

ISO 기반 캡스톤 디자인 수업 운영에 대한 탐색

양황규[†] · 박성미
동서대학교(교수)

A Study on the Operation of ISO-based Capstone Design Classes

Hwang-Kyu YANG[†] · Sung-Mi PARK
Dongseo University(professor)

Abstract

The purpose of this study was to analyze on the operation of ISO-based capstone design classes. For the study, the related literatures were reviewed focusing on the operation of ISO-based capstone design classes in engineering. In addition, interviews with 5 project of capstone design classes in Kanazawa Institute of Technology, Rose-Hulman Institute of Technology, Michigan Technological University, The State University of New Jersey, and Domestic university were analyzed. The keys of analysis were the operation of ISO-based. The findings of this study were as follows; Kanazawa Institute of Technology and Rose-Hulman Institute of Technology, which all comply with ISO-based training program procedures, appeared in Kanazawa University and Rose-Hulman Institute of Technology, which are applying collaboration, convergence thinking, and creative problem-solving processes to derive creative products. Appeared. Summarizing these results, Kanazawa Institute of Technology and Rose-Hulman Institute of Technology provide successful examples of capstone design education, rather than just providing extraordinary empirical learning, to meet these international standards and to create creative products. It was suggested that it also included the necessary mediation process. Furthermore, as a result of analyzing the structural basis and relevance of ISO-based and capstone design classes as a basis for analysis, the overall process of capstone design classes is ① Defining training needs, ② Designing Planning training, ③ Providing for the training, ④ Evaluation the outcome of training, ⑤ Monitoring and improving the training process, and ⑥ Evaluation the Creative outcome of training.

Key words : International organization for standardization, Capstone design classes, Engineering, Cooperation

I. 서론

4차 산업혁명시대, 고등교육에서 유연한 대응력의 필요성이 대두되고 있다. 특히 협업을 통해 문제를 대처하는 역량이 어느 시기보다 강조되고 있다(Shin, 2018). 실제로 OECD의 DeSeCo (Defining and Selecting Key Competence) 프로젝트는 이러

한 맥락에서 사회와 개인을 위해 가치있는 성과물을 산출하기 위하여 협력적 문제해결 역량을 강조하고 있다(Kang and Choi, 2016). 이는 협업에 기초한 집단지성으로서의 창의적 문제해결을 강조하는 것이다.

이러한 관점에서 공학분야에서는 캡스톤 디자인 수업을 통해 협업과 창의적 문제해결력을 동

[†] Corresponding author : 051-320-1725, hkyang88@dongseo.ac.kr

* This work was supported by Dongseo University, "Dongseo Frontier Project" Research Fund of 2019

시에 함양시키기 위한 좋은 수업방식으로 적용하고 있다. 캡스톤 디자인은 학습자의 전공지식을 확장하여 비판과 응용과정을 통한 통합적 사고를 경험하는 과정으로(Wagenaar, 1993) 학습동기 유발, 창의적 인재양성, 실무현장에 맞는 인재양성을 목표로 비구조화된 과제를 발굴하거나 실제 산업체의 과제를 도출하여 기업환경과 유사한 프로젝트를 진행함으로써 학습자의 문제해결 역량의 개발에 의미를 두고 있다. 더 나아가 다학제로 구성된 학습팀이 캡스톤 디자인을 수행할 경우 창업 아이디어 발굴도 가능하여(Go, 2016) 창업 및 창직의 발판이 될 수 있다.

개별 전공의 기본 교과과정을 이수하고 습득한 지식을 융합할 수 있는 교과과정을 개발하여 학습자가 산업체와 함께 과제수행 활동을 진행하면서 창의적 문제해결력과 의사결정능력을 함양시킴으로써 결과적으로 고등교육의 질을 향상시키고 아울러 국제경쟁력 강화에도 기여할 수 있다는 긍정적 관점이 지배적이다(Yang, 2019).

그럼에도 불구하고 캡스톤 디자인 교수모형에 대한 정의와 교수절차 및 지원요소에 대한 정의가 부족한 실정이다. 이러한 체계적인 교수모형의 부재는 결과적으로 학습자에게 창의역량, 실천역량, 전공내외적역량, 문제해결역량 등의 함양을 저해하며 결과적으로 창업, 창직으로 발전하지 못하는 원인이 되고 있는 듯하다(Son, 2018; Shin and Kweon, 2014; Yoon, 2017).

캡스톤 디자인은 공학계열 뿐만 아니라 인문, 사회, 상경, 예체능계열로 운영이 확대되고 있음에 따라 교육적 책무성을 대전제로 표준화된 캡스톤 디자인 교수학습모형을 구현할 필요가 있다고 생각한다.

즉, 캡스톤 디자인 수업에서는 협력적 활동 및 창의적 사고, 새로운 가치로 구성된 창의적 문제해결 등이 중요한 핵심 키워드이므로 이러한 협업, 혁신적인 융합사고, 창의적 문제발견에 근거한 창의적 문제해결 등이 필요 요소로 구성되어 있어야 할 것이다. 이처럼 구조적으로 필요한 요

소가 있음에도 불구하고 캡스톤 디자인 수업은 주로 결과적인 측면만 강조하고 있다. 학습자의 역량을 달성하기 위하여 교수-학습활동이 어떻게 구현되어야 하는지에 대한 실천적인 접근은 찾아보기 어렵다(Son, 2018; Lee, 2014; Yoon, 2012).

더 나아가 공학분야의 캡스톤 디자인 수업은 교수자, 학습자와 산업체가 유기적으로 협력하는 관계가 우선시 되는데, 각각의 주체가 유용하게 활용될 수 있고 현장의 상황을 고려한 교수-학습 모형의 개발이 필요하다.

