

第8回可視赤外線観測装置技術ワークショップ
2019年2月25日午前～26日午後
国立天文台三鷹すばる棟大セミナー室

ハワイ観測所における 持ち込み装置の受け入れ

沖田博文

New Development Group

Subaru Telescope

本日のお話し

3. 持ち込み装置の苦勞と教訓

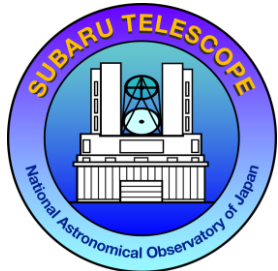
(前略) 一方、そのような成功の陰に持ち込んだ側も受け入れた側も様々な苦難と苦勞があったと推察致します。このような苦勞は掛け替えのない経験と財産であり、教訓として多くの人の中に生きています。これらの苦勞と教訓を今後の国内外、国際協力による観測装置開発に生かしたい(後略)

・・・ということで、以下の内容についてお話しします。

1. 現在運用中の持ち込み装置について
2. 受け入れの体制について
3. 苦勞と教訓について

(私の経験はここ1年程度と少ないのですが、)

「苦勞」とそこから得られた「教訓」について、話したいと思います。



第8回可視赤外線観測装置技術ワークショップ
2019年2月25日午前～26日午後
国立天文台三鷹すばる棟大セミナー室

1. 現在の観測装置

ハワイ観測所における持ち込み装置の受け入れ



すばる望遠鏡と持ち込み装置

すばる望遠鏡は 大学共同利用機関法人 自然科学研究機構 国立天文台 が所有する口径8.2mの大型光学赤外線望遠鏡である。すばる望遠鏡は全国の大学等の研究者の共同利用施設として運用され、共同利用・共同研究を実施し、天文学分野における高水準の科学的成果を創出することを目的とする。

すばる望遠鏡の観測時間の内訳は、約240夜が一般共同利用、52夜がハワイ大学、約20夜が突発的天体現象の観測等、約30夜が技術試験である。

共同利用観測開始から2016年までに延べ5025人の研究者がハワイ観測所を訪れ、2017年8月までに1715編の査読論文が出版されている。

大型研究計画に関する進捗評価について（報告）「大型光学赤外線望遠鏡「すばる」の共同利用研究」平成29年11月22日より抜粋・一部改変

すばる望遠鏡における持ち込み装置の位置づけ

- ✓ すばる望遠鏡の科学的成果の最大化
- ✓ 天文学（及び関連）分野の高水準の科学的成果の創出



すばる望遠鏡と持ち込み装置

Subaru encourages to carry in the PI type instrument for:

1. Unique science capability

- Complementary to the large facility instrument
- Can be a single purpose science to pursue the PI's own science

2. Test bed of the latest technology for future instrument

3. Flexible operation compared to the large facility instrument

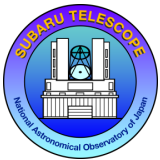
- Short turnaround time (<5 yrs) from development to science output
- Promote small scale development by University and provide a good educational ground for graduate students

