

공학설계수업에서의 PBL 모형 개발 및 효과 분석

김성봉¹, 홍효정^{2*}

¹제주대학교 교육학과, ²제주대학교 교수학습지원센터

Development of a PBL model and Analysis of its Effect in Engineering Design Instruction

Sung-Bong Kim¹ and Hyo-Jeong Hong^{2*}

¹Dept of Education, Jeju National University

²Center for Teaching&Learning, Jeju National University

요 약 지식정보화 사회로의 진전이 가속화 되는 21세기에 공학도들에게 창의적 문제해결능력이 무엇보다 강조되고 있는데, 이러한 능력 개발을 위한 접근방식은 다양할 것이다. 본 연구는, 문제중심학습(PBL)이 그러한 접근방식에 있어 하나의 효과적인 대안으로 인식하고, 기존의 PBL모형에 기초하지만 대학 공학설계수업에 적합하도록 독자적으로 개발하고 그 효과를 수업현장에서 검증해 본 'JPBL' 모형을 소개하는 것을 주목적으로 하였다. 효과분석 결과, JPBL 수업을 받기 전과 후의 수업만족도와 조직몰입도는 통계적으로 유의한 차이가 있었으며, 이러한 양적인 결과는 질적 자료 분석에서도 확인할 수 있었다. 이러한 연구결과에 터해 JPBL 모형 개발의 의미와 한계에 대해 논의하였다.

Abstract In 21th century moving rapidly up to the knowledge and information society, creative problem-solving abilities are preferentially required to engineers. Though there may be various approaches to develop such abilities, PBL instruction method can be an effective alternative to develop such abilities. Recognizing this, one 'JPBL' model was constructed and introduced in this study. The model was developed independently based general existing PBL models and applied to university students to analyze its effectiveness in the aspect of class satisfaction and organizational commitment. Based on results, the meaning and limitation of the model development were discussed.

Key Words : Creative problem-solving ability, Problem Based Learning, PBL teaching & learning model, Engineering Design Instruction

1. 서론

21세기 지식정보화 사회로의 변화가 가속화됨에 따라 사회가 요구하는 인재상으로 창의적 문제해결능력이 무엇보다 강조되고 있다. 특히 공학도들에게 이 능력은 현업에서 생존의 필수요건으로 인식되고 있다고 해도 과언이 아닐 것이다. 이러한 점을 고려해 대부분의 공과대학이나 유사계열 단과대학 및 학과에서는 공학도들에게 창의적 문제해결능력 배양을 위한 설계교육을 필수적으로 운영하고 있다.

그럼에도 불구하고 대학공학교육은 정보와 지식 전달에 급급한 경우가 적지 않으며, 이는 결과적으로 현업의 실제와는 다소 거리가 있는 공학교육의 문제가 될 수 있을 것이다. 다시 말해, 공학이라는 학문이 다양한 학문과 통합되기 보다는 공학설계의 과정 및 내용만을 전달할 경우 [10] '대학교육이 기업의 요구를 충족시키지 못하고 있다'는 비판에서 자유롭지 못할 것이다. 주지하다시피 현업에서 직면하는 대부분의 문제들은 어느 한 가지 전공지식만으로는 해결하기 어려운 측면이 있다. 따라서 학생들로 하여금 그 변화 속도가 매우 빠른 공학을 이해할

본 논문은 2008년도 한국학술진흥재단의 연구과제로 수행되었음(KRF-2008-562-D00010).

*교신저자 : 홍효정(eduhong@paran.com)

접수일 10년 09월 15일 수정일 (1차 10년 11월 18일, 2차 10년 11월 08일, 3차 10년 11월 17일) 게재확정일 10년 11월 19일

수 있도록 수학, 과학 등의 기초학문에 대한 폭 넓은 지식은 물론 다양한 학문 분야의 지식을 종합해 사고할 수 있는 능력을 갖추도록 하는[7] 일은 중요한 과제로 보인다. 이른바 일차원적 인재가 아닌 다차원적 인재를 길러 낼 필요가 있는 것이다.

공학도들에게 창의적 문제해결능력을 길러내는 방법은 다각도로 생각해 볼 수 있겠지만, 공학교육의 필수 교과인 설계교과에 문제중심학습(Problem Based Learning: 이하 PBL)을 적용해 보는 것은 그 한 방법으로 보인다. 다시 말해, 기존의 공학지식을 현업에서 즉시 활용할 수 있도록 현장문제 해결 프로세스에 맞추어진 PBL수업을 통해 공학도들의 창의적 문제해결능력을 길러내는 것이다.

한편, 그동안 PBL모형을 적용한 대학의 공학설계 수업은 공학이라는 특수성을 담지 못하여 교수자 뿐만 아니라 학습자들이 수업을 운영하기에 어려움 있는 것으로 알고 있다[11]. 본 연구는 이러한 문제의식에 기초해 기존의 PBL모형에 근거하지만 독자적인 'JPBL' 모형을 개발하였고 이 모형에 기초해 구안한 15주의 수업시나리오를 수업에 적용해 그 효과를 분석해 보았다. JPBL 모형 소개 및 효과분석 결과에 대한 논의에 앞서, PBL에 대한 개요와 공학설계수업에서 PBL이 활용되는 측면에 대해서 각각 2장과 3장에서 다룬다.

2. PBL 개요

일반적으로 PBL은 이론적 모형에서 출발한 것이 아니

라 현장에서 발생하는 문제해결 과정을 통해서 개발된 수업모형이다[9]. 즉, 복잡한 실제 세계의 맥락에서 자주 발견되는 비구조화된 문제를 제시하고 이에 대한 유의미한 해결책을 찾아냄으로써 교과지식과 기술뿐만 아니라 문제해결전략을 동시에 학습할 수 있는 수업모형이다. 전통적 수업처럼 수업의 절정기에 이루어지는 활동으로서의 문제(과제)가 제시되지 않으며, 교수자가 원하는 정답을 찾도록 요구되지도 않는다[13]. PBL 창시자 Barrows(1994)에 따르면, PBL은 학습자들이 문제해결에 필수적인 지식과 기술을 획득하도록 도와주고 문제해결능력을 개발하기 위해서 필요한 교육과정이자 학습과정으로 정의된다[21].

