



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

博士學位論文

自己主導적 科學探究活動이 中等學生의  
메타認知, 科學의 本性 및 科學者에  
대한 認識에 미치는 影響

濟州大學校 大學院

科學教育學部

高 龍 哲

2015年 8月

自己主導적 科學探究活動이 中等學生의  
메타認知, 科學의 本性 및 科學者에  
대한 認識에 미치는 影響

指導教授 康 東 植

高 龍 哲

이 論文을 教育學 博士學位 論文으로 提出함

20015年 6月

高龍哲의 教育學 博士學位 論文을 認准함

審査委員長 \_\_\_\_\_

委 員 \_\_\_\_\_

委 員 \_\_\_\_\_

委 員 \_\_\_\_\_

委 員 \_\_\_\_\_

濟州大學校 大學院

2015 年 6月

The effect of self-directed scientific research activities on  
middle and high schoolers' meta-cognition, nature of  
science and perception about scientist

Yong-Chul Ko

(Supervised by professor Dong-Shik Kang)

A thesis submitted in partial fulfillment of the requirement for the  
degree of Doctor of Philosophy in Physics Education

2015. 6.

This thesis has been examined and approved.

.....  
Thesis director, Seoktae Koh, Prof, Faculty of Science Education

.....  
.....  
.....  
.....

.....  
Date

Faculty of Science Education  
GRADUATE SCHOOL  
JEJU NATIONAL UNIVERSITY

# 목 차

I. 서론 .....	1
1. 연구의 목적 및 필요성 .....	1
2. 연구 문제 .....	5
3. 용어의 정의 .....	5
1) 자기주도적 과학탐구프로그램 .....	5
2) 메타인지 .....	6
3) 과학의 본성 .....	7
4) 과학자에 대한 인식 .....	7
4. 연구의 제한점 .....	7
II. 이론적 배경 .....	9
1. 자기주도적 과학탐구활동 .....	9
1) 자기주도 학습 .....	9
2) 과학탐구 .....	11
3) 자주주도적 과학탐구 .....	22
2. 메타인지 .....	22
1) 인지와 메타인지 .....	22
2) 메타인지의 영역과 구성 요소 .....	25
3. 과학의 본성 .....	31
1) 과학의 본성 하위 측면 .....	32
2) 과학의 본성에 대한 검사 도구 .....	33
4. 과학자에 대한 인식 .....	35
1) 과학자의 정의 .....	35
2) 과학자에 대한 인식 .....	36
3) 정형화된 과학자 이미지(Stereotyped images of scientist) .....	37
4) 과학자 이미지 검사 도구 .....	38

Ⅲ. 연구방법 .....	39
1. 연구대상 .....	39
2. 연구절차 .....	40
3. 검사도구 .....	41
1) 메타인지 .....	41
2) 과학의 본성 .....	41
3) 과학자의 인식 .....	42
4. 자기주도적 과학탐구 프로그램 개발 및 적용 .....	44
1) 과학탐구아카데미 프로그램 개발 .....	45
2) 창의과학캠프 프로그램 개발 및 적용 .....	48
5. 자료처리 및 분석 .....	50
Ⅳ. 연구결과 및 논의 .....	52
1. 자기주도적 과학탐구활동이 중·고등학생의 메타인지에 미치는 영향 .....	52
1) 메타인지 전체 사전-사후 비교 .....	52
2) 메타인지 하위요소별 사전-사후 비교 .....	53
2. 자기주도적 과학탐구활동이 중·고등학생의 과학의 본성에 대한 인식에 미치는 영향 .....	58
1) 관찰의 이론의존성에 미치는 영향 .....	58
2) 과학 지식의 잠정성에 미치는 영향 .....	63
3) 과학적 의사 결정에 미치는 영향 .....	67
4) 과학 이론의 사회적 구성에 미치는 영향 .....	71
5) 과학적 추론의 검증에 미치는 영향 .....	75
6) 이론의 가정에 미치는 영향 .....	80
7) 과학적 예상에 대한 관점에 미치는 영향 .....	84
8) 과학적 방법에 미치는 영향 .....	89
9) 과학 지식의 인식론적 지위에 미치는 영향 .....	93
10) 자기주도적 과학탐구활동이 과학의 본성에 대한 인식에 미치는 영향 종합 .....	97
3. 자기주도적 과학탐구활동이 중학생의 과학자에 대한 인식에 미치는 영향 .....	98

1) 선택형 검사지 검사 결과 .....	99
2) 과학자 이미지 그리기 검사 분석도구(DAST-C) 검사 결과 .....	106
V. 결론 및 제언 .....	118
1. 결론 .....	118
2. 제언 .....	123
참고문헌 .....	125
<부록 1> 메타인지 검사지 .....	134
<부록 2> 과학의 본성 검사지(VOSTS) .....	136
<부록 3> 과학자에 대한 인식 조사 .....	139

## 표 목 차

<표 II-1> 교사주도의 학습과 자기주도 학습의 비교 .....	10
<표 II-2> 자기주도 학습의 구성요소 .....	11
<표 II-3> 기초적 탐구과정 요소 .....	13
<표 II-4> 통합적 탐구과정 요소 .....	14
<표 II-5> 실질적 과학탐구의 내용 .....	16
<표 II-6> 과학탐구를 수행하기 위한 기본 능력 .....	17
<표 II-7> 과학탐구의 이해 .....	18
<표 II-8> 교실 과학탐구의 기본요소 .....	19
<표 II-9> 과학 교사의 역할 .....	20
<표 II-10> 학교 급별 과학교사의 역할 .....	21
<표 II-11> 인지와 메타인지의 구분 .....	24
<표 II-12> 메타인지적 지식의 구성 요소와 특징 .....	27
<표 II-13> 메타인지의 영역과 하위 구성 요소 및 각 요소의 특징 .....	30
<표 III-1> 연구대상 .....	39
<표 III-2> VOSTS 검사지의 문항별 세부내용 .....	42
<표 III-3> 과학자의 인식 선택형 검사지의 문항별 세부내용 .....	43
<표 III-4> 과학자 이미지 그리기 검사 분석도구(DAST-C)의 내용 .....	44
<표 III-5> 제주과학탐구아카데미 프로그램 내용 .....	45
<표 III-6> 멘토의 사전 멘토링 사례 .....	47
<표 III-7> 제주창의과학캠프 프로그램 내용 .....	49
<표 III-8> 과학자 이미지 검사 분석도구 문석항목 및 세부사항 .....	51
<표 IV-1> 메타인지 전체점수 전·후 비교 .....	53
<표 IV-2> 메타인지 계획능력 변화 전·후 비교 .....	54
<표 IV-3> 메타인지 모니터 능력 변화 전·후 비교 .....	55
<표 IV-4> 메타인지 조절 능력 변화 전·후 비교 .....	56
<표 IV-5> 메타인지 평가 능력 변화 전·후 비교 .....	57
<표 IV-6> 학교 급별에 따른 관찰의 이론의존성 사전과 사후검사 결과 .....	59
<표 IV-7> 과학탐구아카데미가 중·고등학생의 관찰의 이론의존성에 준 영향 .....	60

<표 IV-8> 성별에 따른 관찰의 이론의존성 결과 .....	61
<표 IV-9> 과학탐구아카데미가 중·고등학생의 관찰의 이론의존성에 준 영향 .....	62
<표 IV-10> 학교 급별에 따른 과학 지식의 잠정성에 대한 관점 사전과 사후검사 결과 .....	63
<표 IV-11> 과학탐구아카데미가 중·고등학생의 과학 지식의 잠정성에 대한 관점에 준 영향 .....	64
<표 IV-12> 성별에 따른 과학 지식의 잠정성에 대한 관점 사전과 사후검사 결과 .....	65
<표 IV-13> 과학탐구아카데미가 남·여학생의 과학 지식의 잠정성에 대한 관점에 준 영향 ..	66
<표 IV-14> 학교 급별에 따른 과학적 의사 결정에 대한 관점 검사 결과 .....	68
<표 IV-15> 과학탐구아카데미가 중·고등학생의 과학적 의사 결정에 대한 관점에 준 영향 .....	69
<표 IV-16> 성별에 따른 과학적 의사 결정에 대한 관점 검사 결과 .....	70
<표 IV-17> 과학탐구아카데미가 남·여학생의 과학적 의사 결정에 대한 관점 준 영향 ..	71
<표 IV-18> 학교 급별에 따른 과학 이론의 사회적 구성에 대한 관점 검사 결과 .....	72
<표 IV-19> 과학탐구아카데미가 중·고등학생의 과학 이론의 사회적 구성에 대한 관점에 준 영향 .....	73
<표 IV-20> 성별에 따른 과학 이론의 사회적 구성에 대한 관점 검사 결과 .....	74
<표 IV-21> 과학탐구아카데미가 남·여학생의 과학 이론의 사회적 구성에 대한 관점에 준 영향 .....	75
<표 IV-22> 학교 급별에 따른 과학적 추론의 검증에 대한 관점 검사 결과 .....	76
<표 IV-23> 과학탐구아카데미가 중·고등학생의 과학적 추론의 검증에 준 영향 .....	77
<표 IV-24> 성별에 따른 과학적 추론의 검증에 대한 관점 검사 결과 .....	78
<표 IV-25> 과학탐구아카데미가 남·여학생의 과학적 추론의 검증에 대한 관점에 준 영향 ..	79
<표 IV-26> 학교 급별에 따른 이론의 가정에 대한 관점 검사 결과 .....	80
<표 IV-27> 과학탐구아카데미가 중·고등학생의 이론의 가정에 대한 관점 변화에 준 영향 ..	82
<표 IV-28> 성별에 따른 이론의 가정에 대한 관점 검사 결과 .....	83
<표 IV-29> 과학탐구아카데미가 남·여학생의 이론의 가정에 대한 관점에 준 영향 .....	84
<표 IV-30> 학교 급별에 따른 과학적 예상에 대한 관점 검사 결과 .....	85
<표 IV-31> 과학탐구아카데미가 중·고등학생의 과학적 예상에 대한 관점에 준 영향 ..	86
<표 IV-32> 성별에 따른 과학적 예상에 대한 관점 검사 결과 .....	87
<표 IV-33> 과학탐구아카데미가 남·여학생의 과학적 예상에 대한 관점에 준 영향 .....	88
<표 IV-34> 학교 급별에 따른 과학적 방법에 대한 관점 검사 결과 .....	89
<표 IV-35> 과학탐구아카데미가 중·고등학생의 과학적 방법에 대한 관점에 준 영향 ..	90

<표 IV-36> 성별에 따른 과학적 방법에 대한 관점 검사 결과 .....	91
<표 IV-37> 과학탐구아카데미가 남·여학생의 과학적 방법 대한 관점에 준 영향 .....	92
<표 IV-38> 학교 급별에 따른 과학 지식의 인식론적 지위에 대한 관점 검사 결과 .....	94
<표 IV-39> 과학탐구아카데미가 중·고등학생의 과학 지식의 인식론적 지위에 대한 관점에 준 영향 .....	95
<표 IV-40> 성별에 따른 과학 지식의 인식론적 지위에 대한 관점 검사 결과 .....	96
<표 IV-41> 과학탐구아카데미가 남·여학생의 과학 지식의 인식론적 지위에 대한 관점에 준 영향 .....	97
<표 IV-42> 과학의 본성 하위요소 비교 .....	98
<표 IV-43> 중학생의 과학자에 대한 인식 (N=99) .....	101
<표 IV-44> 남중생의 과학자에 대한 인식(N=50) .....	103
<표 IV-45> 여중생의 과학자에 대한 인식(N=49) .....	105
<표 IV-46> 과학자에 대한 이미지 검사 결과 .....	106
<표 IV-47> 성별에 따른 이미지 변화 효과 분석 .....	107
<표 IV-48> 과학자의 정형적 이미지 하위 요소별로 조사한 결과 .....	108
<표 IV-49> 과학자의 성별 .....	109
<표 IV-50> 과학자의 연령 .....	110
<표 IV-51> 과학자가 입고 있는 옷 .....	111
<표 IV-52> 과학자의 머리모양 .....	112
<표 IV-53> 과학자가 하고 있는 일 .....	113

## 그림 목 차

[그림 II-1] 탐구휠(The Inquiry Wheel) .....	15
[그림 II-2] 사고의 분류 .....	23
[그림 II-3] 메타인지적 지식과 메타인지적 조절의 관계 .....	29
[그림 III-1] 연구절차 .....	40
[그림 IV-1] 사전 과학자 이미지-남1 .....	113
[그림 IV-2] 사후 과학자 이미지-남1 .....	114
[그림 IV-3] 사전 과학자 이미지-남2 .....	114
[그림 IV-4] 사후 과학자 이미지-남2 .....	115
[그림 IV-5] 사전 과학자 이미지-여1 .....	115
[그림 IV-6] 사후 과학자 이미지-여1 .....	116
[그림 IV-7] 사전 과학자 이미지-여2 .....	116
[그림 IV-8] 사후 과학자 이미지-여2 .....	117

# ABSTRACT

## **The effect of self-directed scientific research activities on middle and high schoolers' meta-cognition, nature of science and perception about scientists**

Ko Yong-Chul

This study, through pre-to-post comparison, attempted to find out the effect of self-directed scientific research activities by team on schoolers' meta-recognition, nature of science and perception about scientists after they were instructed to develop and further those activities.

The study investigated what effects self-directed scientific research activities would have on schoolers' meta-cognition. First, the pre-to-post test of all schoolers resulted in a statistically significant difference. Second, the same test of planning ability for meta-cognition did not result in a significant difference and thus it is thought that self-directed scientific research activities have no effect on the change of planning ability. Third, a significant difference between before and after the activities appeared in monitoring ability and thus it is thought that self-directed scientific research activities have a positive effect on the change of monitoring abilities. When middle and high schoolers, as well male and female schoolers, classified, middle schoolers and female schoolers showed a significant difference, but the rest of groups not.

The study also investigated the nature of science by VOSTS questionnaire and conducted  $\chi^2$  analysis to find out what effects self-directed scientific research activities have on the understanding of the nature. Among sub-factors concerning the nature of science, the score of a pre-test turned out from highest to lowest as follows: theoretical hypothesis, verification of scientific inference, scientific decision-making, scientific method, temporality of

scientific knowledge, theory-dependency of observation, social construction of scientific theory, epistemological status of scientific knowledge, and scientific prediction; and the score of a post-test turned out from highest to lowest as follows: theoretical hypothesis, scientific decision-making, verification of scientific inference, temporality of scientific knowledge, scientific method, theory-dependency of observation, social construction of scientific theory, epistemological status of scientific knowledge, and scientific prediction. In the degrees of pre-to-post change, epistemological status of scientific knowledge increased by the greatest deal, followed by temporality of scientific knowledge, theoretical hypothesis, and scientific decision-making in order. In a while, verification of scientific inference was not changed between before and after the activities; and even reduction was found in scientific prediction and social construction of scientific theory.

Furthermore, the study investigated schoolers' perception about scientists by multiple-choice questionnaire and Draw-A-Scientist Test Checklist(DAST-C). In the result of multiple-choice questionnaire, first, a pre-test resulted in positive perception about scientists in 11 questions among 12 questions, but a post-test did in all questions. Among total 12 questions, 7 questions including "scientists concern about others," "scientists respect others' opinion," "scientists are funny," "scientists have a sense of art," "scientists respect human-beings," "scientists have a sense of responsibility," and "scientists have religion," appeared statistically significant, and thus self-directed scientific research activities changed schoolers' perception about scientists positively. Second, male schoolers had positive perception about scientists for 11 and all of 12 questions in a pre-test and a post-test, respectively. Among total 12 questions, 5 questions, including "scientists concern about others," "scientists respect others' opinion," "scientists are funny," "scientists have a sense of art," and "scientists have a sense of responsibility" appeared statistically significant, and thus self-directed scientific research activities

changed schoolers' perception about scientists positively. Third, female schoolers had positive perception about scientists for 11 and all of 12 questions in a pre-test and a post-test, respectively. Among total 12 questions, 2 questions including "scientists are funny" and "scientists respect human-beings" appeared statistically significant, and thus self-directed scientific research activities changed male schoolers' perception about scientists more than that of female schoolers. In the result of a DAST-C test, first, middle schoolers's degrees of fixed image about scientists showed a statistically significant difference. Self-directed scientific research activities were found to effectively decrease schoolers's degrees of fixed image about scientists. Second, the division of male and female middle schoolers resulted in a statistical significance in those both parties. Hence, self-directed scientific research activities were found to have a positive effect on changing male and female middle schoolers' image about scientists. Third, gender's effect on the change of image about scientists showed no significant difference between male and female schoolers in a pre-test, but a significant difference in a post-test; so, self-directed scientific research activities gave more effect on female schoolers' image change about scientists than on the counterpart of male schoolers.

In conclusion, self-directed scientific research activities had a positive effect on schoolers' change in meta-cognition, especially on monitoring and control abilities among its sub-factors. Also, self-directed scientific research activities had some effects on schoolers' perceptual change in the nature of science, especially great effects on perception about scientists. Therefore, scientific research academies and creative science camps as self-directed scientific research activities are needed to launch, and it is especially very useful to employ them into school science clubs.

# I. 서론

## 1. 연구의 목적 및 필요성

현대사회는 하루가 다르게 많은 변화와 발전이 이루어지고 있으며, 사람들은 수많은 정보를 접하며 살아간다. 이들 정보의 양은 폭발적으로 증가하고 있으며, 지식의 라이프 사이클 또한 매우 짧아 곧 새로운 지식으로 대체된다. 현대인들에게는 정보와 지식의 가치를 올바르게 판단하는 것과 더불어 새로운 정보와 기술을 스스로 탐구하고 창출하여 생활에 활용하는 능력인 과학적 소양이 요구된다(정나진, 2011). 과학적 소양을 기르기 위해서는 탐구활동이 중요하며, 이는 현대 과학교육의 핵심적인 요소로 자리 잡고 있다. 과학교육은 탐구활동을 통해 기본 개념을 이해하도록 하고, 배운 개념을 자연탐구와 일상생활의 문제 해결에 적용할 수 있는 학습의 기회를 제공해야 한다(교육과학기술부, 2008). 제3차 교육과정 이후 우리나라 과학교육에서는 탐구활동을 강조해왔고, 특히 7차 교육과정에서는 과학교과서를 탐구활동 중심으로 구성하였다. 그러나 실제 초·중학교에서 교과서에 제시된 탐구활동의 50% 이상을 수행하는 교사가 절반을 넘지 않을 정도로 탐구활동 수행 정도가 매우 부족한 것으로 나타났으며(이양락, 2004), 실질적인 탐구 능력 교육을 위한 탐구활동 중심의 교육과정 구성이 이루어지지 못했음이 지적되고 있다(김주훈, 이미경, 2003). 학생들이 수행하는 과학탐구활동은 실제 과학자들이 연구를 수행하는 것처럼 이루어져야 하나(Dunbar, 1995; Chin & Hmelo-Silver, 2002) 학교현장에서 이루어지는 과학탐구활동은 교사의 주도에 따라 획일적으로 법칙이나 현상을 확인하는 방법으로 이루어지고 있다. 교사가 실험 과정을 설명하면 학생들은 비판 없이 받아들여 따라하고 결과를 도출하여 교과서의 내용과 맞는지 틀렸는지 확인한다. 학교 과학교육은 Dunbar(1995)가 주장한 것처럼 학생들이 스스로 탐구할 문제를 찾아내고, 이를 효과적으로 해결할 수 있도록 설계하여 탐구하며 결과를 얻어내어 결론을 도출해 낼 수 있는 자기주도적 탐구 환경을 제공하는 것이 매우 중요하다.

효과적인 학습 방법에 관심이 많아지면서 메타인지적 학습전략에 대한 연구들이 꾸준히 이루어졌다(황희숙, 1994; 김영채, 1995; 김현진, 2007; McCrindle & Christensen, 1995). 메타인지 사고는 흔히 ‘사고에 대한 사고(thinking about cognitive thinking)’라 정의하며, 인지 사고를 지시하고 통제하는 조작들로 이루어져 있다(김영채, 1995). 메타인지에 대한 개념은 ‘메타기억’에서 찾을 수 있는데 Flavell은 1971년에 ‘암기 활동에 대한 지식’을 의미하는 말로서 ‘메타기억’이라는 용어를 처음으로 사용하였고, 이것이 계기가 되어 1975년을 전후해서 암기 활동을 포함한 ‘인지 현상 전반에 대한 지식’을 뜻하는 보다 포괄적인 의미의 ‘메타인지’라는 용어가 탄생하게 되었다(김수미, 1996). 메타인지의 개념은 학습자의 인지 활동과 메타인지 활동을 분류하여 학습의 과정에서 학습자가 인지적인 목표를 갖고 목표의 달성을 위해 노력하는 지적인 활동을 인지적인 활동으로 보며, 인지 활동의 과정에서 자신의 인지 활동에 대해 점검하고 수정하는 활동을 메타인지 활동으로 바라본다(Brown et al., 1983; Flavell, 1997; Schoenfeld, 1992). 메타인지 능력은 개인차가 있는데 메타인지 능력이 높은 학생과 낮은 학생은 학습의 결과에서도 차이를 보인다(Brown, 1987; Garner & Alexander, 1989). 보통 메타인지 능력이 높은 학생들은 다양한 영역에서 지식을 형성하고, 그들의 학습을 점검하여 지식을 추가하며, 새로운 학습을 위한 효율적인 계획을 세운다(Everson & Tobias, 1998). 그러나 메타인지 지식과 기술을 갖고 있는 학생들도 메타인지 활동을 자연스럽게 하는 것에 어려움을 느끼며 경우도 있다(Bannert, 2004). 같은 나이의 학생들 사이에도 메타인지 지식과 기술에 있어 차이가 있기 때문에 학생들의 메타인지 활동을 촉진하기 위한 전략이 필요하다. 메타인지 전략은 사고 기능과 전략의 수행을 관리하고 통제하는 것으로 학생들의 메타인지 전략을 계발하면 사고 기능과 전략을 적절히 활용하는 능력 및 사고력을 향상시킬 수 있다. 허병철 외(2003)는 메타인지 전략 활동이 학생들의 변인통제 능력 향상에 효과가 있는지를 알아보는 실험을 하였는데, 실험집단에서 유의미한 결과가 있었고 효과도 지속적으로 유지된다는 사실을 알아내었으며, 장명덕(2001)은 과학탐구 전략에 대한 메타인지 활동이 학생들의 탐구 능력을 향상시키는데 효과가 있다고 했다. 메타인지는 전 연령대에서 학습가능한 요인으로 이해되고 있다(최문정, 2013). 그리고 최문정(2013)은 대학생들을 대상으로 메타인

지를 분석 연구하였는데 남학생이 여학생보다 높은 점수를 나타내었다고 하며, Gorrell *et al*(2009)는 여학생이 메타인지의 특정영역에서 월등히 높은 점수를 보여 성별에 따라 차이가 있다고 했다. 반면 정영란, 김시온(2012)와 허현경(2011)의 연구에서는 성별에 따라 메타인지에 차이가 없는 것으로 나타났다. 따라서 자기주도적 과학탐구활동이 학교 급별 및 성별에 따라 메타인지에 어떤 영향을 주는지 알아보는 것은 의미가 있다.

과학적 소양의 함양이 과학교육 목표로 강조되면서 과학 본성의 이해는 더욱 주목받고 있다(안근재, 강경희 2014). 과학적 소양은 학생들이 생활 속에서 마주치게 될 여러 가지 사회적 문제들을 합리적으로 결정할 수 있는 능력이라 볼 수 있기 때문에 과학의 본성에 대한 이해는 필수적으로 요구된다(Meichtry, 1992). 노태희 등(2002)은 과학의 본성에 대한 이해가 높은 사람은 과학적 소양인이라고 가정하였다. 과학의 본성에 대한 이해는 과학 지식을 학습하는 데 도움을 주며, 과학 지식을 일상생활에 활용하는 능력을 향상시키는 데 영향을 준다(최준환 외, 2009; Nott & Wellington, 1993). 그러나 학생들이 가지고 있는 과학의 본성에 대한 관점은 현대적 인식론과 차이가 있다는 것이 여러 학자들의 연구 결과 보고되고 있다(강석진, 김영희, 노태희, 2004). 이는 학교현장에서 진행되는 과학교육이 학생들의 과학의 본성에 대한 이해를 향상시키고, 이를 통하여 학생들의 과학적 소양의 함양에 더욱 관심을 가지고 노력을 해야 한다는 것을 시사하고 있다. 과학교육에서 과학의 본성 이해와 그에 대한 교육의 중요성이 강조되면서 관련 연구들이 활발하게 진행되고 있다. 과학의 본성에 대한 인식 조사 검사도구에 대한 연구, 초·중·고학생들과 초·중등 교사들을 대상으로 한 인식 조사 연구, 과학의 본성 수업을 위한 교수 전략과 그에 따른 수업 효과를 분석한 연구, 그리고 교과서에 나타난 과학의 본성을 분석한 연구 등 과학의 본성과 관련된 연구들이 꾸준히 실시되고 있다(안근재, 강경희, 2014). 특히 과학탐구프로그램이 학생들의 과학의 본성에 대한 인식에 주는 영향에 대한 연구들이 이루어져 왔다. 김지영·강순희(2007)의 연구에 따르면 가설연역적 탐구실험 수업을 실시한 결과 과학의 본성 하위 영역 중에서 관찰의 이론의존성, 과학적 추론 및 가설에 대한 관점에서 유의미한 변화가 있었다고 한다. 과학의 본성에 대한 인식에 있어서 성별간 차이가 있느냐는 문제에 대해서는 다양한 이견이 존재하고 있다(안근재, 강경희,

2014). 김경대, 강순민과 임재항(2006)은 과학영재 대상 연구에서 남·여간 차이가 없다는 연구 결과를 제시하였고, 박현주, 노민아(2007)는 과학의 본성에 대해 여중생들의 인식이 높다는 연구결과를 발표하였다. 이는 성별이 학생들의 과학본성 이해 수준에 영향을 미치는 요인으로 작용할 수 있는 가능성을 시사한다. 따라서 본 연구에서는 과학 본성에 대한 인식이 성별에 따라 차이가 있는지 알아보고자 한다. 학생들의 과학자에 대한 인식이 중요해짐에 따라 과학자의 인식과 관련된 다양한 연구가 수행되었다. 여러 연구 결과의 공통점은 학생들은 과학자를 주로 남성으로 인식하고 있고, 실험복과 안경을 착용하여 실내에서 실험하는 모습으로 인식하고 있다. 또한, 주로 90년대 중반 이전까지의 연구에서 과학자의 외모는 과학자를 노년이나 중년, 대머리, 수염 등 전반적으로 보통 사람들과 다르게 지저분하고 괴이한 분위기의 사람으로 연상하는 것으로 나타났다. 그러나 그 후의 연구에서 학생들이 과학자를 비교적 젊고, 단정하며, 보통 사람과 비슷한 외모의 사람으로 연상하는 것으로 나타났다. 이와 같은 과학자에 대한 정형적인 이미지는 학생들에게 과학자는 항상 연구만 하고 있는, 보통 사람과는 다른 특별한 사람이라는 인식을 심어줄 수 있다. 과학교육의 목적 중 하나가 과학에 흥미와 적성이 많은 학생들이 과학과 관련된 대학에 진학하거나 직업을 선택하는 것을 조장하는 것(Finson, Beaver, & Cramond, 1995)이다. 직업에 대한 이미지가 학생의 진로에 중요한 역할을 하기 때문에 학생들에게 과학과 관련된 대학 진학이나 직업 선택하는 것을 조장하기 위해서는 긍정적인 과학자 이미지를 가질 수 있도록 교육하는 것이 필요하다.

지난 2011년부터 중·고등학생을 대상으로 주제 설정, 연구계획 수립, 탐구, 보고서 작성 및 발표까지 일련의 과정을 학생들이 주도권을 가지고 탐구하는 자기 주도적 탐구프로그램인 제주과학탐구아카데미와 제주창의과학캠프를 매년 운영하고 있다. 이 프로그램은 제주특별자치도교육청이 주최·주관하는 사업으로 과학탐구아카데미는 겨울방학 중에 중·고등학생을 대상으로 제주대학교 사범대학의 지원을 받아 대학의 실험실과 기숙사를 활용하여 운영하고 있으며, 창의과학캠프는 여름방학 중에 중학생을 대상으로 제주청소년과학탐구연구회의 지원을 받아 탐라교육원과 제주교육과학연구원 시설을 활용하여 운영한다. 매년 참가 학생들이 연구한 논문 40편~45편을 제주과학탐구아카데미 논총으로 발간하여 참가 학

생과 중·고등학교에 보급하고 있다. 참가 학생들은 대부분 이공계로 진학하고 있을 뿐만 아니라 학생의 만족도가 매년 95% 이상으로 매우 높고, 참가자 모집에 많은 학생들이 지원하여 평균 4:1 정도의 경쟁률을 보이고 있다.

본 연구의 목적은 자기주도적 과학탐구프로그램인 과학탐구아카데미와 창의과학캠프에 참가 학생들을 선발하여 프로그램을 적용하기 전과 후에 메타인지, 과학의 본성 및 과학자에 대한 인식에 대한 검사를 실시하고 이를 분석하여 학생들에게 어떤 영향을 주는지 연구하고, 이를 학교의 과학동아리 운영프로그램으로 일반화가 가능한지 가능성을 알아보는 데 있다.

## 2. 연구 문제

이 연구는 자기주도적 과학탐구프로그램인 제주과학탐구아카데미와 창의과학캠프에 참가한 중·고등학생들의 메타인지, 과학의 본성 그리고 과학자에 대한 인식의 변화를 탐색하는 것이다. 따라서 연구자는 참가한 학생들의 메타인지, 과학의 본성 및 과학자에 대한 인식을 조사하고 분석하여 자기주도적 과학탐구활동이 학생들에게 미치는 영향을 고찰해 보고자 한다. 이 연구의 문제는 다음과 같다.

첫째, 자기주도적 과학탐구활동은 중·고등학생들의 메타인지에 어떤 영향을 주는가?

둘째, 자기주도적 과학탐구활동은 중·고등학생들의 과학의 본성에 대한 인식에 어떤 영향을 주는가?

셋째, 자기주도적 과학탐구활동은 중학생들의 과학자에 대한 인식에 어떤 영향을 주는가?

## 3. 용어의 정의

### 1) 자기주도적 과학탐구프로그램

자기주도적 과학탐구프로그램이란 계획 수립부터 결론의 도출까지 탐구의 전 과정을 학생이 주도권을 가지고 수행하는 개방적 탐구를 말하는 것으로 개발한 자기주도적 과학탐구 프로그램은 과학탐구아카데미와 창의과학캠프 두 종류 이다.

#### (1) 과학탐구아카데미

과학탐구아카데미란 학생들이 작성한 연구계획서를 1단계 서류 심사와 2단계 면접심사를 통하여 참가자를 선발한 후 대학교수나 주제탐구활동에 경험이 많은 과학교사들을 멘토로 위촉하여 3~4개 모듈마다 1명씩 배치하여 계획서를 멘토링하여 보완하게 하고, 학생들이 요구한 기구와 재료를 제공해 주면 학생들은 대학의 실험실에서 연구하고 기숙사에서 숙식하며 스스로 탐구하고, 보고서 작성·발표를 하도록 설계된 프로그램을 말한다. 활동 중 멘토는 학생들의 질문에 즉석 강의를 하고, 보고서를 평가하여 조언하는 등 그 역할이 매우 제한적이며, 모든 활동에 대한 주도권은 학생들에게 있다.

#### (2) 창의과학캠프

창의과학캠프란 방학 중에 학생들이 숙식하며 제시된 과제를 모듈별로 탐구하는 프로그램이다. 학생들이 제출한 참가신청서를 심사하여 참가자를 선발한 후 경험이 많은 중·고등학교 과학교사를 멘토로 위촉하여 5개 모듈마다 1명씩 배치하고, 학생들이 탐구할 주제에 대하여 특강을 한 후 학생들에게 창의적 설계 과정을 통하여 과제를 해결하여 탐구 보고서를 쓰고, 산출물로 경연을 하는 프로그램이다.

### 2) 메타인지

본 연구에서의 메타인지의 개념은 메타인지적 기능(metacognitive function) 측면, 즉 인지전략을 계획(planning), 모니터(monitring), 조절(regulation), 평가(evaluation)하는 것을 메타인지로 정하였다. 여기에서 계획(planning)이란 과제를 완성하고 문제를 해결하기 위한 전반적인 접근을 결정하는 행위를 뜻하며, 모니터(monitring)란 자신의 인지 상태를 확인하고, 인지 활동의 진행 상태를 관찰하며, 계획을 실행하는 동안 성공 여부를 평가하면서 사용하고 있는 인지 전략의 적절성에 대해 검토하는 행위를 말한다. 그리고 조절(regulation)은 과제의 진행

상 문제가 발생할 때 현재 사용 중인 인지 전략 또는 활동 방법을 수정하거나 전환하는 행위를 가리키며, 평가(evaluation)는 자신의 인지 활동의 결과나 사용한 인지 전략에 대한 반성적 판단으로 미래의 유사한 상황에 적용할 수 있는 전략을 만드는 데 도움을 주는 행위를 말한다.

### 3) 과학의 본성

과학의 본성이란 과학이 지닌 본질적 속성을 말하는 것으로 과학에 대한 인식론, 앎의 방식으로서의 과학, 과학지식과 그 발달에 대한 가치나 믿음을 의미한다. 이 연구에서는 관찰의 이론의존성, 과학 지식의 잠정성, 과학적 의사 결정, 과학 이론의 사회적 구성, 과학적 추론의 검증, 이론의 가정, 과학적 예상, 과학적 방법, 과학 지식의 인식론적 지위를 주요 과학의 본성 요소로 연구하였다.

### 4) 과학자에 대한 인식

과학자란 이론적 또는 실험적 연구를 통하여 과학을 전문적으로 연구하고 과학지식을 탐구하는 사람, 주로 자연 과학을 연구하는 사람을 뜻하는 것으로 이 연구에서는 본 연구에서 과학자에 대한 인식을 조사하기 위하여 5점 척도로 되어 있는 선택형 검사지와 과학자 이미지 그리기 검사지를 사용했다. 선택형 검사지는 송진웅, 박승재와 장경애(1992)가 과학자의 인식을 조사하기 위하여 개발한 검사지를 사용하였고, 과학자의 이미지는 과학자 이미지 그리기 검사 분석도구(DAST-C)를 사용하였다.

## 4. 연구의 제한점

이 연구의 제한점은 다음과 같다.

첫째, 이 연구는 자기주도적 과학탐구프로그램인 제5회 제주과학탐구아카데미와 2014 제주창의과학캠프에 참가한 학생들을 대상으로 이루어졌으며, 본 연구에서 얻은 효과는 전체 중·고등학생으로 일반화시키는 데에는 제한점이 있을 수 있다.

둘째, 메타인지, 과학의 본성, 과학자에 대한 인식에 미치는 영향은 장기적으로 이루어지는 것이므로, 짧은 기간 동안 나타난 학생들의 변화를 살펴보는 데에는 제한점이 있을 수 있다.

셋째, 메타인지와 과학의 본성에 미치는 영향은 제5회 제주과학탐구아카데미에 참가한 중·고등학생을 대상으로 연구하였으며, 과학자에 대한 인식에 미치는 영향은 2015 제주창의과학캠프에 참가한 중학생을 대상으로 이루어졌다.

## Ⅱ. 이론적 배경

### 1. 자기주도적 과학탐구활동

#### 1) 자기주도 학습

##### (1) 자기주도 학습의 개념

자기주도 학습이란 학습을 하는데 학습 목표 설정, 학습 전략 선택, 학습, 학습 결과 평가 등 일련의 과정을 학습자 본인이 주도적으로 이끌어 가는 학습형태를 말하는 것으로(안우영, 2012) 자기주도 학습에 대한 여러 학자들의 연구사례를 살펴보면 아래와 같다.

Knowles(1975)는 ‘자기주도 학습은 다른 사람의 도움을 받지 않고 자기 스스로 학습목표를 정하고, 효과적인 학습전략을 사용하며, 학습결과를 평가하는 일련의 과정’이라고 정의했다.

Zimmerman(1986)은 ‘동기, 초인지, 행동으로 학습자가 스스로 학습에 적극 참여하는 것을 자기주도 학습이라고 하면서, 자기주도 학습은 학습성취를 촉진하는 촉진자’라 했다. 김홍원(1996)은 자기주도 학습은 ‘학생 스스로 인지, 동기, 행동적 방법을 적용하여 자신의 학업성취를 높이는 것’이라고 했고, 박영태, 현정숙(2001)은 ‘자기주도 학습이란 학습자가 학습의 주체가 됨으로써 자신의 삶과 관련된 문제를 주체적으로 판단하고 해결하며, 결과에 책임지는 인간이 되는 교육’이라고 하였다. 송인섭(2006)은 ‘개별 학습자가 스스로 학습에서 주도권을 갖고 학습요구 진단, 학습목표 설계, 학습에 필요한 인적·물적 자원 확보, 적절한 학습전략 선택 및 실행하여 학습결과를 스스로 평가하는 것’으로 설명하였다.

여러 학자들의 주장을 종합하면 자기주도 학습이란 학습자 본인이 스스로 학습 동기를 가지고 자신의 학습에 대해 인지적 능력을 발휘하여 실천함으로써 학습활동을 이끌어 가는 것이라고 볼 수 있다. 따라서 학생이 자기 학습을 하는데 능동적 역할을 할 수 있는 기회를 가지고 학습 방법과 자원을 선택해 가는 과정 속에서 학습을 촉진하는 것이 자기주도 학습이다(안우영, 2012).

송인섭(2006)은 자기주도 학습의 학습상황에서 반영되어야 할 사항을 명확하게

하고자 교사주도의 학습과 자기주도 학습을 <표 II-1>과 다음과 같이 비교하였다.

<표 II-1> 교사주도의 학습과 자기주도 학습의 비교(송인섭, 2006)

비교점	교사주도 학습	자기주도 학습
학생	의존적 존재	자율적 능력과 욕구를 가진 존재
학습자원	교과의 내용, 단원	교과의 내용, 단원, 학생의 경험
학생의 수준	동일 연령 학생은 동일 수준	학생 개인별로 다른 수준
중심	교과의 내용	학생의 문제 해결 활동
학습의 이유	외재적 동기	내재적 동기

자기주도 학습은 학생이 여러 가지 경험을 기반으로 각자의 능력과 수준에 따라 문제를 해결하며, 학생 자신이 학습 동기를 만들어 가는 자율적인 학습 방식이다. 학생은 학습 중 자신의 실력을 스스로 인식하여 부족한 것을 채워가면서 성취감과 만족을 얻고, 또한 이를 통해 학습 동기가 생겨나 자신의 경험과 지식을 바탕으로 학습 문제 해결함으로써 자기주도 학습을 해 나갈 수 있다.

## (2) 자기주도 학습의 구성요소

Baumert *et al.*(1998)은 자기주도 학습의 구성요소를 학습전략, 동기, 목적지향성, 자기인식, 행동통제, 사회적 능력에 대한 자기 보고, 학습에 대한 잠재력 등 일곱 가지를 제시했다. 자기주도 학습의 구성요소를 Staka(2001)은 흥미, 전략통제, 감정을 제시했고, 이윤옥(2006)은 학습자의 특성 중 인지적 측면의 학습전략과 통제, 정의적 측면의 동기, 흥미, 자기인식, 자기보고, 감정, 그리고 행동적 측면의 행동통제와 수행이 포함되며, 학습하는 과정에서 필요한 목적지향성과 학습에 대한 잠재력이 추가된다고 하였다.

이상의 학자들의 주장을 정리해보면 자기주도 학습의 구성요소는 인지, 정의, 행동적 측면의 학습전략, 동기, 행동통제로 구분할 수 있으며, 세부항목의 내용은 <표 II-2>와 같다.

<표 II-2> 자기주도 학습의 구성요소

구성요소	세 부 항 목
학습전략	암기, 상세화, 정교화, 정보획득, 시연, 협조
동 기	흥미, 동기유발
행동통제	수행, 노력, 끈기, 모니터링, 감정

## 2) 과학탐구

### (1) 과학탐구의 정의

과학탐구는 과학교육에 아주 중요한 의미를 가지고 있다. 과학탐구란 실험, 관찰, 사고, 추리, 자료조사 및 분석, 경험 등을 통해 과학적 진리를 추구하는 활동, 또는 자연에 대한 의문을 가지고 자연현상을 알아보는 과정을 의미한다(NRC, 1996). 탐구는 크게 사실적·경험적 탐구, 형식적·논리적 탐구, 규범적·평가적 탐구로 구분하는데, 사실적·경험적 탐구란 사실에 관한 정보를 수집하기 위한 탐구를 말하며, 형식적·논리적 탐구란 사고의 명료화와 개념의 명확한 조작을 위한 탐구를 뜻하며, 규범적·평가적 탐구란 가치의 추구나 평가 그리고 실천적 규범과 그 원리를 정립하기 위한 탐구를 의미한다(서울대학교 교육연구소, 1994).

보통 과학탐구와 과학을 같은 용어로 사용하지만 이는 잘못된 것이다. 과학은 자연계에서 일어나는 여러 가지 자연현상을 이해하기 위해 추구하는 학문의 한 영역이며, 과학적 탐구는 그런 목적을 위해 행하여지는 일반적 과정이다(박진주, 2007). 또한, 과학은 객관적 지식체계를 형성·검증하거나 자연의 현상을 설명하고 예측하는 학문이라면, 과학탐구는 개인적 과학지식 체계를 구성하거나 어떤 문제를 해결하는 방법과 절차이다(조희형, 최경희, 2001). 과학적 탐구는 실험적 특성과 논리적 측면으로 이루어져 있고, 상상력을 요구하기도 한다. 미국과학진흥협회(AAAS, 1989)에서는 논리적·실험적 자료에 근거해서 자연계에 나타나는 여러 가지 자연현상의 원인을 설명하고, 새로운 사실을 예상할 목적으로 과학적 탐구가 행하여진다고 하였다. 학교에서 행하여지는 과학적 탐구는 과학 수업을 통해 과학지식을 획득하거나 이해하고, 학생들에게 이를 응용할 수 있는 능력을 길러주는 과정과 활동이기에 학습도 일종의 탐구라 볼 수 있다(Mayer, 1978).

학교에서 행하여지는 탐구에 대하여 학자들 마다 조금씩 다르게 정의하였다. Gott와 Duggan(1995)은 문제 해결의 특정한 형태로써 학생들에게 자율성이 허용되고 답이 명확하지 않은 과제를 탐구라 했으며, Watts(1994)는 탐구의 목적이 접근 방법을 결정하지 않으며 그 자체가 탐구의 종결점을 명확하게 제시하지 않고 학생들이 방법, 기구, 탐구의 종결점에 대한 결정을 해야 하는 활동을 개방적 탐구로 정의하였다. 연구자마다 탐구에 대한 정의가 다르게 해석되는 부분이 있으나 탐구는 자연 현상에 대한 탐구의 과정 및 과학 본성에 대한 이해를 의미하는 것으로(강은형, 2001) 학교에서는 학생들에게 자기주도적으로 탐구를 수행할 수 있도록 개방적 탐구의 여건을 조성해 줄 필요가 있다.

## (2) 과학탐구과정 요소

과학에서는 사고, 측정, 문제해결, 사고의 사용 방법을 과정(process)이라고 하며, 과정 요소는 여기에 요구되는 사고와 추론의 유형을 말한다(박진주, 2007). 1960년대 미국과학진흥협회(AAAS)의 교육과정위원회에서 과학탐구과정 요소를 크게 기초적 탐구과정 요소(basic process skill)와 통합적 탐구과정 요소로 나누어 제시하였으며 그 후에 다른 연구자들에 의해 더 세분화되었다. 주로 저학년에서 기초적 탐구과정 요소를 다루고, 고학년으로 가면서 통합적 탐구과정 요소를 다루지만 현장에서 가르치는 교사가 상황과 주제에 맞게 사용할 수 있다.

