

국제천문올림피아드 현황과 기출문항에 대한 과학탐구 유형 분석
PRESENT STATUS OF THE INTERNATIONAL ASTRONOMY OLYMPIAD
AND FACTOR ANALYSIS OF SCIENCE STUDY ON ITS PAST PROBLEMS

임인성¹, 성현일¹, 김광동¹, 김봉규¹, 김유제², 강용희³, 최승언⁴

¹한국천문연구원

²한국천문올림피아드

³경북대학교 사범대학 과학교육학부

⁴서울대학교 사범대학 지구과학교육과

IN SUNG YIM^{1,*}, HYUN-IL SUNG¹, KWANG DONG KIM¹, BONG Gyu KIM¹,
YOO JEA KIM², YONG HEE KANG³, AND SEUNG-URN CHOE⁴

¹Korea Astronomy and Space Science Institute, Daejeon 305-348, Korea

²Korea Astronomy Olympiad

³Department of Earth Science Education, Teachers College, Kyungpook National University

⁴Department of Science Education, College of Education, Seoul National University

E-mail: yim@kasi.re.kr

(Received September 19, 2008; Accepted December 4, 2008)

ABSTRACT

The International Astronomy Olympiad (IAO) was established by the Euro-Asian Astronomical Society in order to disseminate astronomical knowledge, promote international cooperation in astronomical education area and recognize the importance of astronomy in far-reaching field of science and human culture. The first IAO competition was held at the Special Astrophysical Observatory of the Russian Academy of Sciences located in the north Caucasus of Russia in 1996. Since then, it has been held every year. This paper describes the present status of the IAO main regulations regarding its operation and major results by year, related institutions, and organizations. We created a scientific inquiry framework to analyze past IAO problems in the recognitive aspect in order to measure levels of the scientific knowledges and the scientific thinking abilities. Through this analysis, we can understand the current status of the IAO, and examine the future direction of Korea Astronomy Olympiad. Also, we can make preparation for the IAO competition and the education of delegates.

key words: The International Astronomy Olympiad (IAO), scientific inquiry, factor analysis

1. 서론

국제천문올림피아드(International Astronomy Olympiad, IAO)는 1996년 유로-아시안 천문학회 위원회에 의해 러시아 북 코카서스 지방에 있는 러시아 과학원 천체물리 천문대(Special Astrophysical Observatory of the Russian Academy of Sciences, SAO RAS)에서 처음 개최한 이후 매년 개최되고 있다. 국제천문올림피아드는 청소년들에게 천문학 지식의 확산, 천문 및 물리교육 분야의 국제 교류 증진, 천문학의 중요성을 인식시키기 위하여 각 국가천문올림피아드에서 입상한 청소년들을 대상으로 해마다 실시하고 있다. 한국천문학회에서는 2001년 한

국천문올림피아드 위원회를 구성하고 한국천문올림피아드를 개최하였으며, 2002년부터 매년 학생들을 국제천문올림피아드에 파견하고 있다. 본 연구에서는 박용선과 임인성(2001), 최승언과 임인성(2003), 국제천문올림피아드 홈페이지(<http://issp3.issp.ac.ru/iao>) 자료를 바탕으로 국제천문올림피아드의 기구, 조직, 실행 등의 현황과 주요규정, 그리고 역대 결과를 재고하고 국제천문올림피아드의 기출문항에 나타난 과학탐구 유형을 재분석하였다. 기출문항에 대한 과학탐구 유형 분석을 위해 과학탐구 문항 분석틀(임인성과 최승언, 2004)을 재사용하였다. 문항 분석은 인지적 측면에서 과학적 지식과 과

학적 사고력으로 분류하였다. 과학적 지식의 하위요소로 내용지식, 방법지식, 지식본성 이해로 분류하고, 과학적 사고력의 하위 요소는 수렴적 사고력과 발산적 사고력으로 분류하고 각 세부 요소를 고려하여 실행하였다. 본 논문을 통해 2007년까지 출제된 국제천문올림픽피아드 문제의 과학탐구 요소들의 변화 양상을 살펴봄으로써, 향후 한국천문올림픽피아드 문제의 출제 방향을 설정하고, 국제천문올림픽피아드 참가에 대비한 교육에 도움이 되리라 기대된다.

2. 국제천문올림픽피아드 현황

2.1 목적

천문학은 인류사에서 인간이 살아가는데 필요한 기본적인 임무를 담당해왔다. 천문학은 우리 문명의 중요한 문화의 한 부분이며, 우리에게 인생의 관점과 사고를 형성케 하는 근본적인 학문으로 인식되고 있다. 천문학이 앞으로 인류에게 더 큰 중요성을 가질 것이라는 점은 확실하다. 청소년들에게 자연과학 지식을 보급하고, 천문학에 대한 과학적 접근과 이에 대한 관심을 증진시키고, 영재를 발굴하고 지원하는 것은 천문교육 발전에 기여할 뿐만 아니라, 국가 과학발전의 초석을 다져줄 것이다. 국제천문올림픽피아드는 청소년들의 천문학에 대한 관심도를 향상시키고, 우수한 청소년을 발굴 지원하기 위해, 또한 각국의 천문 교육을 증진시키고, 참가국의 국가천문올림픽피아드 설립과 조직화를 장려하기 위해 유럽-아시아 천문학회(EAAS: Euro-Asian Astronomical Society)에 의해 러시아에서 창설되었다. 천문올림픽피아드는 청소년 간 교류, 서클활동 증진, 중등학교의 천문학분야 교수방법 개선, 중등학교에서 천문학 교육 장려, 직업 선택 지원 등을 하고 있다. 이를 통해 천문학 분야에 재능 있는 청소년들에게 전문지식에 대한 매력을 갖게 하고, 천문학 지식 확산과 천문 교육의 발전에 기여하며, 상상력과 창의성을 증대하며 국제교류를 통한 우정을 장려하고 있다. 국제천문올림픽피아드는 국제수학올림픽피아드, 국제물리올림픽피아드, 국제화학올림픽피아드, 국제정보올림픽피아드, 국제생물올림픽피아드와 함께 국제과학올림픽피아드 기구이다. 국제천문올림픽피아드는 회원국 천문연구센터 중 한 곳에서 매년 9월-11월중에 개최한다. 국제천문올림픽피아드는 1996년 청소년들을 위한 천체물리학 가을학교 형태로 Special Astrophysical Observatory of the Russian Academy of Sciences(SAO RAS)에서 처음 시작한 이후 2회, 3회, 5회, 7회 올림픽피아드를 러시아 북 코카서스 지방에 있는 SAO RAS에서 4회, 6회, 9회, 12회를 크리미아 공화국의 크리미아 천체물리천문대(Crimea Astrophysical Observatory)에서 개최하였다. 8회 대회는 스웨덴 스톡홀름 천문대에서 개

최하였으며, 10회는 중국 베이징에서, 11회는 인도 뭄바이에서 개최하였다. 역대 국제천문올림픽피아드 개최국과 참가국 현황은 표 1 및 표 2에 정리하였다.

