

초등예비교사의 과학 동기유발과 과학적 소양의 역량에 대한 인과구조

김동욱[†]

(대구교육대학교)

The Causal Structure to the Scientific Motivation and the Scientific Literacy Competency in Pre-service Elementary Teachers

Kim, Dong-Uk[†]

(Daegu National University of Education)

ABSTRACT

This study was to investigate factors and disclose causal model of the scientific literacy competency about the motivation for science and the scientific literacy competency. The 3 grade university students and the 1 grade university students as pre-service elementary teachers were participated to questionnaire investigation. The data were analyzed by the factor analysis method and the structural equation model method, and the following results were obtained. First, the 3 grade university students and the 1 grade university students perceived the science interest factors and science usefulness factors as the motivation for science, and also revealed the scientific problem recognition factor and the scientific evidence use factor as the scientific literacy competency. Second, the science interest factor had a greater effect on the scientific problem recognition factor than the scientific evidence use factor in both the 3 grade and 1 grade university students. In the path from the science usefulness factor to the scientific problem recognition factor, the science usefulness factor of the 3 grade university students had a greater influence on the direct route to the scientific problem recognition factor than that of the 1 grade university students. In the path from the science usefulness factor to the scientific evidence use factor, the science usefulness factor of the 1 grade university students influenced more on the direct route to the scientific evidence use factor than that of the 3 grade university students.

Key words: scientific literacy competency, motivation, pre-service elementary teacher

I. 서 론

한국의 과학교육과정의 목표로서 과학적 소양이 처음 도입된 시기는 2007 개정 과학교육과정부터이며 2015 개정 과학교육과정에서도 과학적 소양을 기르는 것을 중요한 목표로 두고 있다. 과학적 소양의 중요성은 한국뿐만 아니라 미국, 영국, 일본, 싱가포르 등의 과학교육과정에 대한 분석에서 나타나듯이 대부분의 나라에서 과학적 소양을 기르는 것을 과학교육과정의 중요한 목표로 삼고 있다(Lee &

Kim, 2004).

PISA에 의하면 과학적 소양은 ‘자연계 및 인간의 활동에 의하여 일어난 자연계의 변화에 대하여 이해하며, 의사결정을 위하여 과학적 지식을 사용하여 과제를 명확하게 인식하며 증거에 기초를 둔 결론을 도출하는 능력’으로 정의를 내리고 있다(OECD, 2006). 이와 같이 과학적 소양은 과학교육의 목표로서 중요하게 다루어지고 있으며, 과학적 소양의 정의에 대하여 많은 연구자들에 의하여 연구가 진행되어 오고 있다. Fives *et al.*(2014)은 과학적 소양에

대하여 문헌고찰을 통하여 과학적 소양의 요인으로 과학의 역할, 과학적 사고와 수행, 과학과 사회, 과학매체 소양, 과학에서의 수학, 과학동기와 신념의 6가지 요인들로 분류하였다. 이 요인들 중에서 과학적 사고와 수행, 과학과 사회, 과학동기와 신념은 지속적으로 중요한 요인으로 간주되고 있음을 알 수 있다. Lee(2014)는 과학적 소양이 단순히 학습에 의존된 정의에서 과제해결에 필요한 능력이 과학적 소양의 중요한 정의로서 정착되고 있다고 했다. Park(2016)은 과학적 소양을 연관성, 범위, 역량의 세 가지 축으로 나누었는데, 역량의 요소 중에서 수행·실천은 과학탐구수행하기, 의사소통하고 논쟁하기, 의사결정하기 등과 같은 수행 및 실천적 측면을 강조하고 있다.

과학적 소양에 대한 학습 및 평가를 위한 구체적인 방안으로 2009 개정교육과정에서는 과학교육의 목표로서 ‘과학적 사고력과 창의적 문제 해결력을 길러 일상생활의 문제를 해결할 줄 아는 과학적 소양을 기른다’라고 적고 있으며, 2015 개정교육과정에서는 과학의 목표를 ‘개인과 사회의 문제를 과학적이고 창의적으로 해결하기 위한 과학적 소양을 기른다’라고 기술하고 있다. 이와 같이 최근의 교육과정의 과학의 목표에서 제시하듯이 학생들의 과학적 소양을 육성하기 위하여 과학적이며 창의적인 문제해결능력을 가지는 것이 중요함을 알 수 있다. 창의적 문제해결을 위하여 문제중심학습방법의 단계가 사용되며, 각 단계는 문제발견 및 정의단계, 가설설정 및 변인조절단계, 문제해결방안 구안단계로 구성되어 있다(ASCD, 1997; Cho *et al.*, 2000). 또한 과학적 소양에 대하여 PISA는 과학적 소양의 역량을 ‘과학적 의문을 인식하는 것’, ‘현상을 과학적으로 설명하는 것’과 ‘과학적 증거를 이용하는 것’으로 3가지로 나누고 있다(OECD, 2006). 이러한 문제중심학습의 단계 및 PISA의 과학적 소양의 역량에 대한 공통점을 추출하여 수업에 활용하면 과학적 소양의 역량에 대하여 체계적인 학습 및 평가가 가능할 수 있다. 과학적 소양의 역량에 대하여 학생들의 참여를 이끌어 내기 위해서는 학교는 복잡한 과학문제에 참여하는 데 필요한 기본적인 과학지식뿐만 아니라, 참여를 이끌어 내기 위한 동기유발을 할 필요가 있다. 동기유발은 모든 학문에서와 같이 과학에서도 참여 및 학습에 있어서 추진력을 제공한다. PISA 2006은 과학학습을 위한 내적 동기유발 지표

로서 과학흥미지표가 있으며, 과학을 학습하기 위한 2가지 외적 동기유발지표로는 과학학습에 대한 도구적 동기유발지표와 ‘과학에 대한 장애 지향적 동기유발지표가 있다고 한다(OECD, 2007). 일반적으로 과학수업 시연에서 수업의 효율의 향상을 위하여 동기유발 자료를 준비하여 활용하고 있다(Noh, *et al.* 2010). 동기유발은 자율성의 정도에 따라 내적 동기유발, 외적 동기유발과 무동기유발로 나누고 있다(Sakurai, 2009). 과학수업의 경우, 높은 자율적인 참여를 이끌어내는 과학에 대한 내적 동기유발과 외적 동기유발을 가진다면 학생들의 과학적 소양의 역량 향상에 크게 기여하리라고 본다. 또한 학생들의 학습에 있어서 학생들의 학습의 질에 직접적인 영향을 주는 것은 교사들의 교수능력이다(Wenglin-sky, 2000). 학생들의 과학적 소양의 역량을 향상시키기 위하여 먼저 과학을 가르치는 교사들이 가진 과학적 소양의 특성을 알 필요가 있다. 하지만 교사 및 앞으로 교사가 될 예비교사들이 가진 과학적 소양의 역량에 대한 연구는 부족하기 때문에, 교사 및 초등예비교사들을 대상으로 과학적 소양의 역량에 대한 인지론적인 측면의 연구가 필요하다.

