

飛騨天文台ドームレス太陽望遠鏡 における補償光学装置の開発

京都大学大学院 理学研究科 宇宙物理学教室

修士1年

山口雅史

補償光学(Adaptive Optics ; AO)とは？

- 地球の大気のゆらぎ(シーイング)によって歪められた天体からの光を補正する装置
- 1953年にH.W. Babcockによって概念が発表
- 太陽望遠鏡では1998年に初めて実用化
- AOの目的は望遠鏡の回折限界
 $1.22 \lambda/D$ (D : 望遠鏡の口径, λ : 観測波長)
を達成すること

なぜ太陽観測にAOが必要か？

- 太陽表面において磁場は直径50-100km程度の磁気要素とよばれる構成単位から成る
- 太陽表面の光の平均自由行程も同程度

太陽表面で70kmに相当する角度分解能0.1”
もしくは望遠鏡の回折限界で出来るだけ
長時間観測したい

AOが必要不可欠！

飛騨天文台ドームレス太陽望遠鏡 (Domeless Solar Telescope, DST)

- 所在地：岐阜県高山市
- 口径60cm
- 分解能0.18''



回折限界で観測をしたい



AOの導入へ

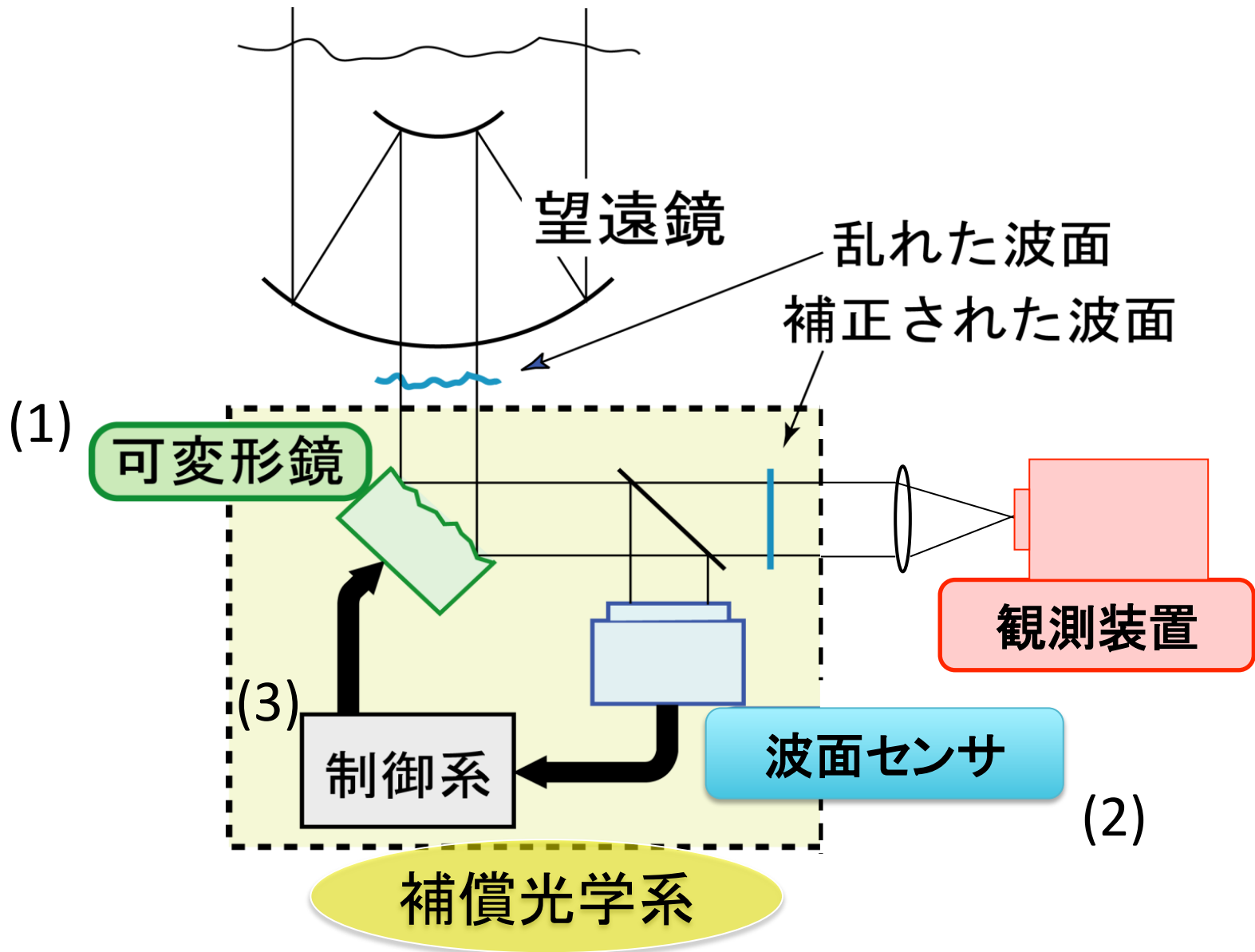


DSTでAOによって目指す科学

- ゼーマン効果とハンレ効果によるプロミネンス磁場構造の解明
 - 従来より偏光観測に用いられているゼーマン効果に加え、ハンレ効果による偏光を観測することによって、今までわからなかったプロミネンスや彩層の磁場などを解明できる可能性がある
- シュタルク効果による電場の検出 ,,etc

