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

한국, 미국, 싱가포르 물리 교과서의 학습목표에 사용된 서술어 비교

태진순[1], 윤은정[2], 박윤배[2]*
[1]시지고등학교 , [2]경북대학교

Comparision of Verbs Used in the Learning Objectives in Physics Textbooks of Singapore, USA, & Korea

Jean-Soon Tae[1], Eunjeong Yun[2], Yunebae Park[2]*
[1]Siji High School, [2]Kyungpook National University

ARTICLE INFO

Article history:
Received 25 March 2015
Received in revised form
23 April 2015
26 May 2015
Accepted 24 June 2015

Keywords:
science textbook,
learning objectives,
physics textbooks,
taxonomy of educational objectives

ABSTRACT

Textbooks corresponding to curriculum goals are necessary because they are specific products of curriculum and are the most important materials for teaching, learning, and evaluation. In particular, learning objectives written in textbooks should be clearly described because they play a role in promoting learning by showing learning goals to learners clearly. This study analyzed the characteristics of verbs used as predicate of learning objectives written in high school physics I and II textbooks of Korea and compared them with physics textbooks of Singapore and the United States. Results show that Korean textbooks have less kinds of verbs compared to those of Singapore and the United States, and the verbs with abstract and comprehensive meaning such as 'understand' and 'know' were mainly used. In American textbooks, it was noticeable that no verbs have been used by more than 10%. When classifying the learning objectives in the two Korean textbooks, cognitive domain accounted for 98 to 99%, and inquiry domain accounted for only 1% to 2%. With regard to physics textbooks of the United States, inquiry domain accounted for a large proportion of domains in learning objectives compared with physics textbooks of Korea and Singapore. Physics textbooks of Singapore were similar to those of Korea in that learning objectives were biased toward cognitive domain, but differed from those of Korea in that learning objectives were specifically described using action verbs.

Ⅰ. 서론

교과서는 교육과정을 바탕으로 학교 현장에서 구체적인 학습 활동을 전개시킬 수 있도록 개발한 도구로서, 교육과정의 정신을 충실히 반영하되 교과서로서의 기능을 효율적으로 수행할 수 있어야 한다(Kim & Park, 1985). 아무리 교육과정이 잘 만들어진다고 하더라도 교과서에서 교육과정의 내용이 충분히 반영 및 구현되지 못하면 교육과정의 가치와 의의는 낮아질 수 밖에 없다(Choi & Seol, 2014). 특히 우리나라의 경우 교사들의 교과서 의존도가 매우 높은 편이어서 교과서 역할의 중요성은 더욱 강조되고 있다(KOFAC, 2011).

한편, 교실 현장의 수업은 학습목표를 중심으로 설계되는데, 학습목표는 교사가 수업을 구성하는 첫 번째 단계에서 교육의 방향을 제시해 주고, 교육 내용의 선정 및 조직에 구체적인 지침을 제공해 준다. 또, 학습자에게는 학습의 대상을 명확하게 제시하여 학습을 촉진하게 하는데(Jo & Park, 1995; Lim, 2008), 이와 관련하여 Waller(2006)는 명확한 수업 목표를 제시한 뒤에 학습이 이루어질 때 학생들이 내용을 더 잘 이해할 수 있음을 강조한 바 있다. 이렇게 학습목표의 역할이 중요한 만큼, 교사들이 실제 수업목표의 지표로 삼는 교과서 학습목표가 잘 진술될 필요가 있다. 이와 관련하여 2004년에 발행된 미국의 캘리포니아 공립학교 과학교육지침(Science Framework for California Public Schools)에서는 과학 수업자료를 평가하는 준거중 하나로 '학습목표와 목적이 표준에 근거해 측정 가능한 형태로 명확하게 진술되어 있어야 한다'를 제시하고 있으며(California Department of Education, 2004), 우리나라 교과서 심의 및 평가 시 고려할 사항 가운데에도 '수업 목표와 내용에서 학생과 교사들에게 충분한 자극을 유발하는지'가 포함되어 있다(KOFAC, 2011).

그런데, 학습 목표에 대한 이러한 중요성과 강조에도 불구하고 우리나라의 경우 교육과정 성취기준, 교과서 학습목표, 교사가 구현하는 수업 목표 모두에서 목표 진술이 구체적이지 못하고 모호하다는 지적이 과거부터 꾸준히 이어져 왔다(Paik, 2007; Park, Hwang, & Gwak, 2011). 구체적으로 기술해야 할 목표들에서 지속적인 문제점이 지적되고 있다는 것은 체계적인 연구 및 관련 내용을 평가에 반영하는 외국의 사례(Paik, 2007)와 같은 개선을 위한 실천적 노력이 충분하지 못한 데에 원인이 있을 수 있다.

우리나라 과학 과목의 학습목표를 분석한 연구들에서 나타나는 또 한 가지 주요 문제점 가운데 하나는 학습목표가 지식이나 개념 학습에 치중되어 있다는 것이다. 과학과 교육과정은 인지, 탐구, 정의적 측면뿐만 아니라 과학 기술 사회와의 관계를 다루는 전인적인 학습을 지향하고 있으며, 과학 과목의 학습목표는 이러한 교육과정의 정신을 잘

* 교신저자 : 박윤배 (ypark@knu.ac.kr)
http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2015.35.3.0375

반영하고 있어야 한다(Lim, 2008; MEST, 2011). 이에 현재 시행되고 있는 우리나라의 과학 교과서에 제시된 학습목표가 구체성과 교육과정 목표의 고른 반영 측면에서 바람직하게 기술되고 있는지, 과거에 비해 얼마나 개선이 되었는지 점검해 볼 필요가 있다.

Young & Fitzgerald(2006)는 글의 관념적 의미를 파악하기 위한 구성요소를 참여자, 과정, 환경으로 나누고, 참여자는 행동 대상이 되는 사람을, 과정은 사용된 동사를, 환경은 부사를 분석함으로써 파악할 수 있다고 이야기하였다. Choi & Seol(2014)이 이를 학습목표 분석을 위한 요소로 재해석하여 사용한 결과, 목표 진술에 있어 참여자는 학생이나 대부분 생략되어 있고, 학습 환경은 목표에 언급되는 비율이 적으므로, 학습목표 분석의 대부분은 사용된 서술어의 분석을 통해 이루어질 수 있음을 언급하였다. 실제로 여러 연구에서 교육과정 성취기준, 교과서 학습목표 등을 분석하는 방법으로 서술어 분석을 사용하고 있다. Jo(2013)는 교육과정 성취기준에 사용된 서술어 분석을 통해 우리나라 물리Ⅰ, 물리Ⅱ 교육과정의 성취기준 가운데 80% 이상이 '이해한다'와 '안다'에 치중되어 있어 성취기준에 제시된 목표가 포괄적이며, 인지적 영역에 치중되어 있음을 확인하였다. Paik(2014)도 2009 개정 과학 교육과정이 이전 교육과정에 비해 '안다, 이해한다'와 같은 단순 인지 동사가 '관찰한다, 조사한다'와 같은 행동 동사보다 더 높은 비율로 사용되고 있어, 교육과정의 성취기준이 과목의 목표가 지향하는 바와 다르게 전인적 학습이 이루어지도록 유도하고 있지 못함을 지적하고 있다. 언급한 두 선행 연구들은 교육과정 성취기준에 대한 분석이기는 하나, 교육과정의 이러한 편향은 자연스럽게 교과서로 이어져서 많은 교사들이 현행 과학교과서가 학생 활동이 부족하며, 지식 위주로 진술되어 있는 등의 문제점이 있음을 이야기하고 있다(Yun & Park, 2014).

