



중학교 과학학습 부진 유형별 맞춤형 프로그램의 개발 및 적용 효과

이경희¹, 한미정², 김민정³, 최병순^{1*}

¹한국교원대학교, ²시흥고등학교, ³광주여자고등학교

Development and Intervention Effect of Customized Instructional Program for Underachievers in Middle School Science

Kyung-Hee Lee¹, Mi-Jung Han², Min-Jeong Kim³, Byung-Soon Choi^{1*}

¹Korea National University of Education, ²Siheung High School, ³Gwangju Girl's High School

ARTICLE INFO

Article history:

Received 26 March 2014

Received in revised form

18 April 2014

14 July 2014

Accepted 15 July 2014

Keywords:

science underachiever,
customized instructional
program,
science process skill,
science learning motivation,
science learning strategy,
science achievement

ABSTRACT

The purposes of this study were to develop the customized instructional programs by the causes of science underachievement and to identify the effectiveness of these programs. For these, we analyzed the characteristics of underachievers and causes of science underachievement and classified 22 7th grade science underachievers into three different types such as lack of science process skill, lack of science learning motivation, and lack of science learning strategy. They then were divided into the experimental and comparative groups. Instructional programs treated for both groups covered the same topics and were conducted once a week for 60 minutes each time for 15 weeks. Eleven students in the comparative group were treated with an activity-centered science program that dealt with basic science concepts. Unlike science underachievers in the comparative group, those in the experimental group were given customized instructional program. After the treatment, students were administered several tests including a test on awareness of the program, science process skill test, science learning motivation and strategy test, and academic science achievement test. In addition to the results of those tests, worksheets, daily activity reports, and interviews were used to evaluate a customized instructional program that was applied to the experimental group. Results of the study showed that these programs relieved science underachievers from the cause of poor achievement and accordingly help them achieve better performance in academics. In addition, both lack of learning motivation and lack of learning strategy types tended to relieve the other causes of science underachievement. Also, the experimental group showed a high level of satisfaction with the customized instructional programs.

1. 서론

부존자원과 축적된 자본이 부족한 우리나라가 경제 개발기에 고도 성장을 이루는 동안, 학벌 중심의 사회 풍토와 입시 위주의 경쟁 교육으로 점점 더 우등생만을 위한 교육 환경으로 변화가고 있어, 상대적으로 학습에 부진한 학생들은 사회에서도, 교실에서도 소외되고 있다. 정부는 이런 교육양극화 문제를 인지하고 교육정상화를 위해 2009년부터 '기초학력 책임제'를 도입하고 학력향상중점학교를 지정하여 학습부진 학생들의 기초학력 증진을 위한 지원을 지속하였으며(MEST, 2009), 이러한 정책을 뒷받침하고자 한국교육과정평가원은 교사가 학습부진 학생을 체계적으로 지도하는 데 필요한 다양한 도구, 자료, 프로그램을 개발 및 보급 해오고 있다(Oh, Kim, & Sohn, 2013). 국가 수준의 지속적인 노력에 의해 기초학력미달 학생 비율이 3년 동안 꾸준히 감소하였으나(Kim et al., 2012), 여전히 학습에 어려움을 겪는 학생들이 존재하고 있다.

우등생만이 관심을 받는 우리 사회적, 교육적 풍토로 인해, 특히 성적이 낮은 학생들의 고민은 더욱 심해지고, 학습부진은 정서·행동적 부적응, 더 나아가 학교 부적응 문제로까지 확대되기도 한다(Yi,

2013). 또한, 초등학교 때부터 기초학력미달이 누적되다 보면 학교 급이 높아질수록 학습부진 정도는 더욱 더 심각하게 나타나기 때문에(Lee & Yoon, 1990), 중학교 수준의 학습부진아들은 장기화된 학습부진 현상으로 인해 누적된 선수학습 결손이 매우 심각하게 나타나게 되고, 그 수준이 매우 다양하게 나타나게 된다(Yi et al., 2009). 특히 중학교 과학은 초등학교와 달리 어려운 개념과 용어가 많이 등장하고 고차원적인 사고를 요구하기 때문에, 학교 급이 높아지면서 과학에 어려움을 느끼는 학생들이 많이 발생하게 된다(Kim et al., 1998). 또한 다른 교과에 비해 기본 개념과 탐구과정이 학년군과 분야 간에 연계되도록 구성되어 있고(MEST, 2011) 위계성이 뚜렷하기 때문에(Yi & Kim, 1984), 어려운 학습 내용을 이해하지 못하거나 흥미를 잃게 되면 중도에 과학교과에 대한 학습을 포기하게 되고 이로 인해 누적적인 학습 결손을 가져오게 되어 학습부진이 발생하기 쉬워진다. 따라서 학습문제가 있는 학생들을 조기에 판별하여 적절한 교육으로 예방하는 것이 중요하다(Fuchs & Deshler, 2007; Kim et al., 2001; Yi et al., 2009). 그러나 지금까지의 연구들은 대부분 초·중등학교 국어, 수학, 영어 과목에 대한 연구와 지도 프로그램 개발에 관한 것이었고, 중학생의 학습부진에 관련된 연구는 매우 부족하며(Heo & Nam,

* 교신저자 : 최병순 (bschoi@knue.ac.kr)

** 이 논문은 2012년 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2012S1A5A2A01018560)

*** 이 논문은 이경희의 2014년도 박사학위 논문에서 발췌 정리하였음

http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2014.34.5.0421

2009), 과학과목에 대한 학습부진 연구와 개발이 부진하였다.

(Choi & Shin, 2012; Kim & Park, 2010). 따라서 중학교 수준의 과학교과를 위한 학습부진 연구가 필요하다.

학습부진아는 교과를 학습하는 데 정상적인 지능과 잠재능력이 있음에도 불구하고 최저 학업성취를 보이는 학생으로, 이 연구에서는 과학학습 부진아를 과학교과를 학습하는 데 잠재능력이 있음에도 불구하고 최저 학업성취를 보이는 학생으로 정의하였다. 일반적으로 학습부진아는 일반 학생들보다 학습 동기적, 인지적, 행동적인 영역이 부족한다(Montague, 1992), 이들은 공부를 조금 못한다는 것 빼고는 제각기 다양한 특성, 수준, 원인을 가지고 있다(Butler-Por, 1987; Kwon, Park, & Yu, 2010; SESG, 2011; Yi *et al.*, 2009). 그러나 실제 일반 교실 상황에서는 예산과 지도상의 어려움 등으로 효과적인 지원과 차별화된 지도를 받지 못하고 있다(Deshler *et al.*, 2001; Kim & Park, 2010). 교육현장의 학력향상중점학교들의 사례를 보면, 학생들의 다양한 부진원인, 특성, 수준을 고려하지 않거나, 체계적인 연구에 의해 개발되지 않은 프로그램을 운영하거나, 일선 학교의 편법 통계와 평가 등 형식적인 부진아 교육을 하고 있었다(Koh, Choi, & Choi, 2006; Park & Lee, 2008). 또한, 학습부진 학생 맞춤형 지도 프로그램 부족으로 문제풀이 위주 방과 후 학교 지도, 교과학습을 하거나 유리된 외부 전문가 초청 강의 위주의 학습부진 학생 도움 프로그램을 운영하고 있었다(Oh *et al.*, 2010). 이런 부진 지도의 문제점에 대한 교사들의 공통된 의견은 교사들의 과중한 업무와 많은 시간 투자로 인한 부담, 효과적이고 검증된 프로그램 부재 등으로 인해 효과적인 부진교육이 사실상 어렵다는 것이었다(Kim, Shin, & Cho, 2008; Oh *et al.*, 2010; Yi *et al.*, 2009).

학습부진아의 효과적인 지도를 위해서는 개인차를 고려한 맞춤형 접근이 필요한데(Hwang *et al.*, 2012; Kim *et al.*, 1998; Lee *et al.*, 2012; Yi *et al.*, 2009), 학습 부진 학생들의 부진 원인에 대한 문헌 분석이나 설문 등의 요구 조사를 통해 부진의 유형을 구분하고, 이에 따라 맞춤형 프로그램을 개발한 연구들이 있었다. Lee *et al.* (2010)은 학생부진을 과제지속력 및 공부 방법 미흡형, 교과 기본 기술 부족형, 학습 결손 누적형, 가족 지원 미흡형, 친구 관계 어려움형 등 5가지로 유형화하고, Lee *et al.* (2012)은 다섯 가지 유형에 맞춰 학습을 관리할 수 있는 초등학교 ‘맞춤형 학업향상 관리 프로그램’을 개발하여 적용하였다. 한국교육과정평가원 ‘꾸꾸(기초학력향상지원사이트)’에서는 정의적 영역의 학습동기와 자기통제성에만 초점을 맞춰 노력형, 동기형, 조절형, 행동형의 4가지로 유형화하여 초등학교 국어, 수학 과목에 대한 보정 프로그램을 개발하여 보급하고 있으며, Hwang *et al.* (2012)은 이 네 가지 유형에 대한 유형화 검사 도구를 개발해 초·중·고등학교의 유형화별 특성을 제시하고 있었다. 이상의 연구들은 일반 학습부진 학생들의 부진 원인을 유형으로 분류하고 그에 따라 프로그램을 개발한 것이므로, 과학 학습부진 학생들의 특성을 충분히 반영하지 못하고 있다. 따라서 이 연구에서는 과학 학습부진 학생들의 특성을 반영하고 현실적으로 부진학생 지도에 도움을 줄 수 있도록, 중학교 과학학습 부진아의 부진 유형을 구분하고 그에 따른 맞춤형 프로그램을 개발하여 적용 효과를 보았다. 이 연구의 연구내용은 다음과 같다.

1. 중학교 과학학습 부진아의 부진 유형별 맞춤형 프로그램을 개발한다.

2. 중학교 과학학습 부진아를 위한 맞춤형 프로그램이,
 - (1) 부진원인 해소에 미치는 효과를 알아본다.
 - (2) 학업성취도에 미치는 효과를 알아본다.
3. 과학 학습부진 학생들의 프로그램에 대한 인식을 알아본다.

II. 연구 방법

1. 연구 절차

문헌 연구를 통해 과학학습 부진아의 특성을 파악하여 그 원인을 분석하고, 주요 원인을 추출하였다. 과학 학습부진의 원인 중 학습자 개인적 특성에 따른 내재적 원인으로 수업적인 처치를 통해 변화가 가능한 인지적 요인, 탐구능력 요인, 정의적 요인을 중심으로 하였다. 그 결과, 선행 연구에서 공통적으로 지목한 과학 학습부진 요인은 ‘인지적 요인’의 기초 학습 기능의 미숙, 선수 학습 요소의 결핍, 기초 과학 개념의 부족, 과학 학습 경험 부족, 학습전략 부족이었고, ‘탐구능력 요인’의 과학 탐구능력 부족이 있었으며, ‘정의적 요인’의 낮은 학습동기, 부정적 자아효능감, 낮은 학습 태도 등이 있었다(Choi, 2012; Choi *et al.*, 2011; Im, 2009; Kim, 2003; Kim, 2012; Kim *et al.*, 1998; Yi & Kim, 1984). 이 중 가장 많이 지목한 과학 탐구능력 부족, 낮은 학습동기, 학습 전략의 부족을 주요 원인으로 보고, 이 세 가지 부진 유형으로 과학학습 부진아를 분류하였다.

첫째, 과학 탐구능력 부족이다. 과학적 탐구가 학생들의 과학적 개념의 이해와 과학의 본성을 이해하는 교수·학습 전략이고(NRC, 1996; NRC, 2000), 탐구수업은 학업성취도가 낮은 학생의 탐구능력 신장에 효과적이며(Cuevas *et al.*, 2005; Yi & Kim, 1984) 과학 개념학습에도 긍정적인 영향을 준다(Minner, Levy, & Century, 2010). 따라서 탐구능력이 부족한 학생들은 과학적 탐구를 강조한 프로그램의 처치로 과학 탐구능력이 향상되어 부진 원인이 해소될 수 있을 것으로 판단되어 ‘과학 탐구능력 부족형’이라 하였다. 둘째, 낮은 학습동기이다. 과학교과에 있어 학습동기는 학생이 과학을 학습하는 행동을 유지하게 만드는 직접적이고 목적 지향적인 내적 상태로, 내·외적 동기, 자아효능감 등 여러 가지 요소들로 구성되어 있다(Glynn *et al.*, 2011). 공부 자체에 대한 흥미를 복돋고 자신감과 긍정적 기대를 심어주는 학습동기를 강조한 프로그램은 학습부진아의 학습태도에 긍정적인 영향을 미치고(Cho, 2011; Park & Min, 2008), 자아개념과 학습동기를 높일 수 있다(Kim, 2004). 그러므로 낮은 학습동기를 가진 학생들을 ‘과학 학습동기 부족형’이라 하였다. 셋째, 학습전략 부족이다. 학습전략은 학업성취를 증가시키기 위해 적용되는 일종의 사고전략으로(Borich, 2000), 학습기술과 학습습관은 훈련에 의해 변화와 습득이 쉽다(Byun & Park, 2004). 학습부진아들에게 학습전략을 가르치고 활용하도록 지도하면 전략 활용과 학업성취가 향상되므로(Leshowitz *et al.*, 1993; Scruggs & Mastropieri, 1993), 학습전략이 부족한 학생들은 ‘과학 학습전략 부족형’이라 하였다.

