



東京大学アタカマ天文台 (TAO) 計画

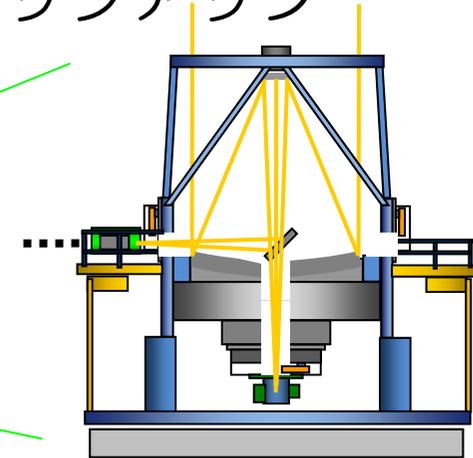
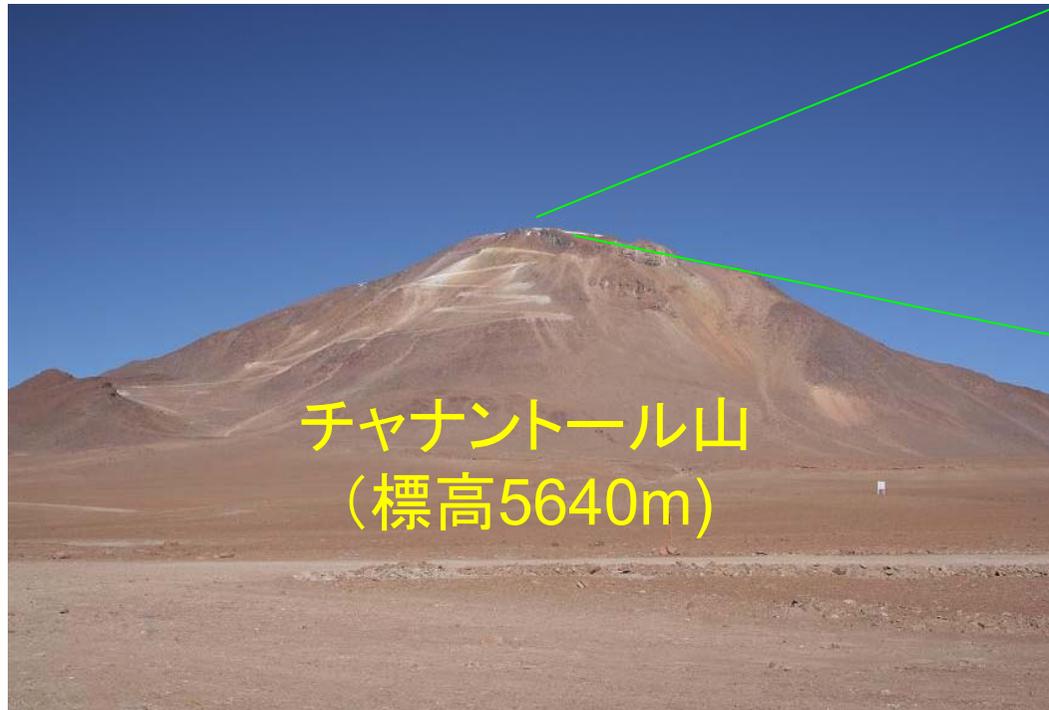
2012年度光赤天連シンポ「2020年に向けてのロードマップ」 2012年8月9-10日
土居 守 東大・理・天文学教育研究センター

アタカマ塩湖とキマル山



東京大学アタカマ天文台 (TAO)計画

- 世界最高地点へ口径 **6.5m赤外線望遠鏡建設**
→ 高感度・高空間分解能赤外線観測
- 大学の最先端望遠鏡
→ **萌芽的研究・大規模プロジェクト重視**
40%は共同利用へ … すばるのバックアップ



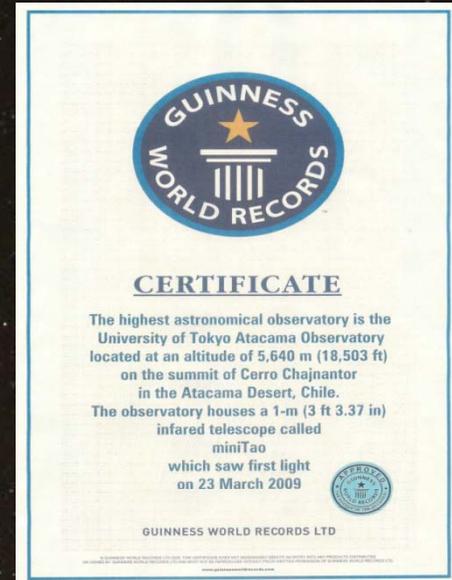
サイト



気温マイナス10度
~0.5気圧
(酸素が半分)

