

連載

宇宙ギネスシリーズ【3】

望遠鏡——大きいことは良いことだ

黒田武彦（兵庫県立西はりま天文台公園）

1. はじめに

国内で最大の口径 2m なゆた望遠鏡(図 1) を持ったばかりに、宇宙ギネスシリーズの「大型望遠鏡」について書けという命が下った。しかし世界の趨勢からいえば 2m は小型望遠鏡に属する。計画の最終段階では副知事がわざわざ説得に来て下さったほどである。「今や望遠鏡は 8m の時代、2m をつくって何の役に立つのだろうか。」と。もちろん 2m でも研究に大いに役に立つ。しかも私たちが目指すのは 2m を人間理解に役立てることだ、と説得をしてお引き取りを願った。今は知事になり、2m 望遠鏡の応援団長になってもらっているが、8m と比べれば大人と子どもみたいなものである。

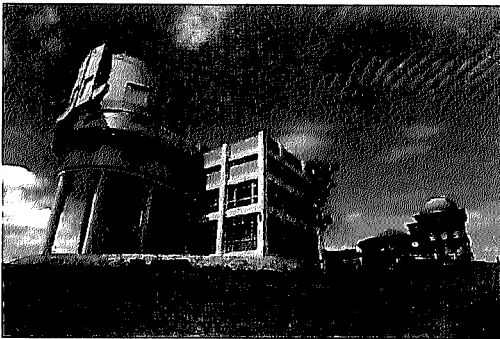


図 1 兵庫県立西はりま天文台公園 2m なゆた望遠鏡棟（南館）

いずれにしても小さいことに変わりはない。小さいながらも、自治体では、何番目くらいの大きさなのかを気にするものである。世界の望遠鏡を調べてみた（例えば次のサイトには全世界の主要な天文台が掲載されているので、それぞれの天文台にどんな望遠鏡があるかを調べればよい。

<http://dir.yahoo.com/Science/Astronomy/Research/Observatories/>。なんと 2m 以上の望遠鏡の数は 60 を超える。珍しくもなんともない。「ギネスシリーズ」を汚すのは何とも面映いが、眼視観望装置を常備して、市民に広く公開している望遠鏡としては世界一の大きさだとわかった。これなら少しはセールスポイントになるだろうか。

自治体が日本一の口径争いをした時代があった。1990 年代のことである。美星天文台が 93 年に口径 101cm を完成させたのを皮切りに、佐治天文台が 103cm (94 年)、みさと天文台が 105cm (95 年)、銀河の森天文台が 110cm (98 年) という具合に、めまぐるしく公開望遠鏡日本一が入れ代わった。「もういいでしょう」と県立ぐんま天文台が口径 1.5m の紋所を出して落ち着いた感がある。

当然、自治体の売りとして、2 位より 1 位が良いのに決まっている。記録というのは抜かれるためにあると誰かが言ったが、幸い？ 西はりま天文台の 2m はまだ国内一である。ところが、理科年表を紐解いたお役人曰く「ハワイのすばるは別格として、ハレアカラというところに 202cm の望遠鏡がありますね。わずか 2cm の差だけに惜しいですねえ」。東京大学理学系研究科ビッグバン宇宙国際研究センターのマグナム望遠鏡だ。なぜ 2m でなく 202cm なのかは不明だが、聞くところによるとこの数値は主鏡の直径であるらしい。2m なゆた望遠鏡も主鏡の押さえ爪は皆無に等しく、主鏡径全面にわたってきれいなメッキが施されている。つまり細かく言えば口径 205cm の望遠鏡というわけである。いまさら理科年表の順位を入れ替えても仕方がないので、お役

人に尋ねられたらそう答えようと思っている。

「ギネスシリーズ」というだけあって、抜きつ抜かれつ話題から入ってしまった。

2. 望遠鏡で世界が変わった

オランダの眼鏡師ハンス・リップルスハイが2枚のメガネレンズをかざして傷でも調べようとしたのだろうか、偶然にも遠くの教会の建物が大きく見えて驚いたという。彼は兵器として有効な道具となることを悟り、特許申請を行なった。1608年10月のことである。

当時、イタリアで物理学者、天文学者として活躍し、既に名声を得ていたガリレオ・ガリレイ(図2)の耳に望遠鏡発明のニュースが入るのにそう時間はかからなかった。ヨーロッパ全土を席卷するほどの発明だったのだ。リップルスハイの発明後わずか10ヶ月で、ガリレイは倍率3倍程度の望遠鏡を自作するとともに、より大きな倍率が得られるよう光学の原理も研究し、口径4cm、倍率30倍の望遠鏡を完成させたのである(図3)。両凸レンズと平凹レンズを組み合わせた粗末なものではあったが、まさしく「望遠鏡」の名に相応しい活躍を始めることになった。

