

Mathview로 작성한 웹페이지의 활용에 대한 형성평가

전영국[†] · 이병호^{†*}

요 약

본 논문에서는 Mathview로 작성된 웹기반 학습 자료가 실업계 고등학생들의 학습에 어떤 영향을 끼치는지에 대한 내용을 담고 있다. 이 자료 개발은 수학의 구조적 특성 때문에 교과서 내용에 비중을 두고 제작되었으며 그 과정에서 실업계 고등학생들의 특성을 고려하였다. 본 연구에 참여한 학생의 수는 6명이며 그 여학생들은 모두 12시간에 걸쳐 면담, 서술식 설문지에 응답하였고 또한 관찰 기록의 대상으로 활동하였다. Mathview라는 소프트웨어가 지닌 그래픽 제시 기능과 대수적 조작 기능에 따른 원래의 연구 기대치와 달리 학생들은 전통적인 학습 방법을 선호하였음이 드러났다. 이 연구 결과는 Mathview 자료 제작에서 평가용 항목의 추가와 보다 주의깊게 설계된 문서를 구성함으로써 개인별 학습에 따른 학생들의 작업 과정과 통합되는 설계의 방향을 제시하고 있다.

Formative evaluation for the development and use of Mathview web pages

Youngcook Jun[†] · Byungho Lee^{†*}

ABSTRACT

Our study illustrates how the use of web materials written with Mathview affects vocational high school students' learning in terms of formative evaluation. Our first attempt to develop high school math with Mathview has been guided according to current math texts due to highly structured format of math contents and low learning competencies of vocational high school students. The 6 female students who participated for about 12 hours in this study revealed their responses through interview data, descriptive surveys and field notes. Contrary to the original expectation, the results of data analysis showed that the students seem to prefer using conventional learning methods even though they were motivated by powerful graphical display of Mathview and algebraic manipulation capability. The overall responses of those

1. 서 론

21세기의 최근 중등학교 수학과와 대수, 해석, 기하 전 분야에서 다양한 수학교육용 소프트웨어가 활용되고 있다(고상숙, 1999; 전영국, 주미,

1998; 정보나, 2000; 최윤영, 권오남, 황혜정, 1999; Karian, 1992). 이근평(1999)과 지현희(2000)의 연구는 Mathview를 활용한 연구의 결과를 담고 있다. 이러한 수학교육용 소프트웨어는 학생들의 직접적인 조작을 통해 대수적 변환과 그래프 기능을 이용한 수학의 시각화를 제공한다. 수학교사는 이런 종류의 소프트웨어가 갖고 있는 사용자 인터페이스를 통하여 수업설계

[†] 정 회 원: 순천대학교 컴퓨터교육과 교수

^{†*} 정 회 원: 청양고등학교 교사

논문접수: 2002년 3월 30일, 심사완료: 2002년 4월 18일

를 하는 도구로 활용할 수 있다.

현재 월드와이드웹에서 수학적 표현을 다루는 방법으로서 MathML (<http://w3c.org/Math>)과 OpenMath(<http://www.openmath.org/>)에 대한 연구가 진행되고 있다. 이 접근 방법은 수식 표현에 대한 문리적 표현과 의미론적 표현을 인식하여 그 수식의 결과를 컴퓨터 대수 시스템과 같은 수식처리에 연동하여 계산의 결과를 웹페이지에 출력하는 일련의 과정을 처리하는 소프트웨어 기술로 발전하는 과도기에 해당된다(Le, 1999). 현재 이런 작업과 관련된 표준화 노력을 보완하는 기술로서 플러그인을 사용한 방식과 자바 애플릿을 이용하는 방식 등이 소개되고 있다.

우리는 본 연구에서 통신망을 활용한 수학 교육(전영국, 1997)의 방법으로서 플러그인을 지원하는 Mathview를 선택하여 교수-학습 자료를 개발하였고 실업계 고등학생들을 상대로 그들의 반응을 조사하는 형성평가를 실시하였다. 우리는 이 과정에서 학생들이 이런 웹자료를 통하여 스스로 자기 주도적 학습력을 신장시킬 수 있는 학습용 자료로서의 활용 여부에 관심을 가졌으나 교사의 수업보조 자료로서 활용되는 제한적 사용에 그칠을 관찰할 수 있었다. 본 연구의 목적은 Mathview를 도구로 하여 고등학교 지수·로그 단원에 대한 학습용 웹페이지를 설계·구현하고 이 자료의 활용에 대한 고등학교 학생들의 반응에 대한 형성평가를 통하여 수학 교수-학습용 웹자료를 개선할 수 있는 토대를 마련하는 것이다.

2. 지수·로그 단원의 웹 자료 설계

2.1. 수학교육에서의 교수설계

정인성과 나일주(1989)가 소개한 교수설계 이론 중에서 수학교육에 고려될 수 있는 것은 내용 요소 제시 이론, 정교화 이론 및 알고-휴리스틱 이론이다. 메릴의 내용 요소 제시 이론(Component Display Theory)은 학습 결과를 촉진하는 학습 자료의 일차적 조합을 처방해주는 규칙을 보여주고 있으며 설명적 사례와 발견적 사례를 개념, 원리 및 절차적 지식에 따라 처방

을 제시하는 이차적 자료를 다루고 있다. 이와 같은 설명적 사례의 처방 기법에 해당되는 규칙들은 설명적 교호와 연습의 교호로 구체화되며, 이들은 CAI 프로그램을 설계할 때 프레임 구성의 지침을 마련해주고 있다. 발견적 사례를 수반하는 발견식 교호는 학생들로 하여금 직접 과제를 수행하도록 유도함으로써 개념, 원리 및 절차를 발견하는 능동적 학습을 지향하게 된다.

