

공학전공자를 위한 대학수학교육과정 및 교과목 개발 연구

김 성 욱 (한동대학교)

안 경 모 (한동대학교)

이 종 원 (한동대학교)

본 연구에서는 공학의 제 분야 중 한동대학교에서 제공하는 전공인 전자공학, 전산과학, 컴퓨터 공학, 기계공학, 제어시스템공학, 토목공학, 건축공학, 및 환경공학 등의 기초과정으로서의 수학 교육과정을 재정립하여 공학의 기초과정으로서의 체계를 구축하고 교과목을 개발하되 수학내용을 모듈화 하여 수준별 혹은 단계별로 교과목을 구성하고자 하였다. 또한, MATLAB을 수학교육에 접목한 과목과 그 교재를 개발하여 학생들에게 그래프를 통해 수학에 대한 친근감을 주고 수학 내용의 이해도를 높이고자 하였다.

1. 서 론

대학에서 공학을 전공할 학생들을 위한 수학교육과정의 개편 및 교과목 개발의 필요성은 여러 가지로 나타나고 있다. 우선 20세기 후반 급진적인 기술의 발달에 따른 사회 환경의 변화로 인해 학생들의 학습 성향이 변하고 있으며, 또한, 중등교육과정의 변화로 2005년 대학 신입생부터 학생들의 수학 수준이 이전에 비해 다양하여지고 대학에서 가르쳐야 할 내용이 증가하였다. 게다가 공학인증제의 도입은 공학 전공의 기초로서의 수학교육과정에 직접적인 영향을 주고 있다. 근래에 와서는 수학 전공생들을 위한 전통적인 교육과정을 공학 및 생명과학, 경영·경제학 등 타 분야 전공생들에게 그대로 적용해오던 가운데 생겨난 여러 가지 문제점들을 인식하게 되면서 타 분야 전공생들을 위한 대학 수학교육과정 개발에 대한 연구의 필요성 또한 대두되었다.

위와 같은 필요에 따라 이미 국외 뿐 아니라 국내의 여러 대학과 수학자들도 연구를 활발하게 진행하고 있다. 강혜정·김도한·서승현·안홍주·최광석(2006)이나 최은미(2008)의 생명과학을 위한 수학 교육에 대한 연구나, 경영·경제학을 위한 수학에 대한 김성욱(2005a)의 연구, 혹은 이러한 연구를 바탕으로 공학의 기초로서의 수학 교육과정을 개편한 국내 일부 대학의 사례들(전재복, 2008)이

* 접수일(2009년 9월 8일), 수정일(1차 2009년 10월 16일), 게재확정일(2009년 11월 4일)

* ZDM분류 : D35

* MSC2000분류 : 97C90

* 주제어 : 공학 전공, 수학교육과정, MATLAB, 모듈

* “이 논문은 2005년 정부(교육인적자원부)의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임”
(KRF-2005-082-C00010)

이미 나와 있고, 김연미(2008)의 공과대학 학생들을 위한 함수 교육과정에 대한 연구를 비롯하여 김영식(2007)의 이공계 대학 수학 교육의 계절제 수업에 관한 연구에 이르기까지 다양한 연구결과들이 발표되고 있다.

한편 김성욱(2005)은 이와 같은 변화를 효과적으로 수용하기 위해 개별 과목의 목표와 내용을 조정하는 것도 중요하겠지만 전체적인 교육과정의 차원에서 생각해 보아야 함을 지적하였다. 이와 관련하여 Bradley(1995)는 교육과정의 질을 유지하기 위해서는 수평적 교육과정과 수직적 교육과정의 계속성이 확보되어야 한다고 하였다. 여기서 수직적 계속성이란 매 학년에 중요학습목표가 체계적으로 제시되고 심화되며 불필요한 반복과 공백이 없는 것을 의미하고, 수평적 계속성이란 동일 학년 수준 혹은 단일 교과 내에서 계획된 교육과정을 따라가는 것을 의미한다. 그리고 새로운 지식의 개발 및 사회적 요구의 변화로 인해 교육과정은 지속적으로 개발되어야 하되 전체적인 교육과정을 한꺼번에 생각하기 어려울 때라도 적어도 한 과목 내에서의 변화는 반드시 다른 과목과 연계해서 고려해야 한다고 하였다(Bradley, 1995). 이는 당연한 주장이지만 공학의 기초과정으로서의 수학교육과정을 공학 전공 과정과 연계해서 개편하는 것은 공학 전공 교수들과의 협력이 있어야 하므로 현실적으로 쉬운 일은 아니라고 본다. 그 동안 공학 기초 수학교육에 제기된 여러 가지 문제점들은 교수방법을 개선하는 것 이외에도 좀 더 근본적인 교육과정의 계속성이란 면에서 다루어져야 할 것이다.

본 연구에서는 공학의 제 분야 중 특별히 한동대학교의 전산전자공학부, 기계제어공학부, 공간환경시스템공학부에서 제공하는 전공인 전자공학, 전산과학, 컴퓨터 공학, 기계공학, 제어시스템공학, 건축공학, 토목공학 및 환경공학 등의 기초과정으로서의 수학 교육과정을 재검립하여 개인별 수학 수준 차를 고려한 수학교과목 이수체계를 수립하고 교과목 개발을 하고자 하였다. 그 가운데 하나는 공학 및 과학 분야에서 광범위하게 사용되고 있는 해석 및 그래픽용 소프트웨어인 MATLAB을 수학교육에 접목한 과목의 개발이다. 컴퓨터의 발달과 각종 소프트웨어의 발달이 공학 전공자들이 필요로 하는 수학적 계산을 담당해 주고 있어 공학을 전공할 학생들에게는 이러한 소프트웨어를 이용한 문제 풀이 방법에 대한 학습도 전통적인 수학의 교육과 병행되어야 할 필요가 생겼다. 이와 관련된 연구도 이미 국내에서 활발하게 진행되고 있으며 그 가운데서도 이상구(2005)는 선형대수학 분야와 관련하여 시청각 자료 및 기술을 접목하는 연구를 일찍부터 시작한 것으로 잘 알려져 있다. MATLAB과 같은 소프트웨어의 사용은 객체지향프로그래밍(Object Oriented Programming)과 벡터화 처리(vectorized processing)등의 전산개념 등을 비교적 수월하게 이해할 수 있게 한다. 또한, 그래픽을 이용한 가시화를 통해 공간인지 능력을 증진시킬 수 있고 수학적 문제를 직관적으로 이해하게 할 수 있다. 김덕선·박진영·이상구(2008)는 한국이 우월한 IT 여건 속에서도 수학교육에서의 정보통신교육의 수준이 낙오 상태에 가까움을 지적 하였는데 이 연구를 통해 개발한 과목과 교재가 일조를 할 수 있기를 기대한다.

