

I. すばる望遠鏡の概況

平成15年9月14日 国立天文台

大型光学赤外線望遠鏡「すばる」は、10年以上の調査・検討の期間を経て、平成3年度より9年をかけて建設を終了、平成12年4月より試験的運用期に入った。望遠鏡システムと観測装置の最終調整を進めつつ、学術的に意味のあるデータを得るための観測を行い、平成12年12月からは、大学共同利用機関の責務である「共同利用」観測研究を開始し、内外の研究者による独創的な観測が進められている。

建設上の最大の難関であった8.2m主鏡は平成10年8月に完成し、山頂に搬入されて平成11年1月には望遠鏡に初めて天体の光が通る「ファーストライト」を迎え、また同年9月17日に「完成記念式典」を行うに至った。それまでの試験観測で、近赤外線域で星像直径が0.2秒角を切るという、地上望遠鏡では最高の解像度を実現し、当初掲げた総合性能を達成した。

ファーストライト以後平成15年9月の時点までに140編の論文が査読専門学術誌に出版済みである。国際学会発表論文も211編に及んでいる。日本天文学会欧文報告誌上ですばる特集を2回組んでいる。

平成12年12月には、アダプティブ・オプティック(=AO、補償光学装置)が始動し、理論的な限界解像度に迫る0.073秒角(近赤外線帯域)を実現した。補償光学装置は次世代の天文観測技術の鍵となる先端的技術であり、すばる望遠鏡グループでは、平成14年度から科学研究費補助金特別推進研究の交付を得て、五年計画で補償光学装置の機能向上とレーザーガイド星生成システムの開発に取り組み始めている。この開発研究が完了すると、すばる望遠鏡の解像力がさらに改善され、観測的研究が大幅に進むことが期待される。

国立天文台光学赤外線研究分野は、光学赤外線天文学研究系、ハワイ観測所、岡山天体物理観測所の教授10名、助教授15名、助手22名からなり、平成3年度から9年計画ですばる望遠鏡の建設、各種観測装置の開発、データ解析環境の整備などを進めた。すばる望遠鏡は平成11年1月にファーストライトを迎え、平成12年12月より本格的な共同利用観測を順調に開始している。

すばる望遠鏡は、単一主鏡としては世界最大の8.2m望遠鏡であり、結像性能の極めて良い広視野主焦点を備えた唯一の望遠鏡である。主鏡能動支持機構の開発、観測装置交換機構の開発、ネットワーク制御など技術的にも世界をリードするオリジナルなシステムを実用化させたことは、2年ごとに開催されるSPIE国際会議等でも毎回高く評価されている。観測データはデータベ

ース化し、一定期間の後は世界中の天文学者に公開している。

比較的少ないマンパワーにも拘わらず、8台の特色ある共同利用観測装置を完成させ、内外の研究者による共同利用観測を遂行している。研究面でも、広視野主焦点カメラや近赤外線カメラなどにより世界最先端の研究成果が続々と上がり始めている。特に、ギネスブックを更新する最遠銀河の発見、ガンマ線バーストと極超新星の同定、重力レンズ効果による暗黒物質分布の研究、銀河計数による宇宙論、極赤銀河の発見、遠方の超新星探索による宇宙モデルの検証、遠方銀河団銀河の進化の研究、低質量星の光度関数の評価、金属欠乏星の元素組成の解析、原始惑星系円盤の観測などの研究は、国際的にも注目され、高く評価されている。

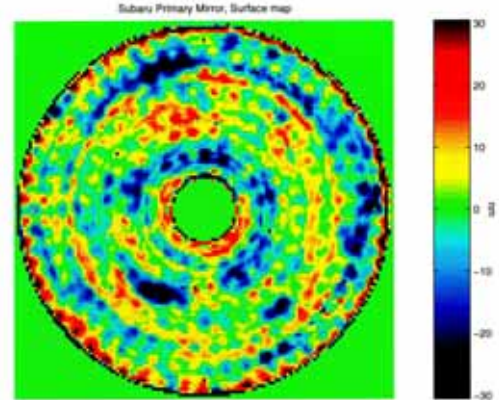
すばる望遠鏡は、日本として初めて外国に設置した世界第一級の最先端研究施設であり、一般の人にも関心の高い宇宙についての研究成果が続出しており、新聞やテレビなどで非常に良く取り上げられてきた。学術研究成果の論文発表に加えて、学会誌・科学雑誌、書籍などでその学術的意義を解説し、国立天文台広報普及室を通じて記者発表や天文台のホームページでインターネット公開を行ってきた。さらに様々な機会をとらえて小・中学校、自治体の科学館、公共セミナーなどでの講演会や展示会も積極的に行っている。ハワイ観測所でも地元の人への啓蒙活動など、日本とハワイの友好を促進するためさまざまな努力を払っている。

最先端技術を開発駆使して建設したすばる望遠鏡に関連して相当数の特許も生まれ、すばるで開発された技術を活かした製品が社会に役立っている面も見逃せない。これらの努力については各種の受賞に見られるように社会的評価も高い。天文学の広報普及を通じた社会的貢献は自然科学分野の中でも極めて大きいといえよう。

1. すばる望遠鏡と観測装置の基本性能の達成

1.1 主鏡

主鏡は、米国コーニング社のゼロ膨張ガラス製鏡材を3年半かけて製作し、同じく米国のコントラベス社で4年かけて研磨を行った。最終研磨面は右図の形状誤差マップに示されるように、平均誤差 (r.m.s.) が鏡面能動支持補正後で 12nm という、世界の望遠鏡で未だかつてない超精密な鏡面を実現した。



	仕様値	実測値
主鏡研磨の誤差による像劣化 (秒角)	0.065	0.013

1.2 望遠鏡機械系と制御系

高性能の望遠鏡の実現には、光学系の性能と共に、望遠鏡本体を支え安定的に天体を追尾する、機械系、制御系の仕様の達成が必須である。すばるは、摩擦を極限に抑えるため静圧軸受を採用し、なめらかに駆動するために、超強力永久磁石と電磁石コイル部によるリニアモータとし(右写真)、仕様を上回る追尾性能を達成した。



	仕様値	実測値
星を使った自動追尾誤差 (秒角)	0.07	0.069
機械的追尾誤差 (30 分間駆動、秒角)	0.06	0.043

注：総合性能の仕様値は、可視光・近赤外とも上層大気擾乱を含まないが、実測値はこの影響を込みにして測定されており、大気擾乱の影響がその大部分を占める。

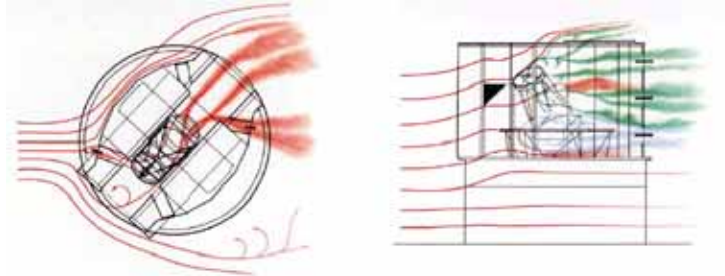
1.3 ドームと風速制御

地上からの天文観測、中でも光学赤外線観測は気候や大気の影響を強く受ける。地上の光学赤外線観測のサイトとして求められる条件として、

- (1) 晴天率が高い
 - (2) 夜空が暗い
 - (3) 空気が清浄で乾燥している
 - (4) 上層大気の影響が少ない
 - (5) 気温の変化が少ない
- がある。

これらの条件を満たす適地として、アメリカ合衆国ハワイ州ハワイ島のマウナケア国際観測所（西経155度、北緯20度、高度4,139m）をすばる望遠鏡の設置場所を選択した。

