

# PISA 2015 과학 영역에 나타난 학생 성취수준 집단 및 성별에 따른 교육맥락 변인의 특성 및 영향력 분석

구자옥 · 구남옥\*

한국교육과정평가원

## The analysis of characteristics and effects of contextual variables in terms of student achievement levels and gender based on the results of PISA 2015 science domain

Jaok Ku · Namwook Koo\*

Korea Institute for Curriculum and Evaluation

**Abstract** : This study compares and analyzes the characteristics and effects of various educational contextual variables according to students' achievement level and gender groups based on the results of PISA 2015 science domain. PISA 2015 included additional variables about teaching-learning and affective characteristics in the field of science, because science was the main domain of PISA 2015. The results of the mediation analysis using a multiple group structural equation model showed that the environment and strategy for the teaching and learning had a positive effect on the affective characteristics, and also positively affected science achievement through the mediator of the affective characteristics. Particularly, the environment and strategy for the teaching and learning was the most effective in improving the affective characteristics for the low achievement group. It was found that the difference of the mediated effect between achievement level groups was statistically significant, but that between male and female students was not. Therefore, the appropriate the environment and strategy for the teaching and learning will need to be emphasized consistently to improve students' cognitive and affective achievement. The implications and suggestions of these results were discussed.

**keywords** : PISA 2015, context variables, science achievement, innovative teaching and learning, affective dimension of learning science

### I. 서론

최근 우리 사회에서는 4차 산업혁명에 대한 논의가 활발히 진행되고 있으며, 이에 따라 미래 사회

에서 필요한 핵심 역량에 대한 사회적 관심도 함께 증가해왔다. 교육계에서도 이를 반영하여 미래 사회 핵심역량에 대한 연구를 지속해서 수행해왔으며 핵심 역량이 강조된 2015 개정 교육과정이 2018년부터 학교현장에서 전면적으로 시행되고 있다. 이

\*교신저자: 구남옥 (gu9971@kice.re.kr)

\*\*본 연구는 한국교육과정평가원에서 수행한 “OECD 국제학업성취도 평가 연구: PISA 2015 결과 심층 분석 보고서 (Ku *et al.*, 2017) 연구의 과학 영역 관련 내용의 데이터를 활용하여 재구성하였음.

\*\*\*2018년 6월 18일 접수, 2018년 8월 3일 수정원고 접수, 2018년 8월 22일 채택

<http://dx.doi.org/10.21796/jse.2018.42.2.165>

제는 문제해결력, 비판적 사고력, 창의성, 컴퓨터 정보 소양 등과 같은 미래 역량 교육이 전통적 지식 교육과 함께 교육의 중심에 서게 될 것이다. 이에 교육부는 ‘지능 정보 사회에 대응한 중장기 교육정책의 방향과 전략’을 발표하고 미래 사회에 필요한 교육 방향과 전략을 새롭게 수립할 필요가 있음을 공언하였다(MOE, 2016).

2016년 12월 OECD가 주관하는 국제학업성취도 PISA 2015의 결과가 발표되었다. 2000년에 시작되어 3년을 주기로 시행되는 PISA는 각국의 15세 학생을 대상으로 학생들이 미래 사회 시민에게 필요한 능력을 갖추었는지를 확인하는 역량 중심의 평가이다. PISA는 인지적 영역에서 읽기, 수학, 과학의 3가지 핵심 소양을 측정하지만 추가로 국제사회가 요구하는 여러 종류의 미래 역량을 주기마다 다르게 선정하여 혁신 평가 영역으로 측정하고 있다. 한편, 본 연구의 대상인 PISA 2015의 특징을 살펴보면 첫째, PISA 2006 이후 9년 만에 과학을 주영역으로 시행한 평가이므로 학생설문에서 과학에 대한 태도와 과학 교수·학습 관련 설문을 다수 포함하고 있어 과학 교육에 큰 시사점을 줄 수 있으며 둘째, 학생들의 의사소통능력, 문제해결력, 협업 능력 등을 종합적으로 확인할 수 있는 협력적 문제해결력을 혁신적 평가 영역으로 도입하였고, 셋째, 디지털 시대의 매체 환경 변화를 반영하여 기존 지필 평가 방식에서 벗어나 전 영역의 시험을 컴퓨터 기반 평가 방식으로 시행하였다.

따라서 PISA 2015 연구는 학생들의 미래 역량 준비 정도에 대한 최근의 학교 교육의 성과를 점검하는 데 핵심적인 정보를 제공할 수 있다. 다만 2016년에 OECD 국제본부에서 발표한 결과는 각국의 학생들에 대한 성취 결과를 기술 통계적 방법으로 제시한 것이어서 학생들의 성취 특성을 보다 다층적으로 이해하기 위해서는 한계를 가지고 있다. 따라서 PISA 2015를 통해 얻은 다양한 자료를 심층적으로 분석하여 우리나라 학생들의 성취 특성과 다양한 교육맥락 변인들이 학생들의 성취에 미치는 영향을 파악할 필요가 있다. 특히, 과학이 주영역인 PISA 2015에서 과학 영역에서의 교수·학습과 관련된 정의적 특성 변인들인 과학수업 분위기, 학생들

에 대한 과학 교사의 지지, 교사가 선택하고 있는 과학 수업 모형, 피드백, 학생 맞춤형 수업 등에 대한 학생들의 평가가 설문을 통해서 수집되었고 이를 과학 성취도와 관련지어 심층적으로 분석할 필요가 있다.

본 연구에서는 PISA 2015 결과에 나타난 우리나라 학생들의 과학 성취 특성을 이해하기 위해서 성취수준 및 성별에 따른 다양한 교육맥락변인의 차이 및 경향성을 비교하였으며, 구조방정식 모형을 통해서 과학관련 교수·학습 변인과 학생들의 정의적 성취특성, 그리고 인지적 성취 간의 구조적인 관계를 파악하였다. 본 연구의 목적은 PISA에서 수집하는 다양한 교육맥락변인이 성취수준 및 성별 집단의 특성에 따라서 어떻게 다른지 알아내고 이러한 차이점을 분석하여 우리나라 과학교육 개선을 위한 시사점을 얻은 것이다. 본 연구를 통해 밝히 고자 하는 연구 문제를 정리하면 다음과 같다.

첫째, 과학 영역에서 성취수준 및 성별에 따른 다양한 교육맥락변인들의 차이점 및 경향성은 어떠한가?

둘째, 과학 영역에서 성취수준 및 성별에 따라 과학교과의 교수·학습 변인이 학생들의 정의적 특성과 인지적 성취에 미치는 영향력은 어떠한 차이가 있는가?

## II. 이론적 배경

PISA 결과 자료를 활용한 선행연구는 일반적으로 PISA에서 수집하는 다양한 교육맥락 변인과 읽기, 수학, 과학 등의 인지적 성취 결과 간의 관계를 분석하여 시사점을 얻는 방식으로 진행되었다. 최초 주기인 PISA 2000의 연구에서 Ro & Choi(2001)는 ‘PISA 2000 평가 결과 분석 연구(총론)’ 연구를 수행하여 우리나라 학생의 성취 특성을 분석하여 교과 영역 간 성취 수준의 불균형 문제를 해결하고 낮은 정의적 성취를 함양하기 위한 정책 제언 등을 제시하였다. PISA 주기가 거듭될수록 PISA 연구에서의 연구 분야가 점차로 확대되었으며 연구를 위한 통계 분석 방법도 다양화되었다.

최근 PISA 연구에서는 남학생과 여학생의 성차 연구와 교육의 형평성에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다. Stoet & Geary(2013)는 PISA 2000, 2003, 2006, 2009 자료를 분석하여, 수학과 읽기의 인지적 성취에 나타나는 남학생과 여학생의 성차를 분석하였다. 그 결과, 남학생이 여학생보다 수학은 잘하고, 읽기는 못하는 것으로 나타났으며, 읽기에서의 성차가 수학보다 더 큰 것으로 나타났다. 또한 국가 간 비교 결과, 수학에서의 성차가 큰 국가는 읽기에서의 성차가 작았으며, 읽기에서 성차가 큰 국가는 수학에서의 성차가 작은 것이 발견되었다. 따라서 읽기와 수학에서 상반되게 나타나는 성차를 고려한 교육 정책의 필요성을 강조하였다.

PISA 2015에서는 과학이 주영역이었기 때문에 과학 영역과 관련 교수·학습 변인 및 정의적 특성 변인들이 추가로 수집되었다. 과학 영역에 대한 PISA 선행 연구는 과학을 주영역으로 평가했던 PISA 2006에 대해서 주로 이루어졌다. Yum & Kang(2011)은 PISA 2006 과학성취도에 대한 학생 및 학교 수준 교육맥락 변인의 영향력을 분석하였는데 남학생이 여학생보다 성취도가 높았으며, 아버지의 학력수준이 높을수록 자기주도적 과학 공부 시간이 많았고, 과학에 대한 흥미 및 과학 가치 인식이 높을수록 학생들의 성취도가 높다고 보고하였다. 또한 학교의 ESCS는 과학 성취도와 정적인 관련성을 나타냈으며 과학 교사의 부족은 과학성취도와 부적 상관을 나타내는 것으로 보고하였다. Sohn(2008)은 우리나라 학생들의 PISA 2006의 인지적 성취에 큰 영향을 준 정의적 성취로 분석된 내적 동기 즉, '과학에 대한 즐거움'에 영향을 주는 배경변인들을 탐색하였다. 그 결과 교사의 수업 방식, 학부모가 기대하는 자녀의 직업, 학생의 가치 인식, 외적 동기, 자아 신념이 학생들의 내적 동기와 유의한 관련이 있음을 확인하였다. Seo(2011)는 PISA 2006 공개문항을 이용하여 상위 10%에 속하는 우리나라 고등학교 1학년의 과학 성취도와 과학 정의적 영역의 성차를 분석한 결과, 남학생과 여학생의 과학 성취도와 정의적 영역의 대부분 요인에서 유의한 차이를 나타내지 않았으며, 따라서 최우수 여학생에게 과학 영재학교, 과학고등학교의 입

학 기회가 평등하게 제공되어야 함을 밝혀내었다.

