

第1期観測装置

第2期観測装置(予定)

MODHIS

NFIRAOS

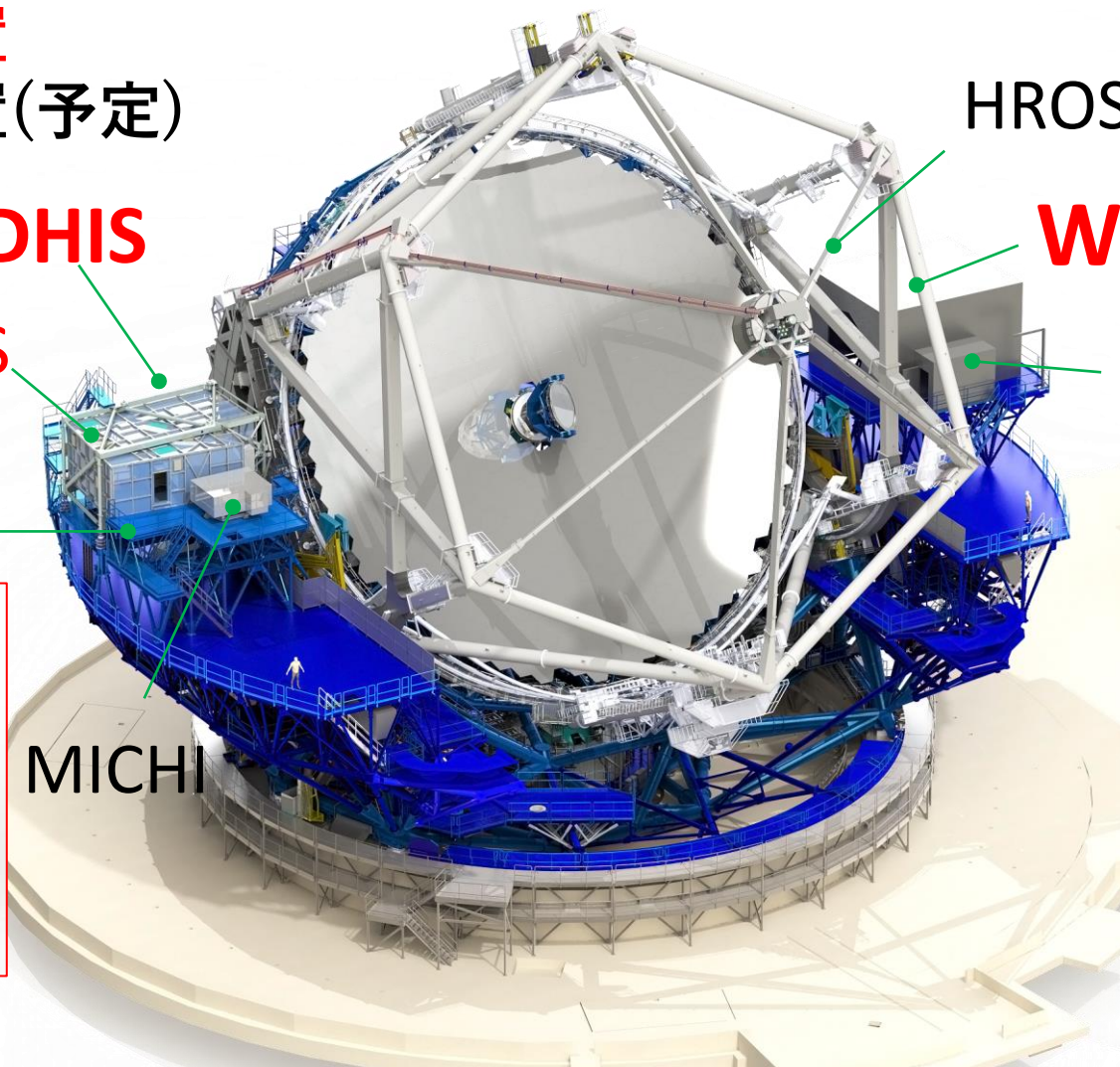
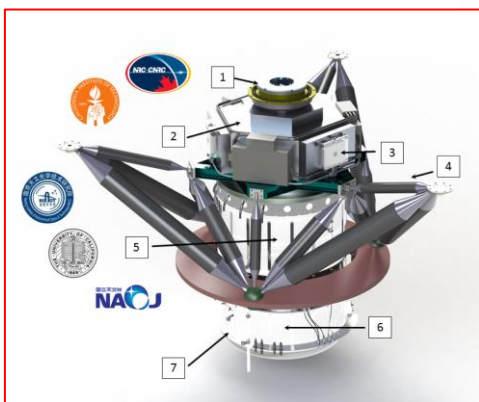
IRIS

