Journal of Engineering Education Research
Vol. 22, No. 3, pp. 3~10, May 2019

ISSN: 1738-6454 / THESIS-18-037
https://doi.org/10.18108/jeer.2019.22.3.3

공학역량에 대한 산업체의 요구분석

이정은
신한대학교 간호학과

Industry Needs Assessment on Engineering Competency

Lee, Jung-eun
Department of Nursing, Shinhan University

ABSTRACT

The purpose of this study is to analyze the educational needs of the industry for engineering education using the engineering competency scale. For needs assessment, t-test, Borich Needs Assessment and the Locus for Focus(LFF) were conducted using 400 employees' answers of industry. The results of this analysis are as follows. First, there was a significant difference between the level of importance and actual level. Second, all items were ranked using the Borich's needs assessment formula. Third, as a result of LFF model, 19 items were placed in the highest priority HH section. Fourth, 17 items with the highest priority in engineering education were selected. Finally, the highest educational needs were 6 items related with interpersonal skills, 2 items related with leadership, and 9 items related with professional attitude and ability. Based on the results of this paper, it is necessary to develop and operate an education program to reduce the gap between the industry requirement and the current level of engineering students.

Keywords: Engineering education, Educational needs assessment, Engineering generic competency, Borich priority, The locus for focus

I. 서 론

특정 정책이나 프로그램, 교육 관련자, 특히 수요자의 요구를 이해하기 위한 수요조사 또는 요구조사는 논쟁의 여지없이 매우 필요한 일이다. 특히 공학교육혁신지원사업을 추진하는 한국산업기술진흥원에서는 산업체 수요조사를 토대로 산업체의 요구를 반영한 공학교육 혁신활동을 강조하고 있다(한국산업기술진흥원, 2018). 우리나라에서 수요조사는 1990년대 중반부터 본격적으로 대학교육정책에 반영되기 시작했다. 기존의 양적 인력수급의 추세에서 질적 수급을 중시하는 방향으로 사회 분위기가 변화되면서 산업체가 필요로 하는 고급 인력을 양성하려는 노력의 일환으로 수요조사의 경향이 나타난 것이다(한경희, 2016). 이와 유사한 개념의 교육 요구분석은 교육 관련 문제에서 현재 수준과 바람직한 수준 사이의 차이를 분석하여 우선순위를 결정함으로써 교육적 해결책을 제시하는 과정이다(조대연, 2009).

그동안 국내에서 공학교육에 대한 산업체의 교육 요구분석을 실시한 연구는 많지 않다. 이는 고등교육, 특히 공학교육에 대해 산업체가 필요로 하는 인력을 양성하여 공급하기를 기대하는 사회 분위기와 대조되는 현상이다. 다만, 산업체의 기술인력 수급 현황, 대학교육에 대한 기업의 요구와 만족도 중심의 조사가 주로 진행되어 온 것으로 보인다(한경희, 2016). 따라서 교육적 관점에서 산업체가 갖고 있는 교육에 대한 요구를 분석하여 공학교육의 방향을 설정하는 데 기초자료로 사용하려는 노력이 필요하다.

한편, 그동안 공학교육 분야에서 진행되어온 수요조사나 요구분석의 내용은 크게 두 가지로 구분할 수 있다. 먼저 특정한 공학 영역에 대한 요구를 알아보는 것이다. 진성희(2017)는 융합기술교육에 대한 산업체의 수요조사를 위해 선택한 분야의 구체적인 교육내용을 나열하고 그중 가장 교육 필요성이 높은 것을 조사하였다. 윤준선 등(2011)은 건축공학교육의 산업체 수요분석을 진행하면서 건축공학 전공 교과목들을 조사에 사용하였다. 반면, 박기문, 이규녀(2011)나 함승연(2009)과 같이 전체 공학계열에 대한 교육요구를 분석하기 위해 공학교육인증원이 제시하는 학습성과를 사용하는 연구가 있다.

공학교육인증원이 제시하는 학습성과는 고등교육 과정에서 공학계열 학생들이 달성해야 하는 지식, 기술, 태도를 말한다(한국공학교육인증원, 2015). 국내에서는 학습성과를 공학역량이라는 개념과 혼용하여 사용하는 경우가 있다(전주현, 2013). 그러나 해외에서는 학습성과를 포괄하는 공학역량을 규명하고

Received December 24, 2018; Revised March 11, 2019
Accepted March 27, 2019
† Corresponding Author: mytime31@gmail.com
©2019 Korean Society for Engineering Education. All rights reserved.

이를 측정할 수 있는 척도를 개발하려는 노력이 더욱 활발하게 진행되고 있다(Chan, Zhao & Luk, 2017; Male, Bush & Chapman, 2011).

이에 본 연구에서는 특정한 공학계열의 한 영역이 아닌 모든 공학계열을 아우르는 교육 요구분석을 진행하기 위해 학습성과를 포괄하는 공학역량척도를 활용하여 산업체가 갖고 있는 공학교육에 대한 요구분석을 실시하고자 한다. 이를 통해 국내 산업체가 인식하고 있는 공학교육의 성과를 진단하고 공학역량강화를 위해 우선적으로 실시해야 하는 교육의 내용을 파악할 수 있을 것이다.

II. 이론적 배경

본 연구에서는 산업체의 공학교육에 대한 요구를 알아보기 위해 공학역량 척도를 활용하여 교육 요구분석을 진행하였다. 이에 공학역량과 교육 요구분석에 대해 자세히 알아보고자 한다.

