

논문 2011-481E-1-6

협력적 문제해결능력 신장을 위한 공학수학 수업모형의 설계원리 개발

(Development of The Design Principles for Engineering Mathematics Teaching Model for Improving Students' Collaborative Problem Solving Abilities In College)

정 애 경*, 이 상 회**, 홍 유 나***, 김 능 연**

(Ae Kyung Chung, Sang-Hoi Yi, Yuna Hong, and Neung-Yeun Kim)

요 약

본 연구는 전문대학 공학계열 학생들의 수학 기초학습능력과 문제해결능력 신장을 위한 공학수학 수업모형의 설계원리를 도출하고 개발하는 데 목적이 있다. 본 연구를 위해서 첫째, D 대학 디지털전자과의 교수·학습환경 분석과 함께 산업체 및 졸업생을 대상으로 한 요구분석을 실시하였고, 둘째, 요구분석 결과와 관련 선행연구를 바탕으로 공학수학 수강생들의 기초수학학습능력과 문제해결능력 신장을 위한 수업모형의 기반 설계이론을 도출하였다. 연구 결과, 수업모형의 기반 설계이론으로는 (1) 수학 기본개념과 반복훈련을 통해서 수학 기초학습능력을 높이고, (2) 동료 학습자간 협력적 문제해결활동을 통해서 문제해결능력을 신장하고, (3) 학습자의 성장을 촉진하고 학습자의 수업활동에 대한 교수자의 체계적인 점검과 즉각적인 피드백을 제공하고, (4) 최근 온라인과 모바일 환경에 익숙한 학습자들이 자기주도적으로 학습할 수 있는 환경을 제공하는 것이다.

Abstract

The purpose of this study was to develop the basic design principles for the engineering mathematics teaching model that supported college students to become collaborative problem solvers. For this purpose, the following four design principles were drawn from the steps of systems approach, especially with consideration of needs of engineering students, professors, curriculum and relevant research on mathematical education. As a result, the four design principles for the engineering mathematics teaching model were drawn as follows: (1) Improve students' basic mathematical learning abilities through repetition and elaborative practice of the basic mathematical concepts and principles, (2) Develop students' problem solving abilities through collaborative projects or learning activities with peers, (3) Facilitate students' reflection and provide teacher's monitoring and prompt feedback during their learning process, and (4) Build up online learning environments that enable students to become self-regulated learners.

Keywords : Engineering mathematics, collaborative problem solving, reflection, feedback, teaching model

I. 서 론

전문대학 공학계열 학과들은 공학계열 입학생수의

* 정희원, 동서울대학 디지털방송미디어과
(Dept. of Digital Broadcasting and Media, Dong Seoul College)

** 평생회원, 동서울대학 디지털전자과
(Dept. of Digital Electronics, Dong Seoul College)

*** 정희원, 한국산업인력공단
(HRDKorea)

접수일자: 2010년10월3일, 수정완료일: 2011년2월21일

급격한 감소^[1]와 함께 이공계 학생들의 기초학습능력의 심각한 저하라는 이중고를 겪고 있다. 공학대학 학생들을 대상으로 한 설문 결과^[2]에 의하면, 상당수의 학생들이 대학 공학수학에서 필요로 하는 '확률 및 통계', '이산수학' 등과 같은 수학의 기초 지식과 개념을 제대로 배우지 못한 것으로 나타났다. 이러한 문제들은 전문대학 직업기술교육 과정의 필수 과목인 공학수학 수업에서도 심각하게 나타나고 있다.

최근 많은 기업들이 전문대학 공학교육의 문제점으

로 지적하고 있는 것이 학생들이 공학 프로젝트 수행방법과 문제해결과정에 대한 이해가 부족하고 의사소통기술이 부족하다는 것이다^[3]. 지식·정보화 사회에서 문제해결능력은 개인에게 필요한 핵심 역량으로서 공학수학의 주요 목표가 학생들이 수학적 사고에 바탕을 두고 수학 이론과 실제 공학적인 응용문제간의 관계를 이해하고 해결하는 능력을 계발하는 데 주어져야 할 것이다. 이러한 점은 공학전공 교수들의 면담 결과^[4]에서도 나타났듯이, 면담에 참여한 대부분의 교수들이 대학 수학수업에서 수업시간에 학습하는 수학의 내용을 줄이더라도 학생들이 깊이 있게 생각하고 응용할 수 있고, 배운 내용이 실제로 어떻게 활용되는 지를 보여주는 것이 중요하다고 응답하였다.

그러나 현재 교수자 중심의 강의로 이루어지는 공학수학의 수업 방식으로는 문제해결능력과 같은 핵심역량을 갖춘 전문인을 요구하는 기업들의 요구를 만족시키기에는 어려운 것으로 보인다. 또한 공학수학 수업에서 학생들의 수업 참여는 교수자의 질문에 응답하고 강의 주제에 대한 개인적인 질문을 하는 정도의 매우 소극적인 수준에서 이루어지고 있어 학생들이 능동적으로 수업에 참여하고 문제를 해결해나가기도록 하는 학습 환경의 조성이 필요한 것으로 보인다. 공학계열 학생들 역시 교수자 중심의 판서보다는 참여와 흥미를 유발하는 수업방식을 원하는 것으로 나타났다^[2].