한편, 산업분류 및 직업분류가 국제표준에 기반하고 있어 고등교육의 실천분야에서도 국제표준(International Organization for Standardization: ISO) 기반에 대한 학문적, 교육적 시의성이 대두되고 있다(Han, 2018).

국제표준(ISO) 지침이란 직접적으로 근로자의 직무능력 제고와 조직성과 증진을 목적으로 고품질의 교육훈련 시스템을 개발하고 개선하기 위하여 조직 차원에서 활용한 교육훈련의 품질보증 표준화 과정이라고 할 수 있다. 이는 교수자, 학습자, 산업체간 협업 형태로 수업에 공동 참여하는 캡스톤 디자인 수업의 목적과 취지에 부합하는 것으로써 일회적인 수업의 학습성과를 넘어 산업체의 요구를 수용하는 관점에서 볼 때 교육적 함의를 시사받을 수 있다(Son, 2018; Song, 2017).

한편, 국내외 캡스톤 디자인 수업운영을 통하여 괄목할만한 교육사례를 확산시키고 있는 가나자와공과대학, 미시간공과대학, 한양대학교 등의 운영사례를 살펴보면, 그 접근의 방식이 매우 다양하다. 일부대학에서는 교수자와 학습자간 단방향의 캡스톤 디자인 수업을 하고 있다. 또 다른 일부 대학에서는 산업체와 연결하여 열린 방식의 캡스톤 디자인 수업을 하고 있다. 물론 캡스톤 디자인 수업의 기획에 있어 차이가 있겠으나, 일련의 사례를 분석하면 상호간 벤치마킹을 하면서 긍정적인 측면을 차용하는 등 캡스톤 디자인 수업을 적극적으로 추진하고 있다(Shin and

Kweon, 2014).

이처럼 캡스톤 디자인 수업은 확산 일로에 있으나 국제표준기반에 근거하고 캡스톤 디자인 교육의 주체가 되는 교수자, 학습자, 산업체간 창의적 산물 혹은 창업 등으로 연결되는 구조적 과정과 변인에 대한 연구는 미흡하다.

이러한 시사점과 필요성에 근거하여 본 연구는 ISO 기반의 캡스톤 디자인 수업 운영에 대한 질적 메타분석을 하고자 한다. 이에 본 연구에서 설정한 연구문제는 다음과 같다. 첫째, 국내외 캡스톤 디자인 교수모형은 ISO 기반을 갖추고 있는가? 둘째, ISO 기반과 캡스톤 디자인 수업의 구조적 문제해결 변인에 근거한 교수모형은 어떤 시사점을 제공하는가? 등이다.

II. 분석의 근거

ISO는 비정부 조직으로 1946년 설립되어 스위스 제네바에 본부를 두고 있으며, 사회가 필요로 하는 국제적 표준을 개발하는 비영리기관이다. ISO의 목적은 상품과 용역의 국제적 교환을 촉진하고 지적, 과학, 기술, 경제분야에서 세계 상호간의 협력발전을 위하여 표준화 활동을 전개하고 있다. 이를 위하여 국제규격 개발과 발행을 수행하며 회원기관과 관련 국제기구의 협력을 도모한다(Lee, 1994).

특히 1999년에는 ISO에서 품질경영-교육훈련을 위한 기준을 'ISO10015:1999'라는 공식 명칭으로 표기하고 [교육]과 [훈련]을 [훈련]으로 통칭하였다. 이는 시장, 기술, 혁신, 고객의 요구와 이해관계자의 요구 등과 같은 내외부적인 요인에 의해 지속적인 조직원의 역량을 향상시킬 필요가 있다고 전제하고 있다. 이에 일정수준 이상의 프로그램에 대한 질적 수준을 담보하기 위하여 교육훈련 전 과정을 관리하기 위한 수단으로 활용한다. 한 마디로 정의하면, 직접적으로 근로자의 직무능력 제고와 조직성과 증진을 목적으로 질 높은

교육훈련 시스템을 개발하고 개선하기 위하여 조직 차원에서 활용한 교육훈련의 품질보증 표준화 과정이라고 할 수 있다.

교육훈련의 품질보증 표준화 과정은 ① 교육훈련 요구정의하기, ② 교육훈련 설계 및 계획하기, ③ 교육훈련 실시하기, ④ 교육훈련 성과 평가하기, ⑤ 전 과정을 지속적으로 모니터링하기 등 5 단계로 구성되어 있다. 그리고 각 단계별로 Input, Process, Output, Record로 구성되어 있어 단계별 지침을 제공하고 있다.

한편, 캡스톤 디자인 수업과 관련된 선행연구들을 고찰하면 캡스톤 디자인 수업의 창의적 활동에 영향을 미치는 구조적 변인으로 협업, 융합사고, 창의적 문제해결 등이 언급되고 있다.

먼저, 협업은 창의적 활동의 기본단위로 설명하고 있는데, ISO 기반의 각 단계별 지침처럼 선행조건(antecedents)→과정단계(process)→결과단계(outcomes) 등의 세 단계를 통해 서로 다른 능력과 지식을 지닌 다양한 사람들이 별개의 지식을 조정하고 결합하는 것으로 주어진 문제에 대하여 일반적 합의를 도출하는 것이다(Bhavnani and Aldridge, 2000; Litzinger et al., 2015; Park, 2014; Siau, 1995).

