

# 과학영재교육을 위한 웹기반 STS수업모형 개발 - 생물교육을 중심으로 -

임길선 · 정완호\*  
(부산대학교) · (한국교원대학교\*)

## A Study on the Development of Web-based STS Instruction Model for the Scientifically Gifted Students- Centered on Biology Education -

Gil-Sun Lim · Wan-Ho Jeong\*

(Pusan National University) · (Korea National University of Education\*)

### ABSTRACT

The main purposes of this study is to develop a web-based STS biology instruction program (WB-STS) for the scientifically gifted students. The specific main research questions were as follows; 1. How can the WB-STS for biology education be developed and what are the primary components involved in it? 2. Is there any proper validity for developed the WB-STS in biology education?

To solve the above mentioned problems, several procedures were applied.

First, in order to develop WB-STS for the scientifically gifted students, NCISE, Renzulli's Enrichment Triad Model and the Iowa Chautauqua program's main characteristics were analyzed systematically and the principles and general process for constructing WB-STS were examined. Additionally, the needs of students and the goals of Biology education were identified thoroughly. And then all these ideas were embodied in an agenda for constructing WB-STS. Second, to analyse the validity and utility of developing WB-STS, a questionnaire was developed and submitted to seven specialists and a group of twenty students who would participate in the experiment later.

The main results of study are summarized below:

First, WB-STS appeared to be successfully constructed based on Renzulli's Enrichment Triad Model and the Iowa Chautauqua program. Its main features are that it was made emphasizing a learner-centered approach and constructive learning. It is composed of five steps: Scientific theme selection → Exploration → Concept & Principle Check → Finding Solution → Action.

Second, seven specialists and a group of students assessed the developed WB-STS's validity and utility with a questionnaire, the results appeared satisfactory. Students showed high interest in WB-STS and gave a positive evaluation of WB-STS.

**Key words:** the scientifically gifted students, Model development, Web-based STS Model, Learner-centered approach.

## I. 서론

과학영재 교육의 목표는 과학의 기본개념과 이론을 알고 문제해결력이나 창의력을 증진시켜 이를 통해 창의적인 지식이나 산출물을 생산하여 인류공영을 지향하는 데 있다(구자역 등, 1999). 과학영재 교육의 목표와 과학영재의 특성을 고려해 본다면, 과학영재를 위한 교수학습은 과학개념과 이론을 습득할 기회를 제공할 뿐만 아니라 덜 구조화된 과제를 제공하여 자기주도성과 논리적 사고나 비판적 사고와 같은 높은 수준의 사고 능력을 계발하고 창의적으로 문제를 해결하는 능력을 발휘할 수 있는 기회를 제공할 수 있는 것이어야 할 것이다.

실제로 오늘날의 과학교육목표는 과학이 과학으로만 고립되어 존재하는 것이 아니라, 이 사회의 각 분야와 밀접한 관계가 있다는 것을 전제하고 있다. 과학자의 연구활동이 정치나 사회상황에 영향을 받을 뿐만 아니라 과학의 활동이 정치나 사회에 영향을 주고 있다. 따라서 과학교육은 과학적인 개념과 탐구능력의 함양은 물론이고, 사회적인 문제도 함께 인식할 수 있는 과학적 소양을 동시에 길러야 할 것이다(Yager, 1991; 1992; Solomon, 1993; 長洲南海男, 1996; Yager, 1996; 林吉善, 1998). 그러므로 과학영재 교육의 목표 또한 국가사회적인 지도자를 기르고, 과학과 사회에 대한 올바른 인식을 할 수 있는 힘과 합리적인 의사결정 능력을 기를 필요성이 있다. 여기에 적합한 과학교육으로 과학·기술·사회(STS: Science, Technology & Society)교육을 들 수 있다. STS 교육은 1980년대 이후, 세계 과학교육을 특징짓는 중요한 패러다임 중의 하나로, 당면한 과학과 기술에 관련된 사회적 문제들을 중등 및 대학생들에게 주지시킴과 동시에 학생들이 장차 이러한 문제에 직면했을 때 현명하게 대처하고 해결할 수 있는 문제해결력을 기르는 것을 목표로 한다(Rubba et al., 1991; Aikenhead & Ryan, 1992; Solomon, 1993; 정완호 등, 1993; 조희형, 1994; Cromer, 1997; Hungerford et al., 1997; 임길선, 2000; 조희형, 2000; 송진웅, 2001; 임길선, 2002).

그러나, STS 교육의 효율성을 확보하고, 과학 고등학교에서 가르쳐야 할 과학적 지식을 확보함과 동시에 현재의 학생들의 특성을 잘 이해한 수업모형은 아직까지 충분히 개발되지 못한 것이 현 실정이다(권용주, 1993; 조정일, 1998; 임길선, 2003). 아울러 지식정보화 사회에 적응하고 학생들의 흥미를 유발할 수 있는 수업모형 개발의 필요성

이 대두되며 이를 위해서는 인터넷이 가진 무한한 가능성을 학습에 응용하여야 한다. 이것이 바로 웹기반 학습이다(Duffy & Cunningham, 1996; Crossman, 1997; Harasim et al., 1997; 김홍래 등, 1998; Hill, 1999). 웹은 STS 학습과제를 학습자 중심으로 해결할 수 있는 가장 시의 적절한 방안으로 평가되고 있음에도 불구하고, 실제로 지금까지 개발된 STS 수업모형에는 활발하게 적용되지 못하고 있다. 따라서 과학영재를 위한 수업모형과 일반 학생들을 위한 STS 수업모형들이 가진 한계점을 고려하고, 과학영재 교육에 있어서 STS의 필요성을 인식한다면, 과학영재를 위한 STS 수업모형은 또 다른 모습으로 개발될 필요성이 있다.

이러한 필요성에 의해 개발될 웹기반 STS 수업모형은 다음과 같은 요소를 가져야 할 것이다(서형두와 정완호, 1993; 김경자 등, 1997; 김영채, 1999; 임길선, 2003). 첫째, 과학영재는 지적 탐구에 대한 욕구가 강하고 학습속도가 매우 빠르므로 개발될 웹기반 STS 수업모형은 과학영재의 이러한 인지적 특성을 고려할 수 있어야 한다(Renzulli, 1977; Renzulli & Reis, 1985; Renzulli, 1988). 둘째, 과학영재는 스스로 학습하는 자발성을 가지고 있으며 어려운 과제에 도전하여 해결하는 것을 선호하는 특성을 가지고 있으므로 개발될 웹기반 STS 수업모형은 과학영재의 이러한 요소들을 고려할 수 있어야 한다(Torrance, 1977; Renzulli & Reis, 1985; Treffinger, 1986; Sternberg & Lubart, 1999). 셋째, 개발될 STS 수업모형에서 교사의 역할은 안내자이며 조력자이지 결코 교사 주도의 획일적인 수업을 진행하여서는 안 될 것이다. 마지막으로 과학영재는 다양한 지적 욕구를 가지고 있으므로 개발될 수업모형은 다양한 활동을 통해 이를 충족시킬 수 있는 모형이어야 할 것이다(Treffinger, 1986; Yager, 1991; Mayer, 1999; Pirto, 1999; Sternberg & Lubart, 1999).

지금까지의 논의를 바탕으로 하여 이 글에서는 과학영재의 생물교육을 위한 효율적인 교수·학습방법을 개선하기 위하여, 먼저 기존의 이론적 배경을 통하여 과학영재의 심리적인 특성과 과학영재를 위한 수업모형을 검토한 뒤, STS 수업모형의 구성요소와 일반 절차를 파악하고, 웹기반 STS 수업모형의 구성요소를 밝혀내어, 최종적으로 과학영재를 위한 웹기반 STS 수업모형을 개발하고자 한다.

## II. 이론적 배경

### 1. 과학영재의 정의와 특성

영재교육에 있어 중요한 문제는 어떤 사람을 영재라 할 것이며, 영재성을 어떻게 정의할 것인가이다. 평균이상의 일반 혹은 특수능력, 그리고 높은 과제집착력과 창의성이 동등한 요소로 상호작용 하는 교집합의 영역에 있는 사람을 영재로 정의한다(Renzull, 1978)는 Renzull의 세고리(Three ring)정의를 확대하여, 임길선(2003)은 영재란 평균이상의 능력, 과제해결력, 창의성이 상호작용하여 시너지효과를 낼 수 있는 영역에 있는 사람이라고 정의하였다. 아울러 '과학영재란 과학 분야에 대한 평균 이상의 능력, 높은 과제해결력, 그리고 창의성이라는 세 가지 기본적인 특성이 상호작용하여, 장래 과학분야에서 뛰어난 업적을 나타낼 수 있는 잠재력을 보유하고 있는 사람'으로 정의하면서 이 정의를 Fig. 1로 도식화 하였다.

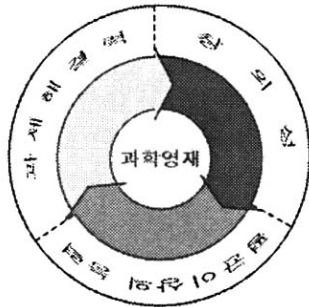


Fig. 1. 과학영재의 정의(임길선,2003)

한편, 과학영재들의 특성은 인지적 특성과 정의적 특성으로 나눌 수 있는데 이를 통합하여 요약하면 다음과 같다(Renzulli, 1977; 임길선, 2003).

첫째, 학업성취도가 빠르며, 지능검사에서 높은 성적을 얻고, 지적으로 도전적인 상황을 좋아한다. 둘째, 높은 자아강도와 감정적 안정성을 가지고, 정확성·정밀성을 좋아하며, 실물이나 실험 기기 다루기를 좋아한다.<sup>1)</sup> 셋째,

억압을 싫어하고 판단의 독립성이 뚜렷하여 사고에 있어서 동조에 대한 집단의 압력을 거부하고 자기주장도 강한 반면, 사고의 개방성과 융통성 역시 높다. 넷째, 지적 불확실성에 대해 높은 인내심을 가지고 있고, 추상적 사고를 좋아한다.<sup>2)</sup> 다섯째, 부지런한 노력형이며 한 가지 일에 만 열중한다. 여섯째, 새로운 창의적인 일에 몰두하기를 즐긴다. 일곱째, 자기 나름의 독특한 학습 경향을 보이고 자기에게 맞는 학습 속도를 원한다. 여덟째, 비권위적 교사형을 좋아하고, 교사에 대해 비판적이고 도전적인 태도를 보이는 경향이 있다.<sup>3)</sup> 그러나 과학영재의 특성을 이해함에 있어서, 몇가지 유의 할 점이 있는데, 우선, 과학영재 모두가 앞에서 언급한 여덟가지 특성을 두루 다 갖추고 있다고 단적으로 말할 수 없으며, 지적특성 가운데에서 높은 지능과 과학학업성취도, 창의성 등은 대부분의 과학영재들에게 대체로 비슷하게 보이는 경향이이지만, 정의적 특성은 모두가 그렇다고 할 수 없을 정도로 차이가 많다는 것을 여러 연구에서 보고하고 있음을 간과하지 말아야겠다(임길선, 2003).

