

## 잠재집단분석방법을 통한 공과대학 학생들의 성별, 학년별, 공학인증제 프로그램 선택에 따른 공학 창의성 유형 탐색

이준기 · 신세인 · 아리프 라흐마툴라흐<sup>1</sup> · 하민수<sup>1\*</sup>

전북대학교 · <sup>1</sup>강원대학교

## Exploring the Patterns of Engineering College Students' Engineering-Related Creativity by Gender, Academic Year, and Engineering Education Accreditation Program through Latent Class Analysis

Jun-Ki Lee · Sein Shin · Arif Rachmatullah<sup>1</sup> · Minsu Ha<sup>1\*</sup>

Chonbuk National University · <sup>1</sup>Kangwon National University

**Abstract** : This study attempted to investigate the relationship among engineering students' creativity, engineering education accreditation, gender, and academic year. To be specific, first, we examined the validity and reliability of the instrument for measuring engineering students' creativity by conducting Rasch analysis. Second, we compared level of creativity in terms of gender, academic year, and engineering education accreditation by using three-way ANOVA. Third, correlations among four constructs of creativity were examined. Fourth, latent classes with respect to creativity within the participants were identified using polytomous latent class analysis (poLCA). Data were collected from 2098 engineering students by using instrument for measuring four different constructs (creative cognition, creative tendency, collaboration, environment). By using Rasch analysis, validity and reliability of instrument for measuring creativity were confirmed. And the results of three-way ANOVA showed that there were significant difference in creativity in terms of gender. Female students showed the low level of creativity compared with male students. Also there were significant difference in creativity except creative cognition factor in terms of academic year. But there were no significant difference in creativity between students who participated engineering education accreditation program and the others. All constructs of creativity were significantly correlated with each others. Lastly, poLCA results showed that there were three distinct subgroups within engineering students in terms of the level of creativity. In the subgroup with low creativity, there were more female and first year students. Based on these findings, we discussed education for engineering students' creativity.

**keywords** : creativity, engineering students, gender, academic year, engineering education accreditation program

---

\*교신저자: 하민수(msha@kangwon.ac.kr)

\*\*2016년도 강원대학교 대학회계 학술연구조성비로 연구하였음(관리번호-520160520)

\*\*\*2017년 2월 12일 접수, 2017년 3월 14일 수정원고 접수, 2017년 3월 15일 채택

<http://dx.doi.org/10.21796/jse.2017.41.1.16>

## I. 서론

공과대학은 국가경제와 산업을 책임질 전문 과학 기술자와 엔지니어의 시대적 요구에 의해 설립되었으며, 그 역사적 배경의 뿌리에는 유럽의 계몽주의 정신과 미국의 실용주의 그리고 산업화가 있다(Moon, 2011; Yu, 2014). 공과대학 교육을 통해 육성되는 인재들을 ‘엔지니어’라고 칭하기 시작했는데 엔지니어의 정체성은 일반적으로 공학과 관련된 일정부분의 전문교육을 받고 학위를 소지하고 있으며 기술·수학·과학 지식을 이용하여 실용적인 문제를 해결하는 사람을 의미한다. 오늘날 이공계 교육의 중추를 담당하고 있는 공과대학들이 교육과정의 이상적 목표로 삼고 있는 인간상인 엔지니어는 16세기 프랑스어 ‘엔지니어(ingénieur)’에서 유래되었다고 알려져 있다(Moon, 2011). ‘엔지니어(ingénieur)’의 개념은 과학자와는 달리 보다 실용적인 기술을 개발할 수 있고 이것을 바탕으로 인간 생활의 복잡한 문제들을 창의적으로 해결할 수 있는 엘리트 중의 엘리트를 의미하는 말이었다(Moon, 2011). 이후 1794년 프랑스의 에콜 폴리테크니크(École Polytechnique)를 시작으로 1825년 독일의 칼스루헤 공과대학(Karlsruhe Institut für Technologie) 그리고 1861년 미국의 매사추세츠 공과대학(MIT)의 설립으로 이어진 고등공학교육은 ‘엔지니어’ 육성을 위한 공학의 제도화를 이루게 되었고 오늘날의 세계 여러 공학교육기관들로 그 흐름이 계승되고 있다(Yu, 2014). 특히 체계화된 공학교육을 통해 키우고자 했던 인재상인 ‘엔지니어’는 국가의 제한을 받는 변호사와는 달리 세계 어디에서도 활용될 수 있는 보편적 지식인 과학기술을 바탕으로 육성되어야 함이 강조되어왔다(Moon, 2011). 공과대학의 인재육성 목표는 시대와 국가에 따라 다변화되기 시작하였지만 엔지니어라는 단어의 의미에서 드러나듯이 오늘날 까지도 변치 않는 중심 가치는 ‘창의적 문제해결자’의 양성이라고 할 수 있다. 따라서 자연의 이해와 설명의 제공이라는 과학의 가치와는 다르게 태생부터 ‘인간 세상의 실용적 문제해결’과 그로인한 ‘경제성’을 출발점으로

삼았던 공학교육에 있어 ‘창의성’은 과거에나 오늘날에나 필수적인 요소임을 알 수 있다(Moon, 2011).

19세기에서 20세기 산업화 및 공업화라는 격동하는 시대의 변화를 겪어 나가면서 하루가 다르게 변화하는 인간의 생활과 산업의 문제들에 엔지니어들은 능동적으로 대응해 나가야 했다. 오늘날 우리 사회가 맞닥뜨리고 있는 문제들과 산업계의 변화양상은 공과대학의 제도화와 엔지니어의 육성을 고민하기 시작한 19세기 사회가 맞닥뜨려야했던 변화의 체감 속도보다 더욱 빠르다고 해도 과언이 아니다. 21세기 4차 산업혁명 시대를 맞아 인류는 지금까지 경험해 보지 못한 다양하고 복잡한 상황을 경험하고 있다(Lim *et al.*, 2014; Yu, 2014). 공학의 본질은 현실세계의 문제해결에 있으며, 그 중심에는 인간의 삶이 있어왔다. 오늘날 우리가 경험하는 세상은 하루가 다르게 변화하고 있으며, 기존의 지식만으로는 극복해내기 어려운 복잡하거나 어려운 난맥상을 드러내고 있는 것이 현실이다. 예를 들어 우리나라도 예외 없이 진입해 가고 있는 초고령화 사회로의 진입이나 이로 인한 노인인구의 증가, 기후변화로 인한 생태계의 변화, 각국의 산업발달로 유발된 초미세먼지와 같은 환경문제의 대두, 노동 시장을 걱정하게 만드는 인공지능의 출현 등 우리는 자고 일어나면 새로운 문제 상황을 맞이하고 산업 현장을 이끌어 나가는 주역들은 지난 한 세기보다 더욱 더 높은 수준의 창의성을 요구받는 시점이 되어가고 있다(Lim, Hong, & Lee, 2011). 따라서 달라진 공학인재 수요에 부합하는 기술개발이 아닌 인간사회문제 해결을 위한 공학 인재 양성이 요구되며, 이를 위한 공학교육 시스템에 대한 필요가 재확인 되고 있는 실정이다.

창의성과 관련된 연구는 역사가 깊고, 교육전반에서 다양한 형태로 이루어지고 있다. 창의성은 다양한 학문 영역에서 연구되어왔지만 초·중등 학생들을 중심으로 이루어지고, 특히 영재교육분야에서 많이 이루어졌으며, 그 중에서도 과학이나 수학 분야에서 집중적으로 이루어진 것이 현실이다(Kim & Ko, 2014). 때문에 일반창의성에 대한 연구는 많으나 영역 특이적 창의성(domain-specific creativity)이

대한 선행연구는 많지 않다. 예를 들어 Baek *et al.* (2006)의 연구는 공과대학 학생들의 창의성을 향상 시킬 수업처치를 수행 한 후 해당 수업의 효과를 알아보기 위한 검사도구로 일반창의성 검사 중 발산적 사고를 위주로 하고 있는 TTCT와 성격유형 검사인 MBTI(Myers-Briggs Type Indicator) 검사를 실시한 바 있다. 이를 통해 연구자들은 성격유형에 따른 상상공학설계 과목의 경험이 공과대학 학생들의 창의성 함양에 긍정적 효과를 주고 있다고 보고한 바 있다. 그러나 이 연구에서 공과대학 학생들이 상상설계 교육과정을 통하여 변화된 ‘공학도로서의’ 혹은 ‘공학적 맥락에서의’ 창의성을 확인하지는 못하고 있다. 우리가 공과대학 교육과정을 통하여 의도적으로 향상시켜주려고 하는 학생의 창의성은 일종의 영역 특이적인 창의성에 해당하는 것으로 특수한 상황과 맥락에 다시 발현될 것을 기대하는 성향이다(Kang & Yune, 2015a, 2015b).

창의성이 영역 특이적인지 혹은 그렇지 않은지에 대한 논쟁이 과거 여러 학문 분야에서 이루어진 바 있다. 그럼에도 불구하고 새롭고 독특한 것을 떠올리고 창조해 내는 능력과 성향이라는 데에 만큼은 누구나 동의하고 있다. 물론 일반적인 사고기법과 성향으로서의 창의성이 부인된 것은 아니지만 최근에는 배경지식 등에 대한 깊은 이해를 바탕으로 발현되는 영역 특이적 창의성의 존재가 더욱 부각되고 있으며 이들에 대한 연구가 더욱 많이 진행되고 있다(Csikszentmihayli, 1999; Policastro & Gardner, 1999). 수학, 과학, 발명, 정보, 예술분야 등을 통한 영역 특이적 창의성에 대한 선행연구들이 그 사례이다(Park, 2009; Park, 2004; Shim, Kim, & Lee, 2007; Yun & Kim, 2010; Shin *et al.*, 2012). 따라서 공과대학 학생들을 우리가 바라는 교육목표상의 이상적인 인간상인 창의적인 문제 해결자인 ‘엔지니어’로 육성하려면 공학의 특수한 환경 내에서만 발현되는 창의성을 반드시 고려해야 한다. 최근 Kang & Yune(2015b)은 델파이 연구를 통하여 공학 창의성의 영역 특이성 문제를 다루면서 공학 창의성은 일반 창의성과는 다른 구인들이 고려되어야 함을 보고하였다. 공과대학 학생들의 교육에 있어서 창의성은 점차 필수적인 요소로

부상하고 있으며, 그 중에서도 그들만의 독특한 전문지식과 환경을 고려한 공학 창의성을 조사해야 하며 이에 입각한 환류를 통해 교수-학습을 시도해야 한다는 목소리가 나타나고 있는 실정이다. 그러나 가장 창의성이 요구되는 집단임에도 불구하고 공과대학 학생들의 창의성에 대해서 정신측정학적 검사 도구를 활용한 대단위 양적연구가 이루어진 바는 드물다.

