

ORIGINAL ARTICLE

## 학년 변화에 따른 코호트 집단의 TIMSS 과학 성취도 및 교육맥락변인의 변화 탐색

곽영순

(한국교원대학교)

### Exploration of Changes in TIMSS Science Achievement and Educational Context Variables of Cohort Groups with Grade Change

Youngsun Kwak

(Korea National University of Education)

#### ABSTRACT

The TIMSS assessment is conducted every four years, and Korean fourth grade cohort in TIMSS 2011 participated in TIMSS 2015 again as eighth graders, which produced the first achievement data of the cohort group of elementary and middle schools. In this study, in order to investigate the causes of the decline in Korean students' science achievement with grade changes from the fourth to the eighth grade, we analyzed educational context variables such as characteristics of students, teachers, and classroom instructions of the top 5 achievement countries participated in both TIMSS 2011 and TIMSS 2015. According to the results, students' sense of school belonging increased, whereas students' positive attitudes toward science teaching decreased with the grade change from the fourth to the eighth. As for the teacher characteristics, the teacher's professional development activity increased, and the teacher's confidence in science teaching showed similar tendency to the international average. Regarding classroom instruction characteristics, the frequency of inquiry-related science activities was highest at the fourth grade, and lower than the international average at the eighth grade. Based the results, we suggested implications for science teaching and learning as well as further studies including development of differentiated strategy by the school level to improve students' achievement, the necessity of converting into more student-engaging science classes, and the necessity of in-depth study on the teacher related educational contextual variables.

**Key words** : TIMSS cohort, educational context variables, teacher characteristics, classroom instruction

## I. 서론

수학·과학 성취도 추이변화 국제비교 연구(Trends in International Mathematics and Science Study; 이하 TIMSS)는 4년 주기로 4학년과 8학년을 대상으로 수

학·과학 성취도와 이에 영향을 미치는 교육맥락변인들을 조사·분석한다. TIMSS는 세계 각국의 교육성과를 점검하고 이를 개선하기 위한 시사점을 제공하는 것을 목적으로 하는 대표적인 국제 학업성취도 평가 연구 중 하나이다. TIMSS는 국제교육성취도평가협회

Received 15 June, 2019; Revised 30 July, 2019; Accepted 20 August, 2019

\*Corresponding author : Youngsun Kwak, Korea National University of Education, 250 Taeseongtabyeon-ro, Gangnae-myeon, Heungdeok-gu, Cheongju-si, Chungbuk 28173, Republic of Korea  
E-mail : kwak@knue.ac.kr

© The Korean Society of Earth Sciences Education. All rights reserved.

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

(IEA) 주관으로 1990년대부터 4년 주기로 반복 시행하고 있으며, 4학년과 8학년을 평가 대상으로 연구 참여국들이 교육과정에 기초하여 학생들의 수학·과학 성취도를 평가한다(Sang et al., 2016).

우리나라의 경우 우리나라 8학년, 즉 중학교 2학년은 TIMSS 1주기 연구가 시작된 1995년부터 현재까지 지속적으로 TIMSS 연구에 참여하고 있으며, 이를 통해 학생들의 수학·과학 성취도를 국제 수준에서 점검하고 나아가 다양한 교육맥락변인들과 성취도의 관계를 다각적으로 분석하여 수학·과학 교육 개선을 위한 정보를 제공해왔다. 초등학교 4학년의 경우에 우리나라는 TIMSS 1995에 초등학교 4학년을 대상으로 하는 평가에 참여하였으나, 그 이후 초등학교 4학년 대상 평가를 중단했다가 TIMSS 2011부터 다시 평가에 참여하고 있다. 이에 TIMSS 2011에 초등학교 4학년이었던 학생들이 TIMSS 2015에 8학년(이하 중2)이 되어, 동일한 모집단 학생들이 4년 간격으로 TIMSS의 4학년과 8학년 평가에 참여하였다. TIMSS는 체계적 표집을 통해 우리나라 학생들을 대표할 수 있도록 학생들을 표집하여 평가를 실시하므로, TIMSS 2011 초4 표집과 TIMSS 2015 중2 표집은 동일한 학생들은 아니지만 동일한 학생 모집단을 대표하는 표집, 즉 코호트이다. 즉, TIMSS에서는 동일 모집단(이하 코호트)을 대상으로 하여 4년 간격으로 평가를 반복 실시함으로써, 우리나라의 경우 대상 모집단의 변화를 파악할 수 있는 종단 자료를 TIMSS 2015에서 처음으로 확보하였다. TIMSS 2011 4학년과 TIMSS 2015 8학년 표집은 동일한 학생들은 아니지만 동일한 모집단을 대표하는 코호트로, 우리나라 학생들의 초4에서 중2로의 학년 변화에 따른 수학·과학 성취도와 교수학습 환경의 변화를 살펴볼 수 있다.

먼저, ‘TIMSS 2011 초4와 TIMSS 2015 중2 코호트’의 성취도 변화를 인지적 성취와 정의적 성취로 구분하여 살펴보면 다음과 같다.

TIMSS의 성취도 점수척도는 TIMSS 1주기 연구인 TIMSS 1995에 개발한 것으로, 4학년과 8학년 점수척도 모두 당시 연구 참여국들의 성취도 평균이 500, 표준편차가 100이 되도록 설정하였다. 이후 TIMSS 연구에서는 매 주기 개발된 성취도 검사의 점수척도를 TIMSS 1995에 개발한 척도에 연계함으로써, 주기별 성취도 평가 결과를 직접적으로 비교하고 학생들의 성취도 변화를 점검할 수 있도록 하고 있다. 그러나 TIMSS에서 성취도 변화에 대한 점검은 동일한 학년의 학생들 성취도가 시간(평가주기)이 변화함에 따라 어떻게 달라지는지를 비교하는 것으로, 학년 변화와 상황에 따른 성취도 변화에 대한 정보를 제공하지는 않는다. 이는 TIMSS의 4학년과 8학년의 성취도 검사는 서로 다른 내용과 수준의 문항들로 구성되며, 학년 간 점수를 비교하기 위한 별도의 점수 연계는 이루어지지 않기 때문이다. 따라서 TIMSS 2011 4학년 성취도 점수와 TIMSS 2015 8학년 성취도 점수를 직접 비교하는 것은 부적절하므로, 여기서는 두 학년에서 성취도 평균과 척도점수 평균(기준년도인 TIMSS 1995에 설정한 국제평균인 500점) 간의 차이점수(편차점수)와 성취도 국제 순위를 사용하여 4학년과 8학년에서 국가별 성취도가 상대적으로 어떻게 변화하는지를 살펴보고자 한다. TIMSS 2011 4학년과 TIMSS 2015 8학년에서 국가별 과학 성취도의 변화를 살펴보면 Table 1과 같다.

과학 영역에서 학년 변화에 따른 성취도 변화를 살펴보면, 우리나라 학생들은 4학년에 비해 8학년에서 성취도가 상대적으로 낮아지면서, 국제 순위도 1위에

Table 1. Change of science achievement with grade change: Difference in the average scale score and rank

국가	TIMSS 2011 4학년 과학			⇒	TIMSS 2015 8학년 과학			
	척도평균과의 차이		순위		국가	척도평균과의 차이	순위	
대한민국	87		1		싱가포르	97	△	1
싱가포르	83		2		일본	71	△	2
일본	59	▼	3		대만	69	△	3
대만	52	▼	4		대한민국	56		4
홍콩	35	▼	5		홍콩	46	▼	5

△: 국가 평균이 대한민국 평균보다 유의하게 높음,  
 ▼: 국가 평균이 대한민국 평균보다 유의하게 낮음.

