

과학영재를 위한 과학캠프의 자료와 활동의 평가준거 개발*

최원호 · 손정우¹ · 이봉우^{†2} · 이인호³ · 신영준⁴ · 한재영⁵ · 최정훈⁶

한국교육과정평가원, ¹경상대학교, ²단국대학교, ³서울대학교, ⁴경인교육대학교, ⁵충북대학교, ⁶한양대학교

Development of Assessment Criteria of Science Camp Activities and Materials for Science Gifted Students

Choi Won-Ho, Son Jeong-Woo¹, Lee Bong Woo^{†2}, Lee In-Ho³, Shin Young-Joon⁴,
Han Jaeyoung⁵, Choi Junghoon⁶

*Korea Institute of Curriculum and Evaluation, ¹Gyeongsang National University, ²Dankook University,
³Seoul National University, ⁴Gyeongin National University of Education,
⁵Chungbuk National University, ⁶Hanyang University*

Abstract

In this paper, we developed the assessment criteria of science camp activities and materials for assessing and distinguishing characteristics of science gifted students. For this, followed with the educational goals of science camp such as creative problem-solving, communication skill, self-directed learning and right understanding about science, assessment criteria of science camp materials and activities were separately composed of 14 standards. These criteria could be expected to give the informations about characteristics of science gifted students as well as to be applied to instrument for identifying science gifted students.

keywords : science camp, material assessment criteria, activity assessment criteria

I. 서 론

21세기 지식기반 사회에서는 국가 간의 무한 경쟁 속에서 새로운 과학기술을 창출할 수 있는 창의력 있는 과학 영재의 양성이 그 어느 시기보다 중요하게 여겨지고 있다. 또한 타고난 잠재력을 최대한 계발할 수 있는 교육기회를 제공하는 것은 교육기회의 형평성 측면이라는 측면에서도 영재교육의 필요성을 이야기하고 있다.

교육이란 학생들의 성장발달을 돕는 의도적인 활동이며, 교육을 통하여 달성하고자 하는 변화의 상태를 교육의 목적으로 정하고 있다. 그래서 교육의 목표를 어떻게 잡느냐에 따라 학습의 내용과 방향이 결정되는데, 과학 영재교육의 목표를 잡기 위해서는 과학영재의 정의와 특성에 대한 고려가 우선되어야 한다.

오랫동안 영재성을 Terman(1916)의 이론에 근거하여 높은 지능으로 정의해왔다(Karnes & Bean, 2003에서 재인용). 하지만 Sternberg와 Davidson(1986)의 영재성에 관한 여러 개념, Gardner(1983)의 다중지능이론, Renzulli(1978)의 영재 행동에 관한 세 고리 정의 등에서 영재성에 대한 다면적 이해가 필요함이 주장되었다.

* 이 연구는 한국학술진흥재단의 지원에 의한 것임 (과제번호 R14-2003-040-01001-0).

[†]Corresponding author

Tel: 82-2-799-1430; Fax: 82-2-799-1431; E-mail: peaklee@dreamwiz.com

그래서 영재의 정의는 과거의 지적능력에만 의존하던 것에서 ‘과제 집착력’ 과 같은 정의적 요인을 포함시키는 경향(Renzulli, 1986)으로 변하고 있다. 그리고 과학영재들의 지적 특성과 정의적 특성은 과학영재들을 위한 교수-학습 전략을 수립하는데 기반이 될 뿐만 아니라(Reid & Romanoff, 1997) 과학영재 판별을 위한 중요한 준거가 되기도 한다.

Renzulli(1978)에 의하면 영재성을 구성하는 세 가지 요인은 평균이상의 능력, 창의성, 과제 집착력을 들고 있다. 평균이상의 능력은 일반 적성검사나 지능검사를 통해 측정되는 언어능력, 공간능력, 언어 유창성과 같은 일반능력과 특수한 분야의 능력으로 한정되는 특수능력으로 나눌 수 있다. 과제집착력은 특별한 문제나 특별한 수행 영역에서 작용하는 에너지로, 뛰어난 성취를 이룬 사람들이나 영재들은 자신이 선택한 분야에 오랜 시간 동안 특별한 열정과 참여를 보인다. 그리고 창의성은 영재에 관한 여러 정의에 반드시 포함되고 있지만 창의성을 정의하거나 검사하는 것은 쉬운 일이 아니다.

Gardner(1993)에 의하면 창의적인 사람은 한 영역에서 문제를 잘 풀고 창작품을 산출하는 사람이며, 창의성은 한 사람의 마음속에 들어 있는 하나의 구성개념이 아니며 여러 영역 사이의 상호작용 결과로 나타난다고 말하고 있다. 창의성은 사고와 문제 접근에 있어서의 독창성과 융통성, 기존의 관례와 절차를 뛰어넘는 능력, 사고와 행동에 있어서 호기심과 모험심을 발휘하는 정도를 말한다(Renzulli, 1978 ; Karnes & Bean, 2003에서 재인용).

Renzulli(1978)의 정의를 바탕으로 과학영재를 지적능력, 창의력, 과제 집착력, 그리고 과학 분야의 탐구활동에 강한 흥미와 긍정적인 태도를 소유한 사람으로 정의할 수 있으며, 이렇게 과학영재에 관한 최근의 연구(조석희, 1996; 한종하, 1983)는 지적 능력과 창의성에 더불어 과학 탐구활동에 흥미, 재능과 동기를 포함시키고 있다.