### 2. Renzulli의 삼부심화 수업모형(Enrichment Triad Model)

Renzulli의 삼부심화 수업모형은 과학영재교육에서 무엇을 할 것 인지를 안내하는 가장 널리 활용되고 있는 모형 중 하나로 교실수업에 적용력을 갖도록 구성되어 있다(동효관, 2002). 제1부 심화단계에서는 선정된 주제에 대해 흥미를 불러일으키기 위하여 광범위하게 개관할 수 있는 기회를 제공하는 단계로 일반적인 탐구 활동을 포함하고 있는 단계로 정규교육과정에서 접하기 어려운 이슈, 주제 또는 역사속의 일회적인 사건, 전문가 등을 직접 경험하게 한다.

제2부 심화단계는 사고와 감정의 폭 넓은 발달을 촉진하는 단계로 주제와 개념을 확인하고 심화시켜나가는 형태로 진행된다. 이 단계에서는 실제 생활에서 발생하는 다양한 문제들을 보다 효과적으로 처리하는데 필요한 기술, 능력, 태도, 방법 등을 집단 훈련을 통해 제공한다. 특

1) 이러한 특성은 Newton, Edison, Feynman, Maxwell 등 유명한 과학자들의 에피소드에서 많이 찾아 볼 수 있다.  
 2) 존스홉킨스 대학의 수학 영재교육 프로그램에서 밝혀진 바에 의하면, 지적으로 우수한 학생일수록 어려운 문제를 끝까지 풀어내려는 지구력과 인내심을 가지고 있으며, 지적으로 우수하지 못한 학생일수록 어려운 문제에 곧 실증을 내고 쉽게 포기하는 경향이 있다고 한다.  
 3) 많은 과학영재의 경우, 최초의 연구 경험은 보통 한 사람의 민감하고 비권위적인 교사에 의해 촉진되거나 격려된다고 한다. 이 경험을 통해 자기가 연구를 할 수 있다는 것을 알게 되고 스스로의 호기심이 충족되는 기쁨을 느끼게 되어 후에 과학자가 되게 하는 결정적인 계기가 된다고 한다.

히, 비판적이고 논리적이며 창의적인 사고를 증진하고, 긍정적인 자아개념, 가치, 동기를 갖도록 고려되어 있다.

제3부 심화단계에서는 학생들 스스로 연구주제를 선정하고 탐구하는 프로젝트형태이다. 개인별이나 소집단별 탐구활동으로 이루어지며 과학영재들이 스스로 문제를 해결해나가는 능력을 개발하는데 중점을 두고 있다. 1부, 2부 심화학습 단계는 과학영재들이 삼부 심화학습 단계를 실행할 수 있도록 준비하는 단계이다. 삼부심화학습 단계의 주요활동은 개인 또는 그룹별로 탐구활동을 수행하는 것과 산출물을 개발하는 것이다. 탐구활동은 과학적 방법을 훈련하는 활동을 포함한다(Renzulli, 1977). 이 단계는 특히 웹기반 STS 수업모형의 제1단계인 과제선정 단계와 전체적인 수업진행 형태를 결정하는데 영향을 주었다.

3부 심화학습 단계는 프로젝트에 대한 접근과 도입→프로젝트 1단계 계획(시작)→프로젝트 2단계 계획(전개)→프로젝트 3단계 계획(마무리)→결과물 정리와 발표계획의 총 다섯 단계로 진행된다. 여기서 교사의 역할은 다음과 같다. 먼저 프로젝트에 대한 접근과 도입단계에서 교사는 미리 학생들에게 프로젝트 수업형태를 소개하고, 프로젝트를 수행하는 방법과 학생들이 갖추어야 할 학습자세 익히기 등을 계획하여 자연스럽게 프로젝트 수업을 학습할 수 있도록 한다. 주제를 선정할 때에는 교사가 미리 학생들이 관심있는 다양한 주제를 파악하여 전체 주제를 선정해놓고, 정해진 전체 주제에 따라 나올 수 있는 소 연구 주제를 학생들과 함께 다양한 방향에서 모색한다. 여러 가지 주제가 나올 경우에 각 주제들을 수행하는데 필요한 환경적인 여건들, 실험장치, 자료, 실험 수행시간 등이 현실적으로 가능한가에 대해 충분히 검토하는 것이 필요하다. 프로젝트 수행단계에서 교사는 학생들 개개인이 선정한 연구주제에 필요한 여러 가지 실험활동, 참고자료, 참고가 될 현장학습, 다양한 매체 등을 미리 프로그램으로 준비해두어야 한다. 프로젝트 3단계에서는 학생들이 탐구한 여러 가지 소주제들을 어떤 방법으로 정리하고, 평가할 것인지 또한 미리 계획해 두어야 한다. 교사가 평가할 부분과 학생들이 평가할 부분을 분류하고, 평가내용에는 프로젝트 수행과정에 대한 평가뿐만 아니라 결과물에 대한 평가도 포함시킨다. 결과물에 대한 평가는 보고서나 전시회, 발표회 등 다양한 방법으로 다른 사람에게 나타낼 수 있도록 프로그램화하여 그 결과를 포함시킴으로서 프로젝트의 수행결과를 공개적으로 평가받을 수 있다 (Renzulli, 1977).

### Ⅲ. 연구 방법 및 절차

본 연구에서 개발하고자 하는 웹기반 STS 수업모형은 과학영재를 대상으로 운용하고자 하는 수업모형이다. 이에 따라, 수업모형의 평가는 부산광역시 소재 J과학 고등학교 1학년 80명의 학생들과 전문가 10인을 대상으로 개발된 웹기반 STS수업모형의 적용성과 편리성이 있는지, 그리고 효과성이 있을 것으로 기대되는지를 알아보았다. 웹기반 STS 수업모형 및 STS 학습활동에 대한 평가 질문지는 웹기반 STS 수업모형에 참여한 과학영재들의 참여도와 함께, STS 수업모형을 이용한 수업에 대한 평가, STS 수업모형에 따른 과제 연구 활동에 대하여 학생 개인이 주관적으로 평가해 보도록 하기 위한 목적으로 구성하였다.

웹기반 STS 수업모형은 2002년 8월에서 2003년 2월까지 다음과 같은 일련의 단계를 따라 개발하였다. 전체과정은 Fig.2로 나타낼 수 있다. 단계1에서는 수업모형의 내용구축을 위한 선행요소로서 과학영재들의 요구 분석, STS학습의 목표분석, 생물교과의 목표를 분석하였다. 단계2에서는 과학영재를 위한 웹기반 STS수업모형의 구성요소를 확정하고, 수업모형의 단계를 구성하였다. 단계3에서는 단계1, 단계2를 통하여 구축된 내용과 모형의 학습단계에 따라 웹프로그램 언어인 Frontpage, 나모웹에디터, Dreamweaver, Hotdog등을 사용하여 웹상에서 운용되는 STS생물 수업모형을 개발하였다. 이때 시스템 전문가 1인, 프로그래밍 전문가2인, 교과 전문가 3인이 참여하였고, 구현 가능성은 전문가 10인에게 설문조사한 후 최종 결정하였다. 단계4에서는 완성된 수업모형을 전문가를 통하여 타당성 평가를 의뢰하였으며, 과학영재들에게도 수업모형에 대한 평가를 하도록 하였다. 단, 과학영재를 통한 평가는 수업모형 수행 이후에 얻어진 것이다. 단계5에서는 확정된 프로그램을 J과학고 예비 입학생 6명에게 실시함으로써, 수업모형의 내용 보완 및 오류 수정 등의 절차를 거쳐 최종 수업모형을 확정하였다.

### Ⅳ. 수업모형 개발

#### 1. 웹기반 STS수업 모형 개발원리

웹기반 STS수업 모형개발에 많은 영향을 준 모형으로는 가치명료화 수업모형, 의사결정 훈련모형, ICP 수업모

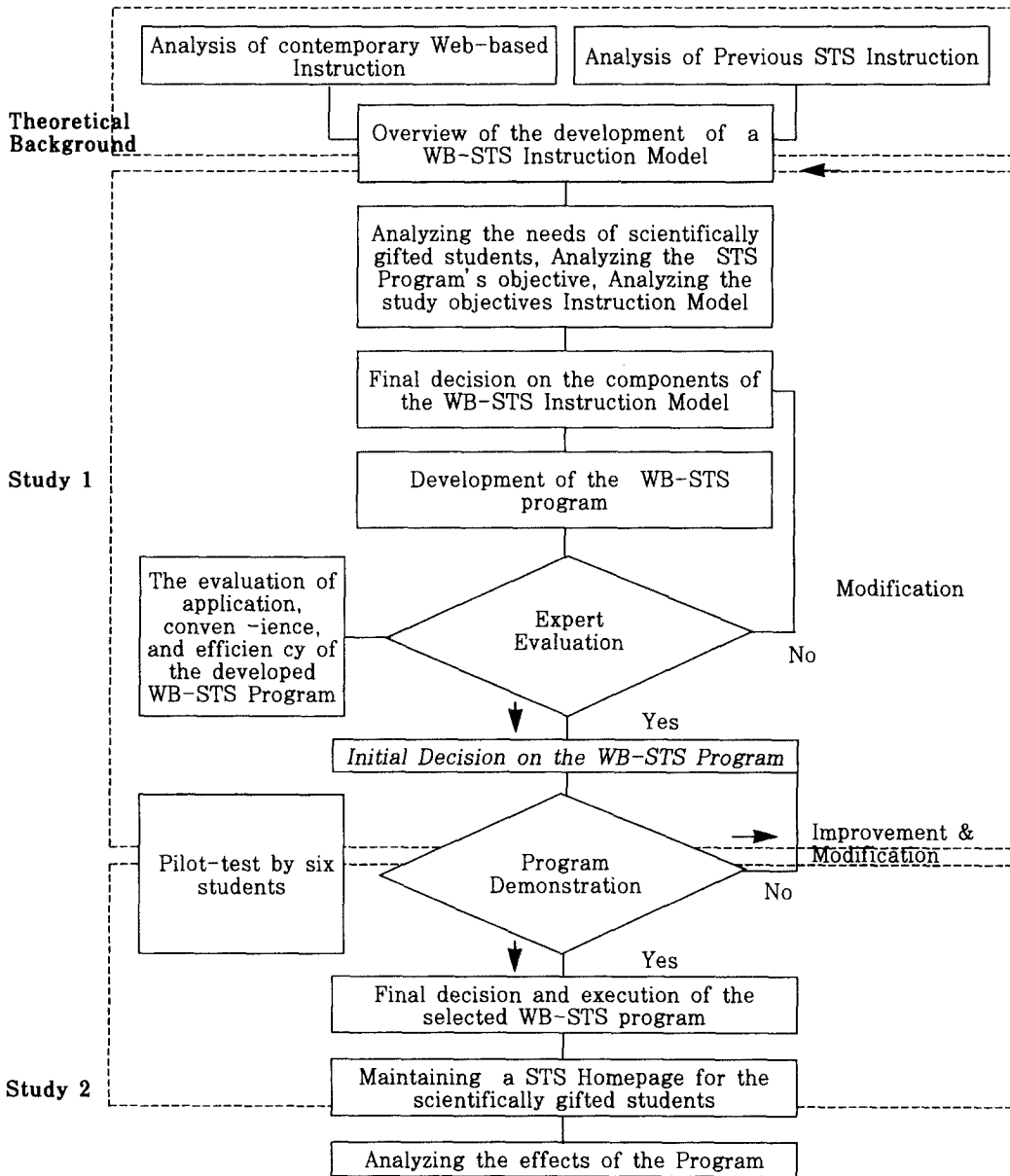


Fig. 2. Blueprint for development of a WB-STS biology instruction model & program