학생들을 세 가지 유형으로 분류하기 위해 과학 탐구능력 검사지, 과학 학습동기 검사지, 과학 학습전략 검사지를 사용하였다. 검사 점수를 표준점수(Z)로 환산하여 개인별로 가장 낮은 점수를 받은 요인을 개인의 부진 원인 유형으로 결정하였다. 본 연구에 앞서 예비 연구로 충청북도 소재 Y중학교 1학년 과학학습 부진아 20명을 대상으로 1학

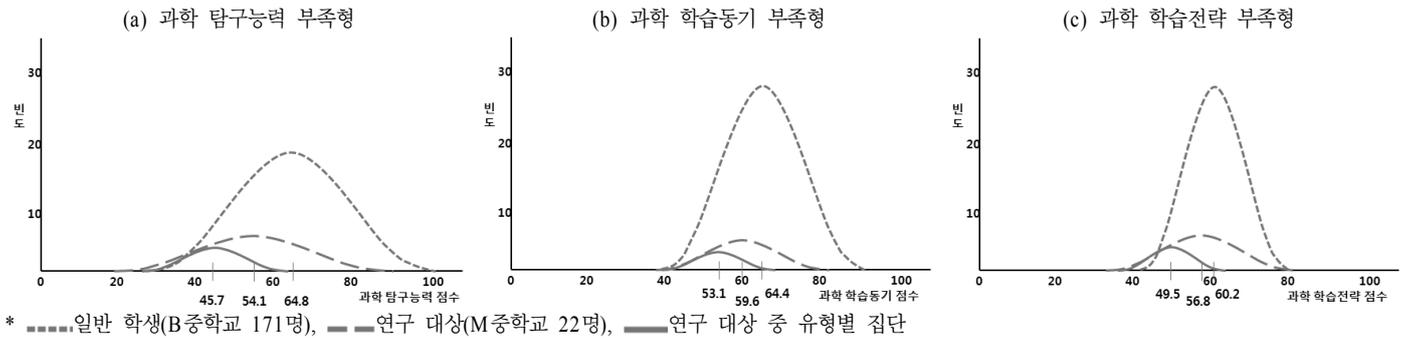


Figure 1. Distribution of the results of three types of tests for general students, subjects, and subgroups of subjects

기 동안 부진 유형에 따라 개발한 맞춤형 프로그램을 적용하였고, 프로그램에서 개선해야 할 사항을 파악하여 수정·보완하였다. 완성된 프로그램은 충청북도 소재 M중학교 1학년 과학학습 부진자 22명을 대상으로 적용하고, 그 효과를 분석하였다.

2. 연구 대상

이 연구는 충청북도 소재 M중학교 1학년이 3월에 실시한 2013년도 국가수준 교과학습 진단평가 결과, 학교 내에서 과학 점수가 하위 25% 이내인 과학 학습부진 학생 22명을 선정하였다. 이들은 모두 다른 교과에 비해 과학 교과의 성적이 낮았고, 과학 교과의 평균이 1학년 전체 과학 평균보다 낮은 학생들이었다. 학생들을 세 가지 유형으로 분류하는 과정에서, 2명의 학생이 두 가지 검사의 표준 점수가 0.02~0.04점의 아주 근소한 차이를 보였지만 20명의 학생은 단일 유형으로 구분되었다. 이들 두 명의 학생은 프로그램 투입의 초기 과정에서 그들이 보이는 인지행동적 특성에 따라 최종적으로 어느 유형에 속할지를 판단하였다. 학생의 특성과 검사 점수를 고려하여 비교집단 11명, 실험집단 11명으로 구분하였고, 두 집단 모두 과학 탐구능력 부족형 5명, 과학 학습동기 부족형 3명, 과학 학습전략 부족형 3명으로 동일하게 구성하였다.

연구 대상을 충청북도 소재 B중학교 1학년 171명의 일반 학생과 비교해 보았을 때, 과학 탐구능력, 과학 학습동기, 과학 학습전략이 모두 낮았다(Figure 1). Figure 1의 (a)에서 보듯이 과학 탐구능력 검사에서 연구 대상 학생들의 평균은 54.1점으로 일반 학생의 성적 분포에서 하위 24%에 해당하였고, 그 중 과학 탐구능력 부족형으로 분류된 학생들은 연구 대상 중에서도 하위 그룹에 속하였다. Figure 1의 (b)에서 보듯이 과학 학습동기 검사에서 연구 대상 학생들의 평균 59.6점은 일반 학생 성적 분포의 29.5%에 해당하였고, 그 중 과학 학습동기 부족형으로 분류된 학생들도 연구 대상 중에서 하위 그룹에 속하였다. Figure 1의 (c)에서도 과학 학습전략 검사의 연구 대상 학생들의 평균 점수는 56.8점으로 일반 학생 성적 분포의 25.8%에 해당하였고, 과학 학습전략 부족형으로 분류된 학생들 역시 연구 대상의 하위 그룹에 속하였다.

3. 검사 도구

가. 사전·사후검사지

부진 원인의 유형화와 부진 원인 해소 정도를 확인하기 위해 과학

탐구능력 검사지, 과학 학습동기 검사지, 과학 학습전략 검사지를 사전·사후 검사에 사용하였다. 과학 탐구능력 검사지는 Kwon & Kim (1994)이 개발한 것으로, 기초탐구과정(관찰, 분류, 측정, 예상, 추리)과 통합탐구과정(자료변환, 자료해석, 가설설정, 변인통제, 일반화) 능력을 측정하는 문항이 요소별로 3문항씩 4지 선다형 30문항으로 구성되어 있었다.

과학 학습동기 검사지는 Glynn & Koballa (2006)의 SMQ(Science Motivation Questionnaire), Printrich *et al.* (1991)의 MSLQ(Motivated Strategies for Learning Questionnaire), Midgley *et al.* (1993)의 PALS(Patterns of Adaptive Learning Survey) 중 Anderman & Young (1994)이 발제한 과학부분의 일부 중 학습동기 부분을 수정·보완하여 재구성하였다.

세 가지 검사지에서 공통된 하위요소를 범주화하여 내재적 동기(7문항), 외재적 동기(7문항), 자아효능감(7문항), 과학에 대한 가치(8문항), 시험불안(6문항)으로 구성하였다. 5점 리커트척도 35문항으로 검사시간은 10분이었다. 검사지의 문항들이 과학 학습동기를 타당하게 반영하고 있는지 알아보기 위해 인근 B중학교 1학년 158명을 대상으로 확인적 요인분석을 하였다. 다섯 개의 요인을 추출한 결과, 전체 분산의 52.8%가 설명이 되고 있으며 0.3 이상의 요인 부하량을 나타내는 문항을 해당 요인에 포함되는 것으로 판단할 때 첫 번째 요인은 자아효능감, 두 번째 요인은 과학의 가치에 대한 인식, 세 번째 요인은 내재적 동기, 네 번째 요인은 외재적 가치, 다섯 번째 요인은 시험불안으로 분류할 수 있었다(<Appendix 1>).

과학 학습전략 검사지는 과학 학습동기 검사지와 동일한 MSLQ, PALS 중 학습전략 부분을 수정·보완하여 재구성하였다. 동기 검사지와 마찬가지로 하위요소를 범주화하여 표면적 인지전략(7문항), 심층적 인지전략(11문항), 초인지 전략(6문항), 학습목표 및 시간관리(6문항), 동료학습 및 도움요청(5문항)으로 구성하였고, 5점 리커트척도 35문항으로 검사시간은 10분이었다. 과학 학습동기와 마찬가지로 방법으로 확인적 요인분석을 하였다. 요인분석 결과, 다섯 개의 요인을 추출하였고 전체 분산의 45.1%가 설명이 되었다. 0.3 이상의 요인 부하량을 나타내는 문항을 해당 요인에 포함되는 것으로 판단할 때 첫 번째 요인은 심층적 인지전략, 두 번째 요인은 초인지 전략, 세 번째 요인은 학습목표 & 시간 관리, 네 번째 요인은 피상적 인지전략, 다섯 번째 요인은 동료 학습 & 도움 요청으로 분류할 수 있었다(<Appendix 2>).

과학 학습동기 검사지와 과학 학습전략 검사지는 과학교육 전문가 1인과 현장교사 4인에게 타당도를 검증받았고, 인근 B중학교 1학년 158명을 대상으로 신뢰도 검사를 하였다. 과학 학습동기 검사지와 과

학 학습전략 검사지의 신뢰도(cronbach α)는 각각 .89와 .85로 높게 나타났다.

나. 학업성취도 평가지

학업성취를 평가하기 위해 학교에서 실시한 총괄평가와 자체 개발한 학업성취도 평가를 사용하였다. 총괄평가는 M중학교 1학년 전체 학생들의 과학 성취도 평가를 위해 사용한 것으로 지식과 이해 중심으로 구성되었다. 그러나 총괄평가가 프로그램의 학습목표에 대한 균형 잡힌 학업성취도를 평가하는데 미흡하다고 판단되어, 학업성취도 평가 문항을 개발하여 사용하였다. 총괄평가는 M중학교 1학년 모든 학생을 대상으로 평가하였기 때문에 실험집단의 과학 점수 석차 학위백분율을 사전 검사의 과학 점수 석차 하위백분율과 비교하였고, 학업성취도 평가는 연구 대상만 평가했기 때문에 비교 집단과 실험 집단의 평균을 비교하였다.

학업성취도 평가지는 2004년도~2013년도 국가 학업성취도 평가 초등학교 6학년, 중학교 3학년 과학 문제 중 프로그램을 적용한 단원에 해당하는 문제를 추출하여 학습자 수준에 맞게 수정·보완하였다. 선택형 15문항(2점씩 30점), 서술형 5문항(30점)으로 60점 만점에 검사시간은 45분이었다. 선택형은 지식(6), 이해(9) 중심으로 구성하였으며, 서술형은 탐구(5)로 탐구능력 중심으로 문제마다 하위문항을 포함하도록 구성하였다. 단원별로는 'Ⅱ. 지구계와 지권의 변화' 5문항, 'Ⅲ. 힘과 운동' 7문항, 'Ⅳ. 광합성' 8문항으로 구성하였다. 학업성취도 평가지는 과학교육 전문가 1인과 현장교사 5인에게 타당도 검증을 받았다.

다. 인식 검사지

프로그램에 대한 인식을 알아보기 위해 인식 검사지를 사용하였다. 인식 검사지는 프로그램의 인식을 알아보는 선행 연구(Kang & Moon, 2008; Yang & Seo, 2009)를 바탕으로 프로그램 만족 정도, 프로그램 내용, 프로그램 참여 자세, 프로그램 참여 후 태도 변화, 참여소감, 좋았던 점 등의 내용을 포함하도록 하였다. 5점 리커트척도 15문항과 서술형 3문항으로, 리커트 척도 문항은 '매우 그렇지 않다'를 1점, '매우 그렇다'를 5점으로 75점 만점이었다. 과학교육 전문가 1인과 현장교사 2인에게 타당도 검증을 받았다.

4. 맞춤형 프로그램의 개발 및 적용

가. 프로그램의 개발 방향

세 가지 유형에 공통적으로 적용되는 기본적인 개발 방향과 각 유형별 프로그램의 개발 방향을 구분하였다. 기본적인 개발 방향은 먼저, 과학을 어려워하고 주위 집중력이 낮으며 학습에 흥미가 없는 학습부진아의 특성을 고려하여, 실험이나 활동 등으로 과학에 흥미를 느낄 수 있도록 하였다. 학생들의 수준에 맞게 자세히 설명하고 학생들의 이해 정도를 알아보는 질문과 적절한 교사의 피드백을 통해 학생 스스로 이해할 수 있도록 도와주는 교사와 학생 간의 상호작용을 강조하였다. 또한 학습자의 경험과 친근한 상황에 대한 학습 자료를 제시하여

친근하게 다가갈 수 있는 프로그램으로 구성하였고, 과학 개념 학습이 이루어지도록 과학교과의 기본 과학개념을 중심으로 학습 내용을 구성하였다.

유형별 프로그램 개발 방향에서, '과학 탐구능력 신장 프로그램'은 과학교과 내용에 따라 과학 기본 개념을 학습하는 과정에서 익힐 수 있는 탐구능력을 적절하게 구성하고, 중학교 1학년 과학학습 부진아임을 고려해 탐구능력의 수준을 조절하였다. 탐구능력의 개념에 대해 먼저 학습한 뒤, 탐구능력을 활용하여 과학 기본 개념을 학습하도록 하고 다시 한 번 탐구능력을 적용하여 익힐 수 있도록 하고, 이러한 과정을 반복적으로 제공하였다. 활동 중심이지만 부진아임을 고려하여 교사의 안내가 강화된 탐구 중심으로 구성하였다. '과학 학습동기 향상 프로그램'은 흥미 유발과 더불어 학생 스스로 학습 의욕과 적극적인 수업 태도를 가질 수 있도록 구성하였다. 교과 내용을 학습하는 과정에서 자연스럽게 동기가 유발될 수 있도록 구성하고, 학습동기의 향상이 지속적으로 유지될 수 있도록 반복적으로 경험하게 하였다. '과학 학습전략 활용 프로그램'은 학습 부진아들이 과학교과 학습을 하면서 자연스럽게 익힐 수 있도록 하고, 효과적인 학습전략을 과제에 맞게 구성하였다. 한 차시에 너무 많은 전략을 적용하지 않고, 학습전략을 충분히 익힐 수 있도록 반복적으로 제공하였다. 또한 학습전략의 정의, 목적과 이유, 활용 방법 등을 명확히 알 수 있도록 구체적으로 제시하였다.