ただし、これらはAOによって直接的に可能になるわけではない

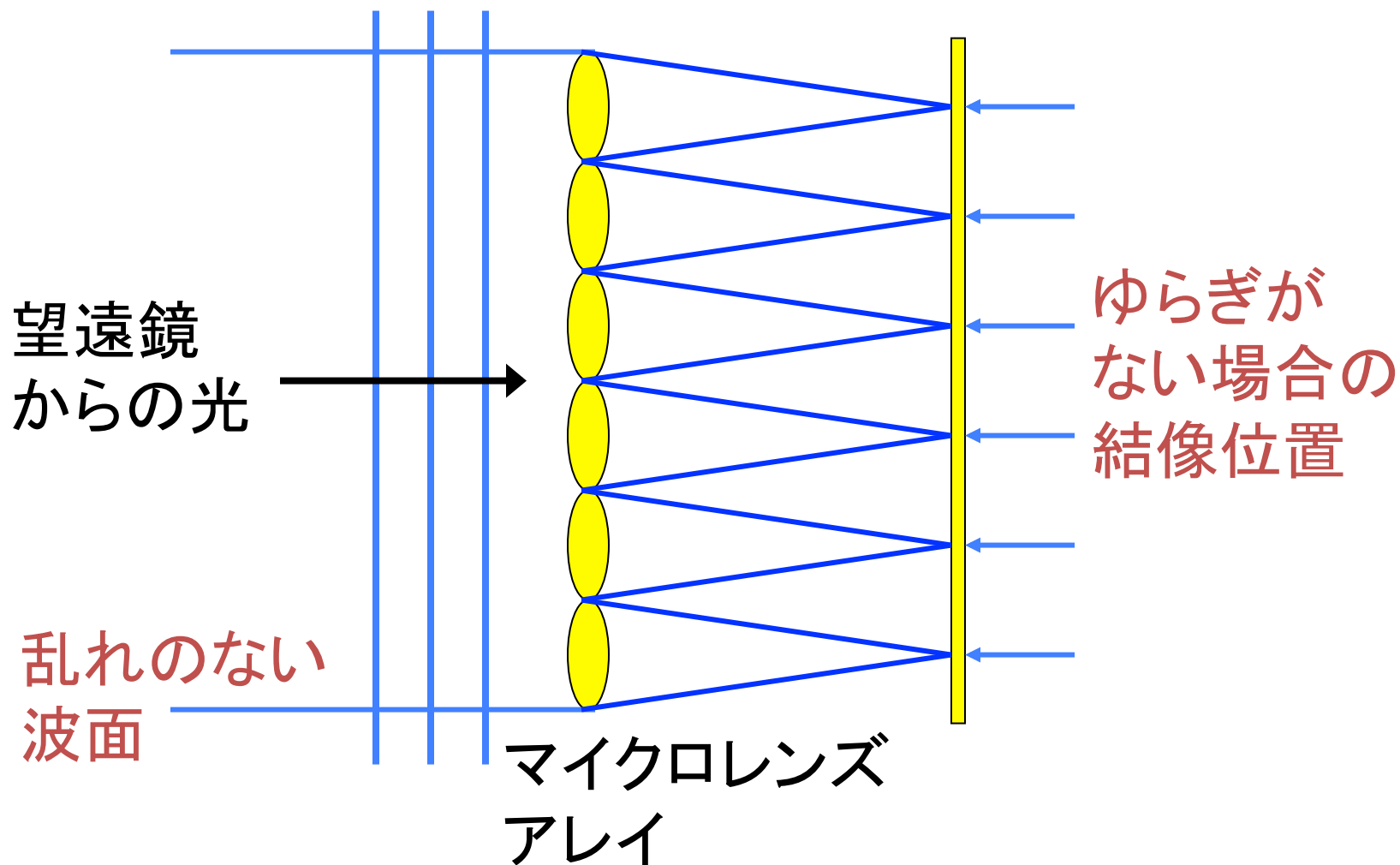
AOの原理



波面センサー

シャックハルトマンセンサー

