

Web 기반 교육을 위한 수학 학습모형의 설계와 실험

고희자¹⁾ · 김홍철²⁾

본 논문은 Web을 기반으로 하는 수학의 학습모형을 설계하고 학습 자료를 개발하여 정규 교과학습에 투입했을 때의 효과를 측정함으로써 Web 상에서 구현될 수 있는 대체 수업방안을 모색하는데 그 목적이 있다. 본 연구는 Web을 이용한 교육 자료 개발에 대한 이론적 토대, 교수-학습 모형의 설계와 구성, 정규 수업을 통한 실험 등 세 부분으로 이루어져 있다. 먼저, 학습 이론과 학습자 중심의 교수 모형의 개발, 자료 설계 및 구축 과정, 수업 전략 등 Web 기반 교육의 핵심 원리를 살펴본다. 다음, Web 상에서 수학교육과 학습을 구현하기 위한 학습 프로그램을 개발하여 웹 사이트를 통해 학습을 수행하는 수학의 대체 학습모형을 제시한다. 마지막으로, 평면 2차 곡선을 주제로 수업모형을 설계하여 제작하고 이를 실제 수업에 투입했을 때의 학습효과를 전통적인 수업과 비교 측정함으로써 Web 상에서 이루어지는 학습모형을 구성하는데 있어 필요한 요소 및 발전 방향을 함께 모색한다.

주요용어 : 웹 기반 교육, 수학 교수-학습 모형의 설계, 평면 2차 곡선, 실험 설계

I. 서론

지식 정보산업 사회로 지칭되는 21세기는 방대한 정보의 생산 및 제공, 획득과 표현 및 관리가 다양한 매체를 통해 다양한 방법으로 이루어지고 있다. 이러한 환경의 변화는 교육 분야에도 큰 영향을 초래하여 교육 현장에서 새로운 교육 모형의 정립이 중요한 현안으로 대두되고 있다. 이러한 시대적 변화와 요구는 열린 교육의 실천과 교육의 장으로부터 학습의 장으로 교육의 틀의 전이, 인터넷 등 다양한 매체를 통한 원격교육의 대두, 대안교육의 태동 등 다양하고 혁신적인 교육 환경의 변화를 예고하고 있다. 정보화 사회의 핵심은 목표나 아이디어를 공유할 수 있는 정보로 표현할 수 있는 능력, 필요한 정보를 조직적으로 탐색하는 능력, 수집된 정보를 이해하고 그 정보가 타당한지 판별하는 능력, 정보를 다른 사람과 직접 또는 간접으로 교환하는 능력 등 다원적인 요소를 내포하고 있다. 이러한 교육환경이나 매체의 변화는 전통적인 방식에 주로 의존해 온 수학의 교육과 연구에 예기치 않은 문제와 도전, 그리고 새로운 기회를 제공하고 있고, 수학교육의 방향도 교육소재의 구성과 문

1) 북평여자고등학교 (kohj6@shnbiro.com)
2) 강릉대학교 (hongchul@kangnung.ac.kr)

제 해결력 신장 등에 있어 다양한 매체를 이용한 학습도구의 다변화, 방법론 개발 등 수학적 힘을 신장하는 방향으로 나아가고 있다. 2002년부터 시작된 제7차 수학과 교육과정은 개정의 기본방향을 ‘수학적 힘’의 신장으로 설정하였으며, 이를 구현하기 위한 실천적인 항목들로 개인의 능력 수준을 고려한 진로 및 취업 지도, 수학적 기본 지식의 습득, 학습자의 활동 중시, 수학적 흥미와 자신감의 고양, 계산기나 컴퓨터 등 구체적 학습도구의 적극적 활용, 다양한 교수 및 학습 방법과 평가의 활용을 제안하고 있다. 이에 발맞추어 수학교육도 널리 보급되어 있는 초고속 통신망과 기기를 적극적으로 활용하여 정보 통신 혁명의 시대에 능동적으로 대처할 수 있는 방향으로 수업 방법의 개선이 이루어져야 하며, 새로운 교수 매체로 등장한 인터넷의 활용에 대한 아이디어를 정리하고 학습 자료를 개발하여 적극적으로 운용하는 것이 정보화 사회에 교육자들이 수행하여야 할 중요한 하나의 도전 과제라 아니할 수 없다. 이와 관련하여 웹 기반 교육의 설계와 수행은 CAI(Computer Aided Instruction)가 지금까지의 교과교육이나 보조도구로 활용되었던 제한적인 범주를 벗어나 웹을 매개로 통신과 결합함으로써 보다 다양하고 통합적인 교육효과를 도모할 수 있고(신정엽, 1999), 웹을 활용한 수학교육이 수학에 대한 흥미뿐만 아니라 학업 성취도에도 긍정적인 효과를 준다는 사실이 연구 조사된 바 있다(박정기, 2001). 아울러 이러한 변화된 수업 모델을 적용했을 때의 컴퓨터와 학생 사이의 상호작용의 특성과 수학적 개념의 차이 등도 논의되었다(이종영, 1999).

본 연구는 웹상에서 학습자 중심의 수업이 가능하도록 수학의 학습모형을 개발하여 제시하고, 웹을 도구로 하는 대체 수업의 모형을 통하여 이루어지는 학습과 전통적인 학습을 비교하여 학업 성취도, 수학 수업에 대한 태도, 컴퓨터에 대한 태도 등에 있어 어떠한 효과가 있을 것인가를 살펴보고, 아울러 현재 특별한 몇몇의 기관에서 원격 원수로 시도되고 있는 가상 수업시스템이 학교현장에서도 이용될 수 있는가 하는 가능성도 진단해 보고자 한다. 연구를 수행하기 위한 대체 수업의 실험 모형으로는 평면 2차 곡선을 대상으로 설정하였다. 평면 2차 곡선은 전통적으로 학교 현장에서 정의에 입각해 칠판을 통해서 이루어져 왔으나 컴퓨터상에서 직접 시뮬레이션을 통해 자취의 방정식을 그리는 과정을 구현해 보게 함으로써 수학의 학습에 있어 학생들의 능동적인 학습참여와 흥미를 유발하여 웹을 통한 학습효과를 기대할 수 있는 적합한 소재라는 판단 하에 실험 주제로 채택하였다.

II. 이론적 배경

1. Web 기반 교육

World Wide Web의 등장과 함께 인터넷은 중요한 교육 및 교수 매체로 대두되었고 교사들 사이에 웹을 이용한 새로운 교수모형에 대한 관심이 폭 넓게 형성되고 있다. 새롭게 대두된 이 교수 모형을 웹 기반 교육(Web Based Instruction; WBI)이라고 한다. Ritchie & Hoffman(1997)에 의하면 웹 기반 교육은 특정한, 그리고 미리 계획된 방법으로써 학습자의 지식이나 능력을 육성하기 위한 의도적인 상호작용을 웹을 통해 전달하는 활동을 지칭한다. WBI의 발달은 컴퓨터 네트워크 공학의 발전을 교육적 활용에 연계하는데 그 바탕을 두고 있다. 컴퓨터 네트워크가 교육에 활용되는 형태는 크게 세 가지로 나누어 구분할 수 있다(Harasim, 1989). 첫째로 대면 교육이나 원격 교육 등에서 하나의 보조적 매체로 컴퓨터 네

트위크를 활용하는 형태, 둘째로 전체 강좌나 강좌의 일부를 가르치는 주된 매체로 컴퓨터를 운용하는 형태, 셋째로 컴퓨터 네트워크를 보다 자유로운 지식 네트워킹의 장, 토론에의 참여 수단, 온라인 데이터베이스 활용의 수단, 또는 세계에 흩어진 전문가나 동료들과의 정보 교환의 수단 등으로 이용하는 형태가 그것이다.

2. WBI 학습 모형

1) 학습이론

웹은 인터넷의 한 부분으로 하이퍼링크의 기능을 지니고, 멀티미디어 형태의 자료를 최신의 것으로 공급하는 서버와 사용자간에 전달, 제시, 교환이 가능하도록 하는 기술이다(Bonk & King, 1998; Hackbarth, 1997; Khan, 1997; Milheim & Harvey, 1998). 특히 지역적인 제한을 넘어서서 전 세계적으로 연결시킬 수 있는 기능은 웹이 가지는 또 다른 특징이기도 하다(Galbreath, 1997). Moore & Kearsley(1996)에 의하면 웹은 그것이 지닌 속성에 의해 교실과 실세계간의 인위적 벽을 없애 학습자들이 자신들의 작품을 널리 공개하고 다른 사람의 것도 검색하여 평가할 수 있으며, 멀티미디어 자료를 만들어 사이버 공간에 게시할 수도 있고, 자신들의 작품을 웹 정보자료에 새로이 첨가할 수도 있다. 분명 이렇게 하나의 매체로서의 웹의 속성은 그 자체만으로도 교육적으로 활용될 수 있는 매력적인 잠재력을 지니고 있다. 그러나 그런 잠재력만으로 웹이 곧 교육 목적을 위한 필수적인 도구라고 말할 수 있는 것은 아니다(Berge, 1999; Greening, 1998; Hackbarth, 1997; Bonk & King, 1998; Mayes, 1993). 웹을 이용한 교육이 교육적 활동으로 이어지기 위해서, 즉, '정보'의 단계에서 '수업'의 단계로의 전환을 위해서는 웹이라는 기술에 '학습 이론(구성주의)'이 반드시 동반되어야 한다. 구성주의가 웹 기반 교육의 이론적 근거로서 거론되는 것을 두 가지 이유로 설명할 수 있다.

첫째, 구성주의에 대하여 활발히 논의되고 연구되는 시점과 웹 기반 교육의 등장이 동시대에 이루어졌기 때문이다. 같은 시대에 논의되는 이론과 기술이기 때문에 그 관심 방향이나 목적에 있어서 시대적 영향을 받지 않을 수 없으며, 그로 인해 일반적 공통점을 지니게 된다(강인애, 1997). 예를 들어, 다양성, 복잡성, 탈 중심성, 영역과 경계 허물기, 상호작용(대화와 협동), 자율성 등의 현 시대적 개념을 양쪽 모두에게서 발견할 수 있다.