이 연구를 위하여 수학, 전자 공학, 환경 공학을 전공한 3인의 교수가 직접 참여하여 공학 분야의

전공과정을 비롯한 기존 교육과정을 분석하고, 학생들을 대상으로 한 설문조사, 관련 분야 교수들과의 회의 등을 통해 아이디어를 수집하며 국내외 우수 대학의 사례들과 관련 문헌 등 다양한 자료들을 조사 연구하였다. 공동 연구와 동시에 팀 강의 등 교육면에서도 유기적인 협력을 통하여 수학교과 과정 개편을 실행하였다.

본 연구는 2005년 11월부터 3년간 한국학술진흥재단의 이공계 교육과정개발연구지원사업의 일환으로 지원을 받아 이루어졌다. 이 지원으로 MATLAB을 두 개의 전산실습실에 설치하여 수업에 활용할 수 있었고, 이 사업이 끝난 후인 2009년에는 학교에서 계속 지원을 하여 교내에서 교수와 학생이 자유롭게 사용할 수 있는 온라인 라이선스로 전환하였다.

2. 본 론

가. 이론적 배경

정치봉(2005)은 대학 기초수학 교과목에 대한 표준 교육과정의 제정을 제안하였다. 또한, 그는 CUPM(Committee on the Undergraduate Program in Mathematics, Mathematical Association of America)이 정한 대학수학교육과정에 대한 전제를 소개하였는데, 그 내용은 대학마다 학생의 수학적 소양이나 요구가 다르므로 하나의 교육과정으로 전국의 모든 수학전공을 적절히 맞출 수 없고 각 대학과 학과의 여건에 맞는 교육과정을 개발하여야 한다는 것이다. 표준 교육과정이 있으면 그대로 채택하지 않더라도 각 대학에 맞는 교육과정을 개발하는데 도움이 될 것은 명백하다.

이번에 교육과정 개발을 연구하는 가운데 표준 교육과정의 제정을 염두에 두고 우선 그 원칙을 세워 보고자 하였다. 이를 위해 미국의 수학교사연합회(NCTM)에서 제시한 학교 수학(School math)의 원칙 혹은 원리(principle)를 살펴보았다. 여기서 학교는 유치원부터 고등학교(12학년)까지를 의미한다. 이 원리는, 기회균등, 교육과정, 교수, 학습, 평가, 기술공학 등 여섯 분야로 나누어져 있고, 이 가운데 교육과정의 원리는 “일관성이 있어야하고 중요한 수학에 초점을 두어야 하며 모든 학년에 걸쳐서 매우 명료하게 기술되어야 한다(NCTM, 2000, p.11).”는 것으로서 공학의 기초로서의 대학 수학교육에도 그대로 적용할만한 원리라고 본다.

또한, 공학 기초로서의 대학수학교육과정은 수학 전공을 위한 교육과정과는 달리 중등교육과정에 주로 적용되어온 교육학적 이론들을 적용하기에 적합한 특성을 지니고 있다. 즉, 중등교육과 마찬가지로 대중교육으로서 교육의 목표에 있어서도 고등학교 2, 3학년 과정과 유사하며 교육의 대상이 주로 대학 1, 2학년으로서 고등학생과 신체적, 심리적, 지적 발달 면에서 큰 차이가 없다. 교육의 기본적인 형태는 교사와 학생의 직접적인 상호작용이라고 하는데(김정률, 1993, p. 279) 대학 교육 역시 마찬가지라고 하겠다. 다만 중등과정과의 차이점은 학생들의 수학기간이 연속적이지 않은 경우가 많으며 교육과정이 필수로 되어 있지 않을 때 교육과정을 순서대로 따르지 않는 경우가 있다는 것이다.

따라서 이번 연구에는 교육학적 이론들을 적용해보고자 하였다.

교육과정 개발을 위한 이론에 따르면 먼저 교육과정의 목표를 설정하고 이것을 교과과정의 구조 및 내용에 반영하도록 하고 있다. 함수근·김종식·권용환·왕경순(2003, pp. 37-49)등은 다음 세 가지 교육과정 개발의 이론적 모형을 제시하였다:

1) 기술공학적 모형: 타일러(Tyler)가 그의 저서 “교육과정과 수업의 기본원리”에서 제시한 내용을 바탕으로 한 모형으로서 다음 요소들을 순차적으로 따르도록 한다:

교육목표의 설정 -> 학습경험의 선정 -> 학습 경험의 조직 -> 결과 평가

2) 자연적 모형: 워커(Walker)가 교육과정 개발의 실체가 타일러식의 처방을 따르지 않음을 보고 교육과정 개발 현장을 관찰하여 만든 모형으로서 세 단계로 이루어진다:

출발점 (개발자들이 품고 있는 신념과 가치체제에서 시작)

-> 숙의 (교육과정에 대한 공통적인 그림을 찾기 위해 협의)

-> 설계(개발자들이 논의를 통하여 구성 요소 결정)

3) 예술적 모형: 아이즈너(Eisner)가 제시한 모형으로서 다음 7가지 단계로 기술하였다:

목표 설정 -> 교육내용 선정 -> 학습기회의 유형 -> 학습기회의 조직

-> 내용영역의 조직 -> 제시양식과 반응양식 -> 평가절차의 유형

이 세 가지를 종합하여 보면 워커의 자연적 모형을 따르더라도 결국 세 번째 단계에서 타일러의 기술공학적 모형을 따르게 될 것이며 아이즈너의 예술적 모형 역시 타일러의 모형을 조금 더 세분화한 것에 지나지 않는다. 이번 연구에서는 아이즈너의 예술적 모형의 2단계, 즉 목표를 설정하고 교육내용을 선정하는 데에서 그쳤다. 이후 그 다음 단계까지 연구를 진행할 수 있기를 기대한다.