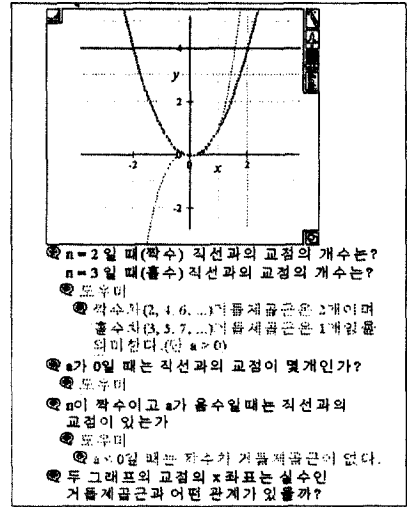
와이거루스의 정교화 이론은 수업의 전체 윤곽을 학습자가 인지할 수 있게 하는 학습 개요(epitome)의 제시로 시작하여 선수학습 계열의 안내 그리고 요약자·종합자 등을 사용하여 수업 내용·속도·제시·순서 등의 관리와 통제를 통한 점진적 정교화를 강조한다. 정교화의 형태는 다음의 세 가지가 있다. 1) 개념적 정교화: 교수설계자는 가장 중요하면서도 포괄적이고 기본적인 개념적 구조를 선택하고 그 구조 속의 개념들을 가장 일반적이고 포괄적인 것에서부터 보다 구체적이고 덜 포괄적인 것으로 계열화시킴으로써 교수의 순서를 설계한다. 2) 절차적 정교화: 교수설계자는 이미 밝혀진 가장 간단한 길을 바탕으로 하여 단순화가정들의 범위를 넓히면서 보다 중요하고 포괄적이며 기초적인 길들이 먼저 제시되고 복잡성의 정도에 따라 다른 길들이 나중에 제시될 수 있도록 교수를 계열화한다. 3) 이론적 정교화: 가르치고자 하는 모든 원리들을 계열화시키되 처음 부분에서 기초적인 원리들이 적용의 수준에서 계열화되고 점점 복잡하고 세부적인 원리들이 나중에 차차 가르쳐지도록 구성한다.

수학 내용의 구조를 고려할 때 수학 교수-학습용 자료를 개발하는데 란다가 개발한 알고-휴리스틱 이론을 참조할 가능성이 높다. 이 이론을 구축하는 기본적인 개념은 지식, 조작, 능력과 개인적 성향으로 구분된다. 알고-휴리스틱 이론은 지식자체만을 전수하는 것이 아니라 그 지식을 어떻게 적용할 수 있는가에 대한 지식까지를 전달하는 것이 효과적인 교수로 간주한다. 알고-휴리스틱 이론의 5가지 전략은 다음과 같다. 1) 어떤 주어진 형태의 문제, 과제 혹은 결정에 대한 전문가의 수행, 학습, 의사결정에 포함되어 있으나 관찰할 수 없고, 무의식적이며 직관적인 사

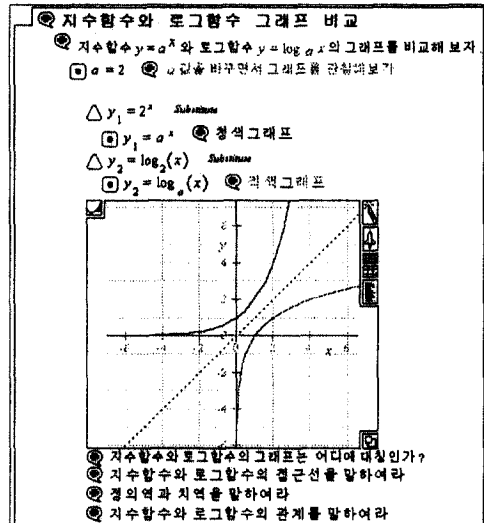
고과정을 밝혀낸다. 2) 의식적 과정을 포함하여 위에서 밝혀진 무의식적 과정을 비교적 기본적인 요소의 조작들로써 세분화한다. 3) 그러한 조작들을 기술하여 사고과정의 서술적 모델들을 개발한다. 4) 서술적 모델들에 기초를 두고 학습자나 초보자가 전문가 수준에서 학습하기 위하여 필요한 알고리즘과 휴리스틱 처방들을 조직한다. 5) 처방적 모델들에 기초를 두고 전문가 수준의 사고과정을 학습자나 초보자에게 효과적으로 개발시키기 위한 구체적인 교수프로그램이나 자료들을 알고-휴리스틱하게 만든다.