이에 본 연구에서는 2009 개정 교육과정에 따른 고등학교 물리 교과서를 대상으로 학습목표에 사용된 서술어 분석을 통해 교과서가 교수 학습 과정을 가이드할 수 있도록 구체적이고 명시적으로 기술되어 있는지, 또, 교육과정의 정신에 따라 인지, 탐구, 정의, STS의 측면을 고르게 반영하여 전인적 교육을 구현하기에 적절한지를 알아보고자 한다. 또한 이를 통해 드러난 문제점들이 우리나라에 국한되어 나타나는 현상인지, 다른 나라의 사례와 비교하여 상대적으로 부족한 부분이 무엇인지 알아보기 위하여 미국과 싱가포르의 물리 교과서에 진술된 학습목표를 우리나라의 경우와 동일한 방법으로 비교하고, 이를 통해 향후 교과서 학습목표 진술 형태의 개선 방안을 모색, 수업에서 교사들의 수업목표 진술에 도움이 되는 제안을 하고자 한다.

II. 연구 대상 및 방법

1. 연구 대상

2009 개정 교육과정에 따라 물리Ⅰ, 물리Ⅱ 교과목의 인정교과서는 (주)교학사(Kim *et al*., 2012a; 2012b)와 (주)천재교육(Gwak *et al*., 2012a; 2012b) 두 곳에서 출판되었다. 교과서명은 교과목명과 동일한 물리Ⅰ, 물리Ⅱ이다. 이 두 과목은 우리나라 고등학교의 선택교과에 해당하는 과목으로 물리Ⅰ은 물리학에 대한 소양을 함양하기 위한 과목이며, 물리Ⅱ는 과학 기술과 관련된 분야를 전공하고자 하는 학생을 대상으로 하는 교과목이다(MEST, 2011). 본 연구에서는 현재 출판되어 있는 물리Ⅰ, 물리Ⅱ 교과서 4권 모두를 대상으로 하되, 출판사별 물리Ⅰ, 물리Ⅱ를 한 묶음으로 하였다. 물리Ⅰ과 물리Ⅱ는 교과 내용의 구성상 위계가 있으며 일부 동일한 내용 요소[1]를 포함하고 있어 교과서를 묶어서 분석할 경우 내용 요소 중 일부가 중복된다. 그렇지만 내용 요소만 같고 지향하는 바가 달라 교과서의 구성이나 지도방향에 차이가 있으므로 물리Ⅰ·Ⅱ를 묶어 정리하였다.

Table 1. Textbooks used in this study

국가	교과서	출판사(년도)
한국	물리Ⅰ·Ⅱ	교학사(2012)
	물리Ⅰ·Ⅱ	천재교육(2012)
미국	Active Physics	It's About Time(2010)
싱가포르	Physics Matters	Marshall Cavendish Education(2013)

우리나라 물리교과서와 비교할 외국 교과서로는 해당 분야의 전문가로 부터 미국의 Active Physics(Eisenkraft, 2010)와 싱가포르의 Physics Matters(Chew, Foong, & Tiong, 2013)를 추천받았다. 미국은 TIMSS나 PISA에서 평균 성취도는 우리나라보다 뒤지지만 과학·기술 수준은 세계적으로 우위를 차지하고 있으며, 싱가포르는 TIMSS-1995와 TIMSS-1999에서 모두 1위를 차지할 만큼 과학성취도가 높은 나라이다(Lee & Kim, 2004). 또한 이 두 나라는 우리나라보다 학생들의 과학에 대한 흥미가 높은 것으로 드러나 있으므로(Kang & Park, 2010; Lee & Hong, 2007; Kim & Cho, 2013) 비교에 의미가 있을 것이라 생각된다. 비교대상 교과서의 세부 내용은 Table 1과 같다.

물론 이 연구에서 활용된 외국 교과서는 전문가의 추천을 받은 일부 교과서만을 대상으로 하고 있으므로 연구결과를 그 나라의 모든 교과서로 일반화할 수 없다는 한계가 있다.

2. 연구 방법

이 연구에서는 교과서 단원의 각 절마다 기술되어 있는 학습목표만을 대상으로 하였다. 여기에 해당하는 내용을 우리나라에서는 학습목표, Active Physics와 Physics Matters에서는 Learning Outcomes라고 하고 있었다. 이들을 종합하여 표현하는 용어로 '학습에 대한 안내', '기대 학습 성과' 등이 있으나 널리 사용되는 용어인 '학습목표'를 본 논문에서는 사용하였다.

연구 단계는 먼저, 연구 대상 교과서에서 각 소단원 도입 부분에 제시된 학습목표를 수집하고, 학습목표의 문장에서 서술어만을 추출하였다. 문장이 복문인 경우에는 복문에 제시된 모든 서술어를 분석 대상으로 하였다. 학습목표의 서술어에 사용된 단어들의 품사는 모두 동사였으며, 분석을 위해 '어간 + ~다'를 표준 형태로 사용하였다. 예를 들어 '역학적 평형의 원리를 이해하고, 구조물의 안전성을 설명할 수 있다'의 경우 '이해하고', '설명할 수 있다' 2개의 서술어를 추출해 각각 '이해하다', '설명하다'로 표준화 하였다. Active Physics와 Physics Matters에서도 역시 같은 방법으로 서술어를 추출하였으며, 이 교과서들에서 서술어가 'will + 동사', 'should be able to+동사'의

1) 2011 교육과학기술부 고시 과학과 교육과정상에 제시된 물리Ⅰ, 물리Ⅱ의 내용 요소를 비교해 보면 '운동량', '패러데이 법칙' 등의 내용 요소가 중복되고 있으나 영역별 내용을 비교해 보면 '~, 스포츠 등에서 충격량과 운동량 변화의 관계를 이해한다.', '2차원에서 운동량 보존 개념을 이용하여 충돌 현상을 설명할 수 있다.'로 차이가 있다.