나. 프로그램의 개발

프로그램은 2009 개정 교육과정 7학년 과학교과 내용 중 'Ⅱ. 지구계와 지권의 변화, Ⅲ. 힘과 운동, Ⅳ. 광합성' 단원에 대한 학습 내용 성취 기준을 참고하였고, 7종의 교과서를 분석하여 기본 개념을 선정하였다. 프로그램은 친해지기와 마무리하기를 포함해 총 15차시로 구성하였고, 'Ⅱ. 지구계와 지권의 변화(4주제), Ⅲ. 힘과 운동(4주제), Ⅳ. 광합성(3주제)' 등 총 11주제에 대해 유형별로 동일한 학습 내용을 다루었다(Table 1).

프로그램명은 학생들에게 친근하게 다가가기 위해 '과학 팡! 재미 팡! 팡!'을 줄여 '팡팡'이라 하였고, 프로그램의 활동 주제도 학생들의 호기심을 불러일으킬 수 있도록 하였다. 세 가지 부진 유형별로 하나의 주제에 대해 동일한 수업내용과 기본 과학 개념을 중심으로 유형별로 각각 다른 교수 전략을 사용하였고, 수업 단계는 도입-전개-정리로 구성하였다.

'과학 탐구능력 신장 프로그램'은 전반부에는 기본적인 기초 탐구 과정을 중심으로 하였으며 기초 탐구과정이 어느 정도 습득된 이후에 고차원적인 통합 탐구과정을 후반부에 포함하였다. '과학 학습동기 향상 프로그램'은 게임이나 활동을 통해 흥미를 높여 내재적 동기가 향상될 수 있도록 하였고, 적극적인 참여와 선의의 경쟁에 대한 보상으로 외재적 동기를 높였다. 성취감과 자신감을 통해 자아효능감을 향상시키고, 실생활의 예들을 통해 과학의 가치에 대한 인식을 높였으며, 시험에 대한 불안을 해소할 수 있도록 하였다. '과학 학습전략 활용 프로그램'은 비교적 덜 효과적인 피상적 인지전략 대신 정교화, 조직화 등의 심층적 전략을 활용하였고, 자신의 학습 태도 및 방법을 계획하고 점검하고 조절할 수 있는 초인지 전략을 향상시키도록 하였다. 학습 계획을 설정하여 실천하고 시간 관리를 할 수 있도록 하였고,

Table 1. Topics and contents of the activities included in instructional program

차시	대단원	활동 주제	수업 내용
1		친해지기1	· 라포 형성을 위한 ice breaking 1(손뼉 치기 게임, 팡팡 수업 안내 등) · 사전검사 : 과학 학습동기, 과학 학습전략
2		친해지기2	· 라포 형성을 위한 ice breaking 2(자기소개 게임, 나의 다짐 편지쓰기 등) · 사전검사 : 과학 탐구능력
3		광물 어떻게 구별할까?	· 광물 관찰, 광물 구별 방법, 광물 특징
4	II. 지구계와 지권의 변화	암석의 종류는 다양해~	· 암석 관찰, 암석 생성과정과 특징
5		판의 경계에선 무슨 일이?	· 판의 경계, 판의 경계에서 일어나는 지각변동
6		미션! 지구 내부 탐사선 설계	· 지구 내부 구조
7		팡팡 힙 보드게임	· 힙의 종류와 특징
8	III. 힘과 운동	달려라! My puppy~	· 속력의 정의, 속력 계산
9		뽀로로! 어디까지 가봤니?	· 등속운동의 정의, 등속운동 그래프
10		굴러라! 팡팡볼	· 속력과 운동의 관계
11		식물 세포와 동물 세포	· 식물 세포와 동물세포의 공통점과 차이점
12	IV. 광합성	식물 속 고속도로	· 식물의 줄기 구조
13		조리품을 찾아라!	· 잎의 기공, 증산작용
14		마무리하기 1	· 사후검사: 과학 탐구능력, 인식 검사
15		마무리하기 2	· 나누기 및 다과 시간 · 사후검사 : 학업성취도, 과학 학습동기, 과학 학습전략

모둠 활동을 통해 공부하기와 모르는 내용 적극적으로 질문하기 등을 활용할 수 있도록 하였다.

1차적으로 개발된 프로그램은 예비 연구 과정에서 사전 적용한 후 개선점 등을 파악하였다. 1차시와 2차시 친해지기에서는 학생들의 반응이 좋았고 교사를 열린 마음으로 받아들였으며, 기존 과학 수업과 전혀 다른 활동에 호기심과 관심을 보이고 적극적으로 참여하였다.

3~13차시는 본격적으로 과학 내용을 학습하는 과정으로, 유형별로 개선점을 파악하였다. ‘과학 탐구능력 신장 프로그램’의 경우, 탐구능력 하위 요소들의 개념을 정확히 모르고 어려워하기 때문에, 학습 내용에서 탐구능력을 다루기 전에 도입 부분에서 호기심을 유발하는 활동을 통해 탐구능력에 대해 먼저 알아보는 것이 필요했다. 또한, 1차 개발된 프로그램보다 탐구능력과 학습 내용이 더 밀접하게 연계되도록 구성하여 자연스럽게 탐구능력을 학습할 수 있도록 하는 것이 필요했고, 반복적으로 경험하게 하여 탐구능력이 향상되도록 하는 과정이 더 요구되었다. ‘과학 학습동기 향상 프로그램’은 흥미를 높일 수 있는 활동을 매 시간 포함하여 내재적 동기를 향상시키고, 명언이나 칭찬 등 성취감과 자신감을 얻도록 자아효능감을 높여주는 전략을 더 강조해야 했다. 또한 외재적 동기를 높이는 외재적 보상에만 치우치지 않도록 하는 것이 필요했다. ‘과학 학습전략 활용 프로그램’은 학생들이 수업 중에 다양한 학습 전략을 사용하도록 하는 것보다는 과학학습에 효과적이고 유용한 몇 가지 전략을 충분히 익힐 수 있도록 하는 것이 필요했고, 수업 중에 활용하는 전략들이 효과적인 학습 방법임을 깨닫게 하는 것이 필요했다. 또한 스스로 학습전략을 사용하도록 도움을 주는 것이 필요하였으며, 학습 목표 설정 및 시간 관리와 같이 비교적 수업 중에 다루기 어려운 전략은 과제로 제시하는 것이 필요했다.

14와 15차시 마무리하기에서는 사후 검사를 실시하고 소감나누기와 사후 인터뷰 등을 실시하였는데, 프로그램이 끝난 것에 대해 아쉬움을 보이는 학생들이 있었다. 적극적인 참여와 학습 활동에 최선을 다한 학생들에게 격려가 필요했다.

예비 연구에서는 과학학습 부진아를 위한 지도 프로그램을 운영하는 학교를 비교집단으로 선정해 결과를 비교 분석하였으나, 학교 수업 일정, 수업 내용, 대상 인원 등의 통제가 쉽지 않았기 때문에 맞춤형

프로그램과 동일한 수업 내용에 일반 부진학생들의 특성을 반영하여 과학 기본 개념과 활동중심의 비교집단 프로그램을 개발하여 적용하는 것이 필요하였다.

예비 연구의 이러한 개선점을 바탕으로 프로그램을 완성하였다. 프로그램은 3명의 개발자들이 공동으로 개발하였고, 모든 과정은 매주 2회 정도의 개발에 관한 회의를 통해 이루어졌으며, 과학 교육 전문가 1인과 현직교사 5인이 함께 수차례의 검토과정을 거쳐 완성하였다.

다. 프로그램의 적용

완성된 프로그램은 방과 후 학교 프로그램으로 동일 단원과 주제에 대해 실험집단은 맞춤형 프로그램을 실시하였고, 비교집단은 과학 기본 개념과 활동 중심의 프로그램을 주 1회, 60분씩 15주 동안 실시하였다. 실험집단은 프로그램을 주로 개발한 교사가 각각의 유형을 맡아 개발 과정에서 작성한 수업지도안에 준하여 수업을 진행하였다. 비교집단은 유형 구별 없이 모둠을 구성해 3명의 교사가 한 단원씩 수업을 진행하였고, 한 명이 수업을 진행하면 나머지 교사들은 보조교사 역할을 하였다.

5. 자료 수집 및 분석

프로그램을 적용하면서 매 수업 시간마다 학생 활동지와 연구일지를 작성하였고, 수업 내용을 녹음하였다. 프로그램을 적용한 후 과학탐구능력 검사, 학습동기 검사, 학습전략 검사, 학업성취도 평가, 인식 검사, 학생인터뷰 등을 실시하였고, 결과 분석을 통해 프로그램 효과를 알아보았다. 검사도구의 타당도 및 신뢰도 검사에서는 요인분석 및 내적일관성신뢰도를 사용하였다. 총괄평가에 대한 사전·사후 점수의 석차 하위백분율의 비교에서는 Wilcoxon 부호 순위 검정을 사용하였고, 학업성취도 평가와 인식 검사에 대한 실험 집단과 비교 집단의 평균 비교에서는 Mann-Whitney U 검정을 사용하였다. 정량적 분석과 더불어 수집한 자료를 면밀히 분석하고 상호 비교하여 학생들의 수업 태도 변화에 대한 정성적 분석을 하였다.

Table 2. Instructional strategies in each customized program

과학 탐구능력 신장 프로그램		과학 학습동기 향상 프로그램		과학 학습전략 활용 프로그램	
하위 요소	구체적인 수업 전략	하위 요소	구체적인 수업 전략	하위 요소	구체적인 수업 전략
기초탐구능력	<ul style="list-style-type: none"> 관찰하기 : 오감을 이용하여 정보를 찾아내고 기술하기 분류하기 : 관찰을 통해 특성을 찾아내고 그 특성에 따라 나누기 측정하기 : 도구를 이용하여 정량화하기 예상하기 : 주어진 사건이나 사실로부터 아직 일어나지 않은 사건을 미리 생각하고 과학적인 이유 들기 추리하기 : 주어진 사건이나 사실로부터 이미 일어난 사건을 생각하고 타당한 근거 제시하기 	<ul style="list-style-type: none"> 내재적 동기 외재적 동기 	<ul style="list-style-type: none"> 흥미 유발 자료 제시하기 다양한 활동(실험, 게임, 모형 만들기, 만화그리기 등)하기 학생들에게 친근한 소재 제시하기 학생 수준을 고려하여 학습난이도 조절하여 설명하기 칭찬 스티커 주기 발표 등을 하고 1등 뽑아 보상하기 	<ul style="list-style-type: none"> 심층적 인지 전략 	<ul style="list-style-type: none"> 효과적인 기억법으로 기억하기 학습 내용 위계 잡기 마인드맵 그리기 교과서 읽고 중요한 내용 밑줄치기 교과서 핵심 내용을 중심으로 요약하기 노트필기하기 그림이나 표로 정리하기 이미 알고 있는 내용과 연관시키기 실생활의 예와 연관 짓기
	<ul style="list-style-type: none"> 자료변환하기 : 제시된 자료를 표나 그래프로 올바르게 표기하기 자료해석하기 : 제시된 자료를 통해 하나의 결론을 도출하거나 변인들 사이의 관계를 설명하기 가설설정하기 : 검증 가능한 가설을 찾아내어 검증할 수 있는 실험 방법을 제시하거나 주어진 실험 상황에서 가설을 세우기 변인통제하기 : 가설이 주어지면 종속변인과 독립변인을 찾아내고 실험에서 통제되어야 할 변인을 구별하기 일반화하기 : 주어진 자료의 경향성과 규칙성을 파악하여 해석하기 	<ul style="list-style-type: none"> 자아 효능감 과학의 가치에 대한 인식 시험 불안 	<ul style="list-style-type: none"> 자신감을 주는 명언 제시하기 제일 잘한 행동 적기 칭찬과 격려하기 학생의 오답에도 긍정적으로 반응하기 친구의 발표가 끝난 후 박수치기 실생활의 예 알아보기 과학이 우리 생활과 밀접한 연관성 알기 과학의 중요성 인식하기 문제 만들어 풀어보기 문제 난이도를 다양하게 하여 문제 풀이에 성공하기 피צל 풀기 	<ul style="list-style-type: none"> 초인지 전략 목표 설정 및 시간 관리 동료 학습 및 도움 요청 	<ul style="list-style-type: none"> 나를 되돌아보기 문제내고 함께 풀어보기 학습할 목표 설정하고 실행하기 우선순위로 시간 계획하고 관리하기 친구와 함께 공부하는 방법 익히기 역할 분담하여 함께 활동하기 친구들에게 설명하기 친구들과 의견 조율하는 방법 익히기 학습방법 공유하기 모르는 내용 교사나 친구에게 물어보기

Table 3. Example of content and strategies adopted in each customized program

수업 단계	과학 탐구능력 신장 프로그램		과학 학습동기 향상 프로그램		과학 학습전략 활용 프로그램	
	수업내용	활용전략	수업내용	활용전략	수업내용	활용전략
도입 (5~10분)	<ul style="list-style-type: none"> 실생활의 예를 통해 관찰하고 분류 해보기 수업목표 제시 	<ul style="list-style-type: none"> 관찰 분류 	<ul style="list-style-type: none"> [지식채널e] 외계인 장학퀴즈 동영상 수업목표 제시 	<ul style="list-style-type: none"> 호기심, 동기전략 	<ul style="list-style-type: none"> [지식채널e] 외계인 장학퀴즈 동영상 수업목표 제시 	<ul style="list-style-type: none"> 흥미
전개 (40분)	<ul style="list-style-type: none"> [지식채널e] 외계인 장학퀴즈 동영상 광물 관찰하고 결과 기록하기 석영, 흑운모, 방해석 구별 실험하고 표 작성하기 광물 특성에 따라 분류해보기 	<ul style="list-style-type: none"> 관찰 분류 	<ul style="list-style-type: none"> 광물의 특징 관찰하기 광광눈치게임(광물카드 짝짓기) 상, 중, 하 수준의 문제 만들어 보기 	<ul style="list-style-type: none"> 자아효능감 내재적동기 시험불안 관찰 	<ul style="list-style-type: none"> 관찰로 광물 알아보기 광광눈치게임(광물카드 짝짓기) 게임카드를 이용해 학습내용 범주화하고 위계잡기(모둠활동) 마인드맵 예시 보기 마인드맵으로 정리하기(개인) 	<ul style="list-style-type: none"> 심층적 인지전략 동료학습 관찰
정리 (5~10분)	<ul style="list-style-type: none"> 광광눈치게임(광물카드 짝짓기)으로 정리하기 ‘나는요’ 작성하기 다음 시간 예고하기 	<ul style="list-style-type: none"> 흥미 	<ul style="list-style-type: none"> 만들어진 문제 발표하여 칭찬스티커 받기 ‘나는요’ 작성-제일 잘한 행동, 다음시간에 잘하고 싶은 행동 적기 다음 시간 예고하기 	<ul style="list-style-type: none"> 외재적동기 	<ul style="list-style-type: none"> 친구들 마인드맵 비교해보기 ‘오늘 나는 어떠했나요?’ 체크하기 ‘나는요’ 작성하기 다음 시간 예고하기 	<ul style="list-style-type: none"> 초인지 전략

III. 연구 결과

1. 맞춤형 프로그램

프로그램의 개발 방향과 개발 방법에 따라 맞춤형 프로그램을 유형별로 개발하였고, 세 가지 프로그램에서 주로 사용한 수업 전략은 Table 2와 같다.

