

영국에서의 과학-기술-사회 교육의 태동과 발전 과정 (II) - 20세기 후반을 중심으로 -

송진웅

(대구대학교 과학교육학부)

The Process of the Quickening and Development of Science- Technology-Society Education in the United Kingdom (II) - During the 2nd Half of the 20th Century -

Jinwoong Song

(Division of Science Education, Taegu University)

ABSTRACT

Following the previous study focused on the period until the middle of the 20th century, this study tried to show how STS-related ideas have been developed historically in British science education, particularly focused on the period of the 2nd half of the 20th century.

Like the USA, the UK witnessed the development of numerous academically-oriented programs, such as Nuffield projects, during the 1950-60s. However, during the 1970s, there had been growing criticism against the discipline-centered science education and some new noticeable approaches had been made to compensate the contemporary trend. For example, although its main focus was on the integrated approach in school science, the *SCISP* was quite successful to illustrate the importance of the relationship between science and society. Following this example, *Science in Society* and *SISCON-in-Schools* were more ambitious in developing genuine STS programs. These two projects were developed simultaneously and took the form of modules, rather than of textbooks. Nevertheless, *Science in Society* was more concerned with the applied and industrial aspects of science while *SISCON-in-Schools* was more inclined to the historical, philosophical and social aspects of science. During the 1980s, far more ambitious attempts had been made to develop full-scale STS programs, i.e. *Salters' Chemistry/Science* and *SATIS*. These two programs have been developed with the active corporation from the ASE and soon became the typical examples of the STS approach across the world. Besides the similarities between them, *Salters'* approach is more application-oriented, subject-oriented, and textbook-like while *SATIS* is more socially-oriented, issue-oriented and module-style. In summary, the history of STS approach in school science shows that the STS programs were developed under the different social backgrounds and initiated by different groups of the people who have different views towards the purposes of school science and that the STS approach is certainly not the exclusive characteristic of the last period of the 20th century.

Finally, the features of the major STS programs developed in Britain during the 20th century are

*1999년 7월 27일 접수.

**이 논문은 1997년도 한국학술진흥재단의 대학교수 해외파견 연구지원에 의하여 연구되었음.

summarized and compared in relation to the Ziman's criteria of the possible approaches in STS education. And some general conclusions are drawn based on the study of the history of the STS approaches in Britain.

Key words : STS education, 20th century, Britain, SCISP, Science in Society, SISCON, SATIS, Salters', Ziman

I. 들어가는 말

1980년대 이후 세계 과학교육을 특징짓는 가장 중요한 두 가지 패러다임 중 하나인 STS운동은 전통적인 과학교육의 목표에 대한 대안을 제시하고 학교 과학교육의 범위를 재규정 하며 동시에 이를 효과적으로 교육하기 위한 다양한 교수·학습 전략을 탐색한다는 의미에서 전통적인(만약 그런 것이 있다면) 과학교육에 대한 포괄적인 문제제기를 하고 있다. 이러한 시대적 조류에 따라 국내·외에서는 STS적 접근에 대한 수많은 연구와 집필이 이루어졌다(예, Cheek, 1992; Solomon, 1993; Solomon & Aikenhead, 1994; Yager, 1996). 하지만, 이러한 확고한 자리매김에도 불구하고, 학교 과학교육에서의 STS적 접근의 역사적 측면에 대한 체계적인 연구가 국내·외에서 거의 이루어지지 못한 것은 주목할 만한 현실이다.

이러한 배경을 바탕으로, STS 관련 접근에 관한 오랜 전통을 갖고 있는 영국의 경험을 역사적으로 추적한 본 연구의 전반부(송진웅, 1999)에서는 영국 STS적 접근이 19세기 전반의 '기계공 학교(mechanics institutes)'와 Dawes 등의 '일상사물의 과학(science for common things)', 19세기 후반의 '실물학습(object lessons)', 1920-40년대의 '일반과학(general science)'과 '시민과학(citizen science)' 운동 등을 통해서 반복적으로 시도된 바 있었다는 점이 드러났다.

한편, 1920-40년대의 일반과학과 시민과학 운동은 제2차 세계대전을 거치면서 1950년대 후반에 등장하게 된 소위 학문중심(discipline-centered) 과학교육 운동에 의해 그 전체적인 방향이 수정되었다. 이 운동은, 이전의 개별적이고 단속적인 그래서 개념적 연속성이 부족하였던 단점을 보완하면서, 학생들에게 과학의 기본 개념을 중심으로 논리적이고 체계적인 과학학습을 시키며 동시에 학생들로 하여금 가능한 실제 과학자들과 유사한 학습의 경험을 갖도록 하자는 것이었다. 반면, 학문중심 과학교육에 대한 가장 큰 비판은 과학교육을 과학의 학문적 진수를 전달하는 수단으로 보고 학생들에게 지나치게 고차적인 과학 내용과 학습활동을 강조함으로써, 과학에 대한 일반 학생들의 흥미를 감소시키고 과학 학습 내용을 일상생활과 관련하여 이해하고 적용해 보게 하는 데 효과적이지 못했다는 것이었다(송진웅, 1993).

미국에서와 같이¹⁾, 1960년대 이후 영국의 과학교육 과정 개발은 폭발적인 증가를 보였다. 엄청난 시간과 자금 그리고 노력들이 다양한 학술단체들의 공동작업을 통해서 새로운 과학 교육과정들이 시도되었다.²⁾ 이러한 교육과정들은 초창기에는 Nuffield 재단의 지원을 통해 주로 이루어졌으며 나중에는 School Councils 등의 기관들을 통해 이루어졌다(Ingle & Jennings, 1981).

1960-70년대 과학교육과정 개발의 증가는 크게 두 가지 배경을 갖고 있었다. 하나는 제2차 세계대전 이후 급증하였던 고도로 훈련된 과학인력에 대한 사회

1) 1957년의 국가방위교육법(NDEA: National Defence Education Act)을 통해 1958-61년 동안 9천4백만 달러가 그리고 1961-75년 동안 6억 달러가 과학교육을 위해 투자되었다. 그리고 1975년에는 국립과학재단(NSF: National Science Foundation)이 지원하는 과학교육과정 개발 프로젝트가 28개에 이르렀다(Matthews, 1994: 16-17).

2) Ingle & Jennings(1981)에 의하면, 1960년에서 1980년까지 31개의 과학 관련 교육과정 개발 프로젝트가 전국 규모로 수행되었으며 수백 권의 교재들이 만들어졌다.

적 필요성이었으며, 다른 하나는 '과학적 방법'으로서의 학교 과학교육의 목표에 대한 재인식이었다. 특히, 후자는 아동들이 스스로의 노력으로 과학의 법칙들을 '발견' 할 수 있다는 신념에 기초한 것으로서 반세기 이전의 Armstrong의 아이디어를 이어받은 1960년대식 신-발견법(neo-heurism)이라 할 수 있겠다(Jenkins, 1989). 그리고 학생의 발견적 활동은 실제적인 과학연구의 학생용판(junior version)이라고 간주되었으며 Nuffield 과정의 주도자들은 이러한 경험을 '일 과학자'의 경험으로 묘사하였다(Solomon, 1980).

1963년 1월 SMA와 AWST가 통합되면서 현재의 ASE가 되었는데, ASE는 SMA가 1957년 시작한 *Science and Education* 프로젝트의 전통을 이어받아 몇 년 뒤 일련의 정책보고서를 출판하였다. 그 중의 하나인 "School Science and General Education(ASE, 1965)은 전반적으로 영국의 초·중등(A-level 포함) 학교에서의 과학교육이 일반교육의 한 부분으로서 확고히 자리잡아야 하며 그 형태는 기본적으로 물리, 화학, 생물 등으로 정형화된 학문적 틀에 따라 깊이 있게 가르쳐져야 한다는 입장을 고수하였다.³⁾

의 모든 단계에서 과학을 학습해야 한다. 초기 단계에서는 과학학습이 매우 기초적이고 일반적이어야 할 필요가 있지만, 여기에서도 자연현상에 대한 아동의 자연적인 흥미가 교육적으로 가치 있는 방식으로 길러지고 자극되어야 한다. 이후에는 ... 학교 과학교육은 학교 시간표 상에서 허락된 시간 내에서 보다 깊이 있는 학습이 가능하도록 그리고 학생들의 능력 내에서 도전 가능하도록 그 범위에 있어서 보다 제한적이어야 한다. ... (원문 강조, ASE, 1965 : 4)

본 논문은 기본적으로 이러한 학문중심적 과학교육이 주류를 이루었던 1960년대 이후 어떤 과정을 통해 STS적 접근이 영국의 학교 과학교육에 도입되고 정착하게 되었는가를 살펴보고자 한다. 이를 위해, 연구자의 이전 논문(송진웅, 1999)에서 구분하였던 영국 과학교육의 다섯 시기 중 마지막 두 시기(즉, '제 4 단계 : 20세기 중·후반 - 과학교육 혁신기' 및 '제 5 단계 : 20세기말 - 과학교육 전환기')에 대해 자세하게 살펴볼 것이다.

모든 학교의 학생들은 그들의 학교 생활

2. 20세기 중·후반 - 과학교육의 혁신기

- 3) Nuffield Foundation은 본래 1877년 출생하여 15세에 학교를 떠난 후 옥스퍼드 지방에서 자전거 수리공으로 출발하여 나중에 유명한 Morris 자동차 회사를 설립한 William Morris가 1943년 당시 1천만 파운드 상당의 주식을 회사하여 설립된 자선단체이다. 그는 1934년 남작(baron) 그리고 1938년에는 자작(viscount)가 되었고 그가 정착한 옥스퍼드 지방의 이름인 Nuffield라는 이름을 하사 받아 이후 Nuffield경이라 불리웠다. Nuffield Foundation은 교육, 사회복지, 사회과학, 보건 등에 관련된 연구와 사업을 지원해 오고 있으며, 현재 매년 8백만 파운드의 수익금으로 각종 사업을 수행하고 있다. 설립 이후 현재의 통화 가치로 총 2억 파운드 정도의 지출을 해 왔으며, 1997년의 경우 교육 분야에 약 250만 파운드의 지원금을 집행하였다(http://www.nuffield.org). 1960년대의 최초의 Nuffield 과학 프로젝트였던 O-level Physics, Chemistry, Biology를 위해 재단은 당시 총 25만 파운드의 지원금을 제공하였다. 물론 지금도 Nuffield 재단은 여러 가지의 과학 교육과정 프로젝트를 지원하고 있다.
- 4) *Science and Education*의 시리즈에서 출판된 보고서는 이외에도 *Physics for Grammar Schools*, *Biology for Grammar Schools*, *Chemistry for Grammar Schools*, *The Training of Graduate Science Teachers*, *An Expansion and Teachers' Guide to Physics for Grammar Schools*, *Science in Sixth-Form General Education*, *The Teaching of Modern Physical Science: an interim report*, *Tested Experiments for Use with Chemistry for Grammar Schools*이 있었다.
- 5) 하지만, 이 ASE 보고서는 적어도 A-level의 일반과목의 부분으로서의 과학교육에 대해서는 상당히 전향적인 입장을 취하였는데, 여기에는 STS와 과학학의 부분이 많이 포함되어 있었다. (그리고 이러한 입장은 1919년의 국가재건부 보고서 「영국교육에서의 자연과학」(Ministry of Reconstruction, 1919)에서 나타난 입장과 본질적으로 동일하다.)

... (모든 학생을 대상으로 하는 일반학습의 과학) 과정에는 과학의 철학, 언어학, 역사학의 일부가 포함되어야 하며, 과학의 사회적 기술적 지적 응용과 시사점 등에 대한 개관이 주어져야 한다. ... 또한 이 과정은 우주론, 에너지, 물질, 생명, 행동, 환경, 과학과 사회, 과학적 사고의 본성 등과 같은 중요한 주제들을 포함하여야 한다. 보건과 식량공급에 대한 과학의 응용에 대해 관심이 주어져야 하며 또한 공학과 기타 산업에 대해서도 관심이 주어져야 한다. (ASE, 1965 : 10-11)

1960년대 초반 Bassey(1963)는 GCE⁶⁾ O-level의 과학시험에 대해 종합적으로 비판하였다. 그는 O-level이 과학 전문가의 양성만을 목표로 하지 않는 한, 미래 사회의 일반시민의 양성을 목표로 하는 내용으로 재구성되어야 하며, 미래 사회에 필요한 지식과 능력을 갖추 수 있도록 과학시험의 내용을 변화시켜야 한다고 강조하였다. 그는 이 시험의 대표적인 예로서 런던대학교의 시험요목을 상세히 제시하면서, 이를 당시 미국의 과학교재였던 *The New Basic Science*(Barnard & Edwards, 1956)의 내용과 비교하였다. 그는, 미국에 비해, 영국 과학교육의 내용은 지나치게 과학과 일상생활의 관련성 그리고 지구과학 등의 내용이 부족하다고 비판하였다. 특히, 여기에서 Bassey는 방사능, 핵에너지, X-선, 라디오파, 레이더, 전자기파 스펙트럼, 전자학, TV, 전자현미경 등과 같은 현대사회의 중요한 과학적 배경 요소들이 제외되어 있다고 지적하였다. 또한 이는 평가가 주로 학교 실험실에서 보여지고 증명될 수 있는 것만을 포함하고 있기 때문이라고 비판하였다.

