

과학교육 개혁운동에 관련된 과학성취 개념의 비교 분석 -미국과 한국의 연구 보고서 분석-

백 성 혜 · 이 옥 희¹

(한국교원대학교) · ¹(University of Miami)

Analysis of the Conceptions of Science Achievement in Major Reform Documents in the United States and Korea

Seounghey Paik · Okhee Lee¹

(Korean National University of Education) · ¹(University of Miami)

ABSTRACT

This paper reviews and analyzes the conceptions of science achievement in the United States and Korean reform documents, including those on science content standards(NSES, Project 2061, and Korean 7th science curriculum), performance standards(New Standards, and Survey of Educational Achievement in Korean Elementary and Secondary Schools), and large-scale assessment frameworks(1996 NAEP, TIMSS, The National Assessment of Science Inquiry Abilities, The National Assessment of Science Knowledge, and The National Assessment of Affective Characteristics related to Science). The analysis of these documents indicates that there is an overall agreement on the conceptions of science achievement. The documents consistently emphasize high achievement in terms of knowledge and abilities in scientific, technological, social, and environmental perspectives. In addition, these documents define science achievement at different developmental levels and at certain depths of knowledge and abilities for all students. Despite the overall agreement, there are also noticeable variations among the documents because of different contexts and purposes. There is a difference in the balance of representations or emphases among content and process standards in the documents. The conceptions of science achievement in the Korean documents are not as comprehensive or inclusive as those in the United States documents. There is no representation of the mathematical world, the nature of science, historical perspectives, unifying concepts, or scientific communication. From these results, two conclusions are drawn. First, more coherent conceptions of science achievement are needed for common understanding among educators and the public. Second, efforts are needed for developing more comprehensive and inclusive conceptions of science achievement in Korea.

Key words : conceptions of science achievement, Korea, United States, content standards, process standards.

* 1998년 7월 9일 받음

I. 서 론

1. 연구의 목적 및 필요성

오늘날 모든 학생을 위한 과학 교육 기준에 근거한 개혁(standards based reform)과 체제적 개혁(systemic reform)이 미국내에서 활발히 일어나고 있다(McLaughlin, Shepard, & O'Day, 1995; Smith & O'Day, 1991). 이와 비슷하게 우리 나라에서도 요즘은 교육 개혁을 위한 실질적인 작업이 이루어지고 있다. 특히 우리나라의 과학 교육 개혁에서는 미국의 개혁 운동의 영향을 무시할 수 없다. 많은 우리 나라 과학교육학자들이 미국의 과학교육 개혁 운동을 소개하고 이에 대해 공감하고 있으며, 예비교사 교육과정이나 교사 재교육 과정에서 이러한 운동을 소개하거나 이를 한국적 상황 내에 적용해 보려는 시도가 점차 이루어지고 있다. 이는 우리나라 제 7차 과학교육과정의 개정 방향을 살펴보아도 잘 알 수 있다.

과학 내용 기준과 평가에 반영된 새로운 개혁의 핵심은 학생이 과학에서 무엇을 알아야 하고 무엇을 할 수 있어야 하는 지에 대한 것, 즉 과학 성취에 대한 것이다. 미국 내에서 가장 전문적인 과학교육 단체인 American Association for the Advancement of Science(이하 AAAS), National Research Council(이하 NRC), National Science Teachers Association(이하 NSTA)과 최근에 이루어진 매우 광범위한 규모의 과학 평가 프로젝트인 New Standards Project, 1996년도 National Assessment of Educational Progress(이하 NAEP), Third International Mathematics and Science Study(이하 TIMSS), 그리고 우리나라의 제 7차 과학교육과정, 국가 수준의 평가체제 개발 연구 등에서는 과학에서 성취해야 할 것에 대한 기준을 제시하였는데 그 내용 간에는 다양한 측면에서 공통점과 차이점이 발견된다. 그러나 이에 관한 정밀한 분석은 아직까지 이루어지지 않고 있다. 이러한 기준 간의 다양한 공통점과 차이점을 분석하여 이해하고, 이를 근거로 과학 성취에 대한 보다 정확한 이해를 도모하는 것은 과학 교육학자 뿐 아니라, 과학교사, 과학 교육 정책 결정자, 과학교육과정 개발자 등 과학교육에 관련된 대다수의 사람에게 필요한 일이라고 본다.

이 연구의 목적은 미국과 한국 내 과학교육의 개혁 운동에 관련된 주요 연구 보고서에서 제시하는 과학 성취

(science achievement)의 개념을 고찰하고 분석하여 공통점과 차이점을 밝히고, 이를 통하여 과학 성취에 대한 보다 정확한 이해를 도모하는 것이다.

2. 용어 정의

본 연구에서 사용하는 용어 중, 과학교육의 개혁 운동, 과학 성취(science achievement), 그리고 내용 기준-수행 기준-평가들 사이의 관계에 대한 시각을 먼저 정의하고자 한다.

1) 과학교육의 개혁 운동

오늘날 과학교육의 개혁 운동이 시작된 것은 학문적인 필요 뿐 아니라 사회경제적인 필요 때문이기도 하다(Raizen, 1997a). 즉 평범한 시민이라도 건강, 인구 성장, 자연의 자원, 환경, 안전 등 개인적이거나 사회적인 문제를 이해하고 이에 관련된 의사를 결정하기 위하여 과학과 기술에 대한 지식을 가지는 것이 필요하다는 인식이 점차 대두되었다. 또한 세계 경제(global economy)가 성장함에 따라 과학과 기술에 대한 적절한 지식을 갖춘 일꾼이 필요하게 되었다.

이러한 사회경제적인 필요에 부응하여 과학교육 개혁 운동에 관련된 연구 보고서는 모든 학생이 앞으로 사회에 효율적으로 참여하기 위하여 과학에서 배워야 할 것에 대한 정의를 하였다. 이 정의에는 과학 지식과 탐구 등 전통적인 내용 뿐 아니라, 과학이 개인적, 사회적, 역사적으로 어떻게 관련되어 있는가에 대한 내용도 포함되어 있다.

과학교육 개혁 운동에 관련된 연구 보고서는 크게 두 종류로 구분할 수 있는데, 하나는 기준에 근거한 개혁(standards-based reform)에 초점을 맞춘 것이고, 다른 하나는 체제적 개혁(systemic reform)에 초점을 둔 것이다.

개혁에 관련된 보고서에서 기준을 제시한 목적은, 모든 수준에서 교육 체제를 개선함으로써 모든 학생이 높은 학업 성취를 할 수 있도록 하기 위한 것이다(McLaughlin, Shepard & O'Day, 1995; Smith & O'Day, 1991). 반면 체제적 개혁에 관한 보고서에서는 체제의 주요 구성인자의 연합을 통하여 교육 체제 자체를 변화시키려는 시도에 관심을 두고 있다(Cohen, 1995; Elmore, 1995). 따라서 체제적 개혁에 관련된 보고서의 궁극적인 목적은 모든 학생의 학업 성취를 높일 뿐 아니라 학생의 성취에 관한 근거있고 공정한 평가의 근거를

제공하는데 있다.

2) 과학 성취(science achievement)

과학 성취라는 용어는 단순하면서도 복잡한 의미를 가진다. 과학 성취는 TIMSS의 개념 정의에 따라서 실행되고, 달성된 교육과정의 개념적 틀에 따라 해석될 수 있다(Rovitallie *et al.*, 1993). 첫째, 의도된 교육과정(intended curriculum)은 국가적인 교육체제 수준에서 정의된 과학 내용(science content)이다. 이러한 의도된 교육과정은 학생이 획득하여야 하는 과학 개념, 과정과 태도로 정의할 수 있다. 둘째, 실행된 교육과정(implemented curriculum)은 교사가 실제로 학생에게 가르친 과학 내용으로 정의할 수 있다. 이러한 실행된 교육과정은 의도된 교육과정에 의해 영향을 받으며, 역시 과학 개념, 과정과 태도로 정의할 수 있다. 마지막으로 달성된 교육과정(attained curriculum)은 학생이 획득한 과학 개념, 과정, 태도와 같은 학습의 결과로 구성된다. 따라서 의도된 교육과정은 교육 체제 수준에서 과학 내용의 기준을 나타내고, 실행된 교육과정은 교실 수준에서 과학을 가르치는 것을 의미하며, 달성된 교육과정은 학생 수준에서의 과학 성취를 나타낸다. 이 모든 수준에서 과학 성취는 설명되어야 하고, 또한 이러한 성취를 평가할 방법도 제시되어야 한다.

