

바람직한 대학기초수학 교육과정 운영방안

- 공학기초수학을 중심으로 -

전 재 복 (국민대학교)

우리는 제7차 교육과정에서 생산된 많은 문제점들을 대학이 어떻게 수용해야하는지에 대한 고민을 가져왔다. 이러한 장면에 우리가 유연하게 대학이 대처하고 시대적 조류에 맞는 교육과정의 운용을 위한 방법을 제시한다.

1. 제7차 교육과정과 대학수학 교육과정

교육위기라는 단어는 어느 때나 늘 있어 온 타성이 된 용어이지만, 요즈음 더욱 실감하는 단어이다. 이제 한국에서는 더 이상 국내에서 자녀들의 교육을 포기하고 교육이민을 떠나 기러기아빠라는 신조어가 생겨나고 강남의 학원가는 번창일로에 있는 등 공교육이 붕괴되고 한 해의 사교육비가 7조 원을 넘는다고 한다. 이러한 현상은 급속하게 산업사회에서 지식정보사회로 넘어가는 과정에서 학교교육의 구조와 교육인프라 내지는 교과내용, 신제도에 교사들의 의식 등이 뒤따라가지 못한 데에 부실의 원인이 있다고 볼 수 있다. 결국 학생이나 학부모의 입장에서 보면 공교육이 교육수요자의 욕구와 기대를 충족시키지 못한다는 얘기이다. 따라서 단계 형 수준별 교육과정과 선택형 교육과정을 골자로 하는 제7차 교육과정이 1999년에 개정되어 2004년부터 모든 학교, 모든 학년에 적용이 완성되었지만, 아무리 시의적절한 제도라 하더라도 제도를 시행하기 위한 교육현장의 준비가 뒤따르지 못해 시행초기부터 많은 문제점을 시사하고 있었다. 물론 수준이 천차만별인 학생을 한 학급에서 획일적으로 가르치는 방식을 개선하자는 취지에는 어느 누구도 시비를 하지 않는다.

그러나 제7차 교육과정의 적용으로 말미암아 결과적으로 생산된 이러한 중등교육의 문제점을 고스란히 대학이 떠안게 되는 데에 우리 대학인의 당면문제가 있는 것이다. 교육부에서는 이러한 점을 감안하여 2005학년도부터 대학 교양과정에서도 수준별 학습을 할 수 있도록 유도하고 있다. 따라서 필자의 대학에서도 2001년 한국대학교육협의회에서 주관한 교양교육평가를 계기로 우리대학이 안고 있는 문제점을 파악하고 여기에 대처방안을 강구하여 왔다. 대학교육의 현장도 중등교육 못지않게

* 본 논문은 2008년 대한수학회소식지 7월호에 게재한 내용을 각색한 것입니다.

* 2008년 10월 투고, 2008년 10월 심사완료

* ZDM분류 : D35

* MSC2000분류 : 97A80

* 주제어 : 수학교육과정, 공학교육

많은 문제점을 내포하고 있는 것이 현실이다. 대학의 현실을 점검해 보면 몇 년 전부터 학부제 실시로 말미암아 교양기초 교과목의 운영주체가 부분적으로 바뀌어 교육의 부실을 초래하고 있고, 교과목 편제가 너무 병렬구조식으로 되어 있어 특히 이공계에서는 교양교육과정이 전공교육과정과 유기성이 떨어지고 있으며, 더욱이 사회적인 문제점으로서 이공계 기피현상이 심화되고 있고 많은 대학에서 교차지원 허용으로 수학 같은 어려운 교과목의 기피현상이 두드러지고 있다. 또한 과학, 기술의 진보로 가치관이 다양화하는 등 엄청난 외적 변화요인들을 시의 적절하게 대학이 수용을 못하고 있다.

그러므로 서울대학교에서도 이러한 현실을 감안하여 2001년도부터 입학 전 이공계학생을 대상으로 수학성취도 평가시험을 통하여 정규 수학과목 수강능력이 없는 학생에게는 '기초수학 수강대상자'로 판정하여 1학기 동안 별도로 '기초수학(pre-calculus)'을 이수하게 한 후, 정규과목인 '수학 및 연습 1' 과목에 대한 수강신청 자격을 부여하고 있으며 그렇지 못한 대학에서도 계절학기에서 별도로 기초과정을 개설하여 취득한 학점은 일반교양 학점으로 인정하고 있는 등, 여러 대학에서도 비슷한 제도를 운영하고 있다.

미국의 경우는 이러한 점을 국가차원에서 예견하고 철저한 대비를 하고 있다. 즉, 2001년도 미국과학재단의 7대 정책과제 중 2개 과제가 수학교육에 관한 과제였으며 하버드대학에서는 기초수학과정을 11단계로 분리하여 수강학생 스스로 자신의 수준에 맞는 교육과정을 선택하는 수준별 교육을 하고 있다. 그 이유는 모든 기초 도구과목 중에서 수학만이 갖는 교과목의 특성이 선수학습이 부실하면 다음 과정으로의 전환이 어렵다는 것을 반영한 조치일 것이다. 즉

초·중등수학교육의 부실 → 대학기초수학의 부실 → 전공수학의 부실

로 연계되는 악순환을 초래하는 것이 수학교육의 특징이다. 따라서 교육의 질을 고려하기 위해서는 타 교과목보다도 선행학습이 더욱 필요한 교과목임을 인식할 필요가 있다.

오늘날 대학입시제도의 혼란에 의한 교차지원 가능 및 중·고교생의 전반적인 학습수준의 저하로 말미암아 대학신입생의 수학 등 기초도구과목에 대한 학력편차가 극심함으로 인하여 대학에서 중등교육과 직접적으로 연계선 상에 있는 기초수학을 포함한 대학교양교육의 질적 수준을 제고하고 전공교육과의 연계를 촉진하기 위한 '교양과정부 운영위원회' 등의 검토에 기초하여 기초도구과목에 대한 수준별 학습을 실시하는 대학이 늘고 있다. 2002년 5월 초 본부차원에서 필자 본교의 교양교육의 3대 목표중의 하나인 '도구적 능력신장'에 초점을 맞추어 '교양수학 교육개선 연구팀'이 결성되어 바람직한 교양기초수학의 개선방안을 연구하였으며, 이는 2005학년도부터 정부차원의 대학기초교육에 수준별 학습 제도를 도입한다는 근본 취지와도 부합되는 것이다. 더욱이 2005년 6월부터 2006년 2월까지 8개월 동안 본부에서 TF팀을 구성하여 공학교육인증제에 적합한 여러 가지 연구 즉, 공학교육인증제에 적합한 교양수학 교육방법, 공학수학교육의 내용, 방법 및 평가에 대한 분석, 중간 및 기말고사 공동출제와 공동평가 체제구축, 공학수학 기초학력 평가, 설문조사 실시 및 분석 그리고 공학수학 운영방안 및 교육자료 연구를 실시하였다.

