

집단중심 추세모형을 이용한 과학중점학교 1학년 프로그램이 고등학생들의 과학과 핵심역량과 과학학습동기에 미치는 영향 탐색

하민수¹, 이기영^{1*}, 최은환², 김일찬², 유지혜³, 원복연²

¹강원대학교, ²춘천고등학교, ³설악고등학교

Exploring the Effect of First Year Science-Focused School Program on High School Students' Science Core Competency and Science Learning Motivation Using Group-Based Trajectory Modeling

Minsu Ha¹, Kiyoung Lee^{1*}, Eunhwan Choi², Ilchan Kim², Jihye Yu³, Bokyeon Won²

¹Kangwon National University, ²Chunchon High School, ³Seolak High School

ARTICLE INFO

Article history:

Received 28 October 2019

Received in revised form

11 November 2019

3 December 2019

20 December 2019

Accepted 31 December 2019

Keywords:

science-focused school, scientific core competency, science learning motivation, group-based trajectory modeling

ABSTRACT

The study was conducted to identify if the first-year program of science-focused school improved students' scientific core competency and science learning motivation. The first-year program of the science-focused school consisted of basic education in scientific inquiry, investigation, advanced experiment, and basic education in small research. There were a total of 262 participants in the program, and 169 students took three survey tests. Through the analysis of a group-based trajectory modeling, students were differentiated based on similarity of score changes. This study showed that the first-year program of the science-focused school significantly improved students' scientific core competency and science learning motivation. A group-based trajectory modeling found that about 40~60% of students saw the effects of the program. The students who chose the humanity track showed effects, while some students who chose the science-focused track did not show effects. A group-based trajectory modeling showed the methodological effects of identifying the change process of individual students. This study identified the positive effects of science-focused school policy statistically and is a meaningful example for analyzing the effectiveness of science-focused school programs.

1. 서론

과학중점학교는 일반고등학교에서 우수한 과학 인력을 양성하기 위하여 특성화된 프로그램을 제공할 수 있도록 지정된 학교이다. 다양한 과학 관련 교과목을 연관적으로 학습하여 창의 역량 및 과학 관련 태도를 향상시키는 것을 목적으로 운영되고 있다. 과학중점학교에서는 이공 계열에 진로를 희망하는 학생들에게 충분한 수준의 과학·수학 관련 교육 프로그램을 제공하고, 다양한 창의적 체험활동을 경험하도록 한다. 학생들은 과학·수학 관련된 기초학력을 함양하고 다양한 경험을 통해 핵심 역량을 신장한다. 또한 과학적 문제를 해결하는 프로그램에 많이 참여함으로써 과학탐구 등의 연구 능력도 높일 수 있도록 한다. 2009년 2월부터 추진된 과학중점학교 사업은 2009년 9월 53개의 과학중점학교를 지정하면서 시작되었다. 2010년 5월에 47개 학교가 추가로 지정되어 총 100개로 늘었으며, 2016년 2월에는 135개 학교로까지 확대되었다. 과학중점학교는 매년 평가를 거쳐 운영 성과가 저조한 학교의 경우 지정 취소 등의 조치를 취하고 있는데, 2018년도에는 전국 127개의 학교가 운영되고 있다. 과학중점학교는 보통 과학중점과정, 자연과정, 인문과정 등으로 구분하여 운영되는데, 과학중점과정은 2011년 137학급 4,753명으로 출발하여 2018년 396

학급 10,489명으로 점차적으로 증가하여 왔으며, 이에 따른 성과로서 이공계열 대학 진학자 비율 또한 꾸준히 증가하고 있는 추세이다.

과학중점학교에 관한 다양한 연구도 진행되어져 왔다. Byun, Park(2019)는 과학중점학교 관련 연구 동향을 분석하였는데, 과학중점교육과정의 편성과 운영에 관한 연구가 가장 많았으며, 정리적 영역, 비교과 체험활동, 과학 교과, 수학 교과, 과학 담당교사, 학생 진로, 시설과 환경 순으로 연구가 되었음을 확인하였다. 과학중점학교 초창기 만족도 연구의 결과를 보면 교사의 만족도와 과학중점학교 학생들의 만족도가 높음을 확인할 수 있다. Lee *et al.*(2012)은 과학중점학교 운영에 대한 만족도 조사를 수행한 결과, 교사의 만족도가 높았으며, 과학중점반 학생들의 만족도가 높음을 확인하였다. Son *et al.*(2013)은 과학중점학교의 교수학습에 대한 만족도를 조사한 연구에서 교사, 학부모, 학생의 순으로 긍정적인 인식을 하고 있음을 확인하였고, 학생 중에서는 과학중점 과정, 자연 과정, 인문 과정 학생 순으로 긍정적인 만족도를 나타내었다. 인문 과정 학생들은 평균 이하의 만족도를 나타내어 소외되는 경향이 있음을 확인할 수 있다. Song, Choi(2013)은 과학중점학교 프로그램의 운영이 학생들의 정리적 태도 및 만족도에 미치는 영향을 확인하였다. 그 결과 과학중점학교 1학년 교육과정이 학생들의 과학과 관련된 태도를 변화시켰으며, 자기주도 학습을

* 교신저자 : 이기영 (leeky@kangwon.ac.kr)
http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2019.39.6.799

강화하였다. 과학중점 과정의 학생들에게는 높은 수준의 만족도를 보임을 확인하였다. 졸업생을 대상으로 한 연구에서도 긍정적인 것을 확인할 수 있었다. Shim *et al.*(2016)은 과학중점학교 졸업생들을 대상으로 과학중점학교의 운영 과정에 대한 연구를 진행하였다. 과학중점학교 졸업생들은 학교 교육과정과 프로그램에 대하여 매우 긍정적인 인식을 가지고 있었으며, 대학 생활에도 긍정적인 영향을 미쳤다고 응답하였다.

과학중점학교 프로그램의 운영이 잘 되고 있음을 다양한 질적 연구에서도 확인할 수 있다. Ryoo *et al.*(2014)은 과학중점학교 운영 현황에 관한 사례연구를 통해 우수 과학인재 양성, 이공 계열로의 진학 촉진, 창의적 역량 강화라는 과학중점학교의 목적을 과학중점학교에서 확인할 수 있었다. 또한 교사-학생, 학생 간 상호작용이 잘 이루어지는 수업이 진행되어 학생 중심형 수업의 긍정적인 면을 확인하였다. Kim *et al.*(2018)은 언어네트워크분석을 활용하여 과학중점학교의 과학수업이 가지고 있는 특징을 분석하였는데, 과학중점학교에서는 원활한 소통, 자유로운 분위기, 다양한 과학 실험 활동, 난이도 있는 과학 학습, 지식의 공유, 긍정적인 수업 분위기 등이 과학수업의 특징으로 확인되었다. 과학중점학교는 과학 관련 수업이 많으며, 학습 지원이 풍부하고, 다양한 프로그램이 운영되고 있다는 것이 차별적인 속성으로 확인되었다. 전반적으로 과학중점학교의 과학 수업은 긍정적인 것으로 확인되었다. Kim *et al.*(2017)은 과학중점학교에서 학습 책임감, 호혜적 인간관계, 개방적 참여, 실행, 공동의 관심사가 높은 수준으로 나타남을 확인하였다. 과학중점 과정 학생들의 경우 상호작용과 협력 기반의 활동에 긍정적인 인식을 가지고 있음을 확인하였다. 과학중점학교 학생들은 자기주도적인 학습 및 학습의 결과를 공유하고 동료 학생과의 협력을 경험하는 것을 긍정적으로 생각하였으며, 일반적인 과학교육의 목표들도 긍정적으로 이해하고 있는 것으로 나타났다.

