Journal of the Korean Association for Science Education
Journal homepage: www.koreascience.org

우리나라 중학교 2학년 학생들의 과학에 대한 정의적 태도 특성 탐색

곽영순*
한국교육과정평가원

Exploration of Features of Korean Eighth Grade Students' Attitudes Toward Science

Youngsun Kwak*
Korea Institute for Curriculum and Evaluation

ARTICLE INFO

Article history:
Received 3 January 2016
Received in revised form
23 January 2016
Accepted 2 February 2017
Keywords:
TIMSS, affective attitude toward science, confidence with science, interest in learning science, valuing science, key competencies

ABSTRACT

The Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS) announced the TIMSS 2015 results at the end of 2016. In this research, we analyzed the relationship between Korean eighth grade students' attitude toward science and science achievement, trends in students' attitude toward science based on common items used in three to four cycles of TIMSS, and trends across grades in students' attitude toward science. According to the results, Korean eighth grade students showed the lowest level of confidence with science, interest in learning science, and valuing science among the 15 top performing countries as well as all the participant countries. In addition, according to the analysis result of common items, Korean students' confidence with science and interest in learning science have decreased, whereas students' valuing science with instrumental values has increased between TIMSS 2011 and TIMSS 2015. According to trends across grades, the cohort of students, assessed at the fourth grade in TIMSS 2011 and moved to the eighth grade four years later in 2015, decreased in their confidence with science and interest in learning science. Discussed in the conclusion are further studies and ways to improve science teaching and learning to improve students' attitude toward science.

Ⅰ. 서론

2016년 11월말에 수학·과학 성취도 국제비교 연구(Trends in International Mathematics and Science Study: 이하 TIMSS) 6주기 평가인 TIMSS 2015에 대한 결과 발표가 있었다. TIMSS는 국제교육성취도평가협회(International Association for the Evaluation of Educational Achievement: 이하 IEA)에서 추진하는 대표적인 연구로 초등학교 및 중학교 학생들의 수학·과학 성취도와 이에 영향을 주는 배경변인을 파악하여 각국의 교육정책 수립과 교육의 질 개선에 유용한 정보를 제공하는 것을 목적으로 한다(Jeong *et al*., 2006; Mullis & Martin, 2013). TIMSS에서는 참여국들의 교육과정을 기반으로 초등학교 4학년과 중학교 2학년 학생들의 수학·과학 성취도를 평가하여 참여국의 교육과정 및 학교교육의 효과성에 대한 직접적인 정보를 제공해준다. 우리나라는 TIMSS가 처음 시작된 TIMSS 1995부터 지속적으로 연구에 참여하고 있으며, TIMSS 1995 이래로 참여국들 중 최상위권의 성취도를 유지해오고 있다(Kim *et al*., 2012; Kim *et al*., 2014).

기존 TIMSS 평가주기와 마찬가지로 TIMSS 2015도 학생 성취도 변화 추이를 파악하기 위한 종단연구로 우리나라 학생들의 성취도와 성별, 성취수준별, 내용 및 인지영역별 성취를 국제적으로 비교하고, 다양한 교육맥락 변인들과 성취도 사이의 관계에 대한 데이터를 제공한다. 따라서 TIMSS 결과에 대한 다각적인 분석을 통해 우리나라 학생들의 성취도를 국제적인 기준에서 점검하고 학생 성취도에 영향을 미치는 관련 변인들을 파악함으로써 우리나라 수학·과학 교육 발전을 위한 시사점을 도출할 수 있다(MOE, 2016; Sang *et al*., 2016).

TIMSS 2015에는 총 39개국의 중학생들이 참여하였으며, 2016년 11월말에 결과가 발표되었다. TIMSS 2015에 나타난 우리나라 중학교 2학년 학생들의 과학 성취도 및 주요 결과를 살펴보면, 과학 성취도 평균은 이전 주기인 TIMSS 2011과 유사한 수준이지만, 국제 순위는 과학 4위로 모두 TIMSS 2011에 비해 1단계가 낮아졌다(Sang *et al*., 2016). 성취수준별로는 중학교 2학년의 경우 수월 수준 학생 비율은 과학 19%, 기초수준 학생 비율은 12%로 TIMSS 2011과 거의 유사한 비율을 유지하였다. 학생들의 교과에 대한 정의적 특성은 성취도와 함께 중요한 변인임에도 불구하고, TIMSS 2015에서도 우리나라 중학교 2학년 학생들의 정의적 특성은 지속적으로 낮게 나타나고 있다.

중학교 2학년 과학 내용영역과 인지영역별 성취도 평가와는 별도로 TIMSS에서는 과학 학습에 영향을 미치는 변인을 학교 맥락, 학급 맥락, 학생 특성 및 태도 등의 다양한 영역들로 구분하고(Kim *et al*., 2015a, p. 24), 학교장, 교사, 학생 등을 대상으로 설문조사를 실시한다. TIMSS 2015에서는 학생 설문을 통해 과학에 대한 중학교 2학년 학생들의 태도를 조사하고 성취도와의 관계를 분석하였다. TIMSS에서는 과학에 대한 태도로 과학에 대한 자신감, 과학 학습에 대한 흥미, 과학에 대한 가치인식을 조사한다. 많은 연구들에서 동기 및 자신감과 같은 과학에 대한 태도는 과학 성취도에 중요한 영향을 주는 것으로 보고하고 있으며, 따라서 해당 교과에 대해 긍정적인 태도를 기를 수 있도록 돕는 것은 과학과 교육과정의 명시적 목표가 되어야 한다(Mullis & Martin, 2013, p.80). 우리나라 중학생은 국제평가에서 국제

* 교신저자 : 곽영순 (amkwak@naver.com)
http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2017.37.1.0135

평균에 비해 월등히 높은 과학성취도에도 불구하고 과학에 대한 정의적 태도(자신감, 흥미, 가치인식)는 참여국들 중 최하위 수준이어서 항상 문제점으로 제기되었다(Cho *et al*., 2012; Choe *et al*., 2013). Table 1에서 볼 수 있듯이 TIMSS 2011에 이어서 TIMSS 2015에서도 우리나라 중학생들은 과학 정의적 태도에서 최하위권을 차지하였다. 즉, 과학에 대한 태도에 있어서 다른 아시아 국가들과 마찬가지로 지속적으로 낮은 수준을 나타냄에 따라 이에 대한 원인 분석과 대책 마련이 요구된다(Kim & Cho, 2013; Kim *et al*., 2014; Lee, 2016).

Table 1. Trend of Korean eighth grade students' affective attitude toward science

구분		중2	
		2015	2011
과학	참여 국가 수	29개국	26개국
	과학에 대한 자신감	27위	24위
	과학 학습에 대한 흥미	29위	26위
	과학에 대한 가치인식	36~37위*	24위

※ 자료출처: Kim *et al*., 2012; Martin *et al*., 2016
※ 초4는 가치인식 측정 설문 문항 없음. * 가치인식 설문에 참여한 국가는 39개국임.