나. 조사 결과 분석

먼저 중등과정의 7차 교육과정을 분석한 내용(김성욱, 2000)을 요약하면 다음과 같다. 학생들이 7차 교육과정으로 교육을 받고 입학한 2005학년도부터는 개인별 수준의 차이 이외에도 교육과정에 의해 적어도 세 가지 즉, 미적분학을 전혀 공부하지 않은 학생과 다항 함수의 미적분(고교 교과목 “수학 II”)까지 이수한 학생, 그리고 초월함수의 미적분학(고교 교과목 “미분과 적분”) 등으로 수준이 나뉘게 되었다.

다른 대학의 사례를 조사한 결과를 요약하면 다음과 같다(김성욱, 2005). 각 대학의 공학과정에서 수학의 기초 과목 중 일변수 및 다변수 함수의 미적분학에서 다루는 내용은 일변수 함수의 미적분과 응용, 무한급수와 테일러 정리, 벡터와 좌표계, 공간속 곡선, 다변수 함수의 미분과 최적화, 중적분, 발산 정리, Stokes의 정리 등으로 대동소이하였다. 다만, 할애되는 수업시간 혹은 이수학점 수의 차

이가 약간씩 있었으며 연습 시간을 따로 두어 참여하도록 하였다. 한편, 이 내용들을 미국의 MIT의 경우는 일변수 함수 미적분학과 다변수 함수 미적분학 두 개 과목으로 편성하였으나 버클리(University of California, Berkeley), 펜실베이니아 대학(University of Pennsylvania), 메릴랜드 대학(University of Maryland) 등은 세 개의 교과목으로 편성하였었다. 그리고 메릴랜드 대학의 경우는 미적분학을 이수할 실력이 안 되는 학생들을 위해 구제 과목(remedial course)을 개설하기도 하였다. 미적분학 교육과정의 내용에 대해서는 김훈·양성덕·이동원·한인기(2008)가 국내외 여러 대학을 자세 히 조사하여 소개하였다.

공학 분야 전공과정을 분석한 결과 전반적으로 요구하는 수학의 내용이 예전에 비해 줄어들고 있음을 볼 수 있었다. 미국의 대학 중 어느 대학보다도 수학을 강하게 요구해오던 MIT의 공학 전공(Electrical Engineering, Mechanical Engineering, Civil and/or Environmental Engineering)의 경우 필수로 요구하는 수학 과목은 일변수 및 다변수 함수 미적분학과 미분방정식 등이고 이전에는 필수로 요구하던 선형대수학을 선택과정으로 바꾸었다.

한편 학부의 공학과정에 쓰이는 수학의 내용은 전공별로 약간 다르다. 표용수·조성진·정진문·심효섭·박동준·차지환(2008)는 미적분학과 선형대수학에서 전공별로 요구하는 내용 혹은 깊이의 차이가 있음을 보여주었다. 2008년 2학기 중 한동대학교의 전산전자공학부와 공간환경시스템공학부의 교수 중 일부와 면담을 통해 조사한 결과는 다음 <표 1>과 같다.

<표 1> 공학 분야 별로 쓰이는 수학내용
(표 안의 숫자는 쓰이는 과목수를, LT는 라플라스변환을 의미함)

(조사 과목수)	1변수 미적분	다변수 미적분	미분 방정식	선형 대수	푸리에 변환	복소수 함수	이산 수학	편미분 방정식	기타
전자 공학 (15)	14	2	4 LT 3	3 행렬 1	6	4	1	2	특수함 수 1
컴퓨터 (15)	1	0	0	1 행렬 2	0	0	4	0	기하학 1
공간 (7)			2	2	2			6	특수함 수 1

기계제어공학부에서는 교수들의 의견을 종합하여 아래 <표 2>를 제공해 주었다.

<표 2> 기계제어공학부 과목별로 쓰이는 수학 내용

학년	학기	교과목	사용되는 수학
2	1	정역학	벡터, 미분, 적분, 연립방정식
		제어회로1	미분 방정식, 간단한 복소수 해석
		열역학	미분방정식, 간단한 편미분방정식
	2	제어회로2	페이즈를 이용한 복소수 해석
		동역학	벡터, 미분, 적분, 미분방정식, 페이즈를 이용한 복소수 해석
		유체역학	다변수 미분에 대한 이해, 발산, 회전 등의 미분 연산자, 곡면 적분, 미분방정식, 간단한 편미분방정식
3	1	고체역학	미분, 적분, 미분방정식
		자동제어	미분 방정식, LT, 복소수 수식 계산, 행렬
		열전달	미분방정식, LT, 편미분방정식, 벡터, 행렬, 급수, 에리함수, FFT, 베셀함수, 직교함수, 고유함수
		기계계측 실험	푸리에 급수, FFT(Fast Fourier Transform)
	2	제어시스템설계	미분 방정식, LT, 행렬방정식, 푸리에 급수, 복소수
		머신비전	미분, 적분, 편미분, 행렬방정식, FFT
		열동력	미분, 적분
4	1	응용수치해석	미분 방정식, 급수, 벡터, 선형대수
		기계진동학	미적분, 미분방정식
		신호 및 시스템	푸리에 급수, 이산 푸리에 변환(DFT)
	2	로보틱스	행렬방정식, LT

위의 <표 1>의 일부 내용은 수학교육학논총(김성욱, 2008)에 발표한 것으로서 아래의 설명 역시 거기에 실린 글의 일부를 인용하였다:

특기할만한 사실은 라플라스 변환을 미분방정식과 구분하여 쓴 것이다. 전통적으로는 라플라스 변환을 소개하기 전에 기본적인 1계 및 2계 미분방정식의 풀이를 먼저 소개해왔다. 라플라스 변환만을 별도로 언급한 것은 이러한 기본적인 미분 방정식의 풀이는 쓰이지 않음을 강조하는 것으로 해석할 수 있다. 이처럼 기본 풀이법을 다루지 않고 바로 라플라스 변환을 소개하고 이를 미분방정식 풀이에 사용하는 것을 보여주는 교재도 나와 있다. (예: 이상희(2007)) ... 한편, 같은 내용이라 할지라도 이해의 수준을 어느 정도로 하느냐에 따라 큰 차이가 날 수 있다. 예를 들어 라플라스 변환의 경우 대개는 역변환을 함

게 쓰게 된다. 그런데 역변환을 얻어내는 과정은 복소수 함수의 적분에 관한 이론을 써서 설명을 할 수 있으나 이러한 과정에 대한 설명 없이 역변환의 공식을 써서 문제를 푸는 것만 익히면 충분하다고 하면 학습할 내용은 크게 차이가 나게 된다. 수학교육론에서 지적한 것과 같은 대수 학습에서의 의미론적인 이해의 결여, 즉 대수적인 표현의 기본이 되는 관계나 수학적 구조에 대한 이해가 빈약해지는 결과가 나타나지 않도록 내용을 적절히 선정하여야 할 것이다(English, 2003).

위의 <표 1>과 <표 2>를 보면 '다변수 함수의 미적분학'을 쓰는 과목의 수가 많지 않다. 그러나 이 과목은 전자공학이나 기계공학의 기초인 전자기학과 유체역학의 기초가 되므로 비중이 크다고 할 수 있겠다. <표 1>에서 한동대학교의 전산과학 전공의 경우는 심지어 '미적분학'조차 요구하지 않음을 볼 수 있다.

아래의 <표 3>을 보면 같은 과목이라도 교수에 따라 사용되는 수학 내용에 대해 다른 견해를 갖고 있음을 볼 수 있다.

<표 3> 전산전자공학부 교수 6명이 제공한 과목 별로 쓰이는 수학 내용

교수	교과목 명	필요로 하는 수학
1	C프로그래밍	이산수학
	데이터구조	tree, search algorithm
	영상처리	미분 방정식, LT, FT(Fourier Transform), 확률
2	C 프로그래밍	고교수준 기초수학
	데이터구조	고교수준 기초수학
3	논리설계	이산수학
	알고리즘 분석	Recurrence Equation, 수학적 귀납법
4	C 프로그래밍	없음
	데이터 구조	행렬, 수학적 귀납법
	Artificial intelligence	미적분, 벡터, 통계, Optimization, 선형대수
5	회로이론 2	미적분, FT, LT, 행렬, 복소수연산
	신호 및 시스템	미적분, FT, LT, 선형대수, 복소수
	논리설계	이산수학, 집합
	영상처리	미적분, 벡터, FT, LT, 선형대수, 복소수
6	신호 및 시스템	복소함수, 초월함수, LT, Fourier Series
	회로이론2	행렬, 1,2계 미분방정식, 초월함수, FT, LT, phasor

이처럼 교과목에서 다루는 수학 내용에 대해 교수마다 다른 견해를 갖고 있을 수 있음은 기계제어공학부에서도 볼 수 있었다. 위의 <표 2>와는 달리 '열전달' 및 '열동력' 두 과목에 대해 다음과 같이 대답한 교수가 있었다:

열전달: 미분방정식, LT, 편미분방정식, 행렬, 에러함수, 베셀함수, 직교함수, 선형대수,
Transcendental equation

열동력: 상미분 방정식, 편미분 방정식

따라서 수학 교육과정의 내용에 대해 공학 전공자와 얘기할 때는 과목명보다는 세부적인 내용을 거론해야 오해가 없을 것임을 짐작할 수 있다.

공학 전공 학생 및 교수들의 수학 교육에 대한 의견을 조사한 결과는 다음과 같다:

1) 먼저 면담에 응한 대부분의 공학 전공 교수들이 수학 과목에서 바라는 것은 수업 시간에 학습하는 수학의 내용을 줄이더라도 깊이 있게 생각하고 응용할 수 있는 수준으로 이해하도록 하며 어디에 어떻게 활용되는지를 보여 주는 것이라고 하였다.

· 2) 컴퓨터 관련 회사에 취직한 4명의 졸업생을 면담한 녹취기록에서도 같은 요구를 하는 것으로 나타났다.

3) 2008년 10월에 전산전자공학부, 기계제어공학부와 공간환경시스템공학부 소속 학생들 중 3, 4학년 학생들을 대상으로 설문 조사를 위한 선행 연구 조사를 한 결과 29명의 학생들이 면담에 응하였고 이 면담 결과를 바탕으로 지문으로 설문을 만들어 조사한 결과 114명이 응답을 하였다. 질문 가운데 수학 학습에 대한 동기부여에 도움이 되는 것 중 전공과의 관련을 1순위로 꼽은 학생이 67% (이 질문에 대한 응답자 107명 중 72명)로서 가장 많았고 그 다음은 의외로 수학 자체의 속성이라고 응답한 학생으로서 19% (20명)나 되었다, 2순위로는 진로와의 연계를 49% (이 질문에 대한 응답자 82명 중 34명)가 선택하였으며 그 다음은 수학자체의 속성으로서 26% (21명)의 학생이 선택하였다.

설문문항: 수학을 공부하는데 다음 중 어떤 것이 가장 좋은 동기부여가 될 수 있을까요?

(순서 표시)

전공과의 관련 () 실생활과의 연관성 () 수학의 역사 ()

진로와의 연계 (취업, 대학원진학 등) () 수학 자체의 속성 (논리적인 면 등) ()

기타 (무엇인지 쓰세요:)

4) 2006년 10월에 전산전자공학부 소속 학생을 대상으로 설문 조사한 결과 응답자 23명 중 13명이 전공과목을 수강하는데 수학을 잘 몰라서 어려웠던 적이 있었다고 하였으며 그 내용으로는 미적분학과 미분 방정식을 꼽았다. 이 학생들 23명 가운데 3명만 수학의 역사나 논리학과 같은 과목을 수강할 의사가 있다고 밝혀 전공 기초가 아닌 순수 교양 성격의 수학 과목에 대해 별로 관심이 없음을 보였다.