과학중점학교 프로그램에 대한 다양한 연구에도 불구하고 면밀한 양적연구방법으로 통한 프로그램의 효과를 확인한 연구는 드문 것을 확인할 수 있다. 특히 2015 과학과 교육과정에서 학습자의 태도와 핵심 역량을 강조하였는데, 이와 관련된 실증적 연구는 부족하다. 우리나라는 2015 개정교육과정에서 역량 중심 교육과정(competency-based curriculum)을 표방하였다. 특히 과학과에서는 과학적 사고력, 과학적 탐구 능력, 과학적 문제해결력, 과학적 의사소통 능력, 과학적 참여와 평생학습 능력의 다섯 가지 역량을 강조하였다. 더욱이 과학과 교육 목표에서 전통적으로 첫 번째였던 개념이해를 세 번째로 내리고 과학의 긍정적 태도를 첫 번째로 올림으로서 학습자의 과학학습동기를 강조하였다. 과학중점학교 프로그램은 과학탐구에 관한 기초 교육, 기초실험, 조사, 모듈 기반의 심화실험, 소논문 작성 및 과제 발표회 등으로 구성된다(Byun, Park, 2019; Kim *et al.*, 2018). 본 연구에 참여한 학교의 프로그램도 과학탐구와 문제해결, 소논문 작성 및 과제 발표 등을 포함한다. 또한 과학 전문가와의 공동연구를 직업인으로서의 과학자의 삶도 간접적으로 경험한다. 이와 같은 과정은 2015 개정교육과정에서 강조하는 과학적 사고력, 과학적 탐구 능력, 과학적 문제해결력, 과학적 의사소통 능력, 과학적 참여와 평생학습 능력의 과학핵심역량의 내용과 일치하는 프로그램들이다(Ha *et al.*, 2018). 따라서 과학중점학교 프로그램은 학생의 과학핵심역량을 향상시킬 수 있을 것이라고 생각된다. 과학탐구를 수행하면서 과학에

대한 호기심과 관심을 높일 수 있으며, 과학탐구에 대한 의지, 효능감을 향상시키는 기회를 가질 수도 있을 것이다. 이와 같은 관점에서 과학중점학교 프로그램은 과학핵심역량과 과학학습동기 두 가지 교육목표를 가지고 있을 것이라 판단된다. 따라서 과학중점학교가 학생들의 과학학습동기와 과학적 핵심역량의 변화에 긍정적인 영향을 미치는지, 또한 미친다면 어느 정도 수준으로 미치는지 실증적인 연구를 진행할 필요가 있다. 또한, 앞서 논의한 여러 연구(Lee *et al.*, 2012; Son *et al.*, 2013; Song, Choi, 2013)에서 과학중점학교 프로그램이 과학중점 과정 학생들에게 더 큰 효과가 있음을 강조하였기 때문에, 과학중점학교의 다양한 과정(과학중점 과정, 자연 과정, 인문 과정)의 학생들의 교육적 효과를 자세히 비교할 필요가 있다.

특히 이 연구에서는 집단중심 추세모형을 활용하여 프로그램의 효과를 확인하고자 한다. 전통적인 통계 방법을 활용한다고 할 경우 학생들의 사전점수와 사후점수의 평균을 비교하는 방법으로 프로그램의 효과를 확인할 것이다. 하지만 실험집단을 설정하여 프로그램을 투입하는 형태의 실험연구가 아닌 이 연구와 같이 한 학교의 모든 학생이 참여자일 경우 전체 집단의 평균 비교는 다양한 정보들을 누락시킬 수 있다. 예를 들어서 프로그램의 효과가 크게 드러나는 학생이 있지만 그렇지 않은 학생들도 있을 것이다. 일부 학생들은 프로그램 적용 후에 점수가 낮아졌을 수도 있다. 학생들의 변화 과정을 면밀히 보기 위해서는 횡단적으로 변화하는 것에 따라 집단을 구별하고, 각 집단별로 어떤 학생들이 분포하는지 살피는 것이 연구를 통해 더 많은 정보를 얻을 수 있고, 더 나아가 학생의 변화 과정에 따라 다른 처치를 제공하는 맞춤형 수업에도 적용이 가능할 수 있다. 이와 같은 목적으로 집단중심 추세모형 (group-based trajectory modeling) 분석을 사용하였다. 집단중심 추세모형 분석은 변화 과정이 유사한 집단을 묶어 최적의 집단수를 통계적으로 추정한다(Erosheva *et al.*, 2014; Nagin & Odgers, 2010). 집단중심 추세모형을 통해 과학 중점 학교 프로그램의 효용에 따라 변화가 상이한 집단을 귀납적으로 확인하여 실제 교육적 효과가 나타나는 집단을 구별해 낼 수 있어 종단 연구에서는 매우 효과적으로 활용될 수 있다(Min, 2012; Nagin & Odgers, 2010).

이와 같은 필요성에 따라 계획된 본 연구의 구체적인 연구 문제는 다음과 같다.

첫째, 과학 중점 학교 프로그램은 학생들의 과학과 핵심역량을 얼마나 향상시켰는가?

둘째, 과학 중점 학교 프로그램은 학생들의 과학학습동기를 얼마나 향상시켰는가?

II. 연구 방법

1. 과학중점학교에서 진행된 1학년 탐구과정 프로그램

이 연구는 지방 소도시에 위치한 과학중점학교의 1학년들을 대상으로 실시하였다. 해당 고등학교는 남학생만 다니는 고등학교로, 참여자 모두 남학생이다. 2018년도 3월부터 과학탐구 관련 프로그램이 시작되었다. 3월에 과학과 핵심역량 검사도구와 과학학습동기에 관한 1차 설문조사를 실시하였다. 그 후 프로젝트 학습이 진행되었다. 프로젝트 학습은 3월부터 11월까지 매주 2시간씩 과학탐구실험 수업

에서 이루어졌다. 모든 프로그램은 3~4명의 모둠으로 진행되었으며 프로그램마다 모둠 구성원을 다르게 하여 반 전체 학생들이 고르게 의사소통 할 수 있는 기회를 마련하였다. 프로젝트 학습의 결과물은 통합과학과 과학탐구 실험의 수행평가 성적에 반영되므로 모든 학생들이 성실하게 참여할 수 있는 기회가 되었으나 내신 성적과 연계된다는 점에서 심리적 부담감이 다소 작용하였을 것으로 판단된다. 연구가 진행된 과학중점학교에서는 특화사업의 일환으로 과학과 핵심 역량과 과학학습동기를 주된 교육로 설정하였다. 따라서 진행된 1학년 프로그램은 2015 개정 교육과정에서 강조되는 핵심역량을 함양시킬 수 있도록 개발되었고, 특히 과학적 탐구과정을 자연스럽게 체득할 수 있도록 적용되었다. 학생의 흥미를 높이기 위하여 재미있는 활동도 많이 포함시키도록 하였다.