3) 내용 기준, 수행 기준, 평가틀

내용 기준(content standards)은 기대되는 학습 결과를 광범위하고 일반적인 의미로 표현한 것이다. 즉, 특정 과제에서 교사가 가르쳐야 하고, 학생이 획득하여야 하는 지식과 기술, 이해를 광범위하게 표현하는 용어이다(McLaughlin, Shepard, & O'Day, 1995). 그러나 이러한 내용 기준은 각 학년마다 보다 상세한 학습의 결과로 제시될 수도 있다(AAAS, 1993).

수행 기준(performance standards)은 내용 기준을 확장한 것으로 학습 결과를 통해 어떠한 수준의 목표가 달성된 것인가에 대한 기준을 제시한 것이다. 따라서 수행 기준은 내용 기준에 근거하여 학생이 알아야 하고 표현할 수 있는 숙달된 기술과 지식, 이해 등에 관한 구체적인 예와 명료한 정의이다(McLaughlin, Shepard, & O'Day, 1995).

평가는 학생이 배운 것을 측정하는 조작적 정의(operational definition)로 표현할 수 있다(NRC, 1996). 그리고 평가틀(assessment frameworks)은 내용 기준에 근거하여 획득되고 평가되어야 할 학습의 결과를 제시

한 것이다. 평가틀은 평가 활동의 청사진으로 활용될 수 있다. 따라서 평가틀은 내용 기준을 구체적인 평가 활동으로 바꾸는 전이 단계의 과정이라고도 볼 수 있다.

3. 분석할 보고서의 선정 기준

본 연구에서는 과학교육의 개혁 운동에 관련된 미국과 한국의 주요 연구 보고서에 근거하여 과학 성취의 개념을 탐색하였다. 보고서를 선정할 기준은 다음과 같다.

- (1) 국가 수준이나 주 수준의 체계적 개혁에 관련된 기준이 포함되어 있는가?
- (2) 과학과 과학교육에 관한 시각이 포괄적으로 제시되어 있는가?
- (3) 초등학교부터 고등학교까지의 모든 학년에 걸쳐 다루어야 할 과학내용이 제시되어 있는가?
- (4) 과학 내용 기준, 수행 기준, 평가틀을 대표할 수 있는 중요한 보고서인가?

이러한 선정 기준에 근거하여 미국의 경우, National Science Education Standards(NRC, 1996), Project 2061(AAAS, 1989: 1993), New Standards Project(National Center on Education and the Economy, 1997a; 1997b; 1997c), NAEP(National Assessment Governing Board, 1994; 1996), TIMSS(Martin & Kelly, 1996; McKnight, Schmidt, & Raizen, 1993; Robitallie *et al.*, 1993)의 보고서를 본 연구의 분석 대상으로 선정하였다. 그리고 많은 과학교육 관련자에 의해 중요한 보고서로 인정은 받았지만 이러한 기준에 못 미치는 것으로 판단된 보고서는 연구 대상에서 제외하였다. 예를 들어 National Science Teachers Association Documents(AAAS, 1993; 1996, 1997) 보고서는 과학의 전통적인 네 영역(물리, 화학, 생물, 지구과학)에 대해 6학년부터 12학년까지의 수준만을 다루었기 때문에 본 연구에서는 제외하였다. 또한 Advanced Placement Test는 높은 수준의 고등학교 학생만을 대상으로 하였기 때문에 제외되었다. National Educational Longitudinal Study(NELS) 역시 8학년 학생만을 대상으로 하였기 때문에 제외되었다.

한국의 경우에는 1994년도 학술진흥재단의 대학부설 중점 연구소 지원사업으로 수행된 국가수준의 과학탐구 능력 평가체제 개발 연구 보고서(김범기 외, 1997), 지식 평가체제 개발 연구 보고서(권재술 외, 1997), 정의적 특성의 평가 체제 개발에 관한 보고서(김효남 외,

1997), 초·중등학교 교육 성취 조사 연구(Ⅱ)(김명숙 외, 1994), 그리고 1997년도에 개발된 제 7차 과학교육 과정 보고서(교육부, 1998)를 선정하였다. 그리고 미국의 보고서와 동일한 선정 기준을 사용하였다.

선정한 보고서는 그 목적에 따라 내용 기준, 수행 기준, 그리고 평가틀 중의 한 형태의 내용을 포함하고 있다. NSES(National Science Education Standards의 약자)와 Project 2061, 제 7차 과학교육과정 보고서에서는 내용 기준에 대한 내용이 제시되어 있다. New Standards Project는 수행 기준에 대한 내용이 제시되어 있다. NAEP, TIMSS, 국가수준의 과학탐구능력 평가체계 개발 연구 보고서, 국가 수준의 과학에 관련된 정의적 특성의 평가 체계 개발에 관한 보고서, 초·중등학교 교육 성취 조사 연구(Ⅱ)에서는 평가틀에 대한 내용이 제시되어 있다.

II. 본 론

본 연구에서는 과학교육 개정 운동과 관련된 미국 내 5개의 연구 보고서와 한국 내 5개의 연구 보고서의 간략한 요약과 이들 간의 공통점과 차이점을 분석, 비교하였다.

1. 미국의 과학 교육 개혁 운동에 관련된 보고서 분석

1) 보고서에 대한 요약

미국 내 연구 보고서에 대한 요약은 Table 1에 제시하였다.

제시한 표에서 사용한 항목은 NSES에서 사용한 기준을 이용하였다. 그 이유는 이 연구 보고서에서 미국내 과학 협회와 과학교육 협회의 의견 절충을 위한 노력을 기울였기 때문이다. 이 표에서는 본 연구에서 선정한 다섯가지 연구 보고서의 공통점과 차이점을 항목별이나 주제별로 구분하여 제시하였다. 이 보고서에 대한 일반적인 설명은 Raizen(1997b)의 논문에 잘 설명되어 있다.

Table 1에서 제시된 내용 기준의 순서는 기본적으로 NSES의 것을 사용했으나, 다른 보고서와 맞추기 위해서 순서와 내용을 조금 변경하였다. 예를 들어, NSES에서는 내용 기준(content standards)만 제시되었지만, 본 연구에서는 과정 기준(process standards)을 첨

가하였다.

내용 기준과 과정 기준의 구분은 분석 대상이었던 모든 연구 보고서에서 명확히 언급되어 있지 않다. 예를 들어 New Standards Project와 NAEP, 그리고 TIMSS에서는 과학 과정의 기준이 따로 구분되어 제시되었다. 그러나 NSES와 Project 2061에서는 이를 명시적으로 구분하지 않았지만, 과정 기준이 보고서 내에서 강조가 되고 있다. 과정 기준에 대한 고려는 이미 수학에서 개발된 기준(National Council of Teachers of Mathematics, 1989; AAAS, 1993, Romberg, 1997)에서 제시되었다. 따라서 본 연구에서는 과정 기준도 분석 항목으로 첨가하였다.

마지막으로 표에서 사용한 용어와 항목은 분석한 연구 보고서에서 실제 사용한 것을 이용하였다. 그러나 보고서에 따라서 같은 용어를 다른 의미로 사용한 경우도 있고 같은 의미를 다른 용어로 사용한 경우도 있으므로, 이 경우에는 본 연구자가 적절한 용어로 통일하였다.

(1) National Science Education Standards(국가 수준의 과학교육 기준)

NSES(NRC, 1996)에서는 '모든 이들이 과학적 소양을 가지기 위한 과학 교육의 전망'을 제시하고, 이러한 목표를 달성하기 위한 지침도 제시하였다. 이 연구 보고서는 다음과 같은 원칙 하에 개발되었다.

- ① 과학은 모든 학생을 위한 것이다.
- ② 과학을 배우는 것은 활동적 과정이다.
- ③ 학교에서 가르치는 과학은 현대의 과학을 실습하는 것이어야 하며, 이를 통해 지적, 문화적인 경향이 반영되어야 한다.
- ④ 과학 교육의 개선은 전체적인 교육 개혁의 일부이다.

NSES의 핵심은 모든 학생이 과학적 소양(scientific literacy)의 목표를 달성하는데 필수적인 과학 내용 기준을 설정하는 것이다. 한편, 평가, 교수, 교사교육, 교육체제의 기준은 모든 학생이 과학 내용 기준을 성취하는데 필요한 조건을 설명하고 있다.