2.2. Mathview를 도입한 지수·로그 단원의 설계 및 개발

우리가 개발한 Mathview 웹자료의 내용체계는 교과서가 갖는 정형화된 틀, 즉, 용어의 정의와 정리(공식) 그리고 예제 및 그와 관련된 유제와 연습문제의 체계를 크게 벗어나지 않았다. 이런 이유 중의 하나는 실업계 고등학생들의 수학에 대한 흥미가 그리 높지 않고, 기초적인 수학의 소양이 그리 높지 않은 점도 고려되었기 때문이다. 그러나 알고-휴리스틱 교수 설계에 터하여 Mathview가 가진 그래프의 시각화, 단계별 대수적 조작 등의 기능을 사용하여 문제해결에 관련된 기본적인 요소의 조작들로써 세분화하는 웹자료의 설계를 시도하였다. 우리는 이러한 새로운 매체를 사용하는 학생들이 대수적 조작과 그래프의 기능 등을 사용하는 과정에서 새로운 반응이 드러날 수 있도록 주의를 기울였다. 다만, 학생들이 교과서에 수록된 수학적 개념이나 다양한 문제와 정리들을 다루는 과정에서 수학적 사고를 신장시키는 부분은 교수자의 수업패턴이나 교수·학습 보조자료 그리고 학습자의 학습동기와 직접적인 관련성을 가질 것으로 가정하였다. 부연하면 Mathview라는 컴퓨터 대수용 소프트웨어의 기능을 활용하기 위하여 기존의 교과서 틀을 벗어나는 수업 자료를 개발하는데 따르는 현실적인 어려움은 본 연구의 제한점으로서 극복되어야 할 사항이다.



<그림 1>



<그림 2>

본 연구에서 구성한 지수·로그 단원은 고등학교 함수단원에 속한 하나의 중단원으로 지수함수 단원에서는 거듭제곱근, 지수의 확장, 지수함수, 지수방정식·부등식 등 네 개의 소단원으로 구분하였으며, 로그함수 단원에서도 로그의 성질, 상용로그, 로그함수, 로그방정식·부등식 등 네 개의 소단원으로 각각 구분하여 구성하였다. 개념의 이해를 도입하는 경우에는 <그림 1>과

<그림 2>에서처럼 다양한 변수 조작으로 그래프를 관찰한 후 개념이해와 관련된 단계적인 발문을 통해 학생 스스로 개념을 귀납적으로 이해하고 정리해 가는 방향으로 구성하였다.

<그림 3>

<그림 4>

또한 수학적 문제해결력의 신장을 위해 정리(공식)나 일반적인 풀이방법을 제시하고 예제 문제를 통해 정리의 이해를 돕고, Mathview의 그래프 기능을 활용하여 풀 수 있는 경우에는 <그림 3>과 같이 그래프를 첨가하였다. <그림 4>는 워드 기능을 사용하여 교과서와 같은 절차

대로 문제를 해결하는 과정을 웹페이지로 제작한 결과를 보여준다.

<그림 5>

<그림 6>

각 소단원 마지막 부분에는 학습내용 이해를 확인해 볼 수 있는 간단한 퀴즈와 같은 평가 문항을 제시하였다. 수식 조작의 과정과 정답제시가 필요한 경우는 <그림 5>에 나타난 바와 같이 Comments 기능을 활용하여 문제에 종속시켜서 풀이 결과에 대한 확인을 거치도록 하였다. 그리고 학생들이 학습과정에서 궁금하게 여기는 용어가 등장할 때 그에 대한 의미를 수학사랑 (<http://www.mathlove.co.kr>)에서 제공하는 “수학 용어” 검색사이트를 통하여 참조할 수 있도록 하

이퍼링크를 구성하였다(<그림 6> 참조).

3. 연구 설계

3.1. 연구절차

본 연구는 Mathview를 도구로 웹페이지를 설계하고 제작을 마친 후에 한 후 2000년 9월 28일부터 2000년 10월 4일까지 S시의 어느 실업계 고등학교에서 12시간에 걸쳐 진행되었다. 연구에 참여한 고등학교 2학년 여학생 6명은 수학교과 학업성취도가 상위에 속하는 4명의 학생, 중·상위권에 속하는 1명, 그리고 중위그룹에 속하는 1명으로 구성되었다. 연구자는 방과 후 오후 6시부터 10시까지 약 3시간에 걸쳐 학생들이 Mathview를 활용하는 과정을 관찰하였으며, 학습종료 후 연구참여학생들의 생생한 느낌을 얻기 위하여 약 1시간 정도의 면담을 진행하였다. 서술형 질문지는 최종적으로 학습이 종료되는 날 실시되었다.

<표 1> 연구참여자의 수학적 분포

성명	1학년 1학기	1학년 2학기	2학년 1학기
	평어(과목 석차/재적수)	평어(과목 석차/재적수)	평어(과목 석차/재적수)
S1	수(1/165)	수(1/168)	수(2/162)
S2	우(12/165)	우(3/168)	수(1/162)
S3	수(4/165)	수(2/165)	수(2/168)
S4	수(9/165)	수(1/165)	수(12/168)
S5	우(14/166)	미(38/167)	수(15/161)
S6	미(45/165)	미(79/165)	미(88/168)

연구자는 학생들과의 사전 만남에서 Mathview를 도구로 작성한 지수·로그 단원에 대하여 학생들은 그 웹자료를 활용하여 스스로 학습하는데 있어서 어느 정도 도움을 받는지, 개선할 점이 무엇인지를 파악하는 것이 연구의 목적임을 사전에 설명해 주었다. 그리고 연구자는 학생들이 자유로운 학습을 시작하기 전에 학생들

에게 Mathview 활용법에 대한 기본적인 안내를 해 주었다. 즉, 플러그인 설치 및 버튼조작, 그래프 보는 법, 그리고 계수나 변수조작 방법과 그 결과를 확인하는 방법을 개략적으로 설명해 주었다. 연구에 참여한 학생 6명은 공통수학 교과서와 Mathview 자료를 함께 사용하였으며 문제풀이는 별도의 연습노트를 같이 사용함을 볼 수 있었다.

