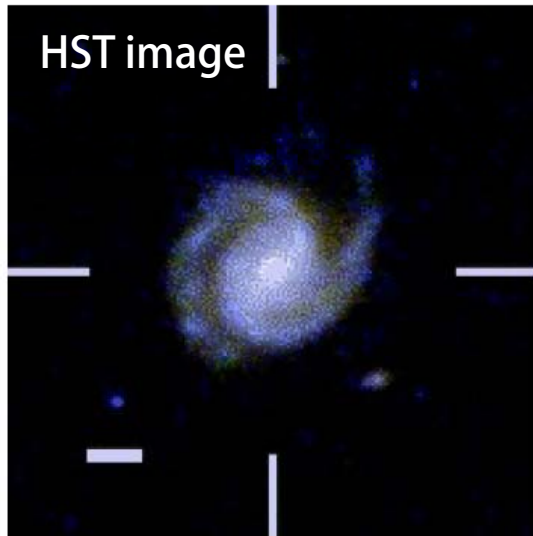


TMT 第2期装置の検討
TMT 用多天体補償光学系
の概念設計

秋山 正幸 (東北大) 大屋 真 (国立天文台ハワイ)
他 TMT-AGE チーム

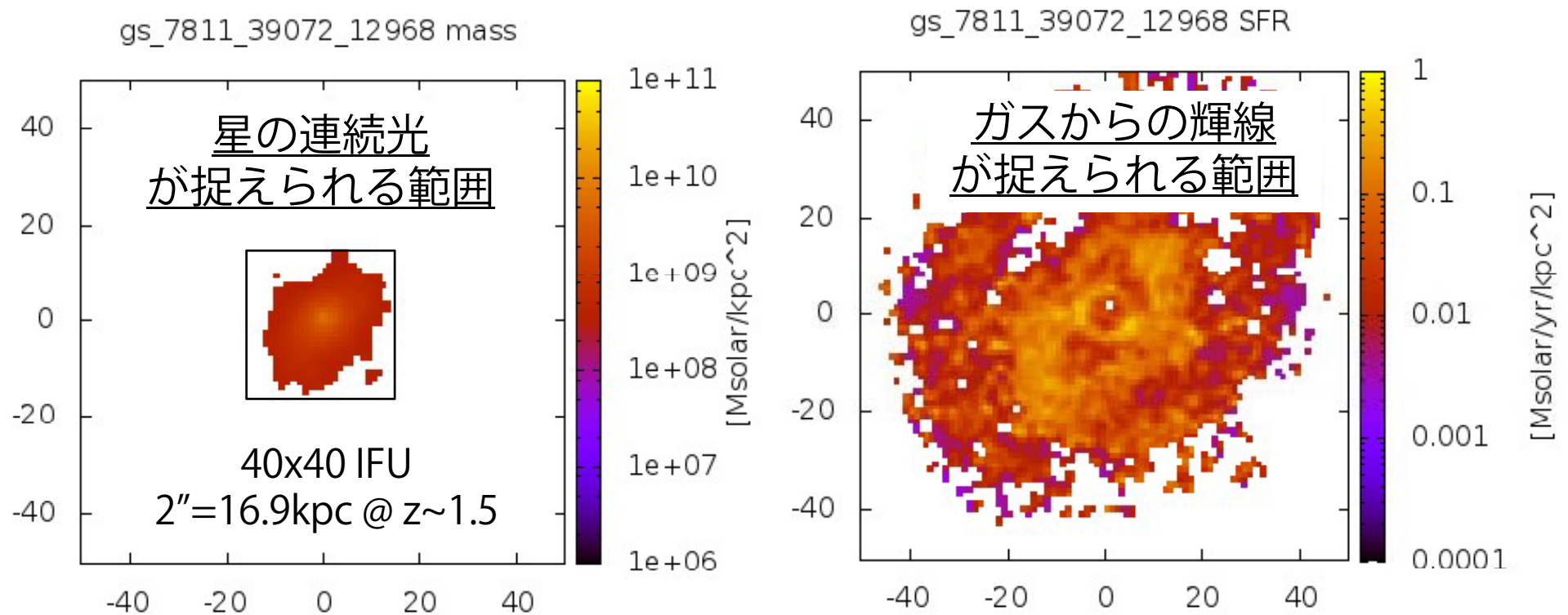
TMT 2020年代初頭
ファーストライト



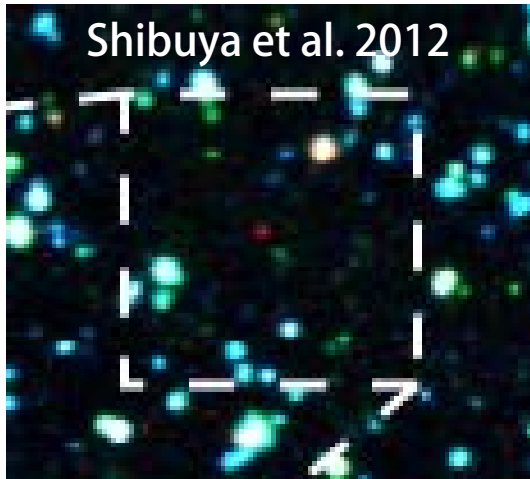


1. 銀河の内部構造の起源を探る

- 50-100 億年前の銀河の内部構造を探る。
- $\lesssim 2.4\mu\text{m}$ の近赤外線(天体の可視光)における高空間分解能で $0.05 \times 0.05''$ サンプルの多天体面分光観測を行う。

