

과학 관련 정의적 특성과 교수방법이 학생들의 과학 성취에 미치는 영향

한 정 아(한국교육과정평가원 전문연구원)*

<요 약>

본 연구에서는 국가 발전을 위한 기초 학문 중 하나인 과학 교과와 관련하여 학교교육의 중요한 성과로 인식되는 학생들의 정의적 특성과 인지적 성취 간 관계성을 파악하고, 학교교육의 핵심인 교수방법의 영향에 대해 파악하고자 하였다. 또한 과학 관련 정의적 특성과 교수방법이 과학 하위수준 집단에 속할 확률에 미치는 영향에 대해 파악함으로써 학습부진학생의 지도를 위한 시사점을 얻고자 하였다. 이를 위해 PISA 2015 데이터를 활용하여 위계선형모형과 일반화 위계선형모형 분석을 수행하였다. 연구 결과, 과학에 대한 도구적 동기, 자아효능감, 흥미는 모두 학생들의 전반적인 학업 성취 향상에 긍정적 영향을 미치는 것으로 나타났다. 그러나 과학 하위수준 집단 학생의 성취수준 향상에는 과학에 대한 흥미와 자아효능감만 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 과학에 대한 도구적 동기의 영향은 유의미하게 나타나지 않았다. 과학 교수방법 중 맞춤형 학습은 전반적인 학업 성취나 과학 하위수준 집단 학생의 성취수준 향상에 모두 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 이와 반대로 교사의 피드백과 탐구 기반 수업은 부정적 영향을 미치는 것으로 파악되었다. 교사 주도형 수업은 학생들의 전반적인 학업 성취 향상에는 긍정적인 영향을 미치지만, 과학 하위수준 집단 학생의 성취수준 향상에는 유의한 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

주제어 : 과학 관련 정의적 특성, 과학 교수방법, 과학 성취, 위계선형모형, 일반화 위계선형모형

I. 서론

최근 우리나라 교육의 주요 관심사로 손꼽히는 것 중 하나는 학생들의 인지적 성취와 정의적 성취 간 균형적인 성장과 발달이라고 할 수 있다. 한때 교육의 성과로 학생들의 인지적 성취 결과에만 초점을 맞췄던 과거와 달리 최근에는 학습과 관련된 정의적 특성(affective characteristics)에 대한 관심과 필요성이 점차 증대되고 있으며, 학교교육의 중요한 요소로써 대두

* 제1저자 및 교신저자, bluebin66@kice.re.kr

되고 있다. 그러나 국제 학업성취도 평가 결과를 살펴보면, 여전히 우리나라 학생들의 인지적 성취는 높은 수준인 것에 비해 정의적 성취는 매우 낮은 수준으로 나타나고 있다. PISA 2000 이래로 최근 PISA 2012, 2015 주기에 이르기까지 우리나라는 수학, 과학, 읽기의 전 영역에서 꾸준히 상위 수준을 유지하고 있는 것에 비해 흥미, 자아효능감 등 학습과 관련된 학생들의 정의적 특성은 여전히 OECD 평균보다 낮은 수준으로 나타났다(교육부, 2013; 교육부, 2016b). TIMSS 2015 평가 결과에서도 우리나라 학생들의 인지적 성취 결과는 TIMSS 1995 이래로 수학, 과학에서 모두 상위 수준을 유지하는 것으로 나타난 반면, 흥미, 자신감, 가치인식 등의 정의적 특성은 국제 평균보다 하위권으로 나타났다(교육부, 2016a). 이러한 시대적 흐름에 따라 교육부는 제2차 수학교육 종합계획에서 학생들이 수학에 대해 긍정적인 태도를 가질 수 있도록 교육과정 내용을 구성하였고, 학생들이 흥미를 느끼고 실생활과 관련되어 수학의 유용성을 느낄 수 있는 내용이 포함될 수 있도록 교과서 개발을 진행하였다(교육부, 2015a; 교육부, 2017). 창의융합형 인재 양성을 목표로 하는 2015 개정 교육과정에서 ‘지식 위주의 암기식 교육’에서 벗어나 ‘배움을 즐기는 행복교육’으로 교육의 패러다임을 전환할 필요성이 있음을 강조하며, 교수학습 및 평가 방법에서의 개선을 통해 학생들이 학습에의 부담을 줄이고 배움의 즐거움을 느낄 수 있도록 개정을 진행하였음을 언급하였다(교육부, 2015b). 이에 더불어 교육부는 국가수준 학업성취도 평가를 통해 교과 학습과 관련된 학생들의 정의적 특성을 평가하고 관리하는 방안을 제시하였으며, 이에 설문 문항을 개선하고 관련 지표를 개발하는 작업이 진행된 바 있다(박인용 외, 2016; 이광상 외, 2016; 정혜경 외, 2018).

흥미, 가치인식, 자아효능감 등 학습과 관련된 정의적 특성은 학생들의 인지적 성취와도 밀접한 관련이 있으며, 특히 특정 교과 학습에 대해 긍정적인 태도를 가지는 것은 학생들의 학습활동 측면에 있어서 매우 중요하다. 학습자 중심의 학습 환경을 강조하는 구성주의 학습이론에서는 자기주도적 학습 능력을 갖추고 향상시키기 위해 학생들의 흥미나 관심사, 동기 유발 등이 중요한 역할을 담당한다고 보았다(김희경, 한정아, 2018). 그러나 이러한 중요성에도 불구하고 일부 선행연구에서는 학교급이 올라감에 따라 특정 교과 학습에 대한 정의적 특성이 점차 부정적으로 변화하는 양상을 보인다고 언급하였다(박선화, 상경아, 2011; 이민찬, 길양숙, 1998). 따라서 중·고등학생들의 정의적 특성에 더 많은 관심을 기울일 필요가 있으며, 특히 인지적 성취와의 관련성에 더욱 주목할 필요성이 제기된다. 뿐만 아니라 윤미선과 김성일(2003)의 연구에서는 특정 교과 학습에 대한 정의적 특성이 학업 성취에 미치는 영향은 학생들의 성취수준에 따라 차이를 보인다고 보고하였다. 이에 따라 성취수준에 따른 정의적 특성의 효과에 대한 차별성 분석을 통해 특정 성취수준 학생들의 특성을 보다 정확하게 파악함으로써 해당 학생들에 대한 지원 방안 수립에 활용할 필요가 있다. 그러나 이러한 필요성에도 불구하고 성취수준별 분석이나 학생들의 정의적 특성과 학업 성취 간 관계에 초점을 둔 연구 및 관련 정책적 노력은 주로 수학 교과와 관련하여 활발히 전개되고 있으며, 수학과 더불어

국가 발전을 위한 기초 학문인 과학 교과에서는 이에 관한 경험적 연구가 충분히 수행되지 못하였다.

한편, 학교 현장에서 교사는 교수학습의 주체로써 학생들의 학업에 영향을 미치며, 이것은 곧 학생들의 학업 성취와도 연관성을 갖는다(Mullis et al., 2005). 학교교육의 핵심인 교사의 교수 방식에 있어서도 기존의 강의식 수업에서 벗어나 다양한 형태의 교수방법이 시도되고 있다. 특히, 과학 교과에서는 과학적 사고력 및 과학 탐구 능력의 함양을 목표로 2015 개정 과학과 교육과정을 통해 ‘과학탐구실험’ 과목이 새롭게 신설되었으며(교육부, 2015c), 학생들의 탐구 활동을 장려하는 탐구 기반 수업의 적용이 다른 교과에서와의 차별점으로 꼽을 수 있다. 뿐만 아니라 학습자 중심의 교육을 지향하고 학생들의 적극적인 수업 참여를 장려하는 흐름에 따라 맞춤형 수업의 활용이 점차 증가하고 있으며, 수업 중 교사의 피드백을 통해 학생들에게 학습한 결과나 학습결손에 대한 정보를 제공하고 이러한 정보를 수업의 개선을 위해서도 활용하고 있다. 학습자의 특성보다 교사의 교수행위나 가르쳐야 할 내용에 더 초점을 두고 교사가 주도적으로 교수 활동을 계획하는 교사 주도형 수업의 형태로도 수업이 진행된다. 선행연구에서는 교수방법에 대한 교사의 인식과 학생들의 인식 간 차이를 보일 수 있으며, 주로 교사의 인식에 비해 학생들의 인식이 학생들의 학업 성취에 더 크게 영향을 미친다고 언급하였다(김주영 외, 2017; 이희숙, 정제영, 2011). 이에 덧붙여 임현정과 김양분(2012)의 연구에서는 교사의 교수방법이 학생들의 학업 성취에 미치는 영향이 학생들의 성취수준에 따라 다르게 나타났다고 보고하였다. 이에 따라 교사의 교수방법에 있어서도 학생들의 성취수준에 따른 차별성 분석을 통해 성취수준별 학생들의 특성을 파악하고, 성취수준에 따른 차별적인 지원 방안을 마련할 필요성이 제기된다.

이에 따라 본 연구에서는 인지적 성취뿐 아니라 정의적 성취 또한 학교교육의 중요한 성과로 인식하고, PISA 자료를 기반으로 인지적 성취와 정의적 성취 간 관계성을 파악하며, 학생들이 인식하는 교수방법과 학생들의 인지적 성취 간 관계에 대해서도 살펴보고자 한다. 뿐만 아니라 과학 하위수준 집단으로 학생들이 분류되게 하는 데 미치는 과학 관련 정의적 특성과 교수방법의 영향에 대해 파악함으로써 학습부진학생의 지도를 위한 시사점을 얻고자 하였다. 구체적으로는 PISA 2015에서 주영역인 과학 교과에 대한 도구적 동기, 자아효능감, 흥미 등의 정의적 특성, 교사 주도형 수업, 피드백 제공 수업, 맞춤형 수업, 탐구 기반 수업 등 교사와 학생 사이에서 이뤄지는 교사의 교수방법이 학생들의 전반적인 과학 성취에 미치는 영향에 대해 파악하고, 과학 하위수준 집단에 속할 확률에 미치는 영향에 대해 파악하는 것이 본 연구의 목적이다.