서 4위로 하락하였다. 우리나라는 TIMSS 2011 4학년 평가 결과에서 TIMSS 척도평균보다 87점(0.87 표준편차) 높은 성취도를 보였으나 TIMSS 2015 8학년 평가 결과에서는 TIMSS 척도평균보다 56점(0.56 표준편차) 높은 성취도를 보였다. 이에 비해 우리나라를 제외한 나머지 국가들은 모두 TIMSS 2011 4학년보다 TIMSS 2015 8학년에서 학생들의 점수와 TIMSS 척도평균과의 차이가 더 크게 확대되었다. 즉, 성취도 상위 5개국 중 우리나라를 제외한 나머지 국가들은 학년이 높아지면서 학생들의 과학 성취도가 다른 TIMSS 참여국들에 비해 상대적으로 더 많이 향상되었지만, 그에 비해 우리나라는 학년이 높아지면서 학생들의 성취도가 상대적으로 적게 향상되었다.

TIMSS에서는 과학에 대한 정의적 성취를 과학 학습에 대한 흥미, 과학에 대한 자신감, 과학에 대한 가치 인식의 세 가지 측면에서 조사한다. 4학년부터 8학년까지 학년이 높아지면서 학생들의 정의적 성취가 어떻게 변화했는지 살펴보기 위해, T11 4학년과 T15 8학년 학생설문에 공통으로 사용된 문항들에 대해 두 시점에서 학생들의 응답에 어떤 차이가 있었는지에 대한 유의도 검증을 실시하였다(Table 2 참조).

우리나라의 경우 T11에 4학년부터 T15에 8학년까지 가면서 정의적 성취의 모든 영역에서 성취가 유의한 수준으로 더 낮아지면서 부정적으로 변하고 있음을 알 수 있다. 그 중에서도 특히 과학학습에 대한 흥미가 부정적으로 변하는 것을 알 수 있다. 학년이 높아짐에 따라 과학에 대한 정의적 성취가 부정적으로 변하는 경향은 일본, 싱가포르, 홍콩, 대만에서도 공통으로 나타났으며, TIMSS 참가국 전체의 국제평균 역시 학년이 높아지면서 부정적으로 변화하였다(Sang et al., 2017).

주목할 점은 T11 4학과 T15 8학년에 있어서 우리나라 학생들의 과학에 대한 흥미 수준은 성취도 상위 5개국 중에서 가장 낮은 것으로 나타났다(Sang et al., 2016).

특히 TIMSS 2015 성취도 상위 5개국을 비교해보면, 우리나라만 학교급 변화에 따라 과학성취도가 급락하는 것을 알 수 있다. 이에 학년 변화에 따른 우리나라 학생들의 과학 성취도 변화의 원인을 탐색하기 위해, 학생의 학습에 영향을 미치는 교육맥락변인에서 초4와 중2 사이에 어떤 차이가 있는지를 분석해볼 필요가 있다. 이에 본 연구에서는 초4에서 중2로 학년 변화에 따라 학생들의 과학성취에 영향을 주는 교육맥락변인을 확인하고 우리나라 과학교육 개선을 위한 시사점을 도출하고자 한다.

본 연구의 목적은 성취도 상위 5개국의 코호트 자료를 활용하여 TIMSS 2011 초4와 TIMSS 2015 중2 코호트 집단의 과학 학습에 영향을 줄 것으로 간주되는 교육맥락변인들을 학생 특성, 교사 특성, 교실수업 특성으로 구분하여 살펴보고, 우리나라 과학교육 개선을 위한 시사점을 도출하고자 한다. 즉, 동일한 모집단으로부터 표집된 코호트 집단의 설문 응답 결과를 비교함으로써, 초4에서 중2로 학년 및 학교급이 바뀌면서 나타나는 우리나라 학생들의 성취도 변화와 관련된 교육맥락변인은 어떻게 달라지는지를 탐색해보고자 한다. 이를 위해 TIMSS 2011 4학년 평가와 TIMSS 2015 8학년 평가에 모두 참여한 성취도 상위 5개국, 즉 한국, 일본, 싱가포르, 대만, 홍콩의 코호트 자료를 함께 비교·분석하고자 한다.

Table 2. Change of affective achievement in science with grade change (T15 8th graders –T11 4th graders)

국가	과학 학습에 대한 흥미			과학에 대한 자신감			과학에 대한 가치 인식		
	T15 8학년	T11 4학년	차이	T15 8학년	T11 4학년	차이	T15 8학년	T11 4학년	차이
대한민국	2.54(0.74)	3.19(0.71)	-0.65***	2.36(0.63)	2.75(0.60)	-0.39***	2.89(0.84)	3.16(0.83)	-0.27***
일본	2.77(0.73)	3.40(0.63)	-0.63***	2.29(0.64)	2.82(0.59)	-0.53***	3.18(0.81)	3.29(0.83)	-0.11***
싱가포르	3.19(0.71)	3.42(0.70)	-0.23***	2.72(0.71)	2.85(0.72)	-0.13***	3.50(0.64)	3.64(0.68)	-0.13***
홍콩	3.01(0.73)	3.34(0.72)	-0.33***	2.62(0.68)	2.85(0.70)	-0.23***	2.98(0.86)	3.29(0.92)	-0.31***
대만	2.76(0.76)	3.43(0.71)	-0.67***	2.34(0.75)	3.20(0.66)	-0.86***	2.79(0.92)	3.46(0.84)	-0.67***
국제평균	3.09(0.73)	3.39(0.69)	-0.30***	2.75(0.49)	3.17(0.65)	-0.42***	3.35(0.80)	3.59(0.72)	-0.24***

\*\*\* $p < .001$

## II. 연구 내용 및 방법

본 연구의 방법을 살펴보면 다음과 같다.

먼저, TIMSS에서 교육맥락변인을 파악하기 위해 실시한 설문들 중에서 TIMSS 2011의 초4와 TIMSS 2015의 중2에 공통으로 사용된 설문 문항들을 분석대상으로 선정하였다. TIMSS 평가에서는 교육맥락변인을 보다 타당하고 정확하게 조사하기 위해 평가주기별로 설문 문항의 구체적인 항목과 수에 변화를 준다. 따라서 TIMSS 2011의 초4와 TIMSS 2015의 중2에서 우리나라 교육맥락변인의 변화를 타당하게 비교하기 위해, TIMSS 2011과 TIMSS 2015에서 공통으로 사용한 설문 문항들만 사용하였다. 이렇듯 공통문항만을 사용하여 해당 교육맥락변인에 대한 비율이나 지수를 산출할 경우 그 교육맥락변인에 대한 측정치로서의 안정성과 타당성을 확보하기 어렵다. 그러나 이러한 제한점을 감안하더라도 초4에서 중2로 학년이 높아짐에 따라 우리나라 교육맥락변인들이 어떻게 변화하는지를 살펴볼 필요성이 있다고 보아 해당 문항에 대한 두 시점에서의 학생과 교사의 응답 결과를 비교하였다.

둘째, 본 연구에서는 TIMSS에서 조사하는 교육맥락변인들 중, 학생의 가정환경이나 학교 배경 특성 등과 같은 귀속적 요인보다는, 과학과 교수학습 관련 변인들을 분석대상으로 선정하였다. 즉, 본 연구에서는 귀속적 요인에 해당하는 학생의 가정 배경과 관련된 교육맥락변인(예: 부모의 학력, 학교 재학생의 경제적 배경)보다는, 과학 교수학습과 관련된 학생과 교사 및 수업 특성과 관련된 변인들을 선정하여, 이러한 교육맥락변인들이 TIMSS 2011 초4와 TIMSS 2015 중2에서 어떻게 변화하는지를 분석하였다. 코호트 집단의 과학 성취도 변화에 직·간접적으로 영향을 줄 것으로 문헌에서 고찰되었거나 경험적으로 설명 가능한 변인들을

선정하되, 교수학습 상황에서 변화 가능한 학생, 교사, 그리고 교실수업과 관련된 변인들을 선정하였다.

