



공과대학 학생들의 융합에 대한 태도와 공학교육인증, 성별, 학년과의 관련성 -잠재집단분석의 적용-

이준기, 신세인, 아리프 라흐마툴라흐¹, 하민수^{1*}
전북대학교, ¹강원대학교

The Relationship of Engineering Education Accreditation Program, Gender, and Academic Year with Attitude towards Convergence among Engineering Students: Application of Latent Class Analysis

Jun-Ki Lee, Sein Shin, Arif Rachmatullah¹, Minsu Ha^{1*}
Chonbuk National University, ¹Kangwon National University

ARTICLE INFO

Article history:

Received 23 January 2017

Received in revised form

20 February 2017

23 February 2017

Accepted 24 February 2017

Keywords:

Engineering Students

Attitude Toward Convergence

Latent class analysis (LCA)

Engineering Education-

Accreditation Program

Gender

Academic year

ABSTRACT

The purpose of this study is to investigate engineering students' attitude toward convergence and relevance with engineering education accreditation, gender, and academic year and attitude toward convergence. To be specific, first, we examined whether the instrument for measuring attitudes toward convergence were reliable and valid for engineering students. Second, we compared levels of attitudes toward convergence in terms of engineering education accreditation, gender and academic year. Third, latent classes, which were distinguished in terms of attitudes toward convergence, were identified. Participants were 2076 engineering students. By using factor analysis and Rasch analysis, validity and reliability of instrument measuring attitudes toward convergence were confirmed. The differences in attitude toward convergence in terms of engineering education accreditation experience, gender, and academic year were examined by independent t-test and ANOVA. There were significant differences in attitude towards convergence in terms of engineering education accreditation, gender, and academic year. Students who experience engineering education accreditation program and male and high academic year have higher levels of attitude toward convergence than others. Lastly latent class analysis (LCA) was conducted to identify subgroups underlying engineering students in terms of attitude toward convergence and five latent classes were identified. In addition, the chi-square results showed that there were significant relationships between identified latent classes and engineering education accreditation, gender, and academic year. Based on these results, engineering education considering students' characteristics and diversity in attitude toward convergence were discussed.

1. 서론

우리나라의 공과계열 전공의 대학 졸업생 규모는 연간 약 7만 명 정도로 전체 인구대비 선진국의 졸업생 수보다 많은 수에 해당한다. 공과대학은 그동안 우리나라의 산업성장을 위한 인력 공급의 중추 역할을 도맡아 왔으며, 이공계 교육의 정점의 위치에 있다. 공과대학은 계속해서 양적·질적 성장을 거듭해 왔지만 최근 산업수요연계 교육정책 등과 같은 정부 시책과 미래시장 변화 등에 의한 학생들의 진로 의식이나 선호도 변화 등으로 인하여 앞으로 더욱 성장과 확대를 거듭할 것으로 전망된다. 이러한 가운데 우리의 공과대학들은 산학협력이나 연구 부문에서는 뒤지지 않으나 교육부분(academic reputation)에서의 경쟁력이 상대적으로 부족하다는 것이 종종 지적되고 있다(KIAT, 2015). 이는 특히 지속가능한 엔지니어 육성과 공학인력 공급을 위해서 공학교육과정의 변화하는 산업현장과 사회 패러다임의 변화를 도외시 하면 안 된다는 것이었다.

최근 산업계의 뜨거운 화두는 바로 '융합'이었다. 창조적 아이디어

와 기존 기술들의 융합을 통해 새로운 시장과 신성장동력을 개척하는 방식으로 기술패러다임이 변화하고 있는 것이다(Go, 2016; O'Rourke, Crowley, & Gonnerman, 2016; Park, 2014). 이제는 너무 많이 회자되어 고전이 되어버린 애플사의 아이폰이나 독일의 아우디가 개발한 감성자동차 같은 것이 여기에 속한다고 할 수 있다. 융합형 신기술은 산업계의 구조를 재편시켰는데, 기존의 기술들이 융합하여 신산업으로 부상하고 있다. 제조업이 IT나 SW 산업과 융합하거나 혹은 디자인, 바이오, 나노 기술등의 융합은 우리가 이전에 겪어 보지 못한 산업 구조를 만들어 매우 복잡하고 새로운 시장을 형성해 가고 있다(KIAT, 2015). 이러한 접근은 과거 미국의 국립과학재단(NSF)이 미국이 앞으로 20년 이내에 추구해야 할 미래지향적 과학기술의 방향이 융합(Converging Technologies)이라고 했던 것과 맥락을 같이 하고 있다. 미국 국립과학재단 보고서에는 특히 NBIC(NT, BT, IT, CT)를 융합 기술의 핵심 축으로 보고 이에 대한 산업 투자와 인력양성을 강조하고 있다(NSF, 2002). 이것은 대표적인 미래예측 전략 연구소인 미국의 Rand 연구소의 미래예측 보고서인 'The Global Technology

* 교신저자 : 하민수 (msha@kangwon.ac.kr)
http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2017.37.1.0113

Revolution 2020'에서도 강조되어있다(Silberglitt *et al.*, 2006).

미래사회와 산업계구조가 변화함에 따라 자연스럽게 이공계 교육의 인적자원 육성의 패러다임도 변화하게 되었다. 다시 말해 공학교육에서의 추구하는 인재상이 바뀌게 된 것이다(Song, Shin, & Song, 2015; Yun, Kim, & Choi, 2011). 하나의 전공지식을 깊이 있게 연마하고 세상으로 나오면 되었던 20C의 '기술개발자'형 엔지니어는 '융합'을 키워드로 변화되고 있는 세상에서는 환영받지 못하게 되었다. 오히려 다가오는 시대에는 복잡한 실생활 속의 문제들을 해결해 줄 수 있는 '문제해결인'형의 엔지니어가 각광을 받게 될 것으로 공학관계자 및 미래학자들은 내다보고 있다(KIAT, 2015; Song, Shin, & Song, 2015). 다시 말해 기존의 기술의 성과들이 이리저리 융합되고, 다양한 적용영역을 찾으면서 기술과 인간·사회·환경이라는 다면적이고 복합적인 국면을 과학기술이 맞닥뜨리게 된 것이다. 이는 결국 최근 교육과정의 '인간중심주의' 흐름과도 일치한다고 볼 수 있으며, 사회가 원하는 이공계인으로서의 공학도는 결국 책속의 지식을 많이 아는 사람이나 강의실에서의 문제풀이 전문가가 아니라 우리사회의 문제해결에 직접적 도움을 주는 실천적 전문가여야 한다는 것이다. 하지만 이러한 국가와 사회가 처한 최근의 문제들 혹은 산업계의 신 결합기술과 관련된 문제들은 여러 가지 영역의 지식들이 복잡하게 얽힌 것인 것이 대부분이다. Jones(2005)는 이렇게 점차 복잡성이 증가하는 현대사회에서는 지식을 찾기 위해서 기존의 지식을 이해하는데 드는 일종의 지적 부담(Burden of Knowledge)이 누적적으로 커지게 되고, 이러한 점이 전문가간의 다학제적 협업이나 융합의 필요성을 만들고 있다고 역설한 바 있다. 따라서 미래 산업사회를 담당할 이공계 인재의 육성에 있어서 창의·융합은 필수적 덕목이 되었으며, 이는 초중등 교육과정에서도 반영되어 실시되고 있는 교육의 추세라 할 수 있다.

공학분야는 다른 어떤 분야보다도 실생활이나 현장과 대학교육의 거리가 짧고, 졸업생의 대부분이 자신의 전공과 비교적 관련이 많은 직종에 취업하게 되는 편이므로 공과대학 학생들을 위한 융합교육은 그 어느 학생들을 위한 것보다 중요하다 할 것이다. 또한 공학은 실용성과 유용성을 기본 바탕으로 하는 학문이기 때문에 주어진 환경 조건 하에서 문제 상황에 대한 최적의 해(解)를 도출해 내는 것을 미덕으로 여기고 있다(Lee, 2016). 이러한 창의적 문제해결력을 지닌 공학도를 키우기 위해서는 기존 지식을 상황에 맞게 재구성할 수 있는 능력과 다양한 관점에서 세상을 조망할 수 있는 역량을 키워주는 것이 중요하다. 다시 말해 오늘날의 공학교육은 자신의 전공 영역과 같은 전형적 사고방식에서 벗어나 폭넓게 아우르며 생각해 볼 수 있는 그리고 다른 생각과 문화를 가진 이들과 자유롭게 협업할 수 있는 소통능력과 공감능력을 향상시킬 교육이 필요하다(Park, 2014). 이러한 지향점을 한마디로 압축하면 바로 융합교육이 된다.

공과대학 교육에서의 융합교육시도는 국내외에서 이제 다양하게 이루어진 바 있다. 공과대학의 융합교육을 선도했던 미국의 경우 MIT Media Lab이 가장 선도적인 사례라 할 수 있다. 공학에 예술과 인문학 등 이질적인 학문을 접목시킨 연구기관으로 '상상력을 발전시킨다'라는 목표를 가진다. 학문의 벽을 허물고 상상하는 모든 것을 연구할 수 있다고 자부하는 기관이지만 이쉽게도 학부수준 교육을 담당하는 기관은 아니며 연구중심의 교육을 수행하고 있다(Hong, 2008). 이들의 융합의 방식은 점차 인접 전공에 필요에 의해 스며들 듯 확장하며

변하거나 커나가는 경우가 있는데 이때, 각 경계에서 교역지대(trading zone)를 형성한다(Collins, Evans, & Gorman, 2007; Galison, 1997; Lee, Lee, & Ha, 2013; Oh *et al.*, 2012). 예를 들어서, 정보를 깊게 다루던 문헌정보학이 확장된 정보과학이 있고, 이것이 ICT 기술과 융합하면서 나온 것이 디지털정보융합기술이다. 그 중에서도 웹 자체에 대한 과학이며 공학적 접근을 주창하는 웹 과학(Web science), 그리고 이렇게 태동된 컴퓨터 과학과 컴퓨터 공학에서 시작하여 다양한 분야로 확장된 인간과 컴퓨터의 상호작용(HCI; Human-Computer Interaction), 마지막으로 최근 문화 및 예술과 융합한 경우인 감성 및 문화과학이 있다(Hong, 2008). 이것은 최근 NSF가 당초 언급한 인지과학의 CT(cogno technology)와는 다른 또 하나의 CT(culture technology)로 조명 받고 있다. 중간형태의 절충 교육으로 미국 UCSD의 Bioinformatics Program과 같은 다학제 연합 협동과정 형성을 통한 융합교육 시도도 있었다(KIAT, 2015).