이 보고서에 제시된 내용 기준은 유치원부터 12학년까지의 '자연과학에서 학생이 알아야 하고, 이해해야 하고, 할 수 있어야 하는 것'을 정의하고 있다. 또한 과학적 탐구를 과학과 과학 학습의 핵심으로 보고 있다(NRC, 1996, p.15). 이 보고서에서 제시한 과학 내용 기준은 8가지 항목이며, 유치원부터 4학년까지, 5학년부터 8학년까지, 그리고 9학년부터 12학년까지로 구분

되어 있다. 내용 기준의 8가지 항목은 다음과 같다.

- ① 통합적 개념과 과정(Unifying concepts and processes)
- ② 탐구로서의 과학(Science as inquiry)
- ③ 물상 과학(Physical science)
- ④ 생명 과학(Life science)
- ⑤ 지구와 우주 과학(Earth and space science)
- ⑥ 과학과 기술(Science and technology)
- ⑦ 개인적, 사회적 시각에서의 과학(Science in personal and social perspectives)
- ⑧ 과학사와 과학의 본성(History and nature of science)

- ② 과학에서의 지식과 기능(Knowledge and skills in science)
 - 물리적 환경(The physical setting)
 - 살아있는 환경(The living environment)
 - 유기체로서의 인간(The human organism)

- ③ 과학 관련 분야에서의 지식과 기능(Knowledge and skills in related disciplines)
 - 인간 사회(Human society)
 - 설계된 세계(The designed world)
 - 수리적 세계(The mathematical world)

(2) Project 2061

Science for All Americans(AAAS, 1989)는 1980년 대 후반부터 미국내 과학교육의 개혁 운동에 이정표가 된 보고서이다. 이 보고서에서는 교육받은 시민으로서의 역할을 수행하기 위하여 12학년을 마치면서 모든 학생이 가져야 하는 과학적 소양에 대해 정의하고 있다. 그 이후에 발표된 Benchmarks for Science Literacy(AAAS, 1993)에서는 학년의 범위를 유치원부터 2학년 까지, 3학년부터 5학년까지, 6학년부터 8학년까지, 그리고 9학년부터 12학년까지의 4단계로 나누어 855개에 이르는 과학 내용 기준을 매우 상세하게 제시하였다. 이러한 상세한 기준 때문에 Benchmarks는 유치원부터 12학년까지의 과학 교육과정의 안내서로서 최근에 자주 이용되고 있다.

Project 2061에서는 과학을 자연과학뿐 아니라 수학, 기술, 사회과학까지 포함하여 광범위하게 정의하고 있다. 그리고 과학적 소양을 가진 사회의 구성원으로서 학생이 알아야 하고 할 수 있어야 하는 것을 과학, 수학, 기술의 본성, 과학에서의 지식과 기술, 과학 관련 분야에서의 지식과 기술, 과학에 대한 전망 등 주제별로 4영역으로 나누어 정의하였다. Project 2061에서는 '과학 지식과 과학적 사고 습관'(Scientific knowledge of the world and scientific habits of mind)을 과학과 과학 학습의 기본으로 강조하였다.

- ① 과학, 수학, 기술의 본성(The nature of science, mathematics, and technology)
 - 과학의 본성(The nature of science)
 - 수학의 본성(The nature of mathematics)
 - 기술의 본성(The nature of technology)

- ④ 과학에 대한 시각(Perspectives on science)
 - 역사적 시각(Historical perspectives)
 - 공통 주제(Common themes)
 - 과학적 사고 습관(Habits of mind)

(3) New Standards

이 연구 보고서는 주나 학교 단위의 평가 체계를 위한 것이며, 학생의 수행 결과에 대한 국가적 차원의 기준을 국제적 수준에 부합하도록 하려는 목적으로 만들어진 것이다(NCEE, 1997a, 1997b, 1997c). 여기에는 영어, 수학, 과학, 응용학습 분야에서 교사가 사용할 수 있도록 학생의 수행 기준과 수행 측정 방법이 제시되었다.

이 보고서의 평가 체계는 다음의 3가지 상호 관련 요소로 구성되어 있다. 즉, 수행 기준(performance standards), 즉석 검사지(on-demand examinations), 포트폴리오 평가 체계(a system of portfolio assessment)가 그것이다. 과학의 경우 1997년까지 단지 수행 기준만이 개발되었다. 내용 기준은 '학생이 알아야 하고 할 수 있어야 하는 것'을 제시하는 반면에, 수행 기준은 한 단계 진전하여, 내용 기준을 달성하기 위하여 학생이 해야 할 모범(how good is good enough)을 구체적으로 제시한다. 이러한 점에서, 수행 기준은 내용 기준으로부터 평가로 넘어가는 중간 단계라고 볼 수 있다.

New Standards의 수행 기준은 NSES(NRC, 1996), Project 2061(AAAS, 1993), TIMSS와 같은 연구 보고서에서 과학의 내용 기준으로부터 직접 추출되었다. 이 보고서에서는 8개의 수행 기준을 제시하였는데, 이는 크게 두 영역으로 구분된다. 첫째 영역은 내용에 해당하는 개념적 이해(conceptual understanding)이다. 둘째 영역은 NSES와 Project 2061에서 정의한

과학적 탐구의 중요 영역들로, 이를 NCEE에서는 '특별한 주의를 요구하고 새롭게 다시 새롭게 강조할 필요가 있는 영역'(NCEE, 1997a)이라고 정의하였다.

이 보고서에서는 이러한 기준을 초등학교용(4학년 말), 중학교용(8학년 말), 그리고 고등학교용(10학년 말)으로 구분하여 제시하였다. 제시된 영역의 내용은 다음과 같다.

① 개념적 이해(Conceptual understanding)

물상 과학 개념(Physical science concepts)

생명과학 개념(Life science concepts)

지구와 우주 과학 개념(Earth and spaces concepts)

과학적 연계와 적용(Scientific connections and applications)

- 큰 견해와 통합된 개념(Big ideas and unifying concepts)
- 설계된 세계(The designed world)
- 건강, 환경, 안전, 자원(Health, environment, safety, resources)
- 인간의 노력으로서의 과학(Science as a human endeavor)
- 과학의 역사적 및 현대적 영향(Historical and contemporary impact of science)

② 특별한 주의를 요구되는 영역(Areas for particular attention)

과학적 사고(Scientific thinking) - 신중한 질문과 사고 전략, 상식, 개념적인 이해, 그리고 적절한 연구 방법을 사용함으로써 과학적으로 탐구하고 문제를 해결하는 것

과학적 도구와 기술(Scientific tools and technologies) - 자료를 모으고 분석하기 위하여 도구와 기술을 사용하는 것

과학적 의사소통(Scientific communication) - 자연 세계의 측면을 명확히 묘사함으로써 효율적인 과학적 의사소통

과학적 조사(Scientific investigation) - 실험, 야외 실습, 설계와 부차적인 연구를 포함하는 다양한 조사로부터 추출된 연구 과정

(4) National Assessment of Educational Progress (NAEP)

NAEP는 미국에서 1969년부터 오늘날까지 국가 수준의 평가로 유일하게 인정받아 오고 있다. 이 NAEP 보고서에서는 과학을 포함하여 다양한 다른 과목의 4학년과 8학년, 그리고 12학년 학생 성취에 대한 자세한 국가적 수준의 정보를 제공하며, 인종, 성별, 그리고 다른 인구통계학적인 변인을 고려한 집단간 비교에 대해서도 제시하고 있다. 그리고 과제에 할당하는 시간, 부모의 교육적 수준과 같은 배경 변인과 학생의 학업 성취도 사이의 관계에 대해서도 진술하고 있다. 또한 1990년부터는 국가적 차원의 일반적인 자료 뿐 아니라 주(states) 사이의 자료도 함께 제시하고 있다.

국가 수준과 주 수준의 평가에서 최고의 권위를 인정받는 NAEP는, 예전의 방법을 고수하여 정보를 수집하는 한편, 점차 교육과정에서의 변화와 교수학습에 관한 새로운 의견도 반영해야 한다(Glaser & Linn, 1977). 이러한 변화와 예전의 방법을 고수하는 것 사이에 균형을 유지한다는 것은 쉬운 일이 아니다(Jones, 1996). 최근에 발달된 내용 기준에 따라 "1996년도 NAEP 과학 성취조사에서는 국가 평가에 의해 영향을 받는 과학교육의 복잡한 문제를 너무 단순화하지 않고 해결하기 위하여 과학의 포괄적이고 현대적인 시각을 반영하고자 시도하였다"(NAGB, 1996). 따라서 1996년도 NAEP에서 실시한 과학 평가는 나라 전체와 각 주에서 학생이 과학 내용 기준을 성취한 정도를 결정하는 수단으로 가장 이용할만 하다는 평가를 받고 있다(Glaser & Linn, 1997; O'sullivan, Reese, & Mazzeo, 1997).