현대의 과학기술사회는 ‘과학기술’이라는 말에서 가능할 수 있듯이 과학·기술·공학의 경계가 불분명하며 이러한 점은 STEM 교육으로 지칭되는 최근의 이공계 융합형 교육 움직임이나 미국의 차세대 교육과정 NGSS 등을 통해 잘 드러나고 있다(NRC, 2013). 그러나 과학영재나 과학자의 창의성에 대해 언급하면서 이들의 창의성이 영역특이적인 과학창의성으로 별도로 유형화 하고 연구 개발에 임하고 있는 상황에서 공학 창의성의 연구가 소홀한 것은 아쉬운 현실이다. 현실문제 해결에 많은 가치를 두며 선택과 집중을 통해 발전해 가는 오늘날의 과학기술의 모습을 볼 때 과학기술 영역의 절반을 담당하고 있는 공학도들의 창의성 조사와 이를 토대로 한 교수전략 피드백은 그 어느 때 보다 중요하다 할 수 있다.

중등 과학교육과정을 통해 육성되는 이공계열 학생들의 상당수는 순수과학을 전공하는 자연대학으로도 진학하지만 훨씬 더 많은 학생들이 공과대학에 진학하여 엔지니어로 육성되고 있다. 특히 우리나라는 OECD 가입 국가 중 가장 높은 공과대학 진학률을 자랑하는 이공계 대국이다(KIAT, 2015). 따라서 STEM 파이프라인(pipeline)의 중요한 단계로서 공과대학 교육과정에서 학생들이 시대적 요구에 부합하는 인재로 육성되고 있는지 확인해 볼 필요 있다. 앞서 언급한 바와 같이 공학 창의성에 대한 문제는 공학교육의 교육목표 달성과 관련되는 중요한 문제이기 때문에 공과대학 학생들의 공학 창의성을 측정해 볼 필요가 있다. Kang & Yune(2015a)은 최근 공학 창의성에 대한 검사도구를 구성하고 이에 대한 타당도를 분석하는 연구를 수행하였다. 그러나 이 연구에서는 372명이라는 적은 인원수의 학생에게 검사도구를 적용하여 결론을

도출하고 있다. 때문에 매우 큰 다양성을 지니는 거대 집단인 공과대학 학생들에게 일반화하기에 무리가 있으며, Messick(1995)이 주장한 바와 같이 검사도구의 타당도 확보는 그 자체의 특성 이외에도 문항반응에 의하여 확보되어야 하지만 고전적 검사이론에 기초한 분석을 통하여 이 부분이 확보되지 못하고 있다. 따라서 이 연구에서는 공과대학 학생들의 공학 창의성에 대하여 문항반응이론의 한 종류인 라쉬분석을 통하여 창의성 검사도구의 타당도와 신뢰도를 확인하고자 한다. 아울러 성차 문제나 교육효과에 대한 학년문제, 최근 공과대학마다 시행중인 공학교육인증 프로그램과 학생들의 창의적 성향과의 관계를 단과대학 전체 재학생 전수조사 방식을 통하여 보다 공과대학 학생들이 공학 창의성에 대한 보다 다각적인 설명을 얻고자 하였다.

창의성과 같은 학생 개인의 성향을 파악하기 위한 연구에서 가장 중요하게 고려되어야 할 것은 학생의 다양성이다. 즉, 다양한 성향이 혼재되어있을 수 있는 학습자의 다양성이 먼저 고려되어야 한다는 뜻이다. 그러나 과거 많은 선행연구들의 접근 방식들은 사람중심접근(person centered approach) 보다는 연구된 구인들을 일괄적으로 분석하여 제시하는 변수중심접근(variable centered approach) 방식을 취하고 있다. 변수중심접근은 연구의 편의성은 있으나 연구대상이 되는 연구참여자 학생들을 모두 균일한 한 집단으로 가정하고 변인마다의 비교를 수행하기 때문에 단일 집단이라고 가정한 연구 대상 집단 내에서 여러 잠재집단이 함께 존재할 경우 추후의 교육적 환류에 있어 혼란을 유발할 수 있게 된다(Ha, Kim, & Kim, 2014). 뿐만 아니라 변수중심접근의 경우 연구로 얻게 되는 결과를 통해 진단적이고 처방적인 학습자중심의 맞춤형 교육적 처치가 불가능한 획일적인 결론에 이르게 된다. 이 연구에서는 이러한 한계를 극복하고자 최근 시도되고 있는 분석방법론인 잠재집단분석(LCA: latent class analysis)을 통하여 공과대학 학생들에게서 나타나는 창의성과 관련된 다양한 잠재집단을 알아보하고자 하였다.

이 연구의 구체적인 연구 문제는 다음과 같다.

1. 다양한 전공의 공과대학생 2천명을 대상으로

투입된 공학 창의성 검사도구의 타당도와 신뢰도는 어떠한가?

2. 성별, 학년별, 공학교육인증제 프로그램 선택 유무별 공학 창의성 점수는 어떤 차이가 있는가?

3. 공학 창의성 요소간 상관관계는 어떠한가? 또한 상관관계는 성별, 학년별, 공학교육인증제 프로그램 선택 유무별 차이가 있는가?

4. 공학 창의성 요소를 근거로 확인된 잠재집단은 어떠한가? 또한 잠재집단은 성별, 학년별, 공학교육인증제 프로그램 선택 유무별로 차이가 있는가?

## II. 연구 방법

### 1. 연구 대상

이 연구의 참여자는 남부권 소재 공과대학 재학생 2098명이다. 공학교육인증제 프로그램에 참여한 학생들은 1271명이었으며, 참여하지 않고 있던 학생은 824명이었다(무응답 3포함). 일반적인 국내 공과대학의 분포와 마찬가지로 남학생의 재학 비율은 여학생보다 높다. 전체 참여자를 학년별로 보면 1학년에서 4학년 각각 630명, 560명, 581명, 305명이었다. 남학생은 학년별로 1학년에서 4학년 각각 456명, 412명, 428명, 212명으로 전체 1508명이었으며, 여학생은 학년별로 1학년에서 4학년 각각 183명, 155명, 153명, 95명으로 전체 586명이 참여하였다.

### 2. 검사 도구 및 자료 수집

이 연구에서는 공과대학 학생들의 공학 창의성 측정을 위해 Kang(2011)의 공학 창의성 검사도구를 사용하였다. 공학 창의성 검사도구는 창의적 인지, 창의적 성향, 창의적 팀워크, 창의적 환경 4가지 요인을 측정하는 56가지 문항으로 구성되어 있다. 이 연구에서는 탐색적 요인분석과 라쉬모델 분

석을 통해 구조적으로 타당하며, 문항반응이론에 따라 적절한 반응을 나타내는 문항들만을 선별하여 최종적으로 33개의 문항에 대한 응답을 대상으로 연구를 수행하였다. 해당 검사도구는 5점 리커트 척도로 학생들의 창의성에 대해 평정하였으나, 문항반응이론에 근거한 라쉬모델분석을 통해 학생들의 응답을 등간척도의 측정치로 환산하여 분석에 사용하였다.

### 3. 자료 분석 방법

위에서 제시한 네 가지 연구문제를 확인하기 위하여 내적일관성 신뢰도(Cronbach alpha), 라쉬분석(Rasch Analysis), Pearson 상관관계, 삼원분산분석, 잠재계층분석(latent class analysis)을 사용하였다. 먼저 2천명이 넘는 공과대학생들을 대상으로 타당도와 신뢰도를 확인하기 위하여 평정척도모델(rating scale model) 기반의 라쉬 분석을 실시하였다. 라쉬 분석에서 문항의 적합도는 Infit MNSQ과 Outfit MNSQ를 통해서 확인하고, Person Reliability와 Item Reliability를 통해서 문항의 난이도와 참여자의 수준이 일치하는지 확인하였다(Neumann *et al.*, 2011).

두 번째 성별, 학년별, 공학교육인증제 프로그램 선택 유무별 공학 창의성 점수는 어떤 차이가 있는지 확인하기 위하여 삼원분산분석을 실시하였다. 삼원분산분석에서는 F값, 유의도, 효과크기(partial eta squared, 이하 PES)를 제시하였다. 세 번째 연구 문제인 공학 창의성 요소간 상관관계를 확인하기 위하여 Pearson 상관관계 분석을 활용하였다. 상관관계분석에서는 성별, 학년별, 공학교육인증제 프로그램 선택 유무별로 자료를 분리하여 분석하여, 집단별로 상관관계가 차이가 있는지 확인하였다. 네 번째 연구문제인 공학 창의성 요소를 근거로 잠재집단을 확인하고, 잠재집단은 성별, 학년별, 공학교육인증제 프로그램 선택 유무별로 차이가 있는지 확인하기 위하여 poLCA 방법(Polytomous variable Latent Class Analysis)을 사용하였다(Linzer & Lewis, 2011). 잠재계층분석

을 위하여 공학전공대학생들의 공학 창의성 점수를 비울척도의 라쉬점수로 변환한 뒤 Rasch-Thurstone threshold를 근거로 순위척도(등급)으로 변환하였다. 순위척도의 자료로 변환한 뒤 R package의 poLCA모델을 통하여 집단의 수를 확인하였다. 판단 근거는 Bayesian information criterion(BIC)를 사용하였다. BIC값이 가장 낮을 때 최적화된 모델이며, 해당 모델에서 제시되는 집단의 수가 최적으로 구분된 수이다(Haughton *et al.*, 2009). 구분된 집단과 성별, 학년, 공학교육인증제 프로그램 선택 유무 변인간 관련성은 카이제곱검정을 통하여 확인하였다. 라쉬 분석은 Winsteps 3.92.1버전을 사용하였고, 그 외 통계분석은 SPSS 21.0버전을 사용하였다.