1. 공학역량

역량이란 직업의 주요 부분에 영향을 미치는 지식, 태도, 기술과 관련된 하나의 집합체라고 정의할 수 있다(EbrahimiNejad, 2017). 역량의 개념이 직업교육과 평생학습 분야에 도입된 이후, 역량 중심 접근법이 교육개혁의 거대 담론을 형성하게 되었고(Voorhees, 2001), 공학교육 영역에서도 공학역량에 대한 연구가 다각적으로 진행되고 있다. 공학역량(engineering competency)이란 산업현장과 같은 환경에서 활동하기 위해 엔지니어에게 필요한 능력을 말한다(EbrahimiNejad, 2017).

선행연구에서 나타난 공학역량의 공통 항목은 의사소통, 팀워크, 협업능력, 적응성, 네트워크, 설계와 시스템의 통합, 수학·과학의 분석과 계산 등이었다. 이들 항목은 기초기술능력, 전문기술, 공학기술, 비즈니스기술 등으로 구분된다(EbrahimiNejad, 2017). 한편, Chan, Zhao & Luk (2017)는 공학역량을 12가지 영역으로 구분했다. 이는 대인관계기술, 팀워크 기술, 의사소통기술, 문제해결기술, 비판적 사고, 자기관리, 전문적 효율성, 적응 기술, 정보활용능력, 리더십, 학습능력, 지역사회 관련 지식 등이다.

공학역량을 측정하여 그 결과를 제시한 연구들이 있다. Male, Bush & Chapman(2011)는 64문항으로 구성된 척도를 개발하였다. 이 척도는 의사소통, 다양한 팀과의 작업, 자기관리, 전문성, 창의성/문제해결, 관리/리더십, 공학 경영, 실질적 공학, 혁신, 맥락적 책임감, 기술이론의 적용의 총 10가지의 하위요인으로 구성되어 있다. 이 척도를 활용하여 5~20년 경력의 엔지니어를 대상으로 조사한 결과, 그들의 직업적 성공을 위해서는 문서를 통한 의사소통, 자기관리, 효과적인 언어적 의사소통, 팀 작업, 유창한 영어실력, 다양한 배경의 전문가와 상호작용, 문제해결력, 정직 등이 가장 중요한 것으로 드러났다.

Chan, Zhao & Luk(2017)는 35문항으로 구성된 공학역량 척도를 개발하여 홍콩의 학부생을 대상으로 각 문항별 중요 수준(importance level)과 역량 수준(competency level)을 측정하였다. 그 결과 중요 수준에서는 시간관리와 마감 지키기, 함께 일하며 타인의 의견 경청, 효과적으로 조직하기 등이 가장 높게 나타났으며, 역량 수준에서는 함께 일하며 타인의 의견 경청, 약속시간 엄수, 오픈마인드, 독립적 생각과 행동, 융통성 등이 가장 높게 나타났다.

이들 두 연구에서 사용한 척도는 모두 학습성과 관련 항목을 포함하고 있으나 하위요인의 구성에서 차이가 있다. Male 등(2011)의 척도는 경영이나 혁신과 관련한 요인이 있어 공학역량을 좀 더 광의적으로 다루는 반면 Chan 등(2017)의 척도는 보다 공학적 측면에 초점을 두고 있는 것으로 보인다. 또한 이들 연구결과에서 우선적으로 나타난 교육 요구는 공학 전문성 관련 항목이 아닌 팀웍과 태도 등에 관련된 부분이다. 이는 공학 분야 전문가들이 이미 자신의 전문성을 확보하고 업무에 임하고 있기 때문에 전문분야보다 팀 활동과 태도의 측면에서 교육적 요구가 더 높게 나타나는 것으로 해석할 수 있다.

반면, 국내에서는 대부분의 연구에서 공학교육인증원의 학습성과 문항 자체를 활용하여 조사를 진행하였다. 자체적으로 공학역량 관련 척도를 개발한 것으로는 조동헌(2016)과 권재기, 정미경(2014) 등이 있다. 그러나 조동헌(2016)의 척도는 자격증과 봉사활동, 동아리활동 등의 참가횟수를 평가지표로 삼아 공학역량을 측정하고 있다. 따라서 문항개발이 이루어지지 않았고 신뢰도가 제시되지 않아 하나의 척도로 인정하기에는 한계가 있다. 그의 연구결과 공학계열 대학생은 자기관리역량이 가장 높고 공동체역량이 가장 낮은 것으로 나타났다. 권재기, 정미경(2014)은 공학기초능력, 전공분야 기술력, 인성의 3개 영역에서 17개 하위요인의 총 75개 문항으로 구성되어 있는 척도를 개발하여 공과대학생의 핵심역량을 측정하였다. 그런데 공학기초능력 영역의 설계, 기초과학, 인문사회 교양 등의 문항은 공학역량을 강화하기 위한 요소이기는 하나 Chan 등(2017)이 제시한 학문적 및 문제해결 기술 요인에서 사용되는 문항과 비교할 때 단편적이며 공학역량에 부합되는 정도가 낮았다. 그 외의 요인들은 Chan 등(2017)의 척도에 나타나는 하위요인의 내용과 유사하였다.

2. 교육 요구분석

요구란 한 집단이 공유하는 가치 있는 내용에 대해 바람직하다고 인식하는 상태와 현재의 상태 사이에 존재하는 차이 또는

불일치를 말한다(Witkin & Altschuld, 1995). 따라서 요구분석(needs assessment) 은 현재 상태와 바람직하다고 생각하는 상태 사이의 차이를 분석하여 그 차이를 제거하기 위한 우선순위를 선정하는 교육적 의사결정의 체계적 과정으로 설명된다(Kaufman & Valentine, 1989). 또한 이때의 바람직한 상태를 중요수준으로 부르기도 한다.

