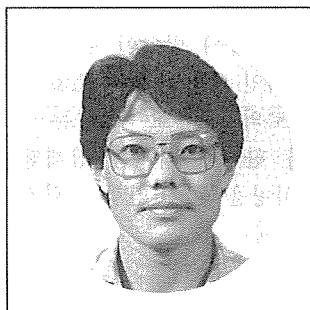


과학교육에서의 과학 기술 사회적 접근

“科學的 素養 갖춘 市民양성에 寄與”



崔 秉 舜

한국 敎員大 제3대敎 교수·화학敎育

■ 머리 말

1980년대 과학교육 분야에서 큰 변화중의 하나는 과학, 기술, 사회(Science-Technology-Society)적 접근을 통한 과학교육의 필요성이 강조되고, 그 실현 가능성을 알아보기 위한 시도가 많이 이루어졌다는 점일 것이다. 과학교육에서의 STS운동은 1960년대에 미국을 중심으로 이루어진 과학교육과정 개혁의 결과에 대한 반성에서부터 비롯되었다. 따라서, STS운동의 주창자들은 과학교육이 과학지식의 응용과 과학·기술·사회의 상호작용에 보다 초점을 맞추으로써, 과학적 소양을 갖춘 시민의 양성에 이바지해야 함을 강조하고 있다(Yager and Tamir, 1992). 우리나라에서도 최근들어 실생활 소재를 교재화하는 방안(권재술, 1991)이나 STS과학교육과정의 연구(조정일, 1991)등이 소개된 바 있는데, 이들도 모두 같은 맥락에서 이해할 수 있을 것이다.

본고에서 필자는 이들이 주장하는 STS적 접근

의 필요성과 STS적 접근을 통한 과학 프로그램의 적용효과를 소개한 후, 이들의 주장을 어떻게 수용하는 것이 바람직 하겠는지에 관하여 논의하고자 한다.

■ STS운동의 방향

1. STS운동의 기원

과학교육 프로그램의 STS적 접근은 주로 영국과 미국에서 거의 동시에 독립적으로 시작되었다. 영국에서는 16세 이상의 학생들을 위해 개발한 Science in Society와 Science in a Social Context를 그 효시로 볼 수 있는데, 이들 프로그램은 의무교육이 끝난 소수 민족 학생들에게 적용되었으며, 과학교사들에게 과학, 기술을 응용하여 해결할 수 있는 실생활 문제에 학생들의 흥미와 관심을 유도하는 수업기술을 제시하고 있다는 점에서 영향을 주었다. 미국에서는 현행 과학교과서의 분석과 새로운 교육과정운동에 대한 실태조사를 바탕으로, 미국 과학

교육의 바람직한 방향을 제시한 Project Synthesis(Harms, 1981) 이래 본격적으로 STS적 접근을 시도하였다. Project Synthesis에서 Harms는 과학 프로그램의 분석 기준으로 4개의 목표군 즉, 1) 개인적 필요를 충족시키는 과학교육, 2) 현 사회적 문제를 해결할 수 있는 과학교육, 3) 직업의 선택을 도와주는 과학교육, 4) 학문적 준비를 위한 과학교육을 제안하고 있는데, 과학 프로그램의 STS적 접근은 이들 중에서 앞의 세 목표군에 관련되어 있다고 볼 수 있다. 이와같이 STS는 학문중심 교육사상에 입각한 과학프로그램에서와는 달리 실생활적, 기술적, 사회적 상황을 강조하고 있다. 즉, 학생 개개인의 일상생활에서 활용할 수 있는 과학개념과 과정기능, 그리고 가정, 학교, 사회, 혹은 지구상에서 일어나는 문제들과 관련된 과학교육, 또한 과학과 관련된 직업을 선택하고, 지역문제의 해결에 인적자원을 활용하는 문제에 관련된 과학교육을 강조한다.