한편, Nuffield 재단은, 1960년대 중반의 전통적인 물리, 화학, 생물의 교육과정 이외에도, 13-16세의 학업 능력이 좀 뒤떨어지는 학생들을 위한 교육과정의 개발에도 지원을 하였는데, 이것이 바로 *Nuffield Secondary Science* 프로젝트였다. 이 프로젝트는 특히 내적 흥미의 측면에서 중요하고 또 실제적 세계에 보다 관련된 과학의 주제와 내용들을 추구하였다(Nuffield Secondary Science, 1971). 물론 이 프로젝트가 과학을 사회와 보다 관련 깊게 교육하고자 하였던 당시의 유일한 시도는 아니었지만, 60년대 이후의 최초의 체계적인 시도였다는 점은 분명한 것으로

보인다. 예컨대, 이는 학생들이 일상생활용품, 인체생물학, 환경문제, 에너지 자원의 활용과 같은 주제와 관련된 일련의 실험활동을 제공했다(Hunt, 1994).

1970년대에 이르러 영국에서 STS적 접근이 체계적으로 시도되기 시작한 것의 가장 중요한 계기는 제2차 세계대전이었다.⁷⁾ 일부 과학자들은 세계대전 특히 원자폭탄의 폭발을 통해 과학이 인류사회에 얼마나 엄청난 영향을 미칠 수 있는가에 대해 절실한 각성을 하였다. 즉, 과학지식의 활용에 대한 책임감을 과학자들이 이제 더 이상 외면할 수 없게 되었던 것이다. 1957년 출판된 「두 문화 (*Two Cultures*)」(Snow, 1963)는 과학과 인문학간의 논쟁과 이러한 갈등 관계에 대한 새로운 관심을 불러일으켰다. 이외에도 Kuhn(1962)로 대표되는 반-실증론적 과학철학도 과학교육에 대한 전통적인 견해에 신선한 충격을 안겨 주었다(솔로몬, 1996).⁸⁾

한편, 1970년대 ASE는 학교 과학교육을 보다 사회적 문제점들과 접근시켜야 한다는 필요성을 강하게 표명하였다.⁹⁾ 이는 보다 체계적이고 집단적인 노력을 통해 학교 과학교육이 기술·산업적 측면에 가까워지는 계기를 마련하게 되었던 것을 의미한다. 예컨대, 1973년 ASE는 학교 과학교육의 역할에 대해 다음과 같은 입장을 천명하고 있다.

과학의 교육은, 단순히 우리의 아이들이 필요로 하는 지식이나 이해 또는 기능을 증가시키는 것만이 아니라, 이러한 지식과 기능들이 사회의 발전에 대해 갖는 그리고 가질 수 있는 기여도에 대한 그들의 이해를 증진시키는 것이기도 하여야 한다는 인식이

6) 일반학력인정시험(General Certificate of Education)

7) 이는 제1차 세계대전 이후 *Science for the Citizen*이 개발되었던 배경과 같은 맥락이다.

8) 물론 이외에도, (미국에서 출판되었던) R. Carson의 *Silent Spring*(1962)와 로마클럽의 보고서 *The Limits to Growth*(Meadows, 1972) 등과 같은 환경과 관련된 책자들이 커다란 영향을 미쳤다. 그리고 미국에서의 이러한 분위기는 미국의 초창기 STS(교육) 운동이 환경 문제와 특히 깊게 관련되어 있었던 배경이 된다.

9) 1970년대에는 과학교육을 기술과 보다 관련 있게 만들어야 한다는 주장이 정치가들 사이에서도 없지 않았다. 예컨대, 1976년 당시의 수상인 J. Callaghan은, 옥스퍼드 대학의 Ruskin College에서 있었던 강연에서, 교육을 사회와 산업과의 관련성을 통해 바라보는 태도로의 전환이 필요하다고 강조하면서 다음과 같이 역설하였다.

학술적인 연구가 아니라 산업계에서의 실제적인 응용성으로 이끌어질 수 있는 방향으로 과학교육에서의 기술에 대한 비중이 보다 많이 주어져야 할 필요성이 있는 듯하다. (McCulloch et al, 1985: 1-2에서 재인용).

점차 확산되고 있다. ... 따라서, 과학교육은 학생들로 하여금 기술을 이해할 수 있도록 자각시킬 수 있어야 한다. 과학교사는 다른 교과와 동료들과의 협조를 통해 수행되는 사례연구들을 통해서 과학의 응용이 갖는 사회적, 경제적, 윤리적, 미적 측면들을 보일 수 있을 것이다. ... (ASE, 1973: 19)

(원문강조, Ravetz, 1975: 13)

한편, 이러한 시대적 배경 속에서 영국의 과학교육에서 STS와 관련하여 매우 주목할만한 프로젝트 세 가지가 수행되었는데, 이는 SCISP, Science in Society, SISCON-in-Schools였다.¹⁰⁾

School Council Integrated Science Project (SCISP)

1975년 ASE의 J. R. Ravetz는 당시 전통적인 영국 과학교육의 문제점을 비판하면서 보다 폭넓게 과학과 사회의 관련성을 포괄하는 형태로 바뀌어야 한다고 역설하였다.¹⁰⁾ 특히, 그는 당시의 과학주의(scienticism)적 경향에 대해 다음과 같이 경고하였다.

과학을 공부하는 학생들은 거의 언제나 모든 문제들에 대해 하나의 그리고 유일한 정답이 존재한다는 것을 배우게 된다. ... 보다 심각한 문제로는, 자신들이 직면하고 있는 모든 문제점들은 '과학적' 풀이에 의해 답변될 수 있는 것이어야 한다는 일반인의 확신을 강화한다는 것이다. ... 진정으로 창의적인 과학자들은, 다른 모든 창의적인 사람들과 마찬가지로, (Yes와 No가 아닌) '글썽'을 환영할 줄 알아야 한다. 왜냐하면 바로 여기에 발전의 자극이 존재하기 때문이다.

1970년대 초반 과학의 교과별 장벽을 뛰어넘어 통합적 접근하고자 하였던 과감한 시도들이 이루어졌는데,¹¹⁾ 이 중에서 가장 대표적인 것으로서 SCISP를 들 수 있다. SCISP는 1969년 당시 Chelsea College¹²⁾가 중심이 되어 개발되었으며,¹³⁾ 개발과정은 크게 3 단계로 구성되었는데 그 기간은 약 5년이였다. 제 1 단계는 일차로 개발된 자료들을 일부 학교에 시험적으로 적용해 보는 단계였으며, 그 결과는 다음 단계의 개발에 기초자료로 활용되었다(SCISP, 1973). 특히, 제 3 단계인 확산단계에서는 잉글랜드와 북아일랜드에서 14개 지역이 선정되었는데, 각 지역에서는 학교와 긴밀한 관계를 가졌던 지역교육청(LEA)의 과학담당관들이 책임을 맡았다(Landbeck, 1974).¹⁴⁾ 하지만, 전반적으로 SCISP가 실제 학교 현장에서 그다지 많이 사용되지는 않은 것으로 보인다.¹⁶⁾

SISCON은 유형(patterns)이라는 개념을 중심으로

10) 이 연설은 1975년 4월 4일에 이루어졌으며, 그 연설문은 다시 *Education in Science*의 1975년 6월호에 게재되었다.

11) 이외에도 STS와 깊이 관련 있는 프로그램의 예로 Manchester 지방교육청(LEA)의 교사들에 의해 개발된 *Science at Work*를 들 수 있겠다. 이는 14-16세의 학업 능력이 평균 이하의 학생들을 대상으로 개발된 것으로서 모두 18개의 단위(unit)로 구성되어 있으며, 각 단위는 학생용 책자와 간단한 교사용 안내서로 구성되어 있다. 또 각 단위는 1/2학기(term) 동안 사용할 수 있는 분량으로 개발되었으며, 각 단위는 모듈 형식을 취하고 있어서 특별한 순서 없이 사용할 수 있도록 되어 있었다. *Science at Work*의 교재들은 1979-81년 출간되었으며, 18단위는 모두 32쪽씩의 분량이었는데, 그 주제는 다음과 같다: 신체의 보존, 건축과학, 화장품, 가정전기, 염료와 염색, 지구과학, 전자, 에너지, 섬유와 직물, 비행, 식품과 미생물, 과학수사, 전동장치, 사진, 식물과학, 공해, 자동차 과학, 인간과 정신.

12) 1960년대 후반과 1970년대 초반은 영국에서 통합과학교육의 경향이 매우 강하게 나타났던 시기로서, 이때 SCISP 이외에도 11-13세를 위한 *Nuffield Combined Science Project*, 5-13세를 위한 *The Schools Council 5/13 Project* 등이 대표적으로 운영되었으며, 이러한 경향은 1920-30년대의 물리, 화학, 생물학의 내용을 그 중요성에 따라 선별하여 나열하였던 일반과학 운동과 대비를 이룬다(Hall, 1971).

13) 1985년 (Queen Elizabeth College와 함께) 런던대학의 또다른 칼리지였던 King's College와 합병되어 현재는 King's College London으로 불리고 있다.

14) 개발팀은 5명으로 구성되었는데, W. Hall과 B. Mowl은 공동책임자(organisers)로, J. Bausor, M. Nice, B. Lawes는 집행진으로 활동하였다.

15) 확산단계는 개발된 결과를 어떻게 학교 현장에 확산시킬 것인가에 대한 것으로서, 이는 1960년대의 많은 프로젝트들이 학교 현장에 제대로 보급되지 못하였던 것에 대한 체계적인 반성의 결과였으며, 교육과정의 개발 측면에서 볼 때 다른 프로젝트들과 구별되는 중요한 측면이기도 하였다.

16) 1975년 잉글랜드와 웨일즈를 대상으로 연구한 결과에 의하면, SCISP는 10개의 조사지역 중 2개 지역에서 사용되고 있었으며, 당시 사용되고 있던 25개의 프로젝트 중에서 20번째로 많이 사용되는 프로그램이었다(Nicodemus, 1975).

그 기본적인 틀이 구성되어 있었으며, 모두 4가지의 분야로 개발되었다. 그리고 각 분야에서는 학생용 교재, 교사용 지도서, 그리고 실험보조원을 위한 안내서들이 각각 개발되었다. 한편, 각 학생용 교재의 내용 구성은 Table 1과 같다.

- *Patterns 1 - Building Blocks* (Hall & Mowl, 1973a)
- *Patterns 1 - Teachers' Guide* (Hall & Mowl, 1973b)
- *Patterns 1 - Technicians' Manual* (Nice, 1973)
- *Patterns 2 - Interactions and Building Blocks* (Hall et al., 1973a)
- *Patterns 2 - Teachers' Guide* (Hall et al., 1973b)
- *Patterns 2 - Technicians' Manual* (Hall & Mowl, 1974)
- *Patterns 3 - Energy* (Bausor et al., 1974a)
- *Patterns 3 - Teachers' Guide* (Bausor et al., 1974b)
- *Patterns 3 - Technicians' Manual* (Nice, 1974)
- *Patterns 4 - Interactions and Change* (Mowl et al., 1974)
- *Patterns 4 - Teachers' Guide* (Mowl et al., 1975)
- *Patterns 4 - Technicians' Manual* (Nice, 1975)

학생들은 SCISP 과정을 3년에 걸쳐 공부하게 되어 있었으며, 이를 마치면 GCE O-level의 두 과목을 이수하는 것으로 가정되었었다 (SCISP, 1970). SCISP 프로젝트에서 '유형'으로 모두 78개가 제시되었는데,¹⁷⁾ SCISP가 추구하였던 바는 바로 이러한 유형을 학생들이 찾아내고 이를 바탕으로 문제해결을 하는 것이었다. 그리고 SCISP가 가정한 학습의 형태는 다음의 4가지였다: ① 회상,

② 개념의 이해, ③ 유형의 이해, ④ 문제해결.¹⁸⁾

요약하자면, 본격적으로 STS를 추구한 것은 아니었지만, SCISP는 과학의 사회적 함의와 기술적 응용을 과학 교육내용에 본격적으로 도입한 20세기 후반

의 최초의 대표적 교육과정이었다고 할 수 있겠다. SCISP는 심리학이나 사회과학의 일부 분야까지 포함하는 광범위한 내용 구성을 갖추고 있었다. 이는 환경오염의 영향, 연료와 식량의 가용성, 교통, 질병 등의 문제들은 과학 내의 교과별 구분을 통해서는 다루어질 수 없으며 과학 및 기타 관련 교과들의 내용을 포함할 때에만 가능하다는 판단에 기초한 것이었다. 즉, SCISP는 과학의 사회적 측면을 부각시키면서 보다 체계적인 STS적 접근의 자극체로서 큰 기여를 하였다(Solomon, 1981; Hunt, 1994). 따라서, SCISP는 전체적으로 통합과학을 궁극적으로 지향하였으며 이러한 목표는 과학과 사회의 관련성이나 과학으로 야기되는 사회적 문제점 그리고 과학적 탐구의 본질적 측면 등을 부각시킴으로써 구체화시키고자 한 것이다.