標高5,640m

TAO



APEX

ASTE

ALMA

NANTEN2

晴天率: Usable ~ 80% Photometric ~65%

可降水量: < 0.38mm @ best 10%

シーイング: 0.69 arcsec @ v, median

標高5,000mの平原



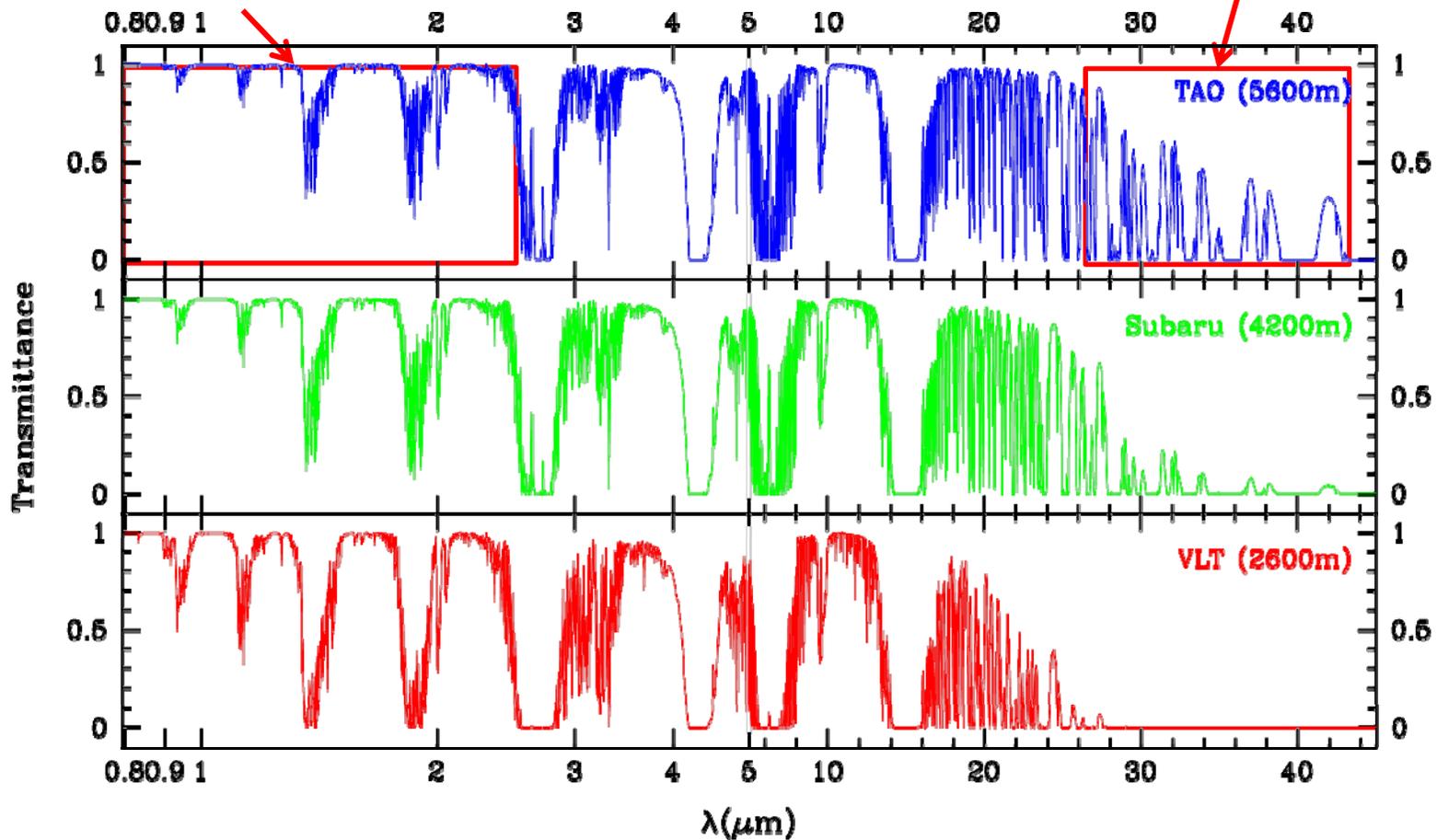
サイトの特長

高い標高+ 乾燥した大気

→ 赤外波長で良好な透過率

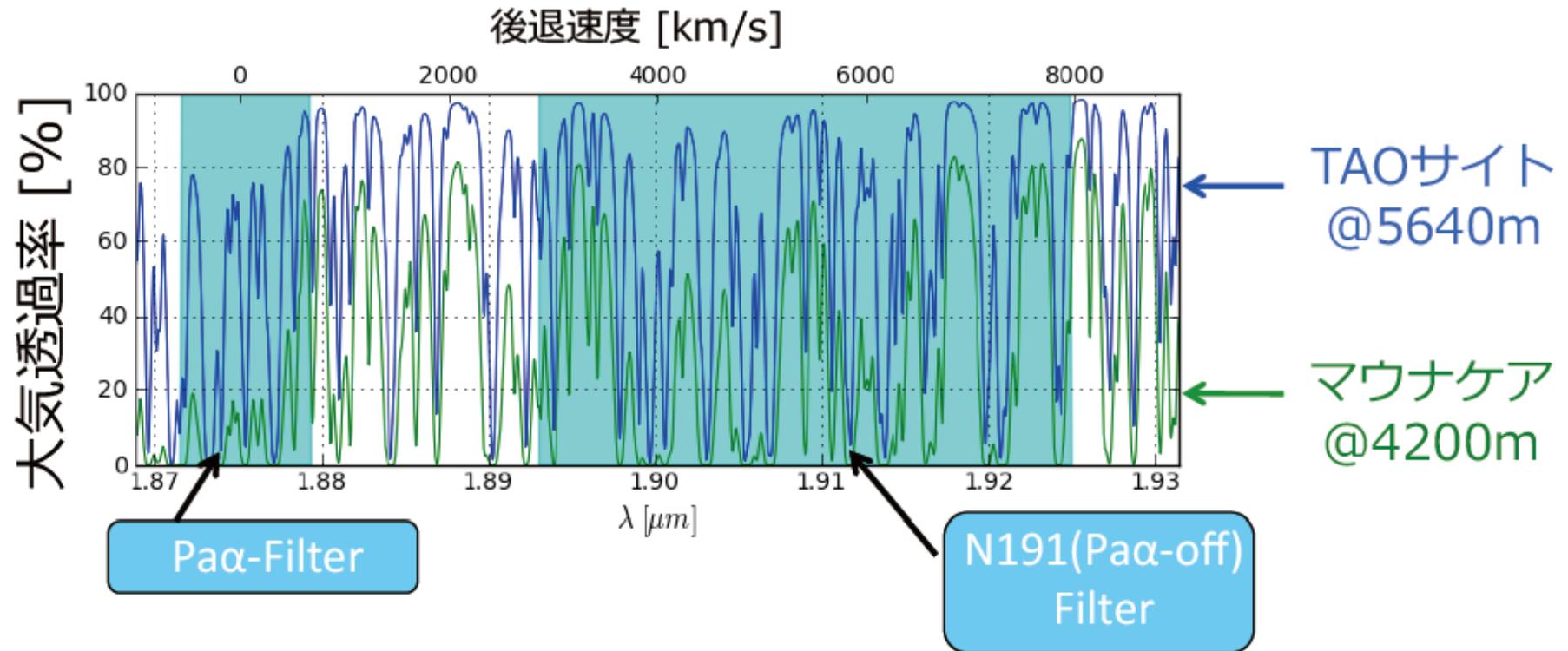
continuous windows in the NIR

New windows at 30 μm





窓が広がる例 Pa α 1.8751 μm





先行望遠鏡 miniTAO (口径1-m)による 天体観測による好サイトの実証

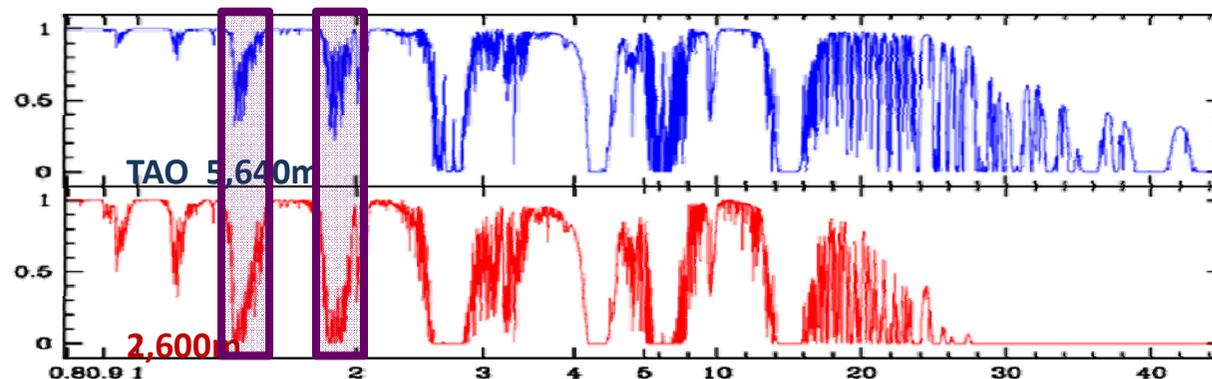
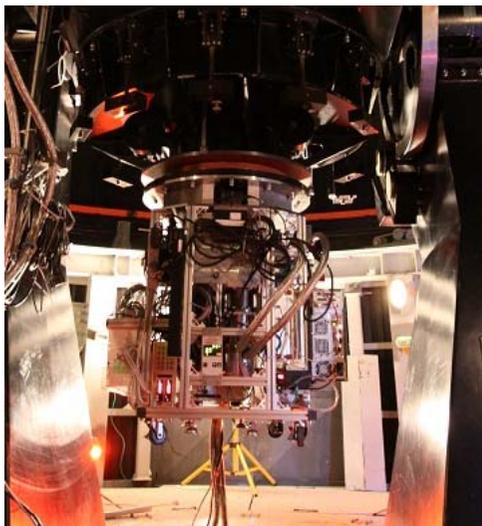