HROS

WFOS

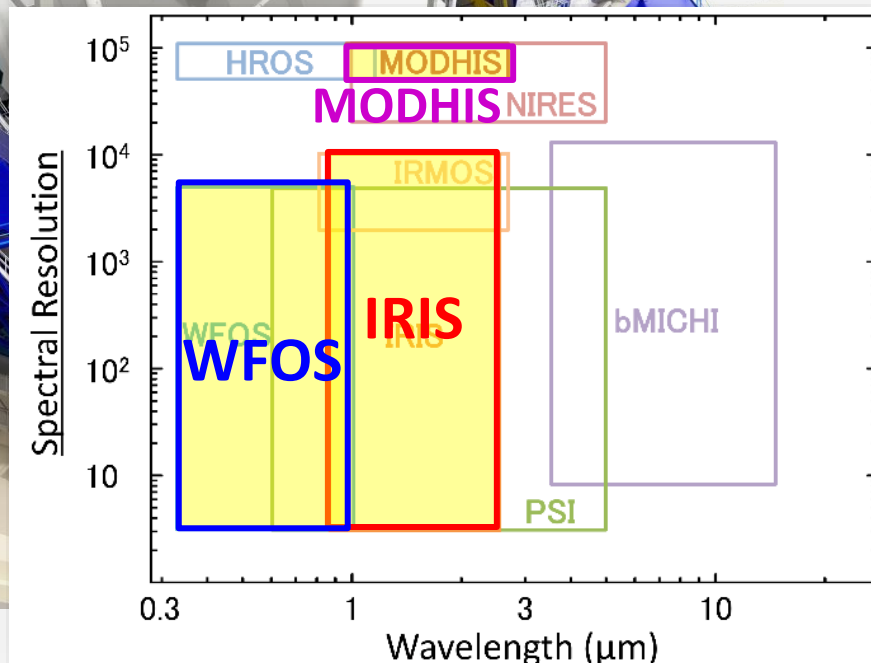
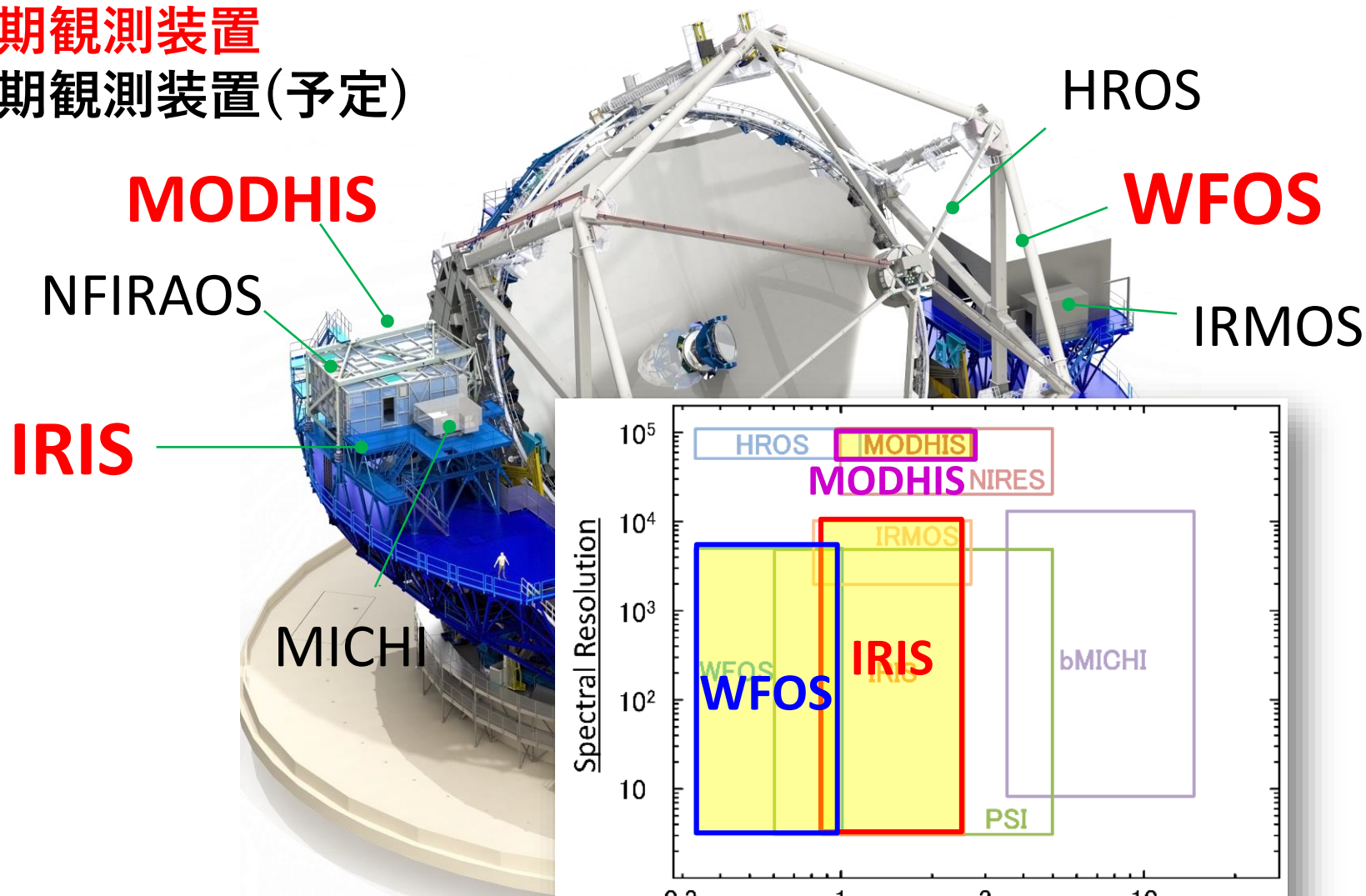
IRMOS

MICHI



第1期観測装置

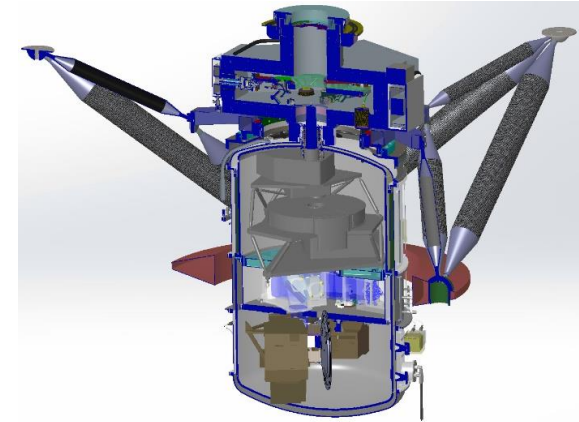
第2期観測装置(予定)



