

초등과학영재의 가설설정 능력과 메타인지와의 관계 분석

박 미 진

부산대학교

서 헤 애

부산대학교

본 연구는 초등과학영재의 가설설정 능력과 가설설정에서 나타나는 특성을 탐색하고 메타인지와의 관계를 분석하는 데 목적을 두었다. 본 연구의 연구대상은 2013학년도 광역시 소재 대학교 부설 과학영재교육원 초등과학반 19명으로 선정하였으며, 가설설정 서술형 검사지, 메타인지 검사지, 과학수업방법 선호도 조사지를 활용하여 자료를 수집하였다. 가설설정 검사지의 서술형 응답자료는 가설의 내용이 과학지식에 기반하고 논리적으로 설정한 과학적 가설인지 또는 비과학적 가설인지로 분류하였으며, 비과학적 가설의 특성을 분석하였다. 연구결과, 초등과학영재들이 제시한 가설에서 과학적 가설은 47%(38개 가운데 18개)로 나타나 낮은 수준이었다. 특히 비과학적 가설은 53%로 인과관계가 분명하게 드러나지 않거나, 검증 불가능한 가설을 제시하는 특성이 가장 빈번하게 나타났다. 또한 가설설정 능력 및 가설의 특성은 탐구문제와 변인을 추출하는 과정을 제시하는지 여부에 따라 차이가 나타났다. 탐구문제와 변인추출 과정이 제시된 경우에 더 높은 가설설정 능력을 보여주었다. 메타인지는 선행연구의 연구대상인 과학영재보다 높은 수준으로 나타났으며, 계획, 점검, 조절 가운데 점검 전략을 가장 빈번하게 사용하였다. 탐구문제를 스스로 제시하고 변인을 스스로 추출해야 하는 비구조화된 상황에서는, 가설설정 능력과 메타인지의 하위요소 조절 사이에 유의미한($p < .05$) 상관성이 있었으며, 메타인지의 계획과 조절 사이에도 높은 상관을 보였다. 메타인지의 조절 수준이 높은 학생들과 낮은 학생들의 가설설정 능력과 선호하는 과학수업방법에서도 차이나 나타났으며, 메타인지의 조절 수준이 낮은 학생의 경우는 가설을 스스로 설정하고 변인을 스스로 추출하는데 어려움을 겪는 것으로 나타났다.

주제어: 초등과학영재, 가설설정, 가설의 특성, 메타인지

I. 서 론

과학영재교육은 과학에 타고난 재능과 적성을 가진 학생들을 대상으로, 과학영역에서 높은

지적성취, 과제집착력, 과학적 창의성을 발휘하도록 지도하여, 향후 과학영역에 기여할 업적을 이룰 수 있도록 지원하는 교육이다. 이러한 과학영재교육은 미래 첨단 과학기술의 발전을 이끌어 갈 과학자와 과학관련 전문가를 양성하는데 목적을 두고 있다. 이와 같은 목적에 따라, 과학영재교육에서는 과학영재들이 과학자의 과학탐구과정을 체험하고 이를 통해 과학적 창의성을 함양할 수 있는 학습기회를 제공하는데 주력하고 있다. 과학영재교육의 특징은 과학영재들이 과학탐구과정을 능동적으로 수행하고, 탐구실험 중심의 연구프로젝트를 자기 주도적으로 수행하거나, 탐구실험에 기반한 창의적 산출물을 제작하고 발표하는 학습활동을 포함한다.

과학탐구는 과학자들이 자연세계를 연구하고 자신들의 활동을 통해 얻어진 증거를 토대로 설명을 제안하는 다양한 방법을 의미한다. 또한 과학탐구는 자연세계에 대한 과학자의 연구방법을 이해하고 과학적 아이디어에 대한 지식과 이해를 증진시키기 위한 학생들의 활동을 의미한다(서혜애 외, 2000, p.34). 이에 대해, 우리나라에서는 제7차 과학과 교육과정부터 과학탐구를 관찰, 분류, 측정, 예상, 추리의 기초탐구과정과 문제인식, 가설설정, 변인통제, 자료해석, 결론도출, 일반화의 통합탐구과정으로 구분하여 강조하고 있다(교육부, 1997). 따라서 과학영재교육에서도 기초탐구과정과 함께 심화된 통합탐구과정을 강조하여 과학영재들이 과학자의 과학탐구를 체험할 수 있도록 교육해 오고 있다.

과학탐구에서 가설은 탐구자가 생각을 명확히 하고 관계를 제시하여 검증할 수 있는 내용으로 진술한 문장을 의미한다(Chiappetta & Koballa, 2002, p.11). 우리나라 과학과 교육과정에서는 가설설정 능력을 자연 현상에서 나타나는 규칙성, 그 현상들 사이의 관계 또는 이미 일어났거나 앞으로 일어날 행동과 사건에 대해 잠정적인 설명으로 정의하고 있다(한국과학창의재단, 2011, p.285). 따라서 가설은 아직 검증하지 않아서 검증할 필요가 있는 잠정적인 아이디어를 포함한다. 가설은 관찰한 현상이나 의문스러운 상황의 패턴을 설명하거나 결과를 예측하는 것이다. 과학자가 창출하는 새로운 과학이론은 가설을 제안하는 추론 능력에서 시작된다고 볼 수 있다(Norman, 1997). 즉, 새로운 과학이론은 가설생성에서부터 만들어진다는 것을 의미한다. 이러한 연유로 과학교육에서는 과학탐구 가운데 가설설정 능력을 중요히 다루고 있다(박종원, 2000; Grandy & Duschl, 2007; Klahr & Dunbar, 1998; Norman, 1997). 특히, 학생들이 문제를 해결하는 학습활동에서 문제를 해결하는데 가설을 올바르게 설정하지 못하면, 가설을 검증하기 어렵게 되며, 문제해결의 실패로 이어진다(Adsit, 1997). 따라서 과학탐구를 강조하는 과학영재교육에서는 가설을 올바르게 설정하는 능력을 더욱 강화시켜야 할 것이다.

과학영재는 일반적으로 일반학생에 비해 더 높은 수준의 과학탐구능력을 나타낸다. 초등 및 중등 과학영재의 통합탐구 능력을 평가한 연구(정은영 외, 2013)에서는 가설설정, 변인추출, 탐구문제 도출의 능력이 자료변환, 자료해석의 능력보다 높은 것으로 나타났다. 이러한 과학영재의 통합탐구능력은 일반학생보다 높은 것으로 밝혀졌다. 나아가, 초등 및 중등 과학영재의 자율연구능력 가운데 문제발견과 가설설정 능력이 일반학생에 비해 높다는 결과도 보고된 바 있다(정현철 외, 2004). 이 연구에서는 좀 더 구체적으로 과학영재들이 과학주제에 대해 높은 수준의 호기심을 보일 때, 문제를 발견하는 능력은 높게 발휘하나 문제를 정교화 시키는 능력은 상대적으로 낮게 나타나는 것을 지적하면서, 과학영재들이 탐구문제를 구체적으로 나타내는 학습기회

는 부족한 것으로 결론짓고 있다. 반면, 일부 연구에서는 과학영재의 가설설정 능력이 일반학생의 능력과 차이가 없다는 결과를 보고하고 있다(조은부, 백성혜, 2006; 조현철, 유수창, 2011). 이러한 연구결과에 비추어 볼 때, 과학영재의 특성으로 높은 수준의 가설설정 능력을 포함시킬 수 있을 뿐만 아니라 교육을 통해 더욱 신장시킬 수 있는 가능성이 있음을 알 수 있다.