## Ⅲ. 연구 결과 및 논의

### 1. 공학 창의성 검사도구의 대단위 타당도와 신뢰도

공학 창의성 검사도구는 4개 하위 구인(창의적 인지, 창의적 성향, 창의적 협동, 창의적 환경)으로 총 33개 문항으로 구성된 검사도구이다. 각 구인별로 내적 일관성 신뢰도를 확인한 결과 창의적 인지에 관한 11번 문항(나는 새로운 물건을 접했을 때 사용 설명서를 자세히 읽어본다.)이 내적 일관성을 저해하여 이 문항은 분석에서 제외하였다. 그래서 최종적으로 분석에 활용한 문항은 창의적 인지 12문항, 창의적 성향 8문항, 창의적 협동 8문항, 창의적 환경 4문항이다. 이 문항들의 내적일관성 신뢰도, 라쉬 분석 결과들은 Table 1에 제시되어 있다. 내적일관성 신뢰도(Cronbach alpha)는 창의적 인지가 0.782, 창의적 성향이 0.756, 창의적 협동이 0.789, 창의적 환경이 0.698이었다. 사회과학의 연구에서 일반적으로 활용되는 기준인 매우 우수(Excellent,  $\alpha > 0.9$ ), 우수(Good,  $0.7 < \alpha < 0.9$ ), 합격(Acceptable,  $0.6 < \alpha < 0.7$ ), 빈약

**Table 1.** Validity and reliability information from Rasch analysis and statistical analyses

Item	Cronbach's Alpha	Item Measure	Infit MNSQ	Outfit MNSQ	Person Reliability	Item Reliability
인지 1	0.782	0.19	0.831	0.831	0.77	1.00
인지 2		-0.20	0.901	0.915		
인지 3		-0.35	0.882	0.878		
인지 4		-1.16	1.130	1.171		
인지 5		0.57	1.134	1.138		
인지 6		0.95	0.946	0.964		
인지 7		-0.15	1.071	1.065		
인지 8		0.39	0.841	0.854		
인지 9		-0.25	0.982	0.984		
인지 10		0.39	1.362	1.365		
인지 11		0.08	0.856	0.853		
인지 12		-0.47	1.056	1.056		
성향 1	0.756	0.53	1.095	1.099	0.74	1.00
성향 2		-0.23	0.951	0.948		
성향 3		-0.63	0.925	0.931		
성향 4		-0.18	1.287	1.285		
성향 5		-0.25	0.924	0.930		
성향 6		-0.23	0.807	0.811		
성향 7		0.88	0.979	0.983		
성향 8		0.12	1.010	1.004		
협동 1	0.789	0.12	1.132	1.125	0.76	0.99
협동 2		-0.26	0.737	0.734		
협동 3		-0.12	0.719	0.717		
협동 4		-0.36	1.419	1.378		
협동 5		1.08	1.225	1.268		
협동 6		-0.31	0.982	0.982		
협동 7		-0.11	0.959	0.963		
협동 8		-0.04	0.836	0.833		
환경 1	0.698	-0.48	1.185	1.193	0.69	0.99
환경 2		0.79	0.998	1.004		
환경 3		-0.49	0.699	0.695		
환경 4		0.18	1.090	1.092		

(Poor,  $0.5 < \alpha < 0.6$ ), 부적합(Unacceptable,  $\alpha < 0.5$ )에 근거하였을 때 내적 일관성 신뢰도는 기준에 부합한다(Kline, 2000; George & Mallery, 2003).

문항반응이론의 라쉬 분석은 학생들의 수준과 문항의 곤란도에 관한 정보를 토대로 학생들의 수준을 예측해 낸다. 예측된 수치와 실제 수집한 값이 다를 경우 문항의 적합도가 낮다고 판단하고, 그

수치를 제시한다. 그 값이 MNSQ(mean-square)인데, 특정 범위를 벗어나면 문항의 적합도가 낮다고 판단할 수 있다. MNSQ의 기준에 대한 Wright & Linacre(1994)의 견해는 평정척도일 경우에는 0.6~1.4이 적절하다고 한다. 다른 기준은 라쉬 분석의 최고 권위자이자 라쉬 분석 소프트웨어인 Winsteps 개발자인 Linacre 박사가 라쉬 분석 웹사이트(<http://www.rasch.org/rmt/rmt83b.htm>)

에 제시한 값으로 수백 번이 넘는 시뮬레이션 결과 MNSQ가 0.5~1.5일 경우 평가 문항으로서 가치 있게 활용될 수 있다고 하였다. 먼저 Infit MNSQ를 보면 창의적 인지의 경우 0.831 ~ 1.362로 기준에 부합한다. 창의적 성향의 경우 0.807 ~ 1.287로 역시 기준에 부합한다. 창의적 협동의 경우 0.719 ~ 1.419로 한 문항이 기준에 부합하지 않으나 1.4에

서 크게 벗어나진 않는다. 창의적 환경의 경우 0.699 ~ 1.185로 기준에 부합한다. 두 번째로 Outfit MNSQ를 보면 창의적 인지가 0.831 ~ 1.365, 창의적 성향이 0.811 ~ 1.285, 창의적 협동이 0.717 ~ 1.378, 창의적 환경이 0.695 ~ 1.193로 모두 기준에 부합한다. Person Reliability는 학생들의 수준을 문항이 충분히 변별해 낼 수 있는지

**Table 2.** DIF contrast values of differential item functioning(DIF) results (\*engineering education accreditation)

Item	Gender	Year						EEA*	
		Male-Female	Year1-Year2	Year1-Year3	Year1-Year4	Year2-Year3	Year2-Year4	Year3-Year4	Yes-No
인지 1	-0.29	-0.13	0.01	-0.08	0.14	0.05	-0.09	0.00	
인지 2	-0.18	0.16	0.15	-0.12	0.00	-0.28	-0.28	-0.18	
인지 3	0.00	-0.08	-0.14	-0.12	-0.06	-0.04	0.02	0.07	
인지 4	0.27	0.08	-0.01	0.02	-0.08	-0.06	0.03	0.18	
인지 5	0.05	-0.14	-0.07	-0.07	0.07	0.07	0.00	0.12	
인지 6	0.11	-0.01	0.09	0.14	0.10	0.15	0.05	-0.12	
인지 7	-0.13	-0.04	-0.08	-0.04	-0.04	0.00	0.04	-0.11	
인지 8	0.21	-0.06	0.06	-0.03	0.12	0.03	-0.09	0.00	
인지 9	0.08	0.06	-0.07	-0.15	-0.13	-0.22	-0.09	0.07	
인지 10	-0.28	0.19	0.12	0.26	-0.07	0.07	0.14	0.00	
인지 11	0.00	0.00	-0.03	0.03	-0.03	0.03	0.06	-0.07	
인지 12	0.23	0.00	-0.03	0.12	-0.03	0.12	0.15	0.03	
성향 1	-0.11	0.00	0.00	0.07	0.00	0.07	0.07	0.08	
성향 2	-0.19	0.19	0.09	0.12	-0.10	-0.07	0.03	-0.02	
성향 3	0.00	-0.02	-0.12	-0.25	-0.10	-0.23	-0.13	0.00	
성향 4	0.25	0.22	0.35	0.11	0.12	-0.11	-0.24	0.00	
성향 5	0.04	-0.02	-0.02	0.08	0.00	0.10	0.10	0.02	
성향 6	0.10	-0.03	-0.06	0.00	-0.03	0.03	0.06	0.02	
성향 7	0.03	-0.24	-0.17	-0.13	0.07	0.11	0.04	0.00	
성향 8	-0.11	-0.08	-0.04	0.00	0.05	0.08	0.04	-0.03	
협동 1	0.00	0.23	0.13	0.25	-0.10	0.02	0.12	-0.12	
협동 2	-0.03	0.02	0.06	0.13	0.04	0.12	0.07	0.00	
협동 3	-0.04	0.03	0.05	0.06	0.02	0.03	0.01	0.08	
협동 4	0.23	-0.03	0.02	-0.20	0.05	-0.17	-0.22	0.08	
협동 5	0.00	-0.24	-0.16	-0.11	0.08	0.14	0.06	0.12	
협동 6	0.00	-0.04	0.06	-0.05	0.10	-0.01	-0.11	0.02	
협동 7	-0.22	-0.01	-0.07	-0.05	-0.06	-0.04	0.02	-0.15	
협동 8	0.13	0.06	-0.04	-0.02	-0.10	-0.08	0.02	-0.02	
환경 1	0.25	0.16	0.15	0.18	-0.01	0.03	0.04	0.00	
환경 2	-0.29	-0.10	0.13	0.17	0.23	0.27	0.04	0.00	
환경 3	0.00	0.25	0.22	0.18	-0.03	-0.08	-0.04	0.06	
환경 4	0.03	-0.30	-0.49	-0.53	-0.19	-0.23	-0.03	-0.02	

그 정도를 보여주는 값이다. Person Reliability의 값을 보면 창의적 인지는 0.77, 창의적 성향은 0.74, 창의적 협동은 0.76, 창의적 환경은 0.69이었다. Boone *et al.* (2014)은 Person Reliability에 대한 기준을 제시하면서 0.5 이상이면 집단을 구분할 수 있는 기능이 있다고 하였다. Item Reliability는 학생들의 수준이 문항의 타당도를 확인하기 위해서 적합한지를 나타내는 것으로 이 연구에서는 2천명이 넘는 학생들이 참여하였기 때문에 Item Reliability가 매우 높게 나올 수밖에 없다.