이렇듯 학생 배경변인과 같은 귀속적 요인을 통제 한 상태에서 과학 성취와 태도에 영향을 주는 교사 및 학생 특성과 관련된 교육맥락변인을 찾아냄으로써 학습효과를 극대화할 수 있는 방안을 모색할 수 있을 것이다. 요컨대 학생의 가정환경이나 학교 배경 특성과 같은 변인들보다는 교수학습 상황에서 변화 가능한 학생, 교사 그리고 교실수업 특성에 좀 더 초점을 두고 과학성취도에 영향을 줄 수 있는 교육맥락변인들을 선정하여, 이러한 변인들이 TIMSS 2011 초4와 TIMSS 2015 중2에서 어떻게 변화하는지를 분석하였다. 본 연구에서 분석 대상으로 선정한 설문 내용, 즉 교육맥락변인을 제시하면 Table 3과 같다.

셋째, 과학 수업에 대한 학생들의 인식 등은 모두 4단계 리커트 척도를 사용하여 자기보고 방식으로 측정하였는데, 설문 문항은 긍정적인 태도를 나타내는 문항과 부정적인 태도를 나타내는 문항을 혼용하였고 설문 문항에 대한 응답 척도에서 '1'은 '매우 그렇다', '4'는 '전혀 그렇지 않다'를 의미한다.

끝으로, 본 연구에서 유의할 점은 TIMSS 2011 초4와 TIMSS 2015 중2에서 조사한 교육맥락변인들과 학생 성취도 사이의 관련성을 심층적으로 분석하지 않았다는 점이다. 이는 TIMSS의 초4와 중2의 과학과 성취도 검사는 서로 다른 내용과 수준의 문항들로 구성되며, 학년 간 점수를 비교하기 위한 별도의 점수 연계를 이루어지지 않기 때문이다(Martin, et al., 2016). TIMSS에서 성취도 변화에 대한 점검은 동일 학년 학생들의 성취도가 시간(평가주기) 경과에 따라 어떻게 달라지는지를 비교하는 것으로, 학교급이나 학년 변화와 성장에 따른 성취도 변화에 대한 정보를 제공하지는 않는다. 따라서 TIMSS 2011 초4 성취도 점수와 TIMSS 2015 중

Table 3. Common survey items of the TIMSS cohort group

구분	교육맥락변인(설문 영역)	설문 대상
학생 특성	학생의 학교 소속감	학생 설문
	과학 수업에 대한 학생들의 인식	학생 설문
교사 특성	전문성 개발 활동	교사 설문
	교사의 수업에 대한 자신감	교사 설문
교실수업 특성	과학 수업에서 탐구 관련 활동 유형별 빈도	교사 설문
	학생 특성에 의한 수업 제한	교사 설문

2 성취도 점수를 직접 비교하는 것은 부적절하므로, 여기서는 성취도에 영향을 주는 것으로 추정되는 교육맥락변인들에 대해 학년 변화에 따른 추이 변화에 초점을 두고자 한다. 이를 통해 학생의 경제적 배경 등과 같은 귀속적 요인을 통제한 상태에서 학업성취를 예측하는 학생이나 교사 관련 특성을 파악함으로써 교육적 개입을 위한 시사점을 얻고자 한다(Yi et al., 2011).

### Ⅲ. 연구 결과 및 논의

#### 1. 학생 특성

학생 특성으로는 학생의 학교 소속감과 과학 수업에 대한 학생들의 인식을 살펴보았다.

##### 가. 학생의 학교 소속감

TIMSS에서는 학생 설문을 통해 다니는 학교에 대한 소속감을 조사한다. TIMSS 2011 초4와 TIMSS 2015 중2 학생 설문에서 공통으로 사용된 문항들을 중심으로 학생의 학교 소속감에 대한 코호트 분석 결과를 국제평균과 함께 제시하면 Table 4와 같다.

한국 학생들의 학교소속감은 긍정적인 편이다. 학생들은 학교에 있는 것이 좋고 안전하며 소속감을 느끼고 있다고 응답하였다. 그리고 학년 변화에 따른 학교소속감의 차이는 그리 크지 않았다. 초4에서 느꼈던 학교에 있는 것이 좋고 안전하다는 생각은 중2에서 비슷한 수준으로 유지되었고, 학교에 소속감을 느끼는 정도는 중2에서 약간 높아졌다. 전반적으로 TIMSS 2011과 비교하여 TIMSS 2015에서 학교 소속감이 초4

와 중2 모두에서 높아진 것을 알 수 있다.

성취도 상위 5개국의 코호트 집단 특징을 살펴보면, 학교에 대한 소속감은 대한민국과 일본 학생들이 중학교로 올라감에 따라 높아졌으나, 다른 3개국 학생들의 소속감은 낮아졌다. 싱가포르 학생들이 학교에 있는 것이 좋다는 정도는 4학년에서 8학년으로 올라가면서 낮아졌고 그 변화 정도는 5개국 중에서 가장 컸다. 국제평균도 초4에서 중2로 가면서 소폭이지만 학생의 학교 소속감이 전반적으로 감소하는 것으로 나타났다. 요컨대 우리나라 학생들의 경우 국제평균과 달리 초4에서 중2로 가면서 학생의 학교 소속감이 오히려 증가하고 있어서, 초4에서 중2로 가면서 과학성취도 급락을 설명할 수 있는 교육맥락변인으로 보기는 어려움을 알 수 있다.

##### 나. 과학 수업에 대한 학생들의 인식

TIMSS에서는 학생 설문을 통해 과학 수업에 대한 학생들의 인식을 조사한다. TIMSS 2011 초4와 TIMSS 2015 중2 학생 설문에서 공통으로 사용된 문항들을 중심으로 과학 수업에 대한 학생들의 인식에 대한 코호트 분석 결과를 국제평균과 함께 제시하면 Table 5와 같다.

우리나라 학생들의 과학 수업에 대한 인식을 살펴보면, 대부분의 항목들에서 초등에서 중학교로 가면서 긍정적 인식의 비율이 낮아지는 것으로 나타났는데, 과학 수업의 목표 인식의 경우에는 소폭 증가하는 것으로 나타났다. 초등에서 중학교로 가면서 특히 과학 수업에 대한 이해(27.2%p), 과학 수업 내용에 대한 흥미(22.8%p) 등은 큰 폭으로 하락하는 것으로 나타났다. 특히 초4와 달리, 우리나라 중2 학생들의 과학 수업에 대한 긍정적 인식 비율은 국제평균보다 약 23~40%p 정도 더 낮은 것으로 나타나 과학 수업에 대한 인식이 부정적이다(Sang et

Table 4. students' sense of school belonging (T15 8th graders - T11 4th graders)

국가	나는 학교에 있는 것이 좋다.			나는 학교에 있을 때 안전하다고 느낀다.			나는 우리 학교에 소속감을 느낀다.		
	T15 8학년	T11 4학년	차이	T15 8학년	T11 4학년	차이	T15 8학년	T11 4학년	차이
대한민국	86.4	85.9	0.5	82.2	78.0	4.2	96.0	85.9	10.1
일본	83.1	86.3	-3.2	79.8	82.2	-2.4	86.4	77.9	8.5
싱가포르	87.0	89.9	-2.9	87.3	84.9	2.4	81.2	82.9	-1.7
홍콩	83.8	74.6	9.2	80.0	84.0	-4.0	75.0	78.5	-3.5
대만	74.8	76.9	-2.1	77.6	76.9	0.7	92.0	90.2	1.8
국제평균	81.2	86.6	-5.4	85.0	88.9	-3.9	82.4	87.4	-5.0

\*4점 척도에서 '매우 그렇다'와 '그렇다'의 긍정응답 비율을 합하여 산출함.