둘째, 웹 기반 수업이 기존의 학습 이론 및 학습 환경에 따라 이루어질 경우, 웹의 속성을 충분히 발휘할 수 있는 여건을 마련하지 못하면 웹의 속성 중의 하나인 하이퍼미디어의 특성은 전혀 무의미한 존재가 될 것이다. 학습자에 의한 자율적 정보검색이 이루어지고, 그로 인해 예측할 수 없는 방향으로 학습 내용과 깊이가 전개되고, 다양한 정보자원을 통해 간학문적 내용과 접하게 되고, 교사뿐만 아니라 외부 다른 사람들에 의해서도 학습 지원 및 보조의 역할이 이루어지는 상황, 한마디로 기존의 학습 환경에서 보면 거의 카오스의 상태와 다름없는 상황으로 변질될 가능성을 지닌 웹의 속성은 모든 것이 세분화, 단순화, 계열화, 정교화라는 전제 하에 펼쳐지므로 기존의 학습 환경에서는 도저히 수용되기 어려울 수밖에 없다(강인애, 1997). 결국 웹의 특장을 충분히 활용하기 위해서는 기존 수업환경의 대안적 방안으로 제시되고 있는 구성주의적 교수-학습 환경에서 그 해결점을 찾아야 한다.

2) 학습모형

인터넷을 활용하는 탐구적 학습 방법은 주어진 주제에 대한 정보의 교환과 비교 및 종합

을 위주로 하는 학습 활동이다(백영균, 1998). 인터넷에서의 탐구학습은 참여자의 수에 따라 개인 탐구학습과 집단 탐구학습으로, 참여자의 소속 집단에 따라 학급 내 탐구학습과 학교 간 탐구학습으로 구분할 수 있다. 김준태(1997)는 인터넷을 활용한 수업 모형을 정보 탐색, 토론, 문제 해결, 탐구활동의 네 가지로 나누었다. 본 연구를 위한 WBI의 제작은 이 네 가지의 모형이 복합적으로 이루어 질 수 있도록 구성하였다.

Ⅲ. 수학 학습모형의 설계와 구성

1. WBI 자료 설계

미래의 교육은 정해진 시간에 정해진 공간에서 이루어지는 교육 방식으로부터 점차 자신의 필요에 따라 원하는 교육과정을 따라 필요한 학습정보를 찾아 교육받는 형태로 급속히 전이될 것이고, 웹은 이를 지원하는 강력한 하나의 매체라고 할 수 있다. 이러한 측면에서 웹 기반 학습의 설계는 학습 대상자와 학습 내용, 학습 환경을 명확히 설정할 수 없는 경우에도 자료 설계를 해야 할 경우가 있게 되어 CAI 프로그램에 비해 어려운 점이 있다. 그러나 기본적으로 웹 기반 학습 설계 역시 지금까지의 교수 설계처럼 누구를 위해, 무엇을 어떻게 해야 하는지에 대한 기본적인 설계 과정을 거치게 되며, 이러한 설계 과정이 체계적으로 치밀하게 계획될수록 원하는 교육 효과와 효율성을 얻을 수 있는 좋은 학습 자료가 될 것이다. WBI 자료 설계를 위한 단계별 절차는 다음과 같다.

1단계) 학습목표와 개발방향 설정

WBI 설계의 선행단계로서 웹 기반 학습을 통해 얻게 되는 학습자의 지식 및 능력에 있어서의 변화, 즉, 학습목표를 생각해 보아야 한다. 학습자가 새로운 능력을 획득하게 된다면, 특정 부분의 지식을 넓힐 수 있다든지, 습득한 지식을 문제 해결에 적용한다든지, 또는 실세계의 상황을 대리 경험하게 한다든지 등의 학습목표를 성취하기 위해 웹 기반 학습을 제공하려 할 것이다. 학습하고자 하는 목표가 결정되면 이 목표와 연계하여 설계자가 무엇을 개발하려는지, 그것을 웹의 특성을 이용해 어떻게 제시하려 하는지에 대해 아이디어를 구하는 과정, 즉, 개발 방향을 설정하여야 한다. 웹의 특성은 시공을 초월해 정보를 전달 할 수 있다는 점, 수많은 정보와의 연결이 가능하다는 점, 정보의 수정 및 보완이 지속적으로 이루어질 수 있다는 점, 전자 우편이나 게시판 등을 통해 학습자와의 상호 작용을 실시간으로 수월하게 이룰 수 있다는 점 등을 들 수 있다. 이러한 특성을 충분히 파악하고 이 특성이 평소 느끼고 있던 학습 문제를 해결하는 방법과 연계될 때 효율적인 학습목표의 달성을 위해 웹 자료 설계를 시작한다.

2단계) 학습 대상자에 대한 분석

웹 기반 학습을 광역적으로는 불특정 다수를 대상으로 하는 원격교육 전체로 볼 수도 있지만, 구체적인 학습의 수행에 있어서는 제한된 대상자의 학습목표를 달성하기 위한 교육자원의 일부로 해석할 수 있다. 학습 자료를 설계하는데 있어 학습 대상자에 대한 철저한 분석과 검토가 선행되어야 한다. 먼저 유아, 초등, 중등, 고등, 성인 등의 성장 단계에 따른 성향 분석과 학습 능력이 고려되어야 한다. 아울러 학습 대상을 특정 학급이나 특정 학교에

국한할 때에 따라, 또는 학업 성취도에 있어 특수아, 학습 부진아, 우수아 등 학습 발달 정도에 따라 교육을 세분화 할 때 특정 대상 학습자들의 성향이 철저하게 분석된 후 교육이 이루어져야 한다. 초등학생보다는 중·고등학생들이 텍스트를 받아들이는 집중력과 능력이 더 뛰어나며, 학습 부진아보다는 우수아 그룹 쪽이 단지 제시된 학습 내용에 만족하지 않고 자율적으로 필요한 정보를 찾아 학습에 이용하는 탐구활동을 선호할 것은 자명한 일이다. 웹 기반 교육은 주어진 정보를 수동적으로 받아들이는 일방적인 주입식 학습보다 스스로 학습 정보를 찾아 자율적으로 문제 해결을 꾀하는 학습 전개 방식을 토대로 구성되므로 어느 정도 텍스트에 대한 해석 능력이 있어야 함은 물론, 방대한 그래픽 자료나 동영상의 활용 등 용량이 큰 멀티미디어 자료를 수용하는데 있어서 CD-ROM보다는 제한적이기 때문에 WBI는 중등 이상의 학습자에게 적합한 학습 형태라고 할 수 있다. 아울러 학습자들의 웹 사용 능력이나 웹 사용에 대한 선호도 역시 고려되어야 할 점이다. 웹 사용에 대한 선호도가 학습 대상 그룹 사이에 극명하게 나타난다면 선호하지 않는 학생에 대한 고려, 예를 들면, 바로 학습으로 들어가기보다는 학습자가 좋아할 만한 정보 탐색이나 게임 부여 등으로 학습 동기를 유발하는 방안도 같이 모색되어야 할 것이다.

3단계) 내용 구성과 자료 수집

학습목표와 개발 방향이 수립되면 수업모형을 위한 콘텐츠의 구성과 자료 수집 및 구체적인 제시 전략을 기안해야 한다. 이 과정은 많은 시간과 노력을 요하는 작업이며 내용 구성에 있어 전문가의 자문과 검토가 필요한 단계이기도 하다. 내용 구조와 목록을 검토한 후 하나하나의 자료에 대해 웹에 올리기에 타당한 자료인지 분석해야 한다.

4단계) 학습 정보의 제공 방법 모색

웹 기반 교육은 기본적으로 능동적인 학습 활동을 지원하는 학습 형태이므로 주로 컴퓨터와 학습자와의 상호작용 측면에서 논의해야 마땅하고, 이를 위해 메뉴 체계 설계, 학습자의 반응 설계, 학습 동기 부여의 측면 등을 적절히 배려하여야 한다. 정보를 제공하는데 있어 메뉴와 그 제목을 어떻게 만드느냐는 매우 신중하게 결정해야 할 일이다. 내용 자체도 중요하지만 학습자가 내용을 선택하도록 이끄는 메뉴나 제목이 보다 정확하고 흥미를 끌 수 있도록 구성되어야 하며, 이용자의 필요를 심층적으로 파악하여 필요를 충족시켜 줄 수 있도록 내용 제시가 함께 이루어져야 한다. 웹 기반 학습 정보는 일반적으로 계층적이고 위계적인 메뉴 체계를 갖추어 학습자가 선택적으로 원하는 학습 정보를 찾아가도록 제공되어야 한다. 메뉴의 타이틀은 텍스트로서 제시될 수도 있고, 상징적인 그래픽이나 아이콘 등으로 표시하여 제공할 수도 있다. 웹 기반 학습은 그 특성상 학습자간의 공동 작업이나 개별 학습을 지원하는 형태로 운용되므로 학습자의 반응에 대한 즉각적인 응답과 격려 메시지, 학습 운영에 필요한 도움말 등을 제공하여 학습 의욕을 고취시키는 노력이 필요하다. 설계자가 미리 설계하여 제공하는 응답이나 메시지와 도움말 이외에도 언제든지 필요한 지원을 받을 수 있도록 별도의 상담 체계를 마련해 놓는 것도 좋은 방안이다. 학습 동기의 부여는 첫 화면에 잠깐 보이는 매력적인 애니메이션을 통해 이루어질 수도 있고, 자신만의 이름이 새겨지는 학습 결과에서 드러날 수도 있다. 또한, 자신의 학습 수준에 맞는 체계적인 내용의 제시에서 얻어질 수도 있고, 아니면 누구에게도 의존하지 않고 스스로 원하는 정보를 찾아내 문제를 해결했을 때의 성취감에서 나타날 수도 있다. 효과적으로 학습 정보를 제공하고 자율적인 학습 동기를 부여하는 일은 학습 환경, 학습 내용, 인지적 측면 등이 복합적으로 얽

힌 복잡한 문제이다. 적어도 웹 기반 학습에서 학습 동기는 학습 정보 제시 측면에서 눈에 보이는 심미적인 측면이나 감각적인 측면보다 학습자 주도의 자율적인 학습을 유도해 내는 한편, 다른 학습자와의 상호작용을 충분히 허용하는 정보 제공자로서 학습자를 적극적으로 끌어들이는 것이 학습 동기를 유발하는 방안이 될 수 있을 것이다.

5단계) 화면 구성

학습 정보의 배열이나 표현 등과 관련한 화면의 구성과 설계는 웹 기반 교육의 중요한 요소로서 메뉴 선택이나 분지 등과 관련한 이용의 편이성 측면과 학습 자료의 형태 등이 충분히 고려되어야 한다. 화면 구성 시 화면의 조화로운 구성, 한 화면에 제시된 학습 정보의 양, 문법 및 철자와 띄어쓰기, 문자의 크기와 모양, 정보의 강조, 시각적인 효과 등이 고려되어야 한다. 이용 편이성의 측면에서는 메뉴 선택이나 화면 이동, 키보드나 마우스 조작의 용이성, 아이콘의 상징적 대표성 등이 고려되어야 한다.

6단계) 웹 서버를 통한 자료의 구축

웹 기반 교육을 위한 기본 설계가 끝나면 이를 구현할 시스템의 구축을 모색하여야 한다. 이는 시스템의 설정 및 자료의 설계, 홈페이지를 통한 자료의 구축 등의 사안들로 이루어진다.

