

중학교 과학 '달의 운동' 단원의 상호작용형 WBI 개발 및 적용

김희수^{1,*} · 정지영²

¹공주대학교 지구과학교육과, 314-701 충남 공주시 신관동 182

²대광중학교

Development and Application of Interactive type WBI on the Unit of 'Moon Motion' in Middle School Science

Hee-Soo Kim^{1,*} and Ji-Young Jung²

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

²Daekwang Middle School

Abstract: This study has developed an interactive WBI to enhance learning effects on 'the Moon motion' for middle-school students. The quality of this WBI was examined by applying it to 20 science teachers and 49 middle school students. As a result, over 85% of the test subjects gave an affirmative response in the interest induction, the curiosity solving, and the degree of learning participation category, the degree of difficulty item. Responses of the students with negative perception on science have changed positively ($p < 0.05$) after this WBI learning. In addition, we compared the learners' degree of knowledge prior and subsequent to the program, in relation to 'the Moon motion'. As a result, it was found that the case of 'no concept' was enhanced more than the case having 'partly or ambiguously concept' for 'the Moon motion'.

Keywords: moon motion, interactive WBI

요약: 본 연구에서는 '달의 운동' 단원에 대한 상호작용형 WBI 학습 프로그램을 개발하였다. 개발된 프로그램은 중학교 과학교사 20명에게 의뢰하여 의견을 들었으며, 중학생 49명에게 3개월 동안 투입하여 그 질적 수준을 조사하였다. 그 결과 흥미유발, 궁금증 해결, 탐구능력 신장, 학습 참여도, 난이도 등의 면에서 응답자의 85% 이상이 긍정적이라고 응답하였다. 그리고 과학에 대한 부정적인 인식을 갖고 있는 학습자들의 반응은 본 WBI 프로그램 학습 후 통계적으로 유의수준 .05에서 유의미한 차이를 나타내었다($p < .05$). 또한 본 WBI 프로그램 투입 전후 학습자들의 개념 수준을 비교한 결과, '달의 운동'과 관련된 개념을 갖고 있지 않은 경우가 부분적인 개념을 갖고 있는 경우보다 개념 향상 정도가 더 높았다.

주요어: 달의 운동, 상호작용형 WBI

서론

21세기 정보화 사회에서의 정보기술의 발달은 새로운 교육 인프라가 구축됨으로써 교육의 패러다임을 크게 변모시킬 것으로 예상되고 있다. 즉 현재의 교육환경은 점차 개별화되는 정보사회의 교육 패러다임의 변화에 따라 공급자 중심으로부터 학습자 중심의 교육 서비스 체제로 일대 전환기를 맞이하고 있다.

특히 인터넷, Web, 원격화상 교육 등의 멀티미디어 컴퓨터 매개 통신을 기반으로 하는 원격교육과 멀티미디어를 활용한 컴퓨터 활용 교육은 매우 중요한 미래 교육방식으로 인정되고 있다. 이를 위해 흥미있게 학습을 진행하면서 의미있게 학습 결과를 정리할 수 있는 상호작용형 WBI 학습 프로그램이 필요하다. 상호작용형 멀티미디어 학습 프로그램은 컴퓨터와 인터넷을 매개로 진행되는 교수-학습 과정으로서 WBI의 중요성이 강조되고 있는 최근에는 그 필요성이 더해지고 있다(백영균, 1998).

일반적인 과학의 학습 과정은 학습 문제를 확인하고 그 문제를 해결하기 위한 탐구 활동을 실시하며,

*Corresponding author: heesoo54@kongju.ac.kr

Tel: 82-41-850-8291

Fax: 82-41-850-8299

이로부터 궁금하게 생각했던 문제에 대한 원리를 찾아내어 정리한다. 그런데 대부분의 교육용 웹사이트에서 지원하는 과학 학습 프로그램은 일방적 제시형으로서 상호작용성을 지니지 못해 간접적 탐구활동을 수행할 수 없다(Relan and Gillani, 1997). 그래서 이러한 프로그램들은 ‘전자식 책장넘기기’ 수준이라는 비판을 받고 있다. 이런 점에서 Youngblut et al. (1998)은 사물의 개념이나 원리를 학습하는데 상호작용형 학습이 유용함을 밝혔고, 김희수(2002)는 상호작용적 웹기반 프로그램 설계의 중요성을 제시했다. 또 Barnett and Mogam(2002)는 학습자 중심의 상호작용형 학습이 학습자들의 개념 획득 및 변화에 큰 의미가 있음을 제시하였다.

중학교 지구과학 ‘달의 운동’ 관련 학습 내용은 천문학적 공간개념이 필요한 바, 시간에 따라 달의 뜨는 시각, 위치, 모양 등이 변하기 때문에 칠판수업 형태로 그 현상 및 원리를 안내하기가 어렵고, 멀티미디어 형태의 수업에서도 일방적으로 그 내용을 제시하면 시간에 따른 천문 공간 상황을 효과적으로 제공하기 어려워 그 이해가 쉽지 않다. 즉 달의 운동 학습 내용의 특징은 시공간적으로 학습자들의 구체적인 경험 세계를 벗어나며 그 범위가 넓고 재현이 불가능한 초실험적인 내용이 대부분이다. 그래서 이와 관련된 학습에서는 오개념이 학습자들에게 나타나는 경우가 많으며(Sadler, 1987) 교사들까지 오개념을 갖는 경우가 많은 것으로 보고되고 있다(김봉섭, 1999; 허성호, 2000). 그런 점에서 일반적인 ‘달의 운동’ 단위 수업에서는 칠판 수업, 태양-지구-달의 모형 도구를 이용한 수업 그리고 부분적으로 동영상을 활용한 수업 등이 이루어져오고 있으나, 시간에 따른 천체의 위치와 모양이 바뀌는 상황을 제공하면서 상호작용적으로 학습할 수 있는 프로그램이 필요하다. Trundle et al.(2002)은 미국의 예비초등학교 교사들을 대상으로 달의 운동 단원에 대한 3차원 가상현실 프로그램을 통한 질적 연구를 수행하여 의미있는 결과를 얻어냈다. 이 연구의 가상현실 학습프로그램은 영어로