Table 5. Students' attitudes toward science teaching (T15 8th graders - T11 4th graders)

국가	선생님이 과학 시간에 내가 무엇을 하기를 기대하는지 알고 있다.			선생님의 과학 수업은 이해하기 쉽다.			나는 과학 시간에 선생님이 말씀하시는 내용에 흥미가 있다.			선생님은 과학 시간에 내가 흥미 있어 하는 것을 내준다.		
	T15 8학년	T11 4학년	차이	T15 8학년	T11 4학년	차이	T15 8학년	T11 4학년	차이	T15 8학년	T11 4학년	차이
대한민국	43.0	39.7	3.3	57.9	85.1	-27.2	56.9	79.7	-22.8	42.3	58.7	-16.4
일본	27.0	36.7	-9.7	68.3	81.3	-13.0	57.8	69.2	-11.4	41.8	45.6	-3.8
싱가포르	90.3	89.2	1.1	83.3	84.8	-1.5	81.9	86.2	-4.3	79.8	83.3	-3.5
홍콩	85.6	83.3	2.3	80.0	82.4	-2.4	75.5	78.7	-3.2	80.3	80.9	-0.6
대만	81.2	90.3	-9.1	62.8	83.8	-21.0	59.9	84.3	-24.4	49.5	78.4	-28.9
국제평균	82.6	87.0	-4.4	80.7	89.7	-9.0	81.2	89.9	-8.7	75.3	86.0	-10.7

\*4점 척도에서 '매우 그렇다'와 '그렇다'의 긍정응답 비율을 합하여 산출함.

al., 2016: 148). 특히 우리나라 학생들은 초4에서 중2로 가면서 과학 수업에 대한 이해, 과학 수업 내용에 대한 흥미, 선생님이 과학 수업에 내주는 과제에 대한 흥미 등이 급락하면서, 학생들의 과학 교과에 대한 흥미, 자신감, 가치 인식 등의 하락에도 영향을 주는 것으로 보인다.

성취도 상위 5개국 중, 과학 수업에 대한 이해, 과학 수업 내용에 대한 흥미, 선생님이 과학 수업에 내주는 과제에 대한 흥미 등의 항목에서도 싱가포르 학생들의 긍정응답 비율이 높은 것으로 나타났다. 반대로 5개국 중 과학 수업의 목표 인식은 일본이 초, 중학교를 막론하고 가장 낮은 긍정응답 비율을 보였고, 과학 수업에 대한 이해와 과학 수업 내용에 대한 흥미는 한국의 8학년 학생들이, 선생님이 과학 수업에 내주는 과제에 대한 흥미는 일본과 한국의 8학년 학생들이 가장 낮은 긍정응답 비율을 나타내었다. 이는 “한국과 일본의 중학생들이 과학 수업에 대한 인식이 부정적임”을 시사한다(Sang et al., 2016: 148).

우리나라 코호트 집단의 과학 수업 인식과 관련된 문제점을 크게 2가지로 종합할 수 있는데, 첫째는 4학년부터 8학년으로 진학하면서 과학 수업에 대한 이해 및 과학 수업 내용에 대한 흥미에 대한 긍정응답 비율이 급격하게 낮아진다는 점이다. 둘째는 우리나라 학생들은 초4나 중2를 막론하고 수업에 대한 긍정적인 인식 비율이 국제평균보다 더 낮으며, 특히 국제평균과 초4와 중2 모두 과학 수업의 목표 인식이 국제평균에 비해 약 40~50%p 정도 더 낮다는 점이다. 이는 우리나라 학생들이 초, 중학교를 막론하고 과학수업 시간에 무엇을 수행해야 하며, 왜 특정 활동이나 내용을 학습하는지에 대한 목표 의식이 부족하다는 점을 시사한다.

## 2. 교사 특성

교사 특성으로 교사의 전문성 개발 활동과 교사의 수업에 대한 자신감을 살펴보고자 한다.

### 가. 교사의 전문성 개발 활동

TIMSS에서는 교사 설문을 통해 교과 내용, 교수법, 교육과정 등과 같은 교사의 전문성 개발 활동 유형별로 최근 2년간 참여 여부를 조사한다. TIMSS 2011 초4와 TIMSS 2015 중2 교사 설문에서 공통으로 사용된 문항들을 중심으로 교사 전문성 개발 활동 참여에 대한 코호트 분석 결과를 국제평균과 함께 제시하면 Table 6과 같다.

우리나라의 교사 전문성 개발 활동의 경우, 연수에 참여한 경험이 있는 교사에게 수업을 받는 학생 비율이 초등보다 중학교에서 더 높게 나타났다. TIMSS 2015에서 한국의 중학교 교사들은 과학 교수법 관련 연수(76.3%)에 가장 많이 참여하였으며, TIMSS 2011에서 초등학교 교사들은 과학 교육과정 관련 연수(58.2%)에 가장 많이 참여한 것으로 나타났다. TIMSS 2015 중2과 TIMSS 2011 초4 교사들 모두 과학 교육과정 관련 연수를 56~58% 정도의 높은 비율로 받았다고 응답하였다. 이는 중학교의 경우 2013년도부터 2009 개정 과학과 교육과정을, 초등학교의 경우 2010년도부터 2007개정 교육과정을 적용함에 따라 이에 대한 교사 연수를 국가 및 시도교육청 차원에서 활발히 진행하였기 때문인 것으로 보인다.

TIMSS 2011의 초4 교사들에 비해 TIMSS 2015의 중2

Table 6. Teacher participation in professional development (T15 8th graders - T11 4th graders)

국가	과학 내용			과학 교수법			과학 교육과정			과학과 정보기술의 통합			과학 평가			개별 학생들의 요구수준 이해		
	T15 8학년	T11 4학년	차이	T15 8학년	T11 4학년	차이	T15 8학년	T11 4학년	차이	T15 8학년	T11 4학년	차이	T15 8학년	T11 4학년	차이	T15 8학년	T11 4학년	차이
대한민국	68.9	49	19.9	76.3	47.5	28.8	55.9	58.2	-2.3	45.5	23.5	22	50.2	27.8	22.4	39.2	23.9	15.3
일본	75.7	37.3	38.4	76.5	41.4	35.1	34.8	18.3	16.5	36.3	18.8	17.5	30.9	13.9	17	29.8	25	4.8
싱가포르	69.9	74.8	-4.9	90.6	77.9	12.7	66.7	65.9	0.8	67.4	59.3	8.1	59.4	69.7	-10.3	39.9	45	-5.1
홍콩	69.1	43.1	26	70.5	44.6	25.9	63.3	28.7	34.6	52.8	44.2	8.6	39.8	23.1	16.7	48.9	55.1	-6.2
대만	69.8	70.4	-0.6	66.9	49.7	17.2	61.6	63.8	-2.2	50.9	59.4	-8.5	48.2	32.2	16	37	41.6	-4.6
국제평균	53.8	34.1	19.7	56.2	33.3	22.9	46.9	32.9	14	50.1	27.9	22.2	43.6	27.1	16.5	42.7	33.3	9.4

\* 2점 척도(예, 아니오)에서 예를 기준으로 긍정응답 비율을 산출함.

