



과학중점고등학교 학생들의 이공계 진로동기에 대한 종단분석

신세인, 아리프 라흐마툴라흐¹, 하민수¹, 이준기*

전북대학교, ¹강원대학교

A Longitudinal Study of Science Core School Students' STEM Career Motivation

Sein Shin, Arif Rachmatullah¹, Minsu Ha¹, Jun-Ki Lee*

Chonbuk National University, ¹Kangwon National University

ARTICLE INFO

Article history:

Received 26 September 2016

Received in revised form

18 October 2016

31 October 2016

14 November 2016

Accepted 15 November 2016

Keywords:

STEM career motivation

Longitudinal study

Group-based trajectory modeling

Science core school

Track

ABSTRACT

The purpose of the present study is to analyze the trajectory of science core school students' STEM career motivation and to examine the relationship between the trajectory patterns and students' tracks. Longitudinal STEM career motivation data with seven constructs were collected from 256 students for five semesters and the data were analyzed by using group-based trajectory modelling analysis. In order to examine the relationship between trajectory pattern groups and the tracks, chi-square tests were conducted. Based on our findings, we found that students are likely to have similar trajectory patterns in STEM career education experience and in their perception towards STEM career value. In terms of parents' support, academic self-efficacy and STEM career motivation aspects are divided into two distinctive trajectory groups ('high' and 'low' group), while two other variables, STEM career self-efficacy and STEM career interest, are divided into three trajectory groups ('moderate declining', 'high declining', 'increasing' group). Most of the trajectory groups are shown the pattern that the level of each constructs increase until their second academic year, then after that, the patterns started going down. Moreover, there are significant relationship between track and each trajectory groups. Science track and science-core track students have similar trajectory patterns. In contrast, humanities track students have different trajectory groups in some constructs. Based on these findings, we suggest that STEM career education environment should consider various patterns of students' STEM career development.

1. 서론

진로와 직업은 현대사회에서 개인의 삶의 형태를 결정하는 가장 큰 요소 중 하나이다. 현대사회를 사는 사람들에게 있어 진로는 물리적 삶을 유지할 수 있게 하는 요소이며, 나아가 개인의 적성과 능력을 펼치며 자아를 형성할 수 있는 장으로서의 역할을 한다. 사회적 측면에서 진로는 개인이 사회의 구성원으로서의 역할을 수행하는 장이 되기도 한다. 결과적으로 개개인이 자신에게 적합한 진로를 찾고, 진로와 관련된 일들을 긍정적으로 수행하는 것은 개인의 만족스러운 삶의 질은 물론, 건강한 사회를 유지하는데 있어서 중요한 일이다. 이 때문에 건강한 사회를 이끄는 시민 양성을 목표로 하는 교육과 개인의 진로는 떼어놓을 수 없는 관계에 있다(Jung *et al.*, 2015; Song *et al.*, 2014).

진로(進路)라는 단어 자체가 의미하는 바와 같이, 개인은 진로라는 길을 탐색하고 나아가며, 때때로 다른 길로 방향을 선회하는 과정을 거친다. 이 과정에서는 개인은 다양한 교육적, 심리적, 사회적, 우연적 요인들이 상호작용을 바탕으로 자신의 꿈을 이루기 위한 발달 과정, 즉 진로발달(career development)을 이루게 된다(Super, 1963, 1990). 특히 고등학생들의 경우 자신의 적성을 파악하고, 적성에 맞는 다양한 진로를 탐색하는 시기로서 핵심적인 진로 발달 과정에 위치해있다

(Shin, Ha, & Lee, 2015; Woo & Lee, 2014).

하지만 그동안 교육계에서는 진로에 대한 결과 중심적 접근이 우세하게 나타나곤 했다. 특정 대학이나 학과로의 진학 여부와 같은 결과를 중심으로 학생들의 진로 지도의 성패 여부가 결정되며, 진로지도는 진학지도를 중심으로 이루어지는 양상을 보여 왔다(Lee, 2008; Hwang, 2007). 이러한 배경에서 많은 학생들은 자신의 진로에 대해 생각해볼 충분한 시간 없이 성적, 대학 입시와 같은 눈앞의 목표 달성에만 몰입하다가, 성인이 되어서 뒤늦게 진로 탐색 및 방향을 하고 있는 현실이다(Lee, 2008; Hong, 2015). 또한 많은 학생들은 잠정적으로 진로를 결정했다라도 그 진로에 대한 구체적이고 현실적인 정보를 접하지 못하거나, 진로에 대한 동기가 유지되지 못하면서 다른 진로로 급작스럽게 이탈하기도 한다(Hong, 2015; Hwang, 2007). 이는 학생 개개인의 경제적, 심리적 손실은 물론 사회적으로도 큰 손실이 분명하다.

과학교육 및 과학계를 비롯하여 우리 사회가 20여 년간 안고 왔던 숙제인 이공계 기피 현상 또한 이러한 결과 중심적 진로교육과 긴밀히 맞물려 있는 문제로 볼 수 있다(Kim *et al.*, 2014). 2000년대 초반 제기되었던 이공계 기피현상의 문제의 근간에는 이공계열 진로의 경우 불안정하고 사회적 처우가 좋지 않은 반면, 의약계열 등과 같이 특정 대학 및 전공에 진학해야 안정적이고 고소득 진로로 이어질 것

* 교신저자 : 이준기 (junkij@jbnu.ac.kr)

** 이 논문은 2014년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2014S1A5A8019787)

<http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2016.36.6.0835>

이라는 결정론적인 시각이 있었다(Jang & Seo, 2005; Kim, 2010). 이러한 결정론적 시각을 중심으로 한 진로 지도 및 진로 선택과정에서 학생 개인의 진로발달 양상은 고려되지 않았고, 결과적으로 많은 이공계 진로들이 외면 받았던 것이다.

물론 최근에는 이공계 기피라는 말이 무색할 정도로 이공계열 위주의 산업경제 구조 개편을 바탕으로 이공계 진로의 취업기회가 늘어나면서 자연스레 이공계 진로의 인기도 증가하고 있는 추세이다(Hong, 2015). 뿐만 아니라 이공계 인력이 국가 산업경제 발전을 위한 도구라는 프레임으로 이공계 인력 양성에 많은 양적투자가 이루어지기도 한다(Hong, 2015). 하지만 단순히 이공계 인력을 늘려야 한다면, 이공계열이 진학 및 취업에 유리할 것이라는 결과 지향적 관점 기반의 진로 지도 또한 장기적인 관점에서 이공계 유출현상을 불러일으킬 가능성이 높다(Han, 2004). 학생 개개인의 이공계 관련 진로 발달이 제대로 이루어지지 않은 채 갑작스러운 이공계열 진로결정을 하는 학생들이 더불어 증가하기 때문이다(Kim & Moon, 2014; Lee & Shin, 2012). 이러한 학생들의 경우 전공 부적응 및 진로 방황으로 인한 중도유출 확률이 높다고 알려져 있다(Kang, 2010; Seon, Lee, & Kim, 2012). 결국 이공계에 관심이 있는 학생들이 있음에도, 그러한 동기가 유지되지 못하고 이공계 외의 진로를 선택하게끔 이끌거나 반대로 이공계에 대한 근본적인 고민 없이 이공계 진로로의 갑작스러운 결정을 하게끔 이끄는 결과 중심적 진로교육 현실이 이공계 기피 현상의 본질적 문제라고 판단된다.

이공계 기피 현상의 근본적인 문제를 해결하기 위해서는, 학생 개개인의 이공계 진로와 관련된 자기 이해와 더불어 적절한 이공계 진로에 대한 탐색의 과정이 필수적으로 이루어져야 한다. 이러한 과정을 바탕으로 이공계 진로에 대한 적절한 발달이 이루어진 학생들이 이공계 진로를 갈 때 개인적으로도 만족스러운 진로 생활을 영위할 수 있으며, 사회적으로도 이공계 기피 현상을 막을 수 있을 것이다(Kim, 2010).

그렇다면 학생들의 이공계 진로에 대한 발달 과정이 제대로 이루어지려면 무엇이 필요할까? 이 문제는 결국 이공계 진로에 대한 진로 탐색 및 발달 과정을 지속하게 하고 증진시키는 개인의 인지적·정서적 상태를 의미하는 ‘이공계 진로 동기’의 문제로 귀결된다. 이공계 진로 동기는 이공계 진로 선택이라는 행동을 시작하고 유지하게 만드는 원동력으로서의 인지적·정서적 상태를 의미한다(Shin *et al.*, 2015). 이러한 진로동기는 자아효능감, 흥미와 같은 내재적 요인에서부터 진로교육 경험, 부모의 사회적 지지와 같은 맥락적 요인들까지 다양한 요인들이 서로 상호작용을 통해 형성된다(Hackett & Betz, 1981; Lent, Brown, & Hackett, 1994; Shin *et al.*, 2015). 이렇게 형성된 학생들의 진로에 대한 동기는 진로 발달의 원동력으로서, 학생 개인의 적절한 진로 동기 없이는 진로 발달 과정이 충분히 진행될 수 없다(Lent *et al.*, 1994). 따라서 학생들의 이공계 진로 동기는 이공계 진로발달의 중요한 지표로서 반드시 고려되어야 할 요소인 것이다.

국내의 중등교육에서 학생들이 이공계 진로로 나아가는 경로를 살펴보면, 크게 일반고등학교의 자연계열, 과학고등학교, 과학영재학교, 그리고 과학중점학교로 나누어 볼 수 있다. 이 연구에서는 이 중에서도 특히 ‘과학중점학교’ 학생들의 이공계 진로동기를 중심으로 이공계 진로 발달 과정에 대해 논의해 보고자 한다. 과학중점학교는 과학 수학 중심의 특화된 교육과정을 통해 우수 이공계 인재와 과학

적 소양을 지니는 인문사회계 인재 양성을 목표로 2009년 국내에 처음 등장한 형태의 학교로 현재까지 100곳의 과학중점학교가 지정되었다. 과학중점학교는 과학·수학 체험활동에 50시간이 이루어지도록 운영되고 있으며, 이 과학·수학 체험활동 중에는 이공계 관련 직업 전문인의 진로 특강과 같은 이공계 진로 탐색 활동이 포함되어, 학생들의 진로 발달이 적절히 이루어질 수 있는 환경을 제공하고 있다(MOE & KOFAC, 2015). Shim *et al.* (2016)의 연구에서는 과학중점학교에서의 다양한 활동이 학생들의 이공계 진로 선택에 긍정적인 역할을 했음이 보고되기도 했다. 하지만 위에서도 언급했듯이, 우수한 과학기술 인력 양성이라는 궁극적인 과학중점학교의 설립취지가 제대로 이루어지기 위해서는, 학생들의 이공계 진로 동기가 유지 및 증진이 제대로 이루어졌는지 또한 확인되어야 할 것이다. 따라서 이 연구에서는 과학중점학교 학생들의 이공계 진로 발달의 지표로서 이공계 진로 동기를 확인하고자 한다.

그동안의 고등학생의 진로동기와 관련된 선행연구를 살펴보면 대부분 진로동기에 대한 가설적 모형이 실제 자료를 설명하기에 타당한지 확인하는 연역적 접근의 연구가 많았다. 또한 고등학생들의 진로 동기가 성별이나 학교 종류에 따라 어떠한 차이가 있는지 확인하는 등 변수 간의 관계를 중심으로 이루어지는 변수 중심적 접근방식(variable-centered approach)이 사용되었다(Moon & Choi, 2009; Park, 2004). 반면 최근 들어 학생 개개인의 맞춤형 진로 교육 및 지도의 필요성이 대두되면서, 개인 중심적 접근방식(person-centered approach)을 통해 잠재적으로 존재하는 다양한 집단을 탐색하는 연구가 활발히 이루어지고 있다. 개인 중심적 접근 방식은 개개인의 다양성, 그리고 그 안에서의 공통점과 차이점을 기반으로 형성되는 잠재 집단들의 탐색 과정으로 이루어진다. 이러한 과정을 통해 학생들의 진로발달 과정에서 구별되는 유형들을 도출할 수 있다. 개인 중심적 접근 방식이 이루어진 진로 관련 선행연구의 일례로서, Kang, Kang, & Lim(2016)의 연구에서는 일반계 고등학생들의 학업동기와 진로동기 수준에 따른 하위집단을 확인하고 각 군집별 특성을 탐색적으로 파악하한 바 있다. 또한 여자고등학생들의 직업포부와 진로대안 및 성역할 인식을 중심으로 나타나는 잠재집단을 탐색하는 연구도 이루어진 바 있다(Ha, 2014). 하지만 이러한 탐색적 접근은 횡단적인 프로파일링에 초점을 맞추어 이루어졌으며, 종단적 접근은 거의 이루어진 바 없다. 뿐만 아니라 범교과적 측면에서의 진로동기에 대한 연구가 대부분이었다.