(なお、ガリレイが望遠鏡を使って天体観測を始めて2009年に400年を迎えることから、世界天文年<World Year of Astronomy 2009>として祝おうという計画が、国際天文学連合(IAU)をはじめ世界各国で高まっている。理科年表には、ガリレイの望遠鏡による天体観測として1610年が記されているが、1609年の秋から既に観測を開始している。ちなみに2008年は日本天文学会創立100年、めでたいことが続くのである。)

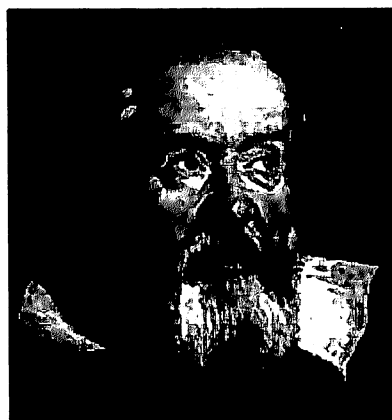


図2 ガリレオ・ガリレイ

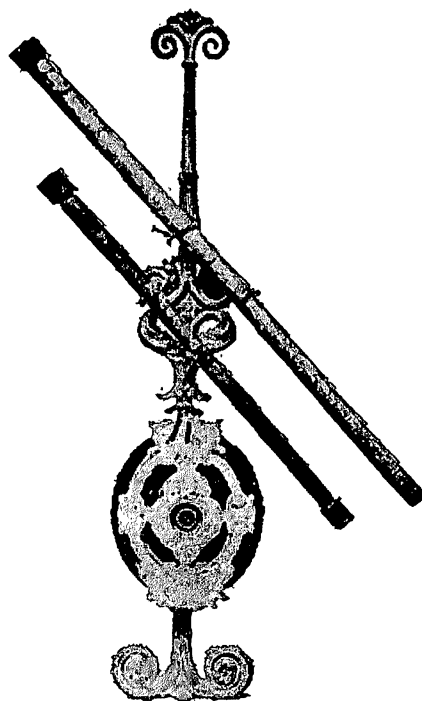


図3 木星の衛星を観測した望遠鏡(フィレンツェ科学史博物館蔵)

望遠鏡はガリレイを虜にしたといっても良いだろう。晴れさえすれば夜ごとに観測を行い、新しい星との出会いに子供のような喜びを感じていたに違いない。そうして1610年1月7日、記念すべき日が訪れたのである。近代科学の出発点ともいえる木星の衛星の発

見だった。これ以外にも、天の川が星の集まりであること、月はクレーターに覆われていること、太陽に黒点があること等を発見し、1610年3月には「星界の報告」として出版しているのである。驚異的な早さと言えよう。

ガリレイの成果は大きな評判となり、望遠鏡にも工夫がこらされるようになった。視野の狭いガリレイ式望遠鏡に対し、ドイツのケプラーは対物レンズも接眼レンズも凸レンズを使った光学系を提唱した(1611年)。同じくドイツのシャイナーがケプラー式望遠鏡を製作し、その威力を実証したのである。そしてシルレによる著書でケプラー式望遠鏡は広く世に知れ渡ることになった(1645年)。

反射望遠鏡の原理を明らかにしたのはイギリスのグレゴリーである(1663年)。彼は主鏡と副鏡の両方に凹面鏡を用いた、いわゆるグレゴリー式反射望遠鏡を提唱したが実際には作っていない。実用的な反射望遠鏡を製作したのは1668年のニュートンである。72年に製作された第2号機が王立協会に出品され大きな評価を得たと言う。

1600年代は、望遠鏡の登場と、それによる光学理論の発達を経て、屈折望遠鏡と反射望遠鏡という天体観測の手段を得た科学者たちの、「太陽系」宇宙との出会いと驚きの世紀であったといえるだろう。

(我が国に望遠鏡が伝えられたのは意外に早く、1613年、イギリス東インド会社のジョン・セーリスが徳川家康に献上したものである。もちろん家康が天体観測をしたわけではない。兵器として有用と見なされたのだろう。)

3. 反射か屈折か

筆者が初めて東京天文台(現国立天文台)岡山天体物理観測所へ観測に伺ったのは1966年のことである。完成6年後のことだ。当時は188cm望遠鏡も91cm望遠鏡もそのコ

