전기와 자기에 관한 초·중·고등학교 교육과정의 국제 비교

최영준
(대구대학교 과학교육학부)

International Comparison of Curricula about Electricity and Magnetism in Primary and Secondary School

Choe, Young-Joon
(Division of Science Education, Taegu University)

ABSTRACT

The electric technology of modern stage is able to be convenient our everyday life and offers the chance to become a strong economic country. Therefore the education about the electricity and magnetism comes to be more and more important to enhance the electric technological power of each nation. In this paper, it is compared that how much the electricity and magnetism are treated in science education of primary and secondary school level in several nations such as USA, England, Japan, Taiwan, Singapore and Korea. We selected the teaching topics about the electricity and magnetism described in the curriculum of each nations and classified the topics by similarity to be easy in comparing. In results, Korea treats poorly most of the subjects in the middle school and early high school level, but teach abruptly much in the selection course of high school.

Key words: curriculum, electricity education, magnetism education, international comparison

Ⅰ. 서 론

21 세기 사회는 정보화, 세계화로 특징지어지며 이 변화를 촉진하는 요인 중의 하나가 전기문명의 급속한 발전과 보급이라 할 수 있다. 현대 전기문명을 주도하고 있는 컴퓨터 및 그 관련 산업에 대한 기술은 한 국가의 경제수준 및 국제적 지위를 좌우하는 시대가 되었다. 이러한 시대 상황에서 전기문명의 기초 지식이 되는 전기와 자기에 관한 교육의 중요성은 과거 그 어느 때 보다 강조되어야 한다. 전기와 자기가 일으키는 여러 가지 현상은 주로 눈에 보이지 않는 극히 작은 알갱이인 전자가 원인이 되어 나타나는 것이므로 이해하기가 어려우며, 그에 따라서 학생들이 기피하는 교과내용 중의 하나이다. 그러나 고도의 전기문명이 대중화되면서 이 시대를 살아가는 모두가 전기와 자기에 관한 이해 없이는 일상생활을 영위함

*2002.10.17(접수) 2003.2.6(최종 통과)
**이 논문은 2001년도 한국대학교육협의회 대학교수 국내교류 연구비 지원에 의한 것임.

에 있어서도 불편과 불안함을 피할 수 없게 될 것이고, 인간중심, STS 교육과정으로 변천하는 과학교육 사조에 비추어 볼 때도 전기와 자기에 관한 학교 교육은 모든 이에게 효과적으로 이루어져야 할 것이다.

최근 10년 동안 국가 간의 과학교육에 관한 비교 연구는 주로 교과서를 비교하거나(예, 김효남, 1992; 김효남과 이영미, 1995; 박시현과 우종옥, 1994 (이상 초등); 손현아와 이학동, 1994; 박윤배, 1998 (이상 중등)), 또는 교육과정을 비교(권치순과 박병태, 1996(초등); 이화국, 2000(중등)) 하였는데 이들 모두는 단일 학교 급별 사이의 비교였다. 한 분야 이를테면 전기와 자기에 관한 분야의 과학자적 개념 형성은 초등학교 교육부터 고등학교에 이르기까지 반복적인 학습을 통하여 이루어지기 때문에 학교 급별을 연계한 전체적인 교육과정을 연구해 볼 필요가 있다. 현재까지 이러한 한 과학 분야에 대한 체계적 연구(예, 김영은, 1991; 박종윤과 김성희, 1988; 백성혜 등, 2000; 유영근, 1991; 정완호와 최돈희, 1993; 한병희, 1985)는 다수 있으나 모두 우리나라 교육과정의 경우에 국한 된 것으로 국제적인 비교 연구는 거의 이루어지지 않았다. 국내 과학 교육내용의 초·중·고등학교 연계성을 분석하는 것도 가치 있는 일이라 하겠으나, 현대와 같이 국가 간의 과학기술 경쟁이 치열한 시대에 있어서는 한 과학분야에 대한 교육내용을 초·중·고등학교 과정에서 어떻게 제시하고 있는지 국제 간의 비교 연구도 의미 있는 일이라 여겨진다.

본 연구에서는 우리나라를 비롯하여 우리나라가 과학기술을 주로 수입하는 미국을 위시한 일본과 영국 및 우리와 과학기술력에서 경쟁이 되는 대만 및 싱가포르 등 6개국을 선정하고, 각 국의 전기와 자기 분야에 대한 초등학교부터 고등학교에 이르는 교육내용을 비교하여 그 차이점을 알아보고자 한다.

Ⅱ. 연구방법 및 내용

전기와 자기 분야에 대하여 한국과 미국 등 세계 6개국이 어떤 내용을 어떻게 가르치고 있는지에 대하여 비교하기 위해서는 각 나라의 교육제도와 교육과정에 대해서 알아볼 필요가 있다.

1. 교육제도

연구대상으로 삼고 있는 각 국가의 교육부 인터넷 홈페이지에 소개된 내용에 의하면 교육제도는 대부분의 국가가 Table 1에 나타내었듯이 초등학교부터 대학에 들어가기 전까지 12년 간의 교육을 받도록 하고 있으나 영국의 경우는 이보다 1년 긴 13년을 표준으로 하고 있으며 싱가포르의 경우는 상위 약 60% 정도 학생은 12년을 나머지 약 40% 학생은 13 내지 14년 간 교육받도록 되어 있다. 또한 학교 제도도 우리나라와 대만과 일본은 초등학교 6년, 중학교 3년, 고등학교 3년 과정으로 국가 전체가 획일적으로 설정되어 있으나, 미국은 우리와 같이 6-3-3제를 취하고 있는 제도도 있는 반면 지방자치 단체에 따라 6-2-4제, 6-6제 및 8-4제 등 다양하나 어느 것이든 대학에 들어가기 전까지 12년의 교육을 받는 것은 공통이다. 영국은 미국만큼이나 학교제도가 다양하며 대개 초등학교 과정과 중등학교 과정을 합쳐 11년의 의무 교육과정을 마친 후 대학진학을 하기 위해서는 우리나라의 인문계 고등학교와 비슷한 2년제의 대학입시 준비기관인 6th Form College에서 교육을 더 받아야 한다. 싱가포르의 경우는 영국과 매우 유사한 교육제도를 취하고 있으며 초등학교 6년, 중학교는 학생성적에 따라 4년 내지 5년의 교육을 받고 대학에 진학하기 위해서는 성적에 따라 2년제의 초급대학(Junior College) 또는 국립학원(Institute)으로 진학하거나 3년제의 종합기술학교(Polytechnic)로 진학하여 대학입시를 준비한다.