구성되어있고 교육과정이 우리 나라의 교육과정과 다소 차이가 있어 직접 활용하기가 어렵다. 그리고 국내에서 달의 운동 관련 학습을 실시할 때 유용하게 활용할 수 있는 WBI 자료가 인터넷 사이트 여러 곳에 있다(<http://science.kongju.ac.kr>, <http://www.science.or.kr>, <http://steacher.pe.kr>). 하지만 달의 운동 관련 중학교 교육과정 내용 모두를 포함하고 있지 않으며, 그 체계성이 미흡하다. 즉 달의 운동 관련 상호작용형 WBI가 체계적으로 개발·제공되어 검증이 된 연구 결과가 거의 없는 실정이다. 따라서 달의 운동 단원에 대한 내용의 우리 나라 중학교 학습자들이 어느 곳에서나 자기주도적으로 상호작용적 학습을 수행하면서 관련 개념을 얻을 수 있는 학습 프로그램이 필요하다라고 판단된다. 이에 본 연구에서는

첫째, 중학교 ‘달의 운동’ 단원의 상호작용 학습 프로그램을 개발하였다.

둘째, 개발된 상호작용형 WBI 프로그램을 현장에 적용한 후 설문지를 통해 그 질적 수준을 확인하였다.

셋째, 개발된 WBI 프로그램 투입 전·후의 학습자들의 과학에 대한 태도 및 개념 변화 정도를 알아보았다.

연구의 제한점

본 연구에서는 3개월 동안 경기도의 중학교 특정 대상에게 본 연구에서 개발한 WBI를 활용하여 그 결과를 얻었다. 따라서 그 결과를 일반화시키는 데는 한계가 있다.

연구방법 및 과정

WBI 개발을 위해서는 체제적 접근이 필요하다. 본 연구에서는 대표적인 체제적 교수 설계 모형인 Dick and Carey(1990)을 모형을 참고로 하여 Fig. 1과 같은 순서에 따라 학습 과제 분석 교수 설계 화면 설계 후, 상호작용형 WBI 학습 프로그램을 개발하여 투입·검증하였다.

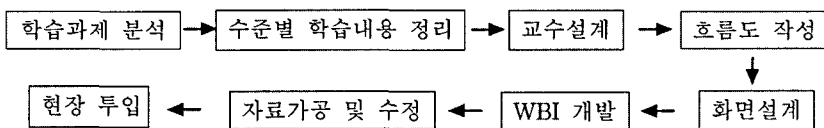


Fig. 1. Research procedure.

Table 1. Learning task analysis

주메뉴	구 조		내 용
	부메뉴	세부메뉴	
	달표면 탐사	달표면 관찰	대기가 없다. → 대류현상, 기상현상, 풍화침식이 없다. → 운석구덩이 보존운석구덩이 형성과정
	달 크기 측정	(1) 달크기 측정법 (2) 달크기 측정 시 알아야할 요소	각지를 측정 지구-달까지의 거리 관계식 이용
	달의 공전	(1) 모양의 변화 (2) 달의 공전	삭, 망, 상현, 하현, 달의 위상변화 상호작용 학습활동, 달의 공전 삭망월, 항성월 상호작용 학습활동
달의 운동	달의 자전	(1) 달의 자전	달 표면의 모양변화
	일식과 월식	(1) 일식 (2) 월식	일식 현상 월식 현상
	밀물과 썰물	(1) 조석 (2) 사리와 조금	조석현상, 사리-삭, 망 조금-상현, 하현
	영상자료	사진자료	일식, 운석구덩이, 월식 등 관련 영상
	사이버룸	가상실험자료	상호작용 실험 활동 자료 제시
	형성평가	총20문항 제시	종합적인 달의 운동 개념, 응용력과 탐구력을 측정

학습 과제 분석

본 연구에서 개발할 내용은 9학년 ‘달의 운동’ 단원에 제시된 모든 내용이다. Table 1에는 상호작용형 WBI 프로그램으로 개발시 포함되어야 할 주메뉴, 부메뉴, 세부 메뉴 그리고 각 학습 과제에 따라 구체적으로 구현되어야할 내용들이다. 학습 화면을 크게 메뉴 화면과 내용 제시 화면으로 나눌 때, 메뉴 화면에 기본적으로 제시되는 내용은 부메뉴이다. 이 부메뉴 순서는 7차 교육과정(1997)을 토대로 달 관련 내용을 재구성하여 순서를 정하였다. 이 부메뉴를 누르면 세부메뉴가 펼쳐지고, 세부 메뉴 중 한 가지를 선택하면 우측의 내용 제시 화면에 학습 내용이 전개된다.

수준별 학습 내용정리

본 연구에서 선정한 기본과정의 내용은 7차 교육과정 9학년 과학교과서에 제시되어있는 기본적인이고 공통적인 내용을 중심으로 하였으며, 보충 및 심화 과정내용은 기본과정의 학습내용의 개념 수준 및 탐구수준분석 등을 통하여 해당 내용 수준이 높으면 보충 과제 중심으로, 낮으면 심화 과제 중심으로 따라 선정하였다.

