



か、という点です。これもまたお決まりの質問として、「この望遠鏡ではどれくらい遠くまで見えるのですか？」というものがあります。光源から出た光は、距離が2倍になると2×2の面積を照らし、3倍になると3×3の面積を照らすために、1/4、1/9の明るさに見えるようになっていきます。つまり、天体の明るさはその天体までの距離の二乗に反比例して暗くなっていくのです。さらに、宇宙の膨張の効果を考えて、光が50億年かかって私たちに届いた銀河、100億年かかって届いた銀河、の場合は、2×2の4倍以上にどんどん暗くなっていきます。そのために集光力が必要なのです。

集光力はレンズや鏡の面積に比例します。20世紀になり、ついに口径100インチ、2.54mという大望遠鏡が1917年にウィルソン山に建設されます。20世紀前半は2mクラスの大口径反射望遠鏡が世界の天文学を牽引する時代でした。

2. 国家プロジェクト、岡山天体物理観測所の1.88m望遠鏡

「…反射望遠鏡の設置について」という日本学術会議会長の文書が内閣総理大臣に提出されたのは1953年のことでした。第2次世界大戦の戦争の惨禍から立ち直りつつあった日本の国家プロジェクトだったのだと思います。21世紀になって発行された40周年記念誌に当時の国立天文台長が書かれているものを引用しましょう：

私が『天文月報』を読みはじめた高校時代、その表紙やグラビヤを毎号のように飾っていたのは、岡山の74インチ望遠鏡建設の進捗レポートだった。当時の「岡山」への期待の大きさが、よくわかる。ある意味では、今日のすばる望遠鏡に対する以上の大きな期待が寄せられていたと言ってよいだろう（海部宣男さんの巻頭言より）。

岡山は日本国内で高い晴率を誇る「晴れの国」であり、さらにまた、安定した大気状態によって天体の像がゆらぎを起こしにくいことも、この当時の観測からわかったのです。

英国のグラブ・パーソンズ社から購入され、観測が1960年に開始された口径1.88m(74インチ)の望遠鏡は、その姉妹機が世界中で活躍していました。(蛇足



図2:国立天文台岡山天体物理観測所の航空写真。北側から撮影されている。右下の大きなドームが1.88m望遠鏡。京大3.8m望遠鏡が設置される予定地は左下隅の土が見えている場所。

ですが、わずかに口径の大きいフランス・オートプロバンスの望遠鏡に高分散分光器を組み合わせ、1995年に人類は初めて太陽系外の惑星、ペガサス座51番星bを発見したのです。)さらに海部さんの言をお借りすると、「その中で岡山の特徴の一つは、運用から新たな装置開発までを、純粋に日本人、すなわち非欧米人の手でやったことではないだろうか。当時の世界では大変珍しいことだった。(中略)経験とシステムを持った欧米人に頼らず、自前で新しい大型装置を運用し科学を進めるのは、言うは易いが困難だ。(中略)だがこの「自前」の姿勢は、結果として他に替え難い実りをもたらした」のだと思います。

3. 京大岡山3.8m望遠鏡計画

もちろんその実りとは、「岡山で育った経験をコアに、新興の赤外線天文学や電波天文学のスタッフの力も結集して生まれた」ハワイのすばる望遠鏡のことで、そういう8mから10mという口径の望遠鏡が国家プロジェクトとして活躍する時代に、一方で、「自前」でできるだけ大きな望遠鏡を作り、試行錯誤しながら観測装置の開発や観測研究をのびのびと進めていくこともまた、次世代の天文学を考える時にはきわめて重要なことです。

京大岡山望遠鏡計画の発端は、1990年代半ばにさかのぼります。すばる望遠鏡の建設が始まっていました。可視光から赤外線での観測を行なう望遠鏡として世界のトップレベルのものを手に入れたあかつきに上記のようなことをどう進めていくのか、全国の天文学者が議論しました。京都大学では1999年1月頃に岡山3m望遠鏡ワーキンググループが結成されました。そして、1.88m望遠鏡の後継機として、3m級の光赤外線望遠鏡を岡山天体物理観測所内に建設し、大学間連携という形で京大が中心になって運用しようとの計画を立てました。これに対して、2001年5月に発表された日本学術会議天文学研究連絡会の特別議事録では、「この将来計画は、本委員会が目指す大学における天文学の研究教育基盤の強化という方向に合致しており、天文学研究の総合的な発展のため早期に実現するよう積極的に推進すべき」と書かれています。

2006年には、京大と当時の名古屋大学光赤外線天文学研究室・国立天文台岡山天体物理観測所・ナノオプトクス研究所による覚書が締結されて民間の資金援助による望遠鏡開発がスタートし、ついに2013年度に、補正予算の国立大学法人設備整備費補助金として望遠鏡が採択されました。ただし、今回の予算採択は望遠鏡自体だけでドーム予算はお預けなので、しばらくの間は岡山天体物理観測所のところ(図2の左下隅の設置予定地よりは少し右上に灰色に写っている駐車場の北隅)に仮設の建物を作ってもらい、そこでも十分にできるような調整や試験観測を進めていくことになります。

「試行錯誤しながら研究をのびのびと進めていく」ことの一つが、次世代の望



遠鏡に必要な技術を開発していくことです。第1節に書いたように、「より細かく」見る、そして「より暗い」天体まで見るためには、高解像の性能と大口径化が必至です。こうして、分割鏡による望遠鏡が実現することになりました。すばる望遠鏡を超えるような大口径の望遠鏡の製作には、分割鏡の技術が必須となるためです。