이러한 관점에서 과학영재교육이나 과학영재교육프로그램에서 과학영재의 가설설정 능력에 대한 연구들이 수행되고 있다. 과학영재들이 과학적 가설을 어떻게 인식하고 있는지를 조사한 연구(이혜정, 심규철, 2011)에서는, 과학영재들이 과학적 가설을 과학적으로 검증 가능해야 하고, 과학적인 근거와 논리성을 갖추어야 하며, 다른 상황에 적용하는 보편성이 있는 것으로 인식하는 것을 조사한 바 있다. 나아가 가설설정 능력을 신장시키는 과학영재교육프로그램의 효과성을 평가한 연구(김순옥 외, 2011)를 살펴보면, 과학영재교육프로그램 적용 후, 과학영재는 관찰 내용에 근거한 조작적 가설을 설정하는 능력을 과학지식에 근거한 이론적 가설을 설정하는 능력보다 더 높게 신장시킨 것으로 나타났다.

이들 연구에서는 과학영재들이 공통적으로 나타내는 가설설정 능력에 대한 논의에 집중하고 있으며, 개별 과학영재들이 나타내는 차별화되는 특성을 분석하지 않았다. 과학영재교육의 교육적 측면에서, 개별 과학영재가 각각 어떤 특성을 나타내고 그 특성을 어떻게 더욱 발달시킬 것인가를 탐색하는데 중점을 둘 필요가 있다면(Grandy & Duschl, 2007), 과학영재의 가설설정 능력에 대한 연구는 개별영재들의 특성을 심층적으로 조사해야 할 것이다. 이러한 입장에서 영재의 가설설정 능력에 대한 선행연구들은 부분적으로 한계를 지니고 있다. 개별 과학영재들이 가설을 어떻게 이해하고 있으며 이해 수준에 따라 어떤 특성을 보이고 있는지 등에 대한 연구의 필요성이 대두된다.

한편, 우리나라 과학영재교육 현장에서는 가설설정 능력을 효과적으로 지도하지 못하는 것으로 고찰된다. 중학교 과학영재 대상 탐구활동에 포함된 여러 과학탐구능력을 분석한 연구(신미영, 2013)에 따르면 가설설정은 거의 다루어지지 않고 있다. 또한 과학영재를 지도하는 과학교사는 가설을 이해하는 수준이 낮고 가설을 지도하는 수업을 어려워하는 것으로 조사되고 있다(김지영, 강순희, 2006). 과학영재교육 담당 영재교육 교사들이 가설을 제대로 이해하지 못한다면, 결국에는 과학탐구활동에서 가설설정 능력을 지도하는 활동을 기피하게 될 것이며, 궁극적으로 과학영재들이 가설설정 능력을 효과적으로 신장시키지 못하는 결과를 초래하게 될 것이다. 따라서 과학영재의 가설설정 능력을 신장시키는 교육을 실천하기 위해서는, 교사들이 가설설정에 대한 이해를 높이고, 과학영재들이 가설설정에서 나타내는 특성에 기반한 교수 전략을 모색해야 할 것이다.

과학영재는 가설설정을 포함하는 과학탐구능력을 수행하는데 메타인지를 효과적으로 활용할 수 있다. 이러한 측면에서 메타인지를 살펴보면, 메타인지는 사고에 대한 반성, 인지에 대한 인지 또는 상위인지를 의미하며, 일반적으로 메타인지 지식과 인지조절을 포함한다(Schraw & Moshman, 1995). 메타인지 지식은 다양한 학습 전략을 사용하는 방법과 시기에 대한 지식을 의미한다(Baker, 1989; Schraw, 1998; Snyder et al., 2011에서 재인용). 메타인지의 인지조절은 인지과정을 점검하고 실제 적용된 전략을 조절하는 것을 의미하며(Flavell, 1979; Schraw, 1998;

Snyder et al., 2003에서 재인용), 계획, 점검, 조절의 하위요소를 포함한다(Pintrich et al., 1991, p.23). 특히 학습자가 계획 전략을 잘 활용하게 되면, 비구조화 문제 해결의 과정을 정교하게 수립할 수 있다(Shin et al., 2003). 점검 전략은 해결해야 할 문제와 문제를 해결하는 과정을 이해하고, 수행 과정을 효과적으로 조절할 수 있는 능력을 포함한다(Schraw & Moshman, 1995).

이와 같은 특징을 지닌 메타인지는 학습자의 과학탐구능력을 신장시키는 데 영향을 주는 요소로 알려져 있다(정미경, 2007; Cooper et al., 2008; Schraw & Dennison, 1994; Shin et al., 2003; VanTassel-Baska & Stambaugh, 2006, p.269). 특히 과학영재들이 문제를 해결할 때, 메타인지가 중요하게 작용하는 것으로 조사되고 있다(Schraw & Dennison, 1994). 즉, 과학지식과 메타인지를 함께 활용할 때, 과학영재는 과학적 문제를 해결하는 과학탐구능력을 더욱 효과적으로 발휘할 수 있다. 과학영재가 과학개념을 이해하는 수준에 비해 과학탐구능력의 수준은 상대적으로 낮다는 연구결과(유진상, 심규철, 2007)가 조사된 바 있다. 이러한 연구결과를 고려하여, 과학영재교육프로그램은 과학탐구능력과 함께 메타인지를 신장시키도록 개발할 필요가 있다.

과학영재의 메타인지는 과학탐구능력 가운데 가설설정에 대해 주요한 영향을 줄 수 있다. 가설은 선지식 또는 이전 실험결과에서 도출한 일반화로부터 설정된다(Klahr & Dunbar, 1988). 따라서 학습자가 가설을 설정하기 위해서는, 자신의 사고를 반성하는 과정을 거쳐야 하며 이 과정에서 메타인지의 인지조절의 하위요소인 계획, 점검, 조절의 능력이 필요하다. 그러나 아직 가설설정 능력과 메타인지의 관계를 탐색한 연구는 미비한 실정이다. 따라서 과학영재의 가설설정 능력의 신장을 위한 효과적인 지도방법을 탐색하기 위해 가설설정 능력과 메타인지의 인지조절의 관계를 분석할 필요가 있다.

이러한 필요성에 근거하여 본 연구에서는 첫째, 초등과학영재의 가설설정 능력은 어떤 수준이며 그들이 설정한 가설이 어떤 특징이 있는지를 파악하기 위해, 초등과학영재들이 개별적으로 설정한 가설의 특성을 분석하고자 한다. 둘째, 초등과학영재의 가설설정 능력과 메타인지의 인지조절의 관계를 조사하기 위해, 이들의 가설설정 능력에 따른 메타인지 인지조절의 특성을 분석하고자 한다. 셋째, 개별 초등과학영재의 메타인지의 인지조절 수준에 따른 가설설정 능력과 이들이 선호하는 과학수업방법은 어떠한지를 조사하고자 한다. 이러한 연구결과는 초등과학영재의 가설설정 능력을 신장시키기 위한 과학영재교육프로그램 개발의 기초자료로 활용할 수 있을 것이다.

