한국기계가공학회지, 제7권, 제4호, pp.82～95 (2008. 12)
Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers, Vol. 7 No. 4, pp.82～95 (2008. 12)

프로그램 학습성과 타당성 관찰을 위한 교과목-임베디드 평가도구 분석

신행자*, 김시범#, 강원호**

An Analysis for the Course-Embedded Assessment Tool to Validate Program Outcomes

Haeng-Ja Shin*, Si-Pom Kim# and Won-Ho Kang**

ABSTRACT

As society has changed to being more knowledge-based, it is necessary that change of paradigm is incorporated into engineering education and the education goals and the assessment method of educational outcomes is developed to promptly meet the needs of the times. A purpose of this study is to measure learning outcomes in coursework of engineering college every semester, which ultimately provides to validate program outcomes. We looked into teaching-learning style of course in the engineering college and analyzed its grade method and tool. By use of a survey, we derived a reasonable method to measure for the learning outcomes in course and presented tools for course-embedded assessment to measure that learning outcomes had been tied to their objectives. These tools are effective to determine that program outcomes and education goals have been achieved, ultimately. In addition, it will help that instruction builds a loop system for better.

Key Words : Program Outcome(프로그램 학습성과), Learning Outcome(학습성과) Course-embedded Assessment (교과목-임베디드 평가), Coursework of Engineering(공학 교과과정)

1. 서 론

지금까지의 교육과정은 '무엇'을 가르쳐야만 하는 내용에 초점을 맞추어 학습자들이 배워나가야 할 교과목 혹은 지식 모음의 코스(course)로 해석하였다. 그러나 최근 공학교육인증제 실시를 기점으로 교육과정에 무엇을 담느냐 하는 내용보다는 교육과정을 어떻게 편성하여 운영하며 그 결과는 어떤지 일종의 생산 체제(system)에 더 초점을 맞추어[1] 수요지향·성과기반의 공학교육 이념을 체계화시키고 교육목표에 따른 구체적이고 의도적인 수업을 계획하여 시행한 후 교육(혹은 학습) 결과의 효과를 제고하여야 한다는 것이다.

이는 교육과정을 학습자의 관점에서 보고, 학습자에게 실제적으로 나타난 결과로서 효과가 판단되어야 한다는 것이다. 계획을 잘 세웠다 하더라도 제대

* 동아대학교 공학교육혁신센터
\# 교신저자 : 동아대학교 기계공학과
E-mail : spkim@dau.ac.kr
** 동아대학교 토목공학과

로 실천되지 못해 학습자에게 아무런 성과(outcomes)가 나타나지 않았다면 그 교육과정은 가치가 없다는 것을 의미한다. 이와 같은 맥락에서 수요지향 공학교육의 성과는 궁극적으로 공과대학 졸업생들의 쓰임새로 판단할 수 있으며, 교육과정은 구체적인 쓰임새(교육목표)를 효과적으로 달성하기 위한 일종의 수단으로 해석할 수 있다.

본 논문에서는 공학교육인증제에 참여하는 학부(과) 프로그램의 학습성과를 사정(assessment)하여 평가(evaluation)한 그 결과를 신뢰할 수 있는 교과목 내의 학습성과 평가도구를 분석하는 것이다. 교육의 목표 달성 결과는 시행과정을 무시할 수 없으므로 교육과정의 수업을 통하여 얻는 평가 결과는 최종적인 학습성과 평가 결과와 관계가 있다. 본 연구에서는 최종적인 학습성과 평가 결과와 매학기 수업을 통한 교과목 평가 결과의 상관관계를 도출할 수 있는 방법과 도구를 분석한다.

연구방법으로 우선, 학습경험을 삽입하기 위해 이수영역별 교과과정을 체계화하였고, 현재 공과대학의 수업 운영 형태 및 교과목 성적 평가방법을 분석하였다. 본 논문에서 공과대학 졸업생이 지녀야할 능력과 자질을 배양하기 위해 교과목 수업에 프로그램 학습성과와 연관된 의도된 학습경험을 삽입하고 그 변화를 측정하고 평가하는 것을 “교과목-임베디드 평가”라고 하였다.

분석을 통해 제시한 방법과 도구는 공과대학 교육과정 4년여의 대학 강의실 내·외에서 이루어지는 교과목 수업(교수-학습)을 통해 합리적인 학습경험을 설정하여 전체 교육과정 생산 체제의 효율성을 제고할 수 있다. 또한 최종적인 프로그램 학습성과 평가 시 구체적인 학습성과 달성정도 여부를 예측할 수 있으며, 평가 결과에 따라 어떠한 학습성과를 강화해야 하는지 개선 방안에 피드백 함으로서 궁극적으로 교육목표 달성에 기여하는 순환적 개선 모델 체제를 구축할 수 있게 한다.

2. 이론적 배경

2.1 공학교육인증제

공학교육인증제는 한국공학교육인증원(ABEEK, 이하 공인원)이 미국의 ABET를 모델로 2001년 1월 공학인증기준 KEC2000을 제정하여 공학교육을 평가하기 시작한 제도이다. 2004년 12월 한국형 공학인증기준 KEC2005, 2005년 1월 컴퓨터정보기술인증기준 KCC2005를 제정하면서 인증평가를 받으려는 교육기관은 더욱 늘어나는 추세이다.

공학교육의 패러다임도 능동적인 평생학습자, 창조적인 문제해결자, 그리고 효율적인 조직구성원을 배출하도록 변화하고 있다. 특히 공학 교육과정은 산업체 구성원의 요구를 받아들여 교육목표를 설정하고 교육과정을 편성하여 시행한 후 그 성과를 평가한다. 또한 평가를 바탕으로 분석하여 개선방안을 마련하여 적용시킨다. 즉, 수요지향적(demand-driven) 공학교육, 성과기반의(outcome-based) 공학교육을 기본 이념으로 순환적 자율 개선형 모델을 채택하고 있다.

2.1.1 수요지향(demand-driven) 공학교육

어떠한 교육체제든 그것이 속해있는 사회로부터의 영향을 받지 않을 수 없다. 공학교육과 사회적 요구 정도의 괴리는 여러 지표에서 나타나고 있다. 기업에서 중요한 교육과 실제로 경험한 대학교육의 격차[2] 조사에서 척도 5점을 만점으로 하는 경우, 실습 및 현장 적응 능력, 직업적, 도덕적 책임감, 창의력 배양, 문제해결 능력, 국제화 능력의 격차는 1점 이상 상회하고 있어 교육의 효과를 제고하여야 한다는 것을 알 수 있다. 또한 한국공학교육인증원의 설문조사에서도 공과대학 졸업생이 갖추어야 할 능력과 자질에서 산업체가 생각하는 중요도와 대학에서의 교육정도는 괴리가 있었다. 다음 12개 항목은 미국 ABET에서 산업체 설문조사를 통해 공과대학 졸업생이 갖추어야 할 능력과 자질 11개 항목에 한국 현실에 맞게 1개 항목을 추가하여 나열한 것이다.

12개 항목을 자세히 살펴보면, 산업체에서 기술적인 능력 이외에도 비기술적인 능력과 자질을 요구하고 있음을 알 수 있다. 즉, 수학, 과학, 공학전공 교과지식 이외에도 커뮤니케이션, 팀워크 능력 등을 요구하고 있다. 각 공과대학에서는 졸업생들이 나열된 항목과 관련된 능력을 갖출 수 있도록 교육과정을 편성하여 교과목 수업뿐만 아니라 이외 학생 활동도 실행방안을 마련하여 운영하도록 해야 한다.

