애니메이션 모듈이 지구과학 영재학생들의 별의 일주운동 개념 변화에 미치는 효과

조규성¹ · 정덕호² · 김보희¹ · 박경수¹ · 박경진^{1,*}

¹전북대학교 과학교육학부, 561-756, 전북 전주시 덕진구 덕진동 664-14

²전북대학교 과학영재교육원, 561-756, 전북 전주시 덕진구 덕진동 664-14

The Effects of Astronomical Animation Module on Earth Science Gifted Students's Conceptual Change of Diurnal Motion

Kyu-Seong Cho¹, Duk-Ho Chung², Bo-Hee Kim¹,
Kyeong-Su Park¹, and Kyeong-Jin Park^{1,*}

¹Division of Science Education, Chonbuk National University, Jeonbuk 561-756, Korea

²Science Education Institute for the Gifted, Chonbuk National University, Jeonbuk 561-756, Korea

Abstract: The purpose of this study is to investigate the effects of astronomical animation module on students' conceptual change regarding the concepts of diurnal motion of stars. Four students participated in this study, who never learned about the diurnal motion of stars. An animation module was developed by using Flash MX to readily understand the concept of space. In addition, we inserted a teacher's voice with supplementary materials into the animation module to help students learn individually. The animation module was comprised of the movement of the Earth, the Moon and the planet. The earth science gifted students' preconception on diurnal motion of stars was analyzed with pre-test using questionnaires and interviews. After the instruction with animation module, the effect of conceptual change was examined by comparing pre and post-test. The results indicated that three students correctly presented about the motion of the star by all directions in middle latitude. Four students showed their understanding that stars travelled straight in all directions. Finally, all of four students whose preconceptions were that the star rotated perpendicularly showed the conceptual change of diurnal motion that the star traveled diagonally.

Keywords: animation module, diurnal motion, conceptual change

요약: 본 연구는 애니메이션 모듈을 활용한 수업이 학생들의 별의 일주운동 개념변화에 얼마나 효과적인지 알아보기 위한 것이다. 이를 위해 별의 일주운동을 학습하지 않은 학생 4명을 연구 대상으로 선정하였다. 애니메이션 모듈은 Flash MX를 사용하여 3차원적 공간개념을 이해하기 쉽게 개발하였다. 또한, 개별학습이 용이하도록 교사가 육성 녹음한 내용을 삽입하였고, 보충 학습자료를 제시하였다. 애니메이션 모듈은 태양계의 운동 단원으로 지구의 운동, 달의 운동, 행성의 운동으로 구성되었다. 애니메이션 모듈을 적용하기 전에 질문지와 면담을 통해 학생들의 별의 일주운동에 대한 선개념을 분석하였다. 애니메이션 모듈을 활용한 학습 후 사후 검사를 실시하고 사전 검사와 비교하여 개념 변화를 알아보았다. 그 결과, 중위도 방위별 별의 움직임을 제대로 표현하지 못한 3명의 학생은 모든 방향에 걸쳐 정확하게 나타났다. 그리고 4명의 학생들이 별의 일주운동 모습이 모든 방향에서 직선 형태로 움직인다고 생각하였다. 또한, 중위도에서 별이 움직이는 각도가 직각으로 움직인다고 생각했던 4명의 학생 모두 비스듬하게 움직이는 것으로 개념이 변화하였다.

주요어: 애니메이션 모듈, 별의 일주운동, 개념변화

*Corresponding author: ramsespark@jbnu.ac.kr

Tel: 82-63-270-2801

Fax: 82-63-270-2802

서론

21세기 들어 지식의 양이 폭발적으로 증가함에 따라 학문의 영역은 갈수록 확대되고 있다. 이에 따라 일선 학교에서도 변화한 시대에 맞는 강의 방식을 사용하기 위해 전통적인 설명식 수업에서 벗어나 학생들의 흥미와 관심을 높이고 학습의 효과도 극대화할 수 있는 다양한 종류의 ICT 학습자료가 개발되고 있다(Smaldino and Thompson, 1990). 이러한 ICT 학습자료 중 하나인 애니메이션 기법은 여러 개의 정지 영상을 차례로 보여줌으로써 화면이 움직이는 것과 같이 보이도록 하는 방법이다. 이를 활용한 애니메이션 모듈은 살아 움직이는 생동감을 표현할 수 있고, 가상적인 것을 시각적으로 나타낼 수 있어 직접 관찰하기 힘든 자연 현상을 사실적으로 묘사할 수 있다(박주서, 2010). 그래서, 기존의 수업이나 실험에서는 느끼기 힘든 사실적인 감각을 효과적으로 재현함으로써 학습자의 학업 성취 의욕은 물론 과학적 태도와 같은 정의적 측면에서도 매우 효과적이다(이용섭 외, 2004; Krajcik, Simmons and Lunetta, 1998).

지구과학의 학문적 특성은 시·공간적으로 광범위한 범위를 취급하며 3차원적 공간에서 다양한 원인에 의해 일어나는 경우가 많아 원인을 밝히는데 어려움이 있다(이원국 외, 2000). 특히 천체의 운동과 같은 개념은 추상적일 뿐 아니라 고차원적인 특성을 가지고 있기 때문에 대부분의 학생들이 매우 어려워하고 그로 인해 학습에 대한 흥미도 감소된다(명진옥, 2001; 변재성 외, 2004). 이는 천체의 운동과 같은 3차원적인 공간에서 나타나는 현상을 제대로 이해하기 위해서는 형식적 사고의 수준이 요구되지만(심기창 외, 2005), 학생들의 인지 발달이 이에 미치지 못하기 때문에 이해하는데 어려움을 겪는 것이라 할 수 있다(이경훈과 임종옥, 2010; 구자홍, 2000).

천체의 운동과 같이 높은 사고 수준을 요구하는 개념을 이해하기 위해서는 학생 스스로 천체의 운동을 관측해보고 과학적으로 사고해 보는 것이 가장 효과적일겠지만(송완숙, 2003; 심기창 외, 2005), 입시 위주의 교육 환경에서 많은 시간과 노력이 요구되는 이러한 활동을 하기란 쉽지 않다. 이러한 문제를 극복하기 위한 방법으로 지구과학에서도 애니메이션 모듈과 같은 기법을 활용한 학습자료의 개발이

이루어졌으며(이용섭 외, 2004), 이를 수업에 적용해 본 결과 학업성취도, 자기주도적 학습능력 및 과학적 태도 변화 등에 매우 효과적인 것으로 나타났다(이원국 외, 2000; 나재준 외, 2010).