II. 이론적 배경

1. 학습 관련 정의적 특성

정의적 특성(affective characteristics)에 대한 학자들의 관점은 다양하다. 먼저, McLeod(1992)는 정의적 특성을 감정, 신념, 태도의 3개 범주로 구분하였으며, 학교 현장에서 학생들이 특정 교과에 대한 신념을 가지고 있고, 학습 과정이나 결과를 통해 긍정적 혹은 부정적인 감정을 갖게 되며, 이러한 과정을 통해 특정 교과에 대한 학생들의 학습 태도가 점차 발달하게 된다고 언급하였다. Goldin(2002)는 가치를 하나 더 추가하여, 정의적 특성을 감정, 신념, 태도, 가치의 4개 범주로 분류하였다. PISA와 TIMSS 연구에 공통적으로 포함되어 있는 정의적 특성으로는 흥미, 자아효능감, 가치인식이 있다(최승현 외, 2014). 이와 같이 학습 관련 정의적 특성은 학생들이 학습 상황에서 갖는 감정, 느낌, 학습 태도, 신념, 동기, 흥미 등을 의미한다. 손원숙 외(2009)는 PISA 2006에 나타난 학생들의 과학 성취에 영향을 미치는 변수들의 영향력을 탐색하는 연구를 수행하였으며, 이때 학생 특성으로 과학에 대한 개인적 가치, 내적 동기, 도구적 동기, 자기효능감, 자아개념을 고려하였다. 임선아와 이지수(2016)의 연구에서는 PISA 2012 데이터를 활용하여 정의적 특성이 학생들의 학업 성취를 예측하는 정도를 파악하였으며, 이를 위해 정의적 특성의 하위 요인으로 학생들의 도구적 동기, 흥미, 불안 수준을 고려하였다. 이광상 외(2016) 연구는 국가수준 학업성취도 평가에서 특정 교과에서의 정의적 특성을 측정하기 위해 흥미, 자신감, 가치, 학습의욕의 4가지 구인을 선정하였다. 김희경과 한정아(2018)의 연구에서는 국가수준 학업성취도 평가 자료를 활용하여 학생들의 학업성취 프로파일에 영향을 미치는 변수들에 대해 파악하였으며, 이때 특정 교과 학습과 관련한 정의적 특성으로 효능감, 흥미, 가치를 고려한 바 있다. 김동욱과 손원숙(2018)의 연구에서는 PISA 2015 데이터를 활용하여 고등학교의 과학 수업이 학생들의 정의적 성취와 인지적 성취에 미치는 구조적 관계를 탐색하는 연구를 수행하였으며, 이때 과학 교과의 정의적 성취를 효능감, 흥미, 도구적 동기로 한정하여 분석을 수행하였다. 본 연구에서는 앞서 언급한 선행연구에서의 분류를 참고하여, 흥미와 자아효능감, 도구적 동기를 학습 관련 정의적 특성으로 정의하였으며, PISA 2015 자료를 활용하여 과학 관련 정의적 특성이 학생들의 학업 성취에 미치는 영향에 대해 파악해보고자 한다.

도구적 동기(instrumental motivation)는 외적 보상에 의한 외적 동기를 나타내며, 어떤 도구적 목적이나 진학, 혹은 승진 등을 위해 학습하려는 동기를 의미한다. 미래에 대한 가치(val

ue) 인식으로도 표현할 수 있으며, PISA 설문에서는 미래에 좋은 직업을 얻기 위해 도움이 될 것이라는 등 미래 직업과의 관련성에 대해서 묻고 있다. Pokey(1996)은 학생들이 미래의 직업을 위해 특정 과목이나 학습 내용에 흥미를 갖고 공부의 필요성을 인식하며 해당 과목이나 학습 내용을 잘하는 것이 중요하다고 믿는다면, 해당 과목이나 학습 내용에 높은 가치를 부여하는 것이라고 언급하였다. 따라서 가치 인식의 맥락에서 살펴보았을 때 특정 과목이나 학습 내용을 현재와 장래에 얼마나 유용하고 중요한 것으로 인식하고 있는지에 대한 판단이라고도 말할 수 있다(박인용 외, 2016).

자아효능감(self-efficacy)은 학습자가 특정 과제를 성공적으로 수행할 수 있다는 인식과 판단으로, 개인의 능력에 대한 믿음과 신념을 의미한다. 주로 자아개념(self-concept)과 자신감(self-confidence)은 교과에 대한 일반적인 생각 또는 삶 속에서의 자기 신념이라고 말할 수 있는 반면, 자아효능감은 학습의 수행과 직접적으로 관련된 개념으로 구분된다(최승현, 황혜정, 2014). Bandura(1977)은 학습자의 자아효능감이 높을수록 도전적인 과제를 선택하며, 학업 성취를 증진시키기 위해서 쉽게 포기하지 않고 꾸준한 노력을 기울이는 특성이 있다고 보고 하였다. 자아효능감이 높은 학습자는 성공지향적인 특성이 있고, 실패를 자신의 능력이 부족한 탓으로 판단하기보다 노력의 부족으로 귀인하는 경향이 있으며, 이와 같이 자아효능감은 학습 흥미, 의욕, 학습 활동, 과제 및 환경 선택, 과제 지속성, 학습 전략, 정서적 반응에 이르기까지 학습의 전 과정에 유효한 영향을 미침으로써 결과적으로 학업 성취를 향상시키는 것으로 파악할 수 있다(최승현, 황혜정, 2014; Bandura, 1977).

흥미(interest)는 과제나 학습활동에 대한 관심과 선호도, 그리고 학습 활동을 수행할 때 느끼는 즐거움을 의미한다. 보통 흥미로운 주제에 관심을 갖고 공부하고 싶어하기 때문에 교육에서 갖는 의미가 크다고 말할 수 있다. 흥미의 개념은 크게 개인적 흥미(individual interest), 상황적 흥미(situational interest)로 구분할 수 있다. Bergin(1999)는 학생 개인의 기질, 적성 등의 개인적 흥미에 비해 교사의 수업을 통한 상황적 흥미의 중요성을 더 강조하였다. 보통 개인적 흥미는 학생마다 차이가 크고 비교적 서서히 발달되지만 일정하게 유지되는 특징이 있고, 상황적 흥미는 여러 사람들에게 공통적으로 나타나며 이것이 개인적 흥미로도 발전하는 데 중요한 역할을 한다(김성일 외, 2008; Krapp et al., 1992). Hidi와 Renninger(2006)은 특정 교과의 학습 내용에 흥미를 느끼는 학생일수록 해당 과제나 활동에 긍정적인 태도를 나타내며, 의도적인 노력이나 주의를 덜 기울이더라도 더 많은 주의집중과 학습 효과를 나타내고, 보다 자발적이고 지속적으로 관여하는 양상을 보인다고 언급하였다.

학습과 관련된 정의적 특성은 학생들의 학업 성취와 밀접한 관련이 있다. 윤미선과 김성일(2003)은 서울시 소재의 9개 중·고등학교에 재학 중인 학생들을 대상으로 교과 흥미의 정도를 살펴보고 학업 성취와의 관계를 파악하였다. 분석 결과, 사회 과목을 제외한 수학, 과학, 영어 과목의 전반적인 교과 흥미는 고등학생 보다 중학생이 더 높게 나타났다. 또한 교과 흥

미와 교과 성취 간 유의한 관련성이 검증되었으나, 이러한 패턴은 성취수준에 따라 다르게 나타났다. 김정희 외(2008)에서는 PISA 2003, 2006 데이터를 활용하여 학습 심리 변수와 학업 성취 간 구조적 관계를 분석한 결과, 자아효능감과 즐거움이 과학 성취에 미치는 영향력이 비슷하고 과학 가치가 자아효능감에 미치는 영향이 크게 나타났으나, 장래 직업이나 미래에 대한 가치를 나타내는 도구적 동기는 학생들의 과학 성취에 거의 영향을 주지 않는 것으로 나타났다. 임효진(2012)은 중·고등학생의 영어 및 과학 교과 흥미도 변화와 이에 영향을 미치는 요인에 대해 분석한 결과, 중학교 3학년부터 고등학교 3학년에 이르기까지 영어에 대한 흥미가 증가하였으나 과학에 대한 흥미는 점차 감소하였다고 보고하였다. 임유나(2014)의 연구에서는 TIMSS 2003, 2007, 2011로 갈수록 과학 관련 정의적 특성과 과학 성취 간 상관관계가 점차 커지고 과학 학습의 즐거움, 자신감과 가치인식이 높아질수록 성취도 점수가 증가하는 것으로 나타났다. 우연경과 김성일(2015)의 연구에서는 고등학생을 대상으로 해당 교과의 학업 성취와 효능감, 상황적 흥미, 교과의 유용성 간 구조적 관계를 파악하고자 연구를 수행하였다. 분석 결과에서 효능감이 높을수록 수학, 영어 교과의 학업 성취가 높아지는 직접적인 효과가 있었음을 보고하였다.

2. 교수방법

학교 현장에서 교사는 교수학습의 주체로써 학생들의 학업에 영향을 미치며, 이것은 곧 학생들의 학업 성취와도 연관성을 갖는다(Mullis et al., 2005). 이에 따라 학생들의 학업 성취에 대한 교사 관련 요인의 영향에 대해 파악하는 것이 중요하며, 본 연구에서는 교사에 관련된 여러 요인들 중에서 교사와 학생 사이에서 이뤄지는 교사의 교수방법에 초점을 두고자 한다. Felder(1993)은 교사의 교수방법과 학생들의 학습 방식이 잘 맞을수록 정보를 오래 유지하고 효과적으로 응용하며 학습한 내용에 대해 보다 긍정적인 태도를 가지지만, 잘 맞지 않을 경우에는 학업 성취에도 부정적 영향을 미치며 해당 학습 내용에 대한 관심도 줄어드는 경향을 보인다고 보고하였다. 보통 교사를 대상으로 교사 관련 변수에 대해 정확하게 파악하는 것이 쉽지 않고, 학생들이 인식하는 교사의 특성과 차이를 보일 수 있다(이희숙, 정제영, 2011). 임현정과 김양분(2012)의 연구에서는 학생들의 성취수준에 따라 교수방법의 효과가 다를 수 있음을 지적하였다. 뿐만 아니라 동일한 수업에 대해서도 학생마다 인식이 다를 수 있으며, 선행연구에서는 교사의 인식 보다 학생들의 인식이 학생들의 학업 성취에 더 크게 영향을 미친다고 보고하였다(김주영 외, 2017; 이희숙, 정제영, 2011). 따라서 본 연구에서는 PISA 2015 자료를 활용하여 과학 수업에서 학생들이 인식하는 교사 주도형 수업, 피드백 제공 수업, 맞춤형 수업, 탐구 기반 수업이 학생들의 학업 성취에 미치는 영향에 대해 살펴보고자 한다.