김찬중, 채동현과 임채성(1999)이 정리한 기초적 탐구과정 요소와 통합적 탐구과정 요소는 다음과 같다. 먼저 기초적 탐구과정 요소는 SAPA가 제시한 기초적 탐구과정 요소인 관찰, 분류, 시공간관계 사용, 수사용, 의사소통, 측정, 예상, 추리 외에 추정, 조작, 일반화, 재현 등이 추가되었다. 이 기초적 탐구과정 요소는 저학년에서 주로 다루어지며, 고학년에서 다루어지는 통합적 탐구과정 요소의 기초가 된다. 각 요소별 학생들의 활동 내용은 <표 II-3>과 같다.

<표 II-3> 기초적 탐구과정 요소(김찬중 등, 1999)

탐구과정 요소	활동 내용
관찰	모든 감각을 사용하여 사물이나 사상을 인식하여 그 성질을 동정하기
분류	어떤 방법이나 체계에 따라 수업시간에 사물과 사상을 표상하는 사물, 사상, 정보를 배열하거나 나누기
시·공간관계 사용	방향, 공간적 배열, 운동과 속도, 대칭, 변화속도 등을 식별하고 기술하기
수사용	수학적 규칙이나 공식을 적용하여 양을 결정하거나 기본적인 측정치들로부터 관계 결정하기
의사소통	언어를 사용하여 자기 사고를 다른 사람들이 이해할 수 있는 방식으로 표현하기
측정	전형적인 표준을 사용하여 정량적으로 관찰하기
추정	양이나 값을 근사시켜 판단하기
예상	현재 이용할 수 있는 정보를 바탕으로 미래에 존재할 것으로 추측되는 사건이나 조건을 미루어 생각해내기
추리	추론을 통해 관찰내용을 설명하거나 그 원인을 말하기
조작	재료와 장비를 능숙하고 효과적으로 다루거나 취급하기
일반화	구체적인 것들로부터 일반적인 결론을 도출해내기
재현	기호, 패턴, 절차를 반복하여 수행하기

김찬중 등(1999)이 정리한 통합적 탐구과정 요소는 변인동정·통제, 조작적 정의, 가설설정, 실험, 데이터 해석, 모델설정, 그래프 작성, 조사, 의사결정이다. 통합적 탐구과정 요소는 고차원적인 탐구과정 요소로 주로 기초적 탐구과정 요소를 기초로 고학년에서 다루어진다. 각 요소별 학생들의 활동 내용은 <표 II-4>과 같다.

<표 II-4> 통합적 탐구과정 요소(김찬중 등, 1999)

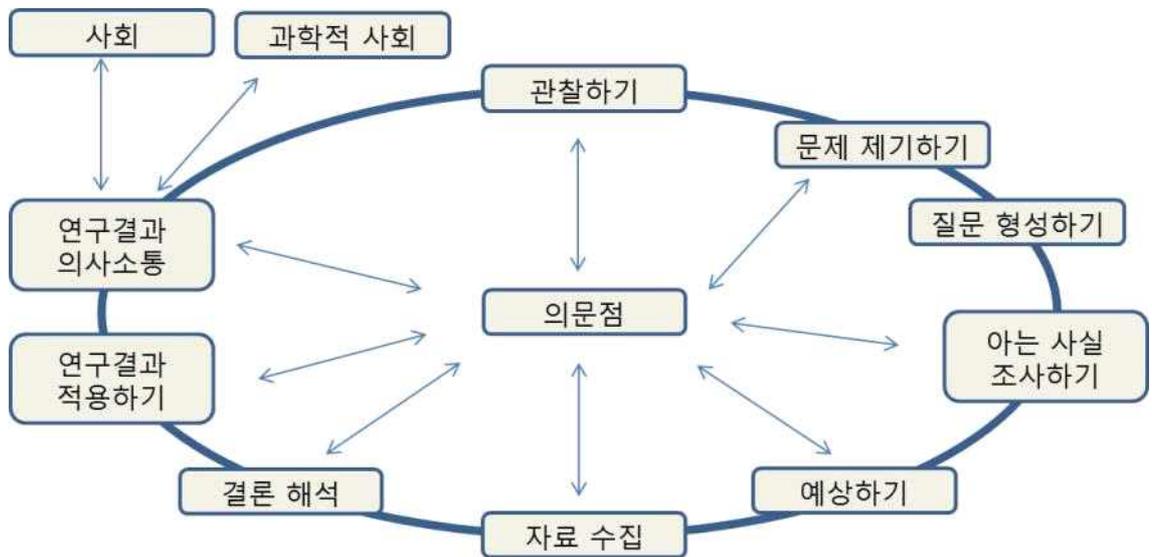
탐구과정 요소	활동 내용
변인동정·통제	조사 조건들 중 일정하게 유지시키거나 변화시켜야 하는 사상의 특징들을 인식하기
조작적 정의	실천적 행동, 관찰될 내용, 조작될 내용 등 경험맥락에서 용어들을 정의하기
가설설정	추론에 기초하여 볼 때 참이라고 생각되는 것에 관하여 잠정적이고 검증 가능한 진술을 작성하기
실험	여러 가지 사고기능을 사용하여 통제된 과학적 검증을 설계하고 수행하기
그래프 작성	측정치들을 도표로 변환시켜 이들 간의 관계를 가시적으로 보이게 하기
데이터 해석	관찰과 측정결과(데이터)를 체계적인 방식으로 수집하고 표, 그래프, 도표를 통해 얻은 정보로부터 결론을 도출하기
모델설정	도표나 기타 다감각적 표상 방식으로 정보를 제시하기
조사	특정 상황을 설명하는 사물과 사상에 관한 정보 수집하기
의사결정	대안을 확인하고 정당화시킬 수 있는 근거에 따라 대안들 중에서 행위를 선택하기

### (3) 실질적 과학탐구(Authentic Science Inquiry)

박영신(2006)은 학교에서 학생들이 하고 있는 과학탐구활동은 과학자들이 수행하는 탐구활동과 차이가 있음을 지적했다. 학교에서는 학생들에게 실험 위주의 과학탐구를 경험하도록 기회를 제공하고 있으나 측정된 자료들이 이론에 합당한지를 논증할 기회가 없어 실질적 탐구와는 거리가 있다(박진주, 2007). 학교에서 학생들이 수행하는 과학탐구가 과학자들이 하는 실질적 과학탐구와 가깝게 하기 위해서는 과학 교사들이 탐구의 정의와 목표를 정확하게 이해하고, 학생들에게 과학탐구 후에 과학적 논증 기회를 제공할 수 있는 교수 전략을 사용해야 한다.

실질적 과학탐구는 단순하게 선형적인 과정이 아니라 [그림 II-1]과 같이 각 단계가 서로 연결되어 있는 탐구휠(inquiry wheel)이다. 실질적 과학탐구는 결론을

얻는 것 뿐만아니라 탐구 과정 중에 동료들끼리 토의 활동을 통하여 서로의 의견과 정보를 주고받으면서 탐구를 경험하는 것을 중요시한다. 이는 과학탐구에 있어 핵심적인 것으로 학교에서도 과학탐구활동을 하며 팀원과 급우들 사이에 활발한 의견 교환이 일어나도록 여건을 조성해 주면 실질적인 과학탐구가 실현될 수 있다는 것을 의미한다(박진주, 2007).



[그림 II-1] 탐구휠(The Inquiry Wheel)(박영신, 2006)

박영신(2006)에 의하면 동료간의 대화는 [그림 II-1]의 탐구휠에서 각 단계 중에 언제든지 가능하다고 한다. 예를 들어 수집한 자료가 탐구문제에 적합한 답을 줄 수 있는 것들인지, 도출한 결론은 수집된 자료에 근거해서 형성된 것인지 등에 대해서 중간 단계에서 다른 전문가나 동료 간의 “대화”로 의견을 수렴하고 공유할 수 있는 과정이 필요하다고 한다. 박영신(2006)이 제시한 실질적 과학탐구의 내용은 <표 II-5>와 같다

<표 II-5> 실질적 과학탐구의 내용(박영신, 2006)

---

연구가치가 있는 문제제기는 탐구 설계를 결정짓는다. 이는 탐구과정의 문제 제기가 얼마나 중요한지를 말해준다.

---

자연현상의 문제를 해결하기 위하여 기존에 알고 있는 과학정보와 연결한다.

---

탐구문제를 해결하기 위해서는 기존에 알려진 관련 연구에 대한 정보가 필요하다.

---

문제해결에 필요한 영역을 판단한다. 즉, 과학적으로, 수학적으로, 또는 과학 기술적으로 문제를 해결하는지 해결 영역을 판단한다.

---

실질적인 탐구과정에 들어간다. 이는 우리가 이해하고 있는 일련의 과정, 즉 문제제기 후, 자료수집, 자료 분석, 해석 및 결론 도출을 과정이다.

---

탐구과정은 일련의 순환과정이 아닌 탐구단계가 서로가 연결되어 있는 거미줄과도 같다. 즉 자료를 수집하는 과정이 적절하지 않다고 생각된다면 연구 문제를 다시 반성해 볼 수 있다. 또한 도출된 결론이 과연 연구문제에 합당한 해답이라고 판단되는지 연관 지어 생각해 볼 수 있다.

---

탐구과정은 혼자만의 과정 및 산출이 아닌 동료 간의 협동으로 이루어진다. 즉, 다른 영역별로의 과학자들은 서로 정보를 주고받으며 탐구를 경험한다.

---

탐구는 미지에 대한 해답을 찾는 과정으로 노력과 실수의 과정이라고 할 수 있다.

---

예상치 않은 결론 도출에 대해서 자료의 조작이 아닌 실험과정에서 오류를 찾아 문제 점을 해결해야 한다.

---

(4) 과학탐구의 목적

학교의 과학실에서 수행하는 과학탐구의 목적은 무엇일까? 미국의 국가과학교육기준(NRC, 2001)은 과학탐구를 다음과 같이 정의하고 있다. ‘과학탐구란 실천(doing)과 이해(understanding)를 포함하는 것으로 학생들은 이들을 적절히 경험 하면서 탐구 능력을 길러야 한다. 따라서 과학탐구의 목적은 탐구를 통해 학생들의 실천(doing)과 이해(understanding)에 대한 능력을 계발하는 것이다.’ 실험 설계와 수행을 위한 절차적 기술이 실천(doing)의 능력이며, 탐구 과정에서 일어나는 학생들의 과학적 사고 기술이 이해(understanding)의 능력이다. 절차적 기술이란 실험과 수공적(hands-on) 조작 기능이 포함된다. 학교에서 이루어지는 탐구 수업은 대부분 실천(doing)과정에서 말하는 절차적 기술을 수행하고 있으며, 이것을 과학탐구의 전부라고 잘못 인식하는 경우도 있다. 과학적인 사고 기술이란 여러 현상에 대하여 추리적 사고능력과 비판적 사고능력을 포함하는 것으로 정신적(minds-on) 조작 기능이라고도 한다.

미국의 국가과학교육기준(NRC, 2001)은 학습자의 능력에 따라 과학탐구에 필

요한 능력을 <표Ⅱ-6>과 같이 제시하였다. 초등학교에서는 간단하고 기초적인 능력을 요구한다. 초등학교 때는 과학탐구에 대한 인식이 생기도록 꾸준히 과학탐구활동을 제공해 준다면 고등학생이 되면 고차원적인 탐구를 할 수 있다. 이는 초등학교 때부터 과학탐구에 대해 바른 인식을 갖도록 하는 것이 매우 중요하다는 것을 말해주고 있다.

<표 Ⅱ-6> 과학탐구를 수행하기 위한 기본 능력(NRC, 2001)

학교급	학교급별 과학탐구 능력 수준
초등학교	· 주위의 상황에 질문을 할 줄 안다.
	· 간단한 실험을 설계할 수 있다.
	· 자료를 수집하기 위하여 실험도구를 사용할 줄 안다.
	· 수집한 자료를 가지고 설명을 세울 수 있다.
중학교	· 설명을 남들에게 발표할 수 있다.
	· 실험을 통해 해답을 찾을 수 있는 연구가치가 있는 문제제기를 할 수 있다.
	· 실험을 설계하고 수행할 수 있다.
	· 자료를 수집하고, 분석하고, 해석하는 데 있어서 도구와 과학기술을 사용할 줄 안다.
	· 모든 자료, 즉 증거물을 이용해서 묘사, 설명, 또는 추측을 할 수 있다.
	· 증거와 설명의 관계를 비판적이고 논리적으로 사고할 수 있다.
	· 다른 사람의 설명이나 추측을 인식하고 분석할 수 있다.
	· 실험 과정이나 실험으로 인해 나온 설명이나 추측을 다른 사람에게 발표할 수 있다.
고등학교	· 과학탐구에 있어서 수학적 기술을 사용할 줄 안다.
	· 과학탐구와 연관된 문제와 개념들을 인식한다.
	· 실험을 설계하고 수행할 수 있다.
	· 효과적인 탐구수행과 동료 간의 토론을 위해 과학기술과 수학을 사용할 줄 안다.
	· 논리와 증거를 가지고 과학적 설명이나 모델을 창안하거나 정립할 수 있다.
	· 다른 설명과 모델이 있음을 인식하고 분석할 줄 안다.
	· 과학의 논증을 이용해 토론하고 변론한다.

NRC(2001)에서는 학습자의 수준에 따른 과학탐구에 대한 이해를 <표 II-7>과 같이 제시했다. <표 II-7>은 학습자의 연령에 따라 과학탐구를 이해하는 정도가 다르다는 것을 보여주는 것으로 초등학교에서 중학교로 갈수록 고차원적인 사고를 하고, 이해하는 정도의 범위도 넓어지며, 다른 학문과 연결된다.

<표 II-7> 과학탐구의 이해(NRC, 2001)

학교급	학교급별 과학탐구 이해 수준
초등학교	· 과학탐구는 문제제기를 하고 해답을 추구하며 기존의 과학자들이 알고 있는 지식과 비교하는 과정을 담고 있다.
	· 과학자들은 해결을 위한 문제에 따라 다른 종류의 탐구과정을 사용한다.
	· 과학자들은 오감을 이용하는 것보다 간단한 도구, 즉 확대경, 온도계, 또는 자를 이용하여 더 많은 정보를 얻을 수 있다.
	· 과학자들은 관찰과 이미 알고 있는 지식으로 자연현상에 대한 설명을 창안한다.
	· 과학자들은 탐구의 결과를 공인화시키고 다른 사람들이 검증할 수 있도록 탐구과정을 기술할 수 있다.
	· 다른 과학자들의 결과에 대해 의문을 가질 수 있다.
중 학교	· 다른 질문은 다른 탐구과정을 제안한다.
	· 현 과학적 지식과 이해가 과학탐구의 방향을 제시한다.
	· 수학은 과학탐구를 위해 중요하다.
	· 공학의 사용은 자료를 수집하는 데 정밀성을 높이고 과학자들로 하여금 탐구결과를 분석하는 것을 용이하게 한다.
	· 과학적 설명은 증거를 강조하고 일관성 있는 논증을 보여주며, 과학원리, 모델, 또는 이론으로 이루어진다.
· 과학은 의구심이 있는 데에서 발전이 된다.	
고등학교	· 과학탐구는 새로운 이론, 새로운 탐구과정, 또는 자료 수집을 위한 새로운 공학의 발전을 가져온다.
	· 과학자들은 자연현상에서 발견되는 계가 어떻게 작동이 되는지에 대한 탐구를 많이 한다.
	· 여러 가지 이유로 탐구가 이루어진다.
	· 과학자들은 자료수집과 자료응용을 위해 공학을 사용한다.
	· 수학은 과학탐구에 있어서 필수이다.

### (5) 과학탐구의 기본요소

학생 스스로 어떤 현상에 대해 문제제기를 할 수 있어야 학교에서 실질적인 과학탐구가 일어난다. 학생들 스스로 문제를 제기하면 탐구활동을 할 때 수동적이지 않고 적극적으로 탐구활동에 참가하게 된다. NRC(2001)에서는 학교에서 실질적인 과학탐구가 일어나도록 교실 과학탐구의 기본요소를 <표 II-8>과 같이 제시하였다.

<표 II-8> 교실 과학탐구의 기본요소(NRC, 2001)

교실 과학탐구의 기본 요소
· 학습자는 과학적으로 문제제기하는 데 참여한다.
· 학습자는 문제에 해당하는 설명을 형성하고 평가하는 데 필요한 증거를 수집한다.
· 학습자는 그러한 증거를 가지고 문제에 해답이 될 수 있는 설명을 형성한다.
· 학습자는 다른 관점에서의 설명으로 자신이 세운 설명을 평가할 수 있어야 한다.
· 제안된 설명을 다른 사람에게 발표하면서 전체적으로 정당화하는 기회를 갖는다.

### (6) 실질적 과학탐구 수행의 문제점

학교 현장에서 실질적 과학탐구가 잘 일어나지 않는다. Krajcik 등(1998)은 탐구 과정에서 학생들이 겪는 어려움을 연구했다. 학생들은 탐구과정 중에 문제를 제기하는 능력이 없었으며, 탐구를 설계하는 것에 어려움을 느끼고 있었을 뿐만 아니라 실험에 영향을 주는 변인을 구분하지 못하고 있었다. 또한, 실험으로 자료수집에만 몰두하여 문제를 해결할 수 있는 답을 줄 수 있는 증거물을 수집하지 못하였고, 결론을 도출해내는 과정에서 자료를 분석하고 분석한 자료를 통한 동료 간의 의견 수렴에 어려움을 느꼈다.

박영신(2006)에 의하면 학교에서 수행되고 있는 과학탐구는 탐구 과정 중에 일어난 문제에 대해 학생들끼리 논의할 기회가 없고, 탐구 과정을 통해 얻어진 결론을 가지고 다른 동료나 교사와 의견을 공유할 기회가 거의 없다고 한다. 간혹 학생들이 문제를 제기하여도 논의 기회는 거의 없다. 또한 학생들이 내린 결론이 처음 제기된 문제와 수집된 자료들과는 어떤 관련이 있는지 반성의 기회도 없다. 이

는 탐구과정 중에 동료들 사이에 대화의 기회가 제공되지 않는다는 것을 뜻하는 것으로 학교에서 실질적 과학탐구가 실현되기 어려운 이유이다(박진주, 2007).

(7) 과학탐구에 대한 교사의 역할

NRC(1996)는 과학교육의 중요한 목표로 과학탐구활동을 통하여 과학 현상에 대한 학생들의 이해를 넓히고 과학 지식을 발달시키는 것이라 했다. 그러나 학교 현장에서 수행되는 과학교육 활동은 실험 위주로만 진행되거나 과정 기술을 체득하는 활동에 치우치고 있다(장신호, 2006; Abell & Smith, 1994; Barba, 1998; Jang, 2004). 또한, 자연현상에 대한 올바른 이해 없이 과학 이론을 습득하도록 하는 경향이 있고(장신호, 2006; Jang & Anderson, 2004; Smith & Anderson, 1999), 과학 현상을 설명하고 논의하는 과정을 통하여 과학을 탐구하는 활동은 상대적으로 소홀하게 다루어 왔다(장신호, 2006; Avraamidou & Zembal-Saul, 2005; NRC, 1996, 2001).

박영신(2006)은 학교에서 과학수업 시간에 실질적인 과학탐구가 수행되도록 하기 위해서 교사의 역할이 중요하다고 했다. 과학교육의 목표를 달성하기 위해서는 과학교사들이 과학탐구에 대하여 바르게 이해가 필요하다(장신호, 2006; Anderson *et al.*, 1997; Jang, 2004). 특히 과학적 논의를 통하여 과학적 증거와 근거를 제시하며, 과학적으로 설명하는 차원의 탐구활동에 대하여 교사들이 올바른 이해와 지식을 지니는 것은 매우 중요하다. Osborne과 Freyberg(1985)이 제시한 과학교사의 역할은 <표 II-9>과 같다.

<표 II-9> 과학교사의 역할(Osborne & Freyberg, 1985)

역할	내용
동기유발자	· 학생들이 과학수업의 내용과 실험에 흥미와 관심을 갖게 한다.
진단자	· 학생들의 선행지식을 확인하고 그것을 변화, 발달시키기 위한 수업을 진행한다.
안내자	· 학생들이 타당한 논증을 전개하고, 과학적 문제를 단계적으로 해결할 수 있도록 도와준다.
혁신자	· 효과적인 학습지도 자료를 개발하고, 편안한 학습 환경을 조성하려 노력한다.
실험자	· 과학 교수-학습 기술을 열심히 숙지하고 연마한다.
연구자	· 화가 교수-학습 이론과 기술을 부단히 연구하고, 그 결과를 실제의 교수-학습에 적용한다.

박영신(2006)은 초·중·고등학교에서 실질적 과학탐구가 실현될 수 있도록 <표 II-10>과 같이 학교 급별 과학교사의 역할을 제시했다. 학교급이 높아질수록 교사의 역할이 점점 많아지며, 각 단계에서 교사 역할은 조금씩 다르다. 초등학교에서는 대화가 많은 것이 특징이다. 초등 교사들은 학생들이 호기심에 기초하여 탐구할 문제를 제시해야 하고, 교사와 대화로써 문제를 해결할 수 있도록 해 주어야 한다. 각 단계에서의 교사 역할에서도 나타난 것처럼 실질적 과학탐구를 실현하기 위해서는 교사가 학생을 이끌어주고 때로는 협력자와 중재자가 되어야 한다.

<표 II-10> 학교 급별 과학교사의 역할(박영신, 2006)

교사의 역할	초등학교	중학교	고등학교
동기유발자	·학생들의 탐구활동을 위한 문제제기	·각 실험 단계에서 학생들의 활동 자극	·학생들로 하여금 책임감을 느끼도록 격려
조언자	·과학탐구의 적당한 단계에서 학생 지도	·학생의 탐구 참여를 통한 학습 지지	·학생의 탐구 지지
진단자	·학생의 관찰과 의견을 사용하여 개념이해		·학생이 자유롭게 생각 표현
협력자	·학생이 직접 실험하도록 책임 전가	·학생과 추측되는 결론에 대한 의견교환	·학생과 같이 의견을 수렴 공유
안내자		·과학탐구의 각 단계에서 방향 제시	·탐구실험을 설계할 수 있도록 방향제시
혁신자		·새로운 또는 다른 탐구 교수법 시도	·새로운 방식의 실험설계 시도
탐색자		·실험도구와 방법 제공	·문제 해결에 필요한 방법을 평가, 직접 문제 해결 참여
진행자	·우연히 발생하는 학생의 탐구 실현을 위하여 교육과정 조절		
실험자			·학생에게 새로운 방법을 가르치고 평가
중재자		·예상치 않았던 결론에서 오는 압박감 탈출	
모형제작자			·과학자의 태도를 시사
학습자			·교사 자신도 과학탐구로 새로운 내용을 배움

### 3) 자기주도적 과학탐구

자기주도적 과학탐구란 계획 수립부터 결론의 도출까지 탐구의 전과정을 학생이 주도권을 가지고 수행하는 개방적 탐구를 말한다. 개방적 탐구란 탐구 단계인 문제 설정, 방법, 해결 등 모든 단계가 학생의 자율에 따라 진행되는 탐구이다. 이정원(1999)은 개방적 탐구활동을 ‘학생 스스로 탐구할 과제를 정하고, 과제 해결을 위한 탐구방법을 계획하며, 탐구에 필요한 도구와 재료를 준비하여 탐구를 수행하여 과제에 대하여 근거 있게 결론을 내는 활동’으로 정의했다. 김희경(2003)은 학생에게 탐구의 전과정에 자율권이 부여되며, 그 답이 결정되어 있지 않은 탐구활동을 개방적 탐구로 정의했다. 양현주(2005)는 교과서의 탐구활동은 대부분 과학지식의 확인을 위해 실시하는데 반해 개방적 탐구는 답이 정해져 있지 않고 학생이 자율권을 가지고 스스로 적절한 결론을 얻는 활동이라고 정의하였다. 황성원 등(1998)은 개방적 탐구는 실제로 해보지 않으면 답을 알 수 없는 과제를 해결하기 위해 학생이 스스로 계획을 수립하고, 탐구를 위한 도구 및 재료를 조사하여 정한 후 탐구를 수행하며, 탐구를 통하여 수집된 정보를 적절하게 처리하여 과제에 대한 결론을 얻는 활동이라고 정의하였다. 개방적 탐구에서 과제를 해결하기 위한 학생의 인지적 과정은 개념에 대한 이해와 과정에 대한 이해의 상호작용으로 볼 수 있으며, 탐구 과제의 성격에 따라 영향을 받는다(안희정, 2013).

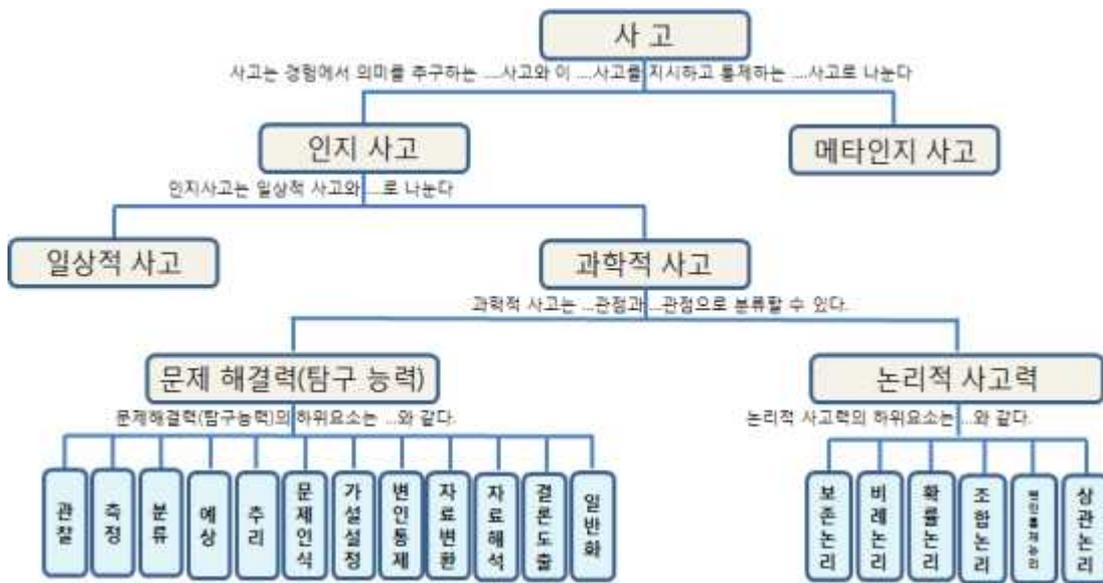
여러 학자들의 개방적 탐구에 대한 연구의 공통점은 개방적 탐구에서 탐구의 주도성이 학생에게 있다는 것이다. 즉, 개방적 탐구란 학생들이 탐구에 수행할 때 주제선정, 변인 및 가설 설정, 도구와 재료 조사, 실험 수행, 실험결과 기록, 결론 도출, 결과보고서 작성, 발표 등 탐구과정 모든 과정을 학생 스스로 하는 과정 즉, 자기주도적 과학탐구활동이라 할 수 있다.

## 2. 메타인지

### 1) 인지와 메타인지

메타인지란 생소한 느낌을 주는 용어이다. 인지와 메타인지와의 관계를 쉽게 알아볼 수 있도록 강순희(2009)는 사고에 대한 개념도 [그림 II-3]과 같이 나타

내었다. 사고는 크게 인지 사고와 메타인지 사고로 나눌 수 있다. 인지 사고는 의미를 부여하고 생성하기 위해 사용하는 정신적 활동으로 일상생활에서 일어나는 비형식적 사고인 일상적 사고와 논리 체계를 갖는 형식적 사고인 과학적 사고로 나눌 수 있다(이선경, 2008). 메타인지 사고는 흔히 ‘사고에 대한 사고’라 정의하며, 인지 사고를 지시하고 통제하는 조작들로 이루어져 있다(김영채, 1995).



[그림 II-8] 사고의 분류(강순희, 2009)

메타인지에 대한 개념은 ‘메타기억’에서 찾을 수 있다. Flavell은 1971년에 ‘암기 활동에 대한 지식’을 의미하는 말로서 ‘메타기억’이라는 용어를 처음으로 사용하였고, 이것이 계기가 되어 1975년을 전후해서 암기 활동을 포함한 ‘인지 현상 전반에 대한 지식’을 뜻하는 보다 포괄적인 의미의 ‘메타인지’라는 용어가 탄생하게 되었다(김수미, 1996 재인용).

메타인지 개념은 여러 학자들에(박영태, 1990; Garofalo & Lester, 1985; Schoenfeld, 1992; Wellman, 1985) 의해 불명확하다고 지속적으로 제기되어 왔다. 메타인지에 대한 개념을 좀 더 확실하게 나타내려고 인지와 메타인지를 대비되는 개념으로 하고 이들 개념을 구분할 수 있는 기준점을 제시하려고 하는 노력은 메타인지 연구 분야에서 매우 보편화된 연구 방식이다(김수미, 1996). 김수미

(1996)는 여러 학자들의 인지와 메타인지를 구분하는 준거를 <표 II-11>과 같이 제시했다.

<표 II-11> 인지와 메타인지의 구분(김수미, 1996)

구분의 준거	주장한 학자	인지	메타인지
1. 행위의 의도	Flavell	인지적 진전을 위한 지적 인 활동	인지 활동을 모니터하는 기능
2. 행위의 유형	Garofalo & Lester	단순한 행위	행위에 대한 선택, 계획, 모니터 행위
3. 지식의 내용	Brown	단순한 영역적 지식	그 지식을 잘 활용할 수 있는 방법
4. 시간적 순서	김수미	선행 행위	선행 행위에 대한 후행의 메타인지적 행동

인지는 인지적 진전을 위한 지적인 활동이나 메타인지는 인지 활동을 모니터 하는 기능이라고 정의하고, 인지적 전략은 단순히 해답을 얻기 위해 채택되는데 비해 메타인지적 전략은 이미 얻은 해답에 대한 확신을 얻기 위해 채택된다고 한다. 즉, 동일한 행동이라도 의도가 지식의 증진에 있으면 인지적 행동으로 보아야 하고, 자신의 지식을 모니터하는 것에 있으면 메타인지적 행동으로 보아야 한다는 것이다(Flavell, 1979).

인지는 단순한 행위이고, 메타인지는 행위에 대한 선택, 계획, 모니터 행위이다 (Garofalo & Lester, 1985). 김수미(1996)는 인지와 메타인지를 구분함에 있어 Flavell은 행위에 내재된 의도에 중점을 두었고, Garofalo와 Lester는 행위의 외형적인 유형에 중점을 둔 점에 차이를 보이며, Flavell은 메타인지를 해답에 대한 확신을 얻기 위한 모니터 행위로 한정하였고, Garofalo와 Lester는 해답 자체를 얻기 위한 계획이나 선택 행위를 포함시킨 포괄적인 개념으로 메타인지의 영역을 확대시켰다고 했다.

Brown(1987)은 인지와 메타인지를 구분하는 것은 쉽지 않지만 필요하다고 주장하면서, 인지는 지식의 이해인데 비해 메타인지는 지식의 활용이라 했다. Brown은 지식의 이해라는 관점에서 본 지식과 지식의 활용이라는 관점에서 본 지식 사이에는 큰 차이가 있으며, 이 차이를 인식하는 것이 교육적인 입장에서

무엇을 개발해야 할 것인가를 생각하게 하는 데 매우 유용할 수 있음을 강조한다.

김수미(1996)는 인지와 메타인지를 시간적 차원에서 구분할 수 있음을 주장한다. 어떤 인지적 행동이 일어나고, 그 행동에 대한 메타인지적 행동이 일어난 후 다시 그 메타인지적 행동에 대한 메타인지적 행동이 발생한다면, 전자의 메타인지적 행동은 후자의 관점에서 보면 인지적 행동이 된다는 것이다. 즉, 행위의 내용에 관계없이 행위의 수순에 따라 선행 행위를 인지적 행위로, 후행 행위를 메타인지적 행위로 간주할 수 있다.

## 2) 메타인지의 영역과 구성 요소

메타인지는 ‘사고에 대한 사고’, ‘인지에 대한 인지’ 등과 같이 정의되지만 메타인지에 대한 관점은 매우 다양하며, 따라서 메타인지의 개념에 대한 다양한 분류 방식이 존재한다(이은주, 2010).

Flavell(1979)은 메타인지를 메타인지적 지식(metacognitive knowledge)과 메타인지적 경험(metacognitive experience)으로 구분하고, 메타인지적 지식은 인지 작용의 상태를 판단하기 위해 저장된 개인의 세계에 대한 지식으로 정의하였으며, 메타인지적 경험은 인지적 작업 중 발생하는 의식적인 인지적 또는 감정적 경험으로 정의한 후 메타인지적 지식을 다시 개인(person), 과제(task), 전략(strategy)에 대한 지식으로 세분화한다.

Brown(1987)은 메타인지를 인지에 대한 지식과 인지에 대한 조절로 분류한다. 인지에 대한 지식은 Flavell의 메타인지적 지식과 유사하며, 인지에 대한 조절은 문제해결과정에서 필요한 전략적 행동과 의사결정을 포함하는 것으로서, 구체적인 예로 모니터, 자기조절, 실행적 컨트롤, 계획, 검토 등을 제시한다.

Scheonfeld(1987)는 메타인지를 자신의 사고 과정에 대한 지식, 제어와 자기조절, 신념과 직관이라는 세 범주로 정리한다. 자신의 사고 과정에 대한 지식은 자신의 사고 과정을 얼마나 정확하게 기술할 수 있는가와 관련되며, Flavell이 설정한 메타인지적 지식의 하위 범주인 자신에 대한 지식에 포함된다고 할 수 있다.

제어와 자기조절이란 문제해결과정의 관리적 능력을 의미하는 것으로, Scheonfeld는 관리적 기능으로 ① 해답에 대해 성급히 시도하기 전에 문제가 무

엇에 관한 것인지를 자기 자신이 바르게 이해하고 있는지 확인하는 것 ② 계획하는 것 ③ 감독 혹은 풀이하는 동안의 진행 상황을 기억하는 것 ④ 문제를 풀 때 자료를 할당하고, 무엇을 할지를 결정하고, 그에 따른 시간을 결정하는 것 등을 예로 들면서 학생들이 문제해결에 실패하는 것은 그들이 가진 자원의 부족이라기보다는 문제해결 과정을 효과적으로 관리할 수 있는 능력이 결여되어 있기 때문이라고 주장한다.

신념과 직관이란 인지적 삶을 살면서 획득된 세계에 대한 주관적 지식 또는 세계관을 의미하는 것으로서(이은주, 2010), 김수미(1996)는 신념과 직관이 Flavell의 메타인지적 지식과 유사하지만, Flavell은 인지 과제를 수행하는 데 있어 메타인지적 지식의 긍정적인 영향에 초점을 맞춘 반면 Scheonfeld는 인지 과제를 수행하는 데 있어서 주로 부정적인 영향을 미치는 왜곡된 신념, 오개념 등에 관심을 보이고 있으며, 이것을 메타인지의 한 유형으로 간주하는 것에 대해서는 보다 신중한 논의가 필요하다고 한다.

이처럼 메타인지에 대한 다양한 분류가 존재하지만 메타인지 개념에 대한 현재의 가장 보편화된 관점은 메타인지적 지식과 메타인지적 기능이라는 두 가지 서로 다른 측면으로 메타인지의 개념을 양분하는 것이다(김수미, 1996; 신혜은, 최경숙, 2002; Brown, 1987; Cross & Paris, 1988; Garofalo & Lester, 1985).

메타인지적 지식은 <표 II-12>와 같이 개인, 과제, 전략의 세 가지 변인으로 분류할 수 있다(조재영, 1996; Flavell, Miller, & Miller, 2003). 개인 변인은 인간이 인지적 유기체로서 획득하게 되는 모든 종류의 지식이나 신념과 관련되는 것으로 개인 내부적 특성, 개인 간 특성, 그리고 인간 인지의 보편적 속성에 대한 지식과 믿음이라는 세 가지 하위 범주로 나눌 수 있다. 과제 변인은 인지적 과제의 수행 과정에서 직면하거나 다루는 정보의 성질이나, 과제가 가지고 있는 성질과 관련된 지식을 말한다. 전략 변인은 전략을 어떻게 사용해야 하는지, 어떤 전략이 사용 가능한지, 또는 어떤 전략이 어떻게 작용할지에 대한 지식이다. 즉, 이 변인은 전략을 선택하고, 전략 활용을 점검하며, 전략에 관한 평가를 하는 등에 관한 지식을 포함한다.

메타인지적 지식의 하위 구성 요소를 개인, 과제, 전략의 세 가지로 보는 관점이 가장 보편화된 관점이지만, 많은 메타인지 학습 전략 연구에서는 학생들에게

인지 전략을 사용하는 방법과 절차에 대한 훈련 뿐 아니라 전략 사용의 장점, 효과, 적용가능 범위 및 조건에 대한 정보를 제공하여 학생들의 인지 전략에 대한 인식을 증진시키고, 전략 사용에 대한 계획, 점검 및 평가활동을 촉진시키는 데 목적을 두고 있다. 따라서 이러한 메타인지 학습 전략 연구에서는 메타인지적 지식의 하위 구성 요소 중 전략 변인에 초점을 맞추어, 메타인지적 지식을 인지 전략 사용의 효과성과 중요성 및 전략의 적절한 사용법과 사용 시기를 아는 것이라고 정의하기도 한다(박종원, 1992; 황희숙, 1994).

<표 II-12> 메타인지적 지식의 구성 요소와 특징(조재영, 1996; Flavell *et al.*, 2003)

구성 요소	특징
1. 개인(person)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 인지적 주체자인 인간에 대하여 사람들이 획득하게 되는 모든 종류의 지식과 신념체계               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 인간 인지의 보편적 속성에 관한 지식과 믿음</li> <li>ex) 인간의 단기 기억 용량은 한정되어 있고 또, 그것이 틀릴 가능성이 있다.</li> <li>- 인간 내, 인간 간 인지적 차이에 대한 지식</li> <li>ex) 나는 물리학보다 심리학을 더 잘한다.</li> <li>ex) 부모님은 이웃사람들보다 타인의 요구와 감정에 더 민감하다.</li> </ul> </li> </ul>
2. 과제(task)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 인지적 과제의 수행 과정에서 직면하거나 다루는 정보의 성질이나 과제가 가지고 있는 성질과 관련된 지식               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 정보의 성격에 대한 지식</li> <li>ex) 복잡하고 친숙하지 않은 정보는 이해하거나 기억하기 어렵다.</li> <li>- 과제요구의 성격에 대한 지식</li> <li>ex) 이야기를 말 그대로 기억하는 것보다는 그 요지를 기억하는 것이 더 쉽다.</li> </ul> </li> </ul>
3. 전략(strategy)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 인지적 행위에 관한 정보를 제공하거나 또는 그 행위의 진전에 관한 정보를 제공하는 지식               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 이해, 조직, 계획, 실행, 검사, 평가하는데 도움을 주는 지식</li> <li>ex) 덜 중요하거나 충분히 학습한 자료보다는, 중요하거나 충분히 학습하지 못한 자료를 학습하는데 더 많은 시간을 들여야 한다.</li> </ul> </li> </ul>

메타인지적 기능의 구성 요소를 보는 관점은 메타인지적 지식에 대한 관점에 비해 좀 더 다양하다(이은주, 2010). Brown 외(1983)는 메타인지 활동에 계획(planning), 모니터(monitors), 조절(regulation)의 세 가지 활동이 포함된다고 한다. 계획은 교과서를 읽기 시작하기 전에 공부의 목표를 세우고, 훑어보고, 질문을 해 보며 과제를 분석해 보는 것을 말한다. 이렇게 하면 적절한 이전의 지식

을 활성화시켜 이용할 수 있을 뿐만 아니라 보다 적절한 사고의 전략과 처리를 계획할 수 있다. 모니터는 과제를 수행해 가면서 이와 함께 주의 집중을 조정하고 자기 자신을 체크하는 것을 말하며, 조절은 모니터와 관련되어 있는 것으로, 독서를 하면서 이해에 따라 속도를 조정하거나, 다시 읽거나, 복습하거나 또는 가볍게 건너뛰는 것 등과 같다. 이러한 의미에서 조절은 반성적인(reflective) 측면을 많이 가지고 있다(김영채, 1995).

Garofalo와 Lester(1985)는 메타인지적 기능의 구성 요소를 모니터(monitring), 평가(evaluation), 제어(control)의 세 가지 요소로 구분한다. 모니터는 인지 활동 중에 인지 작용의 진행 상태를 직접적으로 확인하는 것이고, 평가는 자신의 인지 활동의 결과에 대하여 객관적으로 판단하는 기능이며, 제어는 자신의 인지 활동을 지시하고, 그 후의 활동을 진행, 수정하는 기능을 말한다.

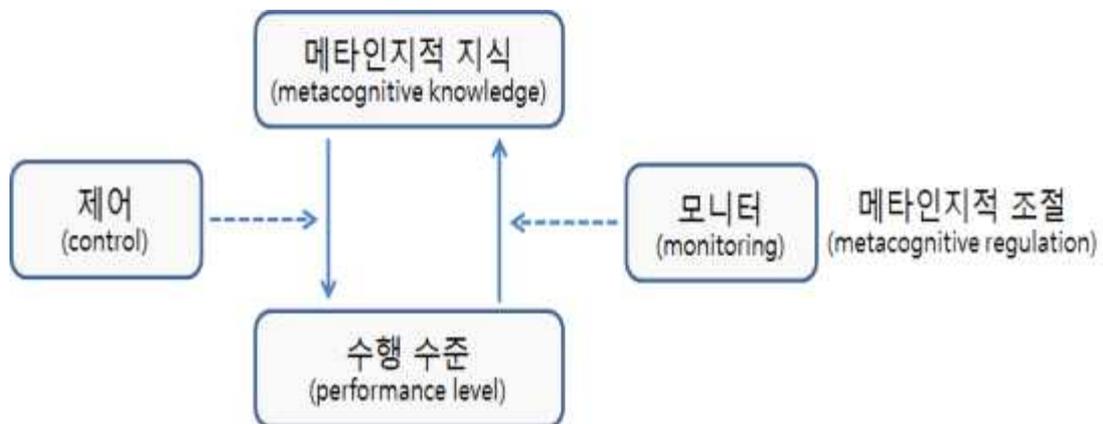
이 밖에도 Schraw와 Graham(1997)은 메타인지적 기능의 구성 요소를 계획(planning), 모니터(monitring) 및 평가(evaluation)로 보며, 노태희 외(1998)는 계획(planning), 점검(monitring), 조절(regulating)로 보고, Zimmerman(1986)은 메타인지적 기능의 구성 요소 중 조절을 강조하여 메타인지의 기능적 측면을 자기 조절(self-regulation)이라고 명명하고 자기 조절을 계획, 조직, 자기지시, 자기 평가 활동을 포함하는 개념으로 설명한다.

현재 메타인지 분야에서는 제어(control)와 모니터(monitring)가 혼용되고 있다. 김영채(1995)는 인지적 제어에 모니터와 제어의 개념을 모두 포함시켰으며, 고광병(2005)은 인지적 모니터링을 자신의 인지 활동을 의식적으로 관찰 및 검토하는 능력과 인지 활동에 대한 평가, 통제 및 조절하는 등의 능력을 포함하는 광의의 능력으로 정의한다.

