

WINEREDチリへ行く — La Silla そしてMagellanへ

池田優二（フォトコーディング／京都産業大学）

2019年2月26日 第8回可視赤外線観測装置技術WS

赤外線高分散分光ラボ (LiH)

- LiH (= Laboratory of infrared High-resolution spectroscopy)
- 拠点： 京都産業大学神山天文台 (2015年4月より)
- **赤外線高分散分光**に関わるサイエンス、開発に特化



LiH
赤外線高分散ラボ
Laboratory of Infrared High-resolution spectroscopy

ラボについて About us | トピックス Topics | メンバー Members | プロジェクト Projects | 研究成果 Research

|| 「赤外線高分散ラボ」について

赤外線高分散ラボ(LiH)は、国内外の研究者が集う世界屈指の赤外線高分散分光天文学の拠点です。
観測・装置開発といった手法を用いて、天文学および惑星科学における様々な研究テーマを推進しています。

News & Topics

神山天文台
KOYAMA ASTRONOMICAL OBSERVATORY

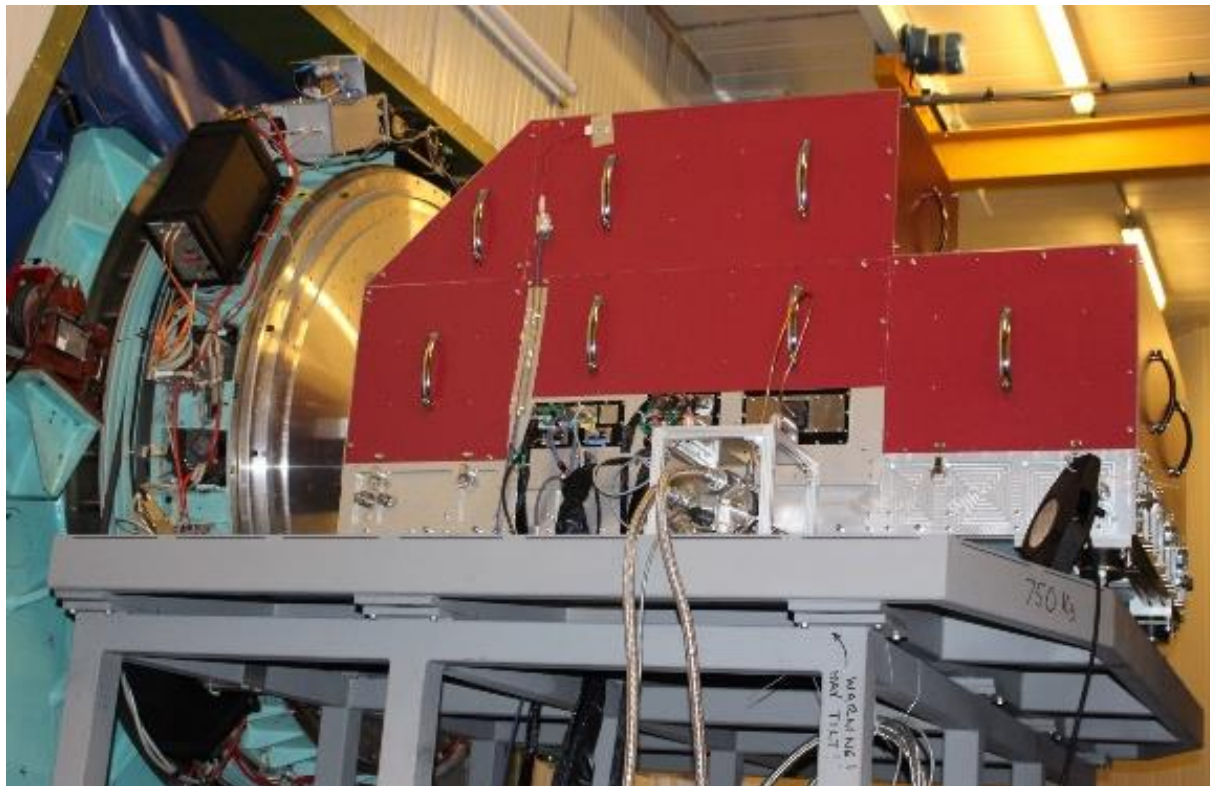
京都産業大学 理学部
Faculty of Science

東京大学 大学院
理学系研究科・理学部
SCHOOL OF SCIENCE, THE UNIVERSITY OF TOKYO

JAXA

赤外線高分散分光観測WINERED

- LiHにて開発した近赤外線高分散分光器
- 1~10mクラスのさまざまな望遠鏡に搭載可能なPI装置
- **高S/N観測**に特化した設計



赤外線高分散分光観測WINERED

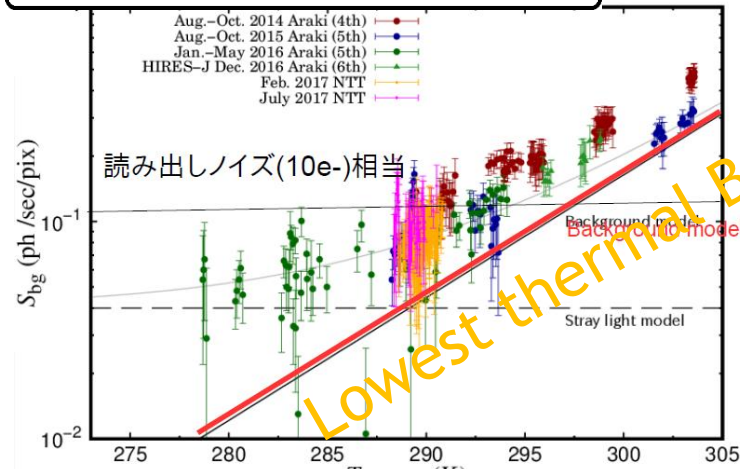
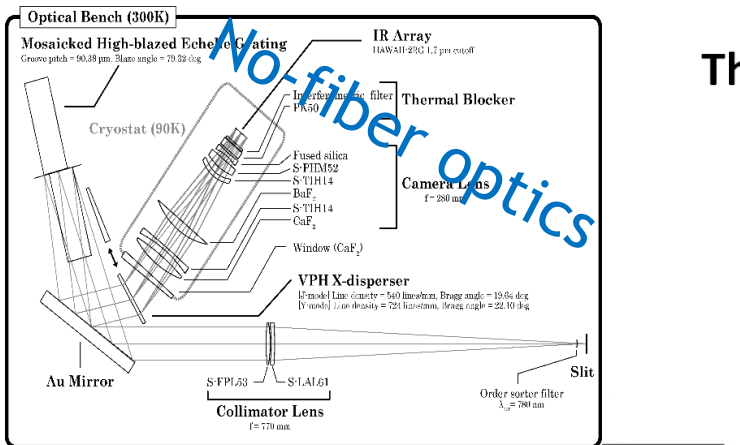
- LiHにて開発した近赤外線高分散分光器
- 1~10mクラスのさまざまな望遠鏡に搭載可能なPI装置
- **高S/N観測**に特化した設計

	Wide mode	Hires-Y mode	Hires-J mode
波長範囲(一度の露光)	0.91 – 1.35 μm	0.96 – 1.11 μm	1.14 – 1.35 μm
最大波長分解能	28,000	70,000	70,000
トータルスループット	> 50%	> 32%	> 42%
スリット幅	100 μm , 140 μm , 200 μm , 400 μm		
スリット長	3.14 mm		
装置サイズ	1750 mm (H) \times 1070 mm (W) \times 500 mm (H)		
運用温度	280 K (光学系), 90 K (カメラレンズ), 78 K (赤外検出器)		
検出器サイズ	2048 \times 2048 pixels (HAWAII-2RG 1.7 μm -cutoff)		

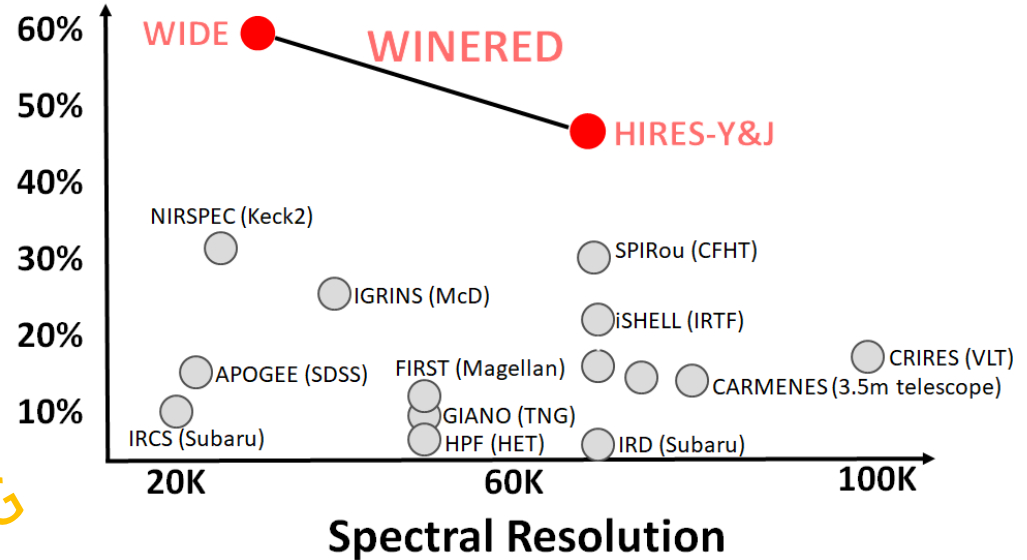
(Ikeda+2016,2018, Otsubo+2016)

