

고등학생의 과학 경험 측정을 위한 도구의 개발 및 적용

김낙규 · 류춘렬*

충북대학교 지구과학교육과, 361-763, 충북 청주시 흥덕구 성봉로 410

Development and Application of Tool for Measuring High School Students' Scientific Experience

Nak-Kyu Kim and Chun-Ryol Ryu*

Department of Earth Science Education, College of Education, Chungbuk National University, Chungbuk 361-763, Korea

Abstract: The purpose of this study is to develop a measurement tool quantifying the degree of high school students' scientific experience. Based on previous studies, we divided the factors that compose school scientific experience into three categories: general activity experience, scientific inquiry experience and laboratory apparatus experience. While, outside of school scientific experience was divided into general activity experience, interesting activity experience and field trip experience. Items consisting each factor were selected from scientific experience measurement tools used in previous researches, most frequent answers showed in open questionnaire about scientific experiences, and exploratory analysis of textbooks. After the measurement tool developed by pilot-questionnaires and previous researches were preliminary tested and then was secondarily tested for a group of 413 high school students. The content validity and construct validity of the measurement tool was evaluated by two school teachers and two experts in science education and by factor analysis, respectively. The reliability of the tool was estimated with Cronbach Alpha. The results of validity and reliability revealed that the tool was appropriate for measuring scientific experience.

Keywords: scientific experience, school scientific experience, outside of school scientific experience, factor analysis

요약: 본 연구의 목적은 고등학생들의 과학 경험의 정도를 정량화하는 측정 도구를 제시하는 것이다. 측정 도구를 구성하는 요인들은 선행연구를 통해 학교 안 과학 경험은 일반 활동 경험, 과학 탐구 경험, 실험 기구 경험으로 나눌 수 있었다. 학교 밖 과학 경험은 일반 활동 경험, 취미 활동 경험, 현장 견학 경험으로 세분화 할 수 있었다. 각각의 요인을 구성하는 문항은 선행연구에서 사용된 과학 경험 측정 도구에서 일부를 발췌하고 더불어 과학 경험에 대한 개방적인 설문지를 통하여 얻은 답변 중 빈도가 많은 답변과 중등 교과서의 탐색적 분석을 통해 선정하였다. 사전 설문조사와 선행 연구를 바탕으로 개발한 측정 도구는 예비 검사를 실시한 후, 고등학교 1학년 학생 413명을 대상으로 검사를 실시하였다. 개발한 측정 도구의 내용타당도는 현직 중등교사 2명과 과학교육전문가 2명이 각 문항이 측정하고자 하는 목적에 부합하는지 검사하였고, 구인타당도는 요인분석을 통해 검사하였다. 측정 도구의 신뢰도는 Cronbach α 를 통하여 추정하였다. 측정 도구 6개 영역의 요인에 대하여 타당도와 신뢰도 분석 결과 과학 경험을 측정하는 도구로서 적절한 것으로 나타났다.

주요어: 과학 경험, 학교 안 경험, 학교 밖 경험, 요인분석

서론

현대의 과학 교육은 학습자를 능동적인 교육의 주체로 인식을 하고 학습자의 개념 변화를 중요시하는

구성주의 이론이 바탕이 되고 있다. 과학 교육에서 구성주의는 학습자의 경험으로부터 스스로 지식을 구성한다는 의미이다(Driver, 1983). 구성주의 이론에서 학습은 학습자가 이미 형성된 개념과 새롭게 학습하게 될 개념과의 상호작용에 의해서 이루어진다고 보았고, 학습자의 사전 경험을 매우 중요시하고 있다. 즉, 학습자의 사전 경험이 개념 변화에 중요한 영향

*Corresponding author: pioong2@hanmail.net

Tel: 82-43-261-2782

Fax: 82-43-271-0526

을 미치므로 학습 상황에서 학습자의 경험 수준을 고려해야 한다.

Farenga and Joyce(1997)는 어린 시절의 경험의 중요성을 강조하며, 이러한 경험들은 사회로 나아가는 과정에서 사고나 감정, 행동 등에 영향을 준다고 하였다. 그러므로 교육자는 새로운 개념 학습을 할 때 학생들의 사전 경험의 중요성을 인정하고 교수법 판단의 준거로 사용해야 할 것을 제안하였다. 또한 과학 경험은 다양한 형태의 과학 변인과 관계를 이루고 있는 것으로 보고되고 있다. Barman(1997)은 과학 경험이 과학에 대한 태도와 관련이 있으며, 과학에 대한 부정적이고 편협한 태도를 개선하기 위해서는 과학을 보다 통합적이고 개방적인 관점에서 파악하도록 이끌어줄 수 있는 프로그램이 필요하다고 하였으며, 학력이 높아질수록 과학과 활동이 점점 적어지기 때문에 이에 대한 관심과 재미를 더욱 즐기고 유지할 수 있도록 보다 다양한 과학 경험을 제공해야 한다고 하였다. 그리고 Stuessy(1989)는 중학생과 고등학생들을 대상으로 과학경험이 과학적 사고력에 영향을 미친다는 연구 결과를 보고한 바 있으며, Reynold and Welberg(1991)는 중학생들을 대상으로 실시한 연구에서 학생들의 과학 성취도에 과학적 경험이 큰 영향을 미치게 됨을 강조하였다. Kahle and Lakes(1983)는 과학과 관련된 경험도와 과학에 대한 태도에 대한 성별 차이를 분석한 연구에서 미국의 NAEP(National Assessment of Educational Progress)가 1976-1977년에 실시한 과학성취도에 대한 조사결과(NAEP, 1978) 중 여학생은 과학과 관련된 성취도가 남학생의 성취도 보다 낮은 이유를 성별에 따라 과학과 관련된 경험도와 과학에 대한 태도의 차이가 가장 중요한 요인이라고 보았다. Kahle et al.(1985)은 미국의 5개 지역 고등학교 남녀 학생들에게 교내에서의 실험기회를 의도적으로 같이 주고 과학 경험을 증가시킨 결과 과학에 대한 태도가 증가되었으나 정규 교과 외의 과학 활동에 좀 더 많은 참여가 이루어지도록 조장하는 것이 필요하다고 하였다.