II. 연구방법

1. 연구 대상

본 연구에서는 2013학년도 광역시 소재 대학교 부설 과학영재교육원 초등과학반 학생을 연구대상으로 선정하였다. 연구대상은 초등학생 5학년 2명(10.5%)과 6학년 17명(89.5%)으로 총 19명이며 여학생 36.8%(7명, 6학년)와 남학생 63.2%(12명, 5학년 2명, 6학년 10명)로 구분되었다. 연구대상은 2007 개정 과학과 교육과정에 따른 과학교육을 받았으며, 이 교육과정에서는 자유탐구를 도입하여 연간 6차시 이상 지도하도록 규정하고 있다. 따라서 본 연구대상

들은 4학년부터 변인통제, 5학년부터 가설설정을 지도받았으며, 6학년(연구대상의 89.5%)은 자유탐구를 경험하였다. 이를 바탕으로 본 연구의 연구대상인 초등과학영재는 일반학교에서 가설설정과 변인통제에 대해 학습한 것으로 간주할 수 있다.

2. 조사 도구 및 조사 시기

가. 가설설정 능력 서술형 검사지

가설설정 능력의 수준과 특징을 측정하기 위해, 연구진이 개발한 서술형 검사지를 활용하였다. 본 가설설정 능력 서술형 검사지에서는 이론적 배경에 근거하여, 가설설정 능력은 자연 현상에서 나타나는 규칙성, 그 현상들 사이의 관계 또는 이미 일어났거나 앞으로 일어날 행동과 사건에 대해 잠정적인 설명(한국과학창의재단, 2011, p.285)으로 정의하였다. 검사지 첫 부분에는 가설설정의 상황과 가설의 예시를 제시하였는데, ‘사람의 건강에 영향을 주는 변인들은 무엇인가?’를 질문하고, 건강을 측정하기 위해 ‘감기에 걸리는 횟수’를 변인으로 설정하고, 건강에 영향을 주는 변인으로 ‘비타민 C를 먹는 양’을 설정한다면, ‘비타민 C를 더 많이 먹으면 감기에 걸리는 횟수는 줄어들 것이다.’의 가설을 설정할 수 있다는 내용을 포함시켰다.

가설설정 능력을 평가하는 서술형 검사지에서는 2개 문항을 포함시켰다([그림 1]). 서술형 문항1에서 응답자는 제시된 질문 3개 가운데 1개를 선택하고, 선택한 질문에서 추출할 수 있는 변인들을 가능한 대로 많이 제안한 후, 이에 대한 가설을 설정한다. 서술형 문항2는 응답자 스스로 평소 궁금했던 질문 3개를 제시하고 그 가운데 가장 궁금해 하는 질문 1개를 선택하며 이에 대한 가설을 설정한다. 문항1에서는 선택한 질문에서 변인들을 추출하는 과정이 포함되는 반면, 문항2에서는 질문을 제시한 후 변인추출 과정 없이 가설을 설정하도록 설계하였다. 따라서 가설설정에서 변인추출 과정이 미치는 영향을 조사할 수 있었다.

단계	문항1	문항2
1단계	<p>문항지에 제시된 질문 3개 가운데 1개를 선택</p> <p>1) 야구 경기 관람객의 수를 결정하는 변인들은 무엇인가? 2) 콩의 짝을 띄우는 데 영향을 주는 변인들은 무엇인가? 3) 호수에 사는 물고기 수에 영향을 주는 변인들은 무엇인가?</p>	<p>응답자 스스로 질문을 생성</p> <p>응답자가 평소 가장 궁금한 질문 3개를 제시하고, 그 가운데 1개 질문을 선택</p>
2단계	변인 추출	변인 추출 생략
3단계	가설설정(가설1)	가설설정(가설2)

[그림 1] 가설설정 서술형 검사지 문항의 내용

가설설정 능력을 평가하는 기준은 선행 연구(박승재, 조희형, 1995; 박종원, 2000; 조희형, 최경희, 2000)에 근거하여 <표 1>과 같이 개발하였다. 가설설정 서술형 검사지의 문항에서 학생들의 응답이 독립변인, 종속변인, 인과관계, 측정 가능한 변인을 포함하는 가설인 경우는 과학적 가설로 간주하고 만점 4점으로 채점하였다. 과학적 가설은 측정 가능한 독립변인

과 종속변인을 제시하고, 두 변인 간의 관계를 예상할 수 있는 인과관계를 설명한 것이라 할 수 있다. 실제 과학적 가설은 두 변인간의 인과관계를 설명할 수 있는 까닭을 들어 설명해야 하지만, 연구대상이 초등학생이므로 이는 가설설정 능력 평가기준에서 제외하였다. 또한 일반적으로 알려진 과학적 사실을 가설로 제시한 경우 0점으로 채점하였다.

< 표 1 > 가설설정 서술형 검사지 문항의 평가 기준

평가기준	배점
독립변인을 포함하는가?	1
종속변인을 포함하는가?	1
인과관계가 드러나는가?	1
독립변인과 종속변인은 측정 가능한가?	1
총점	4

나. 메타인지 검사지

연구대상의 메타인지의 인지조절을 측정하기 위해서, 선행연구의 자기조절 학습능력 검사도구(양명희, 2000; 정현철 외 2004; Pintrich et al., 1991)에서 메타인지 관련 문항을 추출하였으며, 메타인지의 인지조절에 포함되는 하위요소 계획 7문항, 점검 7문항, 조절 6문항의 총20문항으로 구성된 검사지를 실시하였다(<표 2>). 검사지의 문항은 5단계 리커트 척도(1=절대 반대, 5=매우 동의)로 응답하도록 구성되었으며 신뢰도는 Cronbach α =.870으로 나타났다.

< 표 2 > 메타인지 검사지의 메타인지 하위요소별 문항 내용

하위요소 (문항수)	문항 예시
메타인지-계획 (7문항)	- 나는 공부 시작 전에 무엇을 알아야 하는지 목표를 먼저 생각한다. - 나는 바로 공부를 시작하기보다 공부할 내용을 먼저 생각해본다. - 나는 공부를 시작하기 전에 중요한 것이 무엇인지 먼저 살펴본다.
메타인지-점검 (7문항)	- 나는 공부하는 도중에 앞에 공부한 내용들을 확인해보곤 한다. - 나는 공부하는 도중에 제대로 이해했는지 확인하기 위해 스스로 질문을 만들어 답해보곤 한다. - 나는 배운 내용이 이해가 안 되면 수업 후 바로 확인하는 편이다.
메타인지-조절 (6문항)	- 나는 시험공부를 하다가 시간이 모자라면 시간에 맞게 중요한 부분만 찾아서 한다. - 나는 이해하기 어려운 부분이 있으면 기본적인 것부터 다시 공부한다. - 나는 이해가 안 되는 부분이 있더라도 우선 계획한 것을 지킨다.

