

## 초등학교 저학년 학생을 위한 종합적 과학재능 검사 도구의 개발 —수행형 검사 수행을 위한 시사점 도출—

서윤경<sup>1</sup>, 전영석<sup>2</sup>

<sup>1</sup>서울가락초등학교, <sup>2</sup>서울교육대학교

### Development of Assessment Tools for Scientifically Gifted and Talented with Lower Grades in Elementary School

YoonKyung Seo<sup>1</sup>, Youngseok Jhun<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Seoul Garak Elementary School, <sup>2</sup>Seoul National University of Education

#### ARTICLE INFO

##### Article history:

Received 2 April 2020

Received in revised form

14 April 2020

13 May 2020

Accepted 21 May 2020

##### Keywords:

identification of scientific talents, lower elementary students, performance assessment tools, behavioral patterns

#### ABSTRACT

The purpose of this study is to design and apply a pilot assessment tools for scientifically gifted and talented elementary school students with lower grades. The assessment tool consists of three parts: homeroom teachers' recommendation, paper and pencil test and performance tests. The tools are verified whether they are suitable for unique characteristics of young children and enable to attract active participation. For suitability check, students' performance tests were inductively analyzed and 30 behavioral patterns were shown which were included and partially exceeded the level of lower elementary students' performance expectation in NGSS. As a result, we concluded that assessment tool developed in this study will be effective in discriminating young pupils' scientific talents. Then for participation check, we compared the number of coding references as an indicator of participation. Two cases were found that students with high interest participated passively in performance tests. We found these 'passive participants' had excessive scientific experiences and extremely narrow region of interest, during the process of complex interpretation between the results of this assessment tool and in-depth interviews with homeroom teachers. We found out in this study that newly developed tools can be used in school scene after modifying and elaboration through accumulation of more case studies.

## 1. 서론

인간의 잠재력과 성취를 무엇으로 보는가에 대한 관심은 과거에서 현재까지 지속되고 있으며, 특히 영재교육과 관련하여 활발하게 연구되고 있다. 잠재력 발달에 대한 관심은 “Gifts”, “Giftedness”, “Talents”를 명확히 정의하려는 Gagné(1985)의 연구로 이어졌으며, 이는 20세기 영재교육의 큰 성과라 할 수 있다(Lee, 2014). Gagné는 영재성(Giftedness)은 타고난 뛰어난 능력(Gift)을 별도의 훈련 없이 사용하는 것이며, 재능(Talent)은 특정 분야에서 복잡적 과정을 거쳐 체계적으로 발달시킨 뛰어난 능력 및 지식이라 정의하였다. 이에 따르면 재능(Talent)은 타고난 능력, 개인내적 요인, 환경적 요인 및 기회 요인이 적절한 발달과정을 거쳐 계발되므로, 때로 타고난 능력(gift) 없이도 훈련을 통해 얻어질 수 있다.

학생들의 다양한 재능 잠재력을 발견하고 발전시키기 위한 노력은, 영재교육 뿐 아니라, 일반 학교의 모든 학생들을 대상으로 교육기간 전반에 걸쳐 지속할 필요가 있다. 첫째, 개인의 재능은 외적요인과 내적요인의 상호작용을 통해 평생 동안 발달하며(Ziegler, & Baker, 2013), 잠재력은 적절한 관심과 지원이 없을 경우 소실될 수 있기 때문이다. 뛰어난 잠재력을 지녔던 학생도 미성취영재로 남겨나 부적

응, 우울감 등의 문제를 겪을 수 있다(Kim, & Kim, 2011; Kim, Park, & Yoo, 2019.; Song, 2007; Lee, & Moon, 2007). 둘째, 과학재능발달에는 개인의 내적인 요인 뿐 아니라 개인을 둘러싼 다양한 측면이 영향을 미치기 때문이다. 최근 설득력을 얻고 있는, 소수의 영재 학생 뿐 아니라 모든 학생을 각각의 특성에 맞게 지도하는 “영재아 없는 영재교육(Sternberg, & Davidson, 2005)”이 필요하다는 주장도 이와 맥락을 같이하고 있다.

재능을 효과적으로 발전시키기 위해서는 각 학생이 현재 가지고 있는 재능 관련 특성을 정확하게 파악하기 위한 노력이 필요하다. 과학학습성취를 포함하여 과학재능 발달에 영향을 주는 외적·내적요인을 구체화하기 위한 연구가 다양하게 이루어지고 있는데(Kim, & Kim, 2013; Shim, & Kim, 2005; Yang, Shim, & Lim, 2013; Yoon *et al.*, 2001; Lee, 2010), 이 연구들은 주로 과학 영재의 특성으로 여겨지는 과학 사고력, 과학적 탐구능력, 문제해결력, 창의성을 검사하기 위한 정량적 도구 개발과 관련된 것이다(Kim *et al.*, 1996; Kim, Kim, & Song, 1996; Ryu, & Park, 2008; Park, & Son, 1986; Bang, Choi, & Kim, 2006; Song, 2000; Cho, & Kim, 1992; Cho, Si, & Chi, 1997; Cho *et al.*, 2001; Cho, Jang, Jeong, 2003). 한편 질적 연구를 통해 재능발달요인과 관련된 특성을 파악하려는 시도도 이루

\* 교신저자 : 전영석(jhunys@snue.ac.kr)

\*\* 본 연구는 서윤경의 석사학위 논문을 재구성한 것임  
<http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2020.40.3.347>

어지고 있다. 그 예로 면담을 통한 재능 있는 학생들의 환경, 자아관, 과학관, 학습 방법, 사고 과정 특성 등의 탐색(Kim, 2006), 질적 분석을 통한 재능 있는 학생들의 행동 특성 판별도구 개발(Lee, 2010) 등이 있다. 그러나 이러한 연구들은 주로 초등학교 고학년 이상의 학생들을 대상으로 활발하게 이루어지고 있다.

어린 학생들에 대한 연구는 학부모나 교사의 인식에 의한 영재성 판별과 관련된 연구가 주를 이루고 있고(Lee, & Choi, 2012; Jang, 2007), 학생의 과제 수행을 통해 과학적 특성을 확인하는 연구는 저학년 과학탐구능력 측정을 위한 지필형 평가 도구 개발(Jung, 1996), 면담형 유아 과학 탐구능력 검사도구의 개발 및 타당화 연구(Cho, & Kim, 2015)가 있으나, 상대적으로 활발하지는 않다. 어린 학생의 경우 행동 특성의 안정성과 일관성이 낮아 수집한 자료의 신뢰성이 낮을 가능성이 높다는 점(Kwon, 2005)과 유아와 초등 저학년의 재능 개발을 위한 프로그램이 중앙정부 차원에서 이루어지지 않고 대학교 부설 영재교육 센터와 교육청 지원 위탁기관에서 극히 소수의 학생을 대상으로 이루어지고 대부분 시설 영재학원 수준에서 시행되는 등 지원이 부족하다는 점(Park, & Lee, 2011)과 관련이 있을 것이다.

어린 학생의 재능을 파악하기 위한 검사는 수월하지 않으나, 계속해서 시도할 필요가 있다. 다음 두 가지를 그 이유로 들 수 있을 것이다. 첫째, Park, & Lee(2011)가 밝힌 바와 같이 유아동의 경우 가진 재능에 적합한 지원을 받지 못해 그 재능이 사장되는 경우가 많기 때문이다. 재능이 뛰어난 영재라 하더라도 잠재능력이 제대로 발달하지 못하는 미성취 현상은 초등학교 1학년 때부터 시작되고 이로 인하여 성취 영재와 미성취 영재 사이의 차이는 3학년이 되면 현격하게 벌어진다(Shaw, & McCuen, 1960). 둘째, 저학년 학생의 경우 잠재적 영재성을 발휘하는데 커다란 걸림돌이 되는 부적응(Song, & Han, 2011)행동이 나타날 가능성이 높기 때문이다. 일부 영재의 경우, 인지·정서·심리적 발달속도에 차이가 있음을 의미하는 비동시성(asynchrony)의 문제가 종종 나타나며(Morelock, 1992), 이로 인한 부적응을 경험하게 되는데 나이가 어릴수록 더욱 크게 나타난다(Ross, & Parker, 1980). 또한 유치원 교사에 비해 저학년 교사들이 상대적으로 부적응 행동의 심각성과 지도의 어려움을 높게 인식하고 있는 바와 같이(Kang, 2002), 저학년 학생들은 학교를 처음 경험하면서 환경의 변화로 인해 부적응 행동을 보일 가능성이 크다.

본 연구에서는 초등학교 저학년 시기가 학생의 과학재능 발달에 있어 매우 중요한 시기이며 과학재능 발달 관련 특성에 적합한 교육을 제공해야 한다는 점에 주목하고, 저학년 학생의 과학재능을 효과적인 방식으로 판별할 수 있는 방안을 제안하고자 하였다. 이를 위해 수행형 검사를 활용한 저학년 과학재능 검사 도구를 개발하고 시범 적용하여 그 가능성을 진단하였으며, 이를 통하여 효과적인 검사 도구 적용을 위한 시사점을 제시하고자 하였다. 이 연구는 과학재능과 관련된 학생들의 특성을 조기에 파악하여 적합한 교육을 제공하기 위한 단초가 될 것이다.

## II. 연구방법

본 연구는 가네의 DMGT(Differentiating Model of Giftedness and Talent)에 근거하여 초등학교 저학년 학생의 과학재능 발달 구인을 종합적으로 평가하기 위한 연구의 일부로서, 효과적인 과학재능 검사 도구를 개발하는 것을 목표로, Figure 1에서 제시한 바와 같은 순서로 진행하였다. 여기에서 과학재능이란 과학수행능력을 뜻하는 것으로, 과학지식과 과학탐구능력이 유기적으로 결합된 상태를 의미한다.

### 1. 검사도구 개발 및 검토·수정

검사 도구 개발에 앞서 현직 저학년 교사 4명으로 구성된 교사 공동체에서의 사전 논의를 통하여 각 교사가 교수 경험을 통해 지각한 저학년 학생의 특성과 이를 극복하기 위한 방안 등을 공유하였으며 초등과학교육 전공 석박사 과정에 있는 현직교사 12명과 과학교육 전공 대학교수로 구성된 세미나에서 재능 발달 이론을 비롯하여 검사 도구 개발과 관련된 선행연구 내용을 공유하고 검사 도구의 구성에 대한 의견을 수렴하였다. 그 결과 저학년 학생의 집중력 한계, 지필문항에 대한 이해 부족과 문자에 대한 부담감, 객관적 자기인식 부족 등으로 인해 검사의 안정성이 저해될 수 있으므로, 검사 도구는 다양한 경로의 정보를 복합적으로 활용하기 위하여 지필형 검사, 답입교사 의견서, 수행형 검사의 3가지로 구성하는 것으로 결정하였다. 다양한 자료원으로부터 코드와 주제를 증명하는 근거를 찾아낼 때, 정보를 다원화하여 결과에 대한 타당성을 얻을 수 있기 때문이다(Creswell, 2007).