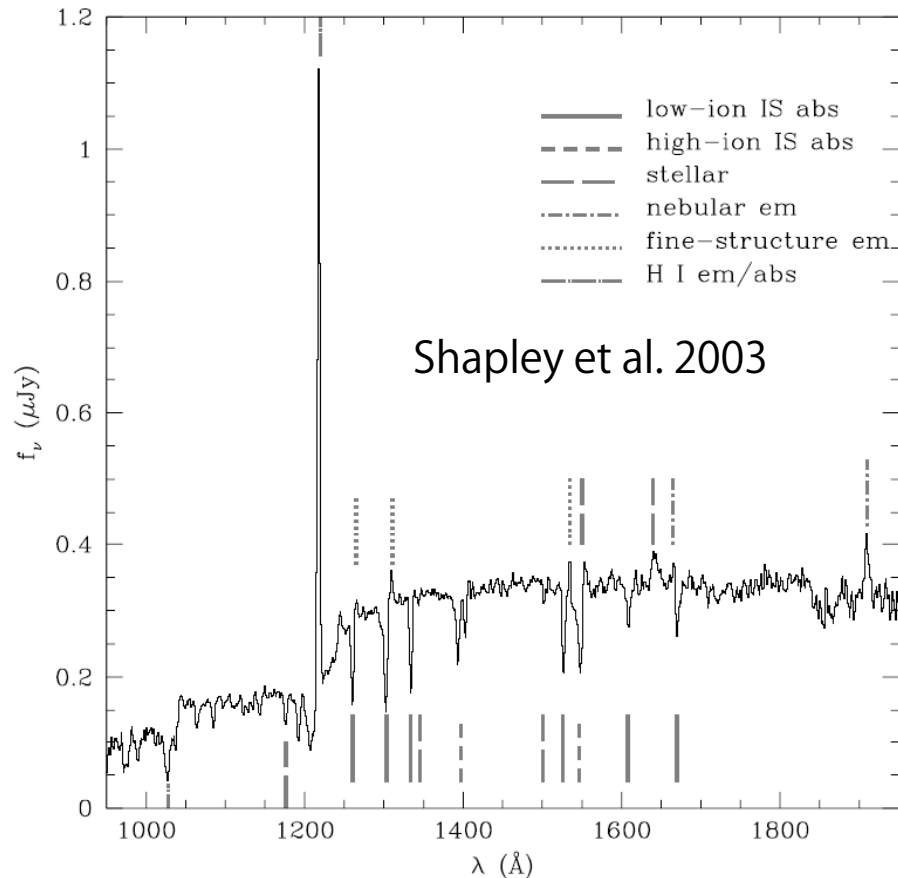


赤方偏移 1.5 の銀河に対して 10 時間積分で $\text{SN} > 10$ の領域をカラーで示す。



2. 銀河の誕生期を探る

- 宇宙初期の銀河の星形成の様子を探る。
- 0.8 μm 以下の近赤外線(天体の紫外線)における低空間分解能で 0.15 x 0.15" サンプルでの多天体分光観測を行う。

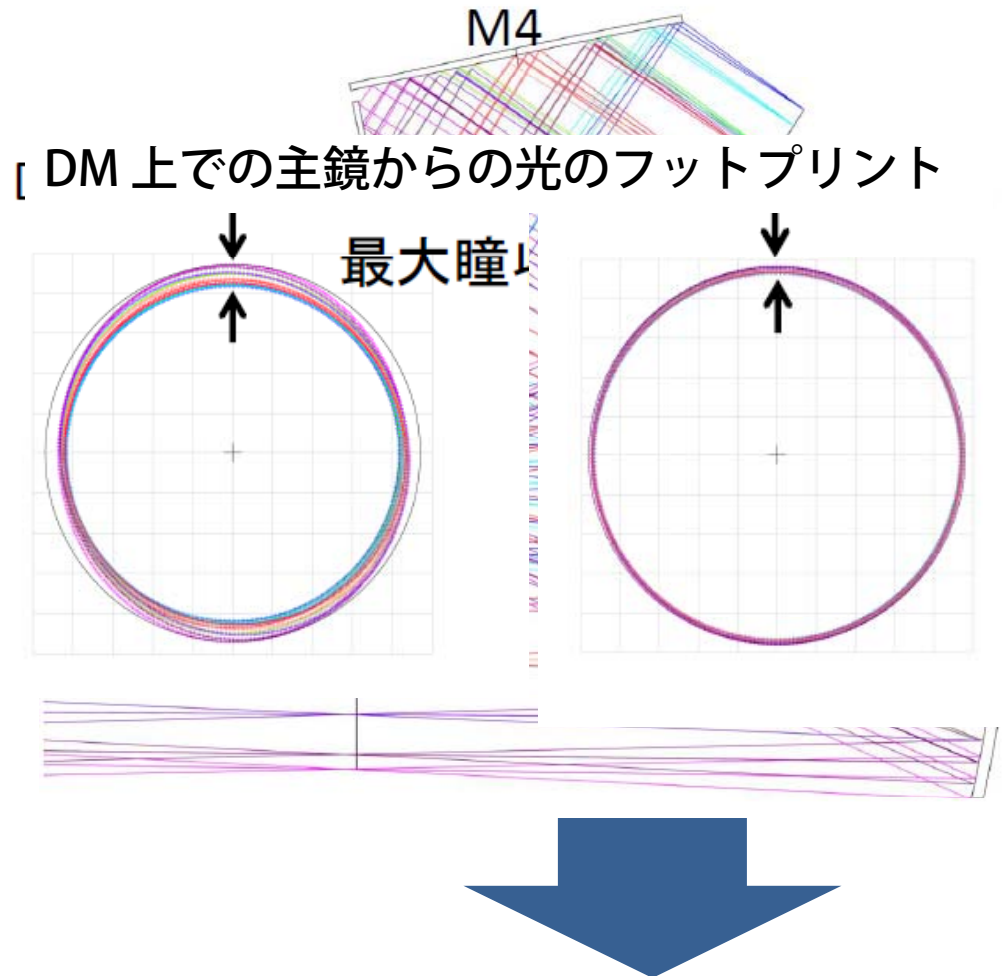


- 低電離イオン星間吸収線：
 - 中性ガスの分布や力学状態を調べる。
- 高電離イオン星間吸収線：
 - 電離ガスの分布や力学状態を調べる。
- 星の輝線：
 - 大質量星の割合を調べる。
- 星雲輝線：
 - 銀河の静止系を表す。