최근 천체의 운동이 학생들의 인지적 발달에 따른 공간지각 능력에 따라 학생들이 이해하는 개념에 차이가 있다는 연구 결과가 보고되고 있다(이경훈과 임종옥, 2010; 구자홍, 2000). 그래서 학습자료를 개발하는 데에도 학생의 인지 수준에 맞는 학습자료를 개발하는 것이 무엇보다 중요하다(이경훈과 임종옥, 2010). 그러나 기존의 연구는 학습자료 개발 및 적용에 따른 과학적 태도의 변화와 같은 양적 변화에 초점을 두고 연구되었을 뿐 학습자료를 활용한 수업 후 학생들이 가지는 개념이 어떻게 변화하였는지 분석한 연구는 찾아보기 힘들다.

따라서, 본 연구는 ‘태양계의 운동’을 효과적으로 학습하기 위한 애니메이션 모듈 학습자료를 개발하고 적용하였을 때 학생들의 선개념이 어떻게 과학개념으로 변화하는지 알아보기 위한 것이다. 이를 위해 태양계의 운동에 대한 애니메이션 모듈을 활용한 학습자료를 개발하고 태양계의 운동 단원 중 별의 일주운동 단원을 선정하여 수업을 실시하였다. 별의 일주운동은 태양계의 운동 중의 하나인 지구의 운동에 의해 나타나는 현상으로 3차원적인 공간에서 나타나기 때문에 학생들이 매우 어려워한다. 이를 효과적으로 학습하기 위해서는 별의 일주운동을 시각적으로 나타낼 수 있는 학습자료가 필요한데 그 방법 중 하나가 애니메이션 모듈이다. 따라서, 애니메이션 모듈을 활용한 학습자료를 개발하고 적용하였을 때 학생들이 가지고 있는 별의 일주운동에 대한 개념이 어떻게 변화하였는지 비교하여 학습자료의 효과를 검증할 수 있다. 이를 위해 먼저 학생들이 어떠한 선개념을 가지고 있는지 알아보고 애니메이션 모듈을 활용한 수업 후 개념이 어떻게 변화하였는지 분석하였다. 이에 본 연구에서의 구체적인 연구 내용은 다음과 같다.

첫째, 태양계의 운동에 대해 학생들은 어떠한 선개념을 가지고 있는지 확인한다.

둘째, 태양계의 운동 단원을 효과적으로 학습하기 위한 애니메이션 모듈을 개발한다.

셋째, 애니메이션 모듈을 활용한 수업이 학생들이 가지고 있던 개념을 어떻게 변화시켰는지 분석한다.

연구 방법 및 절차

연구 절차

본 연구는 ‘태양계의 운동’ 단원을 학습하기 위한 애니메이션 모듈을 개발하고 개발된 학습자료가 학생들의 과학개념을 확립하는데 얼마나 효과적인지 알아보기 위한 것이다. 따라서 이를 검증하기 위한 절차는 다음과 같다.

첫째, 애니메이션 모듈을 활용한 수업을 하기 전 학생들이 태양계의 운동과 관련하여 이미 알고 있는 개념이 무엇인지 알아보기 위해 14명(남자 11명, 여자 3명)을 대상으로 별의 일주운동이 생기는 이유, 위도별·방향에 따른 별의 일주운동 모습, 계절의 변화가 생기는 이유, 달의 위상 변화와 같은 내용을 묻는 질문지를 제작하여 답하게 하여 학생들이 가지고 있는 선개념을 분석하였다.

둘째, 연구자는 교육과정과 답변 내용을 분석하여 애니메이션 모듈을 활용한 ‘태양계의 운동’ 단원을 효과적으로 학습하기 위한 학습자료를 개발하였다. 개발된 학습자료의 효과를 알아보기 위해 일선 학교 교사 30명을 대상으로 학습자료를 활용하게 한 후 WBI 평가 검사지 중에서 핵심이 되는 8문항을 발췌하여 반응을 조사하고 부족한 부분을 수정 보완하였다.

셋째, 개발된 애니메이션 모듈이 과학개념을 확립하는데 얼마나 효과적인지 알아보기 위해 태양계의 운동 단원 중 지구의 운동과 관련이 있는 별의 일주운동 단원에 대한 수업을 실시하였다. 학습자료의 효과를 알아보기 위해 태양계의 운동 단원에 대한 12차시의 내용 중 수업은 별의 일주운동에 대해 1시간씩 2차시에 걸쳐 실시하였으며, 학습자료를 활용한 수업 후 교사는 학생들의 질문에 답하여 학생들의 사고를 촉진시키는 조력자의 역할을 하였다.

넷째, 애니메이션 모듈을 활용한 수업을 실시하기 전과 후의 질문지를 비교하여 학생들의 개념이 어떻게 변화하였는지 알아보았다.

연구 대상

개발된 애니메이션 모듈의 효과를 알아보기 위해 전라북도 소재 과학영재교육원 중등지구과학반 기초과정(7학년)에서 수학 중인 학생 14명을 선정하였다. 이들을 대상으로 태양계의 운동과 관련된 질문지에 답하게 한 결과 성실하게 답하지 않은 학생과 태양계의 운동을 체계적으로 이해하고 있는 학생을 제외

한 5명의 학생(남자 4명, 여자 1명)을 연구 대상으로 선정하고 학생들의 선개념을 분석하였다. 사후검사에 서는 이 중 1명이 개인적인 사정으로 참여하지 못하여 학생 4명(남자 3명, 여자 1명)을 최종 연구대상으로 선정하였다. 이들은 수학, 과학, 창의성 검사로 이루어진 지필검사를 통해 1차 선발된 후 각자 적성에 따라 지구과학반을 선택한 학생으로 누구보다 지구과학에 대한 관심이 높고 일반 학생에 비해 공간적인 개념이 요구되는 태양계의 운동을 이해하는 데 무리가 없을 것으로 생각되었기 때문에 연구대상으로 선정하였다. 또한 본 연구를 위해 개발한 천체의 운동과 관련된 내용이 10학년의 교육과정에서 다루고 있기 때문에 선행 학습을 받은 경험이 없어 애니메이션 모듈의 효과를 판단하는 데 기존의 학습경험이 평가 결과에 영향을 미치지 않을 것으로 판단되었다.