기초 교육은 3월~5월까지 진행되었으며 실험실 안전교육, 과학적 탐구방법, 과학기사 요약하기, 실험기구 및 측정기구 다루기, 다중선타광사진 제작 프로그램 순서로 진행되었다. 기초 실험은 5월~6월까지 실시했으며 자유낙하운동 분석, 식품 첨가물의 확인, 멸치 해부, 천연 지시약을 추출하여 그림 그리기 프로그램 순으로 진행되었다. 기초 실험은 인터넷으로 검색하여 이론을 검색하여 결과 보고서를 작성하였고, 결과물을 제출하거나 보관할 수 없는 결과물은 현장에서 바로 평가하였다. 7월에 진행된 활용 수업은 다른 교과에서도 사용되고 있는 탐구적 요소를 과학적으로 다시 활용하는 수업으로 진행되었다.

이에 적용된 카프라 건축물 모형 만들기 프로그램은 무게 중심을 고려하여 건축물을 만들면서 과학적인 요소를 찾는 다학문적인 프로그램이다. 7월 프로그램을 마치고 2차 검사가 실시되었다(Table 1).

동일한 검사지를 활용한 2차 검사 이후 8월에는 과제 조사 발표를 시작으로 9월~11월까지 심화실험을 실시하였다. 심화실험은 1, 2로 나누어 두 번의 프로젝트 형태로 진행되었다(Table 2). 모든 학생들이 하나의 주제로 함께 진행했던 기초실험과 달리 심화실험은 7개의 주제를 제공하고, 모둠별로 한 주제를 선택하여 4주에 걸쳐 진행하는 프로젝트 수업이다. 1주차에는 주제를 선택하고, 탐구 계획서를 작성한다. 2~3주차에는 탐구실험 진행 및 결과보고서 작성한다. 4주차에는 탐구실험보고서를 발표하여 반의 모든 학생들이 7개 주제를 공유할 수 있도록 하였다. 설명한 바와 같이 과학핵심역량과 과학학습동기 검사는 1학년 프로그램을 수행하기 직전, 과학탐구에 관한 기초 교육과정을 마친 직후, 심화실험과 소논문 작성까지 1학년 프로그램을 마친 직후 3번의 걸쳐 진행되었다. 중간평가를 7월 기초교육을 마친 뒤 실시한 이유는 기초교육과 그 이후에 진행되는 심화실험과 소논문 작성 등 고차원적 사고활동과 탐구활동이 많이 포함되는 후반부 교육과 차별이 있기 때문이다. 또한 시기적으로 8개월에 걸치는 교육과정의 중반부이기 때문에 이 시기에 중간 평가를 실시하였다.

10월 실시한 소논문 기초 교육은 실질적으로 의문이 생기는 탐구 문제에 대해 가설을 세우고, 탐구실험을 설계하는 수업이다. 과학중

Table 1. Contents of project-based learning program.

번호	시기	구분	프로젝트 학습 프로그램	프로그램 개요
1	3월	기초교육	실험실 안전교육	실험실 사용시 주의사항, 위험요소 알아두기
2	3월	기초교육	과학적 탐구 방법	이론 교육을 통해 과학적 탐구 방법 익히기
3	4월	기초교육	과학 기사 요약	과학 기사 검색 및 요약을 통해 과학의 핫 이슈나 최신 트렌드를 분석함
4	4월	기초교육	실험기구, 측정기구 다루기	고등학교 실험에서 필요한 기초 실험기구 및 측정기구 사용법을 익힘
5	4월	기초교육	다중선타광사진 제작	Startrails 프로그램을 이용하여 다중선타광사진을 제작함
6	5월	기초실험	자유낙하운동 분석	자유낙하운동, 등속도 운동의 속도 변화를 그래프로 만들어 분석
7	5월	기초실험	식품 첨가물 확인	햄 속에 포함된 아질산나트륨의 양 측정하고, 안전하게 먹을 수 있는 방법을 탐구
8	6월	기초실험	멸치 해부	마른 멸치를 불러 해부도를 만들고, 위 속의 내용물을 현미경으로 관찰
9	6월	기초실험	천연지시약을 추출하여 그림 그리기	채소, 꽃에서 추출한 천연 지시약으로 pH에 따라 색깔이 변화는 모습을 관찰하고, 다양한 색깔을 물감으로 사용하여 그림 작품을 완성
10	7월	활용수업	카프라 건축물 모형 만들기	원목 카프라를 무게중심을 고려하여 다양한 방법으로 쌓아서 건축물 모형 만들기
11	8월	과제조사	과제조사 발표	과학적 주제를 선택하여 조사하여 발표
12	9월	심화실험	탐구실험1	조작변인이 다양한 심화된 실험을 하면서 실험 계획서, 보고서를 작성하고, 발표
13	10월	논문기초	과학연구계획서 작성	탐구하고 싶은 주제를 선정하여 가설을 선정하고, 실험 계획을 세워 보고서로 작성
14	11월	심화실험	탐구실험2	조작변인이 다양한 심화된 실험을 하면서 실험 계획서, 보고서를 작성하고, 발표

Table 2. Progress stage of advanced experiment project.

순서	단계	학생 활동
1	모둠 구성	· 개인의 의사를 고려하여 다양한 능력의 모둠원을 고르게 분배하여 조성 · 7개 모둠
2	주제선택	· 7개의 주제 중 한 가지를 중복되지 않게 선정
3	프로젝트 수행	· 모둠별로 프로젝트(조사, 실험) 수행
4	프로젝트 보고서 작성	· 프로젝트 수행 후 탐구과정에 따른 보고서 작성
5	프로젝트 발표	· 모둠별 발표를 통해 다른 모둠과 프로젝트 내용 공유

점학교에서의 과학중점계열의 2학년 교육과정의 과제연구 교과를 준비하는 예비 단계라고 할 수 있다. 논문 기초 교육 시간에는 선행연구 논문을 찾아보고 요약하는 활동이 들어가는데, 인터넷 논문검색 사이트에서 직접 관련 논문을 찾아 읽어보고, 단계별로 요약한 보고서를 제출한다. 이 수업을 통해 학생들은 선행 연구 검색하는 방법을 익히고, 실제로 어떻게 논문이 작성되는지에 대한 방법을 익힐 수 있게 된다. 이를 통해 탐구하고자 하는 과학 연구 계획서를 작성해 보았다. 모든 프로그램을 마친 11월 동일한 설문지로 3차 설문조사를 실시하고 연구 결과물을 분석하였다.

2. 참여자

과학중점학교에서 진행된 1학년 과학탐구 프로그램에 참여한 1학년 학생은 모두 262명이다. 모든 학생이 정해진 프로그램을 수행하였으나 1차에서 3차에 걸친 검사를 모두 수행한 학생은 이보다 적은 169명이다. 앞서 밝힌 바와 같이 해당 고등학교는 남학생만 다니는 고등학교로 참여자 모두 남학생이다. 1학년 학생이므로 위 프로그램이 적용될 시기에는 계열이 정해지지 않았다. 연구 이후 정해진 계열을 살펴보면, 169명 중 인문 계열을 선택한 학생이 77명(45.6%), 과학중점이 아닌 자연 계열은 52명(30.8%), 과학중점 계열을 선택한 학생

이 40명(23.7%) 이었다.

