

공과대학생들의 학습양식을 고려한 수학 교수-학습 모형 개발 및 적용

정 수 연 (순천대학교 대학원)[†]
강 윤 수 (순천대학교)

본 연구는 공과대학생들의 수학 학습 능력 향상을 위한 효과적인 교수-학습 모형을 개발하고 활용 방안을 제안하는데 그 목적이 있다. 이를 위해, 교수-학습과정에서 중요한 변인으로 작용하는 학생들의 학습양식과 수학학습태도를 조사하여 둘 사이의 연관성을 분석하였다. 그 결과, 연구대상자들은 의존적이고 참여적인 성향이 강한 것으로 파악되었기 때문에, 이런 성향의 학습자들이 능동적이고 적극적으로 참여할 수 있는 교수-학습 모형을 개발하기 위해 노력하였다. 개발된 교수-학습 모형을 한 학기 공업수학 강좌에 적용한 후 학생들의 반응을 조사한 결과, 이 모형은 공과대학생들이 메타인지적으로 자기 학습과정을 진단하고 조정하는 능력을 향상시켜 자기주도적으로 학습하는데 도움이 될 수 있다는 것을 확인하였다. 또한, 학생들이 수업에 적극적으로 참여하고 수학 학습에 긍정적인 태도를 갖게 하는 데도 영향을 미치는 것을 확인하였다.

I. 서론

우리나라의 수학교육은 학생들의 학업성취도 측면에서는 대체로 잘 되고 있다는 평가를 받고 있다. OECD(경제협력개발기구)가 주관하는 만15세 학생들을 대상으로 한 PISA(학업성취도 국제비교평가)의 2009년 평가에서 우리나라는 수학영역에서 OECD 국가 중 1~2위를 차지하였다. 또한, IEA(국제교육성취도평가협회) 주관으로 2011년 실시한 TIMSS(수학·과학 성취도 국제비교연구)에서도 우리나라 초등학교 5학년 학생들은 세계 2위, 중학교 2학년 학생들의 수학성취도는 세계 1위로 평가되었다.

하지만 각 대학에서는 대학생들의 수학성취도가 갈수록 낮아지고 있다고 우려한다. 특히, 전공 공부를 위해서는 수학적 지식이 반드시 필요한 이공계열 학과에 입학하는 대학생들조차도 수학 실력이 예전에 비해 많이 저하되어 있다. 이처럼 수학 기초지식이 부족한 상태로 이공계열에 입학하는 학생도 많지만 학생들 간의 실력 차이도 커서 이공계열 전공에서는 수학교과 뿐 아니라 전공교과 수업을 진행하는데도 많은 어려움을 겪는 실정이다.

이와 같은 상황을 극복하고자 대학에서 수학교과를 담당하는 교수자들에 의해 대학수학 수업에 대한 실태조사를 바탕으로 교육과정 개편과 교수학습 방법 개선 방향을 탐색하는 연구들이 진행되었다. 심재동 외(2005)는 제7차 교육과정을 이수한 학생들의 수학 학습 능력을 분석하여 미분적분학 수업의 수준별 교육 필요성을 제안하였으며, 김영희 외(2006)는 수능 응시 영역에 따른 대학 교양수학 성취도 분석을 통해서 교양수학과정 개편의 필요성을 제안하였다. 표용수 외(2007)는 고등학교 선택형 교육과정에 따른 이공계열 신입생들의 학력 차와 저하된 문제해결력에 대한 문제점을 제기하고 이들을 위한 수준별 학습지도 방법과 각 전공과 연계한 맞춤형 교

* 접수일(2013년 6월 22일), 심사(수정)일(2013년 8월 30일), 게재확정일(2013년 9월 11일)

* ZDM 분류 : D45

* MSC2000 분류 : 97D40

* 주제어 : 공업수학, 학습양식, 수학 교수-학습 모형

† 교신저자 : syjeong@sunchon.ac.kr

수-학습 자료를 개발하였다. 또한, 홍대기 외(2008)는 공과대학 수학교육 강화 방안으로 기초수학교과 내용 개발, 기초수학 교과목 계열별 분반 수업, 수학교과목 내 선수교과 제도 도입, 수학강좌 개설 체계 개선 방안 등을 제안하였다. 이 외에도 김광환 외(2009), 표용수 외(2009, 2011), 표용수(2010)는 수준별 학습지도, Web 시스템을 활용한 강의, 기초학력 부진 학생들의 효율적인 학습지도 방안 등 대학생들의 수학학습 능력을 신장시키기 위한 다양한 개선방안을 제안하였다.

이처럼 대학 수학교육 관련 선행연구는 대부분 이공계열 학과 학생들을 대상으로 교양수학(미분적분학)을 어떻게 지도할 것인가에 집중되어 있으며, 대안으로 고등학교 교육과정, 대학 입시제도, 대학수학 교육과정 등의 개편 필요성을 주장하고 있을 뿐, 학습자들의 학습양식, 학습방법, 학습태도와 같은 학습상황에 대한 구체적인 변인은 거의 다루지 않고 있다. 따라서 대학생들의 수학학습 능력 향상을 위한 구체적인 교수-학습 방법에 대한 연구 또한 찾아보기 어렵다.

효과적인 교수-학습 방법이란 대부분 학습자들의 특성을 분석하여 그에 맞는 교수-학습 방법을 개발하려고 노력하는 과정에서 기대할 수 있다. 학습자의 특성 중 학습양식은 학습하는 과정을 나타내는 행동양식으로 학습습관, 학습방법, 학습요령 등을 총괄하는 복합적인 학습자의 성향으로 이를 통해 학생들이 선호하는 학습전략이나 학습습관 등을 예측하게 해준다. 따라서 학생들의 학습양식을 조사하는 것은 학생들이 선호하는 효과적인 교수 계획을 세우는데 도움이 된다. Rayner와 Riding(1997)의 분류에 근거하여 사회적-문화적 차원으로 분류되는 Riechmann과 Grasha(1974)의 학습양식에서는 학습을 지탱해 주는 선호하는 행동과 태도의 패턴으로 사회적, 정서적 관점이 제시되었다. 이것은 교실 수업상황에서 학습자의 전형적인 접근 방법을 기술하기 위해 사회문화적 상호작용의 측정 항목을 6개의 학습양식으로 분류하고 각 학습양식 성향이 강한 학습자의 특성, 선호하는 학습과제 및 전략, 교수방법을 제시하여 학습자가 가장 잘 학습할 수 있는 조건을 제시하기 때문에 교수-학습 모형을 개발하는데 도움이 된다.

본 연구는 공과대학생들의 수학학습능력 향상을 위해 교수-학습과정에서 중요한 변인으로 작용하는 학생들의 학습양식과 수학학습태도를 고려한 수학 교수-학습 모형을 개발하고 이를 활용한 교수-학습 방법을 제안하는데 그 목적을 두고 있다.

본 연구의 목적을 달성하기 위해 다음과 같은 연구문제를 설정한다.

- 첫째, 공과대학생들의 학습양식과 수학학습태도를 고려한 수학 교수-학습 모형은 어떻게 개발될 수 있는가?
- 둘째, 개발된 모형을 실제 수업에 적용하는 것은 학생들에게 어떤 영향을 미치는가?

본 연구에서는 연구참여자들을 지방에 위치한 한 대학교에 재학 중인 공과대학생들로 제한했기 때문에 이 연구의 결과를 일반화하는 데는 한계가 있을 수 있다.

II. 이론적 배경

1. Grasha와 Riechmann의 학습양식

학습자들의 학습하는 방식에 대한 관심은 1940년대 이래로 끊임없이 계속되었으며, 학습양식이라는 용어는 심리학에서 인지양식(cognitive style)이란 용어로 쓰이다가 1970년대에 들어와서 일반화되기 시작하였다(Riding & Cheema, 1991). 인지양식으로 쓰일 때에는 단지 개인에게 초점이 맞추어졌지만 교수-학습의 중요한 요인으로 응용되기 시작하면서부터 학습양식이라는 용어로 대체되기 시작하였다(백희수, 2009, 재인용).

학습양식이란 용어를 처음으로 사용한 이는 Thelen(1959)이다. Messick(1984)은 인지양식과 학습양식의 두 개

념을 구분하여 설명하였는데, 인지양식은 인지과정의 조직과 통제를, 학습양식은 학습전략과 지식 획득과정의 조직과 통제를 의미한다. Hunt(1984)는 학습양식을 학습자가 가장 잘 학습할 수 있는 학습조건이나 학습상황으로 보았고, 그것을 어떻게 학습하느냐 하는 방법을 말하는 것이지 무엇으로 학습하는가 하는 점을 설명하는 것은 아니라고 하였다. 결국 학습양식이란 학습이 이루어지는 과정에서 학습자가 지속적으로 선택하는 일정한 경향성을 띤 학습방법의 집합이다(임창재, 1994; Reichmann & Grasha, 1974; Kolb, 1984; Hunt, 1984; Dunn, 1989). 말하자면, 학습양식은 학습하는 과정을 나타내는 행동양식으로 학습습관, 학습방법, 학습요령 등을 총괄하는 복합적인 학습자의 성향이며, 새로운 개념이나 원리를 학습해 나가는 과정에서 개개인 나름대로 지식을 다루는 독특한 방식이다(전성연 외, 2007, 재인용).

학습양식은 학습자가 주어진 사태를 인지하고 표상하는 방식과 환경과의 관계에서 판단하고 반응하는 방식에 따라 두 가지로 나눌 수 있다. 전자는 사태를 표상하고 정보를 처리하는 방식으로서 전체적-분석적 차원과 언어적-표상적 차원으로 분류(Riding & Cheema, 1991)되며, 후자는 주어진 환경에 대응하여 판단하고 반응하는 방식에 따라서 개인적-환경적 차원과 사회적-문화적 차원으로 분류(Rayner & Riding, 1997)된다(전성연 외, 2007, 재인용).

Reichmann과 Grasha(1974)는 학습을 지탱해주는 행동과 태도의 패턴으로서 사회적, 정서적 관점을 제시하고 사회문화적 특성이 내재된 학습상황을 개인에게 제공하면 개인이 어떤 선호 경향이 나타나는지를 주로 다루었다(전성연 외, 2007, 재인용). Reichmann과 Grasha(1974)는 학습태도와 학생들의 견해 및 반응을 연관시켜 학습양식을 생각했다. 그들은 학습양식을 학습에 대한 학생들의 태도, 교사와 동년배 그룹에 대한 학생들의 견해, 수업 과정에 대한 반응에 따라 달라진다고 보아 세 가지 양극적 차원인 참여적/회피적, 독립적/의존적, 협동적/경쟁적 차원의 양식으로 분류하였다. 또한, 그들은 수업상황에서 학습자가 어떻게 배우고 적응하는지를 구분하여 학습자가 가장 잘 학습할 수 있는 조건을 제시하였다(박소현, 2005, 재인용).

