

과학영재의 과학문제발견력 관련변인에 대한 구조방정식모형 분석: 과학관련태도와 동기 및 자기조절 학습전략을 중심으로

김 명 숙
인천대학교

한 기 순
인천대학교

본 연구는 수도권 대학부설 과학영재교육원에 재학중인 153명의 과학영재를 대상으로 과학문제발견력을 구성하는 학습자요인으로서 과학관련태도와 동기 및 자기조절적 학습전략 변인을 중심으로 가설적 구조모형을 상정하여 구조방정식모형분석을 통해 구조모형을 검증하여 분석하였다. 본 연구의 결과는 다음과 같다. 첫째, 변인들간의 상관분석 결과, 과학관련태도가 긍정적일수록 자아효능감이나 내재적 가치를 나타내는 동기가 유의미하게 높게 나타났으며, 인지전략의 사용이나 자기조절을 나타내는 자기조절적 학습전략이 높다는 것을 알 수 있었다. 과학관련태도 중 과학적 태도가 긍정적일수록 과학문제발견력중 창의성관련 범주인 정교성이 높았다. 그러나, 과학관련태도의 다른 하위범주와 과학문제해결력의 다른 하위범주간에는 유의미한 상관을 보이지 않았다. 또한 자기조절적 학습전략은 자기조절적 학습전략이 높을수록 정교성이 높았으며 과학의 탐구동기와 탐구수준과도 정적 관계를 갖고 있음이 확인되었다. 둘째, 과학문제발견력의 구조모형을 검증한 결과, 과학탐구관련 과학문제발견력 구조모형 1과 창의성 관련 과학문제발견력 구조모형 2의 분석결과가 모두 학습자의 정의적 요인인 과학관련태도가 직접적으로 과학문제발견력에 영향을 미치는 것이 아니라 자아효능감과 학습에 대한 내재적 가치의 인식을 갖는 동기요인과 자기조절적 학습전략의 사용을 매개로 하여 과학문제발견력에 영향을 미친다는 것이 확인되었다.

주제어: 과학문제발견력, 과학관련태도, 동기, 자기조절적 학습전략

교신저자: 한기순(khanun1@hanmail.net)

I. 서 론

21세기의 영재교육은 고급두뇌 양성을 통한 국가 경쟁력의 향상과 지식 정보화 사회에서 가장 핵심적인 고급 과학기술 인력의 양성이 중요하다는 국가적 이익의 차원에서나, 영재들의 잠재력 개발이라는 개인적 차원에서 그 필요성이 증대되고 있다. 우리나라에서의 영재교육은 1983년도 경기과학고등학교의 설립을 계기로 실시되었고 이후 일반학교, 교육청, 22개의 대학부설 과학영재교육센터, 특수목적고등학교를 중심으로 이루어져 왔다. 특히 2000년에는 영재교육진흥법이 제정되었고 2002년에는 영재교육진흥계획이 수립되어 대학부설 과학영재 교육센터와 더불어 초·중등학교에 영재교육원 또는 영재학급이 설치되어 영재교육이 점차 확대되고 있다.

현재 우리나라의 영재교육은 약 90% 정도가 수학과 과학분야에 집중되고 있으며(교육인적 자원부, 2005), 영재교육의 목표도 과학기술분야의 우수한 인재를 조기에 발굴하여 체계적인 교육을 제공함으로써 이들에게 창의적인 문제해결력과 자율적인 연구수행능력을 함양시켜 새로운 지식정보의 생산자로서 성장의 기틀을 마련하는데 목표를 두고 있다(윤초희, 정현철, 2006). 따라서 과학분야의 영재교육을 계획함에 있어서 가장 먼저 이루어져야 할 부분이 “누가 과학영재인가?”이다. 즉, 과학영재를 선발함에 있어서 과학영재의 판별변인이 가장 핵심적이라 할 수 있다.

영재의 판별은 영재교육을 받을 사람과 그렇지 않은 사람을 구별하는 것이다. 과학영재는 전문가에 의해 과학영역에서 뛰어난 업적을 이루었거나 이를 것으로 판정된 사람으로서, 그 잠재력을 최대로 계발하기 위해서는 정규 학교 프로그램 이상의 특별한 교육프로그램과 서비스를 필요로 하는 사람이라 정의하고 있다(조석희 외, 1997). 지금까지 영재성과 관련된 변인으로서 영재판별에 사용된 변인들은 주로 지능, 창의성, 성격특성들이었다(Renzulli, 1978). 그러나 지능은 주로 학문적 영역과 관련된 영재를 판별하는 데는 유용하나 창의적인 학생이나 예술분야의 영재를 판별하는데 적절치 않았으며, 창의성은 영재의 특성을 설명하는 중요한 변인임에도 불구하고 일반적 창의성검사로 창의적 영재를 선발하는데 부족함이 있다는 단점을 갖고 있으며(윤경미, 김정섭, 2006), 성격변인은 대부분이 자기보고식 검

사로 이루어져서 주관성에서 오는 문제점을 피할 수 없었다.

한편, 최근에 영재를 판별하는 변인으로 문제발견력이 관심을 받고 있다. 문제발견(problem finding)은 존재하거나 주어진 문제에 반응하기 보다 새로운 문제를 찾고, 떠올리고, 생성하고, 창조하는 것이다(전윤식, 김정섭, 윤경미, 2003). 문제발견력을 영재판별 과정에 포함시켜야 한다는 기존의 연구들을 살펴볼 때(Bunge, 1967; Gezels, 1982; Jay, 1996; 윤경미, 김정섭, 2006), 성적에 의한 교사추천, 교과 성취도, 지능검사, 문제해결검사, 창의성검사 등으로 이루어지는 기존의 영재선발방법에서 탈피하여 문제발견력이 새로운 영재판별의 준거로서 대두되고 있다. 따라서 영재교육에서는 주어진 문제를 해결하는 영재보다 남들이 생각지 못한 새로운 주제를 발견하는 능력인 문제발견력이 더욱 강조되어야 할 것이다. 특히, 과학영역의 영재에게 강조되어야 할 문제발견력으로서 과학문제발견력이 영재의 선발과 교육에 중요한 요인으로 기능할 것이다.

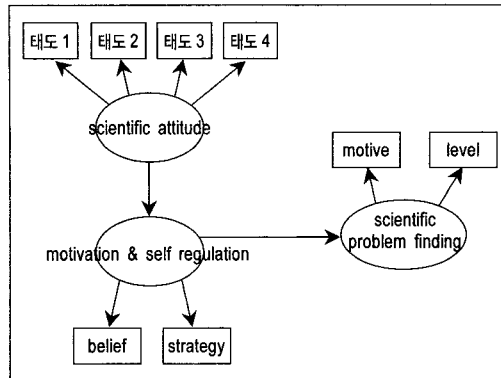
과학문제발견력은 학습자의 인지적 요인, 정의적요인, 동기적 특성, 태도 등 다양한 변인들 간의 상호작용을 통해 발현된다. 그러나 어떤 요인들이 과학문제발견력에 영향을 주는지에 대한 연구물이 주로 지능과 창의성(Hoover, 1994; Hoover & Feldfusen, 1990, 1994; Wakesfield, 1985; 윤경미, 2004; 하주현, 2003)과 연관되어 이루어졌을 뿐, 학습자 개인의 정의적 동기적 특성으로서 과학영역에서의 과학적 태도나 자기효능감, 인지적 특성으로서 인지적 전략, 자기조절 등이 과학문제발견에 어떠한 영향을 미치고 어떤 관계를 갖는지에 대한 연구는 매우 드물다. 기존의 연구로서 과학문제발견력의 과학영재집단과 일반 우수아집단간의 차이를 규명한 연구(한기순, 김명숙, 안도희, 2007)와 주어진 과학문제에 대한 과학탐구능력을 중심으로 과학영재의 과학관련태도와 지능간의 관계를 규명한 연구(양태연, 배미란, 한기순, 박인호, 2003), 그리고 과학탐구능력과 관련된 학습자 특성으로서 자기효능감, 숙달목표, 자기조절전략과 교수변인의 관계를 규명한 연구(윤초희, 정현철, 2006)가 있지만, 이들 연구는 과학문제발견력의 집단간의 차이검증에 초점을 두었거나 주어진 문제에 대한 해결을 강조하고 있어 문제발견보다는 문제해결에 초점이 맞춰졌다.