Table 2. Comparision of the number of verbs used in the learning objectives

내용 \ 교과서	교학사 물리	천재교육 물리	Active Physics	Physics Matters
내용 면수	690	612	998	465
학습목표 개수	212	162	313	181
서술어 개수	234	166	327	209
면당 서술어 개수	0.34	0.27	0.33	0.45
동사 종류 수	22	14	65	26

형태를 취하고 있어 분석을 위해 동사만을 단독으로 사용하였다. 이렇게 추출된 서술어에 사용된 동사의 종류, 빈도, 비율 등을 국가별로 비교 분석하였다. 다음으로는 수집한 학습목표를 Klopfer의 과학교육 목표 분류 체계에 따라 분류 하고, 이렇게 영역별로 분류된 학습목표의 서술어에 사용된 동사들을 정리하고 교과서간 비교분석 하였다. 이때 학습목표만으로 영역의 분류가 모호한 경우 교과서 기술 내용이 인지적 과정을 통한 학습인지 탐구 실험을 통한 학습인지 등을 고려해 영역을 결정 하였다. 목표의 영역 분류, 분석할 동사의 선정, 동사의 번역 및 비교분석 방법 등 과정 전반에 걸쳐 해당분야 전문가 2인과 수시로 협의하여 연구를 진행하였다. 이 연구를 통해 나타난 동사의 특성만으로 학습목표의 명세성과 교육과정의 반영 정도를 모두 설명할 수는 없으며, 분석 대상이 학습목표에 한정되어 있어 연구 결과를 그 교과서 전체의 특성으로 일반화할 수는 없겠다.

Ⅲ. 연구 결과

1. 학습목표 및 학습목표의 서술어

교과서에서 학습목표를 추출한 결과 소수의 복문이 있어 학습목표의 개수보다 서술어의 개수가 더 많았다. 학습목표가 '내용+행동'으로 기술되므로, 서술어는 '행동'에 해당되고 이는 학습결과 기대되는 변화에 해당하므로 서술어의 개수가 중요한 의미를 가진다. 뿐만 아니라 '행동'에 해당하는 서술어는 당연히 '동사'일 수밖에 없으며 분석결과도 마찬가지로 동사들이 사용 된 것으로 확인되었다.

Table 2에 나타낸 것과 같이 교과서의 내용 면수는 우리나라의 경우 교학사 물리가 690쪽, 천재교육 물리가 612쪽으로 교학사 물리가 10% 이상 분량이 더 많았다. 미국의 Active Physics는 998쪽으로 가장 분량이 많았고 싱가포르의 Physics Matters는 465쪽으로 가장 적었다. 학습목표의 개수는 천재교육 물리가 162개로 가장 적었고, Active Physics가 313개로 가장 많았다. 서술어의 개수는 교학사 물리와 천재교육 물리가 각각 234개, 166개이고 Active Physics가 327개, Physics Matters가 209개로 나타났다. 교과서의 분량을 고려해 면당 서술어 개수를 비교해 보면 우리나라 교과서의 경우 각각 0.34개, 0.27개로 교학사 물리가 26% 가량 더 많았는데 이는 동일한 교육과정을 기반으로 저술된 교과서라는 점에서 보면 차이가 크다고 볼 수 있다. 미국의 Active Physics는 0.33개로 우리나라 교학사 물리와 비슷했으며, Physics Matters는 0.45개로 가장 많았는데 이는 우리나라 천재교육 물리보다 67% 많은 것이고 미국의 Active Physics보다 36%가량 더 많았다. 마지막으로 서술어에 사용된 동사의 종류를 정리해 본 결과 우리나라의 교과서는 22종, 14종이 각각 사용된 반면 Active Physics는 65종, Physics Matters는 26종이 사용되어, 우리나라보다 미국, 싱가포르의 물리교과서에서 더 다양한 동사를 사용하고 있었다. 면당 학습목표의 개수가 많고 서술어에 사용된 동사의 종류가 많다는 것은 학습목표가 교과내용을 세부적으로 나누며 구체적으로 진술되어 있다고 해석할 수 있다.

Table 3. Verbs used in learning objectives in Korean textbooks

교과서명	동사	빈도수 (비율)
교학사 물리	이해하다	75 (32.1%)
	설명하다	65 (27.8%)
	알다	51 (21.8%)
	적용하다	9 (3.8%)
	나타내다	5 (2.1%)
	응용하다, 표현하다 (각 4회)	8 (3.4%)
	탐구하다	3 (1.3%)
	구별하다, 말하다, 분석하다, 알아보다 (각 2회)	8 (3.4%)
	계산하다, 관찰하다, 구성하다, 구하다, 나누다, 만들다, 생각하다, 정의하다, 찾다, 해석하다 (각 1회)	10 (4.3%)
천재교육 물리	설명하다	70 (42.2%)
	이해하다	42 (25.3%)
	알다	25 (15.1%)
	말하다	16 (9.6%)
	구하다, 예를 들다, 활용하다 (각 2회)	6 (3.6%)
	계산하다, 만들다, 분석하다, 알아보다, 적용하다, 찾다, 표현하다 (각 1회)	7 (4.2%)

2. 학습목표의 서술어에 사용된 동사

Table 3은 우리나라 물리 교과서의 학습목표 서술어에 사용된 동사를 정리한 결과이다. 교학사 물리의 경우 전체 234개 중 '이해하다'가 75회(32.1%)로 가장 많이 사용되었고, 이어서 '설명하다'가 65회(27.8%), '알다'가 51회(21.8%)였다. 이외에 '적용하다', '나타내다', '응용하다', '표현하다', '탐구하다' 등 22종의 동사가 사용되었다. 22종의 동사 중 사용빈도 상위 3종의 비율합계가 81.7%이고, 10종은 단 1회씩만 사용된 것으로 나타났다. 천재교육 물리의 경우 전체 166개의 동사 중 '설명하다'가 70회(42.2%)로 절반 가까이 사용되었고, 이어서 '이해하다'가 42회(25.3%), '알다'가 25회(15.1%), '말하다'가 16회(9.6%)였다. 이외에 '구하다', '예를 들다', '활용하다'등 14종의 동사가 사용되고 있었다. 14종 가운데 사용빈도 상위 3종의 비율합계가 82.6%이고, 상위 4종의 비율합계는 92.2%로 나타났으며, 7종의 동사는 단 1회씩만 사용되었다. 그리고 '이해하다'와 '알다'는 두 종류의 교과서 모두에서 사용빈도가 높았는데, 이들 서술어는 추상적이고 포괄적인 뜻을 가지고 있다. Jo(2013)에 의하면 초·중·고 교육과정 물리 영역 성취기준의 80% 이상이 '이해하다'와 '알다' 두 가지로 진술되어 있으며, 이들 두 서술어가 교육과정의 과목별 목표, 교육과정 내용, 성취기준, 성취수준의 위계와 상관없이 매우 광범위하게 사용되고 있음을 지적하면서, '이해하다'와 '알다'와 같은 포괄적인 동사는 되도록 과목의 목표와 같은 상위단계의 진술에 사용되는 것이 적절하다고 제안한바가 있다. 그럼에도 불구하고 본 연구 결과에 나타난 것과 같이 '이해하다'와 '알다'의 빈번한 사용이 교과서로 까지 이어짐을 확인할 수 있었다.