첫 번째의 참여 대 회피(Participant/Avoidant)는 학습자가 어느 정도로 교실 환경에 참여하고 싶어하고 교실 활동에 반응하며 학습에 적극적인 태도를 보이는가를 측정하며, 두 번째의 독립 대 의존(Independent/Dependent)은 학습자가 학습 환경 속에서 교사에 대해 갖는 태도, 자유와 통제를 어느 정도로 바라보는가를 측정하고 세 번째의 경쟁 대 협력(Competitive/Collaborative) 차원은 개체가 타인과 상호작용하려는 동기의 정도를 측정한다. 만약 한 개인이 독립형 학습양식을 갖고 있다면 그는 상대적으로 의존형 학습양식을 갖기가 어렵다. 이런 논리는 나머지 두 부류에서도 마찬가지로 적용될 수 있다. 그러나 한 개인의 학습양식을 반드시 그렇게 양극적으로만 생각하기는 어렵다는 점도 고려할 필요가 있다. 예컨대 한 학습자가 비록 경쟁적이라 하더라도 특정 학습에 있어서는 다소간에 협동적인 성향을 띠 수도 있다는 가능성을 배제하기는 어렵다. 수학기간에는 회피적인 학생이 체육에 자신이 있을 경우에는 체육시간에 참여적으로 될 수도 있기 때문이다. 즉 학습양식 유형은 학습과제의 특성에 따라 실제로 일어나는 학습상황과의 전체적인 맥락에서 고려되어야 한다(백희수, 2009). 다음 <표 1>은 6개 차원의 학습자에게서 나타난 특징적 차이를 비교한 것이다.

<표 1> 6개 차원의 학습자의 특징 비교 (전성연외, 2007)

구분	참여자형 학습자	회피자형 학습자
학습자적 특성	내용에 대해 알기를 원한다. 학습활동을 즐긴다. 배우고 익히는데 적극적이다. 고분고분하며, 지시에 잘 따른다.	내용을 아는데 관심이 적다 학습활동에 무관심하다. 공부에 통 관심이 없다 고분고분하지 않으며, 지시에 적대적이다.
선호하는 학습과제 및 전략	난이도가 위계적인 과제 논리적으로 풀어가는 과제 주어지는 문제나 과제를 적극적으로 풀어	다루고 이해하기 쉬운 과제 상호관계를 조정할 수 있는 스캐폴딩 과제 자기열등감이나 자아손상이 최소화 될 수 있는

	가며, 타인에게 인정을 받고자 노력한다.	활동을 선호한다.
선호하는 교수방법	개별화 수업방식 제시, 설명식 교수 과제를 읽는 수업, 열정적 정보제시	협동적인 수업방식 제시, 탐구식 교수 교사의 열성과 간섭 줄이기
구분	독립자형 학습자	의존자형 학습자
학습자적 특성	매사에 스스로 문제를 해결하는 편이다. 철저하게 과제를 완성한다. 반응적이다. 개방적인 사고자다.	가이드를 하는 교사와 유대감을 유지하려 노력 한다. 지지와 같은 외적인 동기가 절실하다. 비반응적이고, 호기심이 낮은 편이다. 최소한의 것만 해내려 하고 리드에 잘 따른다.
선호하는 학습과제 및 전략	자기주도 과제, 독립적 학습	교사개발 과제, 교사의 지도하에 목표 성취
선호하는 교수방법	개별화 수업, 프로젝트 수업	강의식 수업, 설명식 수업
구분	협동자형 학습자	경쟁자형 학습자
학습자적 특성	함께 어울리는 활동을 즐긴다. 협동적이다. 협동을 즐긴다. 상호관계를 유지하는데 관심이 많다 집단 활동에 적극적이다.	자기중심적이고 개인적 활동을 한다. 독자적이다 남을 앞지르고 이기는 것에 관심이 있으며, 자 기만족에 집착한다. 승패가 분명한 게임을 즐긴다. 내기를 걸거나 집단 게임을 즐긴다.
선호하는 학습과제 및 전략	풀어가는 과제 개인 프로젝트보다 그룹과제 협력해서 문제의 해결점을 밝히려 한다.	리더십 과제 수업시간에 적극적이며, 질문을 통해 의문점을 해결한다.
선호하는 교수방법	사회적 분위기를 조성한다. 급우 간 평가와 대화와 토론을 통해 상호 장, 단점 지적하기	다양한 교수방법 교사의 평가, 권위적인 평가가 이루어져야 함

앞서 밝힌바와 같이 Riechmann과 Grasha(1974)는 사회적 문화적 지각을 통해 학생들이 교실에서 적응하는 방법으로 학습 선호 양식을 다루었으며 이를 측정하기 위한 도구로 학생 학습양식 척도(SLSS: Student Learning Style Scale)를 개발하였다.

Riechmann과 Grasha(1974)가 공동 개발한 SLSS는 정보가 어떻게 지각되고 조직되느냐보다는 학교 학습에 관한 학생의 태도, 교사나 동료 학생에 대한 견해, 교실수업에 대한 반향 등에 초점을 두고 여섯 가지 교실 내의 상호작용에 관해서 대학생과 고등학생들의 성향을 측정하도록 구성된 90개 항목의 자기보고식 도구로, 여섯 가지 유형들마다 각각 15개의 하위 문항으로 이루어져 있다. Ferrell(1983)의 연구 보고에 의하면, SLSS는 검사-재검사에서 비교적 높은 신뢰도를 가지며, 검사도구 개발에 사용된 방법에 있어서도 구성 타당도를 높게 인정받고 있다(백희수, 2009, 재인용).

III. 연구방법 및 절차

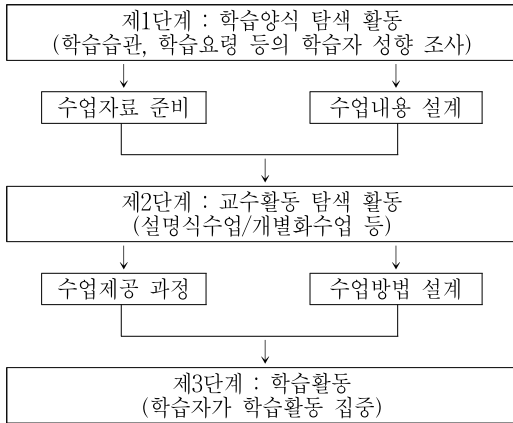
이미 언급한 바와 같이, 이 연구에서는 목적 달성을 위해서 두 개의 연구문제를 설정하였다. 이 장에서는 각각의 연구문제를 해결하는데 필요한 연구 방법과 진행 절차를 차례대로 제시하고자 한다.

1. 연구 절차

본 연구의 첫 번째 연구문제는 공과학생들의 학습양식을 고려한 교수-학습 모형을 개발하는 것인 바, 학생들

의 학습양식을 어떻게 조사하고 그 결과를 어떤 과정에 어떻게 반영하여 교수-학습 모형을 개발하느냐가 중요하다. 이 연구에서 학생들의 학습양식을 토대로 일반적인 교수활동 모형의 단계에 따라 수행한 연구절차를 순서대로 나타내면 다음 그림과 같이 3단계로 나누어 볼 수 있다.

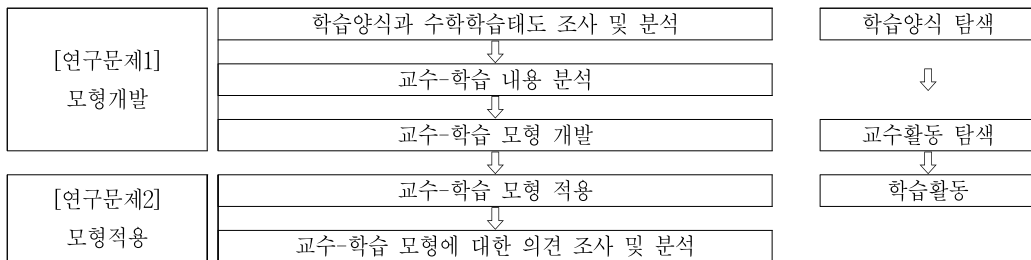
<그림 1> 학습양식에 기초한 교수활동 모형 흐름도



첫 번째 단계인 학습양식 탐색 단계는 학습자의 출발점 행동을 진단하는 중요한 절차로 이를 통해서 수업자료 및 수업내용의 준비가 효율적으로 이루어질 수 있다. 두 번째 단계인 교수활동 탐색 단계는 학습자의 학습양식을 기초로 준비한 학습내용 및 학습 자료를 수업에 투입하여 성공을 거두기 위해서는 어떤 교수방법이 적절하며 어떻게 실행에 옮길 것인지에 관해 설계하고 이해하는 것으로 여기서 실제 수업모형을 채택할 수 있다. 마지막 단계인 학습활동 단계는 학습자가 직접 학습활동에 집중하는 단계이다.

앞서 제시한 2개의 연구문제를 해결하기 위해 위의 흐름도에 기반하여 수행한 연구절차는 다음과 같다.

<그림 2> 연구절차



2. 연구 대상

‘연구문제1’을 수행하기 위해 S대학교에서 2011년 1학기에 개설된 ‘공업수학 I’ 과목을 수강 신청한 학생들을 연구대상자로 선정하였다. ‘공업수학’이라는 교과는 공과계열의 대부분 학과에서 미적분학을 2학기 동안 수강한 학생들이 전공필수로 이수하도록 지정된 과목인데, 이 강좌를 수강한 5개 학과 총 163명을 대상으로 학생들의 학습양식과 수학학습태도를 알아보기 위한 설문조사를 실시하였다.

<표 2> 일반적인 특성 빈도분석

문항	구분	빈도(명)	비율(%)
성별	남	127	81.9
	여	28	18.1
학년	2학년	135	87.1
	3학년	8	5.2
	4학년	12	7.7

회수된 설문지 중 응답이 불성실한 8명을 제외한 155명의 설문지 결과를 최종 분석에 사용하였다. 분석 결과, 확인된 연구대상자의 일반적인 특성은 다음과 같다. 공과계열 특성상 남학생의 비율이 여학생의 비율보다 약 4.53배 많았다. 또한 인문계 고등학교 출신이 전문계 고등학교 출신보다 약 5.75배 많았으며 특히 인문계 출신 중 이과 출신이 대부분을 차지

출신고교 계열	인문계문과	15	9.7
	인문계이과	117	75.5
	전문계	23	14.8

하고 있었다. 하지만 수학능력시험의 수리영역에서 나형을 선택한 학생들이 많았다.

‘연구문제2’를 위해 이 연구에서 개발된 교수-학습 모형을 S대학교에서 2011년 2학기에 개설된 ‘공업수학II’ 교과목에 적용하였다. 이 강좌는 학기 초에 총 40명으로 수업이 시작되었으나 중간에 휴학한 학생, 수업에 참여하지 않은 학생, 응답이 불성실한 학생 등을 제외한 29명을 대상으로 교수-학습 모형의 적용 효과에 대한 의견을 수렴하였다.

3. 검사 도구

‘연구문제1’을 수행하는데 필요한 검사도구는 일반적인 특성을 포함한 학습양식과 수학학습태도 등 두 개의 영역으로 구성하였다. 일반적인 특성을 제외한 나머지 영역에 대한 측정 도구는 Likert의 5점 척도를 사용하여 측정된 점수에 의미를 부여하였다.