교육 패러다임의 변화로 지식기반 사회에서의 교육환경은 전통적인 학교 교육인 무엇을 가르치고 무엇

Table 1 Program Outcome(KEC 2005) for Engineering Graduates

항목	공과대학 졸업생이 갖추어야할 능력과 자질
1	수학, 기초과학, 공학의 지식과 정보기술을 응용할 수 있는 능력
2	자료를 이해하고 분석할 수 있는 능력 및 실험을 계획하고 수행할 수 있는 능력
3	현실적 제한조건을 반영하여 시스템, 요소, 공정을 설계할 수 있는 능력
4	공학문제들을 인식하며, 이를 공식화하고 해결할 수 있는 능력
5	공학 실무에 필요한 기술, 방법, 도구들을 사용할 수 있는 능력
6	복합 학제적 팀의 한 구성원 역할을 해 낼 수 있는 능력
7	효과적으로 의사를 전달할 수 있는 능력
8	평생교육의 필요성에 대한 인식과 이에 능동적으로 참여할 수 있는 능력
9	공학적 해결방안이 세계적, 경제적, 환경적, 사회적 상황에 끼치는 영향을 이해할 수 있는 폭넓은 지식
10	시사적 논점들에 대한 기본 지식
11	직업적 책임과 윤리적 책임에 대한 인식
12	세계 문화에 대한 이해와 국제적으로 협동할 수 있는 능력

을 배우느냐로 평가되는 지적 능력 주입식 교육 환경에서 학습자 스스로 정보를 찾고 조직하여 가치를 창조하는 학습자 중심 환경으로 변화되고 수업과정 변화로 평가의 개념과 원리가 변화하여 기존의 지필시험 위주의 총괄평가 이외에 다양한 수행평가가 이루어져야 한다.

2.1.2 성과기반(outcome-based) 공학교육

공학교육의 성과(outcome)는 공과대학 졸업생들이 공학 현장 즉, 산업체에 배치되었을 때 교육적 결과를 알 수 있다. 그러나 대학에서는 학생들이 4여년의 교육과정을 마치고 졸업할 시점에 그 능력과 자질을 사정하여 평가함으로써 교육목표(educational goal)의 성과를 예측할 수 있다. 교육기관에서 학습성과 성취를 위한 실행방안은 교육과정 시행을 의미하며, 강의실 내·외에서의 교육과정은 교과과정과 비교과과정 모두 중요한 의미를 갖는다.

공인원의 인증기준2. 프로그램 학습성과(program outcome, 이하 PO) 및 평가는 졸업할 시점에 학생들의 능력을 최종 점검하여 교육적 성과를 평가하는 것을 의미한다[3]. 교과목 내의 학습성과는 교과목 이수를 마친 학기 말 학생들이 성취하기를 바라는 능력이나 기술로 교과과정의 교과목들이 연관된 PO를 분담하여 학습경험을 시키고 그 학습성과를 달성했는지 측정하고 평가한다[4].

2.2.3 공학교육모델 - 순환적 자율 개선형

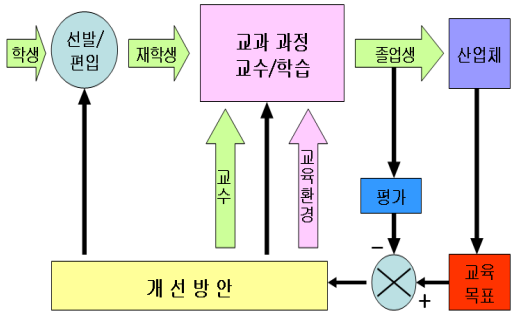

Fig 1. Engineering Education Model-CQI type[10]

교육과정 이론의 발전을 살펴보면, 20세기 초 “The Curriculum" 책을 통해 교육과정의 과학화[5]를 거쳐 ‘계획 -> 시행 -> 평가’라는 선형적 교육과정 개발 모형[6-8]을 제시하여 합리적인 틀을 세워주었다. 그러나 행정적, 기술적인 전통적 교육과정이나 경험과학적인 방법을 적용시킨 개념적 경험론을 현상학적, 사회비판적 재개념화론 사고를 수용하여 인식론적인 시각이나 정치·경제·윤리·역사·기술적인 시각 이 모두

관계적으로, 통합적으로 생각해야 한다[9]는 주장도 제기되었다. 이러한 통합적인 모형은 선형적인 것이 아니라 순환적으로 서로 연계되어 상호작용하는 관계로 제시되었다. 이와 같이, 현대의 교육과정 모델은 요소들이 서로 연계되어 순환적으로 상호작용하는 관계이어야 한다. 특히 공학 현장인 산업체의 요구사항을 조사하여 교육목표를 설정에 반영하며, 학생들의 욕구와 능력을 조사하여 교육과정을 편성하여야 한다. 편성한 교육과정을 시행하고 그 교육적 성과 달성정도를 측정하여 개선방안을 마련하며, 그 방안은 학생 선발과 교수-학습 운영에 반영하여야 한다. 이 같은 순환적 자율 개선 모델은 위 그림과 같다.

3. 연구 내용 및 방법

본 연구의 목적은 공학교육인증제의 최종 프로그램 학습성과 평가 결과를 신뢰할 수 있도록 매학기 수업에서의 교과목 내의 학습성과를 효과적으로 측정하고자 하는데 있다.

2장에서 언급한 바와 같이 공학교육인증제 실시를 기점으로 프로그램 학습성과 평가방법에 대해서는 많은 연구가 진행 중이다. 또한 교과목 내의 학습성과 평가 방법으로 학생들의 설문조사나 혹은 교과목의 성적 평점을 평가도구로 사용하고 있다. 그러나 통제되지 않은 환경에서 실시된 설문조사는 신뢰성이 높은 평가도구가 아니며, 특히 학생의 교과목 학습성과 성취도 측정을 위한 자기평가는 교수가 부여한 교과목 학점과 상관관계가 높지 않은 것으로 밝혀졌다[11]. 이는 통제되지 않은 환경에서 실시된 설문의 평가도구가 가진 신뢰성 한계를 넘어서지 못한 것을 알 수 있다.

이 장에서는 공과대학 4년여의 교과과정을 분석하고 교과과정에 개설된 교과목 특성을 분석하고 공대 학생들이 성취해야할 프로그램 학습성과와 어떻게 관계지을 수 있는지를 분석한다. 또한 교과목에 삽입된 학습경험을 평가하기 위한 준거들을 분석하여 합리적인 채점도구를 제안하고 이를 토대로 타당한 프로그램 학습성과를 관찰할 수 있는 교과목-임베디드 평가도구를 제시한다.

3.1 공과대학 교과과정 체계 분석

위 <표1>에서 언급한 바와 같이 산업체에서 요구하는 공과대학 졸업생이 갖추어야할 능력과 자질을 배양할 수 있도록 4년여의 공과대학 교육과정이 체계적으로 구성되어야 한다. 산업체의 요구사항은 공학교육인증제의 12여개 PO 항목과 일치한다. 이러한 성과를 달성하기 위해 공과대학 교과과정 내 개설된 교과목 특성과 PO가 어떠한 연관성을 가질 지 있는지 분석할 수 있다.

