

지구과학 학습을 위한 멀티미디어 학습 자료 데이터베이스 개발

이 원국¹ · 김 여상¹ · 김 칠영¹ · 김 종헌¹ · 김 희수¹

¹공주대학교 사범대학 지구과학교육과, 314-110 충남 공주시 신관동 182

Development of Multimedia Database for Earth Science Learning

Won-Kook Lee¹ · Yeo-Sang Kim¹ · Chil-Young Kim¹ · Jong-Hun Kim¹ · Hee-Soo Kim¹

¹Department of Earth Science Education, College of Education,
Kongju National University, Kongju 314-701, Korea.

Abstract: This study is aimed at the development of multimedia learning program for earth science in the middle and high school. This program was made of HTML format and includes a variety of texts, graphs, pictures, drawings, animations, and moving image materials. And it was composed of six database elements(learning context, terminology dictionary, practical science, inquiry activity, image material, and test item).

The results of applying this program to students and teachers gave affirmative answers. The program is being offered on an internet website under Institute of Science Education of Kongju National University.

Key words: earth science education, multimedia instructional program, WBI

요약: 본 연구에서는 중학교 및 고등학교의 지구과학 내용에 대한 멀티미디어 학습 프로그램을 개발하였다. 개발된 학습 프로그램은 HTML 형식이며 텍스트, 사진, 그림, 동영상 등 다양한 내용물들로 구성되어 있다. 그리고 크게 학습 내용, 용어 사전, 생활 과학, 탐구 활동, 영상 자료, 형성 평가 등 6가지 데이터베이스 요소들로 구성되어 있다.

본 연구에서 개발된 멀티미디어 학습 프로그램을 교사와 학생들에게 적용해본 결과 긍정적인 반응을 보였다. 이 프로그램은 현재 공주대학교 과학교육연구소 인터넷 홈페이지에서 무료로 제공하고 있다.

주요어: 지구과학 교육, 멀티미디어 교육용 프로그램, 인터넷 기반 학습

서론

최근 들어서 사이버 공간을 이용한 Web 기반 학습에 대한 관심이 크게 증가하고 있다. 초·중·고·대학뿐만이 아니라 일반 기업까지도 사이버 교육에 적극적으로 참여함에 따라 이제 사이버 학습은 평생교육 사회를 위한 새로운 학습공간으로 변화하고 있다(박인우, 1996). 이에 따라 정보통신부에서는 2005년까지 총 45조원을 투자하여 초고속 통신망을 구축함으로써 원격 교육, 원격 진료, 재택 근무, 홈쇼핑, 홈뱅킹 등을 효과적으로 지원하기 위하여 시설 투자에 박차를 가하고 있다.

한편 대통령 자문 기관인 교육개혁위원회(1995)는 시대의 흐름에 적응하기 위한 교육개혁의 주요 내용으로서 컴퓨터를 이용한 학교 운영, 정보기술 활용 교육의

저변 확대 및 교육 기회균등화, 국민 정보소양 인증체제 구축, 교육정보화 자원의 재분배와 재활용을 위한 체제 정비, 각종 교육자료의 전산화 및 멀티미디어화 작업을 제시하고 있다. 이 중 멀티미디어 통신을 이용한 원격교육 분야는 초고속통신망에 의해 실현될 수 있는 서비스 중 가장 혁명적으로 발전이 기대되는 분야로서 우리나라와 같이 교육열이 높고 과밀 학급 및 지방 분교 등의 문제가 있는 상황 가운데서는 반드시 추진되어야 할 과제라고 판단된다.

지구과학의 학문적 특징은 시간적으로나 공간적으로 그 취급 범위가 넓고, 1회에 한하여 나타나는 현상이 많아 그 현상을 실험실에서 재현하기가 어려우며, 또한 복합적인 원인에 의해 나타나는 경우가 많기 때문에 그 원인을 규명하기 힘든 경우가 많다. 즉, 별이나 우주처럼 우리가 임의로 실험적 조작을 통해 재현할 수 없는

초실험적인 내용이 많고, 대부분의 지구과학적 현상에는 역사성, 지역성, 계절성이 포함되어 있어 각 학교의 교육과정에 맞추어 수업을 진행하기 어려운 경우가 많다. 본 연구에서는 이를 극복할 수 있는 교육방법의 하나로 인터넷을 활용한 멀티미디어 학습 프로그램을 제시하고자 한다. 이를 위해서는 지구과학 학습 내용을 과제분석과 위계분석 등을 통해 체계적으로 정리하고 각 지구과학 내용 특성을 효과적으로 설명할 수 있는 동영상, 모의실험, 하이퍼텍스트 등 멀티미디어 기법을 적용한 학습 프로그램의 개발이 필요하다.

따라서 본 연구의 목적은 중학교 과학 과목과 고등학교 지구과학 과목에 수록된 지구과학 전 분야의 학습 내용을 '학습 내용', '영상 자료', '탐구 활동', '용어 사전', '생활 과학', '형성 평가' 등의 6개 요소로 나누어 데이터베이스화하고, 그 질적 가치를 확인하고자 한다. 궁극적으로는 개발 결과를 인터넷에 올려놓아 누구나 언제 어디서든지 평생 교육 차원의 교육 자료로 활용할 수 있도록 하고자 한다.

선행 연구

본 연구의 목적은 인터넷상에서 언제 어디서 누구든지 활용할 수 있는 사이버 지구과학 교과서를 제작하여 모든 학습자들에게 무료로 공급하는 것이다. 따라서 기존에 개발된 지구과학 관련 학습 프로그램들의 좋은 점과 문제점을 찾고 이를 본 학습 프로그램에 반영한 전자교과서를 개발하고자 한다.

우리 나라의 경우, 인터넷용 학습 프로그램을 활용한 지구과학 내용의 사이버 교육에 대한 대표적인 예를 요약·정리해 보면 다음과 같다.

김여상 등(출판 중, 2000)은 고등학교 지구과학 관련 교과서(공통과학 7종, 지구과학 I 8종, 지구과학 II 11종)에 나오는 약 800여 개의 실험을 인터넷용 학습 프로그램으로 개발하여 각 학교에서 원하는 지구과학 실험 학습 내용들을 선택하여 학습해 나갈 수 있도록 제공하고 있다(<http://heesoo.kongju.ac.kr>).

수준별 천문학 학습(<http://heesoo.kongju.ac.kr/prof/heesoo54/hskim1.html>) 사이트에서는 '능력에 따라 진행되는 천문학 학습'이라는 이름으로 고등학교 지구과학 천문학 내용을 수준별 인터넷 학습용 프로그램으로 제공하여 보충·심화형 수준별 사이버 학습을 할 수 있

도록 하고 있다(김희수, 1999).

