

# すばる小委員会報告書

2006. 3

Subaru Advisory Committee Report

## ●趣旨

2005年1月に旧すばる専門委員会を引き継ぐ形で発足したすばる小委員会は、安定運用期に入ったすばる望遠鏡の諸問題の発掘、戦略的な運用方法の検討、ユーザーコミュニティの意見の集約を目指して1年間の活動を行った。その報告及び今後のすばる運用に関する提言が本報告書である。

# 目次

Index

目次.....	2
報告書概要.....	3
委員名簿.....	4
開催日一覧.....	5
MOIRCS GT.....	6
キュー観測・サービス観測.....	13
すばると大学教育.....	27
すばるアーカイブ.....	34
すばるアウトリーチ.....	40
次期観測装置について.....	41
次年度の SAC の役割.....	53
2005 年度を振り返って.....	56

# 報告書概要

## Summary

本報告書は以下の事項についての提言を行う。

### 1 短期的提言

MOIRCS GT に関する議論を経て、今後の GT 運用及び戦略的な観測時間配分の可能性について

### 2 中期的提言

- 運用効率を高めるためのキュー観測モードの必要性及び実現可能性について、またその前提となるサービス観測の充実について
- 大学教育とすばる望遠鏡の有機的連携のためにすばるが考慮すべき事項について
- アーカイブの有効利用のために直ちに実施すべきこと、及び将来目標とすべきこと
- すばるの成果を社会に周知するためのアウトリーチの方策について

### 3 長期的提言

今後導入を検討すべき観測装置について

- A Hyper S-Cam
- B WFMOS
- C 近赤外広視野カメラ
- D 中間赤外撮像分光（詳細については次年度に譲る）
- E AO+面分光

# 委員名簿

members

## ●すばる小委員会委員名簿

有本信雄（国立天文台教授、委員長）  
太田耕司（京都大学助教授、副委員長）  
千葉柁司（東北大学教授）  
土居 守（東京大学助教授）  
小林尚人（東京大学助教授）  
山田 亨（国立天文台助教授）  
高田唯史（国立天文台助教授）  
臼田知史（国立天文台助教授）  
片坐宏一（JAXA 宇宙科学研究本部助教授）  
岩室史英（京都大学助教授）

# 開催日一覧

meetings

## ●すばる小委員会開催日一覧

第一回	平成 17 年 1 月 26 日	11 : 00-17 : 30	国立天文台
第二回	平成 17 年 3 月 7 日	11 : 00-16 : 30	国立天文台
第三回	平成 17 年 4 月 15 日	11 : 00-16 : 00	国立天文台
第四回	平成 17 年 6 月 7 日	11 : 00-17 : 20	国立天文台
第五回	平成 17 年 7 月 12 日	11 : 00-17 : 15	国立天文台
第六回	平成 17 年 8 月 2 日	11 : 00-17 : 00	国立天文台
第七回	平成 17 年 8 月 30 日	11 : 00-17 : 00	国立天文台
第八回	平成 17 年 10 月 11 日	11 : 00-17 : 00	国立天文台
第九回	平成 17 年 11 月 16 日	11 : 00-16 : 00	国立天文台
第十回	平成 18 年 2 月 3 日	11 : 00-17 : 00	国立天文台

## シンポジウムの開催など

すばる小委員会シンポジウム 平成 17 年 8 月 23 日—8 月 25 日

すばるユーザーズミーティング 平成 17 年 12 月 21 日—12 月 22 日

# MOIRCS GT

MOIRCS Guaranteed Time

## I. MOIRCSのGTに関する報告

MOIRCSのGT観測として、従来の第1期観測装置に割り当てられていた20夜という数字を大きく上回る50夜の要求がMOIRCSチームから提案された。GT計画の内容は、GOODS-N領域を中心にSA22領域を含め、過去にない広さと深さでJ、H、Kでの撮像観測を行い(約25夜)、この撮像データから抽出される天体について、MOIRCSの多天体分光モードで追究のための分光観測を(約25夜)2年程度のタイムスケールで行う、というものであった。

科学的な目標としては、高赤方偏移( $z > 1$ )における銀河の形成や進化、環境による銀河進化の違いを調べる事等である。特にGOODS-N領域では、HST/ACSやSPITZERによる撮像データをはじめ多くの多波長データが世界的に公開されているが、銀河進化等の研究に不可欠な近赤外での撮像データには良質のものが無いのが現状である。このため、MOIRCS GTでよいデータを出す事によって、飛躍的な科学的成果が期待される。また、処理済データをなるべく早く世界に公開することによって、世界の天文学の発展に日本からも資するという目標もある。

このような提案がでてきた背景には、MOIRCSが広視野・高感度といった、世界のどの8m級望遠鏡にもないユニークな性能も持っていることがまずあげられる。この状態は、ここ2、3年は継続すると考えられるが、その後には、同様の性能を持つ装置が世界的にも次々と立ち上がってくるために、MOIRCSのユニークな特徴を早期に活かして、世界に先駆けてよい成果を出していくことが肝要

であると考えられることが一番大きい。

もう一つの背景としては、第2期観測装置では、第1期とは異なり、共同利用としてオープンされるなかでGTを実行していかなければならないという事情がある。第1期では、保護天体が設けられたことがあったが、MOIRCSの場合は保護天体(領域)を設定できない状況下で、チームとしてサイエンスの刈り取りを行う必要がある。この為、ある程度以上の夜数が必要となるという側面がある。もし、MOIRCSチームとは関係ないグループによる、MOIRCSを用いたINTENSIVE PROGRAMが20夜で採択されれば、GTの意味がなくなりかねないからである。

このような提案を受け、すばる小委員会では、MOIRCSチームからの提案のヒアリング等を行いながら数回の会合において、いろいろな観点からの議論を行った。また、光天連のMLへの情報流通、すばる小委員会シンポの開催等を行い、幅広く議論を積み重ねてきた。

論点は、提案の科学的価値、国際的な研究の流れの中での位置付け、性能評価の問題、共同利用との関係、観測所との関係、共同利用観測装置のプロモーション、レビュープロセスの問題等々非常に多岐にわたった。

最も大きな論点は、なぜ50夜なのか?という根拠であった。GTとIntensiveではだめなのか?といった疑問が呈された。MOIRCS GTのもとの提案では、MOIRCS製作チームが遂行するGTとして50夜の要求があったが、すばる小委員会としては、全日本体制に近いMOIRCSのGTOチームを結成して、サイエンスアウトプットの最大化をはかることができれば、コミュニティの理解を得られるのではないかと考えた。また、このような体制が作られれば、すばる望遠鏡による戦略的な装置運用という新しい道が開けるのではないかということで、前向きに検討をすすめる、MOIRCSチームに対して拡大MOIRCSチームの形成を提案した。これに対してMOIRCSチームは、拡大ワークショップの開催や若手研究者の取り込み等の努力を行った。

科学的な内容や国際的な位置付け等に関しては、GOODS-Nの撮像観測には高い評価があったものの、その分光観測については、いまひとつ説得力に欠け、SSA22領域での観測についても、GOODS-Nほどの重要性があるとは認識されなかった。

一方、審査のプロセスに関しては、すばる小委員会(SAC)で議論を主導することとした。ユーザーズミーティング等におけるコミュニティでの議論を参考にし、またサイエンス面についてはすばるプログラム小委員会(TAC)の意向も勘案することとし、最終的な判断はこの両小委員会の合同委員会で決めることとした。また、一旦20夜以上のGTが認められても、性能がでているかどうか、初期の目標を達成できそうか等について、中間的なレビューを行い、必要ならば夜数の削減や追加も検討するものとした。

最終的な判断を下す直前のすばる小委員会シンポにおけるMOIRCSチームからのGT50夜の提案では、MOIRCSチームがGTを供出し、これとさらに夜数を加えて国内の研究者から募ったメンバーを加えた体制で実行したいというものであった。しかし、残念ながら、コミュニティの反応は、サイエンスに関する部分は上記と同様で、また、拡大MOIRCSチーム編成の努力についても、まだ日本のすばるコミュニティ全体を巻き込んだ計画とは言えないという印象であった。

以上の状況を鑑みて、すばる小委員会ではすばるプログラム小委員会との合同の会議において、以下のような提言をMOIRCSチームに行った。「科学的意義については一定の評価があり、GOODS-N 撮像については、GT20夜プラスアルファとし、天候等を考慮して計画の完遂まで10夜程度のバッファ夜を認める。残りのSSA22観測とGOODS-N 分光観測はインテンシブ・プロポーザルの形で、一般公募に提案することを推奨する。」MOIRCSチームがこれを受け入れるか、あるいはGT20夜を分光も含めて自由に運用するかは、MOIRCSチームの判断に任された。

その後、MOIRCSチームからは、この提案には合意できないという回答があり、GTは20夜となった。

## II. 今後の大きな GT プログラム提案の審議に関する提言

第2期観測装置の場合でも、GTは20夜ということが踏襲されたが、これを上回る夜数を用いた大きなGTプログラムの提案が今後も行われる可能性がある。今回の検討は、今後のこのような提案に関してどのように審査していくかとい

う点について前例となったと考えられる。

また、今回の議論は、すばるによる戦略的な装置の運用、将来の第2期観測装置のGT、intensive programの夜数、共同利用装置開発の今後の進め方等に関して検討課題を残したと言えるだろう。今後もSACにおいて検討を継続していくことを提言する。

とりわけ、すばるの戦略的な装置の運用という観点からは、装置開発グループに閉じない全日本的なコミュニティによる推進が期待される。装置開発グループによってこのような組織化とサイエンスターゲットの検討を進めるのがよいのだろうが、SACが中立な立場からこのような拡大グループの形成を担うという考え方もありうる。SACは審査機構であるという立場からより効率的な運用のあり方を探り、それを自ら推進するという役割をもってもよいかもしれない。

このような議論を踏まえて、今後のすばるの運用形態の新しい型として、すばる戦略枠 (Subaru Extensive (or Large) Survey Programs、仮称) というカテゴリをつくって、2-3年、30-50夜くらいの単位で観測時間を重点的に配分するという案をSACでは検討している。検討はまだ十分に行われていない段階であるが、試案として記しておく。

これはセメスタなど共同利用公募の枠を越えて実行するという課題を公募し、審査を行うもので、Intensiveとの違いは、随時募集とすることと、審査を独立にすること、および観測の規模(夜数)に制限をつけないことである。

「多数の課題の中の競争」というよりも、「その課題を、この時期に、このチームでやるべきかどうか」という観点で厳しく審査するものとする。また、提案はGTと組み合わせて行っても良いことにする。結局全体の規模と内容で判断される。

プログラムの実行、成果公表の責任はPIにあるが、これをハワイ観測所長、SAC委員長、TAC委員長の3人が「後見」し、また、「監査」する。審査はSAC/TACと専門家からなる審査委員会を組織し、外国からの有識者の意見も参考にする。

新装置による集中的な観測は、いずれサーベイ的(視野を掃いたり、多数のターゲットを観測したり、継続的に観測したり)であることが多いと思われる。

新観測装置が登場するのは2年に1台くらいのペースであり、一般公募と併用しても運用は可能であろう。このようにすると、SACが主導的な役割を果たすことが出来、(広い範囲の)まとまった研究グループが形成されるのを促進し、かつ、新装置の集中観測も促進できると期待される。但し、主導するのが誰かについてはまだ議論が残っている。

---

## 付録：経過の記録

2005年1月26日 第1回すばる小委員会

MOIRCS GTが提案される予定という説明があった。第1期の共同利用観測装置ではGTは20夜であった。従って、それ以上の部分については、観測所プログラム、intensive、戦略枠といった新枠設置等が考えられる。いずれにしても、ある程度オープンな形で、MOIRCSのチームとの共同研究体制を強化していく事が必要であろう。と、というような議論があり、MOIRCSのヒアリングを次回の小委員会で行う事になった。

2005年2月22-23日 すばるユーザーズミーティング (UM)

MOIRCSチームからGT提案の説明があった。議論では、MOIRCSの戦略的投資に理解を示し、世界的に貴重なデータを出せることから、是非推進すべきであるという内容の発言が複数あった。春にGTが集中するので本当に大丈夫かどうか検討すること、計画の完成度を高める事等のコメントはあったものの、反対という趣旨の発言は特には見当たらないと考えられた。すばる小委員会からは、UMでのこの雰囲気を中心に議論を進める旨発言があった。また、第1期では20夜ということになっていたので、50夜で実施するにはそれなりの根拠が必要であるとの発言も行っている。

2005年3月7日 第2回すばる小委員会

MOIRCSチームから、MOIRCSの進捗状況とGT計画の説明があり、小委員会としては、前向きに検討することとした。いろいろな論点があったが、現状のGTO計画では他の研究者をどう取り込むかといったスキームがみえず、拡大MOIRCS