PBL의 개략적인 수업흐름은, 교수자는 PBL과정을 적절하게 유도하는 문제를 제공하고, 학습자는 그 문제의 의미를 파악하고, 가설을 세우고, 일련의 탐구활동을 통해 문제해결책을 도출하는 '자기주도적' 학습과정으로 진행된다[1, 20]. 이 과정에서 특히 '문제'는 매우 중요한 의미를 갖는다. 모든 수업이 그렇듯이 학생들이 접하는 문제는 수업의 질을 결정하는 데 매우 중요한데, PBL에서는 그 용어에 내포된 바 '문제'에 기반한 수업이므로 '문제'는 학습활동의 중심적 역할을 하며 따라서 그것은 교수자에 의해 수업 전에 신중하게 결정된다.

PBL의 특징을 간략히 정리하면[5,12,14,25], 단순한 지식이나 공식을 적용해 문제를 해결하는 것이 아니라 지속적으로 지식이나 아이디어를 탐구하면서 문제해결에 이르는 일련의 과정이며, 학습자 중심으로 수업이 운영되며, 교수자는 전통적 수업에서처럼 교단 앞에서 호령하는 존재라기보다는 학습의 협력자요 조력자로서 문제전문가

[표 1] 공학인증을 위한 프로그램 학습성과 지표와 PBL 일반 수업목표 비교[12]

성과 기준	PBL 일반 수업목표
1) 수학, 기초과학, 공학의 지식과 정보기술을 응용할 수 있는 능력	통합된 지식기반 획득
2) 자료를 이해하고 분석할 수 있는 능력 및 실험을 계획하고 수행할 수 있는 능력	문제상황의 단서를 중심으로 한 구조화된 지식기반 획득
3) 현실적 제한조건을 반영하여 시스템, 요소, 공정을 설계할 수 있는 능력	실제 맥락에서 사용되는 문제해결과정과 얽혀진 지식기반 획득
4) 공학문제들을 인식하며, 이를 공식화하고 해결할 수 있는 능력	전문가의 문제해결과정 개발
5) 공학 실무에 필요한 기술, 방법, 도구들을 사용할 수 있는 능력	
6) 복합 학제적 팀의 한 구성원의 역할을 해낼 수 있는 능력	효과적인 팀 기술 개발
7) 효과적으로 의사를 전달할 수 있는 능력	
8) 평생교육의 필요성에 대한 인식과 이에 능동적으로 참여할 수 있는 능력	효과적인 자기주도학습기술 개발
9) 공학적 해결방안이 세계적, 경제적, 환경적, 사회적 상황에 끼치는 영향을 이해할 수 있는 폭 넓은 지식	통합된 지식기반 획득
10) 시사적 논점들에 대한 기본 지식	
11) 직업적 책임과 윤리적 책임에 대한 인식	문제에 직면했을 때 적극적인 태도와 자신감 함양
12) 세계문화에 대한 이해와 국제적으로 협동할 수 있는 능력	

이며, 팀학습(Team Based Learning)을 강조하며, 개별학습활동에 앞서 팀원들 간의 상호작용을 통해 학습 자료를 공유하고 비교·평가하면서 사고의 지평을 넓혀 나간다.

이상에서 살펴본 바에서 시사하고 있듯이, PBL수업은 다음과 같은 다양한 능력개발에 효과적이라고 한다 [5,14,22,24,25]. 즉, 문제해결기술, 사회적 기술, 커뮤니케이션 기술, 리더십, 적절한 자원을 발견하고 사용하며 비판적으로 사고할 수 있는 능력 등이다.

3. 공학설계수업에서의 PBL

3.1 공학설계의 의미

Smith(2004)에 따르면, 공학도들의 실무에서 가장 필요한 것은 설계(design)능력이다. 여기서 설계란 단순히 전공지식을 설계에 적용하는 것이 아니라, 문제(과제)를 분석하고 이를 해결하기 위해 계획, 분석, 창의적 사고를 통한 결과물의 기획 및 설계를 하는 능력이다[26]. 이는 미국공학교육인증위원회와 한국공학교육인증원에서 특히 강조하여 공학교육인증기준 중 “3.

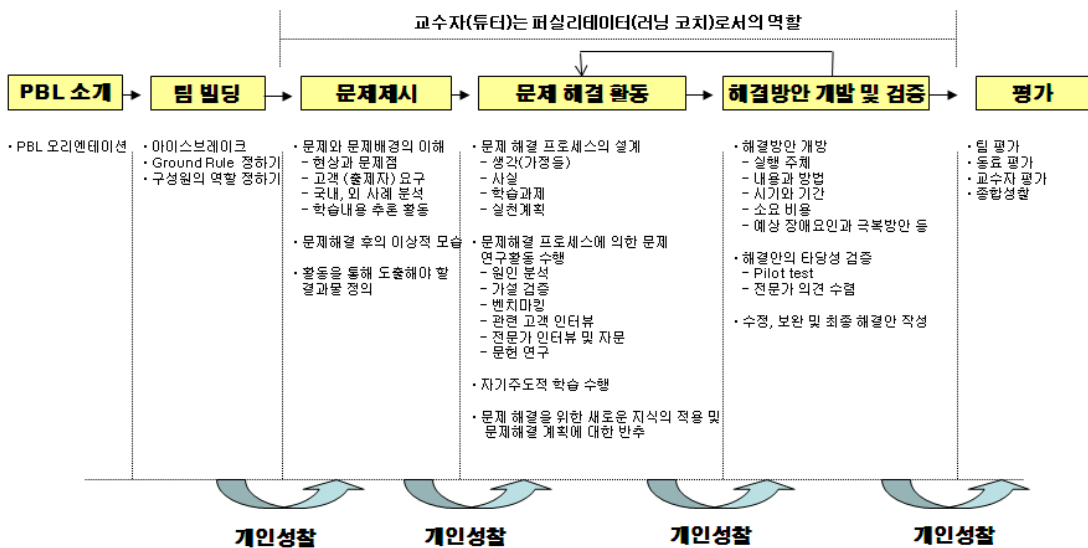
- 1) 프로그램교육목표, 프로그램 학습성과 및 평가, 교과영역, 학생, 교수진, 교육환경, 교육개선으로 구성되었고. 이 중 3. 교과영역에서는 반드시 다음의 사항을 포함해야 한다.