3. 검사도구

학생들의 과학 핵심역량을 측정하기 위하여 Ha *et al.*(2018)이 개발한 과학과 핵심역량 설문지를 사용하였다. 설문지는 2015 개정교육과정에서 제시한 과학교과 핵심역량을 바탕으로 과학적 사고력, 과학적 탐구능력, 과학적 문제해결력, 과학적 의사소통능력, 과학적 참여와 평생학습능력에 관하여 각 5문항씩 총 25문항으로 구성되었다. 과학적 핵심역량 문항 역시 5점 척도이며, 자가보고형이다. 학생들의 과학 학습동기를 측정하기 위하여 Glynn *et al.*(2011)이 개발한 Science Motivation Questionnaire II(SMQ II)를 사용하였다. 이 검사도구는 과학학습동기를 내재동기, 직업동기, 자기의지, 자아효능, 점수동기의 총 5개 요인으로 구분하여 측정한다. 각 요인마다 5 문항씩이며 총 25개의 문항으로 구성된다. 5점 리커트(Likert) 척도로 자가보고형이다. 본 연구에서 생성된 자료와 라쉬 분석(Rasch analysis)와 내적일관성 신뢰도를 확인한 결과는 표 3과 표 4에 제시되어 있다. 문항 적합도(MNSQ)는 모두 0.5~1.5 사이로 적합하였으며, 신뢰도 역시 모두 0.8이상으로 높은 수준이었다(Boone *et al.*, 2014).

Table 3. Mean-square fit statistics of Rasch analysis.

세부 구인	과학 핵심 역량				세부 구인	과학 학습 동기			
	문항 번호	MEASURE	Infit MNSQ	Outfit MNSQ		문항 번호	MEASURE	Infit MNSQ	Outfit MNSQ
과학적 사고력	1	-0.77	0.90	0.91	내재 동기	1	-0.35	0.80	0.78
	2	0.29	0.87	0.85		2	-0.49	0.91	0.88
	3	0.58	0.89	0.90		3	0.13	1.22	1.21
	4	-0.40	0.97	0.97		4	0.45	1.04	1.02
	5	0.30	1.31	1.31		5	0.26	0.98	0.97
과학적 탐구 능력	1	-0.29	1.08	1.03	직업 동기	1	-0.45	1.05	1.00
	2	0.07	0.84	0.80		2	-0.54	0.69	0.68
	3	-0.13	1.20	1.17		3	-0.64	0.69	0.66
	4	0.04	0.83	0.79		4	0.49	1.01	0.99
	5	0.32	1.00	0.96		5	1.14	1.41	1.48
과학적 문제 해결력	1	0.30	0.79	0.78	자기 의지	1	-0.32	0.88	0.90
	2	0.49	0.73	0.72		2	-0.78	1.03	1.03
	3	0.36	0.98	0.98		3	-1.08	0.93	0.96
	4	-0.58	1.36	1.33		4	1.15	0.96	0.98
	5	-0.57	1.09	1.08		5	1.02	1.11	1.11
과학적 의사소통 능력	1	-0.26	0.84	0.81	자아 효능	1	0.65	1.01	0.98
	2	-0.04	1.17	1.15		2	0.63	1.08	1.08
	3	0.34	1.03	1.00		3	-0.20	0.88	0.86
	4	0.55	0.90	0.88		4	-0.45	0.82	0.80
	5	-0.59	1.02	1.00		5	-0.63	1.12	1.13
과학적 참여와 평생 학습 능력	1	0.81	1.03	1.02	점수 동기	1	0.43	1.09	1.08
	2	-0.28	0.94	0.93		2	-0.01	0.73	0.69
	3	-0.76	0.96	1.02		3	0.28	1.07	1.04
	4	0.07	0.87	0.84		4	-0.28	0.76	0.73
	5	0.15	1.16	1.15		5	-0.41	1.27	1.24

Table 4. Person reliability, Item reliability, and Cronbach alpha.

문항 번호	세부 구인	Person reliability	Item reliability	Cronbach alpha
과학 핵심 역량	과학적 사고력	0.84	0.98	0.88
	과학적 탐구 능력	0.87	0.83	0.92
	과학적 문제 해결력	0.85	0.97	0.91
	과학적 의사소통 능력	0.85	0.97	0.90
	과학적 참여와 평생 학습 능력	0.81	0.98	0.87
과학 학습 동기	내재 동기	0.90	0.95	0.94
	직업 동기	0.92	0.98	0.95
	자기 의지	0.88	0.99	0.92
	자아 효능	0.89	0.98	0.94
	점수 동기	0.89	0.92	0.94

4. 자료 분석 방법

각 요인별로 라쉬 분석을 통해 생성된 person measure를 총점으로 하였다. 집단중심 추세모형 분석은 Nagin(2016), Nagin & Tremblay (2001)의 연구를 근거로 분석하였다. 집단중심 추세모형 분석은 과학 학습동기와 과학과 핵심역량의 변화 과정에서 유사한 집단을 탐색하고, 학생 개개인이 어떤 변화 집단에 속하는지 확률을 제공하는 분석법이다. 추세모형의 적합성은 Bayesian Information Criteria (BIC), Cross-Validation Error(CVE), Akaike Information Criterion (AIC) 지수를 바탕으로 판단한다(Nielsen *et al.*, 2012). 특히 BIC가 가끔 과적합적(over-fitting) 추정으로 적합하지 않은 집단의 수를 제시하는 문제점을 근거로 CVE 값이 가장 우선적으로 고려된다(Nielson *et al.*, 2012). CVE 값은 교차타당화(cross-validation)의 관점으로 추정하여 이 값이 가장 작을 때 최적이다. 집단중심 추세모형을 통해 구분된 집단별로 교육적 효과 크기를 구하기 위하여 세 번째 측정값에서 첫 번째 측정값을 비교한 대응표본 t-검정을 실시하였고, 효과크기는 Cohen의 d값을 제시하였다. 집단중심 추세모형 분석으로 구분된 집단에서 인문 계열, 자연 계열, 과학중점 계열 학생들이 얼마나 포함되었는지 비율로 제시하였다. 집단중심 추세분석은 Crim CV 소프트웨어 패키지(Nielson *et al.*, 2012)를 활용하였으며, 라쉬 모델 분석은 Winsteps 3.92.1버전을 사용하였고, 통계분석은 SPSS 24.0버전을 사용하였다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 과학과 핵심역량의 변화

Figure 1은 설문지를 수집한 시점별(T1 시점~T3 시점)으로 과학과 핵심역량의 점수의 변화를 바탕으로 집단중심 추세모형 분석으로 확인된 집단별 과학과 핵심역량의 점수 변화를 표시하였다. 1차 설문지를 수집한 시점인 T1 시점은 3월 프로그램이 시작되기 전이며, 2차 설문지를 수집한 T2 시점은 Table 1에 제시된 프로그램 중에서 7월 프로그램까지 진행된 시점이다. 마지막 설문지를 수집한 T3 시점은 모든 프로그램이 종료된 11월이다. 각 집단별 표시는 그래프에 G1, G2, G3으로 알파벳 G와 숫자로 표시하였다. 추세모형의 적합성은 Bayesian Information Criteria(BIC), Cross-Validation Error(CVE),

Akaike Information Criterion(AIC) 등의 수치로 판단할 수 있으며, 또한 각 집단별 학생들의 점수에서 평균의 오차가 적은 것을 토대로 집단의 구분이 타당하게 이루어졌음을 확인할 수 있다. 예를 들어서 빈도가 높은 과학적 사고력의 G2 집단의 경우 집단의 경우 오차막대 가 보이지 않을 정도로서, 집단 내 점수의 유사성은 매우 높다고 할 수 있다. 이것으로 점수 변화의 유사성을 바탕으로 집단이 적절히 구분되었음을 확인할 수 있다. 학생들의 점수를 측정할 각 시기별로 점수 변화를 확인할 수 있다. 예를 들어서 과학적 사고력 점수에서 G1 집단의 경우 T1 시점에서 T3 시점으로 점차적으로 점수가 향상되는 것을 확인할 수 있다. 5가지 핵심 역량 모두 점수가 T1 시점에서 T3 시점으로 변화가 거의 없는 집단이 있는 것도 확인된다. 과학적 의사소통 능력의 경우 향상되는 집단이 4개 중 3개인데, 모두 양상은 차별적이다. G1 집단의 경우 T1 시점에서 T2 시점으로 이어질 때 많이 향상되나 G2 집단의 경우 두 단계로 이어질 때 점차적으로 향상 된다.

