

## 문제중심학습과 산업체 현장실습 연계를 통한 효과적인 PLM 교육에 관한 연구

채수진\*, 노상도\*\*

### A Study on the Problem-Based Learning with Industry Co-operative Program for Effective PLM Education

Su-jin Chae\* and Sang Do Noh\*\*

#### ABSTRACT

Generally, a PLM education program in university consists of lectures of theory, software lab and software development training as an advanced subject. Most industries want more than these, such as practical problem solving capabilities, teamwork skills and engineering communications including human relationship, rhetoric, technical writing, presentation and etc. Problem-Based Learning is a problem-stimulated and student-centered learning method, and an innovative education strategy for collaborative and self-directed learning by applying real world problems. Education paradigm changes from "teaching" to "learning" accomplished by team working, and students are encouraged to develop, present, explain and defense their ideas, suggestions or solutions of a problem, and the "cooperative learning" proceeds spontaneously during team operations. Co-operative education program is an integrated academic model and a structured educational program combining classroom learning with productive work experience in a field related to a student's academic or career goals. Based on the partnership between academic institutions and industries, students are engaged in real and productive "work" in the industry, in contrast with merely observing. In this paper, PBL with Co-op program is suggested as an effective approach for PLM education, and we made and operated a PBL-based education course with industry co-op program. The Co-op education in industry accompanied with the PBL course in university can improve practical problem solving capabilities of students, including modeling and management of P3R(Product, Process, resource and Plant) using commercial PLM software tools. By the result, we found this to be an effective strategy for helping students, professors and industries succeed in engineering education, especially PLM area.

**Key words** : 문제중심학습(PBL, Problem-Based Learning), 현장실습(Co-Operative Program), PLM(Product Lifecycle Management)

#### 1. 서 론

PLM(Product Lifecycle Management) 분야의 교육은 기본 개념과 관련 이론에 대한 강의와 소프트웨어 사용법을 비롯한 기능 훈련 위주의 전통적인 모습에서 지속적으로 발전하여 왔으며, 일부 과목에서는 소

프트웨어 개발과 프로그래밍 능력 배양이 강조되어 왔다. 근래에는 보다 실제적인, 자주적 문제해결 능력을 가진 인력을 요구하고 있는 산업체의 필요에 따라 현업(real industry)과 결합된 실무 능력 배양이 강조되고 있는 상황으로, 제품 개발 및 제조 프로세스 전반에 걸친 디지털 엔지니어링 기술의 적용 확대로 인하여 각종 해석, 시뮬레이션, 정보관리와 시스템 통합 등 다양한 분야에 대한 기본 개념과 이론의 이해와 실무 능력 보유가 요구되고 있다. 또한 엔지니어뿐만 아니라 경영진, 고객, 협력사와의 공동 의사결정과 업무 수행이 강조되고 있는 바, 이른바 협업(collaborative

\*아주대학교 의과대학 의학교육실

\*\*교신저자, 성균관대학교 공과대학 시스템경영공학과

- 논문투고일: 2008. 06. 12

- 논문수정일: 2008. 06. 27(1차) 2008. 07. 02(2차)

- 심사완료일: 2008. 07. 03

engineering)을 위한 소양 교육의 필요성이 크게 대두되고 있다. 특히 주목할 만한 것은 자주적인 문제해결 능력에 대한 요구인데, 주어진 상황에 맞는 최선의 해결책을 항상 찾아내야만 하는 엔지니어로서 기본적으로 갖춰야 하는 필수 덕목임은 의심의 여지가 없다<sup>12)</sup>.

PLM 교육은 수업내용의 이해도와 응용능력을 확인하고 평가하는 기존의 프로젝트 수업에 비해, 문제해결을 통한 학습의 '과정'을 보다 강조하며, 문제해결의 과정을 수업 내부로 가지고 오는 방향을 취함으로써 비교적 용이하게 문제중심학습을 적용할 수 있다는 이점이 있다. 그러나 기존의 문제중심학습 방식을 공과대학에 맞추어 적용하기란 쉬운 일은 아니다<sup>13)</sup>. 특히 운영 측면에서 가장 어려운 것은 실제 협업의 문제를 어떻게 확보하고, 또 그 해결 결과에 대한 피드백을 어떻게 받을 것인가 하는 것이다<sup>14)</sup>. 그러나 산업체에서는 교육을 위해 시간과 비용을 투자하는 것을 손실로 생각하는 것이 사실이며, 사용하는 자료와 데이터의 보안 문제도 큰 걸림돌이 되고 있다. 결국 현업의 문제를 중심으로 문제중심 교육과정을 운영하기 위해서는 대학뿐만 아니라 기업에도 이득이 되는 방법을 찾는 것이 필수라고 할 수 있다.

본 논문에서는 이러한 산업체의 요구를 충족시킬 수 있는 방안 중 하나로서, 문제중심학습(PBL, Problem-Based Learning)으로 운영되고 산업체 현장실습과 연계된 효과적인 PLM 교육과정을 개발하고 운영한 사례를 소개하고자 한다. 이를 위하여 현장실습과 연계된 문제중심학습의 교수-학습 보형을 제시하고, 구체적인 적용 사례를 소개한다. 본 연구를 통하여 공과대학에서의 문제중심학습 방법의 적용 가능성과 적용 효과를 파악할 수 있을 것이다.

