과학-기술-사회 교육과정에 관한 연구*

조 정 일
(전남대학교 사범대학 생물교육과)
〈1991. 12. 1 받음〉

I. 서 론

1. 연구의 목적과 필요성

오늘날 과학교육은 우수한 과학자를 양성해 내는 일만큼 모든 국민의 보편적 과학적 소양의 육성이란 중요한 과제를 안게 되었다 (조 정일, 1990). 그래서 과학교육의 목표는 학생들이 과학의 본성을 이해하며 사회와 일상의 삶의 배경에서 과학을 이해하고 활용할 수 있는 점을 강조한다.

과학과 기술 지향의 현대 사회에서 과학은 결코 가치 중립적이지 않으며 과학적 사업활동 (scientific enterprise)은 과학자들의 순수한 탐구심보다는 사회, 정치, 경제적 요소들에 의해 영향을 받는다. 또한 기술과 관련한 사회적 문제들은 다양한 가치를 반영하고 있고 공동체로서 한 사회는 이 가치들을 포괄하여 합리적인 합의의 도출을 요구하고 있다. 따라서 사회 구성인들은 이러한문제에 대한 정확한 인식과 해결을 위한 최소한의 능력을 구비하여야 한다. 개인적으로는 현명한 구매활동, 건강한 몸의 유지 등을 위해서 과학 지식을 생활에서 응용하고 문제를 해결하는 능력이 요구된다.

제 5차 교육과정 과학과 교과목표 중의 하나는 "과학이 기술의 발달과 사회의 발전에 미치는 영향을 인식하게 한다"이다 (문교부,1987, 1988). 그러나 이 목표를 성취하기 위한 실제적인 목표, 교과내용, 효과적인 교수법 그리고 교사의 조건 등은 거의 언급되어 있지 않다. 외국의 과학교육의 흐름에 비추어 볼 때 이러한 요소들에 대한 체계적인 조사가 선행되어야 할 필요가 있다. 따라서 본 연구에서는 이제까지 개발된 과학-기술-사회 교육과정을 검토하여 위에서 제시한 요소들의 특성을 살피고 우리나라에서 적용될 수 있는 방안을 찾는데 그 목적이 있다.

2. 연구방법

본 연구는 미국, 영국, 캐나다, 일본에서 개발된 과학-기술-사회 교육과정을 교과목표, 교과내용, 교수방법 및 교수전략, 교사의 역할의 측면에서 조사하였고 과학-기술-사회 교육과정의 실제 적용 결과를 분석하였다. 또 우리나라 생물교사들의 과학-기술-사회 주제에 대한 인식정도를 파악하였다. 이 결과를 기초로 우리나라 과학-기술-사회 교육과정 개발의 방향을 제시하였다.

* 이 논문은 1990년도 문교부 지원 한국학술진흥재단의 지방대 육성 학술연구조성비에 의하여 연구되었음.

II. 연구 결과

1. 시대에 따른 과학적 소양의 변화

1970년, 80년, 90년대를 일관하여 과학교육의 목적은 과학적 소양을 갖춘 시민의 육성에 있었다. 1960년 대와 1970년 대의 과학교육은 장차 과학분야에 종사할 학생들을 준비시키는 데 강조를 두었지만 과학적 소양을 전혀 배제할 수는 없었다. 각 시대에 걸쳐 과학적 소양의 구체적 속성들은 차이를 보인다.

먼저 1970년 대 미국 과학교사협회가 천명한 "70년대를 위한 과학교육"에서 과학적 소양을 갖춘 사람의 속성을 아래와 같이 기술하였다(NSTA Committee on Curriculum Studies, 1971).

- 사람들과 그리고 주위 환경과 부딪히면서 내려야 하는 매일의 결정에서 과학 개념, 과정 기능, 가치들을 사용한다.
- 과학 지식의 창출은 탐구과정과 이론에 근거함을 이해한다.
- 과학적 증거와 사적 의견을 구별한다.
- 사실과 이론의 관계를 이해한다.
- 인류 복지 증진을 위한 과학과 기술의 유용성과 그 한계를 안다.
- 과학, 기술 그리고 사회의 상호 관계를 이해한다.
- 과학의 기원을 알고 과학 지식이 잠정적이며, 증거가 축적될 때 변화될 수 있음을 이해한다.
- 다른 사람들에 의해 이루어진 과학 업적을 이해할 수 있다.
- 세계에 대한 보다 풍요롭고 보다 긍정적인 견해를 갖는다.
- 과학을 통해 지적 자극, 설명의 매력, 그리고 탐구의 흥분을 경험하고 사용할 수 있기 위해 과학의 내재적 가치를 수용한다.
- 일생을 통해 계속 탐구하는 습성과 과학 지식을 계속 쌓아 간다.

위의 속성들을 분석해 보면 과학적 탐구와 관련된 항목이 다섯으로 제일 많고, 과학 지식의 본성과 관련된 항목이 셋, 그리고 과학의 응용 및 기술, 사회와의 관계가 셋이다. 전반적으로 학문의 배경아래 과학적 탐구가 중요시되었다.

1980년 대에 들어 와서 발표된 NSTA의 입장인 "1980년 대를 위한 과학교육으로서 과학-기술-사회"에서는 과학교육의 목적을 과학적 그리고 기술적 소양을 갖춘 사람의 육성에 두고 있다 (The Committee to Develop the NSTA Position Statement, 1982). 과학적, 기술적 소양인은 과학, 기술, 사회가 서로 어떻게 영향을 주는 지를 이해하고, 일상의 결정에서 이 지식을 사용할 수 있는 사람으로 정의되었다. 이런 사람이 가지고 있는 속성으로는 아래와 같다.

- 일상 생활에서 책임있는 결정을 내리기 위해 과학 개념, 과정 기능, 태도 가치들을 사용한다.
- 과학과 기술이 사회에 미치는 영향 뿐만 아니라 사회가 과학과 기술에 미치는 영향을 이해한다.
- 사회가 자원의 배치를 통해 과학과 기술을 통제함을 이해한다.
- 과학의 주요 개념, 가설, 이론을 알고 그것들을 사용할 수 있다.
- 과학과 기술이 제공하는 지적 자극을 경험할 수 있다.
- 과학 지식의 창출은 탐구 과정과 이론에 근거함을 이해한다.
- 과학적 증거와 사적 의견을 구별한다.
- 과학의 기원을 알고, 과학 지식이 잠정적이며 증거가 축적될 때 변화 될 수 있음을 이해한다.
- 기술의 적용과 기술의 사용에 따르는 결정들을 이해한다.
- 세계에 대한 보다 풍요롭고 보다 긍정적인 견해를 갖는다.
- 과학과 기술에 관련된, 신뢰성있는 정보를 얻을 수 있고 결정을 내리는 과정에서 그 정보들을 이용한다.

위 속성 중 4항목은 70년 대의 것과 똑 같다. 그것들은 모두 과학 지식의 본성과 과학 탐구에 관한 것이다. 과학과 기술, 사회의 관련성 항목들은 모두 보다 구체적으로 진술되었으며 강조되었다. 1980년 대부터 과학적 소양의 개념은 과학 그 자체에서 출발하기 보다는 과학과 사회의 상호 작용에서 출발한다. McInerney(1989)는 과학적 소양을 갖춘 사람이란 과학과 기술이 개인 생활에 어떻게 영향을 주는 지를 이해하는 사람이라고 단정하였다.

2000년 대를 바라보며 기획된 과학교육과정 개발 계획인 Project 2061은 미래의 과학교육의 목표와 내용을 가장 통합적으로 정리하고 방향을 제시하였

다 (AAAS, 1989). 모든 사람을 위한 과학이라는 제목을 가지고 있는 이 보고서는 과학적 소양을 가진 사람이 보이는 속성으로 4가지를 제시한다.

- 과학, 수학, 기술이 강력한 힘과 한계를 갖고 있는, 상호 의존적인 인간의 사업활동임을 인식한다.
- 과학의 주요 개념과 원리를 이해한다.
- 자연 세계에 친숙하고 그것의 다양성과 통일성을 인식한다.
- 과학적 지식과 과학적 사고 방법을 개인과 사회적 목적을 위해 사용한다.

'80년대의 속성과 비교해 볼 때 수학의 본성과 그것의 과학, 기술과의 관련성의 이해를 추가할 뿐 아니라 이 보고서에서 제시하고 있는 교육과정은 각 과학 분야 사이의 구분이 약해진 대신 그 관련성이 강조되며, 특별한 어휘나 암기되어지는 과정보다는 아이디어들과 사고 기능을 강조한다.