2009年3月ファーストライト
2台の観測装置(近赤外 ANIR, 中間赤外 MAX38)
年2回 各2カ月程度の運用
光赤外線大学間連携観測にも参加

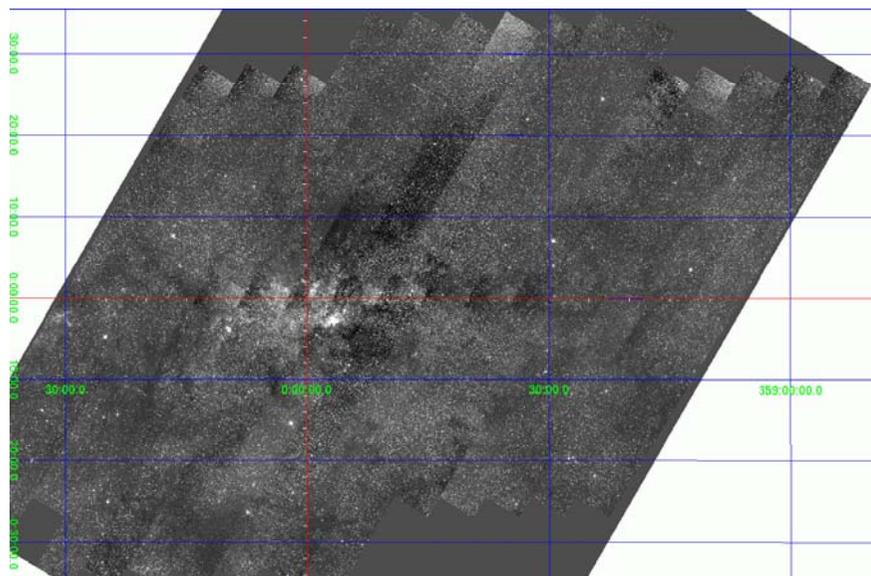


ANIR 近赤外線

✓ 地上からのPa α 線 (1.875 μ m) の撮像観測



- 銀河面Pa α サーベイ進行中
- 近傍LIRGのPa α 観測 星形成領域の分布が2種類あることを示す



1deg x 1.5deg

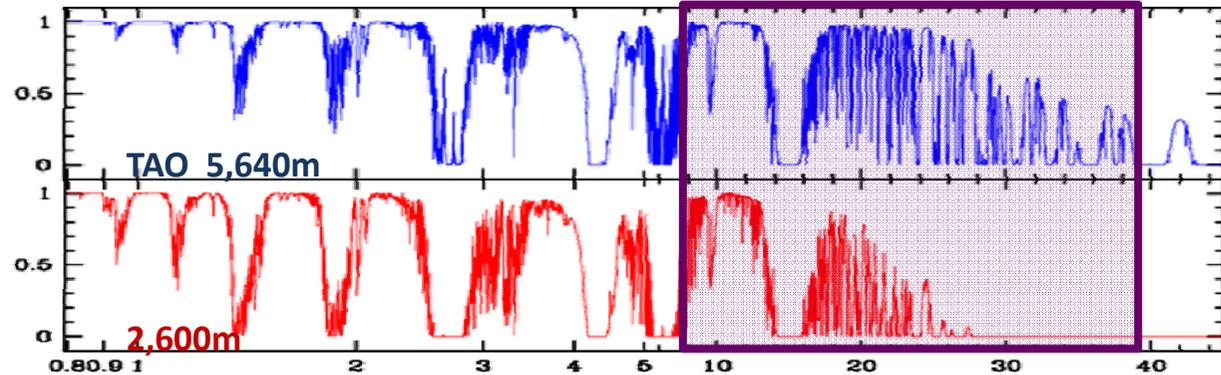




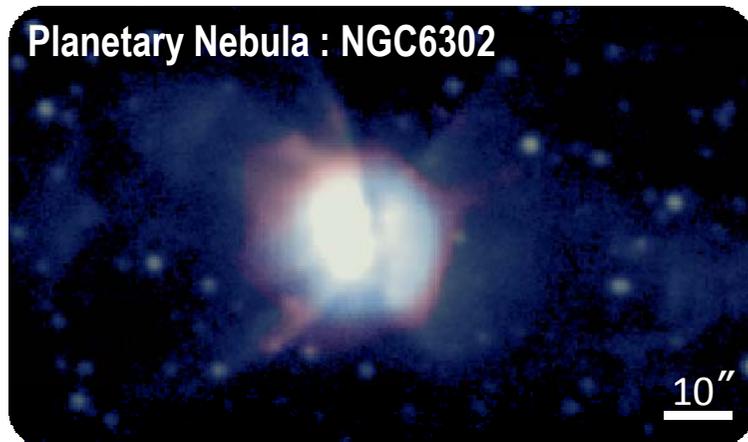
MAX38 中間赤外線



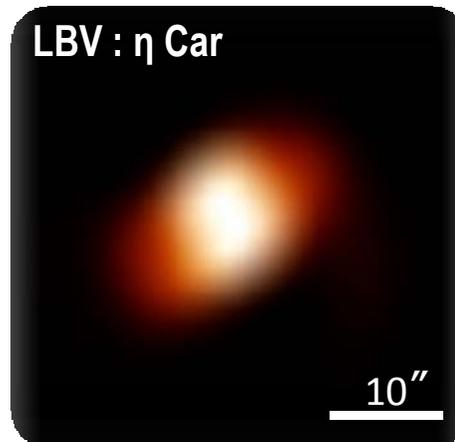
✓ 30 ミクロン帯の観測に成功



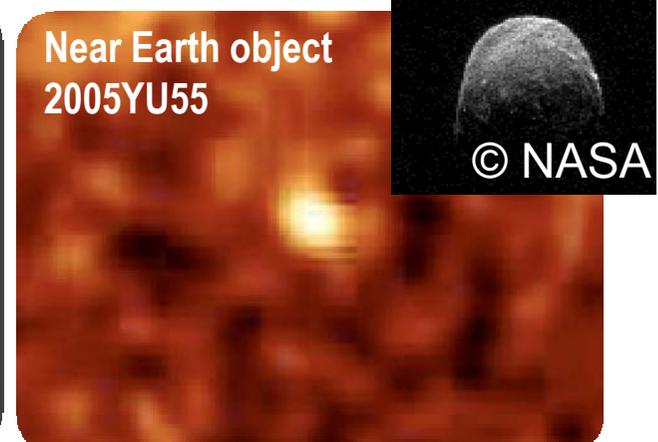
- 星生成領域・惑星状星雲・惑星・小惑星など
貴重な中間赤外線観測性能



blue : Pa-beta (ANIR) , red : 31um



31um