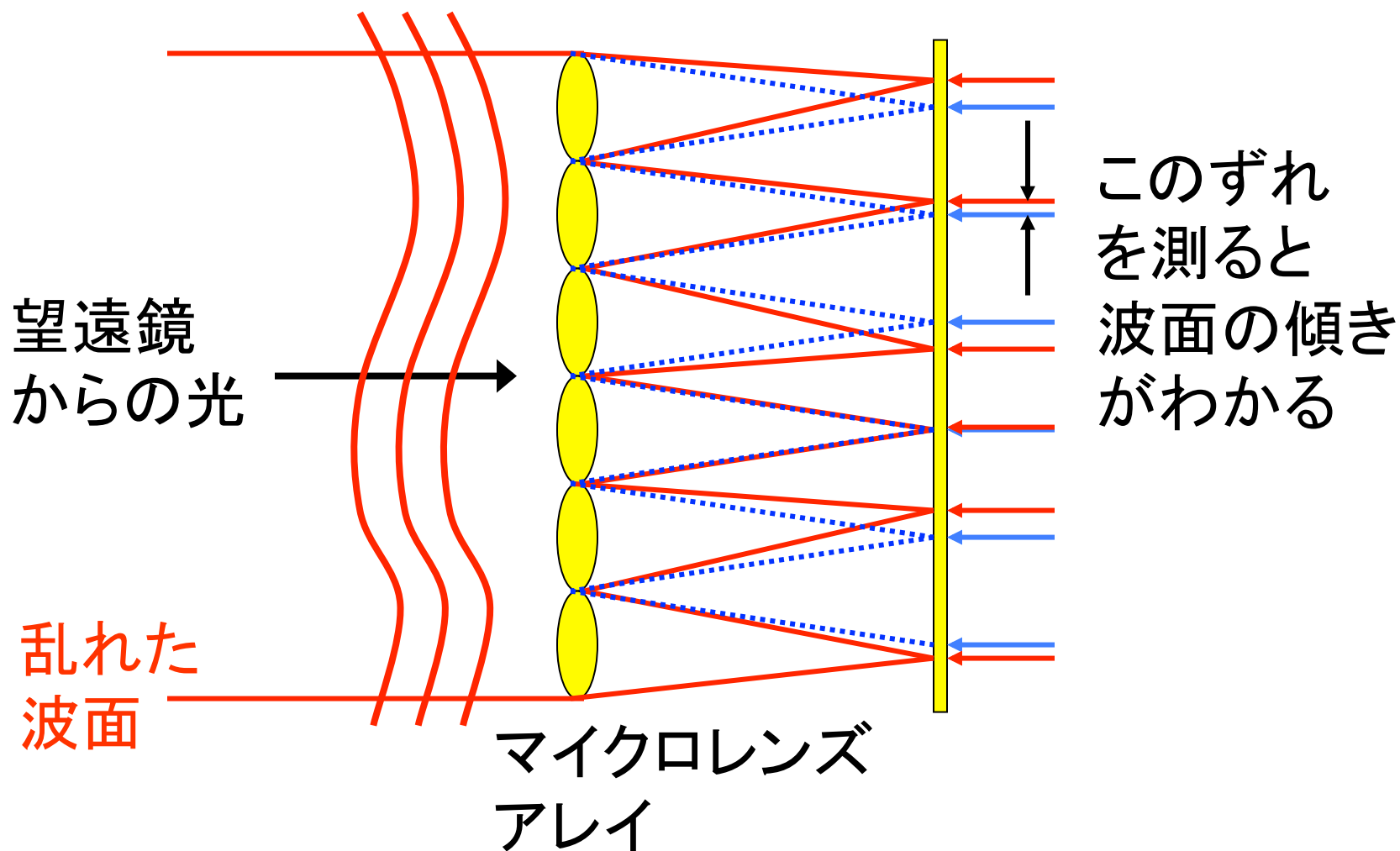
検出器



波面センサー

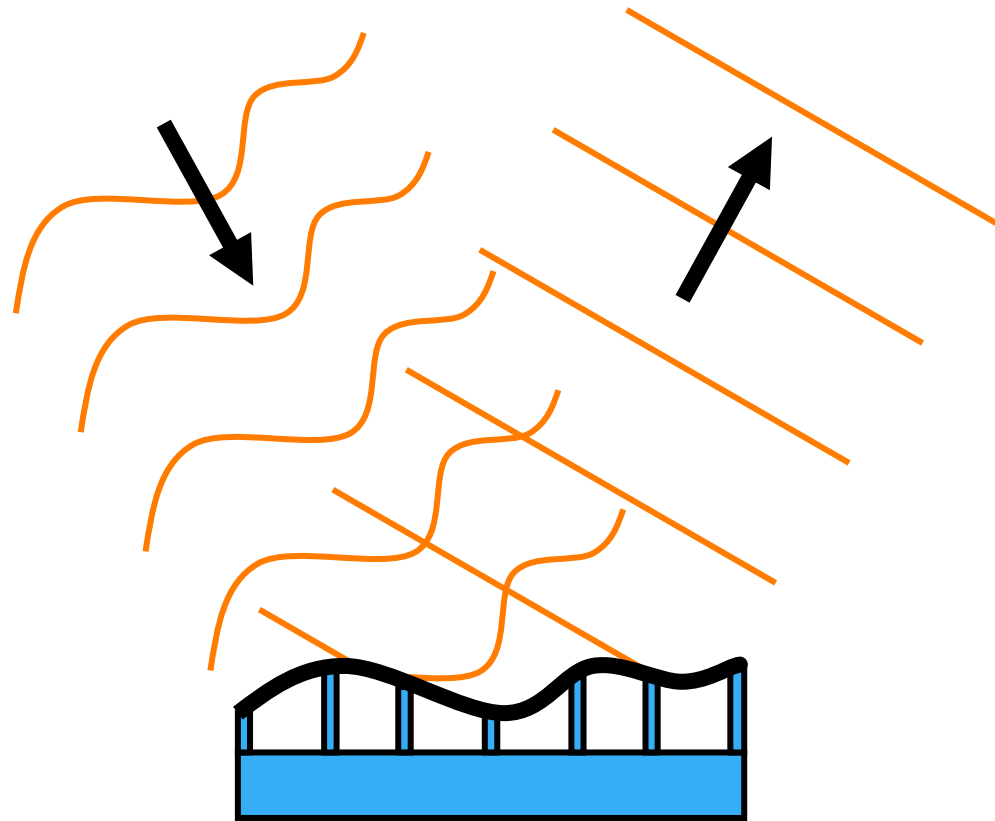
シャックハルトマンセンサー