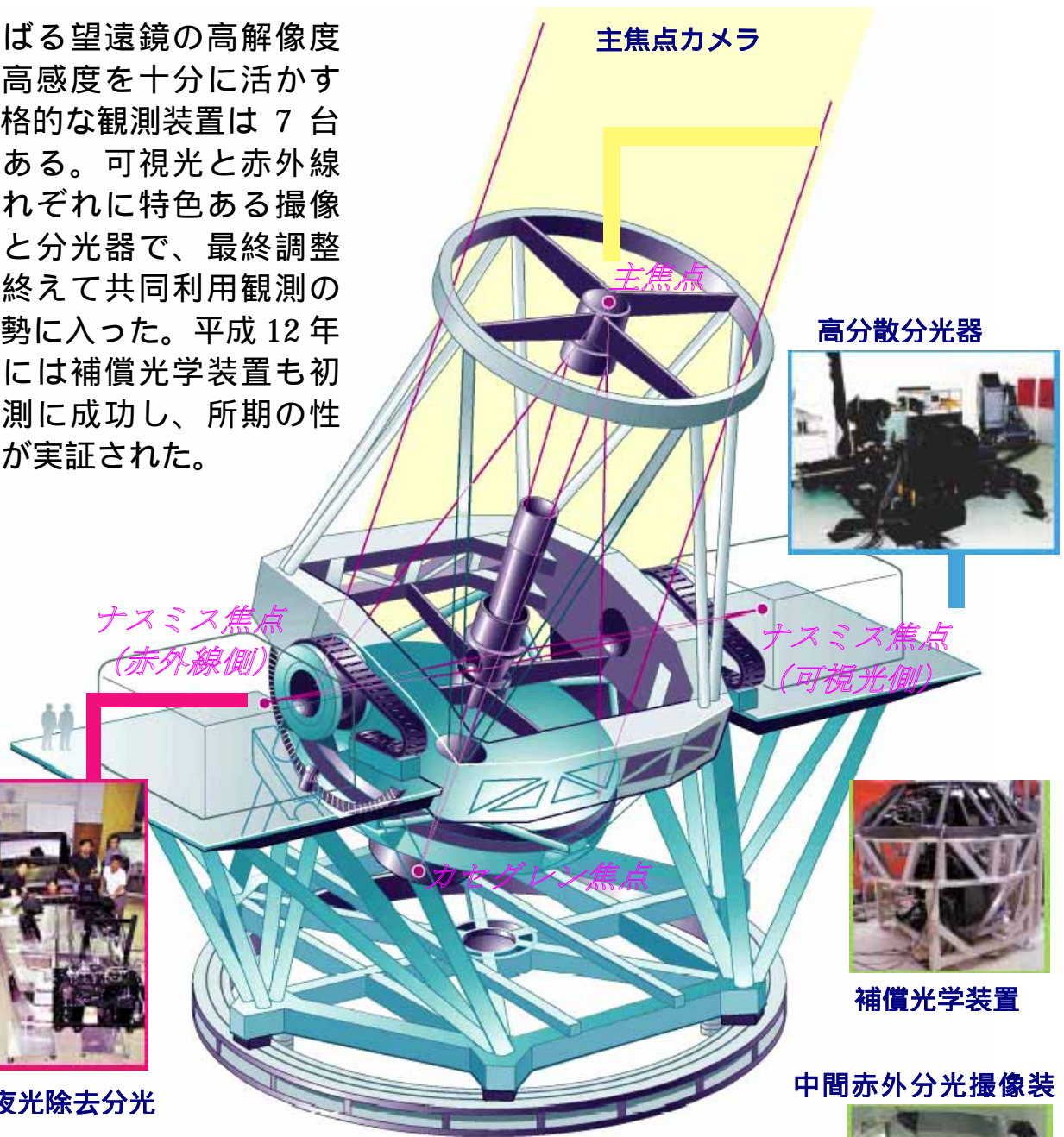
また、ドーム自身や地表から巻き起こる乱流も上層大気の影響と同じ悪影響をおよぼす。これを避けるため、ドーム内部は夜間気温以下に冷却し、水流実験などの結果を設計に取り込み、円筒形のドームに自然風を流す工夫をこらした。



	仕様値	実測値
ドーム内の大気擾乱（秒角）	0.12	（未測定）
可視光での総合性能（秒角）	0.23	0.30
近赤外線での総合性能（秒角）	0.20	0.19

2 . すばる第一期観測装置群

すばる望遠鏡の高解像度と高感度を十分に活かす本格的な観測装置は 7 台である。可視光と赤外線それぞれに特色ある撮像器と分光器で、最終調整を終えて共同利用観測の態勢に入った。平成 12 年末には補償光学装置も初観測に成功し、所期の性能が実証された。



OH 夜光除去分光



コロナグラフ撮像装



微光天体分光撮像装

近赤外分光撮像装置



中間赤外分光撮像装

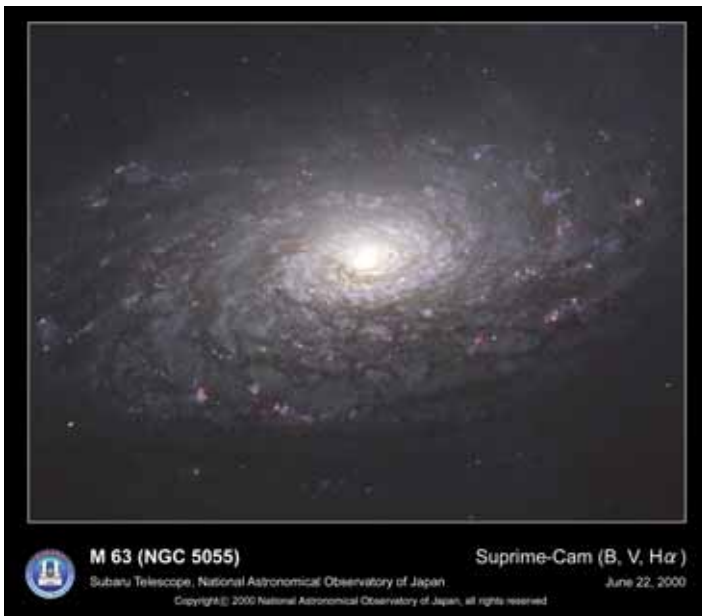


補償光学装置



8 台の共同利用観測装置

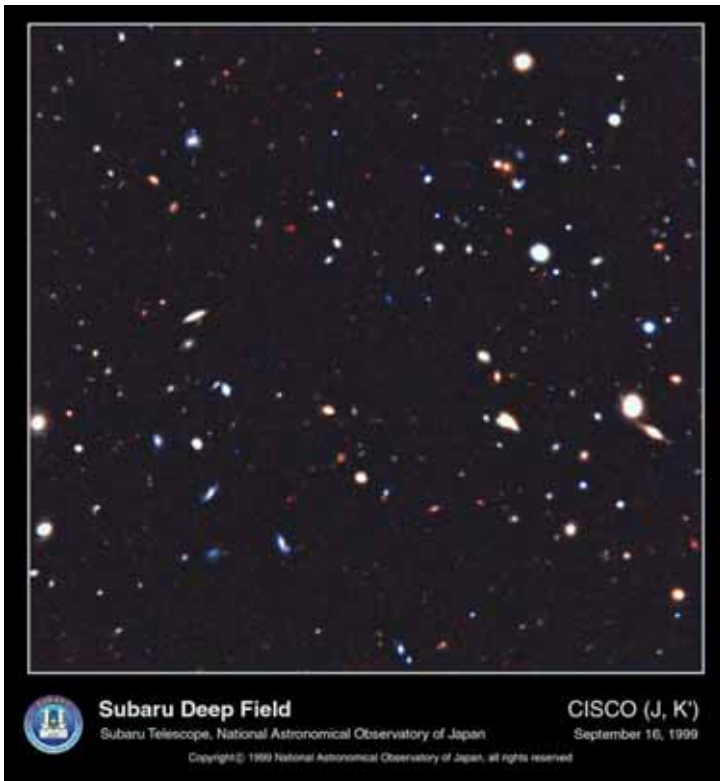
2000 年 12 月から開始したすばる望遠鏡の共同利用観測は、第一期共同利用観測（2000 年 12 月 - 2001 年 3 月）、第二期共同利用観測（2001 年 4 月 - 8 月）、第三期共同利用観測（2001 年 10 月 - 2002 年 3 月）、第四期共同利用観測（2002 年 4 月 - 2002 年 9 月）、第五期共同利用観測（2002 年 10 月 - 2003 年 3 月）を経て、現在第六期共同利用観測（2003 年 4 月 - 2003 年 9 月）に入っている。第六期は、主焦点カメラ「**Suprime-Cam**」、微光天体分光撮像装置「**FOCAS**」、高分散分光器「**HDS**」、近赤外夜光除去分光カメラ「**CISCO/OHS**」、近赤外分光撮像装置「**IRCS**」、中間赤外線分光撮像装置「**COMICS**」、コロナグラフ撮像装置「**CIAO**」、及び補償光学装置「**AO**」の合計 8 台の全ての装置を共同利用に供して、順調に観測的研究を進めている。



