

공학분야 ISO기반 캡스톤 디자인 수업의 프로세스 연구

양 황 규†
동서대학교(교수)

A Study on the Process of ISO-Based Capstone Design Class in the Engineering Field

Hwang-Kyu YANG†
Dongseo University(professor)

Abstract

The purpose of this study was to analyze for process of capstone design class based on ISO in engineering. Based on results from literature review, this study clarifies a theoretical ground for ‘process of capstone design class based on ISO’. Initial items to measure this concept were verified by content analysis and then finalized. After a pilot test done with 887 college students, gathered data were analyzed by item selection and exploratory factor analysis to verify their validity. Next, the main test implemented with 1,228 college students was analyzed with exploratory factor analysis using the method for rotation based on maximum likelihood analysis and direct oblmin for validating the final items to measure ‘process of capstone design class based on ISO’. As a result, the scale for ‘process of capstone design class based on ISO’ consists of 40 items to measure the following four factors: reflective observation, reflective abstract, active experiment and experiential awareness. Criterion-related validity were performed at last to check this scale’s theoretical construct. In conclusion, this study concluded that the constructs for process of capstone design class based on ISO could be generalized and applicable to other samples.

Key words : ISO, Capstone design class, Process, Collaboration, Creativity problem solving

I. 서론

공학분야에서는 캡스톤 디자인 수업을 통해 협업과 창의적 문제해결력을 동시에 함양시키기 위한 좋은 수업방식으로 활용하고 있다(Lee et al., 2020; Yang and Jung, 2020). 이는 학습자의 전공 지식 확장은 물론 통합적 사고를 경험하는 과정으로 학습동기 유발에 적합한 교육방법으로 수용되고 있기 때문이다. 최근에는 기업환경과 유사

한 프로젝트를 진행함으로써 공학도의 실무문제 해결 역량은 물론 창작과 창업까지 연결되는 교육성과를 기대하고 있다(Byun, 2018).

그러나 일각에서는 공학분야 캡스톤 디자인 수업이 성과 위주로 편향되어 있으며 교수모형에 대한 정의와 교수-학습의 절차 및 지원 요소에 대한 질적인 측면의 검토는 미흡하다는 지적도 있다(Son, 2018; Yang and Jung, 2020).

디지털 뉴노멀 시대를 맞이한 세계는 ISO

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

※ This work was supported by the National Research Foundation of Korea(NRF) grant funded by the Korea government(MSIT) (No. 2020R1F1A1048420)

(International Organization for Standardization, 국제표준지침)에 근거한 고등교육의 실천이 더 강조되고 있다. ISO란 직무능력 제고와 조직성과 증진을 목적으로 질 높은 교육훈련 시스템을 개발하고 개선하기 위하여 조직 차원에서 활용한 교육훈련의 품질보증 표준화 과정이라고 할 수 있다. 국내에서는 캡스톤 디자인 수업이 학문분야를 막론하고 날로 확대되고 있으나 ISO기반 교육프로그램 개발에 대한 접근성은 다소 낮은 듯하다. 이는 공학분야의 캡스톤 디자인 수업의 양적 증가에서 질적 증가를 염두에 두어야 할 것을 시사해주고 있다(Lee et al., 2020; Shin and Kweon, 2014; Lee, 2014).

무엇보다 공학분야 캡스톤 디자인 교육모델이 국제표준지침(ISO)을 반영한다면, 객관적이고 표준화 절차에 의한 교육품질경영과 평가가 가능하게 되고 교육품질의 신뢰성과 지속적인 개선 체제의 근간을 마련해주기 때문이다.

이러한 관점으로 Yang and Park(2020)은 ISO기반 캡스톤 디자인 교육모델을 6단계(문제정의→설계·기획→훈련준비하기→성과평가→모니터링→창의적 결과물 도출)의 과정으로 제시한 바 있다. 여기서는 학습자들간 협업, 팀 프로젝트에 의한 융합사고의 출현, 그로 인한 창의적 결과물이 어떤 과정을 통해 도출되는지를 잘 보여주고 있다. 그러나 이는 개념적 틀에 불과하며 실제로 공학분야 캡스톤 디자인 수업의 장에서 구현된 바는 없다.

또한 공학분야 캡스톤 디자인 수업에서 중요하게 떠오르는 과제는 경험으로만 그치는 것이 아니라 장기적인 교육성과를 도출하기 위하여 경험학습 속에 사고교육이 이루어져야 함을 강조하고 있다(Byun, 2018; SW Park, 2018; Son, 2018).

대개 공학분야 캡스톤 디자인 수업은 학습자, 교수자, 산업체를 중심으로 역동적인 상호작용을 통하여 팀 프로젝트로 진행되는 만큼 경험에서 그치는 것이 아니라 반성적 사고과정을 이끌어낼 필요가 있다(Cho, 2010; Lee et al., 2020).

한편, 콜브(Kolb)는 듀이의 반성적 사고과정을 포함한 경험학습을 강조하면서 동시에 교수자의 역할을 새롭게 조명하고 있다. 이는 학습자의 반성적 사고경험의 과정(구체적 느낌-반성적 고찰-추상적 개념화-능동적 실험)을 순환과정으로 언급하면서 학습자의 자기주도성을 강조한다(Cho, 2010). 이는 캡스톤 디자인 수업이 학습자의 결과물에 초점을 두기보다는 그 과정을 중요시한다는 점에서 최근 캡스톤 디자인 수업의 단점 요소를 보완하는 측면이 있음을 의미한다(SW Park, 2018; Yang and Jung, 2020). 즉 ISO기반의 관점에서 교수자는 산업체의 요구를 학습자와 공유하면서 학습자에게 여러 자료를 안내하고, 교육적 인프라를 활용하여 문제를 해결할 교육적 기회를 제공하는 안내자의 역할을 담당한다. 이로써 학습자·교수자·산업체의 통합적인 경험적 사고과정이 ISO기반의 캡스톤 디자인 수업모형으로 적용할 수 있음을 시사해준다(CH Park, 2011; Oh, 2013; Sim, 2012).