개발한 검사도구는 안면타당도를 검증하기 위하여 저학년 답입교사 3명(저학년 지도 경력 각각 8년, 9년, 9년)에게 배부하였다. 각 교사에게 검사도구의 목적과 문항별 평가요소를 설명하고, 각 문항이 과학지식과 탐구능력을 타당하게 측정할 수 있는지 여부를 표시하도록 하였다. 측정하기 어렵다고 생각한 경우에는 그 이유와 개선 방안 에 대한 의견을 기록한 뒤 연구자와의 면담을 통해 구체적인 수정 방안이나 추가할 내용 등을 제안하도록 하였다. 수정한 검사도구는 2학년 학생 2명을 대상으로 예비 적용을 하여 최종적으로 수정을 완료하였다. 이 과정에서 학생이 지필형 검사 문항별로 측정하고자 하는 요소에 집중할 수 있도록 자료나 자료 제시 방식, 문항 기술 방식 등을 수정하였다. 수행형 검사에서는 학생의 탐구과정을 촉진하기 위한 전략을 추가하고, 참여 학생과의 간단한 일상대화를 통해 긴장 및 경계심을 낮추고 초기 감정 수준이나 태도를 관찰할 수 있는 [과학 탐구 준비] 단계를 추가하였다. 이 단계는 학생이 보다 적극적으로 탐구활동에 참여하게 하며, 면담자가 해당 학생이 탐구 과정에서 보이는 특정 행동이 일상적인 것인지 해당 응답에서만 나타나는 특별한 행동인지를 파악할 수 있는 근거가 된다.

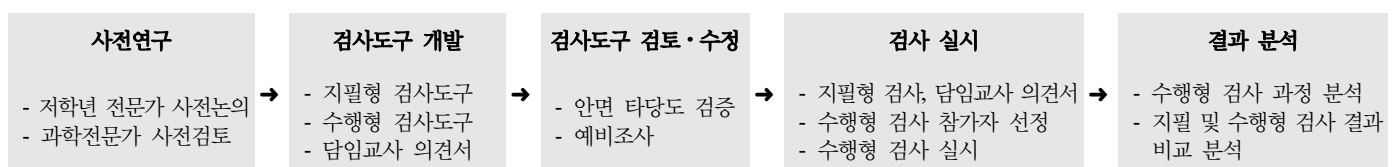


Figure 1. Research Process

최종적으로 투입한 검사도구는 지필형 검사를 위한 15문항, 16개의 체크리스트와 1년간의 관찰 결과를 기술할 수 있는 자유 기록란으로 구성된 담임교사 의견서, 과학탐구 준비-탐구1(도꼬마리 관찰)-탐구2(풍선자동차 만들기)-탐구 마무리의 4단계로 구성된 수행형 검사이다. 본 연구에서는 지필형 검사와 담임교사 의견서를 보조 도구로 활용하여 수행형 검사 대상을 선별하고 결과를 해석하였다.

가. 지필형 검사도구

지필형 검사도구는 학생의 과학재능, 즉, 과학지식과 과학탐구능력을 측정하며, 학생용 11문항, 교사용 2문항, 학부모용 2문항으로 이루어져있다. 교사용 문항과 학부모용 문항은 각각 학생의 과학지식과 과학탐구능력에 대한 인식을 묻는 4단계 리커트척도형 질문 각 1개씩으로 구성되었다. 학생용 문항은 과학지식과 과학탐구능력을 직접 평가할 수 있는 선택 및 서답형 문항 11개로 구성된다(Table 1). 저학년 학생의 경우 문자 이해력과 표현력이 부족하므로 답한 이유에 대해 말이나 글로 설명하게 하여 학생이 의도했던 답변이 무엇인지 확인하였다.

학생용 검사 도구 구성을 위한 저학년 교사 4인과의 사전논의에서

저학년 학생의 집중력 한계, 지필문항에 대한 이해 부족과 문자에 대한 부담감, 객관적 자기인식 부족이 검사의 신뢰도 및 타당도를 저하시킬 가능성이 제기되었다. 이에 대한 해결방안으로 (1) 학생용 검사 문항은 쉬운 단어와 짧은 문장으로 구성할 것 (2) 지도·사진·인포그래픽·캐릭터·동요 등과 같은 다양한 자료를 활용하여 검사지에 대한 흥미를 유발하고 문항의 이해를 도울 것 (3) 각 문항에 대한 답변의 이유를 함께 쓰거나 말하도록 하여 분석의 정확도를 높일 것 (4) 학생용 검사도구는 학생 스스로의 인식에 기반을 둔 리커트 척도형 문항보다는 학생의 현재 과학지식과 탐구능력을 직접적으로 평가할 수 있는 검사 문항으로 구성할 것을 지침으로 삼았다.

과학지식과 탐구능력을 평가하기 위하여, 미국 차세대과학표준(The Next Generation Science Standards; NGSS)(NGSS Lead States, 2013)의 과학공학수행요소와 그 근거가 되는 과학소양기준연계도(AAAS project 2061, 2001)의 학습요소를 국내 교육과정을 고려하여 추출한 뒤 문항을 구성하였다. 차세대과학표준은 연구 결과를 바탕으로 통합된 틀을 구성하고 그에 따라 성취기준을 도출한 과학 교육과정의 모범 사례(Kang, 2014)로써 타당한 교육의 기준을 제시하고 있으며, 소수 학생을 포함한 다양한 학생의 특성을 포괄하여 학년별

Table 1. Composition of Paper-Pencil Test Items

종류	대상	변인	문항개수	문항 유형
지필형 검사	부모	과학지식	1	4단계 리커트 척도형
		과학탐구	1	
	교사	과학지식	1	
		과학탐구	1	
학생	과학지식 및 과학탐구	11	선택형 및 서답형	

Table 2. Items for Paper-Pencil Test on Lower Elementary Students

문항	지식(학습 요소)	탐구 (과학공학실천요소)	활용 자료	문항 유형
학생 1 [보 존]	물체를 추적하면 어디에서 와서 어디로 가는지 알 수 있다.	관찰·평가·의사소통	지도	선택형
학생 2 [전 자 기]	자석을 써서 어떤 물체를 닿지 않고도 움직일 수 있다.	질문생성 및 문제인식	사진	서답형
학생 3 [효 율 적]	사람들은 나무, 기름, 석탄, 또는 천연가스 와 같은 연료를 태우거나 전기를 써서 음식을 조리하고 집을 데운다.	설명 및 문제해결 디자인	문자	서답형
학생 4 [상 태 변 화]	통에 담긴 물은 뚜껑을 열면 점점 줄어들지만, 뚜껑을 닫으면 줄어들지 않는다.	모형 생성 및 활용	인포 그래픽	선택형
학생 5 [상 태 변 화]	물은 액체 또는 고체가 될 수 있고, 한 상태에서 다른 상태로 오갈 수 있다. 물을 얼렸다 가 다시 녹여도 그 양은 얼리기 전과 같다.	질문생성 및 문제인식 증거기반 논쟁	사진	선택형
학생 6 [유 전 기 구]	새끼들은 부모 및 형제들과 아주 많이 닮았지만, 똑같지는 않다.	관찰 평가 의사소통	캐릭터	서답형
학생 7 [기 본 욕 구]	사람은 다른 동물과 마찬가지로 물, 음식, 공기, 쓰레기 제거, 그리고 온도가 일정 범위 안에 있는 환경이 필요하다.	설명 및 문제해결 디자인	문자	선택형
학생 8 [변이와 장 점]	한 가지 종의 개체군 속에서도 개체마다 조금씩 다르다.	증거기반 논쟁	사진	선택형
학생 9 [하 늘 관 측]	다른 곳에서 번성하는데 도움이 되는 외적 특징을 가진 다른 식물과 동물도 있다.	모형 생성 및 활용	문자	선택형
학생 10 [하 늘 관 측]	해는 낮에만 보이지만, 달은 때로는 밤에 때로는 낮에도 보인다. 해, 달, 그리고 별은 모두 하늘을 천천히 가로 지르는 것처럼 보인다.	관찰평가 의사소통	인포 그래픽	선택형
학생 11 [변 화 율]	하늘에 있는 별의 수는 쉽게 셀 수 없을 만큼 많지만, 고르게 퍼져 있지 않고, 밝기와 색깔도 갖가지다.	데이터 분석 및 해석	동요	서답형
	[변 화 율] 어떤 변화는 너무 느리거나 너무 빨라서 눈에 잘 띠지 않는다.			
	학생 11 [바위와 퇴적물] 바위 덩어리는 크기와 모양이 갖가지여서, 표석에서 모래 알갱이에 이르고 그보다 더 작은 것도 있다.			

수준과 내용을 체계적으로 제시하고 있다. 따라서 다양한 학생에게 적용하고 저학년 이후의 학습과 연계하기에도 유리하다. 안면타당도 검증과 예비검사를 거쳐 수정·통합·추가하여 최종적으로 투입한 학생용 11개 문항의 구성은 (Table 2)과 같다.

나. 담임교사 의견서

담임교사 의견서는 Park, & Lee(2007)가 Whitmore(1980)과 Rimm(1985)의 연구를 근거로 개발한 미성취 영재 판별을 위한 담임교사 의뢰서를 과학재능과 저학년 학생에 적합하도록 수정하여 활용하였다. 담임교사 의견서는 크게 16개 항목의 체크리스트와 1년간의 관찰 결과를 토대로 작성하는 자유 기록지로 이루어진다. 체크리스트에는 영재의 긍정적 특성과 관련된 항목 8개와 미성취 영재의 부정적 특성과 관련된 항목 8개로 구성된다.

담임교사 의견서는 두 가지 목적을 위해 투입되었다. 첫 번째는 수행형 검사에 참여할 학생을 선발하기 위하여 미성취 영재를 판별하는 것이다. 미성취 영재는 지필검사를 대충 끝내려는 경향이 있어 (Park, 2006) 실제 수행능력과 검사 결과에 큰 차이를 보일 가능성이 높은 대표적인 학생 유형으로, 검사결과를 분석하여 일상적 관찰이나 지필검사로 과학재능이 잘 드러나지 않는 학생의 특성이 수행형 검사에서 잘 드러나는지 확인할 수 있다. 두 번째는 담임교사 의견서에 포함된 1년간의 관찰 내용을 결과 해석의 근거자료로 활용하여 깊이 있고 타당한 결론을 도출하기 위해서이다.