7단계) 웹 시스템의 유지 관리

웹 교육을 위한 시스템이 구축되면 교육 프로그램을 학습자에게 제공하고 교수 및 학습을 수행할 수 있도록 시스템을 지속적으로 유지 관리해야 한다.

- ① 유지 및 갱신: 웹 기반 교육 프로그램을 지속적으로 유지하고 학습 자료의 가치와 효용성을 위해 주기적으로 새로운 학습 정보를 추가하거나 낡은 자료를 갱신하는 노력을 기울여야 한다. 웹의 경우 여타 매체보다 비교적 쉽게 학습 내용을 갱신할 수 있는 장점을 지니고 있다.
- ② 지속적인 관리: 교수 설계상의 문제나 학습 정보의 오류 발견 시 즉시 자료를 수정하여 제공하고 학습자와 교수자, 학습자들 간의 상호작용에 의해 교육이 진행되므로 세밀하고도 지속적인 관리가 무엇보다 중요하다.

2. WBI 수업전략

교사는 설정된 학습 목표를 달성하기 위하여 정규 수업과 병행할 수 있는 WBI 활용의 구체적인 계획을 구상한다. WBI 활용 수업의 성과는 교사의 사전 준비 유무와 학생들의 참여 의지에 달려있다. 본시 수업에 들어가기 전에 다음과 같은 것들이 갖추어졌는지를 확인하도록 한다.

- ① 학습실: 텍스트 내용 중 필히 설명해야 될 부분이나 참고 부분은 관련 자료 및 사이트를 하이퍼링크 시켜 놓는다. 이는 교사의 도움 없이도 학생이 언제든지 혼자 학습할 수 있는 수준이면 가장 좋다. 또한 정규 수업에서 활용할 내용을 철관 없이 사용할 수 있게 하기 위해 설명에 필요한 내용을 프레젠테이션 파일로 만들어 불러그인해 놓는다.

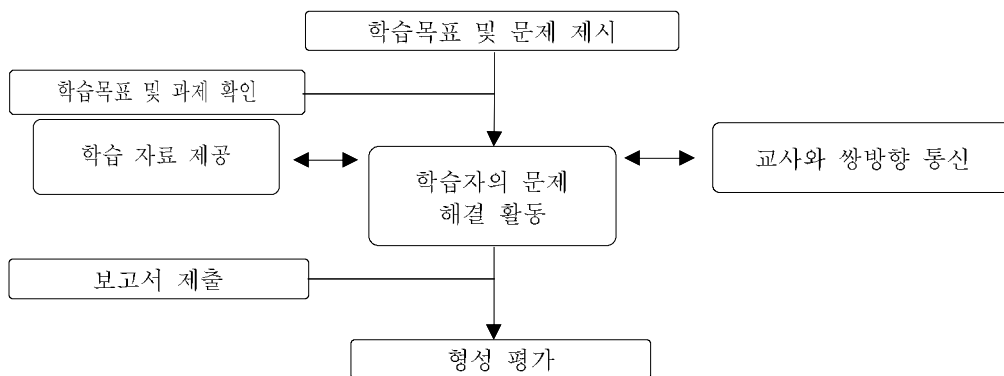
- ② 게시판: 수업 안내 및 학생들에게 고지할 내용, 숙제 등을 게시한다.
- ③ 자료실: 학습자가 학습 활용에 도움이 되는 자료를 파일 형태로 올린다.
- ④ 학생 개별 학습
 - 사이버 강의실을 자주 열어 본다. 특히 [수업 게시판]을 수시로 열람하고 교사의 지시에 따라 과제를 수행한다.
 - 분시 수업 전에 교과서 [단원의 길잡이]를 읽고 교사의 지시에 따라 그 내용을 [자가 진단 방]에 적는다. 대단원의 수업이 끝난 후에 똑같은 내용을 이미 자신이 올려놓은 글 아래에 적고 분시 수업 전에 올린 내용과 비교해 본다. 이렇게 하여 스스로 학습 후의 수업 효과를 점검한다.
 - 개별 학습 중 이해되지 않는 부분은 [묻고 답하기]란을 이용하여 직접 교사에게 질문 한다.
 - 수업평가는 학생에 대한 평가라고 할 수 있으나, 한편으로는 교사 자신에 대한 평가라고도 할 수 있다. 따라서 웹 활용 수업에서는 수업 설계의 충실성 여부와 학생들의 학업 성취도가 같은 비중으로 다루어져야 한다.

3. 수학 WBI 학습 프로그램 개발

수학 WBI 학습 프로그램은 교사가 칠판을 통해 교과서에 나타난 복잡한 공식이나 수식을 예를 들어 설명해 가는 과정을 애니메이션이나 그래픽을 사용하여 반복적으로 제공하기도 하며, 학습한 내용의 성취도를 측정할 수 있는 시험문제 출제에 사용할 데이터베이스 구축에 초점을 맞춘다.

1) WBI 개발 모형

WBI 자료설계 절차와 수업전략을 고려하여 WBI 수학 학습 프로그램의 개발 모형을 다음 [그림 1]과 같이 구성하였다.



[그림 1] WBI 개발 모형

- ① 학습목표 및 문제 제시: 교사는 학습하고자 하는 목표 및 과제를 게시판을 통하여 제공한다.

- ② 학습목표 및 과제 확인: 학습자는 제시된 목표 및 과제를 확인한다.
- ③ 학습자의 문제 해결 활동: 학습자는 제공되는 학습 자료 및 탐색 엔진을 활용하여 과제 해결 활동을 전개한다.
- ④ 교사와의 쌍방향 통신: 학습자는 과제 해결 시 문제점을 ‘문답실’을 이용, 교사의 도움을 받는다.
- ⑤ 보고서 제출: 학습자의 과제 해결 활동 결과를 파일 형태로 작성하여 교사에게 전송 제출한다.
- ⑥ 형성평가 실시: 과제 해결에 대한 학습목표 성취도를 형성 평가를 통하여 진단한다.

2) 개발 절차

(1) 내용의 선정

본 연구에서 다루어질 학습 주제로는 평면 2차 곡선의 원, 포물선, 타원, 쌍곡선의 네 가지 영역으로 선정하였다. 평면 2차 곡선은 두 변수의 이차 형식으로 표현되는 대수방정식으로 표현되기도 하지만 초점으로부터 거리의 관계를 통해서 기하학적 표현으로 설명이 가능한 중요한 수학 소개로서 도입단계부터 지나치게 칠판에 의존하는 것은 학생들의 흥미를 저하시키고 주제의 본질을 잃게 할 우려가 있다. 이를 보완하기 위해 웹상에서 직접 자취의 방정식이 이루어지는 과정을 관찰하고 체험할 수 있도록 구성함으로서 학생들의 학습의욕을 고취시키는 한편, 웹상에서 직접 이것을 구현해 보게 하고 2차 곡선의 생성원리를 동영상을 통해서 시각적으로 확인하게 함으로서 컴퓨터를 이용한 수학 학습에서 큰 학습 효과를 느끼게 할 수 있는 영역이기도 하다.

(2) 학습 내용의 분석

본 프로그램의 교수 설계를 위한 학습 내용의 분석 과정은 각 영역별 단원의 주요 개념들을 위계적 하이퍼텍스트로 제시한다.

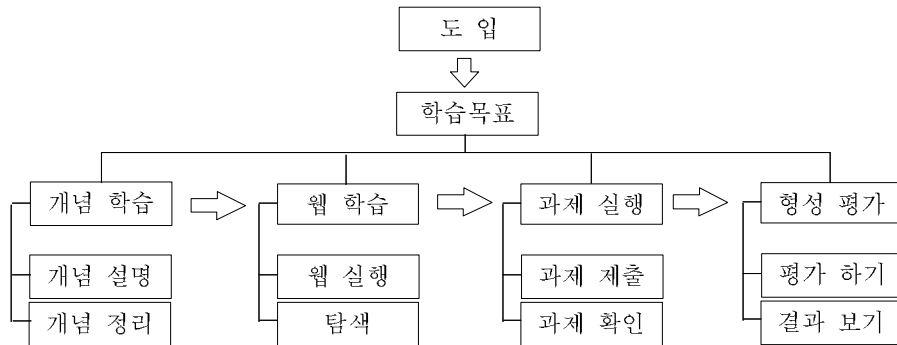
(3) 학습 프로그램의 개발 탑재

본 연구와 관련한 학습 프로그램은 총 4차시 분량으로 제작되었으며, Dick과 Reiser(1989)의 교수 설계 원리인 학습자의 동기화, 학습목표의 구체화, 형성 평가 등 학습자 중심의 학습 환경이 될 수 있도록(Ritchie & Hoffman, 1997), Alessi & Trollip(1985)의 단계별 코스웨어 개발 모델에 기초하여 개발하였다.

3) 학습 프로그램의 구조와 내용

(1) 학습 프로그램의 구조

본 학습 프로그램의 구조는 다음 [그림 2]와 같다.