“졸업생의 현장 적응력을 높이기 위하여 설계 관련 교과목을 체계적으로 편성(기초설계-요소설계-종합설계)해야 한다. 전공교과목은 60학점 이상으로 하며 설계과정은 18학점 이상으로 한다.”

교과영역”의 핵심내용이 되고 있다[15,19]. 이 점을 고려해 2000년도에 이르러 공과대학 및 공학계열에서는 창의설계 입문, 창의적 공학설계, 창의적 종합설계 등의 과목을 개설해 학생들의 설계능력 함양에 힘써왔다.

이러한 노력에도 불구하고, 여태 진행된 공학설계 수업은 학습자들이 도출한 결과중심에 편중된 평가 및 수업진행방식으로[17] 한국공학교육인증원에서 요구하는 특성들을 제대로 반영하지 못한 채 공학설계교육이 이루어지고 경우가 왕왕 있는데, 이는 교수자의 공학설계교육 방법에 대한 경험 부족[8]에 기인하는 것으로 보인다. 문제해결 과정 및 방법이 아닌 문제해결 ‘답안’을 강조하고 있는 것이다. 그래서 대부분의 공학설계 관련 교재 및 교육방법 등의 연구물이 공학설계능력의 향상에 그 초점을 두고 있지만, 그것들이 공학설계 영역의 특수한 성격과 요소를 제대로 반영하지 못하고 있는 것이다[11].

과학적 수단을 활용해 삶의 실제적 문제를 해결하는데 관심이 많은 공학자는 과학은 물론 예술 등에서 다양한 아이디어를 적절히 차용하면서 창조적으로 그 문제를 해결해 나가려 한다. 이러한 맥락에서 볼 때, 바람직한 설계교육이란 학생들로 하여금 실제적인 문제를 보다 창의적이고 종합적으로 해결할 수 있도록 돕는 일일 것이다. 다시 말해, 현재 상태보다 더 나은 상태로 개선될 수 있



[그림 1] JPBL 모형

는 아이디어를 창출하고 이를 문제해결 과정에 적용해 구체적인 성과를 도출하는 일련의 과정으로서 공학설계를 이해하는[4] 것이다.

3.2 공학설계교육에서의 PBL

일반적으로 설계교육에서의 설계과정은 [문제인식-자료수집-해결책제시] 단계로 진행되며, 이 과정은 개별학습보다는 팀학습으로 진행되는 경우가 많다. 이는 PBL수업방식과 일맥상통하고 있다. 즉, PBL은 학습자들이 실제적이고 상황적인 문제를 가지고 소집단 내에서 문제해결을 위한 일련의 과정을 거치게 하는 수업방법인 것이다[14]. 이러한 이유로 공학설계교육에서 PBL은 자주 언급되고 있다. 표 1은 한국공학교육인증원의 프로그램 학습성과 지표와 PBL 일반 수업목표를 비교한 것인데, 그 내용이 매우 유사하며 이를 통해 공학설계교육에서의 PBL 활용 가능성을 가늠해 볼 수 있다.

4. JPBL 모형 소개

본 연구의 JPBL 모형 소개에 앞서, 기존의 대표적인 PBL 모형 두 개를 소개하면, 우선 그 원형이라 할 수 있는 Barrows(1994)의 모형이 있다. 이 모형은 [강좌소개-문제제시-문제재확인-발표-문제결론]의 단계로 진행된다[21]. 다음은 Torp & Sage(1998)의 모형으로, [가치로운 문제선택-아는 것과 모르는 것 확인-문제진술 정의-정보수집-해결책 제시-발표 및 정리-문제보고]의 단계로 진행된다[23].

JPBL은 기존의 PBL의 일반 수업원리에 기초하되, 현업에서 발견되는 실제적이고 상황적인 문제해결에 초점을 두고 개발한 실천적 혼합모형이다(그림1참조). 본 모형을 간략히 설명하면, 첫 단계는 [PBL 소개]이다. 이 단계에서는 PBL에 대한 오리엔테이션을 하도록 한다.

두 번째는 [팀빌딩] 단계이다. 여기서 팀빌딩이란, 처음 팀을 구성했을 때 있을 수 있는 팀원간의 문제점을 해결하고 팀원의 자원을 극대화 할 수 있는 팀 환경을 만드는 작업이다. 공학설계와 PBL의 성과는 팀원들 간의 상호작용에 의해 큰 영향을 받는다[6]. 이러한 맥락에서 팀빌딩을 위한 다양한 활동 즉, 팀원 간의 초기의 서먹서먹하고 차가운 분위기를 깨뜨려 팀의 목표달성을 위한 최적의 분위기를 조성하는 아이스브레이크 활동, 원활한 팀 학습을 위해 정하는 그라운드 규칙 제정 등의 활동을 하게 한다.

세 번째는 [문제제시] 단계이다. 학습자로 하여금 교수

자에 의해 제시된 문제를 명확히 분석하고 이해하도록 한다. 즉, 문제와 문제 배경에 대한 이해 활동, 문제해결 후의 이상적 모습(문제해결 후 기대효과) 도출, 학습 활동 후 도출해야 할 구체적인 결과물 정의 등의 활동이다. 특히, 이 단계의 첫 번째 활동인 「문제와 문제배경의 이해」에서는 개별학습활동에 따라 향후 진행 방향이 좌우된다는 점을 고려해 팀원들이 개별학습활동에 꼼꼼하게 참여할 수 있도록 안내한다.