다. 조사 시기 및 자료 분석

가설설정 서술형 검사지, 메타인지 검사지, 개별 학습자가 좋아하는 과학수업방법과 싫어하는 과학수업방법을 조사하였다. 조사는 2013년 8월 대학교 부설 과학영재교육원 초등과학 반 수업 종료 전에 실시하였으며 검사지 실시에 소요된 시간은 40분이었다. 응답결과는 SPSS v.18을 사용하여 빈도와 상관 분석을 실시하였다.

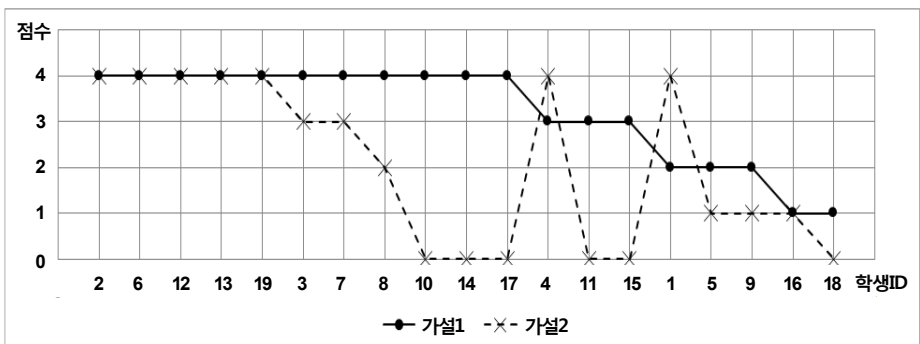
III. 연구결과

1. 초등과학영재의 가설설정 능력과 가설의 특성

초등과학영재의 가설설정 능력을 측정하는 서술형 검사지 문항은 문항 별 조건을 달리하였다. 첫째, 탐구문제의 제시여부이다. 가설1에서는 주어진 탐구문제에 대한 가설을 설정하는 경우와 가설2에서는 궁금해 하는 질문을 스스로 제시한 후 가설을 설정하는 경우이다([그림 1]). 둘째, 변인추출 과정의 제시여부다. 가설1에서는 변인을 추출하며, 가설2에서는 생략되었다. 과학영재의 가설설정 능력을 평가한 결과는 <표 3>과 같다. 응답자 19명의 가설설정 능력의 전체 평균은 2.47점(만점 4점)으로 나타났다. 가설1은 평균 3.11점으로 높게 나타났으나 가설2는 평균 1.84점으로 낮게 나타났다. 전체적으로 응답한 결과의 47.4%가 과학적 가설로 평가되었으며 가설1은 52.6%, 가설2는 36.8%가 과학적 가설로 평가되었다. 개별 영재의 가설설정능력 평가결과를 살펴보면([그림 2]) 가설1에서 높은 점수를 받았지만 가설2에서 낮은 점수를 받은 학생들이 있었다.

<표 3> 초등과학영재의 가설설정 능력 평가결과

구분	M (만점4점)	SD	과학적 가설(%)
가설1 (n=19)	3.21	1.08	10 (52.6)
가설2 (n=19)	1.84	1.86	7 (36.8)
전체 (n=38)	2.47	1.66	18 (47.4)



[그림 2] 초등과학영재의 가설설정 능력의 분포

초등과학영재들이 가설설정에서 나타내는 오류를 분석한 결과는 <표 4>와 같다. 응답자 19명이 2회에 걸쳐 제시한 총38개 가설 가운데 비과학적 가설 20개의 특성을 분석하였다. 가설 1개에서 1개 이상의 특성이 나타났으며, 분석한 결과, 20개 가설에서 40개의 특성이 나타났다. 가설의 특성 가운데 인과관계의 부재가 가장 많이 나타났으며(30.0%), 검증할 수 없는 모호한 문장으로 제시한 가설(27.5%), 종속변인의 부재(15.0%), 과학적 사실과 예상을 구분하지 못하는 가설(10.0%) 등이 나타났다.

< 표 4 > 초등과학영재가 제시한 비과학적 가설의 특성

비과학적 가설의 특성	빈도(%)	사례
인과관계의 부재	12(30.0)	물의 농도에 따라 호수에 사는 물고기 수에 영향을 줄 것이다.
검증 불가능(모호함)	11(27.5)	콩이 싹을 틔우는 데 환경이 영향을 미칠 것 같다.
종속변인의 부재	6(15.0)	적당한 온도와 물이 영향을 미칠 것 같다.
과학적 사실을 가설	4(10.0)	피는 헤모글로빈이라는 색소 때문에 붉을 것이다.
측정 불가능한 예상	4(10.0)	닭은 빛을 눈으로 감지하여 아침에 일어날 것이다.
비과학적 실험설계	2(5.0)	햇빛은 없어도 될 것이며 일반 수돗물을 매일 종이컵의 2/3 정도씩 주고 (상온)24~25℃ 정도에 둔다.
단순 응답	1(2.5)	있을 수도 있을 것이다.
합계	40(100.0)	

가설설정 과정에 따라 나타나는 가설의 특성을 분석하기 위해 가설1과 가설2를 구분하여 분석한 결과는 <표 5>와 같다. 분석결과 가설1과 가설2 모두에서 공통적으로 종속변인과 독립변인 사이의 인과관계가 명확히 드러나지 않는 점이 가장 두드러졌다. 그 외 특성들은 가설1과 가설2에서 서로 다른 차이를 보였다. 먼저 가설1에서는 독립변인을 여러 개로 제시하는 부분이 특징적으로 나타났다. 이는 응답자들이 변인추출 과정에서 여러 변인을 제시한 후, 인과관계의 가설로 제시하기에 적절한 변인을 선택하지 못한 부분이 원인이었다. 반면, 가설2에서는 가설을 검증하기 어려운 변인들이 포함된 점이 두드러진 특성으로 조사되었다. 이는 가설2에서는 변인추출과정이 생략된 것이 원인으로 볼 수 있다.

< 표 5 > 초등과학영재의 가설설정 조건에 따라 설정된 가설의 특성 차이

구분	가설 특성	빈도(%)
가설1 (변인추출과정 포함)	인과관계의 부재	7(43.8)
	검증 불가능(모호함)	4(25.0)
	종속변인의 부재	3(18.7)
	비과학적 실험설계	2(12.5)
	합계	16(100.0)
가설2 (변인추출과정 생략)	검증 불가능(모호함)	7(29.2)
	인과관계의 부재	5(20.8)
	과학적 사실을 가설로 제시	4(16.7)
	측정 불가능한 예상	4(16.7)
	종속변인의 부재	3(12.5)
	단순 응답	1(4.2)
	합계	24(100.0)

2. 초등과학영재의 가설설정 능력과 메타인지의 관계

통계분석을 위해 수집 자료의 분포를 살펴본 결과, 정상분포에서 벗어나는 극단치에 해당하는 2명의 응답자료를 제외한 17명의 자료를 분석하였다. 초등과학영재의 메타인지의 인지

조절 수준을 선행연구와 비교한 결과, 본 연구의 초등과학영재 17명의 메타인지의 인지조절 수준은 선행연구의 과학영재(n=535, 초등 5, 6학년 및 중 1, 2학년 포함)보다 높게 나타났다(<표 6>). 선행연구와 마찬가지로 초등과학영재의 조절 전략의 사용 빈도는 다른 요소에 비해 상대적으로 낮게 나타났다.