각 집단별 점수의 변화 양상을 확인하는 그래프와 달리 Table 5에서는 다양한 통계치를 보여준다. Table 5에는 매우 많은 정보들이 제시되어 있는데 하나씩 소개한다. ‘변화’에는 각 집단별 변화 양상의 핵심 내용을 향상, 정체, 하락 등의 용어로 표시하였다. 평균차, t, p, d는 T3 시점의 점수와 T1 시점의 점수를 대응표본 t-검정으로 확인한 결과이다. 초기 점수와 최종 점수를 비교하여 통계적으로 향상이 되었는지 확인하였다. 비율은 전체 학생 중에서 해당 집단이 어느 비율인지 표시하였다. 일부 집단은 매우 적은 수인 것을 확인할 수 있다. 마지막으로 인문, 자연, 과학 중점은 해당 계열의 전체 학생 중에서 G로 표시된 집단중심 추세모형으로 구분된 집단에 어느 정도의 비율이 포함되는지를 보여준다. 예를 들어서 과학적 사고력의 점수 변화로 구분된 3개 집단(G1 집단, G2 집단, G3 집단)에서 인문 계열의 학생의 32.2%가 G1 집단에 포함되며, 66.1%는 G2 집단에, 1.7%는 G3 집단에 포함된다.

Table 5의 5가지 역량에 따라 살펴보면 과학적 사고력의 경우 점수가 향상된 집단, 정체된 집단 2개로 구분된다. 낮은 점수에서 향상되지 않고 정체된 G3 집단으로 구분된 학생의 수는 매우 적다. 향상된 집단 G1 집단은 전체에서 43.8%로 거의 절반의 학생이 포함된다. 이 집단은 T1 시점의 초기 점수에서 T3 시점으로 갈 때 점수가 크게 향상되었다. 효과크기 d가 1.177로 매우 높은 수준이다. Cohen(1992)은 d값이 0.2이면 ‘작은’, 0.5이면 ‘중간’, 0.8이면 ‘큰’ 효과크기라 하였다. 또한 교육 프로그램에서 효과크기에 관한 대단위 메타연구를

수행한 Hattie(2012)는 교육프로그램의 대략적인 효과크기(d)가 0.4 정도라고 하였다. 이 기준을 적용하였을 때 교육프로그램의 평균적인 효과크기에 3배에 달하고, Cohen(1992)의 기준에서 큰 효과크기에 비하여 1.5배 정도이다. 인문 계열 학생은 32.2%가 이 집단에 속해 있으며, 자연 계열은 42.9%, 과학중점 계열을 선택한 학생의 76.0%가 이 집단에 포함되어 있다. 과학적 사고력의 G2 집단은 점수가 정체된 집단으로 점수가 유의미한 수준으로 변화하지 않았다. 인문 계열의 66.1%가 이 집단에 포함되었으며, 자연 계열은 52.9%, 과학중점 계열

은 22.0%가 이 집단에 포함되었다. 과학중점 계열을 선택한 학생의 20% 이상이 이 집단에 포함되었다는 것은 의미 있게 논의해야 된다. 이와 같은 방법으로 다른 핵심 역량의 변화를 해석할 수 있다.

특히 이 결과에서 논의하고자 하는 것은 인문 계열을 선택한 학생 중에서 항상 집단에 포함된 학생과 과학중점 계열로 선택한 학생 중에서 정체나 하락 집단에 포함된 학생들에 관한 것이다. 최종적으로 1년간의 과학 관련 프로그램을 거치고도 인문 계열로 선택한 학생들 중에도 많은 경우가 과학과 핵심역량이 향상되었다고 응답하였다. 과학적 사고력의 경우 32.2%, 과학적 탐구능력의 경우 27.8%, 과학적 문제해결력의 경우 40.9%, 과학적 의사소통능력의 경우 두 집단인데 G1 집단에는 10.4%, G2 집단에는 28.7%, 과학적 참여와 평생학습 능력의 경우 35.7%의 인문 계열 학생이 항상 집단에 포함되었다. 이와 같은 결과는 과학중점학교 1학년 과학탐구 프로그램이 인문 계열을 선택한 학생들에게도 충분한 영향력을 미쳤음을 확인할 수 있다. 반대로 점수가 정체된 집단에도 과학중점 계열을 선택한 학생들이 일부 보인다. 과학적 사고력의 경우 22.0%, 과학적 탐구능력의 경우 20.0%, 과학적 문제해결력의 경우 12.0%, 과학적 의사소통 능력의 경우 24.0%, 과학적 참여와 평생학습 능력의 경우 16.0%의 과학중점 계열 학생들이 프로그램의 효과를 얻지 못하였다.

2. 과학학습동기의 변화

Figure 2은 과학학습동기의 점수의 변화를 바탕으로 집단중심 추세모형 분석을 활용하여 구분된 집단의 과학학습동기의 점수 변화를 표시하였다. 마찬가지로 각 집단별 표시는 위에서부터 아래로 숫자로 제시하였다. 빈도가 높은 집단의 경우 오차막대가 보이지 않을 정도로 집단 내 점수의 유사성은 매우 높다. 이것으로 집단이 적절히 구분되었음을 확인할 수 있다. 학생들의 점수를 측정된 각 시기별로 점수 변화를 확인할 수 있다. 예를 들어서 내재동기 점수에서 G1 집단의 경우 T1 시점에서 T3 시점으로 점차적으로 점수가 향상되는 것을 확인할 수 있다. 5가지 과학학습동기 점수가 T1 시점에서 T3 시점

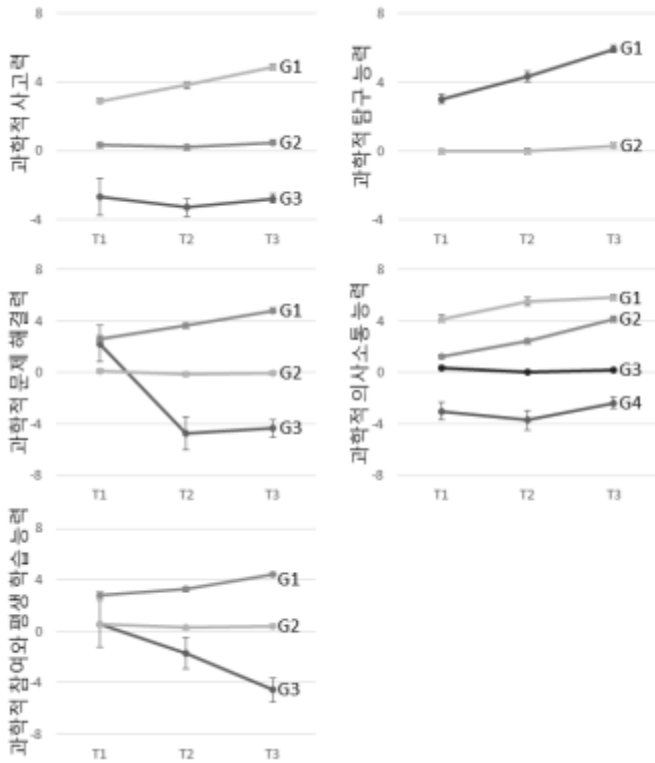


Figure 1. Trajectory groups' person measure of five science core competency dimensions

