자기주도학습 능력 개발을 위한 설계교육 방법에 관한 연구

A Study on Design Education Method for Development of Self-Directed Learning Ability

한지영[*,†], 이민영[**], 정보라[**]
인하대학교 공학교육혁신센터[*], 인하대학교 교육학과[**]

Jiyoung Han[*,†], Minyoung Lee[**], Bora Jung[**]
Innovation Center for Engineering Education, Inha Univ.[*]
Department of Education, Inha Univ.[**]

요 약

본 연구는 자기주도학습 개념 및 구성요인과 자기주도학습 능력개발을 위한 교수·학습 전략을 살펴보고, 문제기반학습과 프로젝트기반학습 방법이 적용되는 설계교육의 절차와의 관계를 분석하여 자기주도학습 능력개발을 위한 설계교육 방법을 제시하기 위해 수행되었다. 이를 위해 자기주도학습, 자기주도학습 능력개발, 설계교육을 주요어(key word)로 하여 '문헌연구'를 수행하였다. 그 결과 설계교육 절차 및 문제기반학습과 프로젝트기반학습의 공통되는 항목을 추출하여 5단계 를 도출하였고, 학습자의 자기주도학습 능력 수준 차이를 전제로 하는 Grow(1991)의 수업 모형을 연결시켜 총 9단계의 설계교육 절차를 제시하였다. 이는 첫째, 선수학습 준비, 둘째, 문제정의 및 필요성 인식, 셋째, 팀 구성, 넷째, 관련자료 수집, 다섯째, 교사와 함께 실질적인 문제에 대한 팀학습, 여섯째, 최적의 해결책 선택, 일곱째, 학생 중심 토의, 여덟째, 모형 및 제품 제작, 아홉째, 시험 및 평가, 보완으로 진행된다. 이러한 모형을 적용시킨 설계교육을 통해 교수자는 지속적인 피드백을 통한 학습자의 자기주도학습 능력 향상 정도 및 학업성취를 평가할 수 있을 것이다. 또한 학습자는 이전보다 높은 수준의 자기주도학습 능력을 가지게 될 것이고, 이는 다른 학습상황에도 전이되어 창의성과 문제해결능력을 필요로 하는 공학교육의 효과를 극대화할 수 있을 것으로 기대된다.

주제어: 자기주도학습, 자기주도학습 능력개발, 설계교육, 문제기반학습, 프로젝트기반학습

Abstract

The purpose of this study was to suggest efficient method for development of learner's self-directed learning ability through literature review on self-directed learning, component of self-directed learning, development of self-directed learning ability, design education steps adopting problem based learning and project based learning. This study was conducted through literature review on self-directed learning and development of self-directed learning, design education. Design education and project based learning process and problem based learning to extract the items that are common to bring out five steps, and differences in levels of learners based on self-learning led to Grow(1991) model to connect the lessons of 9 steps present the design education steps, that is, the learners ready for learning, the definition of problem and recognition of necessity, team building, related data collection, team learning about real problem with the teacher, select optimal solution, student-centered discussion, models and product creation, testing and evaluation, complement.

Keywords: self-directed learning, development of self-directed learning ability, design education, problem based learning, project based learning

Ⅰ. 서론

1. 연구의 필요성 및 목적

현재 공학교육 분야에서 가장 중요하게 인식되고 있는 것 중의 하나가 설계교육이다. 한국공학교육인증원에서 제시하고 있는 인증기준 중 교과영역에 대

논문접수일: 2009년 5월 17일
최종수정일: 2009년 8월 15일
논문완료일: 2009년 9월 8일
이 논문은 2008년도 정부재원(교육인적자원부 학술연구조성사업비)으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 연구되었음(KRF-2008-313-D00002).
† 교신저자: 한지영

한 기준을 살펴보면 전공 60학점 이상 중 설계학점을 18학점 이상 이수하도록 함으로써 전체 전공 교육의 약 30% 가량이 설계교육으로 이루어질 수 있도록 요구하고 있다. 이처럼 설계교육이 강조되고 있는 이유는 공과대학 학생들이 졸업 후 산업체에 나갔을 때 현장에서 발생하는 다양한 예기치 못한 문제에 적절하게 대처할 수 있는 능력을 함양하기 위함이다. 즉, 이미 정해진 절차와 과정에 따라 진행되는 기존의 실험·실습 위주의 공학교육으로는 급변하는 세계와 이와 같은 환경 속에서 발생하게 되는 새로운 문제에 제대로 대처할 수 없기 때문이다. 따라서 4년간의 교육만으로는 더 이상 지속적으로 급변하는 세계에 대응할 수 없어 12가지 프로그램 학습성과 항목 중 하나로 '평생학습 능력'이 포함되게 된 것이다.

실제로 평생학습은 공학교육에서 수십 년간 중요하게 다루어졌다. 1968년에 작성된 Goals Committee on Engineering Education의 최종보고에는 평생학습의 중요성에 대한 논의가 포함되어 있으며, 1978년에는 ASEE Annual Conference의 주제가 "경력관리-평생학습"이 될 만큼 평생학습의 중요성이 강조되어 왔다. 이후 수년 동안 많은 연구들은 평생학습 활동의 유형, 사용의 빈도, 평생학습에서 요구하는 지원체계의 유형, 평생학습의 장애 그리고 개인 엔지니어에 대한 평생학습의 효과를 조사해 왔다(Litzinger et al, 2003). 이처럼 공학교육에서 평생학습능력이 강조되면서 평생학습의 중요 개념이면서 많은 부분을 내포하고 있는 자기주도학습 준비도의 측정에 관한 연구도 함께 이루어졌다. 자기주도학습이란 학습문제의 규명에서부터 학습과정, 문제해결, 결과평가에 이르기까지 학습자가 전략적·주도적으로 학습해 나아가는 과정이라고 할 수 있다.

그러나 공학도들이 평생학습자(life-long learner)가 되기 위해 내실있게 체계화된 준비를 어떻게 해야 하는지에 대한 논의는 부족한 실정이다(Fellow et al, 2000). 즉, 대부분의 공학 프로그램의 교육과정은 성공적인 평생학습 능력을 습득하게 하지만, 학습자에게는 평생학습능력을 현재 학습하고 있는 내용이나, 개인적 관심에 의해 탐구하는 주제에 적용할 기회가 없으며, 공학교육자들은 어떻게 하는 것이 학생들을 자기주도학습(평생학습)에 열의를 가지고 참여하게 할 수 있는 최선의 방법인지에 대해 고민하고 있다(Stolk et al., 2008). 이는 공학교육에서 자기주도학습에 관한 연구가 실제 강의상황에 적용 가능한 교수·학습전략에 관해 고려되지 않았기 때문이다. 또한 공학인증체제의 평가에 대비하기 위하여 자기주도학습 능력을 단순히 학습성과 산출을 위한 도구로만 사용하는 등 양적인 측정에만 의존하고 있기 때문이기도 하다.