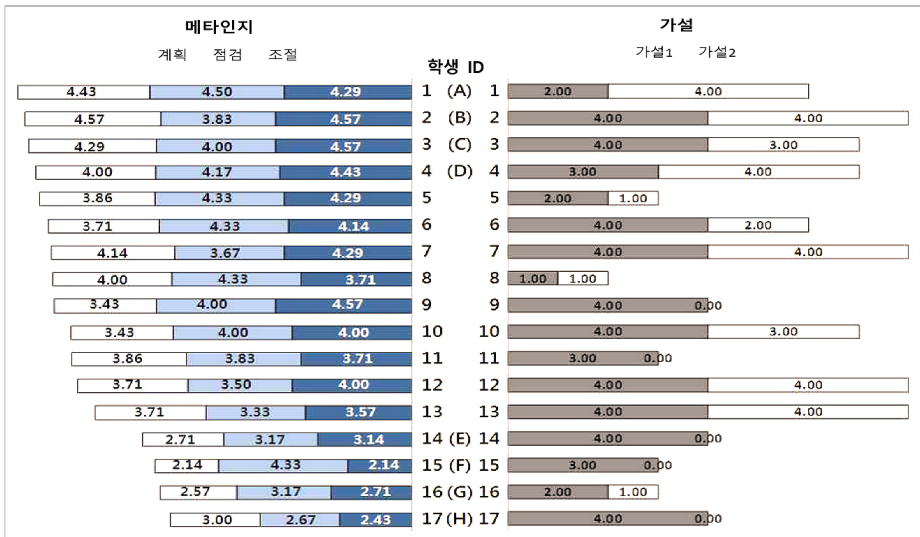
<표 6> 초등과학영재의 메타인지의 계획, 점검, 조절 전략의 수준

구분	과학영재(n=17)		선행연구(정현철 외, 2004; n=535)	
	M	SD	M	SD
계획	3.79	0.77	3.37	0.95
점검	3.81	0.53	3.65	0.73
조절	3.62	0.67	3.09	0.93
전체	3.75	0.57	3.37	0.87

<표 7> 초등과학영재의 가설설정 능력과 메타인지의 계획, 점검, 조절 전략의 상관관계

구분	계획	점검	조절	전체
가설1	.199	-.296	.067	.041
가설2	.577*	.162	.663**	.586*

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



[그림 3] 초등과학영재의 메타인지와 가설설정 능력의 관계

초등과학영재의 가설설정 능력과 메타인지의 인지조절의 관계를 살펴보기 위하여 상관분석을 실시하였다. 상관관계 분석 결과는 <표 7>과 같다. 가설1에서 가설설정 능력과 메타인

지의 인지조절의 상관관계는 유의미하지 않았다. 그러나 가설2에서는 유의미한 상관관계를 보였으며, 메타인지의 하위요소 계획과 조절은 높은 상관관계를 보였다. 특히 가설설정 능력과 조절 전략이 가장 높은 상관관계를 보였다. 초등과학영재의 개별 메타인지 수준과 가설설정 능력의 관계는 [그림 3]과 같다. 초등과학영재들이 메타인지의 조절 전략을 가장 적게 사용하는 점(<표 6>)을 미루어 봤을 때, 초등과학영재의 가설설정 능력을 신장시키는 효율적인 지도방안으로 메타인지의 조절 전략을 강화시킬 필요가 있을 것이다.

3. 개별 초등과학영재의 메타인지 수준에 따른 가설설정 능력과 선호 과학수업방법

과학영재교육에서는 개별 학습자의 특성을 심층 분석하는 것이 바람직하다. 이러한 관점에서 개별 학습자의 특성으로 나타난 메타인지의 인지조절 수준에 따라 상위 집단과 하위 집단으로 나누고([그림 3]), 각 집단 내에서 메타인지의 인지조절 수준에 따른 가설설정 능력 및 선호하는 과학수업방법을 분석하였다.

메타인지의 인지조절 점수 상위 집단의 4명(A, B, C, D학생)의 가설설정 능력 및 선호하는 과학수업방법은 <표 8>과 같다. A학생은 메타인지의 인지조절 수준이 가장 높은 학생으로서, 가설1보다 가설2의 점수가 더 높게 나타났으며 비구조화 된 탐구로 진행되는 과학수업방법을 선호하였다. B학생은 초등과학영재 집단 내에서 조절 전략 사용 수준이 가장 높은 학생으로서, 가설1과 가설2 모두 완벽하게 수립하였으며 실험 문제가 주어지고 스스로 실험을 설계하는 과학수업방법을 선호하였다. C학생은 메타인지의 계획 전략을 가장 빈번하게 사용하는 학생으로서, 가설설정 능력이 평균 이상으로 나타났으며 비구조화 된 탐구로 진행되는 과학수업방법을 선호하였다. D학생은 메타인지의 조절 전략을 가장 빈번하게 사용하는 학생으로서, A학생과 마찬가지로 가설1보다 가설2의 점수가 더 높게 나타났으며 실험 문제가 주어지고 스스로 실험을 설계하는 과학수업방법을 선호하였다. 4명의 학생 가운데 C학생을 제외한 3명의 학생 질문이 제시되지 않고, 변인추출과정을 거치지 않는 경우에 더 완벽한 가설을 수립한 것을 확인할 수 있었다.

<표 8> 메타인지 수준이 높은 초등과학영재의 가설설정 능력 및 선호하는 과학수업방법

학생	메타인지				가설			선호하는 과학수업방법의 특징
	전체	계획	점검	조절	가설1	가설2	평균	
A	4.40	4.29	4.50	4.43	2	4	3.0	스스로 문제를 정하고 검증하는 탐구 수업
B	4.35	4.57	3.83	4.57	4	4	4.0	실험문제가 주어지고 스스로 실험을 설계하는 수업
C	4.30	4.57	4.00	4.29	4	3	3.5	스스로 문제를 정하고 검증하는 탐구 수업
D	4.20	4.17	4.00	4.20	3	4	3.5	실험문제가 주어지고 스스로 실험을 설계하는 수업

메타인지의 인지조절 점수가 낮은 하위 집단 4명(E, F, G, H학생)의 가설설정 능력 및 선호하는 과학수업방법은 <표 9>와 같다. 이들 4명의 학생 가운데 F학생은 가설1과 가설2 모두에서 낮은 점수를 받은 학생으로 조절 전략 수준이 상대적으로 낮았으며, 전반적으로 가설설정 능력도 낮게 나타났으며 단순히 실험으로 진행되는 과학수업방법을 선호하였다. 반

면 나머지 3명인 E학생, G학생, H학생의 경우는 가설1에서 높은 점수를 받아 가설에 대한 이해는 이루어졌으나, 가설2에서 낮은 점수를 받았으며, 실험탐구수업을 선호하는 것으로 표현하였으며, 특히 E학생은 실험문제를 제시하는 것을 선호하는 것으로 표현하였다.