그밖에 PISA 자료를 분석한 연구는 아니지만, 교수·학습 및 정의적 특성, 인지적 성취의 관계를 분석한 선행연구를 살펴보면, 교수·학습 및 정의적 특성은 인지적 성취와 연관성이 큰 것을 확인할 수 있다. 예를 들면, Lee & Choi(2015)는 중학생을 대상으로 교사의 국어 수업 활동이 국어에 대한 학생의 동기 및 자기 효능감에 정적인 영향을 미친다고 보고하였으며, 또한 국어과와 관련된 정의적 특성(국어에 대한 내재적 동기 및 자기효능감)이 국어 학업성취도에 정적인 영향을 미치는 것을 확인하였다. 반면, Kwaug & Rheel(2009)는 교사의 수업 활동이 중학생의 학업성취에 직접적으로 통계적으로 유의한 영향을 미치지 않지만, 중학생의 동기적 측면에 미치는 영향은 크다고 보고하였다.

### Ⅲ. 연구 방법

#### 1. 분석에 사용된 교육맥락 변인

본 연구의 분석에 사용된 교육맥락 변인과 각 변인에 대한 산출 방법은 Table 1과 같다. 교육맥락 변인은 선행연구(Ku *et al.*, 2015a, pp. 71-76; Song *et al.*, 2014, pp. 73-74)와 PISA 2015 결과 보고서(OECD, 2016)에 제시된 OECD PISA 국제본부에서 산출하여 제공하는 표준화된 교육맥락 변인을 참고하여 선정하였다. 이전 주기와 달리 새로 추가된 교육맥락 변인들은 주로 PISA 2015의 주영역인 과학 영역과 관련된 것이다.

Table 1은 이 연구에서 사용된 학생 및 학교수준의 교육맥락 변인들과 그 산출방법을 제시한 것이다. 먼저, PISA 경제·사회·문화적 지위 지표(PISA Index of economic, social and cultural status, 이하 ESCS) (OECD, 2016, p. 23)는 학생의 가정 배경 관련 변인들(부모의 교육수준, 부모의 직업, 가정에서 보유한 교육 자료 등)에 대한 응답 결과를 주성분분석(principal component analysis)을 적용하여 표준화된 지표로 산출한 것이다. 또한

단위학교의 ESCS는 개별 학생들의 ESCS의 평균으로 계산되었다. 학업동기 지표는 4점 척도로 구성된 5문항의 응답결과로 산출된 표준화된 지표이며, 높은 학업 성취 또는 졸업 후 더 나은 기회를 갖고 싶은 열망을 측정하는 문항 등으로 구성된다. 학교 소속감 지표는 4점 척도 6문항의 응답결과로 산출된 표준화된 지표이며, 학교에 대한 소속감 또는 교우 관계를 측정하는 결과이다.

학교의 질에 대한 부모의 인식 지표는 4점 척도, 7문항의 응답결과를 통해 산출되며, 교사의 능력, 교사의 교수법, 자녀의 학업성취, 학교 분위기 등을 측정하는 결과이다. 부모의 학교 참여 변인은 2점 척도, 10문항으로 구성된 응답 결과를 합산한 것이며, 부모가 교사와 상담을 어느 정도 자주 하는지, 그리고 학교에서 진행되는 행사나 교과 외 활동 등에 적극적으로 참여하는지를 측정하는 문항에 대한 응답 결과로부터 산출된다.

과학이 주영역인 PISA 2015에서는 과학 영역 관련 교육맥락 변인들을 크게 두 가지로 분류할 수 있다. 첫 번째는 과학과 관련된 정의적인 특성과 관련된 변인들이며, 두 번째는 과학 관련 교수·학습에 관한 변인들이다.

과학 관련 정의적인 특성 변인들은 과학의 즐거움 지표, 과학에 대한 흥미 지표, 과학교육에 대한 도구적 동기 지표, 과학에서의 자아 효능감 지표, 과학에 대한 활동 참여 지표, 과학에 대한 인식론적 신념 지표로 구성된다. 과학의 즐거움 지표는 학생들이 과학을 공부하는 것을 재미있어 하는지, 과학 관련 서적을 읽는 것을 즐기는지, 새로운 과학 지식을 알게 되는 것이 즐거운지, 과학 공부에 흥미가 있는지 등을 측정하는 문항의 응답 결과로 산출된 표준화된 지표이다. 과학에 대한 흥미 지표는 생물권, 운동과 힘, 우주와 우주의 역사, 과학과 질병 예방 방법에 대하여 어느 정도 흥미가 있는지를 측정하는 문항의 응답결과로 산출된 지표이다. 과학교육에 대한 도구적 동기 지표는 과학이 장래의 취업이나 진로 선택, 그리고 취업 후에 일을 하는데 도움이 되는지를 측정하는 지표이다. 과학에서의 자아 효능감 지표는 학생들이 건강, 지진, 쓰레기 처리, 환경 문제 등 실생활의 다양한 문제에

직면하여 어느 정도로 과학적 지식이나 사실을 이해하고, 설명할 수 있는지를 묻는 문항들에 대한 응답 결과로 산출된다. 과학에 대한 활동 참여 지표는 얼마나 자주 과학과 관련된 활동에 참여하는지에 대한 응답결과를 통해서 산출된 지표이다. 과학과 관련된 TV 프로그램, 과학 관련 서적을 빌리거나 구입하는 빈도, 과학 관련 인터넷 웹사이트를 방문하는 빈도, 과학 관련 신문이나 잡지를 읽는 빈도, 과학과 관련된 클럽에 참여하는 빈도 등에 대한 응답결과로 산출된다. 과학교육에 대한 도구적 동기 지표는 과학이 장래의 취업이나 진로 선택, 그리고 취업 후에 일을 하는데 도움이 되는지를 측정하는 지표이다. 과학에 대한 인식론적 신념은 다음과 같은 질문들에 대해서 어느 정도로 동의했는지에 대한 응답결과로 산출된 것이다. ‘어떤 것이 사실인지 알기위한 좋은 방법은 실험을 해보는 것이다.’, ‘과학의 아이디어는 때로는 바뀐다.’, ‘좋은 답변은 다양한 실험을 통해 얻은 증거에 기초한 것이다.’, ‘결과를 확인하기 위해서는 두 번 이상의 실험을 시도하는 것이 좋다.’, ‘과학자들도 때때로 과학에서 무엇이 옳은 것인지에 대한 생각을 바꾼다.’, ‘과학 서적의 아이디어들은 종종 변한다.’

Table 1에 제시된 과학 교과 교수·학습에 관한 변인들에는 과학 교수의 적절성 지표, 피드백 제공 수업 지표, 학생 맞춤형 수업 지표, 탐구 기반 수업 지표, 교사의 관심 및 지원 지표, 수업 분위기 지표가 있다. 먼저 과학 교수의 적절성 지표는 교사가 과학적 사고를 분명하게 설명하고 제시해주며, 전체 학생들의 토의가 교사와 함께 진행되고, 학생들의 질문 내용에 대해서 토의 시간을 갖는지를 측정하는 문항의 응답 결과로부터 산출된 표준화된 지표이다. 피드백 제공 수업 지표는 교사가 수업 시간 학생들의 수행, 학생들의 장점, 학생들이 어떤 부분에 대해서 노력이 필요한지, 어떻게 학생의 수행을 향상시킬지, 학생의 학업 목표 달성을 위해서 얼마나 자주 조언을 하는지에 대한 응답 결과로부터 산출된 지표이다. 학생 맞춤형 수업 지표는 과학 수업에서 교사가 학생들의 요구와 지식을 고려하여 맞춤형 수업을 하는지, 수업 내용을 이해하지 못하는 학생에게 개별적인 도움을 제공하는

지, 교사는 많은 학생들이 이해하기가 어려운 주제를 다룰 때에는 수업 구조를 바꾸는지 등을 묻는 문항으로 구성된다. 탐구 기반 수업 지표는 과학 수업에서 학생들이 자신의 생각을 설명할 수 있는 기회를 갖는 빈도, 실험실에서 실험을 수행하는 빈도, 과학적 주제에 대해서 토론하는 빈도, 자신이 수행한 실험 결과로부터 결론을 도출하는 빈도, 교사가 과학적 지식이 실제 현상에 어떻게 적용되는지 설명하는 빈도, 학생이 자신의 실험을 설계하는 빈도, 교실에서 과학적 탐구에 대해서 토론하는 빈도, 학생들이 자신의 아이디어를 조사하는 기회를 갖는 빈도를 묻는 문항의 응답 결과로부터 산출된

지표이다. 교사의 관심 및 지원 지표는 과학 수업에서 교사가 모든 학생의 학업에 관심을 보이는지, 도움이 필요한 학생에게 추가적인 도움을 제공하는지, 학생이 이해할 때까지 설명하는지, 교사가 학생들이 자신의 의견을 표현할 수 있는 기회를 제공하는지 등을 측정하는 문항의 응답 결과로 산출된 지표이다. 수업 분위기 지표는 과학수업 시간에 학생들이 선생님의 말씀을 듣지 않거나, 공부를 열심히 하지 않거나, 소음과 소란으로 학생들이 공부를 제대로 할 수 없는 등의 사건이 일어나는 빈도수로 결정되며, 지표가 클수록 수업 분위기가 좋음을 나타낸다.

