

巨大望遠鏡 「すばる」がとらえた 宇宙 国立天文台にみる天文学の最前線

国立天文台・東京大学教授
家 正則

国立天文台が1984年に構想検討を開始し、16年の歳月をかけてハワイ島の海拔4200mのマウナケア山頂に完成した口径8.2mの「すばる望遠鏡」は、2000年12月から世界中の天文学者によるさまざまな観測に利用されている。ここでは、数々の成果の中から最新の重要な発見についていくつか紹介する。また、天文観測の最前線を切り開くには、新しい先端技術を実用化することが大切だ。すばる望遠鏡の性能を大幅に向上させるレーザーガイド補償光学系の開発や次世代の直径30m望遠鏡構想についても紹介する。

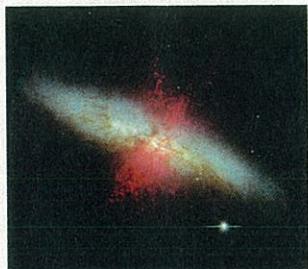
すばるの最新成果

1. 最も遠い銀河を見る

現在、すばる望遠鏡をはじめとして、世界中で直径8mクラスの望遠鏡が約10基活躍中である。しかしながら、すばる望遠鏡以外には視野の広い観測ができる主焦点カメラを備えた望遠鏡はない。このユニークな主焦点カメラが、他の望遠鏡ではできない観測成果を挙げている。

その最大の成果が、遠い銀河の探査観測である。膨張宇宙では遠い銀河ほど、大きな速度で我々から遠ざかっている。遠ざかる速さに応じて、光の波長が長くなる現象があり、これを「赤方偏移」と呼ぶ。赤方偏移の大きな銀河ほど、遠くにある銀河であり、遠い銀河ほど我々が見ている姿は昔

地球から約1200万光年の距離にある不規則銀河M(メシエ)82。すばるは中心部から外側(写真では上下)に向かって、赤い光を放つ水素ガスが噴き出すスーパー・ウインドとよばれる現象を鮮明にとらえた。



の姿であることになる。つまり、天文学では遠い銀河を探し調べることで、宇宙の考古学を研究しているのである。

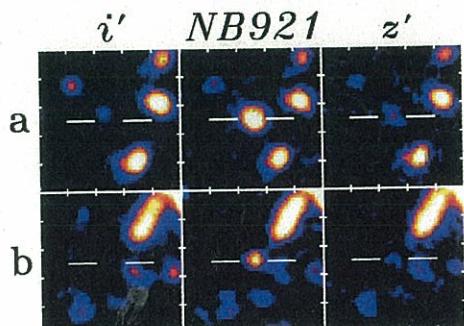
人類が発見した最も遠い銀河のリストを表として右ページに示す。ご覧のようにトップテンの9個までがすばる望遠鏡による発見である。これはすばる望遠鏡が一度に広い領域を観測できること、望遠鏡の性能が極めて良いためである。

宇宙の誕生は今から約137億年前のこと、ビ

「**ビッグバン**」と呼ばれる火の玉宇宙の爆発膨張から始まったとされている。膨張により宇宙は急速に冷えて約30万年後には宇宙の温度が数千度にまで下がり、宇宙を満たしていた光と電子の相互作用が弱まり、宇宙が透明になったと言われている。

この時代が赤方偏移でいうと1000の時代である。その後、恐らく赤方偏移が20から7の間、爆発後2億年から8億年の間に、最初の星や銀河が生まれて成長したものと考えられている。すばる望遠鏡は赤方偏移6.6、爆発後9億年の時代の銀河を見始めていることになる。

もう一息遡ることができれば、銀河の誕生と成長の様子を見ることができそうであり、世界中の天文学者が努力している。



(左) 広い視野の探査から発見した赤方偏移6.6の銀河
(右) 赤方偏移6.6の最遠方銀河。約128億年前の姿を見ている。

No.	名前	赤方偏移	使用望遠鏡
1	SDF	J132522.3+273520	すばる
2	SDF	J132432.5+271647	すばる
3	SDF	J132518.8+273043	すばる
4	SDF	J132418.3+271455	すばる
5	HCM-6A*	J023954.7-013332	6.56 Keck/すばる
6	SDF	J132408.3+271543	すばる
7	SDF	J132352.7+271622	すばる
8	SDF	J132415.7+273058	すばる
9	SDF	J132353.1+271631	すばる
10	LALA	J142442.2+353400	KPNO/Keck

遠方銀河ベストテン。すばるによる発見が上位9個を独占している。

2. ガンマ線バースターの正体の解明

すばる望遠鏡のもう一つの大きな成果は、長年謎の天体とされてきたガンマ線バースターの正体の解明であろう。ガンマ線はX線よりもエネルギーの大きい光子で、核反応などの高エネルギー現象に伴い発生するものである。

核実験を監視するために打ち上げられた衛星が1973年に、偶然宇宙からやってくるガンマ線があることを発見した。その後の研究で、宇宙からはほぼ1日1個の割合でガンマ線が数秒間だけピカリと光る現象があることが分かり、ガンマ線バースターと呼ばれるようになった。

