

# 우리나라, 미국, 영국, 일본, 싱가포르의 과학과 교육과정 비교

이미경 · 김주훈  
(한국교육과정평가원)

## An International Comparative Study of Science Curriculum

Lee, Mee-Kyeong · Kim, Jooheon  
(Korea Institute of Curriculum and Evaluation)

### ABSTRACT

The purpose of the study was to compare science curriculum documents of the several countries including Korea, the United States, the United Kingdom, Japan, and Singapore. The comparison focused on goals and contents in science education of each country. The goals for science education in each country were very similar. They included understanding knowledge, acquiring inquiry skills, developing positive attitudes towards science, and appreciating S-T-S in most countries. But each country's goal setting level was different; some countries set the same goals for several grades and other countries set different goals for each grade. Goals provided for each grade were more specific and elaborated.

Science contents were categorized differently in each country. In Korea, science contents were categorized in energy, matter, living things, and earth. On the other hand, science contents were composed of 8 categories including unifying concepts and processes in science, science as inquiry, physical science, life science, earth and space science, science and technology, science in personal and social perspectives, and history and nature of science in the United States. In the United Kingdom, science enquiry, life processes and living things, materials and their properties, and physical process were categories for science contents. In Singapore, science contents were organized by themes relevant to students' everyday experience.

Implications for goals and contents in science education to prepare students to live and work in a future society were suggested based on the results of the study.

**Key words:** science curriculum, goals, contents, international comparison

## I. 서론

국민공통기본교육과정 체제, 수준별 교육과정 및 심화·보충형 교육과정 도입 등 여러 가지 새로운 시도를 하면서 실제 교육 현장에 변화를 가지고 온 제7차 교육과정이 고시된지 6년이 지났고, 최근에는 이 제7차 교육과

정의 개정에 대한 관심이 높아지고 있다.

이러한 시점에서 우리나라와 외국의 과학과 교육과정을 비교하는 것은 그 의의가 크다고 할 수 있다. 본 연구에서는 과학·기술 선진국이거나 TIMSS나 PISA 등 과학 학업 성취도를 국제적으로 비교한 연구에서 좋은 성적을 나타낸 나라인 미국, 영국, 일본, 싱가포르를 비교 대상으로

로 선정하여 과학과 교육과정을 비교·분석하였다. 싱가포르의 TIMSS-1995와 TIMSS-1999에서 모두 1위를 차지할만큼 과학 성취도가 높으며, 일본 또한 2000년에 실시된 PISA에서는 2위로 1위인 우리나라에 뒤졌지만 TIMSS에서는 우리나라보다 좋은 과학 성취도를 보여줬다. 미국이나 영국은 TIMSS나 PISA에서 우리나라보다 뒤졌지만 이들 나라의 과학·기술은 세계적으로 우위를 차지하고 있으므로 분석에 포함하였다. 이들 나라의 과학과 교육과정을 비교 분석한 결과는 우리나라의 과학과 교육과정의 개선에 의미있는 시사점을 줄 것으로 기대된다.

교육과정은 어떤 관점에서 정의하느냐에 따라 그 의미가 다양하다. 구체적이고 처방적인 관점에서 교육과정을 정의하는 학자들은 교육과정을 계획된 활동이라고 보며, 폭 넓고 일반적인 관점에서 교육과정을 정의하는 학자들은 교육과정을 학교의 지도 아래 학생이 겪는 실제 경험이라고 보고 있다. 이 외에도 어떤 관점에서 보느냐에 따라 교육과정에 대한 다른 다양한 정의가 존재한다. 또한, 교육과정을 어떻게 정의하느냐에 따라서 교육과정의 실체에 대한 관점도 달라진다. 학자에 따라 교육과정의 목표를 달성하기 위하여 계획된 문서로 교육과정을 한정하기도 하고, 문서화되지 않은 다양한 계획이나 학습 활동까지 교육 과정 속에 포함시키기도 한다(박도순과 홍후조, 1999).

그러나, 본 연구에서는 교육과정의 의미를 '교육과정 문서'로 한정하고 국가 수준의 교육과정 문서만을 대상으로 비교·분석을 하였다.

다른 나라의 교육 제도나 교육과정을 비교·분석하는 연구에서 주의하여야 할 점은 이러한 비교·분석은 반드시 그 나라의 사회·문화적인 특성을 반영하여 수행되어야 한다는 것이다. 교육 정책을 포함하여 모든 정책은 사회·문화적인 특성을 반영하여 수립된 것이고, 또 같은 정책이라고 하여도 그 나라의 특성에 맞아야만 성공하는 것이므로, 다른 나라에서 성공한 정책이 반드시 우리나라에도 적합한 정책이라고 볼 수는 없다. 따라서, 교육 제도나 교육과정의 국제 비교·분석 연구를 할 때도 내용을 단순히 비교하는 것이 아니라, 해당 국가의 사회·문화적인 특성에 대한 이해를 바탕으로 비교·분석을 하고, 이들 결과로부터의 시사점 도출은 우리나라의 실정을 고려하여 사려깊게 이루어져야 할 것이다. 즉, 교육과정 국제 비교 연구는 단순히 교육과정 문서만의 비교가 아닌 사회·문화적 차이 이해, 학교 교육 체제의 이해, 교육과정

과 관련한 다양한 시스템이나 문서 등에 대한 분석을 수반하여야 할 것이다. 그러나, 본 연구는 연구의 여건상 이러한 폭 넓은 분석을 충분히 하지 못하고, '교육과정 문서'에만 초점을 맞추어서 비교·분석을 하였다는 제한점을 가지고 있음을 밝혀 둔다.

국내에서 이루어진 과학 교육과 관련된 국제 비교 연구를 조사해 본 결과, 과학 교과서나 교육 개혁의 방향 등에 초점을 맞추어 국가 간의 과학 교육을 비교한 연구는 많았으나 과학과 교육과정을 대상으로 한 국제 비교 연구의 수는 그리 많지 않았다. 최근에 이루어진 과학과 교육과정 국제 비교 연구들은 초등학교를 중심으로 한국과 일본의 교육과정을 비교한 연구(서상오 등, 2001), 한국과 중국의 고등학교 화학 교육과정을 비교한 연구(이화국 등, 2000), 우리나라와 이스라엘의 중학교 과학과 교육과정을 비교한 연구(장진주 등, 2003) 정도인 것으로 조사되었다. 선행 연구들의 경우 비교 대상국이 제한적이었으며, 초·중·고등학교 과학과 교육과정을 종합적인 관점에서 비교 분석한 연구는 찾아보기가 어려웠다.