이러한 과학영재에 대한 정의와 특성을 바탕으로 영재교육의 목표를 정하게 된다. 정현철(2002)은 구자역 등(1999)의 연구를 바탕으로 영재교육의 목표를 창의적인 문제해결력, 자율적 탐구능력, 지도력의 개발을 바탕으로 한 자아실현과 사회에의 공헌으로 제시하고 과학자의 특성에 근거하여 과학영재교육의 목표를 제시하였다. 과학자의 특성은 일반인에 비해 많은 과학지식을 가지며, 그 지식을 구조화하고, 문제해결을 위해 탐구과정뿐만 아니라 새로운 문제해결 전략을 찾는 등의 일반적인 과정지식을 사용하기도 한다. 그리고 새로운 문제를 발견하는 능력이 뛰어나다(Dunbar, 1999). 영재교육의 목표는 탁월한 업적을 가진 창의적인 과학자를 모델로 하여 그들의 업적과 행적을 조사하거나 과학적 잠재력을 가진 영재들의 특성에 근거하여 정할 수 있다(김주현, 2000).

영재교육은 국가 사회적 차원에서 매우 중요하다는 의미에서 지식뿐만 아니라 행동적 특징에 근거하여 올바른 영재의 선발 및 영재교육 프로그램의 운영은 상당히 중요하다. 그러나 현재 영재학교, 영재학급 등에서 진행되고 있는 영재의 선발은 물론 과학 영재 프로그램은 체계적으로 이루어지지 못하고 있는 실정이다.

영재의 판별은 영재교육의 목표와 영재대상 프로그램의 목표 성취여부로서 판별이 가능하다. 그리고 영재교육의 목표를 성취하기 위해 필요한 준거들은 교육의 목표 성취 여부를 판단하는데 구체적인 증거를 제공할 수 있다(최원호, 2005). 영재집단의 경우 지식, 지능, 과학에 대한 태도 등의 세 검사가 매우 낮은 상관을 보이고 있기 때문에 일반적으로 영재선발의 주요 준거로 활용되는 지능과 창의성 검사와 같은 인지 능력 검사만으로는 영재들의 다양한 측면을 판별하기 어렵다(양태연 등, 2003). 그래서 영재성을 구성하는 여러 가지 요인을 이용하여 영재성의 판별에 이용할 필요가 있다. Nicholls(1972)는 창의적 결과물의 분석이 창의적 잠재력을 잘 예언할 수 있으며, Wallach(1976)도 창의적 성취에 관한 학생의 자기-보고가 유용한 방법이라고 하였듯이 영재를 선발하기 위해서 산출물을 평가하는 방법이 필요하다.

하지만 일반적으로 탐구능력을 확인하기 위해 실시하는 보고서 형태의 평가는 지적영역 중 창의적인 영역과 정의적인 영역의 과학에 대한 태도 등을 고려할 수 없고, 한번 사용하면 재사용하기 어려운 단점을 가지고 있다. 그래서 실제 영재의 선발과정에서 영재의 특성을 모두 고려하지 못하고 인지능력 검사에 의존하는 것이 현실이다. 이렇게 교육과 판별을 분리하면서 생기는 영재교육 목표의 불일치를 극복하기 위해 교육이 진행되는 과정에 평가할 수 있는 교육과 판별의 일체화 모형이 필요하며, 최근 이러한 선발과 교육에서의 문제를 해결하는 방법 중 하나로 과학캠프가 도입되어 과학영재학교에서는 신입생 선발 전형에서 과학캠프를 통한 과학적 문제해결력과 창의성, 인성 등을 평가하고 있다.

그러나 과학캠프에 대한 여러 연구들(김현정과 유준희, 2006; 박종욱 등, 1999; 여상인 등, 2003; 최원호, 2005)이 있기는 하지만, 과학 캠프에서의 활동에 대한 적절한 평가 준거는 아직 미흡한 상태이다. 따라서 본 연구에서는 과학영재를 위한 프로그램이 갖추어야 할 근거를 제시하고, 이 근거를 통하여 영재의 선발과 교육을 위한 과학캠프의 평가기준을 개발하였다.

구체적인 연구 목표는 다음과 같다.

- (1) 과학 영재프로그램이 갖추어야 할 방향은 무엇인가?
- (2) 과학영재를 위한 과학캠프의 자료의 평가준거는 어떤 내용을 포함해야 하는가?
- (3) 과학영재를 위한 과학캠프에서의 활동의 평가준거는 어떤 내용을 포함해야 하는가?

과학 영재를 위한 과학캠프가 갖추어야 할 교육목표를 선정하기 위하여 선행 연구(최원호, 2002; 최원호, 2005)를 바탕으로 영재 프로그램에 대한 분석을 통하여 정하고 과학영재캠프의 활동을 평가할 수 있는 평가준거를 개발하였다. 개발된 평가 준거는 과학교육 전문가 3인의 안면타당도와 과학교육과 영재교육을 담당하는 과학교사 8인의 내용타당도 검증을 통하여 수정 보완되었다.

II. 과학 영재프로그램의 방향

과학 영재 프로그램이 갖추어야 할 근거로써 이론적 논의를 바탕으로 지식의 구조화, 자율적인 탐구와 창의적인 문제의 발견, 협동 및 의사소통의 강조, 과학 활동에 대한 능동적인 참여와 자기주도적인 학습의 강조, 탐구적 사고의 자극을 통한 과학현상과 원리의 올바른 이해의 5가지 관점으로 제시하였다.

1. 지식의 구조화

학문으로서의 과학의 개념을 정확히 전달하는 것은 영재교육에서 중요하다. 하지만 수용하기 어려운 정도로 어려운 개념을 나열식으로 많이 전달하는 것은 효율적이지 못하다. 과학자들이 일반인들에 비해 구조화된 과학 지식을 많이 가지듯이, 과학 영재들은 일반인들에 비해 높은 지능을 가지고 수학, 과학에 높은 성취도를 보이므로(한중하, 1983), 영재교육은 해당 분야의 과학지식을 기초 개념부터 조직적으로 구조화하여 전달해야 한다. 그리고 그 지식은 새로운 현상을 이용하여 영재들이 호기심과 신기함을 느낄 수 있도록 해줄 때 더욱 효과적이다(박종욱 등, 1999).