캡스톤 디자인 수업에서 협업은 창의적 문제해결에 중요한 핵심 키워드로써 Kim and Tae (2018)의 연구에 의하면, 캡스톤 디자인 수업을 통해 한 학기 동안 다른 성향과 능력을 가진 구성원들과 소통하고 산출물이 제작되는 과정에 긍정적인 기여를 하였다고 한다.

융합사고는 다양한 사고체계를 가진 구성원들이 협업을 통해 상호교류하면서 교역시대에서 새로운 결합을 시도하려는 혁신적인 사고체계이다(Park, 2014).

이러한 융합사고는 캡스톤 디자인 수업에서 팀별로 확장 학습을 하는데 있어서 혁신적인 아이디어의 제안으로 연결된다고 한다(Kim and Tae, 2018). 특히 융합사고는 팀 빌딩의 협업을 통한 집단지성의 과정 그 자체로써 의미있는 변인이라

고 볼 수 있다. 교수자, 학습자, 산업체의 관점이 다르지만 공동목표를 달성해야하는 프로젝트에서 융합사고의 양과 질은 창의적 결과에 직접적인 영향을 미칠 것이기 때문이다(Park and Yang, 2015).

그리고 창의적 문제해결은 혁신적인 결과물을 도출하기 위하여 본격적인 아이디어 제안, 창의적 분위기, 모순극복 시도, 혁신으로의 도전 등 일련의 혁신적인 문제해결 과정이 전개된다.

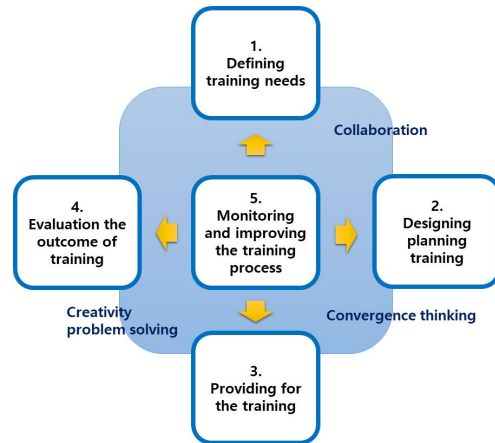
캡스톤 디자인 수업 자체가 팀 빌딩을 통하여 과제 수행을 한다는 점에서 볼 때, 창의적 활동의 결과를 도출하는데 직접적인 영향을 미치는 것으로 볼 수 있다. 이는 캡스톤 디자인 수업은 학생들이 문제를 인지하고 이를 해결하기 위해서 자율적인 태도로 최적의 방안을 찾아나가는 체험 활동으로 인지하고 있기 때문이다. 이러한 과정이 창의적 문제해결을 증진할 수 있었다고 본다.

이처럼 캡스톤 디자인 수업은 개인의 단일한 능력으로 나타나는 것이 아니라 여러 사람들과 자원의 상호작용 및 통합의 결과로 발생하는 다차원적인 것임을 강조한다(Marchewka, 2014; George, 2007). 즉 협업에 의하여 발생하는 융합사고와 창의적 문제해결을 서로 간에 직접 혹은 간접적으로 영향을 미치면서 긍정적인 결과를 도출하는 것으로 볼 수 있다.

이상으로 선행연구들을 종합해보면, ISO 기반 훈련과정 5단계와 캡스톤 디자인 수업에 영향을 주는 구조적 변인들간 관련성을 개념모델로 제시하면 [Fig. 1]과 같다.

[Fig. 1]은 본 연구의 목적 달성을 위한 분석의 틀로서 캡스톤 디자인 수업으로 교육성과를 확산하고 있는 국내외 캡스톤 디자인 수업모델을 질적으로 비교 분석하여 새로운 교육모델을 제안하고자 한다.

본 연구는 공학분야에서 국내외 캡스톤 디자인 수업운영을 통하여 괄목할만한 교육성과를 달성하고 선도적인 교육모델로서 확산되었던 5개 대학을 분석의 대상으로 설정하였다.



[Fig. 1] Relationship between the ISO-based capstone design courses and structural factors.

<Table 1> Capstone design class examples

Items	Reference site
Kanazawa Institute of Technology	https://www.kanazawa-it.ac.jp/ https://blog.naver.com/keris_global/221474260936
Rose-Hulman Institute of Technology	https://www.rose-hulman.edu/ https://blog.naver.com/josephlee54/20129962513
Michigan Technological University	https://www.mtu.edu
The State University of New Jersey	https://www.rutgers.edu
Domestic university	http://www.seoultech.ac.kr/index.jsp http://www.seoul.co.kr/news/newsView.php?id=20161027038004&wlog_tag3=naver

Ⅲ. 연구 방법 및 절차

1. 분석 대상

2. 분석 도구와 분석 과정

본 연구를 위하여 분석의 주된 내용은 다음과 같다. 교육목표와 주제선정 방식, 수업운영방법과 절차, 학습자의 참여수준 및 팀구성 방법, 협업과 융합사고 등 활용 수준 등이다(Lee et al., 2009).

첫째, 국내외 공학분야 캡스톤 디자인 수업의 성공사례 분석을 통해 본 연구에서 제안한 분석의 틀을 근거로 질적인 내용을 평가한다. 분석의 주된 내용은 캡스톤 디자인 수업의 실질적인 교육주체가 되는 교수자, 학습자, 산업체로부터 ISO 기반 캡스톤 디자인 수업 운영에 대한 내용 등이다.

둘째, 추출된 자료를 통해 ISO 기반 캡스톤 디자인 수업과 구조적 관련 변인들 간의 관련성을 단계별로 분석한다.

셋째, 분석된 내용을 중심으로 ISO 기반 캡스톤 디자인 수업을 위한 교수-학습활동 모델이 될 수 있는 근간을 제안한다.