検出器



可変形鏡

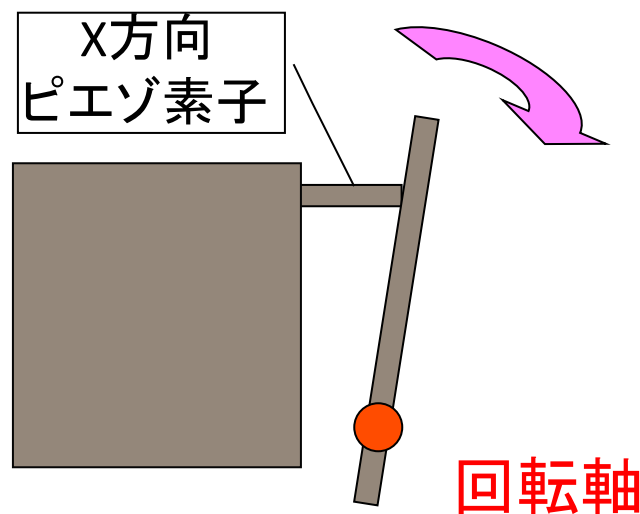
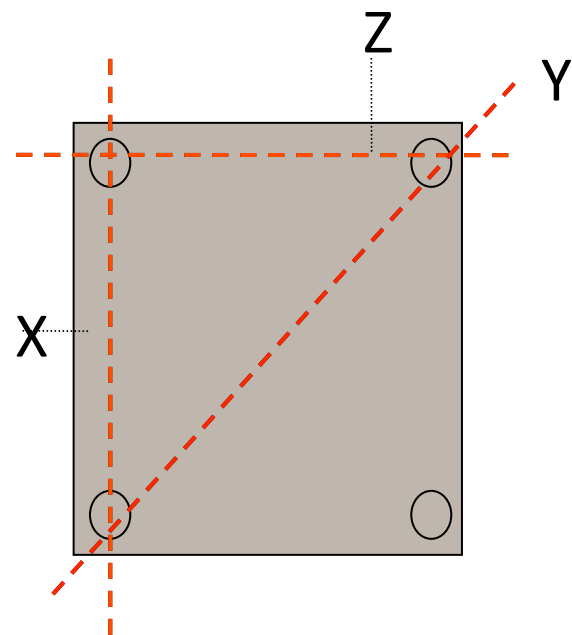
- フェースプレート鏡
 - 連続した鏡に複数の素子を取りつけ、それぞれを単独に動かし変形させる
- バイモルフ鏡
 - 横方向に伸縮特性が正反対の圧電素子を2枚張り合わせて作成
 - 一方が縮み、もう一方が伸びることで曲率を作ることができる