이러한 동사 사용의 특성을 이해하기 위해 교과서에 진술된 학습목표의 예를 살펴보면, 한 절의 목표 중 '속도의 개념을 이해한다', '가속도의 개념을 이해한다', '등가속도 직선 운동을 이해한다', '뉴턴의 운

Table 4. Verbs used in learning objectives in Active Physics

동사(번역)	빈도수 (비율)
calculate(계산하다)	29 (8.9%)
apply(적용하다)	24 (7.3%)
observe(관찰하다)	23 (7.0%)
describe(기술하다)	22 (6.7%)
measure(측정하다)	22 (6.7%)
compare(비교하다)	18 (5.5%)
explain(설명하다)	17 (5.2%)
determine(결정하다)	16 (4.9%)
recognize(인식하다)	13 (4.0%)
use(사용하다)	12 (3.7%)
identify(확인하다)	11 (3.4%)
relate(관련시키다)	8 (2.5%)
analyze(분석하다)	6 (1.8%)
define(정의하다)	6 (1.8%)
predict(예측하다)	5 (1.5%)
construct(구성하다), create(창안하다), develop(개발하다), explore(탐색하다), graph(그래프 그리다), investigate(연구하다), provide(제공하다), understand(이해하다) (각 4회)	32 (9.8%)
distinguish(구별하다), evaluate(평가하다), interpret(해석하다), write(작성하다) (각 3회)	12 (3.7%)
conduct(실행하다), contrast(대조하다), design(설계하다), differentiate(변별하다), discover(발견하다), express(표현하다), infer(추론하다), map(형태를 그리다), organize(조직하다), sketch(묘사하다), solve(해결하다), state(진술하다), summarize(요약하다) (각 2회)	26 (8.0%)
appreciate(인정하다), build(만들다), calibrate(조정하다), carryout(수행하다), collect(모으다), consider(고려하다), control(통제하다), demonstrate(시범 보이다), examine(검토하다), extend(확장하다), give example(예를 들다), induce(유도하다), insert(추가하다), know to calculate(계산법을 알다), look for(찾다), make a model(모형을 만들다), model(모델화 하다), operate(조작하다), plan(계획하다), practice(연습하다), produce(생산하다), project(비추어보다), re-examine(점검하다), trace(추적하다), vary(변화시키다) (각 1회)	25 (7.6%)

동법칙을 이해하고 적용할 수 있다', '질량과 무게의 개념에 대한 차이를 안다'가 있는데, 이는 '속도', '가속도', '등가속도 직선 운동', '뉴턴의 운동법칙', '질량', '무게'와 같은 개념이나 법칙을 나열한 수준에 불과하며, 이런 내용을 어떤 방법과 과정으로 가르칠지에 대한 정보가 포함되어 있지 않다. 실제 교과서 내용에는 운동에 대한 그래프의 분석이나 탐구실험 활동, 실생활과 관련된 읽기 자료 등이 수록되어 있으나 학습 목표에 이러한 내용에 대한 정보가 없어 교사나 학습자에게 그 중요성이 강조되지 못할 가능성이 있겠다.

Table 4는 미국 교과서 Active Physics의 학습목표 서술어에 사용된 동사들이다. 우리말 번역은 학습목표 진술 방법을 설명하는 문헌들에 수록되어 있는 우리말 동사와 영문의 우리말 번역을 참고하여(Kang, 2009; Kim, 1990), 진술된 학습 목표의 내용에 가장 적합한 동사를 물리교육학 전문가와 협의하여 결정하였다.

Active Physics에서 학습목표 서술어에 사용된 동사는 모두 65종이었다. 'calculate'가 9% 정도로 가장 많이 사용되었고, 이어서 'apply', 'observe', 'describe', 'measure'가 각각 7% 정도였고, 10회(3%) 이상 사용된 것으로 'compare', 'explain', 'determine', 'recognize', 'use', 'identify'가 있었다. 빈도수 상위 8종의 동사가 전체의 52.2%, 빈도수 상위 15종이 전체의 70.9%를 차지하고 있었고, 나머지 50종은 각각 1~4회 사용되었다. 계산하다, 적용하다, 측정하다, 설명하다 등의 빈도수가 많은 것에서 학습의 내용은 물론 학습 방법이나 평가 방법을 모두 포함하고 있는 학습목표임을 알 수 있었고, 10% 이상 사용된 동사가 없고 적은 횟수로 사용된 것이 대부분이라는 점이 두드러지게 드러났다. 우리나라 교과서에서 많이 사용된 '이해하다(understand)'는 4회, '알다(know)'는 1회 사용되고 있었다.

Table 5. Verbs used in learning objectives in Physics Matters

동사(번역)	빈도수 (비율)
describe(기술하다)	46 (22.0%)
state(진술하다)	32 (15.3%)
explain(설명하다)	23 (11.0%)
apply(적용하다)	18 (8.6%)
use(사용하다)	13 (6.2%)
define(정의하다)	12 (5.7%)
recall(회상하다)	8 (3.8%)
draw(그리다)	7 (3.3%)
calculate(계산하다)	5 (2.4%)
deduce(연역하다)	5 (2.4%)
distinguish(구별하다)	5 (2.4%)
interpret(해석하다), show(보여주다), understand(이해하다) (각 4회)	12 (5.7%)
give an account(이야기하다), identify(확인하다), relate(관련시키다), solve(해결하다) (각 3회)	12 (5.7%)
differentiate(변별하다), list(열거하다), plot(작성하다) (각 2회)	6 (3.0%)
add(추가하다), compare(비교하다), determine(결정하다), discuss(토의하다), find(찾다) (각 1회)	5 (2.5%)

Active Physics에 진술된 학습목표의 예를 살펴보면, 한 절(section)의 학습 목표가 'You will use strobe photos, graphs, and an equation to describe speed', 'You will use a motion detector to measure speed', 'You will construct graphs of your motion', 'You will interpret distance-time graphs', 'You will calculate speed, distance, and time using the equation for average speed'로 진술되어 있는데, 이는 학습자가 어떤 학습내용을 어떤 방식으로 학습하게 될지가 학습목표에 충분히 드러나 있으며, 이렇게 구체적인 학습의 방법과 과정이 드러나도록 진술하기 위해서는 다양한 행동 동사가 사용될 수밖에 없음을 알 수 있었다.

