



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

工學博士 學位論文

창의적 문제해결기법을 활용한  
공학입문설계 교육내용 모형 연구

A Study on the Educational Modeling Contents for Introduction  
to Engineering Design by the Creative Problem Solving  
Techniques



韓國海洋大學校 大學院

材料工學科

朴 世 鎬

工學博士 學位論文

창의적 문제해결기법을 활용한  
공학입문설계 교육내용 모형 연구

A Study on the Educational Modeling Contents for Introduction  
to Engineering Design by the Creative Problem Solving  
Techniques



韓國海洋大學校 大學院

材料工學科

朴 世 鎬

本 論 文 을 朴 世 鎬 의 工 學 博 士 學 位 論 文 으 로 認 准 함 .

委 員 長                      김 재 봉                      印

委 員                          이 성 열                      印

委 員                          김 준 영                      印

委 員                          배 창 원                      印

委 員                          김 운 해                      印



2012年 2月

韓國海洋大學校 大學院

# 목 차

Abstract .....	1
<b>I 서론 .....</b>	<b>3</b>
1.1 연구의 필요성 및 목적 .....	3
1.2 연구 내용 및 방법.....	6
1.3 연구의 기대효과.....	7
<b>II 이론적 배경 .....</b>	<b>8</b>
2.1 국내대학 공학입문설계 교육 내용 .....	9
2.2 해외대학 공학입문설계 교육 내용 .....	18
2.3 교육내용 모형개발의 공학적 접근법.....	21
<b>III 공학입문설계 교육내용 모형 개발 .....</b>	<b>43</b>
3.1 교육내용 모형 요소 추출.....	43
3.2 교육내용 모형 연구.....	49
3.3 교육과정 구성.....	51
<b>IV. 실험 및 검증.....</b>	<b>55</b>
4.1 교육내용 모형 적용.....	55
4.2 문제해결 성향분석.....	67
4.3 검증.....	71
<b>V. 결론 및 제언 .....</b>	<b>89</b>
부록1.....	91
부록2.....	95
참고문헌 .....	98

# A Study on the Educational Modeling Contents for Introduction to Engineering Design by the Creative Problem Solving Techniques

**Se-Ho Park**

**Division of Materials Engineering of  
Graduate School of Korea Maritime University**

## Abstract

To come up with a creative resolution to difficult social and environment problems, new ideas as well as inventions for improvements are required, such as performance and cost estimates of prediction.

To achieve this effectively, educational curriculum and assessment system for highly complex intelligences must be developed.

First step to these particular systems of education is to establish a passive and uniformed education.

In 2010, Department of Materials Engineering Korea Maritime University (2010) used matrix about the Triz principles of the invention, the tool of thinking, the law of checklists, brainstorming method, on each student.

The renewed approach for solving problem brought unprecedented results.

However, the lesson of the same type in the Introduction to Engineering Design has been instructed, regardless of their major.

As I mentioned earlier, although there were education models for the character of majors and the education departments, the education model of the individual characteristics was not used to the creative improvement in the field of design being discussed, unfortunately.

The study proposed that such researches of education design of the introduction to engineering design boosts strengths of individuals, and equips them to recognize and resolve their weaknesses.



# I. 서론

## 1.1 연구의 필요성 및 목적

교육에서 강조되던 전문적인 지식, 해석적 사고방식 등은 점차 급격히 변화하는 공학을 이해할 수 있도록 수학, 과학, 등의 기초학문에 대한 폭 넓은 지식에서 여러 분야의 지식을 통합하여 사고하는 능력 등으로 교육의 중심이 이동해가고 있다. 이러한 때에 우리에게 필요한 것은 단편적인 지식의 습득이 아니라 스스로 지식을 활용하고 응용할 수 있는 능력이 필요하게 되었고 보통의 접근 방식이나 평범한 방법은 더 이상 제품 설계를 위해서나 혹은 혁신을 위해서 타당한 방법이 아니며 당면한 문제를 가장 잘 해결해 줄 수 있을 거라고 기대할 수 없게 되었다. 사회의 기업에서도 과거처럼 단편적인 지식을 갖춘 인재보다는 현재의 빠른 시대의 변화에 대응하여 어떤 문제에 대한 여러 가지 해결점을 제시할 수 있고 수동적이 아닌 능동적인 방향에서 대책을 모색할 수 있는 학생들을 요구하고 있다.

그와 관련하여 한국공학교육인증원 공학교육인증기준설명서(KEC 2005)에서는 다음과 같이 공학인이 갖추어야 할 능력을 12가지로 구분하고 있다.<sup>1</sup>

- 1) 지식과 정보기술의 응용 능력.
- 2) 자료이해, 분석 및 실험을 계획하고 수행하는 능력

---

<sup>1</sup> 한국공학교육인증원(2011) “KEC2005인증설명서”

- 3) 제한조건을 반영한 설계능력, 문제를 인식, 이를 공식화 하고 해결할 수 있는 능력.
- 4) 문제를 인식, 이를 공식화하고 해결할 수 있는 능력
- 5) 실무에 필요한 기술, 방법, 도구들을 사용할 수 있는 능력
- 6) 팀의 한 구성원의 역할
- 7) 의사 전달 및 커뮤니케이션 능력
- 8) 평생교육의 필요성
- 9) 세계, 경제, 환경, 사회상항에 끼치는 영향을 이해
- 10) 시사에 대한 기본 지식
- 11) 직업적 책임과 윤리 의식
- 12) 다문화 이해와 국제협력

특히, 1~5. 은 전통적으로 요구되는 능력을 정의하였고, 6~12은 현대사회가 요구하는 능력을 정의하고 있다. 이러한 능력을 대학의 정규 과정에서 습득시키기 위해서 다양한 각도에서 조명되었고, 특히 기초설계(입문설계)->요소설계->종합설계로 교육과정을 재편하여, 학생들이 졸업 시 공학도로서 갖추어야 할 능력을 극대화 할 수 있는 교육시스템을 구축하고 있다.

이와 관련하여 몇 년 동안의 한국공학교육학술회의를 보면 ‘공학입문설계 교육의 질적 향상’과 ‘새로운 스타일의 공학입문설계 교육 방향 모색’ 및 ‘창의적 공학입문설계 교육’ 등의 주제로 공학입문설계 교육의 초점이 이동하고 있는 것을 알 수 있다. 보수적인 의미의 공학입문설계 교육은 이미 그 형식과 내용에 있어서 안정단계에 이르렀으며, 확산을 통해 기

본적인 교육방법을 공유할 수 있는 단계에 접어들었다. 공학입문설계의 새로운 방향으로 제시된 것은 자유롭고 편안한 분위기에서 축제형식으로 즐기면서 배우는 ‘디자인 페스티벌’이라 할 수 있다.

그 외에도 설계 분야에서 지속적인 논제인 창의력 향상을 위한 방안으로 스케치를 활용하는 것이 어느 정도 효과를 나타냈다는 내용이 소개되곤 한다.<sup>2</sup>

그러나 대부분의 공학입문설계 교육은 전공을 불문하고, 같은 형태의 수업을 하고 있다. 앞에서 말한 바와 같이 설계분야에서 지속적으로 논의되고 있는 창의력 향상을 위한 방안이 있어, 학과별 전공별 특성을 고려한 교육모델은 있으나, 개인별 특성이 고려된 교육모델이 없는 것이 매우 아쉽다.

설계에 있어 가장 기본이 되는 것은 문제해결 능력이다. 다시 말해, 가지고 있는 문제를 해결하고 그것을 설계하는 것이다. 그럼 여기서 말하는 창의력은 무엇일까? 그것은 어떻게 창의적으로 문제를 해결하고, 그것을 통한 혁신적인 설계를 할 수 있느냐라는 것이며, 이를 위해 교육 과정에서 가장 중요하다고 생각되는 기초설계(입문설계)의 교육 내용의 모형의 연구가 이루어지고 있으며, 이것은 요소설계, 종합설계로의 학습을 극대화해 그 목적을 두고 있다.

따라서 본 연구에서는 개인의 특성을 파악하고 이를 통해 가장 창의적인 접근 및 해결 방법 능력을 배양하는 것을 목적으로 창의적인 문제해결기법

---

<sup>2</sup> 이견상(2009) “ 공학설계교육-입문설계/종합설계” 공학교육연구 제16권 제4호, pp.27-28 ISSN 1738-6454 KCI 등재

을 활용한 교육모형을 통해 그것을 실현해 나가고 한다.

## 1.2 연구의 내용 및 방법

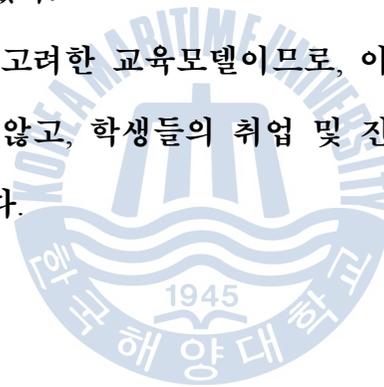
본 연구에서는 대학 신입생의 전공과정의 학습을 위한 공학입문설계교육 모형을 구안하고 현장적용을 통해 자기성향분석 및 이를 통한 학습적용의 교육적 의의를 탐색하고자 수행할 연구 내용 및 방법은 다음과 같다.

- 1) 현재 국/내외 공학입문설계의 교육 모형을 탐색한다.
- 2) 현 사회에서 공학도들에게 요구하는 능력 및 현황을 파악한다.
- 3) 탐색 되어진 교육 모형과 현 사회가 요구하는 능력 및 현황을 분석하여, 교육 모형 개발의 환경요소를 개발한다.
- 4) 개발 되어진 교육모형으로 구체적인 수업설계 방향을 제시한다.
- 5) 수업 현장에 적용하여 검증한다.

## 1.3 연구의 기대 효과

본 연구의 결과 기대하는 효과를 제시하면 다음과 같다.

- 1) 현재의 공학입문설계의 일반적인 교육내용은 어떠한 것을 설계해보는 것에 초점을 맞추고 있다. 그러나 학생들이 개개인의 특성은 상이하다. 이를 인지하고, 이를 분석하여, 교육에 적용한다면, 학생들의 전공 심화 과정에서의 학업성취도 및 향후 취업에서의 현장 적응력의 향상에 많은 도움이 될 것이다.
- 2) 본 연구의 교육모형은 학습자로 하여금 매우 능동적인 학습을 할 수 있도록 구성되어있으며, 또한 기존의 공학적 접근법을 매우 창의적으로 해석하였으므로, 학습자에게 자기 주도적 학습 능력배양을 신장시킬 수 있다.
- 3) 학습자의 성향을 고려한 교육모델이므로, 이 교육모델의 도입은 교과목에서 끝나지 않고, 학생들의 취업 및 진로 상담에도 많은 기회를 제공할 수 있다.



## II. 이론적 배경

공학입문설계는 저학년 과정에서 전공기초 교과목들과 고학년 과정에서 전공심화 교과목들이 상호 연관성을 가지고 체계적으로 구성되어야 하며, 공학설계의 일반적인 개념에 대한 이해와 창의력을 증진을 위한 교육영역이다.<sup>3</sup>

한국의 대부분의 공과대학에서는 한국공학교육인증원 주관의 평가를 받고 전공별 인증을 받고 있다. 인증을 받기 위해서는 다음과 같은 사항을 만족하여야 한다고 한국공학교육인증원(KEC 2005)에서는 다음과 같이 정의하고 있다.

『교과영역 및 교과목은 프로그램의 교육목표 및 학습성과를 달성할 수 있도록 체계적으로 구성되어야 하며 지속적으로 개선되어야 한다. 졸업생의 실무 적응력을 높이기 위하여 설계 관련 교과목을 체계적으로 편성하여야 한다. 특히, 저학년에서는 공학설계의 일반적인 개념에 대한 이해와 창의력을 기르기 위한 기초설계(또는 입문설계) 교과목과 고학년에서는 저학년에 배운 지식과 기술을 기초로 하고 주요 설계경험을 아우르는 종합설계 교과목을 이수하여야 한다. 기초설계와 종합설계에서는 일련의 설계 구성요소와 현실적 제한조건이 골고루 다루어져야 한다.』<sup>4</sup>

## 2.1 국내대학의 공학입문설계 교육내용

---

<sup>3</sup> 류영호(2008) “ 공학설계교육 개선을 위한 캡스톤 디자인 교수활동 지원 모형 개발”, 부산대학교 교육학박사학위논문

<sup>4</sup> 한국공학교육인증원(2011) “KEC2005인증설명서”

## 1) 서울대학교<sup>5</sup>

### 가. 수업일정 및 운영

서울대학교는 1993년 공업설계라는 명칭으로 기계항공공학부와 전기공학부 2학년을 대상을 출발하였고 1998년부터 창의공학설계라는 이름으로 변경하였다. 수업은 1,2학기 모두 개설하여 기계공학부의 2학년 200여명을 대상으로 하며 전공 필수 과목으로 강의된다. 학점은 3학점이고 한 주에 4시간의 수업 중 각각 2시간씩 강의와 실습 시간이 배분되어 이루어진다. 학기 첫 주에 팀을 구성하고 3주에 Linkage 프로젝트 과제가 주어진다. 6주에 최종 프로젝트 과제물로서 학생들이 설계, 제작할 로봇의 용도와 로봇경연 대회의 내용을 발표하여 로봇 제작용 재료 세트를 나누어 준다. 학생들은 약 5주 동안 주어진 제한 조건 내에서 로봇을 설계, 제작한다. 12주에 미리 로봇 대회를 시행하고 13주에 최종대회를 시행한다. 그리고 마지막 주에 검토를 하고 수업을 마친다.

<표 II-1> 서울대학교의 교과목 수업 일정

주	내 용
1	과목에 대한 소개, 팀 과제
2	운동학의 원리
3	기계공학에 대한 소개
4	휴일

<sup>5</sup> 주종남, 서울대학교 창의공학설계 교육 현황, 대한기계학회 춘추학술대회 논문집, pp.3209-3213, 2006

5	기계공학에 대한 소개
6	공학 설계의 원리(과제: 주 프로젝트)
7	모터와 압축 시스템
8	프로그래밍(예비 설계 제출)
9	제조 과정
10	로봇 테스트 시행
11	로봇 테스트 시행
12	로봇 경진대회 예행 연습
13	로봇 경진대회
14	수업 검토 및 마무리

#### 나. 수업 내용 및 특성

서울대학교는 팀을 기반으로 한 프로젝트를 시행하며 정해진 주제에 따라 학생들에게 로봇을 설계하는 과정 속에서 공학 설계 능력을 익힐 수 있도록 고려한다 <표 II-1>은 해에 따른 프로젝트 주제의 목록을 나타낸다. 매년 다른 주제로 프로젝트를 시행하고 학생들은 주제에 따라 로봇을 제작하며 최종적으로 경진대회를 갖는다.

#### 2) 성균관대학교<sup>6</sup>

성균관대학교에서는 2001년 공학 설계입문 교과목을 개발하여 기계공학

<sup>6</sup> 이창훈, 창의 공학 설계 교육 프로그램이 공학 입문자의 창의력과 공학 설계 능력에 미치는 영향, 박사학위 논문, 충남대학교 대학원, 2007

과 2학년을 대상으로 실시하였으며 2005년 교과과정 개편을 거쳐 현재는 통합적으로 공학계열 1학년의 필수 기본소양 교과목으로 변화하여 운영하고 있다. 또한 CREDITS(Creative Design and Intelligent Tutoring System) 연구센터를 설립하여 공학 설계입문 교과목의 효과적인 운영방안을 연구, 개발하고 있다.

가. 수업 내용 및 특성

<표 II-2>는 교과목에서 다루어지는 전체적인 수업 내용을 나타낸다. 수업 내용은 설계과정과 창의력에 필요한 능력을 과제 및 팀 프로젝트를 통하여 학생들이 적절히 학습 할 수 있도록 고려한다.

<표 II-2> 성균관 대학교의 교과목의 수업내용

수업 내용
설계의 기본개념
Visual Thinking
제품개발과정
설계 창의성
설계 방법론
개념설계과제
설계제작과제

수업의 내용을 구체적으로 살펴보면 다음과 같이 요약할 수 있다.

- ① 설계의 기본개념은 설계에 대하여 공학적인 설계와 산업디자인 등 다양한 관점에서 접근한다. 특히 감성적인 면과 논리적인 면이 공

존하는 설계의 양면성에 대해 소개하고 analytical phase, creative phase, executive phase 등으로 이루어진 sandwich model을 이용하여 설계 과정을 설명한다.

- ② Visual Thinking은 학생들에게 시각적인 사고 기능 및 추론 능력을 익히게 하고, 눈에 보이는 대로 스케치하여 새로운 물체 형상 및 이들의 관계성을 창출해내는 능력을 교육시킨다.
- ③ 제품 개발과정을 제품의 개념 및 제품 개발과정을 설명하고 제품 품질의 다양한 요소를 학생들이 스스로 토의를 통해 이해하도록 하며 소비자 요구사항을 제품개발 과정에 반영하여 제품의 품질을 향상시키는 대표적인 방법론인 Quality Function Deployment(QFD)를 프로젝트 수행을 통하여 학습하게 한다, 프로젝트는 샤프 연필 등 1학년 학생들이 사용자로서 익숙하고, 수준이 적합한 간단한 제품을 대상으로 팀 과제로 진행한다.
- ④ 설계창의성의 과정은 문제의 인식, 준비, 부화, 조명, 검증단계로 구성되어 있는 창의적인 문제해결과정을 지적 영역과 직관적 영역의 자연스러운 전환으로 설명한 관점을 소개하고 역사적으로 많은 창의적 업적을 남기 사람들의 성향을 특성을 살피며 개인성향에 따른 다양한 설계창의성의 양상을 설명한다. 또한 학생들의 설계 창의성 양상을 조사하여 이를 설계 팀 구성 등에 이용한다.
- ⑤ 설계 방법론의 과정에서 학생들은 두 개의 주 설계과제를 통해 구체적인 설계 방법 및 관점에 따라 설계 과제를 수행할 수 있도록 한다. 설계 방법론은 크게 창의적 방법과 합리적 방법으로 나누어

서 설명하는데 창의적인 방법은 다양한 아이디어를 생성할 수 있는 기법을 학습하게 되는데 브레인 스토밍과 같은 기법들이 활용된다. 합리적 방법은 철저한 준비 및 설계 아이디어의 실현 가능화 등을 지원하는 Objective Tree 등을 활용한다.

- ⑥ 개념설계과제는 소개된 설계 방법론을 개념설계 과제를 통하여 학생들이 익힐 수 있게 하였다. 기존제품의 혁신적인 향상 또는 새로운 제품의 설계를 개념 설계 단계까지 진행하는 과제로서, 5~6명이 팀을 이루어 수행을 한다. 과제내용은 Design Brief, 중간보고서 및 최종보고서 등의 3단계에 걸친 보고서 및 파워포인트로 준비된 설계 발표를 통하여 평가 된다.
- ⑦ 마지막으로 학생들은 설계 제작과제를 통해 실제 시작품을 제작하는 Design and Build 프로젝트를 수행하는데, 5~6명의 팀당 12만원의 재료비로 간단한 기구 또는 제품의 프로토타입을 직접 설계 제작한다. Design and Build 프로젝트는 학생들이 서로 몸으로 부딪기며 팀을 이루어 제작하는 과정을 통해 개념설계 과제와는 또 다른 팀워크 경험을 하게 된다. 최근에는 팀워크 향상을 위한 소규모 워밍업 프로젝트를 진행하여, 팀원 각자가 적극적인 팀 활동을 하는 기반을 조성한다. 이 프로젝트는 페스티벌을 겸한 경진대회 형식으로 평가가 이루어진다.

이상의 특성을 살펴보면 성균관대학교의 교과목 운영의 특성은 설계의 다양성과 개인의 창의성을 고려한 설계 과정에 있다. 설계 과정에서의 다양성은 두 가지의 점을 고려한다. 즉, 설계의 논리적인 면과 더

불어 감성적인 면을 고려한 수업내용으로 Visual Thinking과 같은 수업활동을 들 수 있다. 또한 개인의 창의성 양상 검사를 토대로 한 팀 구성과 운영 또한 특징이며 설계 방법론을 통한 설계과정과 학생들의 창의성을 신장시킬 수 있는 요소를 고려하고 있다는 점에서 공학인증 기준에 부합되는 많은 요소를 적요한다고 본다. 하지만 과제가 많이 제시되었을 경우 학생들이 수업을 위하여 준비하여야 될 것이 많아 이러한 요소가 학생들에게 부담으로 작용될 수도 있다.

### 3) 충남대학교<sup>7</sup>

#### 가. 수업 일정 및 운영

충남대학교의 공학 설계입문 교과목은 각 학과별 1학년 학생들을 대상으로 하며 수업 시간은 1주당 2시간으로 진행된다. 수업의 형태는 프로젝트를 통한 설계 과정을 익히기 보다는 설계에 필요한 학생들 개인의 창의력을 신장시키는데 주안점을 둔다. <표 II-3>은 교과목의 수업 일정을 나타낸다. 1-7주까지는 설계 절차나 창의적 문제해결 기법에 관련된 내용을 다루고 8-11주에는 매주 하나의 프로젝트를 수행한다.

<표 II-3> 충남대학교의 교과목 수업 일정

주	내 용
1	오리엔테이션 및 설계의 개요

<sup>7</sup> 이창훈, 창의 공학 설계 교육 프로그램이 공학 입문자의 창의력과 공학 설계 능력에 미치는 영향, 박사학위 논문, 충남대학교 대학원, 2007

2	공학 설계의 개요
3	체계적인 설계 절차
4	창의적 문제 해결 행동유형과 지능 모델
5	창의적 문제 해결 기법 I: 발산적 사고
6	창의적 사고 개발 기법 II: 수렴적 사고
7	창의적 문제 해결 방법론, TRIZ
8	물 추진 자동차 설계
9	태양광 자동차 설계
10	증기선 설계
11	공 선별기 설계

이론 수업은 오리엔테이션 및 설계의 개요, 공학 설계의 개요, 체계적인 설계 절차, 창의적 문제 해결 행동 유형과 지능 모델, 창의적 사고 개발 기법(발산적 사고, 수렴적 사고)과 창의적 문제해결 방법론 (TRIZ:Teoriya Resheniya Izobretatelskikh Zadatch) 등의 내용으로 7주 동안 진행된다. 프로젝트 활동은 4주 동안 진행되고 프로젝트 내용은 물 추진 자동차 설계, 태양광 자동차 설계, 증기선 설계, 공 선별기 설계 등이 있다.