다. 교육과정 개발 현황

1) 공학 기초로서의 수학 교육과정의 목표와 내용

대학에서 타 전공의 기초로서의 수학은 도구로 여겨지고 있는 것이 현실임을 이전 연구에서 보인 바 있다(김성욱, 2005). 이에 따라 공학의 기초로서의 수학 교육과정의 목표를 ‘수학적 도구의 활용’으로 정해 보았다. 이러한 목표에 맞추어 앞에서 언급한 교육과정의 원리를 다음과 같이 만들어 보았다: 중요한 수학에 초점을 두되 공학 교육과정에 활용되고 있는 내용을 충실하게 포함하고, 모든 과목에 걸쳐서 매우 명료하게 기술해야한다.

한편, NCTM(2000)은 학교 수학의 표준 혹은 기준(Standards)을 수와 연산, 대수, 기하, 측정, 자료 분석과 확률 등 다섯 가지 분야에다가 문제해결력(Problem solving), 추론과 증명(Reasoning & proof), 의사소통(Communication), 연결성(Connections), 표현 등의 다섯 가지 분야를 추가하여 10가지로 분류하였다. 앞의 조사 결과 분석 내용을 종합하여 볼 때 한동대학교의 3개 공학부에서 필요로 하는 도구로서의 수학의 교육과정에 포함될 내용은 전통적으로 가르쳐 온 내용과 큰 차이는 없다. 즉, 일변수 함수 및 다변수 함수의 미적분학, 미분방정식, 선형대수학, 푸리에 해석, 편미분 방정식, 복소수 함수 등이다. 단 세부적으로 볼 때 이전에 비해 강조되는 부분과 그렇지 않은 부분(다루지 않을 수도 있다)이 있고 약간의 새로운 내용(예: 웨이블릿, Fast Fourier transform 등)이 첨가될 수도 있다. 따라서 공학 기초 수학의 기준은 다음과 같이 5가지로 분류해 볼 수 있겠다: 1변수 미적분학, 다변수 미적분학, 미분방정식, 선형대수학, 공학수학. 여기서 공학수학은 푸리에 해석(FT, Fourier series, FFT, DFT 포함), 직교함수(wavelet, 베셀 함수, 에러 함수, 고유함수 포함), 편미분 방정식, 복소수 함수 등을 포함한다. 이상의 다섯 가지 분야에 문제 해결, 사고, 의사소통 등의 분야를 추가할 수도 있겠다.

2) 2006년 교육과정 개편 내용 및 시행 결과

7차 중등교육과정의 변화를 수용하기 위해 위의 결과 중 일부를 바탕으로 2006년 1학기부터 일부 교육과정을 개편하였다. 개편 이전에는 문과 출신 학생들(6차 과정의 고등학교 수학 I 만 이수)이 공학을 전공으로 선택할 수 있었으므로 이들을 위한 과목으로 ‘미적분학 입문(3학점 3시간 강의)’이 있었다. 그 내용은 6차과정의 수학 II에 해당하는 1변수 함수의 미분과 적분에 관한 기본 이론과 계산 기법 및 응용(테일러 정리 등)을 다루었다. 고교 이과 출신(6차과정의 수학 II 이수)으로서 공학을 전공할 학생들은 다변수 미적분학을 다루는 교과목 “고급미적분학(3학점 3시간 강의)”을 바로 수강하도록 하였다. 그러나 이 두 과목 다 학생들이 따라가기 어려움에 호소하였다. 2006년 개편에서는 이전의 2개 과목에서 다루던 내용을 수준별, 내용별로 <표 4>와 같이 5개 과목으로 구성하였다.

<표 4> 2006학년도 시행 개편 교육과정

번호	선수과목	교과목
1	7차과정 수학 I	Elementary Calculus, 4학점
2	7차과정 수학 I, II	Elementary Calculus B, 3학점
3	7차과정 미분과 적분, 혹은 1번, 혹은 2번	Calculus, 3학점 Calculus E, 3학점
4	3번	Visual Mathematics, 3학점

Elementary Calculus: 1변수 함수(초월함수 포함)의 미분과 적분 및 응용(4학점, 4시간)

Elementary Calculus B: 1변수 함수(초월함수)의 미분과 적분 및 응용을 다루며 Elementary Calculus와 내용은 동일하며 다항함수의 미적분은 알고 있는 학생(수학 II 이수) 대상으로 기본적인 미분과 적분에 관한 내용을 짧게 다룸 (3학점 3시간)

Calculus: 공학 전공을 위한 기초, 적분 계산 기법, 무한급수, 테일러급수, 벡터와 행렬, 공간 속의 곡선, 1,2계 선형 미분 방정식 (3학점 3시간)

Calculus E: 경영·경제 전공을 위한 기초, 로그 및 지수 함수의 미분과 적분, 급수, 테일러 정리, 벡터와 행렬, 다변수 함수의 미분과 최적화, 게임 이론의 기초 (3학점 3시간)

Visual Mathematics: Vector analysis with MATLAB (3학점 3시간)

MATLAB과 다변수 미적분학을 접목한 과목으로서 고급미적분학을 대체하여 개설됨

Elementary Calculus 과정이 고교 수준임을 감안하여 1년간 전직 고교 교사에게 이 과목을 담당하게 하였다. 이에 대한 학생들의 반응은 이전의 미적분학 입문 과목의 경우와는 달리 더 이상 내용이 어렵다고는 하지 않았으나, 대학 강의이므로 고등학교와는 차이가 있기를 기대하였다가 실망한 점과 대학생으로서 고등학생 취급을 받은 것으로 느꼈다고 하였다. 2007년 2월 한동대학교의 전체 교수를 대상으로 실시한 설문에서, 새로 개발한 Elementary Calculus (혹은 Elementary Calculus B) 과목이 고등학교 수준임을 감안하여 원하는 학생들에게 등급(A, B, C, D 등)이 아닌 Pass/Fail로 학점을 부여하는 제도에 대한 의견을 조사하였다. 이에 대해 교수 42명이 응답한 중 27명이 찬성을 하고 13명이 반대를 하였다. 한편 학생들에게도 교내 전산망을 통하여 설문을 실시한 결과 동일한 질문에 대해, 응답한 700여명 가운데 200여명이 이 제도를 원하였다. 이 제도를 실시함으로써 학점이 나쁠 것을 염려하여 수학을 이수하기를 두려워하는 학생들에게 수학을 수강할 수 있는 기회를 열어 주고 이에 따라 이공계 전공을 선택할 수 있는 가능성을 더 높여 줄 수 있을 것으로 기대하나 일부 교수들의 반대에 부딪혀 아직 도입은 못하고 있는 실정이고 차후 다시 도입을 시도하고자 한다.