チームのようなものの必要性が指摘された。一方、MOIRCSチームからは、個人、特に開発に携わってきた院生の研究テーマの確保が重要という主張があった。その他いくつかの検討課題があげられ次回以降に検討することとした。

2005年4月12日 第3回すばる小委員会

前回問題になったGTの進め方に関する枠組の議論を行った。MOIRCSチームからの提案をそのまま進めるのではなく、広くコミュニティにOPENにして、拡大MOIRCSチームを形成し、サイエンスアウトプットの最大化をはかること等を提言した。(拡大チームは5月のMOIRCS WS等を通じて形成)合わせて、GTのサイエンスの内容に関する検討、データの公開、レビューの仕方、共同利用との関係、観測所との関係、性能評価の問題点等についてつっこんだ議論を行った。

2005年4月26日 光赤外専門委員会

専門委員からは、初めて聞く話で、経緯、検討状況、ユーザーコミュニティの意見分布等があまりよくわからない。TAC、観測所と時間配分まで考えて承認を得ながら進めないといけない。等の意見があった。前向きに検討するという路線については、特に反対の意見はないようだったので、小委員会としては、この線で検討を続ける。ただし、小委員会は開催頻度も高く、専門委員会のペースではついていけないということだったので、光天連のメーリングリスト等を利用しながら、ユーザーコミュニティや専門委員、観測所、TAC等との風通しのさらなる改善を行うこととした。8月に予定されているすばる小委員会シンポまでに決まらなければ、同シンポにおいて意見分布をみて、最終決定する。(9月半ばのS06A×切までに結論を得ないとMOIRCSチームとしては困るため)

2005年6月7日 第4回すばる小委員会

レビュー方法に関しては、すばるUM等での雰囲気を見ながらすばる小委員会とすばるプログラム小委員会の合同で行うこととした。また、GT実行の場合にも中間レビューを行うこととした。

2005年7月12日 第5回すばる小委員会

MOIRCSの進展状況を特に性能試験についてMOIRCSチームから説明があった。  
また5月に開催されたMOIRCSワークショップの報告と、これにもとづいた最新の研究計画について報告があった。

2005年8月23ー25日 すばる小委員会シンポジウム

MOIRCSチームからの提案が装置性能、拡大チームの形成と共に説明された。  
コミュニテイを含めた議論を行った。

2005年8月30日 第7回すばる小委員会(SAC) + 新すばるプログラム小委員会(TAC)

すばる小委員会シンポジウムでの議論をうけて審議  
GTに関する提案をMOIRCSチームに行い、これに合意できる場合は推進。合意できない場合は、第1期共同利用観測装置の場合と同様にGTは20夜とすることとした。

その後、MOIRCSチームとしては、SAC+TAC提案に合意できないという回答があった。

2005年9月20日 光赤外専門委員会

SAC+TACの提案のやりなおしをしてはという意見もでたが、最終的にはSAC+TACからの報告を了承した。

# キュー観測・サービス観測

## Queue Observation and Service Observation

### 1. 概要

共同利用開始から丸5年を迎えるに当たって、すばるの共同利用運用形態についても見直しを行う必要がある。とくに、中期的に検討すべき課題としては、現在のような「夜単位の割付で、課題提案者が観測に参加する」（「クラシカル」な観測モード）を維持するのか、サービス観測の拡大、あるいは、キュー観測モードへの移行が望まれるのか、など、いろいろな角度からの検討が必要である。また、三鷹からのリモート観測を今後共同利用でどのように運用してゆくのか、その検討も重要な課題である。

そこで、当すばる小委員会（SAC）では、特に、キュー・サービス観測の必要性、実行プランの試案（たたき台）をとりまとめ、ユーザーズミーティングなどを通じたユーザコミュニティの議論に供することを行った。三鷹リモート観測については、十分な具体的検討ができていない。

今年度の議論の目標は、

(い) キュー観測、サービス観測の必要性について十分な議論を尽くすこと。

これには、これまでのサービス観測の総括も含む。

(ろ) 試行的キュー観測の具体的なプランの検討

(は) 抜本的なキュー観測の具体的なプランの検討

であった。(い)(ろ)についてはWGで検討を行い、8月および12月のすばるシンポジウム及びユーザーズミーティングでユーザコミュニティの意見を聞くことができた。これまでの議論からは、以下の点が明確になった。

#### 「キュー・サービス観測の必要性」

(A) クラシカルな観測モードを望む観測者も多く、キュー・サービス観測を実施する場合にも、クラシカルな観測モードとの継続と、ユーザ自身による観測モードの選択が可能なことを望む意見も多かった。

(B) 他方、優先課題の完遂、または観測条件に制約がある観測の効率的な実行の面でキュー観測の必要性を認める意見もあった。

(C) 大学研究者には、サービス観測の拡大を希望する意見があった。

### 「試行的キュー観測の具体的プランの検討」

S06B からの開始も視野に入れた、現在の運用から現実的に可能な、試験的なキュー観測の具体案を議論し、Scam, HDS に限って行う「装置内キュー」であれば実行可能であること、過去のセメスタの具体例を用いて、実際どのような状況になるかのシミュレーションを提示した。しかし、この場合、課題が限られ、また、クラシカルを望む課題との混在を認めると、「キュー」のメリットが得られるほど効率的な運用にならない。ユーザからも、中途半端な「試験的キュー観測」については慎重論の意見が多かった。「試験的キューの導入」について、すばる小委員会は積極的な提案を行わない。

(は) については、十分な検討ができておらず、是非継続して検討を進めて頂きたい。

## 2. キュー・サービス観測の必要性

### 2. 1 キュー、サービス観測の概念

#### 2. 1. 1 サービス観測とは

**サービス観測** 観測所スタッフが観測を実行する。

通常、観測者は観測ランの実行に直接参加しない

#### さまざまなサービス観測の概念

S 0. 通常の観測として、観測所が観測・クォリティコントロール  
を行い、ユーザにデータを提供する  
(キュー観測は、当然、サービス観測となる)

S 1. ショートプログラム

S 2. 公募締めきりにとらわれない随時の提案

S 3. To0 プログラム (現在は半サービス)

#### 2. 1. 2 キュー観測とは

**キュー観測** サービス観測との言葉の違いは、

ダイナミックな時間割の変更を伴う場合を指す。

#### さまざまなキュー観測の概念

Q 1. 天候条件 (透過率、シーイングなど) により割付を変更し  
(ユーザの指定+観測所判断)

条件に強く依存する観測の達成効率を高める

Q 2. サイエンスの重要度 (TAC) に応じて

優先的プログラムの完遂を目指すための観測

さらにキューの形態には、観測装置の交換が（とくに運用にあたって）非常に重要な因子となる。これにそって、以下の分類を考えておく。

**装置内キュー** 装置変更をともなわない課題の入れ替え

**ダイナミック・リスケジューリング** 装置の変更は一晩以上の単位とするが、課題入れ替えに合わせて随時装置交換をともなうリスケジューリングを行う。

**夜間複数装置キュー** 課題の入れ替えにともなってひと晩のあいだに入れ替える。

## 2. 2 サービス観測の必要性

### サービス観測の必要性

- キューを行う場合、必然的にサービス観測となる
- クォリティ・コントロールは観測所のエキスパートが行うほうがよい
- 日本の大学スタッフなどは固定されたスケジュールに合わせるのが難しいことがある
- 悪天候・装置トラブルにともなう観測者の時間の節約
- （一般的に）旅行にかかる時間・費用の節約になる

### サービス観測の必要性は本当にあるのか？

- クォリティ・コントロール（キャリブレーション）も研究のうち。  
観測者自身が、コントロールする、あるいは実際に立ち会う必要がある
- 観測所スタッフのクォリティ・コントロールの精度は個々の課題に十分対応されるか？  
（観測目的に応じた、詳細なコントロールをどのようにおこなうか？）
- 単純な撮像なら問題ないが、分光も含め複雑な観測モードではどこまで実効性があるか？
- 次世代の観測天文研究者の育成には、多くの人が観測に直接参加した方がよい。

Comment :

メリット・デメリットをふまえた上で、All or Nothing ではなく、サービスとクラシカルを併用も視野に入れ、どれくらいの割合のサービス観測化が適当かを議論すべき

Comment :

サービス・クラシカルはユーザが選ぶ形がよいのでは？

### S05A までのサービス観測の総括

すばるの現在のサービス観測は、S03A より開始された。対象となっている装置は、Scam, CISCO, IRCS, COMICS, HDS である。これまでのところ、1 課題 4 時間以下のショートプログラムを行うものであり、主として撮像観測のみであり、分光は、HDS のみが対象となっている。基本はセメスタ 5 夜程度の固定スケジュール優先度 A にランクされた課題に合わ

せて調節) であるが、隙間時間などを有効利用し、実際の実行率は高い優先度 B の課題も多く実行されている)。

	S-Cam	COMICS	CISCO	HDS	IRCS
S03A 応募	9	6	4		
S03A 実施	2	3	1		
S03B 応募	6	4	5		
S03B 実施	0	2	2		
S04A 応募	11	4	6	12	
S04A 実施	2	3	5	4	
S04B 応募	12	3	3	4	4
S04B 実施	4	0	2	2	1
S05A 応募	15	2	2	10	3

表 : S03A-S05A までのサービス観測の提案、実施状況

サービス観測を担当している柏川伸成氏 (国立天文台)、実際にサービス観測を担当してきたサポートアストロノマー (SA) によって、これまでのサービス観測の総括が行われている。詳細は、2005年8月の「すばる大改造」シンポジウム集録を見て頂くのが良いが、

(い) プロポーザルの準備について、とくに大きな不満はない。ただし、SA からのフィードバックなど、人間対応で補われている面がある。

(ろ) 観測所とのコミュニケーションについては、(i) データ受け取りまでに時間がかかる、(ii) 観測ログの自動的な送付が望ましい、(iii) 観測前の作戦変更の機会は設けられないか? などの意見があった。現在のサービス観測では、(i) (ii) はできるだけ速やかに対応が行われるよう努力されている。(iii) については、逆に、事前に十分な観測情報が与えられ、観測前に SA と測者が連絡を取り合うことは避けることを原則としている。

(は) 観測の達成度については、実行された観測の提案者へのアンケートからは、7割以上の課題で、75%の達成率であったという返答があった。データの質が「期待通りではなかった」達成度の低い課題については、その理由は、ユーザからの情報インプットの不足によるキャリブレーション不足、本来期待していたより悪かった天候条件、そしてユーザの作戦ミスであった、などのコメントがあった。

(に) 残念ながら、この時点でサービス観測に基づく学术论文の出版はない。これには、サービス観測が、将来の観測の「試行」的に用いられている面もあるが、当初の意識は、

逆に不完全な通常枠観測を補うものを主とする、という位置づけがあったことも考え合わせると、やはり残念な現状といわざるを得ない。

(ほ) しかし、サービス観測の今後については、その継続を望む声が多かった。今後、より多くの装置、観測モードでのサービス観測の継続が望まれている。

## 2. 3 キュー観測の必要性

### 2. 3. 1 優先課題の完遂のためのキューの必要性

まず、現在の課題の達成率を、次の3つの観点・資料から評価した。

#### (い) 観測所によるダウンタイムの統計

望遠鏡のダウンタイムの推移を図3-2(悪天候によるダウンタイム込みの場合)と図3-3(悪天候によるダウンタイムを除外した場合)に示す。

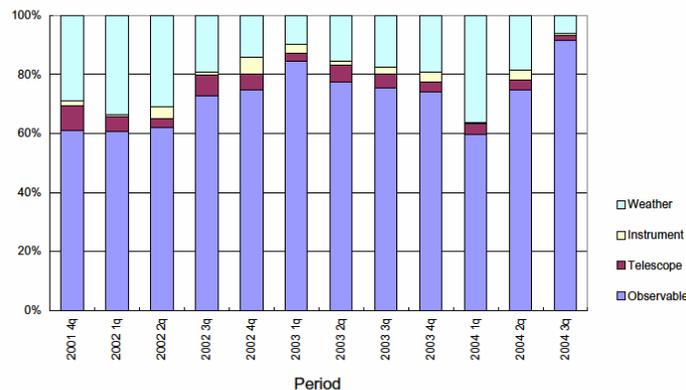
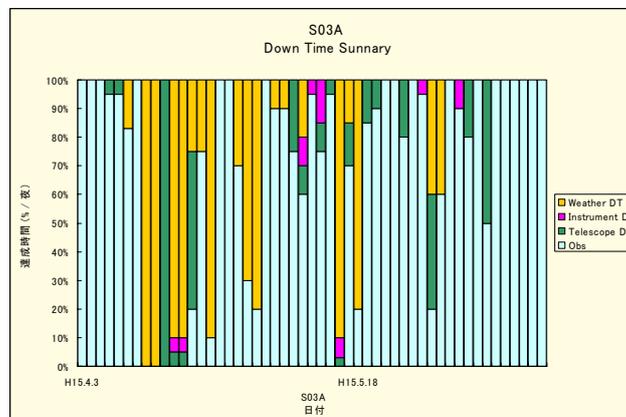