1996년도 NAEP 평가 체계를 개발하는 과정에서 Project 2061, NSTA, 그리고 TIMSS의 자료가 참고되었다. 이 평가 체계는 4영역으로 구분되며, 각각은 다시 세부 항목으로 구성되어 있다.

① 과학의 영역(Fields of Science)

지구과학(Earth science) / 물상과학(physical science) / 생명과학(Life science)

② 아는 것과 행하는 것(Knowing and Doing)

개념적 이해(Conceptual understanding) -

과학적 탐구의 과정에서 사용되는 기본 개념과 도구를 이해하는 능력

과학적 조사(Scientific investigation) -

과학을 하는데 필요한 적절한 도구와 사고 과정을 사용하는 능력

실용적 사고(Practical reasoning) -

일상 문제를 해결하기 위하여 과학 지식을 적용하는 능력

③ 과학의 본성(The Nature of Science)

④ 주제(Themes)

(5) Third International Mathematics and Science Study(TIMSS)

TIMSS는 지금까지 이루어진 수학과 과학의 수행에 관한 연구 중에서는 가장 큰 연구이며, 여기에는 41개 나라, 약 5십만명 정도의 학생이 참가하였다. 이 연구에는 각 나라의 학생이 수학과 과학에서 성취한 결과가 제시되어 있다. 또한 학생의 성취와 관련된 여러 변인에 대한 정보도 제시되었다. 이 변인에는 국가나 지방의 교육과정 안내서, 일반적으로 사용하는 교과서, 교육적 실행, 교사와 교장의 인식, 교육적 환경 등을 근거로 한 교육과정 분석도 포함되어 있다.

TIMSS는 과학과 수학의 교육과정 체계도 개발하였으며, 이를 9세와 13세, 그리고 중등교육 마지막 학년을 대상으로 한 성취도 검사지를 개발하는데 이용하였다(Martin & Kelly, 1996; Robitallie et al., 1993). TIMSS는 국제적인 연구이기 때문에 이 체계에는 참가한 나라의 교육과정이 반영되었다. 이 체계는 3영역으로 구분된다: (1) 과목 내용(subject matter content), (2) 수행기대(performance expectations; 내용과 관련하여 나타내 보일 수 있는 학생의 수행 종류), (3) 관점(perspectives; 태도와 동기의 요소).

과학 성취도 검사 문항에 포함되는 내용과 수행 기대 측면은 다음과 같다.

① 내용 측면(Content aspect)

- 지구과학(Earth sciences)
- 생명과학(Life sciences)
- 물상과학(Physical sciences)
- 과학, 기술과 수학(Science, technology, and mathematics)
- 과학과 기술의 역사(History of science and technology)
- 환경 문제들(Environmental issues)
- 과학의 본성(Nature of science)
- 과학과 다른 학문(Science and other disciplines)

② 수행 기대 측면(Performance expectations aspect) 이해하는 것(Understanding)

이론을 세우는 것, 분석하는 것, 문제를 해결하는 것(Theorizing, analyzing, and solving problems)

도구, 일상적인 절차, 과학적인 과정을 사용하는 것(Using tools, routine procedures, and science processes)

자연 세계를 조사하는 것(Investigating the natural world)

의사소통하는 것(Communicating)

2) 기준 항목 간의 공통점과 차이점 분석

본 연구에서 분석한 Table 1에서 제시한 것과 같이, 보고서 간에는 과학 기준의 항목이 공통적인 것도 있지만 차이점을 보이는 것도 있다. 본 연구자에 의해 판단된 이러한 특징을 살펴보면 다음과 같다.

(1) 공통점

Project 2061에서 이루어진 분석에 따르면 NSES와 Project 2061 보고서 사이에 내용 기준의 일치도는 90%를 넘는다(AAAS, 1996, 1997). 또한 NSES에서도 "Benchmarks를 사용하면...(NSES에서) 내용 기준의 정신을 충분히 실천할 수 있다"(NRC, 1996)라고 진술하였다. New Standards에서 제시한 수행 기준도 역시 NSES와 Benchmarks for Science Literacy에서 제시한 "내용 기준과 매우 일치한다"(NCEE, 1977a). 1996 NAEP와 TIMSS에서 제시한 평가 체계도 최근에 개발된 과학 내용 기준을 반영하고 있다.

이 연구 보고서는 모두 과학 성취를 포괄적인 방법으로 정의하고 있다. 즉, 유치원부터 12학년 까지의 학생이 알아야 하고 할 수 있어야 하는 것으로 정의하는데, 여기에는 물상과학, 생명과학, 지구와 우주 과학에서 다루는 개념과 이론, 과학적 탐구와 조사, 수학과 기술과 관련된 과학, 개인적, 사회적 시각에서의 과학, 과학의 본성과 역사, 통합 과학 개념과 공통 과학 주제, 과학적 사고 습관 등이 포함된다.

또한 이 보고서에서는 학생의 발달 수준에 따라 과학의 성취를 구분하여 제시하고 있다. 일반적으로 초등학교, 중학교, 고등학교의 학년으로 구분되었다. 그리고 모든 학생들을 위하여 과학 성취에 관련된 지식과 능력의 깊이도 구분하여 제시하였다는 공통점이 있다.

(2) 차이점

① 두 종류의 내용 기준 사이의 차이

NSES와 Project 2061 보고서에서는 각각 내용 기준들을 제시하였는데, 이들 간에는 많은 공통점이 있지만 차이점도 발견된다(AAAS, 1996, 1997).

첫째, Project 2061에서는 과학을 자연과학, 수학, 기술, 사회과학을 포함하는 광범위한 영역으로 정의하는데 반해, NSES에서는 자연과학에만 초점을 맞추고 있다. 과학적 탐구에서 수학이 없어서는 안될 존재임을 생각할 때, 과학적 탐구를 강조한 NSES에서 수학을 고려하지 않았다는 것은 문제점이라고 할 수 있다.

둘째, NSES에서는 과학적 탐구를 과학과 과학 학습의 핵심으로 보는 반면에, Project 2061에서는 과학적 지식과 과학적 사고 습관을 더욱 강조하였다. NSES에서 과학적 탐구는 과학교육의 기본이 되는 목표이며, 내용 기준의 8개 항목 중 하나로 제시되었다. 과학적 탐구를 통하여 학생은 내용 기준의 다른 항목을 달성하기 위한 지식과 능력을 발달시킨다(NRC, 1996)는 측면에서 NSES는 과학적 탐구를 가장 중요한 목표로 보았다. 또한 NSES에서 내용 기준의 항목 중 하나인 과학적 탐구는 하위 항목으로 “탐구를 이끄는 능력”(과정)과, “과학적 탐구에 대한 이해”(내용)를 포함하고 있다. 반면 Project 2061에서는 과학적 지식과 핵심 개념 및 이론의 이해를 강조하였다. 여기서는 또한 과학 사회에서 공유하는 가치, 태도, 기술로 정의되는 과학적 사고 습관도 강조하였다.

② 세 종류의 평가 체계 사이의 차이

Table 1에 제시한 바와 같이, 세 종류의 평가 체계 사이에는 진술된 내용과 과정 기준 사이에 차이점보다는 공통점이 더 많이 존재한다. 단지 보고서의 목적과 문맥에 따라 진술된 용어에 차이가 나타났다.

New Standards에서는 ‘특별한 주의가 요구되는 영역’으로 진술된 과정 기준의 4 영역을 위하여 수행 척도(performance measures)이 제시되었다(NCEE, 1997a)는 특징이 있다. 그리고 NAEP는 미국내 학생의 과학 성취에서의 변화를 알아보기 위하여 수년 동안 일관성있는 평가 체계를 유지하였으나, TIMSS는 국제적인 평가로서 참가한 모든 나라의 교육과정을 고려하여 새롭게 구성되었다는 점에서 수행 목적의 차이가 있다.