3. 분석 방법

본 연구에서 사용한 분석은 Strauss and Corbin (1998)에 의해 제시된 개방적, 중추적 코딩, 선택적 코딩의 방법 중 사례에 대한 질적 평가를 주된 목적으로 두고 있으므로 중추적 코딩과 선택적 코딩으로 이루어졌다.

가. 중추적 코딩

중추적 코딩은 패러다임에 의한 범주 분석을 하는 것이다. 그러므로 이미 잘 고안된 국내외 캡스톤 디자인 수업운영 형태에 대하여 사례분석의 대상이 되는 사례들을 중심으로 범주간의 유사점과 차이점을 발견하였다. 또한 분석의 도구에서 언급한 바 대로 교육목표와 주제선정 방식, 수업운영방법과 절차, 학습자의 참여수준 및 팀구성 방법, 협업과 융합사고 등 활용 수준에 따라 질적인 평가를 하였다. 이상의 네 가지 기준은 일관되게 분석의 근거로 활용하였다.

나. 선택적 코딩

선택적 코딩은 범주를 통합하고 정련화하는 과정이다. 이에 본 연구의 이론적 배경에서 도출된 ISO 기반 캡스톤 디자인 교수모형([Fig. 1])에 제안한 틀에 따라 각 사례들이 세부적인 항목을 배열하고, 메모 정리하며, 전문가로부터 의견수렴하기, 검토하기 등의 방법을 사용하였다.

이러한 과정을 통하여 사례분석의 대상이 되었던 국내외 캡스톤 디자인 교육모형의 인과적 조건, 과정, 학습자의 참여 수준, 교육성과 등으로 구성되는 근거이론의 패러다임에 통합하였다.

4. 연구의 타당성 검증

연구절차에 대한 타당성을 검토하기 위해 사실적 가치, 적용가능성, 일관성, 중립성의 기준을 따랐다(Guba and Lincoln, 1981).

사실적 가치 기준을 충족시키기 위하여 자료수집과정에서 대표성이 있으며 제3자에게 질문하였을 때도 대표성이 있다고 수용가능한 사례를 주된 분석의 대상으로 삼았다.

일관성 기준을 충족시키기 위하여 분석의 주된 내용인 교육목표 및 주제선정의 배경, 팀구성 방법, 수업운영 방법, 학습자의 참여 수준, 협업과 융합사고의 활용 등의 일련의 과정을 객관적으로 측정하여 비교 검토함으로써 질적평가의 분석 준거가 되는 근거로 삼았다.

중립성 기준을 충족시키기 위하여 연구결과에 편견을 배제하도록 노력하였으며, Guba and Lincoln(1981)의 사실적 가치, 적용가능성, 일관성을 확립하는 과정을 통해 연구과정과 결과의 중립성을 유지하고자 하였다.

IV. 연구 결과

1. 국내외 캡스톤 디자인 교육사례 분석

가. 가나자와공과대학

<Table 2> Analysis of capstone design education models at home and abroad based on the framework of analysis

Uni.	Defining training needs		Designing planning training		Providing for the training		Monitoring and improving	
		Cooperation		Convergence thinking		Creative products		Creative outcome
①	Ideas survey, refine ideas	Team building	Organized organizations goal setting proposal writing design	Execution	Assessment	Announcement	Announcement	Corporate technology transfer
②		Team work		Inter-disciplinary	Submit project report	Project management	Review of industry reports	Presentation
③	Defining customer requirements		Project planning system component design	Idea generation and selection		Prototype development	Test	Meeting to elaborate project results
④			Support industry practitioners		Acquire industrial technology and innovation			
⑤	Idea meeting	Teaming	Marketing research			Deriving project deliverables	Project output screening	

① Kanazawa Institute of Technology, ② Rose-Hulman Institute of Technology, ③ Michigan Technological University, ④ The State University of New Jersey, ⑤ Domestic university

가나자와공과대학의 특징은 다음과 같다. ① 팀 기반 강의 및 실험실습을 통하여 해결방안을 도출하는 프로젝트형 학습 ② 조사-설계-제작-분석-평가 등 일련의 절차에 체험학습을 통해 창작 활동으로 연결 ③ 학습자 스스로 일정 관리, 예산 관리, 조직 운영을 하도록 하는 창작활동을 지원 ④ 학과 및 학년의 구분없이 팀 빌딩을 통해 프로젝트를 수행한다. 가나자와공과대학에서 캡스톤 디자인 수업의 운영절차는 아이디어 조사, 멤버 모집, 조사, 아이디어 구체화, 조직편성 목표설정, 기획서 작성 및 제출, 설계 및 제작, 평가, 발표, 기업체 기술 전송 등의 일련의 절차대로 진행된다.

나. 로즈헨만공과대학

로즈헨만공과대학의 특징은 다음과 같다. ① 산업체의 프로젝트 수행을 목표로 다학제간 팀을 구성하여 문제해결 ② 경험학습을 통해 Learning by Doing 방식으로 몰입형 과제수행 및 기타 역량 개발(팀워크, 고객과의 상호작용, 프로젝트 경영 등) ③ 학습자는 여러 분야의 인턴경험과 전공 외적인 스킬과 역량을 개발할 수 있는 기회를 제공 등이다. 로즈헨만공과대학에서 캡스톤 디자인 수업의 운영절차는 팀구성, 프로젝트 보고서 제출, 산업체 보고서 검토, 산업체와 미팅, 산학 조율을 통한 최종 보고서 작성, 4차레 프리젠테이션과 구두발표 등으로 진행된다.