Nelson과 Narens(1994)은 제어와 모니터의 기능을 매우 명쾌하게 구분하였는데 이를 위하여 인지적 과정을 메타 수준(meta-level)과 객체 수준(objective-level)으로 나누고 메타 수준과 객체 수준 사이에서의 정보 흐름의 방향에 의해 제어와 모니터를 구분한다. 제어란 메타 수준에서 객체 수준으로 정보가 흐르는 것으로 이것은 객체 수준에서의 행동(행동의 시작, 행동의 지속, 행동의 완료)을 유발한다. 반면 모니터란 메타 수준이 객체 수준에 의해 정보를 얻는 것으로 이것은 상황에 대한 메타 수준의 모델을 변화시킨다.

신혜은과 최경숙(2002)은 Nelson과 Narens(1994)의 모델을 변형하여 메타인지적 지식과 메타인지적 조절의 관계를 [그림 II-4]와 같이 나타내고, 메타 수준의 변화는 수행의 변화를 일으키고, 다시 수행의 변화는 메타지식 수준을 변화시키는 양방향적 관계에 있다고 한다.

이처럼 메타인지의 영역과 하위 구성 요소에 대한 관점은 매우 다양하며, 사용하는 용어와 그 의미도 통일되어 있지 않다. 따라서 본 연구에서는 이은주(2010)가 “메타인지를 활용한 직접적 탐구 기능 수업 전략에 대한 연구”에서 사용했던 것처럼 <표 II-13>과 같이 메타인지의 영역을 메타인지적 지식과 메타인지적 기능으로 정하고, 인지 전략 사용의 효과성과 중요성 및 전략의 적절한 사용법과 사용 시기를 아는 것을 메타인지적 지식으로, 메타인지적 지식에 비추어 인지전략을 계획, 모니터, 조절, 평가하는 것을 메타인지적 기능으로 보았다.



[그림 II-9] 메타인지적 지식과 메타인지적 조절의 관계(신혜은, 최경숙, 2002)

<표 II-13> 메타인지의 영역과 하위 구성 요소 및 각 요소의 특징(이은주, 2010 재인용)

영역 및 하위 구성 요소	구성 요소의 특징
메타인지적 지식 (metacognitive knowledge)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 인지 전략 사용의 효과성과 중요성 및 전략의 적절한 사용법과 사용 시기를 아는 것</li> <li>- 인지 전략의 효과성을 아는 것</li> <li>- 인지 전략의 중요성을 아는 것</li> <li>- 인지 전략의 적절한 사용법과 사용 시기를 아는 것</li> </ul>
계획 (planning)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 과제를 완성하고 문제를 해결하기 위한 전반적인 접근을 결정하는 행위</li> <li>- 활동의 전반적인 순서를 결정함</li> <li>- 적절한 활동 방법이나 인지 전략을 선택함</li> </ul>
메타인지적 기능 (metacognitive function)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 자신의 인지 상태를 확인하고, 인지 활동의 진행 상태를 관찰하며, 계획을 실행하는 동안 성공할지를 평가하면서, 사용하고 있는 인지 전략의 적절성에 대해 검토하는 행위</li> <li>- 자신의 인지적 상태를 모니터함</li> <li>- 인지 활동의 진행 상태를 모니터함</li> <li>- 인지 전략의 적절성에 대해 모니터함</li> </ul>
조절 (regulation)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 과제의 진행 상 문제가 발생할 때, 현재 사용 중인 인지 전략 또는 활동 방법을 수정하거나 전환하는 행위</li> <li>- 부적절한 인지 전략을 수정함</li> <li>- 부적절한 활동 방법을 수정함</li> </ul>
평가 (evaluation)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 자신의 인지 활동의 결과나 사용한 인지 전략에 대한 반성적 판단으로, 미래의 유사한 상황에 적용할 수 있는 전략을 만드는 데 도움을 주는 행위</li> <li>- 자신의 인지 상태의 변화 정도에 대해 평가함</li> <li>- 자신의 인지 상태의 목표 도달 정도에 대해 평가함</li> <li>- 사용한 인지 전략의 유용성에 대해 평가함</li> </ul>

메타인지적 기능 중 계획(planning)이란 과제를 완성하고 문제를 해결하기 위한 전반적인 접근을 결정하는 행위를 말하며, 모니터(monitors)란 자신의 인지 상태를 확인하고 인지 활동의 진행 상태를 관찰하며 계획을 실행하는 동안 성공할지를 평가하면서 사용하고 있는 인지 전략의 적절성에 대해 검토하는 행위를 말한다. 조절(regulation)이란 Zimmerman(1986)이 언급한 광의의 개념보다는 Nelson과 Narens(1994)의 제어(control)의 개념에 가까운 것으로, 과제의 진행 상

문제가 발생할 때 현재 사용 중인 인지 전략 또는 활동 방법을 수정하거나 전환하는 행위를 말한다. 마지막으로 평가(evaluation)란 자신의 인지 활동의 결과나 사용한 인지 전략에 대한 반성적 판단으로, 미래의 유사한 상황에 적용할 수 있는 전략을 만드는 데 도움을 주는 행위를 말하는데, 자신의 인지 상태나 인지 전략에 대해 반성적 판단을 한다는 점에서 모니터와 유사하지만, 본 연구에서는 평가를 학습이나 문제해결이 모두 끝난 후 인지 상태의 변화 정도나 목표 도달 정도를 평가하거나 인지 전략의 유용성을 평가하는 것으로 정의한다.

### 3. 과학의 본성

과학의 본성에 대한 이해가 과학교육에서 중요하게 다루어진 것은 1900년대 초 부터이다(Lederman, 2007). 미국과학진흥협회(AAAS)는 과학교육의 개혁을 위해 여러 번 보고서를 발표하였는데, 보고서에는 일반적인 의미에서 과학의 본성에 대한 이해는 과학적 소양을 함양하는 데 중요한 요소라는 내용을 포함하고 있다. Driver 등(1996)은 과학의 본성에 대한 이해가 중요하게 고려되어야 하는 점에 대해 실용적 측면, 민주주의적 측면, 문화적 측면, 윤리적 측면, 교육적 측면 5가지로 설명하고 있다. 그들은 실용적 측면에서 과학의 본성에 대한 이해는 과학 그 자체에 대한 이해는 물론 과학 기술을 다루고 우리의 삶을 구성한다는 점에서 필요하다고 설명하고 있으며, 민주주의적 측면에서 보면 과학의 본성에 대한 이해는 사회과학적 문제에 대한 의사 결정 능력을 갖추기 위해 필요하다고 설명하고 있다. 문화적 측면에서 보면 과학의 본성에 대한 이해는 현대문화의 한 부분으로서 과학의 가치를 알아보기 위해 필요하다고 하고 있으며, 윤리적 측면으로는 과학의 본성에 대한 이해는 사회적 가치를 반영한 도덕적 의무가 구현된 과학 공동체의 규범에 대한 이해를 돕는 데 필요하다고 설명하고 있으며, 끝으로 교육적 측면에서 과학의 본성에 대한 이해는 과학 교과 학습의 촉진을 돕는 데 필요하다고 설명하고 있다.

그러나 과학의 본성에 대한 이해의 중요성을 이야기할 때 의미가 포괄적이고, 구체적이지 못하며, 과학철학자, 과학사학자, 과학사회학자 등 전문가 집단 사이에 과학의 본성에 대한 합의는 이루어지지 않았다(Lederman *et al.*, 2002). 미국과 영국 등 전문가 집단들은 과학의 본성에 대한 합의를 이끌어내기 위하여 많

은 노력을 해 왔다(최준환, 2008). 이런 여러 학자들의(Lederman *et al.*, 2002; Lederman, 2007 ; Schwartz *et al.*, 2004; Schwartz & Lederman, 2008) 노력은 과학의 본성에 대해 대부분 공통된 요소를 포함하게 되었으며, 학자들 사이에도 인정하고 동의하는 과학의 본성에 대한 이해가 존재하게 되었다(김송, 2014). Schwartz와 Lederman(2002)가 과학의 본성의 보편적인 요소에 대해 다음과 같이 이야기하였다.

“과학의 본성에 대한 정확한 설명에 대해 과학철학자, 과학사학자, 과학교육자 사이에 종종 논쟁이 있어왔다. 그러나 미국의 과학교육 개혁 문서는 물론 미국 외의 다른 국가에서의 연구를 보면 과학의 본성에 대한 보편적인 측면을 언급하고 있으며 현재의 철학적 관점에 대해서도 이견을 거의 보이지 않고 있다. 그 중 가장 두드러지는 것은 과학적 지식은 변한다는 것이다. 그리고 과학적 지식의 잠정성은 과학적 본성의 다른 여러 측면들의 영향에 의한 것이다.”

Schwartz와 Lederman (2002)이 이야기한 것을 보면 과학의 본성에 대하여 어느 정도 공통된 합의가 되었음을 알 수 있다. 여기에서 말하는 과학의 본성이 과학 지식의 잠정성과 그에 영향을 주는 그 밖의 과학의 본성 요소 즉 실증적 근거, 이론의존성, 주관성, 상상력과 창의성, 사회문화적 영향이란 점을 생각하면 과학의 본성을 주로 과학 지식의 가변적인 성질 즉, 잠정성에 중점을 둔 용어로 받아들일 수 있다.

Lederman 등(2002)은 여러 학자들과 공동으로 초·중·고·대학 등 다양한 학교급의 학생과 교사를 대상으로 과학의 본성 검사 도구를 적용하고, 과학의 본성 하위 측면과 검사 도구의 검증에 대하여 연구하였고, 과학자를 대상으로 하는 과학의 본성에 대한 연구까지 폭넓게 하였다. Lederman 등(2002)은 연구를 통해 과학의 본성 하위 측면과 과학의 본성 검사 도구에 대해 다음과 같이 설명하고 있다.

#### 1) 과학의 본성 하위 측면

Lederman 등(2002)은 과학의 본성에 대하여 8가지 하위 측면 즉, 과학 지식의 경험적인 근거, 관찰과 추론의 차이, 이론과 법칙의 차이, 창의성과 상상력, 과학적 지식의 이론의존성, 사회 문화적 영향, 과학적 방법에 대한 잘못된 신화, 과학

적 지식의 잠정성을 설명하였다. 또한, Schwartz 등(2004)은 과학의 본성 측면들을 잠정성(Tentativeness), 경험적인 근거(Empirical basis), 주관성(Subjectivity), 창의성(Creativity), 사회 문화적 영향(Sociocultural embeddedness), 관찰과 추론(Observation and inference), 법칙과 이론(Laws and theories), 상호 의존성(Interdependence of these aspects)으로 제안하였다. 이후의 연구에서 Lederman(2007)은 ‘과학의 본성에 대한 과거, 현재, 미래(Nature of Science: Past, Present, and Future)’를 고찰하며 과학의 본성 하위 측면으로 ‘관찰과 추론, 법칙과 이론, 상상력과 창의성, 과학 지식의 주관성과 이론의존성, 문화적 산물로서의 과학, 과학 지식의 잠정성, 각 항목 간 상호의존성’을 들었다. 이는 Schwartz 등의 과학의 본성 하위 측면과 비교하였을 때 크게 변동된 것이 없으며, 구체적인 진술에 있어서도 유사하였다.

## 2) 과학의 본성에 대한 검사 도구

과학의 본성에 대한 견해를 측정하기 위해 많은 표준화 지필 검사도구가 개발되었다(Lederman *et al.*, 2002). 1980년대까지 과학의 본성에 대한 검사 도구는 주로 쉽게 등급화하고 양적인 측정이 가능한 표준화된 검사도구 형태로 개발되었다. 표준화된 검사 도구는 일반적으로 응답자의 견해를 명료화하기 보다는 그들의 견해가 적절한지를 알아보는 것으로 제한된다. 또한 개발자의 과학의 본성에 대한 견해가 선택형 답이에 포함되어 있어 응답자에게 개발자들의 과학의 본성에 대한 견해가 반영된다는 비판이 있었다(Lederman *et al.*, 1998). 그러나 이런 제한과 비판으로부터 보다 자유로운 검사도구가 Aikenhead 등이 1992년에 개발한 VOSTS(Views of science-technology-society)이다. VOSTS는 STS와 과학의 본성에 관한 영역으로 이루어졌으며, 문항은 114개의 선택형 문항으로 되어 있다(김희정, 2011). 각 문항은 VOSTS에 대한 캐나다 고등학생들의 반응과 사후 인터뷰를 통해 얻어진 견해나 입장으로 되어 있어서, 평가도구는 타당성이 높다(Lederman *et al.*, 1998). VOSTS는 응답자의 견해에 기초하여 개발된 선다형 문항이어서 개별적인 면담보다는 정확성은 떨어지지만 개방형 서술문항이나 리커트 척도를 사용하는 문항에 비해 측정의 모호함을 보완할 수 있다(김희정, 2011). 그러나 캐나다가 아닌 다른 환경에서 VOSTS를 사용할 경우의 제한점은 존재하

며, VOSTS 또한 선택형이 가지고 있는 응답자의 답을 제한하는 문제가 존재한다(Lederman & O'Malley, 1990; Lederman *et al.*, 1998).

VNOS(Views of Nature of Science Questionnaire)는 이러한 문제점을 극복하고 학생들의 과학의 본성에 대한 견해를 깊이 있고 명확하게 검사하기 위해 개발된 검사로 개방형 질문과 인터뷰와 같은 대안적인 접근법을 사용한다(Lederman *et al.*, 2002). VNOS의 개방형 속성 검사지가 가지고 있는 해석상의 문제가 있을 수 있으므로, 사후 인터뷰 검사 등을 병행하여 사용하여 응답자들의 견해를 명확하게 설명하도록 하여야 한다(Lederman *et al.*, 2002).

VNOS 검사지 개발은 세 단계로 이루어졌다. VNOS-A형은 Lederman과 O'Malley(1990)가 고등학생들의 과학의 잠정성에 대한 견해를 평가하기 위해 개발한 개방형 질문지이다. VNOS-B형은 Abd-El-Khalick 등(1998)은 VNOS-A의 일부를 변형시킨 것으로 중등 과학교사들의 잠정적, 경험적, 추론적, 창의적, 이론 의존적인 과학의 본성과 이론과 법칙 사이의 기능과 관계에 대한 견해를 평가하는데 사용했다. VNOS-C형 검사지는 Abd-El-Khalick가 VNOS-B 검사지 문항을 수정 보완하여 개발하였고, 과학교육자, 과학사 전문가, 과학자들로 이루어진 전문가 패널에서 문항들에 대한 안면타당도와 내용타당도를 확인했다. VNOS-C형 검사지는 과학의 사회문화적 함의와 보편적인 과학적 방법이 존재하는지에 대한 의견도 평가한다는 점에서 VNOS-B형 검사지와 차이점이 있으며, VNOS에 관한 응답자의 충분한 견해를 확인하기 위해 사후 면담 프로토콜도 함께 개발되었다(Lederman *et al.*, 2002).

한편, Sandoval(2005)은 일반적인 검사도구로 학생들의 실제적인 과학의 본성에 대한 이해를 알아보기 어려운 면이 있다고 지적하고, 학생들의 실제적인 과학에 대한 인식론을 알아보기 위해서는 탐구보고서와 같은 산출물이나 탐구를 수행하는 동안에 이루어지는 담화와 같은 것들을 살펴보는 것이 필요하다고 했다.

소원주 등(1998)이 개발한 PPP(Philosophical Perspectives Probe)는 「중등학교 학생들의 과학의 본성 개념을 측정하기 위한 도구」로 24개의 선택형 문항으로 되어 있다. 이 도구의 주된 과학 철학적 체계는 귀납주의, 반증주의 및 상대주의이며, 이를 구분할 하위 주제는 과학의 구획, 과학의 변화 양상, 과학적 지식의 인식론적 지위, 그리고 과학적 방법으로 나누어진다.

이은아(2001)가 개발한 「과학의 본성에 대한 학생들의 이해 발달 평가문항」은 미국과학진흥협회(AAAS)의 과학적 소양을 위한 기준(Benchmarks for Science Literacy) 중 제1장의 진술문을 바탕으로 개발했다. 이 평가 도구는 총 256쌍의 문항으로 구성된 문제 은행의 형태로서, 미국의 학제를 기준으로 4개의 집단(K-2학년, 3-5학년, 6-8학년, 9-12학년)으로 나누어져 있으나 엄격한 구분이 있는 것은 아니며, 각 문항은 그 진술내용에 대해 '동의함(T)'과 '동의하지 않음(F)'을 선택하는 단순한 형태로 이루어져 있다.

본 연구에서는 과학의 본성에 대한 학생들의 관점을 VOSTS의 과학의 본성에 관한 영역으로 구성하여 진행하였다.

#### 4. 과학자에 대한 인식

##### 1) 과학자의 정의

과학자란 이론적 또는 실험적 연구를 통하여 과학을 전문적으로 연구하고 과학지식을 탐구하는 사람, 주로 자연 과학을 연구하는 사람을 이른다(국립국어원, 2015). 과학자라는 용어는 1833년 영국의 휴웰(W. Whewell, 1794~1866)이 영국과학진흥협회(British Association for the Advance mentor Scinece)가 주최하는 학술회의에 참석자한 사람들을 표현하기 위하여 예술가에 대응하는 용어로 처음으로 사용했다(조희형, 1994). 19세기 초 과학자는 대부분 철학자로 과학적인 지식은 많이 갖고 있으며, 과학에 관심이 깊었지만 전문적인 교육을 받은 사람들은 아니다(Bynum *et al*, 1981). 그 당시 과학자란 스스로 끊임없이 과학탐구하고, 과학지식을 갈망하는 사람들을 뜻하는 용어였다. 19세기 초까지 과학자는 대부분 직업이 따로 있는 아마추어 과학자였으나 19세기 후반 과학의 전문화와 고도화가 진행되고, 대학 등 고등교육기관에 과학연구과정과 연구소가 설치되어 젊은 사람들이 정규 교육기관에서 과학을 체계적으로 학습하게 되면서 지적 전문직으로서의 과학자를 조직적으로 양성할 수 있게 되었다.

조희형(1994)은 과학자를 특정 분야를 전공하여 과학을 연구하는 사람으로 정의하고, 과학자는 고도의 지적 전문직 종사자로 대학이나 각종 연구소에서 연구

활동을 수행한다고 했다. 과학자는 보통 한두 가지 일에 전념하며, 호기심이 많고, 의문을 잘 품으며, 모든 일을 조직적이고 체계적으로 처리하며, 개방적인 생각을 가지고 있다. 또한 과학자는 꼭 수학적 재능이 필요한 것은 아니며, 반드시 천재성을 지녀야 할 이유도 없다. 정규 과정을 이수하여 박사학위를 취득하면 과학적 연구에 도움이 된다(Bausell, 1994).

과학자는 정당한 절차와 과정에 따라 연구하고 결과물을 산출하여 발표한다. 그러나 발표한 결과가 과학적 지식이 되려면 여러 사람들의 검토와 검증을 받는다. 과학자들은 자신의 관심 분야에 대해 연구를 하며, 여러 다른 분야의 활동에도 참여하는 사회의 일원으로서 역할을 하고 있다(조희형, 박승재, 1994). 현대사회에서는 과학이 사회에 많은 영향을 미치는 만큼 사회와 과학의 중간 역할을 수행하는 과학자는 과학을 더 발전시킬 수 있는 권리와 과학이 미래에 미칠 영향에 대해 책임질 의무도 있다(주동일, 1987).

따라서 현대의 과학자란 자연과학에 대한 이론적 배경을 가지고 전문적인 연구를 수행하는 사람으로서 과학기술의 발달로 인한 사회적 문제에 대해서도 책임 의식을 가진 사람들이라고 할 수 있다(김소형, 2004).

## 2) 과학자에 대한 인식

학생들이 과학자에 대해 얼마나 알고 있으며, 어떻게 생각하고 있는지를 분석하면 학생들의 특성을 어느 정도 알 수 있기 때문에 국내·외에서 여러 연구자들이 학생들의 과학자를 어떻게 인식하는가에 대한 문제를 연구해 왔다.

Chambers(1983)는 유치원생부터 초 5학년까지 5,001명을 대상으로 과학자에 대한 그림을 그리게 한 후 그림을 분석해 보니 일곱 개의 이미지 카테고리 즉, 실험복 착용, 안경 착용, 수염이 있는 얼굴, 연구상징물, 지식상징물, 과학기술 상징물, 공식이나 분류표와 같은 연관표시를 발견했다. 또한, 대부분 학생들은 고학년으로 올라갈수록 과학자에 대한 전형적인 이미지는 더 고착화되는 것으로 나타났다. 학생들은 과학자가 실내에서 연구하며, 연구실 내에는 물리, 화학, 생물 등의 전형적인 실험기구가 그려져 있었고, 야외에서 자연을 연구하거나 천체를 관측하는 과학자의 모습을 그린 학생은 거의 없었다. 학생들은 과학자의 연령을 노년이나 중년으로 생각하고 있으며, 남자를 많이 그렸고, 대머리나 머리숱을 적

게 그렸을 뿐만아니라 실험복과 안경을 착용하고 있는 모습으로 과학자의 이미지를 그렸다(Sjoberg, 1988). 또한, Barman(1997)이 유치원 원생에게 과학자의 이미지를 그리도록 하였더니 대부분 과학자를 백인, 남자, 실내, 실험도구를 그림으로 많이 표현한 것으로 보아 유치원 원생들은 과학자에 대해 4가지 정도의 전형적인 이미지를 가지고 있는 것으로 밝혀졌다.

국내에서도 학생들이 과학자에 대해 어떻게 인식하는지에 대한 연구가 많이 이루어졌다. 황덕근(1994)은 초등학생 4학년과 6학년 학생들을 대상으로 과학자의 이미지를 조사해보니 초등학생들은 과학자에 대해 막연하고 피상적인 인식을 가지고 있었고, 고학년으로 갈수록 과학자에 대한 전형적인 이미지가 고착화되는 것으로 나타났다. 여상인(1998)은 DAST(Draw-A-Scientist-Test)와 인터뷰를 이용하여 초등학교 3학년과 6학년 그리고 중학교 2학년을 대상으로 과학자에 대한 이미지를 조사하였는데 과학자를 단정하고, 깨끗한 모습의 젊은 과학자를 표현하는 학생들이 많았다. 또한, 초등학생은 과학자를 발명가로 인식하는 비율이 높았고, 중학생은 순수 과학자를 기초과학자나 응용과학 연구자로 인식하고 있었다. 임희준과 여상인(2001)은 영재교육기관에서 영재교육을 받고 있는 초등학교 3~5학년 학생을 대상으로 DAST와 지필검사를 통해 과학자에 대한 인식을 조사하였다. 그 결과 많은 학생들이 과학자를 젊고 단정하다고 인식하고 있었으며, 과학자의 성별에 대해서 남학생은 남성 과학자, 여학생은 여성 과학자로 인식하고 있었다. 또한 이들은 대부분 과학자에 대하여 긍정적인 인식을 가지고 있었으나, 과학자에 대한 전형적인 틀을 벗어나지 못하는 것으로 나타났다.

Chambers(1983)와 Kahle(1988) 등 외국 학자들의 과학자의 인식에 대한 연구결과와 국내 연구자들의 연구한 결과를 비교해 보면 우리나라 학생들은 과학자를 상당히 젊고, 단정한 모습으로 그리며, 여성 과학자가 차지하는 비율도 외국과 비교할 때 높았다.

### 3) 정형화된 과학자 이미지(Stereotyped images of scientist)

과학은 과학자의 활동이므로 학생들이 과학자의 모습과 하는 일에 대해 갖고 있는 생각은 과학에 대한 인식을 반영한다. 학생들이 과학자에 대해 바른 인식을 가지면 과학자 뿐만아니라 과학에 대해서도 긍정적인 인식을 가질 수 있다(권화

자, 2002). 그런데 학생들은 과학자의 활동에 대해서 고정관념을 가지고 있다(권난주, 2005; 김성관 등, 2002; 전화영 등, 2002). 정형화된 과학자 이미지란 과학자 이미지 분석 연구를 통해서 밝혀진 학생들에게 고정적으로 나타나는 과학자의 이미지를 말한다(이덕성, 2006).

정형화된 과학자 이미지는 학생들의 나라, 성별, 연령 등 대상에 관계없이 하얀 실험복을 입고, 안경을 쓰고 있으며, 헝클어진 머리를 하여 실험실에서 실험기구를 조작하는 사람으로 나타났다(김은정, 2011). 이런 정형성은 고학년으로 갈수록 높게 나타났으며(Barman, 1997), 학년이 올라갈수록 남자 과학자를 많이 그렸다(Fung, 2002).

#### 4) 과학자 이미지 검사 도구

과학자에 대한 인식을 연구할 때 보통 과학자 이미지 검사도구를 사용한다. 보편적으로 많이 사용하는 과학자 이미지 검사도구는 DAST(Draw A Scientist Test)이다. Chambers(1983)가 고안한 DAST(Draw A Scientist Test)는 개방형 반응 형식을 지닌 정성적 평가 도구이다. 학생들이 생각하는 과학자의 모습을 그림으로 표현하면 이를 활용하여 학생들이 가지고 있는 과학자에 대한 이미지를 분석할 수 있는 효과적이고 일반적인 방법이다.

이 연구에 사용된 과학자 이미지 그리기 검사도구는 Chambers(1983)가 고안한 DAST 보완한 “과학자 이미지 그리기 검사 분석도구(Draw-A-Science-Test Checklist, DAST-C)”를 활용했다. 이 DAST-C는 Chambers(1987)가 개발한 것을 토대로 하여 Finson, Beaver와 Cramond(1995) 등이 수정·보완한 것으로서, 본 연구에서는 Finson, Beaver와 Cramond(1995) 자료를 참고로 권화자(2002)가 과학자에 대한 인식 변화를 조사하기 위해 수정한 도구를 이용했다.

### Ⅲ. 연구방법

#### 1. 연구대상

본 연구의 연구대상은 크게 두 집단 즉, 제주과학탐구아카데미에 참가한 학생과 창의과학캠프에 참가한 학생으로 나누어진다. 연구대상에 대한 학교 급별 및 성별 분포는 <표 Ⅲ-1>과 같다. 제주과학탐구아카데미에 참가한 중·고등학생은 115명이며, 이 중 중학생 41명, 고등학생 74명으로 이루어졌다. 또한, 제주창의과학캠프에 참가한 학생은 중학생 99명으로 구성되어 있다.

제주과학탐구아카데미 참가할 학생을 모집하기 위하여 도내 모든 중학교와 일반계고등학교에 공문을 발송하였다. 15개 중학교에서 학생 162명, 16개 고등학교에서 150명 총 31개 학교에서 312명의 학생들이 참가신청서를 제출하였다. 과학관련 대학교수와 현직 과학교사를 심사위원으로 위촉하여 학생들이 제출한 연구계획서를 1차 서류심사로 선발인원의 150%를 선발한 후 2차 면접심사를 통하여 최종적으로 12개 중학교에서 41명의 학생과 13개 고등학교에서 74명의 학생 총 25개 학교에서 115명의 학생을 선발하였다.

창의과학캠프에 참가할 학생을 모집하기 위해 도내 모든 중학교에 공문을 발송하였다. 20개 중학교에서 297명의 학생이 참가신청을 하였으며, 과학관련 대학교수와 현직 과학교사를 심사위원으로 위촉하여 참가자를 선발하였다. 심사위원들은 학생들이 제출한 참가신청서를 심사하여 최종적으로 19개 중학교에서 99명의 학생들을 선발하였다.

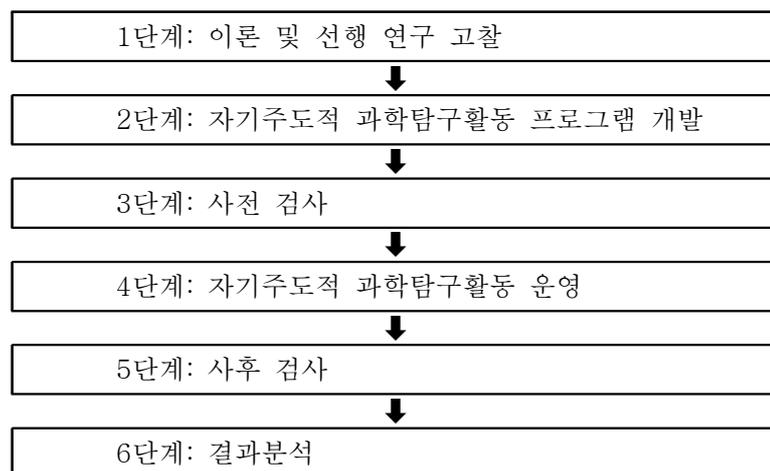
<표 Ⅲ-1> 연구대상

구분	학교 급별			성별		
	중학생	고등학생	계	남학생	여학생	계
제주과학탐구아카데미	41	74	115	71	44	115
창의과학캠프	99	.	99	50	49	99

## 2. 연구절차

자기주도적 과학탐구활동이 메타인지, 과학의 본성 및 과학자의 인식에 미치는 영향을 알아보기 위한 연구의 절차는 [그림 III-1]과 같다.

먼저, 연구의 1단계로 자기주도적 과학탐구활동에 대한 이론 및 선행 연구를 고찰하였으며, 다음으로 연구의 2단계에서 이론 및 선행연구를 바탕으로 자기주도적 과학탐구 프로그램을 개발하였다. 개발된 자기주도적 과학탐구프로그램은 두 가지 형태를 가지고 있다. 하나는 연구주제 설정, 연구계획서 작성, 연구 수행, 보고서 작성 및 발표까지 스스로 수행하게 하는 과학탐구아카데미이며, 다른 하나는 2011년부터 정부에서 추진하는 융합인재교육(Science, Technology, Engineering, Arts & Mathematics, STEAM)을 과학캠프에 적용시켜 개발한 것으로 도전과제를 제시하면 팀원들이 이를 창의적으로 해결한 후 팀별 경연을 펼치는 창의과학캠프이다. 연구의 3단계에서는 과학탐구활동 프로그램에 참여할 학생을 선발한 후, 사전검사로써 학생들의 메타인지, 과학의 본성 및 과학자에 대한 인식을 조사하였다. 연구 4단계에서는 개발한 자기주도적 과학탐구 프로그램을 참가자들에게 적용하였으며, 연구 5단계에서는 프로그램 운영이 끝난 후, 사후검사로써 학생들의 메타인지, 과학의 본성 및 과학자에 대한 인식을 조사했다. 마지막으로, 연구 6단계에서는 사전, 사후 검사 결과를 분석하여 자기주도적 과학탐구프로그램이 학생들의 메타인지, 과학의 본성 및 과학자의 인식에 어떤 영향을 주었는지 살펴보았다.



[그림 III-1] 연구절차

### 3. 검사도구

#### 1) 메타인지

본 연구에서는 Printrich 외(1991)의 학습 동기화 전략에 대한 질문지(Means of Motivated Strategies for Learning Questionnaire, MSLQ)와 양명희(2001)의 자기조절학습 측정 도구 중 메타인지 전략 요인을 수정 보완하여 제작한 이은주(2010)의 메타인지 검사지를 활용했다. 이 검사는 Likert 척도인 총 18문항으로 구성되어 있으며, 각 문항은 1점 “매우 그렇지 않다”, 2점 “그렇지 않다”, 3점 “보통이다”, 4점 “그렇다”, 5점 “매우 그렇다”로 배점했다. 부정 문항인 경우 역배점하였으므로 점수가 높을수록 메타인지가 높음을 의미한다. 인지전략을 계획하고 모니터링하며 조절하고 평가하는 것을 메타인지적 기능이라 하는데 본 연구에서는 메타인지적 기능의 하위요소로서 ‘계획’, ‘모니터’, ‘조절’, ‘평가’와 관련된 학습 방법과 전략을 측정하였다. 본 연구에 사용된 메타인지 검사지는 신뢰도 계수(Cronbach's  $\alpha$ )는 .77이다.

#### 2) 과학의 본성

본 연구의 과학의 본성에 대한 인식을 측정하기 위하여 Aikenhead & Ryan(1992)의 VOSTS(Views on Science-Technology-Society)를 수정·보완하여 강경희와 정충덕(2014)이 “고등학생의 계열 및 성별이 과학의 본성에 대한 인식에 미치는 영향” 연구에 사용한 검사지를 이용했다. 본 검사지는 선타형 9문항으로 구성되어 있으며, 과학교육 전공교수 2인과 현직 중등과학교사 2인에 의해 내용 타당성을 확인하였다. 각 문항의 세부적인 내용은 아래의 <표 III-2>와 같다.

<표 III-2> VOSTS 검사지의 문항별 세부내용

문항	내용
1	관찰의 이론의존성
2	과학 지식의 잠정성
3	과학적 의사 결정
4	과학 이론의 사회적 구성
5	과학적 추론의 검증
6	이론의 가정
7	과학적 예상
8	과학적 방법
9	과학 지식의 인식론적 지위

### 3) 과학자의 인식

본 연구에서 과학자에 대한 인식을 조사하기 위하여 5점 척도로 되어 있는 선택형 검사지와 과학자 이미지 그리기 검사지를 사용했다.

#### (1) 선택형 검사지

본 연구에 사용된 선택형 검사지는 송진웅 등(1992)이 과학자에 대한 인식을 조사하기 위해 개발한 검사이다. 과학자의 인식을 조사하기 위해 Likert 척도인 총 12문항으로 구성되어 있으며, 각 문항은 1점 “가장 부정적”, 2점 “부정적”, 3점 “중립적”, 4점 “긍정적”, 5점 “매우 긍정적”으로 배점하였다. 부정문항인 경우 역배점하였으므로 점수가 높을수록 과학자에 대한 인식이 긍정적임을 의미한다. 각 문항의 세부적인 내용은 아래의 <표 III-3>과 같다.

<표 III-3> 과학자의 인식 선택형 검사지의 문항별 세부내용

문항	내용
1	신중하다.
2	머리가 좋다.
3	부지런하다.
4	상상력이 풍부하다.
5	다른 사람을 염려한다.
6	타인의 의견을 존중한다.
7	재미있다.
8	예술적 감각이 있다.
9	인간을 존중한다.
10	책임감이 있다.
11	종교를 믿는다.
12	평화를 원한다.

(2) 과학자 이미지 그리기 검사 분석도구(DAST-C)

본 연구에 사용된 과학자 이미지 그리기 검사도구는 Chambers(1983)가 고안한 과학자 이미지 그리기 검사지(Draw-A-Science-Test, DAST)를 객관적으로 분석할 수 있도록 보완한 “과학자 이미지 그리기 검사 분석도구(Draw-A-Science-Test Checklist, DAST-C)”를 활용했다. DAST-C는 Chambers(1987)가 개발한 것을 토대로 하여 Finson, Beaver, & Cramond(1995) 등이 수정·보완한 것으로서, 본 연구에서는 Finson, Beaver, & Cramond(1995) 자료를 참고로 권화자(2002)가 과학자에 대한 인식 변화를 조사하기 위해 수정한 도구를 활용하였다. 학생들이 그린 과학자 이미지에 분석 항목과 관계되는 그림 또는 설명의 표현이 있으면 1점으로 계산했다. 그리고 학생들이 그린 그림에 한 분석항목과 관계되는 그림 또는 설명이 2종류 이상 표현되어 있는 경우 1점으로 계산했다. 예를 들어 학생들이 그린 그림에 컴퓨터와 전화가 표현되어 있다면 과학기술상징물로 1점을 계산했다. 총점이 높을수록 과학자에 대한 이미지가 정형화 된 것을 뜻한다. 과학자 이미지 그리기 검사 분석도구(DAST-C)의 세부적인

내용은 <표 III-4>와 같다.

<표 III-4> 과학자 이미지 그리기 검사 분석도구(DAST-C)의 내용

분석항목	세부사항
실험복	흰색이 아니어도 됨
안경	
수염	콧수염, 구렛나루, 턱수염 등
연구 상징물	실험에 필요한 각종 도구, 실험실 설비 등
지식 상징물	책, 연구물철, 연구기록, 필기도구 등
과학 기술 상징물	컴퓨터, 로봇, 로켓, TV, 전화, 미사일 등
남자 과학자 혼자	
위험 또는 비밀의 표시	주의, 출입금지, 비밀 등 유사한 용어의 표현
실내에서 작업	
중년 이상	

이 외에도 학생의 그림 솜씨가 좋지 않아 생길 수 있는 오류를 보완하기 위하여 자신의 그린 그림에 대해 과학자의 성별, 연령, 외모의 특징, 하고 있는 일, 그림의 배경이 되는 장소 등을 기록하도록 하였고, 추가로 “과학자”라고 하면 가장 먼저 떠오르는 단어를 기록하도록 했다.

#### 4. 자기주도적 과학탐구 프로그램 개발 및 적용

본 연구를 위하여 개발한 자기주도적 과학탐구 프로그램은 두 종류이다. 하나는 학생들이 연구주제 설정부터 연구 계획 수립, 탐구 수행, 보고서 작성, 발표까지 스스로 하도록 개발된 과학탐구아카데미이며, 다른 하나는 탐구할 주제를 제시하면 학생들이 협의를 통하여 창의적으로 설계·제작하여 보고서를 작성하고 제작한 산출물로 경연을 펼치도록 개발된 창의과학캠프이다. 각 프로그램에 대한 세부적인 내용은 아래와 같다.

1) 과학탐구아카데미 프로그램 개발

(1) 과학탐구아카데미 프로그램 개발 과정

본 연구에서는 과학탐구 프로그램 개발(고용철 외, 2014)을 위해 과학영재고등학교 및 과학고등학교 학생들을 대상으로 운영하는 R&E 프로그램에 대한 연구를 검토했다. 프로그램 개발과 관련해 수회에 걸쳐 대학 교수, 교육전문직, 현장 과학교사들이 참여해 프로그램의 개발 원칙을 논의했다. 이 논의를 통해 학생 주도적인 탐구활동을 진행할 것, 멘토링을 활용해 참가 학생들에게 실제적인 도움을 제공할 것, 탐구 결과에 대한 보고서 작성 및 발표를 통해 과학탐구의 전 과정을 경험토록 할 것, 협동적인 탐구활동을 위해 모둠별 활동으로 진행할 것 등의 원칙이 마련되었다. 또한 이 연구에서 개발하는 탐구프로그램은 일반 중·고등학생을 대상으로 한 것이기 때문에 프로그램 일정을 계획하면서 프로그램 참가에 따른 수업 결손이 발생하지 않도록 했다. 제주과학탐구아카데미 구성 내용은 <표 III-5>와 같다.

<표 III-5> 제주과학탐구아카데미 프로그램 내용

구분	영역	세부내용
사전 활동 (학기 중)	대상자 모집 선발	· 대상자 모집 공고 · 1차 선발 : 서류 심사, 모집인원의 150% ~ 200% 선발 · 2차 선발 : 계획서 발표 및 질의 응답, 모집정원의 100% 선발 · 멘토와 멘티 결정
	오리엔테이션 (5시간)	· 강의 : 과학탐구방법, 연구일지 작성법, 연구논문 작성법 프리젠테이션 방법, 연구윤리 · 멘토링 : 연구계획서 멘토링, 참고 문헌 안내, 사전 학습과제 안내
	온라인 활동	· 탐구활동계획서 수정 보완, 멘토링 · 수정계획서 및 연구에 필요한 재료 목록 제출
	사전 팀 활동	· 참고 문헌 연구 · 멘토가 제시한 사전 학습과제 수행
본 활동 (방학 중)	강의 (4시간)	· 특강 : 과학자 초청 강연, 2회(2시간) · 실험장비 사용법 : MBL 사용법(2시간)
	집중탐구활동 (28시간)	· 주제탐구활동 : 연구계획서에 따라 탐구활동을 실시하고, 탐구 일지를 작성 · 탐구보고서 작성 : 탐구 결과를 논문 형식에 맞게 작성 · 탐구발표회 개최 : 시나리오 및 PPT 작성, 발표 및 토론, 시상
	탐구발표회 (3시간)	· 탐구결과 발표, 전문가 집단 질의응답, 참가자 질의응답 · 우수 연구팀 시상
사후활동	논총 발간	· 연구보고서 수합 및 편집 · 논총 발간·보급

## (2) 학생 선발과정

제주과학아카데미에 참가하는 학생은 1단계 서류 심사와 2단계 면접심사를 통하여 선발했다. 1단계 서류심사의 심사위원은 과학전람회 등 학생 탐구활동에 지도경험이 많은 과학교사를 심사위원으로 위촉하여 운영했다. 심사는 학생들이 제출한 연구계획서가 학생이 주도적으로 연구계획서를 작성하였는가? 탐구 기간 내 탐구가 가능한가? 등에 중점을 두고 심사하였으며, 최종 선발인원의 150%~200%를 선발했다. 2단계 서류심사는 1단계에서 선발된 학생을 대상으로 대학교수와 서류심사에 참가했던 교사들로 심사위원을 위촉하여 실시했다. 면접심사는 학생들이 연구계획서 발표하고 나면 심사위원이 질의하고 학생들이 응답하는 방식으로 운영했다. 대상자는 탐구주제의 참신성 20%, 탐구과정의 창의성 30%, 탐구계획의 구체성 20%, 실현 가능성 20%를 반영하여 선발했다.

## (3) 멘토 운영

멘토는 대학교 교수와 박사학위 소지 교사와 과학전람회 출품 경험이 많은 교사로 위촉하였으며, 보조 멘토는 석·박사 과정 중인 학생들을 위촉했다. 멘토와 보조멘토는 연구주제별로 3모둠~4모둠 마다 각각 1인을 배정하여 운영했다. 멘토는 프로그램에 참가하기 전에 학생들이 제출한 연구계획서를 검토하여 학생들이 구체적이고 세부적인 연구계획서를 수립할 수 있도록 멘토링을 제공하고, 참고 문헌과 사전에 학습해야 할 내용을 정리하여 안내했다. 멘토는 모듬을 순회하며 연구 수행 과정을 점검하고, 학생들이 질문에 즉석 강의를 제공하였으며, 과학탐구발표회 진행 및 심사와 연구보고서 검토 후 멘토링 제공했다. 보조멘토는 실험실에 상주하며 실험기구 사용 및 시료 제작을 지원하는 등 학생들이 원활하게 연구를 수행할 수 있도록 지원했다. 멘토의 사전 멘토링 사례는 <표 III-6>에 제시했다.

<표 III-6> 멘토의 사전 멘토링 사례

탐구주제	화산송이의 여과기능 비교		
멘토	○○○	멘 티 조 이 름	○○○
멘토링 내 용	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 지층 모형에 숯을 포함하는 것은 일반적이지 못하며, 어떤 요인에 의해서 물이 정화되었는지 불분명하게 된다. 화산송이의 역할을 정확하게 알기 위해서는 화산송이만을 이용해야 그 기능이 분명해진다. 따라서 화산송이를 이용한 것과 다른 일반적으로 사용하는 물질 또는 다른 지역의 지층의 구성 물질과 비교 등의 방법 사용할 수 있음.</li> <li>◦ 여과량과 수질을 측정하는 방법이 분명히 제시되어 있지 않으며, 무엇이 수질을 결정하는지도 불분명함.</li> <li>◦ 산성도의 변화는 여러 가지 시험지 등 사용이 가능하며, 물을 증발시켜서 남는 물질의 양을 측정하거나, 전기전도도를 측정하여 이온성 물질의 양을 측정, 혼탁도를 측정하는 방법 등이 있음.</li> </ul>		
추천도서 및 자 료	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 진수용, 2012, 물, 땅의 사람들.</li> <li>◦ 이공희, 1998, 방치되는 갈대를 이용한 효과적인 수질정화에 관한 연구. 제44회 전국과학전람회.</li> <li>◦ 한국수자원공사, <a href="http://www.kwater.or.kr/">http://www.kwater.or.kr/</a>, 사이버수질도서관</li> <li>◦ 국립중앙과학관, <a href="http://www.science.go.kr/">http://www.science.go.kr/</a> (과학전람회 작품검색)</li> </ul>		
사전학습 과 제	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 수질을 판정하는 기준</li> <li>◦ 수질을 측정하는 방법</li> <li>◦ 다른 지방의 지층 구조와 제주도의 차이점</li> <li>◦ 실험 방법의 변경 및 구체화에 따른 준비물</li> </ul>		

(4) 과학탐구아카데미 적용 과정

대상자 선발 후 연구주제별로 멘토를 배정하여 학생들이 제출한 연구계획서를 분석하여 멘토링을 제공했으며, 학생들이 탐구를 원활하게 수행할 수 있도록 오리엔테이션을 운영했다. 오리엔테이션에서는 탐구일지, 탐구계획서 및 논문 작성법과 과학탐구 방법, 연구발표 및 토론 방법에 대한 특강을 제공하여 활동에 필요한 지식을 습득할 수 있도록 했으며, 멘토와의 만남 시간을 운영하여 탐구주제에 대하여 토의하고, 참고 도서와 사전 학습과제 등을 알려주고 이메일 주소를 교환하도록 하여 세부탐구계획을 효과적으로 수립할 수 있게 했다.