ントロールはアナログであった。大きな操作台に取り付けられた円分度器のような赤経、赤緯目盛盤上で、観測する天体の座標位置をセットし、スイッチを押して望遠鏡を移動させる方式だった。天体を一発で導入できるかどうかは観測者の腕にかかっていた。また、分光は、ガラスの写真乾板で撮り、ウェッジを焼き付けて現像するのが当たり前だった。測光は、フィルターを交換しダイヤフラムで星を確認した上で、ペンレコーダーの振れを監視しながらの観測だった。時角を読み、大気量の計算も自前だった。それでもとても便利に感じたものだ。現在の自動化、デジタル化に馴れてしまった私たちにとって、1960年代は既に伝説の時代に入っているのかもしれない。

40年以上にわたって活躍を続けてきたこの188cm望遠鏡が、1845年に完成をみたイギリス・ロス卿の1.8m望遠鏡と深い関わりがあることをご存知だろうか。ロス家は、後に望遠鏡メーカーとして一世を風靡したグラブ・パーソンズの創業者である。岡山の188cm(図4)はグラブ・パーソンズ社製であり、世界各地で姉妹機が活躍をした。光学部門はその後不採算を理由に分離し、ジンデンの名で高精度鏡を世に送り出していたが、その彼も世を去った。

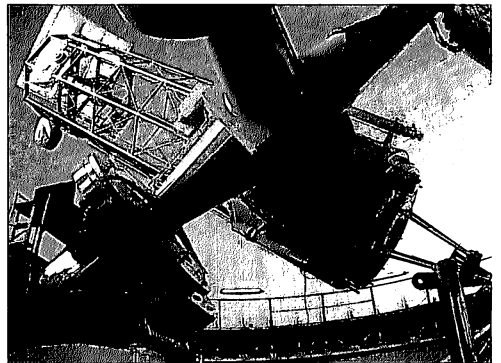


図4 岡山天体物理観測所188cm望遠鏡

ロス卿の 1.8m は、当時の大型望遠鏡の集大成と呼ぶに相応しいものであった。M51 子持ち銀河の見事な渦巻きのスケッチはそれを物語っている。それより以前、音楽家であったウィリアム・ハーシェルは、天文学の道を歩むことを決心し、その卓越した技術で数多くの反射望遠鏡を製作、宇宙構造の解明に取り組んだ。1781 年、妹のカロラインと 16.5cm 反射望遠鏡で天王星を発見した。また 45cm 反射望遠鏡で取り組んだのは全天のスターカウントだった。これは天文学上の初の試みだったらしい。息子のジョンは南半球にまで赴き、全天のスターカウントに協力したという。こうしてできあがった宇宙の形（今の銀河系の姿）は、1785 年に発表されたが、銀河系研究の端緒となった重要な成果を提供した。なおハーシェルは 1789 年に口径 1.2m の反射望遠鏡を完成させており、飽くなき探求の手を緩めることはなかった。

この時代のイギリスでは、鏡に用いる合金の鑄造、高度な機械の製作等、産業革命で培われた技術が生かされたが、現在のような架台には遠く及ばず、巨大な望遠鏡のコントロールと観測は並大抵のものではなかった。

一方、屈折望遠鏡の悩みは色収差にあった。収差を避けるために、1600 年台半ばから約 1 世紀もの間、極端に屈折率の小さな長焦点レンズが使われた。長さ 23m とか 46m といった長大な空中望遠鏡は視野が狭いだけでなく、風や振動に影響され、天体の導入、追尾は至難の業だった。そんな苦勞を乗り越え、ヘベリウスやホイヘンス、カッシーニ、フラムステッドなどが惑星や月の観測に勤しんだ。この観測者泣かせの空中望遠鏡は、1758 年、イギリスのドロンドが実用化した色消しレンズの登場で大きな変革を遂げることになる。反射望遠鏡を凌駕した屈折望遠鏡の 19 世紀が到来することになったのである。

初期の色消しレンズはそう大きなものでは

なかったが、屈折望遠鏡による成果は、ドイツのベッセルによってもたらされた。太陽スペクトルの吸収線の発見で有名なフラウンホーファーが製作した 16cm 屈折望遠鏡を使って、1838 年にベッセルは年周視差の測定に成功した。これは直接的な距離測定の最初であった。

そしてアメリカにレンズ磨きの天才、アルヴァン・クラークが登場して、屈折望遠鏡の絶頂期を迎えることになる。リック天文台の 91cm 望遠鏡（1888 年）、ヤーキス天文台の 102cm 望遠鏡（1897 年）がその両雄である。しかし巨大化、重量化も限界に達し、大型屈折望遠鏡の製作は終焉を迎えることになった。

4. パロマーの巨人望遠鏡

29 歳でヤーキス天文台を完成させたジョージ・ヘール(図 5)は、初代の台長に就任した。しかしその位置に安住することはなかった。ヘールはカーネギー財団の寄付を得て、ウィルソン山に太陽観測所を設置し（スノー望遠鏡）、続けて 1908 年には 150cm 反射望遠鏡も完成させた。