공인원의 인증기준3. 교과영역에서는 MSC 영역, 전공 영역, 전문교양 영역을 체계적으로 구성하여 프로그램의 교육목표 및 학습성과를 달성하도록 다음과 같이 명시하고 있다[12]. “전문 교양은 공학 분야에 종사할 전문가로서 지녀야 할 교양으로, 광범위한 일반교양뿐만 아니라 공학적 해결방안이 세계적, 경제적, 환경적, 사회적 상황에 끼치는 영향을 이해할 수 있는 폭넓은 지식, 팀워크 능력, 나아가 타 분야의 종사자들과 함께 임무수행과정에서 팀의 구성원 및 리더로 활동할 수 있을 정도의 자질, 문서 및 구두로 자신의 의사를 원활히 전달할 수 있는 능력과 상대방의 의사를 비판적으로 들을 수 있는 능력, 끊임없이 배워야 하며 평생교육에 능동적으로 참여하고자 하는 의식, 직업인으로서의 윤리적, 도덕적 책임에 대한 인식”을 의미하며 그러한 학습경험을 교육하도록 명시하고 있다.

“MSC의 수학에서 공학의 기초가 되는 수학지식, 특히 미분방정식 내용이 포함되어야하며 기초과학에서는 물리, 화학, 생물, 지구과학 교과목이 개설되고, 특히 물리와 화학 중 실험을 포함하고 2학기 연속으로 체계화하여 교육”시키도록 명시하고 있다.

전공 영역에서 실험·실습과 설계 교과목 구분에 대해 특별히 다음과 같이 명시하고 있다. “실험·실습은 일정한 목표를 향하여 정해진 절차와 방법에 따라 과제를 수행하는 과정을 지칭하며, 설계는 목표하는 기능과 성능을 포함한 제반요구 조건을 만족하는 시스템이나 시스템의 일부를 고안하는 전 과정을 포함하는 것을 지칭한다. 저학년의 기초설계 교과목에서 설계를 계획하고, 추진하는 체계적인 방법을 교육해야 하고, 고학년의 종합설계 교과목에서 저학년에서 배운 지식과 기술을 기초로 하여 산업표준, 경제, 환경, 윤리, 안전, 사회, 정치 등 현실적 제약조건을 고려하

도록 교육해야한다"고 명시하고 있다.

3.1.1 공과대학 교과과정 체계화 사례

D 대학교 공과대학은 공학교육인증제 참여로 인해 참여학부(과)의 교과과정을 다음 표2와 같이 정비하였다. 표2에 나타난 바와 같이 공학과 관련된 전문적인 소양을 배양하기 위해 공학교양 영역에서 12학점을 1~3학년 1학기까지 걸쳐 개설하였다. 수학 및 기초과학 교과목은 학문기반 교과 영역으로 구분하여 36학점을 1~3학년까지 개설하였다. 총 78학점의 전공교과목은 학부전공 영역에서 기초적인 전공과 기초설계 교과목을 1학년과 2학년에서 개설하고 본격적인 전공지식 습득을 위해 전공기본 영역에서 전공 필수 교과목을, 전공심화 영역에서 전공 선택 교과목을 2~4학년에 걸쳐 개설하였다. 특히, 종합적인 설계 경험을 위해 4학년에 종합설계 교과목을 개설하였다.

Table 2 Credits to graduate College of Engineering (2006 ~2008)

구분	교양교과 (기본소양)			학문기반 교과			전공교과				자유선택	합계
	교양필수	공학교양	계	기초과학 및 수학	전산학	계	학부전공	전공필수	전공선택	계		
인증제 참여 학부 (과)	10	12	22	30	6	36	6	39	33	78	4	140

3.1.2 이수영역별 세부 교과목과 프로그램 학습성과 연관성

공과대학 이수영역별 교과목 특성을 고려하여 교과목에 삽입할 수 있는 학습경험 즉, PO를 표3에 제시하였다. 설계교육의 중요성 부각으로 설계 교과목은 더욱 세분화하였다.

12개 PO를 살펴보면 1~5 항목은 공학 분야와 관계가 많으며 6~12 항목은 공학보다는 인문·사회학적인 분야와 관계가 많음을 알 수 있다. 특히 항목 2, 3, 5는 공학적 기술(skill)을 요구하고 있다. 이는 공통 및 공학 교양 교과목은 PO6(복합 학제적 팀 구성원 역할), PO7(효과적 의사전달 능력), PO8(평생교육 필요성 인식 및 참여 자질), PO9(공학적 해결 방안이 끼치는 영향 이해 능력), PO10(시사적 논점들에 대한 기본 지식 이해 능력), PO11(직업적·도덕적 책임인식 자질), PO12(세계 문화에 대한 이해와 국제적 협동 자질)와 관련된 학습경험을 배양에 기여할 수 있다. 교양 교과목이 이론 수업임을 감안하면 PO6(복합 학제적 팀 구성원 능력) 배양에 대한 실질적 기여는 근본적으로 정도가 낮을 수 밖에 없음을 알 수 있다.

수학 및 기초과학 교과목에서 실험을 병행하는 물리와 화학을 제외하고는 PO1(수학, 기초과학, 공학지식 이해, 정보기술 응용 능력), PO4(공학문제 인식하여 공식화 및 해결 능력)와 관련된 학습경험 배양에 기여할 수 있는 교과목이다. 실험이 병행되는 물리와 화학은 추가적으로 PO2(자료 분석, 실험계획 및 수행 능력)의 학습경험 배양이 가능하다. 컴퓨터 관련 교과목은 PO1과 PO5(공학실무에 필요한 기술, 방법, 도구 사용 능력)와 관련된 학습경험 배양에는 강, PO2와 PO4와 관련된 학습경험에는 중의 기여가 가능한 교과목이다.

전공의 이론 교과목은 PO1, PO4의 학습경험 배양에 강의 기여가 가능하며, PO2 학습경험은 중의 기여가 가능한 교과목이다. 전공의 실험실습 교과목은 PO2, PO4의 학습경험 배양에 기여할 수 있는 교과목이며, 설계 교과목은 공통적으로 PO3(제한조건 반영한 시스템, 요소, 공정 설계 능력), PO5 학습경험 배양에 기여할 수 있는데, 기초설계인지, 요소설계인지, 종합설계인지에 따라 그 기여정도를 세분화시킬 수 있다. 또한 설계 교과목에서는 팀을 구성하여 반복적인 의사결정 과정을 거쳐 과제의 최적해결안이 도출되어야 하므로 팀워크와 의사소통 능력 즉, PO6, PO7과 관련된 학습경험 배양에 매우 높게 기여할 수 있는 교과목이다.