우리나라 공과대학들의 융합교육 역시 활발히 시도되고 있다. 우선, 물리적으로 공과대학 내에 학과 자체를 융합형 학과로 개설하여 교육을 실시하려 한 사례가 있다. 국민대학교의 자동차IT융합학과, 창의IT융합학과(POSTECH), 휴먼ICT융합학과(성균관대) 등이 그 사례라 할 수 있다(KIAT, 2015). 두 번째로는 공과대학 학생들의 교양교육 차원에서의 융합을 시도한 경우들이다(Sung, Choi, & Kang, 2016; Han, Ko, & Choi, 2016). 이는 주로 예술이나 인문학 등과 같은 교양학부 교육과 공학의 융합을 피한 것으로 공대생을 위한 글쓰기 교육(Park, 2012; Shin, 2009, 2012), 미술교육과의 공학의 융합(Lee, 2016), 디자인교육과 공학의 융합교육과정 모색(Sung, Choi, & Kang, 2016) 등 다양한 방향이 제시되고 시도되었다. 세 번째는 전공교육차원에서의 융합교육시도이다. 실무능력을 갖춘 인재 육성을 위해 2001년부터 공학교육인증원(ABEEK; Accreditation Board for Engineering Education of Korea)에서 시도해오고 있는 공학교육인증제 프로그램에서도 교육과정 내에 다양한 복합학제 및 다학제 설계 과정 및 융합형 교육과정을 도입하고 있다. 특히 다양한 전공분야를 망라하는 현장의 복잡성을 실감하게 하는 현장중심 교육과정의 강화로 공과대학 내의 융합형 프로그램의 수는 전국 어느 공대를 막론하고 급증하고 있는 추세이다(KIAT, 2015). 공과대학의 교육과정은 반드시 공학인증제 프로그램이 아니더라도 티칭포트폴리오 문화나 CQI 보고서 작성과 같이 학습목표와 성과에 의한 철저한 사후관리와 반성 그리고 환류분석이 오래전부터 체계적으로 이루어져왔다. 그러나 이는 대부분 지식적인 성취도 영역에 대해서만 이루어지고 있으며, 동기나 태도, 가치관과 같은 정의적 영역에 대한 형성정도는 알아보지 못하고 있는 실정이다. 학생들이 융합적 역량을 키우기 위해서는 무엇보다 다른 영역을 배타적으로 보지 않고 융합을 시대적 사명으로 여기는 '융합에 대한 태도'가 먼저 형성된 뒤라야 할 것이다. 실제로 이들이 산업현장에 진출하여 팀장급 기획자가 되어 현장의 문제를 해결할 때, 다른 전공 영역의 많은 실무기술진들과 복합학제적 팀이 되어 문제해결을 할 것인지 아니면 자신의 분야만으로 해결할 것인지를 결정하는 결정적 요인은 이들이 학생시절 형성한 '융합에 대한 태도'에 달려있을 것이다. 따라서 융합능력을 배양함에 앞서 융합에 대한 태도를 긍정적으로 형성시켜야 하고 그런 연후에 창의적이고 융합적인 문제해결력을 길러주어야 할 것이다.

융합에 대한 태도를 확인하기 위한 검사도구로는 Shin *et al.*(2014)

에 의해 개발된 것이 있다. 그러나 이는 고등학생들을 대상으로 연구·개발된 것으로 이후에 Shin, Ha, & Lee(2014)에 의하여 전국 17개 시도의 6,036명의 학생들에게 일반화타당도를 검증한 검사도구인 것은 사실이지만, 일반 인문계 고등학생들을 위하여 개발된 검사도구이다. 따라서 아직까지 대학생을 대상으로 적용된 사례가 없으며, 공과대학 학생들의 융합에 대한 태도 점검을 위한 용도로 사용함이 적절하지에 대해 연구된 바가 없다. 따라서 이 연구에서는 Shin *et al.*(2014)에 의하여 개발된 융합에 대한 태도 검사도구를 공과대학 학생들에게 적용하여 이들을 위한 융합교육과정 경험을 통해 형성되는 융합에 대한 태도 변화를 알아보는 용도로 활용할 수 있는지 타당도와 신뢰도를 확인해 보고자 하였다. 뿐만 아니라 최근 이루어지는 연구들을 살펴보면, 측정 도구 중심 관점의 변인중심접근이 아닌 사람중심 접근 방식을 통하여 집단 내의 다양한 잠재집단이 혼재할 수 있다는 것을 보고하는 연구들이 늘어나고 있다(Ha, Kim, & Kim, 2014). 이는 진정한 학습자중심교육으로 가기 위한 좋은 진단 연구들이며, 이 연구에서도 최근 각광받고 있는 잠재집단분석법(latent class analysis)을 사용하여 공과대학 학생들 집단 내에 다양하게 형성되는 ‘융합에 대한 태도’에서의 잠재집단을 파악해 보고자 하였다. 따라서 이 연구의 목적은 공학전공대학생들의 융합에 대한 태도를 조사하고 관련변인을 탐색하기 위함이다. 구체적인 연구 문제는 다음과 같다.

- 1) 고등학교 학생들을 대상으로 한 융합태도검사의 신뢰도와 타당도는 공학전공대학생에게도 높은 수준으로 나타나는가?
- 2) 공학전공대학생들의 융합에 대한 태도와 공학인증유무, 성별, 학년 간 관련성은 어떠한가?
- 3) 잠재집단분석을 통하여 확인한 공학전공대학생들은 융합에 대한 태도에 있어서 어떤 집단으로 구분될 수 있는가? 또한 융합에 대한 태도에 의하여 구분된 집단과 공학인증유무, 성별, 학년 간 관련성은 어떠한가?

II. 연구방법

1. 연구 참여자

이 연구에서는 남부권 소재 공과대학 재학생 2076명이 참여하였다. 학생들의 분포는 Table 1과 같다. 이 중 공학교육인증 프로그램에 참여한 학생들은 1258명이며 참여하지 않은 학생들은 818명이다. 참여자의 성비는 공과대학의 특성상 일부 불균형이 존재하며, 학생들의 연구 미참여로 발생된 것은 아니다.

Table 1. Research participants

Gender	1 st yr	2 nd yr	3 rd yr	4 th yr	Total
Male	447	406	428	210	1491
Female	183	154	153	95	585
Total	630	560	581	305	2076

2. 자료 수집

이 연구에서는 공학전공대학생들의 융합에 대한 태도를 조사하고 관련변인을 탐색하기 위하여 Shin *et al.* (2014)에 의해서 개발된 융합

에 대한 태도 검사도구를 사용하였다. 검사도구는 지식(Knowledge), 개인적 관련성(Personal relevance), 사회적 관련성(Social relevance), 흥미(Interest), 자아효능감(Self-efficacy)의 5가지 구인으로 구성되어 있으며, 총 23개의 문항으로 구성되어 있다. 각 문항에 대한 측정은 5점 리커트 방식(1=매우 아니다, 5=매우 그렇다)으로 이루어졌다.

3. 자료 분석

이 연구는 세 가지 연구문제를 확인하기 위하여 다양한 통계방법을 활용하였다. 먼저 고등학교 학생들을 대상으로 개발하여 타당도와 신뢰도를 확인한 융합태도검사가 공학전공대학생에게도 적용될 수 있는 검사도구인지 확인하기 위하여 주성분분석을 활용한 요인분석, 내적일관성 신뢰도(Cronbach alpha), 라쉬분석(Rasch Analysis)을 활용하였다. 융합태도검사는 리커트척도를 사용하는데, 라쉬분석에서 리커트척도는 평정척도모형(rating scale model) 또는 부분점수모형(partial credit model)의 두 가지 방법으로 분석될 수 있다(Neumann *et al.*, 2011). 이 연구에서는 범주예상곡선(category probability curve)을 확인한 결과 평정척도모형이 더 타당함을 확인하여 평정척도모형을 사용하기로 결정했다. 라쉬분석에서는 문항의 적합도를 확인할 수 있는 Infit MNSQ과 Outfit MNSQ, 문항의 난이도 분포와 참여자들의 태도 분포와의 구분을 통하여 라쉬분석의 전체적인 신뢰도를 확인할 수 있는 Person Reliability와 Item Reliability를 확인하였다(Neumann *et al.*, 2011).

두 번째 연구문제인 공학전공대학생들의 융합에 대한 태도와 공학인증유무, 성별, 학년 간 관련성을 확인하고자 독립표본 t-검정과 분산분석(ANOVA)을 수행하였다. 공학인증유무와 성별에 따른 융합에 대한 태도를 비교하기 위하여 독립표본 t-검정을 사용하였으며, 4개의 학년 간 융합에 대한 태도를 비교하기 위하여 분산분석을 사용하였다. 독립표본 t-검정에서는 t값과 함께 효과크기를 확인하기 위하여 Cohen's d값을 제시하였으며, 분산분석에서는 F값과 함께 효과크기를 확인하기 위하여 partial eta squared(이하 PES)를 제시하였다.

세 번째 공학전공대학생들은 융합에 대한 태도에 있어서 어떤 집단으로 구분될 수 있는지 확인하기 위하여 잠재집단분석(latent class analysis)을 사용하였다. 잠재집단분석에서 최근 가장 많이 사용하고 있는 polCA 방법(Polytomous variable Latent Class Analysis)을 사용하였다(Linzer & Lewis, 2011). 잠재집단분석을 위하여 공학전공대학생들의 융합태도점수를 순위척도로 변환할 필요가 있다. 융합태도점수는 리커트척도로 수집되어 라쉬분석을 거쳐 비율척도의 라쉬점수로 변환되어 있다. 그 점수를 다시 순위척도로 구분하기 위하여 Rasch-Thurstone threshold를 사용하여 비율척도의 라쉬점수를 순위척도(등급)으로 변환하였다. 등급으로 변환된 자료를 R package의 polCA모형을 통하여 최적화된 집단 수를 확인하였다. 이 때 사용한 방법은 Bayesian information criterion(BIC)이다. 구분 집단에 따라 BIC가 제시되고 가장 낮은 BIC값을 가지는 분석에서 제시되는 집단의 수가 가장 이상적인 집단의 수로 이해할 수 있다(Haughton, Legrand, & Woolford, 2009). 최종적으로 구분된 집단에 따라 5가지 융합태도의 라쉬점수의 평균을 구하고, 각 집단의 융합태도의 특징에 따라 성격을 구분하였다. 또한 구분된 집단과 공학인증이유유무, 성별, 학년 간 차이점을 카이제곱검정을 통하여 확인하였다.