이 연구의 목적은 우리나라, 미국, 영국, 일본, 싱가포르의 초·중·고 과학과 교육과정을 목표 및 내용 체계를 중심으로 비교함으로써 우리나라의 과학과 교육과정을 위한 시사점을 도출하는 데 있다.

## II. 연구 방법

### 1. 비교 대상

비교 대상국 중 미국을 제외한 영국, 일본, 싱가포르는 국가 수준의 교육과정을 가지고 있는 나라이므로 국가 수준의 교육과정 문서를 비교 대상으로 하였다. 그러나 미국은 전통적으로 주 수준의 교육과정이 적용되고 있는 나라로서 법적인 구속력이 있는 국가 수준의 교육과정이 존재하지 않는다. 하지만 국가 차원에서 이루어진 '기준에 기초한 교육개혁(Standards-Based Reform)'의 일환으로 미국 전역의 많은 과학 교육학자, 교사들이 대거 참여하여 개발한 '국가과학교육기준(National Science Education Standards)'은 비록 우리나라의 교육과정과 같은 법적인 구속력을 가지고 있지는 않지만, 연방 정부나 주 정부에서 여러 가지 다양한 방법으로 적극적인 활용을 유도하는 등 과학 교육에서 중요한 위치를 차지하고 있으므로 미국의 경우에는 국가과학교육기준 문서를 비

교·분석 대상으로 삼았다.

## 2. 비교 연구 내용

우리나라, 영국, 일본, 싱가포르의 국가 수준의 과학과 교육과정과 미국의 국가과학교육기준에 포함된 과학과 교육 목표 및 내용 체계를 비교·분석 내용으로 선정하였다. 과학과 교육 목표의 비교에서는 목표의 진술 체제와 목표에 포함된 내용을 중심으로 비교하였으며, 내용 체계의 비교에서는 내용 체계 자체를 비교하였고, 교육과정 문서의 형태적 측면을 내용 제시 단위와 수준을 중심으로 분석하였다.

### Ⅲ. 과학과 교육 목표의 국제 비교

우리나라, 영국, 일본, 싱가포르의 국가 수준의 과학 교육 과정과 미국의 국가 과학 교육 기준에 포함된 과학과 교육 목표의 진술 체제와 목표를 비교함으로써 비교 대상국들이 목표의 진술을 어떤 수준에서 하고 있는지 알아보고, 이들 나라들이 과학 교육에서 강조하는 목표는 무엇 인지를 살펴보았다.

#### 1. 과학 교육 목표 진술 체제의 비교

우리나라, 미국, 영국, 일본, 싱가포르의 교육과정 문서에서 기술된 과학 교육의 목표는 그 진술 체제가 서로 다를 뿐만 아니라 진술의 수준에도 차이가 있다(Table 1).

먼저, 우리나라와 미국의 경우에는 여러 학년을 위한 과학 교육의 목표를 동일하게 제시하고 있다. 우리나라의 경우, 국민공통기본교육과정 기간에 해당하는 3~10학년 까지를 대상으로는 동일한 목표를 제시하고 있으며, 고등학교 선택 과목의 경우에는 과목별로 목표를 제시하고 있다. 미국의 경우에는 K~12를 위한 과학 교육의 목표가 동일하다. 우리나라나 미국과 같이 3~10학년 또는 K~12를 위한 과학 교육의 목표가 동일한 경우에는 그 목표가 폭 넓은 수준에서 진술되는 경향이 있었다.

영국의 경우에는 학교급이나 학년에 따라 목표를 진술하는 것이 아니라 성취 수준별로 성취 목표(Attainment Target)를 제시하는 독특한 목표 진술 체제를 가지고 있다. 성취 수준은 수준1~8, 탁월한 수행을 포함하여 모두 9단계로 되어 있는데, 성취 목표는 이러한 각각의 성취

수준에 도달했을 때 학생들이 습득해야 할 구체적인 학습 내용이나 기능에 대한 매우 자세한 설명으로 이루어져 있다.

일본의 경우에는 초등학교와 중학교의 목표 진술 체제와 고등학교의 목표 진술 체제가 다르다. 초등학교와 중학교의 경우에는 두 단계로 목표를 제시하고 있는데, 상위 목표로 학교급별 목표를 먼저 제시하고 그 하위 목표로 학년별 또는 분야별(과목별) 목표를 제시하고 있다. 고등학교의 경우에는 과목별로 목표를 제시하고 있다. 목표의 진술 수준을 보면, 학교급별 목표는 폭 넓은 수준에서 진술되어 있는 반면, 학년별 혹은 분야별 목표는 학습 내용과 결부시켜 조금 더 상세하게 진술되어 있다.

마지막으로 싱가포르의 경우에는 학교급별로 과학 교육의 목표를 제시하고 있다. 초등학교와 중등학교의 목표는 둘 다 비교적 폭 넓은 수준에서 진술되어 있으며, 초등학교에 비하여 중등학교의 목표가 조금 더 상세하다.

#### 2. 과학 교육 목표의 국제 비교

우리나라, 미국, 일본, 싱가포르의 과학 교육 목표는 Table 1과 같다. 영국의 성취 목표(Attainment Target)는 다른 나라의 목표와 달리 매우 세부적인 수준에서 기술되어 있고, 성격도 일반적인 과학 교육 목표의 진술이 아닌 수준별 과학 교육 성취 목표를 진술한 것이므로 비교에 어려움이 있어 비교 대상에 포함시키지 않았다.

우리나라의 과학 교육 목표는 크게 (1)과학의 기본 개념 이해, (2)탐구 능력 신장, (3)과학 학습에 대한 흥미와 호기심 신장, (4)과학이 기술의 발달과 사회의 발전에 미치는 영향 인식 등으로 구분할 수 있다. 목표의 내용을 볼 때, 우리나라의 과학 교육 목표는 지적 영역, 탐구 능력 영역, 정의적 영역, STS가 모두 포함된 목표라고 할 수 있으며, 목표를 종합적으로 고려해 볼 때 과학적 소양을 기르는 것이 목적으로 내재되어 있음을 알 수 있다.

