

일반계 고등학교 과학과제 연구 수업의 주제 선정을 위한 실천 매뉴얼 개발 및 적용

김애라 · 박다혜¹ · 박종석^{2*}

구미선산고등학교 · ¹대구관남초등학교 · ²경북대학교

Development and Application of Practice Manual Focused on Science Topic Selection Stage in General High School

Aera Kim · Dahye Park¹ · Jongseok Park^{2*}

Gumi Seonsan High School · ¹Daegu Gwannam Elementary School ·

²Kyungpook National University

Abstract : This study focuses on the fact that students and teachers commonly have difficulty in 'selecting the topic' in many activities including student-led research that is conducted from topic selection to the drawing of conclusion. The purpose of this study is to develop a manual for science teaching research. The instructional manuals of 4 stages were developed based on practical knowledge that can be implemented in the actual class through previous research and literature. Each stage is composed of <Orientation>, <Short essay review & presentation>, <Finding a science research topic from various sources>, and <Final scientific research topic>. In the third stage, students are expected to find scientific questions and develop them into research topics through detailed class research on newspaper articles, scientific magazines, traditional knowledge, proverbs, daily life, and textbook experiments. In the experimental group, the final research topic was selected through a variety of sources such as textbook experiments, proverbs, YouTube images, newspaper articles, individual WHY NOTES, and understood the conditions of the scientific research topic and expressed the variables in the research title. However, in the control group, some students did not consider the research scope of the selected research subjects to be specific or not to be able to study at their level. As a result of giving the students as much autonomy as possible, many groups did not fully understand the previous research and submitted it. Based on the results of this study, it can be concluded that development and use of a 'topic selection stage' centered practice manual for general high school teachers would not only improve the students' abilities to discover solutions to scientific questions, but it will also help shift their attitudes towards science in a positive direction.

keywords : Topic selection stage, Science task research, Implement of teaching manual

* : (parkbell@knu.ac.kr)

** 2018

**2018 10 15 , 2018 12 24 , 2018 12 24

<http://dx.doi.org/10.21796/jse.2018.42.3.371>

I. 서론

2015 개정 과학과 교육과정에서는 창의융합형 인재를 양성하기 위해 기본 개념의 통합적인 이해 및 과학의 탐구 경험을 통하여 과학적 사고력, 과학적 탐구 능력, 과학적 문제 해결력, 과학적 의사소통 능력, 과학적 참여와 평생 학습 능력의 과학과 핵심역량을 함양하도록 한다(MOE, 2015). 과학과 핵심역량에서도 과학적 탐구 능력이 제시된 것처럼 한국의 과학교육에서 탐구는 지속적으로 강조되어 왔다. 그러나 학교 현장에서는 과학 탐구 요소를 위주로 한 단편적인 활동 혹은 지시적 확인 실험을 넘어서는 포괄적이고 종합적인 과학 탐구 활동의 기회가 부족한 실정이다(Yoon & Park, 2000). 즉, 학생들은 하나의 정답을 향하여 연구 문제와 방법 등이 주어지는 ‘요리책’ 식의 안내된 탐구를 통해 맹목적으로 활동하고 있다는 것이다(Kim, 2000; Lee *et al.*, 2015).

이러한 문제점을 해결하기 위해 과학고나 과학중점학교에서는 ‘과제 연구’ 과목을 교육과정에 편성하여 운영하면서 학생들이 스스로 탐구할 수 있는 기회를 제공하고 있다. ‘과제 연구’는 학생들로 하여금 과학자의 실제 연구와 유사한 과정을 거쳐 암기된 지식이 아닌 ‘지식을 얻는 방법’을 습득하게 함으로써 탐구로서의 과학을 활성화시킨다는 의의를 가진다(Kim, 2015). 그에 따라 ‘과제 연구’는 학생들의 성취를 높여주고 창의성 및 문제해결 능력의 신장에 기여하며 내적 학습 동기 신장을 통한 과학적 태도 향상에도 도움이 되는 교과목으로 평가받고 있다(Kang, 2014; Kim, 2009; Park, Jeong & Lee, 2011; Zion & Mendelovici, 2012).

이러한 교육적 중요성이 부각되면서 과제 연구를 적용한 뒤 과학 탐구 능력이나 과학에 대한 태도 변화를 측정하는 연구(Kang, 2014; Jung, 2014), 과제 연구 수행을 통한 학생들의 과학의 본성 이해 및 변화를 알아보는 연구(Park, 2017), 과제 연구를 진행하는 과정에서 일어나는 학생과 교사의 인식 변화를 확인하는 연구(Kim, 2015) 등이 진행되었다. 그러나 아직까지는 일반계 고등학교가 아닌 과학고, 과학중점학교, 국제고 학생을 대상으로 하는 경우

가 많고 과제 연구를 적용할 때 겪는 실질적 어려움을 해결하는 데에 도움이 되는 처방적 방안 마련을 위한 연구도 부족한 실정이다. 따라서 학교 현장에서 과제 연구가 더 활발하게 이루어지기 위해서는 과제 연구의 일반계 고등학교 적용 방안과 과제 연구 실행 시 학생과 교사들이 겪는 어려움을 해결할 수 있는 방안에 대한 연구가 더 이루어져야겠다.

실제 과제 연구에서 학생과 교사들이 가장 어려워하는 단계는 ‘주제 선정’인 것으로 나타났다(Kim, 2015; Jung, 2014; Lee, 2012). 이는 학생들의 ‘연구하고 싶은 주제’와 교사들의 ‘연구하고 싶어도 할 수 없는 주제’의 차이 때문이다(Kim, 2015). 이와 같이 학생 주도적인 과학 탐구에서 주제 선정 단계는 교사와 학생 모두에게 어려운 일임은 분명하다. 그럼에도 불구하고 가치 있는 문제나 연구주제를 생성하고 선택하는 것은 문제 해결에 앞서 반드시 선행되어야 하며, 창의적이고 우수한 산출을 위해서 꼭 필요한 부분이다. 모든 연구의 출발점은 연구 주제 선정이기 때문에 문제 해결 못지않게 연구 주제의 선정은 매우 중요한 것이다(Ryu & Park, 2014; Zion & Mendelovici, 2012).

그러나 아직까지 학생들의 연구주제 선정 지도 방안에 대한 구체적인 교사용 실천 매뉴얼이 개발되지 않은 상태이다. 교사가 ‘주제 선정 단계’에서 행할 수 있는 구체적인 행동 지침을 체계화시켜 놓는다면 훨씬 효율적으로 지도할 수 있을 것이고, 교사의 지도 역량을 높임으로써 일반계 고등학교에서 학생들의 과제 연구 활동을 더욱 활성화시킬 수 있는 방안이 될 것이다.

따라서 본 연구는 일반계 고등학교에서 ‘주제 선정 단계’를 중심으로 한 과학과제 연구 수업을 실천하고, 실천에 근거한 교수·학습 지도 전략을 ‘수업 실천 매뉴얼’로서 개발하여 적용해 보는 것을 목적으로 하였다. 이를 통해 학생들의 주제 선정 능력, 창의성, 과학적 태도에 어떤 변화가 있었는지를 확인함으로써 개발한 수업 실천 매뉴얼 활용의 효과성을 검토해 보고자 한다. 이는 학생 주도적인 연구 활동에서 학생과 교사가 가장 어려워하는 ‘주제 선정 단계’의 수업 안내서가 되어 과학과에서 최근 강조하고 있는 학생들의 역량 강화에 기여할 것이다.

II. 연구 방법

1. 연구 과정 및 연구 대상

연구 대상은 경상북도 G시 읍면지역의 S고등학교 2학년 자연반 2개 학급으로 이들은 고등학교 1학년 과정에서 과학 과목을 이수하여 관찰, 실험, 조사, 토론 등 다양한 활동의 과학적 탐구 방법과 과정을 이해하고 있기에 학생 주도의 탐구가 이루어지는 과제 연구 수행의 기본 소양은 갖추고 있을 것으로 판단하였다. 선정된 연구 대상 간의 동질성을 확인하기 위해 Kwon & Kim(1994)가 개발한 TSPS(Test of Science Process Skills)를 활용하여 과학 탐구 능력 검사를 실시하였다. 이 검사 도구의 Cronbach α 값은 0.71이었으며 검사 결과 두 집단은 동질집단인 것으로 나타났다($p < .05$). 그에 따라 2개 반 중 임의로 1개 반을 실험반, 또 다른 1개 반을 대조반으로 선정하였다(Table 1).

이와 같이 실험반과 대조반을 선정한 후 사전과 사후 검사로 수업 전후 과학적 문제발견 능력 및 과학에 대한 태도 변화를 비교하였다. 실험반에는 본 연구를 통해 개발된 Table 6의 수업 실천 매뉴얼에 따라 수업하였고, 대조반은 학생의 자율성을 강조하면서 일반 학교에서 과제 연구 과목을 지도

할 때 활용하는 방법 및 과제 연구 수업 지도 계획(Kang, 2014)을 참고하여 Table 2와 같이 수업을 진행하였다.