ガンマ線バースターが銀河系の中の天体でないとすると、その爆発のエネルギーはとてつもない規模になるため、天文学者を30年間も悩ましてきた。

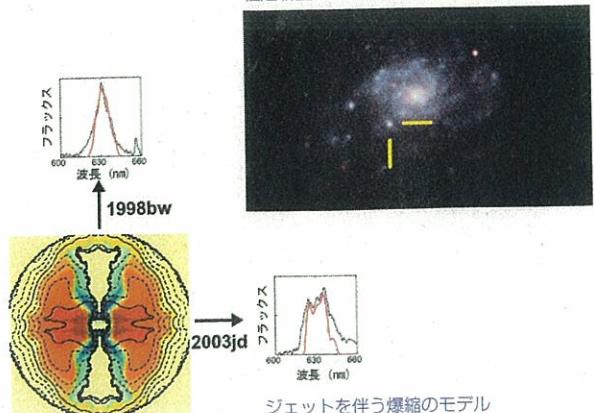
すばる望遠鏡の研究で、ガンマ線バースターの一部が極超新星と呼ばれる爆発エネルギーの大きい超新星爆発の初期を見ているものであることが明らかになってきた。

極超新星爆発は、大質量の星の中心部が突然つ

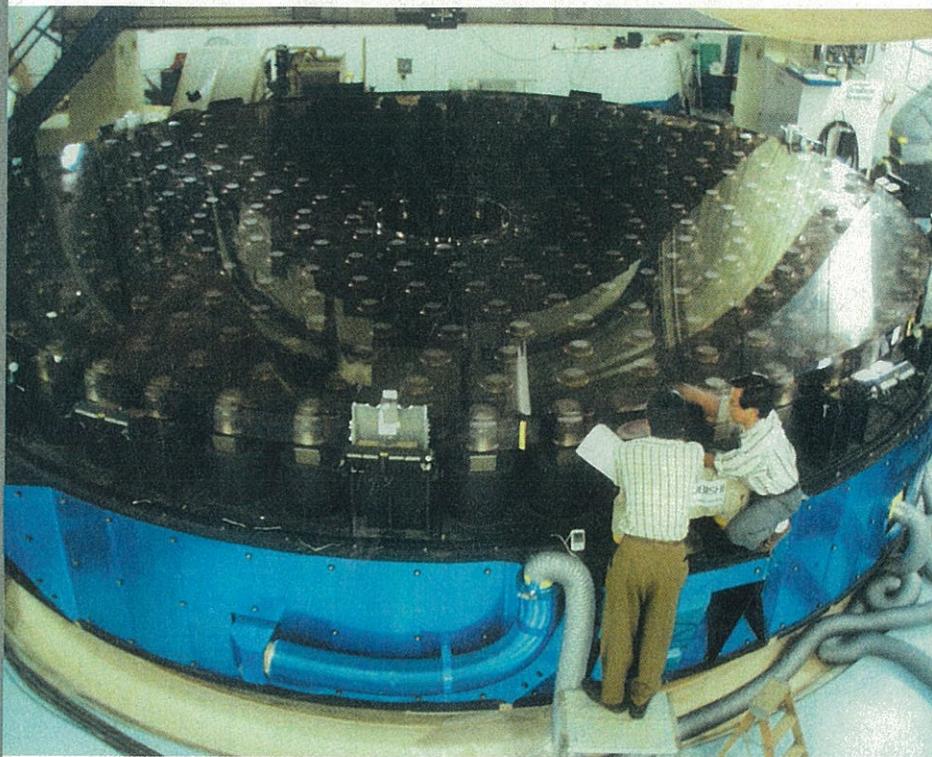
ぶれてブラックホールになるときに起こる。このとき両極方向に高速度のジェットを吹き出しが、そのジェットを真正面から見るとガンマ線バーストとして見えることが、東大ほかの理論グループの研究で明らかになってきたのである。

すばる望遠鏡はガンマ線バースターと極超新星が同じものであることを示す独立な証拠を3つ発見し、この解釈が世界中から注目されている。

極超新星SN2003jdとその母銀河のようす。



ジェットを伴う爆縮のモデル



研磨を完了した世界最大最高精度の8m鏡（すばるの主鏡）。手前横顔が筆者



完成した主鏡鏡材



建設中のドーム



主鏡の輸送風景

最先端技術が支える宇宙観測

3. すばる望遠鏡

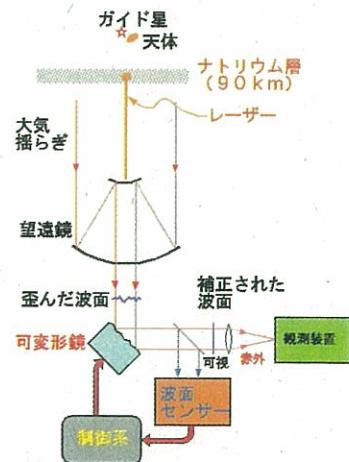
すばる望遠鏡の実現の最大のカギは、直径8mの特殊ガラス製主鏡の製作であった。直径8mもの大鏡を作ることができる工場は当時どこにもなかったため、ガラスをつくる工場とできあがったガラスを磨く工場をすばる望遠鏡のために建設した。おかげで1998年には世界最大で最高精度の鏡が完成した。