형<sup>4)</sup>, Renzulli의 삼부심화 수업모형(Enrichment Triad Model)등을 들 수 있다. 즉 과학영재를 위한 웹기반 STS 수업 모형은 기존의 STS 수업모형 중 가치명료화수업모

형과 의사결정 훈련모형에서 학생들을 가치판단의 입장에 서게 하고, ICP에서 기본적인 4단계의 수업전략 순서 중 탐색단계와 실행단계를 도입하고, 특히 Renzulli의 삼부심

4) 먼저, 가치 명료화 수업 모형은 첫째, 학생들에게 STS 문제를 담은 기사나 사진 등을 제시하고, 둘째, 학생들을 가치판단의 입장에 서게 하며, 셋째, 학생들에게 그 가치의 문제를 생각하게 한 후, 마지막으로 발표 및 토론을 하게 하는 수업모형이다. 의사결정 훈련모형은 총 여섯 단계로 이루어진다. 첫째, 기본문제의 확인과 명료화, 둘째, 토론된 문제에 관한 사실 정보수집, 셋째, 자료의 사실성 평가, 넷째, 자료의 적절성 평가, 다섯째, 잠정적 해결방안의 개발, 여섯째, 해결방안의 수용성 결정이다. 세번째로 ICP의 기본 수업 모형은 본 연구자가 개발한 과학영재를 위한 웹기반 STS 수업모형의 근간이 되는 모형으로, 이 모형 또한 미국과학교육진흥연구소(NCISE)가 개발한 47가지 수업전략에 영향을 받아 개발되었다. NCISE 수업전략은 47가지 단계로 진행되는데, 처음 도입단계는 주변환경을 관찰하고 질문하는 단계이다. 두번째는 탐색단계로 자료를 수집하거나 토론을 하며, 대안을 찾아보는 단계이다. 세번째는 설명 및 해결방안제시 단계, 네 번째는 실행 단계로 지식과 기술들을 적용하거나 정보를 공유하는 단계이다.

화 수업모형에서는 제3단계의 학생들 스스로 연구주제를 선정하고 탐구하는 프로젝트 형태를 도입하여 본 수업모형의 과제선정단계와 전체적인 연구진행중 실행 평가단계에서 활용하여 프로그램을 개발하였다.

과학영재들의 특성을 이해하고 과학영재들에게 적합한 수업모형을 탐색하기 위한 설문조사와 J과학 고등학교의 실제 교육환경을 조사한 결과, 소집단별 웹 활용수업이 가능한 ICT(Information Communication Technology)실이 만들어져 있어, 웹기반 STS학습을 수행할 수 있는 하드웨어나 소프트웨어적 인프라구축은 충분하다고 판단되었다. 웹의 특성과 STS교육의 목표 및 학습자요구를 분석하여 과학영재를 위해 개발된 웹기반 STS 수업모형은 다음과 같이 5단계로 구성되었다.

제1단계는 과제선정 단계로 STS 연구활동의 중심 주제로 삼을 과제를 설정하는 단계이다. STS 활동과제란 학생에게 지적 호기심과 함께 과학-기술-사회의 상호관계성, 과학의 사회적 책임에 대한 생각이나 인식을 갖게 하기에 적합한 것이 되도록 한다.<sup>5)</sup>

제2단계는 탐색 단계로 설정한 과제와 관련하여 자신이 찾은 자료와 생각들을 다른 친구들과 토론하거나 발표하는 과정을 통해 지식이 사회적으로 구성됨을 경험한다.<sup>6)</sup>

제3단계인 개념원리 점점단계는 과제에 대한 이해를 심화하고, 관련된 과학의 이론이나 개념을 조사하고 그 해결안을 찾아보는 단계이다. 이 단계는 웹기반 STS 수업모형의 가장 특징적인 단계로, 학생들이 수행한 활동을 과학적 원리에서 생각해 보도록 하는 일련의 가이드선스와 피드백과정이라 할 수 있다. 일반적인 STS수업모형이 대체로 문제제기에서 실행까지 어느 정도 순차적 단계를 가지고 있으나, 웹기반 STS 수업모형처럼 지식을 체계화하는 환류과정이 생략됨으로써 학생들이 과학적 지식들을 체계적으로 구조화해내는데 어려움을 가지고 있다. 그 점을 보완하여 개발한 것이 웹기반 STS 수업모형으로, 체형 및 활동지식을 과학적지식으로 재구조화 할 수 있는 개념원리 점점단계를 가짐으로 이를 보완할 수 있게 된다.

4단계는 해결안 제시단계로 과제와 관련하여 해결방안을 구체화하고 이를 가지고 의사소통을 하는 단계이다. 동료들과 토의를 통하여 여러 가지 대안들 중에서 가장 좋은 대안을 공동으로 찾아보는 과정에서 학생들은 공동사고를

하며, 프로그램을 통하여 집단토의를 하게 되는 과정이다.<sup>7)</sup>

제5단계는 실행 단계로 과제 및 선정된 과제의 해결안과 관련하여 직접 실천에 옮기거나, 실행과 관련이 있는 사람들에게 편지를 쓰거나, 자신의 연구결과를 요약하여 관련게시판에 올리고, 도출된 결과를 시행하여 영향력을 행사하는 단계이다. 여기에는 과제와 관련하여 계획에 따른 조사, 실험활동-해결을 위한 구체적인 활동이 모두 포함된다. 주요한 학습 구성요소로는 자신과 사회가 할 수 있는 일을 생각하고 이를 실천하는 것이다. 즉 과학적 지식이 교실 안에서 끝나는 것이 아니라, 사회 속으로, 생활 속으로 확대되는 단계이다.

과학영재의 일반적 행동특성은 올바르고 공정한 판단력을 가지며 뛰어난 통찰력을 가짐과 동시에 추상적인 것을 조작하는 능력이 우수하며, 오랫동안 독립적으로 작업하고 집중하는 능력을 가진다. 또한 자발적으로 계획을 실행하는 능력을 소유하며, 호기심이 많고 활동적인 학습자로 어떤 일을 행할 때 새로운 것과 새로운 방법을 즐기며 체계화를 잘하고 능률적인 특성을 지녔다. 학습 행동특성은 지적활동을 즐겨워하며 예리한 관찰력을 지니고 추상화, 개념화, 종합화하는 능력이 뛰어나다. 기초지식과 회상하는 능력이 뛰어나고 중요한 원리를 파악하고 일반화하는 능력이 뛰어나다. 창의적 행동 특성은 풍부한 지적 활동과 상상력이 뛰어나고 창의력이 풍부하며 심미적인 것에 예민하고 충동적이고 감정적이다. 가끔 판에 박힌 과업은 싫증을 내는 특성을 지니고 있다(Renzulli, 1977; Blurton, 1983; Treffinger, 1986; Betts, 1991).

과학영재들의 이러한 특성을 이해하고 과학영재들에게 적합한 학습모형을 탐색하기 위하여, 컴퓨터 활용능력과 어떠한 수업형태를 좋아하는지 설문지 조사를 하였다. 조사 결과 100% 전학생들이 컴퓨터 조작 능력이나 인터넷 구성요소들(e-mail, 브라우저를 통한 정보검색, 게시판 이용 등)을 경험하고 있었으며, 전 학생들이 자신의 가정에서 인터넷 접속 서비스 회사를 통해 웹을 사용하고 있었다. 좋아하는 수업 형태로는 80% 이상이 소집단 프로젝트 수업을 좋아하며, 수업방법은 56% 이상이 실험과 강의식 수업을 혼용한 방식을 좋아하였다. 이상적인 실험실로는 86% 이상이 컴퓨터를 활용할 수 있는 실험실을 선택하였다.

한편 STS 교육의 본질과 그에 따른 교육목표는 다음의 네

5) 이 단계에서의 학습요소는 모듈편성과 문제상황 제시가 있는데, 이때 모듈 편성은 소집단 협동학습이 이루어지도록 4명에서 5명으로 하고, 비교적 학업 성취나 지능수준이 동일한 과학영재집단이므로 성적을 중심으로 한 이질 집단으로 구성하기 보다는 추첨을 통한 무작위 집단편성이나 성격에 따른 이질 집단을 구성하도록 한다.

6) 이 과정에서 학생들은 본격적으로 웹기반 STS생물학습 프로그램을 활용하거나, 기타 인터넷 사이트 등을 검색하는 활동을 수행하게 된다.

7) 특히 학습구성요소의 성찰실에서는 지금까지의 학습을 반성적 사고로 고찰하고 더 나은 대안을 생각해보는 중요한 구성요소이다.

가지로 요약할 수 있다(Yager, 1991). 첫째, STS 교육은 과학과 기술, 그리고 사회와의 상호 관련성을 다루는 과학학습이다. 그러므로 지역적인 관심과 영향이 있는 문제를 인식하고, 해결해야할 과제로 선정한다. 둘째, STS 교육은 과학학습이 인간의 실제 생활 속에서 다루어지고, 학습되어지는 것이다. 이 과제를 해결하기 위해 지역적 정보와 자료를 적극 활용하고, 필요한 정보를 찾는데 학생들이 능동적으로 참여토록 한다. 셋째, STS 교육은 과학수업이 소수의 과학자나 과학 관련 종사자를 위한 수업이 아니라, 대다수의 일반 학생을 대상으로 하는 '모든 사람을 위한 과학'을 추구하는 교육이므로 과학과 기술이 각 개인에게 주는 영향에 대해 수업의 초점을 맞추고, 과학내용은 단지 시험을 준비하기 위한 지식 이상의 것임을 알게 한다. 넷째, STS 교육은 학습자들이 과학·기술·사회에서 책임 있는 시민의 역할을 수행할 수 있는, 즉 '과학적 소양을 지닌 민주시민'이 되는 것을 목적으로 한다. 그러므로 학습자들이 과제를 해결하는데 필요한 과학적 탐구능력을 강조하고, 인식한 문제를 해결하는 과정에서, 자연 세계에 대한 의문에 끊임없이 대답하여야 하므로, 그 과정에서 시민 정신을 발휘할 수 있는 기회를 제공한다.