교육 요구분석에는 여러 가지 방법들이 사용되어 왔으며, 연구마다 활용한 방법이 상이했다. 이에 조대연(2009)은 요구분석에서 가장 많이 사용되는 방법의 장단점을 고려하여 다섯 단계의 체계적인 우선순위 결정과정을 제안하였다.

먼저 t 검정을 통해 현재 수준과 중요 수준의 평균 차이를 규명하여 전반적인 경향성을 파악한다. 둘째, 중요수준 평균값에 가중치를 부여하는 Borich의 요구도 값을 산출하여 전체 문항에 대한 요구도의 순위를 매긴다. 셋째, The Locus for Focus(이하 LFF) 모델을 활용하여 중요수준과 현재수준의 차이가 크고 중요 수준이 높은 HH분면의 항목을 파악한다. 넷째, LFF 모델의 HH분면에 위치한 문항의 수와 동일하게 Borich 요구도의 우선순위 문항을 선정해 중복 문항을 확인하여 이들을 교육요구의 최우선순위로 선정한다. 다섯째, 4단계에서 선정된 Borich와 LFF의 문항 중 최우선순위에서 제외된 것들을 차순위 교육요구로 선정한다.

가. Borich 요구분석

Borich(1980)는 교육요구를 교육목표와 학습자의 수행 사이에 존재하는 불일치로 정의하면서 총 다섯 단계의 요구분석 모델을 제시하였다. 이 과정에서 그는 가중치를 부여하여 우선순위를 결정하는 방법을 설명하였다. 그가 제안한 우선순위 결정 방법을 공식으로 표현한 것이 Borich 요구도 공식이다.

원래의 Borich 요구도는 중요 수준과 현재 수준의 차이를 문항별로 산출한 후 그 값을 모두 더한 값에 중요수준의 평균을 곱하여 이를 다시 전체 사례 수로 나누어 산출된다. 이후 Zarafshani와 Baygi(2008)는 Borich의 공식이 요구도 값을 너무 크게 제시하는 문제점을 개선하고자 수정된 Borich 요구도 공식을 제시하였다. 이들은 중요 수준과 현재 수준의 차를 모두 합한 값에 중요 수준의 평균을 곱하여 전체 사례 수로 나누는 방법을 제시하였다. RCL은 요구되는 능력 수준(중요 수준), PCL은 현재의 능력 수준, N은 전체 사례 수를 의미한다.

$$\text{Cal En} = \sum(\text{RCL} - \text{PCL}) \times \text{RCL} / \text{N}$$

현재는 이 수정된 Borich 요구도 공식이 널리 활용되고 있으며(조명희, 2015), 이에 본 연구에서도 이를 활용하여 교육요구 우선순위를 산출하였다.

나. The Locus for Focus 모델

The Locus for Focus(LFF) 모델은 중요 수준의 평균값을 가로축으로 하고 중요 수준과 현재 수준의 불일치 정도의 평균을 세로축으로 하는 좌표 평면에 각 항목의 점수를 계산하여 배치함으로써 시각정보를 제공해주는 요구분석 방법이다(Mink et al, 1991). 이는 중요 수준의 평균과 현재 수준의 평균을 축으로 하는 Herschkowitz 임계함수에 가중치를 부여한 방법으로 이해할 수 있다(조대연, 2009).

LFF는 Borich 요구도 공식과 같은 방식의 상세한 결과 값을 제시하지 않기 때문에 각 항목의 우선순위를 명료하게 파악하기 어렵다. 다만, 중요 수준과 불일치 수준이 모두 높은 1사분면(HH)에 위치한 문항들이 교육요구에 대한 우선순위가 가장 높은 것으로 해석하게 된다.

III. 연구의 방법

1. 연구대상

산업체의 공학교육에 대한 교육 요구도를 분석하기 위하여 리서치 전문 기관을 통해 전국의 산업체 임직원 400명을 대상으로 2018년 5월 1~10일 동안 온라인으로 설문을 진행하였다(Table 1 참조). 연구 대상자 중 264명(66%)은 남자였으며 136명(34%)은 여자였다. 전체의 78.8% (315명)는 대졸 이상이었으며, 59.5%(238명)가 이공계 출신이었다.

Table 1 Socio-demographic characteristics

변수		N	%
성별	남자	264	66.0
	여자	136	34.0
최종 학력	고졸	37	9.3
	초대졸	48	12.0
	대졸	268	67.0
	석사	35	8.8
	박사	12	3.0
전공분야	이공계열	238	59.5
	인문계열	87	21.8
	사회과학계열	59	14.8
	예체능계열	16	4.0
근무업종	건축, 토목	79	19.8
	화학	35	8.8
	기계	72	18.0
	전자전기	73	18.3
	IT, SW	67	16.8
	의약, 바이오	67	16.8
	기타	7	1.8

변수		N	%
소속업체 규모	대기업	52	13.0
	중견기업	89	22.3
	중소기업	227	56.8
	개인 및 벤처기업	20	5.0
	공공 및 연구기관	12	3.0
직급	대리 이하	144	36.0
	팀장	57	14.3
	과장	95	23.7
	차장	36	9.0
	부장	35	8.8
	임원	33	8.2

연구 대상자가 종사하고 있는 업종은 건축, 토목 79명(19.8%), 화학 35명(8.8%), 기계 72명(18.0%), 전자전기 73명(18.3%), IT 및 소프트웨어 67명(16.8%), 의약 및 바이오 67명(16.8%), 기타 7명(1.8%)이었다. 이들이 근무하는 사업장의 규모는 중소기업이 227명(56.8%)으로 가장 많았으며, 다음으로는 중견기업이 89명(22.3%), 대기업 52명(13.0%)으로 나타났다. 직책으로는 대리 이하가 144명(36.0%)이었으며, 팀장 57명(14.3%), 과장 95명(23.7%), 차장 36명(9.0%), 부장 35명(8.8%), 임원 33명(8.2%)이었다.