Overview of the PI type instrument,
Subaru Users Meeting FY2015より抜粋

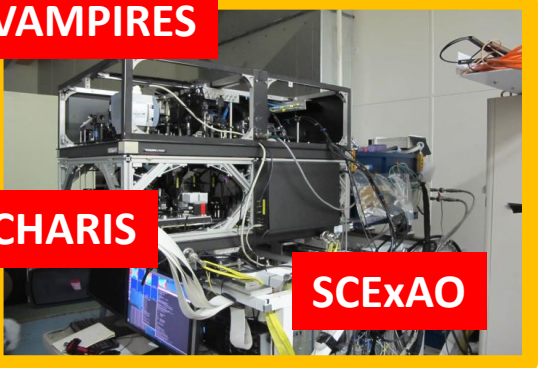
すばる望遠鏡における持ち込み装置の位置づけ

- ✓ 既存装置と相補的な、または単一の科学目標の達成
- ✓ 将来装置開発のための先端技術の実証実験
- ✓ フレキシブルな運用と開発、教育

現在の観測装置ラインナップ



VAMPIRES



CHARIS

SCEXAO



PFS

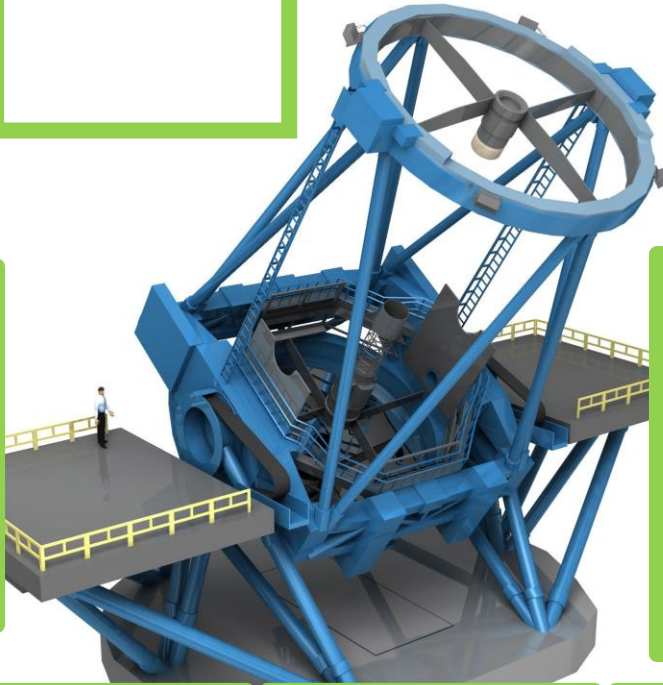


HSC



IRCS

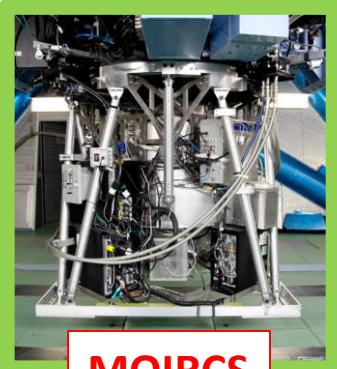
AO188



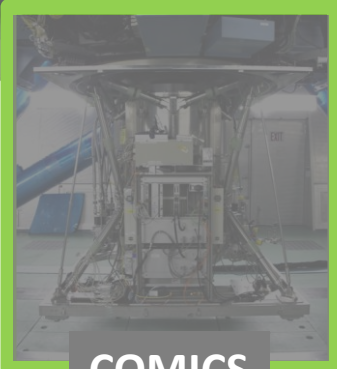
HDS



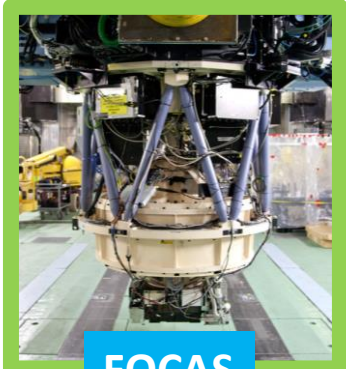
IRD



MOIRCS



COMICS

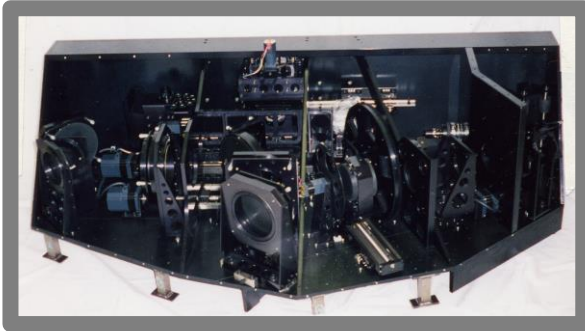


FOCAS

SWIMS

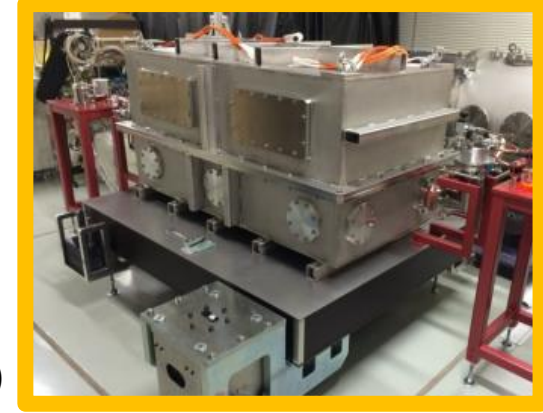
MIMIZUKU

持ち込み装置ラインナップ

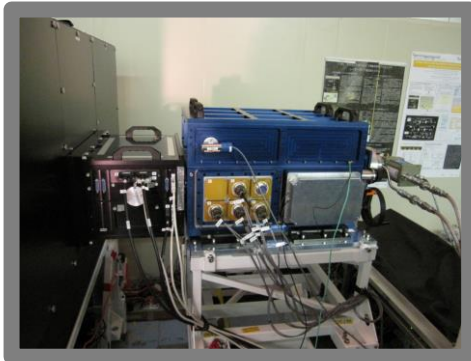


Kyoto3DII
(-2016. 2)

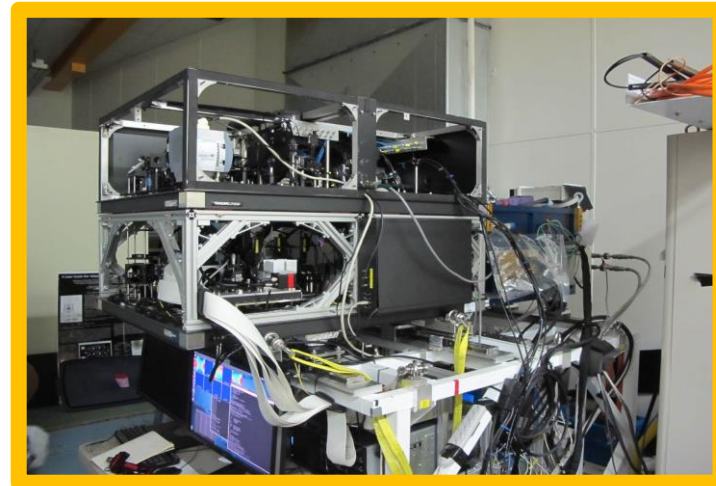
<http://cosmos.phys.sci.ehime-u.ac.jp/~kazuya/p-3DII/overview/>



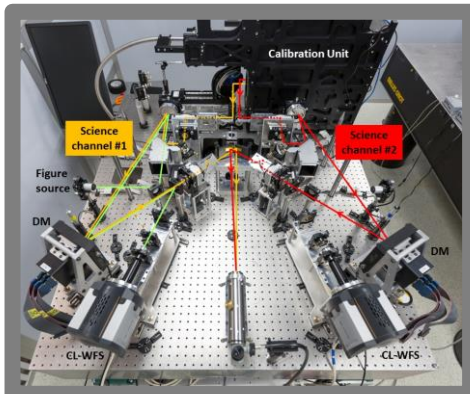
IRD
(2016. 7-)



HiCIAO
(-S17B)



SCEXAO
CHARIS
(2016. 7-)
VAMPIRES



RAVEN
(-2015. 7)

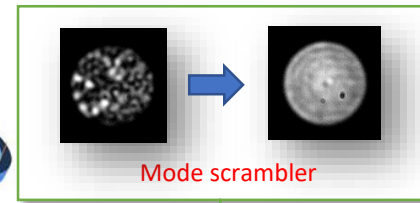
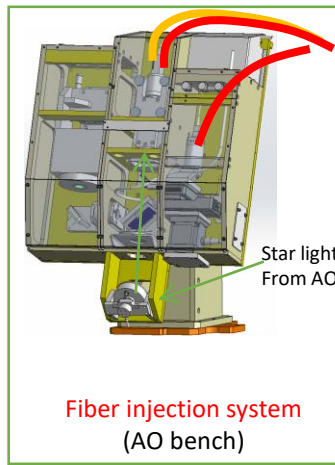
<http://web.uvic.ca/~ravenmoa/>