2. 수업 실천 매뉴얼 개발

과제연구 과정은 계획 단계 30%, 수행 단계 50%, 표현 단계 20% 비율로 운영되는 것이 효율적이다(A research group supporting science major schools, 2017). 이를 참고하여 Figure 1과 같이 과제 연구 수업을 한 학기 단위(1학기 기준)로 운영하고자 할 때 적용할 수 있는 단계를 나타내었다. 본 연구에서는 교사와 학생들이 과학 관련 과제 연구 및 소논문 쓰기 활동을 진행하면서 가장 어려워하는 ‘주제 선정’에 초점을 맞췄다. 첫 번째 ‘계획’ 단계에서 학생들이 원하는 과제 연구 주제를 선정할 수 있도록 지도하기 위해 수업에서 실제 적용할 수 있는 구체적인 수업 전략을 중심으로 개발하였다. 이를 위해 과학 관련 과제 연구 수업에서 ‘주제 선정’ 단계의 지도방안, 지도 가이드, 매뉴얼 형태로 된 선행 연구 및 문헌을 조사하고, 공통적으로 제시하고 있는 단계들을 중심으로 차시 계획을 수립하였다. 특히 과학 분야 과제 연구이기 때문에 ‘과학과’의 특색을 살릴 수 있도록 하는 데 초점을 맞추었다. 예를 들어 연구 제목의 적절성을

Table 1. Results of a Test of Science Process Skills(TSPS)

집단구분	N	평균	표준편차	t	p
실험반	24	19.57	5.40	0.89	0.38
대조반	25	21.14	6.36		

Table 2. Class contents of Control group

주	수업 내용
1주차	- 과학과제 연구에 대한 전반적인 소개 - 모둠 조직 및 조장 선정
2~3주차	- 과제 연구 분석(활동지 활용)
4~5주차	- 일상생활에서 찾을 수 있는 과학적 주제 찾기
6~7주차	- 조별로 정한 주제에 대해 토론 및 발표하기
8주차	- 선행연구 조사하기 - 주제 수정 및 보완하기 - 최종 과학 연구주제 작성지 제출

판단해 보는 활동에서 독립 변수, 종속 변수, 조절 변수 등 변수를 이해하고 찾아보게 하는 활동, 과학 교과서 속 탐구 실험 속에서 연구주제를 찾아보는 활동들은 과학과제 연구에서만 진행할 수 있다.

이와 같은 과정을 거쳐 개발된 수업 실천 매뉴얼은 과학전문가 1인, 현직 교사 5인으로 구성된 전문가 집단 세미나를 통해 ‘학습자들의 과학과제 연구 주제 선정 학습에 타당한 매뉴얼인가?’ ‘학생들이 실제 수행 가능한가?’ ‘다른 교사들이 본 매뉴얼을 통해 학생들을 지도할 수 있는가?’의 기준에 따라 검토, 수정 및 보완되었다.

3. 자료의 수집 및 분석

1) 연구주제 작성지 분석

주제 선정 단계 중심의 과제 연구 수업에 사용할 16차시 분량의 학생 활동지를 개발하였으며, 이 중 16차시에 학생들이 작성한 과학 연구 주제를 분석하였다. 실험반과 대조반 모두에게 16차시에 사용한 활동지를 작성하도록 하였다. 학생들이 작성한 연구주제 목록을 통해서 Table 3과 같은 분석 기준에 의거하여 학생들이 선정한 과학 연구 주제의 질을 비교·분석하였다.

2) 과학적 문제 발견 능력 검사

과학에서의 문제 발견 능력은 새로운 문제를 창출하거나 잠재적인 문제를 발견하는 능력으로, ‘주어진 문제 상황에서 호기심과 민감성을 바탕으로 새롭고 가치 있는 과학탐구문제를 생성하고, 그 문제를 정교하게 하는 능력’으로 정의할 수 있다(Ryu & Park, 2008). 특히 문제발견은 가설 설정보다 먼저 이루어지는 과정으로서 기초적이며 창의적이라는 관점에서 더 중요한 과정이라고 할 수 있다(Ryu, 2008). Kim(2004)은 과학 창의력 요소로 창의력의 인지적 능력을 측정할 때 일반적으로 널리 사용하고 있는 요소로 융통성, 정교성, 독창성의 3가지 요소를 선정하였다. 따라서 과학적 문제 발견 능력 검사로 학생들의 창의성을 판단해 볼 수 있다.

주제 선정 단계 중심 과제연구 수업의 창의성 측면에서의 효과를 알아보고, 수업 매뉴얼의 완성도를 높이기 위해서 과학적 문제발견 능력을 검사하였다. 검사지는 Kim *et al.* (2011)이 과학영재교육 프로그램의 효과성을 평가하기 위하여 개발한 것이며, 본 연구의 목적에 맞게 문제발견 능력 문항만을 활용하였다.

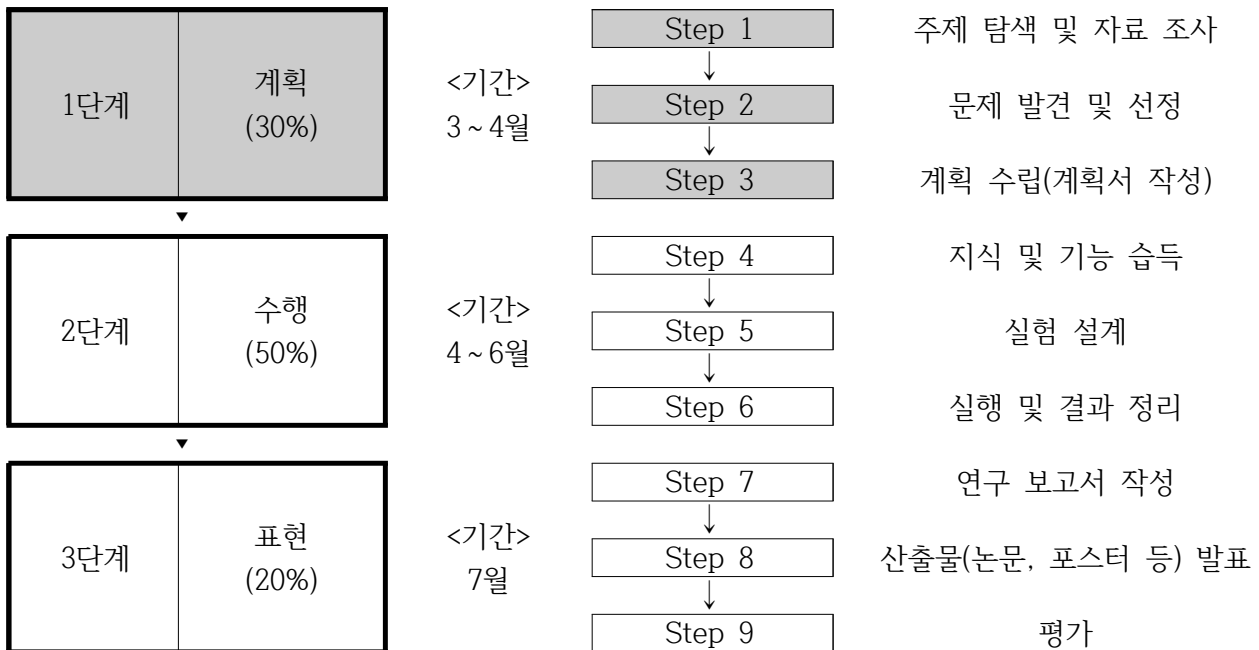


Figure 1. Progress for task research in Operation of the One-Season Program

과학적 문제발견 능력의 평가는 Figure 2와 같이 진행되었다. 먼저 학생들이 발견한 문제는 제시된 상황과 자료의 정보를 활용하여 의문형이나 ‘-은 탐구할 가치가 있다.’라고 쓴 것을 적절한 문제로, 이미 주어진 상황을 정답의 형태로 제시하거나 제시된 자료에서 확인 가능한 것을 의문형으로 제시한 것을 적절하지 않은 문제로 판별하였으며 적절한 것으로 판명된 문제는 융통성, 정교성, 독창성의 3개 영역으로 평가하여 점수화 하였다(Kim *et al.*, 2011).

융통성(flexibility)은 제시된 문제 상황과 관련이 있는 다양한 범주의 문제를 얼마나 많이 찾아내었는지를 보는 양적 점수라고 할 수 있다(Ryu, 2008). 학생들의 응답에 근거하여 동일한 범주에 속한 문제로 분류하고, 분류된 범주에 따라 각 1점씩을 부여하였다. 정교성(elaboration)은 학생의 호기심이 탐구 가능한 문제로 발전되어 진술되었나를 평가하는 척도이다(Jeong *et al.*, 2004). 탐구 가능한 문제의 구체적인 평가 기준은 3개의 정보를 사용하여 문제를 제시할 경우 3점, 2개의 정보를 비교하여 문제를 제시할 경우 2점, 1개의 정보를 사용하여 문제를 제시할 경우 1점, 탐구 불가능한 문제는 0점을 부여한다. 독창성(originality)은 학생들이 제시한 문제의 특이하고 새로운 정도의 척도이

다. 발견한 각 문제의 목록을 작성하고 발견한 학생 수를 전체 학생 수로 나누어 %로 산출하였으며, 5% 이하의 학생이 발견한 문제는 3점, 6% 이상~20% 이하는 2점, 21% 이상~40% 이하는 1점, 41% 이상은 0점을 부여하였다(Kim *et al.*, 2011).