먼저, 교사 주도형 수업(teacher-directed instruction)은 교사가 주도적으로 교수 활동을 계

획하고 이끌어가는 교수방법으로, 학습자의 특성보다 교재의 질, 교사의 교수행위, 가르쳐야 할 내용에 더 초점을 맞춘다. Rosenshine(1986), Stallings(1987) 등에 의해 제시된 교사 주도형 수업에서는 교사가 예를 들거나 시범을 보이는 방식으로 학습할 내용을 먼저 제시하고, 그 이후 학생들은 교사의 점검과 도움 하에 제시된 내용을 반복학습하며, 시험을 통해 교사에게 전달된 결과에 대해 파악하여 학생들에게 피드백을 제공하게 된다. 즉, 반복을 통한 숙련과 오류 수정, 재검토 등의 구조화된 전략을 통해 효율적인 학습이 이루어지도록 하며, 효과적인 지도를 위해 학습목표를 여러 단계로 세분화하여 점진적으로 지도한다(고소영, 2019; 이대식, 2004).

수업에서 교사의 피드백(feedback)은 학생들의 학습활동에 대해 양적 혹은 질적인 정보를 제공해주는 것으로(양희선, 김현섭, 2017; Hattie & Timperley, 2007), 수업의 효과를 향상시키는 데 긍정적인 영향을 미치는 것으로 보고되고 있다. 교사의 적절한 피드백을 제공받은 경우에는 해당 개념에 대한 이해를 높일 수 있으며, 과제에 대한 부담이나 불안감의 해소로 인해 과학에 대한 흥미나 자신감이 향상되고, 창의력 향상에도 도움이 될 수 있다(박현정 외, 2018; 이빛나, 손원숙, 2019; 황신영, 정영란, 2014). 뿐만 아니라 피드백 제공 수업은 학습한 결과에 대한 상태와 부족한 부분에 대한 정보를 제공해주기 때문에 학습에 대한 동기 부여나 후속학습을 가능하게 하는 측면에서도 중요한 역할을 담당한다고 말할 수 있다(양희선, 김현섭, 2017; 이현주 외, 2000). 즉, 학생들의 학업 성취 전반에 영향을 주는 요인으로 파악할 수 있으며, 학생들에게 제공할 정보를 수집함으로써 교사의 수업도 개선할 수 있다. 노현종과 손원숙(2015)는 확인적, 교정적, 정교화 피드백의 3가지 유형으로 분류하여 피드백의 효과를 파악한 결과, 교과 및 학교급에 따라 차별적인 효과를 보였다. 또한 다른 유형에 비해 정보 제공이 미약한 확인적 피드백에서 학업 성취에 미치는 영향이 작고, 일부 교과에서는 부적 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이때 확인적 피드백은 교사가 단순히 정답 여부에 대한 정보를 제공하는 유형이며, 교정적 피드백은 오류가 있는 부분에 표시를 해주는 등 교정 정보와 정답을 함께 제공하는 유형이다. 정교화 피드백은 정답 확인과 정보 제공뿐 아니라 다시 학습할 기회를 제공하는 유형으로, 제시된 3가지 분류 중 가장 복잡한 유형에 해당한다.

맞춤형 수업(differentiated instruction)은 학생들의 학습 특성, 흥미, 준비도 등 다양한 차이를 고려하여 개별 학생들에게 의미있는 학습이 이뤄질 수 있도록 교육의 내용, 과정, 결과를 다르게 차별화된 교육활동을 제공하는 것으로, 학습 과제를 다양화하고 지속적인 평가와 조정을 통해 교사가 학생들의 다양한 요구에 반응하는 수업을 의미한다(온정덕, 2013; 최영인 외, 2019; 홍선주, 김태은, 2010; Tomlinson, 1999). 즉, 개별 학생들의 차이를 인정하되, 학업 능력뿐 아니라 다양한 차이를 종합적으로 고려하며, 학습자 중심의 교육을 지향한다는 점이 특징적이다. 맞춤형 수업, 혹은 맞춤형 학습이라 하더라도 학생들이 개별적으로 학습하는 것이 아니라 다른 학생들이나 교사와의 상호작용을 통한 학습이 가능하며, 스스로 능동적인 수

업 참여를 통해 학습이 이루어진다(임유나 외, 2013). 선행연구에서는 personalized learning, individualized learning 등의 용어로도 설명되어 왔으며, ‘맞춤형’이라는 용어를 직접 사용하지는 않지만 수준별 수업 등과 같이 학생 중심의 교육이라는 취지에서 비롯된 여러 지원 방안들이 시행되고 있다(홍선주, 김태은, 2010). 교사를 대상으로 실시한 인식 조사 결과에서는 수업 중 보조교사를 통해 어려움을 겪는 학생들을 찾아 개별 지도를 하는 등 맞춤형 수업의 효과가 높게 인식되고 있었으며, 맞춤형 수업 혹은 맞춤형 프로그램을 통해 학생들의 학습부진 원인이 해소되고 학업 성취에도 긍정적인 영향을 미치는 것으로 보고되었다(이경희 외, 2014; 홍선주, 김태은, 2010).

과학 수업에서 탐구는 학생들이 과학 개념이나 원리를 이해하고 지식을 얻기 위해 수행하는 활동을 의미하며, 실험 및 관찰을 수행하거나 정보를 수집, 분석, 해석하는 등의 다양한 활동이 포함될 수 있다(박현정 외, 2018; 양일호 외, 2006; 이빛나, 손원숙, 2019; National Science Foundation, 2000). 우리나라는 과학과 교육과정을 통해 과학 탐구 능력의 함양을 강조하고 있으며, 2015 개정 과학과 교육과정에서는 고등학교 1학년을 대상으로 ‘과학탐구실험’ 과목이 새롭게 신설되기도 하였다(교육부, 2015c). 탐구 기반 수업(inquiry-based teaching)에서 교사는 주로 안내자 혹은 조력자로서의 역할을 담당하며, 교사의 개입을 최소화하고 탐구 활동을 위해 학생들이 주도적으로 수업에 참여하는 학생활동 위주의 교수학습 과정이다. 이를 통해 과학 개념이나 원리, 관련 지식에 대한 이해를 높일 수 있다는 점에서 최근 주목받고 있다(이빛나, 손원숙, 2019). 이와 같은 탐구 활동은 스스로 지식을 구성하고 과제를 성공적으로 수행하는 경험을 통해 동기를 부여하고 호기심을 높이며, 과학에 대한 흥미와 자아효능감을 높여 학생들이 학습 내용을 기억하도록 돕는 역할을 하는 것으로 보고되었다(박현정 외, 2018; 양희선, 김현섭, 2017). 그러나 김동욱과 손원숙(2018), 어선숙(2004)의 연구에서는 학생들의 학업 성취나 정의적 성취에 대한 탐구 기반 수업의 영향이 통계적으로 유의하지 않거나 부적인 영향을 미치는 것으로 나타났다.

이경희 외(2014)의 연구에서는 과학 학습부진의 해소를 위해 부진 원인에 따라 과학 학습 동기 부족형, 탐구능력 부족형, 과학 학습전략 부족형의 3가지 유형으로 분류하고, 유형에 따른 맞춤형 지도를 할 수 있는 프로그램을 개발 및 적용하여 효과를 검증하였다. 그 결과, 개발된 맞춤형 프로그램을 통해 학생들의 탐구능력, 학습동기, 학습전략이 모두 향상되었으며, 학업 성취도 향상된 것으로 보고되었다. 김주영 외(2017) 연구에서는 학생들이 인식한 교사특성, 수업태도, 자기주도학습, 학업성취도 간 구조 관계를 분석한 결과, 학생들이 교사의 피드백을 높게 인식할수록 수업태도가 좋아지고, 이것이 자기주도학습과 학생들의 학업성취도를 향상시킨다고 보고하였다. 김동욱과 손원숙(2018)의 연구에서는 PISA 2015 데이터를 활용하여 고등학교의 과학 수업이 학생의 정의적 성취와 인지적 성취에 미치는 구조적 관계를 탐색하는 연구를 수행한 결과, 탐구 기반 수업이 학생들의 효능감과 흥미와 같은 정의적 특성을

향상시키지만 인지적 성취에는 부적 효과를 보이는 것으로 나타났다. 구자옥과 구남욱(2018)의 연구에서는 PISA 2015 데이터를 활용하여 과학 관련 교수학습 및 전략, 정의적 특성과 인지적 성취 간 구조적 관계를 파악하는 연구를 수행하였다. 이때 본 연구에서 고려한 피드백 제공 수업, 맞춤형 수업, 탐구 기반 수업 이외에도 과학교수의 적절성, 교사의 관심 및 지원, 수업 분위기 변수를 포함한 과학 교수학습 환경 및 전략 요인이 학생들의 과학 성취수준에 따라 상중하로 구분된 모든 집단에서 과학 성취도 점수에 미치는 직접 효과가 부적으로 나타났다. 과학 교수학습 환경 및 전략 요인이 정의적 특성을 매개로 하여 학생들의 과학 성취에 미치는 영향은 과학 성취수준이 낮은 집단에서 유의하지 않게 나타났다.

III. 연구 방법

1. 분석 방법

PISA 연구는 각 참여국의 만 15세 학생을 모집단으로 설정하고 모집단을 대표하도록 추출된 표본을 바탕으로 한 연구이며, 2단계에 걸쳐 표집이 진행된다. PISA 2015에서도 1단계에서 크기 비례에 의한 체계적 방법을 활용하여 대상 학교를 표집하였으며, 2단계에서는 표집된 각 학교의 학생들 중에서 무선 표집하였다(구자옥 외, 2015). 따라서 PISA 자료는 연구에 참여한 표집 학생이 학교에 내재된 위계적 특성을 띠며, 이러한 자료의 특성을 고려하여 2수준 다층분석을 수행하였다.

먼저, PISA 2015에 나타난 우리나라 학생들의 과학 성취에 영향을 미치는 과학 관련 정의적 특성과 과학 교수방법에 대해 파악하기 위해서 학생들의 과학 성취도를 종속변수로 하는 위계선형모형(Hierarchical Linear Model, HLM)에 의한 분석을 수행하였다. 이어서 과학 성취수준이 '2수준 미만'인 과학 하위수준 집단 여부를 종속변수로 하는 일반화 위계선형모형(Hierarchical Generalized Linear Model, HGLM)에 의한 분석을 수행하였다. 이를 위해 PISA 2015 데이터에서 학생들의 인지적 성취 결과와 함께 설문 결과 자료를 활용하였으며, 결측 사례를 제외하고 최종적으로 166개교, 4,981명의 표집학생 자료가 분석에 포함되었다.