저학년 기초설계 교과목 수업 전반부에 팀 구성 방법이나 효과적인 팀 활동 방법 및 의사결정 방법에 대한 이론 등이 학습경험에 포함되어야 하며, 기초설계인지, 요소설계인지, 종합설계인지에 따라 PO1, PO2, PO4, PO9, PO11의 학습경험을 세분화하여 기여하게 할 수 있다. 즉, 저학년의 기초설계 교과목의 경우, PO3, PO5, PO6, PO7은 중의 기여도를, PO1, PO4는 약의 기여도를 가질 수 있다. 2~3학년의 요소설계 경우, PO3, PO5는 강의 기여도를, PO4, PO6, PO7은 중의 기여도를, PO1, PO2, PO9, PO11은 약의 기여도를 가질 수 있다. 4학년의 종합설계 경우, PO3, PO4,

Table 3 Relation between PO and Subjects

이수영역	학점	교과구분	프로그램 학습성과 (KEC2005 기준)												비고
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
교양	22	공통/공학						○	●	●	●	●	●	●	
MSC	36	수학·기초과학	●	●		●									
		컴퓨터	●	◐		◐	●								
전공	78	이론	●	◐		●									
		실험·실습	○	●		●									
		기초 설계	○		◐	○	◐	◐	◐						
		요소 설계	○	○	●	◐	●	◐	◐		○		○		
		종합 설계	◐	◐	●	●	●	●	●		◐		◐		

- 기여도: ● 기여도 강, ◐ 기여도 중, ○ 기여도 약

PO5, PO6, PO7은 강의 기여도를, PO1, PO2, PO9, PO11은 중의 기여도를 가질 수 있다.

학습경험을 삽입하기 위한 공과대학 교과과정 분석에서 살펴본 바와 같이, 공대 전공 교과목에서 PO1 ~ PO5는 공학적 자질로 MSC영역의 수학, 기초과학, 컴퓨터 교과목과 전공 이론 영역, 전공 실험/실습 교과목 그리고 설계교과목을 통해 배양할 수 있었고, 비기술적 자질 중 PO6, PO7, PO9, PO11은 팀으로 구성되어 설계 과제를 해결하므로 의도적인 수행평가 실시로 배양할 수 있다. 그러나 PO8(평생교육 필요성과 능동적 참여), PO10(시사적 논점), PO12(세계문화에 대한 이해와 국제적 협동 능력)는 교과과정만으로 달성하기 어렵다. 이와 관련된 학습경험은 자격증 취득, 독서 감상문 작성, 해외 인턴쉽 참여 등의 프로그램을 통해 더욱 많은 경험을 하도록 교육과정 조직시 고려해야 한다.

3.2 공과대학 교과목 수업방식과 성적 평가방법 분석

교과과정을 통해 학습경험이 배양되었는지는 교과목 수업운영과 그 평가 결과로 검증할 수 있다. 현재 각 대학에서는 수업계획서에 교과목 수업 운영방식과 교과목의 성적 평가 방법을 수업 개시전 미리 공지한다. 표4, 표5는 2007년도 D대학교 공과대학에 개설된 교과목들의 수업 방식과 성적 평가방법을 조사한 것이다. 이 표들은 공학인증 방문평가를 대비한 전공별 자체평가보고서[13]와 공학인증을 지원하는 전산시스템의 수업계획서 입력사항[14]을 토대로 작성되었다.

3.2.1 공과대학 공통 교과목 분석

표4a, 표4b는 공과대학 인증 프로그램을 실시하는 전 전공을 통해 개설되는 공통 교과목의 수업방식과 성적 평가방법이다. 공과대학 교과목의 수업 방식은 강의, 실험(실습), 발표가 기본이며, 성적 평가방법은 기본적으로 출석, 과제물, 중간·기말 시험 등으로 분류하여 하위 요소별로 채점한 후 총점을 합산하고 등급을 매겨 최종 학점을 부여하고 있다.

공학교양 교과목은 표4a에서 나타난 바와 같이 수업 방식은 강의와 발표가 기본이고, 그 외 토론으로 수업이 전개되고 있었다. 성적 평가방법은 총 100% 기준으로 하여 출석률이 10~20%로 반영되었으며, 중간 및 기말 지필시험은 각각 30~40%로 가장 많이 반영하고 있었다. 나머지 과제물이 10~20% 반영하고 있었으며, 일부 토론이나 퀴즈, 수업태도도 평가요소에 포함시키고 있었다.

공과대학 전 전공의 공통된 기초과학 교과목은 표4b에서 나타난 바와 같이 수업방식은 강의와 실험(실습) 위주의 수업이 전개되고 있었다. 성적 평가방법은 100% 기준으로 출석률과 과제물이 10~20%로 반영되었으며, 중간 및 기말 지필시험 반영률이 각각 30~50%로 높았다. 기초과학 교과목의 경우 실험·실

Table 4a. Types of Study and Grading of Cultural Subjects

구분	교과목명	수업 방식				성적 평가 방법						
		강의	실험	발표	기타	출석	과제	시험		실험·실습	발표	기타
								중간	기말			
공학 교양	과학기술과 철학	●		◐	○	◐		●	●			
	미래학	●		◐	○	○	◐	●	●			
	환경과 산업	●		◐	○	○	●	◐	◐			
	생명공학의 이해	●		◐	○	○	◐	●	●			○(태도)
	논리학	●		◐		○	○	●	●			◐(참여)
	수사학 이야기	●		◐		◐	◐	●	●			
	고급 영문독해 및 작문	●		○		○	○	●	●		○	
	산업기술과 윤리	●		◐	○	○	◐	●	●			◐(토론)
	공학경제	●		◐		○	○	●	●			○(퀴즈)
	경영학 원론	●		●		○	◐	●	●			

- 수업방식: ● 반영률 50~70%, ◐ 반영률 20~40%, ○ 반영률 20% 미만, ★ 반영률 100%
- 성적 평가방법: ● 반영률 30% 이상, ◐ 반영률 11%~30%, ○ 반영률 10%이하

Table 4b. Types of Study and Grading of Major Subjects

구분	교과목명	수업 방식				성적 평가 방법						
		강의	실험	발표	기타	출석	과제	시험		실험·실습	발표	기타
								중간	기말			
공통 MSC	물리학 및 실험 I, II	●	●			◐	◐	●	●	○		
	화학 및 실험 I, II	●	●			○	○	●	●	◐		
	대학 수학 I	★				○	○	●	●			○ (포트폴리오)

- 수업방식: ● 반영률 50~70%, ◐ 반영률 20~40%, ○ 반영률 20% 미만, ★ 반영률 100%
- 성적 평가방법: ● 반영률 30% 이상, ◐ 반영률 11%~30%, ○ 반영률 10%이하

습과 관련된 태도나 스킬이 평가 요소로 포함되어 있었다. 공과대학 공통 수학은 100% 강의 수업으로 성적 채점은 출석률, 과제, 지필(중간·기말) 시험으로 이루어지고 있으며, 공학교육인증제 영향으로 일부 분반은 포트폴리오도 평가요소로 이용하고 있었다.

3.2.2 공과대학 전공별 교과목 분석

표5는 조사대상 6개 전공의 전공별 개설되는 교과목의 수업 방식과 성적 평가방법이다. 공과대학 교과목의 특성을 반영하는 수업방식과 성적 평가방식을 자세히 측정하기 위해 전공영역을 수업내용 중심으로 더욱 자세히 구분하여 조사하였다. 즉, 전공 이론, 저학년 기초설계인 창의공학설계, 실험실습, 2~3학년 요소설계, 4학년 종합설계로 구분하여 조사하였다.