이러한 교육적 함의를 살펴볼 때, ISO기반 공학분야 캡스톤 디자인 수업으로 교육품질 향상은 물론이거니와 경험사태를 동반한 반성적 사고교육을 통해 창의적인 교육성과를 기대할 수 있는 새로운 교육방법으로서 그 가능성을 탐색해 볼 필요가 있다고 본다.

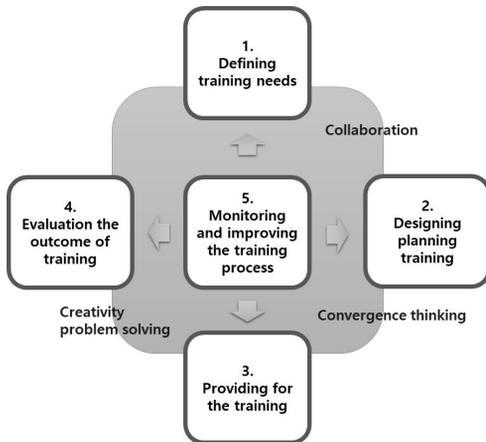
이상과 같은 시사점과 필요성에 근거하여, 본 연구는 ISO기반의 국제표준 직무능력 제고를 염두에 두면서 동시에 경험사태 학습으로서 반성적 사고교육과정에 근거하여 창의적 산물을 도출하게 하는 캡스톤 디자인 수업의 프로세스를 분석하고자 한다.

본 연구에서 설정한 연구문제는 첫째, 공학분야 ISO기반 캡스톤 디자인 수업의 프로세스에는 어떤 요소들이 있는가? 둘째, 공학분야 ISO기반 캡스톤 디자인 수업의 프로세스 하위요소는 타당한가? 이다.

II. 반성적 사고교육으로서 ISO기반 캡스톤 디자인 수업의 프로세스 요소 추출

1. ISO기반 캡스톤 디자인 수업운영 절차

Yang and Park(2020)에 의하면, ISO기반 캡스톤 디자인 수업은 [Fig. 1]과 같이 6단계(① 문제정의 ② 설계 및 기획 ③ 훈련 준비하기 ④ 성과 평가 ⑤ 전 과정에 대한 모니터링 ⑥ 창의적 결과물 도출)로 진행될 수 있다고 한다.



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

첫째, 문제정의 단계는 아이디어 조사, 마케팅 조사 등을 포함하는 준비단계로 볼 수 있다.

둘째, 설계 및 기획 단계는 협업을 통한 공동체의 목표 설정이 이루어지고, 실질적인 프로젝트가 설계되고 기획되는 사실상 시작 단계라고 할 수 있다.

셋째, 훈련준비 단계는 캡스톤 디자인 수업에 참여한 학습자로 하여금 협업 및 전반적인 활동에 대한 사전지식 혹은 선행학습을 시행하는 단계이다.

넷째, 성과평가 단계는 최종 결과물에 대한 평가보다는 점진적으로 평가를 진행하면서 완성도

를 높이는 단계이다.

다섯째, 모니터링 단계는 전 과정에 걸쳐 매 단계마다 스크리닝을 함으로써 캡스톤 디자인 수업의 교육성과를 효과적으로 도출하는 것이다.

여섯째, 창의적 결과물 도출 단계는 캡스톤 디자인 수업의 결과물이 산업체로 발송되는 단계이다.

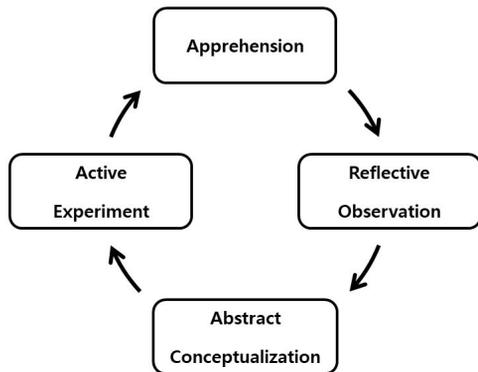
이상으로 제안된 ISO기반 캡스톤 디자인 수업의 절차 속에 경험사태의 사고교육이 어떻게 구현되는지는 설명하지 않고 있다. 다만, 성과평가 단계에서 학습자의 동기부여를 이끌어 내기 위하여 행동형성을 하듯, 목표행동의 난이도를 점차 높이면서 최종 목표성과에 도달할 것을 강조한다. 이는 학습자로 하여금 반성적 사고과정을 이끌어 내는 촉매 역할을 하는 것으로 예측할 수 있다. 다시 말하면, 학습자가 교육적 경험을 이루기 위하여 ‘사고’가 필요하다는 점을 알 수 있다 (Byun, 2018; Park, 2018; Yang, 2018).

2. 경험학습의 반성적 사고과정

콜브(Kolb)가 제안한 경험사태의 반성적 사고과정은 학습자로 하여금 단계적으로 지식의 재료를 경험시키는 것으로서 경험에 대한 인지과정을 강조한다(Cho, 2010).

학습에 대한 전체적이고 종합적인 콜브(Kolb)의 이러한 시각은 학습자의 경험, 인식, 인지, 행동과 연결되어있다. 즉 지식이 경험의 전환을 통해 구성되는 과정이며, 학습자의 감정·지각·행동·사고 등이 역동적으로 상호작용하여 학습자의 경험적 사고가 확장된다고 볼 수 있다.

이러한 경험학습의 반성적 사고과정을 콜브는 [Fig. 2]와 같이 4단계로 제안하였다. ① 구체적인 느낌(경험 그 자체), ② 반성적 고찰, ③ 추상적 개념화(사고), ④ 능동적 실험(실행)으로서 새로운 상황에 대한 학습의 변형화된 활용과 적용이다. 그 구체적인 내용을 살펴보면 다음과 같다(Sim, 2012; Yang, 2018).



[Fig. 2] Kolb's experiential learning.