전 국민적 과학적 소양의 필요성에 대해서는 아래와 같이 진술한다.

- 과학은 인간에게 전 지구적 그리고 지역적 문제들을 효과적으로 해결하기 위해 필요한 생물과 물상 환경 그리고 사회 행동에 관한 지식을 제공한다. 이런 지식이 없이는 안전한 세계를 향한 진보는 불필요하게 저해될 것이다.
- 생물과 생물의 상호 의존과 생물의 물상 환경에의 의존을 강조함으로써 과학은 자연에 대한 지적 경외심을 배양할 수 있다. 이러한 경외없이는 생명 지지체계를 무참히 파괴할 위험이 있다.
- 과학적으로 사고하는 습성들이 모든 일상의 삶에서 문제해결에 도움을 준다. 비판적이고 독립적 사고 능력이 없다면 교조주의자들, 가짜 예술가들, 그리고 복잡한 문제들에 대해 아주 간단한 해결을 선전하는 자들의 희생물이 되기 쉽다.
- 체계의 본성, 되먹임과 조절의 중요성, 비용-이익-위험 관계, 그리고 부작용의 필연성 같은 주제와 관련된 기술 원리들은 사람들로 하여금 새로운 기술의 사용과 그것이 문화와 환경에 미치는 영향을 평가하기 위한 건전한 기초를 제공한다. 이런 원리들에 대한 이해가 없이는 사람들은 그들 자신의 눈에 보이는 이익을 초월하여 앞을 내다보며 행동할 수 없다.
- 전 지구적으로 그리고 국지적으로 증가하는 문제들이 기술로부터 비롯되었지만 기술은 또한 그런 문제들을 처리하기 위한 도구들을 제공한다. 또한 과학을 통해 중요한 새로운 지식을 창출하는데 필요한 도구들을 제공한다. 새로운 기술의 끊임없는 발달과 창조적 사용없이는 사회의 생존능력은 제한되고 인간이 그 자신과 환경을 조화롭게하는 능력에도 제한을 받는다.
- 일반 대중들이 과학, 수학, 그리고 기술의 이해와 과학적 사고 습관을 갖지 못한다면 과학과 기술이 삶을 고양시킬 수 있는 잠재력은 충분히 발휘될 수 없다. 과학적 소양을 갖춘 사람 없이는 보다 나은 세계를 향한 전망은 어려울 것이다.

2. 과학-기술-사회 교육과정의 내용

1970, 80년 대에 많은 과학-기술-사회 교육과정과 그 자료들이 개발되었다. 그 교과과정들은 목적, 내용, 접근 방법 면에서 다양하다. 1970년 대에 이미 미국 대학에서만 2300여 과학-기술-사회 과목들(courses)이 설문조사에서 확인되었다 (Heitowit, Epstein & Steinberg, 1976). 미국 대학의 거의 절반이 과학, 기술 그리고 그것들의 문화적 적용 간의 상호 관계를 다루는 과목들을 개발하였다. 이러한 과목들을 분류할 수 있는 특정한 방법이란 있을 수 없고 기존의 교육과정에서 이 과학-기술-사회 과목을 어떻게 통합하느냐에 따라 다섯 항목으로 나눌 수 있다.

- 짧은 주제들: 한 주제를 다루는 작은 단원들로서 정규 과학 교과에 삽입되어 가르쳐 진다.
- 개별적인 단원들: 이 단원들은 몇 일, 몇 주, 혹은 몇 달 동안 가르쳐 진다. 그것들은 기존의 과학 교과를 보강해 주는데 이용되며 때때로 그 단원들로서 한 학기나 일 년 단위의 과목이 이루어 질 수 있다.
- 독립 과목: 한 학기나 일 년 단위의 과목으로서 정규 과학 과목에 추가하여 선택과목으로 개설된다.
- 여러 학년을 포괄하는 과학-기술-사회 교육과정: 국민학교에서 중학교까지 혹은 중학교에서 고등학교까지 혹은 각 수준에서 두, 세학년을 포괄하는 교육과정으로 활용된다.
- 간학문적 과목들: 과목들이 여러 분야의 교사들에 의해 가르쳐 질 수 있는 주제들로 구성된

다.

본 논문에서는 조사된 과학-기술-사회 교육과정을 편의상 크게 두 부류로 나누어 다루고자 한다. 한 부류는 직접적인 교과내용보다는 과학교육과정 전반에 걸쳐 이 과학-기술-사회를 다루는 교육과정이고 또 한 부류는 특정 분야에서 과학-기술-사회 모듈 개발의 예들이다. 전자에는 Project Synthesis (Harms and Yager, 1981), Project 2061 (AAAS, 1989), 高等學校學習指導要領 第2章 第5節 理科 (文部省, 1989), 그리고 Science Plus 1, 2, & 3 (Atlantic Science Curriculum Project, 1986, 1987, 1988) 등이 속한다. 후자에는 Science-Technology-Society: Preparing for Tomorrow's World (Iozzi, 1987), M-S/T/S(Modular-Science/Technology/Society,Inc.1985), Unified Science:Solving Problems in Science, Technology, and Society (New York Education Department, 1987), Innovations: The Social Consequences of Science and Technology Program (the Biological Sciences Curriculum Study, 1984), Science in a Social Context (Solomon,·1983), Science and Technology in Society (The Association for Science Education, 1990)등을 들 수 있다. 대표적인 교육과정과 모듈들에 대해 요약하여 기술해 보기로 한다.

1) Project Synthesis

이 교육과정은 미국의 New Curriculum Movement에 대한 실태조사 자료를 바탕으로 미국 과학교육의 바람직한 상태를 추구하여 개발된 것이다. 특징으로는 기존 교육과정에 있는 내용을 네 목표군, 즉 '개인적 필요', '사회적 논쟁점', '학문적 준비', '직업 준비',을 달성하도록 재구성하는 시도이다. 예를 들어 같은 유전 개념이라 하더라도 '개인적 필요' 목표군에서는 인간 유전학의 기본 개념을 이해하여 기형출산이나 유전병의 예방과 건강에 활용하게 하는 점을 강조하고, '사회적 논쟁점' 목표군에서는 유전 법칙이 동물, 식물의 개선에 응용될 수 있음을 깨닫게 하고 파생되는 문제점을 올바로 이해하게 하는 점을 강조한다. '직업 준비' 목표군에서는 유전학과 관련된 여러 직업들을 소개하고 학생들에게 관심있는 직업을 탐색해 보게 한다.

이 목표군 자체가 과학-기술-사회의 사상을 반영하고 있으나, 동시에 교과 내용으로 과학-기술-사회가 포함되어 있다. 여기에서 다루어지는 주제들에는 에너지, 인구, 인간 공학, 환경 오염, 자연 자원들의 이용, 국가 방위와 우주, 과학과 사회, 기술 개발의 영향이 포함되어 있다. 각 주제들 역시 네 목표군에 맞춰 가르쳐지게 되어 있다. 예를 들어 에너지에 대하여 '개인적 필요' 목표군에서는 에너지 자원의 효율적 사용과 관련된 문제들의 해결을 위해 합리적 사고 과정을 적용할 수 있도록 하며, '사회적 논쟁점' 목표군에서는 한 지역사회의 에너지 소비와 그 곳의 생활수준, 경제학, 미래 발전과의 관계를 기술하고 이 관계를 선진국과 개발 도상국들 사이에서 비교하게 하는 것 등이다. 이러한 학습활동은 각 목표군에 따라 개별적으로 이루어질 수도 있고, 한 수업 시간에 동시에 이루어 질 수도 있다.

2) Project 2061

이 보고서는 2000년 대 미국 과학교육의 방향과 교육과정에 포함되어야 한다고 믿는 주제들과 그에 대한 설명으로 구성되어 있다. 전체 내용을 포괄하는 조직자(organizer)는 앞에서 밝힌 과학적 소양을 지닌 사람의 4가지 요건이라고 할 수 있다. 과학적 소양을 갖춘 사람들은 과학, 수학, 기술의 본성을 이해한다. 또한 이들은 물리의 세계, 생물의 세계, 인간 자신, 인간 사회, 기술과 관련된 구상화된(designed) 세계, 수학의 세계, 그리고 모든 현상에 공통적인 주제들을 구성하는 중요 원리 및 개념들을 이해하고 이에 더하여 과학사의 유명한 발견들에 대한 이해를 갖고 있다.