2.2 주요규정

2.2.1 올림픽피아드의 환경과 정신

국제천문올림픽피아드는 과학 공동체의 우호를 증진하고 미래 협력을 증진하기 위해 우호적 분위기에서 실행되어야 한다. 참가자간의 정치적, 종교적 긴장이 시험기간 중 행해져서는 안 되며, 개인 또는 국가에 대한 정치적 또는 다른 형태의 행위가 엄격히 금지된다. 각 국가는 정치적 긴장, 비 외교관계, 정부의 인식부족, 출금 등으로 팀의 참가를 제한할 수 없다. 대표팀의 공식 초청을 제한해야하는 어려움이 있는 국가에 대해서는 개인을 초청한다. 또한 상업적 목적으로 이용해서도 안 된다.

2.2.2 후원 기구 및 개최국의 의무

국제천문올림픽피아드는 참가국의 천문기구와 그 밖의 기관으로 후원되고 운영된다. 국가천문올림픽피아드를 구성한 각국 대표단은 참가를 보장받는다. 올림픽피아드 개최 장소는 천문연구센터, 천문대, 천문연구기관 또는 천문학과가 있는 대학으로 한다. 적어도 3년에 한번은 러시아연방의 천문연구센터에서 올림픽피아드를 주관한다. IAO 개최 지원국이 없는 경우 북 코카서스 지방, Niznij Arkhyz에 있는 SAO RAS에서 개최한다. 올림픽피아드 개최국으로 의향이 있는 국가올림픽피아드대표는 3년 전에 차기 올림픽피아드 개최를 선언해야 한다. IAO를 개최하는 국가는 국가천문올림픽피아드가 조직되어 있어야 하며 정관과 규정에 따른 법적 보장이 되어 있어야 한다. IAO 개최에 관한 타임테이블에 따라야 하며, IAO 형태의 이벤트를 조직할 수 있어야 한다. 개최국은 올림픽피아드 조직위원회 의장을 초청, 방문하도록 해야 한다. 주최자는 재정적 책임을 포함하여, 올림픽피아드가 규정과 규칙에 따라 진행되도록 해야 할 의무가 있다.

2.2.3 개최 및 경쟁부분에 관한 절차

IAO 개최 기간은 매년 천문학적 가을 2개월 내, 즉 9월 22일부터 11월 22일 내로 정한다. 올림픽피아드 장소와 예비일자가 당해 년 3월 22일전에 EAAS 위원회에 의해 비준되어야 하며, 5월 22일전에 최종 날짜가 결정되어야 한다. 올림픽피아드 자문위원회는 참가국의 국가천문올림픽피아드 대표에게 개최되는 천문대 명, 주소, 연구기관, 대학 등을 날짜와 함께 알려주어야 한다. 올림픽피아드의 최소기간은 7박 8일로 하며, 조직위는 올림픽피아드의 기간을 9일 또는 10일로 연장할 수 있다. 올림

표 1. 역대 국제천문올림피아드 개최 현황

구분	개최일자	개최국가	개최장소
제1회	1996.11.1-11.9	Nizhnij Arkhyz, Russia	Special Astrophysical Observatory of the Russian Academy of Sciences(SAO RAS)
제2회	1997.10.21-10.28		
제3회	1998.10.20-10.27		
제4회	1999.9.25-10.2	Nauchnyjc, Crimea, Ukraine	P.K.Sternberg Astronomical Institute's Crimean Laboratory and Crimean Astrophysical Observatory
제5회	2000.10.20-10.27	Nizhnij Arkhyz, Russia	Special Astrophysical Observatory of the Russian Academy of Sciences
제6회	2001.9.26-10.3	Nauchnyjc, Crimea, Ukraine	P.K.Sternberg Astronomical Institute's Crimean Laboratory and Crimean Astrophysical Observatory
제7회	2002.10.22-10.29	Nizhnij Arkhyz, Russia	Special Astrophysical Observatory of the Russian Academy of Sciences
제8회	2003.10.2-10.8	Stockholm, Sweden	The Stockholm Observatory and Saltsjöbadens Samskola.
제9회	2004.10.1-10.9	Simeiz, Crimea, Ukraine	P.K.Sternberg Astronomical Institute's Crimean Laboratory and Crimean Astrophysical Observatory
제10회	2005.10.25-11.2	Beijing, China	Beijing Planetarium
제11회	2006.11.10-11.19	Mumbai, India	Tata Institute for Fundamental Research
제12회	2007.9.29-10.7	Simeiz, Crimea, Ukraine	P.K.Sternberg Astronomical Institute's Crimean Laboratory and Crimean Astrophysical Observatory
제13회	2008.10.13-10.21	Trieste, Italy	Trieste Astronomical Observatory

피아드의 대회부분은 8일 프로그램인 경우 3일-5일, 9일 프로그램인 경우에는 3일-6일, 10일 프로그램인 경우에는 3일-7일로 한다. 올림피아드 경쟁부분은 이론시험(theoretical round), 실무시험(practical round), 관측시험(observational round)의 3개 부분으로 나누어 행해진다. 관측시험은 날씨가 나쁜 경우, 시험을 연기, 취소하거나, 인위적인 천체, 사진, 그림, 플라네타리움 등을 사용하여 실시할 수 있다. 이론시험을 치르는데 할당된 시간은 4시간, 실무시험은 3-4시간이 되어야 한다. 관측시험의 규칙은 올림피아드 시작 전 3개월 이내에 조직위원회에 의해 정의되어야 한다. 참가자는 로그 테이블, 슬라이드-룰, 비 프로그램 포켓용 계산기, 제도기를 사용할 수 있다. 공식은 제공하지 않는다. 이론 시험의 점수는 40-48점, 실무시험은 20점, 관측시험은 20점으로 한다. 엑스트라 점수는 최우수 학생에 주어질 수 있다. 실무시험 문제는 이론 분석(계획, 토의)과 실행을 포함한다. 관측시험 문제는 실제 천체와 관련되어야 한다. 올림피아드의 모든 수상자와 참가자는 받은 점수에 따라 1등상, 2등상, 3등상, 참가상을 받는다. 올림피아드의

배심위원회는 4가지 상의 수상자 결정을 위해 경계점수를 정의한다. 상의 분포는 각 나이 그룹 간 분리하며 특별상을 수여할 수 있다.