차별적 문항기능 분석(differential item functioning)은 집단간 특정 문항에 대한 반응 정도가 차별적인지 확인하는 분석이다. 집단에 따라 특정 문항에 대한 반응이 다르다면 전체 점수를 비교하는데 한계가 있다. 예를 들어서 ‘과학은 야구보다 재미있다’라는 문항에 대해서 남학생이 동의하는 정도와 여학생이 동의하는 정도는 다를 수 있다. 이와 같은 경우 해당 문항의 난이도가 집단별로 다르기 때문에 전체 점수를 생성하는데 영향을 줄 수 있고, 따라서 전체 점수를 비교하는 것은 한계가 따른다. 이와 같은 것은 Messick(1995)이 강조한 일반화 가능성에 관한 타당도와 밀접한 관련이 있다.

Table 2에는 라쉬 분석을 통해 확인된 공학 창의성 검사도구의 창의적 인지 12문항, 창의적 성향 8문항, 창의적 협동 8문항, 창의적 환경 4문항의 차별적 문항기능을 분석하였다. 차별적 문항기능분석의 해석은 각 집단별 나타나는 DIF값의 차이인 DIF contrast가 0.64를 넘지 않아야 한다(Boone *et al.*, 2014). Table 2를 보면 0.64를 넘는 DIF차가 나타나지 않는다. 절댓값을 기준으로 남학생과 여학생의 DIF는 0.29가 최대값이고, 학년별로는 1학년과 2학년의 DIF차이는 0.30, 1학년과 3학년의 DIF차이는 0.49, 1학년과 4학년의 DIF차이는 0.53, 2학년과 3학년의 DIF차이는 0.23, 2학년과 4학년의 DIF차이는 0.28, 3학년과 4학년의 DIF차이는 0.28, 공학교육인증제 프로그램을 선택한 학생과 그렇지 않은 학생이 DIF차이는 0.18로 0.64보다 모두 낮을 뿐만 아니라 0.53이 최대일 뿐 대부분이 0.3조차도 넘지 않는다. 이 결과는 이 연구에

서 사용한 공학 창의성 검사도구를 통하여 성별, 학급별, 공학교육 선택유무별로 비교 분석을 해도 문제가 없음을 보여준다.

## 2. 공학 창의성의 성별, 학년별, 공학교육 인증제 프로그램 선택 유무별 삼원분산 분석(Three-way ANOVA) 결과

Figure 1에는 성별, 학년별, 공학교육인증제 프로그램의 선택 유무별로 구분된 32개 집단의 Rasch person measure의 평균과 표준오차(오차막대)를 보여준다. Rasch person measure는 해당 구인의 총점 대신에 사용할 수 있는 것으로 척도값의 합인 원점수의 경우 순위척도인데 비해 Rasch person measure는 비율척도이기 때문에

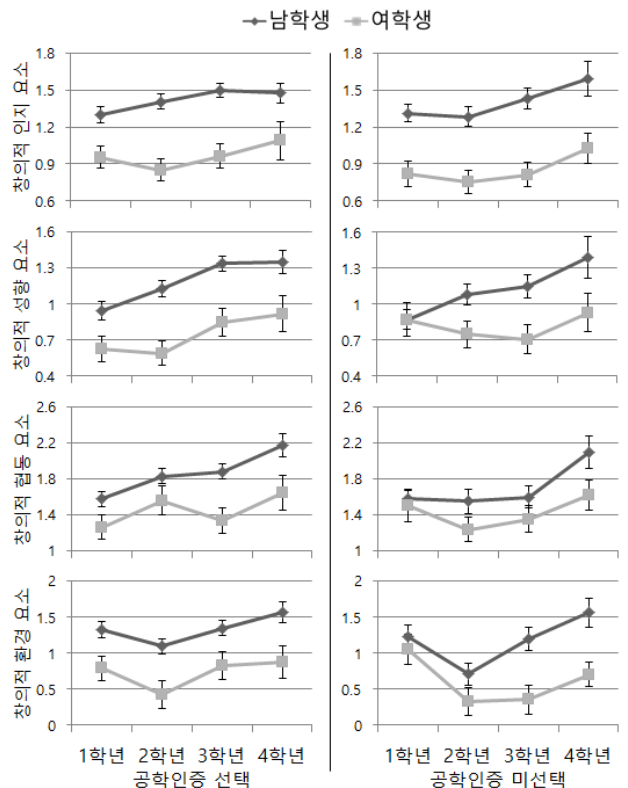


Figure 1. Means and standard errors of 16 groups (gender \* engineering education accreditation \* academic year)



모수 통계 분석에서 더 적합한 점수이다(Neumann *et al.*, 2011). 창의적 인지의 점수를 살펴보면, 공학교육에 참여한 학생들 중 남학생의 점수는 학년별로 각각 1.298, 1.409, 1.501, 1.476이며, 여학생은 0.954, 0.849, 0.965, 1.093이었다. 공학교육에 참여하지 않은 학생들은 남학생의 경우 학년별로 1.312, 1.286, 1.433, 1.594이었으며, 여학생은 0.823, 0.752, 0.813, 1.029이었다. 창의적 인지의 경우 남학생이 여학생보다 높으며, 학년별로는 큰 변화가 없으며, 공학교육인증제 프로그램 선택 유무별로도 큰 차이는 나타나지 않았다. 창의적 성향의 점수를 살펴보면, 공학교육에 참여한 학생들 중 남학생의 점수는 학년별로 각각 0.948, 1.125, 1.336, 1.351이었으며, 여학생은 0.625, 0.591, 0.848, 0.916이었다. 공학교육에 참여하지 않은 학생들은 남학생의 경우 학년별로 0.871, 1.079, 1.144, 1.391이었으며, 여학생은 0.869, 0.748, 0.706, 0.928이었다. 창의적 성향의 경우 남학생이 여학생에 비하여 높고, 학년이 올라갈수록 점수가 높아진다. 공학교육인증제 프로그램 선택 유무에 따라서 평균값의 차이는 의미 없는 수준이다.

창의적 협동의 점수를 살펴보면, 공학교육에 참여한 학생들 중 남학생의 점수는 학년별로 각각 1.578, 1.832, 1.883, 2.173이었으며, 여학생은 1.267, 1.563, 1.341, 1.650이었다. 공학교육에 참여하지 않은 학생들은 남학생의 경우 학년별로 1.583, 1.554, 1.599, 2.096이었으며, 여학생은 1.501, 1.239, 1.354, 1.619이었다. 창의적 협동의 점수를 보면 남학생이 여학생에 비하여 높고, 학년이 올라갈수록 점수가 약간 높아진다. 공학교육인증제 프로그램 선택 유무에 따라서 평균값의 차이는 크지 않았다. 창의적 환경의 점수를 보면, 공학교육에 참여한 학생들 중 남학생의 점수는 학년별로 각각 1.323, 1.092, 1.348, 1.558이었으며, 여학생은 0.786, 0.429, 0.827, 0.869이었다. 공학교육에 참여하지 않은 학생들은 남학생의 경우 학년별로 1.233, 0.709, 1.197, 1.561이었으며, 여학생은 1.053, 0.325, 0.352, 0.703이었다. 창의적 환경의 경우 남학생이 여학생에 비하여 높고, 학년이 올라갈수록 점수가 약간 높으나 거의 차이가 없다. 공

학교육인증제 프로그램 선택 유무에 따라서 평균값의 차이는 유의미하지 않았다.

성별, 학년별, 공학교육인증제 프로그램 선택 유무의 3가지 변인과 공학 창의성 점수와의 관계를 확인하기 위하여 삼원분산분석을 실시하였다. 이 분석에서는 각 변인의 효과와 함께 교호작용 효과(interaction effect)도 확인할 수 있다. 이 결과는 Table 3에 제시되어 있다. 유의미한 효과가 나타난 것에는 굵은 글씨로 표시하였다. 창의적 인지의 경우 성별에서만 유의미한 차이가 나타났다. 창의적 성향의 경우 학년과 성별 모두 유의미한 차이가 났다. 하지만 성별 차이가 학년별 차이보다는 월등히 크게 나타남을 확인할 수 있다. 창의적 협동도 비슷하게 학년별과 성별로 차이가 나타났다. 창의적 환경 역시 학년별과 성별로 차이가 나타남을 확인할 수 있다. 공학교육인증제 프로그램 선택 유무의 효과와 교호작용 효과(interaction effect)는 유의미하지 않았다.

이와 같은 연구 결과는 이공계 교육에 있어 양성 평등을 추구해 온 지금까지의 과학교육의 과거를 살펴 볼 때 시사점이 크다. 창의성에서 남녀의 성차가 나타난다는 연구결과는 측정에 사용한 검사도구가 무엇인가에 많은 영향을 받는 경향이 있다. 때문에 발산적 사고와 같은 일반 창의성 검사를 사용한 연구의 경우와 특정 전문 전공영역의 심화지식을 요구하는 영역 특이적 창의성의 경우 결과가 다르기도 했었다. 일반적으로 논란의 여지는 있지만, 여러 창의성 연구들을 검토한 뒤 내린 Kogan(1974)의 결론은 창의성에서 있어서 남녀의 성차는 존재 하지 않는다는 것이었다. 이후 실시된 Baer & Kaufman(2008)의 연구에서도 창의적 능력이나 성향은 성별의 차이에 있어서는 비교적 동등하다는 입장을 나타내었다. 특히 Baer & Kaufman(2008)은 창의성과 관련하여 과거의 연구들이 일반적인 사고력 검사를 창의성이라는 이름으로 범용적으로 연구한 결론이라는데 집중하였다. 그들은 창의성이 어떤 내용으로 검사하는가에 따라 상당히 다른 측면으로 드러나게 되며, 이 부분에 대한 성차는 근본적으로 양성이 타고난 것이 아니라 검사도구나 방식의 문제라 할 수 있다고 하였