図3-2: ダウンタイムの推移(悪天候によるダウンタイムを入れた場合)。Weather, Instrument, Telescopeは、それぞれ天気、観測装置トラブル、望遠鏡トラブルによるダウンタイムの割合を示す。

#### 図：2004プロジェクトウィーク資料より抜粋

天候によるDTは、平均で20%程度、装置によるDTを含めると、25%程度になる。天候はランダムではないので、目安ではあるが、仮に1夜あたりの観測成功率を1/4とすると、6%程度の課題が2夜を失うことになり、達成率が低くなってしまう。

#### (ろ) 観測直後の共同利用レポートの集計



ユーザ側の自己申告による達成度も、やはり20-25%程度である。

#### (は) 共同利用追跡調査(2003)

データ取得後、1-2年後での調査の結果によると、約半数の課題のPIが「得られたデータは期待を下回った」と回答しており、その大半は天候が理由に上げられている。

これまでの報告で見ると、DT(～25%)以上に、研究課題全体の達成率は低く(～50%)、多くのユーザは、それは、天候や観測条件が十分ではなかったためと考えている。この点では、優先度順に観測を行った場合、優先度の高い課題についての達成率は上昇するだろう(もっとも、70%のデータでも論文がたくさん出るのがよいのか?「プロポーザルの段階ですばらしい」課題の達成率が上がれば、論文数は多少減っても良いか?という、フィロソフィーの問題が残っている。)

また、DTなどによる研究の達成率とは別に、隙間時間として全体の効率を下げている部分を詳しく集計することが必要である。典型的には、セメスタあたり、1時間の隙間が生じる課題が1/3程度存在する。この場合、合計で30-40時間程度の隙間となり、共同利用1-3課題に相当する。

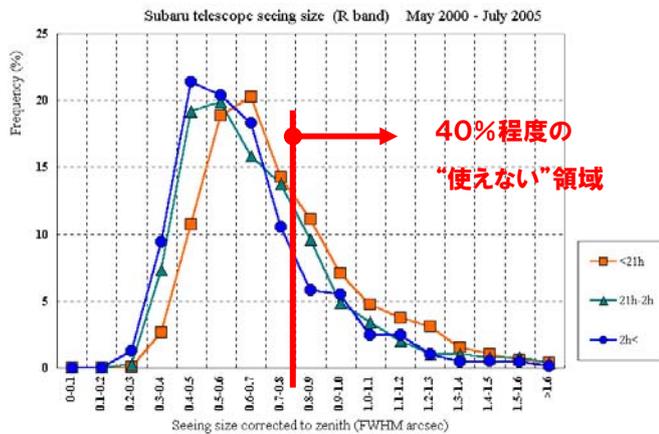
一方、キューの必要性として、必ずしも優先課題の貫徹ではなく、それに準ずる、いわば、ランクB以下の課題を、隙間に入れて全体の観測効率を高めるという点も見逃せない。この場合、キュー観測は、時間の有効活用、観測者の裾野を広げるはたらき、多様な成果(思わぬ結果なども)につながる、などのメリットも考えられる。

### 2.3.2 シーイング条件とキュー観測についての検討

キュー観測の目的の一つは、シーイングなど、天候条件に大きく依存する観測を、最適の時期に行うことである。そこで、次に、シーイング条件とキューについて考える。

シーイングについての資料

頻度分布



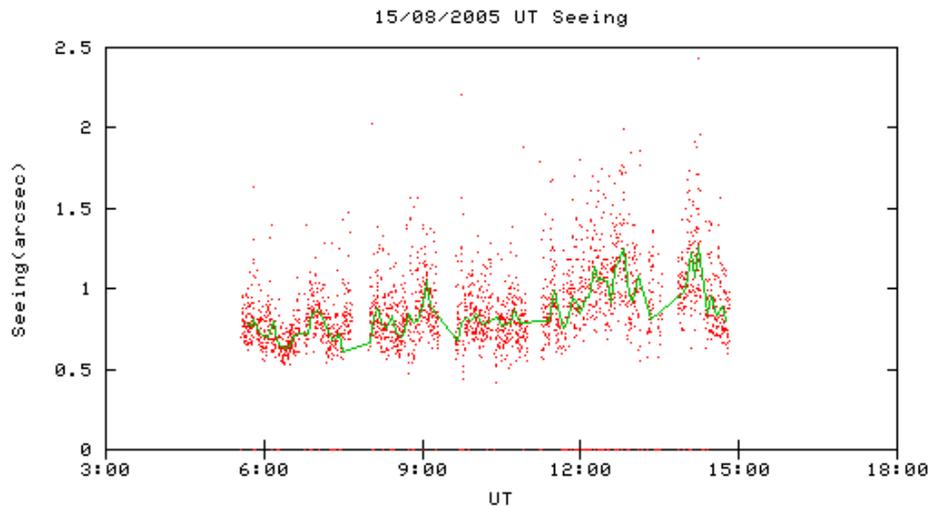
→ 観測開始時は昼間にあたためられた地面／ドームの影響のため少し悪めにできるが、それ以降は安定している。

月変化

<http://www.naoj.org/Observing/Telescope/Image/seeing.html>

→ おおむね夏によい。

一晩の中での変化



→ 観測経験からは、一晩中に極端に変動することは少なく、多くて2つ3つのシーイング時間ゾーンに分かれる程度。

## キューの必要性

### □ AO 観測での必要性

— 最も影響を受けるのは AO 観測。通るプロポーザルのほとんどがぎりぎりの performance を要求している（これは当然）ので、シーイングとしても 0.7 秒を切る値が必ず必要となる。上記の頻度分布で言うと、40-50%の時間が「使えない」時間となる。

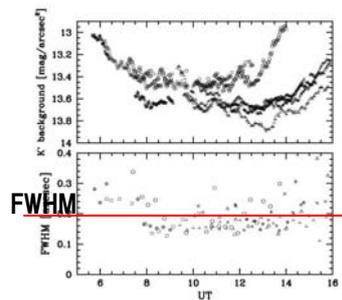


FIG. 2.—Variation of the sky background brightness in the K' band (top) and the spatial resolution with AO (bottom) during the observations. Different symbols correspond to different observing nights listed in Table 1. The spatial resolution is represented by the FWHM of the pointlike source (S in Fig. 3).

左の図は、Minowa et al. (2005, ApJ, 629, 29) による Subaru Super Deep Field の観測に於いて得られた、FWHM の分布である。28 時間積分で  $K=24.7$  の非常に深い撮像で、最終の  $\text{FWHM} < 0''.18$  を達成した。しかし、観測ができた 9-nights (60 時間あまり) 中、約半分の 28 時間でしかなく、もしキューにより、よい時間のみが与えられていたら、質的に違った結果になった可能性もある。

— 「使えない」時間には、明るいガイド星の観測を入れるなどして対処する必要あり

— 他の装置への切り替えも考えられるが、ぎりぎりの性能を要求しているのは多かれ少なかれ他の装置でも同じ。シーイングが 0.8 秒以上だと、やはり使えない（予備データのになる）ことが多いのでは？

→ 定性的には、AO の方が他の装置よりもシーイングに対する依存性が強いと理解できるが、定量的な評価は難しい。

### — 現 AO の performance

<http://www.naoj.org/Observing/Instruments/AO/performance.html>

とくにシーイングに対する correction のよさを表す図を参照されたい。

→ シーイングが良くても correction がうまく行かないときも結構あり、よいデータをとるにはフレキシブルな対応が必要と言える

→ キューがあれば時間の無駄もなく、また、データとしても、質的により上位のサイエンスデータがとれたかもしれない

— 新 AO システム (LGS-188) になると、よりわるいシーイングに対して万能になる傾向にはある

1) 188 素子になると、シーイングがわるくても補正が効くようになり、K バンドなら  $1''$  程度のシーイングでも回折限界に行けるか？（ただガイド星の明るさによる）

- 2) さらに、LGSAOになると、常に明るいガイド星があるので、常にA0が効いたデータがとれるか？
- ただし、以上はKバンドでの観測の話。Jバンドでの観測では、現A0と同様にシーイングによる切り分けが大切

#### キューの方法に関して（必要性からの提案）

□ A0 観測は、シーイングの変化の影響を受けやすいので、すべてキュー観測としていく（平均的には3-5日程度のブロックを月1回の割合？）のはどうか。たとえば、以下のような提案。

- 当面は装置内キュー（装置切り替えなし）で実施。
- まず、A0 への日数枠を決める。  
その中でシーイングの基準を設けて、優先度の高いプログラムから実施
  - TAC の段階で、優先度 ABCD のランク付が必要
  - TAC の段階で、シーイング基準を設けておく必要あり

□ 天候の悪い冬の時期（シーイングの変化も激しい？）に有効と考えられるので、まずBセメスターで実験的に開始。

しかし、実際には、A0 のみで装置内キューを組む場合も、後述する試験的試案で述べられるように、A0 の全採択課題数が十分多くないと、実効的ではない可能性もある。要検討である。

Gemini のキューでは DIMM/MASS（ビームスプリッターで分けている）でシーイングを測定し、0.45"と0.8"の2段階に閾値を設けて、キューのプログラムを決めているそうである。

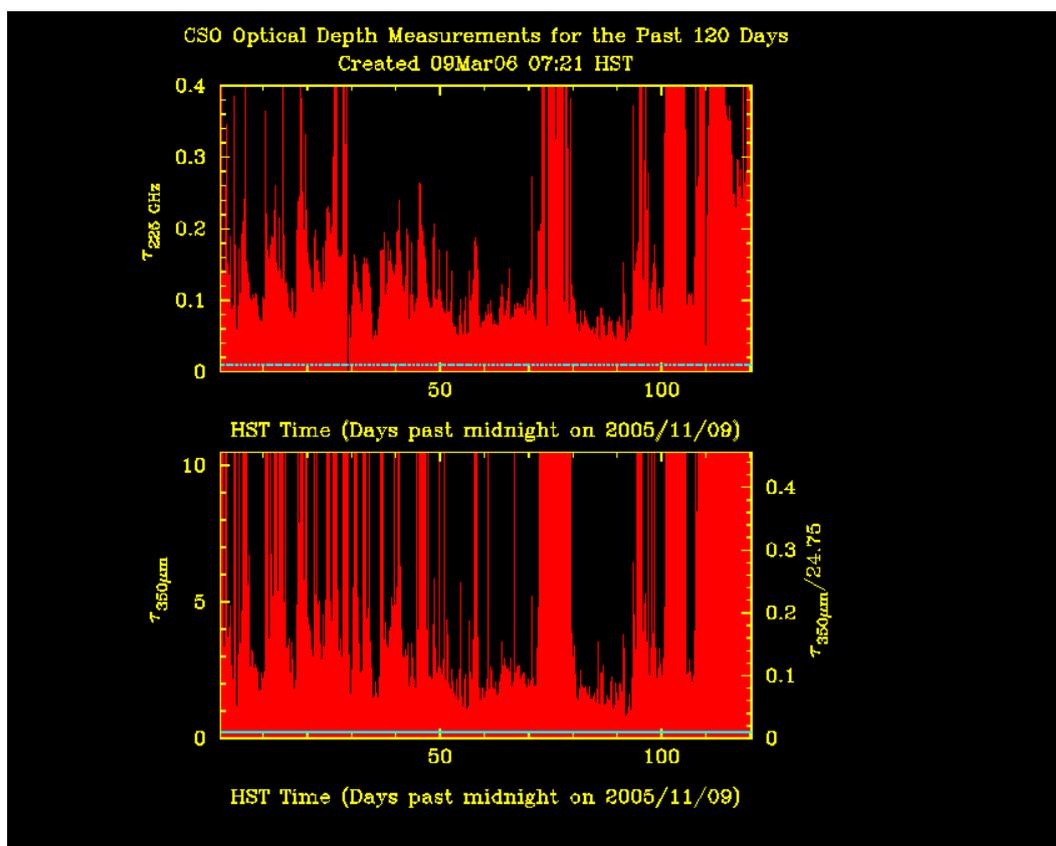
#### 2. 3. 3. 中間赤外大気透過率とキュー観測必要性についての検討

シーイングの他、中間赤外線での観測も、天候条件に非常に依存するので、サイエンスとして重要であると判断された中間赤外線課題などは、キュー観測によってその実効性を高めることができると考えられる。

Gemini 望遠鏡では、中間赤外観測や雲量については、20 ミクロンの IRMA (IR Radiometer for Millimeter Astronomy) を使うことを検討しているようである。IRMA 自体は ALMA 用に開発したカナダの Univ. of Lethbridge との共同研究で既に Gemini South でデータの取得が始まっている（2005年秋）。

現在のすばるでは、雲モニタにより、雲量についての参考データ取得は可能であるが、定量的な数値（例：雲量何%）は出す機能はない。水蒸気量については、CSOなどで取得される220GHzのデータから、現状の把握などが可能である（下図）が、将来的には、IRMAの導入が有効であるかもしれない。

図：CSOにおける220 GHzでの大気透過率の120日間に渡る測定結果例



### 3. 試行的キュー観測の具体案

#### 3. 1 運用体制についての考察

##### □ 運用方法

0. 一年程度以降を見据えて、対象装置は以下とする。

PF: SupCam, FMOS

Cs: MOIRCS, FOCAS, COMICS

NsOpt: HDS

NsIR: IRCS+A0, IRCS（次期システムでは夜間A0の出し入れは不可能）

1. Cs, Ns IR 装置交換・トップユニット交換を行わない。
  - > SupCam, FMOS は装置キューに限定される。
    - Supcam: 測光夜かどうか
    - 許容シーイング -> これまでの観測でどの位制限があったのか?
    - FMOS: 許容シーイング? -> fiber 径(1".2??)に納まればいいのか?
2. Cs<->Ns への焦点切り替えを行う。
  - ※ 所要時間は約 15 分。
  - 月の位相、副鏡が制約条件となる。
  - 『現状ニーズから想定される組み合わせ』
    - FOCAS -> HDS
    - FOCAS -> IRCS/IRCS+AO
    - COMICS <-> HDS, IRCS/IRCS+AO
    - MOIRCS <-> HDS, IRCS/IRCS+AO
  - ※ Nasmyth IRCS は CsOpt, NsOpt を使用できると仮定する (要試験!)