따라서 본 연구는 국내외 학술지 및 단행본 등의 문헌연구를 통해 자기주도학습의 개념 및 구성요인과 자기주도학습 개발을 위한 교수·학습 전략의 이론적 배경을 살펴보고, 설계교육을 효과적으로 하기 위해 적용되는 다양한 문제해결방법론과의 관계를 분석하여 궁극적으로는 자기주도학습 능력 개발을 위한 설계교육에서의 체계적인 교수학습 전략을 제시하고자 한다.

Ⅱ. 이론적 배경

1. 자기주도학습의 개념

학습상황에서 학습자의 자기주도적인 측면을 강조하는 용어는 매우 다양하다. 즉, 자기주도학습(self-directed learning), 자기교수(self teaching), 개인학습(individualized learning), 독립학습(independent learning), 자기조절학습(self-regulated learning) 등의 다양한 용어가 사용되고 있다(심미자, 2001). 이처럼 자기주도성을 강조하는 학습의 정의는 학자들의 관점이 상이하고, 학습에 있어서 강조하는 부분이 다르기 때문에 통합적인 정의를 내리기에는 어려움이 있다. 그 중 가장 많이 논의되고 있는 자기주도학습에 대한 기존 학자들의 정의를 살펴보면 다음과 같다.

Knowels(1975)는 자기주도학습을 조력자의 도움에 상관없이 학습자가 스스로 학습 요구를 진단하고, 학습목표를 설정하고, 학습과 관련하여 인적·물적 자원을 선택하며, 적합한 학습 전략을 수립하고, 학습을 실행한 후 결과를 평가하는 과정이라고 정의하였다. Brookfield(1985)는 자기주도학습을 학습자가 개인의 자율성, 자유의지, 그리고 역량을 바탕으로 학습 경험의 계획과 관리에 관련된 다양한 의사결정에 대한 통제권을 유지하면서 추진하는 학습으로 보았다. Garrison(1997)은 자기주도학습을 논의하는데 있어서 인지적 측면과 맥락적 측면이 도외시 되었다는 것을 지적하면서, 자기주도학습이란 학습자가 의미있고 가치있는 학습결과를 구성하고 확인하는 인지적이고 맥락적 과정에 대해 학습자가 책임을 지고, 협력적인 통제를 하는데 동기부여가 되는 것이라고 하였다. 국내연구를 살펴보면, 김지자 외(1996)는 자기주도학습의 개념은 교육학적인 여러 가지 차원이

복합적으로 함수관계를 이루는 역동적인 개념으로 누구의 도움없이 학습하는 것을 의미하는 것이 아님을 지적하며, 자기주도학습이란 학습자가 학습활동에 관여하고, 계획하고, 자료 및 자원을 동원하며, 학습활동을 수행해가며, 그 결과를 평가함에 이르는 학습과정 속에서 자유의지와 자율적인 통제에 의해 학습하는 것이라고 보았다. 홍기칠(2004)은 자기주도학습에 자기조절학습의 개념을 포함시켜 자기주도학습이란 개별학습자가 학습에 주도권을 가지고 자신의 학습요구와 동기를 진단하고, 학습목표를 설정하며, 학습에 필요한 인적, 물적 자원을 확보하고, 인지적, 행동적, 동기적 학습전략을 선택하여 지식을 구성하고, 성취한 학습결과를 스스로 평가하는 과정과 활동이라고 정의하였다. 이와 같은 많은 연구자들의 자기주도학습의 개념을 고찰해 보았을 때 조력자의 도움없이 학습할 수 있다는 개념에서부터 개인의 자율의지를 강조하고, 그 이후에는 학습자의 인지적·맥락적 과정에 대한 학습자의 책임을 강조하는 것으로 발전되었으며, 가장 최근에는 여러 요인들의 복합적 함수관계 내의 역동적 개념과 학습에의 주도권을 강조하는 방향으로 자기주도학습의 개념이 변화되고 있음을 알 수 있다.

2. 자기주도학습의 구성요인

자기주도학습의 개념 정의에 대한 학자들의 정의가 다양한 만큼, 자기주도학습의 구성요인도 학자들마다 조금씩 다른 견해를 보이고 있다.

Garrison(1997)은 자기주도학습은 자기관리(과업통제), 자기평가(인지적 책임), 동기(진입과 과업)의 차원으로 이루어져 있다고 하였으며, Stolk 외(2008)는 Zimmerman(2000), Pintrich(2000)의 자기조절학습 구성요인을 기반으로 하여 각 영역(인지적 영역, 동기적 영역, 행동적 영역, 맥락적 영역)에 목적, 고려 및 계획, 평가 및 통제, 반응 및 성찰 단계가 있으며, 그에 따른 영역에 맞게 자기주도학습의 구성요인을 정리하였다.

Guglielmino(1977)와 Oddi(1984)는 각각 자기주도학습 준비도 측정도구(SDLRS)와 계속학습 측정도구(OCLI)를 개발하였다. 측정도구의 바탕이 되는 자기주도학습 구성요인으로, Guglielmino(1977)는 학습기회에 대한 개방성, 효과적인 학습자로서의 자아개념, 학습에 주도성과 독립성, 자기 자신의 학습에 대한 책임 수용, 학습에 대한 사랑, 창의성, 기본 학습기능과 문제해결 기능을 사용하는 능력, 미래에 대한 긍정적 지향을 들었으며, Oddi(1984)는 적극적 동인 대 반응적 동인, 인지적 개방성 대 폐쇄성, 학습열의 대 냉담 혹은 혐오를 들었다.

