

## 창의적 공학교육을 위한 캡스톤 디자인(Capstone Design) 교수활동지원모형 개발

박수홍 · 정주영<sup>†</sup> · 류영호  
(부산대학교 · <sup>†</sup>동의대학교)

### Development of Instructional Activity Support Model for Capstone Design to Creative Engineering Education

Su-Hong PARK · Ju-Young JUNG<sup>†</sup> · Young-Ho RYU · Seong-Ok KIM

Pusan National University · <sup>†</sup> Dong-Eui University

(Received February 14, 2008 / Accepted April 23, 2008)

#### Abstract

The purpose of this paper is to develop instructional activity support model for capstone design in order for improving creative engineering education. To do this, having extracted the core idea of capstone design, and elicited core learning activity process, and grasped core supportive factors according to each core learning activity process that elicited, an improved instructional design model for capstone design was then developed through formative evaluation with respect to the draft of the instructional system development model for capstone design. As to major research methods, case analysis, requirements analysis through interview, and formative evaluation by experts were employed, and then research studies were undertaken. The formative evaluation by experts was carried out for two hours in 2007, and the experts participated in the evaluation consisted of total 6 persons: two specialists of capstone design contents, two professionals in field works, and two expert instructional designers in education engineering. Interview results had been reflected in this research when developing final instructional design model for capstone design. The core learning activity process of the final instructional design model for caption design, which developed in this research, comprises following stages: ① Team building → ② Integrated meeting between industry and academy → ③ Analysis of tasks → ④ Clarification of tasks → ⑤ Seeking solutions for issues → ⑥ Eliciting priority of solutions → ⑦ Designing solutions and construction → ⑧ Exhibiting outcomes and presentation → ⑨ Gaining comprehensive insights Also, in the core learning activity process, supportive factors that support implementation of each step were presented having been categorized into facilitator (teacher, and professionals in field works), learner and tool, etc.

*Key Words* : Engineering Education, Capstone Design, Instructional Design Model, Creative Problem Solving, Development Research.

---

<sup>†</sup> Corresponding author : 010-2241-7266, jyjung@deu.ac.kr

## I. 서 론

현대사회가 산업생산 중심의 사회에서 지식정보 중심의 사회로 바뀌어 감에 따라 공학교육의 내용과 방법도 변화를 요구받고 있다. 종래의 교육에서 강조되던 전문적인 지식, 해석적 사고방식 등은 점차 급격히 변화하는 공학을 이해할 수 있도록 수학, 과학 등의 기초 학문에 대한 폭 넓은 지식과 여러 분야의 지식을 통합하여 사고하는 능력 등으로 교육의 중심이 이동해 가고 있다(설승기, 2001). 따라서 이러한 시대의 요구에 걸맞는 바람직한 차세대 엔지니어상은 기존의 지식 기술자와는 달라져야 한다. 단편적인 공학지식으로는 충분하지 못하고 지식을 종합할 수 있는 창의적 설계 능력, 즉 분야별 학제간의 포털(portal) 시스템을 구축하고 설계할 수 있는 능력이 그 어느 때 보다 강조 된다.

최근 우리나라 공학교육은 심각한 도전을 받고 있다. 학생들이 공과대학 입학에 기피하는 현상이 가장 심각하며, 공학교육이 이론 중심 교육에 치우치고 있다. 또한 이수 학생들의 실무설계 및 도구 활용능력 부족, 문제해결능력의 부족, 새로운 문제의 적응력이 취약, 의사 전달 능력의 부족과 팀을 이루어 공동 작업을 할 수 있는 능력이 부족하다는 지적이 많다.(송동주, 2003). 이러한 문제점으로 산업계에서는 새로 채용한 공학교육 이수자에게 별도의 실무능력 향상을 위한 교육으로 막대한 비용을 지불하고 있다.

따라서 산업계는 공학교육의 개선을 꾸준히 요구하였으나 그 동안 대학에서는 이에 대한 대응을 소홀히 하고 있었다(이석순, 2004). 따라서 현재의 공학교육은 실무환경에서 공학도가 필요로 하는 자질은 제공하지 못하고 있으며 학생들에게 제품설계 능력과 현장 문제 해결 능력을 기를 수 있도록 설계교육을 강화할 필요가 있다.

이와 같은 공학교육의 문제점과 산업계의 요구를 개선하고자 많은 대학에서 공학교육 이수자에게 캡스톤 디자인(Capstone Design, 이하 캡스톤

디자인)교육을 실시하고 있다.

기존 교육 패러다임은 현실적 맥락에 기초한 문제해결과정 활동을 통하여 학습과 학습한 결과가 조직의 성과로 연결될 수 있는 방식으로 전환되어야 하며, 결국 급변하는 외부 환경의 변화에 민감하게 대처하여 경쟁우위를 확보하고, 조직의 당면한 실제적 문제를 효과적, 효율적으로 해결하기 위해서는 과거 그 어느 때 보다도 학습과 성과가 연동된 실천학습(learning by doing)이 요구된다고 강조하고 있다(박수홍, 안영식, 정주영, 2005).

경쟁력 있는 디자이너를 길러내기 위해서는 체계적이고 효율적인 설계 교육이 선행돼야 한다. 하지만 이 분야에서 우리나라는 미국 등 선진국에 비해 뒤떨어져 있는 실정이다. 대부분의 설계 교육자들은 체계적인 설계 교육을 받거나 설계 과정을 가르친 경험이 부족하기 때문이다. 게다가 요즘은 각계각층에서 창의성의 중요성을 강조하는 목소리가 높아지고 있다. 설계 창의성, 설계 과정, 그리고 교육방법에 관한 근원적인 연구가 수행돼야 이를 바탕으로 한 유능한 디자이너의 육성이 가능하다. 따라서 설계 분야 연구를 촉진시키고 효과적인 교육방법 개발을 수행할 수 있는 통합연구가 중요하다(동아사이언스, 2006).

캡스톤 디자인 교육에 대한 관심과 활발한 움직임은 2002년 산업자원부의 지원으로 시작된 창의적 공학교육 프로그램 개발 및 확산사업에서 비롯되어 활성화가 가져왔다. 하지만 이러한 캡스톤 디자인 교육을 뒷받침하기 위한 체계적인 교육 방법론, 특히 가치를 창출하는 핵심과정인 초기 캡스톤 디자인 교육의 개발 및 연구가 활성화되지 못한 실정이다. 이는 캡스톤 디자인 교육을 위한 교수자들의 활동이 체계적으로 연구되어 있지 않기 때문이다.

따라서 본 연구의 목적은 창의적 공학교육을 위한 체계적인 캡스톤 디자인 교수활동지원 모형을 개발하는데 있다. 이러한 목적을 달성하기 위하여 캡스톤 디자인 핵심 아이디어 추출, 핵심학

습활동 프로세스 도출, 핵심학습활동 프로세스별 핵심 지원요소를 파악하고 캡스톤 디자인 교수활동지원 모형 초안을 개발한다. 개발된 모형 초안에 대하여 전문가대상의 형성평가를 통해 개선된 최종적인 캡스톤 디자인 교수활동지원 모형을 개발하였다.

를 보여주는 사양서, 기기를 구성하고 있는 부품 목록, 물건 걸모양에 대한 그림(렌더링), 장비의 목적과 작동 방법에 대한 설명서, 제품 또는 건물 치수 등을 떠올릴 수 있다.

공학설계란 위에 열거한 내용 모두 또는 그 이상을 의미할 수 있다. 어떤 기기, 제품, 장비, 프로그램, 복합화합물 및 건설 관련 문제에 대해 팀 또는 개인이 해결안이라고 생각하는 모든 아이디어를 공학설계라고 정의할 수 있다. 위에 열거된 내용은 공학설계 과정에서 생긴 결과물이다. 설계자는 우선 제품 또는 기기를 서면 또는 컴퓨터에 나타내기 이전에 여러 종류의 문제해결 방안을 생각해 보아야 한다. 일반적으로 그런 문