수업 내용을 주 별로 살펴보면 1주에는 오리엔테이션 및 설계의 개요로서 레오나르도 다빈치의 설계도와 같이 역사 속에서의 설계에 대하여 살펴보고 설계의 전체적인 개요에 대하여 다룬다. 2주에는 전반적인 공학 설계에 대한 내용과 공학설계의 중요성에 대하여 살펴보고 3주에는 체계적인 설계 절차에 관한 내용으로 체계적인 설계의 필요성, 설계 절차의 단계, 그리고 설계의 구성 요소가 무엇인지에 대하여 학습한다. 4주에는 창의적 문제 해결 행동 유형과 지능모델에 대하여 알아보는데 창의적인 문제 해결 행동 유형에 대하여 살펴보고 허만의 두뇌 우성 모델을 기초로 한 지능 모델에 대하여 다룬다. 5, 6주에는 창의적 사고 개발 기법으로 발산적 사고와 수렴적 사고 기법을 학습한다. 7주에는 창의적 문제 해결 방법론으로 TRIZ를 소개하고 8주부터 11주까지는 프로젝트를 수행한다.

#### 나. 수업내용 및 특성

충남대학교의 공학 설계입문 교과목의 수업은 강의와 실습, 문제 중심 학습(PBL)과 프로젝트 법을 적절히 혼합하여 진행된다. 설계 절차나 창의력을 신장시키기 위한 수업과정을 살펴보면 다음과 같이 요약할 수 있다.

- ① 체계적 설계 절차의 수업은 체계적인 설계 절차의 중요성과 설계절차의 단계와 구성 요소를 설명하기 위한 수업으로 학생들에게 A4용지를 1장씩 나누어 준 후 종이 비행기를 만들어 보도록 한다. 교수는 각 4-5명으로 구성된 팀에게 가장 오래 날 수 있는 종이비행기와 가

장 멀리 날 수 있는 종이비행기를 설계 하도록 과제를 부여하면 팀 별로 종이비행기 설계 문제의 해결점을 탐색하여 발견한 후 그 설계 절차에 대하여 보고서를 작성하고 발표를 하도록 한다.

- ② 창의적 문제 해결 행동 유형과 진의 모델의 수업은 창의적 문제해결의 행동 유형을 인식하고, 합리적인 문제 해결 태도를 갖게 하는데 목표가 있다. 먼저 학생들에게 창의적 문제 해결 행동 유형 검사와 지능 모델 검사를 간단히 실시한다. 그 후 교수는 변화에 대한 지향, 일 처리의 방식, 의사 결정의 중심 등의 다양함을 설명하고 각 팀 별로 장점과 단점을 포함한 문제 해결 스타일에 따른 특징을 조사하여 정리하도록 지시한다. 그리고 팀 별로 산업체 현장 방문 프로젝트를 기획한다고 가정하였을 때, 각 구성원의 역할 및 팀에 기여할 수 있는 바를 작성하도록 과제를 부여한다.
- ③ 창의적 사고 계발 기법으로 발산적 사고와 수렴적 사고에 대한 수업은 2주에 걸쳐 강의와 실습으로 이루어진다. 발산적 사고로는 브레인 스토밍과 마인드 맵, 육색 사고모의 기법에 대하여 학습하고 수렴적 사고로는 PMI(Puls, Minus, Interseting), P-P-C, 하이라이팅, 평가 행렬 등의 기법에 대하여 학습한다. 창의적 문제 해결 방법론으로 TRIZ를 소개하고 있는데 TRIZ의 개념, 연산자 그리고 40가지 발명 원리에 대한 이해와 이를 설계 과정에 응용할 수 있는 방법을 강의 식 수업으로 진행한다.
- ④ 프로젝트는 물 추진 자동차 설계, 태양광 자동차 설계, 증기선 설계, 공 선별기 설계 등의 4가지의 주제로 수행되는데 짧은 기간 내에 다

양한 주제를 통하여 공학 설계방법과 프로젝트물의 작동 원리를 이해하도록 하고 있다. 매주에 하나의 프로젝트를 수행하며 각 프로젝트마다 3-4시간 정도의 시간을 부여한다. 수업의 과정으로 교수는 프로젝트의 대한 설명을 하고 수행을 위한 간단한 제작 및 관련 지식을 소개한다. 학생들은 2-3명이 팀을 이루어 프로젝트 수행을 위한 방법을 선정하여 검토하고 결정한 뒤 설계도를 스케치한다. 그 후 직접 제작에 들어가고 최종적으로 발표를 하고 평가를 한다.

## 2.2 해외대학 공학입문설계 교육내용(미국대학 사례)<sup>89</sup>

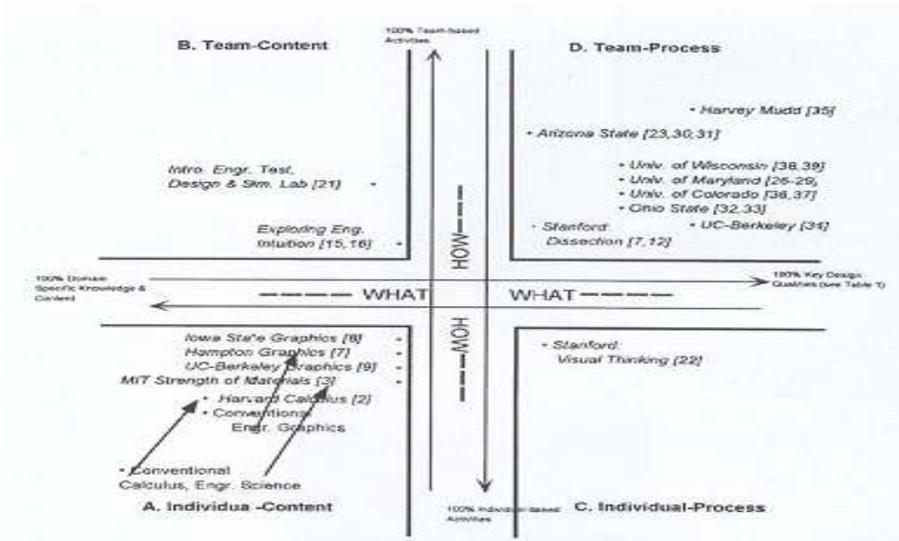
미국의 NSF(National Science Foundation)의 Synthesis Coalition는 대학의 공학 설계입문 교과목의 수업내용을 연구, 분석한 후 <그림1>을 제기하였다.



---

<sup>8</sup> 김정식, 미국공학교육 인증제도를 통해 본 공학교육의 발전방안, 한국공학 교육학회, Vol. 10, no. 4, pp. 69-76, 2003

<sup>9</sup> Agogino, A. M. et al(2005). Engineering Design Thinking, Teaching, and Learning. Journal of Engineering Education, 94(1): 103-120.



<그림 II-1> 미국 대학교 공학 설계입문 교과목 운영 방향

<그림 II-1>을 통하여 미국대학의 공학 설계입문 교과목의 전반적인 수업 운영을 살펴볼 수 있다. <그림 II-1>의 구조는 4사분 면으로 나누어져 있는데 상하 축은 수업 방식이 개인과 팀 중에서 어떤 부분에 중점을 두고 있는지에 따라 나누고 좌우 축은 내용(Content)의 과정(Process) 중에서 어떤 부분을 중요시 여기는지에 따라 구분된다.

내용(Content)의 구분은 전통적으로 시행되는 강의 방식, 예를 들어 기초과학 수업이나 전공 이론 수업 등을 교수가 완전히 주도하는 강의 식 수업을 100%라 가정을 하고 과정(Process)은 졸업 작품과 같이 고학년 수준의 설계 수업처럼 거의 전적으로 학생들이 주도하는 수업의 정도를 100%라 가정을 한 뒤 각 대학의 공학 설계입문 교과목 수업 내용을 판단하였다

<그림 II-1>을 분석해 보면 1사분 면인 Team-Process와 3사분 면인 Individual-Content의 수업방식을 운영하고 있는 대학이 많음을 알 수 있다. 즉, 수업을 팀 중심으로 진행을 하게 되면 대체적으로 프로젝트를 위주로

한 실습과정을 중요하게 다루고 개인 중심의 능력 학습에 초점을 두어 수업을 진행을 하게 되면 강의에 좀 더 초점을 둔다. 또한 3사분 면에서 좀 더 과정과 팀 중심의 수업으로 변동한 것을 보여주고 있다. 이는 EC 2000의 성과 기준에 비추어 학생들에게 팀워크, 창의력, 의사소통 기술의 능력을 강조하고 있어 대학에서 그 기준에 부합하도록 수업을 변화하여 운영한다는 점을 보여 준다.

### 1) Kettering University, Flint, Michigan의 설계 교육내용

#### 가. 운영방식 및 형태

한 학기 3학점으로 운영되며 산업공학과와 Manufacturing Engineering 과목과 기계공학과와 “Design of Mechanical Component” 과목을 결합하여 서로 다른 학과의 두 강좌에서 서로 한 팀을 이루어 프로젝트를 수행 하는 형태이다.

#### 나. 내용

프로젝트 내용은 성형기로부터 사출 성형된 부품을 집어 올리는 로봇트를 디자인, 분석, 조립, 설치, 가동 및 시험을 하는 것이다. 각 팀은 \$200의 예산을 지원받으며 학생들은 공동 실험실에서 만나 서로 공동 연구 수행한다.

#### 다. 평가방법

평가기준은 디자인 효율, 조립공정, 부품의 정밀성, 기능성, 종합발표 등이며 학생들은 최종 보고서를 제출하고 구두발표를 하게 된다. 최종 보고서에는 내용과 포함된 지식이 구두발표 때는 발표 자료의 시각효과 등이 중요시 된다.

#### 라. 효과

학생들은 제한된 예산, 시간 그리고 다른 전공자와의 협력을 통해 엔지니어로서의 성취를 이루도록 한다.

## 2) University of Missouri-Rolla and St. Louis Community college 설계 교육내용

### 가. 운영방식 및 형태

두 학기에 걸쳐 운영이 되며 기계공학과, 공학경영학과(Engineering Management), 제조공학과(Manufacturing Engineering)의 세 학과가 팀을 이루어 프로젝트를 수행한다. 첫 학기에는 시장의 요구사항과 constraint에 대해 조사 분석 한 후 그래픽 디자인까지 마치며 두 번째 학기에는 직접 제작에 들어간다.

### 나. 내용

회사에서 요구하는 상품을 선택하여 그 상품을 만드는 프로젝트를 수행하는 형태로서 해당 회사로부터 지원금을 받아 일을 수행한다. 상품디자인과 제조 그리고 마케팅 계획과 제조를 연결 지어 수행하여야 한다.

### 다. 평가방법

산업계 자문위원단으로부터 결과를 평가 받는다.

## 2.3 교육내용 모형개발의 공학적 접근법<sup>1011</sup>

### 1) 브레인스토밍

---

<sup>10</sup> . "Human Design Engineering" 김운해, 박세호, 사토 야스타, 구보타 슈스케 저 문운당 출판 2011.09.01

<sup>11</sup> “창의적 공학설계 입문” 김운해, 박세호, 조영대 저 한국해양대학교 출판 2011.03.01

## 가. 브레인스토밍(brainstorming) 방법

브레인스토밍(brainstorming) 방법이란 여러 사람이 모여 어느 한 문제에 대한 아이디어를 공동으로 내어놓는 회의 방식의 집단사고 방식이다. 이 방법은 광고회사의 알렉스. F. 오스본에 의해 창안된 방법으로 여러 사람이 모여서 어느 한 주제에 대해 다양한 아이디어를 공동으로 내놓는 방법으로 집단사고를 통해 사고의 확산을 추구하는 회의 방식이다. 즉, 폭풍이 몰아치듯 두뇌를 자극하여 집단의 효과를 살리고 아이디어의 연쇄반응을 얻고자 하는 것이다.

따라서, 이 방법의 중점은 아이디어의 질보다는 많은 아이디어의 생산에 있다. 과학자들은 두 개 또는 그 이상의 물건을 합쳐서 부분의 총화보다 더 큰 것을 만들어 낼 수 있다는 종합작용의 의미로 브레인스토밍을 받아들이고 있다.

이러한 브레인스토밍을 적절히 활용하면 아이디어의 연쇄반응을 일으켜, 보다 짧은 시간 내에 전통적인 회의보다 더 많고 우수한 아이디어를 생산할 수가 있기 때문에, 발명 아이디어의 개발에 가장 효과적인 방법의 하나로 이용되고 있다. 브레인스토밍을 잘 하기 위해서는 반드시 지켜야 할 몇 가지 기본 원칙이 있다.

### 나. 브레인스토밍(brainstorming)의 기본원칙

- ① 어떤 의견이 나오더라도 비판을 해서는 안 된다.
- ② 자유분방을 환영한다.
- ③ 질보다는 양을 바란다.

- ④ 결합과 개선에 의한 발전을 원한다. 자기 자신의 아이디어나 또는 남의 아이디어를 두 개 이상 결합하여 제3의 아이디어를 내놓거나 개선하는 방법으로, 아이디어를 새로 결합하여 개선하는 방법이다.
- ⑤ 브레인스토밍에서 가장 아이디어를 많이 내는 이유는 발표한 아이디어를 비판하지 않기 때문이다. 따라서 이 항목에 가장 중점을 두어 사회자는 회의를 진행한다.
- ⑥ 주제의 선정에 있어 가장 중요한 주제는 너무 구체적이어서는 아이디어가 나오기 어려우며 곤란하다. 따라서, 가능한 한 조원들이 인식하고 있는 공통적인 사항으로 단순한 것이 효과적이다.
- ⑦ 회의 모임을 통한 선별은 브레인스토밍 회의 기법을 하는 것은 좋은 아이디어를 얻기 위한 것이기 때문에, 여러 차례의 모임을 통해서 많이 나온 아이디어 중 선별하는 작업이 필요하다.
- ⑧ 평가의 경우 브레인스토밍은 문제 해결을 위한 집단 토의이므로 생산된 아이디어는 독창성뿐만 아니라 경제성, 실용성도 평가해야 한다. 평가는 객관성과 전문성을 가진 사람이 담당하여야 하나 가벼운 문제일 경우에는 다른 조원이 평가할 수 있으며, 특별한 발명품의 제작이나 문제해결을 위한 것이 아니라면 평가를 하지 않아도 관계 없다.

#### 다. 브레인스토밍(brainstorming)의 방법

##### ① 과제해결의 단계마다 사용한다

정보/사실의 수집, 원인 탐구, 대책 입안의 각각의 단계에서 브레인스토밍을 사용한다. 모든 것을 한꺼번에 브레인 스토밍하면 산만하

고 혼란한 토의가 되어, 나중에 수습하는데 헛되이 시간을 낭비하게 된다.

② 주제는 구체적이어야 한다

주제를 좁혀서 참가자가 아이디어를 생각하기 쉽도록, 또 다르게 해석하지 않도록 구체적으로 표현하지 않으면 안 된다.

③ 사회자는 중립을 지켜야 한다

사회자의 역할은 중요해서 오케스트라의 지휘자처럼 의연하게 행동해야 한다. 참가자 전원이 평등하게 발언할 수 있는 기회를 주어야 하며 참가자의 발언을 해석해서는 안 된다. 어디까지나 중립의 있는 그대로를 수용하는 것이 중요하다.

④ 참가자는 다양하게 구성되어야 하며 수는 적당한 것이 좋다.

그룹참가자 수는 5~6명이 좋다. 너무 적으면 의견이 다양하지 못하고, 너무 많으면 수습이 곤란하다. 참가자가 많은 경우는 몇 개의 그룹으로 나눈다. 그룹의 각 멤버가 폭넓고 다양한 의견을 교환하는 것이 바람직하므로, 될 수 있는 한 다양하게(성별, 연령, 직종, 국적 등) 구성하도록 한다.

⑤ 자유롭게 하는 발언 전부를 기록한다

기록계를 미리 결정해 두고(사람 수가 적으면 사회자가 겸임), 멤버의 발언을 칠판/보드에 전부 기록한다. 발언 전문(全文)을 기록할 필요는 없지만, 너무 요약하면 나중에 발언의 취지를 모르게 되므로, 키워드를 놓치지 않는 것이 중요하다. 보드에 기록하는 대신에 카드에 쓰는 방법도 있다. 카드에 쓰는 편이 하기가 쉬운데 발언 하나에

카드 한 장씩으로 기록한다. 의미가 명확하지 않은 발언은 발언자에게 확인을 받는다. 카드가 100장 가까이 될 때까지 의견이나 아이디어의 교환을 계속한다. 다른 사람의 발언에 힌트를 얻어 의견을 내도 좋다. 남의 흉내라고 창피해 할 필요도 없고, 그것을 책망해서도 안 된다.

## ⑥ 종합과 평가

1시간 정도의 휴식, 중단을 하고 다시 모여서 아이디어들을 정리한다. 정리하기 좋은 영역, 범주 별로 분류하여 5~6명의 아이디어로 하나의 분류항목을 만든다. 그 과정에서 내용이 중복된 카드는 제거하며 분류항목이 여러 갈래에 걸치면, 정리를 위해 5~6의 분류항목마다 큰 분류항목을 만든다.

여기에서 테마의 취지, 목적을 멤버끼리 재확인한다. 또한 목적에 적합한 분류항목을 골라내 그 카드들 중에서 좋은 아이디어를 추출한다. 좋은지 어떤지의 평가는 '효과성'과 '실현 가능성'에 따라 결정하지만 새로운 아이디어를 구하는 것이 목적이라면 '독자성, 신기성'이라는 기준을 첨가한다.

라. 브레인스토밍(brainstorming)의 적용

- ① 문제에 대한 존재 가능한 근본 원인을 모두 찾으려 할 때
- ② 문제의 해결책을 찾으려 할 때
- ③ 해결해야 할 문제가 어떤 것인지를 결정하려 할 때
- ④ 어떤 개선 활동을 해야 할지를 결정 할 때
- ⑤ 프로젝트의 각 단계에 대한 계획을 세울 때

- ⑥ 팀의 창조성을 촉진 시키려 할 때
- ⑦ 공정이나 제품 또는 서비스에 대한 개선의 기회를 찾으려 할 때
- ⑧ 팀의 참여를 통해 공정, 제품, 그리고 서비스에서의 혁신을 시작하  
려 할 때

마. 브레인스토밍(brainstorming)의 관련기법

① 브레인라이팅

브레인스토밍의 약점을 보완하기 위한 방법으로 독일의 홀리게르  
에 의해 창안된 기법이며 침묵을 지키며 진행되는 집단 발상기법  
이다.

② 속성 열거법

브레인스토밍 회의에서 아이디어 창출을 촉진시키기 위해 사용한  
다. 어떤 대상(형태, 사물, 아이디어, 방법, 상황을 제시하고, 문득  
떠오르는 아이디어들을 포착 제시하는 방법이다.

바. 브레인스토밍(brainstorming)의 종류

기술적으로 볼 때 두 종류의 브레인스토밍(구조화된 것과 비구조화된 것)  
이 있다.

① 구조화된 것

리더 혹은 진행요원은 구조화된 브레인스토밍 세션에서 그룹을  
조정하고 지도하면서 다음 라운드를 시작하기 전까지 각 멤버들에  
게 차례로 아이디어를 제안하거나 혹은 "통과"하라고 요구한다.

모든 멤버들은 아이디어를 제안하거나 통과함으로써 세션에 참  
가하게 된다. 이 방법은 가장 목소리가 작은 사람들도 세션에

참가할 수 있도록 하고, 어떤 멤버도 회의를 좌지우지 못하도록 한다. 반면에 어떤 팀 멤버는 정기적으로 반응하라는 압력을 좋아하지 않을 수도 있다.

## ② 비구 조화된 것

브레인스토밍 세션에서 멤버들은 아이디어가 떠오를 때마다 그것을 제안한다. 토의에 필요한 어떤 "순환과정"이 없고, 아이디어가 없을 경우에도 "통과"라고 반응할 필요가 없다. 불행하게도 이 접근방법의 단점은 세션을 좌지우지할 2명 혹은 3명의 목소리 큰 사람이 있을 수 있다는 것이다. 말수가 적은 사람이 최선의 아이디어를 가질 수도 있는 것이다.

## 사. 사후 평가

- ① 의견에 관한 평가는 브레인스토밍 과정이 끝난 뒤에 이루어진다.
- ② 집단 토의로 결정된 주제에 가장 밀접하게 관계한 두세 명의 의견 평가 팀이 동시에 각자 의견을 검토한다.
- ③ 평가는 다른 시간이나 별개의 장소에서 할 수도 있다. 평가를 브레인스토밍 과정에 곧 이어서 할 필요는 없다.
- ④ 평가의 첫 단계에서 전적으로 불가능 하거나 전혀 관계가 없거나 또는 바람직하지 못한 의견들은 제거되어야 할 것이다.
- ⑤ 집단의 유사한 의견들을 합친다.
- ⑥ 결정되거나 남아있는 의견들은 실행할 수도 있고 최종 결정을 늦추어 더 연구해 볼 수도 있으며(현재는 이용할 수 없지만 나중

에 이용할 수 있는 좋은 의견은) 앞으로 참작하기 위해서 유보  
될 수도 있다.