Table 5는 싱가포르 교과서 Physics Matters의 학습목표 서술어에 사용된 동사이다. 사용된 동사의 종류는 모두 26종이었다. 이중 'describe'가 46회(22.0%) 사용되어 가장 높은 비중을 차지했으며, 이어서 'state'가 32회(15.3%), 'explain'이 23회(11.0%) 사용되어 이 세 동사의 비율합계가 절반 가까이를 차지하고 있음을 알 수 있었다. 빈도수 상위 10종의 동사가 전체의 약 80%를 차지하며, 나머지 16종이 20%를 차지하고 있었다. 이 교과서는 Active Physics에 비해 탐구 실험과 관련된 목표가 적었고 개념 학습 위주의 내용이 많기는 했지만 학습목표의 진술 형태가 학습자의 행동을 중심으로 구체적인 형태를 취하고 있었다. 그리고 주로 사용된 3개의 동사가 유사한 의미를 가지고 있어 동사의 사용이 편중되어 있기는 하지만 나머지 동사의 사용비율이 전체의 절반이상을 차지하고 있다는 점이 우리나라 교과서와의 큰 차이라고 볼 수 있다. 우리나라 교과서에서 많이 사용되었던 '이해하다(understand)'는 4회 '안다(know)'는 전혀 사용되지 않았다.

Physics Matters의 학습목표 진술의 예를 살펴보면 'You should be

able to state what uniform acceleration is', 'You should be able to calculate the value of acceleration using (change in velocity)/(time taken)', 'You should be able to plot and interpret a displacement-time graph' 등으로 우리나라 교과서의 '가속도의 개념을 이해한다'에 비해, 가속도의 개념을 설명하고 식을 사용해 계산을 하고 그래프도 그려보는 등 학습의 내용과 방법이 구체적인 형태로 진술되어 있으며, 여러 가지 행동 동사가 사용되고 있음을 알 수 있었다.

3. 학습 목표의 영역별 분류

Klopfer의 과학교육목표 분류체계에서 교육 행동 목표 범주는 A.0 지식과 이해(Knowledge and comprehension), B.0 과학적 탐구과정 Ⅰ(Observing and measuring), C.0 과학적 탐구과정 Ⅱ(Seeing problems and seeking to solve it), D.0 과학적 탐구과정 Ⅲ(Interpreting data and formulation generalization), E.0 과학적 탐구과정 Ⅳ(Building, testing, revising a theoretical model), F.0 과학지식과 방법의 적용(Application of a scientific knowledge and methods), G.0 조작적 기능(Manual skills), H.0 과학적 태도와 흥미(Scientific attitudes and interests), I.0 지향(Orientation)의 9개로 나눠진다(Yu, 2009; Yoon, 2010). 한편, 우리나라 과학 교육과정 목표는 크게 인지적 영역, 탐구과정 영역, 정의적 영역, STS 영역의 4개로 나눌 수 있다(Lee & Kim, 2004; Lim, 2008). 이 연구에서는 학습목표 분류자체가 핵심적인 과제가 아니며 교육과정에서 추구하는 목표의 영역이 골고루 반영되어 있는지를 알아보고자 하는 것이므로, 학습목표의 분류 기준은 Klopfer의 과학교육목표 분류체계에 따라 하고, 분석은 위해 우리나라 교육과정 목표의 4개 영역으로 묶어서 실시하였다. 즉 'A.0 지식과 이해' 범주는 인지적 영역으로, 'B.0~E.0 과학적 탐구과정', 'F.0 과학지식과 방법의 적용', 'G.0 조작적 기능'은 탐구과정 영역으로, 'H.0 과학적 태도와 흥미'는 정의적 영역으로, 'I.0 지향'은 STS 영역으로 정리하였다.

학습목표의 영역 분류에서 우리나라 물리Ⅰ·Ⅱ의 경우 '가속도의 개념을 이해한다'의 경우 개념 이해에 초점이 맞춰져 있으므로 인지적 영역으로 분류하고, '광전효과 현상을 관찰 할 수 있다'의 경우 현상의 관찰에 해당하므로 탐구과정 영역으로 분류하였다. 학습목표의 내용만으로 분류가 모호한 경우 교과서의 본문에 기술된 내용을 참고 하였는데 예를 들어 Active Physics의 학습목표 중 'determine braking distance'의 경우 교과서 내용이 탐구실험을 바탕으로 기술되어 있었으므로 탐구과정 영역으로 분류 하였다.

분석결과 우리나라의 경우 대부분의 학습목표가 인지적 영역에 집중되어 있었으며 두 교과서를 통틀어 탐구과정 영역에 해당하는 것은 5개에 불과했으며, 정의적 영역과 STS영역의 학습목표는 없었다. 우리나라 교육과정에서 물리Ⅰ·Ⅱ 과목의 총괄 목표는 각각 '자연 현상에 대하여 흥미와 호기심을 가지고 탐구하여 물리학의 기본 개념을 이해하고 과학적 사고력과 창의적 문제 해결력을 길러 자연 현상에 대한 이해와 문제 해결에 필요한 과학적 소양을 기른다', '자연 현상에 대하여 흥미와 호기심을 가지고 탐구하여, 과학 기술과 관련된 전공 분야로 진출하는 데 필요한 물리학의 전공 기초 소양을 기른다'(MEST, 2011)로 과학 교육목표의 4가지 영역을 모두 포함하고 있다. 특히 교육과정의 개정 방향에 맞추어 탐구기능을 강조하고 있는 것에 비춰보면 교과서의 학습목표가 교육과정을 제대로 반영하고 있지 못함이 드러났다. 이는 앞서 본 바와 같이 교과서에 진술되어 있는 학습목표가 학습의 방법이나 과정이 드러날 수 있도록 구체적인 형태를 취해야 함에도 불구하고 학습내용을 간략하게 요약하여 제시하는 식의 형태에 그치고 있고, 특히 교과서 내의 탐구활동, 읽기 자료의 내용 등이 학습목표에 반영되어 있지 않고 있다는 점을 원인으로 볼 수 있겠다. 학습목표가 학습자에게 학습대상을 명확하게 해주는 역할을 하며, 평가와도 연결된다는 점에서 학습목표에 명시되어 있지 않은 교과서의 내용은 교사의 수업이나 학생들의 학습 과정에서 간과될 수 있으므로 교과서에 수록되는 탐구, 읽기자료 등에 대한 내용이 학습목표상에 진술될 필요가 있다.

Active Physics의 경우 인지적 영역에 해당하는 학습목표가 전체의 60% 정도이고 나머지 40% 정도는 탐구과정 영역에 해당하며, STS 영역에 해당하는 학습목표로 과학의 본성에 해당하는 'You will appreciate accidental discovery on physics'가 1개 있었다. 우리나라 교과서와 비교했을 때 탐구과정 영역에 해당하는 학습목표의 수가 매우 많음을 알 수 있었다.