(1) 主焦点カメラ

SuprimeCam は、8000 万画素の高感度 CCD カメラで、30 分角の広い視野を一度に撮影できる世界でも例の無いカメラである。

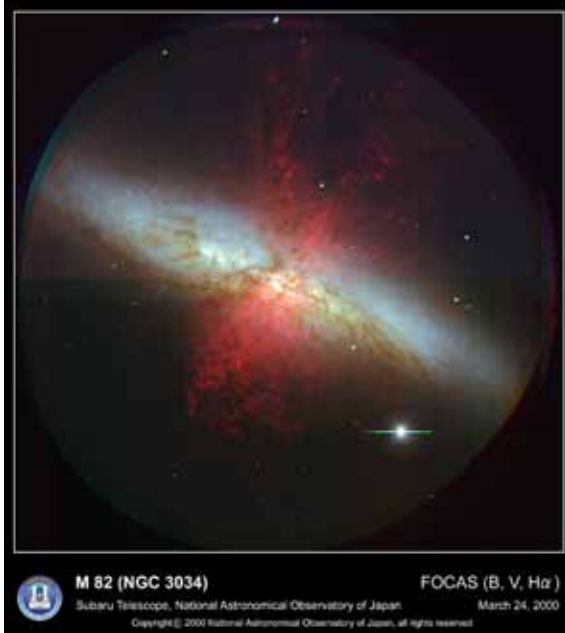
図は主焦点カメラにより撮影した渦巻銀河 M63。視野の端デモ画質の劣化が全く無いことが証明された。主焦点カメラの生



(2) 夜光除去分光器カメラ

京都大学と共同で開発・製作した夜光除去分光器(OHS)は世界的にも独創的なアイデアの装置である。この装置のカメラ部分は独立な装置として利用できるため、ファーストライト直後から近赤外線カメラとして試験観測に多用されてきた。

このカメラを用いて行ったすばる深探査観測ではこれまでにない深さまで宇宙を見通すことができた。

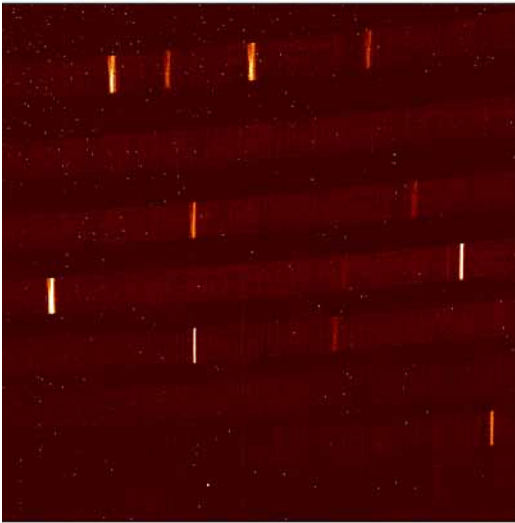


(3) 微光天体分光撮像装置

FOCAS は視野直径 6 分角の撮像と、視野内の約 50 天体の同時分光ができる装置である。

図は FOCAS により撮影した不規則銀河 M82 の水素ガスの分布を示す写真。

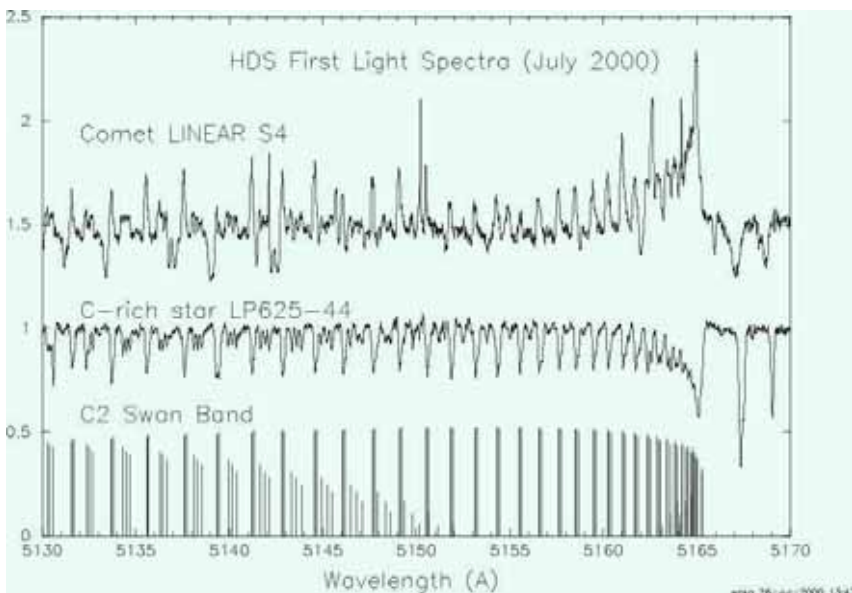
主焦点カメラや近赤外線カメラで同定された天体の詳しい観測には無くてはならない装置であり、遠方の超新星の赤方偏移



(4) 近赤外線分光撮像装置

ハワイ大学と共同で開発・製作された近赤外線分光撮像装置(IRCS)は、補償光学装置(AO)と組み合わせて、空間解像力と波長分解能の高いユニークな観測のできる装置である。

図は IRCS によるオリオン星生成領域の高波長分解能エシエルスペクトル。水素分子の多様な励起状態を示す輝線などが多数目まています

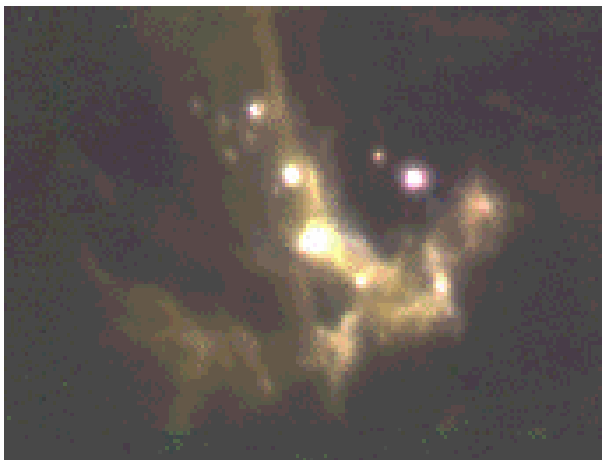


(5) 高分散分光器

HDS は波長分解能 10 万を達成する本格的な分光器で、元素組成分析や詳細な運動状態の解析に威力を発揮する。図は HDS の試験観測で得たりニア彗星の高分散スペクトルで、炭素分子のスペクトルが顕著に表れているのが確認できる。

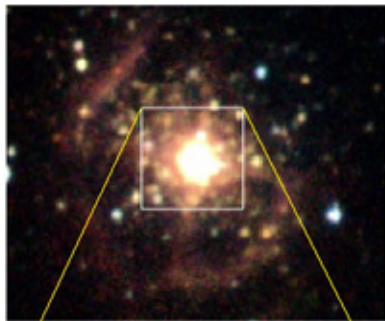


(6) コロナグラフ撮像装置
CIAO と波面補償光学装置 AO を組み合わせて撮影した天王星と環、衛星のミランダ (右) ・アリエル (左) です。天王星の大気であるメタン (青色) と環 (赤色) の違いは疑似カラー。



(7) 中間赤外線撮像分光装置 COMICS で撮影した波長 10 ミクロン帯での銀河中心領域(40 秒角 × 30 秒角)の疑似カラー画像。星間塵のため可視光では全く見通すことのできない距離にある銀河中心を中間赤外線ですべてみごとに撮影した。電波で観測されていたミニ渦巻に対応する構造が見えている。