최근 전문대학 공학계열 학습자의 문제해결능력의 향상 정도가 학습자의 성취도에 유의한 영향을 미쳤다는 연구결과가 보고되고 있다^[5]. 연구결과에 의하면, 학습자의 메타인지 수준이 높고 문제해결능력이 높아질수록 학습자는 더욱 수업에 몰입하게 되고 이것이 학업성취도의 향상을 가져왔다고 한다. 즉 문제해결능력은 학업성취에 주요한 영향을 미치는 변인으로서 문제해결능력을 높이는 교수방법 및 전략 등이 공학수업 설계 시 주요하게 고려되어야 할 것으로 보인다.

이와 같이 학습자의 문제해결능력은 수학교육에서 주요하게 고려되어야 하는 것으로 문제해결능력을 향상시키는 방법으로 협력적 문제해결방법에 대한 관심이 높아지고 있다. 협력적 문제해결의 학습방법은 학습자들이 소규모 형태의 집단을 이뤄 다양한 문제들을 공동으로 해결하는 방식으로, 학습자들은 협력적 문제해결 과정을 통해 다방면의 지식과 기능 뿐 만 아니라 문제를 효과적으로 해결해나가는 과정에 관한 비판적인 시각과 책임감을 향상시킬 수 있다고 한다^[6]. 수학교육에

서도 소집단 협력학습이 수학학습능력의 향상에 효과가 있고, 수업분위기 및 동료관계에 긍정적인 영향을 미친다고 한다^[7~8] 더욱이 수학교육에서 소집단 협력학습이 학습자들의 참여를 높이고 문제해결에 많은 효과가 있었다고 한다^[9].

따라서 본 연구는 관련 선행연구를 기반으로 D 대학 공학계열 학습자 및 교수·학습환경을 분석하여 학습자의 수학학습능력을 높이고 문제해결능력을 신장시킬수 있는 교수학습모형의 설계이론을 도출하는 데 그 목적이 있다.

II. 이론적 배경

1. 협력학습(Collaborative Learning)

협력(collaboration)이란 협동(cooperation)과 유사한 개념으로 사용되지만, 어원상 라틴어 의미로 협동은 공동작업의 ‘산출’을 강조하고, 협력은 공동작업의 ‘과정’을 강조한다^[10]. 협력학습의 특징은 긍정적 상호의존성, 상호작용, 개별적 책무성 및 사회적 기술의 향상 등으로 요약될 수 있다^[11]. 각각의 특성을 설명하면 다음과 같다.

첫째, 긍정적 상호의존성은 구성원인 모든 학습자들이 상호도움이 된다는 인식을 갖고 집단의 과제를 수행할 때 이루어진다. 즉, 학습자들은 그들의 과제수행이 다른 학습자에게 도움이 되며, 다른 구성원의 수행은 자신의 과제수행에도 도움이 된다는 점을 인식해야 한다.

둘째, 협력학습에서 학생들은 서로에게 관심을 가져주고 개방적이며 허용적인 태도를 보여줌으로써, 구성원 서로의 성공을 촉진하고 격려하는 상호작용이 증진된다. 이러한 상호작용은 서로간의 신뢰감을 구축할 수 있도록 하며 학습동기에 대한 적절한 각성과 함께 긴장감과 불안감을 감소시키는 작용도 한다.

셋째, 개별적 책무성은 학습자 각자의 과제수행이 집단 전체의 수행결과에 직접 영향을 주며 또한 집단 전체의 수행은 학습자 각자의 수행에 영향을 준다는 인식을 갖는 것을 의미한다. 즉, 이러한 과정을 통해서 학습성취력이 우수한 학습자는 낮은 학습자들을 자발적으로 돕도록 하는 효과를 가져 올수 있다.

넷째, 협동학습에서 학습자들은 공동의 집단목표를 달성하기 위해 서로를 경계하면서도 신뢰하며, 도움을 주고받고, 정확한 의사소통을 하며, 공동으로 문제를 해결할 수 있도록 독려되어야 한다. 이러한 사회적 인간

관계 형성을 통해, 지적인 면에서 뿐 아니라 정의적인 면에 긍정적인 영향을 받게 된다는 점에서 협력학습은 경쟁적 학습이나 개별학습과 구분된다.

협력학습에 관한 선행연구를 살펴보면 Buckholdt, Ferritor와 Tucker는 교실의 사회 경제적 수준에 상관없이 3~11세 아동에게 있어 산수, 직업발달, 독서 능력 등의 수업이 협동적으로 진행될 경우 더 큰 학습효과를 나타냈다고 보고했으며^[12], Wodarski, Buckholdt, Ferritor의 수학적 문제 해결에서도 협력학습이 더 큰 효과를 가져왔다고 보고하였다^[13~14].