2. 교육과정

연구 대상으로 삼고 있는 6개국의 교육제도가 약간씩 차이가 있듯이 국가에 따라 교육과정의 학교 급별 진술 방식에도 차이가 있다. 각 국 모두 초등학교 6년과 중학교 3년 내지 5년 과정은 단일의 교육과정을 갖고 있는 반면 고등학교 과정부터는 대학 진학을 준비하는 과정과 직업교육을 받는 과정으로 나누어져

Table 1. Comparison of education systems of 6 nations

Age	Korea	Japan	Taiwan	USA	England	Singapore
22	U	U	U	U	U	U
21						
20						
19						H
18				H	6th Form	H
17	H	H	H	H	H	H
16				H		
15				M & H	M	M
14	M	M	M	M		
13				M		
12					P	
11				P & M	P	
10						
9	P	P	P	P	P	P
8					P	
7						
6				Kinder-garden	P	
5						
4						

P: Primary school, M: Middle School, H: High school, U: University

있어 우리나라의 고등학교에 해당하는 교육기관의 교육과정은 각 국 모두 매우 다양하게 되어 있다.

본 연구의 주제인 전기와 자기 분야에 대한 학교급에 따른 각 국의 교육내용을 비교함에 있어 각 국의 학교 제도 및 교육연한이 일치한다면 비교가 단순하겠으나 약간 씩 차이가 나므로 학교 급별을 각 국에 공통적으로 적용할 수 있는 새로운 기준을 설정할 필요가 있다. 새로운 기준은 각 국이 교육부 인터넷 홈페이지를 통하여 제시한 과학 교육과정으로부터 공통점을 찾아 설정했다. 연구 대상인 6개국의 교육과정은 미국을 제외하고는 국가 차원의 교육과정이 제시되어 있으나, 미국의 경우는 주마다 서로 다른 교육과정을 갖고 있어 어느 주의 교육과정을 채택하느냐가 연구의 결과에 영향을 줄 수 있다. 미국이 50개 주로 나누어져 지방자치제가 활성화되어 있다고는 하지만 이른바 네 개의 큰 주, 즉 캘리포니아, 텍사스, 플로리다, 뉴욕주가 경제력, 인구, 면적 등에서 다른 주보다 비중이 커 미국의 주요 정책 결정이나 시행에 큰 영향을 주는 것으로 알려져 있다. 교육정책면에서도 예외가 아닐 것으로 보고 인터넷상에 가장 잘 교육과정을 소개하고 있는 캘리포니아 주의 과학 교육과정을 본 연구에서는 미국의 과학 교육과정으로 취급하였다.

Table 2에 각 국의 과학 교육과정에서 조사된 전기와 자기에 관한 교육내용이 언급된 과학과 교과목 명(영국은 교육단계 명)을 학년별로 나타내었다. 각 국의 과학 교육과정은 영국을 제외하고는 모든 나라가 초등학교, 중학교, 고등학교 등 학교 급별 및 학년별로 교육과정을 제시하고 있다. 영국은 초등학교부터 고등학교 저학년까지 크게 4단계 즉 Key Stage 1부터 4로 나누어 교육과정을 제시하고 있는데 초등학교의 경우는 초등 1-2학년을 묶어 Key Stage 1, 초등 3-6학년을 묶어 4년 간의 교육과정을 Key Stage 2, 중학교 1-3학년을 Key Stage 3, 고등학교 1-2학년을 Key Stage 4로 묶어 제시하고 있다. 그러나 과학을 위시한 몇몇 과목은 영국의 여러 교육 관련 교사들의

Table 2. Subjects described in curricula of 6 nations

Grade	Korea	Japan	Taiwan	USA	England	Singapore
H3	Physics Ⅰ Physics Ⅱ	Physics Ⅰ Physics Ⅱ	Physical Science (Physics)	Basic & Deepened Course Physics	GCS-A LEVEL	GCS-A LEVEL
H2					Key Stage 4	
H1	Science10	Funda. Science	Funda. Physics			Upper Secondary Science
M3	Science9	Middle School Science	Middle School Physical Science		Key Stage 3	
M2	Science8			8th Science		Lower Secondary Science
M1	Science7			7th Science		
P6	Science6	6th Science	6thPhys.Sci.	6th Science	Key Stage 2	6th Science
P5	Science5	5th Science	5thPhys.Sci.	5th Science		5th Science
P4	Science4	4th Science	4thPhys.Sci.	4th Science		4th Science
P3	Science3	3rd Science	3rdPhys.Sci.	3rd Science		3rd Science
P2	Wise Life	Wise Life	2ndPhys.Sci.	2ndScience	Key Stage 1	2ndScience
P1			1stPhys.Sci.	1st Science		1st Science