Table 1. Educational Context Variables Used in the Analysis

요인	변인명	산출방법
학생배경	성별	남학생 = 0, 여학생 = 1인 이분변수
	ESCS (경제·사회·문화 지위 지표)	학생 가정 배경 관련 문항 응답결과로 산출된 PISA 표준화 지표
	학업동기 지표	4점 척도 5문항 응답결과로 산출된 PISA 표준화 지표
학교참여	지각	지난 2주간 지각 횟수
	결석 및 결과	지난 2주간 결석 및 결과 횟수
학습시간	학교 소속감(BELONG) 지표	4점 척도 6문항 응답결과로 산출된 PISA 표준화 지표
	교과 교수·학습	총 평균 수업시간 (단위: 시간)
부모특성	방과 후 평균 학습 시간	방과 후 주당 평균 학습 시간 (단위: 시간)
	학교 질에 대한 부모 인식 지표	4점 척도 7문항 응답결과로 산출된 PISA 표준화 지표
과학 관련 정의적 특성	부모의 학교 참여	2점 척도 10문항의 합산 지표
	과학의 즐거움 지표	4점 척도 5문항 응답결과로 산출된 PISA 표준화 지표
	과학에 대한 흥미 지표	4점 척도 5문항 응답결과로 산출된 PISA 표준화 지표
	과학교육의 도구적 동기 지표	4점 척도 4문항 응답결과로 산출된 PISA 표준화 지표
	과학에서의 자아 효능감 지표	4점 척도 8문항 응답결과로 산출된 PISA 표준화 지표
	과학에 대한 활동 참여 지표	4점 척도 9문항 응답결과로 산출된 PISA 표준화 지표
	과학의 인식론적 신념 지표	4점 척도 6문항 응답결과로 산출된 PISA 표준화 지표
과학 교과 교수·학습	과학 교수의 적절성 지표	4점 척도 4문항 응답결과로 산출된 PISA 표준화 지표
	피드백 제공 수업 지표	4점 척도 5문항 응답결과로 산출된 PISA 표준화 지표
	학생 맞춤형 수업 지표	4점 척도 3문항 응답결과로 산출된 PISA 표준화 지표
	탐구 기반 수업 지표	4점 척도 10문항 응답결과로 산출된 PISA 표준화 지표
	교사의 관심 및 지원 지표	4점 척도 5문항 응답결과로 산출된 PISA 표준화 지표
	수업 분위기 지표	4점 척도 5문항 응답결과로 산출된 PISA 표준화 지표

## 2. 분석방법

교육맥락 변인의 평균을 성별 및 성취수준별로 비교하기 위해서 성(남/녀)별, 과학 영역의 성취수준 집단별(상, 중, 하)로 평균을 산출하고 이원분산 분석을 실시하여 통계적인 유의성을 검정하였다. 이때 성취수준별 집단 기준의 상, 중, 하 구분은 OECD 보고서에서 학생을 수준별로 분류할 때 사용하는 방식에 따랐다. 즉, OECD 국제보고서에서는 PISA 성취수준을 1수준에서 6수준까지 나누고 있으며 통상적으로 집단 구분을 할 때 성취수준 5, 6수준에 해당하는 학생들을 성취수준 상 집단, 2~4수준에 해당하는 학생들을 성취수준 중 집단, 2수준 미만에 해당하는 학생들을 성취수준 하 집단으로 명명하여 사용해오고 있다.

### 1) 다집단 구조방정식 모형

PISA 2015의 주영역인 과학 영역에 대하여 교육 맥락 변인들과 인지적 성취 간의 관계를 학생 성별 및 성취수준별 집단으로 파악하기 위해서 다집단 구조방정식 모형(multiple group structural equation modeling)을 활용한 매개효과분석(mediation analysis)을 실시하였다. 즉, 본 연구의 매개효과분석에서는 과학 교과에서, 교수·학습 환경과 전략이 정의적 특성을 매개로하여 인지적 성취에 미치는 영향력을 분석하였다.

본 연구에서에서 사용한 과학 교과 교수·학습 환경과 전략, 정의적 특성, 그리고 인지적 영역 간에 구조적인 관계를 도식하면 Figure 1과 같다.

Figure 1에 제시된 매개효과 모형은 두 개의 모형인 측정모형(measurement model)과 구조모형(structural model)으로 구성된다. 먼저 측정모형

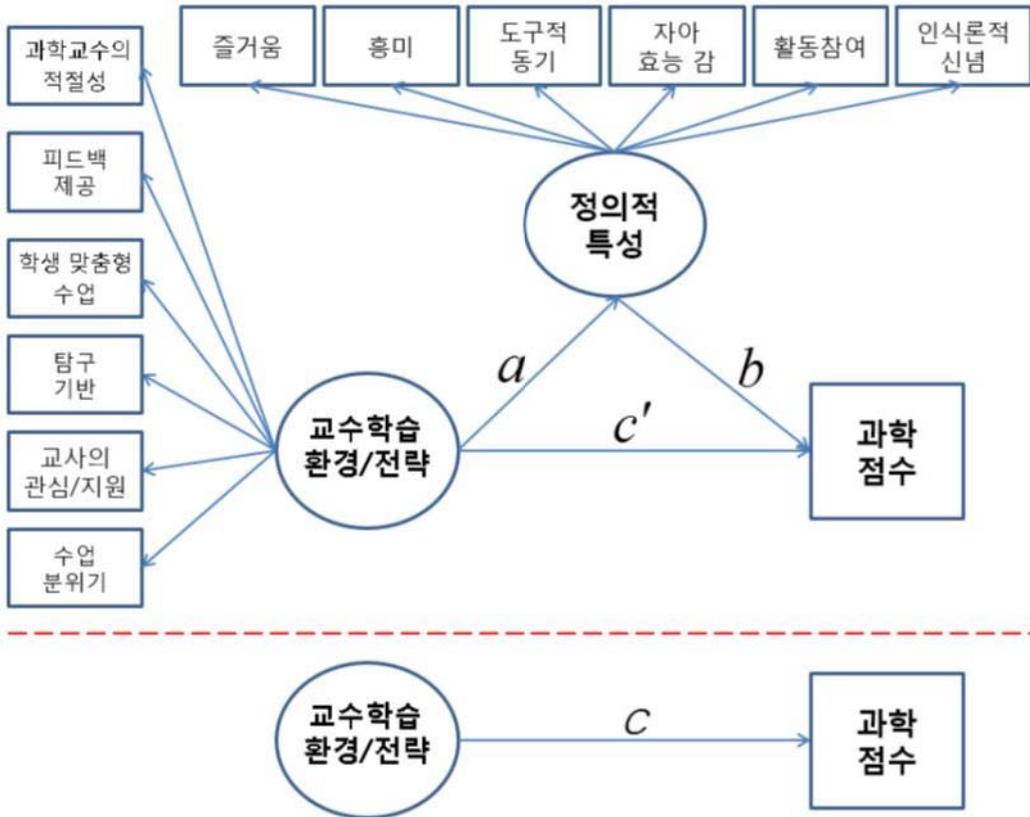


Figure 1. Structural relationship of variables

에서는 두 개의 잠재변인을 설정하였다. 첫 번째 잠재변인은 과학 교과 교수·학습 환경과 전략이고, 두 번째 잠재변인은 과학 교과의 정의적 특성이다. 즉, 잠재변인 교수·학습 환경과 전략은 6개의 관찰변인(observed variables)인 과학 교수의 적절성, 피드백 제공 수업, 학생 맞춤형 수업, 탐구 기반 수업, 교사의 관심 및 지원, 수업 분위기로 측정되며, 또 다른 잠재변인 정의적 특성은 과학의 즐거움, 과학에 대한 흥미, 과학교육에 대한 도구적 동기, 과학에서의 자아 효능감, 과학에 대한 활동 참여, 과학에 대한 인식론적 신념의 6개의 관찰변인으로 측정된다. 또한, 두 잠재변인 교수·학습 과 정의적 특성은 과학 성취와 구조적인 관계를 갖게 된다. 본 연구에서 설정한 구조 모형의 교수·학습은 정의적 특성을 매개로 과학 성취에 영향을 미치는 모형을 의미한다. 구체적으로는 교수·학습 환경과 전략이 정의적 특성에 미치는 영향( $a$ ), 정의적 특성이 인지적 성취에 미치는 영향( $b$ ), 교수·학습이 인지적 성취에 미치는 영향( $c'$ )을 살펴보았다. 그리고 이를 토대로 교수·학습이 정의적 특성을 매개로 인지적 성취에 미치는 매개효과를 검정하였다. 이러한 매개효과는 두 경로계수의 곱( $a \times b$ )으로 구할

수 있다. 그리고 Figure 1에서  $c$ 는 교수·학습 환경 및 전략이 인지적 성취에 미치는 전체적인 효과(total effect)를 나타낸다. 매개효과 분석에서 전체 효과( $c$ )는 매개효과( $a \times b$ )와 직접효과( $c'$ )의 합과 같다( $c = a \times b + c'$ ). 그리고 다집단 구조방정식모형을 활용하여, 남녀 학생성별 및 상, 중, 하 성취수준별 집단에 따른 매개효과의 차이를 통계적으로 검정하였다.