装置概要

装置概要：多天体補償光学系 1

視野 10 分角の全体をカバーする
地表層補償光学系



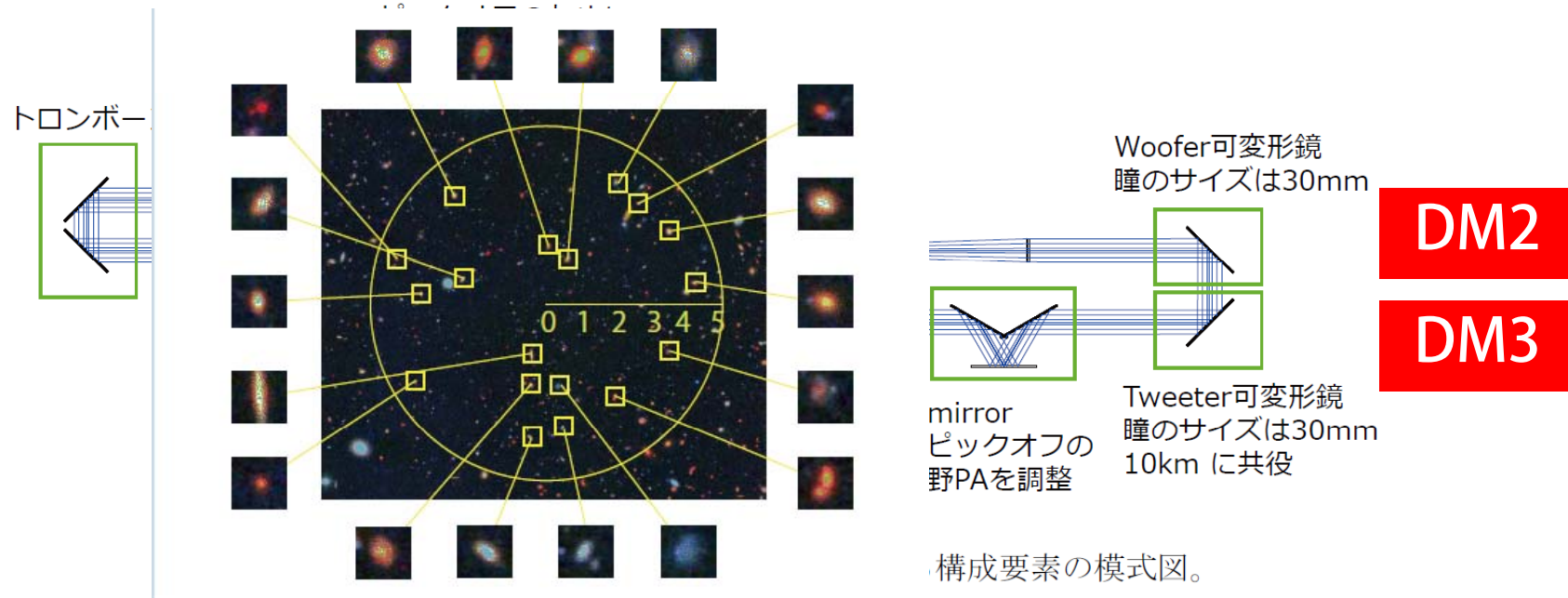
オプトクラフトおよび
フォトコーディングの
初期検討をもとに高田
(東北大)を中心に検討を
進めている。

補償光学の補償性能を
落とさないために DM
に良い瞳像を作る必要
がある。

!! 高田ポスターを参照 !!