모임(예 : IC Teachers)에서 Key Stage에 의한 국가 교육과정을 기초로 하여 Key Stage 1부터 3까지 즉 초등학교 1학년부터 중학교 3학년 과정까지를 학년별로 세분하여 제시하고 있다. 그래서 초등학교의 경우는 각 국의 전기와 자기에 대한 교육내용을 학년별로 비교할 수 있다. 중학교의 경우는 우리나라와 미국, 영국의 교육과정에서 학년별 교육내용을 찾아볼 수 있으나, 일본과 대만은 중학교 교육과정을 학년별이 아닌 과목별로 제시하고 있으며, 싱가포르의 경우는 중학교 과정 4~5년을 중등 저학년 2년과 중등 고학년 2~3년 교육과정으로 나누어 제시하고 있다. 고등학교의 경우는 우리나라와 일본, 대만이 고1 때 우리나라의 10학년 과학에 해당하는 과학 또는 물리과목의 교육과정을 제시하고, 고등학교 2~3학년에서 물리, 화학, 생물, 지구과학을 선택하여 배우도록 되어 있다. 미국은 우리나라 고등학교에 해당하는 9학년부터 12학년까지 4년 간의 물리교육과정에서 기초과정과 심화과정으로 나누어 제시하고 있으며, 영국은 고등학교 1-2학년에 해당하는 Key Stage 4에서 과학교육과정을 제시하고, 고등학교 2~3학년에 해당하는 GCE-A LEVEL에서 과학의 각 과목별로 교육과정을 제시하고 있다. 싱가포르는 중학교 4-5년 과정을 졸업하고 영국과 비슷한 체계의 GCE-A LEVEL 교육과정을 제시하고 있다. 이상 살펴 본 바와 같이 중학교와 고등학교의 교육과정은 각 국이 매우 다른 체계로 학년별 교육과정을 제시하고 있어, 전기와 자기 분야에 대한 교육내용의 비교를 위하여 본 연구에서는 Table 3과 같은 기준을 만들어 비교하였다.

3. 연구자료 및 특징

초등학교는 학년 별로 교육내용을 비교하였고, 중학교는 우리나라의 7학년 과학, 8학년 과학, 9학년 과학과 일본의 이과(理科), 대만의 이화과(理化科), 미국은 7, 8학년 과학, 영국은 Key Stage 3, 싱가포르는 중등 1~2학년 과학 교육과정에서 제시한 전기와 자기 분야에 대한 교육내용을 서로 비교하였다. 고등학교는 우리나라의 10학년 과학에 해당하는 교육과정과 이공계의 전문인이 되기 위한 선택 과정인 물리Ⅰ,Ⅱ에 해당하는 각 국의 교육과정을 비교하였다. 우리나라의 10학년 과학에 해당하는 교육과정으로 일본은 이과기초(理科基礎), 대만은 기초물리(基礎物理), 미국은 9-12학년의 물리 기본과정, 영국은 Key Stage 4,

Table 3. Subjects for comparison of science curricula of 6 nations

Compare Group	Korea	Japan	Taiwan	USA	England	Singapore
High School (Selective)	Physics Ⅰ Physics Ⅱ	Physics Ⅰ Physics Ⅱ	Phys. Sci. (Physics)	9 to 12th Deepened Physics	GCE-A LEVEL	GCE-A LEVEL
High School (Required)	Science10	Funda. Science	Funda. Physics	9 to 12th Basic Physics	Key Stage 4	Upper Secondary Science
Middle School	Science7 to 9	Middle School Science	Physical Science	7th to 8th Science	Key Stage 3	Lower Secondary Science
Primary Course	Science3 to 6 & Wise Life	3rd to 6th Science & Wise Life	1st to 6th Physical Science	1st to 6th Science	Key Stage 1 & 2	1st to 6th Science

싱가포르는 중등 3~5학년 물리 교육과정에서 제시하는 내용을 각각 비교하였다. 이공계의 전문인으로 진출하고자 하는 학생들에게 교육시키는 우리나라의 물리Ⅰ,Ⅱ에 해당하는 교육과정으로 일본은 우리와 같이 물리Ⅰ,Ⅱ, 대만은 물상의 물리 편, 미국은 9~12학년의 물리 심화과정을 영국과 싱가포르는 GCE-A LEVEL의 교육과정을 각각 비교하였다. 각 국의 교육과정은 해당 국가의 교육부가 인터넷상에서 제공하는 자료를 주로 이용하였으며, 대만의 기초물리와 물상(물리 편)과 영국의 GCE-A LEVEL 및 싱가포르의 중학교 3~5학년의 교육과정은 인터넷상에서 구할 수가 없어 해당 국가에서 일반적으로 통용되는 교과서의 내용을 교육과정으로 이용하였다. 대만의 기초물리 교육과정은 高中基礎物理(林峰敏, 2000), 물상(물리편)의 교육과정은 物質科學 物理篇(連坤德 등, 2000), 영국의 GCE-A LEVEL 교육과정은 Physics in perspective (N. England 등, 1999)로, 싱가포르의 중학교 3~5학년 과학교육과정은 Essentials of Physics 3과 4(Hilda Tan 등, 2000) 등의 교과서를 이용하였다.

Ⅲ. 연구결과 및 논의

각 국의 전기와 자기에 관한 교육내용을 비교하기 위하여 교육과정 또는 교과서로부터 해당 학년 또는 학교 급 별로 학습주제를 선정하였다. 학습주제는 교육과정에 나타난 학습목표 및 내용을 읽고 그에 가장 적합하다고 생각되는 용어를 사용하여 각 국의 교육내용을 공통적으로 나타낼 수 있도록 연구자가 자의적으로 표현하였으며 그 내용이 Table 4에서부터 Table 7까지에 나타내어져 있다. 학습주제들은 정전기장, 정자기장 및 변화하는 전기장과 자기장에서 일어나는 현상으로 구분 지어 각각을 전기학(Electricity), 자기학(Magnetism), 전자기학(Electromagnetism)분야로 나누어 비교를 용이하도록 하였다.