A1. 悪条件プログラムを別途募集する必要があるか?

集光力を落しても達成可能な課題は存在する。

- AO の高空間分解能 (IRCS)
- 8m の回折限界像が本質的な課題
- 高波長分解能 (IRCS, COMICS, HDS)

減光さえ小さければ、

- 長波長での好シーイングを利用する。

□ 運用体制

『観測判断・実行係 一人/夜』 + 「データ処理システム」

80% duty \* 5 人

- 事前に全課題の手順書を作成。
- 動的な標準星選択が必要。
  - SOSS 側で“標準星選択ツール”を作成することが必要。
  - ※ 標準星を共有することは望ましいが、これを考慮にいたったスケジューリングを必須としない。
- データ処理

撮像：シーイング（変化）チェック（Quick look：新 QDAS）  
重ね合わせ画像から 天体 S/N チェック（Quick look：新 QDAS）  
重ね合わせ画像から 天体 S/N チェック（パイプライン：ANA）  
分光：重ね合わせスペクトルから 天体 S/N チェック（Quick look：新 QDAS）  
重ね合わせスペクトルから 天体 S/N チェック（パイプライン：ANA）  
標準星による地球大気吸収補正後の スペクトル S/N チェック  
（パイプライン：ANA）  
※ 波長域によっては（L, M, Q バンド）、系統的な誤差が  
支配的になりパイプライン化による厳密な S/N チェックは難しい。  
→ 現行のクラシカルな観測でも、ここまでチェックして  
観測判断していることは稀である。

システム作成の為に、

ソフトウェアエンジニア 一人

ソフトウェアサイエンティスト 二人

+ 現行 SS からのインプット x 一年程度 が必要。

- 現行の装置オペレータでは観測判断は無理。現行の SS 的な人員が  
観測判断・実行にあたる。

当面（1、2年のタイムスケール）装置メンテナンスの大部分を  
行っている現行 SS を割り当てるのは困難。むしろデータ処理システムの  
整備に注力する為に、夜間のロードを下げる必要がある。

逆に、装置のデコミッション等で装置メンテナンスの責務を解かれた  
SS が順次このタイプに移行して行くことは可能。

#### □ タイムフレーム

Step0: A, B, C, D ランク付け試行 「S06A」？  
Step1: SupCam, HDS の一部を Que 化試行 「S06B-S07A」？  
Step2: 全装置(装置内 Que)一部 Que 化 「S07B」？  
Step3: 全装置一部 Que 化 「S08A-」？  
Step4: 全装置 Que 化 ??

### 3. 2 試行的 Scam/HDS 装置内キュー観測のプラン

上記運用体制の検討を受けて、まず考えられる Scam, HDS の装置内キューの試行を行う場合のプランを、過去の共同利用の具体的内容からシミュレーションしてみた。

- －現在の仕組みを替えないトライアル
- －現在の SA のタスクを想定

というのが前提条件である。

#### (い) 予想される審査の流れ

##### 第1ステップ

##### PHASE 1 (通常の submission)

1. TAC で通常のレフェリー審査
2. 各カテゴリで、上位課題
3. Scam / HDS classical 採択課題を確保
4. 採択課題に相当する夜数をキューブロックとして確保
5. ランク A 課題を選ぶ (採択ラインの 50(TBD)%)
6. ランク B 課題を選ぶ (残りの 50% 課題 + 上位から 50(TBD)% に相当する課題)

##### 第2ステップ

##### PHASE 2 submission

提案者から SA への情報提供 (これまでのサービス観測の経験を元に、確立)

#### (ろ) シミュレーション

実際に典型的なセメスタに当てはめて考えると、Scam, HDS の採択課題は、多くて～6－7課題である。したがって、50%を優先度ランク A (必ず実行する) とした場合、実際には、それぞれ3課題程度の課題が完遂出来るような時期にキュー観測用のスロットを用意しておくことになる。例えば、それぞれ少なくとも2回の観測スロットを用意して、Scam は毎月暗夜を3－4夜、HDS は毎月明夜を3－4夜確保することで対処することになる。

一方、何割かの採択課題がクラシカルを希望していると、結局、1－2課題のキュー的割付を優先して考える、という程度になってしまい、現在の「バッファ」精度とあまりかわらなくなってしまう。

#### (は) ユーザーズミーティングでの議論

2005年12月のユーザーズミーティングでは、試行する場合でもクラシカルは残して併用して欲しい、結局、数課題のスロットをバッファ的に用意するだけでは、あまり意味のある試行ではない、など、試行的キューに関しては積極的な意見は少なかった。

おそらく、すばる望遠鏡では7－8つの観測装置が同時に稼働しているので、多くの装置、大半の観測時間を巻き込むような、本格的なキューを組まないと、装置内キューだけでは、

キューのメリット／デメリットを経験的に把握することは難しい。

したがって、今後は、本格的なキューを行う場合の体制の検討、シミュレーションを重点に検討を進めるべきであろう。

あるいは、すばるでは、当面キュー観測の導入を見送り、クラシカル+サービス+バッファという現在の仕組みを継続することも、選択肢のひとつである。

# すばると大学教育

University Education with Subaru

## はじめに

すばる望遠鏡は完成から7年を経過し、日本の天文学の光学赤外線における観測研究において中心的な役割を果たしている。しかし、その一方で大学における次世代の日本の天文学を支える若手の人材育成という観点では、まだ利用しきれていない部分がある。この10年間で観測装置やネットワークを含むコンピュータ関連の技術は飛躍的に向上し、過去に行われてきた「一子相伝」型の人材育成だけでは、ビッグサイエンスとなりつつある今後の観測天文学に対応することは困難である。すばる小委員会では、すばると大学教育ワーキンググループの検討結果や、すばるユーザズミーティングでのユーザの意見を元に、すばる望遠鏡に関連する資源の活用方法に関して、大学教育の観点から以下の提言を行う。

1. すばるバーチャル体験ページの充実
2. 解析講習会の充実
3. 院生の観測への参加
4. アーカイブデータの充実
5. お蔵入りデータの活用
6. UH88・UKIRTの日本時間枠の確保
7. 装置の技術資料(FDR など)の公開
8. 持込装置の条件緩和と開示
9. 検出器関係のサポート

## 10. 今後の装置開発に関して

### 次世代の育成（観測・解析）

#### Fostering of the next generation (Observing / Data reduction)

これまでの共同利用観測等で得られたアーカイブデータは、観測天文学を志す若手の人材育成には極めて有用であり、これらのデータの利用方法を分かりやすく伝えることが必要である。また、キュー・サービス観測やリモート観測の割合が増えても、若手が観測を経験する機会を減らさないよう配慮することが必要である。

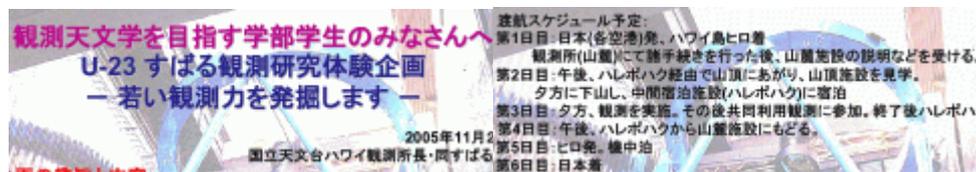
#### 1. すばるバーチャル体験ページの充実

##### Improvement of the web page giving virtual experiences

一般向けの他に、これから研究者を目指す学生に対して動機付けを与える目的で、毎年行なわれている観測研究体験ツアーの疑似体験版のようなものがあると良い。これを通して観測所の日中の作業、宿泊やリモートも含めた観測、観測後の解析などに関する一連の流れや環境についての理解が得られると同時に、現代の天文学に対して興味を持つ学生の増加と潜在的な人材の発掘の効果が期待される。

#### 観測研究体験ツアー

参加者には多大な効果があり、今後も継続して行うのが良い。天文教育を行っている各大学の理学部事務室にも送付し、掲示を依頼してはどうか。



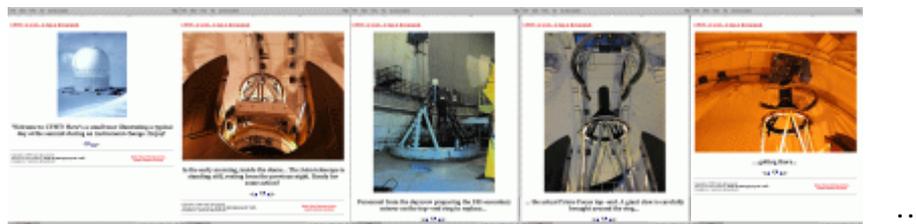
#### 現在のヴァーチャルツアーページ

これはどちらかというと見学者向けの事前説明の役割が主で、大学教育という観点では直接関係はない。



CFHT の例 (<http://www.cfht.hawaii.edu/CFHT/Tour/Summit/>)

日中の作業風景や、観測所の環境などが紹介されており、外からは見ることの出来ない情報が得られるが、観測の流れについての情報が得られないのが残念。



すばるでもショートムービーとして、日中の作業の様子も揃え始めているが、動画だと解像度が悪いわりにダウンロードが大変で、数が多くなると見てもらえる可能性が下がるかもしれない。サムネイル付画像集の方が良いのではないかな。

## 2. 解析講習会の充実

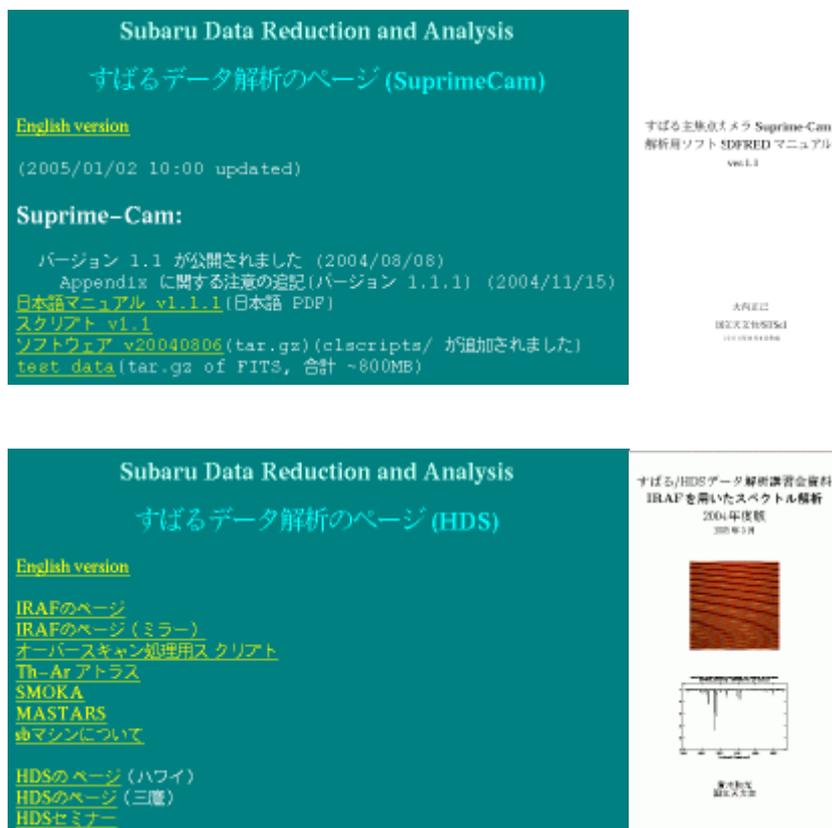
### Improvement of the data reduction workshop