중요 원리들과 개념들의 이해는 예를 들어 살아있는 세포의 주요 기능이 DNA분자의 염기 배열을 따라 단백질을 합성하는 것을 아는 것을 의미하며, 단순히 리보소옴 혹은 DNA 등의 용어를 말할 수 있거나 mRNA가 무엇이고 DNA와는 어떻게 관계되었는지를 아는 것을 의미하지 않는다.

'물리의 세계'와 관련하여 우주, 태양계, 지구, 지구에 작용하는 힘들, 물질의 구조, 에너지 변형, 물체의 운동, 자연의 힘들이 이해될 개념들로서 제시되었다.

'생물의 세계'는 생명의 다양성, 유전, 세포, 세포의 분화, 생명의 상호 의존, 물질과 에너지 흐름, 진화의 이해를 포함한다.

'인간'이라는 주제에서는 인간 정체성, 생활사, 기본 기능들, 학습, 육체 건강, 정신 건강이 포함되었다.

'인간 사회'는 7가지 측면, 즉 행동에 미치는 문화적 영향, 집단의 조직과 행동, 사회 변화 과정, 사회

적 trade-offs, 정치 경제 조직 형태, 집단과 개인 사이의 갈등, 해결의 구조 그리고 국가와 국제 사회, 로 구성되었다. 이 내용들에의 접근은 사회 과학의 여러 학문들, 인류학, 경제학, 정치학, 사회학 그리고 심리학의 발견 결과들과 일치하는 세계의 폭 넓은 묘사에 있으며 그 발견 자체나 방법론을 기술하려고 시도하지는 않는다.

기술과 관련하여 '구상화된 세계'라는 제목 아래에는 인간, 농업, 재료, 제조, 에너지원, 에너지 사용, 통신, 정보 처리, 건강 테크놀로지가 포함되었다. 인간 건강에 대한 테크놀로지의 공헌은 병의 치료에 의한 것보다는 병의 예방에 의한 것이 더 크다. 유전공학에 의한 면역 물질의 합성, 의료 기술의 발달과 질병 치료에 대한 효과적인 기술들은 윤리적, 경제적 논쟁점을 야기했다. 그 예로는 인구 증가, 낙태, 뇌사, 기관 판매, 인간 유전자의 변화 등을 들 수 있다.

'수학의 세계'와 관련하여 수, 상징적 관계들, 모양, 불확실성, 통계 원리, 표집, 수학적 사고(예, 필요조건, 충분조건, 필요충분조건, 비유)들이 제시되었다.

'역사적 전망들'이라는 제목 아래 10개의 과학사의 대표적인 사건들이 기술되었다. 과학의 본성을 구성하는 과학적 사업세계가 어떻게 이루어지는 지에 대한 이해는 구체적인 예가 없이는 공허할 수 밖에 없다. 새로운 사상은 그것이 잉태된 배경에 의해 제한된다는 것과 같은 명제는 구체적 예가 없이는 의미있는 이해란 불가능할 것이다. 게다가 현 문화와 문명의 바탕이 된 과학적 유산을 아는 것도 중요하다. 지구가 우주의 중심자리를 내 놓게 된 사건, 하늘과 지구를 단일계로 보게 된 사건, 물질과 에너지, 시간과 공간의 통합, 시간을 과거의 역사에 까지 확장한 일(지질학, 고생물학), 지각의 이동, 불의 이해, 원자의 분해, 생명의 다양성을 설명하는 일, 병원균의 발견, 힘의 조절의 10가지 사건들이 기술되었다.

이 보고서가 제시하는 내용들이 한 교과에서 다 가르쳐 질 수는 없다. 이것들이 어떻게 조직될지는 아직 확정되지 않았지만 이 분야들은 모두 과학적 소양을 갖춘 사람들이 이해해야 할 개념들로 추천되었다. 이 교육과정 시안의 특징은 일반적인 과학 내용을 뛰어 넘어 수학, 인간, 사회, 기술, 공학이 많이 포함되었다는 점이다. 현대 지식의 축적은 적어도 인간이 자신과 주위 현상과 사건에 대한 적절한 이해와 행동을 가능케 할 정도로 충분하며, 그 지식의 습득은 단순히 습득 그 자체에 의미가 있지 않고 개인적으로나 사회적으로 지식에 기초해서 어떤 현상을 이해하고 바른 결정과 행동을 유도하기 위한 것이다.

3) 일본의 고등학교 이과 교육과정

과학-기술-사회 교육과정으로 분류될 수 있는 과목으로서 종합 이과, 물리1A, 화학1A, 생물1A, 지학1A의 5과목이 있다. 이 과목들은 각 영역의 뚜렷한 구분을 유지하면서 기술의 응용에 촛점을 두었다. 종합이과는 과학적 방법을 실제 체험을 통해서 이해시키는 일, 과학의 통합적 개념의 이해, 과학과 인간 생활과의 관계, 그리고 앞서 배운 개념에 탐구과정을 적용하여 독자적인 연구를 수행하는 단원들로 구성되어 있다.

두드러진 특징으로 물리1A, 화학1A, 생물1A, 지학1A 모두 각 과목당 필수 단원이 있고 선택 단원이 있다. 예를 들어 물리 1A의 경우 '에너지와 생활', '정보와 그의 처리' 단원들의 학습은 필수적인 반면, 좀 더 이론적인 내용인 '광과 암', '물체의 운동', '물리학의 영향'에 대해서는 오직 한 단원 이상 선택하게 하였다. 그 내용은 가급적 낮은 수준에 그치게 한다.

생물1A는 '인간의 생활과 생물' 단원의 학습은 필수적인 반면 다른 네 단원들에서는 둘 이상을 택하도록 하였다. '인간의 생활과 생물'은 일상 생활과 생물 그리고 자연 속의 인간의 소 단원으로 되어 있다. 앞의 소 단원에서는 일상 생활에서 이용되는 생물과 환경 위생상 문제가 되는 생물 등에 관한 흔한 예를 다루고, 뒤의 소단원에서는 먹이 연쇄와 물질 순환 등 인간과의 관계를 중점으로 쉽게 다루도록 했다. 각 과목의 구체적인 내용과 운영은 〈표 1〉에 있다.

〈표 1〉 일본의 이과 과학·기술·사회 교육과정 내용

통 합 이 과	물리 1A	화학 1A	생물 1A	지학 1A
(1) 자연의 탐구 1) 자연의 인식 2) 관찰, 실험의 계획과 실시 3) 관찰, 실험의 정리와 통합 (2) 자연계와 그의 변화 1) 다양성과 공통성 2) 변화, 평형, 상호 작용 3) 에너지와 그의 변환 (3) 인간과 자연 1) 자원, 에너지와 그의 이용 2) 자연환경과 그의 보존 3) 과학기술의 진보와 인간생활 (4) 과제연구 1) 특정의 사물에 관한 관찰, 실험 2) 자연환경에 대한 조사 3) 과학의 역사에 따른 실험 예의 연구	(1) 광과 암 1) 빛과 눈 2) 암과 명 (2) 물체의 운동 1) 운동의 방향 2) 마찰과 충돌 (3) 에너지와 생활 1) 온도와 열 2) 전기에너지 3) 에너지의 이용 4) 태양에너지와 원자력 (4) 정보와 처리 1) 정보의 전달 2) 정보의 처리 3) 정보의 기억 (5) 물리학의 영향 1) 생활의 변화와 물리학 2) 물체의 보는 방향과 물리학	(1) 자연계의 물질과 그의 변화 1) 자연계에서의 물질의 성분원소 2) 공기 3) 물 (2) 일상생활의 화학 1) 식품의 화학 2) 의료의 화학 3) 염료와 세제의 화학 (3) 혼한 재료 1) 플라스틱 2) 금속 3) 요업제품 (4) 옷감의 재료 1) 공기로부터 얻는 것 2) 광물로부터 얻는 것 3) 석유로부터 얻는 것 (5) 화학의 응용과 인간생활 1) 화학의 진보와 그 역할 2) 환경의 보전	(1) 인간의 생활과 생물 1) 일상생활의 생물 2) 자연 속의 인간 (2) 생물에서의 인간 1) 인간의 특징 2) 인간의 행동 (3) 생명을 유지하는 기능 1) 식물과 대사 2) 신체의 조절 (4) 어버이로부터 자식에게 1) 사람의 일생 2) 사람의 유전 (5) 생물학의 진보와 인간생활 1) 미생물의 이용 2) 품종의 개량	(1) 주위의 지학 1) 자연의 풍경 2) 건조물과 암석 3) 혼한 광물 (2) 천체의 운행과 인간생활 1) 시간과 시각 2) 계절과 달력 (3) 자원과 인간생활 1) 에너지 자원 2) 지하자원 3) 해양자원 (4) 지구의 활동과 재해 1) 기상과 그의 재해 2) 화산과 그의 재해 3) 지진과 그의 재해 4) 그밖의 재해 (5) 지구와 인간 1) 지구의 환경과 인간 2) 지구환경의 변화와 보전
(1)~(4) 모두 필수 (4)의 경우 1)~3) 중 하나 이상 선택	(3), (4)는 필수, (1), (2), (5)는 하나 이상 선택	(1), (5)는 필수, (2), (3), (4)는 하나 이상 선택	(1)은 필수, (2)~(5)는 둘 이상 선택	(5)는 필수, (1)~(4)는 둘 이상 선택

3. 과학-기술-사회 모듈들

1) Modular-Science/Technology/Society

이 교육과정은 미국 NSTA가 선정한 과학-기술-사회 우수 교육과정의 하나이다. 일선 과학교사들에 의해 만들어 졌으며, 중학교와 고등학교 수준에서 사용될 수 있다.