각 국의 초등학교 교육내용을 비교하여 Table 4에 나타내었다. 초등학교에서는 각 국의 교육과정을 비교한 결과 전기학과 자기학 분야에서 각각 8개의 수업주제를 찾을 수가 있었으나 전자기학 분야는 어느 나라도 가르치지 않았다. Table에서 K는 한국, J는 일본, T는 대만, U는 미국, E는 영국, S는 싱가포르를 지칭하고 앞으로의 모든 Table에 공통으로 사용하였다. 각 국의 칸 속에 적혀 있는 숫자는 해당 학습주제가 나온 학년을 표시하며, 두 개의 숫자가 한 칸에 적힌 것은 2개 학년에 중복되어 나오는 학습주제를 의미한다. 이런 숫자들을 비교하여 볼 때 각 국은 초등학교 2~3학년부터 6학년까지 전 학년에 걸쳐 전기와 자기에 관한 학습이 이루어지고 있는데 반하여 미국은 4학년까지만 배우고 5, 6학년에서는 전기와 자기에 관한 내용을 다루지 않는 것으로 나타났다. 또한 전구에 불켜기(Light on bulbs)와 자석놀이(Experience of magnetic force)는 모든 나라에서 공통적인 학습주제로 도입하고 있으며, 마찰전기(Frictional electricity)와 전기력(Electric force between charged bodies)에 관한 학습은 미국에서만 시키는 것으로 나타났다. Table의 비고(Remarks)난에 적힌 숫자 중 앞의 것은 그 주제가 다루어진 나라 수를 나타내며, 괄호 속의 숫자는 그 주제가 가르쳐 지는 각 국의 해당 학년(두 개가 있으면 낮은 학년)을 평균한 것이다. 예를 들어 건전지와 전구의 직렬과 병렬연결(Various connections of batteries and bulbs)에 관한 수업은 4개국에서 실시하며 보통 4.5학년에서 학습주제가 도입됨을 의미한다. 이런 숫자들로부터 보면 전구에 불켜기는 우리나라의 경우 4학년에 가르쳐지고 영국은 2학년에 가르쳐 짐을 알 수 있고, 각 국 평균 도입 학년에 비교하여 우리나라는 약간 늦게 도입되고 영국은 빨리 도입함을 알 수 있다. 같은 학습주제에 대하여 학년에 따라 또는 국가에 따라 학습내용의 심화 정도에는 차이가 있으나 본 연구에서는 각 학습주제의 심화 정도는 비교하지 않았다. 그러나 각 학습주제의 심화정도에 관계없이 각 국에서 어떤 학습주제를 얼마나 일찍 학생들에게 경험을 시키고 있는가를 비교해 보는 것도 의미 있다고 생각된다. 이런 비교를 좀 더 간단히 하기 위하여 이 숫자들을 그래프로 나타낸 것이 Fig. 1이다.

그림의 횡축은 Table 4에 나타낸 전기와 자기의 학습주제 번호이고 종 축은 도입 학년을 나타낸다. 각 국의 해당주제별 도입 학년 표시에 있어서 한국은

Table 4. Topics about electricity and magnetism described in primary schools science curricula of 6 nations

Topics	K	J	T	U	E	S	Remarks
〈Electricity〉							
E1) Light on bulb	4	3	4	4	2,4	5	6 (3.7)
E2) Various connections of batteries and bulbs	4,5	4	4,5		6		4 (4.5)
E3) Classify conductors and non-conductors		3			4	5	3 (4.0)
E4) Drawing simple electrical circuits	5				2,6	5	3 (4.0)
E5) Electric energy and its transformation	5			3,4		6	3 (4.7)
E6) Frictional electricity				4			1 (4.0)
E7) Electric force between charged bodies				4			1 (4.0)
E8) Safe use and conserve the electric energy					2	5	2 (3.5)
Number of Instructed Topics about Electricity (Percentage)	4 (50)	3 (38)	2 (25)	4 (50)	5 (63)	5 (63)	
〈Magnetism〉							
M1) Experience of magnetic force	3	3	2,5	2,4	3	3	6 (2.7)
M2) Classify magnetic materials		3	2		3	3	4 (2.8)
M3) Magnetic field around magnet	3,6						1 (3.0)
M4) Compass and magnet	3		2,5	4			3 (3.0)
M5) Making magnets			5	4		3	3 (4.0)
M6) Electric current and magnetic field	6	6	5,6	4			4 (5.3)
M7) Making electromagnets and its applications	6	6	6	4			4 (5.5)
M8) Making electric motors			6	4			2 (5.0)
Number of Instructed Topics about Magnetism (Percentage)	5 (63)	4 (50)	7 (88)	6 (63)	2 (25)	3 (38)	
〈Electromagnetism〉 Nothing							
Total Number of Instructed Topics (Total Percentage)	9 (56)	7 (44)	9 (56)	10 (63)	7 (44)	8 (50)	

K: Korea, J: Japan, T: Taiwan, U: U.S.A., E: England, S: Singapore.
Figures below nations are grades which the topics are instructed. Left and right figures in remarks mean numbers of nations which the topic is instructed and the average grade of 6 nations, respectively.

◆표, 일본은 ●표, 대만은 ○표, 미국은 ▼표, 영국은 ▽표 싱가포르는 ■ 표로 나타내었으며, 실선은 6개국을 평균한 도입 학년을 나타낸다. 대체적으로 보아 우리나라의 경우 전기분야 및 자기분야 모두 실 선상이거나 그 위에 표시되어진 것으로 보아 각 국 평균보다 약간 늦게 도입하고 있는 것으로 나타났다. 영국의 경우(▽표시)는 전기분야에서 각 국 평균보다 2~3년 일찍 도입하고 있으나 싱가포르의 경우는(■표시) 평균보다 1~2년 늦은 반면 자기분야에서는 영국과 싱가포르 모두 평균과 도입시기가 거의 같다. 대

