

# ATCにおけるTMT/IRISの開発

Ryuji Suzuki (NAOJ)

ATC UM

2025/9/24

**TMT Confidential**

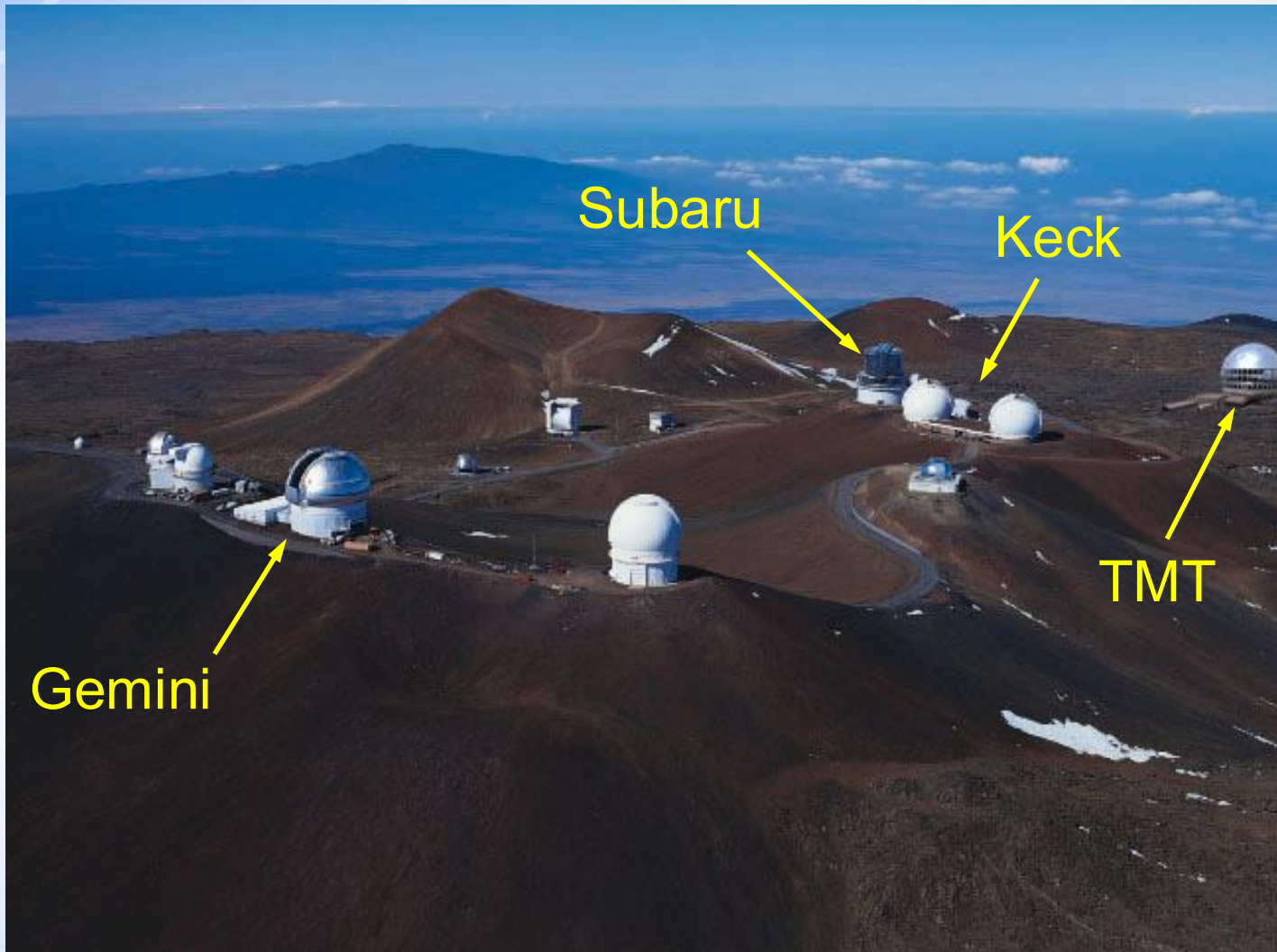
The Information herein contains Cost Estimates and Business Strategies which are proprietary to the TMT Project and may be used by the recipient only for the purpose of performing a confidential internal review of TMT. Disclosure outside of the TMT Project and its review panel is subject to the prior written approval of the TMT Project Manager.

- ◆ イントロ
  - ◇ TMT/IRIS
- ◆ これまでの活動と成果
  - ◇ FY2013 – FY2022
  - ◇ 最近
- ◆ FY2025の活動
- ◆ Management & Systems Engineering