표5에 나타난 바와 같이, 각 전공에서 필요하여 개설한 MSC(Mathematic, Science, and Computer) 교과목과 전공 이론 교과목의 수업은 대부분 100% 강의위주의 수업이 전개되고 있으며, 성적 평가는 지필시험 반영률이 60~70%로 출석 10%, 기타 과제 반영률보다 매우 높았다. 기초설계 교과목인 창의공학설계는 3개전공은 강의보다는 설계에 치중한 수업이 전개되고 있었다. 이 경우, 성적 평가방법은 과제물 평가 반

Table 5 Types of Study and Grading of Major Subjects

전공	교과목 구분 (표본 추출 개수)	수업 방식				성적 평가 방법						
		강의	실험·실습	발표	기타	출석	과제	시험		실험·실습	발표	기타
								중간	기말			
전자공학심화	소속 전공 MSC (6)	★				○	◐	●	●			○(포트폴리오)
	전공 이론 (10)	★				○	◐	●	●			○(포트폴리오)
	창의공학설계(1)				★(설계)	○	●	●			○	○(포트폴리오)
	전공 실험·실습(3)	●	●			○	●		●			○(포트폴리오)
	요소설계(14)	●			◐(설계)	○	●	●	●/	○/		○(포트폴리오)
	종합설계(2)				★(설계)	○	●	◐/●	○/			○(포트폴리오)
환경공학심화	소속 전공 MSC (5)	★/●	/◐	/○		○	○/●	●	●			○(포트폴리오)
	전공 이론 (14)	●		○	◐	○	◐	●	●			○(포트폴리오)
	창의공학설계 (1)	●		○	◐	○	◐	●			○	○(포트폴리오)
	전공 실험·실습(3)	◐/●	●/◐	/○		○	○/●	●	●			/○(포트폴리오)
	요소설계(6)	◐/●	●/◐	/○		○	○/●	●	●			/○(포트폴리오)
	종합설계(2)	◐/●	●/◐	/○		○	○/●	●	●			/○(포트폴리오)
건축공학심화	소속 전공 MSC (3)	●		○	/◐	○	○/●	●	●			
	전공 이론 (20)	●		○	◐	○	◐	●	●			○(포트폴리오)
	창의공학설계(1)	○			●(설계)	◐	●	◐				◐(포트폴리오)
	전공 실험·실습(3)	◐/●	●/◐	/○		◐	●			/◐	/○	
	요소설계 (6)	●			◐(설계)	○	●	●	●/	○/		○(포트폴리오)
	종합설계(2)				★(설계)	○	●				○	○(토론)
기계공학심화	소속 전공 MSC (6)	★/●	/◐			○	◐	●	●	◐		
	전공 이론(12)	★/●		/○		○	◐	●	●	◐	/○	/○(포트폴리오)
	창의공학설계(1)	◐		○	●(설계)	○	●				○	◐(포트폴리오)
	전공 실험·실습 (4)	◐	●		◐	○	●	●				
	요소설계 (6)	◐/●			◐(설계)	○	●	●	●/	○/		
	종합설계 (1)				★(설계)	○	●	◐	○			○(포트폴리오)
산업경영공학심화	소속 전공 MSC(7)	★/●	/◐	/○		○	○/●	●	●			○(퀴즈)
	전공 이론(11)	●		○	◐	○	◐	●	●			○(태도)
	창의공학설계 (1)	●	◐	○		○	○	◐	◐	●	○	
	전공 실험·실습(1)	●	●	○		○	●	◐	◐			
	요소설계(8)	◐/●	●/◐	/○		○	○/●	●	●			
	종합설계(2)			●	○(토론)	○	●				●	
신소재공학심화	소속 전공 MSC(4)	★/●		/○		○	○/◐	●	●			
	전공 이론 (11)	★/●		/○		○	◐	●	●	◐	/○	
	창의공학설계 (1)	◐	◐	○	◐	○	●	●	●			
	전공 실험·실습(3)	◐	●		◐	○	●					●(퀴즈)
	요소설계 (9)	★/●		/○		○	◐	●	●	◐	/○	
	종합설계 (1)	◐	◐	◐	◐	○	●				◐	

- 수업방식: ● 반영률 50~70%, ◐ 반영률 20~40%, ○ 반영률 20% 미만, ★ 반영률 100%, / or 의미
- 성적 평가방법: ● 반영률 30% 이상, ◐ 반영률 11%~30%, ○ 반영률 10%이하, / or 의미

영률이 높았고 포트폴리오를 평가요소에 포함시켰다. 일부 전공은 강의 반영률이 높았고, 이 경우, 성적평가 방법은 지필시험 반영률이 높았다. 일부 실험·실습 스킬이나 발표도 평가 요소에 포함을 시키고 있었다.

수업 방식과 성적평가 방법 조사에서 전공실험·실습 교과목과 요소 설계 교과목은 가장 혼동이 많은 교과목이었다. 일부 전공에서 자체평가보고서에 수업 방식이 실험·실습 혹은 설계에 표시하였으나, 수업계획서에는 강의 위주의 수업으로 전개되었으며 실험·실습 교과목과 요소설계 교과목의 혼동으로 수업시 실습 내용이 전개되었으나 설계로 표시하고 있었다. 또한 요소설계 교과목의 경우 설계 반영률이 표시되어 있으나 표시된 반영률보다 강의 비율이 높았다. 이 경우, 성적 평가방법에서도 지필시험 반영률이 높았다. 종합설계 교과목은 두 전공을 제외하고 설계중심의 수업이 이루어졌고, 성적평가 방법도 과제물과 포트폴리오 중심의 평가가 이루어졌다.

이상과 같은 분석을 종합해보면, 강의 위주 수업 방식인 경우 성적은 지필시험 평가 반영률이 높았다. 실험·실습이 병행되는 수업 방식은 실험·실습 스킬 평가 반영률보다 지필시험 평가 반영률이 높았다. 설계 수업 방식은 일부 전공에서 설계 결과물과 포트폴리오 평가 반영률보다 지필시험 반영률이 높았다. 이는 학교 현장에서 이루어지는 평가가 학생의 지적 능력 평가 중심이라는 것을 알 수 있다. 산업체에서는 공과대학 졸업생들에게 공학지식 이외에 공학적 기술(skill)과 인문·사회적인 능력과 자질을 요구하고 있다. 이러한 요구에 부합하는 학생들의 능력과 자질을 배양하고 평가하기 위해서는 지적 능력 위주의 평가에서 벗어나 일련의 학습경험 과정과 결과에 대해 모두 평가할 수 있는 수행평가 방식을 채택해야 하며 적절한 학습경험을 배양하기 위해 교과과정을 체계화하여 교과목에 어떠한 학습경험 삽입이 타당한지, 교과목에 삽입된 학습경험을 측정하는 평가요소와 도구는 어떠한 것이 타당한지 더 많은 분석이 필요하다. 이는 다음 절에서 언급한다.

3.3 타당한 교과목-임베디드 평가요소 분석

현재 많은 대학에서 교과목의 학습성과 성취도를 성적으로 평가하고 있다. 성적은 성취와 노력을 보상하는 기능을 가지므로 학습효과를 높이는 주요 수단이 되지만, 그 개념과 산출방법이 학교, 과목, 교수자마다 달라 그 의미가 불명료하여 타당하고 충분한 근거로 성적을 평가할 수 있어야 한다. 이 절에서는 의도된 학습경험을 삽입하고 그 학습성과를 교과목의 수업목표로 진술하고 측정할 수 있는 요소와 수준을 제시한다. 그리고 이러한 평가요소가 타당함을 보인다.