良い観測を行うため、すばる望遠鏡のドームや望遠鏡の構造にもさまざまな工夫が施された。すばる望遠鏡の建設には世界中の先端技術が結集されたのである。

マウナケア山頂のすばる望遠鏡ドーム



4. レーザーガイド補償光学



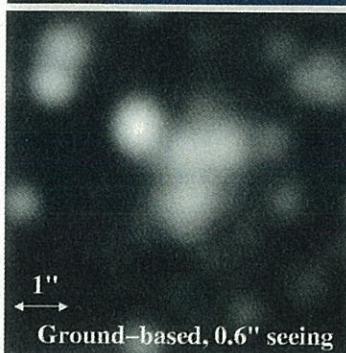
レーザーガイド補償光学系

すばる望遠鏡は大きいだけでなく、天体の画像を極めてシャープに写し出すことができる。だが、地上にある望遠鏡の宿命としてゆらぐ大気のせいで、望遠鏡が本来持っている理論的な解像力をそのままでは達成できない。国立天文台ではすばる望遠鏡の解像力を理論限界にまで高めるため、補償光学装置を開発した。



空気のゆらぎを測るために人工星生成用のレーザービーム

↓
すばる望遠鏡「裸眼」の解像力と「レーザーガイド補償光学系」を用いたときの解像力（シミュレーション画像）。



Ground-based, 0.6'' seeing

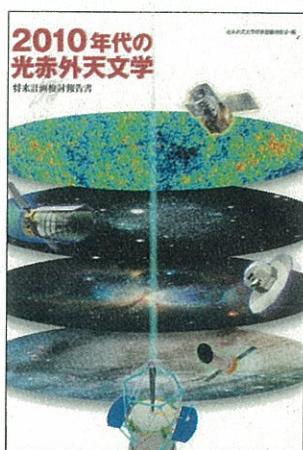


0''.06 Subaru + LGSAO

この装置は大気の揺らぎで像が乱される様子を瞬間に測り、その影響を打ち消すように小型の薄膜鏡の表面の形を毎秒100回も変えて、揺らぎの影響を打ち消す「現代の魔法」の鏡である。

この補償光学を使うと左下の天体画像が右下のようにシャープになる。今のところこの装置は、大気の揺らぎを測るのに必要な明るいガイド星のそばでしか使えないが、理化学研究所と開発したレーザーガイド星生成システムがすばる望遠鏡で動き出す2007年には、これまでよりさらにシャープな天体画像が得られるはずである。

5. 30m望遠鏡構想



2010年代の天文学を見通した将来計画書

すばる望遠鏡は本格的な検討を始めたのが1984年、完成は1999年であった。つまり、考え始めてから実現までに16年の歳月がかかっている。世界中で約10基の8m級望遠鏡が活躍し始めた現在、次世代の望遠鏡として直径30m級の望遠鏡を建設する可能性について世界中の天文学者が考え始めている。

日本でもそのためのいくつかの新技術のアイデアを温めており、日本発信のスペース天文衛星計画とともに2010年代後半に日米欧の国際協力で実現することを願っている。完成するころには、本誌の読者も30代になっているはずだ。

6. すばる望遠鏡での高校生の観測体験企画

すばる望遠鏡は今年の夏、高校生による体験観測「すばるマカリイ・スクール」を企画している。この企画には全国から27校の応募があり、審査の結果、成蹊高等学校「すばる望遠鏡を用いた系外惑星探査」と長野工業高等専門学校「水素輝線による銀河の相互作用の観測」を採択し、8月10日（現地時間）の前半夜に実施することとなった。筆者も山頂での高校生の観測に立ち会う予定である。すばる望遠鏡を使って宇宙の観測を行い、宇宙の一員である地球と人類の意義を実感してほしい。

Profile

●家正剛（いえまさのり）

1949年生まれ。大阪府立北野高校卒業。東京大学理学部天文学科、同大学院博士課程修了。理学博士。東京大学理学部助手、助教授などを経て現在、国立天文台・東京大学大学院・総合研究大学院大学各教授。すばる望遠鏡計画に一貫して従事。現在国立天文台では研究連携主幹を務める。著書に『すばる望遠鏡』（岩波ジュニア新書）、『地球と宇宙の小事典』（共著、岩波ジュニア新書）、『銀河が語る宇宙の進化』（培風館）、翻訳書に『星の王国の旅』（共訳、丸善）などがある。『すばる望遠鏡』には、計画のさまざまな工夫、ヒントになったできごと、さまざまなエピソードなどが詳しく書かれている。