Table 2. Internal consistency reliability and Rasch analysis results on the items of attitude toward convergence test

Item	Internal consistency		Item measure	Rasch analyses			
	Cronbach's Alpha	Cronbach's Alpha if Item Deleted		Infit MNSQ	Outfit MNSQ	Person Reliability	Item Reliability
Knowledge1	0.850	0.807	-0.49	0.939	0.921	0.83	0.99
Knowledge2		0.780	-0.48	0.769	0.733		
Knowledge3		0.828	1.11	1.152	1.160		
Knowledge4		0.821	-0.14	1.090	1.093		
Personal relevance1	0.816	0.784	0.37	1.136	1.127	0.81	0.99
Personal relevance2		0.760	-0.03	0.833	0.820		
Personal relevance3		0.796	-0.74	1.023	1.002		
Personal relevance4		0.772	0.40	0.914	0.911		
Personal relevance5		0.787	-0.01	1.068	1.054		
Social relevance1	0.881	0.861	0.47	1.111	1.014	0.81	0.98
Social relevance2		0.828	-0.42	0.812	0.750		
Social relevance3		0.847	0.36	0.981	0.887		
Social relevance4		0.851	-0.41	1.039	0.956		
Interest1	0.815	0.795	0.35	1.191	1.188	0.78	0.97
Interest2		0.778	-0.01	0.983	0.972		
Interest3		0.782	0.17	1.005	0.998		
Interest4		0.766	-0.15	0.853	0.839		
Interest5		0.774	-0.36	0.941	0.930		
Self-efficacy1	0.864	0.838	0.11	1.042	1.005	0.83	0.94
Self-efficacy2		0.840	-0.30	1.012	0.986		
Self-efficacy3		0.824	0.10	0.826	0.797		
Self-efficacy4		0.839	0.23	1.116	1.072		
Self-efficacy5		0.834	-0.13	0.973	0.929		

Table 3. Principle component analysis of attitude toward convergent test items

Item	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Factor 5
Self-efficacy3	0.813				
Self-efficacy5	0.768				
Self-efficacy4	0.766				
Self-efficacy1	0.737				
Self-efficacy2	0.717				
Social relevance2		0.833			
Social relevance3		0.796			
Social relevance4		0.778			
Social relevance1		0.756			
Interest4			0.793		
Interest5			0.734		
Interest3			0.714		
Interest2			0.672		
Interest1			0.574		
Knowledge2				0.854	
Knowledge1				0.804	
Knowledge4				0.732	
Knowledge3				0.713	
Personal relevance2					0.76
Personal relevance4					0.701
Personal relevance1			0.366		0.65
Personal relevance3					0.633
Personal relevance5		0.387			0.606

III. 연구결과 및 논의

1. 융합에 대한 태도검사 도구의 신뢰도 및 타당도

먼저 Table 2에는 Shin *et al.* (2014)이 고등학생들의 융합태도를 확인하기 위하여 개발한 검사도구를 공학전공대학생에게 투입한 결과의 신뢰도와 라쉬모델분석을 제시한 것이다. 내적일관성신뢰도 (Cronbach's Alpha)의 경우 지식문항이 0.850, 개인적 관련성에 관한 문항이 0.816, 사회적 관련성 문항이 0.881, 흥미 문항이 0.815, 자아 효능감 문항이 0.864로 전부 0.8이상의 높은 수준을 보여주고 있었다. 라쉬분석의 문항적합도 MNSQ의 경우 가장 민감한 수치인 Outfit MNSQ를 살펴보면 최소값이 0.733에서 최대값이 1.188이다. MNSQ의 경우 1일 경우 가장 이상적이며, 이 값이 1보다 높거나 낮을 경우 문항적합도가 낮아진다고 할 수 있다. MNSQ에 대한 기준은 평가척도에 따라 다르게 적용될 수 있는데, Wright & Linacre(1994)는 평정척도의 경우 0.6-1.4가 적절하다고 하였다. 이 기준을 적용하였을 때 고등학생들을 대상으로 개발한 융합태도검사는 공학전공대학생에게도 적용하였을 때도 타당한 수준의 문항적합도가 나타남을 확인할 수 있었다.

Table 3에는 주성분분석을 활용한 요인분석 결과이다. 회전은 Varimax with Kaiser Normalization을 사용하였다. 요인점수는 0.35 이상만 제시되도록 하였다. 그 결과 23개의 융합태도문항은 지식, 개인적 관련성, 사회적 관련성, 흥미, 자아효능감의 5개 요인으로 정확하게 구분됨을 확인할 수 있었다. 이 결과 역시 고등학교 대상으로 개발된 융합태도검사의 구조타당도가 공학전공대학생들에게도 그

대로 적용될 수 있음을 확인한 것이다.

과학계 뿐 아니라 산업계 전반에도 최근 10년간 가장 큰 지배 담론이 ‘융합’이었으며, 과학·기술·공학을 구분하기 어려운 테크노 사이언스의 세상이 다가온 상황에서 이공계 교육의 목표는 대부분 융합을 내걸고 달려왔었다(Hong, 2008; Oh, Bae, & Kim, 2012; Oh *et al.*, 2012). 이러한 흐름 속에서 직접 산업현장에 바로 투입되어 영향을 미치는 존재인 엔지니어를 육성하는 공학교육의 목표 역시 ‘창의적 융합인재’를 육성하기 위한 형태로 발 빠르게 재편되고 있으며, 많은 공과대학의 교육과정들 역시 사회와 산업계의 수요에 맞추어 개발 및 적용되고 있다(Go, 2016; Han, 2016; Han, Ko, & Choi, 2016; Park, 2014). 그러나 서론에 언급한 바와 같이 다른 분야와의 소통과 협업이 자유로운 융합적 태도를 갖춘 엔지니어를 육성하고자 융합형 교육과정을 시행하여도 적당한 검사도구가 없어 교육효과를 확인하기 어려웠던 것이 현실이었다. 융합에 대한 태도 검사도구는 Shin *et al.*(2014)에 의하여 고등학생들의 융합에 대한 태도를 확인할 목적으로 개발된 뒤에 Messick(1995)이 제안한 6가지 타당도 중 검사 내용에 관한 타당도, 실제에 기초한 타당도, 그리고 내적 구조에 기초한 타당도가 확인된 바 있다. 이후 Shin, Ha, & Lee(2014)에 의하여 계열, 학년, 성별 등에 대해서 관계없이 두루 적용할 수 있는 검사도구인지 일반화 타당도를 확인한 바 있다. 그러나 이러한 적용은 모두 일반계 고등학교 학생들에 국한한 것이었으며, 대학생이나 일반인을 대상으로 한 적용은 이루어진 바 없었다.

이 연구의 결과(Table 1, 2)를 통하여, Shin *et al.*(2014)이 고등학생들의 융합에 대한 태도 측정을 위해 만든 검사도구는 공과대학 학생들에게 그대로 적용할 경우에도 타당한 검사도구로서 기능함을 확인할 수 있었다. 따라서 현실세계 문제해결의 복잡성이 증가하고 있는 현실에서 예비 엔지니어 육성 과정에서 융합과 관련된 다양한 교육적 시도에 따라 학생들은 교수자가 의도한 변화를 일으키고 있는지 확인해 보기 위해 해당 검사도구를 활용하면 유용할 것으로 판단된다. 아울러, 현재는 공과대학 학생들의 융합에 대한 태도에 대해 적용 가능성을 확인한 단계이나 산업현장에 진출한 현직 엔지니어들의 융합에 대한 태도를 확인하기 위한 용도로 도구의 적용범위가 확대될 수 있다면, 많은 기업들이 사회적 비용으로 소모하고 있는 직종연수(in-service training)의 효과에 대해서 확인하는 역할도 수행할 수 있으리라 전망한다. 뿐만 아니라 농과대학이나 의과대학 학생들에게도 적용하여 신뢰도와 타당도를 확인해 범위를 넓혀 나간다면, 전공분야 교육에 따른 혹은 융합영역에 따른 융합에 대한 태도 차이도 연구가 가능하리라 판단된다.

2. 변인과의 관련성

가. 공학교육인증제 선택유무에 따른 차이

Table 4에는 공학인증과정 이수유무에 따른 융합태도점수의 차이를 구분하여 제시하였다. 자아효능감을 제외하고 공학인증과정을 선택한 학생들이 더 높은 수준의 융합태도를 보였다. 효과크기 *d*값을 통하여 가장 큰 차이를 보이는 것은 변인은 개인적 관련성 항목이었으며, 그 다음으로 지식, 흥미에서 유의미한 차이가 나타났다.

Table 4. Differences in convergence attitude score according to ‘engineering education accreditation program’ choice

	Engineering Education Accreditation Program	N	Mean	SD	<i>t</i>	<i>p</i>	<i>d</i>
Knowledge	Choice	1260	0.651	3.011	3.267	0.001	0.15
	Non-choice	789	0.195	3.182			
Personal relevance	Choice	1260	1.948	2.251	4.382	0.000	0.20
	Non-choice	789	1.490	2.384			
Social relevance	Choice	1260	4.256	3.319	2.340	0.019	0.11
	Non-choice	789	3.893	3.564			
Interest	Choice	1260	2.752	2.192	3.089	0.002	0.14
	Non-choice	789	2.444	2.197			
Self-efficacy	Choice	1260	1.869	2.691	1.586	0.113	0.07
	Non-choice	789	1.675	2.709			

공학교육인증제도는 해당 프로그램을 이수한 학생이 실제 산업 현장에 효과적으로 투입 가능한 전문적 능력을 충분히 갖추고 있다는 하나의 보증장치이며, 국제적 감각을 지닌 전문 엔지니어가 되기 위한 하나의 표준절차로 시작되었다. 우리나라는 1999년 한국공학인증원(ABEEK)이 설립된 이래, 2001년부터 공학교육인증제 프로그램을 시행해 오고 있으며, 2015년에는 100개 대학 595개 프로그램으로 확대되고 있는 실정이다. 공학교육인증제도는 학과나 학위 졸업 개념보다는 프로그램 단위로 인증하는 방식을 띠고 있다. 특히 오늘날의 엔지니어들에게는 전통적으로 요구되던 덕목인 과학기술분야 전문지식의 응용력, 설계능력과 같은 기술적 자질(technical attributes) 뿐만 아니라 비기술적 자질(non-technical attributes)에 해당하는 의사소통능력이나 팀워크 등도 요구되고 있다(Go, 2016). 특히나 공학교육에서 중요하게 생각하고 있는 ‘공학교육인증제도’에서도 창의적 엔지니어 육성과과정에서 핵심적인 과정으로 18학점의 공학소양으로 ‘복합 학제적 팀의 한 구성원의 역할을 해낼 수 있는 능력’에 대해서 미래사회 엔지니어로서 갖추어야 할 소양으로 강조하고 있다(Park & Hong, 2015).