2004年 Suprime-Cam、2005年 HDS と解析講習会が行われているが、定期的に（たとえば夏休みなど毎年同じ時期に）開催することによって、電波の干渉計スクールのように定例的な要素を与える。天文台のスタッフだけでなく、各大学関係者の解析経験も有効利用するように、大学間協力体制で行うのが良いのではないかな。また、アーカイブデータの選別方法やダウンロード、評価のための簡易解析などの流れも、実体験できるとアーカイブデータの利用者の増加につながると思われる。現在行われている解析講習会は、端末数の制限から受講できる人数が8名までに限られるため、端末数を増やす方策を検討することも必要である。

すばる観測・解析 WEB

([http://optik2.mtk.nao.ac.jp/subaru\\_red/](http://optik2.mtk.nao.ac.jp/subaru_red/))

講習会に参加できない人にも練習用データセットやマニュアル、処理解析パッケージなどが準備されている。このようなページは、今後益々充実させていって欲しい。



### 3. 院生の観測への参加

#### Participation of the graduate students in observation

共同利用時間内に学位論文特別枠を設けることは、すばるの競争率が高い現状では時期尚早であると考えます。

プロポーザル作成を学べる機会があると良い。

観測装置ハンドブックなど、観測に必要な情報を整理して欲しい。

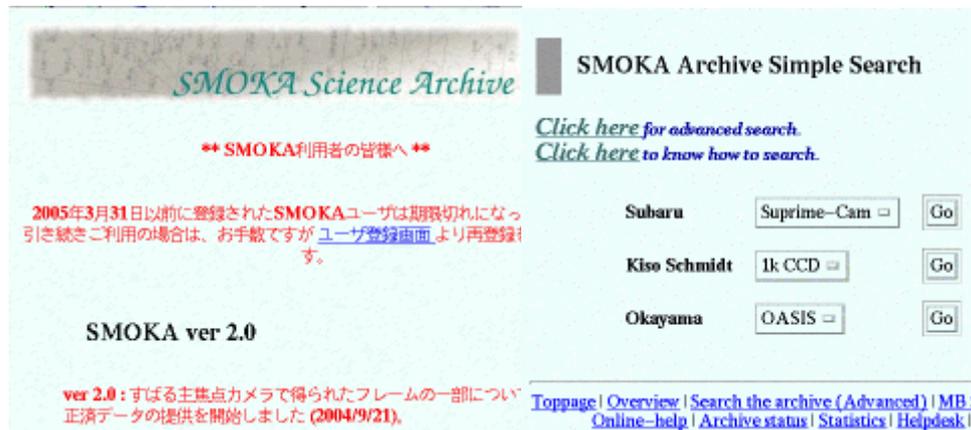
最近、大学院生を含めた旅費補助が4名から3名に減ったが、できるだけ減らさないようにして欲しい。

### 4. アーカイブデータの充実

#### Improvement of the archived data

SMOKA / MASTARS などでアーカイブデータのダウンロードが可能だが、膨大なデータの中から研究に利用できそうな質のデータを効率よく選びだせる工夫が必要。天候やシーイングなどの環境デ

ータにも関連づけられているとより判断がしやすい。  
練習用のデータ+解析ソフト(模範的な解析結果付)も置いてあると  
良いのではないか。



## 5. お蔵入りデータの活用

### Utilization of the shelved data

データが不十分であったが別の目的なら十分使える可能性がある、  
データが予定以上にとれたがすぐに解析する余裕がない、といった  
埋もれてしまう可能性のあるデータを有効利用する方法を検討する  
必要がある。興味ある人が18ヶ月を待たずに使えるメリットがある  
が、データを取得したグループと希望者との関係が複雑になる可  
能性がある。情報交換用の専用メーリングサイトを作り、18ヶ月以  
前の利用に関してはPIが責任を負うとしてはどうか。このようなデ  
ータは、教育用にも使えるかもしれない。

## 6. UH88・UKIRTの日本時間枠の確保

### Ensuring of the Japanese allocation time of UH88/UKIRT

H17年度から予算が厳しくなっているようだが、院生が基礎的な観  
測経験を積むには有益なので、是非継続すべきである。

## 次世代の育成（装置開発）

### Fostering of the next generation (Instrumentation)

近年、学生の実験離れとプロジェクトの巨大化が進み、大学院生が自分で装置を開発し、自分の装置で観測するという機会が非常に少なくなった。しかし、今後の観測天文学を発展させる上で、技術力を伴った人材の育成は不可欠である。大学での装置開発の支援を、今後とも積極的に進めて欲しい。

#### 7. 装置の技術資料(FDR など)の公開

##### Release of the technical information (FDR etc.)

観測装置に興味のある学生のため、装置製作時の技術的資料を出来る限り公開してはどうか。装置制御ソフトのソースコードも、公開すると他の装置の制御システムを製作する上で役に立つ可能性がある。

#### 8. 持ち込み装置の条件緩和と開示

##### PI instruments (not only the subject for the university education)

これまで、観測システムやアーカイブ等に関しての条件が厳しく、持ち込み装置で観測を行うことが難しい状況にあったが、これらの条件は大幅に緩和されることとなった。観測所は持ち込み装置の受け入れ手順をコミュニティに示し、大学の装置開発意欲を促す必要がある。

#### 9. 検出器関係のサポート

##### Environmental support for detector and its surroundings

現在も行われている MessiaV, MFront2 などのソフト・ハード両面でのサポートや、検出器関係のサポートは重要であり、今後も継続して続けて欲しい。

### Messia5

Messia 5プロジェクトは次世代の大フォーマットかつ高速な赤外線検出器を念頭におきつつ、Suprime-Camの高速化を実現するために進められている次世代汎用データ取得システム開発プロジェクトです。

- 推奨ソフトウェア環境（2005年9月）  
Vine32, WinDriver701, dsp21ksf740, VisualDSP402
- Linux Kernel 2.6対応済

- [Messia5を使ったSuprime-Camについて](#)
- [Messia5 CMICについて](#)
- [検出器との組み合わせ方](#)
- [Installation How-to](#)
- [Software How-to](#)
- [Hardware How-to](#)
- [DSP How-to](#)
- [クロックパターンのご紹介](#)
- [カメラ接続](#)
- [LEDの見方](#)
- レジスター（CS, FG, FGPRE）



### Mfront2

Mfront2プロジェクトは次世代の大フォーマットかつ高速な赤外線検出器を念頭におきつつ、Super-Suprime（完全空乏型CCD2kx4k出し）を実現するために進められている次世代汎用検出器フロントロニクス開発プロジェクトです。また次世代超広視野カメラHyp-HST後継機HOPに搭載される広視野カメラVWFI開発のための構想も持ち合わせています。

- [Installation How-to](#)
- [Hardware How-to](#)
- [Software How-to](#)

### 構成

- MF2\_PWR（電源ボード）
  - MF2\_PWR
    - 個別ON/OFF可能なリアレギュレーター搭載
    - DCDCコンバーター（5W1個、1.5W3個）による電源電圧・電流モニター機能
    - 電源異常による自動シャットオフと自動復帰
    - RS-485型可両向き通信ポート

## 10. 今後の装置開発に関して

### Instrumentation in the future

今後の装置開発は、さらに大規模なものとなることが予想される。国立天文台が中心となり、各大学で分担して部分毎に開発して統合する方法ならば、大学の規模でも今後の装置開発に関与できると考えられる（X線グループのとっている手法）。

# すばるアーカイブ

Subaru Archive

## 1. アーカイブの有効利用の現状と問題点

すばる望遠鏡の観測データは、2002年6月より運用を始めた SMOKA (Subaru Mitaka Kiso Okayama Archive System) によって、基本的に取得後18ヶ月で世界に公開されるようになり、システムの利用者は、データのダウンロード数と比例するように年々増加を続けている。表1には2004年度のユーザー数等の統計を示す。

表1. 2004年度の SMOKA ユーザー数

	人数
総計	165
研究者	71
学生	17
院生	54
教師	15
アマチュア	6
その他	2

このうち、外国人のユーザーが全体の40%程度を占めるのが今までの日本のデータを扱ったアーカイブシステムとの大きな違いであり、世界的にも注目されるシステムになりつつある。

2005年11月までのSMOKA利用統計を見ると(図1)、年ごとに増加するデータダウンロード数が単純に見て取れるが、すばる望遠鏡での1晩の平均的な観測データ量が3GB程度であるので、単純にその2-3倍のデータがアーカイブを通じて取得されていていっていることとなる。特に主焦点の可視光モザイクカメラのSuprime-Camのデータが全体の90%を占めていることが特筆される。

しかしながら、そこから生まれ得べき科学的成果については、まだまだ不十分であるという感を否めない。表2に示すようにSMOKAからダウンロードして使用したデータを用いて書かれた論文は、すばる望遠鏡データに基づいた論文数の10%にも満たない。もちろん、Hubble Space Telescope (HST)においても、全体の15%程度がアーカイブ利用に基づく論文であることを考えると決して悪いというわけではないかもしれないが、論文の内容を見ると、どれも他波長観測との比較として補完的な利用をされた場合のものが多く、純粋にアーカイブデータだけを利用したものや、醍醐味の一つである大規模なデータサンプルを使った統計的な研究は皆無に等しいと言って良い。

表2. SMOKAを使った論文数の推移

年	査読論文数	学位論文数
2003	3	0
2004	5	0
2005	4	1

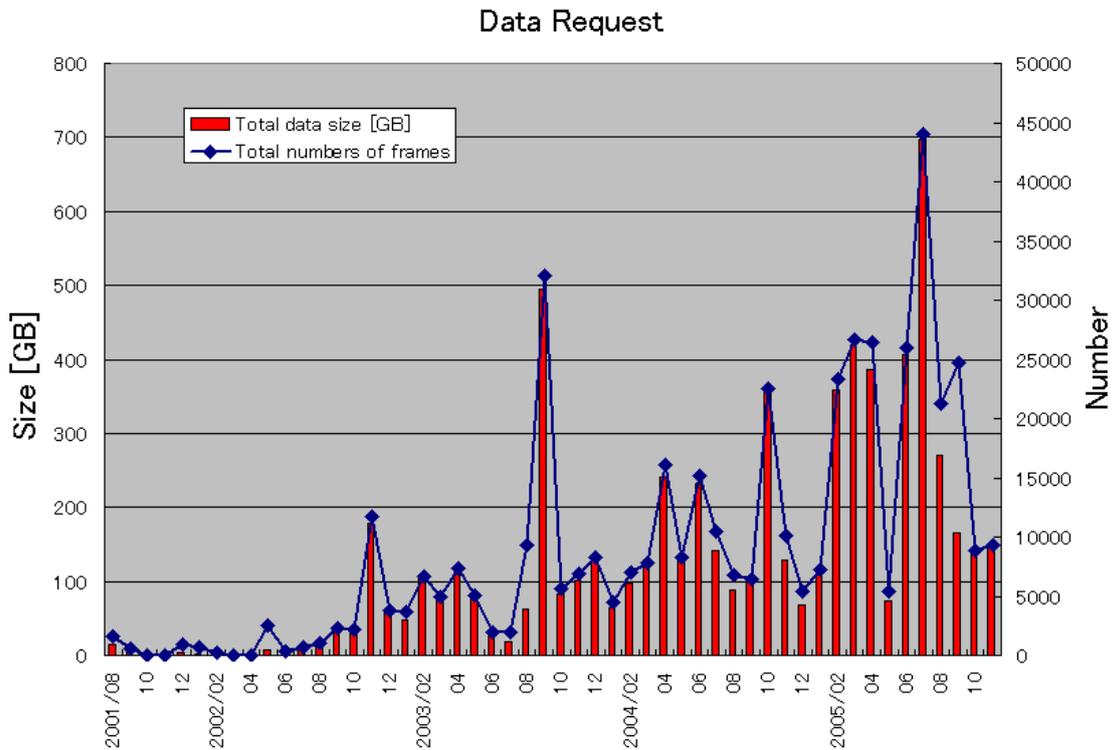


図 1. SMOKA データ取得量の統計 (ほぼ全部がすばるのデータ)

以上、すばるアーカイブ利用の現状をまとめると以下のようなになる。

- 成果は増えては来ているがまだまだ少ない
- アーカイブデータだけを用いた成果が非常に少ない
- 日本人 PI の成果が少ない (UH 絡み多い)
- 非常に大量にデータ取得する人からの成果が出ない

これらの状況をもたらしているのはどこに原因があるかを様々な視点から考察してみた結果以下のような原因が挙げられた。

- データの使い勝手がユーザーの要求についてきていない。  
 具体的には、  
**★Ready-To-Use** でない。カタログ化されていない。キャリブされていない。モザイクされていない。キャリブ出来るかの保証情報が“少ない”、または、“ない”(使えるかどうかは該当データ全てもってきて自分で処