따라서 과학영역의 영재에게서 강조되어야 할 문제발견력으로서 과학문

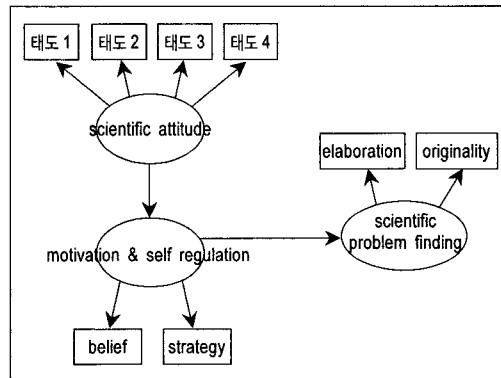
제발견력을 중심으로 개인의 특성이 과학문제발견력과 어떤 관계를 갖고 있는지 대한 규명을 하는 연구가 요구된다. 특히, 학습자 변인으로서 정의적 특성인 과학관련 태도는 최근 변화하는 영재성의 개념에 비추어 볼 때, 더욱 중요시 되고 있다. 영재성을 효과적으로 발현시키기 위해서는 지적능력 못지않게 정의적 요인이 강조되고 있다. 과학태도, 동기, 자아개념 등의 정의적 특성은 과학성취도에 영향을 끼치는 중요한 요소이며(Oliver, 1986) 과학관련 태도는 과학학습에 영향을 미치는 출발점 행동으로 간주되고 있다(Bloom, Hastings & Madaus, 1971). 특히 학습의 위계가 분명한 과학교과외의 경우 정의적 특성이 학교학습에 결정적 요인으로 작용할 수 있다(정미숙, 1996).

또한 Pajares(1996)는 자기효능감과 학문적 수행간에 상관이 높다고 보고하고 있고 자기효능감이 학업성적에 직접효과를 보였다는 또다른 연구도 있다(Chung, Park, & Kim, 2001; 권혁호, 양계민, 2000; 정갑순, 박영신, 김의철, 2002). Pintrich와 De Groot(1990)의 연구에서는 자기조절학습과 인지적 전략의 활용이 학업성취에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 그러나 동기요인으로서 자기효능감, 그리고 인지적 전략, 자기조절학습, 그리고 과학관련태도 등이 학업성취에는 긍정적인 영향을 미치고 있으나 과학영역의 과학문제발견력과의 관계에 대한 분석이 이루어 지지 않아 이들 관계에 대한 연구의 필요성이 제기된다.

그러므로, 본 연구에서는 과학영재의 과학문제발견력에 영향을 미치는 학습자변인으로서 과학적 태도, 자아효능감을 포함한 동기와 자기조절적 학습 전략을 동시에 고려하여 이들 변인간의 관계를 종합적으로 분석하여 이들의 구조적 관계를 규명하고자 한다. 이에 과학문제발견력을 설명하는 요인을 구체적으로 규명하고자 과학문제발견력에서 영역일반성을 강조하는 창의성에 관계된 부분과 영역특정성을 강조하는 과학적 탐구에 관계된 부분으로 과학문제발견력을 나누어 과학적 태도와 동기 및 자기조절적 학습전략과의 관계를 구조적으로 분석하고자 한다. 이러한 연구의 필요성과 연구 목적을 바탕으로 [그림 1]과 [그림 2]의 과학문제발견력에 대한 가설적 구조모형을 설계하였다.



[그림 1] 과학탐구관련 과학문제발견력에 영향을 미치는 과학적 태도, 동기적 신념, 그리고 자기조절적 학습전략간의 구조모형 1



[그림 2] 창의성관련 과학문제발견력에 영향을 미치는 과학적 태도, 동기적 신념, 그리고 자기조절적 학습전략간의 구조모형 2

본 연구에서 탐구하게 될 연구 문제는 다음과 같다.

첫째, 과학영재들이 지각한 과학관련 태도, 과학문제발견력, 동기와 자기조절적 학습전략 간에 어떠한 관계가 있는가?

둘째, 과학영재가 지각한 과학관련 태도, 과학문제발견력, 동기와 자기조절적 학습전략 간의 가설적 구조모형의 적합성은 어떠한가?

II. 이론적 배경

1. 과학 관련 태도

과학관련태도는 과학개념의 형성과정에 중요한 영향을 미친다(강순자, 권정빈, 여성희, 1997). Aiken과 Aiken(1969)은 과학 관련 태도를 과학에 대한 태도, 과학자에 대한 태도, 과학적 방법에 대한 태도와 같이 세 가지 주요 영역으로 나누고 과학에 대한 태도와 과학자에 대한 태도는 과학에 대한 태도 영역이며, 과학적 방법에 대한 태도는 과학적 태도에 포함된다고 하였다. 김주훈 등(1991)도 과학행동 분류의 정의적인 영역에 해당하는 범주를 과학태도로 정의하고 이를 과학에 대한 태도와 과학적 태도로 세분하였다.

Arntson(1975)은 과학에 대한 태도(Attitude toward Science)는 과학을 좋아하거나 싫어하는, 과학을 가치 있는 것으로 여기거나 무가치한 것으로 여기는 성향이며, 과학을 지지하고 지원하거나 반대하고 업신여기는 등의 단순한 감정으로부터 과학의 중요한 국면인 목적, 방법, 지식, 영향, 직업 등에 대하여 바람직하게 인식하고 대하거나 또는 잘 모르고 반응하려는 태도라고 정의했다.

과학적 태도(Scientific Attitudes)는 과학자가 과학을 수행하는데 발휘해야 할 태도로 일반적으로 과학자적 특성을 나타낸다. 즉, 과학에 대한 태도는 과학이 주는 효과가 보다 긍정적인가 부정적인가 하는 문제에 관심을 두는데 비해 과학적 태도는 기회가 주어졌을 때 그러한 행동을 하려 하는가에 초점을 두고 있다(이재봉, 2000).

대부분의 연구에서 과학적 태도와 과학개념, 과학탐구능력, 과학학습 성취도와와의 긍정적인 관계가 발견되었다. 과학관련태도 또는 과학에 대한 정의적 인식이 과학탐구능력 및 과학성취도와와의 상관이 정적 상관을 보여 밀접한 관계가 있음이 나타났다(안계원, 정영란, 1996; 김범기, 1996). 과학개념과 과학태도와의 관련성도 높았으며(강순자 외, 1997), 중학교 과학영재의 과학관련태도도 높았다(소금현, 2000; 심규철, 1999). 또한 과학영재가 일반아보다 과학관련태도에 있어서 과학교과를 더 선호하고 흥미를 갖고 있을 뿐 아니라 과학탐구능력에서도 긍정적인 관계가 있었다(양태연 외, 2003).

이러한 연구결과들을 비취볼 때, 과학관련태도가 과학탐구능력에 영향을 주는 변인임을 알 수 있다.

한편, 과학에 대한 태도나 과학적 태도는 주로 과학에 대한 개인적인 태도 측면을 나타내고 있기 때문에, 과학의 사회성에 대한 이해에 대한 측면은 간과되고 있다. 과학에 대한 개인적 태도는 과학에 여러 가지 현상에 대한 이해를 바탕으로 갖게 되는 가치적인 측면인 반면, 과학의 사회성에 대한 이해는 현상을 알고 모르는 것에 대한 지적인 측면에 강조점을 둔다. 따라서 과학의 사회적 측면에 대한 관심이 과학성취도에 영향을 미치는가에 대한 연구가 필요하다.

2. 동기와 자기조절

학습자의 학업성취도에 영향을 미치는 중요한 학습자요인을 밝히고자 한 연구로서 자기효능감이나 동기를 중심으로 한 동기적 특성을 강조한 연구물(Garcia & Pintrich, 1994; Schunk, 1990)과 지식과 인지전략의 사용에 관한 인지적 특성을 강조한 연구(Alexander & Judy, 1988)로 크게 나눌 수 있다. 그러나 최근에는 두 연구 경향이 학습성취를 설명하기 위하여 통합적으로 이루어지고 있다(Pintrich & Degroot, 1990; 윤초희, 정현철, 2006)

학습자의 동기와 인지 및 행동적 요인을 강조하는 학습 이론으로서 자기조절학습 이론(self-regulated learning theory)을 들 수 있다. 자기조절학습은 학생이 학습할 때 자기 스스로 초인지적으로, 동기적으로, 그리고 행동적으로 참가하여 공부하는 능동적인 학습 형태이다. 자기조절 학습이론에서는 학업적 자기조절 능력을 강조하고 있다. 학업적 자기조절(academic self-regulation)은 학업 목표를 완성하기 위해 자기스스로 산출한 사고, 감정, 그리고 행위를 말한다. 학업 성적이 우수하거나 전문가들은 학업적 자기조절 차원에서 보통 학생들이나 비전문가들보다 학업적 자기조절을 더 잘하는 경향이 있다(Zimmerman, 1994). 최근에 학업적 자기조절 연구는 자기조절을 획득되어진 상호의존된 과정으로 간주하여 동기, 방법, 시간, 행동, 물리적 환경, 사회적 환경의 다차원적 개념으로 보고 있다(Zimmerman, 1994; 한기순 외, 2007).