이에 본 연구에서는 TIMSS 2015에서 중학생들의 설문 응답 결과를 토대로, 우리나라 중학교 2학년 학생들의 과학 정의적 태도 특성을 살펴보고자 한다. 본 연구의 목적을 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 우리나라 중학생들의 과학에 대한 태도를 다른 TIMSS 2015 성취도 상위국들과 비교해 보고, 과학에 대한 태도와 성취도의 관계를 살펴보고자 한다.

둘째, 우리나라 학생들의 과학에 대한 태도가 TIMSS 평가주기별로 어떻게 변화했는지를 살펴보기 위해, 2000년대 이후 현재까지 TIMSS 평가주기별로 과학에 대한 태도 측정에 활용된 문항들 중 공통으로 포함된 하위문항, 즉 '공통문항'을 중심으로 학생들의 응답 변화추이를 분석하였다. 뿐만 아니라 TIMSS 2011 당시 초등학교 4학년 학생들이 4년 후에 시행된 TIMSS 2015에서 중학교 2학년으로 평가에 참여하였으므로, 동일모집단(cohort)이라 할 수 있는 TIMSS 2011 초등학교 4학년과 TIMSS 2015 중학교 2학년의 과학에 대한 태도를 비교함으로써 학교급 변화에 따른 학생들의 태도 변화추이를 살펴보았다. 이를 위해 초등학교 4학년과 중학교 2학년에서 공통적으로 측정하는 태도 변인인 자신감과 흥미에 대해, TIMSS 2011 초등학교 4학년 설문문항과 TIMSS 2015 중학교 2학년 설문문항 중 공통문항에 대해 학생 응답 비율의 변화를 분석하였다. 끝으로, 이러한 학생들의 정의적 태도 특성이 나타난 원인을 살펴보고, 학생들의 정의적 태도 특성 개선 방안을 과학과 교수학습 측면에서 살펴보았다.

II. 연구 내용 및 방법

본 연구에서는 TIMSS 국제본부에서 제공한 TIMSS 2015 결과분석 데이터를 우리나라 상황에 비추어 해석하고, 일부 데이터를 우리나라를 중심으로 재분석하여 우리 교육을 위한 시사점을 도출하였다. 특히 우리나라의 결과가 국제적인 수준에 비해 매우 낮은 것으로 나타난 정의적 태도(자신감, 흥미, 등)에 대해 추가 분석을 실시함으로써 우리나라 중학교 학생들의 정의적 태도 개선 방안을 모색하고자 하였다.

먼저 TIMSS 2015에서 우리나라는 2014년 12월 15일부터 24일까지 총 10일간 본검사를 실시하였다. TIMSS 2015의 본검사 대상은 본검사를 시행한 2014년 당시 중학교 2학년 학생이다. 국제본부에서 산출한 우리나라 중학생, 즉 중학교 2학년 학생들의 평가 참여 결과를 정리하면 Table 2와 같다. 중학교 2학년의 경우 표집 학생들 중 최종적으로 5,309명이 평가에 참여하여서 참여율은 98%였다(Kim *et al*., 2015).

Table 2. Participants of Korean eighth grade students in TIMSS 2015

학년	학교			학생		
	표집(개)	참여(개)	참여율(%)	표집(명)	참여(명)	참여율(%)
중학교 2학년	150	150	100	5,436	5,309	98

※ 자료출처: Mullis *et al*., 2016

본 연구의 방법을 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 우리나라 중학교 학생들의 과학 정의적 태도 변화추이를 살펴보기 위해, 2000년대 이후 현재까지 TIMSS 평가주기별로 과학에 대한 태도 측정 문항들 중 공통으로 포함된 하위문항, 즉 공통문항을 중심으로 학생들의 응답 변화추이를 분석하였다(Table 3 참조). 즉, TIMSS 2003부터 TIMSS 2015까지 공통문항에 대한 우리나라 중학생들의 응답 변화추이를 분석하였다.

학생은 각각의 태도 문항에 대해 4단계 리커트 척도(매우 그렇다, 그렇다, 그렇지 않다, 전혀 그렇지 않다)로 답하게 되는데, 이 중 긍정응답 2개(매우 그렇다, 그렇다)와 부정 응답 2개(그렇지 않다, 전혀 그렇지 않다)를 묶어서 긍정응답 비율과 부정응답 비율을 각각 산출하였다. 여기서 부정 문항인 경우, 예컨대 '과학은 내가 잘하는 과목이 아니다.'에 대한 응답의 경우 부정 응답(그렇지 않다와 매우 그렇지 않다)을 역코딩한 것으로 '긍정응답' 비율을 산출하였다.

둘째, TIMSS 2011 당시 초등학교 4학년 학생들이 4년 후에 시행된 TIMSS 2015에서 중학교 2학년으로 평가에 참여하였으므로, 동일모집단이라 할 수 있는 TIMSS 2011 초등학교 4학년과 TIMSS 2015 중학교 2학년의 과학에 대한 태도를 비교함으로써 학교급 변화에 따른 학생들의 태도 변화추이를 살펴보았다. 이를 위해 초등학교 4학년과 중학교 2학년에서 공통적으로 측정하는 태도 변인인 자신감과 흥미에 대해 TIMSS 2011 초등학교 4학년 설문문항과 TIMSS 2015 중학교 2학년 설문문항 중 공통문항들에 대해 학생 응답 비율의 변화를 분석하였다. 즉, 초등학교 4학년에서 중학교 2학년으로 상급학교 진학에 따른 과학에 대한 자신감과 흥미 관련 긍정응답 비율 변화를 분석하였다.

끝으로, 중학교 현장교사 6명과 과학교육을 전공한 연구자 3명이 참여하여 공통문항에 대한 추이분석, 상급학교 진학에 따른 과학 정의적 영역 공통문항 긍정응답 추이변화 분석, 배경변인들 중 중학생들의 과학 관련 정의적 태도 특성에 영향을 준 변인 분석 등과 같은 우리나라 중학생들의 과학 정의적 태도 특성을 초래한 원인을 분석하였다.

