천문우주 DB 구축 및 자료처리
천문우주정보센터 워크샵 198 – 210

# 가상천문대의 현황
# Status of Virtual Observatory

김상철[1], 김종수, 성현일, 김봉규, 임인성

한국천문연구원
[1] E-mail : sckim@kao.re.kr

## 초록

천문학용 검출기들의 크기가 커지고 천문학자들이 다루는 파장대가 다양해지면서, 그리고 새로운 지상·우주 망원경들의 수가 급증하고 탐사(survey) 과제들이 늘어감에 따라 천문학자들이 다루는 자료의 양이 Giga($10^9$) Byte를 넘어 Tera ($10^{12}$) Byte 급에 다다랐다. 우리는 머지 않아 Peta ($10^{15}$) Byte 급의 자료들을 다루어야 하는 시대를 맞을 것이다. 이러한 자료들을 단순히 저장하고 꺼내보는 수준을 넘어, 다파장에서 고해상도로 전하늘을 찍은 자료를 이용해서 새로운 천문학 연구(·교육)을 하고자 하는 시도가 가상천문대이다. 20세기말, 21세기의 시작과 함께 여러 나라에서 독자적으로 시작된 이 가상천문대 사업들이, 2002년부터는 국제공동으로 제휴하여 공동노력을 기울이는 흐름으로 바뀌고 있다. 이 글에서는 가상천문대의 개념을 정리하고, 궁극적인 목적이 무엇인지 알아보며, 각 국가들의 가상천문대 사업 추진현황 그리고 국제가상천문대연맹 (IVOA)의 현황을 알아본다. 또한 2002년에 시작된, 한국천문연구원의 천문우주정보센터에서 추진하게 될 가상천문대 사업의 방향 설정을 위한 생각들을 정리해 본다.

*Key Words*: 가상천문대, 국제가상천문대연맹, 자료창고(database)

## 1. 서 론

점차 새로운 망원경과 천문대들(예: HST, NGST, Chandra, VLT, ALMA (Atacama Large Millimeter Array), Planck, SIRTF, SIM, TPF (Terrestrial Planet Finder), JWST (James Webb Space Telescope), Constellation–X 등)이 세워지고 다양한 파장에서의 탐사 과제들(예: MACHO, OGLE, 2MASS, SDSS, DPOSS, FIRST (Far InfraRed and Submillimeter Telescope), NVSS (The NRAO VLA Sky Survey), COBE, MAP (Microwave Anisotropy Probe), GSC–II, ROSAT, GALEX, GLAST (Gamma-ray Large Area Space Telescope), GOODS (Great Observatories Origins Deep Survey : http://www.stsci.edu/science/goods/) 등)이 등장함에 따라 배출되는 관측 자료의 양이 폭발적으로 증가하고 있으므로, 현재 사용되는 자료 저장 및 분석 기기들로는 이런 방대한 자료들을 조사하고 분석하기에 역부족일 것이다. 또한 방대한 관측 자료를 상호 관련지어 분석하거나 연구해 본 일이 없으므로 이러한 작업을 시도해볼 필요가 있다. 만약 거대한 탐사 자료나 목록들을 일관된 형태로 묶어서 "디지탈 우주"(digital universe)를 만들 수 있다면 새로운 천문학 연구의 분야가 열리게 될 것이다. 이러한 목적으로 천문학 자료창고(database)를 한 단계 격상시켜 가상의 천문대를 만들어 사용자들이 원하는 관측자료를 얻을 수 있도록 하자는 것이 가상천문대를 만들게 된 배경이다.

이 글에서는 세계의 주요 천문학 연구 국가들 또는 기관들이 추진하고 있는 여러 종류의 가상천문대들과 국제가상천문대 (International Virtual Observatory, IVO)의 현황을 알아보고 한국의 가상천문대 건설 추진방향을 모색해보겠다.