결과 분석의 타당도를 높이기 위해 연구자 간의 삼각검증을 실시하였다. 1차로 연구자 1인이 Kim *et al.* (2011)에 제시된 범주(외형, 해파리의 특성, 생리적 특징, 생태환경, 환경오염, 진화)를 기준으로 실제 학생들의 응답 유형을 추출하면 연구자 2와 3이 그 응답 유형의 적합성을 각각 판단하였다. 이 후 다시 연구자 3인의 공동 합의를 통해 결과를 정교화하는 과정을 거쳤으며 이렇게 정교화 된 범주와 응답 유형은 독창성 점수 계산에도 활용되었다. Table 4는 ‘생리적 특징’ 범주의 응답 유형과 독창성 점수 예시이다.

과학적 문제 발견 능력 검사는 대조반과 실험반 학생들을 대상으로 과학과제 연구 수업 전과 후 실시했다. 검사 결과는 PASW(Predictive Analytics Software) Statistics 18을 사용하여 기술통계 산출 후 집단의 정규성 여부를 확인하였으며 정규성을 만족하는 경우 대응표본 *t*-검정을, 정규성을 만족하지 않는 경우 Wilcoxon 부호-서열 검정을 실시하여 사전·사후 유의미한 차이를 조사하였다.

Table 3. Student-selected science study subject analysis criteria

번	분석 기준
1	연구 주제에 독립 변인과 종속 변인을 포함하는가?
2	제출한 연구주제 작성지에 연구의 필요성이 분명히 드러나 있는가?
3	제출한 연구주제 작성지에 연구의 목적이 분명히 드러나 있는가?
4	선행연구를 조사한 후 발전시켰는가?

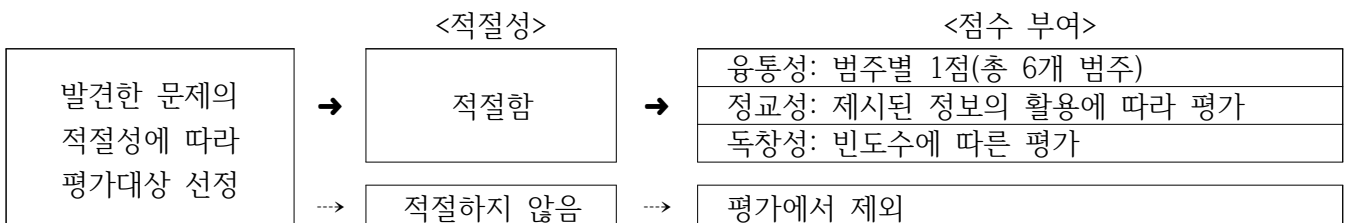


Figure 2. Process for assessing the ability to detect scientific problems(Kim *et al.*, 2011)

3) 과학에 대한 태도 검사

과학적 탐구 능력, 과학적 의사소통 능력, 과학적 참여 등 2015 개정 과학과 교육과정에서 강조하는 핵심 역량들을 기르기 위해서는 학생들의 과학에 대한 긍정적인 태도 함양이 밑받침되어야 한다. 본 연구에서 개발하고자 하는 주제 선정 단계 중심의 수업 실천 매뉴얼 적용이 학생들의 과학에 대한 태도에 어떤 영향을 미치는지 알아보기 위해 Fraser(1981)가 개발한 TOSRA(Test of Science - Related Attitudes)를 우리나라 실정에 맞게 수정·보완한 Hur(1993)의 검사지를 사용해서 태도 검사를 하였다. TOSRA는 과학에 대한 태도를 알아보는 70개의 문항으로 구성되며, 과학의 사회적 의의, 과학자들의 기준, 과학탐구에 대한 태도, 과학적 태도의 적용, 과학수업의 즐거움, 과학에 대한 취미로서의 관심, 과학직업에 대한 관심의 7개 하위 영역이 있으며 각 영역 당 10문항으로 구성되어 있다. TOSRA는 긍정 문항 35개, 부정 문항 35개의 리커트 척도 문항으로 이루어져 있다.

과학에 대한 태도 검사지는 사전·사후 두 번의 검사를 위해 각 영역별로 5문항씩 추출, 35개의 문항으로 구성된 두 개의 검사지로 나누어져 있으며, 과학에 대한 긍정적인 태도를 표현하는 문항의 경우 매우 찬성 5점, 찬성 4점, 보통 3점, 반대 2점, 매우 반대 1점으로 채점하였다. 과학에 대한 부정적인 태도는 이와 반대로 채점했다. 채점 결과를

바탕으로 PASW Statistics 18을 사용하여 기술통계를 산출하였으며, 실험반과 대조반의 유의미한 차이를 살펴보기 위해 독립표본 *t*-검정을 실시하였다. 사전검사의 문항 내적 신뢰도(Cronbach α)는 .86이고, 사후검사의 문항 내적 신뢰도(Cronbach α)는 .84이다.

Ⅲ. 연구 결과

1. 주제 선정 단계 중심 과제연구 수업 실천 매뉴얼

1) 수업 실천 매뉴얼의 이론적 기초

주제 선정 단계 중심의 과제연구 수업 실천 매뉴얼을 개발함에 있어 이론적 기초가 되는 내용들은 Table 5와 같다. 이 내용은 학생 연구 활동에서 '주제 선정'과 관련된 또는 '주제 선정 단계'에 접목시킬 수 있는 지도 방안, 전략, 수업 방법들이다. 이러한 이론적 바탕이 되는 내용들을 토대로 세부 수업 활동과 구체적인 수업 단계를 구성하여 교사가 일반계 고등학교 학생들을 지도하고 실질적으로 수업을 운영할 수 있게 내용을 가공하여 주제 선정 단계 중심 수업 실천 매뉴얼을 개발하였다.

Table 4. Category of physiology characteristic

응답 유형	학생들이 발견한 과학적 문제	발견한 학생 수	전체 학생 수	비율 (%)	독창성 점수
활동시간	밤에 더 활동할까? 낮에 더 활동할까?	3	49	6	2
다른 생물과 관계	해파리는 몸을 어떻게 보호할까?	3	49	6	2
먹이	해파리의 먹이는 무엇일까?	27	49	55	0
소화	먹이를 먹으면 어떻게 소화시키고, 그 과정이 투명해서 다 보이는가?	2	49	4	3
생식	해파리는 어떤 방식으로 번식하는가?	19	49	39	1
남녀 구분	해파리의 남자, 여자 구별 방법은?	4	49	8	2
핵상	해파리의 핵상은 몇일까?	1	49	2	3
해부학적 특징	해파리의 몸 속은 어떻게 생겼을까?	9	49	18	2
배설물	두 종류의 해파리는 배설물에 차이가 있을까?	1	49	2	3

2) 주제 선정 단계 중심의 과학과제 연구 수업 실천 매뉴얼

주제 선정 단계 중심 과제연구 수업 실천 매뉴얼은 16차시 분량으로 개발되었다(Table 6). 크게 4 단계로 구성하였는데, 오리엔테이션, 소논문 리뷰& 발표, 다양한 정보원에서 과학 연구주제 찾기, 최종 과학 연구주제 작성이다.

일반적으로 과제연구 수업의 단위수를 고려하여 1주일에 2시간씩 약 두 달 동안 운영하도록 일정을 계획하였다. 학교마다 수업의 단위수나 상황들이 모두 다르기 때문에 이는 지도교사가 판단하여 유동적으로 적용할 수 있다.

단계별 수업 활동에 따른 교사의 세부 행동 지침을 매뉴얼로 제시하면 Table 7~10과 같이 나타낼 수 있다. 차시별 세부 매뉴얼에는 체크리스트의 형태로 나타내어 지도교사가 수업에서 활동하는 내용들을 스스로 체크해 가며 학생을 지도할 수 있도록 하였다. 또한 세부 매뉴얼에 최적화된 학생 활동지를 함께 개발했으며, 이는 Figure 3에 일부 제시하였다.