지금까지 대부분의 이공계 진로관련 선행 연구들 또한 특정 시점에서 이공계 진로선택 및 진로발달 상황을 분석하거나, 학생들의 회상적 기억을 토대로 이공계 진로에 대한 동기의 생성과 변화를 확인하는 방식이었다(Choi & Lee, 2012; Lee, Park, & Kim, 2012; Lee, 2011; Lim, 2014; Yoon, 2007). 즉 연구자가 관심을 가지고 측정하기로 결정한 시점에서 나타나는 연구 참여자들의 진로에 대한 태도나 동기 등과 같은 변인에 대한 정적 상태(static state)에 국한되었다. 하지만 학생 개개인의 진로 발달은 과정적이며, 시간에 따라 변화하는 특성을 지니는 동적인(dynamic) 요소로서, 학생들의 성장에 따른 이공계 진로 동기 변화를 고려할 때 진로 발달에 대한 보다 정확한 이해가 가능할 것이다. 따라서 이 연구에서는 과학중점학교에 다니는 학생들의 이공계 진로동기가 5학기 동안 어떻게 변화했는지 종단분석을 수행하고자 한다.

같은 이공계 진로 동기라 하더라도 변화 패턴은 매우 다르게 나타나며 이에 따라 구별되는 학생 집단의 존재가 나타날 것이다. 따라서 이러한 잠재적인 추세집단을 파악하기 위하여 집단중심 추세모형(Group-based trajectory modeling) 분석을 사용하여 학생들의 이공계 진로 동기의 시간에 따른 변화를 탐색적으로 추적하고자 한다. 집단중심 추세모형 분석은 개개인의 추세의 분포를 설명하는 최적의 모형을 추정하고, 개개인의 추세 양상의 유사성과 이질성을 바탕으로 구별되는 일종의 '집단'의 수를 통계적으로 추정한다(Erosheva, Matsueda, & Telesca, 2014; Nagin & Odgers, 2010; Park & Hong, 2014). 이렇듯 집단중심 추세모형 분석은 학생들이 각자 응답한 기본 자료에서부터 통계적으로 추세 집단을 탐색적으로 규명한다는 점에서 성별, 전공, 계열과 같은 인위적인 구분 체계로 참여자 집단을 나누고, 집단별 추세 양상을 비교하는 기존의 방식과는 차별화된다. 때문에 기존의 방식으로는 규명하지 못하는 변화 패턴들을 밝힐 수 있다는 장점이 있다(Min, 2012; Nagin & Odgers, 2010). 지금까지 집단중심 추세모형 분석은 범죄학 분야(Nielsen *et al.*, 2012), 의·약학 분야(Franklin *et al.*, 2013; Nagin & Odgers, 2010), 노동·직업분야(Min, 2012; Park & Hong, 2014) 등에서 활발히 사용되었으며, 과학교육 분야에서는 STEM 전공학생들의 성취도 변화 추세분석(Lee *et al.*, 2015) 연구에서 사용된 바 있다.

마지막으로 이 연구에서는 추세분석 결과 규명된 추세 집단의 특성을 학생들의 계열을 바탕으로 이해해보고자 한다. 현재 대부분의 고등학생들은 잠재적 진로 결정 중 고등학교 1학년 말 시기에 계열 선택을 한다. 과학중점학교 학생들의 경우 1학년 말 인문과정, 자연과정, 과학중점과정) 중 하나의 교육과정을 선택하게 되며, 이에 따라 수학·과학 교과목의 교육시수가 달라지는 등 서로 다른 교육과정을 이수하게 된다(MOE & KOFAC, 2015). 따라서 학생들이 선택한 교육과정은 그들의 이공계 진로발달과 연관이 있을 것이라 예상된다.

결과적으로 이 연구의 연구목표는 크게 두 가지이다. 첫째, 집단중심 추세모형 분석을 사용하여 과학중점고 학생들의 이공계 진로동기의 변화 추세를 탐색한다. 둘째, 추세분석을 통해 규명된 추세집단들과 학생들의 계열과의 관련성이 있는지 확인한다.

II. 연구방법

1. 연구 참여자

이 연구는 한 과학중점 고등학교에 2014년도에 입학하여 재학 중인 학생 256명을 대상으로 하였다. 해당 학교는 남부권 지역에 소재한 남자고등학교이며 2010년부터 과학중점고등학교로 지정되었다. 학생들은 1학년 1학기 말부터 3학년 1학기 까지 총 5학기 동안 연구에 참여하였다. 1회 자료수집 시기에는 256명의 학생들이 참여하였으며, 2회 136명, 3회 237명, 4회 223명, 5회 198명이 참여하였다.

1) MOE & KOFAC (2015)에 따르면 과학중점학교는 인문과정, 자연과정, 과학중점과정의 3개 과정을 선택적으로 운영한다. 이와 같은 교육과정의 구별은 통상적으로 '계열(track)'이라는 단어로 표현되며, '인문계열', '자연계열' 등으로 사용되고 있다. 따라서 이 연구에서는 '과정'대신 '계열'이라는 단어를 사용하기로 한다.

2. 자료 수집

이 연구에서는 학생들의 이공계 진로동기의 중단 변화를 확인하기 위하여 Shin *et al.* (2015)의 고등학생들을 위한 이공계 진로동기 검사 도구를 사용하였다. 검사도구는 이공계 진로 교육경험(Education experience), 부모의 지지(Parents' support), 이공계 진로의 가치인식(Career value), 이공계 교과 자아 효능감(Academic self-efficacy), 진로 자아 효능감(Career self-efficacy), 진로 흥미(Career interest), 진로 동기(Career motivation)의 7가지 구인으로 구성되어 있으며, 총 32개의 문항으로 구성되어 있다. 각 문항에 대한 측정은 5점 리커트 방식(1=매우 아니다, 5=매우 그렇다)으로 이루어졌다.

이 연구의 자료는 한 학기를 주기로 총 5회 수집되었으며, 수집 시기는 2014년 7월(1학년 1학기말), 2014년 12월(1학년 2학기말), 2015년 7월(2학년 1학기말), 2015년 12월(2학년 2학기말), 2016년 7월(3학년 1학기말)이다. 1회 참여 대비 결측률은 2회 46.9%, 3회 7.4%, 4회 12.9%, 5회 22.7%이었다. 일반적으로 중단연구에서는 결측치를 모두 제거하고 5회 모두 참여한 학생들의 자료만으로 분석을 수행하는 완전제거방법(listwise deletion)을 수행할 경우 표본의 급감으로 편향된 모수 추정을 초래할 확률이 크다(Dong & Peng, 2013). 따라서 이 연구에서는 결측치가 나타난 자료를 제거하지 않고 분석하고자 한다.

이 연구에서 사용된 자료의 결측은 학교의 사정이나 개인적 사정에 의한 학생들의 임의적 미참여로 인한 것으로서 판단되며, 따라서 임의적인 결측(MAR; Missing at random)이 이루어졌다고 가정한다(Dong & Peng, 2013). 이 연구에서는 추세분석을 위하여 최대우도 추정법(maximum likelihood) 기반의 집단중심 추세모형 분석 프로그램인 Crim CV 소프트웨어 패키지(Nielson *et al.*, 2012)를 활용하였다. 이 프로그램에서 이루어지는 최대 우도 추정법 기반의 모수 추정은 결측치 발생 유형이 임의적 결측 발생(MAR)이라는 가정 하에 모형 기반 결측치 대체(model-implied imputation)가 이루어진다. 따라서 5회 모두 참여하지 않은 학생의 자료라도 별다른 추가단계 없이 분석에 사용가능하다(Nagin & Odgers, 2010).

3. 자료 분석

이 연구에서는 크게 다차원 문항반응이론, 집단중심 추세모형 분석, 카이 제곱(χ^2) 검정 분석의 순서대로 자료 분석이 이루어졌다. 전체적인 분석 절차의 흐름은 Figure 1과 같다. 첫 번째, 다차원 라쉬 모형분석을 적용하여 이공계 진로동기 검사도구에 대한 문항반응의 차원성(dimensionality)을 확인하였다. 두 번째, 다차원 라쉬 모형분석을 바탕으로 리커트 척도 형태로 측정된 원자료를 유의측정값(plausible value)으로 변환하였다. 이를 통해 보다 정밀하게 측정된 학생들의 이공계 진로동기 능력치를 사용하여 이 후의 추세분석을 수행하고자 하였다. 세 번째, 집단중심 추세모형 분석을 활용하여 각기 다른 이공계 진로동기 추세 집단들을 규명하고자 하였다. 네 번째, 카이 제곱 검정분석을 활용하여 각 추세 집단과 학생들의 계열과의 관계를 파악하고자 하였다.

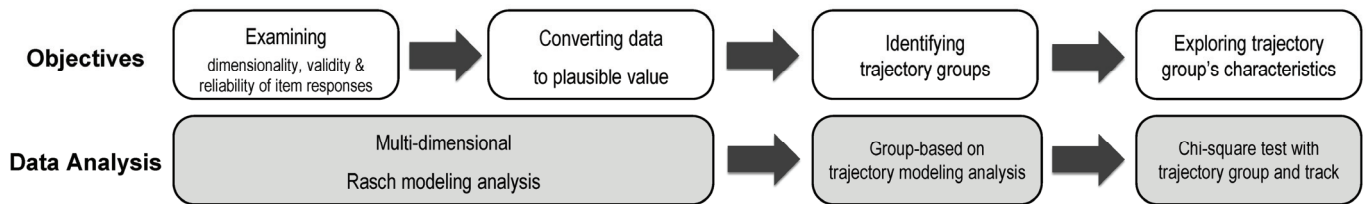


Figure 1. Process of data analysis

가. 문항반응의 차원성과 타당도 및 신뢰도 확인

이 연구에서는 문항반응이론에 근거한 다차원 부분점수 라쉬모형 (multi-dimensional partial credit Rasch analysis) 분석에 근거하여 이공계 진로동기 검사도구의 응답의 타당도를 확인하고자 했다. 우선적으로 Shin et al. (2015)의 이공계 진로동기 검사도구가 7개의 구인으로 구성되어 있다는 점을 고려할 때, 이공계 진로동기 전체 문항에 대하여 단일차원(uni-dimensionality)의 문항반응모형을 적용해야할지, 혹은 각 구인에 따라 문항반응이 구별되는 다차원(multi-dimensionality) 문항반응모형을 적용해야할지 확인한 뒤 라쉬모형 분석을 수행할 필요가 있다. 따라서 이 연구에서는 우선 32개 문항에 대한 단일차원 라쉬모형과 7차원 라쉬모형의 적합도를 비교하였다. 이 과정에는 ConQuest 프로그램(Wu et al., 2007)이 사용되었다.

모형의 적합도는 Final Deviance와 Akaike Information Criterion (AIC)의 값을 기준으로 비교하였다(Neumann, Neumann, & Nehm, 2011). 비교 결과 단일차원 라쉬모형의 적합도(Final deviance = 75153.14, AIC = 72411.14)에 비해 7차원 라쉬모형의 적합도(Final deviance = 63129.81, AIC = 63441.81)지수가 더 낮게 나타났다. 이는 7차원 모형이 단일차원 모형에 비해 자료를 분석하기에 타당함을 의미한다. 따라서 7차원 라쉬모형을 사용하여 문항반응의 타당도 및 신뢰도를 확인하고, 추후 유의측정값(plausible value)형태의 이공계 진로동기 능력치를 산출하였다.

문항 반응의 신뢰도와 타당도를 확인한 결과는 Table 1과 같다. 우선 7개의 구인들의 Cronbach's alpha 값을 확인한 결과, 이공계 진로교육경험 0.92, 부모의 사회적 지지 문항들이 0.96, 이공계 진로의 가치 0.92, 이공계 관련 교과 자아효능감 0.96, 이공계 진로 자아효능감 0.96, 이공계 진로 흥미 0.96, 이공계 진로 동기 문항들이 0.94로 나타나 각 구인별로 일관성 있는 응답이 이루어졌음을 확인할 수 있었다. 이 분석은 PASW(Predictive Analytics Software) Statistics version 18.0 프로그램을 사용하여 이루어졌다.

7차원 라쉬모형 분석을 기반으로 하는 신뢰도는 ConQuest 프로그램(Wu et al., 2007)에서 제공하는 EAP/PV(expected a posteriori/plausible value) reliability 값을 통해 확인하였다. 구인별로 각각 살펴보면 이공계 진로교육경험 0.78, 부모의 사회적 지지 문항들이 0.86, 이공계 진로의 가치 0.87, 이공계 진로 관련 교과 자아효능감 0.86, 이공계 진로 자아효능감 0.87, 이공계 진로 흥미 0.86, 이공계 진로 동기 문항들이 0.78이었다. 모든 구인들의 EAP/PV reliability 값은 0.7이상으로 적절한 신뢰도를 나타내었다(Rauch & Hartig, 2010).