국내연구에서 김지자 외(1996)는 한국형 SDLRS (SDLRS-K-96)을 개발하면서 자기주도학습의 구성요소로 독창적 접근, 탐구적 특성, 자발적인 계획, 학습의 책임성 수용, 학습에 대한 사랑, 미래 지향성, 학습자적 신념을 들고 있다. 홍기칠(2004)은 통합적인 자기주도학습의 개념에 따라 기존의 자기주도학습과 자기조절학습의 구성요인 통합의 필요성을 제시하면서 자기주도학습을 크게 인지적 영역, 행동적 영역, 동기적 영역으로 구분하고, 인지적 영역에는 문제해결력과 창의성, 행동적 영역에는 자율성과 자기평가, 동기적 영역에는 개방성, 자아개념 및 자

<표 1> 자기주도학습의 구성요인

<Table 1> Component of self-direcrted learning

학자	구성요인
Garrison(1997)	자기관리, 자기평가, 동기
Stolk et al(2008)	인지적영역, 동기적영역, 행동적영역, 맥락적영역 -각영역에 목적, 고려 및 계획, 평가 및 통제, 반응 및 성찰의 단계가 있음
Guglielmino(1977)	학습기회에 대한 개방성, 효과적인 학습자로서의 자아개념, 학습에 주도성과 독립성, 자기 자신의 학습에 대한 책임 수용, 학습에 대한 사랑, 창의성, 기본 학습기능과 문제해결 기능을 사용하는 능력, 미래에 대한 긍정적 지향
Oddi(1984)	적극적 동인 대 반응적 동인, 인지적 개방성 대 폐쇄성, 학습열의 대 냉담 혹은 혐오
김지자(1996)	독창적 접근, 탐구적 특성, 자발적인 계획, 학습의 책임성 수용, 학습에 대한 사랑, 미래 지향성, 학습자적 신념
홍기칠(2004)	인지적영역(문제해결력과 창의성), 행동적영역(자율성과 자기평가), 동기적영역(개방성, 자아개념 및 자아효능감과 내재적 동기)
한지영(2008)	학습에 대한 사랑, 학습에 대한 개방성, 자아개념, 기본학습기능과 독립성, 학습에 대한 책임수용, 주도성과 미래지향성, 독창성과 탐구적 특성

아효능감과 내재적 동기를 포함시켰다.

한지영(2008)은 SDLRS는 성인학습자를 대상으로 개발하였고, SDLRS-K-96은 우리말 버전으로 개발하였으나 초등학교 교사들을 대상으로 개발된 것이어서 이를 공과대학 학생들(형식교육 내에 있는 성인학습자)을 대상으로 한 자기주도학습 측정도구의 필요성에 대해 논하면서, 학습에 대한 사랑, 학습에 대한 개방성, 자아개념, 기본학습기능과 독립성, 학습에 대한 책임수용, 주도성과 미래지향성, 독창성과 탐구적 특성을 자기주도학습의 요인으로 구성하였다. 이상의 자기주도학습 구성요인에 대한 여러 학자들의 주장을 정리해 보면 <표 1>과 같다.

이를 종합해 보면, 학자들마다 조금씩 다른 부분들이 있었지만 대부분의 학자들이 학습과정에 초점을 두고 자기주도학습에서 인지적 영역, 동기적 영역, 행동적 영역을 중요시하며 그에 따른 하위 구성요인을 설정하고 있음을 알 수 있다.

Ⅲ. 자기주도학습 능력 개발을 위한 교수·학습 전략

자기주도학습의 대표적인 수업모형으로는 Knowles(1975)의 선형적 모형, Brockett과 학습자의 책임감을 강조하는 Hiemstra(1991)의 개인적 책임 지향 모형, 구성요소들의 상호작용적 측면을 강조하는 Garrison(1997)의 자기주도학습 차원 모형, Grow(1991)의 단계적 자기주도학습 모형을 들을 수 있다.

Knowles(1975)는 자기주도학습의 과정을 6단계로 제시하면서, 학습 분위기 조성, 학습 요구 진단, 학습 목표 설정, 학습을 위한 인적 및 물적자원 파악, 적절한 학습 전략의 선택 및 실행, 학습결과의 평가가 직선의 과정으로 구성된다고 하였다.

Brockett과 Hiemstra(1991)는 개인적 책임 지향 모형(Personal Responsibility Orientation Model)을 개발하여, 교수방법으로서 학습자들이 학습과정에 책임을 지게 하고 교육자원이나 교육자는 촉진자의 역할을 수행해야 한다고 하였다. 또한 학습자는 자신의 생각과 행동에 대한 주인의식을 지녀야 하며, 교수 방법과 개별 학습자의 성격 특성이 부합될 때 자기주도학습이 성공적으로 이루어질 수 있다고 보고 있다.

Garrison(1997)은 자기주도학습의 구성요인인 자기관리(과업통제), 자기평가(인지적 책임), 동기(진입과 과업) 차원은 다른 차원에 대한 고려 없이 논의되기 힘들기 때문에, 상호작용적으로 이해해야 함을 강조한 모형을 제시하였다.

Garrison의 모형은 자기주도학습 과정에 동기, 자기 점검, 자기관리 등의 차원이 관련되고 이 세 가지 차원은 서로 상호작용한다는 점을 보여주고 있다. 또한 학습자들은 사회적 맥락의 영향을 받게 된다는 점을 보여주었다(배을규, 2006).

<표 2> Grow의 단계적 자기주도학습 수업전략

<Table 2> Grow's phased instruction model for self-directed learning

<table>
<tr><th>구분</th><th>권위자, 전문가</th><th>안내자
(salesperson)</th><th>촉진자</th><th>참여자</th></tr>
<tr><td>자기주도적 학습자</td><td></td><td></td><td colspan="2">독립적 프로젝트
학생 주도의 토의
발견학습
전문가, 상담자, 충고자로서의 교수자</td></tr>
<tr><td>열의있는 학습자</td><td></td><td colspan="3">내용의 적용
촉진된 토의(참여자로서의 교수자)
교사와 함께 실제적인 문제에 대한 팀 학습
비판적 사고, 학습전략</td></tr>
<tr><td>흥미를 가지고 있는 학습자</td><td colspan="3">중간 내용
강의-토론(교사주도)
촉진의 과정으로 기초를 제공
동기부여자로서의 교수자</td><td></td></tr>
<tr><td>의존적 학습자</td><td colspan="2">내용 소개
강의, 연습(훈련), 즉각적인 지적(피드백)</td><td></td><td></td></tr>
</table>

자료 : Grow. 1991:143.

이상에서 제시된 모형들은 자기주도학습을 학습과정에 초점을 두고 개발된 모형이지만, 지나치게 단순하고 추상적이기 때문에 수업모형과 전략을 제시하기에는 한계를 지니고 있다. 하지만 Grow(1991)의 모형은 경험적 접근을 통해 학습자의 자기주도성의 단계를 제시하고 수업과 관련된 구체적인 절차와 전략을 제시하고 있다.