Table 3. Three-way ANOVA results

종속 변수	독립 변수	F	Sig.	Partial Eta Squared
창의적 인지	공학교육인증제 프로그램 선택 유무 (1)	1.560	0.212	0.001
	학년 (2)	3.436	0.016	0.005
	성 (3)	<b>101.395</b>	<b>0.000</b>	<b>0.047</b>
	(1) * (2)	0.337	0.799	0.000
	(1) * (3)	0.920	0.337	0.000
	(2) * (3)	0.635	0.593	0.001
	(1) * (2) * (3)	0.210	0.889	0.000
창의적 성향	공학교육인증제 프로그램 선택 유무 (1)	0.000	0.994	0.000
	학년 (2)	<b>5.187</b>	<b>0.001</b>	<b>0.007</b>
	성 (3)	<b>40.886</b>	<b>0.000</b>	<b>0.019</b>
	(1) * (2)	1.073	0.359	0.002
	(1) * (3)	1.343	0.247	0.001
	(2) * (3)	1.812	0.143	0.003
	(1) * (2) * (3)	0.441	0.724	0.001
창의적 협동	공학교육인증제 프로그램 선택 유무 (1)	1.641	0.200	0.001
	학년 (2)	<b>4.958</b>	<b>0.002</b>	<b>0.007</b>
	성 (3)	<b>22.809</b>	<b>0.000</b>	<b>0.011</b>
	(1) * (2)	1.798	0.145	0.003
	(1) * (3)	0.824	0.364	0.000
	(2) * (3)	0.782	0.504	0.001
	(1) * (2) * (3)	0.337	0.799	0.000
창의적 환경	공학교육인증제 프로그램 선택 유무 (1)	2.215	0.137	0.001
	학년 (2)	<b>6.805</b>	<b>0.000</b>	<b>0.010</b>
	성 (3)	<b>40.001</b>	<b>0.000</b>	<b>0.019</b>
	(1) * (2)	1.151	0.327	0.002
	(1) * (3)	0.037	0.848	0.000
	(2) * (3)	1.009	0.388	0.001
	(1) * (2) * (3)	0.908	0.437	0.001

다. Kim(2011)의 우리나라 대학생들에 대한 창의성 연구에서도 확산적 사고 측면은 여학생이 높았지만 스스로를 창의적이라 여기는지에 대한 자기인식 문제는 남학생이 높았다. 또한 미술영역은 여학생이 높지만 발명 영역은 남학생이 높았다. 이처럼 단적으로 언급하기 어려운 면이 존재하는 것이 창의성의 성차 측면이다.

성차의 문제는 일반창의성의 경우와 특정 영역의 것에 대한 결과가 많이 다른데, 예를 들어 동기나 태도, 창의성과 같은 변인에서 남녀학생의 성차 문

제는 학교급을 막론하고 상당수의 과학교육 연구에서도 자주 다루고 있는 논쟁적인 주제이다(Kim, Chung, & Lee, 2003). 우리나라는 여성이공계 인력의 육성을 위해서 2006년부터 교육인적자원부(현 교육부)에서 ‘여학생 공학교육 선도대학지원사업(WIE: Women into Engineering)’을 기획하고 공과대학 여학생들의 역량 개발과 전공분야 진출을 돕고 있다(Gu & Kim, 2014). 그러나 이 연구결과를 포함하여 국내 여성공학도들의 창의성에 관한 선행연구(Kang & Yune, 2015c)에서는 유의한 차

이가 발생하여, 성차가 나타나지 않았던 해외의 공과대학 학생들의 창의성 연구결과와 달랐다 (Charyton & Snelbecker, 2007; Kang & Yune, 2015c). 이와 같은 결과에 대해서는 다양한 해석이 존재한다. 우선, 여학생들이 어릴 때부터 사회문화적으로 학습되는 성에 대한 고정관념들 중 성향이나 지능에 대한 잘못된 자기암시가 일종의 사회적으로 기대되는 행동을 하도록 만든다는 것이다. 최근 Science지에 발표된 Bian, Leslie & Cimpian(2017)의 연구에 의하면 여자아이들은 만 6살만 되어도 성 고정관념을 흡수하여, 남자아이들이 자신에 비하여 '머리가 좋다'고 믿을 가능성이 커져 간다는 연구 결과를 보고 하였다. 특히 이들의 실험에서는 남자아이와 여자아이를 실험대상 아이들 앞에 세워 두고 성적이 좋을 것 같은 아이를 고르게 하였다. 그 결과 여자아이들은 여자아이를 골랐지만, 이것은 창의적이거나 지능이 높은 것과 같은 소위 '머리가 좋은' 영역과 별개의 것으로 이런 영역은 남자의 영역으로 여기고 있는 것이다. 이러한 연구 결과는 여성들이 차후에 자신의 진로·직업을 결정하는 과정에서 창의성과 같은 재능을 요구받는 물리학과 같은 이공계 영역과 관련된 분야를 피하게 만들고 있다고 주장하고 있다(Bian, Leslie & Cimpian, 2017; Cai *et al.*, 2016; Reuben, Sapienza, & Zingales, 2014).

이 연구의 결과에서도 모든 구인에서 여학생들의 공학 창의성 점수는 유의하게 낮았으며 학년이 올라감에 따라 소폭 상승할 뿐이었다. 그러나 중요한 것은 실제로 여학생들이 창의적이지 않은지 아니면 스스로를 창의적이지 않다고 자기인식하는 것인지는 성 인지 문제에서 중요한 방해요소로 알려져 있다. Proudfoot, Kay & Koval(2015)의 연구에서는 일반적으로 여성적 기질보다 남성적 기질이 사회문화적으로 도전적이고 창의적인 것과 동일시되는 것에 대해 우려를 표하고 있다. 예를 들어서 독립성이 협력성보다 창의적으로 여겨지고, 같은 것을 수행해도 남성에 대해서 더 창의적이라고 여겨지는 사회문화 속에 오랜 시간 놓이게 되며, 하지만 여러 가지 아카이브 데이터에 대한 분석 결과 여성의 아이디어들이 남성의 아이디어보다 더욱 창의적이

었던 적이 많았지만 여성 스스로는 저평가 했었다. 마지막으로 고정관념적인 사회문화는 남성의 '인식된' 창의성을 매개하여 더욱 향상되게 하지만 여성의 경우는 그렇지 못하다는 점에 주목하였다. 성역할 고정관념이 통용되며, 여성이 소수가 되는 남성 중심적 사회문화는 Proudfoot, Kay & Koval(2015)의 연구에서 경고하고 있는 '인식된' 창의성에 대한 성차를 실제로 만들어 낼 수 있다. 따라서 공과대학의 거칠고 남성적인 분위기 속에서 소수자로 살아가는 여학생들은 그들의 실제 창의적 잠재력은 비록 남학생과 동일할지라도 이를 매개하여 더욱 양성 피드백 하여 매개해 줄 요소가 존재하지 않는 것이다. 오히려 스스로를 저평가하면서 낮은 창의성을 가진 사람으로 인식하고 그러한 행동을 나타내게 되는 것으로 볼 수 있다. 이는 최근 이루어진 Kim & Ko(2014)의 연구에서 공과대학이 아닌 여러 전공의 일반 대학생들의 '지각된' 창의성에 대한 연구에서 남녀 학생들의 창의성에 대한 성차가 이 연구와는 상반되게, 유의미하게 나타나지 않는 것을 보면 알 수 있다.

공과대학 여학생들의 공학 창의성을 향상시키기 위해서는 공과대학 특유의 남성적(masculine) 풍토를 점검할 필요가 있다(Ha, 2008; Kerr, 1994; Klein & Zehms, 1996). 또한 창의성 향상을 위한 교수전략에 있어 명백한 성차가 있음을 지적한 선행연구들을 교훈삼아 여학생들을 위한 차별화된 접근과 성인지 문제에 대한 문제를 더욱 고민해야 할 것이다. 일례로 Conti, Collins & Picariello(2001)의 연구에서는 여학생들의 경우 경쟁적인 상황이 되면 창의성이 떨어지지만 남학생의 경우는 오히려 상승한다는 것을 보고하고 있다. 창의성의 세부요인에서도 수학·과학 창의성의 경우 여학생이 무조건 낮을 것이라는 사회적 통념과는 달리 융통성 점수는 여학생이 높고 독창성 점수는 남학생들이 높았다는 것을 보고하면서 집단창의성과 같이 다양한 측면을 함께 고려해야한다고 하고 있다. 또한 최근 수행된 Lew(2015)의 대학생들에 대한 창의성 연구에서 학교환경이 여학생들의 경우에는 창의성에 오히려 부정적인 영향을 끼치고 있는 결과를 확인한 바 있다. 자신의 일을 스스로 해결하는 정적이고

암전한 여성으로 성장하도록 종용되어 온 성장 배경과 세미나, 팀 기반의 창의적 협동수업, 발표 수업 등은 여학생들에게 단기적으로는 창의성을 매개하기 보다는 스트레스를 유발했을 가능성이 크다. 특히 규칙을 뛰어넘는 성향과 사고인 창의성을 사회문화적으로 순종적이고 모범적인 생활을 할 것을 요구 받아 온 우리의 여학생들에게 갑자기 기대하는 것은 쉽지 않은 일이다.

공과대학 학생들의 공학 창의성 결과는 학년에 따른 차이도 나타났다. 그러나 학년에 따른 차이에 있어서는 창의적 인지에 대해서만 유의미한 차이가 나타나지 않았다(Table 3). 전반적인 추세는 학년이 올라감에 따라 공학 창의성 점수가 증가하는 추세를 띠고 있다(Fig. 1). 이는 창의성 향상을 위한 공과대학의 교육과정이 다른 창의성 영역에 대해서는 효과적이나, 인지적 영역에 대해서는 유의미한 효과를 거두지 못하고 있다는 것을 의미한다. 물론 최근 강조되고 있는 팀 기반 문제 해결을 위한 창의적 협동이나 창의성이 발현되기 위한 전제 조건인 창의적 환경 등이 함께 향상되는 것은 긍정적인 결과라 할 수 있다. 창의성의 발달적 측면에 대해서는 연속적 발달과 불연속적 발달을 주장이 대립되어왔다. 공학 창의성과 같은 특정 전문 영역에서의 영역 특이적 창의성의 경우 해당 전문 영역의 전공지식의 학습이나 관련 실습으로 생성된 암묵지의 축적으로 더욱 향상될 수 있는 측면이 있다(Kang & Yune, 2015a, 2015b). 따라서 학년이 올라감에 따라서 학생의 학습참여 경험은 많아지게 되고 공학 창의성은 유의미하게 향상될 것으로 기대해 볼 수 있는 것이다. 이러한 결과는 대학생들의 학습참여에 따른 창의성 발달을 연구한 선행연구와 일맥상통하는 결과이다(Kim & Ko, 2014). Kim & Ko(2014)는 연구에서 대학생들은 학년이 높을수록 학습참여경험이 긍정적이었지만, 학년은 창의성에 유의미한 차이를 발생시키는 변인이 아니라고 보고하고 있다. 뿐만 아니라 Cheun, Rudowicz, & Kwan(2003)의 경우는 대학생들의 학년이 올라감에 따라 창의성이 하향한다는 연구결과를 내 놓고 있다. 이 연구의 결과는 선행연구와는 반대되는 결과로서, 영역 특이적인 전문분야 창

의성을 다루는 ‘공학 창의성’에 대한 연구결과이며, 영역 특이적 창의성이 확산적 사고 등과 같은 일반 창의성과 학습참여 등으로 이루어지는 교육과정 경험에 따라 어떻게 달라질 수 있는지 보여주는 좋은 사례라 할 수 있다. 그럼에도 불구하고 창의성에 대한 자기인식의 핵심을 이루는 창의적 인지 영역의 변화가 통계적으로 유의미하지 않으므로 앞으로의 공과대학 교육과정의 설계에 있어서 이에 대한 검토가 요구된다.

