

## 기반수학강좌의 자기주도형 Blended Learning-PBL 수업 모델 연구

이 상 구 (성균관대학교)

설 한 국 (대진대학교)

한 신 일 (성균관대학교)

### I. 서 론

지식구성에 대한 학생의 자율성을 강조하는 구성주의 교수-학습 패러다임이 현재 교육이론에 깊이 자리하고 있다. 이러한 환경에서 학생의 자발성과 적극성은 교육의 가장 중요한 기초가 된다. 즉, 학생이 스스로의 노력으로 주어진 시간과 공간을 최대한 활용하여 자신이 원하는 지식, 정보, 기술을 획득하거나 인성개발을 이루어 가는 '자기주도 학습(Self Directed Learning)'(French et al. 1999)이 우리가 지향하는 방향이라고 할 수 있다.

자기주도형 학습환경에서 교수자는 학습촉진자, 안내자, 또는 협력자로서 역할을 감당한다. 이때 수업의 질(quality)을 결정짓는 주요 요인은 학생에게 있다고 해도 무리는 아니다. 이러한 학습자 중심의 자기주도학습에 기여하는 주요한 방법으로 웹 기반 학습(Web-Based Learning: 이하 WBL)(강인애 1999)과 문제 중심 학습 (Problem -Based Learning: 이하 PBL)(강인애1998)의 수업방식이 있다.

웹기반 학습은 학습자의 지식이나 능력을 육성하기 위한 교수자와 학습자간 의도적인 상호작용을 웹의 특성을 살려 운영하는 교수방법이라고 할 수 있으며(백영균, 1999), 문제 중심학습법은 기본적으로 학생의 수업에 대한 자발적 참여와 학생들의 협동학습을 강조하고, 이를 통해 학생의 과학적 사고능력 및 지식의 확장, 적용력, 비판적 지식창출 능력, 창의적 문제해결능력을 향상시킬 수 있는 방법이다.

그러므로 본 연구는 학습자 주도의 수업 패러다임을 개척하는 일환으로, 웹기반 학습과 문제 중심 학습이 가지고 있는 장점을 온라인수업과 오프라인 수업을 연계한 'Blended Learning' 수업방식으로 융합하고 이를 기초학문 분야 특히 수학분야에 적용함으로써, 교과교육 측면에의 대학교육의 질적 향상에 기여하고자 한다.

\* ZDM분류: C70, U50, U70

\* MSC2000분류: 97U70

\* 주제어 : 문제중심학습, PBL, 웹기반 학습, BL

## II. 문제 중심학습과 웹기반 학습을 융합한 Blended Learning

### 1. 문제 중심학습

PBL은 교과지식 보다 실제적인 문제(real world problem)와 관련된 지식을 조직하려는 교육전략(Novak, 1996)으로서 '학습과제를 해결해 나가는데 있어서 교사의 지시나 강의를 최소화하고 학습자의 사고를 중심으로 하는 과제 발표와 토의를 통하여 학습자 스스로 개념이나 해결책을 구성해 나가도록 유도하는 수업방식'이다(Savery & Duffy, 1994). 문제 중심학습은 전통적인 수업방식과는 달리 학습자로 하여금 어떤 문제나 과제에 대한 해결안 혹은 자신의 견해나 입장을 전개(develope)하여 제시(Present)하고 설명(Explain)하며, 나아가 옹호(defense)할 수 있도록 하는데 중점을 둔다.

이에 Duch(2001)는 문제 중심학습이란 "실제 문제의 해결책을 찾기 위하여 그룹 내에서 협력적인 작업을 통해 학습하는 것을 배우도록(learn to learn) 학습자를 고무시키는 교수방법이며 이때 문제는 학습주제에 대한 학습자의 호기심을 자극하고 학습을 하도록 독려하며 궁극적으로 학생들이 비평적이며 분석적으로 사고하고 적절한 학습자원을 발견하고 사용하도록 준비시키는 과정"으로 설명하고 있다.

즉, 문제 중심학습은 학습자들이 소그룹 학습에 능동적으로 참여하여 문제를 협력적이고 자기 주도적으로 해결하고, 이를 통해 문제해결능력과 비판적 사고력을 기르도록 하는 교수 학습 형태로서 '문제에 대한 이해와 문제 해결을 위해 이루어지는 활동과정에서 산출되는 학습'으로 정의할 수 있다.

문제 중심학습은 전통적인 교육환경이 지닌 문제점, 즉 수동적 학습자, 탈상황적 지식, 학교지식의 사회적 비적용성 등을 해결하기 위한 대안으로 출발하였으며, 또한 정보화시대에 요구되는 지식통합 능력의 고양을 위한 방안으로서 제시되었으며, 이미 배운 원리를 응용하여 자신이 직면하는 문제들에 대한 해결 방안을 발견하고, 이전에 배운 규칙을 새로운 상황에 적용하여 새로운 것을 배워가는 과정으로 이러한 활동을 통해 자신에게 의미있는 지식과 기능 및 사고체계를 획득하게 된다

### 2. 웹기반 학습

웹기반 학습은 인터넷을 활용하여 학습자와 교수자가 학습활동을 전개하는 것을 총칭하는 것으로 웹을 통하여 업데이트 된 무한한 정보를 접하고 웹이 제공하는 모든 기능을 활용하여 교수-학습활동을 진행함으로써 교수자와 학습자가 상호작용 할 뿐만 아니라 교수-학습활동을 평가, 관리하는 교육을 의미한다. 최근 교육적 테크놀로지로서 웹에 대한 새로운 생각은 웹이 비판적 사고기술을 발전시키기 위한 훌륭한 발판을 제공하는 적절한 도구로서 이를 통해 비판적으로 온라인 자원을 평가하는 능력과 효과적으로 웹자료를 탐색하는 능력을 갖추는 것은 대학이 학생들의 학습에 제공해야 할 주요한 목표이며 평생학습자로서 학습자를 준비시키는 방안이라 할 수 있다(Duch, 2001).

한편, 최근 대학 신입생들의 성향을 보면 평균적인 수학 학력은 이전보다 하향된 것으로 나타나고 있다. 또, 파워포인트강의, 시뮬레이션, 애니메이션, 동영상, 인터넷 온라인 강좌 등 과학지식을 전달 받을 수 있는 많은 입체적인 매체가 존재하기 때문에 쉽게 지식을 터득할 수 있지만 이는 오히려 어려운 부분은 기피하거나 추상적인 과학지식이나 수식을 통한 이해가 필요한 부분은 잘 소화하지 못하는 경향이 있다. 이에 반하여 이들이 졸업하고 나아가야 할 사회에서는 나날이 새로운 지식이 축적되고 있어 이전보다 더 넓고 깊은 지적 수준을 요구하고 있다.

