

우리 나라의 대형망원경 설치를 위한 사전조사연구
A PRELIMINARY STUDY ON THE FUTURE LARGE KOREAN
TELESCOPE

김두환¹, 장민환², 김상준²

¹전 천문우주과학 연구소

²경희대학교 우주과학과

KIM, DOO HWAN¹, JANG, MIN HWAN², KIM, SANG JOON²

¹Former Institute of Space Science & Astronomy

²Department of Astronomy & Space-Science

(Received November 19, 1998; Accepted December 10, 1998)

ABSTRACT

We have investigated future large telescopes, which should represent the next generation of Korean optical and infrared telescopes. We first studied the history of the development of large telescopes in the USA, European countries, and Japan. Based on these studies, we came up suitable Korean large telescopes, which fit the current status of Korea in terms of financial situation, required technology, sciences, and manpower. We presented the potential impacts of developing large telescopes on the relevant Korean industry and Korean astronomical society. We also discussed a possibility to install large Korean telescopes at foreign sites utilizing highly competitive seeing and twice available observing dates there.

1. 서론

천문학의 발달사를 보면 망원경의 개량과 기술혁신의 역사와 무관하게 생각할 수 없다. 19세기 후반에는 유럽 각지에서 굴절망원경이 건설되다가 20세기에 들어서자 반사망원경의 시대가 되었다. 그리고 1948년의 Palomar산 천문대의 5m 망원경의 완성으로 그 정점에 다다르게 되었다. 5m 망원경을 제작·운용할 수 있었던 것은 그 당시의 새로운 첨단기술이 많이 개발되었기 때문이다.

그후 1965년 IAU 주최로 개최된 "대형망원경 건설"에 관한 심포지움에서 5m 망원경의 제작 경험을 토대로 차세대의 망원경으로 구경 3~4m의 신망원경이 제안되었다. 그에 따라서 세계 각국의 천문학자와 기술자들에 의해 상세한 기술적 검토가 신중하게 이루어지고 신기술 개발에 박차를 가하게 되었다. 그 결과 1970년대의 대형망원경시대의 막이 오르게 된 것이다.

1980년대 이후 전자공학과 컴퓨터의 비약적인 발전으로 망원경뿐만 아니라 검출기를 중심으로 한 관측장치의 개발에 세계적 관심이 높아지면서 신기술을 채용한 대형망원경계획이 각국에서 경쟁적으로 세워졌다. 21세기 초두에는 세계 각국의 6~10m급 대형망원경들이 차례로 완성되어 왕성한 천문관측활동을 전개하게 될 것이다.

세계 최고의 천문대인 첨성대를 보유하고 있는 과학문화민족으로서 더욱이 과학기술입국을 국시로 하고 있는 우리 나라도 가까운 장래에 대형망원경을 보유해서 과학선진국 대열에 들어설 수 있는 기반을 구축해야 할 때가 되었다고 본다.

본 연구는 이러한 대형망원경의 필요성과 의의를 살펴보고 한국 실정에 맞는 대형망원경 계획과 기술개발의 추진전략을 연구하는데 그 목적이 있다.

II. 광학천문관측의 국내현황

1. 연구기관 및 대학의 관측시설

우리 나라의 천문학 관련 연구기관으로는 천문대 (한국표준과학연구원 부설기관) 가 있다. 천문대의 관측시설로는 소백산 천문대의 61cm 망원경과 보현산 천문대의 1.8m 망원경이 있다.

소백산 천문대는 지난 20여년 간 우리 나라의 광학 천문관측의 요람지이며 광학천문관측의 발전에 많은 기여를 해왔다. 망원경 시설을 갖추지 못했던 대학에서는 관측천문학을 전공하는 대학원생들이 모두 소백산 천문대의 61cm의 망원경으로 관측을 했으며 그 결과 많은 석사 논문을 쓸 수 있었으며, 박사 논문을 쓰기 위한 관측자료를 얻을 수 있었다.

소백산 천문대는 다른 지역에 비해서 비록 관측 기상조건이 좋지 않았지만(국지적 역전층의 기상현상 등), 여러 가지 어려운 여건 속에서도 학위논문을 지도하는 교수와 대학원생들의 노력으로 많은 관측성과를 올릴 수 있었으며 관측천문인력 양성과 관측천문학의 저변확대에 큰 역할을 해 왔다. 그러나 요즘은 각 대학에서의 관측천문학을 전공하는 대학원생수가 많이 줄어들어 이용빈도가 격감하고 있다.

한편, 보현산 천문대의 1.8m 망원경은 '97년부터 관측연구가 본격화됨으로써 그 이용도가 높아지고 있다. 아직 CCD 광전측광 밖에 못하고 있지만 Echelle 분광기가 개발 제작되면 관측 효율이 월등히 높아질 것이다. 이 1.8m 망원경은 앞으로 우리 나라의 천문관측활동의 중심이 될 것으로 기대되고 있다.

또한 서울대학을 비롯하여 연세대학, 경희대학, 충남대학, 충북대학, 경북대학 등에 천문학 관련학과가 있으며, 그 외에 전북대학, 전남대학, 공주대학, 부산대학, 세종대학, 강원대학 등에서는 지구과학과, 과학교육학과에서 천문학 전공 대학원생들에게 천문학을 가르치고 있다.