2. 수학교육에서 협력적 문제해결(Collaborative Problems Solving, CPS) 적용 사례

수학교육에서의 협력적 문제해결 적용 사례를 살펴보면 조성진(2009)은 소집단 협동학습이 전통적 강의식 수업방법보다 학생들의 동기 유발이나 자신감 부분에 있어 긍정적인 것으로 나타났다고 보고하였다^[7]. 이상구(1997)는 수학과와 능력별 소집단 협력학습은 교사중심 주도적 학습을 실시하는 것보다 수학과와 학력향상에 효과적이며, 특히 상위권 학생에게는 심화 학습을 할 수 있어 학력 향상에 도움을 주며, 중위권 및 하위권 학생들도 장기적인 지도만 따른다면 수학교과에 대한 학력향상에 도움을 줄 수 있다고 하였다^[6]. 이외에 공업고등학교 2학년 학생들을 대상으로 한 연구에서 김상철(1996)은 학습 부진아 및 결손아들이 상호 협력학습을 통해 학습에 대한 소외감에서 벗어날 수 있는 계기가 되었고 대부분 학습 활동에 적극 참여하게 됨에 따라 종전에 미해결 문제를 상호간에 도움을 받음으로써 문제 해결에 많은 효과가 있으며 학력 면에서도 세 차례의 학력평가에서 두 집단간 유의차가 있으며 평균치도 효과가 있다고 하였다^[15].

이와 같이 수학교육에서 협력적 문제해결의 방법은 학생들의 학력 향상 뿐만 아니라 학습태도 및 동료간의 관계를 긍정적으로 향상시키는 데 기여하는 것으로 나타났다.

III. 공학수학에서 CPS 신장을 위한 수업모형 개발

1. 요구분석

본 연구를 위해서 관련 선행연구와 함께 현행 교육과정과 실제 교육현장에서 적용 시 발생하는 차이, 즉 교수·학습내용과 학습자의 요구의 차이를 밝혀내기 위해

서 요구분석을 실시하였다.

가. '공학수학' 과목 분석

D 대학 디지털전자과에서 개설되는 '공학수학(Engineering Mathematics)' 과목은 공학기술교육인증기준에 따라 MSC(Mathematics, Science and Computer) 과정 중에서 수학 영역의 전공필수과목(3학점)으로 1학년 1학기 '공학기초수학'(3학점)과 2학기 '미분적분학'(3학점)을 이수한 후 수강하도록 되어 있다. 이 과목의 목적은 학생들이 수학의 기본 개념의 습득과 활용을 바탕으로 전공기술의 기본 원리를 이해하고, 전공응용 능력을 함양하여 전공과목의 중심이 되는 라플라스 변환, 푸리에 변환을 이해하여 전공기술에 응용할 수 있는 능력을 갖추도록 하는 데 있다. 수업내용은 크게 미분, 적분, 미분방정식, 라플라스 변환, 함수, 푸리에 급수와 변환 등으로 구성된다.

나. '공학수학' 수강생 특성 분석

(1) 수강생 구성

공학수학 수강생은 2학년 두 개반 93명(3년제 36명)으로 구성되고, 기존 2년제 학생이 전체 수강생 중 61%(57명, 취업할 복학생)를 차지하고 있다.

(2) 수학 기초학습능력

MSC(Mathematics, Science and Computer) 교과과정에서 공학수학의 선수과목 이해 정도를 측정하기 위해 대학수학 기초 1(공학수학, 공통수학, 수1, 수2 포함)의 내용을 측정하는 5지 선다형 40문항을 사용하여 수강생들의 수학 기초학습능력을 측정하였다. 시험은 CBT 방식을 사용하였는데 수강생들의 수학 기초학습능력을 측정한 결과 각반의 평균이 44.93점과 40.50점으로 매우 낮은 것으로 나타났다.

(3) 선호하는 수업방법

수강생 대상의 면담을 통해서 공학수학에서 선호하는 수업방식에 대한 질문 결과 학생들이 기존의 판서 위주의 교육보다는 수학 교과목에서도 참여 위주나 흥미 위주의 수업방식을 원하는 것으로 나타났다.

(4) 문제해결능력

본 연구에서 문제해결력을 측정하기 위해 Heppner와

Peterson(1982)이 고안한 문제해결인식검사(Personal Problem Solving Inventory)^[16]를 사용하였다. 총 32문항으로 구성된 측정도구의 문항내적일관성 신뢰도 계수 Cronbach's α 는 자신감이 .90, 접근 회피 스타일이 .76, 개인의 통제가 .63으로 나타났다. 측정 결과, 공학수학 수강생의 문제해결능력의 평균이 3.21이며 표준편차는 0.34이다. 문제해결능력의 하위 변인 중에는 자신감이 3.31, 접근회피 3.21, 자신의 통제 3.09 순으로 높았다.

다. 교수자의 교수법 및 교수능력 향상에 관한 요구

D 대학 전임교원 129명을 대상으로 교수법 및 교수능력 향상에 관한 요구를 살펴보기 위해 2009년 8월 26일부터 9월 5일까지 2주간 설문조사를 실시하였다. 연구를 위해 사용된 설문도구는 2개 영역의 17개 문항으로 구분되어 있는 데, 교수의 기본적인 사항을 묻는 6 문항과 교수법 및 교수능력 향상과 관련된 요구를 묻는 11개 문항으로 구성되어 있다^[17]. 설문결과를 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 수업방법에 대한 설문 결과, 강의(41.3%), 실험실습(30.0%), 프로젝트기반 수업(16.4%)의 수업방법을 주로 활용하고 있는 것으로 나타났다. 향후 새롭게 시도해보고 싶은 수업방법으로는 토론 또는 세미나(37.0%), 프로젝트기반수업(17.4%), PBL (17.4%), 팀기반수업(15.8%), 사이버강의(6.5%), Portfolio 수업(4.9%) 순으로 나타남. 이와 같이 다양한 수업방법에 대한 요구는 교수자의 학생의 능력향상과 학습동기 유발에 대한 관심(90.7%)에서 기인된 것으로 보여진다.