학습양식을 측정하기 위한 도구는 임창재(1984)가 GRSLSQ³⁾(Grasha & Reichmann, 1975)를 기초로 한국대 학생을 고려하여 수정한 것을 사용하였다. 임창재가 제작한 학습양식 도구는 독립적-의존적, 협동적-경쟁적, 참여적-회피적 학습양식 등 6가지로 분류되었으며, 각 학습양식별로 12문항씩 총 72문항으로 구성되어 있다. 본 연구에서 활용된 검사도구는 개발된 교수-학습 모형과 관련이 깊은 독립적-의존적, 참여적-회피적 등 4가지 학습양식 영역으로 제한하여 구성하였다.

수학학습태도를 검사하기 위한 검사도구는 한국교육개발원(1992)이 박경숙과 이해선(1976)의 ‘학업에 대한 자아 개념, 태도, 학습습관’ 검사지를 수정·보완한 수학학습태도 검사지를 사용하였다. 이 수학학습태도 검사도구는 교과에 대한 자아개념, 교과에 대한 태도, 교과에 대한 학습습관 등의 영역으로 구성되어 있다. 또한, 자아개념 영역은 2개의 하위영역인 우월-열등, 자신감-자신감 결여로 구성되어 있으며 태도 영역은 3개의 하위영역인 흥미-흥미 상실, 목적의식-목적의식 상실, 성취동기-성취동기 상실로, 학습습관은 3개의 하위영역인 주의집중, 학습기술 적용 및 자율학습 행동 등으로 구성되어 있다. 본 연구에서는 이와 같은 수학학습태도 문항을 모두 그대로 사용하였다.

검사도구의 신뢰도 분석 결과, 학습양식 중 독립성향, 참여성향, 회피성향을 묻는 문항에 대한 Cronbach α 값은 0.7이상으로 나타났으며 신뢰수준을 저해하는 항목이 없는 것으로 나타나 모든 문항을 분석에 이용하였다. 하지만 의존성향을 묻는 12문항에 대한 Cronbach α 값은 0.604이며 네 문항(17번, 19번, 20번, 22번)을 제외한 8개 문항에 대한 신뢰수준이 0.696로 나타나 이들 4개 문항을 제외한 나머지 문항만 분석에 이용하였다.

한편, 수학학습태도 영역 문항에 대한 신뢰도 분석 결과, Cronbach α 는 최소 0.65이상(교과에 대한 자아개념: 0.914, 교과에 대한 태도: 0.877, 교과에 대한 학습습관: 0.877)으로 신뢰수준을 저해하는 항목이 없는 것으로 나타나 모든 항목을 분석에 이용하였다.

4. 자료 수집

‘연구문제1’을 수행하기 위한 설문조사를 위해 연구자가 2011학년 1학기 시작 전에 공업수학을 담당하는 교수님들을 방문하여 연구목적과 설문지를 직접 설명한 후에, 각 강좌의 오리엔테이션 시간에 직접 방문하여 설문조사를 실시하여 학생들이 자기기입방법으로 완성한 설문지를 회수하였다.

‘연구문제2’의 자료 수집을 위해 연구자가 2011학년 2학기 중강 시간에 해당 수업에 참여한 학생들을 대상으

3) GRSLSQ(Grasha Reichmann Student Learning Style Questionnaire): Grasha와 Reichmann(1975)이 표준화한 학습양식 검사 도구

로 설문조사를 실시하였다.

5. 자료 분석

‘연구문제1’을 수행하기 위해 SPSS 15.0을 이용하여 수집된 자료를 분석하였다. 먼저, 일반적인 특성 8개 문항에 대하여 빈도분석을, 학습양식, 수학학습태도에 대해서는 기술통계분석을 실시하였다. 다음으로 학습양식과 수학학습태도 간의 연관관계가 존재하는지를 파악하고 그 정도를 측정하기 위해 상관분석을 실시하였으며, 학습양식 4개의 하위요인이 수학학습태도에 미치는 영향을 살펴보기 위해 다중회귀분석을 실시하였다. 최적의 회귀식을 구하기 위하여 회귀모형에 포함될 변수를 선택하는 방법으로는 단계선택법을 이용하였다.

‘연구문제2’를 수행하기 위해서 수집된 설문 결과 중 전체적인 모형에 대한 의견을 묻는 문항에 대해서는 빈도분석을 실시하였으며, 공업수학에 대한 전반적인 느낌과 각 학습활동에 대한 의견을 묻는 개방형 문항에 대해서는 각 학습 자료의 특성에 근거하여 분석하였다.

IV. 연구결과

이 장에서는 본 연구에서 설정한 2개의 연구문제에 대하여 앞에서 제시한 연구절차에 따라 진행한 연구의 결과를 차례대로 제시하고자 한다.

1. 공과대학생의 학습양식을 고려한 수학 교수-학습 모형 개발

공과대학생들의 학습양식을 고려한 교수-학습 모형을 개발하기 위해 그들의 학습양식과 수학학습 태도를 확인할 필요가 있었다. 이를 확인하기 위해 실시한 설문조사 결과는 다음과 같다.

1) 설문조사 결과

(1) 공과대학생들의 학습양식과 수학학습 태도

<표 5> 학습양식 영역의 평균과 표준편차

차원	영역	최소값	최대값	평균	표준편차
독립-의존	독립적	1.56	4.89	2.883	0.561
	의존적	2.10	4.60	3.525	0.463
참여-회피	참여적	1.92	5.00	3.662	0.527
	회피적	1.00	3.58	2.198	0.589

<표 5>는 연구대상자 155명의 학습양식에 대한 설문조사 결과로, 4개의 학습양식 중 의존성향 점수와 참여성향 점수가 각각 독립성향 점수와 회피성향 점수보다 높아 연구대상자들의 학습양식은 의존적이면서 참여적인 성향이 강한 것으로 나타났다.

한편, 연구대상자들의 수학학습태도에 관한 조사 결과는 다음과 같다.

<표 6> 수학학습태도 영역의 평균과 표준편차

영역	하위영역	최소값	최대값	평균	표준편차
교과에 대한 자아개념	우월감-열등감	1.00	5.00	2.430	0.922
	자신감-자신감 상실	1.00	5.00	3.039	0.885
	전체	1.00	4.88	2.746	0.821
교과에 대한 태도	흥미-흥미 상실	1.00	5.00	2.968	0.815
	목적의식-목적의식 상실	1.50	5.00	3.482	0.654
	성취동기-성취동기 상실	2.00	5.00	3.495	0.614
	전체	1.93	5.00	3.336	0.576
교과에 대한 학습습관	주의집중	1.00	5.00	3.611	0.680
	자율학습(능동적 학습)	1.00	5.00	2.735	0.772
	학습기술 적용(능률적 학습)	1.50	5.00	3.234	0.655
	전체	1.80	5.00	3.095	0.569
전체		1.75	4.70	3.094	0.548

<표 6>은 수학학습태도에 대한 결과로, 교과에 대한 자아개념이 2.746로 보통(3점) 이하를 보였으며 특히 수학교과에 대한 우월감 영역의 점수는 2.430로 가장 낮았다. 또한, 교과에 대한 태도에서 흥미 영역이, 교과에 대한 학습습관 중 능동적 학습습관 영역이 보통 이하로 나타나 교과에 대한 흥미와 자율적인 학습습관이 부족함을 알 수 있었다. 이는 연구대상자들의 학습양식 중 의존 성향이 강한 것과 연관이 있음을 보여주는 것이다.

(2) 학습양식과 수학학습태도와의 관계

학습양식과 수학학습태도의 하위영역 간에 어떠한 관계가 있는지 살펴보기 위해 실시한 상관분석과 회귀분석 결과는 다음과 같다.

<표 7> 학습양식과 수학학습태도 간의 상관분석 결과

		학습양식			
		독립적	의존적	참여적	회피적
교과에 대한 자아개념	우월감-열등감	0.472(**)	0.090	0.206(*)	-0.278(**)
	자신감-자신감 상실	0.578(**)	0.071	0.378(**)	-0.424(**)
	전체	0.590(**)	0.068	0.331(**)	-0.383(**)
교과에 대한 태도	흥미-흥미 상실	0.514(**)	0.185(*)	0.460(**)	-0.540(**)
	목적의식-목적의식 상실	0.353(**)	0.268(**)	0.472(**)	-0.462(**)
	성취동기-성취동기 상실	0.425(**)	0.214(**)	0.509(**)	-0.551(**)
	전체	0.505(**)	0.239(**)	0.531(**)	-0.615(**)
교과에 대한 학습습관	주의집중	0.242(**)	0.464(**)	0.593(**)	-0.555(**)
	자율학습(능동적 학습)	0.522(**)	0.269(**)	0.559(**)	-0.555(**)

	학습기술 적용(능률적 학습)	0.596(**)	0.180(*)	0.563(**)	-0.459(**)
	전체	0.567(**)	0.310(**)	0.645(**)	-0.624(**)
	전체	0.613(**)	0.246(**)	0.575(**)	-0.622(**)

** 상관계수는 0.01수준(양쪽)에서 유의
* 상관계수는 0.05수준(양쪽)에서 유의

<표 7>은 학습양식의 4개 하위영역과 수학학습태도 간의 상관관계분석 결과를 나타낸 것이다. 수학학습태도와 독립성향과 참여성향과의 상관계수는 각각 0.613, 0.575로 강한 양의 상관관계를, 회피성향과의 상관계수는 -0.622로 강한 음의 상관관계를 보였다. 한편, 학습양식 중 의존성향과 수학학습태도는 약한 양의 상관관계를 보였다. 이는 학습양식이 독립성향이 높거나 참여성향이 높으면 수학학습태도는 긍정적이며 회피성향이 높으면 수학학습태도가 부정적임을 나타내며, 특히 수학학습태도의 하위요인 중 교과에 대한 자아개념과 독립성향과의 상관계수는 0.590으로 다소 높은 양의 상관관계를 보인 것에 비해 의존성향과의 상관계수는 0에 가까운 값으로 상관관계가 거의 없음이 드러났다.

이 결과를 바탕으로, 4가지 학습양식이 수학학습태도와 그 하위요인에 미치는 영향을 살펴보기 위해 실시한 다중 회귀분석 결과는 다음과 같다.