최근에는 단편적인 전공지식을 위주로 한 이론중심이 아닌 현실의 문제를 해결해 낼 줄 아는 ‘현장 중심의 공학교육’으로 바뀌야 한다는 지적이 공학교육 내에서 나타나기 시작했고, 이러한 발로로 다학제 공동 창의·융합형 교육프로그램의 운영이 여러 학교에서 점차 늘어나고 있는 것을 살펴볼 수 있다. 몇 가지 사례로 홍익대학교의 공학-디자인협업과정이나 인제대학교의 공학-경영학 융합과정, 이화여자대학교의 산업계 수요 반영 융합형 캡스톤디자인 강화과정, 전북대학교의 글로벌 캡스톤디자인 등이 있으며, 공과대학들의 교육과정 중 융합형 프로그램 비중은 ‘07년도 대비’13년도에는 개발건수가 39건에서 1430건으로 무려 37배 증가하는 폭발적 증가 양상을 보였다(KIAT, 2015). 이처럼 미래세대를 선도할 차세대 엔지니어 육성을 위해서 융합에 대한 긍정적 태도형성은 공학교육에서 핵심적인 요소이며 국가적으로나 단위 학교수준에서나 많은 노력을 기울이는 부분이라 할 수 있다.

이 연구에서는 전체 연구 대상 공과대학 학생들 중 공학교육인증제 프로그램을 선택한 학생들에게서 융합에 대한 태도 면에서 더욱 높은 점수가 나타나고 있으며 자아효능감을 제외한 모든 구인에서 통계적으로 유의미한 차이가 나타난 것을 확인한 바 있다(Table 4). 이것은 앞서 설명한 바와 같이 시대의 흐름에 따라 공학교육인증제 프로그램

내에 지속적으로 증설된 융합·다학제 프로그램들로 인하여 공학교육인증제 프로그램을 선택한 학생의 경우는 해당 프로그램을 선택하지 않은 학생들에 비하여 상대적으로 융합형 교육에 더욱 많이 노출되게 되고 이러한 자극은 융합에 대한 태도를 변화시켰을 것으로 볼 수 있다. 그러나 가장 중요한 요소라 할 수 있는 자아효능감에 있어 아직도 선택집단과 미선택집단의 차이가 없는 것으로 보아 공학교육인증제 프로그램의 교육과정 경험만으로는 다학제적이고 융합적인 상황에 대해서 스스로 해 낼 수 있다는 느낌을 갖기까지는 아직 부족한 면이 있다는 것을 알 수 있다. 뿐만 아니라 이 연구는 공과대학 학생 전체를 전수 조사한 전 학년 대상 연구로 분석대상 학생들의 학년에 따른 교육경험 차이가 존재하고 이에 따라서 스스로 지각하는 융합에 대한 자아효능감의 편차가 존재할 수 있다. 예를 들어 더 많은 융합과 관련된 교육과정 경험으로 인하여 학년이 올라갈수록 융합에 대한 태도가 변화될 가능성이 있고 그 중에서도 특히 캡스톤 디자인과 같이 보다 열린 형태의 융합실습과정에 많이 노출됨으로 인해 높은 학년으로 갈수록 스스로 할 수 있다는 생각이 강하게 형성될 수 있는 부분이 존재한다.

나. 성별에 따른 차이

Table 5에는 성별에 따라 융합태도점수의 차이를 제시하였다. 평균값의 경우 남학생이 5개 항목 모두 높았으나, 통계적으로 유의미한 차이는 개인적 관련성, 사회적 관련성의 두 항목을 제외하고 지식, 흥미, 자아효능감에서 나타났다. 자아효능감에서 가장 높은 차이가 나타났다. 실제로 선행연구에서도 학습자의 성차(性差)는 해당 집단의 융합에 대한 태도에 대해서 유의미한 영향을 끼치는 변인임이 확인된 바 있다(Shin, Ha, & Lee, 2014).

Table 5. Difference of attitudes toward convergence score according to gender

	Gender	N	Mean	SD	t	p	d
Knowledge	male	1495	0.659	3.171	4.603	0.000	0.22
	female	585	-0.029	2.778			
Personal relevance	male	1495	1.820	2.380	1.914	0.056	0.09
	female	585	1.604	2.144			
Social relevance	male	1495	4.193	3.493	1.910	0.056	0.09
	female	585	3.874	3.223			
Interest	male	1495	2.750	2.238	4.443	0.000	0.22
	female	585	2.276	2.054			
Self-efficacy	male	1495	2.022	2.741	6.797	0.000	0.33
	female	585	1.135	2.498			

융합의 개인적·사회적 관련성의 인식 측면에서는 남녀학생 공히 유사한 태도형성을 하고 있으나 지식, 흥미, 자아효능감에서만 차이가 나는 측면은 주목할 만하다. 공과대학에 재학하며, 동일한 교육과정을 경험하게 되는 남녀학생의 융합에 대한 태도가 다르게 나타나게 되는 측면에는 여러 가지 가능성이 존재할 수 있다. 선행연구들은 공대 특유의 집단적이고 남성적인 교육 및 과제문화 등으로 인하여 상당수의 여학생들에게서 정체성 혼란 및 진로방황이 일어나고 있음

을 보고하고 있다(Ha, 2008; Kerr, 1994; Klein & Zehms, 1996). 융합형 교육을 경험할 수 있는 여러 가지 교육과정들은 상상공학이나 캡스톤 디자인(capstone design)과 같이 상당수가 다인수의 학생들이 어울려서 함께 설계 작업을 수행하거나 문제를 해결하는 과업의 형태를 띤 것들이 많다(KIAT, 2015; Park & Hong, 2015). 이 과정에서 상당수의 여학생들은 공대 교수나 동료 학생들의 성인지적 태도 혹은 본인들 자신의 갈등으로 리더의 역할을 하지 못하거나 팀 활동에 불편함을 느끼고 소수자로서 거드는 역할을 하게 되기 때문에 성취경험을 통한 만족감과 독립적 의사결정을 통한 자아효능감 발달이 어려울 가능성이 존재할 수 있다(Song & Shin, 2014).

이 연구결과에서도 여러 구인들 중에서도 흥미나 자아효능감이 낮게 나타난다는 것은 앞으로도 융합에 대한 긍정적 태도 형성을 기대하기 어려우며, 융합적 접근의 교육과정이 주어졌을 때 학습동기를 형성하며 다가가기 어려울 것으로 짐작해 볼 수 있다(Shin et al., 2014; Shin, Ha, & Lee, 2014). 뿐만 아니라 점차 복잡적이고 융합적인 형태로 변화되어가는 이공계 직군과 산업계의 업무 특성을 생각해 보면, 융합에 대한 태도가 부정적이며 특히나 융합과 관련된 자아효능감이 낮은 수준에 머무르고 있는 여학생들의 경우 산업계로 나아가는 이후의 상황이 우려되는 바이다. 예를 들어 융합과 관련된 낮은 자아효능감이나 흥미는 과학기술영역의 신생 직업분야나 혹은 기업의 신사업 도전 분야에서 심심치 않게 등장하고 있는 융합적 성향의 과업에 대해 낮은 호기심을 갖게 하거나 혹은 부담감을 갖고 움츠러들게 만들 수 있다. 이러한 성향은 개인차원에서는 직업 및 업무에 대한 도전의식과 선택의 기회를 제한하게 되고, 국가적인 이공계 인력양성 차원에서도 편향이 벌어질 수 있는 잠재적 위험이다. 따라서 공과대학 학생들의 교육과정에서 학생들의 융합에 대한 태도를 성별에 따라서도 주기적으로 확인하고 특히 여학생들의 경우, 부담이 보다 적은 다학제 및 융합적 활동 등을 통하여 반복된 성공경험이나 호기심을 불러 일으켜서 흥미와 자아효능감을 향상시켜 주어야 할 것이다. 따라서 미래 창의·융합형 엔지니어의 양성평등적 육성을 위해서는 현재 시행중인 공과대학의 융합형 교육과정들이 여학생 친화적 콘텐츠와 접근 방식을 위하고 있는지 재검토가 이루어져야 할 것이다.

다. 학년에 따른 차이

학년에 따라 융합태도점수의 평균과 표준오차는 그림 1에 제시되어 있다. 분산분석의 결과 지식(F[3,2080] = 5.540, p = 0.001, PES = 0.008), 흥미(F[3,2080] = 5.313, p = 0.001, PES = 0.008), 자아효능감(F[3,2080] = 4.174, p = 0.006, PES = 0.006)에서 유의미한 차이가 나타났다. 매우 큰 차이는 아니지만 평균적으로는 4학년일수록 평균점수가 높은 것을 확인할 수 있었다. 융합에 대한 태도는 전 학년에 걸쳐 근소한 차이를 보이며, 특정학년에 극단적으로 높거나 낮은 분포를 보이고 있지는 않았다(Fig 1). 학년별로 큰 차이가 나타나지 않는 이유는 공학교육 혁신운동 이후에 현장밀착형으로 바뀐 많은 교육과정들은 다학제적이고 융합적인 성격을 띠고 있으며, 이러한 내용은 비단 4학년에만 집중되어있지는 않기 때문인 것으로 판단된다.