- ・ 近赤外撮像・面分光
- ・ 補償光学により回折限界を達成
- ・ 30マイクロ秒角のアstrometry

現在、詳細設計段階

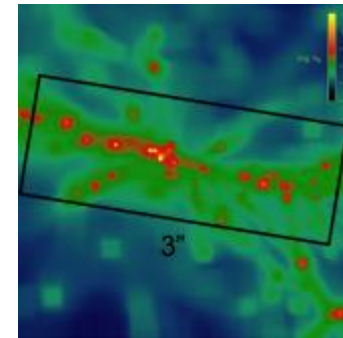
- ・ 日本は撮像部を担当（早野他）
- ・ 全体のシステムエンジニア（鈴木）



Mode	Spatial sampling	Field of view	Resolution	Min/Max wavelength	Bandpass
	[mas]	[arcsec]	[$\lambda/d\lambda$]	[μm]	
Imager	4 mas	34×34	Set by filter	0.84-2.4	Variety of bandpasses
Slicer IFS 88 × 45 Spaxels	50 mas 25 mas	4.4×2.25 2.2×1.125	4000, 8000	0.84-2.4 0.84-2.4	20%, 10% 20%, 10%
Slicer IFS 44 × 45 Spaxels	50 mas 25 mas	2.2×2.25 1.1×1.125	4000 - 10000	0.84-2.4 0.84-2.4	20%, 10%, <i>H+K</i> 20%, 10%, <i>H+K</i>
Lenslet IFS 112 × 128 Spaxels	9 mas 4 mas	1.01×1.15 0.45×0.51	4000	0.84-2.4 0.84-2.4	5% 5%
Lenslet IFS 16 × 1128 Spaxels	9 mas 4 mas	0.144×1.15 0.064×0.51	4000 - 10000	0.84-2.4 0.84-2.4	20%, <i>H+K</i> 20%, <i>H+K</i>

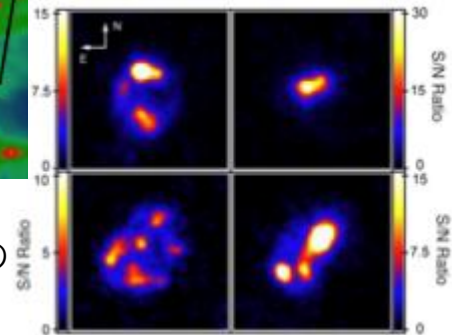
表2.2.1：TMT/IRISのモード

- 遠方銀河
- 初代星/初代銀河からの光の検出 ($z \sim 10$)
- 高赤方偏移銀河の形状・運動、金属量分布
- 巨大ブラックホール
- AGNとSMBH
- 銀河系中心のブラックホール周辺環境
- 星形成・系外惑星・太陽系
- 系外銀河の星形成領域を空間分解
- 系外惑星
- 太陽系外縁天体の組成と運動



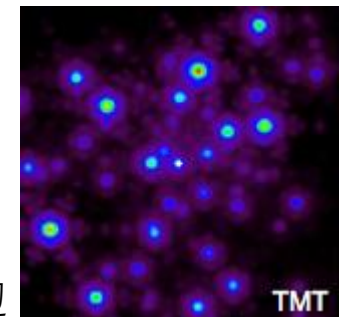
$z \sim 10$ の初代銀河

$z=1-5$ の銀河の
構造・力学



~20Mpcまでの銀河の星形成領域

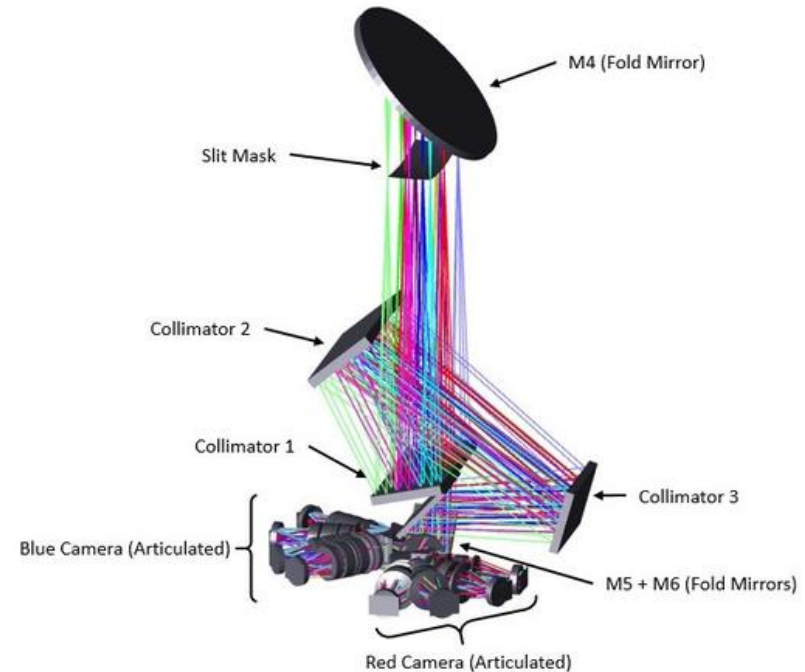
天の川銀河中心の
ブラックホール周辺



- 可視撮像・分光(seeing limit)
- スリットマスクによる多天体分光
- 面分光機能を検討

現在、概念設計段階

- 日本はマスク交換機構・カメラシステム設計を担当（宮崎他）
- 面分光機能も検討（尾崎）

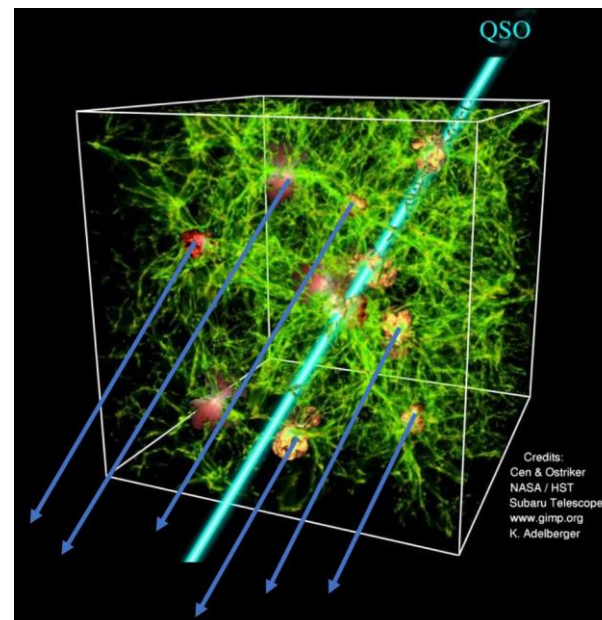


- Sampling: 0.05arcsec/pix
- Total slit length: 500arcsec (8arcsec slit x 58 targets)

視野	8.3分角×3分角
波長範囲	Blue: 310-550nm, Red: 550-1000 nm
波長分解能	1500, 3500, 5000
大気分散補正光学系	有

