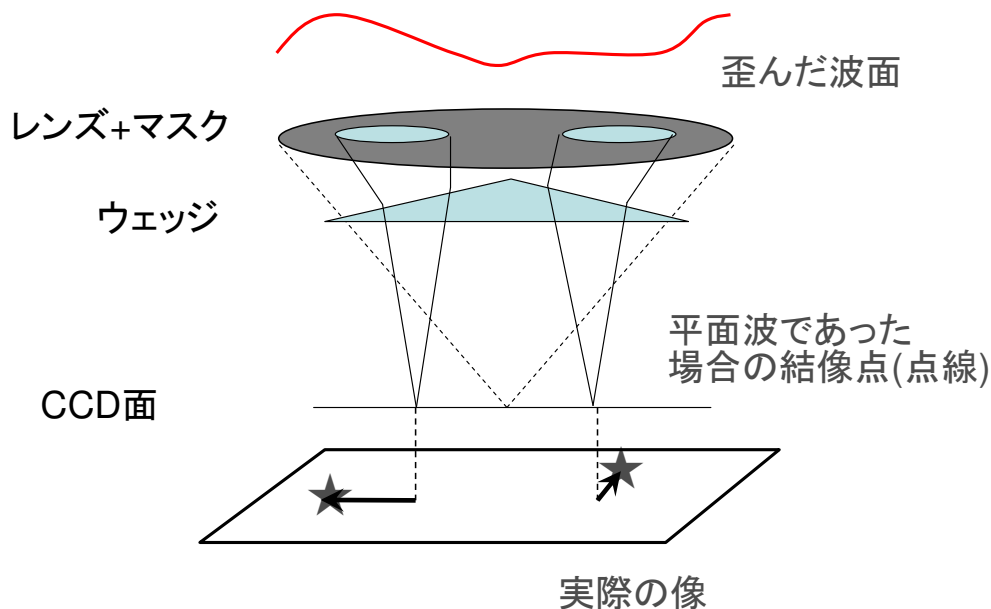


太陽観測における大気揺らぎの定量評価の正当性: シャックハルトマン波面センサを用いた太陽観測用 DIMM の特性 (修士論文)

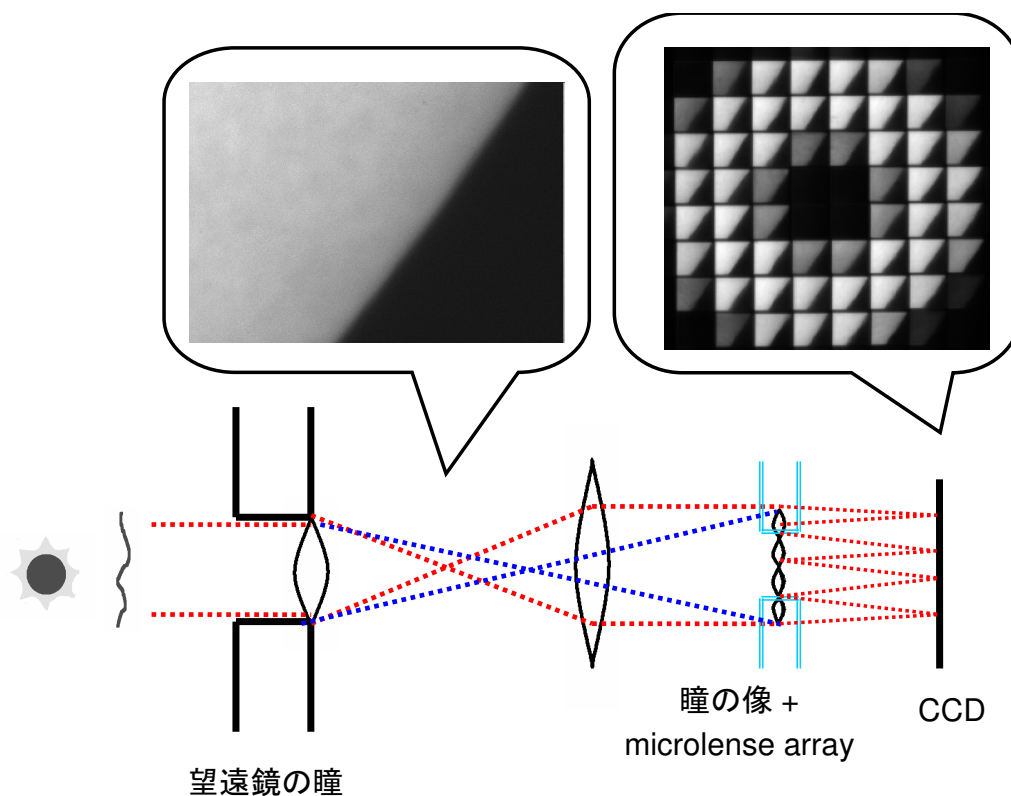
地上から天体を観測する際に、空間分解能の減少要因として大きな割合を占めるものが大気揺らぎ (seeing) である。seeing は周囲の地形・時間・季節等により強度自体が変動し、その揺らぎのパターンも数ミリ秒で変動する。それゆえ地上観測において、観測に適した場所を新たに探す場合、あるいは揺らぎのパターンを光学的に補正する補償光学装置などを設計する場合には、seeing の定量評価を行う必要がある。