검사도구의 타당성은 학생들의 문항반응이 얼마나 라쉬모형에 부합하는지를 나타내는 지표 중 하나인 MNSQ값을 통하여 확인하였다. MNSQ값은 평가의 목적과 특성에 따라 그 기준의 범위가 조금씩 다르게 권고되고 있는데, 일반적인 평정척도 (rating scale)형식의 설문

조사의 경우 문항의 MNSQ값은 0.6-1.4 사이의 범위일 경우 적합한 문항 반응이 일어났다고 판단된다(Wright et al., 1994). 상대적으로 엄격한 적합도 지수인 unweighted MNSQ 값을 각 차원별로 살펴보면, 진로교육경험 문항의 MNSQ 값이 0.96-1.00 범위 내에 있었으며, 부모의 사회적 지지 0.82-1.09, 이공계 진로의 가치 0.86-1.18, 이공계 진로 관련 교과 자아효능감 0.88-1.03, 이공계 진로 자아효능감 0.85-1.06, 이공계 진로 흥미 0.91-0.95의 범위로 나타났다. 하지만 이공계 진로 동기 1번과 4번 문항은 각각 1.5와 1.8로 다소 높은 MNSQ 값을 나타내었다. 이러한 높은 MNSQ 값은 단지 일부 학생들의 부적절한 응답으로 인한 것일 수 있다. 때문에 학생들의 응답 중 문항의 적합도 산출에 영향을 미치는 부적합한 응답들이 있는지 확인할 필요가 있다(Boone, Staver, & Yale, 2014). 두 문항에 대한 학생들의 응답의 적합도를 확인해본 결과 5회 동안 이루어진 두 문항에 대한 응답 총 2100개 중 17개(0.81%)의 부적합한 응답들이 있었음을 확인하였다. 이 17개의 응답을 분석에서 제외한 뒤, 다시 이공계 진로동기 구인 문항의 MNSQ 값을 확인해본 결과 이공계 진로동기 1번과 4번 문항의 MNSQ가 각각 1.05, 1.15로 변화하였다. 이는 전체 응답 중 단지 0.81%의 부적절한 응답으로 인해 문항의 적합도가 매우 낮게 추정된 것이며, 실제 문항의 적합도는 적절함을 의미한다(Boone, Staver, & Yale, 2014). 결과적으로 각 차원을 구성하는 문항들이 모두 적합한 문항반응을 나타냄을 확인하였다.

나. 집단중심 추세모형 분석(Group-based on trajectory modeling)

이 연구에서는 집단중심 추세모형 분석 모델링(Nagin, 2016; Nagin & Tremblay, 2001)을 바탕으로 학생들의 이공계 진로동기의 추세를 확인하였다. 이 때 정확한 학생들의 이공계 진로동기 측정치를 바탕으로 집단중심 추세모형 분석이 이루어질 수 있도록, 라쉬모형을 바탕으로 추정된 유의측정값(plausible value)을 사용하여 집단중심 추세모형 분석을 수행하였다(Wu, 2005). 유의측정값은 보다 정확한 모수의 추정 분석이 가능하게 하는 추정방식으로 국제 학업성취도 평가인 PISA나 미국의 NEAP(National Assessment of Educational Progress) 등에서 채택하고 있는 방식이다(Wu, 2005; Cho & Jung, 2013).

집단중심 추세모형 분석은 서로 다른 이공계 진로동기의 추세를 집단을 통계적으로 파악하며, 학생 개개인이 어떠한 추세 집단에 속하는지 그 확률을 제공해주는 분석법이다. 이를 위해서는 우선 이공계 진로 동기 추세들의 이질성이 가장 적절히 반영된 잠재 집단들의 개수가 무엇인지 결정하는 일이 이루어진다. 이 연구에서는 1집단부터 4집단까지의 추세모형을 검증하여 자료에 가장 부합하는 추세모형을 결정하였다. 추세모형의 적합성은 Cross-Validation Error(CVE),

Table 1. Results of seven-dimensional Rasch modeling analysis

Constructs	Item	Unweighted MNSQ	Weighted MNSQ	EAP/PV Reliability	Cronbach's α
Career Education	1	0.97	0.99	0.78	0.92
	2	1.00	1.03		
	3	0.96	0.98		
Parents' Support	4	0.92	0.98	0.86	0.96
	5	0.82	0.89		
	6	0.92	1.00		
	7	1.09	1.12		
Career Value	8	1.18	1.19	0.87	0.92
	9	1.02	1.02		
	10	0.93	0.94		
	11	1.13	1.13		
	12	0.86	0.86		
	13	0.93	0.92		
	14	0.92	0.94		
	15	0.92	0.92		
	16	0.88	0.89		
Academic self-efficacy	17	1.03	1.07	0.86	0.96
	18	0.99	1.00		
	19	0.94	1.01		
	20	0.88	0.93		
	21	0.91	0.96		
Career Self-efficacy	22	1.06	1.09	0.87	0.96
	23	0.98	1.05		
	24	0.89	0.94		
	25	0.85	0.92		
Career Interest	26	0.94	0.96	0.86	0.96
	27	0.95	1.00		
	28	0.91	0.99		
Career Motivation	29	1.15	1.12	0.78	0.94
	30	1.09	1.12		
	31	1.10	1.10		
	32	1.05	1.06		

Bayesian Information Criteria(BIC), Akaike Information Criterion (AIC) 지수를 기준으로 판단하였다(Nielsen *et al.*, 2012). 기존의 대부분의 집단중심 추세모형 분석에는 BIC를 기준으로 추세집단의 개수가 판단되었다. 하지만 BIC가 종종 과적합적(over-fitting) 추정으로 불합리한 추세집단의 개수를 제시한다는 논의가 있었던바, 이 연구에서는 BIC의 대안으로 제시된 CVE 값을 우선적으로 고려하여 최적의 추세집단의 개수를 추정하고자 한다(Nielsen *et al.*, 2012). CVE 값은 교차타당화(cross-validation)적 접근을 바탕으로 추정된 각 모형의 오차값을 의미하며, 이 값이 가장 작을 때 최적의 모형이라 볼 수 있다. 교차타당화적 접근은 과적합 추정의 문제를 최소화하기 때문에 정확한 추세모형의 추정이 가능해진다(Nielsen *et al.*, 2012).

적절한 집단의 개수가 결정된 이후에는 학생들이 각 추세집단에 속하는 확률(Bayesian Posteriori Probability; BPP)값을 추정할 수 있다. 이 연구에서는 이 BPP 확률 값을 바탕으로 학생들이 어떤 추세집단에 속하는지 판단하였다. 예를 들어 하나의 구인의 변화 추세가

A, B, C, 3개의 집단으로 구분되며, 한 학생 A 집단에 대한 BPP 값, 즉 A 집단에 속할 확률이 0.8이고, B 집단에 속할 확률이 0.1, C 집단에 속할 확률이 0.1 이라면 이 학생은 A 집단에 속한다고 판단하였다. 이 후 각 추세 집단의 학생들의 유의측정치의 평균과 표준오차를 확인하고, 이를 바탕으로 각 집단의 추세 양상을 도식화하였다.

다. 추세 집단과 계열에 대한 카이 제곱(χ^2) 검정

마지막 분석 단계로 이공계 진로동기의 다양한 추세 집단이 계열과 어떠한 관련이 있는지 확인하기 위하여 카이 제곱(χ^2) 검정을 수행하였다. 연구에 참여한 학생들이 소속된 과학중점학교의 경우 인문과정, 자연과정, 과학중점과정의 세 가지 과정을 모두 운영하므로, 계열 변수는 인문, 자연, 과학중점 세 가지 계열로 설정하였다. 각 추세집단과 계열의 관련성을 통계적으로 확인하기 위하여 카이 제곱(χ^2)과 Cramer's V 값을 통해 그 유의성을 확인하였다. 이 후 각 추세집단을

구성하는 계열의 비율을 확인함으로써 각 이공계 진로동기 추세집단의 특성을 파악하고자 하였다. 이 분석은 PASW(Predictive Analytics Software) Statistics version 18.0 프로그램을 바탕으로 이루어졌다.

III. 연구결과 및 논의

1. 각 구인별 추세를 구성하는 잠재집단 개수의 확인

집단중심 추세모형 분석을 통해 각 구인들의 추세의 특성을 설명하기에 가장 적합한 잠재집단의 개수를 확인하였다. 이 연구에서는 모형의 적합도를 의미하는 CVE 값과 AIC, BIC 값의 비교를 통해 적합한 잠재집단의 개수를 판단하였는데, 세 지표의 값이 작을수록 적합한 모형이다. 각 구인 각 구인의 추세 분석 모형을 구성하는 최적의 잠재집단 개수는 Table 2에 볼드체로 표기하였다. 잠재집단의 개수에 따라 분석 결과를 정리하면 다음과 같다.

첫째, 이공계 진로교육 경험 구인과 진로에 대한 가치 인식 구인은 단일집단 모형이 적합함이 확인되었다. 이공계 진로교육 경험의 변화 모형에 대한 적합도 지수를 각각 살펴보면 1집단과 2집단 모형의 CVE는 모두 3.67로 동일했으나, 1집단의 AIC와 BIC 값이 각각 4958.39, 4973.85로 2집단의 AIC와 BIC 값에 비하여 더 낮았다(Table 1). 따라서 이공계 진로교육 경험 구인의 추세를 설명하기에 1집단 모형이 가장 적합하다고 판단하였다. 이공계 진로에 대한 가치 인식 구인의 변화 모형에 대한 적합도도 1집단 모형과 2집단 모형의 CVE 값이 모두 3.36으로 동일하였으나, 1집단의 AIC와 BIC 값이 4803.75, 4819.22로 더 낮았기 때문에 1집단 모형이 적합하다고 판단하였다. 결과적으로 진로교육 경험 구인과 진로의 가치 인식에 대한 추세는 학생 집단 간의 구별되는 잠재집단 없이 모두 유사한 형태로 변화함을 알 수 있다.

둘째, 부모의 지지, 이공계 관련 교과 자아효능감, 이공계 진로동기 구인의 추세는 2집단 모형이 적합함이 확인되었다. 우선 부모의 지지 변화 모형에 대한 적합도 지수를 살펴보면, 2집단 모형의 CVE 값이 4.71, AIC가 5671.11, BIC가 5707.19로 1집단 모형의 적합도 지수에 비하여 상대적으로 작기 때문에 학생들의 인식 변화를 설명하기에 더 적합하다고 판단하였다. 또한 이공계 관련 교과에 대한 자아효능감 구인에 대한 2집단 모형의 경우, CVE 값이 4.26, AIC 5592.54, BIC 5628.62로 1집단 모형의 적합도 지수에 비해 상대적으로 작아 2집단 모형으로 학생들의 교과 자아효능감 추세를 설명하기에 적합하다고 판단하였다. 마지막으로 이공계 진로 동기 구인에 대한 2집단 모형의 경우, CVE 값이 4.34, AIC 5708.12, BIC 5744.20으로 1집단 모형의 적합도 지수에 비해 작은 값을 나타내어, 2집단 모형으로 학생들의 이공계 진로 동기 추세를 설명하기에 적합하다고 판단하였다. 결과적으로 부모의 지지, 이공계 관련 교과 자아효능감, 이공계 진로동기 구인의 추세의 양상은 크게 두 집단으로 구별되어 나타남을 확인할 수 있었다.

셋째, 진로 자아효능감과 진로 흥미의 구인의 경우 3집단 모형이 적합함이 확인되었다. 우선 진로 자아효능감 모형에 대한 적합도 지수를 살펴보면, 3집단 모형의 CVE 값이 4.58, AIC 6082.45, BIC 6139.15로 다른 모형에 비해 낮은 지수를 나타내었다. 따라서 진로 자아효능감의 추세 양상은 3개의 잠재집단으로 나누어 볼 수 있다고

판단하였다. 진로 흥미 구인에 대한 적합도 지수 또한 3집단 모형의 CVE 값이 4.70, AIC 6020.40, BIC 6077.10으로 다른 모형에 비하여 낮은 지수를 나타내었다. 따라서 진로 흥미의 추세 또한 3개의 잠재집단으로 구성되어 있다고 판단하였다. 결과적으로 이공계 진로에 대한 자아효능감과 흥미는 크게 세 집단으로 구별되어 나타남을 확인할 수 있었다.

Table 2. CVE, & AIC, BIC for various numbers of latent groups model

Dimension	Number of groups	CVE	AIC	BIC
Education Experience	1	3.67	4958.39	4973.85
	2	3.67	4966.39	5002.47
	3	-	4974.39	5031.09
	4	-	4982.39	5059.71
Parents' Support	1	4.96	5693.05	5708.51
	2	4.71	5671.11	5707.19
	3	-	5679.11	5735.81
	4	-	5687.11	5764.43
Value	1	3.36	4803.75	4819.22
	2	3.36	4811.75	4847.83
	3	-	4819.75	4876.45
	4	-	4827.75	4905.07
Academic Self-efficacy	1	4.56	5617.06	5632.52
	2	4.26	5592.54	5628.62
	3	-	5600.54	5657.24
	4	-	5608.54	5685.86
Career Self-efficacy	1	5.15	6208.43	6223.90
	2	4.67	6097.97	6134.05
	3	4.58	6082.45	6139.15
	4	-	6113.97	6191.28
Career Interest	1	5.21	6124.10	6139.56
	2	4.76	6031.69	6067.78
	3	4.70	6020.40	6077.10
	4	-	6044.02	6121.34
Motivation	1	4.59	5749.60	5765.07
	2	4.34	5708.12	5744.20
	3	-	5716.12	5772.82
	4	-	5719.34	5796.66

2. 각 추세집단의 특성 확인

이공계 진로동기를 구성하는 각 구인별로 추세집단의 적합한 개수를 확인한 후에는, 각각의 추세집단에 소속될 확률(posterior probability)을 기반으로 학생들을 구분하였다. 이 후 각 추세집단에 속하는 학생들의 평균 유의측정값을 확인한 결과는 Table 3과 같다. 두 개의 추세집단으로 구성됨이 확인되었던 부모의 지지, 이공계 관련 교과 자아효능감, 진로동기 구인은 전반적으로 한 집단에 약 87~91% 이상의 학생들이 속해있었으며 다른 집단에는 약 10%의 학생들이 속해있는 양상을 나타내었다. 세 개의 추세집단으로 구성됨이 확인되었던 진로 자아효능감과 진로 흥미 구인의 경우에도 하나의 추세

집단에 전체 학생의 약 77~80% 정도가 Group 1에 속해있었으며, 약 15% 정도의 학생들이 Group 2에, 약 5% 정도의 학생들이 Group 3에 속해있었다. 이러한 결과는 과반수의 학생들이 각 구인들에 대하여 비슷한 추세패턴을 공유하고 있으나, 일부 구인들에 대해서는 차별적인 추세를 나타내는 소규모 집단 또한 함께 존재하고 있음을 의미한다.

