

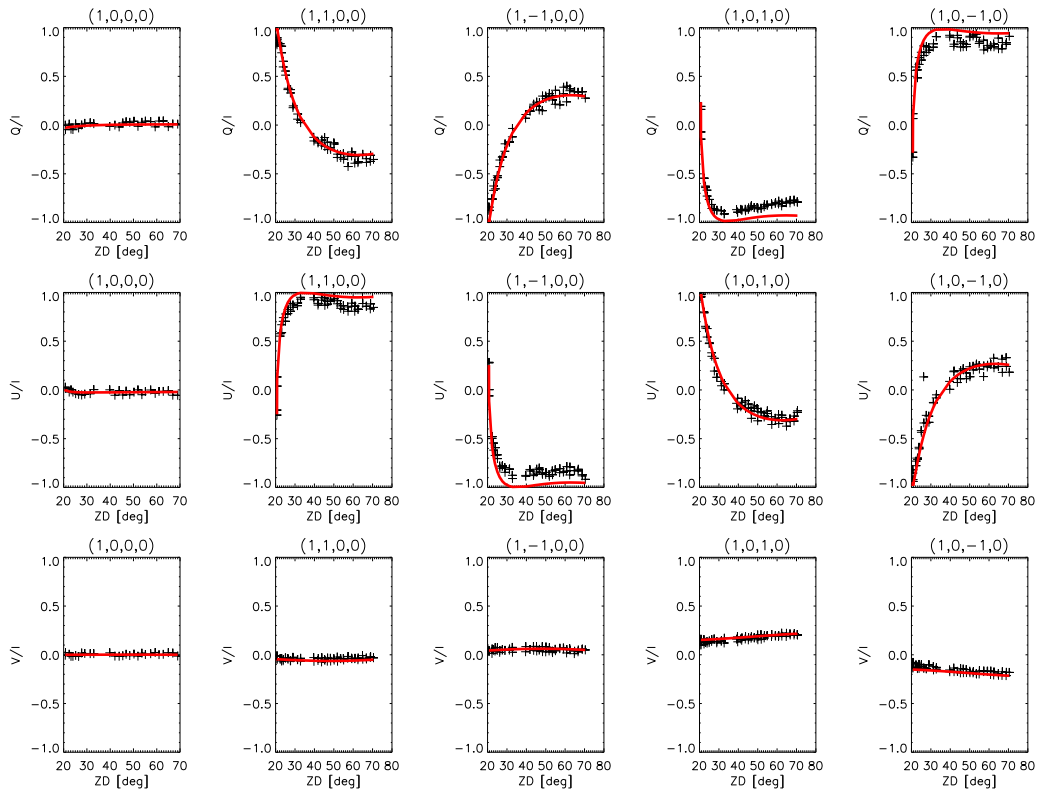
飛騨天文台ドームレス太陽望遠鏡における多波長偏光ポラリメーターの開発 (修士論文)

太陽表面上空の温度 10000 度、厚さ 2000 km の層を彩層と呼ぶ。彩層大気は磁気圧とガス圧がほぼ同程度の気体である。よって彩層には複雑で激しい現象が数多く存在する。その主な例として spicule が挙げられる。太陽の縁を彩層によって形成されるスペクトル線で観測すると細く尖った小さな構造が無数に存在することが確認できる。この細く尖った構造が spicule と呼ばれるジェットである。これまで spicule は plage 領域と呼ばれる彩層大気が明るく高密度な領域では観測されないとされてきた (Zirin 1974; Shibata & Suematsu 1982)。しかし、高空間分解能な観測を可能にした太陽観測衛星「ひので」によって plage 領域にも spicule が存在することが確認された。本論文では「ひので」のデータを用いて plage 領域の spicule を詳しく統計解析し、(1) plage に spicule が存在すること (2) 静穏領域の spicule に比べ plage の spicule は短く、一定の加速度で放物運動をすること (3) 多くの plage spicule (80 %) は上昇したあと足下に戻ってくる一方で、10% くらいは足下に戻りきらず途中で消えてしまうこと (4) spicule の減速度は最大速度 (初期速度) に比例することの 4 点を明らかにした。また上記の観測的特徴から plage 領域の spicule は放物運動をしており衝撃波によって加速されるモデル (Shibata & Suematsu 1982; Hansteen et al. 2006) で説明できることを示した。plage 領域の spicule についての体系的な研究は本研究が初めてと言える (Anan et al. 2010)。