## II. 이론적 배경

### 1. 공학설계

무엇인가를 설계한다고 할 때 직관적으로 떠오르는 개념은 어떤 것이 어떻게 결합되어 있는지를 보여 주는 도면, 제품이 어떻게 만들어지는가

<표 1> 캡스톤 디자인의 개념

출 처	캡스톤 디자인의 개념	핵심 용어
이석순 (2004)	공과대학 학생들의 문제해결능력의 향상, 팀을 이루어 진행하도록 함으로써 공동협력능력의 향상, 진행되는 과정에 대한 문서화와 발표를 통한 의사전달능력의 향상, 설계능력의 강화를 통한 실무능력을 향상시키는 것이다.	문제해결능력 향상, 팀, 공동협력능력 향상, 의사전달능력 향상, 설계능력 강화, 실무능력 향상
이재열, 이주영, 김재필 (2005)	대학 4년 동안 습득한 학생들이 소양과 전공 지식을 학습자인 학생이 비판적이고 종합적으로 활용하고 응용하여 학문연구나 직업 활동 등의 진로에 도움이 될 수 있도록 구체적으로 연구나 숙련 등에 적용할 수 있도록 디자인이 된 과목이다.	소양, 전공, 비판적, 종합적, 직업활동, 디자인된 과목
Davis (1993)	최종적인 숙련 경험	최종, 경험
Moore (2004)	전공에서 공부한 내용을 여타의 과목에서 공부한 내용들과 연계시키는 과목, 사회가 교육에 대해 가진 기대와 대학의 사명, 그리고 전공 교육프로그램의 사명을 연결시키고 통합하는 과목이다.	과목 간 연계, 각계의 사명을 통합
Murphy (2003)	학문의 질문 유형과 주요 쟁점들을 다루는 과목으로서 다양한 코스들 간의 연관성에 대해 감을 갖도록 해 주는 과목이다. 이것은 학생들로 하여금 교육에서 직업적 훈련으로 이행하게 해 주는 전환점이다.	과목, 연관성, 직업훈련
Wagenaar (1993)	학생들이 각자의 전공에서 얻은 지식을 확장하고 비판하며 응용하는 방식으로 구체적인 연구에 통합하는 경험을 통해 결정감을 맛보도록 하는 과목이다.	비판, 응용, 경험, 결정감
산업자원부 보도자료 (2005)	프로젝트 수행경험 습득을 통해 창의성, 효율성, 안전성, 경제성 등의 모든 측면을 고려할 수 있는 통합적 기술 인력이 양성시키는 효과와 실제적인 공학문제를 접할 수 있는 기회제공 및 팀워크 능력, 공학적 의사소통 능력을 향상시키는 것이다.	프로젝트 수행경험, 창의성, 효율성, 안전성, 경제성, 실제적인 공학문제, 팀워크, 공학적 의사소통 능력
조선대학교 첨단부품사업단 (2004)	산업체가 요구하는 산업현장 적응능력을 갖춘 창의적 맞춤형 인력양성 교육을 수행하기 위해 학생, 교수 및 현장경험이 풍부한 산업체 전문가와 함께 하나의 작품을 기획, 설계, 제작하는 전 과정을 통하여 산업현장의 수요에 적합한 창의적 엔지니어를 양성하는 종합설계 교육 프로그램이다.	산업체의 요구, 산업현장 적응, 함께, 작품의 기획·설계·제작, 창의적 엔지니어, 종합설계
한양대학교 산학협력 중심대학 육성사업단 (2006)	학문 분야별로 습득한 전문지식을 바탕으로 하여 지역산업체에서 필요로 하는 작품 혹은 공학인으로서 제작 가치가 있는 작품들을 학생들 스스로 설계, 제작, 평가하여 봄으로써 창의성과 실무능력, 복합학제적인 팀워크 능력, 리더의 역할을 수행할 수 있는 능력을 보유한 엔지니어 육성 교육 프로그램이다.	지역산업체, 공학, 설계, 제작, 평가, 창의성, 실무능력, 팀워크, 엔지니어 육성 교육 프로그램

제들의 해결방안은 여러 가지이고 절대적으로 유일한 정답이란 없다.

따라서 설계자는 제품을 실제 사용하게 될 소비자가 설정한 목적에 맞는 해결안 중에서 선택해야 한다. 예를 들면 제품, 기기 또는 구조와 관련된 모든 특성이 설계에서는 선택 대상이 된다. 설계자는 설계내용을 상세하게 표현하기 위하여 모양, 재질, 크기, 조립방법 및 색깔 등을 결정해야 하며 이러한 작업들이 설계의 핵심이다.

## 2. 캡스톤 디자인

캡스톤(Capstone)이란 사전적으로는 건축에서 벽이나 건조물의 꼭대기에 얹힌 즉, 건축에서 기둥 등의 구조상에서 가장 정점에 놓여 장식, 상징 등으로 마무리가 되는 것돌이나 관석(冠石)을 의미한다. 달리 말해서 건축에서의 마지막 마무리, 절정, 극치 감동을 의미하는 것이다. 동양적 표현으로 화룡점정(畫龍點睛)이라는 말과도 통한다고 본다(이재열, 이주영, 김재필, 2005).

캡스톤 디자인은 바로 이러한 목적을 달성하기 위한 프로그램으로 캡스톤 디자인에 대한 정의는 학자들 마다 매우 다양하게 나타나고 있으며 구체적인 내용은 <표 1>과 같다.

캡스톤 디자인의 정의와 관련한 사례(<표 2> 참조)와 그에 포함되어 있는 핵심용어를 분석한 결과 다음과 같은 시사점을 얻을 수 있다. 첫째, 산업체의 요구를 반영한다. 둘째, 통합 학문적 성격을 띤다. 셋째, 팀워크를 중시하고 팀워크 능력의 향상을 목표로 한다. 넷째, 공학적 의사소통 능력의 향상이 매우 중요하다. 다섯째, 문제해결 능력이 요구된다. 여섯째, 캡스톤 디자인의 전 과정을 통해서 창의성이 요구된다. 일곱째, 설계·제작·평가 등의 요소가 포함되어 있다.

캡스톤 디자인을 수행하고 있는 국내외 사례를 분석한 결과 시행되었거나 시행 중에 있는 일선의 캡스톤 디자인 모형에 포함되어 있는 핵심 요소는 다음과 같다. 첫째, 산업체와의 연계의성,

둘째, 팀 기반 학습, 셋째, 팀 내 창의성의 발휘, 넷째, 학습 팀의 진로와 연계성, 다섯째, 설계 및 제작의 과정 포함, 여섯째, 현장 적응력 요구 등이다. 캡스톤 디자인은 다른 교수모형과는 달리 바로 산업체의 요구를 반영하고 해결해야 하는 현실성 및 시급성이 존재한다. 따라서 현장 적응력이 떨어질 경우 캡스톤 디자인의 전체 수행 과정에 부정적 영향이 생길 수 있다.

앞서 분석된 캡스톤 디자인의 개념과 캡스톤 디자인의 국내외 실시 사례를 분석한 결과, 기존의 여러 모형들은 비체계적인 프로세스 및 교수자활동이 명확하게 제시되지 않고 있었다. 이는 캡스톤 디자인 모형을 바탕으로 한 교수학습활동의 효율성을 보장하지 못하는 결과를 초래할 수도 있다. 따라서 본 연구에서는 창의적 공학교육을 위한 체계적인 캡스톤 디자인 학습활동 프로세스를 도출하고 이를 지원하기 위한 교수자활동 지원요소 등을 도출하고자 하였다.

캡스톤 디자인은 공학적 측면에서의 창의적 문제해결력으로 해석할 수 있다(Lumsdaine, 1994). 이런 측면에서 본 연구에서는 창의적 문제해결과정과 관련된 선행 연구를 분석하여 캡스톤 디자인의 핵심적 아이디어 도출에 사용하였다. 따라서 본 연구에서 분석한 창의적 문제해결 모형을 학자에 따라 제시한 모형을 단계에 따라 비교하여 제시하면 아래 <표 3>과 같다.

분석한 결과 창의적 문제해결과정에서 다음과 같은 주요 핵심 내용을 발견할 수 있다. 첫째, 창의적 문제해결의 전체적인 과정을 통해 발산적 사고와 수렴적 사고의 과정을 반복적으로 거친다. 둘째, 명료화되지 않은 문제 상황이 존재하고 이를 해결하기 위해 문제를 명료화하는 과정이 필요하다. 이러한 과정은 단독으로 이루어지는 것이 아니고 반드시 팀 내에서 상호 의사소통을 통해 이루어진다. 셋째, 문제해결 과정의 전체적인 흐름 속에서 창의성이 반드시 포함되어야 하고 이는 다양한 아이디어의 산출로부터 시작된다. 넷째, 창의적 문제해결을 위한 다양한 지원요

<표 2> 캡스톤 디자인 사례분석

출 처	캡스톤 디자인 모형	핵심 용어
서울산업대학교	① 팀 구성 및 작품아이디어 발표 1차 ② 팀 구성 및 작품아이디어 발표 2차 ③ 기본개념 설계 심사 ④ 상세설계 및 조립도 심사 ⑤ 소재 구매 및 부품 가공 ⑥ 기계 가공 및 제어 회로 설계 ⑦ 가 조립 및 시 운전 ⑧ 수정 및 성능 개선 ⑨ 조립 시운전 및 전시회 참가 준비 ⑩ 전시회 출품 및 보고서 작성 ⑪ 보고서 심사	산학협력, 설계, 창업, 학과(문)간 연계, 창의성, 팀
국내 경상대학교	① 과제 공모 ② 과제 심사 및 선정 ③ 과제계획서 작성 및 과제 수행 요령 교육 ④ 과제 수행 시작 ⑤ 과제 수행 점검 ⑥ 상세설계도면 작성 및 수정 ⑦ 상세 설계 도면 검토 ⑧ 재료 구입 및 제작 ⑨ 대회 참가 및 발표	과제 공모, 설계, 창의성, 문제해결, 팀
한양대학교	① 목표 설정 ② 합성 ③ 분석 ④ 제작 ⑤ 시험 ⑥ 평가	대규모 팀, 문제해결, 산업체 연계, 설계/제작, 창의력, 현장 적응력
국외 미시간공대	• SDP(Senior Design Project) 프로그램 운영 • 엔터프라이즈(Enterprise)과정	팀, 문제해결, 산업체 연계, 설계/제작, 창의력, 현장 적응력
국외 디트로이트 머시 대학교	• EE401 • EE403	팀, 산학협력, 의사소통, 실제적 문제해결, 통합

소가 필요하다.

이상의 정의들을 종합하여 본 연구에서의 캡스톤 디자인을 정의하고자 한다. 캡스톤 디자인은 산업체가 요구하는 산업현장 적응능력을 갖춘 창의적인 인력양성 교육을 수행하기 위해 공학계열의 학생, 교수 및 현장경험이 풍부한 산업체 전문가와 함께 실제현장에서 부딪히는 문제를 해결하는 능력을 갖도록 작품을 기획, 설계, 제작하는 전 과정을 통하여 산업현장의 수요에 적합한 창의적 엔지니어를 육성하는 종합설계 교육 프로그램으로 정의하고자 한다.

