

과학 영재의 국제경진대회 활동에서 창의성의 사회적 측면 분석 -국제 청소년 물리 토너먼트 사례를 중심으로-

최재혁 · 서정희
(한국교육학술정보원)

An Analysis of Activities for Scientifically-Gifted in an International Science Competition from the Perspective of the Social Aspects of Creativity - The Case of the 'International Young Physicists' Tournament'

Choi, Jaehyeok · Seo, Jeong-Hee
(Korea Education & Research Information Service)

ABSTRACT

In this paper, the activities for scientifically-gifted high school students in the 2006 International Young Physicists' Tournament were analyzed, from the perspective of the social aspects of creativity. To understand this, the process by which the activities were similar to the system model of creativity developed by Csikszentmihalyi were analyzed. Our aim was to elicit the educational implications of cooperative science problem solving skills and to discuss the results from their social perspective. It was found that participants interacted consistently with peers, teachers, and the culture that was developed during the course of the tournament. This was found to be very similar to the way in which novel knowledge in the system model of creativity is produced. In the tournament, the juries' assessment was based on students' presentations, discussions, and reviews. This was also very similar to how novel knowledge in the model is selected. Solving problems cooperatively and evaluating the results through group discussion are well reflected the social aspects of creativity. Due to the fact that such tournaments for scientifically-gifted elementary students are rapidly increasing in popularity, such activities will increasingly become more important. It is necessary, therefore, to study the social aspects of creativity for the gifted in elementary and middle school.

Key words : Creativity, Society, Culture, Scientifically-gifted, International Young Physicist' Tournament, The system model of creativity

I. 서 론

일상에서 우리는 많은 창의적 생각을 하게 된다. 이런 것은 우리 일상생활의 문제를 해결하는 것부터 과학적 난제를 해결하거나, 예술 작품을 만드는 것에 이르기까지 그 범위는 매우 다양하다(Gardner, 1993). 하지만 우리가 새로운 생각을 제한한다고 해

서 그것이 모두 성공하고 영향력을 발휘하는 것은 아니다(Paulus & Nijstad, 2003). 이러한 측면에서 창의성을 유용하고 영향력 있는 독창적인 생각의 발달이라고 정의하기도 한다(Mayer, 1999). 하지만 이런 독창적 생각이 유용하고 영향력 있다고 판단하는 기준은 어떻게 정해지는 것인지 살펴볼 필요가 있다. 아무리 새로운 아이디어라도 그것이 그 학문

문화의 규범을 이해하지 못하고 나온 아이디어라면, 또는 사회에서 인정을 받지 못한다면 그것은 창의적 생각으로 평가되지 않을 수 있다. 이와 같은 맥락에서 Kasof(1995)는 창의적 생각의 평가에서 사회적 요인의 중요성을 강조하였다.

정보의 양이 폭발적으로 늘어나고 전문화의 필요성이 증대됨에 따라 창의적 생각을 제안하는데 있어 집단에서의 상호 작용이 요구된다(Paulus & Nijstad, 2003). 이와 같은 현상은 현대 과학의 연구에서 학문간 공동 연구의 비율도 높아지고, 대부분의 과학 프로젝트는 공동 연구의 형태를 띠게 된다는 점에서도 찾아볼 수 있다. 이와 관련하여 과학자들이 함께 일하는 것은 어떤 새로운 것을 발견하는 과정에서 필수적이라고 지적하였다. 협동 작업의 효율성에 대하여 논란이 있고, 여기에는 많은 요인이 작용을 하고 있으나(Paulus et al., 1999), 공동 작업은 다양한 지식 배경을 가진 사람들이 협력하여 새로운 생각을 제안할 수 있다는 점에서 중요하다.

그동안 창의성과 관련한 많은 연구들은 창의성의 개인적 측면에 주로 초점이 맞추어져 있었다. 각종 창의성 개발 프로그램이나 진단 도구들은 대부분 개인의 활동이나 활동의 결과물에 초점이 맞추어져 있으며, 창의성의 보편성과 영역 의존성도 이슈가 되고 있다(박종원, 2004; 한기순, 2000; 한기순, 2005). 그러나 창의성 신장을 위한 사회적 요인에 관해서는 비교적 덜 인식된 것이 사실이다(Paulus & Nijstad, 2003; Paulus, 2000). 그리고 많은 연구들이 창의성의 한 가지 측면에 초점을 두면서 다른 영향을 무시하는 접근 방법을 사용하고 있다(Sternberg & Lubart, 1996). 이와 관련하여 창의성과 관련한 연구들이 다차원적으로 접근될 필요가 있다고 주장하고 있다(Feldman, 1999).