각 보고서에서 진술한 기준 간에 차이점을 상세히 살

펴보면 다음과 같다. 먼저 New Standards에서는 건강, 안전, 자원과 같은 개인적, 사회적 시각에서의 과학에 대한 내용 기준을 제시하였으나, NAEP에는 이러한 내용에 관련된 진술이 없고, TIMSS에서는 단지 환경 문제에 대한 내용 기준만이 제시되었다. 그리고 NAEP는 다른 평가 체계에 관한 보고서와 비교할 때 상대적으로 역사적 시각과 과학적 의사소통에 대한 기준의 제시가 미흡하다고 할 수 있다. TIMSS에서는 평가 체계에 대한 보고서 중에서 유일하게 내용 기준에 수학에 대한 고려를 포함하였으나, 통합 개념에 대한 고려가 빠져 있다는 차이점도 있다.

③ 두 종류의 내용 기준과 세 종류의 평가 체계 사이의 차이

5개의 연구 보고서에 제시된 두 종류의 내용 기준과 세 종류의 평가 체계를 동시에 비교해 볼 때, 몇가지 차이점이 분석되었다.

첫째, 과정 기준의 요소로 NSES에서는 탐구를 이끄는 능력을 강조하고, Project 2061에서는 과학적 사고 습관을 강조하고 있지만, 두 보고서 모두 과학 내용을 강조하는 비중이 과학 과정에 대한 비중보다 크다. 이와는 대조적으로 세 종류의 평가 체계에서는 과학의 내용과 과정을 동일하게 강조하고 있다. 따라서 New Standards에서는 개념적 이해, 과학적 조사, 과학적 도구와 기술, 과학적 사고, 과학적 의사소통 등 과학 과정과 관련된 4가지 기준을 제시하였다. 그리고 1996년도 NAEP 평가 체계에서는 개념적 이해, 과학적 조사, 실용적 사고 등 3가지 과정 기준을 제시하였으며, TIMSS에서는 이해, 자연 세계의 조사 도구, 일상적 철차, 과학적 과정의 사용, 이론화, 분석화, 문제 해결, 의사소통 등 4가지 과정의 기준을 제시하였다. 특히 1996년도 NAEP와 TIMSS 평가 체계에서는 내용과 과정의 고른 강조를 위하여 내용-과정 교차 매트릭스를 사용하였다.

둘째, 각 보고서에서 제시하거나 강조하는 내용이 서로 다르다. NSES와 Project 2061에서는 내용 기준의 모든 항목을 동등하게 강조하고 있고 특별히 강조하는 영역이 따로 존재하지 않았다(Webb, 1997). NSES에서는 “내용 기준에 해당하는 8개 항목 중에서 필요없는 항목은 하나도 없다. 한 항목 내에서 제거될 필요가 있는 기준도 없다”(NRC, 1996)라고 명확히 진술하고 있다. 이와는 대조적으로 3 종류의 평가 체계에서는 내용 기준의 항목 간에 비중을 다르게 부여함으로써 중요성의 차이를 부각하고 있다. 예를 들어, 평가 항

목 수, 평가 시간, 최고 점수 등에 차이를 두어 1996년도 NAEP(NAGB, 1994, 1996; O'Sullivan, Reese, & Mazzeo, 1997)와 TIMSS(Martin & Kelly, 1996; McKnight, Schmidt, & Raizen, 1993)에서는 생명과학, 물상과학, 그리고 지구와 우주 과학을 내용 기준의 다른 항목보다 강조하였다. 그리고 New Standards에서는 물상과학, 생명과학, 지구와 우주 과학의 항목과 동일한 수준의 항목으로 '과학적 연계와 적용' 항목을 설정하고, 이 항목의 하위 항목으로 큰 견해와 통합된 개념, 설계된 세계, 건강, 환경, 안전, 자원, 인간 노력의 산물인 과학, 과학의 역사적 및 현대적 영향 등을 설정하여 비중을 다르게 제시하였다.

2. 한국의 과학 교육 개혁 운동에 관한 보고서 분석

1) 보고서에 대한 요약

한국의 과학교육 개정에 관련된 연구 보고서의 요약은 Table 2에 제시하였다. 제시한 Table에서 사용한 항목은 Table 1에 제시한 미국의 5개 보고서의 분석에 사용하였던 기준과 동일하다.

(1) 국가수준의 과학탐구능력 평가 체제 개발 연구 보고서

이 연구는 1994년 12월부터 한국학술진흥재단의 지원으로 3년간 수행된 "초, 중, 고 학생의 장기적 과학 학력 점검을 위한 국가 수준의 평가 체제 개발"의 세부 과제 중 하나이다. 이 연구의 목적은 우리나라 초, 중, 고 학생의 과학 탐구능력 성취의 경향성을 파악하고 향후 주기적으로 진행되어질 국가적 수준에서의 평가 지표를 만들기 위한 국가 수준의 과학 탐구 능력 평가 체제를 개발하는 것이다.

국가수준의 과학탐구능력 평가체제 개발 연구 보고서(김범기 외, 1997)에서는 과학 탐구 능력을 3차원, 즉 탐구과정, 탐구상황, 탐구내용으로 구분하였다. 그리고 각 차원을 다시 각 요소로 정의하였다. 여기서 탐구 내용은 제 6차 교육과정의 과학 영역이 해당된다. 과학 영역은 초등학교 3학년 자연교과부터 중학교 과학 및 고등학교 공통과학, 물리 I, 화학 I, 생물 I, 지구과학 I, 물리 II, 화학 II, 생물 II, 지구과학 II의 내용이며, 중학교 선택교과인 '환경', 고등학교 교양 선택 중의 '환경과학' 과목과도 관련된다. 이 중에서 고등학교까지 다닌 학생이 필수적으로 이수하는 과목은 공통과학이므로 이

에 근거하여 탐구 내용을 제시하였다.

① 탐구과정

문제 인식 및 가설 설정

탐구의 설계 - 변인통제, 실험설계, 실험과정 개발

탐구의 수행 - 기구조작, 관찰, 측정, 분류, 자료변형

자료의 해석 - 추리, 예상, 상관관계, 인과관계

결론 도출 및 평가 - 결론, 일반화, 평가

② 탐구상황

순수과학적 상황/실험실 상황/일상적 상황/기술, 사회적 상황/자연환경적 상황

③ 탐구내용

에너지/힘/물질/생명/지구환경/현대과학과 기술 이러한 3차원적 구분에 따라 초등학교 5학년, 중학교 2학년, 고등학교 1학년에서 3학년까지의 학생을 대상으로 탐구 능력 평가 문항지를 개발하였다.

(2) 국가수준의 과학지식 평가체제 개발 연구 보고서

국가수준의 과학지식 평가체제 개발 연구 보고서(권재술 외, 1997)에서는 여러 과학 지식 평가들을 토대로 우리나라 과학 지식 평가에 적합한 평가들을 지식수준, 행동수준, 상황 등 3차원으로 구분하였다. 지식차원은 사실, 개념, 법칙, 원리, 개념체계로 하위 요소를 세분화하였고, 행동수준은 지식의 기억, 이해, 적용 수준으로 상세화하였다. 그리고 과학 지식의 상황은 순수과학적 상황, 일상적 상황, 기술산업적 상황, 사회적 상황 요소로 구성하였다. 이러한 3차원적 구분에 따라 초등학교 5학년, 중학교 2학년, 고등학교 1학년과 2학년 학생을 대상으로 지식 평가 문항지를 개발하였다.