飛騨ではフェースプレートを採用

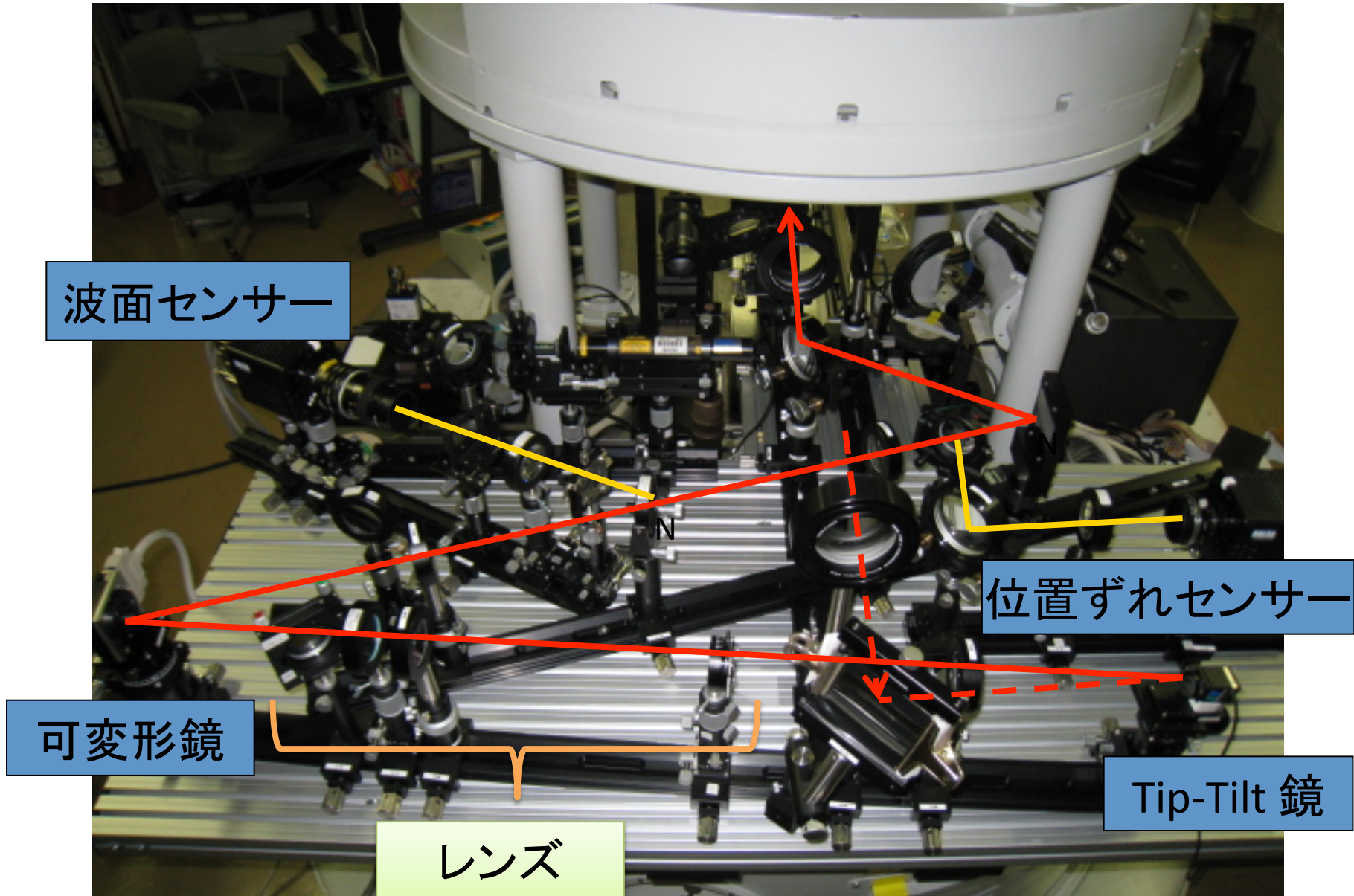
tip-tilt鏡

- 前述の可変形鏡で波面の補正を行う前に、平面の傾きを変えて、波面の大まかな向きを揃えるための鏡
- 制御系は前述の可変形鏡と同じグループで行われる場合と、より高次なAOを設計するためにそれぞれの制御系を分ける場合がある