그러므로 본 연구자는 웹의 특성과 STS교육의 목표를 고려하여 과학영재를 위한 웹기반 STS 수업모형을 다음과 같은 지향점을 갖고 개발하였다. 첫째, 소집단 협동학습을 통한 조별과제를 수행하는 프로젝트수업으로, 학습자가 주

도성을 갖고 수행해 나가도록 개발한다. 둘째, 실제적 성격의 과제를 스스로 선정하게 하여, 학교 교육과 실생활과의 직접적 관련성을 고려하도록 한다. 셋째, 지역적인 관심과 과제를 해결하기 위해 정보와 자료를 적극 활용하고, 과제를 해결하는데 필요한 과학적 탐구능력을 강조한다. 넷째, 학생 대 학생, 학생 대 교사 사이의 상호작용을 고려하여 의사소통과 협의, 정보교환 및 공유가 적극적으로 일어날 수 있도록 개발한다. 다섯째, 학습자 중심이 되도록 설계하여 지식구성에 따르는 힘이 분산되도록 하고, 교사의 역할은 학습자의 학습에 대한 도움을 제공하는 학습방향 안내 조언자로 남는다. 여섯째, 주어진 수업시간, 교실, 교육과정 및 교육체제를 벗어나 다양한 과학수업을 진행할 수 있도록 개발한다. 일곱째, 과학과 기술은 미래사회에 영향을 주는 요인이므로 이들이 각 개인에게 주는 영향에 대해 수업의 초점을 맞춘다. 여덟째, 과학내용은 단지 시험을 준비하기 위한 지식 이상의 것이며, 직업, 특히 과학과 기술에 관련된 직업의 인식을 강조한다.

## 2. 과학영재를 위한 웹기반 STS 수업모형

### 1) 웹기반 STS수업모형의 학습단계

선행연구를 바탕으로 본 연구자가 개발하고자 하는 웹기반 STS 수업모형의 학습요소와 구성요소<sup>8)</sup>를 확정하고,

8) 웹 기반 STS학습 프로그램의 구성요소

단계	학습 요소	주요 내용	구성 요소
	모둠 편성	모둠 편성	학습자 확인 및 등록
과제선정	문제 상황 제시	학습과정 소개 문제 제시 및 관련 자료 제시 선정된 문제에 대한 학습자들의 질문과 교사의 답변 선정된 문제를 홈페이지에 탑재	STS 학습 소개 문제선정 질문/답변
	학습전략 설정	소집단 별 전략회의 '이미 알고 있는 사실', '더 알아야할 사항'의 작성 역할 분담 연구계획서 홈페이지에 탑재	토론방 해결방법협의
탐색	문제와 관련한 자료수집 및 탐색	자료 탐색 및 수집 과학관련 학습(과학 개념 습득, 실험) 전문가 의견 정취 교사 또는 동료 학습자와의 의견 교환	기본 자료 관련 사이트, 검색 엔진 토론방 질문/답변
	학생들이 문제를 해결에 상용한 개념원리를 교사가 재확인	교사, 학생 그리고 웹간의 상호작용으로 지식용 구성(웹으로 자료검색, ) 실용지식을 학교지식과 연결	기본 자료 관련 사이트 검색 엔진 토론방 질문/답변
해결안 제시	문제해결, 방안의 발표	문제해결 방안 제출	개인자료 제출
	해결 방안에 대한 토의와 평가	해결 방안에 대한 전체 토의 제시된 해결방안에 대한 교사의 평가	토론방, 평가실 성찰실
실행	해결방안에 대한 관련단체, 기관의 의견청취, 실행한 내용 게시판에 탑재	문제 상황과 관련한 단체나 기관에 해결 방안을 제시하고 의견 청취	관련 사이트, 자신과 사회가 할 수 있는일 조사 성찰실
	새로운 상황에 적용	해결안을 새로운 상황에 적용할 수 있도록 사고유도 과제해결을 통해 학습내용과 연결되는 새로운 상황을 찾아보고 적용	정보탐색 게시판 더 알고싶은 점

이에 따른 학습단계를 도식화하면 Fig. 3과 같다. 제1단계는 과제선정 단계로 STS 학습활동의 중심 주제로 삼을 과제를 설정하는 단계이다. 과제는 학생에게 지적 호기심과 함께 과학-기술-사회의 상호관계성, 과학의 사회적 책임에 대한 생각이나 인식을 갖게 하기에 적합한 것이 되도록 하는 것이 좋다. 이 단계에서의 학습요소는 모둠편성과 문제상황 제시가 있는데, 이때 모둠 편성은 소집단 협동학습이 이루어지도록 4명에서 5명으로 하고, 비교적 학업성취나 지능수준이 동일한 과학영재집단이므로 성적을 중심으로 한 이질 집단으로 구성하기 보다는 추첨을 통한 무작위 집단편성이나 성격에 따른 이질집단을 구성하도록 한다.

제2단계는 탐색 단계로 설정한 과제와 관련하여 자신이 찾은 자료와 생각들을 다른 친구들과 토론하거나 발표하는 과정을 통해 지식이 사회적으로 구성됨을 경험한다. 이 과정에서 학생들은 인터넷 사이트 등을 검색하는 활동을 수행하게 된다. 학습 구성요소로는 토론방을 이용하여 실시간 토론을 통해 의견을 수렴하거나 여론 조사를 실시하는 등 웹을 적극적으로 활용하는 단계이다.

제3단계는 개념원리 점검 단계로 교사와 학생의 상호작용과 피드백 과정을 통하여 과제에 대한 이해를 심화하고, 관련된 과학의 이론이나 개념을 조사한다. 또한 해결안을 찾아본다. 과학영재들이 지니는 특성상 교사의 역할은 최소화 하며, 안내자, 조력자의 역할을 하고, 학생들 스스로 자기주도적인 이해, 조사 과정이 될 수 있도록 한다.

4단계는 해결안 제시단계로 과제와 관련하여 해결방안

을 구체화하고 이를 가지고 의사소통을 하는 단계이다. 동료들과 토의를 통하여 여러 가지 대안들 중에서 가장 좋은 대안을 공동으로 찾아본다. 이 과정에서 학생들은 공동사고를 하며, 프로그램을 통하여 집단토의를 하게 되는 과정이다. 특히 학습구성요소인 성찰실에서는 지금까지의 학습을 반성적 사고로 고찰하고 더 나은 대안을 생각해보는 중요한 구성요소이다.

제5단계는 실행 단계로 과제 및 설정된 과제의 해결안과 관련하여 직접 실천에 옮기거나, 실행과 관련이 있는 사람들에게 편지를 쓰거나 하여 영향력을 행사하는 단계이다. 여기에는 과제와 관련하여 계획에 따른 조사, 실험 활동- 해결을 위한 구체적인 활동이 모두 포함된다. 주요한 학습 구성요소로는 자신과 사회가 할 수 있는 일을 생각하고 이를 실천하는 것이다. 즉 과학적 지식이 교실 안에서 끝나는 것이 아니라, 사회 속으로, 생활 속으로 확대되는 것을 경험한다.

## 2) 웹기반 STS수업모형의 개발환경

본 연구에서 개발한 웹기반 STS 수업모형의 기술적인 개발환경으로, 첫째 프로그램은 HTML을 기반으로 하였고, 둘째 사용된 그림들은 Adobe사의 Adobe Photoshop 6.0에서 작성하였으며 웹에서 주로 사용되는 gif 또는 jpg 파일로 사용하였고, 음향은 사용자의 웹 접속이 용이하도록 배제하였다. 셋째, 본 프로그램에서 사용된 웹프로그래밍 언어는 PHP (Professional HTML Preprocessor)이며, 넷째 게시판이나 방명록, 통계기능 그리고 투표 기능들은

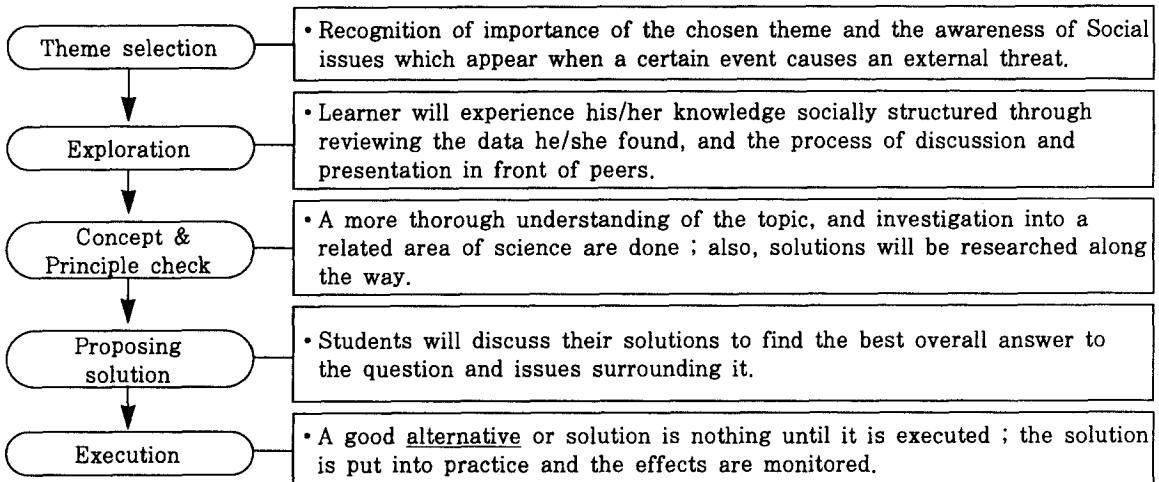


Fig. 3. The Stages of a Web-based STS Biology Instruction Model



PHP를 기반으로 하고 있는 제로보드(zeroboard)를 사용하였다. 웹 페이지 상에서 학습자가 화면을 자유롭게 이동할 수 있도록 화면의 위쪽 프레임은 항상 주 메뉴가 모두 나타날 수 있는 상태로 만들었고, 왼편에는 그 사이트 레벨의 디렉토리나 하부 디렉토리가 나타날 수 있도록 설계하였다. 그리하여 학습자는 언제든지 현재 화면에서 빠져 나와 자신이 가고 싶은 다른 곳으로 이동할 수 있도록 하였다. 소프트웨어 설계이론에서 메뉴깊이가 5이상이 되면 학습자가 혼란스러워 한다는 것을 고려해서, 학습자가 편리하게 홈페이지를 사용할 수 있도록 최대 메뉴깊이는 4가 넘지 않도록 설계하였다.

홈 화면 전체와 모든 하부사이트는 네트워크형 구조를 이루고 있어 어느 사이트에서라도 원하는 곳으로 분기할 수 있도록하였고, 전체적인 학습안내는 'STS 학습이란' 화면에서 STS학습의 설명과 공부방법에 대해 안내해 준다. 특히 유머게시판 메뉴는 학습자들이 학습을 하다가 잠깐 동안이나마 주위를 환기 시킬 수 있는 곳으로 학습 동기를 유발하기 위한 하나의 방법으로 고려되어 설계하였다.