이 가운데 연세대학은 20년전에 소백산 천문대의 망원경과 같은 크기의 61cm 망원경을(일본에서 구매) 경기도 일산 천문대에 설치하였으며, 수년 전까지만 해도 이 망원경으로 수많은 천문학전공 대학원생들이 관측을 열심히 수행하였다. 그 결과 수많은 석사논문과 6편의 박사논문을 써 낼 정도로 많은 성과를 올렸으며, 관측인구의 저변확대에 기여한 바가 크다.

근년에는 서울대학, 경희대학, 부산대학, 경북대학, 충북대학, 세종대학, 충남대학 등에도 작지

만 성능이 좋은 소형망원경을 설치해서 학부생들과 대학원생들에게 천문관측교육을 실시하고 있다. 특히 서울대학에서는 소형망원경이지만 2편의 박사논문을 써낼 수 있을 정도로 좋은 성과를 올리고 있다.

그러나 구경이 작은 소형망원경으로는 관측능력에 한계가 있으며, 또한 우리 나라의 관측날씨가 좋은 편이 아니기 때문에 좋은 관측자료를 얻기가 어렵다.

2. 연구관측 인력

현재 천문대에는 40명 가량의 연구원이 있다. 이 연구인력이 각 분야별로 배치되어 있으며 부서에 따라 어떤 부서는 연구만 하는 데가 있고 또 다른 부서는 주로 사업만 하는 데가 있다. (천문대의 중장기 발전방향에 대한 연구, 천문대, 1993)

이 중 광학 관측에 관련된 부서(보현산 천문대, 소백산 천문대)에 근무하는 광학 천문학자는 모두 합해도 10명 정도밖에 되지 않는다. 이 인력으로 보현산 천문대와 소백산 천문대를 유지 관리하고 관측연구를 수행한다는 것은 여러 가지로 어려운 상황이다.

천문학 관련학과 및 대학원에서 천문학전공을 가르치는 대학이 10개교되고, 천문학전공 교수가 40명 정도 되지만 광학관측을 전공한 교수는 10여명 가량밖에 되지 않으며, 실제로 천문관측을 해서 연구논문을 쓰는 교수는 그 반 정도가 되는 실정이다.

대학의 경우는 학과가 폐지되고 학부제 추세로 개혁이 일고 있는데 문제는 학생들이 취직이 잘 되고 장래성이 있는 인기전공을 선택하기 때문에 기초학문인 천문학과를 지망하는 학생들이 격감하고 있다는 데에 그 심각성이 있다. 대학원 진학률도 낮아지고 현재 대학원생(석사, 박사과정)들도 취직관계로 아예 중도에 포기하는 사례가 나타나고 있다. 전문성을 살리는 취직자리를 얻기가 힘들어 천문학을 포기하고 있는 것이다.

이런 상황에서 광학관측을 전공하는 학생이 격감하고 있는 것은 당연한 이치일 것이며, 우리나라 관측 천문학의 미래 전망이 어두운 것도 사실이다.

그러나 국내에 대형망원경을 건설하게 될 경우 지금의 어려운 사정은 많이 달라질 것이며 이를 계기로 천문학계에 새로운 활력을 불어넣을 수 있을 것으로 생각된다.

III. 대형망원경 계획

1. 국내 3-4m급 대형망원경

(1) 대형망원경의 개관 및 필요성

① 대형망원경의 신기술

천문학은 망원경개발의 역사와 더불어 발달해 왔다고 해도 과언이 아니다. 1920년대에 계획이 세워지고 제2차 세계대전에 의해 지연되었지만, 지금부터 50년전인 1948년에 완성하게 된 5m Hale 망원경 (Palomar산 천문대)은 그 전까지의 최대 구경을 일거에 2배로 확대시켰다.

그 후 Zelenchukskaya의 6 m 망원경이 건설되기까지의 30년간 세계 최대의 망원경으로 군림 하면서 근대 천문학을 선도하였다. 구경에 있어서는 러시아의 6 m 망원경에 세계 제1위 자리를 양보하게 되었지만 수차에 걸친 현대화 개량에 의해 그 성능이 갈수록 향상되고 있기 때문에 앞으로는 천문학연구의 최전선에서 활약될 것으로 기대되고 있다.

이 5 m 망원경에 당초 채용된 많은 신기술은 현대의 망원경 공학의 기초를 확립하는데 기여했다. 그 당시의 주요 신기술은 다음 것들이다.

- 파이렉스 glass의 출현
- honeycomb 구조에 의한 경재의 경량화와 그 지지방식
- 알미늄 증착의 확립
- 주초점 cage와 로스의 보정렌즈
- 세투리에 트리스 구조에 의한 광축의 안정화
- horse 슈트 유막정압축수에 의한 회전축의 안정화 등이다.

1960년대에 차기대형망원경의 건설계획을 검토하는 여러 회합이 다수의 천문학자, 기술자의 참가로 개최되었다. 대표적 모임은 다음과 같다.

- 1965년 4월 : Construction of Large Telescope (IAU 주최)
- 1969년 4월 : Optical Telescope Technology (NASA 주최)
- 1971년 5월 : Large Telescope Design (ESO 주최)

이러한 회의 결과를 토대로 각국에서 3.5~4 m 급의 대형망원경 계획이 세워졌으며 1970년대 후반부터 차례 차례로 완성되었다. 이들 대형망원경에는 5 m 망원경의 경험을 살리고, 관측분야가 전파, 적외선, X선 영역으로 확대된 현대천체물리학의 발전에 호응하여 다음과 같은 신기술이 개발 채용되었다.