Table 3. Survey items measuring students' attitudes toward science from TIMSS 2003 to TIMSS 2015

척도	문항	03	07	11	15
자신감	· 과학이 어렵지 않다면 나는 과학을 더 좋아할 것이다.				
	· 나는 열심히 공부해도 반 친구들을 따라가지 못한다.				
	· 모든 과목을 다 잘할 수는 없으므로 내 경우에는 단지 과학에 재능이 없을 뿐이다.				
	· 나는 과학에 약하다.				
	· 나는 학교에서 과학 수업이 더 많았으면 한다.	v	v		
	· 나는 대체로 과학을 잘한다.	v	v	v	v
	· 나는 우리 반 친구들에 비해 과학을 더 어려워한다.	v	v	v	v
	· 과학은 내가 잘하는 과목이 아니다	v	v	v	v
	· 나는 과학 내용을 빨리 배운다.	v	v	v	v
	· 가끔씩 과학의 새로운 주제를 처음에 이해하지 못하면, 그 주제를 전혀 이해하지 못한다.	v			
	· 과학은 나를 당황스럽고 긴장하게 한다.			v	
	· 과학 선생님은 내가 어려운 수준의 과학 수업에서 잘할 수 있다고 생각하신다.			v	
	· 나는 어려운 과학 문제를 잘 해결한다.			v	v
	· 과학 선생님은 내가 과학을 잘한다고 말씀하신다.			v	v
	· 나는 다른 과목보다 과학이 더 어렵다.			v	v
	· 과학은 나를 헷갈리게 한다.				v
흥미	· 나는 과학을 공부하는 것이 즐겁다	v	v	v	v
	· 과학은 지루하다		v	v	v
	· 나는 과학을 좋아한다.		v	v	v
	· 과학은 쉬운 과목이다				
	· 과학은 모든 사람의 생활에 중요하다.				
	· 나는 과학과 관련된 직업을 원한다.				
	· 나는 남는 시간에 과학과 관련된 글을 읽는다			v	
	· 과학을 잘하는 것은 중요하다			v	
	· 나는 과학을 공부하지 않아도 되면 좋겠다.			v	v
	· 나는 과학 과목에서 흥미로운 것을 많이 배운다.			v	v
	· 나는 학교에서 과학을 배우는 것이 기다려진다.				v
	· 과학은 세계의 여러 현상들이 어떻게 일어나는지 나에게 가르쳐준다				v
	· 나는 과학 실험을 하는 것을 좋아한다.				v
	· 과학은 내가 좋아하는 과목 중 하나이다.				v
가치	· 과학을 잘해야 하는 이유는 원하는 직업을 얻기 위해서이다.				
	· 과학을 잘해야 하는 이유는 원하는 고등학교나 대학교에 진학하기 위해서이다.				
	· 과학을 배우는 것이 일상생활에 도움이 된다고 생각한다.	v	v	v	v
	· 다른 과목을 배우는 데 과학이 필요하다	v	v	v	v
	· 원하는 대학에 들어가기 위해 과학을 잘할 필요가 있다	v	v	v	v
	· 원하는 직업을 갖기 위해 과학을 잘할 필요가 있다	v	v	v	v
	· 나는 과학과 관련된 직업을 갖고 싶다.	v			
	· 나는 과학과 관련된 직업을 좋아한다.			v	
	· 과학을 잘하는 것은 중요하다.			v	v
	· 과학을 활용하는 직업을 갖고 싶다.				v
	· 과학을 배우는 것은 세계에서 앞서 가기 위해 중요하다.				v
	· 과학을 배우는 것은 내가 어른이 되었을 때 더 많은 직업 선택의 기회를 줄 것이다.				v
	· 부모님은 내가 과학을 잘하는 것을 중요하게 생각하신다.				v

Ⅲ. 연구 결과 및 논의

1. 과학에 대한 자신감

학생들의 과학에 대한 태도 척도 중 '과학에 대한 자신감'은 하위 문항에 대한 학생 설문조사 결과를 바탕으로 지수를 산출하였다. TIMSS 2015 과학에 대한 자신감을 측정하는 문항은 다음과 같다.

Table 4. Survey items measuring students' confidence with science

과학: 8문항	・나는 대체로 과학을 잘한다. ・나는 우리 반 친구들에 비해 과학을 더 어려워한다. ・과학은 내가 잘하는 과목이 아니다. ・나는 과학 내용을 빨리 배운다. ・나는 어려운 과학 문제를 잘 해결한다. ・과학 선생님은 내가 과학을 잘한다고 말씀하신다. ・나는 다른 과목보다 과학이 더 어렵다. ・과학은 나를 헷갈리게 한다.

※ 자료출처: Martin *et al*., 2016

중학교 2학년 과학 성취도 상위국 학생들의 과학에 대한 자신감과 과학 성취도의 관계를 살펴보면 다음과 같다.

Table 5. Eighth grade students' confidence with science and science achievement

국가	매우 자신있음		자신있음		자신없음		평균 척도 점수	평균척도점수 차이 (T15-T11)	
	학생비율(%)	평균	학생비율(%)	평균	학생비율(%)	평균			
미국	30	568	39	533	30	495	10.5	0.2	▲
아일랜드	26	585	36	543	38	492	10.0	◇	
캐나다	24	563	43	531	32	498	10.2	◇	
영국	21	585	41	547	38	503	9.9	-0.3	▽
싱가포르	17	633	40	608	44	572	9.7	0.0	
홍콩	13	592	38	560	49	523	9.4	0.2	▲
대만	9	646	25	606	66	545	8.6	0.3	▲
대한민국	7	642	23	599	70	532	8.7	-0.1	
일본	5	637	26	606	68	553	8.6	0.1	
국제평균	22	538	39	490	40	452			

※ 자료출처: Martin *et al*., 2016
▲ : TIMSS 2015가 유의하게 높음, ▽ : TIMSS 2015가 유의하게 낮음, ◇ : TIMSS 2011에 참여하지 않음

평균척도점수를 살펴보면 미국 중학생의 과학에 대한 자신감이 10.5로 상위 15개국 중 가장 높게 나타났고, 우리나라의 경우에는 8.7로 낮은 편에 속하며, 이는 TIMSS 2011에 비해서 척도점수에서 0.1점 하락한 값이다. 척도별 응답 비율의 경우 '매우 자신있음'은 미국이 30%로 가장 높았고, 우리나라(7%)와 일본(5%)이 낮게 나타났고, '자신없음'의 경우 우리나라는 70%로 2/3이상의 학생들이 과학에 자신이 없는 것으로 응답하였다. 과학 성취도를 살펴보면 국제적으로 과학에 대한 자신감이 높을수록 과학 성취도가 높았으며, 우리나라도 유사한 경향을 보였다. 우리나라는 '자신있음'과 '자신없음'에 응답한 학생들의 성취도 평균 차이가 67점으로 국제평균(38점)보다 훨씬 더 크게 나타났으며, 따라서 향후 학생들의 과학에 대한 자신감을 강화하기 위한 노력이 필요함을 알 수 있다. 즉, 과학 학습에 대한 자신감이 우리나라 학생들의 학업성취에 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다(Kim *et al*., 2012). 정의적 특성 향상 지원 프로그램을 지속적으로 운영하고 과학 교과까지 확대 운영하여 과학에 대한 태도를 긍정적으로 바꿀 수 있으며, 이후 성취도 향상에도 기여할 것으로 기대된다. 특히 중학교 단계에서 과학 학습에 대한 자신감을 유지할 수 있도록 초등학교에서부터 자신감을 높이고 지속적으로 유지할 수 있는 프로그램을 마련할 필요가 있다.