이러한 수업 전략을 바탕으로 3차시 ‘광물은 어떻게 구별할까?’에 대한 프로그램의 수업 단계별 수업 내용 및 활용 전략에 대한 예시는 Table 3과 같다.

‘과학 탐구능력 신장 프로그램’은 도입 단계에서 실생활의 예를 통해 이번 수업에서 배울 탐구능력인 관찰과 분류가 무엇인지 먼저 알아

보았다. 전개 단계에서는 동영상을 통해 광물의 정의를 학습하고 직접 광물을 관찰해 보고 관찰 결과를 기록하도록 하였다. 또한 석영, 흑운모, 방해석의 광물 성질을 이용하여 구별하는 실험을 하고 결과를 표로 정리하도록 하였고, 광물의 특성에 따라 분류 기준을 세우고 광물을 분류해 보도록 하였다. 정리 단계에서는 광물이 인쇄된 카드로 관련된 것끼리 짝짓기 게임을 하면서 학습 내용을 정리하도록 하였다.

‘과학 학습동기 향상 프로그램’은 도입 단계에서 호기심과 흥미를 유발시킬 수 있는 동영상을 제시하였고, 전개 단계에서 광물을 직접 관찰하는 활동과 광광눈치게임이라는 광물카드 짝짓기 게임을 통해 흥미를 유발하여 내재적 동기가 향상될 수 있도록 하였다. 또한 학습 내용에 대한 상, 중, 하 수준의 문제를 직접 만들어보고 친구들과 함께 풀어보면서 시험불안을 해소할 수 있도록 하였다. 정리 단계에서는 만들어진 문제를 발표하여 발표에 대한 자신감을 가지도록 하였고,

Table 4. Results of pretest and posttest by the types of cause of science underachievement

구분	과학 탐구능력 검사		과학 학습동기 검사		과학 학습전략 검사		
	사전 평균 (표준편차)	사후 평균 (표준편차)	사전 평균 (표준편차)	사후 평균 (표준편차)	사전 평균 (표준편차)	사후 평균 (표준편차)	
실험 집단	과학 탐구능력 부족형(5명)	45.3 (6.9)	70.7 (16.2)	68.5 (7.7)	65.0 (4.5)	61.5 (3.9)	60.9 (8.4)
	과학 학습동기 부족형(3명)	62.2 (5.1)	70.0 (8.8)	54.5 (2.9)	66.5 (7.1)	57.9 (2.9)	63.8 (4.9)
	과학 학습전략 부족형(3명)	58.9 (16.8)	65.6 (15.8)	55.8 (5.8)	59.6 (4.8)	44.6 (4.5)	49.1 (4.0)
	평균 (표준편차)	55.5 (9.6)	68.8 (13.6)	59.6 (5.5)	63.7 (5.5)	54.7 (3.8)	57.9 (5.8)
비교 집단	과학 탐구능력 부족형(5명)	46.0 (10.1)	47.3(7.8)	61.0(5.8)	57.5 (4.1)	61.0 (8.3)	59.1 (5.7)
	과학 학습동기 부족형(3명)	56.7 (16.8)	64.4 (12.6)	51.6 (5.8)	52.8 (9.4)	55.6 (4.5)	51.2 (14.6)
	과학 학습전략 부족형(3명)	66.7 (17.6)	53.3 (15.4)	59.4 (4.1)	59.4 (3.5)	54.3 (2.5)	53.0 (0.9)
	평균 (표준편차)	56.5 (14.8)	54.8 (11.9)	57.3 (5.2)	56.6 (5.7)	57.0 (5.1)	54.4 (7.4)

*100점 환산점 기준임

문제를 잘 만든 학생에게 칭찬스티커를 주어 외재적 동기가 향상될 수 있도록 하였다. 이번 수업에서 제일 잘한 행동을 적어 자신의 수업 태도를 칭찬하여 자신감을 갖도록 하였고, 이와 더불어 활동지의 각 페이지마다 자신감을 주는 명언을 포함하여 자아효능감을 높이도록 하였다.

‘과학 학습전략 활용 프로그램’은 도입 단계에서 흥미를 유발시키는 동영상상을 제시하였고, 전개 단계에서 광물을 관찰하여 보고, 광물은 치게임이라는 광물카드 짝짓기 게임으로 광물에 대해 학습하도록 하였다. 게임에서 사용한 광물카드로 학습 내용을 범주화하고 상위 개념과 하위 개념을 구분하여 위계를 잡아가는 과정을 친구들과 함께 완성하도록 하였다. 광물에 대한 학습 내용을 효과적으로 공부할 수 있도록, 마인드맵 작성의 예를 보여주고 마인드맵의 개념과 언제, 어떻게 사용하는지에 대해 알려주었으며, 이를 토대로 마인드맵을 각자 그려 보도록 하였다. 정리 단계에서는 친구들이 작성한 마인드맵을 비교해 보고 잘 작성된 마인드맵으로 학습 내용을 정리하고, 마인드맵의 활용 방법과 효과적인 학습전략의 중요성을 다시 한 번 일깨워 주었다. 또한, ‘오늘 나는 어떠했나요?’에서 자신의 학습 태도를 점검하고 반성할 수 있도록 하였고 다음 시간에는 더 변화된 학습 태도를 갖도록 하였다.

2. 프로그램이 부진원인 해소에 미친 효과

프로그램이 과학 학습부진 원인 해소에 미친 효과를 알아보기 위하여 과학탐구능력 검사, 학습동기 검사, 학습전략 검사를 사전·사후에 실시하였고, 전반적인 결과에 대한 추이를 살펴보기 위해 100점 환산 점수로 평균을 비교해보았다. 그 결과, 비교집단에 비하여 실험집단의 평균이 전반적으로 향상되었고, 유형별로는 과학 탐구능력 부족형이 탐구능력 검사에서 25.4점, 과학 학습동기 부족형이 동기검사에서 11점, 과학 학습전략 부족형이 전략검사에서 4.5점이 향상되어 부진 유형별 맞춤형 프로그램이 학생들의 과학학습부진 원인의 해소에 어느 정도 기여하는 것을 확인할 수 있었다(Table 4).

가. 과학 탐구능력 신장 프로그램의 효과

과학탐구능력 사전·사후 검사 결과, 과학 탐구능력 부족형은 실험 집단에서 많은 향상을 보였고 기초 및 통합탐구과정에서 전반적인 향상을 보였다. 이는 수업 과정 중에 관찰한 관찰과 예상, 자료변환과 변인통제에서의 의미 있는 변화와 맥을 같이한다. 기초탐구과정의 관

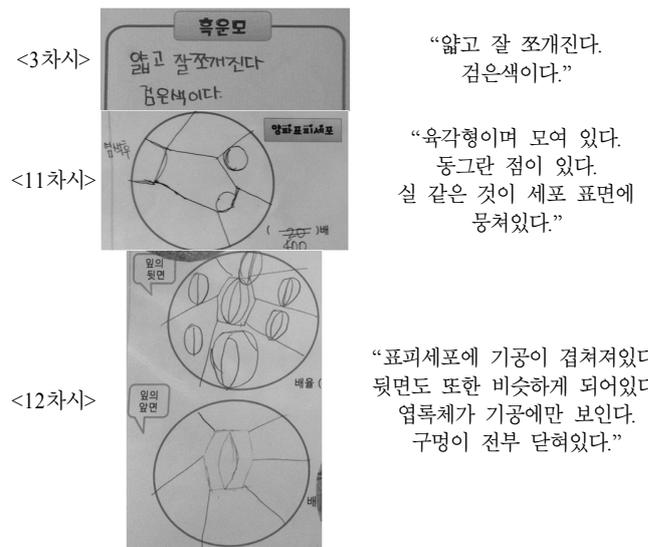


Figure 2. Part of the worksheet of student E on observation

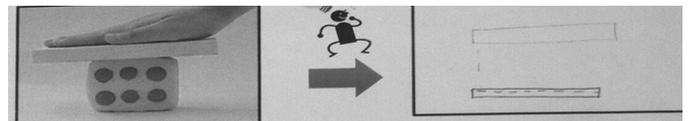


Figure 3. Part of the worksheet of student E on prediction

찰은 과학의 탐구활동의 가장 기본이 되는 요소로, 실험 등을 통해 학생들에게 직접 관찰하게 하여 관찰하는 방법을 자주 경험할 수 있도록 하였다. 그 결과, 첫 관찰 활동이 있던 광물 수업(3차시)에서는 기초적인 광물의 색과 모양만 관찰했지만, 관찰 활동의 세 번째(11차시)와 네 번째(12차시) 수업에서는 세세한 모양이나 구조까지 관찰하고 관찰 결과를 자세하게 그림으로 기록하였으며, 모양뿐만 아니라 배열 상태와 구조까지 관찰하고 결과를 정확하게 기록하려하였다(Figure 2).

예상은 관찰한 현상이나 사건에 대해 아직 일어나지 않은 일을 추측하는 것으로, 학생들이 자유롭게 예상하도록 하고 이유를 구체적으로 제시하도록 하였다. 학생 E는 예상에 관한 첫 수업인 편마암의 엽리를 예상하여 그리기 활동에서 엽리를 정확하게 표현하지 못했지만(Figure 3), 예상에 관한 마지막 수업인 잎의 증산작용에 대한 활동에서 바로 결과를 예상하고 흡수된 물이 잎을 통해 나가기 때문이라고 이유를 구체적으로 제시하여 정확하게 예상하는 모습을 볼 수 있었다(13차시 수업 내용). 또한 사후 인터뷰에서 학생 스스로도 프로그램 초기에는 예상에 어려움을 느끼고 정확하게 예상하지 못하였지만, 프로그램이 진행되면서 막연하게 알고 있던 예상에 대해 알게 되었다고 응답하였다.



Figure 4. Part of the worksheet of student E on transforming data

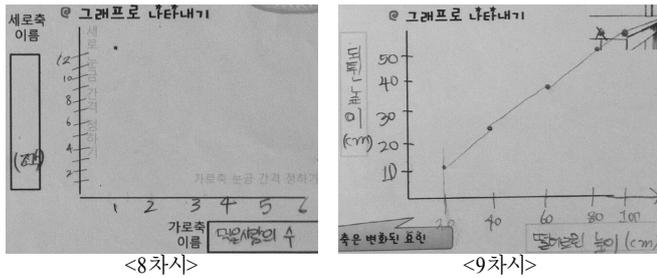


Figure 5. Part of the worksheet of student D on transforming data

(화창한 날 잎이 달린 나뭇가지에 비닐봉지를 씌우면? 수업 중)
 교사 : 첫 번째 생각하기 활동을 한 것을 바탕으로 시간이 지나고 나서 (가)와 (나)의 물의 양이 어떻게 될지 예상하여 볼까요?
 학생 E : 달라져요. (가)는 별 차이 없고 (나)는 줄어들 것 같아요.
 교사 : 그렇게 생각한 이유는 무엇이니?
 학생 E : (가)는 물을 흡수는 하는데 잎이 없어서 내보내지를 못해요. (나)는 잎이 있어서 물이 빨아들여지고 앞으로 내보낼 수 있을 것 같아요.
 <13차시 수업 중에서>

통합탐구과정의 자료변환에서는 활동이나 실험으로 얻어진 데이터 들을 표나 그래프로 올바르게 표기할 수 있도록 하였다. 글로 제시된 데이터를 표로 나타내는 첫 수업인 8차시에서 변수와 변수 값을 올바르게 표로 나타내지 못했지만, 두 번째 수업에서는 변수와 변수 값에 따라 행과 열의 수를 고려하여 표를 그리고 올바르게 표기하는 모습을 볼 수 있었다(Figure 4).