자기조절에 대한 연구물은 대부분 학업성취에 긍정적인 영향을 미친다고 보고하고 있으며, 자기조절전략 훈련이 일반적인 학업수행뿐만 아니라 영역 특수적인 학문영역의 수행에도 효과적인 것으로 나타나고 있다(김유미, 1995; 정미경, 2002; 이진희, 2000)

반면, 인지조절전략의 효과보다는 동기적 변인으로서 자기효능감이 학업 성취에 결정적인 영향을 미친다는 연구도 있다. Bandura는 자기효능감을 자신이 계획한 성취수준에 도달하기 위해 필요한 행동과정을 조직하고 실행하는 자신의 능력에 대한 개인의 판단이라고 했다. 자기효능감(sense of self-efficacy)은 애매하거나 예상할 수 없거나, 긴장되는 요소가 많이 포함되어 있는 구체적인 상황에 대처하기 위해 요구되는 행동을 개인이 얼마나 잘 조직해서 수행할 수 있는가에 대한 판단이다(김아영, 1997; Bandura, 1997). Bandura는 자아개념, 동기화 및 귀인성향 등의 변인들은 넓은 의미에서 자기효능감을 거쳐 개인의 성취에 영향을 미치며, 그 영향은 대부분 개인의 일정과업을 성취할 수 있다는 자신감에서 비롯된다고 하였다. 이러한 변인들은 자기효능감을 매개로하여 개인의 성취에 영향을 미친다(Pajares & Miller, 1994).

자기효능감의 효과를 지지하는 입장에서 수학영재의 수학성취에 직접적인 영향을 주는 변인이 자기조절 전략보다는 자기효능감이라는 연구(Malpass, O'Neil & Hocevar, 1999)와 화학영역에서의 화학성취도를 예언하는 변인으로서 자기효능감의 역할을 강조하는 연구(Zusho & Pintrich, 2003), 학업적 자기효능감 중 자기조절효능감이 과학영재의 창의성을 예측하는 변인임을 밝힌 연구(김명숙 외, 2002), 수학문제해결력의 예측변인으로서 자기효능감을 중요시한 연구(Pajares & Miller, 1994), 그리고 탐구수업의 형태가 직접적으로 과학탐구능력에 영향을 미치는 것이 아니라 자기효능감을 매개로 과학탐구능력에 영향을 미쳤음을 밝히는 연구(윤초희, 정현철, 2006)들이 있다. 이러한 연구결과들은 학업성취도에 영향을 주는 동기적 변인과 인지적 변인간의 불일치한 결과를 보이고 있어 자기효능감과 같은 동기와 자기조절 인지전략과 같은 인지적 변인들에 영향을 주는 다른 변인의 가능성을 보여주고 있다.

Pintrich와 DeGroot(1990)은 자기조절은 자기효능감, 과제에 대한 내재적 가치, 불안으로 구성된 동기적 신념의 영향과 학습상황에서 효율적인 인지적 전략을 사용할 수 있는 능력에 영향을 받는다고 했다. 특히, 동기변인은 인지변인을 매개변인으로 하여 수행에 간접적으로 영향을 미치고 인지변인은 인지수행과 직접적으로 관련이 있다고 주장하였다(윤초희, 정현철, 2006). 따라서 자기효능감과 같은 동기와 자기조절 인지전략과 같은 인지적 변인들에 영향을 주는 다른 변인으로서 과학관련태도와의 관계를 밝힌다면 이들 변인간의 인과관계를 설명할 수 있으리라 기대한다.

3. 문제발견능력

문제(problem)란 바람직한 상태나 기대되는 결과에 반하는 현상 즉, 목표와 실제 현상간의 불일치를 의미하며, 이러한 불일치를 해결하는 것이 문제해결이다(김명숙, 2001). 문제해결을 위해서는 제시되는 문제 상황에서 도달해야 하는 목표와 현재 상태의 불일치를 발견하고 목표 상태에 도달하기 위해 여러가지 조작을 하여야 한다(김경자 외, 1997; 정현철, 2005). 문제발견(problem finding)은 주어진 문제를 해결하는 것이 아니라 문제상황을 인식하고 그 속에서 문제를 상상하고, 취하고 생성하고, 창조하는 행동, 태도, 사고과정을 의미하는 것이다(김명숙, 2001; 윤경미, 김정섭, 2006).

문제해결을 위한 여러 가지 조작 중 가장 선행해 되어야 하는 것이 문제해결과정에서 도달해야 할 목표와 현재 상태의 불일치를 발견하는 것이며 이것을 문제발견이라 할 수 있으며, 문제 발견은 문제표현, 문제구성, 문제제기, 문제확인, 창의적 문제발견, 문제정의 등의 용어를 포함하는 다양한 행동과 기술, 경향성의 복합체라 할 수 있다(Runco, 1994). Runco (1994)는 창의성과 유사하게 문제발견은 일차원적인 것이 아니라 행동, 기술, 성향들이 모여서 이루어진 복잡한 것이라고 보았다. Jay(1996)는 문제발견의 정의에는 1)어떤 상황에서의 문제 형성 가능성의 고안, 2)실제문제의 형성 또는 진술, 3)문제 형성의 질과 해결 가능성에 대한 평가 4)때때로 문제의 재형성 등이 반드시 포함되어야 한다고 주장하고 있다(한기순 외, 2007).

Arlin(1975)은 문제발견이 형식적 조작기보다 더 상위 수준의 사고라고 주

장하고 있어 문제발견은 추상적이며, 종합적인 고차적 사고와 관련된다고 볼 수 있어서(Hoover & Feldhusen, 1994) 문제발견이 문제해결보다 어려운 것이며 호기심과 관련이 있고 상당한 집중력과 집착력을 요구한다(Jay, 1996). 윤경미와 김정섭(2006)도 영재의 판별특성으로 문제발견력의 중요성을 강조하고 있다.

문제발견과 창의성과의 연관성을 연구한 Csikzentmihalyi와 Getzels(1971)의 연구는 문제발견에 많은 시간을 투자하고 문제를 실제로 만들어 낸 미술대 학생의 작품이 다양한 기법을 기교있게 적용하여 문제해결에 더 시간을 많이 사용하여 그린 미술대 학생들의 작품보다 더 창의적이었다고 보고하고 있어, 문제해결보다는 문제발견력이 창의적 산출에 더 중요한 요인이었음을 강조하였다. 이밖에도 문제발견력이 창의성과 관련을 보인다면 다른 연구물(Wakefield, 1985)을 통해서 볼 때 문제해결력보다는 영재의 창의적 활동의 핵심으로서 문제발견력의 중요성에 더 주의를 기울여야함을 말해주고 있다.

문제발견에 대한 보다 분명한 개념정의를 위하여 이를 ‘문제(Problem)’와 ‘발견(finding)’의 두 부분으로 나누어 설명할 수 있다(윤경미, 김정섭, 2006; 한기순 외, 2007). ‘문제’를 어려움이나 장애물의 개념, 모순, 놀라운 사실, 질문, 기회, 의사결정 등의 6가지의 개념으로 정의할 수 있는데(전운식 외, 2003), 이러한 견해는 문제가 다양한 의미를 지니고 있어 단일한 정의를 내리기 어렵다는 것을 말해주는 것이라 할 수 있다. 하지만 문제는 어려움, 피하고 싶은 장애물을 의미하는 일반적인의미 이외에 '모순' 또는 '탐구를 요하는 문제나 제기되는 질문'으로서의 의미도 가지고 있고 발견하거나 창조하려는 노력이 따른다는 것을 강조한다.

‘발견’은 주어진 문제가 아닌, 예견하거나 해결할 수 있도록 문제가 자동적으로 나타나지 않는 딜레마 상황일 경우에 이루어진다. 그러므로 해결하기 위한 문제가 되도록 문제를 발견하고, 형성해야 한다. 문제발견에서의 ‘발견’은 discovery보다 광의의 개념으로서, 문제해결 이전 과정의 문제발견(discovery), 문제의 인식, 문제의 형성, 문제의 정의와 문제해결과정 중의 문제의 재인식, 문제의 재형성, 문제의 변환과 정교화 등을 모두 포함하는 포괄적인 대표명사라 할 수 있다. 따라서 여기서 ‘발견’이라는 개념은 우연히 발견한다는 의미보다는 찾고자 하는 의도와 노력이 내포된 개념으로 인

식되어야 한다.(윤경미, 2003)

그러므로 영재교육과 관련해서 문제발견력은 과학적 발견과 발전의 원동력이 되며, 창의적 산출에 중요한 역할을 하고 영재의 리더쉽과도 관련되므로 문제발견력이 과학영재의 판별에 중요한 역할을 한다고 여겨진다(윤경미, 김정섭, 2006)

III. 연구 방법

1. 연구대상

본 연구의 대상은 수도권 대학부설 과학영재원의 기초과정에 재학 중인 153명의 과학영재학생으로 구성되었다. 이들은 총 3단계에 걸친 선발절차를 통하여 선발되었다. 1차적으로 학교장 추천으로 선발되고, 각 전공별 특성을 고려한 지필고사를 통하여 2단계를 거쳐, 3단계에서는 심층면접을 실시하여 최종적으로 과학영재로 선발되었다. 각 전공별 학생수는 수학 34명, 물리 33명, 화학 35명, 생물 33명, 정보 18명이다. 이중 남학생이 104명(68%), 여학생이 49명(32%)이었으며, 학년별로는 1학년이 48명(31.4%), 2학년이 105명(68.6%)이었다.