지필형 검사의 교사용 문항이 학생의 현재 과학재능, 즉, 과학탐구 능력과 과학지식으로 표현되는 과학수행능력 자체에 대한 인식을 묻는 문항이라면, 담임교사 의견서는 과학적 재능이 잠재되어 있으나 드러나지 않을 가능성이 있는 미성취영재를 파악하기 위한 문항으로 차이가 있다. 미성취영재의 경우, 일부 과학 능력만 비동시적으로 발달하여 오히려 교우관계나 학업수행 중 문제행동을 보이거나 또래에 비해 발달 수준이 낮아 보이는 모습이 나타날 가능성이 높다. 이로 인해 발생하는 미성취 현상은 초등학교 1학년 때부터 시작되며 영재와 미성취 영재 사이의 차이는 3학년이 되면 현격하게 벌어진다 (Shaw, & McCuen, 1960). 따라서 저학년의 재능을 검사하는 과정에서 미성취영재를 반드시 고려할 필요가 있다.

다. 수행형 검사도구

수행중심 평가는 학생의 잠재력과 성장에 대한 믿을 만한 증거를 제공(VanTasselBaska, Johnson, & Avery, 2002)하므로, 학생의 과학재능발달모형 구인 관련 특성을 보다 정확하게 파악하기 위해 구성하였다. 과학탐구 준비-도꼬마리 관찰-풍선자동차 만들기-탐구 마무리의 4단계와 면담자 전략으로 구성되어있다.

수행형 과학탐구 검사도구는 Jhun(2018)이 한국과학창의재단의 지원을 받아 개발한 초등학교 저학년 활동중심 영재 판별 도구를 저학년의 과학탐구능력 검사를 위하여 수정·보완하여 구성하였다. 이

도구는 Gardner(1983)의 다중지능이론에 근거하며 언어지능, 논리수학지능, 시각-공간지능, 음악지능, 신체운동지능, 대인관계지능, 자기성찰지능, 자연탐구지능 중, 대인관계지능, 자기성찰지능을 제외한 각각의 지능에 대해 개발되었다. 각 판별도구는 각 도구별로 판별하고자 하는 지능과 관련된 과제로 구성되어있으며, 학생이 이 과제를 수행하는 과정과 결과를 통해 학생의 수준을 판정한다.

본 연구에서는 수행형 검사도구를 통해 과학탐구능력을 확인하고자 하였으므로 Jhun(2018)의 도구 중 자연탐구지능에 대한 것만 수정·보완하여 활용하였다. 도구의 목적은 상대적으로 우수한 학생을 판별하는 것에서 자발적인 탐구를 통하여 과학 재능을 충분히 드러낼 수 있도록 하는 것으로 수정되었다. 따라서 내용을 NGSS의 과학공학 실천요소(질문생성 및 문제정의, 모형생성 및 사용, 조사 계획 및 수행, 데이터 분석 및 해석, 설명 및 문제해결디자인, 증거기반 논쟁, 관찰-평가-의사소통)에 따라 재구성하였고, 기존 도꼬마리 관찰 과제에 추가한 풍선자동차 만들기 과제와 사진검토를 통해 추가한 과학탐구 준비 단계를 포함하여 총 4단계로 구성하였다(Table 3). 또한 안내와 평가를 하는 기존의 면담자 역할을 확대하여 탐구요소와 관련된 행동을 충분히 드러낼 수 있도록 촉진하고 유도하기 위한 [주의환기], [탐구유도], [반대질문]을 위한 전략을 추가하였다. 면담자는 학생들이 탐구과제에 최대한 몰입할 수 있도록 [주의환기]를 하고, 학생이 과제를 이탈하거나 더 이상 자발적 탐구를 할 수 없을 때 [탐구유도]를 위한 질문을 제공하여 학생 스스로 생각하여 과제 수행을 이어갈 수 있도록 하며, [반대질문]을 하여 학생 답변에 반대로 질문하며 학생들이 면담자의 말에 반박하며 증거 기반 논쟁활동을 수행하도록 유도할 수 있다. 이는 실제 발달과 잠재적 발달 간 차이가 큰 유아기 학생들처럼, 어린 학생들의 경우 혼자 해결하도록 할 때보다 적절한 교육적 개입을 하였을 때 더 많은 잠재적 능력을 발휘할 수 있음(Jang, 2001)을 고려한 것이다. 어린 학생들의 경우 여러 능력이 변화하는 과정이며 특정 영역의 지식이나 기능이 축적되지 않은 상태이므로, 현재의 발달수준만을 평가하기보다는 성장 가능성에 초점을 두어야 보다 정확한 판별이 가능하다.

2. 연구 대상

연구에는 서울지역 G초등학교 2학년 학생, 학부모, 담임교사가 참여하였다. 지필형 검사에는 학생 총 99명과 학부모 82명, 교사 5명이 참여하였다. 이 중 해당 학생에 대한 학생·학부모·교사용 검사지가 모두 수거되지 않았거나 검사에 동의하지 않은 경우, 무응답 및 식별이 불가능한 응답이 포함된 17명에 대한 검사지를 제외하여 최종적으로 82명에 해당되는 지필형 검사 결과를 분석하였다. 수행형 검사에는 학생·학부모·교사 대상 지필형 검사와 담임교사 의견서를 통해 과학재능이 잠재되었을 가능성이 높은 학생 중 학부모의 동의가 있고

Table 3. Design of Inquiry Tasks

단계	저학년 학생의 과학 탐구 예시
과학탐구 준비	친교대화, 편안한 분위기 조성, 초기 감정 수준 및 태도 관찰
도꼬마리 관찰	도꼬마리 제시 - 루페 사용 연습 - 도꼬마리 관찰 - 원리탐구를 위한 자발적 조사 탐구활동 - 설명
풍선자동차 제작	재료 제시 - 자동차 제작 - 풍선 빨대 제시 - 원리탐구를 위한 자발적 조사 탐구활동 - 더 멀리 가는 자동차 고안 - 설명
과학탐구 마무리	활동 경험 떠올리기, 인상적인 경험 설명하기

시간적으로 연구에 참여할 수 있는 2학년 학생 7명이 참여하였다. 이들은 모두 담임교사 의견을 통해 추천을 받은 학생이었으며, 지필형 검사의 학생·학부모·교사용 문항 모두에서 평균을 초과한 학생 4명과, 학부모·교사 문항에서만 평균을 초과하였으나 담임교사 의견을 통해 추천 받은 학생 1명, 교사용 문항에서만 평균을 초과하였으나 담임교사 의견을 통해 추천 받은 학생 2명이었다.

### 3. 자료 분석 방법

본 연구에서는 수행형 검사를 활용하여 개발한 검사도구를 시범적 용하여 저학년 학생의 과학재능을 효과적으로 파악할 수 있는지를 확인하고자 하였다. 이를 위해 검사의 타당성 측면과 적극적 참여 유발 측면에서 분석하였다.

타당성 측면에서는 검사가 저학년 학생의 수준과 특성에 적합한 탐구행동을 유발할 수 있는지를 귀납적으로 확인하였다. 이를 위해 검사 결과에서 나타난 참여학생의 탐구행동을 분석하여 범주화하고 그 결과를 살펴봄으로써, 도구가 저학년 과학재능을 판별하기에 적절한 내용과 수준으로 이루어져 있는지를 분석하였다. 행동 유형을 범주화하기 위하여 먼저 수행형 검사과정을 녹취하여 학생의 말과 행동을 기록하였으며, 학생의 말과 행동은 학생의 의도와 상관없이 분명하게 드러나는 것을 위주로 기록하였다. 두 번째로, 비슷한 여러 말이나 행동을 맥락에 따라 분석하여 학생이 궁극적으로 표현하고자 했던 하나의 핵심적인 문장, 즉, 참조문장(coding reference)으로 정리하였다. 참조문장에는 앞선 말이나 행동 중 학생의 생각을 이해하기 위해 활용할 수 있는 내용을 괄호 안에 함께 기록하여 이후 결과 해석을 위한 단서로 삼았다. 모든 행동을 분석하지 않고 참조문장을 활용한 것은 저학년 학생의 경우 응답과정에서 사고를 구체화하거나 부정확한 표현을 사용하여 같은 내용을 반복하거나 이전의 진술을 반복하는 경우가 많으며, 모든 행동과 말을 기록하게 되면 의사소통의 어려움이 큰 학생일수록 과학수행과 관련된 행동을 많이 한 것으로 판단되는 오류가 발생할 수 있기 때문이다. 세 번째로, 기록한 참조문장(coding reference)을 미시적으로 분석하여 반복되는 내용을 범주화하고, NGSS의 과학공학실천요소에 따라 배열하여 분류틀을 마련하였다. 네 번째로, 귀납적으로 범주화한 탐구행동 유형을 검토하여 과학

재능을 평가하기에 적절한 행동이 유발되었는지 확인하고, 이 행동 유형이 미국 차세대과학표준(NGSS Lead States, 2013)에서 학년군별로 제시한 각 과학공학실천요소별 수준(Table 4)과 비교하여 어떠한 학년군에 속하는지를 표시하였다.

적극적 참여 유발 측면에서는 수행형 검사가 참여 학생의 탐구행동을 충분히 유발할 수 있는지를 확인하고자 하였다. 탐구행동을 관찰 분석하여 평가하는 방식의 검사에서 충분한 탐구행동을 보장하는 것은 검사의 타당도와 신뢰도를 확보하기 위해 반드시 필요하다. 미성취 영재와 같이 대충 끝내려는 경향으로 인해(Park, & Lee, 2007) 재능을 판별하기 어려웠던 경우를 고려하면 그 중요성은 더욱 커진다. 이를 위해 의미단위로 기록한 학생별 참조문장(coding reference)의 수를 참여도의 지표로 삼고 결과를 분석하였다. 참여도가 크게 차이나는 ‘소극적 참여자’가 존재하면 원인 분석을 위하여 담임교사 의견서에 포함된 1년간의 관찰기록, 지필형 검사 및 수행형 검사의 종합적 비교와 담임교사와의 심층 면담을 진행하였다. 분석한 원인은 효과적 인 검사 방안을 위한 시사점으로 정리하였다.