대학 학부의 수학과 교육과정은 대부분 학점이나 강의시수상의 차이는 많겠지만, 크게 분류해 보

면 해석학, 대수학, 기하학, 응용수학 등으로 나눌 수 있을 것이다. 대학수학 교육과정은 초·중등교육과정과는 달리 국가 차원의 정형화된 교육과정은 없다고 하여도 과언이 아니므로 여기에서 대학 4년간의 수학과 교육과정을 논하는 것은 동일한 성격의 교과목이라 할지라도 단위대학마다 다루는 내용과 수준차이가 천차만별일 것이므로 그다지 의미가 없다할 수 있겠다. 따라서 제7차 교육과정의 연계선 상에서 보면 대학 1학년 교양기초 내지는 학부기초 교육과정에서 실시하고 있는 교과목에 초점을 맞추어 살펴보는 것이 보다 의미가 있으며 더욱이 특정 교과목의 구체적인 실러버스의 채택 여부를 살펴보는 것보다는, 제7차 교육과정에 의하여 제도상으로 제기된 학생들의 심각한 학습내용과 능력의 편차를 어떻게 하면 대학교육과정에서 해소할 수 있고 나아가 자신의 전공영역에 자신감을 가지고 진입할 수 있으며 수강생의 다양한 욕구를 충족시킬 수 있는 바람직한 대학기초수학 교육과정의 운영방안을 제시해 보고자 한다.

2. 대학기초수학 운영과 공학교육인증제

(1) 대학기초수학 교육과정

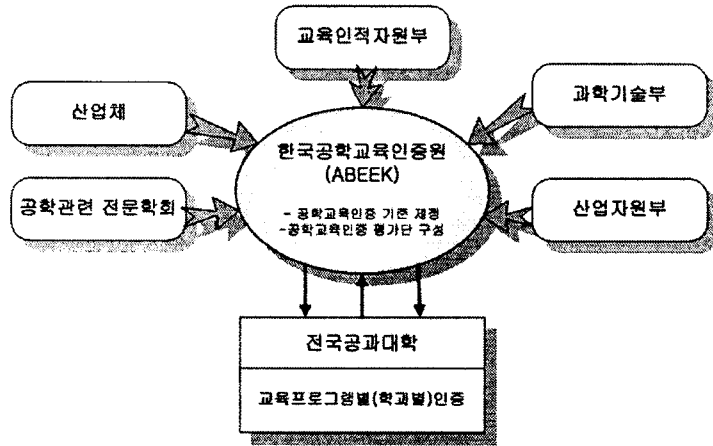
전국 202개 4년제 대학에서 수학과가 설치되어 있는 대학수가 114개교이지만 전통적으로 수학교육과를 포함하여 수학과(또는 수학전공) 이름으로 운용되고 있는 대학에서부터, 학령인구의 감소로 인하여 점차적으로 지방대학에서는 구조개혁 차원에서 수학과를 컴퓨터, 전산정보, 응용수학, 통계수리 등 응용 내지는 컴퓨터 관련학과와 통합하는 전환이 꾸준히 이루어지고 있는 실정이다. 현재 수학과 관련된 학과와 전공의 명칭을 개략적으로 분류해 보면 <표-1>과 같다.

<표-1> 수학 관련 학과의 명칭 예

전통 학과(전공)명	변환 학과(전공)명
수 학 수학교육 응용수학 통 계 학	전산수학, 전산정보수학, 전산통계, 수학정보, 정보수리, 수리정보, 정보보호, 컴퓨터응용수학, 컴퓨터정보수리, 컴퓨터수리정보

이러한 실정이고 보니, 각 학과에서 개설하고 있는 교육과정상으로도 과거보다는 많은 변화가 따르고 있고 더욱이 동일한 교과목이라 하더라도 교수·학습내용에 상당한 수정이 예상되고 있다. 그렇지만 전공교육과정에 진입하기 전에 선수과정으로 개설되는 교과목에는 대부분 공통분모가 있다. 그들의 대표적인 교과목으로는 '미분·적분학'을 포함하여 '선형대수', '이산수학'(집합과 논리)를 따로 운영하고 있는 대학과 이산수학에 포함하여 필요한 부분만 취급하는 대학도 있음), '확률과 통계' 등이 있고 주로 이학계열의 수학과만이 아니라 공학교육에서도 전공에 대한 기초수학 교육과정으로 삼

고 있는 ‘미분방정식’, ‘벡터해석학’, ‘수치해석학’ 등이 있으며 이들을 통합하여 공과대학에서는 하나의 교과목인 ‘공학수학’이라는 교과목으로 교육과정을 운영하기도 한다. 따라서 본 과제에서는 논체의 핵심을 공학기초수학에 바탕을 둔 교육과정을 중심으로 살펴보았다.



