

3. 高度偏光分光観測

国立天文台では強誘電性液晶によるポラリメーターを開発し、高感度 imaging polarimetry を実現している。一方分光観測も太陽における偏光の研究においては重要であるが、ドームレスの高性能分光器であれば高度偏光分光観測が可能となる。そこで、国立天文台の液晶ポラリメーターをドームレス望遠鏡垂直分光器に設置し、器械偏光補正・ポラリメーターの較正の方法を開発し、実用的なレベルの高度偏光分光測光をたちあげた。

(花岡庸一郎 (国立天文台/京大連携併任) 記)

補償光学系への新しい可変形鏡の導入と Multi-conjugate 波面センシング実験

補償光学系 (AO) は、地球大気のゆらぎの影響を実時間で補正するものであり、太陽表面上の微細な構造の情報を獲得し、太陽物理学にとって重要なデータを得るためには、地上太陽望遠鏡には必須の装置である。我々は、飛騨天文台 DST 垂直分光器用 AO の開発を進めている。2007 年度には、52ch の電磁型可変形鏡を装置に組み込み、AO の改良を行った。また、AO の開発と並行して Multi-conjugate 波面センシング手法の開発も行った。

新しい可変形鏡を用いた装置を組み上げ、シミュレーション実験によって性能確認を行った。ゆらぎを与えていないときのレーザースポットのストレール比は 0.600 であり、以前の鏡を使っていた場合の 2.23 倍であった。図 1(a) は AO を動作させていない場合の長時間露光像である。図 1(b) ~ (e) は、周波数の異なるゆらぎを与えて、AO を動作させたものである。32Hz の場合にはストレール比が 0.024 から 0.400 まで向上した。ただし、ゆらぎの周波数が大きくなるにつれて、ストレール比が小さくなった。残念ながら、2007 年 11 月に改良した装置を用いた観測を実施したが、悪天候のため良好な結果を得ることができなかった。

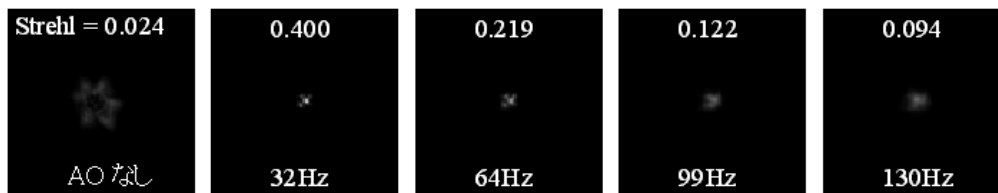


図1 シミュレーション実験によって得られたレーザースポット像

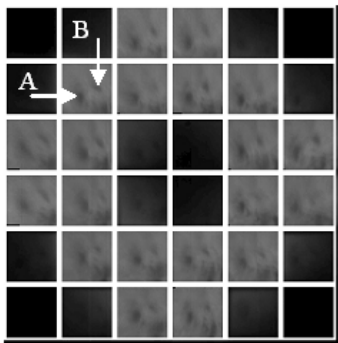


図2 波面センサーで観測された像

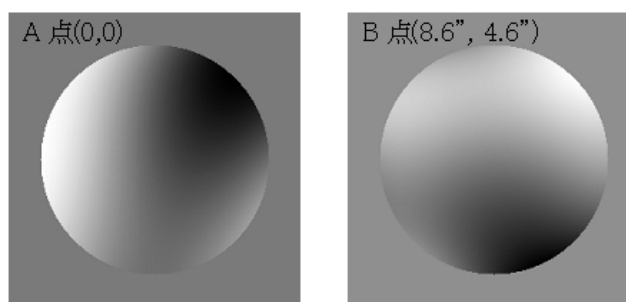


図3 求められた波面位相分布

2008年3月には、Multi-conjugate 用波面センサーを用いてデータ取得を行った。図2が取得したデータの一例である。各サブアパーチャの視野は約24秒角である。基準となるサブアパーチャ中で参照パターンを指定し、他のサブアパーチャにおける参照パターンとの相対位置を絶対差和を用いて検出する。これらの相対位置ずれからゼルニケ多項式の係数を導出することができる。このような広い視野では、大気ゆらぎの状態は均一ではなく、場所ごとに異なっている。このため、異なる位置にある参照パターンを指定すれば、異なる角度での波面検出が可能となる。なお、使用したゼルニケ多項式の係数は tip-tilt を除いた14項である。図3は、異なる二箇所計測された波面の様子を示している。A点とB点の位置関係は図2に示してある。この2点間では波面ゆらぎが完全に異なっているのがわかる。

(三浦則明、能任祐貴、加藤秀輔(北見工大)、馬場直志(北大工) 記)

光球磁場キャンセレーション領域における磁場・速度構造の変化観測

太陽の表面(光球)にはたくさんの正極、負極の視線方向磁場要素を見ることができる。これらの磁気要素はキャンセレーションという現象を起こす。これは、その名の通り正極と負極の磁気要素が衝突し消滅してしまう現象である。キャンセレーションは、フレア・フィラメント形成・X線輝点(XBP)などさまざまな太陽活動現象と関係があるとされているが、その磁場構造・速度構造の変化については未だ観測された例が少ない。また、その物理的解釈は理論的観点から浮上であると考えられているが、ループの沈降であってもキャンセレーションとして見える。これらについては決定的に区別されているとは言えない。

2007年9月10日(UT)から13日にかけて、飛騨天文台のドームレス望遠鏡(DST)、ひので衛星、TRACE衛星との共同観測を行った。その結果、9月10日の観測でキャンセレーションを捉えることができた。DSTでは $H\alpha$ 線の高時間分解画像を取得している。それにより、彩層での構造を詳細に見ることができる。また、今回の観測では $H\alpha$ 線近傍の5波長を観測した。これは、彩層でのドップラー速度を求めるためである。さらに、ひので衛星の可視光望遠鏡(SOT)のスペクトロポリリメータ(SP)の光球磁場3成分と光球磁場のドップラー速度、フィルタグラム(FG)の光球磁場データ、極紫外撮像分光装置(EIS)による彩層-遷移層でのドップラー速度、X線望遠鏡(XRT)の高時間分解コロナ撮像データ、TRACE衛星による遷移層の高時間分解撮像データを用いることで、光球磁場キャンセレーションに伴った光球-彩層-遷移層-コロナにまたがった速度構造、磁場構造の変化を調べることができる。

今までの解析で、キャンセレーションに伴い極紫外線画像・X線画像での増光が見られた。さらに、その増光は光球磁場のキャンセレーションよりも速いタイミングで終わってしまうことが確認された(図1)。また、EISによるスペクトルデータから彩層-遷移層においてレッドシフト(上空から光球に沈降する速度)が見られている(図2)。これらは、上空での磁気リコネクションの結果、磁気ループの沈降を支持する結果である。