

중등 생물교과 심화과정 학습용 웹 기반 학습 프로그램 개발 및 적용

예진희 · 박창보 · 서혜애 · 송방호
(경북대학교 생물교육과) · ¹(한국교육개발원),

Development and Application of Web-based Instruction Program for the Enriched Course of School Biology

Ye, Jin-Hee · Park, Chang-Bo · Seo, Hae-Ae¹ · Song, Bang-Ho
(Kyungpook National University) · ¹(Korean Educational Development Institute)

ABSTRACT

A web-based instruction program for the enriched course under the 7th Revised National Curriculum of Biology in Korea was developed and the application effects to learners were analyzed. For the development of the web-based instruction program, five topics of biology from the enriched courses through 7th to 10th grades in the middle and high school science textbooks were selected and modulated with interrogative sentences. Each topic of programs was divided into four activity sections according to the learners' activity procedures supplemented with explanations and evaluations. Each activity was hyper-linked to multi-layers and animations. Further, a virtual experiment was also developed and an evaluation section designed by Java Script was attached. Among five topics, one topic of 'Reproduction and development' at 9th grade level was selected to examine the effects on students' learning. Among 247 9th grade students in the research subject school, only 67 students were able to accessible to ultra-thin Internet cables with their computers at home and they became an experimental group. A control group was assigned to those who are similar level of school science achievement to the experiment group and did not use the web-based program. It was found that most of 9th grade students are able to use Internet at home, however, they do not prefer to use Internet for homework or task project. Rather, most of students used Internet for e-mail or information navigation. Students used internet to solve problems of science and perceived the benefits of Internet for science learning. However, there are not many students to utilize Internet for science homework or task project. Students expressed that they do not prefer to use a web-based learning program for science learning due to lack of interests in science. The effects on students who studied with this program appeared to be significantly high compared to those who did not study with this program. Students who studied with this program positively evaluated this program, in particular, they enjoyed animation effect and virtual experiments. It was concluded that a web-based program for science learning should be developed and distributed through Internet in an attractive and interesting format for students. It was also concluded that various web-based programs for science learning with

*2001.10.31(접수) 2002.1.4(1차 수정) 2002.3.30(최종 통과)

**본 연구는 한국학술진흥재단 교과교육 공동연구비 2000 지원으로 수행되었음.

***사사 : 연구진은 웹 기반 학습 프로그램의 제작 과정에 많은 도움을 주신 이현숙, 이정현, 서호연, 이상석 교사께 심심한 감사를 드립니다.

animation effect and virtual experiments should be developed to increase students' interests in science as well as to improve students' science achievements.

Key words: web-based instruction, enriched learning process, middle school biology

I. 서 론

2001년도 세계 경쟁력 연감(IMD, 2001)에서 우리나라는 조사대상 49개국 가운데 종합평가는 28위, R&D는 29위로 조사되어, 앞으로의 국가 경쟁력 신장 측면에서 R&D에 대한 투자 신장과 아울러 학교 과학교육의 개선에 많은 노력을 기울여야 할 것이다. 이 조사 결과에 따르면, 우리나라는 중등교육에서 교사 대 학생의 비율이 24.2로 나타나 평균 15.3에 비하여 높은 비율을 보였으며, 41위로 하위수준에 머물렀다. 현 정부는 이 점을 고려하여 ICT교육에 대한 투자를 확대해 온 바 있다. 1996년부터 추진된 제1단계 교육 정보화 종합계획의 일환으로, 2000년도에는 학내 전산망의 구축, 5년간 인터넷 통신비의 면제, 모든 교사와 교실에 컴퓨터 및 인터넷 장비를 보급하게 되었으며(교육인적자원부, 2000), 이제 우리나라는 세계에서 싱가포르 다음으로 초·중·고등학교에 ICT 교육 인프라를 구축한 것으로 보고되고 있다(교육인적자원부, 2001). 이러한 ICT교육 인프라를 효율적으로 활용하여 학생들에게 개별화, 다양화된 학습 기회를 제공하는 것이, 교사대 학생의 비율이 높은 우리나라 학교교육의 어려움을 극복하는 길일 것이다. 따라서, ICT교육 인프라를 활용하는 웹 기반 교수·학습 자료 및 프로그램을 다양하게 개발하고 보급하는 일이 시급하다.

최근 교육에서는 정보자원의 집합체인 인터넷을 교수·학습 활동의 중요한 도구로서 인식하여, 웹 상의 정보를 활용할 수 있는 웹 기반 교수(Web-Based Instruction, WBI)방법과 자료를 개발하는 데 노력을 기울이기 시작하였다. 웹 기반 교수 방법은 교실 공간에서 교사가 많은 학생을 대상으로 적용하는 일제식 수업의 단점을 극복하는 데 효과적인 것으로 연구되고 있다(나일주, 1999). 웹 기반 교수방법은 학습자의 학습 수준, 흥미와 관심에 따라, 자기주도적으로

자료 검색 과정을 통해 다양한 정보와 자료에 접근하면서 학습활동을 실천할 수 있는 장점과 아울러 학교 실험실에서 실천하기 어려운 고난도·고가 실험을 사이버 상에서 가상 실험으로 쉽게 구현할 수 있는 장점이 있다(에듀넷, 2001). 그러나 기존의 개발된 웹 기반 학습 자료는 텍스트 위주로 제작되어 정보와 자료를 일방적으로 제공하는 수준에 머무르고 있다.

웹 기반 교수·학습 자료 활용 교육은 다음과 같은 다양한 장점이 있는 것으로 고찰된다. 먼저, 웹 상의 자료 검색 기능을 활용하여, 기존의 교과서, 인쇄물, OHP자료, CD, VTR 등으로 제한적으로 제공되는 학습자료와 정보의 범위를 확대할 수 있다. 둘째, 웹 기반 교수방법은 학습자의 학습 수준과 흥미에 따라 개별적으로 학습 과정을 거치므로, 학습 동기를 유발하는 데 효과적이다. 셋째, 교실공간으로 한정된 기존의 학습 형태를 탈피하고, 학습자가 원하는 시간, 원하는 장소에서 학습과정에 참여할 수 있다는 점이다. 넷째, 웹 상 게시판이나 실시간(real-time) 토론장은 개별 학습자들의 질문 기회를 확대시킬 수 있다. 다섯째, 웹 기반 교수방법에서는 개별 학습자들의 학습 수준에 따른 그룹을 구성하고 그룹별 토론을 활발히 진행시킬 수 있다.