‘오리엔테이션’ 단계(Table 7)에서는 수업의 첫 시간이므로 과학과제 연구 수업의 목적, 활동 방향, 일정, 학생과 교사의 역할 등에 대한 안내와 협의가 이루어진다. 학생들 입장에서 연구주제를 찾는

Table 5. Theoretical basis of the manual

번	이론적 기초	수업 실천 매뉴얼에 반영된 부분
1	주제 선정 단계에서의 효율적 지도 방안 (Kim, 2015)	전체적인 흐름 및 개략적 지도 방안에 대한 아이디어
2	WHY NOTE(Shin, 2006)	일상생활 속 호기심과 관련한 과학적 의문 생성을 촉진시키기 위한 전략
3	연구문제를 찾는 과정(Jang, 2016)	과학적 문제에서 독립 변인과 종속 변인을 찾고, 변인 간의 관계를 밝히는 연습을 통해 연구 문제를 발견해내는 방법
4	ALE 수업 전략에 따른 화학 수업 구성 (Jeon, 2017)	과학 실험기기를 활용한 수업 및 교과서 실험을 통해 창의적인 자율탐구를 이끌어내게 함
5	정보문제 해결을 위한 처리과정 모델(Big 6 모형)	선행연구 조사 등 문헌 조사를 통한 내용 정리 시 Big 6 모형에 기반한 학습지 제작

Table 6. Summary of the implementation manual

단계	차시	수업 활동
오리엔테이션	1	OT & WHY NOTE 작성
소논문 리뷰 & 발표	2~3	소논문 리뷰하기
	4~5	리뷰 소논문 발표하기
	6	연구 제목의 적절성 판단하기
다양한 정보원에서 과학 연구주제 찾기	7	영상 속 연구주제 찾기
	8	나의 궁금증에서 우리의 궁금증으로 확장시키기
	9	신문기사, 과학잡지 속 연구주제 찾기
	10	전통지식, 속담, 일상생활 속 숨어있는 나만의 연구주제 찾기
최종 과학 연구주제 작성	11~14	교과서 실험 속 나만의 연구주제 찾기
	15	선행연구 조사활동
	16	과학 소논문 연구주제 작성지

활동이 왜 필요한지, 어떤 교육적 효과가 있는지에 대해 이해한 후 수업에 임하게 되면 수업 참여도와 의욕이 훨씬 높아질 수 있다. Shin(2006)이 개발한 WHY NOTE는 오리엔테이션 시간에 개별 학생들에게 미리 나누어주고, 연구주제를 최종 선정할 때까지 개인이 보관하도록 한다. 일상생활 속에서 궁금증이 생길 때마다 WHY NOTE에 궁금증을 바로 기록할 수 있도록 안내하고 궁금증에 대한 답을 스스로 찾아 적어보게 한다.

두 번째 단계인 ‘소논문 리뷰 & 발표’ 단계의 차

시별 세부 매뉴얼은 Table 8과 같다. 이 단계는 학생 연구 활동에 대해 이해하기 위해 소논문을 직접 보고 분석해 보는 단계이다. 일반계 고등학교 학생들은 프로젝트 학습으로서의 과제 연구 활동이나 과학 소논문을 써 본 경험이 별로 없기 때문에 교사가 인터넷에 공개되어 있는 학생 소논문을 찾아 제공해 주는 것이 좋다. 일반계 고등학생이 과학과제 연구 활동을 시작할 때 처음부터 학술지나 논문 자료를 찾아보게 하는 것은 개념이나 용어가 너무 어려워 학생들의 의욕을 꺾을 수 있다. 따라서 학

Table 7. Orientation step

차시	수업 활동	세부 매뉴얼
1	OT & WHY NOTE 작성하기	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 과학과제 연구 수업의 목적, 활동 방향, 일정, 학생과 교사의 역할 등에 대해 전체적인 안내를 한다. <input type="checkbox"/> 지금부터 제공하는 활동 자료 및 유인물들은 파일에 따로 묶어서 보관하게 한다. <input type="checkbox"/> 개인별 WHY NOTE를 제공하고, 작성 방법을 설명한다. <input type="checkbox"/> ‘뇌 구조 그리기 활동지’를 통해 자신의 관심 분야, 진로, 취미가 무엇인지 나에 대해 고민해 보는 시간을 가진 후 발표한다. <input type="checkbox"/> 진로와 연계된 연구주제 사례를 학생 안내용으로 제시할 수 있다.

Table 8. Short essay review & presentation

차시	수업 활동	세부 매뉴얼
2~3	소논문 리뷰하기	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 소논문 제목 List를 뽑아 학생들에게 나누어 준다.(출처: 국립중앙과학관-전국과학전람회-통합검색) <input type="checkbox"/> 자신이 읽고 싶은 소논문을 3가지만 체크해 보게 한다. <input type="checkbox"/> 같은 주제의 소논문을 읽고 싶어 하는 학생 2~3명끼리 짝을 지어 앉도록 책상을 재배치한다. <input type="checkbox"/> 한 모둠에 소논문 리뷰 양식을 1장씩 배부한다. <input type="checkbox"/> 50분 수업 안에 소논문을 분석하고, 내용 정리하는 데 시간이 부족할 수 있으므로 2차시에 걸쳐 소논문 리뷰 활동을 진행한다.
4~5	리뷰 소논문 발표하기	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 4차시에는 교내 컴퓨터실에서 모둠끼리 리뷰한 소논문을 발표할 자료를 PPT로 제작하게 한다. <input type="checkbox"/> 5차시에는 제작한 발표 자료를 순서대로 발표하게 한다. 전체 학생들에게는 발표 기록지를 배부하여 다른 모둠의 발표를 듣는 동안 중요한 내용을 기록하게 하고, 모든 모둠이 발표를 할 수 있도록 발표 제한시간을 5분 둔다.
6	연구 제목의 적절성 판단하기	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 리뷰한 소논문 제목의 적절성을 판단하기 위해, 연구 제목의 조건 활동지를 배부한다. <input type="checkbox"/> 과학 소논문에서 중요한 변수, 연구 제목의 조건에 대해 교사가 간단히 설명하고, 국립중앙과학관 홈페이지에서 다른 논문을 찾아 제목의 적절성을 판단해 보게 한다.

Table 9. Finding a science research topic from various sources

차시	수업 활동	세부 매뉴얼
7	영상 속 연구주제 찾기	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 모둠 활동을 위해 앉은 자리 기준 4인 1조로 책상을 배치한다. <input type="checkbox"/> ‘영상 속 연구 주제 찾기’ 활동지를 배부한다. <input type="checkbox"/> 과학적 호기심을 유발시킬 수 있는 영상을 학생들에게 보여주고, 더 연구해보고 싶은 주제를 검정색 볼펜으로 적어보게 한다.(영상 출처: EBS 클립뱅크) <input type="checkbox"/> 활동지의 마지막에는 빈 칸이 있다. 빈 칸에는 수업 시간에 학생들이 보고 싶어 하는 주제의 영상 1개를 골라 다같이 시청하고, 더 연구해보고 싶은 주제를 적어보게끔 한다.
8	나의 궁금증에서 우리의 궁금증으로 확장시키기	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 모둠 활동을 위해 앉은 자리 기준 4인 1조로 책상을 배치한다. <input type="checkbox"/> ‘나의 궁금증에서 우리의 궁금증으로 확장시키기’ 활동지를 배부하고, 7차시 활동지도 함께 준비하게 한다. <input type="checkbox"/> ‘영상을 보고 더 연구해보고 싶은 나의 주제’에 대해 모둠원과 의견을 나누게 한다. 1명씩 차례로 자신의 의견을 말하게 하고, 친구의 의견 중 좋은 주제라고 생각되는 내용을 7차시 활동지에 빨간색 볼펜으로 추가한다. <input type="checkbox"/> 우리 모둠에서 더 깊이 있게 조사하고 연구해보고 싶은 주제를 1가지 골라 보고, 그 주제를 고른 이유를 적어 보게 한다. <input type="checkbox"/> 나의 궁금증에서 확장된 우리의 궁금증을 모둠별로 전체 친구들 앞에서 발표하고 토의한다.
<p>※ 9차시 활동부터는 모둠을 새롭게 구성한 후, 활동이 끝날 때까지 모둠원 변경 없이 구성된 모둠이 계속 유지될 수 있도록 한다.</p>		
9	신문기사, 과학잡지 속 연구주제 찾기	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 신문, 과학잡지(과학동아, 뉴턴 등), 인터넷이 가능한 환경이 필요하다. <input type="checkbox"/> 함께 연구주제를 찾고 싶은 친구들 2~3명이 한 모둠을 구성하게 한다. <input type="checkbox"/> ‘신문기사, 과학잡지 속 나만의 연구주제 찾기’ 활동지를 배부한다. <input type="checkbox"/> 신문기사, 과학잡지, 인터넷 신문기사, 인터넷 과학잡지 중 원하는 정보원을 골라 흥미롭게 읽은 내용을 요약하고, 이 과정에서 내가 연구해보고 싶은 내용을 적어보게 한다. <input type="checkbox"/> 모둠원이 역할 분담하여 다양한 정보원에서 정보를 수집할 수 있도록 지도한다.
10	전통지식, 속담, 일상생활 속 숨어있는 나만의 연구주제 찾기	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 인터넷이 가능한 환경에서 수업한다. <input type="checkbox"/> ‘일상생활 속 숨어있는 나만의 연구주제 찾기’ 활동지를 배부한다. <input type="checkbox"/> 검색 포털을 이용하여 전통 지식, 속담, 일상생활 속 연구거리를 조사해 보고, 그 속에 숨어있는 과학적 원리를 찾아보게 한다.
11~14	교과서 실험 속 나만의 연구주제 찾기	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 수업은 과학 실험실에서 진행한다. <input type="checkbox"/> 교과서에 제시된 실험 4가지 중 2가지를 필수로 선택하여 실시하게 한다. <input type="checkbox"/> 실험 4가지는 교사가 미리 뽑아 놓고, 그 중에서 해보고 싶은 실험을 2개 고르도록 한다. <p style="margin-left: 20px;"><학생들에게 제시한 실험></p> <ol style="list-style-type: none"> ① 미세 먼지를 소재로 어떤 탐구를 할까? ② 산성화된 토양과 호수의 중화 방법 고안하기 ③ 무더운 여름에는 어떤 색의 옷을 입는 것이 시원할까? ④ 식품 첨가물 바로 알기 <p style="margin-left: 20px;">(실험 출처: 고1 과학탐구실험 교과서-미래엔, 비상교육)</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 실험 1개 당 2차시 블록타임으로 운영할 것을 권장하며, 교사는 처음부터 끝까지 실험을 다 준비해 주는 것이 아니라 학생들이 실험을 수행할 수 있도록 지원해주는 역할만 한다. <input type="checkbox"/> 실험 보고서를 작성하게 하고, 실험 전 과정에서 추가로 연구해 보고 싶은 내용이 생길 경우 보고서에 바로 기록하게 한다. 실험 과정 속에서 추가로 궁금한 점을 찾도록 지도한다.