프로그램은 참가자 학교의 학사 일정을 조사하여 학교생활에 영향을 받지 않는 시간을 정하여 운영했으며, 멘토들은 실험실에 근무하며 학생들의 안전관리와

학생들이 탐구 수행 중 어려운 문제를 함께 협의하고 필요하면 즉석 강의를 제공했다. 이 과정에서 멘토가 주도적으로 탐구활동을 지시하거나 아이디어를 제공하지 못하도록 하였으며 학생들이 질문하면 적극적으로 응하도록 하여 학생이 주도하는 탐구활동이 이루어지도록 했다.

탐구활동 후에 탐구보고서와 발표 자료를 작성하고 탐구발표회를 개최하여 팀별로 탐구한 내용을 발표하고 토의할 수 있게 했으며, 멘토들은 심사위원으로 참가하여 탐구과정 및 결과 등에 대하여 조언을 함으로써 앞으로 학생들이 탐구활동을 수행하는 데 도움을 줄 수 있도록 했다. 발표회가 끝난 후 우수한 팀을 시상하고 1~2일 동안 탐구보고서를 보완하여 논총으로 발간하여 학생들에게 나누어 주었다.

## 2) 창의과학캠프 프로그램 개발 및 적용

### (1) 창의과학캠프 프로그램 개발 과정

본 연구에서는 창의과학캠프 프로그램 개발을 위해 2011년부터 우리나라 초·중등학교 과학교육에 도입된 융합인재교육(Science, Technology, Engineering, Arts & Mathematics, STEAM)을 위해 개발된 프로그램에 대한 연구를 검토했다. 프로그램 개발과 관련해 수회에 걸쳐 대학 교수, 교육전문직, 현장 과학교사들이 참여해 프로그램의 개발 원칙을 논의했다. 이 논의를 통해 첫째, 학생들이 주도적으로 탐구활동을 수행하게 할 것, 둘째, 팀원들이 협업하여 과제를 창의적으로 문제를 해결하도록 진행할 것, 셋째, 5~6개 팀당 멘토 1명을 배치하여 안전관리와 필요시 과제 해결을 위한 멘토링을 제공할 것, 넷째, 결과물로 팀별 경연을 펼치고, 탐구 결과에 대한 보고서 작성·발표하도록 하여 활동에 대해 감성적인 체험을 제공할 것, 다섯째, 탐구주제는 최근 이슈가 되고 있는 내용으로 정하고, 이를 해결하는데 도움을 줄 수 있도록 학생들이 탐구를 수행하기 전에 전문가의 특강을 제공할 것 등의 원칙이 마련되었다. 또한 이 연구에서 개발하는 탐구프로그램은 중학생을 대상으로 한 것이기 때문에 창의과학캠프 일정을 계획하면서 참가에 따른 수업 결손이 발생하지 않도록 했다. 제주창의과학캠프의 구성 내용은 <표 III-7>과 같다.

<표 III-7> 제주창의과학캠프 프로그램 내용

구분	영역	세부내용
사전활동 (학기 중)	대상자 모집 선발	- 대상자 모집 공고 - 선발 : 서류 심사를 통하여 선발 - 선발 결과 발표, 준비물 및 사전 학습 과제 제시
	사전 팀 활동	- 사전 학습과제 수행
본활동 (방학 중)	강의 (2시간)	- 특강 · 탐구일지 및 탐구보고서 작성 · 주제탐구 관련 특강
	탐구활동 (18시간)	- 즉석과제 : 제시된 과제를 주어진 시간 내에 팀원들이 창의적으로 해결 - 주제탐구 : 탐구 주제를 해결하기 위해 창의적으로 설계를 하여 탐구활동을 실시하고, 탐구일지를 작성 - 탐구보고서 작성 : 탐구 결과를 제시된 형식에 맞게 작성 - 경연대회 : 산출물로 팀별 경연 실시 - 탐구발표회 개최 : 팀별 발표 시나리오 및 PPT 작성, 발표, 우수팀 시상
	탐구발표회 (3시간)	- 탐구결과 발표, 멘토 질의응답, 참가자 질의응답 - 우수 탐구팀 시상
사후활동	보고서 발간	- 탐구보고서 수합 및 편집 - 탐구보고서 발간·보급

## (2) 학생 선발과정

제주창의과학캠프에 참가하는 학생은 서류 심사를 통하여 선발했다. 같은 학교 학생 3명이 팀을 만들어 참가신청서를 작성하여 제출하게 했다. 참가자 선발에 공정성이 확보될 수 있도록 도교육청이 중심이 되어 일선 학교 과학교사와 교수 및 교육전문직으로 심사위원을 위촉하여 심사위원단을 구성했다. 심사위원들은 학생들이 제출한 참가신청서를 심사하여 추천여부를 결정했으며, 최종적으로 심사위원 4명 중 3명 이상의 심사위원으로부터 추천을 받은 팀을 선발했다.

## (3) 멘토 운영

멘토는 과학동아리 운영 경험이 풍부한 중·고등학교 과학교사들을 위촉했다. 멘토에게 학생들을 효과적으로 지원할 수 있도록 탐구 주제와 관련된 연수를 실시하였으며, 학생들이 수행할 과제를 사전에 경험하고 문제가 생길 수 있는 부분을 찾아보도록 하였다. 5개 모듈마다 1명의 멘토를 배정하여 학생들의 탐구활동

을 지원하게 했다. 멘토는 모둠을 순회하며 탐구 수행 과정을 점검하고, 학생들이 질문에 즉석 강의를 제공하였으며, 과학탐구발표회 진행 및 심사와 탐구보고서 검토 후 멘토링을 제공했다.

#### (4) 창의과학캠프 적용 과정

대상자 선발 후 학생들에게 사전학습과제를 제시하였으며, 멘토를 선발하여 연수를 실시하였다. 창의과학캠프는 참가자 학교의 학사 일정을 조사하여 학교생활에 영향을 받지 않는 기간을 정하여 운영했으며, 멘토들은 학생들의 활동 장소에 임장하며 학생들의 안전관리와 함께 학생들이 탐구 수행 중 어려운 문제를 함께 협의하고 필요하면 즉석 강의를 제공했다. 이 과정에서 멘토가 주도적으로 탐구 활동을 지시하거나 아이디어를 제공하지 못하도록 하였으며 학생들이 질문하면 적극적으로 응하도록 하여 학생이 주도하는 탐구활동이 이루어지도록 했다.

탐구활동 후에 산출물로 경연대회를 운영하였고, 탐구보고서와 발표 자료를 작성하고 탐구발표회를 개최하여 팀별로 탐구한 내용을 발표하고 토의할 수 있게 했다. 멘토들은 심사위원으로 참가하여 탐구과정 및 결과 등에 대하여 조언을 함으로써 앞으로 학생들이 탐구활동을 수행하는 데 도움을 줄 수 있도록 했다. 발표회가 끝난 후 우수한 팀을 시상하고 1~2일 동안 탐구보고서를 보완하여 논총으로 발간하여 학생들에게 나누어 주었다.

## 5. 자료처리 및 분석

자기주도적 과학탐구활동 프로그램이 메타인지, 과학의 본성, 과학자의 인식에 미치는 영향을 검증하기 위해 SPSS 20.0을 사용하여 다음과 같이 분석하였다. 첫째, 자기주도적 과학탐구활동이 중등학생의 메타인지에 미치는 영향을 알아보기 위하여 메타인지 전체 점수와 하위요소별 점수를 학교급별과 성별에 따라 사전-사후 비교하기 위해  $t$ -검정을 실시하였다. 둘째, 자기주도적 과학탐구활동이 중·고등학생의 과학의 본성에 미치는 영향을 알아보기 위해 학교급별, 성별에 따른 과학의 본성에서 사전, 사후  $\chi^2$ 검증을 하였으며, 또한 학교급별, 성별에 따른 과학의 본성 사전-사후 빈도에서 차이를 알아보기 위해  $\chi^2$ 검증을 실시하였다. 셋째, 자기주도적 과학탐구활동이 중학생의 과학자 인식에 미치는 영향을 살펴보기

위해 사전-사후,  $t$ -검정을 하였으며, 또한 성별에 따른 사전, 사후에서  $t$ -검정을 하였다. 더불어 통계적 검증에 따른 양적 결과가 갖는 신뢰성에 대한 제한점을 보완하기 위해 과학자 인식 그림검사를 사전-사후에 실시하여 그 변화를 분석하였다. 그림검사는 과학자 이미지 검사 분석도구(Draw-A-Science-Test Checklist, DAST-C)를 활용하였다. 이 분석도구의 항목들은 Chambers(1987)가 개발한 것을 토대로 하여 Finson, Beaver와 Cramond(1995) 등이 완성한 자료를 참고로 권화자(2002)가 과학자에 대한 인식 변화를 조사하기 위해 변형한 것을 사용했다. 학생들이 그린 과학자의 이미지는 두 사람이 기준에 따라 채점하여 점수를 부여했다. 부여한 점수를 비교한 후 두 사람의 점수가 일치하지 않을 때에는 해당 그림을 2인이 함께 보면서 재채점하여 점수를 부여함으로써 채점자의 주관에서 오는 오류를 최소화했다. 과학자 이미지 검사 분석도구 분석항목 및 세부사항은 아래의 표 <표 III-8>과 같다.

<표 III-8> 과학자 이미지 검사 분석도구 분석항목 및 세부사항

분석항목	세부사항
실험복	흰색이 아니어도 됨
안경	안경착용
수염	콧수염, 구렛나루, 턱수염 등
연구 상징물	실험에 필요한 각종 도구, 실험실 설비 등
지식 상징물	책, 연구물철, 연구기록, 필기도구 등
과학 기술 상징물	컴퓨터, 로봇, 로켓, TV, 전화, 미사일 등
남자 과학자 혼자	남자 과학자 혼자 연구하고 있음
위험 또는 비밀의 표시	주의, 출입금지, 비밀 등 유사한 용어의 표현
실내에서 작업	과학실, 연구실, 실험실, 교실, 집안 등
중년 이상	40세 이상

- 분석 항목의 관계되는 그림 또는 설명의 표현이 있으면 1점으로 계산했다.
- 한 항목에 2종류 이상의 그림이 표현되었어도 1점으로 계산했다.
- 총점이 높을수록 과학자에 대한 이미지가 정형화된 것을 뜻한다.

## IV. 연구결과 및 논의

### 1. 자기주도적 과학탐구활동이 중·고등학생의 메타인지에 미치는 영향

자기주도적 과학탐구활동이 메타인지에 미치는 영향을 알아보기 위하여 메타인지 전체 점수와 하위요소별 점수를 사전-사후 비교하고, 그 변화를 분석했다.

#### 1) 메타인지 전체 사전-사후 비교

자기주도적 과학탐구활동 전·후 메타인지 검사를 실시하고 메타인지 평균점수를 비교한 결과는 <표 IV-1>과 같다. 전체 학생의 사전-사후 점수가 사전검사 3.62점에서 사후검사 3.74점으로 0.12점 상승하였으며, 통계적으로 유의미한 차이가 나타났다( $p<.001$ ). 이를 구체적으로 중·고등학생과 남·여학생으로 세분화하여 분석해 보면 다음과 같다. 첫째, 중학생은 사전 3.68점에서 사후 3.82점으로 0.14점 상승하였고, 사전-사후 검사 결과 통계적으로 유의미한 차이가 있었다( $p<.05$ ). 둘째, 고등학생은 사전 3.59점에서 사후 3.70점으로 0.11점 상승하였으며, 사전-사후 검사결과 통계적으로 유의미한 차이가 있었다( $p<.01$ ). 셋째, 남학생의 경우 사전 3.61점에서 사후 3.72점으로 0.11점 상승하였으며, 사전-사후 검사결과 통계적으로 유의미한 차이가 있었다( $p<.01$ ). 넷째, 여학생은 사전 3.64점에서 사후 3.77점으로 0.13점 상승하였으며, 사전-사후 검사결과 통계적으로 유의미한 차이가 나타났다( $p<0.01$ ). 통계적으로 유의미한 차이가 나타났다고 단기간 동안 운영된 자기주도적 과학탐구활동이 학생들의 메타인지를 높였다고 단정적으로 주장하는 데에는 한계가 있다고 본다. 하지만 메타인지 평균점수가 점수가 높아졌다는 것은 자기주도적 과학탐구활동이 학생들이 메타인지를 개발할 수 있는 하나의 좋은 방안이 될 수 있다는 것을 시사한다고 본다. 따라서 학생들의 메타인지 능력을 개발하기 위해서는 자기주도적 과학탐구활동을 자주 경험할 기회를 제공해 줄 필요가 있다.

중학생과 고등학생의 사전·사후 메타인지 점수의 평균값은 안근재와 강경희(2014) 연구에서 자연반 학생들이 메타인지 평균값인 3.36보다 높게 나타났다. 과학탐구아카데미에 참가한 학생들이 과학 활동 경험이 많아 메타인지 평균점수가

높게 나타난 것으로 판단되며, 이는 박인숙(2010)이 ‘학습자들의 과학탐구활동 경험과 메타인지와 관련이 있다’는 주장과 일치한다.

남·여 학생들의 메타인지를 비교해 보면 여학생이 사전에는 0.03점 높았고, 사후에는 0.05점 높았으나 통계적으로 유의하지 않았다. 이 결과는 허현경(2011)의 연구와 안근재와 강경희(2014)의 연구에서 고등학생의 메타인지가 성별에 따라 차이가 나타나지 않았다는 결과와 일치하며, 또한 정영란과 김시온(2012)의 연구에서 중학생의 메타인지가 성별에 따라 차이가 나타나지 않았다는 결과와도 일치한다.

<표 IV-1> 메타인지 전체점수 전·후 비교

집단	N	사전		사후		t	p
		M	SD	M	SD		
전체	115	3.62	0.38	3.74	0.50	-3.68	0.001***
중	41	3.68	0.42	3.82	0.58	-2.47	0.05*
고	74	3.59	0.36	3.70	0.45	-2.72	0.01**
남	71	3.61	0.39	3.72	0.53	-2.71	0.01**
여	44	3.64	0.37	3.77	0.46	-2.48	0.05*

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

## 2) 메타인지 하위요소별 사전-사후 비교

### (1) 메타인지 계획 능력 변화 전후 비교

자기주도적 과학탐구활동 전·후에 참가한 학생들의 메타인지 계획 능력의 변화를 학교급별, 성별에 따라 비교한 결과는 <표 IV-2>과 같다. 전체 학생의 사전-사후 점수가 사전검사 3.69점에서 사후검사 3.76점으로 0.07점 상승하였으나, 통계적으로는 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 이를 구체적으로 중·고등학생과 남·여학생으로 세분화하여 분석해 보면 다음과 같다. 첫째, 중학생은 사전 3.86점에서 사후 3.96점으로 0.10점 상승하였으나 사전-사후 검사결과 통계적으로 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 둘째, 고등학생은 사전 3.59점에서 사후 3.65점으로 0.06점 상승하였으나, 사전-사후 검사결과 통계적으로 유의미한 차이가 없었다. 셋째, 남학생의 경우 사전 3.70점에서 사후 3.78점으로 0.08점 상승하였으나 사전-사후 검사결과 통계적으로 유

의미한 차이가 나타나지 않았다. 넷째, 여학생은 사전 3.66점에서 사후 3.73점으로 0.07점 상승하였으나 사전-사후 검사결과 통계적으로 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 메타인지 계획 능력의 사후 평균점수는 안근재와 강경희(2014)의 연구에서 남학생 3.20점, 여학생 3.13점으로 나타난 것보다 남학생은 0.5점, 여학생은 0.53점 높게 나타났다.

<표 IV-2> 메타인지 계획능력 변화 전·후 비교

집단	N	사전		사후		t	p
		M	SD	M	SD		
전체	115	3.69	0.58	3.76	0.64	-1.53	0.129
중	41	3.86	0.57	3.96	0.65	-1.10	0.279
고	74	3.59	0.56	3.65	0.61	-1.07	0.289
남	71	3.70	0.59	3.78	0.67	-1.16	0.249
여	44	3.66	0.56	3.73	0.60	-.99	0.328

(2) 메타인지 모니터 능력 변화 사전-사후 비교

자기주도적 과학탐구활동 전·후에 참가한 학생들의 메타인지 모니터 능력의 변화를 학교급별, 성별에 따라 비교한 결과는 <표 IV-3>과 같다. 전체 학생의 사전-사후 점수가 사전검사 3.78점에서 사후검사 3.89점으로 0.11점 상승하였고, 통계적으로 유의미한 차이가 나타났다( $p < .05$ ). 이를 구체적으로 중·고등학생과 남·여학생으로 세분화하여 분석해 보면 다음과 같다. 첫째, 중학생은 사전 3.83점에서 사후 4.02점으로 0.19점 상승하였으며, 사전-사후 검사결과 통계적으로 유의미한 차이가 나타났다( $p < .05$ ). 둘째, 고등학생은 사전 3.75점에서 사후 3.82점으로 0.07점 상승하였으나, 사전-사후 검사결과 통계적으로 유의미한 차이가 없었다. 셋째, 남학생의 경우 사전 3.81점에서 사후 3.90점으로 0.09점 상승하였으나 사전-사후 검사결과 통계적으로 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 넷째, 여학생은 사전 3.73점에서 사후 3.88점으로 0.15점 상승하였으며, 사전-사후 검사결과 통계적으로 유의미한 차이가 나타났다

( $p < .05$ ). 메타인지 모니터 능력의 사후 평균점수는 안근재와 강경희(2014)의 연구에서 남학생 3.42점, 여학생 3.37점으로 나타난 것보다 남학생은 0.39점, 여학생은 0.36점 높게 나타났다.

<표 IV-3> 메타인지 모니터 능력 변화 전·후 비교

집단	N	사전		사후		<i>t</i>	<i>p</i>
		<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>		
전체	115	3.78	0.51	3.89	0.55	-2.52	0.05*
중	41	3.83	0.49	4.02	0.60	-2.63	0.05*
고	74	3.75	0.52	3.82	0.50	-1.23	0.223
남	71	3.81	0.49	3.90	0.57	-1.60	0.115
여	44	3.73	0.54	3.88	0.51	-2.09	0.05*

\*  $p < .05$

### (3) 메타인지 조절 능력 변화 사전-사후 비교

자기주도적 과학탐구활동 전·후에 참가한 학생들의 메타인지 조절 능력의 변화를 학교급별, 성별에 따라 비교한 결과는 <표 IV-4>와 같다. 전체 학생의 사전-사후 점수가 사전검사 3.36점에서 사후검사 3.54점으로 0.18점 상승하였고, 통계적으로 유의미한 차이가 나타났다( $p < .001$ ). 이를 구체적으로 중·고등학생과 남·여학생으로 세분화하여 분석해 보면 다음과 같다. 첫째, 중학생은 사전 3.37점에서 사후 3.52점으로 0.15점 상승하였으나, 사전-사후 검사결과 통계적으로 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 둘째, 고등학생은 사전 3.35점에서 사후 3.56점으로 0.21점 상승하였으며, 사전-사후 검사결과 통계적으로 유의미한 차이가 나타났다( $p < .001$ ). 셋째, 남학생의 경우 사전 3.32점에서 사후 3.51점으로 0.19점 상승하였으며, 사전-사후 검사결과 통계적으로 유의미한 차이가 나타났다( $p < .01$ ). 넷째, 여학생은 사전 3.42점에서 사후 3.59점으로 0.17점 상승하였으며, 사전-사후 검사결과 통계적으로 유의미한 차이가 나타났다( $p < .05$ ). 메타인지 조절 능력의 사후 평균점수는 안근재와 강경희(2014)의 연구에서 남학생 3.08점, 여학생 3.06점으로 나타난 것보다 남학생은 0.43점, 여학생은

0.53점 높게 나타났다.

<표 IV-4> 메타인지 조절 능력 변화 전·후 비교

집단	N	사전		사후		t	p
		M	SD	M	SD		
전체	115	3.36	0.52	3.54	0.64	-3.79	0.001***
중	41	3.37	0.58	3.52	0.76	-1.81	0.078
고	74	3.35	0.48	3.56	0.57	-3.36	0.001***
남	71	3.32	0.56	3.51	0.70	-2.90	0.01**
여	44	3.42	0.44	3.59	0.54	-2.45	0.05*

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

#### (4) 메타인지 평가 능력 변화 사전-사후 비교

자기주도적 과학탐구활동 전·후에 참가한 학생들의 메타인지 평가 능력의 변화를 학교급별, 성별에 따라 비교한 결과는 <표 IV-5>와 같다. 전체 학생의 사전-사후 점수가 사전검사 3.76점에서 사후검사 3.83점으로 0.07점 상승하였으나, 통계적으로는 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 이를 구체적으로 중·고등학생과 남·여학생으로 세분화하여 분석해 보면 다음과 같다. 첫째, 중학생은 사전 3.80점에서 사후 3.89점으로 0.09점 상승하였으나 사전-사후 검사결과 통계적으로 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 둘째, 고등학생은 사전 3.73점에서 사후 3.80점으로 0.07점 상승하였으나, 사전-사후 검사결과 통계적으로 유의미한 차이가 없었다. 셋째, 남학생의 경우 사전 3.69점에서 사후 3.75점으로 0.06점 상승하였으나 사전-사후 검사결과 통계적으로 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 넷째, 여학생은 사전 3.87점에서 사후 3.96점으로 0.09점 상승하였으나 사전-사후 검사결과 통계적으로 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 메타인지 평가 능력의 사후 평균점수는 안근재와 강경희(2014)의 연구에서 남학생 3.47점, 여학생 3.49점으로 나타난 것보다 남학생은 0.28점, 여학생은 0.47점 높게 나타났다.

<표 IV-5> 메타인지 평가 능력 변화 전후 비교

집단	N	사전		사후		t	p
		M	SD	M	SD		
전체	115	3.76	0.57	3.83	0.66	-1.44	0.153
중	41	3.80	0.60	3.89	0.79	-1.04	0.307
고	74	3.73	0.56	3.80	0.58	-1.01	0.316
남	71	3.69	0.59	3.75	0.67	-.90	0.372
여	44	3.87	0.53	3.96	0.64	-1.23	0.225

이상의 자기주도적 과학탐구활동이 중등학생의 메타인지에 미치는 영향에 대해 논의하면 다음과 같다. 첫째, 메타인지 평균점수는 중학생이 고등학생보다 높았으며, 여학생이 남학생보다 높았다. 김명화(2003)의 메타인지 연구에서 고등학교 여학생이 남학생보다 인지조절 전략이 더 높다는 연구결과와 일치하나 안근재와 강경희(2014)의 연구와는 일치하지 않는다.

둘째, 메타인지 하위요소별 사후 평균점수를 비교해보면 모니터 능력(M=3.89)이 가장 높았으며, 그 다음으로 평가 능력(M=3.83), 계획 능력(M=3.76), 조절 능력(M=3.54)순으로 나타났다. 이는 강경희·안근재(2014)의 연구에서 나타난 평가>모니터>계획>조절 순으로 평균점수가 높게 나타난 것과 비교하면 매우 유사한 결과이다.

셋째, 자기주도적 과학탐구활동은 학생들의 메타인지에 긍정적인 영향을 주었다. 이를 중·고등학생과 남·여학생으로 세분화하여 분석하였을 때에도 통계적으로 유의미한 결과가 나온 것으로 보아 긍정적인 영향을 준 것으로 판단된다. 이는 최정인 등(2012)이 학생들에게 탐구활동을 장려하고, 자율적으로 참여하는 분위기를 조성 및 학생 상호작용이 활발하게 일어날 수 있는 교수-학습 전략을 사용하면 메타인지를 향상할 수 있다는 연구 결과와 일치한다. 또한 고광병(2005)은 초등학교 6학년을 대상으로 메타인지 전략을 사용한 과학수업을 진행하였는데 그 결과 메타인지가 유의미하게 향상되었다는 결과와도 일치한다.

넷째, 자기주도적 과학탐구 프로그램은 학생들의 메타인지의 하위요소인 모니터 능력 변화에 긍정적인 영향을 준 것으로 판단된다. 이를 중·고등학생과 남·여

학생으로 구분하여 분석해 보았더니 중학생과 여학생의 모니터 능력에는 긍정적인 영향을 주었으나 고등학생과 남학생에게는 긍정적인 영향을 주지 못한 것으로 나타났다.

다섯째, 자기주도적 과학탐구 프로그램은 학생들의 메타인지의 하위요소인 조절 능력 변화에 긍정적인 영향을 준 것으로 판단된다. 이를 중·고등학생과 남·여학생으로 구분하여 분석해 보았더니 고등학생과 남학생 그리고 여학생의 조절 능력에는 긍정적인 영향을 주었으나 중학생에게는 긍정적인 영향을 주지 못한 것으로 나타났다.

여섯째, 자기주도적 과학탐구활동은 메타인지의 하위요소인 계획 능력과 평가 능력의 변화에 긍정적인 영향을 주지 못하였다. 그런데 이은주(2010) 연구에 따르면 특정 영역에 대한 메타인지는 비교적 쉽게 향상시킬 수 있으나 모든 영역에 적용되는 메타인지를 향상시키기 위해서는 긴 기간의 훈련이 필요하다고 한다. 이윤옥(2001)의 연구에서도 정의적 영역의 평가는 짧은 기간에 도달할 수 없기 때문에 처치 기간을 길게 해야 한다고 하였다. 따라서 사전에 비해 사후 점수가 향상된 것을 보면 학생들에게 과학탐구아카데미와 같은 자기주도적 과학탐구 활동을 자주 경험하게 해주면 계획 능력과 평가능력에도 유의미한 변화가 일어날 수 있을 것이라고 생각한다.

## 2. 자기주도적 과학탐구활동이 중·고등학생의 과학의 본성에 대한 인식에 미치는 영향

자기주도적 과학탐구활동이 중·고등학생의 과학의 본성에 대한 인식에 미치는 영향을 알아보기 위해 과학의 본성에 대한 검사지(VOSTS)를 사용하여 사전 검사를 한 후, 과학탐구활동 프로그램을 운영하여 처치하고 사후검사를 했다.

### 1) 관찰의 이론의존성에 미치는 영향

#### (1) 학교 급별에 따른 사전, 사후 비교

과학탐구아카데미에 참가한 중·고등학생들의 학교 급별에 따른 관찰의 이론의존성을 비교하기 위해  $\chi^2$  분석을 실시하였으며, 그 결과는 <표 IV-6>과 같다.

사전검사에서 중학생과 고등학생은 관찰의 이론의존성에서 통계적으로 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다. 사후검사에도 관찰의 이론의존성에서 통계적으로 유의미한 차이가 없었다. 구체적으로 사전-사후에서 나타난 비율을 살펴보면, 사전의 경우는 관찰의 이론의존성에 대한 인식이 중학생은 67.6%, 고등학생 66.2%로 나타났으며, 사후에서는 관찰의 이론의존성에 대한 인식이 중학생은 73.0%, 고등학생은 67.6%로 나타났다.

<표 IV-6> 학교 급별에 따른 관찰의 이론의존성 사전과 사후검사 결과

문항 내용	사전		사후		
	중학생	고등학생	중학생	고등학생	
	빈도 (%)	빈도 (%)	빈도 (%)	빈도 (%)	
서로 똑같이 관찰한다	0 (0.0%)	9 (13.2%)	3 (8.1%)	7 (10.3%)	
두 과학자가 서로 전혀 다른 과학 이론을 믿고 있다 이 두 과학자가 같은 자연 현상을 관찰할 경우 관찰 결과는 같을까?	서로 다르게 관찰한다	25 (67.6%)	45 (66.2%)	27 (73.0%)	46 (67.6%)
	서로 비슷하게 관찰한다	5 (13.5%)	6 (8.8%)	3 (8.1%)	5 (7.4%)
	내 생각과 같은 답이 없다	7 (18.9%)	8 (11.8%)	4 (10.8%)	10 (14.7%)
		$\chi^2=6.266, p=.099$		$\chi^2=.509, p=.917$	

(2) 중·고등학생의 사전-사후 비교

과학탐구아카데미가 참가한 중·고등학생들의 관찰의 이론의존성에 어떤 영향을 주었는지를 비교하기 위해  $\chi^2$  분석을 실시하였으며, 그 결과는 <표 IV-7>과 같다. 중학생은 과학탐구아카데미 전·후 검사한 결과 관찰의 이론의존성에서 통계적으로 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다. 고등학생도 관찰의 이론의존성에서 차이가 없었다. 구체적으로 사전-사후에서 비율을 살펴보면, 사전의 경우는 관찰의 이론의존성에 대한 인식이 중학생은 사전 67.6%에서 73.0%로 5.4% 증가하였고, 고등학생은 사전 66.2%에서 67.6%로 1.4% 증가했다. 이는 류신숙(1998)이 초등학생 대상 연구에서 67.9%의 학생이 현대적인 관점을 가지고 있다는 연구 결과와 일치하며, 일반계 고등학생의 62%가 관찰의 이론의존성을 인식하고

있다는 강경희와 정충덕(2014)의 연구결과와도 거의 일치한다. 그러나 나지연(2004)의 연구에서 초등학생의 31.9%만이 현대적인 관점을 가지고 있다는 결과와는 매우 큰 차이가 나타났다. 과학탐구아카데미에 참가한 중·고등학생 사이에 관찰의 이론의존성에 대한 관점에는 차이가 나타나지 않았다. 자기주도적 과학탐구활동은 중·고등학생들의 관찰의 이론의존성에 대한 관점 변화에 영향을 주지 못한 것으로 판단된다.

<표 IV-7> 과학탐구아카데미가 중·고등학생의 관찰의 이론의존성에 준 영향

문항 내용	중학생		고등학생		
	사전	사후	사전	사후	
	빈도 (%)	빈도 (%)	빈도 (%)	빈도 (%)	
두 과학자가 서로 전혀 다른 과학 이론을 믿고 있다 이 두 과학자가 같은 자연 현상을 관찰할 경우 관찰 결과는 같을까?	서로 똑같이 관찰한다	0 (0.0%)	3 (8.1%)	9 (13.2%)	7 (10.3%)
	서로 다르게 관찰한다	25 (67.6%)	27 (73.0%)	45 (66.2%)	46 (67.6%)
	서로 비슷하게 관찰한다	5 (13.5%)	3 (8.1%)	6 (8.8%)	5 (7.4%)
	내 생각과 같은 답이 없다	7 (18.9%)	4 (10.8%)	8 (11.8%)	10 (14.7%)
		$\chi^2=4.395, p=.222$		$\chi^2=.574, p=.902$	

### (3) 성별에 따른 사전, 사후 비교

과학탐구아카데미에 참가한 중·고등학생들의 성별에 따른 관찰의 이론의존성을 비교하기 위해  $\chi^2$  분석을 실시하였으며, 그 결과는 <표 IV-8>과 같다. 사전 검사에서 성별에 따른 관찰의 이론의존성에서 통계적으로 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다. 사후검사에도 관찰의 이론의존성에서 차이가 없었다. 구체적으로 사전-사후에서 비율을 살펴보면, 사전의 경우는 관찰의 이론의존성에 대한 인식이 남학생과 여학생 모두 66.7%로 나타났으며, 사후에서는 관찰의 이론의존성에 대한 인식이 남학생은 72.7%, 여학생은 64.1%로 나타났다.

<표 IV-8> 성별에 따른 관찰의 이론의존성 결과

문항 내용	사전		사후		
	남학생	여학생	남학생	여학생	
	빈도수 (%)	빈도수 (%)	빈도수 (%)	빈도수 (%)	
두 과학자가 서로 전혀 다른 과학 이론을 믿고 있다 이 두 과학자가 같은 자연 현상을 관찰할 경우 관찰 결과는 같을까? 내 생각과 같은 답이 없다	서로 똑같이 관찰한다	7 10.6%	2 5.1%	7 10.6%	3 7.7%
	서로 다르게 관찰한다	44 66.7%	26 66.7%	48 72.7%	25 64.1%
	서로 비슷하게 관찰한다	7 10.6%	4 10.3%	6 9.1%	2 5.1%
	내 생각과 같은 답이 없다	8 12.1%	7 17.9%	5 7.6%	9 23.1%
		$\chi^2=1.444, p=.695$		$\chi^2=5.404, p=.145$	

(4) 남·여학생의 사전-사후 비교

과학탐구아카데미가 참가한 남·여학생들의 관찰의 이론의존성에 어떤 영향을 주었는지를 비교하기 위해  $\chi^2$  분석을 실시하였으며, 그 결과는 <표 IV-9>와 같다. 남학생은 과학탐구아카데미 전·후를 검사한 결과 관찰의 이론의존성에서 통계적으로 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다. 여학생도 관찰의 이론의존성에서 차이가 없었으며, 남·여학생을 합하여 전체로 비교하여도 관찰의 이론의존성에서 차이가 없었다. 구체적으로 사전-사후에서 비율을 살펴보면, 사전의 경우는 관찰의 이론의존성에 대한 인식이 남학생은 사전 66.7%에서 사후 72.7%로 6.0% 증가하였고, 여학생은 사전 66.7%에서 사후 64.1%로 2.6% 감소했다. 전체적으로 보면 관찰의 이론의존성은 사전 66.7%에서 사후 69.5%로 2.8% 증가했다. 이는 선행연구와 비교하여 보면 강경희와 정충덕(2014) 연구에서 일반계 고등학교의 남학생 66%, 여학생 57%가 관찰의 이론의존성을 인식하고 있다는 결과와 비교하면 과학탐구아카데미에 참가한 학생들은 관찰의 이론의존성이 다소 높은 편이다. 또한, 관찰의 이론의존성에 대하여 남·여학생사이에 통계적으로 유의미한 차이는 없는 것으로 나타났다. 이는 선행연구인 김선영와 박현주(2013)의 연구에서 관찰의 이론의존성이 남·여 학생간 차이가 나타났다는 것과 상이한 결과이다. 과학탐구아카데미에 참가한 남·여 학생 사이에는 관찰의 이론의존성에 대한 관점

에 차이가 나타나지 않았으며, 또한, 자기주도적 과학탐구활동은 남·여학생들의 관찰의 이론의존성에 대한 관점 변화에는 영향을 주지 못한 것으로 판단된다.

<표 IV-9> 과학탐구아카데미가 중·고등학생의 관찰의 이론의존성에 준 영향

문항 내용	남학생		여학생		전체		
	사전	사후	사전	사후	사전	사후	
	빈도 (%)	빈도 (%)	빈도 (%)	빈도 (%)	빈도 (%)	빈도 수 (%)	
두 과학자가 서로 전혀 다른 과학 이론을 믿고 있다 이 두 과학자가 같은 자연 현상을 관찰할 경우 관찰 결과는 같을까?	서로 똑같이 관찰한다	7 10.6%	7 10.6%	2 5.1%	3 7.7%	9 8.6%	10 9.5%
	서로 다르게 관찰한다	44 66.7%	48 72.7%	26 66.7%	25 64.1%	70 66.7%	73 69.5%
	서로 비슷하게 관찰한다	7 10.6%	6 9.1%	4 10.3%	2 5.1%	11 10.5%	8 7.6%
	내 생각과 같은 답이 없다	8 12.1%	5 7.6%	7 17.9%	9 23.1%	15 14.3%	14 13.3%
	$\chi^2=9.43$ $p=.815$		$\chi^2=1.136$ $p=.768$		$\chi^2=1.136$ $p=.768$		

관찰 언명은 지각 경험과 달리 어느 정도 일반화된 이론을 포함하고 있어 서로 다른 이론을 가지고 있을 경우 같은 자연 현상도 다르게 관찰할 수 있으며, 이론이 오류를 범할 수 있듯이 관찰도 오류를 범할 수 있다는 인식이 관찰이 이론에 의존한다는 현대적인 관점이다(김지영, 강순희, 2007). 중학생과 고등학생, 그리고 남학생과 여학생으로 구분하여 과학탐구아카데미에 참가하기 전·후에 관찰의 이론의존성에 대해 조사했다. 중·고등학생과 남·여학생들의 사이에 유의미한 차이는 존재하지 않았다. 그러나 관찰의 이론의존성에 대한 사전·사후검사에서 증가한 비율을 보면 과학탐구아카데미는 중학생과 남학생의 관찰의 이론의존성에 더 많은 영향을 준 것으로 판단된다. 이는 과학탐구아카데미에 참가한 학생들이 평소 과학에 흥미가 많아 실험, 관찰 등 탐구활동 경험이 많았기 때문으로 판단된다.

## 2) 과학 지식의 잠정성에 미치는 영향

### (1) 학교 급별에 따른 사전, 사후 비교

과학탐구아카데미에 참가한 중·고등학생들의 학교 급별에 따른 과학 지식의 잠정성을 비교하기 위해  $\chi^2$  분석을 실시하였으며, 그 결과는 <표 IV-10>과 같다. 사전검사에서 학교 급별에 따른 과학 지식의 잠정성에서 통계적으로 유의미한 차이가 없는 것을 나타냈다. 사후검사에도 과학 지식의 잠정성에서 차이가 없었다. 구체적으로 사전과 사후에서 비율을 살펴보면, 사전의 경우는 과학 지식의 잠정성에 대해 상대주의적 관점인 “과학지식은 변한다” 또는 “과학지식은 조금씩 달라진다”고 응답한 중학생은 67.6%, 고등학생 67.6로 나타났다. 사후에서는 과학 지식의 잠정성에 대해 상대주의적 관점을 가지고 있는 중학생은 78.4%, 고등학생은 76.5%로 나타났다.

<표 IV-10> 학교 급별에 따른 과학 지식의 잠정성에 대한 관점 사전과 사후검사 결과

문항 내용	사전		사후		
	중학생	고등학생	중학생	고등학생	
	빈도 (%)	빈도 (%)	빈도 (%)	빈도 (%)	
바르게 수행된 과학적 탐구를 통해 얻은 과학 지식이 미래에 변할 수 있을까?	과학 지식은 변한다	25 67.6%	46 67.6%	29 78.4%	52 76.5%
	과학지식은 변하지 않는다	5 13.5%	7 10.3%	1 2.7%	4 5.9%
	과학지식은 조금 달라질 뿐이다	5 13.5%	12 17.6%	6 16.2%	11 16.2%
	내 생각과 같은 답이 없다	2 5.4%	3 4.4%	1 2.7%	1 1.5%
		$\chi^2=.520, p=.915$		$\chi^2=.711, p=.871$	

### (2) 중·고등학생의 사전-사후 비교

과학탐구아카데미가 참가한 중·고등학생들의 과학 지식의 잠정성에 대한 관점에 어떤 영향을 주었는지를 비교하기 위해  $\chi^2$  분석을 실시하였으며, 그 결과는 <표 IV-11>과 같다. 중학생은 과학탐구아카데미 전·후 검사한 결과 과학 지식의

잠정성에 대한 관점에 통계적으로 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다. 고등학생도 사전·사후에 과학 지식의 잠정성에 대한 관점에 차이가 없었다. 구체적으로 사전과 사후에서 비율을 살펴보면, 사전의 경우는 과학 지식의 잠정성에 대해 상대론적인 관점을 가진 중학생은 사전 67.6%에서 78.4%로 10.8% 증가하였고, 고등학생은 사전 67.6%에서 76.5%로 8.9% 증가했다. 이는 강경희와 정충덕(2014)의 연구에서 일반계 고등학생 53%가 상대론적인 관점을 가진 것과 비교하면 매우 높은 결과이며, 또한 나지연(2004)의 초등학생 대상 연구에서 상대론적인 관점을 가진 학생이 22.2%로 나타난 것과 비교하여도 매우 높게 나타났다. 이것은 Lederman과 O'Malley(1990)가 미국의 9~12학년 학생들을 대상으로 한 면담연구에서 대다수의 학생들의 과학이론은 변한다는 잠정적인 시각을 지니고 있는 것으로 보고되었다는 결과와 일치한다. 그러나 과학지식의 잠정성에 대하여 현대적인 관점을 가진 학생은 매우 적고 대개 학생들은 과학 지식의 잠정성에 대해 올바르게 인식하지 못한다는 노태희(2002)의 연구결과와는 상반되는 것이다. 과학탐구아카데미에 참가한 중·고등학생 사이에는 과학지식의 잠정성에 대한 관점에는 차이가 나타나지 않았다. 자기주도적 과학탐구활동은 중·고등학생들의 과학지식의 잠정성에 대한 관점 변화에 어느 정도 영향을 준 것으로 판단된다.

<표 IV-11> 과학탐구아카데미가 중·고등학생의 과학 지식의 잠정성에 대한 관점에 준 영향

문항 내용	중학생		고등학생		
	사전	사후	사전	사후	
	빈도 (%)	빈도 (%)	빈도 (%)	빈도 (%)	
바르게 수행된 과학적 탐구를 통해 얻은 과학 지식이 미래에 변할 수 있을까?	과학 지식은 변한다	25 67.6%	29 78.4%	46 67.6%	52 76.5%
	과학지식은 변하지 않는다	5 13.5%	1 2.7%	7 10.3%	4 5.9%
	과학지식은 조금 달라질 뿐이다	5 13.5%	6 16.2%	12 17.6%	11 16.2%
	내 생각과 같은 답이 없다	2 5.4%	1 2.7%	3 4.4%	1 1.5%
		$\chi^2=3.387, p=.336$		$\chi^2=2.229, p=.526$	

(3) 성별에 따른 사전, 사후 비교

과학탐구아카데미에 참가한 중·고등학생들의 성별에 따른 과학 지식의 잠정성에 대한 관점을 비교하기 위해  $\chi^2$  분석을 실시하였으며, 그 결과는 <표 IV-12>와 같다. 사전검사에서 성별에 따른 과학 지식의 잠정성에 대한 관점에 통계적으로 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다( $p<.05$ ). 사후검사에는 과학 지식의 잠정성에 대한 관점에 유의미한 차이가 없었다. 구체적으로 사전과 사후에서 비율을 살펴보면, 사전의 경우는 과학 지식의 잠정성에 대해 상대주의적 관점인 “과학지식은 변한다” 또는 “과학지식은 조금씩 달라진다”고 응답한 남학생은 74.2%, 여학생 56.4%로 나타났으며, 사후에서는 과학 지식의 잠정성에 대해 상대주의적 관점을 가지고 있는 남학생은 80.3%, 여학생은 71.8%로 나타났다.