#### 아. 아이디어의 평가(정리)

판단이 보류되고 비판이나 평가가 금지되는 것은 아이디어가 산출되고 발  
견되는 과정뿐이다. 브레인스토밍으로 수집된 아이디어들 중 좋은 것들을  
골라내고 그것들을 다시 수정하여 실행에 옮길 수 있도록 해야 한다..

##### ① 평가의 준비

각각의 아이디어를 간결하고 이해하기 쉽게 목록을 만들어 논리적  
인 범주로 분류한다.

##### ② 아이디어 평가 기준을 작성한다.

#### 자. 평가 기준의 예시

- ① 그것은 생산량을 증진시키거나 질의 개선을 가져올 것인가?
- ② 그것은 좀더 능률적으로 인력을 이용하도록 하는가?
- ③ 그것은 운용 방법, 보존 방법, 건축 방법을 개선하는가?
- ④ 그것은 현재의 도구보다 개선된 것인가?
- ⑤ 그것은 안전 문제를 개선하는가?
- ⑥ 그것은 불필요한 작업을 제거하는가?
- ⑦ 그것은 원가 절감을 가져오는가?
- ⑧ 그것은 현재의 방법을 개선하는가?
- ⑨ 그것은 작업 조건을 개선하는가?

#### 차. 브레인스토밍(Brain Storming) 토의 모형

이러한 브레인 스토밍 모형을 활용할 때에는 다음과 같은 몇 가지 규칙들을 지켜야만 한다.

- ① 농담을 제외한 모든 아이디어들을 수용해야 한다.
- ② 어떠한 제안에 대해서도 비판을 가해서는 안 된다.
- ③ 집단 구성원들이 각자의 아이디어들을 발전시켜 나가도록 격려해 주어야 한다.
- ④ 말없이 침묵을 지키는 학생들로부터 아이디어나 의견을 끌어내야 하고, 유도된 아이디어에 대해서는 적절한 보상을 주어야 한다.
- ⑤ 창의적으로 생각하되, 질보다는 우선 양에 관심을 가지도록 한다.

브레인 스토밍 토의 방법은 학생들에게 동일 문제에 대한 상상력이나 창의적인 문제 해결 능력을 길러주는 데 아주 유용한 교수, 학습 모형이라고 할 수 있다. 또한 브레인 스토밍 활동은 많은 학생들이 참여할 수 있으며, 모든 아이디어가 수용될 수 있는 장점이 있다. 브레인 스토밍 토의가 끝나면 교사는 우선 모든 아이디어들을 평가해야 하며, 가능하면 학생들 스스로 평가하도록 하는 것이 좋다.

## 2) 체크리스트(Checklist)법

가. 다른 용도로 쓴다면?

- ① 지금 사용하는 곳 외에 다른 곳에 사용한다면?
- ② 용도를 변형해서 사용할 수 없을까?

나. 변형한다면?

- ① 새롭게 모양을 구성한다면?

② 색, 구조, 냄새 등을 새롭게 변화시킨다면?

다. 확대한다면?

① 더 두껍게 해보자. 더 길게 한다면?

② 두 배로 늘린다면? 더 강하게 한다면?

③ 더 자주 한다면 어떨까?

라. 축소하면?

① 더 작게 하면?

② 더 가볍게 하면?

③ 단순화한다면, 표현을 삼간다면?

④ 제거하면 어떨까?

마. 결합한다면?

① 용도를 합친다면?

② 아이디어를 결합한다면?

사. 뒤바꾼다면?

① 거꾸로 놓는다면?

② 역할을 반대로 한다면?

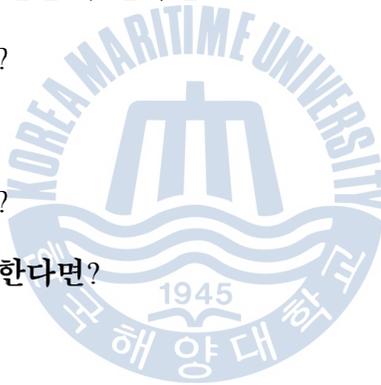
③ 입장을 바꾸어 본다면?

아. 다시 배열한다면?

① 다른 순서로 놓는다면?

② 속도를 바꾸면?

③ 구성요소를 상호교환 시키면?



발명에 관련된 항목들을 정리하는 체크리스트(checklist)법은 아이디어의 새로운 창출과 연쇄적인 파생효과를 얻고자 하는 데 그 목적이 있다. 그러나 이 방법은 다음과 같은 결점을 갖고 있다.

- ① 체크리스트에 너무 의지하면 새로운 문제에 필요한 것들을 빠뜨릴 우려가 있다.
- ② 없는 것까지 체크하고 시간을 낭비할 우려가 있다.
- ③ 체크리스트에 너무 의지하면 자기자신의 생각을 하지 않을 우려가 있다.

따라서, 이러한 방법들에 대해 유의할 점은 새로운 아이디어에 대한 폭넓은 접근을 위해 사용하는 것이지, 발명 아이디어를 얻는 유일한 방법은 아니다.

### 3) 생각의 도구<sup>12</sup>

#### 가. 타고난 자질

사람은 하나같이 똑같은 사람이 없고 모두 다른 생각을 가지고 살아간다. 이런 사람들이 어떤 자질을 담을 수 있는 능력은 차이가 있을 수 있겠지만 다소간의 필요한 시간이나 최고 수준의 차이는 있더라도 훈련을 통해 모든 사람이 창의적인 사람이 될 수 있다. 20세기 초 스탠퍼드 대학의 루이스 터먼 교수는 25만명 중에서 IQ가 140 이상인 1470명을 선별하여 수십 년 간 관찰한 결과 그 중에서 전국적으로 영향을 미칠만한 연구를 한 사람은 한 명도 없었고, 노벨상을 받은 사람도 한 명도 없었다. 그러나 선발에 떨어진

---

<sup>12</sup> 미셸 루트번스타인, 로버트 루트번스타인 저, 박종성 역, 에코의 서재 “생각의 탄생”

1470명 이외의 사람 중에서 노벨상을 받은 사람이 두 사람이 나왔다. 타고난 자질이 미치는 영향을 어느 정도 알 수 있게 해 주는 연구 중의 하나이다.

#### 나. 환경

우리나라 부모들은 아이들에게 흔히 유명한 교육기관에 보내 교육을 시키기 위해서 어릴 때부터 다른 사람의 손에서 키워지게 만들고, 허위로 주소지를 옮기는 거짓을 보이며, 부모가 따로 사는 모습을 보여주기도 하며, 무리하게 가정형편이 다른 아이들과 어울려 소외감을 느끼도록 만들고 있다. 어떤 것이 아이에게 정말 중요한 것인지 잘 생각해 보아야 할 문제이다.

창의성이나 조기교육이나 말하기 이전에 올바른 가치관을 가지고 성장할 수 있도록 바른 환경을 만들어주는 것이 더욱 중요한 것이다.

#### 다. 긍정적인 마음

창의적인 사고의 요령을 배우기 이전에 우리가 가장 먼저 해야만 하는 선행과제가 있다. 바로 부정적인 마음에서 긍정적인 마음으로의 변화를 만드는 것이다. 사실 많은 사람들이 긍정적인 사고가 좋다고 생각은 하고 있지만 실제 행동이나 어떤 현상에 대한 생각은 그렇지 못한 상황이다. 마음에서 긍정적이지 못하고 부정적이라면, 꿈도 불가능한 막연한 이야기일 뿐이고 창의적인 내용도 불가능한 생각일 뿐이다.

긍정적인 사고가 필요한 또 한 가지 이유는 시작의 중요성이라 할 수 있다. 로마는 하루아침에 이루어진 것이 아니라는 말을 하듯이 아무리 창의적인 아이디어를 내놓아도 여러 단계의 개선이 이루어진 이후에 처음 꿈꾸던 멋진 결과물이 세상에 나오게 되는 것이다. 한 사람이 끝내지 못 하더라도

같은 꿈을 꾸는 누군가가 그 꿈이 현실이 되어 세상에 나올 수 있게 마무리 할 것이다. 아무리 좋은 생각을 많이 가지고 있더라도 오늘 아무것도 하지 않는다면 10년이 지나고 20년이 지나도 달라지는 것은 아무것도 없을 것이다.

#### 라. 틀을 깨는 시도

창의적 사고를 위해 선행할 또 다른 과제가 있다. 바로 고정관념을 깨는 일이다. 언뜻 보기에 긍정적 사고와 비슷하게 보일 수 있지만 긍정적 사고는 가능 불가능에 대한 첫 반응에 대한 yes/no 성격의 이야기인데 반해 틀을 깨는 일은 창문은 유리로 만들지만 투과성이 높은 폴리카보네이트로 창을 만들 수 있다는 서술적인 성격의 이야기라는 점에서 차이가 있다.

#### 마. 결과 vs 과정

우리나라의 교육은 과정보다 결과를 중시하는 분위기를 무시할 수 없는 것이 현실이다. 학창시절에 공식적으로 제일 큰 관심사는 단연 학교 성적이었을 것이다. 우수한 성적을 받으면 부모님이고 선생님이고 모든 사람이 칭찬해주고 격려를 해주었던 기억을 가지고 있을 것이다. 그러나 성적은 오르지 못 했지만 정말 열심히 노력했다고 칭찬받은 기억은 없을 것이다. 과정보다 결과를 중시하는 분위기는 사람의 시야를 좁게 만드는 큰 원인이 된다.

#### 사. 다름에 대한 인정

도요타에서 만들어졌다고 하는 T형 인간상이 있다. 한 분야에 전문성을 가지고 있으면서 여러 분야에 두루 능통한 인간상을 이상적인 인간상으로 제시한 것이다. 여기에 안철수 교수는 A형 인간상을 이야기했다. 수직의 깊

은 전문성과 폭넓은 지식 그리고 다른 사람과 서로 의지하는 사람인(人)의 의미가 결합된 인간상으로 A형 인간을 제시했다. 타인과 나의 긍정적인 교류는 결국 나와 타인의 다름을 인정함으로써 이루어질 수 있다.

아. 논리적인 언어와 논리적인 사고

사고라는 것은 언어와 별개로 생각할 수 없는 부분이다. 언어는 습관을 만들 뿐만 아니라 습관을 표현하는 것으로 우리의 사고를 표현하는 수단이지만 언어에 의해 사고를 만들어가게 된다.

4) 트리즈(Triz) 발명원리<sup>13</sup>

트리즈는 4단계의 과정을 거쳐 해법을 찾아낸다고 볼 수 있다. 그 4가지 과정으로는 모순의 원인 파악 → 모순의 원인을 39가지 변수 중 적합한 것으로 치환 → 변수들의 조합 구성 → 최적의 해결 원리 도출의 과정을 거쳐 문제 해법을 찾는다. 트리즈에서 문제 해결을 위해서 공학적 변수 39가지와 40가지의 발명원리를 이용한다.

<표 II-4> 39가지 공학변수

움직이는 물체의 무게	정지상태인 물체의 무게	움직이는 물체의 길이	정지상태인 물체의 길이	움직이는 물체의 면적	정지상태인 물체의 면적	움직이는 물체의 부피
정지상태인 물체의 부피	속도(Speed)	힘(강도): Force(Intensity)	응력 또는 압력	형상(Shape)	물체의 구성 요소의 안정성	내구력 (Strength)

<sup>13</sup> 겐리흐 안트슬러 저 박성균 역 “40가지 원리”

움직이는 물체의 작용 지속시간	정지 물체의 작용 지속시간	온도 (Temperature)	조도 (Illumination intensity)	움직이는 물체에 의한 에너지 이용	정지 물체에 의한 에너지 이용	동력(Power)
에너지 손실	물질의 손실	정보의 손실	시간 손실	물질의 양	신뢰성 (Reliability)	측정의 정확도
제조 밀도	물체가 영항 받는 유해한 인자	물체가 생성한 유해한 인자	제조 편이성	동작 편이성	유지보수의 편이성	적응성 또는 다양성
장치의 복잡성	감지 및 측정의 난이도	자동화의 정도	생산성 (Productivity)			

### 5) 트리즈의 40가지 발명 원리

세상의 모든 문제는 '모순'에서 출발한다. 그리고 그 모순의 해결법은 40가지로 요약할 수 있다는 것이 이 이론의 골자이다.

#### - 분리/분할

- ① 대상을 독립적인 부분으로 나눈다.
- ② 물체를 부분화한다.
- ③ 물체의 분할 정도를 증가시킨다.

#### - 추출(Extraction)

① 교란시키는 부분이나 특성을 물체로부터 추출하고 제거하거나 분리 시킴.

② 꼭 필요한 부분이나 특성만을 추출한다.

- 국소 품질(Local quality)

① 물체나 외부환경/행위의 동질적인 구조를 이질적인 구조로의 천이.

② 물체를 구성하는 부분들이 서로 다른 기능을 수행하도록 함.

③ 물체를 구성하는 부분들이 가장 유리한 상황에서 동작하도록 함.

- 비대칭(Asymmetry)

① 대칭 형태의 것을 비대칭으로 바꿈.

② 물체가 이미 비대칭 형태라면 비대칭 정도를 증가시킴.

- 결합(Combining)

① 동질적인 물체나 연속으로 작동하는 물체를 공간적으로 결합한다.

② 동질적이거나 연속적인 동작을 시간적으로 결합한다.

- 보편성(Universability)

① 한 물체가 다수의 기능을 수행하도록 해서 다른 물체의 필요성을 제거한다.

- 포개기(Nesting)

① 물체를 차례로 다른 물체의 내부에 놓는다.

② 물체를 다른 물체의 공동을 통해 건넌다.

- 중량의 균형화(Counterweight)

① 물체를 상승력이 있는 다른 물체와 결합함으로써 중량을 경감.

- ② 공력이나 수력을 제공하는 환경과 상호작용을 통해 물체의 중량을 경감.

- 사전 대응 조치(Prior counter-action)

- ① 사전에 대응 조치를 취함.
- ② 물체가 장력을 받거나 받을 거면, 미리 대응 장력을 준다.

- 사전 조치(Prior action)

- ① 필요한 동작의 전부나 일부를 미리 수행.
- ② 물체가 편리한 위치에서 적절한 방식으로 동작하도록 배열.

- 사전에 완충시킴(Cushion in advance)

- ① 사전에 대응 조치를 취해서 물체의 상대적으로 낮은 신뢰성을 보완.

- 등가성(Equipotentiality)

- ① 동작 환경을 바꿔서 물체의 상승이나 하강 요구를 없앤다.

- 역전(Inversion)

- ① 문제의 사양에 적시된 동작 대신에 반대 동작을 구현.
- ② 물체나 외부 환경의 움직이는 부분을 움직이지 않도록 하거나 움직이지 않는 부분을 움직이도록 함.
- ③ 물체를 거꾸로 세움.

- 구형체(Spheroidality)

- ① 선형이거나 평편한 표면은 곡선형으로, 입방체는 구형 체로 대체.
- ② 롤러나 나선형 물체를 이용한다.
- ③ 선형 운동을 회전이동으로 바꾸고 원심력을 이용한다.

- 역동성(Dynamicity)

- ① 동작 단계마다 물체나 그 환경이 자동으로 조정되어 최적의 성능을 발휘하도록 함.
- ② 물체를 여러 부분으로 나누어 서로 위치를 상대적으로 변경할 수 있도록 함.
- ③ 움직일 수 없는 물체를 움직이게 만들거나 교체할 수 있도록 함.

- **부분적이거나 과도한 동작(Partial or overdone action)**

- ① 100% 만족한 효과를 얻기 힘들면 어느 정도의 효과를 거두는 대신 문제를 단순화시킨다.

- **새로운 차원으로 이동(Moving to a new dimension)**

- ① 평면(2차원)을 따라 이동시킴으로써 직선적으로 움직이는 물체가 갖는 문제를 제거.
- ② 단일층 대신에 다수의 층으로 이루어진 물체의 조합을 사용.
- ③ 물체를 기울이거나 한 쪽 면을 이용

- **기계적 진동(Mechanical vibration)**

- ① 물체를 진동시킴.
- ② 진동이 존재하면 초음파 수준까지 진동 주파수를 증가시킴.
- ③ 공명 주파수를 이용.
- ④ 기계적인 진동 대신에 피에조진동기를 사용.
- ⑤ 전자기장과 함께 초음파 진동을 이용.

- **주기적 동작(Periodic action)**

- ① 연속적인 동작을 주기적(펄스형) 동작으로 대체.
- ② 주기적인 동작에 대해서는 그 주파수를 변경.

③ 부가적인 동작을 제공하기 위해 임펄스 사이에 펄스를 채용.

- **유용한 동작의 연속성(Continuity of a useful action)**

- ① 물체의 모든 부분이 최대 용량으로 동작하도록 멈춤 없이 연속적으로 동작을 실행.
- ② 늘거나 중간에 동작하는 움직임을 제거.

- **돌진(Rushing through)**

- ① 유해하거나 위험한 동작을 고속으로 실행

- **해를 이점으로 변경(Convert harm into benefit)**

- ① 해로운 요인이나 환경 영향을 이용해서 긍정적인 효과를 거둠.
- ② 해로운 요인을 또 다른 유해 요인과 결합해서 유해성을 제거.
- ③ 해롭지 않게 될 때까지 해로운 동작의 양을 증대.

- **궤환(Feedback)**

- ① 궤환을 도입.
- ② 궤환이 이미 사용 중이면 그것을 역전시킴.

- **중재(Mediator)**

- ① 동작을 전달하거나 실행하기 위해 중간 물체를 사용.
- ② 일시적으로 물체를 제거하기 쉬운 다른 물체에 연결.

- **셀프-서비스(Self-service)**

- ① 물체가 부차적인 수리 동작을 스스로 하도록 만들.
- ② 버려진 물질과 에너지를 이용.

- **복제(Copying)**

- ① 작동시키는데 복잡하거나 비싸거나 깨지기 쉽거나 불편한 물체 대신에 단순하고 값싼 대용품을 활용.
- ② 물체를 그것의 광학 이미지에 의해 대체. 이미지를 확대하거나 축소 해서 그 크기를 조정.
- ③ 가시적인 광학 복제를 사용하고 있다면 그것을 적외선이나 자외선 복제로 바꿈.

- 비싸고 내구성이 긴 물체 대신에 싸고 수명이 짧은 것을 사용

(Inexpensive, short-lived object for expensive, durable one)

- ① 비싸고 내구성이 긴 물체를 대신에 다수의 싸고 수명이 짧은 것을 사용

- 기계적인 시스템의 교체 (Replacement of a mechanical system)

- ① 기계적인 시스템을 광학, 음향 또는 후각 시스템으로 교체.
- ② 물체와 상호작용을 위해 전기, 자기 또는 전자기장을 사용.
- ③ 장(field)을 교체

- 정적인 장을 동적인 것으로 교체

- 고정된 장을 시간에 따라 가변적인 장으로 교체

- 랜덤한 장을 구조화 된 장으로 교체.

- ④ 강자성 입자와 관계된 장을 사용.

- 압축 공기나 수력의 형성 (Pneumatic or hydraulic construction)

- ① 물체의 단단한 부위를 가스나 용액에 의해 제거. 이런 부위에는 팽창을 위해 공기나 물을 사용하거나 공기나 유체의 정역학적인 완충 작용을 이용할 수 있다.

- **유연한 막 또는 얇은 필름(Flexible membranes or thin film)**

- ① 기존의 것을 유연한 막이나 얇은 필름으로 만든 것으로 대체.
- ② 유연한 막 또는 얇은 필름을 이용하여 물체를 환경으로부터 분리.

- **구멍이 많은(통풍성이 좋은) 소재의 사용(Use of porous material)**

- ① 물체를 구멍이 많게 만들거나 구멍이 많은 요소를 채용.
- ② 물체가 이미 많은 구멍을 갖고 있는 경우 미리 그 구멍을 다른 재료로 채움.

- **색 변경(Changing of color)**

- ① 물체나 그 주변의 색을 변경.
- ② 물체나 보기 어려운 프로세스의 반투명 정도를 변경.
- ③ 물체나 보기 어려운 프로세스를 관측하기 위해 색이 있는 첨가물을 사용.
- ④ 그와 같은 첨가물이 이미 사용 중일 때는 발광 자국이나 추적 물질을 사용.

- **동질성(Homogeneity)**

- ① 동일한 재료나 매우 유사한 재료로 만들어진 주요 물체와 상호작용하는 물체들을 동작시킴.

- **부품을 제거하고 재생(Rejecting and regenerating parts)**

- ① 부품이 그 기능을 다했거나 쓸모가 없어졌을 때 그것을 제거 또는 수정함.
- ② 고갈되었거나 소모된 부품은 그 즉시 복구.

- **물체의 물리적, 화학적 상태를 변형**

(Transformation of the physical and chemical states of an object)

- ① 물체의 상태, 밀도 분포, 유연성과 온도를 변경.

- 상태 변형(Phase transformation)

- ① 물질의 상태가 변하는 동안 발생하는 효과를 구현. 예로, 체적이 변할 때 열이 흡수되거나 방출된다.

- 열팽창(Thermal expansion)

- ① 열로 팽창시키거나 수축시킬 수 있는 재료를 사용.
- ② 열팽창 계수가 서로 다른 물질들을 사용.

- 강 산화제를 사용(Use of strong oxidizers)

- ① 통상적인 공기를 산소가 풍부한 공기로 대체.
- ② 산고가 풍부한 공기를 산소만으로 대체.
- ③ 물체를 이온 방사와 함께 공기나 산소에서 반응시킴.
- ④ 이온화 된 산소를 이용.

- 비활성 환경(Inert environment)

- ① 통상적인 환경을 비활성 환경으로 대체.
- ② 진공에서 처리

- 복합소재(Composite materials)

- ① 동종의 소재 대신에 복합소재를 사용.