赤外線高分散分光観測WINERED

- LiHにて開発した近赤外線高分散分光器
- 1~10mクラスのさまざまな望遠鏡に搭載可能なPI装置
- **高S/N観測**に特化した設計



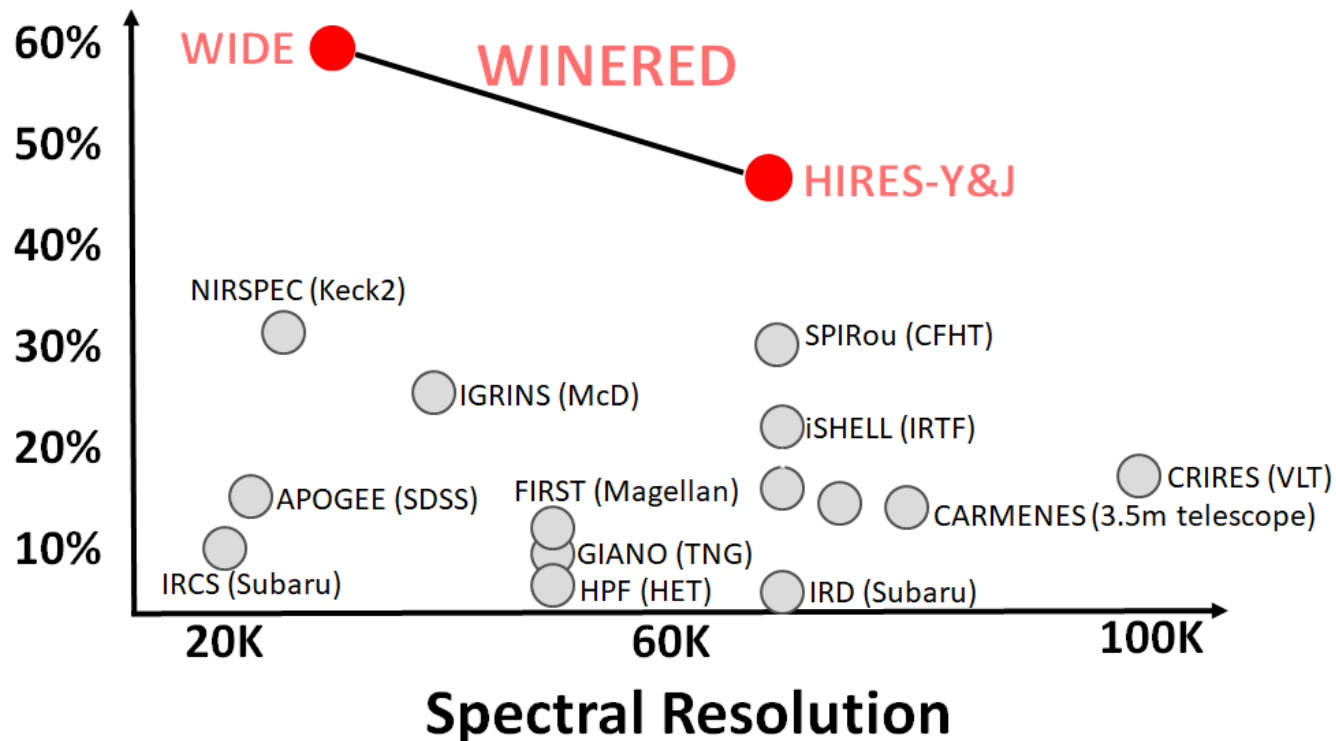
Throughput



赤外線高分散分光観測WINERED

- LiHにて開発した近赤外線高分散分光器
- 1~10mクラスのさまざまな望遠鏡に搭載可能なPI装置
- **高S/N観測**に特化した設計

Throughput



赤外線高分散分光観測WINERED

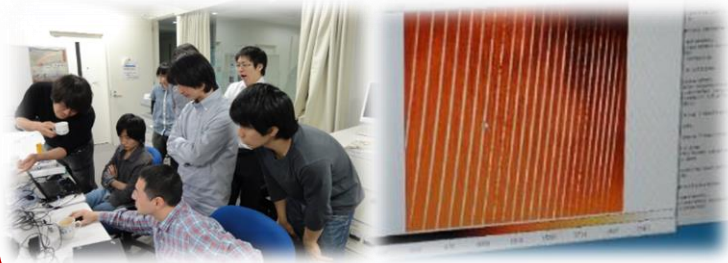
- LiHにて開発した近赤外線高分散分光器
- 1~10mクラスのさまざまな望遠鏡に搭載可能なPI装置
- **高S/N観測**に特化した設計

Instrument	WINERED			IRCS
Telescope	Araki	NTT	Magellan	Subaru
Location	Japan	Chile	Chile	Hawaii, US
Tel Diameter	1.3 m	3.58 m	6.5m	8.0 m
Seeing	3.0"	0.8"	0.6"	0.2" w/ AO
Spectral resolution	28,000	28,000	28,000	20,000
Limiting Mag. (J) (*)	13.8 (WIDE)	16.4 (WIDE)	17.3 (WIDE)	15.5

(*) S/N = 30 for 8 hrs exposure time

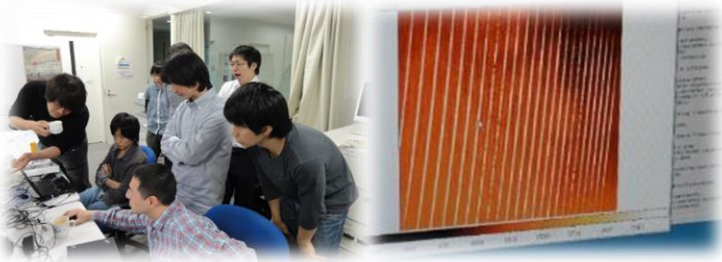
赤外線高分散分光観測WINERED

2012年5月 Engineering FL
w/ Araki 1.3m telescope

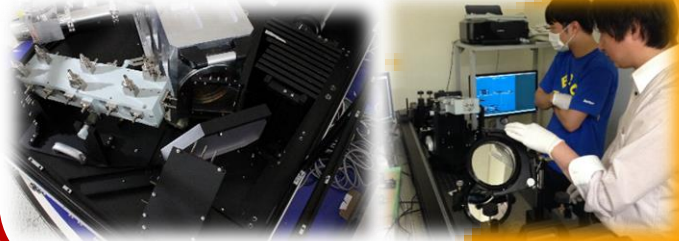


赤外線高分散分光観測WINERED

2012年5月 Engineering FL
w/ Araki 1.3m telescope



2016年6月
HIRES-mode (R=70,000) FL



2005 拠点を神山天文台へ
検討開始(@東大)

2010

2012

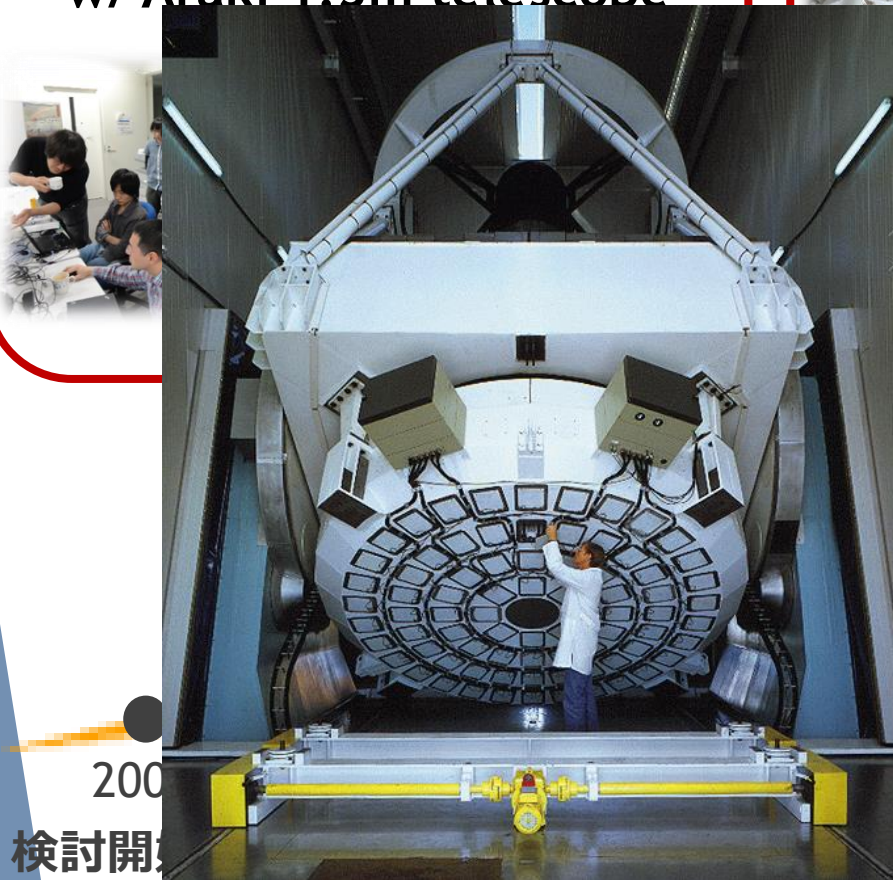
2014
サイエンス観測
@神山天文台

2016

2017

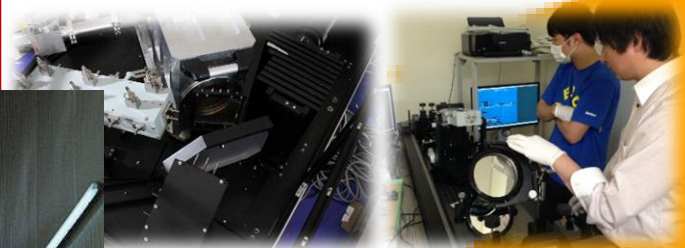
赤外線高分散分光観測WINERED

2012年5月 Engineering FL
w/ Araki 1.3m telescope



200
検討開始

2016年6月
HIRES-mode (R=70,000) FL



2016

観測
文台

2017

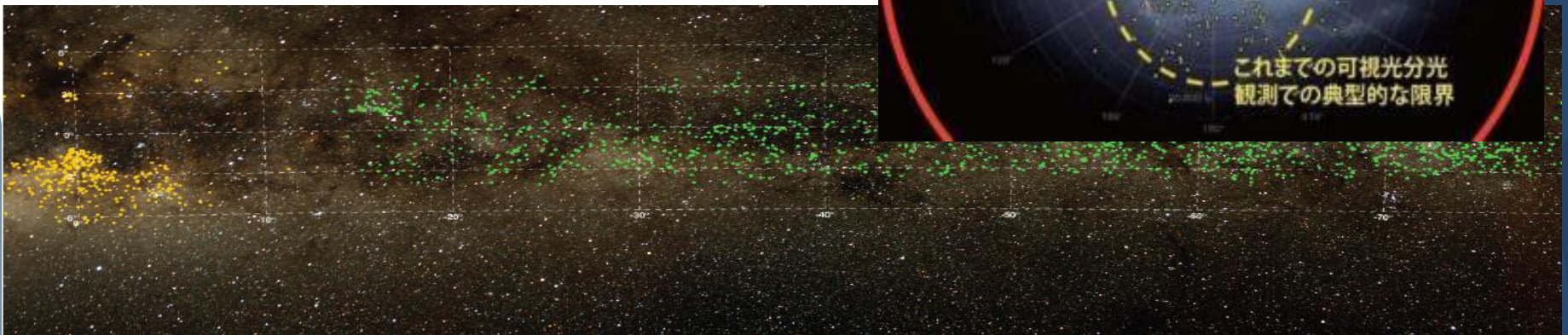
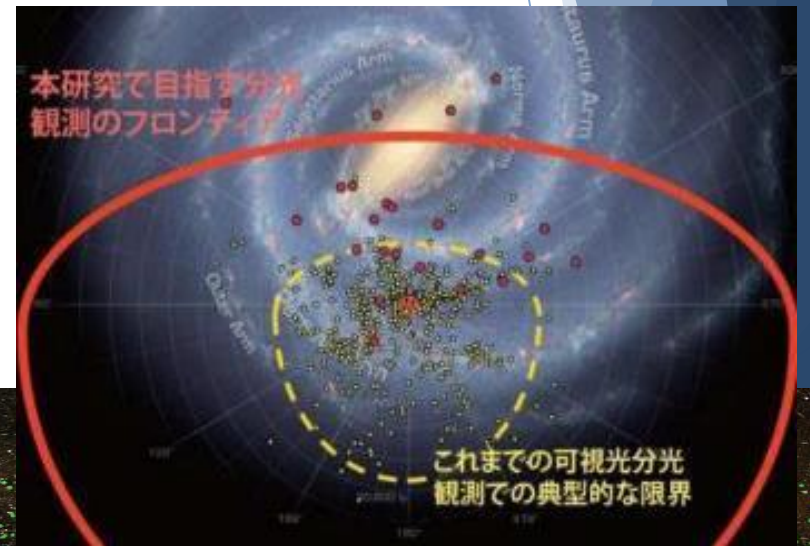
2017年1月 NTTにて観測開始
NTT: 3.58m telescope