<그림-1> 공학교육인증제의 중요성 및 파급효과

(2) 제7차 교육과정과 공학교육인증제

특히 우리나라에서도 한국공학교육인증원(ABEEK, Accreditation Board for Engineering Education of Korea)이 공학교육의 내실을 다지고 시대적 환경변화에 부응하는 창의적인 엔지니어를 배출할 수 있도록 하기 위하여 산업체를 포함한 공장현장의 요구사항을 반영해 공학교육에 새롭고 창의적인 접근방법을 도입한 프로그램을 1999년부터 실시하고 있다. ABEEK의 공학교육인증제는 인증된 프로그램으로 공부한 졸업생이 공학실무를 담당할 준비가 되어 있음을 보증하는 제도이다. KEC2000(ABEEK의 공학교육 인증기준)은

- ‘학습 성과의 평가’와 ‘계속적인 교육개선 활동’,
- ‘What is being taught?’에서 ‘What is measurably learned?’,
- 결과보다는 기준, 절차 및 시스템의 확립평가

를 특징으로 하고 있다. 이것은 초·중등의 제7차 교육과정에서부터 대학에서의 공학교육인증제로의 공학교육인증평가 대학 및 프로그램 현황을 살펴보면 2001년 2개 대학 11개 프로그램을 시작으로 2002년 3개 대학 18개 프로그램, 2003년 4개 대학 29개 프로그램, 2004년 6개 대학 32개 프로그램, 2005년 7개 대학 31개 프로그램이 인증을 받은 상태이며 2007년에는 30개 대학 218개 프로그램이 인증을 받았고 2008년 4월 현재 37개 대학에서 133개 프로그램이 인증을 받은 상태이다. 지난 해 우리나라는 각 국가의 공학교육을 상호 동등하게 인증해 주는 협약인 워싱턴협약에 정회원국으로 가입함

으로써 ABEEK이 좀 더 공신력이 있는 단체로 자리를 잡고 있다. 공학교육의 내실을 다지고 시대적 환경변화에 부응하는 창의적인 엔지니어들을 배출하며, 공학교육을 국제적으로 인정받기 위하여 정부에서는 인증 대학을 2008년까지 전체 공과대학의 50%까지 확대할 방침이다.



<그림-2> 새로운 공학기초수학 교육시스템의 필요성

한국공학교육인증원에서 제시한 공학 프로그램별 인증기준(KEC2000)에 의하면 기계공학 및 유사 명칭의 공학교육 프로그램에 대해서 미적분학, 해석기하학, 선형대수학, 통계학, 수치해석 등의 응용력을 요구하고 있으며, 토목공학, 건축공학, 컴퓨터 및 전자공학 등의 프로그램에서도 유사한 수준의 수학적 능력을 요구하고 있다.

(3) 새로운 공학교육 시스템

이러한 환경에 부응하는 새로운 교육시스템을 정착시키기 위해서는 수학기론과 공학적 응용사이의 연관성을 인식시키며 교수의 일방적인 강의식 수업보다는 교수와 학생간의 인터랙티브한 학습자 중심의 수업과 자신에게 적합한 수준별 학습을 제공할 수 있는 온라인 교수·학습시스템의 개발이 뒷받침되어야 할 것이다. 최근의 공학교육은 전문화 및 특성화되어 있으므로 기존의 고전적 공학수학 교육내용으로는 학생들이 배운 수학적 이론과 실제 다양한 세부 전공에서 다루는 공학적 응용문제와의 연관성을 충분히 인식시킬 수 있다고 볼 수 없다.

공학교육인증제에 따른 공과대학의 교육과정을 살펴보면, <표-2>에서 알 수 있듯이, 미적분학과 같은 기초수학 교과목은 전공을 가리지 않고 대부분의 대학에서 공통필수 교과목으로 정하고 있으나, '선형대수', '미분방정식', '수치해석학', '확률 및 통계', '벡터해석학', '이산수학' 등의 교과목은 세부 전공 프로그램에 따라서 요구하는 내용이 상이하게 나타나고 있다.

전통적인 공과대학 수학교과목 교육 시스템은 전공의 다양성을 배려하지 못하고, '미적분학' 또는

‘공업수학’이라는 명칭으로 특성화 되지 못한 일률적인 경향이 지배적이었고 공학교육인증제의 각 프로그램에 따라서 필요로 하는 수학 교과목이 다르게 나타나는 것은 각 공학교육 프로그램별로 전문화 및 특성화되어 있는 공학문제 해결을 위해서 요구되는 수학적 능력이 다양하기 때문에 발생하는 자연스런 현상으로 보인다.

<표-2> 대학별 공학기초수학 교육과정 운영현황

	이학계열 기초수학	공학계열 도구수학	운영방법 및 특기사항
서울대	수학 및 연습 1, 2 고급수학 및 연습 1, 2	수학 및 연습 1, 2 고등미적 1, 2	공동출제 공동평가 상대평가
연세대	미적 1, 2 고등미적 1, 2	미적 1, 2 공학수학 1, 2	미적: 통합운영 과목별 Coordinator 공대: 확률통계, 수치해석 개설
고려대	미적 1, 2	미적 1, 2 공업수학 1, 2, 3	공동출제 상대평가 공대: 미방, 선형대수, 복소함수, 확률론, 이산수학, 집합과 논리 개설
한양대	미적 1, 2	미적 1, 2 응용수학 1, 2	공동출제 공동채점
경북대	수학 1, 2	수학 1, 2 공업수학 1, 2	공대: 벡터해석 1, 2, 미방, 함수론 개설
경희대	미적 1, 2	미적 1, 2 선형대수 미방 복소함수론 수치해석학	공동출제 공동관리 공대: 확률통계, 벡터해석학 개설
영남대	미적 벡터미적	미적 벡터미적 공업수학 1, 2	공동출제 공동평가
국판대	이공계수학 (기초/일반)	공학기초수학 공학수학	공동출제 개별평가 공대: 전자수학, 응용수학, 수치해석, 편미분학, 확률통계 개설
광운대	대학수학 1, 2	대학수학 1, 2 공업수학 1, 2	개별평가 Coordinator 공대: 확률통계, 수치해석, 선형대수, 미방 개설 부진학생 Math Clinic 운영

그러나 전통적인 수학교육 시스템으로는 공학교육인증제에서 요구하는 전문화 및 특성화 의지를 제대로 수용하기 어려우므로 이를 대체할 수 있는 새로운 수학교육 시스템이 필요하다. 더욱이 제7차 교육과정의 수혜 학생들이 수강자의 대부분인 현실에서 공학교육인증제에 따른 교육과정에서는 학습자 중심 교육과 수준별 교육이 이루어질 수 있는 새로운 공학수학 교육시스템의 개발이 절실히 요구된다고 할 수 있다. 실제로 최근에 몇 개 대학에서 공학교육 프로그램별 인증기준에 따른 교육과정 개편 내용 중 수학 교과목과 연관된 교육과정을 프로그램별로 개편한 사항을 <표-3>에서 볼

수 있다. 이를 살펴보면 공학교육인증제에서 각 프로그램별로 다양한 수학 교과목을 지정하고 있음을 알 수 있다.