분석의 타당도를 확보하기 위하여 면담 과정 중 관찰되는 모호한 응답이나 행동은 추가질문을 통해 명확히 하였고, 학생의 의도한 응답이 연구자가 파악한 것과 일치하는지 녹취자료와 전사자료를 활용하여 확인하였으며, 행동유형을 코딩하여 범주화하고 분류틀을 마련하는 과정에서는 학생들의 재능을 관찰하여 범주화한 선행연구(Oh, & Kim, 1995; Shin, & Kim, 2002; Lee, 2010)를 참고하여 적절성을 검토하였다. 행동의 범주화는 초등과학교육 석사학위 소지자 2명과 함께 최종적으로 합의에 도달할 때까지 반복하였다. 지필형 검사의 채점 기준을 마련하고 수치화하는 과정에서도 같은 방법을 활용하였다.

## III. 연구 결과 및 논의

### 1. 저학년 적합성 측면: 도출된 과학탐구행동의 범주와 수준

학생들의 탐구과정을 분석하여 기록한 참조행동(coding reference)은 총 432개였다. 이를 과학재능, 즉, 과학수행능력과 관련된 과학지식과 NGSS 과학탐구수행요소 7가지, 과학재능발달에 영향을 줄 수

Table 4. Summary of Performance Expectations in Grades K-2 of NGSS Science and Engineering Practices

Science and Engineering Practices	Performance Expectations in Grades K-2
Asking questions and defining problems	builds on prior experiences and progresses to simple descriptive questions.
Modeling	builds on prior experiences and progresses to include using and developing models (i.e., diagram, drawing, physical replica, diorama, dramatization, or storyboard) that represent concrete events or design solutions.
Planning and carrying out investigations	builds on prior experiences and progresses to simple investigations, based on fair tests, which provide data to support explanations or design solutions.
Analyzing data	builds on prior experiences and progresses to collecting, recording, and sharing observations.
Mathematical and computational thinking	builds on prior experience and progresses to recognizing that mathematics can be used to describe the natural and designed world(s).
Constructing explanations and designing solutions	builds on prior experiences and progresses to the use of evidence and ideas in constructing evidence-based accounts of natural phenomena and designing solutions
Engaging in argument from evidence	builds on prior experiences and progresses to comparing ideas and representations about the natural and designed world(s).
Obtaining, evaluating, and communicating information	builds on prior experiences and uses observations and texts to communicate new information.

Table 5. Students' Behavioral Patterns in Performance Assessment Tools

DMGT 구성 요소	영역	행동 범주	빈도	빈도/ 전체 참조 행동수(%)
과학 재능	과학지식	지식 적용/ 개념원리 이해 후 설명/ 개념원리 이해 못하나 설명/ 용어만 언급/ 반응	26	6.02
	과학탐구	질문생성 및 문제인식/ 조사 계획 및 수행/ 과학적 모형 생성 및 사용/ 관찰 평가 의사소통/ 데이터 분석 및 해석/ 설명/ 문제해결책 고안/ 증거 기반 논쟁	214	49.53
환경적요인	경험	관련 경험 설명하기/관련 지식 말하기/감정적으로 고조되어 경험 언급하기	20	4.12
개인 내적요인	과제집착력	완벽을 기하기/어려움을 극복하기/몰두하기	13	2.67
	흥미	관심보이기/감정 고조/혼잣말하기/얇 표현하기/적극성 상승/흥미로웠던 활동 설명하기 (질문에 답하기)	66	13.58
타고난능력	논리성	자발적으로 타당한 근거를 들어가며 논리적으로 설명하기/설명-용어 부적절하여 추가질문 후 논리적으로 설명하기/논리적 비약이 있어 추가질문 후 논리적으로 설명하기	88	18.11
	창의성	문제해결 및 모형생성과 중복됨	59	12.14

있는 요인 4가지(과학적 경험, 과제집착력, 흥미, 논리성)로 범주화하였고, 다시 DMGT에서 제시한 과학재능발달의 이론적 구인인 과학재능, 환경적 요인, 개인내적요인, 타고난 능력과 연결하여 구조화하였다(Table 5). 각 행동 유형을 NGSS 과학공학수행요소의 수준과 비교해 본 결과, k-2학년, 3-5학년, 일부 최대 6-8학년 수준까지 도달함을 확인하였다. 본 검사가 학생들의 자유로운 탐구를 통해 이루어지나 면담자가 설정한 비계에 따라 질문을 통한 탐구 유도가 함께 진행되었음을 고려할 때, 저학년 수준에 비교적 적합한 것으로 판단된다. 구체적인 내용은 다음과 같다.

가. 과학지식

참여 학생들은 스스로 자신이 알고 있는 지식을 적극적으로 언급하려는 경향을 보였으나, 지식의 이해 및 활용 수준은 명확하게 차이가 났다. 이는 면담자가 ‘왜 그렇게 생각했나요?’와 같이 응답의 이유를 묻거나, ‘선생님이 이해할 수 있게 자세하게 말해주세요?’와 같이 답변의 구체화를 요구하거나, ‘그래서 ~했다는 말인가요?’와 같이 답변의 재진술을 요구하여 확인하였다.

- [K-①] 낮이 되면 태양이 이렇게(남중고도가 높아지는 손동작)뜨니까 12시에는 안될 것 같아요. (태양열)판을 이렇게 달면 (열을) 못 받으니까요.
- [K-②] 도꼬마리를 누가 이걸 보고 편리하게 이렇게 보고 만든 거 아니에요?
- [K-③] 붙으려는 힘이 작용인데, 여자애를 남자애가 좋아해서 따라가는 것처럼 그게 작용이에요.
- [K-④] 쌍떡잎 식물, 외떡잎 식물
- [K-⑤] 이건 (벨크로 테이프 보고) 짹짹? 한 개는 위로 (뾰족하게)올라온 거, 한 개는, 뭐라고 해야 하지? 부들부들(한 것)인데.

나. 과학탐구-질문생성 및 문제인식, 조사 계획 및 수행

참여한 학생들의 질문생성 및 문제인식(I-1) 관련 행동은 학생들이 탐구활동 중에 질문을 생성하는 경우였고, 조사 계획 및 수행(I-2)은 면담자가 언급하지 않은 활동을 학생이 자발적으로 수행한 경우였다. 질문생성 및 문제인식(I-1)과 조사 계획 및 수행(I-2)은, 질문이 관찰 내용과 관련이 없는 경우[I-1-④]를 제외하고는 연계되는 경향이 있었다. 학생들은 질문을 생성한 후에 소리 내어 말하며 외적으로 표현하는 경우[I-1-①]도 있었으나 표현하지 않은 경우[I-1-②]도 있었는데, 이 경우는 기존의 탐구 행동을 갑자기 멈추고 2-3초간 가만히 있거나 눈을 좌우로 번갈아 움직이거나 고개를 까딱이는 등의 지연 행동을 보인 뒤 새로운 조사를 자발적으로 수행하여 학생의 탐구 맥락에서 탐구와 관련된 질문을 생성했음이 분명하게 확인되는 경우 기록된 것이다.

NGSS에 제시된 학년군별 수준과 비교해보면, 참여학생들은 I-1과 관련하여, 관찰에 근거하여 현상의 원인이나 과정, 예상과 관련된 질문을 하였으나(k-2수준) 질문 내에 특정한 관계를 명시(3-5수준)하지는 못하였다. I-2에서는 관찰하여 예상 설명·해결책 디자인 등을 시행한 결과를 확인하기 위하여 공정한 검사(fair test)를 통한 정보를 얻었으나(k-2), 변인통제를 활용한 정교한 조사(3-5)는 시행하지 못했다.

- [I-1-①] 키즈폰(줄)에 왜 붙지? ➡ [I-2-②]스스로 윗도리, 바지에 붙여 봄.
- [I-1-②] 설명하다 갑자기 멈춤. ➡ [I-2-②]면장갑에 도꼬마리를 붙였다 떼다가 갑자기 도꼬마리를 면장갑에 붙인 뒤 면장갑을 들어 도꼬마리와 면장갑이 붙어 있는 부분에 루페를 대고 관찰함.
- [I-1-③] 여기(웃)는 (도꼬마리)붙지 않을까요? ➡ [I-2-①]직접 붙여서 확인함.
- [I-1-④] 근데 이건(도꼬마리) 식물이 뭐가 자라는 거지? ➡ X

Table 6. Inquiry Patterns of Scientific Knowledge

영역	행동 범주	빈도	백분율
과학지식(K)	[K-①]지식을 적용하여 문제 해결에 활용	10	2.31%
	[K-②]개념·원리를 이해하고 나열 및 설명함	10	2.31%
	[K-③]개념·원리를 이해하지 못한 상태로 나열 및 설명함	1	0.23%
	[K-④]용어만 언급하고 내용은 설명하지 않음	3	0.69%
	[K-⑤]정확한 용어는 모르지만 아는 내용에 적극적으로 반응	2	0.46%



다. 과학탐구-모형 생성 및 사용, 관찰 평가 의사소통

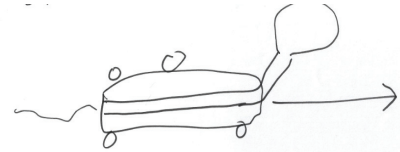
2000년대의 연구를 바탕으로 과학적 모형을 어떤 자연현상을 주요한 특징에 따라 추상화 및 간략화한 표상으로 정의할 수 있다 (Schwarz *et al.*, 2009). 이에 따라 모형 생성 및 사용(I-3) 관련 행동은 학생들이 과학적 현상을 설명하기 위하여 단순화하여 자신만의 형상으로 표현한 경우에 기록하였으며, 이 때의 형상은 그림[I-3-①], 언어[I-3-②], 행동[I-3-③]으로 분류했을 때 명확하게 구분되었다(Tabel 8). 학생들은 그림, 언어, 행동 모형을 함께 사용하기도 하고 따로 사용하기도 하였으나, 모든 참여 학생들이 비유적 표현을 활용하였다. 구체적 조작기의 학생들이 사물들 간의 관계성에 기반하여 사고를 확대해 나간다는 점을 고려할 때(Ginsburg, & Oppen, 1988), 유사성에 의해 친숙한 개념을 연결시키는 비유적 표현은 저학년 학생들의 탐구 과정에서 나타나는 특징적 경향으로 이해할 수 있다.