박수경 등(2001)은 웹 기반 교수방법이 성취도가 낮은 학습자들의 학습동기와 상호작용을 효과적으로 촉진시키고, 과학 교과의 웹 기반 학습은 지식영역보다 이해·적용영역에서 성취도를 증가시키는 장점이 있다고 보고하였다. 특히, 웹 코스웨어는 학습자가 자기주도적 탐구학습을 실천할 수 있으며, 협동학습의 증진효과도 있음을 강조하였다(박세훈, 2000). 정현숙(2000)은 애니메이션 및 하이퍼링크로 이동이 용이한 웹 기반 코스웨어를 개발·적용한 바, 실험집단이 전통적 학습집단보다 성취도에서 유의미하게 높게 나타났다(박수경 등, 2001)고 보고하였다. 외국의 웹 기반 교수 방법의 연구 결과 또한, 동영상, 애니메이션 등으로 물체의

시·공간적 변화를 제시하여 과학의 개념과 원리를 설명하는 데 효과적이며(Mayer & Andersen, 1991), 다양한 형태의 정보와 자료를 효과적으로 제공할 수 있다고(Ritchie & Hoffman, 1996) 평가하고 있다. 지나치게 많은 텍스트 정보를 한 화면에 제시한다면, 전자식 책장 넘기기 형태의 단점도 있으나(임철일, 1999), 하이퍼텍스트, 하이퍼미디어의 기능을 효과적으로 활용한다면, 웹 기반 교수·학습 자료는 교육효과 증진에 획기적인 변화를 유도할 수 있을 것이다.

최근 국내에서 개발된 생물분야의 웹 기반 학습자료로는 OHP 파일의 바이오코스모스(송방호 외, 1998; 송방호 외, 1999; Choi et al., 1998), 첨단 생명과학을 도입한 중등생물교육용 CD 제작(송방호 외, 2000), 생물교육 종합학습자료(과학교육연구소, 2001) 등을 들 수 있다. 식물의 증산작용을 인터넷 가상실험에서 실시한 바, 수업에 참가한 학습자의 95%는 학습효과를 신장시켰으며(반승록, 2000), 인체(박세훈, 2000), 소화기관(정현숙, 2000), 자극과 반응

단원(이선화, 1999) 등을 주제로 한 웹 기반 교수방법에서도 성취도가 증가하는 것으로 나타났다.

본 연구는 제7차 교육과정 중학교 전학년과 고등학교 1학년 과학의 생물분야 심화과정 내용을 주제 중심 웹 기반 학습 프로그램으로 개발하였다. 각 활동의 하위 활동은 기초·보충과정과 연계시켜 체계적으로 학습할 수 있도록 설계하였으며, 특히 첨단 생명과학 내용을 학습하는 가상실험을 개발하였다. 따라서 본 연구에서는, 개발한 웹 기반 학습 프로그램을 수업현장에 적용하여 효율성을 분석하였으며, 결과를 토대로 향후 웹 기반 교수·학습 프로그램 개발 방법의 개선책을 모색하는 데 목적을 두고 있다.

II. 연구 방법

본 연구의 웹 기반 학습 프로그램 개발 과정은, 체계적 절차 모형 가운데 절차적 모형(정인성, 1999)을 도입하여, 필요성, 설계, 제작, 적용 및 평가의 5단계로 구분되어 있다(Fig. 1). 먼저, 개발과정의 1, 2단계

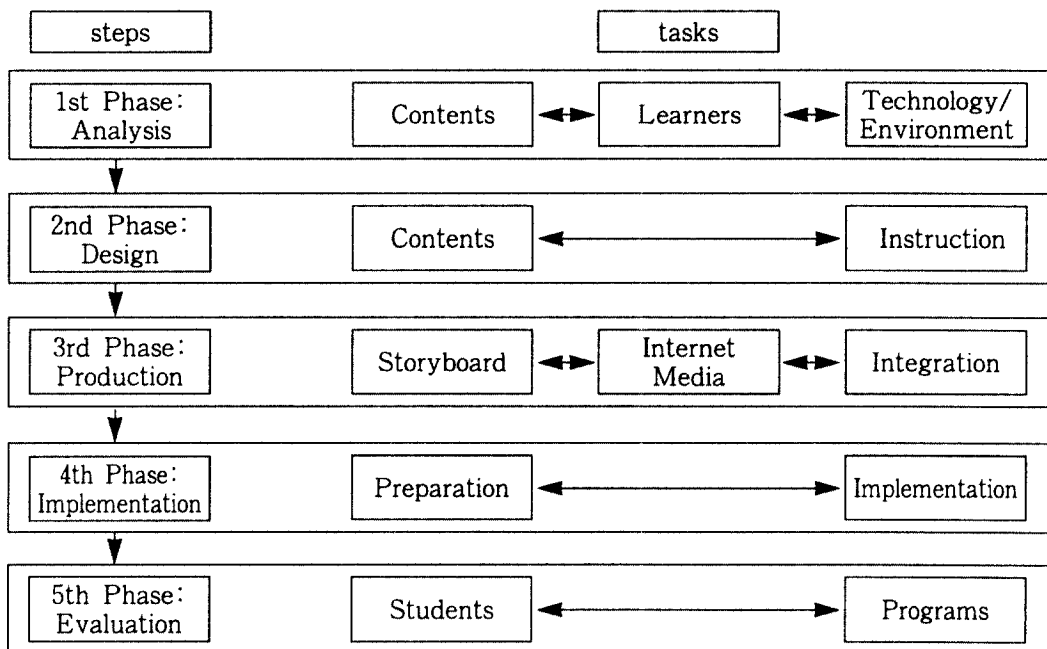


Fig. 1. Framework of the web-based program development and evaluation.

의 필요성과 설계를 위하여 연구진은 중·고등학교 과학교사 및 중·고등학교 학생과 10회의 전문가 협의회를 개최하였다. 전문가 협의회에서는 학습자, 심화학습, 인터넷 환경의 필요성을 조사한 후, 웹 기반 프로그램의 설계를 위하여 심화학습 내용과 교수·학습 방법을 검토하였다. 협의회 결과에 의거하여, 설정된 3단계의 제작과정은 첫째, 각 주제별 활동의 설계를 위한 스토리보드를 만들고, 둘째, 스토리보드에 기초하여 적절한 매체를 선정·개발하였으며, 셋째, 스토리보드와 제작한 매체를 통합하여 웹 기반 학습 프로그램을 개발하였다. 4단계에서는 웹 기반 학습 프로그램을 학생들에게 적용하였으며, 5단계에서는 웹 기반 학습 프로그램을 학습한 학생들을 대상으로 프로그램 평가 설문조사를 실시하였다. 여기서는 제작과 적용·평가 단계를 상세히 기술하고자 한다.