2.2.4 참가자와 참가팀 자격과 구성원

참가자는 대학이나 연구소 같은 곳에서 고등교육을 받은 경험이 없는 자와 학교를 수료하지 않은 자로 한다. 주니어와 시니어 두 그룹으로 나누어 올림피아드에 참가할 수 있다. 주니어 부문은 당해 연도에 만 15세 이하, 1월 1일 이후 출생자가 참가할 수 있으며 시니어 부문은 당해 연도에 만 17세 이하, 1월 1일 이후 출생자가 참가할 수 있다. 3회째 참가자는 만 16세를 넘을 수 없다. 2번 참가자에게 제한을 권고한다. 14세 미만의 학생은 참석할 수 없다. 1등상, 2등상에 입상한 학생은 차기 1년 또는 2년 후 대회에 나이 제한에 해당되지 않으면 참가할 수 있다. 국가대표는 주니어 그룹 만 15세 이하 3명, 시니어 그룹 만 17세 이하 2명이 참가할 수 있다. 팀리더 2명이 참가할 수 있다. 국가대표가 아닌

표 2. 참가국 현황

공식참가국(국가천문올림픽아드조직년도)				개별참가국(참가년도)		참관국가(참가년도)	
1	Armenia	13	Kazakhstan('07)	24	Belorussia('00,'07)	26	Denmark('98)
2	Brazil	14	Korea('01)	25	Finland ('96)	27	Ireland('03)
3	Bulgaria	15	Latvia			28	Japan('05)
4	China('03)	16	Lithuania('04)			29	Bangladesh('06)
5	Crimea('04)	17	Moscow('98)				
6	Croatia	18	Romania('04)				
7	Czechia	19	Russia('96)				
8	Estonia('04)	20	Serbia('02)				
9	India('03)	21	Sweden('03)				
10	Indonesia('04)	22	Thailand('05)				
11	Iran('04)	23	Ukraine('07)				
12	Italy('02)						

이외의 대표 쿼타는 주니어 2명, 시니어 1명, 팀리더 2명이다. 읍저버의 수는 조직위에 의해 결정한다. 천문연구센터, 현행 및 이전 IAO의 조직자의 팀은 모든 권리와 의무를 갖는 독립국으로 인정하여 참가할 수 있다. 국가천문올림픽아드(Authorized National Representative Astronomical Organization, ANRAO)가 이들 대표 구성을 책임진다. 시대표도 국가대표 쿼터로 인정한다.

2.2.5 팀리더와 읍저버

팀리더는 2명으로 하며, 1명이나 3명 이상의 팀리더는 금한다. 팀리더와 읍저버는 천문학 또는 천문교육 전문가여야 하며 장거리 여행 경험이 있어야 한다. 팀리더는 26세 이상을 권고하며, 팀리더 중 한 명은 문제번역 및 채점관(Jury)으로 활동하며 모든 책임을 진다. 팀리더는 교육리더로 준비 모임에 참석할 의무가 있다. 교육부의 공무원들도 정원 외 읍저버로 참가할 수 있다. 주리, 팀리더, 읍저버는 천문학 또는 천문교육 전문가로 문제를 완전히 풀 수 있어야 하며, 영어 또는 러시아어를 구사할 수 있어야 한다. 올림픽아드의 공식 언어는 영어와 러시아어이다.

2.2.6 올림픽아드를 구성하는 국가대표기구

참가국에는 국가천문올림픽아드(ANRAO)가 있어야 한다. 국가대표천문기관은 국가천문올림픽아드를 조직하여야 하며, IAO에 참가하기 위한 국가 팀을 구성하여야 한다. 공인 국가대표기구는 올림픽아드위원회에 국가 후보자를 추천할 수 있다. 국가대표기구는 천문학

회, 천문대, 대학의 천문학과, 국가기관, 연구소 등의 천문기구를 국가대표기구로 선언해야하며 기관장의 서명이 된 지원서를 올림픽아드 조직위원회에 보내야 한다. ANRAO는 IAO 활동을 감독한다. ANRAO는 IAO와 통신하는 국가대표인물을 선정하여 발표한다. ANRAO는 올림픽아드 조직위원회 위원으로 국가대표를 지명할 수 있다. 임기는 4년이며 연임이 가능하고, 조직위원회 위원이 없는 국가는 대표단장이 다음 해까지 국가대표가 된다.

2.2.7 올림픽아드 위원회

조직위원회는 올림픽아드를 조직하는데 필요한 장기적인 일을 하며 IAO를 이끌어가는 실체이다. 올림픽아드 조직위는 의장과 위원으로 구성된다. 위원, 설립법령에 언급된 설립기구의 대표, 선진천문기구, 참가국의 대표, 조직위 위원의 총수는 최소 9인, 최대 17인으로 구성한다. 의장은 EAAS의 위원이어야 하며 EAAS 총회에 의해 지명된다. 위원은 국가천문학회 또는 공인 국가대표천문기관의 추천이 있어야 한다. 의장과 멤버의 최소 1/2은 천문학, 물리학, 수학의 박사학위 소지자여야 하며, 다른 위원들은 적어도 석사학위 소지자여야 한다. 모든 멤버들의 선출은 EAAS 위원회에 의해 행해진다. 위원의 임기는 4년이다. 조직위원회의 임무는 대회를 관리하고 규정에 따라 행해지는지 감독하는 일, 규정, 규칙 또는 지시에 정의되지 않은 올림픽아드의 다른 규정을 정의하는 일, 대표팀의 멤버들이 모든 면에서 대회의 요구사항을 충족하는지 확인 하는 일, 올림픽아드

동안 대회 결과와 다른 이벤트를 검토하는 일, 차기 대회를 조직하는 일 등이다. 올림피아드 조직위원회는 올림피아드 기간 중 IAO 배심위원회를 구성한다. 각국에서 참가한 조직위원, 올림피아드조직위원회 멤버, 과학자, 교사, 아마추어 천문학자가 배심위에 참가한다. 배심위원회는 문제의 번역, 채점, 상과 수상자 수, 표창수여에 관한 결정을 한다. 자문위원회는 올림피아드 조직위원회 의장에 의해 소집되며, 의장, 비서, 지난 올림피아드 주체측, 차기 올림피아드 주체측, 의장이 지명한 사람 등으로 구성되고, 조직위원회 의장이 위원장을 맡는다. 자문위원회의 임무는 차기 IAO를 준비하는 일, 참가국의 ANRAO에 개최정보와 필요한 정보를 알려주는 일, 보고서를 검토하는 일, 참가국의 쿼터를 결정하는 일, 참가자들이 자격을 갖추었는지 검토하는 일, LOC를 감독하는 일, 차기 IAO를 결정하고 권고하는 일 등이다.

2.2.8 대표자 회의 및 방법위원회

대표자 회의는 IAO 종료 후 3개월 내에 이메일을 통해 행한다. 대표자 회의는 차기 IAO를 개최하기 위한 LOC멤버를 추천하는 권리를 가진다. IAO의 안정성과 차기 IAO의 준비에 불확실성을 방지하기 위해 3개월로 제한한다. 규정에 관한 논의가 이 기간 동안에 행해져야 한다. 이 기간 후에는 논의의 결과가 요약되고 다음 IAO까지 논의가 중단된다. 방법위원회는 조직위로부터 구성된다. 방법위원회는 이론시험방법위원회, 실무시험방법위원회, 관측시험방법위원회 3개를 둔다. 이론시험방법위원회의 위원은 IAO 공식 언어를 알아야 하며, 초기에는 의장이 4-6명의 위원을 지명한다. 실무시험방법위원회 위원 수는 3-5명이며, LOC에서 위원장을 지명한다. 관측방법위원회 위원 수는 4-6명이며, LOC에서 위원장과 1명 이상의 위원을 지명한다.