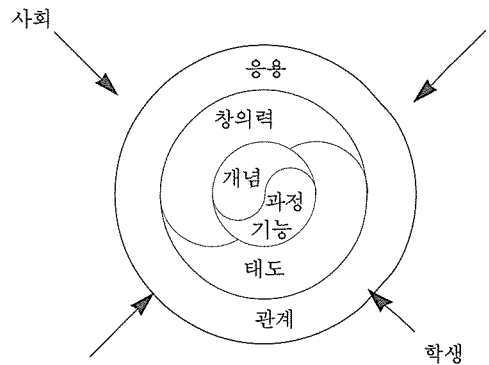
2. STS과학프로그램의 목적

NSTA(1991)는 STS프로그램의 목적을 과학적 소양을 갖춘 졸업생을 배출하는데 두고 있으며, 이들이 제시한 과학적 소양의 일부를 소개하면 다음과 같다.

- ① 일상생활에서 부딪히는 문제를 해결하거나 그에 관한 의사결정을 하는데 있어서, 윤리적 가치 뿐만이 아니라 과학과 기술의 개념을 활용한다.
- ② 대안적 선택의 예측 가능한 결과를 고려한 후에, 개인적 혹은 사회적 활동에 책임있게 참여한다.
- ③ 자신의 의사나 활동을 증거에 입각하여 논리적으로 설명한다.
- ④ 자연과 인간사회에 대하여 감사와 호기심을 갖는다.
- ⑤ 자연을 탐구하는데 논리적 사고와 창의력을 발휘하고, 탐구방법을 신중히 선택한다.
- ⑥ 과학적 연구와 기술적 문제해결에 가치를 부여한다.

- ⑦ 과학 및 기술적 정보를 수집, 분석, 평가하고, 이를 문제해결과 의사결정에 활용한다.
- ⑧ 과학과 기술이 인간의 복지증진에 미치는 영향과 한계를 인식한다.

Yager(1990)는 이와 같은 목적을 설정하고, 교육과정과 교수전략을 고안하며, 목적의 달성 정도를 평가하는 틀을 만드는데 활용할 수 있는 STS프로그램의 모형을 <그림>과 같이 제시한 바 있다.



<그림> STS프로그램의 모형

이 모형에 의하면, STS 프로그램은 전체사회로부터 시작하여 점차 응용과 관계의 영역으로 이동한다. 이 영역은 우리가 먹는 음식, 입는 옷, 사는 가정을 비롯하여, 교통이나 통신수단, 사회적 문제 등이 포함된다. 이와같은 실생활 문제나 사회 문제를 해결해 가는 과정에서 창의력이 동원되며, 이러한 과정을 통하여 과학적 태도와 창의력이 형성된다.

이러한 학습활동은 결과적으로 학생들에게 과학자들이 활용하는 개념이나 과정기능에 접하게 한다. 이와는 반대로 현재의 과학 프로그램들이 그러하듯이 과학개념이나 과정기능들로부터 출발하면, 대부분의 학생들은 실생활의 문제에 이들을 활용하기 전에 망각하게 되고, 따라서 과학적 태도의 함양이나 창의력의 신장을 기대할 수 없게 된다. STS프로그램에서는 개념이나 과정기능이 학생 자신이 직면하는 문제를 해결할

때 활용할 수 있기 때문에 유용한 것이다.

3. STS프로그램의 적용방법

실사 STS프로그램의 목적이나 개발전략이 설정되어있다 하더라도, 학교 교육과정에 STS 프로그램을 어떤 형태로 삼입하여 현장에 적용시킬 것인가에 따라서 STS 프로그램의 구조나 체제는 많이 달라질 것이다. STS 프로그램을 현장에 적용하기 위한 방법은 크게 두가지로 나눌 수 있을 것이다. 하나는 현재의 과학교재를 완전히 STS 프로그램으로 대체하는 방법이고, 다른 하나는 현재의 과학교재가 갖고 있는 문제점을 보완하기 위한 보조교재로 STS 프로그램을 활용하는 방법이다. 전자의 경우에는 STS적 접근에 의해 개발한 프로그램으로 독립된 과학교재를 구성하는 경우이다. 그러나 후자의 경우에는 다시 세가지의 서로 다른 형태의 과학교재 구성이 가능하다. 첫째는 STS 프로그램을 현행 과학교재의 관련내용에 접목시키는 방법이고, 둘째는 현행 과학교재의 각 단원마다 단원의 끝부분에 관련 STS프로그램을 추가하는 방법이고, 셋째는 STS 프로그램으로 구성된 독립 과학교재를 개발하되 활용은 현행 과학교재의 미비점을 보완하는 형태를 취하는 것이다.