2. 분석 모형

위계선형모형에 의한 분석의 첫 번째 단계로 설명변수를 전혀 투입하지 않은 기초모형 분석을 통해서 종속변수가 학생수준과 학교수준에서 어느 정도 분산을 갖는지 파악할 수 있다.

또한 종속변수의 전체 분산($\tau_{00} + \sigma^2$) 중 학교수준 분산(τ_{00})의 비율을 나타내는 집단 내 상관 계수(intra-class correlation, ICC)를 산출할 수 있기 때문에 이후 모형을 설정하는 데 활용할 수 있다. 이전 단계의 분석을 통해 종속변수의 분산 중 몇 %가 학생 및 학교수준의 분산인지 파악한 이후에는 모형에 설명변수를 투입함으로써 종속변수의 변산을 설명하고자 시도하였다. 설명변수를 투입할 때에는 각 변수에 대해 전체 평균으로 중심화(grand mean centering)하였다. 식 (1)에서 모형에 투입된 학생수준의 설명변수를 X , 학교수준의 설명변수를 W 로 표기하였으며, 학생수준 설명변수의 수를 p , 학교수준 설명변수의 수를 q 로 나타내었다. Y_{ij} 는 j 학교에 다니는 i 번째 학생의 과학 성취도, β_{0j} 는 각 학교별 교정 평균, β_{pj} 는 학생의 과학 성취도에 대한 개인수준 설명변수 X_p 의 평균 효과를 나타낸다. e_{ij} 는 학생수준에 투입된 설명변수들이 학생의 과학 성취도에 미치는 효과를 반영한 후에도 남아있는 개인차 효과를 나타내며, 개인차 효과의 크기를 σ^2 로 표기하였다. γ_{00} 는 전체 평균을 나타내며, γ_{0q} 는 학교수준에 투입된 다른 설명변수들의 영향을 설명한 이후 β_{0j} 에 대한 W_q 의 고유효과를 의미한다. u_{0j} 는 모형에 투입한 설명변수의 효과를 반영한 후에도 남아있는 학교별 효과이며, τ_{00} 은 학교별 교정 평균의 잔차분산을 의미한다. 모형에서 학교수준의 설명변수는 학교별 교정 평균(β_{0j})을 설명하는 데에만 포함되었고, β_{pj} 는 학교수준 설명변수의 영향을 받지 않는 것으로 설정하였다. 즉, β_{pj} 는 각 학교에 따라 다르게 작용하지 않는 것으로 가정하였다.

$$\begin{aligned}
 \text{1수준: } Y_{ij} &= \beta_{0j} + \sum_{p=1}^P \beta_{pj}(X_p)_{ij} + e_{ij}, \quad e_{ij} \sim N(0, \sigma^2) \\
 \text{2수준: } \beta_{0j} &= \gamma_{00} + \sum_{q=1}^Q \gamma_{0q}(W_q)_j + u_{0j}, \quad u_{0j} \sim N(0, \tau_{00}) \\
 \beta_{pj} &= \gamma_{p0}
 \end{aligned} \tag{1}$$

더불어 연구모형에서는 투입-과정-산출의 체계적 관점에 따라 단계별로 변수를 투입함으로써 과학 성취에 미치는 설명변수의 영향을 점검하였다. ‘모형 2’에서는 기초모형인 ‘모형 1’에 학생 배경 변수를 투입함으로써 과학 성취도와와의 관련성을 확인하였다. ‘모형 3’은 이전 모형에 학교 여건 변수를 추가로 투입한 모형으로써, 학생수준의 배경 변수가 통제된 후 학교 여건 변수와 성취도와와의 관련성을 살펴보았다. ‘모형 4’에서는 학생수준의 배경 변수와 학교 여건 변수가 통제되었을 때, 본 연구에서 중점적으로 검토하고자 하는 과학 관련 정의적 특성, 과학 교수방법 변수와 종속변수와의 관련성을 확인하였다. ‘모형 5’는 이전 모형에 학교 풍토 요인을 추가함으로써 본 연구에서 고려하는 모든 설명변수를 투입한 최종 연구모형이다. 이때 종속변수에 영향을 미치는 주요 변수들을 모두 통제한 이후 과학 관련 정의적 특성과

과학 교수방법의 영향을 살펴보고자 하였다.

이어서 일반화 위계선형모형에 의한 분석의 첫 단계로 설명변수를 전혀 투입하지 않은 기초모형 분석을 통해서 학교수준별 과학 하위수준 집단의 분산을 분석함으로써 이후 모형에 투입된 설명변수들의 설명력을 살펴볼 수 있다. 이후 단계에서는 기초모형에서 나타난 과학 하위수준 집단에 대한 다양한 설명변수의 효과를 파악할 수 있으며, 모형을 명세화하면 식 (2)와 같다. η_{ij} 는 j 학교에 소속된 학생 i 가 준거집단에 비해 과학 하위수준 집단에 속할 로짓, β_{0j} 는 학생수준 설명변수의 영향을 모두 통제한 후에 하위수준 집단에서 평균 로짓, β_{pj} 는 학생수준 설명변수의 효과를 의미한다. HLM 분석에서와 마찬가지로, β_{0j} 만 학교마다 변하는 무선효과로 설정하였으며, 다른 설명변수의 효과인 β_{pj} 는 고정효과로 설정하였다. γ_{0q} 는 학교수준 설명변수들의 효과이며, u_{0j} 는 평균 0, 분산 τ_{00} 인 정규분포를 이룬다.

$$\begin{aligned}
 \text{1수준: } \eta_{ij} &= \log\left(\frac{p(\text{하위})_{ij}}{1-p(\text{하위})_{ij}}\right) = \beta_{0j} + \sum_{p=1}^P \beta_{pj}(X_p)_{ij} \\
 \text{2수준: } \beta_{0j} &= \gamma_{00} + \sum_{q=1}^Q \gamma_{0q}(W_q)_j + u_{0j}, \quad u_{0j} \sim N(0, \tau_{00}) \\
 \beta_{pj} &= \gamma_{p0}
 \end{aligned} \tag{2}$$

3. 분석 변수

가. 종속변수

PISA 연구는 행렬표집 설계(matrix sampling design)를 따르므로 각 학생들이 동일하게 모든 문항의 검사를 치르지 않으며, 이로 인해 일부 문항에 대한 응답결과를 통해서 학생들의 영역별 점수를 추정하게 된다. PISA 2015에서는 각 영역에서 개별 학생에 대해 10개의 유의 측정값(plausible value)을 제공하였다. 따라서 본 연구에서는 우리나라 만 15세 학생의 과학 성취 결과에 영향을 미치는 과학 관련 정의적 특성과 교수방법에 대해 파악하기 위해 과학 교과에서의 10개 유의측정값을 종속변수로 활용하였다. 즉, HLM 프로그램의 옵션을 활용함으로써 총 10회의 분석 결과를 통합하여 최종 분석 결과를 산출하도록 설정하였다. 또한 과학 하위수준 집단에 속할 확률에 미치는 과학 정의적 특성과 과학 교수방법의 영향을 파악하기 위해 과학 하위수준 집단 여부를 종속변수로 설정하였다. 즉, PISA에서는 과학 영역에서 ‘5수준 이상’을 상위수준 집단(top performers), ‘2수준 미만’을 하위수준 집단(low achievers)으로 구분하므로(OECD, 2016), 이 기준에 따라 과학 하위수준 집단을 구분하였다. 모집단의 대표성을 확보하기 위해 최종 학생 가중치를 활용하여 분석을 수행하였다.

나. 학생수준 설명변수

본 연구에 사용된 학생수준 설명변수를 <표 1>에 제시하였다. 모형에 포함된 학생수준의 설명변수는 크게 학생 배경, 과학 관련 정의적 특성, 과학 교수방법으로 구분할 수 있다. 학생 배경 요인에는 학생 성별, 가정 교육자원 지표, 가정 문화적 자산 지표, 총 3개의 변수가 포함되어 있다. 가정 교육자원 지표는 공부용 책상, 학교 공부에 참고할 수 있는 책 등의 소유 여부로 산출되는 PISA 표준화 지표이며, 가정 문화적 자산 지표는 고전 문학, 악기 등의 소유 여부로 산출되는 PISA 표준화 지표이다. 과학 관련 정의적 특성은 과학에 대한 도구적 동기, 과학에서의 자아효능감, 과학에 대한 흥미, 총 3개 변수로 구성되었다. 과학에 대한 도구적 동기는 미래의 진로를 위해서 과학 공부가 도움이 되고 가치가 있다고 생각하는 정도에 대해서 4점 척도(매우 그렇다, 그렇다, 그렇지 않다, 전혀 그렇지 않다)로 응답한다. 과학에서의 자아효능감은 혼자 힘으로 과학 관련 과제를 얼마나 쉽게 해낼 수 있는지에 대해서 4점 척도(쉽게 할 수 있다, 약간 노력하면 할 수 있다, 혼자 하려면 많은 노력이 필요하다, 할 수 없다)로 응답하며, 과학에 대한 흥미는 제시된 다양한 과학 관련 주제에 대해 어느 정도 흥미를 가지는지에 대해서 4점 척도(매우 그렇다, 그렇다, 그렇지 않다, 전혀 그렇지 않다)로 응답한다. 응답반응의 점수가 클수록 과학 관련 정의적 특성이 높은 것을 의미한다. 이들 변수도 모두 국제본부에서 설문에 대한 응답결과를 토대로 산출하여 제공한 PISA 표준화 지표로, OECD 평균을 0, OECD 표준편차를 1로 하는 IRT 척도점수이다(OECD, 2017). 따라서 표준화 지표의 부호가 양수인 경우에는 해당 요인이 OECD 평균보다 높다고 말할 수 있다. 과학 교수방법은 교사 주도형 수업, 피드백 제공 수업, 맞춤형 수업, 탐구 기반 수업, 총 4개 변수로 구성하였으며, 이들 변수도 모두 주어진 문항에 대해 4점 척도(모든 또는 거의 모든 수업에서, 대부분의 수업에서, 일부 수업에서, 전혀 또는 거의 없다)로 응답한 결과를 토대로 산출된 PISA 표준화 지표이다.