첫째, 구체적인 느낌(apprehension)으로서 학습자의 경험 그 자체이다. 이는 학습자가 주변의 상황 또는 환경에서 오는 자극을 논리적인 사고나 분석적인 확인의 과정을 사용하지 않고 지각하고 수용하는 단계이다. 즉 듀이(Dewey)가 언급한 ‘심미적 경험’에 가깝다. 이처럼 지각에 대한 감각적 반응은 변화에 개방적이고 적극적으로 하며, 또한 팀원들과의 상호작용을 통해 정보 습득을 가능하게 한다.

둘째, 반성적 고찰(Reflective Observation) 단계이다. 이는 내포(intension)의 방법을 사용하여 외부의 자극이나 상황을 내적인 표상이나 상징으로 전환하는 과정이다. 한 마디로 구체적인 경험을 추상적인 개념이나 이론으로 변화시키기 위한 과정이다. 그러므로 현상에 대한 이해로 새로운 의미를 생성하게 되는 것이다. 그러므로 이 단계는 분석적이거나 추론적인 과정이 아님과 동시에 직관적이거나 습관적이지도 않다. 그러므로 학습자는 자신의 삶, 자신이 속해있는 조직, 자신이 속해있는 환경에 대하여 새로운 관점을 도입할 수 있다. 즉 새로운 아이디어를 찾고 새로운 사고방식의 적용에 대하여 고민하게 된다. 예를 들면, ‘다른 방법은 없는가?’, ‘새로운 관점으로 바라본다면 어떻게 될 것인가?’ 하는 물음을 끊임없이 던지는 과정이다.

셋째, 추상적 개념화(Abtract Conceptualization)

의 단계이다. 이는 반성적 고찰의 과정을 거치면서 새로운 관점이나 새로운 아이디어, 사고방식 등의 적용 가능성을 타진하면서 상황이나 환경이 주는 의미를 살펴본 결과를 분석적이고 추론적인 방법을 사용하여 하나의 가설 또는 개념으로 만드는 과정이다. 즉 아이디어에 대한 논리적 분석, 체계적인 계획, 어떤 상황을 이해하기 위한 지적 활동의 과정이다. 듀이가 구분한 반성적 사고과정의 5단계를 비교해 보면, 그 과정이 추상적 개념화와 관련되어 있다. 즉, 제안을 하고, 곤란이나 혼란을 문제로 지성화하며, 주도적 아이디어 또는 가설을 설정하고, 추리작업을 통해 행동에 의한 가설의 검증을 하는 것이다. 논리적인 과정은 분석적 기능을 수행하고 추상적 상징을 조작하게 한다. 그리고 반성적 관찰을 통해 경험한 새로운 아이디어나 사고방식을 보다 세밀하고 논리적으로 분석하게 한다.

넷째, 능동적 실험(Active Experiment) 단계이다. 이는 실험에 의존하여 내적 상징이나 개념을 외부의 경험으로 전환시키는 과정이다. 즉 추상적 개념화를 통해 형성된 경험자의 이론이나 가설을 구체적 상황에 적용함으로써 새로운 변화를 일으키게 한다. 이는 평가를 포함한 실제 적용을 강조하는 것이다.

이상과 같이 경험사태의 반성적 사고과정으로서 ISO기반 캡스톤 디자인 수업의 프로세스는 [Fig. 2]와 같이 정리할 수 있다(Yang, 2018; CH Park, 2016; Park, 2018). 즉 학습자의 경험이 본질을 파악하고, 사실과 느낌을 구별하여 이해하며, 이미 체득한 경험과 의미있는 통합을 이룬다는 측면에서 단순한 지식 습득이 아닌 이해를 통한 자기인식 및 가치관을 변화시키는 능동적 학습과정이라고 할 수 있다.

오컨대, 콜브(Kolb)는 학습을 결과로 보기보다는 하나의 과정으로 파악하였다. 학습자의 아이디어, 사고, 지식의 기초적인 요소들은 고정되어 있거나 불변하는 것이 아니라 경험에 의해서 지속적으로 변화하고, 재생성되는 것으로 보았다

<Table 1> Deriving elements constituting ISO-based capstone design class process

ISO-based Capstone design education model (Yang & Park, 2020)	Kolb's experiential learning (Cho, 2010)	Application cases of Dewey's reflective thinking process (La, 2005; SW Park, 2018)	Elements of process of ISO-based Capstone design class	
0 Presentation of the subject of a learner-teacher-company team project				
1 Defining the problem: Idea search, marketing search	Collaboration Convergence thinking	Concrete experience: The learner perceives and accepts stimuli from the external environment without using the process of logical thinking or analytical verification.	Experience through the 'emotion' of enjoyment ① Experiential awareness	
2 Designing and planning: Setting a community's goal through collaboration, and designing and marketing during the course of goal setting		Reflective observation: Understanding the meaning of what's coming from the surrounding situation or environment. A process of thinking while paying attention to the surrounding environment.	5 phases of a reflective thinking process a) Suggestion b) Intellectualization	② Reflective observation
3 Preparing training: Emphasizing prior knowledge or prior learning		Abstract conceptualization: Making rules and forming concepts. The learner performs an analytical function and manipulates abstract symbols. The learner analyzes a new idea or a new way of thinking more elaborately and logically.	5 phases of a reflective thinking process c) Leading idea, hypothesis d) Reasoning	③ Reflective abstract
4 Phase of result evaluation: The evaluation of results helps raise the degree of completeness.		Active experimentation: A process in which internal symbols or concepts are converted into external experiences, using the psychological mechanism of transformation.	5 phases of a reflective thinking process e) Testing	④ Active experiment (Evaluation of results in each phase)
5 Monitoring: Monitoring from the viewpoints of teacher, company, and learner				

(Cho, 2010; La, 2005; Lee et al., 2020; Oh, 2013). 이는 공학분야 캡스톤 디자인 수업에서 시사하는 교육적 함의가 있다고 생각된다.

