

역량 중심의 과학 영재 교육을 위한 과학자의 핵심 역량 모델 개발 및 타당화

박재진
부흥고등학교

윤지현
단국대학교

강성주
한국교원대학교

21세기 지식 기반 사회가 추구하는 가치나 비전에 따른 과학 영재 교육의 새로운 방향으로서 핵심 역량 중심의 교육을 고려해 볼 필요가 있다. 따라서 이 연구에서는 향후 핵심 역량 중심의 과학 영재 교육을 위한 선결 요건으로서 과학자의 핵심 역량 모델을 개발하고, 타당성을 검토하였다. 이를 위하여 논문, 도서, 신문 기사, 행동사건면접에 대한 분석을 바탕으로 설문 문항을 개발한 후 설문 조사를 실시하였다. 그리고 설문 조사 결과를 바탕으로, 탐색적 요인분석을 실시하였다. 그 결과, 5개의 역량군, 15개의 하위 역량으로 구성된 잠재적인 핵심 역량 모델을 구성할 수 있었고, 확인적 요인분석을 통해 탐색된 핵심 역량 모델의 신뢰도와 수렴타당도, 판별타당도 등을 확보할 수 있었다. 과학자의 핵심 역량 모델에서 ‘인지’ 역량군은 ‘창의적 사고’, ‘종합적 사고’, ‘탐색적 사고’, ‘분석적 사고’, ‘개념적 사고’의 5개 하위 역량으로 구성되었다. ‘성취지향’ 역량군은 ‘주도성’, ‘준비 및 문제해결력’, ‘전략적 영향력’의 3개 하위 역량으로 구성되었고, ‘과학적 태도’ 역량군은 ‘유연한 사고와 태도’, ‘연구 열정’, ‘과학에 대한 견해’의 3개 하위 역량으로 구성되었다. ‘개인 효과성’ 역량군은 ‘풍부한 경험과 체험’, ‘글로벌 자세’의 2개 하위 역량으로 구성되었으며, 마지막으로, ‘네트워킹’ 역량군은 ‘대인이해’, ‘의사소통’의 2개 하위 역량으로 구성되었다. 이 연구 결과는 과학자의 핵심 역량 모델을 과학 영재 교육에 소개하고, 핵심 역량 중심의 과학 영재 교육을 위한 프로그램 개발이나 전략 마련 등을 위한 기초 자료를 제공해 줄 수 있을 것으로 기대된다.

주제어: 핵심 역량 모델, 타당화, 과학 영재

I. 서론

정보·통신 기술의 급속한 발달과 보급으로 인해 그 어느 때보다 다양한 정보와 지식이 생성되고 유통되고 있는 21세기 지식 기반 사회에서는 많은 양의 지식을 소유하는 것보다

교신저자: 강성주(sjkang@knu.ac.kr)

*이 논문은 한국교원대학교 2014학년도 KNUE 학술연구비 지원을 받아 수행하였음.

질 높은 지식을 선별하고, 이를 우리의 삶에 유용한 지식과 정보로 만들어 낼 수 있는 능력이 요구되고 있다(조윤동, 윤용식, 2014; OECD, 2006). 즉, 배우고 익힌 지식을 단순히 축적하는 것이 아니라 기본 지식에 대한 이해와 개인의 경험을 바탕으로, 실제 문제 상황을 효과적으로 해결할 수 있는 실천적 수행 능력이 강조되고 있다. 그리고 이와 같은 사회의 급속한 변화는 학교 교육에도 새로운 변화를 요구하고 있다(소경희, 강지영, 한지희, 2013). 단편적 지식 습득과 이를 재생할 수 있는 능력에 초점을 두었던 지식 중심 교육 방식은 미래 사회에서 새롭게 요구하는 능력을 길러주는데 한계가 있기 때문이다(OECD, 2003, 2006). 따라서 미래 사회의 변화된 상황에 맞추어 지금까지의 학교 교육의 목표와 내용, 방법에서는 담아내지 못했던 새로운 가치에 주목하고, 이에 적합한 교육 목표와 운영 체계를 수립할 필요가 있는데, 이와 같은 교육 개혁의 새로운 가치로서 핵심 역량을 고려해 볼 필요가 있다(소경희, 2007; 이광우, 전제철, 허경철, 홍원표, 2009).

핵심 역량(core competency)이란 다양한 상황에서 효과적인 수행을 가능하게 하는 최소한의 지식, 기술, 태도의 집합체를 의미한다(Dubois, 1993). 즉, 핵심 역량은 구체적인 맥락의 요구에 자신이 갖추고 있는 자원을 효과적으로 활용할 수 있는 능력으로서, 인지적 측면의 능력만을 강조하는 전통적인 의미의 지능이나 단계적으로 구분된 기술과는 구분된다(윤정일, 김민성, 윤순경, 박민정, 2007). 핵심 역량에 관한 최초의 논의는 기업의 교육 및 인사관리와 같은 경영학 분야에서 활발히 전개되었는데(Rothwell & Lindholm, 1999), OECD의 DeSeCo(definition and selection of competencies) 프로젝트에 의해 핵심적인 개념으로 등장하면서 교육 관계자들의 주목을 받게 되었고, 이로 인해 초·중등교육 분야에까지 도입되어 역량 운동(competency movement, Burgoyne, 1993; Jones & Moore, 1995; Voorhees, 2001)으로 명명될 정도로 교육 개혁의 담론을 형성하고 있다. 실제로 캐나다, 뉴질랜드, 영국, 프랑스, 독일 등을 비롯한 여러 교육 선진 국가에서는 학교가 핵심적으로 다루어야 할 핵심 역량을 규명하고, 이를 바탕으로 교육과정을 개정하기도 하였다(김해운, 허난, 노지화, 강육기, 2012).

우리나라에서도 핵심 역량에 대한 논의가 국가 교육과정 수준에서 본격적으로 진행되고 있다. 예를 들어, 대통령자문교육혁신위원회(2007)는 ‘학습사회 실현을 위한 미래교육 비전과 전략(안)’에서 모든 국민에게 미래 사회에 필요한 기초 소양 교육을 강화해야 하며, 이를 위해서는 현행 교과 중심의 교육과정을 핵심 역량 중심으로 개편할 필요가 있음을 지적하였다(김해운 외, 2012). 교육과학기술부(2011) 업무 보고서에서도 핵심 역량을 키울 수 있도록 학습량을 경감하고, 이론 중심에서 현장이나 실생활 중심으로의 교과서 개선 등과 같이 핵심 역량을 키워드로 교과 교육과정의 개편 방향을 제시하고 있다. 이에 따라 2009 개정 교육과정에서 과학과는 미래 사회에서 요구되는 핵심 역량 중 하나인 창의성 중심의 교육과정 운영이 가능하도록 교육 목표와 내용을 제시하기도 하였다. 이와 같이 국·내외적으로 교육 개혁을 이끄는 가치로서 핵심 역량 중심 교육에 대한 중요성이 강조되고 있다. 그러므로 21세기 지식 기반 사회에서 요구되는 비전을 달성할 수 있도록 관련 핵심 역량을 규명하고, 이를 초·중등 단계의 교육 개혁을 선도하는 가치로 활용하기 위한 다각적인 노력이 이루어질

필요가 있다. 그리고 이와 같은 새로운 가치로서의 역량 중심 교육은 과학 영재 교육에도 도입될 필요가 있다.

우리나라는 국가 경쟁력 강화와 국가 발전 전략 측면에서 핵심 미래 인재인 과학 영재를 육성하기 위한 다각적인 노력을 기울여왔다(김혜숙, 2008; 박수경, 김광휘, 2005; 정현철, 한기순, 김병노, 최승언, 2002). 그런데 현재 우리나라 영재 교육의 방법과 내용은 과학 영재들의 다양한 잠재력과 적성을 효과적으로 계발하고, 특히 21세기 지식 기반 사회에서 필요로 하는 창의적 생산성을 계발해 내기에는 역부족이라는 지적이 끊임없이 제기되고 있다(김혜숙, 2008). 실제로, 과학 영재들은 영재로 선발된 후 관련 교육과정을 이수하였음에도 불구하고, 창의성 발휘에 불가피한 시행착오를 이겨내는 능력이나 과학에 대한 지속적인 호기심을 과학적 실천으로 옮길 수 있는 능력, 그리고 실패를 두려워하지 않고 새로운 분야에 도전할 수 있는 능력 등이 부족한 것으로 나타났다(정충덕, 강경희, 2009). 그 결과, 과학 영재들은 생산적이면서 창의적인 전문가로 성장하지 못하고, 과학자로서의 진로를 변경하는 경우가 대부분인 것으로 보고되고 있다(Cho, Ahn, Han, & Park, 2008). 이에 대한 이유 중 하나로써, 과학자로서 갖추어야 할 핵심 역량을 계발시켜주기 위한 노력의 미비를 들 수 있다. 즉, 실패를 두려워하지 않고 새로운 분야에 도전할 수 있는 유연성이나 도전 정신, 과학자로서의 사회적 책임감과 윤리 의식 등과 같이 과학 영재들이 진정한 과학자로서 성장하기 위하여 반드시 갖추어야 할 핵심 역량에 대한 논의가 과학 영재 교육에서는 거의 이루어지지 않았다.

지금까지 과학 영재에 대한 연구와 교육의 방향은 이들의 창의성 계발에 집중되어 있었다. 즉, 과학 교과 내용을 기반으로 사고력 계발 중심의 인지적 영역 측면에서 주로 교육이 이루어져온 반면(박인숙, 강순희, 2012; 성진숙, 2003; 황석근, 임석훈, 김익표, 김애숙, 2004), 다양한 문제를 효과적으로 해결해 나가는 과정에서 요구되는 협업 능력이나 타인에 대한 배려 등과 같은 실천적 역량에 대한 교육은 거의 이루어지지 않았다. 과학 영재들이 창의성 등과 같은 영재성을 갖추는 것도 중요하지만, 과학의 본질적 특징에 비추어 과학자들이 갖추어야 할 속성, 감정, 사고 및 행동 영역을 명확히 인지하고, 이를 갖추는 것 또한 매우 중요하다. 이에 핵심 역량은 직면한 문제를 효과적이면서 지속적으로 수행하기 위하여 필요한 지식, 기술, 특성 등을 의미하므로(Dubois, 1993), 과학 영재들을 대상으로 한 핵심 역량 중심 교육은 이들이 과학 분야에서 우수한 능력을 발휘하기 위한 긍정적인 토대와 가능성을 확장시켜 줄 수 있을 것으로 기대된다. 따라서 영재 교육이 개인의 잠재력 실현을 도와주려는 본질적 목적과 함께 국가의 미래 경쟁력을 염두에 둔 우수 인적자원개발의 측면에서 이루어지고 있는 것이라면, 과학자로서 요구되는 핵심 역량을 재조명하고, 이를 실천적으로 구현할 수 있는 능력을 함양시키기 위한 핵심 역량 중심의 교육이 과학 영재들을 대상으로 시급히 이루어질 필요가 있다.

과학 영재를 대상으로 한 핵심 역량 중심 교육을 효과적으로 도모하기 위하여 과학 영재들이 함양해야 할 핵심 역량이 무엇인지를 규명하고, 이를 체계화하여 핵심 역량 모델을 제시하는 연구가 선행될 필요가 있다. 핵심 역량 모델은 특정 과제를 효과적으로 수행하기 위

하여 필요한 지식과 기술, 태도 등을 체계화한 틀로서, 학생들의 선발과 교육, 평가 등에 효과적으로 활용될 수 있기 때문이다(소경희, 2009; Schmidt & Kunzmann, 2007). 즉, 핵심 역량 모델은 과학 영재들을 대상으로 핵심 역량 중심의 프로그램이나 관련 전략을 마련하고자 할 때 기초적인 정보를 제공해 줄 수 있을 뿐만 아니라, 평가나 선발 과정에서 평가자의 오류를 방지하고 공정성과 객관성을 확보하는데 도움을 줄 수 있다(Schmidt & Kunzmann, 2007). 또한 핵심 역량에 기반한 교육과정의 구체적인 안을 모색할 때에도 핵심 역량 모델이 활용되는데, 실제로 영국, 독일, 캐나다 등은 핵심 역량 모델에 기반하여 교육과정을 개발한 것으로 나타났다(소경희 외, 2013). 그리고 핵심 역량 모델은 과학 영재들에게 미래의 과학자로서 갖추어야 할 지식이나 태도 등에 대한 정보를 제공하고, 개인의 비전 달성과 자기 계발이 지속적으로 이루어질 수 있도록 동기를 부여하는데 도움을 줄 수도 있다(Schmidt & Kunzmann, 2007). 그러므로 과학 영재들이 함양해야 할 핵심 역량을 체계화해 놓은 핵심 역량 모델은 역량 중심의 교육과정 설계 및 운영을 위한 틀을 제공해주고, 역량 기반 과학 영재의 선발 및 교육, 평가와 관련하여 체계적인 가이드라인을 제시해 줄 수 있을 것으로 기대된다.