<표 8> 학습양식에 따른 수학학습태도와 그 하위영역의 다중회귀분석 결과

종속변수	독립변수	비표준화계수		표준화계수	t	유의확률	공차한계
		B	표준오차	Beta			
교과에 대한 자아개념	상수	1.201	0.404		2.972	0.003	
	독립적	0.761	0.098	0.521	7.752	0.000	0.892
	회피적	-0.296	0.094	-0.212	-3.156	0.002	0.892
	$R=0.623, R^2=0.388, \text{수정된 } R^2=0.380, F=48.254, p=0.000, \text{Durbin-Watson}=2.020$						
교과에 대한 태도	상수	2.763	0.405		6.825	0.000	
	회피적	-0.459	0.062	-0.469	-7.421	0.000	0.835
	독립적	0.360	0.063	0.351	5.713	0.000	0.886
	의존적	0.155	0.074	0.124	2.082	0.039	0.935
$R=0.704, R^2=0.496, \text{수정된 } R^2=0.485, F=49.438, p=0.000, \text{Durbin-Watson}=1.886$							
교과에 대한 학습습관	상수	1.744	0.366		4.769	0.000	
	참여적	0.318	0.075	0.295	4.265	0.000	0.574
	회피적	-0.336	0.063	-0.347	-5.361	0.000	0.654
	독립적	0.320	0.060	0.316	5.319	0.000	0.780
$R=0.765, R^2=0.586, \text{수정된 } R^2=0.577, F=71.108, p=0.000, \text{Durbin-Watson}=2.015$							
수학학습태도 전체	상수	2.074	0.346		5.986	0.000	
	회피적	-0.404	0.053	-0.433	-7.623	0.000	0.835
	독립적	0.460	0.054	0.471	8.528	0.000	0.886
	의존적	0.165	0.064	0.139	2.593	0.010	0.935
$R=0.770, R^2=0.592, \text{수정된 } R^2=0.584, F=73.157, p=0.000, \text{Durbin-Watson}=1.985$							

학습양식 4개의 하위양식과 수학학습태도 간의 영향관계를 파악한 결과 독립성향, 의존성향 점수는 수학학습태도에 정(+의 영향을 미쳤으며 회피성향은 부(-)의 영향을 미쳤다. 독립성향, 의존성향, 회피성향이 포함된 모형의 F통계값은 73.157, 유의확률은 0.000으로 모형에 포함된 독립변수는 유의수준 0.05에서 수학학습태도를 유의하게 설명하고 있으며, 수학학습태도 총변화량의 59.2%(수정 결정계수에 의하면 58.4%)가 모형에 포함된 독립변수에 의해 설명되고 있다. 개별 독립변수의 종속변수에 대한 기여도와 통계적 유의성을 검정한 결과, 유의수준 0.05에서 수학학습태도에 유의하게 영향을 미치는 독립변수는 독립성향($t=8.528$, $p=0.000$), 회피성향($t=-7.623$, $p=0.000$), 의존성향($t=-2.593$, $p=0.010$)이며, 독립변수의 상대적 기여도를 나타내는 표준화계수에 의하면 독립성향, 회피성향, 의존성향의 순으로 수학학습태도에 영향을 미치고 있음을 알 수 있었다.

학습양식 4개의 하위양식과 수학학습태도의 3가지 하위 영역간의 영향관계를 파악한 결과는 다음과 같다. 독립성향은 교과에 대한 자아개념에 정(+의 영향을, 회피성향은 부(-)의 영향을 미쳤으며 독립성향, 회피성향 순으로 교과에 대한 자아개념에 영향을 미치고 있음을 알 수 있었다. 회피성향은 교과에 대한 태도에 부(-)의 영향을 독립성향과 의존성향은 정(+의 영향을 미쳤으며 회피성향, 독립성향, 의존성향 순으로 교과에 대한 태도에 영향을 미치고 있음을 알 수 있었다. 마지막으로 교과에 대한 학습습관에는 학습양식 중 참여성향과 독립성향은 정(+의 영향을 회피성향은 부(-)의 영향을 미쳤으며 회피성향, 독립성향, 참여성향 순으로 영향을 미치고 있음을 알 수 있었다.

이러한 설문결과에 따르면, 학습양식 중 독립성향과 의존성향이 강하고 회피성향이 약할수록 수학학습태도에 긍정적인 영향을 준다. 그리고 교과에 대한 자아개념은 독립성향이 강하고 회피성향이 약할수록 긍정적이며 교과에 대한 태도는 독립성향과 의존성향이 강하고 회피성향이 약할수록 긍정적임을 알 수 있다. 교과에 대한 학습습관은 독립성향과 참여성향이 강하고 회피성향이 약할수록 긍정적임을 알 수 있다. 즉, 학습양식 중 독립성향은 수학학습태도의 모든 영역에서 긍정적인 영향을 미치지만 반대로 회피성향은 모든 영역에서 부정적인 영향을 미친다. 따라서 독립성향을 향상시키고 회피성향을 감소시키게 된다면 수학학습태도에 긍정적 영향을 기대할 수 있게 된다. 참여성향과 회피성향은 음의 상관관계가 있는 관계로 참여성향을 더 이끌어 준다면 회피성향은 감소될 것이기 때문에 독립성향과 참여성향을 향상시켜주는 교수-학습 모형을 개발하는 것이 관건이다.

2) 교수-학습 내용 분석

공과계열의 학생들에게 공업수학이라는 교과는 선형대수, 상미분방정식, 편미분방정식의 원리를 응용하여 공학 관련 문제들을 모델링하고 해법을 익히는 것을 주목적으로 하는 전공필수과목이다. 본 연구에서는 공업수학 교과 내용 중 공과대학생이 공통으로 다루는 1계, 2계 상미분방정식과, Laplace 변환, 편미분방정식 내용을 중심으로 분석하였다. 미분방정식을 푸는 방법은 정성적, 해석적, 수치적방법 등 3가지로 구분할 수 있다. 정성적 풀이는 미분방정식의 해를 구하지 않고 해의 거동에 대한 정보를 얻는 방법으로 해곡선이 대략 어떤 모양인지를 알아내는 것이며, 해석적 풀이는 특정한 해법을 공부하고 이를 적용하여 미분방정식의 양함수 해나 음함수 해를 구하는 방법이다. 마지막으로 수치적 방법은 해석적인 풀이와 달리 해가 수식이나 방정식의 형태로 얻어지지 않으며, 해에 대한 정량적인 정보만을 제공하는 것으로 미분방정식의 해가 있어도 해를 해석적으로 구할 수가 없는 경우 해를 근사화하는 알고리즘을 이용하여 미분방정식을 풀이하는 방법이다.

본 연구에서는 미분방정식 학습내용 중 해석적 방법에 의한 해법을 익히는 과정에 초점을 맞추어 기초가 부족한 학습자들을 위해서 각 주제별로 학습하는데 필요한 선수학습 요소를 구체적으로 분석하고, 해석적 방법으로 해를 구하는 과정을 몇 단계로 분류하였다.

<표 9>는 1계, 2계 상미분방정식과, Laplace 변환, 편미분방정식 내용을 중심으로 그 내용을 교수-학습하기 위해 필요한 선수학습요소를 정리한 것이다.

<표 9> 공업수학 주요 내용 학습에 필요한 선수학습 요소

	주요학습 내용	선수학습 요소
미분방정식의 정의와 분류	미분방정식의 정의와 미분방정식의 해	방정식과 방정식의 해 의미
	미분방정식의 유형, 계수, 선형성에 의한 분류	도함수와 편도함수의 표현 1계 도함수와 고계 도함수
상미분방정식	1계 상미분방정식 모델링과 해법 - 분리 가능한 방정식, 선형방정식, 완전방정식의 해법 - 대입법에 의한 미분방정식 해	미분과 적분 편미분과 다중적분
	2계, 고계미분방정식 모델링과 해법 - 상수계수, 변수계수 동차방정식의 해 - 미정계수법과 매개변수 변환법에 의한 비동차방정식의 해	방정식의 해, 인수분해, 항등식, 미정계수법, 행렬식
	Laplace 변환을 이용한 해 구하기 - Laplace 변환 정의 - Laplace 변환과 역변환 - Laplace 변환을 이용한 미분방정식의 해	특이적분 부분분수
편미분방정식	Fourier 급수 - Fourier 급수, Fourier 코사인, 사인 급수 - 반구간 전개	급수, 벡터
	편미분방정식의 모델링과 해법 - 분리 가능한 편미분방정식 해 - 열방정식, 파동방정식, Laplace 방정식과 분리 가능한 해	상미분방정식 해 Fourier 급수 반구간 전개

Laplace 변환을 이용한 상미분방정식 해 구하기와 분리 가능한 편미분방정식 해 구하기에 대한 해석적 풀이 단계는 <표 10>과 같다.

<표 10> 상미분방정식과 편미분방정식의 해를 구하기 위한 단계

공업수학 학습내용	해를 구하기 위한 단계
상미분방정식 - Laplace 변환을 이용한 미분방정식의 해 구하기	단계1. 미분방정식의 Laplace 변환 단계2. 대수방정식 정리 및 해 구하기 단계3. Laplace 역변환으로 미분방정식의 해 구하기
편미분방정식 - 분리 가능한 편미분방정식 해 구하기	단계1. 편미분방정식을 2개의 상미분방정식으로 분리 단계2. 편미분방정식의 경계조건으로부터 상미분방정식의 경계조건을 구하기 단계3. 단계1에서 구한 2개의 상미분방정식에 대한 해 구하기 단계4. $u_n(x,t)$ 구하기 단계5. $u(x,t)$ 형태로 정리하기 단계6. 주어진 조건을 만족하는 $u(x,t)$ 구하기

3) 교수-학습 모형 개발

본 연구의 대상자들은 의존적이며 참여적인 성향이 강한 학습자들로 선행연구에 따르면 이런 성향의 학습자일수록 교수중심, 내용중심의 교수방법을 선호하기 때문에 교수자 중심 수업기반 모형을 계획한다. 또한 독립성향이 강하고 회피성향이 약할수록 수학학습태도에 긍정적인 영향을 주며, 회피성향은 참여성향과 음의 상관관계를 가지고 있기 때문에 독립성향과 참여성향을 높이는 교수-학습 방법이 필요하다.

(1) 교수-학습 모형 개발 방향

첫째, 본 연구의 연구대상자들의 학습양식을 조사한 결과, 의존성향과 참여성향 점수가 높기 때문에 교수자 중심 수업모형을 기반으로 한다.

교수자 중심 수업이 학습자의 정의적 발달을 위한 학습자 중심의 수업보다 비효과적인 수업전략으로 알려져 있지만 권낙원(1991)은 기초기능이 부족한 학생에게는 오히려 더 효과적이라는 것을 밝혔다. 또한 Borich(1996)에 따르면, 적절하고 적합한 목적, 적합한 내용, 적절한 시기에 활용될 때, 학생들이 스스로 교과 내용을 학습하기 어려운 상황에서, 자기주도적 학습능력이 부족한 학생들을 위해 교사가 학습 내용을 적극적으로 제시함으로써 흥미를 유발시킬 수 있다(권낙원 외, 2009, 재인용). 교수자 중심 수업의 일반적인 진행 형태는 학습내용의 소개와 점검, 학습내용의 제시, 지도하에서의 연습, 자율적 연습의 4단계로 구성된다. “학습내용 소개와 점검” 단계에서는 전시간의 학습내용을 개관하고 학습목표와 학습할 내용을 소개하며 “학습내용 제시” 단계에서는 다양한 예를 제시하고 적절한 보충설명으로 수업내용을 이해했는지에 대해 계속해서 점검하며 “지도하에서의 연습” 단계에서는 문제해결 성공률을 높여주기 위해 적극적인 참여를 유도하고 “자율적 연습” 단계에는 학생들 스스로 문제를 해결하고 학습내용과 상호작용할 수 있도록 진행한다.