Grow(1991)는 학습자는 자기주도성의 단계에 따라 발전하고, 학습자의 자기주도학습 능력 단계에 따른 수업이 자기주도학습 능력 발달에 큰 영향을 미친다고 하였다. 또한 자기주도성 단계에 따라 학습자가 지식, 기술, 동기부여와 목적을 획득할 수 있는 구체적인 수업과정의 전략을 <표 2>와 같이 제시하였다. 각각의 과정에 따라 요구하는 자기주도성 및 강의에 참여하는 학습자의 자기주도학습 능력 수준이 다르기 때문에 전략은 선형적이어서는 안되며, 상황에 따라 적절한 단계의 수업전략을 실시해야 한다고 하였다. 1단계는 의존적(dependent) 학습자의 단계로, 학습자는 낮은 정도의 자기주도성을 가지고 있다. 이에 교수자는 권위자, 전문가 또는 동기부여자의 역할을 하며, 목표나 방법을 명확히 제시할 수 있어야 한다. 강의나 연습이 주로 이루어지며, 즉각적인 지적을 통한 피드백이 이루어져야 한다. 2단계는 흥미를 가지고 있는(interested) 학습자의 단계로, 학습자는 흥미를 가지고 있거나, 흥미를 가질 가능성이 있으며 교수자는 동기유발자의 역할을 한다. 대부분의 교수자들이 말하는 “좋은” 학습자가 이 단계에 속한다. 교수자는 기술의 중요성에 대해 명백하게 설명을 하며 그들이 가르치는 것에 대한 구체적인 결과를 보여준다. 2단계는 학생들이 좀 더 자기주도적이 되기 때문에 목표 설정을 위한 기본적인 기술훈련을 시작하는 것이 중요하다. 강의와 교수자 주도의 토론, 구조화된 프로젝트, 전문가에 의한 증명 등이 주로 이루어진다. 3단계는 열의있는(involved) 학습자의 단계로, 학습자는 그들을 교육의 참여자로 인식하며 주제에 대한 모험의 준비가 되어 있다. 교수자는 촉진자의 역할을 하며, 학습자가 기술을 사용하는 장면에서의 촉진, 대화 및 지원을 하는 것에 집중한다. 이전 단계의 학습자들보다 공동활동을 통해 성취하는 것이 많으며, 교수가 참여하는 세미나, 학생 그룹 프로젝트, 개방형 과제를 통한 학습이 이루어진다. 4단계는 자기주도적(self-directed) 학습자의 단계로, 학습자는 그들의 목표와 기준을 세우며 그들의 학습을 주도하고 결과물에 대한 책임을 질 수 있고 스스로 책임을 지고 싶어 하는 경향이 있다. 학습자는 시간관리, 프로젝트 관리, 목표설정, 자기평가, 동료평가 및 정보수집에 관한 기술을 연마한다. 교수자의 역할은 교과를 가르치는 것이 아니라 학습자의 학습능력을 조성해 주며, 학습자에게 권한을 부여해 주는 상담자, 위임자의 역할을 한다. 주로 장기 프로젝트, 개인연구, 논문, 학습자주도의 토론 등이 이루어진다.

이처럼 Grow(1991)는 자기주도학습을 학습과정에 초점을 두고 수업 모형 및 전략을 제시하였다. 그리고 학습자의 자기주도학습 능력을 고정된 것으로 보지 않고 상황에 따라 변화할 수 있으며, 학습될 수 있다고 보았다. 이 수업전략은 학습자의 인지적, 동기적, 행동적이고 맥락적인 영역을 고려하여 자기주도학습의 복합적인 개념을 수업전략에 충실히 반영하고 있다고 할 수 있다. 또한 높은 수준의 자기주도학습 능력을 그룹 프로젝트를 통한 수업 운영으로 보았기 때문에 문제기반학습 및 프로젝트기반학습이 중심이 되는 설계교육의 수업전략을 세우는 데 중요한 지침이 될 수 있을 것이다.

Ⅳ. 설계교육의 절차 및 방법

1. 설계교육의 개념 및 절차

공학교육에서 설계의 중요성이 강조되면서 많은 학자들이 이에 대한 정의를 내리고 있다. Sadler 외(2000)는 설계의 역할은 학생들이 그들의 관심 수준을 높이고, 어린 나이에도 과학이나 기술 경력을 쌓을 수 있게 도전의 기회를 제공해 주는 것이라고 정의하였다. 또한 미국 ABET(1997)에서는 ‘공학설계란 필요한 것을 만들기 위해 시스템, 요소, 프로세스를 고안하는 과정이다. 즉, 기초과학과 수학 및 공학을 적용하여 자원을 목표에 부합하도록 가공하는 의사결정 과정이다’ 라고 정의하고 있다. Agogino 외(2005)는 공학설계는 설계자들이 제한조건을 만족시키는 동시에 고객목표와 사용자 요구를 성취하게 하는 계획, 체계, 과정의 개념을 일반화하고 평가하고 확인하는 체계적이고 합리적인 과정이라고 정의하였다. 이러한 여러 학자들의 설계에 대한 정의를 종합해 보면, 설계란 목표에 적합하고 세부적인 요건들을 만족시키기 위해 시스템, 요소, 과정을 고안하고 확인해 나가는 합리적인 체계라고 정의할 수 있다.

일반적으로 설계교육은 문제인식 - 자료수집 - 해결책 선택의 단계로 진행되는데, 개인이 인식한 문제를 창의력을 발휘하여 해결해 나가는 과정인 창의적 문제해결 모형을 설계교육에 적용해 볼 수 있다.

많은 학자들이 창의적 문제해결 모형을 제시하고 있는데, Osborn(1963)은 사실 찾기(문제정의) - 아이디어 찾기(아이디어 생산) - 해결안 찾기(평가와 적용)의 3단계로 구성된다고 하였고, Pames(1967)는 사실 발견 - 문제 발견 - 아이디어 발견 - 해결안의 발견 - 수용안 발견의 5단계가 연속적으로 설정되어 있다고 하였다. Osborn의 세 단계는 다시 7단계로 나뉘는데, 해결방침을 결정하는 단계, 준비단계, 분석단계, 관념형성단계, 숙고단계, 종합단계, 평가단계로 나뉜다. 또한 설계교육의 절차에 대해 제시한 학자들을 살펴보면, Fopue(1995)는 문제 공식화로 시작하여 실현으로 끝나는 6단계 모형을 제안하였으며, 이는 문제 공식화 - 문제 분석 - 개념 정의 - 평가 - 의사결정 - 실현의 단계로 진행된다. Archer(1984)는 절차를 세분화시켜 9단계 모형을 제시하였는데, 개요 - 설계 실험 - 자료수집 - 문제정의 - 분석 - 종합 - 가설 - 해결책 - 문제해결이다.