위에서 제시한 바와 같이 학생들의 과학적 소양의 역량을 함양시키기 위하여 중요하지만 아직까지 연구가 부족한 부분이 많이 존재하고 있다. 그러므로 본 연구에서는 다음과 같이 연구를 수행한다. 첫 번째로, 초등예비교사들을 대상으로 가진 과학에 대한 동기 유발 및 과학적 소양의 역량에 대하여 어떤 요인을 인식하고 있는지 명확하게 밝히고자 한다. 두 번째로, 초등예비교사들이 가진 과학에 대한 동기 유발 및 과학적 소양의 역량의 요인들 사이에는 차이가 있는지 밝힌다. 세 번째로, 초등예비교사들이 가진 과학에 대한 동기가 과학적 소양의 역량에 미치는 영향에 대하여 연구를 수행한다.

II. 연구방법

1. 연구대상 및 연구시기

본 연구는 대도시에 소재하는 교육대학교의 3학년 재학생과 1학년 신입생들을 대상으로 수행하였다. 참여한 학생들은 대학 3학년 학생인 초등예비교사 120명(남자 41명, 여자 79명)과 대학 1학년 학생인 초등예비교사 144명(남자 52명, 여자 92명)으로 구성되어 있다. 설문조사는 대학 3학년 초등예비

교사의 경우는 후학기가 시작하는 9월에 첫째 주에 실시하였으며, 대학 1학년 초등예비교사의 경우는 학기가 시작하는 3월 첫째 주에 실시하였다. 그러므로 연구에 참여한 대학 1학년 초등예비교사의 경우는 설문조사를 수행한 시기로 볼 때 대학수업을 받은 적이 거의 없으므로 고등학교 3학년 학생의 생각을 가졌다고 할 수 있다.

2. 검사도구

과학 동기유발이 과학적 소양의 역량에 미치는 영향을 알아보기 위하여 과학 동기유발 검사 및 과학적 소양의 역량 검사와 관련된 자료들을 분석하여 새로운 문항의 개발 및 기존 문항의 수정과 보완을 통하여 과학적 소양의 역량 검사지를 개발하였으며, 연구에 사용된 과학적 소양의 역량 검사지 즉 설문조사지의 문항들은 Table 1에 나타내었다.

PISA에서는 과학학습을 위한 동기유발로서 내적 동기유발과 외적 동기유발의 두 가지 형태를 제시하고 있다(Ryan & Deci, 2000; OECD, 2016). 본 연구에서 과학 동기유발을 측정하기 위하여 PISA 2006과 PISA 2015에서 사용된 과학관련 태도와 관련한 문항 중에서 내적 동기유발에 속하는 과학흥미와

외적 동기유발에 속하는 과학학습에 대한 도구적 동기유발과 관련된 문항으로 설문조사문항을 구성하였다(OECD, 2006; OECD 2016). 과학수업에 대한 동기유발측정과 관련한 설문조사문항은 총 9문항으로 구성되어 있으며, 과학 흥미와 관련한 5문항은 Q1, Q2, Q3, Q4, Q5이며, 과학학습의 도구적 동기유발과 관련한 4문항은 Q6, Q7, Q8, Q9로 구성하였다.

과학적 소양의 역량과 관련하여 PISA 2006의 과학평가 틀에서는 ‘과학적 문제를 인식하는 것’, ‘현상을 과학적으로 설명하는 것’, ‘과학적 증거를 이용하는 것’의 세 가지 측면을 다루고 있다(OECD, 2006). 본 연구에서는 과학적 소양의 역량에 관한 설문조사를 위하여 과학적 소양의 역량을 과학적 문제해결능력에 초점을 두어서 PISA 2006의 과학평가 틀인 ‘현상을 과학적으로 설명하는 것’과 ‘과학적 증거를 이용하는 것’을 합쳐서 ‘과학적 증거를 사용하여 문제를 해결하는 것’으로 정리하였다. 이러한 과정을 통하여 과학적 소양의 역량에 대한 설문조사를 위하여 ‘과학적 문제를 인식하는 것’ 및 ‘과학적 증거를 사용하여 문제를 해결하는 것’에 대한 문항을 개발하였다. ‘과학적 문제를 인식하는 것’은 과학적으로 조사 가능한 문제를 인식하는, 과학적인

Table 1. Questionnaire questions

설문조사 문항 과학수업 및 과학수업과 관련된 실험을 할 때 당신의 생각		범주
Q1	과학에 대하여 여러 가지 아는 것이 즐겁다.	과학흥미
Q2	과학을 공부하는 것은 즐겁다.	
Q3	과학에서 공부하는 내용에 관심이 있다.	
Q4	과학에 관한 책을 읽는 것을 좋아 한다.	
Q5	과학문제를 풀 때는 즐겁다.	
Q6	자신에게 도움이 되는 것을 알기 때문에 과학을 공부한다.	도구적 동기유발
Q7	미래에 자신이 하고 싶은 일에 도움이 되므로 노력해서 과학을 공부하는 것이 중요하다.	
Q8	과학을 공부하면 미래에 할 수 있는 일이 늘어나므로 나의 경우는 할 만한 가치가 있다.	
Q9	나는 과학에서 배운 것이 미래에 일을 맡았을 때 도움이 되었으면 좋겠다.	
Q10	의문 및 문제점에 대하여 과학적으로 조사할 수 있는 것인지 조사할 수 없는 것인지를 안다.	과학적 문제인식
Q11	의문 및 문제점에 대한 과학적 정보를 찾기 위한 핵심어(키워드)를 확인한다.	
Q12	의문 및 문제점에 대한 과학적 조사를 위한 핵심 특징을 인식한다.	
Q13	과학적 증거를 사용하여 결론을 내린다.	과학적 증거사용 문제해결
Q14	과학적 증거를 사용하여 결론에 대하여 추리한다.	
Q15	과학적 증거를 사용하여 의사소통한다.	