개념수준은 과학과 교육과정(1997)에서 제시된 방식에 따라 학습내용 특성이 ‘현상’ 중심인 경우는 하수준, ‘현상+개념’ 중심인 경우는 중 수준, ‘개념+개념’ 중심인 경우에는 상 수준으로 분류하였다. 탐구

수준은 관찰 및 단순분류중심이면 하 수준, 다원분류 및 일 변인통제 중심이면 중 수준, 그리고 다 변인통제, 일반화 및 가설 검증 중심이면 상 수준으로 분류하였다(Wood, 1974). 과학 9학년 ‘달의 운동’ 단원의 수준분석 결과는 Table 2와 같다.

교수설계

교수설계는 해당 학습 과제를 가장 효과적으로 전달할 수 있는 교수방법이 무엇인지 결정하는 과정이라고 볼 수 있다. 본 연구에서는 ‘탐색 단계-개념도입 단계-개념적용 단계’의 순환학습 모형을 토대로 교수설계를 실시하였다. 즉 학습자가 학습의 과정에서 학습내용과 구체적으로 상호작용을 해나가면서 개념을 획득할 수 있도록 구성하였다. 경우에 따라 동료와의 토론 및 선생님에게 질문 등도 할 수 있도록 하였다. 또 기본학습 내용을 토대로 보충 및 심화 관련 내용을 함께 제시하여 수준별 학습이 되도록 구성하였다. 학습내용 및 개념들의 연결구조는 Fig. 2와 같이 전체적으로는 위계적 구조를 유지하면서 관련 내용이나 개념들을 쉽게 관련지어 확인할 수 있도록 거미망 구조로도 연결시켰다.

흐름도 작성

학습 과정에 대한 전체적인 흐름은 Fig. 3과 같다. 즉 학습 시작 파일을 가동시키면 로고 화면 및 학습

Table 2. Level analysis of 'Moon motion' unit

단원명	소단원	학습과제	탐구수준			개념수준			비고
			상	중	하	상	중	하	
달의 운동	달표면 탐사	달표면 관찰	개념 활동				○		○ 심화: 달에 있는 암스트롱의 발자국은 언제까지 남아 있을까?
	달크기 측정	달크기 측정	개념 활동	○			○		
	달의 공전	모양 변화	개념 활동	○				○	보충: 달의 위상변화
		삭망월 항성월	개념 활동	○			○		
	달의 자전	달의 자전	개념 활동		○		○		보충: 달의 뒷면은 왜 보이지 않을까?
	일식과 월식	일식	개념 활동	○			○		
		월식	개념 활동	○			○		○ 심화: 월식은 왜 매달 일어나지 않을까?
	밀물과 썰물	조석	개념 활동	○			○		○ 보충: 모세의 기적에서처럼 바닷길이 열리는 현상을 설명해보자.
		사리와 조급	개념 활동	○			○		○ 심화: 조개잡이를 하려면 음력 며칠 정도가 좋을까?

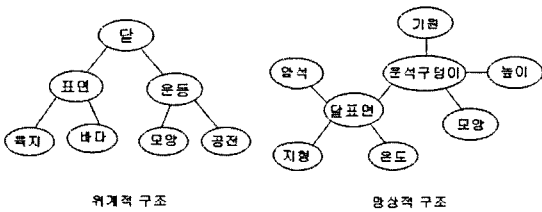


Fig. 2. Link of learning contents.

에 대한 안내가 제시되고, 학습 메뉴에 따라 학습 목표가 제시되도록 하였다. 그리고 관련 학습 내용이 제시되면 학습을 해나간다. 학습 후에는 형성평가를 통해 목표도달 여부를 판단하고 피드백 자료도 제공하도록 구성하였다.

화면설계

화면 설계는 준비된 교수 설계 자료를 컴퓨터 화면상으로 옮기기 위한 과정이다. 이를 위해 본 연구에서는 다음과 같은 사항을 고려하여 화면설계를 실시하였다.

- ① 학습자의 필요에 따라 학습 주제를 쉽게 선택할 수 있도록 한다.

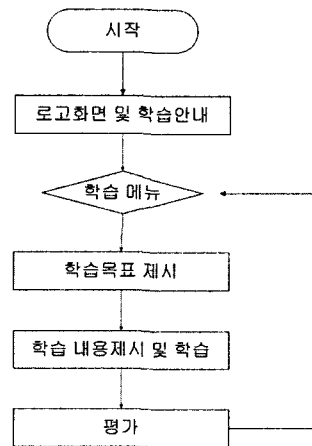


Fig. 3. Learning flow.

- ② 텍스트, 정지 영상, 동영상 등의 수나 배치를 적절히 하여 안정감있는 화면을 구성한다.
- ③ 상호작용 효과를 극대화할 수 있도록 구성한다.
- ④ 화면 배경의 배색, 글자의 색깔 등은 안정감 있게 한다.
- ⑤ 보충 및 심화 내용 등은 팝업 창을 적절히 활용한다.

⑥ 화면의 이동을 용이하게 구성한다.

WBI의 제작

본 연구에서 기본적으로 활용한 WBI 기본 저작도구는 툴북이다. 툴북에서는 상호작용의 가장 기본 기능인 드래그 앤 드롭 기능을 쉽게 활용할 수 있고, 간단한 스크립트를 작성하여 상호작용적인 프로그램을 역동적으로 구현할 수 있다. 툴북으로 제작된 프로그램은 웹버전으로 즉시 변환이 가능하다. 애니메이션 저작도구로는 플래시를 활용하였다. 그리고 웹 에디터로는 Namo를 활용하였다. 이미 얻어진 화면 설계된 내용에 대해 이러한 도구들을 함께 활용하여 상호작용형 WBI로 개발하였다.