미국의 과학 교육 목표는 모두 과학적 소양과 관계가 깊은 내용들로 구성되어 있다. 미국의 국가과학교육기준에서는 여러 부분에서 '과학적 소양'을 기르는 것이 과학 교육의 궁극적인 목적이라고 명시하고 있다(NRC, 1996). Table 1에서 알 수 있듯이 구체적인 과학 교육 목표를 제시할 때도 과학 지식이나 과학 탐구를 배우는 궁극적인 목적이 결국은 과학적 소양인이 되기 위한 것임을 명확하게 밝히고 있다.

Table 1. Objectives of Science Education

Nation	Grade	Objectives of science education
Korea	3~10	Develop a rational world view through understanding of scientific knowledge system and inquiry methods based on interests and curiosity about the natural objects and events a. Understand basic concepts of science through inquiry of the nature, and apply them into real life. b. Develop capabilities of scientific inquiry of the nature, and apply them into real life. c. Cultivate attitudes to solve real life problems scientifically based on interest and curiosities about natural phenomena and science learning. d. Understand properly the effects of sciences on the process of technology and development of society
United States	K~12	Educate students who are able to · experience the richness and excitement of knowing about and understanding the natural world · use appropriate scientific process and principles in making personal decisions. · engage intelligently in public discourse and debate about matters of scientific and technological concern. · increase their economic productivity through the use of the knowledge.
Japan	Elementary Lower Secondary	Develop the ability of problem solving and a rich sensitivity to love nature as well as the understanding of natural things and phenomena, by familiarizing pupils with nature and through observation and experiments with their own forecasts, thereby, fostering scientific view and thinking. Make students develop the ability of scientific investigation and deepen understanding of matters and phenomena in nature by arousing an interest in nature and through observations and experiments.
Singapore	Primary Lower Secondary	· Provide primary pupils with experiences which build on their interest in and stimulate their curiosity about their environment. · Provide pupils with scientific concepts to help them understand themselves and the world around them. · Provide pupils with opportunities to develop skills, habits of mind and attitudes necessary for scientific enquiry. · Prepare pupils toward using scientific knowledge and methods in making personal decisions. · Help pupils appreciate how Science and Technology influence people and the environment. i) Enable pupils to acquire understanding and knowledge so as: · to become confident citizens in a technological world, able to take or develop an interest in matters relating to science and technology; · to recognise and appreciate the usefulness and limitations of the scientific methods to investigating and solving problems; · to be prepared for science studies at upper secondary levels and beyond. ii) Develop abilities and skills that · are relevant to the study and practice of science; · are useful in everyday life; · encourage effective communication; · encourage safety consciousness and safe practice. iii) Develop attributes relevant to the study and/or practice of science such as: · concern for accuracy; objectivity; inquisitiveness; initiative; innovativeness; integrity; perseverance; critical analysis. iv) Stimulate · curiosity, interest and enjoyment in science and its methods of inquiry; · interest in, and care for, the environment. v) Promote an awareness: · that the study and practice of science are cooperative and cumulative activities and are subject to social, economic, technological, ethical and cultural influences and limitations; · that the applications of science are generally beneficial; but the abuse of scientific knowledge can be detrimental; · of the importance of the use of IT for communications and as a tool for data collection and analysis.

일본의 과학 교육 목표는 전통적으로 과학 교육의 목표로 간주되었던 항목들로 구성되어 있다. 일본의 과학 교육의 목표는 (1)자연에 대한 흥미 신장, (2)관찰, 실험 등을 행하며 과학적으로 조사하는 능력과 태도 신장, (3)사물과 현상에 대한 이해, (4)과학적인 견해와 사고 육성으로 요약할 수 있다. 다른 나라와 비교했을 때 STS와 관련된 목표가 명시적으로 포함되어 있지 않다.

싱가포르의 초등학교 과학 교육 목표는 우리나라나 미국, 일본과 비슷한 수준에서 기술되어 있으나, 중등학교의 과학 교육 목표는 다른 나라와 비교할 때 비교적 자세한 수준에서 기술되어 있다. 중등학교의 과학 교육 목표에서는 과학 지식을 습득하는 목적을 세 가지로 제시하고 있는데 그 중 두 가지는 과학적 소양과 관련된 항목이며, 나머지 한 가지는 '상위 과정의 과학 학습 준비를 위하여'라는 것이다. 이 항목은 다른 나라의 과학 교육 목표에는 명시적으로 포함되어 있지 않은 것이다. 개발하여야 할 능력과 기능 항목을 보면 '의사소통'과 '안전'을 중요시하고 있음을 알 수 있다. 또 제고하여야 할 인식에 대한 항목에는 STS와 IT에 대한 내용이 포함되어 있다.

비교 대상국들의 과학과 교육 목표를 살펴볼 때, 대부분의 나라에서 과학적 소양을 기르는 것을 중요한 목표로 하고 있으며, 과학 지식의 습득, 과학 탐구, 과학에 대한 흥미와 호기심과 관련된 내용이 모든 비교 대상국의 교육과정 목표 속에 공통적으로 포함되어 있음을 알 수 있다. 또한, 과학 교육 목표는 나라별로 큰 차이가 없으며, 진술 수준이 얼마나 자세한가의 차이가 있음을 알 수 있다. 각 나라의 목표가 가지고 있는 특징을 간단히 요약하면 다음과 같다. 첫째, 미국의 국가과학교육기준은 과학적 소양을 강조하고 있다. 둘째, 우리나라와 싱가포르의 과학 교육 목표는 과학 교육에서 전통적으로 중요하다고 인식되어 온 요소들을 대부분 포함하면서 현재 과학 교육에서 이슈가 되고 있는 STS 및 과학적 소양 등과 관련된 항목도 포함하고 있다. 셋째, 일본의 과학 교육 목표는 전통적으로 과학 교육의 목표로 인식되어 온 지식 이해, 탐구 능력 신장, 자연에 대한 흥미 신장 등으로 이루어져 있다.

#### IV. 과학 교육 내용 체계의 국제 비교

과학과 교육 내용 체계를 비교하기 위하여 비교 대상국의 교육과정 문서에 나타난 과학 교육 내용 체계를 살펴보고, 내용 제시의 단위와 수준을 중심으로 교육과정

문서의 형태적 측면을 분석하였다.

#### 1. 과학 교육 내용 체계의 국제 비교

우리나라, 미국, 영국, 일본, 싱가포르의 과학과 교육과정 문서에 포함된 과학 교육 내용 체계를 표로 나타내면 Table 2와 같다.