+

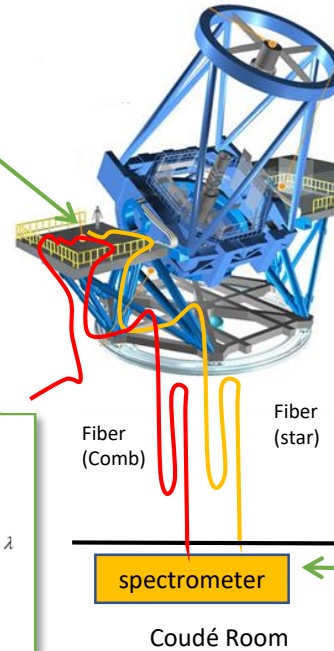
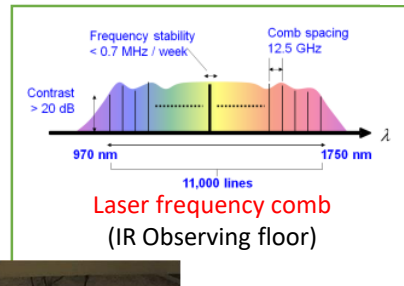
SWIMS
MIMIZUKU

IRD

- First light: Aug 9, 2017
- SSP S19A: 17 nights
- 70 nights for 2 years
- (total 170 nights for 5 years)



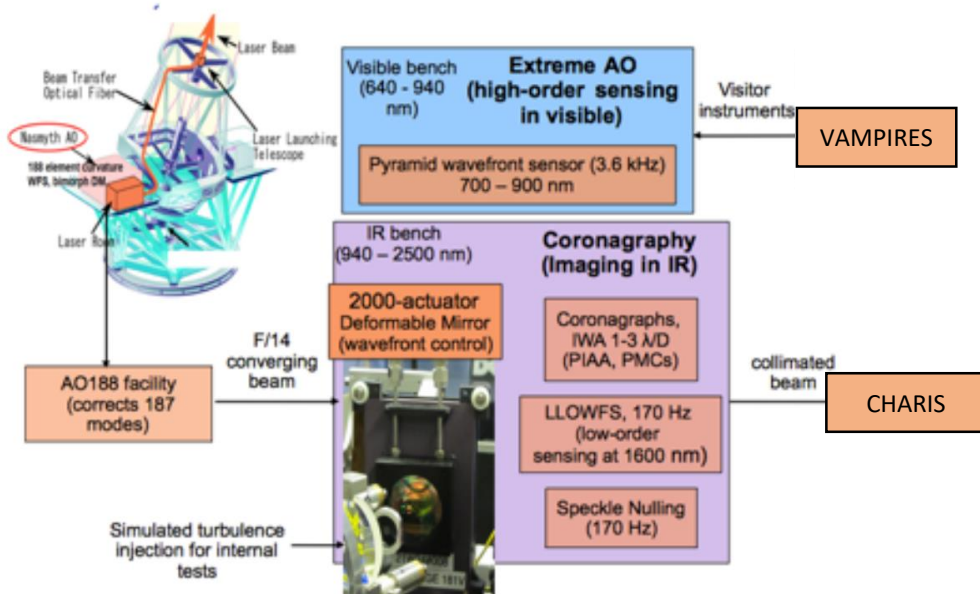
- Resolution: $R=70,000$ (MMF), $100,000$ (SMF)
- Wavelength: $0.97-1.75\mu\text{m}$
- Cryo: 60K (Camera lens), 79K (detector), 180K (optical bench)



SCE_xAO, CHARIS, VAMPIRES

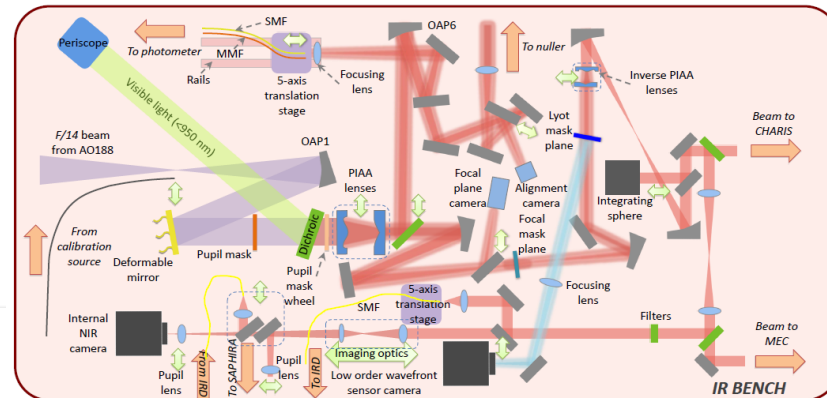
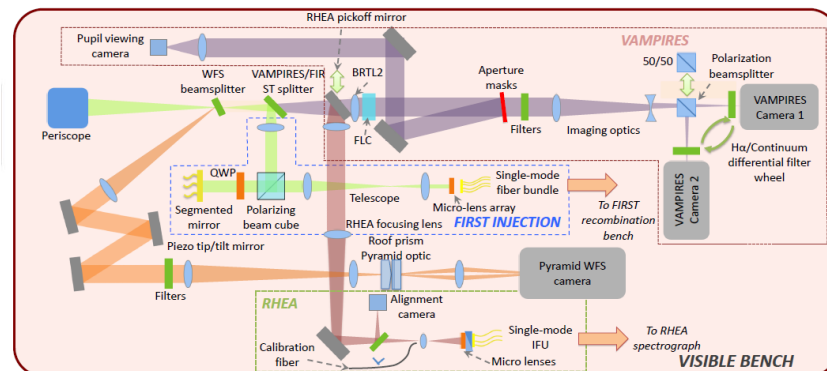


短いタイムスケールで新しい技術の開発、試験を繰り返し、常に最新の結果を得る



	AO188	SCE _x AO
Actuators	188	2000
Strahl @ H-band	30-40%	>80%

SCE_xAO Subaru Coronagraphic Extreme Adaptive Optics



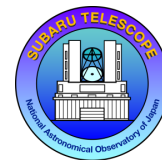
	CHARIS	VAMPIRES
Wavelength Coverage	1154 – 2380 nm	600 - 800 nm

CHARIS: Coronagraphic High Angular Resolution Imaging Spectrograph

VAMPIRES: Visible Aperture Masking Polarimetric Imager for Resolved Exoplanetary Structures