2. 설계교육의 사례

설계교육에서 효율적인 교수학습 방법으로 문제기반학습과 프로젝트기반학습을 많이 적용하고 있다. 문제기반학습(Barrows, 1985)은 학생에게 실질적인 문제를 제시하여 학생이 공동으로 문제해결방안을 논의한 후 개별학습과 협동학습을 통해 학습이 이루어지는 학습방법 및 학습환경을 의미하고, 프로젝트기반학습(Blumenfeld et al, 1991)은 학습자 스스로 질문을 생성하고 프로젝트 중심의 활동을 통해 학습결과물을 작성하는 방법이다. 이러한 맥락에서 두 학습방법을 실제 설계교육에 적용한 사례를 살펴보면 다음과 같다.

문제기반학습 방법을 적용한 사례를 제시해 보면, Ohio Northern University 공과대학의 모든 전공에서는 팀기반 설계경험을 통한 문제해결 능력 향상을 위하여 공학설계 교육과정을 운영하고 있다(Bazlamit, 2003). 학생들은 문제 진술 - 관련정보 수집 - 다양한 해결책 정리 - 실현가능한 해결방안 선택 - 수행모형의 제작, 시험 및 검증의 단계로 이루어진 문제해결과정에 대해 배우게 된다.

Lawanto(2007)는 중서부 대학교 중 한곳의 기계공학부에서 진행되는 캡스톤 설계과목(MIE 470)을 제시하였다. 다른 엔지니어들처럼 학생들은 6단계로 구성된 설계전략을 구상하는 것으로 수행일정을 시작한다. 이 설계전략은 그들 자신의 사고활동에 관한 생각과 인식의 기본적 모형을 분석하는 과정을 통해 구상, 평가되어진다. 팀은 그들의 설계활동을 6개의 주요 단계로 구분한다. 이것은 조사 및 문헌조사 - 사전 컴퓨터분석 - 구성요소 선택 및 평가 - 최종 회로설계 - 프로토타입 구성 - 평가 및 보완의 6단계이다. 팀은 문제에 대한 구성원들의 이해와 각자 나름의 전략을 토대로 설계전략을 구성한다.

이처럼 문제기반학습 방법을 적용한 수업에서 학생들은 팀을 조직하여 일상생활과 관련된 설계문제를 정의하고, 문제의 해결책을 도출하기 위해 다양한 조사 및 관련 자료들을 리뷰한다. 최선의 해결책을 선택하고 이를 최종적으로 수행, 변경하는 과정을 거친다. 또한 과정마다 보고서 작성 및 구두발표를 통해 진행상황에 대해서 다른 팀들과 소통할 수 있는 기회를 마련한다.

프로젝트기반학습 방법을 적용한 사례로, Anwar와 Granlund(2003)는 펜실베니아 주립대학교의 앨투너 캠퍼스 공대 신입생들을 위한 공학설계과정의 입문과목인 공학설계와 그래픽(Engineering Design and Graphics, ED&G 100)을 소개하였다. 이는 2002년 가을학기에 NYSCATE(기술교육발전을 위한 뉴욕주 협회)에서 개발한 Design for Manufacture 모델을 적용하였다. 이 모델은 탁상용 CD꽂이를 제작해 봄으로써 설계에 대한 경험을 할 수 있는 기회 제공을 특징으로 한다. 이 설계과정은 다음과 같은 단계로 진행된다. 첫째, 3~4명으로 구성된 학생 팀은 제시된 조건에 따라 탁상용 CD꽂이를 설계한다. 둘째, 학생 팀은 시행착오를 거치면서 설계과정을 진행한다. 이러한 시행착오를 방지하기 위해서 그들이 현재 무엇을 알고 있고 설계과정 및 제작설계, 과정을 완벽히 수행하기 위해서 무엇을 알아야 하는지 깨달아야 한다. 셋째, 모든 학생 팀은 설계과제를 수행하기 위해 필요한 정보를 담은 설계 포트폴리오 및 설계 잡지 등을 항상 소지해야 한다. 넷째, 모든 학생 팀은 팀 멤버들의 수행업무가 요약된 최종설계보고서를 준비해야 한다. 다섯째, 학생 팀은 수기보고서에 분석된 스타일 중 한 모형을 만들어야 한다. 여섯째, 모든 팀은 어떻게 팀 멤버들이 설계과제를 수행했는지를 설명하는 그룹 발표를 한다. 일곱 번째, 모든 학생 팀은 그들의 업무 수행 질, 설계 잡지 및 설계 포트폴리오, 최종 설계보고서, 모형, 그리고 그룹 발표를 통해 평가된다. 이러한 과정을 통해 학생들은 주어진 문제에 대한 가능한 해결책을 이해하고 조사하는 능력, 설계에 대한 결정을 진행하면서 중요하게 다루었던 요인들을 보여주는 보고서를 준비하는 능력, 그들의 설계가 세부조건을 만족시켰음을 볼 수 있는 능력, 설계결정을 만족시키는 설계 모델

을 제작하는데 적당한 도구와 재료를 사용할 수 있는 능력, 설계를 시험해 보는데 적절한 방법을 사용하고 개발할 줄 아는 능력, 분석과 시험을 토대로 하여 설계를 개선시켜 나갈 수 있는 능력 등을 습득하게 된다.

가나자와 공과대학은 1996년에 공학설계 교육과정을 시작한 선구적인 대학교이다(Masakatsu Matsuishi et al., 2004). 1996년에 도입된 초기 공학설계 교육과정은 2학년을 대상으로 한 두 개의 수업(공학설계Ⅰ, 공학설계Ⅱ)으로 구성되었다. 이 교육과정은 설계기회 확인 - 설계프로젝트 특징 확인 - 설계개념 정의 - 설계개념 평가 및 선별 - 구체화된 설계의 5단계로 진행된다. 그룹별 프로젝트기반학습을 특징으로 하며, 목표는 일상생활과 관련된 공학주제를 가지고 그룹별로 논의하게 하는 기회를 학생들에게 제공하는 것이다. 각 그룹은 일상생활과 관련된 공학주제를 선택하여 범위를 정의하고, 여러 가지 해결책을 지닐 수 있는 문제를 해결한다. 주제를 선택한 후, 그룹 내 학생들은 브레인스토밍 시간을 가지고 주제의 범위에 대해 정의하며, 가장 최선의 해결책을 모색한다. 그리고 설계에 대해 정의하고 수업시간에 결과를 발표하며, 동료 평가를 통해 각 그룹 멤버의 기여도에 대해 평가한다.