SIRIUS (JHKs simultaneous camera) + IRSF 1.4m (~1'' seeing)



(8) 補償光学装置 (AO)
補償光学装置を用いると (下) 用いないとき (上) に比べて格段に解像力が増すことが実証された。近赤外線観測では 0.07 秒角の解像度が達成されている。
現行の 36 駆動素子からなる補償光学装置を 188 駆動素子のシステムにアップグレードし、補償光学の実用性を高めるためのレーザーガイド星生成システムを構築する計画が、平成 14 年度から科学研究費特別推進研究の交付を得て始まっている。

III . 共同利用（第一期 - 第六期）の概要

2000年12月から開始したすばる望遠鏡の共同利用観測は、第一期共同利用観測（2000年12月 - 2001年3月）、第二期共同利用観測（2001年4月 - 8月）、第三期共同利用観測（2001年10月 - 2002年3月）、第四期共同利用観測（2002年4月 - 2002年9月）、第五期共同利用観測（2002年10月 - 2003年3月）を経て、現在第六期共同利用観測（2003年4月 - 2003年9月）がほぼ終わろうとしている。第三期以降は、主焦点カメラ「**Suprime-Cam**」、微光天体分光撮像装置「**FOCAS**」、高分散分光器「**HDS**」、近赤外夜光除去分光カメラ「**CISCO/OHS**」、近赤外分光撮像装置「**IRCS**」、中間赤外線分光撮像装置「**COMICS**」、コロナグラフ撮像装置「**CIAO**」、及び補償光学装置「**AO**」の合計8台全ての装置を共同利用に供し、順調に観測的研究を進めている。

共同利用は、1年に2回、観測課題の公募を行い、すばる望遠鏡専門委員会の諮問を受けた「プログラム小委員会」によって審査され、実際に観測を行う課題が決定される。国内外の研究者からの高質の研究提案が非常に多くなされ、実際に観測可能なプログラム数に対して、**申請件数は約5倍**程度にものぼり、内外の専門家による審査によって評価された、全体のわずか2割程度の課題が採択されるに過ぎず、非常な高倍率となっている。

非常な高倍率の中で、より戦略的、かつ集中的に研究成果をあげるため、通常の共同利用観測プログラムに加え、第四期からは観測所主導の戦略的プログラムや特色ある大型プログラムも採択している。

2003年度前期までの利用者数

過去6期に渡る、共同利用における機関別利用者数のまとめ。

実際に課題が採択され、渡航して観測に当たった研究者の人数である。

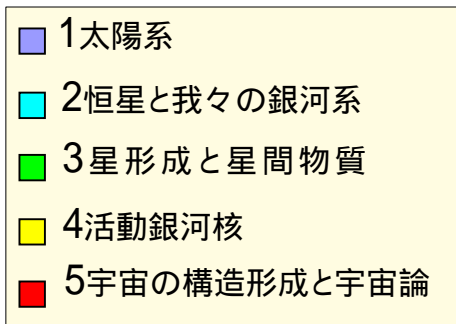
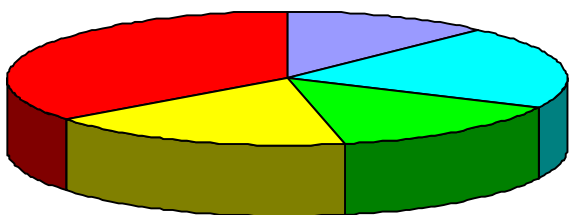
	S00	S01A	S01B	S02A	S02B	S03A	小計
国立大学	26	30	39	44	49	57	245
公立大学	0	0	0	1	1	1	3
私立大学	1	2	8	4	4	3	22
国立研究機関	18	19	20	41	44	47	189
その他国内	3	3	1	2	2	2	13
海外	11	13	19	24	22	24	113
合計	59	67	87	116	122	134	585

3.1 2003 年度前期・後期公募及び採択状況

2003 年前期 (S03A) 及び後期 (S03B) には、以下のような分野の観測が提案され、また、採択されている。観測装置ごとの提案数、採択数の分布も次に示す。

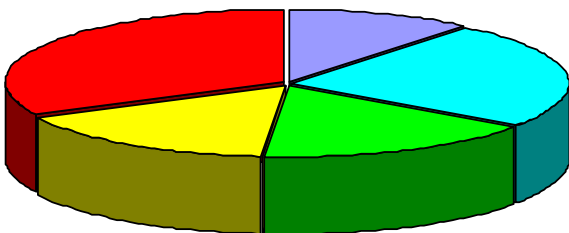
S03A カテゴリ別申請課題件数

計195課題

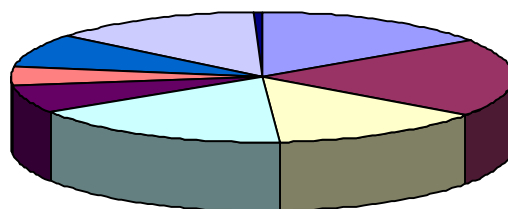


S03A カテゴリ別採択件数

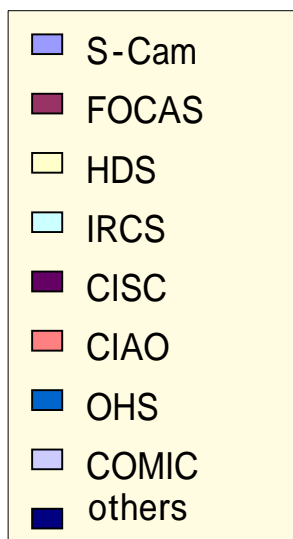
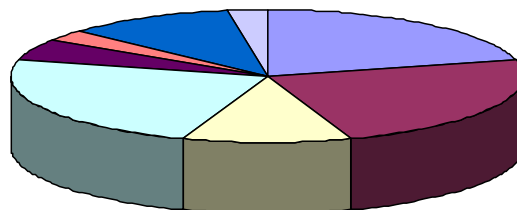
計40課題



S03A 装置別申請課題件数



S03A 装置別採択課題件数



3.2 2003 年度共同利用実施状況

2003 年度の共同利用の実績によると、天候不順により観測できなかった割合 Y %を除くと、望遠鏡や観測装置の不調により観測に支障が生じた割合は X %に過ぎない。複雑精緻な望遠鏡と多様な観測装置を駆使し、多くの観測モードを切り換える共同利用観測を実施していることを考えると、この実績は近隣の天文台からは驚異の目で見られている。

初期に内外の共同利用観測者から寄せられた改善要望にもかなり対処が進み、概ね順調に共同利用課題の観測が実施されている。

3.3 研究成果発表状況

平成 12 年 12 月の共同利用開始以後、平成 15 年 9 月の時点までに 140 編の論文が内外の英文査読専門学術誌に出版済みである。日本天文学会欧文報告誌上でも、すばる特集を 2 回組んでいる。学術研究成果については、各種国際研究集会で観測所を代表した報告を行ったり、研究者が個々に発表する機会も多く、国際学会発表論文は 211 編に及んでいる。また、ホームページを利用した公表についても力を入れている。

すばる望遠鏡の利用者と観測所との接点として、毎年すばる利用者ワークショップを開催し、研究成果の相互報告や、望遠鏡運用方針、将来計画などに関する検討を行っているほか、台外委員を含むすばる望遠鏡専門委員会で、重要事項を決定しているほか、望遠鏡時間の配分は、プログラム小委員会が厳正に審査して行い、研究成果についても追跡調査をしている。