본 연구의 대상이 수도권 대학부설 과학영재원 재학생으로 제한되어 있기 때문에 전국적으로 분포되어 있는 과학영재학생을 대상으로 본 연구의 결과를 일반화시키기에 제한점이 있다는 것을 밝힌다.

2. 측정도구

과학영재의 과학문제발견력을 설명하는 동기 및 자기조절적 인지전략변인과 과학적 태도의 구조적 분석을 위해 사용된 도구는 다음과 같다.

가. 과학관련태도

본 연구에서는 과학영재들의 과학 관련 태도를 측정하기 위해 Fraser(1981)가 개발한 'TOSRA'(Test of Science-Related Attitudes)와 Munby(1983)의 태도 측정 도구에 기초하여 양태연 외(2005)가 수정한 문항이 사용되었다. 본 검사 도구는 단어와 어휘의 적절성, 문화적 차이에 의한 문항 진술

의 부적절성 등으로 고려하여 40 문항 중 21문항을 수정하거나 삭제하고 문항내적 상관이 낮은 4문항을 제거하여 최종 30문항을 제시하였다. 이 검사의 문항 내적 신뢰도 Cronbach α 는 0.9이다(고유곤, 1996). 본 검사문항의 Cronbach α 값이 0.88로 나타났다. 검사 문항은 과학에 대한 태도, 과학의 사회적 의미, 과학 교과에 대한 태도, 과학적 태도의 4개 범주에 따른 하위 문항으로 되어 있다. 구체적 하위요소 문항의 내용은 <표 1>에 제시하였다. 측정은 5단계 리커트 척도화 방법을 사용한다.

과학관련태도의 하위범주를 살펴보면, 다음과 같다.

1) 과학에 대한 태도 범주는 과학의 신뢰성, 과학지식의 절대성, 과학자의 필요성과 책임, 과학의 필요성, 과학에 대한 흥미의 내용으로 구성되어 있다.

2) 과학의 사회적 의미 범주는 과학에 대한 투자, 사회와의 관계, 사회문제 해결, 사회·기술 발전에 기여로 구성되어 있다.

3) 과학교과에 대한 태도 범주는 과학교과에 대한 선호, 만족, 재미, 과학시간의 즐거움, 과학 수업 활동, 과학 수업에 대한 만족, 흥미, 재미의 내용으로 구성되어 있다.

4) 과학적 태도 범주는 호기심, 준비성, 자신성과 적극성, 협동성, 솔직성, 계속성과 끈기성, 객관성, 비판성, 개방성, 판단유보의 내용으로 구성되어 있다.

본 연구에서 내적신뢰도는 과학에 대한 태도 $\alpha=.72$, 과학의 사회적 의미 $\alpha=.81$, 과학교과에 대한 태도 $\alpha=.71$, 과학적 태도 $\alpha=.77$ 이었고, 과학태도 전체는 $\alpha=.90$ 로 나타났다.

<표 1> 과학관련태도검사의 하위범주

요인	문항수	Chronbach α
태도1: Attitude toward science	7	.72
태도2: Social meanings of science	7	.81
태도3: Attitude toward science as subject	6	.71
태도4: Scientific attitude	10	.77
전체	30	.90

나. 과학문제 발견 검사도구

본 연구에서는 과학문제 발견에 대한 검사도구는 수도권 대학부설 영재 교육연구원과 한국교육개발원에서 개발하고 있는 과학문제 발견 검사지와 평가방법을 사용한다. 과학문제 발견은 문제의 질적 평가만을 하며 하위영역으로 독창성, 정교성, 탐구수준, 탐구동기 등이 본 연구에서 평가되었다. 과학문제 발견력 중 창의성 관련 영역으로는 독창성과 정교성이, 과학탐구 관련 영역으로는 탐구수준과 탐구동기로 측정되었으며 채점 기준에 따라 과학전공 전문가 3인이 채점을 하였고 채점자간 신뢰도는 .88로 보고되었다 (정현철, 2005).

<표 2> 과학문제발견검사의 하위범주와 채점기준

요인	하위요인	채점기준
창의성 관련	정교성	0점: 진술하지 않은 경우(전혀 과학적으로 타당하지 않은 경우) 1점: 과학적이지만 탐구내용과 변인이 명확하지 않은 경우 2점: 탐구 내용은 명확하지만 변인을 제대로 기술하지 못한 경우 3점: 탐구 내용과 변인을 명확하게 기술한 경우
	독창성	0점: 진술하지 않거나 과학적으로 타당하지 않은 경우 1점: 일상적인 경우 2점: 새로움 3점: 매우 새로움
과학탐구 관련	탐구 동기	0점: 전혀 기술하지 않은 경우 1점: <동기 또는 이유> 또는 <탐구문제>가 이해수준 2점: 문제를 생각하게 된 동기나 이유가 질문의 수준인 것(질문 구분) 3점: 일상의 경험(책 또는 교사 포함) 속에서 문제를 찾아낸 경우
	탐구 수준	0점: 진술하지 않은 경우(전혀 과학적으로 타당하지 않은 경우) 1점: 참고자료조사, 간단한 측정 등을 통해 알 수 있는 경우 (답이 알려져 있는 경우) 2점: 실험을 수행한다면 답을 정확하게 알 수 있는 경우 (예상되는 핵심 변인을 알 수 있는 경우) 3점: 문제 해결을 위해 여러 탐색적 시도를 해야 할 필요성이 있는 경우(답을 정확히 예상할 수 없는 경우/영향을 미치는 변인을 명확하게 잘 모를 경우)

다. 동기 및 자기조절 학습전략

학생들의 동기요인과 자기조절 학습전략 특성을 측정하기 위하여 Pintrich와 DeGroot(1990)이 사용한 Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ)를 사용하였다. MSLQ은 총 44문항으로 구성되어 있으며, 하위요인으로는 ‘자기효능감’ 요인이 9문항, ‘내재적 가치’요인이 9문항, ‘시험불안’요인이 4문항, ‘인지전략 사용’요인이 13문항, 그리고 ‘자기조절’요인이 9문항으로 구성되었다.

<표 3> 동기 및 자기조절 학습전략검사의 하위범주

요인	하위요인	문항수
동기적 신념	self-efficacy	9
	intrinsic value	9
	test anxiety	4
자기조절적 학습전략	cognitive strategy use	13
	self-regulation	9
전체		44

각 요인별 신뢰도계수인 Chronbach α 는 .51~.88이며 전체 신뢰도 계수는 .84로 나타났다. 각 문항에 대한 반응 양식은 Likert식 5점 척도로 되어 있으며, ‘시험불안’요인을 제외한 나머지 하위요인의 경우, 점수가 높을수록 긍정적인 것으로 해석하였으며, ‘시험불안’요인의 경우, 점수가 높을수록 시험불안도가 높은 것으로 해석한다. 본 연구에서는 동기와 직접관련이 있는 자아효능감과 내재적 가치, 그리고 자기조절학습전략변인으로는 인지전략사용과 자기조절이 분석되었고 동기와 관련이 적은 시험불안요인은 분석에서 제외되었다.

3. 분석방법

본 연구에서 사용한 분석방법은 다음과 같다.

첫째, 과학영재들이 지각한 과학관련 태도, 과학문제발견력, 동기 및 자

기조절적 학습전략 간에 어떠한 관계가 있는가를 분석하기 위하여 SPSS 12.0을 이용한 상관분석이 사용되었다.

둘째, 과학영재가 지각한 과학관련 태도, 과학문제발견력, 동기 및 자기조절적 학습전략 간의 가설적 구조모형의 적합성을 분석하기 위해 AMOS 5.0을 이용한 구조방정식모형분석을 실시하였다.

IV. 연구 결과

1. 과학관련 태도, 과학문제발견력, 동기 및 자기조절적 학습전략 간의 상관관계 분석

본 연구에서 설정한 인과구조 모형을 검증하기 위하여 사용된 모든 변인들 간의 상관관계를 분석한 결과는 <표 4>와 같다.

과학관련태도의 하위범주인 태도1에서 태도4까지의 변인은 동기 및 자기조절적 학습전략의 변인과 상관이 유의미하게 높았다($r=.246 \sim .585, p<.01$). 즉, 과학관련태도가 긍정적일수록 자아효능감이나 내재적 가치를 나타내는 동기가 유의미하게 높게 나타났으며, 인지전략의 사용이나 자기조절을 나타내는 자기조절적 학습전략이 높다는 것을 알 수 있었다.