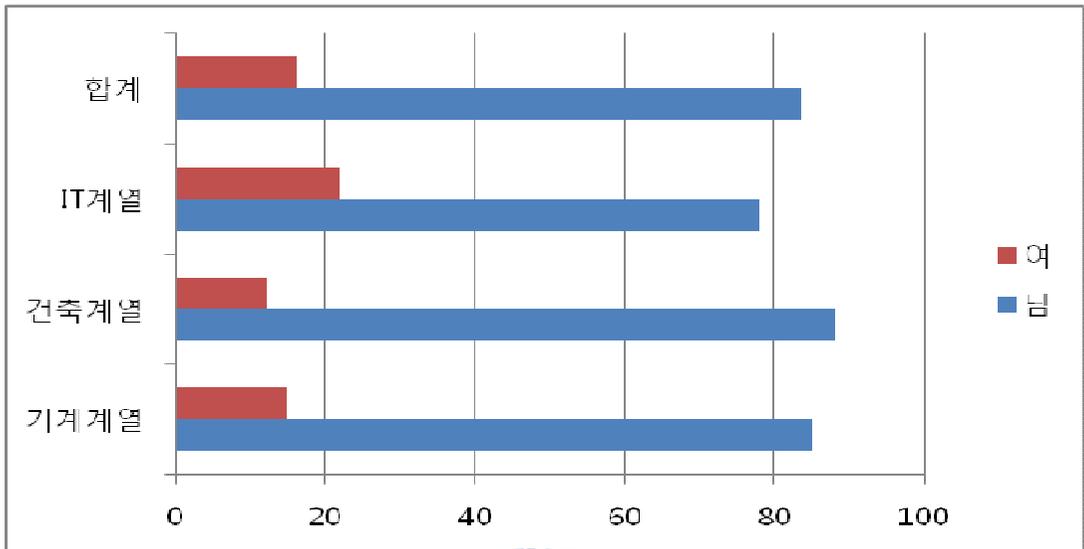
### III. 공학입문설계 교육내용 모형 개발

#### 3.1 교육내용 모형 요소 추출

##### 1) 한국해양대학교 공과대학 신입생 분석

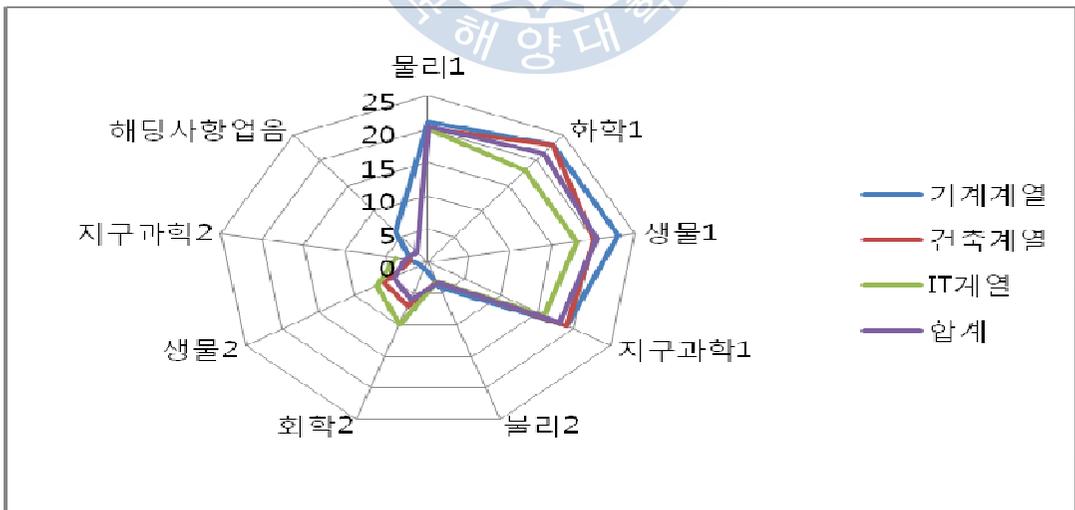
성향분석을 하는 것은 매우 중요하다. 우리나라 대학교의 공학계열 학과는 대부분 공학교육인증제로 인해 설계교육이 매우 중요시 되고 있다. 그러나 대부분의 설계 교육은 단지 설계라는 형식적인 테두리에서 크게 벗어나지 못하고 있다. 특히, 저학년 학생들의 공학입문설계는 요소설계와 종합설계에 미치는 영향이 크다고 보면, 그 중요성은 더욱 크다. 학생들이 가지고 있는 개인적인 성향과 학과별 특성은 다르다. 이러한 특성을 고려 하지 않은 설계교육은 현재 사회가 요구하고 있는 능동적인 인재 양성 보다는 이전의 사회를 그대로 답습한다고 생각한다. 본 연구에서는 한국해양대학교의 계열별 성향을 분석하고, 이를 토대로 우수한 교육내용의 모형을 개발하는데 초석이 될 거라 생각한다.

<표 III-1> 남녀 비율



한국해양대학교의 남녀 비율은 남자가 80%로 여자가 20%를 차지하고 있으며, 특히 건축계열은 다른 계열 보다 남자 비율이 높다는 것을 알 수 있다.

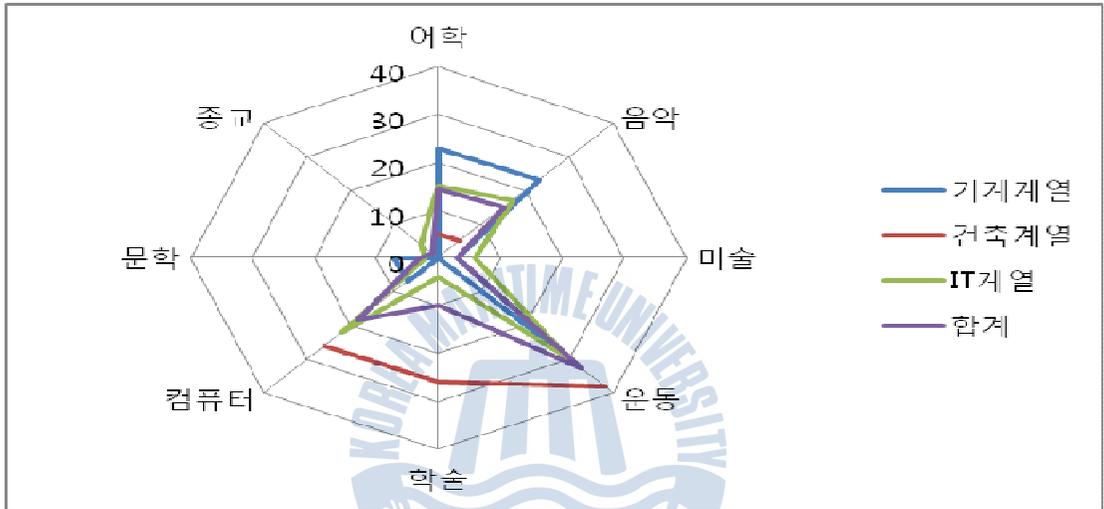
<표 III-2> 고교 때 이수한 과학교과목



대부분의 학생들은 물리1, 화학1, 생물1, 지구과학1을 고등학교 때 이수했고, 심화과정(물리2....)을 이수한 학생은 극히 드물다. 이것을 보면 학생

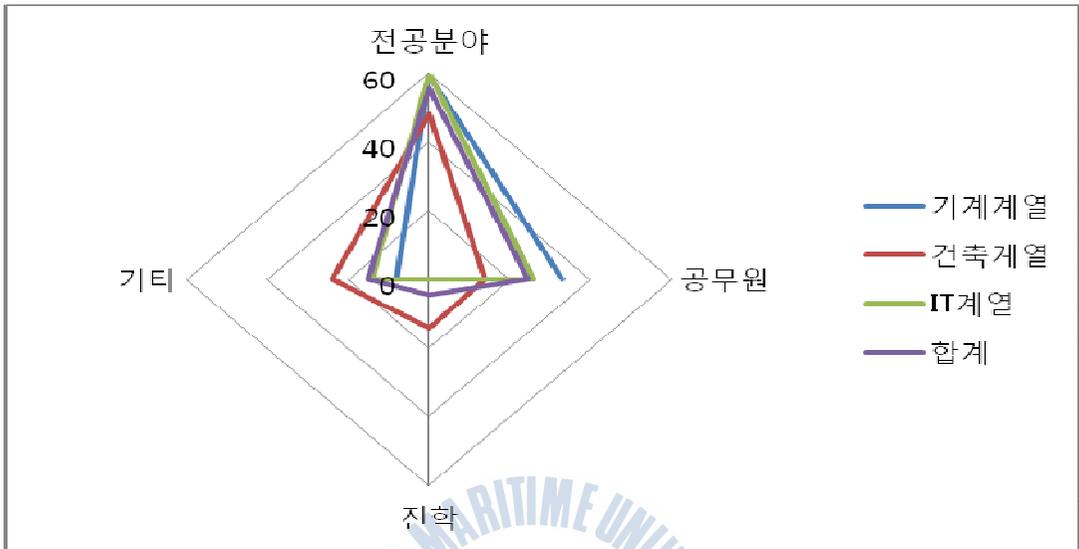
들이 자신의 성향을 고려해서 진로를 선택했다기 보다는 대학에 입학하는데 급급했다는 것을 알 수 있고, 공학계열의 대학에서는 공학입문설계의 중요성을 더욱 절실히 느낄 수 있다.

<표 III-3> 희망하는 동아리 활동



희망하는 동아리 활동으로 학생들의 관심분야를 알 수 있다. 관심분야를 통해 향후 진로 선택과 교육방법 등을 알 수 있으며, 적성 및 연구의 방향 등을 가늠할 수 있다.

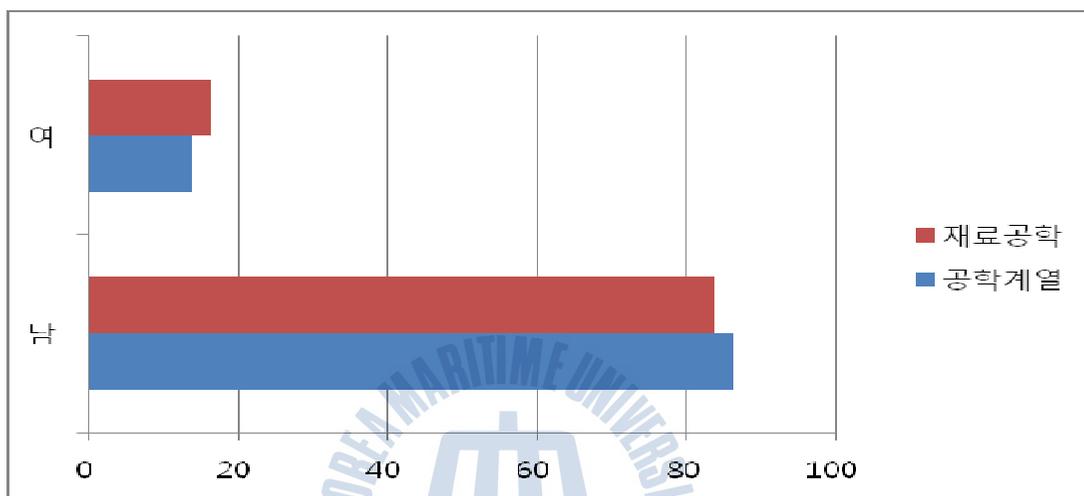
<표 III-4> 희망진로



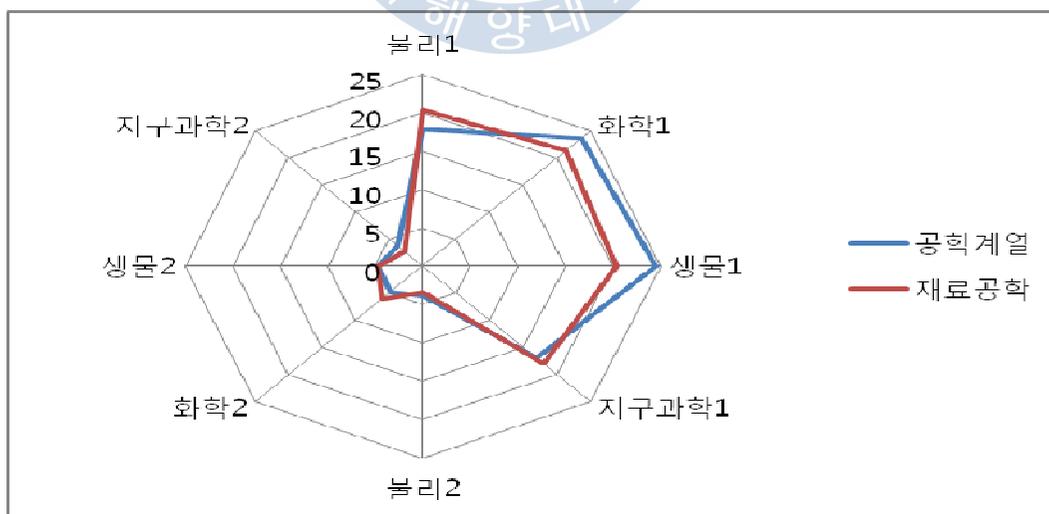
공학계열의 학생들은 대부분 전공분야에 취업하기를 원하고 있고, 다음으로는 공무원이 되기를 원하고 있다는 것을 알 수 있다. 신입생들의 전공분야의 취업을 희망한다는 것은 매우 고무적인 일이며, 이러한 성향을 더욱 발전시키고 실현시키기 위해서 개인 성향 및 계열 성향이 분석되어 반영된 공학입문설계 교육내용의 개발이 절실하다 생각한다.

## 2) 한국해양대학교 공학계열 중 재료공학전공 학생의 비교 분석

<표 III-5>남녀 비율



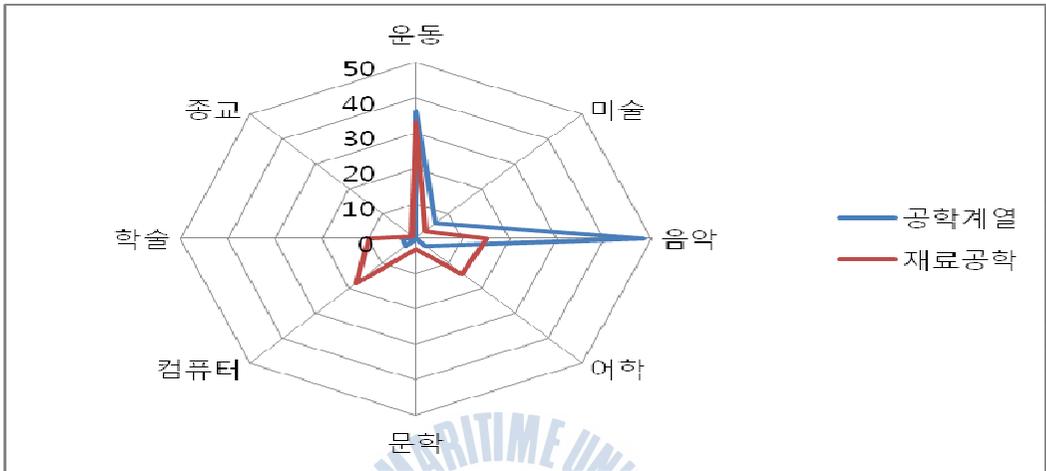
<표 III-6> 고교때 이수한 교과목



공학계열과 재료공학전공 학생의 남녀 비율<표 III-5> 및 고교때 이수한 교과목 <표 III-6> 성향분석을 한 결과를 보면 비교적 큰 차이는 없다. 기본

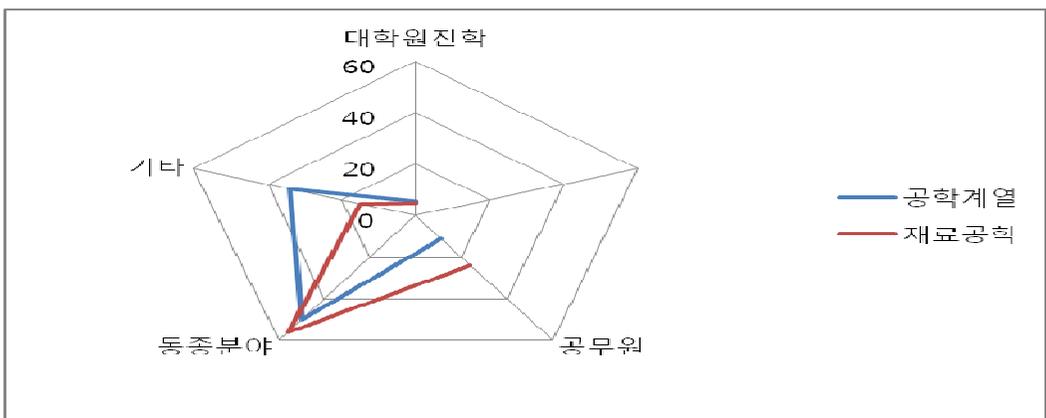
적으로 고등학교때의 성향은 비슷한 걸로 알 수 있다.

<표 III-7> 희망하는 동아리 활동



<표 III-7>는 희망하는 동아리 활동에 대한 분석이다. <표 IV-6,7>과는 달리 눈에 띄게 다른 점을 발견 할 수 있다. 공학계열은 음악 부분에 치중되어 있으나, 재료공학 전공학생은 전반적으로 균형적이나, 운동에 많은 관심을 보이고 있다.

<표 III-8> 희망 진로

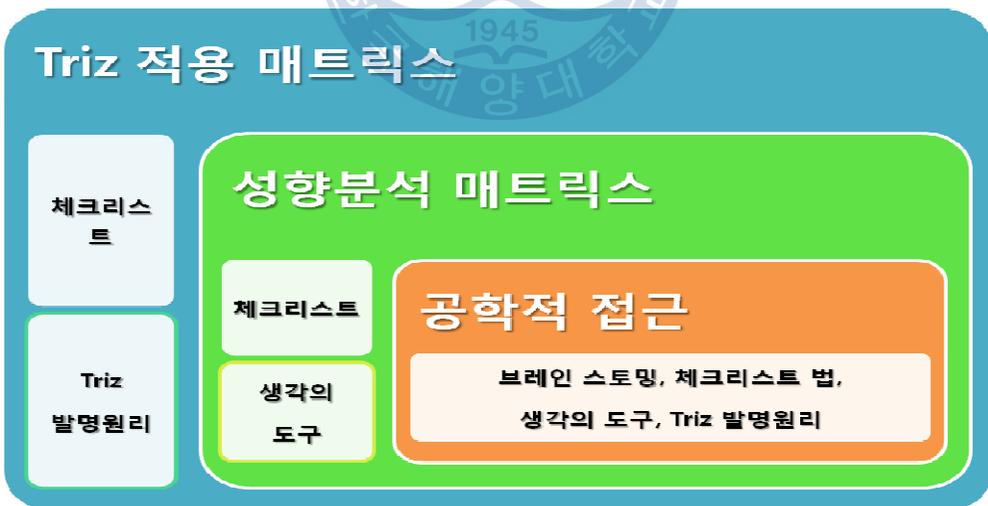


<표 III-8>은 희망진로에 대한 분석이다. 공학계열의 학생보다 동종분야 취업에 많은 관심을 나타내고 있다. 다른 계열 보다 재료공학 전공학생들이

전공에 대해 많은 관심을 가지고 있으며, 현재까지는 전공에 대한 충성도가 높은 걸로 분석된다.

### 3.2 교육내용 모형 연구

공과대학 신입생 및 재료공학과 신입생에 대한 분석을 통해 각 전공별 학생들의 특성이 다르다는 것을 알 수 있다. 또한 개인별 특성 또한 다를 것이다. 현재 대부분의 대학에서는 이러한 특성이 고려되지 않은 공학입문 설계의 교육내용을 가지고 있다. 그리고 교육과정에서는 학생 별 개인차가 더욱 극명하게 차이가 있을 거고, 저학년에 이미 전공에 대한 흥미를 잃을 가능성이 있다. 본 연구에서는 이러한 점을 착안하여, 여러 방면에서 연구를 해 왔고, 가장 근접 하다고 생각하는 교육모형을 제시하고자 한다. 이 교육모형은 앞장에서 설명했던 공학적 접근법을 적극 활용하였다.



<그림 III-1> 공학설계입문 교육내용 모형

<그림 III-1>의 전체 프로세스는 공학적 접근법을 통해 문제해결 시 개인별 성향을 분석하고, Triz의 발명원리를 이용하여 학생 별 맞춤형 프로젝트를 시행하는 것이다. 우선적으로 문제 해결 시 개인별 성향을 분석하는 것이 매우 중요하다.

<표 III-9> 성향분석 매트릭스

구 분	1)다른용도	2)적용, 응용	3)변화 시키기	3)대치하기	4)크게, 과장	5)작게, 제거	6)재배치	7)반대로	8)결합, 조합
관찰									
형상화									
추상화									
패턴인식									
합계									

<표 III-9>는 문제 해결 시 개인별 성향을 분석하기 위해 고안한 매트릭스다. 성향분석 매트릭스는 생각의 도구(행)와 체크리스트 법(열)을 활용하여 고안하였다. 생각의 도구를 통해 문제에 접근하는 습관을 파악하고, 이를 체크리스트 법에 해당하는 스킬을 얼마나 활용했는지를 매칭으로 분석한다. 이러한 분석을 통해 문제 해결 시 주로 활용하는 습관을 파악할 수 있고, 그 가중치에 의해 강점과 약점을 알 수 있다.