IV. 初期観測成果から

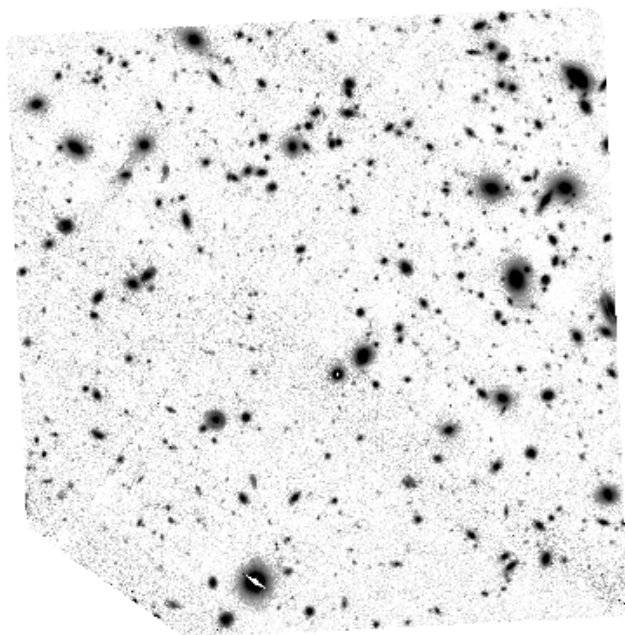
ハッブル宇宙望遠鏡を越えた性能

平成 11 年 1 月にファーストライトを迎えたすばる望遠鏡は、素晴らしい画質の天体画像により、地上望遠鏡として最高の性能を約束した。下図はすばるの画像（赤色画像、星像サイズ 0.45 秒角）を露出時間のほぼ同じハッブル宇宙望遠鏡の画像（赤色画像、星像サイズ 0.2 秒角）と比べたものである。

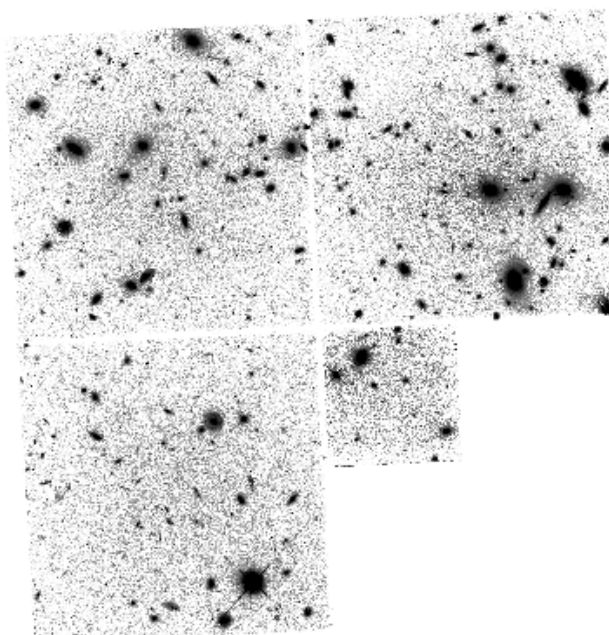
ゆらぐ大気を通しての観測というハンディにも拘わらず、すばる望遠鏡がハッブル宇宙望遠鏡と同等の感度と優越した画質の写真を撮影できることを証明している。すばる望遠鏡の画像に写っている一番微かな銀河は、28 等級という暗さである。さらに、天体の分光観測では集光力が決め手となるので、鏡の集光力でハッブル宇宙望遠鏡より 12 倍強力なすばる望遠鏡は、遙かに感度の良い観測を行うことができる。

欧州南天文台のVLT や米英カナダ等のGeminiなど他の 8m級望遠鏡と比較しても、望遠鏡の基本性能としては最高水準の性能であることが確かめられた。

Subaru R
3600 s



HST F702W
4200 s

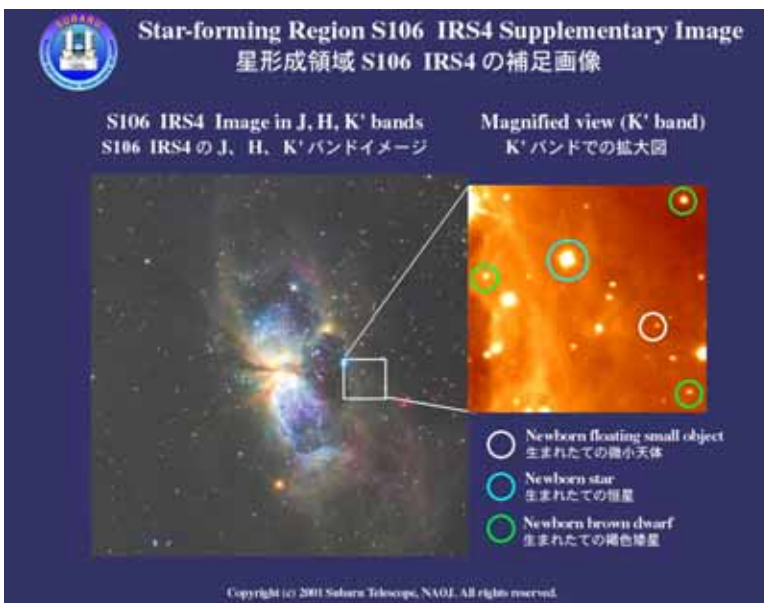




未知の銀河団の発見

世界で唯一の 8 m 望遠鏡主焦点カメラの性能が極めて高いことが実証された。30 分角の視野端でも星像の劣化が無く、この観測では未知の銀河団が確認された。

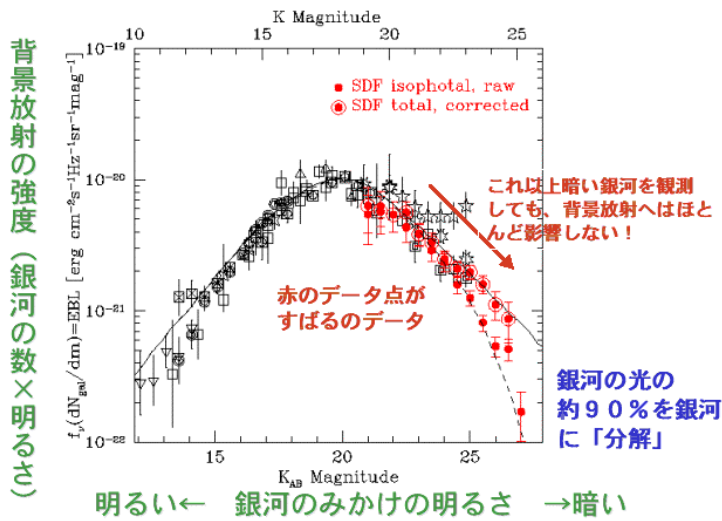
別の観測では弱レンズ効果から銀河団を同定する試みが有効であることが示された



褐色矮星の光度関数

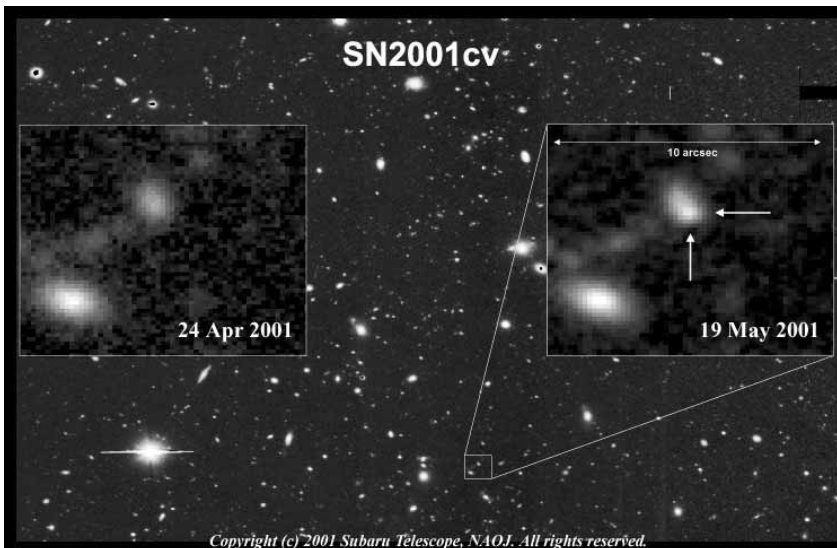
観測された近赤外線光度を原始星モデルと比較して求めた質量が太陽質量の 0.08 倍以下となる褐色わい星が多数確認され、光度関数が初めて求められた。領域により、光度関数に多様性があることが判明した。

すばるの見た銀河の光の強度



銀河計数と背景放射

近赤外線カメラを用いたすばるの深探査観測により、宇宙の果てまでの銀河として見える天体の90%を確認した。これらの天体からの光を積算しても、別の観測から求められている背景放射強度に満たないことが分かった。