한동대학교에서 수학 교육과정을 개편하려면 먼저 다양한 전공 분야의 교수로 구성된 교양교육과정위원회를 거쳐 교육과정위원회의 심의를 거쳐야 한다. 교육과정위원회는 한동대학교에 개설되어

있는 모든 전공 학부의 학부장이 위원으로 들어가 있으며 여기에는 전산전자, 기계제어, 공간환경시스템공학부는 물론이고 인문, 사회, 예술분야 전공 학부까지 다 포함된다. 따라서 수학 교육과정의 개편이 이루어지려면 적어도 공학부 교수들의 검토를 거치게 되는 셈이다.

Visual Mathematics는 다변수 함수의 미적분학을 MATLAB과 접목한 과목이다. 2007년 8월에 “Visual Mathematics 교과목에 대한 평가를 위한 설문조사”를 Visual Mathematics를 수강한 학생들을 대상으로 실시한 결과 대부분의 응답자는 MATLAB을 활용한 것이 수학 내용의 이해에 도움이 되었다고 하였다. 그러나 수강생 중 3분의 1가량의 학생들, 특히 컴퓨터 프로그래밍 언어를 수강하지 않은 학생들이 MATLAB을 이용한 과제를 하는데 어려움을 호소하였다. 이는 C언어를 기본으로 하고 있는 MATLAB에 익숙해지는 것과 다변수 함수의 미적분을 이해하는 것을 동시에 수행하는 것이 많은 학습시간을 요구하기 때문인 것으로 나타났다. 이를 해결하기 위해 보완할 수 있는 교재를 개발하고 있으며 동시에 MATLAB을 익히는 과정을 따로 개설하고자 계획하고 있다.

3) 교육과정의 모듈화

수학교육과정의 모듈화에 대해서는 2008년 대한수학교육학회 주최 수학교육학 연구논문 발표대회에서 자세한 내용을 발표하였으므로 여기서는 몇 가지 주요한 내용을 인용하여 소개한다(김성욱, 2008):

- 모듈화의 의미: 모듈이란 말은 여러 가지 분야에서 여러 가지 뜻으로 쓰이고 있으나 일반적으로 조직안의 한 부분으로서 그 자체가 독립성을 지닌 것을 의미하며 수학교육과정을 모듈화한다는 것은 수학교육과정에 포함되는 수학 내용을 일정한 분량을 포함하도록 나누되 일종의 독립성을 지니도록 구성하는 것을 의미하기로 한다.

- 수학교육과정을 모듈화한 외국의 사례: 테네시 대학 수학과 교수인 Lawrence Husch가 1995년부터 미적분학 과정에 컴퓨터 활용을 접목하여 개발한 ‘Visual Calculus’를 들 수 있다. 일변수 미적분학의 내용을 7가지 주제, 즉, 미적분학 기초(Pre-Calculus), 극한과 연속, 미분, 미분의 응용, 적분, 적분의 응용, 수열과 급수 등으로 나눈 다음, 각 주제를 몇 개의 소주제로 나누었다. 예를 들면, ‘미분’을 접선, 일차근사, 한 점에서의 미분의 정의, 도함수의 정의 등등 11가지의 소주제로 나누었다. 각각의 소주제에 대해 강의내용(정의, 정리, 예제, 연습문제 등)과 그 내용을 LiveMath, Javascript, 혹은 계산기 등을 이용하여 확인할 수 있도록 안내한다. 예를 들면 소주제 가운데 ‘도함수의 정의’는 다음 <표 5>와 같이 구성되어 있다. Husch는 예제, 정의 등을 모듈이라고 부르고 있으나 우리는 소주제 ‘도함수의 정의’의 내용, 즉, 아래 <표 5> 전체를 하나의 모듈이라고 부르기로 한다.

<표 5> ‘도함수의 정의’ 모듈 내용

학습 목표	이제 각점에서의 미분을 정의하였으므로 여기서는 정의구역의 각점에서 미분이 ...	
(Husch의 모듈들)	미분의정의	$y = f(x)$ 가 함수라고 하자. 함수 f 의...
	예제	미분의 정의를 사용하여 다음 함수의 미분을 계산하여라 (다음 셋 중 어느 것이든 클릭하면 각각의 풀이를 단계적으로 볼 수 있게 함: [Using HotEqn] [Using IBM Techexplorer] [Using IBM Pro. Techexplorer])
	정의	좌도함수, 우도함수 정의, 미분가능한 함수 정의
	따름 정리	극한의 정리 C(극한 모듈에 나옴)의 따름 정리: 함수 f 가 $x = a$ 에서 ...
	기호...	f'
연습문제	함수 10개의 도함수를 구하는 문제가 있고 각각 해답을 누르면 풀이가 있음	

• 모듈화하는 이유: 공학 기초로서의 수학교육과정은 중등교육과정과 공학교육과정의 변화에 맞추어 조정이 필요하며 요즘 공학 기술은 빠른 속도로 변하고 있어 거의 매년 교육과정의 조정이 약간씩 필요함을 느낀다. 그때마다 전체 교육과정을 검토하려면 많은 시간과 노력이 필요하다. 외적인 요소는 이처럼 자주 변하나 수학의 정리나 개념 혹은 이론들은 시간이 흘러도 크게 바뀌지 않으므로 교육과정에 포함되는 수학 이론들을 일종의 독립성을 지니는 모듈들로 만들어서 교육과정이나 교과목을 조정 혹은 개발할 때에 모듈을 선택하여 넣거나 빼거나 수정함으로써 효율성을 기하고자 하였다.