① 지 식

사실 - 단순한 관찰 결과, 공인된 측정값, 약속된 기호나 환산율, 구체적 사물의 용어

개념 - 다양한 관찰에서 공통적으로 추출된 속성

법칙, 원리 - 사물과 사물 사이의 불변적인 관계

개념체계 - 두가지 이상의 개념이 이루고 있는 체계

② 행 동

기억 - 기계적인 암기

이해 - 의사전달의 내용이나 자료의 의미를 파악하는 능력

Table 2 Conceptions of science achievement ; categories of contents and process standards from Korean major documents

Document Standards	American categories	Scientific inquiry assessment	Scientific knowledge assessment	Affective characteristics assessment	Achievement study of elementary and middle schools	7th science curriculum
Content standards	Physical science	Energy, force, matter	Situation of pure science		Matter, motion, energy	Energy, matter
	Earth /space science	Earth			Earth	Earth
	Life science	Life	Life	Life	Life	
	Nature of mathematics					
Process standards	Science and technology	Modern science and technology	Situation of technology and industry Situation of society	Interaction of science, technology, and society		Effect of science on development of technology and society
	Science in personal and social perspectives	Environment	Situation of common life	Cognition of science education Cognition of scientists and career related to science		Environment
	History and nature of science			Cognition of science	Nature of science	
	Unifying concepts and processes				Common themes	
Process standards	Conceptual understanding		Memorizing, understanding, and application of knowledge		Understanding and application of knowledge	Understanding of knowledge systems
	Scientific investigation	Process of science			Inquiry	Inquiry process Inquiry activities
	Scientific thinking					Application to life
	Habits of mind			Interests and attitude	Attitude	Interests, curiosity, scientific attitude
Scientific communication						

적용 - 이미 학습한 내용을 새로운 구체적 사태에 사용하는 능력

③ 상 황

순수 과학 상황 / 일상적 상황 / 기술 산업적 상황 / 사회적 상황

(3) 국가 수준의 과학에 관련된 정의적 특성의 평가 체제 개발 연구 보고서

이 보고서(김효남 외, 1997)에서는 제 5차 교육과정(문교부, 1988)과 제 6차 교육과정(교육부, 1995)에 따른 교사용 지도서에 제시된 정의적 영역과 하병권 등(1992)의 정의적 영역의 평가 범주를 참고하여 과학과 관련된 정의적 영역의 평가틀을 구성하였다. 과학과 관련된 정의적 영역의 평가틀은 다음과 같이 인식, 흥미, 과학적 태도의 3개 범주로 나뉘어지며, 각 범주는 다시 구성요소로 세분화되어 제시되었다.

인식은 개인의 경험에 의해서 지식을 획득하는 작용이나 하나의 대상을 식별하는 작용을 말한다. 과학과 관련된 대상이나 활동에 대해 어떻게 생각하느냐 하는 문제와 관련이 있으며, 이러한 의미에서 인지적인 면도 포함이 되는 태도의 초기 단계로 정의된다. 흥미는 과학과 관련된 어떤 대상이나 활동에 대하여 특별히 갖는 관심이나 감정으로 좋아하느냐, 싫어하느냐, 재미가 있느냐 없느냐에 관한 것을 말한다. 그리고 과학적 태도는 과학자적인 태도로서 탐구하는 자세를 포함하며 과학 정신과 관련된 것으로 문제 해결, 아이디어와 정보의 평가, 의사 결정에 있어서의 특별한 접근 방법 등을 말한다.

① 인 식(Cognition)

- 과학에 대한 인식
- 과학 교육에 대한 인식
- 과학자와 과학 관련 직업에 대한 인식
- 과학-기술-사회의 상호관련성에 대한 인식

② 흥 미(Interests)

- 과학에 대한 흥미
- 과학 학습에 대한 흥미
- 과학과 관련된 활동에 대한 흥미
- 과학과 관련된 직업에 대한 흥미
- 과학 불안

③ 과학적 태도

호기심 / 개방성 / 비판성 / 협동성 / 자진성 / 끈기성 / 창의성

이 연구에서 개발한 평가틀의 16가지 구성 요소의 평가 목표를 선정하기 위하여 국내외 문헌을 참고로 인식과 흥미 범주의 구성 요소는 개념적 정의로, 그리고 과학적 태도 범주의 구성 요소는 행동적 기술로 진술하였다. 이를 근거로 이 연구에서는 초등학교 5학년, 중학교 2학년, 고등학교 1학년과 2학년을 대상으로 평가 문항을 개발하고 수집한 자료를 분석하였다.

(4) 초·중등학교 교육 성취 조사 연구(II)

한국교육개발원에서 국가수준의 과학 평가를 위하여 연구한 '초, 중등학교 교육 성취 조사 연구(II)'(김명숙 외, 1994)에서는 과학 평가틀의 범주를 행동 영역과 내용 영역, 그리고 제 3의 영역으로 '주요 주제(theme)' 및 '과학의 본성'로 설정하였다.

행동 영역은 다시 지식, 탐구, 태도의 세 영역으로 나누고, 지식은 이해와 적용으로 구분하였다. 그리고 단순한 암기를 의미하는 협의의 지식은 항목으로 구분하지 않았다. 그 이유는 교육과정 혹은 교과서의 내용을 있는 그대로 기억하여 회상하는 것이 국가 수준의 평가에서 주목하는 행동 목표로 적절하지 않다고 판단하였기 때문이다.

내용 영역은 기본적으로 초등학교부터 고등학교까지의 교육과정에 제시되어 있는 과학 교과 내용의 위계 및 범주를 근간으로 구성하였다. 외국과 달리 우리나라 교육과정에서는 분야별 비중이 동일하게 명시되어 있기 때문에, 이 보고서에서도 물리, 화학, 생물, 지구과학의 분야에 각각 동일한 비중을 배정하였다. 그리고 초등학교 3학년, 6학년, 중학교 3학년, 고등학교 2학년을 대상으로 하였다. 단, 초등학교 3학년의 경우에는 아동의 특성상 교육과정에서 화학의 비중을 줄이고 생물의 내용을 더 첨가하는 조정을 하였다. 고등학생의 경우에는 인문계와 자연계를 구분하였으며, 자연계의 경우 15%의 내용 비중을 더 추가하였다. 또한 과학의 여러 분야간 그리고 각 분야의 단원간에 의미있는 내용 요소를 통합적으로 다루는 내용도 개발하였다.

제 3의 영역에서는 1994년도 NAEP(NAGB, 1994)에서 제시한 새로운 개념을 도입하였는데, 하나는 중요 과학 개념과 원리를 정의하고 통합해주는 핵심적 아이디어를 지칭하는 '주요 주제'이고, 다른 하나는 과학을

특징 지우는 역사적 발달, 과학 정신, 탐구 방법 등을 지칭하는 ‘과학의 본성’이다. ‘주요 주제’에서는 ‘변화의 양상(patterns of change)’, ‘모형(model)’, ‘체계(system)’ 등 세가지 하위 요소가 제시되었으며, ‘과학의 본성’에서는 ‘과학적 과정의 본성’, ‘과학적 작업의 기저 가치와 원리의 본성’, ‘과학적 지식의 본성’이 속한다.

① 행동 영역

지식

- 이해 : 사실, 용어, 개념, 원리 및 법칙, 약정 등에 대한 이해
- 적용 : 과학지식을 새로운 문제 맥락에 적용

탐구

- 문제 인식 : 문제의 구조 파악, 가설 설정
- 탐구 설계 : 실험 및 조사 설계, 변인 통제 방법의 구체화
- 탐구 수행 : 관찰, 측정, 실험, 조사, 탐구 결과의 기술
- 자료 해석 및 일반화 : 자료 처리, 자료의 해석, 자료에 의거한 가설의 평가, 탐구 과정의 평가, 모형 또는 관계의 일반화

태도

- 과학에 대한 태도 : 흥미, 가치 인식
- 과학적 태도 : 객관성, 비판성, 개방성, 지적인 끈기

② 내용 영역

물질 / 운동과 에너지 / 생명 / 지구

③ 제 3의 영역

주요 주제

- 변화의 양상(patterns of change)
- 모형(model)
- 체계(system)

과학의 본성

- 과학적 과정의 본성
- 과학적 작업의 기저 가치와 원리의 본성
- 과학적 지식의 본성

(5) 제 7차 과학교육과정

1997년에 개발된 제 7차 과학교육과정(교육부, 1998)의 가장 큰 특징은 10년간의 국민공통 기본 교육과정이라는 구조와 수준별 교육과정이라는 시행 방법에 있다고 할 수 있다. 특히 국민공통 기본 교육과정은 진로에 관계없이 모든 학생에게 동일한 교육과정을 이수하게 한다는 점에서 특징적이다. 제 6차 교육과정까지는 초등학교와 중학교, 고등학교가 분리되어 교육과정이 구성되었으므로 교육과정의 연계성 측면에서 취약점이 있었다. 또다른 특징으로는 수준별 교육과정의 정신을 살피며 심화학습의 과제가 제시되었다는 점을 들 수 있다. 또한 학생의 인지적 발달에 맞는 내용으로 구성하고, 학습량을 상대적으로 축소하였으며, 탐구학습을 강조하는 등의 내용도 특징적이라고 할 수 있다.

제 7차 교육과정에서는 초등학교와 중학교, 고등학교의 구분을 없애는 대신에 3학년에서 5학년, 6학년에서 7학년, 8학년에서 9학년, 그리고 10학년으로 총 4단계의 구분을 사용하였다. 이러한 구분을 통하여 초등학교 6학년과 중학교 1학년 사이의 간격을 줄이고, 내용을 현상 중심에서 개념 중심으로 점진적으로 이행하도록 구성하였다.