학생들의 모형 생성 및 사용(I-3)에 해당되는 행동은 관찰 평가의 의사소통(I-3) 행동과 중복된다. 이는 참가 학생들이 현상의 원인이나 과정 등과 같이 짧게 답하기 어려운 복잡한 내용을 설명하거나, 진술한 내용이 부족하여 새로운 방식으로 설명하는 과정에서 과학적 모형을 생성하고 활용하였기 때문이다. 참여한 저학년 학생들이 언어적 한계를 극복하여 정보를 정확하게 전달하기 위한 의사소통의 전략으로써 모형을 활용하는 경향을 보여준다. 과학에서 비유가 설명적 장치나 개념 정립 도구로 사용되며 보편적 용어와 틀을 제공함으로써 생각의 교환을 촉진한다(Harrison, & Treagust, 1993)는 주장과 같은 맥락이다.

NGSS에 제시된 학년군별 수준과 비교해보면, 참여학생들은 I-3과 관련하여 비교적 명확한 현상(concrete events)이나 해결책을 설명하기 위한 매우 구체적인 형태의 모형을 생성하였다. 특히 도꼬마리 씨앗 관찰 과제에서는 가시의 구조를 관찰하여 그림으로 나타냈고, 풍선자동차의 개선방향에 대해 설명하거나 원리를 설명할 때는 행동으로 상황을 연극하듯이(dramatization) 설명한 것은 k-2학년 수준에 속한다. 그러나 관찰하여 밝혀낸 풍선자동차의 원리를 화살표를 포함한 그림으로 나타내거나 관찰하거나 설계한 내용을 비유(analogy)를 통해 설명한 것은 보다 추상적 과정으로 3-5학년 수준에 속한다. 관찰·평가·의사소통과 관련해서는 그림, 언어, 행동 등으로 표현하였으나 표나 다이어그램, 그래프 등을 활용하지는 못하였으며, 지필평가

에서는 주로 문자, 사진, 아이콘 등으로 표현된 내용을 이해하는 과정이 필요하였다. 이는 k-2학년 수준에 속한다.

[I-3-①]



[I-3-②] 물고기 (잡는 것처럼 (도꼬마리를) 올리면 (면장갑에서) 털이 좀 나와요. 갈고리가 있어서 털 같은 데에 뉘시처럼 붙이는 거예요.

[I-3-③] 빨대를 끼워야하는 이유가, 봐봐요, 이렇게 하면(빨대가 없으면) 잘 안가요. 이렇게 꼭 잡고 있어서 바퀴가 안굴러가고 그냥 이렇게(직접 손으로 굴리며 보여줌)가거든요? 근데 빨대를 끼면 이렇게 잡고 해도 이렇게 잘 굴러가요.

라. 과학탐구-데이터 분석 및 해석

데이터 분석 및 해석(I-4)은 관찰한 데이터를 단순히 언급하는 것을 넘어서 데이터를 간의 관계를 설명하거나 조직하는 행동이 포함되었다. 수행형 검사에 참여한 학생들의 경우, 데이터를 분석하거나 해석하는 행동은 관찰한 내용을 공통점 및 차이점을 설명하거나 기준에 따라 분류하는 행동으로 반복하여 나타났다. 데이터 분석과 해석의 결과는 원리 설명이나 지식의 확장과 연결되었으나, 관찰한 데이터와 관련 없는 분류활동[I-4-③]은 더 진행되지 못하였다.

NGSS에 제시된 학년군별 수준과 비교해보면, 참여학생들은 I-4와 관련하여 과학적 질문에 답하기 위해 관찰 내용을 토대로 대상을 ‘도꼬마리 씨앗이 붙는 것과 붙지 않는 것’으로 분류하였고(k-2 수준), 면담자가 질문을 던짐으로써 유도한 경우에는 관찰내용을 여러 번 관찰한 결과를 비교·대조하여 공통점과 차이점을 말하거나 이를 통해 현상의 원인을 설명하기 위해 새로운 결론을 도출하는 수준까지 도달하였다(3-5수준). [I-4-②]는 도꼬마리 씨앗의 가시 형태에 따른 수를 비교한 것으로, NGSS의 과학공학수행요소 중 k-2학년 수준의 수학과 계산적 사고에도 해당된다.

Table 7. Inquiry Patterns and Related Grade of I-1, I-2 in NGSS

과학공학수행요소	행동 범주	빈도	백분율	관련 NGSS 학년군 수준
질문생성 및 문제인식(I-1)	[I-1-①]인지갈등 후 외적(소리내어) 질문함	4	0.93%	k-2
	[I-1-②]인지갈등 후 내적 질문함	6	1.39%	.
	[I-1-③]지식의 적용 및 예상 관련 질문함	1	0.23%	k-2
	[I-1-④]대상에 대한 단순 질문함	1	0.23%	k-2
조사 계획 및 수행(I-2)	[I-2-①]기존 지식이나 명확한 예상에 대해 확인적 조사	2	0.46%	k-2
	[I-2-②]지식 확장을 위한 탐색적 조사	9	2.08%	k-2

Table 8. Inquiry Patterns and Related Grade of I-3 in NGSS

과학공학수행요소	행동 범주	빈도	백분율	관련 NGSS 학년군 수준
과학적 모형 생성 및 사용, 관찰·평가·의사소통(I-3)	[I-3-①]그림으로 그려 설명	17	3.94%	k-2(도꼬마리) 3-5(풍선자동차)
	[I-3-②]말로 설명-비유적 표현 사용	29	6.71%	3-5(비유)
	[I-3-③]행동으로 설명	4	0.93%	k-2(디오라마)

Table 9. Inquiry Patterns and Related Grade of I-4 in NGSS

과학공학수행요소	행동 범주	빈도	백분율	관련 NGSS 학년군 수준
데이터 분석 및 해석(I-4)	[I-4-①] 질문을 통해 정해진 기준에 따라 분류하기	7	1.62%	k-2
	[I-4-②] 수·양개념과 관련지어 설명하기	1	0.23%	k-2
	[I-4-③] 관찰한 다른 데이터와 관련 없는 분류하기	2	0.46%	0
	[I-4-④] 관찰한 다른 데이터와 관련지어 공통점·차이점 설명하기	8	1.85%	3-5
	[I-4-⑤] 공통점·차이점 통합하여 결론(가설) 도출 시도	2	0.46%	3-5

[I-4-①] 붙던 데는 키즈폰줄, 바지, 바지줄, 윗옷이고, 안 붙는데 얼굴이요. 이마랑 손바닥이랑 머리카락, 눈썹도요.  
 [I-4-②] 그런데 수는 비슷한데요. 약간 구부러진게 좀 더 많은 것 같아요.  
 [I-4-③] 생물과 생물이 아니라 난 게 차이고요.  
 [I-4-④] 다 꼬부라져 있는데 이것(보들)만 영긴 것처럼 보이고, 이것(까뜰)만 마디마디 영켜지지 않은 것처럼 보여요.  
 [I-4-⑤] 이거(까뜰)는 면처럼 되는데 붙는 게 도꼬마리랑 똑같고, 보들이는 선이 구부러져있어서 갈고리처럼 이렇게 딱 걸리는 거예요. 아마 도꼬마리 보고 배웠나봐요.

마. 과학탐구-설명 및 문제해결책 고안

설명(I-5)과 관련된 행동은 원리를 설명하는 과정에서, 문제해결책 고안은 주어진 재료로 잘 굴러가는 자동차를 만들거나 풍선자동차가 더 멀리가게 하는 방법을 고안하는 과정에서 주로 관찰되었다. 원리 설명이나 디자인의 근거에는 관찰한 내용인 경우([I-5-①], [I-6-②])도 있었으나, 애니메이션이나 책에서 본 내용과 같은 간접경험과 자신이 일상생활 속에서 했던 경험([I-5-②], [I-6-③], [I-6-④])도 포함되어 있었다는 점이 특징적이었다. 참여 학생들은 기준에 알고 있던 지식이 관련되었다는 판단이 들면 알고 있는 지식을 설명하는 데에서 그치려는 경향을 보여 면담자의 추가질문이 중요한 역할을 했다.

NGSS에 제시된 학년군별 수준과 비교해보면, 참여학생들은 I-5, I-6와 관련하여 관찰한 내용을 근거로 원리나 문제해결책을 설명하였는데, 현상의 원인이나 해결책의 근거가 된 변인을 특정하는 경우(3-5 수준)도 있었으나 기존 경험이나 관찰을 통해 알게 된 현상이나 패턴

등을 제시하는 수준에 그치는 경우(k-2)도 있었다. 일부 ‘작용·반작용’이나 ‘마찰’과 같은 과학적 개념을 통해 매우 논리정연하게 설명하는 경우도 있었다(6-8수준).

[I-5-①] 단순히 가시 때문이 아니라 (도꼬마리가)갈고리로 (털을)붙잡아서 가는 거 때문이에요.  
 [I-5-②] (도꼬마리 가시)가죽에는 질기니까 안 꽃히고 면감에는 잘 꽃혀서 그런거예요.  
 [I-6-①] (풍선자동차를 멀리 보내는 방법) 풍선을 두 개 달아요.  
 [I-6-②] 저항을 받지 않게 풍선이 바닥에 쳐져서 끌리지 않게(아까 끌렸음) 빨대를 이렇게 (길게 다는 시늉) 고정해요.  
 [I-6-③] 태양열판을 붙이고 바퀴랑 연결해서 태양이 세야하고, 모터에 힘이 들어가서 앞으로 가게 해요.  
 [I-6-④] 가벼운 재료로 만들어요. 왜냐하면 무거우면 쿨팬더에서도 팬더가 무거워서 돼지들이 힘들어하면서 들고갔잖아요. 포(애니메이션에 나오는 주인공 팬더)가 가벼웠으면 새들도 (포를)가마에 태워서 이렇게 들고 갔을거예요.  
 [I-6-⑤] (처음에 나무판 앞에 바퀴를 붙였다가 굴러보고 바퀴축을 판자 아래에 붙이는 것으로 수정함).