図 5 ジョージ・ヘール

ヘールに心酔していたジョン・フーカーは、250cm 望遠鏡製作のための寄付を申し出た。カーネギー財団の多額の寄付も取り付け、1917 年、250cm フーカー望遠鏡が完成した。大反射望遠鏡時代の到来を告げる 20 世紀初頭の出来事だった。

ウィルソン山天文台 250cm 反射望遠鏡の成果は数多くあるが、特筆すべきは1929年、エドウィン・ハッブルが発表した銀河の速度・距離関係(宇宙の膨張を示す)であろう。

さて、ヘールの大望遠鏡への挑戦はまだまだ続く。それは「パロマーの巨人望遠鏡」に詳しいが、筆者が標題の本を手にしたのは学生時代だった。D.O.ウッドベリー著、関正雄、湯澤博訳、鬼怒書房出版の初版本(1950年刊)である。指導教官の図書の中に見つけ、むさぼるように読んだ。5m(図6)という大きな望遠鏡の完成までのいきさつが、計画の推進役であるヘールの人間性と併せて事細かに記されていて、天文を志そうとしていた筆者にはこれ以上の刺激はなかった。

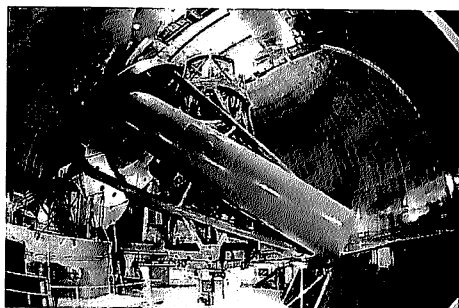


図6 パロマーの大望遠鏡

時は流れ、筆者が西はりま天文台公園の準備に携わるようになり、もう一度「パロマーの巨人望遠鏡」を読み返したいと思ったがもちろん絶版。西はりまの2m望遠鏡計画がスタートした1年後に、成相恭二氏が新たに訳者に加わった岩波文庫版が出版(2002年刊)され、さっそく買い求めた。

ヘールは「もっと光を」を常に意識しながら、ヤーキス、ウィルソン山、パロマーの大型望遠鏡を製作し続けてきた。幾千もの人々が飢餓に瀕している時に、600万ドルを望遠鏡に費やすことの正当性の質問をよく受けたらしい。ヘールは「もっと光を」という簡単な答えで理解させようとしたという。冒ばか

りが要求し、頭は眠る人種の出現を憂えたのである。3つの天文台は「もっと光を」というヘールの一生を通じての叫びを反響させ続けるシンボルである、と著者のウッドベリーは言う。

パロマーの5m望遠鏡は、完成の1948年から約50年間、天文学の世界に君臨し続けた。機械工学的な望遠鏡としては今でも最高性能の望遠鏡だと言える。その大口径を生かした約300の銀河を集めた写真集「アープカタログ」、クエーサーの発見等大活躍をした。筆者の小、中、高、大学生活を通じて目にした、様々な書籍の美しい天体写真の90%以上がパロマーのものだった。1976年に旧ソビエト(ロシア)が、クリミヤ高原に口径6mのBTA(Big Telescope Azimuth)(図7)を作ったが、パロマーの5mに精度も成果も遠く及ばない。

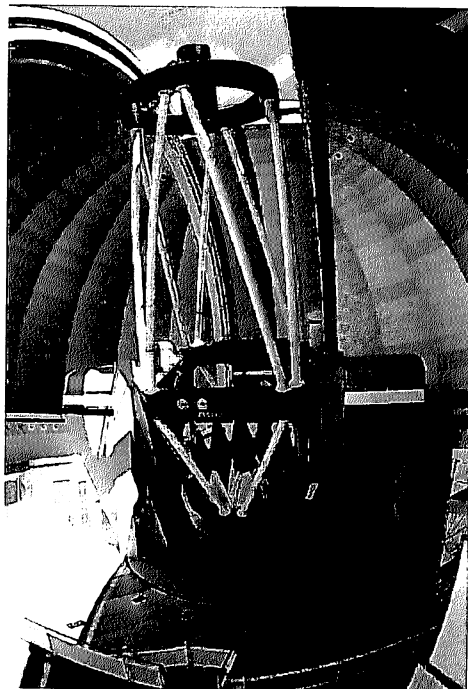


図7 BTA (Big Telescope Azimuth)