내용은 '탐구 기능들', '햇빛', '물', '시스템', '먹이' 그리고 '공기'로 구성되어 있으며 특히 문제 해결 기능을 모두 강조한다. 이 모듈은 독립된 과목으로서 가르쳐 질 수 있으며 개개의 모듈은 기존의 다양한 과목에 삽입되어 가르쳐 질 수도 있다. 예를 들어 '탐구의 기능' 모듈은 어떤 과학 과목의 도입부분으로서 적절하다. '먹이' 모듈은 과학-기술-사회에 촛점을 맞춘 다양한 과목들의 중간 단원으로서 사용될 수 있다.

이 모듈의 교수방법과 관련하여 교사는 모든 과학 지식을 다 아는 사람의 위치가 아니라 학생 활동을 촉진하고 조정하는 사람이어야 한다. 모듈의 여러 단원은 팀 티칭에 의해 효과적으로 가르쳐질 수 있다. 학생들은 동료끼리의 상호 작용이 요구되어지며 한 학급을 소그룹으로 나누어 이 모듈 내의 주제들을 토의하는 것이 매우 효과적이다.

2) Unified Sciences: Problem Solving in Science, Technology and Society

중,고등학교에서 사용될 수 있는 통합과학 교과과정이다. 모두 6단원으로 되어 있으나 이것을 출발점으로 해서 단원의 개발 혹은 변형이 가능하다. 단원의 제목들은 '환경에서의 결정들', '과학과 범죄', '재난들' (자연 재난과 그것이 인간에게 미치는 영향), '소비이론' (시장에서 현명한 결정을 내리기 위한 기본 원칙들), '식량과 영양' (개인, 사회, 전 지구 차원에서 인간과 식량과의 관계), 그리고 '과학, 기술 그리고 자동차 안전'이다.

각 주제들에 대해 문제해결 모델이 적용되었다. 그 모델에 따르면 먼저 문제가 정의된다. 학생들은 문제를 풀기 이전에 풀어야 할 문제가 있음을 인식하여야 한다. 문제 인식을 돕기 위해 불일치를 인식할 수 있도록 학생들의 경험을 사용하게 하며 그들로 하여금 의문을 품도록 해야 한다.

그 뒤 적용될 문제해결을 위한 모델은 계획수립 → 자료수집 → 자료정리 → 자료분석 → 자료종합 → 결정내리기 과정으로 구성된다. 각 과정마다 문제해결자는 정확한 문제를 구성할 수 있고 문제해결에 요구되는 기능을 알아 적용할 수 있으며 그 문제에 대한 해결을 가진 가시적 결과를 창출할 수 있어야 한다.

각 단원에 대해 a.배경, b.주제 개요-내용의 개요, 중요 질문들, 성취 목표, c.활동들로 구성되어 있다. 예를 들어 '환경에서의 결정들' 단원은 오염, 자연자원, 에너지, 인구의 4주제들을 포함하고 있고 각 주제에 대해 그 개요와 질문들 그리고 활동들이 제시되어 있다.

3) Innovations: The Social Consequences of Science and Technology Program

고등학교 수준의 통합과학용 과학-기술-사회 모듈이다. 기존 과학교과에서 가르쳐 질 수 있는 주입형(infusion mode)이다. 그 내용은 5가지 활동들로 구성되었다.

'과학,기술 그리고 사회': 이 활동은 과학, 기술, 사회의 상호작용에 관한 글을 읽고 토의하는 내용으로 구성되었다.

'과학과 기술에 관한 우려들': 이 활동은 Graham, Loren R.에 의해 쓰여진 "과학에 관한 우려들과 탐구를 조절하려는 시도들"이란 글을 읽고 그 글에서 제시한 "과학과 기술에 관한 우려들"이란 검색표를 가지고 활동한다. 즉 각 항목을 기술하고 각 항목의 예를 찾아 보고 각 항목을 위한 규제와 조절과 관련된 논쟁점들을 찾아 본다. 그 검색표의 목적은 과학과 기술에 관한 여러 우려들의 타당성과 그런 우려들의 각 항목과 관련하여 규제와 조절의 논쟁점들을 평가하는 것이다.

'결정내리기' (Decision Making): 이 활동은 개인적 혹은 공중의 차원에서 사용될 수 있는 의사결정모델의 구성 요소들을 확인하고 개인적으로 관심이 있는 상황에 그 모델을 적용하는데 목적을 두고 있다.

'기술 평가': 이 활동은 그 자체 한 단원이며 어느 경우에라도 사용될 수 있다. 기술과 사회의 상호관계를 처리하기 위한 보다 새로운 사회적 기술로서 기술 평가가 여러 가지 방법으로 조사된다. 그것의 정의, 구성 요소, 분야, 개발 과정, 그 기술 평가 기관, 결정의 유형들, 그리고 그 미래 등이 활동을 통해 학습된다.

'자율적 기술들': 통제 밖의 기술에 대해 다룬다.

이 활동들의 수업 환경은 마주 보며 토의할 수 있는 곳이면 어디든지 좋다.

4) Science in a Social Context

이 교과과정은 영국에서 개발되었다. 각 문제에 대해 역사적 접근을 시도하여 현 문제가 어떻게 생기게 되었는지와 유사한 문제들이 초기 사회에 어떻게 영향을 주었는지를 조사함으로써 그 주제의 사회적 의미를 부각시켰다.

이 교육과정에서 다루어지는 논쟁들을 처리할 수 있도록 학생들로 하여금 과학, 기술 그리고 사회의 상호작용을 먼저 이해하게하고 과학 그 자체의 불확실하고 논의의 여지가 있는 본성을 이해하게 하였다. 이 개념들을 처음 두 단원에서 제시하였다.

단원 1: '삶의 방식들'은 한 사회의 구성원들이 그 주위 세계에 대해 생각하는 것과 주위 세계를 향한 행동 양식은 그들의 삶의 양식에 의해 결정된다는 사상을 발전시킨다. 사회와 그 사회가 만들어낸 과학과 기술의 상호관련성이 이 단원의 멧시지이다.

단원 2: '어떻게 확신할 수 있는가?'는 과학의 불확실성에 접근하는 3가지 방법을 소개한다. 첫 부분은 귀납과 연역의 논리와 그것의 논쟁에서의 사용에 대해 기초적으로 다룬다. 둘째 부분은 과학 수행의 어려움과 그 이론의 불확실함을 과학사를 통해 제시한다. 마지막 부분은 결정을 내리는 데 있어 대중의 참여에 관한 것이다.

단원 3: '진화와 인간 사회'는 진화론의 사회적 오용과 과학적 이론으로서의 반박적 증거들과 창조론과의 논쟁 가능성을 다룬다. 이 단원은 멘델의 유전학과 인류 유전병, 그리고 최근의 인간 생식과 관련된 논쟁점들로 끝을 맺는다.

단원 4: '원자폭탄'은 과학자의 사회적 책임과 과학하는 행위들의 대조적 특성, 즉 개방성과 폐쇄성, 그리고 핵무기에 대한 나름대로의 결정을 내리도록 돕는다. 특히 역사적 접근을 사용한 단원이다.

단원 5: '에너지'는 핵에너지 논쟁의 이해, 에너지 효율성 문제, 대체에너지, 정부가 에너지 감소를 위해 주택정책에 영향을 주어야 하는지를 다루며 마지막 부분에서는 사람이 살아 가는 방식과 기술과의 관계를 주제로 다룬다.