바. 과학탐구-증거 기반 논쟁

증거 기반 논쟁(I-7)과 관련된 행동은 도꼬마리가 붙을 만한 곳이나 수레에 풍선을 달면 일어날 일 등을 예상하여 답하고 면담자의 반대 질문에 답하는 과정에서 드러났다. 처음부터 자세한 근거를 들어가며 의견을 제시하는 경우는 2건 뿐으로, 잠재된 능력을 정확하게 확인하

Table 10. Inquiry Patterns and Related Grade of I-5, I-6 in NGSS

과학공학수행요소	행동 범주	빈도	백분율	관련 NGSS 학년군 수준
설명(I-5)	[I-5-①] 관찰한 내용 근거로 원리 설명	25	5.79%	3-5
	[I-5-②] 기준 경험·지식 근거로 원리 설명	6	1.39%	k-2 3-5 6-8(과학지식근거)
문제해결책 고안(I-6)	[I-6-①] 근거 확인이 어려움	18	4.17%	0
	[I-6-②] 관찰 내용을 활용하여 고안	15	3.47%	k-2
	[I-6-③] 과학적 경험·개념을 활용하여 고안	13	3.01%	3-5
	[I-6-④] 일상생활 직·간접 경험을 활용하여 고안	10	2.31%	6-8(과학지식근거)
	[I-6-⑤] 만들기 중 발생하는 문제 자발적 해결	3	0.69%	k-2

Table 11. Inquiry Patterns and Related Grade of I-7 in NGSS

과학공학수행요소	행동 범주	빈도	백분율	관련 NGSS 학년군 수준
증거 기반 논쟁(I-7)	[I-7-①] 예상되는 결과만 말함	16	3.70%	0
	[I-7-②] 예상되는 결과와 그 근거를 처음부터 구체적으로 말함	2	0.46%	k-2
	[I-7-③] 추가질문 후 탐구하거나 관찰한 내용을 근거로 의견을 제시	4	0.93%	k-2
	[I-7-④] 추가질문 후 과학적 경험·개념 근거로 의견을 제시	9	2.08%	k-2



기 위해서는 생각의 이유에 대해 추가로 질문을 할 필요가 있었다. NGSS에 제시된 학년군별 수준과 비교해보면, 참여학생들은 자신의 의견과 상반되는 면담자의 질문에 대해 2건을 제외하고는 근거를 제대로 제시하지 않았으나, 추가질문으로 유도했을 경우 나름대로 증거를 제시하며 반박하였다(k-2수준). 제시한 의견을 이유를 들어가며 논평(critique)하는 3-5학년 수준에는 이르지 못했다.

- [I-7-①] (패딩에는)안 붙을 것 같은데요?
- [I-7-②] 바람이 이쪽으로 오니까 이쪽(풍선쪽으로 가는 시늉)으로 승!
- [I-7-③] 이게(도꼬마리 가시 끝이) 구부러져있다 했잖아요. (면장갑 직물 구조 그리고)여기 사이로 딱 들어가는거예요.
- [I-7-④] 풍선쪽으로 가요. 고무는 탄성력이 있잖아요. 그래서 고무가 작아지려고 안에 든 바람을 미니까 바람이 이쪽(풍선 반대)으로 나가니까 바람 반대방향으로 가요.

## 2. 학생 참여 유발 측면

본 연구에서 개발한 수행형 검사 도구가 참여학생의 탐구 행동을 충분히 유발할 수 있는지를 확인하였다. 검사 결과를 분석한 결과, 참조문장(coding reference)의 수가 82~61인 다른 참여자에 비해 학생 C와 G는 각각 35개, 38개로 확연히 적었다(Table 12). 이 학생들은 다른 참여자에 비해 탐구의 참여도나 너거나 집중도가 낮다고 볼 수 있다. 이러한 ‘소극적 참여자’의 낮은 과제 참여도와 그 원인을 담임교사 의견서에 포함된 1년간의 관찰기록과 지필형 검사 및 수행형 검사를 종합적으로 비교하고 담임교사와의 심층 면담을 통해 분석하였다. 원인을 분석한 결과와 이를 통한 수행형 검사 수행을 위한 논의는 다음과 같다.

Table 12. 학생별 참조문장(coding reference)의 수

구분	적극적 참여자					소극적 참여자	
	B	D	A	F	E	C	G
참조문장수	82	79	69	68	61	38	35

### 가. 학생 C: 학생의 과학 지식 및 경험의 수준과 탐구 과제 수준의 괴리

학생 C는 학생·학부모·교사의 지필검사 문항에서 모두 평균 이상의 측정치를 얻었으므로 수행형 검사에서 비교적 다양하고 수준 높은 탐구 행동을 보여줄 것으로 예상되었던 학생이었다. 그러나 수행형 검사에서 흥미를 나타내는 행동은 활동을 마무리하며 흥미로웠던 점에 대해 직접 질문하였을 때 답한 1개를 제외하고는 두드러지게 나타난 것이 없었고, 참조문장수도 38개에 그치며, 탐구활동에 대한 낮은 흥미와 소극적 태도를 보였다. 그러나 1년간의 관찰을 통한 담임교사 의견을 보면, 평소에는 퍼즐이나 블럭으로 큰 구조물을 만들어내기를 좋아하고 때로 만들기에 몰입하여 독특한 디자인을 만들어내며, 관찰 활동에 적극적으로 참여하고 문제해결활동에서 문제를 정확하게 이해하고 빠르게 해결하는 등, 과학 및 공학 활동에 높은 흥미를 보였다. 따라서 수행형 검사에서 보인 낮은 흥미와 소극적 경향은 학생의 평소 성향으로 보기에 무리가 있으며 해당 과제에서만 보였던 일시적인 행동으로 보인다.

또한 학생 C가 탐구과정에서 소극적 태도를 보였다고 해서 탐구 활동을 수행하지 못했던 것은 아니다. 탐구 수행과정에서 세부적인 탐구 과정을 뛰어넘고 바로 결과로 연결하며 빠르게 과제를 마무리하는 경향이 있었다는 점을 고려하면, 오히려 탐구 내용과 결과에 대해 정확하게 알고 있어 더 탐색하고 싶은 동기가 유발되지 않았던 것으로 보인다. 판단 근거는 다음과 같다. 우선 학생 C는 학생용 지필형 검사지에서 전체 학생의 상위 10%에 포함되는 높은 점수를 얻어 높은 수준의 과학지식과 탐구능력을 보였다. 또한 평소 집에 학생을 위한 과학책이 많다는 점, 별을 관찰하거나 자연 속에서 캠핑을 하거나 장수풍뎅이, 물고기와 같은 동물을 직접 기르며 직접 관찰할 기회가 많다는 점, 수목원, 식물원, 수족관, 동물원, 천체관측관, 자연사 박물관 등 다양한 과학 관련 전시회에 참여한다는 점을 볼 때, 평소 가정의 적극적인 지원 아래 매우 다양하고 수준 높은 과학 경험을 향유하고 있었다.

위와 같은 내용을 종합하면, 학생 C는 본 검사에서 상정한 학생의 능력이나 경험 이상의 풍부한 과학 경험의 기회와 높은 수준의 과학 지식을 갖춘 학생으로, 본 검사와 관련된 탐구나 지식을 이미 경험하였거나 알고 있어 활동 자체에 대한 흥미를 상실했을 가능성이 있다.

이와 같은 결과는 다양한 수준의 학생들이 검사에서 잠재능력을 충분히 발휘할 수 있도록 하려면, 또래의 수준과 차이가 큰 학생들도 검사 과제에서 나름대로의 탐구 수행을 유도할 수 있는 방안을 마련해야 함을 보여준다. 수행형 검사 중 면담자가 주어진 소재 내에서 보다 높은 수준의 탐구를 유도할 수 있는 발문을 준비하거나, 검사 자체의 수준을 다양하게 구성할 수 있다.

### 나. 학생 G: 편협한 흥미 영역과 극심한 선호도 차이

본 연구의 수행형 검사는 미성취 영재 및 저학년 학생의 특성 등으로 인해 지필형 검사만으로는 파악하기 어려운 학생들의 과학재능을 확인하기 위하여 고안되었다. 이를 확인하기 위해 담임교사 의견서를 통해 학생 B, 학생 E, 학생 G가 수행형 검사에 참여하였다. 이 중 학생 G의 경우, 학생 B와 학생 E와는 다르게 소극적 참여자에 속했다.

학생 G는 학생용 지필형 검사에서 평균 이상의 과학수행능력을 보였고, 과학 재능에 대한 교사와 학부모의 인식은 평균 이하였으나 담임교사 의견서에서 ‘기발한 생각’, ‘흥미로운 일에 몰두하며 과제집착력이 좋음’, ‘흥미 없는 영역과 흥미로운 것에 대한 편차가 큰 편’, ‘튀는 행동’ 등에 대한 언급이 나타나 과학재능이 잠재되어 있을 가능성이 높아 참여하게 되었다. 특히 담임교사 관찰기록에 관심 영역에 대한 높은 몰입도를 보이며 곤충과 종이접기에 관심이 크다는 언급이 있었으므로 수행형 검사에서 적극적으로 참여할 것이라 예상되었다. 검사도구에서 활용하는 도꼬마리 씨앗과 풍선자동차 만들기 또한 각각 생물 영역과 만들기 영역이라는 점에서 유사함이 있었기 때문이다. 그러나 실제 수행형 검사 중 “잘 모르겠어요”라는 말의 빈도가 높았고, 뒤로 갈수록 면담자와의 상호작용을 통해 적극성을 띄기는 했으나 전반적으로 수동적인 모습을 보였으며, 참조문장 수도 35개로 가장 낮았다.

그럼에도 불구하고 학생 G가 과학재능이 없다고 단언하기는 어려웠다. 담임교사도 1년간의 관찰을 통해 학생의 기발한 표현능력(창의성)과 흥미영역에 대해 몰두하는 과제집착력에 주목하였는데, 수행형 검사에서도 이러한 경향이 두드러지게 관찰되었다. 창의성의 경우,

수행형 검사에서 학생의 참조문장이 가장 낮았음에도 불구하고 과학 모형의 생성과 관련된 참조문장 수가 참여 학생 중 가장 높았으며, 생성한 과학 모형의 내용 또한 “투명지렁이”, “이거(도꼬마리)는 가시가 있어서 선인장 같은데 이거(벨크로)는 지렁이가 서 있는 것(수직으로 세워진 모습) 같아요”와 같이 다른 학생들이 활용하지 않는 독창적인 표현을 다양하게 활용하였다는 점에서 확인할 수 있다. 예를 들어, 도꼬마리의 형태에 대해 설명할 때는 종이접기 책을 가방에서 꺼내 본 다음 “사슴벌레에서 다리가 빠지고 가시를 붙여놓은 것 같아요”라 표현하였는데 이러한 행동에서 최근 관심 있는 곤충과 종이접기에 대해 계속 생각하고 몰두하고 있다는 것을 분명하게 확인할 수 있었다.