<표 IV-12> 성별에 따른 과학 지식의 잠정성에 대한 관점 사전과 사후검사 결과

문항 내용	사전		사후		
	남학생	여학생	남학생	여학생	
	빈도 (%)	빈도 (%)	빈도 (%)	빈도 (%)	
바르게 수행된 과학적 탐구를 통해 얻은 과학 지식이 미래에 변할 수 있을까?	과학 지식은 변한다	49 74.2%	22 56.4%	53 80.3%	28 71.8%
	과학지식은 변하지 않는다	9 13.6%	3 7.7%	2 3.0%	3 7.7%
	과학지식은 조금 달라질 뿐이다	6 9.1%	11 28.2%	11 16.7%	6 15.4%
	내 생각과 같은 답이 없다	2 3.0%	3 7.7%	0 0.0%	2 5.1%
	$\chi^2=8.561, p=.05^*$		$\chi^2=4.758, p=.190$		

\*  $p<.05$

(4) 남·여학생의 사전-사후 비교

과학탐구아카데미가 참가한 남·여학생들의 과학 지식의 잠정성에 어떤 영향을 주었는지를 비교하기 위해  $\chi^2$  분석을 실시하였으며, 그 결과는 <표 IV-13>과 같다. 남학생은 과학탐구아카데미 전·후 검사한 결과 과학 지식의 잠정성에 대해

상대론적 관점을 갖는 학생의 빈도에 유의미한 차이가 나타났다( $p<.05$ ). 그러나 여학생은 과학 지식의 잠정성에 대해 상대론적 관점을 갖는 빈도에 차이가 없었으며, 남·여학생을 합하여 전체로 비교하여도 과학 지식의 잠정성에서 차이가 없었다. 과학 지식의 잠정성에 대해 상대론적 관점을 갖고 있는 남학생은 사전 74.4%에서 사후 80.3%로 증가하였고, 여학생은 사전 56.4%에서 사후 71.8%로 증가했다. 전체적으로 보면 과학 지식의 잠정성에 대해 상대론적 관점은 사전 67.6%에서 사후 77.1%로 증가했다. 이는 강경희와 정충덕(2014) 연구에서 일반계 고등학교 남학생이 51%, 여학생이 54%로 나타난 것과 비교하면 남학생은 매우 높게 나타났으며, 여학생은 사전에는 비슷하였으나 사후에 매우 높게 나타났다. 과학탐구아카데미에 참가한 남·여학생 사이에는 과학지식의 잠정성에 대한 관점에는 차이가 나타났다. 자기주도적 과학탐구활동은 남학생보다 여학생의 과학 지식의 잠정성에 대한 관점 변화에 더 많은 영향을 준 것으로 판단된다.

<표 IV-13> 과학탐구아카데미가 남·여학생의 과학 지식의 잠정성에 대한 관점에 준 영향

문항 내용	남학생		여학생		전체		
	사전	사후	사전	사후	사전	사후	
	빈도 (%)	빈도 (%)	빈도 (%)	빈도 (%)	빈도 (%)	빈도수 (%)	
바르게 수행된 과학적 탐구를 통해 얻은 과학 지식이 미래에 변할 수 있을까?	과학 지식은 변한다	49 (74.2%)	53 (80.3%)	22 (56.4%)	28 (71.8%)	71 (67.6%)	81 (77.1%)
	과학지식은 변하지 않는다	9 (13.6%)	2 (3.0%)	3 (7.7%)	3 (7.7%)	12 (11.4%)	5 (4.8%)
	과학지식은 조금 달라질 뿐이다	6 (9.1%)	11 (16.7%)	11 (28.2%)	6 (15.4%)	17 (16.2%)	17 (16.2%)
	내 생각과 같은 답이 없다	2 (3.0%)	0 (0.0%)	3 (7.7%)	2 (5.1%)	5 (4.8%)	2 (1.9%)
		$\chi^2=8.082, p=.044^*$		$\chi^2=2.391, p=.495$		$\chi^2=4.826, p=.185$	

\*  $p<.05$

과학 지식의 잠정성에 대한 현대적인 관점은 옳은 탐구 과정을 통해 얻어진 과학적 지식도 미래에 변할 수 있다는 상대주의적인 관점이다(김지영, 2007). 과

학지식의 잠정성에 대하여 현대적인 관점을 보인 학생은 사전 83.8%, 사후 93.3%로 나타났는데 이는 김정대 등(2006)의 과학영재의 과학의 본성에 대한 인식조사에서 영재들은 과학의 잠정성에 대하여 높은 인식을 보였다는 결과와 일치한다. 강석진(2012)의 연구에 따르면 ‘학교 밖 과학 경험이 많은 학생들은 과학 지식의 잠정성에 대하여 잘못된 과학이론이 올바른 과학이론으로 대체된다는 견해를 상대적으로 많이 가지고 있다’고 하였다. 본 연구에 참가한 중·고등학생은 과학 활동 경험이 많은 학생들이어서 과학지식의 잠정성에 대하여 대부분 현대적인 견해를 가지고 있는 것으로 판단된다.

### 3) 과학적 의사 결정에 미치는 영향

#### (1) 학교 급별에 따른 사전, 사후 비교

과학탐구아카데미에 참가한 중·고등학생들의 학교 급별에 따른 과학적 의사 결정에 대한 관점에 어떤 영향을 주는지 비교하기 위해  $\chi^2$  분석을 실시하였으며, 그 결과는 <표 IV-14>와 같다. 사전검사에서 학교 급별에 따른 과학적 의사 결정에 대한 관점에 통계적으로 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다. 사후검사에서도 과학적 의사 결정에 대한 관점에 차이가 없었다. 구체적으로 사전과 사후에서 비율을 살펴보면, 사전의 경우는 과학적 의사 결정에 대해 현대적 관점인 “과학자마다 다르다”와 “느낌이나 욕심 등에 영향을 받는다”에 응답한 중학생은 83.8%, 고등학생 72.1%로 나타났으며, 사후에서는 과학적 의사 결정에 대해 현대적 관점을 가지고 있는 중학생은 75.7%, 고등학생은 83.8%로 나타났다.

<표 IV-14> 학교 급별에 따른 과학적 의사 결정에 대한 관점 검사 결과

문항 내용	사전		사후		
	중학생	고등학생	중학생	고등학생	
	빈도 (%)	빈도 (%)	빈도 (%)	빈도 (%)	
새로운 과학적 이론이 제시되었을 때 과학자들은 그것을 받아들일 것인가를 결정해야 한다. 과학자들의 결정은 그들의 주관적 느낌이나 개인적 동기에 영향을 받을까?	전혀 영향받지 않는다	5 13.5%	15 22.1%	9 24.3%	10 14.7%
	느낌이나 욕심 등에 영향 받는다	10 27.0%	15 22.1%	5 13.5%	24 35.3%
	과학자마다 다르다	21 56.8%	34 50.0%	23 62.2%	33 48.5%
	내 생각과 같은 답이 없다	1 2.7%	4 5.9%	0 0.0%	1 1.5%
		$\chi^2=1.885, p=.597$		$\chi^2=6.720, p=.081$	

(2) 중·고등학생의 사전-사후 비교

과학탐구아카데미가 참가한 중·고등학생들의 과학적 의사 결정에 대한 관점에 어떤 영향을 주었는지를 비교하기 위해  $\chi^2$  분석을 실시하였으며, 그 결과는 <표 IV-15>와 같다. 중학생은 과학탐구아카데미 전·후 검사한 결과 과학적 의사 결정에 대한 관점에서 통계적으로 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다. 고등학생도 과학적 의사 결정에 대한 관점에서 차이가 없었다. 구체적으로 사전과 사후에서 비율을 살펴보면, 사전의 경우는 과학적 의사 결정에 대해 현대적 관점을 가진 중학생은 사전 83.8%에서 75.7%로 8.1% 감소하였고, 고등학생은 사전 72.1%에서 83.8%로 11.7% 증가하였다. 과학탐구아카데미에 참가한 학생들은 과학적 의사결정에 대하여 주관적인 요소가 중요한 요인으로 인식하고 있다. 이는 선행연구인 강경희와 정충덕(2014)의 결과와도 일치하며, 나지연(2004)의 초등학생 대상 연구와도 일치한다. 또한 Ziman(1984)의 연구에서 과학적 의사결정에 대하여 많은 학생들이 개인주의적 관점을 나타내는 경향이 있다는 보고와도 일치되는 결과이다. 과학탐구아카데미에 참가한 중·고등학생 사이에 과학적 의사 결정에 대한 관점에는 차이가 나타나지 않았다. 자기주도적 과학탐구활동은 과학적 의사결정에 대한 관점을 고등학생은 현대적 관점으로 변화시켰고, 중학생은 절대

적 관점으로 변화시킨 것으로 판단된다.

<표 IV-15> 과학탐구아카데미가 중·고등학생의 과학적 의사 결정에 대한 관점에 준 영향

문항 내용	중학생		고등학생	
	사전	사후	사전	사후
	빈도 (%)	빈도 (%)	빈도 (%)	빈도 (%)
전혀 영향받지 않는다	5 13.5%	9 24.3%	15 22.1%	10 14.7%
새로운 과학적 이론이 제시되었을 때 과학자들은 그것을 받아들일 것인가를 결정해야 한다. 과학자들의 결정은 그들의 주관적 느낌이나 개인적 동기에 영향받을까?	10 27.0%	5 13.5%	15 22.1%	24 35.3%
과학자마다 다르다	21 56.8%	23 62.2%	34 50.0%	33 48.5%
내 생각과 같은 답이 없다	1 2.7%	0 0.0%	4 5.9%	1 1.5%
	$\chi^2=3.900, p=.272$		$\chi^2=4.892, p=.180$	

### (3) 성별에 따른 사전, 사후 비교

과학탐구아카데미에 참가한 중·고등학생들의 성별에 따른 과학적 의사 결정에 대한 관점을 비교하기 위해  $\chi^2$  분석을 실시하였으며, 그 결과는 <표 IV-16>과 같다. 사전검사에서 성별에 따른 과학적 의사 결정에 대한 관점에 통계적으로 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다. 사후검사에서도 과학적 의사 결정에 대한 관점에서 차이가 없었다. 구체적으로 사전과 사후에서 비율을 살펴보면, 사전의 경우는 과학적 의사 결정에 대해 현대적 관점을 가진 남학생은 78.8% 여학생은 71.7%로 나타났으며, 사후에서는 과학적 의사 결정에 대해 현대적 관점을 가진 남학생은 78.8%, 여학생은 84.6%로 나타났다.

<표 IV-16> 성별에 따른 과학적 의사 결정에 대한 관점 검사 결과

문항 내용	사전		사후		
	남학생	여학생	남학생	여학생	
	빈도 (%)	빈도 (%)	빈도 (%)	빈도 (%)	
새로운 과학적 이론이 제시되었을 때 과학자들은 그것을 받아들일 것인가를 결정해야 한다. 과학자들의 결정은 그들의 주관적 느낌이나 개인적 동기에 영향을 받을까?	전혀 영향받지 않는다	12 18.2%	8 20.5%	14 21.2%	5 12.8%
	느낌이나 욕심 등에 영향 받는다	18 27.3%	7 17.9%	17 25.8%	12 30.8%
	과학자마다 다르다	34 51.5%	21 53.8%	35 53.0%	21 53.8%
	내 생각과 같은 답이 없다	2 3.0%	3 7.7%	0 0.0%	1 2.6%
		$\chi^2=2.109, p=.550$		$\chi^2=2.872, p=.412$	

(4) 남·여학생의 사전-사후 비교

과학탐구아카데미가 참가한 학생들의 과학적 의사 결정에 대한 관점에 어떤 영향을 주었는지를 비교하기 위해  $\chi^2$  분석을 실시하였으며, 그 결과는 <표 IV-17>과 같다. 남학생은 과학탐구아카데미 전·후 검사한 결과 과학적 의사 결정에 대한 관점에 통계적으로 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다. 여학생도 과학적 의사 결정에 대한 관점에서 차이가 없었으며, 남·여학생을 합하여 전체로 비교하여도 과학적 의사 결정에 대한 관점에서 차이가 없었다. 구체적으로 사전과 사후에서 비율을 살펴보면, 사전의 경우는 과학적 의사 결정에 현대적 관점을 갖고 있는 남학생은 사전과 사후에 78.8%로 변화가 없었으며, 여학생은 사전 71.7%에서 사후 84.6%로 12.9% 증가했다. 전체적으로 보면 과학적 의사 결정에 대한 관점에 대해 현대적 관점은 사전 76.2%에서 사후 80.9%로 4.7% 증가했다. 이는 강경희와 정충덕(2014)의 일반계고등학교 남·여학생 대상 연구에서 대부분의 학생들이 과학적 의사결정에 대하여 현대적인 관점을 가진 것과 거의 일치한다. 과학탐구아카데미에 참가한 남·여학생 사이에 과학적 의사 결정에 대한 관점에는 차이가 나타나지 않았다. 자기주도적 과학탐구활동은 남·여학생들의 과학적 의사결정에 대한 관점 변화에 영향을 주지 못한 것으로 판단된다.

<표 IV-17> 과학탐구아카데미가 남·여학생의 과학적 의사 결정에 대한 관점 준 영향

문항 내용	남학생		여학생		전체		
	사전	사후	사전	사후	사전	사후	
	빈도 (%)	빈도 (%)	빈도 (%)	빈도 (%)	빈도 (%)	빈도수 (%)	
새로운 과학적 이론이 제시되었을 때 과학자들은 그것을 받아들일 것인가를 결정해야 한다. 과학자들의 결정은 그들의 주관적 느 낌이나 개인적 동기에 영 향 받을까?	전혀 영향받지 않는다	12 18.2%	14 21.2%	8 20.5%	5 12.8%	20 19.0%	19 18.1%
	느낌이나 욕심 등에 영향 받는다	18 27.3%	17 25.8%	7 17.9%	12 30.8%	25 23.8%	29 27.6%
	과학자마다 다르다	34 51.5%	35 53.0%	21 53.8%	21 53.8%	55 52.4%	56 53.3%
	내 생각과 같은 답이 없다	2 3.0%	0 0.0%	3 7.7%	1 2.6%	5 4.8%	1 1.0%
		$\chi^2=2.197,$ $p=.533$		$\chi^2=3.008,$ $p=.0390$		$\chi^2=2.998,$ $p=.392$	

과학적 의사 결정에 대한 현대적인 관점은 과학자들이 의사를 결정할 때 주관적인 느낌이나 개인적인 동기에 영향을 받는다(김지영, 강순희, 2007)는 것이다. 중학생과 고등학생, 그리고 남학생과 여학생으로 구분하여 과학탐구아카데미 전·후에 과학적 의사 결정에 대한 관점에 대해 조사했다. 사전검사에서 중·고등학생 사이에 통계적으로 유의미한 차이가 없었으며, 남·녀 학생들 사이에도 유의미한 차이가 없었다. 사후검사에서는 중·고등학생과 남·녀 학생 사이에 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 그러나 사전에 현대론적인 관점을 갖는 학생들의 비율 높은 것을 고려하면 과학탐구아카데미는 고등학생과 여학생들의 과학적 의사 결정에 대한 관점을 현대적 관점으로 변화시키는 데 영향을 준 것으로 판단된다.

#### 4) 과학 이론의 사회적 구성에 미치는 영향

##### (1) 학교 급별에 따른 사전, 사후 비교

과학탐구아카데미에 참가한 중·고등학생들의 학교 급별에 따른 과학 이론의 사회적 구성에 대한 관점을 비교하기 위해  $\chi^2$  분석을 실시하였으며, 그 결과는 <표 IV-18>과 같다. 사전검사에서 학교 급별에 따른 과학 이론의 사회적 구성에 대한 관점에서 통계적으로 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다. 사후검사에서

도 과학 이론의 사회적 구성에 대한 관점에서 차이가 없었다. 구체적으로 사전과 사후에서 비율을 살펴보면, 사전의 경우는 과학 이론의 사회적 구성에 대해 현대적인 관점을 가지고 있는 중학생은 51.4%, 고등학생 63.2%로 나타났으며, 사후에 과학 이론의 사회적 구성에 대해 현대적인 관점을 가지고 있는 중학생은 46.8%, 고등학생은 60.3%로 나타났다.

<표 IV-18> 학교 급별에 따른 과학 이론의 사회적 구성에 대한 관점 검사 결과

문항 내용	사전		사후		
	중학생	고등학생	중학생	고등학생	
	빈도 (%)	빈도 (%)	빈도 (%)	빈도 (%)	
'새로운 과학 이론을 제안하는 과학자는 많은 동료 과학자들에게 그 이론을 믿도록 확신시켜야 한다는 견해에 대해 어떻게 생각하는가?	다른 과학자들이 믿도록 해야 한다	19 51.4%	43 63.2%	18 48.6%	41 60.3%
	다른 과학자들의 믿음과는 무관하다	15 40.5%	18 26.5%	16 43.2%	22 32.4%
	내 생각과 같은 답이 없다	3 8.1%	7 10.3%	3 8.1%	5 7.4%
		$\chi^2=2.203, p=.332$		$\chi^2=1.382, p=0.501$	

## (2) 중·고등학생의 사전-사후 비교

과학탐구아카데미가 참가한 중·고등학생들의 과학 이론의 사회적 구성에 대한 관점에 어떤 영향을 주었는지를 비교하기 위해  $\chi^2$  분석을 실시하였으며, 그 결과는 <표 IV-19>와 같다. 중학생은 과학탐구아카데미 전·후 검사한 결과 과학 이론의 사회적 구성에 대한 관점에서 통계적으로 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다. 고등학생도 과학 이론의 사회적 구성에 대한 관점에서 차이가 없었다. 구체적으로 사전과 사후에서 비율을 살펴보면, 사전의 경우는 과학 이론의 사회적 구성에 대해 현대적인 관점을 가진 중학생은 사전 51.4%에서 48.6%로 2.8% 감소하였고, 고등학생은 사전 63.2%에서 60.3%로 2.9% 감소했다. 대다수의 중·고등학생은 과학 이론이 사회적으로 구성된다고 인식하고 있으며, 이는 고등학생 대상의 우종욱과 소원주(1995)의 연구 결과와 초등학생 대상의 류신숙(1998)과 나지연(2004) 연구 결과 및 일반계고등학생 대상의 강경희와 정충덕(2014)의 연구 결과

와 일치한다. 과학탐구아카데미에 참가한 중·고등학생들의 과학이론의 사회적 구성에 대한 관점에 대해 고등학생들이 현대적인 관점을 가진 비율이 높게 나타났다. 자기주도적 과학탐구활동은 참가한 중·고등학생들의 과학이론의 사회적 구성에 대한 관점 변화에 영향을 주지 못한 것으로 판단된다.

<표 IV-19> 과학탐구아카데미가 중·고등학생의 과학 이론의 사회적 구성에 대한 관점에 준 영향

문항 내용	중학생		고등학생		
	사전	사후	사전	사후	
	빈도 (%)	빈도 (%)	빈도 (%)	빈도 (%)	
‘새로운 과학 이론을 제안하는 과학자는 많은 동료 과학자들에게 그 이론을 믿도록 확신시켜야 한다는 견해에 대해 어떻게 생각하는가?’	다른 과학자들이 믿도록 해야 한다	19 51.4%	18 48.6%	43 63.2%	41 60.3%
	다른 과학자들의 믿음과는 무관하다	15 40.5%	16 43.2%	18 26.5%	22 32.4%
	내 생각과 같은 답이 없다	3 8.1%	3 8.1%	7 10.3%	5 7.4%
		$\chi^2=.059, p=.971$		$\chi^2=.781, p=.677$	

### (3) 성별에 따른 사전, 사후 비교

과학탐구아카데미에 참가한 중·고등학생들의 성별에 따른 과학 이론의 사회적 구성에 대한 관점을 비교하기 위해  $\chi^2$  분석을 실시하였으며, 그 결과는 <표 IV-20>과 같다. 사전검사에서 성별에 따른 과학 이론의 사회적 구성에 대한 관점에서 통계적으로 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 사후검사에서도 과학 이론의 사회적 구성에 대한 관점에서 유의미한 차이가 없었다. 구체적으로 사전과 사후에서 비율을 살펴보면, 사전의 경우는 과학 이론의 사회적 구성에 대해 현대적 관점인 “다른 과학자들이 믿도록 해야 한다”고 응답한 남학생은 53.0%, 여학생 69.2%로 나타났으며, 사후에서는 과학 이론의 사회적 구성에 대해 현대적 관점을 가지고 있는 남학생은 54.5%, 여학생은 59.0%로 나타났다.

<표 IV-20> 성별에 따른 과학 이론의 사회적 구성에 대한 관점 검사 결과

문항 내용	사전		사후		
	남학생	여학생	남학생	여학생	
	빈도 (%)	빈도 (%)	빈도 (%)	빈도 (%)	
'새로운 과학 이론을 제안하는 과학자는 많은 동료 과학자들에게 그 이론을 믿도록 확신시켜야 한다는 견해에 대해 어떻게 생각하는가?	다른 과학자들이 믿도록 해야 한다	35 53.0%	27 69.2%	36 54.5%	23 59.0%
	다른 과학자들의 믿음과는 무관하다	26 39.4%	7 17.9%	25 37.9%	13 33.3%
	내 생각과 같은 답이 없다	5 7.6%	5 12.8%	5 7.6%	3 7.7%
		$\chi^2=5.385, p=.068$		$\chi^2=.226, p=.893$	

(4) 남·여학생의 사전-사후 비교

과학탐구아카데미가 참가한 학생들의 과학 이론의 사회적 구성에 대한 관점에 어떤 영향을 주었는지를 비교하기 위해  $\chi^2$  분석을 실시하였으며, 그 결과는 <표 IV-21>과 같다. 남학생은 과학탐구아카데미 전·후 검사한 결과 과학 이론의 사회적 구성에 대한 관점에 통계적으로 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다. 여학생도 과학 이론의 사회적 구성에 대한 관점에 차이가 없었으며, 남·여학생을 합하여 전체로 비교하여도 과학 이론의 사회적 구성에 대한 관점에 차이가 없었다. 구체적으로 사전과 사후에서 비율을 살펴보면, 사전의 경우는 과학 이론의 사회적 구성에 대해 현대적 관점을 갖고 있는 남학생은 사전 53.0%, 사후에 54.5%로 1.5% 증가하였으며, 여학생은 사전 69.2%에서 사후 59.0%로 10.2% 감소했다. 전체적으로 보면 과학적 의사 결정에 대한 관점에 대해 현대적 관점은 사전 59.0%에서 사후 56.2%로 2.8% 감소했다. 이는 강경희와 정충덕(2014)의 일반계고등학교 남·여학생 대상 연구에서 과학적 의사결정에 대하여 현대적인 관점을 가진 학생이 남학생 63%, 여학생 60%로 나타난 것과 비교하면 여학생은 거의 일치하나 남학생은 다소 낮게 나타났다. 과학탐구아카데미에 참가한 남·여학생들의 과학이론의 사회적 구성에 대한 관점에 대해 여학생들이 현대적인 관점을 가진 비율이 높게 나타났다. 자기주도적 과학탐구활동은 참가한 남학생의 관점 변화에는 영향을 주지 못한 것으로 나타났으며, 여학생들의 과학이론의 사

회적 구성에 대한 관점이 현대적에서 조금은 절대적으로 변화하게 한 것으로 판단된다.

<표 IV-21> 과학탐구아카데미가 남·여학생의 과학 이론의 사회적 구성에 대한 관점에 준 영향

문항 내용	남학생		여학생		전체		
	사전	사후	사전	사후	사전	사후	
	빈도 (%)	빈도 (%)	빈도 (%)	빈도 (%)	빈도 (%)	빈도수 (%)	
'새로운 과학 이론을 제안하는 과학자는 많은 동료 과학자들에게 그 이론을 믿도록 확신시켜야 한다는 견해에 대해 어떻게 생각하는가?	다른 과학자들이 믿도록 해야 한다	35 53.0%	36 54.5%	27 69.2%	23 59.0%	62 59.0%	59 56.2%
	다른 과학자들의 믿음과는 무관하다	26 39.4%	25 37.9%	7 17.9%	13 33.3%	33 31.4%	38 36.2%
	내 생각과 같은 답이 없다	5 7.6%	5 7.6%	5 12.8%	3 7.7%	10 9.5%	8 7.6%
		$\chi^2=.034,$ $p=.983$		$\chi^2=2.620,$ $p=.270$		$\chi^2=.649,$ $p=.723$	

과학적 의사 결정에 대한 현대적인 관점은 과학 이론은 과학자들의 합의에 의해서 받아들여지는 것으로 여러 과학자들이 그 이론을 믿도록 해야 한다(김지영, 2007)는 것이다. 중학생과 고등학생, 그리고 남학생과 여학생으로 구분하여 과학탐구아카데미에 참가하기 전·후에 과학 이론의 사회적 구성에 대한 관점에 대해 조사했다. 그 결과 사전검사에서 중·고등학생 사이에 통계적으로 유의미한 차이가 없었으며, 남·여 학생들 사이에도 유의미한 차이가 없었다. 사후검사에서는 중·고등학생과 남·여 학생 사이에 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 제주과학탐구아카데미에 참가한 남·여학생들의 과학적 의사 결정에 대한 관점은 자기주도적 과학탐구활동은 학생들의 과학적 의사 결정에 대한 관점을 현대적 관점으로 변화시키는 데 영향을 주지 못한 것으로 판단된다.

##### 5) 과학적 추론의 검증에 미치는 영향

###### (1) 학교 급별에 사전, 사후 비교

과학탐구아카데미에 참가한 중·고등학생들의 학교 급별에 따른 과학적 추론

의 검증에 대한 관점을 비교하기 위해  $\chi^2$  분석을 실시하였으며, 그 결과는 <표 IV-22>와 같다. 사전검사에서 학교 급별에 따른 과학적 추론의 검증에 대한 관점에서 통계적으로 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다. 그러나 사후검사에서 과학적 추론의 검증에 대한 관점에 차이가 없었다. 구체적으로 사전과 사후에서 비율을 살펴보면, 사건의 경우는 과학적 추론의 검증에 대해 현대적인 관점을 가지고 있는 중학생은 78.4%, 고등학생 76.5%로 나타났으며, 사후에서는 과학 이론의 사회적 구성에 대해 현대적인 관점을 가지고 있는 중학생은 75.7%, 고등학생은 77.9%로 나타났다.

<표 IV-22> 학교 급별에 따른 과학적 추론의 검증에 대한 관점 검사 결과

문항 내용	사전		사후	
	중학생	고등학생	중학생	고등학생
	빈도 (%)	빈도 (%)	빈도 (%)	빈도 (%)
석면이 폐암의 원인임을 보여준다	7 18.9%	12 17.6%	6 16.2%	10 14.7%
과학자들이 석면과 함께 일하는 사람들이 보통 사람보다 폐암에 걸릴 가능성이 2배 더 높다는 것을 발견했다면, 이것은 석면이 폐암의 원인이라는 것을 의미하는가?	29 78.4%	52 76.5%	28 75.7%	53 77.9%
석면은 폐암의 원인이 될 수 없다	0 0.0%	1 1.5%	2 5.4%	1 1.5%
내 생각과 같은 답이 없다	1 2.7%	3 4.4%	1 2.7%	4 5.9%
	$\chi^2=.761, p=.859$		$\chi^2=1.859, p=.602$	

## (2) 중·고등학생의 사전-사후 비교

과학탐구아카데미가 참가한 중·고등학생들의 과학적 추론의 검증에 대한 관점에 어떤 영향을 주었는지를 비교하기 위해  $\chi^2$  분석을 실시하였으며, 그 결과는 <표 IV-23>과 같다. 중학생은 과학탐구아카데미 전·후 검사한 결과 과학적 추론의 검증에 대한 관점에 통계적으로 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다. 고등학생도 과학적 추론의 검증에 대한 관점에 차이가 없었다. 구체적으로 사전과 사후에서 비율을 살펴보면, 사건의 경우는 과학적 추론의 검증에 대해 현대적인 관

점을 가진 중학생은 사전 78.4%에서 75.7%로 2.7% 감소하였고, 고등학생은 사전 76.5%에서 77.9%로 1.4% 증가했다. 이는 과학적 추론의 검증에 대하여 현대적인 관점을 가진 학생의 비율이 나지연(2004)의 초등학생 대상 연구에서 53.0%로 나타났고, 강경희와 정충덕(2014)의 일반계 고등학생 대상 연구에서 60%로 나타난 것과 비교하면 매우 높은 것이다. 제주과학탐구아카데미에 참가한 중·고등학생 사이에는 과학적 추론의 검증에 대한 관점에 차이가 없는 것으로 나타났다. 자기 주도적 과학탐구활동은 중·고등학생의 과학적 추론의 검증에 대한 관점 변화에 영향을 주지 못한 것으로 판단된다.

<표 IV-23> 과학탐구아카데미가 중·고등학생의 과학적 추론의 검증에 준 영향

문항 내용	중학생		고등학생	
	사전	사후	사전	사후
	빈도 (%)	빈도 (%)	빈도 (%)	빈도 (%)
석면이 폐암의 원인임을 보여준다	7 18.9%	6 16.2%	12 17.6%	10 14.7%
과학자들이 석면과 함께 일하는 사람들이 보통 사람보다 폐암에 걸릴 가능성이 2배 더 높다는 것을 발견했다면, 이것은 석면이 폐암의 원인이라는 것을 의미하는가?	29 78.4%	28 75.7%	52 76.5%	53 77.9%
석면은 폐암의 원인이 될 수 없다	0 0.0%	2 5.4%	1 1.5%	1 1.5%
내 생각과 같은 답이 없다	1 2.7%	1 2.7%	3 4.4%	4 5.9%
	$\chi^2=2.094, p=0.553$		$\chi^2=.334, p=0.953$	

### (3) 성별에 따른 사전, 사후 비교

과학탐구아카데미에 참가한 중·고등학생들의 성별에 따른 과학적 추론의 검증에 대한 관점을 비교하기 위해  $\chi^2$  분석을 실시하였으며, 그 결과는 <표 IV-24>와 같다. 사전검사에서 학교 급별에 따른 과학적 추론의 검증에 대한 관점에서 통계적으로 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다. 사후검사에도 과학적 추론의 검증에 대한 관점에 차이가 없었다. 구체적으로 사전과 사후에서 비율을 살펴보면, 사전의 경우는 과학적 추론의 검증에 대해 현대적인 관점을 가지고 있

는 남학생은 78.8%, 여학생 74.4%로 나타났으며, 사후에서는 과학 이론의 사회적 구성에 대해 현대적인 관점을 가지고 있는 남학생은 77.3%, 여학생은 76.9%로 나타났다.

<표 IV-24> 성별에 따른 과학적 추론의 검증에 대한 관점 검사 결과

문항 내용	사전		사후	
	남학생	여학생	남학생	여학생
	빈도 (%)	빈도 (%)	빈도 (%)	빈도 (%)
석면이 폐암의 원인임을 보여준다	12 18.2%	7 17.9%	11 16.7%	5 12.8%
과학자들이 석면과 함께 일하는 사람들이 보통 사람보다 폐암에 걸릴 가능성이 2배 더 높다는 것을 발견했다면, 이것은 석면이 폐암의 원인이라는 것을 의미하는가?	52 78.8%	29 74.4%	51 77.3%	30 76.9%
석면은 폐암의 원인이 될 수 없다	1 1.5%	0 0.0%	2 3.0%	1 2.6%
내 생각과 같은 답이 없다	1 1.5%	3 7.7%	2 3.0%	3 7.7%
	$\chi^2=3.109, p=.375$		$\chi^2=1.376, p=.711$	

#### (4) 남·여학생의 사전-사후 비교

과학탐구아카데미가 참가한 남·여학생들의 과학적 추론의 검증에 대한 관점에 어떤 영향을 주었는지를 비교하기 위해  $\chi^2$  분석을 실시하였으며, 그 결과는 <표 IV-25>와 같다. 남학생은 과학탐구아카데미 전·후 검사한 결과 과학적 추론의 검증에 대한 관점에 통계적으로 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다. 여학생도 과학적 추론의 검증에 대한 관점에 차이가 없었다. 남·여학생을 합하여 전체로 비교하여도 과학적 추론의 검증에 대한 관점에 차이가 없었다. 구체적으로 사전과 사후에서 비율을 살펴보면, 사전의 경우는 과학적 추론의 검증에 대해 현대적인 관점을 가진 남학생은 사전 78.8%에서 77.3%로 1.5% 감소하였고, 여학생은 사전 74.4%에서 76.9%로 2.5% 증가했다. 전체적으로 보면 과학적 추론의 검증에

대한 현대적 관점은 사전과 사후 각각 77.1% 변화가 없었다. 이는 일반계고등학교 남·여학생을 대상으로 강경희와 정충덕(2014)이 연구한 결과 과학적 추론의 검증에 대하여 현대적인 관점을 가진 학생들이 남학생 57%, 여학생 64%가 나타난 것과 비교하면 다소 높게 나타났다. 과학탐구아카데미에 참가한 남·여 학생 사이에 과학적 추론의 검증에 대한 관점에 차이가 나타나지 않았으며, 자기주도적 과학탐구활동은 남·여학생들의 과학적 추론의 검증에 대한 관점 변화에 영향을 주지 못한 것으로 판단된다.

<표 IV-25> 과학탐구아카데미가 남·여학생의 과학적 추론의 검증에 대한 관점에 준 영향

문항 내용	남학생		여학생		전체		
	사전	사후	사전	사후	사전	사후	
	빈도 (%)	빈도 (%)	빈도 (%)	빈도 (%)	빈도 (%)	빈도수 (%)	
과학자들이 석면과 함께 일하는 사람들이 보통 사람보다 폐암에 걸릴 가능성이 2배 더 높다는 것을 발견했다면, 이것은 석면이 폐암의 원인이라는 것을 의미하는가?	석면이 폐암의 원인임을 보여준다	12 18.2%	11 16.7%	7 17.9%	5 12.8%	19 18.1%	16 15.2%
	그 사실이 반드시 석면이 폐암의 원인이라는 것을 뜻하는 것은 아니다	52 78.8%	51 77.3%	29 74.4%	30 76.9%	81 77.1%	81 77.1%
	석면은 폐암의 원인이 될 수 없다	1 1.5%	2 3.0%	0 0.0%	1 2.6%	1 1.0%	3 2.9%
	내 생각과 같은 답이 없다	1 1.5%	2 3.0%	3 7.7%	3 7.7%	4 3.8%	5 4.8%
		$\chi^2=0.720$ , $p=.869$		$\chi^2=1.350$ , $p=.717$		$\chi^2=1.368$ , $p=.713$	

과학적 추론에 대한 현대적인 관점은 과학적 실험을 실시한 후 얻어진 결과를 이용해 과학적 현상의 원인을 추론할 경우 추론에 오류가 있을 수 있다는 것이다(김지영, 2007). 과학적 추론에 대해 현대적인 관점을 가진 학생이 사전·사후에 각각 77.1%를 나타낸 것은 강경희와 정충덕(2014)의 연구에서 일반계고등학교 60%가 현대적인 관점을 가진 것과 비교하면 매우 높은 비율이다. 이는 과학탐구아카데미에 참가한 학생들이 평소 과학에 관심이 많아 실험적 사실에 근거한 추론이 오류가 생길 수 있는 사례들을 많이 접한 결과라 판단된다.

6) 이론의 가정에 미치는 영향

(1) 학교 급별에 따른 사전, 사후 비교

과학탐구아카데미에 참가한 중·고등학생들의 학교 급별에 따른 이론의 가정에 대한 관점을 비교하기 위해  $\chi^2$  분석을 실시하였으며, 그 결과는 <표 IV-26>과 같다. 사전검사에서 학교 급별에 따른 이론의 가정에 대한 관점에서 통계적으로 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다. 사후검사에서도 이론의 가정에 대한 관점에 차이가 없었다. 구체적으로 사전과 사후에서 비율을 살펴보면, 사전의 경우는 이론의 가정에 대해 현대적인 관점인 “경우에 따라서 다르다” 또는 “가설이 사실이든 거짓이든 문제가 되지 않는다”라는 관점을 가지고 있는 중학생은 89.1%, 고등학생은 83.3%로 나타났으며, 사후에서는 이론의 가정에 대해 현대적인 관점을 가지고 있는 중학생은 94.6%, 고등학생은 89.7%로 나타났다.

<표 IV-26> 학교 급별에 따른 이론의 가정에 대한 관점 검사 결과

문항 내용	사전		사후		
	중학생	고등학생	중학생	고등학생	
	빈도 (%)	빈도 (%)	빈도 (%)	빈도 (%)	
경우에 따라 다르다	16 43.2%	17 25.0%	19 51.4%	18 26.5%	
새로운 이론이나 법칙이 발달할 때 과학자들은 자연 현상에 대하여 가설을 세울 필요가 있다. 과학이 발전하기 위해서 이러한 가설은 사실이어야 하는가?	그러한 가설은 사실이어야 한다	3 8.1%	9 13.2%	1 2.7%	3 4.4%
	가설이 사실이든 거짓이든 문제되지 않는다	17 45.9%	40 58.8%	16 43.2%	43 63.2%
	내 생각과 같은 답이 없다	1 2.7%	2 2.9%	1 2.7%	4 5.9%
		$\chi^2=3.825, p=.281$		$\chi^2=6.606, p=.086$	

(2) 중·고등학생의 사전-사후 비교

과학탐구아카데미가 참가한 중·고등학생들의 이론의 가정에 대한 관점에 어떤 영향을 주었는지를 비교하기 위해  $\chi^2$  분석을 실시하였으며, 그 결과는 <표 IV-27>과 같다. 중학생은 과학탐구아카데미 전·후 검사한 결과 이론의 가정에

대한 관점에 통계적으로 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다. 고등학생도 이론의 가정에 대한 관점에 차이가 없었다. 구체적으로 사전과 사후에서 비율을 살펴보면, 사전의 경우는 이론의 가정에 대해 현대적인 관점을 가진 중학생은 사전 89.1%에서 94.6%로 5.5% 증가하였고, 고등학생은 사전 83.8%에서 89.7%로 5.9% 증가했다.

김지영과 강순희(2007)가 중학생을 대상으로 과학의 본성에 대하여 연구한 결과에 따르면 대부분의 학생들이 가설은 사실이어야 한다는 전통적인 견해를 가지고 있다고 한다. 그런데 과학탐구아카데미에 참가한 중학생들은 사전 8.1%, 사후 2.7%의 학생만이 가설에 대해 전통적인 관점을 가지고 있으며, 사전 89.1%와 사후 94.6%로 거의 대부분의 학생들이 가설에 대하여 현대적인 견해를 가지고 있었다. 이는 나지연(2004)의 초등학생 대상 연구에서 현대적 관점을 가진 학생이 44.9%인 것과 비교하면 매우 높은 비율이다. 또한 강경희와 정충덕(2014)의 일반계고등학교 연구에서 현대적인 관점을 가진 학생이 78%로 나타난 것과 비교하여도 높은 비율이다. 과학탐구아카데미에 참가한 학생들이 일반학생들보다 가설을 세우고 탐구하는 활동 경험이 많아 상황에 따라 변할 수 있다는 유연한 생각을 가지고 있기 때문이라고 생각한다. 과학탐구아카데미에 참가한 중·고등학생 사이에는 이론의 가정에 대한 관점에 차이가 나타나지 않았다. 자기주도적 과학탐구활동은 중·고등학생들의 이론의 가정에 대한 관점 변화에 어느 정도 영향을 준 것으로 판단된다.

<표 IV-27> 과학탐구아카데미가 중·고등학생의 이론의 가정에 대한 관점 변화에 준 영향

문항 내용	중학생		고등학생	
	사전	사후	사전	사후
	빈도 (%)	빈도 (%)	빈도 (%)	빈도 (%)
경우에 따라 다르다	16 43.2%	19 51.4%	17 25.0%	18 26.5%
새로운 이론이나 법칙이 발달할 때 과학자들은 자연 현상에 대하여 가설을 세울 필요가 있다. 과학이 발전하기 위해서 이러한 가설은 사실이어야 하는가?	3 8.1%	1 2.7%	9 13.2%	3 4.4%
그러한 가설은 사실이어야 한다	17 45.9%	16 43.2%	40 58.8%	43 63.2%
가설이 사실이든 거짓이든 문제되지 않는다	1 2.7%	1 2.7%	2 2.9%	4 5.9%
내 생각과 같은 답이 없다	$\chi^2=1.287, p=.732$		$\chi^2=3.804, p=.283$	

(3) 성별에 따른 사전, 사후 비교

과학탐구아카데미에 참가한 남·여학생들의 학교 급별에 따른 이론의 가정에 대한 관점을 비교하기 위해  $\chi^2$  분석을 실시하였으며, 그 결과는 <표 IV-28>과 같다. 사전검사에서 학교 급별에 따른 이론의 가정에 대한 관점에서 통계적으로 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다. 사후검사에서도 이론의 가정에 대한 관점에 차이가 없었다. 구체적으로 사전과 사후에서 비율을 살펴보면, 사전의 경우는 이론의 가정에 대해 현대적인 관점인 “경우에 따라서 다르다” 또는 “가설이 사실이든 거짓이든 문제가 되지 않는다”라는 관점을 가지고 있는 남학생은 87.9%, 여학생은 82.1%로 나타났으며, 사후에서는 이론의 가정에 대해 현대적인 관점을 가지고 있는 남학생은 94.0%, 여학생은 87.2%로 나타났다.

<표 IV-28> 성별에 따른 이론의 가정에 대한 관점 검사 결과

문항 내용	사전		사후	
	남학생	여학생	남학생	여학생
	빈도 (%)	빈도 (%)	빈도 (%)	빈도 (%)
경우에 따라 다르다	19 28.8%	14 35.9%	25 37.9%	12 30.8%
새로운 이론이나 법칙이 발달할 때 과학자들은 자연 현상에 대하여 가설을 세울 필요가 있다. 과학이 발전하기 위해서 이러한 가설은 사실이어야 하는가?	6 9.1%	6 15.4%	2 3.0%	2 5.1%
그러한 가설은 사실이어야 한다	39 59.1%	18 46.2%	37 56.1%	22 56.4%
가설이 사실이든 거짓이든 문제되지 않는다	2 3.0%	1 2.6%	2 3.0%	3 7.7%
내 생각과 같은 답이 없다	$\chi^2=2.018, p=.569$		$\chi^2=1.754, p=.625$	

(4) 남·여학생의 사전-사후 비교

과학탐구아카데미가 참가한 남·여학생들의 이론의 가정에 대한 관점에 어떤 영향을 주었는지를 비교하기 위해  $\chi^2$  분석을 실시하였으며, 그 결과는 <표 IV-29>와 같다. 남학생은 과학탐구아카데미 전·후 검사한 결과 이론의 가정에 대한 관점에 통계적으로 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다. 여학생도 이론의 가정에 대한 관점에 차이가 없었다. 남·여학생을 합하여 전체로 비교하여도 이론의 가정에 대한 관점에 차이가 없었다. 구체적으로 사전과 사후에서 비율을 살펴보면, 사전의 경우는 이론의 가정에 대해 현대적인 관점을 가진 남학생은 사전 89.7%에서 94.0%로 4.3% 증가하였고, 여학생은 사전 82.1%에서 87.2%로 5.1% 증가했다. 전체적으로 보면 이론의 가정에 대한 현대적 관점은 사전 85.7%에서 사후 91.4%로 5.7% 증가했다. 과학탐구아카데미에 참가한 남·여학생 사이에는 이론의 가정에 대한 관점에 차이가 나타나지 않았다. 자기주도적 과학탐구활동은 남·여학생들의 이론의 가정에 대한 관점 변화에 어느 정도 영향을 준 것으로 판단된다.