Table 3. Mean plausible value in each trajectory groups

Dimension	Group	Number of students (%)	T1	T2	T3	T4	T5
Education Experience	1	256 (100%)	-0.46	0.02	-0.70	-0.45	-1.37
	2	30 (11.7%)	-0.50	-0.46	-2.82	-2.98	-5.69
Parents' Support	1	226 (88.3%)	2.04	3.26	1.78	1.64	0.14
	2	30 (11.7%)	-0.50	-0.46	-2.82	-2.98	-5.69
Value	1	256 (100%)	0.76	1.09	0.55	0.59	-0.02
	2	30 (11.7%)	-0.50	-0.46	-2.82	-2.98	-5.69
Academic Self-efficacy	1	223 (87.1%)	1.08	2.12	0.98	0.95	-0.85
	2	33 (12.9%)	-2.80	-2.86	-4.46	-3.78	-4.28
Career Self-efficacy	1	198 (77.3%)	0.22	1.14	0.13	0.33	-1.31
	2	15 (5.9%)	-3.95	-4.48	-5.83	-4.63	-6.35
	3	43 (16.8%)	2.16	3.29	1.71	1.75	-0.82
Career Interest	1	206 (80.5%)	-0.37	0.34	-4.41	-4.32	-10.82
	2	13 (5.1%)	-3.72	-2.42	-3.77	-3.29	-0.96
	3	37 (14.5%)	2.37	3.58	1.98	1.95	-0.47
Motivation	1	234 (91.4%)	-0.10	1.14	-4.04	-4.20	-10.02
	2	22 (8.6%)	-3.60	-2.07	-3.89	-3.01	-0.45

그렇다면 탐색적으로 확인된 학생들의 각 추세집단과 인위적으로 만들어진 집단체계인 계열과는 어떠한 관계가 있을까? 이 연구에서는 학생들이 소속된 각 추세집단의 특성을 학생들의 계열 정보를 중심으로 논의해보고자 한다. 전체 256명의 연구 참여자 중 1학년 말 시기에 인문계열을 선택한 학생들은 총 123명(48%)이었으며, 자연계열을 선택한 학생은 77명(30.1%), 과학중점계열을 선택한 학생은 52명(20.3%)이었다. 4명(1.6%)의 학생은 자료수집 기간 동안 계열정보를

입력하지 않았다. 각 이공계 진로동기 구인들의 추세집단과 계열간의 관계를 확인하기 위하여 교차분석(카이스퀘어 검정)을 수행하였다. 이 때 추세집단이 오직 한 개임이 확인되었던 교육경험과 가치 구인 외에 나머지 다섯 개의 구인(부모의 지지, 이공계 관련 교과 자아효능감, 진로 자아효능감, 진로 흥미, 진로 동기)의 추세집단을 대상으로 분석을 수행하였다. 분석 결과, 다섯 개 구인의 추세집단 모두 계열과 유의미한 수준($p < 0.01$)으로 관련이 있는 것으로 확인되었다(Table 4).

각 구인의 추세집단 별 계열의 분포는 Table 4와 같다. 두 개의 추세집단으로 이루어진 부모의 지지, 교과 자아효능감, 이공계 진로 동기 구인의 추세 집단은 대부분 비슷한 계열 분포를 나타내었다. 부모의 지지 구인의 Group 1은 인문계열 44.4%, 자연계열 약 33.2%, 과학중점계열 약 22.4%의 비율로 구성되었으며, 진로 자아효능감 구인의 Group 1은 인문계열 42.5%, 자연계열 34.4%, 과학중점계열 23.1%의 비율로 구성되었다. 또한 이공계 진로동기 구인의 Group 1은 인문계열 44.8%, 자연계열 33.2%, 과학중점계열 22.0%의 비율로 구성되었다. 이처럼 Group 1에는 대다수의 자연계열, 과학중점계열 학생들, 그리고 많은 인문계열 학생들이 함께 속해있었다. 이와는 달리 Group 2의 대다수는 인문계열 학생들과 소수의 자연계열, 과학중점 계열 학생들이 포함되어 있었다. 부모의 지지 구인의 Group 2는 인문계열 82.8%, 자연계열 10.3%, 과학중점계열 6.9%로 구성되었으며, 진로 자아효능감 구인의 Group 2는 인문계열 93.5%, 자연계열 3.2%, 과학중점계열 3.2%로 구성되었다. 이공계 진로동기 구인의 Group 2는 인문계열 95%, 과학중점계열 5%로 구성되어있었다.

다음으로 세 개의 추세집단으로 구성된 이공계 진로 자아효능감과 흥미 구인을 살펴보고자 한다. 우선 이공계 진로 자아효능감과 흥미 구인의 추세 중 가장 많은 학생들이 포함된 추세 집단인 Group 1을 중심으로 살펴보면, 진로 자아효능감 구인의 Group 1에는 인문계열 학생이 37.2%, 자연계열 학생이 37.2%, 과학중점계열 학생이 25.5%를 구성하였다. 또한 진로 흥미 구인의 Group 1은 인문계열 학생이 39.2%, 자연계열 학생이 35.8%, 과학중점계열 학생이 25.0%를 구성하고 있었다. 결국 이공계 진로 자아효능감과 흥미의 Group 1에는 계열에 관계없이 학생들이 고루 속해있다고 볼 수 있다. 반면 Group

Table 4. Cross tabulation between STEM career motivation trajectory groups and track

Construct	Group	Number of students (% within trajectory group)			χ^2	Cramer's V
		Humanities	Science	Science core		
Parents support	1	99 (44.4%)	74 (33.2%)	50 (22.4%)	15.12**	0.25**
	2	24 (82.8%)	3 (10.3%)	2 (6.9%)		
Academic self-efficacy	1	94 (42.5%)	76 (34.4%)	51 (23.1%)	28.33**	0.34**
	2	29 (93.5%)	1 (3.2%)	1 (3.2%)		
Career motivation	1	104 (44.8%)	77 (33.2%)	51 (22.0%)	18.71**	0.27**
	2	19 (95.0%)	0 (0.0%)	1 (5.0%)		
Career Self-efficacy	1	73 (37.2%)	73 (37.2%)	50 (25.5%)	49.51**	0.31**
	2	11 (73.3%)	2 (13.3%)	2 (13.3%)		
	3	39 (95.1%)	2 (4.9%)	0 (0.0%)		
Career interest	1	80 (39.2%)	73 (35.8%)	51 (25.0%)	40.82**	0.29**
	2	10 (76.9%)	2 (15.4%)	1 (7.7%)		
	3	33 (94.3%)	2 (5.7%)	0 (0.0%)		

** $p < 0.01$

2와 Group 3은 계열에 따른 비율 차이가 명확히 나타났다. 이공계 진로 자아효능감의 Group 2는 인문계열 학생이 73.3%였으며, Group 3에서는 인문계열 학생이 95.1%으로 나타났으나, 자연계열, 과학중점계열 학생들은 상대적으로 적은 비율을 차지했다. 마찬가지로 이공계 진로 흥미의 Group 2에서는 인문계열 학생이 76.9%였으며, Group 3에서는 인문계열 학생이 94.3%으로 나타났으나, 자연계열, 과학중점계열 학생들은 적은 비율을 차지했다. 종합해보면, 각 이공계 진로 동기 구인에 대하여 자연계열과 과학중점계열 학생의 경우 대부분의 학생들이 유사한 추세패턴을 공유하고 있으나, 같은 인문계열이더라도 두 개의 구별되는 추세패턴을 지닌 잠재집단이 함께 혼합되어 있었다. 즉 인문계열 학생들 중에는 자연계열 및 과학중점 계열 학생들과 유사한 패턴을 나타내는 학생들이 있는가 하면, 그와는 다른 차별적인 패턴을 나타내는 학생들도 존재하는 것이다.

이러한 결과는 흔히 인문계열과 자연계열을 나누어 학생들의 진로 방향을 판단하는 기존 통념과는 다른 결과이다. 만약 인문계열과 자연계열 학생들이 서로 완전히 구별되는 이공계 진로동기 발달을 나타내고 있었다면, 교차분석 결과는 추세집단은 학생들의 나타내고 있는 계열 집단과 거의 동일한 집단으로 나타났을 것이다. 하지만 교차분석 결과, 추세집단과 계열은 유의미한 관련은 있으나 다소 낮은 수준의 관련 정도를 나타내었다. 이러한 결과는 특히나 인문계열 학생들이 서로 다른 이공계 진로 패턴을 나타내고 있음에 기인한 것으로 파악된다. 비록 각 구인마다 두 개 혹은 세 개의 잠재집단으로만 나타났지만, 각 잠재집단 간의 가능한 조합을 고려하면 학생들이 나타내는 이공계 진로동기 양상의 다양성은 더 증가할 것이다. 다시 말해 단순히 이공계 진로동기가 높거나 낮은 학생들로 전체 학생이 구분되기 보다는, 학생에 따라 어떤 구인은 낮은 집단에 속하나 어떤 구인의 경우 높은 집단에 속하며 다양한 양상을 나타낼 수 있다는 것이다. 복수의 잠재집단으로 구성되는 것으로 확인된 인문계열 학생들의 경우 이러한 다양성은 더욱 강하게 나타날 것이다.

이러한 결과가 나타난 배경에는 전문 이공계 인력 뿐 아니라, 과학 기술 소양이 필요한 비이공계 인력 양성을 목적으로 설립된 과학중점 학교 특유의 교육과정으로 인한 것일 가능성도 있다. 서론에도 언급했듯, 과학중점학교의 경우 학생들의 과학적 소양 함양을 위하여 모든 학생들이 1학년 때 과학·수학 체험활동 50시간 이상을 이수하며, 이 중에는 다양한 진로 관련 프로그램이 포함되어있다(MOE & KOFAC, 2015). 이러한 환경에서 우연히 마주치게 되는 다양한 요소들과의 상호작용에 의하여 학생들의 진로 발달양상은 예측불가능한 형태로 다양하게 나타날 수 있다(Krumboltz, 2009). 따라서 일반 고등학교에 비하여 학생들의 계열의 구분을 넘어서 이공계 관련 진로발달과 경로 또한 다양하게 나타날 수 있는 잠재적 환경이 제공된다고 볼 수 있다(Ryoo, Yun, & Lee, 2014; Shim *et al.*, 2016; Jung, Shin, & Lee, 2015).

국내의 인문계고등학교의 계열선택과 대학전공 선택의 연관성에 대한 선행연구에 따르면 인문계 고등학교 3학년 학생 중 인문계열에서 이공계열 전공으로 진학하는 학생들이나 자연계열에서 비공계열 전공으로 진학하는 학생들의 비율이 전체 학생의 약 10% 이상으로 상당수 존재하였으며, 이러한 진로·진학 경로의 변화에 있어 과학관련 직업동기의 영향이 큼이 확인되었다(Ha, Shin, & Lee, 2016). 이 선행연구를 바탕으로 볼 때, 학생들의 다양한 이공계 진로동기 패턴은 계열선택 이후에도 학생들의 진학 및 전공 선택이 다양하게 이뤄

지는데도 영향을 미칠 것이라 추론할 수 있다. 때문에 만약 이공계 진로교육 실행의 여부가 계열에 따라 이분법적으로 단순하게 결정되면서 학생들의 진로 발달의 다양성이 고려되지 않을 경우, 일부 학생들은 잠재적으로 진로교육에서 소외받는 것은 자명하다. 이는 인문계열이더라도 자연계열 학생들과 일부 유사한 진로동기 발달 패턴을 나타내고 있는 학생들의 경우에 특히 문제가 될 수 있다. 인문계열이라는 이유로 적절한 이공계 진로교육 기회를 받지 못하게 된다면, 학생이 개인적으로 이공계 진로를 희망하더라도 결정적인 순간에 이공계 진로 선택을 포기하거나, 이공계 진로를 선택한 후에도 중도에 방향할 가능성이 높기 때문이다. 따라서 과학중점학교에서는 계열 선택 이후에도 학생 개인의 진로 발달의 다양성과 진로 변화의 잠재성이 고려된 진로교육 체계가 필요하다.