1. 웹 기반 학습 프로그램의 제작

1) 스토리보드 작성

제작 단계에서는 필요성 및 설계 단계에서 선정한 제7차 교육과정 과학의 생물영역 심화과정 내용 가운데 각 학년별로 한 개의 주제를 의문형으로 제시하고, 주제별 활동은 4개의 하위활동으로 구분하여 학습을 전개하는 방식을 택하였다. 먼저, 주제에 대한 설명은 2개의 하위활동으로, 기본과정의 학습을 확인하는 부분과 심화 과정의 내용을 중점적으로 설명하는 부분으로 구분하였다. 세 번째 하위활동은 주제에 따른 가상실험을 제시하고 네 번째에서는 발산적으로 탐구할 수 있는 과제와 자기 평가를 할 수 있는 문항을 제시하였다.

2) 웹 기반 학습 프로그램의 매체

웹 기반 학습 프로그램의 스토리보드를 작성한 후, 매체를 제작하는 과정으로서 첫째, 애니메이션 제작에 필요한 그래픽 이미지, 사운드 등의 요소들을 삽입시켜(Betts, 1991; Traffinger, 1982) 각 개체를 기호화하고, 둘째, 제작한 기호들을 해당 프레임에 삽입하고, 필요에 따라 각 기호들을 보충·설명할 수 있는 그림들을 제작·삽입하였다. 셋째, 기호화된 개

체를 유기적으로 연결시키기 위하여 버튼 및 프레임에 액션 문장을 삽입시켰으며 수치 연산화 형식으로 구성하였다.

3) 웹 기반 학습 프로그램의 통합

각 활동별 4개의 하위 학습활동의 전개 방식은 레이어 기능을 활용하였으며, 하이퍼링크를 설정하였다. 각 활동의 전개방법은 플래시로 제작한 애니메이션과 동영상 자료를 활용하였으며, 필요시 가상실험과 자바스크립트를 이용한 평가문항을 첨가하였다. 제작된 프로그램은 홈페이지(송방호, 2001)에 탑재·공개하였다.

4) 프로그램의 제작도구

본 웹 기반 학습 프로그램 개발을 위해서 'Dell OptiPlex GX200, Intel Pentium III processor 933.133MHz, 255.0MB PC700 RDRAM' 윈도우 98 운영체제 컴퓨터를 사용하였다. 웹 브라우저로는 Internet Explorer 5.0을, 프로그램 실행 플러그인 프로그램으로 Macromedia Shockwave를 활용하였다. 프로그램의 기본 홈페이지는 HTML 형태로 제작하였으며 나모 웹에디터 4로 편집하였다. 애니메이션과 플러그인은 Macromedia Flash 4.0으로, Flash movie의 그림 파일은 Adobe Photoshop 5.0으로, 동영상은 Studio MP10, RealPlayer로 제작하였고, 변환에는 RealProducer를 사용하였다. 그림은 GIF 또는 JPEG file로 제작 혹은 편집하였고, 동영상 이미지는 GIF construction set로 제작하였다. 플래시의 경우, 프로그램을 사용하는 학습자의 컴퓨터 용량 크기에 따라, 저용량이라는 조건하에 Director와 같은 선명도가 높은 동영상과 JAVA와 같은 수치제어적인 측면을 효율적으로 접목시킬 수 있는 Flesh를 사용하였다. 학습자료 가운데 동영상 및 가상 실험의 기초 자료는 색상과 사진 및 그림의 질이 높은 대학교재와 외국서적을 인용하거나, 기존의 VTR 자료 또는 연구진이 직접 촬영한 사진을 활용하였다. 텍스트의 경우, 심화과정의 학습지도안에 기초하여 설계하였다.

2 웹 기반 학습 프로그램의 적용 및 평가

1) 연구 대상

본 연구는 웹 기반 학습 프로그램이 학생들의 학습에 미치는 효과를 조사하기 위하여 대구광역시 소재 D여자중학교 3학년 학생 247명을 연구대상으로 선정하였다. 연구 대상 학생들은 이미 교과서 중심 강의법으로 제6차 과학 교육과정의 '생식과 발생' 단원을 학습한 상태였다. 247명의 학생들에게 사전 설문조사 후, 개발된 웹 기반 학습 프로그램 홈페이지 주소를 제시하여 학생들이 웹 기반 학습 프로그램 가운데 '생식과 발생' 단원의 4가지 활동을 탑재하여 운영하였다. 웹 기반 학습 프로그램을 학습한 학생 67명을 실험집단으로, 웹 기반 학습 프로그램을 학습하지 않은 학생 가운데 실험집단과 성적이 비슷한 학생 67명을 비교집단으로 선정하였다. 교내 과학시험 결과, 전체집단이 72.8점, 실험집단이 77.4점, 비교집단이 77.7점으로 나타났다. 실험집단과 비교집단 간의 교내 과학성적에는 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다.

2) 연구 방법

본 연구의 웹 기반 학습 프로그램 개발 과정의 적용 및 평가 단계에서는 준실험연구(quasi experimental method) 및 설문조사(survey method)를 연구방법으로 적용하였다. 먼저, 2001년 12월 초 연구대상 중학교 3학년 전체 학생 247명을 대상으로 과학 및 인터넷 학습에 대한 태도 설문조사를 실시하고 난 후, 과학 담당 교사의 홈페이지에 웹 기반 학습 프로그램을 탑재하였으며, 2000년 12월 초 교사는 3학년 전학생을 대상으로 웹 기반 학습 프로그램을 활용할 수 있음을 구두로 안내하였다. 2001년 2월초까지 약 2개월의 기간동안에 가정에서 인터넷 및 컴퓨터 시설을 갖춘 학생 가운데 67명의 학생들은 웹 기반 학습 프로그램을 활용하였다. 학생들이 웹 기반 학습 프로그램을 학습한 직후, 2001년 2월 초 실험집단 및 비교집단 학생을 대상으로 탐구력·문제 해결력 중심의 성취도 검사를 실시하였다. 또한, 실험집단을 대상으로 웹 기반 학습 프로그램 평가 설문조사와, 비교집단을 대상으로 웹 기반 학습 프로그램을 사용하지 않

은 이유에 대한 설문조사를 실시하였다.

3) 설문조사

먼저, 인터넷 학습과 과학에 대한 태도를 조사하기 위하여, 선행연구의 설문조사(김현명, 1998)를 변형하여 4개의 선택형 문항으로 구성된 인터넷 학습 및 과학에 대한 태도 설문조사 도구를 개발하였다. 연구대상 중학교 3학년 전체 247명의 학생들은 설문조사를 통하여 인터넷 사용 정도 및 인터넷과 과학에 대한 태도 등에 대하여 응답하였다.