한편, 과학 영재들이 함양해야 할 핵심 역량은 일반 학생들의 경우와는 다를 필요가 있다. 왜냐하면, 21세기 지식 기반 사회를 대비하여 협업이나 의사소통 능력 등과 같이 모든 학생들이 공통으로 함양해야 할 핵심 역량도 있지만, 영역 별로 관련 업무나 과제를 수행하는데 특별히 요구되는 핵심 역량의 요소나 전문성의 수준에는 차이가 있기 때문이다(Cho et al., 2008). 실제로 분야 별로 특별히 요구되는 역량을 규명하는 연구가 이루어지고 있는데, 예를 들어 중등학교 교사에게 요구되는 교수 역량을 규명하거나(박용호, 조대연, 배현경, 이해정, 2012; 백순근, 함은혜, 이재열 외, 2007) 대학입학사정관이 갖추어야 할 역량 모델의 개발(방재현, 정철영, 2012) 등을 들 수 있다. 따라서 과학적 소양으로서 일반 학생들이 갖추어야 할 핵심 역량과 미래의 핵심 과학 기술 인력인 과학 영재들이 갖추어야 할 핵심 역량의 범위나 수준에 차이가 요구된다. 그러므로 과학 영재들이 미래의 과학자로서 성장하기 위해 이들이 반드시 갖추어야 할 핵심 역량이 무엇인가를 규명하기 위한 연구가 시급히 이루어질 필요가 있다.

과학 영재들이 갖추어야 할 핵심 역량을 규명하기 위하여 이 연구에서는 현재 과학자로서 성공적인 삶과 성취를 이끌어내고 있는 국내외 과학자들의 내·외적 속성을 규명해 보고자 한다. 왜냐하면, 과학 영재가 일반 학생에 비하여 과학 분야의 탐구 역량이 우수하고, 관련 지식에 대한 이해 정도도 높지만, 아직 이들은 과학자로서 갖추어야 할 자질이나 역량이 여러 방면에서 매우 미흡한 상태이다. 이에 과학 영재들을 대상으로 하여 핵심 역량을 규명하는 데에는 한계가 있다. 그런데 과학자들이 과학적 활동을 할 때 나타나는 이들과의 사고, 감정, 태도 등과 같은 속성을 규명한다면, 이를 통해 과학 영재가 갖추고 함양해야 할 핵심 역량이 무엇인지를 직·간접적으로 확인할 수 있을 것으로 생각된다.

따라서 이 연구에서는 역량 중심의 과학 영재 교육을 위하여 자신의 연구 분야에서 다양한 성취를 이루어낸 과학자들의 핵심 역량을 추출하고, 이를 타당화함으로써 핵심 역량 모

델을 개발하였다.

II. 연구 방법

과학 영재들이 창의적 생산성을 갖춘 과학자로서 성장하는데 요구되는 핵심 역량을 확인하기 위하여 세계가 인정한 우수한 과학자들의 내·외적 속성을 규명하고, 타당화함으로써 과학자의 핵심 역량 모델을 개발하였다.

핵심 역량 모델의 개발은 잠재적 역량의 추출과 추출된 잠재적 역량의 타당성 및 신뢰성 검증의 과정으로 이루어진다(Lucia & Lepsinger, 1999, Spencer & Spencer, 1993). 잠재적 역량의 추출은 문헌, 역량 사전 등에 기반한 연역적 접근이나 행동사건면접, 중요사건분석, 직접 관찰 등에 기반한 귀납적 접근을 통해 이루어질 수 있는데, 최근에는 역량 모델 개발 과정에서의 타당성과 신뢰성을 높이기 위하여 두 방법의 병행이 강조되고 있다(이홍민, 2009). 추출된 잠재적 역량의 타당성 및 신뢰성 검증은 전문가들과의 초점집단면접 등을 통한 내용 타당도 검증이나 공인된 척도와와의 비교를 통한 기준 타당도 검증을 통해 이루어질 수 있지만, 최근에는 핵심 역량 모델 개발 과정에서 구성 타당도에 대한 검증이 강조되고 있다(이찬, 정철영, 나승일 외, 2010). 구성된 잠재적 역량이 이론적인 개념들 속에서 부합되는지에 대한 검증이 이루어진다면, 좀 더 타당성 높은 핵심 역량 모델을 개발할 수 있기 때문이다(이찬 외, 2010).

따라서 이 연구에서는 논문과 도서, 신문 기사와 같은 문헌 조사에 기반한 연역적 접근과 행동사건면접에 기반한 귀납적 접근을 통해 과학 영재들이 갖추어야 할 잠재적인 핵심 역량을 추출하였다. 그런 다음, 탐색적 요인분석과 확인적 요인분석을 통해 추출된 잠재적 핵심 역량의 타당성을 검증하여 과학자의 핵심 역량 모델을 개발하였다. 이에 대한 구체적인 연구 방법과 절차는 다음과 같다.

1. 잠재적 핵심 역량 추출

가. 문헌을 통한 자료 수집

과학자들의 핵심 역량을 추출하기 위하여 세계가 인정한 과학자의 특성을 연구한 논문, 도서, 그리고 관련 신문 기사 자료를 수집하였다. 논문의 경우, 2006년부터 2011년까지 한국 학술지인용색인(Korea citation index, KCI)에 등재된 각 세부 분야별 논문의 데이터베이스 분석을 통해 과학자의 생애 및 업적과 관련된 논문들을 수집하였다. 즉, 한국교육학술정보원(<http://riss4u.net>)과 국회도서관(<http://www.nanet.go.kr>)을 이용하여 ‘과학자’, ‘생애’, ‘사례연구’ 등을 주제로서 목차를 검색하였다. 그런 다음, 과학자의 생애 관련 논문들의 초록을 검토하였고, 과학자의 핵심 역량을 추출하는데 부합하다고 판단되는 다섯 편의 논문을 연구자들 간의 논의를 통해 선정하였다(<표 1> 참조).

<표 1> 잠재적 핵심 역량을 추출하기 위하여 선정한 논문과 논문의 출처

저자	논문명	출처
강정하, 최인수	과학적 창의성의 발달: 창의적 한국인 사례에 대한 전기적 연구	영재교육연구, 2009, 19(3), 529-563.
박재민, 김선우, 이수영	기업과 과학기술 핵심인재 역량 모형 사례와 공학교육 및 인재관리에 대한 시사점	공학교육연구, 2010, 13(4), 26-35.
오원근	과학자의 생애 분석을 통한 과학영재 판별 준거	새물리, 2006, 53(5), 361-369.
오현석, 최지영, 최윤미, 권귀현	과학인재의 성장 및 전문성 발달과정에서의 영향 요인에 관한 연구	한국과학교육학회지, 2007, 27(9), 907-918.
조아라, 박진희	한국 여성 과학자의 '과학자 되기'에서 보이는 특징	아시아여성연구, 2010, 49(2), 83-120.

도서는 과학 영재 전문가들의 추천을 통해 한국과학재단에서 엮은 ‘노벨상을 꿈꾸는 과학자들의 비밀노트’(중앙에듀북스, 2009)와 ‘미래를 만드는 한국의 과학자들’(상상박물관, 2007), 그리고 과학기술정책연구원의 정책 연구(2009-02) 자료인 ‘세계적 과학자의 경력 과정 분석과 시사점: 국내 세계적 과학자 9인의 사례 분석’을 선정하였다. 도서 자료로부터 분석을 위해 추출된 과학자는 총 32명으로서, 물리학 5명, 화학 9명, 생리학 12명, 천문학 3명, 기타 분야가 3명이었다. 그리고 32명의 과학자들 중에서 남성은 29명, 여성은 3명이었고, 연령은 40대가 11명, 50대가 17명, 60대 이상이 4명이었다(<표 2> 참조).

<표 2> 도서로부터 추출된 과학자들의 연구 분야와 선정 기준의 예

연구 분야	선정 기준	연령	출처
물리학	· 노벨상 후보 근접 과학자	50대	세계적 과학자의 경력과정 분석과 시사점: 국내 세계적 과학자 9인의 사례 분석
물리학	· 우수과학자	40대	노벨상을 꿈꾸는 과학자들의 비밀노트
화학	· 국가과학자 · 노벨상 후보 근접 과학자	50대	세계적 과학자의 경력 과정 분석과 시사점: 국내 세계적 과학자 9인의 사례 분석
화학	· 우수과학자	50대	미래를 만드는 한국의 과학자들
생리학	· 우수과학자	50대	노벨상을 꿈꾸는 과학자들의 비밀노트
생리학	· 최고과학기술인상 · 호암상 · 노벨상 후보 근접 과학자	60대	세계적 과학자의 경력과정 분석과 시사점: 국내 세계적 과학자 9인의 사례 분석
천문학	· 우수과학자	40대	미래를 만드는 한국의 과학자들
천문학	· 우수과학자	40대	미래를 만드는 한국의 과학자들

(중략)

또한 과학 발전에 기여가 큰 과학자들을 인터뷰한 신문 기사의 자료도 수집하였다. 즉, 영국 BBC 방송이 기획한 도서로서 최고의 과학자 23인의 도전과 성취에 대한 이야기 및 에피

소드를 인터뷰 형식으로 옮긴 ‘과학의 정열’(다빈치 출판, 2001)의 내용을 수집하였다. 그리고 연구 목적에 부합하면서 대중적인 인지도와 역사성, 자료 확보의 용이성 등을 고려하여 한국과학문화재단이 발행하는 인터넷 과학 신문인 사이언스타임즈와 동아사이언스에 실린 과학자들의 인터뷰 자료도 수집하였다. 국가지정 생물학연구정보센터(BRIC)에서 국내외 생물학 관련 과학자를 인터뷰하여 소개하는 ‘BRIC이 만난 사람들’, 대통령 과학장학사업의 장학생들이 직접 과학자들을 인터뷰하여 소개하는 ‘대장금’ 기사로부터도 관련 자료들을 수집하였다(표 3). 수집된 신문 기사의 기간은 2010년 5월 1일부터 2011년 5월 1일로 하였다. 이와 같이 수집된 신문 기사로부터 추출한 분석 대상 과학자는 모두 52명이었다.

<표 3> 신문 기사로부터 추출된 과학자들의 연구 분야와 선정 기준의 예

연구 분야	선정 기준	연령	출처
생리학	· UCLA 생리학 교수	50대	과학의 정열
수학	· 유니버시티 칼리지 학장	50대	과학의 정열
화학	· 노벨 화학상 수상	50대	대장금 인터뷰 기사
화학	· 노벨 화학상 수상	60대	대장금 인터뷰 기사
생물학	· 이달의 과학기술인상 수상	40대	사이언스타임즈 인터뷰 기사
물리학	· 노벨 화학상 수상	40대	동아사이언스 인터뷰 기사
생리학	· 최고과학기술인상 수상	50대	BRIC이 만난 사람들 인터뷰 기사
생리학	· 노벨 생리의학상 수상	50대	사이언스지 강연내용(BRIC 재인용)
미생물학	· 호암상 · 일본 닛케이 아세아상	50대	BRIC이 만난 사람들 인터뷰 기사

(중략)

나. 행동사건면접을 통한 자료 수집

행동사건면접(behavioral event interview, BEI)은 과제를 수행하거나 특정 상황에서 경험했던 중대한 사건에 대해 묻고 당시 과제 내용, 대처 방법 등에 대한 응답을 얻어내는 방법이다(Spencer & Spencer, 1993). 즉, 행동사건면접은 특정 맥락과 상황으로부터 개인의 지식이나 특성, 동기와 자아개념 등을 알아낼 수 있는 실증적 연구 방법이므로, 과학자의 핵심 역량을 탐색하는 과정에서 타당도와 신뢰도를 높일 수 있다(Spencer & Spencer, 1993).

행동사건면접을 실시하기 위하여 2007년부터 2012년까지 과학, 공학, 의학부문의 호암상 수상자 19명과 2005년부터 2011년까지 올해의 대한민국최고 과학기술인상 수상자 10명, 런던협약·런던의정서 합동과학그룹회의 의장 1명에게 이메일 또는 전화 등을 통해 인터뷰를 요청하였다. 이 과정에서 연구자에 대한 소개와 연구 및 인터뷰 목적 등을 설명하였고(Spencer & Spencer, 1993), 그 결과 인터뷰에 동의한 과학자는 모두 5명이었다. 호암상은 학술, 예술 및 인류복지증진에 공헌한 인사들을 표창하기 위하여 제정된 상으로서, 이 연구에서는 2008년 물리학 분야에서 탁월한 업적을 이룩한 1명의 과학자를 대상으로 과학자의 행동 특성을 추출하였다. 대한민국최고 과학기술인상은 세계적인 연구개발 업적 및 기술혁신으로 국가 발전과 국민복지 향상에 크게 기여하고, 과학기술계와 국민들로부터 존경을 받는

자에게 제공하는 상이다. 이에 이 연구에서는 2008, 2010, 2011년도에 기초과학과 공학 분야에서 대한민국최고 과학기술인상을 수상한 3명의 과학자를 대상으로 과학자의 행동 특성을 추출하였다. 그리고 해양환경보호를 위한 모든 과학·기술적 사항과 이에 필요한 조치사항들을 검토하는 회의의 의장인 한국해양연구원 단장을 행동사건면접 대상자로 포함하였다(<표 4> 참조).