Table 5. The results of group-based trajectory modeling and paired sample t-test for scientific core competency

과학과 핵심역량	집단	변화	평균차	t	p	d	비율 (%)	인문	자연	과학중점
과학적 사고력	G1	향상	2.177	7.514	0.000	1.177	43.8	32.2	42.9	76.0
	G2	정체	0.031	0.156	0.877	0.021	54.1	66.1	52.9	22.0
	G3	정체	-0.093	-0.080	0.941	0.066	2.1	1.7	4.3	2.0
과학적 탐구능력	G1	향상	2.905	7.168	0.000	1.165	42.9	27.8	41.4	80.0
	G2	정체	0.318	1.567	0.120	0.184	57.1	69.6	57.1	20.0
과학적 문제해결력	G1	향상	2.278	7.679	0.000	1.044	54.1	40.9	60.0	88.0
	G2	정체	-0.151	-0.644	0.522	0.096	42.8	55.7	37.1	12.0
	G3	하락	-6.530	-3.116	0.036	2.422	3.1	3.5	2.9	0.0
과학적 의사소통 능력	G1	향상	1.561	3.713	0.001	0.972	15.6	10.4	10.0	30.0
	G2	향상	3.017	9.758	0.000	1.853	33.3	28.7	38.6	46.0
	G3	정체	-0.145	-0.670	0.505	0.104	46.9	54.8	44.3	24.0
	G4	향상	0.764	1.134	0.294	0.449	4.2	4.3	7.1	0.0
과학적 참여와 평생학습 능력	G1	향상	1.698	6.228	0.000	0.915	50.0	35.7	55.7	84.0
	G2	정체	-0.148	-0.693	0.490	0.118	47.4	61.7	42.9	16.0
	G3	하락	-5.146	-3.579	0.023	1.805	2.6	2.6	1.4	0.0

로 변화가 거의 없는 집단이 있는 것도 확인된다. 자기 의지 점수의 경우 향상되는 집단이 2개인데, 변화 양상은 약간 다르다. G1 집단의 경우 T1 시점에서 T2 시점으로 이어질 때 많이 향상되나 G2 집단의

경우 두 단계로 이어질 때 점차적으로 향상된다.

Table 5와 마찬가지로 Table 6에서도 동일한 통계치를 보여준다. Table 6을 보면 각 과학학습동기에 따라 점수가 향상된 집단, 정체된 집단으로 크게 구분된다. 내재동기에서는 높은 점수에서 더 높은 점수로 향상된 집단이 42.2%, 중간 점수에서 점수가 향상되지 않고 정체된 집단이 46.2%, 매우 낮은 점수에서 중간 점수로 향상된 집단이 6.0%, 중간 점수에서 낮은 점수로 하락한 집단이 5.5%이다. 이와 같은 경향성은 다른 학습동기 영역에서도 비슷하게 나타난다. 자기 의지 점수의 경우 향상된 집단 중 16.1%는 초기 학습동기가 높았으며, T2 시점에 많이 향상되었다가 정체되는 것을 보여주며, 35.7%는 중간 점수에서 완만히 향상되다가 T2 시점에서 T3 시점으로 이어질 때 더 많이 향상되는 것을 확인할 수 있다. Table 6을 보면 과학과 핵심역량과 마찬가지로 효과크기가 제시되어 있다. 향상 집단에서 학생 비율이 높은 집단에서 T3 시점과 T1 시점에서의 점수 차이의 효과크기가 0.6~0.7 정도의 분포를 보이는 것으로 과학과 핵심역량의 변화비율에 비해서는 낮다. 하지만 Hattie(2012) 기준인 0.4에 비하면 높은 수준으로 향상됨을 확인할 수 있다. 과학과 핵심역량과 마찬가지로 인문 계열의 학생들 중에서도 향상된 학생이 있으며, 과학중점 계열의 학생들 중에서도 정체된 학생들이 있다. 과학과 핵심역량과 달리 향상된 집단에 포함된 과학중점 계열의 학생들은 거의 90%로 대부분의 과학중점 계열을 선택한 학생들의 과학학습동기는 향상되었음을 확인할 수 있다. 인문 계열의 학생들도 약 20%을 전후로 하여 과학학습동기의 세부 요인들이 향상된 것을 확인할 수 있다.

이상의 연구 결과들을 바탕으로 논의하고자 한다. 먼저 과학중점학교에서 진행된 1학년 과학탐구 프로그램 효과에 관한 것이다. 과학중

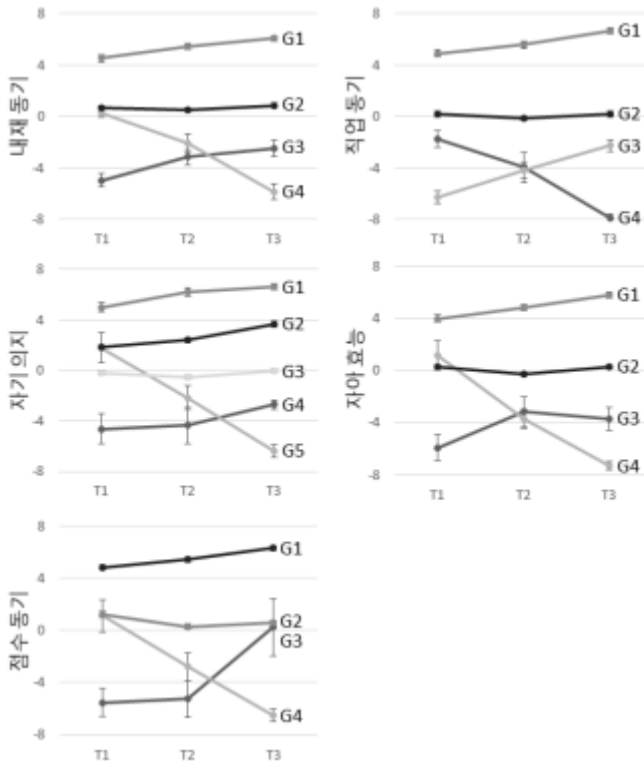


Figure 2. Trajectory groups' person measure of five science learning motivation dimensions

Table 6. The results of group-based trajectory modeling and paired sample t-test for science learning motivation