<표-3> 공학교육인증에 따른 수학 관련 교육과정

공학인증 프로그램	수학 관련 교과목명	학년	1학기			2학기		
			학점	시간		학점	시간	
				이론	실습		이론	실습
신소재공학 (A 대학)	공학기초수학	1	3	4				
	공학수학	1			3	3		
	신소재 공학수학	2	3	3				
건설시스템 공학 (A 대학)	공학기초수학	1	3	4				
	공학수학	1			3	3		
	편미분방정식	2	3	2	2			
	수치해석	2			3	3		
기계자동차 공학 (A 대학)	공학기초수학	1	3	4				
	공학수학	1			3	3		
	응용수학	2	3	3				
	수치해석	2			3	3		
전자정보통신 공학 (A 대학)	공학기초수학	1	3	2	2			
	공학수학	1			3	2	2	
	전자수학	2	3	3				
	응용수학	2			3	3		
응용화학공학 (B 대학)	미분적분학	1	4	4				
	벡터미분적분학	1			4	4		
	공업수학 1	2	3	3				
	공업수학 및 컴퓨터패키지 실습	2			3	3	1	
	수치해석 및 실습	3	3	3	1			
컴퓨터공학 (C 대학)	공학전자계산	2	3	3				
	이산구조	2	3	3				
	확률통계	2	3	3				
	선형대수와 그 응용	3	3	3				
	수학과 컴퓨터	3			3	3		
	정보보호	4			3	3		
전자전기정보 컴퓨터공학 (D 대학)	공업미적분학	1	3	3				
	공업선형대수학	1			3	3		
	이산수학 1	2	3	3				
	이산수학 2	2			3	3		
	통계학	2	3	3				
	확률론	2			3	3		

● 신인증기준(KEC2005)에 의하면 수학, 기초과학, 전산학 분야 교과목을 합하여 27학점 이상을 교육요소 별 최소 이수학점으로 정함

(4) 공학수학교육의 현황과 문제점

현재의 전국 공과대학에서 수학 관련 교과목에 대한 교육은 위에서 기술한 항목의 필요성을 충족시키지 못한다고 볼 수 있으며 제7차 교육과정 하에서 교육받은 학생들의 수준별 학습에 대한 요구에 제대로 부응하지 못하는 교육시스템이다. 또한, 공과대학 세부 전공에 따른 전문화 및 특성화에 적합한 공학 응용문제를 수학 관련 교과목에서 충분히 지원하지 못하고 있다. 더욱이 대다수의 대학이 공학교육에서 필요한 수학 관련 교과목을 시간강사나 비전임 교수에게 맡기는 경우가 많으며 공과대학 교수들과 수학교육 교수들 사이의 수학교육과정에 대한 교육방법이나 교재선택 등에 관한 인식차가 크다는 점을 간과할 수가 없을 것이다.

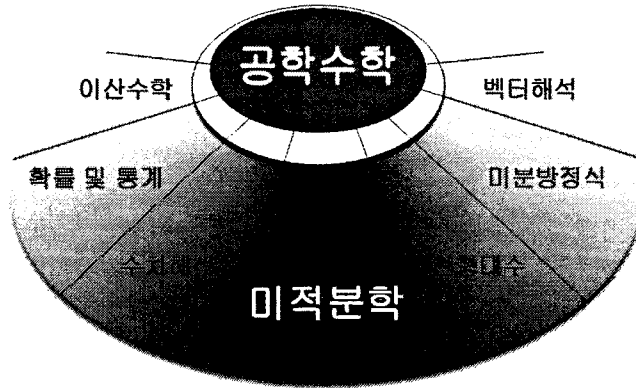
이러한 현재의 문제점들을 해결하기 위해서는 단순히 교육과정(curriculum)만을 개선하여 수준별 분반을 설치·운영하는 것만으로는 근본적인 대책이 될 수 없으며 대학 교육과정은 시대별, 학교별 사정에 따라서 유동적으로 변하기 때문에 환경이 변할 경우 또 다시 변경해야 하는 악순환이 야기될 수 있다. 그러므로 이를 근본적으로 해결할 수 있는 교육시스템을 개발하여 유기적인 교육과정에 적용 가능토록 하는 발상의 전환이 필요할 것이다.

<표-4> A 대학 1학년 공학기초수학 관련 설문조사

질문	고등학교에서 배운 수학 과목은 무엇입니까?					
결과	수학 1	수학 2	미분과 적분	확률 및 통계	이산수학	실용수학
	98.7%	96.2%	93.2%	10.6%	4.5%	2.7%
질문	원하는 수업 방식과 형태를 적어주세요.					
결과	기초 위주	흥미 위주	참여 수업	지금의 수업방식	기타	
	37.4%	11.6%	10.6%	10.0%	30.4%	
설문대상	A 대학 1학년 공학기초수학 교과목 수강자 556명					

실제로 A 대학의 1학년 공학기초수학 교과목에 대한 설문조사 결과인 <표-4>를 살펴보면, 556명의 학생 중 38명(약 7%)에 달하는 학생이 고교과정에서 ‘미분과 적분’ 과목을 배우지 않았으며, 수학과목에서도 다양한 형태의 수업 방식을 원하고 있다는 것을 알 수 있다. <표-4>의 설문 결과를 토대로 분석해 보면 공과대학 학생들임에도 불구하고, 대학 교육과정에서 필요로 하는 ‘확률 및 통계’, ‘이산수학’ 등의 공학수학 교과목에 대한 기초 지식이 제대로 갖추어지지 못했음을 엿볼 수 있으며, 고교 수학 1, 2와 미적분 교과목은 어느 정도 기초 과정이 수료되었다고 할 수 있으나 ‘확률 및 통계’, ‘이산수학’, ‘실용수학’ 교과목은 소수의 학생만이 기초지식이 갖추어진 상태이므로 이에 대한 대책도 이루어져야 할 것이다.