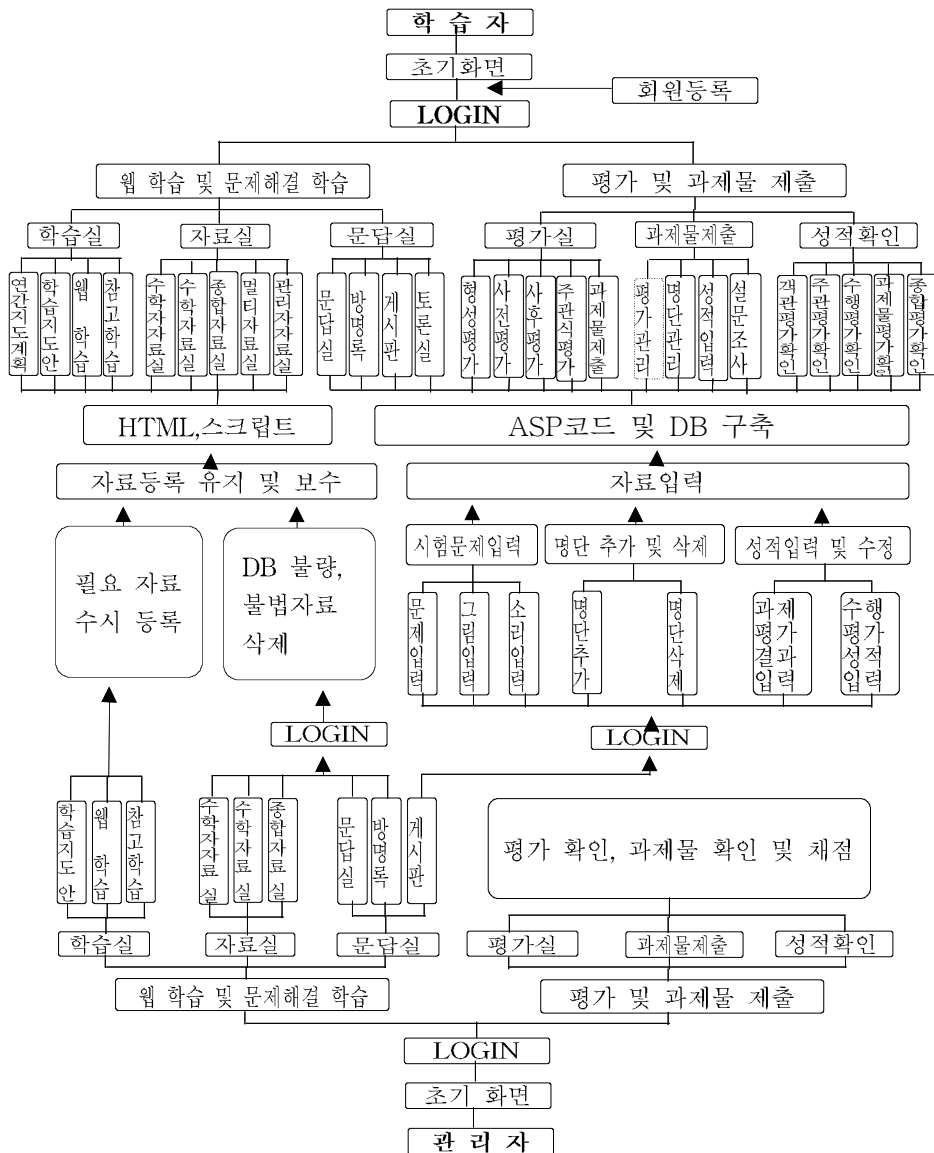
[그림 2] 학습 프로그램의 구조

(2) 학습 프로그램의 내용

본 연구를 통해 이루어지는 학습은 집단 탐구학습(변영계·김영환, 1996)으로 상황 및 탐구 문제 제시, 탐구활동의 전개, 탐구활동 결과의 정리 및 제출, 형성 평가 등의 단계를 거치며 학습할 수 있도록 구성하였다.

- 목표 제시 및 확인: 초기 화면에서 교사는 차시에 따라 과제 목표를 제시하고 학생들은 학습할 과제 목표를 확인한다.
- 탐구학습: 각 영역별 제시된 목표에 따라 탐구학습을 실시한다.
- 자료실의 자료 이용 및 자료 검색: 과제의 제시에 따라 자료실 및 검색 엔진을 이용하여 과제를 해결한다.
- 문답실 이용: 학습에 대한 질의 사항을 작성하여 교사의 도움을 받도록 한다.
- 과제물 작성: 자료실과 검색 엔진을 통한 정보를 이용하여 과제물을 작성한다.
- 과제물 제출: '과제물 제출하기' 메뉴를 통하여 과제물을 탑재한다.
- 과제물 제출 확인: '과제물 제출확인' 메뉴를 통하여 자신이 제출한 과제물이 탑재되었는지 확인한다.
- 과제물 평가 확인: 평가실의 '평가 확인' 메뉴를 통하여 제출한 과제물의 평가 점수를 확인할 수 있도록 한다.
- 형성 평가: 탐구 학습을 통한 학습 내용을 '형성 평가' 메뉴를 통하여 평가한다.
- 평가 결과 확인: 평가한 결과를 '형성 평가 결과보기' 메뉴를 통하여 확인한다.

위의 단계를 거쳐 구성된 수학 WBI 프로그램은 [그림 3]과 같다.



[그림 3] WBI 프로그램의 구성

4. 평면 2차 곡선을 주제로 한 WBI 수업모형 설계

1) 주제 선정 동기

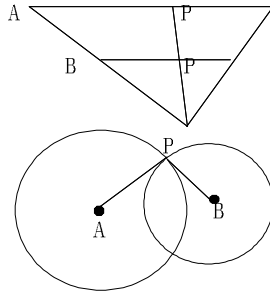
수학 수업은 도형이나 운동 현상 등 직접적인 관찰이 병행이 되어야 학습효과를 올릴 수 있는 많은 주제가 산재함에도 불구하고 아직도 많은 교실에서는 칠판에 의존하여 개념 설명에 치중하는 획일적 수업이 이루어지고 있는 실정이다. 특히 평면 2차 곡선은 칠판으로만 정의를 구현하기에는 다소 복잡한 설명을 필요로 하는 단위이라 웹 페이지 구성에 적합하다

고 여겨 실험단원으로 설정하였다.

2) 제작 원리

GSP 제작 원리는 교과서에 나오는 각각의 정의를 바탕으로 이루어지도록 한다.

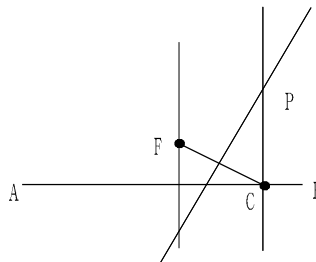
(1) 원: 원은 한 정점으로부터 일정한 거리에 있는 점들의 모임이다. 특히 아폴로니우스의 원은 비례관계를 이용한 점의 자취로서 보다 다양하게 원의 성질을 살펴볼 수 있어 GSP의 제작도 아폴로니우스의 원으로 설명하였다.



[그림 4] 원의 GSP 구현 설계도

- 두 정점으로부터 거리의 비가 일정한 점의 자취는 원이 된다.
- 선분 AP와 BP가 일정한 비례를 유지하도록 구성하여 AP를 반지름으로 하는 원과 BP를 반지름으로 하는 두 원을 구현한다.
- 이 때 항상 선분 AP와 BP가 원의 반지름으로 일정할 수는 없으므로 이 값의 변화를 알 수 있도록 닳음을 이용한 삼각형의 형태로 나타낸다.
- 선분 AP와 BP의 비가 일정한 값을 갖게 하는 점 P의 자취는 원의 방정식이 된다.

(2) 포물선: 포물선은 한 정점을 초점, 다른 한 직선을 준선으로 하여 초점과 준선으로부터 같은 거리를 갖는 점들의 모임이다.

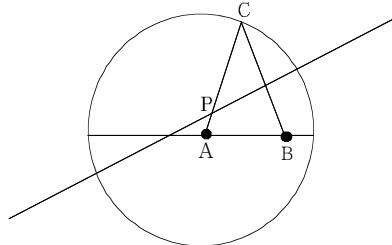


[그림 5] 포물선의 GSP 구현 설계도

- 직선 AB를 움직이는 점 C와 초점 F를 잇는 선분의 수직이등분선을 생각한다.
- 수직이등분선 위의 임의의 점에서 선분 FC의 양 끝점에 이르는 거리가 같으므로 초점과 직선에 이르는 거리가 같다.
- 따라서 직선 AB 위를 움직이는 점 C를 지나고 직선 AB에 수직인 직선과 선분 FC

의 수직이등분선과의 교점 P의 자취는 포물선을 이룬다.

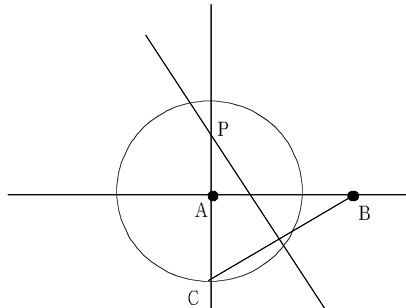
(3) 타원: 타원은 두 개의 정점으로부터 거리의 합이 일정한 점들의 모임으로 정의한다. 그러나 이것을 웹 학습에서는 다음과 같은 방법으로 구현하였다.



[그림 6] 타원의 GSP 구현 설계도

- 원 위를 움직이는 점 C와 B를 잇는 선분의 수직이등분선을 생각한다.
- 이 수직이등분선 위에 있는 점 P는 점 B와 C에서 이르는 거리가 서로 같다.
- 따라서 수직이등분선 위에 있는 점 P에서 점 A와 B에 이르는 거리의 합이 원의 반지름으로 항상 일정한 값을 갖게 되므로 이 점 P의 자취는 타원을 생성한다.
- 이 때 두 점 A와 B는 타원의 초점이 된다.

(4) 쌍곡선: 쌍곡선은 두 정점으로부터 거리의 차가 일정한 점들의 모임이다.



[그림 7] 쌍곡선의 GSP 구현 설계도

- 원 위를 움직이는 점 C와 직선 위를 움직이는 점 B를 잇는 선분의 수직이등분선을 생각한다.
- 점 P는 이 선분 BC의 수직이등분선 위에 있으므로 점 P에서 원 위의 점 C와 B에 이르는 거리가 같다.
- 따라서 점 P에서 점 A와 B에 이르는 거리의 차는 항상 원의 반지름으로 일정하여 이 점의 자취가 쌍곡선이다.
- 이 때 점 A와 B는 쌍곡선의 초점이 된다.

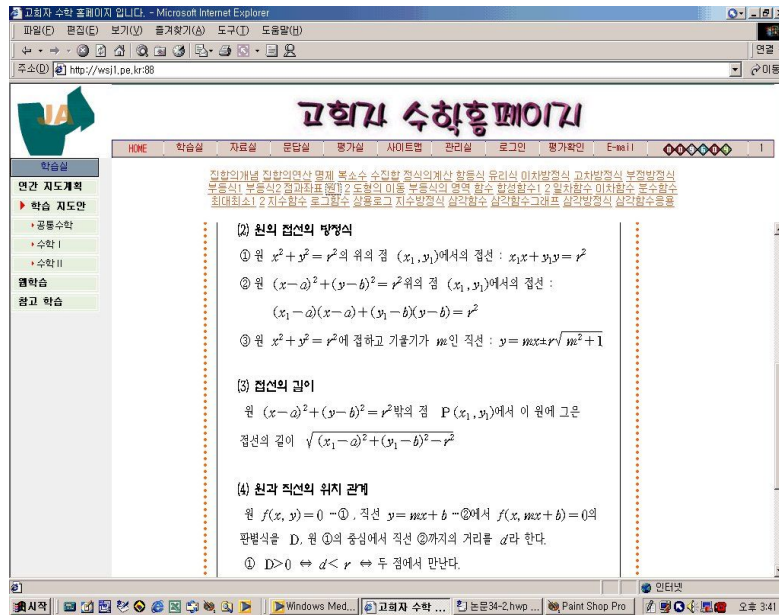
3) 학습모형의 구성 설명

원과 포물선을 중심으로 학습모형의 구성 상황을 설명하면 다음과 같다. 타원과 쌍곡선의

경우도 비슷한 원리를 적용하여 학습모형을 구성하였다.