단원 6: '건강, 식량, 인구'는 오염된 물, 백신, 가족계획 등의 문제를 취급한다.

단원 7: '우주, 천문, 공상과학 소설'은 다른 각도에서 과학-기술-사회 주제를 다룬다. 천문학의 발달 과정을 과학사를 통해 접근하며, 과학적 자유와 그와 갈등을 빚는 우주관의 문제를 이끌어 내어 이데올로기와 제도에 의한 억압의 문제를 토의할 기회를 제공한다.

이들 과학-기술-사회 교육과정들이 강조하는 내용들은 Science: A Way of Knowing (SAAWOK) (Moore, 1984)에서 제시된 목표에 잘 나타나 있다:

첫째, 다양한 학문 분야로부터 중요한 개념들의 이해;

둘째, 과학의 본성의 이해;

셋째, 기술의 이해;

넷째, 과학과 기술과의 관계와 윤리와 공공 정책과의 관계의 이해;

다섯째, 지식을 사용하여 문제를 해결하는 능력과 어떤 논쟁에서 합리적인 결정을 내릴 수 있는 능력.

이와 같은 목표가 성취될 때 학생들은 이 이해와 능력을 사용하여 그들 스스로의 문제나 사회의 문제들에 대해 결정을 내리고 해결할 준비를 갖추게 되었다고 본다.

4. 과학-기술-사회 교육과정의 실제

1) 과학-기술-사회 교육과정 접근방법

과학-기술-사회 교육과정에서 채택하는 주요 접근방법은 크게 두 부류로 구분될 수 있다. 하나는 사회적 문제 중심 (Social Issues Approach)이고 또 하나는 과학의 사회적 요소 중심(Social Aspects of Science Approach)이다 (Rosenthal, 1989).

먼저 사회적 문제 중심은 과학, 기술과 관련된 문제들, 예를 들어 자원 보존, 인구 증가, 핵 발전 등의 사회적 문제들을 중심으로 과학-기술-사회 교육과정을 실행하는 방법이다. 이 방법의 장점은 교사들이 거부감없이 받아들이며, 기존 전통적인 교과서 체계내에서 무리없이 가르쳐 질 수 있다는 것이다. 단점으로는 과학의 본성에 대한 구체적 언급없이 그 본성에 대한 이해를 얻기 어렵다는 점과 사회적 문제들은 시대에 따라 쉽게 변하므로 교사가 그 때마다 새로운 교재를 준비해야 하고 교과서도 개정되어야 한다는 것들이다. 이때 어떻게 변경할 것인가 등이 문제가 된다. 또한 어떤 문제에 대해 학생들이 이해했다고 했을 때 그 이해가 다른 문제에도 전이될 수 있는가?

이 방법에 대한 Ziman(1980)의 비판은 보다 근원적이다. 이 방법은 과학에 의해 이미 행해진 것과 현재 진행되고 있는 것에 너무 강조점을 두어 과학이 해야만 하는 것과 할 수도 있는 것에 관심을 갖

게 하지 못할 수 있는 위험성이 지적되었다.

또 하나의 접근 방법은 과학의 사회적 요소중심이다. 이 방법은 과학의 사회학적 측면에서 과학-기술-사회에 접근한다. 과학의 사회적 요소로서 철학적, 사회학적, 역사적, 정치·경제적, 인간적 요소들이 거론된다.

이 접근 방법의 장점은 과학의 사회적 요소의 본질을 이해함으로써 여러 문제들에 자유 자재로 적용할 수 있다는 점이다. 또 변하지 않는 본질을 앎으로써 교사가 다시 교안을 작성하거나 교과서가 쉽게 개정될 필요가 없다. 반면, 이 접근의 단점은 기존 교과서와 양립하기 어렵고, 교사들에 의해 쉽게 수용되지 않는다는 점이다. 자기 전공에서만 안심하는 교사들이 이 내용을 다른 과목으로 생각하는 경향이 있다. 또한 이 접근에는 과학교육의 본질적인 영역을 벗어나는 부분이 있다. 학생들은 과학의 배경에 대한 지식이 매우 부족하며, 과학사의 오류나 에피소드에 대한 그들의 무관심과 "그래서 어쨌다는거냐" 식의 태도에 대한 교사의 효과적인 교수기술이 요구된다. 철학적 문제와 관련하여서는 모든 과학적 지식이 옳다는 과학주의와 모든 과학적 진리는 일시적이다라는 반과학주의를 왔다 갔다하는 식의 수업이 우려된다.

현재까지의 경향은 과학-기술-사회 내용은 사회적 문제 중심으로 가르쳐 졌으며, 과학사회학의 요소는 교육과정의 목표나 학습목표에서 주로 발견될 뿐이다.

2)과학-기술-사회 교육과정의 현장에의 적용 결과

캐나다에서 10여년 동안 사용된 과학-기술-사회 교육과정인 Science Plus는 중학교 1학년에서 3학년까지 총 27개 단원으로 구성된 과학교육과정이다 (McFadden, 1991). 이 교육과정은 1년에 여섯 단원을 가르치도록 기대되었으나 실제로는 세 단원 혹은 네 단원을 가르치는데 그쳐 실제 과학 내용을 배우지 못하는 결과를 낳았다. 순수 과학개념의 이해를 희생하며 과학의 본성, 사회 결정 과정의 이해, 그리고 기술 관련 문제의 해결 기능을 배우게 해야할 것인가가 결정해야할 중요 문제로 떠 올랐다. 중학교 수준에서 배정된 시간 안에 27개 단원을 모두 가르치기는 불가능하였다. 왜냐하면 과학-기술-사회 교육과정에서는 학급토론에서 해결해야 할 복잡한 논쟁점들이 등장하기 마련이다. 이 논의를 하기 위해서는 학생들이 그 논쟁과 관련된 글을 읽어야 하는 부담이 있다.지식이 없는 상태에서의 토의는 무익한 결과를 낳기 쉽기 때문에 보통의 수업보다 더 많은 학습량과 수업시간이 요구되었다.

여기에서 저자가 제시한 해결책은 교육과정의 개혁은 과학과목 하나에서 일어나는 것으로는 불가능하며 관련 과목들이 함께 변해야 한다는 것이다. 예를 들어 생물학의 사회적 배경에서의 한 주제로 건강을 들 수 있다. 이 주제는 기술, 사회 잇슈와 관련하여서는 타 과목들, 즉 가정, 사회, 기술과 내용이 중복될 수 있다. 따라서 통합적으로 이런 주제를 다룰 수 있도록 과학-기술-사회 과학교육과정이 아닌 과학-기술-사회 학교교육과정이 개발될 필요가 있다는 것이다.

교육과정을 개발하는 사람에게 있어 문제점은 지금도 과중한 과학교육의 목표에 새로운 목표를 추가시켜야 하는 점이나, 혹은 새로운 과목을 추가시켜야 하는 것이다. 과학-기술-사회 내용을 추가시키기 위해서는 기존 교육과정에서 일부를 제거하지 않으면 않된다. 이 문제의 논의는 과학 내용이 아니라 과학교육의 목적들에 기초하여야 한다.

이러한 접근에 대해 학생들은 과학교육에서 윤리에 대한 토론이 그들의 추후 학습이나 진로를 위한 준비에 장애를 줄 지 모른다고 우려했다 (Eijkelhof, 1985). 학생들의 거리낌은 부분적으로는 과학의 적용을 다루는 학습은 그들이 전통적으로 받아 온 개념학습이나 문제풀이와 다르다는 것을 경험하는 것으로부터 온다. 그들은 후자의 활동이 보다 가시적이고 그래서 그것을 학습효과가 더 높은 것으로 생각할 수 있다. 그 반면 적용은 실생활과 관련되어 있고 보다 복잡하며 어렵다.

한 과학-기술-사회 교육과정인 Topics in Applied Science를 적용하고 그에 대한 교사들의 반응을 조사한 한 연구는 Topics에 대한 교사들의 반응을 3부류로 분류하였다 (Mitchener & Anderson, 1989). Topics를 채택하여 사용한 교사들, 채택은 했지만 내용을 변형시켜 가르친 교사들, 거부한 교사들로 구분하였다. 3집단 모두 다음의 5가지 주제들에 관심이 모아 졌다:

a.교과내용에 대한 우려;
b.협동적 그룹활동에 대한 불안;
c.학생들의 평가에 대한 불확실성;
d.학생들에 대한 실망;
e.교사의 역할에 대한 혼란.