<표 9> 메타인지 수준이 낮은 초등과학영재의 가설설정 능력 및 선호하는 과학수업방법

학생	메타인지				가설			선호하는 과학수업방법
	전체	계획	점검	조절	가설1	가설2	평균	
E	2.70	2.43	2.67	3.00	4	0	2.0	실험 문제가 주어지고 스스로 실험을 설계하는 수업
F	2.80	2.71	3.17	2.57	1	1	1.0	실험
G	2.80	2.14	4.33	2.14	3	0	1.5	탐구수업
H	3.00	3.14	3.17	2.71	4	0	2.0	실험

가설1에서 높은 점수를 받았으나, 가설2에서 낮은 점수를 받은 E학생, G학생, H학생의 가설설정 능력의 특성을 구체적으로 살펴보았다(<표 10>). 먼저, E학생은 메타인지의 인지조절 수준이 가장 낮은 학생으로, 문제가 주어지고 변인추출 과정이 제시된 경우에는 가설설정을 잘 하였으나 그렇지 못한 경우에는 가설설정에 어려움을 보였다. E학생의 응답을 살펴보면, 가설1에서는 물의 농도가 다소 모호한 점이 있으나, 문맥상 그 의미를 파악할 수 있으며 인과관계가 명확히 드러나지 않았지만, 가설로 간주할 수 있다. 즉 E학생은 질문이 주어지고 변인추출과정이 제시된 경우에는 가설설정을 잘 하였다고 볼 수 있다. 그러나 가설2를 설정하는 과정을 살펴보면, 3개의 질문 가운데 1개의 질문은 비과학적이며, 학생이 선택한 질문은 이미 널리 알려진 과학적 사실에 대한 질문이었다. E학생이 선호하는 과학수업방법은 실험문제가 주어지고 스스로 실험을 설계하는 방식으로 나타나, 질문 생성에 대한 어려움을 느끼는 학생으로 간주할 수 있었다. G학생은 메타인지에서 계획과 점검 전략의 사용 수준이 집단 내에서 가장 낮은 학생이다. G학생도 E학생과 유사하게 가설1에서 인과관계를 명확하지 않게 설정하지 못하였으며, 독립변인을 여러 개로 제시하였으나 가설을 어느 정도 이해하는 것으로 평가하였다. 그러나 스스로 질문을 생성하는 문항2에서는 1개의 질문만 생성하였으며, 과학적 사실에 근거한 것으로 제시하였다. G학생은 가설을 이해하고 있으나 스스로 질문을 생성하거나 변인을 추출하기 어려운 것으로 평가되며, 따라서 가설설정에도 어려움을 겪는 것으로 볼 수 있다. 탐구 수업으로 진행되는 과학수업방법을 선호하였다. H학생은 조절 전략의 사용 수준이 상대적으로 낮은 학생이다. H학생은 가설1에서 과학적 가설과 유사하게 설정하였으며, 가설2에서 생성한 3개의 질문도 과학적 가설로 볼 수 있었으나, 이미 알려진 내용의 가설을 설정한 것으로 나타났다. 문제가 주어지고 변인추출과정을 거치는 경우 가설설정을 잘 하였으나, 스스로 가설을 설정하는데 어려움을 보였으며 실험으로 진행되는 과학수업방법을 선호하였다. 따라서 메타인지 수준이 낮은 3명의 학생들은 가설을 이해하고 있음에도 불구하고 질문이 제시되지 않거나, 변인추출과정을 거치지 않으면 가설설정에 어려움을 겪는 것으로 나타났다. 또한 이미 알려진 과학적 사실을 가설로 제시하는 경향을 보여, 비구조화된 상황이나 개방형 문제를 해결하는데 어려움을 겪는 것으로 나타났다.

<표 10> 메타인지 수준이 낮은 초등과학영재의 가설설정 능력 검사지에 대한 개별 응답

구분		내용	
학생 E	문항1	선택문항	호수에 사는 물고기 수에 영향을 주는 변인들은 무엇인가?
		변인추출	물의 농도, 물고기의 종류, 먹이
	문항2	가설1	물의 농도에 따라 호수에 사는 물고기 수에 영향을 미칠 것이다.
		질문생성	배는 왜 물에 뜰까?; 피는 왜 붉은 색일까?; 죽으면 어떤 느낌일까?
학생 G	문항1	선택문항	야구 경기 관람객의 수를 결정하는 변인들은 무엇인가?
		변인추출	야구팀, 비용, 장소, 시설, 날씨, 서비스
	문항2	가설1	어느 야구팀이 경기를 하고, 어디서 하고, 그 날 날씨는 어떻고, 드는 비용은 얼마이고, 시설은 좋고, 서비스는 좋은지에 따라 야구 경기 관람객의 수가 달라질 것이다.
		질문생성	근중들은 어떻게 대화를 할까?
	문항1	가설2	더듬이로 자기들만의 대화를 할 것이다
		선택문항	야구 경기 관람객의 수를 결정하는 변인들은 무엇인가?
학생 H	문항1	변인추출	야구의 인기, 경기장의 크기
		가설1	경기하는 야구팀의 인기가 좋을수록 관람객의 수가 많을 것이다.
	문항2	질문생성	기압에 영향을 주는 요인은 무엇이 있을까?; 용해도는 기압에 영향을 받을까?; 비타민 C는 많이 먹어도 괜찮을까?
		가설2	용해도는 기압과 상관성이 있을 것이다

종합적으로 가설설정 능력과 메타인지의 관계를 구체적으로 살펴본 바, 메타인지의 인지 조절 수준이 높은 상위 집단은 질문이 제시되지 않거나 변인추출과정을 거치지 않아도 가설 설정을 잘 하는 것으로 나타났다. 반면 메타인지의 인지조절 수준이 낮은 하위 집단은 하위 요소 가운데 조절 전략의 수준이 대체로 낮게 나타났다. 이들 하위 집단은 가설에 대해 이해하고 있음에도 불구하고 스스로 질문을 제시하기 어려워하며, 변인을 추출하는 과정을 거치지 않으면 가설을 설정하는데 어려움을 겪는 것으로 나타났다. 선호하는 과학수업방법의 경우 메타인지가 높은 상위 집단 학생은 자신이 선호하는 과학수업방법을 구체적으로 기재한 반면, 메타인지가 낮은 하위 집단 학생은 자신이 선호하는 과학수업방법을 ‘실험’, ‘탐구수업’ 등으로 매우 단순하게 기재하는 성향을 보였다.

IV. 결론 및 제언

본 연구에서는 대학교 부설 과학영재교육원의 초등과학반 19명을 대상으로 가설설정 능력과 가설설정에서 나타나는 특성을 탐색하고 메타인지와의 상관관계를 분석하였다. 연구결과 첫째, 초등과학영재의 가설설정 능력에서 과학적 가설을 제시한 경우는 47.4%로 나타났다. 이는 과학영재의 가설에 대한 이해가 부족하다는 선행연구 결과(이혜정, 심규철, 2011)와 일치하는 것으로 고찰하였다. 초등과학영재들이 제시한 비과학적 가설에서 나타난 특성을 분석한 결과, 인과관계가 분명하게 드러나지 않거나, 검증 불가능한 가설을 제시하는 특성이 가장 빈번하게 나타났다. 그 외에 가설설정에서 비과학적 실험설계를 제시하거나, 과학적 사

실이나 비과학적 예상을 가설로 제시하는 등의 특성을 보였다.