둘째, 웹 기반 학습 프로그램의 주제 내용을 중심으로 학습 성취도 측정을 위한 학습효과 검사도구를 개발하여, 실험집단과 비교집단을 대상으로 학습효과를 비교하였다. 학습효과 검사도구는 지식 습득과 관련된 내용을 지양하고 학생들의 탐구력 및 문제 해결력을 평가하는 문항으로 구성하였다. 검사도구의 문항은 웹 기반 학습 프로그램을 통해 성취할 수 있는 효과를 측정할 수 있도록 연구진이 직접 개발하였으며, 검사도구는 교과교육 전문가 1인, 중학교 교사 2인, 고등학교 교사 2인으로 구성된 전문가 위원회를 거쳐 검토, 수정·보완하여 총 13개 문항(문항간 신뢰도: Cronbach alpha = .67)으로 구성된 도구를 개발하였다. 두 집단간의 검사도구 결과의 차이는 t-검증 통계방법을, 학습 효과 검사도구의 결과와 교내 시험의 과학 성적과의 연관성은 공변량 분석(ANCOVA) 통계방법을 적용하였다.

셋째, 본 연구에서 개발한 웹 기반 학습 프로그램을 학습하지 않은 학생을 대상으로 인터넷 학습에 대한 인식을 조사하였다. 총 3개 문항으로 구성된 인터넷 학습에 대한 인식 설문조사를 실시하여 본 웹 기반 학습 프로그램을 학습하지 않은 이유, 다른 웹 기반 학습 프로그램 사용 경험과 선호도를 분석하였다.

넷째, 실험집단 67명을 대상으로 웹 기반 학습 프로그램을 평가하는 설문조사를 실시하였다. 웹 기반 학습 프로그램 평가 설문조사는 5단계 리커드 척도의 10개 문항으로 구성되었으며, 학생들은 웹 기반 학습 프로그램의 학습내용, 애니메이션, 가상실험, 자기평가, 용어사전, 및 프로그램의 장단점에 대하여 의견을 제시하였다.

Ⅲ. 연구 결과 및 고찰

1. 웹 기반 학습 프로그램 개발

1) 심화과정 주제

본 연구에서는 제7차 교육과정 해설, 교사용 지도서, 교과서를 통하여 과학 교과의 생물분야의 심화과정 내용을 분석하고 심화과정의 단원과 연관되는 주제별 활동을 개발하였다. 중학교 과학의 생물영역과 고등학교 공통과학의 생물영역 심화과정 내용 가운데 중학교 전학년의 경우는 학년별 심화과정 단원에 연관되는 3개 주제를 선정하였고 고등학교 10학년의 경우에는 2개 단원과 연관되는 2개의 주제를 선정하였다.

따라서, 본 연구에서는 총 5개 단원과 연관된 주제별로 4개의 활동을 개발하였으며, 총 20개의 활동 프로그램이 개발되었다(Table 1). 각 활동은 심화과정 학습내용의 주제를 의문형으로 제시하여 학생들이 흥미를 촉진하고자 하였다.

2) 홈페이지 메인화면

웹 기반 학습 프로그램 홈페이지(<http://bh.knu.ac.kr/~bhsong/edu1>)는 메인(main)화면과 학습내용화면으로 구분하여 설계하였다. 메인화면에는 'HOME', '연구소개', '공지사항', '교수·학습자료실', '추천사이트', '방명록'의 단추를 포함시켰으며, 하이퍼링크로 내용화면과 연결되도록 설계하였다

Table 1. Titles of web-based programs of biology selected from science textbooks of middle and secondary schools

Grade	Enriched course	Titles of web-based program
7th	Organization of living things: Protozoa observation	<ul style="list-style-type: none"> • How can be seen the amoeba and paramecium which can't be seen by eyesight? • What kinds of protozoa-like habitats are existed in the swamp other than amoeba and paramecium? • Is it possible to breeding the amoeba or paramecium as a pet? • What are the biological roles for these protozoa-like habitats?
8th	Structure and function of plants: Guard cell observation	<ul style="list-style-type: none"> • Guard cells: where they exist and what are their morphological feature? • How open and close the guard cells? • What are the roles for vaporeing moisture in guard cells? • Group discussion: Principles for guard cells opening and closing..
9th	Reproduction and development: What are the meritable points for sexual compared to asexual reproduction evolutionally?	<ul style="list-style-type: none"> • How proliferate the amoeba cells? • How was I born? • How can be explained the origin of sexual reproduction? • What are the profitable points for sexual reproduction compared with the asexual reproduction?
10th	Life: Survey and discussion about artificial fertilization.	<ul style="list-style-type: none"> • Birth: Fertilization from the sperm and ovum (fertilization, pregnancy, development, and birth). • Why my uncle's couple couldn't have the babies? Reasons why the non-pregnancy. • How should do I for my uncle's couple? artificial fertilization. • If I could not have a baby because of innate non-pregnancy? Artificial fertilization in future.
	Environments: Is it possible to change the polluted river into clean water?	<ul style="list-style-type: none"> • Why are the river polluted? • How determine the clarity and turbidity of river water? • How change the polluted river into flesh water? • How keep the river flow with unpolluted clean water?

(Fig. 2). 홈페이지 명칭은 '중등과학 생명분야 심화 학습 교수·학습 자료'라 하여 화면 상단에 배치하였고 로고화면으로 태반 속 양막에 쌓인 8주된 태아의 모습을 좌측 화면에, 활동명을 우측화면에 제시하였다. '교과교육 공동연구'의 결과임을 로고화면 하단에 명시하였으며 본 화면에서 교수·학습 자료실로 들어가는 방법은 2가지로 구성하였는데, 메뉴 바에 있는 '교수·학습자료실'의 텍스트 버튼을 통해 들어가는 방법과 교수·학습자료실 상자에 제시되어 있는 소 주제명을 '클릭'해서 들어가는 방법으로 설계하였다. 전자의 경우, 각 페이지에 대한 전체적 구성과 학습방법이 표시된 화면을 한 단계 거쳐 들어가게 한 것으로, 페이지의 특성과 주안점이 설명되어 있다.

3) 학습내용화면

학습내용화면은 주제별 제목 하에 4개 활동을 메인 화면에 제시한 후 특정 활동명을 클릭하면 열리도록 하이퍼링크시켰다. 따라서, 학습자는 선택한 활동의 학습내용화면을 열 수 있게 된다. 학습내용화면은 내용을 체계적으로 학습할 수 있도록 활동안내, 활동목표, 활동전개, 형성평가, 참고자료, 용어사전 페이지로

구분하여 탑재하였다. 특히, 활동전개 페이지는 '모식도', '텍스트', '영상자료', '애니메이션(플래시)'을 적절히 혼합하여 게재하였으며, 각 페이지당 평균 10여개 화면으로 구성·제작하였다. 활동전개 페이지는 화면하단에 있는 3개의 방향 단추를 통해, 활동안내, 활동목표, 형성평가 등의 페이지로 이동할 수 있도록 연계성을 부여하였다.