## 2. 가상천문대의 개념과 기능

현재 진행중이거나 계획중인 새로운 탐사로부터 얻어지는 자료는 Tera ($10^{12}$) Byte 급이며 머지 않아 여러 파장과 넓은 적색편이에 걸친 Peta ($10^{15}$) Byte 급의 자료들이 얻어질 것이다. 이러한 자료들의 질과 양은 매년 나아지

고 증가할 것이며, 천문학자들은 여러 개의 개별 자료창고(archives)를 통합하여 다 파장에서 모든 종류의 천체를 연구할 수 있는 어떤 집합체를 필요로 하게 될 것이다. 또한 천문학자들은 (ADS, NED, Simbad 같이) 정보를 얻을 수 있는 공간과 지상 및 우주 관측자료 등의 자료를 보관하는 여러 창고 등의 분산된 기능을 통합하여 한 곳에서 모든 자료를 보고 얻을 수 있게 되기를 원하게 될 것이다. 이러한 점에서 가상천문대의 필요성이 대두된다.

가상천문대는 감마선부터 전파까지를 포함하는 모든 파장영역에서의 관측자료를 포함하는 자료저장고로서, 현재 고안중인 새로운 방법을 통해 자료를 찾고(querying) 보고(visualization), 다른 관측 자료 또는 이론과 비교하는 등의 작업을 할 수 있게 하는 목적을 가지고 있다. 전문 천문학자들과 대학원생들의 천문학 연구 및 교육에 사용될 수 있으며, 궁극적으로는 아마추어 및 일반인들도 사용할 수 있도록 하는 것이 목적이다. 실제의 천문대가 여러 가지의 관측기구를 가지고 있는 것같이, 가상천문대도 관측자료, 무른모들 및 처리도구들을 가진 집합체이다. 사용자는 그저 하늘의 특정 영역의 자료나 영상을 요구하거나 또는 다양한 자료들에 대한 특정한 작업의 결과를 요구하면 결과물을 얻을 수 있게 될 것이다. 만약 사용자가 요구한 자료가 존재하지 않는다면, 가상천문대는 사용자에게 어떻게 자료를 얻을 수 있는지 알려주거나 또는 직접 무인 자동망원경을 이용해서 자료를 얻을 수도 있을 것이다.

가상천문대의 자료를 이용한 연구 중 가장 혁신적인 것은 여러 파장에서 그리고 모든 하늘을 관측한 자료를 이용한 비교 연구이다. 그 외에 아래와 같은 여러 가지의 연구들을 수행할 수 있다.

- **과학 연구** : 이것이 가상천문대를 이용한 연구 중 가장 중요한 부분일 것이다. 감마선부터 전파까지 여러 파장에서 천체들의 상호비교를 통해 새로우면서도 훨씬 방대한 천체의 목록을 만들 수 있을 것이고, 추가적이고 구체적인 분광·측광 관측이 이루어질 수 있을 것이다. 전파 및 광학 자료의 비교로부터 적색편이가 큰 퀘이사를 찾아내는 것이 그 좋은 예일 것이다. 지상 및 우주망원경을 이용한 커다란 관측 프로그램을 짜는 데 있어서 가상천문대가 중요한 도구가 될 것이다.
- **우리은하 및 외부은하의 항성종족 연구** : Bias되지 않은 천체 관측자료는 광

도함수, 질량함수, 진화 등을 연구하는 데 있어서 필수적인 요소이다. 가상천문대는 수십억 개의 천체들에 대해 양질의 측광·분광 자료를 제공해 줄 것이다. 우주 거대구조, 은하의 진화, 활동은하, 은하단, 은하의 구조, 항성종족 등에 관한 새로운 연구가 가능하다.

• **새로운 천체의 발견** : 희귀하게 등장하는 천체의 탐사 역시 가상천문대의 주요 목적 중 하나가 될 것이다. 감마선부터 전파까지를 아우르는 가상천문대의 넓은 색 영역을 이용해서 다양한 새로운 천체를 찾는 것이 가능할 것이다. 백색 왜성, 적색편이가 큰 퀘이사, 중력렌즈 현상, 초고광도 적외선 은하(Ultra Luminous IR Galaxies: ULIRGs) 등을 찾아낼 수 있고, 여러 영상의 비교를 통해 변광성이나 AGN, 소행성, 카이퍼 띠 천체 (Kuiper Belt Object: KBO) 등의 신천체 탐색이 가능하다.