装置概要：多天体補償光学系 2

焦点面の各天体のピックアップと
各天体の方向に最適化した補償を
さらに行う個別補償光学系



x20 天体

VLT/KMOS の構成などを参考に
検討を進めている。

装置概要：空間分解能切り替え

高空間分解能モード
視野 5分角
空間サンプリング $0.05'' \times 0.05''$
長い波長域が特に重要

低空間分解能モード
視野 10分角
空間サンプリング $0.15'' \times 0.15''$
短い波長域が特に重要

2.34 倍の拡大光学系

0.77 倍の拡大光学系

F35

コールドストップ

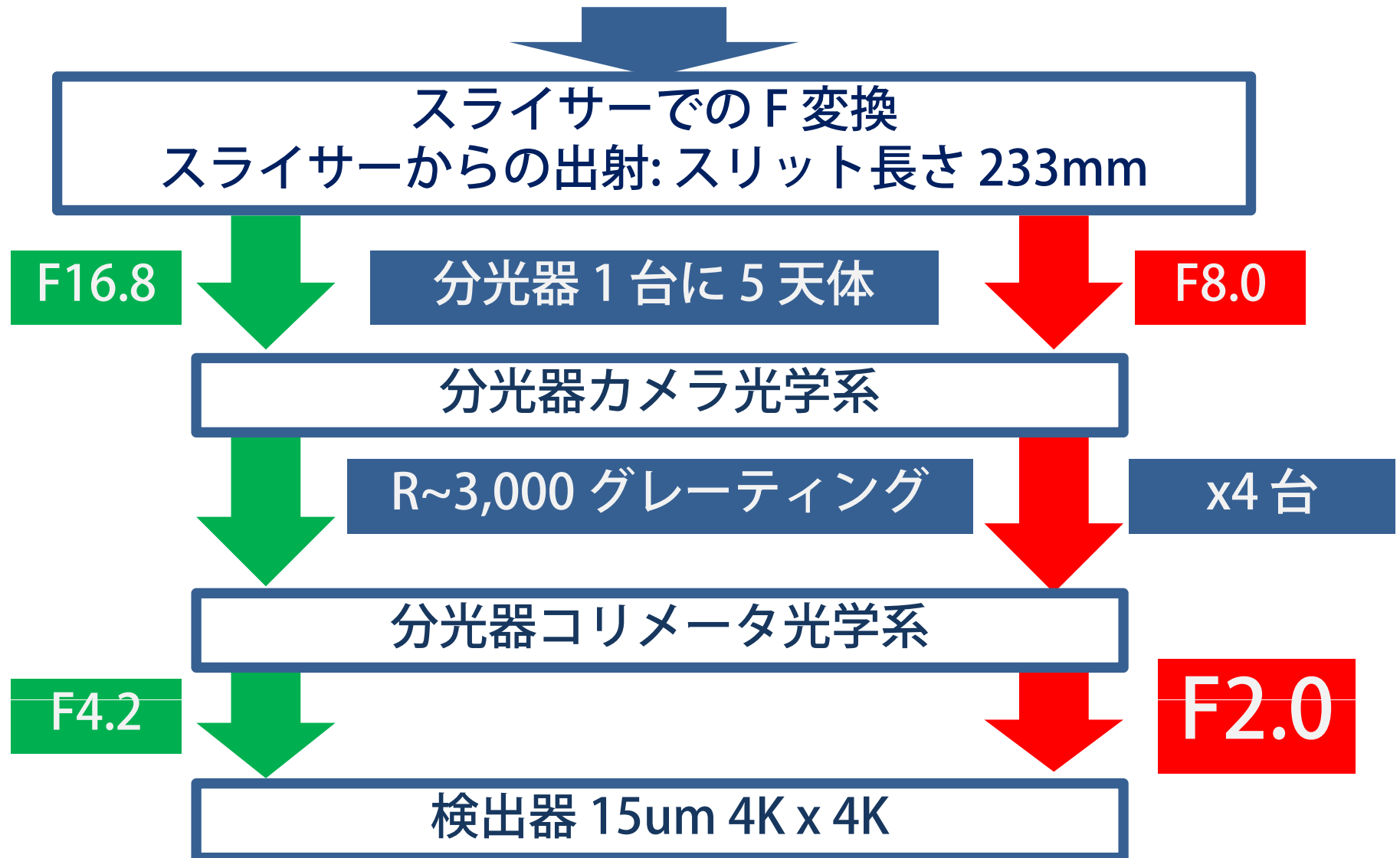
F11

250um 幅の
イメージスライサー
20 スライスで 5mm 角の大きさ

x20 天体

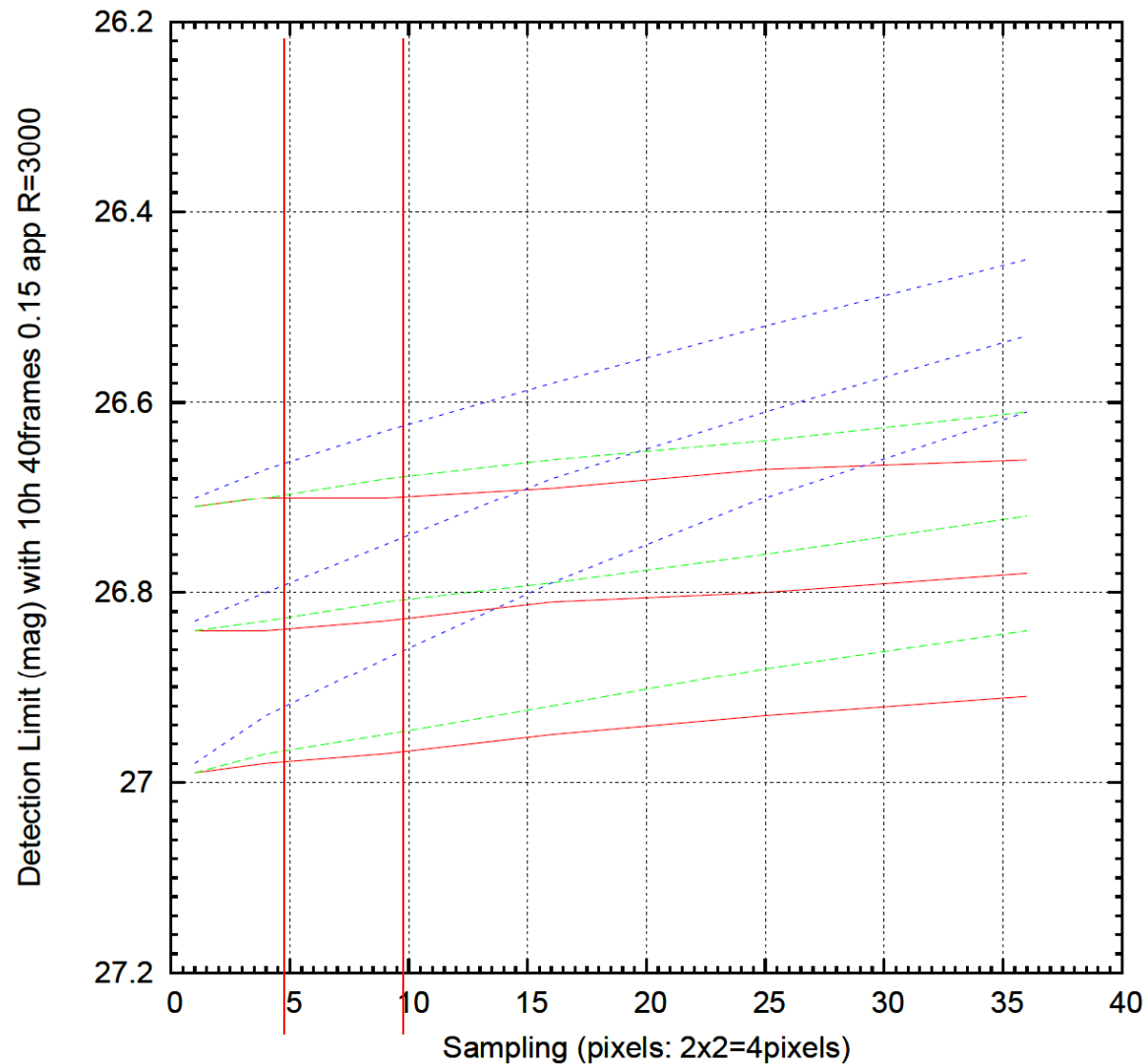
北川(東大天文センター)を
中心に検討

装置概要：分光器



分光器光学設計はオプトクラフトにて検討

<F2 の重要性：サンプリングと検出限界



検出器のピクセルサイズを固定すると、カメラのF比を暗くすることは検出器上でのサンプリングを増やすことにつながる。TMTの大口徑観測、低空間分解能の場合でもサンプリングを増やすことは検出限界の悪化につながる。