둘째, 설문에 참여한 교수들은 수업개선을 위해서 스스로 노력하고(44.8%), 매 학기 종강 시 학생들로부터 받은 강의 평가지를 활용(33.0%)하고 있지만, 보다 '교수법에 대한 체계적인 소개'(28.6%), '수업운영 능력 및 향상 교육'(19.5%), '커뮤니케이션 또는 프리젠테이션 능력 향상 교육'(18.8%), '우수강의 사례 제공'(10.4%), '컴퓨터 활용 및 각종 소프트웨어 활용 교육'(9.1%), '정보화 관련 기기활용 교육(디지털카메라, 캠코더 등 교육기자재)'(7.8%), '교수법을 서로 논의할 수 있는 교수들 간의 의견공유의 장 마련'(5.8%) 등 교수법 개발 및 적용에 대한 체계적인 지원에 대한 요구가 큰 것으로 나타났다.

위의 설문결과를 정리하면 D 대학 교수자들은 학과(전공) 특성 및 학습자 특성을 고려한 교수법 개발의 필요성을 인지하고, 강의위주의 교수법보다는 학습자의

참여 및 자기주도학습이 이루어지는 학습환경을 조성해야 함을 강조하고 있음을 알 수 있다.

라. 산업체, 졸업생 및 재학생의 요구분석

(1) 산업체의 요구분석

2009년 1학기 산업체의 요구분석을 위해서 기존 주문식/맞춤형교육 협약 4개 업체 담당자를 대상으로 설문조사를 하였다. 설문 결과를 요약하면 공학사 학위 취득의 기회가 부여되어야 하고, 기초학습능력 및 기초전공능력의 향상을 위한 교육이 필요하고, 학습자들의 실습능력 및 현장에서 요구되는 기술 습득 향상 및 창의력 개발을 위한 교과목 개발이 필요하다고 하였다.

(2) 졸업생 요구분석

2009년 1학기 졸업생을 대상으로 한 설문조사에서 가장 중요하게 지적된 사항은 전공입문 과정인 1학년 1학기 전공 교과목 부담이 크고 전문학사(2년 4학기제) 이후 학사학위 취득기회의 필요(3년 6학기제)가 필요하다는 것이었다.

2. 요구분석 결과

학습자의 기초수학학습능력과 문제해결능력 신장에 초점을 둔 교수학습모형을 개발하기 위하여 위의 요구분석 결과를 토대로 현재 당면한 공학수학 수업의 문제점을 분석하고 개선방안을 제시하면 표 1과 같다.

표 1. 요구분석 결과
Table 1. Result of Needs Analysis.

내용	문제점	개선방안
공학수학 과목 특성	<ul style="list-style-type: none"> 기초 수학개념의 이해 및 반복연습 필요 수업에서 배운 수학적 개념과 이론을 공학에 적용하지 못함 교수자 중심의 수업방식 	<ul style="list-style-type: none"> 공학수학 과목은 MSC과정의 과목으로 '공학기초수학'과 '미적분학'을 수강한 학생들을 대상으로 하나 학습자들의 기초수학능력의 저하로 수업 초반부에는 이들 과목이 다루었던 기초 개념들과 원리들을 복습할 수 있는 기회가 주어져야 한다. 공학수학에서는 미적분의 기초 개념에 대한 이해뿐만 아니라 이들 개념을 응용하고 공학과목에 적용할 수 있는 문제해결능력을 요구하고 있