우리나라의 과학 교육과정에서는 3~10학년까지의 과학 내용을 '에너지', '물질', '생명', '지구'의 네 영역으로 나누어 제시하고 있으며, 탐구도 내용 체계에 포함하고 있다. 비록, 물리, 화학, 생물, 지구과학이라는 표현을 쓰지는 않았지만 구체적인 내용을 살펴볼 때 내용 영역의 구분은 물리, 화학, 생물, 지구과학 영역을 구분하는 것으로 우리나라 과학 교육 내용 체계는 내용 영역간의 구분이 뚜렷함을 알 수 있다.

미국의 국가과학교육기준 문서에서는 '과학의 통합 개념과 과정', '탐구로서의 과학', '물상 과학', '생명 과학', '지구 및 우주 과학', '과학과 기술', '개인과 사회적 견지에서서의 과학', '과학의 역사와 본성'이라는 8개의 범주로 영역을 구분하여 내용을 제시하고 있는데, 이는 다른 나라의 교육과정 문서와 비교할 때 가장 다양한 내용 체계이다. 즉, 전통적인 내용 영역 외의 다양한 영역을 과학 교육 내용 체계 안에 포함하고 있다.

영국의 국가과학교육과정의 학습 프로그램(Programme of Study)에서는 '지식, 기능과 이해(Knowledge, Skills and Understanding)'라는 제목하에 과학 내용을 과학 탐구, 생명 활동 과정과 생물, 물질과 그 성질, 물리적 과정의 네 영역으로 나눈 후, 가르쳐야 할 내용을 제시하고 있다. 우리나라의 교육과정 문서와 비교했을 때 영국의 국가과학교육과정의 내용 체계에서 특이한 점으로는 과학 탐구를 다른 내용 영역과 같은 수준에서 별도의 독립된 내용으로 다루고 있다는 점을 들 수 있다.

일본의 초등학교 교육과정에서는 '생물과 환경', '물질과 에너지', '지구와 우주'로 나누어 내용을 제시하고 있다. 중학교 이과는 제1분야와 제2분야로 나뉘는데, 제1분야는 물리, 화학과 관련된 구체적인 학습 주제들로, 제2분야는 생물과 지구과학과 관련된 학습 주제들로 구성되어 있다. 일본 교육과정의 과학 교육 내용 체계는 과학 내용을 중심으로 구분되어 있으며, 분류 체계만을 보았을 때는 우리나라의 교육과정과 마찬가지로 전통적이고 학문 중심적인 경향을 보인다. 즉, 제1분야에 STS와 관련된

Table 2. Knowledge system of science curricula

Nation	Grade	Knowledge system of science curricula			
Korea	3~10	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Energy</li> <li>· Matter</li> <li>· Life</li> <li>· Earth</li> <li>· Inquiry</li> </ul>			
United States	K~12	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Unifying concepts and processes</li> <li>· Science as inquiry</li> <li>· Physical science</li> <li>· Life science</li> <li>· Earth and space science</li> <li>· Science and technology</li> <li>· Science in personal and social perspectives</li> <li>· History and natural science</li> </ul>			
United Kingdom	1~11	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Scientific inquiry</li> <li>· Life processes and living things</li> <li>· Materials and their properties</li> <li>· Physical process</li> </ul>			
Japan	Primary	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Living things and their environment</li> <li>· Matters and energy</li> <li>· The earth and the universe</li> </ul>			
	Lower secondary	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 15%; vertical-align: top;">                     Science field 1 (Physics and Chemistry)                 </td> <td style="vertical-align: top;"> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Familiar physical phenomena</li> <li>· Familiar substance</li> <li>· Electric current and its use</li> <li>· Chemical changes &amp; atoms</li> <li>· Molecules</li> <li>· Regularity of motion</li> <li>· Application of materials and chemical changes</li> <li>· Science and technology, and human being</li> </ul> </td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;">                     Science field 2 (Biology and Earth Science)                 </td> <td style="vertical-align: top;"> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Life of plants and their kinds</li> <li>· The earth and it's change</li> <li>· Life of animals and their kinds</li> <li>· Weather and its change</li> <li>· Cell and reproduction</li> <li>· The earth and the universe</li> <li>· Nature and human beings</li> </ul> </td> </tr> </table>	Science field 1 (Physics and Chemistry)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Familiar physical phenomena</li> <li>· Familiar substance</li> <li>· Electric current and its use</li> <li>· Chemical changes &amp; atoms</li> <li>· Molecules</li> <li>· Regularity of motion</li> <li>· Application of materials and chemical changes</li> <li>· Science and technology, and human being</li> </ul>	Science field 2 (Biology and Earth Science)
Science field 1 (Physics and Chemistry)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Familiar physical phenomena</li> <li>· Familiar substance</li> <li>· Electric current and its use</li> <li>· Chemical changes &amp; atoms</li> <li>· Molecules</li> <li>· Regularity of motion</li> <li>· Application of materials and chemical changes</li> <li>· Science and technology, and human being</li> </ul>				
Science field 2 (Biology and Earth Science)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Life of plants and their kinds</li> <li>· The earth and it's change</li> <li>· Life of animals and their kinds</li> <li>· Weather and its change</li> <li>· Cell and reproduction</li> <li>· The earth and the universe</li> <li>· Nature and human beings</li> </ul>				
Singapore	Primary	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Diversity</li> <li>· Cycles</li> <li>· Systems</li> <li>· Interactions</li> <li>· Energy</li> <li>· Scientific Inquiry</li> </ul>			
	Lower secondary	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Science as an inquiry</li> <li>· Diversity</li> <li>· Cycles</li> <li>· Models and systems</li> <li>· Interactions</li> <li>· Energy</li> <li>· Measurement</li> </ul>			

‘과학 기술과 인간’이라는 주제가 포함된 것을 제외하고는 전통적인 과학 내용을 중심으로 구분된 내용 체계를 가지고 있다.