- 사빅트 등의 신종초저팽창 glass의 출현
- Ritchey-Chretien 계를 비롯한 신형 보정광학계
- 다종류의 초점구성과 그 신속변환 장치
- Coude 분광기의 대형화
- electronics와 server 기술
- on-line 컴퓨터
- 각종 신 검출기(CCD 등)의 진보
- 최적 site의 선정

그후 계속해서 차세대의 더욱 더 큰 대형망원경의 가능성을 전망하기 위한 회합이 다음과 같이 개최되었다.

- 1977년 12월 : Optical Telescope of the Future (ESO 주최)
- 1980년 1월 : Optical and Infrared Telescope of 1990 (KPNO 주최)

양 회의에서는 러시아의 6m, Hopkins산의 MMT(6.5m)등 완성된지 얼마 안되는 신형망원경의 보고와 함께 많은 차기 대형망원경의 구상이 제안되었다. 이러한 신형망원경계획은 5m 망원경을 뿌리로한 많은 대형망원경과는 전혀 색다른 신기술의 대형장치이며, 그 실현을 위해서는 여러 가지 미경험의 첨단기술에 대한 연구개발이 필요했다. 그 주요기술은 다음과 같다.

- mirror의 경량화
- off Axis Segment mirror의 연마와 검사
- mirror의 Active Control
- beam combine
- 간섭기술 등이다.

이러한 차세대계획의 실현으로 그후 비약적으로 발전한 우주공간에서의 관측천문학을 지상관측으로 back up하여 상호 보조하는 중요한 역할을 수행하게 되었다(Hubble Space Telescope와 Keck 망원경의 상호보조관계). 그리고 거대한 장치의 규모로 인하여 기술측면 외에도 여러 가지 어려운 문제가 많이 산적하게 되었고, 특히 경비의 대폭 증액 등으로 국제협력의 필요성이 크게 대두되기 시작하였다.

현재 단독 국가에 의해 대형망원경이 건설된 것도 몇대 있으나 앞으로는 대부분의 거대망원경이 국제협력으로 건설계획이 추진될 전망이다.

② 대형망원경의 의의

현재 세계에는 3~4m급 이상의 대형망원경 24대(건설중인 것 포함)가 세계 각지에 설치되어 있다. 우리 나라가 이러한 대형망원경을 보유하게 되었을 경우 두 가지 큰 의의가 있다고 본다.

i) 거대과학의 상징으로 국가의 과학입국에 대한 의지표명

- 대형망원경을 보유하고 있는 국가는 대개가 과학기술선진국가로서 세계적 수준의 기초과학 및 공학기술력을 갖추고 있으며 그 나라의 국가과학정책을 잘 반영하고 있다(표 1).
- 대형망원경을 국내에 설치함으로써 기초 과학육성에 대한 국가정책의 신뢰도가 높아진다.

ii) 국민의 자긍심 고취

- 우리 나라는 세계 최고의 천문대중의 하나인 첨성대를 보유하고 있는 문화민족으로, 대형망원경의 보유로 과학선진국들과 어깨를 겨룰 수 있는 국가의 국민으로 자긍심을 가지게 된다.

③ 대형망원경의 필요성

i) 분광 및 근적외선 관측을 위한 분광전용 망원경

- 현재 보현산 천문대의 1.8m 망원경은 Nasmyth초점, Coude초점이 없기 때문에 대형분광장치를 설치할 수 없다.
- 우리 나라 관측날씨는 분광관측에 적합하다(년중 60~70% 관측가능).

- 은하계, 항성, 행성등의 상세한 분광관측자료를 얻을 수 있어 세계적 수준의 특성화된 관측업적을 낼 수 있다.
- ii) 보현산 천문대의 활성화 및 투자 효율의 경제성 제고
 - 보현산 천문대의 토목, 건설, 시설장비 등에 약 100억원(누적예산) 투입되었다.
 - 인프라 건설 투자액에 합당한 대형장치를 설치 운영하고, 이를 연구목적으로 대학, 기업체 등에 공개함으로써 투자가치를 한층 높일 수 있다.
 - 우리 나라의 광학관측천문학의 중심역할을 할 수 있다.
- iii) 국제협력사업의 활성화와 전문기술 인력양성 및 신기술 축적
 - 분광전용 대형망원경을 보유함으로써 세계의 관측 천문학자들이 보현산 천문대를 방문 관측하게 되고 자연스럽게 교류를 가지게 된다.
 - 미래의 15~20m급 거대망원경, 우주기지 망원경, 달기지 망원경 등의 국제협력사업에 우리 나라가 참여하기 위한 국내 기술인력을 양성할 수 있다.
 - 국제공동으로 최첨단 관측장치개발 등에 응용되는 신기술을 축적할 수 있다.
- iv) 장기간 사용 가능
 - Palomar산의 5m 망원경은 현재까지 50년 동안 활약해 왔으며 앞으로도 계속 관측연구를 수행할 수 있다.(수명 약 100년)
 - 다른 거대과학장치(입자 가속기, 과학위성등)에 비해 수명이 현저하게 길기 때문에 총 기간으로 계산하면 비용이 저렴하다.