또한, 그래프로 나타내기에 대한 첫 시간(8차시)에 학생 D는 그래프 축의 단위만 일부 나타내고 축의 이름이나 그래프의 선을 그리지 못하였다. 그래프 그리기를 할 때 축의 이름과 눈금, 설명 등을 쓸 수 있는 빈칸을 만들어 놓는 등 처음에는 자세하고 단순하게 안내해주는 것으로 시작해 조금씩 복잡함을 더 해가는 것이 효과적이기 때문에(Kim et al., 1998), 이에 따라 그래프 그리기를 학습하도록 하였다. 그 결과 그래프 그리기 두 번째 시간(9차시)에는 그래프 축의 단위, 변수, 눈금, 그래프 모양을 올바르게 그리는 것을 볼 수 있었다(Figure 5).

학생 C도 시간-거리 그래프와 시간-속력 그래프를 그린 9차시 수업에서는 축의 단위, 변수, 눈금 등을 표시하지 않았고 그래프를 그리지 못하였지만, 프로그램이 끝난 뒤 학업성취도 평가 문항에서는 축의 단위, 변수, 그래프 모양 등을 보다 능숙하고 정확하게 표현하는 것을 볼 수 있었다(Figure 6).

중학교 1학년 과학학습 부진아는 인지수준이 구체적 조작기 초기

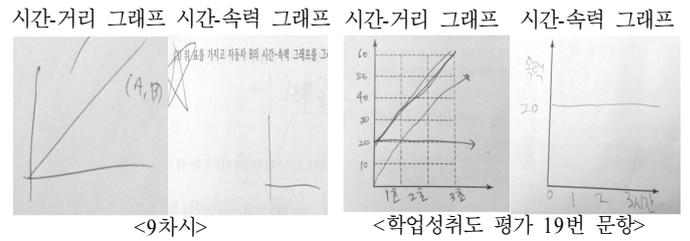


Figure 6. Part of the worksheet of student C on transforming data

수준에 머물러있고, 변인통제 논리가 소수의 학생에게 부분적으로 형성되어 있다(Kim, 2012). 따라서 학생들이 종속변인과 독립변인을 찾아내고 통제변인을 구별하는 변인통제 논리를 사용할 수 있도록 연습하였다. 학생 B는 변인통제에 대한 첫 시간(7차시)에 가설을 검증하는 실험에서 변인을 어떻게 통제해야 하는지 알지 못하였으나, 세 번째 시간(10차시)에 공정한 게임을 위해 어떠한 변인을 통제해야 하는지 찾아내어 변인통제 개념이 형성되어 가는 것을 볼 수 있었다.

교사 : “용수철의 굵기에 따라 용수철이 늘어나는 길이가 달라질 것이다.”라는 가설을 팡팡이가 검증하고자 실험 A, B C를 설계한 거야. 이 실험 설계가 옳은가요? 예, 아니오를 체크하고 그 이유를 적어볼까요?
 학생 B : (예)에 체크) 용수철의 굵기는 다르지만 용수철의 늘어나는 길이는 똑같은 거 같아요.

<7차시 수업 중에서>

(병과 빨대를 선택해서 부는 게임 중 학생B는 빈 커피캔과 굵은 빨대, 교사는 채워진 음료병과 가는 빨대를 선택)

교사 : 동시에 같은 지점에서 시작해서 불었어. 누가 더 빨리 도착점에 도달하는 가를 알아본다면 이것은 공정한 게임일까요? 이유는?

학생 B : 아니오. 이유는.. 음..

교사 : 너와 내가 동시에 이렇게 불었어.. 너꺼 팡팡볼과 선생님께서 팡팡볼 중에서 누가 더 잘 구를까?

학생 B : 제꺼요.

교사 : 왜 그럴까요?

학생 B : 커피캔은 둥글어서 잘 굴러가고요. 음료병은.. 이렇게 굴리면.. 돌아가긴 하는데.. 음.. 더 불리하겠다.. 음료병은 채워져 있고 커피캔은 안 채워져 있어서

...(중략)...

교사 : 그러면 어떻게 해야 할까요?

학생 B : 음료병을 마셔야 해요. 하하^^ 마시면 될까요?

...(중략)...

교사 : 맞아. 하하. 이렇게 하는 것을 탐구능력 중에서 무엇이라고 했지요?(생략)

학생 B : 변인 통제요. 오! 그렇다면 선생님의 빨대와 제 빨대도 똑같아야 해요.

<10차시 수업 중에서>

과학 탐구능력 부족형의 실험 집단 학생들은 프로그램이 끝난 뒤 진행된 사후 인터뷰에서 '실험 같은 거해서 과학 공부하는 게 쉬워졌어 요(학생A)', '탐구능력이 익숙해지고, 조금 문제에 더 접근하기 쉬워졌

던 거 같아요(학생B), ‘예전에는 뭐가 뭔지 모르겠는데 요새는 이걸 이렇고 이걸 이렇고 이게 조금 보여요(학생D)’, ‘과학 수업은 별로 이해 안 되고 어려워서 그랬는데 팡팡 받은 10가지 능력을 넣어서 수업해서 이해가 빨랐고 거의 마스터 한 것 같아요(E학생)’ 라는 응답을 하였다. 과학탐구능력 신장 프로그램 수업 중에 나타난 이러한 변화들로 탐구능력이 향상된 것을 볼 수 있었고, 이는 탐구수업이 학업성취도가 낮은 학생의 탐구능력 신장에 효과적이라는 연구 결과와 같았다(Cuevas *et al.*, 2005; Yi & Kim, 1984).

나. 과학 학습동기 향상 프로그램의 효과

과학 학습동기 사전·사후 검사 결과, 과학 학습동기 부족형의 실험 집단에서 향상도가 높았고, 자아효능감, 내재적 동기, 과학에 대한 가치 영역에서 높은 향상이 있었는데, 이는 자아효능감이 높을수록 내재적 동기인 교과에 대한 흥미가 높아지고 흥미가 높을수록 교과에 대한 가치인식도 높아진다는 연구 결과와 같았다(Choi *et al.*, 2013).

자아효능감은 자신의 유능성에 대한 신념으로 이를 향상시키기 위해, 수업시간마다 사소한 것이라도 성취를 경험하게 하고 교사가 관심을 가지고 격려와 칭찬을 아끼지 않았으며 활동지에 자신감에 대한 명언을 넣어 읽어보도록 하였다. 프로그램 초기에 학생 F는 자신의 생각이나 대답에 자신 없어 했는데, 프로그램이 진행되면서 먼저 발표하려고 스스로 해보려고 하는 모습을 보였다(6과 9차시 수업 내용). 학생 H는 집중력이 떨어지고 과학 개념에 대한 이해가 낮아 자신감이 적었는데, 프로그램이 진행되면서 수업 활동에 집중하고 자신이 생각한대로 하면 될 거 같다는 자신감(12차시 수업 내용)과 자신이 노력하면 과학을 잘할 수 있을 거 같다는 자신감을 가지게 되었다(사후 인터뷰 내용). 학생 G는 수업의 정리 단계에서 자신의 수업 태도를 점수로 평가하는 활동에서 프로그램이 진행되어 갈수록 100점으로 평가하는 모습을 보였다.

학생 F : 하하 우리 잘했다. 선생님 저희부터 발표할게요.

<6차시 수업 중에서>

교사 : 36km/h를 m/s로 단위로 바꿔 볼 거야. 연습했으니 안 가르쳐줘도 될까?

학생 F : 한번 해볼래요.

<9차시 수업 중에서>

교사 : 자, 그럼 여기 있는 준비물을 가지고 쌍떡잎식물과 외떡잎식물의 모형을 한번 만들어 볼까요?

학생 H : (바로 만들기 시작함)

교사 : 생각 안하고 바로 해도 될까?

학생 H : 생각 아까 다 했어요~ 하하. 이렇게 하면 되잖아요~.

<12차시 수업 중에서>

교사 : 팡팡하면서 많이 변했어. 그치? 초반에는 발표도 잘 안하고 그랬는데, 그 때 왜 그랬어?

학생 H : (생략) 이 수업에서는 선생님이 잘 가르쳐 주셔서 배워야겠다는 생각이 들었어요. 또 일대일로 수업하고 틀려도 괜찮으니까..(생략)

교사 : 과학 공부하는 건 어때? 할 만 했어?

학생 H : 처음엔 과학은 재미없고 패스하는 과목이었는데 이제는 과학이 더 재밌어지고 자신감이 생겼어요. (생략) 저는 포기하지 않을 거예요. 하하.

<학생 H의 사후 인터뷰 일부>

학생들의 내재적 동기를 향상시키기 위해 다양한 동기유발 전략과 재미있는 활동으로 과학에 흥미를 느끼게 하였고, 상호작용을 통해 학생들의 수준에 맞게 자세히 설명하였다. 그 결과, 사후 인터뷰에서 팡팡 수업을 하기 전과 후 학생들이 변한 점이 무엇이나는 질문에 ‘과학에 재미를 느끼게 되었고 프로그램을 참여하는 동안 내내 즐거웠다’고 응답하였다(학생 F, G, H의 사후 인터뷰 내용). 또한, 수업의 정리 단계에서 오늘 수업에서 내가 제일 잘 한 일에 대해 학생 F와 G는 ‘팡팡에 나온 것’과 ‘적극적으로 활동에 참여한 일’이라고 적는 것을 자주 볼 수 있었다. 과학에 대한 재미와 즐거움이 수업에 빠지지 않고 적극적으로 참여하게 하는 원동력이 된 것으로 판단된다. 이러한 결과는 부진 학생들이 흥미를 가지고 있는 활동에 대해서는 몰입하기도 하고 지속적으로 활동에 참여하기도 한다는 연구 결과와 같았다(Oh *et al.*, 2010).

교사 : 팡팡 수업 듣기 전후 어떤 점이 가장 많이 변했나요?

학생 F : 과학에 대한 생각, 원래 과학은 다 재미없는 건 줄 알았는데 팡팡에서 과학은 재밌어요.

학생 G : 음 뭐가 있지.. 그냥 예전보다 과학이 더 즐거워졌어요.

학생 H : 자신감, 그리고 몰랐던 것 알게 되었어요. 그리고 즐거웠어요. 공부방법이 나 실험 뭐 그런 건 잘 모르겠는데 제일 많이 느낀 건 즐거웠던 거예요.

<학생 F, G, H의 사후 인터뷰 일부>

과학의 가치에 대한 인식을 향상시키기 위해 과학이 실생활에 활용된 예를 많이 제시하였고, 과학이 우리 생활과 밀접한 연관이 있으며 얼마나 중요한지를 강조하였다. 사후 인터뷰에서 과학을 공부하는 것이 필요한 것 같으나는 질문에 학생들은 과학의 중요성과 과학의 가치에 대해 긍정적으로 인식하고 있었고, 따라서 과학 공부를 열심히 해야 한다고 응답하는 모습을 볼 수 있었다(학생 F, G, H의 사후 인터뷰 내용).

교사 : 과학을 공부하는 것이 필요한 것 같아요?

학생 F : 과학이 생활에 더 많이 쓰인다는 걸 알았어요. 생활에 과학이 많이 쓰이니깐 과학 공부를 해야 돼요.

학생 G : 시험 때문에 중요한 것 같아요. 근데 살면서도 과학이 필요하다는 걸 알았어요. 그러니깐 과학은 공부해야 돼요. 그런데 과학 관련 직업에 관심이 생기는 정도까지는 아니에요.

학생 H : 과학은 중요해요. 원리를 알면 나중에 내 아이에게 가르쳐 줄 수도 있고 생활에도 많이 활용되니까 좋죠. 제 장래를 위해서도.. 단순히 칭찬이나 성적을 위해서만이 아니라 시험에 나오고 일상생활에서도 사용되니까 과학 공부하는 해야 해요.

<학생 F, G, H의 사후 인터뷰 일부>

과학 학습동기 향상 프로그램 수업 중에 나타난 자아효능감, 내재적



Figure 7. Part of the worksheet of student K on learning goal and time management

동기, 과학의 가치에 대한 인식에서의 긍정적인 변화가 학습동기를 향상시켰고, 이는 학습에 자신감을 가지고 수업에 몰입하며 적극적인 학습 태도를 갖도록 하였다. 학습동기 프로그램이 학습동기를 향상시키고 적극적인 학습 태도를 가지도록 한다는 연구 결과와 같았다(Kim, 2004; Park & Min, 2008).

다. 과학 학습전략 활용 프로그램의 효과

과학 학습전략 사전·사후 검사 결과, 과학 학습전략 부족형의 실험 집단의 점수가 향상되었고 세부적으로 하위 요소들이 조금씩 향상되었다. 그러나 다른 유형들보다 적은 향상도를 보였는데, 이는 공부에 관심이 없고 시험공부를 할 때 단순히 교재를 읽어보거나 써보는 피상적 전략을 주로 사용하던 학생들이 심층적인 학습전략을 학습에 적용해 보는 것이 쉽지 않았기 때문으로 판단된다. 사후 인터뷰 내용에서도 수업 시간에 배운 전략을 적용해보려고 노력하였지만 실제 혼자서 해 보는 것은 어려웠다고 응답하였다.

교사 : 전에는 과학 공부를 어떻게 했어요?
 학생 : 수업시간에 했던 프린트 몇 번 읽어보고, 써보고..
 교사 : 팡팡 수업에서 선생님이 알려준 공부 방법들을 사용했었어요?
 학생 : 좋은 거 같은 데 실제 써보지는 못했어요.

