

南アフリカ 1.4 m 赤外線掃天望遠鏡建設の経緯

佐藤修二，長田哲也，河合利秀，

加藤大輔，栗田光樹夫

〈名古屋大学理学研究科素粒子宇宙物理学専攻 〒464-8602名古屋市中種区不老町〉

e-mail: sato@z.phys.nagoya-u.ac.jp

科学研究費「マゼラン星雲大研究」で、南アフリカのサザーランド観測所に口径 1.4 m の経緯台赤外線望遠鏡+ SIRIUS カメラを建設中で、2000 年 11 月 15 日に開所し、27 日にファーストライトを迎えた。ここにいたった経緯を紹介する。

1. ことの発端

本研究計画の当初、私達はすばる望遠鏡の観測装置開発に大わらわだったので、「マゼラン大研究」による南半球進出を勧められた時、あまり乗り気にはなれなかった。しかし掃天という仕事には、一貫してずうっと興味があった。省力化のため、計画調書の段階では、外国製品の望遠鏡全体を一括購入することにして、日本 2 社、アメリカ 2 社、イギリス 1 社に当たった。我々の予算から見て、可能な価格であったのは、海外の 3 社で、交付決定（平成 9 年）後、そこを訪ねて、輸入の手続きを始めようとした途端に、銀行や証券会社の倒産が相次ぎ、日本経済は危機的状況となり円は急落した。

計画調書作成当時（1997 年）は為替レートは 110 円/米\$ 近辺であったものが、交付申請時（1998 年）には円は 135 円/米\$ になり、なお激しく変動していた。135 円だとやや予算不足（といっても～千万円！）。柄にもなく、経済動向等も調べたが、先行き不透明、ある経済アナリストによれば近く中国人民元の切り下げ、そうすれば 1 ドル = 160 円もありうる、との話もあった。「いざとなったら領域研究全体から 100 万円ずつ出しかって 2000 万円を調達補填しましょう」と領域全

体からの申し出もあったが、そうしても「作る」だけで、全予算は潰えてしまい、研究のための資金がなくなる。

南半球に余っている既設の口径 1 m クラスの望遠鏡時間を“買って”マゼラン星雲を観測することも考えたのだが、「専有したい」という意見が強く、宇宙研にある 1.25 m 赤外線望遠鏡を移設できないか？まで相談した。これも、内外に賛否が飛び交うばかりで過ぎていった。当時の我がグループはすばる観測装置の開発で、すでに手一杯の上に、この望遠鏡に搭載されるサーベイ用赤外 3 色カメラ（シリウス）製作も大変になるであろう。優柔不断の長考の末、知人友人先輩に相談したら「自分たちで作ってみてはどうですか？」時を同じくして、作りたいと言う者が出てきた。アメリカの友人からの噂で、近くに主鏡の出物があることも薄々わかってきた。

2. サイトの選択

マゼラン星雲が観測可能なサイトとして、チリ、オーストラリアと南アフリカがある。オーストラリアは昔に何度か観測に行ったことがあるが、天気が悪いのが難点だ。チリの好天は世界でも指折りだし、すでに名大理が電波望遠鏡「なんてん」を擁して進出して活動している。が、遠い上に、建