네 번째 [문제해결 활동] 단계에서는 본격적으로 문제해결을 위한 학습활동을 하게 한다. 문제해결 프로세스 설계, 문제해결 프로세스에 의한 연구를 수행하도록 한다. 또한 이 단계에서 초기에는 팀학습으로 문제해결의 전체 프로세스를 결정하도록 하지만 결정 후에는 각자 맡은 부분을 자기주도적으로 학습하도록 한다. 자기주도적 학습 활동 후에는, 팀원들이 모여 각자가 구상한 문제해결의 아이디어를 모으면서 최적의 아이디어를 도출하도록 하고 2~3회의 반추활동을 통해 이를 정교화 하도록 한다.

다섯 번째 [해결방안 개발 및 검증] 단계에서는 그동안의 활동 결과에 기초해 구체적인 해결방안을 도출하도록 한다. 이때 실행주체, 내용과 방법, 시기와 기간, 소요 비용, 예상 장애요인과 극복 방안 등을 고려하도록 하며, 파일럿 테스트나 전문가 의견 수렴과정을 통해 해결방안의 타당성을 검증하게 한 후 최종 해결방안을 수정·보완하도록 한다.

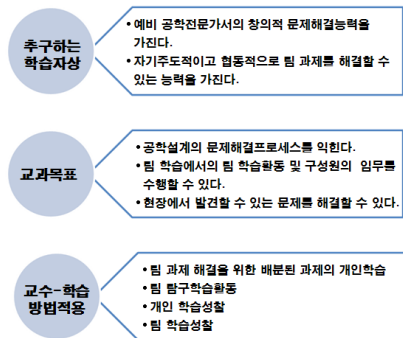
마지막 여섯 번째 [평가] 단계에서는 팀평가, 동료평가, 교수자평가가 이루어진다. 각 팀은 문제해결의 전과정과 결과물을 발표·제안함으로써 교수자와 동료들로부터 평가를 받고, PBL 전 과정을 요약·정리·평가하는 활동을 한다.

한편, 본 모형의 [문제제시]-[문제해결활동]-[해결방안 개발 및 검증] 단계에서 교수자는 피실리테이터 즉 러닝코치로서의 역할을 하고, 학습자는 [팀빌딩] 단계부터 자신의 학습활동을 모니터링하기 위해 개인성찰을 하도록 한다. 개인성찰은 교수자가 학습자들의 학습이 제대로 되고 있는지를 확인할 수 있는 중요한 지표이기 때문에 본 모형에서는 학습자들의 필수 활동요소로 삼고 있다.

4.1 JPBL 수업목표

JPBL은 공학도들이 대학교육과정을 이수한 후 현업에 종사하게 되었을 때 별도의 재교육없이 바로 현장에서 활용할 수 있는 실무 프로세스를 익히는 데 주안점을 두고 구안되었다. 이러한 맥락에서 JPBL 수업목표는 PBL의 일반적 수업목표에 공학이라는 콘텐츠를 접목하여 설정된 것이다.

그림 2를 보면, 추구하는 학습자상은 예비공학전문가로서의 창의적 문제해결능력, 자기주도적이고 협동적으로 과제를 해결할 수 있는 능력을 겸비한 인간이며, 교과목표는 공학설계의 문제해결프로세스를 익히며 팀 내에서 주어진 임무를 수행하고 현장에서 발견할 수 있는 문제를 해결하는데 있으며, 교수-학습방법은 팀과제 해결을 위해 배분된 과제의 개별학습, 팀탐구학습활동, 개인학습성찰, 팀학습성찰을 경험하도록 하는 방법이다.



[그림 2] JPBL 수업목표

4.2 JPBL 운용 전략

다음은 JPBL 모형을 제대로 작동시키기 위해 고려해야 할 전략들이다.

■ 협력학습 및 개별학습 강조

PBL수업에서 협력은 매우 중요한 수업전략의 하나인데, 수업 전에 협력학습의 필요성에 대해 학생들에게 숙지시킬 필요가 있다. 개인학습 활동에 따라 팀의 학습성도가 달라질 수 있기 때문에[6] 개별학습과제와 개인학습성찰의 필요성도 인지시킨다. 팀빌딩 단계에서 시뮬레이션을 통해 명확하게 인식 시키도록 한다.

■ 적절한 팀구성 및 팀빌딩

일반적인 PBL 수업에서 팀원의 수는 4~8명이 적절하다[2]고 하나, JPBL에서는 5~6명으로 운영하도록 한다. 5명 이하의 경우에는 토론 및 토의학습에 불편함을 느끼고, 6명 이상의 경우에는 무임승차자가 생겨 팀원 간의 불협화음이 발생할 수 있기 때문이다. 일부 교수자는 5명도 많다고 2명의 팀구성을 선호하기도 하지만, 팀학습의 성과는 개인과제 수준과 다양한 정보 수집 능력에 의해 달라질 수 있으므로 너무 작은 인원은 문제해결 과정과 내용을 근시안적으로 접근할 가능성이 있다. 팀구성은 개방형으로 구성되도록 한다[6]. 학습자 특성을 사전에 철저히 분석해 개인차를 고려해 구성하는 것이 바람직하며,

이것이 여의치 않을 경우에는 교실에서 즉흥적으로 할 수도 있다. 팀원은 가능한 이질적이면 좋다. 동질적 구성은 다양한 아이디어 도출에 걸림돌이 될 수 있기 때문이다[16].

구성된 팀은 필히 팀빌딩 과정을 거치도록 한다. 팀원의 장점과 단점을 그대로 수용하도록 하기 위해 고안된 팀빌딩은 팀원들 각자의 단점들을 노출시켜 서로 격려하고 도와주면서 팀과제를 해결해 나갈 수 있도록 하는 장점이 있기 때문이다.

■ 학습자중심 강의 계획

개별학습자는 자신에게 주어진 과제를 완수해야 할 뿐만 아니라 다른 동료들도 각각의 과제를 완성해야 팀 전체의 문제를 성공적으로 해결할 수 있다는 것을 인식시켜야 한다. 교수자에게는 팀원들이 각자 맡은 과제를 충분히 이해하고 수행하는지를 점검하도록 한다. 개별학습과제 워크시트, 팀학습 워크시트 등을 제대로 작성하고 있는지를 주기적으로 점검하고 이를 팀점수에 반영하도록 한다. 동료평가와 개인학습 성찰일지 작성 여부는 개인점수에 반영하도록 한다. 팀의 결과물은 매시간 제출하도록 하며 이것들을 모아 포트폴리오를 작성하도록 한다.