싱가포르의 교육과정에서는 주제(Theme) 중심으로 내용을 제시하고 있다. 초등학교의 경우에는 ‘다양성’, ‘순환’, ‘시스템’, ‘상호 작용’, ‘에너지’라는 주제에 따라 내용을 제시하고 있으며, 탐구 관련 내용도 따로 제시하고 있다. 중등학교의 경우에는 ‘탐구로서의 과학’, ‘다양성’, ‘순환’, ‘모형과 시스템’, ‘상호 작용’, ‘에너지’, ‘측정’이라는 주제에 따라 내용을 제시하고 있다. 다른 나라의 교육과정과 비교할 때 싱가포르의 교육과정은 가장 통합적인 접근을 하고 있다고 볼 수 있다. 교육과정의 주제들은 물리, 화학, 생물, 지구과학 등과 같은 전통적인 내용 체계에 따라 정해진 것이 아니므로, 한 주제 안에 포함되는 내용은 물리 영역의 내용이나, 화학 영역의 내용이나에 따라서 결정되는 것이 아니라 그 내용이 그 주제와 관련이 있느냐 없느냐에 의해서 결정된다. 예를 들어, 초등학교의 ‘다양성’이라는 주제는 화학 영역에 해당하는 ‘물질’과 생물 영역에 해당하는 ‘생물의 다양성과 특성’이라는 내용을 포함하고 있으며, ‘상호 작용’이라는 주제는 물리 영역에 해당하는 ‘힘’과 생물 영역에 해당하는 ‘환경의 영향’, ‘인간과 환경’이라는 내용을 포함하고 있다. 또한 ‘순환’이라는 주제에 포함된 ‘물’에서는 물의 순환, 물의 상태 변화, 녹는점과 끓는점, 수질 오염, 물을 절약해야 하는 필요성 등을 가르치도록 하고 있어서 한 단원 안에 화학, 생물, 지구과학과 관련된 내용들을 모두 포함하고 있다. 이는 주제 중심의 싱가포르 교육과정이 통합 교육과정의 성격을 가지고 있음을 보여주는 예라고 할 수 있다. 교육과정 외에 교과서나 교수 학습 자료들을 분석해 보아야만 좀 더 자세한 내용을 알 수 있겠지만 교육과정만으로 볼 때는 싱가포르의 과학 교육과정이 통합적 접근을 가장 용이하게 하는 내용 체계를 가지고 있다고 볼 수 있다.

각국의 과학과 교육과정의 내용 체계를 종합적으로 비교하였을 때 다음과 같은 몇 가지 특징을 찾을 수 있다.

첫째, 과학 탐구를 독립적인 내용 체계의 하나로 포함하는 경향이 있다. 우리나라와 일본을 제외하고 미국, 영국, 싱가포르에서는 과학 탐구를 독립적인 내용 체계의

하나로 포함하고 있다. 우리나라의 경우에도 수업 활동에서의 활용 빈도를 나타내는 수준에서 내용 체계에 탐구가 포함되어 있지만 이를 독립적인 내용 체계로 보기에는 어려움이 있다. 일본의 경우에도 과학 탐구를 별도의 독립적인 내용 체계로 포함하지 않고, 과학 탐구와 관련된 내용을 과학 내용과 함께 결합하여 제시하고 있다.

둘째, 물리, 화학, 생물, 지구과학 내용으로 영역을 구분하는 전통적인 내용 체계 방식에서 벗어나 내용 체계가 다양해지는 경향이 있다. 이러한 다양한 내용 체계의 예로는 8개의 범주로 내용 체계를 구성한 미국의 국가과학 교육기준과 주제 중심으로 내용 체계를 구성한 싱가포르의 교육과정을 들 수 있다.

셋째, 과학 내용과 관련하여 각국에서 가르치는 내용은 비교적 비슷한 것으로 분석되었다. 유일하게 우리나라의 교육과정에만 포함된 과학 내용이나 대부분의 다른 나라에서는 다루고 있는데 우리나라에서는 다루지 않는 과학 내용은 찾아보기 어려웠다. 이는 국가가 서로 다름에도 불구하고, 과학 지식의 구조와 관련하여 서로 비슷한 인식을 가지고 있음을 의미한다고 볼 수 있다.

## 2. 교육 과정 문서의 형태적 측면 비교

교육과정 문서의 형태적 측면에 대한 비교를 위해서 내용 제시의 단위와 수준을 살펴보았다.

### 1) 내용 제시의 단위

비교 대상국의 교육과정을 살펴보면 우리나라처럼 학년별로 가르쳐야 할 내용을 제시한 나라가 있는가 하면, 몇 개 학년을 묶어서 가르쳐야 할 내용을 통합적으로 제시한 나라가 있다. 미국과 영국의 경우에는 몇 개 학년을 묶어서 학습 내용을 제시하고 있으며<sup>1)</sup>, 일본과 싱가포르의 경우에는 우리나라와 마찬가지로 학년별로 내용을 제시하고 있다.

이러한 두 가지 내용 제시 접근 방식은 서로 장·단점을 가지고 있다. 미국이나 영국처럼 몇 개의 학년을 묶어서 내용을 제시할 경우의 가장 큰 장점은 지역이나 학교, 교사 수준에서 교육과정을 구성할 때의 ‘재량권 확대’라고 볼 수 있을 것이다. 몇 개의 학년을 묶어서 교육과정을

1) · 미국: K~4, 5~8, 9~12학년으로 묶어서 내용을 제시함.

· 영국: Key Stage 1(1~2학년), Key Stage 2(3~6학년), Key Stage 3(7~9학년), Key Stage 4(10~11학년)로 나누어 내용을 제시함.

제시할 경우, 이러한 내용을 학년별로 다시 재구성하는 역할은 교육과정을 구현하는 학교나 교사의 책임이라고 볼 수 있다. 따라서 가르치는 내용의 계열(Sequence)을 결정하는 데 있어서 학교나 교사가 많은 재량권을 가질 수 있다. 예를 들면, 학교나 교사에 따라서 빛과 관련된 내용을 5학년에서 가르치기도 하고, 8학년에서 가르칠 수도 있는 것이다. 또한, 내용의 계열을 결정하는 데 있어서의 재량권이 확보되므로 다양한 교과서의 개발을 기대할 수도 있을 것이다. 이러한 교육과정의 재구성과 구현에 있어서의 재량권 확보는 지역이나 학교, 학생의 특성을 살린 교육과정을 가능하게 할 것이고, 궁극적으로는 교육 효과를 높이는 데 일익을 할 것으로 기대된다.