이처럼 프로젝트기반학습은 소규모로 팀을 이루어 과제를 수행하는 점이 문제기반학습과 비슷하지만, 수행과정에 있어서 차이점을 보인다. 학생들이 실제 수행해야 하는 프로젝트 주제를 제시해 주고, 이를 위해 팀원들이 아이디어를 고안하고, 최적의 해결책을 선택하여 적용한다.

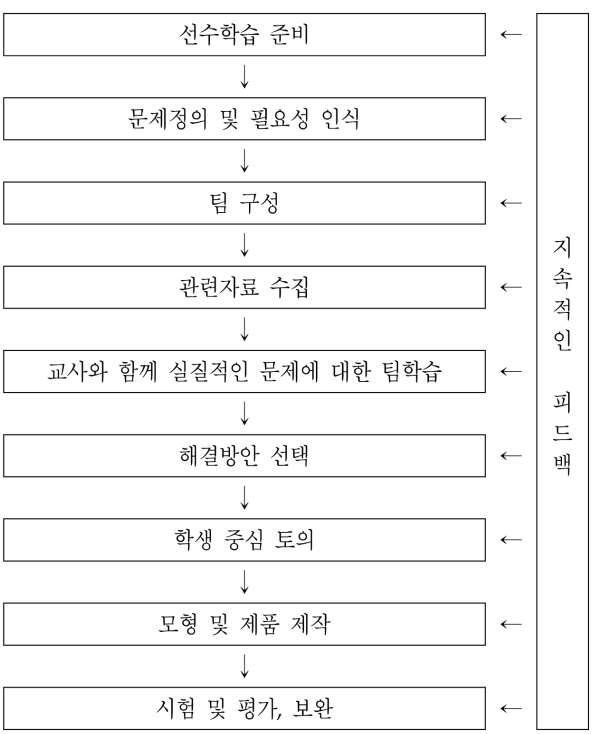
이와 같이 설계교육 절차 및 문제기반학습, 프로젝트기반학습은 다음과 같은 공통적인 단계를 거쳐 진행됨을 알 수 있다. 첫째, 문제정의 및 필요성 인식, 둘째, 관련자료 수집, 셋째, 최적의 해결책 선택, 넷째, 모형 및 제품 제작, 다섯째, 시험 및 평가, 보완의 단계를 거치게 된다.

Ⅴ. 자기주도학습 능력 개발을 위한 설계교육 방법

설계교육 절차 및 문제기반학습과 프로젝트기반학습의 공통되는 단계를 추출하여 문제정의 및 필요성 인식 - 관련자료 수집 - 최적의 해결책 선택 - 모형 및 제품 제작 - 시험 및 평가, 보완의 5단계를 도출하였다. 이와 같은 과정은 학습자가 주도적인 문제해결을 하는 과정으로서, 학습자의 자기주도학습 능력이 전제가 되어야 한다. 하지만 설계교육에서는 획일적이고 선형적인 단계 및 절차를 진행시키면서 학습자의 자기주도학습 능력의 행동적인 영역에만 초점을 맞추고 인지적, 동기적인 영역에 대해 간과하고 있다. 학습자의 자기주도학습 능력을 향상시키고 이를 통해 설계교육의 효과를 극대화하기 위해서는 자기주도학습의 인지적, 행동적, 동기적 영역을 모두 고려할 수 있는 수업 전략이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 학습자의 자기주도학습 능력수준의 정도를 고려하고 인지적, 동기적, 행동적 영역을 포괄하면서 학습과정에서 교수자의 역할까지도 제시할 수 있는 Grow(1991)의 수업 모형을 통해 설계교육의 방법을 9단계로 구체화시켜 제시하고자 한다.

첫째, 선수학습 준비 : 설계교육에 관한 개념적 정의 고찰 및 준비사항에 대한 학습자 스스로의 고민이 이루어진다.

둘째, 문제정의 및 필요성 인식 : 제시된 설계 프로젝트 수행에 대한 필요성을 깨닫고 주어진 과제에 관한 문제점이 무엇인지 개인 또는 팀을 이루어 정의하게 된다. 이 때 교수자는 설계교육의 전반적인



[그림 1] 자기주도학습 능력개발을 위한 설계교육 모형
[Fig. 1] Design education model for development of self-directed learning

개념 및 강의진행에 관해 학습자에게 간단한 이론식 수업 및 연습을 진행하여 학습자 스스로 동기를 부여할 수 있게 역할을 수행해야 한다.

셋째, 팀 구성 : 교수자가 임의로 팀을 정해줄 수도 있고, 학습자 스스로 학습성향이 비슷한 동료들로 팀을 구성할 수도 있다. 이 때 교수자는 팀구성이 활발히 진행될 수 있도록 촉진자의 역할을 해야 한다.

넷째, 관련자료 수집 : 제시된 설계과제를 해결하기 위해 다양한 관련 자료를 수집하는 단계로, 학습자가 과제 수행에 대한 필요성을 인식하고 좀 더 적극적으로 학습에 참여할 수 있게 된다. 이 단계에서의 학습자의 자기주도학습 능력은 전단계보다 한층 향상되어 있기는 하지만 여전히 교수자의 개입이 필요한 단계로, 지속적인 교수자의 지도 및 조언이 필요하다.

다섯째, 교사와 함께 실질적인 문제에 대한 팀학습 : 해결방안 선택 단계 전, 교수자와 함께 토의를 진행하면서 교수자의 조언을 토대로 어떤 해결방안을 선택할지 고민하게 된다.

여섯째, 최적의 해결책 선택 : 학습자는 이전 단계에서 수집한 관련 자료들을 검토, 논의하여 설계과제를 수행하는데 가장 최선의 해결책을 선택하게 된다. 이전 단계의 학습자들보다 공동 활동을 통해 성취하는 것이 많으며, 이를 통해 학습자들은 학습에 더욱 열의를 가지게 된다.