가. 원

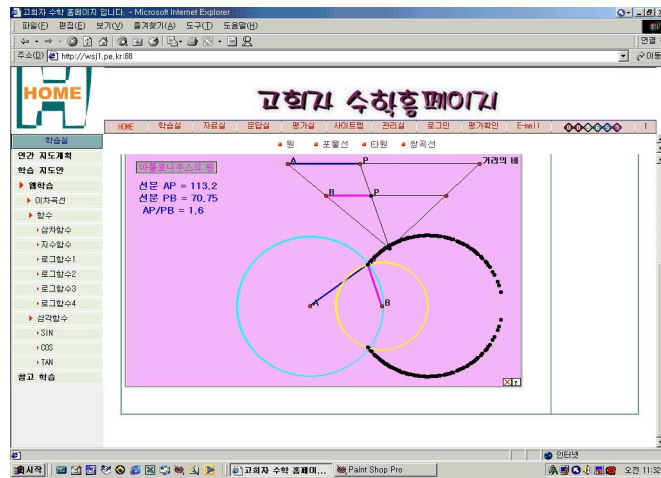
(1) 학습실 중 학습 지도안에서는 일반적으로 교실 내에서 이루어지는 수업 내용을 정리하여 문서로 저장하였다.



[그림 8] 학습지도안 중 원의 설명

(2) 웹 학습에서는 이론으로 배운 원의 정의를 마우스를 가지고 직접 조작할 수 있도록 구현하였다.

- 웹 학습에서 원2를 실행한다. **아폴로니우스의 원** 버튼을 한 번 클릭한다. 그러면 자취의 방정식을 남기면서 움직임이 시작된다.
- 움직임을 멈추려면 **아폴로니우스의 원** 버튼을 한 번 더 클릭한다.
- 거리의 비를 나타내는 점 P를 끌어 원하는 거리의 비를 조정하여 본다. 그 다음 **아폴로니우스의 원** 버튼을 한 번 클릭하여 원이 되는 것을 확인한다.

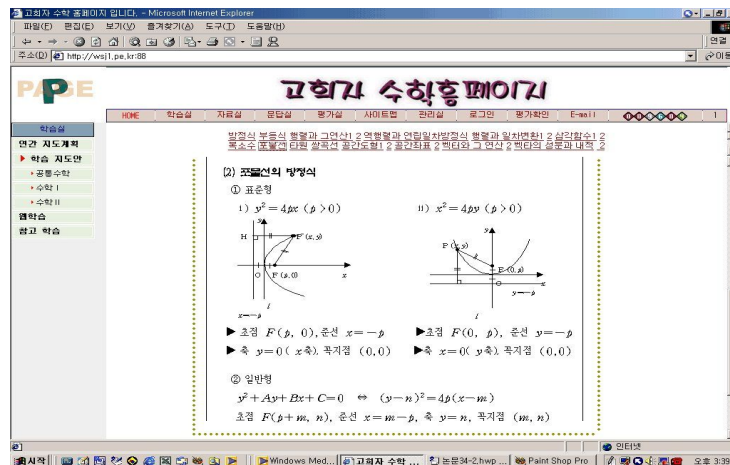


[그림 9] 웹 학습 중 원의 구현

- (3) 학습에서 원을 구현하는 과정을 원의 정의를 생각하면서 살펴보면 다음과 같다.
- 원은 한 정점으로부터 거리가 같은 점들의 자취이다. 원은 단순하고 확일적일 수 있으므로 다양한 학습 흥미를 고취하기 위해 아폴로니우스의 원을 소재로 택하였다.
 - 두 정점으로부터 거리의 비가 일정한 점의 자취는 원이 된다. (단, 거리의 비가 같으면 두 원의 수직 이등분선이 되므로 거리의 비가 같아서는 안 된다.)
 - 이 원은 아폴로니우스의 원이다.

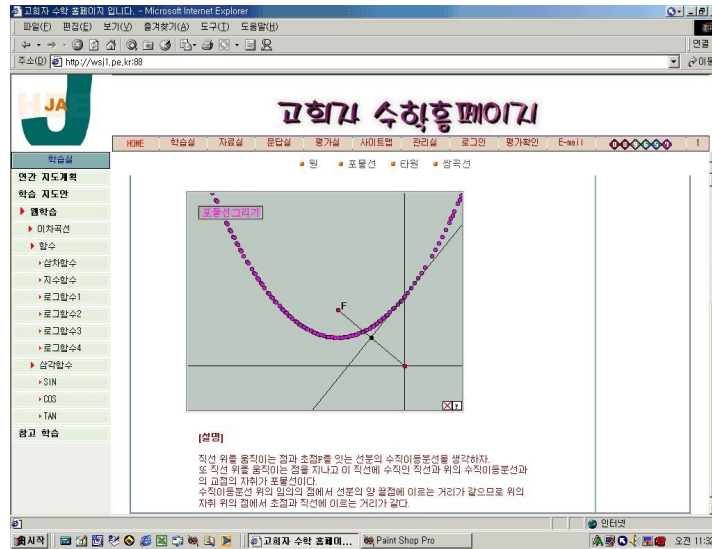
나. 포물선

(1) 학습실 중 학습 지도안에서는 교과서에서 다루고 있는 초점과 준선의 방정식으로 표현되는 포물선의 정리를 중심으로 하여 구성하였다.



[그림 10] 학습지도안 중 포물선의 설명

- (2) 웹 학습에서는 이론으로 배운 포물선의 정의를 직접 조작할 수 있도록 구현하였다.
- **포물선그리기** 버튼을 한 번 클릭한다. 그리는 것을 멈추려면 **포물선그리기** 버튼을 다시 한 번 클릭한다.
 - 그려진 자취를 없애려면 그림의 오른쪽 아래의 버튼을 누른다.
 - 초점 F를 마우스를 누른 상태에서 위치를 옮긴 후, **포물선그리기** 버튼을 클릭한다. 멈추려면 **포물선그리기** 버튼을 클릭한다.



[그림 11] 웹 학습 중 포물선의 구현

- (3) 웹 학습에서 포물선을 구현하는 과정을 포물선의 정의를 생각하면서 살펴보면 다음과 같다.
- 직선 위를 움직이는 점과 초점 F를 잇는 선분의 수직이등분선이 있다.
 - 직선 위를 움직이는 점을 지나고 이 직선에 수직인 직선과 위의 수직이등분선과의 교점의 자취가 포물선이다.
 - 수직이등분선 위의 임의의 점에서 선분의 양 끝점에 이르는 거리가 같으므로 위의 자취 위의 점에서 초점과 직선에 이르는 거리가 같다.

IV. WBI 학습의 실험과 결과 분석

이 장에서는 평면 2차 곡선을 주제로 개발된 학습 프로그램을 실제 수업에 투입했을 때의 학습 효과를 전통적 수업에 의한 학습과 비교하여 학업 성취도, 학습자의 사전 지식수준과 학습 방법 사이의 상호작용, WBI 학습이 개념 구조 형성 및 태도에 어떠한 변화가 있는지

실험 시료를 작성하여 알아본다.

1. 연구의 대상

웹 수업모형을 설계한 후 인문계 여자 고등학교 3학년 4개 학급 144명을 대상으로, 선정된 4개 학급을 2개 학급씩 각각 실험 집단과 통제 집단으로 구성하여, 사전 검사는 전통적인 학습법에 의한 질관 수업 후, 사후 검사는 WBI 수학 학습모형을 이용한 컴퓨터 학습을 수행한 후 실시한다. 실험 대상자 수는 [표 1]과 같다.

[표 1] 실험 대상 사례 수

실험 대상 사례 수		
구분	실험 집단 (WBI 학습 집단)	통제 집단 (전통적인 학습 집단)
사례 수	72	72
계	144	

2. 실험 도구

개발된 학습 프로그램을 학습한 후 학업 성취도에 미치는 효과와 WBI 학습이 개념 구조 형성 및 태도에 미치는 효과를 알아보기 위한 실험 도구로 다음의 검사지를 제작하여 이용하였다.

가. 학업 성취도 검사지

본 실험에 앞서 학습자의 사전 지식 정도를 파악하기 위한 사전 검사지(<부록 1>)는 고등학교 3학년 [수학Ⅱ]의 2차 곡선 중에서 5지 선다형 12문항을 연구자가 직접 출제하여 고등학교 교사 8인의 안면 타당도 검증을 거쳤고, 학습 후 학업 성취도 변화를 알아보기 위한 사후 검사지(<부록 2>)는 5지 선다형 12문항을 연구자가 직접 출제하여 고등학교 교사 8인의 안면 타당도를 검증 받았다.

나. 수학 수업에 대한 태도 검사지

[표 2]의 수학 수업에 대한 태도 검사지는 이태희(2001)의 논문을 토대로 연구자 본인이 직접 작성하였다.

Web 기반 교육을 위한 수학 학습모형의 설계와 실험

[표 2] 수학 수업에 대한 태도 검사지

문항		매우 그렇다	비교적 그렇다	그저 그렇다	비교적 그렇지 않다	전혀 그렇지 않다
1.	수학 수업이 재미있다.	5	4	3	2	1
2.	수학 수업을 싫어한다.	5	4	3	2	1
3.	나는 수학 수업 시간을 늘려야 한다고 생각한다.	5	4	3	2	1
4.	수학 수업은 입시에 대한 필요성 때문에 입한다.	5	4	3	2	1
5.	수학 수업은 지적 능력 향상에 필요한 과목 중의 하나이다.	5	4	3	2	1
6.	수학 수업은 시간 낭비이다.	5	4	3	2	1
7.	나는 수학 수업을 항상 주도하고 있다.	5	4	3	2	1
8.	수학 수업 시간에 다루는 내용이 흥미가 없다.	5	4	3	2	1
9.	나는 수학 수업 시간이 기다려진다.	5	4	3	2	1
10.	수학 수업 시간이 없다면 학교생활이 즐거울 것이다.	5	4	3	2	1
11.	수학에 자신은 없으나 수업 시간은 즐겁다.	5	4	3	2	1
12.	수학 시간에 적극적으로 참여한다.	5	4	3	2	1

다. 컴퓨터에 대한 태도 검사지

[표 3]의 컴퓨터에 대한 태도 검사지는 CAS(Computer Attitude Scale) 검사지(Gardner, Discenza & Dukes, 1993) 중 컴퓨터에 대한 불안감, 자신감, 선호도 항목에 대하여 선별하여 제작하였다.