ヘールはこれまでの無理がたり、1910年頃から病魔と闘うことになったが、大型望

遠鏡への夢を捨てることはなかった。当初は7.5m 望遠鏡の構想を持ったが、鏡材の問題より運搬の困難から計画を断念し、口径5mに縮小したという。ヘールが完成を待ち望んだ5m 望遠鏡であったが、計画がスタートして10年後の1938年、病魔は彼の永遠の休息を選択してしまった。

5. すばるへ

ロシアの口径6m 望遠鏡 BTA は、未だコンピュータ技術が発展途上にあったため、経緯台式の制御その他に無理があったと言われる。20世紀後半から現在の大型望遠鏡は、コンピュータによるシステム全体の制御と、高感度、高精度の電子的な観測機器の採用、情報の蓄積や解析のデジタル化が大きく貢献し、飛躍的な発展を見ることになった。

もちろん望遠鏡の基本は口径である。よく知られているように、口径を増すことは集光力と分解能を高める。その口径の持つ能力を最大限に引き出せるシステムと調和させることが重要な要素となってくる。

我が国では前述したように、国立天文台岡山天体物理観測所の188cm 望遠鏡が最大のものであった。この望遠鏡の歴史は、5mのヘールとは違った意味で大きな重みがある。

188cm 望遠鏡の立役者、萩原雄祐が東京天文台長に就任したのは戦後間もない1946年10月のことだった。奇しくも筆者の生年月である。天文台の復興と拡大に精力を注いでいた萩原は、欧米の天文台を歴訪し、我が国の立ち後れを痛感したという。そこで飛び出したのが1953年新春講書始めの天皇直訴事件である。帝国憲法では直訴は死刑だったため相当の覚悟だったという。1億5000万円ほどの要求だったが、出席者の評判は悪くはなく、早くも同年5月に学術会議から政府に要求が出され、翌年6月に予算が国会を通過している。国債による初めての科学研究施

設の建設であったことも当時の意気込みを感じさせる。

岡山の188cm は利用効率のすこぶる高い望遠鏡であった。しかし海外には既に3~4m級の望遠鏡が多数活躍を始め、このままでは我が国の観測天文学は再び立ち後れてしまうことが必定であった。1970年代半ば、次期望遠鏡計画の検討が始まった。1982年に野辺山宇宙電波観測所の45m 電波望遠鏡が稼働し始めたのをきっかけに、大型望遠鏡計画の具体的議論が本格化した。国内中口径という慎重派と海外大口径という冒険派に意見は分かれたが、1985年、学術会議天文研連の場で海外大口径望遠鏡の建設が方向付けられた。後に口径8.2mに改められたが、次期大型望遠鏡計画(JNLT)は口径7.5mでスタートすることになった。

東京天文台は1988年に国立天文台として独立し、大型望遠鏡の建設費が1991年から9年計画で計上されることになった。

「すばる」という愛称を抱くことになった8.2m 光学赤外線望遠鏡(図8)は、1999年にファーストライトを迎えた。岡山天体物理観測所40年の歴史と実績がなければ「すばる」は存在しなかったかもしれないと言われるほどであるが、もう一方で「すばる」がヘールの5m 望遠鏡を凌駕できたのは、技術革新そのものであった。いわゆる能動光学、補償光学の導入である。

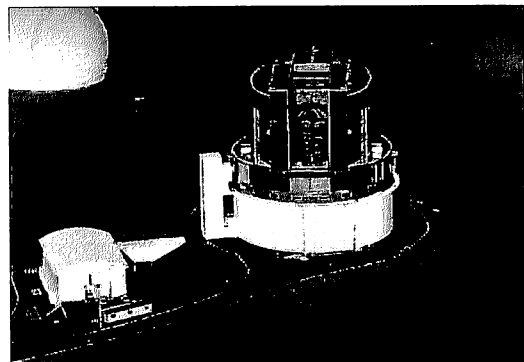


図8 すばる望遠鏡

すばる望遠鏡では、大口径で高精度の反射鏡を実現するために、コンピュータ制御のアクチュエータ 261 本を主鏡裏面に取り付け、常に主鏡の形状を補正するという能動光学を採用し、理想的な鏡面形状を実現した。さらに地球大気の乱れ（シーイング）をリアルタイムで補正する補償光学技術も一部採用し、温度変形等も克服して、考え得る最高精度の望遠鏡を実現した。

すばる望遠鏡は、世界で活動中の 8m クラスの望遠鏡の中でも傑出した能力を持ち合わせていると言えよう。

6. すばるの仲間たち

現在、すばる望遠鏡のほかに活動している同じクラスの望遠鏡は 16 基もある。

(1) ハニカム鏡

主鏡内部が蜂の巣状に中空にして軽量化を図っている。強度はあるが、温度変化への対応が遅い欠点がある。

a. Multi-Mirror Telescope(MMT)