2. 연구도구

본 연구에서는 Chan, Zhao & Luk(2017)이 개발한 공학 역량(Engineering Generic Competency) 척도를 번역하여 본 연구자를 포함한 박사 2인과 박사수료 1인이 함께 검토한 후 필요한 문항을 추가하였다. 원 척도에는 공학교육인증 학습성과 영역의 평생학습 관련 문항이 충분하지 않고, 우리나라에서 글로벌역량이 중요하게 요구되는 현상을 반영하여 원 척도에 글로벌역량과 평생학습능력 관련 문항을 추가하였다. 이에 본 연구에서는 총 46문항으로 기본 설문지를 제작하였으며, 요인분석과 신뢰도 분석을 통해 3문항을 제거하여 6개 하위요인, 총 43문항을 최종 사용하였다. 본 연구 최종 설문지의 전체 문항내적 합치도 Cronbach's α는 .96이었으며, 하위요인에서는 .79~.91로 나타났다.

3. 자료분석

본 연구의 자료분석은 조대연(2009)이 정리한 요구분석의 우선순위 결정 방법에 따라 진행하였다. 먼저 각 문항에 대한 중요 수준과 현재 수준(공대 졸업 신입직원 수준)의 차이에 대한 t 검증을 실시하여 이 두 수준 사이에 유의미한 차이가 있는지를 확인하였다. 두 번째로 수정된 Borich 요구도 공식을 사용하여 우선순위를 도출하였다. 세 번째로 LFF 모델을 사용하여 우선순위를 도출하였다. 마지막으로, Borich와 LFF의 우선순위를 종합하여 공학교육에 대한 최종 우선순위를 결정하였다. 본 연구의 분석에는 SPSS v.23이 사용되었다.

Ⅳ. 결 과

1. 척도의 요인분석과 신뢰도

공학역량 척도는 최대우도법과 프로멕스 회전으로 탐색적 요인분석을 하였다. 적재값이 .3 이하인 문항과 두 요인 이상에서 높은 적재값이 나타난 세 문항은 제거하였다(우종필, 2012). 그 결과 총 6개의 요인이 도출되었다. 각 요인은 설계 및 문제해결, 대인관계 기술, 공동체 이해, 리더십, 전문가 태도와 능력, 글로벌 능력 등으로 명명하였다. 각 요인의 설명분산은 35.384, 5.375, 3.446, 2.414, 1.955, 1.298이었으며, 총 누적분산은 49.872였다. 각 요인의 문항내적 합치도 Cronbach's α는 .79~.91로 나타났으면 전체 문항은 .96으로 나타났다(별지 1 참조). 본 연구에서의 공학역량척도는 6개 요인으로 구성된 총 43문항으로, 높은 신뢰도를 확보한 것으로 판단하였다.

2. 공학교육에 대한 산업체의 교육요구도

기술통계 분석 결과(Table 2 참조) 산업체에서 가장 중요하게 생각한 공학역량 요인은 리더십(M=3.80)과 전문가 태도와 능력(M=3.80)이었고, 대졸 신입사원의 수준 중 가장 높은 것으로 생각되는 요인은 전문가 태도와 능력(M=3.41)이었으며, 가장 낮은 것으로 생각되는 요인은 설계 및 문제해결 능력(M=3.24)인 것으로 나타났다. 즉, 산업체가 중요하게 생각하는 전문가 태도와 능력 요인을 신입사원은 가장 많이 확보하고 있음을 알 수 있다.

산업체에서 가장 중요하게 생각한 문항은 "약속시간 지키기"(M=4.02), "팀 유대감 조성"(M=3.93), "전문가로서의 역할과 책임감"(M=3.90) 등의 순으로 나타났다. 또한 대졸 신입사원의 수준으로는 "약속시간 지키기(M=3.62)", "IT 활용능력"(M=3.41), "최신의 기술, 장비를 지속적으로 익히는 능력"(M=3.54)이 높았으며, "정치적 쟁점 인식"(M=3.10), "공학문제의 규명과 해결"(M=3.13), "설계 및 실험 진행"(M=3.15) 등은 가장 낮은 것으로 나타났다.

공학역량의 중요 수준과 현재 수준에 대한 t 검증 결과

(Table 2 참조), 대부분의 문항에서 산업체가 인식하는 중요 수준과 대졸 신입직원의 수준 사이에 유의미한 차이가 나타났다. 즉, 산업체가 중요하게 인식하는 것에 비해 신입직원의 수준은 낮은 것으로 해석할 수 있다. 반면, 중요 수준과 실행 수준의 차이가 유의미하지 않은 문항은 주로 글로벌 능력 영역이었다. 즉, 글로벌 능력과 관련해서는 산업체가 필요로 하는 수준의 능력을 신입직원이 이미 확보하고 있어 추가적인 교육이 필요하지 않음을 알 수 있다. 다만, 국제적으로 협동할 수 있는 능력은 교육을 통해 보다 개발할 필요가 있는 것으로 나타났다.

Borich(1980)의 공식을 적용하여 전체 43문항에 대한 교육요구도 값을 산출하고 그에 따른 우선순위를 부여하였다(Table 2 참조). 그 결과 가장 높은 교육요구가 있는 것으로 "전문가로서의 역할과 책임감", "동료나 후배에게 직무 관련 지식·기술 전수", "팀 유대감 조성", "융통성" 등이 나타났다. 교육요구 1~10위의 문항은 전문가 태도와 능력, 대인관계기술, 리더십의 세 요인에 포함되어 있다. 한편, 신입직원의 실행 수준이 가장 낮은 설계 및 문제해결 역량이나 공동체 이해 및 글로벌 능력은 중요도와 실행도의 차이 분석 결과 교육 요구가 높지 않은 것으로 나타났다.