<표 4> 행동사건면접 대상자

연구 분야	선정 기준	소속
물리학	2008 호암상(과학)	美 컬럼비아대 교수
농업	2008 올해의 대한민국최고 과학기술인상	서울대학교 교수
전기공학	2010 올해의 대한민국최고 과학기술인상	서울대학교 교수
원예	2011 올해의 대한민국최고 과학기술인상	충북대학교 교수
화학	런던협약·런던의정서 합동과학그룹회의의장	한국해양연구원 단장

행동사건면접은 2012년 4월부터 6월까지 이루어졌는데, 면접 대상자의 시간과 일정, 거리 등을 고려하여 주로 이메일을 통해 이루어졌다. 인터뷰는 연구자 1인이 진행하였고, 인터뷰 내용은 Spencer와 Spencer(1993)가 제시한 방법에 따라 과제, 성공과 실패, 개인적 특성 측면에서 이루어졌다. 즉, 과제 측면에서는 과학자로서 갖추어야 할 책임과 역량을, 성공과 실패 측면에서는 특정 과제의 성공과 실패 상황에서 과학자 본인이 취했던 행동이나 생각을, 개인적 특성 측면에서는 과학자로서 개인이 갖추고 있는 행동 특성이나 신념, 그리고 다른 과학자들로부터 배우고 싶은 행동 특성 등에 관하여 질문하였다(<표 5> 참조).

<표 5> 인터뷰 질문 영역 및 내용

	인터뷰 질문 영역	인터뷰 내용
과제	· 과학자로서 중요하다고 생각되는 책임과 역량	· 과학자로서 중요하다고 생각되는 책임과 역량에는 무엇이 있는지요?
성공과 실패	· 과제를 수행하는 과정에서 경험했던 성공 또는 실패 사례 · 성공 또는 실패 상황에서 본인의 행동이나 생각	· 과제를 수행하는 과정에서 경험했던 성공 또는 실패 사례에는 무엇이 있는지요? · 성공 또는 실패 상황에서 본인은 어떠한 행동을 취하고, 어떠한 생각을 하였는지요? · 왜 그렇게 행동하고, 생각하였는지요?
개인적 특성	· 과학자로서 개인이 갖추고 있는 특성이나 신념 · 다른 과학자들로부터 배우고 싶은 행동 특성	· 과학자로서 개인이 갖추고 있는 행동 특성이나 신념은 무엇인지요? · 다른 과학자들로부터 배우고 싶은 행동 특성에는 무엇이 있는지요?

다. 자료 분석

수집된 자료들을 분석하기 위하여 3명의 연구자 이외에 5명의 과학 교사가 분석자로서, 그리고 연구 경험이 풍부한 1명의 박사가 자문위원으로서 분석 과정에 참여하였다. 과학 교

사들은 모두 석사 학위 이상의 소지자들로서, 이들 중 2명은 박사 학위 중에 있다. 과학 영재들이 과학자로서 갖추어야 할 핵심 역량을 추출하기 위하여 수집된 논문과 도서, 신문 기사, 행동사건면접 자료에 제시되어 있는 내용이나 문맥을 분석 단위로 고려하였다(남정은, 정정희, 2013). 즉, 문장의 길이나 단어의 수에 관계없이 내용에 중심을 두고 면밀히 숙독 및 재독을 통해 과학자의 행동 특성과 관련된 사례로 판단될 경우, 중심 문장을 한 단락으로 코딩 용지에 정리하였다. 그리고 중심 문장으로부터 주제를 도출하였다. 이와 같은 방법으로 8명의 분석자들이 두 사람씩 짝을 이룬 후 5편의 논문에 제시된 과학자의 행동 특성과 도서, 신문 기사, 행동사건면접으로부터 각각 추출된 32명, 52명, 5명 과학자의 행동 특성을 분석하였다. 이에 대한 분석 예는 표 6과 같다.

<표 6> 수집된 자료들 중 행동사건면접 자료의 분석 예

인터뷰 내용	응답 내용	중심 문장	주제어
· 과학자로서 중요하다고 생각되는 책임과 역량에는 무엇이 있는지요?	· 과학자로서 연구하고 공부한 결과가 우리 사회의 발전에 기여하는 것입니다. (중략)	· 우리 사회의 발전에 기여	사회기여
· 성공 또는 실패 상황에서 본인은 어떠한 행동을 취하고, 어떠한 생각을 하였는지요?	· 성공적인 경우보다는 실패 또는 좌절의 시간이 훨씬 깁니다. 또 다시 기회가 오지 않을지 모르지만 인내하고 꾸준히 노력하는 수밖에 없습니다. (중략) · 좌절하기 보다는 후속 연구를 수행하여 더 나은 지식과 기술을 개발하고, 공부하면서 여건이 성숙될 때를 기다리고 있습니다.	· 다시 기회가 오지 않을지 모르지만 인내하고 꾸준히 노력 · 더 나은 지식과 기술을 개발	인내심 새로운 지식 및 기술 습득
· 과학자로서 개인이 갖추고 있는 행동 특성이나 신념은 무엇인지요?	· 항상 새로운 것을 찾기 위하여 집중적으로 시간을 잘 활용하고 있습니다. 그리고 선입견이나 편견에서 늘 벗어나도록 노력하고... (중략)	· 집중적으로 시간을 활용 · 선입견이나 편견에서 벗어나도록 노력	시간관리 개방성

그런 다음, 코딩 용지에 작성된 중심 문장과 주제어 측면에서 분석자간 일치도를 구하였다. 분석자들 간의 의견이 불일치할 경우, 관련 자료를 재분석하고 의견이 일치하지 않는 원인에 관하여 지속적으로 검토한 후 논의를 통해 결정하였다. 분석자간 일치도가 80% 이상에 도달할 때 까지 이와 같은 과정을 반복적으로 실시하였다. 그 결과, 논문에서는 197개, 도서에서는 400개, 신문 기사에서는 627개, 행동사건면접 자료에서는 67개의 주제어를 추출할 수 있었다. 그런 다음, 추출된 주제어들을 서로 비교하면서 개념적으로 유사한 주제어를 하나의 주제어로 통합하였고, 과학자의 역량이지만 과학 영재 교육 목적에 부합되지 않는 역량으로 판단되는 주제어는 삭제하였다. 예를 들어, ‘성취지향성’이란 주제어는 해결해야 할 과제를 효과적으로 수행하고자 하는 관심이나 최고의 기준에 도전하고자 하는 욕구로서 (Spencer & Spencer, 1993) ‘목표지향성’이란 주제어와 그 의미가 유사하다고 판단되어 두 주제어를 ‘성취지향성’이란 용어로 통합하였다. 또한 ‘지시적/타호합’이란 주제어는 직위나

권한을 이용하여 자신의 주장을 상대방이 따르도록 한다는 의미를 지니고 있다(Spencer & Spencer, 1993). 타인을 설득하기 위하여 문제의 의미나 타당성을 서로 공유하고 설득하기 보다는 권한을 이용한다는 측면에서 과학 영재 교육의 목적에 부합되지 않는 것으로 판단되어 연구진들 간의 논의를 통해 이 주제어를 삭제하였다. 이와 같이 연구자를 포함한 5명의 분석자들이 네 차례의 적극적인 논의를 진행하였고, 그 결과 32개의 주제어와 주제어에 해당하는 233개의 행동 지표를 추출할 수 있었다. 32개의 주제어는 표 7과 같다.

<표 7> 추출된 주제어

· 개념적 사고	· 연구열의	· 한 분야에 대한 몰입도	· 글로벌
· 자기신념 & 자신감	· 혁신마인드	· 다양한 분야에 대한 관심	· 기술과 원리 탐색 능력
· 협력 & 개방성	· 분석적 사고	· 사회기여	· 대인이해
· 흥미 & 호기심	· 지식전달 & 발표	· 새로운 지식 및 기술습득	· 문제해결력
· 주도성	· 체험 & 경험	· 안내심	· 시간관리
· 창의성	· 위기대처능력	· 정보수집	· 예술적 감성
· 과학에 대한 견해	· 리더십	· 패터인식	· 의사소통
· 성취지향성	· 포기하지 않는 집요함	· 계획과 준비	· 시각화 능력

2. 잠재적 핵심 역량 모델의 타당도 검증

가. 설문 대상

설문 대상자는 전국 15개 대학 기관의 이공 계열 교수, 8개의 과학·기술 관련 연구소(원)의 연구원, 2개 과학 고등학교의 과학 교사와 2~3학년 학생 등 총 7,898명이다. 이들에게 이메일이나 전화 연락을 취해 직접 설문을 요청하였고, 설문이 이루어지는 동안 2주에 한 번씩 2~3차례 설문을 지속적으로 부탁하였다. 이에 총 536명(6.78%)의 설문지를 회수하였다. 그리고 연구진들 간의 논의를 통해 응답하지 않은 문항이 많거나 신뢰롭지 않다고 판단된 28명의 설문지를 제외하고, 508명의 설문지를 분석하였다.

나. 연구 절차 및 분석 방법

설문 조사는 2012년 7~8월에 웹 설문을 통해 이루어졌다. 이를 위하여 우선 논문, 도서, 신문 기사 및 행동사건면접을 통해 도출해 낸 32개의 주제어와 233개의 행동 지표를 바탕으로 예비 설문지를 개발하였다. 그런 다음, 현직 과학 교사 5인에게 예비 검사를 실시하여 내용의 타당성과 문항의 명료성 측면에서 검증을 받았고, 과학 교육 전문가 2인으로부터 안면 타당도를 검증받았다. 그리고 전문가 상호간의 안면 타당도 검증 과정에서 내용이 유사하다고 언급된 행동 지표 58개를 삭제하여 최종적으로 32개 영역을 총 175개의 항목으로 구성하여 설문 문항을 개발하였다. 모든 설문 문항은 5단계 리커트 척도로 구성하였고, 과학 영재가 미래의 핵심 과학 인재로서 성장하는데 반드시 갖추어야 할 필요가 있다고 생각되는 문항에 표시하도록 요청하였다. 개발된 웹 설문 문항의 예는 그림 1과 같다.

9. 1~10번 설문

	← 전혀 아니다.			■ 우 그렇다. →	
	①	②	③	④	⑤
1. 1%의 가능성만 있어도 도전한다.	○	○	○	○	○
2. 감각이 뛰어나서 변독이는 순간을 느낀 적이 있다.	○	○	○	○	○
3. 감성과 감정이 풍부한 편이다.	○	○	○	○	○
4. 개인적인 많은 일 중에서 연구를 가장 우선시 하는 편이다.	○	○	○	○	○
5. 거시적 안목을 가지고 있어 세상에 대한 이해의 폭이 넓다.	○	○	○	○	○
6. 결코 서두르거나 조급해하지 않고 시간이 걸리더라도 하나씩 풀어나간다.	○	○	○	○	○
7. 승부욕이 강하다.	○	○	○	○	○
8. 과학 외적인 가치에 흔들리지 않는 강한 소신을 가지고 있다.	○	○	○	○	○
9. 과학에 대한 탁월한 이해력으로 남들보다 좀 더 빠르다.	○	○	○	○	○
10. 과학에서 진정한 통찰의 즐거움을 느낀다.	○	○	○	○	○

[그림 1] 개발된 웹 설문 문항의 예

508명의 설문지는 요인 구조 탐색을 위한 자료와 요인 구조 탐색 후 교차 타당도를 검증하기 위한 자료로 구분하였다. 일반적으로 탐색적 요인분석과 확인적 요인분석의 표본은 별도로 추출하여 사용하는 것이 바람직하나 한 번에 확보된 표본의 수가 충분히 크다면, 이를 무작위로 두 개의 표본으로 나누어 탐색적 요인분석과 확인적 요인분석에 각각 사용하는 것이 연구 방법론적으로 허용되고 있다(Hinkin, 1998, Krzystofiak, Cardy, & Newman, 1988; Yang, Watkins, & Marsick, 2003). 이 때, 표본의 수는 500개 이상이면 충분한 것으로 보고되고 있다(Comrey & Lee, 1992; Tak, 2007; Williams, Brown, & Onsmann, 2012; Yang et al., 2003). 그리고 수집된 자료의 70%는 요인 구조 탐색에 사용되고, 나머지 30%는 교차 타당도 검증을 위한 자료로 사용된다(배성우, 신원식, 2005; Yang et al., 2003). 실제로 최근 이루어진 많은 연구들로부터 수집한 설문조사 자료를 두 표본으로 구분하고, 두 표본을 각각 탐색적 요인분석과 확인적 요인분석에 활용하여 연구를 진행한 경우를 확인해 볼 수 있었다(김나유, 심재우, 2013; 김수동, 안재진, 이정연; 2014; 박연옥, 김성혁, 김용일, 2014; 양대승, 2011; 이상우, 조문식, 2011; 이효녕, 이현동, 2013; 조규필, 2014). 따라서 이 연구에서도 총 표본 수 508명에 대해 무작위표본추출(random sampling) 방식을 사용하여 두 개의 표본으로 구분하였다. 즉, 무작위표본추출을 통해 전체 표본의 약 64%에 해당하는 표본 수 323명의 자료를 탐색적 요인분석에 사용하였고, 36%에 해당하는 표본 수 185명의 자료를 확인적 요인분석에 사용하였다. 탐색적 요인분석과 확인적 요인분석에 사용된 자료의 특징은 표 8과 같다.