表2.2.4：WFOSの主な仕様

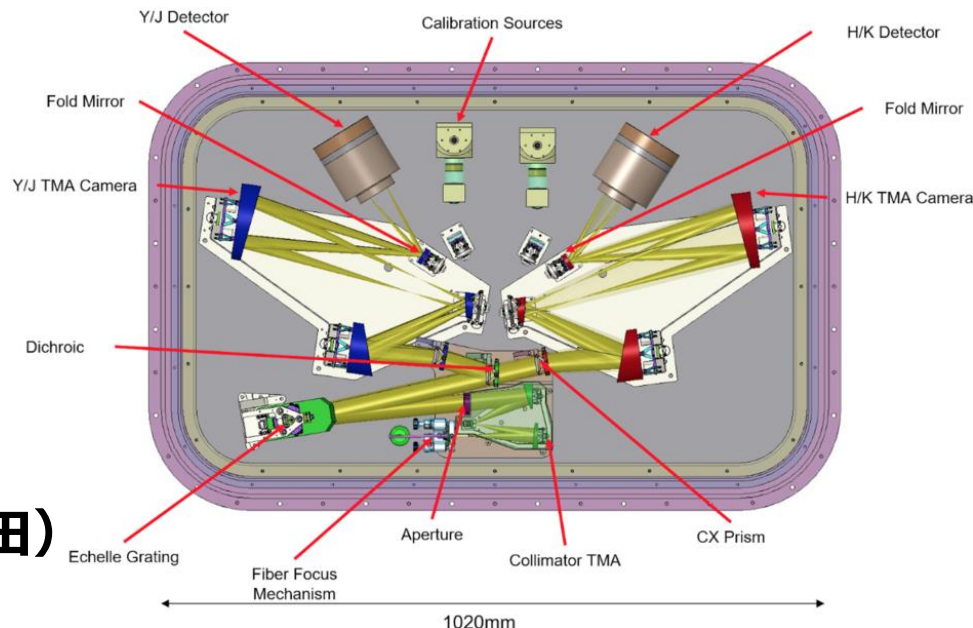
- 遠方銀河・銀河間物質
- 銀河を背景光とした銀河間物質の分光観測
- 高赤方偏移銀河の活動性（UV光観測）
- 近傍銀河
- 矮小銀河の速度構造による暗黒物質の解明
- 様々な銀河の恒星種族
- 時間軸天文学
- 重力波天体・ガンマ線バーストなどの分光観測



- 近赤外高分散分光器
- 補償光学による回折限界像を利用。コンパクト
- ファイバーを用いた面分光機能
- 高精度視線速度測定

現在、概念設計段階

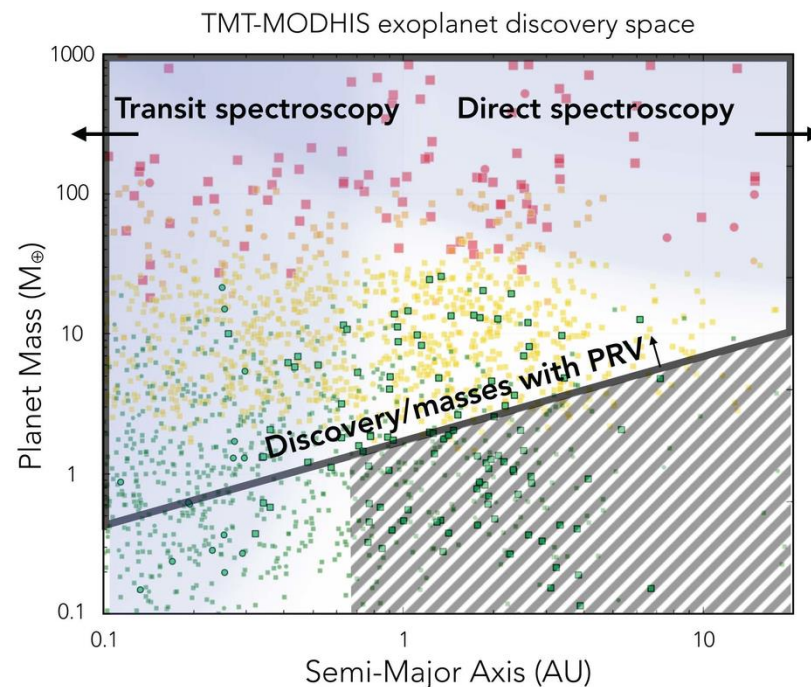
- プロジェクトマネージャ（寺田）



Parameter	Specification
Wavelength coverage	Y to K (0.95 to 2.4 microns)
Resolving power (R)	>100,000 (goal 150,000)
# Channels	>= 3
Fiber feed type	Single-mode fiber feed from Keck AO then TMT-NFIRAOS, eventually PSI, coronagraphic capabilities
Stability	<10 cm/s (goal 2 cm/s)
Calibration	Laser Frequency Comb, gas cells, Tungsten lamp, Laser lines
Design approach	Diffraction-limited design
Optical efficiency	50% spectrograph only, ~10% in K band with Keck AO and TMT-NFIRAOS