자료 가공 및 수정

상호작용형 WBI 개발 후, 누락된 내용은 없는지, 글자나 그림의 크기나 배색은 적절한지, 학습 진행시 불편함이나 오류는 없는지를 검사하였다. 이런 검토는 먼저 본 연구자가 실시한 다음 과학교사 20명에게 검토요청을 하여 그 문제점들을 수정보완 하였다. 또 현장 투입 후, 학습자들에게도 의견을 들어 수정·보완하였다.

현장 투입

개발된 WBI는 과학교사 20명에게 의뢰하여 그 질적 수준을 확인받았고, 중학교 3학년 49명에게도 투입하여 그 질적 수준을 조사하였다. 과학교사들에게는 수업 설계 측면에서 학습 목표, 학습내용 수준 및 조직, 수업 전략 등에 대한 의견을 들었다. 또 김광욱(1998)의 교육용 콘텐츠 질을 조사하는 설문지를 토대로 재구성한 설문지를 이용하여 교사와 학생에게 흥미도, 궁금증 해결, 탐구능력 신장, 참여도, 난이도 등 여러 측면에서의 그 가치를 조사하였다. 이러한 조사 결과를 토대로 문제가 있다고 판단되는 WBI 학습 내용은 다시 수정·보완하였다. 그리고 WBI 학습 후 학습자들의 개념 수준의 변화 정도를 알아보기 위하여 10명의 학생을 선정하여 '달의 물리량', '달 표면 관찰', '달의 운동', '달의 모양', '월식' 개념(Table 6. 참고)에 대한 사전·사후에 면담을 실시하였다.

개발 결과

본 연구에서는 학습자의 편리성을 제공하기 위하여



Fig. 4. Learning start.



Fig. 5. Curiosity induction.

총 9개의 소주제와 17개의 가상실험 화면, 20개의 형성평가 문항을 개발하였으며 학습자가 선택적으로 학습할 수 있도록 왼쪽 메뉴 화면에 학습주제를 하였다. 학습 주제는 달의 표면 탐사, 달의 크기 측정, 달의 공전, 달의 자전, 일식과 월식, 밀물과 썰물, 영상자료, 사이버 룸, 형성평가이며 화면의 해상도는 1024×768픽셀로 하였다. 다음은 그 주요 화면이다. 먼저 본 프로그램을 가동시키면 Fig. 4와 같은 일식 동영상 장면이 제시된다.

이때 skip을 누르면 달 운동 학습에 들어가기 전 흥미유발 과제가 Fig. 5처럼 제시된다. 학습의 과정은 순환학습 모형에 따라 상호작용적으로 탐색(탐구) 활동, 개념 정리 개념 적용의 세 단계로 이루어지며 도입시 궁금증이나 흥미를 유발시킨다.

학습자는 Fig. 5와 같은 좌측의 메뉴 화면의 학습 내용을 누르면 학습 목표가 제시되어 달성해야 할 목표를 알도록 한 후, 앞서 궁금하게 생각한 문제를 해결하기 위한 탐구 활동을 상호작용적으로 실시한다. Fig. 6, 7, 8은 그 예이다. Fig. 6은 '달 표면은



Fig. 6. Observation of the Moon surface.



Fig. 7. Variation of the Moon phase.

어떤 모습일까?’에 대한 문제를 해결하기 위해 달의 이곳 저곳을 돌려보고 확대하면서 상호작용적으로 관찰하는 예이다. 학습자는 블록렌즈를 마우스로 드래그하여 달 표면 임의의 위치로 이동시키면 그 부분이 사각형 블록렌즈내에 확대되어 달 표면의 세부적인 특징을 관찰할 수 있다. 확대율은 하단의 + 버튼을 누르면 20배까지 확대된다. 또 우측의 mediaplayer로는 달의 모든 면을 임의로 돌려가면서 자세히 관찰할 수 있도록 구성하였다. 또 좌측 하단에는 심화학습 내용으로 암스트롱의 발자국 내용이 제시되어있다. 이와 같이 학습 내용에 따라 수준별 학습이 필요한 경우, 앞서의 수준분석 결과를 토대로 그 내용을 함께 구성하였다.

Fig. 7은 달이 지구 주위를 공전할 때, 그 모양 변화가 연속적으로 일어나는 ‘태양-지구-달’의 동영상 장면을 보인 후, 화면을 바꾸어 그 상황을 다시 확인하는 화면이다. 즉 지구 위에서 있는 관측자에게 각 위치의 달의 모습이 어떻게 관측되는지 다시 생각하게 한 후, 해당 달의 모습을 정확한 위치에 마우스로

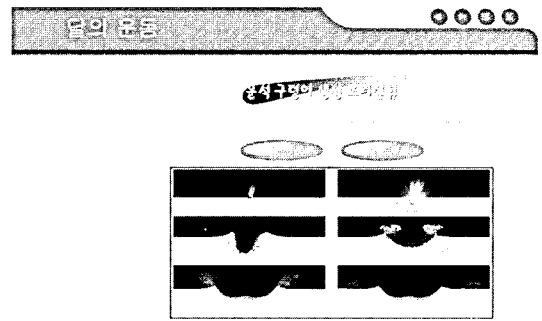


Fig. 8. Procedure of crater formation.

끌어다 두도록 하였다. 만약 잘못 끌어다두면 오답 메시지와 함께 앞서의 달의 모양 변화 원리를 보이는 동영상을 다시 보여주었으며, 맞게 활동하면 메시지와 듣기 좋은 음악으로 격려해주도록 구성하였다. 여기서 초승달의 모습과 그 위치, 그믐달의 모습과 그 위치는 힌트 장면으로 미리 알려주었다.