정보를 검색하기 위하여 키워드를 정하는 것, 과학적 조사를 위한 중요한 특징을 식별하는 것을 나타낸다. 과학적 소양의 역량과 관련한 ‘과학적 문제를 인식하는 것’과 관련된 문항은 Q10, Q11, Q12로 구성하였다. ‘과학적 증거를 사용하여 문제를 해결하는 것’은 과학적 증거를 해석하고, 결론을 도출하고 전달하는 것과 결론의 배경으로 있는 가설, 증거, 추론을 정하는 것과 과학과 기술의 발전의 사회적 의미에 대하여 생각하는 것을 들 수 있다. 과학적 소양의 역량과 관련한 ‘과학적 증거를 사용하여 문제를 해결하는 것’과 관련된 문항은 Q13, Q14, Q15로 구성하였다.

3. 자료처리 및 분석

과학 동기유발 및 과학적 소양의 역량에 대한 설문조사지의 문항은 총 15문항으로 구성되어 있으며, 각 문항은 리커트 5단계 평정척도에 따라 점수를 부여하였다. 각 문항의 답은 ‘매우 그렇다’는 5점, ‘그렇다’는 4점, ‘어느 쪽이라 말할 수 없다’는 3점, ‘그렇지 않다’는 2점, ‘전혀 그렇지 않다’는 1점을 각각 부여하여 분석을 수행하였다. 초등예비교사들의 과학 동기유발이 과학적 소양의 역량에 미치는 영향을 분석하기 위하여 분석방법으로 요인분석방법, 일반선형모형방법과 공분산구조분석방법을 사용하였다. 요인분석은 추출방법으로 주축요인추출법을 사용했으며, 회전방법으로 프로맥스회전법을 사용하여 분석하였다.

III. 연구결과 및 논의

1. 초등예비교사들의 과학적 소양의 역량 관련 요인에 대한 인식

1) 대학 3학년 초등예비교사의 요인분석

대학 3학년 학생인 초등예비교사는 과학수업 및 과학수업과 관련된 실험을 행할 때 Table 2에 보이는 것과 같이 네 가지 요인들을 인식하고 있었다.

첫 번째 요인은 Q3, Q2, Q1, Q5, Q4의 문항으로 구성되어 있으므로, 첫 번째 요인으로 ‘과학흥미’ 요인을 나타내고 있다. 두 번째 요인은 Q14, Q15, Q13의 문항으로 구성되어 있으므로, 두 번째 요인은 ‘과학적 증거사용’ 요인을 나타내고 있다. 세 번째 요

Table 2. Factor analysis results about the 3 grade university students

문항	요인 1	요인 2	요인 3	요인 4
Q3	.877	.036	.026	-.012
Q2	.872	-.048	-.162	.156
Q1	.799	-.032	.015	.078
Q5	.750	-.033	.115	-.113
Q4	.735	.022	.001	-.053
Q14	.011	.973	.044	-.138
Q15	-.012	.679	-.006	.094
Q13	-.061	.642	-.091	.156
Q8	-.152	-.067	.722	.148
Q7	-.080	-.068	.701	.081
Q6	.223	.012	.597	-.048
Q9	.100	.097	.586	-.142
Q11	.037	.060	.058	.747
Q10	-.010	-.025	-.026	.733
Q12	.056	.200	.103	.425

인은 Q8, Q7, Q6, Q9의 문항들로 구성되어 있으므로, 세 번째 요인은 ‘과학의 유용성’ 요인을 나타내고 있다. 네 번째 요인은 Q11, Q10, Q12의 문항으로 구성되어 있으므로, 네 번째 요인은 ‘과학적 문제 인식’ 요인을 나타내고 있다. 대학 3학년 초등예비교사는 과학수업 및 과학수업과 관련된 실험에 대한 요인분석 결과, ‘과학흥미’, ‘과학적 증거사용’, ‘과학의 유용성’과 ‘과학적 문제인식’에 대한 요인을 가지고 있음을 알 수 있다. 과학 동기유발의 요인에 속하는 ‘과학흥미’와 ‘과학의 유용성’에서 ‘과학흥미’는 내적 동기를 나타내고, ‘과학의 유용성’은 외적 동기를 나타낸다. 이러한 결과는 사범대 예비교사들이 수업실기를 행할 때 학습흥미 등을 유발시키기 위하여 친밀성과 관련성 전략 등을 사용함으로써 사범계 예비교사들과 내적 동기와 외적 동기를 인식하고 있다는 연구결과(Shim & Kim, 2008)와 유사하게 대학 3학년 초등예비교사도 내적 동기와 외적 동기의 두 종류의 동기를 모두 인식하고 있음을 알 수 있다.

또한 ‘과학 흥미’ 요인, ‘과학적 증거사용’ 요인, ‘과학의 유용성’ 요인과 ‘과학적 문제 인식’ 요인에

대한 신뢰도는 각각 크론바흐 알파 .900, .799, .753 과 .752를 나타냈으며, 15문항으로 구성된 전체 설문조사문항에 대한 신뢰도는 크론바흐 알파 .860을 보였다. 이와 같은 결과로부터 과학수업 및 과학수업과 관련된 실험에 대한 전체 설문조사 문항들과, 요인분석 결과 얻어진 각 요인을 구성하는 설문조사문항들은 신뢰성이 있는 것으로 분석되었다.

2) 대학 1학년 초등예비교사의 요인분석

대학 1학년 초등예비교사를 대상으로 한 설문지의 요인분석 결과는 Table 3에 나타내었으며, 대학 1학년 학생인 초등예비교사는 과학수업 및 과학수업과 관련된 실험을 행할 때 4가지 요인을 생각하고 있었다. 첫 번째 요인은 Q3, Q2, Q1, Q4, Q5로 구성되어 있으므로 ‘과학흥미’ 요인을 가지고 있음을 나타내고 있다. 두 번째 요인은 Q7, Q8, Q6, Q9로 구성되어 있으므로 ‘과학의 유용성’ 요인을 가지고 있음을 나타내고 있다. 세 번째 요인은 Q13, Q14, Q15로 구성되어 있으므로 ‘과학적 증거사용’ 요인을 가지고 있음을 나타내고 있다. 네 번째 요인은 Q11, Q12, Q10으로 구성되어 있으므로 ‘과학

적 문제인식’ 요인을 가지고 있음을 나타내고 있다. 대학교 1학년 초등예비교사는 과학수업 및 과학수업과 관련된 실험에 대한 요인분석 결과, ‘과학흥미’, ‘과학의 유용성’, ‘과학적 증거사용’과 ‘과학적 문제인식’ 요인들에 대하여 인식하고 있음을 알 수 있다. 대학 1학년 초등예비교사는 과학 동기유발에 대하여 내적 동기로서 ‘과학흥미’와 외적 동기로서 ‘과학의 유용성’을 요소들을 인식하고 있음을 알 수 있으며, 이러한 결과는 과학에 대한 고등학생들의 흥미분석한 선행연구와 유사한 결과를 나타내고 있다(Kim et al., 2013).