다. 미시간공과대학

미시간공과대학의 특징은 다음과 같다. ① 캡스톤 디자인 수업 후 첫 직장으로 연결되는 강좌 운영 ② 기업가 정신 함양, 팀 기반 목표, 예산관리, 새로운 전망을 익히는 것을 목표로 함 ③ 학습자는 팀워크, 커뮤니케이션, 멘토십 등 함양 ④ 고학년을 대상으로 캡스톤 강좌 개설 등이다. 미시간공과대학에서 캡스톤 디자인 수업의 운영절차는 프로젝트 계획, 고객요구사항 정의, 목적 및 제약/ 매트릭스 설계, 아이디어 도출 및 선택, 시스템과 구성요소 설계하기, 프로토타입 개발, 테스트하기, 프로젝트 결과물 정교화를 위한 미팅 등으로 진행된다.

라. 뉴저지주립대학

뉴저지주립대학의 특징은 다음과 같다. ① 산업체 실무자의 지원을 받아 실제 산업체의 공학적 경험학습 기회 제공 ② 학습자는 신기술과 혁신기술을 익혀 전공 취업을 위한 역량개발 ③ 고학년 대상으로 캡스톤 디자인 강좌 개설 등이다. 뉴저지주립대학에서 캡스톤 디자인 수업의 운영절차는 일반적인 절차와 동일하다.

마. 국내 S대학

국내 S대학의 특징은 다음과 같다. ① 산업체의 프로젝트를 교수자와 함께 수행하여 결과물 도출 ② 산학연계의 교육 프로그램을 통해 교육 및 산업체의 수요공급 확산 ③ 학습자로 하여금 장학금 지급을 통해 학습동기 부여 ④ 학과 및 학년에 구분 없다.

국내 S대학에서 캡스톤 디자인 수업의 운영절차는 팀 구성 → 아이디어 회의 → 마케팅 조사 → 프로젝트 결과물 스크리닝 → 프로젝트 결과물 도출 등의 절차로 운영된다.

2. ISO 기반 캡스톤 디자인 교육모델에 대한 내용타당도 검증

본 연구주제와 관련된 국외 연구동향은 살펴보

면, 주로 국가단위의 연구, 고등교육의 관점에서의 새로운 시도로서 캡스톤 디자인 연구를 수행하고 있다. 예를 들면, 일본 가나자와공과대학의 교육개혁, 산학연계 강화를 위한 대학의 교과과정 개선방안 연구, 고등교육 조직에서 ISO 품질관리 시스템의 적용과 시사점, ISO 10015: 미국 교육훈련의 품질보증 표준화 동향 등이 있다.

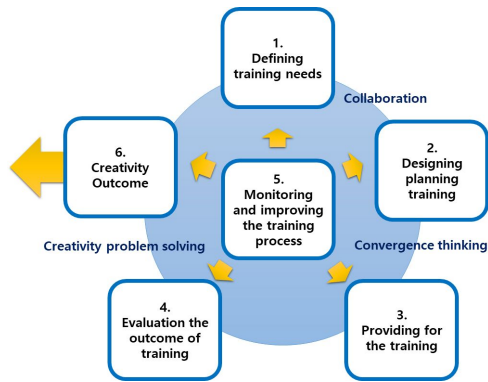
국내외 캡스톤 디자인 교육으로 언급되는 수업의 전반적인 과정을 살펴본 결과, ISO 기반 교육 프로그램 절차를 모두 준수하고 있는 대학은 가나자와공대, 로즈힐만공대로 나타났고, 창의적 산물 도출을 위한 협업, 융합사고, 창의적 문제해결 과정을 적용하고 있는 대학은 가나자와공대, 로즈힐만공대로 나타났다. 이러한 결과를 종합해 볼 때 가나자와공대와 로즈힐만공대가 캡스톤 디자인 교육에 대한 성공적 사례를 제시하는 것은 단지 남다른 경험학습을 제공하기 보다는 이처럼 국제표준 기준을 맞추고 있었다는 점과 창의적 산물을 도출하기 위한 필요한 중재 과정도 포함하고 있다는 점을 시사받을 수 있다. 또한 여기서 논의의 쟁점으로 다루어야 할 부분은 기타 영역에 대한 이슈이다.

기타 부분은 ISO 기반과 중재변인에는 포함되지 않은 영역인데 바로 산업체와 연계한 결과물을 산업체에 제공하고 있는 점이다. 가나자와공대, 로즈힐만공대, 미시간공대는 실제로 산업체와 연계하여 캡스톤 디자인 교과를 운영하는 것이 특징인데, 실제로 기업체에 그 결과물을 제공하는 사례는 흔하게 나타나는 현상이 아니다.

4차 산업혁명시대에 대학에서의 경험학습의 결과가 산업체에 창의적산물로 연결된다면, 그야말로 본연의 목적을 달성한 것이라고 볼 수 있다. 물론 캡스톤 디자인 교과가 반드시 취업이나 창의적으로 연결되는 점을 감안해 볼 때, 산업체에 프로젝트 결과물을 전송하는 것은 가장 바람직한 캡스톤 디자인 교과 운영으로 생각된다.

그러므로 본 연구에서는 공학계열 캡스톤 디자인 수업 운영을 위하여 ISO 기반과 중재변인, 기

타 영역을 포함한 절차를 [Fig. 2]와 같이 제안하고자 한다.



[Fig. 2] ISO-based capstone design teaching model.

[Fig. 2]에 의하면, 캡스톤 디자인 수업의 전반적인 과정은 ① 문제 정의 ② 설계 및 기획 ③ 훈련 준비하기 ④ 성과 평가 ⑤ 전 과정에 대한 모니터링 ⑥ 창의적 결과물 도출 등 6단계로 정리할 수 있다.