STS 프로그램이 어떤 형태로 현장에 적용되든지 문제점은 있다. STS 프로그램이 현재의 과학교재를 대체하는 경우에는 지식의 구조의 측면에서 STS프로그램이 갖고 있는 한계를 극복하기가 어렵다는 문제가 있으며, STS프로그램이 현행 과학교재의 보조 교재로서 활용되는 경우에는, STS 프로그램이 들어갈 자리를 마련하기 위해서 어떤 내용을 빼야 하는 문제가 도사리고 있다.

■ STS 프로그램의 적용결과

지난 10여년간 STS적 접근을 통한 과학교육의 필요성이 강조되고, 실험적 STS과학프로그램이 많이 개발되어 보급되고 있지만, 이러한 프로그램을 현장에 적용하여 그 효과를 알아본

연구보고는 많지 않은 편이다. 여기에서는 영국에서 개발되어 점차 많이 보급되고 있는 SATIS (Science and Technology in Society) 프로그램과 캐나다에서 개발되어 현장연구가 이루어진 SciencePlus 프로그램의 적용효과를 소개하고자 한다.

1. SATIS 프로그램

• 프로그램의 개요

SATIS 프로그램은 학문중심 교육사상에 바탕을 두고 개발된 과학교재가 장차 과학자가 되거나 과학분야에서 일하고자 하는 소수의 학생들에게는 적절하지만, 나머지 대부분의 학생들의 관심에는 어울리지 않는다는 과학교사들의 의견이 반영되어 개발된 것이다. 이 프로그램은 이미 16세 이상의 학생들을 대상으로 하는 Science in Society와 Science in a Social Context(SISCON)를 개발하여 보급한 바 있는 ASE(Association for Science Education)에 의해서, 과학교사들이 주가 되어 공공기관, 산업계, 대학교 등의 전문가들의 조언을 얻어 개발되었다.

SATIS 프로그램은 하나의 독립된 교재가 아니고 현행 과학교재와 함께 쓰도록 단원내용이 구성되어 있으며, 필요에 따라 선택적으로 활용하도록 되어 있다. 한 단원의 학습 소요시간은 일반적으로 75분 정도이다. 이 프로그램의 특징은 과학과 기술이 사회나 자연환경에 미치는 영향을 학생들이 인식할 수 있도록 꾸며져 있으며, 산업계의 사례연구를 통하여 과학기술산업이 인간의 삶의 질을 높이는데 어떻게 기여하는가를 깨달을 수 있도록 하였다. 많은 단원들이 통합적 접근에 의해서 집필되었으며, 실생활문제에는 항상 정답이 있는 것은 아니어서 경우에 따라서는 타협이 필요함을 가르치고 있다. 또한 실생활에서 소재를 선택하므로써 학생들이 과학의 유용성을 인식하고, 과학이 좀더 흥미있는 교과로 인식되도록 노력하였다(Hunt, 1988). 이 프로그램은 또한 학생들이 학습에 보다 능동적이고 적극적으로 참여하도록 다양한 교수방법

을 활용하고 있는데, SATIS 14-16에 나오는 100개의 단원을 학습활동 유형에 따른 단원수로 분석한 결과를 제시하면 <표1>과 같다.

<표1> SATIS 14-16에서 활용한 활동 유형에 따른 단원수

| 활 동 유 형 | 단원수* |
|--------------|------|
| 구조화된 토론 | 21 |
| 역할놀이 혹은 모의실험 | 9 |
| 문제해결 혹은 의사결정 | 17 |
| 데이터 분석 | 21 |
| 조사연구 | 13 |
| 현장활동 | 26 |
| 사례연구 | 8 |
| 연구고안 | 2 |

* 한 단원이 두 종류 이상의 활동에 들어갈 수도 있음.