アメリカ・アリゾナ大学とスミソニアン研究所がホプキンス山に建設した口径 6.5m のハニカム単一鏡である(図 9)。2000 年に完成した。

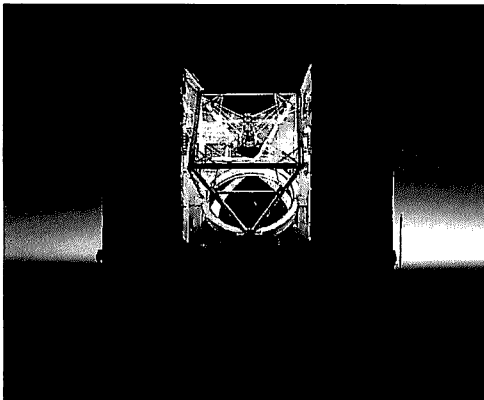


図 9 Multi-Mirror Telescope(MMT)

b. MAGELLAN 望遠鏡

カーネギー財団が運営する南米チリのラス・カンパナス天文台に設置されている口径 6.5m の 2 基の望遠鏡(図 10)。ウォルター・バーデ望遠鏡と名づけられたマゼラン I は、2000 年に完成、ランダン・クレイ望遠鏡と名づけられたマゼラン II は、ハーバード大学、ミシガン大学、マサチューセッツ工科大学も加わって 2002 年に完成した。いずれもハニカム単一鏡である。



図 10 MAGELLAN 望遠鏡

c. Large Binocular Telescope(LBT)

アメリカ・グラハム山に 2006 年に完成した 8.4m 単一鏡を 2 枚同架せた双眼望遠鏡。11.8m 相当の口径を引き出すことができる。イタリア、アリゾナ大学、マックスプランク研究所などが運営する。

(2) メニスカス鏡

すばる望遠鏡同様、直径に比べて厚さが極めて薄い主鏡を使用。鏡面精度を高めるため、鏡の裏面からアクチュエータで制御する。もっとも高い解像力が実現できるが高度な技術が必要。

d. GEMINI 望遠鏡

イギリス、カナダ、アメリカ、チリ、オーストラリア、アルゼンチン、ブラジルが

運営する2基の8m鏡。薄型単一鏡である。1基はハワイ・マウナケア山に1999年設置され、もう1基は2002年、南半球のチリ・パチョン山(図11)に設置された。

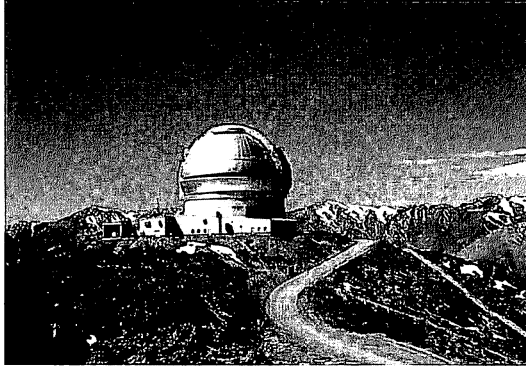


図11 Gemini 望遠鏡 (チリ)

e. Very Large Telescope(VLT)

ANTU、KUEYEN、MELIPAL、YEPUNの4基の8.1m望遠鏡から成る。1998年から2000年にかけてチリのパラナル山に建設されたヨーロッパ南天天文台(ESO)の主力機(図12)。薄型単一鏡で、個々の望遠鏡が単独で使えるとともに、4基を干渉計として利用し、口径16.2mの集光力が実現できる。

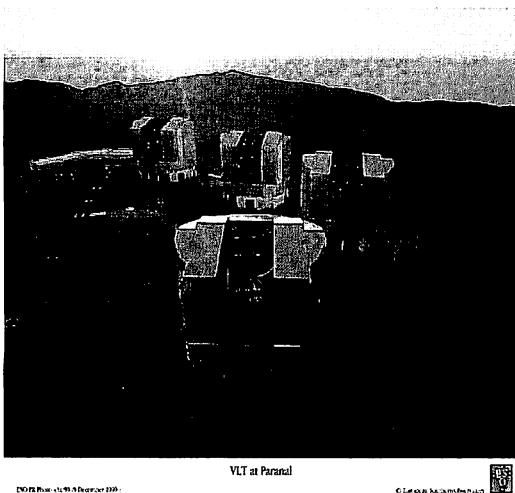


図12 Very Large Telescope(VLT)

(3) 分割鏡

直径1~2mの鏡を組み合わせて大きな主鏡を実現したもの。制御が難しい、星像が乱れやすい等の欠点がある。

f. Hobby-Eberly 望遠鏡(HET)