국내의 연구에서도 과학 경험이 다양한 과학 변인들과 관계가 있음이 보고된 바 있다(이문원 외, 1985; 장경애, 1993; 임정환 외, 1997; 윤석찬, 2001, 김동규, 2002; 이충형, 2003; 박영애, 2005).

이문원과 조희형(1985)은 고교생의 과학과목 성취도 차이의 원인에 대한 연구에서 경험도가 과학에 대한 태도 및 과학 과목의 성취도와 관련되어 있다

는 사실에 비추어 경험도의 차이를 고려한 과학교육이 요청된다고 하였다. 나아가 학생들의 과학 경험도를 높임으로써 과학에 대한 긍정적인 태도를 고양하고 나아가서 과학 성취도의 향상을 위한 노력이 필요하다고 하였다. 장경애(1993)는 초·중·고등학교 학생들을 대상으로 실시한 남녀 학생의 물리 관련 경험, 태도, 희망직업 및 성취도에 관한 연구에서 과학적 경험과 태도간의 상관성이 가장 높게 나타났으며 과학적 경험과 성취도간에는 낮은 수준의 정적 상관성이 있다고 하였다. 김승화(1996)는 학습자 특성 변인들이 과학 탐구 능력에 주는 인과 효과에 관한 연구에서 학생들의 과학적 경험이 과학과 관련된 태도에 매우 큰 효과를 준다고 하였다. 또한 학생들의 형식적 또는 비형식적인 과학적 경험들이 긍정적인 태도의 형성에 절대적인 기여를 하고 있음을 알 수 있다고 하였다. 그는 이러한 결과로 미루어 볼 때 학생들에게 과학 반 활동, 과학관 또는 전시회 관람, 과학 관련 독서, 실험 및 관찰 활동, 실험기구의 직접적인 조작 등의 다양한 과학적 경험이 긍정적인 태도를 길러 주는 중요한 변인으로 작용하고 있다고 하였다. 윤석찬(2001)은 과학 전람회 참여가 초등학생들의 과학적 태도와 과학 탐구 능력에 미치는 영향에 관한 연구에서 과학 전람회 활동에 참여하는 초등학생 집단은 비 참여 집단에 비하여 과학적 태도가 유의미하게 높다고 하였다. 그리고 과학 탐구 능력 또한 대체로 높은 것으로 나타났다고 하였다.

학생들이 경험할 수 있는 과학 경험은 크게 학교 안에서의 과학 경험과 학교 밖에서의 과학 경험으로 구분할 수 있다(박승재 외, 2000). 학교 안 과학 경험에서는 학교 정규 수업이 가장 큰 부분을 차지한다고 할 수 있다. 학교의 수업은 교사와 학생이 일상적인 상호작용을 통해 학생들에게 학습 경험을 체계적으로 조직하고 교수하는 교수-학습의 직접적인 장으로서, 수업 환경은 교사와 학생, 학생과 학생간의 상호작용이 활발하게 이루지는 역동적인 사회 체제로 파악되고 있다(Myers and Fouts, 1992). 이와 같은 수업이 학생의 정의적인 측면에 미치는 영향은 크며, 특히 학교 과학 교육에서 과학에 대한 태도에 영향을 미치는 요인은 실험, 과학 수업 방법, 과학 과목의 내용 및 특성이다. 즉 이러한 것들이 학생들이 과학을 좋아하거나 싫어하게 만드는 요인으로 작용한다는 것이다(이미경과 정은영, 2004). 그리고 교사는 수업 중에 흥미를 유도할 수 있는 자료나 시청각 자료

활용, 자료의 다양성, 자료 제시의 빈도를 통하여 수업의 효과를 높일 수 있으며, 효과적인 교사들은 학습 자료를 더욱 명확하게 소개하고 제시한다(Good and Grouws, 1975). 특히 실험은 자연과학을 다른 학문분야와 구분하는 근거가 됨과 동시에 과학 학습 지도 방법을 다른 교과와 학습지도 방법과 구분하는 기준이 되고도 하는 실험 수업은 매우 중요하다(박영애, 2005). 국가 교육 과정을 바탕으로 하는 교실 수업 이외의 과학 활동은 학교 밖 과학 교육으로 정의하기도 하지만(Wellington, 1994), 학교 안에서 실시되는 특별 활동과 과학 행사는 교실 내 활동의 보조 수단으로 그치는 것이 아니라 교실이라는 공간과 시간의 제약을 벗어나서 보다 효과적으로 교육될 수 있는 내용을 선별하여 실시한다는 점에서 대안적 교육 활동으로서의 중요성을 가지고 있다(홍정수와 장난기, 1997). 과학 특별 행사나 과학 특별 활동을 통해서 학생들은 교사와 더욱 밀접한 상호 관계를 형성하여 보다 효율적으로 학습하게 되어(Galen, 1993) 학생들이 대학에서 과학을 전공하거나 이후에 과학 관련 직업을 선택하게 되는 동기가 되기도 한다(서혜예 외, 2001; Feher, 1990; Gowen and Marek, 1993).

과학 교육 뿐 아니라 다른 교육에 있어서 STS적 교육관이 자리잡게 되면서 실제 경험과 생활과의 관계가 중요시 되고, 특히 특별활동이 학교 밖 활동으로 조금씩 확대되어 왔다(박효은, 2006). 과학 교과의 정규 교육에서도 교실과 실험실 활동 뿐 아니라 야외답사와 탐방의 중요성이 부각되면서 학교 밖 활동이 중요하게 되었다. 제7차 교육과정은 체험학습의 강조로 학교 밖 과학 활동을 더욱 확대하였으며, 과학 교육에서 학교 내 과학 활동과 학교 밖 과학 활동을 정규활동과 특별활동으로 여길 이유가 없어지게 되었다(박승재 외, 2000). 체험함으로써 배우는 활동이 학생들에게 보다 흥미 있고 유의미한 학습의 기회를 제공하기 때문에 학교 과학 교육이 교실과 실험실을 벗어나 학생들에게 자연 환경을 직접 체험하고 느낄 수 있는 보다 다양한 경험의 기회를 제공하여 과학 교육의 질적 변화로 이루어야 한다(김수미 외, 2005). Lewin(1989)은 박물관이 학생들을 적극적으로 참여시킴으로써 능동적인 학습이 가능하도록 해주며 박물관에서의 체험은 동기화시키는 사회적 체험이며, 현장 학습의 장이기도 하다고 말한다. Bresler(1991)는 자연사박물관이 학습이나 이해의 욕구에 기본이 되는 신기함을 느끼게 함으로써 학습자의 호기

심을 키우는데 큰 역할을 할 수 있다고 주장한다. Wellington(1990)은 학교 밖 과학 경험이 장기적으로 과학 학습에 도움이 된다는 것을 주장하였다.

