

# 컴퓨터 기반의 협력적 문제해결력 성취를 예측하는 학생과 학교 및 ICT 요인 : 다층모형 분석을 중심으로

임호진\* · 이순영\*\*

서울교육대학교 교육전문대학원\* · 서울교육대학교 컴퓨터교육과\*\*

## 요 약

본 연구는 우리나라 고등학교 학생들(142개 학교의 4863명)의 PISA 2015 컴퓨터 기반의 협력적 문제해결력(Collaborative Problem Solving, 이하 CPS)에 미치는 학생, 학교 수준의 배경요소와 ICT 요인을 설정하여, 설명변수가 없는 기초모형(모형1)부터 모든 변수가 투입된 최종모형(모형5)까지 2수준 위계선형모형(Two-Level Hierarchical Linear Model, 이하 HLM)으로 분석하였다. 연구 결과 첫째, 성별, 사회경제문화적 배경, 협동지수는 CPS 점수를 정적으로 예측하였던 반면 학생들이 지각하는 교사의 불공평함은 CPS 점수를 부적적으로 예측하였다. 둘째, 학교 밖에서 이루어지는 학습 목적의 ICT 사용빈도가 많을수록, 그리고 오락 목적의 ICT 사용빈도와 학교에서의 ICT 사용빈도가 적을수록 CPS 점수가 높았다. PISA 2015에서 최초로 측정된 ICT 태도 중 ICT에 대한 흥미가 높고 ICT 기기 사용에 대한 자율성이 높을수록 CPS 점수가 높았으며, ICT를 사회적 상호작용(SNS, 채팅)을 위한 도구로 더 중요하게 인식하고 있는 경우에는 CPS 점수가 낮았다. 셋째, 학교 수준 변수에서는 학교의 학습 분위기를 저해하는 학생 행동이 적을수록, 교사 근무환경 만족도가 높을수록, 그리고 학생 당 이용가능한 컴퓨터 수가 적을수록 CPS 점수가 높았다. 결론적으로 컴퓨터 기반의 협력적 문제해결력 소양을 높이기 위해서는 학생들이 ICT에 대한 흥미나 자율성을 가질 수 있도록 조력해야 하며, 학교현장의 ICT 기기의 효과성을 높이기 위한 ICT 활용이나 SW 교육과정에 대한 지침이 마련되어야 할 것이다.

키워드 : 협력적 문제해결력, 컴퓨터 기반 평가, ICT 요인, PISA 2015, 다층모형

## Student-, School-, and ICT-Factors Predicting Computer-based Collaborative Problem Solving: Focusing on Analyses of Multi-level Models

Hyo Jin Lim\* · Soon Young Lee\*\*

Graduate School of Education, Seoul National University of Education\* ·

Department of Computer Education, Seoul National University of Education\*\*

## ABSTRACT

This study examined student- and school-level background and ICT factors that affected PISA 2015 Collaborative Problem Solving (CPS) for Korean students (4863 students from 142 high schools). A two-level hi-

본 논문은 2016년 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원(NRF-2016S1A3A2925401)을 받아 수행된 연구임.

교신저자 : 이순영(서울교육대학교 컴퓨터교육과)

논문투고 : 2018-07-27

논문심사 : 2018-08-27

심사완료 : 2018-08-29

erarchical linear model (HLM) was analyzed from the basic model (model 1) with no predictors to the final model (model 5) with all predictors.

Results showed that first, gender, socioeconomic/cultural backgrounds, cooperation level positively predicted CPS scores while perceived unfairness of teacher negatively predicted the outcome. Second, the more frequently ICT was used for out-of-school learning purposes, the less frequently ICT was used for entertainment purposes, and the less frequently ICT was used in schools, the higher CPS scores were. Considering ICT autonomy and social interaction variables measured for the first time in PISA 2015, students who were more interested in ICT and more autonomous in using ICT devices achieved higher CPS scores. On the other hand, the more students considered ICT important as social interaction, the less they gained CPS scores. Third, in terms of school-level characteristics, the smaller the students behavior detrimental to learning, the higher the teachers perceived positive working environment, and the fewer the number of computers available per student, the higher CPS scores were.

To facilitate computer-based collaborative problem-solving competence, it is important for students to have interest and autonomy in using ICT. In addition, the guidelines of ICT use and SW curriculum need to be established in order to increase the effectiveness of using ICT device in school.

Keywords : Collaborative Problem Solving, Computer-based assessment, ICT factors, PISA 2015, Multi-level models

## 1. 서론

협력적 문제해결력(Collaborative Problem Solving, 이하 CPS)은 현대사회에서 필수적으로 요구되는 능력이며, 핵심역량으로서 CPS 역량의 필요성은 각 국가들의 교육과정에 지속적으로 반영되어 왔다. 이에 대한 대규모 자료의 수집과 분석은 최근에서야 이루어지기 시작했는데, 2015년 OECD PISA(Programme for International Student Assessment, 이하 PISA)에서는 이러한 시대적 요구를 수용하여 컴퓨터 기반 평가(Computer Based Assessment)로 만 15세 학생들의 CPS 역량을 측정하여 2017년 11월 결과(데이터 및 분석결과)를 공개한 바 있다.

우리나라는 한국교육과정평가원이 PISA 연구를 관장하는 PGB(PISA Governing Board)와의 협조 하에 1998년부터 PISA에 참여하였다. PISA 평가는 3년마다 시행되며 2015년에는 과학이 주 영역, 읽기, 수학이 보조 영역으로 시행되었고, 처음으로 팀 중심 과제 수행 역량인 CPS 평가가 도입되었다. PISA는 과학, 읽기, 수학과 같은 인지적 영역 이외에 교육맥락 변인들의 자료를 수집하기 위한 설문조사를 실시하는데, 2015년에는 학생, 학

교장, 학부모 외 교사를 대상으로 추가 설문하여 더욱 다양한 데이터를 수집하였다. 학생 설문에는 기본 설문과 함께 선택 사항인 다양한 정보통신기술(이하 ICT)에 대한 문항들이 포함되어 있어 ICT 요인들의 역할에 대한 탐색을 가능하게 한다.

본 연구에서는 PISA 2015 우리나라 학생들의 협력적 문제해결에 있어서 학생, 학교 및 ICT 요인의 예측력을 알아보고자 하였다. 교육 연구자료는 많은 경우 위계를 가진 다층적 속성을 가지고 있는데, 이는 실제 자료 수집 과정에서 학교를 먼저 표집하고 이후 학교 내에 소속된 교사나 학생을 표집하기 때문이다. 따라서 표집 대상인 학생들은 소속된 학교의 특성을 공유하고 이에 의해 영향을 받을 수 있기 때문에, 위계적 구조를 고려한 다층적인 접근이 필요하다[21].

이에, 본 연구에서는 교육맥락적 요인과 ICT 요인을 학생수준인 1수준으로 하고 학교의 ICT 요인과 기타 배경 요인을 학교수준인 2수준으로 하는 위계선형모형(Hierarchical Linear Modeling, 이하 HLM)을 설정하고 자료를 분석하였다. 구체적인 연구문제는 다음과 같다.

첫째, 협력적 문제해결력에 미치는 학생, 학교, ICT 요인은 무엇인가?

둘째, 협력적 문제해결력에 투입된 학생 수준 및 학교 수준 변수들의 설명력은 얼마인가?

## 2. 이론적 배경

### 2.1 PISA에서의 협력적 문제해결

협력적 문제해결력(CPS)에 대한 연구는 협동학습(cooperative learning)의 이론들에서 뿌리를 찾을 수 있다. 협동학습은 학습과제에서 필요한 각 역할에 대한 개인의 책무를 중시하는 반면 협력학습은 집단의 책무를 강조하기 때문에, 전자가 개별 과제의 완수를 통합하여 공동의 목표를 성취하는 것이라면 후자는 모든 구성원의 참여와 합의, 공유된 지식을 통해 공동의 목표를 달성한다[1][14]. 따라서 협력학습에서는 상대적으로 협동학습보다 구성원 간의 상호의존성을 보다 강조하며, 구성원 전체의 분산된 리더십을 강조하기 때문에 과제의 진행 상황이나 필요에 의해 집단의 구조가 유연하다[4]. 또한 협력학습에서 집단의 구성원들은 의사결정의 전 과정에 능동적으로 참여하며, 토론과 논쟁을 통해 합의점을 찾는데 주력하게 된다.

이러한 협력학습에서의 문제해결 과정을 PISA에서는 “둘 이상의 주체가 해결책을 찾는 데 필요한 이해와 노력을 공유하고 지식, 기능, 노력을 문제를 해결하려는 과정에 효과적으로 참여할 수 있는 개인의 역량”이라고 정의하고 있다[23].