3. 이공계 진로동기 구인별 추세 변화

각 추세집단의 학생들이 나타내는 이공계 진로동기의 시간에 따른 변화는 어떠한지 이해하기 위하여, Table 3의 잠재집단별 이공계 진로동기 구인들의 평균값을 그래프로 나타내고, 그 양상을 확인하였다. 우선 단일 잠재집단으로 구성된 구인부터 차례로 살펴보고자 한다.

가. 단일 잠재집단의 추세 변화

이공계 진로교육 경험과 진로 가치 인식 구인은 모두 단일 잠재집단으로 구성된 추세가 나타났다. 각 구인에 대한 보다 자세한 추세 분석 결과와 이에 대한 논의는 다음과 같다.

1) 이공계 진로교육 경험

진로교육 경험의 변화가 단일집단으로 나타나는 것은 학교에서 이루어지는 진로교육의 특성에 기인한 것으로 해석된다. 교내에서 이루어지는 진로교육의 경우 대부분 학교 주도로 이루어지기 때문에, 개인별로 다양한 진로교육이 이루어지기 보다는 같은 시간·공간에서 많은 학생들을 대상으로 일괄적으로 이루어지는 경우가 많다(Jung *et al.*, 2015; Min, Baek, & Han, 2012). 따라서 이공계 진로교육 경험에 대한 학생들의 인식 또한 모두 유사한 양상으로 변화하여, 단일집단 형태의 추세로 나타난 것으로 해석된다.

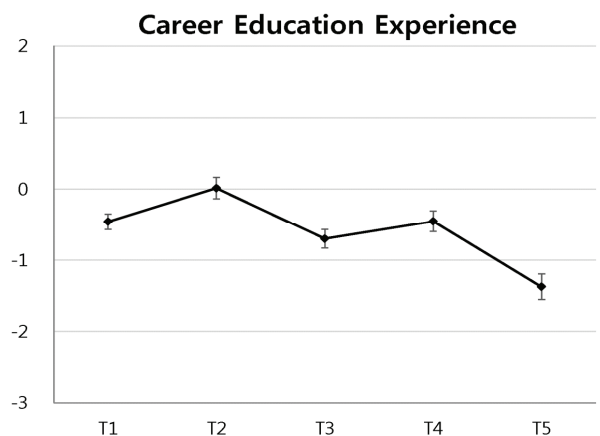


Figure 2. STEM career education experience trajectories

단일집단 모형을 바탕으로 살펴본 진로교육 경험인식의 변화는 Figure 2와 같다. 이공계 진로교육 경험 정도는 시간이 지남에 따라 다소 감소하는 양상을 나타내었으며 T5시기에는 가장 낮은 수준을 나타내었다. 이러한 결과는 학교에서의 진로교육이 강화되고 있는 실정이며, 과학중점고등학교의 경우 일반 인문계 고등학교에 비해 이공계 관련 진로교육이 비중이 큰 편임에도 불구하고, 학년이 올라갈수록 대학입시를 위한 교육이 더욱 강화되는 상황 때문일 것으로 판단된다(Hwang, 2007; Oh & Kang, 2011). 이러한 상황에서 3학년에서는 대부분 입시교육을 중심으로 이루어지기 때문에 진로교육은 1학년 시기에 편중될 것이다. 학교에서의 진로 관련 교육이 학생들의 진로결정에 높은 영향력을 미친다는 Oh *et al.* (2010)의 선행연구 결과를 바탕으로 볼 때, 이러한 불균형한 이공계 관련 진로교육 여건은 학생들의 이공계 진로와 관련된 발달이 지속적으로 이루어지는데 걸림돌이 될 수 있다. 특히 고등학교 2학년 후반부터 3학년 시기는 대부분의 학생들이 결정적인 진학 및 잠재적 진로결정을 하게 되는 시기이므로, 이 시기를 지나는 학생들을 위한 지속적인 진로교육 여건이 마련되어야 할 것이다.

2) 이공계 진로의 가치에 대한 인식

단일 모형을 바탕으로 살펴본 이공계 진로의 가치에 대한 인식 추세는 Figure 3과 같다. 학생들의 이공계 진로에 대한 가치 인식은 전반적으로 시간이 지남에 따라 다소 감소하는 양상이었으며, 특히 T3시기와 T5시기에 이전보다 낮은 수준으로 감소하였다. 학년이 올라갈수록 이공계 진로에 대한 긍정적 가치 부여가 감소되는 것은 이들이 향후 이공계 진로를 고려하고 결정하는데 있어 부정적인 영향을 미칠 가능성이 높다. 특히 이공계 기피 현상의 대표적인 원인 중 하나가 낮은 안정성, 낮은 사회적 지위와 같은 이공계 진로에 대한 부정적 가치판단인 만큼, 이공계 진로가 실제 지니는 다양한 가치들을 학생들이 접할 기회가 필요하다(Hong, 2015; Shin *et al.*, 2015). 특히 이공계 진로 인식 수준이 고등학교 1학년 말인 T2 시기에 높아졌다가, 고등학교 2학년 1학기 말인 T3 시기를 지나며 감소하는 결과를 바탕으로 볼 때, 학생들이 고등학교 2학년 시기에 추구하는 진로 가치를 살펴보고, 이 가치들과 부합하는 이공계 진로들에 대한 정보 소개가 지속적으로 이루어져야 할 것으로 판단된다.

하지만 학생들의 이공계 진로에 대한 가치의 변화 양상이 동일하게 나타나더라도, 그 내부에 어떠한 가치가 지향되거나 지양되는지, 그리고 이러한 가치 지향이 시간에 따라 어떻게 변화하는지는 다양한 잠재집단으로 나타날 수 있다(Shin *et al.*, 2015; Kim & Yoo, 2012). 따라서 학생들의 진로에 대한 가치 부여는 정량적인 접근뿐만 아니라 정성적인 접근이 함께 이루어질 때 보다 정확한 변화 현상을 이해가 가능하다는 점을 고려해야한다. 추후 연구에서는 이공계 진로에 대한 다양한 가치 추구의 양상을 정성적인 맥락의 변화와 함께 고려하여 장기적으로 확인할 필요가 있다.

나. 2-잠재집단모형 추세 변화

부모의 지지에 대한 인식과 이공계 관련 교과 자아효능감, 이공계 진로동기 구인의 추세는 모두 두 가지의 잠재집단으로 구별되어 나타남이 확인되었다. 각 구인에 대한 보다 자세한 추세 분석 결과는 다음과 같다.

1) 부모의 지지에 대한 인식

학생들의 부모의 지지에 대한 인식의 추세는 두 개의 잠재집단으로 구성되었다. 두 집단은 모두 감소하는 양상을 나타내었으나, 서로 다른 수준으로 부모의 지지에 대한 인식 수준을 나타내고 있었다. 전체 학생 중 226명 (88.3%)의 학생들이 속한 잠재집단 Group 1은 ‘상위집단(High group)’으로 볼 때, 30명 (11.7%)의 학생들이 속한 Group 2는 상대적으로 낮은 수준으로 이공계 진로에 대한 부모의 지지를 인식하고 있었다. 따라서 Group 2를 ‘하위집단(Low group)’으로 명명하였다(Figure 4).

‘상위집단’에 속한 학생들은 부모의 지지에 대한 인식이 T2에서는 증가하다가 T3시기부터 다소 감소하는 양상을 나타내었다. 반면 ‘하위집단’에는 T2시기부터 부모의 이공계 진로에 대한 지지가 큰 폭으로 감소하는 양상을 나타내었다. 특히 ‘하위집단’에서는 T3시기와 T5 시기에서 이전보다 이공계 진로에 대한 부모의 지지가 급격하게 낮아짐을 확인하였다. Table 3에서 계열과의 교차분석 결과에서 나타났듯이, ‘하위집단’을 구성하는 30명의 학생 중 82.8%는 인문계열 학생이었다. 이러한 점에서 ‘하위집단’의 학생들은 초기 T1시기부터 이공계

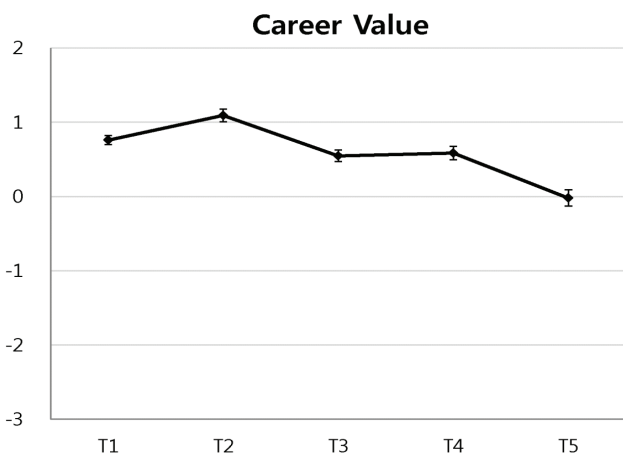


Figure 3. Perception of value of STEM career trajectories

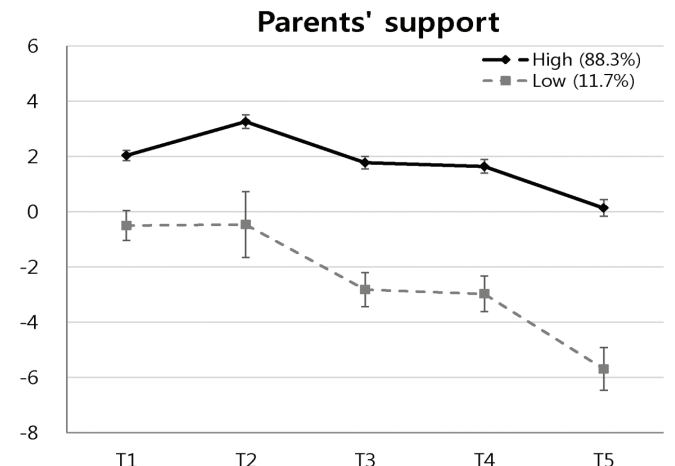


Figure 4. Parents' supports trajectories

에 대한 낮은 수준의 부모의 지지를 받았으며, T2시기 이후 인문계열을 선택하게 되면서, 이공계에 대한 부모의 지지 또한 지속적으로 감소하게 되었다고 추측된다.

부모의 지지는 국내 학생들의 진로 발달 및 결정에 있어 강한 영향력을 지니는 변수로 알려져 왔다(Lee, 2006; Hwang, 2007). 따라서 부모들의 이공계 진로에 대한 인식도 이공계 진로교육에서는 중요하게 고려해야 할 점이며, 학생들이 지속적인 이공계 진로 발달을 위해서는 부모의 이공계 진로에 대한 사회적 지지 또한 함께 유지되어야 할 것이다. 하지만 대다수의 학생들이 속하는 상위집단 또한 하위집단 만큼의 감소폭은 아니더라도 다소 감소하고 있다는 결과가 나타났다. 특히 T5시기에는 가장 낮은 수준의 부모의 지지를 기록하였다. 학생들의 가장 결정적인 진로 선택 시기가 고등학교 3학년 시기라는 점에서, 이 시기의 낮은 부모의 지지는 학생들이 이공계 진로로 나아가는데 부정적인 영향을 끼칠 가능성이 있다. 따라서 학생뿐 아니라 학부모가 이공계 진로에 대한 적절한 정보를 얻을 수 있는 학부모 대상의 이공계 진로관련 프로그램들이 필요하다고 보여지며, 특히 학생들이 고등학교 2학년과 3학년 시기에도 학부모 대상 이공계 진로에 대한 소개나 상담이 이루어진다면, 학생들의 지속적 이공계 진로 발달 및 진로 결정에 큰 도움이 될 것으로 판단된다.

2) 이공계 관련 교과 자아효능감

이공계 관련 교과 자아효능감의 시간에 따른 변화 추세는 두 개의 잠재집단으로 구성되었다. 두 집단은 시간이 지남에 따라 교과 자아효능감 수준이 감소한다는 점에서 유사하지만, 서로 다른 수준의 교과 자아효능감을 나타내고 있었다. 전체 학생 중 223명 (87.1%)의 학생들이 속한 Group 1을 ‘상위집단’으로 볼 때, 33명 (12.9%)의 학생들이 속한 Group 2는 상대적으로 낮은 수준의 교과 자아효능감을 보이고 있으므로 ‘하위집단’으로 명명하였다.

‘상위집단’의 경우 T2시기 이후 이공계관련 교과에 대한 자아효능감이 감소하다가 T5시기에 가장 낮은 수준의 교과 자아효능감 수준을 나타내었다. 이러한 결과는 학생들이 학년이 올라갈수록 과학 및 수학 교과에 대한 자아효능감이 낮아진다는 선행연구 결과와 일치한다. 선행연구에 따르면 이러한 자아효능감의 감소 현상은 심화된 선택과목 내용 학습 및 입시에 대한 부담 증가 등으로 인하여 나타나는 것으로 해석되고 있다(Hwang & Chung, 2012). 최근의 중단연구 사례(An

& Chung, 2015)에서도 청소년들의 자아효능감은 중학교 2학년에서 고등학교 1학년까지 증가하다가 고등학교 2학년을 기점으로 다시 감소하는 양상을 보이는 것으로 보고되었다.