### 3. 웹기반 STS 수업모형의 타당성 평가

#### 1) 웹기반 STS 수업모형에 대한 전문가 평가

웹기반 STS 수업모형의 타당성 검증을 위해, 10명의 관련 전문가(생물교육 및 환경교육 전공교수1인, 과학교육 교수1인, 교육공학 전공교수 1인, 교육공학 전공박사1인, 과학교육 전공 박사과정 2인, 과학 고등학교 교사2인, 영재고등학교 교사 2인)에게 평가를 실시하였으며 그 결과는 Table 1과 같다. 과학영재를 위한 웹기반 STS생물 수업모형의 적용성에 관한 문항은 4.29/5(5점 만점에 평균 4.29점)로 응답하였고, 웹기반 STS생물 수업모형의 다섯 단계 (과제선정→탐색→개념원리점검→해결안제시→실행)의 타당성을 묻는 문항에서는 4.43/5로 긍정적으로 응답하였다.

모형의 적절성에 관한 문항은, 웹기반 STS 수업모형의 가장 특징적인 측면인데 특히 학생측면에서 4.71/5로 아주 긍정적으로 평가하였다. 웹기반 STS 수업모형은 학습자의 학습동기를 높이는데 도움을 줄 수 있다고 생각하는 질문에는 4.57/5로 응답하였고, 웹기반 STS생물 수업모형은 학습자의 창의적 성향을 향상시키는데 도움을

Table 1. Evaluation of web-based STS instruction model by experts

Area	Question	M	SD
Application	Do you think the five stages of the web-based STS Instruction Model (Issue-selection Exploration, Check of the Concept & Principle Proposing solution Execution) are suitable for applications in a real-world classroom environment?	4.29	.49
Convenience (for teachers)	Do you think the five stages of the web-based STS Model (Issue-selection, Exploration, Concept & Principle Check, solution Proposal, Execution) are suitable for teaching STS? (for teachers)	4.43	1.13
Convenience (for students)	Do you think the web-based STS Instruction Model is appropriate for socially integrating knowledge by interactions and cooperation between students? (for students)	4.71	.49
Efficiency (Motive)	Do you think the web-based STS Program can help build learner motivation (for learning)?	4.57	.53
Efficiency (Creativity)	Do you think the web-based STS Program can help increase learners' creative characteristics?	4.14	.38
Efficiency (Science recognition)	Do you think the web-based STS Program can help improve learners' science recognition?	4.00	.58

\* Total 4.36 (.18)

줄 수 있다고 생각하느냐는 질문에는 4.14/5로 응답하였다. 웹기반 STS생물 수업모형은 학습자의 과학에 대한 인식을 향상시키는데 도움을 줄 수 있다고 생각하느냐는 질문에는 4.00/5로 응답하였다. 이상의 여섯 가지 측면에서 프로그램 평가결과는 5점 만점에 평균 4.36으로 아주 긍정적이었다.

## 2) 웹기반 STS 수업모형에 대한 과학영재 집단 평가

Table 2는 웹기반 STS학습 프로그램에 참여하였던 과학 영재 학생들의 '웹기반 STS 수업모형 및 STS 학습활동에 대한 평가 질문지'에 대한 응답을 토대로, 프로그램 수행기간 중 '얼마나 적극적인 참여를 하였는가'와 STS 학습 프로그램 자체에 대하여 주관적인 평가를 내려보도록 한 결과를 나타낸 것이다. 참여도를 살펴보면, 학생들은 STS학습을 목적으로 1주 평균 20시간 이상 컴퓨터를 사용하는 가운데(60.0%), 10회이상은 STS학습 홈페이지를 방문하여(70.0%), 10시간 미만으로 접속시간을 갖는 경우(50.0%)가 가장 많은 것으로 나타나, 모형에 대하여

비교적 높은 호감도를 보이는 것으로 나타났다.

STS학습 홈페이지를 이용한 수업이나 편의성 등에 관한 응답을 살펴보면, 절대 다수의 학생들이 STS학습 홈페이지를 활용한 수업이 '흥미롭다'(95.0%)고 응답하고 있으며, 접속 또한 비교적 '수월하다'(65.0%)고 여기고 있는 것으로 나타났다. 웹기반 STS 수업모형에 대한 전체적인 평가는 '괜찮은 편이다'(55.0%)는 반응이 높기는 하나, 개선이 필요하다고 보는 의견(15.0%)도 어느 정도 비율을 보임으로써, 한편으로는 보다 수준높은 웹기반 STS 수업 모형에 대한 기대를 반영하는 것으로도 나타났다. 그러나 전통적 교실환경에서 이루어지는 STS 수업보다는 웹기반의 STS 수업모형을 활용한 수업이 훨씬 더 흥미로운 것으로 지각함으로써(100%), 수업모형에 대한 만족도는 아주 높았음을 보여주었다.

Table 3은 웹기반 STS학습 프로그램 활동의 하나였던 '과제별 연구활동'을 중심으로 참여자들의 활동전체에 대한 평가 정도를 알아보고자 한 결과이다. 원래의 측정도구는 개방형 질문이었으나, 각 문항별로 응답사례를 내용별로 유목화(복수응답)하였으며, 이를 빈도와 백분율을 제

Table 2. Evaluation of STS program and participation in STS program

Question	Answer	N	%
Average time using computer for WB-STS Learning Program (One-week Average)	Less than 10 hours	1	5.0
	Less than 20 hours	7	35.0
	More than 20 hours	12	60.0
Average time accessing WB-STS Learning Program (One-week Average)	Less than 10 hours	10	50.0
	Less than 20 hours	4	20.0
	More than 20 hours	6	30.0
Number of times accessing WB-STS Learning Program (One-week Average)	Less than 5 times	1	5.0
	Less than 10 times	5	25.0
	More than 10 times	14	70.0
Evaluation of classes that use and utilize STS Learning Program	less interesting	0	0.0
	No different to regular classes	1	5.0
	more interesting	19	95.0
Convenience accessing WB-STS Learning Program	Hard to use	0	0.0
	Average	7	35.0
	Easy to use	13	65.0
Development of WB-STS Learning Program	Need improvement	3	15.0
	It's acceptable	11	55.0
	Good	6	30.0
Which is more interesting? Lecture-based STS class or Web based (using the program) STS classes?	Lecture-based STS classes	0	0.0
	They are both interesting	0	0.0
	Home-page based STS classes	20	100.0

Table 3. Evaluation of STS instruction program

Question	Answer	N	%	Multiple-answer Percentage (%)			
				0	1	2	3
usefulness of the program	Not very useful	0	0.0				
	Average	4	20.0	----	--	--	
	Very beneficial	16	80.0				
Benefits of the program	Collaboration	6	24.0				
	Sharing knowledge	6	24.0	4(20.0)	11(55.0)	5(25)	0(0.0)
	Learner motivation	9	36.01				
	Others	4	6.0				
Drawbacks of the program	Insufficient contents	4	20.0				
	Lack of supervision	2	10.0	12(60.0)	8(40.0)	(0.0)	0(0.0)
	Lack of computer literacy	2	10.0				
	None	12	60.0				
Suggested improvements	More time and equipment	2	9.5				
	More research	3	14.3				
	Teacher guidance	1	4.8	14(70.0)	5(25.0)	1(5.0)	0(0.0)
	Out-of-classroom lessons	1	4.8				
	None	14	66.7				
Theme Selection processes	Brainstorming and discussion	19	86.4				
	Teacher recommendation	1	4.5	0(0.0)	18(90.0)	2(10.0)	0(0.0)
	Random	1	4.5				
	Internet search	1	4.5				
Task solving processes	search by internet	15	60.0				
	Brainstorming and debate Seeking guidance	9	36.0	1(5.0)	14(70.0)	5(20.0)	0(0.0)
		1	4.0				
Difficulties during execution phase	Lack of time	8	38.1				
	Lack of laboratory skills	10	47.6	2(10.0)	17(85.0)	1(5.0)	0(0.0)
	Lack of peer cooperation	2	9.5				
	Lack of advice	1	4.8				
Suggested improvements for execution phase	Preparation of knowledge in advance	5	20.8				
	cooperation	2	8.3	2(10.0)	14(70.0)	4(20.0)	0(0.0)
	Thorough planning	16	66.7				
	Teacher's guidance	1	4.2				
Personal benefits	Obtaining scientific knowledge	5	17.9				
	learning about cooperation	10	35.7	0(0.0)	13(65.0)	6(30.0)	1(5.0)
	obtaining basic research skills	8	28.6				
	environmental awareness	5	17.9				

산하여 결과를 나타내었다. 각 문항별로 응답에서 나타난 특징을 정리하면 다음과 같다. 첫째, 학생들은 웹기반 STS 수업모형이 '과학과(생물과) 학습활동에 어떠한 형태로든 도움을 주었다' 라고 생각하는 견해가 높았으며 (80.0%), 그러한 도움은 자기주도적 학습(36.0%), 협력의 즐거움(24.0%), 지식의 공유(24.0%)등으로 지각하고 있는 것으로 나타났다. 구체적인 도움의 내용으로 1가지 정도를 들고 있는 학생이 55.0%였으며, 2가지 정도의 형태로 '도움이 되었다' 라고 생각하는 학생은 25.0%였다. 이러한 결과는 수업모형의 효과성과 관련하여 긍정적인 결과라고

할 것이다.

둘째, 프로그램에 대하여 부족하거나 개선해야 할 점으로는, 없다고 지적한 학생이 많았으나(각각 60.0%, 66.7%), 한편으로는 부족한 점으로 프로그램에 대한 불만족(20.0%), 차후 개선점으로 경험부족(14.3%), 활동을 위한 시간과 장비의 부족(9.5%) 등의 사항을 보고하기도 하였다.

셋째, STS 수업모형에 의한 프로그램 과제의 수행 시 과제선정단계나 해결안 제시단계에서, 브레인스토밍과 토의과정을 통하여 주제를 선정하였다는 견해(86.4%)가 현

저하게 높게 나타나 STS학습 프로그램의 목표와 관련하여, 바람직한 방향으로 진행된 것으로 나타났다. 과제에 관한 방향과 연구문제를 설정하는 과정에서도 브레인스토밍과 토의과정(60.0%)과 인터넷 검색활동(36.0%)을 적극 활용한 것으로 나타났다. 다만 과제 수행 시 어려웠던 점에 대해서는 실험기술부족(47.6%), 시간부족(38.1%)이 가장 높은 비율로 나타났으며, 차후 수행 시 개선해야 할 점으로는 철저한 계획(66.7%), 사전지식 준비(20.8%) 등을 지적하는 것으로 나타났으나 이는 STS 수업모형에 대한 평가라기보다는 프로그램에서 수행한 활동에 대한 평가라 할 것이다.