위의 지필형 검사, 1년간 관찰에 근거한 담임교사용 의견서, 수행형 검사를 종합적으로 해석한 결과, 학생 G는 과학적 잠재력을 유추할 수 있으나 매우 좁은 흥미 영역으로 인해 수행형 검사의 소재가 학생 흥미를 유발하지 못하여 과제 수행을 통해 구체적인 정보를 얻기는 어려웠다. 일반적인 학생들의 경우, 흥미 있는 영역과 유사한 범위까지 관심을 보이는 데 반해, 학생 G와 같은 경우에는 정확히 그 범위 내에서만 흥미가 급격히 높아지고 그 외의 영역에서는 매우 수동적인 모습을 보였다. 영역별 기호의 큰 차이를 보이는 것은 과잉행동, 능력에 비해 낮은 성취도와 함께 미성취영재의 중요한 특성 중 하나로(Park, 2006), 위와 같은 학생 G의 편협한 흥미 영역과 큰 기호의 차이는 담임교사 의견서에 제기한 학생 G의 미성취 영재 가능성을 뒷받침한다.

이와 같은 결과는 학생들의 흥미 영역이 예상 이상으로 좁고 다양할 수 있으며, 수행형 검사의 활용하더라도 학생의 잠재능력을 정확히 확인하기 위한 적극적 참여 유도 방안이 필요하다는 점을 드러낸다. 학생 G와 같은 학생은 소수일지 모르나, 이렇게 일상적 관찰이나 지필검사로서는 지닌 잠재능력이 잘 드러나지 않을 가능성이 있는 학생이야말로 수행형 검사를 통한 정확한 잠재능력의 확인이 필요한 경우이다. 높은 기호의 차이를 고려하여 다양한 소재를 검사에서 활용하거나, 탐구모듈을 통일하고 학생들이 관심 있는 소재를 선택하는 등의 방안을 모색할 필요가 있다.

같은 맥락에서 검사 후반으로 갈수록 면담자와의 상호작용 과정에서 학생의 적극성이 높아졌다는 것은 고무적이다. 학생의 잠재능력을 끌어내어 이를 파악하기 위해 마련한 면담자의 탐구 촉진 전략이 유효했을 가능성이 있기 때문이다. 검사 중 학생의 적극성을 높이고 잠재능력을 충분히 확인하기 위해서는, 검사의 적절한 구성과 동시에 면담자의 유도전략을 강화하고 이를 체득하기 위한 훈련과정을 중요하게 다룰 필요가 있다는 점을 보여준다.

#### IV. 결론 및 제언

본 연구에서는 초등학교 저학년이 학생의 과학재능 발달에 있어 매우 중요한 시기이므로 개별 학생의 과학재능 발달 관련 특성에 적합한 교육을 제공해야 한다는 점에 주목하고, 저학년 학생의 과학재능을 효과적인 방식으로 판별할 수 있는 도구를 개발하여 시범 적용하였다. 도구는 다양한 경로의 정보를 복합적으로 활용하기 위하여 교사 의견서, 지필형 검사, 수행형 검사로 구성하였고, 시범 적용의 결과는 검사의 저학년 적합성 측면과 적극적 참여 유발 측면에서 평

가하였다. 우선 저학년 적합성 측면에서는 저학년 학생의 특성이 반영된 탐구행동을 유발할 수 있는지를 확인하고자, 참여 학생들이 수행형 검사에서 보인 말과 행동을 귀납적으로 분석하여 범주화하였다. 그 결과, 과학재능, 즉, 과학수행능력과 관련된 과학지식, NGSS 과학탐구수행요소와 관련된 30개의 행동 범주와 과학재능발달에 영향을 줄 수 있는 4가지 요인, 즉 과학적 경험, 과제집착력, 흥미, 논리성, 및 창의성과 관련된 16개의 행동 범주로 구조화할 수 있었다. 범주화한 행동유형과 내용을 NGSS 과학탐구수행요소별 수준과 비교해본 결과, k-2학년, 즉, 저학년 수준에 속하는 경우가 대부분이었으나 6-8학년 수준까지 도달하는 경우도 있었는데, 면담자의 탐구유도 과정을 고려하면 이는 저학년에 비해 비교적 적절한 수준으로 보인다. 다음으로, 적극적 참여 유발 측면에서는 수행형 검사가 참여 학생의 과학재능을 파악할 수 있을 정도의 충분한 탐구 행동을 유발할 수 있는지를 확인하고자 하였다. 이를 위해 의미단위로 기록한 학생별 참조문장(coding reference)의 수를 참여도의 지표로 삼고 결과를 비교하였다. 참여자는 61~82개의 참여도를 보였으나, 참여도가 35, 38개로 크게 차이나는 ‘소극적 참여자’가 존재한다는 것을 확인하였다. 원인 분석을 위하여 담임교사 의견서에 포함된 1년간의 관찰기록, 지필형 검사 및 수행형 검사의 종합적 비교와 담임교사와의 심층 면담을 진행하였다. 그 결과, 소극적 참여의 원인은 참여 학생이 검사에서 상정한 학생의 능력이나 경험을 훨씬 상회하고 있어 주어진 소재가 학생의 탐구 동기를 유발하지 못했거나, 학생의 관심 영역이 매우 협소하고 기호의 차이도 커서 탐구 소재에 대한 흥미를 쉽게 잃었던 경우였다.

본 연구는 수행형 검사를 활용한 저학년 과학재능 검사도구의 가능성을 보여주었으며, 연구 결과를 바탕으로 효과적인 검사 도구 적용을 위한 다음과 같은 시사점을 도출하였다. 첫째, 저학년의 과학재능을 효과적으로 파악하기 위해서는 다양한 대상·경로·형태의 도구를 복합적으로 활용해야 하며, 그 결과를 정교하게 분석하는 것이 중요하다. 본 연구에서는 검사 도구 개발에 앞서 진행한 전문가 논의에서부터 저학년 학생의 집중력 한계, 지필문항에 대한 이해 부족과 문자에 대한 부담감, 객관적 자기인식 부족 등이 저학년 검사의 한계로 지적되었고 저학년의 성장성과 행동의 안정성 등을 고려하여 검사도구의 구성에서부터 검사 결과를 도출하는 과정까지 다양한 대상·경로·형태의 자료를 종합적으로 활용하였다. 특히 담임교사와 같이 학생을 지속적으로 관찰해 온 교육 전문가의 일상 기록이나 의견은 결과 해석에 중요한 실마리를 제공했다. Kwon(2005) 또한 어린 학생의 경우 행동 특성의 안정성과 일관성이 낮아 수집한 자료의 신뢰성이 낮을 가능성이 높음을 지적하였으며, Creswell, & John(2007)은 다양한 자료원으로부터 코드와 주제를 증명하는 근거를 찾아낼 때 정보를 다원화하여 결과에 대한 타당성을 얻을 수 있다고 언급한 바 있다.

둘째, 수행형 검사에 참여할 면담자를 위한 사전 훈련이 반드시 필요하다. 저학년의 과학재능을 파악하기 위해서는 면담자가 단순한 지지자의 역할을 넘어서, 학생의 재능을 충분히 발휘할 수 있도록 촉진하는 적극적 안내자의 역할을 수행해야 하기 때문이다. 본 연구에서 면담자는 저학년 교육 전문가의 경험 공유를 통해 마련한 [주의환기], [탐구유도], [반대질문] 전략을 적극적으로 활용하였으며, 이는 학생 행동이 의도한 것인지 충동적인 것인지, 응답 내용이 정확히 의미하는 바가 무엇인지, 현재의 감정 수준이 어떠한지, 의견 제시의 근거가 무엇인지 등을 판단하거나, 긴장 및 경계심을 낮추거나, 탐구

를 자발적으로 진행할 수 있도록 유도하는 데 결정적인 역할을 하였다. 학생과의 상호작용 과정에서 학생의 흥미나 수준을 파악하여 이에 적합한 방식으로 반응하고 발문하는 것도 필요했다. 면담자가 이러한 전략을 습득하고 사전에 충분히 연습할 필요가 있으며, 이 때 저학년 학생을 가르친 경험이 풍부하거나 저학년 자녀를 두고 있는 경우 각 전략을 이미 경험적으로 체득하고 있으므로 면담자의 역할을 성공적으로 수행할 가능성이 높다.

셋째, 수행형 검사의 수준 및 소재를 더욱 다양화할 필요가 있다. 본 연구에서는 검사에서 상정한 저학년 학생의 능력이나 경험을 상회하는 지식이나 경험을 갖춘 학생의 경우 및 관심 영역이 협소하고 기호의 차이도 큰 학생의 경우, 해당 과제에 흥미를 잃고 소극적으로 참여할 가능성이 있다. 따라서 과제에서 활용하는 소재와 수준을 다양화하기 위한 추가 과제를 구성할 필요가 있으며, 학생이 관심 있는 과제를 선택할 수 있도록 하는 등 다양한 관심사를 고려하는 방식을 구안할 필요가 있다. 수행형 검사를 여러 번 시행하거나 과학 학습 프로그램에 참여하는 학생의 모습을 지속적으로 관찰하는 것도 도움이 된다.

넷째, 검사 도구는 더 많은 학생을 대상으로 광범위하게 적용하여 표준화 작업을 거칠 필요가 있다. 본 검사에 활용한 수행형 검사도구는 질적 분석에 기반하고 있으므로 깊이 있는 이해에는 유리하나 객관성을 확보하기에는 불리하다. 따라서 본 연구의 탐구행동 유형을 토대로 다양한 학생들의 탐구행동을 추가하고 데이터의 양적 분석을 통하여 표준화된 탐구 행동 유형과 이를 이용한 행동 관찰의 지표를 마련할 필요가 있다.

## 국문요약

본 연구에서는 초등학교 저학년 학생의 과학재능을 효과적인 방식으로 판별할 수 있는 도구를 개발하고 시범 적용하였다. 재능 판별 도구는 다양한 경로의 정보를 복합적으로 활용하기 위하여 교사 의견서, 지필형 검사, 수행형 검사로 구성하였고, 시범 적용의 결과는 검사의 저학년 적합성 측면과 적극적 참여 유발 측면에서 평가하였다. 우선 저학년 적합도를 확인하고자 참여 학생들이 수행형 검사에서 보인 말과 행동을 귀납적으로 분석하였고, 과학 지식 및 과학탐구수행요소와 관련하여 범주화한 30개의 탐구행동유형은, NGSS 과학탐구수행요소의 k-2학년 수준에 해당되거나 일부 상회하고 있었다. 따라서 본 검사는 저학년을 대상으로 과학 재능을 판별하기에 적합하다고 판단된다. 다음으로, 수행형 검사가 참여 학생의 과학재능을 파악할 수 있을 정도의 충분한 탐구 행동을 유발할 수 있는지를 확인하였다. 수행형 검사에서 나타난 참조문장 수를 참여도의 지표로 삼고 비교한 결과, 과학적 흥미가 높음에도 불구하고 수동적인 태도로 참여한 2건의 사례가 나타났다. 담임교사 의견서에 포함된 1년간의 관찰기록, 지필형 검사 및 수행형 검사의 종합적 비교와 담임교사와의 심층 면담을 통해 원인을 분석한 결과, 과학적 경험이 검사에서 상정한 수준을 훨씬 상회하고 있거나 참여자의 관심 영역이 매우 협소하고 기호의 차이도 커서 제시된 소재에 대해 흥미를 쉽게 잃었던 경우임을 확인하였다. 본 연구를 통해 수행형 검사를 활용한 저학년 과학재능 검사의 가능성을 확인하였으며 다양한 사례의 측적을 통해 교육 현장에 실용적으로 활용될 수 있을 것으로 기대한다.