SATIS 프로그램은 14세에서 16세 학생을 위한 SATIS14-16과 16세에서 19세의 학생 즉, 제6형태 학교와 계속교육 기관에 다니는 학생을 위한 SATIS 16-19이 출판되었으며, 8세에서 14세 학생을 위한 Early SATIS는 1992년에 출판될 예정이다.

• 프로그램의 적용결과

SATIS 프로그램의 활용도와 적용결과에 관한 연구는 질문지법과 인터뷰방법을 이용하여 1987년과 1989년에 2차에 걸쳐 수행되었다 (Walker, 1990). 연구결과에 의하면, SATIS 프로그램을 활용하는 교사수와 학교수가 크게 증가하고 있는 것으로 나타났다.

1차 평가에서는 학교당 활용단원수가 연평균 8단원이던 것이 2차 평가에서는 12단원으로 50% 증가하였으며, SATIS를 과학학습에 활용하는 교사의 비율도 <표2>에 나타난 바와 같이

크게 증가하였다.

<표2> SATIS를 적용하고 있는 교사의 비율 변화

| 구 분 | 1차 평가시(%) | 2차 평가시(%) |
|-----------|-----------|-----------|
| 모든교사 | 21 | 24 |
| 50%이상의 교사 | 39 | 44 |
| 50%미만의 교사 | 40 | 13 |
| 약간의 교사 | - | 8 |
| 1명의 교사 | 11 | - |

대부분의 교사들은 GCSE 교육과정과 SATIS 프로그램의 연계성을 매우 중요시하여, 교육과정에 직접 관련없는 SATIS 단원은 활용하지 않고 있는 것으로 조사되었다. SATIS에 대한 학생들의 호응도는 매우 높아서 85%의 학생들이 매우 흥미 있다고 응답하였으며, 특히 실생활 관련 문제의 데이터 처리와 토론을 중심으로 전개되는 단원을 선호하는 것으로 나타났다. 대부분의 교사들은 SATIS에서 적용되고 있는 다양한 교수방법의 시도를 환영하였으나, 동시에 익숙치 못한 새로운 교수기술에 대한 두려움도 나타내었다.

2. Science Plus 프로그램

• 프로그램의 개요

SciencePlus는 중학교 1학년에서 3학년을 대상으로 캐나다의 ASCP(Atlantic Science Curriculum Project)에서 개발한 프로그램이다. 이 프로그램은 기본 과학개념의 이해와 과정기능의 체득 뿐 아니라, 학생들이 올바른 과학적 자연관을 갖고, 과학과 기술이 사회에 미치는 영향을 인식하며, 민주적 의사결정 능력을 함양할 수 있도록 개발되었다. 다시 말하면, 60년대에 개발된 과학 교육과정이 추구하는 교육의 목적과 소위 STS가 추구하는 교육목적들을 동시에 달성할 수 있도록 개발된 것이다(McFadden, 1991). 이 프로그램은 12년 간의 현장연

구를 바탕으로 개발된 27개의 단원으로 구성되어 있으며, 영어판과 불어판이 출판되어 캐나다의 6개 주에서 적용되었다.

• 프로그램의 적용결과

McFadden(1991)은 SciencePlus를 현장에 적용한 결과 나타나는 문제점으로 크게 두가지를 들고있다. 하나의 문제점은 중학교 1학년에서 3학년에 걸쳐 가르칠 수 있는 과학내용의 양이 크게 줄어든다는 점이다. 즉, 종래의 과학교재를 사용한 경우와 새 프로그램을 적용한 경우를 비교해 볼때, 학생들이 배우는 과학내용의 양에 큰 차이가 있다는 것이다. 다른 문제점은 과학교과에서 다루는 내용이 다른 교과내용과 중복이 많다는점이다. 예를 들면, 영양에 관련된 주제는 과학 뿐만이 아니라 보건학과 가정학에서도 거의 같은 내용을 다루고 있다.