또한 ‘과학흥미’ 요인, ‘과학의 유용성’ 요인, ‘과학적 증거사용’ 요인과 ‘과학적 문제인식’ 요인에 대한 신뢰도는 각각 크론바흐 알파 .858, .804, .776과 .692로 나타났다. 설문조사지의 전체문항에 대한 신뢰도는 크론바흐 알파 .834를 보였다. 이러한 결과는 설문조사 전체문항에 대하여 신뢰성이 있다는 것을 나타내며, 요인분석 결과 얻어진 각 요인에 대한 설문조사문항들도 신뢰성이 있는 것으로 분석되었다.

Table 3. Factor analysis results about the 1 grade university students

문항	요인 1	요인 2	요인 3	요인 4
Q3	.960	-.060	.065	-.076
Q2	.835	-.076	.003	.081
Q1	.685	.014	.004	.027
Q4	.668	.010	-.082	-.025
Q5	.541	.254	-.082	.017
Q7	-.081	.877	-.141	.042
Q8	-.038	.754	.140	-.018
Q6	.074	.693	-.027	.103
Q9	.134	.466	.214	-.146
Q13	-.059	.004	.868	-.049
Q14	-.025	.073	.843	-.021
Q15	.049	-.047	.510	.215
Q11	.009	.045	-.081	.813
Q12	-.002	-.068	.200	.681
Q10	-.003	.045	-.019	.486

2. 초등예비교사들이 가진 요인 간의 상호비교

대학 3학년 초등예비교사가 가진 요인들 사이의 상호비교, 대학 1학년 초등예비교사가 가진 요인들 사이의 상호비교, 그리고 각 요인들에 대하여 대학 3학년 초등예비교사와 대학 1학년 초등예비교사 사이의 상호비교는 일반선형모형방법을 사용하여 분석했으며, 그 결과는 Table 4와 Table 5에 나타내었다.

대학 3학년 초등예비교사는 동기유발과 관련이 있는 ‘과학흥미’ 요인과 ‘과학의 유용성’ 요인의 비

Table 4. The mean value of the factors about the 3 grade and 1 grade university students

대학교(학년)	요인	평균치	표준편차
3	과학흥미 (A)	3.225	.857
	과학의 유용성 (B)	3.598	.655
	과학적 문제인식 (C)	3.681	.580
	과학적 증거사용 (D)	3.847	.588
1	과학흥미 (A)	3.301	.721
	과학의 유용성 (B)	3.743	.660
	과학적 문제인식 (C)	3.491	.546
	과학적 증거사용 (D)	3.778	.583

Table 5. Main effects and interaction effects among factors about the 3 grade and 1 grade university students

		대학3학년 요인 (I)				대학1학년 요인 (I)			
		(A)	(B)	(C)	(D)	(A)	(B)	(C)	(D)
대학1학년 요인 (J)	(A)	-.076							
	(B)		-.145			-.442*			
	(C)			.190*		-.189*	.252*		
	(D)				.069	-.476*	-.035*	-.287*	
대학3학년 요인 (J)	(A)								
	(B)	-.373*							
	(C)	-.456*	-.083						
	(D)	-.622*	-.249*	-.167*					

요인: (A):과학흥미, (B): 과학의 유용성, (C): 과학적 문제인식, (D): 과학적 증거사용; 값: 요인(I) - 요인(J); * $p < .05$

교에서 ‘과학의 유용성’ 요인의 평균값이 유의미하게 높았다. 또한 과학적 소양의 역량과 관련 있는 ‘과학적 문제인식’ 요인과 ‘과학적 증거사용’ 요인 사이에는 ‘과학적 증거사용’ 요인의 평균값이 유의미하게 높았다. 대학 1학년 초등예비교사의 경우는 ‘과학흥미’ 요인과 ‘과학의 유용성’ 요인의 평균값의 비교에서 ‘과학의 유용성’ 요인이 유의미하게 높았으며, ‘과학적 문제인식’ 요인과 ‘과학적 증거사용’ 요인의 평균값의 비교에서 ‘과학적 증거사용’ 요인이 유의미하게 높았다. 대학 3학년과 1학년 초등예비교사는 동기유발과 관련된 요인에서 ‘과학의 유용성’ 요인이 ‘과학흥미’ 요인보다 유의미하게 평균값이 높았다. 이 결과는 도구적 동기에 속하는 ‘과학의 유용성’ 요인이 과목의 선택, 직업의 선택, 성취도에서 중요한 예측변인이 되는 것으로 보고되어 있는 바와 같이(Kwak *et al.*, 2006), 대학 3학년 초등예비교사의 경우는 졸업 후에 초등교사가 되는 목표에 의한 과학교과지도를 위한 긍정적인 사고에 기인한다고 볼 수 있다. 또한 대학 1학년 초등예비교사의 경우에는 과학과목은 초등교사 양성대학의 입학 및 졸업 후에도 필요한 과목이라는 강한 인식의 결과에 의하여 ‘과학의 유용성’ 요인의 평균값이 높게 나온 것으로 생각할 수 있다. 대학 3학년 초등예비교사와 대학 1학년 초등예비교사는 ‘과학적 문제인식’ 요인의 평균값이 ‘과학적 증거사용’ 요인보다 유의미하게 낮았다. 이러한 결과는 OECD 2006에서 강조한 과학적 소양의 역량 중에서 ‘과학적 증거를 이용하는 것’보다 ‘과학적 의문을 인식하

는 것’에 학생들은 보다 어려움을 가진다는 연구결과(Fujimura, 2012)와 유사한 경향을 보이는데, 이것은 ‘과학적 문제인식’ 요인은 ‘과학적 증거사용’ 요인보다 다양한 경험과 생각을 동반하는 보다 고차원적인 사고에 기인한다.