실제 과학자들의 연구가 많은 경우, 공동으로 이뤄지고 있고, 그들의 업적이 학회나 학술지를 통해 평가된다는 점에서 보았을 때, 우리는 과학 창의성의 사회적 측면도 함께 고려해야 할 필요가 있다. 이와 관련하여 Amabile(1996)은 사사 교육, 모형화, 가족의 영향, 사회적 보상 맥락 등과 같은 다양한 사회적 요인의 영향을 연구하였다. 관련하여 Csikszentmihalyi(1999)는 개인적 배경, 사회 그리고 문화(상징 시스템)간의 상호 작용을 포함한 모형을 제안하였다. 여기서는 개인이 새로운 생각을 제안하면 그 생각은 사회 속에서 평가를 받게 되며, 그 때

개인은 그 학문의 상징 시스템을 충분히 이해하고 그것에 충실해야 한다고 보고 있다. 이런 평가에서 우리는 어떤 한 개인의 생각이 창의적인지 아닌지 판단하게 되는 것이다. 또한 사회의 동료들과 의사소통 과정에서 개인은 자신의 생각을 좀 더 정교화시킬 수도 있으며, 보다 나은 생각을 제안할 수도 있게 되는 것이다.

창의성의 체계 모형(The system model of creativity; Csikszentmihalyi, 1999)은 그것이 매우 엄밀하고 전문적인 수준의 창의성을 다루고 있지만 학생들이 국제 청소년 물리 토너먼트와 같이 자신의 발산적 과학 문제 해결 결과를 발표하고, 이에 대한 상대방의 의견을 듣고, 상호 활발히 논의를 전개해 나가는 과정의 사회적 측면을 설명할 수 있는 좋은 모형이라 할 수 있다. 왜냐하면 대회를 준비하고 발표하는 과정에서 학생들은 동료나 교사와의 상호 작용이 중요한데, 본 모형은 그 과정을 상호 작용을 중심으로 효과적으로 보여주기 때문이다. 창의적이고 구성원들간 합의되는 산출물이 만들어지는 과정에서 교사, 동료, 그리고 전문가 집단이 어떤 역할을 하는지 깊이 있게 추적한다면 협동과 토론이 중심이 되는 과학 탐구 토론 대회를 비롯하여 관련한 교육적 시도에 유용한 시사점을 찾을 수 있을 것을 기대한다.

국내에서는 1993년 공동 탐구 토론 대회를 시작으로 고등학생을 대상으로 한 한국 청소년 물리 토너먼트가 2001년에 시작되었고, 중학생을 대상으로 한 한국 청소년 과학 탐구 토론 대회가 2003년에 시작되어 활성화되고 있다. 더불어 근래에는 시·도 영재교육원들을 중심으로 초등학생을 대상으로 한 탐구 토론 대회가 시범적으로 실시되기 시작하였다. 중학생을 대상으로 한 한국청소년과학탐구 토론 대회에서는 영재교육원의 중학생들이 주로 참가하고 있으며, 현재 일부 영재교육원 내에서 여름 방학 특별 프로그램으로 초등학생들의 탐구 토론 대회가 진행되고 있다. 하지만 특별 프로그램은 대회의 형식과 규칙을 빌려왔을 뿐, 그것에 대한 구체적 지도나 교육 목표에 대해서는 운영자나 프로그램 담당자들간에 충분한 논의가 부족한 실정이다. 또한 이러한 프로그램들이 일부 영재교육원을 중심으로 시범적으로 이루어지고 있어, 다양한 사회 문화적 배경을 가진 학생들과 실력을 겨룰 수 있는 실질적 기회가 제공되지 못하고 있다.

하지만 국제 청소년 물리 토너먼트가 여러 학생이 함께 문제를 해결한다는 점, 그리고 자신의 해결 결과를 상대방과의 토론과 공방을 통해 서로 겨룬다는 점, 그리고 그 과정을 전문가들로부터 평가를 받는다는 점의 교육적 의미를 논의함으로써 우리나라에서 확산되고 있는 관련 대회 확산과 지도에 유용한 시사점을 찾고자 하였다. 더불어 이것이 창의성 신장에 주는 시사점을 찾고자 하였다.

그동안 창의성의 사회 문화적 측면과 관련한 연구들은 부분적으로는 협동 학습이나 토론 학습 등에서 논의되어 왔다. 그러나 협동 학습과 토론 학습의 효과에 대한 국내 연구들도 인지적 측면에 주로 초점을 두고 있을 뿐, 그것을 사회 문화적 맥락에서 이해하고, 창의성 신장과 함께 논의하려는 시도는 부족했다. 협동을 한다는 것은 창의성 측면에서 더 많은 아이디어를 내고, 서로 협동하여 정교화시킨다는 점에서, 그리고 일련의 과정에서 서로 상대방의 생각을 이해하고, 토론을 한다는 점에서 의미를 찾을 수 있을 것이다. 하지만 많은 협동 학습과 토론 연구는 협동해서 하나의 아이디어가 나오는 과정보다는 개개인의 학습에 초점을 둔 것을 알 수 있다(고한중 등, 2003; 김수현 등, 1997; 서상호 등, 2002; 여상인과 김영신, 2005). 여상인과 김영신(2005)은 초등 과학 영재의 협동 학습에 대한 인식이 긍정적이며, 협동 학습에서 활발히 활동하는 학생들은 탐구성과 성취성이 높다고 하였으며, 고한중 등(2003)은 팀 게임 토너먼트가 학생들의 성취도, 자아 존중감, 그리고 학습 동기에 미치는 영향을 보았으며, 하위권 학생에게 성취도 향상의 효과를 보았다고 하였다. 관련하여 협동 활동이 다양한 사고와 혁신적 사고를, 그리고 더 가치 있는 사고를 하는데 기여한다는 논의가 있다(Miliken et al., 2003). 이런 점에서 협동 학습과 토론 전략에 대한 연구에서의 효과를 개인의 인지적 향상뿐 아니라, 그 협동의 산출물이 어떤 과정을 통하여 만들어지는지 관심을 두어야 할 것이다. 이에 국제 청소년 물리 토너먼트는 영재 학생들이 새로운 생각을 제안하고 협동해서 해결하는 좋은 교육 모형이라는 점에서 대회 준비와 참가 과정을 창의성의 사회적 측면으로 분석함으로써 국내에서 점차 확대되고 있는 과학 탐구 토론 대회를 비롯하여 다양한 영재 대상 대회 운영과 교육에 교육적 시사점을 찾고자 하였다.