각 문항에 대해 LFF 모델(Mink, Shultz & Mink, 1991)을 활용하여 분석한 결과, 중요수준의 평균은 3.67, 불일치 수준의 평균은 0.33로 나타났다. 가장 우선순위가 높은 HH분면(1사분면)에 위치한 문항은 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 23, 24, 25, 26, 28, 32, 36, 37, 38, 40, 42번으로 총 19개 문항이었다(그림 1 참조). 이들 문항 모두도 전문가 태도와 능력, 대인관계기술, 리더십의 세 요인에 포함되어 있다. 이들은 전체 문항의 평균보다 높은 중요도를 갖고 있으나 중요도와 실행도의 차이가 평균보다 크게 나타나 우선적으로 교육을 시행해야 하는 영역에 해당한다.

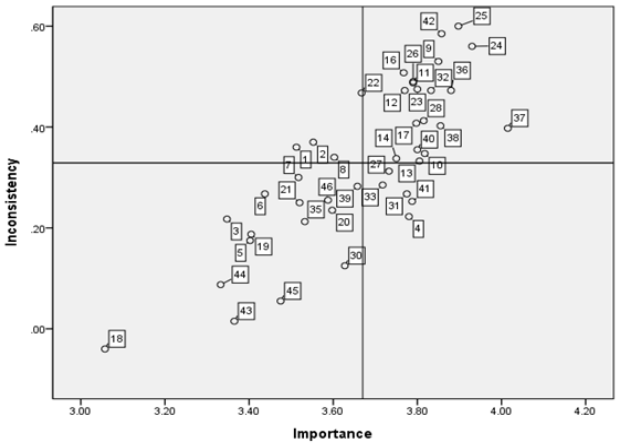

Fig. 1 The result of The Locus for Focus model

Borich 요구도 분석 결과 상위 19개 문항과 LFF 우선순위 문항을 비교하여 공통적으로 높은 요구를 보여 최우선 순위의 요구가 있는 것으로 나타난 문항은 대인관계기술, 리더십, 전문가 태도와 능력의 세 가지 요인에 해당하는 9, 10, 11, 12, 16, 17, 23, 24, 25, 26, 28, 32, 36, 37, 38, 40, 42번으로 총 17개 문항이었다(Table 3 참조). 따라서 공과대학생의 공학역량을 향상시키기 위해서는 최우선적으로 전문가로서의 역할과 책임감, 동료나 후임에게 직무 관련 지식과 기술 전수, 팀 유대감 조성, 융통성 등을 향상시키기 위한 교육이 필요함을 알 수 있다.

V. 결 론

본 연구는 공학교육에 대한 산업체의 교육요구를 분석하기 위한 목적으로 진행되었다. 이를 위해 내용타당도를 갖춘 공학역량척도를 요인분석하여 6개 하위요인으로 구성된 총 43문항의 설문지를 연구에 활용하였다.

본 연구는 조대연(2009)이 제시한 요구분석 우선순위 결정 방법에 따라 공학교육에 대한 산업체의 교육요구를 분석하였다. 먼저, 중요 수준과 현재 수준에 대한 t 검증을 실시한 결과 대부분의 문항에서 산업체가 인식하는 중요 수준과 현재 수준에 유의미한 차이가 나타났다. 이를 통해 공학교육의 많은 내용에서 산업체가 중요하게 인식하는 수준에 비해 신입직원의 현재 수준이 유의미하게 낮은 상황임을 알 수 있었다. 이와 같은 결과는 지금까지 실시된 공학교육 관련 산업체 수요조사의 여러 결과와 맥을 같이 하는 것이었다(한경희, 2016).

수정된 Borich 요구도 공식과 LFF 모델을 활용하여 산출한 최우선순위의 요구가 있는 문항은 17개였다. 이들 중 전문가 태도와 능력 요인에 속하는 것은 전문가로서의 역할과 책임감, 동료나 후임에게 직무 관련 지식·기술 전수, 전문적·윤리적 책임 이해, 일정 조율 및 마감 지키기, 관련 정보를 바탕으로 판단 내리기, 약속시간 지키기, 아이디어를 명료하게 주고받기, 체계적 준비능력, 일 관련 최신 기술·지식의 동향 파악의 9개 문항이다. 대인관계기술 요인에 속하는 것은 융통성, 타인 설득, 타인에게 격려와 아이디어 제공, 의사결정을 위한 협상, 업무관계의 구축 및 유지, 오픈 마인드의 6개 문항이다. 리더십 요인에 속하는 것은 팀 유대감 조성, 업무의 조정 및 계획의 2개 문항이다.

6개의 하위영역 중 설계 및 문제해결, 공동체 이해 분야는 중요도와 실행도에 유의미한 차이가 있음에도 그 차이가 크지 않아 최우선 교육요구 항목에 포함되지 않았다. 전주현(2013)의 연구