遠方の超新星探査

極大光度が一定であるIa型超新星を遠方の銀河で測定し、宇宙項を求める計画が始動し、赤方偏移1前後の超新星を20個発見した。ハッブル宇宙望遠鏡などでの追求観測が国際協力で行われた。

赤方偏移4の銀河の分布

主焦点カメラで赤方偏移4の銀河候補がSubaru/XMM領域で1200個発見され、その測光赤方偏移評価も含めて、分布が初めて定量的に測定できるようになった。赤方偏移5の候補も100個発見された。2体相関関数のスケール長の評価ができる。これらの天体は宇宙創成後15億年ごろの若い銀河である。

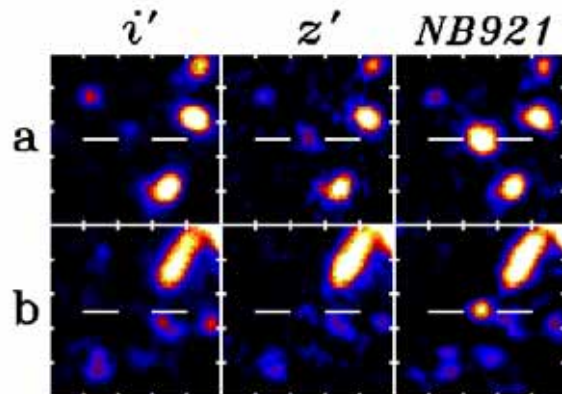
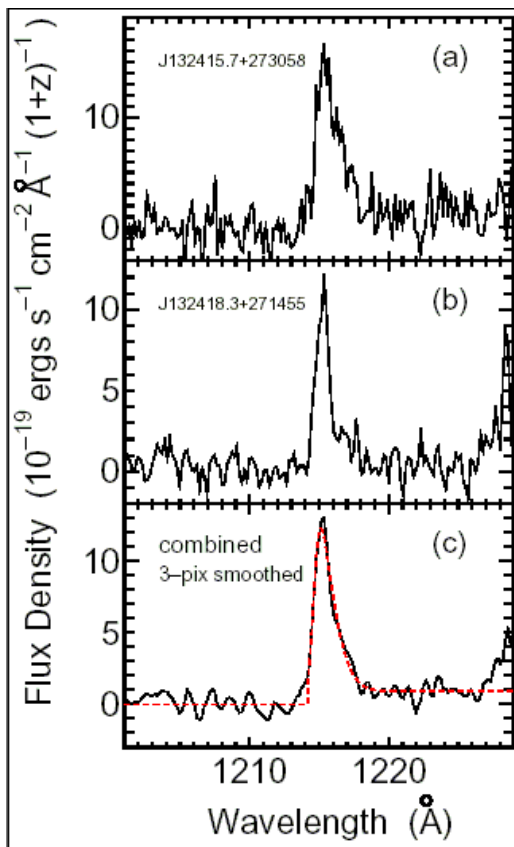
赤方偏移1.5のS0銀河

ファーストライト観測で発見された極赤銀河R1の赤方偏移がほぼ1.5であることが確認された。重力レンズ効果による変形は見られないので、赤方偏移1.5(約50億年前)の時代に恒星系円盤が発達した銀河が存在していた証拠とみなすことができる。

V. 最新の研究成果から

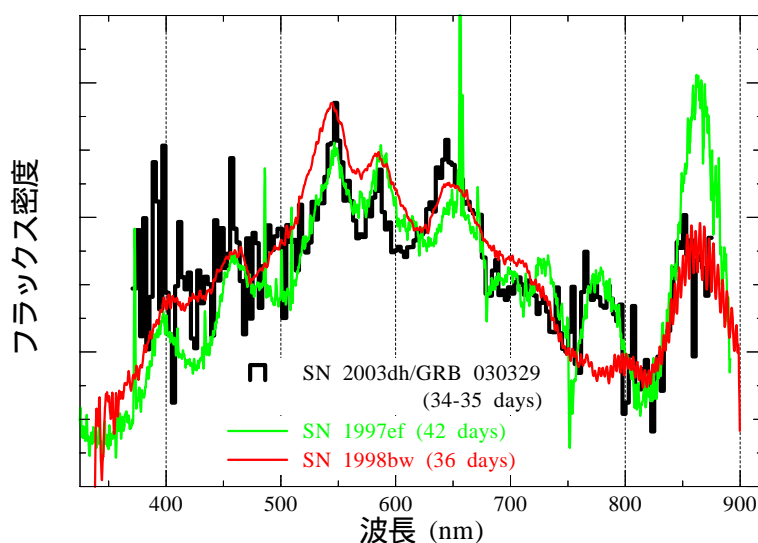
5.1 最遠銀河の発見

すばる望遠鏡は人類観測史上、最も遠方にある銀河を複数個発見した。2002年4月から、開始したすばる深探査観測計画は、赤方偏移の大きい天体の探査と理解にある。第1年度にあたる2002年春の観測では波長9200Åの狭帯域フィルターを用いて、赤方偏移が6.6付近にあるライマン輝線銀河を探索した。10万個におよぶ天体の測定から同定した約80個の候補天体のうちの9天体を分光観測した結果、そのうちの2個は赤方偏移が6.6の確実に輝線銀河であることが示された。大規模な銀河団がなく、重力レンズ効果を受けていない一般のフィールドで、観測的に最遠方に位置する銀河が複数個見つかったのは初めてであり、すばる望遠鏡の観測性能の高さが示された。ギネスブック記録となるこれら最も遠方の銀河の追求観測で、銀河形成時の銀河の特徴、及び最初の星が輝き出す宇宙の暗黒時代の終焉時期について重要な示唆を与える可能性がある。



5.2 ガンマ線バースターの解明

ガンマ線バースターGRB 030329 の位置に現れた光学対応天体を、発見から約 40 日後に微光天体分光撮像装置 FOCAS で観測したすばる望遠鏡は、そのスペクトルに見られる超新星成分 (SN 2003dh) が、爆発後 40 日程度の極超新星と酷似していること、その光がほとんど偏光していないことを初めて見出した。この観測は、これまで白熱した議論が展開されてきたガンマ線バーストの正体が、大質量の重力崩壊型超新星であることを初めて明確に示す重要な結果である。

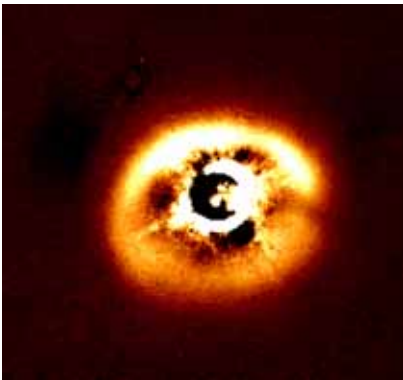


すばる望遠鏡で観測した SN 2003dh/GRB 030329 のスペクトル (黒線) が、他の極超新星のスペクトルと極めて良く似ていることから、爆発の日付もガンマ線バーストの発生日時と一致することが示された。

5.3 恒星・惑星系形成

(1) 原始惑星系円盤の直接観測

ハッブル望遠鏡を凌ぐ解像度 (0.1 秒角未満) で、惑星が生まれる現場である原始惑星系円盤の「直接」観測が可能になった。これは、すばる望遠鏡の特徴である優れた結像性能と大気揺らぎを克服する補償光学に、ユニークな赤外線コロナグラフを応用することによって得られた。おうし座 GG 星の円盤の詳細な幾何学的構造と円盤を構成する宇宙塵の性質、及び、中心の 2 重星に関して重要な知見が得られた。すばる望遠鏡で初めて検出された円盤画像もある。現在、おうし座星形成領域 (分子雲) を中心に多数の天体の観測を実行中である。



(2) 若い2重星の観測：赤外伴星の謎

生まれて間もない2重星の中には、その伴星が赤外線でしか観測できない、いわゆる赤外伴星と呼ばれるものが存在するが、その正体は不明であった。その原因は明るい主星の近くに有る伴星の詳細な観測が難しいことにある。シャープな画像が得られるすばる望遠鏡と赤外線コロナグラフを組み合わせ、LKH 198 と呼ばれる若い2重星（主星は Herbig Ae/Be 型星）を観測した結果、伴星から噴出すジェットを発見し、伴星の正体が原始星であることが判明した。さらに、主星に複雑な星周構造が付随することもわかった。