		<p>으므로 단순 문제풀이의 내용 구성보다는 협력적 문제해결 능력 신장을 가져올 수 있는 수업내용과 방법이 고려되어야 한다.</p>
<p>학 습 자 특 성</p>	<ul style="list-style-type: none"> 학생들의 수학 기초학습 능력, 문제해결능력의 심각한 저하를 보여줌 참여와 흥미를 일으키는 수업 방식에 대한 요구가 큼 	<ul style="list-style-type: none"> 공학계열 학생들의 문제해결 능력이 전반적으로 낮은 것으로 나타나 이들 능력들을 효과적으로 향상시킬 수 있는 수업환경과 전략이 고려되어야 한다. 상하위 그룹간 학업성취수준 차이가 크기 때문에 학습자의 다양한 성취 수준을 고려하고, 자율적이고 능동적인 학습참여, 흥미 및 동기유발을 이끌 수 있는 학습방법이 고려되어야 한다. 즉, 상위그룹의 학생들의 학업성취도를 높이고, 수업에서 리더 그룹으로서의 역할과 아울러 하위 그룹의 학생들의 수학 기초능력 향상을 이룰 수 있는 방법이 고안되어야 한다. 학습자의 문제해결력의 하위 변인에서 접근회피가 낮은 것으로 나타나 학생들이 자신에게 주어진 문제들을 좀더 적극적으로 해결해나갈 수 있도록 하는 수업환경이 고려되어야 한다. 즉 개방적이고 허용적인 분위기에서 동료 학습자간 긍정적 상호의존성 및 협력을 통해 문제 해결을 할 수 있는 환경이 지원되어야 한다.
	<ul style="list-style-type: none"> 학습자 중심의 수업방법 개발에 대한 필요성을 인지함. 수업 및 학습자 평가 자료를 수업개발에 사용하지 못함. 	<ul style="list-style-type: none"> 학습자의 참여와 학습자간의 협력을 통해서 수학적 문제에 대한 아이디어 교환과 공유가 일어날 수 있는 학습자 중심의 학습활동 및 교수방법의 개발이 필요하다. 학기가 끝난 후 학습자평가나 강의평가에 의존하기 보다는 학습자의 지적 성장과 학습참여 상황을 체계적이고 지속적으로 관찰, 점검 및 평가할 수 있는 평가시스템이 필요하다. 교수자의 교수역량 및 수업개선을 위해서는 교수자 자신의 수업철학 및 방향에 대

		<p>한 성찰과 수업 중 학습자에게 제공한 피드백 등을 체계적으로 정리 및 분석할 수 있는 방법이 필요하다.</p>
<p>산 업 체 및 졸 업 생 의 요 구</p>	<ul style="list-style-type: none"> 학교에서 배운 내용을 협업에까지 적용할 수 있도록 기초학습 능력과 문제해결능력 및 창의력 개발 등에 대한 요구가 큼 온라인 및 모바일 학습환경을 충분히 활용하지 못함 	<ul style="list-style-type: none"> 학생들의 기초학습능력의 향상, 전공 및 관련 기능의 습득, 창의력 개발, 학사학위 취득 기회 필요에 대한 산업체 및 졸업생의 요구가 큼 교내 컴퓨터실, 사이버강의실, 모바일 캠퍼스 등 다양한 매체를 사용할 수 있는 교육환경이 구축되어 있다. 온라인 수업과 교실 수업을 효율적으로 할 수 있는 환경이 설비되어 있다.

3. CPS 신장을 위한 수업모형을 위한 설계원리

위의 분석결과를 토대로 공학수학에서 학습자의 기초수학학습능력을 높이고 문제해결능력을 신장시키기 위하여 (1) 수학 기본개념과 반복훈련을 통해서 기초수학능력을 높이고, (2) 동료 학습자간 협력적 문제해결방법을 통해서 문제해결능력을 신장하고, (3) 수업에서의 학습자의 성찰을 촉진하고, 학습자의 수업활동에 대한 교수자의 체계적인 점검과 즉각적인 피드백을 제공하고, (4) 최근 온라인과 모바일 환경에 익숙한 학습자들이 자기주도적으로 학습할 수 있는 환경을 제공하는 것이 필요한 것으로 나타났다.

본 연구의 공학수학 수업모형이 기반으로 하고 있는 설계이론을 살펴보면 그림 1과 같다.



그림 1. 공학수학 수업모형의 기본 설계이론
Fig. 1. Basic Design Principles for Teaching Model of Engineering Mathematics.

가. 개념이해 및 반복훈련

공학수학 수업에서 가장 큰 문제는 학생들의 기초수학학습능력이 매우 낮고 학생들 간의 학력차가 크다는 사실이다. 학생들이 공학수학 과목을 수강하기 위해서는 ‘공학기초수학’과 ‘미분적분학’의 과목을 이수해야 하지만, 대학수학 기초 1(공학수학, 공통수학, 수1, 수2 포함)의 내용을 측정하는 사전 수학학업성취도 측정검사에서도 나타났듯이 많은 학생들이 공학수학의 여러 개념들을 배우기에는 준비가 되어 있지 않은 것으로 나타났다. 따라서 학생들이 가능한 한 공학수학의 개념들을 이해하는 데 도움을 주기 위해 학생들의 수업 활동에 초점을 맞추어 교사가 주도적으로 수업을 진행시켜 나가는 수업 방법이 필요한 것으로 보인다. 공학수학에서 학습자들에게 기본 개념을 설명하고 과제를 제시하는 과정은 다음과 같이 진행되어야 한다.

첫째, 도입단계에서 교수자는 수업개관 및 방향을 제공하고, 학생이 알고 있는 것이 이미 학습한 내용과 어떤 관련이 있는 지를 알려준다. 수업 시작 전에 수업의 목적, 절차, 수업내용 등을 상세히 설명해 주어야 한다. 이전 단계에서의 교수자 활동은 학생들에게 새로이 학습할 내용의 개관을 제공하고 학생들의 배경지식과 연결짓고 학생들이 새로운 내용의 가치를 이해하도록 돕는 것이다.

둘째, 교수자는 학습자에게 과제를 제시하기 전에 학습자에게 수학의 기본적인 개념 이해를 돕기 위해 충분히 설명한다. 이 단계에서 교수자는 학생들에게 주제를 의미있게 하는 것을 돕기 위해 예시, 증명, 모델형성을 사용한다. 설명 후에는 교수자가 설명해준 새로운 개념이나 기술을 이해하는 지를 질문을 통해 점검한다.