- 太陽系外惑星の探査と分光観測
- 視線速度変動による地球型系外惑星の検出
- 惑星大気の組成（直接分光と透過分光）
- 惑星表面のマッピング

- 星惑星形成
- 恒星物理
- 太陽系

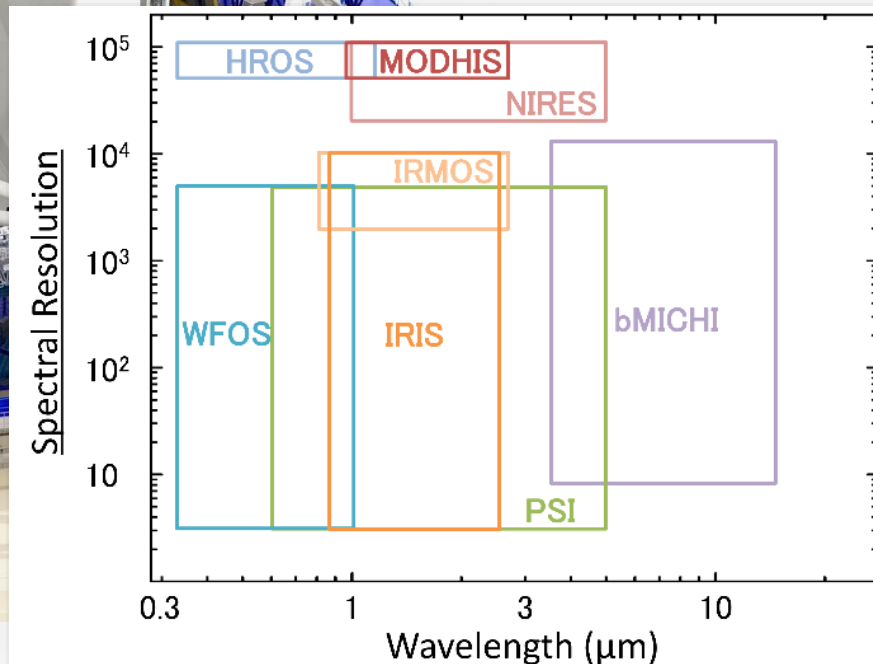
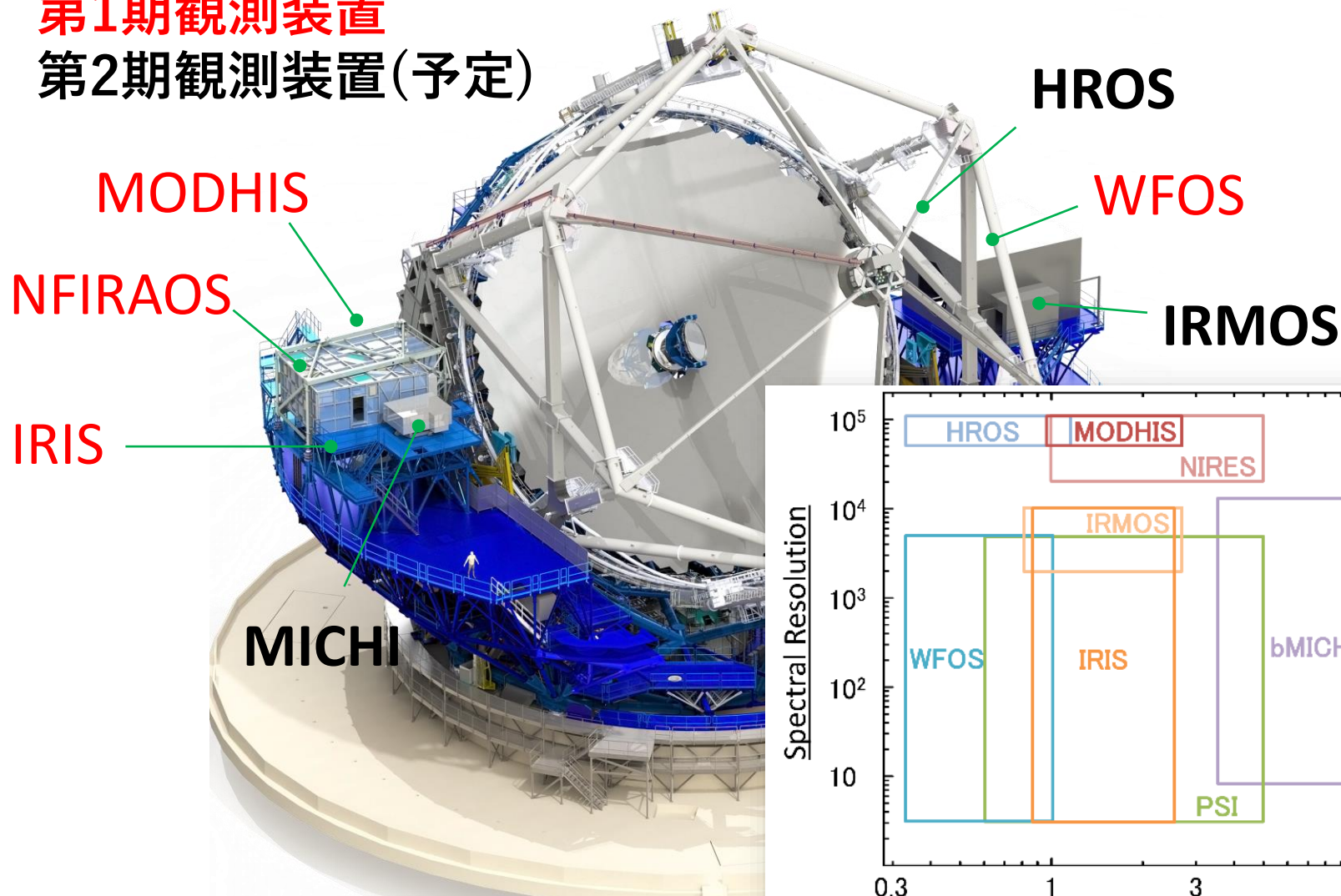


望遠鏡ファーストライト以降に順次搭載予定 複数の国際チームが提案中

Instrument		Field of view/ slit length/ pixel scale	Spectral resolution	Wavelength range (μm)	Sensitivity
PSI	Planetary System Instrument	~1" outer working angle, ~10mas inner working angle	IFU ~5000	1-5	
	Contrast 10-8@ $2\lambda/d$ (max 10-9)		Imager <100		
MIREs	bMICHl - mid-IR AO Fed spectrometer imager IFU	Imager: (L&M bands) 24.4x24.4" @0.011"/pix	10-100	Imager & spectrometer	0.1mJy@8 μm gives 10s in 1hr
		(N band) 28.1x28.1" @0.028"/pix		3.4-14 (L, M, N)	
		Spectrometer: low res 28.1" length, high res 2" length	600 & 120,000	(16-25 Q TBD)	3x10 ⁻¹⁹ W/m ² @8 μm gives 10s in 1hr
		IFU (7.3-13.8 N only) 5x2"	1000	7.3-13.8	
HROS	High-Resolution Optical Spectrometer	5"slit	50,000 to ≥90,000	0.31-1.1 (1.3 goal)	texp=6 hr, S/N=100 per channel@R=100,000, M=18.9
IRMOS	Multi-object near-IR spectrometer (IRMOS)	>ten 3" IFUs over >5' diameter field	2000-10,000	0.8-2.5	texp=1000s, S/N=10 per element, R=3270 Y=23.4, J=23.0, H=22.7, K=21.2
	Either slit based or multi-IFU	or			
		~2' diameter field with ~50 slits			
NIRES	Near-IR AO-fed Echelle Spectrometer [AO feed from NFIRAOS]	2" slit	20000–100000	1-5	texp=1 hr, S/N=100 per element, R=50,000 Y=17.4, J=17.2, H=17.0, K=16.6
ARISE	Astronomical Rapid Imager and Spectropolarimetric Explorer	Imaging 5'x5' @0.1"/pixel	Broadband to >15000	0.31-4.8	
		IFU @0.1"/pixel			
		10 Hz full frame			
		100 Hz windowed			