또한 현재까지 대학에서 교양·기초과목으로 제공하고 있는 수학 교과 운영과 교과 내용은 예전의 것보다 크게 다르지 않은 것이 사실이다. 그러나 대학 신입생들의 학력 수준은 7차 교육 과정을 거치면서 매우 심한 편차를 보이고 있어, 이들을 대상으로 지금까지의 일률적인 교과 운영과 교과 내용으로는 교육적인 효과를 거두는데 커다란 장애가 있다. 따라서 개인 맞춤형 자기 주도적 학습의 중요성은 더욱 강조되어가고 있다. 즉, 대학에서 제공하는 교육은 21세기 산업 사회가 요구하는 대학 교육의 내용과 목적, 신입생들의 학습 준비 상황과 성향 및 장래 진로 등의 다양한 요구 사항을 고려하여 재편성되고 상시적인 검증을 통하여 지속적인 발전을 할 수 있어야 할 것이며, 이는 교양·기초과목으로 제공되는 수학의 경우에도 마찬가지이다.

교육분야에서 온라인을 통한 정보화의 중요성을 인식한 정부는 2003년도부터 '대학정보화활성화종합방안, e-Campus Vision 2007' (정부간행물 11-1340400-000048-10)을 수립하고, 5년간 약 7,000억 원을 투자하여 이미 전국 대학의 교육환경을 개선하여 왔다. 그리하여 교육, 학술·연구 전 분야의 정보화 촉진, 투명하고 생산적인 대학 행정서비스 구현, 대학구성원 정보 활용 능력 제고를 통한 대학사회의 정보화 촉진, 사이버공간 안전성 보장, 정보통신 인프라의 고도화, 법·제도 정비, 정보화를 통한 국·내외 사회봉사라는 목적 하에 5대 목표(① e-learning 기반확충, ② 학술·연구정보 공동 활용 확산, ③ 차세대 대학행정정보시스템-ERP등-도입, ④ 대학정보화 추진체제 강화, ⑤ 건전한 사이버 문화 조성 정보통신 윤리교육)를 달성하고자 노력하고 있다.

성균관대학교의 경우 정부의 대학정보화추진 목표를 2년을 앞당긴 2005년 4월에 교내 30석 이상 모든 강의실을 e+강의실로 구축하였으며, 2005년 1학기 현재 전체 학부생 수강 학점의 17% 이상을 첨단 e+강의실<sup>1)</sup>에서 시각적으로 준비된 수학적 개념을 이해하고 모든 학습정보를 실시간에 이용하며 강의를 진행하고 있다.

기존의 교육환경에 새로운 온라인 교육 환경을 접목함으로써 대학은 ① 많은 양의 최신 정보를 빠른 시간 내에 교류할 수 있도록 함으로써 효과적인 학술정보 교류의 수단을 제공하고, ② 교수자와 학습자간 또는 학습자와 학습자간 시·공간적으로 동시 또는 비동시 상호작용적 의사소통을 가능케 하며, ③ 협력학습체제를 가능케 하며, ④ 사회 심리적 커뮤니케이션 구조를 제공해 줌으로써 면대면 수업만으로는 달성하기 어려운 긍정적 학습효과를 초래하며, ⑤ 보다 능동적인 학습자를 양성하는 중요한 계기를 형성해 나가고 있다(백영균, 1999).

1) 전자 펜과 태블릿 모니터를 이용한 off line 강의 중 인터넷을 포함한 모든 online 교육매체를 이용한 멀티미디어 교육이 가능하며 동시에 교육 활동이 녹화되어 반복학습이 가능한 강의실

### 3. Blended Learning (혼합형 학습)

문제 중심학습이 지식기반사회의 교수-학습 환경에서 최적의 기회를 제공하는데 우선적으로 고려해야 할 대안이라 한다면, 문제 중심학습의 활성화를 위해 추진할 수 있는 또 하나의 전략적 대안은 정보통신기술 특히 웹과 문제 중심학습을 결합하는 것이다.

무엇보다도 문제 중심학습과 웹을 연계하려는 시도는 이들이 가지고 있는 각각의 기능과 특성이 상호보완적일 수 있다는 데 있다. 또한 문제 중심학습에서 강조하는 것이 협력적 학습 환경을 통한 학습자의 개별적 지식구성이라면, 웹은 이러한 구성주의적 학습이 가능할 수 있는 기능적 환경(e-mail, conference system, multimedia 환경에 의한 정보검색, 정보공유 등)을 제공하기 때문이다.

최근 웹기반 문제 중심학습의 흐름은 기존의 테크놀로지를 활용하는 형태에서 한층 발전된 양상을 나타내고 있고 최근의 문제 중심학습과 e-learning을 결합한 e-PBL이라는 보다 전문화된 용어의 출현에서도 알 수 있듯이, 웹기반 문제 중심학습은 대학교육에 있어서 문제 중심학습의 확산과 발전에 가능성을 더욱 높이고 있다는데 의견이 모아지고 있다.

위에서 언급된 온라인을 활동을 추가한 PBL은 오프라인 상에서의 강의식 수업과 온라인 교육 환경의 장점을 결합한 Blended Learning 방식의 교수-학습형태라고 할 수 있다. Blended Learning은 일반적으로 전통적인 교실수업과 온라인 수업활동을 병행하는 교육을 의미하나, 학습전략으로서 좀 더 풍부한 학습 환경을 뜻하는 용어로 사용되고 있다(교수학습가이드 IV, 성균관대학교).

Blended Learning이라는 개념이 우리의 주목을 받기 시작한 것은 e-Learning이 산업교육계의 주된 관심사로 대두된 후 불과 2-3년 안팎의 일이다. 그러나 Blended learning이라는 용어가 등장하기 이전부터 오프라인 교육과 온라인 교육을 접목시키려는 다양한 시도가 산업교육 및 대학 교육 기관에서 이루어져 왔다.

Blended learning 시스템은 온라인 강좌 지원 시스템과 일반 강의실 강의를 온라인으로 지원하는 일반강의 지원 시스템, 포털 개념의 통합 커뮤니티 시스템의 3가지로 구성이 되는 통합 시스템이다. 본 연구에서는 새로운 교육환경을 충분히 활용하여 기존 판서 중심의 수학 강의의 단점을 보완할 수 있는 Blended Learning 강의를 소개하고 효율적인 강의 모델을 제시한다. 즉 소개되는 강의는 주당 3시간 3학점의 교과목에 대한 Blended Learning 모델로서 기존의 1~3시간 오프라인 강좌에 더하여 주당 1~3시간의 학생 개인 학습을 온라인으로 예습 및 복습과 질문과 토론 등을 소화시킨 것이다.