SWIMS

2017年1月に受け入れを決め、
S18A, S18Bにエンジニアリング観測を実施



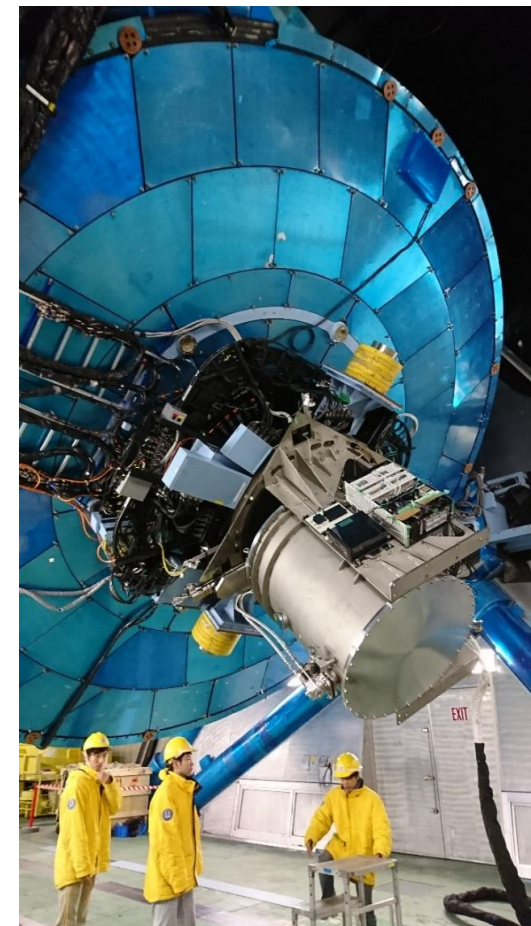
Purpose of SWIMS commissioning on Subaru

- To find (and fix) defects of the instrument and to accelerate the commissioning process at TAO.
- In terms of education, our students can have experience in commissioning observations on an actual telescope.
- Early commissioning of SWIMS (prior to TAO) will be beneficial not only for TAO/SWIMS team but also for the entire community.



FoV	6.6' x 3.3'
Pixel scale	0.096"/pix
Coverage	0.9 – 1.45 μm , 1.45 – 2.5 μm
mode	Two-color imaging MOS R~1000

SWIMS @ Mitaka



SWIMS on Subaru

MIMIZUKU

2017年2月に受け入れを決め、
S18A, S18Bにエンジニアリング観測を実施



エンジニアリング目的

- ① TAOでの円滑な科学運用開始に向けた装置の評価・完成
- ② 高精度大気透過率校正を実現するフィールドスタッカー機構の技術実証



MIMIZUKU 外観@IoA実験棟

- 高い空間分解能: 1.2 秒角@30 μm

- 広い観測波長範囲: 2 – 38 μm

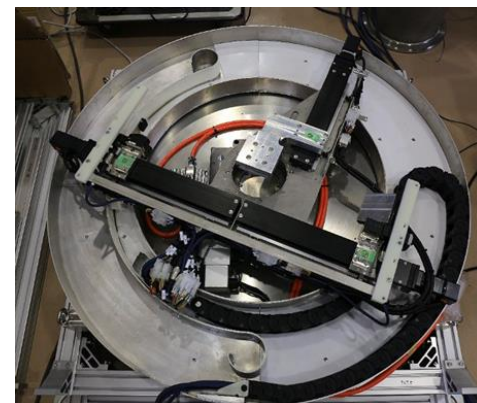
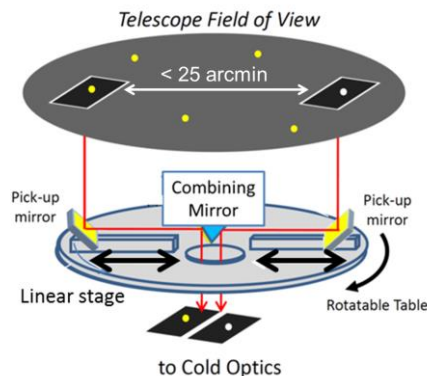
NIR ch : 2 – 5.3 μm

MIR-S ch : 6.8 – 26 μm

MIR-L ch : 24 – 38 μm

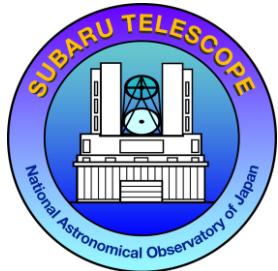
- 高精度の大気透過率校正

フィールドスタッカーによる
観測天体・標準天体の
同時観測で実現



フィールドスタッカーの概念図（左）と外観（右）

このスライドは上塚さんよりいただいた資料を元に1ページにまとめたものです。



第8回可視赤外線観測装置技術ワークショップ
2019年2月25日午前～26日午後
国立天文台三鷹すばる棟大セミナー室

2. 受け入れの体制

ハワイ観測所における持ち込み装置の受け入れ



受け入れの流れ

観測所ウェブサイトの観測装置のページをご参照ください。

<https://www.naoj.org/Observing/Instruments/>

<https://www.naoj.org/Observing/Instruments/ApprovalProcessPIinstrument.pdf>

<https://www.naoj.org/Observing/Instruments/ProposalGuideline.pdf>

Instruments

Important: [Current Status Report](#)

Subaru Telescope has a capabilities over the full

- [AO188](#) - Subaru 18 in the near-infrared
- [COMICS](#) - Cooled M spectroscopy from
- [FOCAS](#) - Faint Object multi-slit spectroscopy
- [HDS](#) - High Dispersion spectroscopy.
- [HSC](#) - Hyper Suprime degree diameter) v
- [IRCS](#) - Infrared Camera combined with AO1 0.9-5.6 microns.
- [MOIRCS](#) - Multi-Object resolution spectroscopy

Visiting instruments

- [CHARIS](#) - Coronagraph high contrast
- [IRD](#) - Infrared radial velocity AO188
- [SCExAO](#) - Subaru images of the
- [VAMPIRES](#) - VLT Structures - p

Approval process of a PI-type instrument installation to Subaru Telescope

Subaru Telescope New Development Group¹
newdev@naoj.org

1. [Proposal Submission](#)

⑥ **Approval (w/ conditions) or Disapproval**

Proposal Guideline for Carry-in Instrument for the Subaru Telescope

Proposals for the carry-in instruments to the Subaru Telescope should be submitted to the Director of the Subaru Telescope. There are no specific format of the proposals, and please provide a clear and concise description of the proposed instrument and its goal in 15-50 pages. The proposals are reviewed by Subaru internal review committee mainly based upon the following aspects.