2.2.9 문제, 준비, 선정

경쟁부분 과학 분야는 IAU와 같은 국제기구의 능력 범위 내에 있어야 한다. 방법위원회는 문제를 준비하고 선정한다. 이론시험방법위원회는 적어도 4개 분야를 포함해서, 4-6개의 이론문제를 출제한다. 중등 학생들이 정규 고교 수학을 사용하여 풀 수 있는 문제로서, 과도한 수학 계산이 없는 문제여야 한다. 주관천문센터 조직위에서 1-2개의 실무문제를 출제한다. 주관천문센터의 실제 연구에 기초한 문제를 준비하는 것이 바람직하다. 조직위와 주관천문센터에서 1-3개(각 문제는 하나의 세트 구성)의 관측문제를 출제한다. 문제의 난이도는 참가자의 수준에 따른다. 창의적 능력을 요하는 문제, 상당한 지식이 필요한 수준의 문제를 권한다. 주관천문 연구센터는 실무문제를 준비해야 하며, 예비 관측 문제

를 준비하여 방법위에 제공해야 한다. 문제 준비를 위해 참여한 위원은 완전한 비밀을 유지해야 한다. 문제는 영어와 러시아어로 준비한다.

2.2.10 재정 및 기본 원칙의 변경 및 예외

LOC는 참가국들의 참가비로 운영되며, 조직위 의장의 초청비와 급여를 제공하고, 이론시험방법위원회 위원장과 관측시험방법위원회 위원장의 경비와 IAO의 홍보비를 제공해야 한다. 설립규정의 변경은 조직위원회 위원의 3/5 이상의 찬성으로 총회에서 비준되어야 한다. 국가 대표팀이 없는 경우에는 지역, 시, 타운 또는 개인이 올림피아드 조직위원회의 승인을 얻어 올림피아드에 참가할 수 있다. 지역, 시, 타운의 팀의 참가자는 중등부 2명, 고등부 1명으로 한다. 전년도 IAO에서 금상 또는 은상을 받은 학생으로 나이 제한을 넘지 않은 학생도 올림피아드에 참가할 수 있다. 팀 리더의 총 수는 국가 대표의 수를 넘지 않아야 한다.

2.3 참가국 및 역대 순위

참가국과 연도별 순위를 표 3에 정리하였다. 참가국 수는 1996년 북 코카서스 지방에 있는 러시아 과학원 천체물리천문대에서 시범 개최된 이래 2007년까지 5개 국가에서 29개 국가로 확대되었다. 참가 국가를 대륙별로 나누어 보면, 17개 동유럽 국가를 포함한 유럽국가 22개국으로 가장 많고, 우리나라를 포함한 아시아 국가가 5개국, 아메리카 대륙과 중동 국가가 각각 1개국 순이었다. 참가국과 순위 정보가 없는 1997년을 제외한 11회 대회의 역대 순위를 보면 인도가 종합 우승 5회, 러시아가 모스크바 랜드팀 포함 4회, 불가리아와 대한민국이 각각 1회 우승하였다. 인도와 러시아가 상위권 입상 국가로 강세를 유지하고 있다. 최근에는 우리나라와 이란이 우승국가 대열에 서게 되었다. 특히 인도는 1998년 처음 참가한 이래 종합 우승을 5번이나 차지하였는데, 국가천문올림피아드 국내 예선을 통과한 약 7,000여명의 학생들 중에서 우수한 학생들을 선발하여 체계적으로 교육시키고 있다.

2.4 한국천문올림피아드 창립 및 참가실적

한국천문학회에서는 2001년 한국천문올림피아드 위원회를 구성하고, 고교 1, 2학년 학생을 대상으로 제1회 한국천문올림피아드를 서울대학교에서 개최하였다. 2001년에는 국제천문올림피아드에 읍저버를 파견하여 정보를 수집하고, 국제적으로 한국의 참가를 알렸다. 2002년에는 시니어 3명을 IAO에 파견하여 은상 2개, 동상 1개로 종합 4위를 하였으며, 2003년에는 시니어 3명을 파견하여 동상 2개를 획득, 16개 참가국 중 종합

표 3. 참가국과 연도별 순위(- 표시는 IAO에 참가했으나 입상자가 없는 경우이며 Obs.는 Observer임)

순번	참가국	1996	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
1	Armenia				5	4	6	2	7		-	19
2	Belorussia				-							13
3	Brazil		5	5	6		8	8	10	7	10	11
4	Bulgaria		1	3	4	5	5	6	6	5	6	7
5	China						7	5	9	2	11	6
6	Crimea			-		-			-			17
7	Croatia											19
8	Czechia											13
9	Denmark		Obs.									
10	Estonia								-	11		10
11	India		4	2	2	2	1	1	1	1	1	3
12	Indonesia							6	4	9	9	7
13	Iran							9	3	4	5	2
14	Ireland							Obs.				
15	Italy					6	-	-	-			17
16	Kazakhstan										-	13
17	Korea					Obs.	4	10	8	3	2	1
18	Latvia									Obs.		
19	Lithuania							11	14	-	-	13
20	Moscow	1	3	1	3	3	3	3	2	6	-	11
21	Romania							-	11	-	8	9
22	Russia	2	2	4	1	1	2	3	4	8	4	4
23	SAO Local Team						-					
24	Serbia Montenegro								11	10	3	5
25	Stockholm							-				
26	Sweden	3		-	-	-	10	-	14	-	-	-
27	Thailand								13	11	7	19
28	Ukraine			-								-
29	Yugoslavia						8					
	참가국수	3	6	8	8	9	12	16	18	15	16	23

10위를 차지하였다. 2003년에는 중학교 학생도 국내천문올림피아드에 응시하도록 대상을 확대하고, 2004년에는 주니어 3명, 시니어 2명을 파견하여 은상 3개, 동상 1개를 수상하여, 18개 참가국 중 종합 8위를 차지했다. 2005년에는 주니어 3명, 시니어 2명을 파견하여 금상 2개, 은상 1개를 수상하여 종합 3위를, 2006년에는 주니어 3명, 시니어 5명을 파견하여 금3, 은3, 동1개를 수상하여 종합 2위를, 2007년에는 주니어 3명, 시니어 5명을 파견하여 금5, 은2, 동1개를 수상하여 종합 1위를 차지

하였다. 이는 지난 2004년부터 교육과학기술부의 재정 지원을 받아 인터넷 교육, 겨울학교, 대표 학생 집중교육 등을 통해 실시한 체계적인 교육의 결과이다. 1997년을 제외하고 지난 11년간 1, 2, 3위 상위 입상국가를 보면, 러시아가 13회, 인도 9회, 대한민국 3회, 불가리아와 이란이 각각 2회였다. 주목 할 점은 우리나라가 최근 3년 동안 상위에 입상하여 천문학 강국으로 부상하게 되었다는 사실이다.