태양계의 운동과 관련된 과학 및 지구과학 교육과정 분석

태양계의 운동과 관련된 학습자료를 개발하여 수업에 활용하기 위해 2007 개정 교육과정(교육과학기술부, 2007)을 분석하였다. 태양계의 운동은 과학과 7차 교육과정(1997)과 비교하여 기존의 5학년 ‘태양과 가족’, 8학년의 ‘지구와 별’, 10학년의 ‘지구’ 등에서 다루던 태양계 내용을 5학년의 ‘태양계와 별’, 8학년의 ‘태양계’의 2개 단원으로 재구성하였다. 5학년 ‘지구와 달’, ‘태양계와 별’에서는 낮과 밤이 생기는 이유를 지구 자전과 관련지어 생각해 보기, 계절별로 별자리가 달라지는 이유 등의 요소를 포함하고 있다. 8학년의 ‘태양계’ 단원은 지구, 달, 태양의 물리적 특성에 대한 내용으로 구성되었으며, 10학년의 ‘천체의 운동’ 단원은 지구의 운동, 달의 운동, 행성의 운동과 관련된 현상을 이해하는 요소가 포함되어 있다. 선택교과 중심 교육과정에서 지구과학 I은 망원경, 우주탐사, 외계 생명체 존재 조건 등의 내용을 포함하여 천체의 운동과는 관련성이 적다. 지구과학 II는 ‘천체와 우주’단원에서 좌표계와 별의 물리량, 별의 진화 및 은하에 대한 요소로 구성되어 있다(Table 1). 특히 본 연구와 밀접한 연관이 있는 ‘태양계의 운동’ 내용이 7차 교육과정에서는 9학년에서 가르치다가 2007 개정 교육과정(교육과학기술부, 2007)에서는 대부분 10학년으로 이동하였다. 이는 태양계의 운동 단원이 학생들에게 과도하게 어렵게 느껴져 과학에 대한 흥미를 저하시킬 수 있기 때문에 학생들의 연령

Table 1. The revised curriculum in 2007 related with ‘movement of the solar system’

Subject (grades)	Chapter	Learning contents
Science (5th)	Earth and moon Solar system and star	Cause of daylight/night Constellation of season
Science (8th)	Solar system	Characteristic of solar system
Science (10th)	Movement of celestial bodies	The earth’s revolution and rotation The cause of seasonal change Apparent motion of planet
Earth science (12th)	Celestial bodies and space	Movement of planet

Fig. 1. Teaching-learning materials using animation module.

대별 발달단계를 고려하여 10학년으로 이동한 것이다(곽영순, 2007). 교육과정을 분석한 결과를 통해 볼 때 태양계의 운동이 학생들에게 매우 어렵게 인식되고 있기 때문에 학생들의 이해를 도울 수 있는 학습자료의 개발이 반드시 요구된다.

애니메이션 모듈 개발

‘태양계의 운동’에서는 지구의 운동, 달의 운동, 행성의 운동에 관한 주제로 제시되고 있으나 단원의 특성상 탐구실험보다는 여러 가지 현상에 대하여 오랜 시간동안 관찰을 필요로 하는 주제가 많다. 그래서 관심있는 학습과제에 대한 해답을 스스로 정리할 수 있도록 학습할 수 있는 형태로 자료를 개발하였다. 또한 애니메이션 기법을 활용하여 대부분의 학생들이 어렵게 생각하는 3차원적 공간 개념을 이해하기 쉽게 제시하였다. 즉, 입체적인 사고가 필요로 하는 천문학적 개념을 플래시 애니메이션 기법을 사용하여 천구라는 입체적 공간에서 천체가 움직이는 학습자료를 개발하였다(Fig. 1). 또한, 학생들이 개념을 이해하는 데 도움이 되도록 학습에 필요한 별도의

Fig. 2. Screen configuration of animation module.

보충 학습자료를 개발하여 제시하였다.

화면의 구성

본 연구에서 개발한 애니메이션 모듈의 주요 저작 도구는 웹 애니메이션 제작 프로그램인 Flash MX를 사용하였다. 학습자료를 실행시키면 Fig. 2의 A와 같은 intro 화면이 나타난다. Intro 화면 하단부의 Click 버튼을 누르면 Fig 2의 B의 화면으로 이동하여 각 소단원의 주요 학습 내용에 대한 플래시 화면이 나타나게 구성하였다. 해당 그림을 클릭하면 C와 같은 화면으로 이동하여 학생 스스로 애니메이션 모듈을 활용하여 학습할 수 있도록 설계하였다. 여기에서는 집단 학습보다는 개별 학습의 효과가 크다는 연구 결과(정상목 외, 2005)에 따라 교사가 직접 육성 녹음한 강의 내용을 삽입하여 학생들이 교사와 일대일로 학습하는 것과 같은 효과를 내어 학습효과를 극대화시켰다. 그리고 각 화면마다 학생들이 이해해야 할 주요 개념에 대해 하단 부분에 질문으로 제시하여 다시 한번 상기하도록 하였다. 이 화면의 오른쪽 하단에 있는 ©버튼을 클릭하면, 학생들이 구체적으

Table 2. Contents of teaching-learning material made for 'movement of the solar system'

Section	Main learning contents in animation module
1. Movement of Earth	<ul style="list-style-type: none"> • Diurnal motion of celestial bodies • Orbit changes of artificial satellite • Annual motion of sun • Seasonal change
2. Movement of Moon	<ul style="list-style-type: none"> • Lunar phases change • Synodic month and Sidereal month • The moon's rotation and revolution • Solar eclipse and lunar eclipse
3. Movement of Planet	<ul style="list-style-type: none"> • The planet's orbit of revolution • Apparent motion of inner planet • Apparent motion of outer planet • Physical quantity of planet

로 알고자 하는 학습 내용에 대한 요약정리가 탑재되어 있다(Fig. 2D).