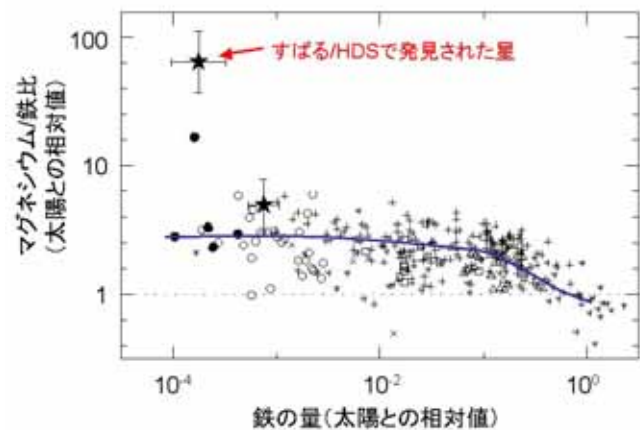
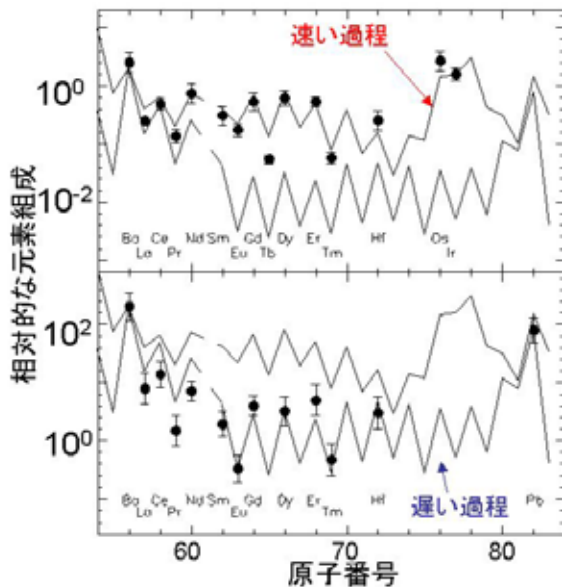
5.4 元素誕生の謎にせまる

天体の光を色分解して調べる（分光観測）と、天体の温度や構成物質（組成）、運動状態などを測定することができる。この分光観測の機能に特化し、精度を究めたのが高分散分光器（HDS）である。

自然界の90種余の元素は、ビッグバン直後から存在した水素とヘリウム以外は、すべてそれ以後に星の内部での原子核反応の結果形成され、増えてきたものである。鉄などの重い元素をごくわずかしが含まない星は、ビッグバンからわずか10億年程度で生まれた星の生き残りであると解釈されている。

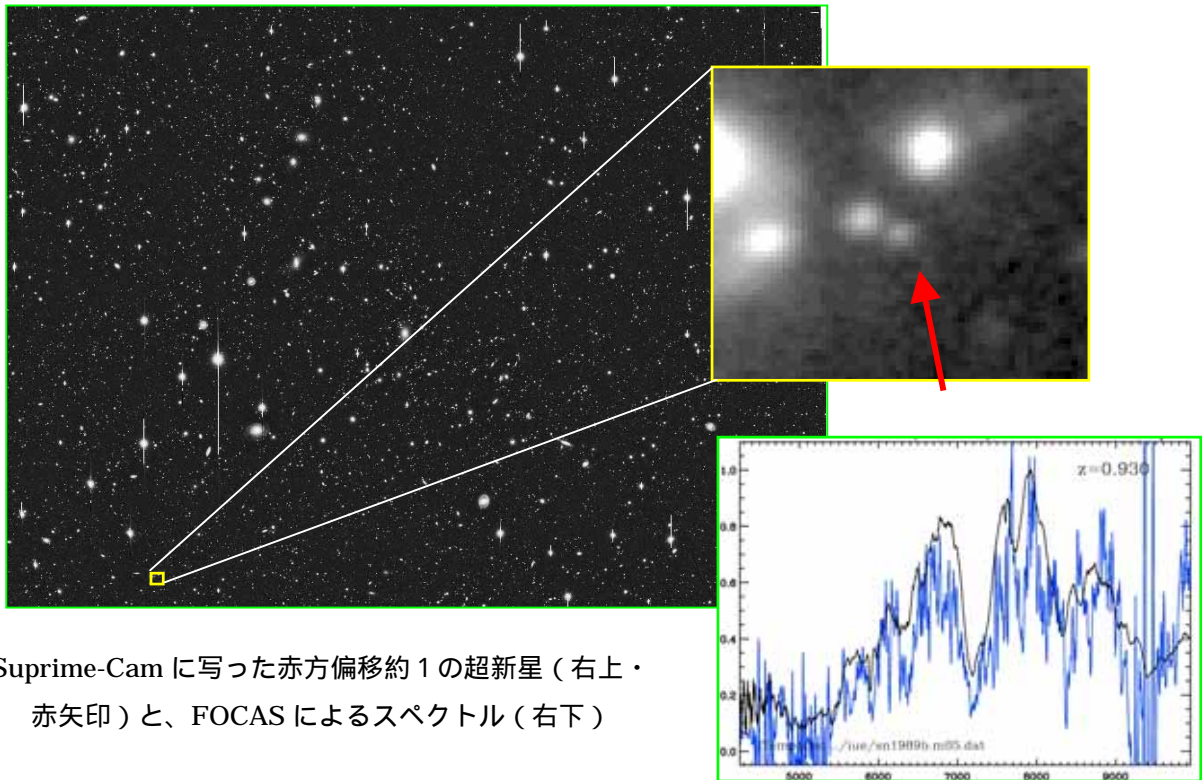
図 1 は、鉄などの重い元素の量が少ない二つの星の、重元素の組成である。重い元素は、超新星爆発など短時間(数秒程度)で起こる「速い過程」と、赤色巨星の核反応など数十年から数千年かけてゆっくりと進む「遅い過程」の二つの合成過程でつくられる。すばるの観測によって、「速い過程」と「遅い過程」のそれぞれの合成過程を解明する基礎データが整ってきた。

酸素、マグネシウム、鉄など地球上に豊富に存在する元素は、もっぱら超新星による元素合成によってつくられたと考えられている。しかし、最近のすばるなどの観測によって、宇宙初期に生まれた星のなかに、標準的なモデルでは説明できない天体も発見された。図 2 は、これまで観測された星と明らかに異なる組成比を持つ星の例であり、超新星における元素合成にも強い個性が存在することを示している。



5.5 超新星による宇宙膨張測定

Ia 型超新星は極大光度が一定かつたいへん明るく輝くので、遠方でどのように暗くなっていくかを調べることにより、この宇宙がどのように膨張をしているかを調べるのに用いられる。Ia 型超新星は稀な天体であり、銀河を約 5000 個調べてやっと 1 個見つかる。特に赤方偏移 1 を超える超新星は、すばる望遠鏡完成以前はたいへん僅かしか見つかっていなかった。そこで遠方の超新星探索において世界最高性能を有する Suprime-Cam を使い、遠方の超新星を使った宇宙膨張測定を、国際共同研究で行ってきている。



Suprime-Cam に写った赤方偏移約 1 の超新星（右上・赤矢印）と、FOCAS によるスペクトル（右下）

広視野撮像による発見の他、可視分光器によるスペクトルの取得、宇宙望遠鏡などを使った最大光度の測定、近赤外線領域での明るさの測定などが必要となり、8 m 級望遠鏡 3 台とハッブル宇宙望遠鏡の観測時間をあわせての、大型国際観測を行ってきた。

その結果、2002 年末までに 40 個を越す遠方の超新星を Suprime-Cam で発見した。これまで数例しか観測できなかった、遠方の多数の超新星の極大光度の測定に成功した観測に、国際共同研究者の間からも賞賛の声があがった。

あと 1 年かけて宇宙膨張測定のために必要なデータを揃え、宇宙膨張が加速しているらしい、という近年の驚くべき観測結果を、はるかに高い精度で検証できる見込みである。