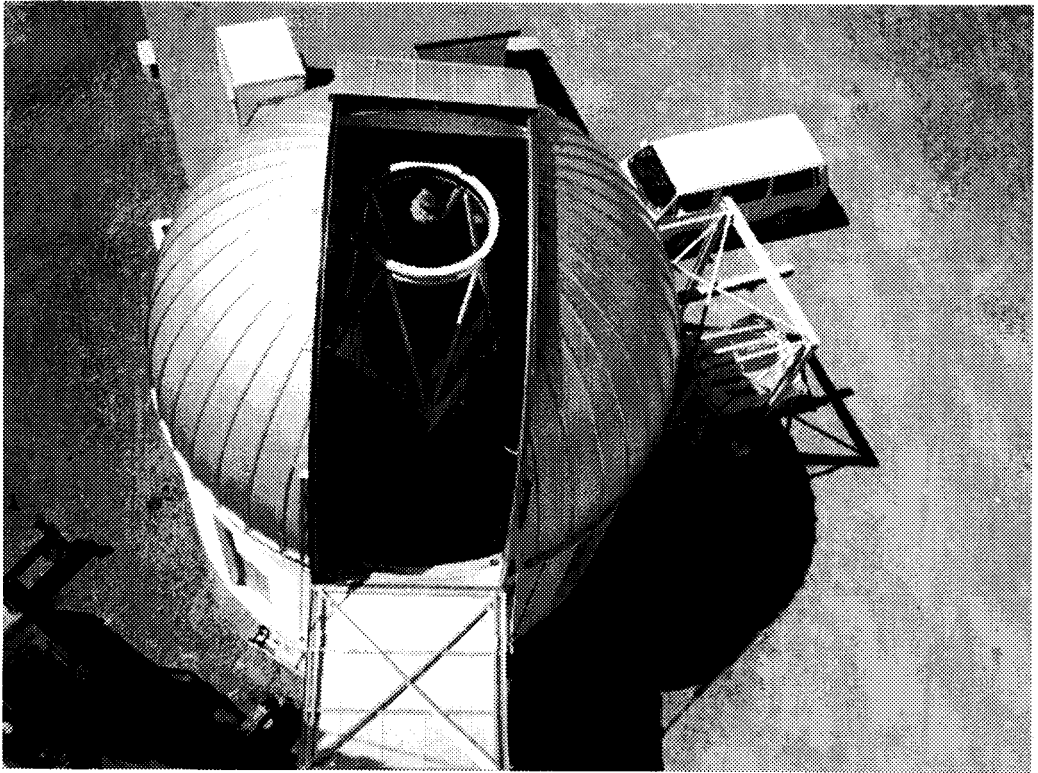


写真1 空中から見た南ア 1.4m 赤外線掃天装置

屋の費用負担は当然ながら、その上毎年の維持費も要求されることが難点だ。これに対して、南アフリカ天文台はこちらからの申し出に応じてドームと観測棟を建設して提供するという。光学赤外線望遠鏡にとって、建物は不可欠であるが、科学研究費補助金では、建物／仕器への経費支出は不可能である（研究とは直接関係ないから）。その頃はイギリスの2m望遠鏡進出計画が遅れ（今もなお）、SALT（Southern African Large Telescope；口径10m分光専用望遠鏡）計画の資金集めの中休みで、南アフリカ天文台はお金の融通ができたのだそうだ。国際舞台への復帰への強い思いもあったであろう。南アフリカの晴天率、シーイングも一通り調べた。測光夜が50%、シーイングは0.9"、これらの数値は決して悪くない。そこで

1998年8月南ア天文台と名大理学研究科の間で学術協定書を取り交わして、10年間の研究協力を約束した。

建物とドームは南アフリカ天文台が費用と作業を全部負担してくれた。建物の“窓”を広くとり、観測床をアルミグレーチング（側溝蓋）にすることで我々の要求するレベルには十分であると考えた。望遠鏡はドームと窓を開けば、空と床に向かって“吹きっ曝し”に近い格好である。風が舞って気流を乱せば、等温でも星像は乱れるのかなあと考えている。