사이버하이スクール(<http://uniweb.unitel.co.kr:8083/class/earth/index111.html>)에서는 지구과학 전 분야에 대해 이해를 쉽게 하기 위하여 그림, 표, 사진으로 설명하였으며 탐구학습과 용어사전이 있고 원하는 영역을 선택하여 세부 내용을 학습할 수 있도록 구성하여 제공하고 있다.

지구과학 열린 교실(<http://hansung-sh.ed.seoul.kr/teacher/김재현/EARTH/열린지구방.htm>)에서는 내용 연구, 문제 은행, 참고 자료, 영상 자료, 관련 사이트, 실험 자료등의 지구과학 자료들을 모아놓았다.

강원대 지구과학교육과 지구과학홈페이지(<http://ceres.kangwon.ac.kr/~kshin/>)에서는 지질학, 천문학의 자료 중심으로 지구과학적 내용을 제공하고 있다.

넷타임(<http://www.netkid.co.kr/>)에서는 지구과학 내용 중 케플러 법칙, 시각에 따른 행성들의 이각, 천동설, 지동설 등 모의 실험이 필요한 내용을 모아서 가상 실험을 할 수 있도록 제공하고 있다.

한국과학문화 종합정보망(<http://www.science.or.kr/science/>)에서는 코사이넷이라는 이름으로 중학교 과학 1-2-3, 고등학교 물리, 화학, 생물, 지구과학 전 분야에 대한 유명 사이트를 연결한 종합 과학교육 정보망을 갖추어 두었다.

한국교육학술정보원(<http://www.keris.or.kr/indexnew.html>)에서는 사이버 과학 교육을 위한 WBI를 연구·개발하여 현재 무료로 지원하고 있다. 이곳 과학영역에서는 과학사·인물, 과학용어 사전, 실험 실습 과제, 가상 실험 실습실, 생활 속의 과학, 과학소식, 자료실뿐만 아니라 공부방, 질문과 답변, 학습 관리에 대한 자료를 제공하고 있다.

외국의 경우, 미국의 Athena(<http://www.athena.iov.nasa.gov/index.html>) 사이트에서는 학생과 교사들이 활용할 수 있는 유치원에서 고등학교 3학년용 지구과학 전 분야에 대한 교육자료를 깊은 수준의 내용까지 제공하고 있다.

팔로마대학 지구과학과(<http://ic.arc.losrios.cc.ca.us/~aubertj/>)에서는 지질학과 지형학 중심의 강의 노트, 교육과정, 지구과학 관련 사이트들을 연결하여 효과적인 지구과학 학습이 되도록 제공하고 있다.

UC Berkeley 우주과학 실험실(<http://cse.ssl.berkeley.edu/>)에서는 유치원에서 고등학교 3학년 수준

그리고 과학교사들이 함께 활용할 수 있는 우주과학 자료를 제공하고 있다.

EarthNet(<http://agc.bio.ns.ca/EarthNet/>)이라는 곳에서는 지구과학 교사 그리고 초등학교 학생들부터 고등학생들까지 활용할 수 있는 지구과학 가상 정보센터를 구축하여 그 자료를 제공하고 있다.

Mr. Nap's Excellent Earth Science Page(<http://home.earthlink.net/~fnap>)에서는 고등학생들을 위한 천문학, 대기과학, 지질학 등 지구과학 자료 및 지구과학 뉴스를 제공하고 있다. 이곳에서는 매일 자료를 갱신하여 올려두고 있다.

또 Education Index(<http://www.educationindex.com/index.html>)라는 회사에서는 각 학문 영역별 교육 자료 목록과 WBI 자료들을 제공해 주고 있으며, 미항공 우주국(<http://liftoff.msfc.nasa.gov>)에서는 지구와 행성, 우주의 진화, 우주선 등에 관한 흥미있는 자료들을 제공하고 있다.

이 학습 프로그램들의 대부분은 지구과학의 제한된 분야의 내용들이다. 또 부분적으로 학교급 별 학습 프로그램들이 있으나, 중등 과학과 교육과정을 그대로 반영하여 중학교 과학에서 고등학교 지구과학 II에 이르는 연계성을 고려한 전자 교과서의 예는 거의 없다. 즉, 인터넷상에서 제시되는 중·고등학교 지구과학 전자교과서만으로 지구과학 내용의 전 학습 영역을 순서있게 학습해 나갈 수 있는 학습 프로그램은 거의 없다. 외국의 학습 프로그램의 경우, 영어로 표현되어 있어 학습자들이 쉽게 학습하기가 어려운 점이 있다. 그래서 학습자나 교사들은 이 학습 프로그램들을 필요에 따라 부분적으로 활용하는 형편이다.

이에 본 연구에서는 중학교 '과학 1-2-3' 부터 고등학교 지구과학 I, 지구과학 II에 이르는 전 영역을 연계성

있게 학습할 수 있는 사이버교과서를 만들어 제공하고 자 한다.

WBI 개발 과정

본 연구에서는 한국교육학술정보원(<http://www.keris.or.kr/indexnew.html>)에서 제시하는 WBI의 개발 절차 모형을 참고하여 다음과 같은 순서에 따라 지구과학 전자교과서를 개발하였다.

목표 및 학습 내용 정리

본 연구에서는 6차 교육과정에 의거한 중학교 과학 1, 과학 2, 과학 3 내용 중 지구과학 영역과 고등학교 지구과학 I, 지구과학 II에 제시된 목표를 정리하고 그 목표들이 효과적으로 달성될 수 있도록 여러 교과서를 참고하여 내용을 선정·조직하였다.

교수설계

교수설계는 해당 학습 과제를 가장 효과적으로 전달할 수 있는 교수방법이 무엇인지 결정하는 과정이라고 볼 수 있다. 본 연구에서는 지구과학 전 내용을 다룬바, 학습 과제 특성이 각각 다르다. 따라서 특정 학습 모형을 모든 내용에 적용하기가 어렵다. 즉, 각 내용 특성에 맞는 학습 모형을 적용했을 경우 전체적인 체제에 일관성을 잃을 수도 있다는 점에서 모든 학습 모형을 포괄할 수 있는 '도입-전개-정리'의 세 가지 단계로 나누어 설계하였다. 설계된 내용의 전개 방식은 김희수(1999)와 같은 방식을 참고하였다.

한편 이러한 고려에 따라 각 학습 내용들의 연결 방식은 Fig. 1과 같은 틀을 유지하였다. 즉 학습 내용을 위계적 구조와 거미망 구조로 연결시켰다. 따라서 교과 내용의 전체적 구조는 위계적 구조를 이루면서 해당 내용에 대한 관련 내용을 거미망 구조로 관련시켜 주변 개념들을 함께 학습해 나갈 수 있도록 구성하였다.

흐름도 작성

본 연구에서는 Fig. 2와 같은 학습 흐름도를 세워 이 순서에 맞는 학습 프로그램을 작성하였다.