## 3. 가상천문대의 구성 요소

가상천문대를 만들기 위해서는 가능한 한 모든 하늘 및 모든 파장을 포함하는 관측자료(그리고 모의실험 자료)가 있어야 하며, 이러한 방대한 자료들을 담을 수 있는 하드 디스크, 그리고 다양한 파장에서 얻어진 자료들을 일관되게 다룰 수 있는 표준 자료 형태와 빠른 네트워크 속도가 필요하다. 가상천문대를 구성하는 필수적인 몇 개의 요소들을 나열해 보면 다음과 같다.

• **자료** : 가상천문대의 가장 필수적인 요소는 바로 자료이며, 이것이 적절한 그룹으로 묶여서 저장되어야 한다. 반드시 한 장소에 두어야 할 필요는 없으므로 여러 장소에 분산시켜 놓을 수도 있고, 그렇게 되면 각각의 보관 장소에서는 적은 예산으로 자신들의 자료만 관리하면 될 것이다.

• **사용자 지원 – 탐색 및 계산 기능** : 가상천문대의 사용자는 아주 다양한 사람들일 것이므로, 다양한 지원 기능을 갖추고 있어야 한다. 천문학에 관심을 가진 대부분의 일반 대중은 인터넷을 이용해서 찾고 보는 것에 만족할 것이고, 단순한 탐색을 많이 수행할 것이다. 중간 계층의 사용자들은 좀 더 수준 높은 방법으로 자료창고를 이용할 것인데, 약간의 제한을 둘 지언정 최대한 자료창고

를 이용할 수 있도록 해야 할 것이고, 사용자가 전문가들인 경우가 가장 어려운 부분인데 이들은 Terabyte급의 자료를 여러번 탐색하고, 또 분석을 위해 수백 Gigabyte급의 자료들을 꺼내갈 것이다. 이러한 자료창고 활동들을 지원할 수 있도록 예산과 기능들을 준비해야 한다.

• **자료의 표준** : 정보와 자료를 상호교환할 수 있도록 표준을 만드는 것이 필요하다.

• **교육** : 가상천문대는 대학원에서의 전문적인 천문학 교육은 물론이고 시민천문대나 공공박물관 등을 포함하여 다양한 범위의 교육에 유용하게 사용될 수 있다. 또한, 방대한 자료를 이용한 통계 처리 분야에도 유용할 것이다.

• **사이트사이의 연결** : 여러 자료창고 및 정보서비스 사이트 사이의 연결은 차세대 고속 네트워크와 연계하여 이루어져야 할 것이다. 자료창고로의 연결을 빠르게 하기 위해 미러사이트를 만드는 등의 작업(성현일 등 2002)이 도움이 될 것이다.

• **정보기술(Information Technology)과 컴퓨터 과학** : 가상천문대에는 여러 가지 새로운 기술들이 요구되는데, 여기에는 다시 첨단의 컴퓨터 과학(Computer Science)이 동원된다.

## 4. 외국의 국가별 가상천문대 현황

### 4.1 미국

미국이 만들고 있는 가상천문대의 이름은 National Virtual Observatory (**NVO**, http://us-vo.org/)이며, 이 NVO 건설 과제는 미국이 10년 단위로 추진하고 있는 대형·중형·소형 과제 중 소형과제 가운데 가장 높은 우선순위를 가지고 있다. 국립과학재단(National Science Foundation: NSF)으로부터 5년간의 정보기술 관련 연구비를 받고 있다. 2001년 가을 쯤에 본격적으로 시작되었다고 할 수 있는데, 아직은 구체적인 작업을 시작하기 전에, 추진 방향과 개념 정립 그리고 다른 나라 가상천문대 사업과의 공동 협력을 위해 국제협력체를 만

드는 등의 초기 과정을 수행하는 중이다. ADS나 NED같은 기존의 정보서비스 뿐만 아니라 망원경이나 탐사 과제 등으로부터 얻어진 자료창고의 면에서도 이미 다른 나라들에 비해 앞서 있기에, 가상천문대 사업에 있어서도 현재로는 첨단에 있다고 할 수 있다.