과학 관련 정의적 특성과 교수방법이 학생들의 과학 성취에 미치는 영향

<표 1> 모형에 투입된 학생수준 설명변수

구분	변수	설명
	학생 성별	0=남학생, 1=여학생
학생 배경	가정 교육자원 지표	<ul style="list-style-type: none"> ◦공부용 책상 ◦조용히 공부할 수 있는 장소 ◦교육용 소프트웨어 ◦학교 공부를 위해 사용할 수 있는 컴퓨터 ◦사진 ◦전문 기술 서적 ◦학교 공부에 참고할 수 있는 책 2점 척도 7문항 응답결과로 산출된 표준화 지표(HEDRES)
	가정 문화적 자산 지표	<ul style="list-style-type: none"> ◦고전문학 ◦예술 작품 ◦시집 ◦미술, 음악, 디자인 관련 서적 ◦악기 2점척도 5문항 응답결과로 산출된 표준화 지표(CULTPOSS)
과학 관련 정의적 특성	도구적 동기	<ul style="list-style-type: none"> ◦과학 과목은 내가 나중에 하고 싶은 일을 하는 데 도움이 될 것이므로 노력할 가치가 있다. ◦내가 과학 과목에서 배운 많은 것은 취업에 도움이 될 것이다. 등 4점 척도 4문항 응답결과로 산출된 표준화 지표(INSTSCIE)
	자아효능감	<ul style="list-style-type: none"> ◦병을 치료할 때 항생제가 하는 역할 설명하기 ◦산성비 형성에 대한 두 가지 설명 중 더 나은 것을 식별하기 등 과제를 혼자 힘으로 얼마나 쉽게 해낼 수 있다고 생각하는지에 대한 4점 척도 8문항 응답결과로 산출된 표준화 지표(SCIEEFF)
	흥미	<ul style="list-style-type: none"> ◦생물계 ◦운동과 힘 ◦우주와 우주의 역사 ◦에너지와 에너지의 전환 등 과학 관련 주제에 어느 정도 흥미가 있는지에 대한 4점 척도 5문항 응답결과로 산출된 표준화 지표(INTBRSCI)
	교사 주도형 수업	<ul style="list-style-type: none"> ◦선생님은 우리의 질문에 대해 논의하신다. ◦선생님은 과학적인 아이디어를 설명하신다. 등 4점 척도 4문항 응답결과로 산출된 표준화 지표(TDTEACH)
과학 교수 방법	피드백 제공 수업	<ul style="list-style-type: none"> ◦선생님은 내가 이 과학 과목에서 보이고 있는 성취수준에 대해 말씀해 주신다. ◦선생님은 나에게 어떤 영역에서 성취도를 더 높일 수 있는지에 대해 말씀해주신다. 등 4점 척도 5문항 응답결과로 산출된 표준화 지표(PERFEED)
	맞춤형 수업	<ul style="list-style-type: none"> ◦선생님은 학생의 요구와 지식 수준에 맞추어 수업을 진행하신다. ◦선생님은 주제나 과제를 이해하지 못하는 학생들을 위해 개별적인 도움을 제공해 주신다. ◦선생님은 대부분의 학생이 이해하기 어려운 주제에 대한 수업을 할 때 수업 내용이나 방식을 바꾸신다. 4점 척도 3문항 응답결과로 산출된 표준화 지표(ADINST)
	탐구 기반 수업	<ul style="list-style-type: none"> ◦학생들은 과학 문제에 대해 토론해야 한다. ◦학생들에게 자신의 생각을 설명할 기회가 주어진다. ◦학생들은 자신이 한 실험으로부터 결론을 도출해야 한다. ◦학생들은 아이디어를 점검하기 위해 탐구 조사할 것을 요구 받는다. 등 4점 척도 9문항 응답결과로 산출된 표준화 지표(IBTEACH)

* 출처: 조성민 외(2018, pp. 243~247)

다. 학교수준 설명변수

<표 2>에 제시된 것과 같이, 모형에 포함된 학교수준 설명변수는 크게 학교 여건과 학교 풍토로 구분할 수 있다. 학교 여건 요인은 과학 자원, 교사 1인당 학생 수의 2개 변수로 구성하였다. 과학 자원은 우수한 과학 교사, 실험실 등 과학 관련 자원이 풍부하게 마련되어 있는지를 나타내는 변수이다. 교사 1인당 학생 수는 기간제 교사 수에 가중치 0.5를 곱하여 산출된 값이다. 학교 풍토 요인은 학교 분위기를 저해하는 학생 및 교사 요인 변수로 구성되었다. 두 변수는 모두 제시된 각 문제가 학생들의 학습에 어느 정도 지장을 주는지에 대한 학교장의 인식을 나타내며, 각 문제에 대해 4점 척도(전혀 없다, 별로 없다, 약간 있다, 많이 있다)로 응답한 결과를 토대로 산출된 PISA 표준화 지표이다.

<표 2> 모형에 투입된 학교수준 설명변수

구분	변수	설명
학교 여건	과학 자원	<ul style="list-style-type: none"> ◦과학 과목 수업을 지원하도록 돕는 별도의 실험실 직원이 있다. ◦과학 과목 실습 활동을 위한 자료들이 잘 준비되어 있다.
	교사 1인당 학생 수	등 2점 척도 8문항 응답결과로 산출된 표준화 지표(SCIERS) 학생 수 / (정규 교사 수 + 기간제 교사 수 × 0.5) (STRATIO)
학교 풍토	학교 분위기 저해하는 학생 요인	<ul style="list-style-type: none"> ◦무단결석 ◦수업 불참 ◦교사에 대한 학생의 존경심 부족 ◦학생의 음주 또는 약물 복용 ◦학생 간 괴롭힘 또는 폭력 문제
	학교 분위기 저해하는 교사 요인	<ul style="list-style-type: none"> ◦장기 결근 ◦변화나 개혁에 저항하는 교직원 ◦수업준비 부족 ◦학생들에게 지나치게 엄격한 교사 ◦학생 개개인의 요구에 부합하지 못하는 교사

* 출처: 조성민 외(2018, p. 248)

라. 기술통계

앞서 언급한 것처럼 학생수준 설명변수 중에서 학생 성별을 제외한 이외의 변수들은 모두 PISA 표준화 지표이기 때문에 OECD 평균인 0을 기준으로 각 변수의 평균을 비교해볼 수 있다. <표 3>에 제시한 설명변수의 기술통계치를 살펴보면, 우리나라 만 15세 학생들의 과학에 대한 흥미, 가정 내 교육자원 지표, 4가지 과학 교수방법이 모두 OECD 평균보다 낮은 것을 알 수 있다. 특히, 과학 교수방법 중 맞춤형 수업에 비해 교사 주도형 수업, 피드백 제공 수업과 탐구 기반 수업의 빈도가 더 낮은 것을 알 수 있다. 학생들은 주로 과학 수업에서 이들 교수방법이 일부 수업에서 이뤄지거나 거의 일어나지 않는다고 응답한 경우가 많았다. 반면, 이

위의 변수들은 모두 OECD 평균보다 높거나 유사하게 나타났다. 학생 성별 변수의 평균은 0.5이며, 이는 분석에 포함된 여학생 비율이 약 50%라는 정보를 제공한다. 학교수준의 설명변수 중에서 과학 자원은 8가지 항목 중 평균적으로 5.29개 항목 정도를 보유하고 있는 것을 알 수 있다. 교사 1인당 담당하는 학생 수는 약 15명 정도로 나타났다. 학교 분위기를 저해하는 학생 및 교사 요인은 모두 OECD 평균보다 낮았다.

<표 3> 모형에 투입된 학생 및 학교수준 설명변수의 기술통계치

구분	변수	평균	(표준편차)	최소값	최대값
학생수준					
학생 배경	학생 성별	0.50	(0.50)	0.00	1.00
	가정 교육자원 지표	-0.06	(0.95)	-4.37	1.18
	가정 문화적 자산 지표	0.43	(1.03)	-1.71	2.56
과학 관련 정의적 특성	도구적 동기	0.06	(1.01)	-1.93	1.74
	자아효능감	0.02	(1.19)	-3.76	3.28
	흥미	-0.04	(0.96)	-2.55	2.56
과학 교수방법	교사 주도형 수업	-0.59	(1.04)	-2.45	2.08
	피드백 제공 수업	-0.38	(1.04)	-1.53	2.50
	맞춤형 수업	-0.05	(1.01)	-1.97	2.05
	탐구 기반 수업	-0.62	(1.14)	-3.34	3.18
학교수준					
학교 여건	과학 자원	5.29	(1.89)	0.00	8.00
	교사 1인당 학생 수	15.05	(3.04)	2.92	23.14
학교 풍토	학교 분위기 저해하는 학생 요인	-0.29	(1.17)	-2.39	3.07
	학교 분위기 저해하는 교사 요인	-0.49	(0.99)	-2.12	2.24

IV. 연구 결과

1. 위계선형모형 분석 결과

PISA 2015에 나타난 우리나라 만 15세 학생들의 과학 성취에 미치는 과학 관련 정의적 특성과 과학 교수방법의 영향에 대해 파악하기 위해 위계선형모형을 적용하여 분석한 결과를

<표 4>에 제시하였다. 먼저, ‘모형 1’은 기초모형을 적용한 것으로, 학생수준 및 학교수준 분산이 각각 6493.534, 2079.020으로 나타났고, 이를 토대로 산출한 ICC 값은 0.242이다. 이것은 우리나라 학생들의 과학 성취도 점수 차이의 약 24.2%는 학교수준 변수로 설명될 수 있음을 의미한다. 학교수준 분산의 통계적 가설 검정 결과를 살펴보면 학교에 따라 학생들의 과학 성취도 분산에 차이가 있음을 알 수 있으며, 본 연구의 목적에 맞는 분석을 수행하기 위해 2수준 다층모형을 적용하여 분석을 수행하는 것이 적절하다고 판단할 수 있다.

이어서 학생 배경 변수가 투입된 ‘모형 2’ 분석 결과를 살펴보면, 학생 성별에 따른 차이가 통계적으로 유의하게 나타나지 않은 반면, 가정의 교육자원 및 문화적 자산 지표는 과학 성취에 정적인 영향을 주는 것으로 나타났다. 즉, 가정 내 활용 가능한 교육자원과 문화적 자산이 많을수록 과학 성취가 높아지는 것으로 나타났다.

‘모형 3’은 이전 모형에 학교 여건 변수를 투입한 모형이다. 모형에 추가된 학교 여건 변수 중 과학 자원의 영향은 통계적으로 유의하게 나타나지 않았으나, 교사 1인당 학생 수는 과학 성취도 점수에 정적인 영향을 주는 것으로 나타났다. 즉, 교사 1인당 학생 수가 증가할수록 학생들의 과학 성취도 점수가 높아지는 것으로 나타났다.