교급이 낮거나 같은 학교 학생들의 작품을 읽어보는 것을 추천한다.

세 번째 단계인 ‘다양한 정보원에서 과학 연구주제 찾기’ 단계의 차시별 세부 매뉴얼은 Table 9와 같다. 이 단계는 과학 연구주제를 실제로 찾아보기 위해 다양한 정보원을 관찰, 탐색, 검색하는 단계이다. 주요 정보원은 각종 영상, 신문기사, 과학잡지, 전통 지식, 속담, 일상생활, 교과서 실험으로 잡았으며, 여러 정보원으로부터 나만의 연구 거리를 찾아보게 한다. 영상의 경우 EBS 클립뱅크(clipbank.ebs.co.kr)에 약 3분 가량의 짧은 클립 영상이 분야별로 잘 정리가 되어 있어 이 영상을 활용하면 편리하다. 이 뿐 아니라 동영상 사이트 유튜브(youtube.com)에서도 유익한 영상 자료를 학생들과 함께 보면서 그 속에서 궁금증과 연구 거리를 찾아봐도 좋다. 과학과제 연구 수업은 항상 모둠원끼리 토의 활동이 활발히 일어날 수 있도록 분위기를 조성할 필요가 있는데, 영상 속 연구주제

를 찾기 활동을 할 때 자신의 궁금증을 기록하게 하는 것에서 그치지 말고 반드시 나의 궁금증에서 우리의 궁금증으로 확장시켜 나의 생각을 발전시킬 수 있는 시간을 가지는 것이 중요하다.

마지막 단계인 ‘최종 연구주제 작성’ 단계의 차시별 세부 매뉴얼은 Table 10과 같다. 15~16차시에서 학생들은 최종적으로 자신들이 연구해보고 싶은 과제연구 주제를 선정해야 한다. 다양한 정보원에서 연구주제를 찾은 경험을 토대로 모둠원들이 토의를 통하여 최종 연구주제를 1가지 결정하며, 이 때 최종 결정한 연구주제가 현재 어느 정도까지 연구가 진행되었는지 선행연구를 조사한다. 주로 소개되는 검색 사이트는 학술연구 정보서비스(riss), DBpia, 국립중앙과학관 홈페이지, 네이버 학술정보(academic.naver.com), Google 학술검색(scholar.google.co.kr)이다. 그러나 과학, 공학 분야 논문이나 학술지는 일반계 고등학교 학생들이 읽기에 용어가 너무 어렵고 내용 이해를 힘들어한

Table 10. Final step for making the scientific research topic

차시	수업 활동	세부 매뉴얼
15	선행연구 조사하기	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 인터넷이 가능한 환경에서 수업한다. <input type="checkbox"/> 지금까지 학생들이 작성한 수업 활동지, WHY NOTE를 모두 지참하여 수업에 임하게 한다. <input type="checkbox"/> ‘선행연구 조사활동’, ‘연구주제 선정을 위한 마인드맵 그리기’ 활동지를 배부한다. <input type="checkbox"/> 지금까지 우리 모둠에서 더 깊이 있게 연구해보고 싶다고 선정했던 주제 중 가장 마음에 드는 것을 토의를 통하여 1가지 결정하게 한다. <input type="checkbox"/> 15차시에서는 학생들이 선택한 주제가 현재 어디까지 연구가 진행되었는지 선행 연구를 찾아 정리하는 방법에 대해 중점적으로 지도한다. 이 때 단순히 인터넷 검색포털에서 찾은 검증되지 않은 정보를 무분별하게 받아들이지 않도록 안내한다. <input type="checkbox"/> 과학전람회 자료, 단행본 자료, 학위 논문, 학술지 자료, 신문 자료 등 모둠원들이 협동하여 선행 연구를 찾고, 각 모둠에서 연구하고자 하는 주제가 이미 연구가 되어 있는 것은 아닌지 판단하고 연구주제를 발전시킬 수 있도록 한다. <input type="checkbox"/> 많은 정보를 검색하면서 혼란스러워 하지 않도록 ‘최종 연구주제 선정을 위한 마인드맵 그리기’ 활동지에 키워드 중심으로 검색한 내용들을 기록하고 정리하면서 진행하게 한다.
16	과학 소논문 연구주제 작성하기	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 인터넷이 가능한 환경에서 수업한다. <input type="checkbox"/> 학생들이 검색할 수 있는 ‘주요 정보원’ 유인물을 나누어 준다. <input type="checkbox"/> 15차시에서 조사한 선행연구를 참고하여 최종 과학 소논문 연구주제 작성지를 작성하여 제출하게 한다.

Table 11. Study titles and motives of the experimental group and the control group

조	내용	실험반	대조반
1	연구 제목	시중에 판매하는 미세먼지 마스크의 종류와 가격에 따른 성능 분석	마찰전기 발전기
1	연구 동기	미세먼지 피해를 줄이는 방법을 찾아보다 선행 연구에서 정전기식 필터에 대해 알게 되었고, 이를 마스크에 적용해 보면 어떨까 생각했다. 그러나 내가 직접 정전기식 필터 마스크를 제작하기가 현실적으로 어려워 시중에 판매하는 미세먼지 마스크의 종류에 따른 원리를 알아보고, 가격 대비 성능을 분석해 보려고 한다.	가까운 미래에 격변할 에너지난에 대비해 청정하며 신뢰할 수 있는 전력을 개발하는 것이 연구의 동기이다. 우연히 발생하는 마찰전기를 지속적으로 사용할 수 있는 전력원으로 만들기 위한 가능성을 알아보고자 한다.
2	연구 제목	솔뚜껑을 포함한 가열제품의 뚜껑은 왜 원형일까?	아로마테라피를 했을 때 우리 몸의 변화
2	연구 동기	‘자라보고 놀란 가슴 솔뚜껑 보고 놀란다’라는 속담을 보고 왜 솔뚜껑이 자라 모습과 닮았는지 궁금해졌고, 더 나아가 현재 가열제품의 뚜껑들을 생각해 보니 모두 원형이어서 이에 대해 조사해 보고 싶어졌다.	향기에 대해 무엇이 있을까 생각하다가 아로마 오일이 생각났고, 진로와 관련이 있어 선택하게 되었다.
3	연구 제목	콘택트렌즈의 사용 기간 및 세척액 종류에 따른 세균 오염 정도	카페인 섭취에 따른 우울증 치료 효과가 있을까?
3	연구 동기	선행 연구를 찾아보니 ‘소프트콘택트렌즈의 재질 및 착색여부에 따른 균 흡착의 차이’를 비교한 논문이 있었다. 우리 모듬은 고등학생들이 충분히 조절할 수 있는 요인을 조작 변인으로 선정하고 싶다. 그래서 사용 기간과 렌즈 세척액에 따른 세균 오염 정도를 비교하려고 한다. 이 연구를 통해 콘택트 렌즈의 세균 증식을 최소화 하는 방법을 찾고 싶다.	평소 시험기간마다 카페인이 함유된 음료를 섭취하는데 학업에 대한 스트레스가 풀리는 것 같았다. 그리고 잠도 잘 안오고 기분도 좋아지는 것 같았다. 카페인을 섭취하면 기분이 안정되니까 손쉽게 구할 수 있는 카페인을 통해 우울증 치료가 가능한지에 대해 알아보고 싶었다.
4	연구 제목	천연곡물세안의 피부 미백 효과	천둥번개로부터 전력 및 통신 시설을 방호하는 대책에 대하여
4	연구 동기	선행 연구에서 ‘천연곡물세안제 구성성분의 항산화력 비교’라는 논문을 보게 되었다. 실험 결과 항산화력을 들깨, 현미, 백태, 녹두, 보리의 순으로 높았다. 이 선행 연구를 바탕으로 실제 천연 곡물 세안을 실천해 보고, 피부 미백 효과가 있는지 검증해 보고 싶다.	과학과 관련된 걸 생각하던 중에 전기를 연구하는 사람들이 많길래 천둥 번개로 정하였다.
5	연구 제목	3D 프린터 출력품의 내구성 향상 방안	생강 외에 멀미에 의한 오심, 구토 증세를 개선할 수 있는 천연적 작물이 있을까?
5	연구 동기	이제는 3D 프린터가 무기 제작이나 군사용으로 사용되기 시작했다. 그만큼 제품의 질과 내구성을 높여야 한다는 이야기이다. 우리 학교에도 3D 프린터가 많기 때문에, 3D 프린터 출력품의 질을 향상시키기 위한 방법을 연구해 볼 것이다.	우리가 평소 사용하던 멀미약에는 부작용이 따를 수 있어 멀미 증세를 개선할 수 있고 부작용이 없는 천연작물의 필요성을 느꼈다.