### 3. 교수설계모형

교수설계 모형이란 일반적으로 체계적으로 통합되어 있을 뿐만 아니라, 하나의 현상을 설명하

고 예언하기 위한 수단이 되는 일련의 원리들이라고 볼 수 있다(Reigeluth, 1999). 또한, 교수설계 모형이란 교수체제 설계 활동의 이해를 도와 주면서 설계 활동을 보다 체계적으로 수행할 수 있도록 하는 지침이자 수단이다. 즉, 교수설계자는 교수설계모형을 통하여 교수 상황의 문제를 보다 잘 이해하게 되며, 그 문제를 구체적인 단위로 분석하여 효과적으로 해결책을 제시할 수 있다(교육공학 용어사전 편찬위원회, 2005).

교수설계 모형이 되기 위해서는 하나 이상의 교수모형이어야 하고, 각 모형을 활용하게 되는 일련의 조건들이 파악되어야 하며, 각각의 교수 조건에서 각 모형으로부터 성취시킬 수 있는 교수결과가 갖추어야 한다.

이에 좋은 교수설계모형이 되기 위해서는 내적 일관성, 명확한 범위와 제한점, 경험적 자료와의

일관성, 간결성, 유용성, 포괄성, 최적성 등의 준거들을 통해서 가치 있는 모형들을 개발할 수 있게 된다(김영진, 2006).

일반적으로 교수설계 모형을 개발하기 위해서 교수설계자들이 주로 사용하는 방법들은 선행연구의 분석, 일반적인 상식, 실제적인 경험(자기반성 및 성찰), 이론가의 직관을 통해서 만들어 진다(Reigeluth, 1999; Eisenhardt, 1989). 교수설계 모형도 마찬가지로 이 범주에서 크게 벗어나지 않는다. 따라서 교수설계 모형의 개발은 목적하는 영역의 전문가의 경험과 선행연구를 집대성하여 논리화 하는 것이다.

지식기반사회에서는 창의적이고 자기주도적이며 개방된 인간상을 요구하고 있으며, 이러한 인간을 육성하기 위하여 문제해결력과 창의력의 신장, 학습자 중심의 교육, 세계로 열린 교육, 함께 하는 학습의 실현 등으로 구체화할 수 있다(멀티미디어 교육지원센터, 1998).

이러한 창의적이고 자율적인 인재의 육성을 위하여 교육 내용 및 방법의 다양화를 요구하고 있다. 기존의 주입식 교육방법에서 벗어나 학습자 중심의 교수방법의 중요성이 강조되고 있으며, 특히 캡스톤 디자인 교육에서 실무 제작 능력, 팀워크 능력, 공학적 의사소통 능력, 창의적 문제 해결 능력 등을 향상 시킬 수 있는 역량을 개발하기 위해서는 실행을 통한 학습(Learning by

doing)형식의 교육방법이 중요하다. 실행을 통한 학습 교수 방법으로 문제중심학습(Project Based Learning), 프로젝트기반 학습(Problem Based Learning), 창의적 문제해결(Creative Problem Solving), 목적중심 시나리오(Goal Based Scenario), 액션러닝(Action Learning), 캡스톤 디자인(Capstone Design) 등 다양한 방법이 있다.

#### 4. 창의적 문제해결모형

창의적 문제해결(Creative Problem Solving)은 Osborn(1967)의 연구로부터 시작된 창의적 문제 해결 모형은 Treffinger와 Isaksen(1985)에 의해 개선된 창의적 사고 과정을 가르치기 위한 하나의 접근 방법이다. 이것은 발산적 사고와 수렴적 사고를 반복적으로 거치면서 어떤 상황에 놓여 있는 문제를 발견하고 그 문제와 관련된 자료를 탐색하여 구체적인 문제를 진술함으로써 창의적으로 다양한 아이디어를 창출하여 내고 해결안을 작성하고 결정하는 일련의 사고 과정으로 볼 수 있다. 이런 의미에서 창의적 사고과정을 문제해결의 한 형태로 개념화한다(Mumford & Connelly, 1994). 창의적 문제 해결은 문제가 비구조화 된 경우 확산적 사고와 함께 요구되는 문제 해결 방법 중 하나로 문제해결력과 창의력을 목적으로 한다. 즉 창의적 문제해결 수업모형은 범위가 넓고, 여러 개의 답을 요하는 문제 상황

<표 3> 창의적 문제해결 모형 비교

박병기(1999)	Osborn(1963)	Lumsdaine & Lumsdaine(1995)	Treffinger & Isaksen(1994)		Puccio et al.(2005)	
문제의 명료화	사실찾기 (문제정의)	문제정의	문제의 이해	관심영역 발견	명료화	상황평가
해결안의 탐색	아이디어 찾기 (아이디어 생산)	아이디어 산출, 브레인스토밍, 팀워크		자료 발견		비전탐색
실행계획 수립	해결안 찾기 (평가와 적용)	창의적 평가, 판단, 비판적 사고		문제 발견		도전명료화
		해결안 실행	아이디어 산출	아이디어 발견	변형	아이디어탐색
			실행 계획	해결안 발견	실행	해결안 명료화
				수용 발견		수용안 탐색

에서 이를 해결하기 위해 확산적 사고와 수렴적 사고를 반복함으로써 문제를 창의적이고 효율적으로 해결해 나가기 위한 것이다. 창의적 문제해결 과정을 통해 학생들은 창의적이고 생산적으로 사고하며, 미래에 대비하여 더욱 진취적 성향을 갖도록 할 수 있다.

### Ⅲ. 연구 방법

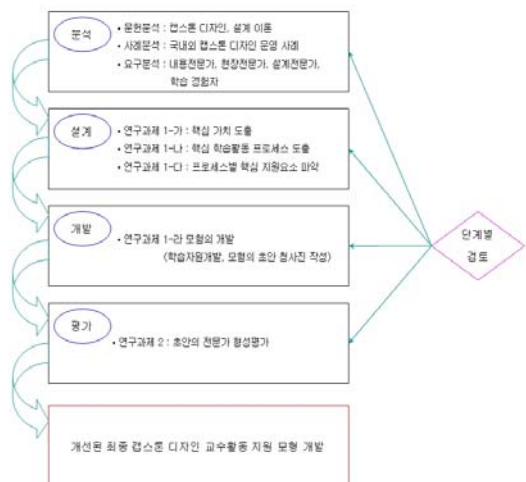
본 연구에서의 주요 연구 방법은 사례분석, 인터뷰를 통한 요구분석, 전문가에 의한 형성평가로 나누어 연구를 진행하였다. 전문가 형성평가는 2007년 10월 15일(월), 오후3시부터 2시간 동안 진행되었으며, 참석한 전문가는 캡스톤 디자인 내용전문가 2인, 현장전문가 2인, 그리고 교육공학 분야의 교수설계 전문가 2인 등 총6명이었으며, 인터뷰 결과는 본 연구에서의 최종 캡스톤 디자인 교수설계 모형 개발 시에 반영되었다. 주요한 질문 내용은 첫째, 캡스톤 디자인의 특성을 잘 구현하고 있는가, 둘째, 공학교육에 보편적으로 적용이 가능한가 등이었다.

공학교육 현장에서 캡스톤 디자인 교육을 체계적으로 수행할 수 있는 교수설계 모형 개발에 대한 기초 연구로서 연구의 목적을 달성하기 위해 초기 모형에 대한 핵심아이디어를 도출하고 전문가 검토를 통해 수정 보완하도록 하였다. 이를 위해 질적연구의 한 유형인 개발연구(development research) 방법을 사용하였다. 개발연구는 교육 분야에서 교육과정, 미디어, 테크놀로지, 학습, 교수, 교사교육과 교수법 등 다양한 영역에서 설계나 개발과 연관되어 있다. 특히 개발연구는 미디어와 테크놀로지의 급속한 성장 속에서 두각을 나타내고 있다(Akker, 1999).

한편, Richey와 Nelson(1996)은 개발연구의 최종적인 목적은 일반적인 탐구 절차 혹은 상황적인 구체적인 문제 해결에 기반 한 교수의 설계, 개발 그리고 평가의 과정을 개선하는 것이라고

했다. 이런 측면에서 개발연구는 공학교육의 교수설계인 캡스톤 디자인에 적합한 교육연구방법이라 할 수 있다.

본 연구의 타당성을 확보하기 위하여 Lincoln과 Guba(1985)가 주장한 신뢰성 증거 가운데 삼각검증법(triangulation) 방법을 사용하였다(정주영, 2007). 서로 다른 유형들을 복합적으로 사용하여 연구의 타당도를 높였다. 첫째, 서로 다른 복합적인 출처의 사용이다. 본 연구에서의 사례의 수집은 기관, 학교 등에서 사용되었던 실제 사례를 중심으로 한 문서자료, 논문의 사례, 캡스톤 디자인 실무 전문가, 인터넷 자료들을 수집하여 분석하였으며 둘째, 서로 다른 방법적 측면은 문헌연구, 인터뷰, 사례분석 등을 통하여 연구를 진행하였다. 셋째, 서로 다른 복합적인 연구진의 참여이다.. 본 연구에서는 캡스톤 디자인에 대한 내용전문가, 캡스톤 디자인을 실제로 운영하는 현장전문가와 교육공학 전문가, 캡스톤 디자인을 이수한 학생 등을 중심으로 연구를 진행하였다. 넷째, 서로 다른 복합적인 이론들의 사용이다. 본 연구에서는 캡스톤 디자인, 창의적 문제해결, 공학교육 및 공학 설계, 설계이론 등 다양한 이론들을 사용하였다.



[그림 1] 연구의 진행절차

## IV. 연구결과

### 1. 캡스톤 디자인 교수설계 모형 핵심 아이디어 도출

캡스톤 디자인의 핵심 아이디어를 도출하기 위하여 본 연구에서는 캡스톤 디자인 내용전문가 2인, 현장전문가 2인, 교육공학 분야의 교수설계 전문가 2인, 캡스톤 디자인으로 학습을 수행한 적이 있는 캡스톤 디자인 유경험 학습자 2인을 선정하여 인터뷰를 실시하였다.