협력적 문제해결에서 중요한 것은 협력 기술이 문제 해결에 참여하는 과정에서 어떻게 발현되느냐 하는 것이다. 이는 개인이 가지고 있는 인지적 기술과, 타인과 협력할 때 나타나는 사회적 기술을 모두 포함하며, 따라서 PISA에서는 문제의 정확한 해답을 구하는 것보다 문제해결을 시도하는 과정에 참여하는 협력적 태도와 협력적 행동에 초점을 두고 있다. 이는 협력적 문제해결 과정에서는 집단 구성원들이 가지고 있는 과제와 해결책에 대한 공유된 이해를 바탕으로 의견을 조정하고 타협하는 등의 활동이 중시되기 때문이다[23].

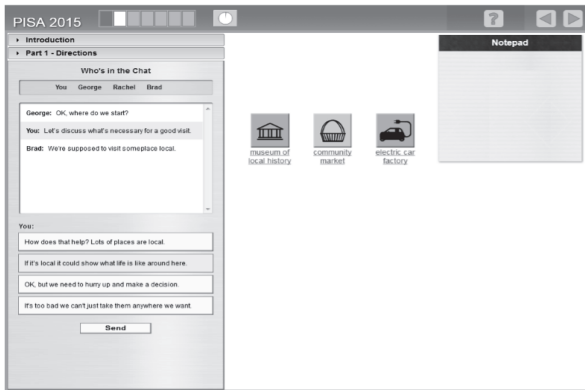
PISA의 CPS는 문항군(cluster) 3개, 단위 문항(unit)은 6개, 하위 과제는 총 19개로 구성되어 있다[15]. 단위 문항별 하위 과제에서 측정하고자 하는 영역은 크게

CPS 역량(공유된 이해를 수립하고 유지하기, 문제해결을 해결하기 위해 적절하게 행동하기, 팀을 조직하고 유지하기)과 문제해결과정(탐색과 이해, 표현과 형식화, 계획 수립과 실행, 모니터링과 반성)으로 나뉘어 있으며, 이러한 CPS 문항은 아래 <Table 1>과 같이 12개의 항목에 맞게 개발되었다[23].

<Table 1> Collaborative Problem Solving Competencies in PISA 2015

		CPS 역량		
		(1)공유된 이해를 수립하고 유지하기	(2)문제해결을 위해 적절하게 행동하기	(3)팀을 조직하고 유지하기
문제해결과정	(A)탐색과 이해	(A1)팀원들의 관점과 능력 발견하기	(A2)문제해결을 위해 상호작용의 유형 발견하기	(A3)문제해결을 위해 역할 이해하기
	(B)표현과 형식화	(B1)공유 표현 구성과 문제 의미 협상하기	(B2)과제 식별 및 설명하기	(B3)역할과 조직 설명하기
	(C)계획 수립과 실행	(C1)행동에 대해 팀원과 커뮤니케이션	(C2)계획 실행하기	(C3)약속 규칙 따르기
	(D)모니터링과 반성	(D1)모니터링과 수정하기	(D2)조치 결과 모니터링 및 문제 해결 성공 평가하기	(D3)모니터링, 피드백 제공, 팀 조직 및 역할 조정하기

CPS는 컴퓨터 기반으로 실시되기 때문에 학생들은 하나 이상의 가상인물(agent) 또는 시뮬레이션된 팀 구성원과 채팅을 기반으로 상호작용하며[23], 이 가상인물은 목표수립, 행동수행, 의사소통 등의 능력을 가지고 있다. 아래 그림은 우리나라 예비검사 때 사용된 검사문항(“방문, The Visit”)으로 OECD에서 공개된 문항이다[3].



Item	CC101102
Credited Response	If it's local it could show what life is like around here.
Classification	(B1) Building a shared representation and negotiating the meaning of the problem (common ground)

(Fig. 1) PISA 2015 CPS Released Items[3]

## 2.2 CPS 관련 변수

### 2.2.1 배경요인과 ICT 관련 요인

현재까지 PISA와 관련된 연구들에서는 주 영역의 성취(읽기, 과학, 수학)에 영향을 주는 학생, 학교 요인이나 ICT 요인들을 탐색해왔다. CPS에 영향을 주는 요인에 대한 본격적인 연구는 아직 그 수가 많지 않지만, 기존 PISA의 인지 영역의 성취나 개인적 문제해결 영역의 성취를 다룬 연구에서 관련 선행 변수들을 찾아보면 다음과 같다.

먼저 허균(2013) 연구에서는 PISA 2009 데이터를 활용하여 ICT 활용능력, 학습목적 컴퓨터 사용(가정), 학습목적 컴퓨터 사용(학교)을 종속변수로 학생과 학교 수준의 변수를 선정하여 다층분석하였다. 분석 결과 학생 수준의 SES, 온라인 자료 읽기는 종속변수들에 일관되게 정적 영향을 주었지만, 컴퓨터에 대한 태도(중요성, 즐거움, 관심, 시간왜곡)는 종속변수별로 다르게 영향을 주었다. 학교수준에서는 학교평균 SES가 종속변수에 정적인 영향을, 다른 요인들은 종속변수에 따라 차별적인 영향을 주었다[5].

양정호(2012) 연구에서는 같은 자료를 활용하되 종속변수를 디지털 읽기(digital reading)로 설정하고, 학생 및 학교 수준의 변수들을 선정하여 위계적 선형모형으

로 분석하였다. 그 결과 학생 수준에서는 성별, SES, 온라인상의 읽기 활동이 종속변수에 정적 영향을, 학교에서의 ICT 활용은 부적 영향을 미쳤다. 학교 수준에서는 학교평균 SES, 학교 규모, 학교유형, 인터넷에 연결된 컴퓨터 비율이 종속변수에 정적인 영향을 미쳤다[19].

김혜숙(2014)의 연구는 PISA 2012의 과학, 수학, 읽기 성취도를 종속변수로, 개인배경(성별, SES)과 ICT 관련 변수를 학생수준으로, 학교평균 SES 등을 학교수준으로 다층분석한 결과를 제시하였다. 모든 성취영역에서 학습목적 ICT 활용, 컴퓨터에 대한 태도(한계인식), 성별, 학생의 SES와, 학교평균 SES가 정적 영향을, 학교에서의 ICT 사용이 부적 영향을 미쳤다[8].

임해미, 정혜경(2017) 연구에서는 같은 자료를 국가 비교하여, 우리나라와 싱가포르의 컴퓨터 기반 수학 성취에 영향을 준 요인을 분석하였다. 우리나라는 학습목적 ICT 활용, 컴퓨터에 대한 태도 외에, 정의적 특성인 문제해결에 대한 개방성과 끈기가 성취도에 정적 영향을 주고, 학교에서의 ICT 사용이나 교사의 컴퓨터 시연은 성취도에 부적 영향을 주는 것으로 나타났다[6].

문제해결력이 본격적으로 측정된 PISA 2012를 활용한 연구들로는 먼저 남창우, 신수영(2014)이 있다. 여기서는 학생의 ICT 관련 변인과 문제해결력 간의 관계를 구조방정식 모형을 활용하여 분석하였다. 문제해결력에 오락목적 ICT 활용은 부적 영향을 미쳤지만, 학습목적 ICT 활용이나 ICT 학습의 유용성을 인식하는 것은 정적 영향을 미쳤다[2].

같은 자료를 활용한 임효진, 김정수(2016) 연구에서는 문제해결력과 수학성취에 미치는 변수들의 영향력을 경로모형을 통해 탐색하였다. 앞서 말한 정의적 태도인 개방성은 문제해결력과 수학성취에 정적 영향을, 끈기는 수학성취에만 정적 영향을 주었고, ICT에 대한 긍정적인 태도는 오락목적 ICT 활동을 통해서는 결과들에 부적 영향을, 학습목적 ICT 활동을 통해서 정적 영향을 미쳤다[11].

이어 이영호, 구덕희, 임효진(2017) 연구에서는 같은 자료에서 문제해결력에 미치는 학생 및 학교 수준의 ICT 요인을 한국과 일본을 중심으로 비교 분석하였다. 두 국가의 공통점은 학생 수준 요인인 컴퓨터/인터넷을 처음 접한 시기가 빠를수록, SES와 문제해결에 개방성이 높을수록 문제해결력이 높아졌고, 가정이나 학교에서

의 ICT 기기 접근성은 문제해결력에 부적 영향을 미쳤다는 것이다[27].

가장 최근의 자료인 PISA 2015의 협력적 문제해결력을 사용한 연구 중 이영호(2018)는 ICT 흥미, ICT 사용 지각, ICT 자율성, ICT 사회적 상호작용, ICT 자원, 학습목적 ICT 사용, 오락목적 ICT 사용에 주목하며, 성취도(읽기, 수학, 과학) 점수와 함께 이러한 설명 변수들이 CPS와 어떤 관련을 보이는가를 분석하였다. 연구결과 ICT 사회적 상호작용과 오락용 ICT 사용은 CPS에 부적 상관을, 나머지 설명 변수들은 정적 상관을 보였다. 연구를 통해 딥러닝을 사용하여 협력적 문제해결력을 예측하는 모델이 생성되었다[28].