둘째, 본 연구의 대상자들의 회피성향은 낮고 참여성향이 높으므로 참여적인 성향을 더욱 더 높일 수 있도록 연구자들이 직접 개발한 학습 자료와 활동지를 활용한다.

학습자료는 정수연, 송영무(2011)에 의해 공업수학 교재에서 다루는 내용 중 전공교과 교수와 검토 하에 전공 학습에 필수적인 학습내용을 중심으로 장과 절을 구성하고 교수자 중심의 수업 틀에 근거하여 도입, 전개, 정리, 과제 등 4단계로 개발되었다. 도입단계에서는 학습주제와 관련된 전공내용을 기술하고, 전개단계에서는 학습주제와 관련된 선수학습내용을, 정리단계에서는 각 전공 내용과 연계된 예시문제를 학습내용과 관련지어 해결하며, 마지막으로 과제단계에서는 학습내용을 전공에서 응용할 수 있도록 과제를 제시하였다.

도입단계에서 학습주제와 관련된 전공내용을 제시한 이유는 학습할 내용의 직접적인 가치를 발견하였을 때 능동적인 학습이 수행될 수 있기 때문이다. 전개단계에서 선수학습 내용을 기술한 이유는 기존의 지식과 연결해서 새로운 지식을 유의미하게 획득할 수 있도록 유도하기 위함이다. 또한 기초학습이 부족한 학생들을 위해 선수학습 내용을 제시함으로써 학습 장면으로의 접근을 돕고자 하였다. 활동지는 본 연구에서 다룬 3가지 주제 중 Laplace 변환을 이용한 상미분방정식 해 구하기, 분리가능한 편미분방정식의 해 구하기 과정을 몇 단계로 구분해 놓은 활동지를 개발하였다. 활동지는 학생들의 적극적인 참여를 유도하기 위해 교수-학습 모형의 ‘지도하의 연습’ 단계에서 활용한다.

셋째, 본 연구의 대상자들의 독립성향 점수는 다른 학습양식에 비해 비교적 낮게 나타났다. 따라서 학습자들이 독립적으로 학습할 수 있는 기반을 마련하기 위해 교수-학습 모형에 정리 단계를 체계화하여 학생들이 학습 내용을 생각하고 자신의 학습태도 및 방법을 검토하도록 도와주며 교수-학습에 능동적으로 참여하도록 복습 노트정리, 문제풀이 과제 및 학습일지를 활용한다.

교수-학습 모형의 정리 단계를 지도하의 정리, 자율적 정리로 구분하여 ‘지도하의 정리’ 단계에서는 학습자료와 활동지를 이용하여 학습목표와 연결을 하고, 다음 차시에 학습하게 될 주제 소개를 통해서 스스로 학습내용을 확인해보도록 하였다. 이에 반해, ‘자율적 정리’ 단계에서는 자율적으로 노트정리를 하고 과제 제출을 통해서 규칙적으로 복습활동을 하도록 유도하였다. 노트정리는 수업 시간에 배운 내용을 그대로 적지 않고 수업이 끝난 후에 학습한 내용을 스스로 정리하도록 유도하였다. 문제풀이에서 오답이 발생하였을 경우 그 과정을 다시 확인하고 정리하도록 하며, 과제는 학생들이 문제풀이를 통해서 학습 내용을 정리하는데 활용하도록 구성하고 제출된 과제 보고서는 평가에 반영하였다.

또한 학습내용에 대한 성취도 평가 후에 학습한 내용과 자신의 학습방법 및 습관에 대하여 정리해 보도록 함으로써 자신의 부족한 면이 무엇이며 향상된 것이 무엇인지를 스스로 반성하고 그 결과를 교수자와 공유하기 위해 학습일지를 작성하도록 유도하고 교수자가 제출된 일지에 대해 그때그때 피드백하였다.

<그림 3> 학습 자료 예

4) 평행이동정리

함수 그래프의 평행이동

① y 축 방향으로 평행이동
 상수 c 에 대해 $f(x+c)$ 의 그래프는 $f(x)$ 의 그래프를 y 축 방향으로 c 만큼 이동한 것이다.
 $c > 0$ 이면 왼쪽으로, $c < 0$ 이면 오른쪽으로 이동한다.

$y = x^2$ 과 $y = (x-1)^2$ 의 그래프를 살펴보자.
 $y = x^2 = f(x)$ 라고 하면 $y = (x-1)^2 = f(x-1)$ 이다.
 따라서 $f(x) = x^2$ 의 그래프를 오른쪽으로 1만큼 이동한 그래프이다.

② x 축 방향으로 평행이동
 상수 c 에 대해 $f(x)+c$ 의 그래프는 $f(x)$ 의 그래프를 x 축 방향으로 c 만큼 이동한 것이다.
 $c > 0$ 이면 위쪽으로, $c < 0$ 이면 아래쪽으로 이동한다.

$y = x^2$ 과 $y = x^2 + 1$ 의 그래프를 살펴보자.
 $y = x^2 = f(x)$ 라고 하면 $y = x^2 + 1 = f(x) + 1$ 이다.
 따라서 $f(x) = x^2$ 의 그래프를 위쪽으로 1만큼 이동한 그래프이다.

예제 1) 케이크를 오븐에서 굽었을 때 300°F이었고 3분 후에 200°F가 되었다. 케이크의 온도가 실온과 같은 70°F로 내려가면 얼마나 걸릴까?

위 문제를 해결하기 위한 식 $\frac{dT}{dt} = k(T-70)$, $T(0) = 300$

method 1) - 고전적인 미분방정식 해법

$$\frac{dT}{dt} = k(T-70) \rightarrow T-kT = -70k$$

적분인자 $e^{\int -kx} = e^{-kx}$.

적분인자를 미분방정식의 양변에 곱하면 $e^{-kx}(T-kT) = e^{-kx}(-70k)$

$$\frac{dT}{dt} e^{-kx} T = e^{-kx}(-70k)$$

이므로 양변을 적분하면 $e^{-kx} T = 70e^{-kx} + c$ 이 되고

양변을 적분인자로 나누면 $T(x) = 70 + ce^{kx}$ 이 된다.

초기조건 $T(0) = 300$ 를 만족하는 c 를 구하면 $300 = 70 + c$ 이므로 $c = 230$ 이다.

따라서 구하고자 하는 $T(x) = 70 + 230e^{kx}$ 이 된다.

method 2) - Laplace 변환 이용

$$\frac{dT}{dt} = k(T-70) \rightarrow T-kT = -70k \rightarrow -kT = -70k$$

① 양변에 Laplace 변환 적용 $\mathcal{L}\{T'-kT\} = \mathcal{L}\{-70k\} \rightarrow sT(s) - T(0) - kT(s) = \frac{-70k}{s}$

② 대수 방정식 $(s-k)T(s) = \frac{-70k}{s} + 300 \rightarrow T(s) = \frac{-70k}{s(s-k)} + \frac{300}{s-k}$

③ 양변에 Laplace 역변환 적용

$$\mathcal{L}^{-1}\{T(s)\} = \mathcal{L}^{-1}\left\{\frac{-70k}{s(s-k)} + \frac{300}{s-k}\right\} = \mathcal{L}^{-1}\left\{\frac{70}{s} - \frac{70}{s-k} + \frac{300}{s-k}\right\}$$

$$= \mathcal{L}^{-1}\left\{\frac{70}{s} + \frac{230}{s-k}\right\} = 70 + 230e^{kx}$$

따라서 구하고자 하는 $T(x) = 70 + 230e^{kx}$ 이 된다.

(1) s 축 상의 평행이동
 일반적으로 $\mathcal{L}\{f(t)\} = F(s)$ 를 안다면 함수 f 와 지수함수 곱의 Laplace 변환, 즉 $\mathcal{L}\{e^{at}f(t)\} = F(s-a)$ 로 평행이동 또는 이동시키는 것으로도 구할 수 있다. 이 결과를 제1 평행이동정리 또는 제1이동정리라고 한다.

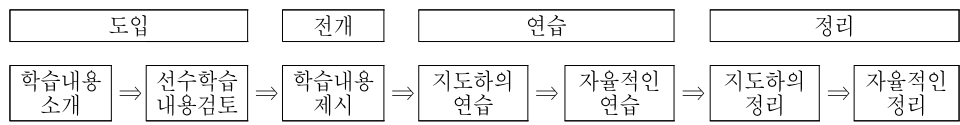
제1 평행이동정리
 $\mathcal{L}\{f(t)\} = F(s)$ 이고 a 가 임의의 실수이면 $\mathcal{L}\{e^{at}f(t)\} = F(s-a)$

(*) $\mathcal{L}\{e^{at}f(t)\} = \mathcal{L}\{f(t)\}_{s \rightarrow s-a}$: $s \rightarrow s-a$ 는 $f(t)$ 의 Laplace 변환 $F(s)$ 에서 s 를 $s-a$ 로 대치하는 것을 의미

(2) 교수-학습 모형

본 연구의 대상자들은 학습양식이 의존적이고 참여적인 성향이 강한 공과대학생들로 교수자 중심의 수업 모형이 더 효과적일 것으로 판단하였으며 이들의 기초학습 능력과 전공을 고려한 학습자료를 개발하였다. 학습자료나 활동지에 포함될 내용은 공업수학교과 내용 중 많은 전공에서 공통적으로 다루는 미분방정식 관련 내용을 반영하였다. 그런 다음, 노트정리와 과제 그리고 학습일지 작성을 유도하여 학습자들이 적극적으로 능동적으로 참여할 수 있도록 도와주는 교수-학습 모형을 개발하고자 하였다. 개발된 교수-학습 모형의 진행 형태는 다음과 같다.

<그림 4> 교수-학습 모형의 진행 형태

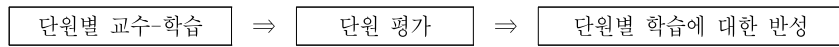


<그림 4>의 교수-학습 모형은 기존의 학습모형이 대개 1차시 동안 도입, 전개, 연습, 정리 단계를 거치게 되는 것과 달리, 다루어지는 공업수학 내용의 주제에 따라 진행되는 형태이다. 공업수학의 경우 한 주제에 대해서 1차시 동안 4단계를 거치지 못하는 경우가 종종 발생하므로 본 연구의 모형은 한 주제를 기준으로 위의 과정을 수행하도록 설계되었다. 도입단계의 학습내용 소개는 전에 학습한 내용을 점검하고 해당 주제의 학습내용을 전에 학습한 내용과 연결하여 소개한다. 선수학습 내용 검토 과정에서는 학습자료를 활용한다. 전개단계의 학습 내용 제시 과정에서는 미분방정식의 해석적 방법에 의한 해법 절차만을 가르치지 않고 왜 그러한 절차에 의해서 해를 구하는지에 대한 이유를 충분히 설명한다.