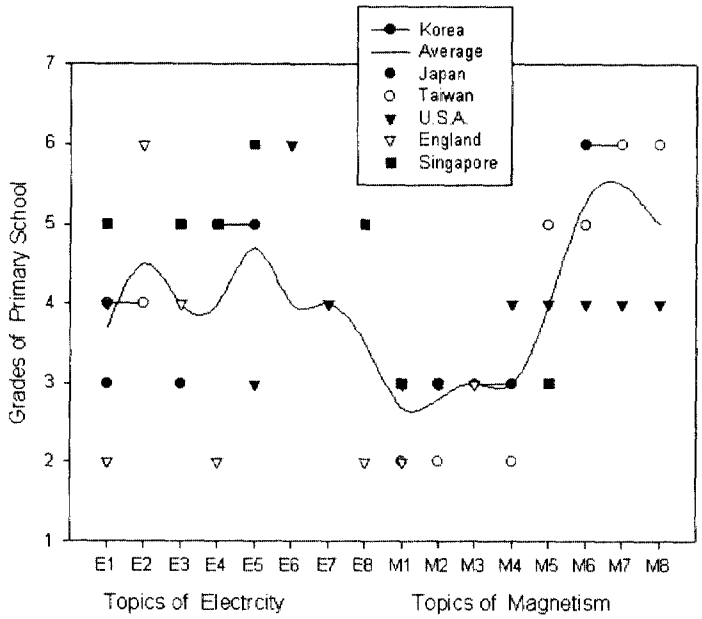

Fig. 1. Relations between topics about electricity and magnetism and grade which the topic is instructed in primary school

만(○표시)과 미국(▼표시)은 자기학 분야에서 다른 나라보다 도입시기가 약간 빠르지만 전기분야는 평균과 거의 차이가 없다.

또한 Table 4에 각 국이 전기학과 자기학 각 분야에서 얼마나 많은 학습주제를 가르치는지를 비교하여 보기 위하여 각 분야의 마지막 칸에 각 국이 가르치는 주제 수와 해당 분야 전체 학습주제 수에 대한 백분율을 괄호 속에 나타내었다. 한국과 미국은 전기와 자기 각 분야 공히 50%를 상회하여 균등하게 가르치는 것으로 나타났으나 대만과 일본의 경우는 자기학 분야에 치중되어 있고, 영국과 싱가포르는 전기학에 치중하여 가르치는 것으로 나타났다. 또한 Table의 맨 아래 칸의 숫자는 각 국이 전기와 자기관련 전체 학습주제들을 몇 개나 학습시키고 있는 지를 나타내는 숫자이고 괄호 속은 전체 학습주제 수에 대한 백분율이다. 이들을 비교하여 볼 때 일본이 가장 적게, 대만이 가장 많은 학습주제를 가르치고 있으며 우리나라는 평균보다 약간 더 가르치고 있음을 알 수 있다.

Table 5에는 중학교의 학습내용을 비교하여 나타내었다. 중학교의 경우 각 국의 교육과정으로부터 초등학교와 같은 방법으로 하여 전기학 분야는 12개, 자기학 분야는 9개 그리고 전자기학 분야는 2개의 주제를 선정하였다. Table의 학습주제 중 굵게 이탤릭 글씨체로 쓴 항목은 Table 4의 초등학교 학습주제에 없던 것으로 중학교에 처음 등장하는 학습주제들이다. 초등학교의 경험을 통하여 배울 수 있는 학습 주제에 비하여 중학교에서는 전력(Electric power) 등 추상적이고 개념적인 학습내용이 많이 추가되었고 초등학교에서는 어느 국가도 가르치지 않았던 전자기학 분야에 대한 학습이 대만과 영국에서 도입되기 시작하였다. 중학교 교육과정은 학년 별로 되어있지 않은 국가가 많으므로 학년 별 비교는 못하고 중학교 전 과정에서 한 번이라도 해당 학습주제를 다루었으면 ○표로 표시하였다. 미국의 경우는 중학교 과정에서 전기와 자기에 관한 학습을 시키지 않는 것으로 나타났는데 이는 미국의 캘리포니아 주의 과학 교육과정에 7학년과 8학년에서는 각각 생물분야와 화학분야를 주로 다루고 있기 때문이다. 비고의 숫자는 각 학습

Table 5. Topics about electricity and magnetism described in middle school science curricula of 6 nations

Topics	K	J	T	U	E	S	Remarks
〈Electricity〉							
1) Frictional electricity	O	O	O				3
2) ***Electrostatic induction***	O		O				2
3) ***Electron and electric phenomena***	O		O				2
4) ***Coulomb's law of electric force***		O	O				2
5) ***Ohm's law***	O	O	O		O	O	5
6) Connections of resistors	O	O			O	O	4
7) Conductors and non-conductors			O				1
8) ***Resistivity***			O				1
9) Concept of electric potential					O	O	2
10) Electrical energy and its transformation	O	O			O	O	4
11) ***Electric power***						O	1
12) Safe use and conserve the Electrical energy					O	O	2
Number of Instructed Topics about Electricity	6	5	6	0	5	6	
(Percentage)	(50)	(42)	(58)	(0)	(42)	(50)	
〈Magnetism〉							
1) Magnetic force			O		O		2
2) ***Magnetic field and magnetic field lines***		O	O		O		3
3) Making magnets					O		1
4) Magnetic and non-magnetic materials					O		1
5) ***Magnetization***			O				1
6) Electric current and magnetic field	O	O	O				3
7) ***Electromagnetic force***	O	O					2
8) Electromagnets and its applications			O		O		2
9) Electric motor			O				1
Number of Instructed Topics about Magnetism	2	3	6	0	5	0	
(Percentage)	(22)	(33)	(67)	(0)	(56)	(0)	
〈Electromagnetism〉							
1) ***Electric current by magnet***		O	O				2
2) ***Making electric generator***			O		O		2
Number of Instructed Topics about Electromagnetism	0	1	2	0	1	0	
(Percentage)	(0)	(50)	(100)	(0)	(50)	(0)	
Total Number of Instructed Topics	8	9	14	0	11	6	
(Total Percentage)	(35)	(39)	(65)	(0)	(48)	(26)	

K: Korea, J: Japan, T: Taiwan, U: U.S.A., E: England, S: Singapore.
Bold italics are new topics which are not showed in primary school.
Figures in remarks is number of nations which the topic is instructed.