넷째, 학생들은 전체적으로 STS학습 프로그램의 성과에 대해서는 다양하게 지적하고 있음을 보여주었는데, 환경의식 고취(35.7%), 연구의 기초지식 습득(28.6%), 과학지식 습득 및 협력의 중요성(각각 17.9%)로 나타나 다양한 점에서 웹기반 STS 수업모형의 효과성을 지적하고 있는 것으로 나타났다.

이상의 웹기반 STS학습 프로그램 참여집단의 수업모형 및 프로그램 평가질문지 분석결과를 요약하면, 학생들은 웹기반 STS 수업모형에 대하여, 긍정적인 평가를 내리고 있는 것으로 나타났다.

## IV. 웹기반 STS생물 수업모형 구현

### 1. 웹기반 STS 수업모형

#### 1) 홈페이지 초기메뉴

웹기반 STS 수업모형은 과제선정, 탐색, 개념원리점검, 해결안제시, 실행이라는 다섯 단계를 통하여 진행한다. Fig. 4은 'STS 학습나라' 라는 웹기반 STS 수업모형 홈페이지의 초기화면이다. 이 화면은 여타의 다른 학습 메뉴로 들어가는 통로가 되며, 학습자들은 회원등록을 함으로서 웹기반 STS학습을 수행할 수 있게 된다. 이 화면의 'STS학습이란' 사이트에서는 STS 학습이란 무엇인가에 대한 설명과 STS교육의 본질을 제시하고 있다. 그리고 웹기반 STS 수업모형의 5단계에 대한 간략한 설명을 제공하여, 처음으로 STS학습에 접하는 학생들이 STS학습이라는 용어 자체에 대한 생소함부터 없애준다. 아울러 STS 교육을 왜하는지, 어떠한 단계로 해야 하는지에 대한 설명과 STS 교육을 함으로서 어떤 이로우미 있는지에 대한 이해를 제공해 준다.

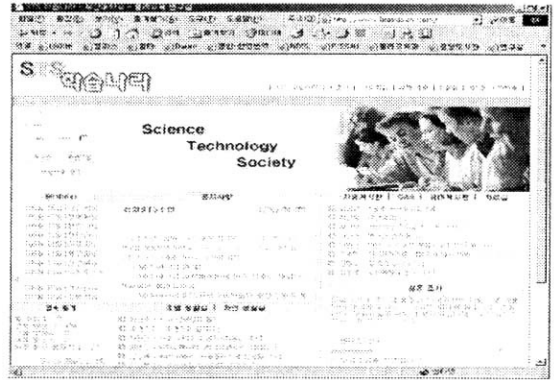


Fig. 4. The homepage main screen

### 2) STS학습 메뉴

#### ① 과제선정 단계

웹기반 STS학습의 1단계는 과제선정을, 2단계는 탐색을, 3단계는 개념원리 점검을, 4단계는 해결안 제시를, 5단계는 실행으로 진행된다. 먼저 1단계인 과제선정단계에서는 학생들이 4명의 소집단을 형성하고, 이어서 면대면 토론 또는 웹상의 토론방을 통해 앞으로 수행할 과제에 대해 활발한 토론을 한다. 과제선정 단계는 상황에 영향을 받게 되는데, 상황이란 어떤 사건이나 인물의 상태가 과학과 기술의 영향으로 위협에 처했을 때 발생하는 것으로, 매우 특별한 문제를 유발하며 이런 문제에 대한 해결책이 합의 되지 않았을 때, 이를 논제(issues)라 한다. 이러한 상황은 학생들에게 지적호기심을 갖게 하고, 가능한 실생활 관련 문제를 제시한다. 이 단계에서 학생들의 관심주제와 문제의식 등이 공동사고를 거쳐 한 가지 과제로 결정되며, 이를 수행하기 위한 연구계획서도 준비한다. 학생들이 선정한 과제는 다음과 같다.

- A조 온천천의 생태와 오염조사
- B조 우리주변의 물에 대한 수질검사-측정방법과 수질분석
- C조 갯벌의 생태계
- D조 배산의 약수 수질검사
- E조 음식 쓰레기 매립이 토양의 산성화에 미치는 영향
- F조 물의 오염도에 따른 생물의 생장 비교
- G조 광안리 해수욕장의 환경오염 실태조사와 해결방안 모색
- H조 산성비 빗기
- I조 장영실 과학고등학교 쓰레기 실태조사 보고서
- J조 부산 온천천의 환경실태 조사와 수질오염의 해결방안
- K조 생물농축현상의 피해와 해결안

② 탐색단계

제2단계인 탐색단계는 문제해결에 필요한 정보를 학습자들이 자신의 계획과 방법에 의해서 스스로 탐색·수집할 수 있는 단계이다. 탐색은 STS학습의 어느 단계에서나 활용되어지는 단계로, 특히 과제선정 단계에서는 관심을 가진 주제에 대한 자료를 Fig. 5 검색 엔진모음을 통해 다양한 정보를 더 찾아보거나, 실시간 토론실에서 토론방을 개설하여 웹상에서 토론을 통하여 과제를 선정할 수 있다. 특히 Fig. 6의 역할극실 사이트는 이라크와 미국의 전쟁과 같이 시사성을 띠면서 지구 환경에 큰 영향을 미치는 주제를 역할극 주제로 정한다면 짝수번, 홀수번 혹은 좌석배치로 찬성, 반대 역할을 정하여 자신의 의견을 피력하기 보다는 주어진 역할에 충실한 변론을 제시하게 하여 다양한 관점에서 한 사건을 바라볼 수 있도록 활용할 수 있다. 과학영재들은 이러한 활동을 통해 상대방의 입장에서 사실을 볼 수 있는 안목을 훈련할 수 있고, 지식이 사회적으로 구성됨을 경험할 수 있다.

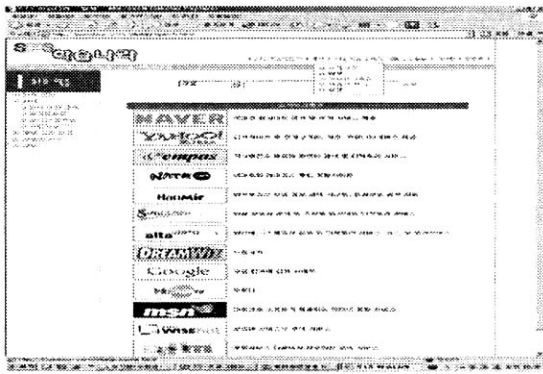


Fig. 5. List of search engines

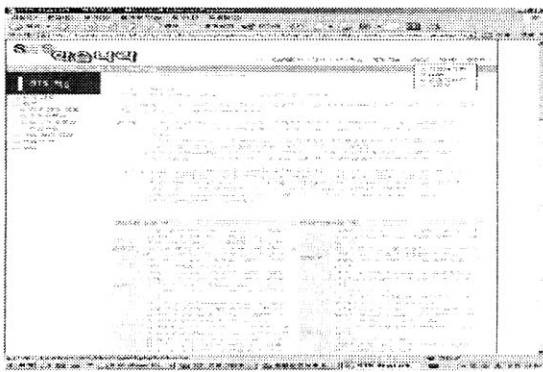


Fig. 6. Role-playing forum

③ 개념원리 점검 단계

STS 수업모형의 제3단계는 개념원리 점검단계로 Fig. 7로 구현되었다. 이 단계에서는 과제에 대한 이해를 심화하고, 관련된 과학의 이론이나 개념을 조사하고 그 해결안을 찾아보는 단계이다. 사실 이 단계는 웹기반 STS 수업모형의 가장 특징적인 단계로, 학생들이 수행한 활동을 과학적 원리에서 생각해 보도록 하는 일련의 가이던스와 피드백과정이라 할 수 있다. 일반적인 STS 수업모형이 대체로 문제제기에서 실행까지 어느 정도 순차적 단계를 가지고 있으나, 웹기반 STS 수업모형처럼 지식을 체계화하는 환류과정이 생략됨으로써 학생들이 과학적 지식들을 체계적으로 구조화해 내는데 어려움을 가지고 있다. 그 점을 보완하여 개발한 것이 웹기반 STS 수업모형으로, 이 모형에서는 체험 및 활동지식을 과학적 지식으로 재구조화할 수 있는 개념 원리점검 단계를 가짐으로 이를 보완할 수 있게 된다.

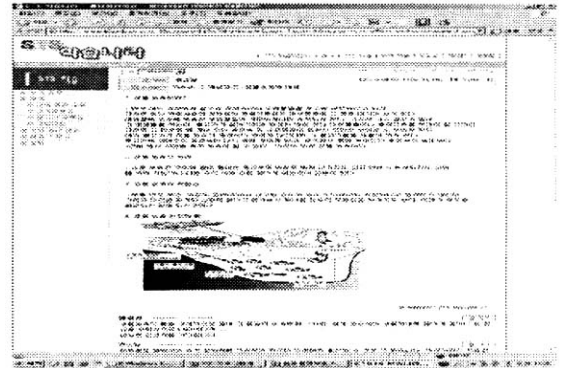


Fig. 7. The concept and principle stage

④ 해결안 제시 단계

4단계인 해결안 제시 단계에서는 앞 단계인 개념원리 점검에서 찾은 해결방안을 구체화하고 이를 가지고 의사소통을 하며, 동료들과 토의과정을 거쳐 여러가지 대안들 중에서 가장 좋은 대안을 공동으로 찾아보는 단계이다. 이때 실시간 토론실을 이용하여 대화를 통한 가운데 가장 합리적인 해결안을 도출해 낼 수 있으며, 먼저 입실한 사람이 대화방을 개설하여 모둠원들이 소속 모둠으로 대화에 참가할 수 있도록 한다. 실시간 토론실을 통하여 이루어진 토론내용은 과학영재들이 어떠한 사고 작용과 대화과정을 통하여 해결안을 도출하는지 고찰할 수 있다. Fig. 8은 프로그램 참가자들이 실험을 통해 해결안을 제시하려

는 장면이고, Fig. 9은 환경미화원과 인터뷰를 통해 실천 가능한 해결안을 모색하려는 장면이다.

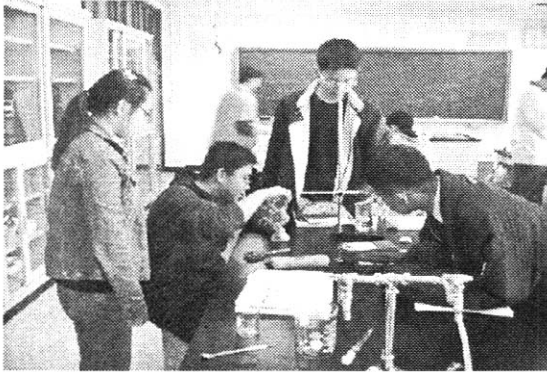


Fig. 8. Proposing solutions by experiments



Fig. 9. Proposing solutions through interviewing

### ⑤ 실행 단계

마지막으로 5단계인 실행단계에서는 아무리 좋은 대안이나 해결안을 모색하였다 하여도 이를 실행하지 않으면 소용이 없듯이 실천 단계에서는 직접 실천에 옮기거나, 실행과 관련이 있는 사람들에게 편지를 쓰거나 하여 영향력을 행사한다. 학생들은 자신들이 과제해결을 위해 수행한 결과를, 예를 들면 '온천천 식물상 조사' 라든가 '배산의 약수물 BOD와 pH조사' 등을 문서로 정리하여, 구청 홈페이지에 탑재한 사실이나 온천천 관리자와 주고받은 메일내용, 쓰레기 실태조사를 위해 청소부 아저씨와 인터뷰한 내용, 배산 약수터 보호를 위해 시행한 캠페인 사진 등을 실행단계에 올려놓는다.