Physics Matters의 경우 우리나라 교과서와 유사하게 90% 정도의 학습 목표가 인지적 영역에 해당되었다. 하지만 앞서 제시한 학습목표의 예시에서 보았듯이 동일한 인지적 영역에 해당하는 학습목표 일지라도 가속도의 식을 설명하고, 식을 이용해 계산하고, 그래프를 그리고 해석하는 일련의 학습과정을 상세하게 제시하고 있는 점이 우리나라의 경우와 달랐다. STS 영역에 해당하는 학습목표로 'You should be able to compare the cost, conversion efficiency and environmental effects of using renewable and non-renewable energy sources'가 1개 있었는데, 이에 대한 교과서 내용으로 전기요금이 국가간 운송비나 관세, 사회적 정치적 상황 등 여러 가지 요인에 의해 달라질 수 있음을 설명해 과학과 기술과 사회와의 관계를 학습할 수 있도록 제시하고 있었다.

Table 6은 학습목표의 영역별로 사용된 서술어의 동사를 나타낸 것이다. 우리나라의 경우 학습목표의 대부분이 인지적 영역에 해당되어 동사의 대부분도 인지적 영역의 학습목표를 서술하는데 사용되었다. 교학사와 천재교육에서 각각 19종 13종의 동사가 인지적 영역에, 4종 1종의 동사가 탐구과정 영역에 사용되었다. Active Physics의 경우 인지적 영역과 탐구과정 영역에 각각 39종의 동사가 서술어에 사용되었다. 이들 중 'apply', 'calculate', 'compare'등 12종의 동사가 두 영역에 동시에 사용 되었다. 예를 들어 학습목표 중 'You will compare the binding energy of the nucleus with the binding energy of electrons in the atom'의 경우 인지적 영역에 'You will compare the acceleration due to gravity on Earth and the Moon through a video analysis.'의 경우 탐구과정 영역에 해당되므로 'compare'가 두 영역에 동시에 사용된 서술어의 동사가 된다. Physics Matters의 경우 인지적 영역과 탐구과정 영역에 각각 24종, 7종의 동사가 사용되었다. 이들 중 'deduce', 'describe', 'explain', 'interpret', 'show'의 5개 동사가 두 영역에 동시에 사용되었다. 예를 들어 'describe the mechanism by which sound travels'는 인지적 영역에 'describe wave motion using vibrations in rope and springs, or waves in a ripple tank'는 탐구과정 영역에 해당되므로 'describe'가 두 영역에 동시에 사용된 서술어의 동사가 된다. Active Physics는 함께 분석한 다른 교과서에 비해 탐구과정 영역에 해당하는 동사가 많았으며, 인지적 영역과 탐구과정 영역 각각에 다양

Table 6. Verbs in categorized by Klopfer's taxonomy and Korea national curriculum

목표 영역	교과서	동사 개수 (비율)	동사
인지적 영역 (A.0 지식과 이해)	교학사 물리	230 (98.3%)	계산하다, 구별하다, 구성하다, 구하다, 나누다, 나타내다, 말하다, 분석하다, 생각하다, 설명하다, 알다, 알아보다, 이해하다, 응용하다, 적용하다, 정의하다, 찾다, 탐구하다, 표현하다 (19종)
	천재교육 물리	165 (99.4%)	계산하다, 구하다, 말하다, 분석하다, 설명하다, 알다, 알아보다, 예를 들다, 이해하다, 적용하다, 찾다, 표현하다, 활용하다 (13종)
	Active Physics	204 (62.4%)	analyze, apply, calculate, compare, conduct, consider, contrast, define, demonstrate, describe, determine, develop, differentiate, discover, distinguish, evaluate, examine, explain, express, extend, give example, identify, infer, interpret, investigate, know to calculate, look for, map, predict, provide, recognize, re-examine, relate, solve, state, trace, understand, use, write (39종)
	Physics Matters	188 (89.9%)	add, apply, calculate, deduce, define, describe, determine, differentiate, discuss, distinguish, draw, explain, find, give an account, identify, interpret, list, recall, relate, show, solve, state, understand, use (24종)
탐구 과정 영역 (B.0~E.0 과학적 탐구과정 F.0 과학지식과 방법의 적용 G.0 조작적 기능)	교학사 물리	4 (1.7%)	관찰하다, 만들다, 해석하다, 나타내다 (4종)
	천재교육 물리	1 (0.6%)	만들다 (1종)
	Active Physics	122 (37.3%)	apply, build, calculate, calibrate, carryout, collect, compare, construct, contrast, control, create, design, determine, develop, evaluate, explore, graph, identify, induce, infer, insert, interpret, investigate, make a model, map, measure, model, observe, operate, organize, plan, practice, produce, project, relate, sketch, summarize, use, vary (39종)
	Physics Matters	20 (9.6%)	deduce, describe, drew, explain, interpret, plot, show (7종)
정의적 영역 (H.0 과학적 태도와 흥미)	교학사 물리	0	·
	천재교육 물리	0	·
	Active Physics	0	·
	Physics Matters	0	·
STS 영역 (I.0 지향)	교학사 물리	0	·
	천재교육 물리	0	·
	Active Physics	1 (0.3%)	appreciate (1종)
	Physics Matters	1 (0.5%)	compare (1종)

한 동사가 서술어에 사용되었다. 학습목표의 진술에서 꼭 필요한 요소인 내용과 행동에서 행동이 서술어 즉 서술어에 사용된 동사이므로 이들 동사의 의미를 분석해 보면, 인지적인 것인지 탐구과정을 의미하는지를 대부분 파악할 수 있었다.

Ⅳ. 결론 및 제언

본 연구에서는 교과서가 교육과정의 구체적 산물이며, 교수-학습-평가의 가장 중요한 자료임을 기반으로 고등학교 물리Ⅰ과 물리Ⅱ 교과서의 학습목표 진술에 쓰인 서술어를 분석하고, 미국과 싱가포르 물리 교과서의 경우와 비교하였다. 결과를 요약하면 다음과 같다. 물리 교과서 학습목표 서술어에 사용된 동사의 종류는 우리나라가 2개의 출판사에서 각각 22종, 14종이 사용되었고, 미국이 65종, 싱가포르가 26종 사용된 것으로 나타났다. 가장 다양한 동사가 사용된 미국 물리 교과서의 경우 우리나라 교과서에 비해 3~4배 이상 많은 동사를 활용해 학습목표를 진술하였다.