第1期観測装置

第2期観測装置(予定)



観測モード

① Standard Mode

R:50K

fiber slicing:1.2"sky, 0.4"sampling,
7 fibers/Seeing

② High Resolution

R=100,000

Fiber Slicing 1" sky/0.2"sampling /19
fibers/Seeing

0.6 " sky/0.2"sampling /7 fibers/GLAO

③ MOB (多天体分光)

R: 25K

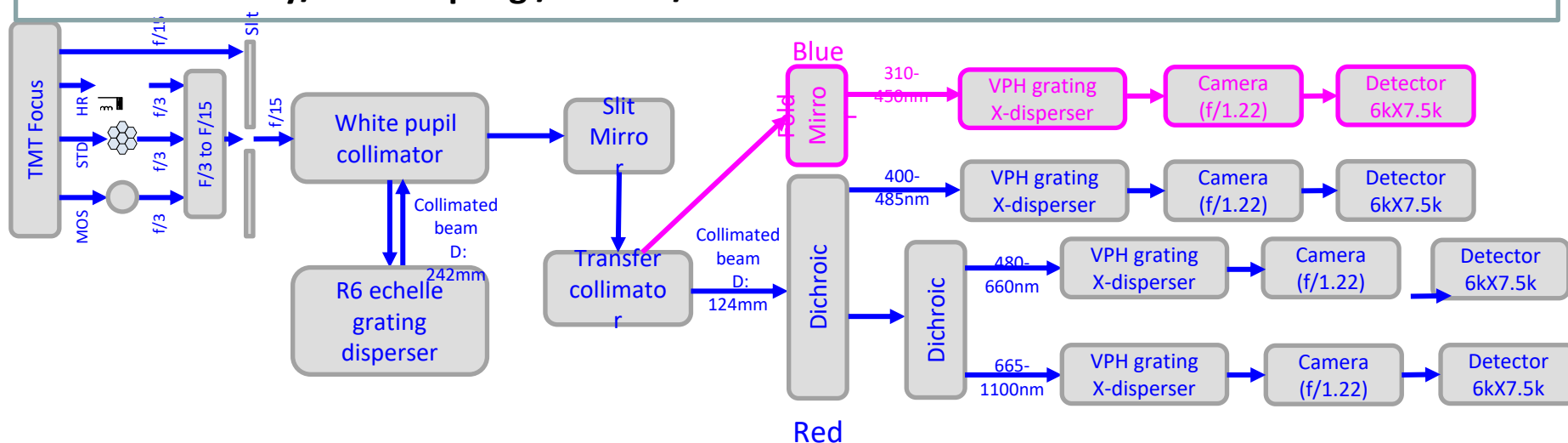
Single Fiber / 0.5"sky

9 objects

④ High Throughput

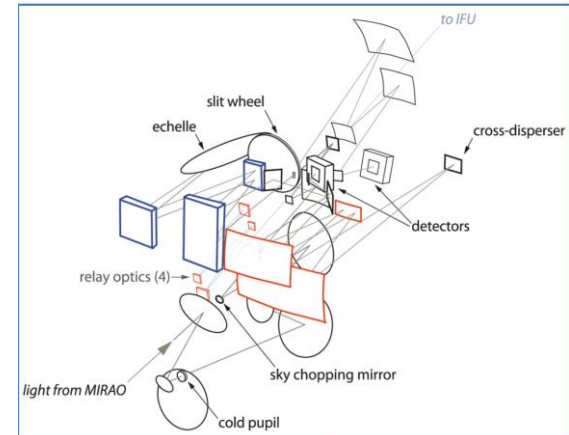
R: 40K

Slit /0.5"x5"/On-Axis FOV



- 3-14 μ m (8-18 μ m)
- **R~600 long slit** with polarimetry
- **R~100,000-120,000**
- **R~1000 N-band IFU**, 2x5 0.035" spaxels
- 24.4"-28.1" FOV imager (10"), 0.012"/pixel@L,M,
0.028"/pixel@N (0.17") with polarimetry

w/MIRAO:MIR adaptive optics



Packham et al. 2020

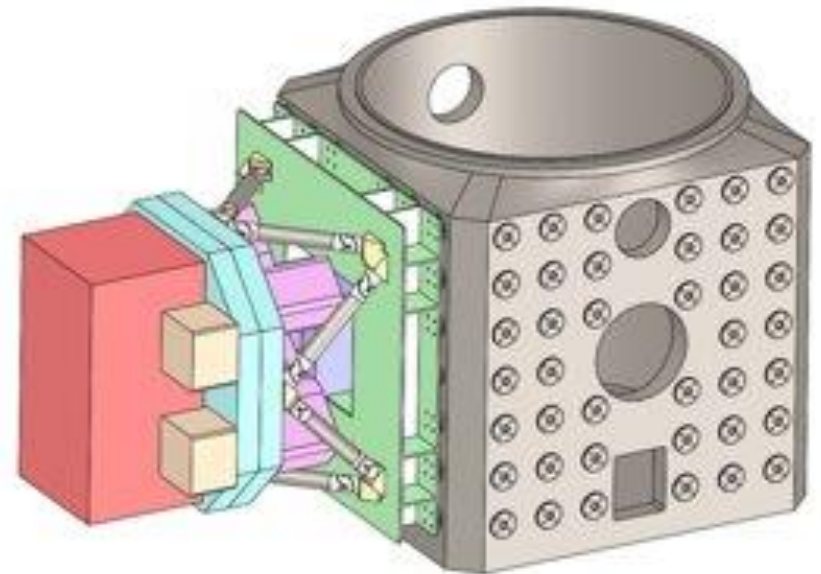
Requirement	Value	Requirement	Value	Requirement	Value
Operational λ range	L (3.4-4.1 μ m), M (4.6-4.8 μ m), N (7.3-13.8 μ m)	Imager field of view	24.4x24.4" at L&M, 28.1x28.1" at N	Imager plate scale	11.9 mas pixel ⁻¹ at L&M, 27.5 mas pixel ⁻¹ at N
Long-slit spectrometer plate scale	11.9 mas pixel ⁻¹ at L&M 27.5 mas pixel ⁻¹ at N	Long-slit spectrometer resolution	R~600 L, M, & N bands	Long-slit spectrometer slit length	28.1" length
High-res. spectrometer plate scale	11.9 mas pixel ⁻¹ at L&M 27.5 mas pixel ⁻¹ at N	High-res. spectrometer resolution	R~120,000 at L&N, R~100,000 at M	Slit length	2" length (but highly dependent on array (see §7))
IFU spectrometer (baseline)	N band (only) 10 spaxels	IFU spectrometer resolution	R~1,000	IFU spectrometer field of view	~0.175" (length) x ~0.07" (width): 35.0 mas per spaxel
Polarimetry (baseline)	L, M, N	Polarimetry modes	Imaging & long-slit spectrometry		