[표 3] 컴퓨터에 대한 태도 검사지

문항		매우 그렇다	비교적 그렇다	그저 그렇다	비교적 그렇지 않다	전혀 그렇지 않다
1.	나는 컴퓨터 사용이 두렵지 않다.	5	4	3	2	1
2.	나는 컴퓨터를 사용하여 공부하면 짜증이 난다.	5	4	3	2	1
3.	나는 컴퓨터를 사용하여 공부하는 것이 어렵다.	5	4	3	2	1
4.	나는 컴퓨터를 사용하여 공부하지 않을 것이다.	5	4	3	2	1
5.	나는 컴퓨터를 사용하여 문제를 푸는 것에 흥미가 없다.	5	4	3	2	1
6.	나는 가능하면 컴퓨터를 사용하여 수업을 하겠다.	5	4	3	2	1
7.	나는 컴퓨터를 사용하면 공부가 즐겁고 활기 있을 것이라고 생각한다.	5	4	3	2	1
8.	나는 컴퓨터를 사용할 것을 생각하면 기분이 나쁘다.	5	4	3	2	1
9.	나는 컴퓨터로 공부하는 것에 자신 있다.	5	4	3	2	1
10.	나는 컴퓨터를 사용하여 공부하면 편안하다.	5	4	3	2	1
11.	나는 컴퓨터가 불편하고 혼란스럽다.	5	4	3	2	1
12.	나는 컴퓨터를 이용한 수업에서 좋은 성적을 얻을 수 있다.	5	4	3	2	1

3. 실험 설계 및 절차

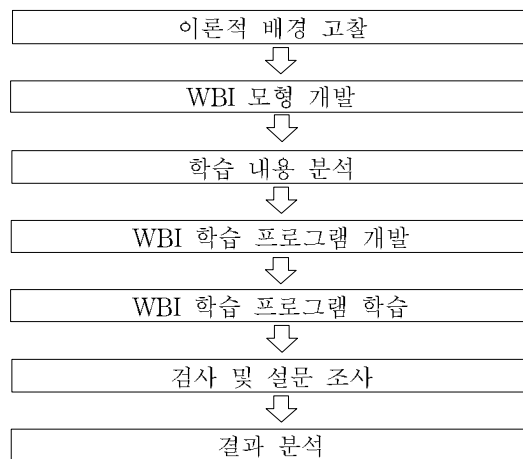
학업 성취도에 미치는 효과와 WBI 학습이 개념 구조 형성 및 태도에 미치는 효과의 측정을 위해 구성된 집단을 대상으로 다음과 같은 실험 설계와 절차를 거쳤다.

1) 실험의 설계

본 연구에서는 통제 집단과 실험 집단을 대상으로 00년 4월 16일부터 4월 21일 까지 1주에 걸쳐 정규 수업시간에 평면 2차 곡선을 전통적인 방법에 의해 수업을 진행하였다. 다시 2학기 00년 10월 8일부터 10월 13일 까지 1주에 걸쳐 정규 수업시간에 똑같은 단원을 복습 하되, 통제 집단은 기존 수업 방식을 선택하고 실험 집단은 멀티미디어실에서 연구자가 직접 개발한 홈페이지를 이용하여 이루어졌다. 수업은 주당 3차시씩 4차시에 걸쳐 한 영역씩 이루어졌으며, 한 차시는 50분 수업이었다. 통제 집단의 경우 교사는 첫 시간에 학생들에게 홈페이지 주소와 함께 홈페이지 이용법을 설명하였다. 컴퓨터 한 대 당 한 명의 학생이 학습하는 개별 학습이 진행될 때, 교사는 컴퓨터의 이상이나 인터넷 접속 불량 등의 문제 이외는 학습에 전혀 관여하지 않았다. 실험 집단의 경우 학생들은 교사를 대상으로 질문할 수 없고 본 연구자에 의해 제작된 WBI 학습 프로그램을 통해서만 학습이 이루어지도록 하였다. 통제 집단을 대상으로 하는 수업조차도 같은 기간 동안 WBI 학습 프로그램의 교실 수업과 같은 내용으로 진행되었다. 각 차시별로 실시된 학습 내용을 위주로 마지막 시간을 이용하여 형성 평가가 이루어졌으며, 두 집단의 수업은 연구자에 의해 직접 실시되었다.

2) 실험 절차

연구를 위한 실험은 [그림 12]에서와 같이 웹 학습에 대한 학습 원리를 바탕으로 WBI 학습 모형을 설계하고 학습 내용을 분석하여 구체적인 WBI 학습 프로그램을 구성한 후, 제작된 프로그램을 이용한 수업을 실시하고 학업 성취도에 미치는 효과에 대한 설문 조사의 데이터를 수집하여 그 결과를 분석하는 과정으로 진행하였다.



[그림 12] 실험 절차

3) 웹 학습 지도안

본 시 수업을 수행하기 위해 작성된 학습지도안은 [표 4]와 같다.

[표 4] 학습지도안 예시

교과	수학Ⅱ	
단원	평면 2차 곡선	
학습형태	WBI를 활용한 수업	
학습자료	컴퓨터, 인터넷, 교과서, 연습장	
단계	교수·학습 활동	비 고
준비학습	컴퓨터 전원 켜기 => 컴퓨터 이상 유무 확인 => 웹 사이트 찾아가기	주소를 직접 기입 http://wsj1.pe.kr:88
도입	본인이 회원가입이 되어 있는지 확인	
학습안내	학습실=>웹자료실=>이차곡선=>포물선의 정의	
전개	학습할 내용 소개 개별화 된 수업 교사는 수업 속도를 조절하며 진행	
평가	형성 평가 문항 풀이 =>로그인 =>웹에서 직접 평가=>본인의 평가 기록 살펴보기	직접 연습장에 풀고 난 다음, 정답을 마우스로 클릭
정리	학습 내용 정리 차시 예고 : 타원의 성질	미해결 문제나 문의 사항은 게시판을 이용할 것을 지시

4) 결과 분석

실험에서는 수학 학습을 위한 WBI 학습모형을 개발하고, 개발한 학습 프로그램을 이용한 학습이 전통적 수업에 의한 학습과 비교할 때 학업 성취도에 미치는 효과, 학습자의 사전 지식수준과 학습 방법 사이의 상호작용 효과 및 WBI 학습이 개념 구조 형성 및 학습 태도에 미치는 효과에 대하여 알아보하고자 하였다.

실험 데이터의 분석은 통계 패키지 SPSS를 이용하여 통제 집단과 실험 집단의 사후·사전 검사에 대한 동일성을 검정하였다. 각 집단의 동일성을 파악하기 위하여 t-test를 하였으며, 임계값(유의수준) 0.05를 기준으로 유의함을 판정하여 해석하였다.

(1) 수학 WBI가 학업 성취도에 미치는 효과

실험 집단과 통제 집단을 대상으로 사전 검사는 전통적인 학습법에 의한 칠판 수업 후, 사후 검사는 WBI를 활용한 컴퓨터 수업 후 실시하였고, 검사를 실시한 결과는 [표 5]와 같다.

[표 5] 수학 WBI 학업 성취도 사전·사후 검사 분석(60점 만점)

		사전 검사	사후 검사	t-값	p-값
통제 집단	평균	46.1806	51.3194	-2.983	.003
	표준편차	11.5214	8.9989		
실험 집단	평균	46.4583	52.5694	-3.829	.000
	표준편차	10.6625	8.3495		
t-값		-.150	-.864		
p-값		.881	.389		

*p < 0.05

사전 검사에서 실험 집단과 통제 집단 사이의 평균의 차이는 p-값이 0.881이고, 임계값 0.05보다 크므로 유의한 차이는 아니다. 따라서 사전 검사에서 보듯 두 집단 간의 평균 차이는 의미 있는 것이 아니므로 두 집단은 동질의 것으로 볼 수 있다. 사후 검사에서 실험 집단과 통제 집단 간의 평균 차이는 p-값이 .389이고, 따라서 임계값 0.05보다 작으므로 유의한 차이를 보이고 있지 않다. 따라서 실험 집단과 통제 집단 간의 차이는 유의미한 차이는 없는 것으로 해석된다. 이것은 기대치에 비해 WBI 수업이 전통적인 강의식 수업에 비하여 학습 성취도에 큰 효과를 보이고 있지는 않는 것으로 해석될 수 있다. 그러나 실험 집단의 사전·사후 검사의 평균 차이는 p-값이 .000이며, 임계값 0.05보다 작으므로 유의한 차이가 있다. 따라서 실험 집단의 사전·사후 검사의 차이는 유의미한 것이라고 해석할 수 있고, 이것은 실험 집단이 사전 검사에서 얻은 점수에 비하여 WBI 수업 후 학습 성취도의 점수가 높게 나타났는데, 그것의 차이가 유의미한 것으로 해석할 수 있다.

(2) WBI가 수학 수업에 대한 태도에 미치는 효과

실험 집단을 대상으로 사전 검사와 사후 검사를 실시한 결과는 [표 6]과 같다.

[표 6] WBI가 수학 수업에 대한 태도에 미치는 효과 분석(60점 만점)

		사전 검사	사후 검사	t-값	p-값
실험 집단	평균	31.8333	33.2021	-2.526	.013*
	표준편차	3.2021	3.1991		

* p < 0.05

실험집단에서 사전 검사와 사후 검사의 평균 차이는 p-값이 .013이고, 따라서 임계값 0.05보다 작으므로 유의한 차이를 보이고 있다. 따라서 사전 검사와 사후 검사에서의 차이는 유의미한 것이라고 해석할 수 있고, 이것은 실험 집단이 사전 검사에서 얻은 점수에 비하여 WBI 수업 후 수학 수업 태도의 점수가 높게 나타났는데, 그것의 차이가 유의미한 것으로 해석할 수 있다. 따라서 표본들의 평균치 사이에 나타난 표집 오차로 인해 생긴 것이라는 영가설은 기각하고, WBI를 활용한 수업과 전통적인 방법에 의한 수업 간에 학습 태도 및 학습 습관은 차이가 있다고 할 수 있다.

(3) WBI가 컴퓨터에 대한 태도에 미치는 효과

실험 집단을 대상으로 사전 검사와 사후 검사를 실시한 결과는 다음의 [표 7]과 같다.

[표 7] WBI가 컴퓨터에 대한 태도에 미치는 효과 분석(60점 만점)

		사전 검사	사후 검사	t-값	p-값
실험집단	평균	31.9583	32.8750	-1.680	.095
	표준편차	3.3502	3.1974		

* p < 0.05

실험 집단의 사전·사후 검사의 평균 차이는 p-값이 .095이고, 따라서 임계값 0.05보다 크므로 유의한 차이가 없는 것이다. 따라서 실험 집단에 있어서 사전 검사와 사후 검사의 차

이는 유의미한 것이 아니라고 해석된다. 실험 집단이 얻은 컴퓨터 태도 점수에 비하여 WBI 수업 후 컴퓨터 태도의 점수가 높게 나타났는데, 그것의 차이는 유의미한 수준은 아니라고 해석할 수 있다.