주제를 다루고 있는 국가의 수이다. 6개국의 중학교 교육과정에서 선정된 23개의 전기와 자기 분야에 관한 학습주제 중 모든 나라가 공통적으로 다루고 있는 학습주제는 없었으며, 옴의 법칙(Ohm's law)은 미국을 제외한 5개국이 공통적으로 가르치고 있고, 3개국 이상이 공통적으로 가르치는 주제는 마찰전기(Frictional electricity)등 6개 주제에 불과한 것으로 나타났다. Table에는 전기학, 자기학, 전자기학 분야의 각 학습주제 아래 칸에 Table 4의 초등학교와 마찬가지로 각 국가가 가르치는 학습주제 수와 각 분야의 전체 학습주제 수에 대한 백분율을 괄호 속에 표시하였다. 한국과 일본, 싱가포르는 대만과 영국에 비하여 전기학에 치중하여 가르치고 있는 것으로 나타나 있으며, 한국과 미국, 싱가포르는 중학교 단계까지 전자기학 분야는 다루지 않는다. Table의 맨 아래 칸에는 전 분야에 걸쳐 각 국이 가르치는 학습주제 수를 표시하였다. 이들을 비교하여 볼 때 대만이 가장 많은 학습주제를 가르치고 있으며 우리나라는 평균보다 약간 적은 수의 학습주제를 가르치고 있는 것으로 나타났다.

Table 6은 고등학교 과정에서 학생들이 공통적으로 배우는 학습주제를 나타내었다. 비고에는 각 학습주제를 가르치는 나라 수를 나타낸 것으로 모든 나라가 다 가르치는 학습주제는 하나도 없고, 전위(Concept of electric potential)에 대한 것을 많은 나라가 가르치고 있음을 알 수 있다. 각 분야의 학습주제 아래 칸에 앞의 Table들과 마찬가지로 각 국이 해당 분야에서 가르치는 학습주제 수와 백분율을 나타내었다. 우리나라와 일본은 전자기학 분야에 치중하여 가르치는 반면 대만과 미국 싱가포르는 전자기 분야보다는 전기와 자기에 치중하여 가르치는 경향이 있으며 영국은 전기와 전자기 분야에 중점을 두어 가르치는 것으로 보인다. Table의 맨 아래 칸에는 각 국이 다루는 주제 수와 괄호 속에는 백분율을 나타내었다. 이를 비교하여 보면 고등학교 공통과정에서 전기와 자기에 관하여 우리나라와 일본은 다른 나라에 비하여 훨씬 적은 수의 주제를 가르치고 있고, 영국과 미국은 평균 정도를, 대만과 싱가포르는 상당히 많은 양의 학습주제를 가르치는 것으로 나타났다.

Table 7에는 각 국이 이공계 대학으로 진학하고자 하는 학생들이 고등학교에서 선택과정으로 배우는 물리 교육내용에서 발췌한 전기와 자기 분야에 대한 학습주제를 나타내었다.

총 32개의 학습주제로 각 국의 교육내용이 분류되었으며 앞의 초·중·고의 공통 물리 보다 전자기학 분야의 학습주제가 많아진 것이 특징적이다. 전기, 자기 및 전자기 학습주제 각각의 아래 끝 칸에는 앞의 Table에서 설명한 내용과 같은 의미의 숫자를 적어 넣었다. 또한 Table의 맨 아래 칸에는 각 국이 가르치고 있는 학습주제 수와 전체 학습주제 수에 대한 백분율을 나타내었다. 이 들을 비교하여 보면 대만의 경우는 선택과정 물리에서는 전기와 자기에 대하여는 전혀 가르치지 않는 것으로 되어 있고(역학을 집중해서 가르치고 있음), 반면 우리 나라는 다른 나라에 비하여 전기, 자기, 전자기 전 부분에 걸쳐 많은 수의 학습주제를 가르치는 것으로 나타났다. 대만을 제외하고 일본이 가장 적은 학습주제를 가르치고 있으며 미국과 영국, 싱가포르는 중간정도 분량의 학습주제를 다루고 있다. 특히 트랜지스터 등의 전자부품의 구조와 특성 및 이를 포함한 전자회로에 과한 학습주제(Transistors and electronic circuit)에 대하여는 미국, 영국, 싱가포르만이 가르치고 있는 것으로 나타났으며 이러한 전자공학에 대한 지식은 현대의 전자문명을 살아가는데 매우 중요한 학습주제임을 감안할 때 이 학습주제의 교육효과에 대하여 깊은 연구를 해 볼 필요가 있다.

Ⅳ. 결론 및 제언

과학 교육과정이나 과학 교과서의 국가 간 비교연구는 여러 연구자에 의하여 많이 이루어져온 연구주제 중의 하나이다. 이웃 국가와 단순 비교를 해보는 것만으로도 많은 시사점을 얻을 수 있기 때문이다. 본 연구는 현대와 같은 전기문명 시대에 있어서 전기와 자기 분야에 관한 학교 교육이 날이 갈수록 중요해 질 것으로 생각되어, 이 분야에 대한 교육과정의 국제 비교를 하였다. 국제비교에 선정된 국가는 선진국이거나 우리나라와 경제력 과학기술력으로 경쟁이

Table 6. Topics about electricity and magnetism described in high school science curricula(required course) of 6 nations