3. 望遠鏡の建設

望遠鏡の架台は経緯儀とした。経緯台は赤道儀と違って一工作機械の動作そのものであると思

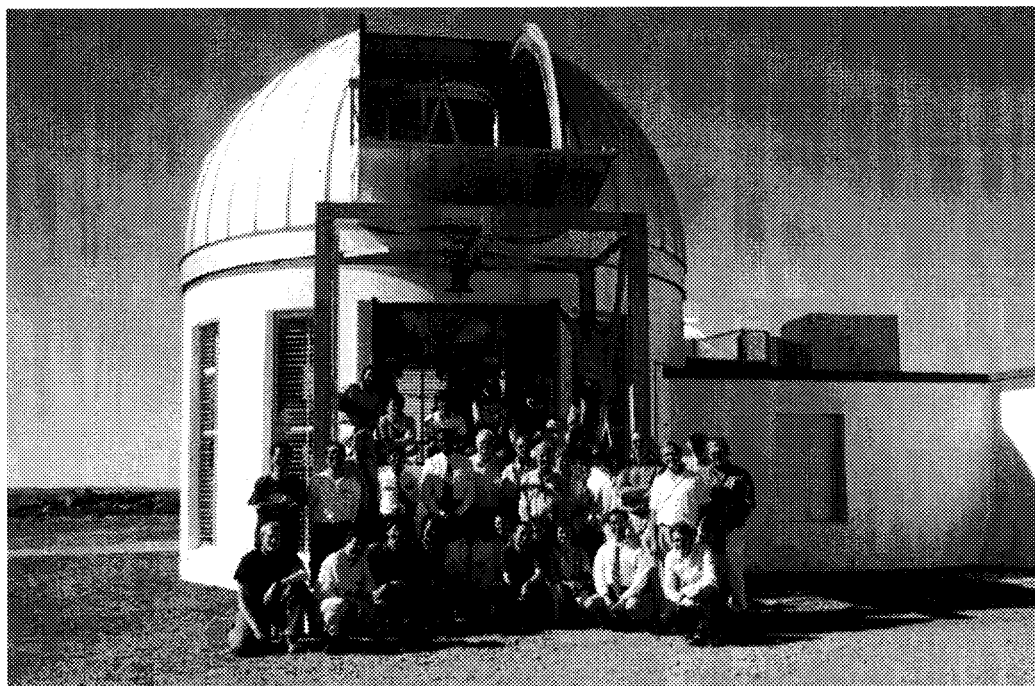


写真2 開所式のあとの記念撮影，後ろに 1.4m 望遠鏡と観測棟の一部が見える

う。架台は会社との「共同研究」として，お互いにとっての「勉強」とし，そこで経費と人力と「作る楽しみ」（他愛もない楽しみに過ぎないが）とを折半しよう。そうすれば予算の範囲（～一億円）で望遠鏡は製作できるかもしれない。そういった訳で，大学からとメーカーや下請けも含めて，約 10 人がこのプロジェクトに専念した。この大半は，20 才代の若者であった。名古屋大学からは長田が指揮をとり，河合が現場で指導をしつつ大学院生（加藤，栗田）2 名が 1999 年 11 月から 2000 年 4 月までの 6 ヶ月間工場に住み込んで作業と測定をくり返した。西村製作所やソフト会社の若い人々もずうっと付きっきりであった。

科学研究費である以上，少しくらい研究がましいこともなさねばならない。日本の誇る品質管理（良い）と量産技術（安い）の「恩恵の利用法」つまり要素開発をすることなくアSEMBLするのみで，そこそこの研究レベルの「単純明快な望

遠鏡」を作る研究をしよう，— 1) 指向 (Pointing) 精度，2) 追尾 (Tracking) 精度，それに，3) 光学面精度，があれば，“OK ≡ 贅沢は言わない” — といった望遠鏡～工作機械ができないか？と考えた。方位軸ベアリングは THK の R ガイド（普通は油圧軸受），フォークは市販の圧延 H 鋼の溶接構造，エンコーダはハイデンハイン（ドイツ製），モーターは横河の Dyna Servo モーターである。品質管理された量産品においては日本は“世界最先端”であろうから，それらの一級／特級の部品をどう知り組み合わせるか？が課題である。よし，架台はこれで行こう。