앞에서 제시한바와 같이 과학경험의 중요성과 다양한 변인과의 관계가 있음이 보고되고 있으나, 과학경험을 측정하는 도구를 설정하고 적용하는데 있어 서로 다른 문항들을 사용하고 있었다. 이문원과 조희형(1985)이 사용한 과학경험 측정도구는 미국 NAEP에서 사용한 문항 중에서 9영역 58문항을 번역하여 학생들의 성별에 따른 과학 과목의 성취도 차이의 원인을 밝히기 위해 사용하였다. 신영준(2000)은 이문원과 조희형(1985), 장경애(1993)이 사용한 측정도구에서 문항을 선택하여 수정, 보완하여 과학 학습의 배경요인으로써 과학경험에 대한 남녀 학생들의 차이를 분석하기 위해 10영역으로 구분하여 65문항을 사용하였다. 김동규(2002)는 신영준의 측정도구에서 수정, 보완하여 초등학교의 과학 경험 여부와 인지갈등 유발과의 상관관계를 파악하기 위해 10영역 55문항을 사용하였고, 박영애(2005)는 신영준의 측정도구에서 수정, 보완하여 중학교의 과학 경험과 과학에 대한 태도의 상관관계를 규명하기 위해 영역 구분없이 60문항을 사용하였다. 이처럼 과학 경험에 대한 요인 설정의 기준이 애매모호하고, 문항이 단편적인 문제점이 있다.

본 연구의 목적은 학생들의 과학 경험을 측정하는 도구를 개발하고 이를 적용하는데 있다. 구체적인 연구문제는 다음과 같다. 1) 과학경험을 구성하는 요인들은 무엇인가? 2) 각 요인들은 과학경험을 측정하기에 타당한가?

연구 방법 및 절차

연구 대상 및 자료수집

본 연구에서는 한정된 지역의 1개 고등학교에서 동일한 교사의 수업을 받는 10개 학급의 1학년 학생들을 연구 대상으로 하였다. 총 460명에게 설문을 실시한 결과, 불성실하거나 오류가 있으며, 검사문항에 모두 응답하지 않은 47명의 자료를 제외한 전체 413명(남학생 241명, 여학생 172명)의 자료가 분석에 포함되었다.

연구 절차 및 자료 처리 분석

본 연구는 과학 경험 측정도구를 개발하는 연구이

다. 문헌 조사 및 선행 연구를 통해 기존에 사용되었던 과학 경험 측정도구를 분석하고 예비 조사를 통해 측정 도구를 개발하였다. 예비 조사는 과학 경험에 관한 개방형 설문지를 이용하여 학생들의 과학 경험 사례를 조사하였고, 선행 연구에서 타당도와 신뢰도가 검증된 과학 경험 측정 도구를 분석하였다. 선행 연구와 예비 조사를 바탕으로 개발한 과학 경험 측정도구의 문항들은 현직 중등교사 2명과 과학 교육전문가 2명의 검토를 통해 내용타당도를 인정받은 후 한 학급의 학생들을 대상으로 예비 검사를 통해 수정 및 보완하여 최종적으로 측정 도구를 완성하였다.

개발된 과학 경험 측정 도구는 6개 요인으로써 총 60개의 문항으로 이루어져 있으며 각각의 문항은 5단계 Likert 척도 응답형인 '매우 많다, 많다, 모르겠다, 적다, 전혀 없다'로 설정되어 있어서 결과를 정량화하여 통계 처리하는 데 적합하다. 검사 결과는 긍정형 문항은 매우 많다 5점, 많다 4점, 모르겠다 3점, 적다 2점, 전혀 없다 1점으로 채점하였으며, 자료 분석은 SPSS 12.0 통계 프로그램을 이용하여 실시하였다. 기술적 통계(평균, 표준편차), 타당도 및 신뢰도 분석, 요인분석을 수행하였으며, 분석 단계에서는 내용타당성 검증과 내적일관성신뢰도(Cronbach α) 검증을 하였고, 요인분석의 주축요인추출방법과 사각회전 방법인 오블리민(Oblimin) 회전을 사용하여 측정도구의 타당도를 분석하였다.

측정 도구

측정도구의 영역별 문항 수 및 문항 번호는 Table 1과 같고 과학 경험 검사지는 <부록 1>에 제시하였다.

측정 도구는 학교 안 과학 경험과 학교 밖 과학 경험으로 구분하였고, 학교 안 과학 경험의 세부 영역은 일반 활동 경험, 과학 탐구 경험, 실험 기구 경험으로 구성하였다. 학교 밖 과학 경험의 세부 영역은 일반 활동 경험, 취미 활동 경험, 현장 견학 경험으로

구성하였으며, 총 6개 영역으로 구성하였다. 각 영역과 문항은 선행 연구와 중등 교과서의 탐색적 분석, 개방형 설문지를 통한 학생들의 과학 경험 사례를 통해 개발하였다. 문항 개발을 위해 사용된 개방형 설문지는 고등학교 1학년 1개반, 3학년 2개반을 대상으로 학교 안에서의 과학경험과 학교 밖에서의 과학경험에 대하여 자유롭게 기술하도록 제시하여 설문조사를 실시하였으며, 총 96명의 응답을 분석하였다.

이를 통해 학생들의 학교 안 과학 경험의 일반 활동 경험의 양상을 분석하여 10개의 문항을 구성하였다. 학교 안 과학 경험의 과학 탐구 경험은 Klopfer (1971)의 탐구 기능을 바탕으로 10개 문항을 개발하였다. Klopfer는 탐구 기능으로서 4가지의 목표를 제시하였는데, 이 중 4가지 목표들을 포괄하는 범위에서 10개의 기능을 선정하여 연구 목적에 맞게 수정하여 사용하였다. 실험 기구 경험은 학생들의 응답에서 빈도수가 높은 실험 기구와 신영준(2000)의 측정도구에서 일부 수정하였고 중등 교과서의 탐색적 분석을 통해 문항을 구성하였다. 학교 밖 과학 경험의 문항은 신영준(2000)의 측정도구에서 일부 발췌하였고, 개방형 설문지의 응답을 분석하여 학교 밖에서 이루어지고 있는 활동들을 3영역으로 구분하여 영역별 10개 문항으로 구성하였다.