① 문제 정의단계는 아이디어 조사, 마케팅 조사 등이 필수로 포함되어야 할 절차로 볼 수 있다.

② 설계 및 기획 단계는 협업을 통한 공동체의 목표 설정이 이루어지고 이를 통한 설계 및 기획이 매우 체계적으로 구성되어야 할 것이다.

③ 훈련 준비하기 단계는 선행학습을 강조하고 있다. 즉 캡스톤 디자인 수업에 참여 경험이 없는 학습자는 협업 및 전반적인 활동이 힘들 수 있으므로 사전 지식 혹은 선행학습이 요구된다.

④ 성과 평가 단계는 결과물에 대한 평가를 단계적으로 진행하면서 완성도를 높여가는 데 주안점을 둘 필요가 있다. 초기 단계부터 완성도에 대한 높은 기대는 학습자의 동기부여를 이끌어내기 어렵기 때문에 완성된 목표행동을 위하여 행동형성을 이루듯이 단계별로 목표에 도달하면서 점차적으로 고난이도의 성과에 도달하게 하는 것

이다.

⑤ 전 과정에 대한 모니터링 단계는 매 단계마다 스크리닝이 제공된다면, 캡스톤 디자인 수업의 교육성과를 매우 효과적으로 기대할 수 있다. 그러나 현실적으로 교수자 혹은 실무자가 모니터링을 하기엔 과몰입이 될 수 있으므로 방법론적인 측면에서 교수자, 실무자, 학습자의 관점에서 모니터링 접근이 효율적일 것으로 생각한다.

⑥ 창의적 결과물 도출 단계는 캡스톤 디자인 수업의 결과물이 산업체로 발송한다는 전제가 중요하다고 볼 수 있다. 그러므로 6단계는 이미 캡스톤 디자인 수업 이전에 산업체와 필수로 연결되어야 함을 시사하고 있다. 실천가능성에서 다소 제한적일 수 있으나 캡스톤 디자인 수업의 결과물을 산업체에 발송한다는 목표는 교수자, 실무자, 학습자의 과제 몰입도를 향상시킬 가능성이 매우 높다.

그리고 6단계에서 각각의 구조적 변인의 역할을 정리하면 다음과 같다.

㉠ 협업은 ①과 ② 사이에 팀구성 및 팀 빌딩을 근간으로 강조되며 협업을 통한 다음 단계의 시너지 효과를 기대할 수 있다.

㉡ 융합사고는 특히 다학제간 팀 프로젝트를 할 경우 매우 유용한 것이 될 수 있다. 무엇보다 설계 및 기획에서 교육훈련을 위한 준비단계 사이에 융합사고가 개입하면서 캡스톤 디자인 수업이 더욱 활성화될 수 있음을 알 수 있다.

㉢ 창의적 결과물을 도출하는 것은 캡스톤 디자인 수업에 있어 당연한 수업목표이지만 창의적 산물의 질에 있어서도 검토가 필요하므로 이에 대한 정교화가 더욱 요구된다.

이상으로 본 연구에서 제안한 내용에 대하여 전문가 내용타당도를 확인한 결과는 <Table 3>과 같다. 전문가 내용타당도에 의하면, 6단계의 교육 모형의 과정은 매우 적절하며 유용하고 실천가능성이 있음을 시사하고 있다.

<Table 3> Expert content validity analysis

Qualitative analysis of capstone design curriculum	com.	Pra.	Usa.
① Idea research, marketing research included	4.8	4.7	4.8
Ⓐ Collaboration in project classes is included in the process by default	4.9	4.8	4.9
② Systematic design and planning through collaboration	4.7	4.8	4.9
Ⓑ Highly useful for multidisciplinary team projects	4.6	4.7	4.7
③ Learners who do not participate in capstone design classes can be very difficult, so prior knowledge or prior learning is required.	4.8	4.8	4.8
④ It is more effective to increase the level of completion by evaluating the results in stages. High expectations for maturity from the early stages are difficult to motivate learners.	4.9	4.8	4.8
ⓒ Deriving creative results is a natural course goal in the capstone design class, but further elaboration is required as the quality of creative products needs to be reviewed.	4.8	4.8	4.8
⑤ If screening is provided at every stage, the educational performance of Capstone Design Class can be expected very effectively. However, in reality, it may be efficient to approach from the perspective of the instructor, the practitioner, and the learner from a methodological point of view because the instructor or practitioner may be overly immersed in monitoring.	4.9	4.5	4.8
⑥ It suggests that the sixth stage must be connected to the industry before the Capstone class. Although it may be somewhat limited in feasibility, the goal of returning the results of the capstone design class to the industry is very likely to improve the immersion of the task of the faculty, practitioners, and learners.	4.9	4.5	4.8

① Defining training needs, ② Designing Planning training, ③ Providing for the training,
 ④ Evaluation the outcome of training, ⑤ Monitoring and improving the training process,
 ⑥ Evaluation the outcome of training, Ⓐ Cooperation, Ⓑ Convergence Thinking, ⓒ Creative products
 com.=compatibility, Pra.=Practicability, Usa.=Usability

V. 결론 및 제언

본 연구는 ISO 기반의 캡스톤 디자인 수업 운영에 대한 질적 메타분석을 통하여 새로운 캡스톤 디자인 수업모형을 제안하기 위한 기초연구를 수행하였다.

캡스톤 디자인 수업은 지식과 정보를 습득하는 것 이외에, 산학협력을 통해 실제 현장의 문제에 적용 및 응용하여 새로운 산출물을 만들어내는 프로젝트 수행을 위주로 진행되고 있다는 점에서 혁신적인 교수학습방법으로 제안되고 있다(Moore and Fortenberry, 2004).