Fig. 8은 유성체가 달 표면에 떨어질 때, 수직 또는 대각선의 두 방향에서 떨어지는 두 가지 장면을 가상실험으로 보이는 화면이다. 학습자는 수직 하강 및 대각선 하강 버튼 각각을 누르면 해당 내용에 대한 화면이 연속적으로 모두 나타나면서 제시된다. 이렇게 설계한 이유는 그 구체적 과정이 머리 속에 남도록 하기 위함이었다. 이와 같은 가상 실험 전에는 실제 달 표면의 운석 구덩이의 예 여러 곳을 자세히 보여주었으며 가상실험 후에는 그 핵심 개념들을 종합·정리하여 운석 구덩이의 생성 원리를 이해하도록 하였다.

이 외에 달의 크기 측정, 달의 자전, 달의 공전, 일식, 월식, 밀물과 썰물 등 여러 학습 과제에 대한 상호작용적인 탐구활동 및 모의 실험을 실시한 후, 핵심 개념들을 정리하여 ‘궁금증 유발-궁금증 해결을 위한 탐구활동-알게된 원리 및 개념의 정리’의 단계를 유지하였다. 그리고 ‘월식에 대한 탐구 활동 후 ‘일식’ 탐구 활동을 통해 실시하는 것처럼 해당 탐구활동과 유사한 내용이나 상황에 이미 배운 개념을 다시 적용하여 배웠던 개념들을 공고히 할 수 있도록 구성하였다. 그리고 나서 종합적으로 형성평가를 실시하였다. Fig. 9는 삭망월과 항성월의 개념을 알아보기 위해 지구와 달을 마우스로 드래그하여가면서 맞추어보는 형성평가 장면의 예이다. 형성 평가에 대한 답이 틀린 경우에는 다시 시도할 수 있는 기회를 주었다.

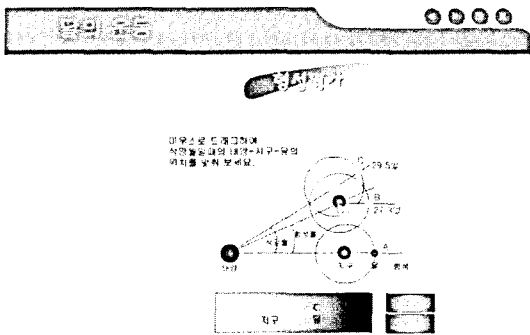


Fig. 9. Evaluation for difference of sidereal month and synodic month.

한편 사이버 룸 내에는 학습자와 학습자, 학습자와 교사 사이에 의견을 나눌 수 있는 토론방과 질문방

이 구성되어 있어서 인터넷상에서 상호작용적으로 문제해결을 할 수 있도록 구성하였다. 또 각종 사이버 실험내용을 한꺼번에 모아 정리하여 학습자 편의에 따라 활용할 수 있도록 주제별로 제시하였다.

적용 및 논의

본 연구에서 개발한 WBI 프로그램의 효용성을 파악하기 위하여 과학교사 20명과 경기도 소재 중학교 3학년 학생 49명을 대상으로 2003년 7월부터 9월까지 3개월간 투입되어 그 효과성을 조사하였다.

프로그램 질에 대한 설문 결과

본 연구에서 개발한 상호작용형 학습 프로그램의

Table 3. Responses on this WBI of students and teachers

항목	반응	응답률(%)	
		학생	교사
1. 이 학습자료는 달의 운동 분야에 대한 흥미를 높일 수 있다고 생각되는가?	크게 높일 수 있다.	86.0	85.0
	조금 높아질 것이다.	6.0	5.0
	별 차이가 없을 것이다.	8.0	5.0
2. 이 학습자료는 달의 운동 분야에 대한 궁금증을 해결 하는데 도움을 줄 수 있다고 생각되는가?	많은 도움이 될 것이다.	88.0	85.0
	약간 도움이 될 것이다.	7.0	5.0
	별 도움이 되지 않을 것이다.	5.0	10.0
3. 이 학습자료는 탐구능력을 신장하는데 도움을 줄 수 있다고 생각되는가?	많은 도움이 될 것이다.	89.0	90.0
	약간 도움이 될 것이다.	6.0	10.0
	별 도움이 되지 않을 것이다.	5.0	0
4. 이 학습자료 활용으로 달의 운동 분야 내용에 대한 학습의 참여도는 어떠한가?	매우 높아질 것이다.	88.0	85.0
	조금 높아질 것이다.	9.0	15.0
	거의 변화가 없을 것이다.	3.0	0
5. 이 학습자료의 난이도는 어떠한가?	높은 편이다.	29.0	40.0
	적당하다.	68.0	60.0
	낮은 편이다.	3.0	0
6. 단원별 학습자료의 분량은 어떠한가?	많은 편이다.	43.0	48.0
	적당하다.	50.0	52.0
	적은 편이다.	7.0	0
7. 이 학습자료를 이용한 학습은 같은 내용의 칠판수업 보다 학습성취도 결과가 어떠하리라고 생각되는가?	더 나올 것이다.	89.0	90.0
	차이가 없을 것이다.	11.0	10.0
	더 낮아질 것 같다.	0	0
8. 이 학습자료는 다른 사람에게 추천할 만한 가치가 있다고 생각되는가?	충분히 있다.	87.0	90.0
	약간 있다.	13.0	10.0
	거의 없다.	0	0
9. 이 학습자료로 학습할 때, 컴퓨터 1대당 몇 명이 적당할까?	1명이 좋겠다.	98.0	90.0
	2명이 좋겠다.	2.0	10.0
	3명 이상이 좋겠다.	0	0
10. 이 학습자료로 학습하는 동안의 애로사항은?	컴퓨터 성능이 너무 뒤떨어졌다.	0	0
	자신의 컴퓨터 지식이 부족했다.	0	0
	거의 없었다.	100	100

질적 수준을 조사하기 위하여 김광욱(1998)의 질문지 내용을 토대로 설문지를 재구성하여 교과교육 전문가 3명 및 대학원생 5명에게 항목의 적절성 및 질문의 타당성 등에 대한 타당도 검증을 받았다. 투입 결과는 Table 3과 같다.