내용은 크게 지식과 탐구로 구분하였으며, 탐구는 10학년에서 별도의 단원으로 설정되었다. 그러나 다른 학년에서는 탐구가 모든 단원에 비명시적으로 포함되어 있다. 분야는 탐구, 에너지, 물질, 생명, 지구로 구분하였으며, 10학년에서는 환경 분야가 추가되었다.

① 지 식

에너지 / 물질 / 생명 / 지구 / 환경

② 탐 구

탐구과정

- 관찰, 분류, 측정, 예상, 추리 등
- 문제 인식, 가설 설정, 변인 통제, 자료 변환, 자료 해석, 결론 도출, 일반화 등

탐구활동

- 토의, 실험, 조사, 견학, 과제 연구 등

이 외에도 진술된 과학 목표에서는 자연 현상과 사물에 대한 흥미와 호기심, 과학 지식 체계의 이해, 실생활의 문제를 과학적으로 해결하려는 태도, 과학이 기술의 발달과 사회의 발전에 미치는 영향 인식 등의 내용이 포함되어 있다.

2) 기준 항목 간의 공통점과 차이점 분석

(1) 공통점

한국의 연구 보고서도 모두 과학 성취를 포괄적인 방법으로 정의하고 있다. 즉, 학생이 알아야 하고 할 수 있어야 하는 것으로 정의하는데, 여기에는 순수 과학의 개념과 이론, 과학, 기술, 사회의 상호작용, 환경, 이해와 적용, 탐구과정, 흥미와 태도 등이 포함된다.

또한 이 보고서에서는 학생의 발달 수준에 따라 과학의 성취를 구분하여 제시하고 있다. 일반적으로 초등학교, 중학교, 고등학교의 학년으로 구분되었다.

(2) 차이점

1994년도 학술진흥재단의 대학부설 중점 연구소 지원 사업으로 수행된 3개의 연구 보고서, 즉 국가수준의 과학탐구능력 평가체제 개발 연구 보고서(김범기 외, 1997), 국가 수준의 과학지식 평가체제 개발 연구 보고서(권재술 외, 1997), 국가 수준의 과학에 관련된 정의적 특성의 평가체제 개발 연구 보고서(권재술 외, 1997), 국가 수준의 과학에 관련된 정의적 특성의 평가체제 개발에 관한 보고서(김효남 외, 1997)는 동시에 개발되었으며, 각각 과학교육의 세 영역을 나누어 개발한 것이기 때문에 상호 보완적인 입장에서 중복을 피하려 하였을 것이다. 이는 과정 기준에서 뚜렷이 구분되는데, 과학탐구능력 평가체제 개발 연구 보고서에서는 과학의 과정(탐구 능력)을 제시하였다. 그리고 과학지식 평가체제 개발 연구 보고서에서는 지식의 기억, 이해, 적용을, 그리고 정의적 특성의 평가 체제 개발에 관한 보고서에서는 흥미와 태도를 각각 과정 기준으로 제시하였다. 초, 중등학교 교육성취 조사 연구 보고서(Ⅱ)에서는 과정 기준으로 지식의 이해와 적용, 탐구, 태도의 세 영역을 모두 제시하였으며, 제 7차 과학교육과정에서는 이에 더하여 실생활에의 적용도 포함하였다. 따라서 과정 기준만 볼 때에는 제 7차 교육과정에 제시된 내용이 가장 많은 영역을 포함하고 있다.

그러나 내용 기준에 대한 제시는 보고서에 따라 매우 차이가 났다. 국가 수준의 과학탐구능력 평가체제 개발 연구 보고서와 제 7차 교육과정에서는 에너지와 물질, 지구, 생명, 과학과 기술과 사회, 환경 등의 항목을 매우 유사하게 제시하고 있으나, 국가 수준의 과학지식 평가체제 개발 연구 보고서, 과학 수준의 과학에 관련된 정의적 특성의 평가체제 개발 연구 보고서에서는 내용 기

준에 대한 항목을 이와 같이 상세히 제시하지 않았다. 과학 수준의 과학에 관련된 정의적 특성의 평가체제 개발 연구 보고서에서는 다른 보고서와 달리 과학에 대한 인식의 항목을 내용 기준으로 제시하였으며, 초, 중등학교 교육성취 조사 연구(Ⅱ) 보고서에서는 과학의 본성과 주요 주제를 내용 기준으로 제시하였다.

Ⅲ. 결 론

본 연구에서는 미국과 한국의 과학교육 개혁 운동에 관련된 10개의 연구 보고서에 제시된 과학 성취의 개념을 분석하였다. 분석 결과, 미국과 한국의 과학교육 개혁 운동에 관련된 연구 보고서에 제시된 과학 성취의 개념에는 공통점과 차이점이 있는 것으로 나타났다.

공통점은 크게 두가지로 구분된다. 첫째는, 연구 보고서가 모두 과학 성취를 포괄적인 방법으로 정의하였다는 점이다. 즉 학생이 알아야 하고 할 수 있어야 하는 것으로 정의하는데, 여기에는 순수 과학의 개념과 이론, 과학, 기술, 사회의 상호작용, 환경, 이해와 적용, 탐구과정, 흥미와 태도 등이 포함된다. 둘째는, 모든 보고서에서 학생의 발달 수준에 따라 과학의 성취를 구분하여 제시하고 있다. 일반적으로 초등학교, 중학교, 고등학교의 학년으로 구분되었다.

차이점으로는 다음의 두가지 내용이 분석되었다. 첫째, 보고서마다 내용 기준이나 과정 기준으로 강조하는 항목이 다르다는 점이다. 물론 유사한 경우도 있지만, 대부분의 경우에는 다른 영역을 강조하는 것으로 나타났다. 둘째, 미국의 연구 보고서와 비교할 때 한국의 연구 보고서는 일반적으로 과학과 수학과 관련성에 대한 항목, 과학의 역사나 과학의 본성에 대한 항목, 통합 개념과 과정에 대한 항목, 실용적 사고에 대한 항목, 과학적 의사 소통에 관한 항목의 고려가 매우 부족함을 알 수 있다. 그리고 한국의 과학교육 개혁운동에 관련된 보고서에서 미국의 경우와 다른 기준 영역을 제시한 경우도 없는 것으로 나타났다. 따라서 한국의 연구 보고서가 미국의 보고서 보다 과학 성취에 대한 개념을 좁게 정의하고 있다고 할 수 있다.

본 연구에서는 과학교육 개혁 운동에 관련된 연구 보고서에 제시된 과학 성취의 개념을 분석하여 밝힌 공통점과 차이점을 토대로, 다음과 같은 두 가지 결론을 이끌어 내었다.

첫째, 연구 보고서마다 과학 성취의 개념을 다르게 정의하는 경우가 많았는데, 이러한 차이에 의하여 발생하

는 많은 혼동을 줄이고, 보다 효과적으로 과학교육에 관련된 상호 의사를 전달하기 위하여 과학 성취 개념의 용어와 의미를 통일할 필요가 있다.

둘째, 한국의 경우에는 과학 성취의 개념을 순수과학 내용, 과학과 기술과 사회, 환경과 일상적, 개인적 상황 등 미국의 경우보다 매우 제한적인 영역으로만 받아들이는 것으로 나타났다. 따라서 앞으로 수학과와의 관련성, 과학의 역사, 과학의 본성, 통합 개념과 과정, 실용적 사고, 과학적 의사소통 등의 영역도 과학 성취의 개념에 포함시켜, 보다 포괄적인 과학 성취의 개념을 정립하고 평가하는 과정이 필요하다고 본다.

IV. 감사의 글

본 논문의 첫 번째 저자는 본 연구를 미국에서 완성하도록 자료를 보내주시고 도와주신 권재술 선생님, 김명숙 선생님, 그리고 최병순 선생님께 깊은 감사를 드립니다.

The second author acknowledges the generous support of Drs. Andrew Porter and Norman Webb at the University of Wisconsin at Madison. This paper is partly based on the second author's fellowship at the National Institute for Science Education(NISE). The NISE is a cooperative agreement between the National Science Foundation and the University of Wisconsin-Madison(Cooperative Agreement No. RED 9452971). At University of Wisconsin-Madison, the National Institute for Science Education is housed in the Wisconsin center for Educational Research and is a collaborative effort of the College of Agricultural and Life Sciences, the School of Education, the College of Engineering, and the College of Letters and Science. The cooperative effort is also joined by the National Center for Improving Science Education, Washington, DC. Any opinions, findings, or conclusions are the authors' own and do not necessarily reflect the views at the supporting agencies.