■ 문제해결 워크시트 작성 및 발표

체계적으로 짜여진 워크시트는 팀원들이 팀토의를 통해 함께 작성하도록 한다. 자신이 맡은 ‘개별전문과제’는 자신이 발표하지 않고 팀 내 다른 학습자를 무작위로 선정해 발표하도록 한다. 여기서 ‘개별전문과제’란 과제 선정 후 팀 학습 초반에 과제해결안을 도출하기 위해 더 알아봐야 할 학습내용을 말한다. 자신이 잘 알고 있는 전문과제를 발표하는 것은 큰 의미가 없고 대신에 다른 학습자가 발표하도록 함으로써 얻어지는 학습효과가 있기 때문이다.

■ 개인 학습성찰일지 작성 및 교수자 피드백

개인 학습성찰일지는 학습자들이 과거 경험에 대한 생각, 사건에 대한 견해, 과제해결을 통한 복습, 수업에 대한 반성적 사고, 평가한 내용들을 자유롭게 쓰도록 하는 것인데[18], 이로써 기대되는 수업효과는 PBL 고유의 특성에서 찾아볼 수 있다. 즉, 학습자 스스로 PBL 활동에 대해 끊임없이 성찰하면서 자기주도적으로 문제해결책에 이를 수 있도록 한다는 것이다. 한편, 교수자의 피드백은 학습자에 대한 관심의 표현인 동시에 학습방향을 안내하면서 학습분위기를 고조시키는 효과가 있기 때문에 교수자의 적절한 피드백 제공 여부를 확인할 필요가 있다.

■ 메타인지적 학습 코치로서의 교수자

대부분의 PBL 수업은 학습자 중심으로 진행되는데, 그 운영이 잘못되면 교수자를 수업의 ‘방관자’로 전락시킬 수도 있다. 따라서 교수자로 하여금 학습자들에게 문제해결의 직접적인 근거가 될 수 있는 정답은 제공하지 않고 비판적 사고를 유도하는 질문을 지속적으로 던지게 해 학습자 자신의 사고에 부단히 도전하도록 하는 ‘메타인지적 학습안내자’ 역할을 하도록 한다. 다시 말해, ‘예’, ‘아니오’와 같은 단순 응답을 요하는 ‘닫힌’ 질문이 아니라, 다양한 아이디어를 분출해 낼 수 있는 개방적 질문을 하도록 하며, 학습자들의 응답이 단순하거나 폐쇄적일 경우 5번의 Why, 5번의 How 질문을 하는 ‘5W 5H전략’으로 학습자들의 확산적인 사고를 유도하면서 다양한 아이디어를 도출하도록 한다.

■ 다양한 워크시트지 및 평가지

PBL의 일반적인 워크시트지가 아닌, 문제해결 단계별 목표에 맞춰 워크시트지 항목을 구체적으로 제시하여 학습자들이 학습흐름을 벗어나지 않게 한다. 또한, 학생들은 평가에 매우 민감하기 때문에 전통적으로 많이 사용해 온 단순 지필검사로 이들의 능력을 과소평가하면서 불만의 소리를 남기기보다는, 다양한 평가지를 활용해 다차원적으로 평가하면서 그 결과에 순응하게 할 필요가 있다. 이 접근은 한 두 차례의 측정으로 인간능력을 ‘재단’하는 전통적 지필검사에 내포될 수 있는 ‘시험불안’을 해소시키는 효과도 있다.

4.3 JPBL 설계교육 수업시나리오

JPBL 모형에 기초해 실제 수업에 적용할 15주의 설계교육 수업시나리오를 개발했으며, 여기서는 표 2로 간략히 정리하였다. 그 내용을 간략히 설명하면, 1주에는 JPBL 수업의 정의, 적용방법, 중요성 등을 설명하면서 이것이 공학설계에 어떻게 적용할 수 있는지를 설명하였다. 2주에는 JPBL 수업을 위한 팀을 구성하고 팀빌딩 등의 활동을 하였다. 2주부터의 모든 학습활동 후에는 반드시 학습성찰을 하도록 하였다. 3주에는 팀 규칙, 팀원의 역할 정하기, 예시문제 풀어보기, 팀토의 등의 활동을 하였다. 4주 이후부터(중간고사 기간에 잠깐의 휴식을 가짐) 본격적인 JPBL 활동으로 진입시켰는데 자세한 내용은 표를 참조하기 바란다. 중간고사 후 8주부터는 팀구성을 새롭게 했다. 그동안의 활동을 통해 형성된 팀원들간의 높은 친밀도는 경우에 따라 학습활동의 ‘느슨함’을 초래할 수도 있고 이에 따른 무임승차효과를 방지하기 위함이었다.

[표 2] JPBL 설계교육 수업시나리오(15주)