Obtained on 2011/11/09; 18um



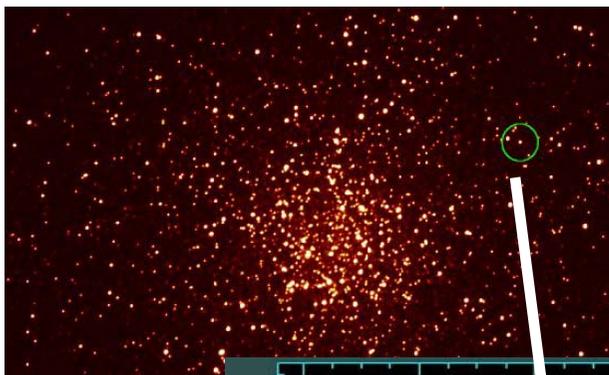
miniTAOによる好サイトの確認

シーイング

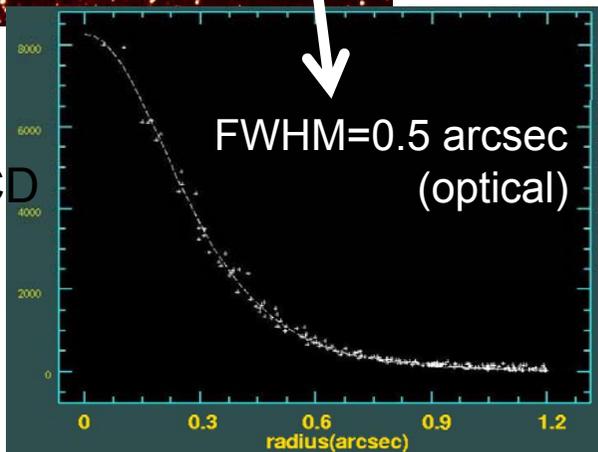
FWHM(median)

~0.7 arcsec (DIMM)

~0.8 arcsec (ANIR; 廉価ドーム・
0.3arcsec/pixel)



47 Tuc
taken by
a test CCD
camera



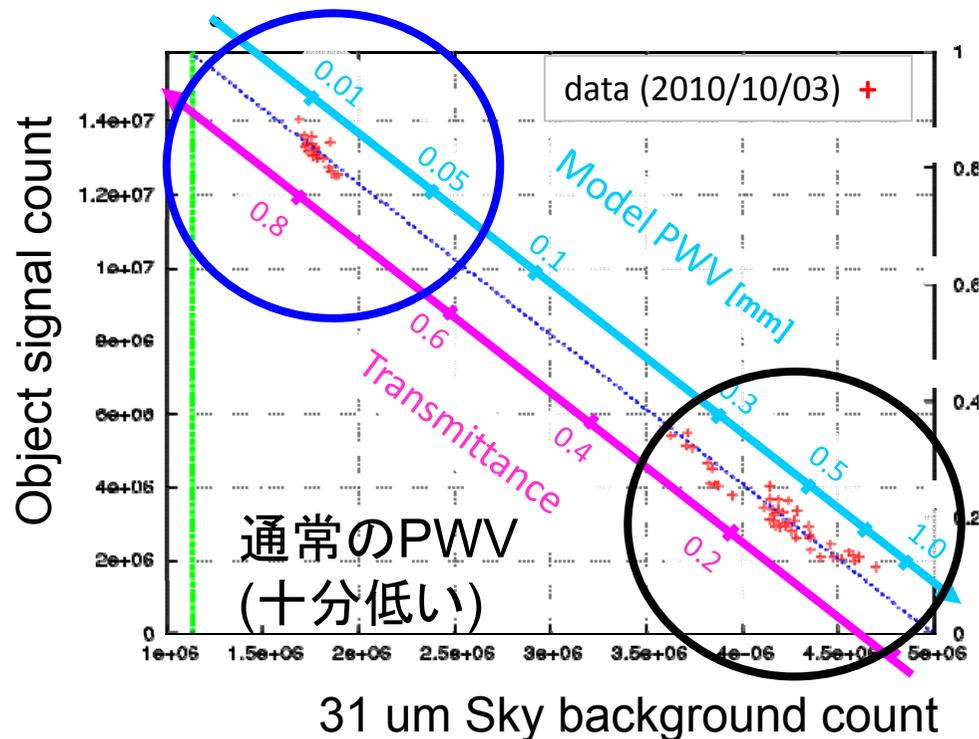
水蒸気量

PWV

< 0.38 mm (10 %タイル←サイト調査より)

~0.3 – 1.0 mm (MAX38 & atm. model)

< 0.03 mm チャンピオンデータも取得





山麓基地の整備

約50km離れたSan Pedro de Atacama
に山麓基地を整備中

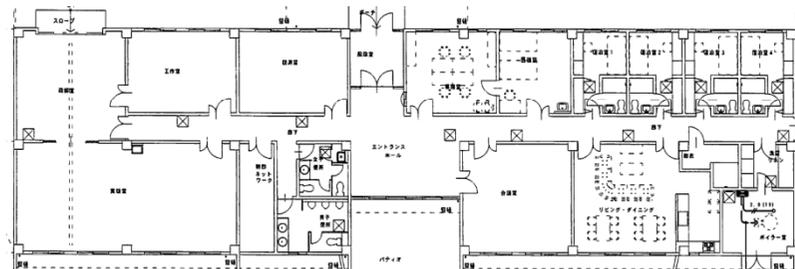
土地面積 14000平米

無線LANによる遠隔観測を**仮設観測室**から開始(2011)