과학관련태도변인의 하위요인과 과학문제발견력변인간의 관계는 정교성요인만이 과학적 태도와 유의미한 상관($r=.182, p<.05$)을 보였으나 상관계수는 비교적 낮은 수준이었다. 따라서 과학적 태도가 긍정적일수록 과학문제발견력 중 창의성관련범주인 정교성이 높아짐을 알 수 있다. 그러나 과학관련태도의 다른 하위범주와 과학문제해결력의 다른 하위범주간에는 유의미한 상관을 보이지 않았다. 과학관련태도와 과학문제해결력과의 상관이 보이지 않은 것은 과학관련태도가 과학문제해결력과 직접적 상관이 존재하지 않고 동기나 학습전략을 통한 간접상관을 가지 있다는 것을 의미한다. 이는 과학관련태도와 동기와 학습전략간의 상관이 유의미하게 나오고 동기와 학습전략은 과학문제해결력의 창의성과 과학탐구영역과의 상관이 유의미하게 나온 것을 보면 과학관련태도와 과학문제발견력간의 간접적 영향관계가 더 분명해진다.

<표 4> 변인들의 기술통계지와 상관관계 분석

범주	요인	N	M	SD	태도1	태도2	태도3	태도4	동기	자학	정교	독창	탐동
태도	태도1	152	4.07	.46									
	태도2	152	3.95	.48	.419**								
	태도3	153	4.15	.58	.602**	.395**							
	태도4	151	4.00	.41	.447**	.356**	.541**						
동기	동신	151	3.51	.39	.265**	.246**	.344**	.311**					
학습전략	자학	148	3.61	.50	.372**	.273**	.455**	.585**	.542**				
문제해결	정교	132	2.42	.60	.103	.039	.026	.182*	.075	.234**			
창의성	독창	132	1.36	.55	.025	-.018	-.001	.075	.042	.134	.507**		
문제해결	탐동	132	2.14	.65	-.021	.024	-.004	.124	.087	.241**	.536**	.671**	
과학탐구	탐수	132	1.34	.54	.048	.038	-.055	.112	-.004	.187*	.539**	.643**	.686**

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

(cf.) 태도1: 과학에 대한 태도, 태도2: 과학의 사회적 의미, 태도3: 과학 교과에 대한 태도, 태도4: 과학적 태도, 동신: 동기적 신념, 자학: 자기조절적 학습전략, 탐동: 탐구동기, 탐수: 탐구수준

동기 및 자기조절적 학습전략변인과 과학문제발견력과의 관계는 동기변인의 경우는 상관이 유의미하지 않았고 자기조절적 학습전략변인의 경우 창의성 관련하위범주인 정교성과의 상관이 $r=.234(p<.01)$ 으로 긍정적 관계로 나타났으나, 독창성과는 유의미한 상관을 보이지 않았다. 따라서 자기조절적 학습전략이 높을수록 정교성이 높아짐을 알 수 있다. 또한 자기조절적 학습전략은 과학문제발견 중 과학탐구와 관련된 탐구동기와는 $r=.241(p<.01)$ 이었고 탐구수준과는 $r=.187(p<.05)$ 로 나타나 자기조절적 학습전략은 정교성뿐만 아니라 과학탐구의 동기와 수준과도 정적 관계를 갖고 있음을 확인할 수 있었다.

2. 과학문제발견력의 구조방정식 모형의 적합도 검증

본 연구의 가설모형은 과학탐구관련 과학문제발견력에 영향을 미치는 과학적 태도, 동기적 신념, 그리고 자기조절적 학습전략간의 구조모형 1과 창의성관련 과학문제발견력에 영향을 미치는 과학적 태도, 동기적 신념, 그리

고 자기조절적 학습전략간의 구조모형 2로 이루어졌다.

이들 모형은 과학문제발견력을 종속변인으로 상정하고 학습자의 정의적 특성인 과학관련태도가 과학문제발견력과는 직접적인 관련은 없지만, 학습자의 동기인 자기효율성과 학습의 내재적 가치를 반영하는 동기적 신념변인과 더불어 자기조절과 인지전략을 사용하는 자기조절적 학습전략변인으로 구성된 동기 및 자기조절 학습전략을 매개하여 과학문제발견력에 영향을 미친다는 것을 가정하고 있다. 또한 과학문제발견력은 창의성 관련부분과 과학탐구부분으로 나누어 모형을 검증하였다. 왜냐하면, 과학문제 발견력은 주어진 문제를 해결하는 것이 아니기 때문에 발견한 과학문제가 얼마나 독특하고 탐구내용이 얼마나 잘 기술되어 있는가의 창의성과 관련된 부분인 독창성과 정교성영역이 영역일반적 관점에서 고려될 수 있기 때문에 창의성관련 가설적 구조모형 2를 상정하였다. 또한 문제의 특성상 과학영역이기 때문에 일반적인 창의성영역이 아닌 과학영역에서의 과학탐구에 대한 동기와 수준을 영역특정적 관점에서 고려할 수 있기 때문에 과학탐구관련 가설적 구조모형 1을 설정하였다.

구조방정식의 모형 분석에 사용된 계수추정방법은 최대우도법(Maximum Likelihood Method)을 사용하였으며, 모형의 적합도를 판별하기 위하여 카이제곱검증과 TLI, CFI, RMSEA를 사용하였다.

먼저 과학탐구관련 과학문제발견력의 가설적 구조모형 1을 구조방정식모형에서 검증한 결과 $\chi^2=30.897$, $df=18$, $p<.05$ 이었고, 적합지수는 $TLI=.927$, $CFI=.963$, $RMSEA=.069$ 로 나타나 만족할만한 수준이었다. 창의성 관련 과학문제발견력의 가설적 구조모형 2를 구조방정식모형에서 검증한 결과 $\chi^2=25.527$, $df=18$, $p>.05$ 이었고, 적합지수는 $TLI=.950$, $CFI=.975$, $RMSEA=.052$ 로 나타나 만족할만한 수준이었다. 구조방정식에서 카이제곱값은 이론적 모형과 경험적 모형간의 통계적 차이를 보여줌으로써 카이제곱값이 유의미하게 차이가 나면 모형이 만족스럽지 못하다는 것을 의미한다.

그러나 본 연구에서 사용된 153명의 사례수는 구조방정식을 하기에는 충분하지 않은 사례수이나 연구대상의 표집에서 수도권 대학부설 과학영재교육원 재학생이라는 제한점을 갖고 있어 표본수에 민감한 카이제곱보다는

표본의 영향을 받지 않는 TLI와 RMSEA의 적합도 지수가 더 타당한 지수로 해석될 수 있다(홍세희, 2000). AMOS를 활용한 모형검증에서 제시되는 적합도 지수에는 이론모형이 자료와 얼마나 잘 부합되는지를 절대적으로 평가하는 절대적 합도 지수 GFI, AFI, RMSEA가 있고 최악의 독립모형에 비해 이론모형이 얼마나 자료를 설명하는가를 보여주는 상대적 적합도 지수 NFI, TLI, CFI가 있다.

따라서, 가설모형과 경험적 모형간에 카이제곱 값이 통계적으로 유의미한 차이를 보이더라도 TLI와 CFI 값이 .9이상이거나 RMSEA 값이 .08 이하인 경우는 모형 적합도가 만족할만한 수준이라고 해석한다(MacCallum et al., 2001).

<표 5> 구조방정식모형의 적합도 지수

	χ^2	df	p	TLI	CFI	RMSEA
구조모형 1	30.897	18	.030	.927	.963	.069
구조모형 2	25.527	18	.111	.950	.975	.052
적합기준			.05 이상	.90 이상	.90 이상	.08 이상

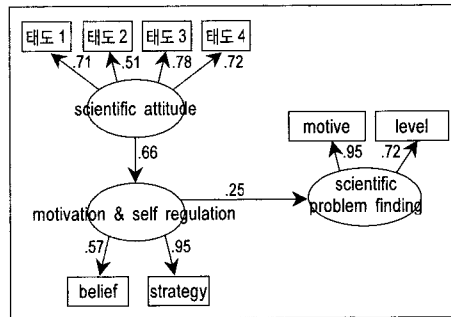
<표 6> 과학탐구 관련 과학문제해결력 구조방정식모형의 모수추정치

과학탐구관련 과학문제발견 구조모형 1	구조모형 1 추정치	창의성관련 과학문제발견 구조모형 2	구조모형 2 추정치
동기/자기조절 ← 태도	.662 ^{***}	동기/자기조절 ← 태도	.679 ^{***}
문제발견력 ← 동기/자기조절	.250 [*]	문제발견력 ← 동기/자기조절	.251 [*]
태도1 ← 태도	.705	태도1 ← 태도	.706
태도2 ← 태도	.514 ^{***}	태도2 ← 태도	.514 ^{***}
태도3 ← 태도	.784 ^{***}	태도3 ← 태도	.784 ^{***}
태도4 ← 태도	.717 ^{***}	태도4 ← 태도	.717 ^{***}
자학 ← 동기/자기조절	.945	자학 ← 동기/자기조절	.923
동신 ← 동기/자기조절	.569 ^{***}	동신 ← 동기/자기조절	.581 ^{***}
탐동 ← 문제발견력	.950	정교 ← 문제발견력	.945
탐수 ← 문제발견력	.722 ^{**}	독창 ← 문제발견력	.536

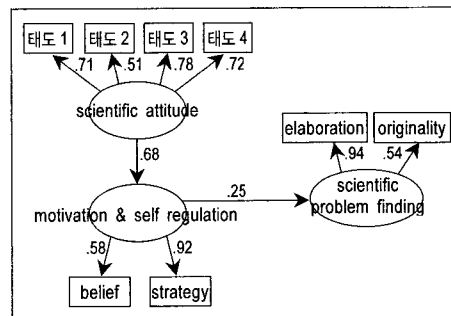
^{***}p<.001, ^{**}p<.01, ^{*}p<.05

본연구의 구조모형 1과 2의 적합도지수는 <표 5>, 모수추정치는 <표 6>, 그리고 표준화된 회귀계수로 추정된 최종 구조방정식 모형은 [그림 3], [그림 4]와 같다.