Red: RON=1e

Green: RON=2e

Blue: RON=4e

Top to bottom

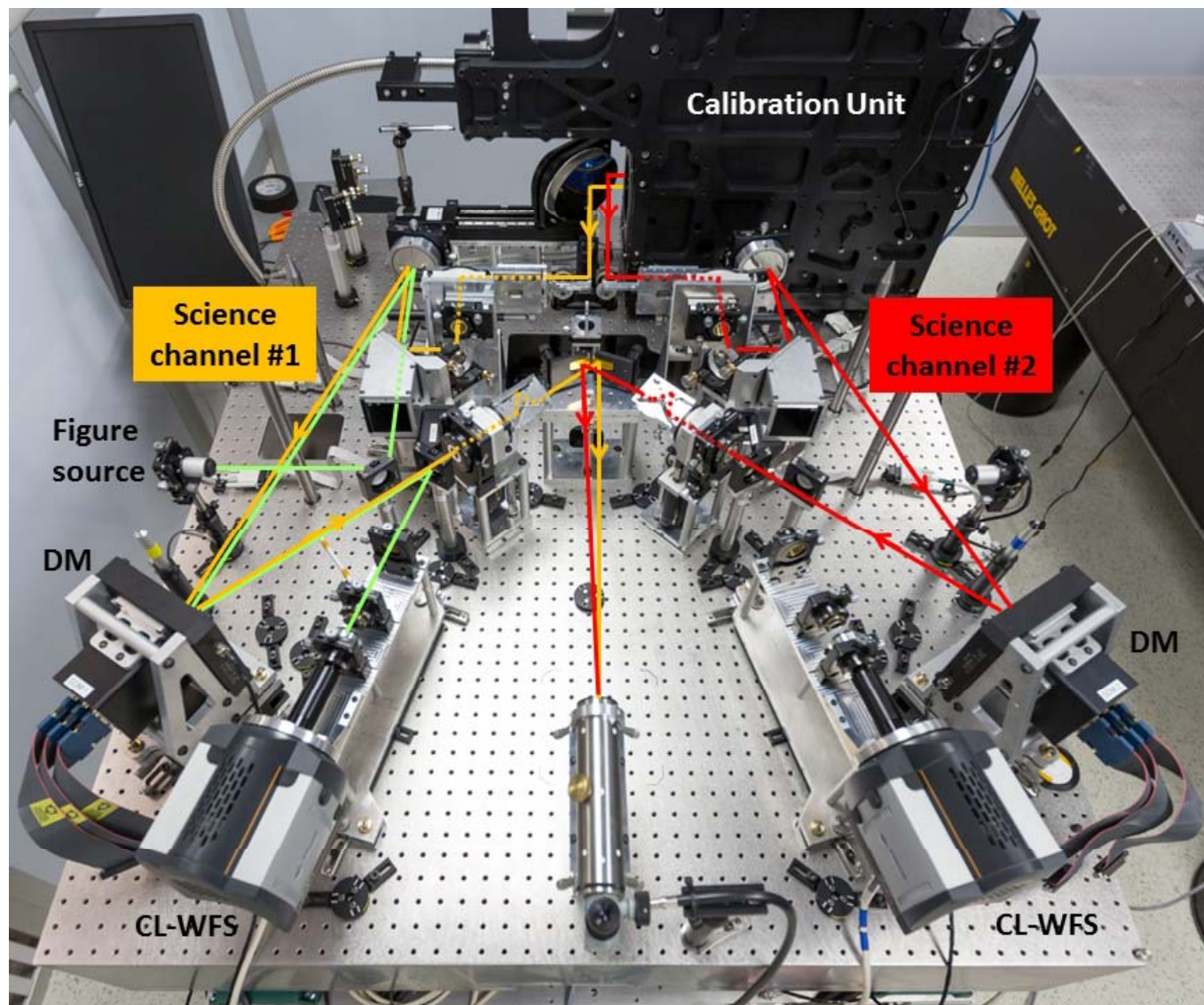
J-band H-band K-band

2x2(F1.3) 3x3 (F2)