## IV. 결과

### 1. 성취수준별 성별에 따른 이원분산분석 결과

Table 2는 성취수준과 성별을 독립변수로, 그리고 교육맥락 변인을 종속변수로 설정한 이원분산분석 결과이며, 평균과  $F$  값을 제시하였다.

분석 결과 Table 2에서 상, 중, 하 집단으로 구분된 성취수준 집단별 평균이 통계적으로 유의하게 차이가 나타난 교육맥락 변인들은 ESCS, 학업동

Table 2. The results of two-way ANOVA

요인	변인명	평균						이원분산분석 $F$ 값		
		상 집단		중 집단		하 집단		성취 수준	성별	성취수준 $\times$ 성별
		남	여	남	여	남	여			
학생 배경	ESCS 지표	0.16	0.21	-0.21	-0.17	-0.53	-0.48	3046.29*	64.78*	5.87*
학교 참여	학업동기 지표	0.66	0.83	0.35	0.38	-0.08	-0.14	54.33*	0.78	247.50*
	지각 결석 및 결과	1.12	1.11	1.26	1.21	1.55	1.48	176.32*	6.43	50.29*
학습 시간	학교 소속감 지표	0.00	0.00	0.05	0.03	0.24	0.15	23.80*	2.81	213.63*
	과학 교과 교수·학습	0.22	0.06	0.25	0.12	0.10	-0.07	46.67*	95.71*	24.87*
부모 특성	방과후 과학 학습 시간	193.19	185.39	173.80	170.20	147.28	146.54	150.40*	6.53	39.52*
	학교 질에 대한 부모 인식	3.48	3.05	2.53	2.31	2.61	2.22	6.22	9.82	219.99*
	부모의 학교 참여	0.14	0.03	-0.02	-0.04	-0.14	-0.25	12.82	4.93	138.99*
		5.18	4.26	4.13	3.69	3.69	3.41	2556.92*	2179.13*	204.47*

\* $p < 0.05$

기, 결석 및 결과, 학교 소속감, 과학 교과 교수·학습 시간이었다. 구체적으로 살펴보면 ESCS, 학업 동기, 과학 교과 교수·학습 시간은 성취수준 상, 중, 하 순서대로 그 값이 컸다. 즉 성취수준이 높을수록 이러한 변인들의 값이 큰 것을 확인할 수 있었다. 반면에 결석 및 결과는 성취수준이 낮을수록 그 값이 컸으며, 학교 소속감의 경우는 성취수준 중 집단이 가장 컸고, 상 집단, 그리고 하 집단 순으로 나타났다. 또한, 성별 집단에서 평균이 통계적으로 유의한 차이가 나타난 변인들은 ESCS, 학교 소속감, 부모의 학교 참여였다. ESCS는 여학생이 남학생 보다 높았으나, 학교 소속감과 부모의

학교 참여는 남학생이 여학생보다 평균이 높은 것으로 나타났다. 이러한 결과는 학생들이 응답한 설문 결과에 기반한 것이기 때문에 설문 응답에 있어서 편향이 발생할 수 있기 때문에 해석에 있어서 주의할 필요가 있다. 즉, ESCS와 같은 사회, 경제, 문화적 배경에 관한 설문에서 여학생이 남학생보다 좀 더 관대하게 보고하거나, 또는 부모의 학교 참여에 있어서, 남학생이 여학생보다 좀 더 관대하게 보고할 수 있다. 그리고 모든 학생 배경 관련 교육 맥락 변인에서 성취수준 및 성별 집단의 상호작용은 통계적으로 유의한 차이를 보였다.

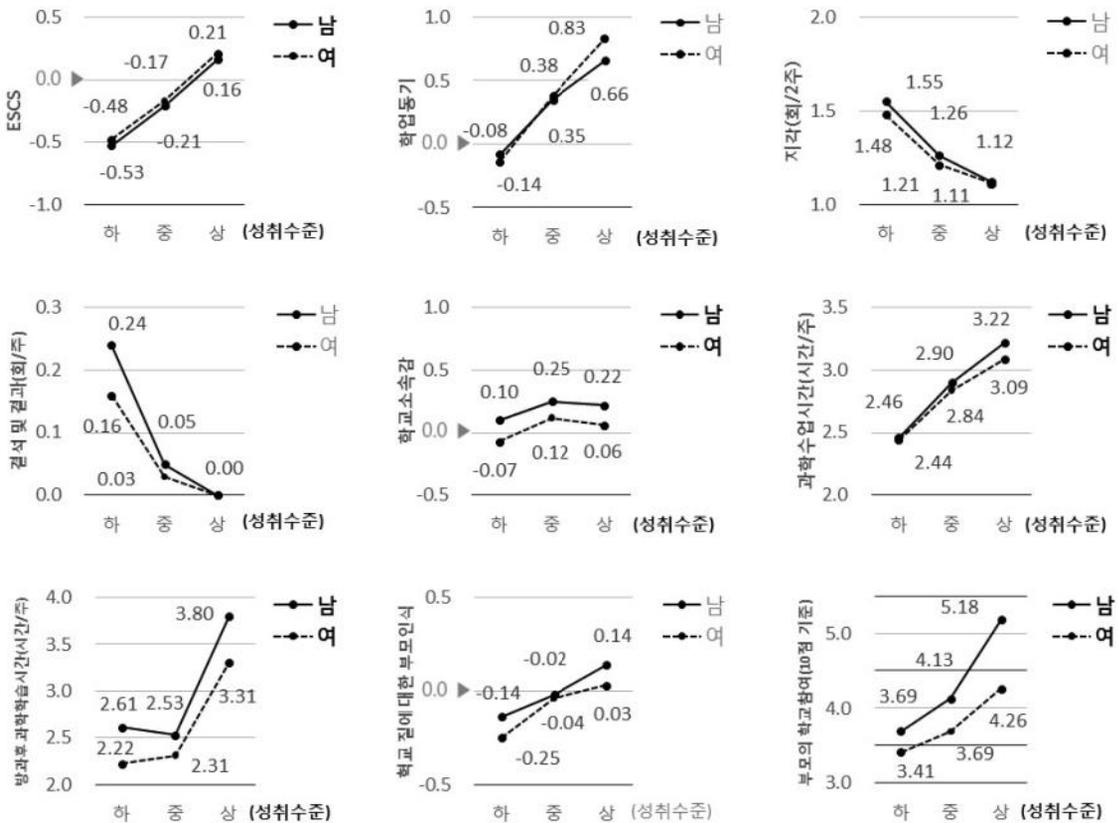


Figure 2. Results according to science achievement level and gender

\* 성별 또는 성취수준별 차이가 통계적으로 유의한 경우 진한 볼드체로 표시하였음.  
 \*\* 0.0 ▶ 교육맥락 변인이 지표인 경우에 표시하였으며 0.0은 OECD 평균값에 해당함.  
 \*\*\* 지각의 경우 2주 동안 지각한 회수를 ‘전혀 없음’, ‘1~2회’, ‘3~4회’, ‘5회 이상’의 4단계 중 하나로 응답하게 하였으며 그래프에서 숫자 1=‘전혀없음’, 2=‘1~2회’, 3=‘3~4회’, 5=‘5회 이상’을 의미함.

Figure 2는 성취수준 및 성별 집단에 따른 교육 맥락 변인의 평균을 그래프로 표시하여 성취수준 및 성별에 따른 차이의 경향성을 쉽게 확인할 수 있도록 제시한 것이다. 또한 Figure 2에서 지표로 산출되는 교육맥락 변인들에 대해서는 0에 해당하는 선을 강조하여 표시하였다. 그 이유는 지표로 정의되는 교육맥락 변인의 OECD 평균값은 0이기 때문에, 그림을 보고 OECD 평균과 우리나라에 해당하는 지표 값을 쉽게 비교할 수 있도록 하여, 우리나라 학생들의 특성을 이해하는 데 도움이 되도록 하고자 함이다.

ESCS의 경우에 여학생은 모든 성취수준집단에서 남학생보다 높은 것으로 나타났고, 학업동기의 경우에는 성취수준 상, 중 집단에서는 여학생이 높지만, 성취수준 하 집단에서는 남학생이 높아서, 성취수준 및 성별 집단에 따른 상호작용을 확인할 수 있다. 또한 성취수준이 높은 집단이 성취수준 낮은 집단에 비해 ESCS와 학습 동기가 모두 높았다.

그리고 성취수준 상 집단은 성취수준 하 집단보다 지각과 결석 및 결과가 적은 것으로 나타났다. 또한 지각 변인과 결석 및 결과 변인에서는 성취수준 상 집단에서는 남녀학생의 평균이 유사하지만, 중 집단과 하 집단에서는 남학생의 평균값이 여학생보다 커서, 남학생이 여학생보다 지각, 결석 및 결과를 더 자주 하는 것으로 나타났다. 학교 소속감의 경우에는 남학생이 느끼는 소속감이 여학생이 느끼는 소속감에 비해 큰 차이로 높은 것을 확인할 수 있었으며, 소속감의 크기는 성취수준 중 집단이 가장 높고, 그 다음 상 집단이며, 하 집단은 급격하게 낮은 것을 확인할 수 있었다. 주당 과학 수업 시간(정규 수업 시간)은 성취수준 상, 중, 하 집단 순으로 많았으며, 남학생이 여학생보다 조금 높은 것으로 나타났고, 성취수준 상 집단에서 그 차이가 가장 컸다. 다만, 주당 과학 수업 시간은 표집학교가 일반계 고등학교, 직업계 고등학교, 중학교에 따라 달라질 수 있고, 또한 일반계 고등학교에서도 특목고, 자사고, 일반고에서 차이날 수 있는데, PISA 자료에는 이러한 학교 유형에 정보가 없어서 자세한 분석은 실시할 수 없었다.