3.3.1 교과목 수업목표와 평가요소

일반적으로 목표라고 하면 어떤 활동을 통해 달성하고자 하는 성과를 뜻한다. 그러므로 수업목표는 수업활동을 통해서 달성하고자 하는 성과(지식, 지적 능력, 흥미, 태도, 기능 등)를 의미한다. 교과목 수업에서 성취할 학습성과는 교과목의 교수학습 목표에 나타나며 교과목 학습성과 평가의 준거가 된다. 수업을 받은 후 학생들이 보인 '능력 변화'에 초점을 맞추어 진술하고 그 변화를 알려주는 구체적인 자료가 필요하다. 이러한 자료들은 수업 중 관찰할 수 있는 모든 요소들이 가능한데, 지필시험, 숙제 이외에 수업 중 학생들의 발표 태도나 토론, 실험·실습 방법, 보고서, 설계 과제결과물이나 포트폴리오 등으로 관찰할 수 있다.

Bloom이 제시한 교육목표는 수업이 지향하고 있는 학습자의 행동을 그 성질에 따라 인지적(cognitive), 정의적 (affective), 심동적(psychomotor) 영역으로 구분하고, 각 영역에서 하위 계층을 두어 더욱 성질을 세분화하였다[16-17]. 세분화된 교수학습 목표를 준거로 기술하고 그 준거를 측정할 수 있는 도구를 선택하여 채점함으로써 교과목의 학습성과 평가는 타당성을 얻을 수 있다.

인지적 영역 수업목표는 지식이나 사고과정을 진술한 목표이다. 그 하위 계층에 개념이나 원리 등을 기억하는 지식(knowledge), 의미를 파악해 내는 이해력(comprehension), 배운 것을 활용하는 적용력(application), 상호관계를 이해할 수 있는 분석력(analysis), 관계를 이해하고 정리·요약할 수 있는 종합력(synthesis), 특정한 것을 근거로 가치를 판단하는 평가력(evaluation)의 순서로 발전 단계를 두었다. 일반적으로 사실적 지식을 평가하는 데는 선택형 지필시험이 적절하고, 추론이 포함되는 분석력, 종합력은 논술형 시험, 찬반 토론법, 구술시험, 연구보고서가 적절하다.

정의적 영역 수업목표는 수업의 결과로 획득해야 할 감정, 태도, 경향성에 관련된 목표로 성실성, 준법성, 근면성과 같은 행동발달 상황을 진술한 목표이다.

그 하위 계층에 관심을 갖는 수용(receiving), 적극적으로 참여하는 반응(responding), 그래서 중요성을 인식하는 가치화(valuing), 협력적인 태도를 갖는 조직화(organization), 그리고 그 태도가 내재화되어 몸에 배여 적응하는 인격화(characterization) 순서로 발전 단계를 두었다. 출석, 시험 부정행위, 보고서 카피 행위, 팀 활동 등을 통해 평가하는 것이 적절하다.

심동적 영역 수업목표는 신체 동작 및 기능에 관련된 목표로 기계 조작 등에 관련하여 진술한 목표이다. 그 하위 계층에 기계나 도구의 특징을 인식하는 지각(perception), 그들을 다룰 자세나 의욕을 나타내는 태세(set), 지도나 도움을 받아 동작을 수행하는 인도된 반응(guided response), 이것이 습관이나 숙련되는 기계화(mechanism), 복잡한 동작을 최소한의 노력으로 정확하게 수행하는 복합외현반응(complex overt response), 주어진 상황과 문제 요건에 맞추어 동작이나 기능을 수정하는 적응(adaptation), 특정 상황이나 요건에 적합한 새로운 동작이나 기능을 개발 하는 창안(origination) 순서로 발전 단계를 두었다. Bloom의 교육목표 분류학에 적용하기 어려운 말하기·듣기·읽기·쓰기 등과 같은 행동은 경험적 영역으로 분류하고 있는데, 본 논문에서는 연습과 리허설을 통해 배양되므로 심동적 영역 수업목표에 포함시켜 평가를 단순화하고자 하였다. 실험·실습방법, 보고서 작성, 발표, 토론 및 설계 결과물 등을 통해 평가하는 것이 적절하다.

그러나 이제까지 교과목에서 성적 평가방법은 표4, 표5에 나타난 바와 같이 출석, 중간/기말 시험, 숙제/과제물, 보고서 등을 사용하였다. 평가요소별 점수를 낸 후 반영률을 고려하여 각 점수를 합산하여 총점을 구한 다음, 총점으로 등급을 정하여 성적을 부여하였다. 그리고 이 성적이 학생의 교과목의 성취도라고 평가하였다. 또한 사례의 D 대학교에서는 학생 개인의 PO 성취도는 4여년의 교과과정을 통해 이수한 교과목의 성적과 학점 및 교과목과 연관된 PO 연관성이 곱해진 후 총합한 것이 그 학생의 각 PO별 성취도라고 평가하였다(아래 수식 참조). 그러나 이 방법은 타당성이 결여되어 있다.

$$\text{PO별 달성도} = \frac{\text{PO별 학생취득 점수}}{\text{PO별 최대점수}} = \frac{\sum(\text{교과목별 PO연관성} \times \text{학점} \times \text{성적})}{\text{PO별 최대점수}} \quad (1)$$

예를 들어, “XYZ"이라는 교과목이 PO2, PO5, PO7에 각각 강, 중, 약으로 연관성이 설정되어 있는 경우, ”S1"이라는 학생의 성적이 "B"등급이면 PO2, PO5, PO7 세 PO 모두 학습성과 성취도 달성이 “B" 등급이라고 판단하였다. 이 등급은 각 PO 성취준거와는 상관없이 총점에 대한 등급이 일률적으로 부여되므로 타당하지 않다.

3.3.2 교과목 내의 학습성과와 채점 도구

공과대학 교과목 수업에서 사용하는 성적 평가요소와 그 요소를 사용하여 채점가능한 수업목표 영역과 수준 관계를 표6과 같이 제시한다. 강의 중심의 수업 방식에서는 지필시험이나 과제를 통해 인지적 사고 능력 중심으로 평가하고, 실험·실습 중심의 수업방식과 설계가 진행된 수업방식은 심동적 기능 중심으로 평가할 수 있다. 또한 수업태도나 참여도를 통해 정의적 자질을 평가할 수 있다.

표6는 표4, 표5의 공과대학 교과목 수업방식과 성적 평가방법을 토대로 Bloom의 교육목표 분류에 근거하여 공과대학 교과목 수업에서 학생의 능력이나 자질을 판단할 수 있는 채점도구와 학습목표 영역과 수준 관계를 나타낸 것이다.