이상과 같이 다섯 단계의 STS 학습과정을 단계적으로 밟아 나가면서 학생들은 학교 과학지식과 생활 과학지식을 결합할 수 있고, 과학적 문제해결력 접근 방법을 습득

하며, 과학에 대한 흥미와 관심을 증대하고, 과학·기술·사회와의 관계에 대한 인식은 물론 지구 환경문제에 대한 인식을 스스로 체득할 수 있게 된다.

### 3) 과제제출 메뉴 및 게시판

이제까지의 학생들 스스로가 STS학습을 수행하면서 발생하는 여러 가지 보고서와 자료를 제출하는 과제 제출방에서는 STS학습을 치른 이후 그것의 결과물들을 해당되는 성격에 따라 모둠별 과제 제출방과 개인과제 제출방에 올린다. 과제를 해결해 감에 따라 활동 정도를 수시로 과제방에 올리므로 학생들의 프로젝트 진행상황과 STS학습에 대한 사고 인식의 방향 및 지식 변화 과정을 알 수 있으며, 이때 교사는 과제 해결과정의 전체 흐름이 흘러가지 않고 과학적인 접근 방법으로 해결될 수 있도록 안내를 해준다.

게시판 사이트는 학습과 관련된 것이나 기타의 정보나 자료들을 학생들이 서로 공유할 수 있어서 수업 외적인 것에도 도움을 줄 수 있다. 자유롭게 질문이나 하고 싶은 말을 올릴 수 있는 자유게시판, 과제를 수행하면서 느꼈던 의문점이나 그 외 발생하는 모든 질문을 올릴 수 있는 Q&A 사이트, 자료실은 STS학습뿐만 아니라, 다른 영역의 학습에 필요한 자료가 탑재되어 있는데, 특히 이 사이트는 교사만 자료를 올리는 것이 아니라, 학생들도 추천할만한 웹 사이트라던가, 실험하다 발견한 팁이 있으면 올려서 항상 정보를 공유할 수 있도록 한다. 마지막으로 유머게시판 메뉴는 학습자들이 학습을 하다가 잠깐 동안 이나마 주위를 환기 시킬 수 있는 곳으로 학습동기를 유발하기 위한 하나의 방법으로 고려되어 설계되었으며, 격언이라든가 감동적인 이야기, 자신이 만든 유머 등을 올릴 수 있다.

## V. 결론 및 논의

외국의 경우 1980년대 전반부터, 그리고 우리나라는 1990년대 이후부터 활발하게 전개되고 있는 STS교육 운동의 중요성을 인식하는 한편, 정보화 사회에서의 인터넷 환경의 다중매체성, 즉시성, 동시성 등의 효율성에 착안함으로써, 웹 환경을 기반으로 하는 STS 수업모형의 개발가능성과 적용가능성, 실용성을 탐색하게 되었다(Hill, 1999; Jonassen, ;1997 Khan, 1997; Pirto, 1999; Mayer, 1999). 그 결과 장차 과학자의 길이 예상되는 과학영재

학생들을 위한 웹기반 STS 수업모형을 개발하였다. 개발 과정에서 중요하게 고려하였던 점, 참고로 하였던 STS 수업모형, 구축하였던 프로그램이 타 프로그램과 구별되는 차별성이란 측면에서 결론과 논의를 전개하고자 한다.

첫째, 본 연구에서 개발한 웹기반 STS 수업모형은 기존의 STS 교육방법이나 학습프로그램과는 달리 학생들이 보다 능동적인 참여자로서 임할 수 있는 모형의 개발에 초점을 두었다는 것이다. 연구자가 개발한 웹기반 STS 수업모형에서 이루어지는 기본적인 학습단계는 학생 주도적인 과제선정-탐색-개념원리 점검-해결안 제시-실행이라는 절차를 적용하였던 바, 기존 모형들과의 차이점을 특히 '개념원리 점검 단계'에서 찾을 수 있다. 개념원리 점검 단계란 교사가 시범을 보임으로써 학생 자신 또한 자신이 수행한 활동을 과학적 원리에서 생각해 보도록 하는 일련의 가이드선과 피드백 과정이다. 일반적인 STS학습 프로그램이 대체로 문제제기에서 실행까지 어느 정도 순차적 과정을 지니고 있긴 하나, 지식을 체계화하는 환류 과정이 생략됨으로써 학생들이 과학적 지식들을 체계적으로 구조화해 내는 데는 어려움이 있다. 예를 들어, 미국에서 개발되어 대표적인 STS학습 모형중의 하나로 손꼽히는 ICP 모형의 경우에도 개념원리 점검과 같은 지식재구조화를 위한 피드백 단계는 포함되어 있지 않다.

둘째, 본 연구에서 개발한 STS학습 프로그램은 Renzulli의 삼부심화학습프로그램과 ICP(Iowa Chautauqua program)의 모형에 착안하여 이를 본 프로그램의 개발 시, 기본토대로서 활용하였다. 특히 Renzulli의 삼부심화학습프로그램의 제3부 심화단계에서 학생들 스스로 연구주제를 선정하고 탐구하는 프로젝트 형태를 도입하여 본 수업모형의 과제선정단계와 평가의 단계에 활용하였다. 본 수업모형은 학습자 스스로 무엇을 배울 것인가를 정하게 하고 구체적인 연구계획서를 작성하게 함으로써, 과학적인 접근법으로 자신의 과제를 해결할 수 있도록 지원하는 학습자 주체의 능동성을 적극 고려하였다(Hurd, 1997; 2000; Jonassen, 1997; Stover, 1998; Mayer, 1999). 아울러 연구 과제를 설정하고 연구방향을 기획하는 모든 절차 또한 학습자들의 자발적 활동으로 유도하거나 혹은 토론방의 대화를 통해 팀원들 간의 공동사고를 통하여 구성되도록 하였다는 점도 특징이라고 할 것이다.

셋째, 앞의 두 가지 사항과 맥락을 같이하여, 연구자가 개발한 STS 수업모형은 자칫 STS 교육에서 지니는 교사의 과중한 역할 부담감을 줄일 수 있다는 데 있다.

넷째, 본 연구에서 개발된 STS수업 모형은 과학 영재를 위한 수업모형이라는데 독특성이 있다고 생각된다. 사실상 대부분의 STS 수업모형의 개발과 교육대상은 일반 중·고등학생이나 대학생, 교사들을 대상으로 이루어져 왔다. 그러나 과학영재들의 경우 그들의 지적 발달 수준과 능력이 일반 학생들과 다르기 때문에 일반적인 STS 수업모형을 수정없이 그대로 사용하기에는 어려움이 있으며, 또한 아직까지는 과학영재들의 특수성을 충분히 감안한 새로운 수업모형이 활발하게 개발되고 있지 못한 실정을 들 수 있다.

한편 과학영재들은 장차 과학·기술 분야에서 선도적 역할을 담당하거나 과학분야의 학문을 이끌어 가는 중추적 역할을 수행할 가능성이 높은 위치임을 고려해 볼 때, 이들이야말로 과학과 기술의 사회에 대한 책임 및 과학과 사회의 관계에 대한 체계적인 지식과 안목이 필요한 대상이라고 할 수 있는 것이다. 이러한 여러 가지 논거에 비추어 볼 때, 본 연구자가 개발한 웹기반 STS 수업모형은 충분히 그 의의를 입증받을 수 있을 것으로 생각된다. 그러나, 본 연구에서 개발한 웹기반 STS 수업모형도 이상과 같은 기존 프로그램과의 차별성이나 의의와는 달리 한편으로는 몇 가지 측면에서 여전히 그 한계와 제한점이 존재하는 것으로 생각된다. 우선 개발된 STS수업모형이 웹기반 환경이라는 특성상 STS학습 지도를 수행할 교사는 어느 정도 IT에 능통해야 한다는 것이다. 또한 체계적인 지식으로 STS학습을 안내하지 못할 경우 단순한 어느 홈페이지의 운영자의 위치로 전락할 수도 있다는 것이다.

또 다른 한편으로 웹 환경의 STS수업에서 가장 큰 위험성 중의 하나는 모든 것을 웹에서 해결할 수 있다고 생각하는 웹 만능주의에 빠져들 수 있다는 점이다. 본 연구에서 STS학습 활동의 중요한 활동으로 웹 서핑을 통한 STS과제의 수집, 과제를 해결하기 위한 과학 정보의 수집과 지식의 습득, 해결책의 탐구 등을 추구해 왔는데, 이러한 경향이 오히려 역기능을 낳을 수도 있다는 것이다.

마지막으로 학생들의 보다 적극적이고 자기주도적 참여가 이루어지지 않는다면 충분한 성취목표에 도달할 수 없다는 것이다. 요컨대 학생중심으로 수업을 설계하고, 교사는 지식을 전달하는 전도사가 아니라 학생들의 마음속에 지식이 형성될 수 있도록 도와주는 안내자라는 철학을 가진 교사와, 강한 학습동기와 적극적이고 능동적인 태도를 가진 학생관계가 상호 대응을 이룰 경우에만 본 프로그램은 그 실효성을 최대한 증대시킬 수 있다고 하겠다.

## VI. 제 언

앞의 논의를 바탕으로 변화하고 있는 생물교육의 목적과 관련하여 향후 생물 교육을 위한 수업모형 개발 연구에 다음과 같은 몇 가지 제언을 하고자 한다.

첫째, 본 연구자는 이론적·경험적 근거하에 웹을 기반으로 하는 STS 수업 모형을 개발하였으나 다른 웹기반 프로그램들과 마찬가지로 탐색적 시도이다. 이러한 관점에서 볼 때, 이 모형을 다듬도록 하여 다양한 형태의 웹기반 학습 프로그램의 개발을 시도하려는 실천적 연구가 요구된다.

둘째, 본 연구는 생물교육을 위한 웹기반 STS 수업모형으로, 생물교과 관련내용과 주제에 초점을 두고 모형을 구성하였다. 이후의 많은 연구들은 보다 다양한 교과(예를 들어, 물리, 화학, 지구과학, 사회, 국어, 등)측면에서 이러한 시도가 있어야 할 것으로 생각된다.