<학생 1의 사후 인터뷰 일부>

교사 : 과학 공부할 때 어떻게 했었어요?
 학생K : 그냥 암기나 개념을 읽어보는 걸로.
 교사 : 선생님이 알려준 방법 해 본거 있어요?
 학생K : (생략) 밑줄 긋는 거 해봤어요. 과학하고 다른 과목에도요.
 교사 : 그렇게 공부해 보니까 어땠어요?
 학생K : 기억에 더 잘 남았어요.
 교사 : 다른 방법들을 나중에 활용해 봐야겠다 생각해본 적 있나요?
 학생K : 네. 그러나, 실제 해보려니까 막상 잘 안 됐어요.
 교사 : 어떤 방법이 좋을 거 같았어요?
 학생K : 그그.. 정리 요약하는 방법이요.

<학생 K의 사후 인터뷰 일부>

과학 학습전략 부족형 학생들은 수업 과정 중에 목표설정 및 시간 관리와 심층적 인지전략에서 의미 있는 변화를 보였다. 학습 목표의 설정 및 시간 관리 전략은 수업을 진행하면서 자연스럽게 오늘 수업의 학습목표를 알려주고 달성하는 것을 보여주었고, 활동할 때 시간을 정해놓고 시간을 관리하였다. 학습 목표 설정 및 시간 관리에 대한 과제를 부여하였고, SNS를 통해 학생들에게 스스로 할 수 있도록 도와주는 상호작용을 하였다. 학생 K는 스스로 학습계획을 세우기보다 부모님이 학습 양을 정해주었는데, 과제를 통해 스스로 학습계획을

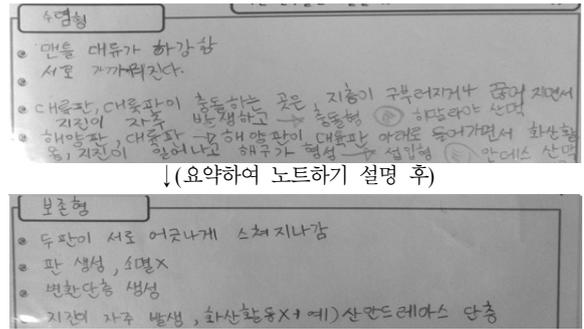


Figure 8. Part of the worksheet of student K showing in-depth strategy

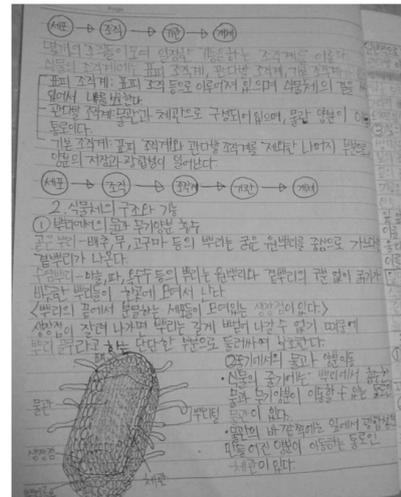


Figure 9. Part of the worksheet of student J showing in-depth strategy

세우고 실천하는 모습을 볼 수 있었다(Figure 7). 중심 내용 및 주요 어휘에 밑줄 치기, 요약하기, 노트하기, 마인드맵 그리기 등 과학학습에 효과적인 심층적 전략(Kwon, 2007; Lazarus, 1991; Lovitt et al., 1986; Nelson, Smith, & Dodd, 1992; Scruggs & Mastropieri, 1993)을 언제, 어떻게 활용하는지에 관해 알려주고 반복해서 사용해 보도록 하였다. 학생 K는 요약하여 노트하기를 할 때 교과서에 있는 내용을 그대로 쓰는 모습을 보였는데, 요약하여 노트하기 설명 후 교과서의 핵심 내용을 파악해 자신이 이해한대로 요약하여 노트하는 모습을 보였다(Figure 8). 과거 과학 공부를 좋아하지 않았던 학생 J는 프로그램이 끝날 때쯤 총괄평가의 준비를 위해 스스로 학습계획을 세우고 학습방법을 찾아보았으며(사후 인터뷰 내용), 요약정리해서 공부하는 모습도 볼 수 있었다(Figure 9).

교사 : 팡팡 수업하기 전에는 어떻게 공부했어요?
 학생 : 그냥 언니가 시험지 프린트 뽑아줘서 풀고 그랬어요. 공부를 별로 좋아하지 않아서요.
 ... (중략) ...
 교사 : 그럼, 요약은 이번에만 한거예요?
 학생 : 아마도..
 교사 : 색깔 펜, 형광펜으로 중요한 거 표시하고 그랬잖아. 그건 왜 그렇게 해봤니?

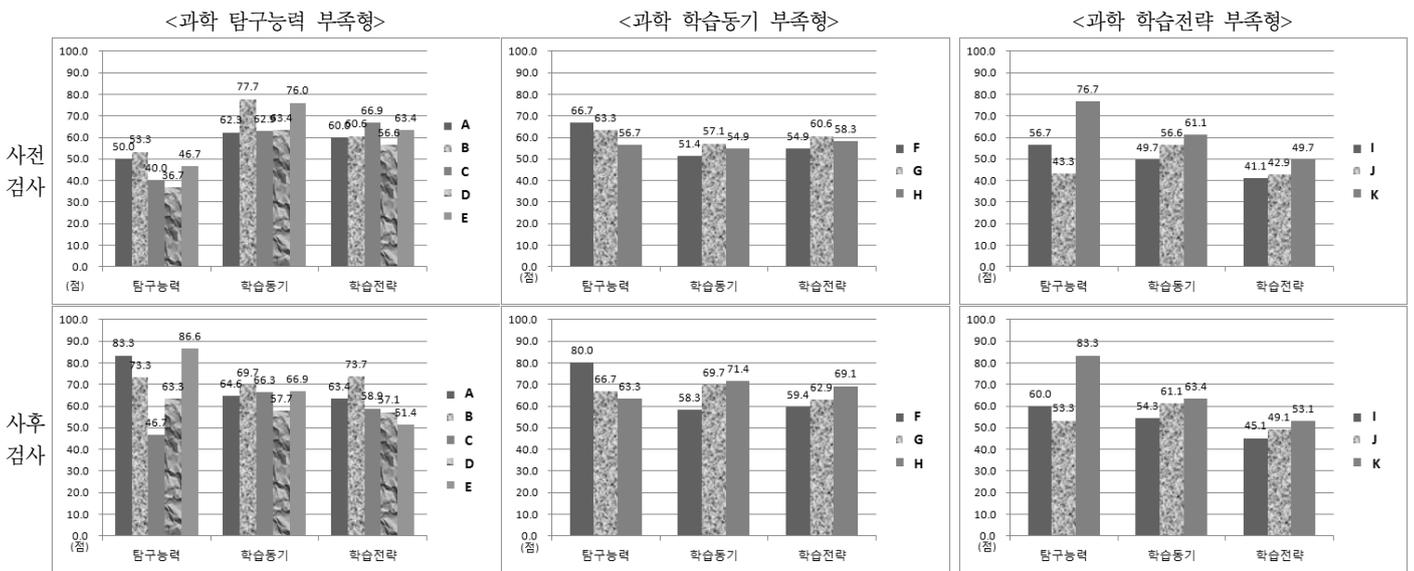


Figure 10. Graph of pretest and posttest results of students in each group by the types of cause of science underachievement

학생 : SNS에도 공부 잘하는 방법 나와 있어서 봤구요. 선생님이 수업시간에 알려준 것도 있고요.
 교사 : 뿌리 그림 그렸었잖아.
 학생 : 아~ 그거 시험에 나왔어요. (생략) 그래서 맞았어요.
 교사 : 선생님이 알려줘서 뿌리 그려본 거였어요?
 학생 : 선생님이 그림 그려 공부해보라고 해서 뿌리 그림 그려봤어요.
 <학생 J의 사후 인터뷰 일부>

과학 학습전략 활용 프로그램 수업 중에 나타난 의미 있는 변화가 학습전략을 향상시키는데 기여했고, 이는 학습부진아들에게 학습전략을 가르치고 활용하도록 지도하면 전략 활용이 향상된다는 연구 결과와 같았다(Leshowitz et al., 1993; Scuggs & Mastropieri, 1993).

라. 타 학습부진 원인에 미친 각 프로그램의 영향

실험집단의 개인별 사전·사후 검사 결과로 맞춤형 프로그램이 다른 부진원인에도 영향을 미칠 수 있는지에 대해서도 알아보았다. 과학 탐구능력 부족형은 탐구능력이 향상된다고 해서 다른 부진 영역까지 향상되지는 않았고, 상대적으로 학습동기가 떨어지는 경향을 보였다(Figure 10). 몇몇 학생들은 사후 인터뷰에서 게임, 실험, 활동을 하면서 탐구능력에 대해 쉽게 이해할 수 있었고 문제에 쉽게 접근할 수 있었지만, 과학에 대한 생각이 변하지 않았고 과학학습에 대한 흥미를 느끼지 못했다고 응답하였다. 수업에서 탐구과정의 기능들에 대해 알아보고 반복적으로 수업에 적용해보는 것으로 탐구능력을 많이 향상시킬 수 있었지만, 어려운 개념과 용어들이 많이 등장하는 과학 과목에 많은 탐구기능 학습까지 더해져 인지부담이 가중되어 다른 부진유형 보다는 학습동기가 낮아진 것으로 보인다.

과학 학습동기 부족형과 과학 학습전략 부족형은 다른 부진 영역까지 향상되는 경향을 보였다(Figure 10). 과학 학습동기 부족형의 학생들도 과학적 호기심을 해결하기 위해 스스로 탐구하려는 모습(학생 H의 11차시 수업 내용)과 과학 내용에 대해 적극적으로 질문하는 모습(학생 G의 13차시 수업 내용)을 보였고, 중요한 부분을 색깔 펜으로

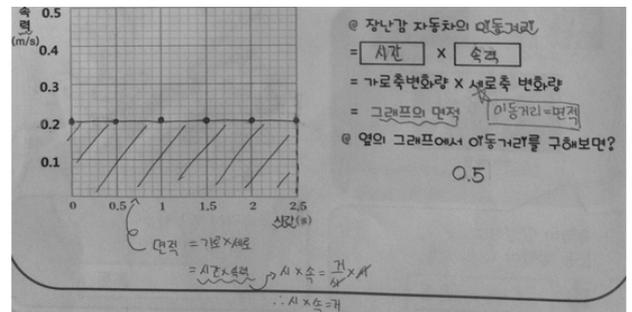


Figure 11. Part of the worksheet of note taking by student H

표시하고 부연 설명하는 등 스스로 활동지를 체계적으로 필기하고(Figure 11), 동료와 상호작용하는 수업 중 태도들이 탐구능력과 학습전략의 향상에 영향을 미친 것으로 판단된다.

학생H : 선생님, 뉴런이 뭐예요?
 ... (중략) ...
 학생H : 선생님, 어디 있어요? 아까 그거(식물세포 표본)?
 교사 : 또 보게?
 학생H : (동물세포와 번갈아 관찰) 뭔가 안에 결정체 같은 거, 핵 있어. 아이구 동물세포는 동글동글하니 더 많네. 어우 징그러워요~
 ... (중략) ...
 학생H : (세포 모형 만들기 활동 중) 선생님 액포는 하나만 있어요?
 <11차시 수업 중에서>
 학생G : 선생님 어린 식물은 뿌리가 어떻게 생겼어요?
 교사 : 어린 식물은 뿌리가 크지 않고~~
 학생G : 아! 이렇게(손짓으로)? 하하 너무 조그맣게 그렸다. (생략)
 학생G : 선생님, 공변세포가 팽팽해지는 것이 액포 때문이에요?
 <13차시 수업 중에서>

과학 학습전략 부족형도 활동과 실험에 적극적으로 참여하고 탐구하려는 모습(학생 J와 K의 12차시 수업 내용)과 과학 지식에 대한

Table 5. Results of the summative evaluation

구 분	사전	사후
과학 탐구능력 부족형(5명)	14.3	27.3
과학 학습동기 부족형(3명)	18.3	50.4
과학 학습전략 부족형(3명)	17.4	38.0
평균(표준편차)	16.7 (5.8)	38.6 (8.4)

*석차 하위백분율(%) 기준

질문을 하고(학생 K의 6차시와 학생 J의 7차시 수업 내용), 게임이나 활동 내용에 흥미와 관심을 가지고 과학이 쉽고 재미있다고 느끼는 수업 중 태도들(학생 J, K의 사후 인터뷰 내용)이 탐구능력과 학습동기 향상에 영향을 준 것으로 보였다.

교사 : 선생님이 지금 이거(백합, 샐러리)를 가지고 왔어요.

학생 : 진짜 한 거예요? 색소?

...(중략)...

교사 : 빨간 색 잉크를 타서 물에 담가 놓은 건데, 이거를 지금...

학생 : (선생님 말이 끝나기도 전에 관심을 보이며) 잘라보면 안돼요?

...(중략)...

학생K : 옆에가 이렇게 짹짹 가있네요?

학생 : 가로 단면은 이렇게 자르면 되죠?

<12차시 수업 중에서>

교사 : (영화 코어 동영상 보고) 영화 보면서 뭐 궁금한 점 없어요?

학생K : 아까 폭탄이 터졌는데 폭탄이 터지면 왜 외핵이 회전해요?