화면 설계

화면 설계는 인터넷용 학습 자료를 컴퓨터 화면에 효과적으로 제시하기 위해 미리 정해진 양식에 나타내 보이는 과정이다(김희수, 1997). 본 연구에서는 화면을 크

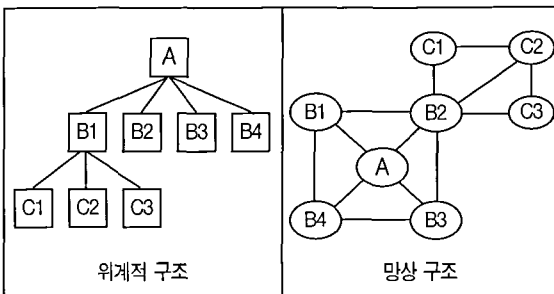


Fig. 1. Link of learning contents.

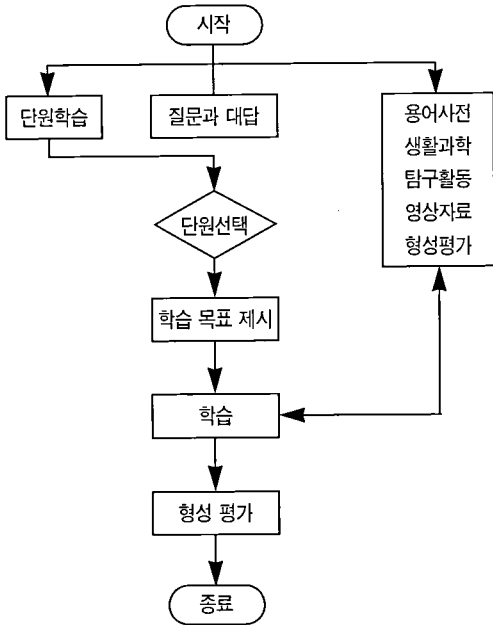


Fig. 2. Flow chart of learning.

게 둘로 나누어 좌측은 메뉴 화면, 우측 화면은 학습 내용이 제시되는 화면으로 구성하였다. 좌측 화면은 중학교 및 고등학교 교과서의 대단원명으로 구성된 메뉴 화면으로 이루어져 있다. 여기서 각 대단원명을 누르면 중단원명들이 펼쳐지도록 구성하였다. 단위 메뉴 아래에는 다른 5개의 데이터베이스 요소를 보이는 메뉴를 제시하였다. 즉, 용어사전, 생활과학, 탐구활동, 영상자료, 형성평가 항목을 두어 학습자가 학습 도중 또는 따로 원하는 내용을 참고할 수 있도록 설계하였다. 좌측 메뉴 하단에는 '질문과 대답' 그리고 휴식 시간 등에 들 수 있는 다양한 고전 음악을 포함시켰으며 이들을 들 수 있는 실행 버튼 그룹도 함께 포함시켰다.

우측 화면은 좌측 화면에서 특정 내용을 누르면 관련 내용이 제시되는 화면으로서 대단원을 누르면 대단원 안내 화면이 제시되고 중단원을 누르면 중단원 안내 화면과 함께 소단원 메뉴들이 제시되도록 구성하였다. 여기서 소단원명을 누르면 학습 목표와 함께 학습 내용이 전개되어 본격적인 학습이 이루어지도록 하였다.

페이지의 이동은 화면의 가장 아래에 버튼을 위치시켜 학습 내용을 다 본 뒤에 자연스럽게 다음 화면이나 이전 화면으로 이동할 수 있도록 하였다. 그런데 하나의 화면이 길어서 스크롤해야 하는 경우에는 화면 중간에 버튼을 두어 화면의 이동이 원활하게 이루어 질 수

있도록 설계하였다.

WBI 개발 환경

하드웨어

- IBM PC 펜티엄 II
- CPU 230 MHz
- RAM: 64MB
- Hard Disk: 3 GB
- CD-ROM 드라이버: 10배속
- 비디오 캡처 보드: Vitec Multimedia
- Scanner: HP Scan-Jet 4C
- 프린터: HP LaserJet 4V
- 일반 사진기: Nikon FM2
- 디지털 사진기: EPSON PhotoPC 600

소프트웨어

- HTML 저작 도구: Namo 2.0, Frontpage 4.0
- 애니메이션: GIF Movie Gear
- 그래픽 및 사진 처리: Paintshop Pro 5.0, Adobe Photoshop 4.0
- 오디오: Real Player 4.0
- 비디오: Adobe Premiere 4.0
- 그래픽 및 오디오 캡처: Snag It

WBI 프로그램의 제작

개발 언어 및 저작 도구: 본 연구에서 얻고자 하는 WBI 개발용 언어는 HTML (Hyper Text Markup Language) 이다. 그리고 화면을 보다 동적으로 구성하기 위해 다이나믹 HTML도 함께 활용하였다. 또 모의실험처럼 상호작용 기능이 필요한 경우에는 자바와 자바 스크립트도 활용하였다. 대부분의 페이지는 Explorer 4.0 편집기에서 직접 프로그래밍하였으나, 간단한 화면이 필요한 경우에는 인터넷용 저작도구인 나모(Namo ver. 2.0)와 프론트페이지(Frontpage ver. 4.0)도 함께 활용하였다. 형성평가 문항 작성에는 마이크로소프트사의 Excel을 활용하여 데이터베이스를 만들었으며, Excel에서 작성한 데이터는 VB Script (Visual Basic Script)에서 불러내어 활용하였다.

그림 자료: 대부분의 그림 자료는 PaintShop Pro (ver.4.0)와 어도비 포토샵(ver.4.0)을 활용하여 그렸다. 특히 포토샵에서는 다양한 필터를 활용한 그래픽, 학습 제목 만들기, 레이어 기능을 활용한 그림 겹치기, 애니메이션을 위한 여러 장의 그림 만들기, 그림의 축소 및

확대 기능들을 많이 활용하였다.

사진 자료: 사진은 일반 아날로그 카메라로 찍어서 스캐너로 스캐닝하여 활용하기도 하고, 디지털 카메라로 직접 피사체를 찍어서 활용하기도 하였다. 어떤 경우에서든지 디지털화된 사진 자료는 포토샵에서 불러 사진의 크기를 조절하고 글자 등을 넣고 색상을 조절한 다음 활용하였다. 포토샵은 그림의 크기를 조절할 때 각 화소 사이의 이미지를 내삽 효과를 적용하여 변형시키기 때문에 이미지가 거의 깨어지지 않는 장점이 있다.