II. 연구 내용 및 방법

1. 국제 청소년 물리 토너먼트

국제 청소년 물리 토너먼트는 1979년 구소련의 모스크바대학 물리학과에서 제안하여 물리학에 뛰어난 고등학생들을 대상으로 실시되다가 구 동구권의 국가들이 참여하면서 1988년부터 국제대회로 발전하게 되었다. 2006년 현재 19회를 맞은 이 대회에는 현재 25개국 24개팀이 참가하고 있다. 국제 청소년 물리 토너먼트의 운영 형식은, 우선 개방적 탐구 물리 문제 17개가 대회 1년 전에 공고가 된다. 이것을 5명이 한 팀이 되어 문제에 대한 해답을 다양한 접근에서 시도해 보고, 나름대로의 해답을 가지고 대회에 참가한다. 대회에서는 문제에 대한 실험적, 이론적 접근을 병행하여 찾은 해결 방법을 발표하게 된다. 개방적 탐구 문제는 접근 방법도 매우 다양하며, 높은 수준의 문제 해결력을 요구한다. 문제의 예시는 아래와 같다.

<확률>

동전이 수평면 위에 있다. 어떤 조건에서 동전이 떨어져 멈추었을 때, 앞과 뒤가 나올 확률이 같게 되는가?

<물청소>

물에 젖은 걸레를 펼쳐 마루에서 끌 때 힘든 경우가 있다. 이 저항력은 무엇에 의한 것인가?

이 대회를 준비하는 학생들은 한국 청소년물리 토너먼트(KYPT) 대회 결선에 진출한 학생 15명 중에서 본선 문제 해결력을 평가 받아 선발된 5명의 학생들이다. 이들은 선발 과정을 포함하여 약 6개월 간 준비 과정이 있었으며, 정규 수업 외 별도의 시간을 할애하여 준비를 하였다. 그 중 약 6주간에 걸친 집중 작업에서는 실험과 이론적 접근, 지도 교사들의 점검과 피드백이 이루어졌다. 이 5명은 고등학생들로 주어진 물리 문제에 대해 서로 협동하여 해답을 찾고 국제 대회에서 그 해답을 발표하게 된다. 그리고 다른 참가자들과 그 해답을 찾아가는 과정이 과연 올바른 접근 방법이었는지, 결과는 타당하게 얻어졌는지, 그리고 그 해석은 정확한지에 관해 논의가 이뤄지게 된다. 바로 이 과정이 본 대회의 중요한 특징이라 할 수 있다.

본 대회에서는 대략적으로 발표자(Reporter)가 하

나의 주제에 대해서 발표하고, 반론자(Opponent)가 반론하고, 평가자(Reviewer)가 마지막으로 평가하는 순서로 진행된다. 이것을 '1회전(stage)'이라 부르며, 각 회전마다 심사위원들이 발표자, 반론자, 평가자 각각에게 점수를 부여하게 된다. 1회전은 약 3~4시간이 걸리며, 5회전의 점수 총합이 그 팀의 전체 점수가 된다. 자세한 진행표는 아래 표 1과 같다.

발표자는 대개 이론적 배경, 실험 설계, 실험 결과, 해석 등을 발표하고, 반론자는 발표를 듣고 질문을 하고 난 뒤, 그 대답을 바탕으로 반론을 하게 된다. 발표자와 반론자는 쟁점이 된 사항에 대해서로 공방을 벌이게 되고, 이 일련의 과정을 평가자가 발표자와 반론자의 장단점을 평가함으로써 마무리하게 된다. 본 대회의 규칙에 따르면, 발표자는 문제 해결의 요점을 발표하며, 주요 물리 개념이나 아이디어와 결론으로 청중의 주목을 끌어야 한다. 반론자는 발표자에게 질문을 하고 문제의 이해와 해결에 있어 발생할 수 있는 정확성과 오류를 지적하면서 보고를 비판해야 하고, 평가자는 발표자와 반론자의 발표에 대해 간략한 평가를 제시할 것을 명시하고 있다.

