

# 極限補償光学装置： 科学目的と開発状況

松尾太郎（京都大学）

# まとめ

赤=前回のUMから新しい内容

- 科学的目標

1. TMTに向けた高コントラスト技術の成熟 (従来の目的).
2. **世界に類のない装置(あるいはパラメータ)で新しい科学の開拓.**

- 開発現状

基盤研究A + 天文台共同開発経費 + TMT経費で実機の組立中.

補償光学+ 高分散分光器 + 検出器の完成に4000万程度の予算不足 (人件費含めない).

- 最近の進捗 (科研費獲得のための準備)

1. 科学的意義の検討の深化.
  - **GAIA衛星による外縁天体の探査** -> 直接撮像の候補天体の提供.
2. 科学的意義の再検討.
  - **太陽系衛星の観測的研究の提案.** → Astrobiologyにつながる研究.
3. 新しい技術の検討.
  - **新しい波面センサーの方式考案・提案** (Applied Opticsに2本受理).  
→ 詳しくは、今田ポスター、山本発表を参照.
  - **計測誤差の制御における誤差伝播の検討** (入部他論文準備中)

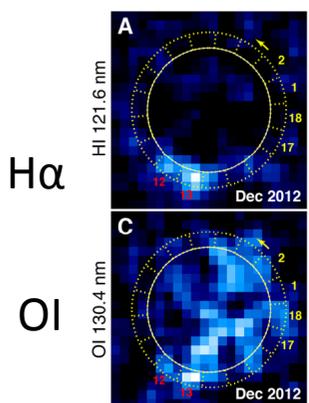
# エウロパ衛星の観測:背景

## 背景:

- HSTによるH $\alpha$ 、OI輝線の検出.  
→ 潮汐力による間欠泉活動の長周期変動の示唆.

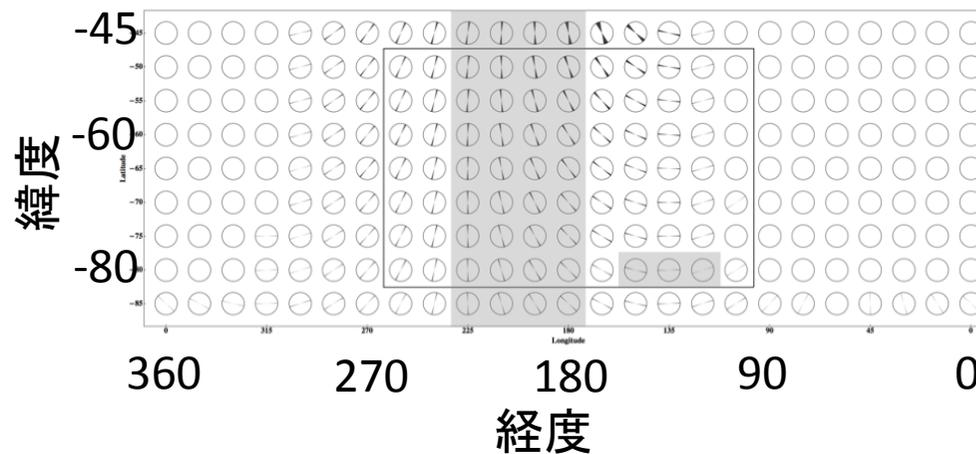
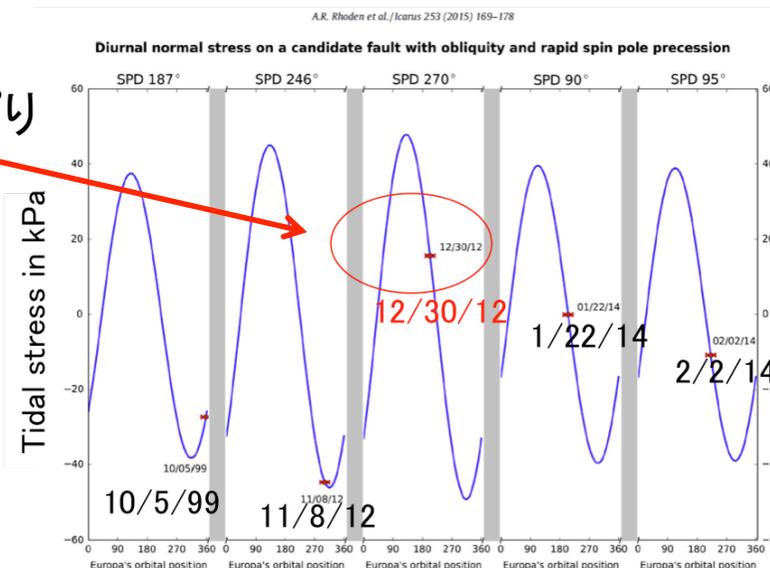
## 目標:

- 間欠泉活動の場所・時間の特定.  
(本当に存在するかを含めて)  
→ 間欠泉と潮汐力との関係の調査.  
→ 将来のJUICEミッションへの貢献.
- 水蒸気以外の組成の同定.  
- 太陽系形成における熱的環境調査.



引っ張り

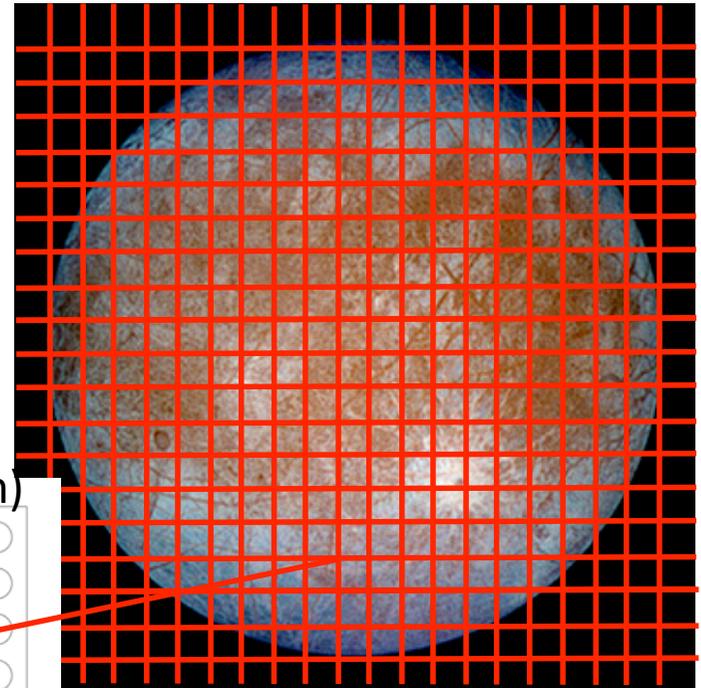
圧縮



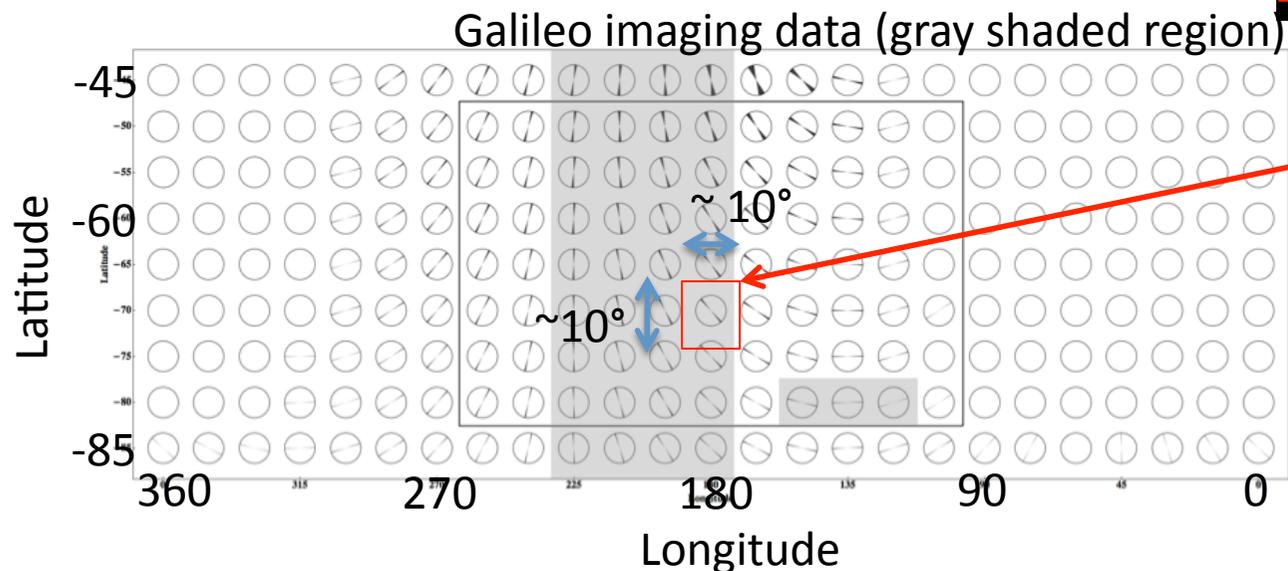
間欠泉位置の予想 (Rhoden et al. 2015)