## 2. 이론적 배경

### 2.1 문제중심 학습(PBL)

근래에 사회적으로 대두되고 있는 새로운 교육 패러다임의 주요 골자는 '학습자 중심의 자기 주도 학습(self-directed learning)'이라고 할 수 있다. 이는 학생이 스스로의 노력으로 주어진 시간과 환경을 최대한 활용하여 지식, 정보, 기술을 획득하고, 발전시켜 나아가도록 하는 교육 방법이다. 이 방법 하에서 학생은 가능한 한 자신이 경험하는 학습에 대한 주도권을 갖고, 주어진 학습상황에서 최선의 노력으로 최고의 결과를 얻고자 자기 스스로에게 도전하고, 자기 자신을 경영하며, 스스로 평가하게 된다<sup>15)</sup>. 이와 같은 자기 주도 학습을 실현하기 위한 다양한 학습방법들 가운데

한 가지가 문제중심학습(PBL)이다. 문제중심학습은 기본적으로 학생들의 수업에 대한 자발적 참여와 협동학습을 강조하고, 이를 통해 과학적 사고능력과 지식의 확장을 얻게 되며, 학생들의 응용력, 비판적 지식창출 능력, 창의적 문제해결 능력 등을 향상시키게 된다. 즉, 교과지식보다 실제적인 문제와 관련된 지식을 조직하려는 교육전략으로서 학습과제를 해결해 나가는 데 있어서 교강사의 지식이나 강의를 최소화하고 학생의 사고를 중심으로 하는 과제 발표와 토의를 통하여 학생 스스로 개념, 이론이나 해결책을 구성하고 발전해나가도록 진행되는 수업이다<sup>16)</sup>. 일반적으로 이러한 자율학습 방법을 통하여 관련 이론 지식의 이해도를 크게 높일 수 있을 뿐만 아니라 창의성을 높여 과학적이면서 독창적인 엔지니어로서의 자질을 함양할 수 있으며, 팀 활동을 통해 협력과 공유라는 가치를 체득하는 것이 가능하게 된다<sup>17)</sup>.

PLM 교육에서는 수업내용의 이해도와 응용능력을 확인하고 평가하는 기존의 팀 프로젝트(team project)를 발전시켜, 문제해결을 통한 '학습'의 과정을 보다 강조하고, 문제 해결의 과정을 수업 내부로 가지고 오는 방향을 취함으로써 문제중심학습을 비교적 용이하게 적용할 수 있으며, 수업과 실습 사이에 다루는 각종 이론과 내용을 가지고 실제의 현업의 문제를 해결하는 '학습자 중심의 자기 주도 학습'을 진행함으로써 현업에서 요구하는 실제적인 문제해결 능력을 함양하는 것이 가능하다.

#### 1) 안내 도구로서의 문제

문제중심학습에서 문제(problem)는 중요한 역할을 하는 요소이다. 전통적 교육과정에서 학생들은 먼저 내용을 학습하고, 학생들이 학습한 내용을 기억하고 있는가를 평가하기 위한 관련 문제를 풀게 된다. 그러나 문제중심학습에서 문제는 어떤 학습을 시작하기 전에 학생들에게 제시된다. 학생들은 학습의 처음부터 문제를 대하기 때문에 문제중심학습에서 이전에 구축된 지식은 없으며, 학생들은 의미 있는 지식을 만들고 기능적인 맥락에서 지식을 조직하도록 고무된다. Barrow에 의하면, 문제들은 자신이 이미 알고 있는 것과 배워야 할 것을 알려주는 유일한 방법이다<sup>18)</sup>. 제시된 문제에 대한 학생들의 이해 수준은 그들의 지식 수준을 기능하는데 유용하다. 문제중심학습에서 문제는 비구조화되어야 하며 복잡해야 한다. 즉, 문제는 그것을 해결하기 위한 불충분한 지식과 정보만을 제공한다. 또한 의미 있는 지식이 되기 위해서 학생들은 더 많은 지식과 정보를 수집해야 한다.

### 2) 암시적 학습목표

전통적인 교육과정에서 학습목표는 명확하게 외현적으로 제시된다. 교수자는 학생들에게 문서나 구두의 형태 등으로 분명하게 학습목표를 제시하며, 학생들은 자신의 관심이나 흥미에 의해 학습의 목표를 스스로 선택할 권한이 없고, 자신이 선택한 목표에 기반하여 새로운 지식을 배우는데 제약받는다. 반면, 문제중심학습에서 학습목표는 문제에 암묵적으로 제시되어 외현적으로 드러나지 않기 때문에 학생들은 교육과정 설계자가 의도한 학습목표를 스스로 지각하고 파악해야 한다. 이때, 교육과정 설계자가 의도한 학습목표가 학생들에 의해 수행되지 않을 수 있는 문제가 발생하기도 한다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 교육과정 설계자의 세심한 문제의 설계와 제작이 요구된다<sup>10)</sup>.