대학 3학년 초등예비교사와 대학 1학년 초등예비교사가 가진 요인들 간의 상호비교에서 ‘과학적 문제인식’ 요인의 경우 유의미한 차이를 보였다. 이러한 결과는 설문조사에 참여한 대학교의 커리큘럼과 수업과정을 조사해 보면, 대학 3학년 초등예비교사의 경우, 소속한 대학교가 초등학생의 학습지도에 초점을 맞추어서 교육과정을 운영하고 있으며, 대학 1학년 과정에서의 자연과학개론 과목 및 자연과학선택 과목 및 대학 3학년 1학기 과정에서의 초등과학교육론 과목의 수업을 통하여 과학에 대한 자유로운 발표, 토론, 탐구 및 실험 등을 통하여 직접적인 경험이나 간접적인 경험을 쌓은 결과로 볼 수 있다. 하지만 대학 1학년 초등예비교사의 경우는 현재 입학한 대학교에서 수업을 받은 적이 거의 없는 상태이므로 입시위주의 강의식 수업 방법에 익숙한 고등학교 3학년 학생의 특성을 지녔다고 할 수 있다. 대학 1학년 초등예비교사의 이러한 결과는 일반적으로 강의식 과학수업을 하는 고등학교 학생들에게서 보이는 문제발견활동에 어려움을 느낀다는 연구결과와 일치한다(Ryu & Park, 2006).

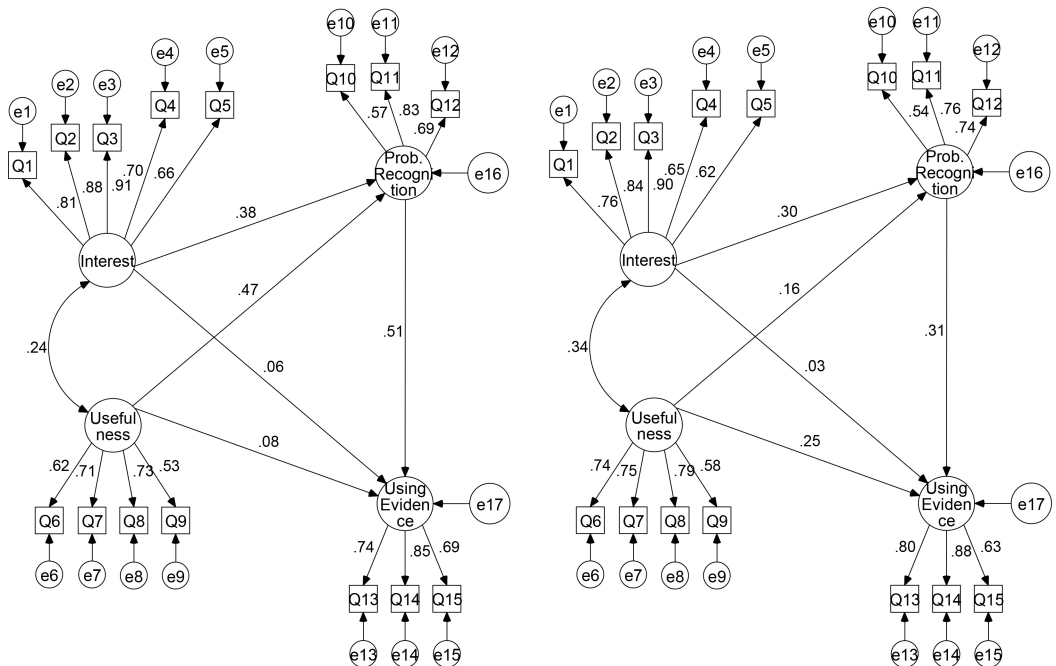
3. 초등예비교사의 과학적 소양의 역량에 영향을 주는 요인구조

초등예비교사가 가진 과학적 소양의 역량을 향상시키기 위하여 과학적 소양의 역량에 영향을 주는 요인을 명확히 알 수 있다면 과학적 소양의 역량을 효율적으로 육성할 수 있는 수업을 설계할 수 있다. 초등예비교사의 과학적 소양의 역량을 육성하기 위하여 대학에서 3년 반 동안 수업을 받은 대학 3학년 학생인 초등예비교사와 대학에서 거의 수업을 받은 적이 없는 대학 1학년 신입생인 초등예비교사에 대하여 각각 과학에 대한 동기가 과학적 소양의 역량에 미치는 영향에 대하여 분석을 수행했다. 또한 대학 3학년 초등예비교사와 대학 1학년 초등예비교사사이에는 과학에 대한 동기가 과학적 소양역량에 미치는 영향에는 차이가 있는지에 대하여 조사를 수행했다. 이 조사를 하기 위하여 설문조사의 요인분석 결과에 의하여 얻어진 4가지 요인들 ‘과학흥미’ 요인, ‘과학의 유용성’ 요인, ‘과학적 문제인식’ 요인, ‘과학적 증거사용’ 요인에 대하여 구조방정식모형(Structural Equation Modeling)에 의한 인과모형을 만들었으며, 두 그룹사이의 비교를 위하여 다중집단분석방법을 도입하였다. 모델의 적합도는 CFI(Comparative Fit Index: 비교적합도지표) 및 RMSEA(Root Mean Square Error of Approximation: 평

균제곱오차평균근)의 값을 사용하여 분석하였다.

과학에 대한 동기유발이 과학적 소양의 역량에 미치는 영향에 대하여 대학 3학년 초등예비교사와 대학 1학년 초등예비교사의 상호간의 경로계수의 비교를 위하여 다중집단분석방법을 통하여 나타낸 인과모형은 Fig. 1에 나타내었다. 이 인과모형의 적합도는 CFI는 0.940, RMSEA는 0.046을 나타내고 있으므로 CFI는 0.90보다 크며, RMSEA는 0.05보다 작으므로 이 인과모형은 적합하다고 할 수 있다(Matsuura *et al.*, 2004).

Table 6에서 보이는 바와 같이 대학 3학년 초등예비교사는 ‘과학흥미’ 요인이 ‘과학적 문제인식’ 요인에 미치는 경로계수는 .377을 보였고, ‘과학의 유용성’ 요인이 ‘과학적 문제인식’ 요인에 미치는 경로계수는 .466를 보였으며, ‘과학적 문제인식’ 요인이 ‘과학적 증거’ 요인 사용에 미치는 경로계수는 .511을 나타내었고, 이 세 가지 경로계수들은 유의미한 값을 나타내었다. 또한 ‘과학흥미’ 요인과 ‘과학의 유용성’ 요인들 간의 상호작용에 대한 경로계수는 .245로서 유의미한 값을 나타내었다. 하지만 ‘과학흥미’ 요인이 ‘과학적 증거사용’ 요인에 미치는 경로계수의 값은 .057로 작았으며, ‘과학의 유용성’ 요인



(a) The 3 grade university student

(b) The 1 grade university student

Fig. 1. Causal model of the competency of scientific literacy about university students.