과학탐구관련 구조모형 1의 구조방정식 모형분석 결과에서도 나타나듯이, 과학관련태도는 탐구동기나 탐구수준의 과학탐구관련 과학문제발견력에 직접적인 영향을 미치지 않고 있으며 자기효능감이나 내적가치, 인지조절전략의 사용이나 자기조절을 통해서 간접적으로 과학탐구관련 과학문제발견력에 긍정적인 영향을 미치고 있다. 이는 과학관련태도가 긍정적일수록 자기효능감이나 내적가치의 동기적 믿음이 높아지고 인지적 전략의 사용이 증가하며 자기조절이 강화되어 궁극적으로 과학탐구관련 과학문제발견력인 과학탐구동기와 탐구수준이 높아짐을 알 수 있다.



[그림 3] 과학탐구관련 과학문제발견력에 영향을 미치는 과학적 태도, 동기적 신념, 그리고 자기조절적 학습전략간의 구조모형 1



[그림 4] 창의성관련 과학문제발견력에 영향을 미치는 과학적 태도, 동기적 신념, 그리고 자기조절적 학습전략간의 구조모형 2

창의성관련 구조모형 2의 구조방정식 모형분석 결과도 위의 구조모형 1의 결과와 유사하게, 과학관련태도가 독창성이나 정교성과 같은 창의성관련 과학문제발견력에 직접적인 영향을 미치는 것이 아니라 자기효능감이나 내적가치, 인지조절전략의 사용이나 자기조절을 매개하여 간접적으로 창의성관련 과학문제발견력에 긍정적인 영향을 미치고 있음을 보였다. 이는 과학관련태도가 긍정적일수록 자기효능감이나 내적가치의 동기적 믿음이 높아지고 인지적 전략의 사용이 증가하며 자기조절이 강화되어 궁극적으로 창의성관련 과학문제발견력인 과학탐구동기와 탐구수준이 높아진다는 것이다.

따라서 구조모형 1과 2의 결과를 토대로, 학습자의 정의적 요인인 과학관련태도가 직접적으로 과학문제발견력에 영향을 미치는 것이 아니라 동기와 자기조절적 학습전략 요인을 매개로 하여 과학문제발견력에 영향을 미친다는 것을 확인하였다. 이는 과학영재가 과학교과를 선호하고 만족하며 과학에 대한 절대성, 과학자의 필요성, 책임, 과학에 대한 흥미나 과학적 탐구방법을 선호할수록 또한 과학의 사회적 의미에 가치를 둘수록 자아효능감이나 학습에 대한 내재적 가치가 높아져 결국에는 일반적인 창의성 관련 과학문제발견력뿐만 아니라 과학탐구관련 과학문제발견력에도 긍정적인 영향을 미친다는 것을 확인하였다.

V. 논의 및 제언

본 연구는 과학문제발견력을 구성하는 학습자요인으로서 과학관련태도와 동기 및 자기조절적 학습전략 변인을 중심으로 가설적 구조모형을 상정하여 구조방정식모형분석을 통해 구조모형을 검증하였다. 먼저 과학문제발견력 중 과학탐구와 관련된 변인을 설명하는 구조모형 1과 창의성 관련변인을 설명하는 구조모형 2를 가정하고 과학관련태도와 동기 및 자기조절적 학습전략이 어떠한 관계를 갖고 있는지 분석한 결과를 바탕으로 논의하면 다음과 같다.

첫째, 변인들간의 상관분석 결과, 과학관련태도가 긍정적일수록 자아효능감이나 내재적 가치를 나타내는 동기가 유의미하게 높게 나타났으며, 인지

전략의 사용이나 자기조절을 나타내는 자기조절적 학습전략이 높다는 것을 알 수 있었다.

과학관련태도 중 과학적 태도가 긍정적일수록 과학문제발견력중 창의성 관련 범주인 정교성이 높았다. 그러나, 과학관련태도의 다른 하위범주와 과학문제해결력의 다른 하위범주간에는 유의미한 상관을 보이지 않았다. 또한 자기조절적 학습전략은 자기조절적 학습전략이 높을수록 정교성이 높았으며 과학의 탐구동기와 탐구수준과도 정적 관계를 갖고 있음이 확인되었다.

이와 같은 결과는 과학관련태도가 문제해결중심의 과학탐구능력이나 과학성취도와 관련된다는 기존의 연구에서 밝혀진 결과(김범기, 1996; 안계원, 정영란, 1996; 양태연 외, 2003)와는 다른 점을 보이고 있다. 최근에 과학영재교육에서 강조되고 있는 과학문제발견력과 과학관련태도와의 상관이 오히려 직접적인 연관성을 보이지 않았기 때문이다. 이는 과학문제 해결력과 과학문제 발견력에 관계되는 과학관련태도의 상관이 다른 방식으로 작용하고 있다는 것을 의미한다. 기존의 연구에서는 과학관련태도와 문제해결중심의 탐구능력과 과학성취도에 관한 부분은 연구가 되어 왔으나 과학관련태도와 과학문제발견력에 대한 상관연구는 없었다. 과학문제해결력과 관계된 과학관련태도변인은 기존의 연구에서 유의미한 상관을 보였으나 본 연구에서는 과학문제발견력에서는 과학관련 태도가 직접적인 상관이 없었다. 이러한 결과는 과학문제 해결력과 과학문제 발견력은 다른 차원의 능력이기 때문에 과학 관련태도와 다른 결과를 도출했다고 판단되어 진다.

그렇다면 과학관련태도는 단지 과학문제해결력이나 과학탐구능력과 관련이 있고 과학문제발견력과는 전혀 상관이 없는 것인가? 이런 문제에 대한 대답은 과학관련태도와 동기 및 자기조절전략과 상관, 그리고 동기 및 자기조절전략과 과학문제발견력과의 상관을 통해 또 다른 유추를 가능하게 하였다. 본 연구결과에서 특히 과학관련태도와 동기적 신념 및 자기조절적 학습전략과의 정적상관을 보이고 있었고 학습자의 인지적 특성인 자기조절적 학습전략은 과학문제발견중 정교성과 탐구동기와 상관을 보이고 있었기 때문에, 과학관련태도가 과학문제발견력과 전혀 상관없는 변인이 아님을 말해주고 있다고 할 수 있다. 단지 과학관련태도와 과학문제발견력간의 직접적

인 상관성이 통계적으로 유의미하지 않게 나타나지 않았을 뿐, 다른 변인을 통해 과학문제발견력에 간접적인 영향을 주리라 기대할 수 있음을 말해주는 것이라 해석할 수 있다. 본 연구에서는 그 매개변인으로 기존의 연구물에서 강조된 자기효능감과 학습의 내재적 가치의 인식으로서의 동기적 신념변인과 자기조절적 학습전략의 변인을 매개변인으로 상정하여 과학관련 태도의 간접적인 영향력을 분석하였는데 그 의미가 있다.

더군다나 자기조절적 학습전략이 과학문제발견력과 상관성이 있다는 본 연구의 결과는 자기조절과 학업성취와 상관성이 있다는 기존의 연구결과(김유미, 1995; 윤초희 외, 2006; 이진희 2000; 정미경, 2002)와 일치하고 있을 뿐 아니라, 과학관련태도가 문제해결과정에 직접적인 영향을 미친다고하는 기존의 연구결과와 자기효능감이 학업성취에 긍정적인 영향을 준다는 기존의 연구결과(Pajares & Miller, 1994; Malpass, O'neil & Hocevar, 1999; Zusho & Pintrich, 2003)를 토대로 볼 때, 본 연구에서 문제발견력의 경우는 과학관련태도가 직접적인 영향이 아니라 매개변인을 거쳐서 영향을 준다는 것을 시사하고 있다고 할 수 있다.