### 3) 협동학습과 개별학습의 통합

문제중심학습의 목적 중에 하나는 학생들이 자기주도학습자가 되도록 장려하는 것이다<sup>11)</sup>. 학습자는 자신의 지식을 평가하고 필요한 정보의 출처를 찾을 수 있는 능력을 함양해야 한다. 문제중심학습은 학생들이 학습내용과 정보획득 능력을 얻기 위한 출처를 결정하도록 조장한다. 이러한 학습원리는 집단학습과 개인학습 과정의 적절한 배합을 통해서 실현될 수 있다. 개인의 노력만으로 충분한 지식을 산출할 수 없으며 복잡한 문제를 해결하는데 어려움을 겪을 수 있다. 개인의 경험과 집단 간의 협동학습은 전문적 지식과 기술을 신화시킬 수 있을 뿐만 아니라 다른 집단 구성원과 자신의 경험을 공유할 수도 있게 된다<sup>10)</sup>.

### 4) 자기-평가 기술

문제중심학습에서는 자기-관리 기술을 강조한다. 자기 관리 기술이란 학생들이 자신의 문제, 지식 및 결정에 관한 자신의 분석을 평가하는 것을 말한다. 문제중심학습에서 추구하는 평생 학습자가 되기 위해서 지식과 기술에서 자신의 부족함을 확인하기 위한 자기평가기술은 필수적이다. 문제해결을 위해 튜터가 도와주지 않아도 학생들은 계속해서 자신의 문제 해결 활동을 평가하고, 실제적 지식을 문제에 가져오며, 상황에 적절한 지식을 얻는 능력이 필요하다<sup>11)</sup>.

## 2.2 산업체 현장실습(Co-op)

PLM 교육 관련 과목들을 문제중심학습으로 운영하기 위해서 가장 어려운 부분 중 하나는 실제 협업의 문제를 어떻게 확보하고, 또 그 해결 결과에 대한 피

드백을 어떻게 받을 것인가 하는 것이라고 할 수 있다. 산업체는 교육기관이 아니므로 학생들의 교육을 위해 시간과 비용을 투자하는 것을 손실로 생각하는 것이 사실이며, 사용하는 자료와 데이터의 보안 문제도 큰 걸림돌로 작용하고 있다. 결국 현업의 문제를 중심으로 문제중심 교과 과정을 운영하기 위해서는, 대학뿐만 아니라 기업에도 이득이 되는 방법을 찾는 것이 필수적이다.

본 논문에서는 대부분의 대학들에서 이미 운영하고 있는 ‘현장실습’ 과목을 문제중심으로 운영하고, 이를 연계 운영함으로써 이러한 문제를 해결하는 한 가지 방안을 제시하고자 한다. 즉, 대학과 산업체의 협약을 바탕으로 진행되는 문제중심의 현장실습을 통하여 산업체에서 진행되는 설계업무에 학생들이 직접 참여하고, 여기에서 당면하는 문제들을 수업시간에 배운 여러 가지 이론과 실기를 가지고 해결함으로써 실제적인 문제에 대한 해결 능력을 함양하는 것이다.

### 2.3 문제중심학습과 현장실습 대상 분야: 생산 DMU

본 논문에서는 문제중심학습과 연계되는 현장실습으로 ‘시스템경영공학 현장실습’ 과목을 개발, 운영한 결과를 소개하고자 한다<sup>12)</sup>. 이 과목은 대학과 산업체의 협약을 바탕으로 진행되며, 문제중심의 현장실습을 통하여 산업체에서 진행되는 설계 업무에 학생들이 직접 참여하고, 여기에서 당면하는 문제들을 수업시간에 배운 여러 가지 이론과 실기(skill)를 가지고 해결함으로써 실제적인 문제 해결 능력을 함양하는 것을 목표로 한다.

개발된 과목에서는 학교에서 진행되는 CAD, 디지털 가상생산, PLM 관련 교과목과 기업에서 진행되는 현장실습을 문제중심으로 연계하기 위한 고리로서 생산 DMU(Digital Mock-Up)를 적용하였다. DMU는 ‘컴퓨터상에서 제품을 설계하고, 이를 바탕으로 실물 모형과 같은 수준의 엔지니어링 수행이 가능한 컴퓨터 모형을 제작 활용하는 것’으로, 대량 생산 이전에 신제품 구성요소들의 기능, 형태 등을 평가하기 위한 수단으로 시제품을 대신하고 있다<sup>13)</sup>. 즉, 컴퓨터모델로 표현된 각 부품들을 가상공간에서 조합함으로써 부품간의 간섭, 조립 시의 조립 경로 등을 검증, 최적화할 수 있게 하는 것이 주요한 목적이며, 각각의 부품들이 CAD시스템을 사용하여 3차원의 입체 형상(solid) 모델로 설계되어 있을 때 이들을 컴퓨터상에서 가상적으로 구성한 조립체를 의미한다. 이를 이용하여 제품 형상 데이터를 기초로 하여 부품간의 간섭검사, 조

립검토 등의 작업을 할 수 있고, 가상 시제품(virtual prototyping)의 개념으로 제품의 형상뿐만 아니라 기능까지도 검토할 수 있는 데이터를 의미한다.

일반적으로 DMU는 주로 개념 설계, 설계 검증을 위해 적용되고 있으며, 생산에 관련된 목적으로 사용되는 DMU를 생산 DMU로 부른다면, 생산 DMU는 제품 개발 및 제조 전반에서 이용될 수 있다. 특히, 부품, 제품에 대한 생산 시 문제점 사전 검토, 혼합 생산방식에 대한 대응, 부품의 크기, 중량에 따른 작업성, 불류 문제 검토 등에 대해 적용할 필요성이 매우 높다. 또한 생산 DMU를 통한 정확하고 검증된 장비와 설비 확인을 통해서 추가적인 개조나 현장 맞춤을 최소화하며, 궁극적으로 총체적인 시뮬레이션을 수행할 수 있는 실제 작업장과 같은 디지털 공장을 구성하는 기본 모델을 구축할 수 있다. 생산 DMU의 일반적인 목적인 다음과 같다.