# TMT on Mauna Kea



# TMT on Mauna Kea





高度角ベアリング

観測装置

ナスミス台

方位角ベアリング

副鏡

第三鏡

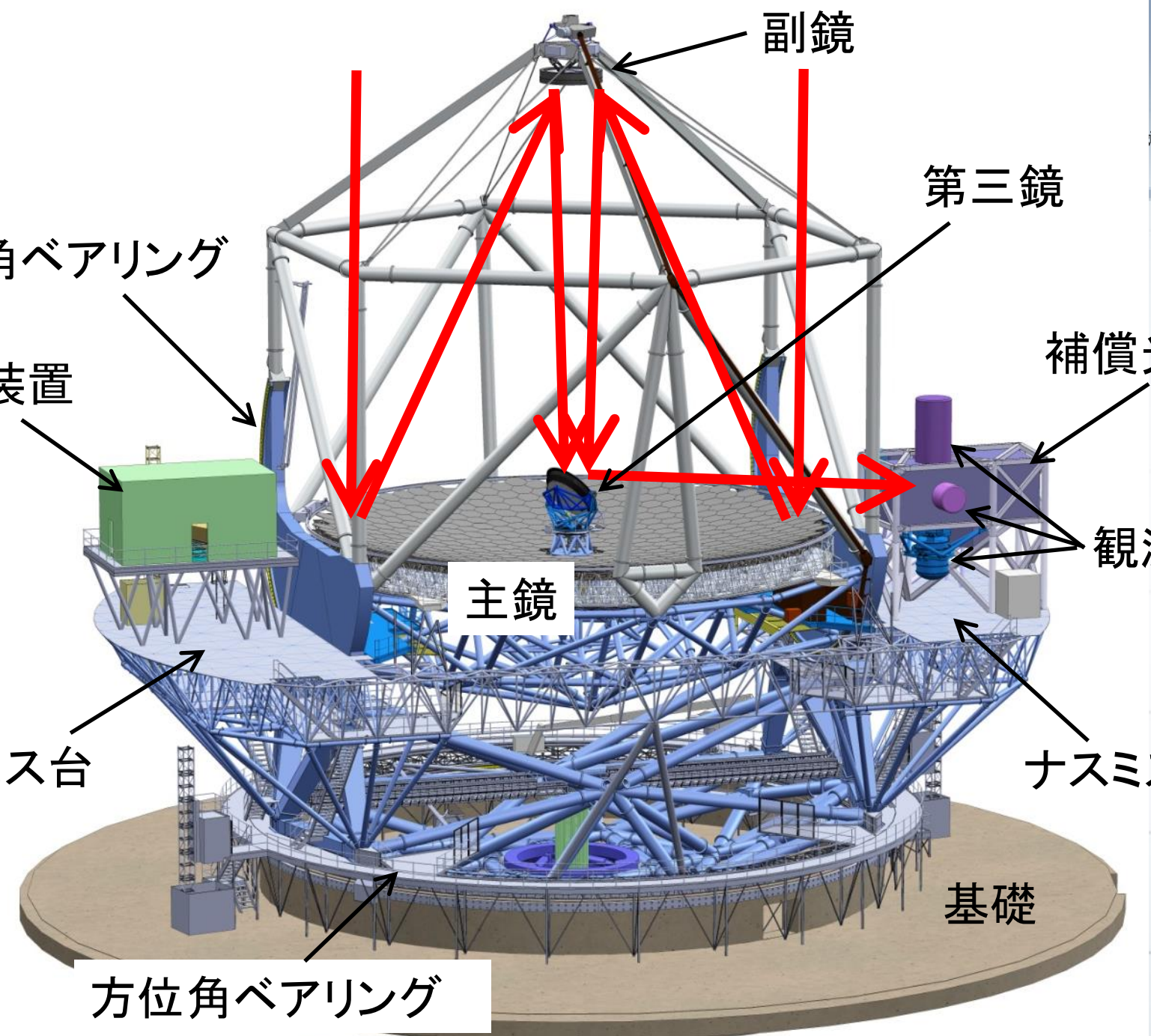
補償光学系

観測装置

ナスミス台

主鏡

基礎



高度角ベアリング

観測装置

ナスミス台

方位角ベアリング

副鏡

第三鏡

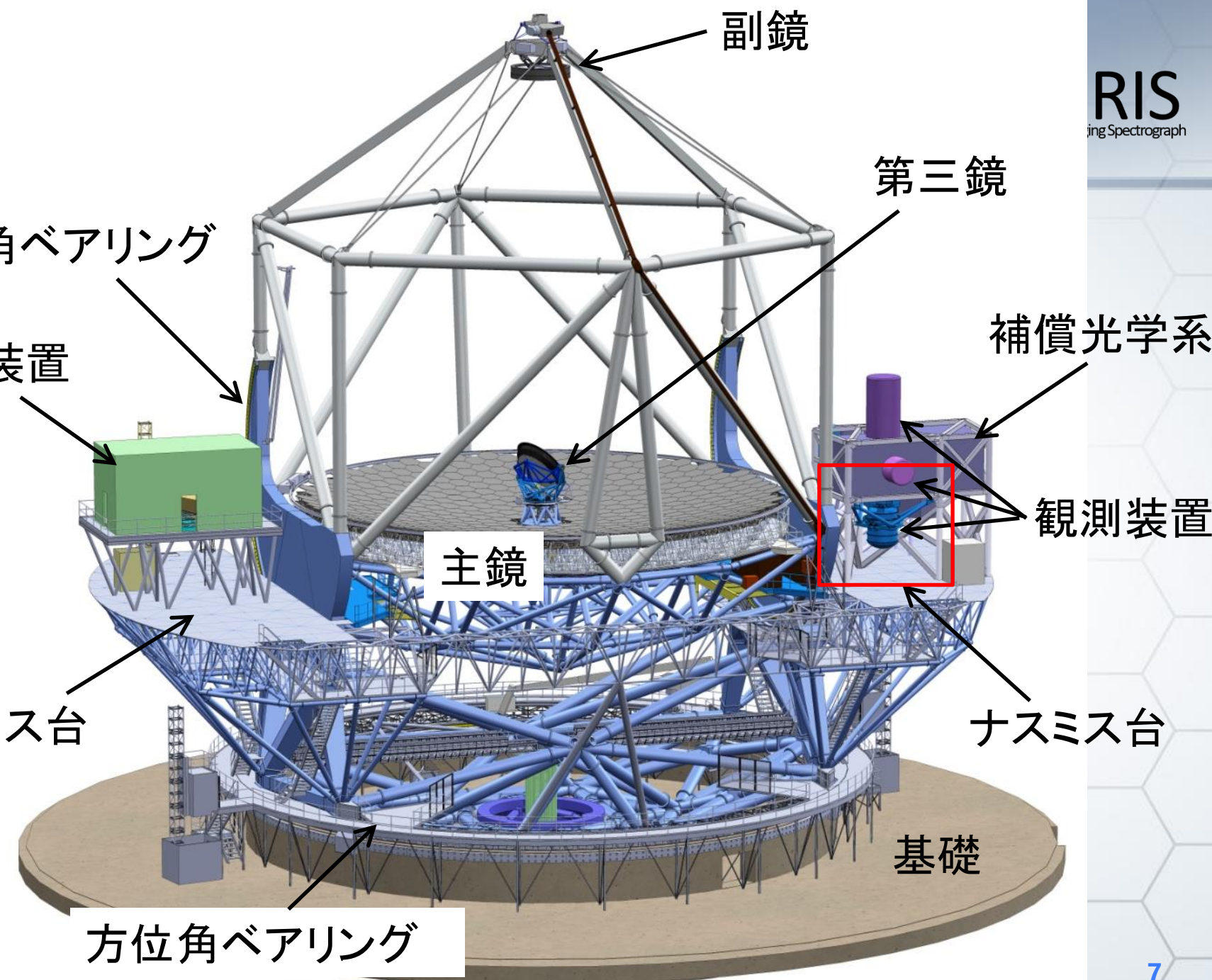
主鏡

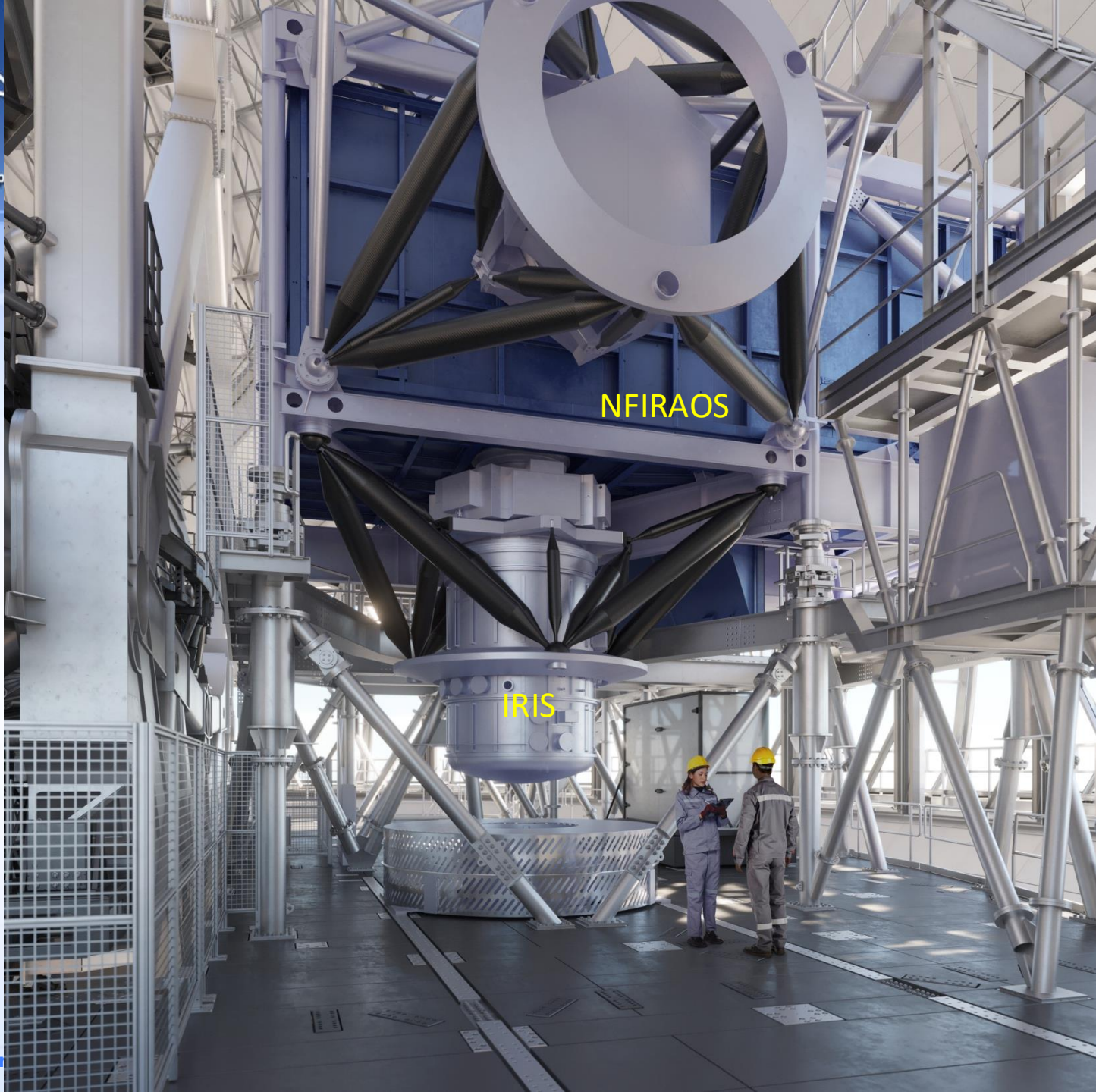
補償光学系

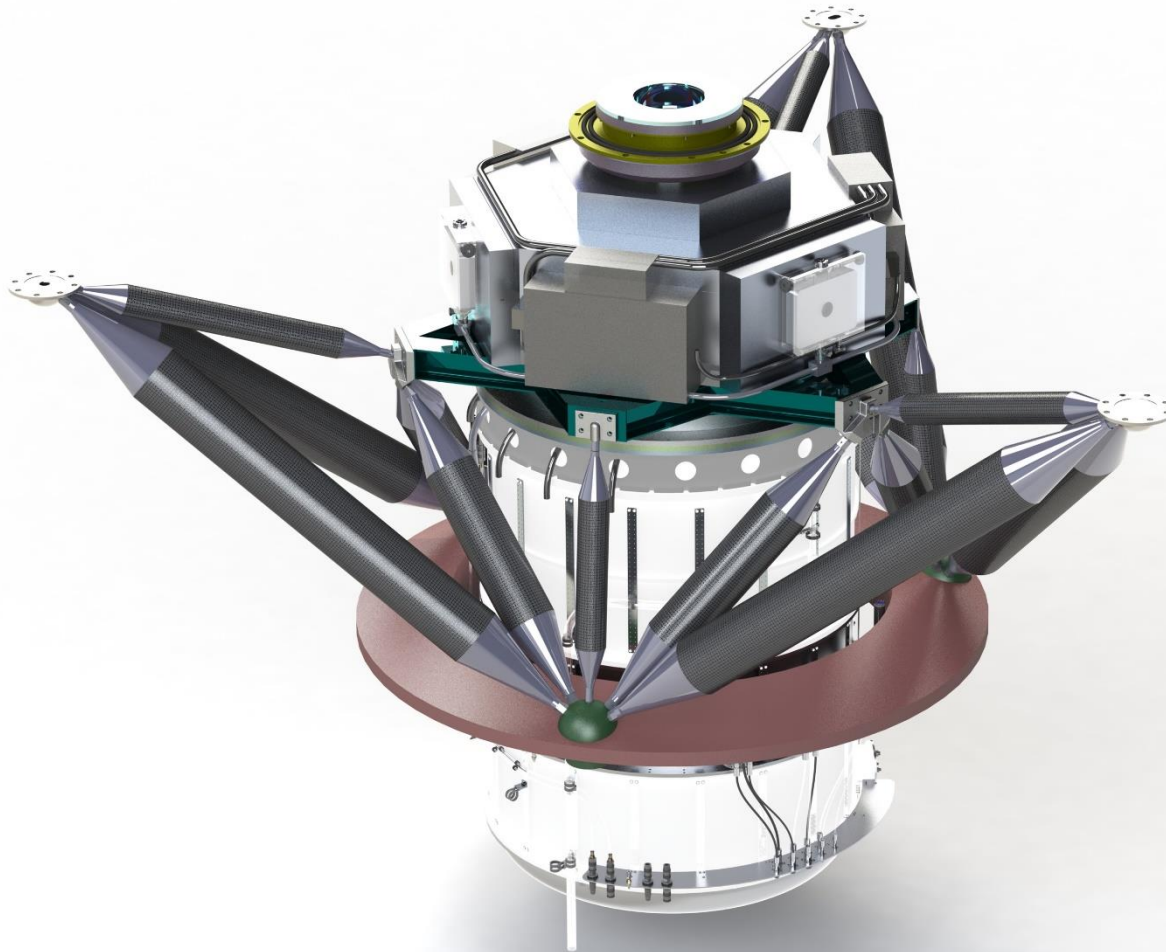
観測装置

ナスミス台

基礎



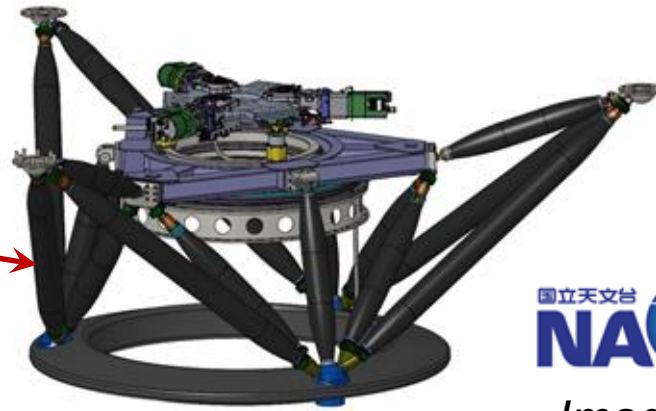