2. 자율적인 탐구와 창의적인 문제의 발견

과학자는 문제를 발견하는 능력이 일반인과 구별되며, 문제를 발견하기 위해 탐구과정 뿐만 아니라 일반적 과정적 지식도 이용한다. 수학자 Hadamard(1945)는 영재 선발의 준거로 연구문제를 발견하는 능력을 들었으며(윤경미, 2004에서 재인용), Bunge(1967)도 새로운 문제를 발견하는 능력은 과학적 재능의 지표가 된다고 하였다. 창의적 과학자의 대표적인 인물인 Einstein 역시 문제해결은 수학적 기술이나 실험 기술만을 요구할 뿐이며, 문제 발견은 새로운 질문이나 가능성을 제시하고 기존의 문제를 새로운 각도로 바라보는 창의적 상상력을 요구하여 진정한 과학의 발전을 가져온다고 하였다(Einstein & Infeld, 1938; 윤경미, 2004에서 재인용).

그래서 과학 영재들을 위한 교육과 판별에서는 지적 호기심을 유발할 수 있는 흥미 있는 영역에서 창의적 문제를 발견할 수 있는 탐구의 기회(박종석 등, 1999)를 제공하는 것이 필요하다.

3. 협동 및 의사소통의 강조

Roe(1953)는 창조적 업적을 남긴 과학자를 연구하였더니 흥미나 가치관이 같은 한 두 사람의 절친한 친구를 가진다고 하였다(이정희, 2005에서 재인용). Schuler(1997)에 의하면 영재들은 자신의 일에 최선을 다하고 계속적으로 잘하기를 원한다는 것이다(Karnes & Bean, 2003에서 재인용.). 그럼에도 불구하고 또래에 비하여 높은

능력으로 발생하는 정서적 스트레스로 인해 수업시간에 교사의 질문에 대답하지 않거나 손을 들지 않는다(Karnes & Bean, 2003). 그래서 비슷한 영재들과 함께 공부할 수 있는 기회를 제공하는 것은 일반아들과 섞인 반에서 반 친구들로부터 받는 압박감을 해결하는데 필요하다(Rogers, 1991). 영재 청소년들은 높은 성취에 도달하려는 의지가 강하며, 지도력과 통제력을 발휘하기를 좋아하며, 어떤 성취를 남에게 보여주기를 원하며, 다른 사람의 관심을 끌기를 원하며, 자신이 존재가치에 대해서 확신을 보이는 특징을 가지고 있다(Csikszentmihalyi et al., 1993).

창의성과 과제집착력은 의도적인 교육적 노력에 의해 변화될 수 있고 영재들은 동일한 흥미를 느끼는 학생들끼리 소집단을 형성하여 심화활동에 참여함으로써 개별활동에 비해 상승효과를 얻을 수 있기 때문에(Renzulli, 2003), 영재대상 프로그램은 협동학습의 형태로 이뤄져야 한다. Brandwein(1981)은 과학자가 되기 위한 조건으로 학생들의 성장과정에서 학교 교사의 개인적 열정과 모범과 같이 감명을 받을 수 있는 영향 요소가 있어야 한다고 말했는데, 비슷한 관심을 가지고 열정적으로 주어진 활동에 몰입하는 비슷한 또래와의 협동적 학습의 경험은 영재성을 개발하고 미래의 과학자로 성장할 수 있는 중요한 요인이 될 수 있다.

4. 과학 활동에 능동적 참여와 자기주도적인 학습의 강조

과학자들은 자신들이 흥미를 느끼는 일에는 무서운 열정을 가지는 성향을 가지고 있으며(Roe, 1953, 이정희, 2005에서 재인용), 과학학습에 강한 의욕과 흥미를 가진다(한중하, 1983). 과학자가 되기 위해서는 과학에 대한 동기와 집착력을 가져야 하기 때문에(Brandwein, 1981) 과제를 수행하는데 장시간을 투입하기를 좋아하고 과제를 수행하는데 보다 나은 방법을 추구하고자 하는 성격을 가지고 있어야 한다. 이군현(1990)의 연구에서도 과학영재들은 독립심이 강하고 주변 환경을 적극적으로 극복하고 과제집착력이 강한 것으로 나타났다. 따라서 영재를 대상으로 하는 교육은 영재들이 주도적으로 참여할 수 있는 흥미 있는 영역에서 스스로 문제를 해결하면서 몰두할 수 있는 기회를 제공해야 하며(박종욱 등, 1999), 어떤 문제를 해결하기 위해 많은 노력을 기울일 때에 창의적 아이디어가 도출될 수 있다.

5. 탐구적 사고의 자극을 통한 과학현상과 원리의 올바른 이해

과학영재는 과학학습에 대한 강한 학습의욕과 더불어 탐구동기를 보이며, 학업성취의 진도가 빠르고 방법을 중요시하고 정확하고 정밀한 데이터를 깊게 신뢰한다(한중하, 1983). 그리고 산술, 계산, 이해, 추론, 적용 면에서 높은 성취도를 보이며, 자료를 해석하고 결론을 유도하며, 보충자료를 찾아보고 검사나 실험을 통하여 검증하는데 관심을 가진다고 하였다(Platow, 1984). 즉, 과학영재들은 적절한 곤란도가 있는 문제를 해결하는데 흥미를 지니고 도전적 성격을 가지고 있어서 영재들의 탐구적 사고를 자극하여 과학현상과 원리를 스스로 이해할 수 있는 기회를 제공하는 것은 중요하다(김주현, 2000).

III. 과학 영재를 위한 과학캠프의 평가준거 개발

과학영재를 위한 과학캠프의 평가준거를 개발하기 위해서는 우선 과학캠프가 가져야 하는 교육목표를 제시하는 것이 선행되어야 한다. 과학영재를 위한 과학캠프의 목표는 과학 매니아인 과학 동아리 대상으로 실시하는 과학캠프인 사이언스 잼버리의 목표(최원호, 2002)를 기본으로 하여 영재 대상 과학 프로그램에 관한 문헌 연구를 통하여 아래와 같이 4가지로 정하였다.