<6차시 수업 중에서>

학생 : 우리가 어떨 때, 옷에 손이 닿으면 찌릿하게 느껴지던데.. 그거는 왜 그런 거예요?

<7차시 수업 중에서>

교사 : 과학에 대한 생각이 어떻게 변했니?

학생 : 과학이 재미있어졌어요. 5~10%정도?

학생 : 자신감은 과학시험공부를 다했을 때 있었어요.

...(중략)...

교사 : 과학에 대한 자신감은 생겼니?

교사 : 과학 성적이 생각보다는 잘 안 나왔구나?

학생 : (자신 있게) 그래도 1점만 있으면 50점이예요.

<학생 J의 사후 인터뷰 일부>

교사 : 팡팡 수업하기 전과 후에 과학에 대한 느낌이 어때?

학생K : 하기 전에는 과학이 그냥 그랬는데 팡팡 후에는 과학이 쉽고 재미있기도 했어요.

교사 : 어떤 점에서 그랬니?

학생K : 게임도 많이 하고 잘 가르쳐 주셔서 쉽게 배울 수 있어서 과학을 이해하기 쉬웠어요.

교사 : 과학에 대해 흥미는 생겼니?

학생K : 조금이요.

교사 : 과학에 대한 자신감이 생겼다고 말할 수 있을까요?

Table 6. Results of wilcoxon's signed-ranks test

	N	평균 순위	순위 합	Z	p
사전-사후	음의순위	1a	1.00	1.00	-2.847a .004**
	양의순위	10b	6.50	65.00	
	동률	0c			
	합계	11			

*a. 사전<사후, b. 사전>사후, c. 사전=사후

** p<.01

Table 7. Results of the scholastic achievement test

구 분	학업성취도 평가(점수*)
과학 탐구능력 부족형(5명)	59.0
실험 집단 과학 학습동기 부족형(3명)	47.2
집단 과학 학습전략 부족형(3명)	46.7
평균(표준편차)	51.0 (8.7)
비교 집단 과학 탐구능력 부족형(5명)	29.8
과학 학습동기 부족형(3명)	31.1
집단 과학 학습전략 부족형(3명)	37.2
평균(표준편차)	32.7 (8.3)

*100점 환산점 기준

학생K : 조금 생기긴 했어요.

<학생 K의 사후 인터뷰 일부>

3. 프로그램이 학업성취도에 미친 효과

가. 프로그램이 총괄평가에 미친 효과

맞춤형 프로그램이 과학학습 부진아의 학업성취도에 미치는 효과를 알아보기 위해 실험 집단의 총괄평가의 석차 하위백분율을 사전 검사와 비교해 보았다. 사전 검사의 석차 하위백분율 평균은 16.7%이었는데 사후 검사에서는 38.6%로 과학학습 부진아의 판별 기준인 석차 하위백분율 25%보다 높았다(Table 5). 실험 집단의 사전·사후 석차 하위백분율의 향상도는 Wilcoxon 보호 순위 검정 결과(Table 6), 통계적으로 유의한 것으로 나타났다($Z=-3.977a, p<.01$). 따라서 맞춤형 프로그램의 처치는 과학 학습부진의 해소에 효과적이었다.

과학 학습동기 부족형이 가장 높은 향상도를 보였고 과학 탐구능력 부족형이 비교적 낮은 향상도를 보였는데, 앞에서 고찰한 바와 같이 과학 탐구능력 부족형이 보인 낮은 학습동기가 한 원인인 것으로 판단된다. 학습동기는 학업성취에 영향을 미치는 중요한 변인이고(Choi et al., 2013; Hwang et al., 2012; Park & Min, 2008), 특히 생활 속에서 접하기 어려운 개념과 용어들이 많이 등장하고 인지부담이 큰 과학교과의 학업을 성취하는 데는 학습동기가 아주 밀접한 영향을 미친다는 선행 연구결과와 맥을 같이 한다(Glynn et al., 2011).

나. 프로그램이 학업성취도에 미친 효과

맞춤형 프로그램이 과학학습 부진아의 학업성취도에 미치는 효과를 알아보기 위해 총괄평가와 더불어 자체 개발한 학업성취도 평가의 100점 환산 점수로 실험집단과 비교집단을 비교해 보았다. 학업성취도 평가에서 실험집단의 평균이 51점으로 비교집단의 평균 32.7점 보다 20점 가량 더 높았다(Table 7). 실험 집단과 비교 집단의 평균 점수

Table 8. Results of Mann-Whitney U test

집 단	평균 순위	순위 합	Z	p
실험 집단(11명)	16.05	176.50	-3.290	.001*
비교 집단(11명)	6.95	76.050		

* $p < .05$

Table 9. Results of Mann-Whitney U test of satisfaction with the program

집 단	평균 순위	순위 합	Z	p
실험 집단(11명)	14.59	160.50	-2.236	.025*
비교 집단(11명)	8.41	92.50		

* $p < .05$

의 차이를 Mann-Whitney U 검정으로 비교해 본 결과(Table 8), 통계적으로 유의하였다($Z = -3.29, p < .05$). 따라서 맞춤형 프로그램이 과학 기본 개념과 활동 중심의 프로그램보다 과학교과의 학업성취도 향상에 효과적임을 알 수 있었다.

4. 프로그램에 대한 과학학습 부진아들의 인식

한 학생들의 프로그램에 대한 인식은 인식 검사 결과로 살펴보았다. 5점 리커트척도 15문항에 대한 평균 순위를 Mann-Whitney U 검정으로 비교해 본 결과(Table 9), 실험 집단의 맞춤형 프로그램에 대한 만족도가 비교 집단의 활동형 프로그램의 만족도보다 더 높은 것을 확인할 수 있었다($Z = -2.236, p < .05$). 프로그램 참여소감이나 좋았던 점을 진술하는 서술형 질문에 대해 두 집단 학생들 모두 학교 정규 수업시간보다 재미있고, 수업시간에 잘 몰랐던 내용을 쉽게 알 수 있었다는 의견과 프로그램으로 인해 과학에 재미를 느끼고, 과학개념 이해가 쉬웠으며 성적이 향상되는 등 도움이 많이 되었다는 의견이 대부분이었다. 특히, 맞춤형 프로그램에 참여한 실험집단의 경우, 과학에 대한 흥미와 학습의욕이 생겼고 과학개념에 대한 이해가 용이하였으며, 다음에 또 하고 싶다는 의견이 비교 집단에 비해 더 많았다. 이는 실험 집단이 자신의 부진 원인에 따른 맞춤형 지도를 받았고, 활동위주의 재미있는 수업, 교사의 쉬운 설명과 강화된 상호작용 등에 의한 결과로 판단된다.

IV. 결론 및 제언

이 연구에서는 중학교 1학년 과학학습 부진아를 과학 탐구능력 부족형, 과학 학습동기 부족형, 과학 학습전략 부족형으로 유형화하고, 유형별 맞춤형 프로그램을 개발·적용하여 그 효과를 알아보았다. 연구 결과, 유형별 맞춤형 프로그램은 부진 원인을 해소하는 데 효과가 있었다. 과학 탐구능력 부족형 부진아는 프로그램 적용을 통하여 높은 탐구능력 향상도를 보이고 기초 과학 개념에 대한 이해도도 높아졌다. 그러나 학습동기는 떨어지는 경향을 보였다. 과학 학습동기 부족형 부진아는 프로그램의 적용 결과, 내재적동기와 자아효능감이 높아지고 적극적인 학습 의욕과 태도를 보였으며, 이로 인해 다른 부진 원인도 더불어 향상되는 경향을 보였다. 과학 학습전략 부족형 부진아는 효과적인 학습전략을 사용하는 것으로 나타났으나, 상대적으로 향상 정도가 높지는 않았다. 맞춤형 프로그램은 총괄평가에서 학업성취도가 향상되어 학습부진에서 벗어날 수 있었고, 학업성취도 평가에서도

높은 점수를 받아 학업성취도 향상에 효과적이었다. 부진 유형별 맞춤형 프로그램을 적용한 학생들의 프로그램에 대한 인식은 비교집단보다 높은 만족도를 보였다. 따라서 이 연구 결과로부터, 과학학습 부진아의 맞춤형 프로그램이 과학 학습부진 원인을 해소하고 학업성취도 향상에도 효과적임을 알 수 있었다.

이 연구를 통하여, 과학학습 부진아 프로그램의 효과를 극대화하기 위해서는 지도교사가 대상자를 선정하는 데 학업성취도 결과뿐만 아니라, 면담 등을 통해 학생의 특성을 분명히 파악하고 유형화하는 것이 중요하다는 것을 알 수 있었다. 학습부진아들의 특성상 검사의 문항에 대한 이해도가 낮을 수도 있고, 성실하지 않게 응답하여 원인이 실제와 다르게 유형화될 수 있기 때문이다. 또한, 학습부진 학생들은 학습에 흥미가 부족하고 과학이 어렵다고 인식하며, 수업에 적극적으로 참여하지 않는 특징이 있다. 따라서 교사와의 친밀감 형성과 학습자에 대한 교사의 꾸준한 관심과 노력이 무엇보다 중요함을 알 수 있었다.

국문요약

이 연구의 목적은 과학 학습부진을 해소하기 위해 부진 원인에 따라 맞춤형 지도를 할 수 있는 프로그램을 개발하고, 이를 적용하여 그 효과를 확인하는 것이었다. 이를 위해 과학 학습부진의 특성 및 원인을 분석하여 중학교 1학년 과학학습 부진아 22명을 과학 탐구능력 부족형, 과학 학습동기 부족형, 과학 학습전략 부족형의 세 가지 유형으로 나누고 실험 집단과 비교 집단으로 구분하였다. 두 집단에 적용한 프로그램은 동일 단원과 주제로 구성했으며, 비교집단에는 기본 개념과 활동 중심 프로그램, 실험집단에는 원인 유형별 프로그램을 주 1회, 60분씩 15주 동안 투입하였다. 투입이 끝난 후, 적용한 프로그램에 대한 인식검사, 과학탐구능력 검사, 학습동기 및 학습전략 검사, 학업성취도 평가를 하였으며, 이들 평가 결과와 함께 학생활동지, 연구일지, 수업 전사내용, 학생 면담 등을 통해 프로그램 효과를 분석하였다. 연구 결과, 실험 집단에 투입된 맞춤형 프로그램은 세 가지 부진 유형 집단별로 탐구능력, 학습동기, 학습전략이 각각 향상되어 부진 원인을 해소하였고, 더불어 학업성취도도 향상되었다. 과학 학습동기 부족형과 과학 학습전략 부족형은 다른 부진 원인도 함께 향상되는 경향을 보였다. 또한 실험집단에서 과학 학습부진 유형별 맞춤형 프로그램에 대해 높은 만족도를 보였다. 이러한 연구 결과로부터 과학 학습 부진 원인에 따른 맞춤형 프로그램이 과학학습 부진아들의 부진원인 해소와 학업성취도 향상에 효과적임을 알 수 있었다.

주제어 : 과학학습 부진아, 맞춤형 프로그램, 과학 탐구능력, 과학 학습동기, 과학 학습전략, 과학 학업성취도

References

- Anderman, E. M., & Young, A. J. (1994). Motivation and strategy use in science-individual differences and classroom effects. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(8), 811-831.
- Borich, G. D. (2000). *Effective teaching methods* (4th Ed). Columbus, OH: Merrill and Prentice Hall.
- Butler-Por, N. (1987). *Underachievers in school: Issues and intervention*. New