# InfraRed Imaging Spectrometer



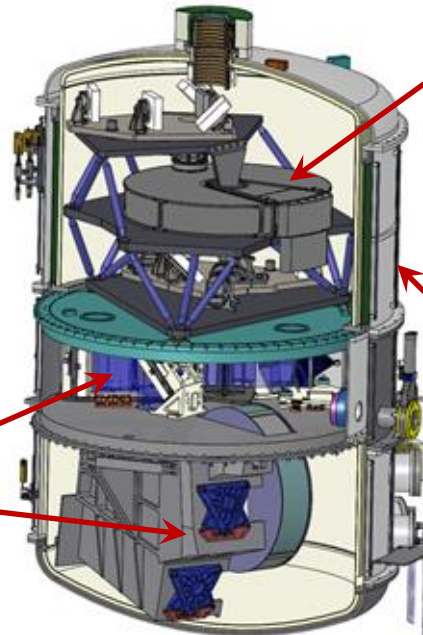
Support structure  
Rotator  
IR wavefront sensors



Imager



Integral field spectrograph



Cryostat

# InfraRed Imaging Spectrometer (IRIS) Quick Facts

- ◆ TMT第一期観測装置の一つ (IRIS, WFOS, IRMS)
- ◆ AOを用いた近赤外域での撮像と面分光
  - ◇ 波長域: 0.84 – 2.40ミクロン
  - ◇ ストレール比: 0.41(J), 0.60(H), 0.75(K)
- ◆ 撮像モード
  - ◇ ピクセルスケール: 4ミリ秒/ピクセル
  - ◇ 視野: 34 x 34秒角
- ◆ 面分光モード
  - ◇ Lenslet IFSとImage slicer IFSを選択可
  - ◇ 波長分解能: 4,000 – 10,000
  - ◇ ピクセルスケール: 4, 9, 25, 50ミリ秒/スパクセル

# InfraRed Imaging Spectrometer (IRIS) Unique Performances

- ◆ 唯一30mの回折限界性能を利用できる観測装置
  - ◇ 空間分解能: 10 – 25ミリ秒
  - ◇ 点源への感度(限界等級)  $\propto D^4$ : すばる望遠鏡の200倍
- ◆ 高精度のアstrometry
  - ◇ 30マイクロ秒の相対アstrometry
  - ◇ 2ミリ秒の絶対アstrometry
  - ◇ TMT/NFIRAOS/IRISでしか達成できないユニークな性能