학습자료 내용

‘태양계의 운동’ 단원은 공간적인 감각을 필요로 하는 내용이 많기 때문에 공간능력이 낮은 학생들은 이해하기 어렵다. 특히, 지구의 자전에 의해 나타나는 다양한 현상이나 별의 일주운동 모습이 하늘의 방향에 따라 왜 변화하는지에 대해 이해하지 못하는 학생들이 많다. 이를 위하여 애니메이션 모듈을 활용하여 공간적으로 천체가 움직이는 과정을 시각화함으로써 학생들이 이해하기 쉽도록 학습자료를 개발하였다. 학습자료는 지구의 자전과 공전에 의해 생기는 다양한 현상, 달의 위상 변화가 어떻게 일어나는지, 행성의 운동 중 내행성과 외행성의 운동 모습은 어떻게 되는지에 대한 내용을 애니메이션 모듈을 활용하여 제작하였으며, 개발된 학습자료의 세부 내용은 Table 2과 같다.

연구 결과 및 논의

애니메이션 학습자료에 대한 교사들의 반응

개발된 자료의 질적 수준을 평가하기 위해서 애니메이션 학습자료를 전라북도 소재 과학교사 30명에게 본 자료를 활용하게 한 후, 개발한 자료의 질적 수준을 평가하기 위하여 멀티미디어교육지원센터(1998)에서 개발한 WBI 평가 검사지를 이용하였다. 본 검사지는 크게 수업설계 측면, 기술적인 측면이 고려되어 구성되어 있으며 그 중에서 8문항을 발췌하여 설문을 실시하였다. 연구에 이용된 설문 문항에 대한 타당도는 지구과학교육 교수 1명과 박사과정 2명에 의해 확인되었다. Table 3에서 나타난 바와 같이 수업 설계 측면에서는 ‘학습내용이 대상 학습자의 수준에 적합한가?’라는 문항에 53%가 ‘그렇다’고 답하였으며, 17%가 ‘그렇지 않다’고 답하였다. ‘학습내용은 사실에 입각한 객관적인 내용인가?’에 대해서는 57%가 ‘그렇다’고 답하였고, 13%가 ‘그렇지 않다’고 답하였으며, ‘학습자들의 학습 동기와 흥미를 유발시킬 수 있는가?’에 대한 반응에서는 60%가 ‘그렇다’라고 대답하여 대체로 긍정적인 반응을 보였다. 그러나 ‘심화 학습과 교정 학습은 가능한가?’에 대한 반응에서는 37%의 교사만이 긍정적인 반응을 보였다. 기술적인 측면에서는 ‘화면이 전체적으로 조화롭게 구성되어 있는가?’에 대해서는 53%, ‘한 화면에 제시된 정보의 양은 적절한가?’라는 질문에는 50%, ‘메뉴의 선택이 용이하고 링크가 적절한가?’에는 53%, ‘멀티미디어 자료들이 교과목 특성 또는 학습내용에 따라 적절하게 포함되어 있는가?’에 대해서는 43%가 ‘그렇다’라고 대답하여 대체로 긍정적인 반응을 보였다.

Table 3. Teachers' responses for developed animation module (N=30)

Aspects	Content	Response (%)		
		Yes	Usually	No
Instructional design aspects	• Is the learning contents suitable on students level?	16(53)	9(30)	5(17)
	• Is the learning contents objective?	17(57)	9(30)	4(13)
	• Is it motivated to study using animation module?	18(60)	10(33)	2(7)
	• Is it possible to supplement learning?	11(37)	9(30)	10(33)
Technical aspects	• Is the screen configured in harmony?	15(50)	13(40)	2(7)
	• Is it appropriated amount of information?	15(50)	12(40)	3(10)
	• Is the selection of the menu easy?	16(53)	13(43)	1(3)
	• Animation module include many learning content, is it?	13(43)	11(37)	6(20)

Table 4. Students' response type of diurnal motion

Point of view in celestial sphere	Direction of diurnal motion	Type of diurnal motion	Angle of diurnal motion	Directional diurnal motion in middle latitude
Earth (I)	Clockwise rotation (A)	Straight (s)	Parallel (p)	Correct (NESW)
Celestial sphere (II)	Counterclock-wise rotation (B)	Curve (c)	Diagonal (d)	Error (××××)

별의 일주운동에 대한 학생들의 선개념 분석

본 연구에서는 애니메이션 모듈을 활용한 수업이 학생들의 과학개념을 확립하는 데 얼마나 효과가 있는지 알아보려고 하였다. 그래서 태양계의 운동 단원 중 별의 일주운동 단원을 선정하여 학습 전과 후에 학생들의 선개념이 어떻게 변화하였는지 알아보았다. 이를 위해 애니메이션 모듈을 활용한 수업을 하기 전 별의 일주운동이 생기는 이유, 위도별 · 방향에 따른 별의 일주운동 모습, 계절의 변화가 생기는 이유, 달의 위상 변화가 생기는 이유를 그림을 통해 나타내 보도록 하여 학생들이 가지고 있는 선개념을 알아보았다. 분석 결과 학생들은 대체로 계절의 변화가 생기는 이유가 지구의 자전축이 23.5° 기울어진 상태에서 태양 주위를 공전하기 때문이며, 달의 위상 변화가 생기는 이유는 태양-지구-달의 역학적 위치가 변화하기 때문에 생기는 현상이라는 과학개념을 가지고 있었다. 그러나 별의 일주운동이 생기는 이유에 대해서는 잘못된 개념을 가지고 있는 것으로 확인되었다. 학생들은 지구가 자전하기 때문에 별이 하루에 한 바퀴씩 북극성을 중심으로 회전한다는 개념은 이해하고 있었지만 중위도에서 방위별 별의 움직임을 나타내는 것에는 많은 어려움을 겪었다.