여기서는 중학교 3학년 '생식과 발생' 단원의 '성은 처음에 어떻게 시작되었을까?'의 활동전개 페이지를 상세히 설명하고자 한다(Fig. 3). '성은 처음에 어떻게 시작되었을까?'의 활동전개 페이지는 (1)대장균은 어떻게 번식할까?, (2)돌연변이 대장균의 등장, (3)가상실험, (4)평가·정리의 4개 페이지로 구성되어 있다. (1)페이지에서는 학생들이 대장균의 유성생식과 무성생식의 유전자의 구성이 동일함을 이해할 수 있도록 설명을 제시하였다. (2)페이지에서는 대장균이 변이에 의해 스트렙토마이신, 페니실린 등의 내성균으로 형질이 전환되는 과정과 스트렙토마이신과 페니실린 양쪽에 대해 공동 내성이 생기는 과정을 이해할 수 있도록 내용을 제시하였다. (3)페이지에서는 두 종류의 대장균이 동시에 배양되었을 때의 유전자재조합

Fig. 2. Main screen for the home page. Denote the logo picture with a developing fetus and five topics of enriched courses of biology in the middle and high school science textbooks.

Fig. 3. Screen for program topics modulated with interrogative sentences. Each topic of programs was divided into four activity sections and each activity was hyper-linked to multi-layers and animations.

과정, 유전자재조합 후 대장균이 항생제 내성을 얻게 되는 과정을 가상실험으로 제시하였다. 실험결과를 자바스크립트를 이용한 피드백으로 즉시 제공될 수 있도록 설계하였으며, 학습자들이 하이퍼링크를 통해 실험결과를 비교·확인할 수 있도록 설계하였다. (4) 페이지에서는 정리내용과 형성평가를 제시하였다. 학습자들이 가상 상황에서 과제들을 해결하도록 설계하였으며, 과제를 성공적으로 수행하였는지 여부를 바로 확인할 수 있도록 해답설명을 레이어 기능을 활용하여 포함시켰다. 학습자가 일부 학습하지 못한 부분을 보완할 수 있도록 요점정리도 제시하였다.

4) 가상실험화면

가상실험화면에서는 과학 학습내용의 특성과 절차상의 특징이 최대한 반영되도록 설계하였고 안내적 실험도형(김창현, 2001)을 도입하였다. 학습자들이 동적 가상실험을 통하여 항생제가 포함된 배지에 대장균을 접종, 배양하는 실행버튼을 사용하여 대장균의 증식반응을 실행하고, 대장균 접합과정 결과를 시각적으로 확인할 수 있도록 설계하였다(Fig. 4). 애니메이션을 활용하여 대장균이 접합을 통해 유전자를 교

환하는 과정과 항생제에 대한 내성 획득과정을 제시하였다. 용어사전과 연결되는 버튼을 화면 우측에 위치시켜, 학습자들이 교과서에 나오지 않는 새로운 용어에 대한 설명을 제공받을 수 있도록 설계하였으며, 나모 웹에디터의 레이어 기능을 활용하여 학습자들이 용어 위에 마우스 포인터를 올리면 설명이 나타나도록 설계하였다.

실험내용은 학습자들이 실행버튼을 누르면, 세 가지 종류의 대장균을 스프레트마이신이나 페니실린 함유 배지에서 배양할 수 있으며, 대장균이 유전자 재조합 과정을 거쳐 증식되는 것을 관찰할 수 있도록 설계하였다. 학습자가 가상실험에서 재조합된 대장균을 두 가지 항생제가 함유된 배지에서 배양하였을 때, 생육도를 직접 확인할 수 있도록 설계하였고, 실험 후 결과를 정리할 수 있도록 자바스크립트를 이용한 즉각적인 피드백을 시도하였다. 실험한 내용은 '실험결과보기'에서 정리할 수 있도록 설계하였다.

따라서, 학습자들은 가상실험을 통하여 유성생식 개체들은 다양한 변이를 몸 속에 축적시키고 변화하는 환경에 따라 자연선택할 수 있는 특징과 유전자를 교환·공유하는 특징으로 무성생식보다 환경에 적응하

Fig. 4. Screen representing the cyber-experimental laboratory for sexual reproduction. A process for antibiotic resistance by gene transfer after cell conjugation was sectioned with the cell proliferation and gene transfer in the media containing antibiotics.

기에 유리한 점을 이해하게 된다.

5) 평가·정리 및 용어사전화면

평가·정리 및 용어사전화면에서는 학습자들이 각 활동의 내용을 학습한 후 학습 내용을 직접 확인하고 답안페이지와 연결하여 스스로 평가하도록 제작하였다. 과제 및 평가 문항은 학습내용을 기초로 다음 단계의 학습내용에 대한 흥미와 호기심을 유발시키는 발산적 형식으로 학습에 대한 탐구심을 심화하도록 개발하였다. 용어사전 화면은 학습자들이 오른쪽에 전개된 설명 텍스트 가운데 이해하기 어려운 단어를 클릭하면, 단어의 해설 박스가 나타나며, 화면 바탕을 클릭하면 용어박스가 다시 숨어지도록 설계하였다.

2 웹 기반 학습 프로그램 적용 결과

1) 인터넷과 인터넷 과학학습에 대한 인식

본 연구에서 개발한 웹 기반 학습 프로그램을 적용하기 전에 실시한 사전조사로서 중학교 3학년 247명의 학생을 대상으로 인터넷과 인터넷 과학학습에 대

한 인식을 조사하였다(Table 2). 조사 결과, 거의 모든 학생(86.2%)들이 인터넷을 좋아한다고 응답하였으며, 인터넷 접속 방법에서 모뎀이나 초고속 통신망을 사용하는 학생들이 78%로 조사되었다. 인터넷을 사용하는 빈도의 경우, 일주일에 한 번 이상 사용하는 학생들이 94%로 조사되었다. 인터넷을 거의 사용하지 못하는 학생들(3.6%; 9명)은 그 이유를 '인터넷에 접속할 수 있는 환경이 갖추어지지 않아서(2.8%; 7명)', '인터넷 사용법을 잘 몰라서(0.4%; 1명)', '인터넷을 사용할 필요성을 못 느껴서(0.4%; 1명)'으로 응답하였다. 학생들은 인터넷을 e-mail(45.0%)과 정보검색(30.1%)을 목적으로 가장 많이 사용하고 있으나, 과제 해결 및 재택 학습(1.6%)을 목적으로 사용하는 비율은 낮은 것으로 조사되었다. 따라서, 중학교 3학년 학생들의 대부분은 가정에서 주로 e-mail과 정보검색을 목적으로 인터넷을 사용할 수 있는 것으로 나타났다.