학생들이 원하는 수업 방식도 기존의 편서 위주의 교육보다는 수학 교과목에서도 참여 위주나 흥미 위주의 수업 방식을 상당 부분의 학생들이 원하고 있음을 확인할 수 있다. 그러므로 <그림-3>과 같이 공학수학의 바탕이 되는 다양한 수학 콘텐츠를 포함하고, 이를 온라인화 하여 학생들이 능동적으로 참여할 수 있는 흥미로운 학습·교육자료 개발이 필요할 것이다.



<그림-3> 공학수학의 기본 수학 분야

이러한 다양성을 수용하여 내실 있는 공학수학 교육이 이루어지기 위해서는 공학교육인증제에서 요구하는 기초수학교과목의 세부 내용들을 면밀히 조사 분석하여 관련 수학교과목별로 체계적인 콘텐츠를 구축해야 할 것이다. 따라서 공학수학 교육시스템 내에 미적분학 콘텐츠, 선형대수 콘텐츠, 이산수학 콘텐츠, 미분방정식 콘텐츠, 확률 및 통계 콘텐츠, 벡터해석학 콘텐츠, 수치해석 콘텐츠 등을 구축하여, 각 콘텐츠별로 다양한 공학적 응용문제들을 다룸으로써 내실 있는 공학수학 교육이 이루어질 수 있을 것이다.



<그림-4> 제7차 교육과정과 공학교육인증제

(5) 공학교육에서 수학의 중요성

공학의 여러 분야에서 수학의 중요성은 점점 커져왔고, 국제표준화에 맞추기 위해서는 앞으로도 이러한 경향은 계속되어질 것으로 예상된다. 따라서 교육과정도 기존의 공학수학에서 이를 더욱더 세분화하고 내용도 보다 알차게 구성되는 새로운 교육과정과 그것을 운용하기 위한 새로운 운영시스템이 필요하다. 수학의 여러 이론들은 실제로 여러 공학 분야의 수없이 많은 부분에 적용되어 공학 이론의 기초를 형성하고 있으며 수학의 발전이 없었다면 지금의 공학 전체의 발전이 정체되었거나

지체되었을 것은 자명한 사실이다. 수학적 이론과 실제 공학적인 응용문제 사이의 관계를 이해하고, 그 의미를 파악하고 있어야 실제로 공학적인 문제에 대처하여 수학적 사고에 바탕을 둔 방법으로 올바르게 문제를 해결할 수 있다.

공학수학 교육에 있어서 단순히 수학적 문제풀이의 기술을 연습하고 익히는 것 보다는 기본 원리와 그 원리 이면에 내재되어 있는 숨은 의미를 파악하는 것이 더욱 중요하다. 또한, 수학적 사고를 습득하여 수학적 문제가 공학적인 문제에서 어떤 의미를 지니는지 이해하도록 도와주는 것이 더욱 중요하다. 그러므로 공학문제에 수학적 절차를 응용할 필요성을 인정하고, 이론과 응용 사이에는 뗄 수 없는 밀접한 관계가 있음을 인식시키는 것이 바람직하다.

우리나라 대학의 공학수학 교육 현실은 수학적 이론과 공학적 응용 사이의 밀접한 연관성을 인식시키기 위한 교육적 시스템을 충분히 제공하지 못하고 있는 실정이며 단순히 수학 이론적 문제풀이 기술만을 익히기 위한 공학수학교육 보다는 각각의 수학이론들이 실제 공학적으로 어떤 의미를 지니고 있는지, 어떻게 사용되어지고 있는지를 학생들이 스스로 인지할 수 있는 교육 시스템이 절실히 요구된다.

(6) 온라인 공학수학교육 시스템

따라서 공학수학교육에서 다양한 교육과정의 콘텐츠만이 아니라, 학습자 중심의 능동적인 수준별 학습이 가능한 온라인 공학수학교육 시스템의 개발이 바람직하다. 즉, 언제 어디서나 접속 가능한 온라인 교육시스템을 개발함으로써 수강생들이 자기 주도적으로 학습할 수 있는 환경을 제공해야 하고 공학수학 교육시스템 내의 세부 콘텐츠별로 동일 유형의 문제마다 다양한 수준별 문제를 제공할 수 있는 문제은행 형태의 데이터베이스를 구축함으로써 수준별 학습이 가능하도록 해야 할 것이다.

그러기 위해서는 단순히 수준별 문제만을 나열하는 문제은행이 아니라, 다양한 공학적 응용문제를 포함하고, 수강생들이 능동적으로 수준을 찾아갈 수 있는 역동적인 시스템을 개발함으로써 학습동기와 흥미를 유발하여 학업성취도를 극대화해야 할 것이다.



<그림-5> 온라인 공학수학 교육시스템

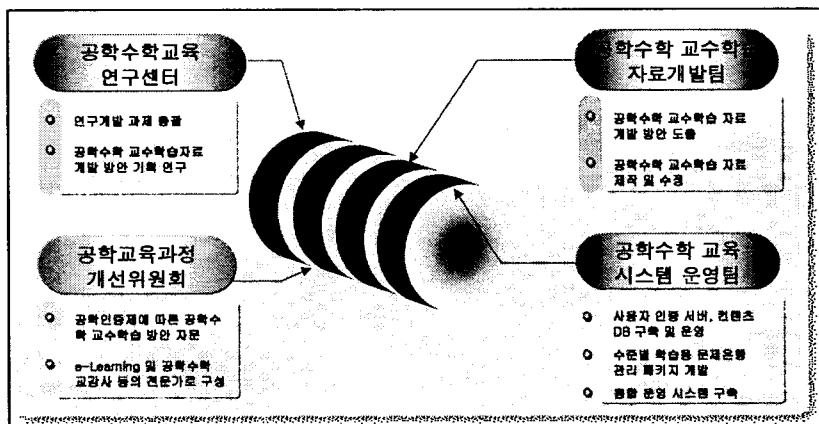
3. 바람직한 공학기초수학 운영방안

위에서 한국공학교육인증제도에 대하여 장황한 설명을 한 이유는 결국 이러한 시대적 요청에 따른 공학교육제도가 수학과와 교육과정에서도 많은 참고자료가 될 뿐만 아니라 공학교육에서 수학교육의 중요성을 다시 강조하고 싶다는 점이다.