캡스톤 디자인의 핵심 아이디어와 관련한 요구 분석 인터뷰 결과는, 캡스톤 디자인의 개념 측면, 수행 중 느꼈던 장·단점의 측면, 캡스톤 디자인에 대한 직관적 생각을 중심으로 <표 4>와 같이 도출하였다.

<표 4> 요구분석 결과

핵심질문	답변요약 및 정리
• 캡스톤 디자인의 개념과 그 이유	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 학생들의 아이디어를 도출해야 함</li> <li>• 새로운 생각들로 작업을 시작 함</li> <li>• 반드시 팀을 이루어서 하되 산업체와 연결이 되어야 함</li> <li>• 캡스톤 디자인의 과정이 존재함</li> <li>• 문제를 인식하고 브레인스토밍 등을 통한 아이디어 창출과정이 존재함</li> <li>• 창의적 공학설계의 방식이 기본이 됨</li> <li>• 팀구성과 기획, 아이템 설정, 설계, 제작 등의 과정이 포함되어야 함</li> <li>• 실제적 경험이 있어야 함</li> <li>• 스스로 학습을 하게 됨</li> </ul>
• 캡스톤 디자인 교육의 장·단점	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기존의 방식보다는 시간이 절약됨 (다른 방식으로 시도를 하기 때문에 처음에는 시간이 오래 걸리는 것 같아도 작품을 완성하고 보면 기존의 방식보다 시간이 절약 되는 것을 알 수 있음)</li> <li>• 전혀 다른 방식으로 시도를 하다 보니 재미가 있음</li> <li>• 작업의 효율성, 매력성, 효과성이 높음</li> <li>• 학생이 할 수 없는 부분이 있기 때문에 업체와의 연결이 반드시 필요하고 그 때 업체와 시간 약속을 잡거나 의사소통을 하는데 있어 다소 불편한 점이 있음</li> <li>• 전문가와의 만남이 있기 때문에 캡스톤 디자인의 수행 중간에 형성평가가 자주 이루어질 수 있음</li> <li>• 협동심이 잘 이루어짐</li> <li>• 과제수행의 과정</li> <li>• 경험이 많이 쌓임</li> <li>• 캡스톤 디자인의 수행을 위한 다양한 지원체계가 필요함</li> </ul>
• 캡스톤 디자인 교육에서 떠오르는 단어	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 주춧돌</li> <li>• 종합적인 사고 능력</li> <li>• 무엇인가 새로운 것</li> <li>• 작품의 전시와 발표</li> <li>• 팀원 간의 대화와 잦은 모임</li> <li>• 문제해결</li> <li>• 산업체 직원과의 잦은 만남</li> </ul>

이를 바탕으로 본 연구와 관련하여 캡스톤 디자인 교수설계 모형의 핵심 아이디어를 다음과 같이 도출하였다.

첫째, 학습자들의 창의성이 충분히 발휘될 수 있도록 활동이 보장되어야 한다. 캡스톤 디자인은 산업체의 요구와 과제를 해결하기 위한 과정이 되어야 한다. 이를 위해 기존의 것과 다르게 새로운 제품을 생산해 내야 하는 일종의 의무를 학습자는 지게 된다. 따라서 캡스톤 디자인의 전체 과정을 통해 창의성이 충분히 발휘되어야 하며 캡스톤 디자인 교수설계 모형에 따른 학습이 이루어지고 난 후 결과로 나온 제품 또한 창의성이 가미된 혁신적 제품이어야 한다. 이런 의미에서 캡스톤 디자인을 우리말로 '창의적 공학 설계'라 명할 수도 있다.

둘째, 학습의 전 과정이 문제해결력의 신장과 연결되어야 한다. 최초 캡스톤 디자인을 수행하게 될 때 산업체의 요구를 해결하기 위한 단계부터 시작된다. 이 때 산업체의 요구는 산업체가 가지고 있거나 해결해야 할 문제에 해당한다. 산업체의 문제를 해결하고 최종적인 결과물을 제작한 후, 이를 바탕으로 다음 진로까지를 결정하는 것이 캡스톤 디자인의 목적이므로 캡스톤 디자인의 전 과정을 통해 문제해결력의 신장이 강하게 요구된다. 이상과 같은 문제해결력의 신장을 위해 본 연구자는 다음과 같은 원리를 추출하였다. 첫째, 학습자의 활동을 최대한 보장하고 교수자는 조력자, 촉진자 (facilitator)로서의 역할을 감당한다. 둘째, 주어진 과제는 산업체의 현실적이고 시급성을 요하는 문제를 다룬다. 셋째, 수행목표는 학습자의 경험과 관련 있는 것이어야 한다. 넷째, 문제가 주어지면 팀으로 해결할 수 있도록 한다. 이 때 팀 구성은 반드시 학습자만 되는 것이 아니고 산업체 인력이나 facilitator의 일부도 함께 팀원으로 구성될 수 있다. 다섯째, 전체 학습활동이 끝나면 반드시 성찰과정을 거쳐야 한다. 여섯째, 캡스톤 디자인의 전체 과정 속에서 문제해결을 위한 다양한 지원 -행정적 지원, 비공



식적 조직의 관리 지원, 재정지원, 학습 자료 지원 등-이 있어야 한다.

셋째, 생산적인 상호 의사소통능력이 필요하다. 팀빌딩을 하고 산업체의 요구를 파악하고 meeting을 실시하고 팀이 협력(collaboration)하여 문제를 해결해 나가야 하기 때문에 기존의 토론 형태인 discussion이나 debate가 되면 안 되고 collaborative communication, positive communication, productive communication의 형태가 되어야 한다. 팀 활동을 통한 창의적인 생산품을 만들기 위해서는 팀원이 모두 상생하는 형태의 의사소통은 반드시 필요하며 이를 통해 산업체가 요구하는 형태의 바람직한 결과물을 창출할 수 있다.

넷째, 팀에 기반을 둔 학습(learning)이 이루어져야 한다. 캡스톤 디자인을 수행하고 있는 공학 교육, 수행경험이 있는 학습자, 수행전문가 등을 대상으로 분석한 결과 캡스톤 디자인은 학습자, 현장전문가, 산업체 인원이 공동으로 산업체의 요구를 분석하고 그 요구를 달성하기 위한 학습의 과정으로 파악되었다. 모든 작업은 팀 빌딩에서 진로의 결정까지 팀이 공동으로 작업을 수행하고 공동으로 책임을 지는 형태이다. 이러한 형태는 cooperative 형태의 협동이 아니라 collaborative 형태의 협동을 의미한다(Tan, Seng Chee, 2000).

## 2. 캡스톤 디자인 교수설계 모형 핵심 학습활동프로세스 및 지원요소 도출

본 연구에서는 캡스톤 디자인에 대한 핵심 학습활동 프로세스와 관련된 문헌연구와 캡스톤 디자인을 위한 전문가 인터뷰 등을 바탕으로 하여 캡스톤 디자인 교수설계모형의 학습활동 프로세스를 도출하였다. 도출된 프로세스를 검증하기 위하여 전문가 인터뷰를 실시하였다.

인터뷰의 결과, 캡스톤 디자인의 핵심학습활동으로 “팀 빌딩하기→산학 통합 meeting하기→과

제 분석하기→과제 명료화하기→과제해결 방안찾기→해결방안의 우선순위 도출하기→해결방안 설계/제작하기→결과물 전시 및 발표하기→종합 성찰하기”의 과정이 요구되었다. 문헌분석과 인터뷰 내용의 결과를 바탕으로 본 연구에서는 캡스톤 디자인의 핵심 아이디어인 창의성, 문제해결력, 팀러닝, 상호 의사소통력이 포함된 산학연계의 과제를 해결하고 이를 결과물로 제작하기 위한 캡스톤 디자인의 핵심학습활동 및 지원요소는 <표 5>와 같다.

## 3. 캡스톤 디자인 수업모형 개발

전문가인터뷰를 통한 형성평가를 통해 캡스톤 디자인 프로세스별 핵심학습활동 내용 및 지원요소를 바탕으로 캡스톤 디자인 교수학습과정안을 도출하였다. 형성평가를 통해 도출된 본 연구에서의 캡스톤 디자인 수업모형에 대한 강점은 다음과 같다.

“본 교수설계 모형의 초안은 수행활동 프로세스에 따라 학습을 진행한 하연 결과물이 도출될 수 있을 정도로 매우 구체적이고 현실감 있게 구성되어 있다. 즉, 기존 공학교육에서 사용하고 있는 캡스톤 디자인 프로세스는 일종의 순서도인데 그 순서도는 단지 흐름만을 나타낼 뿐, 그 활동의 단계에서 구체적으로 무엇을 해야 하는지, 어떻게 해야 하는지가 제시되어 있지 않아 학습자에게 많은 곤란을 야기시켰다. 그러나 본 연구의 교수설계 모형은 수행활동 프로세스가 구체적이고 이에 따른 활동 내용, 지원 요소 등이 제시되어 있어 마치 본 연구의 교수설계 모형이 전체 작업을 구체적으로 그려 내는 역할을 하고 있다(전문가A)”

“캡스톤 디자인은 공학에 있어 일종의 창의적 문제 해결 또는, 창의적 신제품 제작이라 여겨진다. 이러한 결과를 달성하기 위해 요구되는 것이 팀에 기반한 독특한 형식의 아이디어 생성과 이를 수렴한 후 새로운 제품의 탄생이라 볼 수 있다. 이러한 취지에서 본 연구의 교수설계 모형을 바라보면 팀 빌딩하기, 산학통합 meeting가 팀에 기반하고 있고 과제 분석, 과제명료화, 해결방안 찾기, 우선순위 도출이 아이디어 생성과 수렴과 관련 있으며 결과물 설계/제작, 전시, 발표가 신제품 출시와 밀접하게 연결되어 있다. 이에 더해 종합적 성찰이 이루어지기 때문에 과정의 전반적인 부분을 되짚어 볼 수 있는 기회까지 제공하고 있다. 따라서, 본 연구의 교수설계 모형은 공학에서의 캡스톤 디자인의 성격을 잘 반영할 뿐만 아니라 학습의 측면에서도 상당히 바람직하게 그 목적을 잘 달성해 가고 있다(전문가B)”