학생들은 과학에 대한 호기심을 해결하는 방법으로 인터넷에서 자료·정보를 검색하는 방법(44%), 친구와 토론하는 방법(21%), 선생님에게 질문하는 방법

Table 2. Ninth grade students' responses to frequencies, ways, and purposes to use Internet

Items	Responses	No of respondents	Percent (%)
Preference to use Internet	①prefer to use	213	86.2
	②not sure	34	13.8
	③prefer not to use	0	0.0
	subtotal	247	100.0
Ways to connect Internet	①super speed telecommunication network	140	56.7
	②modern	52	21.1
	③PC room	44	17.8
	④computer set in school	5	2.0
	⑤others	6	2.4
	subtotal	247	100.0
Frequencies to use Internet	①everyday	142	57.5
	②two~three times per week	55	22.3
	③once per week	35	14.2
	④one per month	6	2.4
	⑤almost never	9	3.6
	subtotal	247	100.0
Purposes to use Internet	①to use e-mail	112	45.3
	②to navigate information and materials	90	36.4
	③to use internet chatting	28	11.3
	④to use bulletin board	8	3.2
	⑤to use online game	5	2.0
	⑥to solve programs and tasks of courses	4	1.6
	subtotal	247	100.0

(13%), 백과 사전을 활용하는 방법(11%), 기타(11%) 등으로 응답하여, 인터넷을 통해 과학 문제를 해결한다는 비율이 가장 높게 나타났다(Table 3). 과학을 학습하기 위해 인터넷으로 자료·정보를 검색한 경험이 있다고 대답한 학생들은 64%로 조사되었으며, 첨단 생명과학에 대한 호기심을 해결하기 위해 인터넷을 검색해 본 경험이 있는 학생들은 16%로 조사되었다. 대부분의 학생(74.1%)들은 과학 학습에 인터넷 자료를 검색하는 것이 유용하다고 인식하는 것으로 밝혀졌다. 그러나, 인터넷을 통해 과학을 학습할 수 있는 기회가 주어진다면, 참여하겠다고 응답한 학

생의 비율은 44%로 나타났으며, 참여하지 않겠다는 학생(56%)들의 가장 큰 이유는 과학에 흥미가 없기 때문(전체 학생의 84명, 34%)으로 조사되었다. 따라서, 학생들의 흥미를 증진시킬 수 있는 과학 관련 자료와 프로그램이 인터넷을 통해 제공된다면 많은 학생들이 과학 학습을 위해 인터넷을 활용하게 될 것으로 해석되었다.

2) 웹 기반 학습 프로그램의 학습 효과

본 연구에서 개발한 웹 기반 학습 프로그램의 학습 효과를 검증하기 위하여 실험집단과 비교집단을 대상

Table 3. Ninth grade students' perceptions to science and Internet science learning

Items	Responses	No of respondents	Percent (%)
Ways to solve problems of science	①Internet navigation	109	44.1
	②discussion with friends	51	20.6
	③discussion with teacher	31	12.6
	④encyclopedia	28	11.3
	⑤others	28	11.3
	subtotal	247	100.0
Internet usage for science learning	①have used	157	63.6
	②never have used	90	36.4
	subtotal	247	100.0
Internet usage for studying upgraded sciences	①have used	40	16.2
	②never have used	207	83.8
	subtotal	247	100.0
Perceptions of science learning through Internet	①useful	183	74.1
	②not sure	61	24.7
	③unuseful	3	1.2
	subtotal	247	100.0
Willingness to use Internet for science learning	①positive	108	43.7
	②negative	139	56.3
	subtotal	247	100.0
Reasons not to use Internet for science learning	①not interested in science	84	60.4
	②lack of time because of studying other subjects	36	25.9
	③lack of Internet facilities	7	5.0
	④not believe in the benefits of science learning through Internet	3	2.2
	⑤others	9	6.5
	subtotal	139	100.0

으로, 단위 '유성 생식이 무성 생식보다 유리한 점은 무엇일까?' 에 관련되는 내용의 13개 문항으로 구성된 검사를 개발·실시하였다. 검사도구의 문항들은 과학 지식을 평가하기 보다 획득한 지식을 기반으로 문제 해결력과 탐구력을 평가할 수 있도록 개발되었다. 검사결과가 본 웹 기반 학습 프로그램 학습 결과로 얻어진 것임을 검증하기 위하여 교내 과학성과 검사 결과간의 상관 관계를 공변량 분석(ANCOVA)으로

통계·처리하였으며, 과학성과 검사결과간의 상관 계수는 $r=0.303$ ($F=8.968$, $p=0.003$)으로 나타나 두 변인의 상관관계가 거의 없는 것으로 밝혀졌다. 총 13점을 만점으로 한 검사결과는 실험집단($n=67$; $M=9.16 \pm 2.47$)이 비교집단($n=67$; $M=7.73 \pm 3.04$)에 비해 유의미하게($t=2.995$; $p=.003$) 높게 나타났다. 따라서, 본 연구의 웹 기반 학습 프로그램은 학생들의 과학의 생물영역 심화과정의 학습을 신

장시키는 데 효과가 있는 것으로 해석되었다.

3) 웹 기반 학습 프로그램에 대한 인식

웹 기반 학습 프로그램에 참여하지 않은 학생 183명을 대상으로 웹 기반 학습 프로그램에 대한 인식을 조사하였다. 학생들의 46%는 주제에 관심이 없기 때문에 참여하지 않았다고 응답하였다(Table 4). 다음 순서로 18%의 학생들은 인터넷을 접속하기 어려워, 17%의 학생들은 홈페이지 주소를 잊어버려, 17%의 학생들은 시간이 없어서 참여하지 못했다고 응답하였다. 본 연구에서 개발한 웹 기반 학습 프로그램을 이용하지 않았으나, 이전에 다른 웹 기반 프로그램을 사용한 적이 있다고 응답한 학생들의 비율은 46%로 조사되었으며, 반면 사용한 적이 없다고 응답한 54%의 학생들은 웹 기반 학습 프로그램에 대하여 흥미가 없기 때문에 사용하지 않았다고 응답하였다. 이 결과는 본 연구에서 개발 웹 기반 학습 프로그램을 적용하기 전에 실시한 사전조사 결과와 동일

한 경향을 보여, 웹 기반 학습 프로그램의 학습효과를 높이기 위해서는 학생들의 흥미를 고려하여 개발하는 점이 가장 중요한 것으로 고찰되었다.

4) 웹 기반 학습 프로그램 평가

본 연구의 웹 기반 학습 프로그램을 학습한 학생 67명을 대상으로 프로그램을 평가하기 위하여 5단계 리커드 척도의 10개 문항으로 구성된 설문조사를 실시하였다. 프로그램으로 학습한 중학교 3학년 학생들은 애니메이션 자료(3.63)와 가상실험이 있어 학습 내용을 이해하기가 쉬웠다는 점(3.48)에 가장 긍정적으로 응답하였으나, 학습 후 다음 단원에 대한 호기심이나 생기거나(3.07) 보충 자료가 풍부하여 학습하기가 쉬웠다(3.13)는 문항에서는 낮은 수준으로 동의하였다. 전반적으로 학생들은 웹 기반 학습 프로그램의 학습 내용이 재미있었으며(3.42), 다른 학습 자료에 비해 우수한 프로그램으로 평가하는 것(3.51)으로 나타났다.