Science in Society

Science in Society 프로젝트는 1976년 ASE에 의해 출발되었는데, 이는 학교의 과학과 학교 밖의 세계 사이의 관련성(relevance)을 거의 보여주지 못한다는 현실에 대한 문제인식에 기초하고 있었다. 이 프로젝트의 책임자는 1977-1978에 ASE의 의장이었으며 당시 Malvern College¹⁹⁾의 과학 주임교사였던 John L. Lewis가 맡았다(Lewis, 1981). 그리고 프로젝트의 결과물은 1981년에 12권 또 1983년에 4권의 학생용 교재와 1권의 교사용 안내서로 출판되었다.

- *Book A - Diseases and the Doctor* (ASE, 1981a)
- *Book B - Population and Health* (ASE, 1981b)
- *Book C - Medicine and Care* (ASE, 1981c)
- *Book D - Food* (ASE, 1981d)

17) 예컨대, '산과 염기는 서로 상호작용하여 염을 형성한다'와 같이 상대적으로 간단한 것로부터 '두 물체가 상호작용할 때, 힘은 운동량의 변화율에 비례한다 (뉴턴의 제2법칙)', 그리고 이는 '힘=질량×가속도'라는 공식으로 표현될 수 있다'와 같이 보다 복잡한 것까지 상당히 다양한 수준으로 분포되어 있었다.

18) SCISP에서 가장한 4가지 학습 형태는 가네(Gagne)의 학습이론에 기초한 것이었다(SCISP, 1970).

19) Malvern College는 1955년부터 산업계와 동창회로부터의 지원 등을 바탕으로 과학실험실과 시설의 확장 및 개선 그리고 *Nuffield Project* 와 *Science in Society* 등의 과학교육 프로그램의 개발에 주도적 역할을 수행하였다. J. L. Lewis 및 당시 이 학교의 과학교사들이 1965년까지 수행하였던 과학교육 개혁 운동에 대한 보다 상세한 기록은 Bhumenu(1965)의 *A History of Malvern College 1865-1965*를 참조할 수 있을 것이다.

Table 1. The titles and contents of the pupils' manuals of the publications of SCISP

Titles	Authors	Contents	Page
1. Building Blocks	W. Hall B. Mowl	1. Patterns and problems 2. Galaxies, planets and the Earth 3. Communities and populations 4. Looking at organisms 5. Cell and more cells 6. Molecules 7. Atoms and giant structures 8. The electrons, ions and giant structure	161
2. Interactions and Building Blocks	W. Hall B. Mowl J. Bausor	9. Competition and predation 10. Particle interactions 11. Electronical interactions 12. Earth, water and organism interactions 13. Motion 14. Classifying building blocks 15. Distribution of building blocks	163
3. Energy	J. Bausor W. Hall B. Mowl	1. Transferring energy 2. Energy and particle interactions 3. Energy and electricity 4. Sources of energy 5. Using energy efficiently	270
4. Interactiona and Change	B. Mowl W. Hall J. Bausor	1. Recognising change 2. Changes in behaviour 3. Changes in acidity 4. Changes in motion 1 5. Changes in the Earth 6. Changes in organisms 7. Changes in motion 2 8. Changes in atoms 9. Changes in molecules 10. Changes in populations and communities 11. Stability 12. Changes in the environment 13. Changes in society	281

- *Book E - Agriculture* (ASE, 1981e)
- *Book F - Energy* (ASE, 1981f)
- *Book G - Mineral Resources* (ASE, 1981g)
- *Book H - Industry: Men, Money and Management* (ASE, 1981h)
- *Book I - Industry: Organization and Obligation* (ASE, 1981i)
- *Book J - Nature of Science* (ASE, 1981j)

- *Book K - Science and Social Development* (ASE, 1981k)
- *Book L - Looking to the Future* (ASE, 1981l)
- *Book M - Engineering 1* (ASE, 1983a)
- *Book N - Engineering 2* (ASE, 1983b)
- *Book O - Engineering 3* (ASE, 1983c)
- *Book P - Defence and Energy Issues* (ASE, 1983d)
- *Science in Society: Teacher's Guide* (Lewis, 1981)

*Science in Society*의 기본적 목표는 “오늘날의 세계에서 과학과 기술의 위치에 대한 보다 바람직한 이해를 제공하고 인류의 미래가 보장될 수 있는 길은 과학과 기술을 현명하게 활용하는 것뿐이라는 점을 인식시키는 것”이었다(ASE, 1982). 그리고 이를 위해, 이 프로젝트는 학생들에게 다음과 같은 활동을 갖도록 준비되었다: · 과학 지식의 본성과 한계에 대해 이해한다. · 과학 지식을 활용하는 것이 사회와 환경에 대해 도움이 될 수도 해가 될 수도 있음을 이해한다. · 지구상에 존재하는 자원이 한계가 있음을 이해한다. · 관련되는 모든 사항들을 고려하는 합리적인 의사결정의 필요성과 이의 개발 그리고 그 능력을 개발한다. · 의사결정의 과정에 포함된 도덕적 사항들을 인식한다(Ingle & Jennings, 1981).

본래 *Science in Society*는 제6형식 학생(16-18세)의 일반교과(general studies)로 개발되어 AO-level에 적합한 것으로 개발되었다.²⁰⁾ 반면에, 이것이 - 과학의 정식 과목이 아닌 - 교양과목으로 개발되었기 때문에, 상대적으로 현존하는 과학교육에 대한 심각한 도전으로 받아들여지지 않을 수 있었던 자유로움을 누릴 수도 있었던 것이다(Hunt, 1994). 따라서 프로젝트 개발자들은 교재의 활용도를 높이기 위해 이를 교과서(textbook)의 형태가 아니라 기존의 교과서와 함께 사용할 수 있는 모듈 형태로 개발하였다. (Table 2 참조.) 프로그램 개발자들은 이 프로그램이 주당 3시수(period)씩 1년에 90시수로 이수되기를 가정하고 있었다. 물론 이는 개발된 프로그램의 내용을 모두 포괄하기에는 매우 부족한 시간이며 따라서 내용의 선택과 시간활용이 매우 유연하게 이루어질 기 대하고 있었다.

*Science in Society*는 개발 단계에서부터 에버던(Aberdeen)에 있는 Robert Gordon's Institute of Technology의 Dr. H. Ellington 및 그의 연구팀과 긴밀한 관계를 유지하면서 이루어졌다. 이러한 공동작업은 특히 실제적 상황에서 의사결정을 하는 다양한 시뮬레이션 과제를 개발하는 데 유용하였다(Savory, 1980). 반면, *Science in Society*에 대한 주된 비판은 이 교육과정의 산업계의 단체와 전문가들의 관점과 가치에 지나치게 치우쳐 있었다는 점이었다(Hunt, 1994).²¹⁾ 어쨌든, *Science in Society*는 개발 이후 국내외에서 상당히 많은 호응을 얻었으며²²⁾ 당시 비슷한 시기에 발표되었던 *SISCON-in-Schools*와 함께 16-18세의 아동들에게 대안적인 과학교육의 형태로 주목을 받았다(ASE, 1984).

요약하자면, *Science in Society*는 전체적으로 과학이 갖는 기술과 산업과의 상호관련성에 초점을 맞추었으며, 이를 통해 과학의 직업적 특성, 과학과 기술의 통합, 과학의 사회적 측면들에 대한 접근을 시도하였던 것으로 특징지워질 수 있겠다.

SISCON(Science In Social CONtext)-in-Schools

영국에서의 STS교육은 대학과정 수준에서 먼저 체계적으로 가르쳐지기 시작하였으며, 이는 1967년부터 1970년 사이의 시기였다. 1971년에 이르자 당시 Leeds대학교의 교수였던 Bill Williams가 주도하였던 *SISCON(Science In a Social CONtext)* 그룹이 형성되었다.²³⁾ *SISCON*은 본래 대학과 종합기술대학(polytechnic)에서 과학학을 전공하던 사람들의 모임으로 출발하였다. 이때 일부 학교 교사들이 여기에

20) 실제로, 개발자들은 이 교육과정이 O-level이나 A-level의 시험에 직접적으로 관계되지 못하기 때문에 학교현장에서 널리 사용되지 못할 것이라는 우려를 하고 있었으며, 이 때문에 새로이 개발된 중간 단계인 AO-level의 수준으로 개발되었다.
21) *Science in Society* 학생용 교재의 각 권은 여러 장으로 구성되어 있으며, 대개 각 권은 공헌 분야의 전문가(공학자 혹은 과학자)들이 집필하였다. 예컨대, 여덟 번째 권(Book H) 「산업: 인간, 자금, 경영」에는 모두 10개의 단원이 있으며, 각 단원은 Pilkington Brothers사의 의장, Turner and Newell사의 대표, Triplex Safety Glass사의 인사 부장, 영국 노동조합회의 교육 담당자, Rolls-Royce사 인사 담당 임원, Pilkington Brothers사 이사 등에 의해 집필되었다.
22) 1984년 중반까지 16만권 이상의 학생용 교재가 판매되었다.
23) 본래 *SISCON* 그룹의 모태는, 1969년 당시 뜻 있는 소장파 생화학자 및 경제학자를 중심으로 ‘과학자의 사회적 책임 협회(The British Society for Social Responsibility of Scientists: BSSRS)’였는데, 이 모임은 이후 정치적 노선의 갈등으로 붕괴되고 Ziman과 Revitz 등이 중심이 되어 새로이 결성된 ‘과학과 사회회의(The Council for Science and Society: CSS)’가 이를 이어받아 과학과 사회의 관계에 대한 연구활동을 전개하였다. 이러한 학술적인 활동들은 한편으로는 Manchester 대학의 과학기술 정책학부 등을 중심으로 한 본격적인 과학학 연구로 다른 한편으로는 Bristol 대학에서의 Ziman 교수에 의한 과학학에 관한 강좌 개발과 이에 대한 교육 활동과 교재개발로 이어지게 되었다. 그리고 Bristol 대학의 강좌 내용을 기초로 만들어진 것이 바로 STS교육의 이론적 기초에 대한 최초의 본격적인 책자라고 할 수 있는 *Teaching and Learning About Science and Society*(Ziman, 1980)이다. 이러한 배경에 대한 보다 자세한 논의를 위해서는 이 책을 우리말로 번역한 「과학과 사회를 잇는 교육」(오진곤·박승웅, 1994)의 후기 부분을 참조할 수 있겠다.