과학교사들이 모든 유형의 전문성 개발 활동에 더 많이 참여하는 것으로 나타났다. 특히 과학과 정보기술의 통합 및 과학 평가와 관련된 전문성 개발 활동에 참여하는 비율이 가장 많이 높아진 것으로 나타났다. 우리나라 교사들의 경우, 과학과 정보기술의 통합, 개별 학생들의 요구수준 이해 등과 관련된 전문성 개발 활동 참여율이 국제평균보다 더 낮은 것으로 나타났다. 성취도 상위 5개국 중에는 한국과 일본의 모든 항목에서, 그리고 홍콩의 경우에는 1개 항목을 제외하고 중학교 교사들의 전문성 개발 활동 참여 비율이 상승한 반면에, 대만, 싱가포르의 경우에는 대부분의 항목에서 중학교 교사들의 전문성 개발 활동 참여 비율이 초등학교 교사들보다 낮아진 것으로 나타났다. 여기서 초4에 비해 중2 과학교사들이 모든 유형의 전문성 개발활동 참여 빈도가 더 증가함에도 불구하고 해당 학생들의 성취도는 오히려 급락하는 원인에 대한 심층 연구가 요청된다.

### 나. 교사의 수업에 대한 자신감

TIMSS에서는 교사 설문을 통해 과학 실험을 통한 개념이나 원리 설명, 능력있는 학생을 위한 도전적인 과제 제공, 학생 흥미유발을 위한 수업 조정 등과 같은 항목에 대한 교사의 수업 자신감을 조사한다. TIMSS 2011 초4와 TIMSS 2015 중2 교사 설문에서 공통으로 사용된 문항들을 중심으로 교사의 수업 자신감에 대한 코호트 분석 결과를 국제평균과 함께 제시하면 Table 7과 같다.

우리나라 교사들은 초등학교에서 중학교로 갈수록 과학수업에 대한 자신감의 모든 항목에서 교사들의 자신감이 하락하는 것으로 나타났다. 특히 우수한 성취

를 보이는 학생들에게 도전적인 과제를 제공하는 부분에서 중학교 교사들이 초등학교 교사들에 비해 교수활동 자신감이 약 26%p로 가장 많이 하락하는 것으로 나타났으며, 이러한 경향은 국제평균에서도 발견된다.

성취도 상위 5개국의 코호트 집단 특징을 살펴보면, 우리나라를 포함하여 5개국 모두 중학교 교사들이 초등학교 교사들보다 수업에 대한 자신감이 더 낮은 것으로 나타났다. 특히 5개국 중에서 대만의 경우, 우수한 성취를 보이는 학생들에게 도전적인 과제를 제공하기와 과학 실험을 통해 과학 개념이나 원리를 설명하기 항목에서 대만의 중학교 교사들의 자신감이 가장 많이 하락하는 것으로 나타났다. 일본의 경우에는 학생들이 과학 학습에 대한 가치를 인식하도록 도와주기, 학생들의 흥미 유발을 위해 수업 조정하기 항목에서 일본의 중학교 교사들의 자신감이 가장 많이 하락하는 것으로 나타났다.

여기서 주목할 점은 교사들이 보고한 수업에 대한 자신감은 초4에 비해 중2에서 약 10~26%p 범위로 하락하지만, 우수한 성취를 보이는 학생들에게 도전적인 과제를 제공하는 부분을 제외하고 우리나라 과학교사들의 수업 자신감은 국제평균보다 크게는 약 8%p 정도로 높은 수준이어서 초4에서 중2로 가면서 우리나라 학생들의 과학성취도 급락을 설명할 수 있는 변인으로 간주하기는 어렵다.

### 3. 교실수업 특성

교실수업 특성으로는 과학 수업에서 탐구 관련 활동 유형별 빈도와 학생 특성에 의한 수업 제한을 살펴보았다.

Table 7. The percent of students taught by teachers with confidence in science teaching (T15 8th graders – T11 4th graders)

국가	과학 실험을 통해 과학 개념이나 원리를 설명하기			우수한 성취를 보이는 학생들에게 도전적인 과제 제공하기			학생들의 흥미 유발을 위해 수업 조정하기			학생들이 과학 학습에 대한 가치를 인식하도록 도와주기		
	T15 8학년	T11 4학년	차이	T15 8학년	T11 4학년	차이	T15 8학년	T11 4학년	차이	T15 8학년	T11 4학년	차이
대한민국	88.8	99.4	-10.6	65.8	91.8	-26	85.1	100	-14.9	86.6	98	-11.4
일본	63.8	82.3	-18.5	40.3	67.4	-27.1	49.0	80.7	-31.7	48.5	86.2	-37.7
싱가포르	84.2	99.3	-15.1	51.1	92.6	-41.5	78.2	97.9	-19.7	76.0	98.1	-22.1
홍콩	94.5	87.9	6.6	56.6	85.3	-28.7	81.2	92.5	-11.3	73.8	95.5	-21.7
대만	68.9	100	-31.1	49.8	96.4	-46.6	74.5	98.6	-24.1	72.2	98.6	-26.4
국제평균	80.4	95.3	-14.9	68.5	92.5	-24	84.6	97.8	-13.2	86.6	98.1	-11.5

\* 4점 척도에서 ‘매우 높음’과 ‘높음’의 비율을 합하여 긍정응답 비율을 산출함.

가. 과학 수업에서 탐구 관련 활동 유형별 빈도

TIMSS에서는 교사 설문을 통해 과학 수업에서 탐구 관련 활동 유형별 빈도를 조사한다. TIMSS 2011 초4와 TIMSS 2015 중2 교사 설문에서 공통으로 사용된 문항들을 중심으로 과학 수업에서 탐구 관련 활동 유형별 빈도에 대한 코호트 분석 결과를 국제평균과 함께 제시하면 Table 8과 같다.

국제본부에서 발표한 TIMSS 2015 결과보고에 따르면 한국의 초4 과학교실은 탐구 관련 활동을 강조하는 빈도가 성취도 상위 15개국 중에서 가장 높았다(Sang et al., 2016: 190). 이는 2007 및 2009개정 교육과정을 막론하고 우리나라 과학과 교육과정에서 탐구나 실험을 직접 수행하고 체험하는 활동 중심의 수업을 꾸준히 강조해왔기 때문인 것으로 보인다. 반면에, 초4와는 달리 한국의 중2 과학교실은 탐구 관련 활동 빈도가 국

제평균보다 낮게 나타났으며, 이렇게 초4에서 중2로 가면서 탐구 관련 활동 빈도가 줄어드는 현상은 TIMSS 2015 중2 과학 성취도 상위 15개국에서 공통으로 발견되는 현상이다(Sang et al., 2016).