3.2. 자료 수집 및 분석

본 연구에서 자료 분석에 사용된 것은 면담 및 서술형 질문지 자료이다. 면담형식은 반구조화된 면담법을 적용하여 피면담자가 개방적인 형식으로 응답할 수 있는 질문들을 다음과 부분과 관련하여 구상하였다: 피면담자가 웹자료를 통한 수학학습에 대한 흥미도 측면, Mathview 웹자료를 활용한 학습과정에서 다른 조작적 측면, 웹자료의 내용체계 및 실행환경에 대한 실제적 측면, 그리고 수학 학습용 소프트웨어에 대한 학생들의 일반적인 관심도 등을 묻는 질문으로 구성되었다.

서술형 질문지 내용의 큰 범주는 다음과 같다: 1) 컴퓨터를 활용한 수학학습에 대한 반응, 2) Mathview를 도구로 개발된 웹프로그램의 제반 특질(그래프 기능과 수식의 대수적 조작 등)에 대한 반응, 3) Mathview를 도구로 개발된 웹프로그램의 화면구성 및 학습내용 제시방법 그리고 학습흐름과 개선점에 대한 반응이다. 질문의 초점을 맞춰 연구참여자의 솔직하고 객관적인 느낌을 서술형으로 답변토록 하였다.

자료 분석 방법은 형성평가와 관련한 질적 연구 방법으로 진행하였는데(전영국, 1996; 전영국, 주미, 1998, 전영국, 1999; 전영국, 2001), 이것은 테크놀로지의 도입에 따른 교수-학습의 과정에 대한 변화를 피하는 상황적 평가 방법과 밀접한 관계가 있다(Bruce, & Rubin, 1993). 우리는 참여관찰 일지와 면담 자료 그리고 최종 학습종료 후 프로그램의 평가와 관련하여 조사한 서술형 질문지를 수집하여 분석하였으나 여기서 참여관찰의 분석 결과는 생략하였다.

4. 분석 결과

실업계 고등학교 여학생 6명이 Mathview로 제작된 웹페이지를 사용하여 수학 학습을 하는 과정과 그에 대한 학생들의 반응은 어떻게 나타날 것인가? 이 물음에 대하여 컴퓨터를 도구로 한 수학학습과 Mathview의 활용에 대한 구체적인 반응에 대한 자료의 분석 결과는 다음과 같다. 분석의 준거는 연구 문제의 범주에 따라 형성평가의 틀에서 허용되는 연구자의 주관적 관점에서 채택되었다. 제한된 지면으로 인하여 자료의 일부분만을 발췌하여 서술하였다.

연구문제1. 컴퓨터를 도구로 한 수학학습에 대한 학습자의 반응

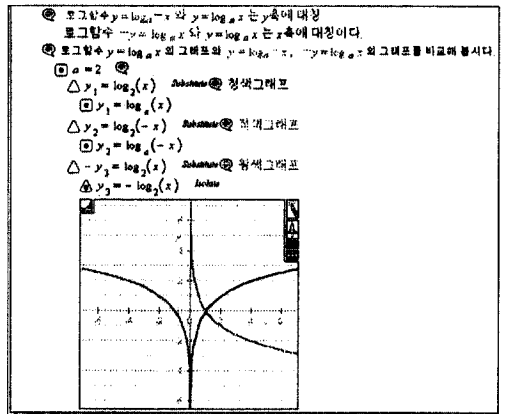
학습 초반부에서는 프로그램 조작의 미숙으로 학습진행이 순차적으로 이루어지는 패턴에 크게 벗어나지 않았으며, 반복적으로 조작하는 학습 과정을 통하여 학생들은 점차 조작적 기능이 향상되었다. 이 과정에서 학생들은 컴퓨터를 활용하는 학습에서 Mathview의 사용에 대한 의욕과 다양한 호기심을 유발하고 있었다. Mathview의 notebook에 등장하는 함수를 지정하는 Declarations를 변형하는 경우, 그래프의 세부 사항을 지정하는 아이콘을 클릭하여 조작해 보는 등 학습내용 구성과는 상관없이 도구 자체에 대한 호기심을 보이면서 그 기능을 질문하는 학생도 있었다.