Table 2. Titles and contents of the publications of *Science in Society* Project

Titles		Contents	Page
Diseases and the Doctor	1. Medical services today	2. What is heart disease?	64
	3. Cancer and you	4. Skin cancer	
	5. Diabetes mellitus	6. Epilepsy	
	7. Diseases of women	8. Drug dependence and alcohol	
	9. Transplantation	10. Kidney failure	
	11. Disorders of the mind	12. Problems of health in the tropics	
	13. Malaria and smallpox	14. Cosmetic surgery	
Population and Health	1. Prevention rather than cure	2. Environment and health	96
	3. Behaviour and health	4. The health of the disadvantaged	
	5. Sex and society	6. Malthus quotation	
	7. Control of the birth rate	8. Responsible parenthood	
	9. Population and health data	10. Glossary	
Medicine and Care	1. A short history of medicine	2. Immunization	64
	3. Development of new drugs	4. There is more to health than medicine	
	5. Experiments on animals	6. Care of the elderly	
	7. Care of the dying	8. Bereavement	
	9. Suicide		
Agriculture	1. Ecology and food production	2. Energy in agriculture	64
	3. Energy to live	4. Agriculture and the environment	
	5. Farming today	6. Soil-our true wealth	
Food	1. Nutrition and diet	2. Alternative sources of protein	64
	3. Food in the future	4. Food processing, packaging, and distribution	
	5. The world's food supply	6. Data	
Energy	1. How electricity is generated and distributed	3. Alternative sources of energy	64
	2. Nuclear reactions and nuclear power	5. Statistics and risk	
	4. Risks of energy provision		
	6. Data		
Mineral Resources	1. The earth	2. Mining	64
	3. The mining industry	4. Reclamation and recycling	
	5. Data		
Industry: Money and Management	1. Teamwork in industry	2. The role of managers in industry	64
	3. The part played by unions in a company	5. What is management?	
	4. Why we need trade unions	7. Production engineering	
	6. Industrial relations	9. The need for investment in industry	
	8. Wealth and the role of industry		
	10. Data		
Industry: Organization and Obligation	1. From the laboratory to the factory	2. The development of a chemical process	64
	3. Network analysis	4. Social responsibility of industry	
	5. Pollution of the environment	6. Oil pollution of the sea	
	7. Mercury poisoning		
The Nature of Science	1. Being scientific	2. The nature of the scientific method	68
	3. How science develops	4. Science and the creative imagination	
	5. Can science tell the whole truth?	6. Science and religion	
	7. Religious belief in a scientific world		

Table 2. Titles and contents of the publications of *Science in Society* Project(continued)

Titles	Contents	Page
Science and Social Development	1. Science, technology, and society in the ancient world 2. From darkness to light 3. Francis Bacon and the birth of modern science 4. Newton and the age of reason 5. The industrial revolution 6. Homes and families in society 1760-1980 7. The most dangerous man in England: Charles Darwin	64
Looking to the Future	1. What this course is about 2. Man and his environment 3. Chemistry and the new industrial revolution 4. Appropriate technology 5. War in the twentieth century 6. The impact of the microprocessor 7. Living and working in a computer age 8. A lifestyle for today and tomorrow 9. Ethics and engineering 10. Science and political decisions 11. Quality of life	96
Engineering 1	1. The role of engineering in our society 2. Structural design and engineering 3. The engineering solution to the flooding of London 4. Engineering design 5. Medical engineering 6. The challenge of microelectronics 7. Robots 8. How white are the elephants? 9. Engineering-the need for a renaissance	62
Engineering 2	1. Air transport 2. Rail technology 3. The motor car in the year 2000 4. Engineering and sea transport 5. Space vehicles 6. Navigation 7. Agriculture and aviation	58
Engineering 3	1. Oil exploration and production 2. Coal mining 3. Gas and the gas industry 4. Supplying gas 5. Using gas 6. Coal processing 7. Using coal 8. Chemical and process engineering 9. Water supply 10. Sewerage 11. Engineering's contribution to agriculture 12. The marketing challenge in a technically based company	92
Defence and Energy Issues	1. Living in a nuclear age 2. The importance of defence 3. Do our nuclear weapons protect us more than they imperil us? 4. The role of energy in our society 5. Energy conservation 6. Living more simply so that all of us may simply live: A policy for survival	60

참여하였으며, 이들의 주된 활동은 중등이후 수준 (tertiary level)을 위한 지식체계를 밝혀 나가고 이의 교육에 필요한 교재를 개발하는 일이었다. 하지만, 이들은 STS가 무엇을 의미하는가에 대한 정의를 제대로 내리지도 않은 채 교재를 만들고 이를 가르치기 시작하였던 것이다(Solomon, 1992).

1978년 SISCON에 대한 자금이 고갈될 즈음, 이의

정신을 이어받아 중등학교 과정을 개발하자는 것이 제안되었고, 이후 이에 대한 많은 지지와 약간의 자금이 마련되었다. 이를 계기로 런던 부근의 과학교사들이 모여 John Ziman 교수의 책임 아래 *SISCON-in-Schools*를 시작하게 되었다. 그후 여섯 번의 수정 작업을 거친 후,²⁰⁾ 각각 개별적인 주제를 다루고 있는 모듈 형식의 8권의 학생용 책자와 1권의 교사용지도

24) 초고는 SISCON의 멤버들에게 보여져 비평과 수정을 받았으며, 두 번째 원고는 Haringey Teachers' Centre에 의해 출판되어 제한된 수의 학교에서 시범적으로 사용되었고, 이후 네 차례에 걸쳐 현장 학교의 교사들로부터의 의견을 수렴하여 수정되었다.

서가 개발되었다(Addinell & Solomon, 1983).

- *Ways of Living* (Solomon, 1983h)
- *How Can We Be Sure?* (Solomon, 1983d)
- *Technology, Invention and Industry* (Solomon, 1983f)
- *Evolution and the Human Population* (Solomon, 1983b)
- *The Atomic Bomb* (Solomon, 1983g)
- *Energy: the Power to Work* (Solomon, 1983a)
- *Health, Food and Population* (Solomon, 1983c)
- *Space, Cosmology and Fiction* (Solomon, 1983e)
- *SISCON Teacher's Guide* (Addinell & Solomon, 1983)

*SISCON-in-Schools*는, *Science in Society*와 마찬가지로, 모듈 형식으로 개발되었으며 A-level의 일반교과로서 개발되었다. 실제로 각 교재들은 *SCISCON-in-Schools* 프로젝트를 통해 개발되었지만, 각 교재의 표지에는 *SISCON*이라는 이전의 이름을 그대로 사용하고 있었다. 반면, 수많은 전문가들이 각 책자의 각 단원들을 개발하였던 *Science in Society*와는 다르게, *SISCON-in-Schools*의 책자들은 - 교사용 지도서를 제외한 - 모두가 J. Solomon 한 사람에 의해 거의 집중적으로 집필되었다. 한편, Solomon은 다음과 같이 프로젝트의 목적을 밝히고 있다.²⁵⁾

이 과정은 학생들로 하여금 과학과 사회 사이의 중요한 상호작용들에 대한 이해를 갖게 함으로써 과학교육의 범위를 확장하는 데 그 목적을 두고 있다. 이 과정에 포함된 주제로는, 과학에서의 정부와 산업의 역할, 과학적 발견의 상업적 응용, 식품개발에서의 과학자의 역

할, 질병과의 싸움, 현대 무기의 개발, 연구결과물에 대한 과학자의 책임감, 과학과 신기술이 인간의 일상생활에 미치는 영향 등이다. (Addinell & Solomon, 1983: 8).

Table 3은 *SISCON-in-Schools* 프로그램의 구체적인 내용을 보여준다. *Science in Society*의 내용을 나타낸 Table 3과의 비교에서 부분적으로 드러나는 바와 같이, *SISCON-in-Schools*는 상대적으로 보다 과학의 인간적, 역사적, 사회적, 철학적, 윤리적 측면을 강조하고 있다. 이는 *Science in Society*가 유사한 측면을 추구하였음에도 불구하고, 그것이 보다 과학의 공학적, 산업적, 경제적 측면에 더 많은 비중을 두었던 것과 비교될 수 있겠다(Solomon, 1993).

그리고 유사한 시기에 개발된 두 프로그램 사이의 이러한 강조점의 차이는 각 프로그램의 개발에 주도적으로 참여한 연구진의 면면에서도 엿볼 수 있다. 즉, *Science in Society*는 명문 사립학교의 과학주임이자 물리학적으로 보다 전문화된 배경을 지닌 Lewis와 당시 영국의 과학기술 분야의 전문가들이 주로 참여한 반면, *SISCON*의 경우 주도자인 Ziman은 - 비록 물리학자 출신이지만 - 과학에 대해 비판적 시각을 지닌 과학사회학자이며, 이의 개발 과정에 참여한 교사들은 - 주 개발자인 Solomon을 포함하여 - 주로 일반 공립학교의 과학교사들로서 과학과 사회의 관계에 대해 상당히 비판적인 사회주의적 취향을 지닌 집단들이었다.²⁶⁾

3. 20세기 말 - 과학교육 전환기

1980년대에 들어서면서 영국에서는 학교 과학교육의 방향성에 대한 보다 심각한 반성과 체계적인 대안

25) 당시 현직 과학교사로서 이 프로젝트에 참여하였던 Solomon(1980)은 다음과 같이 과학과 사회의 관련성의 문제에 대한 어려움을 지적하면서 이에 대해 전혀 부응하지 못하였던 전통적인 과학교육에 대해 강하게 비판하였다.

...하지만, 과학의 사회적 관련성에 있어서는 노벨상 수상자조차도 분명한 해답을 줄 수 없는 불확실성의 불안한 점들이 존재한다는 것을 받아들여야만 할 것이다. 우리가 해발전소, 유전상담, 혹은 공장의 자동화 등을 생각하기만 하면, 비록 이러한 문제들에 대한 이론적 과학적 기초가 존재하지만, 곧바로 이러한 문제들이 끝열린(open-ended) 질문들이라는 것을 알게 될 것이다. 전통적인 교수내용은 이와 같은 영역으로부터 공무리를 빼고 있으며 따라서 학생들로 하여금 자신들 스스로의 평가를 표현할 기회를 전혀 주지 않고 있다...

26) 이러한 두 프로그램의 차이는 마치 1920-40년대 생활과학 중심의 자본주의적 색채를 많이 띠었던 미국의 접근과 *Science for the Citizen*과 같이 당시 사회주의적 성향을 많이 보였던 영국의 접근 사이의 차이와 그 성격이 비유된다고 할 수 있겠다.

Table 3. Titles and contents of the publications of *SISCON-in-Schools* Project

Titles	Contents	Page
Ways of Living	1. Technology in the stars? 3. Science for modern times 5. Looking after our air	2. Thinking in the ancient way 4. Looking after our water 6. Where are we now? 40
How Can We Be Sure?	1. Why we need to know 3. The birth of scientific theories 5. Science changes its mind	2. Not so sure 4. Learning theories and explaining experiments 6. When the scientists disagree 40
Technology, Invention and Industry	1. Ingredients for invention 3. Case-study of plastics	2. Research and Development in Industry 4. Case-study of microelectronics 56
Evolution and the Human Population	1. What is evolution? 3. Evolution and human society 5. Future evolution?	2. Who believes in Darwin's theory? 4. How inheritance works 39
The Atomic Bomb	1. Science on the payroll 3. The start of war 5. Responsibility and treachery	2. Discovering atomic energy 4. Building the bombs 6. The threat of nuclear war 40
Energy: the Power of Work	1. Trying to understand 3. How energy affects our living 5. Energy for the less developed countries	2. Useful kinds of energy 4. Our energy future 90
Health, Food and Population	1. Public health in Britain 3. Living in the third world	2. Making medicine safe 40
Space, Cosmology and Fiction	1. Early views on the universe 3. First journeys into space	2. Scientific cosmology 4. How we use space 90

의 탐색이 이루어졌다. ASE는 두 개의 정책 문건 - 즉 *Alternatives for Science Education*(ASE, 1979)와 *Education through Science*(ASE, 1981) - 을 통해 대학과정의 과학을 공부할 전문과학자 양성으로부터 시민을 위한 과학(science for the citizen)으로의 정책의 변화를 강하게 표명하였다. 그리고, 이러한 움직임에 발맞추어, 교육과학부(DES)는 1985년 정책보고서 *Science 5-16: A statement of policy*(DES, 1985)에서 과학을 폭넓고 풍부한 관련성을 갖는 것으로서 가르쳐야 한다고 강조하였다.

45. 일부의 인상적인 예외적 경우가 있기는 하지만, 너무나 많은 학생들이 너무나 많은 과학학습 시간을 어린 시민으로서 혹은 성인으로서의 일상적 생활과는 거의 아무런 관련성을 갖지 못하는 사실과 원리들에 사용하고 있다. 학생들의 일상적 삶으로부터 이끌 수 있는 경

험들을 이끄는 과학 과정은 거의 존재하지 않는다. 대부분의 실험이나 수많은 예시적 사례들은 실험실에 기반을 두고 있으며 오늘날의 세계와는 격리되어 있는 것이다.

46. 학생들에게 과학교육은 그들의 삶과의 직접적인 관련성을 발견할 수 있도록 하는 방식으로 제시되고 평가되어야 한다. 그리고 과학교육은 학생들 자신의 환경과 경험 다가서야 한다. 과학 과정에 어떤 주제와 접근법을 포함시킬 것인가에 - 그리고 물상과학과 생명과학 간의 균형을 어떻게 이룰 것인가에 - 대한 검토의 기준은 그들의 성별과 능력에 무관하게 그들이 미래의 세계에서 성인으로서 직업인의 생활을 하는 것에 대한 가치성이어야 한다. ... (DES, 1985 : 14)

물론 이러한 과학교육에 대한 ASE와 DES의 정

책 방향 설정은 STS가 영국의 학교 과학교육에 자리잡게 하는 데 매우 중요한 토대를 마련하였다. 하지만, 이와 함께 STS적 접근이 실제로 학교의 교육현장에 뿌리내릴 수 있게 되는 데 결정적인 역할을 한 또 다른 사건은 GCSE²⁷⁾ 시험제도의 도입이었다고 할 수 있다. GCSE는 이전의 GCE시험을 대체하는 것으로서, 1986년 9월 처음으로 이에 따른 교수요목이 가르쳐지기 시작하였으며, 이의 첫 번째 시험은 1988년에 이루어졌다. 문제는 모든 GCSE 교수요목은 국가기준(national criteria)을 따라야 했으며, 이 기준에 의하면 적어도 15% 이상의 과학 내용이 그것의 사회적, 경제적, 환경적 시사점을 동반하는 기술적 응용에 관련되어야 한다는 것이었다(GCSE, 1985; Hunt, 1988).