Topics의 촛점이 과학의 구체적인 내용보다는 결

정내리기 (Decision Making), 그룹활동기능, 그리고 과학의 사회적 응용에 맞추어 졌다는 점이 어떤 교사들에게는 그 교육과정의 수용의 원인이 되었고, 다른 교사들에게는 거부의 원인이 되었다.

수용한 교사들의 진술의 예를 들어 보면: "과학을 아동들에게 실감나게 한다." "실제 상황을 제시하며 학생들은 그것을 이해하고 처리할 수 있는 기회를 갖는다"; "교사의 역할로서 엘리트 과학자나 지식제공자보다는 교육자로서의 역할을 더 의식하게 한다" 등이다. 수용한 교사들도 협동적 그룹활동에 대해서는 익숙하지 않음을 지적했다.

수용하였으나 내용을 변경한 교사들의 경우 과학-기술-사회 철학을 수용하고 그 교수법을 중요시했으나 비전통적 교수법을 가지고 그 교육과정을 가르치려고 할 때 문제를 의식하였다. 이들의 진술의 예를 들어 보면: "이 교육과정은 과학지식이 충분치 못하여 과학원리, 개념 등의 구체적 내용을 첨가했다"; "협동적 그룹활동에 익숙치 않아 교수방법을 변형했다"; "주관적 평가가 불가피하다는 점이 우려되었다"; "이 교육과정이 적용되는 학생들의 수학, 과학 성취도가 매우 낮아 수정이 불가피했다" 등이다.

Topics를 거부한 교사들의 진술들은 다음과 같다: "과학교육은 학생들에게 상급학교에서 필요한 개념을 체계적으로 가르쳐 주는 것이어야 하며 과학의 응용은 사회과학 분야이다"; "협동적 그룹활동은 과학적 방법에 기초한 전통적인 실험실습과는 다르며, 흥미 위주의 활동에 불과하다"; "교사는 학생들에게 명령하고 품위있으며 다른 교사들에 의해 부러움의 대상으로 여겨지길 원하고, 과학자이지 교육자나 상담자로 전락되기를 원치 않는다" 등이다.

이 교육과정의 채택과 운영에 있어 교사의 역할에 대한 교사 자신들의 믿음과 가치가 중요한 변수이다. Hart(1990)는 기존의 과학교육과정의 개발방법과 같이 과학-기술-사회 교육과정도 과학자, 교육자, 과학교육자 사회에서만 논의되고 개발되어서는 안되며, 실제 교사들의 비판적 반성과 연구에의 참여, 그리고 과학교육과정 개발에의 참여 방안이 연구되어야 한다고 주장한다.

과학-기술-사회 교육과정의 적용 효과에 대해서는 아직 체계적인 연구가 이루어지지 않았다.

과학-기술-사회 교육과정이 학생들의 과학,기술의 이해와 그것들의 사회와의 상호 작용의 이해를 개선하였는지를 알아 본 실험연구에서 과학-기술-사회 교육과정이 그 주제와 관련하여 학생들의 입장, 견해를 바람직한 방향으로 영향을 주었음을 밝혔다 (Zoller, 1988).

한편, 과학-기술-사회 내용을 유전학 단원에 삽입시켜서 가르친 후, 최근 과학-기술-사회 논쟁점들에 대한 인식, 과학-기술-사회 논쟁점에 부여하는 중요도, 그리고 유전학 단원에서의 성취도에 대한 영향을 조사하였다(Rubba, Mcguyer, & Wahlund, 1991). 연구 결과는 모든 준거에서 아무런 유의한 효과가 없다는 것이었다. 이 연구는 전형적인 고등학교에서 학문 중심의 교수법으로는 과학-기술-사회 논쟁점에 대한 학생들의 인식에 거의 영향을 주지 못함을 보였다.

3)과학-기술-사회 교육과정의 교수기법의 개발

학교에서 배우는 환원화된 기술적 문제들과 현실세계의 문제들 사이에는 근본적인 차이가 존재한다. 일상의 문제들이 합리적인 방법으로는 거의 해결되지 않는다. 교수기법은 학생들에게 문제 "안으로 들어가서" 실제 세계의 문제들을 규정짓는 혼란한 원인과 결과의 그물망을 헤치고 나오도록 하는 기회를 제공해야 한다.

과학-기술-사회 교육과정에서 사용될 수 있는 교수기법의 공통적 특징들은 경영자로서 교사의 역할, 소집단 토의, 본질적 학습을 위한 동기부여원인으로서 논쟁제시, 학생들이 아무 것도 모른 채 의견만을 교환하는 선에서 그치지 않도록 충분한 사실, 정보들이 토의에 유입되도록 유도하는 것 등이다 (Hickman, 1985).

경영자로서 교사의 역할은 학생, 학습자료, 학습환경, 그리고 시간을 소기의 목적을 위해 적절히 경영하는 것이다. 과학-기술-사회 교육과정을 가르치기 위해서 실제로 삼엽층 표본을 효과적으로 제시하기 위해 요구되는 능력 이상을 요구하지 않는다. 이 활동에는 그 수업의 의미와 목적이 분명하게 정의하고, 그 다음 신중하게 계획된 학습 경험을 지시하는 학습환경을 만드는 것을 포함한다.

소그룹토의에서는 2명 혹은 3명이 한 조를 형성한다. 소그룹토의에 이어 전체 학급에서의 발표가 뒤따른다. 약 10여개의 소그룹들은 같은 문제를 다룰 수도 있고 다른 문제를 다룰 수도 있다. 이 구조는 보통 학습환경의 경우 참여하지 않을 학생들의 참여를 고취하고 지도자로서 혹은 창조적 사고자로서 학생들의 능력을 이용하며, 교사 쪽에서는 일을 줄여 개인적인 차원에서 학생을 돕고 각 그룹과 비형식적

인 대화에 참여할 수 있다.

수업의 서두에서 갈등을 제시하는 것은 학생들로 하여금 의미있는 학습에 참여토록 하는 만능의 효험을 갖고 있다. 과학-기술-사회 교육과정을 위한 주요 교수모델에는 결정내리기, 갈등처리, 위험평가, 손익분석이 있다. 그 중 결정내리기는 과학-기술-사회 교육과정에서 가장 많이 이용된다. Hickman (1985)은 결정내리기의 단계들은 문제인식, 다양한 해결책의 제시, 각 해결책들의 가상적 결과의 기술, 구체적 가치를 견지한 상태에서 결과의 분석, 대안의 결정으로 구성된다고 말했다.

한편, Science: A Way of Knowing 교과과정(Moore, 1984)은 과학, 기술에 기초한 사회적 논쟁점의 집합적 결정에 이르기 위한 10단계를 제시하고 있다.

- 그 논쟁과 관련된 사회적 영역들을 항목화하라.
- 어떤 영역 혹은 집단이 궁극적 결정을 내리기 위해 사회적 권위 혹은 정치적 힘을 부여받았는지 확인하라.
- 가능한 선택들(대안들)을 제시하라.(단순한 선언을 조심하라)
- 각 대안의 단기 그리고 장기 결과들을 예견하라
- 이러한 예견들을 하는데 기초한 자료들을 정밀검사하라
- 여러 대안들을 지지 혹은 부정하는 듯한 가치들을 명료화하라.
- 가치들의 우선 순위를 정하라
- 그 증거, 여러 결과들의 가능성, 대안에 내재된 가치들의 중요도의 순위를 정하라.
- 한 대안을 선택하고 신중한 정당화를 하라.
- 이 선택에 대한 과학과 기술이 기여한 면들을 명료화하라.

과학교육계에서 과학-사회-기술 교육과정은 2000년대의 거대한 흐름이며 거부할 수 없는 것 같다. 문제는 어떻게 기존의 교육과정과 그것에 익숙한 교사, 학생들에게 최소한의 거부감을 주고 그 효과를 증대시키는 교육과정을 개발하고 운영할 것인가에 있다.

5. 과학-기술-사회 교육과정 개발의 필요성과 전망

1)우리나라 과학-기술-사회 교육과정의 필요성

최근 우리나라에서는 환경오염과 관련된 사건들이 자주 있었고, 환경에 관한 의식이 민감해져 있는 만큼 바른 처방을 위해 장기적인 관점에서 교육에의 투자가 요구되고 있다. 왜냐하면 과학과 관련된 사회문제 해결들은 정부의 바른 정책과 더불어 국민의 과학적 소양과 밀접히 관련되어 있기 때문이다. 기업에 의한 폐수방출사건, 가정·생활 하수, 농약 사용에 의한 오염은 모든 사람들이 피해자가 될 수 있고 원인자 또한 될 수 있음을 보여 준다.