본교에서 연구, 진행 중인 '수준별 교육에 따른 공학수학 교수·학습자료 개발' 계획을 바탕으로 바람직한 공학기초수학의 운영방안을 살펴본다. 이 자료는 모든 대학에 공히 적용할 수 있는 모형은 아니라 할지라도 제7차 교육과정의 근본 취지와 공학교육인증제에 기반을 둔 공학수학 교육과정의 운영에 관한 최소한 모델로서의 의미가 있으리라 생각한다.

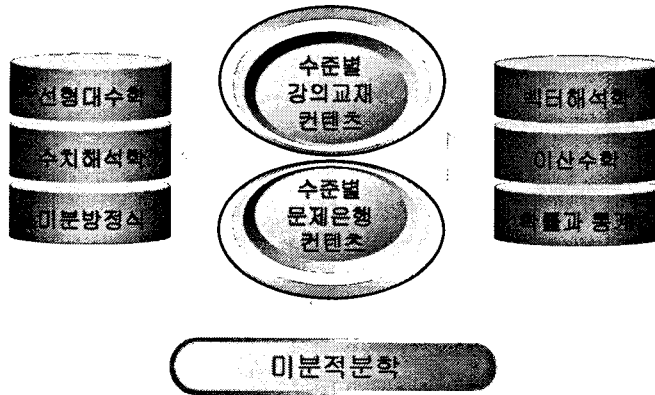
(1) 공학수학교육 교수·학습 자료개발 방안 수립

먼저 구체적인 업무를 추진하기 위하여, 공학수학 교육시스템 개발 체계의 구축을 위한 공학수학 교육 연구센터를 설립하여 본 연구개발 과제를 총괄하고, 공학수학 교수·학습 자료 개발에 관련된 각종 기획안을 수립할 필요가 있다. 공학수학교육 연구센터 내에 공학수학 교수·학습 자료개발팀과 공학수학 교육시스템 운영팀을 조직하여 효율적인 연구개발 업무가 이루어지도록 한다.



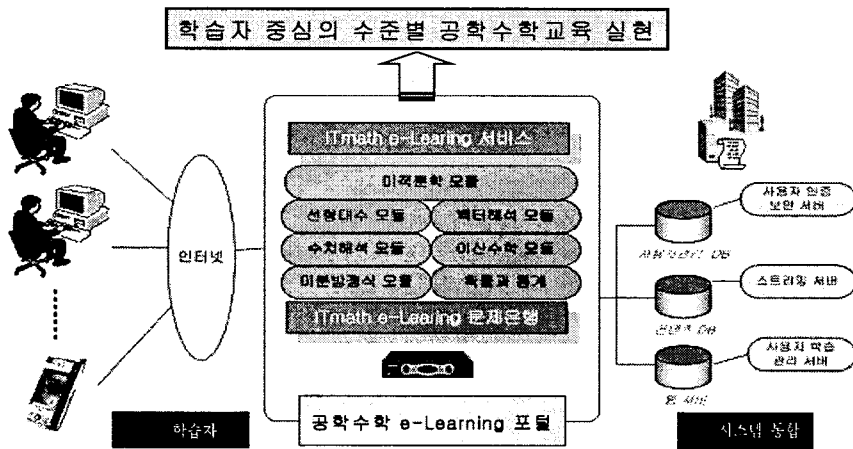
<그림-6> 공학수학 교육시스템 연구개발 체계

각 팀의 역할로서는 교수·학습 자료개발팀은 공학수학 교수·학습 자료 제작 및 수정 업무를 수행하고, 교육시스템 운영 팀은 각종 서버의 구축 및 운영, 수준별 문제은행 관리 패키지 개발과 통합 운영 시스템 구축 등의 업무를 수행한다. 공학교육인증제에 따른 공학수학 교수·학습자료 개발 방안의 유기적인 자문을 위해서 공학교육과정 관련 위원회와 긴밀히 협조하고 공과대학의 공학인증 프로그램별 요구 내용을 고려한 교수·학습 자료 개발 방안 수립한다.



<그림-7> 공학수학 온라인 교육시스템 개념도

둘째로, 공학수학 온라인 교육시스템의 전체 구조(overall structure) 설계 및 운영 시나리오에 따른 필요 항목을 개발하며 웹서버, 사용자 인증 서버, 스트리밍 서버, 데이터베이스 서버 등 온라인 교육시스템 운영 환경을 개발하고 시스템을 구축한다. 학습자 중심의 능동적 수준별 학습 운영 메커니즘 및 패키지의 개발 등 공학수학 온라인 교육시스템의 운영 기술을 개발한다.



<그림-8> 공학수학 교육시스템 운영 계획안

셋째로, 미적분학 콘텐츠, 선형대수 콘텐츠, 이산수학 콘텐츠, 미분방정식 콘텐츠, 확률 및 통계 콘텐츠, 벡터해석학 콘텐츠, 수치해석 콘텐츠 등의 각 콘텐츠별로 온라인 교재(on-line text)를 개발한다. 개발된 공학수학 온라인 교육시스템을 본 대학의 공학인증교육과정을 위한 교수·학습 자료로 활용하여 시범 운영함으로써 이에 대한 각종 정보 및 노하우(Know-how)의 축적 및 공유를 통해서 전체 대학 공학수학교육의 질을 향상시키는 데에 기여할 수 있을 것이다.

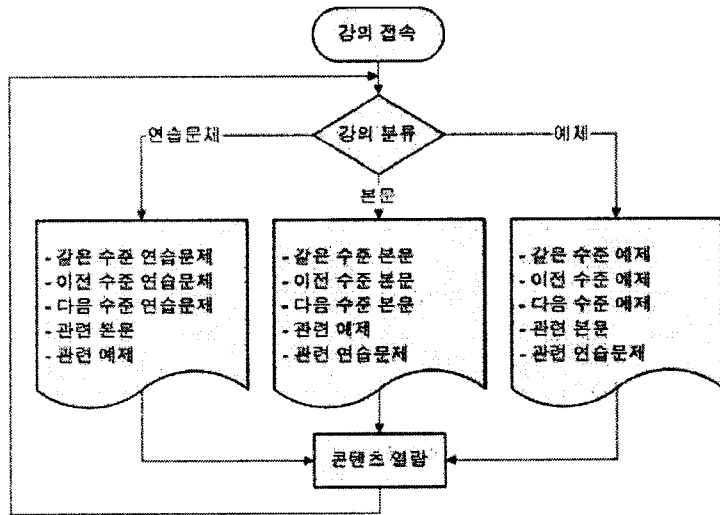
마지막으로, 각 공학수학 콘텐츠별 수준별 문제은행을 개발하는데, 능동적으로 학습자 자신의 수준

별 학습이 가능한 다양한 수준별 문제은행과 공학수학 온라인 교재에 따른 콘텐츠별 문제은행 및 다양한 공학적 응용문제가 풍부한 콘텐츠별 문제은행을 개발한다.