Topics	K	J	T	U	E	S	Remarks
〈Electricity〉							
1) Frictional electricity			○		○	○	3
2) Electrostatic induction			○		○	○	3
3) Electron and electric phenomena			○		○	○	3
4) Conductors and non-conductors						○	1
5) Coulomb's law of electric force			○	○	○		3
6) ***Define the electric field***				○			1
7) Ohm's law			○	○	○	○	4
8) Resistivity			○				1
9) Concept of electric potential		○	○	○	○	○	5
10) Connections of resistors						○	1
11) ***Direct current and alternating current***			○		○		2
12) ***Capacitor and Capacitance***				○			1
13) Electric power			○	○	○		3
14) Electric energy and its transformation	○	○			○		3
15) ***Electric power transmission***			○		○	○	3
16) ***Understanding the earthing***						○	1
17) ***Electric component in house***					○	○	2
18) Safe use and conserve the Electric energy	○		○			○	3
19) ***Transistors and electronic circuit***				○			1
Number of Instructed Topics about Electricity	2	2	11	7	11	11	
(Percentage)	(11)	(11)	(58)	(37)	(58)	(58)	
〈Magnetism〉							
1) Magnetic force			○			○	2
2) ***Magnetic induction***			○	○		○	3
3) Magnetic field and field lines			○	○		○	3
4) Magnetic and non-magnetic materials						○	1
5) ***Magnetic properties of matter***				○		○	2
6) Electric current and magnetic field	○	○	○	○			4
7) Electromagnetic force	○	○		○	○		4
8) Electromagnets and its applications			○			○	2
9) Electric motor			○				1
10) ***Demagnetization***						○	1
Number of Instructed Topics about Magnetism	2	2	6	5	1	7	
(Percentage)	(20)	(20)	(60)	(50)	(10)	(70)	
〈Electromagnetism〉							
1) Experiment for electromagnetic induction	○	○		○	○		4
2) Principle of electric generator	○	○			○		3
3) ***Principle of transformer***	○		○		○		3
4) ***Properties of electromagnetic wave***						○	1
Number of Instructed Topics about Electromagnetism	3	2	1	1	3	1	
(Percentage)	(75)	(50)	(25)	(25)	(75)	(25)	
Total Number of Instructed Topics	7	6	18	13	15	19	
(Total Percentage)	(21)	(18)	(55)	(39)	(45)	(58)	

K: Korea, J: Japan, T: Taiwan, U: U.S.A., E: England, S: Singapore.
Bold italics are new topics which are not showed in middle school.
Figures in remarks is number of nations which the topic is instructed.

Table 7. Topics about electricity and magnetism described in high school science curricula(selective course) of 6 nations

Topics	K	J	T	U	E	S	Remarks
〈Electricity〉							
1) Frictional electricity	○				○		2
2) Electrostatic induction	○				○		2
3) Electron and electric phenomena	○	○			○	○	4
4) Coulomb's law of electric force	○			○		○	3
5) ***Electric field and field lines***	○	○		○	○	○	5
6) Electric potential	○	○		○	○	○	5
7) Ohm's law	○			○	○	○	4
8) Connections of resistors	○				○		2
9) Resistivity	○				○	○	3
10) ***Electromotive force and internal resistance***	○					○	2
11) ***Kirchhoff's law***	○					○	2
12) Electric power	○			○			2
13) Electric power transmission						○	1
14) Electric energy and its transformation	○						1
15) Capacitance and its connection	○	○		○	○	○	5
16) ***Electric energy of capacitor***	○					○	2
17) ***Electric field energy***				○			1
18) Transistors and electronic circuit				○	○	○	3
Number of Instructed Topics about Electricity	15	4	0	8	10	12	
(Percentage)	(83)	(22)	(0)	(44)	(56)	(67)	
〈Magnetism〉							
1) Magnetic induction				○			1
2) magnetic properties of matter				○			1
3) Magnetic field lines	○			○		○	3
4) Electric current and magnetic field	○	○		○	○	○	5
5) Electromagnetic force and its applications	○	○		○	○	○	5
Number of Instructed Topics about Magnetism	3	2	0	5	2	3	
(Percentage)	(60)	(40)	(0)	(100)	(40)	(60)	
〈Electromagnetism〉							
1) Faraday's law of electromagnetic induction	○	○		○	○	○	5
2) ***Self and mutual electromagnetic induction***	○				○		2
3) Transformer	○				○		2
4) ***Magnetic energy of Inductor***	○						1
5) ***Magnetic field energy***				○		○	2
6) Alternating current generator	○	○					2
7) ***Alternating current circuit***	○	○					2
8) ***Electric oscillation and electromagnetic wave***	○	○					2
9) Properties of electromagnetic wave	○	○			○	○	4
Number of Instructed Topics about Electromagnetism	8	5	0	2	4	3	
(Percentage)	(89)	(56)	(0)	(22)	(44)	(33)	
Total Number of Instructed Topics	26	11	0	15	16	18	
(Total Percentage)	(81)	(35)	(0)	(47)	(50)	(56)	

K: Korea, J: Japan, T: Taiwan, U: U.S.A., E: England, S: Singapore.
Bold italics are new topics which are first introduced in this course.
Figures in remarks is number of nations which the topic is instructed.

되는 일본, 대만, 미국, 영국, 싱가포르를 선택하였다. 비교는 학교 급별로 각 국의 교육과정에 나타난 교육내용을 위주로 하였으며 미국의 경우는 캘리포니아 주의 교육과정을 국가 교육과정으로 취급하였다.