위에서 언급한 Blended Learning 방식의 교수학습방법은 기존의 강의실 교육의 한계를 보완한다. 이를 가능하게 하는 방법으로는 웹상의 강좌 보강기능을 갖는 온라인 시스템(예: 성균관대학교 i-Campus, 대전대학교 Edu-Class등)이 있으며, 이 시스템들은 과제, Q&A, 자체 지식검색 기능(자체 게시판을 통한 지식의 검색 및 등록 기능 활용: 동기부여를 위한 Voting System에 의한 점수화)과 토론, 프로젝트 등의 온라인 메뉴를 제공하여, 오프라인 수업과 함께 병행함으로써 교육의 효과와 질을 동시에 향상시키는 역할을 한다.

### III. 연구방법 및 절차

본 연구는 국내 대학의 수학강좌에 문제 중심학습의 적용가능성을 탐색하고자 2003-2005년 성균관대학교에 개설된 '선형대수학' 강좌를 대상으로 진행되었다.

연구의 목적에 따라 사례연구를 중심으로 진행되었으며, 연구결과의 정확한 분석을 위하여 양적 연구와 질적 연구를 수행하였다.

본 연구에서는 이공계 서비스 과목으로서의 수학, 특히 선형대수학 강좌를 모델로 학습의 질적 향상을 추구하는 미래 지향적인 교수-학습 모델을 제시한다.

#### 1. 대학의 교육환경

성균관대학교는 2003년 7월부터 추진해 온 <디지털기반 e러닝 교육시스템> 구축완료 기념식과 시연회를 2005년 3월 29일 가졌다. 이를 통하여 100% 구축 완료된 기반시설로는 원격화상강의실 4실, 스튜디오형강의실 24실, 첨단 e+강의실 161실이며, 2005년 2학기 현재 전체 성균관대 학생의 수강 학점 중 17%가 '명품 원격화상강의' '동시e+강의' 'Blended-Learning 강의' '사이버강의' 등을 통하여 이수되고 있다.

일반강의와 달리 <e+강의>는 초고속인터넷과 함께 전자교탁, 강의추적 카메라, 프로젝터가 갖추어진 첨단 e+강의실과 원격화상 강의실에서만 이루어져 기존의 일반 사이버강의와 차별화된다.

<e+강의>의 특징은 동영상, 그림, 음악 및 인터넷 자료 등 다양한 수업매체를 전자교탁을 통해 편리하게 구현해 예정된 강의진도에 대한 연습까지 가능하며 간혹 놓쳐버리거나 이해하기 어려운 부분의 강의를 인터넷을 통해 반복 학습할 수 있어 학생들로부터 큰 호응을 받아왔다. 이를 통하여 다양한 강의를 실시간으로 또 반복 학습을 위하여 학생에게 제공한다. 또한 이렇게 개발된 디지털 학습 자료는 다른 강좌의 개발에 이용된다. (<http://matrix.skku.ac.kr/WebLA>)

성균관대학교는 2003년 7월부터 추진해 온 <디지털기반 e러닝 교육시스템> 구축완료 기념식과 시연회를 2005년 3월 29일 가졌다. 이를 통하여 100% 구축 완료된 기반시설로는 원격화상강의실 4실, 스튜디오형강의실 24실, 첨단 e+강의실 161실이며, 2005년 2학기 현재 전체 성균관대 학생의 수강 학점 중 17%가 '명품 원격화상강의' '동시e+강의' 'Blended-Learning 강의' '사이버강의' 등을 통하여 이수되고 있다.

#### 2. e+강의 유형

일반강의와 달리 <e+강의>는 초고속인터넷과 함께 전자교탁, 강의추적 카메라, 프로젝터가 갖추어진 첨단 e+강의실과 원격화상 강의실에서만 이루어져 기존의 일반 사이버강의와 차별화된다.

<e+강의>의 특징은 동영상, 그림, 음악 및 인터넷 자료 등 다양한 수업매체를 전자교탁을 통해 편리하게 구현해 예정된 강의진도에 대한 예습까지 가능하며 간혹 놓쳐버리거나 이해하기 어려운 부분의 강의를 인터넷을 통해 반복 학습할 수 있어 학생들로부터 큰 호응을 받아왔다. 이를 통하여 다양한 강의를 실시간으로 또 반복 학습을 위하여 학생에게 제공한다. 또한 이렇게 개발된 디지털 학습 자료는 다른 강좌의 개발에 이용된다. (<http://matrix.skku.ac.kr/WebLA>)

본 연구에서는 현대 수학을 지도하며 현존하는 교육환경을 최대한 이용하여 위의 e-Campus Vision의 방향과 같이 하여, 정부의 지원 및 대학의 대응 자금을 바탕으로 새로 마련한 교육환경과 '전자 교탁'을 이용한 새로운 대학 수학교육 환경을 마련하였으며 이를 직접 강의에 이용하며 강의 모델을 개발하였다. 이 시스템을 이용해 저장된 강의 기록은 수업 후에도 학생 스스로 직접 접하도록 함으로서 새로운 교재와 추가 학습 동기를 부여한다. 이는 컴퓨터와 인터넷의 효과적인 이용을 바탕으로 이뤄지며 기존의 오프라인(Off-line) 환경인 강의실과 자기주도적인 학습이 가능한 온라인(On-line)을 동시에 수업의 현장으로 이용하는 Blended Learning의 한 모델을 제시하는 것이다. 선형 변환 개념의 시각적 이해를 위한 Flash tools, Animations, JAVA Applets 모음집을 다음 주소 (<http://matrix.skku.ac.kr/sglee/LT/>)에서 볼 수 있다.

#### (1) 성균관대 i-campus의 구성 기본 환경

교수 대 학생 및, 학생 대 학생간의 메일 시스템 및 실시간 SMS 서비스가 가능한 시스템을 구축하였으며, 아래와 같은 기본환경으로 구성 되어있다.

