

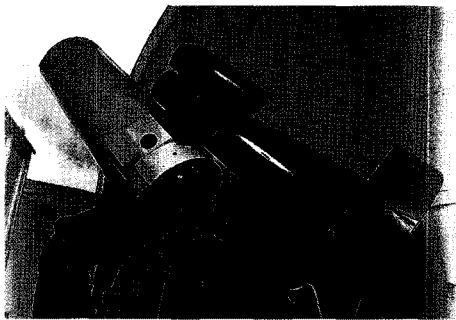
02 차세대 천체망원경

직경 25m 거대 망원경으로 우주의 신비 본다

직경 8.1m 제미니 망원경 동. 왼쪽은 북반구 하와이, 오른쪽은 칠레 세로 파촌에 있다(Credit : Gemini Observatory)

우주를 관측하는 망원경의 성능은 집광력과 분해능으로 대별되고, 이러한 성능을 향상시키는 방법은 망원경의 크기, 즉 구경을 증가시키는 것이다. 광학 천체망원경은 볼록렌즈를 대물렌즈로 사용하는 굴절망원경과 오목거울로 빛을 모으는 반사망원경으로 나뉘는데, 직경이 1m보다 큰 볼록렌즈를 제작하기 어렵기 때문에 천체망원경은 반사망원경이 주를 이룬다.

우리나라 최초의 천문학 연구용 망원경은 1978년 충청북도 단양군 소백산천문대에 설치된 61cm 반사망원경인데, 이 역사적인 망원경은 아직도 관측에 사용되어 훌륭한 연구 논문들을 생산하고 있다. 1만원권 지폐 뒷면에 그림으로 포함된, 우리나라에서 가장 큰 망원경은 경상북도 영천시 보현산천문대의 직경 1.8m 반사망원경이다. 1996년에 완성되어 우리나라를 대표하는 광학망원경으로 자리매김하고 있고, 국내외 천문학자들의 연구에 꾸준히 사용되고 있다. 우리나라는 일제강점기와 6·25전쟁의 상처를 딛고 일어서기 위해 오랫동안 응용과학과 기술 개발에 우선순위를 두었으므로 우주 연구를 위한 순수과학인 천문학에 대한 투자가 적었다. 한편 세계 천체망원경의 추세는 어떠한가?



소백산천문대의 직경 61cm 반사망원경

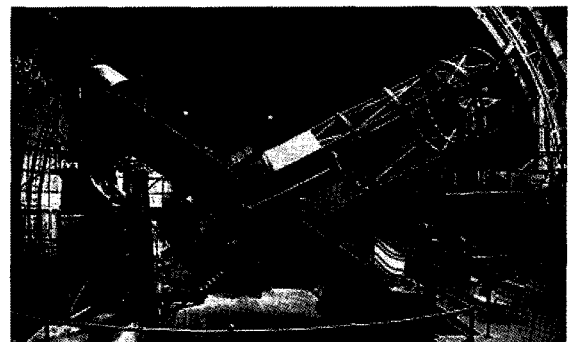
육각형 거울 36개 이어붙인 직경 10m 썬 망원경

1609년 갈릴레이가 직경 4cm의 굴절망원경으로 달, 태양, 목성, 은하수 등을 최초로 관측한 이후, 1781년 천왕성을 발견한 영국의 윌리엄 허셀은 직경 1.2m의 반사망원경을 가지고

있었고, 부유했던 아일랜드의 로스 백작, 윌리엄 파슨스는 1847년에 1.8m 반사망원경을 가지고 있었다. 하지만 본격적인 천체망원경의 시대, 우주 관측으로 인류의 사상체계를 바꾼 역사적인 천문학의 시대는 1918년부터 운영된 미국 캘리포니아주 윌슨산의 직경 2.5m 후커망원경에서 시작되었다.