주차	교육방법	교육내용
1주	강의	-공학설계 정의 -공학설계의 중요성 -JPBL의 정의 -JPBL 적용방법 -JPBL의 중요성 -JPBL 운영사례 소개
2주	JPBL 활동	-팀 구성 -팀 빌딩 -아이스브레이크 활동 -DISC·MBTI를 통한 구성원의 성향 파악하기
3주	JPBL 활동	-팀 규칙 정하기 -팀원의 역할 정하기 -예시문제 풀어보기 -문제해결 워크시트 작성해보기 -팀원의 역할에 따른 문제해결안 작성해보기 -팀 내 토의
4주	JPBL 활동	교수자가 제시한 문제 파악 - 브레인스토밍을 통한 아이디어 도출 - 학습내용 추론 활동 - 문제해결 후 이상적 결과물 정의 등 - 문제해결안 작성 - 개별학습과제 분담 문제예시) 1. 성공적인 대학축제 2. 교내 주차문제 해결 3. 인터넷 쇼핑몰 창업 및 운영방안 4. 이성친구 교제 5. 대학생 투표를 증대 방안 등
5주	JPBL 활동	- 개별학습과제에 대해 팀원들에게 설명 - 문제 해결을 위한 학습내용 반추 활동 - 문제해결안 작성 - 개별학습과제 분담 - Blank Chart를 통한 해결(안) 제시
6주	JPBL 활동	- 문제 해결안 작성 - 팀 내 · 팀 간의 평가 - 교수자 및 동료 피드백 활동
7주	중간고사	
8주	JPBL 활동	팀 재구성하기 - Ground Rule 정하기 - 팀 구성원의 역할 정하기 - 팀 빌딩
9주	JPBL 활동	문제 발견 - 팀 내에서 문제를 개발하고, 그 문제에 따라 학습목표 정하기 - 교수자는 문제가 제대로 발굴되었는지 피드백 제공

		문제예시) 1. 선박충돌사고 및 기름유출사고 방지대책 2. 인터넷 실명제와 유튜브의 본인 확인제 거부 논란 3. 스프링 저울 4. 과속방지시스템 보완 5. 잠수함 위치 추적 시스템 구축 등
10주	JPBL 활동	- 브레인스토밍을 통한 아이디어 도출 - 학습내용 추론 활동 - 문제해결 후 이상적 결과물 정의 등 - 문제해결안 작성 - 개별학습과제 분담
11주	JPBL 활동	- 브레인스토밍을 통한 아이디어 도출 - 학습내용 추론 활동 - 문제해결 후 이상적 결과물 정의 등 - 문제해결안 작성 - 개별학습과제 분담
12주	JPBL 활동	문제해결 방안 개발 과 검증 - 실행주체 설정 - 내용과 방법 - 시기와 기간 - 소요 비용 - 예상 장애요인과 극복방안 등 제시
13주	JPBL 활동	문제 해결안의 타당성 검증 - 파일럿 테스트 - 전문가의 의견 수렴
14주	JPBL 활동	문제해결안의 수정, 보안 및 최종 해결안 작성
15주	JPBL 활동	그룹 간 및 개인별 평가 교수자 최종 평가 활동

5. JPBL 효과분석

JPBL 모형에 기초해 개발된 실제 수업시나리오를 대학 1학년 「창의적 공학설계 입문」 교과목 수강생 72명(남자 71명, 여자 1명)을 대상으로 2009학년도 1학기 수업에 적용해 보았다. 전공은 전원 공학계열 학생들로서 대부분의 학생들이 아직 세부전공을 이수하지 않은 상태였다. 본 연구에서의 효과분석은 수업만족도[17]와 조직몰입(organizational commitment)[3] 설문지를 통해 이루어졌다. 조직몰입을 수업효과 분석의 준거로 삼은 것은, 일반적으로 조직몰입은 조직과 구성원간의 유인과 공헌의 상호작용의 결과로 정의되는데 이는 PBL 수업의 특징과 관련성이 높다고 판단되었기 때문이다. 수업만족도 설문문의 내용은 수업흥미도, 문제해결능력, 목표달성, 자료수집, 지식축적, 조직몰입은 팀원들과의 문제해결을 위한 고민, 개인별과제 설명, 문제해결 과정의 원활한 진행, 팀참여도, 소속감, 수업의 즐거움으로 구성되었으며, 각각

Likert 5점 척도였다.

[표 3] 수업만족도 t검증 결과(n=72)

평가내용	평균		평균의 표준오차		t값	p값
	사전	사후	사전	사후		
수업의 흥미도	2.78	3.89	.122	.092	7.90	.000
스스로 문제해결능력 향상	2.58	4.18	.110	.082	11.69	.010
설계프로젝트 관련한 목표 달성	2.67	4.01	.099	.094	.934	.000
충분한 자료 수집	2.82	4.03	.118	.088	.824	.000
PBL 학습을 통해 많이 얻게 된 지식	2.90	3.94	.091	.076	.939	.012
전체	2.79	3.97	.052	.051	17.12	.000

수업만족도 분석결과, 전체 사전-사후검사 점수 차이는 통계적으로 유의하였다($t=17.12, p<.001$). 이러한 양적 결과는 다음의 설질일지를 통해서도 확인해 볼 수 있었다.

“스스로 학습하는 법을 배웠다. 누가 가르쳐 주는 것이 아니라 내가 자료를 찾고, 팀원들에게 설명함으로써 이해하고, 이해과정에서 끝난 것이 아니라 문제를 해결하기 위해 이해한 것을 어떻게 더 구체화 시켜 새로운 아이디어로 전환해야 하는지의 필요성과 방법을 알게 되었다.”(K1); “새로운 교육방식이 낯설고 어려웠지만 팀 구성원들과 이렇게 많이 친하게 학습해본 것은 처음이다.”(K2); “진짜 내가 공학도가된 것을 느낄 수 있었다. 마치 내가 회사에 근무하는 것처럼 프로젝트 진행하는 것이라 더욱 전공에 대해 관심을 갖게 되었다.”(K3); “PBL에서 내가 아는 것과 문제해결하기 위한 아이디어, 그리고 모르는 것에 대한 정보 및 자료 수집단계를 통해 아는 것과 모르는 것을 명확하게 할 수 있어, 문제에 접근하고 해결하는데 좋았다.”(K4) “새로운 내용을 알게 될 때마다 전공에 대한 자신감이 생긴다(K5).

[표 4] 조직 몰입 t검증 결과(n=72)

평가내용	평균		평균의 표준오차		t값	p값
	사전	사후	사전	사후		
문제해결을 위해 팀원들과 함께 고민	2.82	4.08	.098	.086	8.778	.000

개인별 과제 상세설명	2.33	3.88	.084	.103	11.500	.020
문제해결 과정 원 활한진행	2.82	4.13	.075	.097	10.619	.012
팀적극적참여	3.03	4.04	.115	.094	7.958	.000
강한 소속감	2.76	4.06	.094	.099	9.688	.000
수업즐거움	3.03	3.93	.110	.107	5.411	.000
전체	2.77	4.05	.24	.46	21.73	.000

조직몰입 분석결과 역시 통계적으로 유의한 차이가 있었으며($t=21.73, p<.001$), 이러한 결과는 다음의 성찰내용 분석을 통해서도 확인할 수 있었다.