1996年にアメリカ・フォウルクス山に建設された口径11m、有効径9.2mの複合球面鏡。1mの6角鏡91枚を組み合わせている。テキサス大学マクドナルド天文台、ペンシルバニア州立大、スタンフォード大などが運営する。

g. KECK 望遠鏡

ハワイ・マウナケア山に位置する2基の10m鏡、ケックIとケックII(図13)。干渉計として使えば口径14.6mの能力を引き出せる。1993年、1996年に完成した。1.8mの6角鏡36枚を組み合わせた複合放物面鏡。

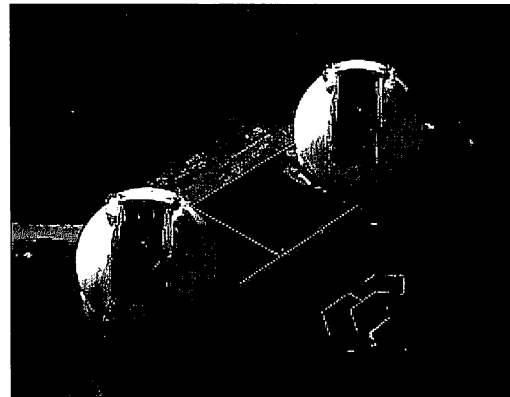


図13 KECK 望遠鏡

h. South Africa Large Telescope(SALT)

南アフリカ・サザerland天文台に2005年完成した口径10.2m相当の複合球面鏡(図14)。1mの6角鏡を91枚組み合わせている。ドイツ、ポーランド、アメリカ、ニュージーランドが運営に加わっている。

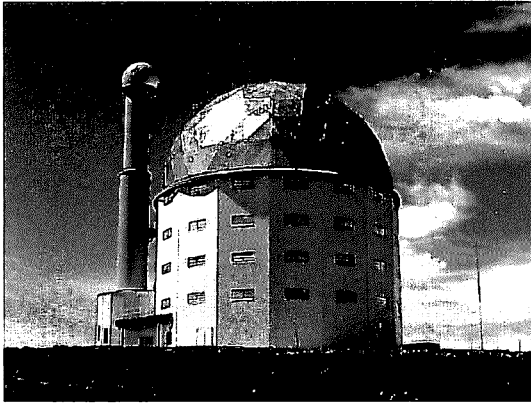


図 14 South Africa Large Telescope(SALT)

i. カナリア大望遠鏡(GTC)

カナリア諸島ラ・パルマ天文台にスペイン、メキシコが 2005 年に設置した口径 10.4m の複合球面鏡。

7. なゆた望遠鏡

口径 8m 望遠鏡が珍しくなくなった今、地上望遠鏡は今後どこへ向かうのであろうか。様々な計画書を見ると、ヨーロッパでアメリカで、そして日本で口径 100m、50m、30m、20m といった超巨大望遠鏡の予想図が出始めている(図 15)。

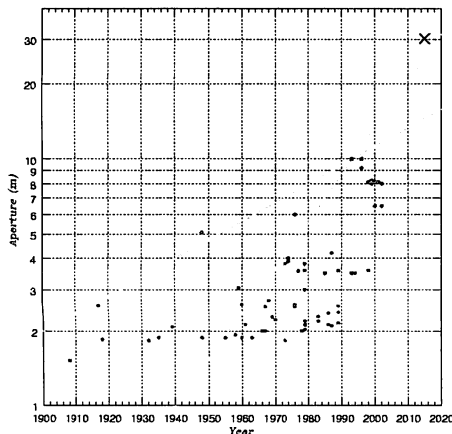


図15 望遠鏡大口径化の歴史 1990年代に入って大口径化は加速し、今後は超大口径望遠鏡の時代になるだろう。×印は口径30mの予想完成年(2015年)

ギネスゆえに、これらにも触れたいが紙数が尽きかけている。拙文の最後に小振りになってしまうが、私ども西はりま天文台公園の 2m なゆた望遠鏡(図 16)を紹介しておこう。

なゆた望遠鏡はすばる望遠鏡の製作技術が数多く生かされている。望遠鏡が小さいだけにアクチュエータもなければ油圧も利用していないが、機械精度、制御機構をはじめシステム全体で完成度の高い望遠鏡に仕上がった。

特に公開天文台として自慢できるのは眼視観望装置の光学性能の良さである。光を無駄にしないように、広い範囲にわたって良像が得られるように、といった条件を見事にクリアすることができた。シーイングの良い空も多く、回折限界に近いところまで観測可能なこともある。2m という集光力は、星雲や星団の色も浮き立たせてくれる。2m ならではの世界が広がっている。