현재 Alex Szalay (Johns Hopkins University)와 Roy Williams (California Institute of Technology)가 공동 Principal Investigators (PI)로 있으며, David DeYoung (NOAO), Robert J. Hanisch (STScI), George Helou (Caltech/NASA IPAC), Reagan Moore (University of California San Diego), Ethan Schreier (Space Telescope Science Institute / Johns Hopkins University) 등 다섯 명으로 이루어진 Executive Committee가 있고, 42명의 Senior Personnel 및 8명의 국제 연락관이 있다.

## 4.2 유럽

유럽 위원회(European Commission)가 주는 3년의 연구비로, 미국과 비슷하게 2001년 가을에 시작된 유럽의 가상천문대의 이름은 Astrophysical Virtual Observatory (**AVO**, http://www.eso.org/projects/avo) 이다. 2002년에 과제가 시작되었고, 천문학적인 면에서 요구되는 사항들, 여러 각도에서의 연결성, 그리고 신기술 개발 등이 초기 중점 연구사항들이다. Peter J. Quinn (DMD, European Southern Observatory) 박사가 대표를 맡고 있으며, European Southern Observatory (ESO), European Space Agency (ESA, ST-ECF), 영국의 University of Edinburgh, 프랑스 Strasbourg에 있는 CDS, 프랑스 Paris에 있는 CNRS, 그리고 영국의 University of Manchester 등 6개 기관이 공동 협력기관이다.

2001년 12월 5일에 출판된 ESO Press Release (PR) 26/01 "Europe's Astrophysical Virtual Observatory" (http://www.eso.org/outreach/press-rel/pr-2001/pr-26-01.html)를 보면 AVO에 대한 소개글이 있다.

### 4.3 영국

영국에서 추진중인 가상천문대 과제인 **AstroGrid** (http://www.astrogrid.ac.uk)는 2000년 여름에 콘소시움을 만들면서 구체화되기 시작했고, 2001년 4월에 PPARC (Partitle Physics and Astronomy Research Council: http://www.pparc.ac.uk/)에 계획서를 제출해서 약 5백만 영국 파운드(1 GBP ~ 1900원, 2002년 11월 15일)의 예산을 받아 3년의 계획으로 진행되고 있는 과제이다.

Queens University of Belfast (School of Computer Science), University of Cambridge (Institute of Astronomy), University of Edinburgh (Institute for Astronomy), University of Leicester (Department of Physics and Astronomy), University of London (Mullard Space Science Laboratory), University of Manchester (Jodrell Bank Observatory), Rutherford Appleton Laboratory (Space Data Division) 등 7개 기관에서, Project Manager를 맡고 있는 Tony Linde (University of Leicester) 외에 총 21명의 인원이 참여하고 있다.

### 4.4 ASTROVIRTEL

Astrovirtel (Astronomical Archives as Virtual Telescopes : http://www.stecf.org/astrovirtel)은 European Southern Observatory (ESO)와 European Space Agency (ESA)의 공동 협력체로서, "Improving Human Potential & the Socio-economic Knowledge Base"라는 유럽 위원회(EC) 5차 핵심 프로그램으로 유럽 위원회의 지원을 받고 있다. 독일의 Garching에 있는 ESO 본부에 위치하여 2000년 4월 10일에 운영을 시작 (http://www.eso.org/outreach/press-rel/pr-2000/pr-09-00.html) 했고 ('First Light'), 2001년 2월에 유럽 위원회에 과제 계획서를 제출하여 총 4만 유로(1 EUR ~ 1200원, 2002년 11월 15일) 정도의 예산을 받았다. ST-ECF (Space Telescope - European Coordinating Facility)의 대표인 Piero Benvenuti가 대표를 맡고 있다.

Astrovirtel은 가상천문대 중 가장 먼저 천문학적인 결과물을 발표했다. 2001년 7월 2일에 Robert Millis (Lowell Observatory, Flagstaff)가 이끄는 미