Table 2 Descriptive statistics and Borich priority

문항			중요도			실행도			t	Borich Needs	Priority
			M	SD	M (SD)	M	SD	M (SD)			
1	설계 및 문제해결	설계 및 실험 진행	3.51	1.00	3.52 (.73)	3.15	0.94	3.24 (.73)	6.967***	1.265	22
2		실험에서 도출된 데이터의 분석과 해석	3.55	0.96		3.18	0.95		6.943***	1.314	19
3		공학 문제의 규명과 해결	3.35	0.99		3.13	0.95		4.105***	0.728	36
4		IT 활용능력	3.78	0.90		3.56	0.92		4.716***	0.841	34
5		수학, 과학, 공학 관련 지식의 활용	3.40	1.00		3.23	0.94		3.597***	0.595	38
6		공학 장비(engineering equipment)의 사용	3.44	1.03		3.17	1.00		5.036***	0.920	30
7		시스템, 구성요소 또는 과정의 설계	3.52	1.01		3.22	0.97		5.482***	1.055	26
8		학교에서 배운 것을 넘어 추가적 지식 탐색하기	3.60	0.94		3.26	0.92		7.222***	1.225	23
9	대인관계 기술	융통성	3.85	0.81	3.79 (.56)	3.32	0.91	3.37 (.65)	10.191***	2.041	4
10		오픈 마인드	3.82	0.81		3.47	0.87		6.496***	1.327	18
11		타인에게 격려와 아이디어 제공	3.79	0.77		3.30	0.88		9.328***	1.848	7
12		의사결정을 위해 협상	3.77	0.81		3.30	0.89		8.217***	1.781	11
13		협력 및 타인의 의견 경청	3.81	0.84		3.47	0.89		6.122***	1.265	21
14		다른 배경을 가진 팀 동료와 일하기	3.75	0.87		3.41	0.87		6.107***	1.266	20
16		타인 설득	3.77	0.82		3.26	0.90		9.372***	1.912	5
17		업무관계의 구축 및 유지	3.80	0.77		3.39	0.83		7.957***	1.547	16
18	공동체 이해	정치적 쟁점 인식	3.06	1.01	3.42 (.58)	3.10	0.90	3.25 (.66)	-.823	-0.122	43
19		사회적 쟁점 인식	3.41	0.84		3.22	0.86		3.889***	0.638	37
20		경제적 쟁점 인식	3.60	0.87		3.36	0.89		4.340***	0.845	33
21		환경적 쟁점 인식	3.52	0.87		3.27	0.92		4.915***	0.880	32
35		독립적인 생각과 행동	3.53	0.79		3.32	0.89		4.080***	0.751	35
22	리더십	타인에게 동기부여와 지도	3.67	0.81	3.80 (.61)	3.20	0.92	3.30 (.75)	7.952***	1.715	12
23		업무의 조정 및 계획	3.80	0.76		3.33	0.90		8.506***	1.805	10
24		팀 유대감 조성	3.93	0.78		3.37	0.88		10.248***	2.201	3
25	전문가 태도와 능력	전문가로서의 역할과 책임감	3.90	0.77	3.80 (.51)	3.30	0.90	3.41 (.59)	10.987***	2.339	1
26		전문적·윤리적 책임 이해	3.79	0.79		3.30	0.91		8.973***	1.857	6
27		다른 전문가에 대한 이해와 존중	3.73	0.79		3.42	0.81		6.473***	1.166	24
28		아이디어를 명료하게 주고받기	3.82	0.79		3.40	0.90		7.290***	1.574	14
30		연구에 대한 정보 찾기	3.63	0.85		3.50	0.91		2.392*	0.453	39
31		관련 정보의 확인	3.78	0.79		3.51	0.82		5.465***	1.010	28
32		관련 정보를 바탕으로 판단 내리기	3.83	0.80		3.36	0.87		8.530***	1.811	9
33		새로운 아이디어 창출	3.72	0.86		3.43	0.88		.5232***	1.059	25
36		일정 조율 및 마감 지키기	3.88	0.87		3.41	0.93		8.530***	1.833	8
37		약속시간 지키기	4.02	0.81		3.62	0.90		7.788***	1.596	13
38		체계적 준비능력	3.86	0.81		3.45	0.86		7.479***	1.552	15
39		자기성찰	3.66	0.78		3.38	0.86		5.827***	1.033	27
40		일 관련 최신 기술·지식의 동향 파악	3.80	0.77		3.45	0.82		6.924***	1.349	17
41		최신의 기술, 장비를 지속적으로 익히는 능력	3.79	0.86		3.54	0.83		4.655***	0.956	29
42		동료나 후임에게 직무 관련 지식·기술 전수	3.86	0.79		3.27	0.92		10.179***	2.257	2
43	글로벌 능력	다른 나라의 문화 이해와 수용	3.37	0.91	3.44 (.68)	3.35	0.89	3.34 (.74)	.283	0.050	42
44		다른 나라에서 일어나는 일에 대한 관심	3.33	0.93		3.25	0.93		1.619	0.292	40
45		다른 나라 사람에 대한 우호적인 자세	3.48	0.83		3.42	0.89		1.132	0.191	41
46		국제적으로 협동할 수 있는 능력	3.59	0.86		3.33	0.91		4.936***	0.915	31

* p <.05, ** p <.01, *** p <.001

에서 공과대학 3, 4학년 학생은 국제화능력이나 전문교양능력에 비해 공학전공능력이 높게 나타났다. Male 등(2011)의 연구에서는 공과대학 졸업자들이 다른 역량에 비해 비즈니스 역량과 실무 설계 역량이 높은 것으로 나타났다. 이와 같은 현상에 비추어, 본 연구결과 나타난 설계 및 문제해결 역량은 산업체가 요구하는 만큼의 수준에는 미치지 못하지만 대학교육을 통해 다른 역량에 비해 높은 수준을 확보하고 있어 교육요구가 낮음을 유추할 수 있다.