Lowres_sample_limit.eps

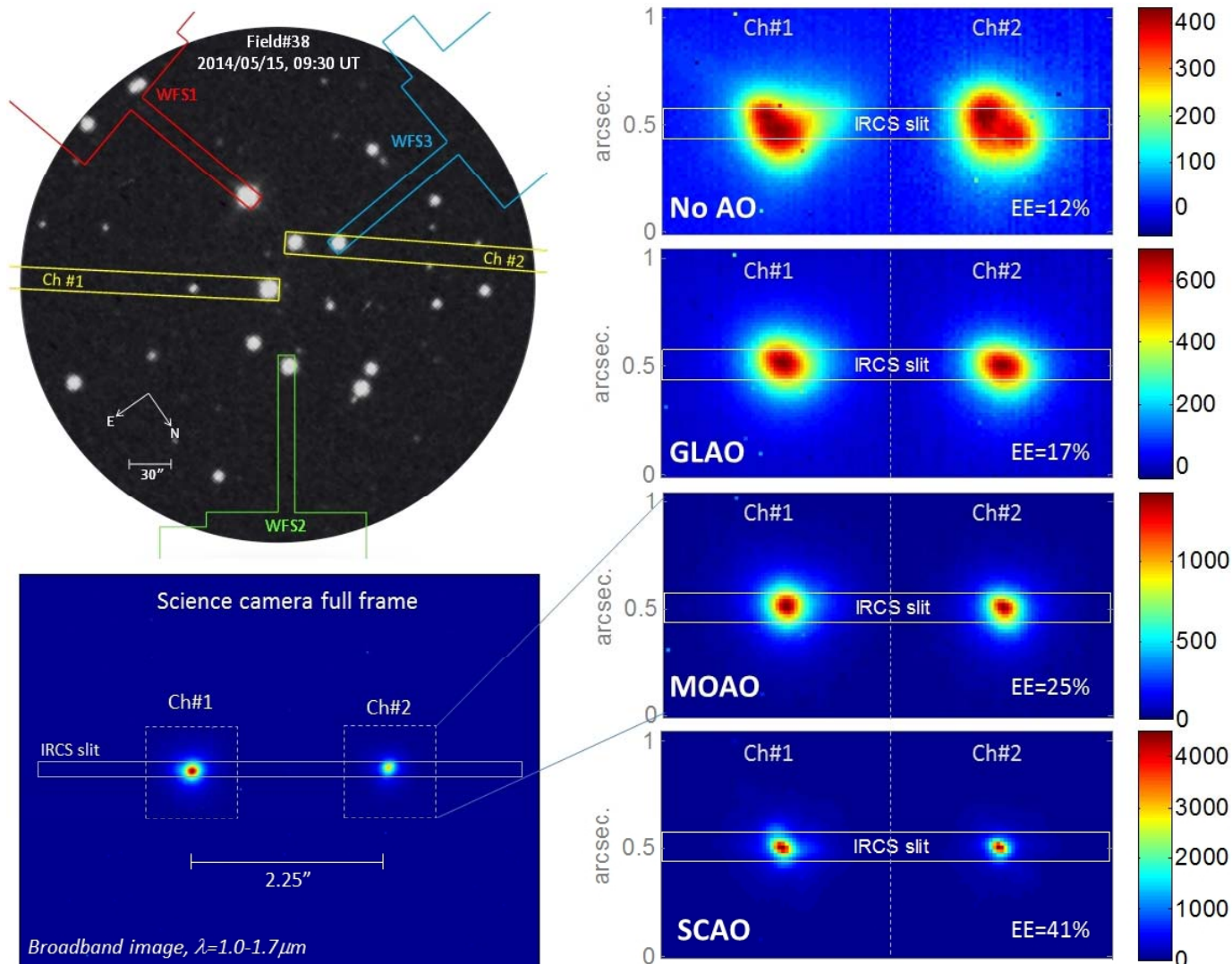
要素開発

すばる望遠鏡での多天体補償光学実証 RAVEN



すばる望遠鏡での多天体補償光学実証

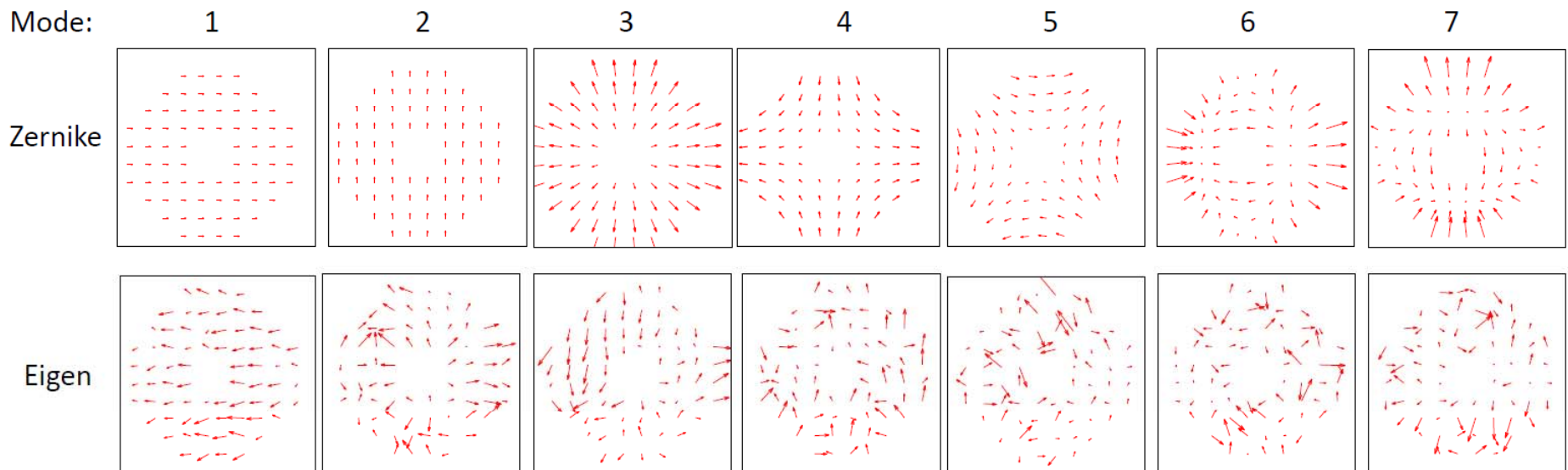
- 3個のガイド星の情報を用いて2個のターゲット方向を補正する。[詳しくは山崎ポスターを参照](#)



すばる望遠鏡での多天体補償光学実証

- 2014/05,2014/08 の試験観測で複数のシャックハルトマン波面センサーで測定した実波面データが得られた。大野 (ハワイ/東北大) と山崎(東北大)を中心にデータ解析を行っている。

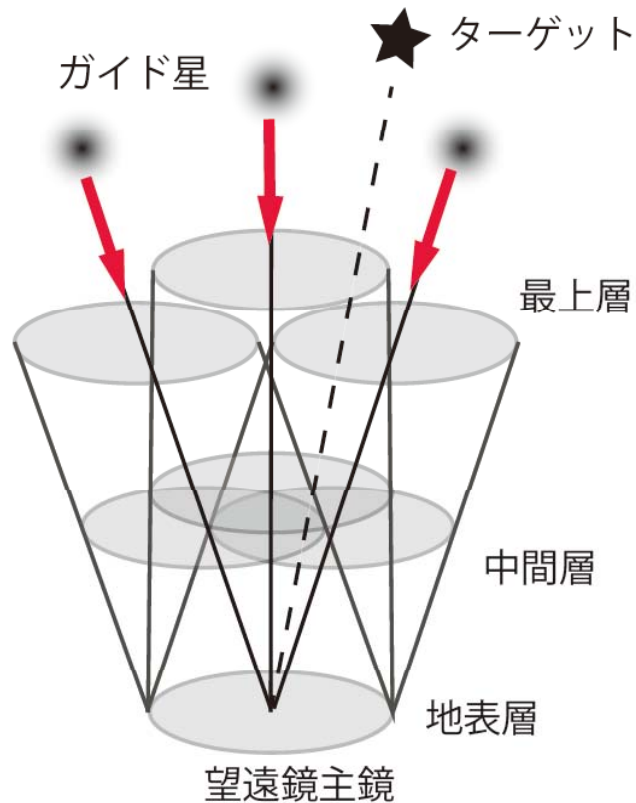
ツェルニケでのモード展開とデータに基づいて決めた固有モード展開(経験的直交展開)の比較。 **!! 山崎ポスターを参照!!**