TIMSS 2003부터 TIMSS 2015까지 우리나라 중학교 2학년 학생들의 과학에 대한 자신감을 측정하는 공통문항에 대한 TIMSS 평가주기별 긍정응답 비율 변화추이를 그래프로 나타내면 Figure 1과 같다. 4개 공통문항에 대한 우리나라 중학생의 긍정응답 비율은 TIMSS 2011에 비해 TIMSS 2015에서 모두 낮아졌다. 4개 공통문항 중 긍정응답 비율이 가장 많이 떨어진 문항은 '나는 우리 반 친구들에 비해 과학을 더 어려워한다.'를 역코딩[1]한 것으로, 이 문항에 대한 긍정응답 비율은 8.5%p가 하락하여 다른 학생과 비교했을 때 자신의 상대적인 과학 능력에 대한 신념이 부정적으로 변한 학생이 증가했음을 알 수 있다.

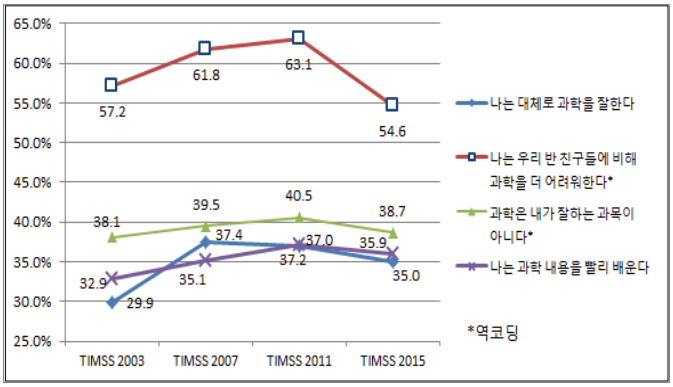

Figure 1. Trends in response rates for students' confidence with science from TIMSS 2003 to TIMSS 2015

TIMSS 2011에서 초등학교 4학년이었던 학생들이 상급학교 진학에 따라 TIMSS 2015에서 중학교 2학년이 되었을 때 과학에 대한 자신감을 측정하는 공통문항에 대한 긍정응답 비율 변화추이를 살펴보면 Figure 2와 같다. Figure 2에서 볼 수 있듯이, 모든 문항에서 초등학생에 비해 중학생일 때 긍정응답 비율이 낮아지는 것을 확인할 수 있다. 특히 '나는 대체로 과학을 잘한다.' 및 '나는 우리 반 친구들에 비해 과학을 더 어려워한다.'에 대한 응답 비율은 각각 27.5%p, 27.0%p가 낮아져 과학 교과에 대한 자신감과 다른 학생들과 비교한 자신의 상대적인 과학 능력에 대한 신념이 중학교로 진학함에 따라 더 부정적으로 변하는 학생이 많은 것을 알 수 있다.

1) 긍정응답 비율을 분석한 것이므로, 부정 문항인 '나는 우리 반 친구들에 비해 과학을 더 어려워한다.' 및 '과학은 내가 잘하는 과목이 아니다.'에 대한 부정응답('그렇지 않다'와 '매우 그렇지 않다')을 역코딩한 것으로 '긍정응답' 비율을 나타낸 것이다.

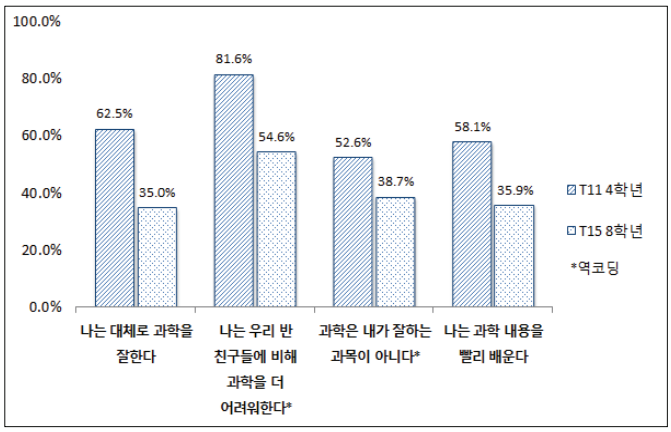

Figure 2. Trends across grades in response rates for students' confidence with science - fourth to eighth grade cohort analysis

2. 과학 학습에 대한 흥미

학생들의 과학에 대한 태도 척도 중 과학 학습에 대한 흥미는 내재적 동기와 관련된 변인으로(Mullis & Martin, 2013, p.81), TIMSS 2015에서는 9개 문항으로 이루어진 학생 설문조사 결과를 바탕으로 지수를 산출하였다. TIMSS 2015 과학 학습에 대한 흥미를 측정하는 문항은 다음과 같다.

Table 6. Survey items measuring students' interest in learning science

과학: 7문항	• 나는 과학을 공부하는 것이 즐겁다. • 과학은 지루하다. • 나는 과학을 좋아한다. • 나는 과학 과목에서 흥미로운 것을 많이 배운다. • 나는 과학을 공부하지 않아도 되면 좋겠다. • 나는 학교에서 과학을 배우는 것이 기다려진다. • 과학은 세계의 여러 현상들이 어떻게 일어나는지 나에게 가르쳐준다. • 나는 과학 실험을 하는 것을 좋아한다. • 과학은 내가 좋아하는 과목 중 하나이다.

※ 자료출처: Martin *et al.*, 2016

중학교 과학 성취도 상위 15개국의 과학 학습에 대한 흥미와 과학 성취도와의 관계를 살펴보면 다음과 같다.

평균척도점수에 따르면 상위 15개국 중 중학생의 과학에 대한 흥미는 싱가포르가 10.3으로 가장 높았으며, 우리나라는 8.6점으로 가장 낮았고 이는 TIMSS 2011에 비해서도 척도점수 0.1점이 하락한 값이다. 척도별 응답 비율을 살펴보면 '매우 좋아함'에 응답한 비율은 성취도 상위 15개국 중 싱가포르가 38%로 가장 높았으며, 우리나라는 10%로 나타났다. 동아시아 상위 5개국(싱가포르, 일본, 대만, 대한민국, 홍콩) 중에서 싱가포르 학생들의 '매우 좋아함'에 해당하는 비율 및 과학 흥미도에 대한 평균척도점수가 가장 높음을 주목할 필요가 있다. 중2 과학 성취도에서 전체 2위를 차지한 일본의 경우에는 성취도 상위 15개국 중에서 우리나라와 유사하게 과학 흥미도에 대한 평균척도점수와 '매우 좋아함'에 응답한 비율 등이 우리나라에 이어서 가장 낮은 것으로 나타났다. 척도별 과학 성취도 평균점수를 살펴보면 우리나라는 '좋아함'과 '좋아하지 않음'의 차이가 44점으로 국제