선행연구들을 종합한 결과, 종속변수인 PISA 성취도 영역이 달라짐에 따라 이에 영향을 미치는 변수들 또한 달라짐을 알 수 있다. 대체로 컴퓨터 기반 성취도 결과에는 크게 학생과 학교의 배경(성별, SES 등), 정적 특성(개방성 등), ICT 관련 요인(태도, 인식, 활용 방법) 등이 관련되어 있음을 파악하였고, 본 연구에서의 변수 선정에 이와 같은 결과를 반영하였다.

### 3. 연구방법

#### 3.1 연구 대상

우리나라 PISA 2015에 표집된 학교는 168개 학교(중학교 23개교, 일반계 고등학교 119개교, 비일반계 고등학교 26개교)로 중학생이 548명(9.5%), 고등학생은 5201명(90.5%)으로 전체 표집 학생 수는 총 5749명이었다 [15]. 이중 교사 설문은 고등학교 교사들에게만 시행되었기 때문에, 본 연구에서는 중학교 및 결측값(missing data)을 제외한 142개 고등학교의 4863명(여학생:2402명(49.4%), 남학생:2461명(50.6%))을 대상으로 하였다.

#### 3.2 연구모형과 분석방법

PISA 자료와 같이 관찰단위(학생)가 상위집단(학교)에 내재된 자료(nested data)를 분석하기 위해서는 앞서 설명한 바와 같이 다층적 접근을 시도해야 한다[26]. 따

라서 분석을 위해 아래와 같이 2수준 위계선형모형을 명세화하였다. 한편, 중다회귀분석의 경우 표본의 크기는 설명변수의 20배를 요구하기 때문에, 작은 표본의 문제를 해결하기 위해서는 독립변수의 개수를 제한하여 모형의 적정성을 확보해야 한다[26]. 따라서 본 연구에서도 학교수준(2수준) 설명변수를 선택할 때에는 표본 크기(n=142)에 맞게 수를 제한하였다.

1수준에는 학생 설문 응답을 바탕으로 한 배경변수와 ICT 변수를 추출하였고, 2수준은 학교, 교사 설문 응답을 바탕으로 한 배경변수와 ICT 변수를 추출하였다. 모든 분석에서 기초인 설명변수가 없는 기초모형(Base Model)을 본 연구에서는 모형1로 명세화하면 아래와 같다.

#### Level-1 Model

$$PV\$CLPS_{ij} = \beta_{0j} + r_{ij}, r_{ij} \sim N(0, \sigma^2), \\ \$ \in 1, 2, \dots, 10$$

#### Level-2 Model

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + u_{0j}, u_{0j} \sim N(0, \tau_{00})$$

모형1에 1수준 배경변수, ICT 변수와 2수준 배경변수, ICT 변수를 차례대로 투입하여 모형2부터 모형5까지를 상정하였다. 모든 설명변수를 투입한 모형5를 명세화하면 아래와 같다.

#### Level-1 Model

$$PV\$CLPS_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}(\text{GENDER}) + \beta_{2j}(\text{ESCS}) + \\ \beta_{3j}(\text{COOPERATE}) + \beta_{4j}(\text{unfairteacher}) + \\ \beta_{5j}(\text{HOMESCH}) + \beta_{6j}(\text{ENTUSE}) + \beta_{7j}(\text{USESCH}) + \\ \beta_{8j}(\text{INTICT}) + \beta_{9j}(\text{AUTICT}) + \beta_{10j}(\text{SOIAICT}) + \\ \beta_{11j}(\text{FIRST\_ICT}) + r_{ij}, r_{ij} \sim N(0, \sigma^2), \$ \in 1, 2, \dots, 10$$

#### Level-2 Model

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{01}(\text{STUBEHA}) + \gamma_{02}(\text{SCHLTYPE}) + \\ \gamma_{03}(\text{SATJOB\_M}) + \gamma_{04}(\text{RATCMP1}) + \gamma_{05}(\text{RATCMP2}) \\ + u_{0j}, u_{0j} \sim N(0, \tau_{00}) \\ \beta_{nj} = \gamma_{n0} + u_{nj}, N \in 1, 2, \dots, 11$$

### 3.3 연구 변수

#### 3.3.1 종속변수

PISA는 학생 성취도를 하나의 값으로 제시하지 않고, Rasch 모형에 기반한 문항반응이론(IRT)에 의해 추정된 학생 능력 점수를 산출하고, 그 능력 점수의 사후 분포로부터 성취 가능한 유의 측정값(plausible value)을 사용한다[18]. 이에 PISA 2015에서는 인지적 영역의 성

취 점수를 각 학생별로 10개의 유의 측정값으로 제공하고 있기 때문에, HLM 프로그램에서의 분석시 모수 추정치는 10개의 유의 측정값(PV1CLPS~PV10CLPS)을 모두 종속변수로 하여 분석된 결과의 평균을 기반으로 하였다[25].

### 3.3.2 독립변수

독립변수 설정을 <Table 3>과 같이 학생 수준과 학교 수준으로 구분하였고, 모든 변수들을 전체평균중심화(Grand Mean Centering) 하였다.

<Table 3> Description of student- and school-level variables

변수기준	변수명	변수 요약
교육 배경	GENDER	male : 0, female : 1
	ESCS	Index of economic, social and cultural status
	COOPERATE	Collaboration and teamwork dispositions: Enjoy cooperation
	unfairteacher	Teacher fairness
학생 수준	HOMESCH	ICT use outside of school for schoolwork
	ENTUSE	ICT use outside of school for leisure
	USESCH	Use of ICT at school in general
	ICT 요인	INTICT
AUTICT		Students' perceived autonomy related to ICT use
SOIAICT		Students' ICT as a topic in social interaction
FIRST_ICT		First time of ICT (Digital device, computer, internet) use
교육 배경	STUBEHA	Student behaviour hindering learning
	SCHLTYPE	School ownership (private independent : 1, private government-dependent : 2, public : 3)
	SATJOB_M	teachers' satisfaction with the current job environment
ICT 요인	RATCMP1	Number of available computers per student at modal grade
	RATCMP2	Proportion of available computers that are connected to the Internet

학생수준의 배경요인은 성별(GENDER)과 사회경제 문화적배경(ESCS)을 선정하였다. 이어 협력적 문제해결에 있어서는 협력적 태도가 어느 정도 형성되어 있느냐가 중요하기 때문에, 협동지수(COOPERATE)를 4개 문항(예: “나는 다른 관점을 고려하는 것을 즐긴다”)으로 측정할 것을 사용하였다. 문항들은 4점 Likert 척도(“매우 그렇다”=4, “전혀 아니다”=1)로 측정되어 있다. 이 외에 학습에 영향을 미치는 요소로 학생이 느끼는 교사의 불공평함 지수(unfairteacher)를 고려하였다. 이 변수는 6개 문항(예: “선생님은 다른 친구들에게보다 나를 거칠게 혼욕하신다”)으로 4점 Likert 척도(“1주일에 한 번 이상”=4, “거의 그런적 없다”=1)로 측정되었다.

본 연구의 주된 관심인 ICT 요인들의 변수는 다음과 같다. 먼저 학교 외에서 학습 목적(예: 숙제, 수업 준비)의 ICT 기기 사용빈도에 대한 12개 문항과 인터넷·오락 목적(예: 채팅, 게임)의 ICT 기기 사용빈도에 대한 13개 문항을 측정할 변수(각각 HOMESCH, ENTUSE)를 선정하고, 또한 학교 내에서의 채팅, 이메일, 과제 등을 위한 ICT 사용빈도를 11개 문항으로 측정할 변수(USESCH)를 선정하였다. 이들은 모두 5점 Likert 척도(“절대 또는 거의 없다”=1, “매일”=5)로 사용빈도를 측정한다.

PISA 2015에서 주목해야 할 것은 기존 ICT 태도에 대한 문항들을 정비하여 4가지 요소로 나누어 측정하였다는 점이다. 이는 ICT 태도라는 정의적 특성을 좀 더 세분화하여 살펴볼 수 있고, 컴퓨터 기반의 평가에 있어서 보다 중요하게 고려해야 하는 요소들이다. 먼저 ICT 기기에 대한 흥미(INTICT)는 6개 문항(예: “나는 디지털 기기를 사용하는 것을 좋아한다”)으로, ICT 기기 역량에 대한 인식(COMPICT)은 5개 문항(예: “디지털 기기의 문제를 발견하면 해결할 수 있을 것 같다”)으로 측정되었다. 이는 ICT의 사용에 대한 긍정적인 태도 혹은 ICT 기술에 대한 자신감을 드러낸다.