2013年に**実験室・観測室・宿泊施設等を
備えた建物等完成予定**

サンペドロデアタカマ市のプラネタリウムを設置

→共通の警備の依頼



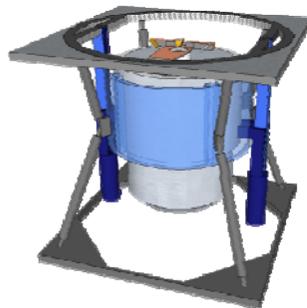


口径6.5-m TAO望遠鏡

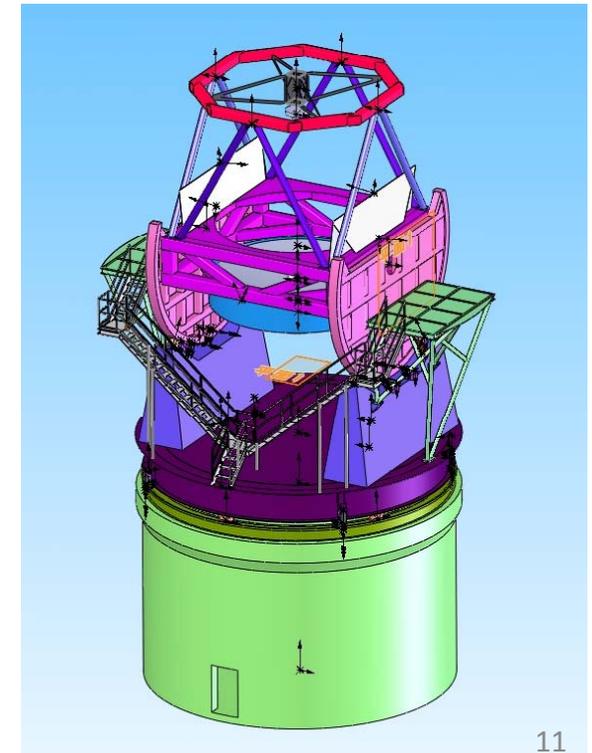
- **概念設計進行中** (西村製作所他と)
 - カセグレン・ナスミスの**3焦点** F比約12 (すばるとの互換性)
 - 6.5m主鏡はアリゾナ大ミラーラボのハニカム鏡を想定
主鏡支持法: 2m鏡を用いた小規模試験を名大にて
(光赤外大学間連携で確保した実験室)
 - AOは将来オプション
- **幅広いサイエンス**
宇宙論から太陽系まで → プロジェクトブック第2版
- **第一世代観測装置2台製作中**
 - SWIMS (近赤外), MIMIZUKU (中間赤外)
 - すばる望遠鏡で試験観測へ



SWIMS



MIMIZUKU

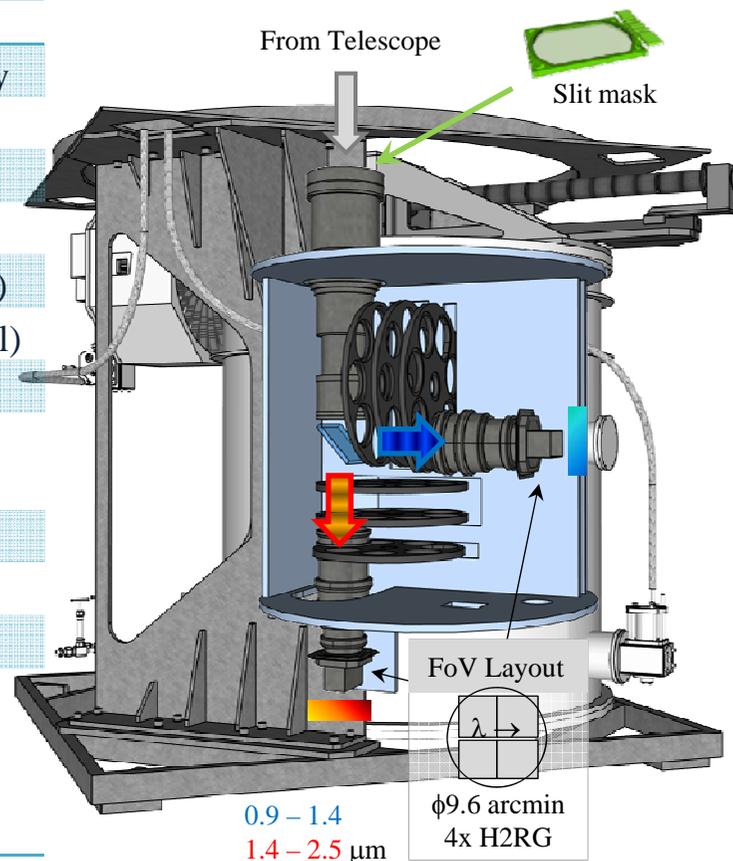


Simultaneous-color **W**ide-field Infrared **M**ulti-object **S**pectrograph

– 近赤外線2バンド同時多天体分光撮像装置 –

Specifications of SWIMS

Observation Mode	Imaging and multi-object spectroscopy
Dimensions, weight	2.0 x 2.0 x 2.0 m ³ , 2.5 tons
Field of View	φ9.6 arcmin
Spatial Resolution	0.12 arcsec/pixel
Wavelength Range	0.9-1.4 / 1.4-2.5 μm (blue/red channel)
Detector	HAWAII-2RG (four arrays per channel)
Filters (broad-band, narrow-band)	<i>Y, J, H, K_s, N129, N133, N1875, N195</i>
Spectral Resolution	Blue : R ~ 700 – 1,000 Red : R ~ 500 – 900
Number of slit masks	~ 20 (including long slit masks)
MOS multiplicity	~ 30 objects/mask
Expected Total Throughput	Imaging: 31%, Spectroscopy: 20%
Expected limiting AB magnitudes	
Imaging (1hr, S/N=5)	<i>Y=25.0, J=24.2, H=23.4, K_s=23.7</i>
Spectroscopy (1hr, S/N=5, R=1,000)	<i>Y=23.3, J=22.4, H=22.2, K_s=21.9</i>