“처음에는 팀원들 모두 뭘 해야 하는지 몰랐다. 중간고사 이후 과제에서부터 뭔가를 한 느낌이다.”(S1); “뭘 하라는 것인지 몰라지만 팀원들과 회의 하면서 아이디어들을 낼 수 있었다.”(S2); “팀 원들과 이렇게 친해본 것이 처음인 것 같다.”(S3)

“팀 활동이 재미있다.”(S4); “나도 팀에서 뭔가를 하는 것 같다.”(S5); “팀원들과 수업 외 사적인 이야기도 할 수 있어 좋다.”(S6); “처음에는 개별과제가 제대로 수행되지 않아 팀 불화도 있었지만, 중간 팀단합의 기회가 좋았다.”(S7); “내가 안하면 우리팀이 다 망하는 것이기 때문에 책임감이 생기게 하였다.”(S8); “처음 팀원들과 가까이 하는 것이 어려웠다. 그래서 과제수행에도 어려움이 있었던 것 같은데...”(S9)

이상의 양적, 질적 분석결과를 종합해 볼 때, JPBL 수업은 효과적이라고 할 수 있겠다.

6. 논의

이상의 연구결과에 기초해 다음 몇 가지를 논의해 보려고 한다.

우선, 앞에서 살펴본 바와 같이, PBL이 공학설계교육에 시사하는 바가 적지 않은 수업방법임에도 불구하고, 설계전공 교수들의 공학설계교육 ‘방법’에 대한 경험의 부족으로 이를 적절히 활용하지 못하는 현실에서, 본 연구의 JPBL 모형 개발은 의미가 있다는 것이다. 본 모형은 일반 JPBL 모형에 공학이라는 특수성을 반영하여 교수자 뿐만 아니라 공학도들이 쉽게 접근할 수 있도록 구안된 것이다.

또한, 실제 수업현장에 투입해 그 효과를 분석해 보았는데, 양적·질적으로 효과적인 결과는 이 모형의 현장유관적합성을 함의하고 있다 할 것이다. 물론, 하나의 수업장면에서 72명의 대학생에 국한되어 효과를 검증한 것

이기 때문에 모형의 효과를 일반화하는데 신중을 기해야 할 것이며, 이는 지속적인 추후연구의 필요성을 요구한다.

그러나 일반화의 문제를 떠나, 수업관찰을 통해서 발견된 다음과 같은 학생들의 반응은 공학의 미래를 위해 결코 소홀히 다룰 수 없는 장면으로 보인다. 처음에 학생들은 JPBL이라는 새로운 수업환경에 낯설어했지만, 다양한 팀빌딩 경험을 통해 팀에 강한 소속감을 느끼면서 학습에 몰입하였으며, 팀학습과 개별학습을 통해 스스로 문제해결과정을 거치면서 다른 수업환경에 비해 더 많은 자료와 정보를 수집하는 등 역동적인 모습을 보였다. 여러 교과에서 수년의 강의를 해온 연구자로서는 여타의 수업장면과는 분명 차별화되는 기분 좋은 경험이었다. 이러한 역동은 본 모형의 [문제해결 활동] 단계에서 문제해결 프로세스를 기존의 PBL 활동에 없던 ‘원인분석’, ‘가설검증’, ‘벤치마킹’, ‘인터뷰’ 단계를 추가하고, [해결방안 개발 및 검증] 단계에서 해결안을 실행하는 주체를 명확하게 밝힘으로서 구체적인 해결안을 도출하도록 한 것이 주요했던 것으로 보인다.

학생들은 또한 팀회의를 통해 자신의 학습범위를 스스로 정하면서 다양한 자료와 정보 탐색을 통해 ‘차가운’ 공학이라는 학문에 열정을 보였다. 이런 열정은, 공과대학 학생들이긴 하지만 공학설계의 어려움이라는 벽을 넘기 위해 팀원들과의 팀빌딩을 강조하고, 이 과정에서 ‘나도 할 수 있다’는 자신감을 갖게 하고, 개별학습과 팀학습 그리고 발표과정을 반복하면서 문제해결안을 도출하도록 의도된 본 모형의 특징에서 도출된 결과가 아닌가 싶다.

마지막으로, 본 연구의 JPBL 모형 개발은 공학에 대한 이해각도를 조금 달리해 PBL 수업을 공학설계에 적용한 하나의 시도에 불과하다는 점을 강조하려고 한다. 삶의 실재(實在)에서 공학의 효용성과 중요성을 감안할 때, 그리고 공학도 지원율이 점차 감소하는 대학입학 상황에서, 공학도 학생들에게 공학은 ‘흥미로운’ 학문이라는 인식을 갖게 하면서 공학에 대한 열정의 강도를 높이는 것은 우리의 미래 삶을 위해 중요한 과제로 보인다. 그런데, 본 모형을 적용하는 과정에서 이런 열정으로부터 소외당한 학습자들이 다소 있었으며, 이는 본 모형의 한계로서 지속적인 수정·보완의 과제를 남기고 있다. 그 소외는 다음과 같은 수업장면을 통해서 확인한 것이다. 즉, 의존적 학습자들이나 학습동기가 떨어지는 학습자들은 팀학습에서 무임승차를 하는 경우가 있었고, 개별학습을 성실히 수행하지 않아 적극적으로 수업에 참여시키는 데 어려움이 있었다. 또한 팀학습 자체를 부담으로 여겨 수업을 회피하는 학습자도 있었다. 이런 문제를 개인차로 치부해버

릴 수도 있겠지만, 이보다는 팀학습 기회 확대와 같은 방법 모색을 통해 의존적 학습자를 자기주도적 학습자로 변화시킬 수 있는 구체적인 전략을 담은 PBL 모형개발이 바람직해 보인다.