‘모형 4’는 이전 모형에 과학 관련 정의적 특성과 과학 교수방법 변수를 투입한 것으로, 학생 배경 변수 중에서는 학생 성별, 가정의 교육자원 및 문화적 자산 지표의 영향이 모두 통계적으로 유의하게 나타났다. 또한 모형에 추가된 과학 관련 정의적 특성 변수도 모두 통계적으로 유의미한 영향력이 있는 것으로 나타났다. 즉, 과학에 대한 도구적 동기, 과학에 대한 자아 효능감, 과학에 대한 흥미가 증가할수록 과학 성취도 점수가 높아지는 것으로 나타났다. 과학 교수방법 중 피드백 제공 수업과 탐구 기반 수업은 부적 영향을 미치는 것으로 나타난 반면, 교사 주도형 수업과 맞춤형 수업은 학생들의 과학 성취도 점수에 정적 영향을 미치는 것으로 나타났다. 즉, 학생들이 인식하는 교사 주도형 수업, 맞춤형 수업의 빈도가 높을수록 학생들의 과학 성취도 점수가 높아지는 것으로 나타났다.

‘모형 5’는 이전 모형에 학교 풍토 변수가 투입된 최종 연구모형으로, 학생들의 과학 성취도 점수에 대한 학생수준 변수와 학교 여건 변수의 영향은 이전 모형에서와 동일하게 나타났다. 모형에 추가된 학교 풍토 변수 중에서 학교 분위기를 저해하는 교사 요인의 영향은 통계적으로 유의하게 나타나지 않았으며, 학교 분위기를 저해하는 학생 요인은 과학 성취에 부적 영향을 미치는 것으로 나타났다. 즉, 지각, 결석 등 학교 분위기를 저해하는 학생 요인이 큰 학교에 소속된 학생일수록 과학 성취도 점수가 낮아지는 것으로 나타났다. 따라서 최종모형에서 산출된 결과를 통해 학생 배경 변수와 학교 여건 및 풍토 변수가 통제되었을 때 과학 관련 정의적 특성과 과학 교수방법이 학생들의 과학 성취에 모두 유의하게 영향을 미치는 것을 알 수 있다. 이에 더불어 ‘모형 1’에 해당하는 기초모형 대비 본 연구에서 고려한 모든 설명변수가 투입된 ‘모형 5’에서의 설명력 변화를 살펴보면, 학생수준 분산의 약 15.2%, 학교수준 분산 중 약 62.7%를 더 설명하는 것으로 나타났다.

<표 4> 위계선형모형 분석 결과

구분	모형1		모형2		모형3		모형4		모형5	
	회귀계수	(S.E.)	회귀계수	(S.E.)	회귀계수	(S.E.)	회귀계수	(S.E.)	회귀계수	(S.E.)
고정효과										
절편	520.10 ***	(3.87)	520.44 ***	(3.52)	520.67 ***	(3.21)	521.63 ***	(2.82)	521.66 ***	(2.49)
학생 배경	학생 성별		-4.30	(3.56)	-4.74	(3.53)	-7.42 *	(3.40)	-8.69 *	(3.35)
	가정 교육자원 지표		7.42 ***	(1.53)	7.38 ***	(1.54)	4.92 **	(1.48)	4.84 **	(1.47)
	가정 문화적 자산 지표		10.66 ***	(1.36)	10.61 ***	(1.36)	7.87 ***	(1.36)	7.79 ***	(1.36)
과학 관련 정의적 특성	도구적 동기						7.10 ***	(1.41)	7.18 ***	(1.41)
	자아효능감						9.74 ***	(1.28)	9.74 ***	(1.28)
	흥미						13.33 ***	(1.64)	13.30 ***	(1.64)
과학 교수 방법	교사 주도형 수업						3.86 *	(1.48)	3.78 *	(1.48)
	피드백 제공 수업						-20.22 ***	(1.41)	-20.07 ***	(1.42)
	맞춤형 수업						10.46 ***	(1.49)	10.35 ***	(1.49)
	탐구 기반 수업						-11.25 ***	(1.40)	-11.33 ***	(1.39)
학교 여건	과학 자원			3.00	(1.90)	2.63	(1.68)	2.18	(1.42)	
	교사 1인당 학생 수			5.35 ***	(1.04)	4.47 ***	(0.90)	3.84 ***	(0.84)	
학교 풍토	학교 분위기 저해하는 학생 요인							-14.76 ***	(2.34)	
	학교 분위기 저해하는 교사 요인							3.30	(2.85)	
무선효과										
학생수준 분산	6493.534		6327.012		6326.525		5504.618		5503.492	
학교수준 분산	2079.020***		1686.065***		1378.969***		1022.851***		775.863***	

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

2. 일반화 위계선형모형 분석 결과

PISA 2015에서 과학 성취도가 ‘2수준 미만’인 과학 하위수준 집단에 속할 확률에 미치는 과학 관련 정의적 특성과 과학 교수방법의 영향을 파악하기 위해 일반화 위계선형모형을 적용하여 분석한 결과를 <표 5>에 제시하였다. 먼저, ‘모형 1’은 설명변수가 투입되지 않은 기초모형으로, 과학 하위수준 집단 여부에 대한 학교수준 분산은 1.163이고 통계적으로 유의미

하므로 과학 하위수준 집단 여부가 학교마다 차이가 있음을 알 수 있다.

‘모형 2’는 학생 배경 변수가 투입된 모형이며, 학생 성별에 따른 차이가 통계적으로 유의하게 나타나지 않았으나, 가정의 교육자원 및 문화적 자산 지표는 유의한 영향을 주는 것으로 나타났다. 즉, 사전, 공부용 책상, 학교 공부에 참고할 수 있는 책 등을 비롯하여 공부에 활용할 수 있는 가정 내 교육자원이 많을수록 과학 하위수준 집단에 속할 확률이 낮았다. 또한 고전문학, 시집, 악기 등을 비롯하여 활용 가능한 가정 내 문화적 자산이 많을수록 그렇지 않은 학생에 비해 과학 하위수준 집단에 속할 확률이 낮은 것으로 나타났다.

‘모형 3’은 이전 모형에 학교 여건 변수가 투입된 것으로, 모형에 추가된 학교 여건 변수 중에서 과학 자원의 영향은 유의하지 않은 것으로 나타난 반면, 교사 1인당 학생 수의 영향은 유의한 것으로 나타났다. 즉, 교사 1인당 담당하는 학생의 수가 적을수록 하위집단에 속할 확률이 높은 것으로 나타났다. 이것은 앞서 <표 4>에 제시된 위계선형모형 분석 결과에서 교사 1인당 담당하는 학생의 수가 많아질수록 학생들의 과학 성취도 점수가 증가한 것과 같은 맥락으로 이해할 수 있다. 즉, 이러한 결과는 교육 환경이 열악한 곳일수록 교사 1인당 담당하는 학생 수가 적기 때문인 것으로 파악된다.

이어서 ‘모형 4’는 이전 모형에 학생들의 과학 관련 정의적 특성 변수와 과학 교수방법 변수가 투입된 모형이다. 모형에 추가된 과학 관련 정의적 특성 변수 중에서는 과학에 대한 도구적 동기의 영향은 유의하지 않게 나타났으나, 과학에 대한 자아효능감과 흥미의 영향은 유의한 것으로 나타났다. 즉, 과학에 대한 흥미와 자아효능감이 높을수록 과학 하위수준 집단에 속할 확률이 더 낮은 것으로 나타났다. 과학 교수방법 변수 중에서는 교사 주도형 수업의 영향은 유의하지 않은 것으로 나타났으나, 학생들이 인식하는 피드백 제공 수업과 탐구 기반 수업의 빈도가 높을수록 준거 집단에 비해 과학 하위수준 집단에 속할 확률이 더 높게 나타났다. 또한 학생들이 인식하는 맞춤형 수업의 빈도가 높을수록 과학 하위수준 집단에 속할 확률이 더 낮은 것으로 나타났다.

‘모형 5’는 이전 모형에 학교 풍토 변수를 투입한 최종 연구모형으로, 학생수준 변수로 투입된 학생 배경 변수, 과학 관련 정의적 특성 변수, 과학 교수방법 변수, 그리고 학교수준 변수로 투입된 학교 여건 변수의 영향은 이전 모형에서와 동일하게 나타났다. 모형에 추가된 학교 풍토 변수 중에서는 학교 분위기를 저해하는 교사 요인의 영향은 유의하지 않게 나타났으나, 학생 간 괴롭힘 등을 비롯한 학교 분위기를 저해하는 학생 요인이 큰 학교에 재학하는 학생일수록 준거 집단에 비해 과학 하위수준 집단에 속할 확률이 더 높게 나타났다. 따라서 최종 모형의 결과를 통해 학생의 배경, 학교 여건 및 풍토 변수를 통제했을 때 과학에 대한 자아효능감과 흥미, 과학 교수방법 중에서 맞춤형 수업, 피드백 제공 수업과 탐구 기반 수업이 과학 하위수준 집단에 속할 확률에 유의하게 영향을 미치는 것을 알 수 있다. 이에 더불어 ‘모형 1’에 해당하는 기초모형 대비 본 연구에서 고려한 모든 설명변수가 투입된 ‘모형 5’에서의 설명

력 변화를 살펴보면, 기초모형에서의 학교수준 분산인 1.163과 비교했을 때 0.559로 감소하였다. 즉, 48.1%의 과학 하위수준 집단 가능성이 모형에 투입된 설명변수에 의해 설명되었다.