학문적 발달과 진로 발달은 언제나 상보적으로 이루어진다(Lent et al. 1994). 교과에 대한 자아효능감 또한 진로 발달에 큰 영향을 미칠 수 있다. 실제로 이공계 기피 현상의 원인 중 하나로 수학, 과학 과목이 어렵다는 인식이 보고되었던 만큼 교과에 대한 자아효능감 및 흥미는 이공계 진로 발달에 있어 중요한 요소이다(Heo, 2010). 따라서 전체 학생의 87.1%가 속한 ‘상위집단’ 학생들이 시간이 지남에 따라 감소하며, 특히 고등학교 3학년 시기인 T5시기에 가장 낮은 수준을 나타낸다는 결과는, 학생들이 진로를 결정하는 과정에서 이공계 기피 혹은 이탈로도 이어질 수 있다는 점에서 우려되는 현상이다.

‘하위집단’의 경우 초기부터 ‘상위집단’에 비해 낮은 수준의 자아효능감을 나타내고 있었으며, 이후 ‘상위집단’에 비하여 상대적으로 낮은 수준의 이공계 관련 교과 자아효능감을 지속적으로 유지하였다. 교과 자아효능감의 ‘하위집단’을 구성하는 학생 33명 중 93.5%의 학생들은 인문계열 학생이었다. 이러한 점에서 볼 때 ‘하위집단’의 학생들은 고등학교 이전 혹은 고등학교 1학년 초기부터 수학·과학 등 이공계열 과목에 대한 자아효능감이 낮은 상태였으며, 이러한 낮은 자아효능감은 인문계열을 선택하는 하나의 요인으로 작용했을 가능성도 있다. 또한 인문계열 선택 후에도 수학·과학의 낮은 수준의 자아효능감이 지속적으로 유지되는 것으로 보아, 이 학생들의 경우 수학·과학에 대한 무기력감을 겪고 있을 가능성이 높다. 과학적 소양은 이공계·비이공계로 진출할 학생들이라 하더라도 현대사회 시민으로서 요구되고 있는 것이며, 때문에 비이공계를 진출하는 학생들 이더라도 수학·과학 학습에 대한 동기는 과학교육이 지속적으로 관심을 두어야 할 대상이다(Glynn et al., 2011). 따라서 ‘하위집단’의 학생들과 같이 비이공계 진로를 선호하더라도 학생들이 수학·과학 학습에 대한 동기, 특히 자아효능감이 낮은 수준에 고착되지 않도록 유의할 필요가 있을 것이다.

3) 이공계 진로 동기

이공계 진로 동기 구인은 구체적인 이공계 진로 설정과 해당 진로에 대한 이해와 관련된 개인적 확신과 정체감(identity)을 의미하는 구인이다(Shin et al., 2015). 시간에 따른 이공계 진로 동기 구인의

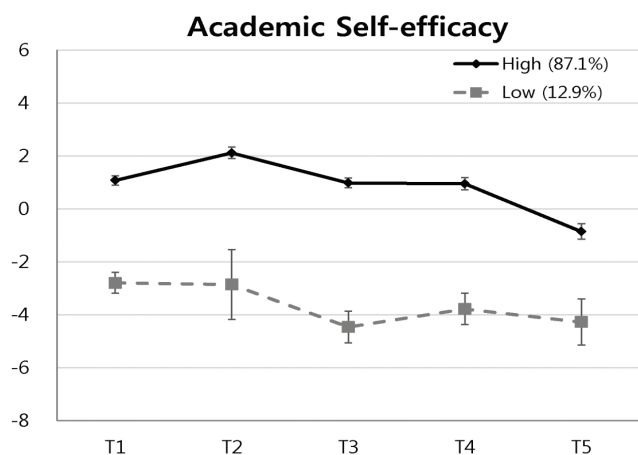


Figure 5. Academic self-efficacy trajectories

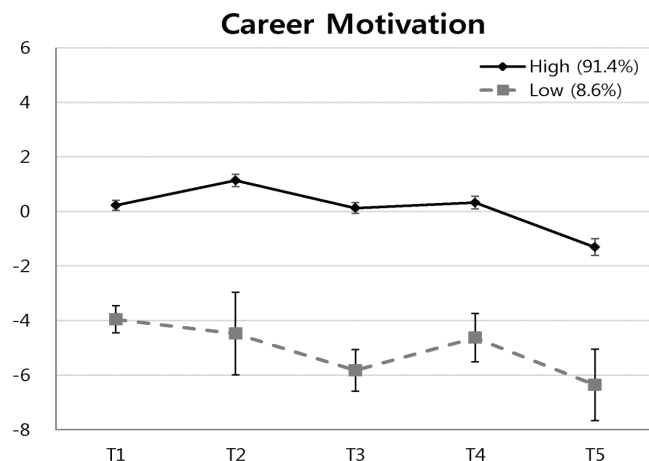


Figure 6. STEM career motivation trajectories

변화 추세는 두 개의 잠재집단으로 구성되었다. 두 집단은 시간이 지남에 따라 이공계 진로 동기 수준이 감소한다는 점에서 유사하지만, 서로 다른 수준의 이공계 진로 동기를 나타내고 있었다. 전체 학생 중 234 명(91.4%)의 학생들이 속한 Group 1을 ‘상위집단’으로 볼 때, 22명 (8.6%)의 학생들이 속한 Group 2는 그보다 낮은 수준의 이공계 진로 동기를 나타내었다. 따라서 8.6%의 학생들이 속한 Group 2를 ‘하위집단’이라 구분하였다.

‘상위집단’의 학생들의 진로 동기는 대체로 안정된 양상을 나타내고 있으나, T2 시기에 약간 증가하다가 T3와 T5시기에 다소 감소하는 양상을 나타내고 있다. 특히 T5시기에 가장 낮은 수준의 진로 동기를 기록했다. 이러한 결과는 다른 구인의 시간에 따른 감소와 마찬가지로 고학년으로 올라갈수록 증가하는 대학 입시 부담으로 인하여 이공계 진로에 대한 확신감과 정체감을 얻을 수 없는 상황이기 때문이라 추측된다. Shin et al. (2015)가 제시한 이공계 진로 동기 모형에 따르면 이공계 진로 구인은 이공계 교육 경험, 부모의 지지, 교과 자아효능감 등 다른 구인들과 직·간접적 정적 관계를 지니고 있는 종속변인의 역할을 한다. 이 모형을 바탕으로 볼 때 여러 구인들이 수준이 T5에 전반적으로 감소하면서, 이공계 진로동기 또한 T5시기에 함께 감소하는 것으로 판단된다.

‘하위집단’의 경우 ‘상위집단’에 비하여 처음부터 훨씬 낮은 수준의 이공계 진로 동기를 나타내고 있었으며, 계속 낮은 이공계 진로동기 수준이 지속되었다. 이 집단의 경우 T3시기와 T5시기에 이공계 진로 동기의 큰 감소를 보였다. 20명의 ‘하위집단’ 학생들 중 95%의 학생들이 인문계열 학생이라는 점에서 ‘하위집단’ 학생들은 이공계 진로 외의 인문·사회 계열 등의 다른 진로에 대한 진로 발달이 이루어지고 있을 것으로 판단된다.

다. 3-집단모형 추세변화

이공계 진로에 대한 자아효능감과 흥미 구인은 세 개의 잠재집단으로 구성된 추세를 나타냄을 확인하였다. 각 구인에 대한 보다 자세한 추세 분석 결과는 다음과 같다.

1) 이공계 진로 자아효능감

이공계 진로에 대한 자아효능감의 변화 추세는 세 가지 잠재집단으로 나타났다. 각 잠재집단의 변화 추세양상에 따라서 Group 1을 ‘다소

감소 집단(moderate declining group)’, Group 2를 ‘대폭 감소 집단(high declining group)’, Group 3를 ‘증가 집단(increasing group)’으로 명명하였다(Figure 7).

전체 학생 중 196명(77.3%)의 학생들은 시간이 지날수록 진로 자아효능감이 다소 감소하는 ‘다소 감소 집단’에 속하였다. 다소감소 집단 학생들 중 37.2%가 인문계열 학생이었으며, 37.2%가 자연계열, 25.5%가 과학중점계열 학생들이었다(Table 4). 이 집단의 학생들의 진로 자아효능감은 T2 시기에 약간 증가하나 T3와 T5시기에 감소하는 양상을 나타내고 있다. 특히 다른 구인들과 마찬가지로 이공계 진로 자아효능감은 T5에 크게 감소하는 형태를 나타내었다.

다음으로 전체 학생 중 15명(5.9%)은 시간이 지날수록 진로 자아효능감이 급감하는 ‘대폭 감소 집단’에는 속하였다. ‘대폭 감소 집단’의 경우 T3부터 진로 자아효능감이 급격히 감소하며 T5에서도 급감하는 형태를 나타냈다. 즉 학년이 올라가면서 진로 자아효능감이 급감했다. 대폭 감소 집단 학생 중 73.3%의 학생들이 인문계열이라는 점에서 이 집단은 대부분의 학년이 올라갈수록 비이공계 진로를 탐색하고 발달하는 과정에 있다고 추측된다.

전체 학생 중 43명(16.8%)의 ‘증가 집단’ 학생들은 시간이 지나면서 이공계 진로 자아효능감이 증가하는 양상을 나타내었다. 이들은 가장 낮은 수준의 이공계 진로 자아효능감을 나타내었다. 하지만 T4 시기부터 조금씩 증가하면서 T5 시기에 가장 높은 진로 자아효능감을 나타내며, ‘다소 감소 집단’의 진로 자아효능감과 거의 유사한 수준에 도달했다. ‘증가 집단’의 학생들은 2학년을 지나면서 점차 진로 자아효능감이 증가했다고 볼 수 있다. 흥미롭게도 이들 중 39명(95.1%)은 인문계열 학생이다. 이 학생들의 경우 초반에는 이공계 진로 자아효능감이 매우 낮은 상태였고 인문계열을 선택했음에도 2학년 2학기부터 점차 이공계 진로에 대해 고려하기 시작하면서 자아효능감 또한 높아진 것으로 판단된다. 이들은 향후 대학진학과정에서의 전공 선택이나 잠재적 진로결정 시에도 이공계 진로로 진입할 가능성이 높다.

2) 이공계 진로 흥미

이공계 진로에 대한 흥미의 변화 추세 또한 세 가지 잠재집단으로 구성되었다. 각 잠재집단의 변화 추세양상에 따라서 Group 1을 ‘다소 감소 집단’, Group 2를 ‘대폭 감소 집단’, Group 3를 ‘증가 집단’으로 명명하였다(Figure 8). 이처럼 진로 흥미 변화 추세는 진로 자아효능감의 변화 추세와 유사한 양상을 나타내었는데, 이러한 결과는 진로

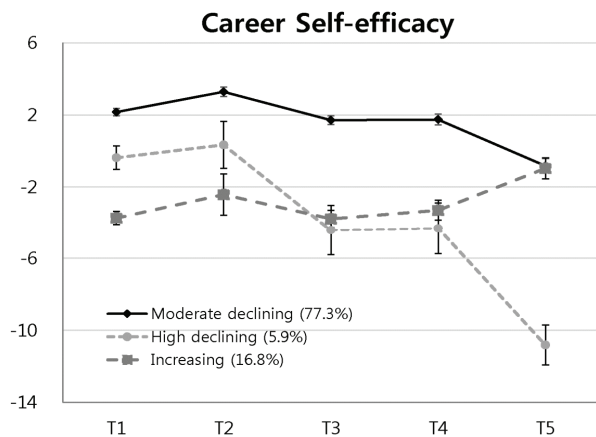


Figure 7. STEM Career Self-efficacy Trajectories

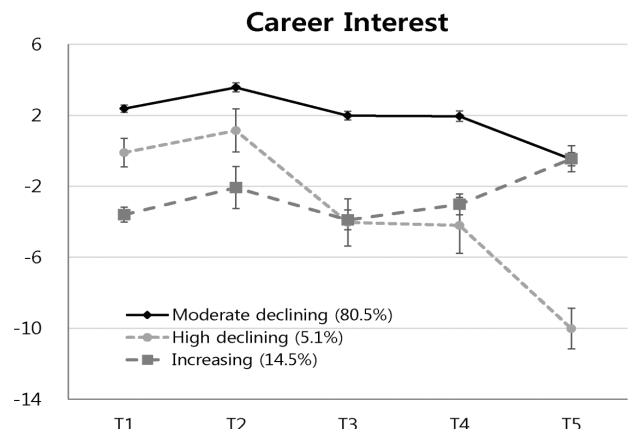


Figure 8. STEM career interest trajectories

에 대한 자아효능감과 흥미가 밀접한 상관관계가 있기 때문으로 해석된다(Shin *et al.*, 2015).