全体の基準面となる直径 3 m の方位ベース円盤は，1999 年 8 月から 10 月にかけて，ナカサク（滋賀）で切削して，熔接もそこで行なった。測定データもきちんとしていたし，熔接痕もきれいな出来映えで感心した。1999 年 11 月，西村製作所（京都）に搬入。そこで，一応の組み立てを行

った後、田中 済さんに見ていただいた。いくつかの注意点をいただいた後、「構造と駆動はこれで行けるでしょう」。

駆動ソフトはシーク電子と JSC の 2 社が担当した。H 鋼フォーク構造とメガトルクモーターとの共振に泣かされた。H 鋼フォークのリップ間隔が“腹”となって（鉄板の厚さが 6 mm しかなかった）震えた。我々は、動的解析ができなかった（に気付かなかった）。サーボにイコライザーを挿入したり、H 鋼フォークの“腹”に鉛板を張って減衰させ、なお残った 50 Hz 付近の共振の抑えはモータに速回しと遅回しのゲイン切り換え回路を加えて回避した（こんな膏薬貼りのような処置でよいのかなあ？これら耐震、免震、制震の技術については、長い間研究されてきた基本的なことがらであろうから、工学系の先生に、いつか講釈を聞かせてほしいものだ）。そんなこんな半年の末に、2000 年 4 月になって、ようやく快調に動くようになった。

鏡は購入することにした。当初、国内で調達しようと奔走したのだが、たかが小口径の鏡なのに、金額的にも時間的にも技術的にも困難ばかりで、円安で輸入も儘ならず、立ち往生した。呆然としていたところに、たまたま鏡（ロシア製低膨張ガラス；口径 1.4 m；F10）の“出物”の噂があった（この鏡は、ロシアで磨かれ、数奇な運命を辿ってアメリカに渡り、そして日本に来て、アマチュア天文グッズ販売店の倉庫の中で眠っていた）。測定データはすべて揃っていた。レニングラード光学工廠（ロモ）の干渉測定試験付で、それを見るかぎり、面精度 1 / 20 波長（p-v）の見事な出来映えのものであった。