Table 4. Ninth grade students' perceptions not to use the web-based programs

Items	Responses	No of respondents	Percent (%)
Reasons not to use the web-based program	①not interested in topics	85	46.4
	②difficulty to connect Internet	33	18.0
	③forgotten the home page address	32	17.5
	④lack of time	32	17.5
	⑤others	1	0.5
	subtotal	183	100.0
Usage of other web-based educational programs	①have used	85	46.4
	②never have used	98	53.6
	subtotal	183	100.0
Reasons not to use other web-based educational programs	①not interested in web-based educational program	54	55.1
	②no information of home page of other programs	17	17.3
	③no need to use the program because of other sufficient materials	13	13.3
	④difficulty to connect Internet	12	12.2
	⑤others	2	2.0
	subtotal	98	99.9

학생들은 다른 웹 자료와 비교하여 본 연구의 웹 기반 학습 프로그램의 장점으로, 62%의 학생들이 가상실험을 우수한 점으로 응답하였으며, 애니메이션 및 그림 자료(18%)와 체계적·논리적 설명(11%)도 우수하다고 응답하였다. 반면, 웹 기반 학습 프로그램의 단점으로 가장 많이 지적한 점은 인터넷 접속속도가 느린 점(38%), 학습내용의 설명이 어려운 점(29%), 자료가 흥미가 없다는 점(19%)과 용어가 어려운 점(7%), 가상 실험이 어려운 점(3%) 등으로 나타났다. 학생들은 본 연구에서 개발한 웹 기반 학습 프로그램의 가상실험과 애니메이션을 장점으로 학습내용의 설명이 어려운 점을 단점으로 평가하였다.

IV. 결론 및 제언

본 연구에서 중학교 전학년 및 고등학교 1학년 과학의 생물영역 심화학습 웹 기반 학습 프로그램을 제작하기 위하여 교과서의 심화학습 내용 중 5개 주제를 선정, 20개 '활동'을 설정하여 총 100여 화면으로 구성된 웹 학습자료로 개발·공개하였으며 중학교 3학년을 대상으로 '생식과 발생' 단원의 4개 '활동'을 적용한 바, 다음과 같은 결론을 얻었다.

연구대상 중학교 3학년의 대부분 학생들은(86%) 인터넷을 사용하는 것을 선호하며, 가정에서 인터넷

을 사용할 수 있는 것으로 조사되었다. 학생들은 e-mail(45%)이나 정보검색(36%)을 목적으로 인터넷을 활용하였으며, 과제학습(4%)을 위해서는 인터넷을 자주 사용하지 않는 것으로 조사되었다. 따라서, 인터넷의 웹 기반 학습 프로그램을 활용하여 과제학습을 수행하도록 유도하는 방안이 모색되어야 할 것이다.

중학교 학생들이 과학에 대한 의문점을 해결하기 위해서는, 교사(13%)나 친구(21%)들과 토론하는 것보다 인터넷(44%)을 더 많이 활용하는 것으로 나타났고, 많은 학생(74%)들이 인터넷을 활용하여 과학을 학습하면 유용하다고 응답하였으나, 일부 학생들만이(16%) 첨단 과학내용을 학습하기 위해 인터넷의 웹 기반 학습 프로그램을 활용하는 것으로 조사되었다. 따라서, 학생들이 활용할 수 있는 과학학습용 웹 기반 학습 프로그램의 개발·보급의 시급함이 요구되었다.

그럼에도 불구하고 56%의 학생들이 인터넷을 통한 과학 학습기회가 부여되어도 과학 학습에 참여하지 않겠다고 응답하였으며, 그 이유가 과학에 흥미가 없기 때문(60%)이라고 하였다. 또한, 본 연구에서 개발한 웹 기반 프로그램을 사용하지 않은 가장 큰 이유는 주제에 흥미가 없기(46%) 때문이라고 응답하였다. 54%의 학생들은 다른 웹 기반 학습 프로그램도 사용한 경험이 없으며, 교육용 프로그램 자체에 흥미

Table 5. Ninth grade students' opinions to the web-based programs

Items	M	SD
1. The contents of the web-based programs were interested	3.42	±.63
2. Explanation of contents of the web-based programs are easy and logic	3.40	±.78
3. To study the contents was easy because of supplementary materials	3.13	±.87
4. To study the contents was easy because of animation materials	3.63	±.97
5. To study the contents was easy because of cyber experiments	3.48	±.88
6. It was helpful for learners to design plans of cyber experiments	3.39	±.76
7. Terminology dictionary was helpful to understand contents	3.31	±.89
8. The self-evaluation section was helpful to check the progress of learning	3.28	±.75
9. More interests and curiosity of the following lessons of biology were gained	3.07	±.91
10. This web-based programs were excellent compared to other web-based programs	3.51	±.91
Average	3.36	±.79

가 없기 때문(55%)에 사용하지 않았다고 응답하였다. 따라서, 과학에 대한 흥미를 신장시킬 수 있는 내용을 중심으로 웹 기반 학습 프로그램을 개발·보급할 때 활용도를 높일 수 있을 것으로 고찰되었다.

본 연구에서 개발한 웹 기반 학습 프로그램을 학습한 중학교 3학년 학생들의 과학 성취도는 본 프로그램을 학습하지 않은 학생들과 비교하여 유의미하게 높게 조사되어, 생물영역 심화학습에 효과가 있는 것으로 나타났다. 또한 학생들은 프로그램을 긍정적으로(5단계 리커트 척도: 3.4)평가하여, 다른 웹 기반 학습 프로그램보다는 우수하다는 점에 동의(3.5)하였고, 애니메이션 자료(3.6)와 가상실험(3.5)을 선호하는 것으로 나타났다. 따라서, 과학의 생물영역 심화학습의 효과를 증진하기 위해서는, 가상실험, 애니메이션 효과와 논리적·체계적 설명을 제공하는 웹 기반 학습 프로그램을 제작하는 것이 바람직한 것으로 고찰되었다.