2. 창의성의 체계 모형

본 연구에서는 Csikszentmihalyi(1999)의 창의성의 체계 모형(The system model of creativity)으로 국제 청소년 물리 토너먼트 대회를 분석하였다. 본 모형은 한 개인의 새로운 사고가 사회와 어떤 상호 작용을 하는지, 그 학문 분야의 문화와 어떤 관련성이 있는지를 논의하고 있다. 이 모형에서 창의성은 독립된 개인의 경향이나 기발한 생각의 산물로서 보다는 재능 있는 개인, 지식과 실천 영역, 그리고 전문가들간 상호 작용으로 본다.

본 모형에서 창의적 사고는 한 개인의 기존 지식에 대한 불만으로부터 시작된다. 하지만 이 분야의 초심자는 그 분야의 지식 체계를 이해하고, 일련의 기술과 능력을 발전시켜야 하며, 가치, 신념, 우수성의 주요 기준을 내면화시켜야 한다. 그런 규칙, 상징, 기술, 가치, 그리고 그 영역의 실천을 충분히 습득하고 난 뒤에야, 개인은 그것의 내용을 의미 있게 변형할 수 있다. 그리고 전문가 집단이 창의적이라고 인정했을 때에만 그것은 창의성이라는 타이틀이 붙게 된다(Hooker et al., 2003).

3. 연구 내용

본 연구에서는 위의 창의성의 체계 모형에 기반하여 창의성을 인정받게 되는 이런 일련의 과정으로 국제 청소년 물리 토너먼트 준비와 참여가 가지는 의미를 창의성의 사회적 측면의 부각이라는 점에서 찾고자 하였다. 그리고 학생들의 인지적 사고에서 나타나는 특징과 본 대회의 특징적 요소와 연관지어 논의하였다.

분석은 대회 준비 단계와 참여 단계로 나뉘어 이루어졌다. 각 단계에서 개인은 발표를 담당하는 1인 혹은 팀이 될 수 있다. 사회는 동료 혹은 지도 교사, 그리고 대회에서는 상대팀 전원, 심사위원이 포함될 수 있다. 또한 문화는 대회 취지 및 규칙이 될

표 1. 대회 회전 규칙

활동	시간(분)
반론팀이 발표팀에 문제 해결을 요구한다.	1
발표팀은 수락하거나 거절한다.	1
발표팀의 발표 준비	5
발표팀의 발표	12
발표팀에 대한 반론팀의 질문과 발표팀의 대답	2
반론팀의 준비	3
최대 5분간 반론팀의 반론, 발표팀과 반론팀 간의 논쟁	15
발표팀과 반론팀에 대한 평가팀의 질문과 발표팀과 평가팀의 대답	3
평가팀의 준비	2
평가팀의 평가	3
발표팀의 마지막 진술	2
심사위원의 질문과 채점	5

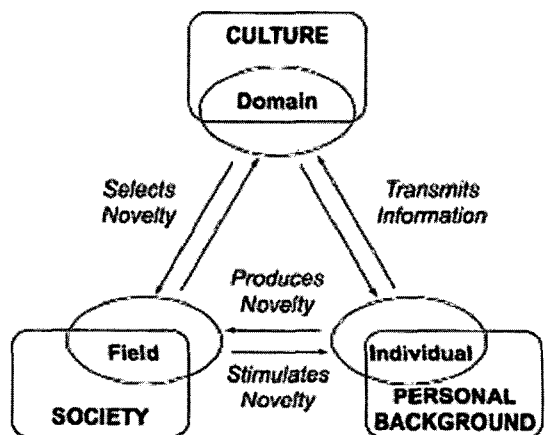


그림 1. 창의성의 체계 모형(Csikszentmihalyi, 1996)

것이며 현장에서는 대회의 전반적인 분위기, 심사위원들의 성향이 될 수 있다. 실제 모형에서 문화와 사회는 과학자들의 문화, 과학자들의 사회를 의미한다. 본 연구에서는 논의를 위해 범위를 대회로 한정지었다.

4. 연구 대상

본 대회에 참가한 학생들은 2005년도 한국 청소년 물리 토너먼트 대회에서 선발된 5명의 학생들로 과학고 재학생 2명, 자립형 사립학교 재학생 3명이었다. 이들은 대회 준비를 위해 2006년 1월부터 7월까지 약 6주간 집중 작업을 하였다. 총 17개의 문제를 5명의 학생들이 각각 3~4개씩 나눠 준비했으며, 이 과정에서 학생들은 서로 도움을 주고받았으나, 전적으로 각각의 문제에 대해 발표 자료를 준비하는 책임은 한 학생에게 있었다.

5. 연구 방법

연구자는 먼저 본 대회가 가지는 특징을 뽑아낸 뒤, 학생들의 대회 준비와 대회 참가 과정을 관찰하고, 대회 지도 교사, 심사위원, 참가자들과의 면담 결과와 연관 지어 분석을 하였다. 참가 학생들이 제안한 새로운 해답은 어떤 과정으로 준비되는지, 그리고 대회에 참가해서 발표하는 중에는 어떤 영향을 받는지 분석하였다. 한 개인이 반론과 논쟁이 중요한 개방적 과학 탐구 발표 대회인 국제 청소년 물리 토너먼트를 준비하고 참가하는 과정에서 학생이 제안한 새로운 생각은 어떤 영향을 받게 되는지 분석하였다. 이를 개인, 사회, 문화의 세 측면이 어떻게 상호작용하는지, 그리고 ‘창의성 체계 모형’과는 어떤 유사성이 있는지 밝힘으로써 본 대회 참가 학생들이 경험을 분석하였다.