なぜチリ（南天）へ？

◆ サイエンス

- **OSIRIS**(=Oscillating Stars with wIneRed near-Infrared Spectroscopy)
天の川銀河、LMC/SMCにおける脈動変光星
(Cepheid, Mira, RR Lyr) の赤外線高分散分光サーベイ
- 豊富な観測時間、良好な環境
(水蒸気量、シーイング、天候)
を求めて

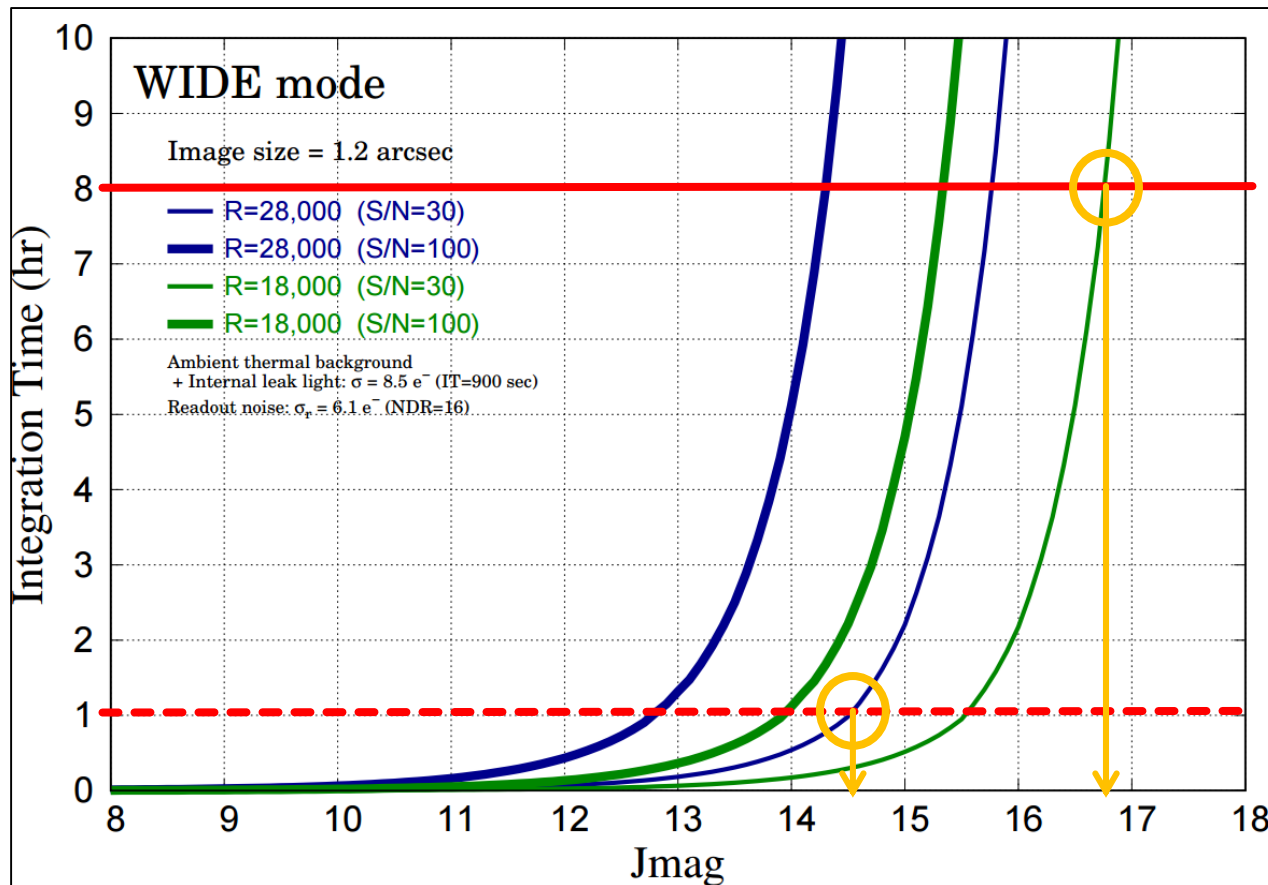


OGLEがバルジ（黄色）とディスク（緑）に発見した数百個の新しいセファイド

なぜチリ（南天）へ？

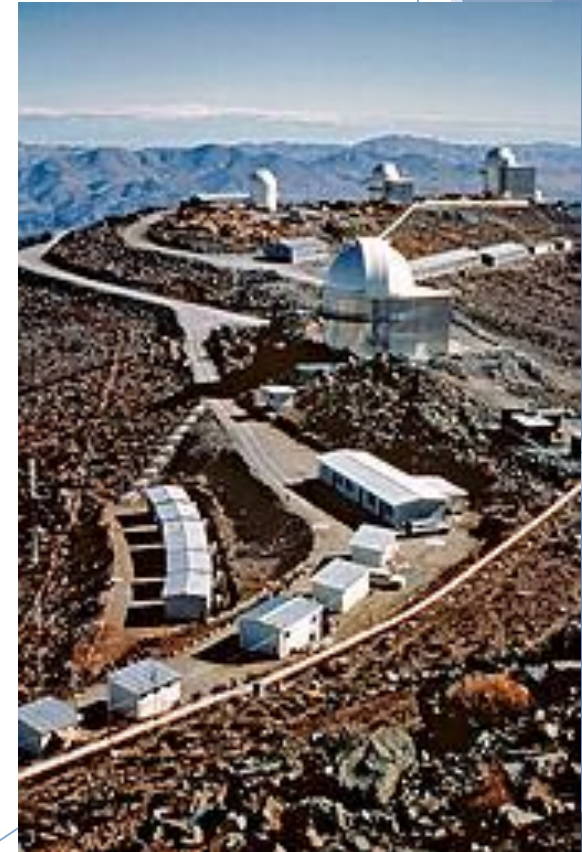
◆ 装置屋して

- 望遠鏡（+環境）と組み合わせて、未踏の感度
- ユーザー（そしてサイエンス）の拡大



NTTへの移設 – 決定まで（-300~-180日）

- 2016年3月 La Silla観測所所長（Ivo Saviane氏）との会談 at ESO/Santiago
La Silla観測所 見学（w/ Peter Sinclair氏）
- 同3月末 観測プロポーザル提出



NTTへの移設 – 決定まで (–300～–180日)

- 2016年3月 La Silla観測所所長 (Ivo Saviane氏) との会談 at ESO/Santiago
La Silla観測所 見学 (w/ Peter Sinclair氏)
- 同3月末 観測プロポーザル提出



European Organisation for Astronomical Research in the Southern Hemisphere

OBSERVING PROGRAMMES OFFICE • Karl-Schwarzschild-Straße 2 • D-85748 Garching bei München • e-mail: opo@eso.org • Tel.: +49 89 320 06473

APPLICATION FOR OBSERVING TIME

PERIOD: 98A

Important Notice:

By submitting this proposal, the PI takes full responsibility for the content of the proposal, in particular with regard to the names of CoIs and the agreement to act according to the ESO policy and regulations, should observing time be granted.

1. Title Category: D-3

Oscillating Stars with wIneRed near-Infrared Spectroscopy [OSIRIS]

2. Abstract / Total Time Requested

Total Amount of Time:

We plan to collect NIR (z,Y,J) spectra with WINERED (visitor instrument) at NTT for a sizable sample of RR Lyrae (RRL) and classical Cepheids (CC) in the Milky Way (MW) and in the Magellanic Clouds (MCs). We plan to provide accurate chemical abundances (iron-peak, CNO, α , s-process elements) for targets with $J \leq 13$ (100 RRL, 80 CC, $R \sim 28,000$ – $65,000$) and radial velocity measurements for targets with $13 < J \leq 16$ mag (210 RRL, 110 CC, $R \sim 14,000$). The new spectra will allow us to constrain the chemical enrichment of MC young stellar populations (CC). We will also provide an accurate metallicity distribution of old stellar populations (RRL) in the MW Halo. The above information is crucial to constrain the difference in the halo formation of MW and nearby galaxies. The radial velocity of Halo RRLs will allow us to constrain the separation between inner and outer Halo, while the kinematics of Cepheids will shed new lights on the MC recent interaction.

3. Run	Period	Instrument	Time	Month	Moon	Seeing	Sky	Mode	Type
A	98	SpecialNTT	9n	dec	n	1.0	THN	v	

ズームアウト (Ctrl+-)



NTTへの移設 – 決定まで (–300～–180日)

- 2016年3月 La Silla観測所所長 (Ivo Saviane氏) との会談 at ESO/Santiago
La Silla観測所 見学 (w/ Peter Sinclair氏)
- 同3月末 観測プロポーザル提出
- 2016年7月 採択通知



European Organisation for Astronomical Research in the Southern Hemisphere

OBSERVING PROGRAMMES OFFICE • Karl-Schwarzschild-Straße 2 • D-85748 Garching bei München • e-mail: opo@eso.org • Tel.: +49 89 320 06473

APPLICATION FOR OBSERVING TIME

PERIOD: 98A

Important Notice:

By submitting this proposal, the PI takes full responsibility for the content of the proposal, in particular with regard to the names of CoIs and the agreement to act according to the ESO policy and regulations, should observing time be granted.

1. Title Category: D-3
Oscillating Stars with WIneRed near-Infrared Spectroscopy [OSIRIS]

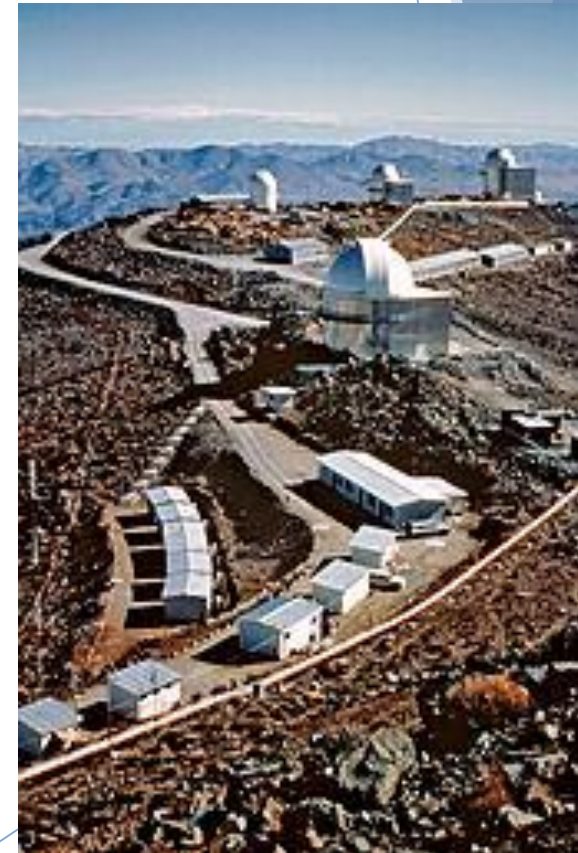
2. Abstract / Total Time Requested

Total Amount of Time:

We plan to collect NIR (z,Y,J) spectra with WINERED (visitor instrument) at NTT for a sizable sample of RR Lyrae (RRL) and classical Cepheids (CC) in the Milky Way (MW) and in the Magellanic Clouds (MCs). We plan to provide accurate chemical abundances (iron-peak, CNO, α , s-process elements) for targets with $J \leq 13$ (100 RRL, 80 CC, $R \sim 28,000\text{--}65,000$) and radial velocity measurements for targets with $13 < J \leq 16$ mag (210 RRL, 110 CC, $R \sim 14,000$). The new spectra will allow us to constrain the chemical enrichment of MC young stellar populations (CC). We will also provide an accurate metallicity distribution of old stellar populations (RRL) in the MW Halo. The above information is crucial to constrain the difference in the halo formation of MW and nearby galaxies. The radial velocity of Halo RRLs will allow us to constrain the separation between inner and outer Halo, while the kinematics of Cepheids will shed new lights on the MC recent interaction.