동영상 자료: 동영상에는 크게 두 가지가 있다. 하나는 여러 장의 그림을 연속적으로 제시하여 움직이는 효과를 보이는 애니메이션 자료와 캠코더로 자연현상을 찍어서 이용하는 비디오 자료이다. 애니메이션 자료는 다음과 같은 순서에 따라 만들어 이용하였다. 첫째, 포토샵이나 페인트샵 프로를 활용하여 여러 장의 그림 자료를 만들어 둔다. 둘째, 애니메이션 처리 소프트웨어인 Movie Gear에서 앞서 그래픽 프로그램에서 만들어진 각 프레임들을 불러 연속된 자료로 구성한다. 셋째, Movie Gear에서 각 프레임들이 컴퓨터 화면상에서 보여질 시간을 조정하고 화면에 타이틀 등을 삽입한 다음에 gif 파일 형식으로 저장한다. 넷째, HTML 문서에서 해당 gif 파일을 불러 이용한다.

비디오 자료의 경우, 캠코더로 찍은 동영상 자료를 컴퓨터에서 캡처한 다음 avi 형식으로 저장하여 활용한다. 물론 파일 크기가 작으면 직접 avi 형식으로 활용하지만, 그 크기가 크면 인터넷 사용자가 다운받아 활용하는데 시간이 아주 많이 걸리게 되므로 ra 형식이나 rm 형식으로 변환하여 활용하였다. 즉, 최근 인터넷 방송국용으로 많이 활용하고 있는 RealEncoder를 활용하여 파일의 크기를 현저하게 줄인 후 RealPlayer로 가동하여 활용하였다.

음성 파일의 작성: 학습 내용을 설명하는 나레이션이 필요한 경우, 미리 나레이션할 내용을 작성하여 녹음하여 활용하였다. 녹음기는 윈도우 98의 '시작-프로그램-보조 프로그램-엔터테인먼트-녹음기'를 이용하거나 다른 녹음기 소프트웨어를 활용할 수도 있다. 일반적인 음성 자료의 저장 형식은 wav 형식인데 그 파일의 크기가 상당히 커서 전송 시간이 상당히 길어질 수 있다. 따라서 wav 파일을 ra과 같은 형식으로 변환하여 파일의 크기를 최대한 줄인 다음 활용하는 것이 효과적이다.

자료 가공 및 수정

본 연구에서 개발된 인터넷용 멀티미디어 학습 자료는 중학생, 고등학생, 지구과학 교사들에게 보여주어 문제점을 찾고 수정·보완하였다. 앞으로도 계속적으로 수정·보완하여 사용자들에게 보다 큰 교육적 효과를 거둘 수 있는 자료가 되도록 할 것이다.

개발 결과

본 연구에서 개발한 멀티미디어 학습 자료는 중학교 과학 1, 과학 2, 과학 3 교과 내용 중 지구과학 영역, 고등학교 지구과학 I 그리고 지구과학 II 내용을 위한 인터넷용 전자교과서이며, 그 결과는 Table 1과 같다.

Table 1에서 화면 수는 교과 내용을 컴퓨터 화면에서 볼 수 있는 형태의 텍스트, 그림, 사진, 동영상 등을 포함한 쪽수를 의미한다. 쪽수의 크기는 내용에 따라 다소 차이를 보이기도 한다. 따라서 스크롤이 필요한 경우도 있고, 필요 없는 경우도 있다. 가능하면 화면 해상도가 800×600인 경우, 스크롤 없이 한 화면의 내용을 확인할 수 있도록 설계하였지만, 약간 많은 양의 내용을 꼭 한 화면에 나타내야 하는 경우에는 화면이 약간 길어지므로 스크롤을 해가면서 학습 내용을 확인해야 하는 경우도 있다. 영상 자료 수는 그림, 사진, 동영상 등을 모두 합친 것을 의미한다. 특정 학습 내용을 잘 설명할 수 있는 좋은 영상 자료는 중학교와 고등학교 영역에서 함께 활용하였다. 또 문항 수는 해당 중단원이 끝났을 때의 형성 평가의 수를 모두 더한 것을 의미한다.

다음은 본 연구에서 개발한 대표적인 화면이다. 공주대학교 사범대학 지구과학교육과 홈페이지(<http://heesoo.kongju.ac.kr/prog/index.html>)로 들어오면 중학교 과학, 지구과학 I, 지구과학 II 사이버 학습 프로그램 메뉴가 나온다. 여기서 중학교 과학을 클릭하

Table 1. Developed multimedia learning data.

교과 영역	화면 수	영상자료 수	평기문항 수
중학교 과학 (1, 2, 3 중 지구과학 영역)	362	980	224
지구과학 I	822	1770	224
지구과학 II	1790	2499	264
계	2974	5249	712



Fig. 3. Logo of middle school science.

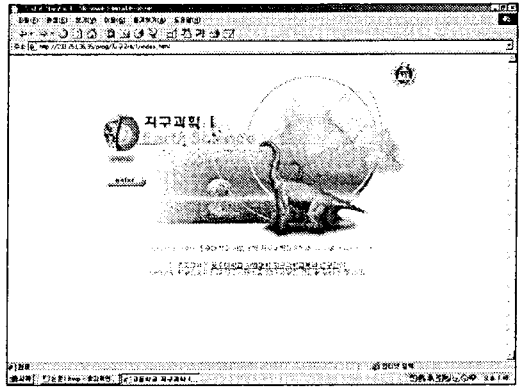


Fig. 4. Logo of Earth Science I.



Fig. 5. Logo of Earth Science II.



Fig. 6. Logo of middle school 'Science 1'.

면 Fig. 3과 같은 중학교 과학 1-2-3의 시작 화면이 제시된다. 또 고등학교 지구과학 I, II를 각각 클릭하면 Fig. 4과 5와 같은 시작 화면이 제시된다.

중학교 과학 메뉴에서는 과학 1, 과학 2, 과학 3이 제시되어 해당 교과목명을 클릭하면 Fig. 6, 7, 8과 같은 각각의 과학 교과목의 시작 화면이 제시된다. 본 논문에서는 지구과학 영역만을 다루지만 물리, 화학, 생물 영역에 해당하는 대단원명을 클릭해도 그에 해당하는 내용이 전개된다.

본 연구에서 구현한 화면 형식은 중학교 과학, 고등학교 지구과학 I, II 모두 거의 유사하다. 따라서 여기에서는 고등학교 지구과학 I을 중심으로 설명하고자 한다. 고등학교 지구과학 I 시작화면에서 시작 버튼을 누르면 Fig. 9와 같은 학습 시작화면이 제시된다. 이 화면은 크게 좌측의 메뉴 화면(menu frame)과 우측의 학습 화면(working frame) 둘로 구성되어 있다. 좌측의 메뉴 화면은 보다 역동적이고 피드백을 원활히 하기 위해 다

이나믹 HTML로 작성하였다. 이곳에는 교육과정 순서에 따른 학습 단원, 용어사전, 생활과학, 탐구활동, 영상자료, 형성평가, 질문과 대답 항목 등이 포함되어 있다. 우측 화면은 좌측의 메뉴에서 특정 학습 항목을 선택하면 우측 화면에 해당 내용이 구체적으로 제시된다.