- 목표1) 자율적 탐구에서 얻는 구조화된 지식을 통해 창의적 문제해결력을 키운다.
- 목표2) 동일한 흥미를 갖는 학생들 사이의 협동적 활동으로 의사소통 능력을 향상시킨다.
- 목표3) 과학 활동에 능동적으로 참여하면서 자기주도적 학습능력과 지도력을 향상시킨다.
- 목표4) 탐구적 사고를 자극하여 과학현상 및 원리를 올바로 이해하고 설명할 수 있다.

이러한 목표에 맞게 과학 동아리 대상으로 실시하는 과학캠프인 사이언스 잼버리 활동자료 평가준거(최원호, 2002)를 변형하여 과학 영재 대상 과학캠프 활동의 활동자료를 평가할 수 있는 자료평가준거와 활동평가준거를 개발하였다.

1. 과학 영재를 위한 과학캠프의 자료 평가준거 개발

과학 영재를 위한 과학캠프의 자료가 갖추어야 할 평가준거로서 과학영재를 위한 과학캠프의 목표 4가지를 바탕으로 14가지의 준거를 개발하여 Table 1에 제시하였다. 개발된 준거는 5점 리커트 척도로 사용된다.

Table 1. 과학영재를 위한 과학캠프의 자료 평가준거

목표	평가 준거
창의적 문제해결력	해당 분야에 관한 흥미 있는 소재를 이용하였나?
	한 주제를 이해하기 위한 체계적인 방법을 취하고 있나?
	도출된 결과가 또 다른 활동을 유발할 수 있는가?
	활동자료에 실험자가 창의적 문제를 발견할 수 있도록 유도하는가?
의사소통 능력	활동에서 토론이나 논쟁의 여지가 있는 문제를 가지고 있는가?
	협동을 해야만 가능한 활동요소를 포함하고 있는가?
자기 주도적 학습능력	학생들이 활동이 유용(진로, 학습 등)하다고 생각할 요소가 있는가?
	활동목표가 어떤 활동을 할 것인지 명료하게 서술하는가?
	자료집에 제시된 표현이 명확하고 구체적인가?
	발표 학생들이 주도적으로 활동을 이끌어 나갈 수 있는 수준의 내용과 소재를 이용하였나?
과학현상의 올바른 이해	실험자에 의해 좌우되는 탐구요소를 가지고 있는가?
	목표와 활동내용이 부합하는가?
	새로운 실험 설계의 요소를 포함하고 있는가?
	자율적인 탐구가 가능한 부분이 포함되었는가?

목표 1의 ‘자율적 탐구에서 얻는 구조화된 지식을 통해 창의적 문제해결력을 키운다.’에 대해서는 모두 3가지 평가 준거를 설정하였다. 첫 번째는 ‘해당 분야에 관한 흥미 있는 소재를 이용하였나?’이다. 해당 과목과 분야에서 흥미 있는 소재는 영재학생이거나 일반학생이거나를 떠나 학생들의 호기심을 유발할 수 있으며, 특히 영재인 경우 해당 분야의 최신 내용은 지적인 호기심을 유발시켜 학생들이 활동에 흥미를 가지도록 만들 수 있기 때문이다. 두 번째는 ‘한 주제를 이해하기 위한 체계적인 방법을 취하고 있나?’이다. 활동을 개발하는 교사의 입장에서 많은 내용을 가르치고 싶은 것은 당연한 욕심일 것이다. 하지만 너무 지나친 욕심은 학생들의 이해를 해쳐 원하는 목표 달성을 방해하기 쉽다. 그러므로 활동 개발자 입장에서 가장 중요하게 생각하는 목표를 달성하기 위한 하나의 활동만을 강조해야 하며, 굳이 더더 활동은 최소화하거나 없애야 한다. 세 번째는 ‘도출된 결과가 또 다른 활동을 유발할 수 있는가?’이다. 활동 후 얻은 결과를 이용하여 새로운 의문을 갖게 하여 새로운 문제발견의 가능성을 열어놓아야 한다. 더 이상의 진전이 없는 결과를 초래하는 활동은 영재들을 위한 활동으로 적당하지 못하다. 네 번째는 ‘활동자료에 실험자가 창의적 문제를 발견할 수 있도록 유도하는가?’이다. 예를 들어 정리활동 뒤에 활동 참가학생들이 좀 더 높은 수준으로 진전하여 활동을 할 수 있도록 질문이나 문제 상황을 제시하는 활동이 있는데, 이런 활동에서는 영재학생이라도 너무 열린 상황을 제시하면 문제의 초점에서 벗어나고 제한된 시간 안에 무엇을 해야 할지 시간을 낭비해버리게 된다. 그러므로 활동 개발자는 활동의 목표를 성취할 수 있는 제한적 상황 안에서 참가자들이 활동영역보다 더 높은 수준에서 새로운 문제를 창의적으로 발견할 수 있도록 상황을 제한하여 문제를 제시해야 한다.

목표 2의 ‘동일한 흥미를 갖는 학생들 사이의 협동적 활동으로 의사소통 능력을 향상시킨다.’에서는 모두 2가지의 평가준거를 개발하였다. 첫 번째는 ‘활동에서 토론이나 논쟁의 여지가 있는 문제를 가지고 있는가?’이

다. 영재들은 비슷한 흥미를 갖는 학생들과 협동학습을 하거나 경쟁적으로 학습할 경우 개별 활동에 비해 상승 효과를 가져올 수 있기 때문에 영재들이 참여하는 활동은 개별적으로 끝낼 수 있는 요소보다는 토론의 가능성을 지닌 소재를 포함하거나 참여 학생 사이 또는 참여 학생과 지도하는 교사와의 논쟁의 여지를 포함시키면 학생들이 도전적으로 활동에 참여할 수 있다. 그러므로 논쟁의 여지가 있는 실험적 요소를 포함시키는 것은 중요하다. 두 번째는 ‘협동을 해야만 가능한 활동요소를 포함하고 있는가?’ 이다. 단순히 협동이 필요하다는 호소만으로는 학생들을 협동하도록 만들 수 없다. 학생들이 참여하는 활동이 물리적으로 개별 활동으로는 해결할 수 없도록 개발한다면 학생들은 어쩔 수 없이 협동할 수밖에 없으며, 서로 교류를 갖다보면 토론이나 논쟁의 가능성도 생긴다. 그러므로 활동의 과정에 반드시 협동을 해야만 해결이 가능한 과정적 요소를 포함시킬 필요가 있다.