1924년 안드로메다 은하(M31)에서 세페이드 변광성을 찾아내고 거리를 구함으로써 이 천체가 우리 은하 밖에 존재하는 외부은하임을 처음으로 발견한 에드윈 허블은 이 2.5m 망원경을 이용한 관측을 통해 1929년, 급기야 우주가 가만히 있지 않고 팽창하고 있다는 것을 발견하게 된다. 은하라는 개념도 없었고, 그저 우리가 살고 있는 이 은하가 바로 우주라고 생각하고 있던 인류가 비로소 우주의 기본단위인 은하를 알게 된 것이 이 즈음이었다. 또한 우주는 수축하거나 팽창하지 않고 정적인 상태를 유지하고 있을 것이라며 자신의 방정식에 우주상수 람다(Λ)를 일부러 집어넣었던 아인슈타인이 훗날 이것을 자기 일생의 가장 큰 실수라고 말하게 된 근거가 이 2.5m 망원경을 이용해 관측을 수행했던 허블을 통해 만들어졌다. 오늘날까지도 사용되는 은하의 형태 분류 체계 역시 이 망원경 관측 자료를 이용해 허블이 1926년에 발표한 것이다. 20세기부터 21세기 초반까지의 100년간 현대 외부은하 천문학과 우주론의 관측적 근간이 이 망원경에서 나왔다고 할 수 있다.

2.5m의 두 배 직경을 가지는 5m 헤일 망원경이 미국 캘리포니아 주 팔로마산에 세워진 것은 1948년이였다. 이 망원경은 퀘이사의 발견 등 혁혁한 업적을 이루어내며 환

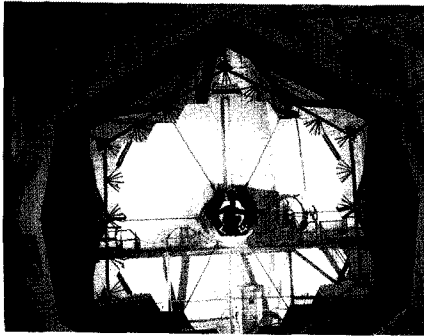


1918년부터 관측에 사용된 직경 2.5m 후커망원경. 오른쪽 위 돔의 열린 부분을 향하고 있는 경통이 철제 틀로 이루어져 있다(Credit : Mount Wilson Observatory).



글 김상철 한국천문연구원 선임연구원
sckim@kasi.re.kr

글쓴이는 서울대학교 천문학과에서 박사학위를 받았다. 한국외국어대학교, 인하대학교, 경희대학교 강사를 지냈다.



켁 망원경의 직경 10m 모자이크 거울. 거울 하나의 크기는 1.8m이며, 중앙 구멍에서 작업 중인 사람이 보인다.

갑 나이를 넘긴 현재까지도 잘 작동되고 있다. 2.5m 후커, 5m 헤일 망원경 다음의 목표는 자연스레 5m의 두 배 직경인 10m 망원경이었다.

그러나 2.5m, 5m 직경을 가지는 오목거울을 만들 때와는 달리 10m 직경의 단일경 오목거울을 제작하는 것이 쉽지 않아, 미국 캘리포니아 공과대학과 캘리포니아 주립대학 연합은 1.8m 크기의 육각형 거울 36개를 벌집 모양으로 이어 붙인 10m 모자이크 거울의 켈 망원경을 완성한다. 켈 재단의 기부로 만들어진 이 망원경은 1993년에 1호기가 완성되었고, 동일한 망원경인 2호기가 1996년에 완성되어 현재까지 세계 최대 구경을 자랑하며 미국의 천문학이 세계 최고의 위치를 유지하는 데 크게 기여하고 있다.

**유럽연합, 일본 등도
직경 8m급 망원경 운영**

미국의 국가 예산과 영국, 캐나다, 오스트레일리아, 칠레, 브라질, 아르헨티나 등의 국제 컨소시엄이 함께 만든 8.1m 단일경 제미니 망원경의 경우, 2기를 만들어 1기는 1999년 북반구 하와이 마우나 케아산에, 나머지 1기는 2000년에 남반구 칠레의 세로 파촌에 둬으로써 하늘 전체를 관측하겠다는 야심찬 계획을 이루어가고 있다.