학생들은 별의 일주운동에 대해 다른 선개념을 가지고 있었는데, 이를 학생들의 반응 유형에 따라 몇 가지 유형을 기준으로 구분해 보았다. 먼저, 위도별 별의 움직임을 표현하기 위해 연구자가 제시한 구를 지구로 생각한 경우를 I, 천구로 생각하는 경우를 II로 구분하였고, 별의 일주운동 방향이 남쪽 하늘을 기준으로 했을 때 시계 방향으로 움직이는 것으로 표현한 경우를 A, 반시계 방향으로 움직인다고 표현한 경우를 B로 구분하였다. 또한 별의 움직임이 직선 형태로 움직인다고 생각하면 s, 곡선 형태로 움직인다고 생각할 경우 c로 구분하였으며, 중위도 동쪽 하늘 및 서쪽하늘에서 별이 일주운동을 할 때 지평선과 이루는 각도가 거의 수직 또는 평행하게 움직이는 것으로 표현할 때를 p, 사선으로 움직이는 것으

로 표현할 때를 d로 구분하였다. 그리고 중위도에서 방위별 별의 움직임을 표현할 때 북쪽 하늘에서 일주운동의 방향 및 모습을 제대로 표현했을 때를 N, 동쪽하늘은 E, 남쪽하늘은 S, 그리고 서쪽하늘은 W로 구분하였으며, 잘못 표현했을 때는 ×로 나타냈다 (Table 4).

질문 내용을 분석한 결과 학생들은 위도별 일주운동을 어떻게 이해하는지 알아보기 위해 표현해 보도록 제시한 구를 2명은 지구로 생각(I)하고 별의 움직임을 표현한 반면, 나머지 3명은 천구로 이해(II)하고 그림을 그렸다. 그런데, 이 둘 사이에 중위도 방위별 별의 움직임을 표현하는데 큰 차이가 있었다. 그리고 별들이 북극성을 중심으로 일주운동을 하기 때문에 남쪽 하늘에서는 별이 보이지 않을 것이라고 답하거나 남쪽 하늘에서도 임의의 별을 중심으로 회전운동을 할 것이라고 잘못된 개념을 가지고 있었다.

학생 A와 B는 연구자가 제시한 구를 지구로 생각하고 별의 일주운동을 나타냈다(Fig. 3 and 4). 학생들은 별이 북극성을 중심으로 회전하며 북극성의 고도는 관측자의 위치에 따라 변화한다는 개념을 이해하고 있었다. 그래서 북극성을 북극 지방 상공에 고정된 상태에서 지구가 자전하기 때문에 별이 움직이는 것처럼 보인다고 하였으며, 위도별로 별이 움직이는 모습이 다른 이유는 관측자의 위치가 달라지기 때문이라고 옳게 답하였다. 그러나 학생 A는 ‘별의 일주운동은 북쪽 하늘에서는 북극성을 중심으로 별이 회전하고, 남쪽 하늘에서는 북극성 대신 남십자성을 중심으로 회전한다’는 잘못된 개념을 가지고 있었다. 이는 남반구에서 남십자성을 중심으로 회전한다는 개념을 중위도 남쪽에서 보는 하늘이 남반구에서 관측하는 모습과 같을 것이라는 잘못된 생각에서 비롯된 것으로 판단된다. 또한 중위도 방위별 일주운동 모습을 물어보는 문항에 대해서 ‘그냥 이렇게 보일 것 같아요.’라고 답하면서 자신의 생각을 논리적으로 전개하지 못하였다.

학생 B는 중위도 방위별 일주운동 모습이 다른 이

Fig. 3. Preconception of diurnal motion of student A.

유가 ‘지구가 동에서 서로 자전하기 때문에 북쪽하늘에서는 별이 오른쪽에서 왼쪽으로, 남쪽 하늘에서는 별이 왼쪽에서 오른쪽으로 이동하고, 동쪽하늘에서는 앞에서 뒤로 별이 움직이고, 서쪽하늘에서는 뒤에서 앞으로 별이 움직인다’는 잘못된 개념을 가지고 있었다. 이는 북쪽 하늘에서는 별이 왼쪽에서 오른쪽으로 움직일 거라는 직관적인 경험을 통해 다른 방향에서도 이러한 방식으로 움직일 거라고 생각하였다. 비록 학생 B가 남쪽 하늘에서 별의 움직임을 실제 움직임과 유사하게 표현했지만 면담 결과 잘못된 생각을 통해 얻은 결과이기 때문에 제대로 이해하지 못한 것으로 해석하였다. 또한 각 위도별로 다른 종류의 별이 관찰되는 이유는 적도 부근에서는 태양빛에 의해 다른 별들이 희미해져서 적도지방보다 극지방에서 관찰할 수 있는 별의 개수가 많을 거라는 잘못된 개념을 가지고 있었다. 이는 북극성의 고도가 위도에 따라 달라지기 때문에 관측되는 별의 모습이 달라지는 것을 제대로 이해하지 못했기 때문인 것으로 판단된다. 면담 결과 학생 A와 B는 연구자가 제시한 구를 지구로 생각했기 때문에 ‘지구 밖에 별이 회전하는 임의의 구를 상상하게 되고 지구가 자전하는 것까지 생각하다 보니까 자꾸 머릿속이 복잡해지는 것 같다’고 반응하여 별의 일주운동과 관련된 사고의

Fig. 4. Preconception of diurnal motion of student B.

어려움을 보였다. 이경훈과 임종옥(2010)은 학생들의 공간능력 차이에 따른 별의 일주운동 개념을 획득에 대한 연구에서 별의 일주운동을 입체적으로 생각하지 못하고 지구 안에 있는 관측자를 중심으로 이해한 학생을 공간능력이 낮은 것으로 구분하였다. 그런데, 학생 A와 B는 별의 일주운동을 나타낼 때 지구 중심으로 생각하여 일주운동을 설명하는데 어려움이 있어 이경훈과 임종옥(2010)의 연구와 유사한 반응을 보인 것으로 보아 공간능력이 낮은 것으로 판단된다.