전체 학생 중 206명(80.5%)의 학생들이 '다소 감소 집단'에 속하였다. 이 집단의 학생들의 진로 흥미는 T2 시기에 약간 증가하나 T3와 T5 시기에 다시 감소하는 양상을 나타내고 있다. 특히 T5 시기에는 다른 구인들과 마찬가지로 가장 낮은 수준의 이공계 진로 흥미를 기록하였다. 다음으로 '대폭 감소 집단'에는 전체 학생 중 13명(5.1%)의 학생들이 속하였는데, 이 집단의 경우 T3 시기와 T5 시기에 진로 흥미가 급격하게 감소하는 형태를 나타냈다. 즉 학년이 올라감에 따라 계속 감소하는 양상을 보였다. '대폭 감소 집단' 학생 중 10명(76.9%)이 인문계열 학생이라는 점을 바탕으로 볼 때, 인문계열을 선택하고 이공계 이외의 진로를 탐색하면서 발달시키는 학생들로 판단된다.

다음으로 '증가 집단'에는 전체 중 37명(14.5%)의 학생들이 속했다. 이 집단의 경우 초반에는 다른 집단에 학생들에 비하여 낮은 진로 흥미를 보였지만, T3 시기부터 조금씩 증가하면서 T5 시기에는 가장 높은 진로 흥미 수준을 나타내며, '다소 감소 집단' 잠재집단의 진로 진로흥미 수준을 약간 넘어선 수준까지도 도달했다. 이공계 진로 자아효능감 구인과 마찬가지로 '증가 집단'의 학생들 중 33명(94.3%)은 인문계열 학생들이었다. 이러한 결과로 볼 때 '증가 집단'의 학생들은 고등학생 초기에는 이공계 진로에 대하여 낮은 흥미를 나타내고 인문계열을 선택하였으나, 2학년 2학기 이후부터 이공계 진로에 대한 흥미가 급증하였다고 볼 수 있다. 향후 증가집단의 학생들은 진학 및 진로결정시기에 이공계열을 선택할 확률이 높다.

이공계 진로 자아효능감 구인과 흥미에서 나타나는 '증가 집단'은 모두 T5에서 그 수준이 급증했다. 서론에서도 언급했듯이, 적절한 진로발달 과정을 거치며 동기를 형성할 경우, 성공적으로 해당 진로로 나아갈 수 있을 확률이 높다. 하지만 '증가 집단' 학생들의 경우 단기간에 걸쳐 진로동기가 증가했을 결정했기 때문에, 이 동기가 지속적으로 유지될지에 대해서는 미지수이다. 탄탄한 진로동기와 진로 정체감이 지속적으로 확립되지 못한 상태에서, 갑작스럽게 이공계열에 대한 효능감과 흥미만 증가하여 진로를 선택할 경우 훗날 또 다시 진로 방향에 빠질 우려가 있기 때문이다. 뿐만 아니라 갑작스러운 진로변경을 한 '증가 집단' 학생들이 향후 이공계 전공 및 진로에 필요한 수학·과학 능력을 달성하기 위하여 요구되는 노력과 비용은 '다소 감소 집단'에 속하는 인문계열, 자연계열 학생들에 비하여 상대적으로 클 것이다. 따라서 이들이 어떠한 맥락과 배경에서 이공계 진로 자아효능감과 흥미가 증가했는지 점검하여 이들이 장기간 심사숙고 끝에 내린 결정인지 알아볼 필요가 있다. 또한 이들이 이공계 전공이나 진로가 나간 후 후환을 겪지 않도록 학교 차원에서 이공계 관련 교과에 대한 보충 교육 및 이공계 진로교육이 필요하다고 볼 수 있다.

IV. 결론 및 제언

이 연구는 과학중점학교 학생들의 이공계 진로동기 변화를 중단 분석함으로써 학생들의 이공계 진로 발달 과정에 대하여 이해하고자 수행되었다. 특히 이 연구에서는 집단중심 추세모형 분석을 사용하여 5학기 동안의 학생들의 이공계 진로동기가 어떠한 다양한 양상을 나타내고 있는지 살펴보았다. 연구 결과 학생들의 이공계 진로 동기는 단일한 양상으로 변하지 않았으며, 이공계 진로 동기를 이루는 하위

구인들의 변화는 복수의 추세 집단으로 구성되어 있음을 알 수 있었다. 이공계 진로에 대한 사회적 지지와 이공계 관련 교과에 대한 자아효능감, 이공계 진로동기 구인의 경우 두 개의 추세 집단으로 나타났으며, 이공계 진로 자아효능감과 이공계 진로 흥미 구인의 경우 세 개의 추세집단으로 구별되어 나타났다. 개개인의 이공계 진로발달은 이러한 각 이공계 진로동기를 구성하는 하위 구인들의 변화가 종합적으로 반영된 것이기 때문에, 개인의 이공계 진로 발달 양상의 경우의 수는 더욱 다양하게 나타날 것이다.

추세분석 결과 규명된 추세집단들과 계열과의 관련성을 확인한 결과, 학생들이 소속된 추세집단은 계열과 다소 연관관계가 있는 것으로 파악되었다. 자연계열과 과학중점계열 학생들의 경우 전반적으로 유사한 이공계 진로 동기 변화 양상을 보였다. 반면 인문계열 학생들의 경우 이공계 진로 동기 변화 양상이 서로 다르게 나타나는 집단으로 구별되는 것으로 나타났다. 이공계 진로 자아효능감과 이공계 진로 흥미의 구인의 경우 인문계열 학생들은 대다수의 학생들이 소속되어 있던 '다소 감소 집단' 외에도 '대폭 감소 집단'이나 '증가 집단'에 속하는 학생들이 나타나, 이공계 진로동기의 잠재적 변화 가능성을 보여주었다. 특히 '증가 집단'에 속하는 학생들의 경우 초반 가장 낮은 이공계 진로 자아효능감과 이공계 진로 흥미 수준을 나타내다가 2학년 이후 그 수준이 증가했다는 점에서, 초반의 학생들의 진로에 대한 인식과 계열 선택 결과를 바탕으로 학생들의 진로지도의 범위를 제한해서는 안 된다는 점을 확인할 수 있었다. 계열 중심의 이분법적 시각을 바탕으로 한 진로지도가 이루어질 경우, 초기에는 예측할 수 없는 다양한 변화들을 나타내는 학생들이 적절한 이공계 진로 발달을 할 기회에서 소외되며, 잠재적으로 이공계 진로에서 부적응하거나 방향탈 가능성이 높기 때문이다. 따라서 학생들의 진로 변화가 다양하게 이루어질 수 있음을 고려하고 이들을 위한 진로교육 환경이 마련되어야 할 것이다.

연구 결과 학생들의 이공계 진로 교육 경험에 대한 인식의 경우 학생 간의 큰 차이가 없이 유사한 추세로 변화함을 알 수 있었다. 이러한 결과로 볼 때, 학생들의 이공계 진로 동기 양상은 다양하게 나타나지만 이에 비하여 학교에서 이루어지는 이공계 진로 교육의 다양성은 적음을 유추할 수 있다. 하지만 다양한 진로 발달 특성을 지니는 학생들의 이공계 진로동기를 유지하고 증진하기 위해서는, 단일한 형태의 이공계 진로 관련 교육 프로그램을 학교 주도로 일괄적으로 진행하기보다는, 다양한 이공계 진로 교육 프로그램이 마련된 상태에서 교사가 학생의 진로동기 변화 특성에 따라 프로그램을 추천하거나 학생이 주체적으로 선택할 수 있는 환경이 마련되어야 할 것이다. 이를 위해 선행되어야 할 것은 학생들의 이공계 진로동기에 대한 지속적인 모니터링이다. 현재 과학중점학교 운영 가이드라인에 따르면 학생들이 수행한 다양한 체험 및 활동들을 포트폴리오 형태로 지속적으로 축적하도록 권고되고 있다(MOE & KOFAC, 2015). 이러한 포트폴리오 제작은 장기적인 관점에서 학생들의 경험과 활동을 축적하면서 진로 발달 궤적 또한 남길 수 있다는 점에서 큰 장점이 있다. 겉으로 드러나는 결과물의 축적과 더불어 진로동기와 같은 학생들의 심리적 변수들도 주기적으로 측정하고, 이러한 자료들이 모아 포트폴리오와 같이 축적한다면, 교사들의 진로 지도는 물론 학생 스스로 자신의 진로 정체감을 확립하는데 있어서 유용한 보조자료가 될 수 있을 것이다.

이공계 진로동기를 이루는 구인들의 추세변화 양상을 확인한 결과, 대부분의 학생들이 속한 '상위집단', '다소 감소 집단'과 같은 추세집단은 공통적으로 시간이 지나면서 그 수준이 다소 감소하는 양상을 나타내었다. 특히 고등학교 3학년 1학기 말 시기에는 대부분의 구인이 가장 낮은 수준으로 감소하였다. 이러한 결과는 위에서도 논의했듯이, 학생들이 고학년으로 올라갈수록 대학 입시라는 현실적 압박을 느끼면서 온전한 진로발달을 이루기 힘든 상황에 직면하기 때문이라 추측된다. 하지만 고등학교 3학년 시기가 대학 진학 여부 혹은 대학 전공 선택 등 결정적인 진로선택의 시기에 있다는 점에서, 이 시기의 학생들의 이공계 진로동기의 감소는 잠정적인 이공계 기피 혹은 이탈로 이어질 수 있다. 따라서 2학년 1학기 말까지 상승했던 이공계 진로동기가 3학년이 되어서도 유지될 수 있도록, 지속적이고 장기적 관점의 진로교육 프로그램이 요구된다. 이를 위해서는 진로발달 과정은 긴 안목에서 꾸준히 살펴봐야 하는 것이라는 과학중점학교 내외의 구성원들의 공감대가 형성이 우선적으로 이루어져야 한다.

이 연구가 갖는 한계점을 바탕으로 후속연구를 제안하면 다음과 같다. 첫째, 이 연구에서 이루어진 5회의 자료수집 과정에서 일부 자료 결측이 있었다. 자료의 결측은 대부분의 종단연구에서 직면하게 되는 문제인데, 결측치의 존재로 인하여 추세분석 과정에서 편향된 모수 추정치 이루어질 가능성이 있다는 점에서 신중히 다루어야 할 문제이다. 이 연구 또한 자료수집 과정에서 최소 7.4%에서 최대 46.9%의 결측률이 나타났기 편향된 모수 추정에서 자유로울 수 없어 해석에 제한점이 따른다. 따라서 향후 이 학생들이 구체적인 진학 및 진로 선택이 이루어지는 3학년 2학기 시기와 과학중점학교 졸업 이후까지 이어지는 추조사를 통해 자료를 보강하여, 학생들의 이공계 진로동기의 변화와 이에 따른 이공계 진로발달과정을 보다 더 정확히 파악할 필요가 있다. 둘째, 한 과학중점학교의 남학생들을 대상으로 수행되었다. 따라서 연구의 결과가 모든 과학중점학교 학생들의 상황으로 일반화하기 어렵다는 제한점이 있다. 선행연구에 따르면 이공계 진로 발달 및 결정 과정은 성별에 따라 다양한 차이를 보인다고 한다. 따라서 추후 연구대상을 남녀 학생들로 확장시킨다면 더욱 다양한 추세 집단이 나타날 수 있을 것이라 예상되며, 성별에 따른 진로동기 추세의 차이도 확인할 수 있을 것이다. 또한 이 연구는 과학중점학교를 중심으로 한 일종의 특수 사례 연구에 해당하므로, 보다 보편적인 사례에 해당하는 일반인문계 고등학교 학생들의 진로동기 변화에 대한 연구가 함께 수행될 때, 이공계 진로교육에 대한 보다 폭넓은 이해가 가능할 것이다. 셋째, 이 연구에서는 각 추세집단의 특성을 계열 정보만을 중심으로 살펴보았다. 하지만 각 추세집단의 이공계 진로동기의 변화의 배경에는 계열 외에도 다양한 맥락적 요소들이 연관되어 있을 것이다. 따라서 각 집단에 속한 학생들을 둘러싼 다양한 맥락을 보다 심층적으로 이해하기 위한 질적 접근이 추가적으로 이루어져야 할 것이다. 하지만 이와 같은 제한점에도 불구하고, 이 연구는 3년 여간 과학중점학교 학생들의 이공계 진로동기의 변화를 추적하고, 그 변화 양상에 따라 구별되는 집단들을 확인함으로써 학생들의 이공계 진로동기 변화 양상을 체계적으로 파악하고자 했다는 점에 그 의의가 있다. 이 연구를 통해 규명된 이공계 진로동기의 변화 유형에 대한 이해는 향후 과학중점학교에서 이루어지는 학생 중심의 이공계 진로교육 정책 및 교육자료 개발에 유용한 기초자료가 될 것이다.