3. Run	Period	Instrument	Time	Month	Moon	Seeing	Sky	Mode	Type
A	98	SpecialNTT	9n	dec	n	1.0	THN	v	

ズームアウト (Ctrl+→)

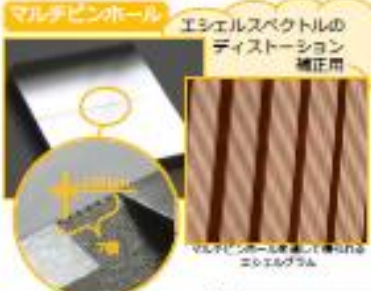


NTTへの移設 – 移設準備①（－180～－120日）

- 2016年8月 La Silla観測所 再訪問（4名）
- 2016年9月まで 移設プログラムの立ち上げ
 - 項目整理／スケジュールリング
 - 体制
 - 予算

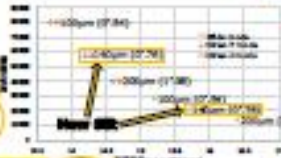
Upgrade of WINERED in 2016

New slits



140μmスリット

La Sillaサイトのシーイングサイズ(0.8")に合わせた新スリット



New slitviewer

	Before	After
Wavelength [μm]	0.7~0.9	0.6~0.9
Plate scale ["/pix]	0.074	0.063
Field of View*	1.5°x1.3'	1.7°x1.3'

*For NTT

Control system & software



システムを Front/Middle/Backendに分け 開発/メンテナンス性を向上

Blocking stray light & ghost

スリットステージ



リミットセンサを フォトセンサから 接触式に交換

新ウインドウ



クライオスタット入射窓をチーバー加工ARコート付きのものへ交換

検出器用電源



選光カバールを追加

For NTT

NTT用集点面鏡光検出



NTT用検出器



冷凍機/リブ防振機構

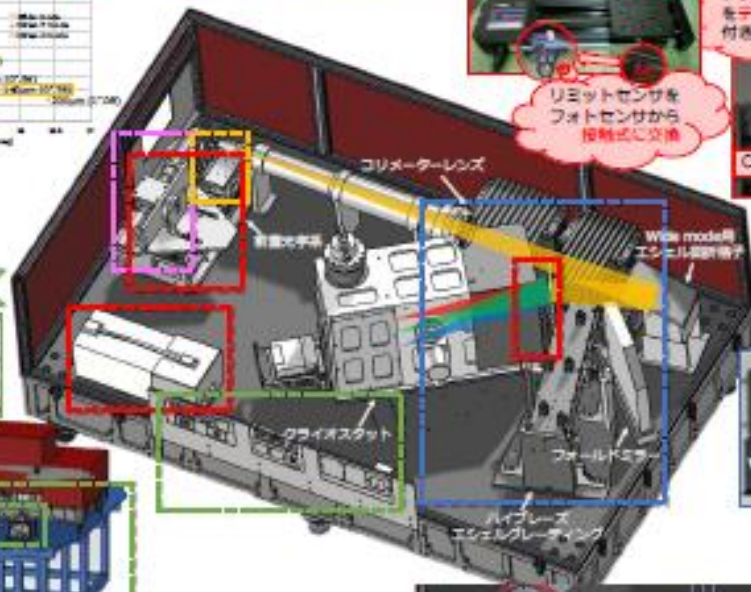


ワイヤーロープ防振器を使い 冷凍機/リブの振動を吸収

エレキラックの製作およびケーブル整備



すべての制御機器をエレキラックに入れ 電源線・電流線・冷凍機配線を整理



R~80,000 modes

詳細は大塚ポスター (P05)を参照

Hires用VPHクロスディスペルサー

	VPH-Y	VPH-J
Size [mm]	138 x 130 x 104	138 x 130 x 104
Material	N-BK7	B270
Spatial frequency [lines/mm]	540.48	734.80
Bragg angle [deg]	32.1	39.65
Prism apex angle [deg]	8.15	-

ハイブレースエシエルグレーティング

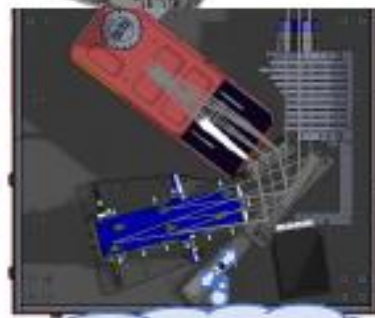
	265x130x120*
Size [mm]	265x130x120*
Material	ULE
Groove pitch [μm]	90.38
Blaze angle [deg]	79.32
Apex angle [deg]	87.95
Reflective Coating	Protected Ag

*2面が面格子で1面がダイオウにして便利

縦り



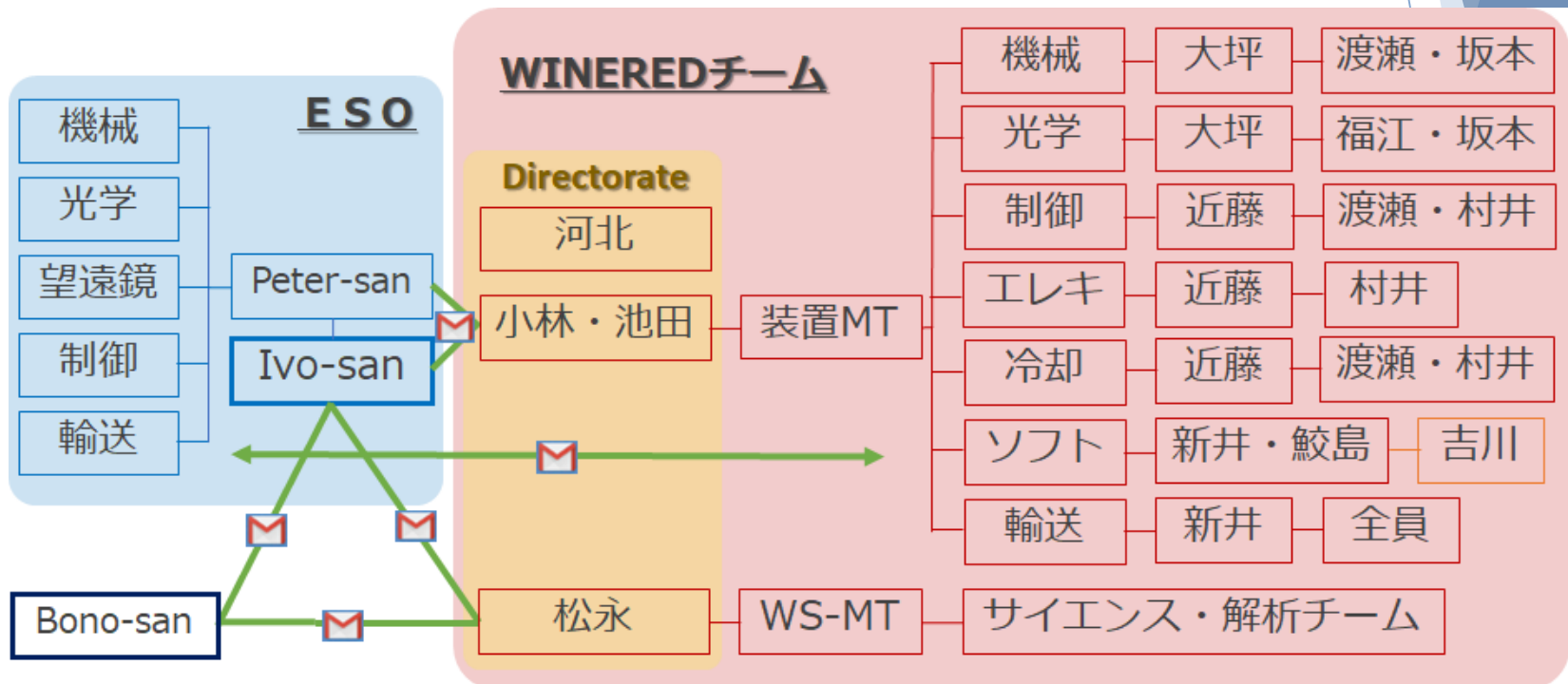
バツフル



フォールドドモを導入すること Hires-Y, J mode

NTTへの移設 – 移設準備① (–180～–120日)

- 2016年8月 La Silla観測所 再訪問 (4名)
- 2016年9月まで 移設プログラムの立ち上げ
 - 項目整理/スケジュールリング
 - 体制
 - 予算



NTTへの移設 – 移設準備①（-180～-120日）

- 2016年8月 La Silla観測所 再訪問（4名）
- 2016年9月まで 移設プログラムの立ち上げ
 - 項目整理／スケジューリング
 - 体制
 - 予算