좌측의 메뉴를 순서대로 설명해 보면 다음과 같다. 첫째, 단원 학습이다. 학습 내용 목차의 메뉴에는 지구과학 I의 대단원명이 교육과정 순서대로 나열되어 있다. 따라서 학습하고자 하는 특정 대단원명을 클릭하면 그 대단원에 포함된 중단원명들이 좌측 화면에 펼쳐지며 우측 화면에도 중단원명들과 함께 대단원에 대한 개괄적인 내용이 제시된다. 좌측에 펼쳐진 대단원명을 다시 누르면 펼쳐졌던 중단원들이 사라지면서 본래의 모습으로 되돌아온다. 그리고 중단원명을 클릭하면 그 중단원에 포함된 소단원명들이 우측 화면에 제시되면서 중단원에 대한 학습 안내가 제시된다. 이때 우측에 제시된 특정 소단원명을 클릭하면 Fig. 10과 같이 소단원



Fig. 7. Logo of middle school 'Science 2' .

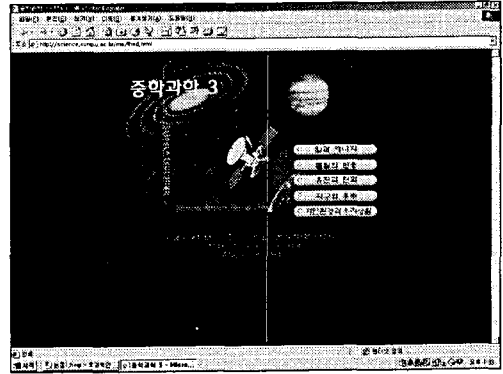


Fig. 8. Logo of middle school 'Science 3' .

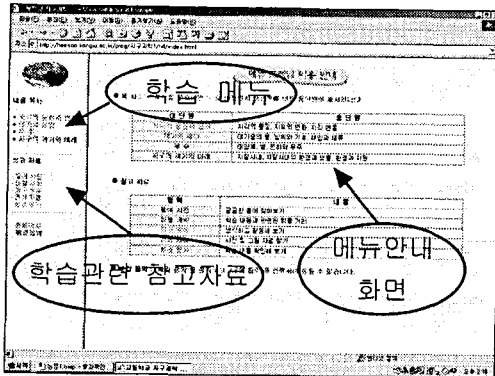


Fig. 9. Opening of learning.

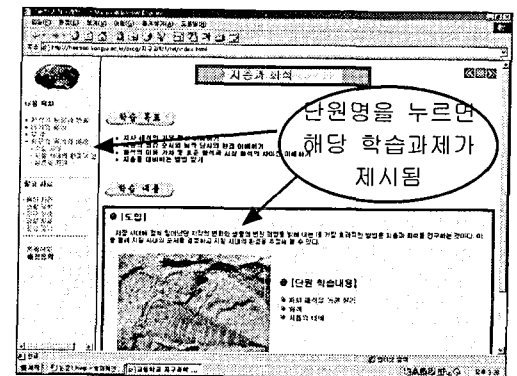


Fig. 10. Opening of unit learning.

의 학습 목표와 학습할 내용이 제시되어 본격적인 학습이 이루어지게 된다.

이 소단원 학습 내용에는 개념들이 위계적으로 설명되어 있다. 즉, 소단원의 시작 부분의 화면에는 중요 개념 또는 내용들이 요약적으로 설명되어 있다. 그리고 어떤 개념이나 용어 등에 대한 구체적인 설명이 더 필요한 경우에는 그 단어나 문장에 하이퍼링크를 해두어 다른 하위 화면에서 자세히 볼 수 있도록 구성하였다. 따라서 학습자는 특정 페이지에 제시된 내용과 그 페이지에 대한 보충 설명이 있는 페이지의 내용 사이를 왔다 갔다 하면서 학습을 진행해 나가게 된다.

둘째, 용어 사전이다. 메뉴 화면의 '용어 사전'을 누르면 우측 화면에 용어를 입력할 수 있는 화면이 제시된다. 여기서 특정 용어를 입력하면 그 용어와 관련된 용어들이 Fig. 11처럼 제시된다. 따라서 목록에 제시된 용어들 중에서 구체적으로 알고 싶은 용어를 클릭하면 Fig. 12처럼 설명이 나온다. 물론 그림이나 사진 등 영

상자료가 있어야 설명이 효과적인 경우에는 이들도 함께 제시되도록 구성하였다.

셋째, 생활과학이다. 좌측 메뉴의 생활과학을 누르면 우측 화면에 생활과학 영역이 제시된다. 여기서 해당 영역을 누르면 그 영역과 관련된 생활과학적 소재가 목록으로 Fig. 13처럼 제시된다. 이때 알아보고자 하는 생활과학 제목을 누르면 Fig. 14처럼 그에 해당하는 내용이 제시된다. 이 생활과학 소재로는 해당 학습 내용과 관련된 '생활에의 이용', '사회적 이슈', 과학을 생활속에서 어떻게 이해하여 왔는지의 '과학사적 이야기' 등의 비교적 넓은 범위의 내용을 다루었다.

넷째, 탐구 활동이다. 메뉴에서 탐구 활동을 누르면 우측 화면에 단원별로 탐구 활동 목록이 제시된다. 탐구 활동 목록에는 각 탐구 활동에 대한 탐구 요소를 포함시켰다. 즉, 학습자들에게 다양한 탐구 기능에 대한 학습이 이루어져 종합적인 탐구능력을 키우는데 참고가 될 수 있도록 하였다. 여기서 학습하고자 하는 탐구



Fig. 11. Terminology dictionary.

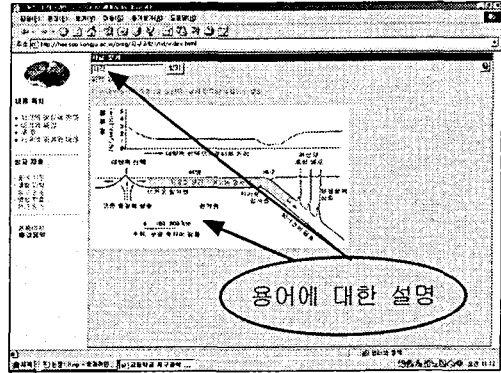


Fig. 12. Description of terminology.

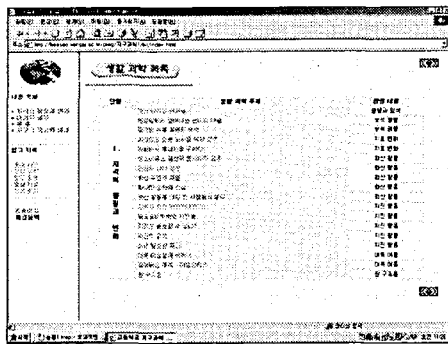


Fig. 13. List of STS contents.