なゆた望遠鏡はカセグレン焦点とナスミス 1、ナスミス 2 の計 3 カ所の焦点を持つ。カセグレン焦点には可視 CCD カメラと 3 波長同時観測近赤外線カメラが装着しており、交換機構で 2 つの観測機器を入れ替えることができる。ナスミス 1 は可視分光器、ナスミス 2 には超高感度カラーハイビジョン VTR カメラと眼視観望装置が用意されている。これらの観測機器を使って、研究員自身で、また市民と一緒に、研究活動を展開しようという準備を進めている。

天文台として取り組みたいのは、まずは美しく教育的に役立つ天体画像集の作成である。彗星のスペクトル観測から彗星の氷結温度を解明しようという観測、食連星の光度曲線解析や分光分析、超新星の分光観測等は既に始まっているし、活動銀河核の構造解明に向けての観測も緒についた。赤外線カメラの調整が終わると、若い星団中の赤色矮星や褐色矮星にチャレンジしようという計画もある。外部研究者とも共同で、太陽系外惑星の

トランジット観測も成果をあげつつある。小惑星にも、カイパーベルト天体にも、というように対象は大きく広がる。

大望遠鏡の時代に 2m ごときでパイオニア的な観測はできないだろうが、プレオネに新しくできあがったリングが発見できたように、宇宙では何が起こるかわからないという面白さがある。

最後に再びヘールを登場させよう。1922年、イタリアに考古学者のプレステッドと旅行をしたヘールは、ガリレイの最初の望遠鏡と対面するため博物館に赴く。ガリレイの望遠鏡を無性に眺めてみたくなったヘールは、イタリアの天文学者アベッチの骨折りでガリレイの望遠鏡を借り受け、実際に覗いてみたという。そしてその視野にはガリレイが見たのと同じ木星が輝き、4つの衛星も見ることができて大きな感動を覚えるのである。何の情報も知識もなく、粗末な機械で、そして自己の創意と根気で大自然の謎を切り開いていたガリレイに尊敬の念を禁じ得なかったのだという。2m なゆた望遠鏡を手にした私たちだが、学ぶべきはガリレイの精神であり、ヘールの謙虚さではないかと思う。

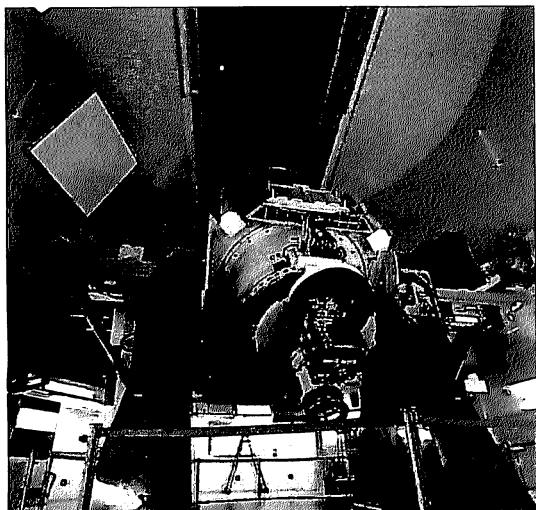


図 16 なゆた望遠鏡

参考文献等

月刊星ナビ 12月号；黒田武彦（アストロアーツ）pp100-107、2004

理科年表 2007年版；国立天文台（丸善株式会社）

国立天文台岡山天体物理観測所 40周年記念誌；2001

パロマーの巨人望遠鏡（上）（下）；D.O.ウッドベリー著、関正雄等訳（岩波文庫）2002
望遠鏡—宇宙の観測；海部宣男著（岩波書店）2005

TAO PROJECT；東京大学理学系研究科天文学教育研究センター、2005

兵庫県立西はりま天文台公園

<http://www.nhao.go.jp/>

国立天文台

<http://www.nao.ac.jp/>

パロマー天文台

<http://www.astro.caltech.edu/palomar/>
Big Telescope Azimuth (BTA)

[http://www.sao.ru/Doc-en/Telescopes/
Multi-Mirror Telescope \(MMT\)](http://www.sao.ru/Doc-en/Telescopes/Multi-Mirror%20Telescope%20(MMT))

<http://www.mmt.org/>

MAGELLAN 望遠鏡

<http://www.ociw.edu/magellan/>

Gemini 望遠鏡

<http://www.gemini.edu/>

Very Large Telescope (VLT)

<http://www.eso.org/paranal/>

KECK 望遠鏡

<http://www2.keck.hawaii.edu/>

South Africa Large Telescope (SALT)

<http://www.salt.ac.za/>