< 표 8 > 탐색적 요인분석과 확인적 요인분석에 사용된 자료의 특징

	분포	탐색적 요인분석	확인적 요인분석	전체
성별	남	244(75.54)	138(74.59)	382(75.20)
	여	79(24.46)	47(25.41)	126(24.80)
학력	박사	171(52.94)	74(40.00)	245(48.23)
	박사과정 및 수료	38(11.76)	17(9.19)	55(10.83)
	석사	26(8.05)	12(6.49)	38(7.48)
	석사과정 및 수료	13(4.02)	5(2.70)	18(3.54)
	학사	7(2.17)	6(3.24)	13(2.56)
	대학생	17(5.26)	17(9.19)	34(6.70)
	과학교등학교 학생	51(15.79)	54(29.19)	105(20.67)
	전 체	323(63.58)	185(36.42)	508(100)

탐색적 요인분석은 Window용 SPSS 20.0 통계프로그램을 이용하여 실시하였다. 다수의 문항으로 구성된 설문이므로, 요인 추출은 3 단계에 걸쳐서 진행되었다(이영준, 1991). 1단계에서는 역량군을 탐색하였고, 2단계에서는 각 역량군에 따른 하위 핵심 역량을 탐색하였다. 그리고 3단계에서는 2단계에서 탐색된 하위 핵심 역량의 문항이 지나치게 많거나 중복된다고 판단될 때 선택적으로 요인분석을 재실시하였다. 요인분석을 통해 핵심 역량을 추출하기 위하여 공통성의 초기 추정값으로서 대각으로 배치된 제곱 다중 계수를 사용하여 원래의 상관행렬로부터 요인을 추출하는 주축요인 추출법(principal axis factoring extraction method)을 이용하였다. 요인의 회전방법은 직각회전(varimax)법을 이용하였다. 적합한 요인의 수를 결정하기 위하여 스크리 검사(scree test), 요인부하량, 요인의 해석가능성을 고려하였고(이영준, 1991), 이 때 요인 행렬의 요인부하량과 해석가능성 등이 낮은 문항은 역량 관련 전문가 1명과 영재 교육 전문가 1명의 자문을 받아 제거한 후, 핵심 역량에 따른 최종 문항을 선정하였다.

확인적 요인분석은 AMOS 20판 통계프로그램을 이용하여 실시하였다. 모형 추정을 위하여 최대우도법(maximum likelihood method)을 사용하였는데, 최대우도법은 P개의 모든 측정 변수들이 다변량 정규분포를 따른다는 가정에서 요인의 적재치를 계산하는 방법이다. P개 변수들의 분포를 다변량 정규분포로 가정하면 공통요인은 정규분포를 따르며, 적합한 요인의 수를 결정하는 과정에서 통계적인 검정도 가능하다(김계수, 2010). 또한 적절한 표본을 대상으로 하였을 때 다변량 정규분포의 가정을 일부 벗어난다고 해도 미지수 추정에 큰 문제가 없다(김계수, 2010). 확인적 요인분석은 2 단계로 진행되었는데, 1 단계 분석에서는 탐색적 요인분석을 통해 구성된 하위 핵심 역량의 평균 점수를 측정 변수로 하였을 때, 측정 변수들이 잠재 요인인 역량군으로 나타나는 연구 모형에 대한 분석 결과가 수용 가능한지를 살펴보았다. 이 때, 하위 핵심 역량을 구성하는 문항들 중 요인부하량이 가장 높은 3개 문항만을 측정변수로 선택하였는데, 확인적 요인분석에서 변수와 요인을 처리할 때 요인행렬표

에서 가장 큰 요인부하량을 보이는 변수를 대리변수화하여 이용할 수 있기 때문이다(김계수, 2010). 그리고 변수가 최소 3개 이상이어야 하므로, 이 연구에서는 요인부하량이 높은 3개의 문항을 선택하여 분석하였다. 2 단계 분석에서는 역량군들이 적절한 하위 핵심 역량들로 구성되어 있는지를 확인하였다. 이를 위하여 측정 모형의 적합도를 평가하는 부합 지수를 살펴보았는데, 이 때 기본적으로 자유도와 카이제곱 통계량(χ^2)을 고려할 수 있지만, 카이제곱 통계량(χ^2 , .05 이상)이 크면 연구모형이 통계적으로 기각될 가능성이 크기 때문에 적합도 지수(goodness of fit index, GFI: .9 이상), 조정된 적합지수(adjusted GFI, AGFI), 평균제곱잔차제곱근(root mean-square residual, RMR: .05 ~ .08 이하), 표준적합지수(normed fit index, NFI: .9 이상), 비표준적합지수(non-normed fit index, TLI 또는 NNFI: .9 이상)와 최근 선호되고 있는 상대적합지수(relative fit index, RFI: .9 이상), 비교부합치(comparative fit index, CFI: .9 이상), 증분적합지수(incremental fit index, Delta 2 IFI: .9 이상)를 이용하여 적합 수준을 확인하였다.

III. 연구 결과 및 논의

설문 조사 결과를 바탕으로 구성된 잠재적인 핵심 역량 모델 안의 타당성을 검토하기 위하여 탐색적 요인분석과 확인적 요인분석을 실시하였고, 최종적으로 역량 중심의 과학 영재 교육을 위한 과학자의 핵심 역량 모델을 개발하였다. 이에 대한 구체적인 내용은 다음과 같다.

1. 탐색적 요인분석

잠재적인 역량 모델 안의 구성타당도를 확인하기 위해 직각회전에 의한 주축요인 추출법을 이용하여 탐색적 요인분석을 실시하였다. 이 때, 수집된 자료가 요인분석을 수행하는데 적합한 자료인지에 대한 여부를 판단하기 위하여 KMO(kaiser-meyer-olkin)와 Bartlett의 구형성 검정을 실시하였다. 그 결과, KMO 표본적합성 측도가 .86으로 나타나 이 연구에서 수집된 자료가 요인분석에 적합한 자료임을 확인할 수 있었다. Bartlett의 구형성 검정 결과에서도 카이제곱 통계량(χ^2) 값이 39282.320($df=15225$, $p<.001$)로 나타나 변수들 간의 상관 계수가 통계적으로 유의함을 알 수 있었고, 이에 자료의 적합성을 재확인할 수 있었다.

1단계 요인분석 결과, 고유값이 1.0 이상인 요인이 44개 추출되었다. 그런데 요인은 가능한 적으면서 설명력을 높이는 것이 중요하다(김계수, 2010). 이에 좀 더 적합한 요인의 수를 결정하기 위하여, 스크리 도표(scree test), 설명변량 퍼센트, 해석가능성을 종합적으로 고려하여 최종 5개 요인을 선정하였다. 175개 문항을 포함한 5개 요인의 분산은 표 9와 같다.

<표 9> 5개 요인의 분산

요인	고유값	설명분산(%)	누적분산(%)
I	20.66	11.81	11.81
II	12.32	7.04	18.85
III	9.21	5.27	24.11
IV	8.17	4.67	28.78
V	7.14	4.08	32.86

선정된 5개 요인의 누적분산 설명률은 32.86%로 낮은 편이다. 따라서 각 요인 별로 타당성 높은 문항을 구분해내기 위하여 변수와 요인 간의 상관관계 정도를 나타내는 요인부하량이 .35 이하인 문항을 제거하는 과정을 여러 차례 진행하였다(양병화, 2000). 이에 총 41개의 문항이 제거되었고, 최종 126개의 문항이 구성되었다(<표 10> 참조).

<표 10> 1단계 요인분석 결과

요인	문항 수(개)	제거된 문항 수(개) [문항 번호]	요인별 최종 문항 수(개)
I	71	14 [13, 14, 15, 16, 20, 27, 80, 83, 95, 139, 148, 153, 174, 175]	57
II	28	5 [6, 31, 69, 114, 134]	23
III	36	16 [1, 8, 17, 34, 35, 36, 48, 49, 76, 77, 101, 102, 103, 115, 142, 144]	20
IV	25	9 [3, 23, 29, 57, 91, 97, 119, 141, 173]	16
V	15	5 [51, 68, 75, 79, 157]	10
전체	175	49	126

이와 같이 구성된 5개의 요인 별로 하위 요인을 탐색하기 위하여 2단계 요인분석을 실시하였다. 1단계 요인분석과 마찬가지로, 구성 요인으로서 적절한 요인 수를 결정하기 위하여 스크리 도표(scree test) 결과와 설명변량 퍼센트, 해석가능성을 기준으로 사용하였다. 그리고 하위 요인의 문항이 15개 이상인 경우, 요인분석을 한 번 더 실시하여 두 개의 요인으로 분류가 가능한지의 여부를 살펴본 후 문항 수를 조정하였다(양병화, 2000). 그 결과, 요인 I은 5개, 요인 II는 3개, 요인 III은 3개, 요인 IV는 2개, 요인 V는 2개의 하위 요인과 같이 총 15개의 하위 요인을 탐색할 수 있었다.

요인 I의 요인 행렬은 표 11과 같다. 요인 I-1은 ‘하나를 응용하여 두 가지를 창출한다.’(문항 164), ‘정보의 조각을 대조하여 무엇인가를 조립하거나 연결할 줄 안다.’(문항 149)

와 같이 관련성이 적은 개념들 간에 세롭고 독창적인 연계성을 파악하여 사고할 수 있는 능력과 관련된 문항들로 구성되어 있었다. 따라서 요인 I-1을 ‘창의적 사고’ 역량으로 명명하였다. 요인 I-2는 ‘생각의 범위를 한정시키지 않고, 종합적으로 생각한다.’(문항 85), ‘문제와 그 해결에 관계되는 외적인 조건들을 검토한다.’(문항 108)와 같이 다면적인 판단의 준거를 충분히 마련하여 종합적으로 사고할 수 있는 능력과 관련된 문항들로 구성되어 있었다. 따라서 요인 I-2를 ‘종합적 사고’ 역량으로 명명하였다. 요인 I-3은 ‘누군가의 어떤 질문을 그냥 넘기지 않고 한 번 생각해본다.’(문항 98), ‘“왜?”라는 질문을 자주 던진다.’(문항 96)와 같이 다양한 문제 상황을 체계적으로 탐색하고자 하는 사고와 관련된 문항들로 구성되어 있다고 판단되어, 요인 I-3을 ‘탐색적 사고’ 역량으로 명명하였다. 요인 I-4는 ‘옳고 그름을 판단할 수 있는 냉철한 이성을 지니고 있다.’(문항 64), ‘보이지 않는 것에서도 논리를 찾아내려고 노력한다.’(문항 65)와 같이 자료를 구성 성분으로 분해한 후, 그 관계를 논리적으로 분석하고 이해하고자 하는 사고와 관련된 문항들로 구성되어 있었다. 따라서 요인 I-4를 ‘분석적 사고’ 역량으로 명명하였다. 요인 I-5는 ‘단순 암기보다는 이론이나 공식을 적용해서 해결하는 것을 좋아한다.’(문항 45), ‘미스터리 현상의 원리를 특정 패턴으로 풀어내는 것에 흥미가 있다.’(문항 62)와 같이 복잡하거나 명확하지 않은 상황을 개념적으로 단순화하여 파악하거나 특정 개념을 바탕으로 일정한 패턴을 찾아내고자 하는 사고와 관련된 문항들로 구성되어 있었다. 따라서 요인 I-5를 ‘개념적 사고’ 역량으로 명명하였다. 이와 같은 ‘창의적 사고’, ‘종합적 사고’, ‘탐색적 사고’, ‘분석적 사고’, ‘개념적 사고’ 역량은 과학자의 창의적인 문제 해결 활동을 위해 요구되는 고차원적인 인지 역량에 해당한다고 볼 수 있다(Newman, 1991). 따라서 이와 같은 역량들을 포함하고 있는 요인 I를 ‘인지’ 역량군으로 명명하였다.

<표 11> 요인 I: 인지 역량군의 요인 행렬표 (n=323)

문항	I-1	I-2	I-3	I-4	I-5	공통분산
[요인 I-1: 창의적 사고 역량]						
164	.64	.29	.13	.13	.17	.45
60	.64	.32	.09	.39	.06	.54
149	.60	.28	.28	.23	.13	.42
59	.59	.23	.27	.09	.27	.36
32	.59	.37	.41	.05	.30	.46
(중략)						
[요인 I-2: 종합적 사고 역량]						
85	.33	.74	.15	.05	.40	.59
86	.22	.73	.31	.20	.08	.46
108	.33	.68	.26	.43	.10	.53
110	.42	.59	.37	.24	.26	.59
26	.46	.54	.31	.30	.23	.51
(중략)						

<표 11> 요인 I: 인지 역량군의 요인 행렬표 (n=323)

[요인 I-3: 탐색적 사고 역량]							
98	누군가의 어떤 질문을 그냥 넘기지 않고 한 번 생각해본다.	.08	.21	.57	.15	.34	.47
163	하나를 연구하기 위하여 다양한 방법을 응용하려고 시도한다.	.40	.35	.56	.14	.15	.51
99	스스로 문제를 찾아 여러 가지 방법으로 해결하려고 노력한다.	.25	.36	.55	.22	.35	.54
111	어떤 문제에 대한 고정적인 사고방식이나 시각을 가지고 있지 않다.	.27	.15	.52	.09	.12	.36
96	‘왜?’ 라는 질문을 자주 던진다.	.18	.42	.48	.16	.32	.39
(중략)							
[요인 I-4: 분석적 사고 역량]							
64	옳고 그름을 판단할 수 있는 냉철한 이성을 지니고 있다.	.22	.18	.24	.59	.10	.47
65	보이지 않는 것에서도 논리를 찾아내려고 노력한다.	.28	.29	.09	.58	.14	.45
113	어떤 행위가 과학적으로 부적절한 것인지 인식하고 있다.	.16	.30	.25	.53	.24	.43
81	체계적인 맥락, 전체를 파악할 수 있는 통찰력이 있다.	.50	.39	.12	.51	.19	.56
82	새로운 사회현상을 읽을 수 있는 세상을 보는 안목을 가졌다.	.39	.36	.12	.48	.14	.41
(중략)							
[요인 I-5: 개념적 사고 역량]							
46	단순 암기보다는 자유로운 형식으로 공부하는 것을 좋아한다.	.16	.19	.05	.13	.68	.51
45	단순 암기보다는 이론이나 공식을 적용해서 해결하는 것을 좋아한다.	.11	.23	.08	.27	.62	.47
47	단순하게 생각하기보다는 다각도로 탐색하는 삼차원적인 사고를 즐긴다.	.28	.09	.23	.21	.59	.52
63	미지의 것들도 알고 싶은 호기심을 항상 갖고 있다.	.15	.42	.31	.05	.57	.45
62	미스터리 현상의 원리를 특정 패턴으로 풀어내는 것에 흥미가 있다.	.16	.50	.26	.04	.57	.42
(중략)							
고유값	-	(3.65)	(3.55)				(7.20)
설명분산	-	(50.69)	(49.31)	8.07	5.87	5.43	24.43
누적분산	-	(50.69)	(100.0)	33.04	24.04	22.23	20.69
문항 수	-	11	9	15	12	10	57