컴퓨터를 직접 조작하여 진행하는 문제풀이나 그래프 변화 등을 통하여 관찰할 수 있는 수학 내용을 담은 웹자료는 프로그램과의 상호작용에서 학생들에게 학습동기나 흥미를 유발한다는 반응을 보여 주었다. 그럼에도 불구하고 이번 학습이 끝나고 나서 '수학학습과정에서 학습내용을 가장 잘 이해되는 학습방법'을 물었을 때 그들 중 세 명(S1, S4, S6)은 여전히 교사가 칠판에 분필을 사용하여 설명하는 전통적인 수업형태가 가장 학습내용을 잘 이해할 수 있는 방식이라고 응답하고 있으며 나머지 세 명(S2, S3, S5)은 Mathview 자료와 교과서 그리고 교사의 설명을

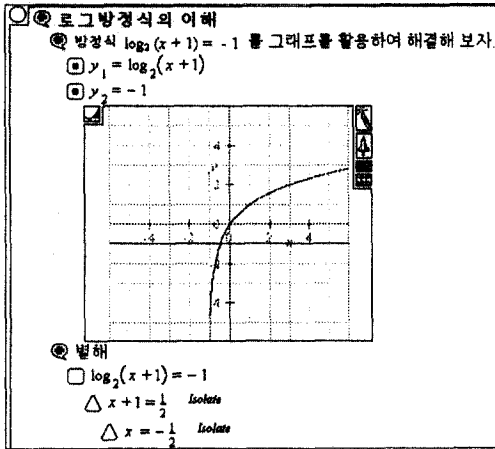
병행하는 방식이 효율적이라고 응답하고 있다. 이것은 컴퓨터나 수학 학습용 소프트웨어는 추상적이고 형식적인 학습내용을 구체적인 대상으로 이해하고 재구성하는 학습보조자료 중 하나로 선택할 수 있으나 교과서 내용과 교사의 분필수업을 보완할 수 있는 최소한의 기능을 내포하고 있다고 볼 수 있다.

연구문제2. 웹프로그램의 그래프 기능과 대수적 조작에 대한 반응

Mathview자료의 특징 중 하나인 수식의 변화(계수나 변수의 조작)로 즉시 구현되는 그래프 기능을 학생들이 어떻게 느끼고 학습과정에 응용하고 있는가를 살펴보는 것은 매우 흥미롭다. 컴퓨터의 다양한 수학적 표현력은 학생들에게 다양한 표현을 서로 연결짓고 그 표현에 내재되어 있는 의미를 보다 충실하게 이해할 수 있다. 지필 환경에서는 여러 가지 함수의 그래프를 그려 그 특징을 조사하기에 시간이 너무 많이 걸리고 다양한 함수의 그래프를 그리기에 한계가 있지만 컴퓨터를 이용하면 여러 가지 함수에 대한 선질과 그래프의 특징을 비교하여 이해할 수 있다.



<그림 7>



<그림 8>

학습자들은 Mathview 자료로 구성된 그래프 기능을 통해 거듭제곱근의 정의나 지수·로그함수 그래프의 성질 및 평행이동과 대칭이동에 대한 개념을 쉽게 파악할 수 있었다고 응답하고 있다. 아울러 컴퓨터를 통하여 정확한 그래프를 쉽게 그릴 수 있음도 유용하고 좋았다고 한다. 또한 그래프를 활용하여 문제를 해결하는 과정보다는 지수·로그 방정식 및 부등식의 해의 개념을 이해하는데는 그래프가 상당히 유의미했음을 말하고 있다(<그림 7>, <그림 8>)

수업과정에서 방정식과 부등식의 해에 대한 기하학적 의미를 설명하거나, 함수의 변환 등을 설명하고자 할 때, 복수의 그래프를 표현하는 과정은 상당한 시간과 복잡한 절차를 거쳐야 한다. 또한 복잡한 함수의 그래프를 도식화하는 것은 어렵기도 하지만 시간관계상 생략하고 넘어가는 경향이 많다. 이러한 수업환경에서 학습자들이 접하는 함수의 그래프는 한정적일 수밖에 없으며 학습자들이 이해할 수 있는 수학적 내용 또한 제한적일 수밖에 없다. Mathview 자료는 그러한 어려운 학습장면을 상당히 극복 시켜주며 학습자에게 함수의 기하학적 의미를 쉽게 이해시킬 수 있는 장점을 가지고 있다.

본 연구과정에서 관찰한 결과 이러한 학습용 소프트웨어가 학습자에게 활용되는 경향은 수식의 변화로 그래프가 어떻게 그려지고 변화하는지

직관적으로 확인하는 것, 그래프를 통해 함수의 성질을 이해하려는 것, 그리고 변환이나 해의 개념을 이해하는 수준에서 그래프를 주로 활용하고 있었다. 그래프의 활용 또한 수학적 이해력이 높은 학생일수록 효과적으로 관찰하고 있으며 활용범위도 더 넓은 것으로 보여주고 있다.

지수·로그 방정식이나 부등식을 해결하는 또 다른 유용한 수단으로 그래프를 접근하는 시도는 많이 일어나지 않았다. 연구참여자들이 보여준 문제해결 과정은 자신들에게 익숙한 정리나 공식을 사용하여 대수적인 방법에 거의 의존하는 경향을 반영하였다. 그 이유는 그 학생들이 기존의 학교수업 과정에서 훈련받은 일반적인 문제해결 과정의 길들여진 결과로 해석되며, 또 다른 측면은 그래프의 작도(제시)방법에서 찾을 수 있을 것 같다. 연구참여자들의 평소 그래프를 작도하는 일반적인 방법을 보면 방정식이나 함수관계에서 순서쌍을 찾은 후 모눈종이에 그 대응점을 찍고 그 점들을 매끄럽게 연결시키는 순차적인 그래프 작도가 시간은 많이 소요되지만 그래프의 이해력을 높이는 데는 가장 좋다고 응답하고 있다. 이것은 Mathview를 통한 그래프 제작시 순식간에 제시되는 방식보다는 애니메이션기능을 사용하여 순차적이고 느리게 그래프의 변화를 보여주는 방법이 그래프에 대한 이해력을 증진시킬 수 있음을 보여주며 소프트웨어 기능이 숙달되지 않은 상태에서는 활용도가 반감될 수밖에 없음을 보여 주고 있다.