V. 결론 및 제언

본 연구는 Web을 기반으로 하는 수학의 학습 모형을 설계하고 학습 자료를 개발하여 정규 교과학습에 투입했을 때의 효과를 측정함으로써 Web 상에서 구현될 수 있는 대체 수업 방안을 모색하는데 그 목적을 두었다. 이를 위해 Web 기반 교육의 이론적 배경에 대한 문헌조사와 이를 토대로 웹 기반 수업을 위한 수학 학습모형의 설계와 구성에 관한 세부 절차와 과정을 논의하고, 실제 연구를 수행하기 위한 수행평가 학습 모형의 구축, 평면 2차 곡선을 주제로 실험 모형을 제작하여 고등학교 3학년 4개 학급 144명을 대상으로 2개 학급씩 각각 실험집단과 통제집단으로 구성하여 2개 학기에 걸쳐 2주간 모의실험을 진행하였다. 실험 도구로는 이태희(2001)의 논문을 토대로 연구자가 직접 작성한 수학 수업에 대한 태도 검사지와 CAS 검사지 중에서 선별하여 제작한 컴퓨터에 대한 태도 검사지, 그리고 평면 2차 곡선에 대한 사전 사후 학습 성취도 검사지를 준비하여 측정에 활용하였다. 실험데이터의 분석은 통제집단과 실험집단의 사전 사후 검사를 통한 동일성에 대한 t-검증을 거쳤고, 유의수준 0.05를 기준으로 유의함을 판정하여 해석하였다. 연구 수행 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 웹 활용 교육은 특히 학교 교육 현장에서만큼은 아직까지 초보적인 수준에 머물러 있는 실정이다. 수학 WBI의 모형을 개발하는 과정도 혼자 힘으로 웹 페이지를 구성하여 운영하고 유지하는 작업이 수월한 것은 아니다. 웹 활용 교육이 제 역할을 다하기 위해서는 일선 현장의 교사들이 적극적으로 관심을 갖고 통합적인 그룹 형태의 움직임과 역할 분담에 의한 설계와 개발이 이루어져야 할 것이다.

둘째, WBI 학습 프로그램을 통해 학습자가 교사의 도움 없이 학습하였을 때의 학업 성취도, 수학 수업에 대한 태도, 컴퓨터에 대한 태도가 교사의 전통적인 설명식 수업에 의한 학습과 비교하여 큰 차이는 없는 것으로 나타났다.

셋째, WBI 수업 모형 설계 후 WBI를 활용한 수업과 전통적인 방법에 의한 수업에 있어 학업 성취도의 차이를 조사한 결과, WBI 수업이 전통적인 강의식 수업에 비하여 학업 성취도에 있어 유의한 차이는 없는 것으로 나타났다.

넷째, WBI를 활용한 수업과 전통적인 방법에 의한 수업 간에 학습 태도 및 학습 습관은 차이에 대한 검증 결과, WBI 수업이 전통적인 강의식 수업에 비하여 수학 수업에 대한 태도에 미치는 효과에 의미가 있는 것으로 나타났다.

다섯째, WBI를 활용한 수업과 전통적인 방법에 의한 수업 간에 컴퓨터 수업에 대한 태도는 차이에 대한 검증 결과, WBI 수업이 전통적인 강의식 수업에 비하여 컴퓨터에 대한 태도에 미치는 효과에 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.

그러나, 본 실험은 특정 1개 인문계 고등학교를 대상으로 시행한 결과이므로 보편화할 수 없을 뿐만 아니라, 이미 학습 집단 자체가 일반적인 수업 집단이 아니라 비평준화 인문계 고교에서 다소 우수하다고 알려진 집단이라고 하는 특성이 있고, 수학 능력 시험을 대비한 개별적인 학습이 이미 이루어진 상태이므로 실험에 대한 기대효과를 일반적인 것으로 단정

하기에는 다소 무리가 있다고 볼 수 있다. 따라서 보다 다양한 학생 집단을 대상으로 한 모형 개발과 학습 효과를 높일 수 있는 웹 페이지를 개발하여 수업에 응용한 후 이와 같은 긍정적인 검증이 이루어진다면 WBI를 이용한 채택 수업, 원격 수업, 가상 학교 등의 좀 더 적극적인 학습 교실을 개척할 수 있고 이에 따른 교육적 효과도 기대할 수 있을 것으로 판단된다.

이상의 연구 결과를 바탕으로 본 연구의 제한점과 앞으로 연구해야 할 과제를 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 비교적 학습에 대한 욕구가 강하고 대학 입시를 목전에 둔 고등학교 학생을 대상으로 실험을 진행하였으므로, 결과를 확대 해석하고 보편화하기에는 다소 무리가 따를 수밖에 없다. 따라서 다양한 학습자를 대상으로 하는 연구가 보완되어야 할 것이다.

둘째, 실제로 다른 교과에 비해 수학은 웹으로 구현할 수 있는 요소가 많다. 이런 특성은 전문적인 웹을 구현할 수 있는 프로그램을 바탕으로 보다 체계적인 연구가 필요함을 알 수 있다.

셋째, 실험 결과는 기대효과에 다소 미치지 못하는 것으로 드러났지만 처음부터 특정 학생들을 대상으로 기대치를 상정하고 그에 대한 실험 통계를 얻기 위해 연구를 진행한 것이 아니라 수학이 가지고 있는 특성을 웹으로 표현하고 직접적인 관찰과 실험을 통해 이루어지는 학습자 중심의 대체 학습모형을 개발하는 것에 연구의 주목적을 두고 진행한 실험이므로 다양한 수학적 주제에 대한 체계적인 수업모형의 개발을 통해 Web이 가진 특장을 교육적 요소로 연계하는 방안이 지속적으로 연구되어야 한다.

넷째, 학습 집단이 토론을 통하여 문제를 해결해 나가는 방안에 대한 연구가 병행되어야 하나 수학이라는 특성 때문에 대화방에서 수식을 용이하게 사용할 수 있는 인터페이스의 개발이 선행되어야 한다.

다섯째, 수학이 대학 입시를 앞둔 학생들에게는 학습에 대한 부담이 다른 교과보다 다소 크다고 볼 때, 입시에 대한 중압감을 먼저 해결할 수 있어야 보다 다양한 학습 방법의 연구가 이루어질 수 있을 것이다.

참고문헌

- 강인애 (1997). High tech, high touch, 그 역설과 결합의 교육적 가능성, Online Educa Korea.
- 교육부 (1999). 고등학교 수학과 교육과정 해설, 대한 교과서 주식회사.
- 김준태 (1997). 인터넷을 통한 상호작용형 과학교육, 교육월보 11월호, 84-89.
- 박상호·윤삼열 (1999). 고등학교 수학에서의 GSP 활용, 수학사랑.
- 박정기 (2001). 중학교 확률 통계 단원에서 WBI를 적용하기 위한 웹사이트 개발 연구, 한국교원대 석사학위 논문.
- 백영균 (1998). 인터넷을 통한 협동 학습 연구, 교육과학사.
- 백영균 (1999). 웹 기반의 학습 설계, 양서원.
- 변영계·김영환 (1996). 교육방법 및 교육공학, 학지사.
- 신정엽 (1999). 인문계 고등학교 수학교육을 위한 웹 활용교육 모델 개발과 그 활용, 한양대 교육대학원 석사학위 논문.

- 윤옥경 외 4인 (2001). 고등학교 수학 II, 중앙교육진흥연구소.
- 이종영 (1999). 컴퓨터 환경에서의 수학 학습지도에 관한 교수학적 분석, 서울대학교 박사 학위 논문.
- 이태희 (2001). 웹(Web)을 활용한 효율적인 수학수업 방안 연구, 강원대 교육대학원 석사 학위 논문.
- Alessi, S. & Trollip, S. (1985). Computer_based instruction, NJ: Prentice Hall, Inc.
- Berge, Z. (1999). Interaction in post-secondary web-based learning, Educational Technology, 39(1), 5-11.
- Bonk, J. & King, K. (1998). Electronic collaborators : Learner-centered technologies for literacy, apprenticeship, and discourse, Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Dick, W. & Reiser, R. (1989). Planning effective instruction, Prentice Hall.
- Galbreath, J. (1997). The internet: Past, present, and future, Educational Technology, 37(6), 39-45.
- Gardner, D. G., Discenza, R. & Dukes, R. L. (1993). The measurement of computer attitudes : An empirical comparison of available scales, Journal of Educational Computing Research, 9(4), 487-507.
- Greening, T. (1998). Building the constructivist toolbox : An exploration of cognitive technologies, Educational Technology, 38(2), 23-35.
- Hackbarth, S. (1997). Integrating web-based learning activities into school curriculums, Educational Technology, 37(2), 23-35.
- Harasim, L. M. (1989). On-line Education : A new domain, In R. Mason & T. Kaye(Eds), Mind weave : Computers, communications and distance education, Pergamon Press, 5-62.
- Khan, D. H. (1997). Web based instruction(WBI) : What is it and why is it?, Englewood Cliffs, 5-18.
- Mayes, T. (1993). Hypermedia and cognitive tools, (URL : <http://icbl.hw.ac.uk/ctl/mayes/paper9.html>).
- Milheim, W. & Harvey, D. (1998). Design and development of a world wide web resource site, Educational Technology, 38(1), 53-59.
- Moore, M. G. & Kearsley, G. (1996). Distance education : A systems view, Wadsworth publishing company.
- Ritchie, D. C. & Hoffman, B. (1997). Incorporating instructional effects of sex age passage structure and speech rate, Educational Review, 32, 259-266.

Design and Experiments on Mathematical Learning Model for Web Based Instruction

Ko, Hee-Ja³⁾ · Kim, Hongchul⁴⁾

Abstract

In this paper, we aim to draw up an alternative instruction scheme by designing a web based instruction model on mathematics. Some learning materials are developed according to the scheme, and its educational effects are examined when it is committed to through regular curriculum. The study is composed of three major parts; setting of the theoretical foundation on cultivating Web based educational materials, design and composition of Web based teaching-learning model, and its experiments in the regular class.

First of all, we are concerned with the core principles on WBI including the learning theories, developing learner oriented instruction model, design as well as build-up process for education materials, and strategy in instruction.

Next, we propose an alternative instruction model for mathematics, in which programs to embody mathematics education and instruction on the Web are constructed, on the while, the study is proceeded through the Web Site.

Finally, we design and produce a WBI instruction model on the subject of the plane quadratic curves. This model is examined in the regular class to estimate its educational effects compared with traditional teaching standpoints. Concomitantly, we explore essential elements and the direction of future growth associated with the Web oriented education.