##### ㉠ 메뉴,

공지사항, 학생 현황 통계, 강좌 Q&A, 강좌일정, 강의실, 시험, 과제, 토론방, 참고자료, 강좌채팅, 조 편성, 수업계획서, 성적관리, 수강생 찾기, 강좌설문, 자유학습실, 강좌관련홈페이지

##### ㉡ 제공 콘텐츠,

장별, 절별, 주별 동영상강의, 강의 참고자료

##### ㉢ 교재와의 연계,

교재의 홈페이지를 통한 다양한 콘텐츠제공  
(JAVA, FLASH등)

##### ㉣ link <http://matrix.skku.ac.kr/CLAMC/>

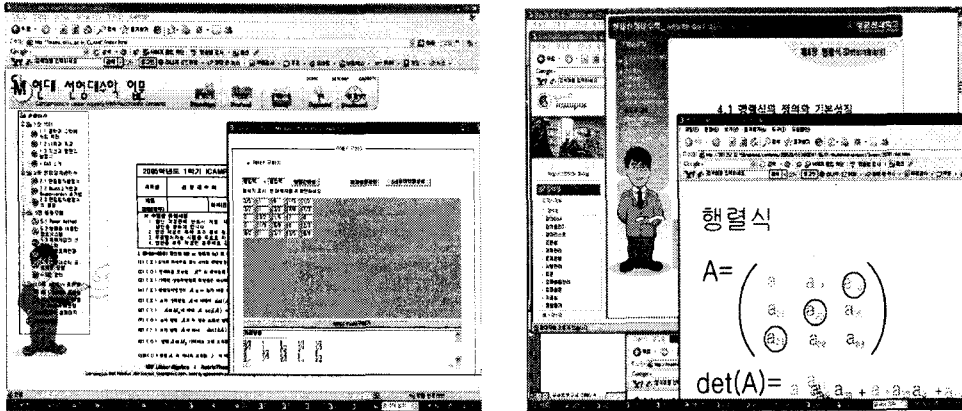
본 연구를 위하여 제작된 강의록 사이트는 용도에 따라 위에 제시한 모든 유형의 콘텐츠를 적절하게 혼합하였다. 따라서 링크에서는 Text based 강의록과, 동영상 강의, 선형변환의 개념을 이해하는 플래시 중심의 시각적 도구, 상호반응이 가능한 자바 행렬계산도구가 제공 된다.

##### ㉤ 토론방,

토론 형식의 지정(일반개별토론, 조별토론)

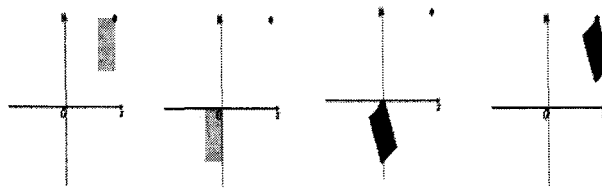
㉞ Q&A,  
현황 등의 분석

본 연구를 위하여 제작된 강의록 사이트는 용도에 따라 위에 제시한 모든 유형의 콘텐츠를 적절하게 혼합하였다. 따라서 링크에서는 Text base 강의록과, 동영상 강의, 선형변환의 개념을 이해하는 플래시 중심의 시각적 도구, 상호반응이 가능한 자바 행렬계산도구가 제공 된다.



그 후로도 새로운 콘텐츠를 매학기 꾸준히 만들어 왔다. 그 외에 시각적 이해를 돕는 참고자료등은 이 콘텐츠를 직접 개선해가면서 업그레이드하였다.

<http://matrix.skku.ac.kr/sglee/SampleLecture-3week/index.htm>



- ① Main Home 화면
- ② 본 강의에 앞서 학습해야할 선행학습
- ③ 강의계획서
- ④ 읽을거리와 주제에 관련된 수학자 소개
- ⑤ 본 강의
- ⑥ 연습문제와 모든 풀이 집

- ⑦ 질문과 답을 얻을 수 있는 게시판
- ⑧ 중간과 기말고사의 샘플문제 및 모범답안과 후속 강의 정보

(2) Q & A의 효율적 운영

실제 Q&A에서 일어난 질문과 답변의 사례를 소개하며, 과제의 다양한 형식과 과제 해결을 위한 정보 제공 사례 등을 통해 강의중심의 수업에서 얻을 수 없었던 개념에 대한 이해를 위한 학습과정을 살펴보도록 하자.

Off-Line 강의는 학생들의 담당교수와의 면대면 질문 등에는 여러 가지 제약들이 있다. 그러나 교과목 수강 시 발생하는 다양한 형태의 질문들을 모두 수용한다는 것은 현실적으로 불가능하다. 또한 학생들 대부분이 공통적으로 어려워하는 내용을 반복적으로 개인별로 설명하는 것은 비효율적이다. 학생들 스스로 경쟁적으로 질문하고, 스스로 답변하는 형태로 많은 학생들이 적극적으로 동참함으로 교과 과정에서 가장 많은 질문 내용 등의 종합 정리로 지식의 축적이라는 새로운 데이터베이스의 구성을 가능케 한다. 질문의 공유로 학생들 스스로의 해답을 유도하는 형식의 자기 주도적 학습강좌 진행이 효율적이었다. 그리고 이 빈도는 학기를 거듭해가면서, 50명 강의 기준으로 600회, 1000회, 1500회로 학생들의 문제 중심 학습에의 참여는 열기를 더해 갔다.

Q&A의 사례(1)

**Q** Gauss 소거법과 Gauss-Jordan 소거법의 차이가 무엇입니까?

**A** Gauss소거법(elimination)은 연립일차방정식의 첨가행렬을 REF로 변형하여 그 해를 구하는 방법이고 Gauss-Jordan 소거법(elimination)은 연립일차방정식의 첨가행렬을 RREF로 변형하여 해를 구하는 방법입니다.

Q&A의 사례(2)

**Q** 행렬은 언제, 어떻게, 누구에 의해 만들어지고 또한 발전되었습니까?

**A** 행렬과 행렬식에 관한 연구의 출발은 기원전 4세기일 것으로 추측합니다. 그러나 연구 결과의 기록은 구체적으로 기원전 2세기의 것부터 남아 있으며, 연구를 위한 수단이 갖추어지는 17세기 말 이 되어서야 르네상스를 맞이하여 "선형대수학"의 이름으로 크게 발전하게 되죠. 이어서 제2차 세계대전을 거치며 컴퓨터의 발전과 더불어 20세기 후반에 "행렬이론(Matrix Theory)"이란 이름으로 제2의 르네상스를 구가하고 있습니다. 행렬과 행렬식에 관한 연구가 연립일차방정식의 연구에서 비롯되었다는 것은 그리 놀랄만한 일은 아닙니다. 보통은 행렬을 먼저 생각하고 그것의 행렬식을 연상하는데 역사적으로는 반대입니다. 행렬의 개념은 행렬식의 개념이 소개 된지 무려 150년이 지난 후에야 소개된 개념입니다. 선형대수학의 발전과정을 돌아보고 현재와 미래를 이해하는 것은 학문탐구에 있



어서 매우 중요한 의미를 지님을 이해합니다. 아래 URL을 방문하면 행렬이론의 과거와 현재에 대해 보다 자세히 알아 볼 수 있다.