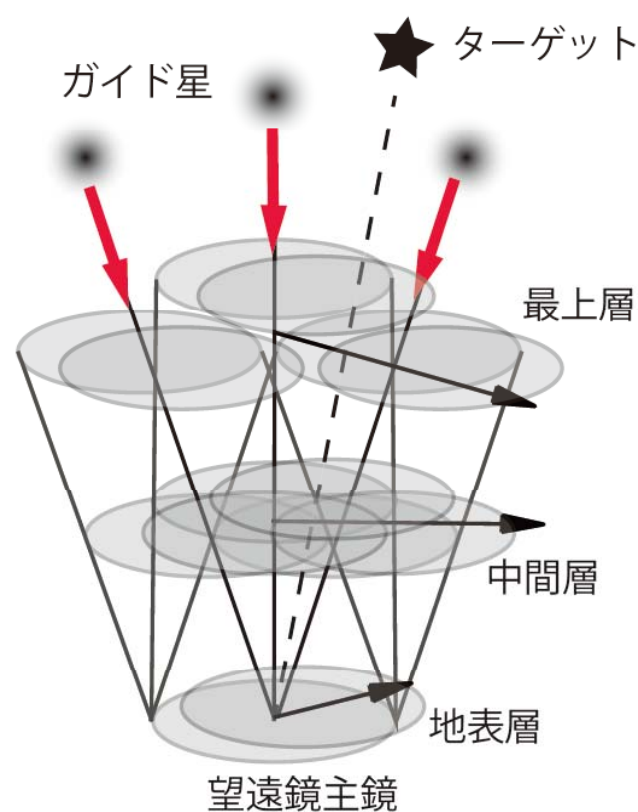
RAVEN での新しいアルゴリズムの実証

複数ガイド星の波面測定に基づいたトモグラフィックアルゴリズムの新規開発も行っている。大野 (国立天文台ハワイ/東北大)がハワイ・ビクトリア(カナダ)に滞在して新手法を RAVEN に当てはめてテストしている。

単タイムステップ推定



複タイムステップ推定

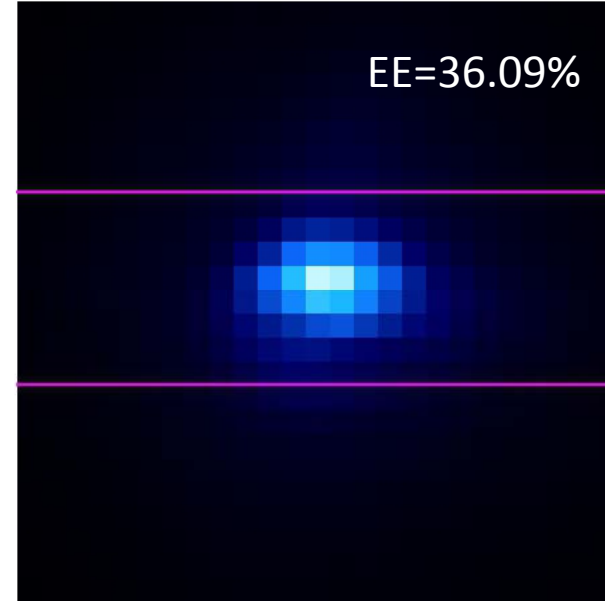
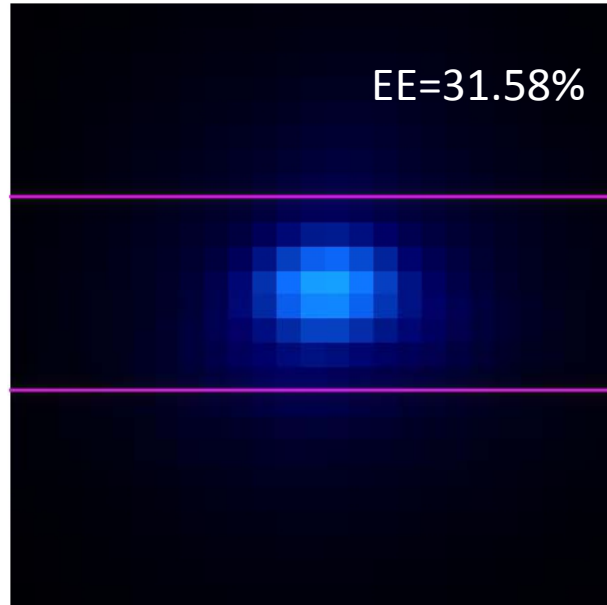


RAVEN での室内テスト結果

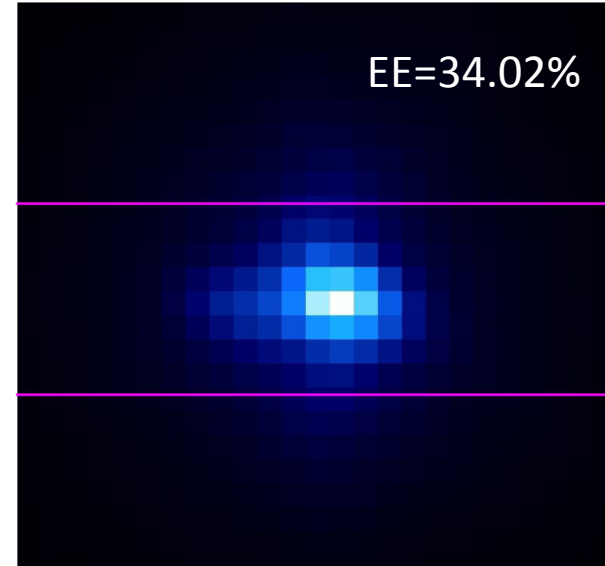
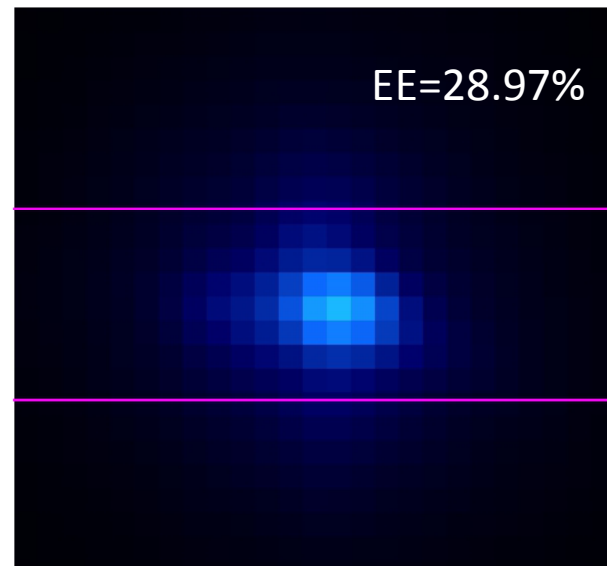
単タイムステップ推定