# IRIS Layout

赤外波面センサー

NRC-H, Canada

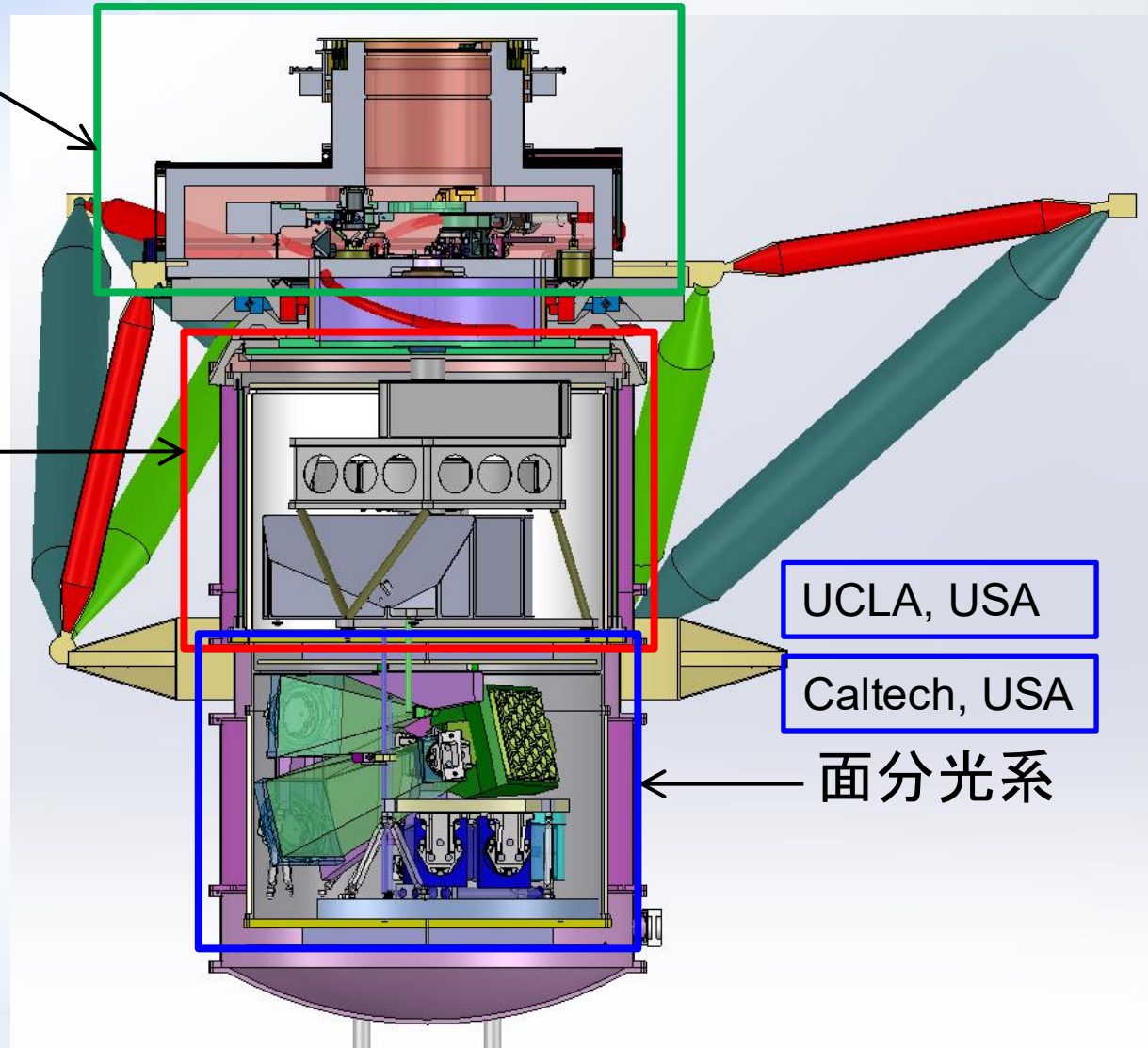
撮像系

NAOJ, Japan

