

## 5 研究活動

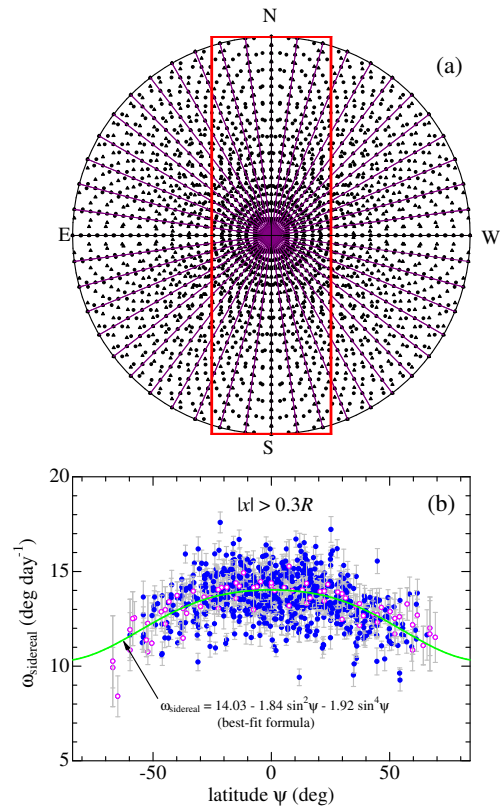
### 5.1 研究トピックス

#### ヨードセル法を用いた太陽面視線速度観測に基づく差動回転則の決定

太陽の差動回転は磁場活動を引き起こす源となるので重要であるが、定量的にはまだ十分によく理解されているとはいえない。観測的手法の観点から見ると、黒点の見かけの移動を追って自転の差動度を調べる方法は直接的で簡単ではあるが、高緯度領域が探れないなどの問題点もあり、分光観測でガスの視線速度を測定する方法（ドップラー法）も欠かせない。ただこの分野はこれまで特別の観測機器を用いる光電的ドップラー補償法の独壇場となっており、通常の分光観測での差動回転決定はいくつか例はあるが満足できる結果は得られていないのが現状である。そこで今回我々は、ヨードセル法（ヨウ素ガスフィルターを通して分光してスペクトルに焼き込んだ多数のヨウ素分子線を比較スペクトルにして高い視線速度精度を達成する）を用いて太陽差動回転を求めることを企てた。

観測は2010年7月20日と21日の両日、京都大学附属飛騨天文台のドームレス太陽望遠鏡（DST）の水平分光器に、国立天文台岡山観測所で開発したヨードセルを持ち込み機器として装着して太陽ディスク全面の分光観測を行った。波長域は5188–5212 Åに設定し、両日とも観測は半径方向に13ステップ（1/12太陽半径刻み）、角度方向に48ステップ（7.5度刻み）、すなわちディスク面上の13×48=624点それぞれにスリットを当てて行った。ただし7月20日はスリットの向きは東西に固定、7月21日は南北に固定した。またスリットの長さ方向三分割して三本のスペクトルを求めたから結果的に観測点は更に3倍になり、延べ624×3×2=3744点である（図1(a)）。

この各点で得た「太陽+ヨウ素分子吸収線入り」スペクトルを、別途取得した「太陽のみ」テンプレートスペクトルと「ヨウ素分子吸収線のみ」スペクトルと合わせて解析して、その点でのテンプレートに対する相対視線速度  $V_{\text{rad}}$  を求めた（手法の詳細については



(a) 二日間の観測でスペクトルが得られた点の太陽ディスク面上のプロット。赤線で囲った部分は誤差が増幅するために自転角速度決定には用いなかった領域。(b) 得られた対恒星自転角速度 ( $\omega_{\text{sidereal}}$ ) と日面緯度 ( $\psi$ ) の関係。白抜きシンボルはリムから得られた結果。実線は最適なフィットが得られた解析式を表す。

文献 [1] を参照)。平均的誤差は  $\sim 20\text{--}30 \text{ m s}^{-1}$  である。この  $V_{\text{rad}}$  に対して更に地球運動の補正を加えて太陽中心系に直した値から日面緯度 ( $\psi$ ) で対恒星自転角速度  $\omega_{\text{sidereal}}$  を求めた。この際以下の二点に注意を払わなければならなかった。

- (1) 東半球と西半球の対応する値を平均して非対称性をならすこと、
- (2)  $x$  (子午線からの距離) の小さい観測点は誤差が増幅されるので除外すること (今回は  $|x| > 0.3R$  の観測点のみ用いた; 図 1(a))。

結果として得られた  $\omega_{\text{sidereal}}$  vs.  $\psi$  関係を図 1(b) に示す。これを良く用いられる解析式  $\omega_{\text{sidereal}} (\text{deg day}^{-1}) = A + B \sin^2 \psi + C \sin^4 \psi$  でフィットさせるべく最小自乗法で係数 ( $A, B, C$ ) を求めると  $A = 14.03(\pm 0.06)$ 、 $B = -1.84(\pm 0.57)$ 、 $C = -1.92(\pm 0.85)$  となった。この係数はこれまでに (主にドップラー補償法で) 得られた結果と良く一致する。従って「単にヨウ素ガスフィルターをスリットの前に置いて分光するだけ、という大変安価で簡単な方法でも (特殊な精密装置を用いる手法に匹敵するほどの) 太陽差動回転の十分精度の良い決定が可能である」ということが示された。

本研究の詳細については文献 [2] を参照されたい。

参考文献:

- (1) Takeda, Y., et al., 2002, PASJ, 54, 113.
- (2) Takeda, Y., Ueno, S., 2011, Solar Phys., in press.

(竹田洋一 (国立天文台)、上野悟 記)

## 高速回転波長板ポラリメーターの実験

太陽活動の源泉である磁場を測定するためには、磁気大気によって生ずる偏光を観測する。最近では偏光測定において  $10^{-4}$  の感度が常識 になりつつあり、測定の高度化が著しい。このような高度な測定に おいてもっとも大きな誤差要因は、地上観測の場合はシーイングによって生ずる偽偏光である。このシーイングによる影響を軽減するひとつの方法が、偏光変調を高速化することで変調をかけて撮像した各画像間のシーイングによる位置ずれや歪みによる差を減らす、というものである。従来我々はこの目的のために強誘電性液晶と高速カメラ (数百フレーム/秒) を組み合わせ、高感度偏光測光を実現してきた。しかしながら強誘電性液晶ポラリメーターには、波長が設計値からはずれると著しく変調効率が落ちて様々な吸収線での観測が難しい、経年変化・寿命がある、といった欠点もある。

一方、変調デバイスとしてよく使われる回転波長板は高速変調にはあまり用いられなかったが、最近では高速の中空モーターが入手できるようになり、回転波長板で高速変調を行えるようになってきた。さらに波長板も真ゼロオーダーという形の物が入手容易になったことで、ひとつの波長板で広範囲の波長に対応できるようになっている。そこで我々は次世代の高速変調偏光測光のため高速回転波長板ポラリメーターを試作し、ドームレス望遠鏡の垂直分光器に取り付け、評価実験を行った。波長板を毎秒 12.5 回転、カメラのフレームレートを 200/秒とする高速変調の設定である。下の図に実際に 2010 年 11 月 16 日