표 4. 1996년부터 2007년까지 국제천문올림피아드 시니어 문제 유형

연도	이론분야	실무분야	관측분야
1996	망원경의 파장에 따른 분해능, 전파·가시광선 차이, 관측에서의 대기효과, 개기일식, 거리, 광도, 별의 운동, 시차 등급		금성관측, 천체 간 이각 측정
1997	탈출속도에 따른 별의 온도추정, 항성일과 평균태양일, 별의 등급변화, 최대이각·금성의 좌표, 별의 등급(밝기), 망원경의 분해능		
1998	달의 현상, 주기광도(세페이드 변광성), 세차운동, 위성주기, 분해능, 광도	케플러 법칙(쌍성 질량), 은하질량	태양구조(전파), 온도와 광도
1999	빈의 법칙, 스테판 볼츠만 법칙, 블랙홀, 태양의 시직경·일주운동 경로, 주극성의 조건, 지구자전·공전 속도, 지구 자전 및 공전속도·달의 공전속도	별이 뜨고 지는 시각 계산, 식쌍성의 광도 곡선	달, 목성 각거리, 관측한 별의 밝기를 구별해 내기, 달의 위상변화
2000	적색편이와 후퇴속도·허블의 법칙, 광도, 공전궤도(이심률)와 시직경, 배율과 관측(쌍안경 관측), 식현상과 행성의 물리량, 망원경과시야	초신성 폭발과 광도변화, 스펙트럼을 통한 운동속도	별의 등급(성도 이용), 성단·성운·은하(사진으로 이름알기)
2001	초점거리, 조석, 달의 공전, 면적·밝기 비교, 시선속도, 달과 태양의 운동, 별까지 거리 구하기, 분광이중성·광도		
2002	남중고도와 위도, 광도와 인공위성의 높이, 외계 메시지 해석, 전파와 광학 플럭스, 화성의 운동, 망원경의 성능		별자리와 은하, 허블의 법칙
2003	광도, 광학 망원경, 궤도 운동, 화성의 주기(대충), 지방항성시, 하늘의 높이 추산	빛의 속도 측정, 토성의 질량 추정	별자리, 항성시, 주극성
2004	은하간 거리·밀도, 해성·황도 12궁(케플러 법칙), 각거리·각속도, 망원경 초점거리, 광도·등급, 각속도·가속운동	절대등급, 별의 등급과 은하평면상의 투사거리, 자전과 일출	주극성 이름 대고 그리기, 각거리, 성도보기, 별을찾고 등급결정
2005	북극에서의 일몰 지속시간, 지구와 태양 사이 거리, 성운의 크기와 거리, 북극성 고도 측정시 오차, 성단 내 별의 개수, 화성 주위 우주정거장의 회전주기	천정거리와 위도, H-R도 상의 진화경로와 나이	화성 찾기, 별의 등급 결정, M31 찾기
2006	접안렌즈, 인공별 등급, 극의 낮과 극의 밤 경계, 은하의 각직경, 전파망원경 크기, 우주선 궤도 공전주기	겉보기등급, H-R도 상의 별위치, 별의 온도, 별이름, 소광계수, 펄서궤도 및 속력	별의 위치, 춘분점의 위치, 행성의 위치, 행성 사이 각거리, 천체 찾기
2007	일식 시간, 은하의 총복사등급, 우주선 돛의 면적, 성운 온도	초신성의 겉보기 등급, 세페이드 변광성 그래프 및 겉보기등급	

3. 기출문항에 대한 유형 분석

3.1 분석 자료 및 방법

지난 12년간 출제된 문제들의 유형을 분석하였다. 출제된 문제들은 주로 태양, 달, 행성과 관련된 일식, 월

식, 천체 좌표, 행성 궤도(케플러 법칙), 행성 및 별의 거리, 등급 및 광도, 분광형, 변광성의 광도 곡선, 망원경의 원리 등과 같이 현대천문학적 지식보다는 근대천문학의 지식을 기본으로 하고 있다.

표 4는 1996년부터 2007년까지 국제천문올림피아드 시니어 문제에서 다룬 여러 주제들을 이론, 실무, 관측 분야별로 정리한 것이다. 이론분야는 망원경에 관한 이해와 기본적인 물리법칙, 태양, 달과 관련된 지식, 별의 온도 및 거리 등 다양한 문제가 출제되었다. 연도에 따른 출제의 경향성은 보이지 않는다. 실무분야는 별과 관련된 이해도를 점검하는 문제가 많이 출제되었다. 관측분야도 별의 위치확인, 등급계산 등 날별의 관측과 관련한 문제가 주를 이루고 있다.

한편, 과학교육과 영재교육의 이론들(Azar, 2005, Bloom, 1956, Chinn, 2002, De Vito, 1989, Germann, 1996, Karamustafaog, 2003, Park, 2004, Sternberg, 1994)을 고려하여 개발된 과학탐구요소 문항 분석틀(임인성과 최승언, 2004)을 사용하여, IAO의 기출문항에서 과학탐구의 어떠한 인지적 측면이 부각되어 있는가를 분석하였다. 본 문항 분석틀에서는 인지적 측면에서 과학 지식과 과학적 사고력으로 크게 분류하였다. 과학적 지식의 하위요소로 내용지식, 방법지식, 지식본성 이해로 분류하고, 과학적 사고력의 하위 요소는 수렴적 사고력과 발산적 사고력으로 분류하여 각 세부사항을 분석하였다. 제1회부터 제12회까지 주니어와 시니어에 출제된 문제들을 풀이 과정에서 보이는 세부 사항 및 속성들을 고려하여 과학탐구 문항 분석틀에 따라 분석하였다. 표 5와 표 6은 각각 시니어와 주니어부에 출제된 문제를 인지적 측면에서 고려해 본 과학탐구 요소 분석표이다. 숫자는 문항에 나타난 탐구요소 수, 괄호 안의 숫자는 굵은 박스 영역 안에서의 백분율이다.

3.2 문항분석 결과

과학탐구요소 분석틀을 통해 인지적 측면에서 과학탐구 유형을 분석하였다.

3.2.1 1996~2004년 출제문제

3.2.1.1 주니어 문제

- 과학지식/내용지식/교과전문지식 : 이론문제, 실무문제, 관측문제 모두 50% 이상이 고교수준의 문제였다.
- 과학지식/방법지식/과학탐구방법지식 : 수준이나 난이도가 높은 수준의 지식을 요구하는 문제로 구성되었다. 이론문제의 경우 86%가 중학교수준인 반면, 실무문제의 경우 57%가 대학 수준이고, 관측문제의 경우 고교수준 이상이 67%였다.
- 과학적 사고력/수렴적 사고 : 이론문제, 실무문제, 관측문제에서 모두 발산적 사고를 요구하는 문제보다 수렴적 사고를 요구하는 문제가 많이 출제되었다.
- 과학적 사고력/수렴적 사고/사고 종류 : 이론문제의 경우 적용능력을, 실무문제의 경우 분석, 종합능력을,

관측문제의 경우, 적용능력을 요구하는 문제가 많이 출제되었다.

3.2.1.2 시니어 문제

- 과학지식/내용지식/교과전문지식 : 이론문제, 실무문제, 관측문제 대부분 고교수준 이상의 문제가 출제되었다.
- 과학지식/방법지식/과학탐구방법지식 : 이론문제의 경우 고교수준 이상이고, 실무문제와 관측문제의 경우 각각 62%, 43%가 대학수준이었다.
- 과학적 사고력/수렴적 사고 : 이론문제, 실무문제, 관측문제에서 모두 발산적 사고를 요구하는 문제보다 수렴적 사고를 요구하는 문제가 많이 출제되었다.
- 과학적 사고력/수렴적 사고/사고 종류 : 이론문제와 실무문제의 경우 종합능력을, 관측문제의 경우 적용능력을 요구하는 문제가 많이 출제되었다.