셋째, 본 연구에서 개발된 수업모형은 '과학영재를 위한 웹기반 STS 수업모형'이다. 이 모형을 기반으로 향후 개발될 학습프로그램은 대상 제한적인 프로그램의 개발에도 염두를 두는 한편, 초등학교에서부터-중학생-고등학생-대학생-성인에 이르기까지의 연속적이면서도 계열적인 성격과 차별적인 내용을 지닌 통합모듈식의 프로그램 개발이 절실히 요구된다. 이러한 계열성이 보장될 경우, STS 교육은 그 목적하는 바 과학·기술·사회와의 관계에 대한 보다 체계적인 교육으로 이루어질 수 있을 것으로 기대되기 때문이다.

## 국 문 요 약

본 연구는 과학영재들의 생물교육을 위한 웹기반 STS 학습 프로그램을 개발하는데 목적을 두었다. 연구방법은 다음과 같은 일련의 단계를 따라 실시하였다. 첫 번째 단계에서는 수업모형의 내용구축을 위한 선행 요소로서 과학 영재들의 요구 분석, STS학습의 목표분석, 생물교과의 목표를 분석하였다. 두 번째 단계에서는 과학영재를 위한 웹기반 STS 수업모형의 구성요소를 확정하고, 수업모형의 단계를 구성하였다. 세 번째 단계에서는 두 번째 단계를 통하여 구축된 내용과 모형의 학습단계에 따라 웹프로그램 언어인 Frontpage, 나모웹에디터, Dreamweaver, Hotdog등을 사용하여 웹상에서 운용되는 STS 수업모형을 개발하였다. 이때 시스템 전문가 1인, 프로그래밍 전문

가 2인, 교과 전문가 3인이 참여하였고, 구현 가능성은 전문가 10인에게 설문조사한 후 최종 결정하였다. 네 번째 단계는 완성된 수업모형을 전문가를 통하여 타당성 평가를 의뢰하였으며, 과학영재들에게도 수업모형에 대한 평가를 하도록 하였다. 단, 과학영재를 통한 평가는 수업모형 수행 이후에 얻어진 것이다. 다섯 번째 단계에서는 확정된 프로그램을 J과학교 예비 입학생 6명에게 실시함으로써, 수업모형의 내용 보완 및 오류 수정 등의 절차를 거쳐 최종 수업모형을 확정하였다.

본 프로그램의 특성은 첫째, 본 연구에서 개발한 웹기반 STS 수업모형은 기존의 STS 교육방법이나 학습프로그램과는 달리 학생들이 보다 능동적인 참여자로서 임할 수 있는 모형이다. 기본적인 학습단계는 학생 주도적인 과제선정-탐색-개념원리 점검-해결안 제시-실행으로 기존 모형들과의 차이점은 '개념원리 점검 단계'에서 찾을 수 있다. 둘째, 본 연구에서 개발한 STS 수업모형은 Renzulli의 심화학습3단계 모형과 ICP의 모형을 기본토대로서 활용하여 학습자의 능동적 참여를 강조하는 학습자 중심의 모형이다. 학습자 스스로 무엇을 배울 것인가를 정하게 하고 구체적인 연구계획서를 작성하게 하여, 과학적인 접근법으로 자신의 과제를 해결할 수 있도록 지원하는 학습자 주체의 능동성을 고려하였다.

## 참 고 문 헌

- 구자역, 조석희, 김홍원, 서혜애, 장영숙, 황동주, 임희준 (1999). 영재 교육과정개발 연구-초 중학교 영재교육 과정 시안 개발을 위한 기초 연구. 서울 : 한국 교육 개발원.
- 권용주(1993). STS프로그램이 중학생들의 과학에 관련된 태도에 미치는 효과. 한국교원대학교 석사학위논문.
- 김경자, 김아영, 조석희(1997). 창의적 문제해결 능력신장을 위한 교육과정 개발의 기초: 창의적 문제해결의 개념 모형 탐색. 교육과정 연구, 15(2), 129-153
- 김영재(1999). 창의적 문제해결(창의력의 이론, 개발과 수업). 서울: 교육 과학사.
- 김홍래, 송기상(1998). 구성주의적 접근을 통한 웹기반의 가상학교의 설계 및 구현, 한국컴퓨터학회지, 1(1).
- 동효관(2002). 과학영재의 특성에 기초한 수업 프로그램이 유전개념변화와 창의력에 미치는 효과. 한국교원대학교 대학원 박사학위논문.



- 변영계, 김광휘(2000). 협동학습의 이론과 실제. 서울: 학지사.
- 서형두, 정완호(1993) 국민학교 과학영재 선발 준거에 대한 연구. 한국과학교육학회지, 13(2), 172-186.
- 송진웅(2001). 1930-50년대 영국의 '과학시민의식' 운동과 L. Hogben Science for the Citizen. 한국과학교육학회지, 21(2), 385-399.
- 임길선(1998). 의사결정을 통한 과학적 소양함양에 관한 연구. 한국교원대학교 현장교육개혁 연구발표집, 209-213
- 임길선(2000). STS 교육의 과학론적 접근. 한국일본교육학연구, 6(1), 100-118.
- 임길선(2002). 현대 과학론적 접근에 의한 STS교육의 성립과 전개. 제41차 한국과학교육학회동계학술대회 및 정기총회 발표논문.
- 임길선(2003). 과학영재교육을 위한 웹기반STS학습 프로그램 개발과 효과. 부산대학교 대학원 박사학위논문.
- 정완호, 권용주, 김영신(1993). STS 교육 운동의 국내 연구 경향 분석과 적용 방안에 관한조사 연구. 한국과학교육학회지, 13(1), 66-79.
- 조정일(1998). 과학교육 개혁 프로그램 '과학-기술-사회'의 국제적 동향 -아이오와 프로그램을 중심으로-. 한국과학교육학회지, 18(1), 71-82.
- 조희형(1994). 과학-기술-사회와 과학교육. 서울: 교육과학사.
- 조희형(2000). 21세기의 생물교육: 이론적 배경과 전망. 한국생물교육학회지, 28(3), 181-191
- 최경희, 김추령(1995). STS 수업방법과 전통적 수업방법에 의한 중학교 학생들의 과학 성취도 및 과학과 관련된 태도변화에 관한 연구. 물리교육, 13(1), 17-22.
- 長洲南海男(1996). 高度科學・技術社會における新科學・技術觀解明に基づいた新しい科學教育の構築. 平成10~年度文部省科學基盤研究成果報告書.
- 林吉善(1998). STS科學教育の展開過程-英米と日本との比較を通して. 筑波大學校 科學教育研究科. 16(1), 60-105.
- Aikenhead, G. S., & Ryan, A. G.(1992). The development of a new instrument: "View on Science-Technology-Society" (VOSTS). 76(5), 477-491.
- Betts, G. T. (1991). The autonomous learner model for the gifted and talented. In N. Colangelo and G. A. Davis(Eds.), *Handbook of Gifted Education(142-153)*. Needham Heighr, MA : Allyn and Bacon.
- Blurton, C.(1983). Science talent: The elusive gift. *School Science and Mathematics*, 83-8. 654-664.
- Cromer, A.(1997). *Connected knowledge: Science, philosophy, and education*. New York: Oxford University Press.
- Crossman, D. M.(1997). The evolution of the world wide web as an emerging instructional technology tool. In B. H. Khan(Ed.), *Web-based instruction* (pp. 5-23). Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Publications.
- Duffy, T. M., & Cunningham, D.(1996). *Constructivism: Implications or the design and deliverly of instruction*. Handbook of Research for Educational Communications and Technology, 170-198 NY: Simon & Schuster Macmillan.
- Harasim, L., Calvert, T., & Groeneboer, C.(1997). Virtual-U: A web-based environment customized to support collaborative learning and knowledge building.
- Hill, J. R.(1999). A conceptual framework for understanding information seeking in open-ended information systems. *Educational Technology Research and Development*. 44(1), 29-50.
- Hungerford, H. R., Volk, T. L., & Ramsey, J. M.(1997). *Science-technology-society: Investigating and evaluating STS issues and solutions*. Carbondale, IL: Stipes Publishing L. L. C.
- Hurd, P. D.(1997). *Inventing sciences education for the new millennium*. New York: Teachers College Press.
- Hurd, P. D.(2000). *Transforming middle school science education*. New York: Teachers college Press.
- Jonassen, D. H.(1997). Instructional design models for well-structured and Ill-structured problem solving learning outcomes. *Educational Technology Research and Development*, 45(1), 64-99.

- Khan, B. H.(1997). Web-based instruction: What is it and why is it? In B. H. Khan(Ed.), Web-based instruction(pp. 5-23). Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Publications.
- Mayer, R. H.(1999). Designing instruction for constructivist learning. In C. M. Reigeruth(Ed.), Instructional design theories and models(2nd). NJ: Lawrence Erlbaum Associates Inc.
- Pirto, J.(1999). *Talented children and adults : Their development and education(2nd ed.)*. Upper Saddle River, NJ : Merrill/Prentice Hall.
- Renzulli, J. S.(1977). *The enrichment triad model: A guide for developing defensible programs for the gifted and talented*. Wethersfield, CT: Creative Learning Press.
- Renzulli, J. S.(1988). *The multiful menu model for developing differentiated curriculum for the gifted and talented*. Unpublished manuscript, Bureau of Educational Research, University of Connecticut, Storrs, CT.
- Renzulli, J. S. & Reis, S. M.(1985). *The schoolwide enrichment model: A comprehensive plan for educational excellence*. Mansfield Center, Conn: Creative Learning Center.
- Rubba, P.A., M. MCGuyer, & T. M. Wahlund(1991). The effects of infusing STS vignettes into the genetics unit of biology on learner outcomes in STS and genetics a report of two investigations. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(6), 537-552.
- Solomon, J.(1993). *Teaching Science, Technology and Society*. Buckingham · Philadelphia: Open University Press.
- Sternberg, R. J.,& Lubart, T. I (1999) The concept of creativity: prospects and paradigms. In Sternberg, R. J.(1999) *Handbook of Creativity*, 3-15. Cambridge University Press
- Stover, D.(1998). Problem-based learning: Redefining self-directed instruction and learning.
- Torrance, E. P.(1977). *Creativity in classroom: What research says to the teacher*. Washionton D. C. : National Education Association.
- Treffinger, D. J. (1986). Fostering effective, independent learning through individualized programming. In J.S. Renzulli(Ed.), *Systems and models for developing programs for the gifted and talented*. Mansfield Center, CT: Creative Learning Press.
- Yager, R. E.(1991) The constructivist learning model: Towards real reform in science education. *The Science Teacher*, 58(6), 52-57
- Yager, R. E.(1992). The status of Science-Technology-Society Reform Efforts around the World, ICASE Yearbook, Petersfield: International Council fo Association for Science Education, 1-135.
- Yager, R. E.(1996). History of science/technology/society as reform in the United States. In R. E. Yager. *Science/Technology/Society as reform in science education*. Albany, New York: State University of New York Press.