Table 7. Eighth grade students' interest in learning science and science achievement

국가	매우 좋아함		좋아함		좋아하지 않음		평균척도점수 (표준오차)	평균척도점수차이 (T15-T11)	
	학생 비율 (%)	평균	학생 비율 (%)	평균	학생 비율 (%)	평균			
싱가포르	38	622	47	588	15	558	10.3	0.1	
미국	36	556	42	524	21	504	10.0	0.4	▲
아일랜드	33	565	41	534	26	493	9.8	◇	
캐나다	33	547	46	526	21	504	9.9	◇	
영국	31	569	44	536	25	504	9.8	-0.1	
홍콩	30	574	51	542	19	512	9.9	0.1	
대만	18	620	46	574	36	538	9.2	0.2	▲
일본	15	606	48	579	37	546	9.0	0.0	
대한민국	10	622	41	572	49	528	8.6	-0.1	
국제평균	37	516	44	475	19	453			

※ 자료출처: Martin *et al.*, 2016
▲ : TIMSS 2015가 유의하게 높음, ▽ : TIMSS 2015가 유의하게 낮음, ◇ : TIMSS 2011에 참여하지 않음

평균의 차이(22점)보다 매우 크고 성취도 상위국 중 차이가 가장 크게 나타났으며, 초등학생의 점수 차이(16점)에 비해서도 매우 큰 것을 알 수 있다. 따라서 중학교 학생들의 과학 학습에 대한 흥미를 높이기 위한 방안을 적극 모색할 필요가 있다.

과학 성취도가 기대한 것보다 낮은 것이 원인이 되어 과학 학습에 대한 흥미가 낮아진 것인지, 아니면 과학 학습에 대한 낮은 흥미로 인해 과학 성취도가 하락한 것인지에 대한 원인 분석이 필요하다.

TIMSS 2007부터 TIMSS 2015까지 우리나라 중학교 2학년 학생들의 과학 학습에 대한 흥미를 측정하는 공통문항에 대한 TIMSS 평가 주기별 긍정응답 비율의 변화추이를 분석한 결과는 Figure 3과 같다. TIMSS 2007 및 TIMSS 2011과 비교할 때 TIMSS 2015에서 3개 문항에 대한 중학생들의 긍정응답 비율이 모두 하락한 것을 알 수 있다. 특히 '나는 과학을 공부하는 것이 즐겁다'의 경우 TIMSS 2007에서 60.3%, TIMSS 2011에서 56.6%, TIMSS 2015에서 52.3%로 지속적으로 하락하고 있으며, 하락 폭도 다른 문항에 비해 크게 나타나서 이에 대한 대책 마련이 필요한 것으로 보인다.

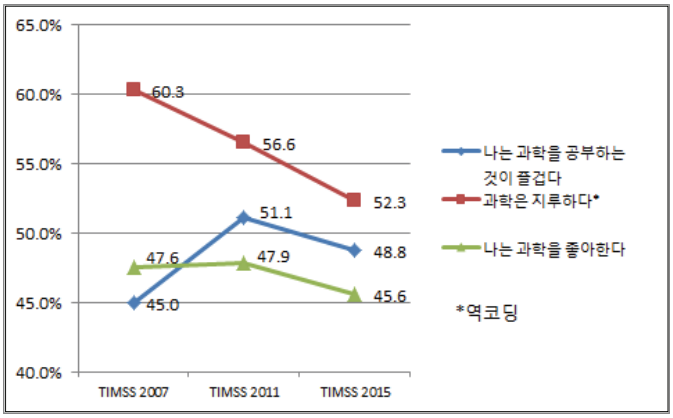

Figure 3. Trends in response rates for students' interest in learning science from TIMSS 2007 to TIMSS 2015

TIMSS 2011에서 초등학교 4학년이었던 학생들이 상급학교 진학에 따라 TIMSS 2015에서 중학교 2학년이 되었을 때 과학 학습에 대한 흥미를 측정하는 공통문항에 대한 긍정응답 비율 변화추이를 살펴보면 Figure 4와 같다.

과학에 대한 자신감과 마찬가지로 과학 학습에 대한 흥미 공통문항에 대해서도 초등학교 때에 비해 중학교에 올라가면서 긍정응답 비율이 낮아진 것을 알 수 있다. 즉, 과학 공부가 즐겁다거나, 과학이 지루하지 않다거나, 과학을 좋아하는 학생 비율 줄어들었으므로, 중학생들이 즐겁고 지루하지 않게 과학 공부를 하고 과학을 좋아하도록 만들 수 있는 방안을 모색할 필요가 있다.

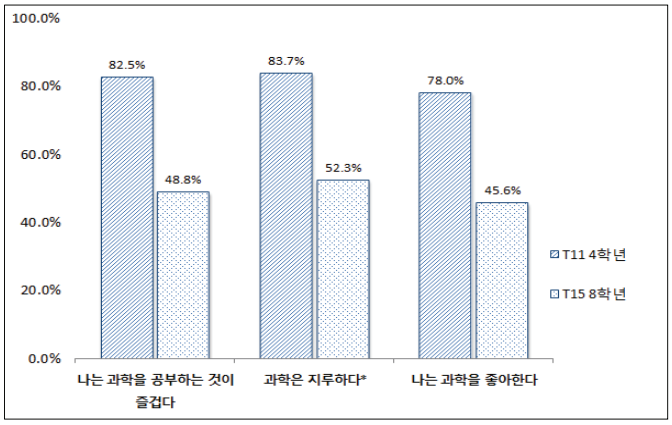

Figure 4. Trends across grades in response rates for students' interest in learning science - fourth to eighth grade cohort analysis

3. 과학에 대한 가치인식

학생들의 과학에 대한 태도 척도 중 과학에 대한 가치 인식은 외재적 동기와 관련된 변인으로(Mullis & Martin, 2013, p.81), TIMSS 2015에서는 9개 문항에 대해 중학교 2학년을 대상으로 설문 조사를 실시하였고, 설문조사 결과를 바탕으로 지수를 산출하였다. TIMSS 2015 과학에 대한 가치 인식을 측정하는 문항은 다음과 같다.

Table 8. Survey items measuring students' valuing science

과학: 9문항	・과학을 배우는 것이 일상생활에 도움이 된다고 생각한다. ・다른 과목을 배우는 데 과학이 필요하다. ・원하는 대학에 들어가기 위해 과학을 잘할 필요가 있다. ・원하는 직업을 갖기 위해 과학을 잘할 필요가 있다. ・과학을 잘하는 것은 중요하다. ・과학을 활용하는 직업을 갖고 싶다. ・과학을 배우는 것은 세계에서 앞서 가기 위해 중요하다. ・과학을 배우는 것은 내가 어른이 되었을 때 더 많은 직업 선택의 기회를 줄 것이다. ・부모님은 내가 과학을 잘하는 것을 중요하게 생각하신다.