이러한 배경 속에서, 1980년대 중반 이후 영국에서는 가장 대표적인 두 가지의 STS 프로그램이 출현하게 되었는데, 그것이 바로 *Salters' Chemistry* (그리고 나중에 다른 과학분야로 확대됨)와 *SATIS*이다. 이 두 프로그램은 모두 STS의 정신을 본격적으로 교재화한 대표적인 경우로서 영국은 물론 전세계에 가장 널리 알려진 프로그램들이다.

Salters' Projects

Salters' 프로젝트들은 Salters Company²⁸⁾의 지원을 받아 York 대학의 과학교육 연구진이 중심이 되어 개발된 전형적인 STS 프로그램이다. 1986년 개발된 Salters' 시리즈 중 첫 번째 것은 *Chemistry: The Salters' Approach*이었다. 이는 학생들의 일상생활과 친숙한 화학관련 중심소재들을 중심으로 학습하면서 자연스럽게 화학적 개념과 설명을 도입하는 방법인 '응용우선 접근법(application-first approach)'을 시도한 중등학교 화학교재였다. 이 프

로그램은 다음과 같은 총 16개의 주제로 구성되어 있었다: 금속, 음료, 난방, 의복, 화학약품의 운송, 플라스틱, 곡물재배, 식품가공, 광물, 위생, 건축물, 전기의 발전과 사용, 연소와 결합, 질병퇴치, 현재의 에너지와 미래. 각 단원은 화학내용을 기본으로 하고 있지만, 그 내용을 살펴보면 물리, 생물, 지구과학 영역을 모두 포함하고 있다. 각 단원은 다시 세부적으로 5개의 중요한 절 - 주제소개, 주제에 대해 알아보기, 요약, 화학과 주제에 관한 생각, 해보기 - 로 나뉘어져 있다 (최경희, 1996).

*Chemistry: The Salters' Approach*에 이어서 1989년 *Salters' GCSE Chemistry*가 개발되었으며, *Salters' Science Project*, *Salters' Advanced Level Chemistry Project* 등이 차례로 개발되었으며, 현재 *Salters' A-Level Physics* 코스를 개발 완료한 단계에 있으며, 미국 및 세계 각국에서 유사한 프로그램들이 개발되고 있다. 예컨대, 이 중 중등 초기 수준의 과학과정에 해당하는 *Salters' Science Project*는 1991-92년 사이에 KS4²⁹⁾ 연령층을 학생을 위해 4권의 교재를 발간하였는데, 그 내용구성은 Table 4와 같다.

*Salters' Science Project*의 개발과정은 여러 가지 면에서 Salters' 프로그램 전체의 특징을 잘 반영하고 있는데, 예컨대 이 프로그램이 개발되는 과정에서 준수하였던 기본 원리는 다음과 같이 요약될 수 있다 (Edwards, 1989).

- 16세까지의 과학교육은 모든 학생을 대상으로 하는 것이어야 한다. 즉, 학업 능력이 높은 학생과 낮은 학생 모두 과학수업으로부터 자신과 관련되는 유용한 지식을 습득할 수 있어야 한다.
- 포함되는 내용은 학생 생활의 일부분인 흥미

27) 일반중등학력인정(General Certificate of Secondary Education)시험

28) 1994년 창립 600년을 맞은 유서 깊은 영국의 화학 회사로서 소금업자들의 조합 형태로 출발하여 1394년 당시의 국왕 Richard 2세로부터 면허를 받아 설립되었다. 이후 점차 소금 이외의 화학 관련 분야로 사업영역이 확대되었으며, 1918년 자선사업을 위한 *Salters' Institute of Industrial Chemistry*를 설립하였는데, 이는 당시 제1차 세계대전에서 참전하고 돌아온 젊은 화학도들의 훈련을 지원하기 위한 것이었으며, 현재에도 중등학교 화학교육을 지원하고 학생들이 영국의 화학산업 분야에서 계속해서 일할 수 있도록 애쓰고 있다

(<http://ourworld.compuserve.com/homepages/livery/Salters.htm>).

29) Key Stage 4, 즉 10-11학년에 해당하는 연령층으로서 14-16세에 해당한다.

와 경험 혹은 그들이 미래에 중요하다고 생각하는 것들로부터 나오는 것이어야 한다.

- 위의 조건들을 만족하는 것 중에서, 실제로 사용되는 과학적 아이디어나 과학지식의 가치를 가장 잘 예시할 수 있는 것들을 선택한다.
- 학생들의 흥미를 유지하면서, 과학적 이론은 그것을 알 필요가 분명해 질 때 도입하여 그것을 이해하는 데 필요한 노력을 기울일 수 있도록 동기유발해야 한다.
- 능동적인 학습이 이루어지도록, 소집단 토의, DARTS³⁰⁾, 창의적 글쓰기, 역할극, 의사결정 등 다양한 전략을 사용한다.
- 개발되는 교재는 사용 시 융통성이 있고 교사에게 도움을 줄 수 있도록 교사-중재적 형태이어야 한다.

*Salters' Chemistry*가 적용되었던 초창기에는 이러한 대안적인 시도가 기존의 학교 과학교육 - 특히 평가체제 - 와 잘 어울린다는 것을 보이는 것이 중요하였다. 이것이 보장되지 않을 경우, 학교 현장으로의 확산에 큰 장애가 되기 때문이었다. 학교 현장에서 실제로 적용하였던 경험을 바탕으로, Smith(1988)는

*Salters'*의 접근이 Nuffield 과학이나 다른 전통적인 교재에 비해 그 내용 면에 있어 부족하지 않으며, *Salters'*가 채택하고 있는 응용우선 접근법이 전통적인 과학우선(science-first) 접근법에 비해 많은 강점을 갖고 있는 것으로 보고하고 있다. 한편, 1991년 11-16세를 위해 개발된 *Salters' Science*(UYSEG, 1991)의 효과에 대한 연구결과에 의하면, 학생들의 흥미와 열정이 두드러지게 증가한 것으로 나타났다. 하지만, 학생들이 *Salters' Science*를 공부하면 할수록 이 프로그램이 과학이라고 인식하는 비율이 점차 낮아진다는 것도 드러났다.

요약하자면, *Salters'* 프로젝트들은 화학을 중심으로 한 과학의 응용성과 그것의 직접적 산업적 관련성을 매우 효과적으로 부각시켰으며 이를 통해서 과학의 학제적 성격과 사회와의 상호작용적 특징을 상당히 예시할 수 있었다. 하지만, 반면에 과학의 보다 본질적 측면이 역사성과 철학적 본성에 대한 취급은 상대적으로 약하게 다루어졌다고 할 수 있겠다.

한편, *Salters Company*는 각종 과학 프로그램의 개발 이외에도, 1991년 *Salters' Chemistry Club*이라는 11-14세(KS3 연령층)를 대상으로 하는 학생 클럽을 만들어 화학을 보다 즐겁고 매력적으로 경험할 수 있는 기회를 제공하며 동시에 각 지역의 화학회사

Table 4. Titles and contents of the publications of *Salters' Science Project*

Titles	Contents	Page
Book 1	1. Constructing materials 3. Food for thought 5. Moving on	2. Energy matters 4. Keeping healthy 6. Transporting chemicals 90
Book 2	1. Restless Earth 3. Electricity in the home 5. Balancing Acts	2. The atmosphere 4. Mining and minerals 6. Communicating Information 90
Book 3	1. Seeing inside the body 3. Making use of oil 5. Waste not want not	2. Controlling change 4. Sound reproduction 90
Book 4	1. The earth in space 3. Sports science 5. Energy today and tomorrow	2. Evolution 4. Burning and bonding 90

30) Directed Activities Related to Texts.

및 대학들과 연계할 수 있는 네트워크를 구성해 놓고 있다. 또한, 1994년 회사 창립 600주년을 계기로 화학 교육상(Salters' Prize for the Teaching of Chemistry)을 만들어 학교 현장에서 Salters'의 정신에 입각하여 화학교육에 힘쓰는 교사들을 수상하고 있기도 하다.³¹⁾ Salters Company의 이러한 폭넓은 활동은, 중등학생용 과학교육과정을 개발하는 데 있어서 하나의 사설 기관이 대폭적인 지원을 한다는 예외적 사실 이외에도, 실제로 학교 현장에서 그 정신이 구현될 수 있도록 학생과 교사를 지원하는 프로그램을 동시에 마련하고 있다는 점에서도 매우 주목할 만하다.

Science and Technology in Society (SATIS)

1981년의 *Education through Science*에서 ASE는 교육과정을 계획하고 개발하는 과정에서 교사들은 과학이 이의 응용적 측면에서 탐구되고 이 응용적 측면은 과학과 기술이 직업의 세계, 시민의식, 여가생활, 생존 등에 기여할 수 있음을 보일 수 있어야 한다고 주장하였다(ASE, 1981m). 이 보고서의 출판에 이어 조사위원회가 구성되었으며, 이 위원회는 11-16세 교육과정에서 과학과 사회의 상호작용에 대해 연구하였다. 그리고 이 위원회에는 *Science in Society*와 *SISCON*의 개발에 참여하였던 사람들의 일부와 과학을 사회적 관련성 속에서 다양한 방법을 통해 접근하였던 경험을 갖고 있는 교사들이 포함되어 있었다(Hunt, 1988).

SATIS는 1984년 9월 John Holman이 중심이 되어 Watford Grammar School의 휴게실에서 주말에 약 30명의 의욕적인 과학교사 및 과학교육자들과 가진 모임에서 출발하였다. 이 모임 이후 많은 논란을 거친 다음 참가자들은 “짧고 사용하기 편리하며 교육 과정에 관련이 깊고 학생들이 직접 참여하여 활동할 수 있는” 교재를 만들기로 합의하였다. SATIS 프로젝트는 당시의 학교 과학교육이 지나치게 학문적이고

학생으로부터 동떨어져 있어서 어린 학생들의 일상 경험에 가까이 접근하지 못하고 또한 그들로 하여금 성인으로서의 성장 그리고 직업세계로의 진입에 대해 준비시키지 못한다는 당시의 시각을 반영하고 있었다(Hunt, 1996).

한편, Salters' 프로그램은 그 구성에 있어 기존의 과학적 내용체계와 구조를 대체로 따르며 개발된 책자는 하나의 단일한 교과서의 형태를 띠고 있는 반면, SATIS는 그 구성에 있어 모듈의 형식을 띠고 있으며 각 출판물의 구성은 전혀 특정한 개념적 순서를 전제하고 있지 않다. 따라서, 실제로 SATIS는 보조 학습자료로서의 역할을 많이 하는 반면, Salters'는 단일한 교과서의 기능을 수행한다. 바로 이런 이유에서, 학교 현장에서 사용되는 빈도 면에서 살펴볼 때, Salters'는 상대적으로 더 잘 학교교육의 체제에 정착할 수 있었던 것으로 보인다. 지금까지 개발된 SATIS 프로젝트의 출판물을 살펴보면 다음과 같다.

SATIS 14-16 120개 모듈 (1986-88, 1991)

SATIS 16-19 100개 모듈 (1990-92)

Science across the World 12개 이상의 모듈 (1991-96 그리고 그 이후)

SATIS Atlas 48개 지도 (1992)

SATIS 8-14 30개 모듈 (1992-93)

Science with Technology 16개 모듈 (1994-96)

여기에서, SATIS 프로그램의 일반적인 특징을 가늠하기 위해 SATIS 8-14의 경우를 살펴보자. SATIS 8-14는 개발하는 데에는 3년이 걸렸으며 기본적으로 학교 과학교사들에 의해 집필되고 각 해당 분야의 전문가들에 의해 철저한 검토를 받았다. 5명의 시간제 편집자, 300명 이상의 자원 집필자 및 전문가 고문, 200개 정도의 시범학교 그리고 20개의 지역협의회들이 개발과정에 참여하여 매우 포괄적인 주제와 목표에 걸쳐서 자료가 개발되었다(Stringer,

31) 매년 1명씩의 화학담당 교사를 선발하여 시상하고 있는데, 예를 들면 1995년의 경우 해당교사에게 상금 5,000파운드 그리고 그 사람이 근무하는 학교의 과학부에 5,000파운드의 상금을 수여하였다(*Education in Science*, 1996년 1월호: 35).