<표 IV-29> 과학탐구아카데미가 남·여학생의 이론의 가정에 대한 관점에 준 영향

문항 내용	남학생		여학생		전체		
	사전	사후	사전	사후	사전	사후	
	빈도 (%)	빈도 (%)	빈도 (%)	빈도 (%)	빈도 (%)	빈도수 (%)	
새로운 이론이나 법칙이 발달할 때 과학자들은 자연 현상에 대하여 가설을 세울 필요가 있다. 과학이 발전하기 위해서 이러한 가설은 사실이어야 하는가?	경우에 따라 다르다	19 28.8%	25 37.9%	14 35.9%	12 30.8%	33 31.4%	37 35.2%
	그러한 가설은 사실이어야 한다	6 9.1%	2 3.0%	6 15.4%	2 5.1%	12 11.4%	4 3.8%
	가설이 사실이든 거짓이든 문제되지 않는다	39 59.1%	37 56.1%	18 46.2%	22 56.4%	57 54.3%	59 56.2%
	내 생각과 같은 답이 없다	2 3.0%	2 3.0%	1 2.6%	3 7.7%	3 2.9%	5 4.8%
		$\chi^2=2871,$ $p=.412$		$\chi^2=3554,$ $p=.314$		$\chi^2=4763,$ $p=.190$	

가설에 대한 현대적인 관점은 과학이 발달하는 데 있어서 이론 구성의 첫 단계로 설정되는 가설의 사실성 여부는 중요하지 않다(김지영, 강순희, 2007)는 것이다. 이론의 가정에 대해 현대적인 관점을 가진 학생이 사전·사후에 각각 85.7%와 91.4%를 나타낸 것은 타 연구 결과와 비교하면 매우 높은 비율이다. 사전에 현대적인 관점을 가진 학생의 비율이 높은 것을 고려하면 과학탐구아카데미는 참가한 학생들이 이론의 가정에 대한 관점을 현대적인 관점으로 변화시키는 데 영향을 준 것으로 판단되며, 특히 여학생의 관점 변화에 더 많은 영향을 주었다. 이는 학생들이 과학탐구아카데미에 참가하여 탐구활동 계획을 세울 때 수립한 가설이 실제 실험 과정을 통해 수용하거나 기각하게 되는 경험을 한 결과로 판단된다.

### 7) 과학적 예상에 대한 관점에 미치는 영향

#### (1) 학교 급별에 따른 사전, 사후 비교

과학탐구아카데미에 참가한 중·고등학생들의 학교 급별에 따른 과학적 예상에 대한 관점을 비교하기 위해  $\chi^2$  분석을 실시하였으며, 그 결과는 <표 IV-30>과 같다. 사전검사에서 학교 급별에 따른 과학적 예상에 대한 관점에서 통계적으

로 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다. 사후검사에서도 과학적 예상에 대한 관점에 차이가 없었다. 구체적으로 사전과 사후에서 비율을 살펴보면, 사전의 경우는 과학적 예상에 대해 현대적인 관점인 “예상은 확실할 수가 없으므로 아마도 무엇이 일어날지도 모른다 라고 말해야 한다”라는 관점을 가지고 있는 중학생은 29.7%, 고등학생은 32.4%로 나타났으며, 사후에서는 과학적 예상에 대해 현대적인 관점을 가지고 있는 중학생은 29.7%, 고등학생은 29.4%로 나타났다.

<표 IV-30> 학교 급별에 따른 과학적 예상에 대한 관점 검사 결과

문항 내용	사전		사후		
	중학생	고등학생	중학생	고등학생	
	빈도 (%)	빈도 (%)	빈도 (%)	빈도 (%)	
과학자가 정확한 과학 지식을 사용하여 어떤 예상을 했다. 이 때 이 과학자는 사람들에게 어떻게 말해야 할까?	예상은 확실하므로 '확실히 무엇이 일어날 것이다'라고 말해야 한다	14 37.8%	18 26.5%	13 35.1%	13 19.1%
	예상은 확실하더라도 '아마도 무엇이 일어날지도 모른다'라고 말해야 한다	12 32.4%	27 39.7%	13 35.1%	34 50.0%
	예상은 확실할 수가 없으므로 '아마도 무엇이 일어날지도 모른다'라고 말해야 한다	11 29.7%	22 32.4%	11 29.7%	20 29.4%
	내 생각과 같은 답이 없다	0 0.0%	1 1.5%	0 0.0%	1 1.5%
		$\chi^2=1.954, p=.582$		$\chi^2=4.211, p=.240$	

## (2) 중·고등학생의 사전-사후 비교

과학탐구아카데미가 참가한 중·고등학생들의 과학적 예상에 대한 관점에 어떤 영향을 주었는지를 비교하기 위해  $\chi^2$  분석을 실시하였으며, 그 결과는 <표 IV-31>과 같다. 중학생은 과학탐구아카데미 전·후 검사한 결과 과학적 예상에 대한 관점에 통계적으로 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다. 고등학생도 과학적 예상에 대한 관점에 차이가 없었다. 구체적으로 사전과 사후에서 비율을 살펴보면, 사전의 경우는 과학적 예상에 대해 현대적인 관점을 가진 중학생은 사전·사후 각각 29.7%로 변화가 없었으며, 고등학생은 사전 32.4%에서 29.4%로 3.0% 감소했다. 이는 나지연(2004)의 초등학생 대상 연구에서 과학적 예상에 대하여 현대적 관점을 가진 학생이 30.8%인 것과 거의 비슷한 결과이다. 또한 강

경희와 정충덕(2014)의 일반계고등학교 연구에서 현대적인 관점을 가진 학생이 33.9%로 나타난 것과 비교하여도 거의 비슷한 결과이다. 과학탐구아카데미에 참가한 중·고등학생 사이에는 과학적 예상에 대한 관점에 차이가 나타나지 않았다. 자기주도적 과학탐구활동은 중·고등학생들의 과학적 예상에 대한 관점 변화에 영향을 주지 못한 것으로 판단된다.

<표 IV-31> 과학탐구아카데미가 중·고등학생의 과학적 예상에 대한 관점에 준 영향

문항 내용	중학생		고등학생		
	사전	사후	사전	사후	
	빈도 (%)	빈도 (%)	빈도 (%)	빈도 (%)	
과학자가 정확한 과학 지식을 사용하여 어떤 예상을 했다. 이 때 이 과학자는 사람들에게 어떻게 말해야 할까?	예상은 확실하므로 '확실히 무엇이 일어날 것이다'라고 말해야 한다	14 37.8%	13 35.1%	18 26.5%	13 19.1%
	예상은 확실하더라도 '아마도 무엇이 일어날지도 모른다'라고 말해야 한다	12 32.4%	13 35.1%	27 39.7%	34 50.0%
	예상은 확실할 수가 없으므로 '아마도 무엇이 일어날지도 모른다'라고 말해야 한다	11 29.7%	11 29.7%	22 32.4%	20 29.4%
	내 생각과 같은 답이 없다			1 1.5%	1 1.5%
		$\chi^2=.077, p=.962$		$\chi^2=1.705, p=.636$	

### (3) 성별에 따른 사전, 사후 비교

과학탐구아카데미에 참가한 중·고등학생들의 성별에 따른 과학적 예상에 대한 관점을 비교하기 위해  $\chi^2$  분석을 실시하였으며, 그 결과는 <표 IV-32>와 같다. 사전검사에서 성별에 따른 과학적 예상에 대한 관점에서 통계적으로 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다. 사후검사에서도 과학적 예상에 대한 관점에 차이가 없었다. 구체적으로 사전과 사후에서 비율을 살펴보면, 사전의 경우는 과학적 예상에 대해 현대적인 관점인 “예상은 확실할 수가 없으므로 아마도 무엇이 일어날지도 모른다 라고 말해야 한다”라는 관점을 가지고 있는 남학생은 31.8%, 여학생은 30.8%로 나타났으며, 사후에서는 과학적 예상에 대해 현대적인 관점을 가지고 있는 남학생은 30.3%, 여학생은 28.2%로 나타났다.

<표 IV-32> 성별에 따른 과학적 예상에 대한 관점 검사 결과

문항 내용	사전		사후		
	남학생	여학생	남학생	여학생	
	빈도 (%)	빈도 (%)	빈도 (%)	빈도 (%)	
과학자가 정확한 과학 지식을 사용하여 어떤 예상을 했다. 이 때 이 과학자는 사람들에게 어떻게 말해야 할까?	예상은 확실하므로 '확실히 무엇이 일어날 것이다'라고 말해야 한다	19 28.8%	13 33.3%	17 25.8%	9 23.1%
	예상은 확실하더라도 '아마도 무엇이 일어날지도 모른다'라고 말해야 한다	26 39.4%	13 33.3%	28 42.4%	19 48.7%
	예상은 확실할 수가 없으므로 '아마도 무엇이 일어날지도 모른다'라고 말해야 한다	21 31.8%	12 30.8%	20 30.3%	11 28.2%
	내 생각과 같은 답이 없다	0 0.0%	1 2.6%	1 1.5%	0 0.0%
	$\chi^2=2.110, p=.550$		$\chi^2=.916, p=.822$		

(4) 남·여학생의 사전-사후 비교

과학탐구아카데미가 참가한 남·여학생들의 과학적 예상에 대한 관점에 어떤 영향을 주었는지를 비교하기 위해  $\chi^2$  분석을 실시하였으며, 그 결과는 <표 IV-33>과 같다. 남학생은 과학탐구아카데미 전·후 검사한 결과 과학적 예상에 대한 관점에 통계적으로 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다. 여학생도 과학적 예상에 대한 관점에 차이가 없었다. 남·여학생을 합하여 전체로 비교하여도 과학적 예상에 대한 관점에 차이가 없었다. 구체적으로 사전과 사후에서 비율을 살펴보면, 사전의 경우는 과학적 예상에 대해 현대적인 관점을 가진 남학생은 사전 31.8%에서 30.3%로 1.5% 감소하였고, 여학생은 사전 30.8%에서 28.2%로 2.6% 감소했다. 전체적으로 보면 과학적 예상에 대한 현대적 관점은 사전 31.4%에서 사후 29.5%로 1.9% 감소했다. 이는 강경희와 정충덕(2014)의 일반계고등학교 남·여학생 대상 연구에서 과학적 예상에 대하여 현대적인 관점을 가진 학생이 남학생 30%, 여학생 38%로 나타난 것과 비교하면 거의 일치한다. 과학탐구아카데미에 참가한 남·여학생들의 과학적 예상에 대한 관점에 대해 남·여학생 사이에 차이가

나타나지 않았다. 자기주도적 과학탐구활동은 참가한 학생들의 과학적 예상에 대한 관점 변화에는 영향을 주지 못한 것으로 판단된다.

과학적 예상에 대한 현대적인 관점은 과학적 지식에 바탕을 두고 예측을 하였을 경우 예측은 확실할 수 없다(김지영, 강순희, 2007)는 것이다. 과학적 예상에 대해 현대적인 관점을 가진 학생이 사전·사후에 각각 31.4%와 29.5%로 낮게 나타난 것은 과학탐구아카데미에 참가한 학생들이 과학에 대한 활동 경험을 통해 정확한 과학지식을 바탕으로 예상하면 그 결과는 옳다고 생각하는 절대적인 관점이 형성되었기 때문으로 판단된다.

<표 IV-33> 과학탐구아카데미가 남·여학생의 과학적 예상에 대한 관점에 준 영향

문항 내용	남학생		여학생		전체		
	사전	사후	사전	사후	사전	사후	
	빈도 (%)	빈도 (%)	빈도 (%)	빈도 (%)	빈도 (%)	빈도수 (%)	
과학자가 정확한 과학 지식을 사용하여 어떤 예상을 했다. 이 때 이 과학자는 사람들에게 어떻게 말해야 할까?	예상은 확실하므로 '확실히 무엇이 일어날 것이다'라고 말해야 한다	19 28.8%	17 25.8%	13 33.3%	9 23.1%	32 30.5%	26 24.8%
	예상은 확실하더라도 '아마도 무엇이 일어날지도 모른다'라고 말해야 한다	26 39.4%	28 42.4%	13 33.3%	19 48.7%	39 37.1%	47 44.8%
	예상은 확실할 수가 없으므로 '아마도 무엇이 일어날지도 모른다'라고 말해야 한다	21 31.8%	20 30.3%	12 30.8%	11 28.2%	33 31.4%	31 29.5%
	내 생각과 같은 답이 없다	0 0.0%	1 1.5%	1 2.6%	0 0.0%	1 1.0%	1 1.0%
		$\chi^2=1.210,$ $p=.751$		$\chi^2=2.896,$ $p=.408$		$\chi^2=1.427,$ $p=.699$	

과학적 예상에 대해 현대적인 관점을 가진 학생의 비율은 학교 급별로 보면 중·고등학생 사이에 차이가 거의 나타나지 않았으며, 성별로 보아도 남·여학생 사이에 차이가 나타나지 않았다. 과학탐구아카데미는 과학적 예상에 대한 관점에

영향을 주지 못한 것으로 판단된다,

### 8) 과학적 방법에 미치는 영향

#### (1) 학교 급별에 따른 사전, 사후 비교

과학탐구아카데미에 참가한 중·고등학생들의 학교 급별에 따른 과학적 방법에 대한 관점을 비교하기 위해  $\chi^2$  분석을 실시하였으며, 그 결과는 <표 IV-34>와 같다. 사전검사에서 학교 급별에 따른 과학적 방법에 대한 관점에서 통계적으로 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다( $\chi^2=8.512$ ,  $p=.05$ ). 그러나 사후검사에서는 과학적 방법에 대한 관점에 유의미한 차이가 없었다. 구체적으로 사전과 사후에서 비율을 살펴보면, 사전의 경우는 과학적 방법에 대해 현대적인 관점인 “대부분의 착오는 새로운 발견이나 통찰을 이끌어낼 수 있으므로 과학은 진보할 것이다” 라는 관점을 가지고 있는 중학생은 62.2%, 고등학생은 76.5%로 나타났으며, 사후에서는 과학적 방법에 대해 현대적인 관점을 가지고 있는 중학생은 76.5%, 고등학생은 69.1%로 나타났다.

<표 IV-34> 학교 급별에 따른 과학적 방법에 대한 관점 검사 결과

문항 내용	사전		사후		
	중학생	고등학생	중학생	고등학생	
	빈도 (%)	빈도 (%)	빈도 (%)	빈도 (%)	
과학자들은 연구 과정에서 착오를 만들면 안된다. 이러한 착오들이 과학의 진보를 저해하는가?	이 착오를 빨리 교정하지 않으면 과학의 진보하지 않는다	2 5.4%	4 5.9%	2 5.4%	4 5.9%
	새로운 기술과 장비는 정확도를 향상시키므로 착오를 줄여야 과학은 빨리 진보한다	11 29.7%	6 8.8%	4 10.8%	11 16.2%
	대부분의 착오는 새로운 발견이나 통찰을 이끌어낼 수 있으므로 과학은 진보할 것이다	23 62.2%	52 76.5%	29 78.4%	47 69.1%
	내 생각과 같은 답이 없다	1 2.7%	6 8.8%	2 5.4%	6 8.8%
		$\chi^2=8.512$ , $p=.037^*$		$\chi^2=1.144$ , $p=.767$	

\*  $p < 0.05$

(2) 중·고등학생의 사전-사후 비교

과학탐구아카데미가 참가한 중·고등학생들의 과학적 방법에 대한 관점에 어떤 영향을 주었는지를 비교하기 위해  $\chi^2$  분석을 실시하였으며, 그 결과는 <표 IV-35>와 같다. 중학생은 과학탐구아카데미 전·후 검사한 결과 과학적 방법에 대한 관점에 통계적으로 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다. 고등학생도 과학적 방법에 대한 관점에 차이가 없었다. 구체적으로 사전과 사후에서 비율을 살펴보면, 사전의 경우는 과학적 방법에 대해 현대적인 관점을 가진 중학생은 사전 62.2%에서 78.4%로 16.2% 증가하였고, 고등학생은 사전 76.5%에서 69.1%로 7.4% 감소했다. 이는 강경희와 정충덕(2014)의 일반계고등학교 연구에서 현대적인 관점을 가진 학생이 68%로 나타난 것과 비교하면 비슷한 결과이다. 과학탐구아카데미에 참가한 중·고등학생 사이에는 과학적 방법에 대해 관점에 차이가 나타났다. 자기주도적 과학탐구활동은 중학생의 과학적 방법에 대한 관점을 현대적으로 변화시켰으며, 고등학생은 절대적으로 변화시켰다고 판단된다.

<표 IV-35> 과학탐구아카데미가 중·고등학생의 과학적 방법에 대한 관점에 준 영향

문항 내용	중학생		고등학생		
	사전	사후	사전	사후	
	빈도 (%)	빈도 (%)	빈도 (%)	빈도 (%)	
과학자들은 연구 과정에서 착오를 만들면 안된다. 이러한 착오들이 과학의 진보를 저해하는가?	이 착오를 빨리 교정하지 않으면 과학의 진보하지 않는다	2 54%	2 54%	4 59%	4 59%
	새로운 기술과 장비는 정확도를 향상시키므로 착오를 줄여야 과학은 빨리 진보한다	11 29.7%	4 10.8%	6 8.8%	11 16.2%
	대부분의 착오는 새로운 발견이나 통찰을 이끌어낼 수 있으므로 과학은 진보할 것이다	23 62.2%	29 78.4%	52 76.5%	47 69.1%
	내 생각과 같은 답이 없다	1 2.7%	2 5.4%	6 8.8%	6 8.8%
	$\chi^2=4.292, P=.232$		$\chi^2=1.723, P=.632$		

(3) 성별에 따른 사전, 사후 비교

과학탐구아카데미에 참가한 중·고등학생들의 성별에 따른 과학적 방법에 대한 관점을 비교하기 위해  $\chi^2$  분석을 실시하였으며, 그 결과는 <표 IV-36>과 같다. 사전검사에서 성별에 따른 과학적 방법에 대한 관점에서 통계적으로 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다. 사후검사에서도 과학적 방법에 대한 관점에 차이가 없었다. 구체적으로 사전과 사후에서 비율을 살펴보면, 사전의 경우는 과학적 방법에 대해 현대적인 관점인 “대부분의 착오는 새로운 발견이나 통찰을 이끌어낼 수 있으므로 과학은 진보할 것이다”라는 관점을 가지고 있는 남학생은 74.2%, 여학생은 66.7%로 나타났으며, 사후에서는 과학적 방법에 대해 현대적인 관점을 가지고 있는 남학생은 72.7%, 여학생은 71.8%로 나타났다.

<표 IV-36> 성별에 따른 과학적 방법에 대한 관점 검사 결과

문항 내용	사전		사후		
	남학생	여학생	남학생	여학생	
	빈도 (%)	빈도 (%)	빈도 (%)	빈도 (%)	
과학자들은 연구 과정에서 착오를 만들면 안된다. 이러한 착오들이 과학의 진보를 저해하는가?	이 착오를 빨리 교정하지 않으면 과학의 진보하지 않는다	5 7.6%	1 2.6%	6 9.1%	0 0.0%
	새로운 기술과 장비는 정확도를 향상시키므로 착오를 줄여야 과학은 빨리 진보한다	8 12.1%	9 23.1%	7 10.6%	8 20.5%
	대부분의 착오는 새로운 발견이나 통찰을 이끌어낼 수 있으므로 과학은 진보할 것이다	49 74.2%	26 66.7%	48 72.7%	28 71.8%
	내 생각과 같은 답이 없다	4 6.1%	3 7.7%	5 7.6%	3 7.7%
	$\chi^2=3.190, p=.363$		$\chi^2=5.233, p=.156$		

(4) 남·여학생의 사전-사후 비교

과학탐구아카데미가 참가한 남·여학생들의 과학적 방법에 대한 관점에 어떤 영향을 주었는지를 비교하기 위해  $\chi^2$  분석을 실시하였으며, 그 결과는 <표 IV-37>

과 같다. 남학생은 과학탐구아카데미 전·후 검사한 결과 과학적 방법에 대한 관점에 통계적으로 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다. 여학생도 과학적 방법에 대한 관점에 차이가 없었다. 남·여학생을 합하여 전체로 비교하여도 과학적 방법에 대한 관점에 차이가 없었다. 구체적으로 사전과 사후에서 비율을 살펴보면, 사전의 경우는 과학적 방법에 대해 현대적인 관점을 가진 남학생은 사전 74.2%에서 72.7%로 2.5% 감소하였고, 여학생은 사전 66.7%에서 72.4%로 5.7% 증가했다. 전체적으로 보면 과학적 방법에 대한 현대적 관점은 사전 71.4%에서 사후 72.4%로 1.0% 증가했다. 이는 강경희와 정충덕(2014)의 일반계고등학교 남·여학생 대상 연구에서 과학적 방법에 대하여 현대적인 관점을 가진 학생이 남학생 58%, 여학생 80%로 나타난 것과 비교하면 남학생은 높고, 여학생은 다소 낮게 나타났다. 과학탐구아카데미에 참가한 남·여학생들의 과학적 방법에 대한 관점에 차이가 나타나지 않았다. 자기주도적 과학탐구활동은 참가한 남학생의 관점 변화에는 영향을 주지 못한 것으로 판단된다.

<표 IV-37> 과학탐구아카데미가 남·여학생의 과학적 방법 대한 관점에 준 영향

문항 내용	남학생		여학생		전체	
	사전	사후	사전	사후	사전	사후
	빈도 (%)	빈도 (%)	빈도 (%)	빈도 (%)	빈도 (%)	빈도수 (%)
과학자들은 연구 과정에서 착오를 만들면 안된다. 이러한 착오들이 과학의 진보를 저해하는가?	이 착오를 빨리 교정하지 않으면 과학의 진보하지 않는다					
	5	6	1	0	6	6
	7.6%	9.1%	2.6%	0.0%	5.7%	5.7%
	새로운 기술과 장비는 정확도를 향상시키므로 착오를 줄여야 과학은 빨리 진보한다					
	8	7	9	8	17	15
	12.1%	10.6%	23.1%	20.5%	16.2%	14.3%
	대부분의 착오는 새로운 발견이나 통찰을 이끌어낼 수 있으므로 과학은 진보할 것이다					
	49	48	26	28	75	76
	74.2%	72.7%	66.7%	71.8%	71.4%	72.4%
	내 생각과 같은 답이 없다					
	4	5	3	3	7	8
	6.1%	7.6%	7.7%	7.7%	6.7%	7.6%
	$\chi^2=.279$ , $p=.964$		$\chi^2=1.133$ , $p=.769$		$\chi^2=.198$ , $p=.978$	

과학적 방법에 대한 현대적인 관점은 과학 지식의 상대성을 인정하고 도구주의, 상황주의, 상대주의의 방법론을 취하는 입장이다(임청환, 김현정, 이성호, 2004). 과학적 방법에 대해 현대적인 관점을 가진 학생이 사전·사후에 각각 71.4%와 72.4%로 나타났다.

과학적 방법에 대해 현대적인 관점을 가진 학생의 비율은 학교 급별로 보면 사전에는 고등학생이 높았고, 사후에는 중학생이 높아 과학탐구아카데미가 중학생들의 과학적 방법에 대한 관점의 변화에 더 영향을 준 것으로 나타났다. 성별로 보면 사전·사후 모두 남학생이 높게 나타났으나 과학탐구아카데미 후 과학적 방법에 대해 현대적인 관점을 보인 학생의 비율이 남학생은 오히려 2.5% 감소하였고, 여학생은 5.7% 증가한 것으로 보아 과학탐구아카데미가 여학생의 과학적 방법에 대한 관점 변화에 더 많은 영향을 준 것을 알 수 있다.

#### 9) 과학 지식의 인식론적 지위에 미치는 영향

##### (1) 학교 급별에 따른 사전, 사후 비교

과학탐구아카데미에 참가한 중·고등학생들의 학교 급별에 따른 과학 지식의 인식론적 지위에 대한 관점을 비교하기 위해  $\chi^2$  분석을 실시하였으며, 그 결과는 <표 IV-38>과 같다. 사전검사에서 학교 급별에 따른 과학 지식의 인식론적 지위에 대한 관점에서 통계적으로 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다. 사후검사에서도 과학 지식의 인식론적 지위에 대한 관점에 유의미한 차이가 없었다. 구체적으로 사전과 사후에서 비율을 살펴보면, 사전의 경우는 과학 지식의 인식론적 지위에 대해 현대적인 관점인 “과학이론은 발견되는 경우도 있고, 창조되는 경우도 있다” 라는 관점을 가지고 있는 중학생은 40.5%, 고등학생은 35.3%로 나타났으며, 사후에서는 과학 지식의 인식론적 지위에 대해 현대적인 관점을 가지고 있는 중학생은 51.4%, 고등학생은 45.6%로 나타났다.

<표 IV-38> 학교 급별에 따른 과학 지식의 인식론적 지위에 대한 관점 검사 결과

문항 내용	사전		사후	
	중학생	고등학생	중학생	고등학생
	빈도 (%)	빈도 (%)	빈도 (%)	빈도 (%)
과학이론은 발견되는 것이다.	20 54.1%	32 47.1%	15 40.5%	25 36.8%
광부는 금을 '발견한다'. 작곡가는 음악을 '창조한다'. 그렇다면 과학자는 과학이론을 발견하는 것인가, 창조하는 것인가?	15 40.5%	24 35.3%	19 51.4%	31 45.6%
과학이론은 창조되는 것이다.	1 2.7%	6 8.8%	2 5.4%	8 11.8%
내 생각과 같은 답이 없다	1 2.7%	6 8.8%	1 2.7%	4 5.9%
	$\chi^2=3.107, p=.375$		$\chi^2=1.783, p=.619$	

(2) 중·고등학생의 사전-사후 비교

과학탐구아카데미가 참가한 중·고등학생들의 과학 지식의 인식론적 지위에 대한 관점에 어떤 영향을 주었는지를 비교하기 위해  $\chi^2$  분석을 실시하였으며, 그 결과는 <표 IV-39>와 같다. 중학생은 과학탐구아카데미 전·후 검사한 결과 과학 지식의 인식론적 지위에 대한 관점에 통계적으로 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다. 고등학생도 과학 지식의 인식론적 지위에 대한 관점에 차이가 없었다. 구체적으로 사전과 사후에서 비율을 살펴보면, 사전의 경우는 과학 지식의 인식론적 지위에 대해 현대적인 관점을 가진 중학생은 사전 40.5%에서 51.4%로 10.9% 증가하였고, 고등학생은 사전 35.3%에서 45.6%로 10.3% 증가했다. 이는 강경희와 정충덕(2014)의 일반계고등학교 연구에서 현대적인 관점을 가진 학생이 43%나타난 것과 비슷한 결과이다. 또한 노태희 등(2002)의 연구에서 초등학생들의 49.4%가 과학이론에 대해 실험이나 관찰을 통해 사실로 증명된 것이라는 견해를 많이 지니고 있었다는 결과와도 거의 일치한다. 과학탐구아카데미에 참가한 중·고등학생 사이에는 학지식의 인식론적 지위에 대한 관점에 사전·사후에 각각 5% 정도 차이가 나타났다. 또한 사전과 비교하여 사후에 현대적인 관점이 10% 정도 높아진 것으로 보아 자기주도적 과학탐구활동은 중·고등학생들의 과학지식의 인식론적 지위에 대한 관점 변화에 어느 정도 영향을 준 것으로 판단된다.

<표 IV-39> 과학탐구아카데미가 중·고등학생의 과학 지식의 인식론적 지위에 대한 관점에 준 영향

문항 내용	중학생		고등학생	
	사전	사후	사전	사후
	빈도 (%)	빈도 (%)	빈도 (%)	빈도 (%)
과학이론은 발견되는 것이다.	20 54.1%	15 40.5%	32 47.1%	25 36.8%
광부는 금을 '발견한다'. 작곡가는 음악을 '창조한다'. 그렇다면 과학자는 과학이론을 발견하는 것인가, 창조하는 것인가?	15 40.5%	19 51.4%	24 35.3%	31 45.6%
과학이론은 발견되는 경우도 있고, 창조되는 경우도 있다.	1 2.7%	2 5.4%	6 8.8%	8 11.8%
내 생각과 같은 답이 없다	1 2.7%	1 2.7%	6 8.8%	4 5.9%
	$\chi^2=1.518, p=.678$		$\chi^2=2.436, p=.487$	

(3) 성별에 따른 사전, 사후 비교

과학탐구아카데미에 참가한 중·고등학생들의 성별에 따른 과학 지식의 인식론적 지위에 대한 관점을 비교하기 위해  $\chi^2$  분석을 실시하였으며, 그 결과는 <표 IV-40>과 같다. 사전검사에서 성별에 따른 과학 지식의 인식론적 지위에 대한 관점에서 통계적으로 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다. 사후검사에서도 과학 지식의 인식론적 지위에 대한 관점에 유의미한 차이가 없었다. 구체적으로 사전과 사후에서 비율을 살펴보면, 사전의 경우는 과학 지식의 인식론적 지위에 대해 현대적인 관점인 “과학이론은 발견되는 경우도 있고, 창조되는 경우도 있다”라는 관점을 가지고 있는 남학생은 33.3%, 여학생은 43.6%로 나타났으며, 사후에서는 과학 지식의 인식론적 지위에 대해 현대적인 관점을 가지고 있는 남학생은 37.9%, 여학생은 64.1%로 나타났다.

<표 IV-40> 성별에 따른 과학 지식의 인식론적 지위에 대한 관점 검사 결과

문항 내용	사전		사후	
	남학생	여학생	남학생	여학생
	빈도 (%)	빈도 (%)	빈도 (%)	빈도 (%)
과학이론은 발견되는 것이다.	36 54.5%	16 41.0%	30 45.5%	10 25.6%
광부는 금을 '발견한다'. 작곡가는 음악을 '창조한다'. 그렇다면 과학자는 과학이론을 발견하는 것인가, 창조하는 것인가?	22 33.3%	17 43.6%	25 37.9%	25 64.1%
과학이론은 창조되는 것이다.	4 6.1%	3 7.7%	8 12.1%	2 5.1%
내 생각과 같은 답이 없다	4 6.1%	3 7.7%	3 4.5%	2 5.1%
	$\chi^2=1.795, p=.616$		$\chi^2=7.343, p=0.062$	

(4) 남·여학생의 사전-사후 비교

과학탐구아카데미가 참가한 남·여학생들의 과학 지식의 인식론적 지위에 대한 관점에 어떤 영향을 주었는지를 비교하기 위해  $\chi^2$  분석을 실시하였으며, 그 결과는 <표 IV-41>과 같다. 남학생은 과학탐구아카데미 전·후 검사한 결과 과학 지식의 인식론적 지위에 대한 관점에 통계적으로 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다. 여학생도 과학 지식의 인식론적 지위에 대한 관점에 차이가 없었다. 남·여학생을 합하여 전체로 비교하여도 과학 지식의 인식론적 지위에 대한 관점에 차이가 없었다. 구체적으로 사전과 사후에서 비율을 살펴보면, 사전의 경우는 과학 지식의 인식론적 지위에 대해 현대적인 관점인 전통적 인식론과 구성주의적 관점을 모두 가진 남학생은 사전 33.3%에서 37.9%로 4.6% 증가하였고, 여학생은 사전 43.6%에서 64.1%로 20.5% 증가했다. 전체적으로 보면 과학 지식의 인식론적 지위에 대한 현대적 관점은 사전 37.1%에서 사후 47.6%로 10.5% 증가했다. 이는 강경희와 정충덕(2014)의 일반계고등학교 연구에서 현대적인 관점을 가진 학생이 남학생은 38%, 여학생은 49%로 나타난 것과 비교하면 남학생은 사전에는 낮았으나 사후에는 비슷하게 나타났으며, 여학생은 사전에는 비슷하였으나 사후에는 높은 편으로 나타났다. 과학탐구아카데미에 참가한 남·여학생 사이에는

과학지식의 인식론적 지위에 대한 관점에 대해 사전·사후 모두 여학생이 높게 나타났다. 또한 사전과 비교하여 사후에 현대적인 관점이 남학생은 4.6%, 여학생은 20.5% 증가한 것으로 보아 여학생에게 더 큰 영향을 준 것으로 판단된다.

과학 지식의 인식론적 지위에 대해 사전에는 중·고등학생 모두 전통적 인식론인 “과학지식은 발견되는 것이다”란 관점이 가장 높게 나타났다. 그러나 과학탐구아카데미 후에는 과학 지식의 인식론적 지위에 대해 현대적인 관점인 전통적 인식론과 구성주의적 관점을 함께 가지고 있는 학생의 비율이 가장 높게 나타났다. 과학탐구아카데미는 참가한 학생들의 과학 지식의 인식론적 지위에 대한 관점에 영향을 주었음을 알 수 있다.

<표 IV-41> 과학탐구아카데미가 남·여학생의 과학 지식의 인식론적 지위에 대한 관점에 준 영향

문항 내용	남학생		여학생		전체	
	사전	사후	사전	사후	사전	사후
	빈도 (%)	빈도 (%)	빈도 (%)	빈도 (%)	빈도 (%)	빈도수 (%)
과학이론은 발견되는 것이다.	36 54.5%	30 45.5%	16 41.0%	10 25.6%	52 49.5%	40 38.1%
광부는 금을 ‘발견한다’. 작곡가는 음악을 ‘창조한다’. 그렇다면 과학자는 과학이론을 발견하는 것인가, 창조하는 것인가?	22 33.3%	25 37.9%	17 43.6%	25 64.1%	39 37.1%	50 47.6%
과학이론은 창조되는 것이다.	4 6.1%	8 12.1%	3 7.7%	2 5.1%	7 6.7%	10 9.5%
내 생각과 같은 답이 없다	4 6.1%	3 4.5%	3 7.7%	2 5.1%	7 6.7%	5 4.8%
	$\chi^2=2.213$ , p=.529		$\chi^2=3.308$ , p=.346		$\chi^2=3.788$ , p=.285	

10) 자기주도적 과학탐구활동이 과학의 본성에 대한 인식에 미치는 영향 종합  
과학의 본성에 대하여 하위 요소별 사전, 사후 및 증감을 비교한 결과는 <표 IV-42>와 같다. 과학의 본성에 대한 하위요소 중 높은 순서를 보면 사전에는 이론의 가정, 과학적 추론의 검증, 과학적 의사 결정, 과학적 방법, 과학지식의 잠정성, 관찰의 이론의존성, 과학이론의 사회적 구성, 과학지식의 인식론적 지위,

과학적 예상 순으로 나타났다. 사후에는 이론의 가정, 과학적 의사결정, 과학적 추론의 검증, 과학지식의 잠정성, 과학적 방법, 관찰의 이론의존성, 과학이론의 사회적 구성, 과학지식의 인식론적 지위, 과학적 예상 순으로 높게 나왔다. 사전과 사후의 변화된 정도를 비교하여 보면 과학지식의 인식론적 지위는 10.5% 증가하여 가장 큰 폭으로 높아졌으며, 과학지식의 잠정성 9.5%, 이론의 가정 5.7%, 과학적 의사 결정 4.7%, 관찰의 이론의존성 2.8%, 그리고 과학적 추론의 검증 1.0% 상승하였다. 반면 과학적 추론의 검증은 사전과 사후에 변화가 없었으며, 과학적 예상 -1.9%, 과학이론의 사회적 구성 -2.8% 감소하였다. 이는 김경대(2006)가 한국과학영재학교 재학생을 대상으로 과학의 본성에 대한 인식을 연구한 결과 과학의 본성에 대한 인식 중 과학지식의 잠정성에서 가장 높게 나온 결과와 다소 차이가 있다.

<표 IV-42> 과학의 본성 하위요소 비교

하위요소	사전	사후	증감
관찰의 이론의존성	66.7%	69.5%	2.8%
과학지식의 잠정성	67.6%	77.1%	9.5%
과학적 의사 결정	76.2%	80.9%	4.7%
과학이론의 사회적 구성	59.0%	56.2%	-2.8%
과학적 추론의 검증	77.1%	77.1%	0.0%
이론의 가정	85.7%	91.4%	5.7%
과학적 예상	31.4%	29.5%	-1.9%
과학적 방법	71.4%	72.4%	1.0%
과학지식의 인식론적 지위	37.1%	47.6%	10.5%

### 3. 자기주도적 과학탐구활동이 중학생의 과학자에 대한 인식에 미치는 영향

자기주도적 과학탐구활동인 제주창의과학캠프가 중학생의 과학자에 대한 인식에 미치는 영향을 조사하여 과학탐구활동에 대한 교육적 시사점을 얻고자 사전·사후 검사를 실시했다. 그 결과를 정리하면 다음과 같다.

#### 1) 선택형 검사지 검사 결과

##### (1) 창의과학캠프가 중학생의 과학자에 대한 인식에 미치는 영향

제주창의과학캠프에 참가한 학생들이 과학자에 대한 인식을 알아보기 위해 활동 전·후 각 검사 문항에 대하여 평균값, 표준편차,  $t$ 점수 및 유의도를 조사했다. 그 결과 아래의 <표 IV-43>과 같다.

창의과학캠프를 운영하기 전에 참가한 학생들의 과학자에 대해 어떻게 인식하고 있는지 각 검사 문항에 대하여 평균값을 비교해 보았다. 학생들이 과학자에 대하여 긍정적으로 인식하고 있는 것은 과학자는 상상력이 풍부하다( $M=4.69$ ), 과학자는 머리가 좋다( $M=4.29$ ), 과학자는 신중하다( $M=4.23$ ), 과학자는 평화를 원한다( $M=4.14$ ), 과학자는 책임감이 있다( $M=4.11$ ), 과학자는 부지런하다( $M=4.02$ ), 과학자는 인간을 존중한다( $M=3.94$ ), 과학자는 재미있다( $M=3.90$ ), 과학자는 예술적 감각이 있다( $M=3.78$ ), 과학자는 다른 사람을 염려한다( $M=3.58$ ), 과학자는 다른 사람의 의견을 존중한다( $M=3.46$ )로 총 12문항 중 11문항이며, 부정적으로 인식하고 있는 것은 과학자는 종교를 믿는다( $M=2.81$ ) 1문항이다. 이는 김수연(2012)의 ‘과학사 읽기 자료 유형이 고등학생들의 과학자에 대한 인식에 미치는 영향’에서 고등학생을 대상으로 한 과학자에 대한 인식조사에서 평균값이 3.0 이상인 문항이 3개 나온 것과 비교하면 매우 높은 결과이다.

창의과학캠프 운영 후 학생들의 과학자에 대한 인식은 과학자는 상상력이 풍부하다( $M=4.73$ ), 과학자는 책임감이 있다( $M=4.43$ ), 과학자는 머리가 좋다( $M=4.29$ ), 과학자는 신중하다( $M=4.24$ ), 과학자는 부지런하다( $M=4.21$ ), 과학자는 재미있다( $M=4.21$ ), 과학자는 인간을 존중한다( $M=4.15$ ), 과학자는 평화를 원한다( $M=4.13$ ), 과학자는 예술적 감각이 있다( $M=4.06$ ), 과학자는 다른 사람을 염려한다( $M=3.82$ ), 과학자는 다른 사람의 의견을 존중한다( $M=3.78$ ), 과학자는 종교를 믿는다( $M=3.04$ )로 나타나 모든 문항에 대하여 긍정적으로 인식하고 있었다.

과학자에 대한 사전과 사후의 인식을 문항별로 자세하게 살펴보면 다음과 같다. “과학자는 신중하다”란 질문에 평균값이 사전 4.23에서 사후 4.24로 0.01점 높

아졌으나 통계적으로 유의하지 않았다. “과학자는 머리가 좋다”는 질문에 사전과 사후에 4.29점으로 나와 변화가 없었다. “과학자는 부지런하다”란 질문에 사전 4.02점에서 사후 4.21점으로 0.21점 높아졌으나 유의하지 않았다. “과학자는 상상력이 풍부하다”란 질문에 사전 4.69점에서 사후 4.73점으로 0.04점 높아졌으나 유의하지 않았다. “과학자는 다른 사람을 염려한다”란 질문에 사전 3.58에서 사후 3.82로 0.24점 높아졌으며 유의했다( $p<.05$ ). “과학자는 다른 사람의 의견을 존중한다”란 질문에 사전 3.46에서 사후 3.78로 0.32점 높아졌으며 유의했다( $p<.01$ ). “과학자는 재미있다”란 질문에 사전 3.90에서 사후 4.21로 0.31점 높아졌으며 유의했다( $p<.001$ ). “과학자는 예술적 감각이 있다”란 질문에 사전 3.78에서 사후 4.06로 0.28점 높아졌으며 유의했다( $p<.01$ ). “과학자는 인간을 존중한다”란 질문에 사전 3.94에서 사후 4.15로 0.21점 높아졌으며 유의했다( $p<.05$ ). “과학자는 책임감이 있다”란 질문에 사전 4.11에서 사후 4.43로 0.32점 높아졌으며 유의했다( $p<.01$ ). “과학자는 종교를 믿는다”란 질문에 사전 2.81에서 사후 3.04로 0.23점 높아졌으며 유의했다( $p<.05$ ). “과학자는 평화를 원한다”란 질문에 사전 4.14에서 사후 4.13로 0.01점 낮아졌으나 유의하지 않았다.

총 12문항 중에서 11문항에서 사전보다 사후 점수가 높게 나타났으며, 비교적 사전점수가 낮은 7개 문항 즉 “과학자는 다른 사람을 염려한다”, “과학자는 다른 사람의 의견을 존중한다”, “과학자는 재미있다”, “과학자는 예술적 감각이 있다”, “과학자는 인간을 존중한다”, “과학자는 책임감이 있다”, “과학자는 종교를 믿는다”에서 통계상 유의미한 변화가 있는 것으로 나타났다. 통계상 유의미한 결과가 나오지 않은 문항들도 사전 점수가 매우 높았기 때문에 사후 점수가 높게 나왔음에도 유의미하게 나오지 않은 것으로 판단된다. 따라서 1문항을 제외하고 모든 문항에서 과학자에 인식에 대해 긍정적으로 변한 것으로 판단된다. 이는 제시된 문제를 학생 스스로 창의적으로 설계하여 해결하는 창의과학캠프 활동을 통해 학생들이 과학자와 공학자들의 하는 일을 체험해 봄으로써 과학자에 대한 인식을 긍정적으로 변화시킨 결과이다.

<표 IV-43> 중학생의 과학자에 대한 인식 (N=99)

문항	사전		사후		t	p
	M	SD	M	SD		
과학자는 신중하다	4.23	0.99	4.24	1.01	-1.10	.917
과학자는 머리가 좋다	4.29	0.84	4.29	0.86	0.00	1.001
과학자는 부지런하다	4.02	1.02	4.21	1.05	-1.82	.071
과학자는 상상력이 풍부하다	4.69	0.60	4.73	0.53	-.67	.508
과학자는 다른 사람을 염려한다	3.58	1.15	3.82	1.14	-2.05	.043*
과학자는 다른 사람의 의견을 존중한다	3.46	1.28	3.78	1.24	-3.04	.003**
과학자는 재미있다	3.90	1.11	4.21	1.05	-3.46	.001**
과학자는 예술적 감각이 있다	3.78	1.12	4.06	1.07	-2.90	.005**
과학자는 인간을 존중한다	3.94	0.99	4.15	0.93	-2.20	.030*
과학자는 책임감이 있다	4.11	1.05	4.43	0.84	-3.33	.001**
과학자는 종교를 믿는다	2.81	1.07	3.04	1.10	-2.08	.041*
과학자는 평화를 원한다	4.14	1.02	4.13	1.02	.12	.909

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

## (2) 남중생의 과학자에 대한 인식에 미치는 영향

창의과학캠프가 남자 중학생들의 과학자에 대한 인식에 어떤 영향을 주는지 알아보기 위하여 사전·사후 검사를 비교했다. 그 결과는 아래의 <표 IV-44>과 같다.

창의과학캠프를 운영하기 전에 참가한 남학생들이 과학자에 대해 어떻게 인식하고 있는지 각 검사 문항에 대하여 평균값을 비교해 보았다. 남학생들이 과학자에 대하여 긍정적으로 인식하고 있는 것은 과학자는 상상력이 풍부하다(M=4.72), 과학자는 신중하다(M=4.3), 과학자는 평화를 원한다(M=4.20), 과학자는 머리가 좋다(M=4.16), 과학자는 부지런하다(M=4.14), 과학자는 책임감이 있다(M=4.02), 과학자는 재미있다(M=4.00), 과학자는 인간을 존중한다(M=3.96), 과학자는 예술적 감각이 있다(M=3.72), 과학자는 다른 사람을 염려한다(M=3.64), 과학자는 다른 사람의 의견을 존중한다(M=3.56) 총 12문항 중 11문항이며, 부정적으로 인식

하고 있는 것은, 과학자는 종교를 믿는다(M=2.68) 1문항이다.