국문요약

이 연구의 목적은 과학중점고등학교 학생들의 이공계 진로동기 변화의 양상을 확인하고, 학생들의 이공계 진로동기의 변화양상과 그들의 계열(인문계열, 자연계열, 과학중점계열)간의 관계를 확인하는 것이다. 이를 위해 과학중점고등학교에 다니는 고등학생 256명으로부터 7개의 구인으로 구성된 이공계 진로동기를 5학기 동안 주기적으로 측정하여 종단자료를 얻었으며, 이 자료들을 바탕으로 집단중심 추세모형(Group-based trajectory modeling)분석을 수행하였다. 또한 각 구인들의 추세 집단과 계열 사이의 관계를 이해하고자 카이스퀘어 검증을 실시하였다. 분석 결과 우선 이공계 진로 교육 경험과 이공계 진로에 대한 가치 인식 구인은 학생 모두가 유사한 추세 양상을 보이는 것으로 나타났다. 부모의 사회적 지지, 이공계 진로 관련 교과에 대한 자아효능감, 이공계 진로동기 구인의 추세는 '상위집단'과 '하위집단'의 두 추세집단으로 구별됨을 확인하였다. 또한 이공계 진로 자아효능감과 이공계 진로 흥미 구인의 추세는 '다소 감소 집단', '대폭 감소 집단', '증가집단'의 세 추세집단으로 구별되어 나타났다. 각 추세집단의 추세양상을 확인한 결과, 대부분의 이공계 진로동기 구인의 수준이 고등학교 2학년 1학기 말 증가했다가 학년이 올라갈수록 감소하는 양상을 나타내었다. 또한 각 구인들의 추세 집단은 계열과 모두 유의미한 관계가 있음을 확인하였다. 반면 인문계열 학생들의 경우 이공계 진로 동기 변화 양상이 서로 다르게 나타나는 집단으로 구별되는 것으로 나타났다. 이러한 연구 결과를 바탕으로 이 연구에서는 이공계 진로교육 환경이 학생들의 다양한 진로변화 양상을 고려하여 이루어져야 함을 제안하였다.

주제어 : 이공계 진로동기, 종단연구, 집단중심 추세모형 분석, 과학중점학교, 계열

References

- An, H. J., & Chung, M. K. (2015). Longitudinal analysis of the effects of self concept, social support on career maturity mediated by self efficacy using youth panel survey. *The Korea Educational Review*, 21(3), 279-303.
- Boone, W. J., Staver, J. R., & Yale, M. S. (2014). *Rasch analysis in the human sciences*. New York, NY: Springer.
- Cho, H. C. (2015). The relations of personality and vocational interests to career development of the scientifically gifted students. *The Journal of the Korean Society for the Gifted and Talented*, 14(4), 149-171.
- Cho, J. M., & Jung, H. (2013). Population inferences and variance estimation based on PISA sampling designs. *Journal of Educational Evaluation*, 26(4), 875-896.
- Choi, J. A., & Lee, H. (2012). A comparative analysis of the academic achievements, learning attitudes, and career compromising processes of the undergraduate students in the colleges of engineering according to their levels of major-career connection : Focusing on the engineering students in Seoul National University. *Journal of Engineering Education Research*, 15(2), 20-29.
- Erosheva, E. A., Matsueda, R. L., & Telesca, D. (2014). Breaking bad: Two decades of life-course data analysis in criminology, developmental psychology, and beyond. *Annual Review of Statistics and Its Application*, 1, 301-332.
- Franklin, J. M., Shrank, W. H., Pakes, J., & Sanfe, G. (2013). Group-based trajectory models: A new approach to classifying and predicting long-term medication adherence. *Medical Care*, 51(9), 789-799.
- Glynn, S. M., Brickman, P., Armstrong, N., & Taasobshirazi, G. (2011). Science Motivation Questionnaire II: Validation With Science Majors and Non-science Majors. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(10), 1159-1176.

- Ha, M., Shin, S., & Lee, J. K. (2016). Exploring the motivation for science learning of 3rd year high school students who chose different college majors from their track. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 36(2), 317-324.
- Hackett, G., & Betz, N. E. (1981). A self-efficacy approach to the career development of women. *Journal of Vocational Behavior*, 18, 326-339.
- Han, K. H. (2004). Reinterpretation of the crisis in science and technology sector and self-reflection of engineers. *Korean Journal of Sociology*, 38(4), 73-99.
- Heo, M. (2010). High-achieving high school students' science activities, self-concept, and choice of a science major. *Journal of Gifted/Talented Education*, 20(3), 885-899.
- Hong, S. M. (2015). An analysis of the deviation from S&T workforce career-path in Korea. *Journal of Engineering Education Research*, 18(1), 11-19.
- Hwang, S. M., & Chung, H. H. (2012). The moderating effects of academic self-efficacy and self-esteem on the relation between parental achievement pressure and high school students' test anxiety. *Korean Journal of Youth Studies*, 19(5), 1-20.
- Hwang, Y. J. (2007). Determinants of career decision and perceived level of career information of general high school students. *Korean Journal of Sociology of Education*, 17(1), 131-158.
- Jang, S. M., & Seo, H. A. (2005). Economic diagnosis of natural science and engineering avoidance phenomenon. *The Journal of Economics and Finance of Education*, 14(2), 25-52.
- Jung, C. Y., Jeong, J., Lee, J., Jeong, D., Lim, H., Lee, S., & Lim, J. (2015). Career education in South Korea: Current status and future direction. *The Journal of Career Education Research*, 28(3), 155-171.
- Jung, Y. H., Shin, S., & Lee, J. K. (2015). The qualitative case study on science core school teachers' experiences of reflective practice. *Korean Journal of Teacher Education*, 31(2), 1-35.
- Kang, S. H. (2010). Relationships between major satisfaction and career decision efficacy and career attitude maturity of engineering college students. *Journal of Fisheries and Marine Sciences Education*, 22(2), 151-164.
- Kim, E. (2010). Factors influencing the choice of major for high achievement students in high school. *Journal of Engineering Education Research*, 13(6), 80-86.
- Kim, E., Ahn, Y., Jung, W. Y., Kye, Y. H., Kim, H. B., Noh, T., Yoo, J., Choe, S., & Kim, C. J. (2014). Comparison of four factors: Reasons for jobs, science and math preferences, interests in science, and science aspirations for children hoping for careers in science, engineering or medicine. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 34(8), 779-786.
- Kim, M. S., & Seo, Y. S. (2010). A longitudinal study on the influence of self-efficacy, status and contextual variables on adolescents' career indecision. *Studies on Korean Youth*, 21(2), 67-96.
- Kim, S. C., & Moon, H. Y. (2014). An exploratory study of the influence factors for career decision making by science and engineering college students. *Korea Business Review*, 29(3), 1-17.
- Kim, S. K. & Yoo, M. H. (2012). Comparison on the vocational values and the science career orientation between middle school scientifically gifted students and non-gifted students. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 32(7), 1222-1240.
- Kim, Y. H. (2010). A study on the policy guideline on the re-structurization of social position for scientific technologists through the analysis of the avoidance of engineering course. *Journal of Human Resource Management Research*, 17(2), 183-202.
- Krumboltz, J. D. (2009). The happenstance learning theory. *Journal of Career Assessment*, 17(2), 135-154.
- Lee, B. W., Choi, J. H., Son, J. W., Kim, J. H., Park, J. S., Seo, H. A., & Shim, K. C. (2012). A study on the development plan for a science core school through a satisfaction survey. *New Physics*, 62(8), 826-839.
- Lee, J. (2006). The relationship among parent's social support, career decision-making self-efficacy, and career identity in the third grade of high school students. *The Korean Journal of Educational Psychology*, 20(3), 571-586.
- Lee, J. A., Park, S., & Kim, Y. (2012). An analysis of educational factors on career choice of science-gifted students to science and technology bound universities. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 32(1), 15-29.
- Lee, M. K. (2008). Analysis of college students' narratives about their educational experience - Focusing on the college students' signification of their experience on the college preparation and the college entrance examination - .*The Journal of Research in Education*, 31, 79-102.
- Lee, S. H., & Shin, S. (2012). Concept mapping analysis of happenstance in career choice. *Journal of Human Understanding and Counseling*, 33(1), 1-20.
- Lee, S. Y. (2011). Effects of elementary students' perception and experiences of science and mathematics on their science-related career aspiration. *The Journal of Korea Elementary Education*, 22(1), 99-117.
- Lee, U. J., Sbeglia, G. C., Ha, M., Finch, S. J., & Nehm, R. H. (2015). Clicker score trajectories and concept inventory scores as predictors for early warning systems for large STEM classes. *Journal of Science Education and Technology*, 24(6), 848-860.
- Lent, R. W., Brown, S. D., & Hackett, G. (1994). Toward a unifying social cognitive theory of career and academic interest, choice, and performance. *Journal of Vocational Behavior*, 45(1), 79-122.
- Lim, H. J. (2014). The relationship between elementary students' perception of science learning and their perception of science career. *The Journal of Korea Elementary Education*, 25(3), 227-238.
- Min, H. J. (2012). Mothers' employment experience surrounding a first childbirth in South Korea: An Application of group-based trajectory model. *Korean Journal of Sociology*, 46(2), 61-87.
- Min, Y. S., Baek, K. S., & Han, H. C. (2012). A study on designing the effective scheme for organizing and implementing 'Pathway-focused course' in 2009 revised high school curriculum. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 12(2), 143-164.
- Ministry of Education & Korea Foundation for the Advancement of Science and Creativity. (2015). Guide for management science-core school and STEAM. Retrieved from <https://www.kofac.re.kr/wp-content/plugins/kboard/execute/download.php?uid=6056&file=file1>
- Nagin, D. S. & Tremblay, R. E. (2001) Analyzing developmental trajectories of distinct but related behaviors: A group-based method. *Psychological Methods*, 6(1), 18-34.
- Nagin, D. S. (2016). Group-based trajectory modeling and criminal career research. *Journal of Research in Crime and Delinquency*, 53(3), 356-371.
- Nagin, D. S., & Odgers, C. L. (2010). Group-based trajectory modeling in clinical research. *Annual Review of Clinical Psychology*, 6, 109-138.
- 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.
- Nielsen, J. D., Rosenthal, J. S., Sun, Y., Day, D. M., Bevc, I., & Duchesne, T. (2012). Group-based criminal trajectory analysis using cross-validation criteria group-based criminal trajectory analysis using cross-validation criteria. *Communications in Statistics - Theory and Methods*, 43(20), 4337-4356.
- Oh, H. S., Bae, J. H., Lee, S. E., & Jang, H. J. (2010). The comparative study on career decision level of high school students. *The Journal of Vocational Education Research*, 29(2), 245-265.
- Oh, S. H., & Kang, J. T. (2011). An ethnographic study on school life of 3rd graders of an academic high school. *The Korean Society of Phenomenological and Hermeneutic Educational Practice*, 8(1), 29-55.
- Park, M. H. & Hong, B. E. (2014). A study on the type of school-to work transition and its determinants. *Social Welfare Policy*, 41(4), 21-49.
- Rauch, D. P., & Hartig, J. (2010). Multiple-choice versus open-ended response formats of reading test items: A two-dimensional IRT analysis. *Psychological Test and Assessment Modeling*, 52, 354-379.
- Ryoo, J. S. C., Yun, J., & Lee, Y. O. (2014). A case study on curriculum management of science core high school. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 14(10), 305-328.
- Seon, H. Y., Lee, J. K., & Kim, S. K. (2012). Career problems of college students: A consensual qualitative research study. *Asian Journal of Education*, 13(2), 1-24.
- Shim, K. C., Son, J., Cha, J. H., Park, J., Lee, B., Choi, J., Lee, K., Kim, J., & Seo, H. A. (2016). Study on cognition of graduates from Science core schools about the management of science core schools. *New Physics: Sae Mulli*, 66(7), 845-852.
- Shin, S., Ha, M., & Lee, J. K. (2015). The development and validation of instrument for measuring high school students' STEM career motivation. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 36(1), 75-86.
- Shin, S., Lee, J. K., Ha, M., Lee, T. K., & Jung, Y. H. (2015). Analyzing the structure of science gifted and general middle school students' values of career: Social network approach. *Journal of Gifted/Talented Education*, 25(2), 199-220.
- Song, B. R., Lee, J. W., Choi, H. S., Heo, J. G., & Lee, K. H. (2014). Adult's lifelong career satisfaction: The meta-analysis study on the social cognitive career variables by life stage and life satisfaction. *Korean Journal of Counseling*, 15(5), 1791-1810.
- Super, D. E. (1990). A life-span, life-space approach to career development. In D. Brown, L. Brooks, & Associates (Eds.), *Career choice and development* (pp. 197-261). San Francisco: Jossey-Bass.
- Super, D. F. (1963). Career development: Self-concept theory. In D. E. Super,

- R. Starishevshky, N. Matlin, & J. P. Jordan (Eds.), Self-concepts in vocational development (pp. 17-31). New York: College Entrance Examination Board.
- Wright, B.D. & Linacre, J.M. (1994). Reasonable mean-square-fit values. *Rasch Measurement Transactions*, 8(3), 370.
- Woo, J. I., & Lee, J. K. (2014). Development and application of pre-scientist experience program in biotechnology for career education of high school students. *Biology Education*, 42(3), 304-325.
- Wu, M. (2005). The role of palusible values in large-scale surveys. *Studies in Educational Evaluation*, 31, 114-128.
- Wu, M. L., Adams, R. J., Wilson, M. R., & Haldane, S. A. (2007). *ACER ConQuest version 2.0: Generalized item response modeling software*. Camberwell, Australia: ACER Press.
- Yoon, J. (2007). The analysis of causal relationship among students' science-related career choice and its factors. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 27(7), 570-582.