그러나 이렇게 큰 폭으로 지역과 학교, 교사의 재량권을 허락하는 것은 단점이 될 수도 있다. 첫 번째 생각해 볼 수 있는 단점은 학생이 전학을 하였을 경우 야기되는 혼란을 들 수 있을 것이다. 즉, A라는 학교에서 5학년때 '빛'에 대하여 배운 학생이 6학년 때 다른 학교로 전학을 갔는데 거기서 다시 '빛'에 대하여 또 배워야 하는 경우도 있을 수 있다. 이러한 경우에 이 학생은 빛에 대하여 두 번 배우는 대신에 전기 회로에 대해서는 배울 기회를 완전히 상실하게 될 수도 있다. 또 다른 단점으로는 학교의 충분한 지원과 교사의 전문성 및 열의를 전제로 하지 않을 경우, 학습 내용의 계열 설정이 교과 내용의 특성과 학습자를 일차적으로 고려하여 이루어지는 것이 아니라 학교의 사정이나 교재·교구의 활용 가능성, 채택하여 사용하고 있는 교과서 등에 의존하여 이루어질 가능성도 배제할 수 없을 것이다. 마지막으로 이러한 재량권 확대는 국가 수준 혹은 지역 수준의 성취도 평가를 어렵게 할 것이라는 점을 들 수 있다. 국가 수준의 성취도 평가는 전 세계적인 경향으로서 국가 수준에서 교육과정의 질을 관리하고, 다른 교육 정책을 위한 기초 자료를 수집하기 위하여 실시된다. 그러나 재량권이 확대될 경우 진도가 모두 다른 학교를 대상으로 동일한 시기에 성취도 평가를 실시해야 하므로 어디까지를 시험 범위로 해야할지를 결정하기가 어려워진다. 하지만 이러한 문제는 문제 은행 도입 및 다양한 종류의 평가 도구 개발, 평가 시기 조정 등을 통하여 어느 정도 해결될 수도 있을 것으로 생각된다.

몇 개 학년을 묶어서 내용을 제시하는 방법에 대한 좀 더 깊은 이해를 위해서는 미국이나 영국 같은 나라를 대상으로 국가 교육과정이 학교 현장에서 어떻게 구현되고 있는지를 고찰하여 보는 것이 필요하다.

우리나라, 일본, 싱가포르처럼 학년별로 내용이 제시될 경우에는 위의 경우와는 상반되는 장점과 단점이 있을 것으로 생각된다. 즉, 전학이나 성취도 평가시의 어려움이 적은 대신에 학교나 교사의 교육과정에 대한 재량권은 축소될 수 밖에 없을 것이다.

## 2) 내용 제시의 수준

우리나라, 미국, 영국, 일본, 싱가포르의 교육과정 문서에 제시된 교육과정의 내용은 제시된 수준에 있어서 차이가 있는 것으로 나타났다.

미국의 국가과학교육기준 문서에서는 전체적인 범주별 내용 기준을 소개한 후, 별도의 장에서 각 내용 기준에 대한 세부적인 설명을 제시하고 있다.

영국의 국가과학교육과정의 학습 프로그램(Programme of Study)에서는 '지식, 기능과 이해(Knowledge, Skills and Understanding)'라는 제목하에 과학 내용을 과학 탐구, 생명 활동 과정과 생물, 물질과 그 성질, 물리적 과정의 네 개의 영역으로 나눈 후, 각 영역에서 가르쳐야 할 내용을 Key Stage별로 구분하여 제시하고 있다.

싱가포르의 교육과정은 주제 중심으로 내용을 제시하고 있으며, 각 주제에 대한 세부적인 설명을 학습 결과물(Learning Outcomes)과 비고(Remarks)의 형태로 제시하였다.

Table 3에서는 내용 제시의 수준을 비교하기 위하여 비교 대상국의 교육과정 내용 중 일부를 발췌하여 제시하였다.

미국, 영국, 일본, 싱가포르의 내용 제시 수준과 비교했을 때, 우리나라의 제7차 과학과 교육과정의 내용은 비교적 폭 넓은 수준에서 기술되었다고 볼 수 있다. 따라서 우리나라의 교육과정이 지나치게 세부적으로 많은 것을 제시하고 있다는 일부의 지적은 설득력을 얻기가 어렵다고 생각된다. 물론, 우리나라 제7차 과학과 교육과정의 심화 과정에 대한 진술에서 구체적인 심화 활동의 예를 제시한 것은 지나치게 세부적이라는 비판을 면하기 어렵겠지만 일반적인 내용 제시의 수준은 다른 나라와 크게 차이가 없는 것으로 분석된다. 특히, 영국이나 싱가포르의 교육과정 내용을 분석하여 보면 우리나라의 교육과정보다 더욱 구체적으로 내용을 제시하고 있음을 알 수 있다. 또한, 영국의 국가과학교육과정은 성취 목표(Attainment Target)를 매우 자세하게 제시하고 있는데 이 성취 목표까지 고려한다면 영국의 교육과정은 우리나라의 교육과정보다 매



Table 3. Examples of description of content in curricula

Nation	Grade	Content	Description of content
Korea	5	Speed of objects	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Qualitatively compare speeds by observing motions of objects.</li> <li>b) Calculate speeds by measuring the distance traveled and the time taken.</li> </ul>
United States	K~4	Position and motion of objects	<ul style="list-style-type: none"> <li>· The position of an object can be described by locating it relative to another object or the background.</li> <li>· An object's motion can be described by tracing and measuring its position over time.</li> <li>· The position and motion of objects can be changed by pushing or pulling. The size of change is related to the strength of the push or pull.</li> <li>· Sound is produced by vibrating objects. The pitch of the sound can be varied by changing the rate of vibration.</li> </ul>
United Kingdom	Key Stage 2	Force and Motion in Physical Process	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Pupils should be taught: types of force</li> <li>a) about the forces of attraction and repulsion between magnets, and about the forces of attraction between magnets and magnetic materials</li> <li>b) that objects are pulled downwards because of the gravitational attraction between them and the Earth</li> <li>c) about friction, including air resistance, as a force that slows moving objects and may prevent objects from starting to move</li> <li>d) that when objects [for example, a spring, a table] are pushed or pulled, an opposing pull or push can be felt</li> <li>e) how to measure forces and identify the direction in which they act.</li> </ul>
Japan	Primary 5	Matters and Energy	<ul style="list-style-type: none"> <li>1) Develop abilities to think about the rules that the lever obeies by investigating the structure and the motion of the lever when the direction or the magnitude of the effort force is changed. <ul style="list-style-type: none"> <li>(1) The weights of objects are the same if the sides of the stick are balanced when the distances between the objects suspended and the fulcrum at each side are the same.</li> <li>(2) The motion of the lever is changed when the direction or the magnitude of the effort force is changed and there are some rules for making the balance of the lever.</li> </ul> </li> <li>2) Develop abilities to think about the rules of the motion of the objects by investigating the motion of the objects when weight and speed of the objects are changed. <ul style="list-style-type: none"> <li>(1) The amount of time that it takes for the pendulum to make one complete cycle is changed not by the weight of the pendulum but by the length of the pendulum.</li> <li>(2) The vibration of objects caused by the pendulum is affected by the weight and the speed of the pendulum.</li> </ul> </li> </ul>
Singapore	Primary 6	Interactions	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Recognise and give examples of the different types of force.</li> <li>b) Recognise that friction is a force that opposes motion.</li> <li>c) Recognise that when springs are stretched or compressed, they exert a force on whatever is stretching or compressing them.</li> <li>d) Recognise that objects have weight because of the gravitational force between them and the Earth.</li> <li>e) Recognise that magnets can exert forces of attraction and repulsion.</li> <li>f) Show an understanding of the effects of a force.</li> <li>g) Observe and describe the characteristics of a local environment.</li> <li>h) Collect and record information regarding the interacting factors within an environment.</li> </ul>