3.2.2 2005~2007년 출제문제

3.2.2.1 주니어 문제

- 과학지식/내용지식/교과전문지식 : 이론문제의 경우 중학교수준이 57%, 실무문제, 관측문제 모두 50%이상 고교수준의 문제가 출제되었다.
- 과학탐구방법지식은 이론문제의 경우 50%가 고교수준인 반면, 실무문제의 경우 57%가 대학수준이었다.
- 관측문제의 경우에도 고교수준 이상이 65%로, 수준과 난이도가 높은 지식을 요구하는 문제로 구성되었다.
- 과학적 사고력을 평가하는 항목인 사고의 종류를 살펴보면, 이론문제의 경우 이해능력을, 실무문제의 경우 분석, 종합능력을, 관측문제의 경우, 적용능력을 요구하는 문제가 출제되었다.
- 과학적 사고력을 평가하는 수렴적 사고의 사고 경향과 발산적 사고 항목에서는 이론문제, 실무문제, 관측문제에서 모두 수렴적 사고를 요구하는 문제가 많이 출제되었지만 창의성을 요하는 발산적 사고를 요하는 문제들도 출제되었다.

3.2.2.2 시니어 문제

- 과학지식/내용지식/교과전문지식 : 이론문제의 경우 59%가 고교수준 이상이었으며, 실무문제, 관측문제 대부분 고교수준 이상의 문제가 출제되었다.
- 과학지식/방법지식/과학탐구방법지식 : 이론문제의 경우 고교수준 이상이었으며, 실무문제와 관측문제의 경우 각각 100%, 50%가 대학수준이었다.
- 과학적 사고력/수렴적 사고 : 이론문제, 실무문제, 관측문제에서 모두 발산적 사고를 요구하는 문제보다 수렴적 사고를 요구하는 문제가 출제되었다.

표 5. 1996-2004년과 최근 3년간 시니어 문제에 나타난 인지적 측면의 과학탐구 유형 분석

기능적측면	상위요소	하위요소	세부사항	속성	이론문제		실무문제		관측문제		
					'96-'04	'05-'07	'96-'04	'05-'07	'96-'04	'05-'07	
인지적 측면	과학지식	내용지식	교과전문지식	중학교수준	14(22%)	7(41%)	1(10%)		2(15%)	2(33%)	
				고교수준	37(59%)	8(47%)	7(70%)	3(50%)	9(69%)	3(50%)	
				대학수준	9(14%)	2(42%)	2(20%)	3(50%)	1(8%)	1(17%)	
		일상생활과학지식	3(5%)						1(8%)		
		과학탐구과정지식									
		방법지식	과학탐구방법지식	중학교수준		6(35%)	1(13%)			6(38%)	3(50%)
				고교수준	7(78%)	9(53%)	2(25%)	3(50%)	3(19%)	2(33%)	
				대학수준	2(22%)	2(12%)	5(62%)	3(50%)	7(43%)	1(17%)	
		지식본성 이해	과학철학 지식								
	과학사 지식										
	과학지식본성이해										
	과학적 사고력	수렴적 사고력	사고 종류	기억						1(2%)	1(17%)
				이해	5(8%)	3(18%)					1(17%)
				적용	21(32%)	5(29%)	2(15%)	2(33%)	8(44%)	3(50%)	
				분석	11(17%)	3(18%)	3(23%)	3(50%)	4(22%)		
				종합	26(40%)	5(29%)	6(46%)	1(17%)	5(28%)	1(16%)	
		사고 경향	논리성	21(24%)	6(35%)	4(15%)	1(17%)	4(17%)			
			정합성	25(28%)	2(12%)	6(23%)	2(33%)	7(29%)	1(17%)		
			통합성	17(19%)	1(6%)	3(12%)	1(17%)	2(8%)			
정교성			9(10%)	6(35%)	5(19%)	2(33%)	4(17%)	3(50%)			
발산적 사고력		독창적사고력	독창성	4(4%)							
	대안적사고력	유창성	8(9%)		4(15%)		2(8%)	1(17%)			
		융통성	3(3%)	1(6%)	4(15%)						
	직관적사고력	직관, 통찰	2(2%)	1(6%)			5(21%)	1(16%)			

- 과학적 사고력/수렴적 사고/사고 종류 : 이론문제와 실무문제의 경우 분석, 적용을, 관측문제의 경우 적용능력을 요구하는 문제가 출제되었다.

3.2.3 출제문제 변화양상

1996-2004년에 출제된 문제와 최근 3년(2005-2007년)에 출제된 문제의 과학지식 속성의 변화를 보면, 내용지식, 방법지식의 실무문제의 난이도가 주니어와 시니어 모두 고교수준 이상으로 높아졌음을 알 수 있다. 반면, 이론 시험의 경우는 난이도의 변화가 거의 없었으나, 실무 시험의 경우에는 고교수준의 문제 비율이 증가하고 대학 수준까지 나타나는 경향을 보이고 있다. 관측 시험의 경우도 난이도는 앞으로도 계속 높아질 것으로 보인다. 과학사나 과학철학, 과학의 본성에 관한 지식을 요하는 문제나, 탐구 과정 지식을 필요로 하는 문제는 출제되지 않았다. 과학사적인 문제도 출제되었지만, 문제를 해

결하는 본질은 아니었으며, 실무 문제가 과학탐구 과정을 따라 출제되어 문제 자체가 탐구 과정 지식을 묻지는 않았다. 이와 같이 인지적 측면에서의 과학탐구 요소 분석을 종합해 보면, 교과전문지식의 경우, 주니어, 시니어 모두 고교수준 이상의 문제가 대부분 출제되었다. 과학탐구방법 지식분야의 이론문제의 경우에는 각각 중학교 및 고교수준의 문제가 출제되었으나, 과학탐구방법 지식분야의 실무문제와 관측문제의 경우에는 모두 대학수준의 문제가 많이 출제되었다. 또한 수렴적 사고를 요하는 문제가 많다는 것을 알 수 있다. 기억, 이해에 해당하는 문제가 거의 없는 대신, 고등 사고의 종류인 적용, 분석, 종합에 해당하는 문제가 많다는 것은 난이도가 높은 문제라는 것을 의미한다. 그러나 평가 혹은 비평에 해당하는 문제가 거의 없는 것으로 볼 때에 국제 천문 올림피아드가 지면 평가의 한계를 드러내고 있는 것으로 보인다. 왜냐하면 경쟁에 참여하는 학생들이 문제를 풀 때, 자신들의 언어로 문제를 풀어