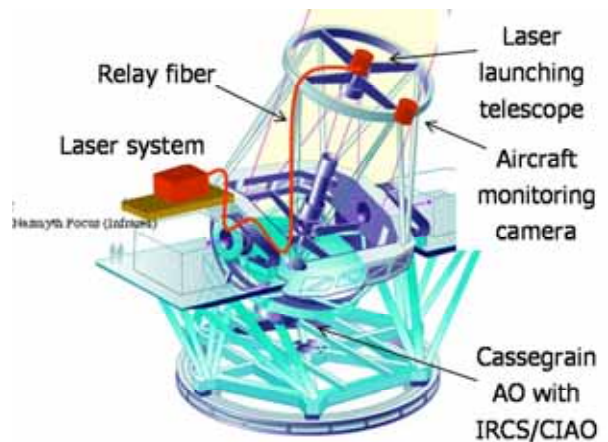
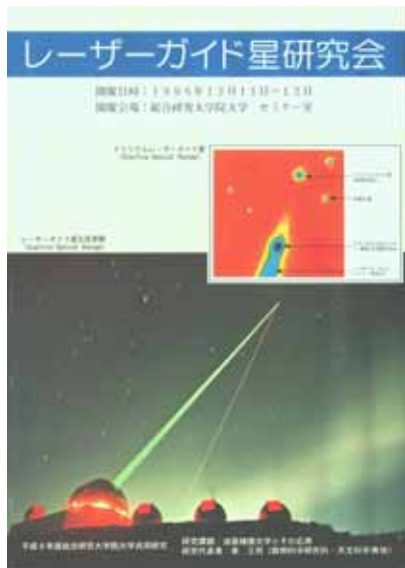
6 . 今後の課題とその取組

すばるの有効性を長期間維持するための課題は何か。
どのようにそれに取り組んで行くか？

6.1 レーザーガイド補償光学系の開発（科研費特別推進研究にて推進中）

すばる望遠鏡は、面精度の高い主鏡、精密な望遠鏡追尾、ドーム内乱流の抑制などの工夫により、近赤外線星像直径 0.2 秒角という、8 m級望遠鏡の中では最高の解像力を実現し、さらに平成 12 年 12 月からは、補償光学装置（アダプティブ・オプティクス、AO）が始動し、理論的な限界解像度に迫る 0.073 秒角（近赤外線帯域）を実現した。

補償光学は次世代の天文観測技術の鍵となる先端的技術であり、すばる望遠鏡グループでは、平成 14 年度から科学研究費補助金特別推進研究の交付を得て、五年計画で補償光学装置の機能向上とレーザーガイド星生成システムの開発に取り組み始めている。この開発研究が完了すると、すばる望遠鏡の解像力がさらに改善され、補償光学を用いた観測の適用範囲が拡大することが期待できる。



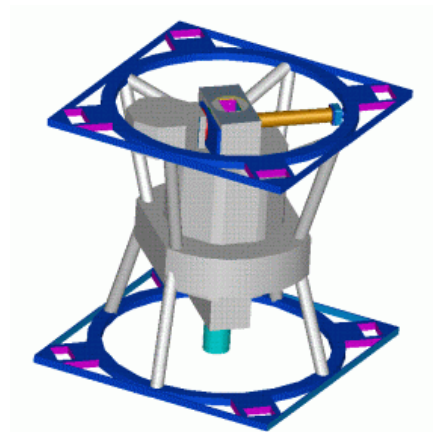
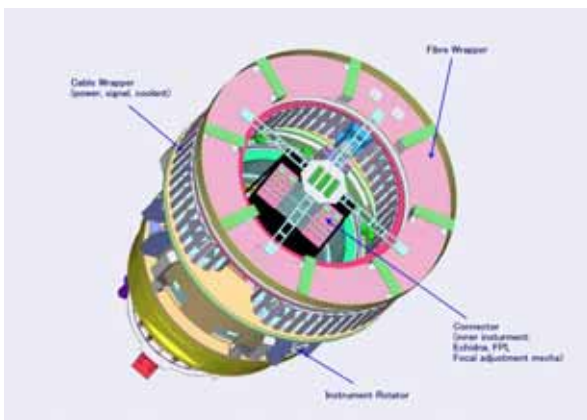
6.2 第二期共同利用装置（MOIRCS, FMOS）の製作（校費にて推進中）

すばる望遠鏡は当初計画で策定した第一期装置群として、主焦点カメラ「**Suprime-Cam**」、微光天体分光撮像装置「**FOCAS**」、高分散分光器「**HDS**」、近赤外夜光除去分光カメラ「**CISCO/OHS**」、近赤外分光撮像装置「**IRCS**」、中間赤外線分光撮像装置「**COMICS**」、

コロナグラフ撮像装置「CIAO」、及び補償光学装置「AO」の合計 8 台の全装置の製作を完了し、共同利用に供して順調に観測的研究を進めている。

第二期観測装置として、すばる専門委員会などでの審議を経て、近赤外多天体分光撮像装置「MOIRCS」と多天体ファイバー分光装置「FMOS」の製作を進めており、それぞれ平成 16 年度、平成 17 年度には一部観測を開始の予定である。これらの装置の完成により、第一期装置の機能を更新することができ、天体物理観測上重要な分光観測の機能が大幅に向上することが期待できる。

すばる望遠鏡の効率の良い運用を目指し、第二期観測装置の完成時期を目処に、第一期観測装置の将来性を再評価し、他の 8 m 級望遠鏡に無い観測機能を重視し、すばる望遠鏡の装置を戦略的に集中化する可能性も含め、今後の運用方針について、すばる専門委員会や観測所での検討を開始している。



製作が進行中の第二期観測装置 FMOS(左)と MOIRCS (右)

6.3 新世代の観測装置の構想

より長期的な展望のもとでの、新世代観測装置の検討としては、以下の 3 つについて具体的な検討が始まっている。

(1) 「Hyper-Cam」計画：すばる望遠鏡の最大の特徴の一つである主焦点機能を現在の 30 分角から直径 2 度程度により広視野化する構想。光学系の設計などが進められている。すばる望遠鏡の先端部の改造が必要となるが、実現すれば 2020 年頃まで、競争相手の無い装置となる。

(2) 「次世代補償光学装置」：レーザーガイド星などを複数用いて、大気擾乱を立体的に測定し、複数の波面測定装置と可変形鏡を駆使して、補償光学による解像度向上を広い視野にわたり実現する装置で、現在世界最先端の天文台でその基本構想の検討が国際協力で進められている。すばる望遠鏡の将来の盛衰をかけた開発と位置づけ、特別推進研究推進

チームを軸に、既存の赤外線副鏡を可変形副鏡に更新することなどを含めた検討を進めている。

(3)「補償光学対応新観測装置」：補償光学で実現する高解像度をフルに活かす拡大光学系を搭載した新装置の構想の検討が始まっている。

6.4 次世代地上超大型望遠鏡の検討と基礎開発

すばる望遠鏡自体は上記の更新や開発計画などを遂行すれば、2010年頃までは確実に世界の第一線の望遠鏡として国際的な活躍を維持することができよう。

しかしながら、すばる望遠鏡を初めとする8m級望遠鏡がすでに10台ほど稼働し始めた現在、2015年頃の完成を目指して、口径30m級あるいはそれ以上大きさの超大型望遠鏡を建設する可能性について、国際的な検討が米欧を中心に始まっている。

我が国の天文学コミュニティでも、すばる望遠鏡に続く口径30m級の望遠鏡の建設の可能性について、サイエンス面と技術面からの検討を開始している。次世代の超大型望遠鏡では、多数の分割要素鏡を組み合わせることで主鏡をつくることになるので、そのための新しい鏡材の開発、その研磨法の確立、次世代の高度補償光学系の開発、超大型望遠鏡に適う観測装置の開発、超大型ドームの建設など、課題は多いが、国際的な情報交換と分業で開発を進めて行く方針で、検討が始まっている。

科学衛星の基礎開発については、五年程度の予備期間にわたる開発が必要なことが認識されているが、大型化する次世代の超大型望遠鏡計画についても、基礎開発経費を立てての検討を可能にする枠組みが望まれる。