표 1. 대형망원경을 보유(계획추진)하고 있는 국가

국 가	구경(m)	천문대 또는 망원경명칭
독 일	12	DGE (건설중)
미 국	10	Keck (1993년)
스 페 인	10	*ORM(계획추진)
일 본	8.2	JNLT (1998년)
E S O	8.1	VLT (건설중)
멕시코	6.5	Sam Pedro Martir (계획 추진)
러 시 아	6	Zelenchukskaya (1976년)
인 도	6	Hanle (계획 추진)
중 국	4	LAMOST (계획 추진)
호 주	3.8	Siding Spring (1974)
이 태 리	3.6	*Galileo (건설 중)

(ESO : 유럽 9개국 참가)

④ 대형망원경 건설의 기대 및 파급효과

i) 천문대를 중심으로 천문학계의 활성화 촉진

- 장기간에 걸쳐 막대한 예산과 기술인력이 투입되는 대형망원경을 건설하게 되면 천문대를 비롯하여 천문학계가 총력을 기울여 이 사업에 참여하게 되기 때문에 구조조정이 일어나고 합리적인 개발체제, 협력체제가 구축되는 등 일대 개혁이 일어날 수 있다.
- 장래의 천문대와 천문학계의 주인공이 될 대학원생 및 학위를 받은 젊은 천문학자들에게 많은 개발연구의 기회와 희망을 가져다 줄 수 있다.
- 이 사업을 통해 많은 전문인력과 기술력을 갖추므로써 21세기 초두에는 우리도 천문우주과학의 선진국 대열에 설 수 있으며 장차 우주망원경계획 등의 국제협력 사업에 참여할 수 있게 된다.

ii) 망원경 관련 광학공업산업의 육성

- 광학산업에 대구경의 lens와 mirror에 관련된 광학기술을 보급할 수 있다.
- CCD등 최첨단 검출기의 기술축적으로 검출기 관련 산업분야의 기술개발 등에 많은 도움이 된다.
- 국산화된 망원경을 대량생산하여 대학, 고등학교 및 각 지방의 과학관 등에 싼 비용으로 망원경을 보급하게 됨으로써 망원경 관련 광학공업을 육성할 수 있다.

iii) 보현산 천문대의 국가적 차원의 천문·우주과학 교육장으로 활용

- 1.8m 망원경과 더불어 3~4m급 대형망원경을 보현산 천문대가 보유함으로써 정부와 많은 국민이 천문대에 대한 관심을 크게 가지게 된다.
- 청소년 학생, 교사, 일반 국민 그리고 정부관련 실무자들이 천문·우주과학의 강연 및 견학을 함으로써 천문학의 저변확대를 꾀할 수 있다.

(2) 추정 예산 및 인력계획

① 추정예산

망원경의 제작비용은 기능과 규모에 따라 다르지만 일반적으로 망원경의 구경을 기준으로 하면 경험식으로 대략의 비용이 얻어진다. 그 동안 3~4m급 대형망원경은 1970년대에 들어서 차례 차례로 건설되어 지금까지 15대가 설치되었다. 20~30년의 세월이 경과하는 동안 많은 신기술이 개발되어 망원경의 성능향상은 물론 제작비용 면이 있어서도 많이 개선되어 싼 비용으로 만들 수 있게 되었다.

지금까지의 사례를 보면 1979년에 완성된 Mauna Kea의 CFHT(3.6m)의 제작비가 약 50 M\$ (1979년)로서 비싼 편에 들며, 1994년에 완성한 Apache Point의 망원경(3.5m)이 제일 저렴한 비용으로 제작비가 약 20 M\$ (1990년) 들었다. 따라서 대강의 추정으로 약 20\$~50 M\$ 범위내의 제작비가 든 것으로 볼 수 있다. 물론 이것은 각 천문대 자체의 인력과 기술력으로 설계했기 때문에 실비로 계상된 것이다.

그런데 우리 나라가 대형망원경을 건설한다해도 처음부터 설계할 수 있는 knowhow와 기술력이 없기 때문에 이미 만들어져 있는 외국의 설계를 응용하는 수밖에 없다. 그러나 단지 설계를

복사하는 것이 아니라 우리 나라 관측날씨와 관측방법, 연구목적에 따라 설계를 개량하고, 첨단 신기술을 도입하는 방법을 써야 할 것이다.

그리고 보편적으로 이러한 대형망원경은 상업용이 아니기 때문에 한번 만들어진 망원경의 설계도는 필요에 따라 국제협력의 일환으로 쉽게 입수할 수도 있다. 설계도를 입수했을 경우 상기 두 망원경의 비를 참고로 하면 대형망원경의 예산은 20~50 M\$ 범위내에 있다고 볼 수 있다.

여기서 주의할 것은 20~50 M\$을 한화(원, ₩)로 환산할 경우 요즘(1998년 8월 기준)의 1300:1을 기준으로 하면 약 260억~650억원이 되지만 작년말의 900:1을 기준으로 했을 때 약 180억~450억원이 된다는 것이다. 환율에 따라 이렇게 막대한 금액의 차이가 나기 때문에 특히 국제공동사업을 수행할 경우 기술이전문제 외에도 장래의 환율변동에 대한 대책 마련을 세워두는 것도 매우 중요한 일이다.

일본의 예를 들면 JNLT사업을 위한 사전조사연구과정에서 1980년도 무렵의 3m급 망원경의 제작비가 평균해서 400억원이 든다는 조사보고가 있었다.

장래에 대형망원경계획을 구체적으로 수립할 경우에는 더욱 자세하고 확실한 근거를 가지고 예산을 계상할 필요가 있지만 본 연구에서는 대강의 예산을 추정하였다. 결론적으로 망원경 사업예산을 약 400억원으로 추산하고 7년에 걸쳐 계획의 진척에 따라 단계적으로 예산을 확보하는 방식이면 일시적인 재정적 큰 부담도 없고 합리적이라 생각된다(표 2).