理してわかれば良い方である)。  
欲しいデータをもって来るにも余計に時間がかかり、もってきても使えるデータが実はあまりなかったりする場合もある。

- システム側 (すばるや計算センター) で対応出来る人員が不足
- ソフトウェア・ドキュメントの不備

これらの問題はどれも解決に時間のかかるものが多く、一朝一夕で解決するものではないが、現状で改良出来るものから対応することでしか解決の糸口はつかめないものと考えられる。具体的にどのような対応をどのような計画・時間で実行していくかをすばる小委員会で議論した結果以下のような結論に達した。

## 2. 実際の対応の提案

ここでは大きく分けて短期と中・長期の2つに分けて行われると良いであろうと思われる具体的な提案を行う。

### 優先順位 1 番目 (最優先課題) (短期)

- 有名領域などの処理済みデータなどの集中的な提供
  - さしあたっては **Suprime-Cam** のデータに限る  
(近い将来 **MOIRCS** 撮像データ等もターゲットになる可能性はある)。
  - 公開済みデータだけでもかなり質の高い多バンド画像・カタログを得られる。
  - **HDF-N**、**Lockman-Hole**、**SSA13**、**SSA22** などがターゲットとなる  
(**SDF** や **SXDF** のデータと同じ程度の品質・情報量)。
  - とりあえずポストククラスで **Suprime-Cam** のデータ解析に  
データの扱いに慣れた人を 1 人 (専従) と、そのサポート体制が必要である (装置などについて、すぐに聞ける・調べられる体制が必要)。
  - マルチバンドの測光カタログを (必ず) 用意する。  
画像データだけでは使い勝手が圧倒的に落ちることが明白である。
  - 誤差の評価は色々と大変 (誤差マップも含めて)  
必要精度はサイエンスに依存するので、ある程度の精度のものを初期は供給するに止める。

ターゲットを絞った品質評価とあって良いので仕事量としてはかなり大きなものとなるが、実りも大きく、天文学におけるインパクトも大きいと思われる。また、**SDF** や **SXDF** データの利用のされ方も注視し、情報の提供方法や内容についても常に工夫を凝らしながら改良を施していく必要がある。

活動主体はコンピュータリソースの統合化の動きなどとも絡めると、国立天文台・三鷹に置くのが妥当であろうと思われる。また、最長でも2年間で一通りの結果を求めるべきであろう。

#### 優先順位 2 番目 (短期)

- 大学院教育などによる有効利用の促進  
(お試し) データセット、解析ソフトウェアとドキュメントの用意。  
理想的にはデータハンドブックや装置ハンドブックの簡易版が必要である。
- 対応装置の数を絞るかそうでないかでまるっきり大変さが変わる。  
一人ポストクを当てただけでは対応は難しいので、人員計画や必要度の吟味など戦略的な対応が望まれる。
- 解析ソフトやドキュメントの整備はどうしてもハワイ側 **SS** 等の手を煩わすので、その点をどう軽減していくかが成功のためのポイントである。
- 既に **Suprime-Cam** や **HDS** については講習会等の試み、それに応じた解析マニュアルなどの整備も進みつつあるので、対応可能であろう。

この項目も2年程度である程度の成果を得る必要がある。また、大学関係者とすばる関係者(ヒロ、三鷹)の合意に基づいた運用が必須である。

#### 優先順位 3 番目 (中期)

- **Quality-Control (QC)** (品質制御) されたデータの提供
- 取得判断材料の提供  
具体的にはシーイングやゼロ点情報の提供、フラットの精度など。  
=> **SMOKA** で一部対応開始
- 処理済みデータの提供=> **SMOKA** で一部対応開始
- **QC** は本当は観測即時のフィードバックも重要 (**STARS/MASTARS** 併用)。

(理想的にはパイプラインとの融合：観測所主導の形態：ESO 型)

- 継続的に装置の状態を知る上ではこの上なく重要である  
(長く使う共同利用装置には特に)。
- トレンド解析の道具立てなど、自動化・運用効率化の必要性と結果の可視化を行う。
- 精度の高い仕事をするためにはキャリブ情報の質のアップも必要である。解析ソフトの継続的な整備・ドキュメント化を続ける。

継続した組織的な対応が必要になるので、覚悟を決めて取り組む必要がある。それなりの成果が見えるのに時間がかかる(2-3年は最低必要)。各装置に1人ずつ専従に近い人が必要、さらにとりまとめ1人(対応装置の重点化も一つの案であり、さしあたっていくつかの装置だけで始めるとか、方法は状況に応じて判断すればよい)。

リアルタイムの QC およびフィードバックなど、今から出てくるデータについて行う。サービス観測など基本的に観測所が中心になって取得したデータでまずは試行する。

これからの5年間で、通常の観測所の運用シーケンスとしてデータの品質評価を組み込めるかどうかポイントになる。

#### 優先順位4番目(長期)

- アーカイブデータを使ったサイエンス・プロポーザルの受付(共同利用)
  - コンピュータ資源、専属のサポーター、旅費の補助などが前提である。今後の天文台の計算機資源の展開を考えると三鷹に基点をおくことになる。
  - SSと同等レベルのデータに関する知識を持つサポーターが必須である。
  - プロポーザルの受付や審査関連のシステム整備
  - 品質評価されたデータでないと運用が厳しい。従って優先順位3番目の項目の成功を前提とするので、その後の取り組みとしては長期と言うことになる。

人的なケアに大きなウェイトがかかるので、かなりの心構えでやる必要がある。本気になってやるつもりがないならばやめた方が賢明であろう。運用主体はすばる三鷹(光赤外)と計算センターになることが前提である。

# すばるアウトリーチ

Subaru Outreach

## はじめに

すばる望遠鏡は近年目覚ましい成果を挙げてきているが、それが社会に正しく理解されるには国立天文台としての積極的な取り組みが必要である。これまでに国立天文台が広報普及の対象としてきたのは、小中学生、高校生、学部生・大学院生・教師、並びに一般の社会人などである。けれども、その内容は多分に宣伝的なものが多く、すばる望遠鏡がサイエンスに如何に貢献したかを正しく理解して貰うには不十分である。とりわけ、物理学関係者（研究者、エンジニア、科学記者など）にすばるの成果を積極的に訴えることはこれまで十分に行われてこなかった。このために、物理学関係者からはすばるの成果が見えてこないという批判が聞こえてくる。

このような状況を受けて、すばるのアウトリーチを有効に行うために以下の提言を行う。

1. 日本物理学会誌にすばるの成果を特集した解説記事を掲載する。
2. これからは研究者が社会に向かって自らの成果を語る事が求められる。国立天文台はすばるユーザーがアウトリーチをやりやすいように、旅費・資料などを提供して、全国のすばるユーザーの活動を支援する体制を作る。

# 次期観測装置について

## Next Generation Instruments

### 長期的提案－装置提案－

#### 1) 背景と経過

すばる望遠鏡の共同利用観測装置の現状は、第1期に稼働しだした装置の一部が現役を退きはじめ、第2期のMOIRCSの稼働が始まり、FMOSと188素子レーザーガイド星によるAOの稼働も近い、という状況である(第1期装置の改良も行われた)。しかしながら、更にその先の今後5-10年先の共同利用観測装置については、まだあまり具体的な計画が議論されていないのが現状である。このことは今後世界の8-10mクラスの望遠鏡の中で、すばるがどういう点で特徴を活かして活躍していくのかという長期的なすばるのプランと深く関わる大きな問題である。そこで、ここでは、長期的提言として、今後の観測装置についての提言を行う。

すばる小委員会(SAC)においては、まず、5-10年先にどのような観測装置が必要であるかについて、科学的な要求からサーベイを行うと共に、技術的な可能性、さらに将来の大型望遠鏡への布石等も含めて検討を進めてきた。このため、第4回(6月)の委員会では委員があまりカバーしていない分野である、太陽系や系外惑星系研究の動向と展望、必要な装置について、外部から比較的若手の研究者を招いてレクチャーをして頂いた。また、8月にはすばる小委員会シンポを開催して、研究現状と今後の展望について各分野の代表的な方に話をして頂き、必要な装置の提言もお願いした。また、現在進行中の装置あるいは検討中の装置についての紹介もして頂いた。とりわけ、他天文台(Gemini)との関係で議論が急がれていたWF MOSについての紹介と議論もコミニテイで開始された。

この議論は、8月のシンポのサマリをたたき台として、12月のすばるUMでも続行された。世界の他の8-10mクラス望遠鏡の次期装置もにらみながらの議論となったが、特にWF MOSに関しては、いろいろな意見がでてきた。

これらの委員会内外での議論を踏まえて以下のような提言を行うものである。但し、全般的には、まだ議論は途中の段階にあるというのが正直なところで、今後も継続した議論が必要であると認識している。

## 2) すばる望遠鏡の特徴は何か?

すばるが今後とも世界の中で重要な位置を占めていくためには、その特徴をよく活かした次期装置を考える事が重要である。

すばるの特徴としては

- A) 広視野、
  - B) よい結像性能、
  - C) 安定性のよさ、
- 等があげられた。

A) は今後とも活かすべきであり、可視の広視野撮像装置、広視野分光装置、近赤外広視野撮像装置等が重要であるという認識であった。但し、近赤外については焦点としてどこを想定するかは検討課題である。

B)、C) は A0 や中間赤外線での観測にとって有利である。特に A0 については、30m 時代になっても、単一鏡という特徴の方が有利に働く可能性もあり、今後もその性能を活かすのがよいだろう。この点は中間赤外線でも単一鏡という点は有利になるのではないかという考えがある。また、面分光もすばるの特徴を活かすのではないかという議論もあった。

そこで、ここでは以下の装置について特に焦点を絞って提言を行う。

広視野可視撮像装置 Hyper S-Cam

広視野可視多天体分光装置 WFMOS

広視野近赤外撮像装置

中間赤外撮像分光装置

A0 用多天体+面分光装置

なお、CIAO の後継として HiCIAO は既に進行しており、ここでは取り上げない。

## A Hyper S-Cam

これは、S-Camの後継としてHyper-SCamの具体的検討が既に進みつつある。S-Camの自然な後継機であり、小委員会では、すばるの特徴を活かした計画で、その科学的意義も大きいという共通認識があった。表は今後計画されている(あるいは稼働中の)大型望遠鏡の広視野撮像装置一覧であるが、計画中のLSSTに比べてサーベイスピード(A $\Omega$ )は半分位ではあるものの、Hyper-SCamの方が早く立ち上がれば、広視野可視観測のすばるの優位性は明らかである。

**表 Suprime-Cam の Survey Speed**

Camera	A [m <sup>2</sup> ]	$\Omega$ [deg <sup>2</sup> ]	A $\Omega$	First Light
SDSS	3.83	6.0	22.99	May-98
UH8K	9.59	0.25	2.40	Sep-95
CFH12K	9.59	0.375	3.60	Jan-99
Suprime	51.65	0.256	13.17	Jul-99
MegaCam	9.59	1.0	9.59	Fall-03
VISTA	11.33	2.0	22.67	(Spring-05)
LSST	46.3	7.1	329	(~2010)
HyperCam	51.65	3.14	162	~2009

その仕様をめぐっては、現実的な各種制限からくる再検討が必要になる可能性もあるので、その科学的目標についても、今度広くコミュニティで議論をしておく必要がある。

いずれにしても、検討を続行すべきである。

## B. WFMOS : 可視光の光ファイバ分光器

本観測装置の主な仕様値を以下に示す。

視野	1.5 度 $\phi$
ファイバ本数	4500 本
波長範囲	0.39~1.0 ミクロン
空間分解能	1" $\phi$
波長分解能	R=1800~3500 (3000 本のファイバ)、R=40000 (1500 本ファイバ)

## 背景

国立天文台海部台長より、Gemini からの WFMOS 提案に対する判断が必要なので、すばる小委員会で早急に提言をまとめてほしいとの意向があった。

Gemini 側では、既に設計へ向けたレビューが開始されており、AAO が作成した 505 ページの実現可能性調査の報告書(図 1)

[http://www.gemini.edu/files/docman/science/aspen/WFMOS\\_feasibility\\_report\\_public.pdf](http://www.gemini.edu/files/docman/science/aspen/WFMOS_feasibility_report_public.pdf) が完成している。2005/03/20-21 に、この報告書に対するレビュー会議がヒロで開催され、その結果、今後は Gemini ではなく、すばる望遠鏡に搭載することを前提にして、WFMOS の概念設計に進むことになった。なお、この会議に日本側からは三菱電機・伊藤氏、国立天文台・宮崎氏、国立天文台・友野氏(国立天文台・臼田氏の代理)が出席し、伊藤氏より現提案のままでは、すばるに搭載することは難しいというコメントが出た。