※ 자료출처: Martin *et al*., 2016

중학생의 과학에 대한 가치 인식과 과학 성취도 조사 결과를 살펴보면 Table 13과 같다. 중2 과학 성취도 상위 15개국의 평균척도점수를 살펴보면, 카자흐스탄이 10.5로 가장 높았다. 우리나라는 평균척도점수 9.0으로 대만과 일본(8.6점)에 이어서 가장 낮은 것으로 나타났으며, 이는 TIMSS 2011보다 척도점수 0.1점이 상승한 것이다. 또한 중2 과학 성취도 상위 15개국 중, 과학이 '매우 가치있다'고 응답한 학생 비율은 카자흐스탄이 41%로 가장 높았고, 우리나라는 13%였다. 동아시아 중2 과학 성취도 상위 5개국(싱가포르, 일본, 대만, 대한민국, 홍콩) 중에서는 싱가포르가 '매우 자신있음'에 응답한 비율이 37%로 다른 4개국에 비해 높게 나타났다. 척도별 과학 성취도 평균을 살펴보면 국제적으로 과학이 가치있다고 인식할수록 과학 성취도가 높은 것으로 나타났으며, 우리나라도 동일한 경향을 보였다. 우리나라는 '매우 가치있음'과 '가치있음'의 성취도 평균점수 차이가 39점(국제 평균 차이는 24점), '가치있음'과 '가치없음'의 차이가 44점(국제 평균 차이는 22점)으로 성취도 상위 15개국 중 가장 크게 벌어지는 것으로 나타났다. 요컨대 우리나라 중2 학생들은 과학에 대한 가치를 긍정적으로 평가할수록 과학 성취도에 중대한 영향을 준다는 것을 알 수 있으며 중학생들의 과학에 대한 가치 평가를 제고하기 위한 방안을 마련할 필요가 있을 것이다.

Table 9. Eighth grade students' valuing science and science achievement

국가	매우 가치있음		가치있음		가치없음		평균 척도 점수	평균척도점수 차이 (T15-T11)
	학생비율(%)	평균	학생비율(%)	평균	학생비율(%)	평균		
카자흐스탄	41	546	49	525	10	527	10.5	-
영국	39	558	43	536	18	502	10.1	0.0
미국	38	550	42	529	19	501	10.1	0.3 ▲
러시아 연방	38	544	48	545	14	543	10.2	-
리투아니아	38	525	47	517	15	515	10.2	-
싱가포르	37	621	53	589	10	548	10.2	0.1
캐나다	37	546	44	525	19	501	10.1	◇
아일랜드	30	557	43	540	27	501	9.6	◇
홍콩	24	565	46	549	31	528	9.4	-0.1
스웨덴	21	535	50	532	28	503	9.4	-
헝가리	21	539	48	526	32	522	9.3	-
슬로베니아	20	577	52	556	28	525	9.3	-
대한민국	13	605	51	566	36	522	9.0	0.1
대만	11	616	38	589	51	546	8.6	0.1
일본	9	605	44	586	47	550	8.6	0.1
국제평균	40	506	41	482	19	460		

※ 자료출처: Martin *et al*., 2016
▲ : TIMSS 2015가 유의하게 높음, ▽ : TIMSS 2015가 유의하게 낮음, ◇ : TIMSS 2011에 참여하지 않음

TIMSS 2003부터 TIMSS 2015까지 우리나라 중학교 2학년 학생들의 과학에 대한 가치인식을 측정하는 공통문항에 대한 TIMSS 평가주기별 긍정응답 비율의 변화추이를 분석한 결과는 Figure 5와 같다. TIMSS 2003에서부터 TIMSS 2015까지 4주기 동안 공통으로 사용된 4개 공통문항 모두에 대한 긍정응답 비율은 TIMSS 2011에 비해 TIMSS 2015에서 상승하였다. 특히 '원하는 직업을 갖기 위해 과학을 잘할 필요가 있다.'에 대한 긍정응답 비율 상승폭은 5.4%p로 다른 문항에 비해 크게 나타나서, 우리나라 학생들의 과학 교과에 대한 도구적 가치인식이 증가하고 있음을 알 수 있다. 또한 '다른 과목을 배우는 데 과학이 필요하다.'에 대한 긍정응답 비율은 TIMSS 2007

이래로 꾸준히 상승하고 있음을 알 수 있다. 한편, 국제학업성취도(PISA, TIMSS) 결과를 바탕으로 과학에 대한 태도와 교수학습 경험에 대한 학생 응답을 분석한 연구(Cho *et al*., 2012)에 따르면, 학생들이 도구적 가치를 더 중요시 하는 경향, 다른 교과에 비해 어렵다고 생각하는 경향 등이 정의적 성취가 낮은 원인으로 조사되었다. 즉, 우리나라 학생들은 과학이 일상생활을 영위하는 데 도움이 된다고 생각하기보다는 진학과 직업 선택에 필요하다고 생각하고 있는 것으로 나타났으며, 이는 TIMSS에서 내재적 동기 변인인 과학 학습에 대한 흥미가 낮게 나타난 원인이 된 것으로 보인다(Cho *et al*., 2012).

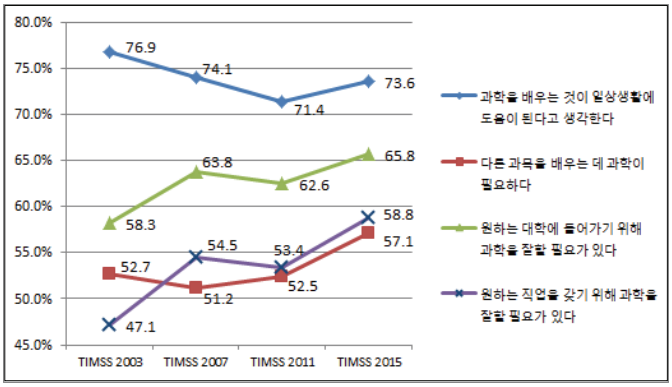

Figure 5. Trends in response rates for students' valuing science from TIMSS 2003 to TIMSS 2015