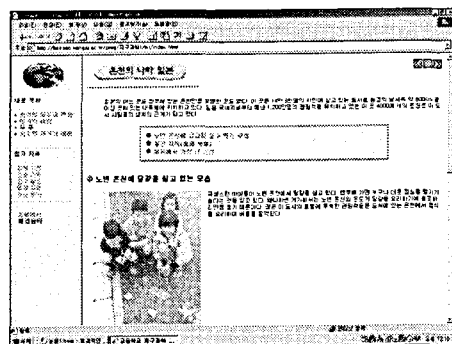


Fig. 14. Example of STS.

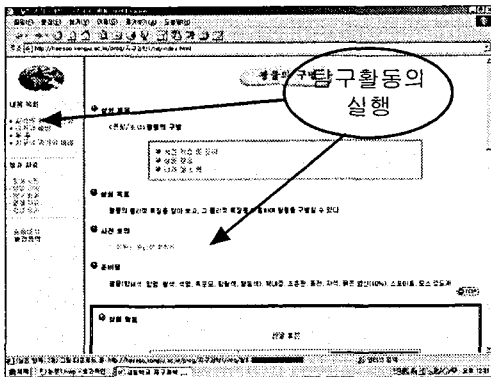


Fig. 15. Opening of inquiry activity.

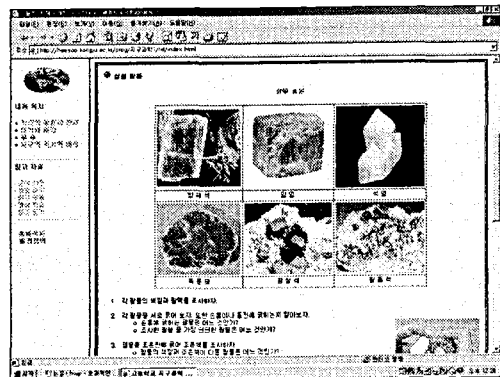


Fig. 16. Inquiry activity using image contents.

활동 제목을 누르면 Fig. 15처럼 탐구 활동 화면이 제시된다. 본 탐구 활동 영역에서는 본격적인 탐구 활동에 들어가기 전에 그 탐구 활동과 관련된 사전 토의 학습에서 사전 지식을 정리하고 도입하도록 하였다. 본 탐구 활동에서는 실제의 실험기구나 구체적인 물건을 쓸 수 없기 때문에 가능한한 Fig. 16처럼 영상 자료로 탐구

활동의 효과를 극대화시키려고 하였다. 탐구 활동이 끝난 다음에는 탐구 결과에 대한 토의 및 문제를 풀도록 하였다. 여기에서는 답란을 비워두어 학습자가 문제에 대한 정답을 생각해보도록 한 후, 해답 버튼을 누르면 해답이 제시되도록 하였다. 또 '해석 숨기기' 버튼을 누르면 해석이 사라지도록 하여 학습자가 생각했던 해

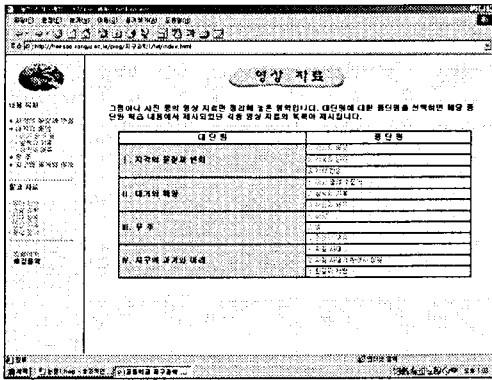


Fig. 17. List of image data.

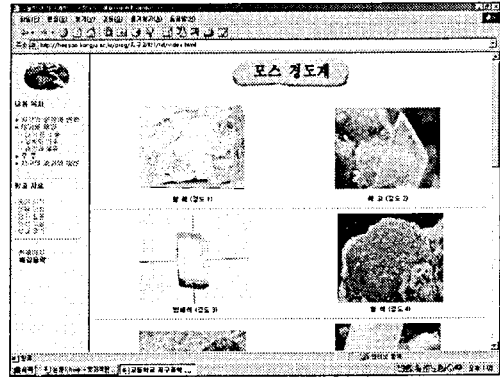


Fig. 18. Example of image.

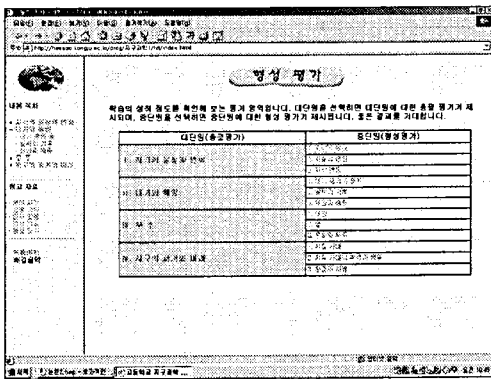


Fig. 19. List of evaluation.

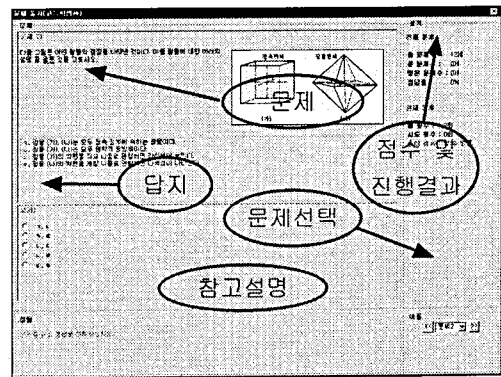


Fig. 20. Example of evaluation.

답과 비교해 볼 수 있도록 하였다. 이러한 기능을 구현하기 위해서 자바-스크립트를 이용하였다.

다섯째, 영상 자료이다. 영상 자료 버튼을 누르면 우측 화면에 영상 자료 목록이 Fig. 17처럼 대단원 및 중단원별로 나타난다. 여기서 어떤 중단원명을 누르면 그 중단원에 포함된 여러 영상자료 목록이 나타나며, Fig. 18은 실제로 보이는 예이다. 이 영상자료는 학습자가 학습 도중이나 별도로 보면서 학습할 수도 있으며, 교사들이 이 자료를 다양하게 편집하여 이용할 수도 있을 것이다.