- 장비, 설비의 개념, 설계에 대한 신뢰성 있는 사전 검증
- 시제품, 시험 생산 횟수 및 기간 단축
- 3차원 CAD 모델의 용이한 검색 및 관리
- 작업장에 대한 데이터 확보 및 가시화
- 현장 작업자들의 작업, 위험 및 난이도 검토와 교육 훈련 자료로 활용
- PLM(Product Lifecycle Management)의 기본 데이터 확보.
- 협력 업체, 고객 등과의 원활한 협업 수행, 커뮤니케이션

### 3. 현장실습과 연계된 문제중심학습 모형

문제중심학습이라고 할 때 그것은 한 가지 모형만을 갖고 있는 것이 아니다. 문제중심학습은 학사마다, 강조하는 요소에 따라 조금씩 차이를 보인다. Barrows와 Mayer가<sup>[1]</sup> 제시한 의과대학 문제중심학습 모형이 가장 잘 알려져 있지만, 그것은 문제중심학습 진행 방법 중 한 가지에 해당하는 것으로 다른 여러 상황이 주어지면 거기에 맞는 형태의 문제중심학습 과정이 존재할 수 있다. 초등학교 수업을 위한 문제중심학습 교수-학습과정으로 조연순은 문제만나기, 해결계획 세우기, 탐색 및 재탐색하기, 해결책 만들기, 발표 및 평가하기 등을 설정하였는데<sup>[15]</sup>, 최유현은 공과대학 문제중심학습 모형으로 문제와의 만남, 문제와의 구체화, 해결방안의 탐색과 장안, 해결방안의 선정, 해결방안의 구체화, 실행, 발표와 평가, 적용과 성찰 등 8단

계를 제시하였다<sup>[16]</sup>.

이상의 문제중심학습 모형들은 대체로 문제를 구성하고 문제를 해결하는데 그 초점이 맞추어져 있다. 그러나 본 논문에서 제시하는 문제중심학습 모형은 현장실습과 연계된 것으로, 분체와 '현업의 관계'를 더욱더 강조한 모형이라고 할 수 있다. Fig. 1은 본 논문에서 제안하는 문제중심학습 모형을 보여준다.

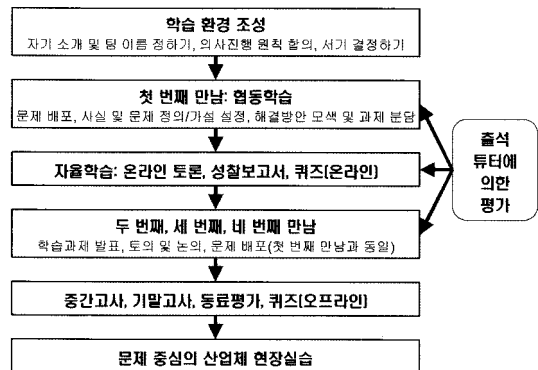


Fig. 1. PBL model for PLM education.

## 4. 현장실습과 연계된 문제중심학습 모형 적용 사례

### 4.1 수업내용 및 절차

성균관대학교 공과대학 시스템경영공학과에서는 제품개발과 제조 프로세스의 다양한 분야에 대한 이해와 응용력 함양에 대한 산업체의 요구에 부응하고 문제중심 학습의 자기주도형 학습을 실현하기 위하여, 기존의 CAD과목을 'CAD/디지털생산 및 실습'으로 새로 구성하여 매년 2학기에 개설하고, 2학기 수강 후 겨울방학 중 산업체 현장실습을 통하여 산업체의 실제적인 문제 해결을 진행하는 연계 교과목으로 '시스템경영공학 현장실습'을 2004년부터 개설하여 운영하고 있다<sup>[17]</sup>.

'CAD/디지털생산 및 실습' 교과목은 주당 강의 3시간, 실습 2시간을 진행하는데, 강의 내용과 구성은 Table 1과 같다. 실습은 강의시간과 별도로 진행하며, Siemens PLM Software사의 Unigraphics NX를 이용한 솔리드 모델링 10시간, VisMockup을 이용한 DMU 2시간, Dassault System사의 Delmia QUEST 또는 Siemens PLM Software사의 eMPlant를 이용한 생산시스템 시뮬레이션 및 분석을 8시간 진행한다.