우 상세하게 내용을 제시하고 있다고 볼 수 있다.

## V. 시사점

과학 교육 목표의 국제 비교를 통하여 다음과 같은 시사점을 얻을 수 있었다.

첫째, 과학 교육의 목표를 결정하기 전에 먼저 과학 교육에서 가장 핵심적으로 추구하여야 할 목적을 명확하게 설정하는 것이 필요하다. 우리나라의 과학과 교육 목표를 전체적으로 분석해 보면 '과학적 소양'을 기르는 것을 목적으로 하고 있음을 알 수 있다. 그러나, 이러한 목적이 명시적으로 드러나지 않음으로 인해 '과학적 소양'을 기른다는 커다란 목적보다는 지식의 습득이나 탐구 능력의 신장 등에 초점을 맞추게 되는 경향이 있다. 즉, 왜 과학 지식을 습득하여야 하고 탐구 능력을 신장하여야 하는지에 대한 이유가 명시적으로 제시되어 있지 않다. 따라서 과학 교육 목표의 내용을 결정할 때는 가장 핵심적으로 추구해야 할 과학 교육의 목적을 먼저 설정하고 그 이후에 이 목적을 달성하기 위한 목표를 제시하는 것이 필요하다.

둘째, 과학 교육의 목표를 제시할 때 모든 학년을 위한 목표를 동일하게 제시하는 것보다는 학년을 적절하게 나누어 목표를 제시함으로써 목표를 좀 더 구체화하는 것이 필요하다. 제7차 과학과 교육과정에서는 3~10학년을 대상으로 동일한 과학 교육 목표를 제시하고 있다. 그 이유는 3~10학년까지의 과학이 국민공통기본교육과정으로 묶여 있기 때문일 것이다. 그러나 3학년부턴 10학년까지는 무려 8년의 나이 차이가 있는데 하나의 목표가 8년의 연령차에 관계없이 모두에게 의미가 있고 바람직한 목표가 될 수 있는지를 생각해 볼 필요가 있다. 과학 교육의 목적은 3~10학년을 통합하여 하나로 주어질 수도 있을 것이다. 그러나 목표는 학생의 연령이나 수준을 고려하여 어느 정도 구체적인 수준에서 설정되어야만 의미가 있다고 생각된다. 즉, 3~10학년을 대상으로 하나의 동일한 목표를 제시할 것이 아니라 적절한 수준을 나누어 목표를 수준에 맞게 제시하는 것이 필요하다. 물론, 학교나 교사가 교육과정을 구현하는 데 있어서 자율성을 침해받을 정도로 자세하게 목표를 제시하는 것도 곤란하지만 지나치게 추상적인 목표 또한 실질적인 도움이 되지 못한다. 따라서 의미있는 목표가 되기 위해서는 어느 정도 구체적인 수준에서 목표를 진술할 것인지에 대한 심각한 고민이 있

어야 할 것이며, 이와 동시에 목표를 학교급별로 제시할 것인지, 혹은 학년별로 제시할 것인지, 아니면 제7차 교육과정에서처럼 국민공통기본교육과정에 포함된 학년을 묶어서 제시할 것인지에 대한 숙고 또한 필요하다.

과학 교육 내용 체계의 국제 비교를 통하여 다음과 같은 시사점을 얻을 수 있었다.

첫째, 지식의 구조를 찾아내어 핵심적인 내용만을 위주로 내용 체계를 구성하는 것이 필요하다. 지식의 양이 폭발적으로 증가하고 있는 현대 사회에서 많은 양의 내용을 학생들에게 가르치려고 하기보다는 과학의 핵심적인 지식을 찾아내어 깊이 있게 가르치려는 노력이 반드시 필요하다. 최근 다른 나라에서도 적은 내용을 깊이 있게 가르치는 것이 많은 내용을 피상적으로 가르치는 것보다 효과적이라는 주장이 힘을 얻으면서 과학 학습 내용을 축소하는 경향을 보이고 있다.

둘째, 과학 교육 내용 체계의 내용 영역을 다양화하는 것을 검토할 필요가 있다. 다른 나라의 교육과정을 살펴보면 과학 교육 내용 체계에 포함된 내용 영역이 매우 다양함을 알 수 있다. 과학 탐구는 미국, 영국, 싱가포르의 과학 교육과정에서 내용 체계의 일부를 차지하고 있었으며, 미국의 국가과학교육기준은 내용 체계에 포함된 범주가 8개나 될 정도로 다양한 내용 영역을 가지고 있다. 반면에, 우리나라 교육과정의 내용 체계는 에너지, 생명, 물질, 지구의 네 영역이 중심이 되어 구성되어 있다. 다른 나라의 예를 참조하여 전통적인 과학 내용 영역에 의한 구분이라고 할 수 있는 에너지, 생명, 물질, 지구 영역으로 내용 영역을 분류하는 것에서 벗어나 새로운 내용 체계를 구성하는 방안에 대한 심층적인 탐색이 필요하다.