한편 산업체에서의 직무 역량을 극대화하고 조

직 구조에 잘 적응하도록 고안된 국제표준이 있음에도 불구하고 보편화되고 있는 캡스톤 디자인 수업은 그 적용 사례가 부족하였다.

여러 선행연구들에서 캡스톤 디자인 수업이 창의적 문제해결, 창업 및 창직 등에 직접적인 영향을 미친다고 한다. 그러므로 세계화되고 있는 ICT분야에서 캡스톤 디자인 수업에 대한 국제표준 사례를 개발하는 것은 교육적으로 시의성이 있다고 생각한다.

본 연구결과, 국내외 캡스톤 디자인 교육으로 언급되는 수업의 전반적인 과정을 살펴본 결과, ISO 기반 교육 프로그램 절차를 모두 준수하고 있는 대학은 가나자와공대, 로즈힐만공대로 나타

났고, 창의적 산물 도출을 위한 협업, 융합사고, 창의적 문제해결 과정을 적용하고 있는 대학은 가나자와공대, 로즈헨만공대로 나타났다. 이러한 결과를 종합해 볼 때 가나자와공대와 로즈헨만공대가 캡스톤 디자인 교육에 대한 성공적 사례를 제시하는 것은 단지 남다른 경험학습을 제공하기 보다는 이처럼 국제표준 기준을 맞추고 있었다는 점과 창의적 산물을 도출하기 위한 필요한 중재 과정도 포함하고 있다는 점을 시사받을 수 있었다.

더 나아가 ISO 기반과 캡스톤 디자인 수업의 구조적 변인들과 관련성을 분석의 근거로 분석한 결과, 캡스톤 디자인 수업의 전반적인 과정은 ① 문제 정의 ② 설계 및 기획 ③ 훈련 준비하기 ④ 성과 평가 ⑤ 전 과정에 대한 모니터링 ⑥ 창의적 결과물 도출 등 6단계로 정리할 수 있었다.

또한 구조적 변인들 중 협업은 ① 문제 정의 ② 설계 및 기획간에 중재역할을 하면서 캡스톤 디자인 수업의 프로세스를 잘 이어가는 매개변인으로 역할을 하고 있음이 나타났다. 즉 팀구성 및 팀 빌딩을 근간으로 강조되며 협업을 통한 다음 단계의 시너지 효과를 이끌어내고 있었다.

다음으로 융합사고는 ③ 훈련 준비하기 ④ 성과 평가간에 교수자, 학습자, 산업체 각각의 요구와 필요, 공동목표와 개연성있는 역할을 하는 매개변인임을 알 수 있었다.

마지막으로 창의적 결과물을 도출하는데 적극적인 역할을 하는 창의적 문제해결은 캡스톤 디자인 수업에 있어 당연한 수업목표이지만 창의적 산물의 질을 결정짓는 중요한 변인임을 알 수 있었다.

이러한 연구결과는 선행연구들의 결과를 부분적으로 지지하며 ISO 기반 캡스톤 디자인 수업모형을 통하여 그 교육적 성과를 극대화할 수 있음을 시사해주고 있다.

이상으로 본 연구의 결론을 토대로 제언을 하면 다음과 같다.

첫째, 본 연구는 공학분야의 캡스톤 디자인 수

업에 대한 긍정적 효과 검증은 물론이거니와 캡스톤 디자인 수업 운영이 국제화 표준에 따라 조성될 수 있음을 시사해줌으로써 세계화된 인재양성에 기여할 수 있을 것으로 생각한다. 그러나 본 연구는 ISO 기반의 훈련과정 5단계에 대해서만 살펴보았다. 추후 연구에서는 각 단계별 투입-과정-결과-보고 등의 과정에 대해서도 구체적인 캡스톤 디자인 수업에 대한 교수학습모형이 개발된다면 더 구체적인 교육성과를 평가하고 개선하는 등의 환류를 통해 고품질의 경험교육으로 기여할 것이라 생각한다.

둘째, 본 연구는 이미 캡스톤 디자인 수업이 창의적 문제해결에 긍정적인 영향을 미치고 있다는 경험적 근거를 토대로 후속연구로 진행되는 것으로써 이를 더욱 확장시켜 국제적 표준모델을 제시한다는 점에서 볼 때 공학분야 인재양성을 위한 교수-학습활동 모델을 제안할 수 있다는 긍정적인 기여점을 생각해 볼 수 있다.

셋째, 공학분야 수업에 적용하거나 산학연계로서의 대학단위의 연구를 주를 이루고 있다. 예를 들면, 공학설계교육 개선을 위한 캡스톤 디자인 교수활동지원 모형개발, 캡스톤 디자인을 활용한 학습성과 평가, 현장능력 향상을 위한 융합캡스톤 디자인, 산학연계 강화를 위한 대학의 교육과정 개선방안 연구, 창의융합 프로젝트 아이디어 북, 창의적 공학설계 등 공학분야와 관련되어 광범위한 접근을 하고 있음을 알 수 있다.