출석, 시험 부정행위, 보고서 카피행위는 정의적 영역 즉, 태도(성실성, 준법성, 근면성) 평가에 타당한 채점도구이다. 지필시험과 숙제/과제물, 수업 중의 퀴즈는 인지적 영역 즉, 지식의 전 수준을 평가하는데 타당한 도구이다. 실험·실습 교과목의 실험·실습 수행은 지식의 이해와 적용 수준을 평가하거나 심동적 영역의 숙련도, 모방 수준을 평가하는데 타당하다. 설계 결과물/포트폴리오는 지식의 적용, 분석, 종합, 평가 수준과 기능의 숙련도 창안 수준을 평가하는데 타당하다. 보고서는 문제풀이식의 숙제와는 달리 여러 가지의 자료 조사를 통해 요약·정리해야 하므로 지식의 적용, 분석, 종합, 평가 수준을 평가하는데 타당하며, 서론, 본론, 결론의 글쓰기 수준을 평가하는데 타당한 채점도구이다. 수업 중의 발표, 청취 태도 혹은 토론 수행은 태도(흥미, 참여)와 말하기, 듣기의 의사소통 평가에 타당하다. 마지막으로 팀 활동 수행은 정의적 영역과 의사소통의 최고 수준 단계인 협동과 의사결정 능력 평가에 타당한 도구이다.

Table 6 Ralation between Grading Tools and Study Object Domain

채점도구	채점가능 수업목표 영역 및 수준
출석	정의적 영역: 태도(성실성, 준법성, 근면성)
시험 부정행위	
보고서 카피행위	
지필시험(중간·기말)	인지적 영역: 지식 (사실 기억, 이해, 적용, 분석, 종합, 평가 단계의 문제해결력)
숙제/과제물	
퀴즈	
실험·실습	인지적 영역: 지식(이해, 적용), 심동적 영역: 기능(숙련도, 모방)
설계 결과물/포트폴리오	인지적 영역: 지식(적용, 분석, 종합, 평가), 심동적 영역: 기능(숙련도, 창안)
보고서	인지적 영역: 지식(적용, 분석, 종합, 평가), 의사소통(읽기·쓰기)
발표·청취 태도	정의적 영역: 태도(흥미, 참여), 의사소통(말하기·듣기)
토론 (수업참여)	
팀 활동	정의적 영역: 태도(협동), 의사소통(의사결정)

4. 연구 결과

2장 나절의 성과기반 공학교육에서 언급한 바와 같이, 프로그램 학습성과 평가는 졸업할 시점에 학생들의 능력을 최종 점검하여 졸업 자격부여와 교육적 성과를 총괄 평가 역할을 의미하며, 교과목 내의 학습성과 평가는 매학기 개설한 교과목에서 연관된 PO를 분담하여 학습경험을 시킨 후 그 최종 학습성과를 관찰하고 개선하기 위한 평가도구 역할을 하는 것으로 의미를 정의할 수 있다. 이러한 정의로 미루어볼 때, 공과대학 졸업생들의 학습성과 평가시 프로그램 학습성과와 교과목 내의 학습성과 성취도를 분리할 수 없다. 졸업시점의 학생의 각 프로그램 학습성과 평가 결과는 재학 중 매학기 교과목 내의 학습성과로부터 얻은 학습성과 성취도를 통해 예측할 수 있다.

표6의 분석한 내용을 근거로 이수영역별 교과목 내의 학습성과와 프로그램 학습성과의 관계는 표7과 같이 명료화하였다.

표4, 표5에서 나타난바와 같이 전 교과목에서 채점도구로 사용하고 있는 출석, 시험 부정행위, 보고서 카피 행위는 PO11(책임인식)과 관련된 준거를 진술하고 채점하는 것이 타당하다.

지필시험, 숙제, 퀴즈 등은 지식과 사고과정을 측정하는 채점도구이다. 교양 교과목에서는 사회·인문학적 지식, MSC 교과목에서는 수학, 기초과학 및 정보 지식, 전공 이론에서는 각 전공의 공학적 지식, 설계 교과목에서는 공학설계의 지식과 관련된 준거를 진술하고 채점하는 것이 타당하다.

실험·실습 교과목은 관련 지식 이외에 조교의 도움을 받아 동작을 지시대로 수행하거나 그 동작이 습관화되는 숙련도를 준거로 진술하고 채점하는 것이 타당하다. 특히 공학 도구를 이용한 실습은 주어진 상황이나 문제 요건에 맞추어 복합적인 상황에서의 숙련도를 준거로 진술하고 채점하는 것이 타당하다. 설계 결과물은 지식을 종합·평가하고 새로운 아이디어를 제시하여 창의적인 수준까지 준거로 진술하고 채점하는 것이 타당하며, 보고서 혹은 설계 관련 제안서나 최종보고서는 기억력을 제외한 적용력, 분석력, 종합력, 평가력 수준까지 준거로 진술하고 채점하는 것이 타당하다. 또한 보고서는 참고 문헌과 사

Table 7 Relation between PO and Grading Tools

이수영역별 교과구분	채점도구	프로그램 학습성과 (KEC2005)												비고
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
전 교과목	출석													
	시험·보고서 부정행위													
	발표/토론													
교양(공통/공학)	지필시험/퀴즈													
	숙제/과제물													
	보고서													
MSC(수학·기초과학), **전공 이론**	지필시험/퀴즈													
	숙제/과제물													
	보고서													
	실험													
MSC (컴퓨터)	지필시험/퀴즈													
	숙제/과제물													
	보고서													
	실습													
전공 실험·실습	지필시험													
	숙제/과제물													
	실험 보고서													
	실험·실습													
전공 기초/요소 설계	지필시험													
	설계 결과물													
	보고서·포트폴리오													
	팀 활동													
전공 종합 설계	설계 결과물													
	보고서·포트폴리오													
	팀 활동													

이트를 검색하고 요약·정리한 후 논리적으로 전개하여 작성한 읽기·쓰기 중심의 의사소통력을 준거로 진술하고 채점하는 것이 타당하다.

수업 중 발표나 청취 태도, 질문하기 혹은 토론에 대한 참여도는 교과에 대한 흥미가 있는지 관찰할 수 있으며, 토론의 논점을 정확하게 듣고 이해하며 조리 있게 말하는지 관찰하여 말하기·듣기 중심의 의사소통력을 준거로 진술하고 채점하는 것이 타당하다.

마지막으로 설계 교과목에서는 개방형(open-ended) 과제를 팀을 구성하여 여러 차례의 의사결정 과정을 거쳐 제품 설계 및 제작이 이루어지므로 팀워크 능력과 팀 구성원 및 다른 팀 구성원들과의 의사소통력을 준거로 진술하고 채점하는 것이 타당하다.

결론적으로, D대학교 교과과정의 체계화에 따라 분류된 교과목을 담당한 교·강사는 어떤 이수영역의 교과목인지를 확인하고 교과목의 수업목표 준거를 인지적 지적능력(knowledges), 정의적 태도(attitudes), 심동적 기능(skills)으로 분류하여 각 영역별 수업목표 수준을 진술하고 타당한 채점도구를 이용하여 학습성과를 평가하므로 정확하게 교과목 내의 학습성과

달성을 측정할 수 있다. 또한 이러한 교과목 내의 학습성과 평가가 프로그램의 학습성과와 어떠한 관계가 있는지 명료해졌으므로 4년여의 교과목 내 학습성과 성취도를 관찰하므로써 졸업시점의 최종적인 프로그램 학습성과 평가 결과를 예측할 수 있고 그 결과를 신뢰할 수 있다.

그러나 본 연구 논문의 결과는 한 대학교 공과대학의 사례를 분석한 것으로 제한점을 가지고 있다. 추후 더 많은 사례 수집이 필요하다.