국의 천문학자 그룹이, 크기가 비교적 큰 카이퍼 띠 천체인 2001 KX76을 발견했다고 발표했다. Gerhard Hahn이 이끄는, 독일, 핀란드, 스웨덴 등의 천문학자 그룹이 2001 KX76의 궤도를 계산하기 위해, 자동 탐색 기능으로 Astrovirtel에 있는, 여러 망원경으로부터 얻은 과거 건판들 및 최근의 CCD 자료들을 훑었다. 결과는 성공적이었는데, 이들은 2001 KX76이 희미하게 찍혀 있는 건판들을 찾았고, 그 중 가장 초기의 것은 1982년까지로 거슬러 올라간다. 현재 보유하고 있는 최신 기술로, 정확한 좌표 측정을 수행하여 18년 이상 동안 하늘에서의 2001 KX76의 정확한 위치를 찾아냄으로써 이들은 이 천체의 궤도를 최초로, 아주 정확히 계산해낼 수 있었다. 곧이어 칠레 라 시야(La Silla)에 있는 MPG/ESO 2.2m 망원경과 광시야 측광기 (Wide Field Imager: WFI)로 이 천체를 관측함으로써 이 천체가 1200 km (또는 1400 km)의 직경을 가지며, 이제까지 가장 큰 소행성으로 알려져 있었던 Ceres (직경 950 km)보다도 훨씬 더 큰 천체임을 보였다 (http://www.eso.org/outreach/press-rel/pr-2001/phot-27-01.html).

### 4.5 호주

호주의 경우 가상천문대 건설에 있어서는 아직 초기단계인 것으로 보인다. 2002년 6월 현재 아직 확보된 예산은 없고, ARC, CSIRO (Commonwealth Scientific & Industrial Research Organisation) 등의 기관에 여러 개의 예산 신청서를 제출한 상태이다. 그러나 호주의 10개년 계획에서 높은 우선순위를 차지하고 있다. ATNF (Australia Telescope National Facility)의 부대장(Deputy Director)인 Ray Norris (CSIRO, ATNF) 교수가 주축이 되어 활동하고 있다.

잠정적으로 Australian Virtual Observatory (http://www.atnf.csiro.au/people/rnorris/AVO/)라는 이름으로 이야기되어지고 있다.

### 4.6 인도

인도는 Virtual Observatory India (VO India, http://vo.iucaa.ernet.in/~voi/html/homepage.html)라는 이름의 가상천문대 사업을 벌이면서, 주로 미국의 California Institute of Technology 및 기타 미국의 유명한 기관들과 공동으로 추진하고 있다. 주요 예산을 인도의 정보기술부(Ministry of Information

Technology)로부터 받고 있는 것에서 알 수 있는 것처럼 가상천문대자료를 어떻게 확보할 것인가보다는, 자료의 저장·열람·내려받기 등의 자료처리에 관련된 무른모 부분에 많은 집중을 하고 있다. 2001년 11월에 시작된 3년 동안의 과제이며, IUCAA (Inter-University Centre for Astronomy and Astrophysics, http://www.iucaa.ernet.in)가 활동의 주축이고 굳은모의 설치장소이기도 하다.

### 4.7 캐나다

캐나다는 CADC (Canadian Astronomy Data Centre) 및 CFHT (Canada-France-Hawaii Telescope)를 운영하던 자료와 기술을 기반으로 이미 Canadian Virtual Observatory (CVO)라는 이름의 가상천문대를 운영하고 있다. National Research Council Canada와 Canadian Space Agency로부터 3∼5년 동안 $4.3 million의 예산을 지원받고 있다. CVO에는 2002년 6월 현재 허블 우주망원경(*Hubble Space Telescope*)의 검출기인 WFPC2로 얻은 12,000개의 영상 및 1860만개의 자료 등이 포함되어 있고, 2002년 안으로 25,000개의 영상 및 3000만개의 자료, 천체 목록 등이 더 포함될 예정이다. CADC의 David Schade, Pat Dowler, Daniel Durand, Luc Simard, Norm Hill, Severin Gaudet 등이 주요 인물들이다.

### 4.8 기타 국가

- 러시아 : Russian Virtual Observatory (RVO)라는 이름의 가상천문대가 Oleg Malkov (Institute of Astronomy, Moscow: http://www.inasan.rssi.ru/) 등에 의해 추진되고 있다.

- 독일 : German Astrophysical Virtual Observatory (GAVO)라는 이름의 가상천문대가 Wolfgang Voges (MPIfE) 등에 의해 추진되고 있다.