② 인원확충

현재의 천문대의 전문인력으로는 태부족이며 또한 천문대의 다른 부서의 연구, 기술인력을 망원경 건설사업에 투입한다해도 일의 성격에 따라서 일부는 충당할 수 있을지 모르나, 대체로 현 인력으로는 전담하기가 불가능한 상태다.

따라서 망원경계획이 확정될 전망이 보이기 시작하면 미리 대학원생들이나 젊은 천문학자(Post Doc.)들을 망원경 기술계통별로 개발 연구할 수 있도록 교육과 훈련을 시켜서 전문인력을 양성할 필요가 있다. 그리고 그들이 중심이 되어 장차 초거대 대형망원경이나 우주망원경 건설 등의 국제협력사업에 참여할 수 있도록 하는 기반을 구축하는 것이 무엇보다 중요하다.

망원경의 기술부문별 필요한 전문인력의 추정인원은 표 3과 같다. 천체망원경은 다른 실험장치와 달리 천문학적 engineering이라는 특수한 기능을 가지고 있기 때문에 천문연구자와 기술자의 균형이 필요하다. 물론 이 인원으로 충분한 것이 아니며 제조기업체의 기술자의 도움을 필요로 하게 된다.

(3) 계획의 추진전략

① 계획수립을 위한 위원회의 역할

우선 국가적 차원에서 대형망원경계획수립을 위한 자주적인 연구모임을 만들어 사전조사연구를 하는 것이 중요하다. 후에 계획이 확정되면 정부출연기관인 천문대가 사업을 수행하게 되겠지만, 계획수립을 위한 연구는 범국가적이며 객관적인 타당성이 요구되기 때문에 사업집행기관에만 맡기지 않는 것이 일반적 관례로 되어 있다. 해당기관 외에 반드시 관련 전문가들의 외부

인사가 참여해서 위원회 등을 구성하여 사전조사하고 계획수립을 위한 연구를 수행하고 있다.

이러한 모임은 여러 형태로 구성될 수 있지만 먼저 「대형망원경계획준비위원회」를 발족시켜 계획에 대한 여러 가지 사전조사와 기술검토, 타당성 조사 등을 실시한 후(기간은 1~3년), 천문학회 및 정부에서 사업계획이 인정되면 그 다음 단계로 「대형망원경건설추진위원회」를 발족시키는 것도 한가지 방법이다. 그리고 이 건설추진위원회와 천문대가 일치단결해서 협력해 나가면 계획이 원만히 진행될 수 있을 것으로 본다. 그리고 건설추진위원회의 주요 멤버에 천문대의 간부급 책임자가 많을수록 이 사업을 효율적으로 추진하는데 도움이 될 것이다.

「대형망원경계획준비위원회」 및 「대형망원경건설추진위원회」의 역할에 대해서 다음 사항들을 생각할 수 있다.

i) 계획준비위원회

- 대형망원경에 대한 구체적 타당성 조사
- 대형 망원경의 신기술 검토
- 천문학계의 의견수렴
- 심포지움, 워크숍, 세미나의 개최 등

표 2. 예산·인원 확충

구 분	X	X+1	X+2	X+3	X+4	X+5	X+6	計
예 산	타당성조사비	30	50	80	80	80	80	400
인원확충	0	5	5	10	10	10	10	50

(X : 사업착수년도)

표 3. 추정인원

부 문	천 문	기 술	계
광 학 계	7	3	10
제 어 계	7	3	10
기 계 계	3	7	10
관 측 장 치	8	2	10
Dome 건설	5	5	10
계	30	20	50

ii) 건설추진위원회

- 준비위원회에서 수립한 계획에 따라 구체적 사업계획, 연구목표 설정
- 현재 세계에서 가동중인 15대의 3~4m급 망원경의 Design을 수집검토하여 우리 실정에 맞는 것을 선정하여 개념설계를 연구
- Design을 국내 엔지니어링 회사에 공개하여 기술검토를 하고, 국내제작가능성 등의 조사(국산화 가능기술과 외국 도입기술의 구별)
- 예산계획이 세워지면 망원경계획의 필요성을 적극 홍보하고(대정부, 대국민)
- 기업의 기술자를 포함하여 장치 제작개발팀, 사용자의 S/W프로그램 개발팀이 유기적으로 개발 연구할 수 있는 체제와 여건을 조성

계획의 추진 흐름도는 그림 1과 같다.