References

- Bhavnani SH and Aldridge MD(2000). Team work across disciplinary Borders: A bridge between college and the work place. *Journal of Engineering Education*, 13~16.
<https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2000.tb00487.x>
- George JM(2007). 9 Creativity in organizations. *The Academy of Management Annals*, 1, 439~477.
<http://dx.doi.org/10.5465/078559814>
- Gorman M(2010). Trading zones and interactional expertise:

- creating new kinds of collaboration. Cambridge, London. MIT Press.
- Go HS(2016). Operational Practices and Future Direction of Capstone Design. *Asia-pacific Journal of Multimedai Series Convergent with Art, Humanities, and Sociology*, 6(5), 197~210.
<http://dx.doi.org/10.35873/ajmahs.2016.6.5.019>
- Guba EG and Lincoln YS(1981). *Effective Evaluation*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Han SH(2018). Development of Capstone design Instruction Model following International Standards: Focusing on University Engineering Students. Pusan National University Graduate Doctoral Thesis.
<http://uci.or.kr/1804:21016-000000133938>
- Kang SY and Choi KJ(2016). A Study on the Perception about the Job Competency of Engineering graduates. *Journal of Engineering Education Research*, 19(2), 102~111.
<http://dx.doi.org/10.18108/jeer.2016.19.2.102>
- Kim CY and Tae JM(2018). Difference Between Learning Experience and Learning Outcome Recognition of University Students in a Capstone Design Class of Non-Engineering and Engineering Major Field. *Journal of Curriculum Integration*, 12(1), 109~138.
<http://dx.doi.org/10.35304/JCI.12.1.05>
- Kim SW(2018). Education program development applying capstone design for convergevce talent development of fashion design. Yonsei University Graduate Doctoral Thesis. <http://uci.or.kr/1804:11046-000000516081>
- Lee HY(2014). Design Industry Convergence Strategy and Capstone Design. *Review of Korea Contents Association*, 12(2), 68~72
<https://doi.org/10.20924/CCTHBL.2014.12.2.068>
- Lee KS(1994). The importance and background of ISO 9000. *IE interfaces*, 7(2), 5~10.
- Lee TS, Jun YJ, Lee DW and Chang BC(2009). Present Situation and Student Satisfaction of Engineering Capstone Design Course in Engineering Colleges of Korea. *Journal of Engineering Education Research*, 12(2) 36~50.
<http://dx.doi.org/10.18108/jeer.2009.12.2.36>
- Litzinger T, Zappe S, Hunter S and Mena I(2015). Increasing Integration of the Creative Process across Engineering Curricula. *International Journal of Engineering Education*, 31(1), 335~342.
- Marchewka, J. T.(2014). Information technology project management. John Wiley and Sons.
- Moore PD, Cupp SM and Fortenberry NL(2004). Linking student learning outcomes to instructional practices - Phase II. *ASEE/IEEE Proceedings Frontiers in Education Conference*, 34(3), S1F-1-6
<http://dx.doi.org/10.1109/FIE.2004.1408697>
- Park SM(2014). A Delphi Study on the Collaboration Motive for Knowledge Fusion in Engineering. *International Journal of Humanities and Social Science*, 4(11-1), 160~166.
- Park SM and Yang HK(2015). Analysis of Structural Relationships Among Predictors of Creative Problem Solving in Engineering. *Journal of fisheries and marine sciences education*, 27(4), 963~972.
<http://dx.doi.org/10.13000/JFMSE.2015.27.4.963>
- Shin CB and Kweon OS(2014). A Case Study: Application of Capstone Design to Design Education Program - Focused on Interaction Design Subject -. *Journal of Digital Design*. 14(1), 33~42.
<https://doi.org/10.17280/jdd.2014.14.1.004>
- Shin SM(2018). Team Mediator Effect of Team Commitment on Team Efficacy, Communication, and Learning Outcome Perceived by Individual in Capstone Design Learning. Ewha Women University Graduate School Master Thesis.
- Siau, K. L.(1995). Group creativity and technology. *The Journal of Creative Behavior*, 29(3), 201~216.
- Son SH(2018). A Study on the Curriculum of Capstone Design - 3D Printing Product Design Application -. *Journal of Cultural Product & Design*, 55, 239-249.
<http://dx.doi.org/10.18555/kicpd.2018.55.22>
- Song JY(2017). Development of the Evaluation System for Visual Design Outcomes through Capstone Design Course for college. Pukyong National University Graduate Doctoral Thesis.
- Sur YH and Sim HA(2016). Development and Effectiveness Analysis of Global Capstone Design Program for Students Majoring in Visual Design. *Journal of Basic Design & Art*, 17(2), 183~194.
<http://uci.or.kr/G704-001069.2016.17.2.009>
- Strauss, A., and Corbin, J.(1998). *Basics of qualitative research: Grounded theory procedures and techniques*(2nd ed.), Thousand Oaks, CA: Sage.
- Wagenaar, T. C.(1993). The capstone course. *Teaching Sociology*, 21, 209~214.

Wang BH(2019). A Study on Current Situation and Student Satisfaction of Capstone Design Courses for Suggestion of Its Improvement Plan. Journal of Korean Institute of Intelligent Systems, 29(2), 130~135.

<http://dx.doi.org/10.5391/JKIIS.2019.29.2.130>

Yang HK(2019). A Study on the Effect of Capstone Design Class on Creative Activities. Journal of fisheries and marine sciences education, 31(5), 1276~1284.

<https://dx.doi.org/10.13000/JFMSE.2019.10.31.5.1276>

Yoon MH(2012). Capstion Design Applications and

Performance in the Field of Design. The Journal of the Korea Contents Association, 12(12), 111~118.
<https://doi.org/10.5392/JKCA.2012.12.12.111>

Yoon SJ(2017). Research on Entrepreneurial Characteristics of Fashion Startup Brands. Seoul National University Graduate Doctoral Thesis.

<http://hdl.handle.net/10371/120293>

-
- Received : 06 August, 2020
 - Revised : 19 August, 2020
 - Accepted : 01 September, 2020