또한 형성평가에서 지적된 캡스톤 디자인 수업

창의적 공학교육을 위한 캡스톤 디자인(Capstone Design) 교수활동지원모형 개발

<표 5> 캡스톤 디자인 핵심학습활동 프로세스 및 지원요소

수행활동프로세스	핵심학습활동내용	구체적 활동	지원 요소		
			Facilitator		
1.팀 빌딩하기	<ul style="list-style-type: none"> <li>•과제 수행을 위한 최적의 팀을 선정하고 조직한다.</li> <li>•과제 수행을 위해 팀에서 해야 할 role, rule를 결정하고 목표를 확인한다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•팀 선정 및 조직하기</li> <li>•팀 목표 확인하기</li> </ul>	교수자	현장전문가	
2.산학통합meeting하기	<ul style="list-style-type: none"> <li>•산업체의 요구를 분석한다.</li> <li>•요구분석을 통해 수행해야 할 핵심 문제를 발견한다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•산업체 요구분석</li> <li>•해심문제발견</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•생산적 대화 기법의 설명</li> <li>•팀별 정리노트 사용법</li> <li>•recreation 능력</li> <li>•팀원 특성 파악</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>•생산적 대화 기법</li> <li>•규격정리용 노트</li> <li>•팀원 특성 파악</li> <li>•팀원 연락망</li> </ul>
3.과제 분석하기	<ul style="list-style-type: none"> <li>•해심문제 앞에 있는 달성(목표) 과제를 분석해 낸다.</li> <li>•과제 수행을 위한 이미 알고 있는 내용과 더 알아야 할 내용을 파악한다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•과제분석</li> <li>•더 알아야 할 내용 분석</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•요구분석을 위한 산업체 기초자료</li> <li>•요구분석을 위한 과제 특성 파악 기초자료</li> <li>•의사소통라인 유지</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•재정지침</li> <li>•행정지침</li> <li>•의사소통라인 유지</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•요구분석을 위한 업체의 각종 자료</li> <li>•행정지침</li> <li>•재정지침</li> <li>•의사소통라인 유지</li> </ul>
4.과제 명료화하기	<ul style="list-style-type: none"> <li>•더 알아야 할 내용의 학습을 위해 협동적 팀리닝을 실시한다.</li> <li>•팀리닝 후 과제 해결을 위한 아이디어를 발견한다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•collaborative team learning</li> <li>•과제 해결 아이디어 발견하기</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•문제상황과 관련된 scenario 이해</li> <li>•scenario 작성법에 대한 이해</li> <li>•trade-off 작성에 대한 이해</li> <li>•시안 사용법</li> <li>•의견의 사전 학습 상태 점검</li> <li>•다양한 질문 기법</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•문제 관련 자료</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•SEBRA 용어</li> <li>•trade-off 작성 용어</li> <li>•중용 task analysis 작성 용어</li> <li>•KWL 사용법 숙지</li> </ul>
5.과제해결방안찾기	<ul style="list-style-type: none"> <li>•다양한 해결방안 아이디어 중 창의성에 따른 해결방안을 찾아낸다.</li> <li>•해결방안을 다양하게 찾아낸다.</li> <li>•다양한 해결방안 도출을 위해 원-원의 팀원간 생산적 토론을 진행한다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•창의성에 따른 해결방안 찾기</li> <li>•다양한 해결방안 찾기</li> <li>•팀원간 생산적 토론하기</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•합수에 관한 tool 템플릿 제공하기</li> <li>•합수 지원을 위한 각종 자료를 협상에 업로드</li> <li>•CPS 사고 기법 제공</li> <li>•전제를 위한 각 팀 활동 점검지</li> <li>•아이디어 판단하지 않기 능력</li> <li>•각 팀의 구성원을 격려하기 위한 능력</li> <li>•창의성의 특성 사전 숙지</li> <li>•CPS 사고 기법 제공</li> <li>•전제를 위한 각 팀 활동 점검지</li> <li>•각 팀의 구성원을 격려하기 위한 능력</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>•과제 내용 학습 과제 방법 학습 포함 다양한 방법의 학습에 맞는 각종 tool, 템플릿 제공</li> <li>•CPS 사고 기법 활용을 위한 중간적 지원</li> <li>•과제 해결방안에 대한 이해</li> <li>•창의성 숙지</li> </ul>
6.해결방안 우선순위 도출하기	<ul style="list-style-type: none"> <li>•생산적 토론의 결과로 실현가능한 해결방안을 도출해 낸다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•실현가능한 해결방안 도출하기</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•수행목표 숙지</li> <li>•해결방안 도출을 위한 각종 자료 이해</li> <li>•CPS사고기법</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>•과제의 특성 파악</li> <li>•수행목표 숙지</li> <li>•결과에 대한 이해</li> <li>•해결방안 도출을 위한 각종 자료 제공</li> </ul>
7.해결방안설계/제작하기	<ul style="list-style-type: none"> <li>•수렴된 해결방안을 바탕으로 과제수행을 위한 설계안을 작성한다.</li> <li>•과제 수행안을 바탕으로 과제(product)를 제작한다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•과제 설계안 작성하기</li> <li>•과제 제작하기</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•생산적 토론 기법</li> <li>•팀내 토론 및 공유 분위기 조성</li> <li>•우선순위 결정 안내하기</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•생산적 토론 기법</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•생산적 토론 기법</li> <li>•해결방안 기록 방법</li> <li>•팀원간 해결방안을 공유할 수 있는 능력</li> </ul>
8.결과물 전시/발표하기	<ul style="list-style-type: none"> <li>•제작된 product의 전시에서 발표를 진행한다.</li> <li>•CD수행의 결과로 진로를 결정한다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•결과물 발표하기</li> <li>•진로 선택하기</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•product에 대한 내용과 제작 과정 및 방법에 관한 사전 이해</li> <li>•공간 배치, 미적 감각, product의 특이성 등에 대한 사전이해</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•product에 관련된 각종 정보 제공</li> <li>•전시장 지정</li> <li>•전시장 안내 및 초대</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•product 제작에 관한 각종 자료, 재정 지원</li> <li>•전시장 지정</li> <li>•전시소매장</li> </ul>
9.종합 성찰하기	<ul style="list-style-type: none"> <li>•product의 결과물 성찰한다.</li> <li>•product 제작하기 과정과 CD 수행 과정 전체를 성찰한다.</li> <li>•KWL을 중심으로 자기 성찰을 진행한다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•제작물 성찰하기</li> <li>•제작 과정 성찰하기</li> <li>•자기 돌아보기</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•product의 결과, 특성 등에 대한 이해</li> <li>•presentation 기법</li> <li>•일터요소 지원</li> <li>•CD 수행 전체 과정과 내용에 대한 이해</li> <li>•항상 진화 등과 관계된 부분에 대한 행정적 지원</li> <li>•다른 CD 수행과의 연계성</li> <li>•수행목표에 대한 이해</li> <li>•각종 tool사용법에 대한 이해</li> <li>•product 결과물에 대한 이해</li> <li>•CD 수행 전체 과정 숙지</li> <li>•학습자의 자기 성찰을 촉진하기 위한 faci 능력</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•완성된 product에 대한 이해</li> <li>•전시장 지원</li> <li>•행정, 재정</li> <li>•전시장 안내 및 초대</li> <li>•취업, 이직 창업, 다른 CD와 관련된 분야</li> <li>•product의 결과물</li> <li>•다른 CD자료</li> <li>•이전 CD 내용 추가 자료</li> <li>•usability test 실행 및 사용법</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•진로 탐색용 자료</li> <li>•지원자료</li> <li>•취업자료</li> <li>•다른 CD자료</li> <li>•이전 CD 내용 추가 자료</li> <li>•CD 수행 전체 과정에 대한 이해</li> <li>•자기 성찰하기를 위한 각종 지원 요소</li> </ul>

모형에 대한 보완점은 다음과 같다.

“본 교수설계 모형의 초안은 가로행이 수행활동프로세스 - 핵심학습활동내용 - 구체적 활동 - 지원요소 순으로 제시되어 있다. 그 자세한 내용을 살펴보면 구체적 활동은 수행활동프로세스이 세분

화된 하위 활동으로 보여진다. 따라서 논리적인 순서에 의하면 수행활동프로세스 - 구체적활동 - 핵심학습활동내용 순이 적합하다. 아울러, 구체적 활동은 수행활동에 따른 과정별 활동이라 볼 수 있으므로 용어를 과정별 활동으로 수정하는 것이 바람직 할 것이며, 핵심학습활동내용은 결국 그 단계에서 달성해야 할 내용에 해

당하므로 수행목표로 그 용어를 대체하는 것이 바람직할 것이다. 또한, 수행목표에 따른 수행방법을 기술해 줌으로써 교수설계 모형에 의한 *just-in-time*의 수업이 가능하도록 제시하는 것도 바람직할 것이다(전문가C)

“수행활동과 방법을 진행함에 있어 본 교수설계 모형은 두 그룹의 *facilitator*(교수자, 현장전문가)와 학습자로 구분하여 제시하고 있다. 그런데 각 단계에서 필요한 학습도구(tool)를 구체적으로 제시해야 교수자, 현장전문가, 학습자가 그 도구를 사용하여 학습에 대한 지원을 할 수 있을 것이다. 따라서, 수행활동 단계별 도구(tool)를 제시해야 할 것이다. 아울러, 본 연구의 캡스톤 디자인이 공학 교육 개선을 위한 것이므로 공학교육의 특성을 반영해야 한다. 이는 공학교육의 제작 환경과도 연결이 된다. 다시 말해 공학은 일정의 결과물을 제작해야 하는 부분이 있으므로 학습과 학습 결과물의 제작이 가능한 학습공간, 학습환경 등에 대한 언급이 요구된다. 이에 교수설계 모형 내에 학습환경에 대한 명시적 사항이 필요하다(전문가D)”

이러한 인터뷰 결과를 반영하여 개발된 최종 캡스톤 디자인 수업모형은 <표 6>과 같으며 프로세스별 주요 내용은 다음과 같다.