2000 年 4 月末から、試験観測を始めた。一番

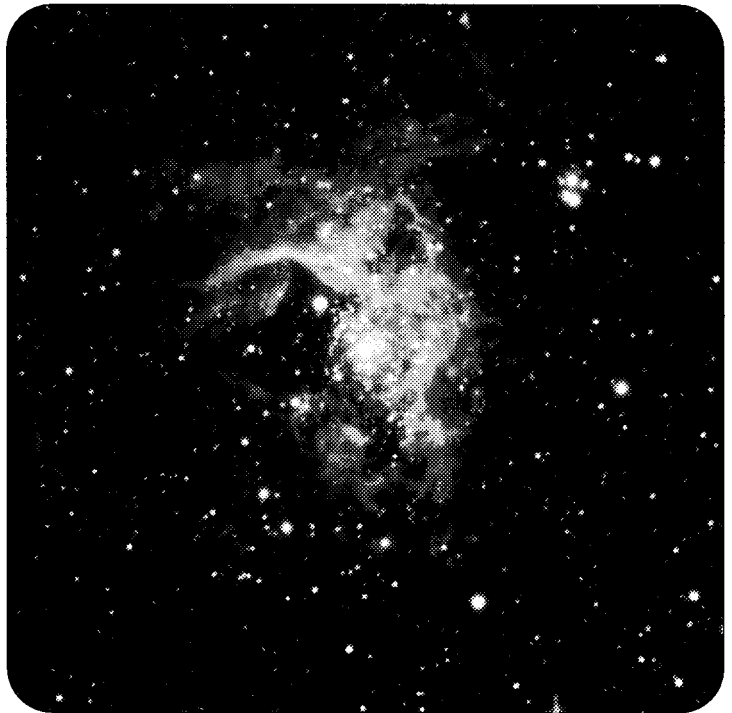


写真3 ファーストライト写真；赤外 3 色カメラ（シリウス）で撮った大マゼラン星雲中の 30 Dra（毒くも星雲）

困ったのは、工場内が狭いために“大空”が見わたせず、指向／追尾の駆動試験が思うにまかせないことであった。2 π ステラジアンが見わたせれば、直ちにわかるパラメータが振れないのだ。工場の窓から見える限りの 10° × 20° の範囲の狭い空の星で、指向（Pointing）と追尾（Tracking）精度と光学系の試験をやった。（アリゾナで見た 2 MASS 望遠鏡（M 3 社）では、だだっ広く高いだけの（他に何も無い）工場で組み立て、試験をしていた。ただの空間さえあれば済むのに！）

工場内での機械的／電氣的測定には、手間暇と余分になったお金を掛けた。工場内試験では、指向精度は天頂部ほぼ半天にわたって 2 秒角 rms、追尾精度は 3 秒角／時間、ハルトマン定数 0.3 秒（この値はよくない、あとは現地調整でさらなる向上を期待するのみ）。

こんな良い加減な望遠鏡作りで「マゼラン星雲

『大』研究』までたどり着けるのかなあ?との不安がないわけではないが、どうせ自分たちのミスだから自分たちで直せるだろうとたかを括って進めている。

4. 今、サザーランドにて

2000年6月末、工場試験完了、7月に入って解体、梱包、7月26日神戸出港、8月27日ケープタウン着、9月9日から、7名(長田、河合、加藤、栗田、西村、関、柿本)が名古屋空港からケープタウンへ、11日、現地(サザーランド)に赴き、2001年からの観測開始に向けて現在建設中。

仕様	主鏡口径	1.4 m	F 3
	副鏡口径	40 cm	合成 F 10
	フリクション直接駆動		
	経緯台	総重量	15 トン
12月26日現在の値,			
	指向精度 (無補正)	16 秒角 rms	
		(TPOINT 補正後) 3 秒角 rms	
	追尾精度	0.4 秒角 / 5 分 @~南中 $z > 5^\circ$	
	ハルトマン定数	0.4 (測定中)	

搭載される装置 SIRIUS (近赤外 3 色同時カメラ) は、マウナケア UH88 望遠鏡で第 2 回試験観測を終了後、サザーランドへ直行、11 月初めに合流、輸送中、中破し、応急復旧して、11 月末ファーストライト (写真 3)。

最後に

長谷川哲夫特定領域代表者をはじめ各班研究代表者の方々には、このような“研究開発”を許して下さった度量に感謝しています。

名古屋大学理学部物理金工室および理学研究科事務の方々の援助と寄与にはほんとうにお礼を言い尽くせない。このような開発環境を整備された歴代の諸先輩に感謝します。

11 月 14 日にはケープタウンで南ア-日本合同ワークショップ、翌 15 日には、現地サザーランドで、完成式とファーストライトとして、47Tuc (巨嘴鳥座) と 30Dra (毒くも星雲) を眼視で行いました。日本側から 20 名、南ア側から 15 名の参加で、思わぬ多人数になりました。(当夜、破損していたシリウスカメラは復旧し、11 月 27 日にファーストライトを迎えることができました; 写真 3)。

現況をご報告いたしますとともに、今後とも御支援の程、重ねてお願いします。

Construction of 1.4m Infrared Telescope in South Africa

Shuji SATO

Tetsuya NAGATA

Toshihide KAWAI

Daisuke KATO

Mikio KURITA

Department of Astrophysics, Nagoya University

Furo-cho, Chikusa-ku, Nagoya, Japan

Abstract: We have constructed 1.4m Infrared Telescope at Sutherland, South Africa, as one of the key projects of the "Thorough Study of the Magellanic Clouds", Grant-in-Aid for Scientific Research, Monbu-sho. The opening ceremony was held with first lights on 15th of November 2000. Episodes of the construction are told.