우리나라 물리 교과서의 학습목표 서술어에 사용된 동사 가운데 가장 많이 사용된 것은 '설명하다', '이해하다', '알다'의 세 가지이며 이들 동사를 사용한 학습목표가 전체의 80% 이상을 차지하고 있었다. 이 세 가지 중 '이해하다'와 '알다'는 단어의 의미가 추상적이고 포괄적인 뜻을 가지고 있어 교과서의 학습목표에 사용되는 것이 적절하지 않음에도 불구하고 우리나라 물리 교과서 학습목표에서는 40~50% 정도가 이 두 가지 동사를 서술어에 활용하고 있다. 반면 미국과 싱가포르의 물리 교과서에서는 '이해하다'가 각각 4회, '알다'는 거의 사용되지 않았고, 사용된 동사들은 대부분 구체적인 의미를 가지는 행동동사들이었다. 목표 영역별로 학습목표를 비교해 보면 우리나라 물리 교과서의 경우 교육과정의 4가지 영역중 인지적 영역에 해당하는 학습목표가 98%~99%를 차지하고 있는 것으로 나타났으며, 탐구과정 영역에 해당하는 학습목표는 1~2%에 불과하였고 정의적 영역과 STS 영역에 해당하는 학습목표는 없었다. 따라서 우리나라 경우 물리 교육과정에서 학습을 통해 과학적 소양과 전공 기초 소양을 기르는 것을 목적으로 설정 하였으나(MEST, 2011), 교육과정 문서에 구체적인 목표로 구현되지 못하였고(Jo, 2013), 특히 학습자들이 직접 접하게 되는 교과서의 학습목표에서도 지식 습득을 지나치게 강조함으로 해서, 교육목표의 전체 영역을 균형 있게 반영하지 못하고 있었다. 미국의 물리 교과서는 인지적 영역과 탐구과정 영역에 해당하는 학습목표가 각각 60%, 40% 정도이며, 영역별로 사용된 동사의 종류도 각각 39종으로 다양하게 나타났다. 학습목표의 형태도 학습의 내용 및 방법이 구체적인 형태로 진술되어 있어, 학습목표를 통해 학습할 내용, 탐구 실험의 종류, 실험 결과의 해석방법 등을 파악할 수 있었다. 싱가포르의 물리 교과서는 90% 정도의 학습목표가 인지적 영역에 해당되어 우리나라와 큰 차이는 없었으나 학습목표의 진술 형태는 학습과정을 상세하게 제시하는 구체적인 형태로 되어 있었다. 학습목표의 영역별로 서술어에 사용된 동사를 비교해 보면 인지적 영역에는 미국의 교과서가 우리나라의 교과서에 비해 2배 이상 많은 동사를 사용하고 있음을 볼 수 있었으며, 탐구과정 영역에도 10배 이상 많은 동사가 서술어에 사용되었다. 학습을 통해 기대되는 행동의 변화가 학습목표의 서술어에 드러나므로, 일부를 제외하고는 서술어에 사용된 동사 분석을 통해 학습목표의 영역을 대부분 확인할 수 있었다.

연구 결과 우리나라 물리Ⅰ·Ⅱ 교과서의 학습목표 서술어에 사용된

동사의 특징은 미국, 싱가포르 교과서에 비해 종류가 적고, 소수의 동사가 집중적으로 사용되며, 주로 사용되는 동사의 명세성이 떨어지며, 학습목표의 범주 또한 인지적 영역이 대부분인 것으로 드러났다. 따라서 나타난 결과들을 토대로 몇 가지 개선해야 할 점들을 다음과 같이 제안할 수 있겠다. 첫째, 학습목표를 진술할 때 여러 가지 구체적인 동사를 사용하여 서술어를 진술할 필요가 있다. 학습목표는 교수-학습-평가의 가장 중요한 기준이 되므로 측정 가능한 형태로 명확하게 진술되어야 한다(Choi & Seol, 2014). 미국과 싱가포르 물리 교과서에서 나타난 것과 같이, 학습에 필요한 각종 탐구활동과 그래프의 분석, 수식의 이용, 실생활과의 연결 등의 내용들이 학습목표에 기술되기 위해서는 다양한 행동동사의 사용이 필수적이다. 이렇게 학습목표에 학습의 과정과 방법을 구체적으로 진술하게 되면, 각 목표 영역별로 다양한 하위 영역들이 지정될 것이고, 분명한 내용과 수준, 그리고 교육 방법과 함께 평가 방법도 규정될 수 있어 교수-학습의 형태가 개선되고 평가의 방향도 바뀔 수 있을 것이다.

둘째, '이해하다'와 '알다'의 사용을 제한할 필요가 있겠다. 이는 첫째 제언과도 연결되는 것인데, 학습목표 진술 형태가 명세적이지 못하고 개념이나 법칙을 요약해 나열하는 형태에 머무르게 되면 이런 동사의 사용이 많아질 수밖에 없다. 교육과정의 성취수준 진술에서도 '이해하다'와 '알다'의사용이 많아 적절하지 않음을 지적(Jo, 2013)한 바 있다. 그렇다면 이런 포괄적인 형태의 목표진술이 교과서에서라도 분명히 개선되어야함은 당연한 것인데 여전히 이들 두 동사가 주류를 이루고 있다는 점은 교과서의 학습목표 진술 방식에 대한 충분한 논의가 없었다고 밖에 볼 수 없으며 앞으로 반드시 개선되어야 할 사항이다. 학생들이 달성해야 할 능력을 성취기대로 제시한 NGSS(2014)의 경우를 참고하는 것도 하나의 방법이 될 수 있겠다.

마지막으로 교과서의 학습목표가 과학교육의 목표영역 4가지를 균형 있게 반영하고 있는지를 확인할 필요가 있을 것이다. TIMSS 2007 학생 설문 분석 결과에 의하면 우리나라 학생들은 과학에 대한 자신감이나 흥미 등이 낮게 나타났는데, 이에 대해 학생들은 실험과 연구활동, 실생활 맥락에서의 과학 수업이 이루어지지 않음을 이유로 들었다(Kim & Jo, 2013). 따라서 우리나라 교육 현장에서 이루어지는 지식의 이해 위주의 학습에 대한 개선이 필요하며 학생들이 과학에 대한 흥미를 가질 수 있도록 과학 수업에서 실험 실습을 늘이고, 과학에서 배운 내용을 실생활과 연결시킬 수 있도록 지도해야 하며, 학생들이 탐구와 발견을 통한 기쁨을 경험할 수 있는 활동을 해볼 수 있도록 여러 가지 지원이 이루어져야 할 것이다. 따라서 이러한 교육이 가능하기 위해서 교과서의 내용이 학생 활동 중심으로 전개되어야 하며, 실제 수업에서 실천되기 위해서 학습목표가 인지적 영역에만 치우쳐서는 안 되며, 탐구과정 영역, 정의적 영역, STS 영역이 골고루 반영되어 있어야 한다. 그리고 실제 수업을 진행하는 교사들이 현행 교과서의 단점을 보완해 학습의 방법과 과정 등이 드러날 수 있도록 다양한 행동동사를 활용해 명세적인 학습목표를 진술할 수 있어야 하고 그에 따른 수업을 진행 할 수 있도록 현장 연수와, 예비 교사 교육을 강화할 필요가 있다.