실험반 학생들이 과제연구 수업 매뉴얼 중 연구 주제를 선정하게 된 구체적인 단계를 조사해 본 결과 1조는 교과서 실험 속 나만의 연구주제 찾기 수업에서 '미세 먼지를 소재로 어떤 탐구를 할까'라는 실험을 선택하여 탐구한 후 최종 연구주제를 선정하였다. 2조는 속담 속에 숨어있는 나만의 연구주제 찾기 수업 중 '자라보고 놀란 가슴 솥뚜껑 보고 놀란다'에서 궁금한 점을 찾았으며, 이에 대해 과학적으로 더 연구해보고 싶다는 의견을 제시했다. 3조는 모둠원 내 한 학생이 WHY NOTE에 작성한 내용을 모둠원들이 함께 최종 연구주제로 발전시켰다. WHY NOTE는 시간적 여유를 두고 일상생활 속 궁금한 점을 찾도록 하기 때문에 학생들의 생활과 밀접한 연구주제를 찾는 데 효과가 있었다. 4조는 모둠원 구성부터 학생들의 진로와 흥미가 유사한 학생들끼리 모인 모듬이었으며, 과제연구 주제 찾기 수업을 진행하는 내내 학생들의 진로와 연구 주제 키워드가 크게 변하지 않고 일관된 모습을 보여 주었다. 다만 연구주제 키워드는 다른 모듬에 비해 일찍 정해졌으나 구체적으로 어떤 연구를 진행해야 할지에 대해서는 어려워했다. 지금까지 논문을 읽어본 적이 없고 형식을 갖추어진 글을 써본 경험도 거의 없기 때문에 선행연구를 읽는 것을 힘들어하는 모습을 보였다. 그래도 선행연구 조사 활동을 수행하면서 모듬원들끼리 적극적으로 토의하면서 구체적으로 연구해 보고 싶은 방향을 찾아갔다. 5조도 학생들의 진로와 연관된 연구주제를 선정하였다. 특히 이 학생들은 교내 3D 프린터 동아리 학생들이 소속되어 있었으며, 그 학생들이 3D 프린터와 관련하여 연구하려는 의지가 강하여 해당 학생의 주도 하에 연구주제를 최종적으로 선정하는 모습을 보였다.

실험반과 대조반의 연구 주제의 질을 분석하기 위해 Table 3의 분석 기준에 따라 학생들의 최종 과학 연구주제 작성지를 분석해 보았다. 먼저 연구 주제에 독립 변인과 종속 변인을 포함하는가를 비교해 보면 실험반의 경우 전체 조에서 독립 변인과 종속 변인의 관계가 연구 제목에서부터 분명히 있었다. 그러나 대조반의 경우 2조와 3조, 5조에서는 변인들이 드러나 있었지만 1조와 4조에서는 독립

변인과 종속 변인의 관계가 전혀 없었다. 특히 대조반의 2조와 3조는 모두 변인들의 관계가 보이긴 했지만 종속 변인이 각각 우리 몸의 변화, 우울증 치료 효과로 우리 몸의 변화라면 어떤 변화를 볼 것인지, 우울증 치료 효과가 있다 혹은 없다라고 이야기를 하기 위해서는 학생 수준에서 어떻게 진행할 것인지에 대해 추가로 깊이 있는 논의가 필요해 보였다. 학생들이 제출한 연구 주제 작성지에서는 이에 대한 논의 결과는 없었으며, 추가 면담을 진행했을 때도 답변을 하지는 못했다.

제출한 연구주제 작성지에 연구의 필요성과 목적이 분명히 드러나 있는가에 대해 비교해 보니 실험반과 대조반에서 대체적으로 본인들이 하고자 하는 연구의 필요성과 목적은 인지하고 있었으며, 이는 Table 11의 연구 동기에 일부 나타내었다. 많은 학생들이 자신 또는 동료 친구들의 호기심이나 진로와의 관련성 안에서 연구의 목적과 필요성을 찾고 있었다. 그러나 대조반 4조는 연구의 필요성과 목적에 대해 전혀 고민해 본 흔적이 없었으며, 대조반 5조의 경우 연구의 필요성은 있지만 연구의 목적이 없었다.

마지막으로 선행연구를 조사한 후 발전시켰는가에 대한 기준을 적용하여 분석해 보았다. 실험반에서는 자신의 조에서 하고자 하는 연구 주제가 현재 어느 정도까지 연구가 진행되었으며 앞으로 연구 주제를 어떤 방향으로 진행해 나가면 좋을지에 대해 고민하고 토의하는 수업을 15~16차시에 했다. 수업 시간 활동지를 활용하여 선행 연구를 조사하고, 선행 연구를 통해 연구 주제의 방향을 구체적으로 잡아가는 것이 활동지에 드러나 있었으며, 이는 과학 연구주제 작성지에도 나타나 있었다. 그러나 대조반의 경우 학생들이 기존에 연구된 선행연구물을 바탕으로 우리 모듬의 연구주제를 발전시키지 못하고 선행연구물을 그대로 적어서 제출한 모듬이 많았다. RISS에서 검색한 결과 4조의 연구주제는 DBpia에 검색한 결과 Jo(1997)의 '천동번개로부터 전력 및 통신 시설을 방호하는 대책에 대하여'라는 논문을 그대로 적어 제출하였고, 5조는 Kwak *et al.* (2014)의 '생강 건조 분말의 임신 및 멀미에 의한 오심, 구토 개선 기능성에 대한 체계

적 고찰'이라는 학술지 논문에서 연구주제를 발전 시키기는 했지만 생각 외에 어떤 천연작물이 있는지 새롭게 찾아야 하기 때문에 연구의 범위가 너무 넓은 문제가 있었다.

대조반의 경우 학생들에게 연구해 보고 싶은 주제를 자율적으로 찾게 하고 교사의 개입은 최소화 하며 학생의 자율성을 최대한으로 보장해 주었는데, 최종 연구주제를 분석한 결과 전체 학생들 중 과학과제 연구 활동을 바르게 이해하지 못한 학생들이 많은 것으로 나타났다. 그리고 활동을 진행하는 중에도 평소에 궁금한 것이 없다며 의욕적이지 못한 모습을 보였고, 학생의 자율성을 많이 부여하다 보니 멀티미디어실에서 활동을 하는 경우에는 활동에 적극적으로 참여하지 않고 컴퓨터로 개인적으로 하고 싶은 것을 하는 학생들이 많아 이 부분에 대해 지도와 감독이 계속 필요했다. 모둠원 간 적극적인 토의가 활성화되지 못한 것이 연구주제에도 그대로 반영되어 나타났다.

2) 과학적 문제 발견 능력 검사 결과

학생들의 창의성을 확인하기 위해 수행한 과학적 문제 발견 능력 검사 결과 분석은 PASW Statistics 18을 사용하였으며, 기술통계를 산출한 결과 대조반은 데이터가 정규 분포를 이루지 않아 Wilcoxon 부호-서열 검정을 실시하였고 실험반은 데이터가 정규성을 만족하여 대응표본 t -검정을 실

시하여 사전·사후 검사의 차이를 분석하였다(Table 12). 그 결과 대조반의 과학적 문제 발견 능력은 총점 평균이 1.44점 하락한 반면 실험반은 총점 평균이 11.42점이나 증가하였다. 융통성, 정교성, 독창성의 영역별 점수에서도 비슷한 결과가 나왔는데 대조반에서는 영역별 점수가 각각 0.4점, 0.8점, 0.24점 하락하였으나($p>.05$) 실험반에서는 각각 1.21점, 5.62점, 4.59점 상승하였다($p<.05$). 따라서 주제 선정 단계 중심의 과학과제 연구 수업 실천 매뉴얼에 따른 수업 처치는 일반계 고등학교 학생들의 과학적 문제발견 능력을 신장시키며 창의성 요소인 융통성, 정교성, 독창성 측면을 모두 발달시킬 수 있다.