학생 C, D와 E는 연구자가 제시한 구를 천구로 생각하고 별의 일주운동을 나타냈으며, 별이 북극성을 중심으로 회전하며 북극성의 고도가 위도에 따라 변화한다는 개념을 이해하고 있었다(Fig. 5, 6 and 7). 그래서 연구자가 제시한 구 중심에 관측자를 위치시키고 별이 움직이는 모습을 생각했기 때문에 중위도 북쪽하늘에서 별의 일주운동 모습을 북극성을 중심으로 동심원을 그리면서 회전을 한다고 옳게 표현하였다. 그러나 학생 C는 남쪽 하늘에서도 북쪽 하늘에서와 같이 임의의 별을 중심으로 회전한다고 생각하였으며, 서쪽하늘에서는 동쪽 하늘에서 보이는 모습과 반대로 보일 것이라고 생각하여 동쪽하늘과 반대방향으로 질 것 같다는 잘못된 개념을 가지고 있었다. 학생 D는 중위도 북쪽하늘에서 별이 반시계

Fig. 5. Preconception of diurnal motion of student C.

방향으로 일주하는 모습을 제대로 표현하였다. 그러나, 관측자의 방향에 따라 회전하는 방향에 차이가 생김에도 불구하고 이러한 개념을 이해하지 못해 남쪽하늘에서도 역시 반시계 방향으로 회전한다고 생각하였고, 그로 인해 동쪽하늘과 서쪽하늘에서도 별이 반시계 방향으로 뜨고 진다는 잘못된 개념을 가지고 있었다. 학생 E는 지구가 반시계 방향으로 자전하기 때문에 중위도 북쪽 하늘에서는 별이 시계 방향으로 회전하는 것으로 생각하였으며, 북극성을 중심으로 시계 방향으로 회전하는 별의 움직임을 상상하다보니 동쪽 하늘에서는 별이 지고 서쪽 하늘에서는 별이 뜨는 것처럼 보일 것이라고 생각하였다. 또한 동쪽 하늘과 서쪽 하늘에서는 별이 거의 수직으로 지고 뜨는 것으로 생각하여 위도에 따른 별이 움직이는 각도가 차이가 난다는 것을 이해하지 못하였다. 그리고 남쪽 하늘에서는 학생 C와 마찬가지로 어떤 임의의 별을 중심으로 회전할 것이라는 잘못된 개념을 가지고 있었다. 이들은 지평면에서 방위 개념은 이해하고 있었으나 연구자가 제시한 구를 천구로 생각하고 입체적으로 표현하려는 과정에서 어느 쪽이 북쪽인지, 어느 쪽이 동쪽인지 확실한 기준을 잡지 못하여 방위별 별의 움직임을 이해하는데 많은 어려움을 보여 변재성 외(2004)가 연구한 결과와 비교해 볼 때 인지 수준이 중간인 학생인 경우와 비슷한 결과를 보였다.

Fig. 6. Preconception of diurnal motion of student D.

Fig. 7. Preconception of diurnal motion of student E.

질문지를 분석한 결과 학생들은 별이 북극성을 중심으로 회전하며, 북극성의 고도는 관측자의 위치에 따라 변화한다는 개념을 대체적으로 이해하고 있었다. 그러나 별의 일주운동을 천구라는 3차원적 공간에 어떻게 표현을 해야 할지, 중위도에서 방위별 별의 움직임을 어떻게 표현해야 할지 많은 어려움을

느끼고 있었다. 이것은 북극성이 있는 쪽이 북쪽 하늘이라는 사실을 알고 있음에도 불구하고 공간적으로 어느 쪽이 동쪽인지, 서쪽인지 방향을 제대로 잡지 못했기 때문에 나타나는 결과라 할 수 있다. 또한 남쪽 하늘에서도 북쪽 하늘과 같이 임의의 별을 중심으로 회전할 것이라는 잘못된 개념을 가지고 있었다. 이는 북쪽 하늘에는 북극성이 있는 것처럼 남쪽 하늘에서 북극성과 비슷한 별이 있을 것이라는 직관적인 경험 때문에 나타나는 결과라 할 수 있다. 그리고 별의 일주운동 방향에 대해 지구가 반시계 방향으로 자전하기 때문에 별은 반대로 시계 방향으로 움직일 거라는 생각을 일반화하여 모든 방향에서 시계 방향으로 움직일 거라고 생각하고 있었다. 그래서 북쪽 하늘과 남쪽 하늘에서 방향이 반대이기 때문에 별이 움직이는 방향도 반대로 뒤에도 불구하고 북쪽 하늘이나 남쪽 하늘이 동일한 방향으로 움직일 거라고 생각하였다.

학습자료 적용에 따른 학생들의 개념변화 분석

애니메이션 모듈이 학생들의 과학개념을 획득하는데 얼마나 효과적인지 알아보았다. 그러나 개발된 학습자료 내용 중에서 계절의 변화가 생기는 이유, 달의 위상 변화가 생기는 이유 등은 학생들이 과학개념을 이해하고 있었기 때문에 학습자료의 효과를 알아보기가 어려웠다. 반면, 별의 일주운동에 대해서는 학생들이 잘못된 개념을 가지고 있었기 때문에 별의 일주운동에 대해 수업을 실시하였다. 별의 일주운동은 태양계의 운동 단위 중 지구의 운동의 핵심이 되는 내용으로 학생들이 가장 어려워하는 부분이며 이 때문에 많은 오개념을 가지고 있는 부분이기도 하다. 그래서 학습자료의 효과를 알아보기 위해 애니메이션 모듈을 활용한 수업을 실시하고 난 후 별의 일주운동에 관한 개념이 어떻게 변화하였는지 알아보았다. 수업 후 학생들이 생각하는 별의 일주운동의 개념을 그림을 그려 설명하게 하였다. 그러나 연구 대상 중 학생 B는 개인적인 사정으로 수업에 참여하지 못해 결과 분석에서는 제외되었다.