여섯째, 형성 평가이다. 이 메뉴를 클릭하면 각 단원에 대한 총괄 평가 및 형성평가 목록이 Fig. 19처럼 함께 제시된다. 여기서 평가할 단원을 클릭하면 Fig. 20처럼 평가 장면이 제시된다. 이 화면에서 평가 문항은 원편의 넓은 화면에 나타나고, 평가 결과에 대한 내용은 우측 화면에 제시된다. 이 우측 화면에는 총문제수, 풀 문제수, 맞은 문제수, 정답률과 함께 현재 문제에 대한

풀이 시도 회수가 나타난다. 그리고 화면의 좌측 하단에는 해당 문항에 대한 힌트나 도움말에 해당하는 내용이 제시되며, 우측 하단에는 문항 번호 목록이 제시되어 있어 문항을 순서대로 풀어나갈 수도 있고, 임의의 문항을 선택하여 풀이할 수도 있도록 구성하였다. 이 평가의 문항들은 Excel로 데이터베이스화하여 작성한 다음, 이를 비주얼베이직 스크립트로 불러들여 작성하였다. 평가장면에서 빠져 나오려면 우측 상단의 ㉸을 누르면 된다.

일곱째, '질문과 대답'이다. 여기서는 지구과학에 관련된 모든 질문을 할 수 있고 질문에 대한 답도 얻을 수 있는 곳이다(Fig. 21). 이 곳에서 다루어지는 질문들은 대부분 지구과학적 내용에서 애매하게 이해가 가지 않았거나 평소에 궁금한 사항이 대부분이다. 질문자는 거의가 학생들이지만 교사들도 상당히 많았다.

여덟째, 좌측의 가장 하단 영역에 위치한 '홈페이지' 버튼을 누르면 학습의 맨 처음 화면으로 이동하며, '배

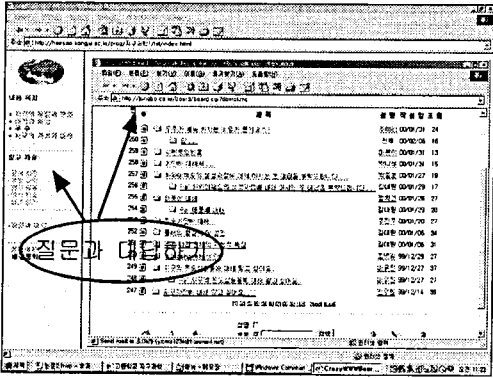


Fig. 21. Question and answer.

경 음악' 버튼을 누르면 배경 음악 목록이 제시된다. Fig. 22에서처럼 원하는 음악 제목을 선택하여 음악을 들을 수 있다. 물론 음악은 학습을 해나가면서도 들을 수도 있고, 음악만 따로 들을 수도 있다.

개발 결과에 대한 교사 및 학생들의 반응

본 연구에서 개발한 WBI 학습 자료에 대한 질적 수준은 대전시 소재 과학교사 32명에게 본 WBI를 활용해보게 한 후, 그 반응을 조사하여 평가하였다. 검사지는 멀티미디어교육지원센터 (http://www.kmec.net/malsm/wbi/wbi_4.html; 1998)에서 개발한 WBI 평가 검사지 중에서 핵심이 되는 10문항을 발췌하여 활용하

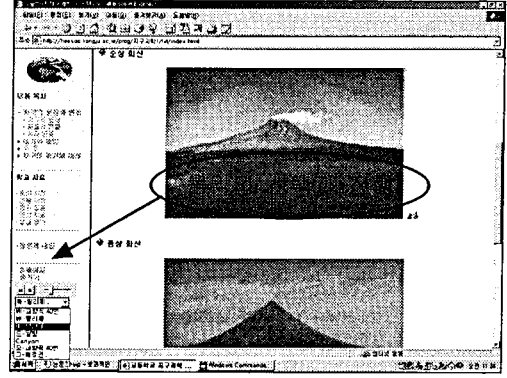


Fig. 22. Listening of classic music.

였다. 이 검사지는 크게 수업 설계 측면, 기술적인 측면, 제작 및 저작권 측면이 고려되어 구성되어 있다.

수업 설계 측면에서는 학습 내용의 사실에 대한 객관성과 학습자들의 학습 동기와 흥미를 유발시킬 수 있는 면에서는 각각 75%와 63%를 보여 대체로 긍정적인 반응을 보였다. 학습 내용이 학습자의 수준에 적합한가와 심화 학습과 교정 학습이 가능한가에 대한 반응에서는 각각 31%와 25%의 교사만이 긍정적인 반응을 보여 이 부분에 대한 보완이 필요한 것으로 보여졌다.

기술적인 측면에서는 화면의 구성의 조화성에 66%의 교사가 긍정적인 반응을 보였고, 화면과 화면 사이의 원활한 연결에는 59%의 교사가 긍정적인 반응을 하였으며, 교과목의 특성과 학습 내용에 적합한 멀티미디어

Table 2. Response of teachers for program developed in this study.

(N = 32)

영역	반응 조사 문항	반응자수(%)		
		그렇다	보통이다	아니다
수업 설계 측면	1. 학습 내용이 대상 학습자의 수준에 적합한가?	10(31)	14(44)	8(25)
	2. 학습 내용은 사실에 입각한 객관적인 내용들인가?	24(75)	6(19)	2(6)
	3. 학습자들의 학습 동기 및 흥미를 유발시킬 수 있는가?	20(63)	7(22)	5(16)
	4. 심화 학습과 교정 학습은 가능한가?	8(25)	11(34)	13(41)
기술적인 측면	5. 화면이 전체적으로 조화롭게 구성되어 있는가?	21(66)	5(16)	6(18)
	6. 한 화면에 제시된 정보의 양은 적절한가?	10(31)	17(53)	5(16)
	7. 메뉴의 선택이 용이하고 링크가 적절한가?	19(59)	10(32)	3(9)
	8. 멀티미디어 자료들이 교과목 특성 혹은 학습 내용에 따라 적절하게 포함되어 있는가?	15(47)	12(38)	15(16)
제작 및 저작권 측면	9. WBI에서 다루고 있는 내용은 출처가 구체적으로 진술되어 있는가?	3(9)	12(38)	17(53)
	10. HTML 코딩은 표준 멀티미디어 자료 형식(Standard Multimedia Formats)을 사용하고 있는 자료가 많은가?	17(53)	9(28)	6(19)

Table 3. Pre-Post test for science related attitude. (N = 107)

구분 \ 내용	평균(200점)	표준 오차	t	p
사전 검사	133.93	1.22	1,746	0,084*
사후 검사	136.93	1.26		

* p<0,1

Table 4. Comparison of Pre-Post attitude test by attitude category.

범 주	평균(50점)		t	p
	사전	사후		
과학에 대한 태도	32,81	34,07	2,165	0,033**
과학의 사회적 의미	36,77	37,40	0,840	0,403
과학 교과에 대한 태도	31,91	32,33	0,585	0,560
과학적 태도	32,45	33,12	1,097	0,275

* p<0,05

의 구현 영역에서는 47%의 교사가 긍정적인 반응을 보였다. 하지만 화면에 보인 정보의 양에서는 31%의 교사만이 긍정적인 반응을 보여 이 부분에 대한 보완이 필요한 것으로 나타났다.