적 요

본 연구에서는 제7차 교육과정의 중등 과학 생물영역 심화학습을 위한 웹 기반 학습 프로그램을 개발하였으며, 중학교 3학년을 대상으로 적용한 결과를 분석하였다. 중학교 전학년 및 고등학교 1학년 생물영역 심화과정의 5개 주제를 선정하여 의문형으로 제시했으며, 각 주제별로 4개의 하위 학습단원 '활동'을 설정. 총 20개의 '활동'을 개발하였다. 먼저 2개의 하위활동은 기본 및 심화과정 학습내용을 설명하고, 3번째 하위활동은 가상실험을, 4번째 하위활동은 평가 및 정리 문제를 제시하는 방향에서 설계하였다. 이외에 풍부한 자료와 보충 설명을 위하여 용어 사전을 4개 하위활동에 삽입하였다. 각 활동은 하이퍼링크시켜 서로 상호 연결되도록 하였으며, 학습자가 직접 실험을 설계·수행하고 결과를 확인할 수 있도록 가상실험을 설계하였다. 개발된 웹 기반 학습 프로그램의 효과를 분석하기 위하여, 중학교 3학년 247명의 학생들을 대상으로 프로그램을 적용하고 설문조사를 실시하였다. 그 결과 대부분의 학생들은 가정에서 인터넷을 사용할 수 있는 것으로 나타났으며, 과목 학습

을 수행하기보다는 e-mail이나 정보 검색을 목적으로 인터넷을 활용하는 것으로 조사되었다. 프로그램을 학습한 67명의 학생들은 프로그램을 학습하지 않은 학생들에 비해 '생식과 발생' 단원의 학습성취도에 유의미하게 높은 점수를 얻었다. 또한, 학생들은 웹 기반 학습 프로그램의 가상실험과 애니메이션 효과를 선호하였으며, 프로그램이 다른 웹 기반 프로그램에 비해 우수하다고 평가하였다. 반면, 웹 기반 학습 프로그램을 학습하지 않은 학생들은 다른 웹 기반 학습 프로그램에 관심이 없으며, 과학에도 흥미가 없다고 응답하였다. 최근 학생들이 가정과 학교에서 인터넷을 활용할 수 있는 여건은 조성되었으나, 학생들의 흥미와 학습효과를 신장시킬 수 있는 웹 기반 프로그램의 개발·보급은 미비한 것으로 밝혀졌다. 결론적으로, 가상실험, 애니메이션, 다양한 학습자료를 제공할 수 있는 인터넷의 환경을 효율적으로 활용하여, 학생들의 과학에 대한 흥미와 학업 성취도를 높이는 과학분야의 웹 기반 학습프로그램을 개발하는 일이 시급한 것으로 밝혀졌다.

참 고 문 헌

- 과학교육연구소(2001). <http://science.kongju.ac.kr>, 공주 : 공주대학교.
- 교육인적자원부(2000). 제 7차 중학교 과학과 교육과정 해설. 서울 : 대한교과서 주식회사.
- 교육인적자원부(2001). 세계 최초로 모든 학교 인터넷 연결, 교육소식, 51 & 교육정보화촉진시행계획, 서울 : 교육인적자원부. (http://www.moe.go.kr/press/enews/news51/top/t_0420_1.htm)
- 김창현(2000). 웹 기반에서의 과학 가상 실험모형에 관한 연구, 한국교원대학교 대학원 석사학위논문.
- 김현명(1998). 인터넷을 활용한 생물교육론 강좌가 예비 교사들의 상호 작용과 인터넷 소양에 미치는 영향, 서울대학교 대학원 석사학위논문.
- 나일주(1999). 웹기반교육, 교육과학사.
- 박세홍(2000). 초등학교 인체학습을 위한 웹기반 코스웨어의 설계 및 적용, 한국교원대학교 대학원 석사학위논문.

- 박수경, 강민주, 김상달(1999). 지구과학 해양단원의 웹기반 학습자료 및 효과분석, 한국과학교육학회지, 21(2), 264-278.
- 반승록(2000). 중학교 '식물의 증산작용' 실험에서 인터넷 가상 실험실이 탐구 능력 신장에 미치는 효과, 서울대학교 대학원 석사학위논문.
- 송방호(2001). <http://bh.knu.ac.kr/~bhsong/edu1>, 경북대학교.
- 송방호, 손명화, 최미숙, 박창보, 이원주, 권한별, 권덕기, 손종경, 정화숙, 양홍준, 박성호(1998). Bio-Cosmos in sillico - 중학교교과재 생물편의 over head projector용 film의 제작 및 응용, 한국생물교육학회지, 25(1), 35-50.
- 송방호, 송동호, 서혜애, 최미숙, 신연옥(2000). 첨단생명과학을 교과과정에 도입한 창의성 개발용 중등생물 CD-롬 타이틀의 제작, 한국교원대 교과교육공동연구소 연구보고 RR-98-II-6.
- 송방호, 신연옥, 최미숙, 박창보, 안나영, 강재석, 김정현, 서혜애, 권덕기, 손종경, 정화숙, 양홍준, 박성호(1999). 고교생물의 오버헤드프로젝터용 필름 제작 및 전달매체로서의 CD-ROM과 홈페이지의 설계, 한국과학교육학회지, 19(3), 428-440.
- 에듀넷(2001). <http://www.edunet4u.net/teacher/index.html>, 서울: 교육인적자원부.
- 이선화(1999). 공통과학 '자극과 반응' 단원에 대한 인터넷 웹 기반 학습 자료의 효과 연구, 서울대학교 대학원 석사학위논문.
- 임철일(1999). 상호작용적 웹 기반 수업 설계를 위한 종합적 모형의 탐색, 교육공학연구, 15(1), 3-24.
- 정인성(1999). 웹기반 교육-웹기반 교수·학습 체계 설계모형, 서울, 교육과학사, 77-125
- 정현숙(2000). 초등학교 소화기관 학습을 위한 웹기반 코스웨어 설계 및 구현, 한국교원대학교 대학원 석사학위논문.
- Betts, G. T.(1991). The autonomous learner model for the gifted and talented, *Handbook of Gifted Education*, Colangelo N. & Davis Gary A. Ed.
- Choi, M-S., Seu, H-A., Park, S-H., & Song, B-H.(1998). Effect of Bio-Cosmos I overhead projector films on student learning for middle school biology, *Science Education International*, 9(4), 31-36.
- IMD(2001). *The World Competitiveness Yearbook*, P. Lorange Ed. Lausanne, Switzerland: International Institute for Management Development(IMD).
- Mayer, R. E. & Anderson, R. B.(1991). The instructive animation: Helping students build connections between world and pictures in multimedia learning. *Journal of Educational psychology*, 84, 444-452.
- Ritchie, D. C. & Hoffman, B.(1996). Using instructional design principle to amplify learning on the World Wide Web., *Web-based Instruction*, Khan, B.D. Ed., Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Publications.
- Shiefelbein, S.(1996). *Beginning the journey, The Incredible Machine*, Thomas L. foreword, Washington DC.: National Geographic Society.
- Traffinger, D. J.(1982). Self Directed Learning, in Maker C. J. (Ed.), *Teaching models in education of the gifted*, London: Aspen Systems Cooperation.