수업 후 학생들은 대체적으로 연구자가 제시한 구를 천구로 생각하는 것으로 변화하였다. 그래서 관측자를 구의 중심에 위치시켜 놓고 위도별로 북극성의 고도가 변화하기 때문에 별의 일주운동 모습이 달라진다고 생각하였다. 이러한 변화 때문에 수업 처치를 받은 학생들은 모두 중위도 북쪽 하늘에서 별의 움

Table 5. Conceptual change of students for diurnal motion

Division	Student	Pre-test	Post-test
Diurnal motion concept according to latitude change	A	IAsp	IIBsd
	B	IAsp	-
	C	IIAcd	IIAsd
	D	IIBcp	IIAsd
	E	IIBcp	IIAsd
Diurnal motion concept according to direction change	A	XXXXX	NXXW
	B	XXXXX	-
	C	NEXX	NESW
	D	NXXX	NESW
	E	NEXX	NESW

직임에 대해 북극성을 중심으로 동심원을 그리면서 반시계 방향으로 회전한다고 옳게 답하였다. 이렇게 애니메이션 학습자료를 활용한 수업을 실시한 후 별의 일주운동과 대한 학생들의 개념이 어떻게 변화하였는지 알아보기 위해 반응 유형에 따라 구분하여 분석하였다. 분석한 결과는 Table 5과 같다.

Fig. 8에서 보는 것과 같이 학생 A는 사전 설문결과에서 연구자가 제시한 구를 지구로 생각하고 별의 일주운동 모습을 표현하였으나 수업 후에는 관측자를 구 중심에 놓은 것으로 보아 구의 개념이 지구에서 천구로 바뀌었음을 알 수 있다. 그래서 천구에서 북극성의 고도가 변화함에 따라 별의 일주운동 모습도 달라진다고 표현하였다(IAsp→IIBsd). 그러나, 그림을 자세히 보면 적도지방에서는 관측자가 구의 중심에 위치해 있지만 극지방에서는 관측자가 구의 위쪽에 있는 것으로 나타났다. 이는 연구자가 제시한 구의 개념을 천구라고 명확하게 인지하지 못하고 수업을 실시하기 전과 유사하게 지구와 혼동하기 때문으로 판단된다. 이로 인해 중위도 방위별 별의 움직임은 북쪽 하늘에서의 움직임은 제대로 나타내고 있으나 동쪽 하늘과 남쪽 하늘의 별의 움직임의 방향을 잘못 이해하고 있었다(XXXXX→NXXW). 또한 남쪽 하늘에서 별이 움직이는 방향을 반시계 방향으로 움직일 것이라는 잘못된 개념을 여전히 가지고 있었다.

학생 C는 수업 후 연구자가 제시한 구를 천구로 생각하고 북극성이 있는 곳을 북쪽, 반대쪽을 남쪽으로 생각하여 천구에서 방위를 설정하는 변화를 보였으며, 위도별 북극성의 위치가 변화함에 따라 별의 일주운동 모습이 다르게 나타나는 특징을 잘 표현하였다(IIAcd→IIAsd). 또한 방향에 따른 별의 일주운동 모습도 중위도에서 천구를 움직이는 별의 모습을

Fig. 8. Conceptual change of students A for diurnal motion.

Fig. 9. Conceptual change of students C for diurnal motion.

상상하여 방향별 별의 일주운동 모습을 제대로 이해하였다($NE \times \times \rightarrow NESW$). 또한 관측자의 위치에 따라 북쪽하늘에서의 일주운동 방향과 남쪽 하늘에서의 운동 방향은 서로 반대로 된다는 개념을 확실히 이해하였다.

학생 D와 E는 수업 후 연구자가 제시한 구를 수업 전과 동일하게 천구로 생각하였다. 학생 D는 학생 C와 마찬가지로 천구에서 북극성이 있는 쪽을 북쪽이라고 기준을 잡고 그로부터 동서남북 방향을 설정하였다. 그로부터 별이 동쪽에서 뜨고 서쪽으로 진

Fig. 10. Conceptual change of students D for diurnal motion.

Fig. 11. Conceptual change of students E for diurnal motion.

다는 개념을 이용하여 동쪽에서 별이 떠서 서쪽으로 별이 지는 모습을 적절히 나타냈다. 그리고 별이 움직이는 방향도 남쪽하늘을 기준으로 할 때 시계 방향으로 움직인다는 개념이 변화하였으며, 중위도에서 별이 움직이는 각도도 사선을 그리며 비스듬하게 이동한다는 과학개념을 획득하였다(IIBcp $\rightarrow$ IIAsd). 이로

부터 중위도 방위별 별의 움직임을 잘 표현하였으며, 북쪽 하늘과 남쪽 하늘에서의 일주운동 방향이 달라지기 때문에 일주운동 모습이 달라진다고 답하였다($N \times \times \times \rightarrow NESW$).

학생 E도 수업 후 연구자가 제시한 구를 친구로 이해하였으며, 별이 움직이는 방향도 반시계 방향에서 시계 방향으로 움직인다고 생각하였으며, 중위도에서 별이 움직이는 각도도 비스듬하게 이동할 거라는 과학개념을 획득하였다(IIBcp $\rightarrow$ IIAsd). 그리고 중위도 방위별 별의 일주운동 모습도 수업 전에는 북쪽 하늘과 동쪽 하늘 모습만 제대로 이해하였으나 수업 후에는 모든 방향에서의 움직임을 정확히 이해하고 있는 것으로 나타났다($NE \times \times \rightarrow NESW$).

결론 및 제언

본 연구에서는 많은 학생들이 어려워하는 태양계의 운동 단원을 효과적으로 학습하기 위한 애니메이션 모듈을 개발하고 개발된 학습자료의 효과를 알아보기 위해 태양계의 운동에 대해 학생들이 어떤 선개념을 가지고 있는지 분석하였다. 이 중 잘못된 개념을 가지고 있는 별의 일주운동 단원에 대해 애니메이션 모듈을 활용한 수업을 실시하고 난 후 학생들의 선개념이 어떻게 변화하였는지 알아보았다. 이러한 연구 결과를 토대로 결론을 제시하면 다음과 같다.

첫째, 학생들은 별의 일주운동을 입체적인 공간에 표현하는데 매우 어려워하였다. 특히 연구자가 제시한 구를 지구로 생각한 학생들은 중위도 모든 방향에서 별의 일주운동을 제대로 표현하지 못했으나 연구자가 제시한 구를 친구로 생각한 학생들은 중위도 북쪽 하늘에서의 움직임을 북극성을 중심으로 동심원을 그리면서 회전한다고 제대로 표현하였다. 이것은 친구의 개념 획득 여부에 따라 별의 일주운동을 이해 정도가 다르게 나타나기 때문에 나타난 결과로 친구에 대한 학습이 무엇보다 중요하다는 것을 알 수 있다.