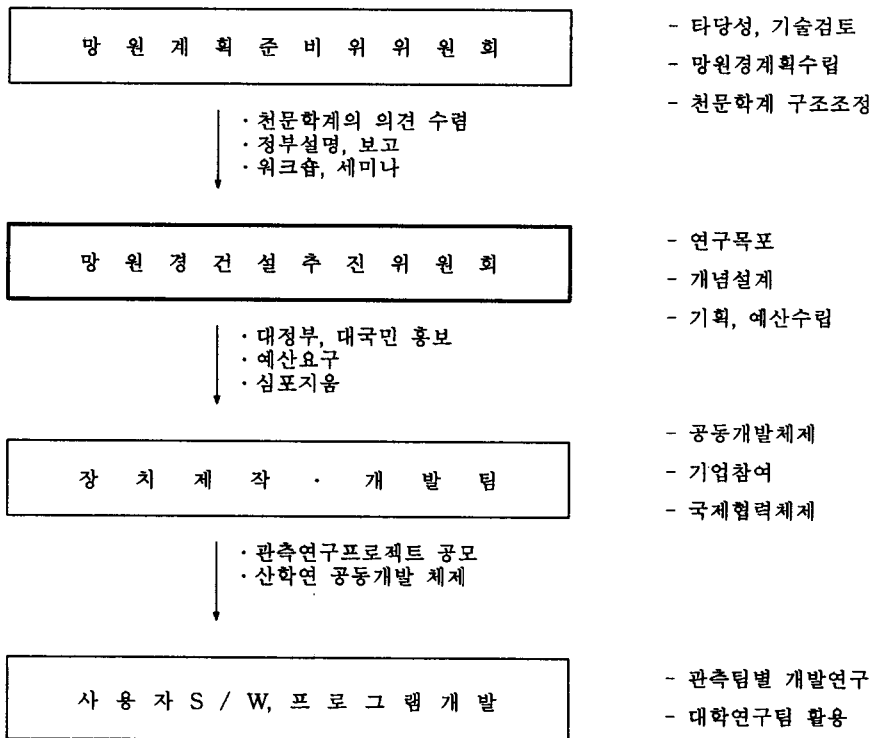


그림 1. 망원경계획 사업의 흐름도

② 계획추진을 위한 개발체제 구축

대형망원경계획의 성공적 수행을 위해서는 천문대는 물론 학계차원에서 대형망원경건설을 위한 개발체제가 구축되어야 할 것이다.

앞서 이야기한 계획준비위원회와 건설추진위원회에서 결정된 사항에 따라 뚜렷한 목표와 역할을 가진 프로젝트 기획팀과 각 분야별 시스템개발팀을 구성하여 실제적으로 계획을 추진해 나가게 된다.

각 대학의 천문학 및 관련학과에서는 망원경계획에 관심이 많은 교수를 비롯하여 대학원생들도 참여한 시스템개발 연구팀을 구성하여 계획에 합세할 수 있는 제도적 장치를 만들어야 한다. 각 대학의 연구팀이 참여할 때는 공모방식을 채택함으로써 효율적으로 운영하고 성과를 올릴 수 있다.

프로젝트기획팀은 분야별 소위원회를 구성하여 계획을 원만히 추진하기 위한 여러가지 사업을 기획해야 할 것이며 특히 대정부 설명과 대국민 홍보에 관심을 가져야 할 것이다.

그리고 기술지원과 기술개발의 주역을 담당할 산업체는 시스템개발팀과 프로젝트기획팀에 전문기술자를 참여시켜 산·학·연의 한 공동체를 이룸으로써 대형망원경계획사업을 효과적으로 수행할 수 있게 된다.

그림 2는 개발체제의 구상도이다.

2. 해외설치 대형망원경

국내에 설치될 수 있는 3-4m급 대형망원경이 앞에서 언급한 바와 같은 장점들을 갖고 있지만 대형망원경을 해외에 설치하는 방법에도 많은 장점들이 있고 그동안 많은 논의가 되어왔던 관계로 이에 대해서도 간략히 소개하고자 한다.

대형 망원경 해외설치의 가장 큰 장점으로는 천문기상학적 효율을 들 수 있다. 예를 들어 Hawaii에 망원경을 설치할 경우에는 한국의 보현산에 망원경을 설치할 경우와 비교할 때 약 2배의 연중 관측 가능일수, 3배 이상 좋은 기상 등으로 망원경 가격을 고려할 때 110배의 효율을 낼 수 있으며 망원경 가격을 고려하지 않는 경우 9배의 효율을 낼 수가 있다고 연구되었다(적외선 망원경 해외설치 추진안, 천문대, 1994). 또한 외국 현지의 선진기술 수용이 용이하여 연구 개발 능력의 선진화를 조기달성 할 수도 있다. 하지만 사용 편이성 면에서는 해외에 위치한 관계로 소수의 관측자에게만 접근이 가능하다는 단점이 있다.

실제로 대형 적외선 망원경을 해외에 설치하려는 계획이 1994년 천문대를 주축으로 추진되어 호주와 Hawaii 에서는 site 제공의사를 표명해오고 국제 공동투자 방식까지 논의가 되었으나 여러가지 사정으로 중단된 바 있다.

3. 차세대의 국제공동 거대망원경계획

현재 세계에서 제일 큰 대형망원경인 10m의 Keck I은 1993년에 완성되어 활약하고 있으며 일본의 8m JNLT 망원경은 1998년 말에 완성될 예정이다. 그리고 분광기전용의 9.2m HET 망

원경은 현재 제작 중에 있다. 그 외에도 많은 대형망원경들이 앞으로 10년이면 다 완성하게 되고 정밀광학, 전자공학, 컴퓨터 제어시스템, 검출기 등의 비약적인 발전으로 망원경제작에 새로운 최첨단 신기술이 도입되어 혁신적인 망원경 제작기술이 개발될 것으로 본다.