'CAD/디지털생산 및 실습' 교과목의 문제중심학습 수업은 총 4번 실시하였다. 제품 설계에 대한 설계에

Table 1. Syllabus of 'CAD/Digital Manufacturing' course

주차	내용	실습	퀴즈
1	강의소개, 제조업의 중요성과 프로세스		
2	CAD, 디지털 가상생산과 PLM, 소개		
3	디지털 가상생산과 PLM	1차	1차
4	1차 PBL (팀 단위 문제해결 수업1)	2차	
5	제품 설계와 CAD	3차	
6	제품 설계와 CAD	4차	2차
7	2차 PBL (팀 단위 문제해결 수업2)	5차	
8	중간고사		
9	제품 개발 및 제조 프로세스와 협업	6차	
10	해석과 CAE	7차	
11	공정계획(CAPP)과 제조공정관리(MPM)	8차	3차
12	3차 PBL (팀 단위 문제해결 수업3)	9차	
13	레이아웃, 설비/물류 계획과 디지털 가상생산 시뮬레이션		10차
14	생산계획 및 실행과 PLM		4차
15	4차 PBL (팀 단위 문제해결 수업4)		
16	기말고사		

대해 2회(개념설계, 상세 설계 및 검토), 공장 설계에 대해 2회(레이아웃 개념설계, 시뮬레이션 및 검토)를 진행한다. 조 편성은 한 조에 5, 6명씩 구성되었으며, 총 8개의 조로 진행하였다. 튜터는 주로 유사한 기업 문제 해결 경험이 풍부한 대학원생들이 맡으며, 수업 진행 규칙 및 평가 등에 대한 안내와 학습과정에서 발생하는 갈등의 해결, 문제 이해 지원 등에 대한 조언을 한다.

4.2 문제중심 학습을 적용한 수업 진행 방식

1) 첫 번째 만남

문제중심학습 수업에서는 새로운 소집단이 구성되어 처음 만났을 때 자기소개를 시작으로 학습 분위기를 조성한다. 본격적인 수업을 시작하기 전에 자유로운 의사표현의 분위기가 이루어지도록 최대한 노력한다. 어느 정도 학습 분위기가 조성되면 본격적으로 수업을 시작하게 된다. Table 2는 첫 번째 문제중심학습 수업의 상세 일정을 보여준다.

2) 두 번째, 세 번째, 네 번째 만남

두 번째 만남, 세 번째, 네 번째 만남에서는 본격적으로 주어진 문제에 대한 문제중심 학습을 문제 설명, 토의, 결과 정리, 성찰보고서 작성 등의 순서로 진행한다. Fig. 2는 문제중심 수업을 진행하고 있는 광경을 보여준다.

Table 2. Detailed procedures of 1st PBL lecture

시간	순서	내용
15분	튜터 이름 정하기	만약 이미 이름이 있으며 그 의미나 정한 이유, 과정에 대해 이야기 나누기
15분	규칙 설명, 서기 결정	계획/결과, 성찰 보고서 배포와 서기 결정, 칠판에 작성 표 준비
2시간	토론 및 협동 학습	문제의 정의, 관련 사항들, 문제점, 의문점, 대안 등에 대해 논의하고, 해결방안에 대해 모색. 작성표에 의견을 정해가며 진행
30분	계획, 결과 보고서 작성	계획/결과보고서는 그 자리에서 작성하고, 복사하여 각각 배포하고, 성찰보고서는 각자 작성하여 다음 수업 시간에 개별 제출



Fig. 2. Students and a mentor in a PBL lecture.

필요한 경우는 문제중심수업에서 해결한 결과에 대한 팀 발표회를 같이 진행하며, 이때 기업체, 소프트웨어 벤더 등 산업체 전문가들이 직접 평가하고 시상하도록 운영하였다. 예를 들어 2007년도에는 GM대우 자동차의 설계, 생산 분야의 전문가 4명과 Siemens PLM Software사의 전문가 1명, 그리고 미국 GM의 엔지니어 1명이 평가자로서 참여하고, 발표회 후 간담회를 통하여 학생들과 현장의 소중한 경험을 나누었다. 학생들에 대한 동기 부여를 위해 산업체 전문가들의 평가 및 시상은 GM, EDS, SUN, Siemens PLM Software 등의 국제적인 대학 지원 프로그램인 PACE(Partners for Advancement of Collaborative Engineering Education)의 지원으로 Fig. 3과 같은 인증서 발급과 함께 이루어지고 있다.

4.3 문제 개발

전술된 바와 같이 문제중심학습에서 문제는 비구조화되고, 해당 학습내용과 직접 관련되며, 학습자의 이

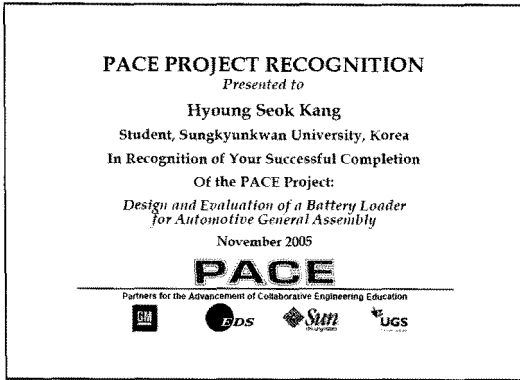


Fig. 3. A certification of the PBL lecture.

진 경험, 관심, 흥미와 직결되는 실제 상황이 포함되어야 한다. Fig. 4는 PLM 교육을 위한 문제중심학습에서 사용한 문제의 몇 가지 예를 보여준다.