요인 II의 요인 행렬은 표 12와 같다. 요인 II-1은 ‘목표가 분명하게 세워지면 결실을 맺을 때까지 끝까지 완수하는 성격이다.’(문항 55)와 같이 자신의 사명이 무엇인지를 명확히 인지한 후, 책임감을 가지고 일을 끝까지 완수하는 내용과 관련된 문항들로 구성되어 있었다. 따라서 요인 II-1을 ‘주도성’ 역량으로 명명하였다. 요인 II-2는 ‘일일, 주간, 월간, 연간 등의 계획을 구체적으로 세운다.’(문항 138), ‘일의 우선순위를 정하는 능력이 뛰어나다.’(문항 135)와 같이 문제를 해결하기 위하여 전략을 세우고 실행하는 과정에서의 준비성과 관련된 문항들로 구성되어 있었다. 따라서 요인 II-2를 ‘준비 및 문제해결력’ 역량으로 명명하였다. 요인 II-3은 ‘현상이나 상황을 구체적으로 진술할 수 있는 능력이 있다.’(문항 53), ‘조직가로서 사람 및 자원을 효과적으로 관리한다.’(문항 150), ‘해결해야 할 문제가 있으면, 주체적으로 팀을 결성한다.’(문항 171)와 같은 문항들로 구성되어 있었다. 즉, 이 문항들은 목표를 효과적으로 달성하기 위하여 적재적소의 인력을 바탕으로 팀을 구성하고, 팀원들의 참여를 촉진하기 위하여 영향력을 행사하며, 자신의 결과물을 전략적으로 제시할 수 있는 역량

과 관련되어 있다고 판단하여, 요인 II-3을 ‘전략적 영향력’ 역량으로 명명하였다. 이와 같은 ‘주도성’, ‘준비 및 문제해결력’, ‘전략적 영향력’ 역량은 일의 목표를 명확히 세우고, 이에 도달하기 위하여 스스로 준비하고 노력할 뿐만 아니라 필요에 따라 전략적으로 영향력을 행사할 수 있는 성취지향적 태도에 부합된다고 볼 수 있다(Spencer & Spencer, 1993). 따라서 이와 같은 역량들을 포함하고 있는 요인 II를 ‘성취지향’ 역량군으로 명명하였다.

<표 12> 요인 II: 성취지향 역량군의 요인 행렬표 (n=323)

문항	II-1	II-2	II-3	공통 분산	
[요인 II-1: 주도성 역량]					
55 목표가 분명하게 세워지면 결실을 맺을 때까지 끝까지 완수하는 성격이다.	.72	.26	.19	.62	
169 한 번 시작하면 끝장을 보고야 마는 의지를 갖고 있다.	.69	.22	.23	.58	
56 목표는 반드시 성취해야 한다는 정신을 갖고 있다.	.65	.28	.09	.51	
145 자타가 공인할 정도로 집념과 정신력이 강하다.	.55	.25	.42	.55	
170 항상 무언가를 할 수 있다는 확실한 전망을 가지고 있다. (중략)	.52	-.03	.50	.53	
[요인 II-2: 준비 및 문제해결력 역량]					
138 일일, 주간, 월간, 연간 등의 계획을 구체적으로 세운다.	.26	.70	.21	.60	
135 일의 우선순위를 정하는 능력이 뛰어나다.	.18	.64	.35	.56	
100 시간을 효과적으로 잘 활용하여 정해진 시간에 많은 일을 할 수 있다.	.27	.59	.36	.55	
155 즉흥적으로 활동하지 않고, 준비를 철저히 해서 계획적으로 움직인다.	.29	.55	.15	.41	
136 일의 처리가 빠른 편이다. (중략)	.06	.51	.42	.44	
[요인 II-3: 전략적 영향력 역량]					
53 현상이나 상황을 구체적으로 진술할 수 있는 능력이 있다.	.19	.24	.59	.44	
52 많은 아이디어를 체계화하고 조직화하는 등 분류를 잘 한다.	.16	.39	.57	.50	
22 글을 논리적으로 잘 쓴다.	.20	.25	.51	.36	
150 조직가로서 사람 및 자원을 효과적으로 관리한다.	.15	.32	.50	.37	
171 해결해야 할 문제가 있으면 주체적으로 조직(팀)을 결성한다. (중략)	.23	.18	.49	.32	
고유값	-	3.57	3.42	3.36	10.34
설명분산	-	34.48	33.05	32.47	
누적분산	-	34.43	67.53	100.00	
문항 수	-	8	8	7	23

요인 III의 요인 행렬은 표 13과 같다. 요인 III-1은 ‘고정관념에서 벗어나 새로운 관점에서 생각하고자 노력한다.’(문항 30), ‘다양한 분야에 대한 직·간접적 경험을 통해 의문을 검증하고자 노력한다.’(문항 43)와 같이 고정관념이나 선입견을 배제하고, 다양한 학문을 적극적으로 탐구하면서 자신의 문제를 해결하고자 하는 능력과 관련된 문항들로 구성되어 있었다. 이와 같이 새로운 사고나 관점 등을 받아들일 수 있는 것은 사고의 유연성 때문이므로, 요인 III-1을 ‘유연한 사고와 태도’ 역량으로 명명하였다. 요인 III-2는 ‘실험과 연구에 돈을 아끼

지 않는다.’(문항 104), ‘같은 실험을 수백 번 반복할 정도로 낙관적인 끈기와 인내심을 지녔다.’(문항 41)와 같은 문항들로 구성되어 있어, 이 요인을 ‘연구 열정’ 역량으로 명명하였다. 요인 III - 3은 ‘과학은 직업이기 전에 그 자체를 너무도 하고 싶은 일이다.’(문항 11), ‘과학에서 진정한 통찰의 즐거움을 느낀다.’(문항 10)와 같이 과학을 대하는 태도나 견해와 관련된 문항들로 구성되어 있었다. 이에 요인 III - 3을 ‘과학에 대한 견해’ 역량으로 명명하였다. 이와 같은 ‘유연한 사고와 태도’, ‘연구 열정’, ‘과학에 대한 견해’ 역량은 과학자로서 갖추어야 할 태도와 관련이 있다고 판단되어, 요인 III을 ‘과학적 태도’ 역량군으로 명명하였다.

<표 13> 요인 III: 과학적 태도 역량군의 요인 행렬표 (n=323)

문항	III-1	III-2	III-3	공통분산
[요인 III-1: 유연한 사고와 태도 역량]				
30 고정관념에서 벗어나 새로운 관점에서 생각하고자 노력한다.	.64	.14	.26	.34
43 다양한 분야에 대한 직·간접적 경험을 통해 의문을 검증하고자 노력한다.	.63	.27	.27	.44
106 실패의 원인을 해결하기 위하여 다른 분야의 의견을 검토한다.	.58	.34	.19	.43
33 내 분야에 세계 최고의 전문가가 되려는 집념이 있다.	.55	.30	.26	.37
54 나만의 것을 만들 수 있다는 확신을 갖고 노력한다.	.55	.23	.39	.31
(중략)				
[요인 III-2: 연구 열정 역량]				
105 실험실에서 하루 종일 보내는 것을 좋아하는 편이다.	.25	.67	.35	.35
104 실험과 연구에 돈을 아끼지 않는다.	.22	.65	.31	.31
41 같은 실험을 수백 번 반복할 정도로 낙관적인 끈기와 인내심을 지녔다.	.26	.50	.38	.23
121 연구가 생각대로 풀리지 않거나 연이은 실패에도 포기하지 않는 편이다.	.46	.50	.27	.42
(중략)				
[요인 III-3: 과학에 대한 견해 역량]				
11 과학은 직업이기 전에 그 자체를 너무도 하고 싶은 일이다.	.19	.18	.81	.42
12 과학을 24시간하고 있다고 생각할 정도로 과학에 중독되어 있다.	.23	.29	.65	.41
10 과학에서 진정한 통찰의 즐거움을 느낀다.	.09	.30	.62	.39
19 과학적 고생도 즐거움이라고 생각한다.	.42	.39	.53	.42
18 과학자의 직업에 자부심이 강하며 프로의식을 갖고 일하고 있다.	.50	.36	.51	.37
(중략)				
고유값	-	(3.23)	(2.30)	
			4.57	3.70
				8.28
설명분산	-	(58.46)	(41.54)	
			55.25	44.75
누적분산	-	(58.46)	(100.0)	
			55.25	100.00
문항 수	-	10	4	6
				20

요인 IV의 요인 행렬은 표 14와 같다. 요인 IV - 1은 ‘성장기에 자연에 대한 관심이 높아 자연 체험 활동을 많이 했다.’(문항 92), ‘성장기에 책, 사람, 강연, 매체 등 과학 관련 프로그램을 가깝게 접했다.’(문항 93)와 같이 풍부한 과학 활동 관련 경험과 관련된 문항들로 구성

되어 있었다. 따라서 요인 IV - 1을 ‘풍부한 경험과 체험’ 역량으로 명명하였다. 요인 IV - 2는 ‘과학자로서 사회적 책임감과 사명감을 갖고 있다.’(문항 109), ‘세계와의 관계 유지(세계적 이슈, 외국인과의 네트워크)를 위해 노력한다.’(문항 165)와 같이 미래 지향적인 과학자로서 글로벌 마인드와 글로벌 경쟁력을 확보하기 위한 노력과 관련된 문항들로 구성되어 있었다. 따라서 요인 IV - 2를 ‘글로벌 자세’ 역량으로 명명하였다. 이와 같은 ‘풍부한 경험과 체험’, ‘글로벌 자세’ 역량은 과학자가 개인 수준에서 경험하거나 갖추어야 할 개인 효과성으로 볼 수 있는데, 개인 효과성이란 특정 능력을 발휘하거나 성취를 달성하기 위하여 개인이 갖추어야 할 태도나 행동을 의미하기 때문이다(Newman, 1991). 따라서 요인 IV를 ‘개인 효과성’ 역량군으로 명명하였다.

<표 14> 요인 IV: 개인 효과성 역량군의 요인 행렬표 (n=323)

문항	IV-1	IV-2	공동분산	
[요인 IV - 1: 풍부한 경험과 체험 역량]				
92 성장기에 자연에 대한 관심이 높아 자연 체험 활동을 많이 했다.	.73	.22	.58	
93 성장기에 책, 사람, 강연, 매체 등 과학 관련 프로그램을 가깝게 접했다.	.61	.19	.41	
89 성장기에 과학에 흥미를 갖게 한 획기적인 경험이 있다.	.60	.09	.37	
167 학창시절 과학관 방문, 과학 캠프 등의 과학 체험활동 경험이 많다.	.52	.42	.45	
(중략)				
[요인 IV - 2: 글로벌 자세 역량]				
109 과학자로서 사회적 책임감과 사명감을 갖고 있다.	-.01	.74	.55	
94 연구는 개인의 업적보다는 인류의 공헌에 더 큰 초점을 두고 있다.	.29	.59	.43	
147 과학 관련 국제적 이슈에 대해 많은 관심을 가지고 있다.	.25	.49	.31	
117 빠르게 변화하는 세계에 대응하기 위하여 정보를 수집한다.	.39	.44	.34	
165 세계와의 관계 유지(세계적 이슈, 외국인과의 네트워크)를 위해 노력한다.	.40	.43	.35	
(중략)				
고유값	-	2.74	2.68	5.41
설명분산	-	50.54	49.46	
누적분산	-	50.54	100.00	
문항 수	-	7	9	16

요인 V의 요인 행렬은 표 15와 같다. 요인 V - 1은 ‘조직체계에 잘 적응하여 공동으로 협력을 잘하는 편이다.’(문항 151), ‘주변 사람들을 비판하기보다는 배려하고 격려하는 편이다.’(문항 72)와 같이 공감, 배려, 이해, 협력에 기반한 타인과의 관계 형성과 관련된 문항들로 구성되어 있었다. 따라서 요인 V - 1을 ‘대인이해’ 역량으로 명명하였다. 요인 V - 2는 ‘의견을 조리 있게 잘 전달하는 편이다.’(문항 130), ‘사람을 설득하는 능력이 뛰어나다.’(문항 73)와 같이 의사소통과 관련된 문항들로 구성되어 있었다. 따라서 요인 V - 2를 ‘의사소통’ 역량으로 명명하였다. 이와 같은 ‘대인이해’나 ‘의사소통’ 역량은 다양한 자원을 보다 효율적으로 활용하기 위하여 외부와의 관계를 효과적으로 개발하고, 활용할 수 있는 네트워킹 능력을 의미한다(Spencer & Spencer, 1993). 즉, 네트워킹 역량에는 원활한 의사소통을 위한

의사소통 방법과 다른 사람에 대한 배려에 해당하는 내용이 포함되어 있다. 따라서 요인 V를 ‘네트워킹’ 역량군으로 명명하였다.