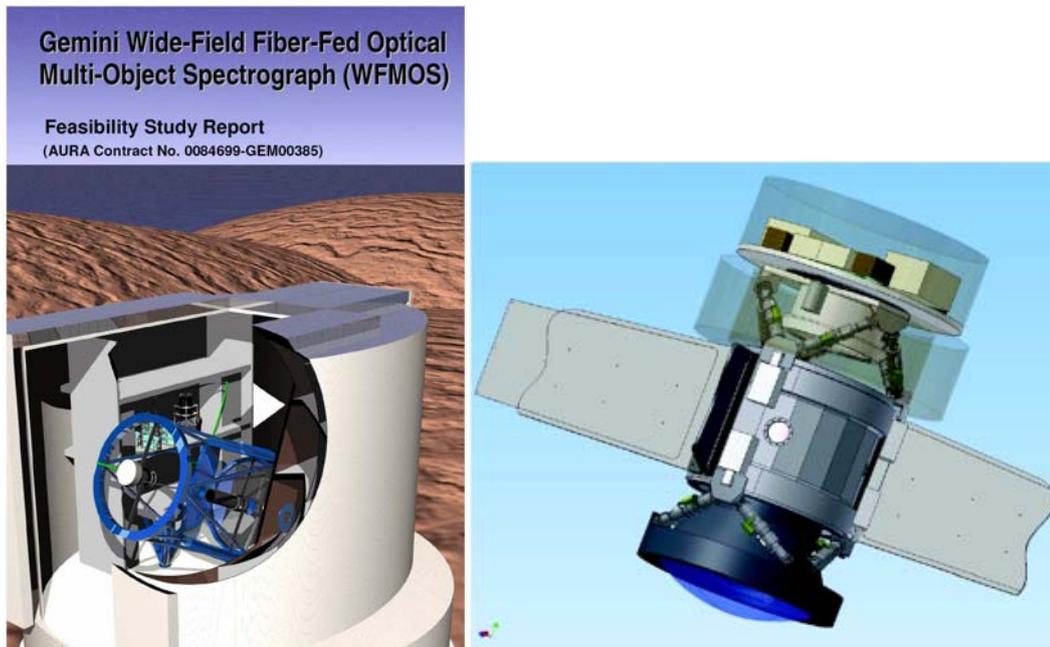


図 1

第 3 回すばる小委員会(2005/04/15)で議論した結果、本委員会としては、ユーザーの意見を広く聞く機会もまだ持っていない状態で、ここ 2-3 ヶ月といったタイムスケールで提言を出すことは出来ないと判断し、今後 1 年をかけてきちんと議論することとした。

### 1. サイエンス

- (1) 10 年先のすばる望遠鏡でおこなうサイエンスについて、装置提案と併せた議論をおこなうために、すばる小委員会シンポ(2005/08/23-25)を開催した。特に宇宙論の分野で、WFMOS (Hyper Suprime と組み合わせた) に対する期待が大きいことが紹介された。主な関連する発表内容は以下の通りである。

- 超新星観測による宇宙膨張測定：土居氏（東大）
- 宇宙大規模構造から探るダークエネルギー：松原氏（名大）
- 宇宙の構造形成の赤方偏移進化から探る宇宙論：高田氏（東北大）

(2) Hyper Suprime と WFMOS による、主にダークエネルギーに関するサイエンスについては、11月7-9日にハワイ島コナで Gemini&Subaru 共催のシンポジウムが開催された。

<http://www.noao.edu/meetings/subaru/>

## 2. 世界的情勢：主な可視光の多天体分光装置

下の表には WFMOS の競争相手となりうる可視光多天体分光装置の一覧を示す（協力：京大・太田氏、国立天文台・宮崎氏）。この表から、WFMOS は他の装置と比較して、世界をリードできる装置であることがわかる。現状は、競争相手となりうるのは、数倍長い観測時間をかけられる 8m より小さい口径の望遠鏡だけと思われる。また、すばるは FMOS という近赤外域で  $0.5^\circ$   $\phi$  の視野で 400 個の天体を分光可能なファイバ分光器を要する唯一の大望遠鏡であることが、相乗的に有利な点とも言える。

装置名	望遠鏡	視野	波長分解能	天体数	備考
AAΩ	AAT 3.9m	$2^\circ \phi$	700-2500	392	ファイバ
IMACS	Magellan 6.5m	$27' \times 27'$	2000-20000	600	スリット
Hectospec	MMT 6.5m	$1^\circ \phi$	1000	300	ファイバ
Hectochelle	MMT 6.5m	$1^\circ \phi$	32000	300	ファイバ
VIMOS	VLT 8.1m	0.2	200-2000	560	スリット
GIRAFFE	VLT 8.1m	$25' \phi$	7000-21000	132+15 IFU	ファイバ
GMOS	Gemini 8.1m	$5.5' \times 5.5'$	600-3700	<600	スリット
DEIMOS	Keck 10m	$16' \times 5'$	1700-4800	80	スリット
FOCAS	すばる 8.2m	$6' \phi$	250-2000	50	ファイバ
WFMOS	すばる 8.2m	$1.5^\circ \phi$	1000-40000	4000	ファイバ

## 3. ユーザーからの主な意見

### (1) Hyper Suprime について

- 日本側で開発・検討しているコアメンバーが既に積極的に活動している。また、サイエンスについても Suprime-Cam の延長を基本として、太陽系内天体から宇宙論まで広い分野で観測テーマが提案されている。

### (2) すばる小委員会シンポ(2005/08/23-25)

- Gemini での議論だけが先行しており、日本側のメリットが感じられない。ユーザー

の反応は全般的に消極的

- 現状、人員も予算も縮小される流れにあり、成果が上がるかどうか曖昧なものには投資しにくい状況である。ただし、サイエンスや技術的にも検討すべきことは沢山あり、それらをきちんとやらなければならない時期にきている

(3) ダークエネルギー研究会 (2005/11/7-9)

- ダークエネルギー問題に対して重要な天文学的な貢献が大きく期待できる。特に、世界に複数存在する測光観測サーベイによるダークエネルギーの提案に比べて、分光を加えることで系統的な誤差を減らすことができる。
- Hyper Suprime との相補性が高い。Hyper Suprime で観測された天体自体を WFMOS で分光することができるなど、相乗効果が期待できる。

(4) すばるユーザーズミーティング (2005/12/21-22)

- 日本のユーザーが WFMOS で何ができるのか？を独自で考える必要がある。現状、一部研究者が、欧米のサイエンスワーキンググループのメンバーとして活動しているが、日本主体では未だない。
- 日本側でサイエンスと装置開発両面でコアグループを作る必要がある
- ダークエネルギー以外のサイエンステーマについても日本独自で考える必要がある。
- 物理のコミュニティを巻き込んだ競争的資金獲得が大事。ダークエネルギーの解明については、現状信頼できる理論がないため、観測的天文学が主導。
- WFMOS にかけるだけのお金があるのなら、他に欲しい・作りたい装置もあるのではないか？

(5) その他：すばる小委員会での議論など

- すばるは日本の望遠鏡だから、共同研究だけでは損をしたと思う人が出てくる
- 予算的に厳しい現状では、費用の半分を向こうが負担してくれて、分光器ができるのはよいという考え方もある
- すばるは WFMOS 専用にはならない。Gemini が要求している 100 夜というのは大きいので、その分 Gemini の時間をもらうことになるだろうが、Gemini を使いたい人がそんなにいるだろうか
- Gemini はすばるだけをパートナーと考えているのか？ Gemini が最適なのか？

#### 4. 提言

Hyper Suprime と組み合わせた WFMOS の計画の実現性を検討する必要がある。

(1) サイエンス

- ダークエネルギーに関する宇宙論の分野では既にコアとなるメンバーが複数存在するため、若手も加えたオールジャパンの体制作りが必要
- ダークエネルギー以外の観測テーマ（例えば、銀河考古学）についても、活発な議論と実行する体制の構築が急務である。

## (2) 望遠鏡・観測装置

- すばる望遠鏡は、日本で唯一の大型共同利用望遠鏡であるので、Hyper Suprime と WFMOS 以外の観測的テーマを不可能にすることはできないと言える。この制限条件での実現可能性について（例：望遠鏡をどの程度改造すれば良いのか）日本が独自で実現可能性調査の実施やそのレビュー会議の開催が必要である。
- 観測装置については、Hyper Suprime は Suprime-Cam の開発チームと既に実現可能性についての議論が始まっているので、継続してまとまった資料にすることが必要である。一方、WFMOS については、プロトタイプとも言える FMOS の開発の過程で、望遠鏡とのインターフェースや開発上の課題などが明確になりつつあるため、すばるの望遠鏡チームと FMOS チームが協力して、日本が独自で実現可能性について議論する必要がある。

## C. 近赤外広視野撮像装置

### 1. 世界的情勢

広視野の近赤外撮像装置はすばる望遠鏡が備えたい有力な次期観測装置である。世界のこれからの動きを概観するために、下の表に現在の 4 m 以上の望遠鏡の比較的広視野の近赤外観測装置の一覧を示す。但し Subaru/MOIRCS、UKIRT/WFCAM、CFHT/WIRCam 以外はまだ装置としては完成していない。この表からわかるように、MOIRCS を有するすばる望遠鏡は現在 8-10m 級望遠鏡において世界をリードしているが、やがて立ち上がってくる各装置によって数年先からは互角の競争を強いられることになる。また撮像性能だけに限って言えば (image quality や装置の throughput などにもよるので一概には言えないが) 4m 級望遠鏡はすばる望遠鏡に比べ口径で劣るものの、約 4 倍の時間をかけて観測することにより 20 倍以上の視野を一度に撮像することができることになる。

装置名	波長	検出器	視野	分光性能
[8-10m]				
Subaru/MOIRCS	0.9-2.5um	HAWAII2x2	4' x7'	MOS
VLT/HAWK-1	0.9-2.5um	HAWAII2-RGx4	7.5' x7.5'	-
GTC/EMIR	0.9-2.5um	HAWAII2x4	6' x6'	MOS (6' x4' FOV)
Gemini/FLAMINGOS2	0.9-2.5um	HAWAII2x4	6' x6'	MOS・MCAO
LBT/LUCIFER	0.9-2.5um	HAWAII2x4	4' x4'	MOS A0
[4m]				
UKIRT/WFCAM	0.9-2.5	HAWAII2x4	27.4' x27.4' (net)	-
CFHT/WIRCam	0.9-2.4	HAWAII2-RGx4	20.5' x20.5'	-
VISTA	1-2.3	VIRGOx16	46' x46' (net)	-

すでに MOIRCS を有するすばる望遠鏡が近赤外線の大視野撮像でさらに強力な装置を搭載するとしたら、やはり 20 分角規模の装置がのぞましいと考えられる。

## 2. すばる望遠鏡の制限と特長

近赤外線装置の場合には、通常冷却瞳をいれるために、カセグレン焦点 (Cs) およびナスミス焦点 (Ns) に搭載するのが通常である。そこですばる望遠鏡の各焦点で現在とりうる視野をハワイ観測所の友野氏、臼田氏が調査した結果が下記である。ここで ADC は大気分散補正系、ImR はイメージローテータを示す。

### (1) 現状

Cs	w/o ADC	8.6分φ	Ns	w/o ImR	6分φ
	w/ ADC	6.6分φ		w/ ImR	3.5分φ

### (2) 改造あり

Cs	w/o ADC	40分φ
Ns	w/o ImR	10分φ

その結果現状ではMOIRCSを大幅に超える視野を有する装置はカセグレン・ナスミスに搭載する

ことは難しい。一方、視野を制限しているものは可視観測のためのバッフルなどの機械系であり、それらを取り除いて、視野端での収差を補正すると、(2)のようにカセグレンでは20分角程度の視野が確保できる（主鏡と中心の穴による制限のみが考慮されている）。ただ、この場合はカセグレンの可視装置にも瞳に絞を作るなど、すばる望遠鏡をある程度赤外線観測に特化していくことが必要となる。

別の方法として、例えばZ, J, H, Kの4バンドを同時に撮像するなどの可能性がある。同時性を重視する観測には最適であるだけでなく、多色のサーベイを同じバンド数で実現する場合には10分角の視野が20分角と同等となる。ただし、バンド数が少なくても良い観測においては効率は高くないし、必要な深さがバンドごとに調整できない。4バンド同時観測装置の場合、例えばGround Layer A0と併用できるとたいへん強力である。