셋째, 학생들이 개념에 대한 이해가 이루어진 후에는 과제를 제시한다. 교수자는 개별과제를 제시하고 학생들이 문제를 풀어가는데 과정에서 학습자의 문제해결과정을 지속적으로 점검하고 피드백을 주는 것이 중요하다. 이는 학습과정에서 잦은 실패를 경험하는 학습자나 낮은 수행능력을 지닌 학습자에게 성공적인 학습 성취경험을 제공함으로써 학업성취도를 향상시키고자 하는 데 있다. 특히 학생들이 문제에 대한 틀린 답을 했을 때, 정답에 대한 힌트를 주어 스스로 답할 수 있도록 안내해 간다.

넷째, 마지막으로 정리단계에서 교수자는 학습한 내용을 검토하고 다음 차시 내용을 안내하거나 CPS 활동을 위한 안내를 한다.

나. 협력적 문제해결(Collaborative Problem Solving) 능력 신장

공학수학에서 협력적 문제해결능력을 신장하기 위한 CPS활동은 그림 2와 같이 (1) Before PS(문제를 풀기 전의 학습 활동), (2) During PS(문제를 푸는 동안의 학습 활동), (3) After PS(문제를 풀 후의 학습 활동)의 절차를 따라서 진행하는 것이 필요하다.

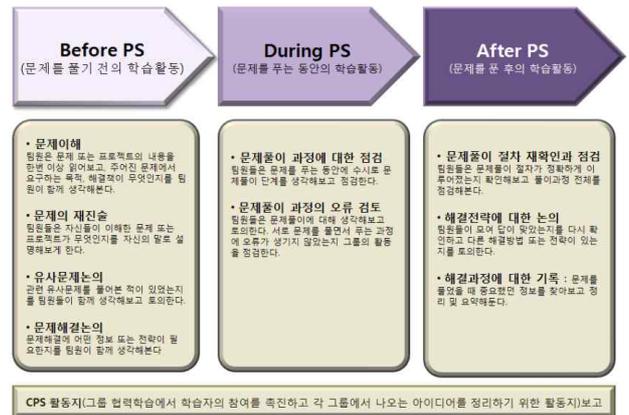


그림 2. CPS(Collaborative Problem Solving) 활동
Fig. 2. CPS(Collaborative Problem Solving) Activities.

문제풀이과정에서 협력적 문제해결활동의 목적은 학습자들은 동료 피드백과 점검활동을 통해 자신의 풀이 방법을 점검하고 반성할 수 있는 기회를 갖도록 하는데 있다. 즉, 동료로부터 문제풀이 절차나 전략에 대한 피드백을 제공받으면서 자신의 풀이 방법의 잘못된 점을 찾아내고, 자신의 수학적 사고를 체계적으로 명백하게 확립할 수 있는 기회를 갖게 되는 것이다.

또한 동료 피드백 활동은 학업성취수준에 관계없이 자신의 문제풀이과정을 서로에게 설명해 주기 때문에 모든 학생들이 피드백 활동에 적극 참여할 수 있다는 장점을 가지고 있다. 실제적으로 협력적 문제해결활동을 협력과제에 적용하여 진행하면서 처음에는 상위집단 학생이 주가 되어 하위집단 학생에게 자신의 풀이과정을 설명해 주는 것으로 나타났지만 시간이 흐름에 따라 학생들이 친숙함에 따라 하위집단 학생들도 상위집단 학생들에게 문제풀이과정을 설명해 주는 경우도 발견할 수 있었다.

다. 학습자의 성찰 촉진 및 피드백 제공

자기성찰(Self-reflection)은 고차원적인 사고 과정(mental process)으로 비판적 사고를 통해서 전문분야에 대한 이해를 높이고 대안적 관점을 개발하는 인지적

인 활동을 수행하는 것으로^[18], Dewey는 자기성찰이 인지적인 측면 뿐 만 아니라 학습과정에서 학습동기를 유발하고 유지하도록 하는 요인으로도 활용될 수 있다고 주장하였다^[19]. 이와 같이 자기성찰이라는 특성은 구성주의적 관점을 반영하는 것으로서, 자기성찰의 핵심은 학생들이 평가자가 되어, 자신의 수행과 성취를 돌아보고 비판하여 발전하는 데 있다^[20].

그러나 자기성찰은 메타인지 전략과 마찬가지로 자동적으로 습득되는 것이 아니므로 교수자는 학습자들에게 자신이 학습하는 과정을 말하거나 글로 쓰도록 하게 함으로써 자기성찰을 할 수 있도록 유도하여야 한다^[21].