1993).³²⁾ 한편, Watt & McGrath(1998)의 연구에 의하면, 영국에는 약 5,000개의 중등학교가 있는데, 1992년까지 7,000개 이상의 SATIS 14-16가 판매되었다. 한편, Table 5는 SATIS 16-19에서 개발된 Unit 1-75의 제목과 학습활동 그리고 해당 교과목 및 내용 영역을 나타내는데, 이를 통해 SATIS가 얼마나 다양한 종류의 학습 활동과 내용을 포괄하고 있는가를 짐작할 수 있을 것이다.

4. 맺는 말

본 연구의 전체(현재의 논문 및 이전의 논문)를 통해서, 19세기 이후 영국의 과학교육이라는 맥락 하에서 STS 운동이 어떻게 등장하고 변천 및 발전해왔는가를 역사적으로 살펴보았다.

영국 과학교육의 역사를 20세기의 기점을 기준으로 생각할 때, 1840-1900년까지의 시기는 Dawes, Moseley, Huxley, Armstrong 등과 같은 위대한 개인 과학교육자들의 자발적 노력과 영향력으로 특징화될 수 있는 반면, 1900-1960년의 시기는 각종 과학교육 관련 단체들의 설립과 활동으로 특징화될 수 있다(Ingle & Jennings, 1981).³³⁾ 한편, 현대적 모습의

Table 5. Units and their information developed in SATIS 16-19 (Unit 1-75)

Units	Activity*	Subject †	Topic for general education †
1. The retrieval of Galileo	Drama	P	NS
2. Emptying the bucket	Brainstorming, Investigation		NT
3. Do we need a Europlug?	Designing, Talk, Solving		NT, QS
4. R & D at MUPCorp	Brainstorming, Audio, Talk		NT, In
5. Animal rights and animal wrongs	Discussion	B	DM, AH, HM
6. DNA fingerprinting	Case, Audio, Interpreting, Drama	B	DM, HM
7. Kidney transplants	Brainstorming, Case, Audio, Drawing, Reading, Video	B	NT, DM, HM
8. Problems with embryos	Popular	B	NT, DM, HM
9. Cattle and chemicals	Data, Audio, Reading, Report, Popular	B	NT, DM, AH,
10. The Quelea problem	Interpreting, Solving	B, E	HM
11. Seeds - will they germinate?	Investigation	B	AH, EI
12. Trouble with CFCs	Data, Solving	C	AH
13. Aluminium in tap water	Data, Audio	C	
14. William Perkin	Survey, Video	C	EI
15. A problem of dyeing	Brainstorming, Investigation	C	NT, In
16. Over the counter drugs	Survey		
17. Aspirin	Case	C	In
18. Volcanic hazards	Interpreting, Solving, Report	E	
19. The Mexican earthquake	Data, Interpreting, Solving, Report	E	DM, EI
20. Energising an Indian village	Audio, Solving, Report	E, P	
21. Energy for the wind		P	DM, ER, EI
22. Prospects for wind energy	Computer, Report	E, P	ER
23. Stick or slip?	Investigation	P	DM, EI, In
24. X-rays and patients	Case, Data, Audio, Investigation, Popular	P	
25. Why 50 Hz?	Investigation, Solving, Drama, Report	P	
26. Two games and the nature of science	Game		NS
27. What if...?	Brainstorming, Data		NS
28. Thinking and learning about science			NS
29. How shall we live?	Case, Data, Talk	P	DM, ER
30. An international environment survey	Survey, Computer		

32) 또 다른 예로, SATIS 16-19의 File 3 (Unit 51-75)의 경우, 준비 과정에서는 모두 40개의 관련 전문 기관 및 단체로부터 50명의 자문위원들이 참여하였으며, 개발 이후 시범 실시 과정에 참여하였던 52개 기관의 교사 57명은 현장 적용의 경험을 연구진에 송환하기도 하였다. SATIS 16-19의 주된 후원자는 The Gatsby Charitable Foundation이었으며, 이 밖에도 33개의 기업들이 후원에 참여하였다.

33) 1901년 설립된 APSSM(사립학교과학교사협회: Association of Public School Science Masters)이 1919년 일반학교 과학교사에게 문호를 개방하면서 SMA(과학교사협회: Science Masters' Association)이 되었고, 이는 다시 1912년 설립된 AWST(여과학교사협회: Association of Women Science Teachers)와 1963년 통합되어 ASE(과학교육협의회: Association for Science Education)이 되었다. 또한, 이 시기 설립된 전문 분야 과학교육 단체로는 SNSU(학교자연연구회: School Nature Study Union), NSS(자연과학회: Natural Science Society), RSA(전원연구협회: Rural Studies Association), ESA(환경연구협회: Environmental Studies Association) 등을 들 수 있다. 뿐만 아니라, Institute of Physics, Chemical Society, Institute of Biology 등과 같은 기존의 전문 과학자 단체들도 학교에서의 해당 교과목에 대한 교육에 참여하기 시작하였다(Ingle & Jennings, 1981).

Table 5. Units and their information developed in *SATIS 16-19* (Unit 1-75)(continued)

Units	Activity*	Subject †	Topic for general education ‡
31. Waste	Talk, Research, Report	E	DM, EI
32. Risk	Data, Statistics		DM, HM
33. Fetal tissue transplants	Drama, Video	B	DM, HM
34. Making yogurt	Brainstorming, Investigation, Talk, Solving, Survey, Teamwork	B	NT, FP, In,
35. Should we visit nature reserves?	Case, Interpreting, Statistics, Report	B, E	QS
36. How safe is our food?	Data, Reading, Research, Popular	B	
37. Cloning the Bramley	Investigation, Reading, Popular	B	DM, FP, HM
38. Death to aphids	Data, Investigation	B, E	
39. Petrochemical problems	Case, Solving	C	
40. Steel	Case, Data, Drawing, Computer	C	
41. Accident or arson?	Case, Interpreting, Talk	C	Ma
42. Chlorine bleach	Investigation	C	DM
43. Liquid crystals	Reading, Survey	C	
44. Stillwater reservoir	Interpreting, Drama, Teamwork	E	
45. A sand and gravel prospect	Data, Interpreting		DM, MW
46. Energy from the waves	Talk, Reading, Report	E, P	DM, MW
47. Playing safe	Designing, Investigation, Drama, Survey, Popular	P	NT, DM, ER
48. Traffic accident investigations	Case, Designing, Investigation, Reading	P	DM, Ma, QS
49. Radionuclides for measuring flow	Investigation, Solving, Statistics	C, P	
50. Lightning in a tube	Investigation, Solving	P	
51. Patterns in the sky	Interpreting	P	
52. The problem of the planets	Interpreting		NS
53. Make a SATIS game or puzzle book	Designing, Game, Research, Teamwork, Computer		NS
54. Appropriate technology	Discussion, Video	B, C, E,	NT
55. Thinking green	Interpreting, Discussion	P	DM, EI
56. Planning a new edible-fats factory	Case, Talk, Solving, Teamwork		DM, In, QS
57. Pregnancy testing	Talk	B	NT, HM
58. Grey seals and fisheries	Popular	B, E	DM, EI
59. Dextran	Drawing, Investigation	B	NT, HM, In
60. How long will we live?	Data, Investigation, Research, Statistics, Survey	B	HM
61. Why do we grow old?	Data, Discussion	B	
62. Are we what we eat?	Data, Investigation	B	
63. Biogas	Designing	B	AH, ER
64. Polyurethanes	Video, Popular	C	In, Ma
65. Catalytic converters	Data, Talk	C	
66. Swimming-pool chemistry	Data, Investigation, Visits	C	
67. The perfume industry	Investigation, Survey	C	In, QS
68. Perfume chemicals	Data	C	
69. Living in a greenhouse	Data, Interpreting, Investigation, Talk, Discussion	B, E, P	DM, EI
70. Heater moors and red grouse	Case, Talk, Solving, Report	B, E	
71. Plug into safety	Investigation, Solving	P	DM, Ma, QS
72. Cracking up	Case, Designing, Investigation, Teamwork, Report	P	
73. Launching satellites	Solving	P	
74. Satellite communications	Data, Interpreting	P	
75. An international satellite conference	Drama, Report	P	DM, Co

(*) Brainstorming (Brainstorming and speculation), Case (Case studies), Data (Data analysis), Designing (Designing and - possibly - making), Discussion (Discussion based on an audio tape), Drawing (Drawing up a chart, flow diagram or poster), Game (Games and puzzles), Interpreting (Interpreting maps, diagrams and charts), Investigation (Planning and/or carrying out a practical investigation), Talk (Preparing and giving a talk or oral report), Solving (Problem solving and decision making), Reading (Reading), Research (Research with the help of libraries and data bases), Drama (Role-play and drama), Statistics (Statistics-interpreting statistical data and applying simple statistical methods), Discussion (Structured discussion), Survey (Surveys and interviews), Teamwork (Teamwork), Computer (Using computer-wordprocessing and spreadsheet programs), . Visit (Visits), Video (Watching and discussing a video or series of slides), Report (Writing a technical report), Popular (Writing for a 'popular' or non-specialist audience)

(†) B (Biology), C (Chemistry), E (Earth and Environment), P (Physics)

(‡) NS (the nature of science), NT (the nature of technology), DM (decision making in society related to science and technology), AH (agriculture and horticulture), Co (communications), ER (energy resources), EI (environmental issues), FP (food processing and preservation), HM (health and medicine), In (industry), Ma (materials-manufacture, properties and uses), MW (mineral and water resources), QS (product quality and safety)

STS 프로그램의 본격적 시작이라고 불리는 *Science and Society*와 *SISCON-in-Schools*가 등장하게 된 1970년대 이후의 배경에는 ASE의 역할이 특히 주요하였다. 당시 ASE는 학교 과학교육에서 기술(technology)의 문제를 어떻게 다룰 것인가에 대해 심각하게 고민하였으며, 이러한 이유에서 ASE는 Council of Engineering Institutions과 함께 *Science and Society*를 그리고 SISCON 그룹과 함께 *SISCON-in-Schools*를 개발하였던 것이다(Layton, 1984). 그리고 그 이후 *Salters'* 프로젝트와 *SATIS* 프로젝트의 개발 및 보급 과정에서는 ASE의 역할이 더욱 증대되었다.³⁴⁾

그렇다면, 지금까지 살펴본 영국의 대표적인 STS 관련 프로그램들은 각기 어떤 배경과 특징들을 갖는가? 그리고 그것들간의 유사점과 상대적 차이점은 무엇인가?

Ziman(1994)은 STS적 과학교육에는 일반적으로 7가지의 접근법이 존재한다고 제시하고, STS에 대한 각 단일 접근법의 단순성을 경계하면서 이들의 장단점에 대해 다음과 같이 정리하고 있다.³⁵⁾

관련성을 통한 접근은 테크놀로지로 이끌어 지지만 사회적 문제들에는 깊이 있게 이어지지 않는다. 직접적 접근은 이러한 문제들을 제기 하지만 흔히 이에 대한 해답들이 지나치게 기술적이다. 통합적 접근은 과학의 단일성과 관련된 테크놀로지를 강조하지만 사회적 문제들을 다루는 데 있어 과학과 기술의 능력을 지나치게 강조할 수 있다. STS교육은 역사적 측면이 없다면 깊이가 낮아지지만 이러한 접근은 자칫 지나치게 학술적이 될 수 있다. 철학적 접근법은 과학의 본성에 대한 약간의 아이디어를 줄 수 있지만 이는 가장 초보적인 수준에 불과하다. 과학사회학은 사회적 기관으로서의 과학의 본성과 역할을 설명할 수 있지만 흔히

그것의 결론은 매우 비관적이다. 마지막으로, 세계의 문제점들에 대한 직접적인 고려는 가장 중요한 STS 주제들을 많이 제기하지만 과학과 테크놀로지가 실제로, 선을 위해 혹은 악을 위해, 어떻게 작용하는지에 대해 거의 말하지 못한다. (Ziman, 1994 : 31)

물론 그 어떤 STS 프로그램도 위의 어느 한 접근법을 택하지는 않는다. 왜냐하면, STS 프로그램은 그것이 추구하는 다양한 학습활동을 위해서도 다양한 접근법이 필요하며, 그것이 추구하는 학습내용 자체가 광범하기 때문에서도 자연스럽게 여러 가지의 접근법을 사용하게 된다. 하지만, Ziman이 제시한 7가지 접근방식은 지금까지 우리가 살펴본 다양한 STS 프로그램들의 상대적 특징들을 파악하고 비교하는 데 매우 유용한 비교틀을 제공하고 있다. Table 6은 본 연구 전체에서 논의되었던 대표적인 STS 프로그램들의 배경 정보들과 이들의 상대적 강조점을 Ziman의 접근법의 기준에서 연구자가 평가한 결과를 나타낸다.