학생들은 자신이 맡은 문제에 대하여 실험과 이론적 접근을 병행해서 문제를 해결하였다. 이 과정에서 학생들은 서로 자신이 생각하는 것을 다른 학생에게 설명하기도 하였고, 집중 작업 중에는 매일 지도 교사의 점검과 피드백을 받았으며 대회 참가 직전에는 자신이 맡은 문제를 최종 점검하는 시간을 가졌다.

이 과정을 ‘창의성의 체계 모형’과의 유사성을 중심으로 분석한 결과, 학생들은 발표를 준비하면서 팀 동료와 지도 교사와 지속적으로 의사 소통을 하면서, 자신이 생각한 이론적 해석과 실험 결과가 타당한지를 논의하였다. 또한 최종적으로 대회 발표 자료를 만들면서, 학생은 자신이 한 모든 실험을 발표할 수 없기 때문에, 그 중에서 중요하다고 판단되는 내용을 중심으로 발표 자료를 정리하였다. 이 과정에서 팀 동료와 지도 교사가 어떤 내용을 강조해서 발표할 것인지 서로 논의하였으며, 함께 결정하였다. 이러한 전체 과정은 새로운 생각의 제안과 채택의 과정을 설명하는 ‘창의성의 체계 모형’과 유사성을 보였다. 즉, 먼저 학생이 발표 준비 과정에서 새로운 생각을 제안하고(IS1, 표 2), 그 때 팀 동료와 지도 교사는 그것이 과연 타당한 접근인지, 혹은 추후 계속 실험해야 하는 부분은 어떤 부분인지 논의하였다(IS2). 이런 과정을 통해 학생은 보다 더 정교한 발표 자료를 만들었다. 그리고 최종 발표 자료를 만들면서, 이들은 어떤 내용을 강조해서 자료를 만들지 결정하게 되는데, 이 때 그것에 영향을 주는 요인들로 과학적 타당성과 독창성, 그리고 실험 결과의 신뢰성 등 뿐 아니라, 대회의 전반적 문화도 고려하는 것으로 나타났다. 즉 대회에서 좋은 평가를 받을 수 있는 내용을 중심으로 자료를 정리하였다. 즉, 여러 아이디어 중 어떤 내용을 발표할 지는 본선 대회의 평가 준거, 즉 문화의 영향을 받는 것으로 나타났다(SC). 특히 마지막 발표 자료를 정리하면서 이들은 대회에 참가했던 경험이 있는 다른 학생들과 만남을 가졌다. 이 때 학생들은 주로 심사 위원들이 어떤 기준으로 평가하고,

III. 연구 결과 및 논의

1. 대회 준비 활동

표 2. 창의성의 체계 모형과 본 대회 준비와 참가 과정 비교

	구분	창의성 체계 모형	대회 준비	대회 참가
개인-사회	IS1	새로운 생각 제안	발표 준비	발표
	IS2	새로운 생각 자극	팀 동료와 지도교사와 논의	논쟁 및 평가
사회-문화	SC	새로운 생각 선택	발표 자료 정리	심사위원의 평가
문화-개인	IC	정보 주고 받기	대회 역대 만남	대회 심사 결과 확인

상대방과 어떻게 논쟁을 이끌어가는 것이 좋은지 대회 전반적인 분위기에 대해 탐색을 하였다(IC).

2. 대회 참가 활동

대회에 참가한 학생들은 상대편이 선택한 문제 중 하나를 발표하게 된다. 그리고 반론팀과 논쟁을 벌이게 되는 과정을 5회에 걸쳐 진행하게 된다. 그리고 역할을 바꿔 반론자로, 그리고 평가자로 상대방의 발표에 대해 논쟁을 하고 평가를 하게 된다. 그리고 각 회전이 끝남과 동시에 심사위원의 평가를 받게 된다.

이 과정을 ‘창의성의 체계 모형’과 유사성을 중심으로 분석한 결과, 대회에 참가한 학생들은 자신들이 생각한 최선의 해를 발표하고(IS1), 상대팀의 질문과 반론에 대해 대응하였다(IS2). 이 과정에서 비록 좋은 발표였을지라도 상대방이 실수나 허점을 발견하게 되고, 이에 대해 적절히 대처하지 못하는 경우 좋은 성적을 얻지 못하였다. 이 때 심사위원들은 대회 위원회에서 사전에 논의한 기준을 가지고 평가를 하며, 심사위원들은 그것의 과학적 타당성과 실험의 신뢰성만을 기준으로 하는 것은 아니었다. 학생들의 생각이 과연 새로운 생각인지, 그리고 학생들이 그 전 과정을 올바르게 이해하고 있는지 등의 평가 기준에 따라 점수를 주었다(SC). 심사위원들과의 면담 결과, 심사위원들은 그 자리에서 즉시 자신이 점수를 주어야 한다는 점에서 부담을 느끼기도 하였다. 왜냐하면 자신의 점수가 다른 심사위원과 너무 차이가 나는 것에 대한 부담 때문이었다. 이런 심사의 공정성에 대한 노력에서 이들은 대회 전반에서 어떤 발표물을 가치 있게 평가하는지에 대해 고민하게 되었고, 이 과정은 사회에서 새로운 생각을 선택할 때, 문화의 영향과 유사하다고 할 수 있다. 이와 같은 심사위원의 성적은 학생들이 평가 결과를 확인하는 것으로 끝나지 않고, 다음 회전을 준비하는데 영향을 주었다. 즉 다음 회전에서 어떤 점을 강조해서 발표할지, 혹은 어떻게 해야 좋은 성적을 얻을 수 있는지 학생들은 각 회전이 끝난 뒤 그런 점을 논의하였다(IC).