사교육을 포함한 방과 후 과학 공부 시간은 성취

수준 하 집단이 가장 길었고, 그 다음 상, 중 집단 순으로 나타났다. 또한, 남학생이 여학생보다 더 많은 시간 동안 방과 후 과학 공부를 하는 것으로 나타났다.

부모가 인지하는 학교의 질은 학생의 성취수준이 높을수록 큰 것으로 나타났으며, 전반적으로 남학생 부모가 여학생 부모보다 자신의 아이들이 다니는 학교의 질을 더 좋게 평가하는 것으로 나타났다. 그리고 부모의 학교 참여는 성취수준이 높을수록 높았으며, 남학생 학부모가 여학생 학부모보다 더 적극적으로 학교 활동에 참여하는 것으로 확인되었다.

PISA 2015에서는 과학이 주영역이기 때문에, 과학 영역과 관련하여 추가적인 설문조사가 실시되었다. 즉, 학생들의 과학에 대한 정의적 특성과 과학 교과 관련 교수·학습에 대한 인식에 대한 설문조사가 추가되었다. 학생배경 관련 교육맥락 변인 분석과 마찬가지로 과학 영역 관련 교육맥락 변인들의 평균을 성별 및 성취수준별로 비교하기 위해서 이원분산분석을 실시하였으며, 그 결과를 Table 3에 제시하였다.

Table 3은 과학 관련 교육맥락 변인이 종속변인이고, 과학 성취수준 집단과 성별 집단이 독립변인일 때, 이원분산분석 결과이다. 과학 관련 교육맥락 변인 중 성취수준 집단, 성별 집단, 그리고 성취수준 및 성별 집단의 상호작용이 모두 통계적으로 유의한 변인으로는 과학의 즐거움, 과학에 대한 흥미, 과학교육에 대한 도구적 동기, 과학에 대한 활동 참여, 피드백 제공 수업, 수업 분위기였다. 한편, 과학에서의 자아 효능감과 과학에 대한 인식론적 신념의 평균은 성취수준 집단에 대해서는 통계적으로 유의하게 차이가 있었으나, 성별 집단에 대해서는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다. 반면, 탐구 기반 수업의 경우 성별 집단에 대해 통계적으로 유의한 평균 차이가 나타났으나, 성취수준 집단에 대해서는 통계적으로 유의한 평균 차이가 나타나지 않았다. 또한, 성취수준 및 성별 집단의 상호작용은 모든 교육맥락 변인에서 통계적으로 유의하게 평균이 다른 것으로 나타났다. 과학 교과 정의적 특성과 관련된 모든 변인에서 성취수준이

높을수록 그 값이 큰 것으로 나타났다. 또한 과학의 즐거움, 과학에 대한 흥미, 과학의 도구적 동기, 과학 활동에 참여에서 남학생이 여학생보다 통계적으로 유의하게 높은 것으로 나타났다. 반면에, 과학에 대한 인식론적 신념에 있어서는 여학생이 남학생보다 더 높은 것으로 나타났다. 과학 교과 교수·학습 변인 중에서 성취수준 집단별로 통계적으로 유의한 차이가 나타난 변인으로는 피드백 제공 수업과 수업 분위기였으며, 피드백 제공 수업은 성취수준이 낮을수록 더 큰 것으로 나타났으며, 수업 분위기는 성취수준이 높을수록 높은 것으로 나타났다. 성차에 있어서도 피드백 제공 수업과 수업 분위기는 통계적으로 유의하였으며, 피드백 제공수업은 남학생이 그리고 수업 분위기는 여학생이 더 높은 것으로 나타났다. 또한 탐구기반 수업에서도 통계적으로 유의하게 성차가 나타났는데, 남학생이 여학생보다 큰 값을 가졌다.

Figure 3은 성취수준별, 성별에 따른 과학 관련 교육맥락 변인의 평균을 그래프로 표시하여 경향성을 확인할 수 있도록 제시한 것이다. 과학 관련 교

육맥락 변인 중 과학 학습 심리변인에 속하는 모든 지표(과학의 즐거움, 과학에 대한 흥미, 과학교육에 대한 도구적 동기, 과학에서의 자아 효능감, 과학에 대한 활동 참여)는 성취수준이 높은 집단에서 그 값이 큰 경향성이 나타났다. 또한 자아 효능감과 과학에 대한 인식론적 신념 지표를 제외한 나머지 4개의 지표에서 남학생의 평균이 여학생보다 통계적으로 유의하게 높은 것으로 나타났다.

과학 교수·학습과 관련된 6개의 지표 중에서, 피드백 제공 수업과 탐구기반 수업은 성취수준 집단이 상승할수록, 그 평균값이 낮아지는 경향성이 나타났으며, 세 성취수준 집단에서 모두 남학생의 값이 큰 경향이 나타났다. 반면에, 수업 분위기는 세 성취수준 집단에서 모두 여학생이 남학생보다 높은 것으로 나타나, 여학생들이 남학생보다 전반적으로 수업분위기가 좋다고 응답하는 것을 알 수 있었다. 또한, 과학 교과의 정의적 특성은 전반적으로 OECD 평균과 비슷한 수준을 나타냈는데 이를 PISA 2006 결과와 비교하면 과학의 즐거움, 흥미, 도구적 동기, 자아 효능감이 PISA 2015에서 크게

Table 3. Analysis results according to science achievement levels and gender

요인	변인명	평균						이원분산분석 F 값		
		상집단		중집단		하집단		성취수준	성별	성취수준×성별
		남	여	남	여	남	여			
과학의 정의적 특성	과학의 즐거움	0.84	0.63	0.02	-0.33	-0.59	-0.90	269.77*	52.15*	110.30*
	과학에 대한 흥미	0.49	0.33	0.09	-0.25	-0.24	-0.60	55.47*	32.16*	225.80*
	과학의 도구적 동기	0.66	0.54	0.10	-0.12	-0.08	-0.33	128.88*	33.62*	96.59*
	과학의 자아 효능감	0.55	0.65	-0.04	-0.02	-0.40	-0.43	280.67*	1.28	41.80*
	과학 활동에 참여	0.35	0.11	-0.06	-0.52	-0.40	-0.96	32.13*	34.45*	324.97*
	과학 인식론적 신념	0.55	0.62	0.02	0.10	-0.71	-0.47	124.67*	7.64	223.35*
과학 교수 학습	과학교수의 적절성	-0.45	-0.70	-0.51	-0.68	-0.54	-0.51	0.39	3.75	289.50*
	피드백 제공 수업	-0.38	-0.76	-0.18	-0.60	0.11	-0.11	21.50*	34.69*	237.39*
	학생 맞춤형 수업	-0.05	0.08	-0.05	-0.04	-0.10	-0.11	2.16	1.33	95.40*
	탐구 기반 수업	-0.70	-0.91	-0.48	-0.75	-0.25	-0.66	11.27	39.38*	121.37*
	교사의 관심&지원	0.01	-0.05	-0.08	-0.10	-0.11	-0.17	10.61	7.97	22.97*
	수업 분위기	0.53	0.76	0.50	0.78	0.37	0.67	20.94*	270.22*	23.38*

\*p<0.05

향상된 것이다(Ku *et al.*, 2016). 이는 과학 교육계에서 학생들의 정의적 성취를 높이기 위한 그동안의 노력들이 성과를 드러낸 것으로 보인다. 한편 과학관련 교수·학습 변인들은 수업 분위기를 제외하고는 모두 OECD 평균 보다 크게 낮은 것으로 나타났다. 이는 대학입시에 대한 부담이 큰 우리나라 교육환경에서 과학 교사가 과학적 아이디어를 나누고 적절하게 피드백을 제공하여 학생 각자에게 맞춤형 수업을 제공할 여력이 부족한 결과로 보인다.

Figure 3에서 OECD 평균과 비교하였을 때, 과학교수의 적절성, 피드백 제공 수업, 탐구 기반 수업 변인은 OECD 평균인 0보다 더 낮은 것을 확인할 수 있으며, 반면, 수업 분위기는 OECD 평균보다 높은 것을 알 수 있었다. 우리나라 학교의 수업 분위기가 OECD 국가 평균보다 좋은 이유도 대학입시를 향한 과열 경쟁의 결과로 해석할 수 있다.