또한 참여 학생들은 수식의 변형(계수나 변수 조작)을 통해서 거듭제곱근이나 지수법칙의 이해 그리고 지수·로그 방정식과 부등식을 해결하기도 하며, 상용로그표를 보지 않고도 수식에 진수를 대입하여 얻은 상용로그값을 계산과정에 활용하기도 하는 모습을 보여 주었다. 그러다가 수식 전체를 지워버려 당황하기도 하고 교과서에 있는 문제를 수식에 대입하여 그 결과를 확인해보려는 과정 등은 수업장면에서는 기대할 수 없는 학습자들의 다양한 문제해결의 기회를 줄 수 있다는 점에서 Mathview의 장점으로 분류할 수 있다.

그러나, 학생들은 한 화면에서 수식이 차지하는 영역만큼 그래프의 영역이 줄어들므로 인해

수식과 그래프를 비교하기 위해서는 스크롤기능을 반복해야 하는 번거로움을 지적하였다. 그래프 상자 측면에 수식을 같이 작성할 수 있는 방식은 현재의 프로그램이 지원되지 않은 기능으로 드러났고, 버튼사용법은 프로그램을 반복적으로 활용함으로써 자연스럽게 극복할 수 있다고 보여진다. 또한 전 단계 그래프를 함께 제시하여 동일 좌표평면상에서 그래프의 직관적인 비교를 할 수 있도록 그래프를 설계할 때 고려해야 할 부분이다.

S1 : 그래프에서 직접 우리가 값을 바꾸어 가면서 값의 변화에 따른 그래프의 변화로 쉽게 내용을 이해할 수 있었어요. 반복적으로 이 프로그램을 사용하다 보니 학습방법에 약간 익숙해졌고 이후로는 개념파악이나 문제풀이 과정에서 그래프를 이용해서 풀어보니 도움이 되었습니다. 그래프를 모눈종이에 그리는 경우에는 정확한 수치변화를 확인할 수 있는 장점이 있지만 좀 지루한 느낌이 들기도 했어요. 그러나 Mathview에서 값의 변화에 따른 확실한 그래프 모양의 비교를 위해 바로 전 단계의 그래프를 유지시키면서 새로운 값의 그래프와 직접 비교할 수 있다면 더욱 정확한 비교에 의한 내용이해에 도움이 될 것 같습니다.

S4 : 그래프가 대부분을 차지하는데 뚫어져라 쳐다보면서 깊게 생각하지 않는 이상 전 잘 모를 것 같아요. 문제를 풀어봤는데 어느 정도의 도움은 받았지만 그렇게 많은 도움을 받지 못했어요. 같은 유형의 문제풀이는 도움이 됐지만 그래프의 식과 문제 유형이 좀 다르면 그 그래프를 이용하는 게 어려웠어요. 그래서 그래프는 문제풀이에 활용하는 것보다는 개념을 이해하는데 더 도움이 된 것 같습니다. 그래프 식을 잘 못해서 지웠는데 그걸 다시 쓰는 법을 모르겠고 두 식을 비교할 때 전 그래프를 기억하는 보조선 같은 것도 있었으면 좋겠습니다.

S5 : 원래 그래프에 약하긴 하지만 솔직히 저

한테는 그래프가 별 도움이 안된 것 같아요. 그런데 처음에만 그렇지 로그함수 부분에서는 문제 푸는데 그래프가 많은 도움을 준 것 같아요. 덕분에 이해도 쉽게 됐고요. 차라리 그래프는 선생님께서 직접 설명해 주시는 게 이해가 빠를 것 같아요. 먼저 설명을 듣고 웹자료의 그래프를 사용한다면 더욱 낫지 않을까 싶어요. 또 그래프 바로 옆에 그래프에 대한 식이 있었으면 좋겠어요. 식이 위에 있어서 헛갈리기도 해서요.

연구문제3. 웹프로그램의 화면구성 및 학습 내용, 제시방법, 학습흐름에 대한 반응

본 연구에서 설계한 지수-로그 단원의 웹페이지는 먼저 정의나 정리를 제시한 후 문제풀이를 통한 개념심화 그리고 마지막으로 형성평가 문제로 내용 이해를 확인하는 절차를 기본 방식으로 구성하여 연구참여자들에게 익숙한 학습흐름이 되게 하였다. 그러나 화면구성이 너무 단조롭고 획일적인 점에서 학생들은 딱딱하다는 표현을 하고 있다. 인터넷 익스플로러의 환경에서 나타나는 마우스 세 번 누르기는 일반적인 윈도우 환경의 더블클릭에 익숙해 있는 사용자로 하여금 낯설고 불편한 기능으로 지적되었다.