### 4.9 기타 가상천문대

국가적인 규모는 아니지만, 개별 기관이나 단체 등에 의한 가상천문대 사업으로 Sky View 가상천문대 (http://skyview.gsfc.nasa.gov), Digital Sky 가상천문대 (http://www.jpl.nasa.gov/iae/highlights/yr-end99/DigitalSky/digitalsky.htm), Mt. Wilson 가상천문대 (http://www.astrophys-assist.com/wilobs/), Spectroscopic Virtual Observatory (SVO: http://www.spectraheritage.org/) 등이 추진되고 있다.

## 5. 국제 가상천문대 현황

향후 3~5년동안 미국의 NVO, 유럽의 AVO, 영국의 ASTROGRID 등 세 과제에 투입되는 총 예산이 200억 원을 넘으며, 이들 과제들이 추구하는 내용이 각각의 국가에만 한정된다기보다는 국제적인 천문학 공동체에 모두 관련되며 모든 과제가 비슷한 필요성과 목적을 가지므로 세 과제가 연합하여 국제가상천문대연맹 (International Virtual Observatory Alliance, IVOA, http://www.ivoa.net/)을 만들었다. 이 연맹은 2002년 1월 프랑스 스트라스부르그(Strasbourg)에서 있었던 작은 모임에서 시작된 후, 2002년 6월 10~14일에 독일 뮌헨근처의 가힝(Garching)에서 열렸던 가상천문대 컨퍼런스(VO Conference: http://www.eso.org/gen-fac/meetings/vo2002/)에서 공식적으로 시작되었다. 이 연맹의 대표는 Robert J. Hanisch (STScI)이며, Peter J. Quinn (DMD, ESO)과 Andrew Lawrence (Institutue for Astronomy, University of Edinburgh)가 공동대표를 맡고 있다. 국제가상천문대연맹에서는 기 배정받은 예산을 가지고 진행중인 개별 국가 가상천문대 프로그램 담당자들과 정기적으로 만나서 개선방안을 모색하고, 국제적인 노력을 통해서 해결할 수 있는 공통의 현안들을 해결하기 위해 공동노력을 기울이고 있다. 이 연맹은 다른 가상천문대 프로그램들의 참여를 환영하고 있다. 2002년부터 2005년 사이 국제가상천문대연맹의 연도별 추진내용이 연맹의 홈페이지에 기재되어 있으며, 현재 계획중인 차기 모임은 2003년 7월 17일(목)~19일(토)에 호주 시드니(Sydney)에서 국제천문연맹(International Astronomical Union: IAU) 전체모임(General

Assembly)과 함께 열릴 예정인 Joint Discussion (JD) 08: Large telescopes & Virtual observatory: Visions for the future이다.

## 6. 기타 관련사이트

### 6.1 가상천문대 광장

Virtual Observatory Forum (http://www.voforum.org/)에 여러 천문대들과 과거 및 미래의 관련 모임들의 홈페이지 링크가 있어 아주 유용하다.

### 6.2 2002년 4월 22일 싼띠아고 모임

2002년 4월 22일에 칠레의 싼띠아고(Santiago)에서 유럽남천문대(European Southern Observatory, ESO)가 주최하고 칠레의 과학재단격인 Conicyt (http://www.conicyt.cl/), 미국 AURA (Association of Universities for Research in Astronomy, Inc.), NOAO/CTIO, Gemini 등이 후원하여 "Astronomical Virtual Observatories"라는 제목의 1일 모임이 있었다. CTIO, ESO, 칠레의 카톨릭 대학 (Pontificia Universidad Católica, PUC), 칠레대학 (Universidad de Chile), 칠레 끈셉씨온 대학 (Universidad de Concepción), 칠레 발빠라이소 대학 (Universidad de Valparaíso), REUNA network consortium 등에서 참가하였고, 그 발표 자료가 http://www.sc.eso.org/santiago/science/VO2002.html 에 올려져 있다.