각 국의 과학 교육과정에 나타난 교육내용으로부터 연구자의 주관적 판단에 의하여 학습주제를 선정하였고, 선정된 학습주제를 전기학, 자기학, 전자기학으로 구분 지어 국가 간 학교 급별로 비교하였다. 한국의 경우 초등학교에서 6개국의 평균에 가까운 수의 학습주제를 가르치고 있으며 다른 나라에 비하여 전기학보다는 자기학에 치중하여 가르치고 있다. 중학교의 경우 각 국은 전기와 자기분야의 교육에 있어 초등학교에 비하여 많은 차이를 보였다. 미국은 전혀 다루고 있지 않는 반면 대만은 6개국 평균에 비하여 약 두 배에 가까운 많은 수의 학습주제를 가르치고 있다. 우리나라의 경우 중학교에서 전기 및 자기에 관한 교육은 학습주제 수와 종류 면에서 대단히 유사하며 6개국 평균에 가깝게 교육을 시키고 있다. 고등학교의 초급학년에서 가르쳐 지는 공통과학에서 발췌한 학습주제를 비교한 결과 한국과 일본이 대단히 유사한 학습주제 수와 종류를 가르치고 있으며 다른 나라에 비하여 전기와 자기 분야에 대해서 매우 적은 량의 학습을 시키고 있는 것으로 나타났다. 한 편 대만과 싱가포르는 평균에 비하여 많은 량의 학습주제를 다루고 있으며 미국과 영국은 중간정도 이다. 고등학교의 선택과정 물리에서는 전기와 자기에 관한 학습을 6개국 중 한국이 가장 많이 시키는 것으로 나타났고 일본은 학습량이 중학교 및 고등학교의 공통과정과 마찬가지로 학습량이 적은 편이었다. 영국과 미국은 6개국 평균 수준이었다. 전반적으로 보았을 때 한국은 전기 및 자기에 관한 교육을 중학교와 고등학교 1학년 때는 다른 나라에 비하여 소홀히 다루고 있으나 고등학교 선택과정에서는 월등히 많이 가르치고 있음을 다른 나라와 비교함으로써 명확히 알 수 있다.

이와 같은 국제 비교 결과로부터 알 수 있듯이 우리나라의 현행 교육과정은 중학교와 고등학교 저학년에서 전기와 자기에 관하여 소홀히 다루다가 고등학교 선택과정에서 갑자기 많이 다루기 때문에 학생들은 급격한 지식수준의 격차를 겪을 것으로 예상된다. 이로 인하여 고등학교 학생들이 전기와 자기를 포함한 물리과목을 어려워하는 원인이 될 수 있으므로 이에 대한 깊은 연구가 필요하다고 본다. 또한 현대 전기문명에 직접적으로 기여하고 있는 트랜지스터 등 전자소자 및 전자회로에 대한 교육을 미국, 영국, 싱가포르는 시키고 있는데 비하여 우리나라는 등한시하고 있어 고등학교 물리에서 전자공학의 기초를 다루는 문제에 대하여 검토가 이루어 져야 할 필요가 있다.

적 요

현대의 전기문명을 향유하고 이를 바탕으로 과학기술력의 강국이 되기 위하여 우리나라는 학교 교육에서 얼마나 이에 대한 노력을 하고 있는지 궁금하다. 이에 대하여 알아보기 위한 한 방법으로 본 연구에서는 전기와 자기에 관련된 내용을 학교에서 얼마나 많이 언제 가르치고 있는지를 우리나라와 세계 주요 국가들과의 전기와 자기에 관한 교육과정을 비교하여 알아보았다. 국제비교에 선정된 국가는 일본, 대만, 미국, 영국, 싱가포르 등으로 선진국이거나 우리나라와 과학기술력에서 경쟁이 되는 국가들로 하였다. 비교는 각 국의 교육과정에 기술된 전기와 자기에 관한 내용을 간단한 용어로 표현하여 학습주제를 선정하고, 이 학습주제들을 각 학교 급별로 얼마나 많이 다루고 있는지 국가 간 비교를 하였다. 우리나라의 경우 중학교와 고등학교 1학년에서 전기와 자기에 관하여 아주 적은 량의 학습을 시키다 고등학교 선택과정에서 갑자기 많은 학습을 시키는 것으로 나타났으며, 우리나라는 트랜지스터 등 전자소자 및 전자 회로 교육에 대하여 소홀히 하는 것으로 나타났다.

참 고 문 헌

권치순, 박병태(1996). 한국, 일본 및 중국의 초등학교 자연과 교육과정 비교연구. 한국과학교육학회지, 16(4), 351~364.

김영은(1991). 초·중·고등학교 과학교과서의 물리 내용 연계성에 관한 연구. 공주대학교 교육대학

원 석사학위논문.

김효남(1992). 개념도에 의한 한·미·일 자연과 교과서 내용 분석. 한국과학교육학회지, 11(2), 141-158.

김효남, 이영미(1995). 한국과 일본 5학년 과학 교과서 내용 분석. 한국과학교육학회지, 15(4), 452-458.

박시현, 우종옥(1994). 한·일 국민학교 자연 교과서 삽화 비교 연구. 한국과학교육학회지, 14(1), 58-69.

박윤배(1998). 중학교 과학 교과서의 국제 비교. 한국과학교육학회지, 18(1), 19~34.

박종윤, 김성희(1988). 초·중·고 과학교과서의 화학 영역에 관한 연계성 분석. 화학교육, 15(2), 137-139.

백성혜, 김효남, 조부경(2000). 유아·초등·중등 과학교육과정의 연계성 고찰을 위한 개념도 추출. 한국과학교육학회지, 20(3), 262~273.

손현아, 이학동(1994). FAST Program과 중등과학 교과서의 탐구활동 비교 분석. 한국과학교육학회지, 14(1), 45~57.

유영근(1991). 초·중·고등학교 지구과학 실험의 연계성 분석. 공주대학교 교육대학원 석사학위논문.

이화국(2000). 한국과 중국 고등학교 화학 교육과정의 비교 연구. 한국과학교육학회지, 20(4), 652~666.

정완호, 최돈희(1993). 초·중·고등학교 생물 용어의 연계성 비교 분석. 한국생물교육학회지, 21(1), 71~78.

한병희(1985). 초·중·고등학교 교과서 내의 화학영역에 관한 교재 내용의 비교 연구. 화학교육, 12(1), 22~24.

林峰敏(2000). 高中基礎物理. 大同出版: 臺灣 蓮坤德, 陳忠志, 吳永和(2000). 物質科學 物理篇. 翰林出版: 臺灣

Hilda Tan, Chuen Wee Hong, Lee Khee Boon, Yap Kueh Chin(200). *Essentials of Physics 3 and 4*. EPB: Singapore.

N. England, C. Milward, P. Barratt(1999). *Physics in perspective*. Hodder & Stoughton: London.