연구 결과 및 논의

평균, 표준편차, 신뢰도 결과

측정도구 6영역의 평균과 표준편차를 Table 2에 나타내었다. 학생들의 과학적 경험정도는 학교 안 과학 경험에서는 실험 기구 경험, 과학 탐구 경험, 일반 활동 경험 순으로 높게 나타났으며, 학교 밖 과학 경험은 취미 활동 경험, 현장 견학 경험, 일반 활동 경험 순으로 나타났다. 전체적으로 학교 안 과학 경험의 정도가 학교 밖 과학 경험의 정도보다 높게 나타났다.

Table 1. Items of scientific experience questionnaire

Category	Sub-category	Number of item	Item
School scientific experience	General activity experience	10	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
	Scientific inquiry experience	10	11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20
	Laboratory apparatus experience	10	21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30
Outside of school scientific experience	General activity experience	10	31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40
	Interesting activity experience	10	41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50
	Field trip experience	10	51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60

Table 2. Means and standard deviations of the categories

Category	Sub-category	Mean	SD
School scientific experience	General activity experience	1.922	0.995
	Scientific inquiry experience	2.754	1.088
	Laboratory apparatus experience	3.180	1.135
Outside of school scientific experience	General activity experience	2.205	1.051
	Interesting activity experience	2.837	1.232
	Field trip experience	2.445	1.115

측정도구 60문항의 각 영역의 평균, 표준편차, 신뢰도의 Cronbach α 와 각 영역 내 문항 간 총점상관계수의 결과를 Table 3에 나타내었다.

Cronbach's α 를 이용해 산출한 영역별 신뢰도는 학교 안 과학경험에서 일반 활동 경험이 0.825, 과학 탐구 경험이 0.926, 실험 기구 경험이 0.870로 나타났다. 학교 밖 과학경험에서 일반 활동 경험이

0.892, 취미 활동 경험이 0.738, 현장 견학 경험이 0.841이었다. 성태제(2002)는 상관계수의 언어적인 표현에서 “0.80-1.00: 상관이 매우 높다, 0.60-0.80: 상관이 높다, 0.40-0.60: 상관이 있다, 0.20-0.40: 상관이 낮다, 0.00-0.20: 상관이 거의 없다”로 기준을 제시한 바 있다. 이러한 기준에 의거하여 분석한 개발된 측정도구의 각 영역 내 문항 간 총점상관계수는 48번,

Table 3. Result of means, standard deviations, reliability, item-scale score correlation of items

Item		Mean	SD	Item-scale score Correlation	Cronbach's α
Sub-category	No.				
General activity experience	1	2.429	1.058	0.595	0.825
	2	2.346	1.040	0.598	
	3	2.371	1.008	0.707	
	4	1.831	1.015	0.605	
	5	1.383	0.746	0.597	
	6	1.809	1.000	0.555	
	7	1.719	1.002	0.664	
	8	1.443	0.815	0.601	
	9	1.889	1.100	0.634	
	10	2.002	1.161	0.701	
Scientific inquiry experience	11	3.266	1.064	0.724	0.926
	12	3.196	1.087	0.750	
	13	2.809	1.061	0.749	
	14	2.964	1.098	0.794	
	15	2.843	1.089	0.828	
	16	2.472	1.083	0.765	
	17	2.407	1.049	0.785	
	18	2.661	1.145	0.819	
	19	2.615	1.125	0.822	
	20	2.305	1.083	0.703	
Laboratory apparatus experience	21	3.271	1.149	0.715	0.870
	22	3.109	1.117	0.620	
	23	3.748	1.068	0.751	
	24	3.145	1.214	0.730	
	25	3.208	1.176	0.746	
	26	2.676	1.258	0.587	
	27	2.177	1.019	0.514	
	28	3.104	1.199	0.636	
	29	3.702	1.055	0.767	
	30	3.656	1.096	0.734	

Table 3. Continued

Item		Mean	SD	Item-scale score Correlation	Cronbach's α
Sub-category	No.				
General activity experience	31	2.603	1.206	0.766	0.892
	32	2.496	1.167	0.764	
	33	3.010	1.170	0.676	
	34	2.717	1.151	0.714	
	35	1.787	0.878	0.704	
	36	1.731	0.891	0.725	
	37	1.809	0.963	0.734	
	38	1.741	0.952	0.679	
	39	2.291	1.092	0.726	
	40	1.869	1.039	0.670	
Interesting activity experience	41	3.540	1.300	0.644	0.738
	42	2.661	1.332	0.563	
	43	2.005	1.026	0.565	
	44	2.371	1.164	0.679	
	45	2.862	1.387	0.526	
	46	2.642	1.288	0.638	
	47	3.639	1.218	0.587	
	48	4.162	1.160	0.319	
	49	2.935	1.486	0.512	
	50	1.557	0.958	0.443	
Field trip experience	51	2.036	1.168	0.653	0.841
	52	1.833	0.997	0.688	
	53	3.685	1.165	0.580	
	54	3.872	1.128	0.550	
	55	2.080	1.160	0.696	
	56	1.610	0.884	0.653	
	57	2.506	1.269	0.600	
	58	2.852	1.231	0.713	
	59	1.637	0.924	0.643	
	60	2.341	1.226	0.686	

50번 문항을 제외한 모든 문항이 0.5이상이다. 48번 문항의 총점상관계수는 0.319로 상관이 낮지만, 다른 문항들의 총점상관계수는 모두 0.40이상으로 상관이 있거나 상관이 높은 것으로 나타났다. 즉, 측정도구의 신뢰도는 대체로 양호하다고 판단된다.

요인분석 결과

베리맥스 직각회전과 달리 사각 오블리민 회전은 요인이 서로 독립적이지 않음을 고려한 방법이다. 사각회전이 필요한 요인분석을 직각회전으로 요인분석을 하게 되면 요인점수가 부정확해지는 것이고, 사각회전을 하면 요인간에 추정된 상관을 반영하면서 보다 정확한 요인점수를 구하게 된다.