• 모듈화 방법: 대학의 강의가 대개 50분 내지 75분 단위로 이루어지므로 모듈의 내용은 75분 혹은 25분이나 50분 수업 분량에 적합한 분량으로 하고, 중등교육과정에서 사용하는 교수학습지도안 중 널리 사용되는 것의 형식을 따라 만들기로 하였다. 교수학습지도안을 사용하기로 한 이유는 보기에는 단순하지만 교육학의 우수한 이론들을 교육 현장에 쉽게 적용할 수 있게 해주는 하나의 좋은 도구라고 보기 때문이다. 이경희(2002)는 Merrill의 미시적 수준의 내용요소 제시 이론을 비롯하여 Piaget나 Bruner를 포함한 많은 학자들의 연구 결과가 다양한 종류의 교수학습지도안 구성에 영향을 끼쳤다고 한다. 이 교수학습지도안에는 수업시간, 선행 학습 모듈, 학습목표를 기술하고 학습 단계를 도입, 전개, 정리 세 부분으로 나누어 각 단계별 학습 내용과 교수 학습 활동을 명시한다. 도입부에서 동기부여가 될 만한 문제를 제시하고 전개 단계에서 관련된 이론을 소개하며 정리단계에서 도입부에서 소개한 문제를 풀 수 있는지 확인한다. 다음 <표 6>은 모듈의 예시로서 수업에 사용하는 형태이고 교육과정의 모듈화에는 교수·학습활동과 이전시간복습, 수업요약, 차시예고 등은 포함하지 않았다.

<표 6> 모듈의 보기: 모듈 63. 음함수 정리

시간: 25분, 선행 학습 모듈: 모듈 58. 다변수 함수의 합성함수 미분법

학습목표: 편미분을 이용하여 음함수 미분 계산, 등위선의 접선의 기울기와 gradient와의 관계 이해

학습단계	학습내용	교수 학습활동	
		교수	학생
도입	이전 시간 복습	이전 시간 요약 ...	질문
	학습목표:	학습목표 제시	학습목표 확인
	$x^2y^5 - 2xy + 1 = 0$ 일 때... 등위선의 접선의 기울기...	학습 동기 부여에 도움이 되는 문제	생각하고 발표
전개	정리: $f(x,y) = 0$ 이고...	정리 소개	설명을 듣는다.
	보기: $g(x,y) = x^2 + y^2 - 1 = 0$... 점 (1,0)에서는... 다른 방법과 비교, 접선...	간단한 보기 문제로 정리 내용 ...	설명을 듣는다.
	문제: $x^2 + 2xy^3 + 2y^2 - e^y = 1$ 일때....	문제 풀게하고...	문제 풀고 발표
	정리의 증명: 합성함수 미분법 이용, $f(x,y) = 0$ 이고...	합성함수 미분...	설명 듣기, 질문
정리	형성 평가: 도입부의 문제	편미분이용하여...	문제 풀기
	수업 요약	학생 발표 후 ...	수업 요약, 발표
	과제 (연습문제): $x^3 - y^2 - \sin xy = 0$...	과제 문제 제시	과제 확인
	차시예고	교과 과정에 따른 다음 모듈 소개	내용 확인

일변수 및 다변수 미적분학 전체의 내용을 74개의 모듈로 나누어 Elementary Calculus 과목은 이 가운데 21개로 구성하였고 미분방정식 및 선형대수학에 포함되는 내용을 46개, 공학수학(푸리에 변환, 편미분 방정식, 복소수 함수, 특수 함수 포함)에 들어가는 내용을 41개의 모듈로 구성하였다. 이 모듈에 들어갈 내용은 학술진흥재단에 제출한 보고서에 간략하게 수록하였다. 교과목 중 Calculus를 구성하는 모듈은 31개로 하여 교수학습지도안의 도입, 전개, 정리 3단계를 엄두에 두고 내용을 작성하여 교재로 출판하였다(김성욱·이한진, 2009). 이 책이 학생들에게 중심 내용을 소개하는 안내서내지는 공부할 방향을 제시해 주는 역할을 하기를 기대해 본다. 도입부에 좀 더 전공에 관련이 있는 문제들을 만들어 넣는 것과 나머지 모듈들도 자세히 기술하는 것이 남아 있는 과제이다.

고등학교에서 7차과정의 미분과 적분을 이수한 학생들을 대상으로 한 공학의 기초로서의 수학교육과정을 앞에서 소개한 Calculus, Visual Mathematics와 미분방정식, 선형대수학, 공학수학(편미분 방정식, 복소함수, 푸리에 해석), 다섯 과목으로 되어 있는 것을 4개의 과목으로 구성하는 것을 고려한 적도 있다. 그러나 공학인증을 받기로 함에 따라 공학인증제도에서 요구하는 수학 과목의 이수 학점 수가 많다는 이유로 기존의 과목을 유지하기로 하였다. 중간에 공학인증에서 요구하는 수학에 대한 조건이 예전에 비해 완화되어 4개의 과목으로 구성하자는 얘기가 나왔으나, 기계제어공학부에서 기전공학을 인증 전공으로 정하고 선형대수학을 이수할 것을 학생들에게 요구하기 시작하여 다시 그대로 두기로 하였다. 게다가 2012년부터 개정된 수학교육과정을 이수한 학생들이 입학하게 된다. 이 같

은 중등교육과정의 변화나 앞으로 공학부의 요청에 따라 교육과정을 개편해야할 때에 교육과정을 모듈화한 것이 유용하게 쓰일 것으로 기대한다.

3. 결론 및 제언

연구 내용을 바탕으로 공학 전공의 기초를 위한 수학교육과정을 개편하여 2006년 1학기부터 시행하였으며 수학 내용을 모듈화하여 교과목을 구성하였다. 개편된 교육과정에서는 이전에 2과목에서 다루던 내용을 수준별, 내용별로 5개 과목으로 구성하였다. MATLAB을 수학에 접목한 과목 (Visual Mathematics)의 교수 학습 자료를 개발하여 교재로 곧 출판될 예정이다. Calculus 교과목을 31개의 모듈로 구성하고 중등과정에서 널리 사용되어 온 교수학습지도안의 형식을 따라 내용을 기술하여 교재로 출판하였다. 나머지 모듈의 구체화 작업이 계속될 과제의 하나이다. 이번 연구에서 가장 어려운 것은 공학 전공과 연관된 도입 문제를 찾는 것이었다. 공학 전공에서 사용하는 교재들에 등장하는 예제나 연습문제들의 대부분은 아주 기초적인 수학만 사용하거나 아니면 아주 복잡한 적분 계산 혹은 수학보다는 전공지식이 더 많이 필요한 문제들이었다.