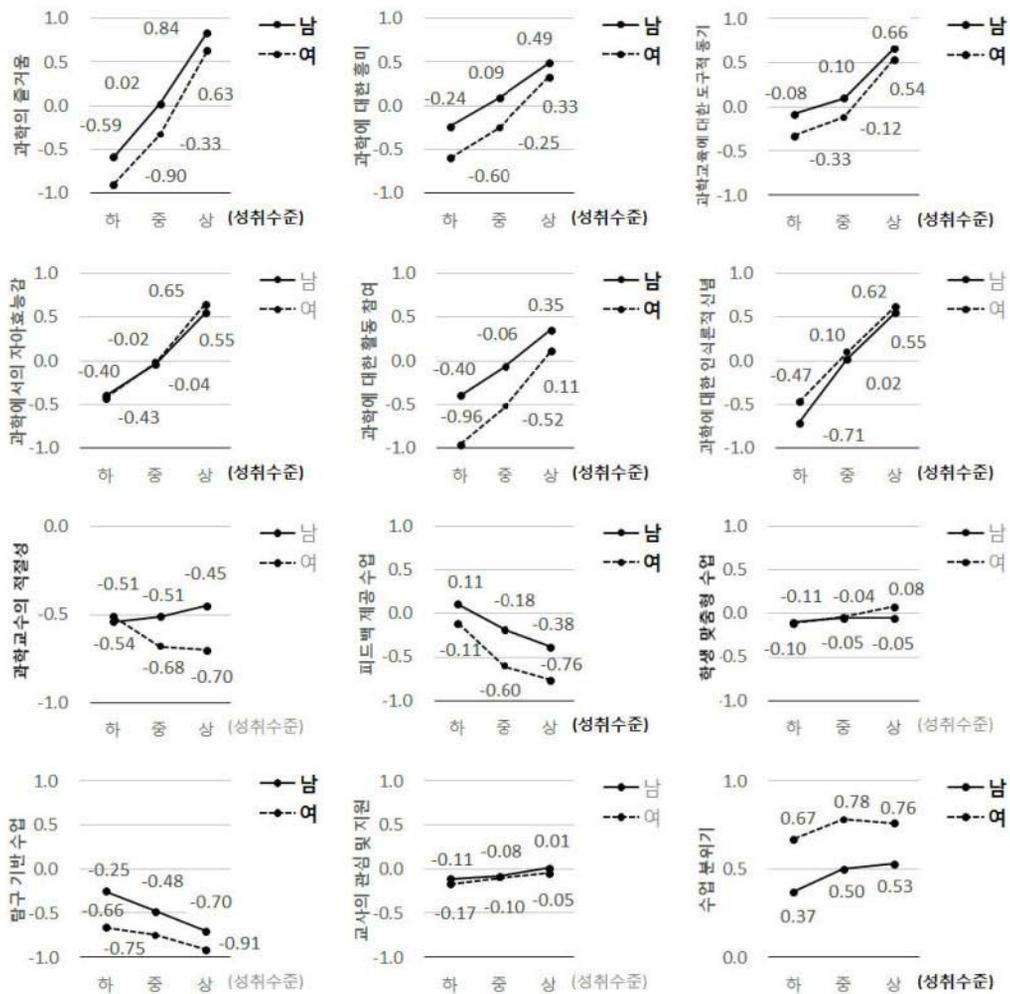


Figure 3. Science-related educational context analysis results

\* 성별 또는 성취수준별 차이가 통계적으로 유의한 경우 진한 볼드체로 표시하였음.

\*\* 0.0 ▶ 교육맥락 변인이 지표인 경우에 표시하였으며 0.0은 OECD 평균값에 해당함.

## 2. 다집단 구조방정식 모형 분석결과

먼저 Table 4는 매개효과 모형의 모형적합도 지수의 결과를 제시한 것이다. 이 연구에서는 먼저, 잠재변인 간의 인과적인 관계를 설정하지 않은 측정모형을 추정하고, 세 종류의 구조모형을 추정하였다. 세 종류의 구조모형은 전체 학생집단을 대상으로 한 전체 집단 모형, 성별에 따른 두 집단(남학생과 여학생 집단) 성별 모형, 성취수준에 따른 세 집단(성취수준 상, 중, 하 집단) 성취수준 모형을 추정하였다. 그 결과, Table 4에 제시된 것과 같이 세 가지 구조 모형에 대한 모형 적합도를 평가하기 위해서 적합도 지수인 RMSEA, CFI, TLI, SRMR 등을 사용하였으며, 전반적으로 측정모형과

구조모형이 자료에 적합한 것으로 나타났다.

분석결과 세 가지 구조 모형을 사용하여 분석한 집단별 구조 모형의 모수 추정치는 Table 5와 같았다. Figure 4와 Figure 5는 분석한 결과를 구조 모형 상에 표시한 것이다.

Table 5에서, 교수·학습이 과학 성취에 미치는 전체효과 추정치( $\hat{c}$ )는 전체집단 및 성별 그리고 성취수준별 집단 모형에서 모두 통계적으로 유의하지 않았다. 그러나 과학 성취에 대한 교수·학습의 직접효과 추정치( $\hat{c}$ )는 모든 집단에서 통계적으로 유의하게 부적의 값을 가졌고, 반면에 교수·학습 환경과 전략이 정의적 특성을 매개로 과학 성취에 미치는 영향력을 나타내는 매개효과 추정치( $\hat{ab}$ )는 통계적으로 유의하게 정적인 영향력이 나타났다. 따라서

Table 4 Model's goodness of fit

	측정모형	구조모형		
		전체 집단	성별 모형	성취수준 모형
$\chi^2$ ( $p$ 값)	1114.365*	1300.138*	2133.257*	2237.858*
RMSEA	0.057	0.062	0.072	0.069
CFI	0.936	0.926	0.883	0.874
TLI	0.914	0.900	0.868	0.871
SRMR	0.040	0.043	0.057	0.055

\* $p < 0.05$

Table 5. Estimated value of parameter in structural model

모수 추정치	전체 집단	성별 모형 (두 집단 모형)		성취수준 모형 (세 집단 모형)		
		남	여	상	중	하
		$\hat{a}$	0.561*	0.525*	0.586*	0.448*
$\hat{b}$	42.901*	46.583*	44.021*	9.534*	20.804*	1.858
$\hat{c}$ (전체효과)	-2.455	-2.947	-0.847	-2.599	-1.936	-0.301
$\hat{c}$ (직접효과)	-26.513*	-27.407*	-26.658*	-6.867*	-13.285*	-1.506
$\hat{ab}$ (매개효과)	24.058*	24.460*	25.810*	4.268*	11.350*	1.205
$\hat{ab}$ (매개효과) Wald 차이 검정	$\hat{ab}_{남} - \hat{ab}_{여}$	-1.350		-		
	$\hat{ab}_{상} - \hat{ab}_{중}$	-		-7.082*		
	$\hat{ab}_{상} - \hat{ab}_{하}$	-		3.063		
	$\hat{ab}_{중} - \hat{ab}_{하}$	-		10.145*		

\* $p < 0.05$

직접효과와 매개효과가 서로 상반되는 값을 가졌기 때문에 두 효과가 상쇄되어 결과적으로 교수·학습 환경과 전략이 인지적 성취에 미치는 전체효과는 통계적으로 유의하지 않는 것으로 해석할 수 있다. 예를 들어 성취수준이 낮은 학생들에게 교사의 피드백이 집중되어 피드백의 제공이 과학 점수에 부정적 영향을 줄 수 있지만 피드백을 통해 학생들의 정의적 성취는 향상될 수 있다.

또한 성별 모형 및 성취수준 모형에서 각 집단별 매개효과의 차이 검정(Wald chi-square difference test)을 실시하였다. 그 결과, 성별 모형에서는 남학생 집단과 여학생 집단 간에 매개효과의 크기가 통계적으로 유의하게 차이가 없는 것으로 나타났다. 반면에 성취수준 모형에서는 중집단과 상집단, 중집단과 하집단 간에 매개효과가 통계적으로 유의하게 차이가 있는 것으로 나타났다. 즉, 성취수준

중집단에서 교수·학습이 정의적 특성을 매개로 과학 점수에 미치는 영향력이 상 또는 하 집단보다 큰 것을 확인할 수 있었다.

남녀학생으로 집단을 구분하여 구조 모형을 분석한 결과 성별 모형에서 집단 간 유의한 차이가 발생하지 않았으며 전체 집단에서 얻은 모수 추정치와 크게 다르지 않았다.

학생의 성취수준에 따라 집단을 구분하여 구조 모형을 분석한 결과, 교수·학습 환경과 전략이 정의적 특성에 영향을 미치는 정도는 성취수준 하 집단(0.65)에서 가장 컸으며, 중집단(0.55)을 거쳐, 상집단(0.45)에서 가장 낮은 것으로 나타났다. 즉, 교수·학습 환경과 전략에서의 혁신 및 변화는 상대적으로 성취수준 하 집단에 속한 학생들의 정의적 성취를 높이는데 가장 큰 효과가 있다고 해석할 수 있다.