必要経費（ハードウェア／ソフトウェア）

～ 2000万円

輸送費

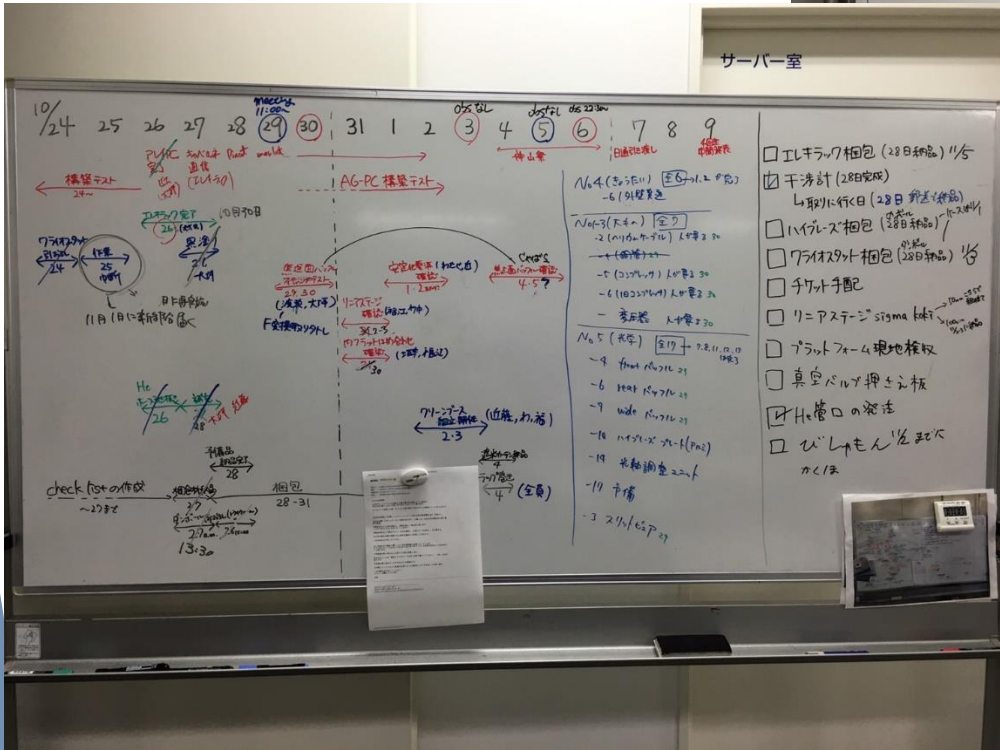
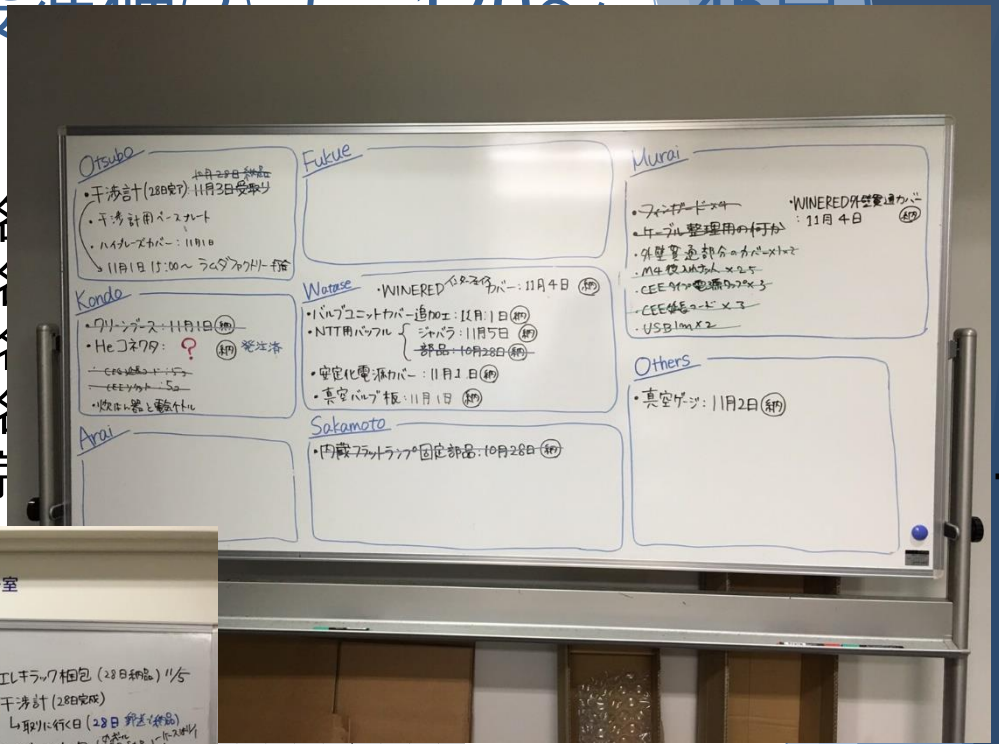
～ 1000万円

旅費・交通費

～ 500万円

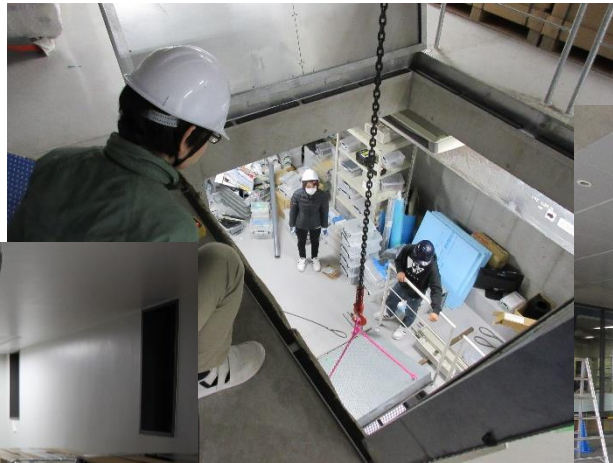
NTTへの移設 - 移設準備② (120分 15日)

- 2016年9月～ 移設準備作業
 - スタッフ 1名
 - PD 2名
 - 大学院生 2名
 - 学部生 2名
 - + 外注 (京)



NTTへの移設 – 移設準備② (–120～–45日)

- 2016年9月～ 移設準備作業
 - スタッフ 1名 (池田)
 - PD 2名 (近藤 full, 福江、新井、鮫島、濱野 part)
 - 大学院生 2名 (大坪、渡瀬)
 - 学部生 2名 (坂本、村井)
 - + 外注 (京セラ、キヤノン、虹光房、多くの町工場…)
- 2016年11月下旬 **装置搬出** w/国内運送業者 + 輸出入業者



NTTへの移設 – 移設準備② (-120 ~ -45日)

- 2016年9月～ 移設準備作業

スタッフ 1名 (池田)

PD

2名 (近藤 full

福江、新村

鎌倉

濱野



虹光房



NTTへの移設 – 移設準備② (- 120 ~ - 45日)

- 2016年9月～ 移設準備作業
スタッフ 1名 (池田)
DN 2名 (近藤 full)
土 2名 (大垣 浜)



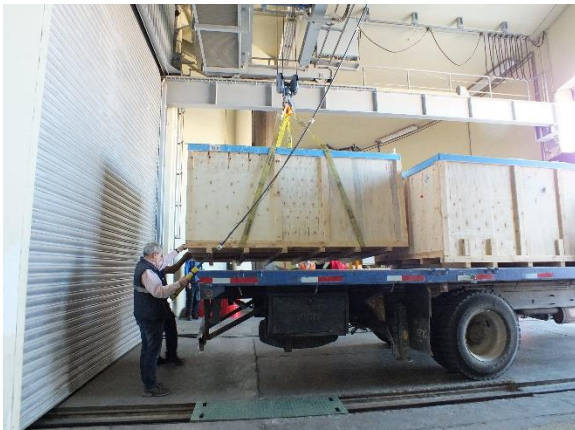
濱野 part)

町工場…)



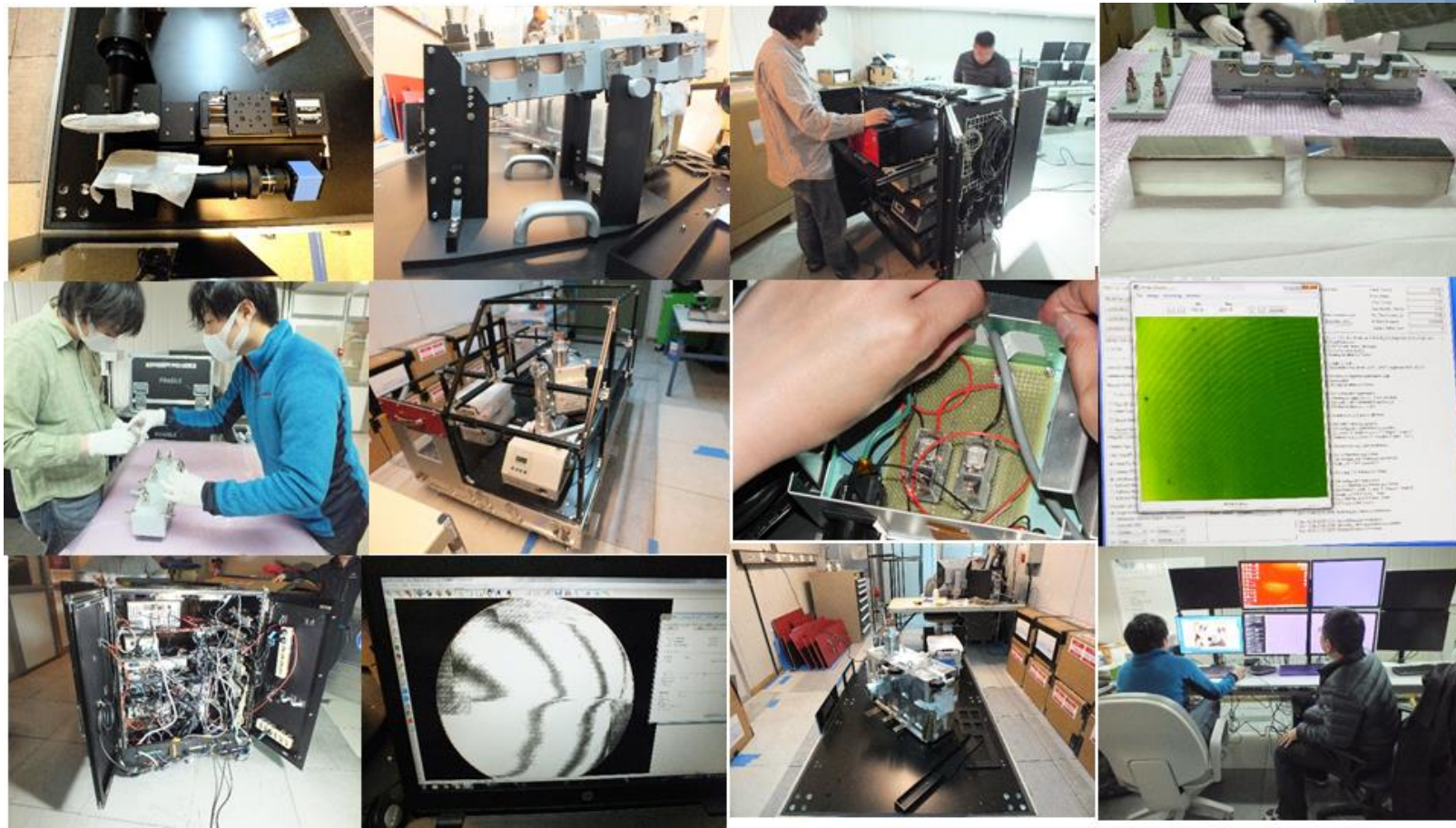
NTTへの移設 – 搬入 + 観測準備 (–45~0日)