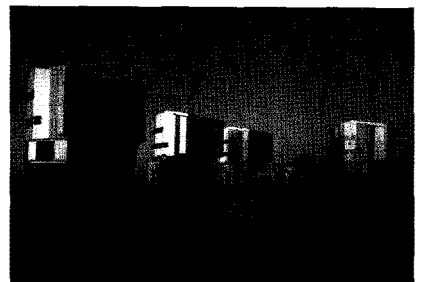
거대 자본국가 미국은 다른 나라와는 비교되지 않을 만큼의 예산을 천문학에 투자했고 오랜 역사를 통해 보유한 다양한 대형망원경들을 통해 우주를 연구하는 천문학에서 타의 추종을 불허하는 위치에 있다. 이러한 미국에 도전하기 위해 유럽의 국가들은 오랜 기간 연합하여 공동의 투자로 8.2m VLT 4기를 만들어 1998·2000년 중에 칠레 세로 파라날에 설치했다. 또한 같은 장소에 1.8m 망원경 4기를 추가로 설치하여 총 8기의 망원경으로 광학 간섭계 관측을 수행할 수 있는 설비를 갖추었다. 이 광학간섭계는 200m 망원경이 갖는 공간분해능을 얻을 수 있다.

유럽이 8.2m 망원경 4기를 만든 이유는 단일경으로 만들 수 있는 가장 큰 크기가 8m인 이유 이외에도 이들 네 거울의 집광력의 합이 미국의 두 켈 망원경이 갖는 집광력의 합보다 크게 하기 위해서였다. 결과적으로 유럽연합은 VLT 덕에 미국과 대등한 수준의 천문학 연구를 수행하고 있고, 일부 분야에서는 미국을 앞지르기도 한다.

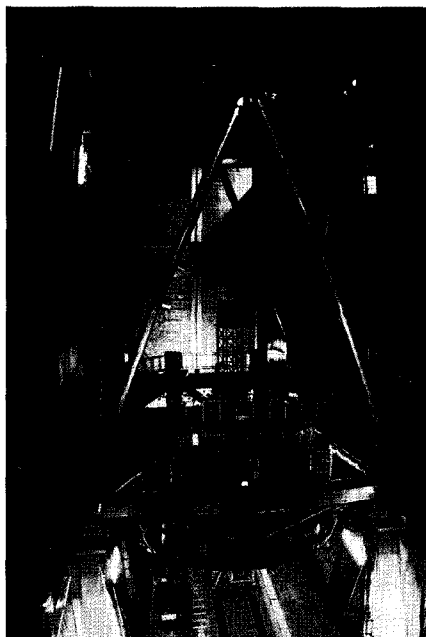
일본은 아시아에서 유일하게 8m급 망원경을 가지고 있는 나라이다. 일본은 오랜 준비과정을 거쳐 1999년 미국 하와이 마우나 케아산에 독자적으로 8.2m 단일경 스바루 망원경을 건설했다. 광학천문학 분야에서 세계 수준에 크게 뒤져 있던 일본은 스바루 망원경을 이용해 자국의 연구 수준을 세계 수준으로 끌어올리고 자국의 위상을 크게 높이는 데 성공했다. 아울러 망원경과 돐, 다양한 관측기기의 제작을 통해 기술적인 수준도 높이고 다른 천문 관련 망원경과 기기 개발 등에 있어 비약적인 수준 향상을 이루었다. 참고로 스바루는 겨울철 밤하늘에서 맨눈으로 볼 수 있는 산개성단인 플레이아데스(M45, 줌생이별, 묘성)의 일본어



두 대의 10m 직경을 가지는 쌍둥이 켈 망원경 돐. 해발 4200m 높이, 하와이 마우나 케아산 정상에서 보면 발밑에 펼쳐지는 구름바다가 장관이다.