<http://matrix.skku.ac.kr/sglee/krf/linearalgebra/multi/find.html>

다음 <표 1>은 2005년 1학기 실제 강좌 게시판서 1500건 이상의 열띤 질문과 답변을 확인 할 수 있는 화면이다.

<표 1> 2005년 1학기 강의실에는 무려 1500건 이상의 열띤 질문과 답변이 있었다.

No	제 목	등록자	등록일	조회	화일
527.	⊖- eigen value 에 대해 제가 생각해 본 것	권향원	2003/06/03	31	
526.	⊖- eigen value 에 대해 제가 생각해 본 것	김병성	2003/06/03	27	
525.	⊖- eigen value 에 대해 제가 생각해 본 것	이상구	2003/06/02	48	
524.	⊖- eigen value 에 대해 제가 생각해 본 것	김지원	2003/06/05	27	
523.	⊖- eigen value 에 대해 제가 생각해 본 것	박종빈	2003/06/05	24	
522.	⊖- eigen value 에 대해 제가 생각해 본 것	송기성	2003/06/06	18	
521.	JCF 강의 동영상 일부	이상구	2003/06/02	41	
520.	⊖- JCF 강의 동영상 일부	이광우	2003/06/07	4	
519.	⊖- JCF 강의 동영상 일부	이상구	2003/06/09	0	
518.	이번주에는 과제는 없습니다.	이상구	2003/06/02	30	

검색된 문서 : 총 677 16 / 68

[11] [12] [13] [14] [15] [16] [17] [18] [19] [20]

쓰기 답기

(3) 게시판을 통한 학생들의 학습 보고 사례  
수학적 모델의 개발, 토론, 프로젝트 발표 등이 소개된다.

**사례1**

**제목 : 행렬의 산업에서의 응용 한 예**

등록자 : 정상희

등록일자 : 03/17 조회수 26

## 사례2

**제목 : 한국 전통수학의 올바른 인식**

글쓴이: 권향원, 제출일 04/21

**학생의 의견 :** 건의 사항이나 본 강좌를 통하여 배운 점이나 본 강좌에 대하여 하고 싶은 말:

이번 강좌인 선형대수학. 잘 들었다고 생각되어집니다. 처음에는 전공과목도 아닌데 왜 이렇게 열심히 할까 생각도 하였지만 학기말인 지금 생각해보면 다 도움이 되는 일이었기 때문에 이렇게 여기까지 온 것 같습니다. Q/A게시판을 통하여 토론의 장을 펼치고 여러 사람들의 생각을 접할 수도 있고 또 더 나은 풀이 방법을 통하여 Q/A게시판을 적극 활용한 사람이라면 상대방의 지식을 쉽게 취득하여 더 많이 배울 수도 있었습니다. 그리고 중간고사와 기말고사만으로 평가 되어지는 것이 아니라 중간고사와 기말고사 외에도 여러 수행평가를 두는 교수님의 방식이 마음에 들었습니다. 거기다가 열성 넘치는 강의와 학구열을 통하여 상담을 해본 사람이라면 누구나 자신을 되돌아보고 좀 더 열심히 해야 할 마음이 생기는 것도 있었습니다. 그리고 프로젝트를 통하여 응용, 활용능력도 배울 수 있어서 좋았던 것 같습니다.

### 게시판운영에 따른 발생효과

1. 수업시간에 미처 하지 못한 질문 해결의 장
2. 복사료를 절감하는 자료 공유의 장
3. 파일로 제출하는 자료의 효율적 관리 및 처리
4. 이미지등의 멀티미디어 자료공유
5. 학습내용을 주로 강의시간에 전달하고, 토론과 대화를 사이버 공간을 이용하는 시간 공간적 제약의 극복(개념의 올바른 이해 효과)

### (4) 과제 운영 사례

☐ 과제 목표 :

사진 및 소개서 제출,  
행렬 이론의 과거와 현재 독후감 작성

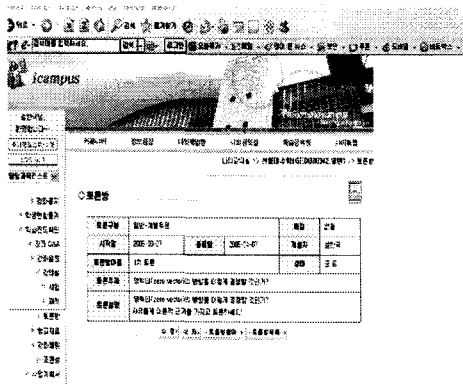
☐ 과제 요약 :

1. 학생 사진 및 자기소개서 제출
2. “행렬이론의 과거와 현재“ 와 수강동기 연계

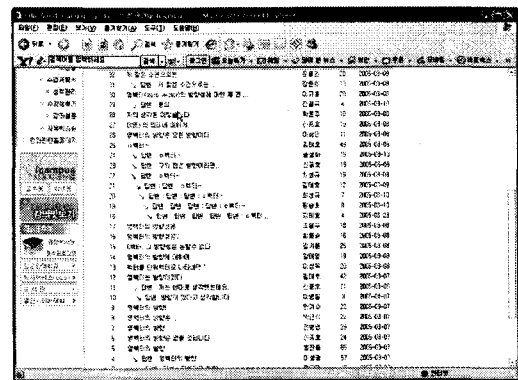
<http://matrix.skku.ac.kr/sglee/krf/linearalgebra/multi/find.html>

(5) 토론방 운영 사례

대형 강의의 특성상 학생들과의 토론을 한다는 것은 극히 어려운 현실이다. 토론과정을 통해 자신의 이해 정도를 파악할 수 있어 이러한 토론 형식의 필요성은 누구나 공감할 수 있다. 이러한 토론을 웹상에서 자연스럽게 진행할 수 있는 방법으로 토론방의 운영은 좋은 방향의 대형 강의 토론의 모델로 가능하다. <그림 1>은 i-campus 선형대수학 강좌 초기 메뉴에서 토론 주제를 부여한 화면이다. <그림 2>는 이에 대한 학생들 스스로의 토론방 참여에 의한 의견 개진 및 조회수 등을 볼 수 있다.