정의적 특성이 높으면 학생들의 인지적 성취를

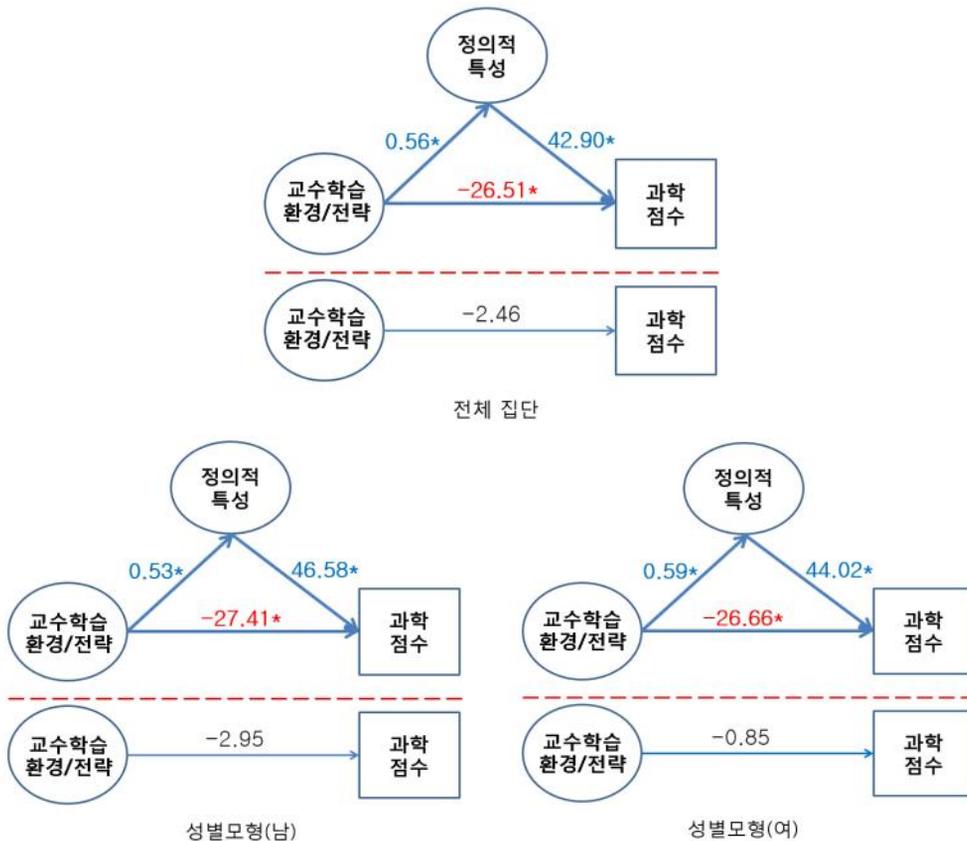


Figure 4. The results of structural relationship by gender

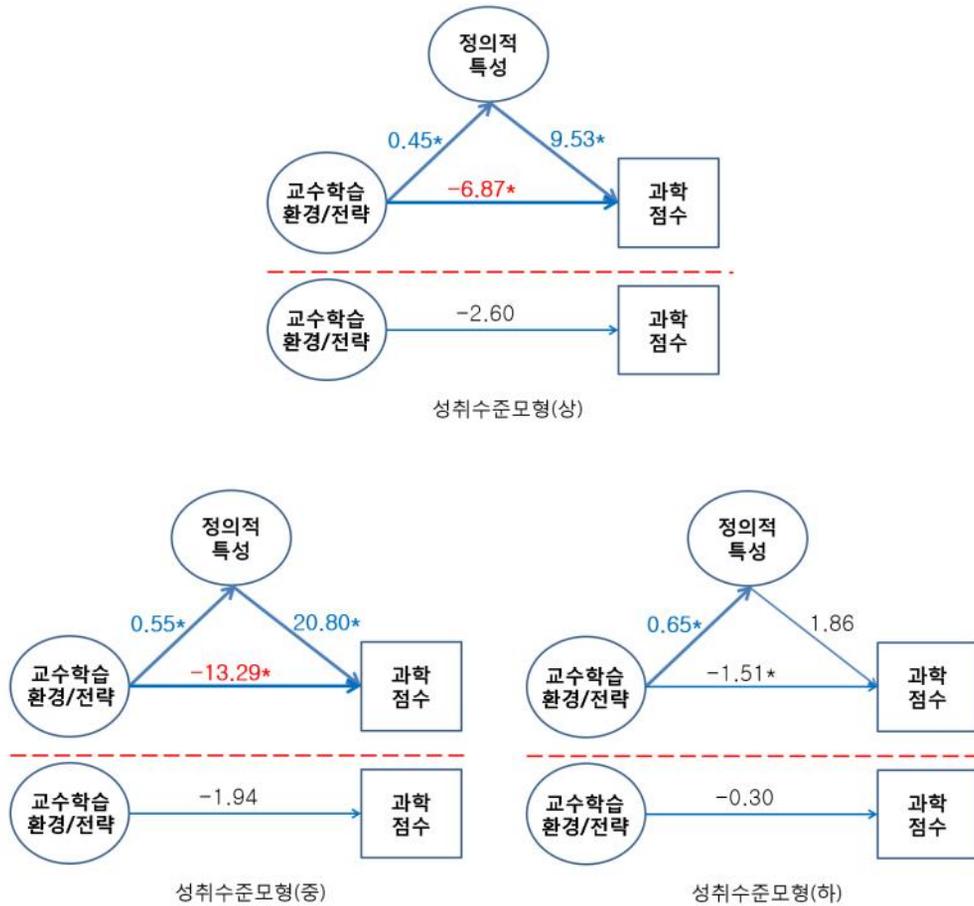


Figure 5. The results of structural relationship by three achievement levels

높이는 효과가 있는데 이 효과는 성취수준 중집단에서 가장 크고 성취수준 상 집단, 하 집단 순으로 효과가 감소하였고, 하 집단에서는 정의적 특성의 제고가 학생들의 인지적 성취에 유의한 변화를 일으키지 않는 것으로 나타났다. 하 집단에서 교수 학습이 정의적 특성의 향상에 기여한 반면, 정의적 특성은 인지적 성취에 통계적으로 유의하게 영향을 미치지 못했다. 따라서 하 집단에 속한 학생들도 과학 영역 정의적 특성의 고취를 통해서 과학 성취도가 향상될 수 있도록 하는 방안을 마련할 필요가 있을 것이다.

## V. 결론 및 제언

본 연구는 PISA 2015의 주영역인 과학 결과를 토대로 우리나라 학생의 성취수준 집단 및 남녀 집단의 특성을 다양한 교육맥락 변인을 적용하여 분석하였다. 먼저, 이원분산분석을 사용하여 성취수준 집단 및 남녀 집단에 따른 학생배경 관련 교육맥락 변인의 특성을 분석한 결과, 학생배경 관련 교육맥락 변인 중에서 ESCS, 학업동기, 과학수업시간, 방과 후 과학학습시간, 부모의 학교 참여는 성취수준이 높을수록 높았다. 반면에, 지각, 결석 및 결과는 성취수준이 낮을수록 높은 경향이 나타났다. 그러

나 학교소속감, 방과 후 과학학습시간은 성취수준에 따른 뚜렷한 경향성이 발견되지 않았다. 이 결과는 학교수준 ESCS와 부모의 기대수준이 정적 영향을 미치고 학생의 지각 결석이 부적 영향을 미치는 것으로 나타난 Song *et al.* (2014, pp.99)의 PISA 2012의 분석 결과와 일치한다. 학생배경 변인 중에서 학생의 사회·경제·문화적 지위에 해당하는 ESCS는 정책적으로 개선이 어렵지만, 학업동기, 과학수업시간, 방과 후 과학학습시간, 부모의 학교 참여, 지각, 결석 및 결과는 단위 학교의 교육정책이나 과정을 개선하여 성취수준이 낮은 학생들의 학력을 향상시키기 위한 방향으로 적용할 수 있을 것이다. 특히 과학에 학생들의 관심과 흥미를 향상시킬 수 있는 보다 다양한 교육프로그램을 개발하고 보급할 필요가 있다. 또한, 성별 집단으로 비교하였을 때 ESCS는 여학생이 남학생보다 모든 성취수준 집단에서 높았다. 그러나 학교 소속감, 과학수업시간, 방과 후 과학학습시간, 학교 질에 대한 부모인식, 부모의 학교 참여에서는 남학생이 여학생보다 모든 성취수준 집단에서 높았으며, 지각과 결석 및 결과에서도 남학생이 여학생보다 높은 것으로 나타났다. 이러한 결과를 통해서, 남학생은 여학생에 비해서 전반적으로 학교생활에 대한 만족도는 조금 높으나, 지각과 결석 및 결과에서 나타나듯이 성실성은 낮은 것을 확인할 수 있다. PISA 결과에서 나타난 남학생과 여학생의 학력 차이가 조금씩 확대되는 가장 큰 이유가 지각, 결석 및 결과와 같은 요인이 크게 작용하였을 수 있다. 따라서 남학생들이 이 부분에 관련하여 성실히 학교생활을 할 수 있도록 보다 많은 관심과 격려가 요구된다.

과학 교과 관련 교육맥락 변인에 대한 이원분산 분석 결과, 과학 학습 심리변인에 해당하는 모든 변인들, 즉 과학의 즐거움, 과학에 대한 흥미, 과학 교육에 대한 도구적 동기, 과학에서의 자아 효능감, 과학에 대한 활동 참여는 성취수준이 낮은 집단보다 높은 집단에서 그 값이 더 큰 경향성이 나타났다. 따라서 교실수업을 통해서 성적이 낮은 학생들의 정의적 특성을 향상시킬 수 있는 방향으로 변화될 필요가 있다. 또한 본 연구에서는 과학에 대한

인식론적 신념을 제외하고는 과학의 즐거움, 과학에 대한 흥미, 과학의 도구적 동기, 과학 활동의 참여에서 모두 남학생이 여학생보다 통계적으로 유의하게 높은 것으로 나타났다. Seo(2011)는 과학 교과에서 최우수 여학생이 최우수 남학생에 비해서 과학영재교육에서 소외되고 있다고 지적하였으며, 이는 최우수 집단만의 문제가 아닐 수도 있을 것이다. 따라서 여학생들이 남학생과 동등하게 과학과 관련된 교육을 받을 수 있도록 정책적인 노력이 필요하다 하고 할 수 있다.