Plage 領域の spicule についていくつかの特徴が明らかになった一方で、spicule の無くなるメカニズムなどいくつかの問題も残された。spicule は磁場の影響を大きく受けることから、偏光観測し磁場情報を得ることによってそれらの問題が明らかにされると考えられる。さらにスペクトル線の偏光はゼーマン効果による磁場情報にとどまらず、スタルク効果による電場、ハンレ効果による彩層磁場、衝突偏光による非熱粒子等の診断を可能にすることが期待され、今後広い波長域での高精度な偏光観測が強く求められている。一方、飛騨天文台ドームレス太陽望遠鏡は高波長分解能な分光観測が可能な望遠鏡であり、スペクトル情報から太陽表面現象の物理量を導出するのに適した望遠鏡である。またこの望遠鏡には光球によって形成されるスペクトル線 (6302.5 Å) での偏光観測が可能なポラリメーターが設置されている (Kiyohara et al. 2004)。我々はドームレス太陽望遠鏡での彩層や光球のスペクトル線を含めた幅広い波長帯で高精度な偏光観測を可能にし、spicule や他の太陽表面現象の理解をより深いものとするためドームレス太陽望遠鏡における多波長偏光ポラリメーターの開発を行った。

本研究の偏光測定システムはドームレス太陽望遠鏡垂直分光器のスリット下に設置した回転波長板を偏光モジュレーターとし、偏光ビームスプリッターによって分けた 2 つのスペクトルを同時に取得するというものである。従来の偏光測定システムは用いたカメラが高速に画像を取得することができなかつたため、波長板を連続回転させ連続的に撮影することができず、30 秒間の撮影で偏光精度約 0.2% であった。そこで我々は高精度な偏光観測を実現するため、高速 CCD カメラを導入することによって、波長板を連続回転させ連続的に画像を取得する偏光測定システムを構築した。この開発により 10 秒間の撮影で偏光精度約 0.07% の偏光観測が可能になり、従来のシステムよりも格段に効率よく偏光測定できるシステムを構築することができた。また天体からの偏光を正しく導くためには望遠鏡の偏光特性を知っておく必要があり、本研究では赤外域にある 2 つのスペクトル線 (Ca

II、He I) に対して行った。現在キャリブレーション用のデータが取得できた段階であり、偏光キャリブレーション、精度の評価については今後の課題となっている (下図)。



キャリブレーション用の観測データ (黒十字) と望遠鏡偏光特性モデルによるフィッティング (赤線)。観測データはストークスベクトル $(I, Q, U, V) = (1, 0, 0, 0), (1, \pm 1, 0, 0), (1, 0, \pm 1, 0)$ の偏光をそれぞれ望遠鏡に入射し、He I 近傍の連続光の偏光度を測定したもの。横軸は観測時の太陽の天球上の位置を示す角度の 1 つ Zenith distance。

Reference:

- Anan, T., et al. 2010, PASJ, 62, 871
- Hansteen, V., De Pontieu, B., Rouppe van der Voort, L., van Noort, M., & Carlsson, M. 2006, ApJ, 647, L73
- Kiyohara, J., Ueno, S., Kitai, R., Kurokawa, H., Makita, M., & Ichimoto, K. 2004, in *Proc. SPIE, 5492*, ed. A. F. M. Moorwood and M. Iye, 1778.
- Shibata, K., & Suematsu, Y. 1982, Sol. Phys., 78, 333
- Zirin, H. 1974, in *Chromosphere Fine Structure, I.A.U. Symp. No. 56*, ed. R. G. Athay (D. Reidel Publishing Company, Dordrecht) p. 161.

(阿南 徹 記)