3) 과학에 대한 태도 검사 결과

대조반은 학생들의 자율성을 많이 부여한 과학과제 연구주제 찾기 활동을 진행하였고, 실험반은 개발된 주제 선정 단계 과학과제 연구 수업 실천 매뉴얼에 따른 활동을 진행하였다. 과학에 대한 태도 사전 검사 결과인 Table 13을 보면 175점 만점 기준 대조반과 실험반의 평균은 각각 119.38점과 119.80점이 나왔다. 실험반이 0.42점 더 높긴 하지만 이는 통계적으로 유의미한 차이가 아니기 때문에($p>.05$), 대조반과 실험반에서 과학에 대한 태도의 사전 점수는 크게 차이가 없음을 알 수 있다.

약 2달 간의 수업 처치 후 과학에 대한 태도 사

Table 12. Results of a control group and experimental group's ability to detect scientific problems

문제발견 능력	N	사전		사후		Z	p	
		평균	표준편차	평균	표준편차			
융통성	대조반	25	2.32	1.31	1.92	1.61	-1.35	.178
	실험반	24	2.21	1.41	3.42	1.14	3.73	.001*
정교성	대조반	25	6.88	5.18	6.08	6.70	-.81	.420
	실험반	24	6.71	4.42	12.33	6.30	5.72	.000*
독창성	대조반	25	5.64	5.51	5.40	6.76	-.26	.793
	실험반	24	5.08	4.14	9.67	5.75	4.11	.000*
총점	대조반	25	14.84	11.56	13.40	14.34	-.76	.446
	실험반	24	14.00	9.47	25.42	12.24	5.10	.000*

* $p<.05$

후 검사를 실시한 결과 대조반은 평균 116.86점, 실험반은 126.96점으로 실험반이 10점이나 더 높게 나왔다. 이는 통계적으로 유의미한 차이라고 볼 수 있다($p < .05$). 과학에 대한 태도 점수의 사전·사후 검사 결과를 비교해 보면, 대조반의 경우 점수가 2.42점 하락했으나 실험반의 경우 7.16점 증가하는 것으로 나타났다.

수업 처치 후 실험반의 경우 과학에 대한 태도 점수 상승으로 긍정적인 태도 변화를 기대할 수 있게 되었으나, 대조반의 경우 수업 처치 후 태도 점수가 떨어진 것에 대해 그 이유를 한 번 살펴볼 필요가 있다. 과학과제 연구 수업을 진행할 때 일반계 고등학교 학생들, 특히 중하위권 학교의 학생들 일 경우에는 학생들에게 활동의 자율성을 완전히 넘겨버리는 수업 방법이 결코 효과적으로 작용하지 않을 수도 있다는 결과를 생각해 볼 수 있다.

IV. 결론 및 제언

본 연구에서는 일반계 고등학교에서 ‘주제 선정 단계’를 중심으로 한 과학과제 연구 수업 실천 매뉴얼을 개발해서 이를 수업에 적용하였다. 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 일반계 고등학교 과제연구 수업에서 학생들이 어려워하는 주제 선정 단계를 효과적으로 지도하기 위해서 지도 교사를 위한 구체적이고 체계적인 수업 매뉴얼을 개발하였다. 매뉴얼은 크게 4 단계로 구분되며, 오리엔테이션, 소논문 리뷰&발표,

다양한 정보원에서 과학 연구주제 찾기, 최종 과학 연구주제 작성 단계로 진행된다. 특히 3단계 ‘다양한 정보원에서 과학 연구주제 찾기’에서는 영상 속 연구주제 찾기, 신문기사·과학잡지 속 연구주제 찾기, 전통지식·속담·일상생활 속 숨어있는 나만의 연구주제 찾기, 교과서 실험 속 나만의 연구주제 찾기의 세부 수업 활동으로 구성되어 있다. 이 활동들을 통해 학생들은 과학적 의문을 찾아 연구주제로 발전시킬 수 있다. 나아가 개발된 수업 실천 매뉴얼을 효과적으로 구현하도록 최적화된 16차시 분량의 수업 활동지를 개발하였다.

둘째, 일반계 고등학교 자연반 학생들에게 개발된 수업 실천 매뉴얼의 효과성을 분석한 결과, 실험반에서는 다양한 정보원을 통해 최종 연구주제를 선정했으며, 과학 연구 주제의 조건을 이해하고 연구 제목에 변인을 드러내 표현하였다. 그러나 대조반의 경우 일부 학생들이 선정한 연구주제의 연구 범위가 구체적이지 못하거나 학생 수준에서 연구할 수 있는 범위인지를 전혀 고려하지 않고 작성했으며, 학생들에게 자율성을 최대한 많이 부여하다 보니 과제연구 활동의 의미를 제대로 이해하지 못하고 선행 연구물을 그대로 작성해서 제출하는 모둠이 많았다. 또한 자료 검색 활동이 많이 필요해 수업을 멀티미디어실에서 하는 경우가 많았는데, 대조반 학생들의 경우 수업에 집중하지 못하고 컴퓨터로 자신이 하고 싶은 행동을 하는 학생들이 많았다. 그러나 실험반의 경우 매 수업시간 무엇을 해야 하는지가 명확히 정해져 있다 보니 학생들이 수업에 대한 몰입도가 컸으며, 모둠원 간 토의와 같은 상호작용도 활발히 일어나는 모습이 나타났다.

Table 13. The results of an attitude test on science(2 sample *t*-test)

검사종류	집단구분	N	평균	표준편차	<i>t</i>	<i>p</i>
사전검사	대조반	25	119.38	13.06	-.10	.92
	실험반	24	119.80	15.60		
사후검사	대조반	25	116.96	10.03	-2.81	.01*
	실험반	24	126.96	14.67		

* $p < .05$

셋째, 개발된 수업 실천 매뉴얼에 따른 수업을 경험한 학생들의 변화를 확인하기 위해 과학적 문제 발견 능력 검사와 과학에 대한 태도 검사 실시 결과 대조반에서는 두 검사에서 모두 유의미한 차이를 보이지 않았다. 그러나 실험반에서는 학생들의 창의성을 판단할 수 있는 과학적 문제발견 능력이 사전에 비해 점수가 크게 증가했으며, 하위 영역인 융통성, 정교성, 독창성 측면에서도 모두 점수가 증가하였다. 또한 과학에 대한 태도 검사 결과에서도 통계적으로 유의미한 차이를 보여주었다.

따라서 주제 선정 단계 중심 과학과제 연구 수업 실천 매뉴얼에 따른 수업은 일반계 고등학교 학생들에게 과학적 문제 발견 능력을 향상시키고, 과학에 대한 태도를 긍정적인 방향으로 변화시킨다고 할 수 있다.

본 연구를 바탕으로 후속 연구를 고려한 몇 가지 제언은 다음과 같다.

첫째, 본 연구에서 개발된 수업 실천 매뉴얼은 신규 및 초임교사에게 과제연구의 수업 안내서 및 지침서의 역할을 할 수 있을 것이다. 따라서 일반계 고등학교 신규 및 경력이 낮은 교사들이 개발된 수업 실천 매뉴얼을 활용할 수 있는 방안을 모색할 필요가 있다.

둘째, 교육청 차원의 고등학생 소논문 데이터베이스 구축이 필요하다. 각 교육청에서는 과학고, 과학중점학교의 학생 연구 활동을 활성화시키기 위해 소논문 발표 대회 등 다양한 형태의 도 단위 대회를 운영하고 있다. 요즘에는 일반계 고등학교에서도 과제 연구 및 소논문 쓰기 활동에 대한 관심이 증대되고 있으며 대회에 참여하는 학교도 많다. 이러한 누적된 자료들을 체계적으로 관리할 수 있는 시스템이 개발된다면 학생들의 과학 탐구 및 연구 활동을 효과적으로 지원해 주는 방법이 될 것이다. 특히 일반계 고등학교 학생들에게는 개념의 수준이 너무 높아 읽고 이해하기조차 어려운 논문을 제시했을 때 오히려 활동 의욕이 떨어지는 모습을 보였다. 따라서 일반계 고등학생들의 연구 논문들을 모아 자료를 쉽게 다운 받을 수 있고 접근성이 뛰어나게 한다면 일반계 고등학교의 과제연구 활동을 활성화시키는 방안이 될 것이다.

셋째, 일반계 고등학교에서 ‘과제 연구’ 과목이 편성되지 않았을 경우 학교의 진로 시간(창의적 체험활동) 및 진로와 직업 교과 시간을 활용하여 해당 수업을 진행할 수 있다. 현재 많은 학교에서 과학 교사가 진로 시간이나 진로와 직업 교과를 맡았을 경우 학생들이 자율학습을 하는 형태로 수업이 진행되는 경우가 많다. 교사가 이러한 시간을 활용하여 과제 연구와 같은 학생 연구 활동을 지원해 준다면 학생들에게도 이공계 학과로의 진로 탐색의 기회가 될 수 있다.