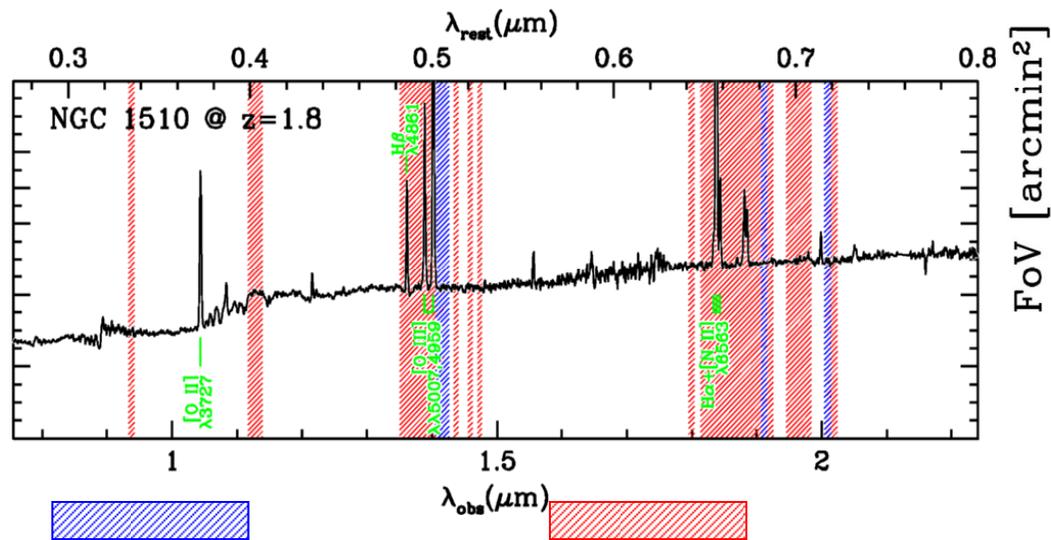


広視野 IFU (~100arcsec²・イメージライサー型) も概念設計中

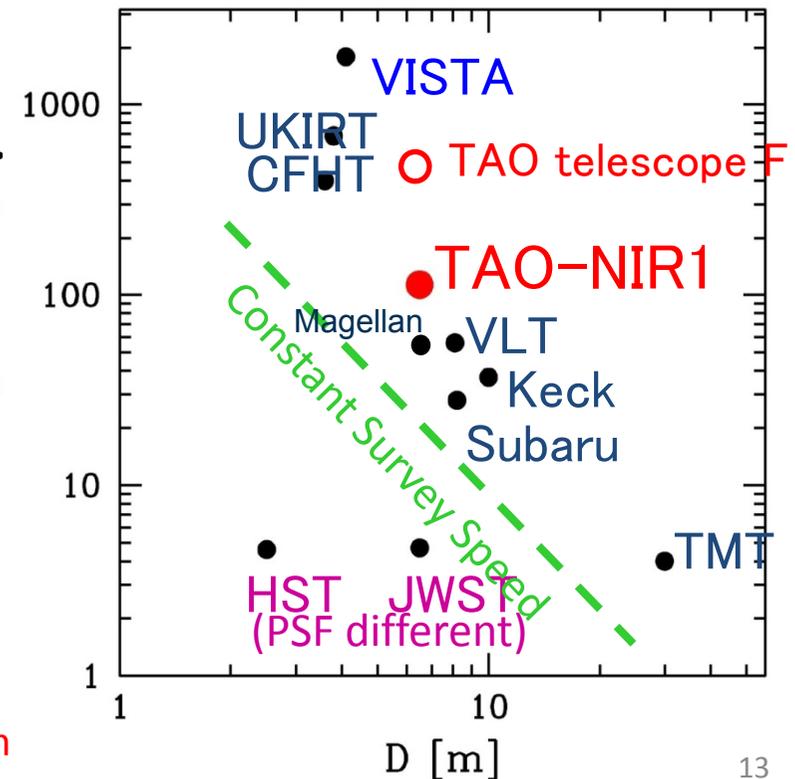


SWIMSによるサイエンス

- 観測的特長
 - 0.9 – 2.5 μm をほぼ連続的に覆う
 - 広視野多天体分光
- TAO-NIR deep & wide survey
 - VISTAよりも高空間サンプリング
 - high-z 銀河, 遠方銀河団, QSO, 褐色矮星, 超新星, 小惑星, ..



Little transmittance at TAO site Little transmittance at ~2600m





MIMIZUKU

Mid-Infrared Multifield Imager
for gaZing the UnKown Universe

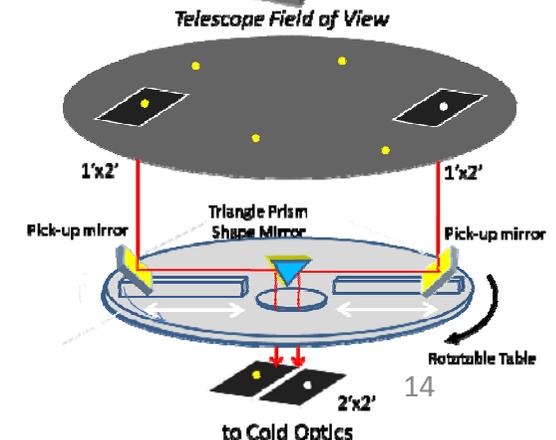
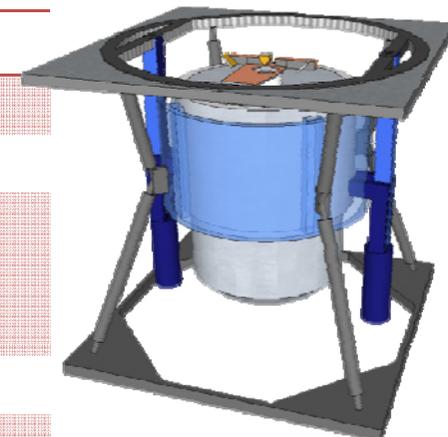


Key Features

- 30ミクロン帯を含む広い波長範囲(2-38 μm)
- 中間赤外線における高空間分解能を達成 <1" resolution
- フィールドスタッカーによる2天体同時観測による変光観測

Specifications of MIMIZUKU

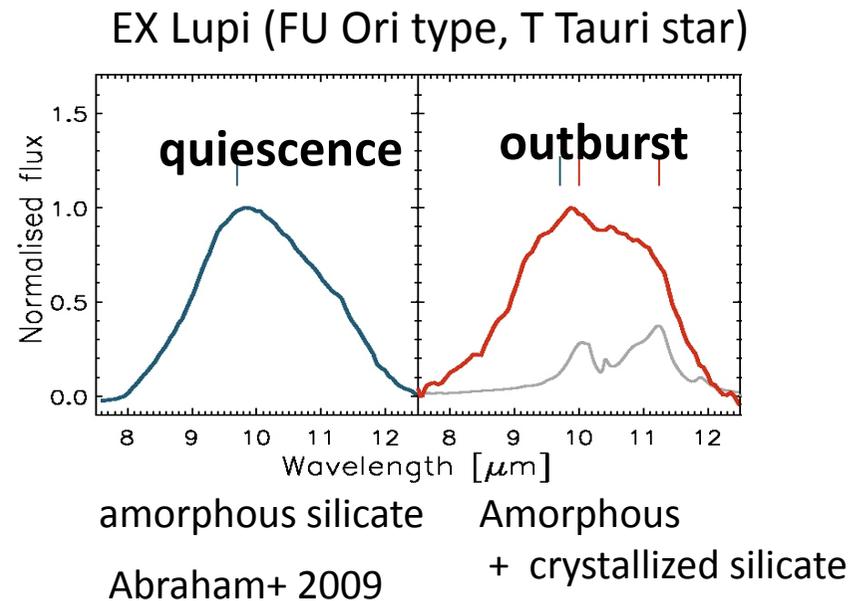
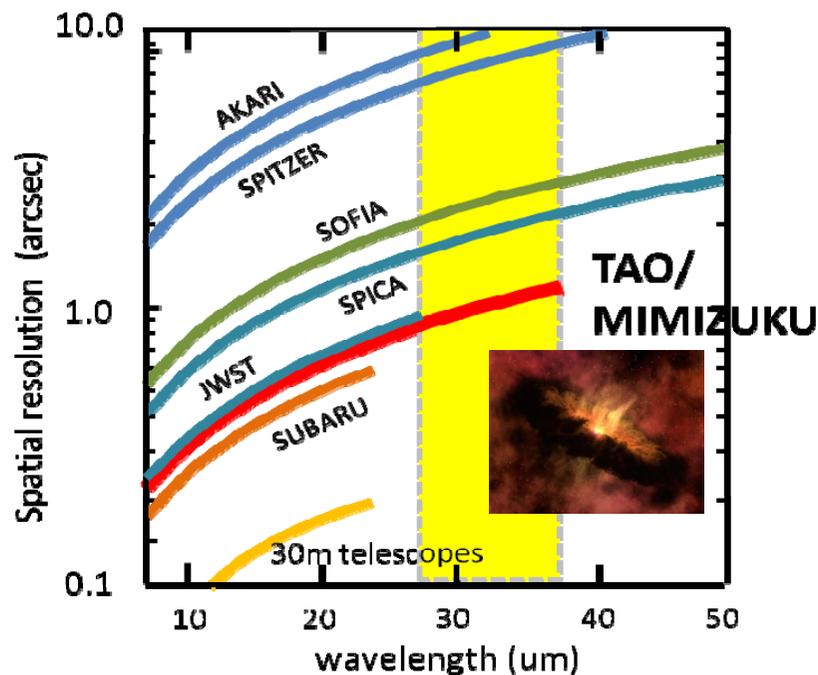
Observation Mode	Imaging and spectroscopy
Dimensions, weight	2.0 x 2.0 x 2.0 m ³ , 2.3 tons
Channel / Wavelength coverage	NIRchannel : 2-6 μm MIR-S channel: 6-26 μm MIR-L channel: 26-38 μm
Detector	InSb 1k / Si:As 1k / Si:Sb 1k
Field of View	2'x2' (normal mode) 1'x2' x2fields (w/ Field Stacker)
Spatial Resolution	0.3" @10 μm / 1.0" @30 μm (see right)
Spectral Resolution	R ~ 250 (N-band/Q-band/30 μm -band)
1sig1sec Sensitivity	
Imaging (R~10)	30mJy@10 μm / 130mJy@20 μm / 0.5Jy @30 μm
Spectroscopy (R~250)	150mJy@10 μm / 0.6Jy @20 μm / 1.5Jy @ 30 μm