흥미면에서 학생 86%(교사 85%)의 응답자가 본 프로그램이 달의 운동단원에 대한 흥미를 높일 것이고, 학생 88%(교사 85%)의 응답자가 달의 운동단원 학습의 문제 해결에 도움을 줄 수 있을 것이라고 대답하였다. 그리고 교사와 학생 모두 89%이상의 응답

자가 탐구능력 신장에 도움이 될 것이며, 달의 운동 단원분야에 대한 학습 참여도가 높아질 것이라고 응답하였다. 또한 본 프로그램으로 수업을 진행했을 때 가 같은 내용의 칠판수업을 했을 때 보다 '더 나은 것이다'라는 대답이 학생 89%, 교사 90%로 나타났다. 이러한 결과들은 본 학습 프로그램의 내용을 일방적으로 제시하는 것이 아니라 학습자가 학습 내용과 흥미있게 상호작용을 하면서 활동 중심으로 진행된 결과로 보아진다. 또 칠판 수업보다 더 나은 것이라는 응답 결과는 본 달의 운동 학습 내용 자체가 전형적인 천문 공간개념을 포함한 것으로 시간에 따른 공간 상황의 변화를 보이는 데는 칠판 수업보다 유리하기 때문에 그렇게 응답한 것으로 판단된다. 학습 참여도 면에서도 비교적 높은 응답 결과(85% 이상)를 보여주었다. 이것 또한 학습내용과 학습자가 상호작용을 하면서 적극적인 학습이 될 수 있도록 구성한 결과로 보아진다. 다만 학습자들이 생각하는 학습자료의 난이도가 높다는 응답이 약 29%, 학습 자료의 분량이 많다는 응답이 약 43%였다. 이러한

Table 4. Comparison of pre and post test on each science attitude field of learners (N=49)

범주	평균 (100)		t	p
	사전	사후		
과학에 대한 태도	64.41	68.14	-2.165	0.034*
과학의 사회적 의미	73.14	74.8	-0.832	0.423
과학교과에 대한 태도	63.82	64.66	-0.487	0.623
과학적 태도	64.91	66.24	-1.832	0.342

*p < .05

Table 5. Checklist on 'the Moon motion' concept level

단계	학생 면담 내용
1단계 (개념이 전혀 없다.)	<ul style="list-style-type: none"> 학생이 질문에 대한 문답에서 구체적인 어느 것도 정확히 말할 수 없다.
2단계 (개념을 혼동하고 있다.)	<ul style="list-style-type: none"> 달에 대해서 어렴풋한 개념을 가지고 있다. 달의 물리적 특징(크기, 표면의 모습 등)에 대해 정확한 개념을 갖고 있지 못하다. 학생들이 달의 운동과 관련된 기본적인 개념(달의 자전과 공전, 달의 모양 변화 등)과 관련한 적절한 전문용어에 대한 지식이 부족하다.
3단계 (불완전하고 부정확한 개념을 가지고 있다.)	<ul style="list-style-type: none"> 학생들이 달의 운동과 모양 변화에 대해 적어도 하나 이상에 대해 대체 개념들을 가지고 있다. 단편적인 개념은 이해하고 있으나(달의 공전에 따라 햇빛을 반사하는 면이 달라져 달이 모양 변화를 한다), 그와 관련된 현상들(달이 공전을 하면서 태양과 지구 및 달의 상대적인 위치가 달라지고, 그로 인해 달의 모양이 변한다)에 대해서는 불완전하거나 부정확한 개념을 가지고 있다. 달의 모양과 뜨는 시각에 대해 정확히 알지 못한다. 학생들이 보름달과 월식이 일어날 경우의 차이와 월식이 일어날 때 지구가 어떤 역할을 하는지 상세하게 설명할 수 있다.
4단계 (부분적인 이해를 갖고 있다.)	<ul style="list-style-type: none"> 학생들이 낮에 뜨는 달에는 어떤 것들이 있는지 알고 있으나, 이들의 차이를 정확하게 구별할 수 없다. 학생들은 월(일)식이 지구와 달, 태양이 일직선으로 정렬되어 있을 때, 일어난다는 기본적인 개념을 알고 있다. 즉, 학생들은 월식이 일어날 때의 천체 위치를 지적할 수 있으나, 보름달과 월식 사이의 차이를 정확히 구별하는 데에는 궁색하다. 학생들은 지구의 그림자가 월식을 일으키는 역할을 한다는 것을 알고 있으나, 그것의 정확한 이유를 분명히 할 수 없다.
5단계 (정확히 이해하고 있다.)	<ul style="list-style-type: none"> 학생들이 달의 공전과 모양 변화에 대해 정확히 알고 있다. 학생들이 달의 모양과 뜨는 시각을 정확히 알고 있다. 학생들이 달이 지구의 그림자 속에 들어갈 때 월식이 일어나는 것을 이해한다. 또한 학생들은 달이 지구의 그림자 속에 들어가기 위해서는 지구, 달, 태양이 정확하게 일직선으로 배열되어야 한다는 것을 알고 있다. 학생들은 월식과 일식의 위치를 정확하게 지적해 내고, 달의 모양 변화와 월식들의 차이를 구별할 수 있다.