표 6. 1996-2004년과 최근 3년간 주니어 문제에 나타난 인지적 측면의 과학탐구 유형 분석

기능적측면	상위요소	하위요소	세부사항	속성	이론문제		실무문제		관측문제		
					'96-'04	'05-'07	'96-'04	'05-'07	'96-'04	'05-'07	
인지적 측면	과학지식	내용지식	교과전문지식	중학교수준	26(39%)	8(57%)	2(22%)	1(17%)	3(25%)	2(33%)	
				고교수준	36(54%)	6(43%)	5(56%)	4(67%)	6(50%)	3(50%)	
				대학수준	2(3%)		2(22%)	1(17%)	2(17%)	1(17%)	
			일상생활과학지식		3(4%)				1(8%)		
		방법지식	과학탐구과정지식	중학교수준	12(86%)	7(50%)	2(29%)	1(17%)	6(35%)	3(50%)	
				고교수준	2(14%)	7(50%)	1(14%)	3(50%)	3(18%)	2(33%)	
				대학수준			4(57%)	2(33%)	8(47%)	1(17%)	
		지식본성 이해	과학철학 지식	과학사 지식							
				과학지식본성이해							
	과학적 사고력	수렴적 사고력	사고 종류	기억			1(7%)		1(5%)	1(17%)	
				이해	4(6%)	5(36%)		1(17%)	1(5%)	1(17%)	
				적용	24(37%)	4(29%)	3(21%)	1(17%)	8(42%)	3(50%)	
				분석	16(25%)	2(14%)	4(29%)	2(33%)	4(21%)		
				종합	21(32%)	2(14%)	4(29%)	2(33%)	5(26%)	1(17%)	
				평가(비판)		1(7%)	2(14%)				
		사고 경향	논리성	26(27%)	4(29%)	5(23%)	1(17%)	5(25%)			
			정합성	29(30%)	1(7%)	6(27%)	3(50%)	5(25%)	1(17%)		
			통합성	12(12%)	3(21%)	3(14%)		3(12%)			
			정교성	9(9%)	4(29%)	5(23%)	1(17%)	3(12%)	3(50%)		
발산적 사고력	독창적사고력	독창성	6(6%)								
	대안적사고력	유창성	8(8%)	1(7%)	3(14%)	1(17%)	2(8%)	1(17%)			
		융통성	3(3%)	1(7%)							
	직관적사고력	직관, 통찰	4(4%)				2(8%)	1(17%)			

제출하기 때문이고, 채점을 하는 배심원들도 영어나 러시아어를 선호하지만, 언어가 다를 경우 학생들의 풀이 과정을 이해할 수 없기에 문제들을 주로 수식에 의존하는 경향이 있다. 따라서 긴 설명을 요하는 평가 혹은 비평을 다루는 문제가 출제되기는 어려울 것으로 예상된다. 또한 천문학에서의 여러 개념뿐만 아니라 학문 간의 여러 개념도 논리적으로 연결되는 사고의 경향을 보이며, 발산적 사고를 요하는 문제들이 상대적으로 많이 눈에 띄는 것으로 보아 문제를 풀 때에 학생들의 발산적 사고와 수렴적 사고를 함께하는 창의적인 사고를 요구하고 있다.

최근 3년 동안에 출제된 문제의 난이도가 증가했음에도, 우리나라 대표 학생들이 1~3위에 올랐다는 사실은 시사하는 바가 크다. 가장 큰 이유는 정부로부터 연구비를 지원받아 체계적인 교육을 실시할 수 있었다는 점이다. 해마다 국내천문올림피아드에 입상한 학생들을

대상으로 인터넷교육, 겨울학교, 집중교육을 통해 학생들의 실력을 증진시킨 결과임에 틀림없다. 또 다른 이유는 문항분석에서도 나타나듯이 난이도가 높은 문제가 출제되었음에도 불구하고, 우리나라 학생들이 난이도가 높은 유형의 문제에 대해 다른 국가 학생들에 비해 상대적으로 강하다는 것을 보인다는 점이다. 이 역시 체계적인 교육의 결과로 볼 수 있다.

앞서 언급하였듯이 2005년부터 2007년까지 지난 3년간, 우리나라는 3위내에 드는 괄목할 만한 성장을 하였다. 이에 대한 이유를 분석하기 위해, 1996년부터 2004년 사이와 2005년부터 2007년 사이의 문제 유형의 차이가 있는지 살펴보았다.

그림 1과 그림 2는 1996-2004년과 최근 3년간 내용지식 문제유형을 나타낸 히스토그램이다. 주니어 시니어 모두 이론문제의 경우 중학 수준의 문제 비율이 높아졌으나, 실무문제 및 관측문제는 고교수준 문제의 비율이

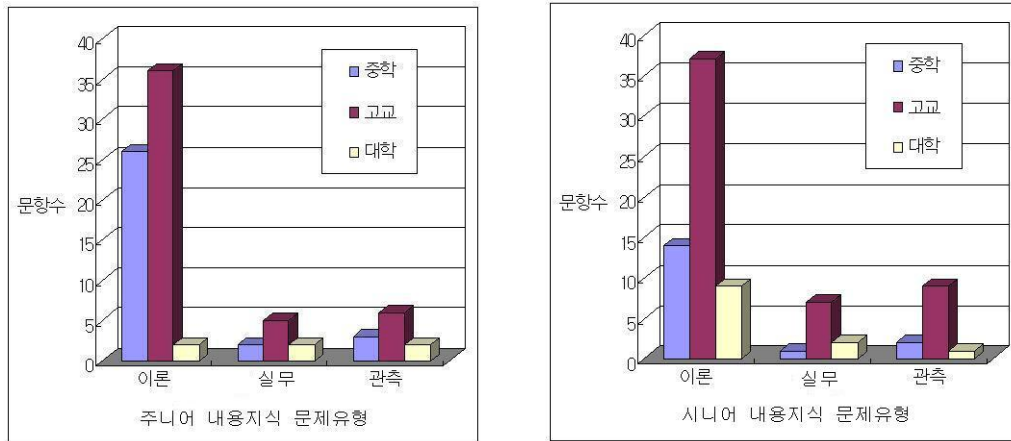


그림 1. 1996-2004 내용지식 문제유형

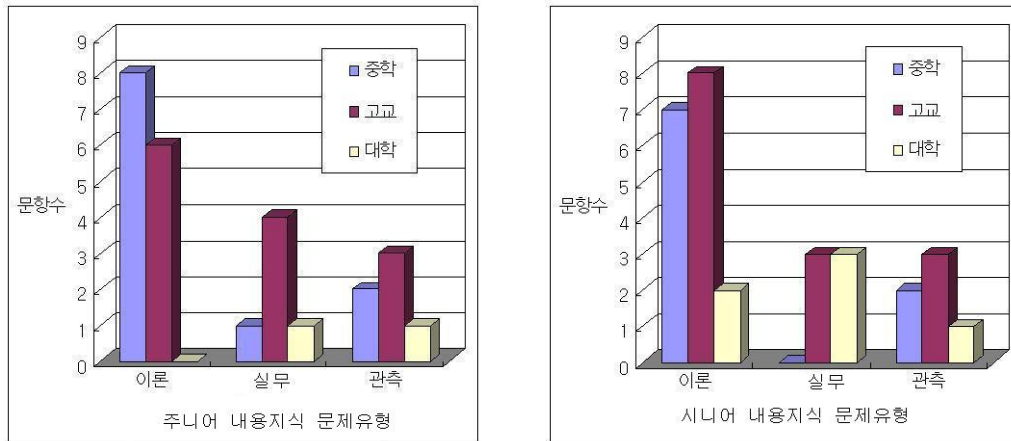


그림 2. 2005-2007 내용지식 문제유형

높아져 난이도가 증가했음을 알 수 있다. 그림 3은 최근 3년간 연도별 내용지식 문제유형의 변화를 나타낸 히스토그램이다. 주니어 문제의 경우 고교수준으로 난이도가 증가하고 있으며, 시니어의 경우에도 고교수준 이상으로 난이도가 증가했음을 알 수 있다. 특히 실무 및 관측 문제의 경우는 고교수준 이상으로 난이도가 증가하고 있음을 알 수 있다.