또한 ICT 기기 사용에 대한 자율성(AUTICT)은 5개 문항(예: “나는 새로운 어플리케이션이 필요하다고 생각하면, 스스로 그것을 선택한다”)으로, 사회적 상호작용으로서의 ICT 기기 사용(SOIAICT) 역시 5개 문항(예: “나는 디지털 기기에 대한 정보를 친구들과 공유하는 것을 좋아한다”)으로 측정되었다. 이상의 두 변수들은 사회적 상호작용의 주체로서 ICT 기기를 얼마나 자율

적으로 사용하고 있는지를 측정하는 새로운 척도라고 할 수 있다.

ICT 태도와 관련된 변수들은 모두 4점 Likert 척도 (“매우 그렇다”=4, “전혀 아니다”=1)로 측정되어 있다. 단, 본 연구에서 ICT 기기 역량에 대한 인식 (COMPICIT)은 ICT 사용에 대한 자율성(AUTICT)과 상관관계가 높아서 변수 설정에서 제외하고, 나머지 3개의 변수만을 사용하였다.

이 외에 ICT 요인으로 추출한 변수는 ICT 기기(디지털 기기, 컴퓨터, 인터넷)를 처음 사용한 시기에 대한 3 문항을 측정한 변수(FIRST ICT)이다. 이는 각 기기를 사용한 시기에 대해 6세 이하=1, 7-9세=2, 10-12세=3, 13세 이상=4, 사용한 적이 없다=5로 측정한 질문의 평균값을 사용하였다.

다음으로 학교수준 배경변수를 살펴보면 우선 학교의 유형, 풍토, 교사 분위기 등을 선정하였다. 먼저 학교 유형(SCHLTYPE)은 명목 척도로 사립학교=1, 정부 의존 사립학교=2, 공립학교=3으로 분류하였고, 학교풍토(STUBEHA)는 학교장이 작성한 학교 설문지를 바탕으로 학습 지향적인 분위기를 저해하는 학생 행동 정도(예: 무단결석, 음주, 약물, 폭력문제 등)를 4점 Likert 척도(“전혀”=1, “많이”=4)로 측정한 변수이다.

교사들의 분위기인 교사만족도(SATJOB\_M)는 PISA 2015에서 처음으로 시행된 교사 설문지를 바탕으로 교사가 작성한 응답문항을 학교별로 평균값을 산출하여 사용하였다. 이는 교사들의 근무 환경에 대한 만족도인 4개 문항(예: “나는 이 학교에서 일하는 것을 즐긴다”)을 4점 Likert 척도로 측정(“매우 그렇다”=4, “전혀 아니다”=1)하고 있다.

이어 학교수준의 ICT 요인들 중에서는 학생 당 이용 가능한 컴퓨터 수(RATCMP1)와 학교 내 PC 중 인터넷 연결 PC 비율(RATCMP2) 변수를 사용하였다.

<Table 3>에서 명목변수(성별, SCHLTYPE)와 un-fairteacher, FIRST ICT, RATCMP1, RATCMP2를 제외한 모든 변수들은 문항반응이론(IRT; item response theory)으로 척도를 동등화하여 PISA에서 제공하는 표준화된 지표 변수(OECD 평균:0, 표준편차:1)로, 그 값이 양수일 때 OECD 평균보다 높음을, 음수일 때 평균보다 낮음을 의미한다. 연구에 사용된 각 변수의 신뢰도는 양호하게 나타났다[24]1).

### 3.3.3 가중치

PISA는 표집된 학교 및 학생의 무응답이 발생하고, 표집 당시의 학생 정보가 평가를 치르게 되는 해당 년도의 학생 수와 일치하지 않는 경우가 많기 때문에 최종 가중치(weight)를 재산출하여 제공한다. 자료 분석 시 가중치 적용은 최종 자료 분석 대상이 모집단에 대한 대표성을 확보할 수 있도록 돕는다[18]. 따라서 본 연구에서도 PISA 2015에서 제공하는 학생 수준의 가중치 W\_FSTUWT(Final trimmed nonresponse adjusted student weight)를 적용하였다.

## 4. 분석

### 4.1 기술 통계

연구변수들의 기술통계는 아래 <Table 4>에 제시되었다. 우선 우리나라 학생들의 사회경제문화적배경(ESCS), 협동지수(COOPERATE)는 OECD 평균(0) 이하 수준이며, 학생수준 ICT 변수(HOMESCH, ENTUSE, USESCH, INTICT, AUTICT, SOIAICT)도 OECD 평균 이하 수준이다. 이전 김혜숙(2017) 연구결과에도 우리나라 학생들의 ICT 변수들이 OECD국 중 최하위 수준이라고 언급한 바 있다[9].

반면 학교수준 변수 중 학교풍토(STUBEHA)는 -0.29로 학습 분위기를 방해하는 학생들이 OECD 평균(0)보다 낮은 것으로 나타났다. 교사 근무환경 만족도(SATJOB\_M)는 -0.48로 OECD 평균(0)보다 낮아 교사들은 근무환경 개선이 필요하다고 높게 지각함을 알 수 있다. 학생 당 이용가능한 컴퓨터 수(RATCMP1)는 0.39로 OECD 평균 0.77보다 매우 낮은 수준이었다. 반면 학교 내 PC 중 인터넷 연결 PC 비율(RATCMP2)은 0.98로, OECD 평균 0.96보다 높게 제시되었다[9].

CPS의 유의 측정값(PV1CLPS~PV10CLPS) 10개는 학생이 가질 수 있는 가능한 CPS 점수로, PISA에서 표준화하여 제공한 변수(OECD 평균:500, 표준편차:100)이

1) 각 변수의 신뢰도(Cronbach's alpha)는 OECD(2017) PISA 2015 Technical Report (pp. 307-340)에 제시되어 있다.

다. 본 연구에 사용된 우리나라 CPS 유의 측정값 10개의 평균값은 538.84점~543.63점으로 나타났다.

<Table 4> Descriptive statistics of study variables

NAME	N	MEAN	SD	MINIMUM	MAXIMUM
<b>Independent variable-LEVEL-1 DESCRIPTIVE STATISTICS</b>					
GENDER	4864	0.49	0.5	0	1
ESCS	4864	-0.21	0.68	-4.08	1.91
COOPERATE	4864	-0.02	0.92	-3.33	2.29
unfairteacher	4864	8.31	3.11	2.00	24.00
HOMESCH	4864	-0.35	0.97	-2.69	3.60
ENTUSE	4864	-0.43	0.8	-3.71	4.84
USESCH	4864	-0.97	0.91	-1.67	3.63
INTICT	4864	-0.37	0.9	-2.96	2.64
AUTICT	4864	-0.38	0.9	-2.50	2.10
SOLIAICT	4864	-0.47	0.95	-2.14	2.43
FIRST_ICT	4864	2.29	0.72	1.00	4.00
<b>Independent variable-LEVEL-2 DESCRIPTIVE STATISTICS</b>					
STUBEHA	142	-0.29	1.21	-2.39	3.07
SCHLTYPE	142	2.54	0.7	1.00	3.00
SATJOB_M	142	-0.48	0.3	-1.27	0.36
RATCMP1	142	0.39	0.44	0.01	2.18
RATCMP2	142	0.98	0.07	0.56	1.00
<b>Dependent variable DESCRIPTIVE STATISTICS</b>					
PV1CLPS	4864	540.63	82.61	228.14	11.33
PV2CLPS	4864	541.59	84.46	242.70	99.47
PV3CLPS	4864	540.71	81.74	225.80	84.26
PV4CLPS	4864	538.84	81.91	249.13	93.71
PV5CLPS	4864	541.32	83.29	238.70	94.10
PV6CLPS	4864	539.62	83.87	236.25	93.76
PV7CLPS	4864	540.19	83.95	218.58	3.89
PV8CLPS	4864	539.86	83.32	243.73	91.57
PV9CLPS	4864	541.66	82.97	195.29	30.35
PV10CLPS	4864	543.63	83.02	244.77	1.31

4.2 상관관계 분석

CPS와 연구변수와의 상관관계 분석 결과는 아래 <Table 5>와 같다.

CPS 값과 유의미한 정적관계에 있는 변수는 성별(GENDER), 사회경제문화적배경(ESCS), 협동지수(COOPERATE), 학교 외에서 학습 목적 ICT 기기 사용빈도(HOMESCH), ICT 기기에 대한 흥미(INTICT), ICT 기기 사용에 대한 자율성(AUTICT)이었다.

유의미한 부적관계에 있는 변수는 학생이 지각한 교사의 불공평함(unfairteacher), 학교 내에서의 채팅, 이메일, 과제 등을 위한 ICT 사용빈도(USESCH), 사회적 상

호작용으로서의 ICT 기기 사용(SOLIAICT), ICT 기기를 처음 사용한 시기(FIRST\_ICT)로 나타났다.