<표 III-10> Triz 적용 매트릭스

분류	체크리스트	분류	원리
그룹 1	1)	물질(양, 질, 구조, 형상)변경	분할, 추출, 국부적 품질, 비대칭, 포개기, 구형화, 구형체, 차원변경, 유연한 막과 얇은 필름, 다공질 물질, 복합재료
그룹 2	4), 5), 6)	유해한 인자 제거	사전예방조치, 사전조치, 사전보호조치, 보상, 등 전위 또는 등가성, 주기적 진동, 급히 통과, 피드백, 중간매개물, 복사, 동질성, 불활성 환경
그룹 3	2), 5), 6)	효과성과 이상성 증가	통합, 다용도, 동력 학, 역동성, 초과나 부족, 유용한 작용의 지속, 셀프서비스, 복사, 폐기 및 재생
그룹 4	3), 8), 9)	과학효과, 특수한 장과 재료 이용	균형추, 또는 평형추, 진동, 기계시스템의 대체, 공기 및 유압사용, 색깔변경, 속성변화, 상전이, 열팽창, 산화제, 유연한 막과 얇은 필름, 다공질 물질, 복합재료

<표 III-10>는 Triz의 가. 발명원리를 물질(양, 질, 구조, 형상)변경, 나. 유해한 인자 제거. 다. 효과 정 이상성 증가, 라. 과학효과, 특수한 장과, 재료이용의 4분류를 분류하였고, 성향분석 매트릭스를 통해 분석 된 학생들 중 체크리스트 법에 해당하는 약점을 가지고 있는 학생을 2-3명 그룹을 지어서 약점을 보완할 수 있는 팀 프로젝트를 시행한다.

이를 팀 프로젝트를 통해 학생들은 약점을 극복할 수 있을 거라 생각지 않는다. 그러나 적어도, 학생이 인지할 수 있다는 것만으로 향후 전공심화 과정이나 취업을 했을 경우 활용 가능성이 매우 크다고 생각한다.

### 3.3 교육과정의 구성

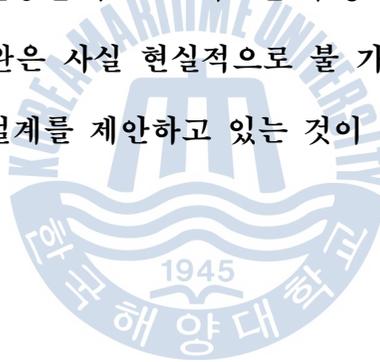
교육내용 모형개발의 공학적 접근법을 활용하여 다음과 같은 교육과정을 구성한다. 교육과정의 구성의 주안점은 학습자들의 문제해결 성향을 분석하여 성향에 맞는 팀 프로젝트를 시행하는 것이며, 이를 통해 개인의 문제해결 성향의 강점은 지속시키며, 약점은 보완하는데 그 목적이 있다.

<표 III-11> 교육내용 모형에 의한 강의 계획

주	내 용	진행 방법
1	창의적 사고와 창의적 설계	이론
2	관찰	그림, 사물, 음악을 관찰하여 묘사
3	형상화	(소설 속의 장면을 형상화)
4	추상화	(사물을 보고 핵심만을 부가각 하여 표현)
5	패턴인식	패턴 풀기
6	패턴형성	
7	Triz의 문제해결 전략 (40가지) 적용사례 I	이론
8	Triz의 문제해결 전략 (40가지) 적용사례 II	이론
9	브레인 스토밍	회의록 작성법

10	모형 만들기 I	Triz를 활용한 설계 훈련
11	모형 만들기 II	Triz를 활용한 설계 훈련
12	문제해결 성향 분석	성향 분석 해석
13	학업이수 설계	(성향 분석을 통한 미래설계)
14	통합 I	일상적인 문제에서 해결방법 찾기(Triz 발명원리)
15	통합 II	

위 강의계획은 수강생들의 문제해결 성향을 분석하여 약점과 강점을 파악하여, Triz 발명원리를 활용한 팀 프로젝트를 수행하도록 구성되어 있다. 또한 단기적으로 약점 보완은 사실 현실적으로 불가능하므로 학업이수 설계를 통한 장기적인 미래설계를 제안하고 있는 것이 이 강의계획의 특징이다.



〈학업이수 설계 계획표〉

학업이수 설계 목표인의 갖추어야 할 능력	강점의 지속 방법	약점의 보완 방법	미래 비전(졸업 시점)	미래비전(10년 후)
지식과 정보기술의 응용 능력				
자표이해, 분석 및 실험을 계획하고 수행하는 능력				
문제인식 및 해결 능력				
실무에 필요한 기술, 방법, 도구 등을 사용할 수 있는 능력				
평등한 구성원으로 역할				
국제적 의사 결정을 위한 커뮤니케이션 능력				
시사에 대한 기본 지식				
교육과 취업에 관한 지식				

〈그림 III-2〉 학업이수 설계 계획표

## IV. 실험 및 검증

### 4.1 교육내용의 모형의 적용

교육 내용 모형에 의한 강의계획서를 토대로 실제 강의에 적용해 보았다. 진행방법위주로 서술하였고, 다음은 실제 학생들의 사례이다.

#### 1) 관찰(그림을 관찰하여 묘사)

가. 10분간 그림을 관찰하게 하고 자율적으로 묘사하게 한다. 그 목적은 학습자들의 사물의 관찰에 있어 어떠한 성향을 가지고 있는지를 분석하기 위해서이다.



<그림 IV-1> FPSO

20101063 이경은

FPSO

(Floating Production storage & offloading)

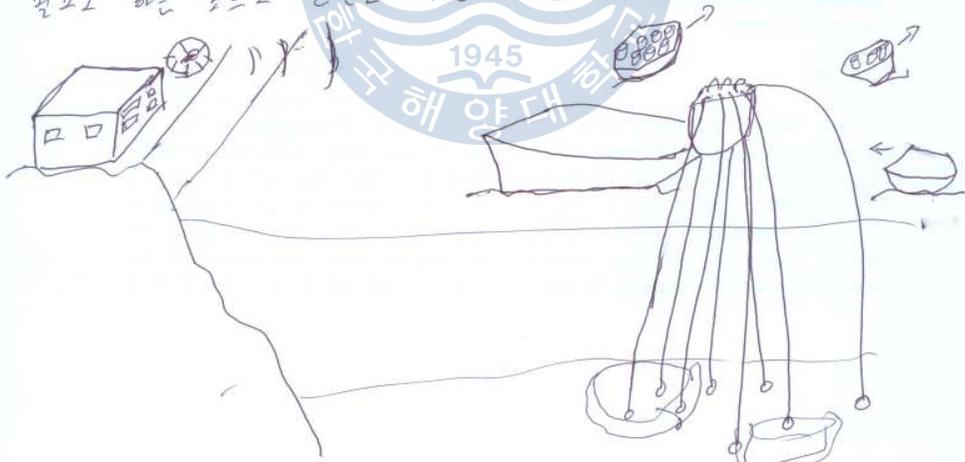
FPSO는 바다의 원유를 채취하여 저장·운반하는 배이다.

FPSO의 구성은 바다속의 원유를 채취하는 배, 원유를 운반하는 배 그리고  
리프트는 바다속의 구조와 상어등을 분별한 자료를 통해 원유 채취에  
적절한 광도를 찾아 원유채취를 시작한다.

원유 채취는 아주 깊고 뜨거운 수심개의 관을 바다속이 넣고  
수심 깊숙이 바닷까지 들어 내려 바다 깊은 곳에 저장되어

있는 원유를 끌어 올린다.

채취한 원유들은 커다란 탱크속에 담기며 즉시 운반이 가능하도록 설계  
되어 있다. 원유가 능력이 채취된과 운반하는 배들은 원유를 끌어  
올려오는 곳으로 운반을 시작한다.



<그림 IV-2> A 수강생의 그림 관찰

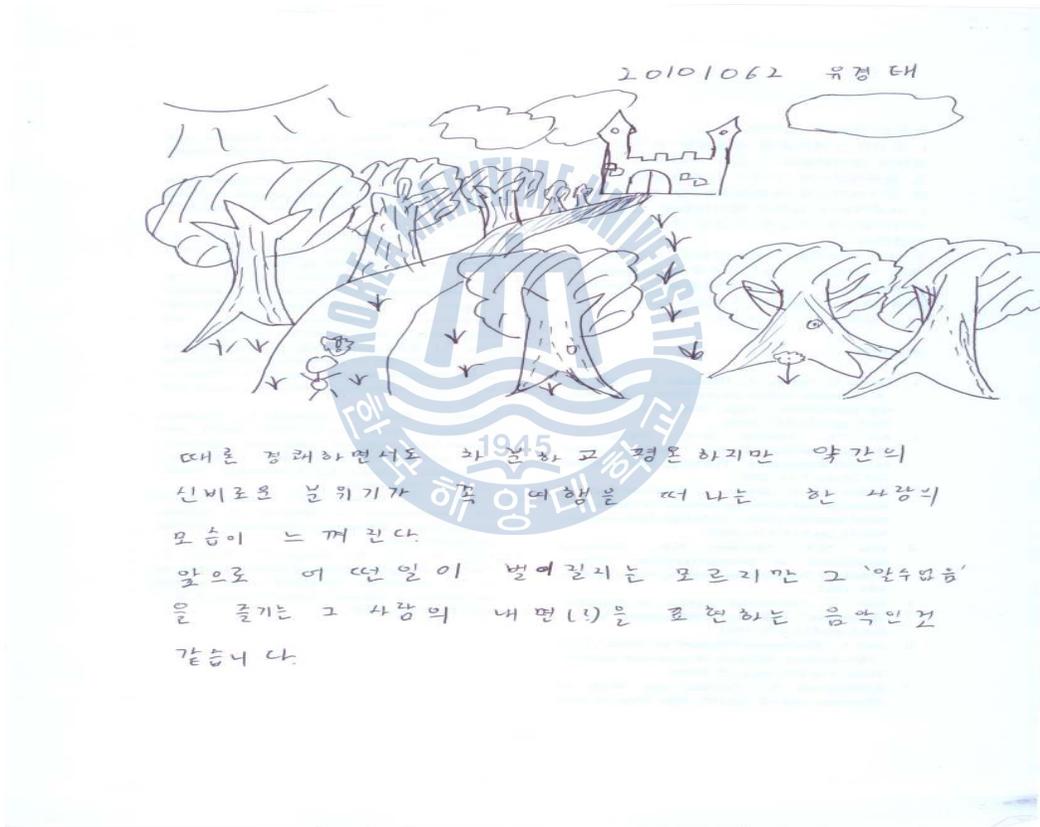
## 2) 관찰(음악을 관찰하여 묘사)

아래의 두 곡을 들려주고 음악에 대한 청각적인 묘사를 유도하였다.

가. 클라리넷 폴카 - 프로하스카

나. (백조의 호수) 작품 20 중 왈츠 - 차이코프스키

시각적인 관찰과 다르게 청각적으로 관찰하는 능력을 확인하기 위해서이다. 실무 현장에서 어떠한 문제를 해결하기 위해서 청각적인 관찰은 매우 중요하기 때문이다.



<그림 IV-3> A 수강생의 음악 관찰

#### 4) 형상화(소설 속의 장면을 형상화)

다음의 소설을 읽어주고 소설의 장면을 형상화 하는 것이다. 이를 통해 학습자들의 문제해결 성향을 파악할 수 있다.

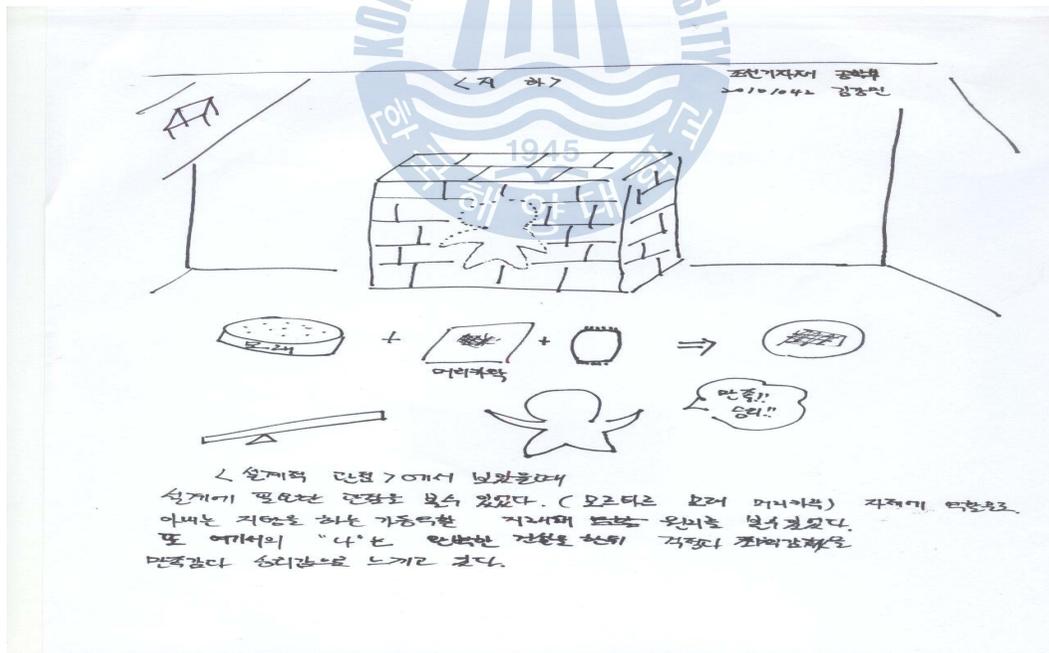
\*에드가 앨런 포우 "검은 고양이" 中.

이 무시무시한 살인을 저지른 뒤 나는 바로, 그것도 매우 신중하게 사체를 숨길 방법에 골몰했다. 낮이건 밤이건 사람들의 눈을 피해 집에서 사체를 끌어내기란 불가능하다는 사실을 잘 알고 있었다. 여러 가지 계획이 머리에 떠올랐다. 사체를 잘게 토막 내서 불에 태워버릴까도 생각해보았다. 지하실 바닥에 사체를 묻을 구멍을 파야겠다고 결심한 적도 있었다. 그리고 정원의 우물에 사체를 집어넣는 방법이나 - 상품처럼 상자에 담아 평범한 짐처럼 꾸민 뒤 사람을 시켜 집 밖으로 운반해낼까도 진지하게 생각해보았다. 마지막으로 나는 위의 그 어떤 방법보다도 훨씬 더 좋다고 생각되는 방법을 떠올렸다. 중세의 성직자들은 자신이 죽은 사람을 벽 속에 넣었다는 기록이 남아 있다는 사실을 떠올린 나는 아내의 사체를 지하실 벽 속에 넣기로 했다.

우리 집 지하실은 그 목적을 수행하기에 아주 적합한 곳이었다. 사방의 벽이 전부 그다지 튼튼하지 않았으며 거기에 거친 회 반죽을 바른 지 얼마 되지 않았는데 그것이 눅눅한 공기 때문에 아직 굳지 않은 상태였다. 뿐만 아니라 한쪽 벽에 원래는 장식이었던 굴뚝인지 난로인지 모를 것이 앞으로 툭 튀어나온 부분이 있었는데 거기를 문어서 지하실의 다른 부분과 똑같이 만든 부분이 있었다. 그 부분의 벽돌을 빼내고 사체를 넣은 다음 벽 전체를

전과 같이 발라 사람들의 눈을 속이기란 아주 간단한 일이라고 나는 확신하고 있었다.

내 생각은 정확했다. 쇠 지렛대로 별 어려움 없이 벽돌을 빼내고 사체를 주의 깊게 안쪽 벽에 기대놓은 뒤, 그 자세대로 사체를 지탱한 채 벽돌 전체를 아주 간단하게 예전처럼 쌓아놓았다. 최대한 주의를 기울여 모르타르와 모래, 머리카락을 마련해 예전 것과 구별이 되지 않는 회 반죽을 만들어 그것을 조금 전에 다시 쌓은 벽돌 위에 조심스럽게 발랐다. 일을 마치고 나는 모든 것이 완벽하다는 사실에 만족감을 느꼈다. 벽에 손을 댄 부분이라고는 전혀 찾아볼 수 없었다. 바닥에 떨어진 쓰레기도 세심한 주의를 기울여 주웠다. 나는 승리감에 젖어서 주위를 둘러보며 중얼거렸다.



<그림 IV-4> A 수강생의 형상화

### 5) 추상화(사물을 보고 핵심만을 부각 하여 표현)

풍력발전기를 보여주고 이를 추상화하게 하였고, 이를 통해 사물의 분석력을 확인 하기 위함이다.



<그림 IV-5> A 수강생의 추상화

### 6) 패턴형성(공학적 수식의 패턴 발견)

다음은 패턴을 통해 아이디어 제안에 대한 내용이다. 세상에서 많은 부분은 패턴을 가지고 있으며, 공학적인 문제 또한 패턴을 가지고 있다. 이러한 능력을 분석하여 적용함으로써, 공학적인 패턴에 대한 학습을 할 수 있다.

“다빈치의 새로운 아이디어는 패턴인식에서부터 “

패턴 속의 패턴을 찾아내는 일은 많은 예술가들을 자극한다. 19세기의 유리 공예가였던 에밀 갈레는 유리를 불었을 때 나오는 기상천외한 모양과 효과

에서 일정한 패턴을 찾고자 했다. 그는 벽지의 대리석 무늬가 수천 개의 신기한 형상, 혹은 석양의 구름, 거대한 양 우리로 변한다고 말했다.

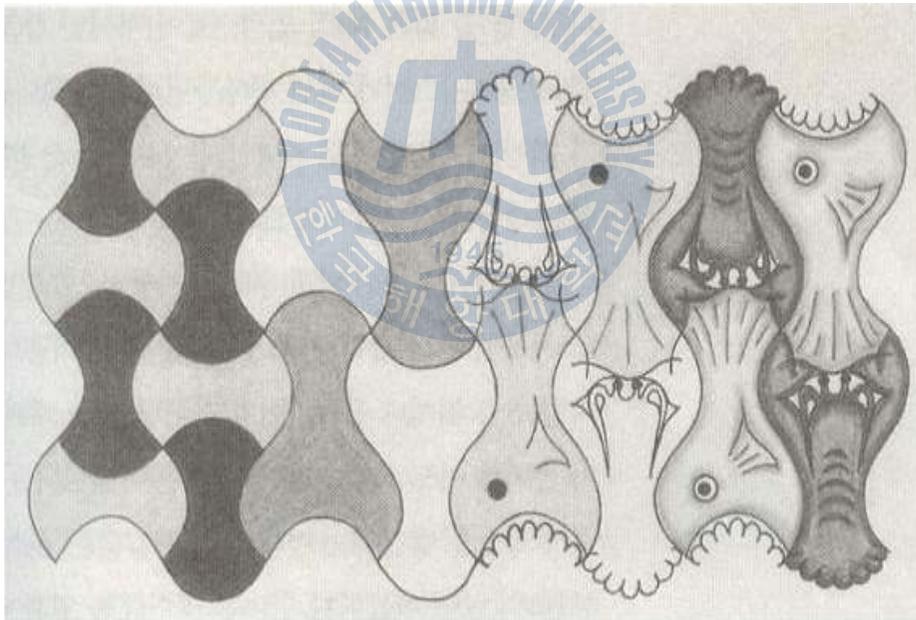
초현실주의 화가 막스 에른스트는 폭우로 인해 해안가 여관에 갇혀 오도가도 못하게 되었을 때 불현듯 나무가 깔린 방바닥에서 한 가지 영감을 받게 된다. 그는 우툴두툴한 나무바닥에 종이를 대고 연필로 그 위를 문질렀다. 그러자 서로 들어맞지 않는 상들이 비현실적으로 이어진 무늬가 나타났다. 그는 당시 일을 이렇게 회상했다. “호기심이 솟고 흥분으로 가슴이 뛰었다. 나는 눈에 뛰는 것이라면 무엇이든 거기에 대고 작업을 계속했다. 나뭇잎과 잎맥, 마대자루의 헤진 가장자리, ‘현대’ 유화의 붓 놀림 자국, 실타래에서 풀린 무명실까지 대상을 가리지 않았다.”



<그림 IV-6> 곡식 알갱이 속의 얼굴들

에른스트는 곧 패턴에 대한 열광을 밑거림 삼아 몇 가지 새로운 미술기법을 만들어냈는데 이는 현대미술에 예기치 않는 혁명을 몰고 왔다. 에른스트

가 개발한 기법으로 프로터주가 있는데, 이것은 어떤 물체 위에 종이를 놓고 연필이나 크레용으로 그 위를 문질러서 질감을 표현하는 것이다. 그라타주는 질감이 거친 물체 위에 캔버스를 덮고 그 위에 물감을 칠하는 것이고 데칼코마니는 종이 위에 무작위로 물을 떨군 후 그 위에 종이를 올려놓고 가볍게 문질러서 무늬를 떠내는 것을 말한다. ‘로르샤르형 얼룩’은 바로 이 데칼코마니 기법으로 만들어지는 것인데, 종이 한 장을 놓고 한가운데 잉크나 물감을 떨구고 그것을 반으로 접은 다음 다시 펴는 것이다. 이 경우 관찰자들은 각자 인식하는 이미지의 의미를 나름대로 해석하는 것은 물론, 어떤 면에서는 그 이미지를 ‘만든다’ 고도 볼 수 있다.



<그림 IV-7> 피라니아와 바다가재

로버트 루트벤스타인(저자)이

제작한 에셔 스타일의 쪽매붙임 작품

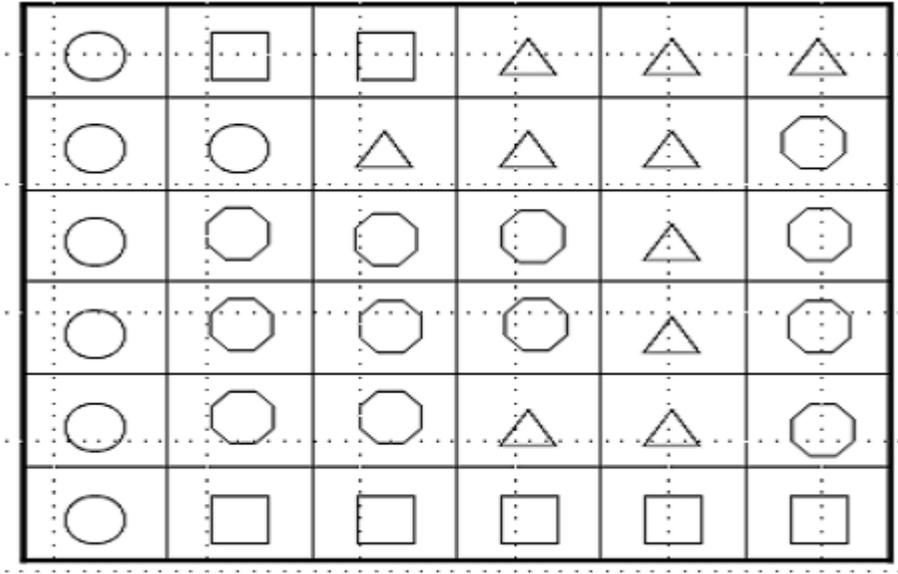
레오나르도 다빈치 역시 ‘패턴인식’을 이용하여 새로운 생각을 내놓곤 했다. ‘마음을 일깨워 발명하는 방법’에 대해서 그는 이렇게 말하고 있다.