Key Words : Web based instruction, Design of mathematical teaching-learning model, Plane quadratic curves, Design for experiments

3) Bukpyong girl's high school (kohj6@shnbiro.com)

4) Kangnung National University (hongchul@kangnung.ac.kr)

<부록1> 학업 성취도 사전 검사지

이 검사지는 여러분의 컴퓨터를 이용한 수학 수업에 대한 학업성취도를 측정하기 자료입니다. 검사 결과는 학교 성적과는 무관하며, 조사 자료도 공개하지 않으나 연구를 위해서는 중요한 자료가 되니 성심껏 풀어 답해 주시면 고맙겠습니다.

【문제1】 중심이 직선 $y=x$ 위에 있고, 두 점 $(1, -1)$ 와 $(3, 5)$ 를 지나는 원의 반지름의 길이는 ?

- ① $\sqrt{7}$ ② $2\sqrt{2}$ ③ $2\sqrt{3}$ ④ $\sqrt{10}$ ⑤ $3\sqrt{2}$

【문제2】 좌표평면 위의 두 점 $A(3, 2)$, $B(6, 5)$ 에 대하여 선분 PB 의 길이가 선분 PA 의 길이의 2배가 되는 점 $P(x, y)$ 가 나타내는 자취의 길이는 ?

- ① 2π ② $2\sqrt{2}\pi$ ③ 4π ④ $4\sqrt{2}\pi$ ⑤ 6π

【문제3】 원 $x^2+y^2+8x-6y=1$ 과 중심이 같고, 원점을 지나는 원의 반지름의 길이는 ?

- ① 4 ② 5 ③ 6 ④ 8 ⑤ 10

【문제4】 초점이 $F(2, 1)$ 이고 준선이 방정식이 $x=-4$ 인 포물선이 있다. 이 포물선이 점 $P(a,4)$ 를 지날 때, 상수 a 의 값을 구하면?

- ① $-\frac{1}{4}$ ② $-\frac{1}{2}$ ③ $\frac{1}{2}$ ④ $\frac{1}{4}$ ⑤ $\frac{1}{8}$

【문제5】 포물선 $y^2=8x$ 와 직선 $y=x-k$ 가 점 $A(a, b)$ 에서 접할 때, $a+b+k$ 의 값은?

- ① 3 ② $\frac{7}{2}$ ③ 4 ④ $\frac{9}{2}$ ⑤ 5

【문제6】 포물선 $y^2=12x$ 위의 한 점 A 와 점 $F(3, 0)$ 을 이은 선분 AF 의 길이가 10일 때, 점 A 에서 y 축에 내린 수선의 길이는 ?

- ① 6 ② 7 ③ 8 ④ 9 ⑤ 10

【문제7】 두 정점 $F(0, 1)$ 와 $F'(0, -1)$ 에서의 거리의 합이 4인 좌표평면위의 점들로 이루어진 도형의 방정식을 구하면?

- ① $\frac{x^2}{3} + \frac{y^2}{4} = 1$ ② $\frac{x^2}{4} + \frac{y^2}{3} = 1$ ③ $\frac{x^2}{4} + \frac{y^2}{5} = 1$
 ④ $\frac{x^2}{5} + \frac{y^2}{4} = 1$ ⑤ $\frac{x^2}{5} + \frac{y^2}{6} = 1$

【문제8】 일차변환 $f : \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 2 & 0 \\ 0 & 3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$ 에 의하여 원 $x^2 + y^2 = 1$ 이 옮겨지는 도형의 방정식을 구하면?

- ① $\frac{x^2}{4} + \frac{y^2}{9} = 1$ ② $\frac{x^2}{9} + \frac{y^2}{4} = 1$ ③ $\frac{x^2}{4} + \frac{y^2}{9} = -1$
 ④ $\frac{x^2}{4} - \frac{y^2}{9} = 1$ ⑤ $\frac{x^2}{9} - \frac{y^2}{4} = 1$

【문제9】 타원 $\frac{x^2}{4} + \frac{y^2}{9} = 1$ 에 내접하고 가로, 세로가 타원의 장축과 단축에 각각 평행한 직사각형의 넓이의 최대 값을 구하면?

- ① 4 ② 6 ③ 8 ④ 10 ⑤ 12

【문제10】 쌍곡선 $x^2 - \frac{y^2}{3} = 1$ 에 기울기가 2인 접선을 두 개 그을 때, 두 접선 사이의 거리는 ?

- ① $\frac{\sqrt{5}}{5}$ ② $\frac{2\sqrt{5}}{5}$ ③ $\frac{3\sqrt{5}}{5}$ ④ $\frac{4\sqrt{5}}{5}$ ⑤ $\sqrt{5}$

【문제11】 점근선의 방정식이 $y = \pm \frac{3}{2}x$ 이고, 점 (0, 6)을 지나는 쌍곡선의 두 초점 사이의 거리는 ?

- ① $2\sqrt{13}$ ② $4\sqrt{13}$ ③ 12 ④ 16 ⑤ 18

【문제12】 포물선 $y^2 = 8x$ 위의 점 $A(2, 4)$ 에서 그은 접선에 수직이고 점 A 를 지나는 직선의 방정식을 구하면?

- ① $y = -x - 6$ ② $y = -2x - 6$ ③ $y = -6x + 2$
 ④ $y = -x + 6$ ⑤ $y = -2x + 6$

<부록2> 학업 성취도 사후 검사지

이 검사지는 여러분의 컴퓨터를 이용한 수학 수업에 대한 학업성취도를 측정하기 자료입니다. 검사 결과는 학교 성적과는 무관하며, 조사 자료도 공개하지 않으나 연구를 위해서는 중요한 자료가 되니 성심껏 풀어 답해 주시면 고맙겠습니다.

【문제1】 점 (4, -3)을 중심으로 하는 원이 x 축에 접할 때, 이 원의 방정식은?

- ① $x^2 + y^2 + 8x - 6y + 16 = 0$ ② $x^2 + y^2 - 8x + 6y + 16 = 0$
 ③ $x^2 + y^2 + 8x - 6y + 9 = 0$ ④ $x^2 + y^2 - 8x + 6y + 9 = 0$
 ⑤ $x^2 + y^2 - 6x + 8y + 25 = 0$

【문제2】 두 점 (1, -2)와 (3, -6)을 지름의 양 끝 점으로 하는 원의 방정식은 $(x-a)^2 + (y-b)^2 = r^2$ 이다. 이 때, $a+b+r^2$ 의 값을 구하면?(단 $r>0$)

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5

【문제3】 원 $x^2 + y^2 - 8x - 6y + 21 = 0$ 위의 점 P 와 원점 O 에 대하여 선분 OP 의 길이의 최대값은?

- ① 3 ② 4 ③ 5 ④ 6 ⑤ 7

【문제4】 평면 위의 한 정점 $F(-2, 0)$ 와 정직선 $x=2$ 로부터 같은 거리에 있는 점 $P(x,y)$ 의 자취의 방정식은?

- ① $y^2 = 8x$ ② $y^2 = -8x$ ③ $y^2 = -2x$
 ④ $x^2 = 8y$ ⑤ $x^2 = -2y$

【문제5】 포물선 $y^2 = 4x$ 와 직선 $y = 2x + k$ 가 서로 다른 두 점에서 만날 때, 상수 k 의 값의 범위는?

- ① $k < \frac{1}{2}$ ② $k < 1$ ③ $k > 1$ ④ $1 < k < 2$ ⑤ $k < 2$

【문제6】 포물선 $y^2 = 12x$ 위의 점 $A(3, -6)$ 에서 그은 접선의 y 절편은?

- ① -2 ② $-2\sqrt{2}$ ③ -3 ④ $-\sqrt{10}$ ⑤ $-2\sqrt{3}$

【문제7】 평면 위의 두 정점 $F(3, 0)$ 와 $F'(-3, 0)$ 에서의 거리의 합이 10인 점 $P(x,y)$ 의 자취의 방정식을 구하면?

- ① $\frac{x^2}{25} - \frac{y^2}{16} = 1$ ② $\frac{x^2}{25} + \frac{y^2}{16} = 1$ ③ $\frac{x^2}{16} - \frac{y^2}{25} = 1$
 ④ $\frac{x^2}{16} + \frac{y^2}{25} = 1$ ⑤ $\frac{x^2}{25} + \frac{y^2}{16} = -1$

【문제8】 타원 $\frac{x^2}{2} + \frac{y^2}{8} = 1$ 위의 점 $(-1, 2)$ 에서의 접선과 원점 사이의 거리는?

- ① $\sqrt{3}$ ② $\frac{4\sqrt{5}}{5}$ ③ 2 ④ $\frac{4\sqrt{3}}{3}$ ⑤ $\sqrt{5}$

【문제9】 길이가 4인 선분 AB 의 점 A 와 B 가 각각 x 축, y 축 위를 움직일 때, \overline{AB} 를 2:1로 외분하는 점의 자취의 방정식을 구하면?

- ① $\frac{x^2}{16} - \frac{y^2}{64} = 1$ ② $\frac{x^2}{64} + \frac{y^2}{16} = 1$ ③ $\frac{x^2}{64} - \frac{y^2}{16} = -1$
 ④ $\frac{x^2}{16} + \frac{y^2}{64} = 1$ ⑤ $\frac{x^2}{64} - \frac{y^2}{16} = 1$

【문제10】 쌍곡선 $\frac{x^2}{3} - \frac{y^2}{4} = -1$ 위의 점 $(3, -4)$ 에서의 접선이 x 축의 양의 방향과 이루는 각을 θ 라고 할 때, $\sin\theta$ 의 값은?

- ① $-\frac{\sqrt{2}}{2}$ ② $-\frac{1}{2}$ ③ $\frac{1}{2}$ ④ $\frac{\sqrt{2}}{2}$ ⑤ $\frac{\sqrt{3}}{2}$

【문제11】 점 $F(3, 0)$ 와 직선 $x = \frac{3}{4}$ 에 이르는 거리의 비가 2:1인 점들의 집합이 나타내는 도형의 방정식은?

- ① $4x^2 - 12y^2 = 27$ ② $4x^2 - 12y^2 = -27$
 ③ $12x^2 - 4y^2 = 27$ ④ $12x^2 - 4y^2 = -27$
 ⑤ $4x^2 - 4y^2 = 27$

【문제12】 평면위의 두 정점 $F(5, 0)$, $F'(-5, 0)$ 에서의 거리의 차가 6인 점 $P(x, y)$ 의 자취의 방정식을 구하면?

- ① $\frac{x^2}{9} - \frac{y^2}{16} = 1$ ② $\frac{x^2}{16} + \frac{y^2}{9} = 1$ ③ $\frac{x^2}{9} - \frac{y^2}{16} = -1$
 ④ $\frac{x^2}{9} + \frac{y^2}{16} = 1$ ⑤ $\frac{x^2}{16} - \frac{y^2}{9} = 1$