Table 6. Path estimate of the causal model of the 3 grade university students

경로	표준화 경로계수	비표준화 경로계수		
		추정치	표준오차	C.R.
과학적 문제인식 ← 과학흥미	.377	.196	.054	3.614***
과학적 문제인식 ← 과학의 유용성	.466	.434	.116	3.729***
과학적 증거사용 ← 과학흥미	.057	.035	.069	.503
과학적 증거사용 ← 과학의 유용성	.085	.093	.149	.621
과학적 증거사용 ← 과학적 문제인식	.511	.599	.196	3.049**
과학흥미 ↔ 과학의 유용성	.245	.085	.040	2.133*

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

이 ‘과학적 증거사용’ 요인에 미치는 경로계수의 값은 .085로서 작았으며, 이 두 가지 경로는 유의미한 값을 나타내지 않았다. Table 7은 Fig. 1의 대학 3학년 초등예비교사의 인과모델에 대한 효과의 분석 결과이다. Table 7에서 ‘과학적 문제인식’ 요인에 대하여 ‘과학흥미’ 요인과 ‘과학의 유용성’ 요인의 영향을 비교해 보면 ‘과학의 유용성’ 요인이 ‘과학흥미’ 요인보다 직접효과 겸 총효과에서 보다 높은 값을 보이고 있으므로 ‘과학의 유용성’ 요인이 ‘과학적 문제인식’ 요인에 더 큰 영향을 미치는 것을 알 수 있다. ‘과학적 증거사용’ 요인에 대한 ‘과학흥미’ 요인과 ‘과학의 유용성’ 요인의 영향은 Table 7의 직접효과, 간접효과, 총효과의 값의 비교와 Table 6의 통계적 유의도 수준을 볼 때, ‘과학적 증거사용’ 요인에 대하여 ‘과학흥미’ 요인과 ‘과학의 유용성’ 요인의 영향은 ‘과학적 문제인식’ 요인을 거쳐서 진행되는 간접적인 경로가 크게 영향력을 미치는 것을 알 수 있다. 또한 ‘과학적 증거사용’ 요인에 대하여 ‘과학흥미’ 요인과 ‘과학의 유용성’ 요

인의 영향의 총효과의 값을 보면 ‘과학의 유용성’ 요인이 보다 크게 영향을 미치는 것을 알 수 있다.

대학 3학년 초등예비교사의 ‘과학적 문제인식’ 요인과 ‘과학적 증거사용’ 요인에 미치는 영향에서 ‘과학의 유용성’ 요인 및 ‘과학의 흥미’ 요인이 ‘과학적 문제인식’ 요인에 미치는 영향이 컸으며, ‘과학의 유용성’ 요인이 ‘과학의 흥미’ 요인보다 다소 큰 영향을 준다는 결과가 얻어졌다. 이러한 결과는 초등학교 6학년, 중학교 2학년, 고등학교 1학년 학생을 대상으로 한 연구에서 과학에 대한 도구적 동기 즉 과학의 유용성이 과학성취도에 미치는 영향은 과학에 대한 흥미에 의한 영향보다 미치는 영향이 작다는 연구도 있다(Kwak *et al.*, 2006). 그렇지만 과학적 소양은 과학성취도와는 달리 과학의 이해를 구성하여 과학, 기술, 사회, 환경을 포함하는 실제적인 문제에 적용하는데 요구되는 능력이나 성향을 나타내며(Yore *et al.*, 2003), 대학 3학년 초등예비교사는 대학교에서 배우는 초등학생지도를 위한 과학수업방법 그리고 미래의 직업 및 활동에 대한 목표 및 수행과정이 이러한 결과에 영향을 미쳤다고 할 수 있다.

Table 7. Analysis of the standardized effect in the causal model of the 3 grade university students

경로	직접 효과	간접 효과	총 효과
과학적 문제인식 ← 과학흥미	.377	-	.377
과학적 문제인식 ← 과학의 유용성	.466	-	.466
과학적 증거사용 ← 과학흥미	.057	.193	.250
과학적 증거사용 ← 과학의 유용성	.085	.238	.323
과학적 증거사용 ← 과학적 문제인식	.511	-	.511

Table 8에서 대학 1학년 초등예비교사는 ‘과학흥미’ 요인이 ‘과학적 문제인식’ 요인에 미치는 경로계수는 .304를 나타내었으며, ‘과학의 유용성’ 요인이 ‘과학적 증거사용’ 요인에 미치는 경로계수는 .246으로, ‘과학적 문제인식’ 요인이 ‘과학적 증거사용’ 요인에 미치는 경로계수는 .311로 나타났다. 이 세 가지 경로계수는 유의미한 값으로 평가되었다. 그리고 ‘과학흥미’ 요인과 ‘과학의 유용성’ 요인들 간의 상호작용에 대한 경로계수도 .336으로서 유의미

Table 8. Path estimate of the causal model of the 1 grade university students

경로	표준화 경로계수	비표준화 경로계수		
		추정치	표준오차	C.R.
과학적 문제인식 ← 과학흥미	.304	.176	.063	2.779**
과학적 문제인식 ← 과학의 유용성	.164	.139	.094	1.479
과학적 증거사용 ← 과학흥미	.028	.020	.074	.276
과학적 증거사용 ← 과학의 유용성	.246	.260	.112	2.327*
과학적 증거사용 ← 과학적 문제인식	.311	.389	.144	2.708**
과학흥미 ↔ 과학의 유용성	.336	.108	.035	3.131**