<p>재현(再現), 다시 똑같이 나타내 보이는 것을 "재현"이라고 한다. 다음의 경우들을 실제로 재연해보고, 각 경우에 대해 재현의 정의를 결정해본다.: 수학여행 가서 봤던 동해바다 일출, 감미로왔던 케니지 컨서트, 지중해 바다 속에서 발견된 비즈니스 석상, 스테이플러, 내가 쓰고 있는 편한 안경 (각 경우에 대해 "컴퓨터를 이용한 재연"의 범위와 한계를 결정, 비교)</p>
<p>두 개의 부품으로 이루어져 있는 조립품(Case)에 대해, 다음의 조건하에서 가장 효율성 높은(동일 시간에 가장 많은 제품을 생산할 수 있는) 공장 레이아웃을 설계해본다. (가장 효율성 높은 공장 레이아웃 설계)</p>
<p>두 가지 차종 각각에 대해 BM-70(14 kg), BM-85(18 kg)라는 크기와 무게가 다른 두 가지 배터리가 있다. 그림과 같이 두 가지의 경우 모두에 대해 배터리를 장착할 수 있는 공용 장비를 설계하라. PBL시에는 개념설계를 진행하며, 이후 UG, VisMockup을 이용하여 완성된 모델을 제시한다. 문제 해결 시 제약 조건은 다음과 같다.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 배터리의 조립 시간은 1분 이내로 가능한 짧아야 하며, 작업 시 차체 등과 간섭이 나지 않아야 한다.</li> <li>- 작업자가 배터리를 직접 들지 않도록 한다.</li> <li>- 장착 과정 중 배터리가 떨어질 위험이 없어야 한다.</li> <li>- 장비의 구동 부분까지 상세한 모델과 검토를 진행.</li> </ul>

Fig. 4. Examples of problems in PBL lectures.

재현(再現), 다시 똑같이 나타내 보이는 것을 "재현"이라고 한다. 다음의 경우들을 실제로 재연해보고, 각 경우에 대해 재현의 정의를 결정해본다.: 수학여행 가서 봤던 동해바다 일출, 감미로왔던 케니지 컨서트, 지중해 바다 속에서 발견된 비즈니스 석상, 스테이플러, 내가 쓰고 있는 편한 안경(각 경우에 대해 "컴퓨터를 이용한 재연"의 범위와 한계를 결정, 비교)

두 개의 부품으로 이루어져 있는 조립품(Case)에 대해, 다음의 조건하에서 가장 효율성 높은(동일 시간에 가장 많은 제품을 생산할 수 있는) 공장 레이아웃을 설계해본다. (가장 효율성 높은 공장 레이아웃 설계)

두 가지 차종 각각에 대해 BM-70(14 kg), BM-85(18 kg)라는 크기와 무게가 다른 두 가지 배터리가 있다. 그림과 같이 두 가지의 경우 모두에 대해 배터리를 장착할 수 있는 공용 장비를 설계하라. PBL시에는 개념설계를 진행하며, 이후 UG, VisMockup을 이용하여 완성된 모델을 제시한다. 문제 해결 시 제약 조건은 다음과 같다.

- 배터리의 조립 시간은 1분 이내로 가능한 짧아야 하며, 작업 시 차체 등과 간섭이 나지 않아야 한다.
- 작업자가 배터리를 직접 들지 않도록 한다.
- 장착 과정 중 배터리가 떨어질 위험이 없어야 한다.
- 장비의 구동 부분까지 상세한 모델과 검토를 진행.

#### 4.4. 학생 평가

학생 평가는 PBL 평가(30%), 시험(중간/기말 시험 40%), 실습(20%), 퀴즈(총 4회, 10%)로 진행하며, 퀴즈에서는 수업시간에 강의한 내용에 대한 확인을, 중간시험과 기말시험에서는 종합적 사고와 응용력 측정용 목적으로 하였다.

##### 1) SQDA(Self Question Discussion Answer)

수업시간에 다루어진 내용을 중심으로 수강생들이 직접 문제를 출제하고 토의하며 정답을 확정하고 평가하는 일련의 절차를 거친다. SQDA는 수업시간에 온라인 5회, 오프라인 5회 진행하였다. 온라인의 경우, 온라인 토론 주제를 수강생 중 두 명이 직접 정하도록 하고 수업시간에 문제의 의미와 취지는 다른 수강생들에게 설명하도록 진행한다. 이러한 방식의 평가는 수업 시간에 설명한 이론 등 비교적 단순한 이해도를 측정하는데 매우 효과적이다. Fig. 5는 SQDA 방식의 오프라인 문제의 예이며, Fig. 6은 온라인 토론 운영의 예를 보여준다.

##### 2) 성찰보고서

문제중심학습에서 평가는 크게 개인적 성취와 그룹별 성취로 나뉜다. 개인의 성취에서 내용 면은 학습자가 과연 얼마만큼 관련 분야의 전문적 지식을 습득했는지, 얼마만큼의 문제 해결력의 향상이 있었는지를 파악하는 것이다. 이러한 성취는 개인이 매 수업시간 후에, 개인의 자율적 학습을 하는 중에, 또는 특별 토론을 한 뒤에 그것에 대한 자기성찰적 질문과 대답을







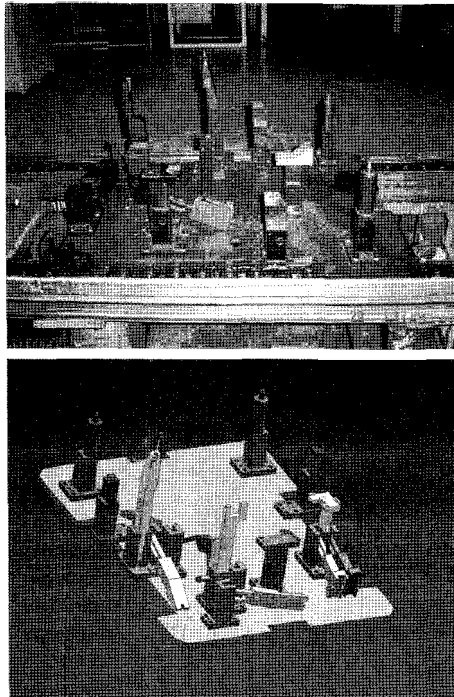


Fig. 11. Example of DMU model as a result of an industry co-operative program.