참 고 문 헌

- A research group supporting science major schools. (2017). *Guide to the research on science major schools*. Seoul: Korea Foundation for the Advancement of Science & Creativity.
- Fraser, B. J. (1981). *TOSRA: Test of science-related attitudes handbook*. Hawthorn, Victoria: Australian Council for Educational Research.
- Hur, M. (1993). Survey on the attitudes toward science and science courses of primary and secondary students. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 13(3), 334-340.
- Jang, S. (2016). *Find a topic of study for high school students*. Gyeonggi-do: bookk Publication Co.
- Jeon, K. (2017). *The development and validation of instructional strategies using the group investigation and advanced laboratory equipment (GI-ALE) for the science-gifted students' collective intelligence implementation* (Doctoral dissertation). Kyungpook National University, Daegu, Korea.
- Jeong, H., Shin, M., Park, J., & Heo, N. (2004).

- Rethinking the high ability students to foster their scientific research skill: Through an experimental designing test. *Journal of the Korean Earth Science Society*, 25(8), 674-683.
- Jo, K. (1997). Measures to protect power and communication facilities from lightning thunder. *The proceedings of KIEE*, 45(7), 18-24.
- Jung, H. (2014). *The effect of 'research' classes on the science process skills and science-related attitudes for high school students in science -Focused schools* (Master's thesis). Pusan National University, Pusan, Korea.
- Kang, E. (2014). *The change of view toward science after taking research project in general high school class* (Master's thesis). Chungbuk National University, Chungbuk, Korea.
- Kim, H. (2015). *A study on high school students' and teachers' experiences and perceptions on paper writing and phase-based strategies for teaching science paper writing* (Master's thesis). Korea National University of Education, Chungbuk, Korea.
- Kim, J. (2000). *Case analysis on the process of middle school students' setting scientific inquiry problems* (Doctoral dissertation). Seoul National University, Seoul, Korea.
- Kim, S. (2004). *Development of scientific creativity test for middle school students and the relationships between scientific creativity and the variables related to creativity* (Doctoral dissertation). Korea National University of Education, Chungbuk, Korea.
- Kim, S., Kim, B., Seo, H., Kim, Y., & Park, J. (2011). Improvement of students' problem finding and hypothesis generating abilities: Gifted science education program utilizing Mendel's law. *Journal of Gifted/Talented Education*, 21(4), 1033-1053.
- Kim, Y. (2009). *Effects of project program on students' problem solving skills and attitude or interesting for science in the middle school science class* (Doctoral dissertation). Ewha Womans University, Seoul, Korea.
- Kwak, J., Paek, J., Jeong, S., Kim, J., Kim J., & Kwon, O. (2014). Systematic review of the effect of dried ginger powder on improvement of nausea and vomiting associated with early pregnancy or motion sickness. *Journal of the Korean Society of food and Nutrition*, 47(1), 45-50.
- Kwon, J., & Kim, B. (1994). The development of an instrument for the measurement of science process skills of the Korean elementary and middle school students. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 14(3), 251-264.
- Lee, B., Son, J., Lee, K., Park, J., Shim, K., & Lee, S. (2015). *Study on model of 'science inquiry' textbook for students-led inquiry and research*. Seoul: Korea Foundation for the Advancement of Science & Creativity.
- Lee, H. (2012). *Phenomenological study on the teachers' experience supervising science fair* (Master's thesis). Cheongju National University of Education, Chungbuk, Korea.
- Ministry of Education [MOE]. (2015). *Science Curriculum*. Notification No. 2015-74 of the MOE. Sejong: Author.
- Park, E. (2017). The influence and change perception of Nature of science in high school students conducting research projects (Master's thesis). Ewha Womans

- University, Seoul, Korea.
- Park, Y., Jeong, H., & Lee K. Y. (2011). Exploring students' ability of 'Doing' scientific inquiry: The case of gifted students in science. *Journal of Korean Earth Science Society*, 32(2), 225-238.
- Ryu, S. (2008). Analysis of problem-finding activity and the relationship between problem finding and problem solving of the scientifically - gifted (Doctoral dissertation). Kyungpook National University, Daegu, Korea.
- Ryu, S., & Park, J. (2008). Development of an instrument to measure scientific problem-finding for scientifically-gifted student. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 28(2), 139-149.
- Ryu, S., & Park, J. (2014). Analyzing the trend and creativity of entry in chemistry sector of national science exhibition. *Journal of the Korean Chemical Society*, 58(6), 622-629.
- Shin, S. (2006). *Analyzing the scientific curiosity in concern with everyday living of the middle school students recorded on the WHY NOTE* (Master's thesis). Kyungpook National University, Daegu, Korea.
- Yoon, H., & Park, S. (2010). The change of middle school students' motivation for investigation through the extended science investigations. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 20(1), 137-154.
- Zion, M., & Mendelovici, R. (2012). Moving from structured to open inquiry: Challenges and limits. *Science Education International*, 23(4), 383-399.

국 문 요 약

본 연구는 주제 선정부터 결론 도출까지 학생 주도적으로 이루어지는 과학 탐구가 포함된 학생 연구 활동에서 학생과 교사들이 공통적으로 '주제 선정 단계'를 특히 어렵하다는 점에 주목하여 일반계 고등학교에서 '주제 선정 단계'를 중심으로 한 과학과제 연구 수업 실천 매뉴얼을 개발하고자 하였다. 선행연구 및 문헌들을 통해 이론적 기초가 되는 내용들을 추출하고, 추출된 내용이 실제 수업에서 구현될 수 있도록 실천적 지식에 근거하여 4단계 16차시 분량의 수업 매뉴얼을 개발하였다. 각 단계는 <오리엔테이션>, <소논문 리뷰 & 발표>, <다양한 정보원에서 과학 연구주제 찾기>, <최종 과학 연구주제 작성>으로 구성되어 있으며, 특히 3단계 '다양한 정보원에서 과학 연구주제 찾기'에서 영상, 신문기사, 과학잡지, 전통지식, 속담, 일상생활, 교과서 실험 속 연구주제 찾기의 세부 수업 활동을 통해 과학적 의문을 찾고 이를 연구주제로 발전시키도록 한다. 개발된 내용은 경상북도 G시 읍면지역의 일반계 S고등학교 2학년 자연반 학생들에게 적용하였다. 실험반은 개발된 수업 실천 매뉴얼에 따라, 대조반은 기존의 일반적인 과제 연구 수업 단계에 따라 수업을 진행하고, 학생들이 작성한 최종 과학 연구주제 작성지, 과학적 문제 발견 능력 검사, 과학에 대한 태도 검사, 수업 의견 조사지를 통해 적용된 수업의 결과를 비교·분석하였다. 그 결과 첫째, 실험반에서는 교과서 실험, 속담, 유튜브 영상, 신문 기사, 개인별

WHY NOTE 등 다양한 정보원을 통해 최종 연구주제를 선정했으며, 과학 연구 주제의 조건을 이해하고 연구 제목에 변인을 드러내 표현하였다. 그러나 대조반에서는 일부 학생들이 선정한 연구주제의 연구 범위가 구체적이지 못하거나 학생 수준에서 연구할 수 있는 범위인지를 전혀 고려하지 않고 작성했으며, 학생들에게 자율성을 최대한 많이 부여하다 보니 과제연구 활동의 의미를 제대로 이해하지 못하고 선행 연구물을 그대로 작성해서 제출하는 모둠이 많았다. 둘째, 과학적 문제발견 능력 검사 결과 대조반은 14.84점에서 13.40점으로 1.44점 감소했으나 ($p>.05$), 개발된 수업 실천 매뉴얼을 적용한 실험반의 경우 14점에서 25.42점으로 11.42점 증가($p<.05$)하며, 하위 영역인 융통성, 정교성, 독창성 모두 점수가 상승함을 보였다. 셋째, 과학에 대한 태도 검사에서도 대조반의 경우 119.38점에서 116.96점으로 사전에 비해 사후 0.42점 감소($p>.05$)하였으나, 실험반의 경우 119.80점에서 126.96점으로 10점 증가($p<.05$)하는 결과를 보였다. 이와 같은 연구 결과를 토대로 본 연구에서 개발한 '주제 선정 단계' 중심 과제연구 수업 실천 매뉴얼은 일반계 고등학교 교사들이 과학과제 연구 수업을 할 때 수업의 안내서 및 지침서로 활용할 수 있으며, 이를 통한 수업은 학생들의 과학적 문제 발견 능력을 향상시키고 과학에 대한 태도를 긍정적인 방향으로 변화시킬 수 있음을 확인하였다.

주제어: 주제 선정 단계, 과제연구, 수업 실천 매뉴얼