- 2016年12月初旬 現地入り (4名)
 - 装置搬入
 - 実験室準備
 - 装置の再組立て、調整、検査
 - 望遠鏡へのインストール方法の検討



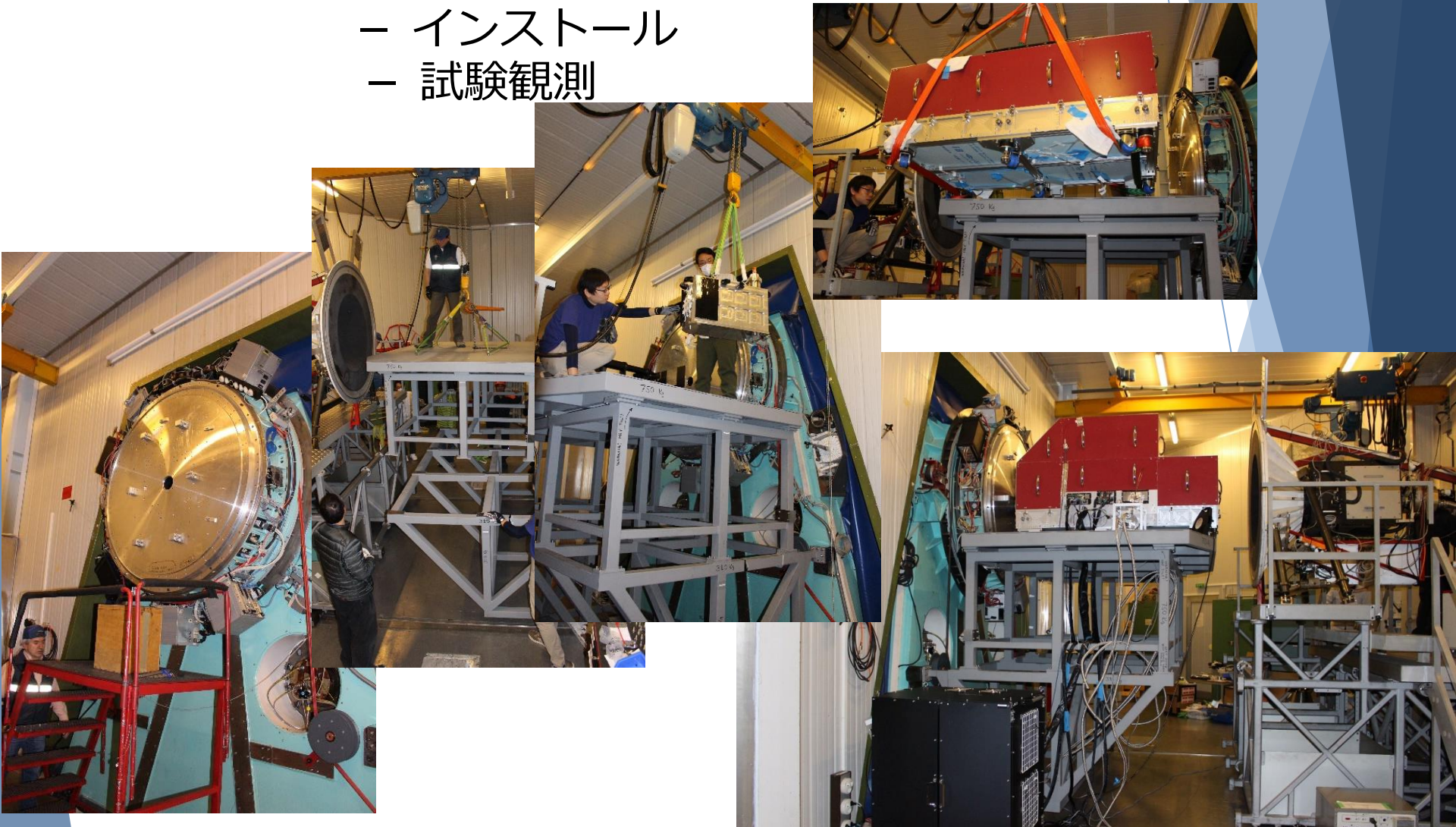
NTTへの移設 – 搬入 + 観測準備 (–45～–10日)

- 2016年12月初旬 現地入り (4名)
 - 装置搬入
 - 実験室準備
 - 装置の再組立て、調整、検査
 - 望遠鏡へのインストール方法の検討



NTTへの移設 – Eng.観測 (–10～+5日)

- 2017年1月 現地入り (6名)
 - ソフトウェアI/F試験
 - インストール
 - 試験観測



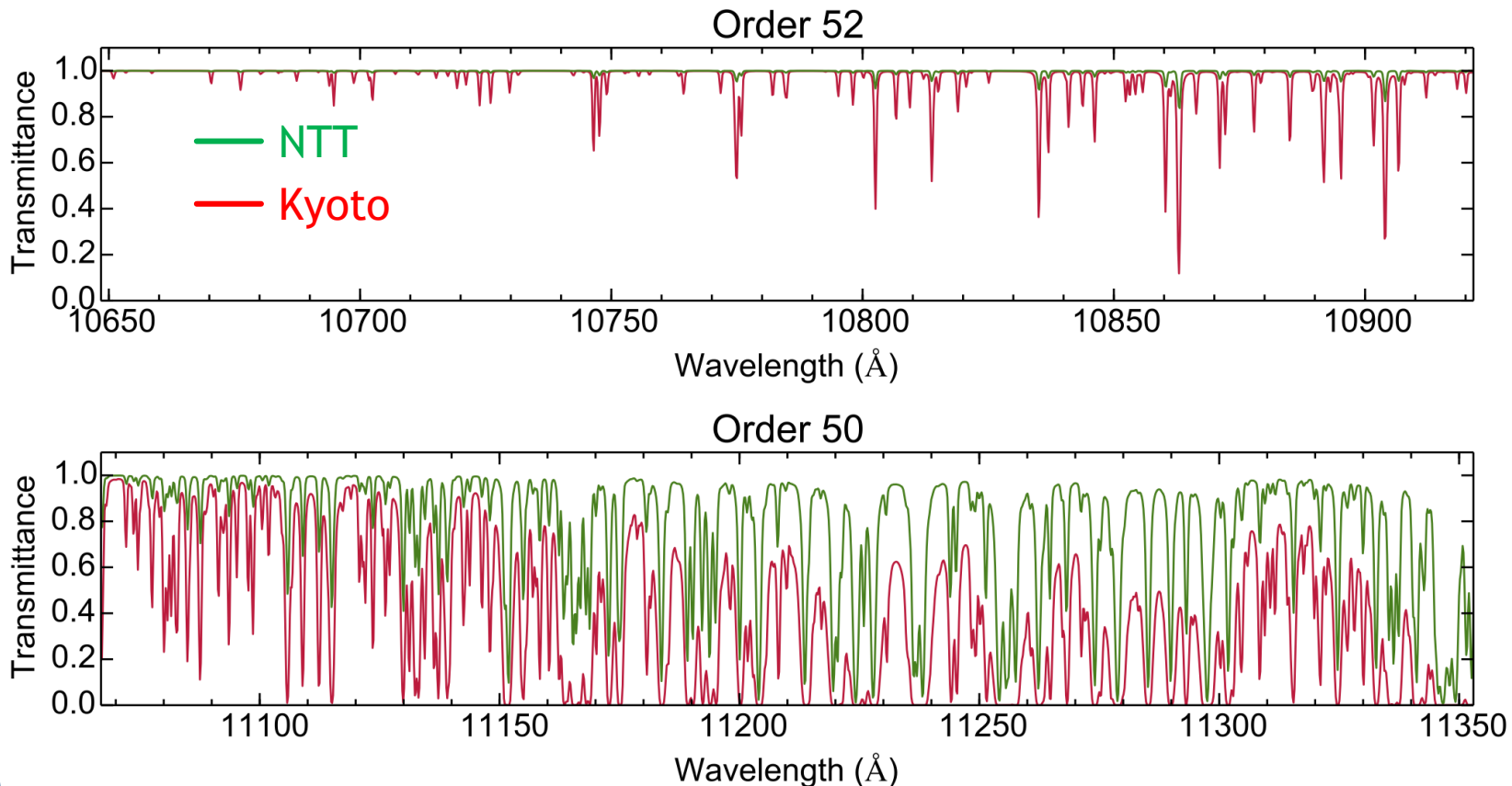
NTTへの移設 – Eng.観測 (–10～+5日)

- 2017年1月 現地入り (6名)
 - ソフトウェアI/F試験
 - インストール
 - 試験観測



移設の結果

- 総観測夜数 (2017-2018年) ~ 30 nights
京都での実質観測夜数 ~ 24 nights/yr
(~ 120 day $\times 0.2$)

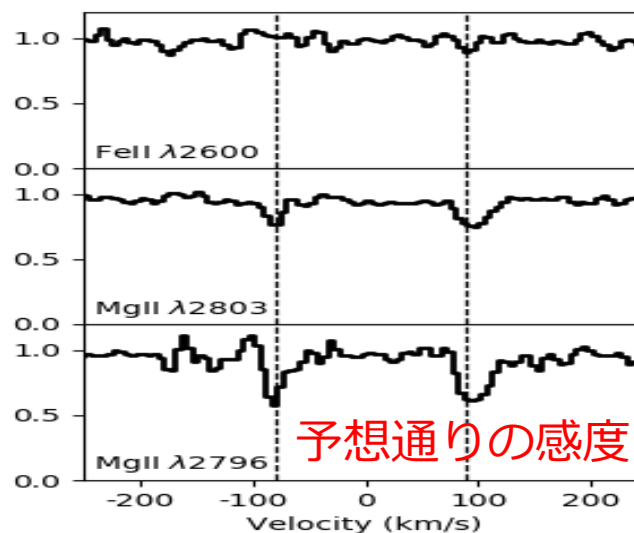
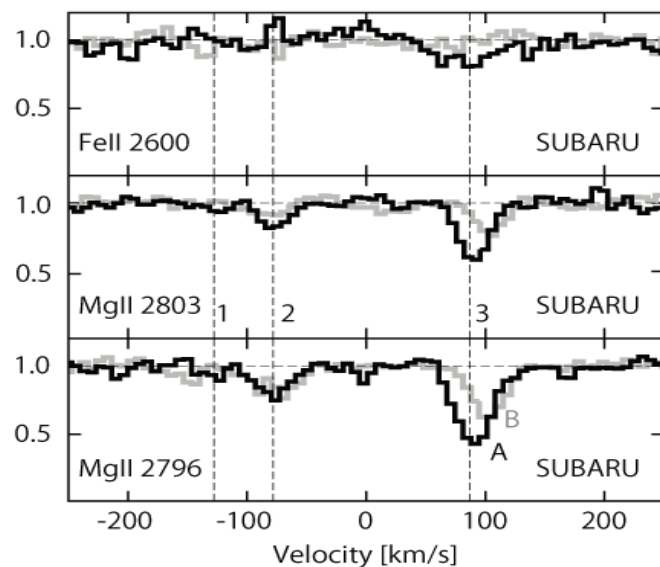


移設の結果

- 総観測夜数 (2017-2018年) ~ 30 nights
京都での実質観測夜数 ~ 24 nights/yr
(~ 120 day $\times 0.2$)

- R=10,000 (slit=0.3", w/o AO)
- Seeing $\sim 0.5''$
- 9,600 sec integration
- S/N ~ 40 for each of A/B

- R=28,000 (slit=0.54", w/o AO)
- Seeing $\sim 1.2''$
- 7,200 sec integration
- S/N ~ 40 for the B component