(2) 능동적 수준별 학습 운영메커니즘과 개발 계획

강사 및 조교는 강좌 및 콘텐츠 관리 서비스를 이용하여 강의별 수준을 고려한 콘텐츠간의 상관관계를 정의하여 수준별 학습에 필요한 데이터베이스를 구축하고 학생의 강의 접속이 이루어지면 열람하는 강의의 분류에 따라 같은 수준 혹은 이전, 다음 수준 및 관련 연습문제, 본문, 예제에 해당하는 콘텐츠들을 제시하여 학생으로 하여금 자신의 능력 및 필요에 따른 선택을 가능케 함으로써 능동적 수준별 학습이 이루어지도록 한다.

강의 목차 및 열람 히스토리 기능을 제공하여 복습 및 검색 서비스를 쉽게 하고, 이 과정에서 발생하는 로그 분석을 통하여 강의 유용성 평가 및 유효성 조정의 지표를 마련할 수 있을 것이다. 능동적 수준별 학습 시스템 전체적인 흐름도는 <그림-9>와 같다.



<그림-9> 학습자 중심의 능동적 수준별 학습 흐름도

학습자 중심의 수준별 학습이 가능하기 위해서는 연습문제를 중심으로 난이도를 정의 및 분류하고, 본문, 예제, 연습문제 상호간의 연관관계를 설정함으로써 역동적인 학습이 되도록 설계해야 한다.

이상의 방안을 가지고 3개년에 걸쳐서 개발하는데 1차 년도에는 공학교육인증제에 따른 공학수학 교육과정의 개발 방안을 수립하고 온라인 교육시스템의 전체 구조를 개발 (버전 1.0)하며 미적분학에 관한 교수·학습 자료의 초안을 개발한다.

2차 년도에는 전년도에 개발한 미적분학 콘텐츠의 시범 운영 및 개선안을 개발하고 온라인 교육

시스템 버전 2.0을 개발한다. 그리고 선형대수학, 미분방정식, 벡터해석학콘텐츠에 관한 교수·학습 자료를 개발한다.

마지막 3차 년도에는 지금까지의 개발 경험을 바탕으로 시행착오를 최소화하면서 확률 및 통계학, 이산수학, 수치해석학콘텐츠에 관한 교수·학습 자료를 개발하고 동시에 지금까지 콘텐츠 통합관리 운영 시 나타난 문제점들을 수정, 보완하고 시스템 안정화 과정을 거친 온라인 교육시스템 버전 3.0의 개발을 완료한다.

(3) 미적분학 교수·학습 자료 초안 모형

다양한 공학적 응용문제들을 수용한 온라인 교재를 만들기 위하여 2차원 및 3차원 그래프나 동영상 자료 등을 활용하여 시각적 효과를 최대한 살린 멀티미디어형 콘텐츠를 개발한다.

멀티미디어형 콘텐츠는 칠판 및 노트 필기 등의 2차원 표현으로 대체했던 3차원 형태의 다양한 그래프를 포함하여 가시화할 수 없었던 복잡 난해한 수식의 내용들 또한 표현이 가능하여 개념 이해를 용이하게 할 수 있다. 이러한 멀티미디어형 콘텐츠는 Desktop형 컴퓨터를 비롯하여 PDA 또는 PMP, UMPC 등 다양한 하드웨어 플랫폼 상에서 활용할 수 있도록 각각의 환경에 적합한 다양한 포맷으로의 변환 과정을 필요로 한다. 개발된 멀티미디어형 콘텐츠들은 포맷 유형별로 <표-5>와 같이 분류할 수 있고 그 활용 예는 아래와 같다.

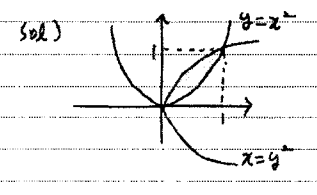
<표-5> 콘텐츠 파일 분류 코드

파일 분류 코드	설명
jnt	Windows 필기장 파일
gsp	Geometer's Sketchpad 파일
jsp	Java Sketchpad 파일
the	LiveMath 파일
the-html	LiveMath 파일의 HTML 형태
cs3-html	Camtasia 파일
nb	Mathematica 파일
wmv	Windows Media Video 파일
asf	Active Streaming Format 파일
swf	Shockwave 파일
hwp	한글 파일

윈도우 필기장을 활용하여 판서하듯이 다양한 도표, 그래프 및 설명 등을 첨부한 경우 Tablet PC 등을 이용하여 <그림-10>과 같이 기존의 칠판 및 노트 필기 등을 대체할 수 있다.

3 $y=x^2$, $x=y^2$ 둘러싸인 영역의 면적을 이중적분으로 구하라.

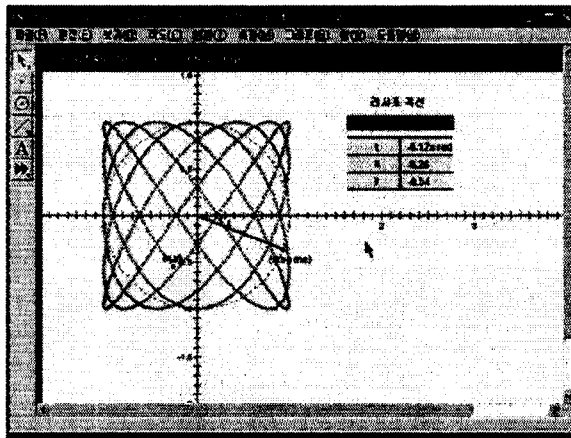
(sol)



$$\begin{aligned} \text{면적} &= \int_0^1 \int_{x^2}^{\sqrt{x}} dy dx \\ &= \int_0^1 [y]_{y=x^2}^{y=\sqrt{x}} dx \\ &= \int_0^1 (\sqrt{x} - x^2) dx \\ &= \left[\frac{2}{3}x^{\frac{3}{2}} - \frac{1}{3}x^3 \right]_0^1 \\ &= \frac{1}{3} \end{aligned}$$

