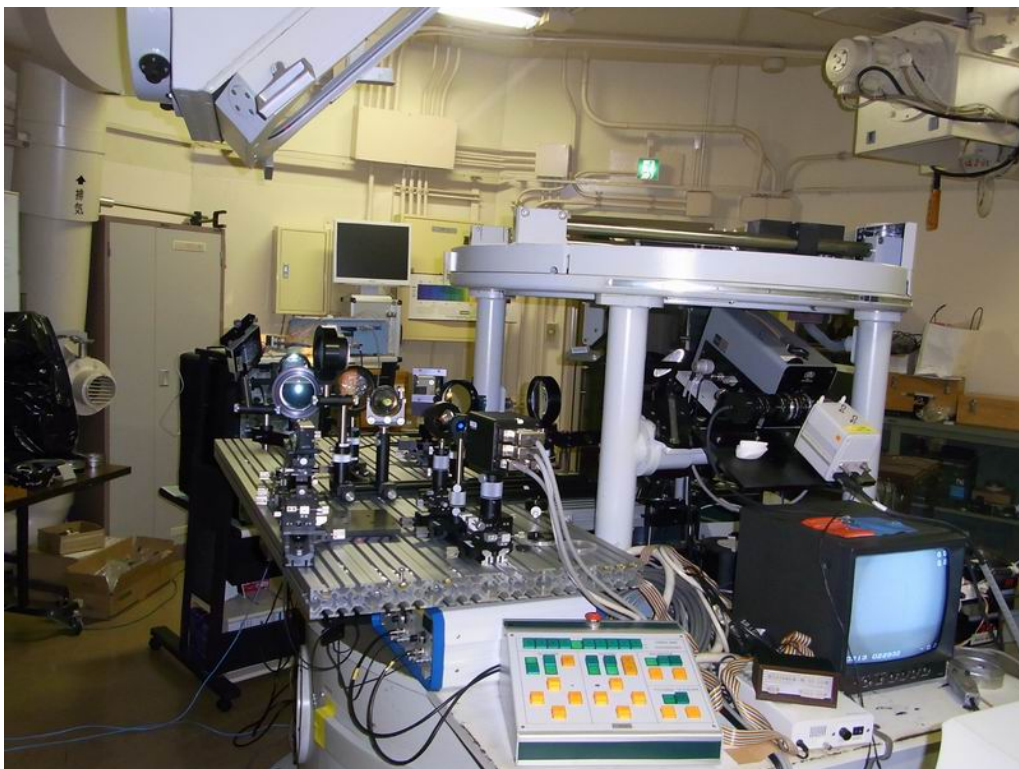


5.2 ドームレス太陽望遠鏡 (DST)

ドームレス太陽望遠鏡の補償光学装置の開発 – 実験から実用へ –

飛騨天文台ドームレス太陽望遠鏡は、太陽像の劣化の原因となる空気の揺らぎ (かげろう) を抑えるため、あらゆる手を尽くした望遠鏡である。望遠鏡の筒全体を真空にする、風の流れを乱す格納ドームを排除する、望遠鏡をかげろうのたやすい地面から離すため 20m を超えるタワーの上に設置する、さらにタワー側面を外気温と同じに温度に制御して空気の対流を防ぐ、といった工夫である。これらの対策によって望遠鏡周りの空気揺らぎは極力低減されているが、解像度の劣化には手の届かない大気の上空での乱流も寄与しており、ドームレス望遠鏡による日常の観測ではこれが観測の分解能を制限している。その結果望遠鏡の口径 60cm を真に発揮した回折限界分解能は、1 年を通して極限られた時間にしか実現できないのが現状である。

大気の揺らぎによる波面の乱れを何とか補正できないか？ これを実現するものが補償光学装置 (Adaptive Optics: AO) である。近年画像処理の高速化や精密光学素子の制御技術の進歩によって AO の有用性が広く認知されるようになり、昼夜を問わず世界中の天文台でしのぎを削って開発している技術である。飛騨天文台においても国立天文台の花岡や北見工大の三浦らのグループが数年前からドームレス望遠鏡においてその開発に取り組んでおり、実験的なセットアップにより実績を積んできた。これをドームレス望遠鏡の実際の観測に生かすべく、AO で波面補正された光を分光器に導くための「AO 常設光学系」を製作している。2008 年度は、垂直分光器室にこれを設置した (写真)。



8枚の鏡と4枚のレンズによって光を一旦光路から取り出した後、途中2つの瞳像に像シフトを補正する可動鏡と波面を補正する可変形鏡、および分光器スリット上の太陽像を移動するためのスキャンミラーが配置され、再び分光器の光路に戻される。現在は像安定化装置とスキャン機構が稼働している状況で、波面補償鏡は2009年度の秋以降に設置する予定である。

本計画で導入するAOは 8×8 に瞳を分割して波面形状を求め、それに見合う素子数の可変形鏡でこれを補正する。制御は約1 kHzを見込んでいる。本装置は日本では初めての太陽観測用AOとなる。川手らによるドームレス望遠鏡におけるシーイング特性(空気揺らぎの空間・時間周波数の確率分布)の評価によれば、観測期間の約10%において本AOが有効に機能すると期待できることがわかった。

AOが実用化すれば高い空間分解能が得られるだけでなく、像が安定化することによってより精度の高い偏光観測も可能となってくる。これによりドームレス太陽望遠鏡では以下の研究を推進することを計画している。

- ・高空間分解・高精度偏光分光観測による微細磁場構造の観測研究。
- ・「ひので」との協調観測による彩層ダイナミクスの研究。
- ・多波長高分解分光観測によるSolar-Cのサイエンス及び搭載装置の検討、
- ・高精度偏光分光観測による新しいプラズマ診断手法の開拓。

(一本 潔 記)

2008年度のドームレス望遠鏡利用報告

本年度は、京大の連携併任教員としての立場で、国立天文台での装置開発の成果を性質の異なる装置に生かすという視点から、ドームレス望遠鏡において以下のような装置開発を行った。

1. 高度偏光分光観測

2007年度以来、ドームレス望遠鏡垂直分光器に強誘電性液晶ポラリメーターを設置しての高度偏光分光観測を行っている。昨年度の結果から器械偏光補正・ポラリメーターの較正の方法を開発したが、これは論文として発表した(Hanaoka, 2009, PASJ 61, 357-365)。今年度も昨年度に引き続き較正データ取得を中心に実験を行っており、ドームレス望遠鏡の鏡の偏光パラメーターを求める観測を、4861~6842 nmの昨年度より拡張した波長範囲で行った。毎年このような測定を行うことで、偏光パラメーターの経年変化を求めることができる。

2. 補償光学

昨年度末に、飛騨天文台・北見工大との協力により、我々の実験装置をドームレスの2階に常置することができた。現在太陽活動極小期で黒点がなかなか現れず補償光学の実験が行いにくいこと、また地上観測の将来計画のためのシーイング測定においては、大気モデルと、その大気を通過した光が複数開口を経て結像した画像のシーイングによる乱れとの関連を正しく把握しておく必要があること、という背景から、今年度はこの常置した装置をShack-Hartmannセンサーとして用いるためのソフトを開発し、太陽のリムの像によるシーイングの研究に用いた(川手修論)。別に記載(pp.18-19)の結果にあるように、シーイング測定に用いられるDIMMのデータの性質を研究することができた。