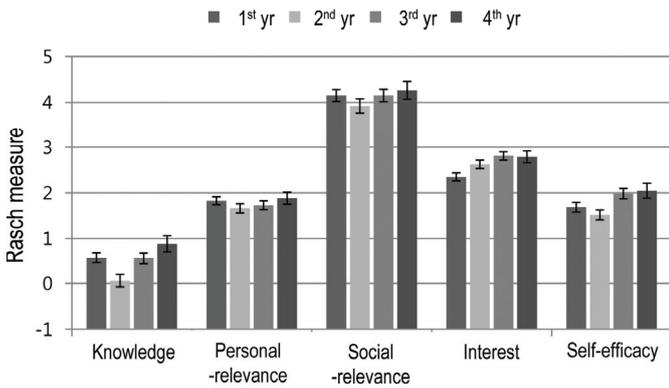


Figure 1. Difference of attitudes toward convergence score according to grade

고학년으로 갈수록 유의미한 차이가 발생한 것은 융합에 대한 태도의 하위 구인들 중 지식, 흥미, 자아효능감 영역이었다. 이러한 결과는 갈수록 복잡해지고 다양해지는 현실상황과 산업수요를 반영하기 위한 공학교육과정의 변화를 반영한다고 볼 수 있다. 변화된 공학교육 과정은 단순한 낱알의 전공 수업에서 학습하는 전공 전문지식들만을 개별적으로 평가하기 보다는 일종의 지식자원으로 활용하여 통합적이고 융합적으로 설계하는 교육과정을 반드시 거치고 졸업하도록 유도하고 있다(Go, 2016; KIAT, 2015; Yun, Kim, & Choi, 2011). 즉, 지식의 융합적 활용처를 제공하여 실무에 강한 엔지니어 육성에 힘쓰고 있다. 공대 교육과정 특성상 고학년으로 갈수록 융합적이고 다학제적인 실전 응용 설계 과목이나 프로젝트 과제가 많은데, 저학년부터 고학년으로 가면서 반복적으로 융합적 설계과목(예를 들어 기초설계 → 요소설계 → 종합설계(일명 캡스톤 디자인, 2))이 배치되어 전공전문지식을 활용할 기회가 주어지게 되는 것이다(Fig. 2). Fig 2는 Go(2016)의 연구에서 소개된 A공과대학의 캡스톤 디자인 교육과 관련된 교육과정 편성 내용이다. 다학제 융합형 교육과정의 정점이라 할 수 있는 가장 직접적인 사례로 공학교육인증제 프로그램에서 시행하고 있는 다학제 융합 캡스톤 디자인 과정을 들 수 있다. 캡스톤 디자인(Capstone design)은 학부교육기간에 익힌 다양한 분야의 전공

지식들과 교양지식들을 모두 종합하여 산업체 혹은 관공서에서 제시한 문제상황을 해결해 보며 융합적 학문연구나 진로설계를 할 수 있는 공과대학의 독특한 프로젝트 학습 방식이다(Go, 2016; Han, 2016). 특히 캡스톤 디자인 과정에 대하여 Wagenaar(1993)는 학생들이 스스로 전공지식을 확장하고 구체적 상황에 적용하여 통합 및 융합하는 경험을 통해 절정감을 맛보게 해주는 교육과정이라 칭하였다. 스스로 설계 및 제작을 체험하여 시제품을 완성하는 체험을 통하여 동기부여를 하는 부분은 최근 중등교육에서 강화되고 있는 STEAM 교육의 3단계 과정 중 마지막 단계인 ‘감성적 체험’ 단계와 닮은 점이 있다(Beak et al., 2011). 또한 Dutson et al.(1997)는 공과대학의 세부 전공 지식들을 다른 지식들과 자유로이 연계하고 융합하는 체험을 하게 해줌으로써 사회가 원하는 실전 응용력을 갖춘 엔지니어를 양성하는 핵심적 과정으로 설명하였다.

한국의 공과대학의 경우 캡스톤 디자인은 4학년 시기에 개설되는 강좌이며, 공학뿐만 아니라 인문·사회·과학·예체능 영역에 걸친 다양한 과제가 수행되고 있다. 특히 수업절차에 대한 표준화된 매뉴얼이나 가이드라인이 따로 없기 때문에 교수자의 자율성이 많이 부여되는 강좌이기도 하다. 공과대학 학생들은 4학년 때 반드시 거치게 되는 종합설계 과목인 ‘캡스톤 디자인 1, 2’을 통해 자신들이 그동안 학습해 온 전공지식 및 기타 지식들에 대한 폭넓은 없는 융합을 체험하게 되는 것이다(Go, 2016). 4학년이 되면서 융합에 대한 태도가 유의미하게 향상되는 것은 현장엔지니어로서 실전 설계 체험을 통하여 융합의 중요성을 인식하게 되는 예비과정인 ‘캡스톤 디자인’과 같은 종합설계 강좌가 긍정적으로 기능하고 있기 때문인 것으로 판단된다.

3. 잠재집단분석

이 연구에서는 잠재집단분석(Latent class analysis)을 사용하여 공과대학 학생들의 5개 융합태도점수를 통하여 어떠한 특징적인 집단으로 구분될 수 있는지 확인하였다. 학생들의 융합에 대한 태도의 다양한 양상을 설명하기에 가장 적절한 잠재집단의 개수는 BIC값을 바탕으로 확인하였다. 가장 낮은 BIC값을 보인 집단은 5개의 집단으

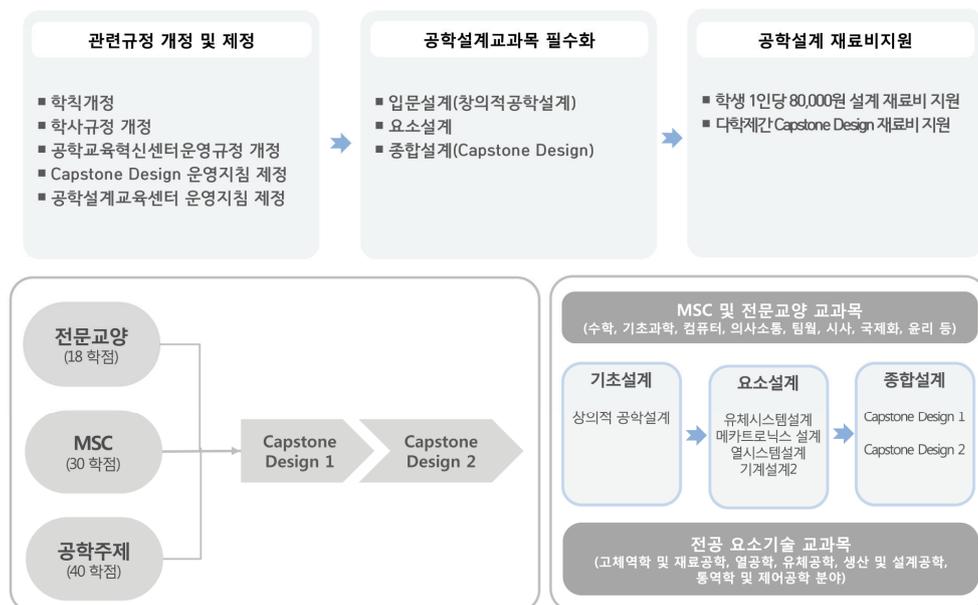


Figure 2. Education organized of Capstone design(Go, 2016)

로 BIC값이 20542.35이었다. 따라서 이 연구에서는 5개의 잠재 집단으로 구분하였다. 각 집단별로 빈도와 비율, 그리고 다섯 가지 융합태도요소들의 평균값이 Fig. 3에 제시되어 있다. 일반적으로 지금까지의 변수중심접근방식의 교육학 연구에서는 연구대상들의 성향에 대하여 균일한 하나의 집단이라고 가정하고 이에 대해 연구하게 된다. 이러한 경우, 전체 공과대학 학생들을 대상으로 심리측정 검사도구를 응답하게 한 후 개별 구인에 대한 성차, 학년차 등과 같은 분석을 실시하였을 것이다. 그러나 실제로 동일한 잠재집단분석 방식을 통해 살펴 본 결과 Fig. 3과 같은 융합에 대한 태도 형성에 있어, 다양한 집단이 공과대학 학생들 내에 혼재해 있음을 확인할 수 있었다.

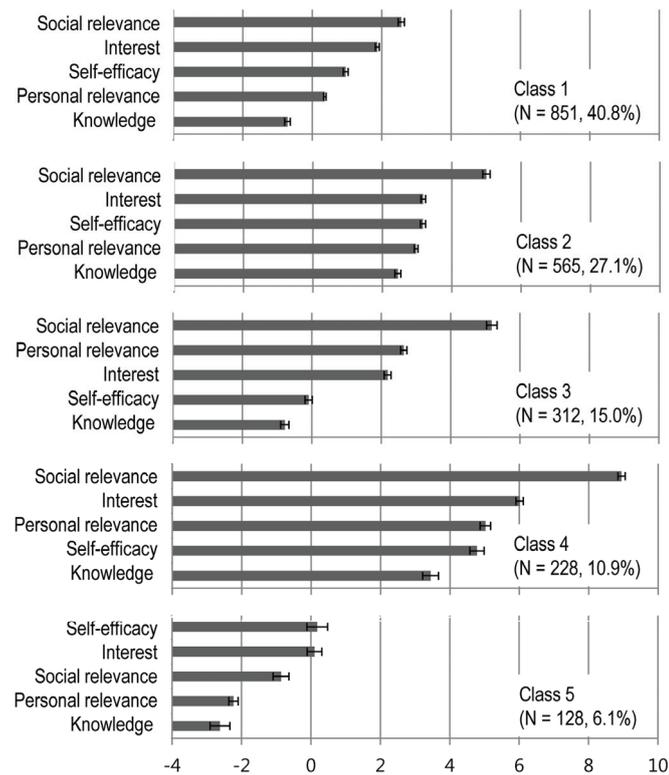


Figure 3. Frequency and attitudes toward convergence of 5 groups identified by latent class analysis

먼저 집단 1은 40.8%로 가장 높은 빈도를 차지하는 집단이다. 집단 1은 전체적으로 중간 수준의 융합태도의 점수를 보이고 있으며, 사회적 관련성은 상대적으로 높고, 지식이 상대적으로 낮다. 융합에 대한 이해는 크게 없다고 인식하나 융합이 가지는 사회적 의미는 상대적으로 강조하는 집단이다. 집단2는 27.1%로 사회적 관련성에 대해서 중요성을 높게 강조하고 그 외에는 비슷한 수준으로 중요성을 인식하는 집단이다. 집단2는 집단3과 융합태도에 대한 전체 점수는 비슷한 수준인데 자아효능감과 지식의 중요성에 대해서 큰 차이를 보인다. 집단3은 전체에서 15.0%로 융합에 대한 자아효능감과 본인이 인식하는 지식의 수준은 낮지만 융합에 대한 사회적, 개인적 관련성은 집단2와 비슷한 수준으로 인식하고 있다. 집단4는 전체의 10.9%로 모든 부분에서 높은 수준을 보이는 집단이다. 집단5는 6.1%로 융합에 대한 태도가 전체적으로 매우 낮은 집단이다. 특히 다른 집단에서는 매우 높은 수준인 사회적 관련성조차도 매우 낮은 수준으로 나타나고 있는 회의적인 집단이다.