더군다나 과학교과에 대한 긍정적 태도를 갖을수록 호기심이나 적극성, 협동, 솔직성, 끈기, 객관성, 비판, 개방성, 판단유보등의 과학적 태도가 높았고, 과학에 대한 신뢰, 과학의 필요성, 과학에 대한 흥미, 과학지식의 절대성에 관계된 과학에 대한 태도도 연구결과에서 높게 나타났음에도 불구하고 과학문제발견력과 단순상관분석을 할 경우에는 마치 과학문제발견력과 과학관련태도가 상관성이 없는 것처럼 보여 구조모형분석을 통하여 이들 간의 구조적 관계를 심층적으로 밝힘으로써 과학관련태도가 과학문제발견력에 미치는 영향력을 확인해야하는 필요성이 제기되었다. 이러한 연구자의 가정은 구조방정식 모형 분석을 통해서 확인되었다. 따라서 기존의 과학영재에게 강조되어왔던 문제해결력 뿐만 아니라 최근에 강조되고 있는 문제발견력의 경우도 과학관련태도가 간접적인 영향을 주고 있다는 것을 검증하는데 본 연구의 의의가 있었다.

둘째, 과학문제발견력의 구조모형을 검증한 결과, 과학탐구관련 과학문제발견력 구조모형 1과 창의성 관련 과학문제발견력 구조모형 2의 분석결과

가 모두 학습자의 정의적 요인인 과학관련태도가 직접적으로 과학문제발견력에 영향을 미치는 것이 아니라 자아효능감과 학습에 대한 내재적 가치의 인식을 갖는 동기요인과 자기조절적 학습전략의 사용을 매개로 하여 과학문제발견력에 영향을 미친다는 것이 확인되었다.

환언하면, 과학문제발견력은 단지 과학영역에만 국한되는 것이 아니라 다른 일반적 능력을 발휘하는 창의성의 일반적 영역에도 관계됨을 본 연구의 결과는 말하고 있다. 즉, 과학탐구관련 과학문제발견력 구조모형 1뿐만 아니라, 일반영역으로서 창의성관련 과학문제발견력 구조모형 2도 과학관련태도와 동기 및 자기조절적 학습전략이 같은 구조모형의 유형으로 과학문제발견력에 유사한 영향을 미친다는 결론을 얻고 있기 때문이다. 창의성과 관련하여 영역일반성과 영역특수성에 관한 논쟁이 있지만, 최근의 경향은 영역특수적인 입장이 강조되고 있으나(Gardner, 1983; Lubart & Guignard, 2004; 김명숙, 2002; 한기순, 2000), 영역 일반적인 입장도 같이 고려하는 절충적 시각(Baer & Kaufman, 2004; 김명숙, 2005)도 존재한다.

본 연구의 결과도 이러한 절충적 입장을 반영하여 영역특수적인 과학탐구관련 모형과 영역일반적인 창의성관련 모형을 검증한 결과 같은 요인의 영향력과 유사한 구조모형추정치를 얻었다. 이는 창의성영역은 물론이며 과학탐구영역도 과학관련태도, 동기와 같은 정의적 요인과 인지적 요인인 자기조절적 학습전략에 영향을 받는다는 관점을 지지하고 있다. 즉, 자기효능감이 과학탐구능력에 영향을 미치는 동기변인이라는 윤초희 외(2006)의 연구결과와 과학영역 특정적 관점에서 일치할 뿐 만 아니라 영역일반적인 창의성관련 모형에서도 유사한 결론을 얻고 있어 영역특수성과 영역일반성의 관점이 서로 배타적이지 아니라 상보적 또는 공통적 속성을 갖고 있다는 시사점을 주고 있다. 따라서 영재의 판별이나 영재교육 프로그램의 구성에 있어서 창의성을 고려한 판별검사나 프로그램이 개발되어야 한다.

본 연구에서 얻은 결과를 통해서 후속적으로 이루어져야 할 연구에 대한 시사점과 과학영재교육에 대한 제언은 다음과 같다.

첫째, 본 연구 결과에서 과학영재의 과학문제발견력에 직접적인 영향을 미치는 요인은 동기와 자기조절적 학습전략으로 나타났다. 이러한 동기중

특히 자기효능감과 자기조절 같은 요인들은 기존의 연구를 통해서 과학영재뿐만 아니라 일반아의 성취도나 문제해결과정에 영향을 주는 요인이라 잘 알려져 있다. 기존의 과학영재의 개념은 주로 문제해결을 중심으로 구성되었으나 최근에 문제발견을 중심으로 영재의 특성을 보려는 경향이 증가하고 있고 동기나 자기조절 요인 역시 문제해결력뿐만 아니라 문제발견력에 관계되고 있음이 본 연구의 결과를 통해 확인되었다. 더군다나 기존의 연구에서 강조되어온 과학관련태도가 동기와 자기조절적 학습전략을 매개하여 과학문제발견력에 영향을 미치고 있음이 본 연구를 통해서 확인되었으므로, 영재의 특성을 이해하는데 문제해결력뿐만 아니라 문제발견력의 중요성을 인식해야 할 것이다. 또한 과학영재는 단순히 과학 영역에서의 우수한 지적 능력만을 소유한 것이 아니라 과학관련태도와 같은 정의적 특성이 자기조절적 학습전략에 영향을 주어 과학영역의 탐구능력만이 아니라 일반 창의성관련 문제발견력도 영재를 이해하는 준거로 사용될 수 있음을 보여주었다. 따라서 앞으로의 과학영재교육은 궁극적으로 주어진 문제를 해결하는데 초점을 맞출 것이 아니라 의도성을 갖는 문제의 발견에 초점을 두어야 할 것이며 과학영재의 판별을 위한 준거의 하나로서 과학문제발견력을 고려해야함을 시사한다.

둘째, 본 연구에서는 과학문제발견을 설명하기 위한 연구에 중점을 두고 이루어져 과학관련태도와 동기 및 자기조절적 학습전략과의 구조적 관계를 설명하고 있으나 과학문제해결력과 과학문제발견력간의 관계와 이들과 과학성취도와의 관계에 대한 부분은 다루지 못했다. 따라서 과학문제해결력과 과학문제발견력의 구조적 특성이 어떻게 다른지에 대한 후속연구가 요구된다. 또한 영재선발을 위한 시사점을 얻기 위해서는 과학관련태도, 자기효능감, 자기조절적 인지전략, 문제해결력, 문제발견력, 기타 관련변인이 영재의 성취도를 얼마나 잘 설명하는지 혹은 성취도를 예언하는지에 대한 후속연구가 요구된다. 영재의 성취도에 관련이 있다고 상정이 되는 이들 변인들간의 구조모형을 통한 인과관계나 경로분석을 통한 영향이 밝혀진다면 영재의 판별과 선발, 그리고 영재교육 프로그램의 구성을 위한 더 유익한 정보를 제공함으로써 과학영재교육의 교육과정 구성을 위한 기초자료를 제공하

게 될 뿐만 아니라 영재에 대한 이해를 넓힐 것이라 기대한다.

참 고 문 헌

- 강순자, 권정민, 여성희 (1997). 초등학생의 과학개념, 과학과 관련된 태도, 지능의 상관관계연구. 한국생물교육학회지. 25(2). 243-248.
- 고유곤 (1996). 고등학생들의 과학탐구능력과 과학에 대한 인식 및 과학불안도 조사. 한국교원대학교 석사학위논문.
- 교육인적자원부 (2005). 영재교육시행계획.
- 김명숙 (2001). 통합적 창의성 모형의 구성. 교육심리연구. 15(3). 5-27
- 김명숙 (2005). 창의성의 영역특수성과 영역일반성의 절충적 대안 탐색: 창의적 잠재력과 창의적 수행을 중심으로. 교육심리연구. 19(4). 1139-1159.
- 김명숙, 정대련, 이종희(2002). 과학영재의 창의성, 환경, 그리고 학업적 자기효능감에 관한 연구. 아동학회지. 23(2). 91-108.
- 김범기 (1993). 학생들의 과학교과 불안도와 학습성취도와의 관계. 한국과학교육학회지. 13(3). 341-358.
- 김아영 (1997). 학구적 실패에 대한 내성의 관련변수 연구. 교육심리연구. 11(2), 1-19.
- 김유미 (1995). 자기조절전략 수업과 상위인지가 아동의 작문 수행에 미치는 효과. 교육심리연구. 11(3). 101-122.
- 소금현, 심규철, 이현욱, 장남기 (2000). 중학교 과학교육에 대한 태도 측정도구개발. 한국과학교육학회지. 2. 3-15.
- 심규철, 소금현, 이현욱, 장남기 (1999). 중학교 과학영재와 일반학생의 과학적 태도에 관한 연구. 한국생물교육학회지. 27(4). 368-375.
- 안계원, 정영란 (1996). 중학생의 과학에 관련된 태도, 과학성적, 과학탐구능력, 과학교사의 과학 대한 태도의 상관관계. 한국과학교육학회지. 16(4). 410-416.
- 양태연, 박인호, 한기순 (2005). 과학영재의 과학관련태도와 지능 및 과학탐구능력과의 관계. 한국과학교육학회지. 23(5). 531-543.
- 윤경미 (2004). 과학영재와 일반학생의 문제발견의 차이 및 문제발견에 영향을 미치는 제 변인 분석. 부산대학교 박사학위논문.
- 윤경미, 김정섭 (2006). 영재판별의 새로운 변인: 문제발견력. 교육심리연구. 20(3). 589-604.