요인분석을 실시하기 전에 수집된 자료가 요인분석에 적합한지 Kaiser-Meyer-Olkin(KMO)의 표본 적절

성 측정치와 Bartlett의 구형성 검증 결과를 확인하였다. KMO 표본 적절성 측정치와 Bartlett-검정은 수집된 자료가 변수간 상관관계가 유의미하여 요인분석에 적합한지 여부를 판단하는 방법이다. KMO의 MSA (Measure of Sampling Adequacy)의 해석기준에 의하면 표본 적절성 측정치가 0.9 이상이면 “아주 이상적”, 0.7 이상이면 “약간 좋음”, 0.6 이상이면 “중간”, 0.5 이상이면 “이상적이지 못함”, 0.5 미만이면 “요인분석 실행불가”로 설명한다. 그리고 Bartlett-검정은 모 상관행렬이 단위행렬(Identity matrix)인지를 검정하는 것으로 통계적으로 유의미한 경우 요인분석이 가능함을 뜻한다. 본 연구에서 KMO 표본 적절성 측정치는 0.917, Bartlett의 구형성 검증 결과($\chi^2=13145.431$, $df=1770$, $p<0.001$) 유의미하게 나타나 수집된 자료가 요인분석에 적절한 것으로 판단하였다.

요인분석 결과는 Table 4와 같다.

최중요인행렬에서 각 세로줄 내에서의 값의 크기는 변수와 해당 요인간의 상관관계계수를 나타내는 요인적재값(factor loading)이다. 0.3 또는 0.4 이상인 요인계수가 3개 이상 발견되어야 그 요인을 해석하게 되며, 그 값이 적어도 0.3 이상은 되어야 0이 아닌 상관으로 본다는 의미이다. 하지만 그 기준을 0.3으로 너무 경직되게 적용할 필요는 없다. 0.3에서 약간 모자라도 맥락에 따라서 해석의 대상이 되어야 한다. 요인계수행렬에서 어느 요인의 세로줄에 “-1”을 곱해도 그 요인이 설명하는 분산은 변하지 않는다. 즉 요인공간상에서 그 요인의 축이 원점을 중심으로 해

서 어느 쪽이 “+” 방향이고 어느 쪽이 “-” 방향인지는 임의적이다. 따라서 요인 IV 문항들의 요인적재값에 “-1”을 곱하여 해석하여도 무방하다.

요인 I로 확인된 과학 탐구 경험 문항(11-20번)들은 0.419-0.859의 요인적재값을 나타내었고, 요인 II로 확인된 학교 밖 일반 과학 활동 경험 문항(31-40번)들은 0.406-0.660, 요인 III으로 확인된 현장 견학 경험 문항(51-60번)들은 0.135-0.685, 요인 IV로 확인된 실험 기구 경험 문항(21-30번)들은 0.287-0.681, 요인 V에 속하는 학교 안 일반 과학 활동 경험 문항(1-10번)들은 0.363-0.632, 요인 VI에 속하는 취미 활동 경험 문항(41-50번)들은 0.126-0.461의 요인적재값을 나타내었다.

Table 4. Result of factor analysis about scientific experience item

Item		Factor					
Sub-category	No.	I	II	III	IV	V	VI
General activity experience	1	0.194	-0.095	-0.052	-0.022	0.400	0.282
	2	0.319	-0.110	0.004	-0.015	0.395	0.057
	3	0.208	-0.093	-0.019	-0.038	0.547	0.207
	4	-0.006	0.058	0.029	0.019	0.549	0.036
	5	-0.043	0.051	0.115	0.037	0.632	-0.129
	6	0.018	0.142	0.008	-0.039	0.363	0.083
	7	-0.042	0.330	-0.043	-0.173	0.492	-0.148
	8	-0.080	0.251	0.080	-0.102	0.561	-0.350
	9	0.053	0.122	-0.044	-0.010	0.461	0.128
	10	0.166	0.033	0.048	-0.140	0.459	0.006
Scientific inquiry experience	11	0.419	0.079	-0.169	-0.340	0.158	0.084
	12	0.485	-0.035	-0.125	-0.392	0.159	0.006
	13	0.564	-0.025	-0.020	-0.189	0.156	-0.047
	14	0.661	0.117	-0.073	-0.039	0.026	0.140
	15	0.705	0.074	-0.049	-0.035	0.055	0.122
	16	0.717	0.070	0.050	0.028	-0.039	0.047
	17	0.757	0.001	0.086	0.033	0.022	0.016
	18	0.859	0.021	-0.050	-0.025	-0.022	-0.098
	19	0.806	0.026	0.058	-0.013	-0.025	-0.025
	20	0.599	0.179	0.193	0.049	0.033	-0.082
Laboratory apparatus experience	21	0.149	0.067	0.127	-0.504	-0.004	0.073
	22	0.219	-0.104	0.184	-0.435	-0.083	0.040
	23	0.099	-0.099	-0.042	-0.715	0.110	0.029
	24	0.091	0.093	0.054	-0.553	0.037	0.040
	25	0.000	0.074	0.116	-0.663	0.020	-0.066
	26	-0.137	0.217	0.206	-0.420	0.009	-0.067
	27	0.098	-0.043	0.361	-0.287	-0.027	-0.133
	28	0.271	-0.007	0.120	-0.404	-0.061	0.023
	29	0.026	0.050	-0.037	-0.680	0.100	0.117
	30	0.011	0.042	-0.083	-0.681	0.089	0.099
Eigen value		16.335	3.713	3.152	2.284	2.049	1.745
Percentage of Variance		27.224	6.188	5.253	3.807	3.415	2.909
Cronbach's α		0.825	0.926	0.870	0.892	0.738	0.841