각 집단별로 특징을 살펴본 결과 각 집단별로 융합태도를 높이기 위한 처치 방법이 달라져야 함을 확인할 수 있다. 가장 높은 빈도를 보이는 집단1의 경우에는 전체적으로 융합에 대한 태도를 높일 필요가 있다. 집단3의 경우에는 상대적으로 낮은 융합에 대한 자아효능감과 지식을 높일 필요가 있다. 집단5의 경우에는 모든 항목에서 낮는데, 그 중에서도 융합이 공학전공의 대학생으로서 어떤 의미를 가지는지 융합에 대한 개인적 관련성을 중점적으로 강조해야 되는 집단이다.

현재 공과대학의 교육과정은 공학교육인증제 프로그램과 같이 상당 부분이 집합적 선택 단위를 통하여 체계적으로 운영되고 있다. 산업수요에 적합한 인재를 육성하려는 교육과정 개선 운동의 일환으로 여러 가지 교육 프로그램들을 실시하고 있지만 아직까지는 단과대학 단위나 전공학과 단위 혹은 학년 단위와 같은 물리적으로 이미 구분된 집합적 단위에 의한 교수 전략이 대부분이며, 학생 개인의 특성에 맞춘 진단적이고 처방적인 접근은 다른 단과대에 비하여 인원이 많은 편에 속하는 공과대학의 특성상 현재까지는 쉽지 않은 실정이다. 그러나 연구결과에서 확인해 볼 수 있듯이, 같은 공과대학 학생이라 하더라도 집단 4와 같은 융합에 대한 긍정적인 태도를 형성하고 있는 학생이 있는가 하면, 집단 5에 속한 학생들처럼 융합에 대해서 이해가 부족하고 심지어 해볼 엄두도 못 내고 있는 소극적인 학생들도 함께 기계적으로 같은 수업을 들으며 교육과정을 따라가게 되는 것이다. Fig. 4는 공학교육인증제 프로그램의 선택유무, 성별, 학년별에 따라 각 집단의 비율을 보여주는 그래프이다. 전체라고 표시된 부분은 전체 학생에서 공학인증의 이수유무, 성별, 학년별에 따른 비율이며(합은 100%), 그 아래에는 각 집단별로 비율이 제시되어 있다. 만약 전체의 비율에 비하여 각 집단별로 포함된 비율의 차이가 크다면 통계적으로 유의미하다고 할 수 있다.

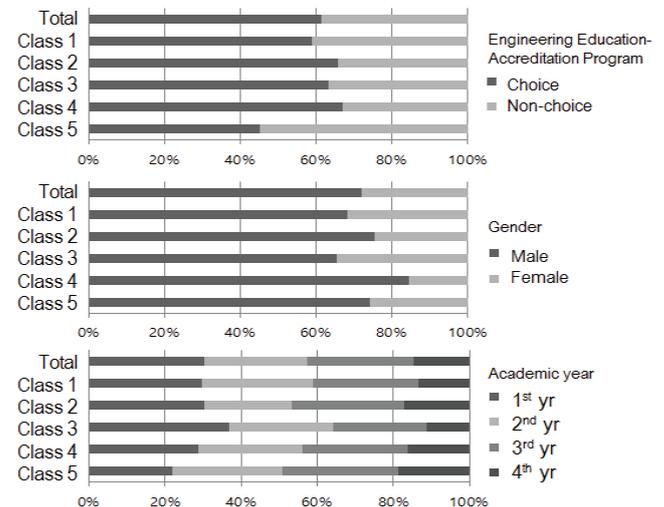


Figure 4. The percentages of each class by engineering education accreditation, gender, and academic year

먼저 공학교육인증제 프로그램의 선택유무에 대한 집단별 분석결과이다. 카이제곱검정의 결과 집단별로 공학교육인증제 프로그램에 대한 선택유무의 비율이 유의미한 차이를 나타냈다(Pearson Chi-squared = 24.05, df = 4, p = 0.000, Phi = 0.108, Cramer's V = 0.108). 공학인증의 경우 전체학생에서 이수한 학생이 61.5%이고, 선택하지 않은 학생이 38.5%인데 그 비율은 집단1에서 4까지는 의미

있는 차이가 없다가 집단 5에서 큰 차이를 보이고 있다. 집단5에서 선택한 학생의 경우 45.1% 반면 선택하지 않은 학생은 54.9%로 매우 높았다. 집단 5는 융합에 대한 태도의 모든 하위 구인 점수가 낮으며, 가장 우려되는 집단으로 특히 다른 집단에서는 가장 높게 나타나는 융합의 사회적 관련성조차 매우 낮게 나타나는 집단이다(Fig. 3). 이러한 결과는 앞서 논의한 바와 같이 최근 공학교육인증제 프로그램에 도입된 다수의 융합적이고 다학제적인 교육과정과 관련된 경험들이 공과대학 학생들의 융합에 대한 태도 형성에 영향을 주고 있기 때문인 것으로 판단된다. 앞서 논의한 바와 같이 공학교육인증제 프로그램은 현실세계의 요구를 반영한 실용적 문제해결을 위한 다학제 및 융합적 접근을 교육과정 내에서 상당수 시도하고자 하고 있다. 때문에 해당 교육과정을 선택하지 않은 집단에서 융합에 대한 태도가 가장 낮은 집단인 집단 5가 높은 비율로 나타나는 것은 졸업 후 사회 진출 시의 학생들의 융합에 대한 태도 측면에서 생각해 볼 때, 부정적 영향을 초래 할 수 있을 것으로 판단된다. 따라서 비록 공학교육인증제 프로그램을 선택하지 않았지만 집단 5에 해당하는 학생들 역시 융합에 대한 긍정적인 태도를 형성할 수 있는 다양한 교육 과정적 시도가 마련되어야 하며, 아울러 비록 공학교육인증제 프로그램을 선택하였으나 집단 5에 머물러 있는 학생들에 대한 별도의 맞춤형 프로그램도 마련되어야 할 것이다.

성별의 경우에도 유의미한 차이가 나타났다(Pearson Chi-squared = 33.84, $df = 4$, $p = 0.000$, $\Phi = 0.128$, Cramer's $V = 0.128$). 전체집단의 경우 남학생과 여학생의 비율이 각각 71.9%와 28.1%이다. 집단1의 경우에는 남학생과 여학생의 비가 68.2%와 31.8%로 비슷하다. 집단4가 가장 큰 빈도차이를 보이는데 남학생이 84.6%이며 여학생은 15.4%이다. 집단4는 전체적으로 융합태도가 매우 높은 집단이며, 특히 융합태도에서 사회적 관련성 항목이 두드러지게 높은 집단이다. 집단 4의 경우는 모든 부분에 있어서 융합에 대한 태도 점수가 높은 집단이며(Fig. 3), 특히 융합의 사회적 관련성에 대해서는 최고점에 가까운 인식을 하고 있다. 융합에 대한 태도가 중하위에 해당하는 집단 1이나 집단 3에서 여학생의 비율이 높고, 집단 4의 경우는 상대적으로 남학생 위주로 이루어졌다는 것은 공학교육에서의 융합인재 육성과 관련하여 잠재적 문제로 판단된다. 이는 특히나 자아효능감 영역에서 남학생에 비해 차이를 보이는 공과대학 여학생들의 융합에 대한 태도 인식 결과와도 맥을 같이 한다고 할 수 있다(Table 5). 다가오는 미래 사회의 산업은 어느 하나의 학문분야나 산업분야로 정의하기 어려운 복잡하고 융합적인 것이 많으며, 대부분의 일을 다수의 사람들이 팀 기반으로 수행하게 된다. 때문에 융합적 협업능력과 소통능력을 미래 엔지니어의 기본 소양으로 본 것이며, 유능한 개인의 천재적 능력보다 팀의 협동으로부터 창출되는 창발적 시너지 효과인 '집단지성(collective intelligence)'를 미래 산업의 동력으로 보고 많은 기업들은 노력을 경주하고 있다. 전통적인 시각에서 여성은 이공계 내에서 언제나 거리감이 있는 소수자였지만, 최근 Science 지에 소개된 집단지성에 관한 MIT의 Wooley *et al.*(2010)의 연구는 다가오는 융합의 시대의 여성 이공계인들 특히 공학도 육성에 있어 상당한 시사점을 주고 있다. 이는 과학계나 산업계가 처한 어려운 문제들을 해결할 때에 똑똑한 개인보다는 그보다 못한 집단이 문제해결에 효과적이었으며, 특히 이 집단 내에 여성의 수가 문제해결의 효율성에 절대적인 영향을 준다는 연구결과였다(Wooley *et al.*, 2010). 이는

높은 사회적 감수성을 나타내는 여성들이 타인이나 다른 분야에 대한 이해에 있어서 남성들에 비하여 덜 배척 적으로 접근하여, 문제의 유연한 해결을 돕기 때문으로 설명되고 있다. 이는 오래전부터 많은 선행연구들이 언급한 여성의 우수한 공감능력에 기인한 것으로 판단된다고 주장하고 있다(Park *et al.*, 2009; Schulte-Rüther *et al.*, 2008). 다른 사람이나 다른 분야를 공감하고 소통하려 하는 태도는 융합의 기본 소양이다(Lee, Lee, & Ha, 2013). 영웅적 개인의 등장으로 문제를 해결하던 20세기 이전의 근현대적 과학기술과는 달리 협업과 소통을 기반으로 하는 4차 산업혁명 시대에는 대부분의 산업과 업무들이 ICT 인프라 속의 네트워킹으로 이루어질 것으로 전망된다(Kim, 2016). 따라서 사회에서는 다른 분야에 대한 이해를 통해 어느 누구와도 원활히 협업할 수 있는 소통능력을 갖추고 함께 일해 나가야 하므로, 융합에 대한 긍정적 태도는 필수불가결한 것이라 하겠다. 그럼에도 불구하고 혹독하고 남성 중심적인 공과대학의 분위기(chilly climate)나 구시대적 개인주의 및 영웅주의적 이공계 분위기를 통하여 여성 엔지니어를 육성할 경우 우수한 융합과 협업적 잠재력과 태도를 발휘하지 못할 가능성도 있다는 것을 이 결과를 통해 엿볼 수 있다(Ha, 2008; Kerr, 1994; Klein & Zehms, 1996). 보다 여학생 친화적인 교육과정을 통하여 기본적으로 융합에 대한 친화력과 공감능력을 지닌 존재인 여학생들이 집단 4와 같은 융합에 대한 태도를 형성하도록 도와야 할 것이다.