종래의 과학교과에서 다루는 내용은 ASCP에서 개발한 프로그램으로는 거의 30단원의 분량에 해당하지만, SciencePlus에서는 3년에 평균적으로 12단원 이상 가르칠 수가 없었다. 다시 말하면, SciencePlus에 의해서는 종래의 과학교과를 써서 학습한 내용의 1/2정도 밖에 가르치지 못한 것이다. SciencePlus 개정판은 SciencePlus 중의 몇 단원을 더 STS적 접근에 의해서 개발된 단원으로 대치 시켰는데, SciencePlus개정판을 현장 적용한 결과에 의하면, 1년에 평균적으로 3단원 가르칠 수 있었다. 따라서, 일주일에 160분간 가르치고 있는 과학시간을 400여분으로 늘리지 않는 이상, SciencePlus 개정판을 3년 동안에 모두 가르칠 수는 없게 되는 셈이다. 과학시간을 일주일에 400여분으로 늘리려면, 연 수업일수를 늘리든지 혹은 다른 교과와 수업시간을 줄여야 할 것이다. 어느 방법이든 실현이 거의 어려운 것은 분명하다. McFadden은 이러한 문제의 해결은 과학교육과정의 개혁이 아닌 학교교육과정의 개혁에 의해서 시도되어야 함을 주장하고있다. 예를 들면, 과학이나 기술에 관련된 사회문제를 다루는 과학학습은 기술, 가정, 그리고 사회교과와 어느 정도 통합적 교육과정을 구성하여 가

르치므로써, 가르치는 내용의 중복도 피할 수 있고 효율적인 시간 운용도 가능하다는 것이다. 그는 그 전제로 통합적 학교교육과정 구성을 위한 지도력이 요구된다고 보고 있다.

■ 논의 및 제언

주지하는 바와같이 우리나라에서는 6차 과학교육과정 개정을 전후하여 과학교육과정의 통합적 접근, 혹은 과학교육과정의 과학, 기술, 사회적 접근 등의 논의가 있었다. 그러나 이러한 논의들이 결실을 맺기 위해서는 선행 연구들에 대한 보다 면밀한 고찰과 현장 연구결과에 보다 유의할 필요가 있다. 지난 10여년간 많은 과학교육 학자들이 과학교육의 STS적 접근의 필요성을 강조하여 왔고, 그들의 주장은 또한 많은 사람들의 공감을 받아 왔다. 그러나 STS 프로그램이 현장에 적용되는 데는 해결해야 할 많은 문제들이 가로 놓여있다. 여기에서는 중요한 몇 가지 문제점들을 지적한 후, 이들에 관련된 몇 가지의 제언을 하고자 한다.

STS 프로그램을 개발하고 이를 적용하는 과정에서 우선 고려해야 할 문제는 과학교육의 목적이 무엇인가 하는 점이다. 종래의 과학 교육 과정이 과학교육의 주된 목적을 기본 개념 및 개념체계의 이해, 탐구과정 기능 및 과학적 태도의 신장에 두고 있는 반면에, STS 프로그램에서는 과학적 소양의 함양을 주된 목적으로 제시하고 있다. 과학교육의 목적을 어디에 둘 것인가 하는 문제는 교육과정의 구성이나 평가 등 모든 후속의 과학교육 활동에 영향을 주기 때문에 핵심적 사항이라고 볼 수 있다. 이들 과학교육의 목적을 보면, 전자는 주로 과학의 본질과 과학교육의 국가·사회적 필요성의 관점에서 진술된 것이고, 후자는 학습자의 개인적 요구가 크게 반영된 것이라고 볼 수 있다. 그러나 과학교육의 목적은 어느 한 측면이 강조되기 보다는 각 측면이 모두 고려되어 조화를 이루어야 할 것이다. 다만 제시된 목적 각각의 비중은 학습자의 요구에 따라 달라질 수 있을 것이다. 다시

말하면, 과학교육의 목적은 종래의 교육과정이나 STS프로그램에서 제시하는 목적이 모두 포함되어야 하며, 다만 각각의 비중은 학습자의 요구에 맞게 조절되어야 할 것이다.