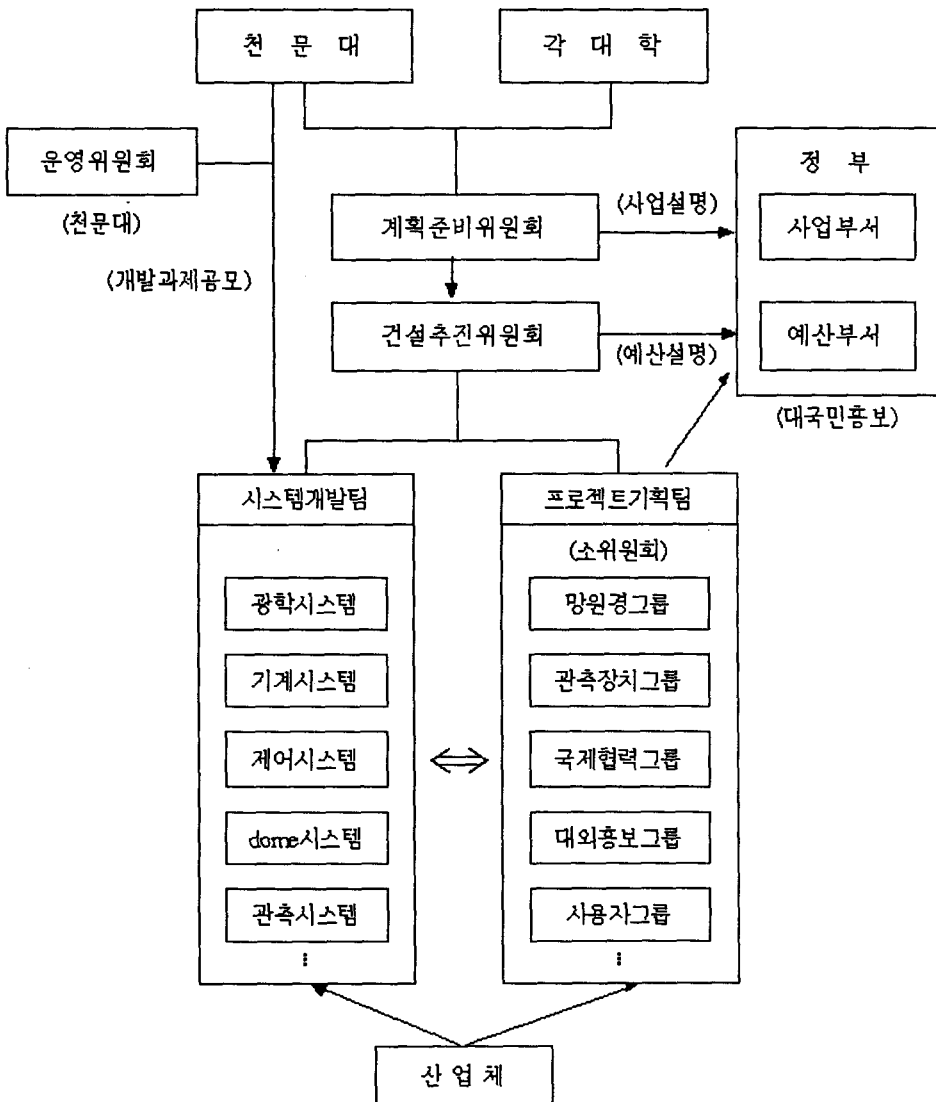


그림 2. 계획추진을 위한 개발체제

또한 관측위성들의 활약으로 지상과 우주공간의 상호 보조적인 관측활동이 더욱 활성화 될 것이며 21세기 초에 지금의 Keck이나 JNLT 망원경보다 훨씬 성능이 우수하고 규모도 큰 초거대 망원경 계획이 세상에 나올 것이다. 이미 20년 전에도 ESO가 주최한 미래망원경 회의에서 유효구경 25m와 같은 거대망원경에 대해서 여러 나라에서 여러 가지 방식의 계획안이 나왔었다. 그리고 HST의 성능보다 몇 배 향상된 차세대 Space Telescope가 출현도 예정되어 있다.

그러나 이러한 초거대망원경이나 대규모의 우주망원경, 더 나아가서는 달 기지에 세워지게 될 천체망원경 계획들은 이미 어느 국가이든 단독으로 제작할 수 없는 단계에 이르렀고 대형국제 협력 프로젝트가 될 것이다.

우리는 앞으로 10~20년이면 이러한 천문우주과학의 국제협력시대를 맞게 된다는 것을 미리 예측해서 그때를 대비할 필요가 있다. 그때 우리가 그런 국제협력사업에 참여하지 못할 경우 과학기술선국의 대열에 들어설 수 없을 뿐만 아니라 최첨단 우주기술을 축적할 수 없게 된다.

이를 위해서 학계의 관련전문가들끼리 자발적으로 모여서 새로운 연구프로젝트를 만들어 적극적으로 추진해 나가야 할 것이다. 이러한 노력이 주변에서 인정받게 되고 나아가서는 연구프로젝트에 대해 정부에서도 긍정적인 평가를 하게 되면 자연스럽게 국가프로젝트로 발전할 수 있다.

참고로 일본의 경우를 보면, 과학위성, 과학로켓 그리고 JNLT 8m 망원경계획 등의 국가 프로젝트들이 처음부터 정부에 의존한 것이 아니라 연구자들이 자발적인 모임을 만들어 수십년간 열심히 연구 개발한 결과, 그 결실로서 나중에 국가 프로젝트로 이어진 것이며 앞으로도 계속 국가사업으로 추진되는 것으로 되어 있다.

IV. 결 론

최근에 와서 전자공학을 비롯하여 반도체기술, 센서기술, 초정밀광학기술, 컴퓨터제어기술등의 급속한 발전으로 첨단 관측장치인 대형망원경(구경 6~10m급)의 개발·제작이 G7 선진국을 중심으로 여러 과학선진국들간에 활발히 진행되고 있다.

세계의 많은 연구자들은 전세계에 10대 정도의 대형망원경(북반구 5대, 남반구 5대)의 필요성을 강력히 주장해 왔으며 그 결과 현재 반 이상의 계획이 추진되고 있다. 그 일부는 이미 완성해서 천문관측을 활발히 수행하면서 획기적인 관측성과를 올리고 있어 세계의 주목을 받고 있다.