적 요

본 연구에서는 과학교육 개혁운동에 관련된 미국과 한국의 연구 보고서를 분석함으로써, 과학교육 개혁운

동에서 주장하는 과학 성취의 개념을 살펴보았다. 본 연구에서 선정된 보고서를 분석한 결과, 과학 성취의 개념에 공통점이 있는 것으로 나타났다. 즉, 모든 보고서에서는 과학, 기술, 사회, 환경에 관련된 지식과 능력에 있어서의 높은 성취를 요구하였다. 또한 학습자의 발달 단계에 따라 여러 단계로 성취를 정의하고 있었다. 그러나 차이점도 분석되었다. 연구 보고서에 따라 과학 성취의 내용과 과정 중에서 강조하는 영역이 달랐다. 특히 한국의 연구 보고서에서는 수학의 세계, 과학의 본성, 역사적 시각, 통합 개념, 과학적 의사소통 등의 내용이 전혀 포함되어 있지 않은 것으로 분석되었다. 이러한 분석으로부터 두가지 결론을 이끌어 내었다. 첫째, 교육자와 대중이 공통적으로 받아들일 수 있는 과학 성취의 일반적인 개념이 정의되어야 한다. 둘째, 한국의 경우에는 보다 포괄적인 과학 성취의 개념이 개발될 필요가 있다.

참 고 문 헌

- 고종렬, 이해선, 박종삼(1969). 국민학교 기초학력조사. 교육과학, 제36호.
- 교육부(1995). 제 6차 교육과정. 교육부 : 서울.
- 교육부(1998). 제 7차 과학교육과정. 교육부 : 서울.
- 국립교육평가원(1993a). 국민학교 3학년 학업성취도 평가 연구. 연구보고서 93-6.
- 국립교육평가원(1993b). 중학교 2학년 학업성취도 평가 연구. 연구보고서 93-8.
- 국립교육평가원(1993c). 고등학교 1학년 학업성취도 평가 연구. 연구보고서 93-9.
- 권낙원, 이재분, 구자익(1985). 국민학교 교육과정 평가 연구(IV). - '83, '84, '85년 간의 학생들의 학업성취도 비교- 한국교육개발원 연구보고 RR85-7.
- 권재술, 최병순, 김찬중(1997). 국가 수준의 과학 지식 평가체제 개발. 학술진흥재단 : 서울.
- 김명숙, 강태중, 양미경, 백순근(1994). 초, 중등학교 교육성취 조사연구(II). 한국교육개발원 연구보고 RR-94-4.
- 김범기, 한안진, 허명(1997). 국가 수준의 과학탐구능력 평가체제 개발. 학술진흥재단:서울.
- 김형립 외(1980). 새 교육체제 제5차 시범 연구보고서. 한국교육개발원 연구보고 제 112집.
- 김효남, 정완호, 정진우(1997). 국가 수준의 과학에 관련된 정의적 특성의 평가체제 개발. 학술진흥재단 : 서울.

- 문교부(1988). 제 5차 교육과정. 문교부:서울.
- 전용신(1963). 국민학교 5~6학년 학생의 학력검사 결과의 비교(1959년도 대 1963년도). 중앙교육연구소 조사 연구, 제 27집.
- 하병권, 최병록, 최영재, 권치순(1992). 과학과 교육. 서울:형설출판사.
- 한국행동과학연구소(1973). 한국 국민학교 교육의 평가(I): 학력 평가. 한국행동과학연구소:서울.
- 한국행동과학연구소(1980). 한국 국민학교 교육의 평가(II): 아동과 학습 환경. 한국행동과학연구소.
- American Association for the Advancement of Science.(1989). *Science for All Americans*. New York: Oxford University Press.
- American Association for the Advancement of Science.(1993). *Benchmarks for Science Literacy*. New York: Oxford University Press.
- American Association for the Advancement of Science.(1996). *Summary comparison of content between "National science education standards" and "Benchmarks for science literacy" and "Science for all Americans."* Washington, DC:Author.
- American Association for the Advancement of Science.(1997). *Resources for Science Literacy: Professional Development*. New York: Oxford University Press.
- Cohen, D.K.(1995). What is the system in systemic reform? *Educational Researcher*, 24, 11-17.
- Elmore, R.F.(1995). Structural reform in educational practice. *Educational Researcher*, 24, 23-26.
- Glaser, R., & Linn, R.(1997). *Assessment in Transition*. Stanford, CA:Stanford University, The National Academy of Education.
- Jones, L.V.(1996). A history of the National Assessment of Educational Progress and some questions about its future. *Educational Researcher*, 25, 15-22.
- Martin, M.O., & Kelly, D.L.(Eds.).(1996). *Third International Mathematics and Science Study Technical Report Volume 1*. Chestnut Hill, MA:Boston College, Center for the Study of Testing, Evaluation, and Educational Policy.
- McKnight, C.C., Schmidt, W.H., & Raizen, S.A.(1993). *Test blueprints:A description of the TIMSS achievement test content and design*(Doc. Ref. :ICC797 /NRC357). Document prepared for the Third International Mathematics and Science Study(TIMSS).
- McLaughlin, M.W., Shepard, L.A., & O'Day, J.A.(1995). *Improving Education through Standards-based Reform*. Stanford, CA: Stanford University, The National Academy of Education.
- National Assessment Governing Board.(1994). *Science assessment and exercise specifications for the 1994 National Assessment of Educational Progress*. Washington, DC: Author.
- National Assessment Governing Board.(1996). *Science framework for the 1996 National Assessment of Educational Progress: NAEP Science Consensus Project*. Washington, DC: Author.
- National Center for Education Statistics.(1992). *Language Characteristics and Academic Achievement*. Washington, DC: Author.
- National Center for Research on Evaluation, Standards, and Student Testing.(1997). Moving up to complex assessment systems. *Evaluation Comment*, 7(1). Los Angeles, CA:University of California.
- National Center on Education and the Economy.(1997a). *Performance standards*. Vol. 3. Elementary school. Washington, DC:Author.
- National Center on Education and the Economy.(1997b). *Performance Standards*. Vol. 2. Middle school. Washington, DC:Author.
- National Center on Education and the Economy.(1997c). *Performance Standards*. Vol. 1. High school. Washington, DC:Author.
- National Council of Teachers of Mathematics.(1989). *Curriculum and evaluation Standards for school mathematics*. Reston, VA: Author.
- National Research Council.(1996). *National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- National Science Teachers Association.(1992). *Scope, Sequence, and Coordination of Secondary School Science*. Vol. 1. The content core. Washin-

- gton, DC:Author.
- National Science Teachers Association.(1995). *Scope, Sequence, and Coordination of national science education content standards*. Washington, DC:Author.
- National Science Teachers Association.(1996). *Scope, Sequence, and Coordination*. Washington, DC:Author.
- O'Sullivan, C.Y., Reese, C.M., & Mazzeo, J.(1997). *NAEP 1996 science report card for the nation and the states*. Washington, DC:U.S. Department of Education, Office of Educational Research and Improvement.
- Raizen, S.A.(1997a). The general context for reform. In S.A. Raizen & E.D. Britton(Eds.), *Bold ventures, Volume 1, Patterns among U.S. innovations in science and mathematics education* (pp. 19-42). Dordrecht, the Netherlands:Kluwer Academic Publishers.
- Raizen, S.A.(1997b). Standards for science education(Occasional Paper No. 1). Madison, WI: University of Wisconsin, National Institute for Science Education.
- Robitallie, D.F., McKnight C., Schmidt, W.H., Gritton, E., Raizen, S., & Nicol, C.(1993). *TIMSS Monograph No 1. Curriculum frameworks for mathematics and science*. Vancouver, CA: Pacific Educational Press.
- Romberg, T.A.(1997). Comments about NCTM's curriculum standards. In *Commentaries on mathematics and science standards*(Occasional Paper No. 3). Madison, WI:University of Wisconsin, National Institute for Science Education.
- Smith, M.,& O'Day.(1991). Systemic school reform. In S.H. Fuhrman, & B. Malen(Eds.), *The politics of curriculum and testing*(pp. 233-268). Briston, PA:The Falmer Press.
- Webb, N.(1997). *Criteria for alignment of frameworks/standards and student assessments for mathematics and science education*(Research Monograph No. 6). Madison,WI:University of Wisconsin, National Institute for Science Education.