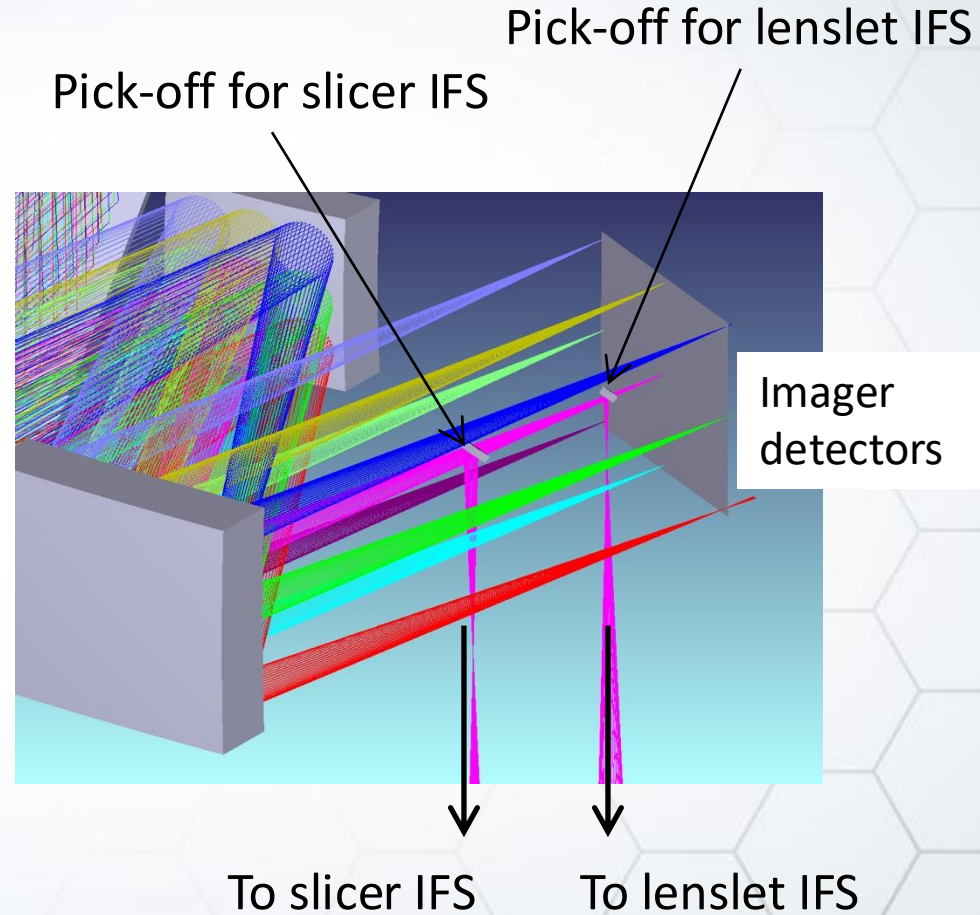
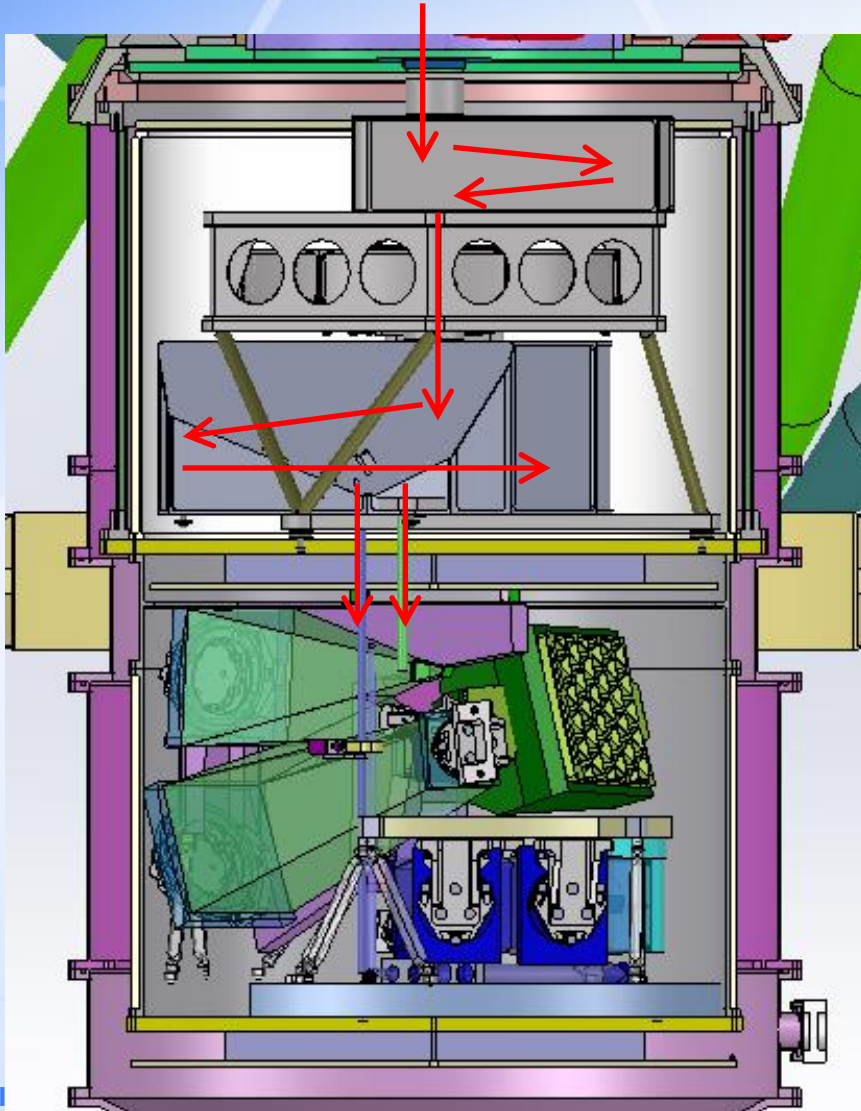
UCLA, USA