둘째, 질문제시 및 변인추출과정의 유무에 따라 가설설정 능력 및 가설에서 나타나는 특성의 차이가 나타났다. 초등과학영재는 변인추출 과정을 거친 경우에 가설설정 능력을 더욱 잘 발휘하였다. 주어진 상황에서 다양한 변인들의 추출하여 상호작용을 고려한 후 가설을 설정하면, 검증 가능한 가설을 생성할 수 있다는 연구(Norman, 1997)에 근거할 때, 가설설정을 지도할 때, 변인추출과정을 제시하는 것은 효과적인 지도방안으로 볼 수 있었다. 또한, 초등과학영재는 질문이 제시된 경우, 가설설정 능력을 더욱 잘 발휘하였다. 스스로 문제를 발견하는 비구조화된 탐구활동의 상황에서는 문제발견 자체가 어려운 것으로 나타났다. 이는 개방형 탐구 수준에 따라 문제발견 과정에서 나타나는 오류에 차이가 있으므로, 이러한 특성을 고려하여 지도전략을 계획하는 것이 바람직할 것이다.

셋째, 초등과학영재는 높은 수준의 메타인지를 보였다. 이는 높은 메타인지를 과학영재의 특성으로 본 선행연구(정현철 외, 2004; Snyder et al., 2011; VanTassel-Baska & Stambaugh, 2006)와 일치하는 결과이다. 또한 본 연구에서는 메타인지의 하위요소 가운데 조절 전략은 상대적으로 활용 빈도가 낮게 나타났는데, 이 부분도 선행연구(정현철 외, 2004)와 일치하였다. 따라서 초등과학영재의 특징으로 높은 수준의 메타인지를 포함시킬 수 있을 것이다.

넷째, 질문이 제시되지 않고 변인추출과정을 거치지 않은 경우, 초등과학영재의 가설설정 능력과 메타인지의 인지조절 사이에 유의미한 상관관계가 나타났다. 특히 메타인지의 인지조절 하위요소 가운데 계획과 조절 요소가 가설설정 능력과 높은 상관을 보였다. 반면 질문이 제시되고 변인추출과정이 포함되는 경우에는 가설설정 능력과 메타인지의 인지조절 수준 사이에 상관관계가 나타나지 않았다. 이러한 연구결과는, 문제가 비구조적이고 상황이 친숙하지 못한 경우, 학습자는 메타인지를 사용해야 할 필요성을 가지고 사용한다는 연구(Shin et al., 2003)와 유사한 것으로 고찰하였다. 즉, 질문이 제시되고 변인추출과정이 포함되는 경우 초등과학영재는 메타인지를 사용해야 할 필요성을 느끼지 못한다. 하지만 질문이 제시되지 않아 스스로 질문을 생성하고 다양한 변인을 탐색해야 하는 경우, 메타인지를 사용해야 할 필요성을 깨닫게 되며, 이러한 상황에서는 메타인지의 인지조절 수준이 높은 학생들이 가설설정을 더 잘 하는 것으로 알 수 있었다.

다섯째, 메타인지의 인지조절 수준이 높은 학생들과 낮은 학생들의 가설설정 능력과 선호하는 과학수업방법에는 차이가 나타났다. 메타인지의 인지조절 수준이 높은 학생들은 가설설정 상황과 무관하게 가설을 잘 설정하였으며, 선호하는 과학수업방법을 구체적으로 기술하였다. 이 학생들은 비구조화된 과학수업을 선호하거나 실험체계를 스스로 하는 반구조화 탐구수업을 선호하는 것으로 고찰되었다. 반면 메타인지의 인지조절 수준이 낮은 학생들은 가설을 이해하고 있음에도 불구하고 질문제시 또는 변인추출과정의 유무에 따라 가설설정 능력에 차이가 나타났다. 이들의 메타인지의 인지조절 하위요소를 살펴본 결과 대체로 조절 전략의 수준이 낮았는데, 이러한 결과는 가설설정 능력과 메타인지의 인지조절의 상관관계를 살펴본 결과와 일치하는 부분이다. 메타인지의 인지조절 수준이 낮은 학생들은 질문이 제시되지 않고 변인추출과정이 포함되지 않은 경우, 가설을 설정하는데 어려움을 겪었다. 또

한 메타인지의 인지조절 수준이 낮은 초등과학영재는 선호하는 수업 방식을 매우 간단히 기술하였으며 실험과 탐구수업으로 설명하였다.

이러한 연구결과에 근거하여 다음과 같이 시사점을 도출하였다. 첫째, 가설설정 능력을 신장시키는 과학영재교육프로그램을 개발하기 위해서는, 본 연구 결과와 같이 초등과학영재들이 가설설정에서 나타내는 오류를 수정할 수 있도록 개발해야 할 것이다. 영재교육의 교수·학습지도방안은 개별영재가 나타내는 다양한 학습양식 등의 특성을 이해한 후 수립하는 것이 바람직하다. 연구결과 초등과학영재들은 개별적으로 가설에 대한 이해 수준 및 가설설정 시 보여주는 오류에서 서로 다른 차이를 보였다. 따라서 이러한 특성을 반영하여 지도하였을 때, 초등과학영재의 가설설정 능력을 실질적으로 신장시킬 수 있을 것이다. 이와 함께 교사들이 가설에 대해 올바르게 이해할 수 있도록 교사연수프로그램에서도 이러한 특성을 반영하여 연수의 내용을 개발해야 할 것이다.

둘째, 메타인지 수준에 따른 가설설정 능력의 차이에 대한 후속 연구를 수행할 필요가 있을 것이다. 과학영재의 가설설정 능력을 신장시키기 위해 질문과 변인추출과정을 제시하거나 또는 제시하지 않을 경우, 개별 과학영재의 메타인지 수준에 따라 가설설정 능력의 차이가 있었다. 따라서 탐구과정의 개방 수준과 다양한 메타인지 수준의 학생들을 소집단으로 편성하는 효과적인 방안을 마련할 수 있을 것이다. 본 연구에서는 메타인지 수준에 따라 선호하는 탐구수준의 차이가 나타났으며, 가설설정 능력 역시 차이를 보였다. 하지만 본 연구는 연구대상의 표집 수가 소규모임에 따라 일반화하기 어려우므로, 보다 많은 수의 과학영재를 연구대상으로 가설설정 능력과 메타인지의 관계를 분석할 필요가 있다.

셋째, 메타인지를 활용하는 과학탐구 수업의 지도전략을 탐색할 필요가 있다. 이미 메타인지 기능을 강화한 과학 창의적 문제 해결 능력 신장 프로그램의 개발과 적용(박인숙, 2010)에 대한 연구가 이루어져 있으나, 탐구단계 별 효과적인 메타인지 활용 전략이나 이러한 메타인지 전략이 각 탐구단계에 어떠한 영향을 미치는지에 대한 검증이 이루어지지 않고 있다. 따라서 후속 연구에서는 탐구단계별 메타인지의 효율적 지도방안과 이에 따른 탐구기능의 신장에 대한 연구가 이루어져야 할 것이다.