移設の結果 – 期待外れだったこと

- 観測所からのサポート
 - 観測装置のメンテナンス (warm-up/cool-down)
 - 旅費・宿泊費 (毎回1カ月の滞在)
- 望遠鏡制御システム (TCS)
 - 望遠鏡シミュレータ (誰もメンテナンスしていない)
 - 装置からの望遠鏡駆動の禁止

移設の結果 – 期待外れだったこと

- 観測所からのサポート
 - 観測装置のメンテナンス (warm-up/cool-down)
 - 旅費・宿泊費 (毎回1カ月の滞在)
- 望遠鏡制御システム (TCS)
 - 望遠鏡シミュレータ (誰もメンテナンスしていない)
 - 装置からの望遠鏡駆動の禁止
- ESOの新しい装置プロジェクト

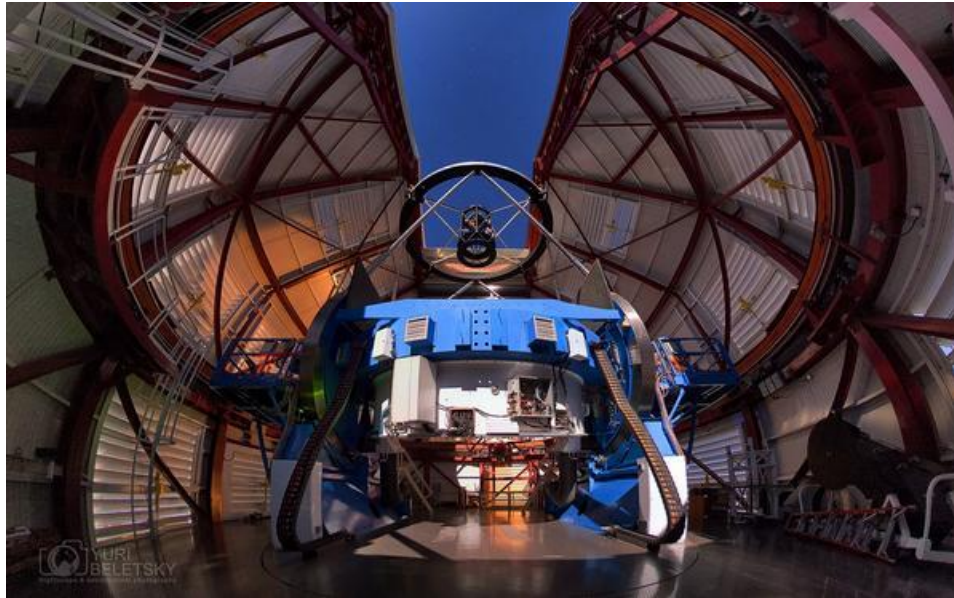


2019.Q3~ on 3.6m



~2020 on NTT

Maellan/Las Campanasへ再移設



Instrument	WINERED			IRCS
Telescope	Araki	NTT	Magellan	Subaru
Location	Japan	Chile	Chile	Hawaii, US
Tel Diameter	1.3 m	3.58 m	6.5m	8.0 m
Seeing	3.0"	0.8"	0.6"	0.2" w/ AO
Spectral resolution	28,000	28,000	28,000	20,000
Limiting Mag. (J) (*)	13.8 (WIDE)	16.4 (WIDE)	17.3 (WIDE)	15.5

Maellan/Las Campanasへ再移設

- 議論は2017年夏にスタート (w/ A. MacWilliam of Carnegie)
 - 2017年8月に最初の見学
- 2019年3月1日 pre-ship review
2019年3月中 移設作業
2019年7月 エンジニアリング観測
- PI装置であるが、他グループからのアクセスは可能
(観測サポートをする代わりに観測夜数を獲得)
- MOU/support agreementの締結
 - 観測夜数の保証
 - 装置Gr./観測所の責任の明確化
 - 予算出所の明確化
 - まずは2年、できれば5年まで

NTTに比べてpaper workは増える、その代わり
条件は明確

議論にかえて

◆ そもそも移設に意味はあったのか？

議論にかえて

◆ そもそも移設に意味はあったのか？

- サイエンス → ◎

議論にかえて

◆ そもそも移設に意味はあったのか？

- サイエンス → ◎
- 開発 → ○
 - 移設にともなう装置のUp-grade
 - 新しい開発テーマの創出 (e.g., ADC)
 - メンテナンスは大変 (財政的、人的リソース、効率)

議論にかえて

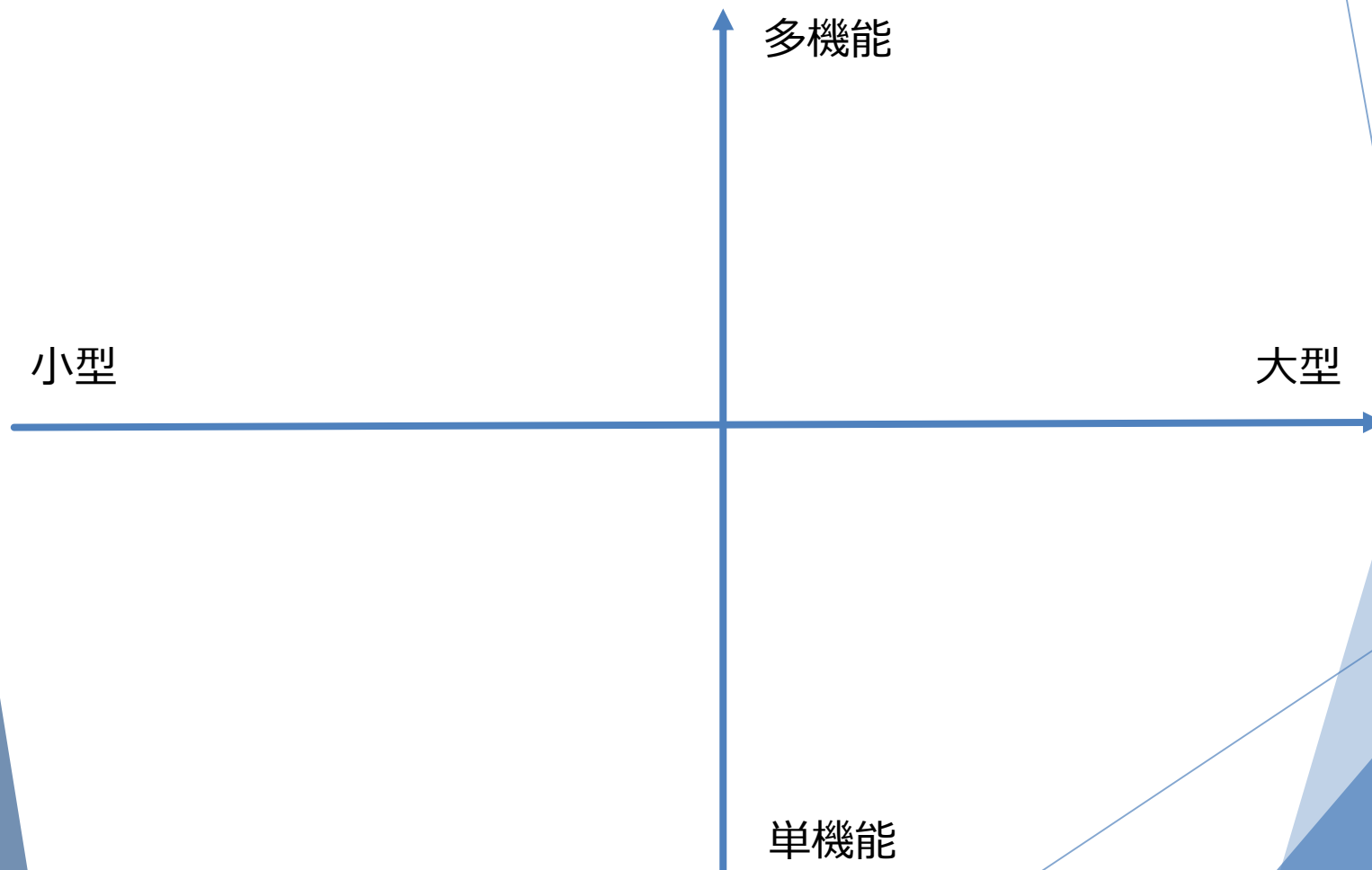
◆ そもそも移設に意味はあったのか？

- サイエンス → ◎
- 開発 → ○
 - 移設にともなう装置のUp-grade
 - 新しい開発テーマの創出 (e.g., ADC)
 - メンテナンスは大変 (財政的、人的リソース、効率)
- 日々の活動 (教育、研究、勉学) → △
 - スタッフ： 教育活動がメインの**私立大学**の教員には無理
 - PD： **総務的作業** (運送、通関、装置維持、物品購入等) が増える
 - 学生： **現場** (観測所) 経験
コンパクトなプロジェクトの経験
(開発系の学生教育には重要)