결과는 달의 운동 관련 학습 내용 자체가 추상적 사고가 요구되는 천문 공간개념 내용이 대부분인 것과 달의 운동 관련 학습 내용을 다양하게 수준별로 구성한 결과 그 내용이 다소 많아졌기 때문으로 보아진다. 그리고 컴퓨터를 이용한 학습면에서는 최신 기종의 보급 및 멀티미디어 실의 확보로 큰 애로점 없이 충분히 학습활동을 할 수 있음을 보이고 있다.

과학 태도 변화

본 연구에서 개발한 프로그램을 2개월 동안 투입한 후 학습자들의 과학에 관련된 태도(Munby, 1980) 변화를 조사하였다. 그 결과 Table 4와 같이 과학에 대한 태도에서는 유의미한 변화가 있었으나($p < .05$), 다른 범주에서는 유의미한 차이가 없었다. 이러한 결과는 본 프로그램이 비교적 흥미있게 구성된 점과

Table 6. Frequency variation of ‘the Moon motion’ concept level through pre and post Interview (N=10)

관련 개념	면담 평가 내용	투입 시기	개념 정도				
			1단계 개념이 없음	2단계 개념을 혼동하고 있다.	3단계 불완전 및 부정확한 개념을 가지고 있다.	4단계 개념에 대해 부분적인 이해를 하고 있다.	5단계 개념을 정확히 이해하고 있다.
달의 물리량	· 지구에 대한 달의 상대적 크기는?	투입전 투입후	3 2	3 1	2 4	2 3	2
	· 달에 가서 걸으면 지구와 어떤 차이?	투입전 투입후	2 2	3 2	3 2	2 3	3
달표면 관찰	· 달표면은 어떤 모습일까?	투입전 투입후	1 3	3 2	3 1	3 4	3
	· 달표면의 구멍이는 어떤 원인 때문에 생긴 것일까?	투입전 투입후	3 4	2 3	4 3	1 3	3
달의 운동	· 달표면은 왜 항상 같은 무늬의 모습일까?	투입전 투입후	4 4	3 2	1 3	2 2	3
	· 달은 지구에 대해 어떻게 운동할까?	투입전 투입후	4 3	3 1	1 3	2 4	2 1
달의 모양	· 달이 관측되는 위치는 왜 매일 조금씩 변할까?	투입전 투입후	3 1	3 2	2 4	2 3	
	· 달이 지구를 한 바퀴 도는 데는 얼마의 시간이 걸릴까?	투입전 투입후	2 2	4 3	2 3	2 2	
달의 모양	· 달의 모양은 왜 매일 변할까?	투입전 투입후	3 4	2 1	4 3	1 4	2
	· 보름달은 음력으로 며칠에 볼 수 있을까?	투입전 투입후	4 5	2 2	1 3	3 2	3
달의 모양	· 낮 달에는 어떤 것들이 있는가?	투입전 투입후	5 4	2 3	1 3	2 2	3
	· 초승달과 보름달은 언제 어느 하늘에서 뜨는가?	투입전 투입후	4 3	2 3	1 3	3 2	2
월식	· 월식이란 무엇인가?	투입전 투입후	2 3	3 2	2 2	2 3	1 3
	· 월식은 왜 생기는가?	투입전 투입후	3 1	2 2	2 2	3 2	3
월식	· 월식 현상은 언제 생기나?	투입전 투입후	3 5	3 2	2 3	2 3	2
	· 월식 현상은 왜 매달 볼 수 없을까?	투입전 투입후	5 3	2 3	2 3	3 3	2

천문학 현상의 정교성에 기인한 과학에 대한 태도 하위 요소가 과학에 대한 흥미, 과학의 신뢰성 등으로 구성된 결과로 판단된다. 이에 비하여 비교적 장시간의 시간이 요구되는 과학적 태도, 과학의 사회적 의미, 과학교과에 대한 태도 부분에서는 변화가 없었다. 여기서 하나의 시사점은 과학 학습 프로그램을 흥미있게 의미있게 상호작용적으로 잘 구성하면 과학에 대한 부정적인 인식을 갖고 있는 학생들을 긍정적으로 변화시킬 수 있다는 점이다. 그리고 여러 과학 태도의 여러 범주에서 의미있는 변화를 이끌어내려면 학습자 중심의 지속적이고 체계적인 교육이 이루어져야 할 것이다.

면담을 통한 개념 수준 파악

본 연구에서 개발한 상호작용형 학습프로그램을 활용한 학습자들의 개념 수준의 변화를 알아보기 위하여 Barnett and Mogam(2002)의 체크리스트를 참고하여 '달의 운동' 개념 수준 평가표를 Table 5처럼 작성하였다.

이를 토대로 10명의 학습자들에게 수업 전후에 면담을 결과를 Table 6에 제시하였다. 이러한 결과를 토대로 프로그램 투입 전·후의 개념 수준을 비교한 결과, 투입 후 개념을 이해하는 비율이 평균 35%정도 증가하는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 수업을 진행했으므로 학습 방법에 따라 다소의 차이가 있겠으나 당연한 결과이다. 하지만 면담을 통해 새롭게 확인할 수 있었던 점은 달의 운동과 관련된 개념이 아예 없는 학습자들은(1단계), 학습 후 거의 모두 그 보다 높은 수준의 개념을 갖게 되었으나 개념을 혼동하고 있는 경우(2단계), 부정확 개념을 갖고 있는 경우(3단계), 부분적인 개념을 갖고 있는 경우(4단계)에는 보다 높은 개념 수준 단계로 향상은 되어나갔지만 여전히 혼란스런 상태로 남아있는 학습자들이 많았다. 이러한 결과는 달의 운동 관련 개념이 추상적인 내용이 많았던 점, 교수 설계 및 교수 방법이 완전치 못했던 점, 학습자들이 스스로의 경험을 토대로 형성된 대체적 개념의 안정성 등 때문으로 판단된다. 따라서 달의 운동 내용에 대한 학습이 효과적으로 수행되도록 하기 위해서는 학습자들의 선개념을 충분히 파악하여 반영하여야 하며, 추상적인 내용이 많은 달의 운동 학습 내용을 영상화(구체화) 및 수준화하여 학습자들의 인지수준에 맞는 내용을 선택하여 상호작용적으로 학습할 수 있도록 설계·구현해야 할 것이다.