참 고 문 헌

- 교육부 (1997). **제7차 교육과정: 과학과 교육과정**. 서울: 대한교과서주식회사.
- 김순옥, 김봉선, 서혜애, 김영민, 박종석 (2011). 문제발견 및 가설설정 능력 신장 과학영재 교육프로그램 개발: 멘델의 과학적 사고과정 적용. **영재교육연구**, 21(4), 1033-1053.
- 김지영, 강순희 (2006). 중등학교 과학 교사들의 탐구 과정의 활용 정도와 가설에 대한 인식. **한국과학교육학회지**, 26(2), 258-267.
- 박승재, 조희형 (1995). **과학론과 과학교육**. 서울: 교육과학사.
- 박인숙 (2010). **메타인지 기능을 강화한 과학 창의적 문제 해결 능력 신장 프로그램 개발과 적용**. 박사학위논문. 이화여자대학교.

- 박종원 (2000). 학생의 과학적 설명가설의 생성과정 분석 - 과학적 가설의 정의와 특성을 중심으로 -. **한국과학교육학회지**, 20(4), 667-679.
- 서혜애, 오필석, 홍재식(역). (2000). **국가과학교육기준: 미국 과학교육 개혁**. 서울: 교육과학사.
- 신미영 (2013). 과학영재 탐구활동에 제시된 과학탐구능력 분석 및 개발을 위한 제안. **영재교육연구**, 23(2), 289-310.
- 양명희 (2000). **자기조절학습의 모형 탐색과 타당화 연구**. 박사학위논문. 서울대학교.
- 유진상, 심규철 (2007). 과학탐구대회에서 나타난 중학생의 과학탐구능력에 대한 분석 연구. **국제과학영재학회지**, 2(1), 109-116.
- 이혜정, 심규철 (2011). 중학교 과학영재 학생들의 과학적 가설에 대한 이해. **영재교육연구**, 21(1), 193-207.
- 정미경 (2007). 자기조절학습과 창의적, 비판적 사고력간의 관계. **영재와 영재교육**, 6(1), 163-182.
- 정은영, 권이영, 양주성, 고유미 (2013). 과학영재교육원 학생들의 과학 통합 탐구 능력. **과학교육연구지**, 37(3), 525-537.
- 정현철, 조석희, 서혜애, 신명경, 허남영 (2004). **영재의 자율연구능력 기초탐색연구**. 수탁연구 CR 2004-43. 서울: 한국교육개발원.
- 조은부, 백성혜 (2006). 초등과학영재학급 학생들과 일반학생의 인지적 특성 비교 분석. **한국과학교육학회지**, 26(3), 307-316.
- 조현철, 유수창 (2011). 과학영재학생과 일반학생간 과학탐구력과 자기조절학습력의 비교. **영재와 영재교육**, 10(3), 97-116.
- 조희형, 최경희 (2000). **과학 교수·학습과 수행평가**. 서울: 교육과학사.
- 한국과학창의재단(2011). **2009 개정 교육과정에 따른 과학과 교육과정 연구**. 정책연구 2011-10. 서울: 한국과학창의재단.
- Adsit, D. J. (1997). Effects of hypothesis generation on hypothesis testing in rule-discovery tasks. *The Journal of General Psychology*, 124(1), 19-34.
- Chiappetta E., & Koballa, T. (2002). *Science instruction in the middle and secondary schools*. Upper Saddle River, NJ: Pearson Education Inc.
- Cooper, M. M., Sandi-Urena, S., & Stevens, R. (2008). Reliable multi method assessment of metacognition use in chemistry problem solving. *Chemistry Education Research and Practice*, 9, 18-24.
- Grandy, R., & Duschil, R. A. (2007). Reconsidering the character and role of inquiry in school science: Analysis of a conference. *Science & Education*, 16, 141-166.
- Klahr, D., & Dunbar, K. (1988). Dual space search during scientific reasoning. *Cognitive Science*, 12, 1-48.
- Norman, O. (1997). Investigating the nature of formal reasoning in chemistry: Testing Lawson's

- multiple hypothesis theory. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(10), 1067-1081.
- 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, MI: National Center for Research to Improve Postsecondary Teaching and Learning.
- Schraw, G., & Dennison, R. S. (1994). Assessing metacognitive awareness. *Contemporary Educational Psychology*, 19, 460-475.
- Schraw, G., & Moshman, D. (1995). Metacognitive theories. *Educational Psychology Review*, 40, 351 - 371. Retrieved June 18, 2014, from DigitalCommons@University of Nebraska - Lincoln database.
- Shin, N, Jonassen, D. H., & McGee, S. (2003). Predictors of well-structured and ill-structured problem solving in an astronomy simulation. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(1), 6-33.
- Snyder, K. E., Nietfeld, J. L., & Linnenbrink-Garcia, L. (2011). Giftedness and metacognition: A short-term longitudinal investigation of metacognitive monitoring in the classroom. *Gifted Child Quarterly*, 55(3), 181-193.
- VanTassel-Baska, J., & Stambaugh, T. (2006). *Comprehensive curriculum for gifted learners (3rd)*. Boston, MA: Pearson Education, Inc.

= Abstract =

Analysis on Hypothesis-generating Ability of Elementary School Gifted Students in Science and Its Correlation with Meta-cognition

Mijin Park

Pusan National University

Hae-Ae Seo

Pusan National University

The study aimed to investigate elementary school gifted students' hypothesis-generating ability and characteristics of hypotheses and to analyze the correlation between hypothesis-generating ability and meta-cognition. Nineteen students enrolled in a science gifted education center affiliated with a university in 2013 were selected as research subjects. An instrument of open ended items about hypothesis generating was developed and administered to students, and their meta-cognition as well as their preferred science teaching method were examined. Hypotheses generated by students were classified into two categories: scientific and non-scientific hypotheses, and then a closer analysis was conducted on characteristics of non-scientific hypotheses. It was found that 47% (18 out of 38 hypotheses) was scientific ones showing that elementary school gifted students in science in this study presented low level of ability in generating hypothesis. It was also found that non-scientific hypotheses frequently showed characteristics of uncertain in causality or impossible to verify relationships. Furthermore, differences in hypothesis-generating ability and characteristics of hypotheses were appeared in conditions whether inquiry questions and variable identification process were given or not. Students showed high abilities in hypothesis generating and variable identifying when inquiry questions and variable identification process were given. Compared to previous research results, students in the study showed high level of meta-cognition and tendency of utilizing monitoring strategy more than planning and regulating. In ill-structured conditions that students themselves find inquiry questions and identify variables, a significant ($p < .05$) correlation appeared between hypothesis generating ability and meta-cognition and a high level of correlation between planning and regulating strategies. It was also found that differences existed in hypothesis-generating ability and preferred science teaching methods between students with high level and those with low level of meta-cognition; and students with low level of meta cognition showed difficulties in generating hypothesis and identifying

variables.

Key Words: elementary school gifted students in science, hypothesis generating ability, characteristics of hypothesis, meta-cognition

1차 원고접수: 2014년 12월 17일
수정원고접수: 2015년 2월 16일
최종게재결정: 2015년 2월 16일