4. 결론 및 시사점

본 논문에서는 우선 국제천문올림피아드의 현황과 우리나라의 참여 상황을 살펴보았다. 한국천문학회는 2001년에 한국천문올림피아드위원회를 설치하여 한국천문올림피아드를 개최하고, 국제천문올림피아드에 정식으로 가입하였다. 2002년에 국제천문올림피아드에 처음 참가하여 종합 4위를 하였으며, 2003년부터 2006년까지

종합 10위, 8위, 3위, 2위를 하였고, 2007년에는 종합1위의 성적을 거두었다. 2003년부터는 한국국제과학올림피아드 천문분과에 참여하게 되어 정부로부터 행정적, 재정적 지원을 받아서, 우수한 학생을 선발하여 체계적으로 교육한 결과로 좋은 성적을 거두게 되었다. 국제천문올림피아드에서의 상위 입상은 세계 천문학계에서 한국의 위상을 높이는 일이다. 이를 위해서는 우리나라가 조직위원회 위원국으로 선출되는 일이 필요하다. 또한, 국제천문올림피아드를 국내로 유치하기 위해서는 IAO의 규정에 대한 정확한 이해가 필요하다. 한국 천문학계는 한국천문올림피아드를 개최하고, 선발된 학생들을 교육하여 국제천문올림피아드에 참가시켜서, 국내의 과학교육과 인재양성에 크게 이바지하고 있다.

1996년부터 2007년까지 출제된 국제천문올림피아드 문제에 나타난 과학탐구 영역에서의 인지적 요소들을

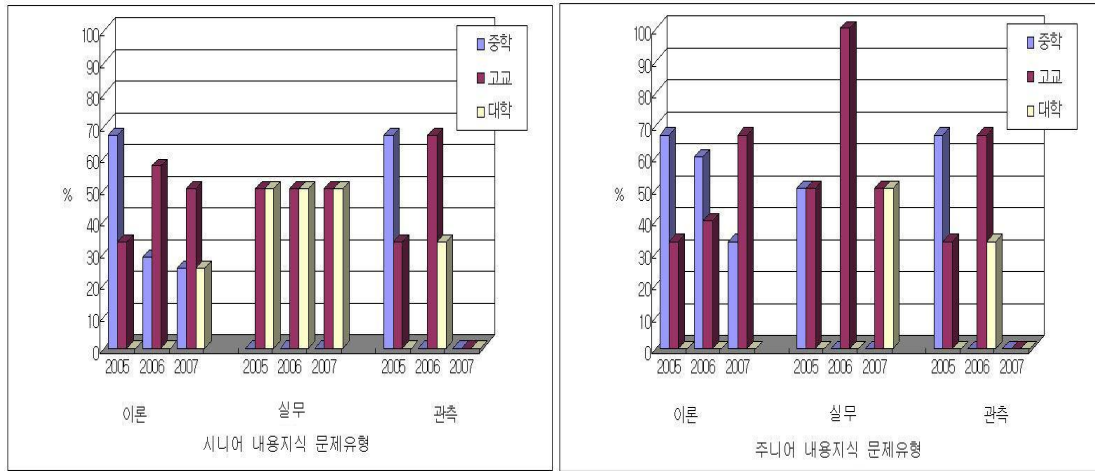


그림 3. 최근 3년간 연도별 내용지식 문제유형의 변화

분석하였다. 교과전문지식의 경우, 이론분야에서는 해당 학년 수준의 문제가 많이 출제되었으나 그 이상의 지식을 요하는 문제들도 일부 있었다. 내용지식과 방법지식의 경우, 실무분야와 관측분야에서 해당 학년보다 높은 수준으로 출제되었다. 사고의 종류도 주니어의 경우에는 적용, 분석, 종합능력을, 시니어의 경우에는 종합, 적용능력을 요구하는 문제가 출제되었다. 두 집단 모두에게 정합성을 요하는 문제가 상대적으로 많이 출제되었다. 이는 단순한 암기나 계산에 의해 해결되는 문제가 아니라 창의성을 요하는 문제임을 나타낸다. 최근 3년 동안 출제된 문제를 분석한 결과, 주니어, 시니어 모두에게 실무문제의 난이도가 증가했음을 알 수 있었다. 그러므로 앞으로 실무문제와 관측문제는 더욱 어려워질 것으로 예상되며, 적용, 분석, 종합 능력을 요하는 문제들이 많이 출제될 것으로 예상된다. 이와 같이 국제천문올림픽피아드 기출 문제의 분석을 통하여 한국천문올림픽피아드 문제의 출제 방향과 국제 대회에 대비한 교육의 방향을 잡을 수 있게 되었다.

참고 문헌

박용선, 임인성, 2001, 2001 국제천문올림픽피아드 참관기, 천문학회보 특별기고, 27, 91

최승언, 임인성, 2003, 2002년 제7회 국제천문올림픽피아드 참가기, 천문학회보 28, 24

임인성, 최승언, 2004, 국제천문올림픽피아드 문제에 나타난 인지적 측면의 과학탐구 요소 분석, 한국지구과학

회지, 25, 719

최승언, 2005, 서울대학교 과학영재교육프로그램 평가를 위한 평가를 개발 및 평가 수행, 서울대학교 연구보고서, 63

Azar, A., 2005, Analysis of turkish highschool physics-examination question and university entrance Exams questions according to Blooms' Taxonomy, Journal of Turkish Science Education, 2, 68

Bloom, B. S., 1956, Taxonomy of educational objectives, Handbook I: Cognitive domain. New York: McKay, 56

Chinn, C. A. & Malhotra, B. A., 2002, Epistemologically Authentic Inquiry in School: A theoretical Framework for Evaluating Inquiry Tasks, Science Education, 86, 175

De Vito, A., 1989, Creative wellsprings for science teaching. (2nd Ed.). West Lafayette: Creative Ventures, Inc., 89

Germann, P. J., Haskins, S., & Auls., S., 1996, Analysis of Nine High School Biology Laboratory Manuals: Promoting Scientific Inquiry, Journal of Research in Science Teaching, 33, 475

Karamustafaog, S., 2003, High-School Chemistry-Examination Questions according to Blooms Taxonomy, Chemistry Education: Research and Practice, 4, 25

Park, J. W., 2004, Suggesting a model of scientific creativity and developing scientific creativity activities, The 8th Asia-Pacific Conference on Giftedness, 104

Sternberg, R. J., 1994, A triarchic model for teaching and assessing students in general Psychology, The General Psychologist, 30, 42