목표 3인 ‘과학 활동에 능동적으로 참여하면서 자기 주도적 학습능력과 지도력을 향상시킨다.’에서는 모두 4가지의 평가준거를 개발하였다. 첫 번째는 ‘학생들이 활동이 유용(진로, 학습 등)하다고 생각할 요소가 있는가?’ 이다. 학생들은 자신이 참여하는 활동이 앞으로 유용하다고 생각하면 그 활동에 흥미를 느껴 좀 더 능동적으로 참여할 수 있게 된다. 특히 영재들의 경우는 흥미를 느끼는 분야에 쏟는 열정이 더 큰 경향이 있기 때문에 학교의 축제나 자신의 진로에 도움이 될 수록 좋다. 그러므로 교사의 입장이 아닌 학생들의 입장에서 축제, 진로, 공부에 이용될 수 있는 유익한 정보가 포함되도록 활동이 구성되어야 한다. 두 번째는 ‘활동목표가 어떤 활동을 할 것인지 명료하게 서술하는가?’ 이다. 영재일수록 활동 목표에 대한 파악이 명확하며, 목표에 대한 명확한 이해는 활동을 효율적으로 수행하게 만든다. 그러므로 활동에 제시된 목표는 개발자의 의도가 명확히 드러나도록 애매한 표현이 없도록 서술되어야 하며, 활동 개발이 끝난 후에도 활동의 목표와 활동 내용이 일치하는지 점검할 필요가 있다. 세 번째는 ‘자료집에 제시된 표현이 명확하고 구체적인가?’ 이다. 활동 개발자의 머리 속에 있는 애매한 표현으로 활동 내용을 표현한다면 활동 참가 학생들이 효율적으로 활동을 전개할 수 없다. 그러므로 명확하고 구체적인 표현으로 활동 과정이나 질문을 표현해야 한다. 네 번째는 ‘발표 학생들이 주도적으로 활동을 이끌어 나갈 수 있는 수준의 내용과 소재를 이용하였나?’ 이다. 영재들이 참여하는 활동은 교사보다는 학생들이 직접 진행하고 학생들이 참여하면서 서로 논쟁이나 토론에 참여할 수 있는 기회를 제공하는 것이 영재성을 개발하는데 효과적이다. 그러므로 활동의 수준은 활동을 진행하는 영재들이 충분히 주도적으로 끌고 나갈 수 있는 수준과 용어를 사용하여 구성이 되어야 한다. 아무리 영재라고 하더라도 발표 학생의 학교급 수준을 무리하게 뛰어넘는 내용이나 소재는 피하면서 도전적인 과제를 포함시켜야 한다.

목표 4인 ‘탐구적 사고를 자극하여 과학현상 및 원리를 올바르게 이해하고 설명할 수 있다.’에 대한 평가준거는 모두 4가지를 개발하였다. 첫 번째는 ‘실험자에 의해 좌우되는 탐구요소를 가지고 있는가?’ 이다. 과학영재들은 탐구에 대한 의욕이 강하기 때문에 영재들의 탐구적 사고를 자극하여 탐구 능력을 향상시킬 필요가 있다. 탐구는 학생들의 조작적 행위가 결과에 영향을 줄 때 가능하기 때문에 활동은 실험자에 의해 좌우되는 탐구요소를 가지고 있어야 하며, 특히 심화탐구 요소를 가지고 있어서 참가학생들의 행동이 결과에 영향을 줄 수 있도록 구성해야 한다. 두 번째는 ‘목표와 활동내용이 부합하는가?’ 이다. 탐구적인 목표를 세워놓더라도 개발한 활동이 목표와 부합하지 않을 수 있다. 활동을 개발하는 교사는 자신의 경험에 의존하여 활동을 개발하는 경향이 있기 때문에 활동을 개발한 후에 목표와의 일치 여부를 검증하지 않는다면 학생들의 탐구적 사고를 자극하는 활동이 개발될 수 없다. 그러므로 개발할 활동의 목표와 일관성 있는 활동이 될 수 있도록 가능하면 제 3자에 의한 검토가 필요하다. 세 번째는 ‘새로운 실험 설계의 요소를 포함하고 있는가?’ 이다. 과학영재들은 적절한 곤란도가 있는 문제를 해결하는데 흥미를 가지고 있으며, 새로운 문제를 발견하는 능력이 일반아들에 비해 높은 경향이 있다. 새로운 문제를 발견하는 능력은 영재의 능력으로서 매우 중요하기 때문에 주어진 활동을 단순히 따라하는 것보다는 주어진 활동에서 새로운 문제를 발견하고 새롭게 실험을 설계해보는 경험을 갖게 할 필요가 있다. 네 번째는 ‘자율적인 탐구가 가능한 부분이 포함되었는가?’ 이다. 과학현상을 새롭게 깨닫거나 원리를 새로 이해하는 것은 과학 영재뿐만 아니라 과학을 하는 사람들에게 반드시 필요하다. 이렇게 스스로 어떤 현상을 깨닫거나 원리를 이해하려면 자율적인 탐구과정이 있어야 하기 때문에 과학 영재를 대상으로 하는

과학 활동에 제한된 범위이지만 참가학생이 자율적으로 탐구할 수 있도록 문제를 제시하거나 그러한 여지가 있는 요소를 포함시켜 활동을 구성할 필요가 있다.