칠레 세로 파라날에 설치된 8.2m VLT(Very Large Telescope) 4기의 돐(Credit : ESO/H.H.Heyer)



일본이 독자적으로 보유하는 8.2m 수바루 망원경. 망원경 아래 사다리로부터 망원경과 돔의 크기를 유추해 볼 수 있다.

에 해당한다.

앞에서 기술한 망원경들보다 활동이 덜 활발하지만 그 외에도 스페인의 10.4m GTC 망원경(2008년 완성), 망원경을 고정시키고 그 위를 지나는 천체를 관측하도록 만들어 예산을 대폭 절감한 미국의 9.2m HET(1999년 완성)과 남아프리카 공화국 등 여러 나라 컨소시엄의 SALT(2005년 완성), 8.4m 주경 두 개를 하나의 마운트에 두어 마치 11.8m 망원경처럼 사용할 수 있게 만든 쌍안망원경(2008년 완성) 등도 안정궤도에 오르기 위해 부단히 노력하고 있다.

현재 미국이 건설하고 있는 망원경의 대표격으로 LSST가 있다. 이 망원경의 주경 직경은 8.4m나 되지만 독특한 설계와 세계 최대의 디지털 카메라인 3,200M 화소 CCD 검출기를 통해 영상 탐사 관측 전용 망원경으로 사용될 예정이다. F-수 1.25 광학계를 가지며 CCD 검출기의 시야는 3.1°×3.1°이고, 노출시간을 10초로 한다면 3일마다 한 번씩 남반구에서 볼 수 있는 밤하늘 전체의 영상을 찍을 수 있다. 10년이 지나면 하늘의 모든 지역에 대해 1천 회의 관측 자료를 얻을 수 있다. 매일 밤 얻어지는 자료의 양은 30테라바이트이며, 매년 약 10페타바이트의 자료가 생성될 예정이다. 구경이 큰 장점을 활용하여 기존 탐사 망원경으로 관측하지 못한 어둡거나 먼 거리의 천체까지 관측할 수 있으며, 밝기가 변하거나 위치를 바꾸는 천체들, 무거운 별의 마지막 단계에서 폭발하는 초신성, 지구에 위협이 될 수 있는 지구접근소행성

등을 빠른 시간 안에 관측할 수 있고 먼 거리에 있는 수십억 개 은하의 관측을 통해 암흑물질과 암흑에너지의 정체를 알아낼 수 있다. 제미니 남반구 망원경이 있는 칠레의 세로 파촌에 건설될 예정이다.

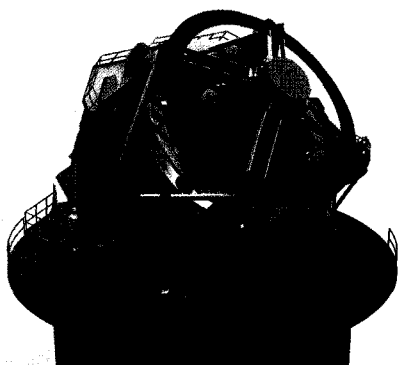
직경 25m 거대 마젤란 망원경 제작에 한국도 참여

현재 가동 중인 직경 8m 이상의 망원경만도 13~14기에 이르러, 6~6.5m 망원경도 4기가 사용되고 있다. 이러한 대형망원경이 사용된 지 10~20년이 지나면서 이 망원경들

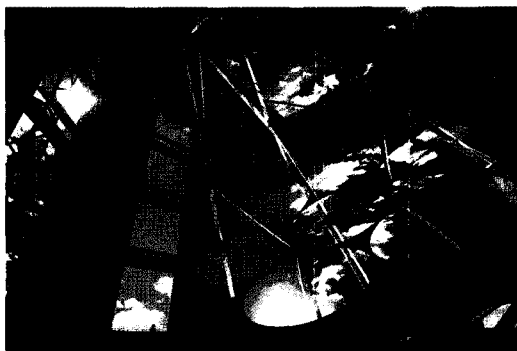
로 관측할 수 있는 한계가 드러나고 있고 더욱 큰 망원경의 필요성이 증대되고 있다. 21세기가 시작되면서 직경이 20m보다 큰 망원경을 만들고자 하는 노력이 3가지로 나타나고 있다.