Ⅳ. 결론 및 제언

본 연구에서는 TIMSS 2015 결과 중에서, 중학생들의 설문 응답 결과를 토대로 우리나라 중학교 2학년 학생들의 과학에 대한 태도와 성취도의 관계를 살펴보고, TIMSS 평가주기별 학생 설문의 공통문항을 중심으로 학생들의 응답 변화추이와, 학교급 변화에 따른 학생들의 태도 변화추이를 살펴보았다. 연구결과에 따르면 우리나라 중학교 2학년 학생들은 과학 성취도 상위 15개국은 물론 전체 참여국 중 과학에 대한 자신감, 과학 학습에 대한 흥미, 과학에 대한 가치인식 등에서 최하위 수준을 나타내었다. 또한, TIMSS 평가주기별 공통문항을 중심으로 과학에 대한 태도를 분석한 결과, 우리나라 학생들은 과학에 대한 자신감과 과학 학습에 대한 흥미는 TIMSS 2011에 비해 TIMSS 2015에서 모두 낮아졌다. 반면에 과학에 대한 도구적 가치인식의 경우 TIMSS 2011에 비해 TIMSS 2015에서 모두 상승하였다. 즉, 일상생활, 대학진학, 직업선택 등에서 과학의 도구적 가치에 대한 인식은 다소 개선되었지만, 과학 학습에 대한 흥미나 자신감 등은 여전히 참여국들 중 최하위 수준임을 알 수 있다. 또 한 가지 주목할 점은 초등학교 4학년에서 중학교 2학년으로 진학함에 따라 과학에 대한 자신감과 흥미가 감소한다는 점이다. 따라서 우리나라 중학교 2학년 학생들이 TIMSS 2015는 물론 TIMSS 평가주기마다 과학에 대한 정의적 태도(자신감, 흥미, 가치인식)가 참여국들 중 최하위로 나타나고 있는 실태를 개선할 필요가 있다. 특히 우리나라 학생들의 경우 초등학교 4학년에서 중학교 2학년으로 진학함에 따라 과학에 대한 자신감과 흥미가 감소하는데, 이에 대한 원인을 교육과정, 교실수업, 학생변인 등의 측면에서 심층적으로 탐구할 필요가 있다. 우리나라 학생들의 과학에 대한 정의적 태도에 대한 TIMSS 2015 평가결과를 토대로 우리나라 중학생들의 과학에 대한 정의적 태도 개선을 위한 후속연구와 과학과 교수학습에 주는 시사점을 제안하면 다음과 같다.

먼저, 이러한 정의적 태도 특성이 나타난 원인을 학생 변인과 교실수업 변인에서 탐구할 필요가 있다. 예컨대 TIMSS 2015에서는 학생 설문을 통하여 학생들이 과학 수업에 참여하고 싶은 정도를 조사하였는데,[2] 우리나라는 일본과 함께 참여국들 중 가장 낮은 수준인 것으로 나타났다(Sang *et al*., 2016; Martin, *et al*., 2016). 과학 수업에 '매우 참여하고 싶음'에 응답한 비율을 살펴보면, 국제평균이 47%인 반면에 우리나라는 10%로 최하위를 기록하였고, 반면에 '거의 참여하고 싶지 않음'에 응답한 비율은 국제평균이 17%인 반면에 우리나라는 43%로 참여국들 중 가장 높게 나타났다. 국제적 경향을 살펴보면, 과학 수업에 참여하고 싶다고 인식하는 학생일수록 과학 성취도가 높으며, 우리나라도 동일한 경향을 나타낸다. 특히 우리나라는 '매우 참여하고 싶음'과 '참여하고 싶음'에 응답한 경우의 과학 성취도는 평균 37점의 차이가 나타났다(Sang *et al*., 2016; Martin, *et al*., 2016). 따라서 우리나라 중학생들의 수업 참여에 대한 부정적 인식을 바꾸어 중학생들이 참여하고 싶은 과학 수업을 만들기 위한 방안을 마련할 필요가 있다. 학생들이 참여하고 싶은 과학 수업을 만들면 학생들의 과학에 대한 정의적 태도 측면도 개선할 수 있을 것으로 기대된다(Choe *et al*., 2013).

둘째, 학생들의 과학에 대한 정의적 태도를 개선하기 위한 다양한 정책적 지원이 필요하다. 중등학교 과학 교사를 대상으로 과학에서 학생들의 정의적 성취가 낮은 이유와 대책에 대해 설문조사한 결과, 학생들은 다른 교과에 비해 과학을 어렵다고 지각하거나, 과학 내용이 일상생활에 도움이 되지 않다고 생각하는 등 과학에 대한 부정적 인식을 가지고 있었으며(Choe *et al*., 2013), 이는 학생들의 낮은 정의적 성취를 가져온 것으로 보인다. 이처럼 다양한 원인에 의해 지속적으로 나타나고 있는 우리나라 학생들의 낮은 정의적 성취를 개선하기 위해, 정책적으로 창의성과 인성을 강조한 교육과정을 공표하였고, 스마트 교육, 융합인재교육 등을 강조하여 재미있고 이해하기 쉬운 과학 수업을 만들기 위한 노력을 계속하고 있다(MOE, 2014; MOE, 2016). 앞으로도 학생들의 과학에 대한 흥미와 이공계로의 진로 의향 등을 높일 수 있는 방안에 대한 지속적인 연구와 대책 마련이 필요하다(Choe *et al*., 2013).

셋째, 정책적 지원과 함께 학생들의 정의적 태도를 긍정적으로 전환할 수 있는 수업을 위해 관련 교수학습 프로그램을 개발·보급하고 교사 연수 프로그램을 확대할 필요가 있다. 학생들의 흥미, 자신감, 가치인식 등과 같은 정의적 태도를 개선하기 위해서는 학생들이 과학을 어렵지 않고 재미있으며 필요하다는 것을 직접 느낄 수 있는 수업을 경험하는 것이 중요하다(KICE, 2013). 그러므로 향후 과학을 쉽고 재미있게 가르칠 수 있는 방안을 마련해야 한다. 특히 TIMSS 2015 결과에서 학업성취와 정의적 성취가 모두 높은 싱가포르, 미국, 영국 등의 성공 사례를 벤치마킹하여 우리나라 교육과정 및 교육평가 정책 변화에 반영할 필요가 있다. 이들 성공사례를 구체적으로 살펴보면, 수준별 수업 전략 및 평가를 강화하고, 다양한 교수학습 자료 및 방법의 활용을 촉진하며, 학습자 중심의 수업을 추진하고 있다(Cho *et al*., 2012). 마찬가지로, 우리나라 중등 과학교사들을 대상으로 한 설

2) 과학 수업에 참여하고 싶은 정도를 3단계(매우 참여하고 싶음, 참여하고 싶음, 거의 참여하고 싶지 않음)로 조사하였다.

문조사 결과에 따르면, 학생들의 자신감, 흥미, 가치 인식을 높이려면 교수학습 방법의 다양화, 학생의 흥미와 난이도를 고려한 교수학습 재료 개발, 과학 교과와 관련된 진로교육, 평가에 대한 교사의 권한 강화 등이 필요하다고 교사들은 주장하였다(Cho *et al*., 2012; Choe *et al*., 2013). 이 밖에도 수업 시간에 알기 쉽고 재미있게 가르칠 수 있도록 과학 교사의 지도능력 향상을 위한 방안 마련이 필요한 것으로 나타났다(Sang *et al*., 2016). 요컨대 TIMSS에서 지속적으로 낮게 나타나는 우리나라 학생들의 정의적 태도 향상을 위해서는 학생들을 지도하는 교사의 수업역량 강화를 위한 연수 및 전문성 개발이 선행되어야 할 것이다.