이러한 부분은 공학교육인증제 프로그램과 관련된 공학 창의성 점수 차이에서도 나타나고 있다(Table 3). 공학교육인증제 프로그램은 1997년 한국공학교육학회에서 국제적 수준의 창의적 엔지니어 육성을 위해 사단법인 ‘한국공학교육인증원(ABEEK: Accreditation Board for Engineering Education of Korea)’을 설립하면서 시작되었다. 2001년의 2개 대학을 시작으로 시작된 공학교육인증제 프로그램은 최근에는 100개 대학인 595개 프로그램으로 늘어나 프로그램의 양적·질적 성장이 이루어지고 있다(Go, 2016). 공학교육인증제 프로그램은 학과 단위 선택이나 졸업인증 방식보다는 프로그램단위 인증 방식을 취하고 있다. 공학교육인증제 프로그램의 시행이 추구하는 목표는 산업현장의 변화와 요구를 반영한 ‘창의적인’ 엔지니어 육성이다(Park & Hong, 2015). 이러한 목표 달성을 위해 공학교육인증제 프로그램 내에는 단편적 전공 지식 이외에 상상공학이나 TRIZ와 같은 창의적 문제해결 과정 혹은 캡스톤 디자인(capstone design)과 같은 종합설계 프로그램 등을 운영하고 있다(KIAT, 2015). 공학교육인증제 프로그램들은 실무적이고 취업에 도움이 되는 전공지식과 역량을 높이는 데는 성공했지만 창의적 융합인재 육성이란 목표에는 미치지 못하고 있다는 것이 최근의 분석이다(Song, Shin, & Song, 2015). 특히, 공과대학에서 공학교육인증제 프로그램을 이수하고 산업현장에 진출한 졸업생들과 기업가들의 인식을 조사한 Ju *et al.* (2010)의 연구에서 기업 측과 졸업생 모두 대학이 가장 많이 제공한 것은 ‘전공 기초 지식’으로 가장 제공하지 못한 것으로는 ‘창의성’을 들고 있다.

이 연구의 결과에서도 가장 궁극적인 목표인 창의성의 향상에 있어서 공학교육인증제 프로그램을 선택한 학생들과 그렇지 않은 학생들 간의 두드러진 차이를 발견할 수 없다(Fig. 2). 올해로 17년차를 맞는 공학교육인증제 프로그램이 공과대학 학생들의 인식 속에 단지 대학차원에서 모든 전공에 대해 다양하게 실시하고 있는 취업지원 프로그램이나 전공심화 교육과정으로 전락하지 않도록 교육과정 내의 공학 창의성 요소와의 관련성을 재검토해야 할 필요가 있다.

### 3. 공학 창의성 요소간 상관관계 분석

공학 창의성의 하위 요소들은 상호간에 어떤 관계를 갖고 있는지 알아보기 위하여 상관관계 분석을 실시하였다. 분석 결과 모든 요소들이 학년, 성별, 공학교육인증제 프로그램 선택 유무에 대해 통계적으로 유의미하게( $p < 0.01$ ) 상관성을 보이고 있었다(Table 4). 상관관계 분석 결과가 유의미할 뿐만 아니라 Cohen(1992)이 제시한 Pearson 상관관계의 r값의 효과크기의 기준인 작은 효과(0.1~0.3), 중간 효과크기(0.3~0.5), 큰 효과크기(0.5 이상)의 관점에서 보았을 때 48개 r값 중에서 큰 효과크기(0.5) 이상이 29개, 0.4 이상도 17개나 되는 등 큰 상관관계를 보이고 있다. 이러한 결과는

공학 창의성이라는 심리적 구인이 드러나고 변화하는 과정에서 하위 구인들이 독립적으로 향상되거나 혹은 저하될 수 있는 것이 아니라는 의미이다. 다시 말해, 어떤 하나의 요소의 향상은 다른 요소를 동반 향상시키는 견인차가 될 수도 있으며, 반대로 함께 저하시키는 패턴도 가능하다는 의미이다. 공학 창의성의 향상을 꾀하기 위하여 어떤 프로그램을 경험하도록 할 때, 되도록 몇몇 요소에 치중되지 않도록 해야 한다. 따라서 프로그램 단위로 이수시점에서나 혹은 매 학년마다 주기적인 공학 창의성 점검을 통하여 개별 하위요소들이 균등하게 잘 발달되면서 공과대학 학생들의 공학 창의성 향상이 이루어지고 있는지 모니터링이 필요하다.

### 4. 공학 창의성요소를 통한 잠재집단분석

공학 창의성 요소(창의적 인지, 창의적 성향, 창의적 협동, 창의적 환경)를 근거로 잠재집단을 확인한 결과 3개 집단이 가장 이상적인 것으로 나타났다. Bayesian information criterion(BIC)점수의 경우 1집단이 14813, 2집단이 13688, 3집단이 13547, 4집단이 13577, 5집단이 13658로 3집단으로 구분될 경우 최적이었다. Figure 2는 세 집단의 학생들의 비율과 네 가지 공학 창의성 요소의 평균값을 보여준다. 공학 창의성 요소들의 상관관계가

**Table 4.** Pearson correlation results of four variables by academic year, gender, and engineering education accreditation

창의 요소 1	창의 요소 2	학년				성별		공학교육인증제 프로그램 선택 유무	
		1학년	2학년	3학년	4학년	남학생	여학생	선택	미선택
창의적 인지	창의적 성향	.681	.621	.658	.735	.680	.604	.678	.661
	창의적 협동	.540	.474	.492	.553	.516	.482	.505	.524
	창의적 환경	.511	.320	.405	.581	.429	.412	.430	.457
창의적 성향	창의적 협동	.550	.443	.536	.603	.529	.510	.527	.538
	창의적 환경	.527	.386	.484	.590	.494	.409	.494	.470
창의적 협동	창의적 환경	.636	.480	.498	.562	.550	.497	.529	.562

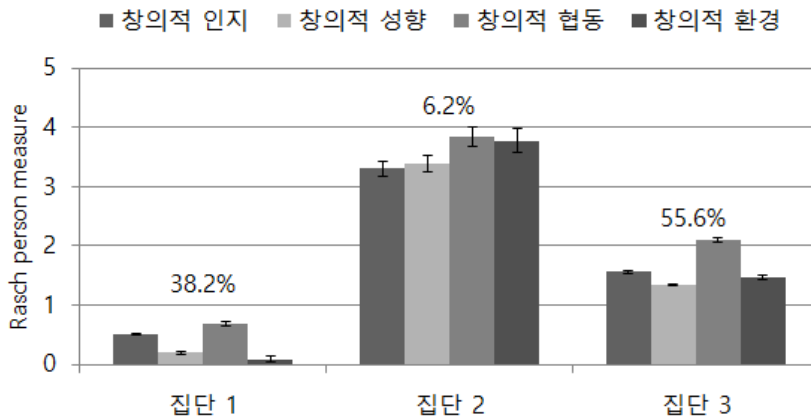


Figure 2. Average Rasch person measure of three groups identified by laten class model

높기 때문에 세 집단이 구분되더라도 각 요소별로 차등적으로 구분되지는 않는다. 다시 말하면 어떤 집단은 특정 공학 창의성 요소의 점수가 매우 높는데 비해 다른 요소가 매우 낮은 그런 형태의 집단은 존재하지 않는다는 것이다.

집단 1은 공학 창의성이 전체적으로 매우 낮은 집단, 집단 2는 고루 높은 집단, 집단 3은 공학 창의성 요소 점수들이 중간 값 정도 되는 집단이다. 창의적 인지는 높는데 비해 창의적 협동 점수는 낮은 등의 그런 특징이 있는 공과대학 학생들은 의미 있는 숫자로 분포하지 않는 것이다. 성별로 보면 전체 참여자는 남학생이 72.0%, 여학생이 28.0%이다. 집단 1은 남학생이 61.3%이며, 여학생이 38.7%로 여학생의 비율이 전체 비율에 비하여 상대적으로 높다. 집단 2는 남학생이 85.9%, 여학생이 14.1%로 여학생의 비율이 전체 비율에 비하여 상대적으로 낮다. 집단 3은 남학생이 77.9%, 여학생이 22.1%로 전체 비율과 비슷하다. 성별과 잠재집단간의 관련성을 확인하기 위해 실시한 카이 제곱 검정 결과 유의하였다(Pearson Chi-Square = 77.67,  $p = 0.000$ , Cramer's V = 0.193).

학년별로 보면 전체 학생의 1 ~ 4학년의 비율이 1학년이 30.5%, 2학년이 27.0%, 3학년이 27.7%, 4학년이 14.8%이다. 집단 1은 1학년이 33.9%, 2학년이 30.3%, 3학년이 24.4%, 4학년이 11.3%이었다. 집단 2는 1학년이 31.8%, 2학년이 20.9%, 3학

년이 30.2%, 4학년이 17.1%이었다.