적용하기 위해서는 학생, 교수, 대학, 산업체가 다음과 같은 사항들을 사전에 철저히 준비하여 추진해야할 것으로 생각된다.

**학생**

- PLM 분야에 대한 흥미
- 상대적으로 많은 시간과 노력 투입에 대한 의지
- 강의에서 배우는 이론지식 뿐만 아니라 현업의 실제 문제를 이해하고, 해결해 보고자하는 성취동기

**교수**

- PLM 분야의 실제 문제 해결 능력을 배양할 수 있도록 문제중심학습으로 강의 운영
- 문제 도출, 해결, 해결 결과의 신뢰성 보장 등 전 과정에서 학생들을 관찰, 밀착된 지원 제공
- 학생들의 흥미와 성취동기를 높이기 위한 방안 준비(시상, 기업체 인증서, 경진대회 연계 진행 등)
- 문제 확보, 실습 참여 등을 위한 산업체와의 유대관계 유지 및 홍보
- 현장실습 참여 학생들에 대해서는 산업 현장에서의 안전, 대인관계, 예절 등에 대한 추가 교육

**대학**

- 참여하는 학생들에 대한 강력한 지원(유연한 현장 실습 과목 개설, 학점 비율 조정 등)
- 산업체의 환경(PLM 관련 소프트웨어 등)과 대학의 교육환경의 일치를 위한 인프라 투자
- 현장실습 학점 부여, 보험 지원 등 행정적 지원

**산업체**

- 상호이익에 대한 믿음을 바탕으로 한 대학과의 상호 협력 추진
- 경영진뿐만 아니라 실무자들의 관심, 이해, 지원
- 참여하는 학생들에 대한 충분한 지원(실습비, 취업 추천서나 취업 시 가점 부여 등)

구분	내용	학생 만족도 (점수)					비고
		매우 만족	만족	보통	불만족	매우 불만족	
1	이 과정의 수업자료는 수강신청서 또는 계약서 후 학습용에서 제공되었고 수업은 수월하게 진행되었다고 인정받았다.	17 (81%)	4 (19%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	4.61
2	수업은 생활하게 준비되었다.	18 (86%)	3 (14%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	4.66
3	사소한 문제, 실고장인, 실습설비가 고장 및 고장기 지체(불합실습 포기)의 경우는 수업이 중단될 수 없다 인정받았다.	16 (76%)	5 (24%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	4.36
4	(이론교육) 수업이 흥미로운 형태로 진행되었다. (실습) 실습설비(기계) 및 실습 설비가 매우 양질의 자료가 제공되었다. (이론교육) 세미나 운영과 발표요청을 지양해 주었다.	16 (76%)	4 (19%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	4.36
5	학점이 적절하였다.	18 (86%)	4 (19%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	4.52
6	사립을 희망하며 학습수준이 높아지고, 수업시간 활용도를 높일 수 있는 기회가 있었다.	15 (71%)	6 (29%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	4.71
7	수업중의 과목에 대한 특별한 질문 또는 발표 실습을 요청할 수 있는 기회가 있었다.	15 (71%)	6 (29%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	4.71
8	수업이론적인 내용의 강의를 수강하였고 수업내용이 재밌었다.	17 (81%)	4 (19%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	4.61
9	학원의 학습내용 등을 활용하는 과제부제, 학교 발표, 토론 등을 운영하였다.	16 (76%)	5 (24%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	4.36
10	이 과정을 이수 강사에 대해 만족한 것으로 인정받았다.	15 (71%)	6 (29%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	4.71

구분	내용	학생 만족도 (점수)					비고
		매우 만족	만족	보통	불만족	매우 불만족	
P006	이론교육을 이해하고 싶은 학생이 많고, 실습을 계획하고 수업할 수 있는 분위기	13 (62%)	8 (38%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	4.60
P008	교수님 수업이 흥미로워 학습에 도움이 되고, 실습을 할 수 있는 분위기	15 (71%)	6 (29%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	4.75
P009	이론교육과 실습을 병행하여 학습할 수 있는 분위기	15 (71%)	6 (29%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	4.60
P010	이론교육과 실습을 병행하여 학습할 수 있는 분위기	13 (62%)	8 (38%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	4.60
P011	이론교육과 실습을 병행하여 학습할 수 있는 분위기	13 (62%)	8 (38%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	4.60
P012	이론교육과 실습을 병행하여 학습할 수 있는 분위기	15 (71%)	6 (29%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	4.75

Fig. 12. Result of the survey for satisfaction and achievement of students.

**7. 결 론**

본 논문에서는 근래에 강하게 대두되고 있는 산업체의 요구인 자주적 문제해결 능력, 현업과 결합된 실무 능력, 다양한 업무에 대한 이해와 응용 능력을 충족시킬 수 있는 PLM 교육 방안 중 하나로서, 문제중심학습으로 운영되고 현장실습과 연계되는 교육과정 개발 및 운영 사례를 소개하였다.