미국의 카네기연구소, 하버드대학교, 스미소니언천문대, 텍사스 A&M 대학, 한국천문연구원, 텍사스 오스틴 대학, 오스트레일리아 천문학 연합, 오스트레일리아 국립대학, 시카고 대학이 컨소시엄을 이

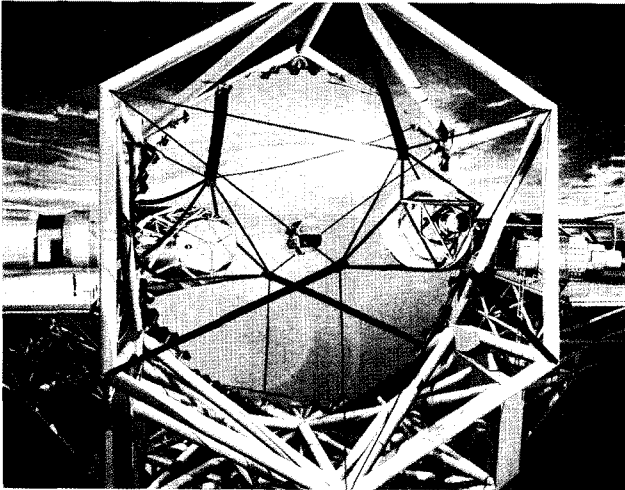
루어 공동으로 추진하는 직경 25m 거대 마젤란 망원경(GMT)은 직경 8.4m 짜리 거울 7장을 꽃잎 모양으로 배열한 주경을 사용하며 지구상에서 가장 좋은 관측지 중 한 곳인 칠레 라스 캄파나스 천문대에 2018년 경 설치될 예정이다. 미국 캘리포니아 공과대학과 캘리포니아 주립대



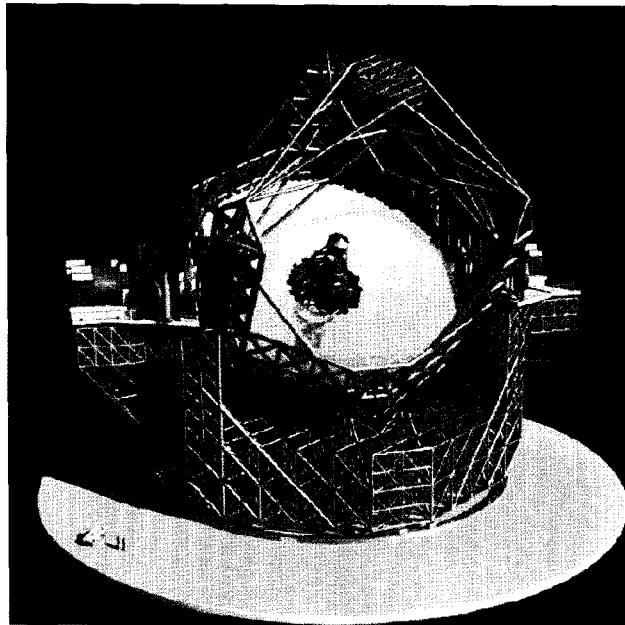
미국이 건설 중인 8.4m 직경의 영상 탐사 관측 전용 망원경 LSST(Large Synoptic Survey Telescope). (Credit : LSST Corporation / NOAO)



한국이 카네기연구소, 하버드대학교, 오스트레일리아 국립대학 등과 공동으로 개발을 추진 중인 25m 거대 마젤란 망원경의 상상도. 왼쪽 앞에 사람이 서 있다. (Credit : GMT Corporation)