<표 3> 설계교육 단계별 교수자, 학습자 역할

<Table 3> Phased role of instructor and learner in design education course

단계		교수자의 역할	학습자 또는 팀 역할	교육매체의 범위
1	선수학습 준비	강의계획서를 통해 교육과정 및 관련교재 안내	학습자 스스로 설계교육에 관한 사전지식 탐색	교수자가 사전에 안내해 준 설계교육 관련 서적
2	문제정의 및 필요성 인식	설계교육 관련 이론에 대해 강의, 이 단계에서 교수자는 약 80%의 역할을 수행해야 함	이론 습득 및 학습자 스스로 문제에 대한 동기 부여, 이 단계에서 학습자는 약 20%의 역할을 수행해야 함	설계교육 관련 서적의 문제정의 부분
3	팀 구성	학습자들을 임의로 선정하여 팀을 구성하거나 학습자들이 자유롭게 팀을 조직할 수 있도록 촉진자 역할 수행	교수자의 지도에 따라 팀 구성	별도의 교재가 필요없음
4	관련자료 수집	학습자들이 자료를 수집하는데 필요한 조언 및 지도 수행, 이 단계에서 교수자는 약 30%의 역할을 수행해야 함	문제정의 후 이를 해결하기 위한 관련자료 수집, 이 단계에서부터 학습자의 자기주도학습 능력이 차츰 향상되고 학습자는 약 70%의 역할을 수행해야 함	문제해결을 위해 필요하다고 생각되는 모든 관련자료
5	실질적인 문제 팀학습	학습자들이 생각한 여러 가지 대안들에 대해 조언을 해 줌	관련자료 수집과 팀 논의를 통해 제시된 여러 가지 대안에 대해 교수자의 조언을 들음	학습자 스스로 작성한 여러 가지 대안들
6	최적의 해결책 선택	해결책 선택은 학습자 역할이기 때문에 이 단계에서 교수자는 0%의 역할을 수행해야 함	여러 가지 대안에 대한 조언을 토대로 문제해결을 위한 최적의 해결책 선택, 이 단계에서 학습자는 100%의 역할을 수행해야 함	학습자 스스로 작성한 여러 가지 대안들
7	학생 중심 토의	학습자들이 중심이 되어 진행하는 토론이므로 이 단계에서도 교수자는 0%의 역할을 수행해야 함	최종적으로 선택한 해결책에 대한 적용가능성 및 지금까지의 수행과정에 대해 팀별로 토론	전 단계까지 논의되었던 모든 자료들
8	모형 및 제품 제작	팀별로 모형제작에 어려움은 없는지 관찰, 이 단계에서 교수자는 약 20%의 역할을 수행해야 함	최종 해결책에 맞게 실제 모형제작, 이 단계에서 학습자는 약 80%의 역할을 수행해야 함	설계도 및 제작도
9	시험 및 평가, 보완	평가를 위해 팀 구성원 중 자기주도성이 가장 높은 학습자를 촉진자로 배치, 이 때 교수자는 이론을 가르치는 것이 아닌 학습자에게 권한을 부여해 주는 상담자, 위임자의 역할임	자기평가 및 동료평가를 통해 전반적인 설계과정 수행에 대해 스스로 평가	실제 제작모형 및 제품

일곱째, 학생 중심 토의 : 최종적으로 선택한 해결 방안이 제대로 적용될 수 있는지, 지금까지의 설계 수행 단계가 올바르게 진행되어 왔는지 학습자들이 중심이 되어 토의를 하게 된다.

여덟째, 모형 및 제품 제작 : 선택된 해결책의 순서에 따라 주어진 설계과제에 맞는 모형을 제작하게 된다. 이 단계에서는 교수자의 개입 및 참여를 최소화시켜 학습자의 자기주도성을 최대한 발휘하여 단계를 수행할 수 있어야 한다. 문제가 발생할 경우 교수자에게 조언을 구하는 것이 아니라 그동안 찾은 관련 자료를 토대로 다른 팀 구성원들과 상의하여 어떻게 해결할지 논의하여야 한다. 이 때 교수자는 주변인으로서 논의상황을 지켜보다가 팀이 단계를 수행하지 못하고 있는 경우, 이유를 물어 문답과정에서 학습자가 스스로 문제를 깨우칠 수 있게 한다.

아홉째, 시험 및 평가, 보완 : 최종적으로 완성된 설계과제 모형을 시험해 보거나 평가하여 부족한 부분을 점검, 보완하는 단계이다. 교수자는 그룹 구성원 중 자기주도성이 가장 높은 학습자를 촉진자로 배치한다. 교수자의 역할은 교과를 가르치는 것이 아니라 학습자의 학습능력을 조성해 주며, 학습자에게 권한을 부여해 주는 상담자, 위임자의 역할을 한다. 또한 학습자는 자기평가 및 동료평가를 통해 이전보다 높은 수준의 학습에 대한 자기주도성을 가지게 된다. 각 단계별 교수자 및 학습자, 팀 역할 그리고 교육매체의 범위를 정리하면 <표 3>과 같다.

위와 같은 단계를 진행하면서 교수자는 지속적인 피드백을 통해 학습자의 자기주도학습 능력 향상 정도 및 학업 성취를 평가할 수 있으며, 상황에 따라 적절하게 수업전략을 실행할 수 있다. 학습자는 강의가 진행이 되면서 이전보다 높은 수준의 자기주도학습 능력을 가지게 될 것이며, 이를 통해 향상된 자기주도학습 능력은 다른 학습 상황에도 전이되어 궁극적으로 창의력과 문제해결능력을 필요로 하는 공학설계교육의 효과를 극대화할 수 있을 것이다.

Ⅵ. 결론 및 제언

이와 같이 본 연구는 공학교육에서 학습자들의 평생학습능력이 강조되고 있고, 이러한 능력을 신장시키기 위해서는 자기주도학습이 활성화되어야 한다는 점에 초점을 맞추어 자기주도학습 개념 및 구성요인, 설계교육의 절차 및 방법을 살펴보고 자기주도학습 능력을 향상시키기 위한 설계교육 방법을 제안하기 위하여 수행되었다. 문제기반학습과 프로젝트기반학습을 중심으로 진행되는 설계교육에서 학습자의 자기주도적인 학습능력이 필수적인 요소임은 틀림없다. 본 연구에서 제안하고자 하는 설계교육 수업전략 및 연구결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 설계교육의 첫 단계에서 교수자는 학습자의 자기주도학습 능력을 신장시키기 위해 사전지식에 대한 이론 강의를 먼저 수행해야 한다. 설계 및 프로젝트에 관한 아무런 예비지식이 없는 학습자가 자기주도적으로 팀을 구성하여 과제를 수행할 수 없기 때문이다. 관련 개념에 대한 충분한 강의식 수업이 이루어지고 나면 학습자들이 좀 더 적극적으로 과제 수행에 임할 수 있을 것이다.