한편 에너지와 관련하여 무공해 자동차, 대체 에너지, 핵폐기물 처리 등도 국민의 의식수준만큼 잘 해결될 수 있을 것이다. 제6차 교육과정에 관한 논의에서 과학-기술-사회의 주제를 담고 있는 과목의 신설과 환경과학 과목의 신설은 과학교육의 경향을 잘 나타내 준다. 그 과목들의 내용과 운영이 전체 학교 교육과정과 어떻게 조화와 균형을 갖추고 이루어 질 수 있느냐와 그 과목을 담당할 교사들이 어떻게 그 과목의 철학에 부응하여 가르칠 수 있을 것인가에 대한 검토가 이루어져야 한다.

또한 지역, 학생의 특성과 관련하여 다양한 모듈의 개발과 수업에서의 사용이 권장될 수 있어야 한다. 특히 사회 문제 중심의 과학-기술-사회 과목은 관련 문제들의 선택의 폭이 넓지 못한 점이 있기 때문에 각 지역 사회에 맞는 문제의 선택 등에서 교사나 학교에 의한 교과목 운영의 폭을 넓힐 수 있어야 한다.

2)생물전공교사들의 과학-기술-사회 교육과정에 대한 의식 조사

중,고등학교 생물교사 48명을 대상으로 과학, 기술, 사회와 관련된 내용에 대해 설문조사를 실시하였다. 그 결과는 〈표 2〉에 나와 있다.

〈표 2〉 과학·기술·사회 교육과정에 관한 설문조사 결과

(1) 과학-기술-사회 교과목표의 다른 목표와의 중요도 비교

	중	고
보다 중요하다	19명	17명
똑 같다	4명	7명
덜 중요하다	0명	1명

(2) 현 교육과정에 과학-기술-사회와 관련된 학습내용이 있는가?

	중	고
있다	7명	15명
없다	14명	10명

있다면 그 구체적인 내용을 쓰라.

	중	고
환경보호, 생태계	6명	7명
유전공학	3명	9명
태양, 대체에너지	2명	0명
과학사	0명	4명

(3) 과학교과서에 과학-기술-사회 내용을 포함시키는 것이 바람한가?

	중	고
바람직하다	19명	18명
생각한 적 없다	2명	3명
바람직하지 않다	0명	2명

(4) 과학-기술-사회 주제가 과학 교과에서 어떻게 가르쳐져야 하는가?

	중	고
일부 단원으로	15명	13명
독립된 교과로	7명	12명

(5) 다음 주제들은 과학-기술-사회 교육과정에 포함될 주제로서 적합한가?

주제	중	고
과학의 본성	4.3(17)	4.6(14)
에너지	3.3(11)	2.7(13)
유전공학	1.8(21)	2.6(22)
과학과 윤리	2.8(18)	2.4(13)
문제해결, 결정	3.3(16)	3.4(11)
생태계	2.4(20)	3.2(25)
생화라수오염원	3.0(4)	2.1(14)
바다오염	1.5*(2)	2.3(8**)

*: 각 주제에 대해 중요도에 따라 1(별로 중요하지 않음)부터 5(아주 중요함)까지 매김을 하게 했고 각 주제를 택한 사람의 매김한 것의 평균이다.

** : 그 주제를 택한 교사의 수이다.

교과목표의 중요도 비교에서 대부분의 교사들이 과학-기술-사회와 관련된 교과목표가 다른 과학교과 목표들보다 더 중요하다고 응답했다.

현 교육과정에 과학-기술-사회와 관련된 목표에 부합하는 교과 내용이 있는가라는 질문에 대해 중학교 교사의 2/3가 없다고 응답했고 있다고 응답한 교사들 중 6명은 환경보호, 생태계를, 3명은 유전공학을, 2명은 태양에너지 및 대체에너지를 지적했다. 고등학교 교사의 2/5가 같은 질문에 대해 없다고 응답했고, 있다고 응답한 3/5 중 9명은 첨단 과학기술, 유전공학을, 7명은 환경오염을, 4명은 과학사를 지적했다.

과학교과서에 과학-기술-사회 관련 내용이 포함되는 것이 바람직한가에 대한 질문에서 중,고등학교 교사 대부분이 바람직하다고 긍정적인 대답을 하였다.

과학-기술-사회 관련 내용을 어떻게 소개하거나 가르쳐야 하는 지에 관한 질문에 대해서 중학교 교사의 2/3와 고등학교 교사의 1/2이 과학교과의 일부 단원으로 가르쳐야 한다고 응답했다. 반면 독립적인 교과로 운영해야 한다는 의견은 중학교의 경우 1/3, 고등학교의 경우는 1/2에 달했다.

과학-기술-사회 교육과정에 어떤 주제들이 포함되어야 하는지에 대한 물음에서 중,고등학교 교사 모두 과학의 본성을 중요한 주제로 인정하였다. 그 외에 중학교에서는 문제해결과 결정내리기 그리고 과학과 윤리가 중요한 주제로 여겨졌다. 고등학교에서는 과학-기술-사회와 관련하여 유전공학, 생태계 등을 중요한 주제로 보았다. 문제해결이나 결정내리기 또한 고등학교에서도 중요하다고 응답되었다.

6. 결론 및 제안

이상의 조사에서 외국의 과학-기술-사회 교육과정의 개발과 내용 그리고 그 적용결과를 다루었다. 또 우리나라에서 과학, 기술, 사회 교육과정의 필요성과 교사들의 이에 대한 반응을 제시하였다. 환경교육과 관련하여서는 보다 관심이 높고 활발한 연구발표가 이루어져 왔다 (최 돈형, 1991). 과학-기술-사회 교육과정은 최근에 활발히 논의되고 있다 (한국과학교육학회, 1991). 제 6차 교육과정시안에서 제시된 과학의 사회적 측면이 강조된 교과목들의 내용이 어떻게 구성될지는 아직 모르나 과학의 구체적인 개념이나 원리보다는 과학의 응용적인 측면과 그것이 사회와 관련된 점, 즉 윤리, 가치, 사회적 문제들이 다루어지리라 예상한다. 앞에서 개발된 과학-기술-사회 교육과정의 예들과 실제 운영 결과들을 기초로 하여 이 교과목이나 앞으로 개발될 과학-기술-사회 교육과

정을 위한 몇가지 제안을 하고자 한다.

① 이 교과는 통합적으로 조직되어야 한다.

② 이 교과의 내용구성방식은 문제해결 및 집합적 결정내리기 모델을 주로 사용해야한다. 학생들이 직접 문제해결에 참여하고 또한 어떤 논쟁에 참여하여 합의를 도출해내는 경험을 통해서만 의미있는 학습이 이루어질 수 있다.

③ 내용의 조직은 과학사회학적 접근과 사회적 문제중심 접근을 겸용하는 것이 좋을 것 같다. 즉 과학의 본성, 과학과 기술 그리고 사회와의 상호 관련, 과학사의 위대한 발견들은 과학 사회학적 접근을 통해 효과적으로 다루어질 수 있고, 과학과 관련된 사회문제들을 다룰 때는 사회적 문제중심 접근을 사용할 수 있을 것이다. 이 경우에는 문제해결이나 결정내리기의 모델을 따라 실제 문제나 혹은 축소, 간략화된 문제들을 다룬다.

④ 교과내용은 기본적이고 핵심적인 주제에 한하여 필수로 하고 나머지 문제들은 선택으로하여 가능한 한 다양한 문제와 논쟁들을 포함할 수 있도록 하여야 한다. 교사와 학생, 학교, 지역사회에 따라 선택의 폭을 넓히는 것이 장려된다.

⑤ 평가는 그 문제와 관련된 기초적 지식이외에 문제해결력과 가치, 태도의 측면이 평가되어야 한다.

⑥ 교과서 한 권으로 그 교과목을 대표하게 해서는 안되며, 관련 읽을 거리 목록이 미리 정해져 학생들이 각 문제에 대한 지식을 갖고 토의나 문제해결에 임하도록 해야 한다.

⑦ 현장 견학이나 실습 등이 구체적인 학습내용으로 제시되어야 한다.