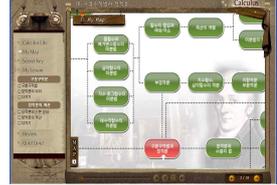
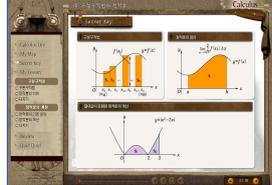
공학수학 수업에서도 학습자가 매 수업이 끝나기 전에 수업한 내용에 대해서 스스로 평가하고 수업에 대한 성찰을 유도할 수 있는 구조화된 성찰일지를 작성하는 것이 필요하다. 구조화된 성찰일지는 학생이 자신의 생각, 행동, 결정 사항들에 대해서 지속적으로 반성하고 수정할 수 있는 기회를 제공하고, 학습자와 교수자간의 상호작용이 이루어질 수 있는 수단으로 활용될 수 있을 것으로 보인다^[22]. 이런 점에서 학습자가 학습수행 과정에서 스스로의 학습과정을 되돌아보도록 하는 성찰일지 쓰기는 공학수학 수업에서 유용한 도구가 된다.

학습자의 성찰을 촉진하는 성찰일지가 수업에서 성공적으로 정착하기 위해서는 교수자의 상호작용과 피드백이 중요하다. 피드백의 개념에 대해서 Mayer는 피드백을 학습자가 그의 반응의 유용성, 효과성, 또는 적절성에 대해 획득한 정보라고 정의하였으며^[10], Cole과 Chan은 피드백을 학생들 개인적인 활동이나 반응의 적절성과 관련해서 개별 학생들에게 다시 되돌아가는 정보를 의미한다고 하였다^[23]. 수업에서 피드백은 학생들의 학업 성취를 극대화시켜주며, 학생들의 사고를 보다 창의적으로 끌어주고, 학습능력을 길러주는 데 효과적인 방법이다.

라. 학습자의 자기주도학습 능력 신장을 지원하는 온라인 학습환경 제공

사이버 강의실에서의 학습은 학습자 스스로 학습과정을 통제하고 자신의 학습에 대해서 책임을 지는 학습환경^[24]으로, 학습자가 자신의 시간을 운영하고, 정보를 처리하며, 자료를 계획하고 감독할 수 있는 능력을 요구한다^[25]. 그러나, 사이버 강의실에서의 학습에서 학습자는 집중하기 힘들고, 자발적으로 참여하고 자신감을 갖기 힘들고, 훈련의 어려움 등을 경험하게 된다^[26]. 따

표 2. 온라인 콘텐츠의 예(Math2000)
Table 2. An Example of Online Contents(Math2000).

<p>● Calulus Life</p> 	<p>● My Map</p> 
<p>● Secret Key</p> 	<p>● My Lesson</p> 
<p>● Review</p> 	<p>● Quiz! Quiz!</p> 

라서 사이버 환경에서 학습자가 성공적으로 학습하기 위해서는 학습자가 자신의 학습을 통제하고 조절할 수 있는 자기주도학습능력을 계발시켜야만 한다^[27].

공학수학 수업에서 학습자가 자기주도적으로 학습하는 능력을 촉진시키기 위한 방법으로서, 매주 강의주제에 맞는 온라인 콘텐츠를 제공함으로써 학생들이 학습 목표와 학습속도에 따라 수준별로 학습하는 것을 도울 수 있다. 표 2는 공학수학 수업에 제공될 수 있는 온라인 콘텐츠의 예로서 각 차시별로 Calculus Life, My map, Secret Key, My Lesson, Review, Quiz! Quiz! 등 6단계로 구성되어 있다.

IV. 결 론

본 연구는 전문대학 공학계열 공학수학 수업에서 학습자의 기초 수학학습능력과 문제해결능력의 향상을 위해 요구분석과 관련 문헌연구를 바탕으로 학습자의 협력적 문제해결능력 신장을 위한 공학수학 수업모형의 설계원리를 도출하고자 하였다.

본 연구에서 도출된 공학수학 수업모형을 위한 설계원리는 (1) 수학 기본개념과 반복훈련을 통해서 기초수학능력을 높이고, (2) 동료 학습자간 협력적 문제해결방법을 통해서 문제해결능력을 신장하고, (3) 수업에서의

학습자의 성찰을 촉진하고, 학습자의 수업활동에 대한 교수자의 체계적인 점검과 즉각적인 피드백을 제공하고, (4) 최근 온라인과 모바일 환경에 익숙한 학습자들이 자기주도적으로 학습할 수 있는 환경을 제공하는 것이 필요한 것으로 나타났다.

끝으로 본 연구에서 도출한 공학수학 수업모형을 위한 설계원리는 D 대학 디지털전자과라는 특정대학의 학과를 연구대상으로 선정하였기 때문에 그 결과를 일반화하기에는 무리가 따른다. 따라서 전문대학 공학계열 공학수학 수업에서 본 연구의 설계원리를 적용한 수업모형의 효과를 보다 심도있게 검증하는 것이 필요하고, 여러 타 전문대학 등으로 연구대상을 확대하여 추후 연구할 필요가 있는 것으로 보인다.