# ガリレオ衛星 (エウロパ)の観測

- (極限) 補償光学により19 x 19にエウロパ円盤の19 x 19 (~ 165km)の空間分解.  
→ 局所的な弱い間欠泉シグナルの検出.  
- 間欠泉位置の理論的予測との比較



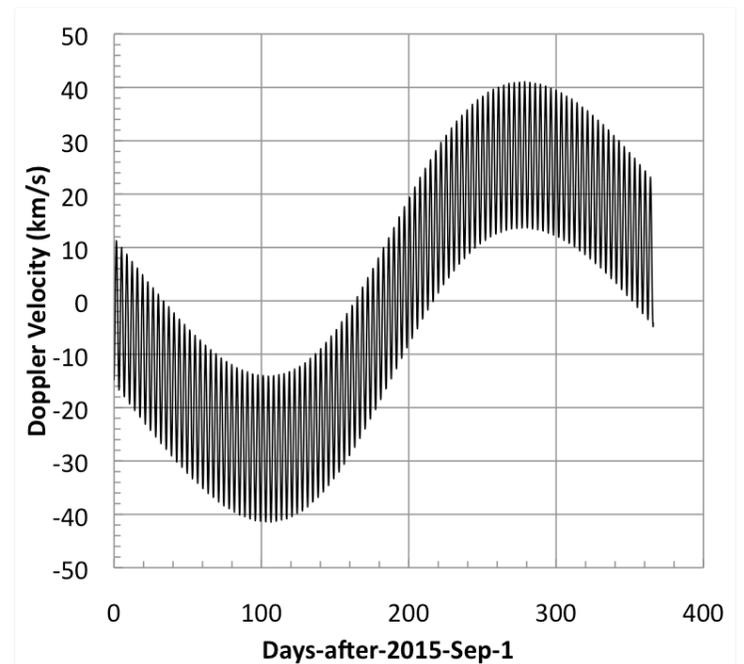
1 $\mu$ mの空間分解能 +  
エウロパディスクの比較.



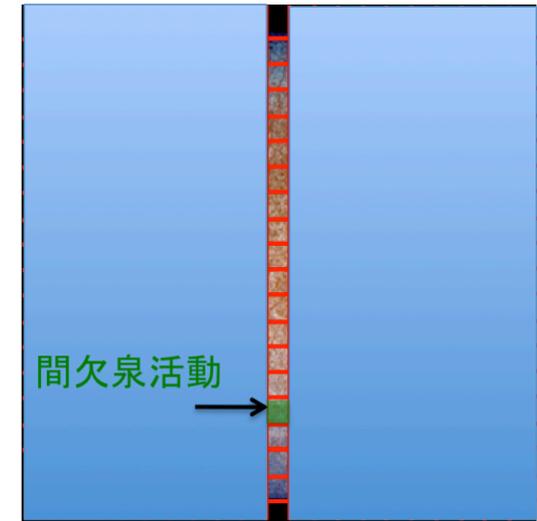
間欠泉位置の予想 (Rhoden et al. 2015)

# 観測方法

- 高解像 + 高分散分光
  - 同時に19点のエウロパ上の高分散データを取得.
  - ドップラー速度差による地球大気の水蒸気分離.
- 地球大気吸収線の補正
  - 高精度相対測光 (PSFの安定 + 複数点同時測定)
  - 間欠泉のスペクトル
    - = 間欠泉活動が含まれているスペクトル
    - 間欠泉が含まれていないスペクトル



地球 - エウロパのドップラー速度



Comparing of Europa with the spatial resolution at 1 $\mu$ m

- (spectrum w/o plume).