- 윤초희, 정현철 (2006). 과학영재의 과학탐구능력 관련변인에 대한 경로부식: 숙달목표, 자기효능감, 자기조절전략 및 탐구수업을 중심으로. *교육심리연구*, 20(2), 321-339.
- 이재봉 (2000). 중등학교 학생들의 과학적 태도, 과학불안, 학업성적 간의 상간관계 연구. 한국교원대학교 석사학위 논문.
- 이진희 (2000). 과학적 사고력과 과학탐구능력에 영향을 미치는 학습자 변인분석. 한국교원대학교 석사학위논문.
- 전윤식, 김정섭, 윤경미 (2003). 창의성 교육의 새로운 접근: 문제찾기. *교육학연구*, 41(3), 215-238.
- 정미숙 (1996). 정의적 변인들간 및 학업성적과의 관계분석. *교육학연구*, 34(1), 131-148.
- 정현철 (2005). 과학영재의 자율연구능력에 영향을 미치는 교수전략 탐색 및 교수-학습 모형개발연구. 한국교육개발원 CR 2005-37.
- 조석희, 시기자, 지은림 (1997). 과학영재 판별도구 개발 연구(II). 한국교육개발원.
- 하주현 (2003). 문제발견, 창의적 사고, 창의적인성의 관계. *교육심리연구*, 17(3), 99-115.
- 한기순, 김명숙, 안도희 (2007). 대학부설 과학영재교육원 프로그램효과성의 총체적 진단과 분석. 한국과학재단.
- 홍세희 (2000). 구조방정식 모형에 있어서 적합도 선정기준과 그 근거. *한국심리학회지:임상*, 19, 161-177.
- Aiken, L. R. Jr. & Aiken, D, R. (1969). Recent research on attitude concerning science. *Science Education* 53, 295-305.
- Alexander, P. A. & Judy, J. E (1988). The interaction of domain-specific and strategic knowledge in academic performance. *Review of Educational Research*, 58, 375-404.
- Arntson, W. W. (1975). *The Effect of and Interdisciplinary Course in Futuristics on attitudes toward Science among Student*. University of Northern Colorado.
- Baer, J. & Kaufman, J. C. (2004). Bridging generality and specificity: The amusement park theoretical (APT) model of creativity. *Roeper Review*, 27(3), 158-163.
- Bandura, A. (1997). Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavior change. *Psychological Review*, 54, 191-215.
- Bloom, B. S., Hastings, J. T. & Madaus, G. F. (1971). *handbook on formative and summative evaluation for student learning*. NY: McGraw-Hill.

- Bunge, M. (1967). *Scientific Research I: The search for system*. NYC: Springer-Verlag.
- In Subotnik, R. F. (1988). Factors from the structure of intellect model associated with gifted adolescent' problem finding in science: Research with Westinghouse Science Talent Search winners. *Journal of Creative Behavior*, 22, 42-54.
- Csikszentmihalyi, M. & Getzels, J. W. (1971). Discovery-oriented behavior and the originality of creative products: a study with artists. *Journal of Personality and Social Psychology*, 19(1), 47-52.
- Fraser, B. J. (1982). Relationship between perceived levels of classroom individualization and science-related attitudes. *Journal of Research in Science Teaching*, 19(2), 143-154.
- Garcia, T. & Pintrich, P. R. (1994). Regulationg motivation and cognition in the classroom: The role of self-schemas and self-regulatory strategies. In D. H. Schunk & B. J. Zimmerman (eds.), *Self-regulation of learning and performance: Issues and educational applications*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associations.
- Gardner, H. (1983). *Frames of minds*. New York: Basic Books.
- Getzel, J. W. & Similansky, J. (1983). Individual differences in pupil perceptions of sxhool provelms. *British Journal of Educational Psychology*, 53, 307-316.
- Getzel, J. W. (1983). *The problem of the problem*. In R. Hogart (ed). New directions for methodology of social and behavioral science: Question framing and response consistency. No 11. San francisco: Jossey-Bass.
- Hoover, S. M. & Feldhusen, J. F. (1990). The scientific hypothesis formulation ability of gifted ninth-grade students. *Journal of Educational Psychology*, 82(4), 838-848.
- Hoover, S. M. & Feldhusen, J. F. (1994). *The scientific problem solving and problem finding: A theoretical model*. In M. A. Runco (ed). Problem finding, problem solving, & creativity (pp. 271-290). Norwood. NJ: Abex.
- Hoover, S. M. (1994). Scientific problem solving in gifted fifth grade students. *Roeper Review*, 16, 156-159.
- Jay, E. S. (1996). *The nature of problem finding in students' scientific inquiry*. Unpublished doctoral dissertation. Harvard University.
- Lubart, T. I., & Guignard, J. (2004). *The generality-specificity of creativity: a multivariate approach*. In R. J. Sternberg, E. L. Grigenko, & J. L. Singer (Eds.),

- Creativity: From Potential to realization (pp.43-56). Washinton DC.: American Psychological Association.
- MacCallum, R. Widaman, K. Peacer, K. & Hong, Schee (2001). Sample size in factor analysis: The role of model error. *Multivariate Behavioral Research*, 36. 611-637.
- Malpass, J. R., O'Neil, Jr. H. F., & Hocevar, D. (1999). Self-regulation, goal orientation, self-efficacy, worry, and high-stakes math achievement for mathematically gifted high school students. *Roeper Review*, 21(4). 281-288.
- Munby, H. (1983). *An invesstgation into the Measurement of Attitudes in Science Education*. ERIC No. ED043559.
- Oliver, J. S. (1986). *A Longitudial Study of Attitude, Motivation and self-concept as predictors of Achievement and commitment to Science among Adolescent Student*. Unpublished doctoral dissertation. University of Georgia.
- Pajaras, F. & Miller, M. D.(1994). Role of self-efficacy and self-concept beliefs in mathematical problem solving: A path analysis. *Journal of Educational Psychology*, 86. 193-203.
- Pintrich, P. R. & DeGroot, E. V. (1990). Motivational and self-regulated learning components of classroom academic performance. *Journal of Educational Psychology*, 82. 33-40.
- Renzulli, J. S. (1978). What makes giftedness? Reexamining a definition. *Phi Delta Kappan*, 60. 180-184.
- Runco, M. A. (1994). *Problem Finding, Problem Solving, and Creativity*(p. 40). Norwood, NJ: Ablex.
- Wakesfield, J. F. (1985). Toward creativity: Problem finding in divergent thinking exercises. *Child Study Journal*, 15(4). 265-270.
- Zimmerman, B. J. (1994). *Dimensions of academic self-regulation: A conceptual framework for education*. In D. H. Schunk & B. J. Zimmerman (eds), *Self-regulation of learning and performance: Issues and educational applications* (pp.3-21). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associations.
- Zusho, A. & Pintrich, P. R. (2003). Skill and will: The role of motivation and cognition in the learning of college chemistry. *International Journal of Science Education*, 25(9). 1081-1094.

= Abstract =

An Analysis of Structural Equation Model on the Scientific Problem Finding Ability of the Scientifically Gifted Based on Science Related Attitude, Motivation, and Self-regulation Learning Strategy

Kim Myung Sook

University of Incheon

Han Ki Soon

University of Incheon

The purpose of this study was to examine the Structural Equation Model (SEM) of scientific problem finding ability based on science related attitude, motivation and self-regulation learning strategy of the gifted in science. A total of 153 scientifically gifted students were selected from a university-based gifted education center. The instruments used for the study were Test of Science-Related Attitudes, Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ), and Science Problem Finding Test. In order to examine Structural Equation Model (SEM) of scientific problem finding ability, we assumed scientific problem finding model related to science inquiry, model I (domain specific), and scientific problem finding model related to creativity, model II (domain general). The results of this research are as follows. First, the correlations between science related attitudes and MSLQ were significant; motivation and self-regulated learning strategy as sub factors were positively correlated to science related attitudes. Only scientific attitude as a sub factor of science related attitudes was significantly correlated to elaboration of creativity category in scientific problem finding ability. In other hand, self-regulated learning strategy was signifi-

cantly correlated to elaboration, inquiry motivation and inquiry level in scientific problem finding ability. Second, as the results of SEM analysis, we confirmed model I and model II were the best adequate through the indices of best fit (TLI, CFI>.90, RMSEA<.08); scientific problem finding ability was directly influenced motivation and self-regulated learning strategy but science related attitudes indirectly influenced scientific problem finding ability through motivation and self-regulated learning strategy. Based on the results, the implications for science gifted education were discussed.

Key Words: Scientific problem finding ability, Science related attitude, Motivation, Self-regulation learning strategy

1차 원고접수: 2008년 3월 11일
수정원고접수: 2008년 4월 16일
최종게재결정: 2008년 4월 18일