둘째, 설계교육 과정이 진행되면서 교수자는 점차 상담자 및 조언자의 역할을 수행해야 한다. 첫 단계에서 강의식 수업을 진행하고 난 후, 교수자는 학습자들이 스스로 문제를 정의하고 해결해 나갈 수 있도록 주변인으로 머물러야 한다. 학습자들이 위기 상황에 처했을 때 약간의 조언을 해 줄 수는 있지만, 교수자의 지도 아래 학습자들이 과제를 수행해서는 효율적인 설계교육이 이루어질 수 없다.

셋째, 학습자들이 설계과제를 수행했다는 것으로 설계교육이 종료되는 것이 아니라 이에 대한 평가 및 보완을 통해 계속적인 피드백이 이루어져야 한다. 자기주도학습 능력은 비단 설계교육에서뿐만 아니라 모든 교육환경에서 중요시되는 요소이다. 학습자가 어떤 교육환경에서든 자기주도적으로 학습을 수행하기 위해서는 학습내용 및 과제에 대한 평가, 보완을 통해 지속적인 피드백을 해야 한다.

향후 본 연구에서 제시한 수업전략을 토대로 설계교육을 진행해 보고, 문제점 및 개선해야 할 사항에 대한 연구도 수행되어야 할 것이다. 또한 설계교육을 통한 학습자의 자기주도학습 능력의 변화 정도를 평가하여 성격특성, 학업성취도와 같은 변인들과 관련된 심층적인 연구가 수행되어야 할 것이다.

참고문헌

김지자 외(1996). 초등학교 교사를 위한 자기주도학습 준비도 측정도구의 개발과 활용방안. 사회교육연구, 2(1) : 1-25.

배을규(2006). 성인교육의 실천적 기초, 학지사.

심미자(2001). 자기주도적 학습의 이해, 도서출판 열린.

한지영(2008). 평생학습 학습성과 평가를 위한 자기주도학습 준비도 검사도구의 타당성 연구. 공학교육연구, 11(4) : 64-75.

홍기칠(2004). 구성주의적 자기주도학습을 위한 학습력 분석과 학습모형 개발. 교육심리연구, 18(1) : 75-98.

ABET. http://www.abet.org.

Agogino, A. M. et al(2005). Engineering Design Thinking, Teaching, and Learning. *Journal of Engineering Education, 94*(1) : 103-120.

Anwar, S. & Granlund, E.(2003). *Enhancing a Freshman Level Engineering Design Course Through Project Based Learning*, ASEE Annual Conference.

Archer, L. B.(1984) Systematic method for designers. *Developments in Design Methodology* (John Wiley and Sons, Chichester), 5-82.

Barrows, H. S.(1985). *How to design a problem-based curriculum for the preclinical years.* New York: Springer.

Bazlamit, S. M.(2003). *Team-Based Engineering Design Course for Engineering Freshmen.* ASEE Annual Conference.

Blumenfeld, P. et al(1991). Motivating project-based learning: Sustaining the doing, supporting the learning. *Educational Psychologist, 26* (3&4) : 369-398.

Brockett, R. G., & Hiemstra, R.(1991). *Self-directed in learning: Perspestives on theory, research, and practice.* NY: Routledge.

Brookfield, S. D.(1985). Self-directed adult learning: A critical paradigm. *Adult Education Quarterly, 35*(2) : 59-71.

Fellows, S. et al.(2000). *Keys to success: Self-directed Learning.* ASEE Annual Conference.

Foque, R.(1995) Designing for patients: a strategy for introducing human scale in hospital design. *Design Studies, 16* : 29-49.

Garrison, D. R.(1997). Self-directed learning: Toward a comprehensive model. *Adult Education Quarterly, 48*(1) : 18-33.

Grow, G. O.(1991). Teaching learners to be self-directed. *Adult Education Quarterly, 41*(3) : 125-149.

Guglielmino, L. M.(1977). *Development of the self-directed learning readiness scale.* Doctoral dissertation. University of Georgia.

Knowles, M. S.(1975). *Self-directed learning : A guide for learners and teachers,* Chicago: Follett Pub. Co.

Lawanto, O.(2007). *Self-Management of Cognition in a Team-Based Engineering Design Project : A Case Study.* ASEE Annual Conference.

Litzinger, T. et al.(2003). *Assessing Readiness for Self-directed Learning.* ASEE Annual Conference.

Masakatsu Matsuishi. et al.(2004). *Engineering Design Education in a Hybrid Way: Combining Face-to-Face Instruction with e-Learning Collaboration.* ASEE Annual Conference.

Oddi, L. F.(1984). *Development of an instrument to measure self-directed continuing learning. Doctoral dissertation. Nothern Illinois University.*

Osborn, A.(1963). *Applied imagination: principles and procedures of creative thinking.* New York: Scribner's.

Pames, S. J. & Brunelle, E. A.(1967). The literature of creativity. *Journal of creative behavior. 1*(1) : 52-109.

Pintrich, P. R.(2000). *The Role of Goal Orientation in Self-Regulated Learning.* Handbook of Self-Regulation, San Diego, CA: Academic.

Sadler, P. M. et al.(2000). Engineering competitions in the middle school classroom: Key elements in developing effective design challenges. *Journal of the Learning Sciences, 9*(3) : 259-286.

Stolk, J.(2008). *Engineering students' Conceptions of Self-Directed Learning.* ASEE Annual Conference.

Zimmerman, B. J.(2000). *Attaining Self-Regulation: A Social Cognitive Perspective.* Handbook of Self-Regulation, San Diego, CA: Academic.

저 자 소 개

한지영 (Han, Jiyoung)
1993년 인하대학교 공과대학 섬유공학과 졸업
2000년 서울대학교 농산업교육과 교육학석사
2004년 동 대학원 동과 교육학박사
현재 인하대학교 공학교육혁신센터 연구교수
관심분야: 공학교육, 교육평가, 평생학습, 창의적 공학설계
Phone: 032-860-7294
Fax: 032-860-7293
E-mail: hjyoung@inha.ac.kr

이민영 (Lee, Minyoung)
2008년 인하대학교 사범대학 교육학과 졸업
2008년 인하대학교 대학원 교육학과 입학
현재 인하대학교 대학원 교육학과 석사과정
관심분야: 자기주도학습, 학습조직, 인적자원 개발, 구조방정식모형
Phone: 010-5059-5142
E-mail: hrd21c@naver.com

정보라 (Jung, Bora)
2006년 인하대학교 문과대학 일어일본학과 졸업
2008년 인하대학교 대학원 교육학과 입학
현재 인하대학교 대학원 교육학과 석사과정
관심분야: 경력개발, 계속교육, 직무만족, 조직몰입
Phone: 010-3826-2427
E-mail: jbl0918@hanmail.net