마지막으로, 영국 과학교육에서의 STS적 접근의 역사를 살펴본 본 연구의 논의를 종합적으로 정리해 보면, 그 일반적 특징들을 다음과 같이 요약할 수 있겠다.

첫째, 영국의 과학교육에서의 STS적 접근은 일반적으로 인정되는 것보다 훨씬 긴 역사적 배경을 지니고 있다. 즉, 보통 STS적 접근의 효시라고 간주하는 *Science in Society*와 *SISCON-in-Schools*가 개발된 1970년대 후반의 움직임은 적어도 1930-40년대의 시민과학 운동 시기의 *Science for the Citizen*과 그 맥을 같이 하고 있으며, 또한 그 이전인 19세기 동안에도 유사한 시도가 꾸준히 전개되었었다. 1970-80년대 이후에 한정하여 STS 프로그램의 존재를 논하는 입장들은 상대적으로 제한된 의미로서의 STS의 성격과 범위를 규정하는 관점을 반영하는 것으로서, 한편

34) ASE는 그것의 공식 학술지인 *School Science Review*를 통해 *Salters'*와 *SATIS* 관련 연구의 결과를 꾸준히 게재하고 있으며, 특히 소식지인 *Education in Science*를 통해 각 프로그램의 개발과정 및 특징에 대한 상세한 소개를 실어 회원들에게 정기적으로 정보를 제공해 오고 있다. 예컨대, 1990년대 초반에는 별도의 "SATIS Newspaper"란을 만들어 이를 소개하기도 하였다.

35) 이에 대한 보다 상세한 설명을 위해서는 「과학-기술-사회와 과학교육」(조희형, 1994: 114-124)를 참조할 수 있겠다.

으로는 1970년대에 과학사회학자들이 사용하기 시작했던 STS라는 용어 자체의 등장에서 비롯된 바 크다고 사료된다.

둘째, 과학교육의 측면에서 볼 때, 'STS교육'이란 용어보다는 'STS적 접근' 혹은 'STS 운동'이라는 용어의 사용이 보다 적절할 것이다. 지금까지 우리가 살펴본 것들이 STS 자체를 교육하기 위한 시도들이 아니었고, 학교에서 가르치고 배우는 과학을 그것의 응용과 적용의 대상이 되는 기술과 사회의 맥락 속에서 교육하고자 하였다는 의미에서 후자의 용어들이 보다 더 정확한 의미를 전달할 것으로 판단된다. 즉, STS는 효과적인 과학교육을 위한 하나의 의미 있는 대안적 방안으로서 이해되어야 하며, 현재의 과학교육을 대체하는 과학교육 자체의 대안으로 이해되어서는 곤란하다는 것이다. 만약, 우리가 'STS교육'이라

는 용어를 계속해서 사용하고 또 이를 'STS의 내용에 대한 교육'의 의미로 사용하고자 한다면, 이는 적어도 교육과정 전체의 구성에 대한 논의를 전제하는 것으로서, 과학은 물론 STS와 관련되는 기술, 사회, 역사 등의 교과들을 모두 포괄하는 통합교과적 접근을 기본적으로 상정하는 것이어야 한다. 이렇게 될 때에는 이미 교과로서의 '과학'의 범주를 초월하는 것이 된다.

셋째, STS적 접근의 역사는 학교 과학교육에 대한 상이한 목적의 지속적인 갈등을 보여주며, 또한 STS를 향한 시도들은 각 역사적 시점에서 학교 과학교육에 대한 상이한 이상향을 그렸던 집단들에 의해 추구되었다. 즉, 영국 과학교육의 역사는 기본적으로 '실용성'과 '학문주의', '일반교육'과 '전문가 양성', '과학지식의 제공'과 '정신적 훈련', '일반과학'과 '개별

Table 6. Comparison of the STS programs developed in the UK

Programs Comparison		<i>Science for the Citizen</i>	<i>SCISP</i>	<i>Science in Society</i>	<i>SISCON-in-School</i>	<i>Salters'</i>	<i>SATIS</i>
Background	Publication	1938	1969-1974	1976-1983	1978-1983	1986-	1984-
	Aims	Liberation of People	Integrated science	Technology and Industry	Humanistic and Social Aspects of Science	Application and Relevance of Science	STS education in general
	Key Persons	L. Hogben	Chelsea College	J. Lewis	J. Solomon J. Ziman	York Univ.	J. Holman A. Hunt J. Solomon
	Target	General Secondary	Age 14-16	Age 16-18	Age 16-18	Age 11-14 Age 14-16 Age 16-19	Age 8-14 Age 14-16 Age 16-19
	Products	1 Textbook	4 Textbooks 4 Guidebooks 4 Manuals	16 Textbooks 1 Guidebook	8 Textbooks 1 Guidebook	Textbooks Guidebooks	Many Different Kinds of Materials
	Features	Political, Historical, General Science, Self-Study	Integrated, Lab. Assistants, Long-term	Industry's Support, Module Style	Teachers' Support, SISCON, Studies of Science.	Application, Textbook Style, Long-term, ASE's Support	Teachers' Support, Large Scale, Long-term ASE's Support,
Ziman's Approaches	Relevant	*	**	***	***	***	***
	Vocational	*	*	**	*	***	**
	Transdisciplinary	*	***	**	**	**	**
	Historical	***	*	*	**	*	**
	Philosophical	**	**	*	***	*	**
	Sociological	**	*	**	***	**	***
	Problematic	*	**	**	**	**	***

과학', '과학의 본질'과 '과학의 관련성', '학문중심'과 '인간중심' 등 학교 과학교육의 목표와 성격을 둘러싸고 벌어지는 다양한 관점과 견해들 간의 치열한 투쟁 과정의 단면들이었던 것이다. 그리고 각 시기에서의 STS 운동은 이러한 투쟁 과정 속에서 당대의 기존 과학교육의 전형에 대한 새로운 대안으로서 제기되었으며, 이 때문에 각 STS 관련 프로그램들은 서로 상이한 특징들과 강조점들을 나타내었던 것이다. 따라서, 과학교육에서 STS를 논의할 때, 그것은 특정한 학습형태와 목적만을 지향하는 그 어떤 단일한 접근법을 의미하는 것일 수 없으며, STS적 접근 내에서도 서로 상이한 방안들이 존재할 수 있음에 주의할 필요가 있다.

넷째, 바람직한 STS 프로그램을 위해서는 다양한 분야의 전문가들의 협조가 반드시 필요하며, 특히 과학의 응용성과 사회와의 관련성에 대한 축적된 자료가 필수적이다. 영국에서 *Salter's*나 *SATIS*와 같은 STS 프로그램들이 성공적으로 개발될 수 있었던 데에는 그 이전의 *Science in Society*와 *SISCON-in-Schools*와 같은 프로그램들에서의 기초 작업이 있었기에 가능하였다. 영국의 각 STS 프로그램 개발자들은 과거에 개발되었던 많은 역사적 자료들을 발굴하고 재해석하며 그리고 이에 자신들이 새로이 독창적으로 연구·개발하였던 자료들을 첨가·재구성하면서 종합적이고 보다 완성도 높은 프로그램들을 개발하였던 것이다. 이는 영국 사회 전반의 경험주의적 전통을 반영하는 하나의 좋은 사례이기도 하다. 이런 의미에서, STS적 접근이 최근 크게 관심의 초점이 되는 우리 나라의 경우, 이와 관련된 이전의 연구·개발 경험이 매우 부족함은 STS적 접근의 성공적인 정착에 큰 장애물이지 않을 수 없다. 따라서, 지금부터라도 각 과학 내용과 관련된 산업, 사회, 문화, 역사적 소재들을 발굴·개발하고 이를 과학교육의 관점에서 재해석하고 분석·분류하는 기초 연구들이 폭넓게 이루어져야 할 것이다. 물론, STS 운동의 성공적인 토착화를 위해서는 우리의 전통문화와 역사에 보다 깊이 관련된 소재와 내용들에 대한 집중적인 연구가

필요할 것이다. 이런 측면에서, 최근 국내에서 활발하게 전개되고 있는 '한국 역사 속 과학 탐방 교육'(박승재, 1998)과 같은 시도는 매우 의미 있는 출발이라고 할 수 있겠다.

마지막으로, 영국에서의 STS적 접근은 상당한 성공을 거두었지만, 결코 그 자체가 과학교육의 중심이 되지는 못하였다는 점이다. 앞에서 살펴본 바와 같이, *Science in Society*와 *SISCON-in-Schools*는 A-level의 일반교과(선택과목)로 제공되었으며, *SATIS*는 모듈 형식으로서 기존의 교과서 중심의 학습을 보조하는 형식으로 많이 활용된다. 그리고, 이것이 전통적 과학교육의 필요성에 공감하는 사람들의 경계심을 낮추면서 개혁적 접근이 성공적으로 정착하게 하는데 주요하였던 것이다. 이런 의미에서, 제7차 교육과정(교육부, 1998)에서 신설되어 본격적인 STS적 접근을 시도하고자 하는 「생활과 과학」이 고등학교 2-3학년용의 일반선택과목으로 제시되었다는 점은 현재 정착화 과정에 있는 우리 나라의 STS적 접근을 위해 적절한 방안이라 할 수 있겠다.

물론, STS적 접근이 영국 과학교육의 중심으로 정착되지는 못하였다고 하여서, 그것이 결국 실패하였다고 보는 것은 매우 잘못된 평가이다. 이는 마치 1960년대의 Nuffield 과학 프로그램들이 소수의 학교들에서만 실제로 가르쳐졌지만, 그 이후의 모든 과학 프로그램들은 기본적으로 Nuffield의 정신(즉, 탐구중심)을 나름대로 받아들였으며, 그런 의미에서 Nuffield 프로그램들이 영국의 과학교육을 본질적으로 변화시켰던 진정한 요인으로 간주되고 있는 것과 유사하다. 즉, 1980-90년대의 *Science in Society*, *SISCON-in-Schools*, *Salter's*, *SATIS* 등은 비록 그 자체가 실제로 학교 현장에서 채택되는 비율이 그다지 높지 않았지만, 그것들이 추구하였던 STS적 접근의 정신 그리고 이들이 보여준 가치와 가능성은 그 무엇보다도 큰 사건이었다고 할 수 있겠다. 그리고, 적어도 1980년대 후반 이후 개발된 거의 모든 영국의 과학 프로그램들은³⁶⁾ 그 정도에 있어 차이가 있을지 모르나 - 모두 STS의 정신을 심각하게 받아들이

36) 예컨대 과학과 사회의 관련성을 특히 강조한 물리교과서로는 *Physics through Application*(Jardine, 1989)과 *Physics in Real World*(Lodgett, 1990), 과학의 역사적 철학적 사회적 본성을 강조한 프로그램으로는 *Exploring the Nature of Science*(Solomon, 1991), 영국 과학교육의 정책 방향 설정으로는 *Beyond 2000*(Miller & Osborne, 1998) 등을 이러한 경험의 좋은 예로 들 수 있겠다.

고 이를 나름대로 구체적으로 구현하고 있다는 점에서, STS 운동은 영국의 과학교육 전반을 결정적으로 변화시켰던 또 하나의 중대한 요인이 아닐 수 없다.

적 요

19세기초반부터 20세기 중반까지의 시기를 다루었던 이전 논문에 이어서, 본 논문에서는 20세기 후반기 동안 STS 관련 아이디어들이 영국의 과학교육에서 어떻게 역사적으로 발전해 왔는가를 살펴보았다. 미국에서와 마찬가지로, 1950-60년에는 영국에서도 Nuffield 프로젝트와 같은 많은 수의 학문중심 과학교육 프로그램들이 등장하였다. 하지만, 1970년대에 들어서면서 이에 대한 비판들이 점차 제기되었고 당시의 경향을 수정하고자 하였던 주목할만한 시도들이 이루어졌다. 예컨대, SCISP는, 비록 그것의 주된 관심이 통합과학적 접근을 도입하고자 하는 것이었지만, 과학과 사회 사이의 관련성이 갖는 중요성을 보여주는 성공적인 계기가 되었다. 이어서, *Science in Society*와 *SISCON-in-Schools*와 같은 진정한 STS 프로그램을 위한 보다 야심찬 시도들이 이루어졌다. 이 두 프로젝트는 시기적으로 거의 동시에 개발되었으며 교과서가 아닌 모듈의 형태로 개발되었다. 하지만, *Science in Society*는 과학의 응용과 산업적 측면에 보다 관심을 집중시켰던 반면, *SISCON-in-Schools*는 과학의 역사적, 철학적, 사회적 측면들에 보다 많은 관심을 쏟았다. 1980년대에는 보다 큰 규모의 STS 프로그램을 개발하고자 하였던 훨씬 더 야심적인 시도들이 이루어졌는데, 그 대표적인 예가 *Salters'* 프로젝트와 *SATIS*였다. 이 두 가지의 프로그램들은 모두 ASE의 적극적인 협조 아래에 개발되었으며, 곧 전세계에서 대표적으로 인정받는 STS적 접근의 예가 되었다. 이 두 프로그램은 많은 유사점에도 불구하고, *Salters'*는 보다 적용-중심 및 과목-중심의 교과서 형태이었던 반면, *SATIS*는 보다 사회적 쟁점-중심의 모듈 형태의 것이었다. 한편, 학교 과학교육에서의 STS적 접근의 역사에 대한 본 연구는 각 STS 프로그램들이 상이한 사회적 배경 하에서 개발되었고 학교 과학교육의 목표에 대한 상이한 관

점을 지닌 사람들에 의해 주도되었으며 또한 STS적 접근이 20세기 마지막 시기에만 나타난 독특한 특징은 아니었음을 보여준다. 마지막으로, 지난 20세기 동안 영국에서 개발되었던 대표적인 STS 프로그램들에 대한 배경정보에 상대적인 특징의 비교를 정리하였으며 연구의 일반적인 결론과 그 시사점에 대해 논의하였다.