우리나라는 초4에서 중2로 가면서 학생들은 스스로 탐구활동 계획을 수립하거나 수행하기보다는, 간접적으로 교사의 시범 실험이나 조사를 지켜보는 활동이 증가하는 것을 알 수 있다. 우리나라 초4는 TIMSS 2011에서 2007개정 교육과정으로, 중2는 TIMSS 2015에서 2009개정 교육과정으로 학습하였다. 따라서 교육과정 변화 및 학년 변화와 함께 초4에서 중2로 가면서 학생이 직접 수행하는 탐구활동의 비율이 급격히 감소하는 것을 알 수 있다. 성취도 상위 5개국의 코호트 집단 특징을 살펴보면, 홍콩은 관찰하고 기술하는 활동이 중학교로 가면서 51.5%p 증가하였고, 일본은 탐구 설

Table 8. The percent of students taught by teachers emphasizing science investigation (T15 8th graders – T11 4th graders)

국가	자연 현상을 관찰하고 관찰한 것 기술하기			교사가 하는 실험이나 조사 활동 지켜보기			실험이나 조사 활동에 대한 설계나 계획 세우기			실험이나 조사 활동 수행하기			교실 밖에서 현장 학습하기		
	T15 8학년	T11 4학년	차이	T15 8학년	T11 4학년	차이	T15 8학년	T11 4학년	차이	T15 8학년	T11 4학년	차이	T15 8학년	T11 4학년	차이
대한민국	39.1	34.1	5	48.4	42.9	5.5	23.9	62.1	-38.2	29.5	80.1	-50.6	11.1	16.3	-5.2
일본	60.5	57.3	3.2	41.7	50.8	-9.1	26.8	70.4	-43.6	74.5	91.7	-17.2	3.7	16.9	-13.2
싱가포르	53.8	48.2	5.6	41.7	55.6	-13.9	18.2	38.3	-20.1	37.3	71.2	-33.9	3.5	18.3	-14.8
홍콩	61.2	9.7	51.5	50.2	17.3	32.9	30.1	18.2	11.9	77.3	20.5	56.8	3.2	5.9	-2.7
대만	53.9	65.6	-11.7	36.4	56.6	-20.2	29.1	64.3	-35.2	24.7	79.8	-55.1	4.8	19.2	-14.4
국제평균	62.5	44.9	17.6	52.2	39.8	12.4	41.8	35	6.8	50.8	40.4	10.4	14.9	19.6	-4.7

\* 4점 척도(1: 거의 매 수업 시간마다, 2: 두 번의 수업 중 한 번 정도, 3: 가끔, 4: 전혀 하지 않음)에서 ‘거의 매 수업 시간마다’와 ‘두 번의 수업 중 한 번 정도’를 합하여 ‘두 차시 중 한 번 이상’의 비율을 산출함.



Table 9. The percent of students with teaching limited by student needs (T15 8th graders - T11 4th graders)

국가	선수지식이나 기술이 부족한 학생			기초 영양이 결핍된 학생			수면이 부족한 학생			주의가 산만한 학생			학습에 흥미가 없는 학생		
	T15 8학년	T11 4학년	차이	T15 8학년	T11 4학년	차이	T15 8학년	T11 4학년	차이	T15 8학년	T11 4학년	차이	T15 8학년	T11 4학년	차이
대한민국	71.5	70.6	0.9	30.1	17.9	12.2	81	27.2	53.8	87.8	83.9	3.9	89.7	80.4	9.3
일본	63.9	46.5	17.4	1	0.6	0.4	45.1	22.6	22.5	21	29.3	-8.3	53.2	28	25.2
싱가포르	77.7	71.8	5.9	13.4	15.6	-2.2	63.9	36.4	27.5	72.6	76.1	-3.5	79.1	77.5	1.6
홍콩	80.9	65.1	15.8	15.9	10.6	5.3	78.8	44.3	34.5	62.4	64.3	-1.9	86.1	65.3	20.8
대만	88.4	62.1	26.3	41.4	24.4	17	78.2	37.2	41	66.6	66.9	-0.3	88.3	65.2	23.1
국제평균	85.4	72.7	12.7	42.2	31.2	11	69.5	47.4	22.1	75	65.3	9.7	84	69.9	14.1

\* 3점 척도(1: 전혀 제한하지 않음, 2: 다소 제한함, 3: 많이 제한함)에서 ‘다소 제한함’과 ‘많이 제한함’을 통합하여 제한함의 비율을 산출함.

계나 계획 세우기의 비중이 중학교로 가면서 43.5%p 급락하였다. 탐구활동 수행의 경우, 홍콩은 약 57%p 증가한 반면에, 나머지 국가들은 17-55%p 감소하였다. 성취도 상위 5개국의 특징을 살펴보면, 초등학교와 중학교 모두 일본의 탐구활동 수행 빈도가 각각 74.5%와 91.7%로 성취도 상위 5개국 중 가장 높게 나타났다.

요약하면 우리나라의 경우 초4에서는 성취도 상위 15개국 중 탐구 관련 활동을 강조하는 빈도가 가장 높다가, 중2에서는 국제평균보다 더 낮은 것으로 나타났다. TIMSS 2015 결과에 따르면, 과학수업에서 교사의 탐구 관련 활동 빈도와 학생의 과학성취 사이에는 유의미한 관계가 발견되지 않았다(Sang et al., 2017). 하지만 우리나라 중2 학생들의 경우에도 학생들의 과학학습에 대한 긍정적 경험과 정의적 성취를 매개로 하여, 과학성취도 향상으로 연결될 수 있도록(Ku et al., 2017). 수업 중 탐구나 체험활동을 지속적으로 강조할 필요가 있다.

### 나. 학생 특성에 의한 수업 제한

TIMSS에서는 교사 설문을 통해 학생의 선행 지식이나 기술 부족, 영양 결핍, 수면 부족, 주의 산만, 학습에 흥미 결여 등으로 수업에 제한을 받는 정도를 조사한다. TIMSS 2011 초4와 TIMSS 2015 중2 교사 설문에서 공통으로 사용된 문항들을 중심으로 학생 특성으로 인한 수업 제한에 대한 코호트 분석 결과를 국제평균과 함께 제시하면 Table 9와 같다.

우리나라는 모든 항목에서 초4보다 중2에서 학생 특성에 의해 수업 제한을 더 많이 받는 것으로 나타났다. 특히 한국 중2 학생들의 수면 부족, 주의 산만, 학

습 흥미 부족으로 인한 수업 제한은 국제평균보다도 더 높게 나타났다. 한국의 경우 초4에서 중2로 가면서 수면이 부족한 학생(53.8%p)으로 인한 수업 제한 비율이 급증하며 이는 국제평균 증가율(22.1%p)보다도 2배 이상 높은 수치여서 우리나라 중2 학생들의 수면부족 문제에 대한 대책 마련을 필요로 한다.

우리나라 코호트를 살펴보면, 초4에 비해 중2로 가면서 학생 특성으로 인해 수업에 제한을 받는다고 답한 교사로부터 배우는 학생의 비율이 모든 항목에서 증가하는 것으로 나타났다. 특히 초4에서 중2로 가면서 수면이 부족한 학생(53.8%p), 기초 영양이 결핍된 학생(12.2%p), 학습에 흥미가 없는 학생(9.3%p), 등으로 수업에 제한을 받는다는 응답률이 증가하였다.

성취도 상위 5개국의 코호트 집단 특징을 살펴보면, 선수지식이나 기술 부족, 수면부족과 학습에 흥미가 없는 학생으로 인해 수업 제한을 받는 비율은 5개국 모두에서 4학년보다 8학년에서 증가하였으며, 선수지식이나 기술 부족은 대만(26.3%p), 수면부족(53.8%p)은 한국, 학습 흥미 부족(25.2%p)은 일본 코호트가 그 비율이 급격히 증가하였다. 기초 영양 결핍이나 주의 산만으로 인해 수업에 제한을 받는 비율은 4학년에서 8학년으로 가면서 국가별 증감 양상이 다르게 나타난다. 예컨대 한국(3.9%p)의 경우 4학년에서 8학년으로 가면서 주의 산만으로 인해 수업에 제한을 받는다는 비율이 증가하는 반면에, 일본(-8.3%p)은 오히려 감소한다. 요컨대 학생 특성에 의해 과학 수업에 제한을 받는다는 교사 응답과, 수업에 대한 학생들의 인식을 종합할 때 우리나라 과학 교실은 수면 부족이나 영양 결핍 등과 같은 학생들의 여건뿐만 아니라, 학습 흥미 부

족, 과학 선수지식이나 기술 부족 등으로 인한 주의 산만 등이 문제가 되는 것으로 나타났다. 이는 학생뿐만 아니라 교사의 수업 측면에서도 해결 방안 마련이 필요한 것으로 과학 교육정책은 물론 학교와 교실 차원에서 깊이 있는 관심과 후속 연구가 요청된다.