과학학습동기	집단	변화	평균차	t	p	d	비율 (%)	인문	자연	과학중점
내재 동기	G1	향상	1.550	4.739	0.000	0.677	42.2	21.7	44.3	92.0
	G2	정체	0.192	0.580	0.564	0.093	46.2	59.1	50.0	8.0
	G3	향상	1.881	2.327	0.042	0.851	6.0	10.4	1.4	0.0
	G4	하락	-5.378	-7.124	0.000	3.033	5.5	8.7	4.3	0.0
직업 동기	G1	향상	1.661	4.553	0.000	0.676	40.7	13.9	50.0	88.0
	G2	정체	0.027	0.068	0.946	0.011	49.7	66.1	47.1	12.0
	G3	향상	4.030	5.550	0.000	2.447	6.5	13.0	1.4	0.0
	G4	하락	-5.888	-6.259	0.002	4.407	3.0	7.0	1.4	0.0
자기 의지	G1	향상	1.584	2.840	0.008	0.796	16.1	10.4	17.1	40.0
	G2	향상	2.035	5.919	0.000	1.105	35.7	27.8	34.3	52.0
	G3	정체	0.215	0.859	0.393	0.137	42.2	52.2	42.9	8.0
	G4	향상	1.954	1.454	0.220	1.099	2.5	3.5	1.4	0.0
	G5	하락	-8.480	-9.714	0.000	3.735	3.5	6.1	4.3	0.0
자아 효능	G1	향상	1.588	4.647	0.000	0.630	45.7	28.7	50.0	86.0
	G2	정체	-0.047	-0.184	0.855	0.027	47.2	61.7	42.9	14.0
	G3	향상	2.082	1.780	0.150	1.016	2.5	3.5	1.4	0.0
	G4	하락	-8.559	-6.436	0.000	3.414	4.5	6.1	5.7	0.0
점수 동기	G1	향상	1.261	4.360	0.000	0.559	54.8	35.7	61.4	88.0
	G2	정체	-0.604	-1.608	0.112	0.287	38.7	54.8	34.3	12.0
	G3	향상	3.755	2.282	0.107	1.982	2.0	3.5	1.4	0.0
	G4	하락	-7.833	-5.338	0.001	2.950	4.5	6.1	2.9	0.0

점학교의 교육적 효과에 관해서 많은 연구들이 그 동안 진행되어져 왔다. 과학중점학교 프로그램에 대한 만족도에 관한 Lee *et al.*(2012)의 연구, Son *et al.*(2013)의 연구, Song, Choi(2013)의 연구, Shim *et al.*(2016)의 연구에서 만족스러운 결과를 보였다. 과학중점학교 프로그램의 효과를 질적으로 확인한 Ryoo *et al.*(2014)의 연구에서도 우수 과학인재 양성, 이공 계열로의 진학 촉진, 창의적 역량 강화의 효과가 나타나고 있음을 확인하였다. 더욱이 Kim *et al.*(2018)은 과학중점학교에서 원활한 소통, 자유로운 분위기, 다양한 과학 실험 활동, 난이도 있는 과학 학습, 지식의 공유, 긍정적인 수업 분위기 등을 확인하였다. 이 연구에서도 과학중점학교에서 수행한 프로그램으로 인하여 학생들의 과학과 핵심역량과 과학학습동기가 향상된 것을 통계적 자료로 확인할 수 있었다. 과학과 핵심역량의 경우 과학적 사고력, 과학적 탐구능력, 과학적 문제해결력, 과학적 의사소통 능력, 과학적 참여와 평생학습 능력에서 약 50%의 학생들의 매우 높은 수준의 교육적 효과를 가진 것을 확인할 수 있었다. 과학학습동기 역시 내재 동기, 직업 동기, 자기 의지, 자아 효능, 점수 동기에서 고루 40% 정도의 학생들이 동기 향상이 이루어졌음을 확인할 수 있었다.

아마도 이와 같은 향상은 과학중점학교 프로그램이 가지는 다양한 과학탐구활동, 심화탐구 및 소논문 작성과 같은 실행을 강조하는 종합적인 과학활동의 결과로 이해할 수 있다(Byun, Park, 2019; Kim *et al.*, 2018). 8개월에 걸쳐서 기초탐구교육, 과학탐구와 문제해결, 소논문 작성 및 과제 발표 등을 지속적으로 수행하는 과정에서 과학적 사고력, 과학적 탐구 능력, 과학적 문제해결력, 과학적 의사소통 능력, 과학적 참여와 평생학습 능력이 향상될 기회는 충분히 많았을 것으로 이해된다. 더욱이 교과서 중심의 기존 과학교과가 아닌 실행이 강조된 과학중점학교 프로그램을 수행함으로써 과학의 재미를 느끼고 자신감을 형성할 수 있는 기회 역시 많았을 것이다. 역량과 동기의 긍정적 발달은 과학중점학교의 목적이었으며, 이 연구를 통해 실증적으로 과학중점학교 프로그램이 원하는 교육목표를 달성한 것을 확인하였다.

이 연구를 통하여 그동안 다양한 연구에서 확인하고자 한 과학중점학교의 프로그램의 효과를 통계적으로 확인할 수 있었다. 이 결과는 과학교육학교를 운영하는 다양한 학교의 관계자, 교육정책을 담당하는 공무원들이 정책의 효용성 확인을 목적으로 활용할 수 있다. 또한 이 결과를 일반화하기 위하여 다른 과학중점학교에서도 다양한 검사 도구를 활용하여 프로그램의 효과를 확인할 필요가 있을 것이다.

두 번째는 과학중점학교 프로그램의 효과와 학생들의 계열선택에 관한 관계에 관한 논의이다. 본 연구의 결과를 바탕으로 논의하였을 때 과학중점학교 1학년 프로그램을 수행하여 과학과 핵심역량과 과학학습동기가 향상되었다고 판단한 학생들 중에서도 의미 있는 비율만큼의 학생들이 인문 계열로 진학하였다. 인문 계열을 선택한 30~40%의 학생들의 과학과 핵심역량 점수가 향상된 것을 확인할 수 있다. 반대로 과학중점 계열로 선택한 학생들 중에서도 일부는 1학년 과정을 수행하면서 과학과 핵심역량을 유의미하게 향상시키지 못한 것도 확인되었다. 본 연구에서는 어떤 이유에 의하여 이와 같은 학생들이 발생하는지에 대해서 논의하기는 어렵다. 하지만 이와 같은 학생들을 어떻게 지도할 것인지는 논의할 필요가 있다. 과학중점학교 1학년 과정에서 과학프로그램을 통해 과학과 핵심역량과 과학학습동기를 유의미하게 향상시킨 학생들 중에서 인문 계열로 진학하는 학생

은 과학에 흥미를 보이고 과학 연구활동에 관심이 높은 학생들이일 수 있다. 아마도 이 학생들 중 일부는 과학과 인문학이 결합된 융합연구에 관심을 보일 가능성이 높을 것이다. 또한 과학중점학교 1학년 프로그램을 수행하고도 과학과 핵심역량과 과학학습동기가 향상되지 못하고 정제된 학생들 중에서 과학중점 계열로 선택한 학생들은 특별한 관리가 요구될 수 있다. 과학활동에 흥미를 크게 느끼지 못함에도 불구하고 과학중점 계열을 선택하였다면 역량과 동기 이외에 다른 요인들이 크게 작용했을 가능성이 있으며, 과학활동이 더 강화되는 고등학교 2학년과 고등학교 3학년을 성공적으로 마치기 위해서 추가적인 프로그램의 진행이나 면담 등이 요구될 것이다.

두 번째 연구 결과와 관련되어 마지막으로 논의할 것이 대단위 교육 프로그램 효과 검증에서 집단중심 추세모형 분석의 활용 효과이다. 교육 프로그램이 적용될 경우 모든 학생들이 효과를 가지는 것을 기대할 수는 없을 것이다. 또한 교육 프로그램의 효과를 확인하는 기존의 방법인 사후 점수와 사전 점수를 비교하는 방법은 프로그램의 교육적 효과의 통계적 검증은 수행할 수 있으나 학생들의 변화 양상을 확인할 수 없다. 또한 각 학생들이 어떤 변화 양상을 보이는지 집단을 구별할 수 없다. 집단중심 추세모형 분석을 통해서서는 각 학생들의 변화 양상을 구분할 수 있다. 따라서 학생 맞춤형 컨설팅이 가능해진다. 인문 계열의 학생 중에서 과학 프로그램에 따라서 큰 효과를 경험한 학생, 과학중점 계열을 선택하였지만 1년간의 프로그램에 의해서도 역량과 동기를 향상시키지 못하였다고 느끼는 학생들에게는 차별적인 피드백이 제공되어야 한다. 맞춤형 교육이라는 관점에서 집단중심 추세모형 분석은 유용할 수 있다.