본 모형에서는 연습단계를 ‘지도하의 연습’ 단계와 ‘자율적인 연습’ 단계로 세분화하였다. ‘지도하의 연습’ 단계에서는 활동지를 수행하도록 한 후에 기본적인 문제를 해결한 학생들은 ‘자율적인 연습’ 단계에서 조금 더 상위 수준의 문제를 해결하도록 한다. 연습단계와 마찬가지로 정리단계에서도 ‘지도하의 정리’ 단계와 ‘자율적인 정리’ 단계로 세분화한 후 지도하의 정리 단계에서는 학습 자료와 활동지를 이용하여 학습내용을 학습목표와 연결하여 정리하도록 하고 ‘자율적인 정리’ 단계에서는 스스로 하는 학습활동으로 노트정리 및 과제 수행을 통해서 학습한 내용을 정리하도록 한다.

공업수학 학습내용에 대하여 학습주제별로 <그림 4>와 같은 형태로 교수-학습 과정을 진행한 후에는 단원별 평가를 실시하게 되는데 그 과정은 다음과 같다.

<그림 5> 단원별 평가 진행 형태



<그림 5>는 평가에 대한 교수-학습 진행 과정인데, 각 단원별 평가가 끝난 후에는 학습일지를 이용하여 학습내용에 대한 점검 및 학습방법과 학습습관에 대한 반성이 이루어지도록 한다.

2. 공과대학생의 학습양식을 고려한 수학 교수-학습 모형 적용

1) 교수-학습 모형 적용 대상 영역 및 절차

이 연구에서 개발된 교수-학습 모형을 한 학기 동안 공업수학 강좌에 적용한 과정을 주제, 소주제, 모형 적용 절차 등으로 구분하여 정리하면 다음과 같다.

<표 11> 교수-학습 적용 대상 및 과정 예시

구분	교수-학습 내용		학습활동
학기초	공업수학 I 내용 정리		학습정리노트
학기중	Laplace 변환 (소주제 : 5개)	주제1. Laplace 변환의 정의, 역변환과 도함수의 변환	학습자료
		주제2. LT 이용한 미분방정식 풀이	
		주제3. 제1평행이동정리와 LT변환을 이용한 초기값 문제	학습자료 활동지
		주제4. 제2평행이동정리와 LT변환을 이용한 초기값 문제	
		주제5. 추가적인 연산의 성질	
	노트검사(학습정리 노트 피드백)	학습정리노트	
	1차 Test - Laplace 변환	Test, 과제	
1차 Test 후 학습일지 작성	학습일지		
생략: Fourier급수, 편미분방정식 영역(각각 5개의 소주제)			
학기말	공업수학II 내용 정리		학습정리노트

<표 11>은 공업수학 강좌에 개발된 교수-학습 모형을 적용한 과정의 예시이다. 15개의 소주제에 대한 교수-학습이 이루어지는 동안 수업시간에는 학습자료와 활동지가 활용되었으며 수업 외에 학생들은 각 주제에 대해서 노트 및 과제를 작성하였다. 또, 세 영역이 각각 마무리될 때마다 학습내용을 정리하고 본인의 학습방법 및 학습습관을 반성할 기회를 제공하기 위해 학습일지를 작성하도록 하였다.

2) 교수-학습 모형에 대한 대학생들의 의견

본 연구에서 개발된 교수-학습 모형을 적용한 공업수학 수업에 참여한 학생들의 전반적인 만족도와 5가지 학습활동에 대한 구체적인 학생들의 반응을 정리하면 다음과 같다.

(1) 교수-학습 모형에 대한 대학생들의 평가

교수-학습 모형에 대한 만족도를 묻는 문항에 반응한 29명의 자료를 분석한 결과는 <표 12>와 같다. 6개의 문항에 대한 평균은 3.5점 이상으로 나타났다. 특히 '문항2'의 경우 5가지 학습활동을 활용한 공업수학 강좌의 학습방법이 적절한지를 묻는 문항의 평균은 4.10으로 높게 나타났지만, '문항6'의 이러한 학습방법이 본인에게 적절하였는지를 묻는 문항의 평균은 3.57로 본인의 학습에 바로 적용하는데는 다소 어려움이 있어 보였다.

<표 12> 교수-학습 모형에 대한 평가

문항	평균	표준편차
1. 5가지 학습활동을 활용한 공업수학 수업의 만족도	3.97	0.96
2. 5가지 학습활동을 활용한 공업수학 학습방법의 적절성	4.10	0.92
3. 5가지 학습활동을 활용한 공업수학 학습내용의 이해 정도	3.97	0.81
4. 5가지 학습활동을 활용한 공업수학 학습 후 수학에 대한 관심도	3.60	0.86
5. 5가지 학습활동 활용 순서의 적절성	4.07	0.78
6. 5가지 학습활동을 활용한 학습과 본인 학습방법 사이의 연계성	3.57	0.97

공업수학 수업에 대한 전반적인 느낌과 의견을 묻는 개방형 문항에 대한 몇몇 학생들의 의견을 정리하면 다음과 같다.

...교수님 말씀 하나하나를 더 필기 했고, 그것을 읽으면서 새롭게 다시 이해하고 내 것으로 만드는 과정이 복습-노트 정리 시간이었다. 노트정리를 하지 않았다면 공업수학은 막막한 과목이었을 것 같다[A학생]

...레포트 문제도 여러 번 풀다 보니 어느 정도 감을 잡았다. 그래서 수학수업이 재미있어지고 교수님의 간섭이 맨 처음 싫었지만 나중에는 그 간섭 때문에 수학공부를 더 열심히 하게 된 것 같다. 그리고 활동지와 노트정리를 하면서 어느 정도 내 방식으로 공부하는 방법을 터득한 것 같다[B학생]

....가장 좋았던 건 설문지나 노트를 통해 교수님께 저의 생각을 표현할 수 있어서 좋았습니다. 그리고 수학문제를 풀면서 시간 가는지 몰랐던 적은 처음입니다. 많은 경험을 하게 해 주시고 싫어하는 수학을 좋게 만들어 주셔서 감사합니다[C학생]

....다른 수학 수업과는 달리 활동들을 많이 하였습니다. 특히 활동지와 노트정리는 공업수학에 꾸준한 관심을 가지고 배울 수 있게 해주는 활동이었습니다. 또한 교수님이 노트정리나 레포트를 채점해 주셔서 제가 부족한 부분을 바로 알고 보완하기 위해 노력했던 것 같습니다[D학생].

(2) 교수-학습 모형에서 활용한 5가지 학습활동에 대한 의견

5가지 활동 중 가장 좋았던 그리고 가장 안 좋았던 학습활동을 순서대로 선택하는 문항에서 첫 번째로 선택한 활동에 대한 빈도분석과 첫 번째와 두 번째로 선택한 활동에 대한 다중응답처리 빈도분석을 하였다. 문항 7-2는 총 응답자 29명 중 1명이 2번째 활동을 선택하지 않아서 총 57명의 결과가 분석되었다. 문항 8-2는 총 응답자 29명 중 1명이 응답하지 않아 총 56명의 결과가 분석되었으며 그 결과는 <표 13>와 같다.

<표 13> 모형에서 제시한 5가지 활동에 대한 의견

	학습 자료	활동지	노트 정리	레포트	일지
7-1. 5가지 활동 중 가장 좋았던 학습활동	19명 (65.5%)	3명 (10.3%)	5명 (17.2%)	1명 (3.4%)	1명 (3.4%)
7-2. 5가지 활동 중 좋았던 학습활동 순으로 2가지	26명 (45.6%)	11명 (19.3%)	11명 (19.3%)	8명 (14.0%)	1명 (1.8%)
8-1. 5가지 활동 중 가장 안 좋았던 학습활동	1명 (3.4%)	6명 (20.7%)	9명 (31.0%)	2명 (6.9%)	11명 (37.9%)
8-2. 5가지 활동 중 안 좋았던 학습활동 순으로 2가지	3명 (5.4%)	7명 (12.5%)	15명 (26.8%)	9명 (16.1%)	22명 (39.3%)

5가지 학습활동 중 학생들이 가장 좋았다고 평가한 학습활동은 학습자료(프린트)였으며 다중응답처리 분석결과는 문제풀이 단계를 제시한 활동지와 스스로 학습한 내용을 정리한 노트정리로 나타났다. 반면에 가장 안 좋았던 학습활동은 일지로 나타났으며 다중응답처리 분석결과는 일지와 노트정리로 나타났다. 노트정리 학습활동은 2개를 선택하도록 한 다중응답 결과의 좋았던 학습활동과 안 좋았던 학습활동 두 가지 측면에서 모두 선택된 활동으로 나타났다.

구체적으로 각 학습활동이 공업수학 학습에 어떤 면이 긍정적이었으며 또 어떤 면이 부정적이었는지에 대한 학생들의 반응을 분석한 결과는 다음과 같다.

가. 학습자료(프린트) 활용

학습자료(프린트)에 대한 학생들의 반응은 대체로 긍정적이었으며, 그들은 대개 내용과 형식의 두 가지 측면에서 긍정적인 평가를 했다. 학생들은 양이 많아 요점 파악이 힘든 공업수학 교재와 달리 프린트물은 핵심적인 내용이 잘 요약되어 있어서 부담이 적고 활용하기도 편했다는 반응을 보였다. 이에 반해, 소수이긴 하지만 프린트물에 의존하게 되어 책을 잘 보지 않게 된다는 반응도 있었다. 이와 관련된 학생들의 반응을 키워드 중심으로 살펴보면 다음과 같다.

학습자료 활용에 대한 학생들의 반응: 부담감이 적음, 쉽게 찾을 수 있음, 휴대가 편함, 필요한 것을 한 번에, 짜임새가 좋음, 한 눈에 보기 편함, 간결하게 정리, 다른 단원과 비교 가능, 내용 찾기가 빠름, 알기쉽게 정리, 요점 확인이 편함, 요약정리, 핵심이 담겨 있음, 큰 기둥 같은 역할, 이해하기 쉬움, 선수학습 내용과 연계, 핵심 파악이 쉬움, 정리된 개념을 한 눈에 볼 수 있음, 기초지식이 도움, 핵심을 잡을 수 있게 함(이상 긍정적 반응). 본 교재를 자세히 보지 않게 됨, 프린트물만으로는 한계, 중요한 내용이 빠진 경우가 있음, 문제 풀이에 대한 자세한 설명 필요, 오타가 있는 경우가 있음(이상 부정적 반응).

나. 활동지 활용

활동지가 단계적으로 문제를 해결하도록 구성되어 있어서 문제해결 순서를 정확히 알 수 있었고, 능동적으로 해결하면서 자신의 부족한 부분을 알 수 있게 해 준다는 측면에서 가장 많은 학생들이 긍정적으로 평가하였다. 한편, 학생들은 활동지에 포함된 문제해결 단계를 이해하지 못하거나 스스로 생각한 해결 방법과 제시된 해결 단계가 다를 때 활동지를 수행하는 것이 어렵거나 불편했다는 점을 지적하였다.