끝으로, 핵심역량을 반영한 2015 개정 과학과 교육과정 실행과 더불어 학생들의 정의적 태도와 관련된 핵심역량을 적극 지도할 필요가 있다. 핵심역량을 반영한 교육과정을 표방하고 있는 2015 개정 교육과정은 2017년에 초등학교에서부터 본격적으로 적용된다(MOE, 2016). 총론을 비롯하여 각 교과별로 핵심역량과 교과역량을 선정하여 교과별 교수학습은 물론 창의적 체험활동 등을 통해 학생들의 다양한 역량을 길러주도록 강조하고 있다. 특히 과학과 교과역량을 살펴보면 과학적 참여와 평생학습 능력, 과학적 탐구 능력 등을 통해 학생들의 정의적 태도와 관련된 역량을 다양하게 포함하고 있다(KOFAC, 2015). 정의적 태도와 직결된 역량 이외에, 과학 교과역량에 포함되어 있는 문제해결력이나 의사소통능력을 강화함으로써 학생들의 과학 교과에 대한 자신감 향상을 가져올 수 있을 것이다(KOFAC, 2015; Sang *et al*., 2016). 특히 우리나라 학생들이 학업성취도는 높으나 행복도가 낮고 학업 스트레스가 높은 현실과 지식 습득 중심의 교육이 갖는 한계를 극복하기 위한 방안의 하나로 사회·정서적 측면의 핵심역량 등을 교과 및 비교과를 통해 강조함으로써 학생들의 자신감, 인내심, 학교생활 만족도 등과 같은 태도 측면을 긍정적으로 바꾸어나갈 필요가 있다(Lee *et al*., 2012). 따라서 2015 개정 교육과정 적용과 더불어 학생들의 정의적 태도와 관련된 핵심역량 함양을 위한 구체적인 교수학습 및 평가 방안을 마련함으로써 과학에 대한 정의적 태도도 개선할 수 있을 것으로 기대된다.

국문요약

4년 주기로 반복되는 TIMSS 연구에서는 2016년 말에 TIMSS 2015 결과를 발표하였다. 본 연구에서는 TIMSS 2015 결과 중에서, 학생들의 설문 응답 결과를 토대로 우리나라 학생들의 과학에 대한 태도와 성취도의 관계를 살펴보고, TIMSS 평가주기별 공통문항을 중심으로 학생들의 응답 변화추이와, 학교급 변화에 따른 학생들의 태도 변화추이를 살펴보았다. 연구결과에 따르면 우리나라 중학교 2학년 학생들은 과학 성취도 상위 15개국은 물론 전체 참여국 중 과학에 대한 자신감, 과학 학습에 대한 흥미, 과학에 대한 가치인식 등에서 최하위 수준을 나타내었다. 또한, TIMSS 평가주기별 공통문항을 중심으로 과학에 대한 태도를 분석한 결과, 우리나라 학생들은 과학에 대한 자신감과 과학 학습에 대한 흥미는 TIMSS 2011에 비해 TIMSS 2015에서 모두 낮아졌다. 반면에 과학에 대한 도구적 가치인식의 경우 TIMSS 2011에 비해 TIMSS 2015에서 모두 상승하였다. 또한, 우리나라 학생들은 초등학교 4학년에서 중학교 2학년으로 진학함에 따라 과학에 대한 자신감과 흥미가 감소하는 것으로 나타났다. 연구결과를 토대로, 우리나라 중학생들의 과학에 대한 정의적 태도 개선을 위한 후속연구와 과학과 교수학습 개선 방안을 제안하였다.

주제어 : TIMSS, 과학 정의적 태도, 자신감, 흥미, 가치인식, 핵심역량

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.

Choe, S. H., Ku, J., Kim, J., Park, S., Oh, E., Kim, J., & Baek, H., (2013). Strategies for Improving the Affective Characteristics of Korean Students Based on the Results of PISA and TIMSS. (Research Report RRE 2013-8). Seoul: KICE.

Hong, M. Y., Jeong, E. Y., Lee, M. K., & Kwak, Y. (2006). Analysis of Korean Middle School Student Science Achievement at International Benchmarks in TIMSS 2003. Journal of the Korean Association for Science Education, 26(2), 246-257.

Jeong, E. Y., Park, C., Kim, K. H. (2006). An Analysis of Korean Middle School Student Science Achievement in Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS 2003). Journal of the Korean Association for Science Education, 26(1), 99-113.

KICE (2013). Exploration of the direction of national-level curriculum for the future society – Science. (Research Report CRC 2013-23). Seoul: KICE.

Kim, J., Kim, S., & Dong, H., (2015). International Comparison of Cognitive Attributes using Analysis on Science Results at TIMSS 2011 Based on the Cognitive Diagnostic Theory. Journal of the Korean Association for Science Education, 35(2), 267-275.

Kim, M., & Cho, J. (2013). An Analysis of the Properties of Affective Achievement in Science Based on TIMSS and Science Teachers' Perception. Journal of the Korean Association for Science Education, 33(1), 46-62.

Kim, S., Kim, K., & Park, J. H. (2014). The effect of mathematics achievement on changes in mathematics interest and values for middle school students. Journal of Research in Curriculum & Instruction. 18(3), 683-701.

Kim, S., Lee, J., Park, J. H., & Lee, M. (2015). Trends in International Mathematics and Science Study: TIMSS 2015 Main Survey. (Research Report RRE 2015-11-2). Seoul: KICE.

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.

KOFAC (2015). Development Research of Draft of 2015 revised subject curriculum Ⅱ - Science Curriculum. (Research Report BD15110002). Seoul: KOFAC.

Lee, J. (2016). Analysis of Changes in the Learning Environments of Middle School Science Classes. Journal of the Korean Association for Science Education, 36(5), 717-727.

Lee, K., Kwak, Y., Lee, S., & Choi, J. (2012). Design of the competencies-based national curriculum for the future society. (Research Report RRC 2012-4). Seoul: KICE.

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/

MOE (2014). Announcement of Major Issues of 2015 Integrated Curriculum of liberal arts and general science courses(2014. 9. 24.). MOE press release.

MOE (2016). General Plans for Science Education(2016.2.).

Mullis, I. V. S., & Martin, M. O. (2013). TIMSS 2015 Assessment Frameworks. Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.

Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Foy, P., & Hooper, M. (2016). TIMSS 2015 International Results in Mathematics. Retrieved from Boston College, TIMSS & PIRLS International Student Center website: http://timssandpirls .bc.edu/timss2015/international-results/

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.