<표 15> 역량 V: 네트워킹 역량군의 요인 행렬표 (n=323)

문항	V-1	V-2	공통 분산	
[역량 V-1: 대인이해]				
151 조직체계에 잘 적응하여 공동으로 협력을 잘하는 편이다.	.77	.13	.61	
72 주변 사람들을 비판하기보다는 배려하고 격려하는 편이다.	.55	.35	.43	
152 좋은 조직을 관리하는 것을 재미있는 일이라고 생각한다.	.54	.27	.36	
133 인적 네트워크가 좋은 편으로 넓고 다양한 편이다.	.52	.35	.39	
143 자신의 조인이 필요한 곳이면 가까이 참여하는 편이다.	.43	.28	.26	
(중략)				
[역량 V-2: 의사소통]				
130 의견을 조리 있게 잘 전달하는 편이다.	.21	.75	.61	
73 사람을 설득하는 능력이 뛰어나다.	.28	.74	.63	
71 비전문가들의 눈높이에 맞춰 자신의 연구를 쉽게 설명하려고 노력한다.	.26	.41	.24	
고유값	-	2.16	1.79	3.95
설명분산	-	54.64	45.36	
누적분산	-	54.64	100.00	
문항 수	-	7	3	10

이와 같은 과정을 통해 추출된 5개 역량군들 간의 상관관을 분석한 결과는 표 16과 같다. 역량군 간 상관은 .31에서 .72사이로서, 모두 $p < .001$ 수준에서 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 이 때, 인지 역량군과 성취지향 역량군, 그리고 인지 역량군과 과학적 태도 역량군 간의 상관계수가 .50 이상으로 높지만, 해석가능성을 고려해 볼 때 문항들 간의 변별이 명확히 가능하다(이영준, 1991). 따라서 5개의 역량군은 과학자의 핵심 역량이라는 구성 개념을 명확히 설명하고 있다고 판단할 수 있다.

<표 16> 5개 역량군들 간 상관 분석

역량군	I	II	III	IV	V
I. 인지	1.00				
II. 성취지향	.72**	1.00			
III. 과학적 태도	.72**	.6**	1.00		
IV. 개인효과성	.42**	.31**	.41**	1.00	
V. 네트워킹	.48**	.50**	.43**	.43**	1.00

** $p < .001$

또한 각 역량군과 하위 역량들 간의 신뢰도를 분석한 결과는 표 17과 같다. 인지, 성취지향, 과학적 태도, 개인효과성, 네트워킹 역량군의 내적 일관성 신뢰도 지수(Cronbach's α)는 각각 .97, .93, .91, .86, .82로서 모든 역량군이 신뢰도 계수 .60 이상을 확보하였기 때문에 문

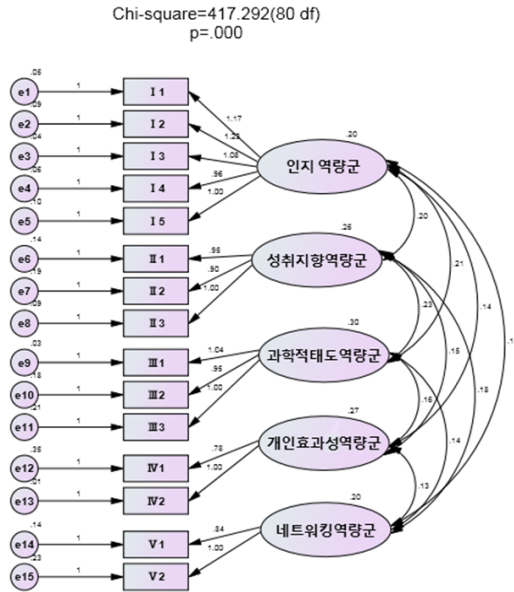
항 신뢰도가 전반적으로 높은 것으로 나타났다. 또한 각 역량군과 하위 역량들 간의 신뢰도 계수(Cronbach's α)도 .71~.89로서 모두 유의한 것으로 나타났다.

<표 17> 역량군과 하위 역량들 간의 신뢰도 분석

역량군	역량		문항수	신뢰도	평균	표준편차
		하위 역량				
I. 인지			57	.97	3.72	.48
		역량 I-1. 창의적 사고	11	.89	3.55	.58
		역량 I-2. 종합적 사고	9	.89	3.69	.60
		역량 I-3. 탐색적 사고	15	.89	3.69	.53
		역량 I-4. 분석적 사고	12	.86	3.79	.52
		역량 I-5. 개념적 사고	10	.86	3.92	.64
II. 성취지향			23	.93	3.55	.57
		역량 II-1. 주도성	8	.86	3.65	.64
		역량 II-2. 준비 및 문제해결력	8	.86	3.42	.69
		역량 II-3. 전략적 영향력	7	.81	3.58	.59
III. 과학적 태도			20	.91	3.72	.54
		역량 III-1. 유연한 사고와 태도	10	.85	3.79	.55
		역량 III-2. 연구열정	4	.73	3.53	.70
		역량 III-3. 과학에 대한 견해	6	.83	3.73	.64
IV. 개인효과성			16	.86	3.41	.60
		역량 IV-1. 풍부한 경험과 체험	7	.79	3.28	.75
		역량 IV-2. 글로벌 자세	9	.78	3.51	.60
V. 네트워킹			10	.82	3.76	.53
		역량 V-1. 대인이해	7	.77	3.80	.55
		역량 V-2. 의사소통	3	.71	3.66	.68

2. 확인적 요인분석

탐색적 요인분석을 통해 도출된 요인 모형(5개 역량군, 15개 하위 역량)의 적합도를 검증하기 위하여 확인적 요인분석을 2단계에 걸쳐 실시하였다. 먼저, 1단계 요인분석에서는 15개 하위 역량 평균점수를 측정변인으로 하였을 때, 측정변인들이 5개의 잠재변인을 적합하게 반영하는지를 살펴보았다. 측정 모형의 적합도 분석 결과, 모형의 적합성을 나타내는 절대적합지수인 카이자승 통계량(χ^2)은 417.29, 자유도(df)는 80으로 나타났다($p=.000$, $\alpha=.05$). 그런데 카이자승 통계량(χ^2)은 표본크기, 다변량정규성, 관찰변수의 개수 등과 같은 요인에 의해 영향을 받기 때문에 모형 적합도 판단 시, 카이자승 통계량(χ^2) 검정 이외에 RMSEA, CFI, TLI 등과 같은 적합 지수들에 대한 검정도 함께 이루어질 필요가 있다(김계수, 2010). 이에 검정을 실시한 결과, 절대적합지수인 RMSEA 값은 .051로 .05~.08 사이의 값을 나타내어 적합도 기준을 충족시키는 것으로 나타났다. 또한 중분적합지수인 CFI 값은 .908, 간명적합지수인 TLI 값은 .891로 나타나 측정 모델은 양호한 적합도를 가진 것으로 판단되었다([그림 2], <표 18> 참조).



[그림 2] 15개 하위 역량의 적합도 분석

<표 18> 과학 영재의 핵심 역량 모델의 적합도 분석

적합도 지수	χ^2	df	p	RMSEA (90% 신뢰구간)	CFI	TLI
분석 결과	417.29	80	.000	.051	.908	.891

측정 모델의 타당도를 분석하기 위하여 잠재변인들의 수렴 타당도 및 판별 타당도를 확인하였다. 수렴 타당도란 동일한 개념을 측정하는 측정변인 간에 공유되는 분산이 높아야 한다는 점을 이용하여 구인 타당도를 평가하는 방법으로서, 개념 신뢰도와 분산추출지수를 통해 확인할 수 있다(김계수, 2010). 개념 신뢰도는 확인적 요인분석에서 추정된 경로계수와 측정변인의 오차를 통해 산출되는 신뢰도 추정 방법으로서, 내적 일관성 신뢰도 지수(Cronbach's α)를 이용한 신뢰도 분석 방법보다 더 엄격하다(김계수, 2010). 개념 신뢰도의 값이 .70 이상인 경우 적합한 신뢰도를 갖는다(김계수, 2010). 분산추출지수는 잠재변인을 통해 측정변인의 분산이 얼마나 잘 설명되는지를 의미하는 것으로, 분산추출지수가 .50 이상이면 수렴타당도를 갖는다고 판단한다. 이에 개념 신뢰도와 분산추출지수를 살펴본 결과는 표 19와 같다. 잠재변인인 15개 과학자 역량의 개념 신뢰도 값이 모두 .70 이상으로 나타나 측정 모형에 포함된 변인들은 적합한 개념 신뢰도를 확보하였다고 판단되었다. 또한 모든 변인의 분산추출지수는 .50 이상으로 나타나 양호한 수렴 타당도를 확보한 것으로 나타났다.

<표 19> 개념 신뢰도와 분산추출지수

잠재변인	표준 적재치	오차	신뢰도	분산 추출지수
역량 I-1. 창의적 사고	.92	.05		
역량 I-2. 종합적 사고	.88	.09		
역량 I-3. 탐색적 사고	.87	.04	.98	.92
역량 I-4. 분석적 사고	.93	.06		
역량 I-5. 개념적 사고	.81	.10		
역량 II-1. 주도성	.80	.14		
역량 II-2. 준비 및 문제해결력	.72	.19	.93	.85
역량 II-3. 전략적 영향력	.87	.09		
역량 III-1. 유연한 사고와 태도	.95	.03		
역량 III-2. 연구열정	.77	.18	.94	.86
역량 III-3. 과학에 대한 견해	.77	.21		
역량 IV-1. 풍부한 경험과 체험	.56	.35		
역량 IV-2. 글로벌 자세	.99	.01	.87	.80
역량 V-1. 대인이해	.70	.14		
역량 V-2. 의사소통	.68	.23	.84	.74

또한 측정 모델의 판별 타당도를 확인하였는데, 판별 타당도란 특정 잠재변인이 다른 잠재변인과 구별되는 정도에 따라 구인 타당도를 평가하는 방법이다(김계수, 2010). 판별 타당도는 두 요인 사이에 구한 분산추출지수가 각 요인의 상관계수의 제곱인 결정계수(r^2)보다 크면 두 요인 사이에는 판별 타당성이 확보되었다고 할 수 있다(김계수, 2010). 표 20의 대각선에 두 변인 간의 분산추출지수 값을 제시하였고, 대각선 아래에는 상관계수의 제곱값인 결정계수(r^2)를 제시하였다. 두 변인 값의 결정 계수와 분산추출지수를 비교한 결과, 분산추출지수가 각 역량군의 상관계수의 제곱보다 커서 잠재변인들 사이에 판별 타당성이 확보되었다고 할 수 있다.

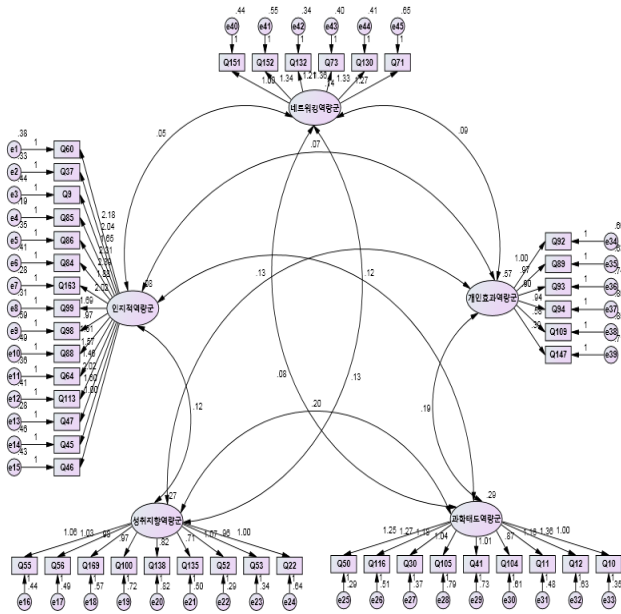
<표 20> 상관계수와 분산추출지수

역량군	I	II	III	IV	V
I. 인지	.92***				
II. 성취지향	.87(.76)	.85***			
III. 과학적 태도	.84(.71)	.82(.67)	.86***		
IV. 개인효과성	.58(.34)	.56(.31)	.57(.32)	.80***	
V. 네트워킹	.53(.28)	.81(.65)	.56(.31)	.55(.30)	.74***

***는 분산추출지수, 대각선 하단은 상관계수의 제곱, ()는 결정계수를 나타냄.

2단계 확인적 요인분석에서는 역량군들이 적절한 하위 역량들로 구성되었는지를 알아보기 위해 5개의 역량군을 차례로 분석하였다. 확인적 요인분석에 의한 전체 5개 역량군의 도식은 그림 3과 같으며, 5개 역량군의 적합성 여부를 확인하기 위한 주요 부합지수인 카이자

승 통계량(χ^2), 자유도(df), GFI, AGFI, RMR, NFI, TLI, RFI, CFI, Delta 2 IFI 검정 값은 표 21과 같다. 다양한 부합지수들이 적합성 여부를 판단하는 수준에 5개의 역량군이 모두 만족하고 있으므로, 확인적 요인분석 결과는 수용 가능하다는 것을 알 수 있었다.