#### IV. 결론 및 제언

TIMSS에서는 동일 모집단, 즉 코호트를 대상으로 하여 4년 간격으로 평가를 반복 실시한다. 우리나라의 경우에는 TIMSS 2011에서 4학년으로 평가에 참여하였던 학생 모집단이 4년 뒤인 TIMSS 2015에서 8학년으로 다시 평가에 참여함으로써, 우리나라가 TIMSS 평가에 참여한 이래 처음으로 코호트 집단의 성취도 자료를 얻었다. 이에 본 연구에서는 초4에서 중2로 학년 및 학교급이 바뀌면서 나타나는 우리나라 학생들의 성취도 변화의 원인을 탐색하기 위해, 학생 특성, 교사 특성 그리고 교실수업 특성과 관련된 교육맥락변인들의 변화를 분석하였다.

주요 연구결과를 살펴보면, 학생들의 학교 소속감은 초4에서 중2로 가면서 오히려 증가하는 것으로 나타났다. 과학 수업에 대한 학생 인식의 경우 대부분의 항목들에서 초4에서 중2로 가면서 긍정적 인식의 비율이 낮아지는 것으로 나타났다. 교사 특성과 관련하여, 교사의 전문성 개발 활동은 초4에서 중2로 가면서 더 증가하였고, 과학교사의 수업에 대한 자신감은 국제평균과 유사한 경향을 나타내고 있어서(Sang et al., 2016), 우리나라 중2 학생들의 과학 성취도 급락을 설명할 수 있는 교육맥락변인으로 보기는 어려움을 알 수 있다. 교실수업 특성 중, 과학 수업에서 탐구 관련 활동 유형별 빈도를 살펴보면 초4에서 최상위 수준이던 과학 탐구활동 빈도는 중2에서 국제평균보다 낮아지는 것으로 나타났다. 학생 특성에 의한 수업 제한의 경우, 초4에서 중2로 가면서 모든 항목에서 학생 특성으로 인해 수업에 더 많은 제한을 받는 것으로 나타났다. 과학성취도에 영향을 줄 수 있는 교육맥락변인들이 TIMSS 2011 초4와 TIMSS 2015 중2 코호트에서 어떻게 변화하는지를 분석한 연구결과를 토대로, 우리나라 과학과 교수학습에 주는 시사점과 후속연구의 필요성을 제안하면 다음과 같다.

첫째, 초4와 중2 학교급별로 성취도 향상을 위한 차별화된 전략을 마련할 필요가 있다. 선행연구에 따르면 교과에 대한 태도 및 수업태도가 성취도에 미치는 영향은 학교급은 물론 교과별로 다르게 나타난다(Yi et al., 2013; Yi & Song, 2015). 따라서 과학과 코호트의 경우에도 학교급별로 과학 성취도 향상을 위한 차별화된 전략을 마련할 필요가 있다. 특히 과학교과에 대한 긍정적인 태도를 형성하고, 이를 구체적인 성취도 향상으로 연결하려면 학교급별로 학생 특성을 고려한 과학 교수학습 전략 마련이 필요하다. 여기서 주목할 점은 연구결과에서 볼 수 있듯이 우리나라는 초4에서 중2로 가면서 학생들이 직접 탐구나 실험을 수행하는 비율이 낮아지고 있다는 점이다. TIMSS 결과해석에 참여한 전문가들은 중학교로 올라가면서 배워야 할 과학내용이 급증하는데다가, 실험이나 탐구활동이 줄어들면서 학생들의 과학 흥미가 줄어드는 것이라고 진단하였다(Kwak, 2017; Sang et al., 2016). 따라서 중2 학생들의 경우에도 학생들의 과학학습에 대한 긍정적 경험과 정의적 성취를 매개로 하여, 과학성취도 향상으로 연결될 수 있도록 수업 중 탐구나 체험활동을 지속적으로 강조할 필요가 있다.

둘째, 우리나라 중학생들의 과학에 대한 자신감을 길러줄 수 있도록 학습자 중심의 역량 교육으로 전환할 필요가 있다. 우리나라 중2 학생들의 과학에 대한 흥미, 자신감, 가치 인식 등에서 모두 국제평균보다 낮은 태도를 나타내며, 특히 과학에 대한 흥미와 자신감은 세계 최하위 수준이다(Cho et al., 2012; Kwak, 2017; Sang et al., 2017). 선행연구에 따르면 과학 성취도와 자신감은 상호 영향을 주는데, 실패를 두려워하고 실패할 것 같은 부담감이 큰 학생일수록 낮은 자신감으로 연결되고, 이는 다시 성취도 향상의 저해 요인이 된다고 한다(Ku et al., 2017). 이러한 맥락에서, 과학 수업을 통해 학생들이 흥미를 갖고 탐구활동 등에 참여할 수 있도록 하고, 특히 실패를 두려워하지 않고 탐구활동을 수행할 수 있는 과학 수업 문화를 만들어야 할 필요가 있다. 과학 수업은 학생들의 학습경험과 직접적인 관련성이 있고 21세기 역량 함양에 주요한 영향을 미친다. 예컨대 탐구학습, 문제중심 학습, 생산적 실패 등과 같은 학습자 중심의 교육과 실제적인 학습과 문제해결을 통해(Cho, 2017) 학생들이 과학에 대한 자신감은 물론 과학 흥미를 되찾을 수 있도록 해야 한다. 달리 말해서 교과지식과 시험 위주의 교육을 학습자 중심의 역량교

육으로 전환함으로써 학생들이 과학을 배우는 이유는 물론 과학에 대한 정의적 태도를 회복할 수 있도록 과학수업을 바꾸어나갈 필요가 있다.

셋째, 과학 흥미에 영향을 주는 교육맥락변인에 대한 지속적인 연구가 필요하다. TIMSS 등과 같은 국제비교연구 결과를 토대로 실효성 있는 과학교육 정책을 수립하고 학교현장의 과학교육 개선방안을 제안하기에 앞서서, 과학성취도와 더불어 과학학습에 대한 흥미 향상에 영향을 주는 교육맥락변인을 면밀히 파악할 필요가 있다. 선행연구에 따르면 학생들의 과학에 대한 정의적 특성과 과학성취도 사이에는 긍정적 상관관계가 발견된다(Noh et al., 2006; OECD, 2003; 2007; Yi et al., 2013). 특히 과학교과와 과학을 공부하는 것 자체에 대한 흥미는 학업성취를 가장 잘 예측하는 변수로 알려져 있다(Sohn et al., 2009). 선행연구에 따르면, 우리나라 학생들은 다른 나라 학생들에 비해 과학학습에 대한 흥미가 높은 과학성취도로 연결되는 결과를 보이며, 정의적 요소들 중에서 과학학습에 대한 흥미가 성취도에 중요한 역할을 하는 것으로 나타났다(Lim & Lee, 2016). 한편, 우리나라 학생들의 경우 초등에서 중학교로 학년이 올라갈수록 과학에 대한 태도가 덜 긍정적인 방향으로 변화하는 경향이 발견되는데(Sang et al., 2016), 이는 학교급이 올라갈수록 과학 교과에 대한 흥미보다는 지필평가의 성적을 올리는 데 주력하고 있고, 실험·실습보다는 강의나 암기 위주의 수업 방식을 고수하고 있는 수업 양태와도 무관하지 않을 것이다. 이러한 맥락에서 학교 과학수업의 실태 분석을 포함하여 학생들의 과학 흥미에 영향을 주는 교육맥락변인에 대한 심층적인 연구를 토대로, 학생들의 과학에 대한 긍정경험을 증진시키는 방안을 모색할 필요가 있다.