다른 말로 하면, 경험학습을 학습자가 구체적인 경험에 대한 분석적인 관찰과 반성을 통하여 이들 경험으로부터 추상적인 개념화, 즉 행동에 대한 일반화할 수 있는 원리를 도출하고, 이를 바탕으로 새로운 행동을 시도함으로써 새로운 시

각을 갖고 새로운 경험을 계속적으로 추진하면서 학습자의 행동변화와 성장을 가져오게 하는 학습의 과정으로 정의할 수 있는 것이다.

이상과 같이 관련 연구들을 종합하여 볼 때, ISO기반 캡스톤 디자인 수업의 프로세스를 구성하는 요소로 ① 경험적 인식, ② 반성적 관찰, ③ 반성적 추론, ④ 능동적 실험 등으로 추출할 수 있다(<Table 1> 참조). 본 연구에서는 <Table 1>

에서 추출한 요소를 중심으로 문항을 구성하여 경험적 데이터를 확보하여 분석하고자 한다.

Ⅲ. 연구 방법

1. 연구절차 및 대상

본 연구는 ISO기반 캡스톤 디자인 수업의 프로세스를 분석하고자 하였다.

이를 위하여 첫째, 문헌연구를 중심으로 ISO기반 캡스톤 디자인 수업의 프로세스를 추출하기 위한 초기문항을 제작하고(50문항) 문항내용타당도를 검증하였다(48문항). 둘째, 프로세스의 하위요소를 추출하기 위해 정비된 초기문항이 경험적으로 타당한가를 알아보기 위하여, <Table 2>에 제시한 바와 같이 P시에 소재한 캡스톤 디자인 수업에 1회 이상 참여한 공학계열 대학생 3학년 887명을 대상으로 2021년 3월 첫째 주부터 넷째 주까지 예비조사를 실시하여 자료를 수집하였다. 자료수집 후 문항선별과정을 통해 1차 문항을 선정하였으며(43문항), 주성분 요인분석을 통해 구성요인을 확인하여 2차 문항을 선정하였다(43문항). 셋째, 예비검사에서 최종적으로 선정된 문항으로 P시에 소재한 캡스톤 디자인 수업에 3회 이상 참여한 대학생 4학년 1,228명을 대상으로 본 검사를 2021년 4월 한 달 동안 자료를 수집하였다(<Table 2> 참조).

수집된 자료는 문항선별 과정을 통해 1차 문

항을 선정하였으며(40문항), 주성분 요인분석을 통하여 캡스톤 디자인 수업의 프로세스를 최종적으로 추출하였는데(40문항), 네 개의 요인으로 나타났다. 넷째, 이상과 같은 일련의 절차에 따라 확인된 ISO기반 캡스톤 디자인 수업의 프로세스의 준거관련 타당도를 알아보았다.

2. ISO기반 반성적 사고과정을 포함한 캡스톤 디자인 수업의 프로세스 요소 추출 및 내용타당도 검증

ISO기반 캡스톤 디자인 수업과 반성적 사고과정의 결합으로 나타나는 프로세스의 구성요소를 측정하는 초기문항은 문헌분석을 근거로 구성하였다(<Table 3> 참조). 먼저, ISO기반 캡스톤 디자인 수업의 동기유발이 되는 문제과약 단계로서 문제를 인식하기 등 경험적 인식을 측정하기 위하여 12문항을 구성하였다. 다음으로 대안을 생성하기 위한 단계로서 지식과 정보의 습득, 문제 해결을 위한 의미추출 등 반성적 관찰을 측정하기 위하여 13문항으로 구성하였다. 그리고 문제 해결을 위한 반성적 사고과정의 방략으로서 반성적 추론을 측정하기 위하여 13문항을 구성하였다. 마지막으로 내적 상징이나 개념을 외부의 경험으로 전환하는 과정으로서 능동적 실험을 측정하기 위하여 12문항으로 구성하였다(전체 50문항).

전집문항의 내용타당도 검증 및 적절한 문항을

<Table 2> Demographic variables of preliminary and main investigation

Major	preliminary investigation	main investigation	Major	preliminary investigation	main investigation
Computer Engineering	118	188	Civil Engineering	75	89
Software Engineering	81	135	Architectural Design	77	80
Information Security	62	94	Chemical Engineering	56	74
Information and Communication	88	116	New Materials Engineering	46	68
Electronics Engineering	67	98	Metallurgical Engineering	24	48
Mechatronics Engineering	83	95	Electrical Engineering	32	56
Architecture	78	87	ToTal	887	1,228

<Table 3> Content validity verification for sub-elements of ISO-based capstone design class process

Sub-elements of algorithm	Explanation	Initial items	Deleted items	Modified items	Final items
① Experiential awareness	<p>-In this phase, learners perceive and accept stimuli from their surrounding situation or environment without using the process of logical thinking or analytical verification.</p> <p>-Learners' experiences are aesthetic experiences in and of themselves.</p> <p>-Learners' sensory response to perception implies that they are open and positive towards change. So they can obtain information through communication with other team members.</p>	12			12
② Reflective observation	<p>-A process of converting external stimuli or situations into internal representations or symbols by using the method of connotation</p> <p>-A process of changing concrete experiences into abstract concepts or theories</p> <p>-Understanding of a phenomenon in which new meanings are generated</p> <p>-Searching for new ideas and thinking about how to apply new ways of thinking: A process of constantly asking a question, such as 'Is there any other way?' and 'How could this be seen from a new perspective?'</p>	13	1	1	12
③ Reflective abstract	<p>-A process of producing a hypothesis or a concept based on the result obtained from examining the meaning of a situation or an environment, while exploring the possibility to apply new perspectives or ideas, by using analytic and inferential methods</p> <p>-A process of developing principles and forming concepts to produce a hypothesis</p> <p>-A process of performing intellectual activities to logically analyze ideas, systematically formulate plans and understand specific situations (setting an idea or a hypothesis autonomously)</p>	13		1	12
④ Active experiment (Evaluation of results in each phase)	<p>-A process of converting internal symbols or concepts into external experiences</p> <p>-Inducing a new change by applying a theory or a hypothesis derived through inference to concrete situations, that is, verifying a hypothesis in the reality through inference</p> <p>-Verifying a hypothesis in the reality to achieve goals by evaluating results in each phase</p>	12	1	1	12
Total		50	2	3	48

선별하고 수정하기 위하여 전문가 7인(공학 박사 학위 소지자 대학교수 3인, 교육학 박사학위 소지자 대학교수 2인, 공학 및 이학 박사학위 소지자 산업체 실무자 2인)을 통해 ISO기반 캡스톤 디자인 수업의 프로세스에 포함된 문항들의 동의성 여부 및 내용 적합성을 평정하였다.