Table 3 The final priority for educational needs

요인	문항	Borich Score
전문가 태도와 능력	전문가로서의 역할과 책임감	2.339
	동료나 후임에게 직무 관련 지식·기술 전수	2.257
	전문적·윤리적 책임 이해	1.857
	일정 조율 및 마감 지키기	1.833
	관련 정보를 바탕으로 판단 내리기	1.811
	약속시간 지키기	1.596
	아이디어를 명료하게 주고받기	1.574
	체계적 준비능력	1.552
	일 관련 최신 기술·지식의 동향 파악	1.349
대인 관계 기술	융통성	2.041
	타인 설득	1.912
	타인에게 격려와 아이디어 제공	1.848
	의사결정을 위해 협상	1.781
	업무관계의 구축 및 유지	1.547
	오픈 마인드	1.327
리더십	팀 유대감 조성	2.201
	업무의 조정 및 계획	1.805

또한 글로벌 능력 분야는 국제적으로 협동할 수 있는 능력을 제외한 다른 문항에서는 중요도와 실행도 사이에 유의미한 차이가 없었다. 즉 산업체 신입직원은 글로벌 능력과 관련해서 국제적 협동능력을 제외하고는 필요한 만큼의 실행 역량을 갖추고 있다고 볼 수 있다. 국내외에서 진행된 공학역량 관련 연구에서는 글로벌 역량을 측정한 사례를 찾기 어려웠다. 이를 통해서도 공학 분야에서 글로벌 역량의 습득은 그리 중요한 이슈가 아님을 알 수 있다. 이는 공학 분야에서 글로벌 역량이 필요 없는 것이 아니라 공학 전문가들의 수행에 큰 문제가 없을 정도로 글로벌 역량이 갖추어져 있는 것으로 이해할 수 있어 본 연구 결과와 같이 교육적 요구는 크지 않은 것으로 해석할 수 있다.

World Economic Forum(2017)은 미래를 위한 고등교육 분야 개선방향 중 하나로 복합적 문제해결, 비판적 사고, 창의성, 인간관리(people management)

등의 고용적합성(employability) 기술을 가르쳐야 한다고 주장했다. 본 연구결과 최우선순위 교육요구 중 여러 문항은 고등교육 분야 개선방향 중 특히 인간관리 부분에 해당된다. 또한 본 연구의 결과는 미국 고용주가 원하는 엔지니어의 기술로 나타난 대화능력, 대인관계, 윤리, 팀워크, 분석능력 등(주원종, 2017)과 일치하였다. 이와 같이 공학교육의 최우선 순위로 도출된 내용을 공학도에게 교육하기 위한 방안을 세 개의 하위요인 별로 제시하고자 한다.

첫째, 공학도의 전문가 태도 중 특히 윤리적 태도와 책임감을 향상시키기 위한 교육이 필요하다(이재숭, 2008). 특히 우리나라 현실과 특성을 반영한 사례를 개발하여 공학윤리교육에 활용할 필요가 있다. 해외에서는 윤리교육을 위해 공학도가 현장에서 부딪칠 수 있는 딜레마 상황을 제시하고 다양한 방법으로 윤리적 해결책을 모색하는 사례 활용 윤리교육을 진행하고 있다(Bert, 2017; Jonassen & Cho, 2011)). 이와 같이 우리나라 상황에서 발생 가능한 다양한 윤리적 딜레마 사례를 개발하고 이를 활용하여 윤리교육을 진행하는 것이 필요하다.

둘째, 공학도의 대인관계기술을 향상시키기 위해 공학 수업에 학습자 중심 수업방법을 적극 적용하는 것이 필요하다. 고등교육 분야에서 가장 많이 적용되고 있는 학습자 중심 수업방법은 문제중심학습, 액션러닝, 플립러닝, 팀 기반 학습 등이다(이정은, 양승희, 2018). 이에 공학교육에서도 문제중심학습(이근수, 2014; 황성호, 이상은, 2012), 팀 기반 학습(김재엽, 원종성, 2017), 플립러닝(임경화, 안정현, 2016; 허준영, 한수민, 2016) 등을 적용한 수업이 개발되고 있는데, 이와 같은 수업 모형을 적극 활용하는 것이 필요하다.

셋째, 우리나라 대기업 인사담당자들은 커뮤니케이션 능력, 다양한 팀 프로젝트 경험 및 현실적 리더상을 구축하기 위한 사례중심 교육 등을 중심으로 하는 리더십 교육을 요구한다(박재현, 이수용, 2014). 이에 공과대학에서 이들 내용을 적극 반영한 공학적 리더십 교육 프로그램을 적극 도입하여 공학 리더를 양성하려는 노력이 필요하다.

본 연구는 공학역량척도를 활용하여 산업체의 교육요구를 분석함으로써 공학교육 전반에 걸쳐 공학역량을 향상시키기 위한 기초자료를 제공하였다. 특히 공학역량의 6가지 하위 요인 중 산업체가 요구하는 최우선순위의 교육요구가 대인관계기술, 리더십, 전문가 태도와 능력의 세 가지 하위요인의 향상에 있음을 밝혀내었다. 따라서 이들 역량을 향상시키기 위한 교육 프로그램의 개발과 운영이 필요하다.

본 연구에서 사용된 표본은 여러 산업 분야에서 고루 선정되었다. 그러나 정교한 표본 선정과정을 거치지는 못하였다. 특히 표본이 속해있는 업체가 해당 분야의 대표성을 확보했다고 판단하기는 어렵다. 따라서 향후 보다 정밀하게 선정된 표본을 활용하여 공과대학생의 공학역량을 향상시키기 위한 후속 연구를 진행할 필요가 있다.