<그림 6> 활동지 작성 예

2. Laplace 변환을 이용하여 주어진 초기값 문제를 풀라.
 (a) $y(0) = 2, y'(0) = 17$ 일 때 $y'' - 6y' + 9y = t^2 e^{3t}$

단계1. 미분방정식의 Laplace 변환

$$y = Y(s)$$

$$y' = sY(s) - y(0)$$

$$y'' = s^2 Y(s) - sy(0) - y'(0)$$

$$s^2 Y(s) - sy(0) - y'(0) - 6sY(s) + 6y(0) + 9Y(s) = \frac{2}{(s-3)^3}$$

$$(s^2 - 6s + 9)Y(s) = 2s - 12 + 17 + \frac{2}{(s-3)^3}$$

단계2. 대수방정식 해 구하기

$$Y(s) = \frac{2s+5}{(s-3)^2} + \frac{2}{(s-3)^3}$$

$$\frac{A}{s-3} + \frac{B}{(s-3)^2} \rightarrow A(-2A+B) = 2s+5$$

$$A = 2, B = 11$$

$$= \frac{2}{s-3} + \frac{11}{(s-3)^2} + \frac{2}{(s-3)^3}$$

단계3. Laplace 역변환으로 미분방정식의 해 구하기

$$L^{-1}\{Y(s)\} = 2L^{-1}\left\{\frac{1}{s-3}\right\} + 11L^{-1}\left\{\frac{1}{(s-3)^2}\right\} + 2L^{-1}\left\{\frac{1}{(s-3)^3}\right\}$$

$$y(t) = 2 \cdot 1 \cdot e^{3t} + 11t \cdot e^{3t} + 2 \cdot \frac{1}{2!} t^2 \cdot e^{3t}$$

$$= 2e^{3t} + 11te^{3t} + \frac{1}{2} t^2 e^{3t}$$

(b) $y(0) = 0, y'(0) = 0$ 일 때 $y'' + 4y' + 6y = 1 + e^{-t}$

단계1. 미분방정식의 Laplace 변환

$$s^2 Y(s) - sy(0) - y'(0) + 4sY(s) - 4y(0) + 6Y(s) = \frac{1}{s} + \frac{1}{s+1}$$

$$(s^2 + 4s + 6)Y(s) = \frac{1}{s} + \frac{1}{s+1} = \frac{2s+1}{s(s+1)}$$

$$Y(s) = \frac{2s+1}{s(s+1)(s^2+4s+6)}$$

$$= \frac{A}{s} + \frac{B}{s+1} + \frac{Cs+D}{s^2+4s+6}$$

단계2. 대수방정식 해 구하기

$$\frac{A(s+1)(s^2+4s+6) + Bs(s^2+4s+6) + (Cs+D)s(s+1)}{s(s+1)(s^2+4s+6)}$$

$s=0$ 일때 $1 = A \cdot 1 \cdot 6 \therefore A = \frac{1}{6}$
 $s=-1$ 일때 $-1 = B \cdot (-1) \cdot (1-4+6) \therefore B = \frac{1}{3}$
 $(A+B+C)s^2 = 0 \therefore \frac{1}{6} + \frac{1}{3} + C = 0 \therefore C = -\frac{1}{2}$
 $(4A+6A+6B+D)s = 2s \therefore \frac{10}{6} + 4 + D = 2 \therefore D = -\frac{5}{3}$

단계3. Laplace 역변환으로 미분방정식의 해 구하기

$$Y(s) = \frac{1}{6} \cdot \frac{1}{s} + \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{s+1} - \frac{\frac{1}{2}s + \frac{5}{3}}{s^2+4s+6}$$

$$\frac{\frac{1}{2}(s+2) + \frac{5}{3}}{(s+2)^2 + 2} = \frac{1}{2} \frac{(s+2)}{(s+2)^2 + 2} + \frac{5}{3} \frac{\sqrt{2}}{(s+2)^2 + 2}$$

$$Y(s) = \frac{1}{6} \cdot \frac{1}{s} + \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{s+1} - \frac{1}{2} \frac{s+2}{(s+2)^2 + 2} - \frac{5\sqrt{2}}{3} \frac{1}{(s+2)^2 + 2}$$

$$L^{-1}\{Y(s)\} = \frac{1}{6} L^{-1}\left\{\frac{1}{s}\right\} + \frac{1}{3} L^{-1}\left\{\frac{1}{s+1}\right\} - \frac{1}{2} L^{-1}\left\{\frac{s+2}{(s+2)^2 + 2}\right\} - \frac{5\sqrt{2}}{3} L^{-1}\left\{\frac{1}{(s+2)^2 + 2}\right\}$$

$$y(t) = \frac{1}{6} + \frac{1}{3} e^{-t} - \frac{1}{2} e^{-2t} \cos(\sqrt{2}t) - \frac{5\sqrt{2}}{3} e^{-2t} \sin(\sqrt{2}t)$$

활동지 활용과 관련된 학생들의 반응을 키워드 중심으로 살펴보면 다음과 같다.

활동지 활용에 대한 학생들의 반응: 차근차근 이해, 쉽고 깔끔하고 편함, 풀이 과정을 한 눈에 파악, 활동 방향을 알 수 있음, 이해 못하는 부분이 파악됨, 검토가 쉬움, 개념 이해에 도움, 더 쉽게 더 빠르게 풀 수 있음, 어떤 내용이 주요한가를 파악, 보기 쉬움, 능동적으로 풀 수 있음, 풀이 단계를 정확히 이해, 내용 정리하는데 도움, 글의 문맥을 아는 느낌(이상 긍정적 반응). 해결 단계를 이해하지 못함, 스스로 해법을 찾으려는 노력을 하지 않음, 단계가 너무 세세하게 나누어져 있음, 본인의 풀이과정과 다른 경우가 많음, 내용을 모르면 더 헛갈림(이상 부정적 반응).

다. 자기주도적 노트정리 방법 활용

공업수학 수업을 듣고 난 후에 공부한 내용을 자신의 방식으로 노트정리하게 한 이 방법에 대해 학생들은 대체로 긍정적인 반응을 보였다. 특히, 수업시간에 배운 내용을 스스로 정리해 보면서 부족한 부분을 인식할 수 있었고 스스로의 방법으로 정리를 하기 때문에 나중에 다시 볼 때에도 내용이 쉽게 이해되어 개념 정리를 잘 할 수 있었다는 반응을 보였다. 한편, 배운 내용을 스스로 노트정리 하는데 시간이 너무 많이 걸려서 짜증나고 반강제적으로 하는 숙제 같다는 생각에 압박감을 갖는 경우가 있었다고 불평하는 학생들도 있었다. 이런 학생들의 반응을 키워드 중심으로 살펴보면 다음과 같다.

노트정리에 대한 학생들의 반응: 부족한 점을 알 수 있음, 개념을 확실히 인식할 수 있음, 응용되는 식 정리 기회, 꾸준한 복습 가능, 공업수학 공부에 더 관심, 개념 정리에 도움, 노트정리 노하우 획득, 시험공부에 많은 도움, 스스로 공부 방법 터득, 수업내용에 대해 다시 생각할 기회, 자신의 자료를 만드니 공부가 더 잘 됨(이상 긍정적 반응). 깔끔하게 하기 위해 시간이 많이 투자됨, 프린트 내용을 베껴 무의미함, 부담감 때문에 무작정 거부감이 듦, 귀찮고 힘들, 밀린다고 가정하면 도움이 안 됨(이상 부정적 반응).

<그림 7> 노트정리 예

문제 9) 제2정현함의 역변환 - 다음 형태

$$\int \{ \cos t - \cos(t-\pi) \}$$

$$= e^{-\pi s} \int \{ \cos(t+\pi) \}$$

$$= e^{-\pi s} \int \{ \cos t \}$$

$$= -e^{-\pi s} \frac{s}{s^2+1}$$

*** 참고, 삼각함수 변환 공식

$\sin(-\theta) = -\sin\theta$	$\cos(-\theta) = \cos\theta$
$\sin(\frac{\pi}{2}-\theta) = \cos\theta$	$\sin(\frac{\pi}{2}+\theta) = \cos\theta$
$\cos(\frac{\pi}{2}-\theta) = \sin\theta$	$\cos(\frac{\pi}{2}+\theta) = -\sin\theta$

<제2정현함의 역변환을 이용한 초기값 정리 예 <4사>

단계 1. 비범함의 Laplace 변환 → 간접 변환 즉 직역변 Laplace 해 (s)항
 (주변 함수(여기서)를 단역변환으로 표현하여 Laplace 변환 할 것)

단계 2. 대수방정식 해 구하기 → $Y(s) = \dots$

단계 3. Laplace 역변환은 비범함의 해 구하기 → $y(t) = \dots$

<2차시험 문항 정리>

① (1)가 리미트가 존재하지 않거나 리미트가 무한 상극으로 and 리미트가 존재하지 않거나 (가속) 리미트가 존재

② Fourier 합, 선분함, 구간함, 구간 선개

라. 규칙적인 레포트 제출

공부한 내용과 관련된 문제를 풀어서 레포트로 제출하는 활동에 대해 학생들은 공부한 내용을 문제에 적용하는 방법을 알 수 있게 되어 시험공부에 도움이 되고 문제 풀이로 인해 부족한 부분에 대한 이해가 더 잘 되었다는 긍정적인 반응을 보인 학생들이 많았다. 하지만, 공식만 외워서 푸는 경우가 생기거나 시간이 많이 소요되어 다른 전공과목 학습에 방해가 될 수 있다는 문제점도 지적하였다. 학생들의 반응을 키워드 중심으로 살펴보면 다음과 같다.

리포트 제출에 대한 학생들의 반응: 내용을 문제에 적용하는 방법 터득, 시험공부에 도움, 응용문제 해결에 도움, 여러 유형의 문제를 접함, 개념을 익히는데 도움, 총정리 학습 효과, 문제해결 능력 향상, 부족한 부분 보강, 능동적인 공부, 시험에 대한 자신감(이상 긍정적 반응). 예제문제 풀이 모방, 풀이 확인 불가, 많은 시간이 소요되어 전공 공부에 방해, 문제가 너무 많음, 더 많은 응용문제가 필요함(이상 부정적 반응).

마. 학습일지 작성

각 단원별 평가가 끝나고 그 단원 학습에 대해 스스로를 평가하는 학습일지 작성에 대해 학생들은 다양한 의견을 제시하였다. 많은 학생들이 이러한 활동을 통해 자신의 공부 방법을 정리할 수 있었으며 자기가 잘 이해한 부분과 이해하지 못한 부분에 대해 되돌아 볼 수 있는 기회가 되어 좋았다는 반응을 보였다. 특히, 수업방식에 대해 맘에 들지 않은 부분이나 시험공부 하면서 자기가 놓친 부분에 대해 교수님과 소통할 수 있다는 점을 좋게 평가하였다. 한편, 교수님이 읽어본다는 생각에서 표현을 잘 해야 한다는 부담이 있었고, 스스로 하는 평가라서 단점을 정확히 파악하기가 쉽지 않음 한계가 있다는 점을 지적한 학생도 있었다. 그리고 초창기에는 교수님이 자세히 피드백 해주셔서 도움이 많이 되었는데 시간이 지날수록 피드백이 간단해 아쉬웠다는 지적이 있었다. 학습일지 작성에 대한 전체적인 학생들의 반응을 키워드 중심으로 살펴보면 다음과 같다.