<Table 5> Correlation coefficients among variables

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1											
2	.03**	1										
3	.09	.13***	1									
4	-.105***	-.002	-.010	1								
5	.02	.187***	.129***	.024	1							
6	-.105***	.045**	.072***	.089***	.346***	1						
7	-.004	.031*	.019	.103***	.379***	.189***	1					
8	.057***	.101***	.093***	.027	.203***	.399***	.071***	1				
9	-.113***	.165***	.154***	-.009	.217***	.321***	.093***	.399***	1			
10	-.300***	.046**	.079***	.087***	.227***	.357***	.190***	.325***	.519***	1		
11	-.009	-.114***	.005	.005	-.003	-.089***	.02*	-.158***	-.163***	-.102***	1	
12	.195***	.223***	.120***	-.131***	.083***	-.02*	-.159***	.182***	.190***	-.084***	-.141***	1
13	.193***	.238***	.136***	-.140***	.097***	-.027	-.159***	.181***	.193***	-.081***	-.155***	.772***
14	.188***	.222***	.125***	-.131***	.113***	-.012	-.143***	.180***	.200***	-.033***	-.157***	.769***
15	.199***	.222***	.129***	-.153***	.083***	-.024	-.161***	.199***	.205***	-.083***	-.142***	.774***
16	.202***	.217***	.139***	-.124***	.103***	-.031*	-.154***	.178***	.196***	-.076***	-.146***	.774***
17	.197***	.218***	.134***	-.165***	.106***	-.021	-.157***	.187***	.187***	-.076***	-.138***	.774***
18	.193***	.221***	.155***	-.171***	.090***	-.042**	-.154***	.184***	.201***	-.093***	-.143***	.767***
19	.185***	.211***	.142***	-.142***	.104***	-.007	-.162***	.183***	.201***	-.091***	-.165***	.779***
20	.216***	.221***	.139***	-.152***	.104***	-.025	-.151***	.196***	.191***	-.079***	-.143***	.775***
21	.204***	.236***	.136***	-.157***	.091***	-.041**	-.152***	.180***	.180***	-.083***	-.130***	.769***

\*p < .05, \*\*p < .01, \*\*\*p < .001  
 1:GENDER, 2:ESCS, 3:COOPERATE, 4:unfairteacher, 5:HOMESCH  
 6:ENTUSE, 7:USESCH, 8:INTICT, 9:AUTICT, 10:SOLIAICT, 11:FIRST\_ICT, 12:PV1CLPS, 13:PV2CLPS, 14:PV3CLPS, 15:PV4CLPS, 16:PV5CLPS, 17:PV6CLPS, 18:PV7CLPS, 19:PV8CLPS, 20:PV9CLPS, 21:PV10CLPS  
 주: CPS 유의측정값 10개와 설명변수의 상관 중 일부만 제시함.

학교 외에서 인터넷·오락 목적의 ICT 기기 사용빈도(ENTUSE)는 대다수 CPS 점수와 부적 상관을 보였다.

4.3 다층분석 결과

CPS에 영향을 미치는 요인 다층분석은 <Table 6>과 같이 모형1부터 모형5로 구분하여 분석하였다.

<Table 6> Unstandardized coefficients of predictors for CPS in Model 1 to Model 5

	모형1	모형2	모형3	모형4	모형5
Fixed Effect	Coefficient (SD)	Coefficient (SD)	Coefficient (SD)	Coefficient (SD)	Coefficient (SD)
<b>student level-1</b>					
CPS grand mean	540.24*** (3.74)	540.36*** (3.24)	540.52*** (2.85)	540.27*** (2.51)	540.35*** (2.36)
GENDER, β1		24.45*** (3.53)	19.00*** (3.56)	17.86*** (3.52)	18.14*** (3.42)
ESCS, β2		11.97*** (2.04)	9.17*** (2.06)	9.20*** (2.05)	7.92*** (2.06)
COOPERAT E, β3		7.60*** (1.49)	6.01*** (1.47)	5.96*** (1.47)	5.69*** (1.51)
unfairteacher, β4		-2.63*** (0.56)	-2.13** (0.56)	-2.09** (0.56)	-2.10** (0.58)



	모형1	모형2	모형3	모형4	모형5
HOMESCH β5			5.99*** (1.58)	5.87*** (1.58)	5.88*** (1.60)
ENTUSE β6			-4.41** (1.99)	-4.25* (1.98)	-4.05* (2.01)
USESCH β7			-12.73*** (1.47)	-13.16*** (1.47)	-11.86*** (1.62)
INTICT β8			9.43*** (1.72)	9.29*** (1.72)	9.10*** (1.79)
AUTICT β9			16.62*** (1.71)	16.49*** (1.70)	16.97*** (1.78)
SOIAICT β10			-11.94*** (1.57)	-11.78*** (1.57)	-12.04*** (1.71)
FIRST ICT β11			-8.71*** (1.89)	-8.59*** (1.88)	-8.34*** (1.98)
<b>school level-2</b>					
STUBEHA, γ01				-10.22*** (1.88)	-6.69*** (1.67)
SCHLTYPE, γ02				-5.18 (3.15)	-4.38 (2.85)
SATJOB_M, γ03				27.84*** (7.91)	17.03** (7.01)
RATCMP1, γ04					-29.28*** (5.29)
RATCMP2, γ05					-26.91 (27.15)
<b>Variance Component</b>					
level-1, r	5395.24	5173.52	4794.64	4793.04	4534.55
level-2, u0	1556.54	1059.62	739.42	474.71	346.73
전체	6951.78	6233.14	5534.06	5267.75	4881.28

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

<Table 6>의 구성을 살펴보면 상단에는 각 모형의 명칭과 고정효과 회귀계수, 표준오차가 나타나 있고, 좌측에는 학생 수준과 학교 수준의 배경 및 ICT 요소의 설명변수 이름이 제시되어 모형별로 각 고정 효과의 회귀계수 및 표준오차를 나타낸다. 최하단에는 각 모형의 분산이 학생 수준과 학교 수준, 전체 분산으로 제시되어 각 모형별로 분산에 어떤 차이가 있는지 알 수 있다. 단, 무선폭차는 모형5에 한해서만 <Table 7>에 제시하였다.

각 모형별로 분석결과를 살펴보면 다음과 같다.

기초모형인 모형1의 전체 분산에서 학교 간 분산이 차지하는 비율(ICC : Intraclass Correlation Coefficient)을 계산해 보면 0.224로 CPS 점수의 분포에서 22.4%는 학생들이 소속된 학교 간 차이의 영향이라 해석할 수 있다. 반대로  $1-ICC_{anova}=0.776$ , 즉 77.6%는 학생들 개인차의 영향으로 해석된다.

모형2는 모형1에 학생수준 배경요인 변수 4개(GENDER, ESCS, COOPERATE, unfairteacher)를 투입한 결과이며 모두 통계적으로 유의하였다. 즉 여학생이 남학생보다 CPS가 24.45점 정도 높고, 사회경제문화

적배경(ESCS)은 1단위 증가할 때, CPS는 평균 11.97점 증가한다. 또한 협동지수(COOPERATE)는 1단위 증가할 때, CPS는 평균 7.60점 높아졌다. 마지막으로 학생이 느끼는 교사의 불공평함(unfairteacher)은 1단위 증가할 때, CPS는 평균 2.63점 낮아졌다.

학생과 학교수준에서 결과 변수에 대한 설명력을 알아보기 위해 모형2의 ICC를 계산해보면 0.170로 17.0%가 학교 간 차이, 83.0%가 학생 개인차의 영향이라 해석된다. 보다 ICC를 유의하게 사용하기 위해  $ICC_{ancova}$ 를 계산하면 0.157이다. 이것은 학생 배경요소의 영향을 통제하고도 여전히 학교 간 차이가 15.7%가 됨을 의미하는데, 이를 기초모형과 비교하면  $ICC_{anova} - ICC_{ancova} = 0.224 - 0.157 = 0.067$ 로 모형2에서 설명변수의 영향력은 6.7%임을 알 수 있다.

모형2의 1수준과 2수준 결정계수( $R_1^2, R_2^2$ )들을 살펴보면, 동일학교 내 CPS 점수 분산에서 투입된 학생변수들이 차지하는 비중( $R_1^2$ )은 0.041로 약 4.1%가 학생변수와 관련이 있는 반면 학교 간 차이( $R_2^2$ )는 0.319로 약 31.9%는 학생이 속한 학교별 분포에 기인한다. 결과적으로 CPS에는 동일 학교 내 학생변수의 영향력보다는 학교 간 차이가 더 큰 결정력이 있다고 해석할 수 있다.