[그림 3] 전체 5개 역량군에 대한 확인적 요인분석

<표 21> 역량군 별 확인적 요인분석 부합지수

역량군	카이자승 통계량 (χ^2)	자유도 (df)	부합도 지수							
			GFI	AGFI	RMR	NFI	TLI (NNFI)	RFI	CFI	Delta 2 IFI
	$p>.05$.9이상	없음	.05이하	.9이상	.9이상	.9이상	.9이상	.9이상
I. 인지	152.00 ($p=.00$)	80	.90	.85	.03	.88	.92	.84	.94	.94
II. 성취지향	33.64 ($p=.54$)	24	.97	.95	.03	.96	1.00	.94	1.00	1.00
III. 과학적 태도	50.06 ($p=.00$)	24	.94	.90	.05	.92	.94	.89	.96	.96
IV. 개인효과성	17.98 ($p=.02$)	8	.97	.93	.05	.93	.92	.97	.96	.96
V. 네트워킹	27.17 ($p=.00$)	8	.96	.89	.04	.89	.95	.80	.92	.92

또한 역량군 간 상관 분석 결과는 표 22와 같다. 역량군 간 상관은 .34에서 .84사이로서, 대부분의 상관이 .50 내외이며 $p < .005$, $p < .001$ 수준에서 통계적으로 유의한 것으로 나타났다.

<표 22> 확인적 요인분석에 의한 5개 역량군의 상관 행렬 분석

역량군	I	II	III	IV	V
I. 인지	1.00				
II. 성취지향	.84**	1.00			
III. 과학적 태도	.79**	.71**	1.00		
IV. 개인효과성	.31**	.32**	.47**	1.00	
V. 네트워크	.44**	.68**	.38**	.34**	1.00

** $p < .001$, * $p < .005$

이와 같은 분석 결과를 바탕으로, 역량 중심의 과학 영재 교육을 위한 과학자의 핵심 역량 모델을 5개 역량군, 15개 하위 역량으로 구성할 수 있었다. 즉, 인지 역량군은 창의적 사고, 분석적 사고, 종합적 사고, 개념적 사고, 탐색적 사고의 5개 역량으로 구성되었다. 성취지향 역량군은 주도성, 준비 및 문제해결력, 전략적 영향력의 3개 역량으로, 과학적 태도 역량군은 유연한 사고와 태도, 연구 열정, 과학에 대한 견해의 3개 역량으로 구성되었다. 개인 효과성 역량군은 풍부한 경험과 체형, 글로벌 자세의 2개 역량으로 구성되었고, 마지막으로 네트워크 역량군도 대인이해, 의사소통의 2개 역량으로 구성되었다. 한편, 과학자는 연구자로서 실험실이나 연구실에서 연구를 하며, 직업인으로서 전문적 직업에 종사하고, 사회인으로서 사회적인 활동을 하는 사람이다(최경희, 2005). 따라서 현대 사회에서 요구되는 과학자의 역할을 ‘연구자로서의 과학자’, ‘직업인으로서의 과학자’, ‘사회인으로서의 과학자’로 구분해 볼 수 있으며, 이와 같은 측면에서 추출된 핵심 역량 모델의 타당성을 재확인해 볼 수 있었다.

과학자의 주된 활동은 과학적 연구나 활동을 능동적으로 수행하는 사람으로서, 과학 분야에 대한 지식수준이 높고, 문제 해결 방법의 정밀성 및 정확성에 깊은 관심을 가지고 있다(최경희, 2005). 또한 창의력이 뛰어나고, 고차원적 사고를 하며, 문제를 해결하고자 하는 노력과 호기심을 지니고 있다(Braben, 1994). 따라서 과학자들이 연구자로서의 과학자 역할을 충분히 해내기 위해서는 수준 높은 지식, 문제 해결 능력, 고차원적 사고와 같은 역량을 갖출 필요가 있다. 그러므로 핵심 역량 모델에서 인지적 역량군과 이를 구성하고 있는 분석적 사고, 개념적 사고 등은 과학자의 핵심 역량으로서 타당하다고 볼 수 있다.

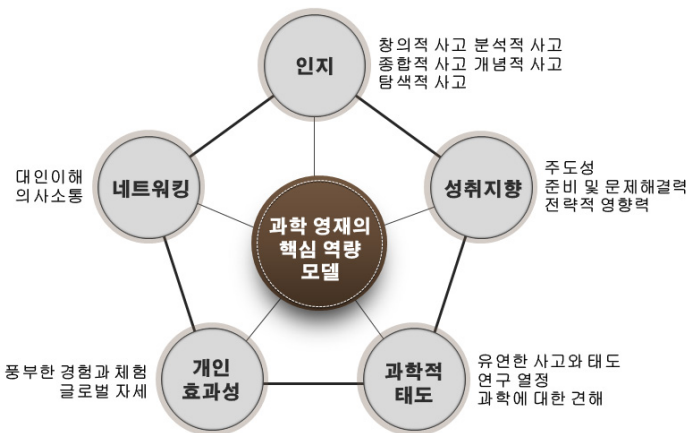
또한 과학자는 주로 자신의 호기심에 따라 연구하고, 지식을 탐구하려는 태도를 지니고 있다(Bridgstock et al., 1998). 그리고 현대 사회의 과학자는 연구자로서 타 분야에 대한 적극적인 관심을 바탕으로 서로 상이한 관점들을 객관적으로 이해하고, 이를 자신의 연구 분야에 적절히 활용할 수 있는 능력을 갖출 필요가 있다(이도현, 윤지현, 강성주, 2014). 유연한 사고는 자신의 분야에 대한 깊은 고찰과 새로움을 만들어내는데 도움을 주기 때문이다. 따라서 핵심 역량 모델에서 과학적 태도 역량군과 이를 구성하고 있는 유연한 사고와 태도, 연

구 열정, 과학에 대한 견해 역량은 과학자의 핵심 역량으로서 타당하다고 볼 수 있다.

그리고 연구자로서 과학을 깊이 있게 탐구할 수 있는 과학자를 양성하기 위해서는 어린 시절부터 오감을 자극하는 다양한 경험을 쌓으며 감성을 풍부하게 기르는 일이 중요하다(최경희, 2005). 또한 과학자는 연구자로서 급박하게 발전하는 세계적 연구 추세에 적극 대응하고, 선도적 위치를 확보하기 위해 다양한 과학 이슈에 관심을 가지거나 관련 기술을 갖추기 위한 노력이 지속적으로 요구된다. 그러므로 개인 수준에서 경험하거나 갖추어야 할 태도를 의미하는 개인 효과성 역량군과 이를 구성하고 있는 풍부한 경험과 체험, 글로벌 자세 역량은 과학자의 핵심 역량으로서 타당하다고 볼 수 있다.

전문 직업인으로서 과학자는 과학적 활동을 성공적으로 수행함으로써 과학의 발달과 과학 지식의 개발에 공헌할 필요가 있다(Riggs, 1992). 따라서 과학자는 스스로 자신의 일에 많은 관심을 가지고, 최고의 기준에 도달하고자 하는 의욕을 통해 다양한 연구 성과를 창출할 필요가 있다. 그러므로 일의 목표를 명확히 세우고, 이에 도달하기 위하여 스스로 준비하고 노력하기 위한 성취 지향적 역량군과 이를 구성하고 있는 주도성, 준비 및 문제해결력, 전략적 영향력 역량은 과학자의 핵심 역량으로 타당하다고 볼 수 있다.

현대 사회에서 과학자들의 일상적인 과학 활동은 과학자 개인의 순수한 호기심만을 만족시키기 위한 자율적 활동이거나 자연의 진리만을 추구하기 위한 개인 활동만으로 볼 수 없다(Resnik, 1998). 즉, 과학자들의 과학 활동은 반드시 사회 안에서 일어난다(최경희, 2005; Resnik, 1998). 한 과학자의 연구는 다른 과학자들의 연구와 업적에 바탕을 두며, 과학자들은 누구나 학회와 같은 과학 사회의 일원으로서 여러 가지 사회적인 역할도 한다. 따라서 과학자는 다른 전문가들과 직·간접적 연계망을 갖추고, 자신의 전문지식을 필요로 하는 사람들과 공유할 수 있는 네트워킹 역량을 갖출 필요가 있다. 그러므로 네트워킹 역량군과 이를 구성하는 대인이해, 의사소통 역량은 과학자의 핵심 역량으로서 타당하다고 볼 수 있다. 그러므로 과학 영재 교육을 위한 과학자의 핵심 역량 모델을 그림 4와 같이 제시할 수 있다.



[그림 4] 과학 영재의 핵심 역량 모델

IV. 결론 및 제언

21세기 지식 기반 사회를 대비하여 과학 영재 교육에서 무엇보다 숙고해야 할 교육적 과제는 과학 영재들이 지속적이면서 장기적으로 자신들의 영재성을 발현 및 성장할 수 있는 토대를 마련하고, 그 가능성을 확장시켜 주는 것이다. 따라서 과학 영재 교육에서는 기존의 지식 중심 교육이 갖는 한계를 넘어 개인의 능력과 존재 가치를 실천적으로 구현할 수 있는 핵심 역량 중심의 교육 방안을 시급히 모색할 필요가 있다. 이를 위해 미래 사회가 추구하는 가치나 비전을 바탕으로, 과학 영재들이 자신의 역할을 성공적으로 수행하는데 요구되는 핵심 역량이 무엇인지를 우선적으로 규명해 볼 필요가 있다. 그러므로 이 연구에서는 과학 영재가 반드시 갖추어야 할 핵심 역량을 이해하기 위하여 세계적인 과학자의 내·외적 속성 분석을 통해 핵심 역량을 추출하고, 탐색적 요인분석과 확인적 요인분석에 기반한 타당성 검증을 통해 과학자의 핵심 역량 모델을 개발하였다.

연구 결과, 탐색적 요인분석을 통해 5개의 역량군, 15개의 하위 역량으로 구성된 잠재적인 핵심 역량 모델을 구성할 수 있었다. 그리고 구성된 핵심 역량 모델의 타당성을 검증하기 위하여 확인적 요인분석을 실시한 결과, 대부분 적합한 합치도 지수를 나타내어 과학자의 핵심 역량 모델이 타당하다는 것을 확인할 수 있었다. 과학자의 핵심 역량 모델에서 첫 번째 역량군은 ‘인지’ 역량군으로서, ‘창의적 사고’, ‘종합적 사고’, ‘탐색적 사고’, ‘분석적 사고’, ‘개념적 사고’의 5개 하위 역량으로 구성되었다. 이 역량군은 개념을 창출하거나 재구성하고, 다양한 문제를 창의적으로 해결하는 과정에서 요구되는 고차원적인 사고 능력과 관련되어 있었다. 두 번째 역량군은 ‘성취지향’ 역량군으로서, ‘주도성’, ‘준비 및 문제해결력’, ‘전략적 영향력’의 3개 하위 역량으로 구성되었다. 이 역량군은 과제의 목표를 분명히 세우고, 이를 달성하기 위하여 전략적으로 계획을 수립하는 활동이나 의욕과 관련되어 있음을 알 수 있었다. 예를 들어, 최대한의 자원 활용, 기회를 포착하기 위한 적극성, 정보 수집, 결단력 등을 들 수 있다. 세 번째 역량군은 ‘과학적 태도’ 역량군으로서, ‘유연한 사고와 태도’, ‘연구 열정’, ‘과학에 대한 견해’의 3개 하위 역량으로 구성되었는데, 이 역량군은 자신의 일에 열정적인 동시에 개방적이면서 유연한 사고를 할 수 있는 능력, 도전 정신과 인내심, 긍정적인 연구 태도 등을 강조하고 있음을 알 수 있었다. 네 번째 역량군은 ‘개인 효과성’ 역량군으로서, ‘풍부한 경험과 체험’, ‘글로벌 자세’의 2개 하위 역량으로 구성되었다. 따라서 이 역량군은 미래 지향적인 과학자로서 갖추어야 할 글로벌 마인드나 자세, 사회적 책임감과 관련되어 있음을 알 수 있었다. 또한 과학 및 기술과 관련된 풍부한 경험의 중요성도 강조되었는데, 고차원적 사고와 같은 인지적 능력은 경험 속에서 제안되고 발휘된다는 측면에서 개인 효과성 역량군은 다른 역량을 효과적으로 지원하는 역할과 관련되어 있음을 알 수 있었다. 마지막으로, 다섯 번째 역량군은 ‘네트워킹’ 역량군으로서, ‘대인이해’, ‘의사소통’의 2개 하위 역량으로 구성되었다. 이 역량군은 다른 사람과 협력하여 팀의 일원으로서 함께 일하려는 태도, 유용한 사람과 우호적인 관계를 형성하거나 유지하려는 노력, 자신의 의견이나 주장을 논리적으로 설명하거나 설득하기 위한 의사소통 능력 등과 관련되어 있음을 알 수 있

었다.