집단 3은 1학년이 27.9%, 2학년이 25.4%, 3학년이 9.7%, 4학년이 16.9%이었다. 학년과 잠재집단간의 관련성을 확인하기 위해 실시한 카이 제곱 검정 결과 유의하였다(Pearson Chi-Square = 27.14,  $p = 0.000$ , Cramer's V = 0.080). 마지막으로 공학교육인증제 프로그램 선택 유무의 경우 참여한 학생과 참여하지 않은 학생의 비율이 전체는 60.7%과 39.3%이었다. 집단 1은 각각 56.1%, 43.9%, 집단 2는 65.1%, 34.9%, 집단 3은 63.3%, 36.7%이었다. 공학교육인증제 프로그램 선택 유무와 잠재집단간 관련성을 알아보기 위하여 실시한 카이 제곱 검정 결과 유의미하였다(Pearson Chi-Square = 11.72,  $p = 0.003$ , Cramer's V = 0.075)

집단별로 특성을 살펴보면 요소들 사이의 높은 상관관계로 인하여 전체적인 상·중·하 형태의 분포 패턴이 나타나지만, 특히 집단 1의 경우 전체적으로 지각된 창의성이 최하위 집단이면서 동시에 창의적 환경에 대한 인식이 가장 낮은 집단이라 할 수 있다. 집단 1에는 1학년 학생이 많이 분포하고 있고, 여학생 비중도 3개의 잠재집단중 상대적으로 높은 편이다. 이것은 자신이 현재 처한 환경(공과대학)이 창의성을 발휘하기에 충분하다고 여기는지에 대한 문제이다. 예를 들어 창의적 협동에 기반을 둔 집단창의성을 발휘하려 하여도 아직은 선후배나

동기들과 서먹서먹하다면 다양한 프로젝트 활동에 소극적으로 참여하게 될 것이고 창의성 발달은 더딜 것이다. 또한 자신이 창의성을 발휘할 수 있도록 학교 측이 충분한 인적·물적 자원을 갖추고 있다는 느낌을 받을 수 있도록 안내해 주어야 할 것이다. 그리고 통념에서 벗어나는 아이디어를 제시해도 비난받지 않을 허용적인 분위기를 조성해 주고 신입생 때부터 그것을 자각하도록 하는 것이 중요하다.

#### Ⅳ. 결론 및 제언

이 연구는 Kang(2011)에 의해 개발된 공학 창의성 검사도구를 활용하여 공과대학 학생들의 공학 창의성을 측정하는데 타당한지 문항반응이론에 입각하여 연구를 수행하였다. 또한 공과대학 학생들의 창의성에 대한 성별, 학년 및 공학교육인증제 프로그램 선택 유무와의 관련성이라는 세부적인 요인들과의 종합적인 분석을 시도하였다. 뿐만 아니라 변수중심접근 방식의 선행연구들과는 달리 사람 중심접근을 통한 새로운 해석을 위하여 잠재집단분석법을 통하여 공과대학 학생집단 내에 존재하는 창의성과 관련된 다양한 잠재집단을 확인하였다. 연구결과를 통하여 다음과 같은 결론을 도출할 수 있었다.

첫째, 공과대학 학생들에게 공학 창의성 검사도구를 적용해 본 결과 해당 검사도구의 타당도와 신뢰도는 문제가 없는 것으로 나타났다. 또한 차별적 문항기능분석에서도 공학 창의성 검사도구는 성별, 학년, 공학교육인증제 프로그램 선택 유무와 관련 없이 적용하여 집단간 비교에 사용할 수 있는 것으로 확인되었다. 영역 특이적 창의성은 전문지식이나 환경의 영향을 많이 받게 되므로 자연적 성숙 등에 의한 발달보다는 지속적인 교육경험에 따른 발달과 향상을 더 중요하게 생각하고 살펴야 한다. 따라서 명확한 타당도와 신뢰도가 확보된 검사도구를 활용한 장기적인 모니터링이 중요하며, 앞으로 학생의 교육과정에서의 변화를 알아보기 위한 실험

적 처치에 대한 양적 연구에도 활용되어 공과 대학 학생들의 공학 창의성 형성에 대한 보다 구체적인 근거 자료를 확보할 필요가 있다.

둘째, 공과대학 학생들의 공학 창의성은 성별에 따라 유의미한 차이를 나타냈으며, 학년의 경우 창의적 인지 외의 모든 구인에서 유의미한 차이가 나타났으며, 공학교육인증제 프로그램은 공학 창의성의 선택 여부는 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 특히 성별의 경우 여학생이 남학생에 비해 낮은 공학 창의성 수준을 나타나는 것으로 나타났다. 공과대학 여학생들의 공학 창의성을 향상시키기 위해서는 근본적으로 공과대학 특유의 남성적(masculine) 풍토를 점검할 필요가 있으며, 여학생들을 위한 차별화된 교육적 접근과 성인지 문제에 대해 지속적인 논의가 필요하다. 또한 공학교육인증제 프로그램을 선택한 학생들과 그렇지 않은 학생들 간에는 두드러진 차이가 나타나지 않았다. 국제적 수준의 창의적 엔지니어 육성이라는 근본적인 공학교육인증제의 설립 목적을 달성하기 위해서는 공학교육인증제 프로그램 내의 공학 창의성 요소와의 관련성을 재검토하며 보완할 필요가 있다.

셋째, 공학 창의성 요소들은 상호간에 모두 통계적으로 유의미한 관계가 있는 것으로 확인되었다. 이는 한 요소의 저하나 향상이 다른 요소의 연쇄적인 변화로 이어질 수 있는 잠재력이 있다는 점에서 공학 교육과정에서 주기적인 점검이 필요하다.

넷째, 공학 창의성 요소를 근거로 잠재집단을 확인한 결과, 공과대학 학생들에게는 3가지의 공학 창의성 잠재집단이 발견되었다. 공학 창의성의 요소간 상관관계가 매우 높기 때문에 잠재집단의 양상은 특정 요소만 높거나 낮은 형태의 불균등형태가 아닌 전체적으로 가장 낮은, 중간, 높은 형태의 잠재집단이 나타났다. 1학년과 여학생일수록 공학 창의성이 가장 낮은 잠재집단인 집단 1에 소속될 확률이 높다는 것은 이들에 대한 별도의 맞춤형 교육이 필요하다는 것을 시사하고 있다. 잠재집단분석법은 간단하게 학생들의 다양성을 파악할 수 있는 방법이다. 학과나 단과대학 단위와 같은 거대 집단의 성과분석 및 모니터링도 중요하지만 학생들 내에 존재하는 다양한 잠재집단의 다양성에 기초한

맞춤형 공학교육을 위하여 주기적인 점검을 통한 모니터링이 요구된다.

마지막으로 이 연구의 한계점을 바탕으로 후속 연구를 제안하고자 한다. 이 연구는 창의적 성과물의 분석을 통해 이루어진 창의적 역량이 아닌 자기 보고식의 ‘지각된’ 자신의 창의성을 연구하였다. 따라서 실제 학생의 창의력이나 그러한 잠재력이라기 보다는 자신이 깨닫고 있는 스스로에 대한 ‘지각된 창의성’이라는 측면에서 한계점과 차이점을 지닌다. 따라서 창의적 산출물 제작이나 창의적 역량 발휘 과정에서 발휘되는 창의성과의 통합적 연구를 통한 후속 연구가 필요하다. 또한 이 연구는 동일한 피험자를 종단적으로 추적한 발달연구가 아닌 동시에 자료를 수집한 횡단적 연구이므로 학년 차이 등의 해석에 있어 한계를 지닌다. 보다 명확한 공과대학 학생들의 교육과정 경험과 학년상승에 따른 창의성 변화를 탐색하기 위하여 장기적인 종단연구가 요구된다. 특히, 공과대학에서 함양한 창의성이 직업세계로 나아간 뒤 어떻게 되는지 직종에서의 추수연구를 통한 검증 역시 필요하다. 그럼에도 불구하고 이 연구는 대단위 전수조사를 통하여 공과대학 학생들의 공학 창의성에 대하여 다양한 배경변인과의 관계를 살펴보고, 잠재집단분석법을 통하여 확인하였다는데 의의가 있다.

## 참 고 문 헌

Baek, Y. S., Lee, J., Kim, E., Oh, K. J., Park, C., & Chung, J. (2006). Achievements in the creativity education through freshmen engineering design. *Journal of Engineering Education Research*, 9(2), 5-20.

Baer, J., & Kaufman, J. C. (2008). Gender differences in creativity. *Journal of Creative Behavior*, 42(2), 75-105.

Bian, L., Leslie, S. J., & Cimpian, C. (2017). Gender stereotypes about intellectual

ability emerge early and influence children's interests. *Science*, 355, 389-391.

Boone, W. J., Staver, J. R., & Yale, M. S. (2014). *Rasch analysis in the human sciences*. New York, NY: Springer.

Cai, H., Luo, Y. L. L., Shi, Y., Liu, Y., & Yang, Z. (2016). Male = Science, Female = Humanities: Both implicit and explicit gender-science stereotypes are heritable. *Social Psychological and Personality Science*, 7(5), 1-8.

Charyton, C., & Snelbecker, G. E. (2007). General, artistic and scientific creativity attributes of engineering and music students. *Creativity Research Journal*, 19, 213-225.

Cheung, C., Rudowicz, E., & Kwan, A. S. (2003). Creativity of university students: What is impact of field and year of study?. *Journal of Creative Behavior*, 37(1), 42-63.

Cohen, J. (1992). A power primer. *Psychological Bulletin*, 112(1), 155-159.

Conti, R., Collins, M. A., & Picariello, M. (2001). The role of gender in mediating the effects of competition on children's creativity. *Personality and Individual Difference*, 30, 1273-1289.

Csikszentmihayli, M. (1999). Implications of a systems perspective for the study of creativity. In R. J. Sternberg, (Ed.), *Handbook of Creativity*. New York, NY: Cambridge University Press.

George, D., & Mallery, P. (2003). *SPSS for Windows step by step: A simple guide and reference 11.0 update (4<sup>th</sup> ed.)*. Boston, MA: Allyn & Bacon.