정영욱(2005)은 교과과정개발과 관련하여 교육과정에서 제시하는 수학교육의 기본철학, 목표 내용 체계 등에 대한 설명을 이론과 실제의 결합을 바탕으로 한 연구에 의해 뒷받침할 수 있는 문헌이 제작되어야한다고 한다. 이번 연구에서 교육과정개발이론을 적용하여 공학 기초수학 교육과정의 개편을 시행한 내용을 기술해보고자 하였으며 모듈 작성에 교수학습지도안을 활용하여 보았다. 비록 미흡하나마 이를 계기로 대학의 수학 교육에 그동안 개발된 수학 교육이론들이 좀 더 활발하게 활용되기를 바란다.

참 고 문 헌

- 강혜정·김도한·서승현·안홍주·최광석 (2006). '생명과학을 위한 수학' 강의 분석 및 개선 방안에 대한 소고, 한국수학교육학회지 시리즈 E <수학교육 논문집> 20(4), pp.503-521
- 김덕선·박진영·이상구 (2008). 21세기 선진형 ICT 수학교육 방법론 모델, 한국수학교육학회지 시리즈 E <수학교육 논문집> 22(4), pp.533-543
- 김성욱 (2000). 대학에서의 공학전공자를 위한 수학교육, 한동대학교 한동논문집 3(1), pp.19-32
- 김성욱 (2005). 공학전공자를 위한 대학수학교육과정과 교수, 한국수학교육학회지 시리즈 E <수학교육 논문집>, 19(2), pp.409-416
- 김성욱 (2005a). 사회과학 전공을 위한 대학수학교육, 한국수학교육학회지 시리즈 E <수학교육 논문집>, 19(4), pp.587-597
- 김성욱 (2008). 공학기초수학교육과정의 모듈화, 대한수학교육학회 수학교육학논총 제34회, pp.3-13

- 김성옥·이한진 (2009). 공학과정을 위한 미적분학 1.5, 서울: 경문사
- 김연미 (2008). 공과대학 신입생들의 함수개념 연구와 함수 영역의 교육과정에 대한 제안, 한국수학
교육학회지 시리즈 E <수학교육 논문집> 22(4), pp.417-444
- 김영식 (2007). 이공계 대학수학 교육에서 계절제 수업의 역할, 한국수학교육학회 시리즈 E<수학교육
논문집> 21(4), 647-661
- 김정률 (1993), 심리학 개론, 서울: 학문사
- 김훈·양성덕·이동원·한인기 (2008), 대학과목선 이수제의 미적분학 교육과정 개발 연구, 한국수학
교육학회지 시리즈 E <수학교육 논문집>, 22(2), pp.165-185
- 이경희 (2002). 교수학습지도안의 효과적 활용을 위한 기초 연구. 대진대학교 교육대학원 교육연구소
<교육연구> 4(1), pp.1-18.
- 이상구 (2005) 현대선형대수학, 서울: 경문사
- 이상희 (2007). 전기전자공학도를 위한 기초 수학. 춘천: 강원대학교 출판부
- 전재복 (2008). 바람직한 대학기초수학 교육과정 운영방안: 공학기초수학을 중심으로, 한국수학교육학
회지 시리즈 E <수학교육 논문집>, 22(4), pp.399-416
- 정영옥 (2005). 교과과정 개발을 위한 기초로서의 개발연구에 대한 고찰, 대한수학교육학회지 수학교
육학연구, 15(3), pp.353-374.
- 정치봉 (2005). 이공계위기, 산학협력, 직무능력표준 및 대학수학교육, 한국수학교육학회지 시리즈 E
<수학교육 논문집>, 19(4), pp.649-670
- 최은미(2008). 수학과 생명과학계열의 협조적 교과과정 개발 방향의 연구, 한국수학교육학회지 시리
즈 A <수학교육>, 47(3), pp.337-351
- 표용수·조성진·정진문·심효섭·박동준·차지환 (2008). 교양수학 교과목 교수-학습법 개선 방안.
대한수학교육학회, 수학교육학 논총 제33집, pp.251-269.
- 함수곤·김종식·권응환·왕경순 (2003), 교육과정 개발의 이론과 실제, 서울: 교육과학사
- Bradley, Leo R. (1995), 성병창·황희숙·박수경 공역, 교육과정 개발과 지도성, 서울: 양서원
- English, L. D. (2003). 고상숙·고호경·박만구·이중원·정인철·황우형 공역. 수학교육론. 서울: 경
문사.
- NCTM (2000), 류희찬·조완영·이경화·나귀수·김남균·방정숙 공역, 학교수학을 위한 원리와 규
준, 서울: 경문사

A study for the development of curriculum and courses of mathematics for engineering majors

Sung-Ock Kim

Global Leadership School, Handong Global University

E-mail : sokim@handong.edu

Kyung Mo Ahn

School of Spatial Environment System Engineering, Handong Global University

E-mail : kmahn@handong.edu

Jong Won Lee

School of Computer Science & Electrical Engineering, Handong Global University

E-mail : ljw@handong.edu

The purpose of this study is to revise the curriculum of mathematics, which is the basic for the engineering studies, especially for the disciplines of the electronic engineering, computer science, computer engineering, mechanical engineering, environmental engineering, civil engineering and architecture. Another goal of this research was to integrate a computer software, MATLAB into a mathematics course so that the mathematical concepts and theories in the course can be visualized to help students understand some difficult subjects and enhance their interest in mathematics.

* ZDM Classification : D35

* 2000 Mathematics Subject Classification : 97C90

* Key Words : curriculum of mathematics, engineering, studies, module, MATLAB