IV. 결론 및 제언

이 연구는 집단중심 추세모형 분석을 활용하여 과학중점학교의 1학년 프로그램의 효과를 확인하였다. 특히 개정된 2015 과학과 교육과정에서 강조하는 과학과 핵심역량과 우리나라 학생들이 상대적으로 낮은 수준을 보이는 과학학습동기를 얼마나 향상 시켰는지 중단 자료를 바탕으로 확인하였다.

연구 결과를 종합하면 본 연구에 참여한 과학중점학교의 1학년 탐구과정 프로그램은 학생들의 과학과 핵심역량과 과학학습동기를 모두 유의미하게 향상시켰다. 5가지 과학과 핵심역량과 5가지 과학학습동기에 따라 분석된 결과는 약간의 차이를 보이지만 향상된 집단과 정제된 집단으로 크게 구분되며, 향상된 집단은 종속 변인에 따라 40~60%의 학생들이 효과를 본 것으로 확인된다. 효과가 나타난 학생들의 교육 효과(d)의 크기는 과학과 핵심역량은 약 1.0, 과학학습동기는 0.7 정도의 수준으로 매우 높은 것으로 나타났다. 특히 인문 계열을 선택한 학생들 중에서도 효과가 나타나는 학생들이 상당히 있다는 것은 의미 있는 결과로 이해될 수 있다. 또한 과학중점 계열을 선택한 학생 중에서도 교육적 효과가 나타나지 않는 학생들도 일부 있음은 중요한 결과로 판단된다.

본 연구는 작은 도시의 한 과학중점학교를 대상으로 실시하여 과학중점학교의 프로그램의 효과로 일반화하는 것은 어렵다. 모든 과학연구가 그렇듯이 사례가 모여야 일반화 될 수 있다. 많은 과학중점학교에서 유사한 연구가 진행되어 결과를 분석하는 것을 기대한다. 또한 해당 학교에서 이루어진 많은 다른 프로그램들이 있고, 정규 수업

과정도 이루어지고 있기 때문에 과학중점학교의 1학년 과학탐구프로그램이 학생들의 과학과 핵심 역량과 과학 학습 동기를 변화시켰다고 결론을 내리기에는 한계가 있다. 이 부분에 대해서는 해석상에 주의가 요구된다.

본 연구에 활용된 두 검사도구는 각 25개 문항으로 총 50개 자가보고형 문항이다. 학생들이 수행하는데 20분 정도 시간이 소요되며, 온라인 설문으로 진행하면 자료 입력 과정 없이 바로 분석할 수 있다. 과학중점학교의 프로그램 사정에 맞춰서 자료 수집 시점을 결정할 수 있다. 국가 예산이 투입되는 과학중점학교 정책의 효용성에 관한 객관적 판단을 위해서 이 연구가 하나의 견본이 될 수 있다. 마지막으로 본 연구에서 활용된 검사도구는 자가보고형이다. 과학학습동기의 경우 자가보고형 이외에는 대안이 없으나 과학과 핵심역량의 경우 자가보고보다는 전문가에 의한 실제 역량 평가 결과를 활용하면 더 타당할 수 있다. 학생들의 과학과 핵심역량에 관한 일관성이 있는 평가 기준을 마련하고 학생들의 평가 결과를 수집한다면 자가보고 점수를 바탕으로 한 효과 분석보다 더 의미 있는 연구 결과들을 얻을 수 있을 것이다.

국문요약

이 연구는 과학중점학교의 1학년 프로그램이 학생들의 과학과 핵심역량과 과학학습동기를 향상시키는지 확인하기 위하여 진행되었다. 과학중점학교 1학년 프로그램은 과학탐구 기초교육, 조사 발표, 심화실험, 소논문 기초교육 등으로 구성된다. 프로그램 참여자는 총 262명이며, 설문 검사를 모두 수행한 학생은 169명이다. 집단중심 추세모형 분석을 통해 유사한 점수 변화 보이는 집단으로 구분하였다. 연구 결과 과학중점학교의 1학년 프로그램은 학생들의 과학과 핵심역량과 과학학습동기를 유의미하게 향상시켰다. 집단중심 추세모형 분석 결과 약 40~60%의 학생들이 프로그램의 효과를 보였다. 인문 계열을 선택한 학생들 중에서도 효과가 나타나는 학생들이 있었으며, 과학중점 계열을 선택한 학생 중에서도 교육적 효과가 나타나지 않는 학생들도 일부 있었다. 집단중심 추세모형 분석을 통해 개별 학생들의 변화 과정을 확인할 수 있는 방법론적 효과를 확인하였다. 이 연구는 과학중점학교 정책의 긍정적 효과를 통계적으로 확인하였으며, 과학중점학교 프로그램의 효과 분석을 위한 사례로서 의미가 있다.

주제어: 과학중점학교, 과학과 핵심역량, 과학학습동기, 집단중심 추세모형

References

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

Byun, Y., & Park, K. A. (2019). An analysis of research trends related to science core school. *The Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 19(5), 629-649.

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

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.

Glynn, S. M., Brickman, P., Armstrong, N., & Taasobshirazi, G. (2011). Science motivation questionnaire II: Validation with science majors and nonscience majors. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(10), 1159-1176.

Ha, M., Park, H. J., Kim, Y. J., Oh, P. S., Kim, M. J., Min, J. S., Lee, Y. H., Han, H. J., Kim, M. K., Ko, S. W., & Son, M. H. (2018). Developing and applying the questionnaire to measure science core competencies based on the 2015 revised national science curriculum. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 38(4), 495-504.

Hattie, J. A. C. (2012). *Visible Learning for Teachers*. London, UK: Routledge.

Kim, J., Na, J., & Song, J. (2017). Exploring the possibility of forming the strategic community of practice for science education: A case of science core schools in Korea. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 37(1), 169-179.

Kim, J., Na, J., & Song, J. (2018). Features of science classes in science core schools identified through semantic network analysis. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 38(4), 565-574.

Lee, B., 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: Sae Mulli*, 62(8), 826-839.

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.

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.

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.

Ryoo, J. S. C., Yoon, J., & Lee, Y. O. (2014). A case study on curriculum management of science core high schools. *The Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 14(10), 305-328.

Shim, K. C., Son, J. W., Cha, J., Park, J. S., Lee, B. W., Choi, J. H., Lee, K. Y., Kim, J. H., & 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.

Son, J., Lee, B. W., Choi, J. H., Kim, J. H., Park, J. S., Seo, H. A., Shim, K. C., Lee, K. Y., & Lee, S. K. (2013). Satisfactions with teaching and learning practices at science core schools and directions for improvement. *New Physics: Sae Mulli*, 63(4), 379-389.

Song, K., & Choi, S. (2013). An influence of curriculum of science core school on the affective domain and non-subject hands-on activities satisfaction. *Journal of the Korean Society of Earth Science Education*, 6(2), 112-123.

저자 정보

하민수(강원대학교 교수)
이기영(강원대학교 교수)
최은환(춘천고등학교 교사)
김일찬(춘천고등학교 교사)
유지혜(설악고등학교 교사)
원복연(춘천고등학교 교사)