Table 4. Continued

Item		Factor					
Sub-category	No.	I	II	III	IV	V	VI
General activity experience	31	0.074	0.642	-0.051	-0.200	0.001	0.054
	32	0.055	0.660	-0.053	-0.187	0.009	0.006
	33	0.084	0.504	-0.119	-0.123	0.035	0.191
	34	0.033	0.523	-0.021	-0.101	0.100	0.105
	35	0.133	0.595	0.120	0.068	0.026	-0.040
	36	0.209	0.614	0.211	0.098	0.122	-0.287
	37	0.151	0.591	0.155	0.077	0.164	-0.164
	38	0.177	0.406	0.275	0.020	0.152	-0.157
	39	0.075	0.633	-0.062	0.079	0.107	0.132
	40	0.037	0.536	0.160	0.075	0.104	0.060
Interesting activity experience	41	0.035	0.153	0.114	-0.138	0.080	0.266
	42	-0.061	0.450	-0.011	-0.153	0.118	0.133
	43	-0.001	0.203	0.291	-0.142	0.065	0.126
	44	0.058	0.348	0.201	-0.092	0.078	0.178
	45	0.037	0.098	0.137	-0.123	0.108	0.150
	46	0.138	0.208	0.079	0.045	0.124	0.363
	47	0.007	0.046	0.120	0.024	0.062	0.461
	48	0.054	0.104	-0.083	-0.131	-0.110	0.065
	49	0.034	0.052	0.087	-0.038	-0.017	0.331
	50	-0.033	0.253	0.068	-0.042	-0.057	0.257
Fieldwork experience	51	-0.024	-0.137	0.548	-0.130	0.119	0.128
	52	-0.057	0.001	0.648	-0.123	0.007	0.070
	53	-0.019	-0.112	0.152	-0.267	0.116	0.352
	54	0.138	-0.008	0.135	-0.086	-0.030	0.420
	55	0.132	0.040	0.626	0.044	0.053	0.070
	56	0.027	0.062	0.685	0.081	-0.020	0.090
	57	0.019	0.064	0.258	-0.150	-0.018	0.248
	58	0.083	0.000	0.302	-0.148	0.115	0.324
	59	0.047	0.272	0.573	0.113	0.008	0.104
	60	0.056	0.058	0.409	-0.114	0.116	0.179
Eigen value		16.335	3.713	3.152	2.284	2.049	1.745
Percentage of Variance		27.224	6.188	5.253	3.807	3.415	2.909
Cronbach's α		0.825	0.926	0.870	0.892	0.738	0.841

고유치(eigen value)는 한 요인이 설명하는 분산의 양을 나타내는 것으로 이 값이 높을수록 중요한 요인이라고 판단할 수 있다. 모든 요인에서 고유치가 모두 1.00 이상으로 측정되었으며, 요인 I에서부터 차례로 16.335, 3.713, 3.152, 2.284, 2.049, 1.745이다. 변량의 비율(percentage of variance)은 요인이 각 변수를 설명해주는 정도를 나타내는 것으로 과학 경험에 대한 요인 I의 설명력은 27.224% 요인 II의 설명력은 6.188%, 요인 III의 설명력은 5.253%, 요인 IV의 설명력은 3.807%, 요인 V의 설명력은 3.415%, 요인 VI의 설명력은 2.909%로 6개의 요인들이 설명하는 누적변수는 총 변량의 48.796%이다. 요인 I에 해당하는

과학 탐구 경험이 학생의 과학 경험에 가장 큰 요인으로 작용한다고 볼 수 있고, 요인 VI에 해당하는 취미 활동 경험은 반대로 학생의 과학 경험에 미치는 영향이 적다고 볼 수 있다. 회전된 요인분석의 결과는 각 영역의 모든 문항들이 모두 자신의 영역에 부하하였고, 본 연구에서 구성한 문항들이 과학 경험을 측정하는 도구로서 타당하다고 판단하였다.

결론 및 제언

학습자를 능동적인 교육의 주체로 인식하는 현대의 과학 교육에서 개념 변화의 중요한 요소로서 학습자

의 경험 수준을 파악하는 것이 중요하다. 그러므로 학생들의 경험 수준을 정량화 할 수 있는 측정 도구가 제시될 필요가 있다. 본 연구에서는 학생들의 과학 경험 측정을 위한 도구의 영역을 학교 안 과학 경험과 학교 밖 과학 경험으로 설정하였다. 학교 안 과학 경험의 세부 영역은 일반 활동 경험, 과학 탐구 경험, 실험 기구 경험으로 구성하였으며 학교 밖 과학 경험의 세부 영역은 일반 활동 경험, 취미 활동 경험, 현장 견학 경험으로 구성하였다. 6개 요인으로 구성된 과학 경험 측정 도구를 고등학교 1학년 학생들을 대상으로 적용하여 요인분석을 실시하였고, 타당도와 신뢰도를 분석하였다.

평균과 표준편차, 그리고 신뢰도의 측정 결과 측정 도구 각 영역의 신뢰도는 학교 안에서의 경험의 일반 활동 경험이 0.825, 과학 탐구 경험이 0.926, 실험 기구 경험이 0.870, 학교 밖에서의 경험의 일반 활동 경험이 0.892, 취미 활동 경험이 0.738, 현장 견학 경험이 0.841로 나타났다.

요인분석결과 요인 I에 속하는 문항(11-20번)들은 0.419-0.859의 요인적재값을 나타내었고, 요인 II에 속하는 문항(31-40번)들은 0.406-0.660, 요인 III에 속하는 문항(51-60번)들은 0.135-0.685, 요인 IV에 속하는 문항(21-30번)들은 0.287-0.681, 요인 V에 속하는 문항(1-10번)들은 0.363-0.632, 요인 VI에 속하는 문항(41-50번)들은 0.126-0.461의 요인적재값을 나타내었다. 요인계수행렬에서 어느 요인의 세로줄에 “-1”을 곱해도 그 요인이 설명하는 분산은 변하지 않는다. 즉 요인공간상에서 그 요인의 축이 원점을 중심으로 해서 어느 쪽이 “+” 방향이고 어느 쪽이 “-” 방향인지는 임의적이다. 따라서 요인 IV 문항들의 요인적재값에 “-1”을 곱하여 해석하여도 무방하다.

6개의 요인에 대해 주축요인추출방법과 사각 오블리민 회전을 이용하여 요인분석을 실시한 결과 Kaiser-Meyer-Olkin(KMO)의 표본 적절성 측정치와 Bartlett의 구형성 검증 결과에 의해 과학 경험 척도는 타당성이 양호한 것으로 검증되었다(KMO=0.917; Bartlett의 구형성 검증. =13145.431, $df=1770$, $p<0.001$). 고유치(eigen value)는 한 요인이 설명하는 분산의 양을 나타내는 것으로 이 값이 높을수록 중요한 요인이라고 판단할 수 있다. 모든 요인에서 고유치가 모두 1.00 이상으로 측정되었으며, 요인 I에서부터 차례로 16.335, 3.713, 3.152, 2.284, 2.049, 1.745이며, 6개의 요인들이 설명하는 누적변수는 총 변량

의 48.796%이다. 회전된 요인분석의 결과는 각 영역의 모든 문항들이 모두 자신의 영역에 부하하였다.