* $p < .05$, ** $p < .01$

한 값을 나타내었다. 하지만 ‘과학의 유용성’ 요인이 ‘과학적 문제인식’ 요인에 미치는 경로계수는 다소 큰 값인 .164를 보였으며, ‘과학흥미’ 요인이 ‘과학적 증거사용’ 요인에 미치는 경로계수는 .028을 보였지만 두 경로계수들은 유의미한 값을 나타내지 않았다. Table 9는 Fig. 1의 대학 1학년 초등예비교사의 인과모델에 대한 효과의 분석결과이다. 대학 1학년 초등예비교사는 ‘과학적 문제인식’ 요인에 대하여 ‘과학흥미’ 요인과 ‘과학의 유용성’ 요인의 영향을 분석하면 ‘과학흥미’ 요인이 직접효과 겸 총효과에서 ‘과학의 유용성’ 요인보다 큰 영향을 미치는 것을 알 수 있다. ‘과학적 증거사용’ 요인에 대한 ‘과학흥미’ 요인과 ‘과학의 유용성’ 요인의 비교에서 Table 9의 직접효과, 간접효과, 총효과의 값과 Table 8의 통계적 유의도 수준을 볼 때, ‘과학의 유용성’ 요인이 ‘과학흥미’ 요인보다 큰 영향을 미치는 것을 알 수 있다. 또한 ‘과학의 유용성’ 요인으로부터 ‘과학적 문제인식’ 요소를 경유하여 ‘과학적 증거사용’ 요인으로 진행되는 간접효과보다는 ‘과학의 유

용성’ 요인으로부터 직접적인 경로로 ‘과학적 증거사용’ 요인으로 진행되는 직접효과가 영향을 크게 미치는 것을 알 수 있다.

대학 1학년 초등예비교사의 ‘과학적 문제인식’ 요인과 ‘과학적 증거사용’ 요인에 미치는 영향을 보면 ‘과학의 흥미’ 요인이 ‘과학의 유용성’보다 ‘과학적 문제인식’ 요인에 미치는 영향이 컸으며, ‘과학의 유용성’ 요인이 ‘과학의 흥미’ 요인보다 ‘과학적 증거사용’ 요인에 미치는 영향이 큰 것을 알 수 있다. 이러한 결과는 본 연구의 설문조사에 참여한 대학 1학년 초등예비교사의 생각과 유사한 고등학생을 대상으로 한 연구에서 내적 동기인 흥미가 고등학생의 과학과목 성취도에 미치는 영향은 외적 동기가 미치는 영향보다 크다는 연구결과가 있다(Joo et al., 2011). 하지만 본 연구에서는 과학과목 성취도보다는 포괄적인 영역인 과학적 소양의 역량에 대하여 분석하였으며, 또한 연구에 참여한 대학교 1학년 학생들은 대학교에서 본격적으로 수업을 받지 않은 상태이므로 입시위주의 고등학교 과학수업 방법에 큰 영향을 받고 있었던 결과라고 본다.

과학에 대한 동기유발이 과학적 소양의 역량에 미치는 영향에 대하여 대학 3학년 초등예비교사와 대학 1학년 초등예비교사에 대하여 Fig. 1의 경로계수와 Table 6~9의 경로계수를 사용하여 상호비교 분석을 하면 다음과 같다. 대학 3학년 초등예비교사와 대학 1학년 초등예비교사에 대하여 ‘과학흥미’ 요인에서 ‘과학적 문제인식’ 요인으로서의 직접 경로계수와 ‘과학흥미’ 요인에서 ‘과학적 증거사용’ 요인으로서의 직접경로계수를 비교해 보면, ‘과학의 흥미’ 요인이 ‘과학적 문제인식’ 요인에 보다 큰 영

Table 9. Analysis of the standardized effect in the causal model of the 1 grade university students

경로	직접 효과	간접 효과	총 효과
과학적 문제인식 ← 과학흥미	.304	-	.304
과학적 문제인식 ← 과학의 유용성	.164	-	.164
과학적 증거사용 ← 과학흥미	.028	.094	.122
과학적 증거사용 ← 과학의 유용성	.246	.051	.297
과학적 증거사용 ← 과학적 문제인식	.311	-	.311

향을 주는 것을 알 수 있다. 또한 ‘과학흥미’ 요인이 ‘과학적 문제인식’ 요인에 미치는 영향은 대학 3학년 초등예비교사의 경우가 대학 1학년 초등예비교사보다 더 영향을 미치는 것으로 나타났다. 대학 3학년 초등예비교사와 대학 1학년 초등예비교사에 대하여 ‘과학의 유용성’ 요인에서 ‘과학적 문제인식’ 요인으로서의 직접경로와 ‘과학의 유용성’ 요인에서 ‘과학적 증거사용’ 요인으로서의 직접경로에서 경로계수를 상호비교해 보면 다음과 같은 차이를 나타내었다. ‘과학의 유용성’ 요인이 ‘과학적 문제인식’ 요인에 미치는 영향은 대학 3학년 초등예비교사가 대학 1학년 초등예비교사보다 경로계수가 컸으므로 큰 영향을 미치는 것을 알 수 있으며, ‘과학의 유용성’ 요인이 ‘과학적 증거사용’ 요인에 미치는 직접적인 영향은 대학 1학년 초등예비교사가 대학 3학년 초등예비교사보다 경로계수 값이 컸으므로 큰 영향을 미치는 것을 알 수 있다. 또한 ‘과학의 유용성’ 요인으로부터 ‘과학적 증거사용’ 요인으로서의 경로를 분석해 보면, 대학 3학년 초등예비교사의 경우는 ‘과학의 유용성’ 요인에서 ‘과학적 문제인식’ 요인을 거쳐 ‘과학적 증거사용’ 요인으로서의 순서인 간접적인 경로에 영향력이 큰 것으로 나타났으며, 대학 1학년 초등예비교사의 경우는 ‘과학의 유용성’ 요인에서 ‘과학적 증거사용’ 요인으로서의 직접적인 경로에 영향력이 큰 것으로 나타났다. 이러한 결과는 대학 3학년 초등예비교사와 대학 1학년 초등예비교사는 장래의 목표에 대한 신념의 차이, 대학교에서의 초등과학교육과정의 경험의 유무, 학교에서의 수업을 통하여 경험하는 학습방법의 차이에 기인한다.

IV. 결론 및 제언

본 연구에서는 과학수업 및 과학수업과 관련된 실험을 할 때 초등예비교사들의 과학에 대한 동기유발과 과학적 소양의 역량에 대한 인식 그리고 과학에 대한 동기유발이 과학적 소양의 역량에 미치는 영향에 대하여 조사하였다. 연구를 통하여 다음과 같은 결론을 내릴 수 있다.