각 문항에 대한 평정은 2점 척도(예, 아니오)로 구성하였으며 문장이 어색하거나 하위영역별 내용과 관계가 없는 문항들은 삭제하거나 수정하였고, 전문가의 의견에 따라 추가해야 할 문항은 새롭게 추가하였다. 전문가에 의한 내용타당도 평정결과, 초기문항에서 타당도가 낮은 2문항을 삭제하였고, 문장이 어색한 3문항은 수정하였다(전체, 48문항).

3. 측정도구

본 연구의 목적을 위하여 Park(2017)이 개발한 ‘협업’ 척도를 사용하였다. ‘협업’ 척도는 공학계열 프로젝트를 시행할 때 협업을 확인하기 위한 목적으로 구성된 도구이다. 전체 25문항으로 구성되어 있으며, 협업의 하위척도 중 ‘공동목표 인식’, ‘지식관리’ 문항을 발췌하여 사용하였다. 본 연구결과에서 나온 신뢰도 값인 ‘공동목표 인식’의 신뢰도 α 값은 .901, ‘지식관리’의 신뢰도 α 값은 .897로 나타났다.

4. 자료분석

본 연구의 목적을 위하여 수집된 자료에 대하여 다음과 같은 자료분석을 하였다.

첫째, 예비검사에서 수집된 자료는 문항선별을 위하여 문항-총점간 상관분석을 하였고, 딥러닝 메카니즘을 측정하는 문항의 요인구조가 어떠한지 알아보기 위하여 탐색적 요인분석을 하였다. 둘째, 본 검사에서 수집된 자료는 예비검사와 동일한 절차에 따라 문항선별(문항-총점간 상관분석) 및 확인적 요인분석을 하였다. 요인분석에 적합한 자료인지를 검증하기 위하여 KMO와

Bartlett의 검증값을 구하였고, 공통요인분석의 한 방법인 주축요인분해를 통해 요인의 수와 누적적 재치량을 탐색하였으며, 주축요인분석과 요인회전(직각 오블리크)을 통해 요인구조 행렬을 구한 후 문항을 조정하고 해석하였다. 셋째, 본 검사에서 도출된 ISO기반 캡스톤 디자인 수업 프로세스의 최종 문항에 대한 일반화를 위하여 준거관련 타당도를 확인하였다. 준거관련 타당도를 검증하기 위하여 ‘협업(공동목표 인식, 지식관리)’ 척도의 각 하위요인들간 상관분석을 하였다.

IV. 연구 결과

1. ISO기반 캡스톤디자인 수업의 프로세스 하위요소 추출

가. 예비 문항분석 및 탐색적 요인분석

ISO기반 캡스톤 디자인 수업의 프로세스 하위요소를 추출하는 문항(48문항)의 적절성 여부를 판단하기 위하여 각 문항의 평균 점수, 문항-총점간 상관, 이론을 고려한 문항 내용의 적절성이 문항을 판단하는 1차 기준이 되었다.

먼저 문항의 변별도면에서 볼 때 문항 평균이 4.5이상이거나 1.5이하인 문항들은 반응이 편포되어 있어 변별력이 떨어지는 문항이라고 판단하였는데, 평균이 4.5이상이거나 1.5이하인 문항은 없었다. 다음으로 문항-총점 간 상관인 .30미만의 문항은 다른 문항들과 동일한 심리적 속성을 측정하지 못하며, .80이상인 문항은 지나치게 높은 상관을 보이고 있어 다른 문항들과 변별력이 떨어지는 것으로 보았는데, co9문항이 .30이하를 보였고, re9, ap6, ap9, ap11문항이 문항-총점 간 상관인 .80이상으로 나타났고, 이론적으로 타당성이 낮은 5개 문항을 삭제하였다(43문항). 이처럼 문항선별과정을 통해 여과된 문항의 요인구조가 어떠한지 알아보기 위하여 탐색적 요인분석을 하였다. 이를 위하여 KMO와 Bartlett의 검증값을 구하여 요인분석에 적합한 자료인지를 검증하였다.

그 결과, KMO값은 .982로 나타났으며, Bartlett의 검증값은 $\chi^2=43099.137(p<.001)$ 로 나타나 요인분석이 적합한 표본으로 확인되었다. 이에 요인의 수를 결정하기 위하여 고유치 1.0이상(Kaiser 준거), Cattell의 스크리 검중, 요인의 해석 가능성 등의 기준을 적용하였다. 고유치 1이상의 요인이 4개 추출되었는데, 스크리 검사결과 요인 4부터 기울기가 거의 비슷하게 나타나서 구성요인의 수를 4개와 5개로 하는 경우를 각각 검토해보았다. 그 결과, 각 요인에 속하는 문항들은 별 차이를 보이지 않았으며, 요인을 5개로 할 경우 고유치 1.0이하의 요인이 분류되었다. 따라서 적합한 요인의 수를 4개로 결정한 후 기초요인구조의 회전 방법을 결정하기 위하여 요인간 상관을 살펴보았으며, 요인간 상관을 고려하여 주성분분석에 의한 직접 오블리민 방법인 사각회전을 하였다. 사각회전 후 산출된 최종요인구조에서 측정하고자 하였던 요인과는 다른 요인으로 분류된 문항, 요인 부하량이 .30 미만인 문항, 다른 요인에 대한 부하량이 지나치게 높은 문항들을 검토하였다.

이상의 과정을 거쳐 ISO기반 캡스톤 디자인 수업의 프로세스(설명변량=68.848%)의 요인1은 10문항, 요인2는 12문항, 요인3은 11문항, 요인4는 10문항으로 구성되어 총 43문항이 선별되었다. 이렇게 선정된 최종 40문항의 내적 일관성 신뢰도에서는 .923으로 높게 나타났다.