프레임 한 단위의 마지막에 제시되는 평가 부분을 다루어 본 학생들은 풀이 결과에 대한 즉각적인 확인과정을 정답을 함께 비교하기를 원하였다. 이에 관련하여 Comments 기능(구름모양 버튼)을 이용하여 정답을 수식에 종속시켜 감춘 뒤 풀이과정이 끝난 후 확인하게 하는 자료 제작의 방안이 고려될 수 있지만, 이 경우에 대수적 조작을 통한 알고리즘적 이해에 도달하게 하려는 Mathview의 기능이 기대하는 원래의 의도가 희석된다. 이종영(1999)은 학생이 어떤 문제를 해결하는데 어려움을 겪고 있을 때, 학생에게 문제에 대한 힌트를 준다면서 일련의 유도 질문을 통하여 답을 노출하여 학생의 학습환경을 제거해 버리는 토파즈 효과를 지적하였다. 마찬가지로 웹기반 환경에서도 자칫 문제와 함께 제시되는 정답이나 힌트 버튼 때문에 학습자가 주어진 과

제를 해결하기 위해 심사숙고하기보다는 도움과 정답을 쉽게 구할 수 있기 때문에 학습의 기회가 줄어들 수 있음을 고려해야 한다.

Mathview에서 제공되는 워드프로세서 기능은 전용 워드프로세서와 저작도구에 비교하면 간단한 수준에 머물러 있기에 문제 풀이과정이나 해설 및 주석 같은 부분을 교과서의 장점을 능가하는 수준의 전자매체화 하는 것은 쉽지 않다. 또한 웹상에서 Mathview를 도구로 상호작용적인 피드백을 갖춘 다양하고 역동적인 디자인을 설계한다는 것 또한 프로그래밍 작성의 한계로 어려운 부분이다. Manipulate 메뉴에서 제공되는 계산이나 단순화, 전개, 인수분해 등의 풀이과정과 교과서의 일목요연한 풀이과정의 차이에서 느끼는 수식 자체에서 느끼는 상대적인 차이는 사용자의 숙달로 감안되어야 하는 부분이다.

연구참여자들은 웹자료의 효율적인 활용 방안으로 그래프를 통한 직관적인 학습이나 수식의 조작을 통한 문제풀이 과정의 결과를 확인하는 점을 들고 있다. 이는 다른 수학 탐구형 소프트웨어의 활용방안에서 공통적으로 생각해 볼 수 있는 분야로 학습내용에 따라서는 지필 환경이 훨씬 효율적일 수 있음을 반증한다고 보여진다. 따라서 학습자료 설계자는 세밀한 내용분석을 통해 학습자의 수학적 사고과정을 저해시키지 않도록 Mathview 소프트웨어에 적절한 내용만을 추출하여 학습자료를 구성하고 학습자가 풀이과정 감상만으로 학습이 끝나 버리는 요인을 제거할 수 있는 방향으로 학습자료를 설계할 필요가 있다.

S2 : 처음부터 끝까지 한번도 변하지 않는 글씨체가 그렇고 그래프 옆에 붙어있는(확대, 축소, 해상도) 정체 모를 버튼들이 그렇고 마지막으로 이 바탕이 항상 하얀색인데 계속하다보면 눈이 피곤합니다. 안정감을 줄 수 있는 아이보리색이나 옅은 녹색이 좋지 않을까요? 학습흐름은 교과서와 비슷한 과정들이라 별다른 불편이 없었습니다.

S3 : Mathview 자료가 좋은 점도 있는데 불편한 점도 더러 있는 것 같아요. 형성평가에서 답이 나오지는 않더라도 답을 직접

적을 수 있고 컴퓨터가 채점을 해 주었다면 좋겠어요. 그래서 틀린 문제는 다시 풀 수 있게... 이런 점은 조금 바꿨으면 좋겠어요. 예를 들면 개념과약을 좀 더 자세히... 문제풀이를 좀 더 쉽게... 교과서와 다른 풀이 방법이 이해하기 어려운 경우가 종종 있다.

S6 : 화면구성은 문자 크기를 조금 더 키우고 준 식을 한 문제 또는 두 문제 정도를 풀이과정과 함께 풀어준 다음에 형성평가 문제를 풀고 답을 알아볼 수 있게 정답을 제시하면 좋겠습니다. 수업시간에 활용하거나 조금 더 보완을 하면 혼자서도 할 수 있을 것 같습니다.

5. 향후 방향

연구에 참여한 학생들은 지금까지 교과서를 통한 교사의 설명식 수업에 익숙한 탓인지 수학적 학습용 소프트웨어를 통한 학습방법에 대한 호기심과 동기가 있음에도 불구하고 일정한 거리감을 느끼고 있었다. 학생들은 여전히 새로운 수학적 개념을 이해하는데는 교사의 설명식 수업을 가장 이해하기 좋은 학습의 방법으로 받아들이고 있다. 6명의 학생들 사이에서 나타나는 차이는 다소 대조적이다. 일정한 학습능력을 갖춘 상위그룹 학생들은 Mathview 자료를 통하여 다양한 풀이방법과 문제의 응용 그리고 탐구학습의 가능성을 보여주었다. 그러나 학습능력이 상대적으로 낮은 학생들은 그들의 수준을 고려한 내용의 구성과 문항개발을 요구하였고, 그렇지 않은 상태에서 적용한 수학 학습용 소프트웨어는 설계자의 처음 의도와는 다른 결과를 보여줄 수 있음을 드러내 보였다.