IRMOS: NIR Multi-IFU imaging spectrometer

- 0.84-2.4 μ m (0.8-2.5 μ m)
- **R=4000-10,000**, full Y,J,H or K bands at 4000 (2000-10,000)
- 2' patrol field (>2'), **>10 IFUs**, 0.5" @ 0.012"/spaxel, 1.06" @ 0.025", 2.1" @ 0.05 (3"x3" @ 0.05")
- >50% EE in 0.05", overall efficiency 40% (>30%)

サイエンス：

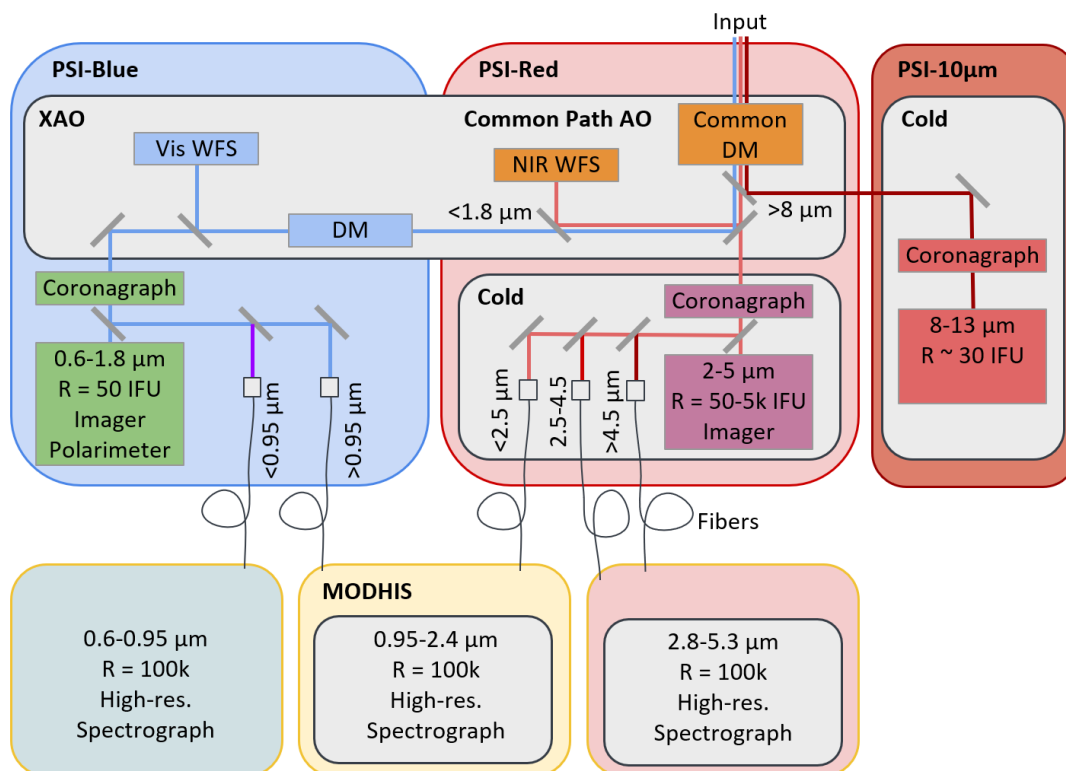
Galaxy formation, early universe, stellar populations, etc.



- 0.6-5.3(-13) μm (1-2.5 μm) with coronagraph
- Contrast $\sim 10^{-8}$ @ 1-2 λ/D
- R=50-5000 IFU/imager with polarimetry (≤ 100)
- R $\sim 100,000$

サイエンス：

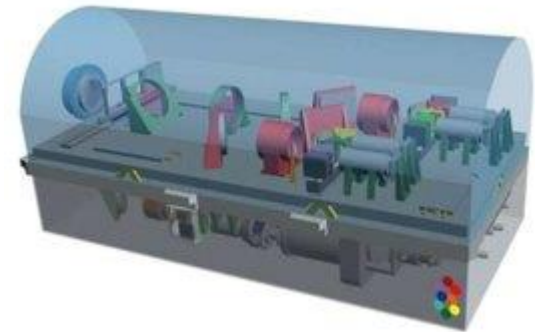
Exoplanets, biomarkers
Solar system at HR
Star/planet formation
Compact objects, AGNs



- 0.31-4.8 μ m simultaneous, $R > 15000$
- 5' FOV imaging @0.1"/pixel in u, g', r', i', z', J, H, K, L', M'
- 10 Hz full frame, 100 Hz windowed
- 1.1-4.8 μ m polarimetry
- 0.31-1 μ m IFU