나. 최종 문항분석 및 확인적 요인분석

ISO기반 캡스톤 디자인 수업의 프로세스 하위 요소를 추출하는 문항(43문항)의 변별도를 알아보기 위하여 평균과 표준편차 분석, 문항-총점간 상관관계를 분석하였다. 그 결과, 문항 평균 4.5 이상이거나 1.5이하의 편포된 문항은 없었다. 또한 문항-총점간 상관인 .80이상의 문항 1개(f18) 삭제하였다(42문항). 이처럼 문항선별과정을 통해 여과된 문항의 요인구조가 어떠한지 알아보기 위하여 확인적 요인분석을 하였다. 이를 위하여 KMO와 Bartlett의 검증값을 구하여 요인분석에

적합한 자료인지를 검증하였다. 그 결과, KMO값은 .978로 나타났으며, Bartlett의 검증값은 $\chi^2=50262.594(p<.001)$ 로 나타나 요인분석이 적합한 표본으로 확인되었다(<Table 4> 참조).

<Table 4> KMO & Bartlett's test

KMO(Kaiser-Meyer-Olkin)	.978
χ^2	50262.594
Bartlett's test	df 780
p value	.000

요인분석의 결과, 요인부하량이 .30이상의 문항 2개(ex1, ex2)가 3개 요인에 모두 나타나 삭제하였다(40문항). 산출된 최종 요인구조에서 4개 요인으로 묶어진 문항들의 요인부하량은 .30이상이었다. ISO기반 캡스톤 디자인 수업의 프로세스 요인구조행렬과 4요인이 설명하는 변량은 <Table 5>에 제시하였다. <Table 5>에 의하면, 전체 설명 변량은 70.074%며, 요인 1은 19.85%, 요인 2는 17.07%, 요인 3은 16.50%, 요인 4는 10.79%를 설명하는 것으로 나타났다.

요인 1은 10문항(re4, re3, re5, re7, re2, re10, re12, re6, re1, re11)으로 구성되었으며 실제에 대하여 새로운 의미를 부여, 새로운 관점이나 아이디어의 적용가능성을 탐색, 주의깊게 보고 관찰을 통하여 학습, 새롭고 다양한 방법으로 문제해결을 시도, 외부의 자극이나 상황을 내적인 표상이나 상징으로 전환 등의 내용이 포함되어 있다. 그러므로 요인1을 ‘반성적 관찰’로 명명하였다.

요인 2는 11문항(co2, co1, co8, co11, co6, co7, co5, co3, co12, co10, co4)으로 구성되었으며 지식과 정보를 분류하고 분석, 사물과 제시된 환경을 평가, 추론에 의한 가설 또는 개념 정립, 다양한 대안을 생성, 문제를 명료화, 문제의 핵심을 파악, 이슈 해결을 위한 대안 검토, 이슈에 대한 합리적 이유나 근거를 파악 등의 내용이 포함되어 있다. 그러므로 요인 2를 ‘반성적 추론’이라고 명명하였다.

양 황 규

<Table 5> Structure coefficient matrix and credibility of final standard of process

Question Items		F1	F2	F3	F4
re4	I tend to convert external stimuli or situations into internal representations or symbols.	.797	.220	.238	.248
re3	I try to change concrete experiences into abstract concepts or theories.	.789	.257	.246	.198
re5	I try to find a reasonable reason or grounds for an issue.	.779	.223	.219	.268
re7	I constantly ask myself a question, such as 'Is there any other way?'	.772	.217	.249	.283
re2	I explore the possibility to apply new perspectives, ideas, and ways of thinking.	.762	.250	.235	.134
re10	I sometimes find a solution from information that seems unrelated to the problem.	.760	.209	.217	.272
re12	To solve a problem, I try to use new ways instead of existing ones.	.743	.186	.232	.281
re6	I improve what comes to mind first and develop it into a good idea.	.723	.263	.267	.283
re1	I try to solve problems in new and different ways.	.698	.263	.249	.313
re11	I try to find a clue to a complex issue.	.693	.210	.242	.304
co2	To solve a problem, I classify and analyze collected knowledge and information.	.113	.764	.250	.080
co1	I analytically classify and structure complex and difficult problems.	.112	.750	.231	.037
co8	I establish a hypothesis or a concept by using analytical and inferential methods.	.125	.732	.137	.080
co11	I formulate principles and concepts to establish a hypothesis.	.073	.725	.176	.113
co6	To solve a problem, I imagine a range of specific alternatives in my head.	.232	.713	.091	.250
co7	I try to clarify a problem by finding the pros and cons of a given issue.	.200	.699	.202	.226
co5	I find clues to solve problems as if doing a puzzle.	.284	.691	.211	.103
co3	I search for a solution after dividing an analyzed problem into steps or procedures.	.282	.652	.235	.212
co12	To solve an issue, I examine strategies, considering the consequences of several alternatives.	.254	.637	.171	.372
co10	I actively seek knowledge and skills that can make a good idea practicable.	.294	.610	.123	.310
co4	Even if there is a complex problem, I try to find the essence and core of the problem.	.354	.606	.221	.165
ex10	I like to experience new knowledge or skills myself.	.153	.269	.728	.283
ex11	I learn best when I participate in an activity and push through to the end.	.205	.306	.721	.230
ex9	I induce new changes by applying theories or hypotheses I experienced to specific situations.	.344	.268	.702	.321
ex3	Whatever it is, I learn well by doing it or experiencing it myself.	.236	.293	.701	.301
ex4	I learn best when I have a lot of opportunities to practice what I've learned in an activity.	.336	.229	.696	.356
ex12	I try to find a solution to a problem according to steps or procedures.	.216	.313	.687	.184
ex8	I can clearly explain a solution to a problem I came up with.	.408	.229	.658	.372
ex5	When I have performed an activity task, I like to check the result immediately.	.369	.210	.655	.351
ex6	I learn best when I can test activities myself.	.367	.238	.630	.364
ex7	I like to turn a hypothesis in my head into a real action.	.445	.188	.606	.352
ap4	I am interested in learning and obtaining new knowledge.	.260	.209	.288	.728
ap7	It is more effective for me to work collaboratively than alone when performing a task.	.344	.220	.344	.696
ap8	Although a new task is unfamiliar to me, I want to perform a new task with the emotion of enjoyment.	.320	.223	.386	.693
ap12	I try to respect the opinions of other people who have different perspectives on the same issue.	.409	.188	.349	.667
ap3	I try to concentrate on an activity itself with the emotion of enjoying a new experience.	.297	.241	.392	.664
ap10	I communicate with others to find a way to solve a problem well.	.326	.213	.388	.662
ap2	I try to accept new issues with a flexible attitude.	.352	.237	.268	.652
ap5	I try to participate in new experiences with an open attitude.	.457	.168	.344	.624
ap1	I am willing to share new knowledge or information with other people.	.288	.308	.378	.534
Eigenvalue		8.338	6.907	6.708	6.076
Variance Accounted (%)		20.844	17.268	16.771	15.190
Accumulated Variance (%)		20.814	38.112	54.883	70.074
Coefficient		.962	.929	.957	.953