# エウロパの間欠泉の検出可能性

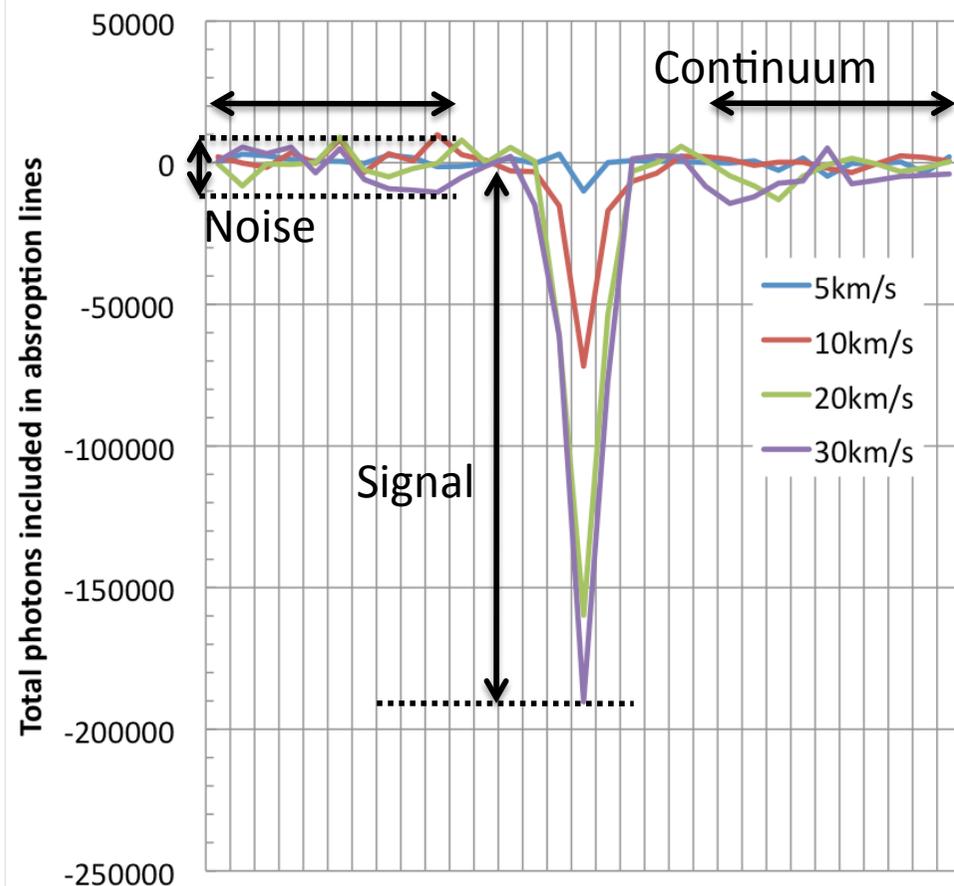
松尾、木村、佐川、井田他

月・惑星シンポ 集録

定義:

$$S/N \equiv \frac{\text{Peak of absorption line}}{\text{RMS in continuum}}$$

Doppler velocity	S/N
5km/s	3.84
10km/s	21.47
20km/s	32.07
30km/s	29.87

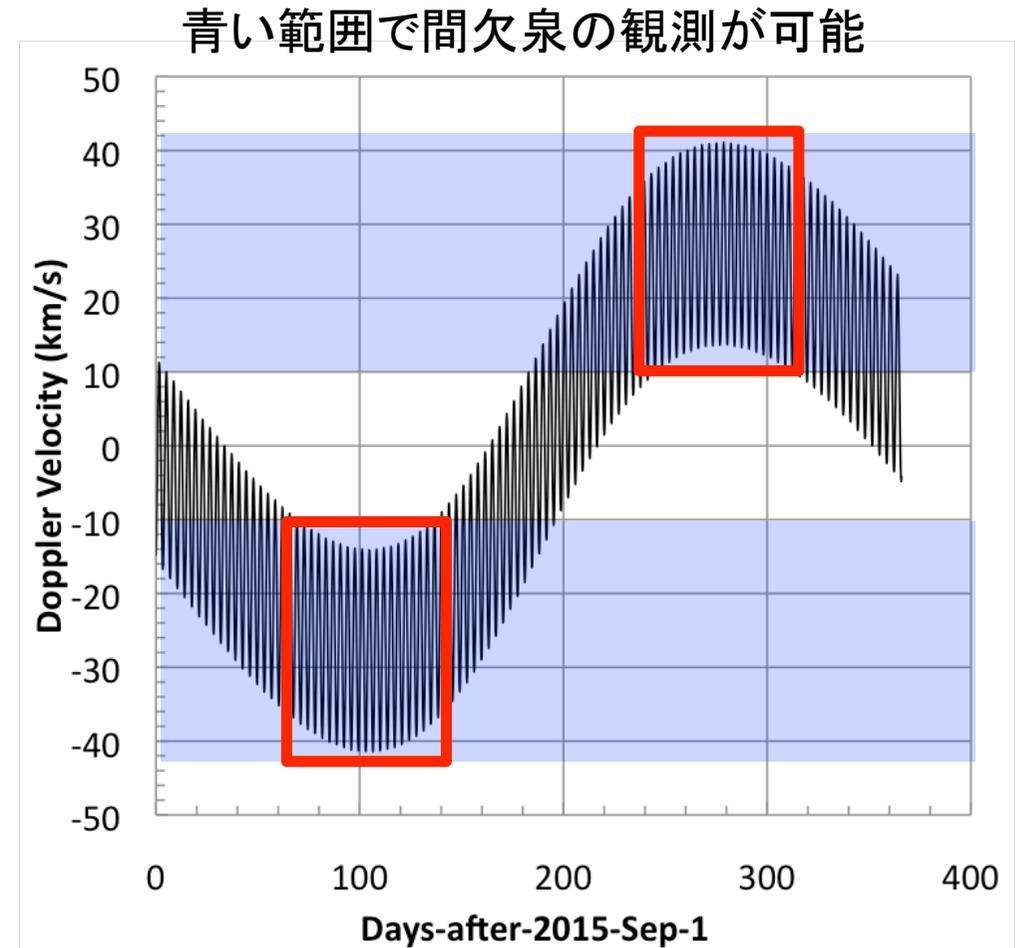


1時間積分におけるバンドの水蒸気  
吸収線の総和

注) 複数の仮定に基づいた計算である  
ことに注意

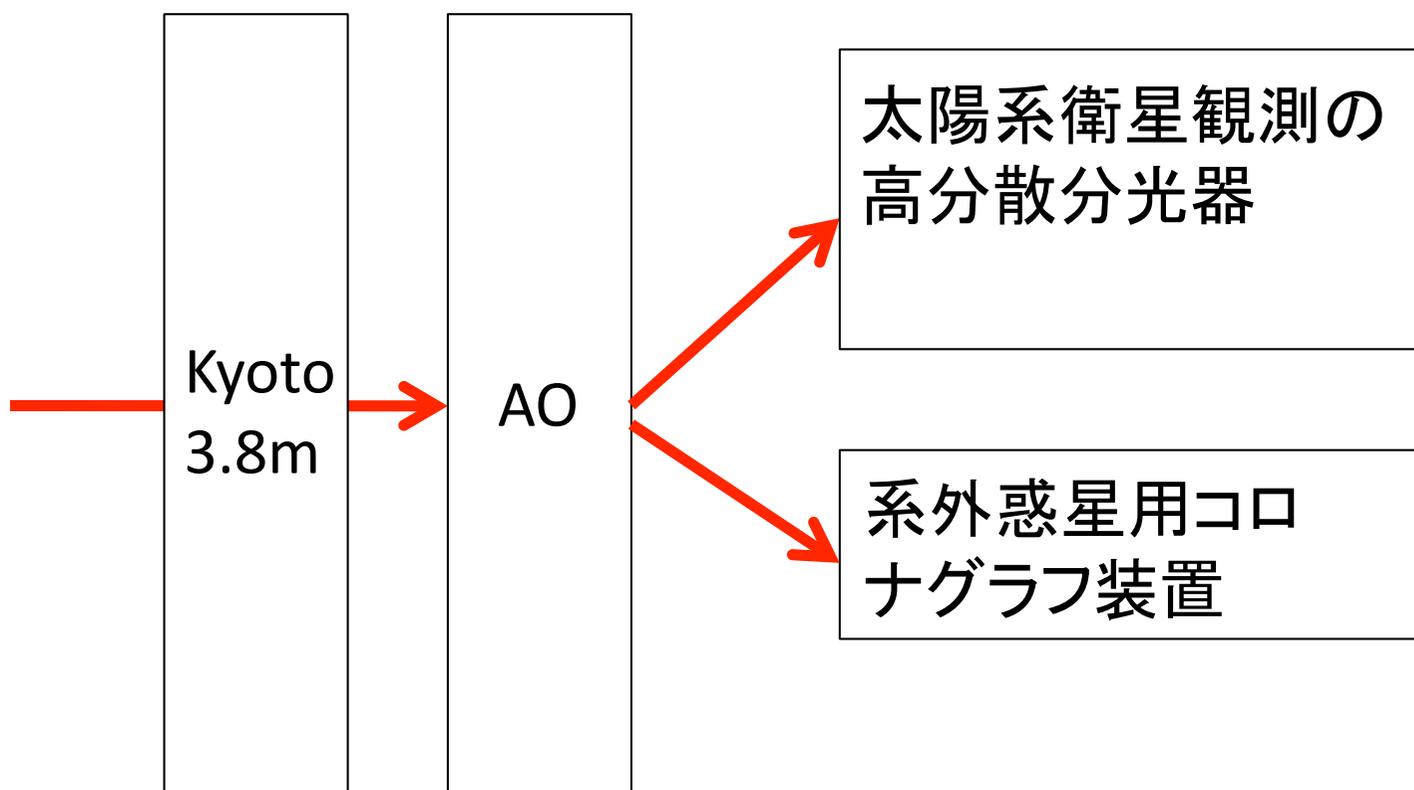
# エウロパの長周期観測

- 公転の全位相において間欠泉の観測が可能.
- > 間欠泉と潮汐力との関係を調査.