이점으로 미루어볼 때, 수업에서 Mathview 웹자료의 활용도를 높이고자 하는 교사 또는 내용설계자는 수학교과에 어떤 내용을 추출하여 어느 단계에서 적용할 것인가에 대한 세밀한 검토를 사전에 하는 것이 바람직하다. 즉, 수업 초기에 수학적 개념을 도입하는 단계에서 웹자료를 활용할 것인지, 아니면 이미 학습한 수학적 원리나 사실을 확인하고 적용하는 단계에서 자료를

활용할 것인지를 분석하는 것이 필요하다. 간단한 암산이나 지필 환경에서 문제해결의 과정을 개념적으로 이해하고 알고리즘화 시킬 수 있는 방법에 대한 설계의 과정을 거쳐서 학습내용의 체계를 구성하고 Mathview를 적용했을 때 소프트웨어 활용 학습의 효과를 극대화 할 수 있다고 보여진다(Buchberger, 1989).

한편, 수업설계를 하는 교사의 관점으로는 이미 수업에서 배운 수학적 원리나 내용을 확인 또는 정리하거나 심화시킬 수 있는 복습단계의 학습자료로서 Mathview 학습자료를 도입하는 점을 고려할 수 있지만 이것은 수업 관리적 측면에서 교수용으로 활용되는 결과가 된다. Mathview를 사용하는 학습자가 교과서에서 전혀 접하지 못했던 새로운 개념을 그래프와 변수 조작을 통하여 탐색하거나 스스로 새로운 수학적 구조를 탐구해 가는 학습 모형의 개발 가능성은 현재 모색 단계 중에 있다.

우리는 향후에 다음과 같은 점을 고려하여 연구를 진행할 예정이다. 1) 교과서나 참고서 같은 지필 환경에서 이루어지는 수학 학습을 탐구형으로 전환하는 경우에 Mathview 자료의 설계는 어떻게 이루어지는가? 2) 수학적 개념과 대수적 조작에 수반되는 어려움은 Mathview 조작에 따른 어려움과 어떤 관계가 있는가? 3) 수학적 사고의 시각화와 구체화를 신장하는 웹자료의 설계에 관련되는 요인은 무엇인가?

참 고 문 헌

[1] 고상숙(1999). 그래핑 계산기를 활용한 삼각함수 학습효과: 질적 연구 방법에 의한 학습과정 분석. 대한수학교육학회지<학교수학> 제1권 제2호, 483-512.

[2] 이근평(1999). Mathview를 활용한 수준별 교수-학습 방안 연구. 순천대학교 교육대학원 석사학위 논문.

[3] 이종영(1999). 컴퓨터 환경에서의 수학 교수-학습 방법에 관한 교수학적 분석. 서울대학교 대학원 박사학위 논문.

[4] 전영국(1996). Linear Kid를 중심으로 본 수학교육용 CAI 프로그램 개발 및 평가 분

석. 대한수학교육학회 논문집, 제6권 제2호, 129-146.

- [5] 전영국(1997). 수학교육에서의 통신망 활용. 대한수학교육학회 논문집 제7권 제1호, 245-258.
- [6] 전영국, 주미(1998). 기하문제 해결에서의 GSP를 이용한 탐구학습의 신장. 대한수학교육학회 논문집, 제8권 제2호, 605-620.
- [7] 전영국(1999). 수학교육용 소프트웨어의 활용에 대한 질적 연구. 대한수학교육학회지 <학교수학>, 제1권 제2호, 433-450.
- [8] 전영국(2001). 수학교육에서의 질적 연구. 김영천(편), 교과교육과 수업에서의 질적 연구, 제4장. 문음사. (인쇄중)
- [9] 정보나(2000). 탐구형 소프트웨어의 활용에 따른 중학교 기하영역의 지도계열에 관한 연구. 한국교원대학교 대학원 석사학위 논문.
- [10] 정인성, 나일주(1989). 최신 교수설계이론. 서울: 교육과학사.
- [11] 지현희(2000). Mathview를 도구로 한 고등학교 함수 단원 구성. 한국교원대학교 대학원 석사학위 논문.
- [12] 최윤영, 권오남, 황혜정(1999). 관계적 이해를 위한 수업 도구로서의 소프트웨어 활용에 관한 사례 연구. 대한수학교육학회지 <학교수학> 제1권 제2호, 637-660.
- [13] Bruce, B., & Rubin, A. (1993). Electronic quills: A situated evaluation of using computers for writing in classrooms. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- [14] Buchberger, B. (1989). Should students learn integration rules? Technical Report at RISC, Austria.
- [15] Heck, A. (1993). Introduction to Maple. Springer-Verlag.
- [16] Le, H. Q. (1999). Client-Server Communication Standards for Mathematical Computation. Unpublished master thesis, University of Waterloo, Canada.
- [17] Karian, Z. (Ed.) (1992). Symbolic

computation in undergraduate
mathematics education. MAA Notes 24,
Mathematical Association of America.