Note: Factor1=reflective observation, Factor2=reflective abstract, Factor3=active experiment, Factor4=apprehension

<Table 6> Correlation between factors of process and collaboration

Construct	Factors	①	②	③	④	⑤	⑥
Collaboration	① Awareness of a shared goal	1					
	② Knowledge management	.627**	1				
ISO-based Capstone design process	③ Reflective observation	.625**	.619**	1			
	④ Reflective abstract	.520**	.456**	.616**	1		
	⑤ Active experiment	.629**	.591**	.726**	.652**	1	
	⑥ Apprehension	.667**	.634**	.762**	.620**	.625	1

**=p<.01

요인 3은 10문항(ex10, ex11, ex9, ex3, ex4, ex12, ex18, ex5, ex6, ex7)으로 구성되었으며 지식이나 기술을 직접 실행, 가설을 구체적인 상황에 적용, 직접해보거나 체험을 통한 배움, 절차에 따라 해결방안을 시도, 수행한 결과를 확인 등의 내용이 포함되어 있다. 그러므로 요인3을 ‘능동적 실험’이라고 명명하였다.

요인 4는 9문항(ap4, ap7, ap8, ap12, ap3, ap10, ap2, ap5, ap1)으로 구성되었으며 새로운 경험에 개방적인 태도, 동료들과 상호작용을 통한 배움, 느낌 그대로 참여, 즐기는 감정으로 활동에 열중, 유연한 태도로 새로운 관점을 수용 등의 내용이 포함되어 있다. 그러므로 요인4를 ‘경험적 인식’이라고 명명하였다.

본 검사의 요인분석 후 선정된 문항들이 대체로 양호하여 ISO기반 캡스톤 디자인 수업의 프로세스는 40문항으로 구성하였다. 최종적으로 선정된 프로세스의 신뢰도는 전체 .950으로 나타나 척도가 양호한 것으로 분석되었다.

그리고 요인분석을 통해 얻어진 각 요인별 신뢰도를 살펴보면, 요인 1(반성적 관찰)은 .962, 요인 2(반성적 추론)는 .929, 요인 3(능동적 실험)은 .957, 요인 4(경험적 인식)는 .953으로 나타나 모든 요인 영역에서 양호한 값을 보였다.

2. ISO기반 캡스톤 디자인 수업의 프로세스 하위요소에 대한 타당도 검증

ISO기반 캡스톤 디자인 수업의 프로세스에 대

한 타당도를 알아보기 위하여 ‘협업’ 척도의 하위요인별 상관분석을 하였고, 그 결과는 <Table 6>에 제시되어 있다.

<Table 6>에 의하면, 프로세스와 협업(공동목표 인식, 지식관리)의 각 하위요인들 간에 .520에서 .762의 정적 상관(통계적 유의도 .01수준)을 보여 주고 있다.

이러한 결과는 팀프로젝트 과정상에서 필수 요소로 개입이 되는 매개변인으로서 협업(공동목표 인식, 지식관리)과 ISO기반 캡스톤 디자인 수업의 프로세스 간에 상관이 높다는 것을 의미한다.

V. 결론 및 제언

본 연구는 ISO기반 캡스톤 디자인 수업의 프로세스를 분석하고자 하였다. 이에 본 연구에서 얻어진 결과를 기초로 결론을 제시하면 다음과 같다.

첫째, ISO기반 캡스톤 디자인 수업의 프로세스 하위요소를 추출하기 위하여 예비검사와 본검사를 시행하여 40문항으로 최종 구성하였다. 40문항으로 구성된 ISO기반 캡스톤 디자인 수업 프로세스는 4개 요인으로 나타났다. 요인분석을 통해 얻어진 각 요인별 신뢰도를 살펴보면, 요인 1(반성적 관찰)은 .962, 요인 2(반성적 추론)는 .929, 요인 3(능동적 실험)은 .957, 요인 4(경험적 인식)은 .953으로 나타나 모든 요인 영역에서 양호한 값을 보였다.

이러한 결과는 학습자의 반성적 사고경험의 과정을 순환과정으로 언급하고 있는 콜브(Kolb)의 이론을 지지하는 것으로 볼 수 있다(Cho, 2010). 또한 ISO기반 캡스톤 디자인 수업의 프로세스로 교육모형을 제안하고 있는 여러 선행연구들(CH Park, 2011; Oh, 2013; Sim, 2012; SW Park, 2018)의 관점을 지지하는 것을 볼 수 있다.

이는 ISO기반 캡스톤 디자인 수업의 프로세스를 통해 경험사태를 동반한 반성적 사고교육을 시행할 수 있음을 시사해준다. 더불어 이를 통해 창의적인 교육성과를 도출할 수 있다는 교육적 함의를 찾아볼 수 있다.