셋째, 내용 체계를 구성할 때는 과학 내용의 특성, 학습자의 특성, 사회적 요구를 가장 중요한 요소로서 고려하는 것이 필요하다. 우리나라의 과학과 교육과정은 물리, 화학, 생물, 지구과학의 내용 영역이 각각 1/4씩을 차지하도록 균등하게 분배되어 있다. 그러나 이것은 내용 영역의 특성이나 학습자의 특성을 고려한 내용 분배라기 보다는 각 영역의 전공자가 서로 자기 전공 분야의 내용을 교육과정에 가능한 많이 반영하고자 노력한 결과라고 할 수 있다. 즉, 서로 자기 전공 영역을 강조하다보니 내용의 균등한 분배가 이루어질 수 밖에 없었다고 생각된다. 과학 교육의 발전을 위해서는 이처럼 서로 자기 전공 분야의 내용을 교육과정에 많이 반영하고자 하는 노력에 초점을 맞추는 것에서 벗어나서 과학 내용의 특성과 학습자의 특

성, 사회적 요구 등에 대한 고려가 가장 중요하게 이루어져야 한다. 다른 나라의 경우에는 우리나라처럼 물리, 화학, 생물, 지구과학의 내용이 균등하게 분배되어 있는 예를 찾기 어려웠다.

넷째, 몇 개의 학년을 묶어서 학년군을 구성한 후, 각 학년군을 위한 내용 체계를 구성하는 것을 검토할 필요가 있다. 전통적으로 우리나라의 교육과정은 학년별로 과학 내용을 구분하여 제시하여 왔다. 그러나 어떤 내용을 반드시 어떤 특정 학년에서 가르쳐야 하는 정당성을 찾기가 어려운 경우가 많다. 이처럼 특정 내용을 반드시 특정 학년에서 가르쳐야 하는 특별한 이유가 없다면 몇 개의 학년을 묶어서 내용을 제시함으로써 교육과정을 적용하는 사람들에게 자율성을 제공하는 것도 검토해 볼 만한 가치가 있다고 생각된다. 물론, 이 때 내용간의 위계나 연관성은 반드시 고려되어야 한다.

### 국 문 요 약

이 연구의 목적은 우리나라, 미국, 영국, 일본, 싱가포르의 과학과 교육과정을 목표 및 내용 체계를 중심으로 비교함으로써 우리나라의 과학과 교육과정을 위한 시사점을 도출하는 데 있다. 먼저, 과학 교육 목표의 진술 체제와 수준은 나라마다 서로 달랐다. 우리나라와 미국의 경우에는 여러 학년을 위한 과학 교육의 목표를 동일하게 제시하고 있으며, 목표를 비교적 폭 넓은 수준에서 진술하고 있다. 영국의 경우에는 성취 수준별로 성취 목표를 제시하고 있다. 일본은 초등학교와 중학교의 경우에는 상위 목표로 학교급별 목표를 먼저 제시하고 그 하위 목표로 학년별 또는 분야별(과목별) 목표를 제시하고 있으며, 고등학교의 경우에는 과목별로 목표를 제시하고 있다. 목표의 진술 수준을 보면, 학교급별 목표는 폭 넓은 수준에서 진술되어 있는 반면, 학년별 혹은 분야별 목표는 학습 내용과 결부시켜 조금 더 상세하게 진술되어 있다. 싱가포르의 경우에는 학교급별로 과학 교육의 목표를 제시하고 있으며, 비교적 폭 넓은 수준에서 목표를 진술하고 있다. 과학 교육의 목표는 나라별로 큰 차이가 없으며, 대부분의 나라에서 과학적 소양을 기르는 것을 중요한 목표로 삼고 있는 것으로 나타났다. 과학 지식의 습득, 과학 탐구, 과학에 대한 흥미와 호기심과 관련된 내용은 모든 비교 대상국의 교육과정의 목표 속에 포함되어 있었다.

각국의 과학과 교육과정의 내용을 종합적으로 비교하였

을 때의 특징은 다음과 같다. 첫째, 과학 탐구를 가르쳐야 할 내용 체계의 하나로 포함하는 경향이 있었다. 우리나라와 일본을 제외하고 미국, 영국, 싱가포르에서는 과학 탐구를 가르쳐야 할 독립적인 내용 체계의 하나로 포함하고 있다. 둘째, 물리, 화학, 생물, 지구과학 내용으로 영역을 구분하는 전통적인 내용 체계 방식에서 벗어나 내용 체계가 다양해지는 경향이 있었다. 셋째, 과학 내용과 관련하여 각국에서 가르치는 내용은 비교적 비슷한 것으로 분석되었다. 넷째, 우리나라, 일본, 싱가포르의 경우에는 학년별로 학습 내용을 제시하고 있으며, 미국과 영국의 경우에는 몇 개 학년을 묶어서 학습 내용을 제시하고 있었다.

### 참 고 문 헌

- 교육부(1997). 초·중·고등학교 교육과정. 교육부.  
 김범기, 권재술, 김효남, 백성혜, 정안호, 정진우, 최병순 (1997). (제7차) 과학과 교육과정 개정 시안 개발 연구. 한국교원대학교 과학과 교육과정 개정연구위원회.  
 김범기(2002). 중·고등학교 과학과 교육과정 적용의 문제점과 개선 방향. 교과교육공동연구 학술세미나 자료집.  
 박도순, 홍후조(1999). 교육과정과 평가. 서울: 문음사.  
 이화국(2000). 한국과 중국 고등학교 화학 교육과정의 비교연구. 한국과학교육학회지, 20(4), 652-666.  
 장진주, 서혜애, 송방호(2003). 우리나라와 이스라엘의 중학교 과학과 교육과정 비교 연구. 한국과학교육학회지, 23(5), 443-457.  
 최영준(2003). 전기와 자기에 관한 초·중·고등학교 교육과정의 국제 비교. 한국과학교육학회지, 23(1), 86-99.  
 文部省(1998). 小學校學習指導要領.  
 文部省(1998). 中學校學習指導要領.  
 文部省(1999). 高等學校學習指導要領.  
 Ministry of Education (2001). *Science Syllabus*. Singapore: Author.  
 National Research Council (NRC) (2001). *Investigating the Influence of Standards*. Washington D.C.: Author.  
 National Research Council (NRC) (1996). *National Science Education Standards*. Washington D.C.:

Author.

QCA (2000). *The National Curriculum Handbook for Primary Teachers in England: Key Stage 1 and 2.*

U.K.: TSO.

QCA (2000). *The National Curriculum Handbook for*

*Primary Teachers in England: Key Stage 3 and 4.*  
U.K.: TSO.

<http://www.moe.gov.sg/>

[http://www.nc.uk\\_net/home.html](http://www.nc.uk_net/home.html)