飛驒では高次な後者の方を採用

DSTにおけるAO



各装置の仕様

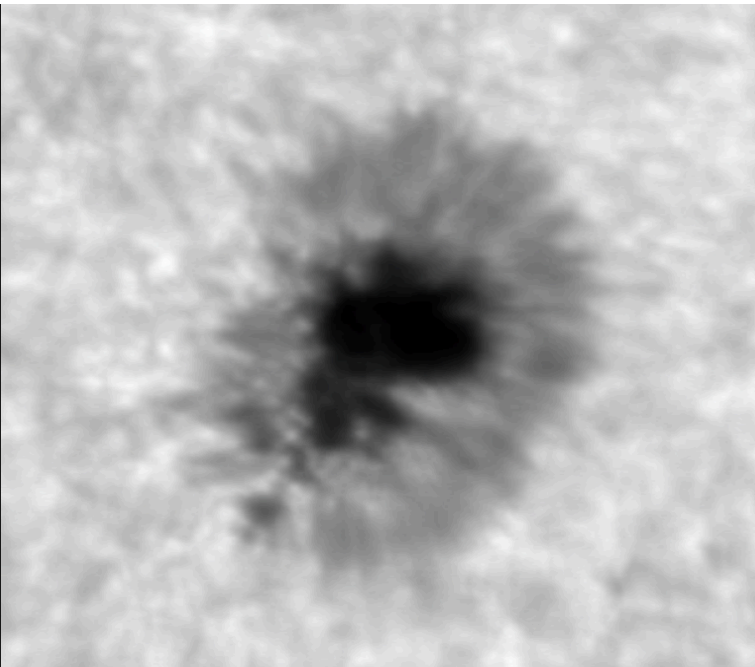
可変形鏡	連続鏡面, 52 電磁型アクチュエータ, 開口直径 : 15 mm (ALPAO)
Tip-tilt鏡	ピエゾアクチュエータ2個 (piezosystem jena)
マイクロ レンズアレイ	6 x 6 直交配列のうち20 小開口使用, 焦点距離 : 28.2 mm (Nalux)
センシング用 カメラ	画素数 : 256 x 256, 画素サイズ10 μ m, フレームレート : 955 fps (Dalsa)
観測用カメラ	画素数 : 1280 x 1024, フレームレート : 9 or 18 fps (Hamamatsu)
制御計算機	Pentium IV 280 Hz および 340 Hz (Dell)

觀測結果

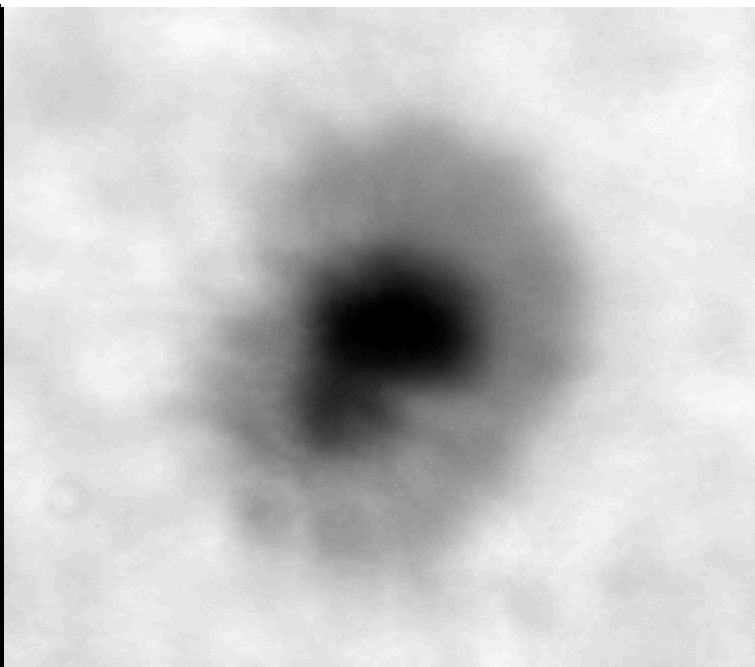
2010.11.21 UT 00:40:35~

視野41.4"x41.4"

觀測波長 : G-band



AO on



AO off

問題点

1. 補償能力が不十分
→現在使用している可変形鏡の能力不足
改善方法：**より素子数の多い可変形鏡を使用する**
2. 光量の損失が大きい
→レンズを多数用いているため
(可視20%以下、赤外5%以下)
改善方法：**レンズを使わずすべてミラーで構成**

まとめ、展望

- AOは太陽観測を行う地上望遠鏡にとって、必要不可欠な装置である
- DSTの現システムでは、AOとして回折限界を達成するには不十分
- 新しい可変形鏡の性能評価、演算処理を速くするためのコード開発
- 2013年実用化を目標に開発中