제작 및 저작권 측면에서는 본 WBI에서 다루고 있는 내용에 대한 출처의 구체적인 진술에 대해서는 53%의 교사가 부정적 반응을 보이고 있어, 타인이나 타 기관의 자료를 이용할 경우, 출처를 구체적으로 밝혀야 할 것으로 보여졌다.

한편 개발된 본 WBI에 대한 반응을 알아보기 위하여 ‘과학’ 수업시 약 2개월 동안 대전광역시 소재 107명의 학생들에게 컴퓨터실에서 사용하게 해본 후 과학에 대한 태도 수준의 변화를 알아보았다. 본 학습 프로그램 투입 전·후에 Munby(1980)의 태도 수준 검사지를 적용시켜 본 결과, Table 3과 같은 결과를 보여주었다.

과학에 관련된 태도 검사의 사전 사후 비교 결과, 유의 수준 $\alpha=0.1$ 에서 유의미한 차이를 보였다. 이는 본 프로그램이 과학과 과학 학습에 대한 인식을 다소나마 긍정적으로 변화시켜 준 것으로 보여지며, 학교 현장의 실제 수업 과정에 활용 가능한 것으로 판단되었다.

또 태도 검사의 범주별 분석 결과에서는 Table 4와 같이 과학에 대한 태도에서만 $\alpha=0.05$ 수준에서 유의미한 변화가 있었으며($p=0.033$), 다른 범주에서는 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다. 이는 약 2개월 동안

에 한 단위이라는 비교적 짧은 기간의 투입에서 온 결과로 보여진다. 과학에 대한 태도에서의 유의미한 변화는 본 프로그램이 여러 가지 형태의 멀티미디어 기능으로 학습자의 다양한 학습 활동을 가능케 하였고, 본 프로그램이 제공하고 있는 자료 외에도 학습 과제의 수행에 필요한 자료의 수집이나 정보 교환 등의 학습의 내용이나 경험을 풍부하게 제공해 줄뿐만 아니라, 사물을 다양한 관점에서 바라볼 수 있는 장을 제공한 결과로 보여진다. 그러나 유사하게 개발된 다른 단원의 WBI를 지속적으로 활용할 경우, 본 결과와는 다른 결과가 있을 수도 있다고 판단된다.

요약 및 제언

본 연구에서 개발된 프로그램과 반응 결과를 토대로 얻은 요약 및 제언은 다음과 같다.

- 1) 본 WBI는 프로그램과 학습자의 상호 작용을 높이기 위해 다이나믹 HTML과 자바 스크립트 및 비주얼 베이직 등을 활용하여 개발되었다. 또 각 학습 내용에는 적절한 사진, 그림, 소리, 동영상 등의 멀티미디어 기능이 부여되었다. 따라서 본 WBI는 전통적인 칠판 수업에서 구현하기 어려웠던 지구과학적 내용을 보다 효과적으로 설명할 수 있는 하나의 기초자료가 될 수 있을 것이다.
- 2) 본 학습 프로그램은 크게 학습 내용 DB, 용어사전 DB, 생활과학 DB, 탐구활동 DB, 영상자료 DB, 평가 문항 DB로 구성되어 있는 바, 학습자의 다양한 학습 활동이 가능하며, 사용자 입장에 따라 적절히 재구성하여 이용될 수도 있다.
- 3) 본 연구에서 개발한 중·고등학교용 멀티미디어 학습 자료를 교사와 학생들에게 투입해 본 결과 대체로 긍정적인 반응을 보인바, 학습 현장에서 학습자료로 활용할 가치가 있다고 판단된다. 따라서 학습자는 언제 어디서나 본 프로그램의 사이트 (<http://heesoo.kongju.ac.kr/prog/index.html>)로만 접속하면 무료로 활용할 수 있다.
- 4) 본 연구의 결과는 사용자들에게 정보화 마인드 고취 및 교육자료 인프라 구축에 도움을 줄 수 있을 것이다. 또 사회적으로는 과외의 감소효과를 가지고 있을 수 있으며 소프트웨어 개발 산업촉진에도 도움

을 줄 수 있을 것이다.

- 5) 본 연구에서 개발한 WBI는 학습자의 요구를 즉시 반영해 나가면서 학습자 수준에 맞추어 학습해 나가는데는 한계를 가지고 있다. 따라서 향후 연구에서는 교사와 학생이 상호작용하는 가운데, 수업을 하듯이 컴퓨터와 학습자가 상호작용을 원활하게 하면서 학습 효과를 극대화시킬 수 있는 수준별 학습 프로그램의 개발이 필요하다.
- 6) 웹을 활용한 WBI의 장점 중의 하나는 프로그램을 한 번 개발하여 제공하는데 그치지 않고 지속적으로 프로그램을 수정 보완할 수 있다는 것이다. 본 WBI도 지속적인 수정 및 보완을 통해 학습자의 요구와 선택을 수용할 수 있는 프로그램으로 발전시켜나갈 것이다.
- 7) 학습자들이 지나치게 인터넷을 활용한 학습에만 의존할 경우, 자칫 사회성 결여나 이기심이 조장될 수도 있다. 그러므로 학교 현장에서는 컴퓨터나 인터넷을 활용한 학습과 더불어서 컴퓨터를 학습과 생활에 적절히 활용하는 교육도 함께 병행되어야 할 것으로 보여진다.

사 사

본 연구는 1996년도 학국학술진흥재단의 대학부설연

구소 연구비 지원(과제번호 KRF-005-D0110)에 의한 결과이며 이에 감사드린다.

참고문헌

- 교육개혁위원회, 1995, 신교육체제 수립을 위한 교육개혁 방안.
- 김희수, 1997, 고등학교 천문학 분야의 CBI CD-ROM 개발, 한국지구과학회지, 18, 347-366.
- 김희수, 1999, 학습자 능력에 따라 진행되는 인터넷용 멀티미디어 학습 프로그램의 개발-고등학교 지구과학의 천문학 내용을 중심으로-, 한국지구과학회지, 20, 3-17.
- 김여상 외, 2000, Gowin의 Vee 다이어그램을 활용한 고등학교 지구과학 분야의 인터넷용 탐구실험 학습프로그램의 개발, 출판중.
- 멀티미디어교육지원센터 (http://www.kmec.net/malsm/wbi/wbi_4.html), 1998.
- 박인우, 1996, 학교교육에 있어서 구성주의 교수원리의 실현 매체로서 인터넷 고찰, 교육공학 연구 12, 81-103.
- 한국교육학술정보원, <http://www.keris.or.kr/indexnew.html>, 웹활용 교육자료.
- Munby, H., 1980, An evaluation of instruments which measure attitudes to science. In C. Mcfadden(ED.), World trends in science education. Halifax, Nova Scotia: Atlantic Institute of Education.

2000년 3월 10일 원고 접수

2000년 4월 14일 원고 채택