<표 5> 일반화 위계선형모형 분석 결과

구분	모형1		모형2		모형3		모형4		모형5	
	승산비	(S.E.)	승산비	(S.E.)	승산비	(S.E.)	승산비	(S.E.)	승산비	(S.E.)
고정효과										
절편	0.11 ***	(0.11)	0.10 ***	(0.10)	0.10 ***	(0.10)	0.09 ***	(0.09)	0.09 ***	(0.09)
학생 배경	학생 성별		0.87	(0.12)	0.89	(0.12)	0.98	(0.13)	1.04	(0.13)
	가정 교육자원 지표		0.84 *	(0.06)	0.85 *	(0.07)	0.86 *	(0.07)	0.87 *	(0.07)
	가정 문화적 자산 지표		0.76 ***	(0.07)	0.76 **	(0.07)	0.78 **	(0.07)	0.79 **	(0.08)
과학 관련 정의적 특성	도구적 동기						0.96	(0.07)	0.96	(0.07)
	자아효능감						0.87 **	(0.05)	0.87 **	(0.05)
	흥미						0.75 ***	(0.07)	0.75 ***	(0.07)
과학 교수 방법	교사 주도형 수업						0.90	(0.07)	0.90	(0.07)
	피드백 제공 수업						1.77 ***	(0.07)	1.76 ***	(0.07)
	맞춤형 수업						0.75 ***	(0.07)	0.75 ***	(0.07)
	탐구 기반 수업						1.23 **	(0.07)	1.23 **	(0.07)
학교 여건	과학 자원				0.92	(0.05)	0.92	(0.05)	0.94	(0.05)
	교사 1인당 학생 수				0.89 ***	(0.03)	0.90 ***	(0.03)	0.91 **	(0.03)
학교 풍토	학교 분위기 지해하는 학생 요인								1.42 ***	(0.08)
	학교 분위기 지해하는 교사 요인								0.95	(0.09)
무선효과										
분산	1.163		0.965		0.804		0.687		0.559	
SD	1.079		0.982		0.897		0.829		0.748	
χ^2	758.420***		649.053***		554.599***		484.374***		408.208***	

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

V. 결론 및 논의

본 연구에서는 학생 배경, 학교 여건, 학교 풍토 변수가 통제되었을 때 과학 관련 정의적 특성과 교수방법이 학생들의 과학 성취에 미치는 영향에 대해 파악하기 위해 PISA 2015 데이터를 활용하여 위계선형모형 분석을 실시하였다. 또한 일반화 위계선형모형 분석을 통해 과학 관련 정의적 특성과 교수방법이 과학 하위수준 집단에 속할 확률에 미치는 영향에 대해서도 탐색함으로써 과학 학습부진학생의 지도를 위한 시사점을 얻고자 하였다. 본 연구의 결과를 토대로 한 결론 및 시사점은 다음과 같다.

첫째, 우리나라 학생들의 과학에 대한 흥미는 전반적으로 OECD 평균보다 낮은 수준으로 나타났으나, 그럼에도 불구하고 과학에 대한 흥미가 높을수록 과학 성취도 점수가 통계적으로 유의미하게 높아지는 것으로 나타났다. 과학에 대한 도구적 동기와 자아효능감도 학생들의 과학 성취에 긍정적인 영향을 미치는 변수로 파악되었다. 이러한 결과는 우연경과 김성일(2015), 임유나(2014) 등의 선행연구 결과와도 일치하며, 학생 및 학교수준의 여러 환경적 요소들을 모두 통제한 이후에도 과학에 대한 정의적 특성의 영향이 통계적으로 유의미하다는 것이므로 학생들의 과학 성취에 대한 실질적 효과를 보여주는 것으로 파악할 수 있다. 뿐만 아니라 학생들의 과학에 대한 자아효능감과 흥미는 과학 하위수준 집단에 속할 확률에도 유의미한 영향을 미치는 것으로 파악되었다. 즉, 과학에 대한 자아효능감과 흥미가 높을수록 과학 하위수준 집단에 속할 확률이 더 낮은 것으로 파악되었다. 따라서 학생들의 전반적인 과학 성취의 향상뿐 아니라 과학 하위수준 집단의 학생들이 더 높은 성취수준으로 향상되기 위해서 과학 관련 과제를 혼자 힘으로 성공적으로 해내고 다양한 과학 관련 주제에 관심과 흥미를 가질 수 있는 기회와 경험의 제공이 필요하며, 이를 위한 적절한 교수방법이 마련될 필요가 있다. 그러나 과학 교과에서 배우는 내용이 미래의 진로를 위해 필요하다는 가치인식은 학생들의 전반적인 과학 성취의 향상에는 긍정적인 영향을 미치는 반면, 과학 하위수준 집단과 준거 집단 간 차이를 결정하는 데 있어서 주된 역할을 담당하지 않는 것으로 나타난 연구 결과에 기초하여 학생들의 성취수준에 따라 차별적인 접근을 할 필요가 있음을 시사한다.

둘째, 과학 수업이 맞춤형 수업의 형태로 진행되는 정도가 OECD 평균보다 다소 낮았으나, 연구에 고려된 4가지 교수방법 중에서 학생들이 인식하는 맞춤형 수업의 빈도가 가장 높았다. 이에 덧붙여 과학 교수방법 중에서 맞춤형 수업은 학생들의 전반적인 과학 성취의 향상뿐 아니라 과학 하위수준 집단 학생들이 더 높은 성취수준으로 향상하는 데 긍정적인 영향을 미치는 것으로 파악되었다. 이러한 결과는 이경희 외(2014), 홍선주와 김태은(2010)에 나타난 연구

결과와도 일치하며, 과학 수업에서 수업 중 보조교사를 통한 개별 지도 등 학생 중심 교육의 취지에서 비롯된 여러 학습 지원을 지속할 필요가 있음을 시사한다. 이와 같은 맞춤형 수업의 적용을 위해 개별 학생들의 특성을 잘 파악하는 것이 무엇보다 중요하며, 특히 이경희 외(2014)의 연구에서 진행된 바와 같이 학습부진의 해소를 위해 학생들의 학습부진 원인을 파악하여 맞춤형 지도를 위한 맞춤형 프로그램의 개발 및 활용이 고려될 수 있다.

셋째, PISA 2015 설문 응답에서 피드백 제공 수업과 탐구 기반 수업이 가끔 일어나거나 거의 일어나지 않는다고 응답한 학생의 비율이 높았다. 노현정과 손원숙(2015)의 연구에서 지적한 것과 같이 학교급이 올라감에 따라 가르쳐야 할 수업 내용이 많아지게 되면서 교수방법이 주로 지식의 전달에 초점이 맞춰지게 되므로 수업 중 교사의 피드백이 감소하게 될 수 있다. 탐구 기반 수업의 경우에도 과학 수업 중에 학생들이 과학 문제에 대해 토론을 하고, 탐구 활동을 위해 교사의 개입을 최소화하여 학생들 스스로 실험을 설계하거나 실험 내용을 통해 결론을 도출하는 등 설문에 제시된 탐구 기반 수업의 형태가 실제 학교 현장의 모습과 차이를 보이는 것으로 파악할 수 있다. 또한 피드백 제공 수업과 탐구 기반 수업은 학생들의 전반적인 과학 성취뿐 아니라 과학 하위수준 집단 학생들의 성취수준 향상에도 부적인 영향을 미치는 것으로 파악되었다. 이러한 결과는 PISA 2015 자료를 분석한 김동욱과 손원숙(2018), 구자욱과 구남욱(2018)의 연구에서 나타난 결과와도 일치한다. 따라서 후속연구를 통해 피드백 제공 수업과 탐구 기반 수업이 학생들의 과학 성취에 부적인 영향을 미치는 이유에 대해 보다 구체적으로 파악하고, 부정적인 요인을 최소화할 수 있도록 개선할 수 있는 방안을 마련할 필요가 있다.

넷째, 교사 주도형 수업은 학생들의 전반적인 과학 성취의 향상에는 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났으나, 과학 하위수준 집단 학생들의 성취수준 향상에는 유의한 영향을 미치지 못하는 것으로 파악되었다. 이러한 결과는 임현정과 김양분(2012)의 연구에서 지적된 것과 같은 맥락으로 과학 상위수준 집단 학생과 하위수준 집단 학생에 대한 교수방법의 효과가 다를 수 있음을 시사한다. 또한 고소영(2019)의 연구에서 교사 주도형 수업의 경우 특히 학업 성취가 낮은 학생들에게 효과가 있다고 언급하고 있으나 본 연구의 결과에서는 이와 다른 결과가 산출되었다. 동일한 수업을 받은 학생들 중에서도 수업을 다르게 인식할 수 있으나, 이러한 결과는 실제 학교 현장에서 교사 주도형 수업이 효과적으로 수행되지 못하고 있음을 나타내는 결과일 수 있다. 따라서 후속 연구를 통해 좀 더 세밀하게 교사 주도형 수업과 학업 성취 간 관계를 구조적으로 살펴볼 필요가 있으며, 실제 학교 현장에서 교사 주도형 수업의 적용이 일반 학생들의 학업 지도뿐 아니라 학습부진학생의 지도에도 도움이 되도록 개선점을 찾기 위한 노력이 필요하다.

참 고 문 헌

- 고소영 (2019). CSA를 활용한 직접교수법이 수학학습부진학생의 곱셈과 나눗셈 능력에 미치는 영향 분석. 석사학위논문. 전주교육대학교 교육대학원, 전주.
- 교육부 (2013). **만 15세 대상의 국제 학업성취도 평가 (PISA 2012) 결과 발표**. 교육부 보도자료(2013.12.3.).
- 교육부 (2015a). **제2차 수학교육 종합 계획 발표**. 교육부 보도자료(2015.3.16.).
- 교육부 (2015b). **2015 개정 교육과정 총론 및 각론 확정·발표**. 교육부 보도자료(2015.9.23.).
- 교육부 (2015c). **과학과 교육과정**. 교육부 고시 제 2015-74호 [별책 9].
- 교육부 (2016a). **수학·과학 성취도 추이변화 국제비교 연구(TIMSS 2015) 결과 발표**. 교육부 보도자료(2016.11.29.).
- 교육부 (2016b). **OECD, 학업성취도 국제 비교 연구(PISA 2015) 결과 발표**. 교육부 보도자료(2016.12.6.).
- 교육부 (2017). **지능정보시대 생각하는 힘을 키우는 수학교육 성과 공유**. 교육부 보도자료 (2017.1.24.).
- 구자욱, 구남욱 (2018). PISA 2015 과학 영역에 나타난 학생 성취수준 집단 및 성별에 따른 교육맥락 변인의 특성 및 영향력 분석. **과학교육연구지**, 42(2), 165-181/
- 구자욱, 김성숙, 임해미, 박혜영, 한정아 (2015). **OECD 국제 학업성취도 평가 연구: PISA 2015 본검사 시행 보고서**. 연구보고 RRE 2015-6-2, 한국교육과정평가원.
- 김경희, 김수진, 김남희, 박선용, 김지영, 박효희, 정송 (2008). **국제 학업성취도 평가(TIMSS/PISA)에 나타난 우리나라 중·고등학생의 성취 변화의 특성**. 연구보고 RRE 2008-3-1, 한국교육과정평가원.
- 김동욱, 손원숙 (2018). 고등학교 과학 교과 수업의 질과 정의·인지적 성취와의 관계: PISA 2015. **교육평가연구**, 31(3), 729-752.
- 김성일, 윤미선, 소연희 (2008). 한국 학생의 학업에 대한 흥미: 실태, 진단 및 처방. **한국심리학회지: 사회문제**, 14(1), 187-221.
- 김주영, 장재홍, 박인우 (2017). 학생들이 인식하는 교사특성이 학생들의 수업태도, 자기주도 학습, 학업성취도에 미치는 영향. **중등교육연구**, 65(4), 731-758.
- 김희경, 한정아 (2018). 중학교 학생의 국어·수학 학업성취 프로파일에 영향을 미치는 비인지적 특성 탐색: 인지진단모형과 구조방정식모형의 적용. **교육평가연구**, 31(1), 1-27.
- 노현중, 손원숙 (2015). 교사의 숙제 피드백이 학생의 자기조절학습, 과제가치, 학습태도 및 학업성취도에 미치는 영향. **교육평가연구**, 28(3), 879-902.