그런데 이러한 대형장치의 건설에는 장기간에 걸쳐 막대한 예산이 들고 높은 기술력과 많은 전문인력이 필요하기 때문에 국가차원의 프로젝트, 또는 국제협력 프로젝트로 사업이 성립되어야 그 실현이 가능해질 수 있다. 한편 목적이 한정된 과학실험을 위해 만들어진 대형장치(입자가속기 등)와 달리 천문학의 지상관측장치는 매우 다양한 연구과제를 수행할 수 있으며 그 수명도 길기 때문에(50~100년), 많은 사람이 오랜 기간동안 사용할 수 있어 망원경의 사용가치를 한층 높이고 있다.

또한 천문학의 특성상 외국과의 단려진 경쟁보다 우호적인 협력사업(국제공동관측 등)을 적극적으로 추진함으로써 고가의 대형망원경의 가치와 효과를 배증시킬 수 있다.

이러한 세계적 추세에 따라 우리 나라도 수준 높은 천문학연구활동을 통해 세계의 과학자들과 어깨를 나란히 하면서 천문관측연구분야의 국제학술교류를 활성화하기 위해서는 국내 대형망원경의 설치가 무엇보다 중요한 과제이다.

어쨌든 과학입국을 국시로 하고 있으며 정부출연 연구기관인 천문대를 두고 있는 우리 나라가 과학선진국에 진입하기 위한 국가적 명분상으로도 거대과학의 상징인 대형망원경을 보유한다는 데에는 큰 의의가 있다고 본다. 그러나 대형망원경을 건설한다는 것은 지금까지 살펴온 것처럼 그렇게 쉬운 일이 아니다. 치밀한 사전조사와 구체적인 사업계획을 책정해야 하고 무엇보다 중요한 것은 천문학계가 총체적인 노력을 기울이는 일이며, 또 그렇게 해야만 성공할 수 있는 대형국가사업이다.

대형망원경계획을 수립할 때 국내 설치사업과 함께 차세대의 국제공동 거대망원경 계획도 미리 세워두는 것이 효과적이다. 대형망원경 계획은 사전조사기간(2~3년)을 제외하고도 보통 7~10년이 소요된다. 그래서 계획을 세울 때는 10년~20년의 장기간을 염두에 두어야 한다. 그 기간 동안 학문과 기술의 급속도의 발전은 물론, 국가(국제관계 포함)의 정치적, 사회적, 경제적 여건 등의 변화로 인해 계획을 수정할 필요성이 생길 수 있다. 따라서 10~20년의 장기계획을 수립하되, 정기적으로 계획을 재검토하여 수정할 수 있도록 하는 제도적 장치를 강구해 두어야 한다.

망원경 건설 자체의 구체적 계획도 중요하지만 관측을 위한 장치개발계획에도 세심한 배려를 두어야 한다. 관측장치개발은 규모가 작아서 각 대학의 연구실에서도 연구개발이 가능하고, 또한 망원경 사용자(외국 연구자 포함)들 스스로가 필요에 의해 연구팀을 만들어 개발하는 것이 일반적 관례이기 때문에 천문학계의 관심을 집중시킬 수 있을 뿐만 아니라 국제협력의 활성화를 기할 수 있다.

또한 대형망원경 계획은 정부와 국민의 이해와 관심을 절대적으로 필요로하기 때문에 홍보를 적극적으로 해야 하고, 나아가서는 국제협력을 유도하고 활성화하기 위해 국내에서 국제 심포지움이나 세미나를 개최하여 세계의 천문학계에도 널리 홍보할 필요가 있다.

본 연구는 과학기술부에서 시행한 특정 연구개발사업의 연구결과이다.

참 고 문 헌

- 김두환, 우주개발정책수립을 위한 연구, 과학기술정책관리 연구소, 1994. 1.
 김두환, 우주관측기술의 선진화를 위한 국가적전략연구, 1995. 10.
 김두환, SPACE 천문관측기술의 사전조사 연구, 1996. 11.
 천문대, 천문대의 중장기 발전방향에 대한 연구, 1993. 8.
 한인우, '96년 보현산 천문대 운영, 1997. 2.
 한인우, '97년 보현산 천문대 운영, 1998. 2.
 吉田正太郎, 望遠鏡發達史(上, 下), 誠文堂新光社 1994. 12.
 吉田正太郎, 巨大望遠鏡, 裝華房 1995. 11.

- 田中千秋, 天體望遠鏡入門, 立風書房 1996. 8.
- (日)東京天文台, 東京大學東京天文台의 百年, 1978. 11.
- (日)國立天文臺, 大型光學赤外線望遠鏡計劃說明書, 1989. 9.
- (日)國立天文臺, 大型光學赤外線望遠鏡이 지향하는 天文學, 日本天文學會, 1990. 1.
- (日)國立天文臺, 國立天文臺 第三者 評價資料, 1997. 10.
- 光天連, JNLT가 목표로 하는 세계제일의 천문학, 1993. 12.
- 光天連, 光學天文連絡會 會報(No. 1~No. 50), 1980~1987
- JNLT위원회, 望遠鏡 專門委員會 報告, 1990~1994
- NAOJ, Japanese National Large Telescope and Related Engineering Developments, 1989.
- NAOJ, Scientific and Engineering Frontiers for 8~10 m Telescopes, 1995
- SPIE, Optical Telescopes of Today and Tomorrow : Following in the Direction of Tycho Brahe, 1996. 5.
- G. Walker, Astronomical Observations on Optical Perspective, 1986. 9.