A. science merit

B. feasibility (for both the PI team and observatory)

- 1) manpower
- 2) fitness to infrastructure (size, weight, etc.)
- 3) compatibility to the telescope optics
- 4) budget
- 5) schedule

C. complementarity to existing instruments (of the Subaru Telescope)

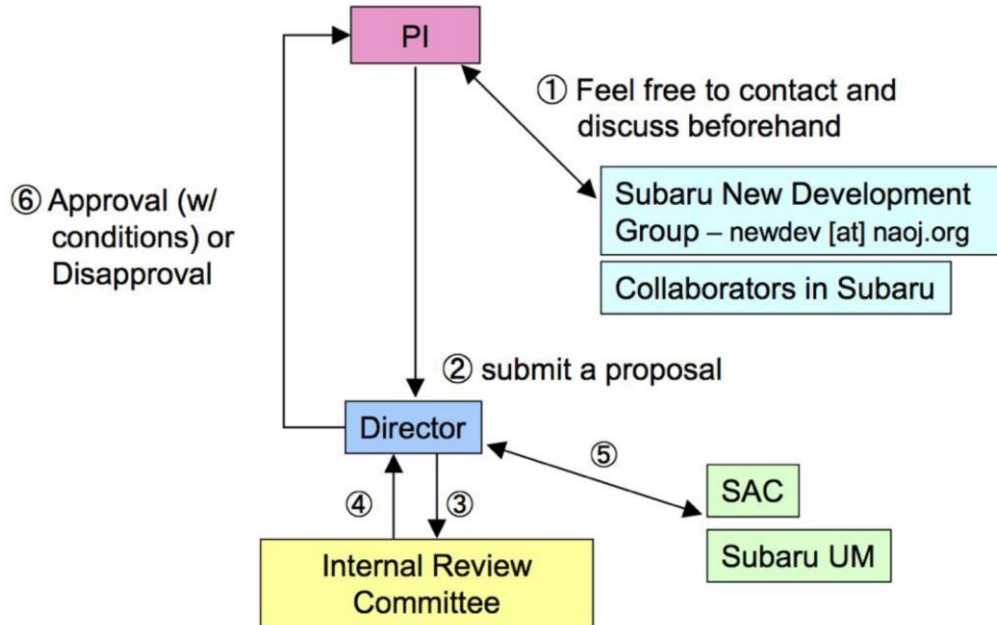
The decision by the Director of the Subaru Telescope will be notified to the proposers in due course. The detailed procedure is described in the Subaru web site of <http://www.naoj.org/Observing/Instruments/ApprovalProcessPIinstrument.pdf>

Proposals should contain the following contents (or its equivalent) to justify why the instrument needs to be mounted on the Subaru Telescope.

- **Abstract**
- **Introduction**
*Provide background of the project.
Uniqueness and strengths of the project needs to be clearly mentioned.*
- **Science cases** [A., C.]
*Describe science cases to be achieved by the instrument at the Subaru Telescope.
Scientific uniqueness should be explicitly written here. (e.g. science cases which cannot be achieved by*

14

フローチャート



まずは気軽にご連絡を
newdev@naoj.org
所内外で諸々確認と調整

If the carry-in proposal is approved,

- Subaru will support its installation and engineering observation
- Less supported by the observatory compared to the facility instrument

Science time is not guaranteed

- PI team have to apply for the open use time

✓ 研究費の申請前に、まずはご相談を。



レビューのポイント

Proposals for the carry-in instruments to the Subaru Telescope should be submitted to the Director of the Subaru Telescope. There are no specific format of the proposals, and please provide a clear and concise description of the proposed instrument and its goal in 15-50 pages. The proposals are reviewed by Subaru internal review committee mainly based upon the following aspects.

- 1. Science merit**
- 2. Feasibility** (for both the PI team and observatory)
 - a. Manpower
 - b. Fitness to infrastructure (size, weight, etc.)
 - c. Compatibility to the telescope optics
 - d. Budget
 - e. Schedule
 - f. Safety
- 3. Complementarity** to existing instruments (of the Subaru Telescope)

The decision by the Director of the Subaru Telescope will be notified to the proposers in due course.



受け入れ決定後の流れ

1. Status report

- To the chair of “internal review committee”
- Every 3 month

2. Review & testing

a. Readiness review

- Before shipping to Hawaii
- Before transporting to the summit

b. Engineering acceptance test

- Before night-time engineering

c. Final acceptance review

- Before obtaining science observations

- Highly encouraged to be open to general users
- Recommended to implement functions utilizing Gen2 and STARS
- Data should be shared with both PI and Subaru Telescope
- Period of PI-type instrument operations: three (3) years.
- For extension, PI may submit a proposal for a review
 - The review should be made 2 months before call for proposals.

共同利用



Requirement

- A fact sheet that summarizes the readiness and the performance
- It must be provided by the PI team before the deadline of the proposal submission.
- Referees will assess the feasibility of the proposed science based on the fact sheet.
- Instrument operators must be provided by the PI team for engineering and science obs.
- Subaru does not provide a support astronomer for the PI instrument.

Who can apply?

- Not only the PI team, but also general users can use the PI type instrument.
- General users have to obtain permission from the PI.
- Subaru strongly recommends the PI team open their instrument to general users.