관찰과 면담 결과를 요약하면 학생들은 대회를 준비하면서 새로운 생각을 제안하고, 그 생각은 팀 동료와 지도 교사들에 의해 평가받게 되고, 대회에서 좋은 성적을 낼 수 있도록 대회의 성격에 맞추어 생각을 정리하게 된다. 이와 같이 학생들이 팀

동료나 지도 교사와 영향을 주고받는 것은 개인과 사회의 구성원들을 중심으로 한 사회와의 상호 작용을 통해 영향을 주고받는 것으로 볼 수 있다. 또한 대회에서 좋은 성적을 낼 수 있도록 하기 위해, 기존 참가자를 만나 경험을 공유하고, 사전에 대회의 성격을 면밀히 이해하고, 대회 규칙을 세부적으로 숙지하는 것은 그 대회의 문화를 익히기 위한 것으로 해석할 수 있다. 끝으로, 대회에 참가하여 이들이 발표하고, 논쟁하고, 심사위원들에게 평가를 받는 전 과정에서 학생들은 자신들이 준비하고 발표한 문제에 대한 접근 방법 및 해결 방안 등에 대해 반성적으로 사고할 수 있는 기회를 가졌다. 이 과정은 개인과 사회가 영향을 주고받는 것과 매우 유사하며, 심사위원들이 공정하게 평가하기 위해 애를 쓰고, 그 평가 결과와 다른 팀의 성적을 파악하고, 이에 따라 다음 회전을 준비하는 것은 문화가 개인과 사회에 영향을 주는 것이라 해석할 수 있었다.

학생들이 대회를 통해 경험하는 것을 참가 수기를 분석하면서 확인할 수 있었다. 이들은 모두 함께 개방적 자세로 토론하는 과정의 중요성과, 협력하면서 보다 더 생산적인 생각을 할 수 있다는 점에서 대회 참가의 의미를 찾았다. 이것은 창의성을 개인의 기발한 생각의 산물로서보다 재능 있는 개인, 지식과 실천 영역, 그리고 전문가들간 상호 작용으로 보는 창의성의 체계 모형과 맥을 같이 한다. 그러므로 본 대회의 특성이 창의성의 체계 모형과 매우 유사하며, 학생들이 일련의 과정에서 협력해서 탐구하는 의미를 찾았다고 할 수 있다. 아래는 학생 참가 수기의 일부이다.

대회 준비하는 동안 열린 토론의 장이 얼마나 실험을 진전시킬 수 있는지 놀랐고, 동시에 이것을 그 전부터 하지 않았나 하는 생각이 든다. 백지장도 맞들면 낫다는 속담이 그냥 뼈에 사무치게 아리던 순간이었다. 그래도 그렇게 실수를 한 것이 나에게 큰 도움이 되었고 큰 경험이 되었다는 것은 부인할 수 없다. 나에게 조연자이자 모범이 되어 주었던 동료들이 없었으면 나는 이런 것을 꿈도 꾸지 못했을 것이다. 글로나마 너무나 고맙다는 말을 하고 싶다.

3. 논의

본 대회에서는 학생들이 개방적 탐구 문제를 협동해서 해결하고, 다른 참가자들과 반론과 논쟁을 통하여 자신들의 접근에 대해 좋은 평가를 받기 위

해 노력하며 심사위원들의 평가를 통해 대회에서 요구하는 참신한 생각과 접근법에 대해 학습을 하게 된다. 이것은 창의성의 체계 모형에 비추어볼 때, 창의성이 이러한 개인, 사회, 문화와의 상호 작용을 통해 길러지고 정립되어가는 것으로 해석될 수 있다.

이 대회를 준비하고 참여하는 과정을 통하여 학생들은 실제 과학자가 새로운 과학적 연구 결과를 발표하고 주변 동료에게 심사받는 것과 같은 과정을 경험하게 된다. 그리고 이 대회를 통하여 심사위원들이 평가의 중요한 준거로 삼고 있는 발표자로서 문제 해결의 요점을 발표하는 것과 그 접근 방법의 새로움, 반론자로서 정확성과 오류 지적은 독창성, 정교성, 가치라는 과학 창의성에서 중요한 공통 요소(박종원, 2004)를 학습할 것으로 기대된다.