모형3은 모형2에 학생수준 ICT변수 7개(HOMESCH, ENTUSE, USESCH, INTICT, AUTICT, SOIAICT, FIRST ICT)를 투입한 결과이며 변수들은 모두 통계적으로 유의하였다. 먼저 학교 외에서 학습 목적의 ICT 기기 사용빈도(HOMESCH)와 인터넷·오락 목적의 ICT 기기 사용빈도(ENTUSE)가 1단위씩 증가할 때 CPS는 각각 평균 5.99점 높아지고, 평균 4.41점 낮아졌다. 또한 학교 내에서의 채팅, 이메일, 과제 등을 위한 ICT 사용빈도(USESCH)는 1단위 증가할 때, CPS는 평균 12.73점 낮아졌다. ICT 기기에 대한 흥미(INTICT)와 자율성(AUTICT)은 1단위씩 증가할 때, CPS는 각각 평균 9.43점, 평균 16.62점 높아졌다. 반면 사회적 상호작용으로서의 ICT 기기 사용(SOIAICT)은 1단위 증가할 때, CPS는 평균 11.94점 낮아졌다.

또한 ICT 기기를 처음 사용한 시기(FIRST ICT)가 1단위 증가할 때, CPS 점수가 8.71점 낮아졌으므로, ICT 기기를 처음 사용한 시기가 빠를수록 CPS 점수가 높아짐을 알 수 있다.

학생과 학교수준에서 결과 변수에 대한 설명력을 알아보기 위해 모형 3의  $ICC_{ancova}$ 를 계산하면 0.116이다. 즉, 학생변수의 영향을 통제하고도 여전히 학교 간 차이가 11.6%가 존재한다. 이를 기초모형의  $ICC$ 와 비교하면 모형3의 설명변수의 영향력은 10.8%로 나타났다.

모형3의 1수준과 2수준 결정계수( $R_1^2$ ,  $R_2^2$ )들을 살펴보면, 동일학교 내 CPS 점수 분산에서 투입된 학생변수가 차지하는 비중( $R_1^2$ )은 0.111으로 약 11.1%가 학생변수와 관련이 있다고 할 수 있으며, CPS의 학교 간 차이( $R_2^2$ )는 0.525로 약 52.5%는 학생이 속한 학교별 분포와 관련있다. 모형2에서와 마찬가지로 동일 학교 내 학생변수의 영향력보다는 학교 간 차이가 더 큰 결정력이 있다고 해석할 수 있다.

모형3에서 의미있는 결과는 다음과 같다. CPS에 부정적인 효과를 나타낸 ICT 요인으로 학교 내에서의 채팅, 이메일, 과제 등을 위한 ICT 사용빈도(USESCH)는 현재 제대로 된 교육현장의 ICT 활용 지침 및 SW 교육과정이 없는 상태에서 ICT 사용의 효율성과 효과성이 낮다는 것을 의미한다.

또한 사회적 상호작용으로서의 ICT 기기 사용(SOLAICT)도 CPS에 유의미한 부정적인 영향을 미친 것도 주목할 만하다. 김혜숙 외(2017) 연구에서 PISA 2015 자료를 바탕으로 ICT 활용 추이를 분석하였는데 학생들의 디지털 기기 사용은 2012년에서 2015년까지 오락을 위한 인터넷 검색, SNS 활동은 증가폭이 컸으나 이메일, 인터넷 뉴스 읽기, 실용적 정보 수집 등 일상적 활용 수준은 오히려 감소한 것으로 보고하였다[10]. 이처럼 오락을 위한 디지털기기의 증가폭이 커지는 시점에서 사회적 상호작용만을 주로 하는 ICT 기기 사용은 CPS에 부정 영향을 미친다고 해석할 수 있다. 이전에도 김혜숙(2014) 연구에서는 학생이 다양한 ICT 활용 중에서도 이메일이나 채팅 같은 활동은 학업성취도에 부정 영향을 미쳤다고 보고한 바 있다[8].

모형4는 모형3에 학교 수준 배경변수(STUBEHA, SCHLTYPE, SATJOB\_M) 3개를 투입한 결과이다. 학습 지향적인 분위기를 저해하는 학생 행동(STUBEHA)은 1단위 증가할 때, CPS는 평균 10.22점 낮아진다. 이는 구자옥 외(2017) 연구에서 과학이나 수학 성취에도 학교풍토인 학교 분위기를 저해하는 학생 요인 지표가

유의미한 부적 효과가 있었던 것과 동일하게 해석할 수 있다[16]. 반면 학교 유형(SCHLTYPE)은 통계적으로 유의하지 않았지만 교사 만족도(SATJOB\_M)는 1단위 증가할 때, CPS는 평균 27.84점 증가하였다. 이는 교사의 근무 환경 만족도를 높이는 것이 학생들의 CPS 점수에 긍정적인 영향을 준다는 것을 알 수 있다.

학생과 학교수준에서 결과 변수에 대한 설명력을 알아보기 위해 모형 4의  $ICC_{ancova}$ 를 계산하면 0.075이다. 즉, 학생과 학교수준 변수의 영향을 통제하고도 여전히 학교 간 차이가 7.5%가 존재한다. 이를 기초모형의  $ICC$ 와 비교하면 모형4의 설명변수의 영향력은 14.9%이다.

모형4의 1수준과 2수준 결정계수( $R_1^2$ ,  $R_2^2$ )들을 살펴보면, 동일학교 내 CPS 점수 분산에서 투입된 학생과 학교수준 변수가 차지하는 비중( $R_1^2$ )은 0.111으로 약 11.1%가 모형4의 설명변수와 관련이 있다고 할 수 있으며, CPS의 학교 간 차이( $R_2^2$ )는 0.695로 약 69.5%는 학생이 속한 학교별 분포와 연관된다.

모형5는 모형4에 학교수준 ICT 변수(RATCMP1, RATCMP2) 2개를 투입한 결과이다. 학생 당 이용가능한 컴퓨터 수(RATCMP1)는 1단위 증가할 때, CPS는 29.28점 낮아졌던 반면 학교 내 PC 중 인터넷 연결 PC 비율(RATCMP2)은 통계적으로 유의하지 않았다. 이를 통해 알 수 있는 점은 단순히 교육현장에 컴퓨터 수의 비율을 늘리는 것보다 체계적인 ICT 교육 지침 및 SW 교육과정이 마련되어야 한다는 것이다. 구자옥 외(2017) 연구에서도 활용 가능한 컴퓨터 수 지표는 성별과 성취 영역(읽기, 과학), 성취도 수준에 따라 유의성이 다르게 나타났다[16]. 따라서 학생 당 이용가능한 컴퓨터 수(RATCMP1)에 대한 영향력을 다양하게 분석할 필요가 있다.

학생과 학교수준에서 결과 변수에 대한 설명력을 알아보기 위해 모형5의  $ICC_{ancova}$ 를 계산하면 0.057이다. 즉, 학생과 학교 수준 변수의 영향을 통제하고도 여전히 학교 간 차이가 5.7%가 존재한다. 이를 기초모형의  $ICC$ 와 비교하면 모형5의 설명변수의 영향력은 16.7%이다.

모형5의 1수준과 2수준 결정계수( $R_1^2$ ,  $R_2^2$ )들을 살펴보면, 동일학교 내 CPS 점수 분산에서 투입된 학생과

학교수준 변수가 차지하는 비중( $R_1^2$ )은 0.160으로 약 16.0%가 모형5의 설명변수와 관련이 있다고 할 수 있으며, CPS의 학교 간 차이( $R_2^2$ )는 0.777로 약 77.7%는 학생이 속한 학교별 분포와 관련된다.

마지막으로 모형5의 무선흐과 <Table 7>를 살펴보면 학생이 지각한 교사의 불공평함 지수(unfairteacher)는 분산 2.63으로 학교 간의 유의한 차이가 있음을 알 수 있고, 학교 외에서 인터넷·오락 목적의 ICT 기기 사용빈도(ENTUSE)는 분산 46.44로 학교 간의 유의한 차이가 상대적으로 크게 나타났다. 나머지 변수들은 유의미한 학교 간 차이가 없었다.

<Table 7> Random effect of variables in Model 5

Random Effect	SD	Variance	$\chi^2$	p-value
INTRCPT1, u0	18.62	346.73	185.20	<0.001
GENDER, u1	9.95	99.03	70.84	>0.500
ESCS, u2	7.10	50.37	87.15	0.25
COOPERATE, u3	2.65	7.00	75.57	>0.500
unfairteacher, u4	1.62	2.63	105.08	0.03
HOMESCH, u5	3.98	15.80	75.95	>0.500
ENTUSE, u6	6.81	46.44	106.62	0.02
USESCH, u7	7.12	50.76	87.04	0.25
INTICT, u8	8.08	65.30	95.95	0.09
AUTICT, u9	6.85	46.93	76.19	>0.500
SOIAICT, u10	7.32	53.65	94.89	0.11
FIRST_ICT, u11	7.87	61.97	96.98	0.08
level-1, r	67.34	4534.55		

### 5. 논의 및 결론

본 연구는 우리나라 학생들의 PISA 2015 협력적 문제해결력(CPS)에 미치는 학생, 학교 수준의 배경요소와 ICT 요인의 위계적 효과를 알아보기 위해 기초모형(모형1)부터 최종모형(모형5)까지 분석하였다.