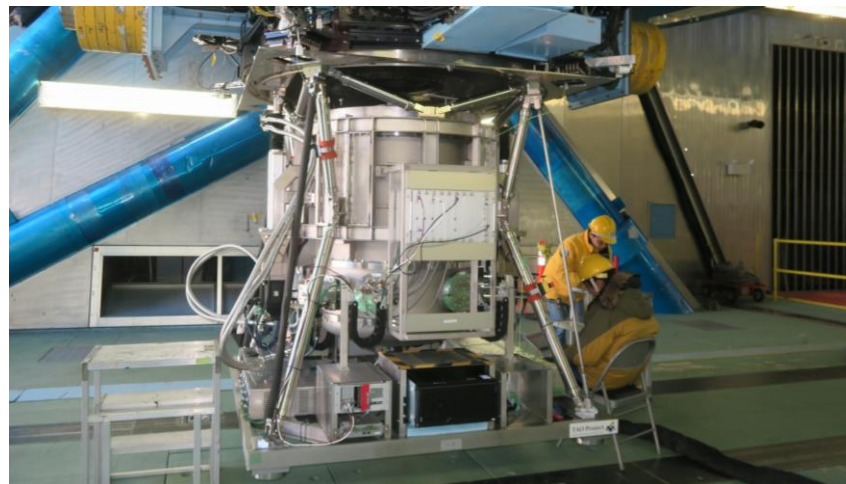
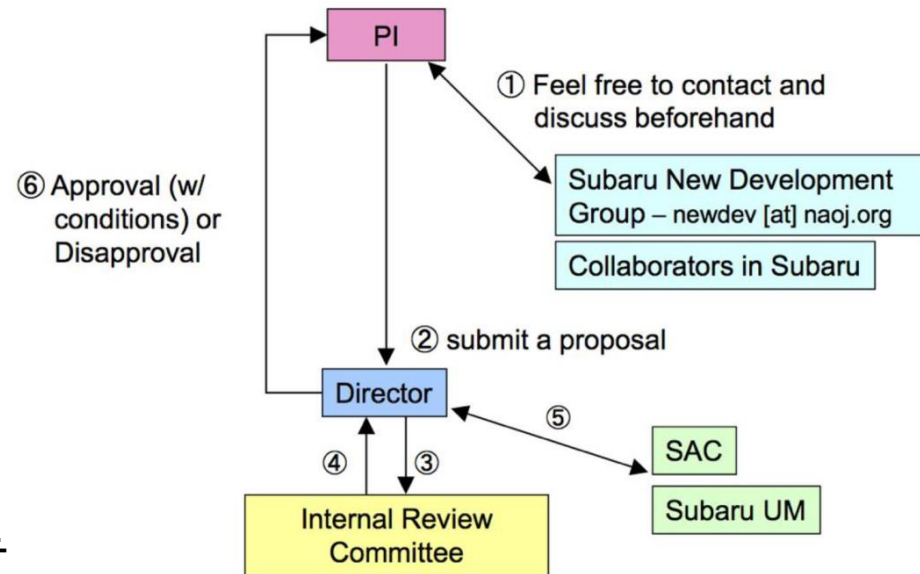
(例) MIMIZUKUの場合

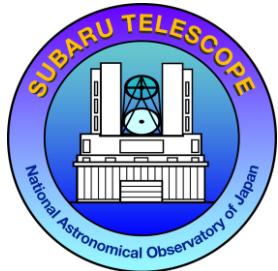
2011年夏? 持ち込み装置についての相談を開始 ①
 2012年11月 Proposalの提出 ②

2015年 8月 Acceptance review
 2016年 9月 Acceptance Delta review
 2017年 2月 Acceptance letter ⑥
 2017年 7月 Preship review (ヒロ)
 (問題発覚)

2018年 6月 Preship review (山頂)
 2018年 6月 Review for 1st engineering
 2018年 8月 エンジニアリング観測報告

...





第8回可視赤外線観測装置技術ワークショップ
2019年2月25日午前～26日午後
国立天文台三鷹すばる棟大セミナー室

3. 苦勞と教訓

ハワイ観測所における持ち込み装置の受け入れ



受け入れ側も完璧ではないけれど

ハワイ観測所として持ち込み装置はこれからもどんどん受け入れたい

- 門戸は開かれている（が、日本人PIの装置は今や少数派）
- 装置そのものは良い（が、計画・運用の詰めが甘い）

お金・時間・マンパワー

持ち込み装置 ≠ 実験装置

By 美濃和

すばる望遠鏡にとって1夜は1夜。HSCでもPFSでも持ち込み装置でも同じ価値。しょうもないことで時間を失うのは本当にもったいない。

すばるの持ち込み装置の経験は必ずTMTや国際的な共同開発で重要になっていく
これからはTMTの装置開発という時代になってくるけれど、本当にやりきれるのか？

今後もしっかりと覚悟をもってやっていくことが重要。

諸々の制約

(当たり前ではありませんが)