“벽에 낀 얼룩이나 종류가 다른 돌들이 만들어내는 문양 속에서 하나의 장면을 떠올릴 수 있다. 산과 강, 바위, 나무, 평야, 넓은 계곡, 언덕으로 이루어진 풍경과의 유사성도 발견 할 수 있다. 그런가 하면 전투 장면이나 움직이는 형상, 기이한 얼굴과 의상, 그 밖에 어떤 완벽한 형상으로도 환원될 수 있는 무한히 다양한 대상들이 보일지도 모른다.

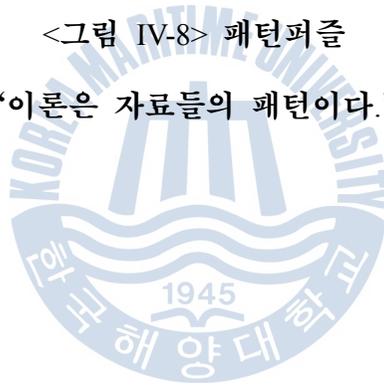
다빈치는 자신의 ‘발명기제’를 시각적으로뿐만 아니라 청각적으로도 사용했다. 이탈리아 궁정에서 열리는 여흥이나 즉흥연주회에 참여할 만큼 뛰어난 음악가이기도 했던 그는 패턴을 발견하는데 있어서 눈만큼 귀도 예리해질 수 있음을 깨달았다. “벽의 복잡한 문양 속에서 형상을 발견하는 것은 마치 시끄러운 종소리 속에서 우리가 상상할 수 있는 이름이나 단어를 찾아내는 일과 같다”라는 그는 말하고 있다

다음의 패턴 퍼즐을 제시하고 패턴 분석을 유도하였다.

미국 미시건 주립대학의 자연과학부에서 시각퍼즐의 한 예시로 사용하던 것이다.



<그림 IV-8> 패턴퍼즐  
 (“이론은 자료들의 패턴이다.”)



7) 브레인 스토밍

학생들에게 브레인 스토밍에 대한 이론을 설명하고, 최종 설계에 있어 효율적인 회의를 할 수 있게 하였고, 더불어 회의록 작성 요령에 대해 강의해 주었다, 이에 다음과 같은 회의록을 작성하였다.

# 2011년 11월 23일 수요일

장소 : 도서관 Bookcafe

시간 : 오후 02:00 ~ 03:00 (1시간)

## < 통합 >

- ① 이음통 : 띠이름 붙여 만들기
- ② 박구멍 : 글꼴이 통틀어 만들고 양쪽을 끼우기
- ③ 필기판 : 전선 통틀어
- ④ 이음통 : 양쪽통틀어 + 연결장치 만들기

### → 제크리스토에 적용

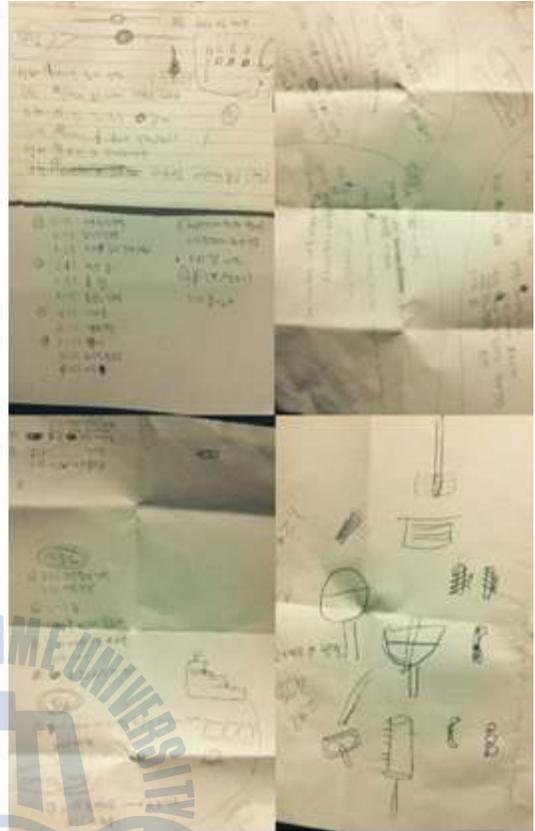
- ① 이것과 비슷한 것만 - 의자 높이 조절  
 방법(원리)수 있는 부분만? - 높이 조절 부분  
 더 추가 할까? - 테이블(좌) 넓이를 넓게
- ② 이것과 비슷한 것만 - 책상에 손을 피서 면을 높게  
 방법(원리)수 있는 부분만? - 손 부분  
 더 크게 할까? - 책상에 손을 피서 손가락, 깃가락을 높게
- ③ 이것과 비슷한 것만 - 이어폰 줄 관계  
 방법(원리)수 있는 부분만? - 귀는 가능
- ④ 이것과 비슷한 것만 - 전자파 차단 필름  
 방법(원리)수 있는 부분만? - 전자파 차단 가능  
 더 크게 할까? - 렌즈뿐만 아니라 태양빛 pc에 적용  
 아이디어? - 이어폰

## < 역동성 >

- ① 필기판 : 사색기를 보면 그중에서 필기판 안쪽에 붙여놓는 것
- ② 박구멍 : 사색기를 보면 그중에서 필기판 안쪽에 붙여놓는 것

### → 제크리스토에 적용

- ① 이것과 비슷한 것만 - 열거  
 방법(원리)수 있는 부분만? - 높이 조절 부분
- ② 이것과 비슷한 것만 - 컷솔레이스, 발판들 고려(타일)  
 방법(원리)수 있는 부분만? - 붙이는 기능



<그림 IV-9> A 수강생의 회의록 작성

## 8) 모형 만들기(Triz를 활용한 설계 훈련)

가. 적용할 원리를 찾는다

나. 사물에 대한 모순을 찾는다.

다. 모순에 대한 해결책을 찾는다.

위의 Triz 발명원리를 이용하여 수강생들에게 콜라겐을 보여주고 위의 순서대로 해결책에 대해 설계하였다.



- 캔 안의 용액의 온도가 손에 직접적으로 전해진다. (뜨거운 음료나 차가운 음료의 경우)
- 잠금을 하고 캔을 잠금을 경우, 미끄러져 떨어뜨리거나 잘못 열기 위해서 힘이 들리겠다.
- 들고 다닐때마다 캔의 위쪽 가장자리가 약간 날은 음료를 대용수 없다.

⇒ 캔의 모양을 변경한다.



- 캔의 위쪽을 약간 둥글게 하고 그 부분만 잠금장치 같은 역할을 할 수 있다.

<그림 IV-10> A 수강생의 Triz 발명원리를 활용한 콜라캔 설계

### 9) 문제해결 성향 분석

관찰, 형상화, 추상화, 패턴인식과 체크리스트 법을 통하여 각 개별의 특성을 파악하고 이를 통해 문제 해결 시 강점과 약점을 파악할 수 있다. 그리고 Triz 의 발명원리를 통해 각 개인의 약점을 훈련함으로써, 전공 심화 과정 및 사회진출 시 매우 효율적이라 기대한다.

### 10) 학업 이수설계

문제해결 성향분석을 통해 얻어진 개인 별 성향에 대하여 자기 자신이 강점이고 약점에 대하여 기술한다. 특히 공학인이 갖추어야 할 능력을 토대

로 향후 배워야 할 교과목 및 관련 자격증, 봉사활동, 교내/외 활동을 기술하며, 이를 통해 강점을 지속하고 약점을 보완할 수 있는 학업이수 설계를 작성한다.

#### 11) 통합(설계)

체크리스트 법 그리고 발명의 원리를 활용한 문제 해결 성향 분석으로 수강생들은 자신의 강점과 약점을 알 수 있다. 이 교육의 모형의 주된 목적은 자신의 약점을 보완하는데 주된 목적이 있다. 그래서 마지막 팀 프로젝트는 약점을 가지고 있는 분류에 2-3명이 팀이 되어 약점에 관한 프로젝트를 수행하는 것이다. Triz 발명원리를 위와 같이 4개로 분류를 하고 자신이 속한 분류의 해당하는 Triz 발명원리를 통해 설계하도록 하였다.

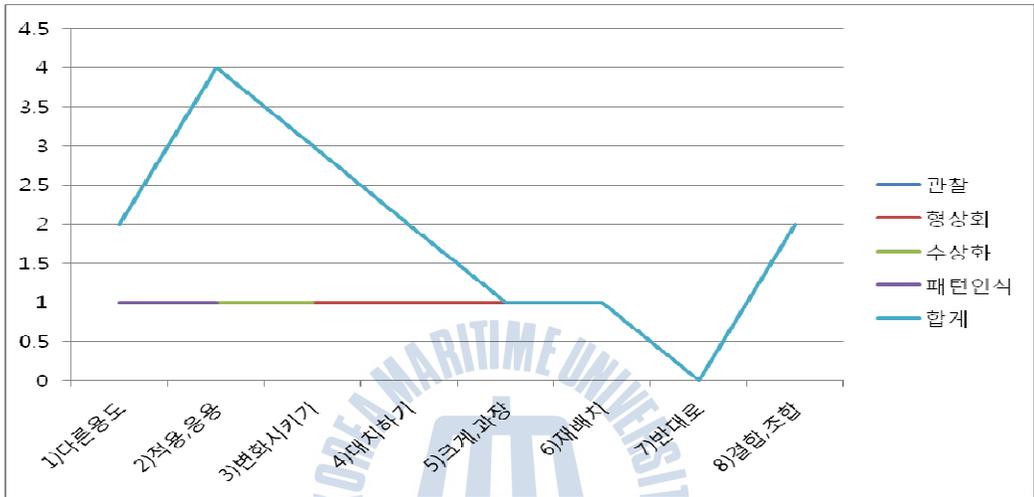
### 4.2 문제해결 성향분석

2010년 2학기에 한국해양대학교 재료공학도 학생들을 대상으로 자기 성향 분석을 실시 해 보았다. 개인 별 분석자료를 토대로 약점을 가지고 있는 학생들은 약점을 보완하기 위하여 분석결과를 토대로 Triz 적용매트릭스에 따라 팀 프로젝트를 실시하도록 하였다. 이렇게 하여 자기의 약점을 보완할 수 있다. <표 IV-1~IV-5>는 개인별 학생의 성향분석자료이다.

세로 축은 각 요소 별 정량적 크리딧이며, 1-5점을 부여하였다. 높은 수치일수록 뛰어나다. <표 IV-1>을 보면 합계에 대한 분석 2)이 가장 높고 7)이 가장 낮다. 이는 문제의 접근 및 해결에 있어 2)적용, 응용에 대해서는 강점을 가지며, 7)반대로에 대해서는 약점을 가진다고 볼 수 있다. 본 연구에

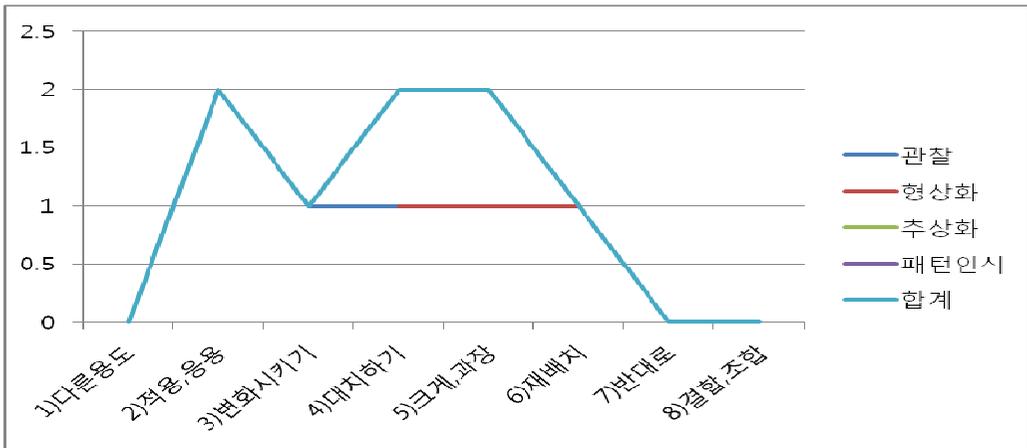
서는 이러한 약점을 극복하기 위한 교육내용의 요소를 추출하고 있고, 이를 통해 우수한 교육내용 모형을 제안하고 있다.

<표 IV-1> 재료공학도 A학생의 분석자료



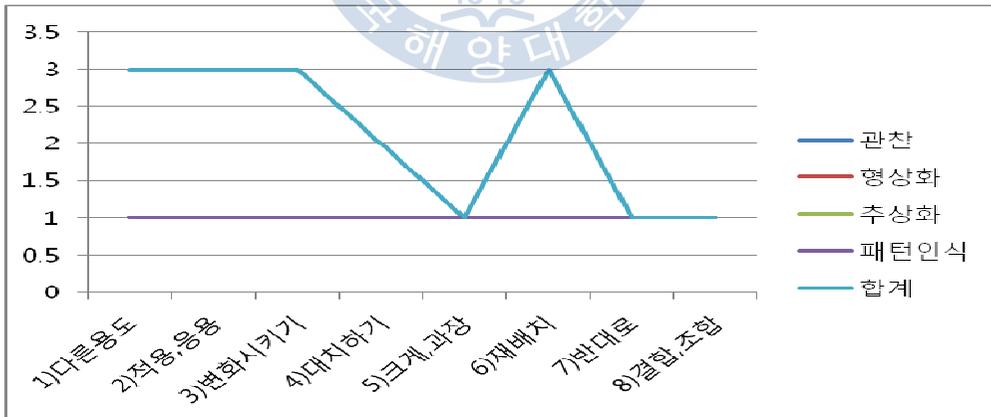
A학생의 성향은 골고루 분포 되어 있지 않고, 강점과 약점을 극명하게 나타내고 있으며, 약점으로 지적되는 7)반대로에 대한 지속적인 트레이닝이 필요하다.

<표 IV-2> 재료공학도 B학생의 분석자료



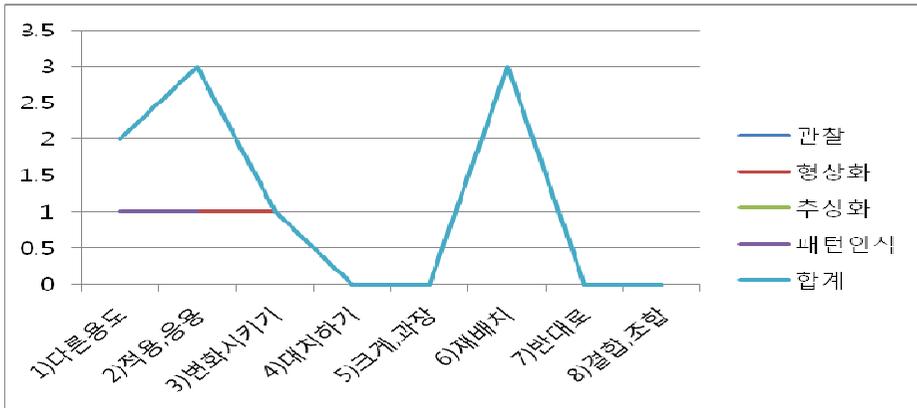
B학생은 전반적으로 2.5~0 사이에 분포하고 있다. 다시 말해 전반적으로 낮은 성향을 가지고 있으며, 향후 심화 전공에 접근했을 때 전공에 대한 이해도가 떨어질 가능성이 높다.

<표 IV-3> 재료공학도 C학생의 분석자료



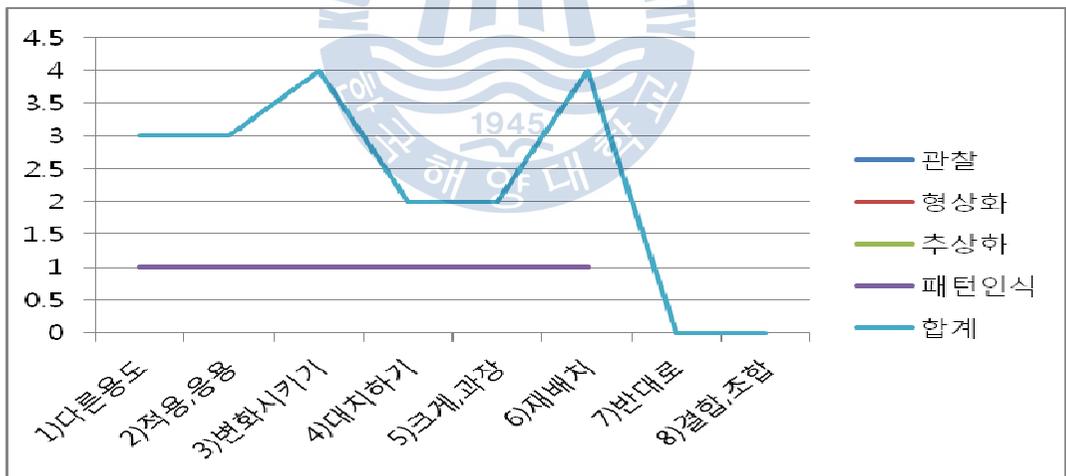
C학생 역시 강점과 약점을 뚜렷하게 가지고 있다. 약점으로 지적되는 5), 7)에 대한 지속적인 교육이 요구된다.

<표 IV-4> 재료공학과 D학생의 분석자료



D학생 역시 강점과 약점을 뚜렷하게 가지고 있다. 약점으로 지적되는 4), 5),7),8)에 대한 지속적인 교육이 요구된다.

<표 IV-5> 재료공학과 E학생의 분석자료



E학생은 전반적으로 매우 우수한 성향을 지니고 있다. 단 약점으로 지적되는 7),8)에 대한 지속적인 교육을 통해 심화전공 과정과 그 후 취업에 우수한 결과를 얻을 가능성이 높다.

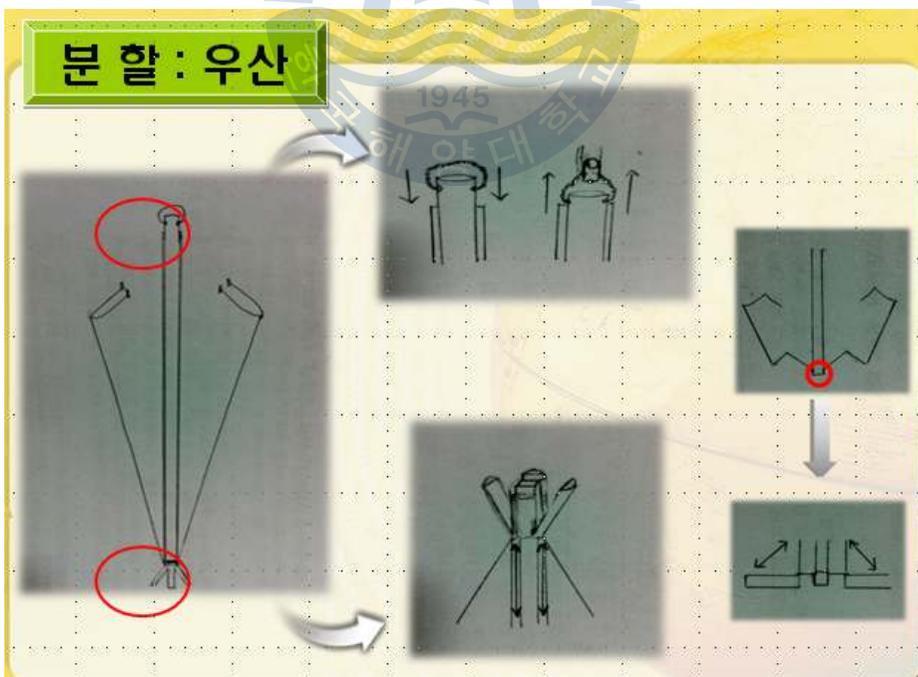
### 4.3 검증

#### 1) 팀 프로젝트(Triz 발명원리 활용)

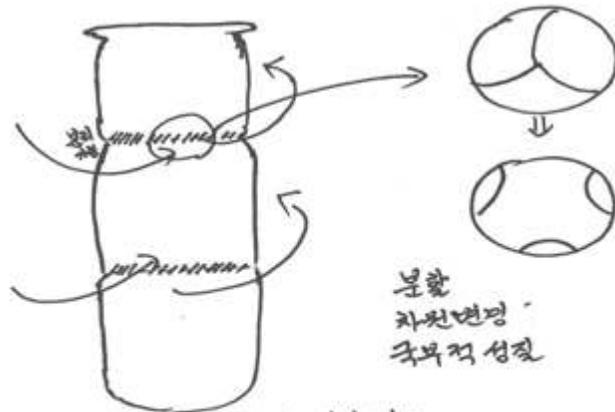
한국해양대학교 재료공학전공 학생을 대상으로 2010년 2학기 공학입문설계를 본 논문에서 제시한 교육내용의 모델로 수업을 진행하였고, 그 결과 다음과 같은 팀 프로젝트 작품을 설계하였다.

#### - 분리/분할

- ① 대상을 독립적인 부분으로 나눈다.
- ② 물체를 부분화한다.
- ③ 물체의 분할 정도를 증가시킨다.