이를 통해 첫째, 학생수준 배경요인에서는 여학생일수록 그리고 사회경제문화적배경이 높고 협동지수가 높을수록 CPS 점수가 높음을 알 수 있다. 또한 학생이 느

끼는 교사의 불공평함이 적을수록 CPS 점수가 높았다. 기존 연구에서는 개인적 문제해결력에 있어서는 남학생이 높다는 결과[2][27]가 있었던 반면, 협력적 문제해결에 있어서는 여학생의 점수가 높았는데, 이는 여학생이 대인관계나 협력적 태도가 높다는 사실과 관련이 있어 보인다[29]. 협력적 문제해결력이 교육과정에서 중요한 역량으로 대두되고 있는 만큼, 남학생들을 대상으로 한 협력적 태도의 함양과 이를 통한 팀워크 기반 문제해결 역량 증진에 적절한 개입이 필요함을 의미한다.

둘째, 본 연구의 주된 관심인 ICT 요인이 협력적 문제해결에 미치는 영향을 구체적으로 살펴보면 다음과 같다. 학생수준 변수들에서, 먼저 활용 목적면에서 살펴보면 학습 목적 ICT 사용빈도가 많을수록 그리고 오락 목적의 ICT 사용빈도가 적을수록 협력적 문제해결력이 높았다. 이는 기존의 연구들에서도 디지털 읽기 점수에 영향을 미치는 ICT 활용에 있어서 오락보다는 학습 목적의 사용빈도가 보다 유의한 예측력이 있었다는 결과를 지지한다[13].

PISA 2015에 최초로 사용된 ICT 정의적 태도에 대해 살펴보면, ICT에 대한 흥미가 높고 ICT 기기 사용에 대한 자율성이 높을수록 성취 수준이 높았다. 반면 ICT를 사회적 상호작용(예: SNS나 채팅)으로만 중요하게 인식하고 있는 경우에는 성취 수준이 낮았는데, 앞에서 ICT 기기를 오락이나 게임목적으로 활용하는 빈도가 높을수록 성취 수준이 낮았던 결과와 일맥상통한다고 볼 수 있다[2][11]. 종합하면, ICT 사용에 대해서는 사용목적과 태도, 동기가 문제해결력에 결정적인 역할을 하고 있음을 보여주며, 이는 기존 연구들을 지지하는 결과이다[27].

셋째, 학생들이 지각하는 학교에서의 ICT 사용빈도가 적을수록 협력적 문제해결력이 높았다. 여기서 주목할 점은 단순히 수업에서 디지털 기기를 사용하는 것만으로는 성취에 직접적인 영향을 줄 수 없다는 것이다. 본 연구의 결과에서 학생들이 가진 ICT에 대한 흥미나 자율성은 상대적으로 문제해결력에 큰 영향을 준 것으로 보아, 이러한 측면이 뒷받침되지 않고서는 학교 수업에서 기기를 사용하는 것 자체는 그 유용성을 의심할 수 밖에 없다는 것을 의미한다. 이영호, 구덕희, 임효진(2017) 연구에서도 단지 학교에 ICT 기기가 다양하고 충분하게 갖추어져 있다는 것은 문제해결력에 긍정적인

영향을 주지 못했다[27]. 이들은 학교 기자재의 풍부성만으로는 SW 교육의 질을 높일 수 없다는 점을 지적하였으며, 본 연구의 결과와 종합한다면 우리나라 학교 현장에서 ICT 정의적 태도와 관련된 SW 교육과정 도입이 필요하다는 점을 시사하고 있다.

넷째, 학교수준 배경요인을 살펴보면 학교 분위기를 저해하는 학생 행동이 적을수록, 교사 근무환경 만족도가 높을수록 CPS 점수가 높아졌다. 이는 기존 성취 영역(읽기, 수학, 과학)에 영향을 미치는 학교수준의 요인으로도 자주 지목되던 것들이며[12], 새롭게 측정된 협력적 문제해결 역량 역시 이러한 학교 수준의 풍토나 교사 요인에 동일한 영향을 받는 것을 알 수 있다. 결과적으로는 학교 분위기를 저해하는 행동을 하는 학생들에 대한 생활지도가 강력히 이루어져야 하며, 교사가 지각하는 근무환경의 만족도를 높이기 위한 정부시책이 필요하다.

다섯째, 학교수준 ICT 요인을 살펴보면 학생 당 이용 가능한 컴퓨터 수가 적을수록 CPS 점수가 높아졌다. 구자옥 외(2017) 연구에서도 학교수준의 이용가능 컴퓨터 수는 성취 영역별, 수준별, 성별에 따라 다른 영향이 있었다는 결론이 내려진 바 있다[16]. 본 연구에서는 기수집된 2차 자료를 활용하였기 때문에 기기 활용과 성취 수준에 대한 관계에서 질적인 차이를 살펴보는 못했다는 한계가 있으므로, 해석에 주의를 요한다.

그럼에도 불구하고 위 결과는 학생이 수업에서 ICT 기기를 많이 활용하는 것이 교육적 성과에 직접적인 도움이 되지 않았다는 사실에 비추어 추가적으로 설명할 수 있다. 다시 말해 컴퓨터나 ICT 기자재가 얼마나 확보되었는가가 중요한 것이 아니라, 이를 활용하는 학생의 흥미, 자율성, 활용목적 등이 보다 큰 영향력이 있다는 것은 앞서 지적한 바와 같다.

본 연구의 의의는 다음과 같다. 첫째, 기존의 연구에서는 학생 혹은 학교수준의 자료만을 분석하여 교육자료가 가진 다층적 속성을 반영하지 못한 점이 있으나, 본 연구에서는 학생수준과 학교수준을 동시에 고려한 모형을 통해 유의한 변수들의 영향력을 알아보았다는 점에서 의의가 있다.

특히, 설명변수가 없는 기초모형부터 학생수준 배경요인, ICT 요인, 학교수준 배경요인, ICT 요인을 차례대로 모형에 투입하여 모든 연구변수가 투입된 최종모형

(모형5)을 분석한 결과, 최종모형의 학교수준 결정계수( $R_2^2$ )는 0.777으로 투입된 학교변수들이 모형을 설명하는 정도는 약 78%로 상당히 높았다. 기존 연구들에서는 학교수준의 변수들의 유의성이 거의 나타나지 않거나 학생수준 변수들의 설명력이 상대적으로 큰 결과가 대부분이었다. 이에 본 연구에서 사용한 학교의 배경 혹은 ICT 관련 변수들이 협력적 문제해결력에 미치는 효과에 대한 후속 연구에 타당한 근거를 제공할 수 있을 것으로 보인다.

둘째, PISA 2015에서 새롭게 수집된, ICT 활용에 관련된 의미있는 변수(INTICT, AUTICT, SOIAICT)들의 효과를 처음으로 알아보았다는 점이다. ICT 활용목적에 따른 빈도나 태도(흥미, 자신감 등)에 대한 연구들은 기존 PISA 연구[2][5][6][8][11][19][22][27]에서 다룬 바 있으나, ICT 기기에 대한 주체적이고 자율적인 사용을 다루는 변수에 대해서는 최근에서야 그 연구가 이루어지고 있다[7][17][20]. 특히 PISA 2015에서 측정된 자율적인 ICT 기기 사용에 관한 문항(예: 디지털 기기에 문제가 생기면 스스로 해결하기 시작한다. 새로운 어플리케이션이 필요하다면, 나는 그것을 스스로 선택한다. 등)은 현재 중요시 되고 있는 컴퓨팅 사고력(computational thinking), SW교육에서의 자기효능감(self-efficacy) 등의 개념과 맞닿아 있다. 또한 ICT 기기에 대한 흥미(INTICT)는 단순히 기기에 대한 재미, 즐거움에 더하여 ICT의 가치(유용성)를 인식하는 것으로(예: 인터넷은 내가 관심 있는 정보를 얻을 수 있는 훌륭한 자원이다), 최근 연구들에서도 사용된 바 있다. 예를 들어 송정범(2018)의 연구에서는 SW교육 프로그램의 연구학교 학생(총 204명)을 대상으로 온라인 설문을 분석한 결과, SW교육의 유용성 인식과 학생들의 프로그래밍 자기효능감이 SW 학습을 지속하게 하는 요인으로 나타났다[17]. 따라서 이 변수들에 대한 깊이 있는 탐색은 ICT 활용이나 SW 교육과정에 대한 지침을 마련하기 위해 지속적으로 이루어질 필요가 있다.