감사의 글

1998년 2월부터 1년간 King's College London에서 방문교수로 연구를 수행하는 기간 동안 자료수집 및 토론 과정에서 많은 도움을 주었던 P. Black, J. Dillon, M. Monk, T. Mansell 교수 등에 감사의 마음을 전하고 싶다. 그리고 Open University의 J. Solomon 교수의 조언도 많은 도움이 되었음을 밝힌다.

참 고 문 헌

- 교육부 (1998). 제7차 교육과정: 과학과 교육 과정. 대한교과서주식회사: 서울.
- 박승재 (1998). 한국 역사 속 과학 탐방 교육. 한국과학교육단체총연합회: 서울.
- 솔로몬 (1996). "영국의 STS". (출처) 조희형·최경희 (역) (1997). STS 무엇인가. 사이언스북스: 서울, 283-292.
- 송진웅 (1993). "외국 물리교육의 최근 동향". 물리학과 첨단기술, 2(3), 15-21.
- 송진웅 (1999). "영국에서의 과학-기술-사회 교육의 태동과 발전 과정 (I) - 19세기 초반에서 20세기 중반까지를 중심으로 -". 한국과학교육학회지, 19(3), 409-427.
- 오진곤·박충웅 (1994). 과학과 사회를 잇는 교육. 전파과학사: 서울.
- 조희형 (1994). 과학-기술-사회와 과학교육. 교육과학사: 서울.
- 최경희 (1996). STS교육의 이해와 적용. 교학사: 서울.
- Addinell, S. and Solomon, J. (1983). *SISCON*:

- Teacher's Guide*. ASE: Hatfield.
- ASE (1965). *School Science and General Education*. John Murray: London.
- ASE (1973). "An Association View on School Science and Technology". *Education in Science*, November, 19.
- ASE (1979). *Alternatives for Science Education*. ASE: Hatfield.
- ASE (1981a). *Book A - Diseases and the Doctor*. Heinemann Educational: London.
- ASE (1981b). *Book B - Population and Health*. Heinemann Educational: London.
- ASE (1981c). *Book C - Medicine and Care*. Heinemann Educational: London.
- ASE (1981d). *Book D - Food*. Heinemann Educational: London.
- ASE (1981e). *Book E - Agriculture*. Heinemann Educational: London.
- ASE (1981f). *Book F - Energy*. Heinemann Educational: London.
- ASE (1981g). *Book G - Mineral Resources*. Heinemann Educational: London.
- ASE (1981h). *Book H - Industry: Men, Money and Management*. Heinemann Educational: London.
- ASE (1981i). *Book I - Industry: Organization and Obligation*. Heinemann Educational: London.
- ASE (1981j). *Book J - Nature of Science*. Heinemann Educational: London.
- ASE (1981k). *Book K - Science and Social Development*. Heinemann Educational: London.
- ASE (1981l). *Book L - Looking to the Future*. Heinemann Educational: London.
- ASE (1981m). *Education through Science*. ASE: Hatfield.
- ASE (1982). "Science in Society - Newsletter". *Education in Science*, April, 39.
- ASE (1983a). *Book M - Engineering 1*. Heinemann Educational: London.
- ASE (1983b). *Book N - Engineering 2*. Heinemann Educational: London.
- ASE (1983c). *Book O - Engineering 3*. Heinemann Educational: London.
- ASE (1983d). *Book P - Defence and Energy Issues*. Heinemann Educational: London.
- ASE (1984). "Science in Society - What Next?". *Education in Science*, September, 20-22.
- Barnard, J. D. and Edwards, L. (1956). *The New Basic Science*. Macmillan: New York.
- Bassey, M. (1963). *School Science for Tomorrow's Citizens*. Pergamon Press: London.
- Bausor, J., Hall, W. and Mowl, B. (1974a). *Patterns 3 - Energy*. Longman and Oenguin Books: London.
- Bausor, J., Hall, W. and Mowl, B. (1974b). *Patterns 3 - Teachers' Guide*. Longman and Oenguin Books: London.
- Blumenau, R. (1965). *A History of Malvern College 1865 to 1965*. Macmillian & Co.: London.
- Cheek, D. W. (1992). *Thinking Constructively about Science, Technology, and Society Education*. State University of New York Press: N.Y.
- Department of Education and Science (DES) (1985). *Science 5 to 16: A Statement of Policy*. HMSO: London.
- Edwards, D. (1989). "The Salters' Science Project". *Education in Science*, January 1989, 27.
- GCSE(General Certificate of Secondary Education) (1985). *The National Criteria: Science*. HMSO: London.
- Hall, C. (1971). "The need for Integrated

- Science". *Education in Science*, November, 20-21.
- Hall, W. and Mowl, B. (1973a). *Patterns 1 - Building Blocks*. Longman and Oenguin Books: London.
- Hall, W. and Mowl, B. (1973b). *Patterns 1 - Teachers' Guide*. Longman and Oenguin Books: London.
- Hall, W. and Mowl, B. (1974). *Patterns 2 - Technicians' Manual*. Longman and Penguin Books: London.
- Hall, W., Mowl, B. and Bausor J. (1973a). *Patterns 2 - Interaction and Building Blocks*. Longman and Oenguin Books: London.
- Hall, W., Mowl, B. and Bausor, J. (1973b). *Patterns 2 - Teachers' Guide*. Longman and Oenguin Books: London.
- Hunt, A. (1988). "SATIS approaches to STS". *International Journal of Science Education*, Vol.10, No.4, 409-420.
- Hunt, A. (1994). "STS Teaching in Britain". in J. Solomon and G. Aikenhead (eds.) *STS Education: International Perspectives on Reform*, Teachers College Press, Columbia University: New York, 68-74.
- Hunt, A. (1996). "SATIS responds to new challenges". *School Science Review*, 78(283), 43-45.
- Ingle, R. and Jennings, A. (1981). *Science in Schools Which Way Now?* Heinemann Educational Books & Institute of Education, University of London: London.
- Jardine, J. (1989). *Physics through Applications*. Oxford University Press: Oxford.
- Jenkins, E. W. (1989). "Processes in science education: an historical perspective". in J. Wellington (ed.) *Skills and Processes in Science Education*. Routledge: London, 21-46.
- Kuhn, T. S. (1962). *The Structure of Scientific Revolution*. The University of Chicago Press: Chicago.
- Landbeck, R. (1974). "Diffusion in SCISP". *Education in Science*, January, 28.
- Layton, D. (1984). *Interpreters of Science: A History of the Association for Science Education*. John Murray & ASE: London.
- Lewis, J. L. (1981). *Science in Society: Teacher's Guide*. Heinemann Educational Books Ltd & ASE: London.
- Lockett, K. (1990). *Physics in the Real World*. Cambridge University Press: Cambridge.
- Matthews, M. R. (1994). *Science Teaching: The Role of History and Philosophy of Science*. Routledge: London.
- McCulloch, G., Jenkins, E. and Layton, D. (1985). *Technological Revolution?: The Politics of School Science and Technology in Engalnd and Wales Since 1945*. The Falmer Press: London.
- Meadows, D. (1972). *The Limits to Growth*. Potomac Association: Washington.
- Millar, R. and Osborne, J. (1998). *Beyond 2000: Science education for the future*. King's College London: London.
- Ministry of Reconstruction (1919). *Natural Science in British Education* (Reconstruction Problems 26). HMSO: London.
- Mowl, J., Hall, W. and Bausor, J. (1974). *Patterns 4 - Interactions and Change*. Longman and Oenguin Books: London.
- Mowl, J., Hall, W. and Bausor, J. (1975). *Patterns 4 - Teachers' Guide*. Longman and Penguin Books: London.
- Nice, M. (1973). *Patterns 1 - Technicians' Manual*. Longman and Penguin Books:

- London.
- Nice, M. (1974). *Patterns 3 - Technicians' Manual*. Longman and Penguin Books: London.
- Nice, M. (1975). *Patterns 4 - Technicians' Manual*. Longman and Penguin Books: London.
- Nicodemus, R. B. (1975). "Discrepancies in Measuring Adoption of New Curriculum Projects". *Education in Science*, November, 26-28.
- Nuffield Secondary Science (1971). *Teachers' Guide*. Longman: London.
- Ravetz, J. R. (1975). "Science in society - trendiness or trend?". *Education in Science*, June, 12-19.
- Savory, M. J. (1980). "Science in Society", in C. P. McFadden (ed.) *World Trends in Science Education*. Atlantic Institute of Education: Halifax, 78-182.
- SCISP (1970). "What does SCISP mean by Integrated Science?". *Education in Science*, June, 32-34.
- SCISP (1973). "What Northern Ireland Pupils think of SCISP". *Education in Science*, November, 24-27.
- Smith, N. (1988). "In support of an 'application-first' chemistry course: some reflections on the Salters' GCSE Scheme". *School Science Review*, 70(250), 108-114.
- Snow, C. P. (1963). *The Two Cultures*. Cambridge University Press: Cambridge. (originally 1957.)
- Solomon, J. (1980). "Science and society studies in the school curriculum". *School Science Review*, 62(219), 213-219.
- Solomon, J. (1981). "STS for school children". *New Scientists*, 8 January, 121-3.
- Solomon, J. (1983a). *Energy: the Power of Work* (SISCON). Basil Balckwell & ASE: Oxford.
- Solomon, J. (1983b). *Evolution and the Human Population* (SISCON). Basil Balckwell & ASE: Oxford.
- Solomon, J. (1983c). *Health, Food and Population* (SISCON). Basil Balckwell & ASE: Oxford.
- Solomon, J. (1983d). *How Can We Be Sure?* (SISCON). Basil Balckwell & ASE: Oxford.
- Solomon, J. (1983e). *Space, Cosmology and Fiction* (SISCON). Basil Balckwell & ASE: Oxford.
- Solomon, J. (1983f). *Technology, Invention and Industry* (SISCON). Basil Balckwell & ASE: Oxford.
- Solomon, J. (1983g). *The Atomic Bomb* (SISCON). Basil Balckwell & ASE: Oxford.
- Solomon, J. (1983h). *Ways of Living* (Science In a Social CONtext). Basil Balckwell & ASE: Oxford.
- Solomon, J. (1991). *Exploring the Nature of Science*. Nelson Blackie: Glasgow.
- Solomon, J. (1992). *Teaching Science, Technology, and Society*. Open University Press: Buckingham.
- Solomon, J. (1993). *Teaching Science, Technology and Society*. Open University Press: Buckingham.
- Solomon, J. and Aikenhead, G. (1994). *STS Education: International Perspectives on Reform*. Teachers College Press: New York.
- Stringer, J. (1993). "Managing a major curriculum initiative". in E. Whitelegg et al. (eds.) *Challenges and Opportunities for Science Education*. Paul Chapman Publishing Ltd.: London, 33-35.

- UYSEG (1991). *Salters' Science*. Univ. of York Science Education Group: York, UK.
- Watt, M. and McGrath, C. (1998). "SATIS factions: approaches to relevance in science education". *School Science Review*, 79(288), 61-65.
- Yager, R. (1996). *Science/Technology/Society: As Reform In Science Education*. State University of New York: New York.
- Ziman, J. (1980). *Teaching and Learning about Science and Society*. Cambridge Univ. Press: Cambridge.
- Ziman, J. (1994). "The Rationale of STS Education is in the Approach", in J. Solomon and G. Aikenhead (eds.) *STS Education: International Perspectives on Reform*, Teachers College Press, Columbia University: New York, 21-31.