끝으로, 학생 성취도에 미치는 교사 수준의 교육맥락변인들의 효과가 미미한 것으로 나타나 그 원인에 대한 심층연구가 요청된다. 교사 전문성이 학생 학습에 무엇보다도 중요한 역할을 한다는 사실에도 불구하고 국내외 성취도평가 연구에 따르면, 교사의 전문성 개발과 같은 교사 변인이 학생의 학업성취에 유의미한 영향을 주지 않는 것으로 나타났다(Chung et al., 2014). 이러한 결과가 나타난 이유가 실제로 교사의 영향력이 적기 때문인지, 교사들 간의 차이가 거의 없어서인지 등에 대한 심층 분석이 필요하다. 전반적으로 우리나라 교사들의 질이 높고, 그 수준이 전체적으로 균질한 경향이 있어서 학생 성취도에 미치는 영향이 적다는 추측이 가능

하지만, 이에 대한 지속적인 탐색이 필요하다. 더 나아가서 과학 수업에 대한 학생들의 인식 등과 같이 학생들이 체감하는 과학수업의 효과성, 교사의 교수 역량 등을 측정할 수 있는 학생 설문 문항을 정교화하고, 학생이 인식하는 교사의 수업 효과성 변인과 학생의 정의적, 인지적 성취의 관련성을 탐구할 필요가 있다.

## 국문요약

TIMSS 평가는 4년 간격으로 실시되는데, 우리나라의 경우에는 TIMSS 2011에서 4학년으로 평가에 참여하였던 학생 모집단이 4년 뒤인 TIMSS 2015에서 8학년으로 다시 평가에 참여함으로써, 우리나라가 TIMSS 평가에 참여한 이래 처음으로 코호트 집단의 초등학교와 중학교 성취도 자료를 얻었다. 이에 본 연구에서는 초4에서 중2로 학년 및 학교급이 바뀌면서 나타나는 우리나라 학생들의 성취도 급락의 원인을 탐색하기 위해, TIMSS 2011의 초4와 TIMSS 2015의 중2에 공통으로 사용된 설문 문항들을 분석함으로써, 성취도 상위 5개국을 중심으로 학생 특성, 교사 특성 그리고 교실수업 특성과 관련된 교육맥락변인들의 변화를 분석하였다. 연구결과에 따르면 학생들의 학교 소속감은 초4에서 중2로 가면서 증가한 반면에, 과학 수업에 대한 학생들의 인식은 대부분의 항목들에서 긍정적 인식의 비율이 낮아지는 것으로 나타났다. 교사 특성과 관련하여, 교사의 전문성 개발 활동은 초4에서 중2로 가면서 더 증가하였고, 과학교사의 수업에 대한 자신감은 국제평균과 유사한 경향을 나타내었다. 교실수업 특성과 관련하여, 과학수업에서 탐구 관련 활동 유형별 빈도는 초4에서 최상위 수준이었다가 중2에서 국제평균보다 더 낮아지는 것으로 나타났다. 연구결과를 토대로 우리나라 과학과 교수학습에 주는 시사점을 학교급별로 성취도 향상을 위한 차별화된 전략 마련의 필요성, 학생 참여형 수업으로 전환할 필요성, 과학 흥미에 영향을 주는 교육맥락변인에 대한 지속적인 연구의 필요성, 학생 성취도에 미치는 교사 수준의 교육맥락변인에 대한 심층연구의 필요성 등의 측면에서 제안하였다.

주제어: TIMSS 코호트 집단, 교육맥락변인, 교사 특성, 교실수업 특성

## References

- Cho, J., Kim, S., Kim, M., Ok, H. J., Lim, H. M., & Son, S. K. (2012). Ways of improving Korean students' affective characteristics based on PISA and TIMSS results. (Research Report CRE 2012-4). Seoul: KICE.
- Cho, Y. (2017). Case of Singaporean competency education. *Monthly Education*, 2, 168-173.
- Chung, J. Y., Lee, H., & Kim, S. (2014). A hierarchical analysis of the factors influencing on student achievement - using the teacher and student factors of TIMSS 2011. *The Journal of Korean Teacher Education*, 31(2), 53-75.
- Joo, Y. J., Chung, Y. L., & Lee, Y. K. (2011). The structural relationship and latent means analysis of gender among academic self-efficacy, interest, external motivation and science achievement for high school students. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 31(6), 876-886.
- Kim, S., Park, J. H., Kim, H., Jin, E., Lee, M., Kim, J. Y., Ahn, Y., K., & Seo, J. H. (2012). Findings from TIMSS for Korea: TIMSS 2011 international results. (Research Report RRE 2012-4-3). Seoul: KICE.
- Ku, J., Cho, S., Lee, S., Park, H., & Ku, N. W. (2017). OECD Programme for international students assessment: An in-depth analysis of PISA 2015 results (KICE Research Report RRE 2017-9). 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.
- Kwak, Y. (2017). Exploration of features of Korean eighth grade students' achievement and curriculum matching in TIMSS 2015 Earth science. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 37(1), 9-16.
- Lim, S. A., & Lee, J. (2016). Affective factors as predictors of math achievement: Comparison of OECD high performing 10 countries in math. *Journal of Educational Evaluation*, 29(2), 357-382.
- Martin, M. O., Mullis, I. V. S., Foy, P., & Hooper, M. (2016). TIMSS 2015 international results in science. Retrieved from Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center website: <http://timssandpirls.bc.edu/timss2015/international-results/>
- Noh, T. H., Kim, K. S., Park, H. J., & Jeon, K. M. (2006). Influences of motivational climate, achievement goals, and learning strategies on science achievement. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 26(2), 232-238.
- Rim, H., Yi, H., & Kim, S. (2016). A comparison of the relationships between math-related educational context variables and mathematics achievement of South Korea, Singapore, Japan, and Finland based on the PISA 2012. *Journal of Research in Curriculum & Instruction*, 20(2), 97-110.
- Sang, K., Kwak, Y., Choi, J., Park, S., & Jeon, S. (2017). In-depth analysis of TIMSS 2015 Korean results (Research Report RRO 2017-5-1). Seoul: KICE.
- Sang, K., Kwak, Y., Park, J. H., & Park, S. (2016). The Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS): Findings from TIMSS 2015 for Korea. (Research Report RRE 2012-4-3). Seoul: KICE.
- Sohn, W., Kim, K., Park, C., & Park, H. (2009). A comparison of multi-level models for scientific literacy across Korea, Finland and Hong Kong-China. *Journal of Educational Evaluation*, 22(1), 129-149.
- Yi, H. S., & Song, M. (2015). A multi-level SEM approach for the analysis of relationships between math-related educational context variables and math literacy of PISA 2012. *Journal of Research in Curriculum & Instruction*, 19(1), 137-158.
- Yi, H. S., Kim, S., Song, M., Kim, J., & Yang, S. K. (2011). Structural equation models of student achievement: School contextual and instructional differences in the development of reading, math, and English construct. *Journal of Educational Evaluation*, 24(2), 317-344.
- Yi, H. Y., Shin, J. A., & Kim, K. H. (2013). Relationships between educational context variables and academic achievement based on multi-level SEM analyses. *Journal of Educational Evaluation*, 26(2), 477-506.