<그림 1>



<그림 2>

개념의 깊은 이해를 얻는 과정과 결과의 예

이번 선형대수학 수업 동안에 각종 개념들에 대해 많은 사색과 고민이 있었습니다. 그 중에 개인적으로 선형대수 학습에 있어 일종의 전환기가 되었던 내용이 있습니다. 바로 “독립(linearly independent)”이라는 개념입니다. 예전에는 독립한다는 것은 홀로 살아갈 수 있는 것이라고 느껴왔죠. “너 없어도 나 혼자 살 수 있어...” 이런 식이었습니다. 하지만 수학에 등장하는 독립의 개념은 사람들이 생각하는 그것보다 훨씬 더 현명하다는 것을 알게 되었습니다. “너랑 나랑은 이거 이거가 똑 같다. 너도 말을 하고, 나도 말을 하고, 너도 달리기를 잘하고 나도 그렇고, 하지만 난 음치인데 넌 노래를 잘 부르지. 반면 난 너보다 시를 잘 쓰지. 그래서 너랑 나랑은 서로 독립인 거야, 즉 너와 나는 상호 보완적인 존재이고 그러하기에 인간이라는 사회 공간(vector space)의 Basis가 될 수 있는 것이지.” 즉, 수학에서의 독립의 개념은 남들과는 다른 자신만의 색깔이 있다면, 개개인이 특별한 존재가 될 수 있는 거라고 말하고 있었습니다. 딱딱할 수도 있는 수학(선형대수) 수업 속에서 이러한 다양한 생각을 할 수 있었고, 때문에 재미있게 공부할 수 있었던 이유는 바로 토론식 수업, 그리고 모든 학생들이 함께 수업에 참여하였기 때문이라고 생각합니다. 그리고 앞으로 어떤 공부나 연구를

수행하게 되든지 나의 생각을 똑똑히 말이나 글로 표현할 수 있고 다른 사람의 의견 및 생각에 귀 기울일 수 있는 자세가 필요하다는 것도 새삼 되새기게 되었습니다. 그래서 대학 강의실은 이래야 한다고 생각했던 우리의 선형대수학 강의실을 꼭 여러분에게 보여주고 싶었다.

(6) 참고자료실 운영에 따른 Data의 축적

학생들의 질문에 즉각적인 답변은 참고자료실에 스캔 파일등을 이용하여 즉각적으로 제공하여 역동적인 수업 환경을 만드는데 도움이 되었다. 또한 교재와 연관된 홈페이지를 통해 저자의 동영상 강의 내용을 링크(<http://matrix.skku.ac.kr/CLAMC>)하여 예습 및 복습의 기회를 부여함으로써 On-Line 교육의 장점을 최대한 이용할 수 있는 콘텐츠를 제공하였다.

기본적으로는 준비된 강의록, 부교재, 웹자료는 물론 질문과 답변 토론을 통하여, 아래 한글자료와 다양한 워드 자료, 등의 디지털 자료와 함께, 경우에 따라 바로 스캔하여 참고 자료를 업로드 된 다양한 디지털 자료가 누적되어 다음 학기의 학습 부교재로 이용되며, 이를 통하여 강의록은 지속적으로 업그레이드 가능하다.

\* 질문에 대한 업로드 스캔 파일의 예

선형대수학 P.150. 22522 P.22522

$$u, v \in \mathbb{R}^n \text{ 이면 } A = I + uv^T \in M_n(\mathbb{R}) \text{ 이면}$$

$$A^{-1} = I - \frac{1}{1 + u^T v} uv^T \text{ 임을 보여라}$$


---

(Pf)  $A^{-1} = I - \frac{1}{1 + u^T v} uv^T \in \mathbb{R} = M_n(\mathbb{R})$

[Show  $A \cdot A^{-1} = I_n$ ]

$$(I + uv^T) \left( I - \frac{1}{1 + u^T v} uv^T \right)$$

$$= I + uv^T - \frac{1}{1 + u^T v} uv^T - \frac{u(v^T u)v^T}{1 + u^T v}$$

$$= I + uv^T - \frac{1}{1 + u^T v} uv^T - \left( \frac{u^T u}{1 + u^T v} \right) uv^T$$

$$= I + uv^T - \left[ \frac{1 + u^T u}{1 + u^T v} \right] uv^T$$

$$= I + uv^T - \left[ \frac{1 + (u^T u)^T}{1 + u^T v} \right] uv^T$$

$$= I + uv^T - \left[ \frac{1 + u^T v}{1 + u^T v} \right] uv^T$$

$$= I + uv^T - uv^T = I \in M_n(\mathbb{R})$$

미리 준비된 교안을 인터넷으로 제공하여 학생의 예습을 강조하고, 그 후 강의실 수업에서는 준비된 교안 파일 위에 추가로 글을 쓰며 또 설명을 채워가며 수업을 진행한 후, 녹화된 수업 내용(스크린류와 강의모습 및 음성)을 보며 질문과 답변을 유도하여, 자기 주도적으로 개인별 맞춤 수업이 가능하도록 하며, 더 나아가 언제 어디서나 반복 학습을 가능하게 하여 모두가 목표에 도달하도록 하는 수업을 성공적으로 수행하였다. 그리고 BL 강좌와 관련된 2005년 6월의 분석의견에 따르면 e+

강의실의 다양화, 확대 및 인프라 구축에 대한 만족도가 제일 높게 나타났으며 강의 만족도의 증가 및 향후에도 e+ 강의실에서 BL 강의에 대한 수강수요가 높게 확인 되었다.

#### 4. 실제 강의실 모습 (e+ 강의실)

실제 시각화를 통한 대학수학 교육 강의를 위하여 현재의 강의실 환경을 최대한 이용하고 개선하기 위하여 본 연구진은 다양한 노력을 하였다. 우선 강의록을 타이핑하여 디지털화하고, 이어서 웹 콘텐츠화 하였으며, 사이사이에 공학적 도구와 플래시 도구를 삽입하고, 그림과 동영상 및 실제 강의 내용을 캠코더로 녹화하여 삽입하기도 하고 마이크로 녹음하여 강의의 육성을 녹화하여 학생이 반복 학습하는 것이 가능하도록 노력하였다. 이런 과정에 많은 시간이 소요되어 고심하던 중 “성균관대학교 디지털교육위원회”에 “디지털교육환경위원회”를 통하여 전문위원으로서 교육환경 개선의 안을 제안하고, 총장 및 교무처장 등의 적극적인 지원으로 처음 기대한 이상의 적극적인 시설 투자가 이루어지고 그 결과가 첨단 e+강의실로 구현되었다. 2003년 8월 말부터 2004년 1학기말 현재 738여개 강좌에서 강좌 기준 연 80,000명이 이 시설에서 학부수업을 수강하고 있다. 저자는 2003년부터 걸쳐 학부 교양과 전공의 7개 강좌를 이렇게 탄생한 첨단 e+강의실에서 진행하고 있으며 학생의 반응은 매우 고무적이다. 여기서 진행되는 본 연구진의 강의 내용은 학생이 반복하여 학습하며, 학생들 스스로 질문하고 답하며 교수는 그 결론을 잘 이끌어주는 역할을 하며 실질적인 자기 주도적 학습을 진행하고 있다.