과학 교수·학습과 관련된 변인들 중에서 피드백 제공 수업과 탐구기반 수업은 성취수준 집단이 상승할수록, 그 평균값이 낮아지는 경향성이 나타났다. 이러한 결과는 상위권 학생들은 수업시간에 피드백 제공 및 탐구기반 수업이 제대로 진행되지 않는다고 인식하고 있음을 알 수 있다. 또한, OECD 평균과 비교하였을 때, 과학교수의 적절성, 피드백 제공 수업, 탐구기반 수업 변인은 OECD 평균인 0보다 더 낮은 것을 확인할 수 있었다. 이러한 결과는 PISA에서 제시하고 있는 교수·학습에 비해서 우리나라의 교수·학습이 더 열악한 것을 의미할 수 있다. 따라서 과학 교과에서 교수·학습을 향상시키기 위한 정책 및 노력이 필요하다고 할 수 있다. 현재, 우리나라에서도 과정 중심의 평가가 강조되고 있다. 그렇지만, PISA 2015 결과에서 알 수 있듯이, 수업시간에 피드백을 보다 원활하게 제공할 필요가 있으며, 탐구기반의 혁신적인 수업으로의 전환이 필요하다고 볼 수 있다.

또한, 다집단 구조방정식 모형을 적용하여, 적절하게 제공된 과학 관련 교수·학습 환경과 전략이 과학 정의적 특성을 매개로 과학 인지적 성취에 긍정적인 영향력을 미치는 것을 확인할 수 있다. 남녀 학생들 간에는 이러한 매개효과의 차이가 통계적으로 유의하지 않았으나, 성취수준 집단에 따라서는 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 즉, 성취수준 중과 상 집단에서는 매개효과가 통계적으로 유의하였으나, 성취수준 하 집단에서는 통계적으로 유의하지 않았다. 따라서 과학 성취수준 하 집단에서도 정의적 특성이 과학 인지적 성취에 긍정적인 영향을 미칠 수 있는 방안이 요구된다.

전반적으로는 적절한 교수·학습 환경과 전략의 제공이 학생들의 과학에 대한 정의적 특성에 긍정적인 영향을 주었는데, 특히, 하집단에 미치는 영향력이 가장 컸으며, 중집단, 상집단 순으로 나타났다. 이러한 결과는 성적이 낮은 학생들도 얼마든지 수업을 통해서 과학에 대한 친밀도 및 흥미가 향상될 수 있다는 사실을 의미한다. 따라서 보다 다양한 교수·학습 방법을 통해서 학생들이 교과 영역에 흥미와 긍정적인 태도를 함양할 수 있도록 노력해야 한다. 반면, 적절한 교수·학습 환경과 전략의 제공은 과학 인지적 성취에는 오히려 부정적인 영향을 미치는 것으로 나타나서, 이에 대안 추가적인 연구를 통해서 과학 교수·학습 환경과 전략에서 긍정적 요소는 강화하고, 부정적 요소는 약화시켜서 전체적으로 교수·학습 환경과 전략에서의 변화가 학생들의 정의적 특성 및 인지적 성취를 제고할 수 있도록 해야 할 것이다.

본 연구를 통한 다양한 교육맥락 변인을 분석한 결과, 과학교육에서는 성별 및 성취수준별 특성을 고려한 맞춤형 과학교수전략사용이 필요가 있음을 확인할 수 있었다. 특히 PISA 2015에서 이전 주기에 남학생의 성취도가 하락하고 하위성취수준의 학생의 비율이 높아졌으므로 이들 집단에 대한 맞춤형 교수 전략을 개발해야 한다. 이를 위해 과학교사 연수에서 학생의 요구와 수준에 맞추어 어떻게 수업을 설계하고 어떤 교수 전략을 사용하는 지에 대한 교수·학습 프로그램 개발이 필요하다. 본 연구 결과로 보아 이러한 맞춤형 교수 전략의 사용이 남학생과 중간 성취수준 학생의 경우에 특히 효과를 거둘 수 있을 것으로 예측된다.

우리나라 학생의 과학에 대한 정의적 태도가 매우 낮은 것으로 알려져 있지만, PISA 2015의 결과는 PISA 2006에서의 결과에 비해 크게 향상된 것으로 나타났다. 본 연구에서 과학에 대한 정의적 특성 중 '과학의 즐거움' 지표와 '과학에 대한 인식론적 신념' 지표에서의 향상이 과학의 인지적 성취를 향상시키는 원인으로 확인되었으므로 이를 향상시키기 위한 정책 방안 마련이 필요하다. 특히 '과학에 대한 인식론적 신념' 지표의 향상은 중·상위 수준의 성취 수준 향상에 정적인 영향을 나타내는

것으로 나타났으며, 남학생의 성취 제고에도 큰 역할을 할 수 있을 것이다. 학생들의 과학에 대한 인식론적 신념을 향상시키기 위해서는 과학의 본성과 관련하여 학생들이 충분히 사고할 수 있도록 과학 글짓기, 과학 논술 대회, 과학 토론 대회를 활성화할 필요가 있다.

## 참고문헌

- Ministry of Education [MOE]. (2016). *Direction and strategy of mid- and long-term education policy in response to intelligent information society*. Sejong: Author. (Releases 2016.12.23).
- Ku, J., Kim, S., Rim, H., Park, H., & Han, J. (2015). *Comparative analysis on the achievement characteristics and effects of educational contextual variables in high-ranking countries of PISA 2012 results* (Research Report RRE 2015-6-1). Seoul: KICE.
- Ku, J., Kim, S., Lee, H., Cho, S., & Park, H. (2016). *OECD programme for international students assessment: An analysis of PISA 2015 results*. (Research Report RRE 2016-2-2). Seoul: KICE.
- Ku, J., Cho, S., Lee, S., Park, H., & Koo, N. (2017). *OECD programme for international students assessment: An in-depth analysis of PISA 2015 results*. (Research Report RRE 2017-9). Seoul: KICE.
- Kwaug, S., & Rhee, K. (2009). The analysis of the relationship between students' self-regulated learning skills, teachers' teaching skills and academic achievement. *Education Review*, 29, 35-60.
- Lee, E., & Choi, E. (2015). An analysis on the

longitudinal relationship between affective characteristics and Korean academic achievement. *Korean Language Education Research*, 50(2), 270-307.

Li, H. (2016). How is formative assessment related to students' reading achievement? findings from PISA 2009. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 23(4), 473-494.

Organization for Economic Co-operation and Development [OECD]. (2016). *PISA 2015 results (Volume I): Excellence and Equity in Education*. Paris, France: Author.

Ro, K., & Choi, S., (2000), *PISA 2000 Initial Report: A Literacy Profile of Korean Students*. (Research Report RRE 2001-9-1). Seoul: KICE.

Seo, H. (2011). Girls left behind in science gifted education: Gender differences in science affective domains among top 10% high achievers in PISA 2006. *Journal of Gifted/Talented Education*, 21(1), 123-139.

Sohn, W. (2008). Multi-level Factors Influencing the Affective Domain of Korean Students: Results from PISA 2006. *Journal of Educational Evaluation*, 21(4), 80-1-105.

Song, M., Kim, S., Ku, J. Rim, H., Park, H., Han, J., Son, S., & Yang, S. (2014). *Analysis of Korean students' characteristics based on gender & achievement levels in PISA 2012*. (Research Report RRE 2014-4-1). Seoul: KICE.

Stoet, G., & Geary, D. C. (2013). Sex differences in mathematics and reading achievement are inversely related: Within-and across-nation assessment of 10 years of PISA data. *PLOS ONE*, 8(3): e57988. doi: 10.1371/journal.pone.0057988.

Yum, S., & Kang, D. (2011). Influence of

curricular context factors within student- and school-levels on the 2006 PISA science achievements of Korean students. *Journal of Research in Curriculum & Instruction*, 15(2), 284-304.

## 국 문 요 약

본 연구에서는 PISA 2015의 과학 영역 결과를 토대로 우리나라 학생의 성취수준 집단 및 성별 집단에 따른 다양한 교육맥락 변인의 특성과 학생들의 성취에 미치는 영향력을 비교·분석하였다. PISA 2015는 과학이 주영역이었기 때문에 과학 영역과 관련된 교수·학습 변인 및 정의적 특성 관련 변인들이 다수 포함되었다. 다집단 구조방정식 모형을 통해서 분석한 결과, 학생들의 수업 환경, 교사의 피드백 등과 같은 교수 학습 특성은 과학 교과의 정의적 특성에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 정의적 특성을 매개로 과학 성취에도 간접적으로 통계적으로 유의하게 정적인 영향을 미치는 것이 확인되었다. 특히 교사의 지지와 맞춤형 수업 등의 교수 방법은 성취수준이 낮은 집단의 정의적 특성 향상에 상대적으로 효과가 있었다. 또한 성취수준 집단 간에는 차이가 나타났으나, 성별 집단에서는 차이가 발생하지 않았다. 따라서 학생들의 인지적, 정의적 성취를 향상시키기 위해서 적절한 교수·학습 환경과 전략을 제공하는 것에 대해 지속적으로 강조할 필요가 있을 것이다. 연구 결과를 바탕으로 한 우리나라 교육 개선을 위한 시사점과 학생들의 인지적, 정의적 특성을 향상할 수 있는 방안이 논의되었다.

**주제어:** PISA 2015, 맥락변인, 과학 성취, 혁신적 교수·학습, 과학학습의 정의적 특성