또한 이 소외의 문제는 ‘교육의 질은 교사에 의해 결정된다’는 말처럼 교수자 개인의 책임으로 돌릴 수도 있겠지만, 이보다는 이런 문제를 해결할 수 있는 전략을 PBL에 구조화시키는 것이 바람직해 보인다. 본 모형에서는 학습자에 초점을 두다보니 교수자의 능력을 믿고 이에 대한 구체적인 고민을 하지 못한 측면이 있다. 구조화를 위한 전략으로 우선 떠오르는 것은, 교수자로 하여금 자신의 PBL 수업운영 방식에 따라 학습자들의 학습태도가 달라질 수 있음을 분명하게 인식하게 하고, 학습자들의 관심을 끌 수 있는 실제적이면서도 ‘흥미로운 문제’를 개발하려는 노력을 아끼지 않도록 하는 전략과 같은 것이다.

참고문헌

[1] 강인애, 우리시대의 구성주의, 서울: 문음사, 2003.
 [2] 강인애, 정준환, 정득년, PBL의 실천적 이해, 서울: 문음사, 2007.
 [3] 김민경, PBL상황에서 조직몰입이 학습성과 및 수업 만족에 미치는 영향, 미간행 석사학위논문, 숙명여자대학교, 2006.
 [4] 김병제, 공과대학생을 위한 창의설계입문, 서울: 인터비전, pp. 1-11, 2004.
 [5] 박민정, 의학교육과정에서 PBL 수업의 적용 효과 연구: 수업후기와 자기평가 및 수업과정 평가지를 중심으로, 교육과정연구, 제6권, 제28호, pp. 225-252, 2010.
 [6] 봉현철, 액션러닝 교수법 워크숍, 제주대학교 교수학습지원센터, 2009.
 [7] 설승기, 공학교육사례: 창의적 공학설계, 공학교육연구, 제8권, 제1호, pp. 9-13, 2001.
 [8] 송동주, 창의적, 체계적인 공학설계교육의 필요성, 공학교육, 제17권, 제1호, p. 17, 2010.
 [9] 신좌섭, PBL 수업적용 워크숍, 숙명여자대학교 교수학습센터, 2006.
 [10] 윤관식, 이병철, 공학설계교육에서 학습과 전이간의 관계성 연구, 한국공학교육학회, 제12권, 제3호, pp. 3-12, 2009.
 [11] 이태식, 전영준, 이동욱, 박은수, 공과대학 캡스톤 디자인(창의적 공학설계)교육과정 운영실태 및 학습만족도 조사, 한국공학교육학회, 제12권, 제2호, pp.

36-50, 2009.
 [12] 장경원, 공학교육에서의 문제중심학습 실행을 위한 사례연구, 공학교육연구, 제12권, 제2호, pp. 96-106, 2009.
 [13] 장정아(2005), 문제기반학습 실행을 위한 교수자 역할에 대한 이론적 탐색, 교육발전연구, 제21권, 제1호, pp. 102-124, 2005.
 [14] 최정임, 대학수업에서 문제중심학습 적용 사례연구1: 성찰일기를 통한 효과성 분석을 중심으로, 교육공학연구, 제23권, 제2호, pp. 35-61, 2007.
 [15] 한국공학교육인증원. 공학인증기준 2005 (KEC 2005), ABEEK-2006-AB-020, 2006.
 [16] 홍효정, 웹기반 협력학습에서 자기조절학습능력과 학습스타일에 따른 이질적인 팀 구성방법이 학습태도와 학업성취도에 미치는 영향, 미간행 석사학위논문, 숙명여자대학교, 2006.
 [17] 홍효정, 문제기반학습을 활용한 공학설계입문 운영 사례, 한국공학교육학회추계학술대회, p. 103, 2007.
 [18] 황선영, 성찰일지에 기초한 간호학생의 문제중심학습 경험, 대한간호학회지, 제35권, 제1호, pp. 65-76, 2005.
 [19] ABET, Engineering Accreditation Commission, ABET, Inc, 2007.
 [20] Barrows, H. S., How to design a problem-based curriculum for the preclinical years. New York: Springer, 1985.
 [21] Barrows, H. S., Practice-based learning: Problem-based learning applied to medical education. Springfield, IL: Southern Illinois University School of Medicine, 1994.
 [22] Stepien. W., & Gallagher. S. Problem-based learning: As authentic as it gets. Educational Leadership, Vol.50, No.7, pp. 25-28, 1993.
 [23] Torp, L., & Sage. S., Problems as possibilities: problem-based Learning for K-12 education(1st Ed), Alexandria,VA: Association for Supervision and Curriculum Development(ASCE), 1998.
 [24] Torp, L., & Sage. S., Problems as possibilities: problem-based Learning for K-16 education(2nd Ed).Alexandria,Virginia:Association of Supervision and Curriculum Development, 2002.
 [25] Savin-Baden, M. & Major, C. H., Foundations of problem-based learning. Society for Research into Higher Education. NY: Open University Press, 2004.
 [26] Smith K.A., Teamwork and project management, 2nd edition. McGraw Hill, New York, NY, 2004.

김 성 봉(Sung-Bong Kim)

[정회원]



- 1994년 8월 : 한양대학교 대학원
교육학과(교육학석사)
- 2004년 2월 : 한양대학교 대학원
교육학과(교육학박사)
- 2005년 3월 ~ 현재 : 제주대학
교 교육대학원 교육학과 교수

<관심분야>

다중지능이론, 봉사학습(service learning), 문화예술교육

홍 효 정(Hyo-Jeong Hong)

[정회원]



- 2006년 8월 : 숙명여자대학교 대
학원 교육공학과(교육학석사)
- 2010년 9월 ~ 현재 : 숙명여자
대학교 대학원 교육학과 박사과
정 (교육공학 전공)
- 2008년 8월 ~ 현재 : 제주대학
교 교수학습지원센터 선임연구
원

<관심분야>

교수-학습전략, 교수설계, 학습컨설팅, 학습포트폴리오