참고문헌

1. 권재기·정미경(2014). 공과대학생의 핵심역량 검사도구 개발 및 타당화. **교육방법연구, 26**(4), 687-716.
2. 김재엽·원종성(2017). 팀 기반 학습을 이용한 건축시공 교육의

학습효과 및 만족도 분석. **한국건축시공학회지, 17**(1), 101-109.
3. 박기문·이규녀(2011). 공과대학생들의 학습성과(PO)에 대한 교육요구도 사례 연구. **공학교육연구, 14**(3), 38-44.
4. 박재현·이수용(2014). 공학 기술자들에게 요구되는 리더십 특성 - 공학분야 대기업 인사담당자의 인식을 중심으로. **공학교육연구, 17**(1), 12-19.
5. 우종필(2012). **구조방적식모델 개념과 이해**. 한나래출판사.
6. 윤준선·정태현·하한기(2011). 건축공학교육의 산업체 수요분석. **대한건축학회, 55**(6), 35-38.
7. 이근수(2014). PBL을 적용한 창의공학설계 교수설계 방안 연구. **한국산한기술학회논문지, 15**(7), 4573-4579.
8. 이재승(2008). 공학윤리교육의 필요성 및 교육내용과 방법. **윤리교육연구, 16**, 229-244.
9. 이정은·양승희(2018). 간호학 분야 학습자 중심 수업의 효과에 대한 메타분석. **아시아교육연구, 19**(4), 1049-1077.
10. 임경화·안정현(2016). 공학생의 문제해결력 향상을 위한 질문생성 전략 활용 플립러닝 수업 설계. **한국실천공학교육학회논문지, 8**(2), 75-81.
11. 전주현(2013). **공학교육인증제도 참여 대학생의 공학핵심역량이 고용가능성에 미치는 영향**. 중앙대학교 박사학위 논문.
12. 조대연(2009). 설문조사를 통한 요구분석에서 우선순위결정 방안 탐색. **교육문제연구, 35**, 165-187.
13. 조동헌(2016). **공학계열 대학생의 핵심역량 도출과 평가지표 개발**. 충남대학교 대학원 박사학위논문.
14. 조명희(2015). **미경험학습자의 교육요구분석을 위한 수정모델에 대한 연구 -스마트교육 교원 역량을 중심으로-**. 상명대학교 박사학위논문.
15. 주원종(2017). **신산업 융합인재 양성을 위한 공학교육혁신 우수사례**. 2017 신산업 융합인재 포럼 발표자료.
16. 진성희(2017). 융합기술교육에 대한 산업체 수요조사: 나노, 바이오, 로봇, 디자인 분야를 중심으로. **공학교육연구, 20**(1), 18-27.
17. 한경희(2016). 누가 '산업체 수요 조사'를 수요하는가? : 추격형 수요기반 공학교육의 역설. **공학교육연구, 19**(4): 72-82.
18. 한국공학교육인증원(2015). **공학교육인증기준 2015**. 서울: 공학교육인증원.
19. 한국산업기술진흥원(2018). **공학교육혁신지원사업 연차평가 설명회 자료집**.
20. 함승연(2009). 공대 졸업생들의 공학기초능력 수준과 교육 요구 분석. **대한공업교육학회지, 34**(1), 196-209.
21. 허준영·한수민(2016). 공학전공기초실습에 플립러닝 적용사례. **한국실천공학교육학회논문지, 8**(2), 83-89.
22. 황성호·이상은(2012). 기계공학 전공심화 교과목의 PBL 수업 적용. **대학기계학회 춘추학술대회, 2012**(6), 160-162.
23. Bert, R.(2017). Engineering ethics: Real world case studies. *Civil Engineering,* 87(7), 83.
24. Borich, G.(1980). A needs assessment model for conducting follow-up studies. *Journal of Teacher Education,* 31(3), 39-42.
25. Chan, C. K. Y., Zhao, Y. & Luk, L. Y. Y.(2017). A validated and reliable instrument investigating engineering students' perceptions of competency in generic skills. *Journal of Engineering Education,* 106(2), 299-325.
26. EbrahimiNejad, H.(2017). *A systematized literature review: Defining and developing Engineering Competencies*. 2017 ASEE Annual Conference & Exposition, columbus, Ohio.
27. Jonassen, D. H. & Cho, Y. H.(2011). Fostering argumentation while solving engineering ethics problems. *Journal of Engineering Education,* 100(4), 680-702.
28. Kaufman, R. & Valentine, G.(1989). Relating needs assessment and needs analysis. *Performance and Instruction,* 28(10), 10-14.
29. Male, S. A., Bush, M. B. & Chapman, E. S.(2011). An Australian study of generic competencies required by engineers. *European Journal of Engineering Education,* 36(2), 151-163.
30. Mink, O. G., Shultz, J. M. & Mink, B. P.(1991). *Developing & managing open organizations: A model and method for maximizing organizational potential*. Austin:Somerstet Consulting Group, Inc.
31. Voorhees, R. A.(2001). Competency-based learning models: A necessary future. *New Directions for Institutional Research,* 2001(110), 5-9.
32. Witkin, B. R. & Altschuld, J. W.(1995). *Planning and Conducting Needs Assessments: A Practical Guide*. Sage Publications: Thousand Oaks, CA.
33. World Economic Forum(2017). *Closing the skills gap –Business commitment framework*. http://www3.weforum.org/docs/WEF_EGW_Closing_Skills_Gap_Initiative_Commitment_Framework
34. Zarafshani, K. & Baygi, A. H. A.(2008). What can a Borich needs assessment model tell us about in-service training needs of faculty in a college of agriculture? The case of Iran. *Journal of Agricultural Education and Extension,* 14(4), 347-357.

이정은 (Lee, Jung-eun)

1992년: 이화여대 사회사업학과 졸업
1997년: 동 대학원 사회사업학과 석사
2014년: 전남대학교 교육학 박사
2017년: 신한대학교 인재개발센터 선임연구원
2018년: 중앙대학교 공학교육혁신센터 선임연구원
현재: 신한대학교 간호학과 교수
관심분야: 역량개발, 프로그램 개발
E-mail: mytime31@gmail.com