#### 1) 팀 빌딩하기

팀 빌딩하기 단계는 크게 팀 선정 및 조직하기, 팀 목표 확인하기, 팀 상호작용하기 단계로 구분하고 각각의 수행방법은 다음과 같이 정리하였다. 팀 선정 및 조직하는 각종 진단검사를 통해 나온 팀원들의 특성을 고려하여 팀원을 선정하고 조직한다. 팀 목표 확인하기는 생산적 대화 방식을 사용하여 팀 내 규칙을 결정하고 이를 기록한다. 팀 상호작용하기에서는 자기 소개하기, 웃고 박수치기 등으로 Ice-Breaking을 하고 업무 분장표 등을 바탕으로 팀원의 역할을 이해한 후 팀원 연락처 등을 주고받으면서 유대관계를 구축한다.

#### 2) 산학통합 meeting하기

산학통합 meeting하기 단계는 산업체 요구분석과 핵심문제발견 단계로 나눈다. 산업체 요구분석은 먼저 면담을 통해 산업체의 요구를 분석한다. 둘째, 요구분석지를 통해 산업체의 요구를 분석한다. 셋째, 과거 유사과제 수행 과정과 결과를 분석한다. 넷째, 산업체와의 협력체계를 구축한다. 핵심문제발견 단계는 "내가 어떻게 하면 이 과제를 해결할 수 있을까?"라는 문구 등을 통해

자신에게 구체적으로 질문하기 방법을 동원하여 문제를 중요한 범위로 간결하게 한다.

#### 3) 과제 분석하기

과제 분석하기 단계는 다시 과제 분석하기 단계와 더 알아야 할 내용 분석하기 단계로 나눈다. 과제 분석하기 단계에서는 SBRA 방법을 사용하여 task를 분석한다. 더 알아야 할 내용 분석 단계에서는 KWL 용지를 사용하여 이미 알고 있는 내용과 더 알아야 할 내용을 분석해 낸다.

#### 4) 과제 명료화하기

과제 명료화하기 단계는 다시 collaborative team learning 단계와 과제 해결 아이디어 발견하기 단계로 나눈다. collaborative team learning 단계는 분석된 더 알아야 할 내용을 협동적 팀 러닝 방법을 통해 학습을 한다. 이 때 과제의 내용, 과제의 방법, 학습하는 방법의 학습을 동시에 한다. 과제 해결 아이디어 발견하기 단계에서는 브레인스토밍 등의 방법을 사용하여 과제 해결을 위해 학습 한 내용 중에서 아이디어를 다양하게 도출해 낸다.

#### 5) 과제해결 방안 찾기

과제해결 방안 찾기 단계는 다시 창의성에 따른 해결방안 찾기, 다양한 해결방안 찾기, 팀원간 생산적 토론하기 단계로 나눈다. 먼저, 창의성에 따른 해결방안 찾기 단계는 발견된 아이디어 중 창의성의 특성에 부합된 내용들을 추려낸다. 다양한 해결방안 찾기 단계는 과제 해결을 위한 창의적 아이디어가 포함되도록 과제 해결과 product 제작을 위한 다양한 해결방안을 브레인스토밍 방법으로 통해 찾아낸다. 팀원 간 생산적 토론하기 단계에서는 생산적 토론하기를 통해 해결방안을 가능한 많이 찾아내도록 한다.

#### 6) 해결방안 우선순위 도출하기

해결방안 우선순위 도출하기 단계는 다시 실현 가능한 해결방안 도출하기로 구체화된다. 이 단계에서는 중요성, 시급성에 의한 가능한 해결책을 찾은 후 가능한 해결방안의 우선순위를 결정

해야 한다.

7) 해결방안 설계/제작하기

해결방안 설계/제작하기 단계는 과제 설계안 작성하기와 과제 제작하기로 나눌 수 있다. 과제 설계안 작성하기 단계에서는 제시된 설계안을 참고로 하여 과제 수행을 위한 설계안을 작성한다. 과제 제작하기 단계에서는 작성된 설계안을 바탕으로 완성될 product를 제작하도록 한다.

8) 결과물 전시·발표하기

결과물 전시·발표하기 단계는 다시 결과물 전시하기, 결과물 발표하기, 진로 선택하기 등으로 나뉜다. 결과물 전시하기는 결과물 전시장을 최대한 미적, 공간적, 시각적 능력을 충분히 발휘하여 결과물을 전시하는 단계이다. 이를 위해서는 전시장 내에 결과물을 비치하고 전시장을 안내하도록 한다. 결과물 발표하기 단계는 완성된 product를 중심으로 캡스톤 디자인 전체의 내용,

과정, 결과 순에 따라 발표를 진행한다. 끝으로 진로 선택하기 단계는 캡스톤 디자인 수행을 통해 다양한 진로를 결정해야 한다.

9) 종합 성찰하기

종합 성찰하기 단계는 크게 3가지로 나눌 수 있다. 첫째는 제작물 성찰하기 둘째는 제작 과정 성찰하기 셋째는 자기 돌아보기 과정을 거친다. 제작물 성찰하기는 평가행렬표, 사용성평가 등을 통해 제작된 product의 결과를 성찰한다. 제작 과정 성찰하기는 캡스톤 디자인 수행 보고서, 성찰일지 등을 통해 캡스톤 디자인 수행 과정 전체를 성찰한다. 끝으로, 자기 돌아보기 단계이다. 이 단계에서는 성찰일지, KWL을 바탕으로 학습자 스스로 캡스톤 디자인 과정 전체를 통해 학습하게 된 내용, 새로 알게 된 내용, 더 알아야 할 내용, 자신이 변화하게 된 점, 수정해야 할 점을 중심으로 자기 성찰하기를 한다.

<표 6 > 캡스톤 디자인 교수설계 모형

수행활동프로세스		수행목표	수행방법	SUPPORT SYSTEM(지원 요소)		TOOL(도구)	학습 환경	
수행활동	과정별 활동			Facilitator				학습자
				교수자	현장전문가			
팀 빌딩하기	• 팀 선정 및 조직하기	• 과제 수행을 위한 최적의 팀을 선정하고 조직한다.	• 각종 진단검사를 통해 나온 팀원들의 특성을 고려하여 팀원을 선정하고 조직한다	• 진단검사 사용법		• 팀선정을 위한 각종 진단검사지	• 강의실	
	• 팀 목표 확인하기	• 과제 수행을 위해 팀에서 해야 할 role, rule을 결정하고 목표를 확인한다.	• 생산적 대화 방식을 사용하여 팀 내 규칙을 결정하고 이를 기록한다.	• 생산적 대화 기법의 설명 • 팀별 정리노트 사용법		• 생산적 대화 기법 • 규칙 정리용 노트	• 강의실	
	• 팀 상호작용하기	• 팀원간의 유대관계를 다진다.	• 자기소개하기, 웃고 박수치기 등으로 ice-breaking을 한다. • 업무분장표 등을 바탕으로 팀원의 역할을 이해한다. • 팀원 연락처 등을 주고 받고 유대관계를 구축한다.	• recreation 능력 • 팀원 특성 파악		• 팀원 특성 파악 • 팀원 연락망	• 자기소개지 • 업무분장표 • 팀원 연락처 • 생산적 대화 기법	• 강의실 및 실외
산학통합 meeting	• 산업체 요구분석	• 산업체의 요구를 분석한다.	• 면담을 통해 산업체의 요구를 분석한다. • 요구분석지를 통해 산업체의 요구를 분석한다. • 과거 유사과제 수행 과정과 결과를 분석한다. • 산업체와의 협력체계를 구축한다.	• 요구 분석을 위한 산업체 기초자료 • 요구 분석을 위한 과제 특성 파악 기초자료 • 의사소통라인 유지	• 재정 지원 • 행정 지원 • 의 사 소 통 라인 유지	• 요구 분석을 위한 업체의 각종 자료 • 재정지원 • 행정지원 • 의사소통라인 유지	• 요구분석지 • 면담지 • 산업체 연락처 • 재정지원서 • 행정지원서	• 산업체 장소 제공