첫째, 대학 3학년 학생인 초등예비교사와 대학 1학년 신입생인 초등예비교사는 동기유발과 과학적 소양의 역량에 대하여 같은 인식을 하고 있었다. 과학에 대한 동기유발에 관련해서는 ‘과학흥미’ 요

인과 ‘과학의 유용성’ 요인을 인식하고 있었으며, 과학적 소양의 역량에 대해서는 ‘과학적 문제인식’ 요인과 ‘과학적 증거사용’ 요인을 인식하고 있었다.

둘째, 대학 3학년 초등예비교사와 대학 1학년 초등예비교사에 대한 동기유발요인들과 과학적 소양의 역량요인들에 대하여 비교해 보면 대학 3학년 초등예비교사가 대학 1학년 초등예비교사보다 ‘과학적 문제인식’ 요인에 대하여는 유의미한 차이로 높은 평균값을 나타내었다. 이러한 결과는 대학 3학년 초등예비교사는 초등교사 양성대학교인 본 대학교에서 과학수업을 할 때 발표, 토론 및 실험을 통한 직접적 혹은 간접적 경험을 축적한 결과로 판단할 수 있다.

셋째, 과학에 대한 동기유발이 과학적 소양의 역량에 미치는 영향에 대하여 대학 3학년 초등예비교사와 대학 1학년 초등예비교사를 상호비교하면 다음과 같다. ‘과학흥미’ 요인이 ‘과학적 문제인식’ 요인과 ‘과학적 증거사용’ 요인에 미치는 영향에 대하여 대학 3학년 초등예비교사와 대학 1학년 초등예비교사를 비교해 보면, 대학 3학년 초등예비교사와 대학 1학년 초등예비교사 모두에 있어서 ‘과학흥미’ 요인이 ‘과학적 증거사용’ 요인보다 ‘과학적 문제인식’ 요인에 보다 큰 영향을 미치는 경향을 보였다. 또한 ‘과학흥미’ 요인이 ‘과학적 문제인식’ 요인에 미치는 영향에 있어서 대학 3학년 초등예비교사와 대학 1학년 초등예비교사를 비교해 보면, 대학 3학년 초등예비교사가 대학 1학년 초등예비교사보다 ‘과학흥미’ 요인이 ‘과학적 문제인식’ 요인에 보다 더 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다. ‘과학의 유용성’ 요인에서 ‘과학적 문제인식’ 요인으로서의 직접경로와 ‘과학의 유용성’ 요인에서 ‘과학적 증거사용’ 요인으로서의 직접경로에 대하여 대학 3학년 초등예비교사와 대학 1학년 초등예비교사를 비교해 보면, 대학 3학년 초등예비교사의 경우는 대학 1학년 초등예비교사보다 ‘과학의 유용성’ 요인에서 ‘과학적 문제인식’ 요인으로서의 경로에 보다 큰 영향을 미쳤고, 대학 1학년 초등예비교사의 경우는 ‘과학의 유용성’ 요인에서 ‘과학적 증거사용’ 요인으로서의 경로에 보다 큰 영향을 미쳤다.

본 연구에서는 특정지역의 교육대학교의 3학년 학생들과 1학년 학생들을 대상으로 연구를 수행하였으므로 연구지역 및 연구대상 및 참여인원을 확대하여 후속연구를 할 필요가 있다.

참고문헌

- ASCD (1997). Problem-based learning. Alexandria: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Cho, Y., Seong, J., Chae, J. & Koo, S. (2000). Development of application of elementary science curriculum to enhance creative problem solving abilities. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 20(2), 307-328.
- Fives H., Huebner, W., Birnbaum, A. & Nicolich, M. (2014) Developing a measure of scientific literacy for middle school students. *Science Education*, 98(4), 549-580.
- Fujimura, N. (2012). Psychology of mathematical and scientific literacy: How do children improve their learning. p 38, Yuhikaku, Japan.
- Joo, Y., Chung, Y. & Lee, Y. (2011). The structural relationship and latent means analysis of gender among academic self-efficacy, interest, external motivation and science achievement for high school students. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 31(6), 876-886.
- Kim, H., Lee, Jin. & Im, S. (2013). An analysis of students, interest in high school science in view of the 2009 revised curriculum. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 33(1), 17-29.
- Kwak, Y., Kim, C., Lee, Y. & Jeong D. (2006). Investigation on elementary and secondary students' interest in science. *Journal of Korean Earth Science Society*, 27(3), 260-268.
- Lee, M. (2014). Characteristics and trends in the classifications of scientific literacy definitions. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 34(2), 55-62.
- Lee, M. & Kim, J. (2004). An international comparative study of science curriculum. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 24(6), 1082-1093.
- Matsuura, T., Meng, L. & Kadoya, S. (2004). A comparative study of Japan and China with regard to structures of teachers' consciousness in elementary science education. *Journal of Science Education in Japan*, 27(1), 19-24.
- Noh, T., Yoon, J., Kim, J. & Im, H. (2010). Pedagogical content knowledge factors considered by pre-service elementary teachers in planning and implementing of science teaching demonstration. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 29(3), 350-363.
- OECD (2006). Assessing scientific, reading and mathematical literacy: A framework for PISA 2006. OECD Publishing, Paris.
- OECD (2007). PISA 2006 science competencies for tomorrow's world, volume 1 - analysis. OECD Publishing, Paris.
- OECD (2016). PISA 2015 results (volume I) excellence and equity in education. OECD Publishing, Paris.
- Park, J. (2016). Discussion about the three aspects of scientific literacy: focus on integrative understanding, settlement in curriculum, and civic education. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 36(3), 413-422.
- Ryan, R. & Deci, E. (2000). Intrinsic and extrinsic motivations: Classic definitions and new directions. *Contemporary Education Psychology*, 25, 54-67.
- Ryu, S. & Park, J. (2006). An analysis of high school students' activity on problem-finding in ill-structured scientific problem situation. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 26(6), 765-774.
- Sakurai, S. (2009). Psychology of voluntary motive for learning. Yuhikaku publishing, Japan.
- Shim, K. & Kim, J. (2008). Study on improving instructional practical skills of pre-service biology teachers using teaching practice competition. *The Korean Journal of Biology Education*, 36(1), 85-94.
- Yore, L., Bisanz, G. & Hand, B. (2014). Examining the literacy component of science literacy: 25 years of language arts and science research. *International Journal of Science Education*, 25(6), 689-725.
- Wenglinsky, H. (2000). How teaching matters: Bringing the classroom back into discussions of teacher quality. Princeton, NJ; Education Testing Service.