⑧ 교육과정의 내용결정이 오직 과학자나 교육학자에 의해서 이루어져서는 안되며, 과학교육자와 교사들이 교과내용의 연구와 개발에 함께 참여 할 수 있도록 해야 한다.

⑨ 교육과정의 내용선정과 함께 교수모델이 우선 고려되어야 하며, 그것을 담당할 교사들의 교수능력 향상을 위한 교육프로그램도 개발되어야 한다.

⑩ 이 과목에 포함될 내용들은 여러 곳에서 논의되었다(이 범홍, 1991; 김 주훈, 1990). 주로 과학의 본성, 기술의 본성, 과학, 기술, 사회의 상호관계, 에너지, 식량과 인구, 약품과 건강, 컴퓨터와 현대 생활, 생물공학 등과 관련된 주제들로 구성될 수 있을 것이다. 이 내용에 관해서는 앞으로 더 연구되어야 할 것이다.

7. 참고문헌

김주훈 (1990). 미래에 대비한 고등학교 과학과 교육과정 방향 탐색 연구, 한국교육, 17, 101~120.

문교부 (1987). 제 5차 교육과정-고등학교 교육과정.

문교부 (1988). 제 5차 교육과정-중학교 교육과정.

이범홍 (1991). 고등학교 과학과 교육과정 개정방향과 과제. 한국과학교육 학회, 제 6차 과학과 교육과정 개정방향 정립을 위한 세미나, 한국 교원단체 총연합회관, 1991, 7, 26.

조정일 (1990). 탐구로서의 과학학습의 본질과 탐구 과학교육을 위한 제 조건들의 변화. 한국과학교육학회지, 10(1), 65~75.

최돈형 (1991). 환경오염과 교육의 중요성, 과학교육, 11(통권 326호), 30~37.

한국과학교육학회 (1991). 제 6차 과학과 교육과정 개정방향 정립을 위한 세미나, 한국 교원단체 총연합회관, 1991. 7. 26.

文部省 (1989). 高等學校 學習指導 要領 第 2章 第 5節 理科.

American Association for the Advancement of Science (1989). Project 2061: Science for all Americans.

Association for Science Education (1990). Science and technology in society 16~19. College Lane, Hatfield:ASE.

Atlantic Science Curriculum Project (1986, 1987, 1988). Science Plus 1, 2, 3 and accompanying teachers resources books. Toronto: Harcourt Brace Jovanovich.

Biological Science Curriculum Study (1984). Innovations: The social consequences of science and technology program. Iowa: Kendall/Hunt Publishing Company.

The Committee to Develop the NSTA Position Statement (1982). Science-Technology-Society: Science Education for the 1980s.

Eijkelhof,H.(1985). Ethics in the Classroom: Goals and

정을 위한 몇가지 제안을 하고자 한다.

① 이 교과는 통합적으로 조직되어야 한다.

② 이 교과의 내용구성방식은 문제해결 및 집합적 결정내리기 모델을 주로 사용해야한다. 학생들이 직접 문제해결에 참여하고 또한 어떤 논쟁에 참여하여 합의를 도출해내는 경험을 통해서만 의미있는 학습이 이루어질 수 있다.

③ 내용의 조직은 과학사회학적 접근과 사회적 문제중심 접근을 겸용하는 것이 좋을 것 같다. 즉 과학의 본성, 과학과 기술 그리고 사회와의 상호 관련, 과학사의 위대한 발견들은 과학 사회학적 접근을 통해 효과적으로 다루어질 수 있고, 과학과 관련된 사회문제들을 다룰 때는 사회적 문제중심 접근을 사용할 수 있을 것이다. 이 경우에는 문제해결이나 결정내리기의 모델을 따라 실제 문제나 혹은 축소, 간략화된 문제들을 다룬다.

④ 교과내용은 기본적이고 핵심적인 주제에 한하여 필수로 하고 나머지 문제들은 선택으로하여 가능한 한 다양한 문제와 논쟁들을 포함할 수 있도록 하여야 한다. 교사와 학생, 학교, 지역사회에 따라 선택의 폭을 넓히는 것이 장려된다.

⑤ 평가는 그 문제와 관련된 기초적 지식이외에 문제해결력과 가치, 태도의 측면이 평가되어야 한다.

⑥ 교과서 한 권으로 그 교과목을 대표하게 해서는 안되며, 관련 읽을 거리 목록이 미리 정해져 학생들이 각 문제에 대한 지식을 갖고 토의나 문제해결에 임하도록 해야 한다.

⑦ 현장 견학이나 실습 등이 구체적인 학습내용으로 제시되어야 한다.

⑧ 교육과정의 내용결정이 오직 과학자나 교육학자에 의해서 이루어져서는 안되며, 과학교육자와 교사들이 교과내용의 연구와 개발에 함께 참여 할 수 있도록 해야 한다.

⑨ 교육과정의 내용선정과 함께 교수모델이 우선 고려되어야 하며, 그것을 담당할 교사들의 교수능력 향상을 위한 교육프로그램도 개발되어야 한다.

⑩ 이 과목에 포함될 내용들은 여러 곳에서 논의되었다(이 범홍, 1991; 김 주훈, 1990). 주로 과학의 본성, 기술의 본성, 과학, 기술, 사회의 상호관계, 에너지, 식량과 인구, 약품과 건강, 컴퓨터와 현대 생활, 생물공학 등과 관련된 주제들로 구성될 수 있을 것이다. 이 내용에 관해서는 앞으로 더 연구되어야 할 것이다.

7. 참고문헌

김주훈 (1990). 미래에 대비한 고등학교 과학과 교육과정 방향 탐색 연구, 한국교육, 17, 101~120.

문교부 (1987). 제 5차 교육과정-고등학교 교육과정.

문교부 (1988). 제 5차 교육과정-중학교 교육과정.

이범홍 (1991). 고등학교 과학과 교육과정 개정방향과 과제. 한국과학교육 학회, 제 6차 과학과 교육과정 개정방향 정립을 위한 세미나, 한국 교원단체 총연합회관, 1991, 7, 26.

조정일 (1990). 탐구로서의 과학학습의 본질과 탐구 과학교육을 위한 제 조건들의 변화. 한국과학교육학회지, 10(1), 65~75.

최돈형 (1991). 환경오염과 교육의 중요성, 과학교육, 11(통권 326호), 30~37.

한국과학교육학회 (1991). 제 6차 과학과 교육과정 개정방향 정립을 위한 세미나, 한국 교원단체 총연합회관, 1991. 7. 26.

文部省 (1989). 高等學校 學習指導 要領 第 2章 第 5節 理科.

American Association for the Advancement of Science (1989). Project 2061: Science for all Americans.

Association for Science Education (1990). Science and technology in society 16~19. College Lane, Hatfield:ASE.

Atlantic Science Curriculum Project (1986, 1987, 1988). Science Plus 1, 2, 3 and accompanying teachers resources books. Toronto: Harcourt Brace Jovanovich.

Biological Science Curriculum Study (1984). Innovations: The social consequences of science and technology program. Iowa: Kendall/Hunt Publishing Company.

The Committee to Develop the NSTA Position Statement (1982). Science-Technology-Society: Science Education for the 1980s.

Eijkelhof,H.(1985). Ethics in the Classroom: Goals and

ABSTRACT

An Investigation into "Science-Technology-Society" Curricula

Jung-Il Cho
(Chonnam National University)

Science-Technology-Society curricula have been developed in several countries for the last 20 years. Those curricula were focused on social aspects of science, i.e., value-laden knowledge and scientific enterprise, and society-related scientific and technological issues, i.e., energy, pollution, natural resources.

The major teaching models employed in those curricula were problem solving and decision making, which required the following teaching techniques: teacher as a manager, small group discussion, controversy as a motivational force for substantive learning, and sufficient factual information into the discussion.

Further researches are to be made to ascertain whether or not the expectations of the curricula might be realized in practice.

It was shown that most Korean biology teachers considered the STS-related goal of science education as more important than the other goals.

Based upon the findings, some recommendations for development of Korean STS curriculum were made as follows:

1. The contents of the STS curricula are to be organized with the integrated mode;
2. The major teaching models throughout the contents are to be problem solving and decision making. These are considered to provide students with the opportunities to involve in debates on practical issues and to draw consensus from them;
3. Some degree of flexibility should be provided on teachers' implementation of the curriculum in terms of contents, teaching techniques etc.;
4. To increase the practicality of the curriculum, teachers should be involved in the development of the curriculum and the relevant research; and
5. Contents to be included in STS curriculum were suggested by some science educators, but the more systematic study is required in this respect.