하기	<ul style="list-style-type: none"> <li>핵심문제 발견</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>요구분석을 통해 수행해야 할 핵심 문제를 발견한다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>"내가 어떻게 하면 이 문제를 해결할 수 있을까?"라는 문구를 통해 자신에게 구체적인 질문하기 방법 등을 사용하여 문제를 중요한 범위로 간결하게 한다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>문제 관련 자료</li> <li>핵심문제 관련 예시 제공</li> <li>체크리스트 사용법</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>문제 관련 자료</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>문제 관련 자료</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>체크리스트지</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>산업체 장소 제공</li> </ul>
과제 분석하기	<ul style="list-style-type: none"> <li>과제 분석</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>핵심문제 안에 있는 달성(목표) 과제를 분석해 낸다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>SBRA 방법을 사용하여 task를 분석한다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>문제 상황과 관련된 scenario 이해</li> <li>scenario 작성법에 대한 이해</li> <li>trade-off 작성에 대한 이해</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>SBRA 용지</li> <li>trade-off 작성 용지</li> <li>각종 task analysis 작성 용지</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>과제분석지</li> <li>-SBRA, trade off 사용 용지</li> <li>과제관련 정보지</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>산업체 장소 제공</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>더 알아야 할 내용 분석</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>과제 수행을 위한 이미 알고 있는 내용과 더 알아야 할 내용을 파악한다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>KWL용지를 사용하여 이미 알고 있는 내용과 더 알아야 할 내용을 분석해 낸다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>KWL 사용법</li> <li>학습자의 사전 학습 상태 점검</li> <li>다양한 질문 기법</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>KWL 사용법 숙지</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>KWL용지</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>산업체 장소 제공</li> </ul>
과제 명료화하기	<ul style="list-style-type: none"> <li>collaborative team learning</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>더 알아야 할 내용의 학습을 위해 협동적 팀러닝을 실시한다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>분석된 더 알아야 할 내용을 협동적 팀러닝 방법을 통해 학습을 한다.</li> <li>-과제 내용 학습</li> <li>-과제 방법 학습</li> <li>-학습하는 방법의 학습 등</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>학습에 관한 각종 tool, 템플릿 제공하기</li> <li>학습지원을 위한 각종 자료를 웹상에 업로드</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>과제 내용 학습, 과제 방법 학습, 학습하는 방법의 학습에 관한 각종 tool, 템플릿 제공 받기</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>학습에 필요한 각종 학습내용 도구</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>블렌디드 환경</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>과제 해결 아이디어 발견하기</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>팀러닝 후 과제 해결을 위한 아이디어를 발견한다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>브레인스토밍 등의 방법을 사용하여 과제 해결을 위해 학습 한 내용 중에서 아이디어를 다양하게 도출해 낸다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>CPS 사고 기법 제공</li> <li>점검을 위한 각 팀 활동 점검지</li> <li>아이디어 판단하지 않기 능력</li> <li>각 팀의 구성원을 격려하기 위한 능력</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>CPS 사고 기법 활용을 위한 공간적 지원</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>브레인스토밍</li> <li>-마인드 맵</li> <li>-어골도</li> <li>-라운드로빈</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>블렌디드 환경</li> </ul>
과제 해결 방안 찾기	<ul style="list-style-type: none"> <li>창의성에 따른 해결방안 찾기</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>다양한 아이디어 중 창의성에 따른 해결방안을 찾아낸다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>발견된 아이디어 중 창의성의 특성에 부합된 내용들을 추려낸다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>창의성의 특성 사전 숙지</li> <li>CPS 사고 기법 제공</li> <li>점검을 위한 각 팀 활동 점검지</li> <li>각 팀의 구성원을 격려하기 위한 능력</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>도출된 창의성과의 관계 이해</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>과제 해결방안에 대한 이해</li> <li>창의성 숙지</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>브레인스토밍</li> <li>-마인드 맵</li> <li>-어골도</li> <li>-라운드로빈</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>블렌디드 환경</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>다양한 해결방안 찾기</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>해결방안을 다양하게 찾아낸다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>과제 해결을 위한 창의적 아이디어가 포함되도록 과제 해결과 product 제작을 위한 다양한 해결방안을 브레인스토밍 방법을 통해 찾아 낸다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>수행목표 숙지</li> <li>해결방안 도출을 위한 각종 자료 이해</li> <li>CPS 사고기법</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>과제의 특성 파악</li> <li>수행목표 숙지</li> <li>결과에 대한 이해</li> <li>해결방안 도출을 위한 각종 자료 제공</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>브레인스토밍</li> <li>-마인드 맵</li> <li>-어골도</li> <li>-라운드로빈</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>블렌디드 환경</li> </ul>

창의적 공학교육을 위한 캡스톤 디자인(Capstone Design) 교수활동지원모형 개발

과제해결 방안찾기	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 팀원간 생산적 토론하기</li> <li>• 다양한 해결방안 도출을 위해 윈-윈의 팀원간 생산적 토론을 진행한다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 생산적 토론하기를 통해 해결방안을 가능한 많이 찾아 낸다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 생산적 토론 기법</li> <li>• 팀내 토론 및 공유 분위기 조성</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 생산적 토론 기법</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 생산적 토론 기법</li> <li>• 해결방안 기록 방법</li> <li>• 팀원간 해결방안을 공유할 수 있는 능력</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 진화도법</li> <li>• 역브레인스토밍</li> <li>• 해결방안 기록장</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 블렌디드 환경</li> </ul>
해결방안 우선순위 도출하기	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 실현 가능한 해결 방안 도출하기</li> <li>• 생산적 토론의 결과로 실현가능한 해결방안을 도출해 낸다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 중요성, 시급성에 의한 가능한 해결방안을 찾는다.</li> <li>• 가능한 해결방안의 우선순위를 결정한다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 우선순위 결정 안내하기</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 우선순위 결정 안내 받기</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 다중투표</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 블렌디드 환경</li> </ul>
해결방안 설계/제작하기	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 과제 설계안 작성하기</li> <li>• 수립된 해결방안을 바탕으로 과제수행을 위한 설계안을 작성한다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 제시된 설계안을 참고로 하여 과제수행을 위한 설계안을 작성한다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 과제 설계안 또는 템플릿의 항목 제공</li> <li>• 다양한 과제 설계안에 대한 이해, 템플릿 작성 요령 사전 숙지</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 템플릿 작성시, 템플릿 요령</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 과제 설계안 예시, 템플릿</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 블렌디드 환경</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 과제 제작하기</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 과제 수행안을 바탕으로 과제(product)를 제작한다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 작성한 설계안을 바탕으로 완성된 product을 제작한다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• product에 대한 내용과 제작 과정 및 방법에 관한 사전 이해</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• product에 관련된 각종 정보 제공</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• product 제작에 관한 각종 재료, 재정 지원</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 제작물에 필요한 모든 지원요소</li> </ul>
결과물 전시·발표하기	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 결과물 전시하기</li> <li>• 제작된 product을 전시한다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 결과물 전시장을 확보한다.</li> <li>• 전시장 내 결과물 배치를 한다.</li> <li>• 전시장을 안내(초대)한다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 공간 배치, 미적 감각, product의 특이성 등에 대한 사전이해</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 완성된 product에 대한 이해</li> <li>• 전시장 지원</li> <li>• -대관, -행정, 재정</li> <li>• 전시장 안내 및 초대</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 전시장</li> <li>• 전시품</li> <li>• 전시초대장</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기록장치(비디오, 카메라 등)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 전시장</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 결과물 발표하기</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 제작된 product,의 전시에서 발표를 진행한다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 완성된 product을 중심으로 CD 전체의 내용, 과정, 결과 순에 따라 발표를 진행한다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• product의 결과, 특성 등에 대한 이해</li> <li>• presentation 기법</li> <li>• 멀티요소 지원</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• presentation 능력</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• presentation을 위한 각종 멀티요소</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 진로 선택하기</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CD수행의 결과로 진로를 결정한다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CD 수행을 통해 다양한 진로를 결정한다.                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 진학의 접수로 활용한다.</li> <li>- 학점 이수를 한다.</li> <li>- 경력이 되어 취업에 이점을 가진다.</li> </ul> </li> <li>• CD 수행을 통해 습득된 능력을 바탕으로 창업을 추진한다.</li> <li>• CD 수행을 통해 습득된 능력(내용, 방법)을 바탕으로 다른 CD를 수행한다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CD 수행 전체 과정과 내용에 대한 이해</li> <li>• 학점, 진학 등과 관계된 부분에 대한 행정적 지원</li> <li>• 다른 CD 수행과의 연계성</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 취업, 이직, 창업, 다른 CD와의 관련성 파악</li> <li>• product의 결과와 사전 계획의 달성 여부 확인</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 진로 탐색용 자료                             <ul style="list-style-type: none"> <li>-진학자료</li> <li>-취학자료</li> <li>-창업자료</li> <li>-다른 CD자료</li> </ul> </li> <li>• 이번 CD 내용 추가 자료</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 진로 선택 자료                             <ul style="list-style-type: none"> <li>-진학자료</li> <li>-취학자료</li> <li>-창업자료</li> <li>-다른CD자료</li> </ul> </li> <li>• 이번 CD 내용 추가자료</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 산업체</li> <li>• 대학</li> <li>• 창업에 관련된 각종 장소</li> <li>• 강의실</li> </ul>

종합 성찰하기	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 제작물 성찰하기</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• product의 결과를 성찰한다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 평가행렬표, 사용성 평가 등을 통해 제작된 product의 결과를 성찰한다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 수행 목표에 대한 이해</li> <li>• 각종 tool 사용법에 대한 이해</li> <li>• product 결과물에 대한 이해</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• usability test 실행 및 사용법</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 평가행렬표</li> <li>• usability test 용 평가지</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 전시실</li> <li>• 강의실</li> <li>• 산업체 장소 제공</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 제작 과정 작성찰하기</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• product 제작기 과정과 CD 수행 과정 전체를 성찰한다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CD 수행 보고서, 성찰일지 등을 통해 CD 수행 과정 전체를 성찰한다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CD 수행 전체 과정 숙지</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• CD 수행 전체 과정에 대한 이해</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 성찰일지</li> <li>• CD수행보고서</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 전시실</li> <li>• 강의실</li> <li>• 산업체 장소 제공</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 자기 돌아보기</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• KWL을 중심으로 자기 성찰을 진행한다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 성찰일지, KWL 작성지 등을 통해 CD 과정 전체를 통해 학습자 스스로 학습하게 된 내용, 새로 알게 된 내용, 더 알아야 할 내용, 자신이 변화하게 된 점, 수정해야 할 점 등을 중심으로 자기 성찰하기를 실행한다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 학습자의 자기 성찰을 촉진하기 위한 faci 능력</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 자기 성찰하기를 위한 각종 지원 요소</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 성찰일지</li> <li>• KWL 작성지</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 전시실</li> <li>• 강의실</li> <li>• 산업체 장소 제공</li> </ul>

## Ⅵ. 결론 및 제언

본 연구는 공학교육 개선을 위한 캡스톤 디자인 교수설계 모형을 개발하는 것이다. 개발된 모형은 산업체의 요구를 받은 학생들이 창의적으로 문제를 해결하고 생산적 상호 토론 및 의사소통을 진행할 수 있으며 팀 학습을 통하여 합리적이고 창의적인 결과물을 제작/생산하고 이를 그 목적에 맞게 전시/발표 할 수 있으며, 이러한 전체 과정을 통해 길러진 역량을 통하여 창업, 취업, 진학 등의 진로 문제도 스스로 결정할 수 있도록 개발되었다.