본 연구의 제한점과 후속 연구를 위한 제언은 다음과 같다. 첫째, 본 연구에서는 협력적 문제해결력과 이에 영향을 미치는 변수들의 유의성을 학생들의 성취수준에 관계 없이 전체적으로 알아보았다. 협력적 문제해결력은 개인적 문제해결력(예: PISA 2012)만큼은 아니더라도 기존의 인지능력(예: 수학, 과학 등)의 영향을 받을

수 밖에 없다. 따라서 이러한 인지 영역의 성취 수준을 통제하거나, 성취 수준에 따라 집단을 나누었을 때 협력적 문제해결력 고유의 특성에 영향을 미치는 변수들의 유의성을 살펴볼 필요가 있다.

둘째, 학교간 차이를 나타내는 변수에 대해 잔차분석(residual analysis)을 통해 CPS 성취 수준이 높은 학교의 특성을 분석할 필요가 있다. 구체적으로 ICT 기기 확보(예: 이용가능한 컴퓨터/인터넷 수)가 모든 학교에 동일한 영향을 준다고보다는 어떤 학교에는 성취에 긍정적인 영향을 주고, 어떤 학교에는 부정적인 영향을 줄 수 있기 때문에, 각 학교별 특성을 분석하는 연구 또한 진행될 필요가 있다. 따라서 자료의 특성을 살펴 학교의 ICT 관련 변수들이 유의하게 나타나는 학교의 특성이 어떠한 것인지를 탐색하여 이후 교육환경 개선에 도움이 되는 정책을 구상할 수 있을 것이다.

셋째, 본 연구에서는 컴퓨터 기반의 협력적 문제해결력 성취와, 이에 영향을 주는 ICT 요인에 관심을 두고 시작하였다. 협력적 문제해결력은 PISA 2015에서 최초로 측정되었지만, 다른 ICT 요인들의 결과는 PISA 2000부터 누적되어 있으므로, 이전 자료에서 나타난 ICT 요인들의 영향력에 대한 추이 분석(trend analysis)이 필요하다. 즉 학생이나 학교 성취에 지속적인 영향을 주는 ICT 요인들이 무엇인지 알아보고 이에 대해 탐색할 필요가 있다.

### 참고문헌

- [1] Brewer, S., & Klein, J. D. (2006). Type of positive interdependence and affiliation motive in an asynchronous, collaborative learning environment. *Educational Technology Research and Development, 54*(4), 331-354.
- [2] Changwoo Nam & Suyeong Shin (2014). The Effects of Students' ICT-related Variables on Their Attitude toward ICT Use and Problem-solving Abilities. *Journal of Educational Evaluation, 27*(5), 1265-1286.
- [3] Educational Testing Service (2017). PISA 2015 released field trial cognitive items. Retrieved July 20, 2018, from <http://www.oecd.org/pisa/test/PISA2015-Released-FT-Cognitive-Items.pdf>
- [4] Graham, J., & Barter, K. (1999). Collaboration: A social work practice method. *Families in Society: The Journal of Contemporary Social Services, 80*(1), 6-13.
- [5] Gyun Heo (2013). Multi-level Analysis on the Using ICT Ability and Using Computers for Learning through PISA 2009 Data. *The Journal of Korean Association of Computer Education, 16*(1), 51-61.
- [6] Haemee Rim & Hyekyung Jung (2017). Comparative Analysis of Influential Factors on Computer-Based Mathematics Assessment between Korea and Singapore. *Journal of Educational Research in Mathematics, 27*(2), 157-170.
- [7] Hyeongyong Park, Sunghun Ahn, Chong min Kim & Hyunjung Lim (2017). Analysis of Influencing Factors of Elementary School Students' Computational Thinking and SW Education Attitudes using 3-Level Multilevel Models. *The Journal of Korean Association of Computer Education, 20*(6), 83-94.
- [8] Hyesook Kim (2014). Effects of ICT on Academic Performance: PISA 2012 Korean Data. *Korea Education and Research Information Service, RM 2014-9*.
- [9] Hyesook Kim, Hansung Kim, Jinsook Kim & Anna Shin (2017). Education Information Level and Implications in Korea : OECD PISA 2015. *Korea Education and Research Information Service, RM 2017-4*.
- [10] Hyesook Kim, Hansung Kim, Jinsook Kim & Anna Shin(2017), Trend Analysis of ICT Accessibility and Utilization Levels of Korean Students based on OECD PISA Data. *Journal of Information Policy(NIA), 24*(4), 17-43.
- [11] Hyo Jin Lim & Jungsoo Kim (2016). A Relationship among Problem-Solving, Motivational Strategy, and Cognitive Strategy: Focused on PISA 2012

- Results. *The Journal of Thinking Development*, 12(1), 21-42.
- [12] Hyo Jin Lim & HyeKyung Jung (2016). Students' Reading Engagement in Print and Digital Reading Achievement: Using a Multilevel Structural Equation Modeling. *The Journal of Curriculum and Evaluation*, 17(2), 123-151.
- [13] Hyo Jin Lim & HyeKyung Jung (2016). The effects of student-level and school-level characteristics on digital reading: International comparative evidence using PISA 2009. *Paper presented at the annual meeting of American Educational Research Association*.
- [14] Ingu Kang (2003). A Structural Comparison of Cooperative Learning and Collaborative Learning. *Korean Education Inquiry*, 18, 183-197.
- [15] Jaok Ku, Sungsook Kim, Haemee Rim, Hyeyoung Park & Jung-A Han (2015). Programme for International Student Assessment(PISA 2015) Main Survey Technical Report. *Korea Institute for Curriculum and Evaluation*, RRE 2015-6-2.
- [16] Jaok Ku, Seongmin Cho, Soyeon Lee, Hye-young Park & Namwook Ku (2017). OECD Programme for International Students Assessment : An In-Depth Analysis of PISA 2015 Results. *Korea Institute for Curriculum and Evaluation*, RRE 2017-9.
- [17] Jeongbeom Song (2018). A Study on the Variables Impacting Learning Continuation Intention in Students Participating in SW-Education. *Journal of The Korean Association of Information Education*, 22(1), 91-102.
- [18] Jimin Cho & HyeKyung Jung (2013). Population inferences and variance estimation based on PISA sampling designs. *Journal of Educational Evaluation*, 26(4), 875-896.
- [19] Jungho Yang (2012). Effects of High School ICT Activities on Students' Digital Literacy in Korea. *Educational technology international*, 28(2), 347-369.
- [20] Kapsu Kim (2014). Measuring and Applying the Self-efficacy in Computer Programming Education. *Journal of The Korean Association of Information Education*, 18(1), 111-120.
- [21] Kyungsung Kim (1993). A Study on the Use of Multi-Level Data Analysis in Education Research. *Student Life Research*, 19, 95-120.
- [22] Minsun Yoo (2014). The Impact of Confidence and Attitude for ICT on Student's Academic Performance: Based on PISA 2009 Results. *Department of Education Graduate School, Chungbuk National University*.
- [23] OECD (2017). PISA 2015 Results (Volume V): Collaborative Problem Solving. OECD Publishing, Paris. Retrieved July 20, 2018, from <http://dx.doi.org/10.1787/9789264285521-en>
- [24] OECD (2017). PISA 2015 Technical Report. Retrieved July 20, 2018, from <http://www.oecd.org/pisa/data/2015-technical-report/>
- [25] Raudenbush, S., Bryk, A., Cheong, Y. F., Congdon, R. T., & Toit, M. (2011). HLM7: Hierarchical linear modeling. Lincolnwood : SSI, Inc.
- [26] Sangjin Kang (2016). Multilevel Models. Seoul: Hak Ji Sa.
- [27] Youngho Lee, Dukhoi Koo & Hyo Jin Lim (2017). Effects of Student- and School-level ICT-related Factors on Computer-based Problem Solving: Focusing on Korea and Japan. *Journal of The Korean Association of Information Education*, 21(4), 425-435.
- [28] Youngho Lee (2018). A Study on Development of Collaborative Problem Solving Prediction System Based on Deep Learning: Focusing on ICT Factors. *Journal of The Korean Association of Information Education*, 22(1), 151-158.
- [29] Yunmi Lee & Jungmoon Yoo (2003). Effect of Gender Grouping on Cooperative Learning in Middle School Science. *Journal of Korean Earth Science Society*, 24(3), 141-149.

저자소개



**임 효 진**

1996 서울대학교 학사  
1999 서울대학교 석사  
2010 미국 University of Southern California 박사  
2010-2012 고려대학교 교육학과 연구 교수  
2012-2016 전북대학교 교육학과 교수  
2016-현재 서울교육대학교 교육전문대학원 교수  
관심분야: 학습동기, 학업성취, 디지털 리터러시  
e-mail : hyolim@snue.ac.kr



**이 순 영**

2004 서울교육대학교 학사  
2005-현재 서울시 초등교사  
2006 서울교육대학교 교육전문대학원 컴퓨터교육 석사  
2016-현재 서울교육대학교 교육전문대학원 생활과학·컴퓨터교육과 박사과정  
관심분야: SW교육, 정보 영재, 교육데이터, 미디어 리터러시  
e-mail : lsy20133@gmail.com