개발된 측정도구의 6개의 요인에 대해 주축요인추출방법과 사각 오블리민 회전을 이용하여 요인분석을 실시하였다. Kaiser-Meyer-Olkin(KMO)의 표본 적절성 측정치와 Bartlett의 구형성 검증 결과, 그리고 Cronbach α 와 각 영역 내 문항 간 총점 상관계수를 분석한 결과 측정도구의 타당도와 신뢰도는 양호한 것으로 판단된다.

학생들이 새로운 개념을 학습할 때는 학생들의 사전 경험의 중요성을 인정하고 교수법 판단의 준거로 사용해야 한다. 이러한 과정에서 본 연구에서 제안한 과학경험 측정도구가 학생들의 과학 경험을 측정하여 효과적인 교수설계를 구축하는데 도움이 되길 기대한다.

감사의 글

논문 심사과정에서 좋은 지적을 통해 논문이 개선 되도록 도움을 주신 심사위원들께 깊은 감사를 드립니다.

참고문헌

- 김계수, 2008, 구조방정식모형 분석. 한나래, 서울, 681 p.
 김동규, 2002, 초등학생의 과학적 경험과 인지갈등과의 상관관계. 한국교원대학교 석사학위논문, 85 p.
 김수미, 한미희, 김재근, 2005, ‘달리는 과학열차-DMZ 생태 탐구와 허준선현 묘소 탐방’ 프로그램 중 생태 현장 체험학습 프로그램의 개발과 효과. 한국생물교육학회지, 33, 433-442.
 김승화, 1996, 공변량구조분석에 의한 과학탐구능력과 학습 자특성과의 인과관계 연구. 한국교원대학교 박사학위논문, 145 p.
 박승재, 강호감, 김희준, 송진웅, 유준희, 윤혜경, 장경애, 정병훈, 한인옥, 2000, 청소년 학교 밖 과학 활동 진흥 방안 연구. 과학기술부 정책연구 2000-18, 과학기술부, 411 p.
 박영애, 2005, 중·고등학교 학생들의 과학 경험과 과학에 대한 태도의 상관관계 연구. 이화여자대학교 석사학위논문, 91 p.
 박효은, 2006, 학교 밖 과학 활동에 대한 중학생의 반응. 대구교육대학교 석사학위논문, 84 p.
 서혜예, 전영석, 현종오, 류성철, 한재영, 최원호, 김현빈, 조수민, 임혁, 2001, 신나는 과학 놀이마당 평가연구. 한국과학교육학회지, 21, 473-486.
 성태제, 2002, 타당도와 신뢰도. 학지사, 서울, 191 p.

- 신영준, 2000, 과학 학습 배경의 성차 분석에 근거한 여학생 친화적 과학 수업 전략 개발. 한국교원대학교 박사학위논문, 233 p.
- 윤석찬, 2001, 과학 전람회 참가가 초등학생들의 과학적 태도와 과학 탐구능력에 미치는 영향. 한국교원대학교 석사학위 논문, 70 p.
- 이문원, 조희형, 1985, 고교생의 성별에 따른 과학과목의 성취도 차이의 원인에 대한 연구. 한국과학교육학회지, 5, 35-47.
- 이미경, 정은영, 2004, 학교 과학 교육에서 과학에 대한 태도에 영향을 미치는 요인 조사. 한국과학교육학회지, 24, 946-958.
- 이순목, 2006, 요인분석의 기초. 교육과학사, 서울, 163 p.
- 이충형, 2003, 과학 놀이 활동이 초등학교 학생의 과학적 태도 및 탐구능력에 미치는 효과. 부산교육대학교 석사학위논문, 88 p.
- 임청환, 김승화, 양일호, 1997, 초·중학생들의 과학 탐구능력에 미치는 인지적, 정의적 특성에 대한 공변량 구조 분석. 한국과학교육학회지, 17, 1-10.
- 장경애, 1993, 남녀 학생의 물리관련 경험, 태도, 희망직업 및 성취도에 관한 연구. 서울대학교 석사학위논문, 52 p.
- 홍정수, 장난기, 1997, 중등학교 과학과 야외활동 실태 및 개선방안. 한국과학교육학회지, 17, 85-92.
- Barman, C., 1997, Students' views of scientists and science: Results from a national study. *Science and Children*, 35, 18-23.
- Bresler, C.A., 1991, Museums and environmental education. *National Adapted Physical Education Conference, Quarterly*, 2, p. 6.
- Dierking, L.D., Falk, J.H., Rennie, L., Anderson, D., and Ellenbogen, K., 2003, Policy statement of the "informal science education". *Journal of Research in Science Teaching*, 40, 108-111.
- Driver, R., 1983, Theories in action: Some theoretical and empirical issues in the study of students' conceptual frameworks in science. *Studies in Science Education*, 10, 37-60.
- Farenga, S.J. and Joyce, B.A., 1997, What children bring to the classroom: Learning science from experience. *School Science and Mathematics*, 97, 248-252.
- Feher, E., 1990, Interactive museum exhibits as tools for learning: Explorations with light, *International Journal of Science Education*, 12, 35-49.
- Galen, D.F., 1993, Science fair: A successful venture. *American Biology Teacher*, 55, 464-467.
- Good, T. and Grouws, D., 1975, Process-Product relationships in fourth grade mathematics classrooms(Final report). Grant NEG-00-3-0123, National Institute of Education, 123 p.
- Gowen, L.F. and Marek, E.A., 1993, Science fairs: Step by step, *Science Teacher*, 60, 37-41.
- Kahle, J.B. and Lakes, M.L., 1983, The myth of equality in science classroom. *Journal of Research in Science Teaching*, 20, 131-140.
- Kahle, J.B., Lakes, M.L., and Cho, H.H., 1985, An assessment of the impact of science experiences on the career choices of male and female biology students. *Journal of Research in Science Teaching*, 22, 385-394.
- Klopfer, L.E., 1971, Evaluation of learning in science. In Bloom, B.S., Hasting, J.T., and Madaus, G.F. (eds), *Handbook on Formative and summative evaluation of student learning*. McGraw-Hill, NY, USA, 932 p.
- Lewin, A.W., 1989, Children's museums: A structure for family learning. *Marriage and Family Review*, 13, 51-73.
- Myers, R.E.III. and Fouts, J.T., 1992, A cluster analysis of high school science classroom environments and attitude toward science. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 929-937.
- National Assessment of Educational Progress, 1978, *The Third Assessment of Science, 1976-1977*. NAEP Educational Commission of the State, Denver, USA, 350 p.
- Reynold, A.J. and Welberg, H.J., 1991, A structural model of science achievement. *Journal of Educational psychology*, 83, 97-107.
- Stuessy, C.L., 1989, Path analysis: A model for the development of science reasoning ability in adolescents. *Journal of Research in Science Teaching*, 26, 41-53.
- Wellington, J.J., 1990, Formal and informal learning in science: The role of interactive science centers. *Physics Education*, 25, 247-252.
- Wellington, J.J., 1994, *Secondary science: Contemporary issues and practical approaches*. Routledge, NY, USA, 297 p.