둘째, ISO기반 캡스톤 디자인 수업의 프로세스의 학습위계이자 하위요인들에 대한 안정성을 확인하기 위하여 협업(공동목표 인식, 지식관리)척도의 하위요인들 간 상관분석을 하였다. 그 결과, 프로세스와 협업(공동목표 인식, 지식관리)의 각 하위요인들 간에 정적상관을 보여 준거관련 타당도의 증거를 보여주었다.

이러한 결과는 본 연구에서 추출한 ISO기반 캡스톤 디자인 수업의 프로세스는 이론적 및 경험적으로 타당하며 더 나아가 일반화될 수 있음을 의미한다. 이는 ISO기반 캡스톤 디자인 수업 운영이 다양한 창의적 문제해결에 긍정적인 영향을 미친다는 선행연구들(Cho, 2010; La, 2005; Lee et al., 2020; Oh, 2013)을 지지해주는 것으로 볼 수 있다.

이상과 같은 본 연구의 결론을 토대로 제언을 하면 다음과 같다.

첫째, 본 연구에서 확인한 ISO기반 캡스톤 디자인 수업의 프로세스는 사전, 사후검사 결과를 통해 실질적인 수업의 효과를 검증하는 실험연구 기반의 추후 연구가 이루어져야 할 것으로 본다. 또한 디자인계열, 사회과학계열의 캡스톤 디자인 수업 프로세스와 어떤 차이점이 있는지를 확인하여 보다 특성화된 캡스톤 디자인 수업운영을 할 필요가 있다고 본다.

둘째, 본 연구에서 확인한 ISO기반 캡스톤 디

자인 수업의 프로세스 하위요소에 대한 준거관련 타당도가 확보되었으므로 해당 문항을 캡스톤 디자인 수업의 효과를 검증하는 측정도구로 활용할 수 있다고 본다.

References

- Byun MG(2018). Exploring Process of Engineering Students' Creative Problem Finding in STEM Capstone Design Course. Sungkyunkwan University Graduate Doctoral Thesis.
<http://uci.or.kr/I804:11040-000000141860>
- Cho MY(2010). A Study on the Path Analysis according to the Experience Learning Model of Youth Activity. Myongji University Graduate Doctoral Thesis.
- Kim JG(2004). A study on the Re-recognition of Educational Experience based on the John Dewey's Epistemology. *Theory and Practice of Education*, 9(1), 1~20.
- Kwon JS and Kim HY(2015). Educational meaning of imagination in Dewey's philosophy. *The Korean Journal of Philosophy of Education*, 37(2), 23~45.
<http://dx.doi.org/10.15754/jkpe.2015.37.2.002>
- La SS(2005). The meaning of Dewey's idea of educative experience on the integrated curriculum of early childhood education. *The Journal of Korea Open Association for Early Childhood Education*, 10(3), 413~442.
<http://uci.or.kr/G704-000666.2005.10.3.011>
- 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 OJ, Lee SW, Hong EH and Kim HG.(2020). The Effects of University Students Perception of Capstone Design Teaching Method on Learning Performance: Focusing on the Mediating Effect of Instruction Preference. *Journal of Learner-centered Curriculum and Instruction*, 20(15), 1001~1015.
<https://doi.org/10.22251/jlcci.2020.20.15.1001>
- Oh EH(2013). The Discourse and Suggestion of Art Education about John Dewey's Experientialism Art. *Korean journal of culture and arts education*

- studies, 8(1), 61~76.
<http://dx.doi.org/10.15815/kjcaes.2013.8.1.61>
- Park CH(2011). The Nature of Thinking with respect to Dewey's Concept of Experience : Operational Integration of Rational Thought with Qualitative Thought. *The Korean Journal of Philosophy of Education*, 33(1), 79~104.
<http://dx.doi.org/10.15754/jkpe.2011.33.1.004>
- Park CH(2016). The Meaning of Education as Growth and its Significance in Educational History with Respect to Dewey's View of Nature. *The Journal of Educational Idea*, 30(4), 45~68.
<http://dx.doi.org/10.17283/jkedi.2016.30.4.45>
- Park SM(2017). Development of Scales to Measure 'Collaboration' as the Basic Unit of Collective Intelligence in Hyper-connected Society. *Journal of fisheries and marine sciences education*, 29(6), 2048~2057.
<http://dx.doi.org/10.13000/JFMSE.2017.29.6.2048>
- Park SW(2018). Meaning of Two Thinking Modes in Dewey's Experience Theory And Their Educational Implications. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 18(11), 75~103.
<http://dx.doi.org/10.22251/jlcci.2018.18.11.75>
- Park ZY(2009). John Dewey's Reflective Thinking and Education. *The Journal of Korean Educational Idea*, 23(3), 273~290.
<http://dx.doi.org/10.17283/jkedi.2009.23.3.273>
- 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>
- Sim SH(2012). A Study on the Educational Meaning of Thinking. *The Journal of Research in Education*, 42, 177~201.
<http://uci.or.kr/G704-001272.2012..42.009>
- 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>
- Yang EJ(2018). Interest, Experience, and Thinking as Methods in Education: Reflections Based on Dewey's Democracy and Education. *The Journal of Korean Educational Idea*, 32(1), 87~114.
<https://doi.org/10.17283/jkedi.2018.32.1.87>
- Yang HK and Jung HR(2020). A Study on the structure of the creative fusion platform in the engineering. *Journal of fisheries and marine sciences education*, 33(1), 45~58.
<https://doi.org/10.13000/JFMSE.2021.2.33.1.45>
- Yang HK and Park SM(2020). A Study on the Operation of ISO-based Capstone Design Classes. *Journal of fisheries and marine sciences education*, 32(5), 1251~1262.
<https://doi.org/10.13000/JFMSE.2020.10.32.5.1251>
- Yoon SJ(2017). Research on Entrepreneurial Characteristics of Fashion Startup Brands. Seoul National University Graduate Doctoral Thesis.
<http://hdl.handle.net/10371/120293>

-
- Received : 19 August, 2021
 - Revised : 27 September, 2021
 - Accepted : 01 October, 2021