결론

본 연구에서 얻은 결론은 다음과 같다.

첫째, 본 연구에서 개발한 상호작용형 WBI 학습 프로그램을 학생 및 교사에게 투입한 결과, 응답자들의 85%이상이 흥미, 궁금증 해결, 탐구능력 신장, 참여도 향상에 도움이 될 수 있다고 응답하였다. 이러한 결과는 본 프로그램을 교육과정 분석, 수준 분석을 체계적으로 실시하여 상호작용적으로 교수설계하여 구현한 결과로 판단된다. 난이도 및 학습 분량 면에서는 대부분의 학습자들이 적당하다고 응답했지만 다소 힘들어하는 학습자들도 있었다. 따라서 학습 프로그램의 상호작용 기능은 최대한 살리되 난이도 및 학습 분량은 적절히 수준별로 나누어서 개발할 필요가 있다고 판단된다. 전체적으로 본 연구에서 개발한 프로그램의 평가에 대한 모든 항목에서 긍정적으로 응답한 점으로 보아 중학교 '달의 운동' 학습 과정시 활용가능하다고 판단된다.

둘째, 본 연구에서 개발한 학습 프로그램 투입 후, 과학에 관련된 태도 변화를 조사한 결과, 과학에 대한 태도 항목에서 유의미하게 향상($p=0.034$)된 결과를 보여주었다. 이러한 결과는 본 WBI가 과학과 학습에 대한 부정적인 인식을 갖고 있는 학생들의 인식을 긍정적으로 변화시키는데 기여할 수 있음을 암시한다. 즉 과학 학습 내용을 보다 흥미있게 역동적으로 안내하면 과학에 대한 인식 변화를 이끌어낼 수 있음을 알 수 있다.

셋째, '달의 운동' 개념 파악 면담 평가 체크 리스트를 이용하여 프로그램 투입 전·후 10명의 면담자에게 면담을 통해 개념 수준의 변화를 알아본 결과, 전체적으로는 낮은 수준의 개념 단계에서 높은 수준의 개념 단계로 향상되었지만, 빈도수 자체의 변화는 크지 않았다. 따라서 많은 학습자들이 갖고 있는 선개념을 미리 파악하여 반영한 교수설계, 수준별 내용 분석 및 교수 설계, 추상적인 개념의 영상적 구체화 등을 통한 체계적인 콘텐츠의 개발이 더 세밀하게 이루어져야 할 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 학술진흥재단 연구비 지원(KRF-2003-005-C00034)에 의해 수행되었다. 본 논문을 심사해주신 부산대학교 김상달 교수님과 이름을 밝히지 않은

두 분께 감사드립니다.

참고 문헌

교육부, 1997, 과학과 교육과정, 교육부 고시 제 1997-15호 (별책 9), 101 p.
 김봉섭, 1999, 학습자의 특성에 따른 지구와 달의 운동 개념 형성. 한국교원대학교대학원 석사학위 논문, 45 p.
 김광욱, 1998, 효과적인 지구과학 학습을 위한 대기과학 분야의 인터넷용 멀티미디어 학습 프로그램 개발, 공주대학교교육대학원 석사학위 논문, 39 p.
 김희수, 2002, 웹기반 지구과학교육에서 가상현실 기술의 활용. 한국지구과학회지 23 (7), 531-541.
 백영균, 1998, 웹기반 학습의 설계, 양서원, 378 p.
 허성호, 2000, 지구와 달의 운동에 대한 초등학교 교사들의 개념. 한국교원대학교교육대학원 석사학위 논문, 56 p.
 Barnett, M. and Mogarn, J. 2002, Addressing children's alternative frameworks of the Moon's phases and eclipses. INT. J. EDUC., 24 (8), 859-879.
 Dick, W., and Carey, L. 1990, Systematic Design of Instruction (3rd ed.), Harper Collins Publisher, 30-50.
 Moore, M. G., and Kearsley, G. 1996, Distance Education,

Belmont: Wadsworth Publishing Company. 양영선, 조은순 (1998) 역. 원격교육의 이해와 적용: 서울 예지각, 355 p.
 Munby, H. 1980, An evaluation of instruments which measure attitudes to science. In C.Mcfadden (ED.), 85-99.
 Relan, A. and Gillani, B. 1997, Web-based information and the traditional classroom: Similarities and differences. In Badrul H. Khan (ed.), Web-based instruction, NY: Englewood Cliff, Educational Technology Publications. 41-46.
 Sadler, P. M. 1987, Misconception in Astronomy. Misconceptions and Educational Strategies in science and mathematics, Cornell University Ithaca, NY: USA, 424-425.
 Trundle, K. C., Atwood, R. K. and Christopher J. E. 2002, Preservice elementary teacher's conceptions of Moon phase before and after instruction. Journal of Research in Science Teaching. 39 (7), 633-658.
 Wood, D. A. 1974, The Piaget process Matrix. School Science and mathematics. LXX IV (5), 402-472.
 Youngblut, C. 1998, Educational use of Virtual Reality Technology. Institute for Defense Analyses. IDA Document D-2128. Log: H98-000105.

2004년 5월 21일 원고 접수
 2004년 10월 5일 수정원고 접수
 2004년 11월 13일 원고 채택