마지막으로 학년이다. 4개 학년과 5개 집단의 카이제곱검정 결과 역시 유의미하였다(Pearson Chi-squared = 22.47, $df = 12$, $p = 0.033$, $\Phi = 0.104$, Cramer's $V = 0.060$). 전체집단의 경우 1학년에서 4학년 까지 그 비율이 30.4%, 27.0%, 27.9%, 14.7%이었다. 이 비율과 큰 차이를 보이는 집단은 집단 3으로 비율이 1학년에서 4학년까지 각각 36.9%, 27.2%, 24.7%, 11.2%이었다. 집단 3은 융합태도에서 사회적 관련성에 대해서는 높으나 지식에 대해서는 낮은 집단으로 공학전공 1학년 학생들은 융합에 대한 이해에 대한 스스로의 인식이 낮은 것으로 이해할 있다. 이는 융합의 중요성은 강조하고 이에 대한 실천이 필요한 과목들을 반복적으로 만나게 되지만 정작 융합 자체의 본성적 이해를 위한 교과목은 없기 때문에 융합이 무엇인지 혹은 융합학문이 다른 것과 무엇이 다른지 등과 같은 가장 기본적인 것을 이해하지 못하는 상태로 바로 응용에 들어가게 되는 것이다. 따라서 1학년 때 개별 공학전공 교과목의 학습도 중요하지만 마치 중등과학교육에서의 2009 개정 과학과 교육과정의 중학교 1~3 학년군을 시작하는 단원으로 과학의 본성을 가르치는 '과학이란 무엇인가?' 단원(MEST, 2011)과 같은 융합과 다학제적 협업은 어떤 것이며 전통적인 접근과 무엇이 다른지 사례 기반으로 학습하기 위한 단원이나 교과가 공학교육과정에서도 도입되어야 한다고 판단된다.

IV. 결론 및 제언

이 연구는 고등학생들을 대상으로 개발된 Shin *et al.*(2014)의 융합에 대한 태도 검사도구가 공과대학 학생들에게 적용가능한지 확인해 보고, 공과대학 학생들의 융합에 대한 태도에 대한 공학교육인증제 프로그램, 성별, 학년 간 관련성을 알아보고자 하였다. 뿐만 아니라 지금까지의 변수중심접근법과는 달리 공과대학 학생들 내에 존재할 수 있는 융합에 대한 태도의 다양한 집단양상을 잠재집단분석법을

통하여 집단 내에 존재하는 다양한 집단을 확인하였다. 연구결과를 통하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

첫째, 최근 공과대학에서도 초중등 현장 못지않게 융합형 교육과정의 개발과 적용을 위한 노력이 이루어졌지만, 학생들의 융합에 대해서 어떤 태도를 형성하고 있는지 확인할 적당한 검사도구가 없어 이에 대한 진단이나 성과 확인이 이루어지지 못하고 있었다. 이에 이번 연구에서는 Shin *et al.*(2014)에 의하여 개발된 뒤, 전국단위 비례층화 표집 방식으로 타당화 된(Shin, Ha, & Lee, 2014) 융합에 대한 태도 검사도구를 고등학생이 아닌 공과대학 학생들에게 적용하여 적용의 타당성을 확인하였다는 것에 의의를 가진다. 다학제적 협업 능력 및 융합에 대한 긍정적 태도는 미래사회를 이끌어 나갈 엔지니어의 필수적 덕목이므로 앞으로 해당 검사도구를 통하여 공과대학 학생들에 대한 진단과 이에 맞는 적절한 맞춤형 교수-학습 프로그램 개발 및 상담이 가능해 지리라 생각한다. 또한 이미 현장에서 활동 중인 엔지니어들과 재학생들의 비교연구를 위하여 산업계에 진출한 엔지니어들에게 검사도구의 적용이 가능한지 후속 연구가 필요하다.

둘째, 공과대학 학생들의 교육과정 이수에서 공학교육인증제 프로그램이 차지하는 비중은 매우 크다. 때문에 공학교육인증제 프로그램의 효과에 대해서 혹은 교수-학습 전략이나 내용요소 구성에 있어서 많은 제안이나 연구들이 있어왔다. 하지만 지금까지 이루어진 선행연구들은 대개 학생들이 장차 산업 현장에서 수행하게 될 실무와 관련된 역량이나 전공지식의 성취도 측면에서의 효과검증과 관련된 것이 많았으며, 태도나 가치관 같은 정의적 영역에 관련된 효과검증이나 측정은 이루어지지 못한 바 있다. 이번 연구에서 공학교육인증제 프로그램을 선택한 학생들의 경우 그렇지 않은 학생들과 비교했을 때, 융합에 대한 태도 면에 있어서 긍정적인 태도를 형성하는 것으로 나타났다. 특히, 잠재집단분석 결과에서도 공학교육인증제 프로그램을 선택하지 않은 학생들은 거의 모든 구인에서 낮은 점수를 보인 집단인 집단 5의 비중이 높았던 점으로 보아 공학교육인증제 프로그램이 학생들의 융합에 대한 태도 형성이 긍정적인 영향을 주고 있는 것으로 판단된다. 그러나 앞서 설명한 바와 같이 공학교육인증제도 내의 개별 프로그램들(예를 들어, 캡스톤 디자인)과 공과대학의 학사운영 방식은 국가마다, 개별 학교마다의 자율성과 특색이 존재하고 있다. 이 연구는 남부권 소재 한 개 대학의 공과대학 학생들로만 연구된 결과로서 다른 나라나 전국의 모든 공과대학 학생들의 성향으로 일반화 하는 데에 제한점이 있다. 또한 지금과 같은 준 실험(quasi-experiment) 설계로는 공학교육인증제 프로그램과 융합에 대한 태도 형성과의 정확한 인과관계를 파악하기 어려운 한계성이 존재한다. 따라서 공학교육인증제 교육과정을 선택한 학생과 그렇지 않은 학생간의 지속적 측정을 통한 진실현실체계 연구가 추후 요구된다. 아울러 이 연구는 단 일회의 측정으로 분석된 결론이지만, 태도와 같은 정의적 영역의 변인들은 시간에 따라 개인의 내면에서 주기적으로 변화하는 속성이 있으므로 종단적인 모니터링 연구가 필요하다.

셋째, 공과대학 학생들이 형성하고 있는 융합에 대한 태도에는 성차와 학년차가 존재하고 있었다. 여학생의 높은 공감능력과 사회적 감수성에도 불구하고 대부분의 여학생이 제대로 된 융합에 대한 태도를 형성하고 있지 못한 것으로 나타나고 있다. 본래 융합적 태도에 있어 남학생보다 우위를 나타낼 수 있음에도 반전되는 결과가 나타난 것은 선행연구들이 반복적으로 지적하는 공과대학 특유의 문화와 관

련된 것일 수 있다고 판단된다. 이는 융합적 협업을 토대로 하는 미래 산업구조에서 여성 이공계 인력이 또다시 소외받을 가능성을 양산하는 보이지 않는 위험일 수 있다. 따라서 융합 관련 교육가정을 경험하는 과정에서 남성 리더와 여성 리더가 이끄는 팀 기반 실습을 교대로 경험하게 한다면, 성과지상주의보다는 소통과 정서를 한 번 더 고려하는 등 여학생 친화적 공학교육과정을 검토해야 할 것이다. 아울러 학년이 올라감에 따라서 융합에 대한 태도가 향상되는 것은 의미 있는 결과라 할 수 있다. 다만, 이 연구에서는 잠재집단분석법을 활용하여 태도에도 5개나 되는 개별 집단이 존재하는 것을 확인하였다. 따라서 추후 연구를 통하여 입학에서 졸업까지 개별 집단군들이 융합에 대한 태도 형성에 있어 상승과 하락의 어떤 추세를 그리며 교육과정 경험 등에 따른 변화를 보이는지 파악할 필요가 있다. 이러한 추세를 알게 된다면, 산업계 인턴 파견이나 융합형 종합설계 경험 등 특징적인 교육과정을 어느 시기에 도입해야 하는지와 같은 중요한 설계에 있어서 근거자료를 제공할 수 있을 것이다.

넷째, 공과대학 학생들이 형성하는 융합에 대한 태도에는 집단의 다양성이 존재하였다. 공학교육에서는 학생들의 역량이나 성취 수준의 관리에 대해 매우 체계적인 관리와 접근을 확립해 왔으며, 대표적인 사례가 교수에 의한 티칭포트폴리오(teaching portfolio)나 지속적인 강의품질개선 보고서(CQI 보고서; Continuous Quality Improvement report) 작성에 해당한다. 그러나 이는 일종의 학습 성과 달성도를 평가도구를 활용해 가능하기 위한 것으로 학생들의 성취도 변화를 위주로 하고 있다. 그러나 이 연구에서 확인할 수 있었던 것이 학생들의 성취도를 좌우하는 보다 근원적이고 궁극적인 요인인 태도와 같은 정의적 영역들에 대해서는 도외시 해 온 것이 사실이다. 또한 융합에 대한 태도와 같은 정의적인 영역 역시, 함께 교육과정을 이수하여도 집단 내에 다양한 집단이 혼재되어있음을 인정하고 다양한 집단들에 대한 별도의 학습자중심의 교육을 실시하기 노력을 기울여야 할 것이다.