학습일지 작성에 대한 학생들의 반응: 자신의 부족한 점을 생각할 기회, 성실성을 어필할 기회, 배웠던 내용을 다시 생각할 기회, 학습방법 점검, 시험준비 방향 결정, 1대1면담 효과, 자신이 알고 있는 것과 모르는 것 파악, 반성과 계획, 수업에 대한 느낌 피력(이상 긍정적 반응). 스스로 잘못된 점 확인 곤란, 갈수록 피드백이 부족함, 글로 표현이 힘들, 제출하기 위해서 좋은 표현으로 일관, 시간이 많이 소요(이상 부정적 반응).

개발된 모형을 적용한 한 학기 공업수학 강좌에 참여한 학생들의 반응을 분석한 결과, 학생들은 대체로 만족(3.97/5.00)하고 내용을 이해할 수 있었다고 생각(3.97/5.00)했으며, 특히 5가지 학습활동을 통한 교수-학습 방법이 공업수학 수업 방법으로 적절(4.10/5.00)하다고 평가했다. 하지만 이를 통해 수학에 대한 관심이 확실히 증가되었다고는 생각하지 않으며(3.60/5.00) 본인의 학습방법과 적절하게 잘 어울리는지에 대해서는 적극 동의해주지 않았다(3.57/5.00).

한편, 학습자료 활용에 대해서는 필요한 내용이 간결하게 정리되어 있어 선수학습 내용과 연계가 용이하며 핵심적인 내용을 파악하기가 쉬워 좋지만 이것만으로 공부하는데는 한계가 있다는 반응을 보였다.

활동지는 단계적으로 문제를 해결하도록 구성되어 있어서 풀이과정을 한 눈에 파악하거나 자신이 부족한 부분을 알 수 있게 해줘 풀이 단계를 정확히 이해할 수 있고 능동적으로 학습할 수 있도록 해주는 효과가 있지만 스스로 해법을 찾으려고 하지 않거나 제시된 단계를 이해하지 못하면 더 헛갈릴 수 있다는 문제점을 지적하였다.

수업 후에 수업한 내용을 자신의 방식으로 노트정리하게 한 자기주도적 노트정리 방법에 대해서 학생들은 학습한 개념을 확실히 이해하거나 정리할 수 있어서 자신만의 공부 방법을 터득하는데 도움이 되는데 반해, 깔끔하게 정리하기 위해서는 시간이 많이 필요해서 귀찮고 힘든 측면이 있다고 지적하기도 했다.

공부한 내용과 관련된 문제를 풀어서 제출하도록 한 레포트 제출과 관련하여 학생들은 개념을 익혀서 문제에 적용하는 방법을 터득함으로써 문제해결 능력이 향상되거나 부족한 부분을 보강하는 효과가 있는 반면, 많은 시간이 소요되어 다른 교과 학습에 방해된다는 의견도 있었다.

각 단원별 평가가 끝나고 그 단원 학습 전 과정을 스스로 평가하는 학습일지 작성에 대해 학생들은 자신의 부족한 점과 배운 내용을 다시 생각할 기회가 되고 자신의 학습방법이나 수업에 대해 교수와 1대1면담을 하는 효과가 있어 반성하고 점검하는 기회가 된 반면, 글로 표현하기 힘들고 제출하기 위해서 가식적인 표현을 쓸 수 있다는 점을 우려하였다.

이상에서와 같이 학습자들의 학습양식을 고려한 수학 교수-학습 모형은 공과대학생들의 공업수학 수업에 대한 참여뿐 아니라 능동적인 학습태도 형성에도 대체로 긍정적인 영향을 미친다는 것을 확인할 수 있다. 이는 대학의 수학 강좌에서도 초, 중등 과정과 마찬가지로 학습자의 상황을 토대로 교수방법을 설계하고 학습자들을 적극적으로 능동적으로 교수-학습 과정에 참여시키기 위해 다양한 학습활동을 활용하는 것이 매우 중요하다는 것을 보여준다. 또한, 교수자는 수업내용뿐만 아니라 대학생들의 자기주도적 학습활동에 대한 꾸준한 관심과 지도가 필요함을 시사한다.

본 연구에서는 공과대학생들의 학습양식을 고려한 수학 교수-학습 모형을 개발하고, 그 적합성을 확인하고자 개발된 모형을 공업수학 강좌에 적용하여 수업에 참여한 학생들의 반응을 분석하였다. 하지만 이 모형에서 제시한 교수-학습 활동이 이어지는 학생들의 학습과정 또는 그들의 전공 교과목 학습에 어떤 영향을 미칠 수 있는지에 대한 중단적 연구가 이루어지지 못한 점은 아쉬움으로 남는다. 이와 관련된 연구문제는 후속연구에서 다루기로 한다.

참 고 문 헌

- 권낙원 (1991). 교사의 지시적 수업. 교육월보, 10(2), (pp. 94-97).
- 권낙원 · 김동엽 (2009). 교수-학습 이론의 이해. 서울: 문음사.
- 김광환 · 김병학 · 김경석 · 박은하 (2009). 대학수학교육의 현황과 7차교육과정세대의 효율적인 수학교육방안. 한

- 국수학교육학회지 시리즈 E <수학교육 논문집>, **23(2)**, (pp. 255-277).
- 김영희·허민 (2006). 수능 응시 영역에 따른 대학 교양 수학 성취도 분석. 한국수학교육학회지 시리즈 E <수학교육 논문집>, **20(4)**, (pp. 523-535).
- 박경숙·이혜선 (1976). 학업에 대한 자아개념·태도·학습습관검사 개발에 관한 연구. 한국교육, **31**, (pp. 89-99).
- 박소현 (2005). 수학 학습양식 검사도구 개발을 위한 기초연구. 이화여자대학교 석사학위논문.
- 백희수 (2009). 수학학습양식 구성요인 탐색과 수학학습자 유형 분류 연구. 이화여자대학교 박사학위논문.
- 심재동·하준홍·이경희·천창범 (2005). 미분적분학 단계별 교육을 위한 교과내용 및 방법 연구. 한국수학교육학회지 시리즈 E <수학교육 논문집>, **19(4)**, (pp. 633-647).
- 임창재 (1984). 교수효과 제고를 위한 전문대학생의 학습양식분석. 배화여자대학 배화논총.
- 임창재 (1994). 학습양식을 형성하는 가정환경의 과정변인 탐색. 세종대학교 박사학위논문.
- 전성연 외 8 (2007). 현대 교수학습의 이해. 서울: 학지사.
- 정수연·송영무 (2011). 대학 공업수학 학습자료 개발 및 효과. 한국수학교육학회지 시리즈 E <수학교육 논문집>, **25(2)**, (pp.361-379).
- 표용수·조성진·정진문·심효섭·박동준·차지환 (2007). 수학 관련 교양교과목에 대한 교수-학습법 개선 및 교재 개발. 한국수학교육학회지 시리즈 E <수학교육 논문집>, **21(3)**, (pp. 483-497).
- 표용수·조성진·정진문·박진한 (2009). 교양수학 교과목에 대한 교수-학습지도 개선 방안-기초미적분학교과목을 중심으로-. 한국수학교육학회지 시리즈 E <수학교육 논문집>, **23(3)**, (pp. 823-848).
- 표용수 (2010). 대학수학 기초학력 부진학생을 위한 기초수학 지도 방안. 한국수학교육학회지 시리즈 E <수학교육 논문집>, **24(3)**, (pp. 525-541).
- 표용수·박준식 (2011). 대학 기초수학 교과목에 대한 수준별 학습지도 방안. 대한수학교육학회지 수학교육학 연구, **21(1)**, (pp. 87-103).
- 한국교육개발원 (1992). 교육의 본질 추구를 위한 수학 교육 평가 체제 연구(III) -수학과 평가 도구 개발-, 연구 보고서 RM 92-05-02.
- 홍대기·조태경·박병수 (2008). 상명대학교 공과대학 수학교육 강화방안 연구, 한국산학기술학회논문지, **9(5)**, (pp. 1479-1486).
- Borich, G. D. (1996). *Effective teaching method*. NJ: Prentice-Hall.
- Dunn, R. (1989). *Survey of Research on Learning Styles*. Educational Leadership, **47**, (pp. 50-58).
- Ferrell, B. G. (1983). A factor analytic comparison off our learning styles instruments. *Journal of Educational Psychology*, **75(1)**, (pp. 33-39).
- Grasha, A., & Riechmann, S. (1975). *Student Learning Styles Questionnaire*. Cincinnati, OH: University of Cincinnati Faculty Resource Center.
- Hunt, D. (1984). *Learning Styles and Inter-dependance of Practice and Theory*. Phi Delta Kappan, **62(9)**, 647.
- Kolb, D. (1984). *Experiential Learning experiences as the source of learning and development*. Englewood Cliff, NJ: Prentice Hall.
- Messick, S. (1984). The Psychology of Educational Measurement. *Journal of Educational Measurement*, **21(3)**, (pp. 215-237).
- Rayner, S. & Riding, R. (1997). *Towards a categorization of cognitive style and learning style*. Education Psychology, **17**, (pp. 5-28).
- Riding, R. J. & Cheema, I. (1991). *Cognitive styles: An overview and integration*. Educational Psychology,

11(3), (pp. 193-215).

Riechmann, S. W. & Grasha, A. F. (1974). A Rational approach to developing and assessing the construct validity of a student learning style Scales instrument. *The Journal of Psychology*, **87**, (pp. 213-223).

Thelen, H. A.(1959). Classroom grouping of students. *The School Review*, **67(1)**, (pp. 60-78).

Development and application of mathematics teaching-learning model considering learning styles of the students of engineering college

Jeong, Suyoun[†]

Graduate School of Suncheon National University, Suncheon, Korea

E-mail : syjeong@sunchon.ac.kr

Kang, Yunsoo

Suncheon National University, Suncheon, Korea

E-mail : yskang@sunchon.ac.kr

The purpose of this research is to develop an effective teaching-learning model and suggest efficient methods for improving the learning abilities in mathematics of the students of engineering college. For this purpose, we examined their learning styles and learning attitudes toward Mathematics, which are important factors in teaching-learning process, and analyzed the relation between them. As a result, we found that participants had a disposition of being dependent and highly participating, so we made an effort to develop a teaching-learning model which can make the students active and highly involved in. After applying the developed teaching-learning model to Engineering Mathematics class for one semester, we conducted survey of the participants' responses. In conclusion, we found that this model is very helpful for Engineering students to utilize a self-directed learning by diagnosing and adjusting their learning process in Meta-cognitive way. Also, it is confirmed that this model has a considerable influence in which students can actively participate in class and have positive attitude to Mathematics learning.

* ZDM Classification : D45

* 2000 Mathematics Subject Classification : 97D40

* Key Words : engineering mathematics, learning styles, mathematics teaching-learning model

[†] Corresponding author