私達が開発した技術の第一は、反射鏡を「削って」短時間で製作することです。歴史に学んでも、高精度な反射鏡を作るのはなかなか大変でした。従来の光学素子の製作は、ガラス板を回転させながら圧力をかけて「磨いて」いくことでなされてきました。これには長い時間がかかり、しかも球面ではない面を作るのはあまり簡単ではありませんでした。

鏡を分割した場合は非対称な面を作ることになり、ますます困難になります。しかし、現代日本の工作機械を使えば、鏡の面を思いのままの曲面に削り出すことが相当の精度でできる

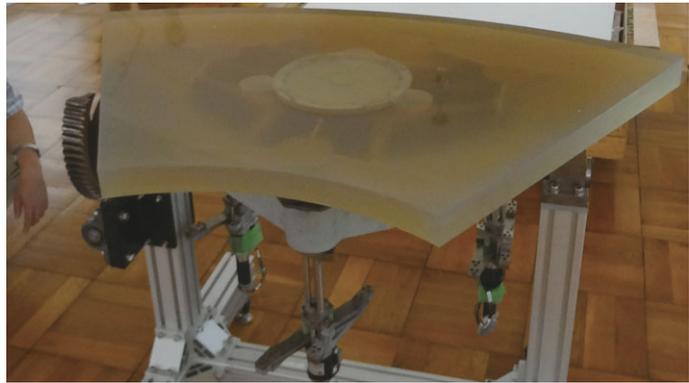


図3: 実験のために支持機構の上に載せた1枚の分割鏡(内周6枚と外周12枚の扇型を組み合わせて口径3.8mの鏡になる)。光を反射するためのアルミ蒸着はまだなされていない。

ようになりました。そしてその後でわずかに磨く工程を入れるだけで、短時間での製作が可能になったのです。次に、そういった分割鏡を、あたかも1枚の高精度な鏡のように位置と傾きを調節して保持し続ける技術の開発です。そしてもう一つ、その鏡を真下からがっちりと支える構造を持ち、三角形を組み合わせた「トラス」によって軽量で堅固な架台を実現した技術です。

4. 京大3.8m望遠鏡が目指すサイエンス

現代天文学の課題を二つあげよと言われたら、宇宙の歴史、つまり星や銀河といった天体がどうやってできてきたかを明らかにすることと、地球外に生命のいる天体を探索すること、と答える天文学者は多いのではないのでしょうか。両方の課題に関係した観測を、この望遠鏡ではきわめてユニークな形で計画しています。



主星のすぐそばの惑星を観測するためには、惑星の1億倍ほど明るい主星を隠さなければなりません。従来の観測よりもさらにクッキリとした像を作り、漏れ出す光を最小限にする工夫が必要です。「試行錯誤しながら研究をのびのびと進めていく」、私たちの望遠鏡が得意とするところです。SEICA(コロナグラフ補償光学使用第二世代系外惑星撮像装置 Second-generation Exoplanet Imaging with Coronagraphic Ao)と名付けた系外惑星撮像用の高コントラストカメラを開発し、木星のような惑星を「見る」ことを目指しています。大気のゆらぎによる像のボケを「補償」する光学の部分に、世界のどこよりも速いフィードバック性能を持たせ、主星の光の揺れをピタリと止めて1億倍のコントラストを実現したいと考えています。

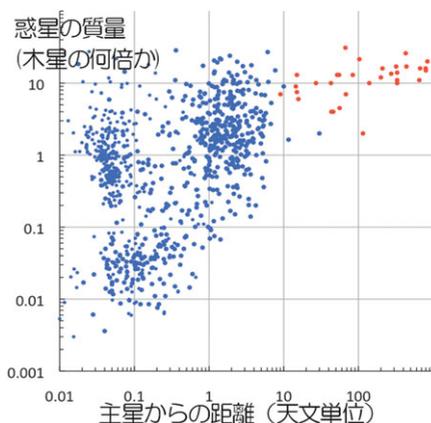


図5:発見された太陽系外の惑星に関する、質量と、主星からの距離のデータ。青丸は恒星面通過やドップラー法などの間接法で発見されたもの。赤丸は直接観測されたもので、主星から近いところはまだ全然「見えて」いないことがわかる。

5. 京大3.8m望遠鏡のこれから

全国の大学や研究機関の天文学研究者の誰もが「研究をのびのびと進めていく」ために使うことができるとともに、小中高の学校教育や社会教育の場に活用できるように、望遠鏡の一般公開も進めたいと考えています。ウェブのページは <http://www.kusastro.kyoto-u.ac.jp/psmt/> です。

皆様の応援をどうぞよろしくお願い申し上げます。

著者紹介 長田 哲也(ながた てつや)



京都大学 大学院理学研究科 副研究科長・教授。専門は赤外線天文学。1957年神戸市生まれ。85年ハワイ大学ポストドク研究員、88年京都大学助手、95年名古屋大学助教授などを経て、2004年より京都大学教授。趣味はハイドンなどを聞くことや、週に1度、いや、月に1度は行きたいと思っている水泳。ホームページ <http://www.kusastro.kyoto-u.ac.jp/~nagata/index.html>