望遠鏡に持ち込み装置を取り付けるためには「制約」があります。

- 大きさ
- 重量 (モーメント)
- アンバランス
- 電力
- 冷却
- ネットワーク

これらは観測所側の責任
でもありますが・・・

それに加えて、山頂で作業するためにも「制約」があります。

- 作業時間
- 輸送方法 (装置)
- 移動方法 (人)
- マンパワー
- 情報伝達

特にこのあたりが疎かに
感じます。

これらをしっかり詰める事が持ち込み装置にとって重要と考えます。



ロジスティクス

通常の山頂作業時間：
10:30-12:00, 13:00-16:00
4.5時間/日
山頂ルールを理解・講習

山頂への移動手段：
他のスタッフの車に便乗
公用車を運転（要資格）

山頂への輸送手段：
公用車のトランク
観測所のトラック
BSIT（現在故障中）
輸送会社

作業の依頼と調整：
Day Crew
TelDiv
InstDiv
ガス会社
輸送会社

安全規則・工業規格：

安全靴
ヘルメット
ハーネス

（当たり前ですが）
アメリカの法律が適用されます

夜間観測の安全規則：
人数の制限
14時間ルール

責任分解点：
観測所都合の作業
PI都合の作業

その他：
木箱などの保管
予備部品の管理
終了時の撤去プラン

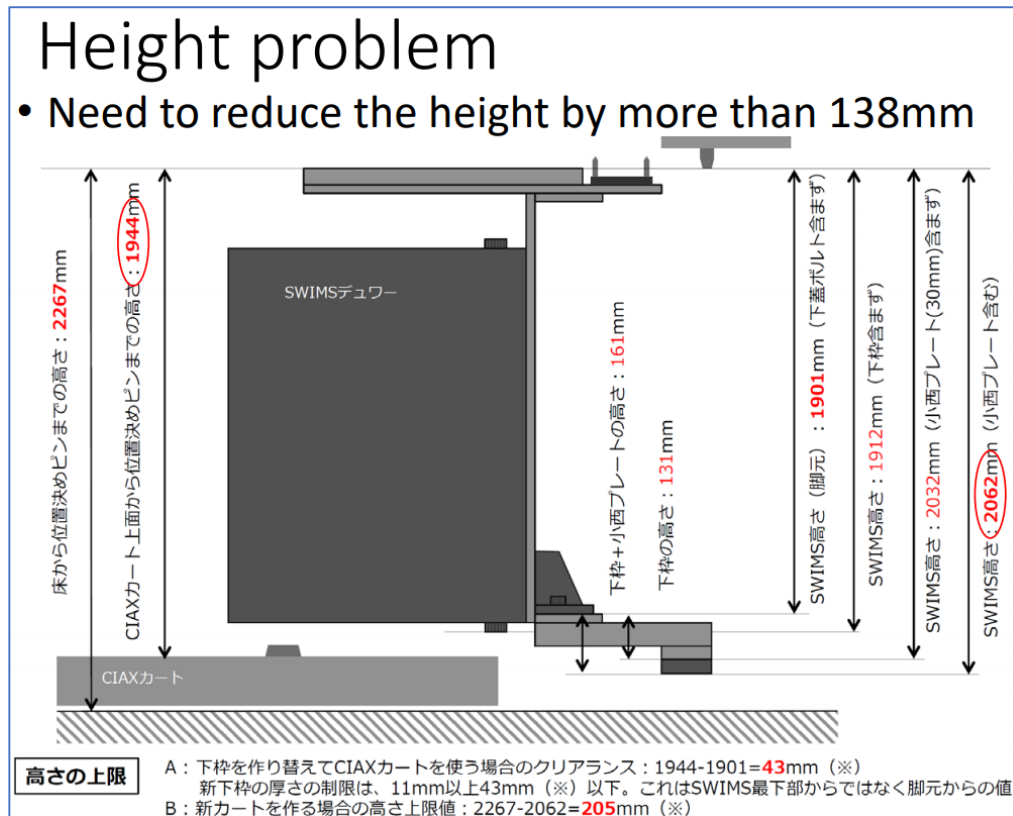
観測所内の優先順位

- 「ぶっつけ本番」は山頂では大抵失敗する
- 「ちょっと」は「ちょっと」じゃない！

現場に常駐してこれらロジスティクスができる人が
居るかどうかはかなり重要と思います。

大きさ（高さ問題）

SWIMS受け入れ時、ヒロ山麓施設「シミュレーター」に搭載する段階で高さの問題があることが判明。



高すぎるため自動交換台車を使って望遠鏡に取り付ける事ができない！

SWIMSの場合	2062mm
MIMIZUKUの場合	2070mm

大きさ（高さ問題）

観測装置最大寸法 2,000mm×2,000mm×(高)2,160mm

ただし、中央部400mmφはフランジより90mm付き出てもよい

交換台車搭載には高さ2,160mmは不可

自動交換台車との関係（図TBD）

観測装置質量 2,000kg±TBDkg

観測装置重心位置 焦点後方 700mm（本来の仕様）

フランジ面より 860mm±TBDmm

上限値：1930mm

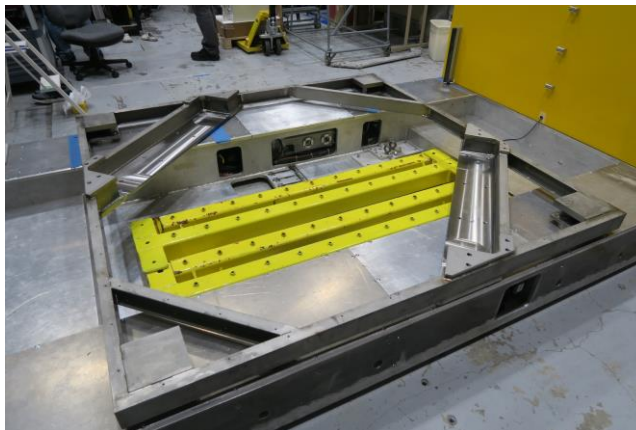
参考：標準観測装置外形寸法

1,960mm×1,960mm×1,900mm

Subaru Data Book SDB-5-2-2:装置I/Fより抜粋

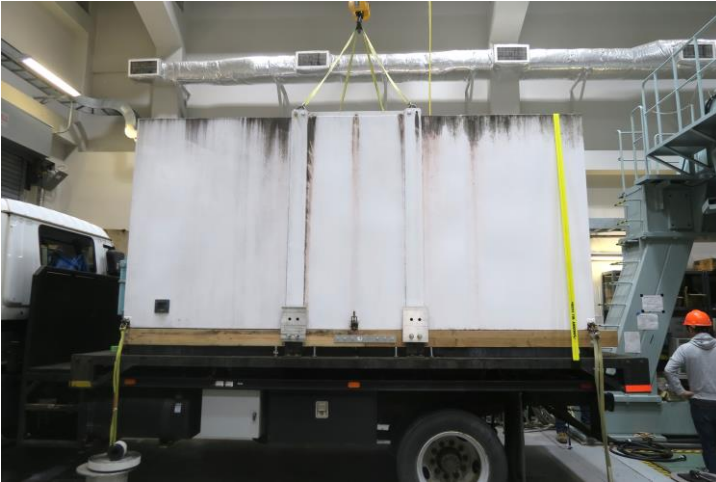
→ 情報が伝達される過程でどこかで間違い・勘違いがあったようだ

- フレームを作り直し低くしてもらった（SWIMS: 2062mm → 1930mm）
- 専用の手動交換台車を製作してもらった（MIMIZUKU）



大きさ（高さ問題）

- BSITに入らない（1930mmが無改造で入る限界、上限値）
- 取り付け作業が手動で人数が要る
- 床との隙間が少なすぎてHeホースがキンクする



ジャッキ：4人
望遠鏡：3人
（その他、通常のCIAX：3人）

教訓

✓ インターフェース条件はお互いに何重にも確認する。

重量 (バランス問題)

SWIMS : 2.6t → 2.42t
 MIMIZUKU : 2.47t → 2.41t

重すぎて望遠鏡がバランスしない! ?