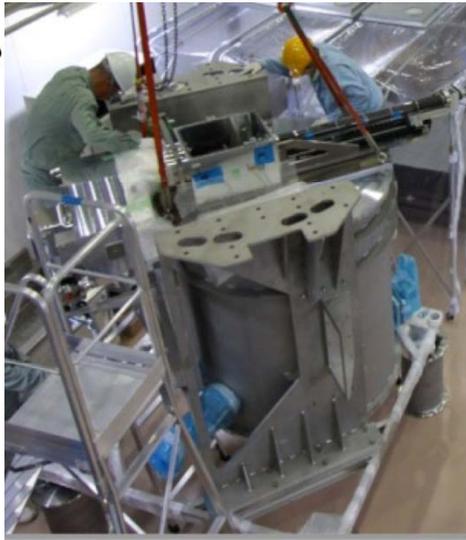
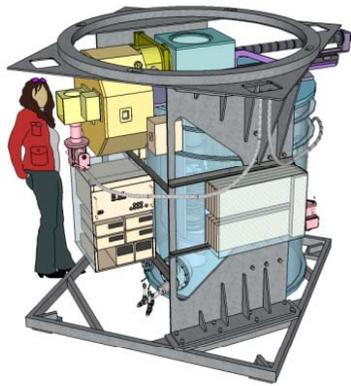
MIMIZUKUによるサイエンス

- 観測的特長
 - 30ミクロン帯における最高空間分解能観測
 - フィールドスタッカーを活用したモニター観測
- Targets
 - Proto-planetary diskと惑星形成
 - 星周ダストの形成・惑星状星雲

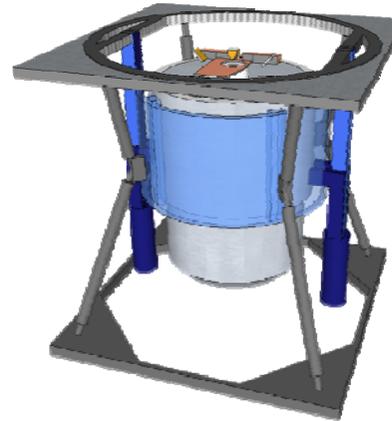




2装置は現在組み立て調整中



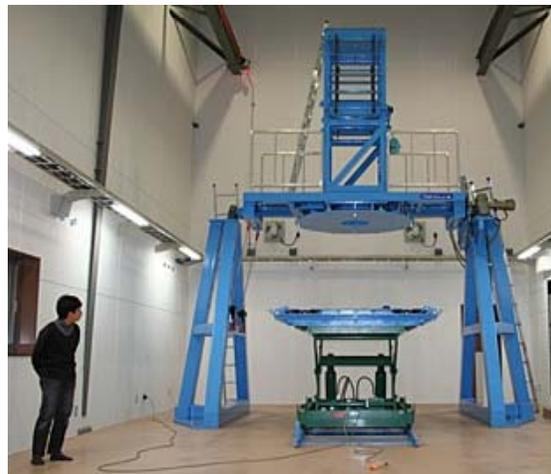
SWIMS (NIR)



MIMIZUKU (MIR)

2装置のカセグレン
シミュレーターによる
最初の試験 8月末

2014年にすばる望遠鏡へ？





6.5m望遠鏡運用

○基本組織案

TAO観測所長 ← TAO望遠鏡運営委員会 (光赤天連からの推薦)
運用 諮問
(ハワイ観測所長 ← すばるSAC)

○観測時間配分



- ・**共同利用観測時間**: すばる望遠鏡と相補的に中・小規模観測を
TACはすばる望遠鏡と共通or密な連絡関係
- ・**プロジェクト時間**: 大規模観測・若手枠・連携枠(大学間・国際)
SAC・TACメンバーによって議論・決定
国内大学・研究機関との共同研究を奨励
学位論文のための研究重視 ... 大学望遠鏡の役割