**주제어:** 저학년, 과학재능 검사 도구, 수행형 검사, 행동 유형

## References

- Bang, S., Choi, J., & Kim, H. (2006). Series E : A study on the method for distinguishing general from science-inclined Learners by using Pattern Recognition. *Communications of mathematical education*, 20(4), 551-559.
- Cho, H., & Kim, Y. (2015). Development of the early childhood scientific inquiry abilities assessment tool. *The Journal of Korea Open Association for Early Childhood Education*, 20(6), 119-154.
- Cho, S. (2003). A study on the flow-path analysis in the department system: Development of Creative Problem Solving Test. *Journal of Korean Education*, 30(1).
- Cho, S., & Kim, M. (1993). The development of identification tool for the scientifically gifted high school students(고등학교 과학영재 판별도구 개발(창의적 과학문제 해결력 검사) in Korean), Seoul: Korean Educational Development Institute(KEDI).
- Cho, S., Jang, Y., Jung, T., & Lim, H. (2001). The development of a brief creative problem solving ability test(간편 창의적 문제해결력 검사 개발 연구 in Korean) (1). Seoul: Korean Educational Development Institute(KEDI).
- Cho, S., Si, K., & Chi, E. (1997). The development of identification tool for the scientifically gifted(과학영재판별도구개발연구 in Korean) (II). Seoul: Korean Educational Development Institute(KEDI).
- Creswell, J. W. (2007). Five qualitative approaches to inquiry. *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches*, 2, 53-80.
- Freeman, J. (2013). *Gifted children grown up*. David Fulton Publishers.
- Gagné, F. (1985). Giftedness and talent: Reexamining a reexamination of the definitions. *Gifted child quarterly*, 29(3), 103-112.
- Gagné, F. (2000). A differentiated model of giftedness and talent (DMGT). Systems and models for developing programs for the gifted and talented.
- Gagné, F. (2004). Transforming gifts into talents: The DMGT as a developmental theory. *High ability studies*, 15(2), 119-147.
- Gagné, F. (2010). Motivation within the DMGT 2.0 framework. *High ability studies*, 21(2), 81-99.
- Gardner, H. (1983). *Frames of mind: The theory of multiple intelligences*. Ginsburg, H. P., & Opper, S. (1988). *Piaget's theory of intellectual development*. Prentice-Hall, Inc.
- Glaser, B., & Strauss, A. (1967). *The discovery of grounded theory*. 1967. Weidenfield & Nicolson, London, 1-19.
- Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (1993). Teaching with analogies: A case study in grade-10 optics. *Journal of research in Science Teaching*, 30(10), 1291-1307.
- Jang, Y. (2007). Development of parental rating scale for young children's giftedness. *Journal of Future Early Childhood Education*, 14(2), 1-23.
- Jhun, Y. (2018). The development of activity-based identification tool for the gifted lower elementary students (초등학교 저학년 대상 활동중심 영재판별도구 개발 in Korean). Korean Foundation for the Advancement of Science & Creativity(KOFAC). Available at <http://www.alio.go.kr/informationResearchView.do?seq=2521447>
- Jung, J. (1996). Development of assessment of science process skills for elementary lower graders (Masters Dissertation). Korea National University of Education, Cheongju, Korea.
- Kang, J. (2002). A comparative study on mal-adaptative behavior of kindergarten teachers and lower elementary school teachers(아동의 부적응 행동에 대한 유치원 교사와 초등 저학년 교사의 인식 비교연구 in Korean). *Early Childhood Education Research & Review*, 6(1), 151-171.
- Kang, N. (2014). Implications for Korean science curriculum from NGSS(미국의 차세대과학교육표준(NGSS)이 한국 과학교육과정에 주는 시사점 in Korean). *The Journal of Curriculum & Lesson(교육과정 및 수업 연구지 in Korean)*, 14(1), 1-25.
- Kim, D., & Kim, H. (2013). Analysis of science academic emotion of elementary students. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 33(2), 444-465.
- Kim, E. (2006). The exploration of thinking characteristics of elementary science gifted children within scientific problem solving. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 25(2), 179-190.
- Kim, E., Park, K., & Yoo, M. (2019). A qualitative study on searching for the cause of gifted adult's sense of underachievement and the overcoming factors. *Journal of Gifted/Talented Education*, 29(1), 39-65.
- Kim, H., Kim, M., & Song, S. (1996). The development of identification

- tool for the Mathmatically Gifted(수학 영재 판별 도구 개발 연구 in Korean) (I). Seoul: Korean Educational Development Institute(KEDI).
- Kim, J., Lee, E., Choi, G., & Song, S. (1996). The development of identification tool for the scientifically Gifted(과학 영재 판별 도구 개발 연구 in Korean) 1. Seoul: Korean Educational Development Institute(KEDI).
- Kim, O., & Kim, H. (2011). Affective and social variables influencing on gifted underachievers. *The Journal of the Korean Society for the Gifted and Talented*, 10(3), 53-73.
- Kwon, C. S. (2005). The prospect and task on elementary science education for the gifted. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 24(2), 192-201.
- Lee, C., & Choi, I. (2012). Validity of the teacher's scales for gifted preschool children. *Journal of Gifted/Talented Education*, 22(2), 483-497.
- Lee, H. (2010). The longitudinal study on academic achievement of mathematic and scientific subject. *Journal of science education*, 34(1), 1-11.
- Lee, J. (2010). Development of behavioral characteristics identification tool of the scientifically gifted through qualitative analysis of behavioral characteristics of students in Korea science academy (Doctorial Dissertation). Pusan National University, Busan, Korean..
- Lee, K.(2004). Development of test items for the identification of scientifically gifted elementary school students. *Journal of Ehwa Education(이화교육논총 in Korean)* 14, 119-134.
- Lee, M., & Moon, B. (2007). A characteristic and educational guidance of gifted underachievers. *Secondary Education Research*, 55(1), 159-179.
- Lee, S. (2014). Two treasure boxes in 20th century gifted education. *The Journal of Special & Gifted Education*, 1, 1-13.
- NGSS Lead States (2013). Next generation science standards: For States, By States, Washington, DC: The National Academies Press. Available at [http:// www.nextgenscience.org/](http://www.nextgenscience.org/)
- Oh, K., Kim, S. (1995). The attitude of teachers and parents toward the gifts in science and the behavioral characteristics of science gifted student. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 15(3), 291-302.
- Park, K., & Lee, K. (2011). Trends of gifted education for gifted and talented children. *Global Creative Leader*, 1, 34-53.
- Park, M. (1986). Validation of science aptitude test for identification of scientifically gifted(과학 영재 변별을 위한 과학 적성검사 도구 타당화 연구 in Korean)(RR86-11). [KEDI] Research Report, 0-0.
- Park, S., & Lee, J. (2007). A comprehensive model for identification of underachieved gifted children in elementary schools. *Journal of Gifted/Talented Education*, 17(2), 251-279.
- Rimm, S. (1985). Identifying underachievement: The characteristics approach. *G/C/T*, 8(6), 2-5.
- Ross, A., & Parker, M. (1980). Academic and social self concepts of the academically gifted. *Exceptional Children*.
- Ryu, S., & Park, J. (2008). Development of an instrument to Measure Scientific Problem-Finding Ability for Scientifically-Gifted Student. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 28(2), 139-149.
- Schwarz, C. V., Reiser, B. J., Davis, E. A., Kenyon, L., Achér, A., Fortus, D., ... & Krajcik, J. (2009). Developing a learning progression for scientific modeling: Making scientific modeling accessible and meaningful for learners. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 46(6), 632-654.
- Shaw, M. C., & McCuen, J. T. (1960). The onset of academic underachievement in bright children. *Journal of Educational Psychology*, 51(3), 103.
- Shim, K., & Kim, H. (2005). Comparative study on learning style of science gifted/talented students by gifted/talented division and gender. *Biology Educaion*, 33(4), 403-412.
- Shin, M., Kim, J. (2002). A study on the intelligence characteristics of scientifically gifted(과학 영재의 지능특성 연구 in Korean). *Yonsei Journal of Science of Education(연세교육과학 in Korean)*, 20, 77-92.
- Song, K., & Han, K. (2011). A case study of an elementary gifted student's maladjusted behaviors by asynchronous phenomenon. *Journal of Gifted/Talented Education*, 21(1), 209-230.
- Song, S. (2000). A study on the development of an instrument to measure the behavior characteristics of the mathematical gifted children. *School Mathematics*, 2(2), 427-457.
- Song, S. (2007). The development of a intervention program on gifted underachievers. *Journal of Emotional & Behavioral Disorders*, 23(3), 301-326.
- Sternberg, R. J., & Davidson, J. E. (Eds.). (2005). *Conceptions of giftedness*. Cambridge University Press.
- VanTassel-Baska, J., Johnson, D., & Avery, L. D. (2002). Using performance tasks in the identification of economically disadvantaged and minority gifted learners: Findings from Project STAR. *Gifted Child Quarterly*, 46(2), 110-123.
- Whitmore, J. R. (1980). *Giftedness, conflict, and underachievement*. Allyn & Bacon.
- Yang, I., Lim, S., & Shim, H. (2013). An Investigation of SL-BIS/BAS and the Interest in Science among Elementary, Middle & High school Students and an Analysis of the Correlation between them. *Journal of the Korean society of earth science education*, 6(1), 40-49.
- Yoon, Y., Kim, O., Moon, J., & Kim, M. (2001). A study of the role of environmental influences in talent development of the Korean Math and Science Olympians. *Journal of Gifted/Talented Education*, 11(3), 245-270.
- Ziegler, A., & Baker, J. (2013). Talent development as adaptation: The role of educational and learning capital. *Exceptionality in East Asia: Explorations in the Actiotope model of giftedness*, 18-39.

## 저자정보

서윤경(서울가락초등학교 교사)

전영석(서울교육대학교 교수)