국문요약

이 연구는 국내 공학전공대학생들의 융합에 대한 태도를 조사하고, 공학교육인증제 프로그램 이수, 성별, 학년 변수와의 관련성을 알아보고자 이루어졌다. 구체적인 연구 목적은 다음과 같다. 첫째, 융합에 대한 태도 검사도구가 공학전공대학생들에게 신뢰롭고 타당하게 적용되는지 확인하였다. 둘째, 공학교육인증제 프로그램 이수, 성별, 학년에 따른 융합에 대한 태도의 차이가 있는지 확인하였다. 셋째, 학습자중심 접근을 바탕으로 공과대학생들의 융합에 대한 태도에 따라 분류되는 잠재집단을 탐색하였으며, 규명된 각 잠재집단과 변수간의 관계를 확인하였다. 이 연구에서는 2076명의 공과대학생들이 참여하였다. 융합에 대한 태도 검사도구의 타당성 및 신뢰성은 요인분석, 내적 일관성 신뢰도, 라쉬분석을 활용하여 확인하였으며, 분석결과 공과대학학생들에게 적용한 융합에 대한 태도 검사도구가 신뢰성과 타당함을 확인되었다. 또한 공학교육인증제 프로그램 이수, 성별, 학년에 따른 융합에 대한 태도의 차이를 확인하기 위하여 독립표본 t-검정, 분산분석을 사용하였다. 융합에 대한 태도는 공학교육인증제 프로그램, 성별, 학년에 따른 유의미한 차이가 나타났는데, 공학교육인증제 프로그램을 선택하고, 남학생이며 학년이 높을수록 융합에 대한 태도가 높게 나타났다. 마지막으로 융합에 대한 태도에 따라 구별되

는 잠재집단을 탐색하기 위해 잠재집단분석(Latent class analysis)을 수행한 결과, 다섯 가지의 잠재집단이 규명되었다. 또한 규명된 잠재 집단과 공학교육인증 프로그램 선택여부와 성별, 학년과의 관계를 파악하기 위해 카이제곱검정을 수행한 결과 세 변수는 모두 잠재집단 분포와 유의미한 관계가 있었다. 이러한 결과를 바탕으로 학습자의 특성과 다양성을 고려한 공과대학 융합 교육에 대하여 논의하였다.

주제어 : 융합에 대한 태도, 공과대학생, 잠재집단분석(LCA), 공학교육인증제, 성별, 학년

References

- Beak, Y. S., Park, H. J., Kim, Y., Noh, S. G., Park, J. Y., Lee, J., Jeong, J. S., & Han, H. (2011). STEAM education in Korea. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 11(4), 149-171.
- Collins, H., Evans, R., Gorman, M. (2007). Trading zones and interactional expertise. *Studies in History and Philosophy of Science*, 38, 657-666.
- Dutson, A. J., Todd, R. H., Magleby, S. P., & Sorensen, C. D. (1997). A Review of Literature on Teaching Engineering Design Through Project-Oriented Capstone Courses. *Journal of Engineering Education*, 86(1), 17-28.
- Galison, P. (1997). *Image and logic: A material culture of microphysics*. Chicago: University of Chicago Press.
- Go, H. S. (2016). Operational practices and future direction of capstone design. *Asia-pacific Journal of Multimedia Services Convergent with Art, Humanities, and Sociology*, 6(5), 197-210.
- Ha, J. (2008). A qualitative study on the career decision-making types among academically talented female students. *The Korean Journal of Counseling and Psychotherapy*, 20(2), 431-454.
- Ha, M., Kim, K., & Kim, B. (2014). Identifying latent profiles in work values amongst college students : With a focus on Intrinsic compensation, extrinsic compensation, and environmental compensation. *The Journal of Research in Education*, 27(2), 1-21.
- Han, K. H., Ko, D. H., & Choi, M. H. (2016). Direction for the reform of liberal education in engineering in an era of convergence. *Journal of Engineering Education Research*, 19(2), 14-25.
- Han, S. H. (2016). A fundamental study on development of a capstone design instructional method: Based on ISO 10015. *Asia-pacific Journal of Multimedia Services Convergent with Art, Humanities, and Sociology*, 6(12), 133-141.
- Haughton, D., Legrand, P., & Woolford, S. (2009). Review of three latent class cluster analysis packages: Latent Gold, poLCA, and MCLUST. *The American Statistician*, 63(1), 81-91.
- Hong, S. W. (2008). *Science with a human face: Science culture in the age of fusion*. Seoul: SNU Press.
- Jones, B. (2005). The burden of knowledge and the 'Death of the Renaissance Man': Is innovation getting harder? *Review of Economic Studies*, 76(1), 283-317.
- Kerr, B. A. (1994). *Smart girls: A new psychology of girls, women and giftedness*. Scottsdale, AZ: Gifted Psychology Press.
- KIAT(Korea Institute for Advancement of Technology) (2015). *Creative & convergent-oriented engineering education innovation strategy: Focused on innovation center for engineering education*. KIAT Industry-University Cooperation Issues Brief 2015-04, Seoul.
- Kim, B. W. (2016). The forth industrial revolution : Industrial internet of things. *Journal of Law & Economic Regulation*, 9(1), 215-232.
- Klein, A. G., & Zehms, D. (1996). Self-concept and gifted girls: A cross sectional study of intellectually gifted females in grades 3,5,8. *Roeper Review*, 19(1), 30-34.
- Lee, J. K., Lee, T. K., & Ha, M. (2013). Exploring the evolution patterns of trading zone appeared in the convergence of teachers' ideas: The case study of voluntary teachers' learning community 'STEAM Teacher Community'. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 33(5), 1055-1086.
- Lee, M. (2016). Enhancing creativity for engineering students: A case study of an art-based convergence education course. *The Korean Journal of Arts Education*, 14(3), 29-46.
- Linzer, D. A., & Lewis, J. B. (2011). poLCA: An R package for polytomous variable latent class analysis. *Journal of Statistical Software*, 42(10), 1-29.
- Messick, S. (1995). Standards of validity and the validity of standards in performance assessment. *Educational Measurement: Issues and Practice*, 14(4), 5-8.
- Ministry of Education, Science and Technology. (2011). *Science curriculum*. Ministry of Education, Science and Technology. Seoul, Korea.
- Neumann, I., Neumann, K., & Nehm, R. (2011). Evaluating instrument quality in science education: Rasch-based analyses of a Nature of Science test. *International Journal of Science Education*, 33, 1373-405.
- NSF(National Science Foundation) (2002). *Converging Technologies for Improving Human Performance: Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology and Cognitive Science*, NSF/DOC-sponsored report, edited by Mihail C. Roco and William Sims Bainbridge.
- O'Rourke, M., Crowley, S., & Gonnerman, C. (2016). On the nature of cross-disciplinary integration: A philosophical framework. *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences*, 56, 62-70.
- Oh, H., Bae, H. J., & Kim, D. Y. (2012). Interdisciplinary researchers: How did they cross the boundaries and do interdisciplinary research? *Asian Journal of Education*, 13(4), 297-335.
- Oh, H., Kim, H. J., Bae, H. J., Seo, D. I., & Kim, H. (2012). What drives convergence? *The Journal of Research in Education*, 43, 51-82.
- Park, E. H., Ghim, H. R., Cho, K. J., & Koo, J. S. (2009). Individual differences in empathizing and systemizing. *The Korean journal of Woman Psychology*, 14(2), 269-286.
- Park, H. L. (2012). Composition education for the department of science and engineering based on convergence thinking - Focused on the writing of academic essays utilizing literary texts. *Korean Journal of General Education*, 6(4), 41-102.
- Park, M., & Hong, S. C. (2015). Engineering students' perceptions of accredited engineering program performance. *Journal of Engineering Education Research*, 18(4), 57-65.
- Park, S. M. (2014). A study on the possibility of the convergence education in engineering. *Journal of Engineering Education Research*, 17(6), 53-61.
- Schulte-Rüther, M., Markowitsch, H. J., Shah, N. J., Fink, G. R., & Piefke, M. (2008). Gender differences in brain networks supporting empathy. *NeuroImage*, 42, 393-403.
- Shin, S. (2009). ABEEK and interdisciplinary communication course for engineering students. *Journal of Bangyo Language and Literature*, 27, 63-88.
- Shin, S. (2012). College writing in the knowledge convergence age. *Ratio et Oratio*, 5(2), 41-65.
- Shin, S., Ha, M., & Lee, J. K. (2014). Difference analysis between groups and the generalizability of the instrument for measuring high school students' attitude toward convergence. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 14(5), 107-124.
- Shin, S., Ha, M., Lee, J. K., Park, H. J., Chung, D. H., & Lim, J. K. (2014). The development and validation of instrument for measuring high school students' attitude toward convergence. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 34(2), 123~134.
- Silberglitt, R., Anton, P. S., Howell, D. R., Wong, A., Gassman, N., Jackson, B. A., Landree, E., Pfeleger, S. L., Newton, E. M., & Wu, F. (2006). *The Global Technology Revolution 2020, Executive Summary: Bio/Nano/Materials/Information Trends, Drivers, Barriers, and Social Implications*. Rand Corporation, CA: Santa Monica.
- Song, H., & Shin, D. (2014). The assessment of engineers and engineering education in the gender-sensitive perspective : Focused on teaching strategies, learning activities, and culture. *The Women's Studies*, 86(1), 103-136.
- Song, H., Shin, D., & Song, C. (2015). Does an accredited engineering program contribute for training the creative talented engineers? : Based on students' experiences and learning performances. *Journal of Governance Studies*, 10(2), 95-117.
- Sung, S. H., Choi, J. E., & Kang, H. J. (2016). Case study of design convergence education program for engineering & ICT students. *Bulletin of Korean Society of Basic Design & Art*, 17(2), 195-204.
- Wagenaar, T. C. (1993). The capstone course. *Teaching Sociology*, 21, 209-214.
- Wooley, A. W., Chabris, C. F., Pentland, A., Hashmi, N., & Malone, T. W. (2010). Evidence for a collective intelligence factor in the performance of human groups. *Science*, 330(6004), 686-688.
- Wright, B.D. & Linacre, J. M. (1994). Reasonable mean-square-fit values. *Rasch Measurement Transactions*, 8(3), 370.
- Yun, R., Kim, I. S., & Choi, B. U. (2011). A study on convergence education: A case of Hanbat national university. *Journal of Engineering Education Research*, 14(3), 55-60.