Caltech, USA

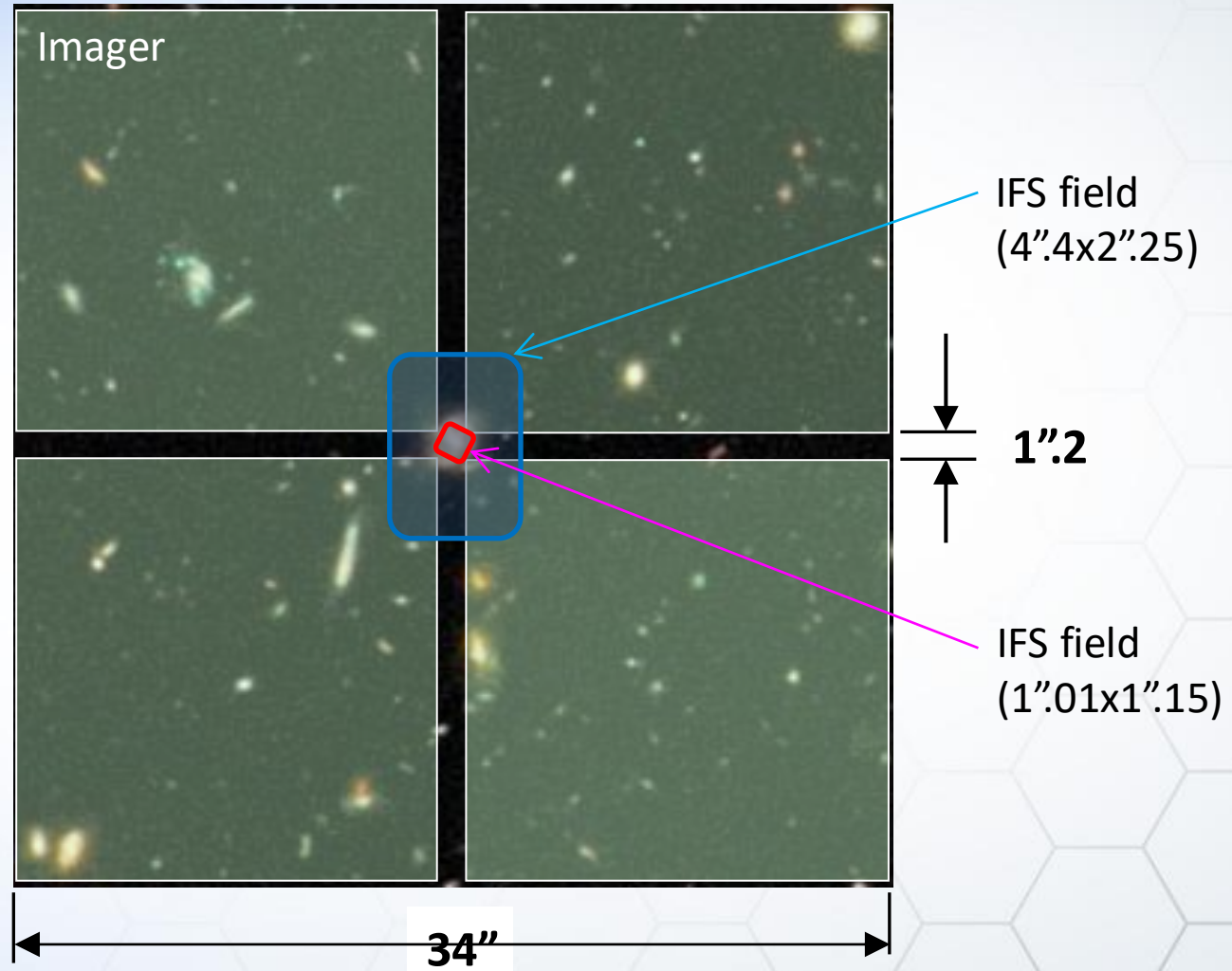
面分光系



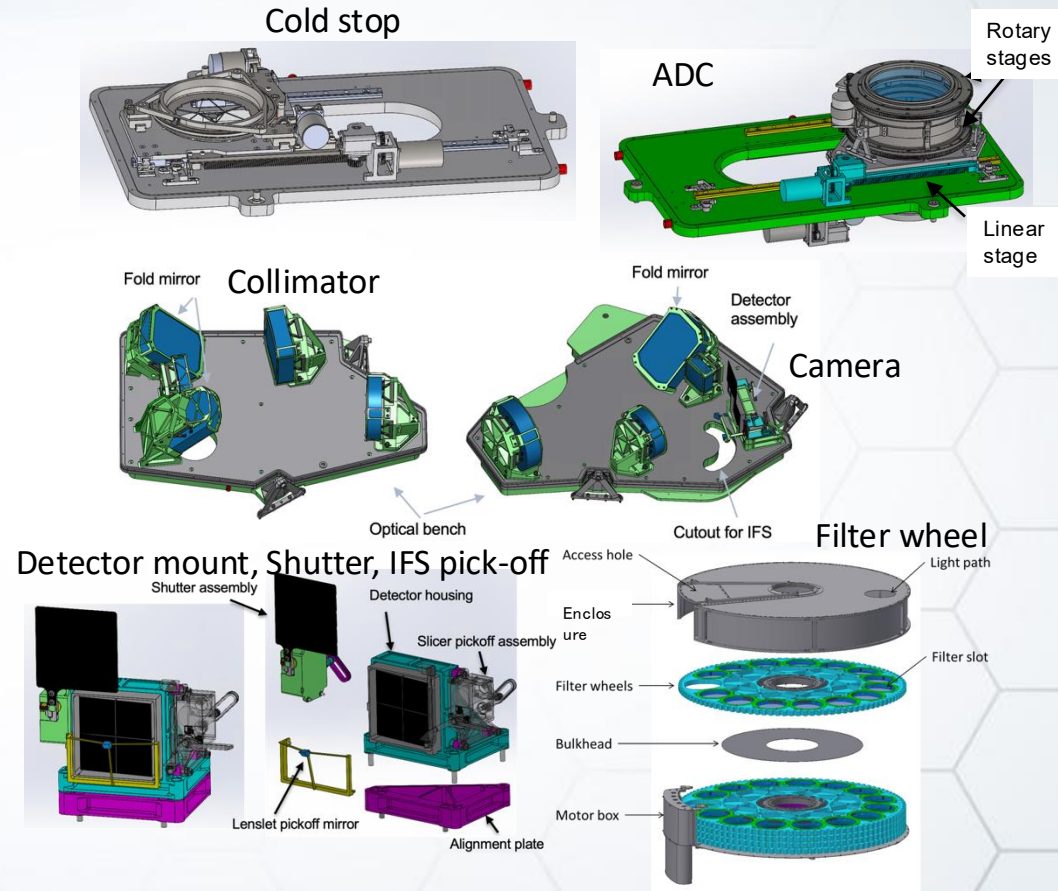
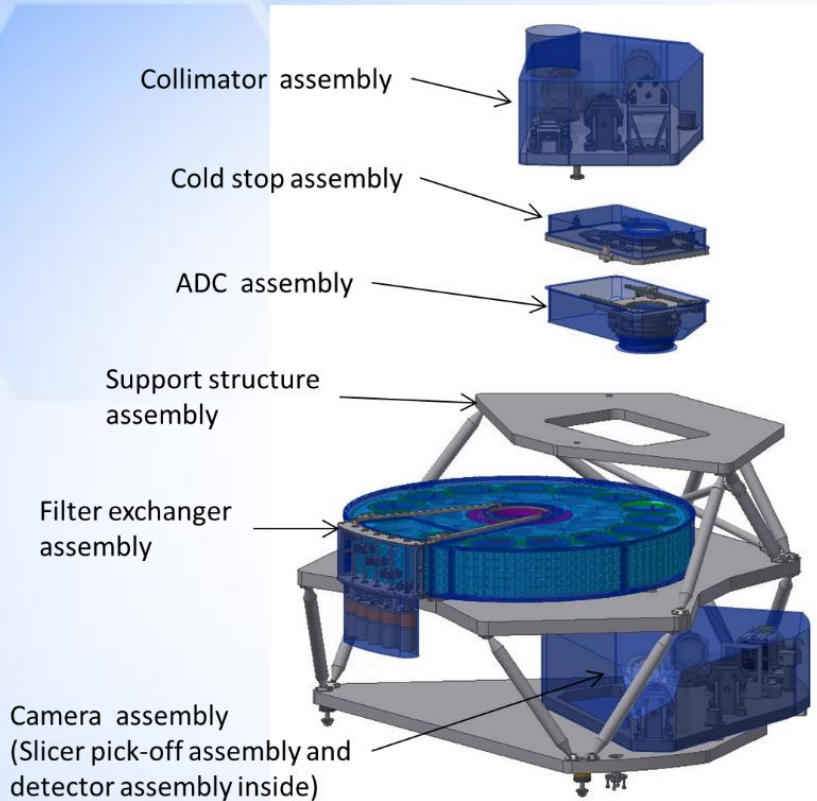
# IRIS Layout