5. 결 론

본 논문에서는 공과대학 교과과정을 이수영역별로 정비하고 매학기 교과목 수업에 12여개 항목의 프로그램 학습성과를 배양할 수 있는 학습경험을 삽입하여 이수영역별 교과목 내의 학습성과를 합리적으로 평가할 수 있는 도구를 분석하여 제시하고 이것이 최종 프로그램 학습성과 결과를 관찰하는데 타당한 도구임을 보였다.

우선, 공과대학 교과목 수업 방식과 성적 평가방법을 조사하여 실제 행해지는 수업 방식과 성적 평가방법을 조사하였다. 다음에 공과대학 이수영역별 교과목 즉, 교양, MSC, 전공 영역에서 교과목 수업 내용이 이론 중심인지, 실험·실습 중심인지 설계 중심인지를 조사하여 타당한 수업 방식과 성적 평가방법을 제시하였다. 이론 교과목의 강의중심 수업에서는 지필시험과 과제물, 퀴즈를 통해 지적 능력 위주의 평가가 타당하였다. 실험·실습 중심의 수업에서는 실험·실습 방법과 도구를 다루는 숙련도 위주의 평가가 타당하였다. 설계 중심의 수업에서는 팀을 이루어 과제를 해결하므로 팀워크와 의사소통력 같은 사회적인 기능과 설계 결과물로 창의적 문제해결력 위주의 평가가 타당하였다.

인문·사회학적인 지식은 교양교과목에서 학습경험 삽입이 타당하며 PO6 ~ PO12와 관계가 있으므로 이에 대한 평가가 타당하였다. 수학, 기초과학 및 컴퓨터의 기본 지식은 MSC교과목에서 학습경험 삽입이 타당하며 PO1, PO2, PO4 와 관계가 있으므로 이에 대한 평가가 타당하였다. 이에 추가하여 컴퓨터 기본 지식은 공학 소프트웨어와 연관된 학습경험 삽입이 타당하며 PO5와 관계가 있으므로 이에 대한 평가가 타당하였다. 공학 지식은 전공 교과에서 이론과 기술 모두 학습경험 삽입이 타당하며, PO1 ~ PO5와 관계가 있으므로 이에 대한 평가가 타당하였다. 특히 설계 교과목의 수업 방식은 팀 활동 중심이므로 팀워크, 팀 구성원간 의사소통력을 위한 학습경험 삽입이 타당하며, PO6, PO7이 관계가 있으므로 이에 대한 평가가 타당하였다.

연구결과에 의해, 이수영역별로 교과목 내의 학습성과를 채점할 수 있는 채점도구가 다음과 같이 명료화되었다. 모든 이수영역의 교과목에서 출석률과 시험 부정행위 및 보고서 카피행위 금지를 통해 관계있는 PO11을 평가하고, 발표나 토론이 전개되었다면 이는 PO7 평가가 타당하였다. 지필시험/퀴즈와 숙제/과제는 지식과 지적과정을 평가하므로 이수영역별 평가할 수 있는 지식과 관련된 여러 PO 평가가 가능하였다. 보고서는 각 영역별 지식이외에 쓰기 능력을 평가할 수 있어 PO7 평가 도구로 타당하였다. 설계 과제물은 설계와 제작을 통해 설계 능력과 도구 사용 능력 정도를 평가할 수 있으므로 PO3, PO5 평가도구로 타당하였다. 또한 설계 보고서와 포트폴리오를 통해 기초/요소설계 교과목과 종합설계 교과목 구별에 따라 지식 및 이해력과 분석력, 종합력 및 창의력을 평가할 수 있어 PO1, PO2, PO3, PO4 평가 도구로 타당하였다. 추가하여 공학적 해결방안이 미치는 영향과 직업적 책임인식 자질도 평가할 수 있어 PO9, PO11 평가 도구로 타당하였다.

교과목 내의 학습성과 평가가 프로그램의 학습성과 평가와의 연관성이 명료해졌으므로 4여년의 교과목 내 학습성과 성취도를 관찰하므로써 졸업시점의 최종적인 프로그램 학습성과 평가 결과를 예측할 수 있고 그 결과를 신뢰할 수 있다.

본 논문에서 분석하여 명료화된 교과목-임베디드 평가도구는 수업이 진행되는 과정에서 이루어지므로 계획에 따라 학습경험이 이루어졌는지 혹은 학생의 학습성과 성취정도는 어떠한지를 관찰하여 교과목의 교수-학습의 방법과 의도된 학습경험 삽입을 위한 교과과정 개선에 활용할 수 있다. 또한 제시된 수행평가 도구는 교육목표의 달성여부를 가능한 실제 상황에서 파악하고 평가한 도구이므로 최종적인 프로그램 학습성과 평가 결과를 신뢰할 수 있다.

향후 분석한 평가도구와 방법을 활용하여 공과대학 학생들의 4년여의 교과목 내의 학습성과 성취도와 졸업시점의 학습성과 평가간의 관계를 통계적 수치로 나타내어 실제 검증이 필요하며, 이러한 검증결과는 최종 프로그램 학습성과와 어떠한 관계를 나타낼 지 밝힐 수 있으리라 사료된다.

후 기

본 연구는 2006학년도 동아대학교 교내공모과제 연구비의 지원에 의하여 수행되었음.

참고문헌

1. Tanner, D., Tanner, L. N., Curriculum Development: Theory into Practice (2nd ed). New York: Macmillan, 1980.
2. 윤대희, 한경희. 공과대학 학부교육의 혁신방향. 공학교육, 제11권2호, pp14-17, 2004.
3. 한국공학교육인증원, 2007년 3차 평가자워크샵 자료집, 2007.
4. Stevens Institute of Technology, Website: http://www.stevens.edu/ses/academics/assessment/procedures/course_procedures. html, 2007.
5. Bobbitt, J. F., The Curriculum. Boston: Houghton-Mifflin, 1918.
6. Tyler, R. W., Education 206: Basic Principles of Curriculum and Instruction. Chicago: Univ. of Chicago Press, 1949.
7. Taba, H., Curriculum Development: Theory into Practice, New York: Harcourt, Brace & Jovanovich, 1962.
8. Johnson, M. Jr., Intentionality in Education: A Conceptual Model of Curriculum and Instructional Planning and Evaluation. Albany, New York: Center for Curriculum Research and Services, 1977.
9. Beyer, L. E., & Apple, M. W., (eds) The Curriculum (2nd ed.) New York: SUNY Press, 1998.
10. 한국공학교육인증원, 2006년 1, 2차 평가자워크샵 자료집, 2006.
11. 곽진숙, 최금진 학생들이 인지한 학습성과 달성도와 학점과의 상관관계 연구. 공학교육연구, 제10권1호, pp34-59, 2007.
12. 한국공학교육인증원, 2007년 (사)한국공학교육인증원 공학교육인증 설명회, 공학인증기준2005 설명서(KEC2005), 2008.
13. 자체평가보고서, 전자·환경·건축·기계·산업경영·신소재전공심화 자체평가보고서, 2007. 공학교육인증지원시스템, http://dass.donga.ac.kr, 동아대학교 공학교육인증지원 전산시스템, version 2, 2007.
14. Bloom, B. S., The taxonomy of educational objectives (Handbook I): Cognitive domain. NY: David Mckay, 1956.
15. Bloom, B. S., Madaus, G. F., & Hasting, J. T., Evaluation to improve learning. NY.: McGraw-Hill, 1981.