複タイムステップ推定

Ch1

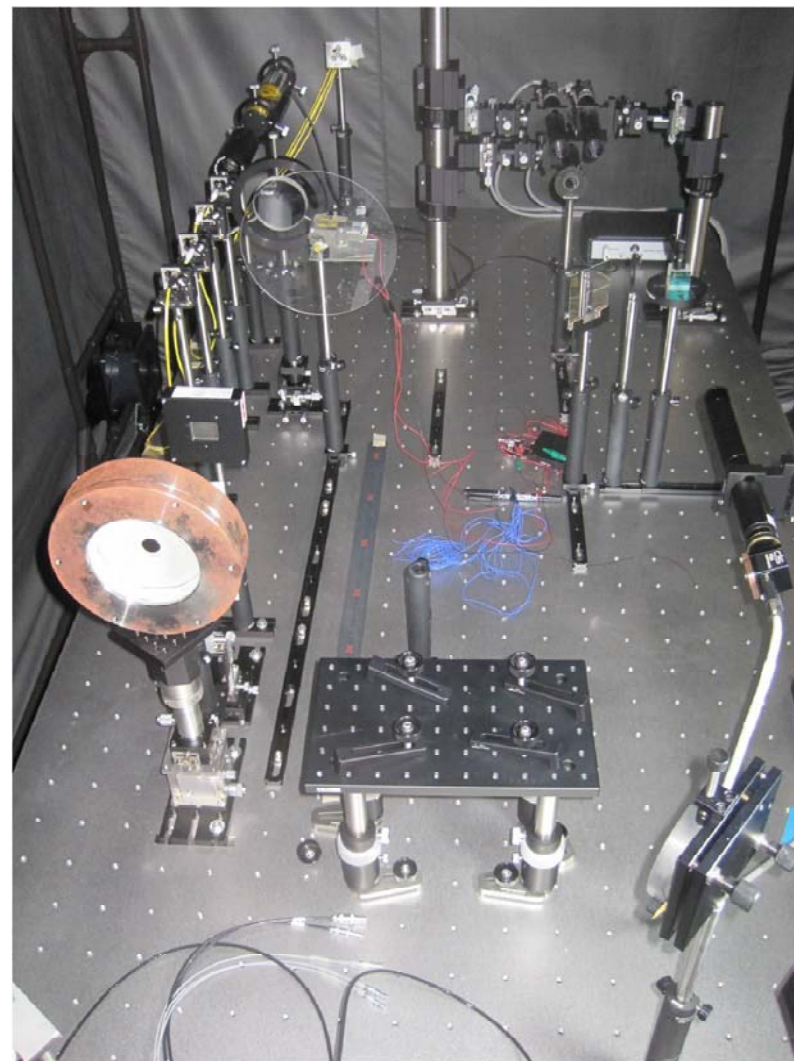


Ch2



TMT パラメータに対応したトモグラフィー 試験光学ベンチ

- RAVEN はすばる望遠鏡のパラメータに対応した多天体補償光学系でシミュレーション光学系もそれにのっっている。
- TMT の大口徑に対応したトモグラフィー試験の光学ベンチを現在 (再) 構築中。
- 写真は 1.5 年前のもの、現在は大気パラメータを反映した大気位相板の導入するなどアップグレードを進めている。

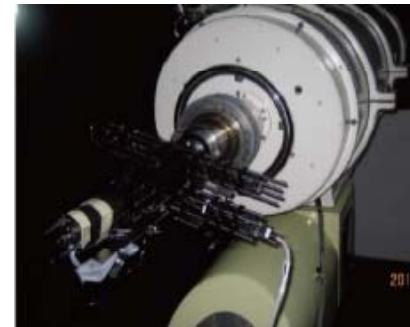


その他の要素開発

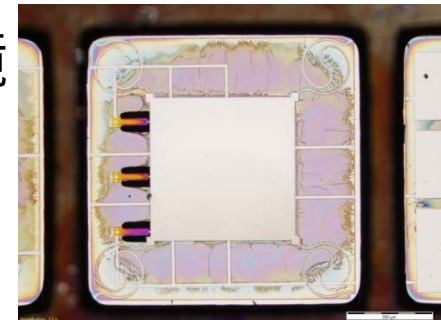
高速並列計算機 (GPGPU, Multi-Core)を用いたり
アルタイム高速トモグラフィ計算の実証
TMT-SEIT グループとの共同で検討。



開ループ小型補償光学系の実証試験
鈴木(東北大)が進めている。



MEMS 技術による多素子大ストローク可変形鏡
の開発
呉(東北大羽根研)により試作中。



EM-CCD を用いた高速波面センサーの開発



まとめ

TMT 第2期装置として多天体補償光学を用いた多天体面分光観測装置を提案している。

科学目標に基づいて、装置仕様への落とし込み、各構成要素のパラメータと仕様への落とし込みを進めている。

来年度中に可能性検討として取りまとめ、第2期装置の概念設計として提案する。

要素開発のキーワードに興味を持たれた方は是非お声掛けください。
akiyama@astr.tohoku.ac.jp

謝辞

本研究は科研費のほか、国立天文台のTMT戦略的基礎開発経費・共同開発経費のサポートを受けて行われています。