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.
- Gu, S. Y., & Kim, D. I. (2014). A study on the effects of WIE programs on women engineers' employment and career duration. *Journal of Engineering Education Research*, 17(6), 3-11.
- 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.
- Houghton, 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.
- Ju, I. J., Kwan, J. W., Shin, J. W., & Lim, K. B. (2010). Analysis on views of business competencies different between management and employees who completed accreditation for engineering education in IT industry. *The Journal of Vocational Education Research*, 29(1), 121-137.
- Kang, S. H. (2011). *Development and validation of engineering creativity test tool through deriving engineering creativity jobs: Focusing on Delphi method*. Daejeon, Korea: National Research Foundation Research report.
- Kang, S. H., & Yune, S. J. (2015a). Development and validation of a scale to measure engineering creativity. *The Journal of Thinking Development*, 11(1), 19-44.
- Kang, S. H., & Yune, S. J. (2015b). Exploration of construction components of engineering creativity using delphi technique. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 15(3), 161-187.
- Kang, S. H., & Yune, S. J. (2015c). Differences of Creativity in Engineering Students by Gender. *Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers* 14(5), 10, 50-59.
- Kerr, B. A. (1994). *Smart girls: A new psychology of girls, women and giftedness*. Scottsdale, AZ: Gifted Psychology Press.
- Korea Institute for Advancement of Technology [KIAT]. (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, H. S. (2011). Gender difference in creative thinking ability, creative disposition, creative product and creative self-efficacy of Korean college students. *The Korean Journal of Woman Psychology*, 16(4), 595-611.
- Kim, M. S., & Ko, J. W. (2014). The influence of students' learning engagement on the perceived creativity competency. *The Journal of the Korean Society for the Gifted and Talented*, 13(1), 83-106.
- Kim, M. S., Chung, D. R., & Lee, J. H. (2003). Gender differences in science-gifted and general students: creative thinking,

- personality, environment, and performance in science. *Korean Journal of Child Studies*, 24(3), 1-13.
- 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.
- Kline, P. (2000). *The handbook of psychological testing* (2<sup>nd</sup> ed.). London, UK: Routledge.
- Kogan, N. (1974). Creativity and sex differences. *The Journal of Creative Behavior*, 8(1), 1-14
- Lew, K. H. (2015). Group creativity and creative environment by gender of university students. *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, 16(12), 8416-8423.
- Lim, C., Hong, M., & Lee, S. (2011). A study on learning environment design model for enhancing creativity in engineering education. *Journal of Engineering Education Research*, 14(4), 3-10.
- Lim, C., Kim, S., Han, H., & Seo, S. (2014). Review of creativity development research approaches in the Korean engineering education. *Journal of Engineering Education Research*, 17(5), 33-40.
- 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). Validity of psychological assessment: Validation of inferences from persons' responses and performances as scientific inquiry into score meaning. *American psychologist*, 50(9), 741-749.
- Moon, J. Y. (2011). The birth and transformation of modern civil engineers in France - Focused on the Ecole des Ponts et Chaussées -. *Journal of Engineering Education Research*, 14(5), 67-74.
- 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(10), 1373-1405.
- National Research Council [NRC]. (2013). *Next generation science standards: For states, by states*. Washington, DC: The National Academy Press.
- Park, J. (2004). A suggestion of cognitive model of scientific creativity (CMSC). *Journal of the Korean Association for Science Education*, 24(2), 375-386.
- Park, M. (2009). The concept of creativity and its enhancement in mathematics education. *Journal of the Korean Society of Mathematical Education Series E: Communication of Mathematical Education*, 23(3), 803-822.
- Park, M., & Hong, S. C. (2015). Engineering students' perceptions of accredited engineering program performance. *Journal of Engineering Education Research*, 18(4), 57-65.
- Policastro, E., & Gardner, H. (1999). From case studies to robust generalizations: An approach to the study of creativity. In R. J. Sternberg (Ed.), *Handbook of creativity*. New York, NY: Cambridge University Press.
- Proudfoot, D., Kay, A. C., & Koval, C. Z. (2015). A gender bias in the attribution of creativity: Archival and experimental evidence for the perceived association between masculinity and creative thinking. *Psychological Science*, 26(11), 1751-1761.

- Reuben, E., Sapienza, P., & Zingales, L. (2014). How stereotypes impair women's careers in science. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 111(12), 4403-4408.
- Shim, J. Y., Kim, O. J., & Lee, H. G. (2007). A training program of invention and creativity. *The Journal of Child Education*, 16(4), 131-142.
- Shin, J., moon, C., Kim, K. H., Cho, E., Ju, S., & Hong, A. (2012). Nature of creativity and its development in the area of art: Changes of self-consciousness. *The Journal of Educational Psychology*, 26(4), 901-926.
- 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.
- Wright, B. D., & Linacre, J. M. (1994). Reasonable mean-square fit values. *Rasch Measurement Transactions*, 8, 370.
- Yu, J. Y. (2014). The development of the german institute of science and technology and the university of Karlsruhe. *Korean Journal of European Integration*, 5(2), 53-75.
- Yun, S. H., & Kim, Y. (2010). Exploration of creativity construction components in computer science. *The Journal of Korean Association of Computer Education*, 14(1), 45-54.

## 국 문 요 약

이 연구에서는 공과대학생들의 공학 창의성이 성별, 학년, 공학교육인증 참여 여부와의 관련성을 살펴보고자 하였다. 구체적인 연구목적은 살펴보면 첫째, Rasch 분석을 사용하여 연구에 사용된 공학 창의성 검사도구의 타당도와 신뢰도를 확인하였으며, 둘째, 삼원분산분석을 사용하여 성별, 학년별, 공학교육인증 참여 유부별로 공학 창의성의 수준을 비교하였다. 셋째, 공학 창의성 요소간의 상관관계를 확인하였으며, 넷째, 잠재집단분석(poLCA)을 활용하여 공학 창의성에 따라 구분되는 잠재집단들을 규명하고, 규명된 잠재집단과 성별, 학년별, 공학교육인증 참여가 관계가 있는지 살펴보았다. 연구에는 2098명의 공과대학 재학생이 참여하였으며, 4개의 하위 구인으로 이루어진 공학 창의성 검사도구를 활용하여 자료를 수집하였다. 라쉬 분석결과 공학 창의성 검사도구의 타당성과 신뢰성을 확인할 수 있었다. 또한 삼원분산분석 결과 공학 창의성은 성별에 따라 유의미한 차이를 나타냈으며, 학년의 경우 창의적 인지 외의 모든 구인에서 유의미한 차이가 나타났으며, 공학교육인증제 프로그램은 공학 창의성의 선택 여부는 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 상관관계 분석 결과 공학 창의성 요소들은 상호 통계적으로 유의미한 관계가 있는 것으로 확인되었다. 마지막으로 공학 창의성 요소를 근거로 잠재집단을 확인한 결과, 공과대학 학생들에게는 3가지의 공학 창의성 잠재집단이 발견되었으며, 1학년과 여학생일수록 공학 창의성이 가장 낮은 잠재집단에 소속될 확률이 높았다. 이러한 연구 결과를 바탕으로 공과대학생들의 창의성 교육에 대해 논의해보고자 한다.

**주제어:** 창의성, 공과대학생, 성별, 학년별, 공학교육인증제 프로그램

## 부 록

공학 창의성 검사도구

문항	매우 그렇다	그렇다	보통이다	아니다	매우 아니다
나는 어떤 제품의 기능을 잘 분석하는 편이다.					
제품을 만들 때에는 그 제품의 제한요소를 생각하여야 한다.					
새로운 문제를 해결해야 할 때 그 문제에 대해 깊게 생각하는 편이다.					
새로운 제품을 만들기 위해서는 여러 가지 아이디어가 필요하다.					
나는 평소 독특한 생각을 자주 하는 편이다.					
나는 제품을 설계하기 위한 기본적인 수학, 과학 지식을 가지고 있다.					
나는 무언가 새로운 물건을 만들어 보고 싶다.					
나는 제품을 만들거나 설계를 할 때 수요자의 요구를 잘 분석할 수 있다.					
나는 무언가를 만들어야 할 때 남과는 다른 방식으로 만들어 보고 싶다.					
나는 물건을 분해해서 그 물건의 기능에 대해 이해하는 것을 좋아한다.					
나는 아이디어에 무엇을 새롭게 보태는 것을 좋아한다.					
새로운 물건을 만들 때는 여러 아이디어를 조합하는 것이 중요하다.					
나는 자연이나 새로운 사물을 볼 때 세밀한 부분까지 관찰한다.					
나는 새로운 물건을 볼 때면 어떻게 만들어졌는지 호기심이 많다.					
나는 평소에 새로운 것에 관심이 많다.					
나는 기회만 된다면 공모전에 도전하고 싶다.					
나는 과제가 어려워도 끝까지 해결하려고 노력한다.					
나는 새로운 것을 보거나 들으면 궁금해서 질문을 하거나 찾아본다.					
주변 친구들은 나를 창의적이라고 생각한다.					
나는 과제를 해결할 때까지 과제에 몰두한다.					
나는 다른 배경이나 가치관을 가진 사람들과도 잘 협력할 수 있다.					
나는 팀과제를 할 때 팀원들과 잘 협력한다.					
나는 동료 팀원이 힘들어할 때 적극적으로 도와준다.					
나는 팀워크만 좋다면 어떤 일이든 할 수 있다고 생각한다.					
만약 누군가 내 의견에 반대한다면, 최선을 다해 그들을 설득한다.					
나는 팀 과제를 할 때 어떠한 어려움이 있더라도 내가 할 일은 다한다.					
나는 남들이 가진 아이디어에 관심이 많고, 개방적이다.					
나는 문제 해결이 어려울 때 다른 사람들과 협력해서 해결한다.					
나는 선, 후배들과 좋은 관계를 유지하고 있다.					
학교 수업시간에는 어떤 질문이든지 자유롭게 할 수 있다.					
내가 일하거나 공부하는 곳에서는 서로를 신뢰하며 지원한다.					
과제를 할 때 필요한 장비들은 주변에서 쉽게 구할 수 있다.					