議論にかえて

◆ 開発／装置を持ち込んでの観測は必要なのか？

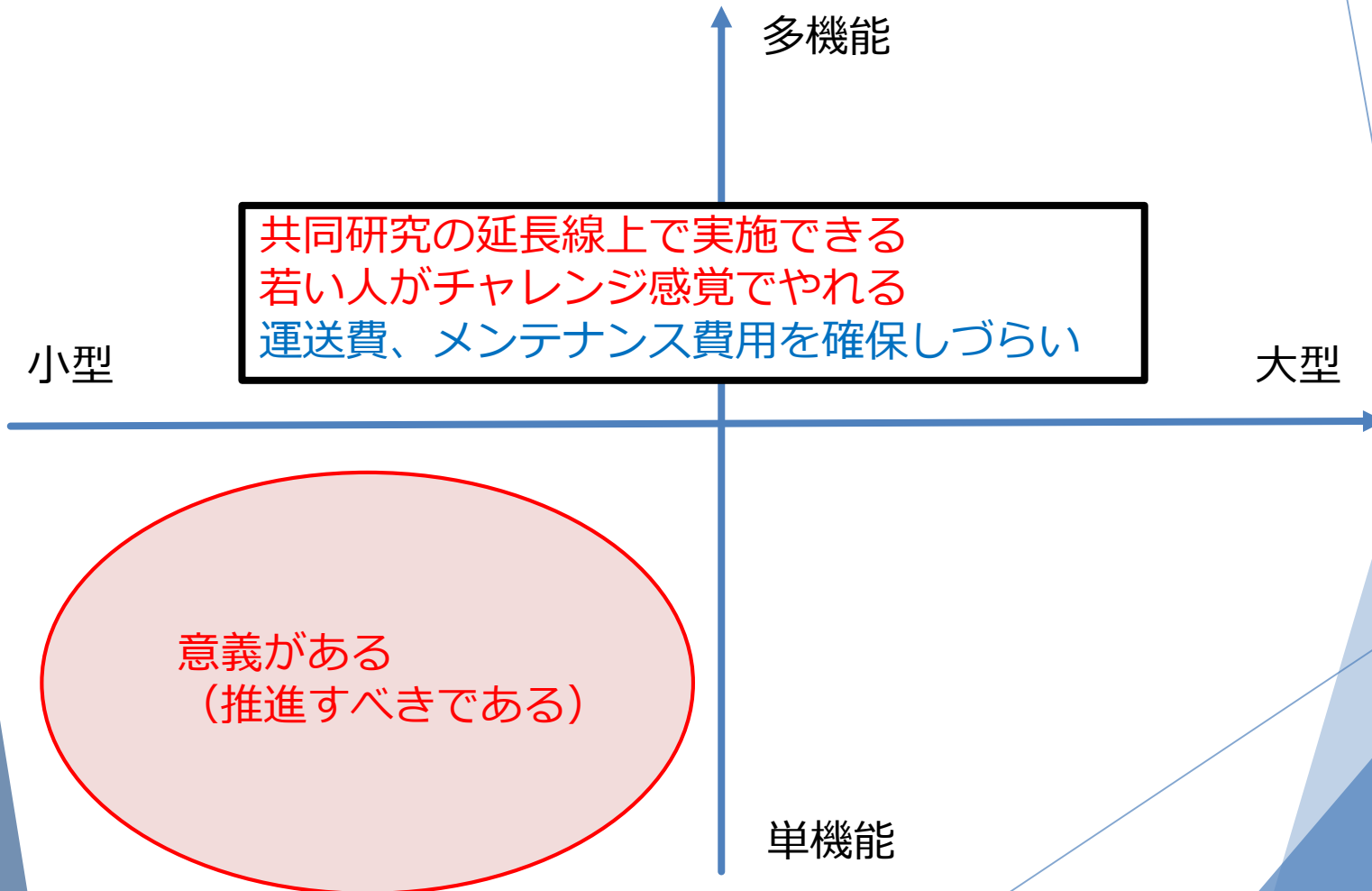
→おそらく、観測装置の目的による



議論にかえて

◆ 開発／装置を持ち込んでの観測は必要なのか？

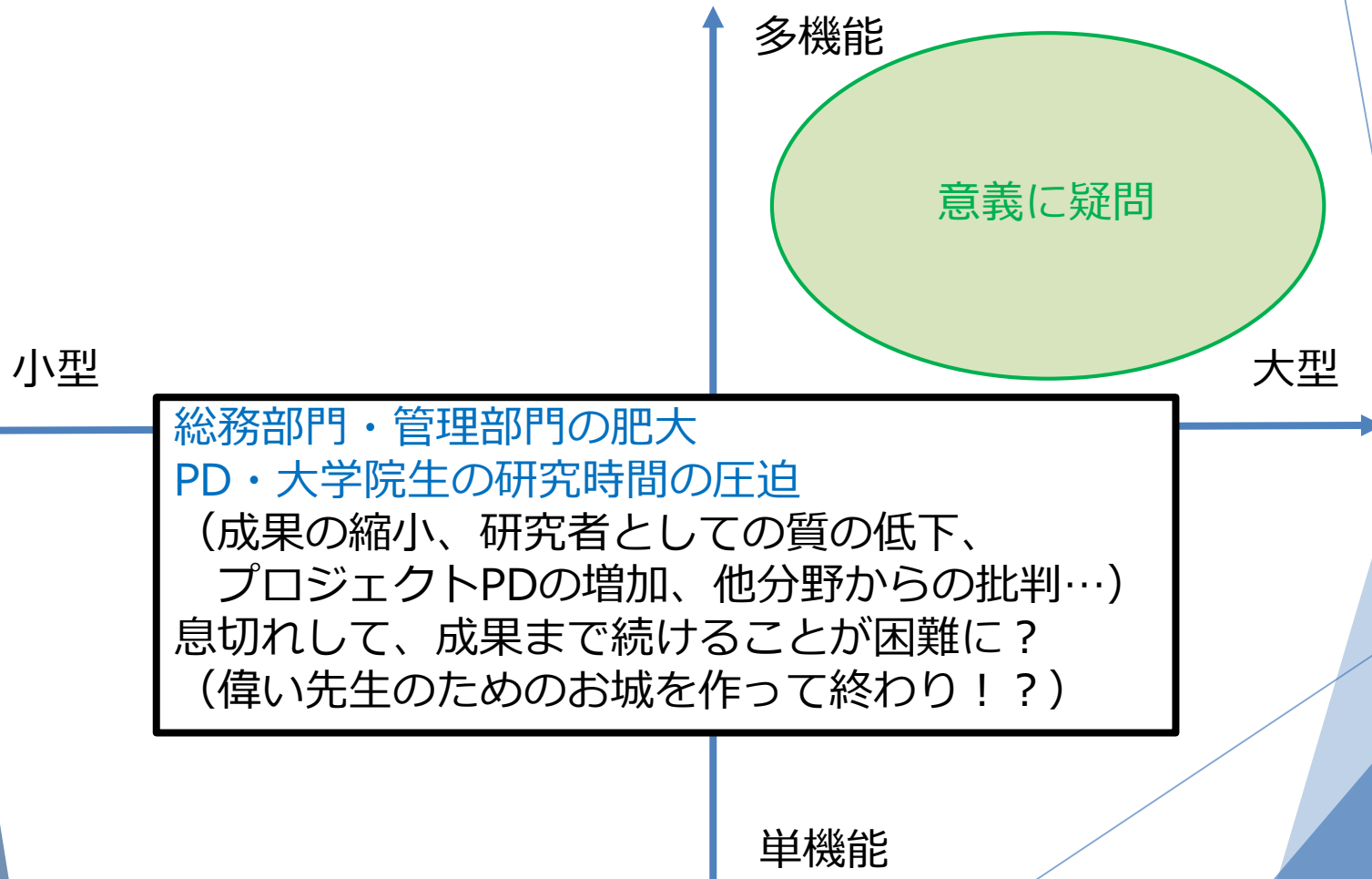
→おそらく、観測装置の目的による



議論にかえて

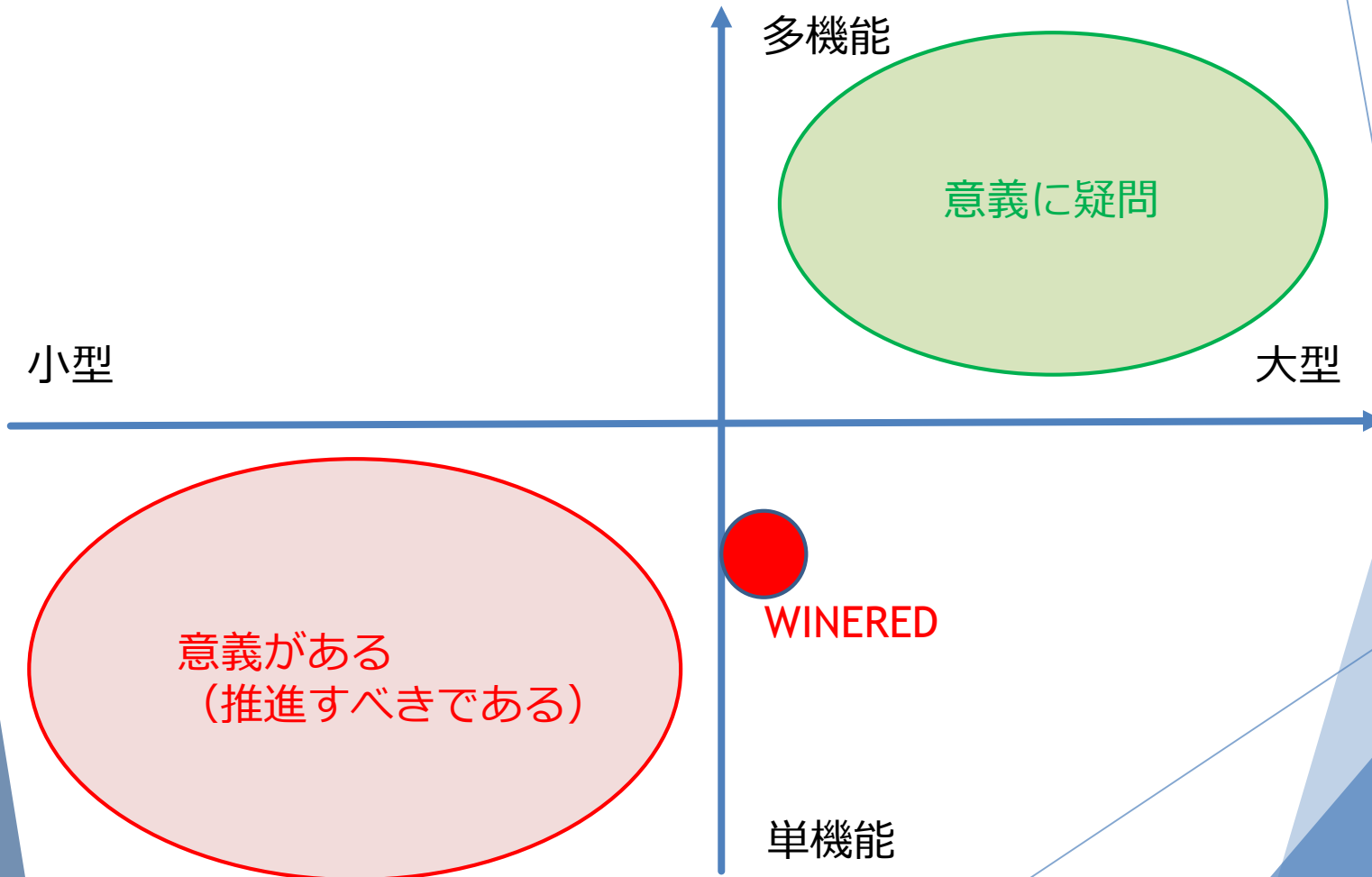
◆ 開発／装置を持ち込んでの観測は必要なのか？

→おそらく、観測装置の目的による



議論にかえて

- ◆ 開発／装置を持ち込んでの観測は必要なのか？
→ おそらく、観測装置の目的による



議論にかえて

◆ 国立天文台としてサポートできることは？

議論にかえて

- ◆ 国立天文台としてサポートできることは？
 - 柔軟な用途の予算枠
 - 年度をまたいで使用可能（複数年枠）
 - 運送、メンテナンスに関わる費用
 - 上記に係る人件費
 - サポート窓口
 - 運送、通関、現地コンタクト、契約（Subaru、ALMAの経験を利用）
 - 望遠鏡斡旋（国内／国外）
 - 人材斡旋（大学／研究所を越えた若手交流）

議論にかえて

- ◆ 国立天文台としてサポートできることは？
 - 柔軟な用途の予算枠
 - 年度をまたいで使用可能（複数年枠）
 - 運送、メンテナンスに関わる費用
 - 上記に係る人件費
 - サポート窓口
 - 運送、通関、現地コンタクト、契約
(Subaru、ALMAの経験を利用)
 - 望遠鏡斡旋（国内／国外）
 - 人材斡旋（大学／研究所を越えた若手交流）
 - 経験者による会社？

議論にかえて

◆ 業界全体としては？

- 開発者の評価の明確化
 - 研究者、エンジニア/テクニシャン、
管理職の区分
(二刀流ができる人は、放っておいても勝手にやる)