他のプロジェクトとの関係

- **人材育成**

観測装置製作 装置製作を3-5年規模で行い人材育成
望遠鏡運用 運用責任を持つことができる人材育成
サイエンス 熱赤外線を中心に研究を進める人材育成

- **萌芽的テーマ・技術の開拓**

すばるとあわせ広い科学的テーマを覆う
国内中小口径望遠鏡での研究の発展
→将来発展するテーマを早期育成
新技術の導入と試験観測

cold chopper, mesh filter, IFU... →ポスター 内山・館内

- **大型望遠鏡へターゲット供給**

高い赤外線サーベイ能力の活用

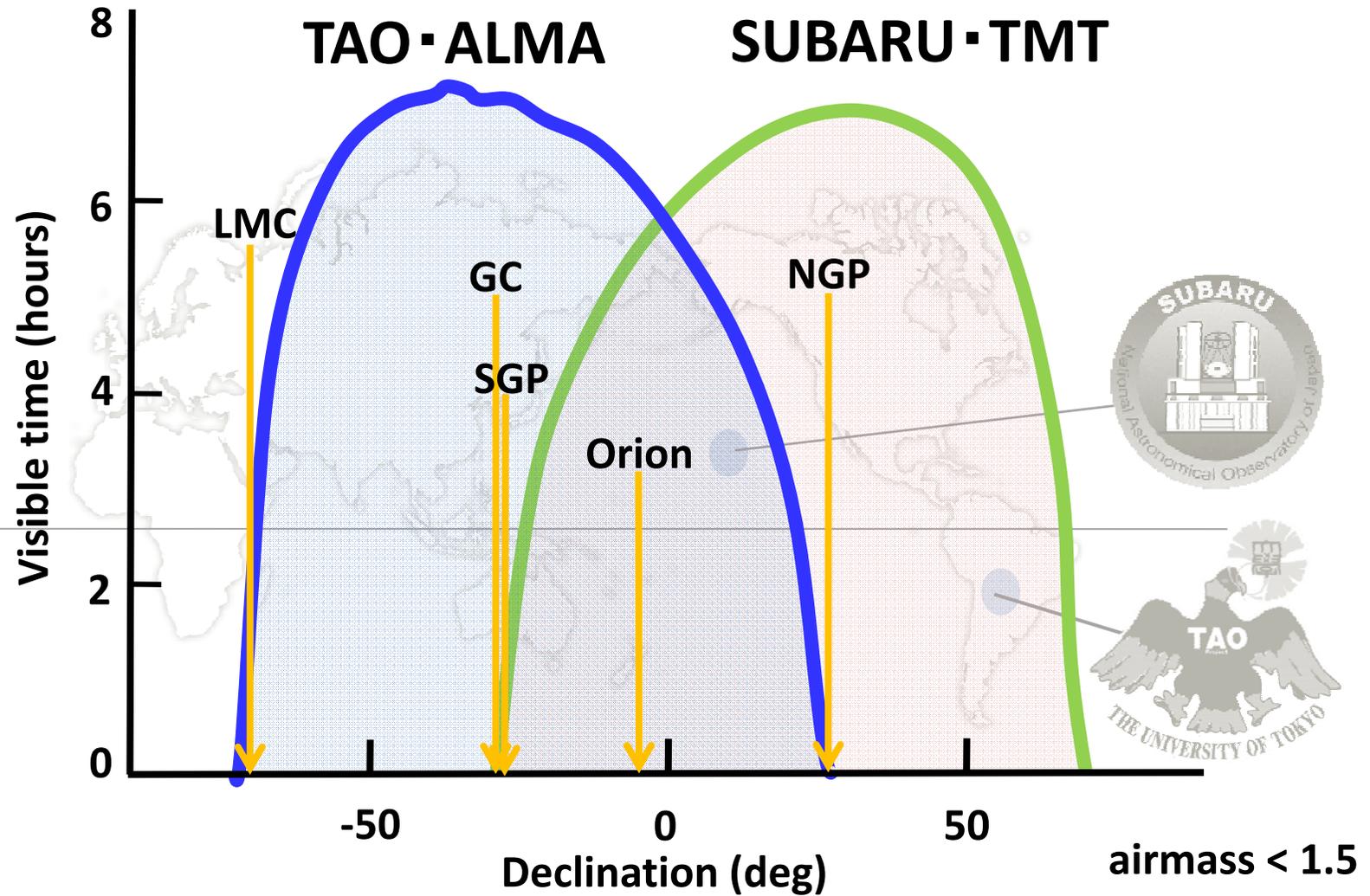
南天の日本の6.5m光赤外線望遠鏡 ⇔6.5m以上の望遠鏡 世界に16台

すばるとあわせ全天をほぼ覆いALMA・衛星望遠鏡と連携



Visibility

すばる望遠鏡とあわせて全天を覆う





海外との連携・協力

○共同サイト開発

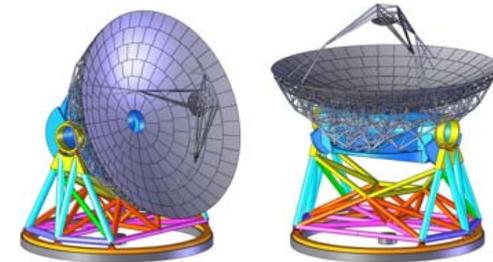
Cerro Chajnantor Atacama Telescope (CCAT)

コーネル大・Caltech・コロラド大・カナダ・ドイツ他

25mサブミリ波望遠鏡を山頂すぐ下のサイトへ計画中

TAOが山頂への道路を2006に建設

CCATが道路を拡張、電源設備・光ファイバーを設置予定(-2013)



○チリの大学との連携

チリ大学と大学間協定締結

カトリカ大学と共通ポスドク雇用開始

コンセプション大学とセンター・専攻レベルでの協定検討中

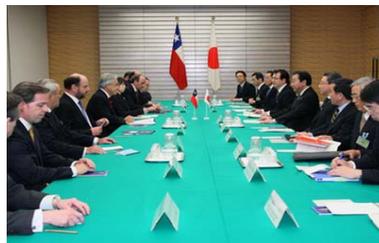


○チリ政府の支援

サイトの50年科学保護決定

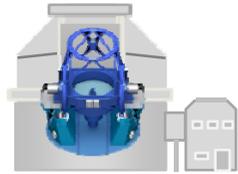
miniTAO望遠鏡式典チリ政府と共催(2010年7月)

チリ大統領東大訪問・講演(2012年3月)





Chajnantor山頂付近



TAO サイト(5640m)



CCAT サイト(5600m)



画像取得日: 2010/10/13

22° 59' 11.32" S 67° 44' 28.51" W 標高 5612 m

高度 6.16 km



6.5m望遠鏡建設スケジュール

作業	期間(年)	初年度	2年度	3年度	4年度	5年度	6年度
サイト調査	1.0	←→					
設計・解析	1.0	←→					
主鏡	4.5	←→	←→	←→	←→	←→	
鋳造	2.5	←→	←→				
研磨	2.0			←→	←→	←→	
架台	3.0		←→	←→	←→	←→	
鋳造物製作	1.5		←→	←→			
組み上げ(工場)	0.5				←→		
組み上げ(現地)	1.0				←→	←→	
ドーム	1.5			←→	←→		
鋳造物製作	1.0			←→	←→		
組み上げ(現地)	0.5				←→		
サイト整備	0.5			←→			
光学系取り付け・テスト	0.5					←→	
総合テスト・試験観測	1.0						←→
試験観測目観測装置製作	2.0				←→	←→	
現地補助施設建設	1.5				←→	←→	←→
観測運用							



2013年度建設開始をめざし概算要求中(50億円・初年度7.6億円)



東京大学アタカマ天文台(TAO)計画まとめ

- 高い赤外線性能(～5640m→水蒸気少)
- miniTAO望遠鏡による好サイト実証すすむ
- すばる望遠鏡をバックアップ
- 南天⇔ALMA・SPICA他衛星望遠鏡
(米欧の南天の大型望遠鏡 高度2700m以下)
- 赤外線サーベイ・萌芽的研究重視
- 大学教育重視 →大型プロジェクトの**人材育成**
- 国際連携・協力 CCAT・チリの大学・政府
- 2013年度からの6.5m望遠鏡建設開始めざす