창의과학캠프 운영 후 남학생들의 과학자에 대한 인식은 과학자는 상상력이 풍부하다(M=4.72), 과학자는 신중하다(M=4.46), 과학자는 책임감이 있다(M=4.42), 과학자는 부지런하다(M=4.40), 과학자는 재미있다(M=4.38), 과학자는 머리가 좋다(M=4.36), 과학자는 평화를 원한다(M=4.26), 과학자는 인간을 존중한다(M=4.22), 과학자는 예술적 감각이 있다(M=4.14), 과학자는 다른 사람을 염려한다(M=4.12), 과학자는 다른 사람의 의견을 존중한다(M=4.06), 과학자는 종교를 믿는다(M=3.06)로 나타나 모든 문항에 대하여 긍정적으로 인식하고 있는 것으로 나타났다.

과학자에 대한 사전과 사후의 인식을 문항별로 자세하게 살펴보면 다음과 같다. “과학자는 신중하다”란 질문에 평균값이 사전 4.34에서 사후 4.46로 0.12점 높아졌으나 유의하지 않았다. “과학자는 머리가 좋다”는 질문에 사전 4.16점에서 사후에 4.36점으로 0.2점 높아졌으나 유의하지 않았다. “과학자는 부지런 하다”란 질문에 사전 4.14점에서 사후 4.4점으로 0.26점 높아졌으나 유의하지 않았다. “과학자는 상상력이 풍부하다”란 질문에 사전·사후 4.72으로 유의하지 않았다. “과학자는 다른 사람을 염려한다”란 질문에 사전 3.64에서 사후 4.12로 0.48점 높아졌으며 유의했다( $p<.05$ ). “과학자는 다른 사람의 의견을 존중한다”란 질문에 사전 3.56에서 사후 4.06로 0.5점 높아졌으며 유의했다( $p<.05$ ). “과학자는 재미있다”란 질문에 사전 4.00에서 사후 4.38로 0.38점 높아졌으며 유의했다( $p<.05$ ). “과학자는 예술적 감각이 있다”란 질문에 사전 3.72에서 사후 4.14로 0.42점 높아졌으며 유의했다( $p<.05$ ). “과학자는 인간을 존중한다”란 질문에 사전 3.96에서 사후 4.22로 0.26점 높아졌으며 유의하지 않았다. “과학자는 책임감이 있다”란 질문에 사전 4.02에서 사후 4.42로 0.4점 높아졌으며 유의했다( $p<.01$ ). “과학자는 종교를 믿는다”란 질문에 사전 2.68에서 사후 3.06로 0.38점 높아졌으며 유의했다( $p<.05$ ). “과학자는 평화를 원한다”란 질문에 사전 4.2에서 사후 4.26로 0.06점 낮아졌으나 유의하지 않았다.

총 12문항 중에서 11문항에서 사전보다 사후 점수가 높게 나타났으며, 1개 문항은 사전·사후 점수가 같게 나왔다. 비교적 사전 점수가 낮은 6개 문항 즉 “과학자는 다른 사람을 염려한다”, “과학자는 다른 사람의 의견을 존중한다”, “과학

자는 재미있다”, “과학자는 예술적 감각이 있다”, “과학자는 책임감이 있다”, “과학자는 종교를 믿는다”에서 통계상 유의미한 변화가 있는 것으로 나타났다. 통계상 유의미한 결과가 나오지 않은 문항 즉, “과학자는 신중하다”, “과학자는 부지런하다”, “과학자는 상상력이 풍부하다”, “과학자는 인간을 존중한다”, “과학자는 평화를 원한다”들도 사전 점수가 매우 높았기 때문에 사후 점수가 높게 나왔음에도 유의미하게 나오지 않은 것으로 판단된다. 따라서 창의과학캠프에 참가한 남학생들은 모든 문항에서 과학자에 인식에 대해 긍정적으로 변한 것으로 판단된다.

<표 IV-44> 남중생의 과학자에 대한 인식(N=50)

문항	사전		사후		t	p
	M	SD	M	SD		
과학자는 신중하다	4.34	0.92	4.46	0.84	-.95	.348
과학자는 머리가 좋다	4.16	0.87	4.36	0.83	-1.87	.067
과학자는 부지런하다	4.14	0.97	4.40	0.95	-1.46	.150
과학자는 상상력이 풍부하다	4.72	0.61	4.72	0.54	0.00	1.001
과학자는 다른 사람을 염려한다	3.64	1.06	4.12	1.00	-2.87	.006*
과학자는 다른 사람의 의견을 존중한다	3.56	1.28	4.06	1.20	-2.87	.006*
과학자는 재미있다	4.00	1.14	4.38	1.01	-2.61	.012*
과학자는 예술적 감각이 있다	3.72	1.09	4.14	0.93	-2.68	.010*
과학자는 인간을 존중한다	3.96	1.03	4.22	1.08	-1.48	.145
과학자는 책임감이 있다	4.02	1.00	4.42	0.91	-2.92	.005**
과학자는 종교를 믿는다	2.68	1.15	3.06	1.28	-1.94	.058
과학자는 평화를 원한다	4.20	1.07	4.26	1.07	-.44	.659

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

### (3) 여중생의 과학자에 대한 인식에 미치는 영향

창의과학캠프가 여중생들의 과학자에 대한 인식에 어떤 영향을 주는지 알아보기 위하여 사전·사후 검사를 비교했다. 그 결과는 아래의 <표 IV-45>와 같다.

창의과학캠프를 운영하기 전에 참가한 여학생들의 과학자에 대해 어떻게 인식

하고 있는지 각 검사 문항에 대하여 평균값을 비교해 보았다. 여학생들이 과학자에 대하여 긍정적으로 인식하고 있는 것은 과학자는 상상력이 풍부하다(M=4.65), 과학자는 머리가 좋다(M=4.43), 과학자는 책임감이 있다(M=4.20), 과학자는 신중하다(M=4.12), 과학자는 평화를 원한다(M=4.08), 과학자는 인간을 존중한다(M=3.92), 과학자는 부지런하다(M=3.90), 과학자는 예술적 감각이 있다(M=3.84), 과학자는 재미있다(M=3.80), 과학자는 다른 사람을 염려한다(M=3.51), 과학자는 다른 사람의 의견을 존중한다, (M=3.35), 과학자는 종교를 믿는다(M=2.94) 순으로 나타났으며, 12개 문항 중 11개 문항에서 과학자에 대하여 긍정적으로 인식하고 있는 것으로 나타났다.

창의과학캠프 운영 후 여학생들의 과학자에 대한 인식은 과학자는 상상력이 풍부하다(M=4.74), 과학자는 책임감이 있다(M=4.45), 과학자는 머리가 좋다(M=4.22), 과학자는 인간을 존중한다(M=4.08), 과학자는 부지런하다(M=4.02), 과학자는 재미있다(M=4.04), 과학자는 신중하다(M=4.02), 과학자는 평화를 원한다(M=4.00), 과학자는 예술적 감각이 있다(M=3.98), 과학자는 다른 사람을 염려한다(M=3.51), 과학자는 다른 사람의 의견을 존중한다(M=3.49), 과학자는 종교를 믿는다(M=3.02) 순으로 나타나 모든 문항에 대하여 긍정적으로 인식하고 있는 것으로 나타났다.

과학자에 대한 사전과 사후의 인식을 문항별로 자세하게 살펴보면 다음과 같다. “과학자는 신중하다”란 질문에 사전 4.12점에서 사후 4.02점으로 0.1점 감소하였으나 유의하지 않았다. “과학자는 머리가 좋다”란 질문에 사전 4.43점에서 사후 4.22점으로 0.21점 감소하였으나 유의하지 않았다. “과학자는 부지런하다”란 질문에 사전 3.9점에서 사후 4.02점으로 0.12점 증가하였으나 유의하지 않았다. “과학자는 상상력이 풍부하다”란 질문에 사전 4.65점에서 사후 4.74점으로 0.09점 증가하였으나 유의하지 않았다. “과학자는 다른 사람을 염려한다”란 질문에 사전·사후 3.51점으로 유의하지 않았다. “과학자는 다른 사람의 의견을 존중한다”란 질문에 사전 3.35점에서 사후 3.49점으로 0.14점 증가하였으나 유의하지 않았다. “과학자는 재미있다”란 질문에 사전 3.8점에서 사후 4.04점으로 0.24점 증가하였으며 유의했다( $p < .05$ ). “과학자는 예술적 감각이 있다”란 질문에 사전 3.84점에서 사후 3.98점으로 0.14점 증가하였으나 유의하지 않았다. “과학자는 인간을 존중한다

다”란 질문에 사전 3.92점에서 사후 4.08점으로 0.16점 증가하였으며 유의했다 ( $p<.05$ ). “과학자는 책임감이 있다”란 질문에 사전 4.2점에서 사후 4.45점으로 0.25점 증가하였으나 유의하지 않았다. “과학자는 종교를 믿는다”란 질문에 사전 2.94점에서 사후 3.02점으로 0.08점 증가하였으나 유의하지 않았다. “과학자는 평화를 원한다”란 질문에 사전 4.08점에서 사후 4.00점으로 0.08점 감소하였으나 유의하지 않았다.

<표 IV-45> 여중생의 과학자에 대한 인식(N=49)

문항	사전		사후		<i>t</i>	<i>p</i>
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>		
과학자는 신중하다	4.12	1.05	4.02	1.13	.70	.490
과학자는 머리가 좋다	4.43	0.79	4.22	0.90	1.87	.067
과학자는 부지런하다	3.90	1.07	4.02	1.13	-1.10	.278
과학자는 상상력이 풍부하다	4.65	0.60	4.74	0.53	-1.27	.209
과학자는 다른 사람을 염려한다	3.51	1.24	3.51	1.19	0.00	1.001
과학자는 다른 사람의 의견을 존중한다	3.35	1.28	3.49	1.23	-1.23	.227
과학자는 재미있다	3.80	1.08	4.04	1.08	-2.28*	.027
과학자는 예술적 감각이 있다	3.84	1.16	3.98	1.22	-1.27	.212
과학자는 인간을 존중한다	3.92	0.84	4.08	0.76	-2.07*	.044
과학자는 책임감이 있다	4.20	1.10	4.45	0.77	-1.77	.083
과학자는 종교를 믿는다	2.94	0.97	3.02	0.88	-.78	.438
과학자는 평화를 원한다	4.08	0.98	4.00	0.96	.73	.471

\*  $p<.05$

총 12문항 중에서 8문항에서 평균점수가 사전보다 사후에 높게 나타났으며, 1개 문항은 사전·사후 점수가 같게 나고, 3개 문항은 사전보다 낮게 나왔다. 사전·사후점수를 비교하였을 때 “과학자는 재미있다”와 “과학자는 인간을 존중한다” 2개 문항에서만 유의미한 차이를 나타나 창의과학캠프가 여학생의 과학자에 대한 인식의 변화에 남학생보다 영향을 덜 준 것으로 판단된다.

2) 과학자 이미지 그리기 검사 분석도구(DAST-C) 검사 결과

창의과학캠프가 학생들의 과학자에 대한 이미지에 어떤 영향을 주는지 알아보기 위하여 참가자를 대상으로 사전·사후 과학자 이미지 그리기 검사를 실시했다. 학생들이 그린 그림에서 과학자가 가지고 있는 정형적인 요소를 추출하고, 요소가 있는 경우 1점, 없는 경우 0점으로 처리하여 총점을 계산했다. 검사 결과는 아래의 <표 IV-46>과 같다.

참가학생의 과학자에 대한 이미지의 정형정도를 조사한 결과 평균점수가 사전 4.15점에서 사후 3.08점으로 1.07점 감소하였으며 통계적으로 유의미한 차이를 보였다( $p < .001$ ). 참가학생들을 남중생-여중생으로 나누어 분석한 결과 남중생은 평균점수가 사전 4.28점에서 사후 3.76점으로 0.52점 감소하였으며 통계적으로 유의했다( $p < 0.05$ ). 여학생은 사전 4.02점에서 사후 2.39점으로 1.63점 감소하였으며 통계적으로 유의했다( $p < .001$ ). 창의과학캠프는 참가한 남중생과 여중생들의 과학자에 대한 이미지 변화에 긍정적인 영향을 준 것으로 판단된다.

<표 IV-46> 과학자에 대한 이미지 검사 결과

검사 집단	N	사전		사후		t	p
		M	SD	M	SD		
전 체	99	4.15	1.41	3.08	1.50	6.23	.001***
남학생	50	4.28	1.20	3.76	1.32	2.25	.05*
여중생	49	4.02	1.60	2.39	1.37	7.071	.001***

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

남중생과 여중생의 사전과 사후 과학자에 대한 이미지 변화를 분석한 결과 <표 IV-47>과 같다. 사전검사에서 남학생은 평균점이 4.28점, 여학생은 4.02점이 나와 남학생이 0.26점 높았으나 통계적으로 유의하지 않았다. 그러나 사후 검사에서 남학생은 3.76점 여학생은 2.39점으로 남학생이 1.37점 높았으며 통계적으로 유의미한 차이를 보였다( $p < .001$ ). 과학탐구아카데미가 남학생보다 여학생의 과학

자의 이미지를 더 긍정적으로 변화시킨 것으로 판단된다.

<표 IV-47> 성별에 따른 이미지 변화 효과 분석

검사 시기	남학생(N=50)		여학생(N=49)		t	p
	M	SD	M	SD		
사전	4.28	1.20	4.02	1.60	.92	.362
사후	3.76	1.32	2.39	1.37	5.09***	.001

\*\*\*  $p < .001$

과학자의 정형적 이미지를 하위 요소별로 변화를 조사했다. 그 결과는 <표 IV-48>과 같다. 사전 검사 결과 학생들은 연구상징물(89.9%), 실내작업(88%), 실험복(76.8%), 남자 과학자 혼자(50.5%), 지식상징물(31.3%), 안경(28.3%), 과학기술 상징물(23.2%), 중년 이상(22.2%), 수염(3.0%), 위험 또는 비밀표시(1.0%) 순으로 나왔다. 사전에 학생들이 많이 그린 이미지는 연구상징물, 실내작업, 실험복, 남자 과학자 혼자 순서로 4가지 항목에서 50% 이상을 나타낸 것으로 보아 참가한 학생들은 사전에 과학자에 대한 정형적인 이미지를 4개 정도 가지고 있다고 판단된다. 사후 검사 결과 학생들은 실내작업(76.8%), 연구상징물(63.6%), 실험복(47.5%), 남자 과학자 혼자(42.4%), 지식 상징물(32.3%), 중년 이상(16.2%), 안경(15.2%), 과학기술 상징물(13.1%), 수염(1.0%) 순으로 나왔으며 위험 또는 비밀표시는 나오지 않았다. 학생들이 많이 그린 이미지는 실내작업, 연구 상징물 순서로 2개 항목에서 50% 이상을 나타낸 것으로 보아 참가한 학생들은 창의과학캠프 후에 과학자에 대한 정형적인 이미지를 2개 정도 가지고 있는 것으로 판단된다. Barman(1997)은 유치원생에서 고등학생까지 과학자의 이미지 그리기에 대해 조사하였는데 학년이 올라갈수록 과학자에 대해 안경과 수염, 실험복과 같은 정형적인 요소들이 그림에 많이 나타났다고 한다. 초등학교의 일반학생과 과학영재반 학생을 대상으로 이석희(2012)가 과학자에 대해 이미지 검사한 결과에 따르면 일반학생은 4개 항목, 과학영재반 학생들은 5개 항목에서 정형적인 이미지가 나왔다고 한다. Barman와 이석희의 연구와 비추어볼 때 본 연구에서 창의과학캠프에 참가한 학생들이 사전에 4개, 사후에 2개의 정형적인 요소가 나타난 것은 이

례적인 것으로 캠프가 학생들의 과학자의 이미지에 대한 정형적인 생각을 변화시키는 데 큰 역할을 한 것으로 판단된다.

특히 실험복은 사전-사후를 비교할 때 가장 큰 폭으로 줄어든(29.3%) 하위요소인데 이는 캠프에 참가한 학생들이 평상복을 입고 과제를 수행한 것이 과학자 이미지 조사에 반영된 결과라고 여겨진다. 또한 캠프 활동이 기초 실험을 수행한 것이 아니라 창의적인 전기자동차 제작, 무한 반복장치 제작 등 과학지식을 기반으로 공학적인 활동을 주로 수행하였기 때문에 비이커, 시험관 등 연구상징물의 비율도 사전과 비교하여 사후에 큰 폭으로 감소한(26.3%) 것으로 판단된다. 따라서 학생들이 과학탐구활동을 할 때 제공된 환경이 과학자의 인식에 투영되는 것으로 보아 과학탐구활동을 수행할 때 어떤 환경을 조성해 줄 것인가에 대한 충분한 고려가 필요함을 보여준다.

<표 IV-48> 과학자의 정형적 이미지 하위 요소별로 조사한 결과

하위요소	사전		사후		사전-사후 차이	
	사례수 (N=99)	비율(%)	사례수 (N=99)	비율(%)	사례수 (N=99)	비율(%)
실험복	76	76.8	47	47.5	29	29.3
안경	28	28.3	15	15.2	13	13.1
수염	3	3.0	1	1.0	2	2
연구상징물	89	89.9	63	63.6	26	26.3
지식상징물	31	31.3	32	32.3	-1	-1
과학기술상징물	23	23.2	13	13.1	10	10.1
남자과학자혼자	50	50.5	42	42.4	8	8.1
위험 또는 비밀표시	1	1.0	0	-	1	1
실내작업	88	88.9	76	76.8	12	12.1
중년이상	22	22.2	16	16.2	6	6

학생의 그림 솜씨가 좋지 않아 생길 수 있는 오류를 보완하기 위하여 자신의 그린 그림에 대해 과학자의 성별, 연령, 외모의 특징, 하고 있는 일을 기록하도록

하였고, 추가로 “과학자”라고 하면 가장 먼저 떠오르는 단어를 기록하도록 했다.

과학자의 성별에 대한 학생들의 인식은 사전의 경우 남학생은 92.0%가 남자, 6%가 여자, 남·여 모두는 2.0%라고 응답하였으며, 여학생은 26.5%가 남자, 71.4%가 여자, 남·여 모두는 2.0%라 응답하였다. 사후의 경우 남학생은 90.0%가 남자, 4.0%가 여자, 남·여 모두는 6.0%로 나타났으며, 여학생은 22.4%가 남자, 73.5%가 여자, 남·여 모두는 4.1%로 나타났다. 과학자의 성별에 대하여 대부분의 학생들이 사전과 사후 모두 동성의 과학자 이미지를 가지고 있었다. 남학생의 경우 90% 이상의 학생들이 동성의 과학자 이미지를 가지고 있는데 비해 여학생은 71~74%가 동성의 과학자 이미지를 가지고 있다. 이처럼 동성의 과학자 이미지를 갖는 것과 남학생이 여학생보다 그 정도가 크게 나타난 것은 황덕근(1994), 홍명순(1999), 권화자(2002)의 연구 결과와 일치한다. 또한, 활동 전·후 차이가 별로 나타나지 않은 것으로 보아 창의과학캠프가 학생들이 가지고 있는 과학자의 성별에 대한 인식에는 영향을 주지 못한 것으로 판단된다.

<표 IV-49> 과학자의 성별

성별	사전			사후		
	남 (%)	여 (%)	계 (%)	남 (%)	여 (%)	계 (%)
남성	46 (92.0)	13 (26.5)	59 (59.6)	45 (90.0)	11 (22.4)	56 (56.6)
여성	3 (6.0)	35 (71.4)	38 (38.4)	2 (4.0)	36 (73.5)	38 (38.4)
성별에 관계없음	1 (2.0)	1 (2.0)	2 (2.0)	3 (6.0)	2 (4.1)	5 (5.1)

학생들이 가지고 있는 과학자의 연령에 대한 인식은 사전의 경우 남학생은 30대(50%), 20대(24%), 40대(14%) 순으로 나타났으며, 여학생은 30대(40.8%), 20대(30.6%), 40대(20.4%) 순으로 나타났다. 사후의 경우 남학생은 30대(34%), 20대(34%), 40대(10%)로 사전보다 30대는 작아지고 20대가 많아져 더 젊게 나타났다. 여학생은 30대(42.9%), 20대(26.5%), 40대(12.2%) 순으로 나타나 사전과 별 차이가 나타나지 않았다. 대부분의 학생들은 과학자의 나이를 20대와 30대로 젊게 인

식하고 있는 것으로 나타났으며, 이는 전화영(2001), 권화자(2002)의 연구결과 우리나라 학생들은 젊은 과학자의 이미지를 가지고 있다는 것과 일치한다. 그러나 외국의 연구인 Sjoberg(1988)의 연구에서 학생들은 과학자의 연령을 노년이나 중년으로 인식하고 있다는 것과는 상반된 결과이다. 창의과학캠프는 남학생들의 과학자의 연령에 대한 인식을 젊게 변화시키도록 영향을 주었으나 여학생들의 과학자의 연령에 대한 인식에는 영향을 주지 않은 것으로 나타났다.

<표 IV-50> 과학자의 연령

연령	사전			사후		
	남학생수 (%)	여학생수 (%)	계 (%)	남학생수 (%)	여학생수 (%)	계 (%)
10대	1 (2)	3 (6.1)	4 (4.0)	2 (4)	4 (8.2)	6 (6.1)
20대	12 (24)	15 (30.6)	27 (27.3)	17 (34)	13 (26.5)	30 (30.3)
30대	25 (50)	20 (40.8)	45 (45.5)	17 (34)	21 (42.9)	38 (38.4)
40대	7 (14)	10 (20.4)	17 (17.2)	5 (10)	6 (12.2)	11 (11.1)
50대	3 (6)	0 (0.0)	3 (3.0)	5 (10)	3 (6.1)	8 (8.1)
60대 이상	2 (4)	1 (2.0)	3 (3.0)	4 (8)	2 (4.1)	6 (6.1)

학생들이 가지고 있는 과학자가 입고 있는 옷에 대한 인식은 사전과 사후 그리고 남·여 모두 실험복, 평상복, 특수복 순으로 나타났다. 실험복의 경우 사전에는 남학생 76.6%, 여학생 78.7%로 나타났으나 사후에 남학생은 62.8%로 나타나 13.8% 감소하였으며, 여학생은 58.7%로 20% 감소하였다. 반면 평상복은 남학생의 경우 사전 19.1%였으나 사후 34.9%로 15.8% 증가하였고, 여학생은 사전 14.9%에서 39.1%로 24.2% 증가하였다. 이는 창의과학캠프에 참가한 학생들이 평상복을 입고 과제탐구를 수행하여 이것이 과학자가 입고 있는 옷에 대한 학생들의 생각에 반영된 것으로 판단된다.

<표 IV-51> 과학자가 입고 있는 옷

옷	사전			사후		
	남학생수 (%)	여학생수 (%)	계 (%)	남학생수 (%)	여학생수 (%)	계 (%)
평상복	9 (19.1)	7 (14.9)	16 (17.0)	15 (34.9)	18 (39.1)	33 (37.1)
실험복	36 (76.6)	37 (78.7)	73 (77.7)	27 (62.8)	27 (58.7)	54 (60.7)
특수복	2 (4.3)	1 (2.1)	3 (3.2)	1 (2.3)	0 (0.0)	1 (1.1)
기타	0 (0.0)	2 (2.2)	2 (2.1)	0 (0.0)	1 (2.2)	1 (1.1)

학생들이 가지고 있는 과학자의 머리모양에 대한 인식은 사전의 경우 남학생은 단정한 머리 또는 단발머리(60.0%), 묶음머리 또는 긴머리(14.0%), 헝클어진 머리(10%) 순으로 나타났고, 여학생은 묶음머리 또는 긴머리(42.9%), 단정한 머리 또는 단발머리(26.5%), 파마 머리(14.3%) 순으로 나타났다. 사후의 경우 남학생은 단정한 머리 또는 단발머리(66.0%), 헝클어진 머리(18.0%), 파마(8.0%) 순으로 나타났고, 묶음머리 또는 긴머리(46.9%), 단정한 머리 또는 단발머리(26.5%), 헝클어진 머리(14.3%) 순으로 나타났다. 이는 남·여학생 모두 과학자의 머리 스타일은 단정한 형태를 가지고 있다고 인식하고 있음을 뜻한다. 이는 여상인(1998)과 권화자(2002)의 연구에서 나타난 “우리나라 학생들은 과학자에 대하여 깨끗한 이미지의 젊은 과학자의 이미지를 보유하고 있다.”는 연구결과와 일치한다. 그러나 Chambers(1983)와 Kahle(1988) 등 외국 학자들의 연구에서 학생들은 과학자에 대하여 헝클어진 머리와 덩수룩한 수업 등 단정하지 못하게 인식하고 있다는 것과는 상반된 결과이다.

<표 IV-52> 과학자의 머리모양

머리 모양	사전			사후		
	남학생수 (%)	여학생수 (%)	계 (%)	남학생수 (%)	여학생수 (%)	계 (%)
단정, 커트	30 (60.0)	13 (26.5)	43 (43.4)	33 (66.0)	13 (26.5)	46 (46.5)
묶음머리, 긴머리	7 (14.0)	21 (42.9)	28 (28.3)	2 (4.0)	23 (46.9)	25 (25.3)
형클어진 머리	5 (10.0)	6 (12.2)	11 (11.1)	9 (18.0)	7 (14.3)	16 (16.2)
파마머리	3 (6.0)	7 (14.3)	10 (10.1)	4 (8.0)	5 (10.2)	9 (9.1)
기타	5 (10.0)	2 (4.1)	7 (7.1)	2 (4.0)	1 (2.0)	3 (3.0)

그림에 나타난 과학자가 무엇을 하고 있는가?란 물음에 사전에는 남·녀 학생 각각 90% 이상이 연구활동을 한다고 기록하였으며, 사후에도 남·여 학생이 각각 80% 이상 연구활동을 한다고 응답했다. 그러나 발표, 강의, 보고서 작성 등은 1~3명 정도의 학생이 응답하여 과학자는 본연의 활동인 연구를 하는 이미지를 가지고 있는 것으로 나타났다. 이는 김은정(2011)의 연구에서 학생들은 과학자를 실험실에서 연구하는 사람으로 인식하고 있다는 결과와 일치한다. 또한 Chambers(1983)의 연구에서 학생들은 과학자를 실험실에서 연구하는 사람으로 인식하고 있으며, 야외에서 활동하는 과학자에 대한 인식이 극히 적은 결과와 일치한다.

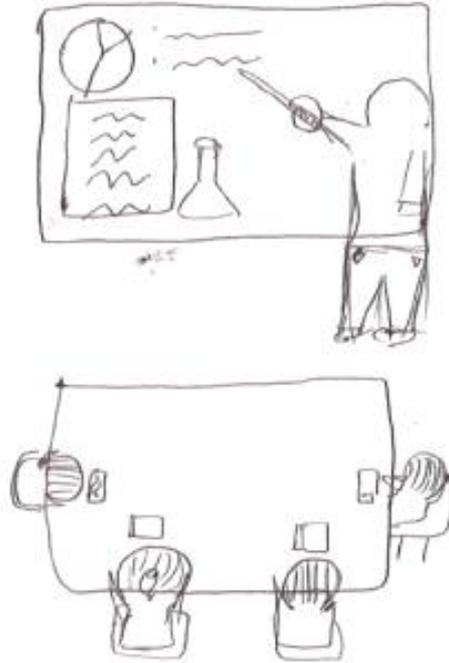
<표 IV-53> 과학자가 하고 있는 일

하고 있는 일	사전			사후		
	남학생수 (%)	여학생수 (%)	계 (%)	남학생수 (%)	여학생수 (%)	계 (%)
연구활동	46 (92.0)	45 (91.8)	91 (91.9)	40 (80.0)	40 (81.6)	80 (80.8)
발표	1 (2.0)	0 (0.0)	1 (1.0)	2 (4.0)	1 (1.0)	3 (3.0)
강의	1 (2.0)	1 (2.0)	2 (2.0)	1 (2.0)	1 (2.0)	2 (2.0)
보고서 작성	1 (2.0)	2 (4.1)	3 (3.1)	3 (6.0)	1 (1.0)	4 (4.1)
기타	1 (2.0)	1 (2.0)	2 (2.0)	4 (8.0)	6 (6.1)	10 (10.1)



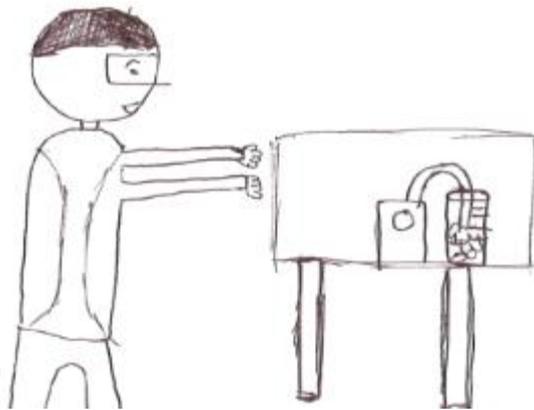
[그림 IV-1] 사전 과학자 이미지-남1

20대 남성 과학자로 흰가운을 입고 머리는 단정하며 안경을 쓰고 있다. 실험실에서 삼각플라스크, 시험관, 현미경 등을 이용하여 실험을 하고 있다. 실험복, 안경, 연구상징물(실험기구), 남자 혼자, 실내작업(실험실)이 표현되어 있어 이 과학자의 전형적인 이미지는 5점을 나타내고 있다.



[그림 IV-2] 사후 과학자 이미지-남1

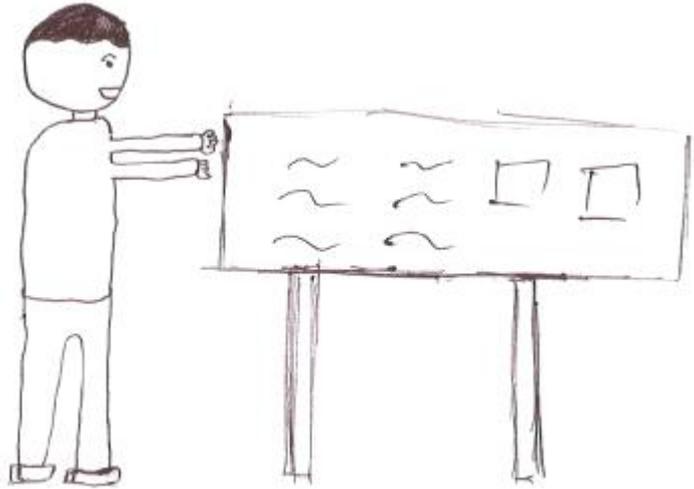
30대의 여러 명의 과학자가 회의실에서 편한 옷을 입고 있고 차를 마시며 연구 결과에 대해 자유롭게 대화를 나누고 있다. 연구상징물(삼각플라스크), 실내작업(회의실)이 표현되어 있어 이 과학자의 정형적인 이미지가 2점을 나타내고 있다.



[그림 IV-3] 사전 과학자 이미지-남2

20대인 안경 쓴 남성 과학자가 실험복을 입고 실험실에서 용액을 이용한 실험

을 하고 있다. 실험복, 안경, 연구상징물(실험기구), 실내작업(실험실), 남자 혼자  
 표현되어 있어 이 과학자의 이미지는 전형적인 이미지가 5점을 나타내고 있다.



[그림 IV-4] 사후 과학자 이미지-남2

20대인 남성 과학자가 강의실에서 실험복을 입고 강의를 하고 있다. 실험복,  
 실내작업(강의실)이 표현되어 있어 이 과학자는 전형적인 이미지가 2점을 나타내  
 고 있다.



[그림 IV-5] 사전 과학자 이미지-여1

40대의 단정한 머리를 하고 있는 남성 과학자가 실험복을 입고, 안경을 쓰고

보조연구원과 함께 연구를 하고 있다. 실험복, 안경, 중년이상, 실내(연구실), 연구상징물(실험기구)이 표현되어 있다. 이 과학자는 전형적인 이미지가 5점을 나타내고 있다.



[그림 IV-6] 사후 과학자 이미지-여1

30대의 단정한 머리를 하고 있는 여성 과학자가 실험복을 입고 풀밭에서 학생들에게 교육과 토론을 하고 있다. 실험복이 표현되어 있다. 이 과학자는 전형적인 이미지가 1점을 나타내고 있다.



[그림 IV-7] 사전 과학자 이미지-여2

40대의 안경을 쓰고 파마머리를 하고 있는 남성과학자가 과학실에서 실험복을 입고 약품을 섞으면서 실험을 하고 있다. 안경, 실험복, 연구상징물(실험기구),남자 혼자, 실내(과학실), 중년 이상이 표현되어 있다. 이 과학자는 정형적인 이미지가 6점이다.



[그림 IV-8] 사후 과학자 이미지-여2

10대의 단정한 머리를 하고 있는 여성과학자가 집에서 평상복을 입고 무언가에 대해 골똘히 생각하고 있다. 책, 지식상징물(필기도구), 실내(과학실)가 표현되어 있다. 이 과학자는 정형적인 이미지가 3점이다.

## V. 결론 및 제언

### 1. 결론

과학교육은 탐구활동을 통해 기본 개념을 이해하고, 이를 자연탐구와 일상생활의 문제 해결에 적용할 수 있는 학습의 기회를 제공해야 한다(교육과학기술부, 2008). 제3차 교육과정에서 탐구활동을 강조해왔고, 7차 교육과정에서 과학교과서를 탐구활동 중심으로 구성했다. 과학탐구활동은 과학자처럼 이루어져야 한다(Dunbar, 1995; Chin & Hmelo-Silver, 2002). 학생 스스로 탐구할 문제를 정하고, 계획을 세우고 탐구하며 결과를 얻어내어 결론을 도출해 낼 수 있는 자기주도적 탐구활동을 할 수 있는 환경을 제공하는 것이 중요하다(Dunbar, 1995).

메타인지 능력이 높은 학생과 낮은 학생은 학습의 결과에 차이가 있다(Brown, 1987; Garner & Alexander, 1989). 메타인지 능력이 높은 학생들은 다양한 영역에서 지식을 형성하고, 학습을 점검하여 지식을 추가하며, 새로운 학습을 위한 효율적인 계획을 세운다(Everson & Tobias, 1998). 학생들의 메타인지 전략을 개발하면 사고 기능과 전략을 적절히 활용하는 능력과 사고력을 향상시킬 수 있으며(Everson & Tobias, 1998), 메타인지 전략 활동을 하면 학생들의 변인통제 능력 향상에 효과가 있고(허병철 외, 2003), 과학탐구 전략에 대한 메타인지 활동은 학생들의 탐구 능력 향상에 효과가 있다(장명덕, 2001).

과학의 본성에 대한 이해는 학생들이 사회에서 역할을 할 수 있도록 도와주며, 과학과 관련된 논의에 참여할 수 있는 과학 공동체의 일원으로 살아갈 수 있게 한다(AAAS, 1993; Hogan, 2001). 또한 과학의 본성에 대한 이해는 과학 지식을 학습하는데 도움을 주며, 과학 지식을 일상생활에 활용하는 능력을 향상시키는데 영향을 준다(최준환 외, 2009; Nott & Wellington, 1993). 따라서 학생들의 과학의 본성에 대한 이해를 높여주는 활동이 필요하다. 가설연역적 탐구실험 수업을 진행하면 학생들의 관찰의 이론의존성, 과학적 추론 및 가설에 대한 관점을 높일 수 있다(김지영, 강순희, 2007)는 연구를 보면 알 수 있듯이 과학의 본성에 대한

이해는 여러 가지 활동을 통하여 높일 수 있다.

과학교육의 목적 중 하나는 과학에 흥미와 적성이 많은 학생들이 과학과 관련된 대학으로의 진학이나 직업 선택을 조장하는 것이다(Finson, Beaver, & Cramond, 1995). 직업에 대한 이미지가 학생의 진로에 중요한 역할을 하므로 긍정적인 과학자 이미지를 가질 수 있도록 교육하는 것이 필요하다.

이 연구는 제주과학탐구아카데미와 제주창의과학캠프에 참가한 학생을 대상으로 학생들이 주도권을 가지고 탐구활동을 수행하는 자기주도적 과학탐구활동을 개발하여 모듈별로 진행하게 한 후 이 활동이 학생들의 메타인지와 과학의 본성에 대한 이해 및 과학자에 대한 인식에 주는 영향을 전·후 비교 분석하였다.

먼저 자기주도적 과학탐구활동이 학생들의 메타인지에 어떤 영향을 주는지 알아 보았다. 첫째, 전체 학생의 사전-사후 검사 결과 통계적으로 유의미한 차이가 나타났다( $p < .001$ ). 이를 중·고등학생과 남·녀학생으로 세부적으로 구분하여 분석하였더니 중학생( $p < .05$ ), 고등학생( $p < .05$ ), 남학생( $p < .05$ ), 여학생( $p < .05$ ) 모두 사전-사후 검사 결과 유의미한 차이가 나타나 자기주도적 과학탐구활동은 학생들의 메타인지 변화에 긍정적인 영향을 준 것으로 판단된다. 둘째, 메타인지 계획 능력은 사전-사후 검사한 결과 유의미한 차이가 나타나지 않아 자기주도적 과학탐구활동이 계획 능력 변화에 영향을 주지 못한 것으로 판단된다. 셋째, 모니터 능력은 사전-사후에 유의미한 차이가 나타나( $p < .05$ ) 자기주도적 과학탐구활동이 학생들의 메타인지 모니터 능력 변화에 긍정적인 영향을 준 것으로 판단된다. 이를 중·고등학생과 남·여학생으로 구분해 보면 중학생( $p < .05$ )과 여학생( $p < .05$ )은 유의미한 차이를 보였으나, 고등학생과 남학생에서는 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 넷째, 조절 능력은 사전-사후에 유의미한 차이가 나타나( $p < .001$ ) 자기주도적 과학탐구활동이 메타인지 조절 능력 변화에 긍정적인 영향을 준 것으로 판단된다. 이를 중·고등학생과 남·여학생으로 구분해 보면 고등학생( $p < .001$ )과 남학생( $p < .005$ ) 및 여학생( $p < .05$ )은 유의미한 차이를 보였으나 중학생은 유의미한 차이가 나타나지 않았다.

다음으로 자기주도적 과학탐구활동이 학생들의 과학의 본성에 대한 이해에 어떤 영향을 주는지 알아보기 VOSTS검사로 과학의 본성을 검사하고  $\chi^2$  분석을 하였다. 그 결과 첫째, 관찰의 이론의존성에 대하여 사전과 사후에 통계적으로 유의미한 차이는 존재하지 않았다. 과학탐구아카데미는 학생들의 관찰의 이론의

존성에 영향을 주지 않았다. 둘째, 과학지식의 잠정성에 대한 관점은 사전에는 남학생과 여학생 사이에 유의미한 차이가 있었으나( $p < .05$ ), 사후에는 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 자기주도적 과학탐구활동 전·후를 비교한 결과 남학생의 과학지식의 잠정성에 유의미한 차이가 나타났다. 자기주도적 과학탐구활동은 남학생의 과학지식의 잠정성에 대한 관점에 긍정적인 영향을 주었다. 셋째, 과학적 의사 결정에 대한 관점은 사전과 사후에 통계적으로 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 그러나 현대론적인 관점을 갖는 학생들의 비율이 사전 76.2%로 높은 것을 고려하면 사후 80.9%로 4.7% 증가한 것은 학생들의 과학적 의사결정에 대한 관점 변화에 어느 정도 영향을 준 것으로 판단할 수 있다. 넷째, 자기주도적 과학탐구활동에 참가한 학생 중 과학적 의사 결정에 대해 현대적인 관점을 보인 학생은 사전 59.0%, 사후 56.2%로 감소하였다. 과학탐구아카데미는 학생들의 과학적 의사 결정에 대한 관점 변화에 영향을 주지 못했다. 다섯째, 과학적 추론에 대해 현대적인 관점을 가진 학생의 비율은 사전에는 중학생, 사후에는 고등학생이 높으며, 여학생보다 남학생이 현대적인 관점을 보인 비율이 높았다. 과학탐구아카데미는 과학적 추론에 대한 관점을 현대적으로 변화시키는 데 중학생보다 고등학생에게 많은 영향을 주었다. 여섯째, 이론의 가정에 대해 현대적인 관점을 가진 학생은 여학생 보다 남학생, 고등학생보다 중학생이 많았다. 사전에 현대적인 관점을 가진 학생의 비율이 85.7%로 높은 것을 고려하면 사후에 91.4%로 5.7% 증가한 것은 과학탐구아카데미가 참가한 학생들이 이론의 가정에 대한 관점을 현대적인 관점으로 변화시키는 데 긍정적인 영향을 주었다고 판단할 수 있다. 일곱째, 과학적 예상에 대해 현대적인 관점을 가진 학생의 비율은 중학생보다 고등학생이 높았으며, 사전에는 남학생이 높았으나 사후에는 여학생이 높게 나타났다. 자기주도적 과학탐구활동은 여학생의 과학적 예상에 대한 관점을 현대적인 관점으로 변화시키는 데 영향을 주었다. 여덟째, 과학적 방법에 대하여 사전 조사에서 중학생과 고등학생 사이에 통계적으로 유의미한 차이가 나타났으나 ( $p < .05$ ) 사후 조사에서는 자기주도적 과학탐구활동이 중학생들의 과학적 방법에 긍정적인 영향을 주어 현대적 관점을 가진 중학생들이 16.2% 늘어남에 따라 고등학생과 통계적으로 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 과학적 방법에 대해 현대적인 관점을 가진 학생의 비율은 사전에는 고등학생이 높았고, 사후에는 중학

생이 높아 자기주도적 과학탐구활동이 중학생들의 과학적 방법에 대한 관점의 변화에 더 영향을 준 것을 알 수 있으며, 성별로 보면 사전·사후 모두 남학생이 높게 나타났으나 사후 과학적 방법에 대해 현대적인 관점을 보인 학생이 남학생은 2.5% 감소하고, 여학생은 5.7% 증가한 것으로 보아 자기주도적 과학탐구활동이 여학생의 과학적 방법에 대한 관점 변화에 더 많은 영향을 준 것을 알 수 있다. 아홉째, 자기주도적 과학탐구활동은 학생들의 과학 지식의 인식론적 지위에 대한 관점 변화에 긍정적인 영향을 주지 못하였다. 과학 지식의 인식론적 지위에 대하여 현대적인 관점을 가지고 있는 학생은 사전 37.1%와 사후 47.6%로 나타났으며, 남학생은 4.6% 여학생은 20.5% 증가한 것으로 보아 자기주도적 과학탐구활동이 여학생의 과학 지식의 인식론적 지위에 대한 관점 변화에 더 많은 영향을 준 것으로 판단된다. 과학의 본성에 대한 하위요소 중에서 사전에는 이론의 가정, 과학적 추론의 검증, 과학적 의사 결정, 과학적 방법, 과학지식의 잠정성, 관찰의 이론의존성, 과학이론의 사회적 구성, 과학지식의 인식론적 지위, 과학적 예상 순으로 높게 나타났고, 사후에는 이론의 가정, 과학적 의사결정, 과학적 추론의 검증, 과학지식의 잠정성, 과학적 방법, 관찰의 이론의존성, 과학이론의 사회적 구성, 과학지식의 인식론적 지위, 과학적 예상 순으로 높게 나왔다. 사전과 사후의 변화된 정도를 보면 과학지식의 인식론적 지위가 10.5% 증가하여 가장 큰 폭으로 높아졌으며, 그 다음으로 과학지식의 잠정성 9.5%, 이론의 가정 5.7%, 과학적 의사 결정 4.7% 순으로 나타났다. 반면 과학적 추론의 검증은 사전과 사후에 변화가 없었으며, 과학적 예상은 -1.9%, 과학이론의 사회적 구성 -2.8% 등 오히려 감소하였다.