地球とエウロパのドップラー速度差

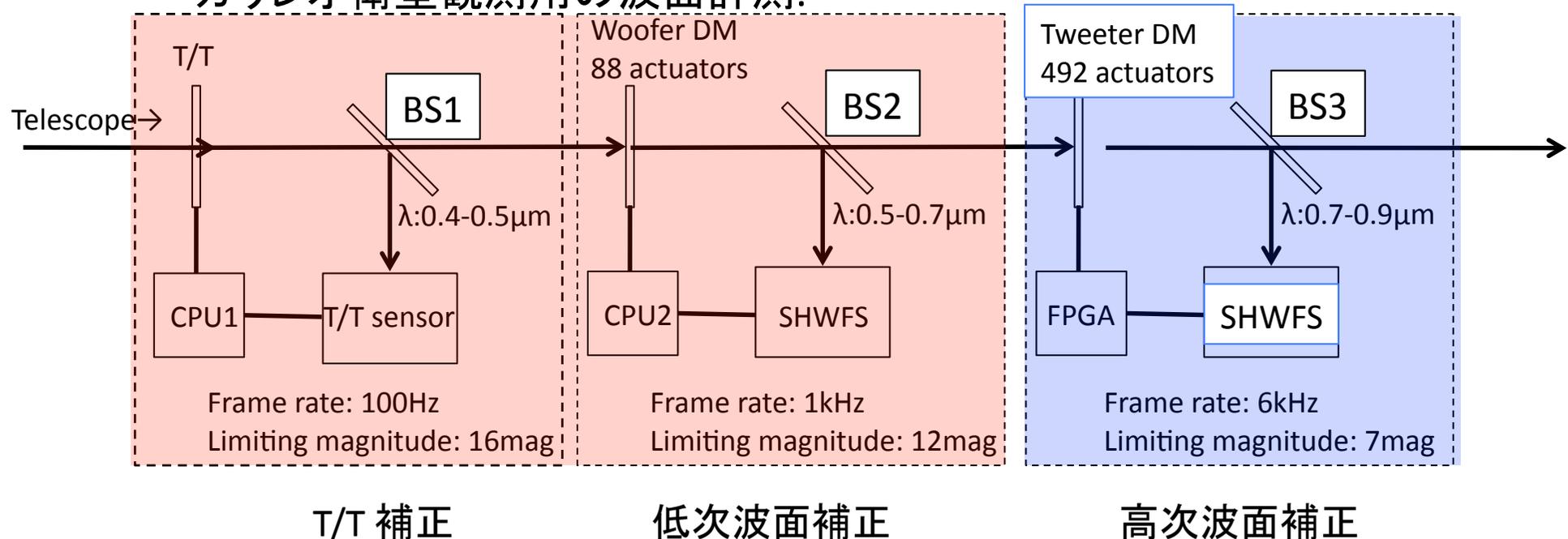
# 全体図



# AO system diagram

- 目標: ストレール比 0.8 (第1段階)、0.9 (第2段階)
- 3つのユニットでの補正。
  - 下流に行くにつれて、高速・高空間周波数に計測・補正
    - フレーム速度: 100Hz -> 1kHz -> 3.5kHz
    - 一次元方向の補正数: 1 -> 8 -> 24
- 最近の機能追加:

## ガリレオ衛星観測用の波面計測.

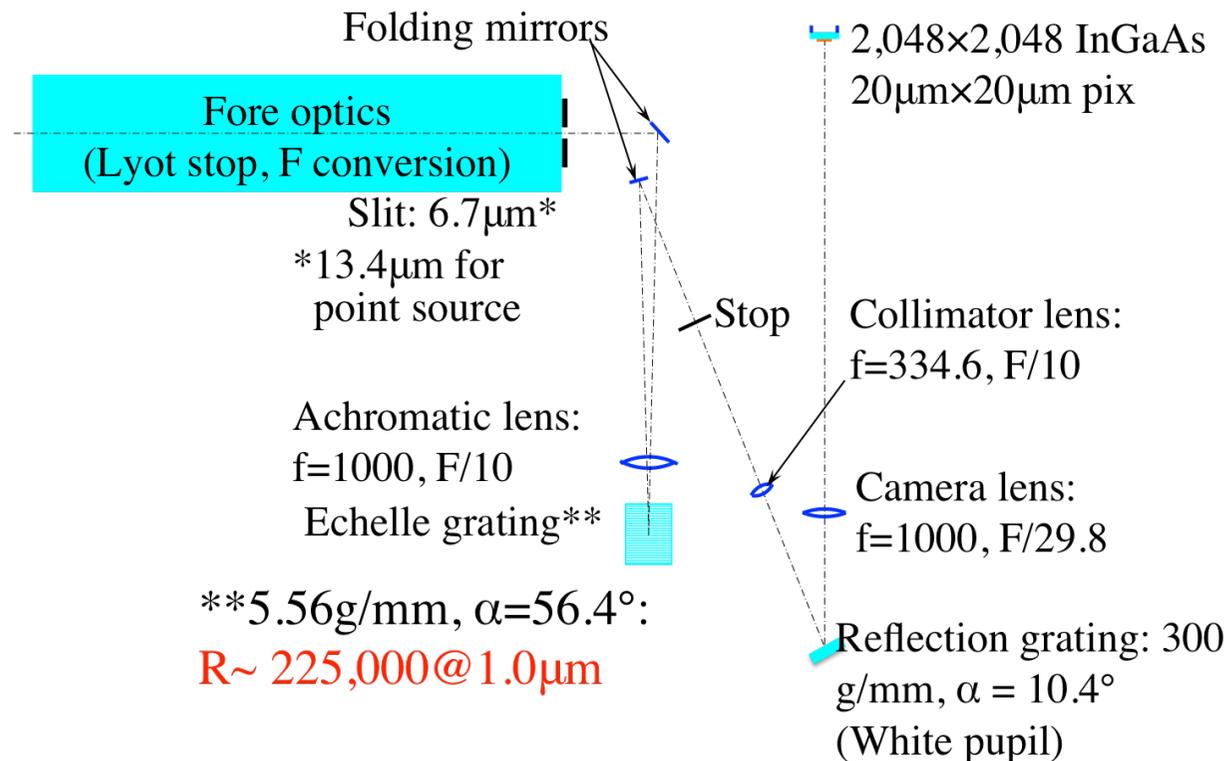


# 高分散分光器

海老塚 他

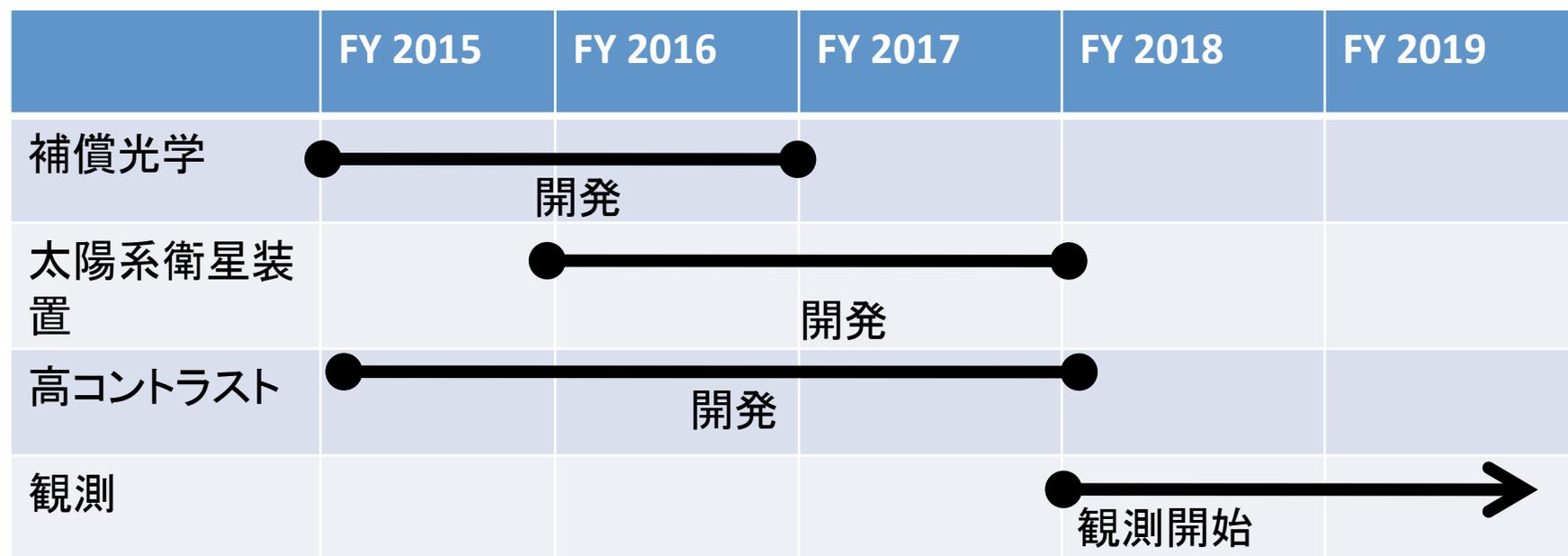
- 回折限界(ストレール比 ~ 80%)用の高分散分光器.

サイズ: 1m x 1m  
波長範囲: 0.95-1.10 $\mu\text{m}$  (Y), 1.10-1.30 $\mu\text{m}$  (J), 1.50-1.75 $\mu\text{m}$  (H)  
(1回の観測は1バンドのみ)  
波長分解能:  $R \sim 225,000$



# スケジュール

- FY 2016年度から新たな大型科研費が獲得できた場合



# まとめ

赤=前回のUMから新しい内容

- 科学的目標

1. TMTに向けた高コントラスト技術の成熟 (従来の目的).
2. 世界に類のない装置(あるいはパラメータ)で新しい科学の開拓.

- 開発現状

基盤研究A + 天文台共同開発経費 + TMT経費で実機の組立中.

補償光学+ 高分散分光器 + 検出器の完成に4000万程度の予算不足 (人件費含めない).

- 最近の進捗 (科研費獲得のための準備)

1. 科学的意義の検討の深化.
  - GAIA衛星による外縁天体の探査 -> 直接撮像の候補天体の提供.
2. 科学的意義の再検討.
  - 太陽系衛星の観測的研究の提案. → Astrobiologyにつながる研究.
3. 新しい技術の検討.
  - 新しい波面センサーの方式考案・提案 (Applied Opticsに2本受理).  
→ 詳しくは、今田ポスター、山本発表を参照.
  - 計測誤差の制御における誤差伝播の検討 (入部他論文準備中)