본 연구에서 개발된 자기주도형 학습 방법의 적용

을 통하여 PLM 분야의 이론 지식에 대한 이해도와 실기 능력을 크게 높일 수 있을 뿐만 아니라, 학생들이 가지고 있는 각자의 창의성과 팀 활동을 통한 협력과 공유라는 가치를 발전시킴으로서 우수한 엔지니어로서의 소양을 함양시키는 것이 가능할 것으로 기대된다. 대학의 교과목과 산업체의 현장실습을 연계하여 운영하기 위해서는 대학, 기업, 교수, 학생 등 모두의 인식 전환과 노력이 필요하며, 특히 대학과 기업의 신뢰를 바탕으로 한 협력 관계의 구축과 지속적인 유지 발전이 중요하다고 할 수 있다.

공학교육에서의 문제중심학습이 실제로 수행하게 될 자신의 업무 문제를 창의적으로 해결할 수 있는 토대를 마련해 줄 수 있다는 데에는 의심의 여지가 없다. 이러한 사실을 토대로 본 연구에서 제시한 산업체 현장실습과 연계한 문제중심학습을 통한 PLM교육은 졸업 후 기업에 투입 가능한 실무 중심의 교육을 학부과정에서 교육함으로써 궁극적으로는 기업의 경쟁력을 강화하고 합리적인 절차로 최적의 대안을 찾을 수 있는 창의적 인재, 문제해결능력을 가진 인재를 양성하는데 크게 기여를 할 수 있을 것으로 기대된다.

### 감사의 글

본 논문은 성균관대학교 대학교육개발센터의 문제중심 교수법 지원 프로그램의 지원으로 수행되었습니다. 관계자 여러분께 감사드립니다.

### 참고문헌

1. 노상도, "산업체 현장실습과 연계된 문제중심의 CAD/CAM 교육과정운영", *CAD/CAM Review*, 제 11권 제3호, pp.45-52, 2005.
2. 황성호, 권오채, 김용세, "기계공학에서의 PBL적용 교과과정 개발: 제품해체 설계추론", *공학교육연구*,

- 제8권 제1호, pp.20-30, 2005.
3. 최유현, "창의적 공학교육을 위한 PBL의 모형과 절차의 탐색", *공학교육연구*, 제8권 제1호, pp.99-112, 2005.
4. Cawley, P., "A problem based module in mechanical engineering: The challenge of problem based learning", NY: St. Martin's Press, 1991.
5. 하워드 배로우스, 문제중심학습법 - 의학교육을 중심으로, 성균관대학교 출판부, 2005
6. 김종백, "정황학습과 비교분석을 통한 문제중심학습의 이해", *한국교육학연구*, 제10권 제2호, pp.203-224, 2004.
7. 강소연, "공학교육에서의 PBL수업의 효과", *공학교육연구*, 제8권 제2호, pp.24-34, 2005.
8. Barrow, H.S., "How to design a problem based curriculum for preclinical years", New York: Springer Publishing, 1985.
9. Barrow, H.S., Problem based learning in Medicine and beyond. In Wilkerson, L., & Gijselaers, W.H. (Eds.), Bringing problem based learning to higher education theory and practice (pp.3-12). San Francisco, CA: Jossey Bass Publisher, 1996.
10. 채수진, 문제중심학습과 평가, 한국학술정보(주), 2005.
11. 강인애, 문제중심학습-21세기 교육을 위한 새로운 접근, 연세대학교 의과대학 문제중심학습 워크숍자료집, 1999.
12. 채수진, 노상도, "산업체 현장실습과 연계된 문제중심학습 개발 및 적용 사례", *교육과정연구*, 제24권 제4호, pp 131-151, 2006.
13. 이강수, 이상현, "PDM 시스템에서 운용되는 DMU 시스템 개발", *한국CAD/CAM학회 논문집*, 제8권 제3호, pp. 157-166, 2003.
14. Barrow, H.S., & Myers, A., "Problem based learning in secondary schools", Unpublished monograph. Springfield, IL: Problem Based Learning Institute, Lanphier Higher School and Southern Illinois University Medical School, 1993.
15. 조연순, 문제중심학습의 이론과 실제, 학지사, 2006.



#### 채 수 진

1992년~1996년 성신여자대학교 교육학과 학사  
 1997년~2000년 서울대학교 교육학과 석사  
 2001년~2005년 성신여자대학교 교육학과 박사  
 2005년~2006년 성균관대학교 공학교육 혁신센터 연구원  
 2006년~현재 아주대학교 의과대학 의학교육실 연구교수

관심분야: 교육과정개발, 프로그램평가, 인정평가



#### 노 상 도

1988년~1992년 한국과학기술원 기계공학과 학사  
 1992년~1994년 서울대학교 기계설계학과 석사  
 1994년~1999년 서울대학교 기계설계학과 박사  
 1999년~2002년 고등기술연구원 생산기술센터 선임연구원  
 2002년~현재 성균관대학교 공과대학 시스템경영공학과 조교수, 부교수

관심분야: 생산시스템 모델링 및 분석, 동시협업, 디지털 가상생산, CAD/CAPP/CAM, PLM