둘째, 학생들은 북쪽을 기준으로 방위를 구별할 수 있으며 북극성이 있는 쪽이 북쪽 하늘이라는 것을 알고 있음에도 불구하고 친구 상에서 중위도 방위별 별의 일주운동 모습을 제대로 나타내지 못하였다. 이것은 지상에서의 방향과 친구 상에서의 방향이 다른 것으로 생각하기 때문에 나타난 결과이다. 그러나 천

구는 지구의 중심을 그 중심으로 하여 무한히 연장한 대원으로서 지구에서의 방향이 친구에서의 방향과 일치하기 때문에 북쪽 하늘인 북극성을 중심으로 친구 상에서의 방향을 결정하는 방위 개념에 대한 학습이 무엇보다 중요하게 이루어져야 한다.

셋째, 애니메이션 모듈을 활용한 수업을 실시하고 난 후 학생들은 친구의 개념을 이해하였으며, 친구 상에서 북극성이 있는 쪽을 북쪽하늘로 기준을 정한 후 동·남·서 방향을 설정하였다. 그 후 별이 동쪽에서 떠서 서쪽으로 지는 것으로 제대로 표현하였으며, 위도에 따라 북극성의 고도가 달라지기 때문에 위도 별로 관측되는 별이 달라지는 이유를 제대로 이해하고 있었다. 그러나 방향에 따른 별의 움직임을 나타낼 때 모두 직선 형태로 움직인다고 답하였다. 이것은 학습자료에 제시된 사진이 직선으로 나타났기 때문인 것으로 생각된다. 그러나 별의 일주운동은 평면에서 나타나는 현상이 아닌 친구라고 하는 무한히 큰 구면상에서 나타나는 현상이기 때문에 실제 별의 움직임을 큰 대원으로 연장하면 직선 형태가 아닌 구면에서 나타난다는 설명이 필요할 것이다.

이러한 결과로 볼 때, 학생들은 별의 일주운동에 대해 다양한 선개념을 가지고 있었으며, 애니메이션 모듈을 활용한 수업이 학생들이 가지는 선개념을 과학개념으로 변화시키는데 효과적인 것을 알 수 있다. 이는 학습자료가 애니메이션 기법을 활용하여 실제 친구에서 별이 움직이는 것과 유사하게 나타냈기 때문이다. 또한, 별이 친구라는 3차원적 공간을 움직임에 따라 각 방향별로 보이는 별의 모습을 동시에 보여줌으로써 방위별 별의 일주운동을 이해하는데 많은 도움이 됐기 때문이다. 이런 의미에서 애니메이션 모듈을 활용한 학습자료는 별의 움직임을 효과적으로 구현함으로써 별의 일주운동 개념을 학습하는데 매우 유용한 것으로 생각된다. 이러한 의미에서 천문학을 비롯하여 시간적·공간적으로 매우 넓은 범위를 다루는 지구과학에서 효과적으로 학습할 수 있는 다양한 학습자료의 개발이 필요할 것이다.

감사의 글

본 연구의 심사를 맡아주신 김희수 교수님과 익명의 심사위원님께 깊은 감사를 드립니다.

참고문헌

- 구자홍, 2000, 고등학생들의 공간능력과 천체운동개념과의 상관관계. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문, 78 p.
- 곽영순, 2007, 과학과(7-10학년) 차기 교육과정 개정의 주요 특징 및 개정 의의. 교원연구, 23, 185-199.
- 김희수, 1999, 학습자 능력에 따라 진행되는 인터넷용 멀티미디어 학습 프로그램의 개발: 고등학교 지구과학의 천문학 내용을 중심으로. 한국지구과학회지, 20, 3-17.
- 나재준, 박종범, 국동식, 2010, 3D 천문 프로그램을 활용한 과학 학습의 효과: 중학교 2학년 “지구와 별” 단원을 중심으로. 한국지구과학회지, 31, 164-171.
- 명전옥, 2001, 예비교사들의 지구과학 문제 해결 실패 요인: 달과 행성의 운동을 중심으로. 한국지구과학회지, 22, 339-349.
- 박주서, ICT를 활용한 애니메이션 교수-학습안 개발 : 중학교 과정을 중심으로. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문, 111 p.
- 변재성, 정재구, 문병찬, 정진우, 2004, 지구와 달의 운동에 대한 고등학생들의 생각. 한국지구과학회지, 35, 519-531.
- 송완숙, 2003, 관측활동을 통한 별자리 운동의 개념변화 연구. 서울교육대학교 교육대학원 석사학위논문, 90 p.
- 심기창, 김희수, 정정인, 2005, 달의 운동에 대한 웹 기반 프로젝트 학습의 효과. 한국과학교육학회지, 25, 450-464.
- 이경훈, 임종옥, 2010, 9학년 학생의 공간 능력 차이에 따른 지구자전 개념의 획득. 한국지구과학회지, 31, 267-275.
- 이용섭, 김상달, 김종희, 2004, 초등학교 과학과 지진 학습에 대한 애니메이션 모듈 개발 및 적용. 한국지구과학회지, 25, 293-302.
- 이원국, 김여상, 김철영, 김종현, 김희수, 2000, 지구과학 학습을 위한 멀티미디어 학습 자료 데이터베이스 개발. 한국지구과학회지, 21, 116-127.
- 정상목, 한병래, 송기상, 2005, 초등과학 수업을 위한 애니메이션 기반 튜터링 다이얼로그 에이전트 개발. 정보교육학회논문지, 9, 673-685.
- Krajcik, J., Simmons, P., and Lunetta, V., 1988, A research strategy for the dynamic study of students' concepts and problem solving strategies using science software. Journal of Research in Science Teaching, 25, 147-155.
- Smaldino, S. and Thompson, C., 1990, Infusion of science software: Applying Gagne's strategies. Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching, 9, 17-22.

2010년 11월 23일 접수

2011년 1월 3일 수정원고 접수

2011년 2월 9일 채택