<그림 IV-11> 세워지는 우산 설계

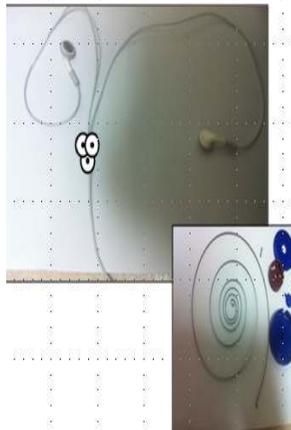


선택이유 : 칸막이 내용물만 담기보다는  
 다양한 내용물을 넣기 위해  
 칸막이 칸의 내용물의 양도  
 조절할 수 있도록 ...

<그림 IV-12> 칸막이 물통

- 추출(Extraction)

- ① 교란시키는 부분이나 특성을 물체로부터 추출하고 제거하거나 분리 시킴.
- ② 꼭 필요한 부분이나 특성만을 추출한다.

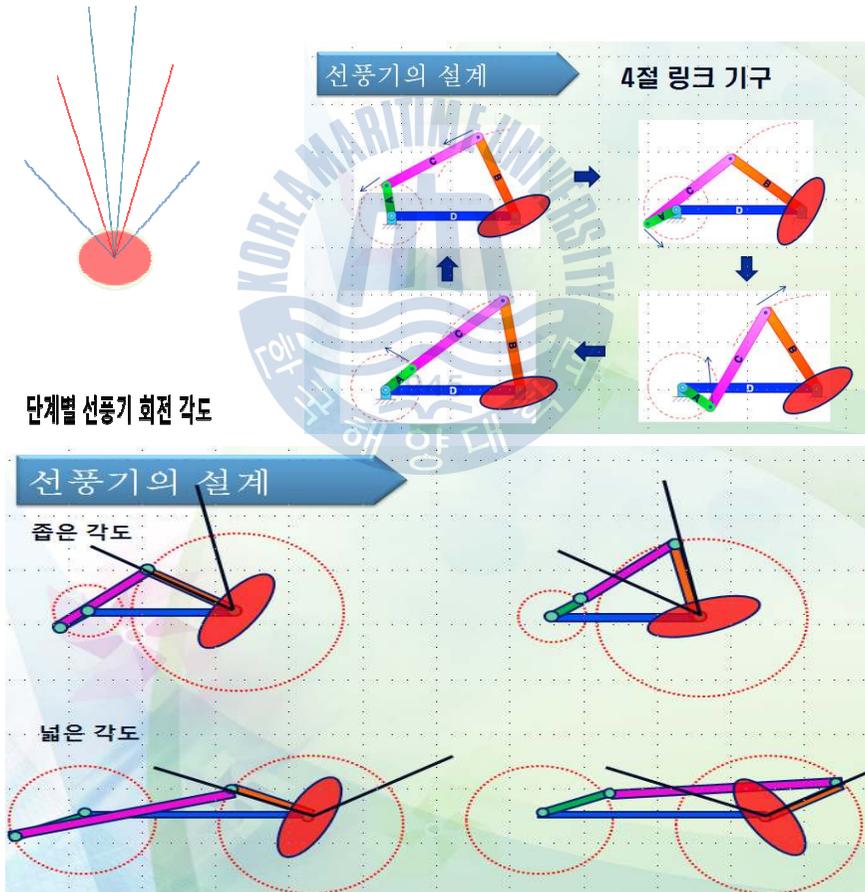


줄자의 원리를 이용하여  
 줄이 엉키지 않게끔 한다.

<그림 IV-13> 이어폰 설계

- 국소 품질(Local quality)

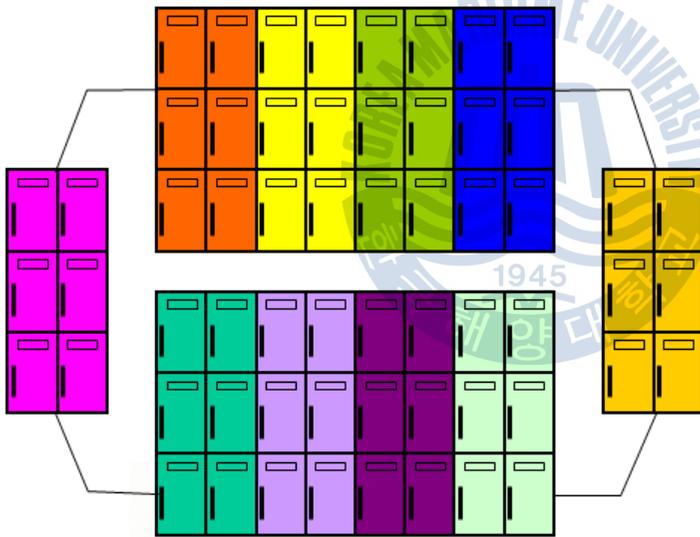
- ① 물체나 외부환경/행위의 동질적인 구조를 이질적인 구조로의 천이.
- ② 물체를 구성하는 부분들이 서로 다른 기능을 수행하도록 함.
- ③ 물체를 구성하는 부분들이 가장 유리한 상황에서 동작하도록 함.



<그림 IV-14> 선풍기 설계

- 결합(Combining)

- ① 동질적인 물체나 연속으로 작동하는 물체를 공간적으로 결합한다.
- ② 동질적이거나 연속적인 동작을 시간적으로 결합한다.

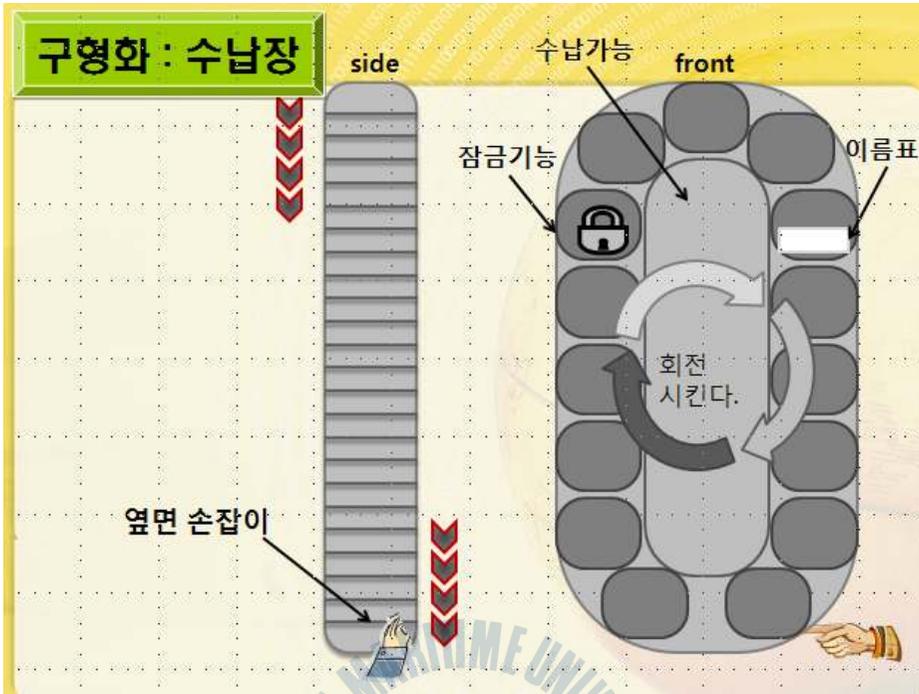


- 빈 공간 활용
- 사용 인원 증가
- 물건 수납 용이

<그림 IV-15> 효과적인 사물함 활용 설계

### - 구형체(Spheroidality)

- ① 선형이거나 평편한 표면은 곡선형으로, 입방체는 구형체로 대체.
- ② 롤러나 나선형 물체를 이용한다.
- ③ 선형 운동을 회전이동으로 바꾸고 원심력을 이용한다.

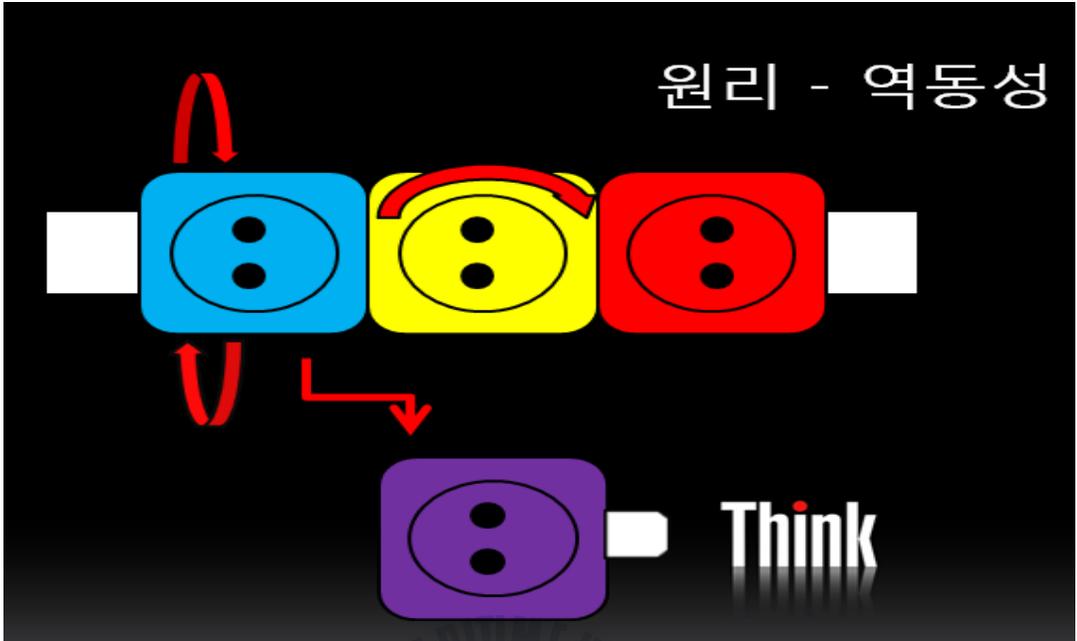


<그림 IV-16> 좁은 공간에서 벽면활용 수납장 설계

- 역동성(Dynamicity)

- ① 동작 단계마다 물체나 그 환경이 자동으로 조정되어 최적의 성능을 발휘하도록 함.
- ② 물체를 여러 부분으로 나누어 서로 위치를 상대적으로 변경할 수 있도록 함.

움직일 수 없는 물체를 움직이게 만들거나 교체할 수 있도록 함.



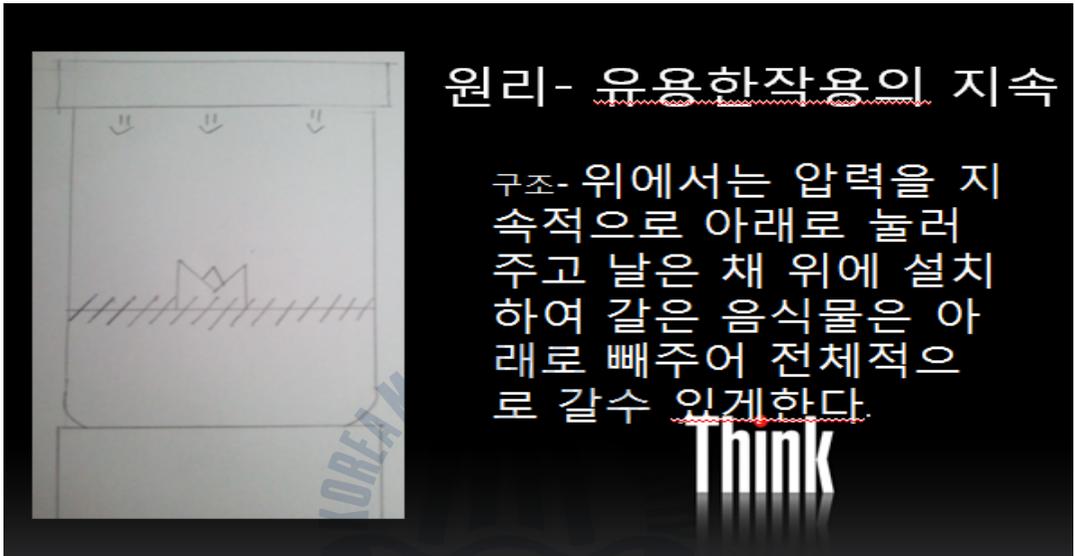
<그림 IV-17> 멀티 소켓 설계



<그림 IV-18> 회전식 공원 의자 설계

- **유용한 동작의 연속성(Continuity of a useful action)**

- ① 물체의 모든 부분이 최대 용량으로 동작하도록 멈춤 없이 연속적으로 동작을 실행.
- ② 놀거나 중간에 동작하는 움직임 제거.

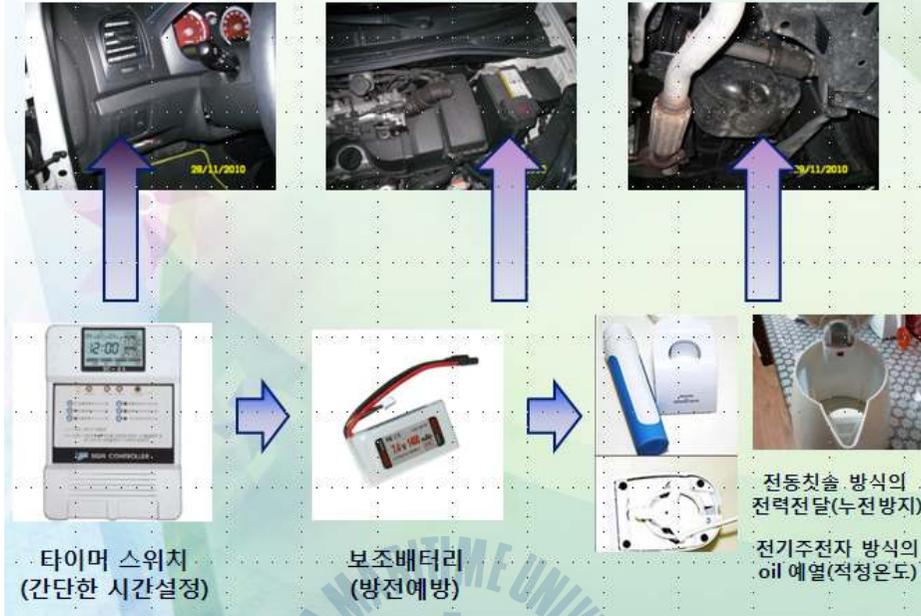


<그림 IV-19> 개량 믹서기

- **셀프-서비스(Self-service)**

- ① 물체가 부차적인 수리 동작을 스스로 하도록 만듦.
- ② 버려진 물질과 에너지를 이용.

## 4. 설계도



<그림 IV-20> 겨울철 자동차 시동 전 예열 관련 설계

### - 기계적인 시스템의 교체 (Replacement of a mechanical system)

- ① 기계적인 시스템을 광학, 음향 또는 후각 시스템으로 교체.
- ② 물체와 상호작용을 위해 전기, 자기 또는 전자기장을 사용.
- ③ 장(field)을 교체

- 정적인 장을 동적인 것으로 교체
- 고정된 장을 시간에 따라 가변적인 장으로 교체
- 랜덤 한 장을 구조화 된 장으로 교체.
- ④ 강자성 입자와 관계된 장을 사용.



<그림 IV-21> 자동차 보닛 설계



<그림 IV-22> 도난방지 지갑 설계

- 유연한 막 또는 얇은 필름(Flexible membranes or thin film)

- ① 기존의 것을 유연한 막이나 얇은 필름으로 만든 것으로 대체.
- ② 유연한 막 또는 얇은 필름을 이용하여 물체를 환경으로부터 분리.

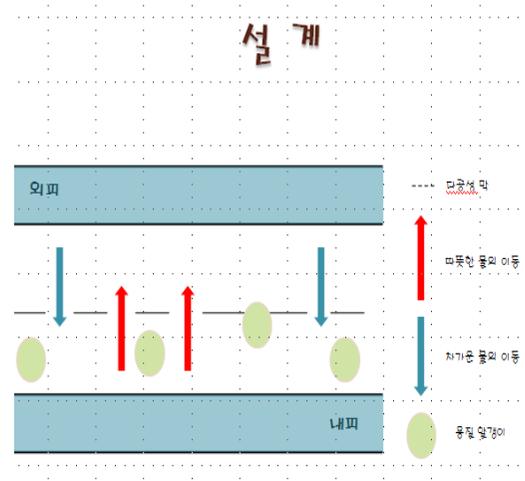


# 필름형광등

<그림 IV-23> 필름 형광등 설계

- 구멍이 많은(통풍 성이 좋은) 소재의 사용(Use of porous material)

- ① 물체를 구멍이 많게 만들거나 구멍이 많은 요소를 채용.
- ② 물체가 이미 많은 구멍을 갖고 있는 경우 미리 그 구멍을 다른 재료로 채움.



<그림 IV-24> 고무장갑 설계

## - 색 변경(Changing of color)

- ① 물체나 그 주변의 색을 변경.
- ② 물체나 보기 어려운 프로세스의 반투명 정도를 변경.
- ③ 물체나 보기 어려운 프로세스를 관측하기 위해 색이 있는 첨가물을 사용.
- ④ 그와 같은 첨가물이 이미 사용 중일 때는 발광 자국이나 추적 물질을 사용.



<그림 IV-25> 색깔 변화 육조 설계



<그림 IV-26> 양산 설계

- 부품을 제거하고 재생(Rejecting and regenerating parts)

- ① 부품이 그 기능을 다했거나 쓸모가 없어졌을 때 그것을 제거 또는 수정함.
- ② 고갈되었거나 소모된 부품은 그 즉시 복구.



<그림 IV-27> 양쪽 날을 쓸 수 있는 면도기 설계

- 복합소재(Composite materials)

- ① 동종의 소재 대신에 복합소재를 사용.



<그림 IV-28> 축구화 스텐드 설계



## 2) 강의 평가

공학입문설계 교육내용 모형을 개발하고 수업에 직접 적용하여 보았고, 학생들의 강의 후 평가를 통해 검증 단계를 거쳤다. 다음은 강의 후 학생들에 자유 평가이다.

가. 매주 수업이 새로운 과제인데 여러 가지로 생각 할 수 있는 기회였고 일상생활에서 어떤 불편한 점이 있는지 또 그것을 내 생각대로 고치면 어떤 효과가 일어 날지에 대해 항상 생각을 해야 했습니다.

나. 지금까지 해왔던 강의와는 다른 강의여서 그런지 더 몰입되었고 더 즐겁게 강의를 들은 것 같습니다. 관찰, 추상화, 현상화, 그리고 브레인스토밍 까지 강의를 할수록 제안의 무언가가 바뀐 것 같은 느낌이었습니다.

다. 교수님이 말씀하셨던 “하나의 모순을 제거해 더 큰 모순이 생긴다면 그 모순점은 제거되면 안 된다.” 라는 말이 기억에 남는다. 물론 이 말은 아이디어 발명에 있어 나온 말이지만 이 말에서 나는 나에게도 모순이 있다면 그 모순이 더욱 확대되지 않도록 자기계발에 힘쓰며 항상 생가가을 가지고 사는 공학도가 되겠다고 다짐했다. 남들이 그냥 지나치는 것에 대해 다각도로 살펴보며 창의적인 생각을 할 수 있는 공학도가 되었으면 한다.

라. 수업을 통해 순수한 시각에서 바라보는 초심자로 돌아갈수 있었고, 유연한 사고와 문제 해결 능력을 배울 수 있었다. 그리고 조별활동을 통해 fresh한 후배들의 생각을 공유 할 수 있었던 점은 무엇보다 나에게 뜻 깊고 소중한 경험이었다.

마. 물체를 보고 관찰하고 어떻게 모순점을 극복해볼까 또 어떤 식으로  
알짜배기만 뽑아 형상화 시켜볼까 또 어떤 상황을 머릿속으로 그림  
을 그려 추상화 해보고 패턴을 알아차리는 능력까지 알아본 후 나  
의 성향 강점과 약점은 무엇인가를 파악하고 강점을 어떻게 지속시  
킬 것인가 또 나의 약점을 어떻게 보완해서 미래에 내가 어떤 사람  
이 되 있을 것인가 이 모든 것 들을 깊게 생각할 수 있었습니다.

바. 내가 생각하는 바를 자유롭게 표현 할 수 있었고 나의 독창적인 아  
이디어를 생각에서 글로 풀어나가며 남들과는 다른 독창적인 생각  
을 했을 때 의 재미와 희열을 느낄 수 있었다

사. 스스로 자칭해 발표하는 것도 즐겁고 새로운 수업방식들이 저에겐  
다 새로워 더욱 흥미를 가지게 되었지 않나 생각합니다. 이 수업을  
통해 공학도인 저의 약점을 강점으로 장점으로 부족한 부분을 보완  
할 수 있는 발판을 마련할 수 있었습니다.

아. 기존의 줄 세우기 수업에 익숙한 나로써는 과연 어떻게 학생들의  
학점을 나누어 줄까 라는 걱정이 생길 만큼 등수를 나누기 위한 수  
업진행이 아닌 진정한 인재를 키우고 학생들이 앞으로 어떠한 마음  
가짐으로 학업에 임해야 하는지에 대한 방향을 제시해 주는 수업이  
었다

차. 나의 약점강점에 대해 알 수 있어 크게 도움이 된 거 같다. 그리고  
조원으로 하는 활동이 있어 잘 모르는 사람과도 인연이 되고 협동  
심도 길러지고 책임감도 생겨 좋았다.

차. 평소에도 오류나 문제점을 찾아내서 비판을 하거나 수정을 하는 것

을 좋아해서 강의에 대한 열정에 불이 붙고 당연하게 참여 의욕도 커지게 되었습니다. 여러 물체를 보고 그 물체를 떠올려 그림을 그리는 강의도 제겐 공학이 좀 더 쉽게 다가온 계기가 되었던 것 같습니다.