더불어 이들이 협동적으로 문제를 해결하고, 상대방과 상호 작용을 하는 과정이 창의성의 체계 모형과 매우 유사하다는 점 또한 의미를 가진다.

초·중등 과학 영재들이 참가하는 대부분의 국내 경진대회는 개인의 우수성을 객관적 기준을 가지고 평가하는데 초점을 두고 있다. 반면 국제 청소년 물리 토너먼트 대회는 끊임없이 상대방과 상호 작용해야 한다. 그런 과정에서, 상대방의 질문과 반론에 적절히 대응해 나가고, 그 결과 타당한 결과를 이끌어내는 과정과 결과가 중요한 평가 요소가 된다. 그러므로 이 대회에 참여하는 학생들은 한 과학자가 새로운 생각을 제안하고, 그것이 창의적 생각이라고 인정받는 일련의 사회적 과정을 경험하게 되는 것이며, 실제 과학자들이 협력 연구를 하는 것과 유사한 경험을 하게 된다. 이런 일련의 과정을 경험하는 것은 과학 학습의 측면은 물론 현대 사회를 살아가기 위한 소양인 양성의 측면에서도 매우 의미 있다고 할 수 있다.

구성원들간의 활발한 상호 작용에 바탕한 창의성의 신장은 그동안 중등학생들 수준에서 주로 이뤄져 왔다. 그러나 의사소통과 상호 협력이 강조되고 창의성과 문제 해결력의 중요성이 점차 증대되고 있는 현대 사회에서 이러한 관점에서의 학습과 대회들이 초등으로도 확산될 필요가 있다. 중등 수준에서 보다 생산적이고 창의적인 협력을 수행하고 국제적인 대회에서 우수성을 인정받기 위해서는 초등학교 때부터 기초를 다져 나갈 필요가 있다고 본다. 특히, 초등학생을 대상으로 한 각종 탐구 대회나 토론 대회들이 확산되고 있는 시점에서 이

러한 대회들을 준비하고 참여하는 기회를 통하여 학생들이 다양한 새로운 생각을 협동해서 해결하고 평가받는 과정을 학습할 수 있다면 이는 매우 고무적이다. 이러한 견지에서 본 연구 결과가 초등 과학 교육에 시사하는 바가 있다고 본다. 또한 여러 가지 초등 과학 교육에서 시도되는 토론과 협동 학습 전략에도 시사점을 줄 수 있을 것이다. 이런 대회는 초·중등 과학 영재들이 해당 분야에서 선도적 역할을 하는데 있어 그에 부합되는 능력을 가질 수 있도록 협동하고 주도적으로 의사소통할 수 있는 기회가 제공되어야 한다는 점에서도 의미를 찾을 수 있다(VanTassel-Baska & Stambaugh, 2006).

IV. 연구 결론 및 시사점

국제 청소년 물리 토너먼트에 대하여 대회 준비 과정과 대회 현장을 '창의성의 체계 모형'의 유사성을 기준으로 분석하였다. 본 대회를 준비하는 과정에서 팀 동료나 지도 교사와 적극적으로 상호 작용하고 대회에서 좋은 성적을 내기 위하여 대회의 성격이나 심사 기준들을 숙지하면서 대회를 준비하는 것은 한 개인이 그를 둘러싼 사회와 자신이 참가하는 대회 문화와의 역동적인 상호 작용을 통한 창의성 신장과 유사한 모습을 보였다.

특히, 한 개인이 새로운 지식을 만들어 내는 과정에서 사회적 상호 작용이 활발히 일어났다는 점은 '창의성의 체계 모형'과 유사했다. 또한 대회 참가로 다른 나라의 청소년들과 논쟁을 벌이고, 전문가들의 평가를 받는 과정은 창의성이 사회적으로 형성되는 한 과정을 배우고 경험한다는 점에서 의미가 있었다. 이것 역시 창의성의 체계 모형에서 새로운 지식이 사회적으로 평가받는 과정과 유사하였다. 국제 청소년 물리 토너먼트는 새로운 지식의 생산과 선정이라는 창의성의 관점에서 이의 사회적 특성을 잘 반영한 대회라 할 수 있다.

그리고 본 연구 결과는 이와 같이 개방적 탐구 문제를 공동으로 준비하고, 발표, 논쟁, 평가하는 과정이 초·중등 학생들의 창의성 신장과 협동 학습과 토론을 중심으로 한 과학 교육에 시사점을 줄 수 있을 것이다. 특히, 영재 교육을 중심으로 초등 학교로 각종 탐구 및 토론 대회가 확산되는 시점에서 개인적 성과나 결과물 중심의 대회 성격에 본 연구에서와 같은 사회적 창의성을 강조하는 요소

가 보완될 수 있기를 기대한다.

V. 연구의 제한점

본 연구에서는 학생들이 협동과 토론이 중심이 되는 대회 준비와 참가 전반적 과정을 거시적으로 논의하였다. 이를 통해 협동과 토론의 과정을 거쳐 문제를 해결하는 형식의 교육적 시사점을 밝히고자 한 것이었다. 이것이 학생들의 구체적 사례를 중심으로 실제 어떤 효과가 있었는지 질적으로 계속 연구될 필요가 있으며, 대상을 초·중학생으로 확장시켜 실제 현장 적용에 시사점을 찾아야 할 것이다.