2010년 5월 17일 접수
2010년 6월 10일 수정원고 접수
2010년 6월 18일 채택

<부록 1> 과학 경험 측정 도구

다음의 검사 문항들은 여러분들이 **초등학교 때부터 지금까지** 과학에 관련된 경험을 어느 정도 가지고 있는지 알아보기 위한 것입니다.
 이 검사지의 **각 문항에는 틀린 답이나 맞는 답이 없습니다.** 검사지의 각 문항들을 읽고 여러분들이 **경험한 그대로**를 응답해 주시기 바랍니다.

번호	제목	매우많다	많다	모르겠다	적다	전혀없다
당신은 학교에서 다음과 같은 활동을 하였던 경험이 있습니까?						
1	과학 수업시간에 질문하기	①	②	③	④	⑤
2	과학 실험시간에 토론하기	①	②	③	④	⑤
3	과학 시간에 발표하기	①	②	③	④	⑤
4	과학에 관련된 대회에 참가하기	①	②	③	④	⑤
5	과학에 관련된 캠프에 참가하기	①	②	③	④	⑤
6	과학에 관련된 글짓기 대회에 참가하기	①	②	③	④	⑤
7	과학에 관련된 특별활동부서 활동하기	①	②	③	④	⑤
8	과학에 관련된 동아리 활동하기	①	②	③	④	⑤
9	과학교사와 개인적으로 대화하기	①	②	③	④	⑤
10	과학 실험시간에 조장으로 활동하기					
당신은 과학실험시간에 다음과 같은 활동을 하였던 경험이 있습니까?						
11	실험 대상이나 현상을 관찰하기	①	②	③	④	⑤
12	실험 대상을 도구를 이용해 측정하기	①	②	③	④	⑤
13	수집된 자료를 기준에 따라 분류하기	①	②	③	④	⑤
14	결과를 예상하기	①	②	③	④	⑤
15	원인을 추리하기	①	②	③	④	⑤
16	실험문제를 인식하고 가설을 설정하기	①	②	③	④	⑤
17	실험에 영향을 주는 변인을 통제하기	①	②	③	④	⑤
18	실험을 통해 얻어진 자료를 해석하기	①	②	③	④	⑤
19	해석된 자료로 결론을 도출하기	①	②	③	④	⑤
20	도출된 결론을 다른 현상들에 적용하기	①	②	③	④	⑤
당신은 다음과 같은 실험기구를 이용하였던 경험이 있습니까?						
21	현미경	①	②	③	④	⑤
22	전류계	①	②	③	④	⑤
23	알코올램프	①	②	③	④	⑤
24	초시계	①	②	③	④	⑤
25	나침반	①	②	③	④	⑤
26	망원경	①	②	③	④	⑤
27	기압계	①	②	③	④	⑤
28	메스실린더	①	②	③	④	⑤
29	온도계	①	②	③	④	⑤
30	저울	①	②	③	④	⑤

번호	제목	매우많다	많다	모르겠다	적다	전혀없다
당신은 학교 밖에서 다음과 같은 활동을 하였던 경험이 있습니까?						
31	잡지에 있는 과학관련 기사 읽기	①	②	③	④	⑤
32	신문에 있는 과학관련 기사 읽기	①	②	③	④	⑤
33	TV에서 과학관련 프로그램 보기	①	②	③	④	⑤
34	과학에 관련된 책 읽기	①	②	③	④	⑤
35	친구들과 과학을 주제로 이야기하기	①	②	③	④	⑤
36	과학에 대한 연구 활동하기	①	②	③	④	⑤
37	과학과 관련된 취미 활동하기	①	②	③	④	⑤
38	과학과 관련된 기관 방문하기	①	②	③	④	⑤
39	인터넷에서 과학관련 정보 찾기	①	②	③	④	⑤
40	과학관련 컴퓨터 소프트웨어 사용하기	①	②	③	④	⑤
당신은 다음과 같은 취미를 가졌던 경험이 있습니까?						
41	동물이나 식물 기르기	①	②	③	④	⑤
42	컴퓨터나 전기제품 조립/분해 하기	①	②	③	④	⑤
43	천체관측	①	②	③	④	⑤
44	간단한 과학 원리를 이용한 도구 만들기	①	②	③	④	⑤
45	식물이나 곤충 채집	①	②	③	④	⑤
46	공예	①	②	③	④	⑤
47	사진 찍기	①	②	③	④	⑤
48	컴퓨터 게임	①	②	③	④	⑤
49	인터넷을 이용한 개인 블로그 운영	①	②	③	④	⑤
50	프로그램 개발이나 해킹	①	②	③	④	⑤
당신은 다음과 같은 장소를 방문하였던 경험이 있습니까?						
51	천문대	①	②	③	④	⑤
52	발전소	①	②	③	④	⑤
53	동물원	①	②	③	④	⑤
54	도서관	①	②	③	④	⑤
55	과학관	①	②	③	④	⑤
56	기상대	①	②	③	④	⑤
57	공장	①	②	③	④	⑤
58	식물원	①	②	③	④	⑤
59	연구실	①	②	③	④	⑤
60	자연사박물관	①	②	③	④	⑤