2. 과학 영재를 위한 과학캠프의 활동 평가 준거 개발

과학 영재를 선발 및 교육을 위한 과학캠프의 활동이 갖추어야 할 평가준거는 자료 평가준거에 근거하여 실제로 과학영재들이 활동에 참여할 때 나타낼 수 있는 특성에 근거하여 활동을 평가할 수 있도록 개발하였다. 그 후 2인의 연구자에 의해 개발된 평가 준거 초안으로 과학영재교실에서 실시한 과학 활동에 적용하여 연구자간에 서로 불일치하는 내용을 찾아 수정하는 연구자간의 합의과정을 통하여 평가 준거를 개발하여 과학교육 연구자들에 의해 타당도를 검증받았다.

또한 과학캠프의 활동이 목표의 성취정도를 상세화하여 반영할 수 있도록 탐구, 지식, 태도 영역에 해당하는 HASA 과학 활동(심재호, 2004; 홍준의 등, 2006)의 구성 요건인 3H(Hand, Head, Heart)와 연결되었다. HASA 과학 활동의 구성 요건인 3H는 의미 있는 과학 활동이 되기 위한 3가지의 요소로, 개발한 활동 평가준거들이 어떠한 범주의 의미 있는 과학 활동을 평가하는지 판단할 수 있는 근거를 제공하도록 하기 위함이다. 과학캠프의 목표 4가지를 바탕으로 14가지의 활동 평가준거를 개발하여 Table 2에 제시하였다.

Table 2. 과학영재를 위한 과학캠프의 활동 평가준거

목표	평가 준거
창의적 문제해결력	활동에 필요한 핵심내용을 구조화하여 이해하고 있는가? 핵심내용을 구조화하여 표현하는가? 창의적으로 문제를 발견하고 해결방법을 아는가? 창의적으로 문제를 해결하는가?
의사소통 능력	새로운 문제를 제기하고 논쟁이나 토론을 유도하는가? 조원들과 정보의 교류가 있는가? 협동하여 활동을 구성하는가?
자기 주도적 학습능력	발표나 활동참가에 열정이 보이는가? 활동의 목표를 정확히 알거나 전달하는가? 정해진 시간 내에 목표에 이르렀는가? 활동에 자발적 참여와 집중을 하였는가?
과학현상의 올바른 이해	새로운 문제 상황의 원리를 이해하고 있는가? 새로운 문제 상황의 실험을 해결하였는가? 새로운 문제 상황의 해결이 과학적 원리에 근거한 것인가?

목표 1에 대해서는 모두 4가지 평가 준거를 개발하였다. 첫 번째 준거는 ‘활동에 필요한 핵심내용을 구조화하여 이해하고 있는가?’ 이다. 과학영재들은 활동의 핵심적 내용을 단순히 암기하는 것이 아니라 구조적으로 이해하는 경향이 있다. 과학 활동에서 목표하는 내용을 활동지에서 피상적으로 이해하는 것이 아니라 과학 활동에 주도적으로 참여하여 구조적으로 이해하는 지 관찰 또는 면담으로 판별할 수 있기 때문에 3H의 Head 영역의 판별에 이용될 수 있다. 두 번째 준거는 ‘핵심내용을 구조화하여 표현하는가?’ 이다. 과학 활동의 핵심내용을 이해하고 있더라도 이해하는 내용을 표현하는 것은 쉬운 일이 아니다. 그러므로 알고 있는 내용을 구체적으로 표현하기 위해서는 변인 통제된 탐구가 있어야 한다. 이는 3H의 Hand 영역의 영재성 판별에 이용될 수 있다. 세 번째 준거는 ‘창의적으로 문제를 발견하고 해결방법을 아는가?’ 이다. 자료의 내용에 제한되지 않고 자신만의 독창적인 문제를 발견하는 것은 영재의 특징으로 Head 영역의 판별에 이용할 수 있다. 네 번째 준거는 ‘창의적으로 문제를 해결하는가?’ 이다. 활동자료에서 요구한 방법 이외에 창의적이거나 독창적인 방법으로 발견한 문제라도 본인이 직접 해결하는 것은 아니다. 직접 문제를 해결하는 것은 탐구 능력이 있어야 가능하기

때문에 3H의 Hand 영역의 판별에 이용할 수 있다.

목표 2에 대해서는 모두 3가지 평가 준거를 개발하였다. 첫 번째 준거는 ‘새로운 문제를 제기하고 논쟁이나 토론을 유도하는가?’ 이다. 과학영재를 위한 과학 활동은 주어진 활동을 따라하기만 하면 목표한 바를 모두 성취할 수 없도록 구성되어 있다. 과학 활동의 목표를 성취하기 위해서는 지속적으로 자신의 생각을 밝히고 타당성을 동료 학생들과의 토론으로 검증받는 과정이 있어야 한다. 토론을 통한 검증과정은 과학을 하는 과정에서 매우 중요하며, 활동의 목표를 성취하는데 중요한 영향을 주기 때문에 토론이나 논쟁이 될 수 있는 의견을 제시하는 행동은 3H의 Head 영역의 판별에 이용할 수 있다. 두 번째 준거는 ‘조원들과 정보의 교류가 있는가?’ 이다. 혼자 의견을 일방적으로 제시하는 것보다는 건전한 토론을 통하여 제시한 의견은 다듬어 지고 활동의 목표를 성취하는 데 긍정적인 영향을 줄 수 있다. 그러므로 조원들과 정보의 교류를 시도하는 노력은 과학영재들에게 중요하며, 그런 시도를 교육시킬 필요가 있다. 이 준거는 3H의 Heart 영역의 판별에 이용할 수 있다. 세 번째 준거는 ‘협동하여 활동을 구성하는가?’ 이다. 혼자서 활동을 진행하는 것보다는 협동하여 진행하는 것이 더 능률적이다. 그 능률성을 알고 조원과 업무를 적절히 분담하여 협동하는 태도는 과학을 하는 사람으로서 중요한 태도이며, 3H의 Heart 영역의 판별에 이용할 수 있다.