본 연구의 목적을 달성하기 위한 연구과제로는 첫째, 캡스톤 디자인 교수설계모형 초안을 작성한다. 이를 위해 가. 문헌 및 사례조사를 통해 캡스톤 디자인 교수설계 모형의 핵심 아이디어를 추출하였으며, 캡스톤 디자인 교수설계 모형의 학습자 핵심학습활동 프로세스 및 지원요소를 도출하였다. 마지막으로, 캡스톤 디자인 교수설계 모형 초안에 대한 전문가에 의한 형성평가를 실시하여 수정 보완된 최종 캡스톤 디자인 교수설계 모형을 개발하였다.

본 연구의 연구방법으로 삼각검증법을 사용하여 본 연구의 타당도를 높였다. 캡스톤 디자인에 대한 사례분석과 문헌분석, 요구분석을 위한 인

터뷰를 실시하여 핵심아이디어와 핵심 학습활동 프로세스, 각 프로세스별 핵심지원요소, 도구(tool)등을 추출하여 이를 바탕으로 1차 모형을 개발하였다. 그리고 개발된 교수설계 모형의 가치와 매력성, 효과성, 효율성 등을 검토하기 위하여 현장전문가 2인, 내용전문가 2인, 설계전문가 2인으로 구성된 전문가 그룹을 대상으로 형성평가를 실시하여 본 모형의 특징과 개선점을 도출한 후 최종적인 교수설계 모형을 개발하였다.

본 연구의 결론은 다음과 같다.

첫째, 캡스톤 디자인 교수설계 모형은 핵심아이디어를 포함하고 있으며 핵심 아이디어로는 창의성, 문제해결력, 상호의사소통력, 팀러닝을 바탕으로 한다.

둘째, 캡스톤 디자인 교수설계 모형은 핵심 아이디어를 실현하기 위한 교수·학습활동이 있으며, 이러한 활동은 일정한 형태의 프로세스를 거치게 된다. 캡스톤 디자인 교수설계 모형의 프로세스는 팀 빌딩하기→산학통합 meeting하기→과제 분석하기→과제 명료화하기→과제 해결 방안 찾기→해결방안 우선순위 도출하기→해결방안 설계/제작하기→결과물 전시·발표하기→종합 성찰하기의 단계를 거친다.

셋째, 캡스톤 디자인 교수설계 모형의 핵심 학

습활동 프로세스에는 각 단계의 실현을 가능하게 해 주는 지원요소가 있으며 이러한 지원요소는 퍼실리테이터(facilitator)로서의 교수자와 현장전문가들을 지원하기 위한 요소이다.

넷째, 이상과 같은 결과를 정리하면 캡스톤 디자인 교수설계 모형의 청사진(blueprint)을 제시할 수 있다.

본 연구 결과의 의의를 공학교육의 측면에서 정리하면 다음과 같다.

첫째, 캡스톤 디자인은 공학교육에서 현재까지 하나의 과목이나 교육과정으로 밖에 인식되지 않았다. 그러나 이것을 교수설계 모형으로 정립함으로써, 캡스톤 디자인을 방법적 측면에서 사용 가능하도록 그 이론을 정립하였다. 둘째, 캡스톤 디자인 교수설계 모형의 일반적 모형을 제시함으로써 향후 공학교육에서 이루어지는 캡스톤 디자인 관련 과목은 이 모형에 비추어 모두 수업을 진행할 수 있도록 그 단초를 마련하였다. 셋째, 본 연구의 결과는 교수설계 모형을 개발한 것이므로 이 모형에 근거하여 구체적인 프로그램의 개발이 가능하도록 발판을 마련하였다.

마지막으로 본 연구결과를 바탕으로 향후 연구를 위한 제언을 다음과 같이 제시하고자 한다.

공학교육 전반에 걸친 캡스톤 디자인 교수설계 모형에 그칠 것이 아니라 구성주의에 바탕을 둔 혁신적 교수설계 모형-문제중심학습, 액션러닝, 사례중심학습, 프로젝트중심학습 등-의 일환으로 해석하여 캡스톤 디자인을 공학교육의 측면을 넘어서 모든 학습에서 적용 가능하도록 변화, 발전시킬 필요성이 있다.

## 참고문헌

교육공학용어사전 편찬위원회 편(2005). *교육공학용어사전*, 서울 교육과학사.  
 김영진(2006). 웹을 활용한 체험학습 교수설계 모형 개발 연구, 부산대학교대학원 박사학위논문.  
 동아사이언스(2006). *디자인 교육의 새로운 바람*

을 일으키다, 동아사이언스(창의 세상).  
 멀티미디어교육지원센터(1998). *교육정보화백서*  
 박병기(1998). *창의성 교육의 기반*. 서울:교육과학사.  
 박수홍 · 안영식 · 정주영(2005). 핵심역량강화를 위한 체계적 액션러닝 프로그램 개발, *교육정보미디어연구*, 11(4).  
 산업자원부(2005). 서울대 등 7개대, '05년 창의적 설계인력양성 사업 신규참여 보도자료.  
 서울산업대학교 Capstone Design 사업단(2005). *Capstone Design 운영, Capstone Design 운영 보고서*, 서울산업대학교.  
 설승기(2001). 공학교육 사례(창의적공학설계), *공학교육과 기술*, 8(1).  
 송동주(2003). 공학교육의 문제점과 개선 방향에 대하여, *공학교육과 기술*, 10(2).  
 이석순(2004). 경상대학교 Capstone Design 운영 방법과 문제점, *공학교육학회지*, P. 305.  
 이재열 · 이주영 · 김재필(2005). 서울대학교 시니어 캡스톤 프로그램 연구보고서, 서울대학교.  
 정주영(2007). 블렌디드 액션러닝(Blended Action Learning) 지원시스템 개발, 부산대학교대학원 박사학위논문.  
 조선대학교 첨단부품사업단(2005). [산업자원부] 서울대 등 7개대, '05년 창의적 설계 인력양성 사업 신규참여, 연합뉴스보도자료(2005. 5. 19)  
 한양대학교 산학협력중심대학 육성사업단(2006). *교육프로그램 소개*, 한양대학교 홈페이지 (<http://ieng.hanyang.ac.kr/indexA4.html>)  
 Akker, J. V. D.(1999) Principles and methods of development research. In Akker, J, D., Branch R. M. Kent, G., & Nieveen N. Plomp, T. (eds.). *Design approached and tools in education and training*. Norwell, MA: Kluwer Academic Publishers. 8~14.  
 Davis, Denny c., Mckenzie, Larry J., Trevisan, Michael S., Beyerlein, Steven W.(2004). *Capstone Design Courses and Assessment: A national Study*. American Society for Engineering Education.  
 Edward Lumsdaine, Monica Lumsdaine(1994). *Creative Problem Solving: Thinking Skills for A Changing World*. Mcgraw-Hill College. 명지대학교 창의공학 연구회(역) (2001). *창의적 문제해결과 공학설계*, 파워북.  
 Eisenhardt, K. M.(1989). *Building theories from*



- case study research*. Academy of Management Review, 14, 532~550
- Lincoln, Yvonna S., & Guba, Egon G.(1985). *Naturalistic Inquiry*. Beverly Hills, CA: Sage.
- Moore, P. D., Cupp, S., & Fortenberry, N. L. (2004). Linking student learning outcomes to instructional practices-phase i. Paper presented at the American Society for Engineering Education Annual Conference, Salt Lake City.
- Murphy, P. D.(2003). Capstone experience. Retrieved January 3, 2004, from North Dakota State University Web site: [http://www.ndsu.edu/ndsu/accreditation/assessment/capstone\\_Experience.htm](http://www.ndsu.edu/ndsu/accreditation/assessment/capstone_Experience.htm)
- Osborn, A.(1963), *Applied imagination: Principles and procedures of creative thinking*. New York: Scribner's.
- Puccio, G. J., Murdock, M. C., & Mance, M. (2005). Current development in creative problem solving for organization: A Focus on thinking skills and styles. *The KOREA JOURNAL OF THINKING & PROBLEM SOLVING*, 15(2), 43~76.
- Reigeluth(1999) *Instructional-design theories and models(A New Paradigm of Instructional Theory)*, Lawrence Erlbaum Association.
- Richey, R. C.(1986). *The theoretical and conceptual based of instructional design*. New York: Nichols Publishing Co.
- Tan, Seng Chee(2000). *Supporting collaborative problem-solving through computer-supported collaborative argumentation*. The Pennsylvania State University.
- Treffinger, D. J, Isaksen, S. G, & Dorval, K. B.(1994), *Creativity Problem Solving: An Overview*. In M. A. Runco. (Eds). NorWood. NJ: Ablex.
- Wagenaar, T. C.(1993). The capstone course. *Teaching Sociology*, 21, 209~214.