一方、すばる望遠鏡は8-10m級光赤外線望遠鏡において唯一主焦点を持つという特長がある。主焦点はカセグレン焦点やナスミス焦点に比べ短い焦点距離となるため、物理サイズが比較的小さくとも広い視野を確保できるという特長があり、すでに可視光では約30分直径の視野を有する主焦点カメラSuprime-Camが活躍し将来計画としてさらに広い視野を有するHyper-Suprimeの検討も進んでいる。広視野を活かした分光装置として、近赤外線ファイバー分光器FMOSも近々完成し、また可視WFOSについても検討されている通りである。しかしながら近赤外広視野撮像を主焦点で実現しようとする技術的な困難を一部生じる。近赤外線観測においては、望遠鏡の赤外線バックグラウンドをカットするため、瞳に冷却絞をいれる必要があるが、主焦点では重量および体積に制限があるため、大規模な補正光学系を絞の前後に用意することが難しく低バックグラウンドで広い視野を確保することは容易でない。第二期装置の検討として東北大学の市川隆氏を中心に、主焦点に近赤外広視野カメラを搭載する可能性の検討が行われた。その構想においては波長の長いKバンド( $2.2\mu\text{m}$ )はバックグラウンドが特に大きく効いてくるため仕様範囲からはずし、Zバンド( $1.0\mu\text{m}$ )、Jバンド( $1.3\mu\text{m}$ )、Hバンド( $1.7\mu\text{m}$ )での広視野(20分角程度)なら現在の主焦点にも実現可能性が十分あることが報告されているが、様々な検討の結果第二期装置としてはまずMOIRCSを製作するという方針となった。ここで注意すべきことは、当時は現在の主焦点の装置搭載制限のもとでの検討がなされた。例えばHyper-Suprimeを搭載する規模の主焦点の改造などが可能となる場合には、新しい制限のもとでの再検討が必要となる。

### 3. 期待されるサイエンス

近赤外線観測の特長はたくさんあり、可視光にくらべ低温の天体を容易に観測できること、減光量が少なく星生成領域を見通すことができること、また宇宙膨張により赤方偏移した遠方の天体を観測し、可視光の観測と比較したり、可視光では観測できない最遠の天体の観測を試みることなど、枚挙に暇がない（ただしやはりKバンドも含めて観測できることが望ましいと考えられ

る)。

宇宙における銀河の分布には偏りがあり、狭い領域の観測だけから宇宙の構造や銀河の進化の描像を導き出すことは不可能である。これは可視域において Suprime-Cam が世界から高い評価を得ていることから分かる。広域の視野を持つカメラが必要であることは近赤外域でもまったく同様であり、現在 MOIRCS で目標としているサイエンスを大規模にかつ迅速に行うことがこれからのすばるの目標の一つとなる。即ち、現在から高赤方偏移に至る銀河について、その恒星質量、光度、有効半径、星の種族、数密度、クラスタリング、吸収量の変化を明らかにして、広い範囲の質量を持つ銀河の進化過程とその環境への依存性を明らかにする。また、Suprime-Cam で大量に発見された  $z > 6$  の銀河、その更に遠方の宇宙にどのような銀河があるかを探ることは、広い視野を持つ近赤外撮像装置でしかなし得ないサイエンスである。銀河形成では大質量の銀河（現在の楕円銀河に相当）がいつ、どのようにして誕生したかが最大の関心事であり、そのような銀河は宇宙には偏在して存在すると理論的には予測されている（バイアス）から、MOIRCS のような非常に狭い視野ではすばるの観測時間を大量に投入しない限りは難しいし、そのような MOIRCS の使用は現実の範囲を超えていよう。近赤外データと可視域のデータとを組み合わせれば、i-drop 及び z-drop 銀河 ( $z=6-7$ ) を効率よく探査することができよう。また、近赤外の撮像データからは J-drop や K-drop 銀河といった  $7 < z < 15$  にある銀河の発見が可能となるであろう。つまり、Suprime-Cam によって開拓された  $z < 6$  の銀河がどのような進化してきたかを明らかにできる可能性がある。

また、8m クラスで視野 20' の近赤外広視野撮像が実現し、 $K=23\text{mag}$  程度の限界等級が定常的に達成できるようになれば、近傍の各星生成領域 (embedded stellar cluster) の領域全体についてのサーベイが可能となる。その結果、星生成クラスターの初期質量関数 (Initial Mass Function: IMF) を完全に決めることができるようになるだろう。とくに低質量サイドの質量関数は、Universal curve IMF と比較した場合の超過のある・なしがまだまだ議論されている段階にあるが、8m クラスの望遠鏡による高感度観測から、どの程度の褐色矮星や浮遊惑星が存在するかが明確になると考えられる。また、さまざまな環境（密度、金属量など）による IMF の変化を知ることが、星生成研究の基本の一つであるが、多数の環境の異なる場所にある星生成領域の観測から、それが明らかになるであろう。

星生成領域メンバーの様々なパラメータを決定するには JHK の 3 色での観測が必至であるが、3 色同時のカメラがよいか、非常に広視野のカメラがよいかは、一般にバンド毎に必要な積分時間が異なるため検討を要する（信頼できる IMF の構築には、例えば J バンドでの非常に長時間積分が必要な場合が多い）。

また、ポストすばるの時代を視野にいた長期展望としても 8-10m級望遠鏡で深くサーベイを行うことは、8-10m 級による追加観測だけの成果のみならず、やがて来る 30m 級望遠鏡・スペース望遠鏡の時代において重要な役割を果たす。

#### 4. 提言

まずは主焦点の活用について再度検討をするのが望ましいと考える。Hyper-Suprime などの検討と並行して近赤外線広視野撮像装置についても検討し、主焦点の改造により、どのくらいの視野の近赤外線カメラ (K バンドまで) が搭載可能となるか検討を進めるべきであろう。

またカセグレン焦点にどのくらい広い視野の装置を置く事ができ、そのために望遠鏡をどの程度改造を施す必要があるかについても検討されるべきである。さらに少し視野は狭いが多色撮像機能を有する観測装置を作った場合にどのような科学的成果が期待できるかを、主焦点やカセグレンでの広視野装置の検討結果と比較していくべきであろう。

付記： 近赤外広視野撮像カメラの一覧表は東京大学・本原顕太郎他の資料に基づく。

### D 中間赤外撮像分光器 (省略)

### E. A0 用多天体+面分光装置

すばるの結像性能は他の8mクラスの望遠鏡と比較しても最高性能を誇っており、それ故にA0には最適の望遠鏡だと言える。すばるにA0用の定常装置を備えることは、日本の天文コミュニティに大きなサイエンティフィックメリットをもたらすと考えられる。A0を汎用の装置ととらえた場合、以下の3つの点を強調する必要がある：1) A0は日本では惑星探査のための専用装置ととらえられる場合が多いが、A0による空間分解能の向上は、あらゆる天文分野にメリットをもたらす、2) 空間分解能はA0なしの場合と比較して5-10倍となる。これはハッブル望遠鏡と比較しても優っている、3) 特にポイントソースについて大幅な感度の向上がある。海外の8mクラスの望遠鏡のA0はこれらの3つの点を十分に生かし、常に最先端のA0用観測装置を投入し続けている。対して、すばるではそのような装置はファーストライト装置であるIRCSにとどまっており、次世代の大型装置の検討は重要である。

装置の候補としては、1. A0 用多天体 (Multi-object) 分光装置、2. A0 用面分光 (IFU: Integral Field Unit) 装置、3. それらをあわせた A0 用多天体面分光装置 (Multi-IFU)、などが考えら

れる。1. の多天体分光装置は、系内だけでなく系外銀河の球状星団や散開星団などの分光で活躍すると考えられる。2. の IFU については、AGN や high- $z$  銀河の空間分解分光というテーマのために、すでに海外の 8m クラスの望遠鏡では大型の装置が稼動している状況にある。そこで、3. の Multi-IFU 装置が最も強力な次世代装置として考えられるが、高度な技術と大きな予算が要求されるため、装置のもたらすサイエンスを十分に検討してからすすめる必要がある。

# 次年度の SAC の役割

Role of SAC in 2006

## 1. 主な役割

すばる小委員会 (SAC) は光赤外分野におけるサイエンスの発展を最大の目標とし、他波長分野や理論分野等からの利用者拡大も視野に入れて、すばる望遠鏡の戦略的な運用に関して検討し、ハワイ観測所や光赤外コミュニティに向けて提言を行う母体であるとする。この活動において、コミュニティの意見を集約し反映させる責任を負うものとする。

主な活動項目として、次節以降に述べる2005年度SACによって発案・検討された短期的事業（数年以内の事業）の実施、長期的な事業（約10年後までの事業）の継続審議を行うとともに、以下の諸事項の実施に責任を負うものとする。

- ・ すばるプログラム小委員会 (TAC) の人選とりまとめ。
- ・ 共同利用の要領や審査方法等に関してTACに提言。
- ・ GTの運用方法、インテンシブ枠等、観測時間枠設定に対する提言。
- ・ I f Aメンバーに対する情報の開示。
- ・ 観測所 (所長) からの諸提案をコミュニティ代表として検討し決定。
- ・ SACシンポ、メーリングリスト等を利用したコミュニティからの意見集約。

委員会の形態としては、委員長を1名置き、委員長の判断で副委員長と書記

を置くものとする。委員は国立天文台内と台外からそれぞれ約半数から成り、研究分野に偏りなく選出することが望ましい。また、会議の議事録は、迅速に光赤外専門員会に提供し、さらに光天連のメーリングリストに流しハワイ観測所のホームページにも集約する。

なお、組織上すばるプログラム小委員会（TAC）とは並列関係にあるが、両委員会間の情報伝達を密にするものとする。TAC委員長がSAC委員を兼ねるのが望ましい。

## 2. 短期的な活動項目

### 2. 1

次期観測装置であるFMOSのGTや運用方法に関する議論を直ちにまとめ、方針を決定する。さらに、その他の第2期観測装置の運用方法に関する今後の方針を決定する。

### 2. 2

2005年度SACによって提出された中期的活動の提言、すなわち、

#### (1) キュー観測・サービス観測の実施

S-CamとHDSでのキュー観測の立案、サービス観測の改訂案など。

#### (2) 大学院教育との連携事業

すばるバーチャル体験ページ、解析講習会の充実、装置の技術資料公開など。

#### (3) すばるデータアーカイブの整備

クオリティコントロールされたデータ提供、データ処理のパイプライン整備など。

#### (4) すばるアウトリーチの実施

物理学会誌などの専門誌やその他のポピュラー誌での特集企画など。

に関して、具体的に実践されるよう促し、必要に応じ問題点・修正点などにおいてコミュニティの意見を集約し提言を行う。

### 3. 長期的な活動項目

すばる望遠鏡運用に関する長期的計画、特に、次世代（2010年代）における観測装置の計画やサイエンスプロジェクトに関して、継続して審議を進め発展的な提言を示す。特に、2005年度SACによってまとめられた次世代装置、

Hyper-Cam

WFMO S

ならびに今後の潜在的な観測装置、

近赤外広視野撮像装置

中間赤外撮像分光装置

AO+面分光装置

その他の新規装置

等に関して、継続して検討する母体となり、コミュニティや天文台戦略WGに対して提言を示す。

また、すばる後の望遠鏡計画に関しても、アドバイザー的な役割を期待する。

# 2005 年度を振り返って

## Reconsideration of SAC activity in 2005

今年度のすばる小委員会（SAC）の活動は、全体的に評価できると考える。委員会活動は平均して月1回、年間10回に及んだため、各委員にはかなりの負担となったが、共同利用開始から5年を経過したすばる望遠鏡の問題点を積極的に洗い出し、さまざまな議論を行った。また、8月にすばる小委員会シンポジウムを主催し、秋にはすばるユーザーミーティングを共催し、現在のすばる望遠鏡が抱える問題点の検討や、今後の望遠鏡の運用についてユーザーとの広範な意見の交換を行った（但し、ユーザーの意見の吸い上げはまだ十分でなく、更なる工夫が必要である）。このようにSACの果たした役割は大きなものではあったが、その活動はまだその緒に就いたところで、今後の継続的な活動が重要だという点では、全委員の意見が一致した。このSACが行った活動はすばる望遠鏡の運用についてのほとんど全てを網羅しており、委員会としては遣り漏らしたことはないというのが感想である。

中でも多くの時間を割いたのが、MOIRCSのGTに関する議論である。結果的には、SACが望むような新しい戦略的なGT運用体制を実現することはできなかったが、今後のすばるの戦略的な運用について、さまざまな議論を喚起する契機となった。これからも積極的にすばるの新しい運用方針について検討を進めることが望ましい。

また今年度SAC委員が常に苦慮した点は、親委員会として位置付けられた光赤外専門委員会との関係、及びSAC提言が実際にどの程度の効力をもつのか、具体的にどんな経路で実現される可能性があるのか、などが不明確であった点である。そのために時に委員の士気が鈍ることもあった。しかしながら、観測所長からは、ユーザーと観測所とのインターフェースとして、貴重な活動であったと評価された。今後はさらにユーザーの意見の吸い上げに努め、すばる望遠鏡のよりよい運用のために積極的な役割を果たす委員会として、機能していくことを期待する。