이와 같은 연구 결과를 통해 미래 사회의 국가 리더로서 과학 영재들은 창의성이나 고차원적 사고와 같은 인지적 도구에 대한 활용 역량뿐만 아니라 타인과 관계를 원만히 맺고 협력하여 일할 수 있는 사회적 상호작용 역량과 과학자로서 자신의 신념이나 의지를 명확히 하고, 이를 계획적으로 일관성 있게 추진해 나갈 수 있는 심리적·감성적 역량을 균형적으로 갖추어야 함을 알 수 있었다. 따라서 앞으로 과학 영재 교육은 창의성과 같은 인지적 발달이나 학습 역량의 강화 이외에 과학에 대한 긍정적인 태도나 가치관을 형성하고, 다양한 전략과 상호작용을 통해 자신의 성취를 효과적이면서 지속적으로 이루어낼 수 있는 ‘성취지향’, ‘과학적 태도’, ‘개인 효과성’, ‘네트워킹’과 같은 핵심 역량 개발에 좀 더 초점을 맞출 필요가 있다. 그러므로 이 연구에서 개발된 과학자의 핵심 역량 모델은 과학 영재들에 대한 기대 성과를 보다 명확히 제시함으로써, 핵심 역량 중심의 과학 영재 교육에 대한 전반적인 방향 설정에 도움을 줄 수 있을 것으로 기대된다.

한편, 이 연구에서는 과학 영재들이 함양해야 할 과학자의 핵심 역량의 요인 구조에 대한 체계적인 검증을 바탕으로, 일반화의 가능성이 높은 모델을 구성할 수 있었다. 즉, 탐색적 요인 분석을 통해 잠재적인 핵심 역량 모델을 구축한 후, 확인적 요인분석을 통해 잠재적인 핵심 역량 모델에 대한 통계적인 검증을 실시하였기 때문에 과학적인 모델을 도출할 수 있었다(배성우, 신원식, 2005). 따라서 이 연구에서 개발된 과학자의 핵심 역량 모델은 핵심 역량 중심의 과학 영재 교육을 위한 기반을 제공하였다고 볼 수 있다. 그러나 추후 반복 연구를 통해 본 연구에서 파악하지 못한 다양한 핵심 역량 요인을 좀 더 탐색하고, 각 역량간의 인과관계를 포함한 확장된 모델을 개발할 필요가 있다.

참 고 문 헌

- 교육과학기술부 (2011). 과학과 교육과정. 교육과학기술부고시 제2011-361호.
- 김계수 (2010). **AMOS 구조방정식 모형 분석**. 서울: 한나래아카데미.
- 김나유, 심재우 (2013). 고등학생들의 문법학습전략 개념타당성과 문법성적과의 상관관계 연구: 확인적 요인분석 적용. **현대문법연구**, 73, 183-204.
- 김수동, 안재진, 이정연 (2014). 배려척도 문항개발 연구. **사회과학연구**, 25(1), 81-104.
- 김해운, 허난, 노지화, 강육기 (2012). 수학과 교수·학습 과정에 핵심 역량의 반영 정도와 그 가능성에 대한 교사들의 인식 조사. **한국학교수학회논문집**, 15(4), 605-625.
- 김혜숙 (2008). 한국 영재교육의 현황: 평가와 과제. **창의력교육연구**, 8(2), 73-90.
- 남정은, 정정희 (2013). 자녀양육 양상을 통해 본 저출산 문제의 이해: 1980년대 중반~2000년대 신문기사 분석을 중심으로. **유아교육연구**, 33(2), 53-78.
- 대통령자문교육혁신위원회 (2007). **학습사회 실현을 위한 미래교육 비전과 전략(안)**. 2007. 8. 13.
- 박수경, 김광휘 (2005). 과학 영재학생의 사고 양식 유형과 학업성취 및 과학개념과의 관계

- 분석. **한국과학교육학회지**, 25(2), 307-320.
- 박연옥, 김성혁, 김용일 (2014). 한국고숙열차의 물리적 환경이 인지반응과 생리적 반응을 통해 행동의도에 미치는 영향. **관광연구**, 28(1), 135-152.
- 박용호, 조대연, 배현경, 이해정 (2012). 중등교사의 직무역량 요구분석. **한국교원교육연구**, 29(2), 299-320.
- 박인숙, 강순희 (2012). 중학생의 과학 창의적 문제 해결 능력을 측정하기 위한 도구 개발. **한국과학교육학회지**, 32(2), 210-235.
- 방재현, 정철영 (2012). 대학입학사정관의 역량모델 개발. **농업교육과 인적자원개발**, 44(2), 129-147.
- 배성우, 신원식 (2005). CES-D 척도의 요인구조 분석: 확인적 요인분석 방법의 적용. **보건과 사회과학**, 18, 165-190.
- 백순근, 함은혜, 이재열, 신효정, 유예림 (2007). 중등학교 교사의 교수역량 구성요인에 대한 이론적 고찰. **아시아교육연구**, 8(1), 47-69.
- 성진숙 (2003). 과학에서의 창의적 문제해결력에 영향을 미치는 제 변수 분석: 확산적 사고, 과학 지식, 내·외적 동기, 성격 특성 및 가정환경. **열린교육연구**, 11(1), 219-237.
- 소경희 (2007). 학교교육 맥락에서 본 ‘역량(competency)’의 의미와 교육과정적 함의. **교육과정연구**, 25(3), 1-21.
- 소경희 (2009). 역량기반 교육의 교육과정사적 기반 및 자유교육적 성격 탐색. **교육과정연구**, 3(27), 1-20.
- 소경희, 강지영, 한지희 (2013). 교과교육과정 개발을 위한 역량 모델의 가능성 탐색: 영국, 독일, 캐나다 교육과정 고찰을 중심으로. **비교교육연구**, 23(3), 153-175.
- 양대승 (2011). 대학생들의 교양 체육 참여 동기와 여가만족 및 여가지속 의도와와의 구조방정식 모형 검증. **한국여가레크리에이션학회지**, 35(3), 17-27.
- 양병화 (2000). **다변량 자료분석의 이해와 활용**. 서울: 학지사.
- 윤정일, 김민성, 윤순경, 박민정 (2007). 인간 능력으로서의 역량에 대한 고찰: 역량의 성과 차원. **교육학연구**, 45(3), 233-260.
- 이광우, 전제철, 허경철, 홍원표 (2009). **미래 한국인의 핵심 역량 증진을 위한 초·중등학교 교육과정 설계 방안 연구**. 서울: 한국교육과정평가원.
- 이도현, 윤지현, 강성주 (2014). 집단 창의성 교육을 위한 방안으로서 과학 교육에 디자인적 사고의 도입과 속성 탐색. **한국과학교육학회지**, 34(2), 93-105.
- 이상우, 조문식 (2011). 호텔기업 구성원의 가치성향이 서비스지향성과 고객지향성에 미치는 영향. **관광경영연구**, 15(3), 89-108.
- 이영준 (1991). **요인분석의 이해**. 서울: 석정.
- 이찬, 정철영, 나승일, 김진모, 임재원, 백아롱 (2010). 차세대 영재기업인 역량모델개발. **농업교육과 인적자원개발**, 42(1), 155-176.
- 이흥민 (2009). **인적자본 역량모델 개발과 역량평가**. 서울: 리드리드출판.

- 이효녕, 이현동 (2013). 과학 고등학교와 일반 고등학교 학생들을 대상으로 시스템 사고측정 도구의 타당도 검증 및 시스템 사고 비교. **한국과학교육학회지**, 33(6), 1237-1247.
- 정충덕, 강경희 (2009). 초·중등 과학영재의 생애능력 중 핵심능력 분석: 의사소통력, 문제해결력, 자기주도적 학습력을 중심으로. **과학교육연구지**, 33(2), 290-303.
- 정현철, 한기순, 김병노, 최승언 (2002). 과학 창의성 개발을 위한 프로그램 개발: 이론과 예시를 중심으로. **한국지구과학회지**, 23(4), 334-348.
- 조규필 (2014). 취약청소년 자립준비도 척도개발 및 타당화. **한국청소년복지학회**, 16(2), 273-310.
- 조운동, 윤용식 (2014). 핵심 역량 육성의 관점에서 비교한 한국과 일본의 수학과 교육과정. **대한수학교육학회지 수학교육학 연구**, 24(1), 45-65.
- 최경희 (2005). 과학자의 사회적 역할과 책임 및 교육 방법에 대한 고찰. **과학기술학연구**, 5(2), 49-67.
- 황석근, 임석훈, 김익표, 김애숙 (2004). 창의적 사고기법 적용을 통한 문제해결력 함양. **중등교육연구**, 52(1), 383-396.
- Braben, D. (1994). *To be a scientist*. Oxford: Oxford University Press.
- Bridgstock, M., Burch, D., Forge, J., Laurent, J., & Lowe, I. (1998). *Science, teaching and society: An introduction*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Burgoyne, J. G. (1993). The competence movement: Issues, stakeholders, and prospects. *Personal Review*, 22(6), 7-13.
- Cho, S., Ahn, D., Han, S., & Park, H. (2008). Academic developmental pattern of the Korean gifted during the 18 years after identification. *Personality and Individual Differences*, 45(8), 784-789.
- Comrey, A. L., & Lee, H. B. (1992). *A first course in factor analysis*(2nd ed.). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Dubois, D. D. (1993). *Competency-based performance improvement: A strategy for organizational change*. Amherst, MA: HRD.
- Hinkin, R. H. (1998). A brief tutorial on the development of measures for use in survey questionnaires. *Organizational Research Methods*, 1(1), 104-121.
- Jones, L., & Moore, R. (1995). Appropriating competence: The competency movement, the new right and the culture change project. *British Journal of Education and Work*, 8(2), 78-92.
- Krzystofiak, F., Cardy, R. L., & Newman, J. (1988). Implicit personality and performance appraisal: The influence of trait inferences on evaluation behavior. *Journal of Applied Psychology*, 73, 515-521.
- Lucia, A. D., & Lepsinger, R. (1999). *The art and science of competency models: Pinpointing*

- critical success factors in organizations*. New York, NY: Pfeiffer.
- Newman, F. M. (1991). Classroom thoughtfulness and students' higher order thinking: Common indicators and diverse social studies courses. *Theory and Research in Social Education*, 19, 410-433.
- OECD (2003). *Definition and selection of competencies: Theoretical and conceptual foundation*. OECD: Paris.
- OECD (2006). *Schooling for tomorrow: Think scenarios, rethink education*. OECD: Paris.
- Resnik, D. (1998). *The ethics of science: An introduction*. London: Routledge.
- Riggs, P. J. (1992). *Whys & ways of science*. Melbourne: Melbourne University Press.
- Rothwell, W. J., & Lindholm, J. E. (1999). Competency identification, modeling, and assessment in the USA. *International Journal of Training and Development*, 3(2), 90-105.
- Schmidt, A., & Kunzmann, C. (2007). *Sustainable competency-oriented human resource development with ontology-based*. In: Cunningham, M., Cunningham, P. (eds.) *Competency catalogs, eChallenges*.
- Spencer, L. M., & Spencer, S. (1993). *Competence at work: Models for superior performance*. 민병모, 박동건, 박종구, 정재창(역). (2007) 5쇄. 핵심역량모델의 개발과 활용. 서울: PSI컨설팅.
- Tak, J. K. (2007). *Psychological testing: An understanding of development and evaluation method*(2nd ed.). Seoul: Hakjisa.
- Voorhees, A. A. (2001). Competency-based learning models: A necessary future. *New Directions for Institutional Research*, 110, 5-13.
- Williams, B., Brown, T., & Onsmann, A. (2012). Exploratory factor analysis: A five-step guide for novices. *Journal of Emergency Primary Health Care*, 8(3), Article 1.
- Yang, B., Watkins, K. E., & Marsick, V. J. (2003). The construct of the learning organization: Dimensions, measurement, and validation. *Human Resource Development Quarterly*, 15(1), 31-55.

= Abstract =

The Development on Core Competency Model of Scientist and Its Verification for Competency-Based Science Gifted Education

Jae-JIn Park

Puhung High School

Jihyun Yoon

Dankook University

Seong-Joo Kang

Korea National University of Education

There was a great need to consider a core competency-based approach as a new direction of the science education for gifted students according to the value and vision of the 21st century knowledge-based societies. Therefore we developed a core competency model of scientist and examined its validity as a prerequisite for a core competency-based education of science gifted students. In order to this, the survey was conducted after developing questionnaire through the theoretical review of the various resources such as paper, book, and newspaper articles and the qualitative analysis of the behavioral event interview, and then an exploratory factor analysis was performed to validate the factor structure based on the results of the survey. The results revealed that the core competency model with the 5 cluster units of competency and the 15 core competencies was potentially constituted. And the reliability, convergent validity, and discriminant validity of the core competency model were verified through the confirmatory factor analysis. The cognitive cluster consisted of 5 competencies and they were as follows: creative, comprehensive, exploratory, analytical, and conceptual thinking competency. The achievement-orientation cluster consisted of 3 competencies and they were as follows: initiative, preparation & problem solving, and strategic influence competency. The scientific attitude cluster consisted of 3 competencies and they were as follows: flexible thinking & attitude, passion for research, and views about science competency. The personal effectiveness cluster consisted of 2 competencies and they were as follows: diverse experiences and global attitude competency. Finally, the networking cluster consisted of 2 competencies and they were as follows: personal understanding and communication competency. Findings were expected to provide the basic data for developing programs and establishing strategies based on the core competency as well as introducing the core competency model of scientist to science education for gifted

students effectively.

Key Words: Core competency model, Verification, Science-gifted student

1차 원고접수: 2014년 6월 15일
수정원고접수: 2014년 8월 9일
최종게재결정: 2014년 8월 9일