다음으로 제기되는 문제는 교육과정 구성의 문제이다. 교육과정의 구성에서는 학문의 구조와 학습경험의 선정 및 조직의 문제가 핵심적 사항인데, STS 프로그램에서 이와 관련된 문제로는 개념체계가 소홀히 취급되어 학습이 단편적으로 이루어질 수 있다는 점과 학습내용이 과다하다는 것이다. 이 문제는 마치 두마리의 토끼를 쫓는 것과 같아서 개념체계를 중시하면서 STS 적 접근을 한다면 학습량은 더욱 더 많아지게 된다. 따라서, STS의 비중이 커지면 커질수록 기존의 학습내용에서 어느 내용을 제외해야 할 것인가 하는 문제가 대두된다. 혹은 개념체계를 어느 정도 희생하지 않을 수 없게 된다. 이러한 문제들도 결국은 학습자의 요구에 맞추어 조절되어야 할 것이다. 예를 들어, 학생들의 성격을 크게 자연계열과 비자연계열로 나눈다면, 자연계열 학생을 위한 교육과정에서는 개념체계가 중시되면서 STS의 비중을 낮추고, 비자연계열 학생을 위한 교육과정에서는 STS의 비중을 높이고, 대신에 학습할 개념을 정선하여 그 분량을 줄이며, 경우에 따라서는 개념체계를 어느정도 희생할 수 있을 것이다. 이때 STS 내용이 너무 단편적이거나 지엽적이어서 학습자가 새로운 상황에서 직면하는 문제의 해결에 크게 도움이 되지 않는다면, 생활중심 교육과정에서 지적되었던 문제점이 되풀이 될 수 있음을 명심해야 할 것이다. 따라서 이러한 염려를 불식시키고, 종래의 교육과정에서 추구하던 과학교육의 목적과 새로운 STS 프로그램이 추구하는 목적을 동시에 조화롭게 추구하고자 한다면, STS 프로그램은 기존의 과학교육을 보완하는 형태가 바람직할 것이다.

이상의 논의를 바탕으로 과학교육의 STS 적 접근과 관련하여 몇가지 제언을 하면 다음과 같다.

첫째, STS 적 접근에 의한 새로운 과학교육과정의 개발은 선행연구결과의 면밀한 고찰과

충분한 현장연구의 결과에 바탕을 두고 체계적이고 신중하게 시도되어야 할 것이다.

둘째, STS 적 접근에 의한 새로운 과학교육과정은 기존의 과학교육과정과 새로운 STS 프로그램이 추구하는 과학교육 목적을 동시에 조화롭게 달성할 수 있도록 구성되어야 한다. 이때 교육과정에서 제시하는 각 목적의 비중은 학생의 필요나 요구에 맞게 조절되어야 할 것이다. 이 경우에 STS 내용이 들어갈 자리를 확보하기 위해 기존의 교과내용 중에서 어떤 내용(개념)이 제외되어야 할 것인가는 개념구조와 관련개념의 유용성에 비추어 신중하게 결정되어야 한다.

셋째, STS 적 접근에 의한 과학교육과정은 기존의 과학교육과정을 근간으로 하고, 이에 STS 정신을 보완하는 형태로 개발되는 것이 바람직할 것이다. 이때 STS 관련 학습경험은 학습전략의 차원에서 동기유발, 선행조직자, 갈등의 제공, 인지구조의 정착 등 다양한 목적으로 활용할 수 있을 것이다.

넷째, STS의 비중은 학습자의 요구, 즉 학습자의 학년수준과 관심이 동시에 고려되어 조절되어야 할 것이다. 예를 들면, 자연계열 학생보다는 비자연계열 학생들에게, 저학년 보다는 고학년 학생들에게 STS의 비중이 높아야 할 것이다.

마지막으로, 앞에서 논의된 문제들-학년수준과 개인적 요구에 다른 과학교육의 목적 설정, STS의 비중, STS 교육과정의 구성 등에 대한 연구와 이들에 대한 의사결정, 그리고 이에 관련된 현장연구를 위해서 체계적이고 지속적인 연구 프로젝트를 수행해야 할 것이다. 이를 위해서는 과학교육학회가 주체가 되어 학술진흥재단이나 과학재단을 통한 지원의 가능성 타진과 함께, 교육부의 정책 연구과제나 이종 교과서 협회 등에 의한 지원가능성도 적극적으로 모색해야 할 것이다.

◇ 이 글은 「'92 國內外 한국과학기술자 학술회의 夏季심포지움」 과학교육분과에서 발표된 내용을 전재한 것임〈편집자〉