- 박선화, 상경아 (2011). 초·중·고등학교 학생의 수학에 대한 태도 특성 및 영향 요인. **학교수학**, 13(4), 697-716.
- 박인용, 이광상, 임해미, 서민희, 김부미, 전경희 (2016). 국가수준 학업성취도 평가의 수학과 정의적 영역 기준 및 지표 산출 방안. 연구보고 RRE 2016-14, 한국교육과정평가원.
- 박현정, 손윤희, 홍유정 (2018). 과학 수업에서의 탐구 활동 및 교사 피드백에 대한 학생 인식 유형: 학생-학교수준 영향요인 및 정의적 특성 분석. **교육평가연구**, 31(3), 557- 582.
- 손원숙, 김경희, 박정, 박효희 (2009). 한국, 핀란드, 홍콩-중국의 과학성취 모형 비교. **교육평가연구**, 22(1), 129-149.
- 양일호, 정진우, 김영신, 김민정, 조현준 (2006). 중등학교 과학 실험 수업에 한 실험 목적, 상호 작용, 탐구 과정의 분석. **한국지구과학회지**, 27(5), 509-520.
- 양희선, 김현섭 (2017). 중학교 과학 수업에서 피드백 기반 실험수업 모형의 적용 효과. **현장과학교육**, 11(2), 246-259.
- 어선숙 (2004). 탐구수업이 과학학습 성취도와 과학 관련 정의적 특성에 미치는 효과. **강원과학교육연구회지**, 9(1), 13-22.
- 온정덕 (2013). 이해중심 교육과정과 맞춤형 수업의 통합: 초등예비교사들의 현장 적용을 중심으로. **한국초등교육**, 24(1), 25-41.
- 우연경, 김성일 (2015). 수학과 영어 교과에서의 학습동기, 학업참여 및 학업성취 간 구조적 관계. **교육방법연구**, 27(2), 253-273.
- 윤미선, 김성일 (2003). 중·고생의 교과흥미 구성요인 및 학업성취와의 관계. **교육심리연구**, 17(3), 271-290.
- 이경희, 한미정, 김민정, 최병순 (2014). 중학교 과학학습 부진 유형별 맞춤형 프로그램의 개발 및 적용 효과. **한국과학교육학회지**, 34(5), 421-436.
- 이광상, 임해미, 박인용, 서민희, 김부미 (2016). 국가수준 학업성취도 평가의 수학과 정의적 영역 설문 문항 개선 방안. KICE 이슈페이퍼 ORM 2016-26-1, 한국교육과정평가원.
- 이대식 (2004). 학습장애 및 학습부진 문제 해결을 위한 직접교수법의 이론과 활용방안: 직접교수법의 의미와 주요 특징. **학습장애연구**, 1(1), 133-161.
- 이민찬, 길양숙 (1998). 수학 학습에 영향을 미치는 정의적 특성의 학년별 변화 및 성별·성취 집단별 차이. **수학교육**, 37(2), 147-158.
- 이빛나, 손원숙 (2019). 과학 실험수업에서 형성평가의 역할 탐색: PISA 2015 한국, 싱가포르, 캐나다의 국제비교. **교육평가연구**, 32(4), 649-670.
- 이현주, 최경희, 남정희 (2000). 형성평가의 피드백 유형이 학생들의 과학 성취와 태도, 교사-학생 상호작용에 미치는 영향. **한국과학교육학회지**, 20(3), 479-490.

- 이희숙, 정제영 (2011). 교사특성이 학생의 학업성취에 미치는 영향 분석- TIMSS 2007의 교사 전문성 개발 노력 변인을 중심으로. **한국교원교육연구**, 28(1), 243-266.
- 임선아, 이지수 (2016). 수학적취도의 예측변인으로서의 정의적 요인 검증: OECD 수학적취도 상위 10개국 비교 연구. **교육평가연구**, 29(2), 357-382.
- 임유나 (2014). 우리나라 중학생의 과학 정의적 특성 추이 및 과학 학업성취와의 상관과 영향력 분석: TIMSS 2003, 2007, 2011 결과를 활용하여. **학습자중심교과교육연구**, 14(6), 1-21.
- 임유나, 최한울, 이해정, 윤완석 (2013). 이해중심 교육과정과 맞춤형 수업의 통합 가능성 탐색: 초등사회과 역사 영역을 중심으로. **학습자중심교과교육연구**, 13(2), 61-83.
- 임현정, 김양분 (2012). 교사 및 교수·학습활동 요인이 학업성취수준 도달에 미치는 차별적 효과. **교육평가연구**, 25(1), 1-21.
- 임효진 (2012). 중고생의 영어 및 과학교과 흥미의 변화와 영향요인 분석. **교육학연구**, 50(3), 151-175.
- 정혜경, 김명화, 김희경, 서민희, 박민규, 임효진 (2018). 표집평가 전환에 따른 국가수준 학업성취도 평가 개선 방안 연구. 연구보고 RRE 2018-9, 한국교육과정평가원.
- 조성민, 김현정, 이소연, 구남옥, 이인화 (2018). PISA 2015 상위국 성취 특성 및 교육맥락 변인과의 구조적 관계 분석. 연구보고 RRE 2018-2, 한국교육과정평가원.
- 최승현, 박상욱, 황혜정 (2014). PISA와 TIMSS 결과에 나타난 우리나라 학생의 정의적 성취 실태 분석: 수학 교과를 중심으로. **한국학교수학회논문집**, 17(1), 23-43.
- 최승현, 황혜정 (2014). 수학 교과에서의 정의적 특성 요인의 의미 및 지도 방안 탐색. **수학교육논문집**, 28(1), 19-44.
- 최영인, 홍선주, 박재현 (2019). 국어과 예비교사를 위한 데이터 기반 맞춤형 수업 설계 프로그램 개발 연구. **교사교육연구**, 58(2), 221-236.
- 홍선주, 김태은 (2010). 맞춤형 학습의 효과적 방안에 대한 인식 조사. **초등교육연구**, 23(2), 309-334.
- 황신영, 정영란 (2014). 교사피드백이 포함된 과학글쓰기 프로그램이 중학생의 창의성 신장에 미치는 영향. **교과교육학연구**, 18(1), 57-71.
- Bergin, D. A. (1999). Influence on classroom interest. *Educational Psychology*, 34(2), 87-98.
- Bandura, A. (1977). Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological review*, 84(2), 191-215.
- Felder, R. M. (1993). Reaching the second tier: learning and teaching styles in college science education. *Journal of College Science Teaching*, 23(5), 286-290.
- Goldin, G. A. (2002). Affect, meta-affect, and mathematical belief structures. In G. C.

- Leder, E. Pehkonen, & G. Torner(Eds.), *Beliefs: A hidden variable in mathematics education?* (pp.59-72). Netherlands.
- Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The power of feedback. *Review of Educational Research*, 77(1), 81-112.
- Hidi, S. & Renninger, K. A. (2006). The four-phase model of interest development. *Educational Psychologist*, 41(2), 111-127.
- Krapp, A., Hidi, S., & Renninger, K. A. (1992). Interest, Learning and Development. In K. A. Renninger, S. Hidi, & A. Krapp (Eds.), *The role of interest in learning and development* (pp. 3-25). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- McLeod, D. B. (1992). Research on affect in mathematics education: A reconceptualization. In D. A. Grouws (Eds.), *Handbook Research on Mathematics Teaching and Learning* (pp.575-596). New York: Macmillan.
- Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Ruddock, G. J., O'Sullivan, C. Y., Arora, A., & Erberber, E. (2005). *TIMSS 2007 Assessment Framework*. TIMSS & PIRLS International Study Center, Lynch School of Education. Boston College.
- National Science Foundation (2000). *An introduction to inquiry*. In Inquiry: Thoughts, views, and strategies for the K-5 classroom (Vol. 2, pp. 1-5). Washington, DC: Author.
- OECD (2016). *PISA 2015 Results (Volume I): Excellence and Equity in Education*. Paris: OECD Publishing.
- OECD (2017). *PISA 2015 Technical Report*. Paris: OECD Publishing.
- Pokey, P. A. (1996). Strategy use, motivation, and math achievement in high school students. In M. Carr (Ed.), *Motivation in mathematics* (pp. 157-169). Cresskill, NJ: Hampton Press.
- Rosenshine, B. V. (1986). Synthesis of research on explicit teaching. *Educational Leadership*, 43(7), 60-69.
- Stallings, J. (1987). *Longitudinal findings for early childhood programs: Focus on direct instruction*. ERIC 297-874.
- Tomlinson, C. A. (1999). *The differentiate classroom: Responding to the needs of all learners*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.

· 논문접수 : 2020.01.02. / 수정본접수 : 2020.02.03. / 게재승인 : 2020.02.12.

ABSTRACT

The effects of Science-related Affective Characteristics and Teaching Methods on Student's Science Achievement

Junga Han

Researcher, Korea Institute for Curriculum and Evaluation

The purpose of this study were to explore the effects of science-related affective characteristics and teaching methods on science achievement of the Korean students in PISA 2015, and to examine the effects on science achievement level. In order to carry out the purpose of the study, the analysis was performed with Hierarchical Linear Model (HLM) and Hierarchical Generalized Linear Model (HGLM). The main results are as follows. Self-efficacy in science, interest in science, and differentiated instruction among science teaching methods have positive effects on students' overall science achievement and achievement level of science low achievers. In contrast, teacher's feedback and inquiry-based instruction have negative effects on improving overall science achievement and achievement level of science low achievers. Instrumental motivation in science and teacher-directed instruction have positive effects only on improving students' overall science achievement.

Key Words: Science-related affective characteristic, Science teaching method, Science achievement, HLM, HGLM