목표 3에 대해서는 모두 4가지 평가 준거를 개발하였다. 첫 번째 준거는 ‘발표나 활동참가에 열정이 보이는가?’ 이다. 영재들은 과학 활동에 능동적으로 참여하는 경향이 있기 때문에 같은 학생의 입장에서 과학 활동을 진행하거나 돕는 경우는 활동에 참여하는 학생들이나 조원에게 근접하여 적극적으로 도와주려는 열정을 보인다. 그러므로 이러한 열정은 3H의 Heart 영역의 영재성 판별에 이용할 수 있다. 두 번째 준거는 ‘활동의 목표를 정확히 알거나 전달하는가?’ 이다. 자신이 참여하는 과학 활동의 목표를 정확하게 이해하고 아는 것은 활동의 목표 성취에 중요하다. 그러므로 활동의 목표를 처음부터 정확하게 알고 있거나 활동을 진행하거나 도와주는 위치에서 활동에 참여하는 경우는 참가학생들에게 활동의 목표를 구체적으로 전달하려는 태도가 있어야 한다. 이 준거는 이해와 태도에 해당하므로 3H의 Head와 Heart 영역의 판별에 이용할 수 있다. 세 번째 준거는 ‘정해진 시간 내에 목표에 이르렀는가?’ 이다. 활동시간이 길어지면 활동 목표 성취에 더 근접할 수 있지만 활동의 목표를 이해하고 체계적으로 활동에 참가하는 경우는 시간낭비가 적어 정해진 시간 안에 활동을 끝낼 수 있다. 이 준거는 얼마나 잘 통제된 조건에서 탐구를 하느냐에 따라 달라지므로 3H의 Hand 영역의 판별에 이용할 수 있다. 네 번째 준거는 ‘활동에 자발적 참여와 집중을 하였는가?’ 이다. 진행학생이나 교사에게 의지하지 않고 활동에 참가하는 학생들이 자발적으로 참여하고 집중하는 것은 영재들의 특징으로 자발적으로 변인통제를 하여 탐구하는 행동은 3H의 Hand 영역의 영재성을 판별할 수 있는 근거가 된다.

목표 4에 대해서는 모두 3가지 평가 준거를 개발하였다. 첫 번째 준거는 ‘새로운 문제 상황의 원리를 이해하고 있는가?’ 이다. 탐구적 사고를 자극할 수 있는 문제 상황에 직면한 과학영재들은 그 문제를 해결하기 위해 문제 상황의 원리를 이해하려고 한다. 그러므로 직면한 문제를 단순히 해결하였나보다는 이해하고 있는가를 파악하는 것은 영재성 판별에 중요하며 3H의 Head 영역의 판별에 이용할 수 있다. 두 번째 준거는 ‘새로운 문제 상황의 실험을 해결하였는가?’ 이다. 새롭게 제시되거나 자신이 제시한 문제 상황을 실제로 해결해내기 위해서는 지식뿐만 아니라 변인을 통제하는 탐구능력에 바탕을 두어야 하기 때문에 3H의 Hand 영역의 판별에 이용할 수 있다. 세 번째 준거는 ‘새로운 문제 상황의 해결이 과학적 원리에 근거한 것인가?’ 이다. 과학 활동에 임하는 영재가 새롭게 제시된 문제 상황을 해결하였더라도 과학적 원리에 근거하지 못한 우연에 의한 해결은 영재성 판별의 입장에서 구분해야 한다. 그러므로 해결된 상황을 설명해보게 하는 등의 구체적인 질문을 하여 과학적 원리에 의해 문제가 해결되었는지 확인해야 한다. 이 준거는 3H의 Head 영역의 판별에 이용할 수 있다.

IV. 결론 및 제언

본 연구에서는 최근 과학 영재의 선발과 교육 활동으로 이루어지는 과학캠프 활동의 자료와 학생활동의 평

기준거를 개발하였다. 평가기준 개발을 위해서 창의적 문제해결력, 의사소통 능력, 자기 주도적 학습능력, 과학 현상의 올바른 이해의 과학캠프의 4가지 목표를 설정하고 각 목표를 달성하기 위한 14가지의 자료 평가기준과 14가지의 평가준거를 제시하였다.

현재 과학캠프는 일부에서는 과학영재를 선발하는 과정으로 이루어지고 있고, 많은 곳에서 교육프로그램으로 이용되고 있다. 그러나 김현정과 유준희(2006)의 연구에서 밝힌 바와 같이 과학캠프에서 영재학생들의 진로 선택에 영향을 준 가장 큰 요인은 캠프의 프로그램이 아닌 캠프에서 동료와의 만남과 정보의 공유이었다. 물론 같은 고민을 하는 동료와의 교류는 상당히 중요하지만, 과학캠프에서 가장 중요한 교육프로그램이 학생들에게 많은 영향을 주지 못하고 있다는 것은 프로그램이 적절하게 이루어지지 않았을 가능성이 높다. 따라서 적절한 과학캠프의 자료개발 시 본 연구에서 개발한 활동 자료의 평가준거를 활용한다면 교육프로그램의 효과를 높일 수 있을 것이다.

또한 과학캠프의 활동 평가준거를 통해 과학캠프에 참가한 과학영재들의 교육적 성취여부의 확인과 함께 의미 있는 과학 활동의 수행여부, 그리고 과학 활동의 수준을 확인할 수 있어 올바른 과학영재의 판별은 물론 과학영재들의 행동을 이해하기 위한 정보를 제공할 수 있을 것으로 기대한다.

본 연구에서 개발한 평가준거를 6가지 활동에 대해서 적용해보고 이를 일반 학생들에 대해 적용하여 과학영재성을 판별하려고 시도하였다. 학생들이 과학 영재성을 가지고 있는 지에 대한 다른 객관적인 비교 기준이 명확치 않고, 적용범위가 크지 않아 본 연구에서 개발한 평가준거가 영재선발에 명확한 기준을 제시하기는 어렵다. 그러나 평가 준거에 의해서 높은 가치를 부여받은 학생들이 그렇지 않은 학생들에 비해서 영재성이 높다고 판단할 수 있다고 활동을 진행한 교사들과 연구자들이 동의하였고, 본 연구에서 개발된 평가준거는 다른 선발방법과 함께 보조적인 역할을 할 수 있을 것이라고 생각한다.