카. 딱딱하고 지루 할 수 있는 공학이라는 개념을 공학설계인문 이라는 강의를 통해 재미있고 친근하게 다가갈 수 있었다.

타. 공학도인 저에게 공학적인 지식과 창의적인 발상이 잘 융합할 수 있도록 제 사고방식 생각을 조금이나마 바꾸려 노력할 수 있는 좋은 계기가 되었던 것 같습니다.

파. 형상화 추상화 패턴화 등등 수업내용이 진행되어 가면서 부담들이 점점 사라졌다. 주변에서 보이는 모순과 문제점을 찾고 그에 대한 해결방안을 찾는 것 자체가 창의적이며 이러한 것들을 계속해서 반복하다 보면 언젠가는 정말 기발한 아이디어가 떠올라 특허까지 낼 수 있을지도 모른다는 생각을 한다.

하. 많은 수업들 중에서도 특히 기억에 남는 건 하나의 스토리를 듣고 각자 그것을 종이에 그려 표현하는 수업입니다. 같은 스토리를 들었지만 종이에 표현해낸 그림들은 분위기나 구조 등 약간의 차이들이 모여 다 제각기 다른 그림들이 탄생 했습니다.

가. 공학도들은 시험점수가 아닌 능력을 키워야 한다고 생각한다. 물론 시험공부를 통해서 능력이 향상되는 것은 사실이지만 이와 같이 능력 키우기 위주의 학습이 진정 효율적인 교육이 아닌가 싶다.

나. 패턴인식 추상화 관찰 등의 수업을 통해 자기 성향을 분석하고 그

- 의 강점과 약점을 알게 되었다. 또한 창의성을 증진시킬 수 있는 최고의 수업이었다,
- 다. 수업에 임할 때 항상 수업방향에 어긋나는 방향으로 문제를 해결하고 있다고 느꼈습니다.
- 라. 과제를 열심히 한 것 뿐만 아니라 형들과 많이 친해질 수 있는 기회였고 창의적 마인드가 심어지는 기회여서 과제하는 동안 내내 즐거웠다,
- 마. 계란 껍질이 바깥 껍데기는 수천 개의 흠으로 이루어져서 다공질 물질이고 그 안의 속껍질은 유연하고 얇은 박이면서 큰 액체는 통과 못하지만 공기는 통과 가능한 구조로 이루어져 있다고 합니다. 여기서 이런 자연에도 신기한 발명품이 많은데 인간은 못 만들꺼라는 생각이 들었고 도전해봐야겠다는 생각이 들어었습니다.
- 바. 자유로운 수업방식으로 수업을 하고 나의 성격까지 알 수 있어서 좋았습니다.
- 사. 패턴인식 수업 이 기억에 남는다. 평소 나는 수학 퍼즐이나 게임 등을 좋아해 문제를 봤을 때부터 바로 흥미를 가지고 전념 할 수 있었다. 말 그대로 억지로 하는 수업이 아닌 재미있는 게임, 놀이 같은 시간이었다.
- 아. 수업을 진행 할수록 다른 과목보다 생각도 많이 하게 되고 다른 여러 가지 활동을 하면서 수업을 부담 없이 즐기게 되고 저 자신을 더 발전시킬 수 있는 좋은 시간이 었습니다.
- 자. 너무 어색하고 생소한 것들이라 수업듣기 전에는 부담스럽고 괜히

망설여졌지만 수업이 재미있었습니다. 또 강점과 약점을 찾아 약점을 보완시키는 팀 과제를 하면서 선배님과의 친해질 수 있는 기회가 생기고 또 창의적이라는 평소에 잘 하지 않던 영역의 생각도 할 수 있었습니다.

차. 그 동안의 주입식 교육과는 달리 학생들이 서로 의논하여 문제를 해결하기 위한 방안을 찾는 노력을 한다는 것이 자신이 하지 못한 새로운 생각을 들으면서 얻게 되는 또 다른 지식과 생각의 폭을 넓혀 준다는 점에서 이점이 매우 크다고 생각한다.

카. 공학 입문 설계 강의에서는 학업 외적으로 생각하는 습관을 만들어 주셨고 조금 더 객관적으로 내가 어떤 성향을 갖고 있는지 약점과 강점이 무엇인지 알 수 있었던 기회가 된 것 같아서 뿌듯한 마음입니다.

타. 수업을 통해 저의 약점이 반대로 와 크게 과장이란 것을 알았고 이제 사물을 보고 사건을 접하고 접근할 때 저것들을 항상 기억해 두고 접근해 보완 해야 할 것 같습니다.

파. 평소 무의식적으로 하는 나의 행동들에 대해서 무엇이 강점이고 약점인가를 알고 더 나아가서 점수로 측정 할 수 있다는 것이 무엇보다 흥미로웠다.

## V. 결론 및 제언

본 연구에서는 한국해양대학교 재료공학도를 대상으로 공학입문설계의 새로운 교육내용을 제시하였고, 그 목적은 향후 전공심화 과정 또는 취업에서 전공에 대한 접근성 및 공학적 문제를 해결해 나가는 개인의 성향을 파악해 봄으로써, 자신의 문제해결 성향을 통한 공학적 문제해결 능력의 향상을 도모함에 있으며, 이를 교육과정에 직접 반영한 절차는 다음과 같다.

### 가. 공학적 접근

브레인 스토밍, 체크리스트 법, 생각의 도구, Triz 발명원리

### 나. 성향분석

공학적 접근을 통하여 분석된 결과를 체크리스트와 생각의 도구를 통하여 성향을 분석한다.

### 다. Triz 적용 매트릭스

체크리스트와 Triz 발명원리를 통해 분석된 자기성향의 약점과 강점에 대해 적용한다.

가, 나, 다 를 활용하여 다음과 같은 교육내용을 제시하였고, 제시한 교육내용을 한국해양대학교 재료공학전공 신입생(2010년)에게 적용하였다.

#### < 새로운 공학입문설계의 교육내용 >

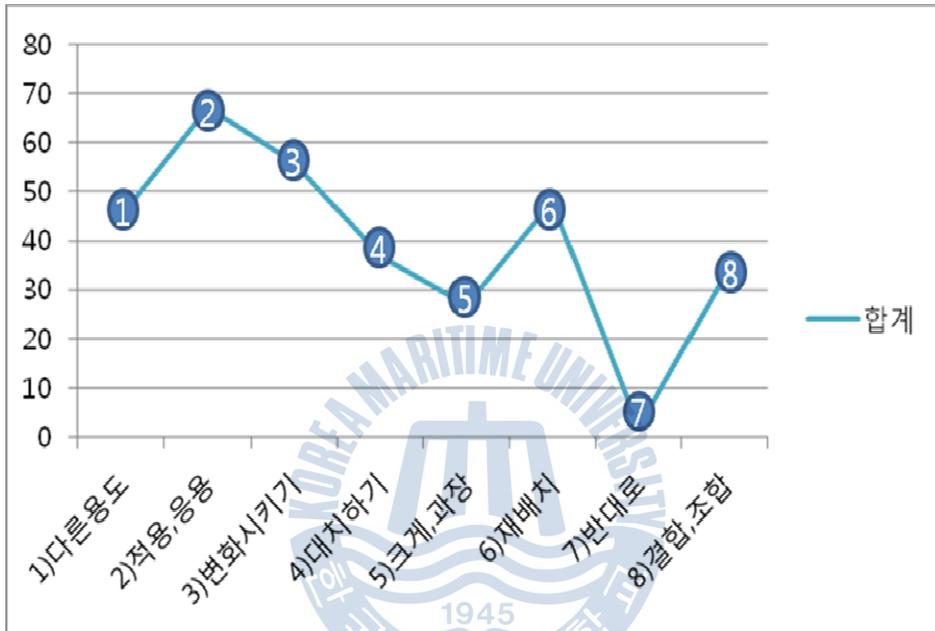
주	내 용	진행 방법
1	창의적 사고와 창의적 설계	이론
2	관찰	그림, 사물, 음악을 관찰하여 묘사

3	형상화	(소설 속의 장면을 형상화)
4	추상화	(사물을 보고 핵심만을 부가각 하여 표현)
5	패턴인식	패턴 풀기
6	패턴형성	
7	Triz의 문제해결 전략 (40가지) 적용사례 I	이론
8	Triz의 문제해결 전략 (40가지) 적용사례 II	이론
9	브레인 스토밍	회의록 작성법
10	모형 만들기 I	Triz를 활용한 설계 훈련
11	모형 만들기 II	Triz를 활용한 설계 훈련
12	문제해결 성향 분석	성향 분석 해석
13	학업이수 설계	(성향 분석을 통한 미래설계)
14	통합 I	일상적인 문제에서 해결방법 찾기(Triz 발명원리)
15	통합 II	

<표 V-1>는 한국해양대학교 재료공학전공 2010년 신입생에 대한 문제해결 성향 분석 결과다. 이 결과에 의하면 어떠한 문제를 해결하기 위해서는 다음의 8가지 방법으로 접근 하여야 하며, 그러나 분석결과에 의하면 결과 5,7,8은 약점으로 지적 할 수 있다. 전체적인 결과이므로, 개인별 결과와는 상이할 수 있다. 한편 이것은 한국해양대학교의 재료공학도 신입생(2010)

전체의 성향이므로, 교육과정 및 교육개발에 있어 반영되어야 할 자료라 판단된다.

<표 V-1> 한국해양대학교 재료공학전공 신입생(2010년) 성향분석



공학입문설계는 공학도로써 기초가 되는 전공 설계의 학문으로써, 대학 졸업 시 또는 사회에 진출했을때 매우 중요한 포지션을 차지한다.

한편 지금까지 대부분의 설계교육은 직접 만들어보거나 만들기 위한 기초적인 교육에 급급하였다.

현재 사회는 취업률 저하로 인한 심각한 이공계 회피현상이 일어나고 있으며, 이는 숙련된 공학도로써의 자질을 갖추진 못한 학생이 사회에 진출하면서 일어난 현상으로 사료된다. 이를 해결하기 위해서는 원론적인 문제 접

근이 최우선이며, 그것이 바로 교육이고, 교육을 통해 문제를 해결하는 것이 가장 기본이 되어야 한다. 본 연구는 향후 사회에 진출 시 크게 도움이 되며, 미래에는 우수한 대학교육의 기본 정보가 될 거라므로 판단된다. 지금까지 교육내용의 개발은 산업의 변화에 민감하게 반응하였으나, 앞으로는 산업의 변화와 개인별 특성이 잘 조화 된 교육내용의 개발이 필요하며, 이는 성공적인 삶을 살기 위한 학생 및 대학, 그리고 사회에 필요한 요소일 것이다.



## 부록 1.

### 표 목차

<표 II-1> 서울대학교의 교과목 수업 일정.....	9
<표 II-2> 성균관대학교의 교과목 수업 일정.....	10
<표 II-3> 충남대학교의 교과목 수업 일정.....	15
<표 II-4> 39가지 공학변수.....	35
<표 III-1> 남녀비율.....	46
<표 III-2> 고교 때 이수한 과학 교과목.....	46
<표 III-3> 희망하는 동아리 활동 .....	47
<표 III-4> 희망진로.....	48
<표 III-5> 남녀비율.....	49
<표 III-6> 고교 때 이수한 과학 교과목.....	49
<표 III-7> 희망하는 동아리 활동.....	50
<표 III-8> 희망진로.....	50
<표 III-9> 성향분석 매트릭스.....	52
<표 III-10> Triz 적용 매트릭스.....	53
<표 III-11> 교육내용 모형에 의한 강의 계획.....	53
<표 IV-1> 재료공학도 A학생의 분석자료.....	70
<표 IV-2> 재료공학도 B학생의 분석자료.....	71
<표 IV-3> 재료공학도 C학생의 분석자료.....	71
<표 IV-4> 재료공학도 D학생의 분석자료.....	72
<표 IV-5> 재료공학도 E학생의 분석자료.....	72

<표 V-1> 한국해양대학교 재료공학전공 신입생(2010년) 성향분석.....99



## 그림 목차

<그림 II-1> 미국 대학교 공학 설계입문 교과목 운영 방향.....	19
<그림 III-1> 공학설계입문 교육내용 모형.....	51
<그림 III-2> 학업이수 설계 계획표.....	56
<그림 IV-1> FPSO.....	57
<그림 IV-2> A 수강생의 그림 관찰.....	58
<그림 IV-3> A 수강생의 음악 관찰.....	59
<그림 IV-4> A 수강생의 형상화.....	62
<그림 IV-5> A 수강생의 추상화.....	62
<그림 IV-6> 곡식 알갱이 속의 얼굴들.....	64
<그림 IV-7> 피라니아와 바다가재.....	65
<그림 IV-8> 패턴퍼즐.....	66
<그림 IV-9> A 수강생의 회의록 작성.....	67
<그림 IV-10> A 수강생의 Triz 발명원리를 활용한 콜라겐 설계.....	68
<그림 IV-11> 세워지는 우산 설계.....	71
<그림 IV-12> 칸막이 물통 설계.....	72
<그림 IV-13> 이어폰 설계.....	72
<그림 IV-14> 선풍기 설계.....	73
<그림 IV-15> 효과적인 사물함 활용 설계.....	74
<그림 IV-16> 좁은 공간에서 벽면 활용 수납장 설계.....	75
<그림 IV-17> 멀티 소켓 설계.....	76
<그림 IV-18> 회전식 공원 의자 설계.....	76

<그림 IV-19> 개량 믹서기 설계.....	77
<그림 IV-20> 겨울철 자동차 시운전 예열 관련 설계.....	78
<그림 IV-21> 자동차 보닛 설계.....	79
<그림 IV-22> 도난방지 지갑 설계.....	79
<그림 IV-23> 필름 형광등 설계.....	80
<그림 IV-24> 고무장갑 설계.....	80
<그림 IV-25> 색깔 변화 욕조 설계.....	81
<그림 IV-26> 양산 설계.....	82
<그림 IV-27> 양쪽 날을 쓸 수 있는 면도기 설계.....	82
<그림 IV-28> 축구화 스텐드 설계.....	83



## 부록2. 관련연구

### <논문게재>

1. "Globalization of Engineering Education in Asia" Yun-Hae Kim, Takao Hanabusa, Se-Ho Park, Journal of Engineering Education Research, Vol.13 No.2 Special Edition(May 2010)
2. "A Practice of Developing New Environment-friendly System by Composites" Yun-Hae Kim, Dong-Hun Yang, Young-Dae Jo, Seung-Jun An, Se-Ho Park, Sung-Won Yoon, Journal of Engineering Education Research, Vol.13 No.5 Special Edition(November 2010)
3. "Development of Green Campus for K-12 Education in Viewpoint Facility, Environment, Education and Consciousness" Yun-Hae Kim, Jae-Bong Kim, Kwang-il Hwang, Dong-il Seol, Geun-Young Doe, Cheol Oh, Sang-Gu Kim, Se-Ho Park, Journal of Engineering Education Research, Vol.13 No.5 Special Edition(November 2010)
4. "Future Design and Success Engineering in Global Society by Creative Self-innovation" Yun-Hae Kim, Se-Ho Park, Shusuke Kubota, Yasuyuki Takahata, Vol.13 No.5 Special Edition(November 2010)

<논문발표>

1. “KMU-TU 의 슬라보트 공동제작에 의한 캡스톤 디자인의 활성화” 김윤해 & 박세호(2009, 추계한국공학교육학술회의)
2. “e-교과목포트폴리오 적용사례” 박세호 & 김윤해  
(2009, 추계한국공학교육학술회의)
3. “학습성과 평가도구 신뢰성 확보방안(한국해양대학교 사례)” 박세호 & 김윤해(2010, 추계한국공학교육학술회의)
4. “Future Design and Success Engineering in Global Society by Creative Self-innovation” 김윤해, 박세호, 쿠보타, 타카하타 (2010, 추계한국공학교육학술회의)
5. Yun-Hae,Kim&Se-Ho,Park(2009, ICEE) “Asian Conference on Engineering Education “
6. Se-Ho,Park & Yun-Hae,Kim(2010,ICEE) "Construction of a Web-based e-Teaching Portfolio for the Efficient Management of Teaching Portfolio"
7. SE-Ho,Park & Young-Dae,Cho(2009,ACEE) "Searching course through related association"
8. Yun-Hae,Kim, Tako Hanabusa & Se-Ho,Park(2009,ACEE) "Step to the Asian Conference on Engineering Education"
9. Yun-Hae,Kim & Se-Ho,Park(2009,ACEE) "Globalization of Engineering Education in Asia"
10. Yun-Hae Kim, Se-Ho Park , Yasuta Sato, Shusuke Kubota(2011,ACEE) “ Human Design Engineering”

11. Yun-Hae Kim, Se-Ho Park and Takao Hanabusa(2011,ACEE) ”Global Challenge of the Student through the ACEE Vision”

12. Yun-Hae Kim, Se-Ho Park(2011,ACEE) “A new paradigm of engineering education through Global Service Engineering”



## 참고문헌

1. <Techniken der Problemlösung> (H.Geschka & H.Schlicksuppe, RAationalisierung, 22, Jg, 1971-12)
2. <Infomation> (Battelle, Frankfurt, 1971)
3. 스티븐 코비 “성공하는 사람들의 7가지 습관”
4. 미셸 루트번스타인, 로버트 루트번스타인 저, 박종성 역, 에코의 서재 “생각의 탄생”
5. <현장의 QC TEXT(수법편)>
6. <Bionics> <Cybernetics - 동물과 기계에 있어서의 제어와 통신>
7. <NM법의 모든 것> (中山正和 저, 産能대학출판부)
8. <KJ법 - 혼돈하여 말하게 하다>
9. <독창력을 키우자> (A.F.오즈본 저, 上野一 번역, 다이아몬드사)
10. <경영의 지혜>(上野一限, 六興출판)
11. <문제해결수법의 지식>(일본경제신문사)
12. <생각의 탄생>(미셸 루트번스타인, 로버트 루트번스타인 저, 박종성 역, 에코의 서재)
13. 겐리흐 안트슬러 저 박성균 역 “40가지 원리”
14. 최덕기, 박찬일, 최정임(2006). 창의적 사고능력 배양을 위한 입문공학설계 교과목 개발. 공학교육연구, 9(1): 61-74
15. 류영호(2008) “ 공학설계교육 개선을 위한 캡스톤 디자인 교수활동 지원 모형 개발”, 부산대학교 교육학박사학위논문
16. 고석준(2008) “ 공학설계입문 교과목 개선을 위한 국내외 대학 비교 연구”, 국민대학교 전자통신공학교육 석사학위논문

17. 이종수 외(2008). 체험학습기반의 기초 창의공학설계 교육 및 운영. 공학교육연구, 11(2): 32-41
18. 이진상(2009) “ 공학설계교육-입문설계/종합설계” 공학교육연구 제16권 제4호, pp.27-28 ISSN 1738-6454 KCI 등재
19. 이강(2009). LEGO MINDSTORM NXT를 이용한 공학설계입문 운영사례. 한국공학교육학회, 12(2): 83-88
20. 조성구,이의수,이용한,이명천,엄세경,엄세경(2009) “ 해외사례 분석을 통한 복합학제 설계교육의 활성화 방안” 공학교육연구 제11권 제1호 117-125 ISSN 1738-6454 KCI 등재
21. 심재진(2010) “ 체계적인 공학설계교육시스템 구축” 공학교육연구 제17권 제1호, pp.25-29 ISSN 1738-6454 KCI 등재
22. 한국공학교육인증원(2011) “KEC2005인증설명서”
23. 김윤해, 박세호, 조영대(2011) “창의적 공학설계”
24. 김윤해, 박세호, 사토 야스타, 구보타 슈스케(2011) "Human Design Engineering" 문운당 출판
25. 주종남, 서울대학교 창의공학설계 교육 현황, 대한기계학회 춘추학술대회 논문집, pp.3209-3213, 2006
26. 김용세, 창의적 공학설계 교과목을 통한 설계기본소양 교육, 대한기계학회 춘추학술대회 논문집, pp.3209-3213, 2006
27. 이창훈, 창의 공학 설계 교육 프로그램이 공학 입문자의 창의력과 공학 설계 능력에 미치는 영향, 박사학위 논문, 충남대학교 대학원, 2007

28. 김정식, 미국공학교육 인증제도를 통해 본 공학교육의 발전방안, 한국공학교육학회, Vol. 10, no. 4, pp. 69-76, 2003
29. Hazucha, J.F., Hezlett, S.A. and Schneider. R.J., "The impact of 360-degree feedback on management skills development", Human Resource Management, Vol.32, No.2/3, pp. 325-351, 1993.
30. Karen Frair, Curriculum Integration at the University of Alabama, Frontier in Education Conference, 1995
31. Jeffrey E.Froyd, Evolution and Evaluation of an Integrated, First-Year Curriculum, Frontier in Education Conference, 1996
32. Sheri Sheppard, Rollie Jenison, Examples of Freshman Design Education, Int. Journal of Engineering Education, Vol.13, No.4, 1997
33. Gesink, J. and Mousavinezhad, S.H., "An ECE capstone design experience", 2003 American Society for Engineering Education Conference Proceedings, 2003.
34. Haik, Y.(2003). Engineering Design Process, Thomson Learning Asia, Singapore
35. Smith K.A.(2004). Teamwork and Project Management, 2nd Edition, McGraw Hill, New York, NY.
36. American Society of Engineering Education Annual Conference & Exposition, 2004.
37. McKenzie, L.J., Trevisan, M.S., Davis, D.C. and Beyerlein, S.W., "Capstone design courses and assessment: a national study", Proceedings of the 2004
38. Agogino, A. M. et al(2005). Engineering Design Thinking, Teaching, and Learning. Journal of Engineering Education, 94(1): 103-120.

39. Yun-Hae Kim, Se-Ho Park, Shusuke Kubota, Yasuyuki Takahata, "Future Design and Success Engineering in Global Society by Creative Self-innovation" Vol.13 No.5 Special Edition(November 2010)