학생들의 과학자에 대한 인식은 송진웅 등(1992)이 개발한 선택형 검사지와 과학자 이미지 그리기 검사 분석도구(DAST-C)를 사용하여 검사를 실시하였다. 먼저 선택형 검사지로 검사한 결과 첫째, 사전에는 12개 문항 중 11개 문항에서 과학자에 대하여 긍정적인 인식을 가지고 있으나 사후에는 모든 문항에서 과학자에 대하여 긍정적인 인식을 나타냈다. 총 12개 문항 중 7개의 문항 즉, “과학자는 다른 사람을 염려한다”(p<.043), “과학자는 다른 사람의 의견을 존중한다”(p<.005), “과학자는 재미있다”(p<.001), “과학자는 예술적 감각이 있다”(p<.005), “과학자는 인간을 존중한다”(p<.05), “과학자는 책임감이 있

다”( $p<.001$ ), “과학자는 종교를 믿는다”( $p<.05$ )에서 통계적으로 유의미한 차이가 나타난 것으로 보아 자기주도적 과학탐구활동이 학생들의 과학자에 대한 인식을 긍정적으로 변하게 했다고 볼 수 있다. 둘째, 남학생은 과학자에 대하여 사전에는 11개 문항에서 긍정적인 인식을 가지고 있었으며, 사후에는 12개 모든 문항에서 과학자에 대해 긍정적으로 인식하고 있었다. 총 12개 문항 중 5개의 문항 즉, “과학자는 다른 사람을 염려한다”( $p<.05$ ), “과학자는 다른 사람의 의견을 존중한다”( $p<.05$ ), “과학자는 재미있다”( $p<.05$ ), “과학자는 예술적 감각이 있다”( $p<.05$ ), “과학자는 책임감이 있다”( $p<.005$ )에서 통계적으로 유의미한 차이가 나타난 것으로 보아 자기주도적 과학탐구활동이 남학생들의 과학자에 대한 인식을 긍정적으로 변하게 했다고 볼 수 있다. 셋째, 여학생은 과학자에 대하여 사전에는 11개 문항, 사후에는 12개 모든 문항에서 과학자에 대해 긍정적으로 인식하고 있었다. 총 12개 문항 중 2개의 문항 즉, “과학자는 재미있다”( $p<.05$ ), “과학자는 인간을 존중한다”( $p<.05$ )에서 통계적으로 유의미한 차이가 나타나 자기주도적 과학탐구활동이 여학생보다 남학생들의 과학자에 대한 인식을 긍정적으로 변하게 했다고 볼 수 있다. 다음으로 과학자 이미지 그리기 검사 분석도구(DAST-C) 검사 결과 첫째, 참가한 중학생의 과학자에 대한 이미지의 정형정도를 조사한 결과 평균점수가 사전 4.15점에서 사후 3.08점으로 1.07점 감소하였으며 통계적으로 유의미한 차이를 보였다( $p<.001$ ). 자기주도적 과학탐구활동이 학생들의 과학자에 대한 정형성을 낮추는 데 효과가 있다고 볼 수 있다. 둘째, 참가학생들을 남중생과 여중생으로 나누어 분석한 결과 남중생은 평균점수가 사전 4.28점에서 사후 3.76점으로 0.52점 감소하였으며 통계적으로 유의했으며( $p<.05$ ), 여학생도 사전 4.02점에서 사후 2.39점으로 1.63점 감소하였으며 통계적으로 유의했다( $p<.001$ ). 따라서 자기주도적 과학탐구활동은 참가한 남중생과 여중생들의 과학자에 대한 이미지 변화에 긍정적인 영향을 준 것으로 판단된다. 셋째, 성별에 따른 과학자 이미지 변화 효과는 사전에는 남학생과 여학생 사이에 유의미한 차이가 없었으나, 사후에는 남학생이 3.76점, 여학생은 2.39점으로 나타났으며 남·여학생 사이에 유의미한 차이가 나타난( $p<.001$ ) 것으로 보아 자기주도적 과학탐구활동은 남학생보다 여학생들의 과학자에 대한 이미지 변화에 더 많은 영향을 주었다.

결과를 종합해 보면 자기주도적 과학탐구활동은 학생들의 메타인지 변화에 긍

정적인 영향을 주었으며, 특히 메타인지 하위 요소 중에서 모니터 능력과 조절 능력에 향상에 긍정적인 영향을 끼쳤다. 그리고 자기주도적 과학탐구활동은 학생들의 과학의 본성에 대한 인식 변화에 어느 정도 효과가 있으며 과학자의 인식 변화에 매우 효과가 있다. 따라서 자기주도적 과학탐구활동인 과학탐구아카데미와 창의과학캠프를 운영할 필요가 있으며, 특히 학교의 과학동아리 활동에 이를 도입하면 매우 유익하다고 할 수 있다.

## 2. 제언

본 연구의 결론을 바탕으로 다음과 같이 제언하고자 한다.

첫째, 학생들의 메타인지 능력 개발을 위해 자기 주도적 과학탐구활동이 필요하다. 다만 메타인지 하위요소인 계획능력과 평가능력을 개발할 수 있는 방안 마련이 요구된다.

둘째, 비교적 단기간에 이루어지는 자기주도적 과학탐구활동은 학생들의 과학의 본성에 대한 이해를 높이는 데에는 한계가 있다. 따라서 학교에서 과학동아리 활동으로 주제탐구활동 등 자기주도적 과학탐구활동을 운영할 경우 계획수립은 학기 중에 하고 탐구활동은 방학 중에 하는 등 장기적인 활동을 보장하는 것이 필요하다.

셋째, 자기주도적 과학탐구활동은 학생들의 과학자에 대한 인식을 긍정적으로 변화시키는 데 유익하다. 따라서 학생들의 과학자에 대한 인식을 변화시키기 위해서는 학교에서 진행되는 과학탐구활동에 학생들이 주도적으로 수행하도록 여건 조성이 필요하다.

## 참 고 문 헌

- 강경희, 정충덕(2014). 고등학생의 계열 및 성별이 과학의 본성에 대한 인식에 미치는 영향. *교육연구*, 61, 29-48.
- 강석진(2012). 학생들의 학교 밖 과학 경험과 과학의 본성에 대한 견해 사이의 관계, *한국화학학회지*, 56(3), 378-385.
- 강석진, 김영희, 노태희(2004). 과학사를 이용한 소집단 토론 수업이 학생들의 과학의 본성에 대한 이해에 미치는 영향, *한국과학교육학회지*, 24(5), 996-1007.
- 강순희(2009). 과학교육에서 창의적 문제 해결력에 대한 고찰. *한국과학교육학회: 학술대회논문집*, 한국과학교육학회 2009년도 55차 정기총회 및 동계학술대회.
- 강은형(2001). 중학생 자유주제 과학탐구의 문제해결 유형과 탐구수준 평가 연구. 서울대학교 박사학위 논문.
- 고광병(2005). 초등학교 과학 수업에서 인지적 모니터링 학습 전략이 학업성취도와 메타인지에 미치는 효과. *한국교원대학교 박사학위 논문*.
- 고용철, 김창건, 이상철, 강동식(2014). 멘토링을 활용한 과학탐구프로그램에 대한 중·고등학생들의 인식. *과학교육연구지*, 38(1), 1-14.
- 교육과학기술부(2008). *중학교 교육과정 해설*. 교육과학기술부.
- 국립국어원(2015). 표준국어대사전 <http://stdweb2.korean.go.kr/>. 검색일 2015년 3월 30일.
- 권난주(2005). 초등 과학과 교육과정의 새로운 교수-학습 방법 -탐구수업 지도자료와 과학완구의 활용. *교원교육*, 21(3), 48-62.
- 권화자(2002). 과학사 수업자료의 활용이 초등학생의 과학에 대한 태도와 과학자에 대한 인식변화에 미치는 효과. *인천교육대학교 석사학위 논문*.
- 김경대, 강순민, 임재향(2006). 과학영재들의 과학의 본성에 대한 인식. *한국과학교육학회, 하계학술대회 및 전국과학교사 현장연구 워크숍*, 50, 118-118.
- 김미경, 김희백(2007). 학생들이 제시한 질문의 유형 분석을 통한 개방적 참탐구활동의 인지적 추론 측면의 효과. *한국과학교육학회지*, 27(9), 930-943.
- 김선영, 박현주(2013). 대학생들의 과학의 본성에 대한 이해도. *학습자 중심 교과교육연구*, 13(6), 239-256.
- 김성관, 장명덕, 정진우(2002). 과학자와의 만남 프로그램 적용이 초등학생의 과학자에 대한 신체적 이미지에 미치는 효과. *한국과학교육학회지*, 22(3), 490-498.
- 김성원(2015). *중학교 과학 영재 학생을 위한 융합인재교육 자료의 개발과 적용*. 서울대학교 석사학위 논문.
- 김소형(2004). 과학자에 대한 초등학교 일반학생과 과학영재반 학생의 인식 조사. *한국교원대학교 석사학위 논문*.
- 김송(2014). 초등학교 6학년 과학 영재의 과학의 본성과 과학탐구의 본성에 대한 인식 연구. *한국교원대학교 석사학위 논문*.

- 김수미(1996). 메타인지 개념의 수학교육적 고찰. 서울대학교 박사학위 논문.
- 김수현(2012). 과학자 읽기 자료 유형이 고등학생들의 과학자에 대한 인식에 미치는 영향. 한국교원대학교 석사학위 논문.
- 김시은, 정영란(2012). 중, 고등학생이 메타인지, 자기효능감, 구성주의적과학 학습 환경에 대한 인식 분석. 교과교육연구, 16(1), 125-144.
- 김영채(1995). 사고력: 이론, 개발과 수업. 서울: 박영사.
- 김은정(2011). 초등학생들이 생각하는 지구과학자 이미지 조사. 경인교육대학교 석사학위 논문.
- 김주훈, 이미경(2003). 과학과 교육목표 및 내용 체계연구(1). 한국교육과정평가원 연구보고 RRC 2003-4.
- 김지영, 강순희(2007) 가설 연역적 탐구 실험 수업이 학생들의 과학의 본성에 대한 관점에 미치는 영향. 한국과학교육학회지, 27(3), 169-179.
- 김진수(2012). STEAM 교육론. 서울: 양서원.
- 김찬중, 채동현, 임채성(1999). 과학교육학 개론, p.546, 서울: 북스힐.
- 김찬중, 서만석, 김희백, 시재호, 한종오, 한인옥, 권성기, 박성식(2002). 고등학교 과학. 서울: (주)도서출판 디딤돌.
- 김현진(2007). 인지와 메타인지 전략교수가 경도장애학생의 수학 문장제 문제해결 수행능력·태도·귀인에 미치는 영향. 이화여자대학교 박사학위 논문.
- 김홍원(1996). 자율 학습능력의 개념 정립 및 신장방법 탐색. 사회과교육.
- 김희경(2003). 중학생의 동료간 논변활동을 강조한 개방적 물리 탐구 : 조건, 특징, 역할을 중심으로. 서울대학교 박사학위 논문.
- 김희정(2011). 예술 전공 고등학생들의 명시적 수업을 통한 과학의 본성에 대한 인식 변화의 특성. 이화여자대학교 박사학위 논문.
- 나지연(2004). 과학 연극 수업이 과학의 본성에 대한 초등학생의 인식에 미치는 영향. 춘천교육대학교 석사학위논문.
- 노태희, 장신호, 임희준(1998). 초등학교 자연 수업에서 메타인지 학습 전략의 효과. 한국과학교육학회지, 18(2), 173-182.
- 노태희 외(2002). 과학의 본성에 대한 초등학생들의 견해, 한국과학교육학회지, 22(4), 882-891.
- 류신숙(1998). 과학의 본성에 대한 인식 조사 및 인식 변화에 미치는 과학사 프로그램의 효과. 서울대학교 석사학위논문
- 박범익, 박양숙(2013). STEAM 교육과 스마트 러닝. 서울: pmd 북스.
- 박승재(2001). 과학론과 과학교육(제2판). 서울, 교육과학사. 24면에서 재인용.
- 박영신(2006). 교실에서의 실질적 과학탐구로서 과학적 논증 기회에 대한 이론적 고찰. 한국지구과학회지, 27(4), 401-415.
- 박영태(1990). 과제유형, 연령 및 학력수준별 초인지훈련 효과분석. 동아대학교 박사학위 논문.
- 박영태, 현정숙(2001). 자기주도 학습력의 이해. 동아대학교.
- 박인숙(2010). 메타인지 기능을 강화한 과학 창의적 문제해결능력 신장 프로그램 개발과

- 적용. 이화여자대학교 박사학위논문.
- 박정은(2013). 영재를 위한 융합인재교육프로그램의 개발 및 효과성 분석에 관한 연구. 인천대학교 석사학위 논문.
- 박종원(1992). 상대론 기초 개념 변화에 있어서 초인지 역할. 서울대학교 박사학위 논문.
- 박진주(2007). 과학탐구에 대한 고등학교 과학 교사의 인식 조사 및 고등학교 과학 교과서 탐구활동 분석. 이화여자대학교 석사학위 논문.
- 박현주, 노민아(2007). 여중생들의 과학의 본성에 대한 이해와 과학성적. *중등교육연구*, 55(3), 1-19.
- 백윤수, 김영민, 노석구, 박현주, 박종윤, 정진수, 최유현, 한혜숙, 이주연(2011). 우리나라 STEAM 교육의 방향. *학습자중심교과교육연구* 11(4), 149-171.
- 백윤수, 김영민, 노석구, 박현주, 이주연, 정진수, 최유현, 한혜숙, 최종현(2012b). 융합인재교육 (STEAM) 실행방향 정립을 위한 기초연구. 한국과학창의재단 연구보고서. 서울대학교 교육연구소(1994). *교육용어사전*. 서울: 하우.
- 소원주, 김범기, 우종옥(1998). 중등학교 학생들의 과학의 본성 개념을 측정하기 위한 도구 개발. *한국과학교육학회지*, 18(2), 127-136.
- 송인섭(2006). 현장적용을 위한 자기주도 학습. 서울: 학지사.
- 송진웅, 박승재, 장경애(1992). 초중고 남·여 학생의 과학수업과 과학자에 대한 태도. *한국과학교육학회지*, 12(3), 109-118.
- 신혜은, 최경숙(2002). 아동의 메타인지조절의 미시 발생적 변화. *한국심리학회지*, 15(2), 33-53.
- 안근재, 강경희(2014). 고등학생의 성별·계열과 메타인지 및 과학적 태도의 관계. *과학교육연구지*, 38(2), 257-269
- 안동순(2012). 학문융합 관점에서 본 융합인재교육(STEAM) 연구. 전북대학교 박사학위 논문.
- 안우영(2012). 자기주도 학습을 위한 무들 기반 학습관리시스템 구축 및 적용. 서울교육대학교 석사학위 논문.
- 안희정(2013) 자유탐구활동이 중학생의 과학 학습동기 및 과학에 대한 태도에 미치는 영향. 부산대학교 석사학위 논문.
- 양명희(2001). 자기조절 학습의 모형 탐색과 타당화 연구. 서울대학교 대학원 박사학위 논문.
- 양현주(2005). 중학생의 개방적 탐구 계획하기 활동에서 탐구과정과 학생의 개념 체계에 대한 사례분석. 서울대학교 대학원 박사학위 논문.
- 여상인(1998). 변형된 DAST와 인터뷰를 이용한 과학자에 대한 이미지와 과학자가 하는 일에 관한 초·중등 학생의 인식 조사. *한국초등과학교육학회지*, 17(1), 1-10.
- 우종옥, 소원주(1995). 과학인식론의 일부 주제에 대한 고등학생들의 견해. *한국과학교육학회지*, 15(3), 349-362
- 윤성희(2014). 고등학교 과학 동아리를 위한 융합인재교육 STEAM 교수-학습 프로그램 개발 및 적용. 한국교원대학교 석사학위 논문.
- 이덕성(2006). 중학생들의 과학자에 대한 인식 연구. 단국대학교 석사학위 논문.

- 이선경(2008). 과학적 사고에 관한 예비 과학교사와 개념 정교화 과정. 한국과학교육학회지, 28(8), 937-954.
- 이양락(2004). 교육과정 개발 체제 및 총론과 과학과 교육과정의 연계성 분석. 한국과학교육학회지, 24(3), 468-480.
- 이윤옥(2006). 자기주도 학습 개념 분석 및 측정도구 개선방향에 관한 제언.
- 이윤옥(2001). 또래 튜터링 질문생성이 학습과 창의성에 미치는 효과. 교육심리연구, 15(4), 423-440.
- 이은아(2001). 과학의 본성에 대한 학생들의 이해 발달 평가 문항의 개발: 미국 AAAS의 “과학적 소양을 위한 기준”에 의거하여. 서울대학교 박사학위 논문
- 이은주(2010). 메타인지를 활용한 직접적 탐구 기능 수업 전략에 대한 연구. 이화여자대학교 박사학위 논문.
- 이정원(1999). 영릉 과학 탐방을 통한 중학생들의 문화재에 대한 개방적 탐구활동 분석. 서울대학교 대학원 박사학위 논문.
- 임효선(2014). 과학영재교육원의 과학반과 융합반에 지원한 초등학생들의 과학자에 대한 인식 분석. 전북대학교 석사학위 논문.
- 임희준, 여상인(2001). 초등학교 영재학생들의 과학자에 대한 인식 조사. 영재교육연구, 11(2), 39-57.
- 장명덕(2001). 다른 아동이 수행한 모의 실험 과정을 평가하는 메타인지 활동이 아동의 과학 추론 전략 향상에 미치는 효과에 관한 미시 발생학적 분석. 한국교원대학교 박사학위 논문.
- 장신호(2006). 학생들의 과학적 설명을 강조하는 탐구 지향 교수 활동에 대한 예비 초등 교사들의 인식. 한국초등과학교육학회지 25(1), 96-108.
- 전화영, 여상인, 우규환(2002). 과학사 읽기자료의 도입이 과학자의 이미지와 과학에 대한 태도에 미치는 효과. 한국과학교육학회지, 22(1), 22-31.
- 정나진(2011). 개방형 과학탐구활동 프로그램 개발 및 적용. 한국교원대학교 석사학위 논문.
- 정영란, 김시운(2012). 중고등학생의 메타인지, 자기효능감, 구성주의 과학학습 환경에 대한 인식 분석. 교과교육학연구, 16(1), 125-144.
- 조재영(1996). 수학 수업활동 과정에서 학생의 메타인지적 능력 신장 방안 탐색. 한국교원대학교 박사학위 논문.
- 조희형, 박승재(2001). 과학론과 과학교육 제판. 서울교육과학사.
- 조희형, 최경희(2001). 과학 교수-학습과 수행평가. 서울: 교육과학사.
- 조희형, 최경희(2001). 과학교육총론. 서울: 교육과학사.
- 조희형(1994). 과학론과 과학교육. 서울, 과학교육사.
- 주동일(1987). 과학의 길. 조선일보사.
- 최문정(2013). 인지양식과 메타인지가 대학생의 정보탐색행위에 미치는 영향에 관한 연구. 이화여자대학교 박사학위논문.
- 최정인, 여성희, 심규철, 소금현(2012). 중학생의 과학 학습 환경에 대한 인식과 메타인지와의 관련성. 중등교육연구, 60(1), 51-82.

- 최준환 외(2009). 과학사를 활용한 과학수업 적용을 통한 중학생들의 과학의 본성에 대한 이해의 발달. 한국과학교육학회지, 29(2), 221-239.
- 허병철, 정진우, 장명덕, 정철(2003). 중학교 1학년 학생들의 변인통제 능력 향상을 위한 메타 전략 활동의 효과. 한국지구과학교육학회, 24(7), 604-613.
- 허현경(2011). 중등학생의 성취목표 지향성, 메타인지, 학습전략과 학업성취 간의 구조모형 분석. 이화여자대학교 석사학위 논문.
- 황덕근(1994). 국민학생들의 과학과 과학자 이미지 조사. 한국교원대학교 석사학위논문.
- 황성원, 윤혜경, 박승재(1998). 정성적 및 정량적 과제에 대한 중학생의 개방적 탐구에서 과학 개념과 과정에 대한 이해. 한국과학교육학회, 제33차 정기 총회 및 학술 논문 발표집, 26-27.
- 황희숙(1994). 초인지적 학습전략 훈련이 학습전략 사용 및 독해과제 수행에 미치는 효과. 부산대학교 박사학위 논문.
- Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Lederman, N. G.(1998). The nature of science and instructional practice: Making the unnatural natural. *Science Education*, 82(4), 417-436.
- Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G.(2001a). Improving science teachers' conception of nature of science: A critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 22, 665-701.
- Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G.(2001b). The influence of history of science courses on students' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(10), 1057-1095.
- Abd-El-Khalick, F., & Akerson, V. L.(2004). Learning as conceptual change: Factors mediating the development of preservice elementary teachers' views of nature of science. *Science Education*, 88(5), 785-810.
- Abd-El-Khalick, F., & Akerson, V. L.(2006). On the role and use of "theory" in science education research: A response to Johnston, Southerland and Sowell. *Science Education*, 91(1), 187-194.
- Abell, S. K., & Smith, D.(1994). What is science? Preservice elementary teachers' conceptions of the nature of science. *International Journal of Science Education*. 16(4), 475-487.
- Aikenhead, G. S., & Ryan, A. G.(1992). The development of a new 221 instrument : "Views on science-technology-society"(VOSTS). *Science Education*, 76(5), 477-491.
- American Association for the Advancement of Science(1989, 1993). Benchmarks for science literacy. New York: Oxford University Press.
- Anderson, C. W., Holland, J. D., & Palincsar, A. S.(1997). Canonical and sociocultural approaches to research and reform in science education: The story of Juan and his group. *The Elementary School Journal*, 97(4), 359-383.

- Avraamidou, L., & Zembal-Saul, C.(2005). Giving priority to evidence in science teaching: A first-year elementary teacher' specialized practices and knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(9), 965-986.
- Barba, R. H.(1998). *Science in the multicultural classroom*, 2nd ed. Boston: Allyn & Bacon.
- Barman, C.(1997). Student`s views of scientists and science: Results from a national study. *Science and Children*, 67(3), 255-265.
- Bannert, M.(2004). Designing metacognitive support for hypermedia learning. *Instructional Design for Multimedia -Learning*, , 19-30.
- Baumert, J. Fend. O'Neil&Peschar. J. L.(1998). Prepared for Life-long Learning. Frame of Reference for the Measurement of Self-Regulated Learning as a Cross-Curricular Competency in the PISA Project. Paris: OECD
- Bausell, R. B.(1994). *Conducting meaningful education: 40 steps to becoming a scientist*. Thousand Oaks: SAGE Publications. 조희형과 박승재(2001). *과학론과 과학교육(제2판)*. 서울, 교육과학사. 24면에서 재인용.
- Brown, A. C., Bransford, J. D., Ferrara, R. A., & Campion, J. C.(1983). Learning, Remembering and Understanding. In P. H. Mussen (Ed.), *Handbook of Child Psychology*. New York: John Wiley & Sons.
- Brown, A.(1987) Metacognition, Executive Control, Self-Regulation, and Other more Mysterious Mechanisms. In F. E. Weinert, & R. H. Kluwe (Eds.), *Metacognition, Motivation and Understanding*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 65-116.
- Bynum, W. F., Browne, E. J., Poter, R.(1981). *Dictionary of the history of science*. New jersey: princeton University Press. 조희형과 박승재(2001). *과학론과 과학교육(제2판)*. 서울, 교육과학사. 23면에서 재인용.
- Chambers, D. W.(1983). Stereotypic images of scientists: The draw-a-scientist-test. *Science Education*, 67(2), 255-265
- Chinn, C. A., & Hmelo-Silver, C. E.(2002). Authentic inquiry: Introduction to the special section. *Science Education*, 86(2), 171-174.
- Cross, D. R., & Paris, S. G.(1988). Developmental and Instructional Analyses of Children's Metacognition and Reading Comprehension. *Journal of Educational Psychology*, 80(2), 131-142.
- Driver. R. Leach. J., Miller & Scott. P.(1996). *Young peoples images of science*. Bristol. PA. Open University Press.
- Dunbar, K.(1995). How scientists really reason: Scientific reasoning in real-world laboratories. In R. J. Sternberg and J. E. Davidson(eds.), *The nature of insight*. (pp. 365-395) Cambridge: MIT Press.
- Everson, H. T., & Tobias, S.(1998). The ability to estimate knowledge and performance in college: A metacognitive analysis. *Instructional Science*,

- 26(1-2), 65-79.
- Finson, K. D., Beaver, J. B., & Cramond, R. L.(1995). Development and Field Test of a Checklist for the Draw-A-Scientist Test. *School Science and Mathematics*, 95(4), 195-205
- Flavell, J. H.(1979). Metacognition and Cognitive Monitoring: A New Area of Cognitive-Developmental Inquiry. *The American Psychologist*, 34(10), 906-911.
- Flavell, J. H., Miller, P. H., & Miller, S. A.(2003). 인지발달(정명숙 역). 서울: (주)시그마프레스, 226-232.
- Fung Y. Y H.(2002). A comparative Study of Primary and Secondary School Students' Images of Scientists. *Research in Science and Technological Education*, 20(2), 199-213.
- Garofalo, J., & Lester, F. K.(1985). Metacognition, Cognitive Monitoring, and Mathematical Performance. *Journal for Research in Mathematics Education*, 16(3), 163-176.
- Gorrell, G., Eaglestone, B., Ford, N., Holdridge, P., & Madden, A.(2009). Towards 'metacognitively aware' IR system: An initiated user study. *Journal of Documentation*, 65(3), 446-469.
- Gott, R., & Duggan, S.(1995). Investigative work in the science curriculum Buckingham: Open University.
- Jang, S.(2004). Negotiating multiple tensions with others in learning to teach elementary science: The case of Bernia. *Journal of Elementary Science Education*, 16(2), 65-80.
- Jang, S., & Anderson, C. W.(2004). Prospective elementary science teachers' ways of coping with subject matter knowledge in their teaching practice. Paper presented at the annual meeting of National Association for Research in Science Teaching, Vancouver, BC, Canada.
- Kahle, J. B.(1988). Gender and science education II. InP. Fensham (Ed), *Development and dilemmas in science education*. Philadelphia: The Falmer Press.
- Knowles. M. S.(1975). *Self-directed learning: A guide for learners and teachers*. Chicago: FollettPub. Co.
- Krajcik, K., Blumenfeld, P. C., Marx, R. W., Bass, K. M., Fredricks, J., & Soloway, E.(1998). Inquiry in project-based science classrooms: Initial attempts by middles students. *The Journal of the Learning Science*, 7(3-4), 313-350.
- Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Schwartz, R. S.(2002). Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. *Journal of*

- Research in Science Teaching, 39(6), 497-521.
- Lederman, N. G.(2007). Nature of science: past, present, and future. Handbook of research on science education, 869-872.
- Lederman, N. G., & O'Malley, M.(1990). Students' perceptions of tentativeness in science: Development, use, and sources of change. Science Education, 74, 225-239.
- Lederman, N. G., Wade, P. D., & Bell, R. L.(1998). Assessing understanding of the nature of science: A historical perspective. In McComas, W. (Ed.), The nature of science in science education: Rationales and strategies (pp. 331 -350). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic.
- Mayer, W. V.(1978). BSCS Biology teachers' handbook, 3rd ed. New York.
- McCordle, A. R., & Christensen, C. A.(1995). The Impact of Learning Journals on Metacognitive and Cognitive Processes and Learning Performance. Learning and Instruction, 5(2), 167-185.
- Meichtry, Y. J.(1992). "Influencing student understanding of nature of science: Data from a case of curriculum development." Journal of Research in Science Teaching 29(4), pp.389-407.
- Nelson, T. O., & Narens, L.(1994). Why Investigate Metacognition?. In J. Metcalfe & A. P. Shimamura (Eds.), Metacognition: Knowing about Knowing. Cambridge, Mass.: MIT Press, 1-25.
- Nott, M., & Wellington, J.(1993). "Your nature of science profile: An activity for science teachers." School Science Review 75(270), pp.109-112.
- NRC(National Research Council), 1996, National Science Education Standards. Washington, DC: National Academy Press.
- NRC(National Research Council), 2001, Inquiry and the National Science Education Standards. Washington, DC: National Academy 81 Press.
- Osborne, R., & Freyberg, P.(1985). Roles for the science teacher. In(Eds.), Learning in science: The implications of children's science 91-99.
- Pintrich, P. R., & De Groot, E. V.(1990). Motivational and Self-Regulated Learning Components of Classroom Academic Performance. Journal of Educational Psychology, 82(1), 33-40.
- Sandoval, W. A. (2005). Understanding students, practical epistemologies and their influence on learning through inquiry. Science Education, 89(4), 634-656.
- Schoenfeld, A. H.(1987). What's All the Fuss about Metacognition?. In A. H. Schoenfeld (Ed.), Cognitive Science of Mathematics Education. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 189-215
- Schraw, G. & Graham, T.(1997). Helping Gifted Students Develop Metacognitive Awareness. Roeper Review, 20(1), 4-9.

- Schwartz, R., & Lederman, N. G.(2002). "It's the nature of the beast": 227 The Influence of knowledge and intentions on learning and teaching and teaching the nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(3), 205-236.
- Schwartz, R., Lederman, N. G., & Crawford, B. A.(2004). Deveolping views of nature of science in an authentic context: An explicit approach to bridging the gap between nature of science and scientific inquiry. *Science Education* 88(4), 610-645.
- Sjoberg, S.(1988). Gender and the image of science. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 32(1), 49-60.
- Smith, D. C., & Anderson, C. W.(1999). Appropriating scientific practices and discourses with future elementary teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(7), 755-776.
- Staka. G. A.(2001). *Conceptions of self-Directed Learning: Theoretical and Conceptual Considerations*. NewYork: Waxmann. Standards. Washington, DC: National Academy Press.
- Watts, M.(1994). *Constructivism re-constructivism and task-oriented problem-solving in fensham, p. j., Gunstone, R. R. & White, R. T. (eds), The Content og Science : A constructivist approach to its teaching and learning*, The Falmer Press.
- Wellman. H. M.(1985). The Origins of Metacognition. In D. L. Forrest-Pressley, G. E. MacKinnon, & T. G. Waller (Eds.), *Matacognition, Cognition and Human Performance*. Orlando : Academic Press Inc., 1-31.
- Zimmerman, B. J.(1986). Becoming a Self-Regulated Learner: Which are the Key Subprocesses? *Contemporary Educational Psychology*, 11(4), 307-313.

<부록 1> 메타인지 검사지

메타인지 검사지

( )학교 ( )학년 이름( )

1. 나는 공부에 집중하다가도 잠깐 멈추어서 현대 내용이 무엇인지 스스로에게 물어볼 때가 있다.

- ① 매우 그렇다    ② 그렇다    ③ 보통이다    ④ 그렇지 않다    ⑤ 매우 그렇지 않다

2. 나는 문제를 푼 후 문제를 제대로 풀었는지 되짚어본다.

- ① 매우 그렇다    ② 그렇다    ③ 보통이다    ④ 그렇지 않다    ⑤ 매우 그렇지 않다

3. 나는 학습이 끝난 후 학습 목표에 도달하였는지 점검해 본다.

- ① 매우 그렇다    ② 그렇다    ③ 보통이다    ④ 그렇지 않다    ⑤ 매우 그렇지 않다

4. 나는 선생님의 스타일이나 수업에서 요구하는 사항에 맞추기 위하여 나의 학습 방법을 바꾸려고 노력한다.

- ① 매우 그렇다    ② 그렇다    ③ 보통이다    ④ 그렇지 않다    ⑤ 매우 그렇지 않다

5. 나는 공부하는 도중에 잘 이해되지 않고 혼동되는 부분이 있으면 앞으로 돌아가 차근 차근 이해하려고 노력한다.

- ① 매우 그렇다    ② 그렇다    ③ 보통이다    ④ 그렇지 않다    ⑤ 매우 그렇지 않다

6. 나는 공부를 시작하기 전에 새로운 학습 자료의 전체적인 내용이나 구성을 간단히 훑어본다.

- ① 매우 그렇다    ② 그렇다    ③ 보통이다    ④ 그렇지 않다    ⑤ 매우 그렇지 않다

7. 학습자료가 이해되기 어려운 경우 자료를 읽는 방법을 달리 해본다.

- ① 매우 그렇다    ② 그렇다    ③ 보통이다    ④ 그렇지 않다    ⑤ 매우 그렇지 않다

8. 나는 학습할 때 잘 이해되지 않는 개념이 무엇인지를 확인하려고 한다.

- ① 매우 그렇다    ② 그렇다    ③ 보통이다    ④ 그렇지 않다    ⑤ 매우 그렇지 않다

9. 나는 책을 읽을 때 시간이 부족하게 되면 중요하지 않은 부분은 건너뛴다.

- ① 매우 그렇다    ② 그렇다    ③ 보통이다    ④ 그렇지 않다    ⑤ 매우 그렇지 않다

10. 나는 문제를 풀 때 문제가 요구하는 것이 무엇인지 확실해 질 때까지 읽는다.  
 ① 매우 그렇다    ② 그렇다    ③ 보통이다    ④ 그렇지 않다    ⑤ 매우 그렇지 않다
11. 나는 어떤 주제를 공부할 때 그 주제와 관련하여 내가 모르는 것이 무엇인지 생각해 본다.  
 ① 매우 그렇다    ② 그렇다    ③ 보통이다    ④ 그렇지 않다    ⑤ 매우 그렇지 않다
12. 나는 어떤 주제를 공부할 때 그 주제와 관련하여 내가 알고 있는 것이 무엇인지 생각해 본다.  
 ① 매우 그렇다    ② 그렇다    ③ 보통이다    ④ 그렇지 않다    ⑤ 매우 그렇지 않다
13. 나는 공부하는 도중에 내용을 잘 이해하고 있는지 스스로에게 질문을 해보곤 한다.  
 ① 매우 그렇다    ② 그렇다    ③ 보통이다    ④ 그렇지 않다    ⑤ 매우 그렇지 않다
14. 나는 문제를 풀기 전에 문제를 어떻게 풀 것인지 머릿속에 그려본다.  
 ① 매우 그렇다    ② 그렇다    ③ 보통이다    ④ 그렇지 않다    ⑤ 매우 그렇지 않다
15. 나는 수업 중 노트 필기를 제대로 못하면 나중에 다시 정리하여 명확히 한다.  
 ① 매우 그렇다    ② 그렇다    ③ 보통이다    ④ 그렇지 않다    ⑤ 매우 그렇지 않다
16. 나는 공부하는 도중에 공부가 잘 되지 않는 것을 느끼면 학습하는 방법을 달리 해본다.  
 ① 매우 그렇다    ② 그렇다    ③ 보통이다    ④ 그렇지 않다    ⑤ 매우 그렇지 않다
17. 나는 공부를 시작하기 전에 학습 목표를 확인하고 내가 학습할 내용이 무엇인지 생각해 본다.  
 ① 매우 그렇다    ② 그렇다    ③ 보통이다    ④ 그렇지 않다    ⑤ 매우 그렇지 않다
18. 나는 책을 읽다가 시간이 모자라면 중요한 부분만 찾아서 읽는다.  
 ① 매우 그렇다    ② 그렇다    ③ 보통이다    ④ 그렇지 않다    ⑤ 매우 그렇지 않다

<부록 2> 과학의 본성 검사지(VOSTS)

과학의 본성 검사지(VOSTS)

( ) 학교 ( )학년 이름 ( )

이 설문지는 과학 지식에 대한 여러분의 견해를 알아보고자 하는 것입니다. 각 문항에 대하여 여러분이 생각을 정직하고 성의 있게 답변해 주세요.

※ 각 문제에는 과학 지식에 대한 견해가 나타나 있습니다. 문제를 잘 읽고 자신의 생각에 가장 가까운 번호를 하나만 골라 번호에 √ 표시를 해 주세요. 자신의 생각과 비슷한 보기가 없을 경우에는 마지막 번호의 보기의 빈칸에 자신의 생각을 적어 주세요.

1. 두 과학자가 서로 전혀 다른 과학 이론을 믿고 있다. 이 두 과학자가 같은 자연 현상을 관찰할 경우 관찰 결과는 같을까? 다를까?

- ① 서로 똑같이 관찰한다.
- ② 서로 다르게 관찰한다.
- ③ 서로 비슷하게 관찰할 것이다.
- ④ 내 생각과 같은 보기가 없다. 내 생각은 \_\_\_\_\_

2. 빠르게 수행된 과학적 탐구를 통해 얻은 과학 지식이 미래에 변할 수 있을까?

- ① 과학 지식은 변한다.
- ② 과학 지식은 변화하는 것처럼 보일 뿐 변하지 않는다.
- ③ 과학 지식의 어떤 것은 변할 수 있는데, 거의 모두 조금 달라질 뿐이다.
- ④ 내 생각과 같은 보기가 없다. 내 생각은 \_\_\_\_\_

3. 새로운 과학적 이론이 제시되었을 때 과학자들은 그것을 받아들일 것인가 받아들이지 않을 것인가를 결정해야 한다. 그들의 결정은 이론을 지탱하는 사실의 객관적인 기초가 된다. 과학자들의 결정은 그들의 주관적인 느낌이나 개인적인 동기에 의해 영향을 받을까요? 아니면 영향을 받지 않을까요?

- ① 전혀 영향을 받지 않고 공정하게 결정한다.
- ② 결정할 때 느낌이나 욕심에 영향을 받는다.
- ③ 과학자마다 다르다.
- ④ 내 생각과 같은 보기가 없다. 내 생각은 \_\_\_\_\_

4. 새로운 과학 이론이 나오면, 과학자들은 그 이론을 받아들일 것인가 받아들이지 않을 것인가를 결정해야 한다. 이 때 과학자들은 합의에 의해 이론을 받아들일 것인지를 결정한다. 따라서 새로운 과학 이론을 제안하는 과학자는 많은 동료 과학자들에게 그 이론을 믿도록 확신시켜야 한다.

- ① 그렇다. 다른 과학자들이 믿도록 해야 한다.
- ② 아니다. 다른 과학자들의 믿음과 전혀 무관하다.
- ③ 내 생각과 같은 보기가 없다. 내 생각은 \_\_\_\_\_

5. 과학자들이 석면과 함께 일하는 사람들이 보통 사람보다 폐암에 걸릴 가능성이 2배 더 높다는 것을 발견했다면, 이것은 석면이 폐암의 원인이라는 것을 의미하는 것인가?

- ① 이 과학자가 조사한 사실은 석면이 폐암의 원인이라는 것을 보여준다.
- ② 그 사실이 반드시 석면이 폐암의 원인이라는 것을 뜻하는 것은 아니다.
- ③ 석면은 폐암의 원인이 될 수 없다.
- ④ 내 생각과 같은 보기가 없다. 내 생각은 \_\_\_\_\_

6. 새로운 이론이나 법칙이 발달할 때 과학자들은 자연 현상에 대하여 어떠한 가설을 세울 필요가 있다. 과학이 잘 발전하기 위해서 이러한 가설은 사실이어야 합니까?

- ① 경우에 따라 다르다.
- ② 과학이 발전하려면 그러한 가설은 사실이어야 한다.
- ③ 그러한 가설이 사실이든 거짓이든 문제가 되지 않는다.
- ④ 내 생각과 같은 보기가 없다. 내 생각은 \_\_\_\_\_

7. 과학자가 정확한 과학 지식을 사용하여 어떠한 예상을 하였다. 이 때 이 과학자는 사람들에게 어떻게 말해야 할까?

- ① 예상은 확실하므로 ‘확실히 무엇이 일어날 것이다’ 라고 말해야 한다.
- ② 예상은 확실하더라도 ‘아마도 무엇이 일어날지도 모른다’ 라고 말해야 한다.
- ③ 예상은 확실할 수가 없으므로 ‘아마도 무엇이 일어날지도 모른다’ 라고 말해야 한다.
- ④ 내 생각과 같은 보기가 없다. 내 생각은 \_\_\_\_\_

8. 과학자들은 연구 과정에서 착오를 만들면 안 된다. 이러한 착오들이 과학의 진보를 저해할까?

- ① 이 착오를 재빨리 교정하지 않으면 과학은 진보하지 않는다.
- ② 새로운 기술과 장비는 정확도를 향상시키므로 착오를 줄여 과학은 빨리 진보한다.
- ③ 대부분의 착오는 새로운 발견이나 통찰을 이끌어낼 수 있으므로 과학은 진보할 것이다.
- ④ 내 생각과 같은 보기가 없다. 내 생각은 \_\_\_\_\_

9. 광부는 금을 “발견한다”. 왜냐하면 광부가 찾아낸 금은 원래부터 땅 속에 묻혀 있었기 때문이다. 반대로 작곡가는 음악을 “창조한다”. 왜냐하면 음악은 작곡가의 상상력을 통해 처음으로 만들어졌기 때문이다. 그렇다면 과학자는 과학 이론을 발견하는 것일까? 창조하는 것일까?

- ① 과학 이론은 발견한다. 과학 이론은 우리가 모르고 있었을 뿐, 원래부터 존재하고 있었기 때문이다.
- ② 과학 이론은 발견하는 경우도 있고, 창조하는 경우도 있다.
- ③ 과학 이론은 창조한다. 과학 이론은 과학자의 상상력에서 나왔기 때문이다.
- ④ 내 생각과 같은 보기가 없다. 내 생각은 \_\_\_\_\_

<부록 3> 과학자에 대한 인식 조사

과학자에 대한 인식 조사

( )학교 ( )학년 이름 : ( )

1. 과학자라고하면 가장 먼저 떠오르는 단어는 무엇입니까?  
( )

2. 당신이 생각하기에 과학자는 어떠한 모습이라고 보십니까?

(예) 과학자가 매우 신중하다고 생각하면 5에 √표 하세요.

덤벙댄다	1	2	3	4	√5	신중하다
	(매우 덩벙)	(덩벙)	(보통)	(신중)		(매우 신중)

- |                       |   |   |   |   |   |                  |
|-----------------------|---|---|---|---|---|------------------|
| (1) 덩벙댄다              | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 신중하다             |
| (2) 머리가 나쁘다           | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 머리가 좋다           |
| (3) 게으르다              | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 부지런하다            |
| (4) 상상력이 부족하다         | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 상상력이 풍부하다        |
| (5) 이기적이다             | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 다른 사람을 염려한다      |
| (6) 자기주장을 고집한다        | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 타인의 의견을 존중한다     |
| (7) 따분하다              | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 재미있다             |
| (8) 예술적 감각이 없다        | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 예술적 감각이 있다       |
| (9) 인간을 경시한다          | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 인간을 존중한다         |
| (10) 책임감이 없다          | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 책임감이 있다.         |
| (11) 종교를 거부한다         | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 종교를 믿는다          |
| (12) 전쟁을 원한다          | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 평화를 원한다          |
| (13) 음악이나 미술에 관심이 있다. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 음악이나 미술에 관심이 없다. |

3. 과학자가 일하는 모습을 그려 주세요.(본인이 평소 생각하는 과학자의 모습)

- 위 그림의 과학자의 성별은?  
(남, 여)

- 연령은?  
10대( ), 20대( ), 30대( ), 40대( ), 50대( ), 60대( ), 70대 이상( )

- 외모의 특징(어떠한 옷을 입고 있으며, 머리 형태는 어떠한가 등)  
( \_\_\_\_\_ )

- 어떤 일을 하고 있는가?  
( \_\_\_\_\_ )

- 그림의 배경이 되는 장소는?  
( \_\_\_\_\_ )

- 그 밖의 특징들은?  
( \_\_\_\_\_ )