- York, NY: John Wiley & Sons.
- Byun, Y. G., & Park, H. S. (2004). Program for training learning skills of elementary students. The teacher's guide. Seoul: Hakjisa.
- Cho, H. C. (2011). The effects of academic motivation, self-determination, goal orientation, self-perception, implicit theory of intelligence and self-regulated learning strategies on learning attitude, behavior and outcomes. *The Korean Journal of Educational Psychology*, 25(1), 33-60.
- Choi, B. S., Kwon, Y. J., Kim, I. K., Yang, I. H., Jeong, Y. J., Jeong, C., Cha, H. Y., & Chae, D. H. (2011). Research on teaching strategies and methods for underachievers in science. Korea National University of Education· Ministry of Education, Science and Technology.
- Choi, M. J. (2012). A case study of elementary students with science academic underachievement (Master Thesis). Korea National University of Education.
- Choi, M. Y., & Shin, H. K. (2012). A research synthesis in science education for students with disabilities in Korea. *The Journal of Special Education: Theory and Practice*, 13(2), 267-289.
- Choi, S. H., Guh, J. O., Kim, J. H., Park, S. Y., Oh, E. S., & Kim, J. Y. (2013). The workshop for the presentation of best practice fostering affective characteristics (interest, self-efficacy, value) on math, science. Korea Institute for Curriculum and Evaluation ORM 2013-49.
- Cuevas, P., Lee, O., Hart, J., & Deaktor, R. (2005). Improving science inquiry with elementary students of diverse backgrounds. *Journal of Research in Science Teaching*, 43, 337-357.
- Deshler, D. D., Schumaker, J. B., Lenz, B. K., Bulgren, J. A., Hock, M. F., Knight, J., & Ehren, B. J. (2001). Ensuring content-area learning by secondary students with learning disabilities. *Learning Disabilities Research & Practice*, 16(2), 96-108.
- Fuchs, D., & Deshler, D. (2007). What we need to know about responsiveness to intervention (and shouldn't be afraid to ask). *Learning Disabilities Research & Practice*, 22(2), 129-136.
- Glynn, S. M., Brickman, P., Armstrong, N., & Taasobshirazi, G. (2011). Science motivation questionnaire II: Validation with science majors and nonscience majors. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(10), 1159-1176.
- Glynn, S. M., & Koballa, T. R., Jr. (2006). Motivation to learn college science. In J. J. Mintzes & W. H. Leonard (Eds.) *Handbook of College Science Teaching* (pp. 25-32). Arlington, VA: National Science Teachers Association Press.
- Heo, Y. S., & Nam, C. W. (2009). The effects of special programs, level-based class, and private tutoring on low-achieving adolescents' changes in academic achievements and self-regulated learning skills. *Korean Journal of Special Education*, 44(3), 327-353.
- Hwang, M. H., Kim, Y. B., Ham, E. H., & Oh, S. C. (2012). Exploring the types of academic underachievement. *Secondary Education Research*, 60(1), 191-217.
- Im, H. J. (2009). A study on contextual factors in education that affects underachievement. Korean Educational Development Institute, OR 2009-3-7.
- Jeong, H. J. (2012). Impact study of appointment of teacher-in-charge and after school programs for low-performing students. Korea Institute for Curriculum and Evaluation RRI 2012-9.
- Kang, K. O., & Moon, S. H. (2008). Development and application of an integrated education program based on robot for elementary students. *Korean Association of Practical Arts Education*, 21(4), 201-220.
- Kim, A. H., & Park, H. (2010). Science interventions for students with learning difficulties: A research synthesis. *The Journal of Special Education: Theory and Practice*, 11(1), 147-175.
- Kim, C. H. (2004). The effect of learning motivation training on promoting learning motivation and academic self-concept of the underachieved elementary school children (Master Thesis). Korea National University of Education.
- Kim, H. J. (2012). A case study on the feature of environment and learning of science underachievers in middle school (Master Thesis). Korea National University of Education.
- Kim, K. H., Choi, I. B., Kim, Y. S., Song, M. Y., Shin, J. A., Park, I. Y., Kim, J. H., & Kim, S. H. (2012). NAEA (National Assessment of Educational Achievement) 2011 results and implications - Trends of achievement in 9th grade -. Korea Institute for Curriculum and Evaluation RRE 2012-1-2.
- Kim, M. K. (2003). The Characteristics of the under-achievers in science learning classified by grade or gender. (Master Thesis). Ewha Womans University.
- Kim, S., Kim, K. O., Kim, S. D., Lee, S. D., Imm, H. S., & Han, S. M. (2001). Understanding and Education of Underacheivers. Seoul : Hakjisa.
- Kim, S. D., Yi, H. J., Yoo, J. H., & Yim, J. H. (1998). A preliminary study of developing supplementary learning programs for underachievers. Korea Institute for Curriculum and Evaluation RRC 98-4.
- Kim, Y. H., Shin, S. S., & Cho, K. S. (2008). Recognition of teachers toward teaching programs and developing supplementary learning programs for the retarded middle school students in science. *Journal of Science Education*, 33, 81-90.
- Koh, J. C., Choi, Y. S., & Choi, Y. S. (2006). A model for developing and applying educational programs for the underachieved students. *Journal of Elementary Education Studies*, 13(2), 25-42.
- Korea Institute for Curriculum and Evaluation(KICE) (2004-2013) 2004-2013 NAEA (National Assessment of Educational Achievement) science - 6th grade and 9th grade.
- Korea Institute for Curriculum and Evaluation(KICE). Program for coaching the types of academic underachievement. Retrieved from <http://www.basics.re.kr/view.aspx?mk=344>
- Kwon, C. S., Park, B. T., & Yu, J. S. (2010). An investigation of the background factors for the science underachievers at elementary schools located in seoul. *The Journal of Korea Elementary Education*, 21(1), 219-232.
- Kwon, J. S., & Kim, B. K. (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 Science Education*, 14(3). 251-264.
- Kwon, Y. S. (2007). The effect of science classes applied mind-map to on scientific inquiring ability and scientific attitude of the students with learning disabilities. Yeungnam University.
- Lazarus, B. D. (1991). Guided notes, review, and achievement of secondary students with learning disabilities in mainstream content courses. *Education and Treatment of Children*, 14(2), 112-127.
- Lee, D. S., Nam, M. R., Kim, Y. J., & Ryu, K. W. (2010). Development and validation of a test for identifying the types of learning difficulties. *The Korea Journal of Learning Disabilities*, 7(3), 19-41.
- Lee, D. S., Nam, M. R., Moon, J. Y., & Ryu, K. W. (2012). The effects of an adaptive management program for increasing academic achievement of low achieving students. *Journal of Educational Studies*, 43(2), 147-173.
- Lee, N. M., & Yoon, J. Y. (1990). A study of the characteristics of learning disabilities and the development of a diagnostic test. Korean Educational Development Institute RR 90-12.
- Leshowitz, B., Jenkins, K., Heaton, S., & Bough, T. L. (1993). Fostering critical thinking skill in students with learning disabilities: An instructional program. *Journal of Learning Disabilities*, 26, 483-490.
- Lovitt, T., Rudsit, J., Jenkins, J., Pious, C., & Benedetti, D. (1986). Adapting science materials for regular and learning disabled seventh graders. *Remedial and Special Education*, 7(1), 31-39.
- Ministry of Education, Science and Technology (MEST). (2009). Supporting plan of academic ability improvement-oriented school. Press release. Seoul, Korea.
- Ministry of Education, Science and Technology (MEST). (2011). 2009 Revised National Curriculum - science. Seoul, Korea.
- Minner, D., Levy, A., & Century, J. (2010). Inquiry-based science instruction - what is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, 47, 474-496.
- Montague, M. (1992). The effects of cognitive and metacognitive strategy in struction on the mathematical problem solving of middle school

- students with learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 25(4), 230-248.
- National Research Council (NRC). (1996). *National Science Education Standard*. Washington, DC: National Academy Press.
- National Research Council (NRC). (2000). *Inquiry and The National Science Education Standards: a guide for teaching and learning*. Washington, DC: National Academy Press.
- Nelson, J. R., Smith, D. J., & Dodd, J. M. (1992). The effects of teaching a summary skills strategy to students identified as learning disabled on their comprehension of science text. *Education and Treatment of Children*, 15(3), 228-243.
- Oh, S. C., Kim, D. N., Kim, T. E., & Kim, Y. B. (2010). Seeking for the better instruction for low-achievers in schools: Academic coaching and motivation program development. Korea Institute for Curriculum and Evaluation RRI 2010-11.
- Oh, S. C., Kim, T. E., & Sohn, J. H. (2013). Development of program to enhance self-esteem and learning motivation of academic underachievers in middle school. Korea Institute for Curriculum and Evaluation CRI 2013-9.
- Park, G. J., & Min, C. S. (2008). The effect of program for heightening learning motive on learning attitude of children with underachieved. *Journal of Elementary Education*, 23(2), 335-361.
- Park, S. H., & Lee, J. H. (2008). A Study on the right to education of underachievers and the accountability system for underachievers' basic learning abilities. *Theory and Research in Citizenship Education*, 40(1), 29-46.
- Pintrich, P. R., Smith, D. A. F., Garcia, T., & Mckeachie, W. J. (1991). *A manual for the use of the motivated strategies for learning questionnaire (MSLQ)*. Ann Arbor, Michigan: University of Michigan.
- Scruggs, T. E., & Mastropierii, M. A. (1993). *Special education for the twenty-first country: Integrating learning strategies and thinking skills*. *Journal of Learning Disabilities*, 26, 392-398.
- Special Science Education Study Group (SESG). (2011). *Science education for students with special educational need*. Seoul: Bolog Media.
- Yang, M. W., & Seo, Y. J. (2009). Effects of college students tutoring intervention on academic performance for middle school underachievers. *Korean Journal of Special Education*, 44(2), 285-311.
- Yi, B. H., & Kim, Y. M. (1984). A study on the supplemental learning program development for under-achievers in science subject matter of middle school. Korea Educational Development Institute, TR 84-3.
- Yi, H. J. (2013). Status and tasks for improving basic academic ability. Korea Institute for Curriculum and Evaluation, Education Plaza, 49, 8-13.
- Yi, H. J., Kim, M. J., Lee, D. S., & Sohn, S. H. (2009). Seeking for the better instruction and support for low achievers in schools: A framework for educational policy-making for low achievers. Korea Institute for Curriculum and Evaluation RRI 2009-13.
- Yi, H. J., Oh, S. C., Kim, T. E., & Park, S. Y. (2010). Development and monitoring of 'National Teaching and Learning Policy' based on objective data. Korea Institute for Curriculum and Evaluation. RRI 2010-13.

<Appendix 1> 과학 학습동기 검사지에 대한 요인분석 결과

	문항	요인 1	요인 2	요인 3	요인 4	요인 5	공통분
자아 효능감	2	.808	.285	.113	.188	-.105	.793
	28	.762	.335	.199	.257	.013	.799
	34	.738	.260	.101	.132	.187	.675
	23	-.614	-.324	-.273	-.070	-.033	.562
	18	.601	.276	.262	.291	.184	.625
	7	.598	.280	.241	.269	.062	.570
	13	.586	.260	-.045	.297	.063	.505
과학의 가치에 대한 인식	3	.396	.747	.188	.257	.123	.831
	29	.276	.695	.390	.254	.117	.790
	8	.338	.663	.274	.223	.175	.709
	32	.265	.624	.269	-.168	.012	.560
	14	.343	.593	.208	.148	.119	.549
	24	.292	.554	.259	-.215	.109	.517
	19	.223	.442	.230	-.288	.192	.418
35	-.286	-.313	-.225	.217	-.162	.304	
내재적 동기	1	.397	.254	.726	.121	.076	.770
	26	.386	.285	.646	-.115	.054	.664
	21	.377	.196	.537	.159	.056	.497
	16	.296	.213	.481	.171	.053	.396
	31	.298	.189	.465	.161	.098	.376
외재적 동기	11	.226	.259	.441	.168	.054	.344
	6	.337	.235	.428	.234	.190	.443
	4	.307	.280	.192	.687	.105	.693
	27	.221	.296	.227	.592	.098	.548
	17	.259	.261	.243	.583	.171	.563
시험 불안	10	.254	.251	.179	.542	.121	.468
	12	.282	.249	.132	.452	.077	.369
	22	.238	.383	.141	.433	.109	.423
	33	.290	.239	.094	.385	.085	.306
	30	.201	-.259	-.152	-.195	-.593	.520
	15	.144	-.210	-.292	-.079	-.565	.476
	25	-.232	-.265	.156	-.084	-.513	.419
20	.132	-.257	-.208	-.064	-.444	.328	
고유값	5	-.163	-.215	-.255	-.247	-.357	.326
	9	-.254	-.243	-.142	-.295	-.331	.340
		5.477	4.713	3.359	3.166	1.759	
설명분산	15.651	13.467	9.597	9.047	5.024		
누적분산	15.651	29.118	38.715	47.762	52.786		
문항 수	7	8	7	7	6	35	

* 반복주축분해법과 직교회전에 의한 분석 결과임

<Appendix 2> 과학 학습전략 검사지에 대한 요인분석 결과

	문항	요인 1	요인 2	요인 3	요인 4	요인 5	공통분
심층적 인지 전략	27	.890	.075	-.096	-.007	.020	.807
	15	.618	.225	.251	.165	.002	.523
	14	.613	.133	.273	.223	.041	.519
	6	.561	.262	.169	.136	-.038	.432
	2	.549	.235	-.141	.157	.079	.407
	12	.484	.381	.263	.118	-.091	.471
	18	.452	.293	.314	.358	.078	.523
	20	.441	.262	.275	.118	.227	.404
	8	.402	.319	-.244	.206	.207	.408
	32	.372	.297	-.210	-.140	.237	.346
초인지 전략	28	.363	.295	.279	.168	-.061	.329
	9	.201	.722	.134	.125	.156	.620
	24	.201	.672	.164	.129	.067	.540
	3	.278	.570	.168	.232	.083	.491
	35	-.218	.446	.221	.126	.107	.323
	30	.251	.429	.198	-.270	-.045	.361
	21	.264	.420	.265	.124	.104	.343
학습목표 & 시관관리	4	.261	.283	.684	.157	-.078	.647
	33	.294	-.292	.550	.330	-.143	.604
	10	.152	.122	.533	.189	-.013	.358
	16	-.454	.177	-.497	-.191	.194	.559
	25	.358	.314	.388	.283	-.048	.460
피상적 인지 전략	22	-.292	-.210	-.374	-.139	.131	.306
	19	-.114	.286	.205	.605	-.115	.516
	26	.289	.161	.209	-.570	.046	.480
	34	.233	.119	.147	.566	-.152	.434
	1	.102	-.199	-.183	.507	.167	.368
	13	.304	.176	-.138	.403	.014	.305
	7	.185	-.163	.355	.400	.012	.347
동료 학습 & 도움 요청	31	.287	.325	.179	-.383	.104	.378
	17	.273	.220	.173	-.035	.662	.592
	29	-.274	.201	.249	.082	.557	.494
	11	-.148	.152	.318	.136	.511	.426
	5	-.133	.301	.157	.222	.422	.360
23	.241	-.245	.225	-.170	.323	.302	
고유값	4.784	3.573	3.030	2.704	1.692		
설명분산	13.669	10.209	8.655	7.725	4.833		
누적분산	13.669	23.877	32.532	40.258	45.090		
문항 수	11	6	6	7	5	35	

* 반복주축분해법과 직교회전에 의한 분석 결과임