참고문헌

- 구자역, 조석희, 김홍원, 서혜애, 장영숙, 황동주, 임희준 (1999), 영재교육과정 개발연구 II: 고등학교 영재교육과정 시안 개발을 위한 기초 연구, 한국교육개발원.
- 김주현 (2000), 과학영재의 다중지능 분석, 연세대학교 석사학위 논문.
- 김현정, 유준희 (2006), 과학 영재 학생들의 진로 선택 과정에 영향을 주는 과학 영재 캠프의 요인 분석, 한국과학교육학회지, 26(2), 268-278.
- 박종욱, 박종석, 정병훈, 오원근 (1999), 과학캠프 활동 평가를 통해 추출한 과학 영재 프로그램의 적절성 증거, 한국과학교육학회지, 19(2), 329-339.
- 심재호 (2004), HASA 과학교사 실험 연수 틀 개발, 2004년 한국과학교육학회 하계학술발표 논문초록집.
- 양태연, 배미란, 한기순, 박인호 (2003), 과학영재의 과학 관련 태도와 지능 및 과학탐구능력과의 관계, 한국과학교육학회지, 23(5), 531-543.
- 윤경미 (2004), 과학영재와 일반학생의 문제발견의 차이 및 문제발견에 영향을 미치는 제변인 분석, 부산대학교 박사학위논문.
- 여상인, 노석구, 강호감, 이희순, 홍석인, 송상헌, 정동권 (2003), 과학 영재를 위한 캠프 운영과 교육 프로그램의 개발 준거, 과학교육논총, 15, 경인교육대학교, 209-224.
- 이군현 (1990), 과학영재 학생에 관한 사례연구, 교육학 연구, 28(1), 131-144.
- 이정희 (2005), 과학영재의 정의적 특성 및 영재성 인식에 관한 연구-과학일지 쓰기 활동을 중심으로-, 서울대학교 박사학위논문.
- 정현철 (2002), 중등과학 영재교육의 방향-창의적 지식 생산자 양성을 위한 영재교육(중등과학편), 제4기 영재교육 담당교원 직무연수자료, 한국교육개발원.
- 조석희 (1996), 영재 교육의 이론과 실제, 한국교육개발원.
- 최원호 (2002), 제4회 사이언스 잼버리행사, 신나는 과학, 2(54), 64-73.
- 최원호 (2005), 과학 동아리 대상 과학캠프 모형 개발, 서울대학교 박사학위논문.
- 한중하 (1983), 과학영재 교육의 이론적 기저, 영재교육에 관한 학술세미나, 한국교육개발원.
- 홍준의, 한문정, 정지숙, 최정훈, 신영준 (2006), HASA 프로그램이 학생들의 과학 지식, 과학탐구능력 및 과학적 태도에 미치는 효과, 초등과학교육, 25(2), 한국초등과학교육학회, 206-216.
- Brandwein, P. F. (1981), The Gifted Student as Future Scientist, New York: Harcourt Branch Co.

- 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., Rathunde, K., & Whalen, S. (1993), *Talented teenagers: The roots of success and failure*, Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Dunbar, K. (1999), Science In Runco, M. A. and Pritzker, S. R., (Eds.) *Encyclopedia of creativity*, CA: Academic Press, 2, 525-531.
- Einstein, A., & Infeld, L. (1938), *The evolution of physics*, NY: Simon & Schuster, In Jay, E. S. (1996). *The nature of problem finding in students' scientific inquiry*. Unpublished doctoral dissertation. Harvard University.
- Gardner, H. (1983), *Frames of mind: The theory of multiple intelligence*. New York; Basic Books.
- Gardner, H. (1993), *Frames of mind: The theory of multiple intelligences (10th-anniversary ed.)*. New York: Basic Books.
- Karnes, F. A., & Bean, S. M. (2003), *영재교육의 방법과 자료 (이화국 등 역)*, 대교.
- Hadarnard, J. (1945), *The psychology of invention in the mathematical field*, NYC: Dover publication. 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.
- Nicholls, J. C. (1972), Creativity in the person who will never produce anything original and useful: The concept of creativity as a normally distributed trait, *American Psychologist*, 27, 717-727.
- Platow, J. A. (1984), *A Handbook for Identifying the Gifted/Talented*. Ventura County Superintendent Schools Office.
- Reid, C., & Romanoff B. (1997), Using multiple intelligence theory to identify gifted children. *Educational Leadership*, 55(1), 71-74.
- Renzulli, J. S. (1978), What makes giftedness Reexamining a definition. Phi Delta Kappa.
- Renzulli, J. S. (1986), The three-ring conception of giftedness: A developmental model for creative productivity. In R. J. Sternberg, & J. E. Davidson (Eds.), *Conception of giftedness* (pp. 53-92). Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Renzulli, J. S. & Sally, M. R. (2003), *학교전체 심화학습 모형 (김홍원 역)*, 문음사.
- Roe, A. (1953), *The making of a scientist*. New York: Dodd, Mead.
- Rogers, K. B. (1991), *The relationship of grouping practices to the education of the gifted and talented learner*. Storrs, CT: University of Connecticut, The National Research Center on the Gifted and Talented.
- Schuler, P. A. (1997), *Characteristics and perceptions of perfectionism in gifted adolescents in a rural school environment*. Unpublished doctoral dissertation, University of Connecticut.
- Sternberg, R. J. & Davidson, J. E. (1986), *Conceptions of giftedness*. Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Terman, L. (1916), *The measurement of intelligence*. Boston: Houghton Mifflin.
- Wallach, M. A. (1976), Tests tell us little about talent. *American Scientist*, 64, 57-63.