# Parallel imaging and spectroscopy



# Mechanical design of imager assemblies



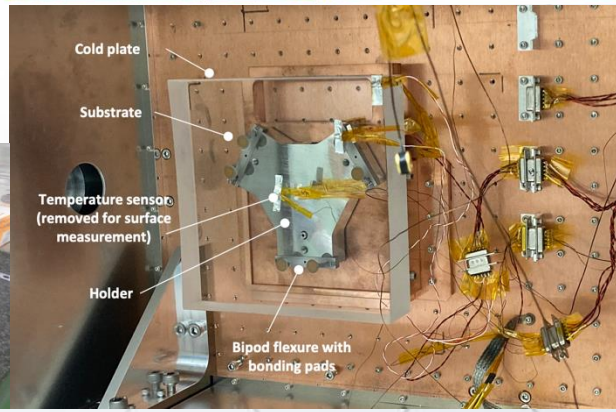
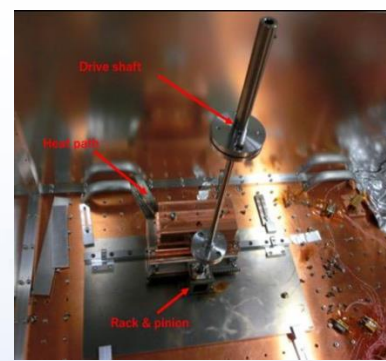
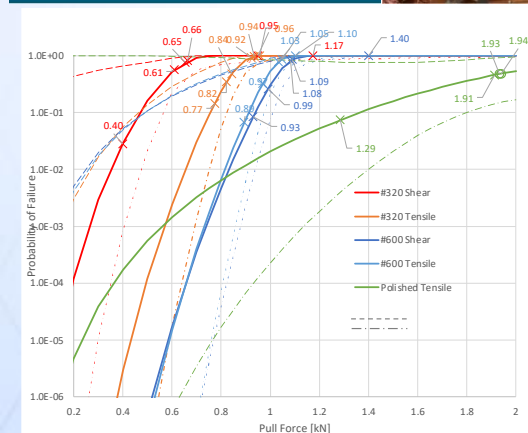
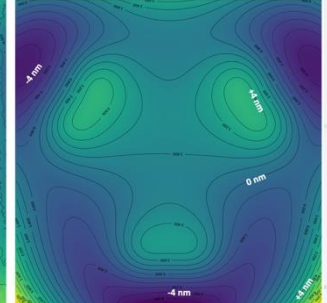
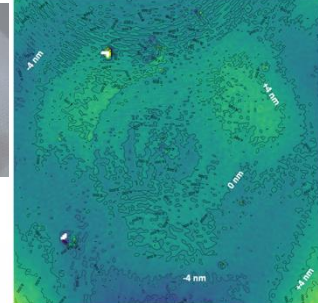
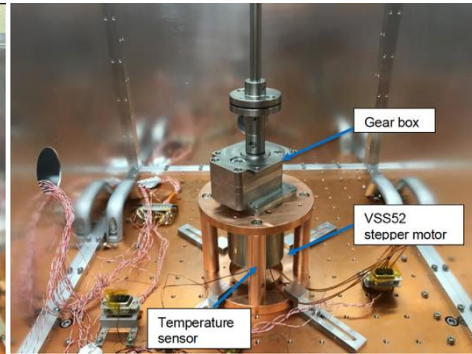
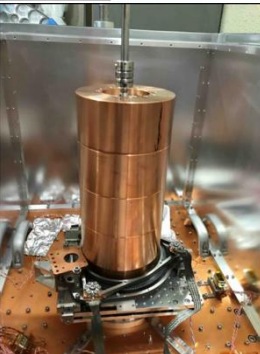
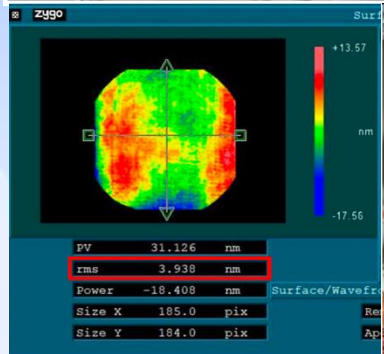
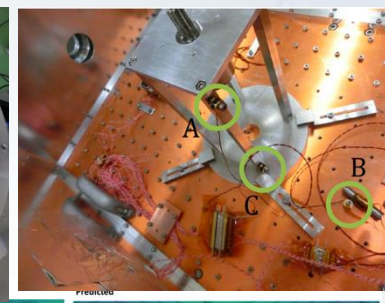
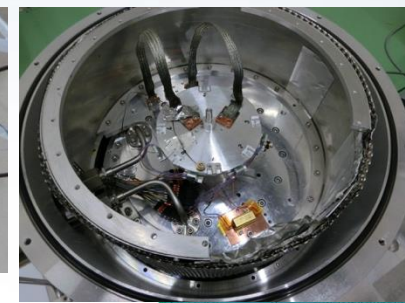
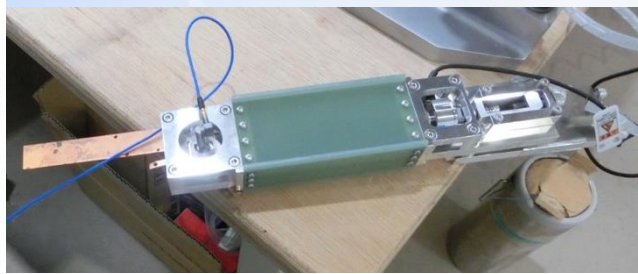
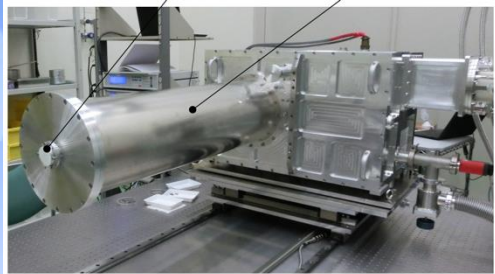
- 非常に小さい波面誤差(40nm)を達成する光学系
  - ◇  $\lambda/20$ の鏡=12 nmの波面誤差
  - ◇ 光学設計、製作
  - ◇ 冷却下でのアライメント
  - ◇ 40nmの検証方法
- 10マイクロ秒の相対アストロメトリ
  - ◇ 3億分の1度の角度精度で天体の位置を決定する
  - ◇ これまでに達成されたことのない精度
- 非常に安定したシステム
  - ◇ 高精度のアストロメトリを達成するために、10年間は装置を開けない
  - ◇ 高い機械的精度を長期間に渡って保持

# これまでの活動と成果 (FY2013 - FY2022)

- 2013年にATC内にIRISチームを結成。
- 当時はAOクオリティの近赤外線観測装置技術がなかった。
- 当時は基本設計段階で詳細なREQが決まっていない段階だったため、「疑似IRIS」を設定し要求書を作成。基本設計とプロトタイプを行った。

# これまでの活動と成果 (FY2013 - FY2022)

- **ベアリング、ギア、リニアガイド**の低温使用
- **モーター**のトルクと発熱測定
- モーターの電流と負荷と位置精度
- **ホール素子**を用いた位置決め方法
- 冷却下での耐久試験
- **ケーブル、熱パス**の屈曲試験
- **高精度非球面鏡の形状測定**方法の確立
- **ボンドパッド**を用いた冷却下での支持機構の確立
- ボンドパッドの破壊試験と破壊力学解析
- **冷却下における形状測定**方法の確立
- PrototypingとFE modelのcorrelationを通じた**冷却光学系のオプトメカ**設計方法の確立
- 高反射率コーティング



- ◆ 2013年から2018年まで開発棟1号館の204室の奥スペースを使用。
- ◆ 2018年より、開発棟3号館102号室を使用。
  - ◇ 冷却下での光学実験が始まったため。

# これまでの活動と成果 (ここ数年の活動)

- ◆ ここ数年は熱構造設計チームに3FTEを要望。

作業	担当者
コーティングが波面誤差に与える影響の測定及びモデル化	池之上さん
ミラーホルダーが波面誤差に与える影響の測定及びモデル化	池之上さん
振動解析	清水さん
STOP解析	清水さん
NFOS基本設計	平田さん
Hallセンサーの読み出しシステム	小俣さん
Flexure bladeの強度試験	森田さん
Daytime calibration見積	東谷さん
検出器変更対応	大淵さん

# これまでの活動と成果 (FY2025)

- ◆ 2025年12月に開催されるシステムレベルFDRに向けて、文書化及び細かい課題を一つ一つ終わらせる作業。

- ◆ Phaseの始めに作業リストを作成
  - ◇ TMTとwork packageを結ぶ
  - ◇ 進捗状況を毎月モニター&TMTに報告
- ◆ 年度頭に作業リストからその年度の作業内容を取り出して作業時間の再見積もりを行い、ATCにリクエスト
- ◆ 要求は要求仕様書にまとめる。
- ◆ 要求仕様書が難しい作業の場合は作業依頼書を作成。

# Acknowledgments

The TMT Project gratefully acknowledges the support of the TMT collaborating institutions. They are the California Institute of Technology, the University of California, the National Astronomical Observatory of Japan, the National Astronomical Observatories of China and their consortium partners, the Department of Science and Technology of India and their supported institutes, and the National Research Council of Canada. This work was supported as well by the Gordon and Betty Moore Foundation, the Canada Foundation for Innovation, the Ontario Ministry of Research and Innovation, the Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada, the British Columbia Knowledge Development Fund, the Association of Canadian Universities for Research in Astronomy (ACURA), the Association of Universities for Research in Astronomy (AURA), the U.S. National Science Foundation, the National Institutes of Natural Sciences of Japan, and the Department of Atomic Energy of India.