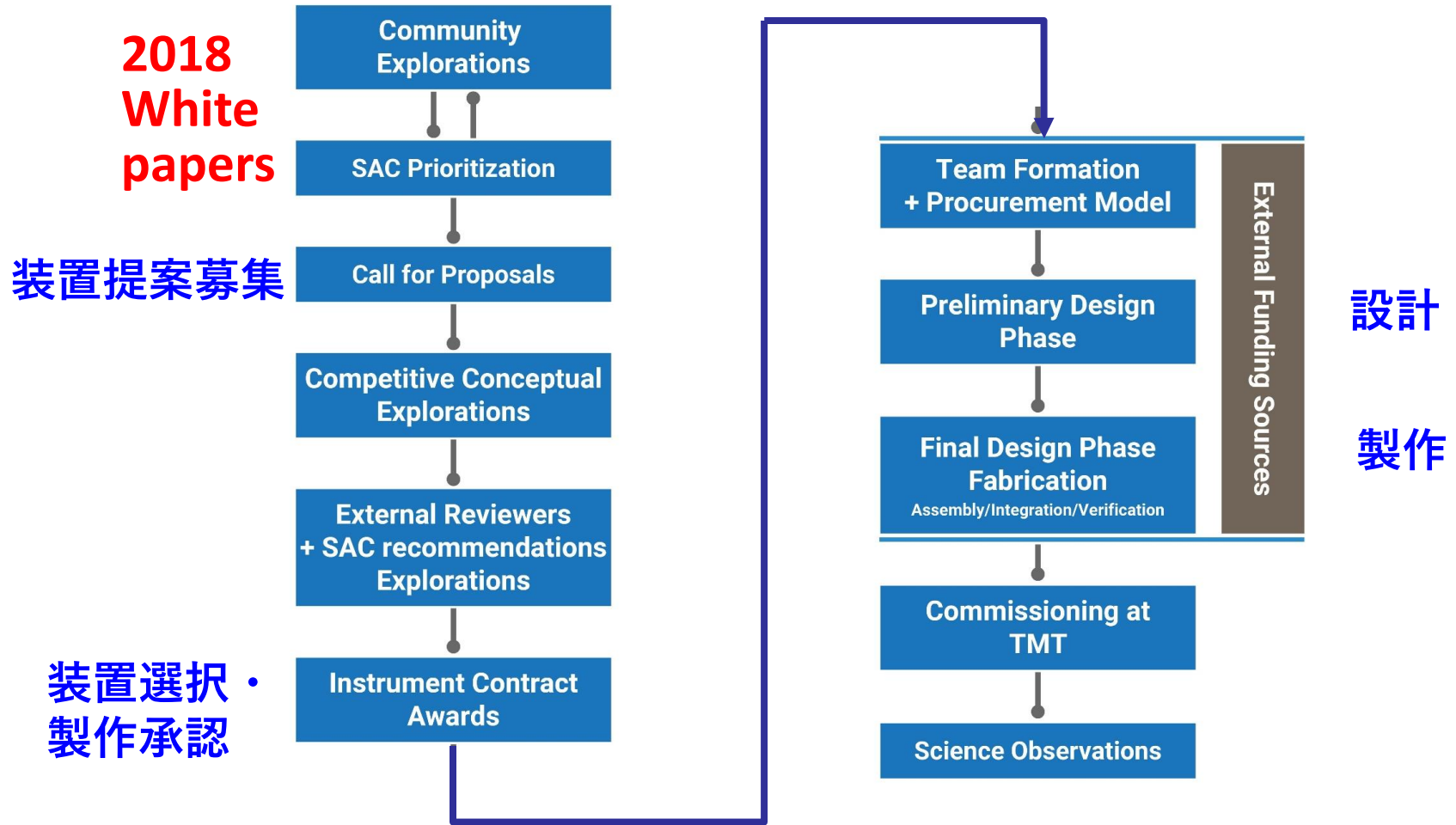
サイエンス：

Transient/ToO astrophysics
(GRBs, FRBs, SNs, GW) and high
time-resolution observation
down to 0.01s

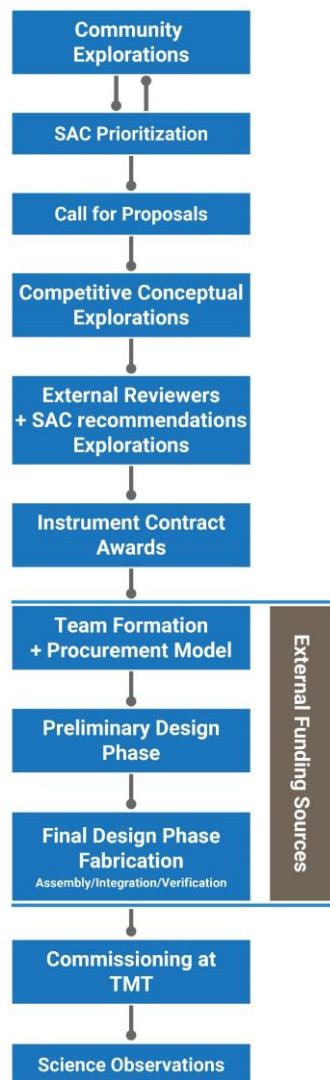


ELT観測装置比較

	TMT	GMT	ELT	(Subaru)
Near-IR AO-assisted Imager + IFU	IRIS	GMTIFS	HARMONI	
Wide-Field, Optical Multi-Object Spectrometer	WFOS	GMACS	MOSAIC	FOCAS/PFS
Near-IR Multi-IFU Imaging Spectrometer	IRMOS	NIRMOS		
(Near-IR Multislit Spectrometer)	(IRMS)			MOIRCS
Mid-IR, AO-assisted Echelle Spectrometer	bMICH		METIS	(COMICS)
High-contrast exoplanet imager	PSI	GMagAO-X	PCS	SCEXAO
Near-IR, AO-assisted Echelle Spectrometer	MODHIS	GMTNIRS	HIRES	IRD
High-resolution Optical Spectrometer	HROS	G-CLEF		HDS
Wid-field AO imager	WIRC		MICADO	



第2期装置プロセス



タイムライン

(架空の例)

White paper

サイエンスケース・
要求案

2018

装置提案募集

2023

概念設計案
(複数チーム)

SACのもとでの
検討・審査

装置選択・製作承認 2025

約10年

チーム編成

設計

製作

2032

← TIOによる支援
(TBD)

← TIOによる資金
(+ in-kind ?)