VI. 국문 초록

본 연구에서는 2006년 국제 청소년 물리 토너먼트 대회에 참가한 과학 영재들의 활동을 창의성의 사회적 측면에서 분석하였다. 이를 위해 창의성의 체계 모형과 그 활동 과정이 얼마나 유사한지 분석하였다. 과학 학습에서 협동과 토론으로 문제를 해결하는 과정의 사회적 특성을 분석함으로써 그것의 교육적 시사점을 찾고자 하였다. 분석 결과, 과학 영재들이 대회를 준비하는 과정에서 주변의 다른 동료 학생들과 교사는 물론 그 과정에서 형성되는 문화와 지속적 상호 작용을 하였다. 또한 대회에서 심사자가 발표, 반론, 평가의 과정에 근거해 평가하는 것 역시 모형에서 새로운 지식을 평가하는 과정과 유사했다. 학생들이 협동하여 문제를 해결하고, 그 결과를 토론으로 거두는 형식은 창의성의 사회적 특성을 잘 반영한 것이라고 볼 수 있다. 이와 같은 대회가 계속 확산됨에 따라 초등학교 영재 학생들의 창의성 증진을 위해서 사회적인 측면에서 이를 길러줄 수 있는 기회와 교육에 대한 연구가 계속 이루어져야 할 것이다.

주요어: 창의성, 사회, 과학 영재, 국제 청소년 물리 토너먼트, 창의성의 체계 모형

참고문헌

고한중, 양수경, 한재영, 노태희(2003). 초등학교 과학 수업에서 팀 게임 토너먼트(TGT) 협동학습의 효과. 초등과학교육, 22(3), 304-312.

- 김수현, 박종욱, 노태희, 임희준(1997). 초등학교 자연 수업에서 협동학습 전략의 교수 효과. 초등과학교육, 16(2), 277-290.
- 박종원(2004). 과학적 창의성 모델의 제안 -인지적 측면을 중심으로-. 한국과학교육학회지, 24(2), 375-386.
- 서상호, 진순희, 정성안, 권재술(2002). 전기회로 학습에서 초등학교생의 토론과 체험을 통한 인지갈등. 한국과학교육학회지, 22(4), 862-871.
- 여상인, 김영신(2005). 초등과학영재의 성격특성과 협동 학습에 대한 인식. 교육과학연구, 36(2), 161-175.
- 윤혜경, 라지연, 장병기(2004). 초등학교 과학 연구 수업 사례 연구. 한국과학교육학회지, 24(5), 902-915.
- 한기순(2000). 창의성의 영역 한정성과 영역 보편성에 관한 분석과 탐구. 영재교육연구, 10(2), 47-69.
- 한기순(2005). 창의성 영역문제의 탐색 및 재접근. 영재교육연구, 15(2), 1-34.
- Amabile, T. M. (1996). *Creativity in context*. Co.: Westview Press.
- Csikszentmihalyi, M. (1999). Implications of a systems perspective for the study of creativity. In R. J. Sternberg (Ed.), *Handbook of creativity*, Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Feldman, D. H. (1994). *Beyond universals in cognitive development*. Norwood, NJ: Albx.
- Gardner, H. (1993). *Creating mind*. New York: Haper Collins.
- Hooker, C., Nakamura, J. & Csikszentmihalyi, M. (2003). The group as mentor: Social capital and the systems model of creativity. In P. Paulus and M. Nijstad (Eds.), *Group Creativity* (pp. 225-44). New York: Oxford University Press.
- Kasof, J. (1995). Explaining creativity: The attributional perspective. *Creative Research Journal*, 8, 311-366.
- Mayer, R. E. (1999). Fifty years of creativity research. In R. J. Sternberg (Ed.) *Handbook of creativity*(pp. 449-460). New York: Cambridge University Press.
- Miliken, F. J., Caroline, A. B. & Kurtzberg, T. R. (2003). Diversity and creativity in work groups: A dynamic perspective on the affective and cognitive processes that link diversity and performance. In P. B. Paulus & B. A. Nijstad (Eds.), *Group creativity: innovation through collaboration* (pp. 32-62). New York: Oxford University Press.
- Paulus, P. B. (2000). Groups, teams and creativity: The creative potential of idea generating groups. *Applied Psychology: An International Review*, 49, 237-262.
- Paulus, P. B., Brown, V. & Ortega, A. H. (1999). Group creativity. In A. Montuori & R. E. Purser. (Eds.), *Social creativity* (pp. 151-178). Cresskill, NJ: Hampton Press.
- Paulus, P. B. & Nijstad, B. A. (2003). Group creativity:

An introduction. In P. B. Paulus & B. A. Nijstad (Eds.), *Group creativity: innovation through collaboration* (pp. 3-11). New York: Oxford University Press.

Sternberg, R. & Lubart, T. (1996). *Defying the crowd: Cul-*

tivating creativity in a culture of conformity. Glence, IL: Free Press.

Van Tassel-Baska, J. & Stambaugh, T. (2006). *Comprehensive curriculum for gifted learners*. New York: Pearson.