저장된 강의 내용의 모습은 다음과 같다. 예로 일부를 소개한다. 강의록과 그 위에 교수의 판서가 같이 기록되며, 동시에 강의자의 모습과 소리도 저장되어 반복학습이 가능하다.



위의 e+강의실과 같은 교육 환경의 획기적인 개선이 현실화되려면 연구자의 아이디어, 정부지원, 학교 대응 자금, 학생 유치 및 최고의 교육환경 유지 의지가 함께 이뤄져야 가능하다. 위와 같은 강의시스템의 구축과 학습을 통해

- ① 강의저장 솔루션의 i-campus 연동체제가 구축될 수 있고,
- ② 강의저장 방식이 단순화(기존 6단계→3단계 축소)되었으며,
- ③ 수업 및 특강 강의 실시간 생방송 기능이 가능하게 되었고,
- ④ 무한 반복학습 구현에 따른 학습효과가 증대되었다.

위에서 본 내용을 바탕으로 본 연구에서 제시하는 구체적인 방향을 정리해보자. 이미 개발된 개선된 교육 환경에서 기존에 개발된 자료를 효과적으로 이용하여 오프라인(Off-line) 환경인 강의실에서 학습을 하면서 필요하다면 즉시 온라인(On-line) 환경을 이용하여 최신의 정보와 참고자료에 접속하여 수업 중에 바로 보여준다. 동영상을 이용하여 시각적으로 복잡한 수학적 개념을 이해하고, 실제로 복잡도가 높은 계산은 무료의 도구(자바계산기)를 이용하여 계산하고, 그 결과를 바로 눈으로 확인하며, 이를 통하여 직관적인 이해와 상상력을 계발하여, 미지의 사실을 예측하도록 하는 과정을 경험하도록 한다. 이것이 바로 자기 주도적 문제 중심의 학습 프로그램인 것이다. 더구나 그 경험을 반복하여 숙지하는 것이 가능하도록 하고 마지막으로 그것을 개인별 발표를 통해 설명하도록 한다는 것이다. 이런 능동적인 학습과 탐구를 통하여 시각적으로 또 직관적으로 수학적 내용을 이해하고 질문하며 서로 답하는 과정에서 숙지하도록 하는 교수방법을 개발하여 현재 효과적으로 강의실에서 적용하고 있다. 이제 대학은 진정한 교육의 현장으로 수학교육환경과 방법을 개발하고 전이시키며 한국의 미래를 주도하여야 한다.

## IV. 연구결과

### 1. 수업모델

위에서 보았듯이 본 연구진은 자체적으로 공학적 도구와 대학수학교육 콘텐츠를 개발하고 개발된 콘텐츠를 효과적으로 활용하기 위하여, 교육인적자원부가 추진하는 e-강의실 (즉, 전자교탁과 다블렛 모니터, 웹캠이 장착된 강의실) 환경을 구축하였다. 이를 이용하여 효과적인 교수학습을 위하여 개발된 교수법을 소개한다.

교수자는 e+ 강의실 환경을 최대한 이용하기 위하여 기본적인 강의록을 디지털화한다. 다음 준비된 교안을 강의실 웹을 통하여 학생에게 예습하도록 제공하고 수업에서는 교안위에 추가로 글을 쓰며 또 증명을 채워가며 수업을 진행한 후, 녹화된 수업 내용(스크린뷰와 강의모습 및 음성)을 언제 어디서나 반복하여 학습을 가능하도록 수업을 디자인하여 진행한다. 실제로 2003-2004년 강의평가를 분석해 본 결과 90점 이상의 교수는 대개 e+ 환경을 적극적으로 이용한 경우에서 나왔다.

### 2. 새 수업모델의 효과

이 과정은 현재 교육방송이 제공하는 영상녹화방식의 e-learning의 환경을 훨씬 뛰어 넘어 중등수학교육에 하나의 커다란 모델을 제시한다. 위의 모델은 현재 입시 위주의 교육환경에서도, 학교 별로 하나의 e+강의실만 갖추어, 정규교육은 물론, 다양한 특기교육과 특강, 예습, 복습, 심화학습, 탐구활동, 수행평가 등의 다양한 학생 활동을 할 수 있다. 또한 개별 교사의 전공분야의 특징과 장점을 최

대한 살려서 앞에서 본 방법으로 발표하고, 표현하고 설명하는 모습과 내용을 언제든지 바로 디지털 자료화 및 녹화하여 언제 어디서나 학생들이 반복하여 학습 가능하게 할 수 있는 것이다. 예를 들어 대학수학교육에 적용하였듯이, 중등학교에서 교육을 한다고 할 때 교사는 기본 교안에 의한 설명과 함께, 인터넷상에 여러 가지 개발된 콘텐츠(이상구의 2002)의 심화학습, 탐구활동, 수행평가 문제 등을 언제든지 불러내어 입체적인 교육을 한 후, 그 내용이 저장되어 반복학습이 가능하며, 계속 완성을 높이며 교육의 효과를 극대화 할 수 있다. 어찌 보면 현재의 입시교육에서도 분야별 전문교사의 탁월한 Know-How를 디지털 자료화하여 서로 정보 및 자료를 공유하며 반복 학습하므로 중요한 개념의 이해 및 숙련도를 높일 수도 있고 기존자료의 수정과 추가 설명으로 자료의 완성도 또한 극대화할 수 있다.