ローテータ・BSIT・CIAX・待機フランジ等の耐荷重も大丈夫か懸念された

観測装置最大寸法 2,000mm×2,000mm×(高)2,160mm
 ただし、中央部400mmφはフランジより90mm付き出てもよい
 交換台車搭載には高さ2,160mmは不可

自動交換台車との関係 (図TBD)

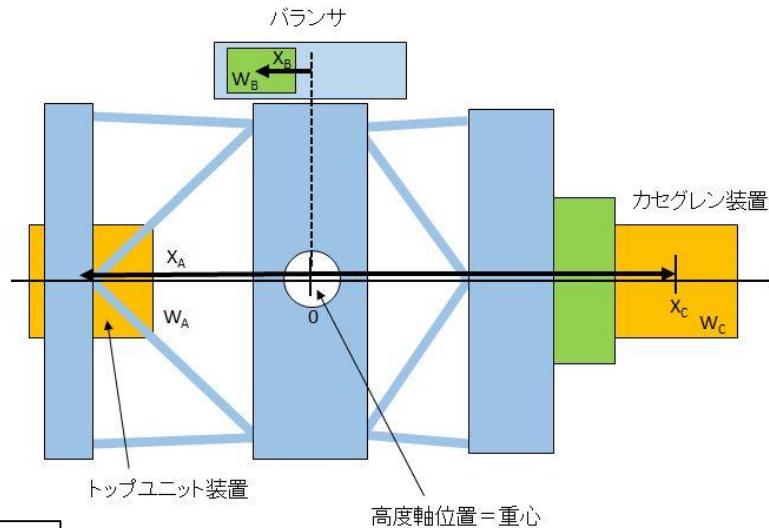
観測装置質量 2,000kg±TBDkg
 観測装置重心位置 焦点後方 700mm (本来の仕様)
 フランジ面より 860mm±TBDmm

参考: 標準観測装置外形寸法

1,960mm×1,960mm×1,900mm

(2.5tぐらい大丈夫だろう、と)

→ どこかで思い込みがあった



重要なのは重量ではなくモーメント

トップユニットを限定することで
 バランスすることを確認。
 ただし運用上の制約となった。

教訓

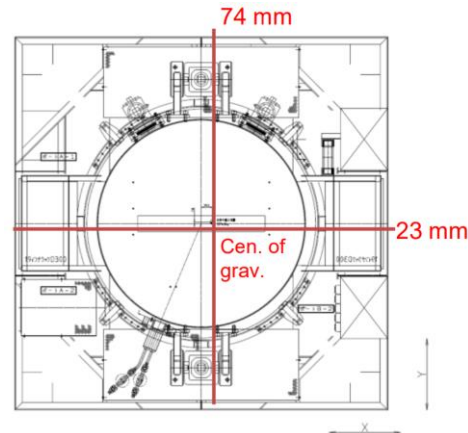
✓ (仕様を超える場合は) きちんと検証し、文章に残す。

アンバランス

装置重心が光軸上でないことも問題なことも判明。

→ 見落とされていた。

インストルメント・ロテータ 駆動範囲	±270度 (ソフト・リミット) (望遠鏡後方から見て時計回りを+)
駆動最大角速度	1.5度/s
最大角加速度	0.3度/s ²
駆動精度	10秒角 rms
アンバランス・トルク許容値	<u>200kg・m</u>



MIMIZUKU : 190kg・m

MIMIZUKU Summit Transportation
Review, 2018.6.6より

製造元に問い合わせ、メカに十分余裕があることを確認した上で、駆動電流値をモニターして問題ないことを確認し、OKと判断した。

教訓

✓ 見落としなく要求仕様（とその理由）を共有する。

電気・ガス・冷却

- 困ったことに、日本・アメリカ・（チリ）で配色規格が違うようです。
- 必要なのは3相4線なのか、3相5線なのか？
- どこで使うのか？ESB？観測階？ナスミス台？
- 商用電源で良いのか？UPSシステムが必要なのか？



Phase checker

https://www.grainger.com/product/40GT10?gclid=CjwKCAiAkrTjBRAoEiwAXpf9CYfEt8xbKDsLkb9ZwBmWlY5ARWUmWts0DttKfPWCXnWyp6TG6wakCxoC95gQAvD_BwE&cm_mmc=PPC:+Google+PLA&ef_id=CjwKCAiAkrTjBRAoEiwAXpf9CYfEt8xbKDsLkb9ZwBmWlY5ARWUmWts0DttKfPWCXnWyp6TG6wakCxoC95gQAvD_BwE:G:s&s_kwid=AL12966131281733071174!!!s1526276565703!



NEMA L20 (3-pole 4-wire, non-grounding)

https://www.gordonelectricsupply.com/index~text~6013913~path~product~part~6013913~ds~dept~process~search?gclid=CjwKCAiAkrTjBRAoEiwAXpf9Cd3nZBherKw7DKxx9ScW94VEF23DYpGrsilw9fE3Yu8zTucJAlyCDRoCwP4QAvD_BwE



NEMA L21 (4-pole and ground)

<http://www.lexproducts.com/products/portable-work-lights/entertainment/nema-wiring-devices/30-amp-120-208-vac-3-phase-nema-l21-30-locking-male-plug>

- Heシリンダーなどのコネクタも残念ながら日本と米国で規格が違うようです。
- 冷却配管・配線なども可能な限り「恒久的」なようにするべき。

例えば、He冷却配管の「アンビリカル」方式は避ける、等。

教訓

✓ 分からないことがあれば、その都度相談・確認する。

まとめ



ハワイ観測所として持ち込み装置はこれからもどんどん受け入れたい

- 門戸は開かれている（が、日本人PIの装置は今や少数派）
- 装置そのものは良い（が、計画・運用の詰めが甘い）

お金・時間・マンパワー

持ち込み装置 ≠ 実験装置

By 美濃和

すばる望遠鏡にとって1夜は1夜。HSCでもPFSでも持ち込み装置でも同じ価値。しょうもないことで時間を失うのは本当にもったいない。

すばるの持ち込み装置の経験は必ずTMTや国際的な共同開発で重要になっていく
これからはTMTの装置開発という時代になってくるけれど、本当にやりきれるのか？

今後もしっかりと覚悟をもってやっていくことが重要。