참 고 문 헌

[1] 김광환, 김병학, 김경석, 박은아, “대학수학교육의 현황과 7차교육과정 세대의 효율적인 수학교육방안”, *수학교육*, 제23호, 제2권, 255-277쪽, 2009년

[2] 전재복, “바람직한 대학기초수학 교육과정 운영방안: 공학기초수학을 중심으로”, *수학교육*, 제22권, 제4호, 399-416쪽, 2008년

[3] 송동주, “공학교육의 문제점과 개선방향에 대하여”, *공학교육과 기술*, 제10권 제3호, 85-92쪽, 2003년

[4] 김성옥, 안경모, 이종원, “공학전공자를 위한 대학수학교육과정 및 교과목 개발 연구”, *수학교육*, 제23권, 제4호, 961-976쪽, 2009년

[5] 정애경, 맹민재, 이상희, 김능연, “전문대학 공학계열 신입생들의 메타인지, 문제해결력 및 학습몰입이 성취도에 미치는 영향”, *대한전자공학회논문지*, IE편, 제47권, 제2호, 73-81쪽, 2010년

[6] 이영민, “웹 게시판을 활용한 협력적 문제 해결 학습 과정 분석”, *교육공학연구*, 제21권, 제2호, 61-78쪽, 2005년

[7] 이상구, “능력별 소집단 협력학습을 통한 수학과 학력신장에 관한 연구”, *공주대학교 교육대학원 석사학위논문*, 1998년

[8] 조성진, “소집단 협동학습이 고등학교 학생들의 수학적 태도와 학업성취도에 미치는 영향연구: 고등학교 수학 방정식 단원을 중심으로”, *강원대학교 석사학위논문*, 2009년

[9] 정상철, “수학 학습부진아의 소수곶셈과 나눗셈 교수효과에 관한 연구(직접교수 방법을 중심으로)”, *단국대학교 석사학위 논문*, 2008년.

[10] Mayer, R. E. (1992). *Thinking, problem solving, cognition* (2nd ed). New York: W. H. Freeman and Company.

[11] Johnson, D. W., & Johnson, R. T., “Learning together and alone cooperative, competitive

individualistic learning (4thed.)”, Boston: *Allyn & Bacon*, 1994.

[12] Buckholdt, David R., Ferritorv, Daniel E., Tucker, “The Effects of Different Reinforcement Systems on Cooperative”, *ED100497*, pp. 40, 1974.

[13] 문용린, “학교학습이론이 한계와 새로운 동향”, *한국교육*, 제15권, 제2호, 1988년

[14] NCTM, “Curriculum and evaluation standard for school mathematics”, 1989.

[15] 김상철, “소집단 협력학습이 학업성취 및 학습태도에 미치는 효과 : 공업계 고등학교 수학교과 중심으로”, *경남대학교 교육대학원 석사학위논문*, 1996년

[16] Heppner, P. P., & Petersen, C. H., “The Development and Implications of a Personal Problem-Solving Inventory”, *Journal of Counseling Psychology*, Vol. 29, no. 1, pp. 66-75, 1982.

[17] 김능연, 이상희, 정애경, 맹민재, 홍유나, “CQI 기반의 공학기술교육을 위한 교수학습모형 개발연구”, *교육역량강화사업 정책과제, 동서울대학 산업기술연구소*, 2010년

[18] Mezirow, J., “How critical reflection triggers transformative learning. In Mezirow and Associate(Eds.), *Fostering critical reflection in adulthood: A guide to transformative and emancipatory learning*“, *SF: Jossey-Bass Publishers*, 1990.

[19] Dewey, J., “How we think”, *Dover Publications, Inc*, 1997.

[20] 김석우, 김명선, 강태용, 정혜영, “수행평가의 본질과 현안 문제에 대한 대안적 접근”, *교육연구*, 제9권, 제1호, 101-116쪽, 2000년

[21] 권성호, “교육공학의 탐구”, *양서원*, 2002년

[22] 홍유나, 맹민재, 정애경, 이상희, 김능연, “전문대학 공학계열 수업에서의 성찰저널 적용 사례연구”, *전자공학회 논문지*, 제47권, IE편 제1호, 22-33쪽. 2010년

[23] Cole, P. G., & Chan, L. K. S., “Teaching principles and practice”, New York: *Prentice Hall*, 1994.

[24] Jonassen, D. H., “Revisiting activity theory as a framework for designing student-centered learning environments”, In D. H. Jonassen & S. M. Land (Eds.), *Theoretical foundations of learning environments*. Mahwah, NJ: LEA, 2000.

[25] Hanna, D. E., Glowacki-Dudka, M., & Conceicao-Runlee, S., “147practicaltips for teaching online groups: Essentials of web-based education”, *Madison, Wisconsin: Artwood Pub*, 2000.

[26] Wang, S. L., & Lin, S., “The application of social cognitive theory to web-based learning through NetPorts”, *British Journal of Educational Technology*, Vol. 38 no. 4, pp.

600-612, 2007.

- [27] Chang, Mei-Mei, “Applying self-regulated learning strategies in a web-based instruction—An investigation of motivation perception”, *Computer Assisted Language Learning*, Vol. 18, no. 3, pp. 217-230, 2005.

저 자 소 개

정 애 경(정회원)
대한전자공학회 논문지
제 47권 IE편 제 1호 참조

홍 유 나(정회원)
대한전자공학회 논문지
제 47권 IE편 제 1호 참조

이 상 회(평생회원)
대한전자공학회 논문지
제 47권 IE편 제 1호 참조

김 능 연(평생회원)
대한전자공학회 논문지
제 47권 IE편 제 1호 참조