## V. 결론

한국대학교육협회의 2003년 자료에 의하면, 이미 선진국의 대학에서는 연구와 교육이 통합되어 연구가 곧 교육이며, 교육활동이 연구의 산물로 변해가고 있으며, 이런 21세기 대학에서 교수의 역할은 Innovator(혁신자 역할), Broker(중개자 역할), Mentor(사부 역할), Facilitator(촉진자 역할), Monitor(감독자 역할), Coordinator(조정자 역할), Director(지시자 역할), Producer(생산자 역할)을 수행할 수 있어야 한다고 한다. 다시 말하면 강의자는 배운 것을 잘 가르치는 것에서 멈추지 말고 학생이 스스로 배워가도록 동기를 부여하고 막힌 부분을 스스로 해결해 나아가는 동반자가 되어주는 것을 요구 받는 것이다. 그래서 교육과 연구가 공존하는 즉, "우리가 연구 하는 수학이 바로 우리가 가르치는 수학이 되는 강의실"을 만들어야 한다. 이미 21세기에 서 있는 우리는 lecture → memorization → tests 가 아니라, visualization(intuition) → trial → error → speculation → explanation 을 추구해야 할 더구나, 그것이 가능한 시점에 그것이 가능한 대학에 서 있다고 생각한다. 즉 visualization 부분에서 우리는 우선 제작된 멀티미디어 교안과 Flash를 이용한 시각적 도구로 하여금 학생에게 예습을 통하여 수학내용의 직관적 이해를 가능하도록 하며, trial 부분은 visualization의 직접적 실습도구인 Java Applet 등을 이용하여 학생들이 직접 Learning by doing을 할 수 있는 장을 마련해 주며, error 부분은 e+-Learning 환경이 지원하는 Q&A를 이용하여 적극적으로 토론하며 학생들의 자기 주도적 이해를 넓혀가며, speculation 부분은 이런 과정을 통하여 이해한 수학적 내용을 깊은 내용의 문제 풀이나 프로젝트를 통하여 깊이 있는 탐구학습을 하도록 하며, 이런 과정에서 다양한 부교재와 수업내용의 동영상 반복학습을 유도한다. 마지막으로 explanation 부분은 문제 중심 학습 (Problem-Based-Learning) 교육의 마지막 단계로, Q&A 와 프로젝트를 통해 잘 마무리 된 문제를 교수의 검토를 받은 후 발표하는 시간을 갖도록 하여 서로 자극을 받으며, 또 자부심을 갖는 기회를 갖도록 한다. 실제로 2003년 학부 선행대수학 강좌의 프로젝트를 통한 독창적인 연구결과에 외국의 학자들도 큰 관심을 보였으며, 주요 저널에 실리는 결과를 보았다. 그 외

에도 짧은 수업시간에서 벗어나 학기당 2회의 토론방 운영도 진지한 교육의 장을 제공하였다.

우리의 수학기반과목에서의 BL-PBL 수업에서의 효과를 요약하여 서술하면 첫째, 학생들이 수업에 임하는 태도가 수동적인 모습에서 능동적인 모습으로 바뀌었다는 것이다. 그리고 문제해결을 해 나가는 과정에서 동료 학생 간 협동하는 것을 체득하게 되었으며, 학문과 실제생활과 연관된 학습을 하게 되었다는 것이다. 마지막으로 교수 측면에서는 수업에 관심을 갖고 다양한 노력을 기울이는 가운데 교육내용의 질이 획기적으로 향상되었다는 것이다.

즉, 우리는 이미 위의 모든 시도가 가능한 미래의 교육환경에 살고 있는 것이다. 더구나 이런 교육 환경에서의 시도와 효과는 대학에 그치지 않고 이미 많은 부분이 바로 중등학교에 적용이 가능하다고 생각한다.

On-Off Line 교수법을 병행해야하는 BL강의의 필요성 또한 현재 진행되고 있는 미래 지향적 교수 학습 모델임에는 틀림없다. 앞에서 살펴본 바와 같이 이들은 상호 장단점을 보완해 줄 수 있으므로 지속적인 연구와 콘텐츠의 개발로 인한 가장 효율적인 교수 학습모델이 되어야 한다.

마지막으로 문제 중심학습이란 교수방법을 수학강좌에 적용해 본 결과, 전반적으로 교수와 학생 모두에게 많은 시간과 노력을 요구하는 교수학습법이었으나 수업에 참여한 교수와 학생 모두 교육적인 효과 면에서 매우 만족하는 교수학습법인 것으로 나타났다.

## 참 고 문 헌

- 강인애 (1999). 웹기반 문제 중심학습 (Problem Based Learning)의 개발사례. 교육공학연구 15(1), pp.301-330.
- 강인애 (1998). 문제 중심학습 (Problem-based Learning) : 또 하나의 구성주의적 교수-학습모형.
- 강인애 (1997). 왜 구성주의인가: 정보화시대와 학습자 중심의 교육환경. 서울: 문음사.
- 교육인적자원부 (2002). 대학정보화활성화종합방안, e-Campus Vision 2007(2003-2007), 정부간행물 11-1340400-000048-10.
- 백영균 (1999). 웹 기반 학습의 설계. 서울: 양서원.
- 이상구 (2004). 선형변환개념의 시각적 이해를 위한 Flash tools, Animations, JAVA Applets 모음집, <http://matrix.skku.ac.kr/sglee/LT/index.htm>.
- 이상구 외 (2002). 고교 1년 과정의 함수 부분의 자기 주도적 학습 자료(고등학교 1학년 함수) <http://matrix.skku.ac.kr/sglee/2002-K10/start.htm>.
- Duch, B. (2001). *Model for Problem-based instruction in undergraduate courses*. In B. Duch, S. Groh & D. Allen (Eds.), *The Power of Problem-based learning*. Sterling, VI: Stylus Publishing, LLC.



- Duffy, T, & Savery, J. (1994). *Problem-based learning: An instructional model and its constructivist framework*. *Educational Technology*, **34(7)**, pp.1-16.
- French, D. (1999). *Preparing for internet-based learning*. In French, D. et al.(Eds.), *Internet based learning: An introduction and framework for higher education and business*. Sterling, VA: Stylus Publishing.
- Novak, A. D. (1996). *Problem-based learning: A Technology of Instruction. printed from internet*.

## **A Research on a Model of BL-PBL Self -Directed Mathematics Lectures at College**

**Sang-Gu, Lee**

Department of Mathematics, Sungkyunkwan University, Suwon 440-746, Korea  
e-mail: sglee@skku.edu

**Han-Guk, Seol**

Department of Mathematics, Daejin University, Pocheon 487-711, Korea  
hgseol-dju@daejin.ac.kr

**Shin Il, Han**

Graduate School of Education, Sunkyunkwan University, Seoul 110-745, Korea  
sihan@skku.ac.kr

The affirmative feature which web based learning and problem based learning in the self directed learning having on-line and off-line study it amalgamates in connection Blended Learning method and specially in mathematics subject as a service course. We introduce a model of BL lecture of Mathematics and tried to find a new way for the quality improvement of university education.

---

\* ZDM분류: C70, U50, U70

\* MSC2000분류: 97U70

\* Key Words : PBL, WBI, BL