미국 캘리포니아 공과대학, 캘리포니아 주립대학, 캐나다 등이 개발을 추진 중인 30m TMT(Thirty Meter Telescope) 상상도



유럽연합이 야심차게 추진하고 있는 42m 직경의 E-ELT(European Extremely Large Telescope) 상상도

학, 캐나다 등 연합은 육각형의 1.4m 크기 거울 492장을 모자이크하여 30m 직경의 TMT를 2018년 경 만들어 하와이 마우나 케아산에 두고자 준비하고 있다. 한편 유럽연합은 30m TMT의 집광력보다 2배의 집광력을 가진 42m 직경의 E-ELT을 만들고자 하는데 이 망원경은 조각거울을 1천148개를 사용하게 되며 칠레의 세로 아마조네스에 2018년 경 설치될 예정이다.

거대 마젤란망원경의 주경은 8.4m 오목거울 7장을 합쳐 직경 25m가 되듯이 부경 역시도 주경과 일대일 대응되는 1.06m 오목거울 7장으로 이루어져 직경 3.2m가 되는 F-수 8.0의 그레고리안 광학계를 가진다. 망원경의 높이는 35m, 무게는 1천123톤이며 회전하는 돔의 높이는 65m, 무게는 1천689톤이 된다. 적응광학을 사용하여 대기의 흔들림을 보정함으로써 허블 우주망원경보다 10배 더 선명한 영상을 얻을 수 있다. 거대 마젤란 망원경은 지구 밖 외계 행성들이 어떻게 생성되고 변화해가는지, 별이 어떻게 생성되는지, 우주에 존재하는 화학원소들의 진화, 블랙홀의 진화, 암흑 물질과 암흑 에너지, 은하의 생성과 진화, 우주 최초의 빛 등에 대한 연구에 사용됨으로써 앞선 대형망원경들이 그랬듯이 인류 사상의 지평을 또 한 번 넓힐 것이다.

거대 마젤란망원경에는 2~3개의 1세대 관측기기가 부착될 예정인데 현재 1차 심사를 통과한 6개의 관측기기에 대한 연구가 진행 중이고 1~2년 뒤 최종 기기 선정이 이루어질 예정이다. 1차 심사를 통과한 기기 중 하나는 한국천문연구원과 텍사스 오스틴 대학 등이 공동으로 개발 중이다.

한국천문연구원은 거대 마젤란망원경 개발 국제공동사업에 10%의 지분으로 참여하므로 완공 이후 매년 10%, 즉 연간 약 30일간 사용할 수 있다. 현재 외국의 4m급 망원경을 사용하기 위해서는 하루에 약 1천만~3천만 원을 지불해야 하며, 6m급 망원경의 경우는 대략 하루에 5천만 원을 지불해야 하고, 8~10m 망원경의 경우는 하루에 1억 원 가량이나 비용을 지불

하고 사용하고자 해도 모든 망원경의 하루하루가 소중하여 망원경 시간을 팔고자 하는 곳이 없는 실정이다. 2018년 경 거대 마젤란망원경이 완성될 때쯤이면 현재의 중학생들이 대학원생이 되어 이 역사적인 망원경을 사용할 수 있을 것이다.

거대 마젤란망원경은 1.8m 보현산천문대 망원경을 훨씬 뛰어 넘어 한국이 세계 수준의 천문학 연구를 수행하여, 우주의 기원과 진화를 밝히는 데 크게 기여할 수 있게 해 줄 것이다. 20세기 초에 당시 세계 최대의 망원경을 사용했던 미국의 에드윈 허블이 우주의 비밀을 밝혔듯이, 그로부터 꼭 100년 뒤인 21세기 초에는 한국의 천문학자들이 그동안 숨겨져 있던 또 다른 우주의 비밀을 새로이 밝혀내게 될 것이다.