## 7. 한국의 가상천문대 : KOrean Virtual Observatory = KOVO (?)

한국천문연구원 천문우주정보센터에서는 2002년에 시작된 천문정보 미러사이트 구축, 전문가용 DB 구축, 초고속 PC 클러스터 구축 등의 사업을 시작으로 자료창고 구축을 시작했다. 단순한 자료의 저장과 열람에 그치지 않고, 다양한 연구를 가능케 하려면 궁극적으로는 자료창고를 넘어 가상천문대가 만들어

져야 한다. 그러기 위해서는 모든 파장에 걸친, 모든 하늘을 포함하는, 그리고 좋은 관측 자료가 확보되어야 하며, 이들을 안전하게 저장할 수 있는 저장장치, 효과적으로 빠른 시간 안에 자료를 열람하고 꺼낼 수 있는 연결장치(interface) 및 네트워크 속도가 필수적이다.

한국만의 독자적인 힘으로 얻은 관측자료가 제한된 상황에서 우리만의 힘으로 모든 파장, 모든 하늘을 포함하는 양질의 자료를 확보하는 것은 거의 불가능하다. 그러므로, 우리의 능력으로 구축할 수 있는 자료창고를 구축함과 동시에 국제가상천문대 구축과정에 동참하여 자료의 상호 교환 및 제반 기술 개발에 참여함으로써 국제적인 공동의 목표를 추구하는 대열에 들어가야 할 것이다. 한국이 보유한 지상 망원경(소백산, 보현산, 대덕전파, 태양망원경, Lemon산, 남아공, (CFHT))과 우주 망원경(FIMS, (GALEX)), 그리고 가까운 미래에 건설될 망원경(KVN 등)에서 얻어지는 자료들의 자료창고를 만든 뒤 이들을 엮어 소규모 가상천문대를 건설하는 경험을 쌓음과 동시에, 국제가상천문대 구축과정에 동참하는 노력을 기울이는 것이 바람직한 수순일 것이다. 2003년 7월 호주의 시드니에서 국제천문연맹 전체모임과 함께 열릴 예정인 가상천문대 관련 국제 워크샵에 참가하여 우리의 가상천문대 관련 사업을 소개하고, 국제가상천문대연맹에 참여하는 방안을 모색하는 것이 좋을 것이다.

또한, 많은 수의 지상 및 우주 망원경을 보유하고 있는 선진국의 경우 그들이 보유하고 있는 망원경으로부터 얻어지는 자료만 체계적으로 저장해도 방대한 자료 확보가 가능하지만, 그렇지 못한 우리의 상황에서는 다른 방법의 도입도 고려해야 할 것이다. 그 한 예로써, 우리가 보유한 망원경으로부터 얻어진 관측 자료만을 저장할 것이 아니라, 한국인 천문학자들 개개인이 외국의 우수한 망원경을 이용한 관측으로부터 얻은 과거·미래의 모든 관측 자료들까지도 (자료의 형태를 통일해서) 포함하는 것이다.

마지막으로 한국같이 국가의 규모 및 천문학적인 규모가 작은 나라가 숙고해야할 한 가지를 언급하고자 한다. 2002년 6월 10~14일에 가힝에서 열렸던 가상천문대 컨퍼런스에서 호주의 Ray Norris 교수가 다음과 같은 점을 지적했다. 천문학적인 면에서 호주 역시 미국이나 유럽에 비교해서 작은 규모의 국가라고 규정하고, 작은 나라가 커다란 국제 프로젝트에 참가하는 데엔 아래 네 가지와

같은 원칙이 있어야 한다고 했다.
1. 참가하는 나라가 국제관계적인 측면에서 어떤 강점이나 특별한 역할을 할 수 있을 것인가를 명확히 해야 한다.
2. 작은 규모의 나라가 참가함으로써 국제 프로젝트에 참가하는 주요 국가들이 얻게 되는 것이 무엇인가를 명확히 해야 한다.
3. 프로젝트에 참가함으로써 작은 규모의 나라가 얻게 되는 것이 무엇인지를 명확히 해야 한다.
4. 실제적인 면에서, 참가하는 나라가 지대하게 기여할 수 있는 적소(niche)를 명확히 해야 한다.

Norris 교수는 위 네 가지 항목 중 하나라도 불분명하다면, 그 나라는 프로젝트에 참가하지 않아야 한다고 주장한다.

## 참고문헌

성현일, 임인성, 김봉규, 김상철, 김종수, 2002, 천문우주 DB 구축 및 자료처리, (한국천문연구원 천문우주정보센터 워크샵, 2002년 11월 21∼22일), 1