seeing の定量評価のひとつとしてフリードパラメータ r_0 (Fried (1965)) というものがある。これは r_0 より大きいどのような口径の望遠鏡であっても、 r_0 を口径とする望遠鏡の回折限界と空間分解能がほぼ等しくなるような大気の状態であるという基準の値であり、通常日中観測で seeing の良い場合で 8cm 程度と言われている。従って全ての大口径望遠鏡は常に seeing の制約下にあると言って良い。

フリードパラメータの計測方法はいくつかあるが、今回は Differential Image Motion Monitor (DIMM) (Sarazin & Roddier (1990)) というものを取り扱った。



これは1つの望遠鏡を光学的に二開口に分割し、局所的な二箇所の大気の揺らぎの度合いを計測することで全体の大気の揺らぎの強度からフリードパラメータを求めるものである。DIMM は夜間、日中観測問わず一般的に seeing 計測として用いられている装置であるが、夜間ではターゲットとするものが星、つまり点源であるのに対し、日中観測では太陽のリムという、空間的に広がった「構造」を用いなければならない。一方、DIMM の結果からフリードパラメータに変換するモデルは主に3種類構築されているが、いずれも点源を仮定したモデルであり、本来空間的に広がった対象を仮定したモデルではない。それゆえ、太陽のリムを用いたフリードパラメータ導出方法が正しいのか、実証を必要とする。



実験は京都大学附属飛騨天文台ドームレス太陽望遠鏡(口径60cm)において、国立天文台及び北見工業大学による補償光学実験装置の一部、シャックハルトマン波面センサを用いて行った。シャックハルトマン波面センサとは、マイクロレンズアレーを望遠鏡の瞳結像部分に設置して擬似的に望遠鏡の開口を分割し、望遠鏡開口部分全体の大気の揺らぎをその結像位置変動から求めるものである。つまり、マイクロレンズアレーで分割された複数の開口(サブアパーチャ)の各組み合わせがDIMMとして機能する。これによりDIMMからフリードパラメータを求めるモデルに必要な観測条件のうち、大気揺らぎの方向と二開口の空間配置を同時に観測することにより、そのモデルの正当性を評価した。

実験条件としてサブアパーチャの像は8x8に分割したものを1kHzで連続的に取得し、その高時間分解ゆえ実際の大气揺らぎの変動を再現することが可能となった。そこで、単純な二開口のDIMMでは得られない風速、風向というパラメータに対するモデルの安定性や、時間的に連続する像を積算することによる露出時間依存性に対する議論も行った。また実験は2008年5月から12月の様々な観測状況(視野内のリムの方向、風速、風向)に対して行った。

その結果現在構築されている3つの点源用のモデルのうち、Sarazin & Roddier (1990)によるモデルと10%以内で空間配置として一致する結果となった。また露出時間×風速の増加により、フリードパラメータを大きく見積もってしまう事を定量的に議論することが出来た。

(川手 朋子 記)