국문요약

교과서는 교육과정의 구체적 산물이며, 교수-학습-평가의 가장 중요한 자료이기 때문에 교육과정의 의도에 맞게 잘 만들어진 교과서가 필요하다. 특히 교과서에 기술된 학습목표는 학습자에게 학습의 대상을 명확하게 제시하여 학습을 촉진하는 역할을 하므로 명확하게 진술될 필요가 있다. 본 연구에서는 우리나라 고등학교 물리Ⅰ, 물리Ⅱ 교과서에 진술된 학습목표에 사용된 서술어의 특징을 정리하고, 미국과 싱가포르 물리 교과서의 경우와 비교하였다.

우리나라 물리 교과서 2종에 기술된 학습목표의 특징을 정리해 본 결과 서술어에 사용된 동사의 종류가 22종, 14종으로, 미국과 싱가포르 물리 교과서의 65종, 26종에 비해 적었으며, 주로 '이해하다', '알다'와 같은 추상적이고 포괄적인 뜻을 가진 동사가 사용되고 있다는 점이 문제점으로 드러났다. 미국 물리 교과서의 경우 65종이나 되는 다양한 동사를 서술어에 사용했을 뿐만 아니라, 10% 이상 사용된 것이 없고 소수로 사용된 동사가 대부분이라는 점이 두드러지게 나타났다. 학습목표를 영역별로 분류했을 때 우리나라의 경우 2종의 교과서에서 인지적 영역에 해당되는 학습목표가 98~99%를 차지하고 있으며, 탐구과정 영역에 해당되는 학습목표는 1~2%에 불과했다. 이는 학습목표의 진술 형태가 구체적이지 않을 뿐만 아니라 교과서의 탐구활동이나 읽기자료 등의 내용이 학습목표에 명시되지 않았기 때문에 학습목표의 대부분이 인지적 영역에 해당될 수밖에 없는 것으로 나타났다. 미국 물리 교과서의 경우 탐구 영역이 타 교과서에 비해 많은 비중을 차지하고 있었으며 이 영역의 학습목표 서술어 진술에 사용된 동사의 종류도 또한 많은 것으로 나타났다. 싱가포르의 경우 학습목표가 인지적 영역에 치우쳐있는 것은 우리나라의 경우와 비슷하나 학습목표의 서술어가 행동동사를 사용해 구체적인 형태로 진술되어 있다는 점에서 차이가 났다.

주제어: 교과서 국제 비교, 물리 교과서, 과학과 수업목표, 목표분류, 과학 교과서

References

California Department of Education. (2004). Science framework for California public schools. Retrieved from http://www.cde.ca.gov/ci/cr/cf/documents/scienceframework.pdf#search=Science%20frameworks%20for%20california%20Public%20Schools&view=FitH&pagemode=none)

Chew, C., Foong, C. & Tiong, H. (2013). Physics matters. Singapore: Marshall Cavendish Education.

Choi, J. & Seol, K. (2014). A short discussion on social studies curriculum standards and structure. Social Studies Education, 53(2), 1-19.

Eisenkraft, A. (2010). Active physics. NY: It's About Time Co.

Gwak, S., Ryu, S., Kim, D., An, J., Lee, O., Kim, J., Nam, G. & Kim, I. (2012a). Physics Ⅱ. Seoul: Chunjae Education.

Gwak, S., Ryu, S., Kim, D., An, J., Yi, O., Kim, J., Nam, G. & Kim, I. (2012b). Physics Ⅰ. Seoul: Chunjae Education.

Jo, H. & Park, S. (1995). Science learning & teaching. Seoul: Kyoyookbook Publication Co.

Jo, K. (2013). The characteristic verbs in physics achievement standards in the 2009 revised national curriculum. Journal of Research in Curriculum Instruction. 17(4), 1405-1420.

Kang, N. & Park, Y. (2010). Identification of instructional components to increase students' interest and creativity in American science classrooms. Journal of Science Education. 34(2), 421-431.

Kang, Y. (2009). Instructional method and technology. Seoul: Hakjisa Publication Co.

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 Research in Science Education, 33(1), 46-62.

Kim. S., & Park, S. (1985). Analysis of middle school science textbook. Journal of the Korean Association for Research in Science Education, 5(1), 49-61.

Kim, Y. (1990). Theories of measurement & evaluation. Seoul: Kyoyookbook Publication Co.

Kim, Y., Kim, I., Kim, S., Park, B., Jeong, B., Park, J., Kim, J. & Gwon, G. (2012a). Physics Ⅰ. Seoul: Kyohak Publication.

Kim, Y., Kim, I., Kim, S., Park, B., Jeong, B., Park, J., Kim, J. & Gwon, G. (2012b). Physics Ⅱ. Seoul: Kyohak Publication.

KOFAC(The Korea Foundation for Advancement of Science and Creativity) (2011). Research of science curriculum for the 2009 revised science curriculum. KOFAC.

Lee, M. & Hong, M. (2007). Trends and an international comparison of Korean middle school students` attitudes toward science. Journal of the Korean Association for Research in Science Education, 27(3), 201-211.

Lee, M. & Kim, J. (2004). An international comparative study of science curriculum. Journal of the Korean Association for Research in Science Education, 24(6), 1082-1093.

Lim, C. (2008). Classifications of instructional objectives of elementary science based on new revised taxonomy of educational objectives. Research of Science and Mathematics Education, 31, 25-42.

MEST(Ministry of Education, Science and Technology) (2011). National science curriculum. MEST.

NGSS(Next Generation Science Standards, 2014). Topical arrangements of standards. Retrieved from http://www.nextgenscience.org/search-standards.

Paik, N. (2007). A comparative study on the form of presentation of educational contents in the subject curriculum: with focus on Korean and American science curriculum(life science). The Journal of Curriculum Studies, 25(1), 129-159.

Paik, N. (2014). Review of statements of achievement standards in subject curriculum: Focusing on the national science curriculum of Republic of Korea and the US. The Journal of Curriculum Studies, 32(2), 101-131.

Park, C., Hwang, J. & Gwak, D. (2011). A comparative analysis of instructional objectives of laboratory work in Korean and U. S. high school biology textbooks according to Bloom's revised taxonomy. Journal of Research in Curriculum Instruction, 15(1), 27-43.

Waller, V. (2006). Why we need good instructional design. Retrieved from http://www.elearningnetwork.org/

Yoon, Y. (2010). Comparative analysis of science textbooks of the 7th curriculums for the 3rd grade students in middle school by Klopfer's taxonomy of educational objectives (Doctoral dissertation). Korea National University of Education, Chungju.

Young, L. & Fitzgerald, B. (2006). The power of language: How discourse influences society. Sheffield, Equinox Publishing Limited.

Yu, J. (2009). Analysis of educational objectives of the 7th elementary science curriculum by Klopfer's taxonomy of educational objectives (Doctoral dissertation). Kongju National University, Kongju.

Yun, E. & Park, Y. (2014). Analysis of problems of science textbook within the framework of learner-centered classroom. Paper Presented at of The Korean Physics Society Fall Meeting.