<그림-10> Windows 필기장 활용 콘텐츠 예

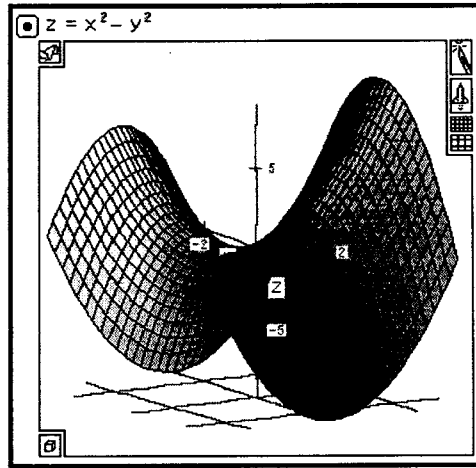
GSP 패키지를 활용하여 <그림-11>과 같이 그래프를 표현하고 온라인상의 콘텐츠를 통하여 학습자가 직접 그래프를 조작해봄으로써 수식이 표현하는 개념의 이해를 용이하도록 할 수 있다.



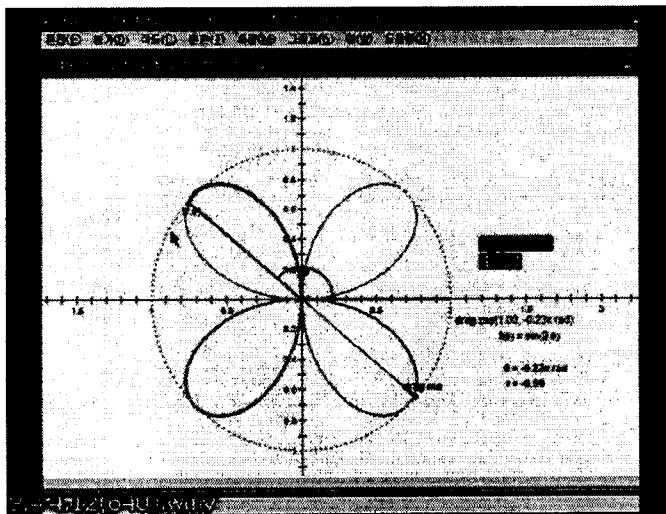
<그림-11> GSP 패키지 활용의 예

또한 LiveMath 패키지를 활용하여 <그림-12>와 같이 3차원 그래프를 손쉽게 구현하여 시각화하고 학습자가 직접 그래프를 동작시켜봄으로써 이해를 용이하게 할 수 있다.

개발된 콘텐츠들은 개별적인 활용 외에도 콘텐츠들을 실제로 강의에서 사용하는 방법 등을 <그림-13>과 같이 동영상 강의에 적용할 수 있다.



<그림-12> LiveMath 패키지 활용의 예



<그림-13> 동영상 강의 활용 예

이상의 몇 가지 온라인 교수·학습 자료를 제작하기 위한 소프트웨어의 구현 예를 살펴보았는데, 이것은 강사가 수업시간에 노트북 하나만 있으면 가능한 방법이다. 스탠포드 대학이나 MIT 등에서 초대형 제작 장비를 동원하여 전 강의를 녹화해 단순히 제공하는 방식이 아니라, PC 등 소형 장비로도 구현이 가능하며 더욱이 제7차 교육과정의 철학인 학습자가 능동적이고, 제공된 여러 가지 문제은행을 통하여 수준별 자율학습이 가능하도록 할 수 있다는 장점이 있다.

4. 결 론

이러한 종합적인 시스템의 개발 및 운영은 제7차 교육과정의 시행과 공학교육인증제의 실시라는 시대적 요청에 의하여, 사실 단위대학에서 추진해야할 과제는 아니라고 생각한다. 따라서 대한수학회와 같은 보다 큰 기관이나 여러 대학이 컨소시엄을 형성하여 개발, 운영하는 것이 보다 바람직하다고 생각하며 그렇게 함으로써 무차별한 이중 투자를 방지할 수 있고 향후 제도의 변화나 교육과정상의 콘텐츠의 업데이트도 유연성을 가지고 대응할 수 있을 것이다.

결론적으로 아직 완벽한 1차 결과물이 생산되지 못한 시점에서 하나의 계획만 제시한 느낌이 있으나, 적어도 이러한 아이디어는 긍정적으로 평가하여 누군가는, 또는 어느 기관에선가는 반드시 시행해야할 중요한 과제인 것만은 부정할 수 없을 것이다.

그렇게 함으로써 초·중등학교의 제7차 교육과정에서 파생되는 여러 가지 문제점들을 대학이 무리함이 없이 수용할 수 있고 공학교육인증제의 실시라는 시대적 조류에 부응할 수 있다는 점과 더욱이 기존의 학습방식보다는 학습자 스스로 흥미를 가지고 학업성취도를 향상시킬 수 있다는 점을 강조하고 싶다.

참 고 문 헌

- 나귀수·황혜정·한경혜 (2001). 수학과 교육목표 및 내용체계 연구(Ⅱ), 연구보고 RRC 2001-9, 서울: 한국교육과정평가원.
- 전재복 (2005). 수학과 교육과정의 개선 방향 탐색과 대학수학교육, 수학교육논총 제23집. pp.111-116. 서울: 대한수학회.
- 전재복 (2002). 교양수학교육의 바람직한 방향, 연세대학교 학부대학 워크샵.

Desirable Management of Basic Mathematics Curriculum in College

Jae-Bok Jun

Department of Mathematics, College of Natural Sciences, Kookmin University,

Seoul, 136-702 Korea

E-mail: jbjun@kookmin.ac.kr

We have had much speculation on how to solve problems and challenges arising from "The 7th Curriculum" of middle school education.

We suggest a scheme of curriculum appropriate to the current tendency to deal with those problems and challenges flexibly.

* ZDM Classification : D35

* 2000 Mathematics Subject Classification : 97A80

* Key Words : College Mathematics Curriculum, Engineering Education