

5 研究活動

5.1 ドームレス太陽望遠鏡共同利用報告

太陽大気速度場の異方性並びに深さ依存性の分光学的研究

太陽面の各点で色々なスペクトル線(形成層が異なる)のドップラー幅を測定することで太陽大気中速度場の異方性(動径成分と接線成分の間の大小関係)や深さへの依存性を調べることができる。しかしこの種の太陽の分光学的研究は弱いラインのみを用いた限定的なものしか行われておらず1970年代以降はほとんど影を潜めほとんどなされてない。今回我々は、理論的輪郭とのフィッティングという効率の良い解析手法に基づき、色々な強度の多数のスペクトル線を用いてこの問題に新たな観点から取り組むことにした。

観測は2015年11月3日、4日、5日の三日間京都大学飛騨天文台ドームレス望遠鏡(DST)を用いて行なった。DST水平分光器で太陽面子午線上の円盤中心から縁まで30"間隔の32点における観測を30の波長域(各々約24 Åをカバー)で繰り返すことで結果的に5190-5450 Å, 5650-5690 Å, 5830-5870 Å, 6050-6310 Å, のスペクトルが得られた。

解析は観測データの輪郭と理論的モデル輪郭と比較して、 ϵ (化学組成)、 V (視線方向の速度分散)、 $\Delta \lambda$ (波長シフト)を変えて最も良くフィットする解を求める最適化問題に定式化して行なった。このフィッティング解析を86本の素性の良いスペクトル線に対して円盤上それぞれ32点のデータについて適用し、それぞれのケースに対して線形成層の深さも計算した。

観測的に求められた視線方向の速度分散(V)は動径方向の成分(V^{rad})と接線方向の成分(V^{tan})で構成され、ガウシアン分布にもとづく

$$V^2 = (V^{rad} \cos \theta)^2 + (V^{tan} \sin \theta)^2$$

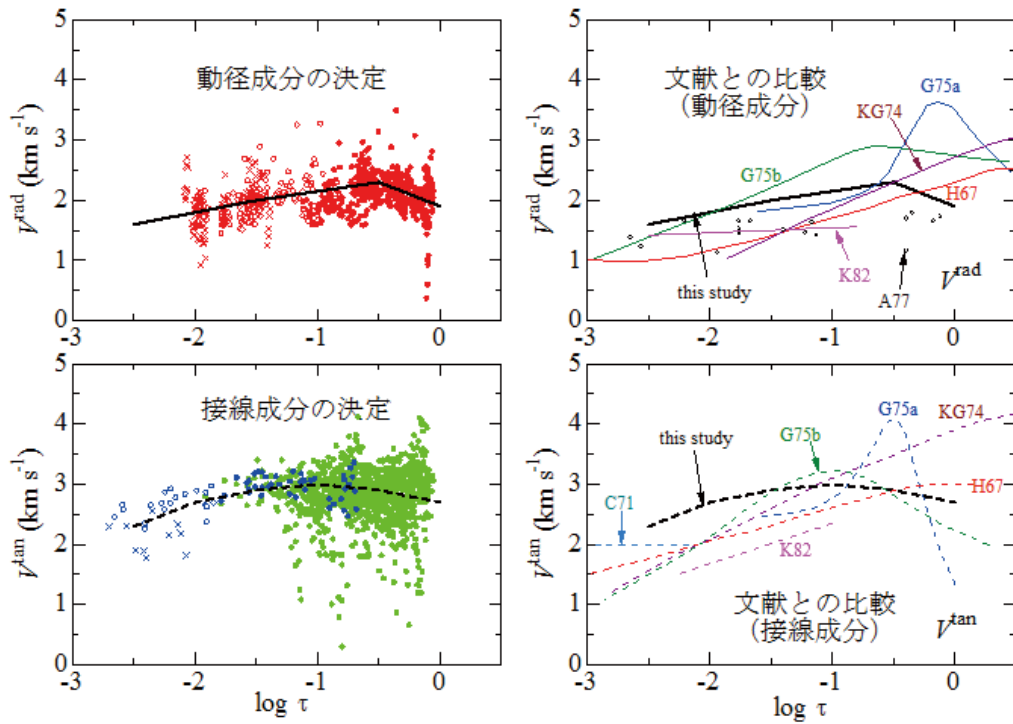
という関係式を仮定して V^{rad} と V^{tan} の両成分を求めたところ次頁図のような結果が得られた(左の二枚:シンボルは各々のデータで平均的關係を線で示す)。傾向の特徴は以下のようによまとめられる。

- (1) 一般に $V^{tan} > V^{rad}$ の大小関係がある、
- (2) 両者とも深さにつれて増加する傾向を見せる、
- (3) ただ光球深くではやや減少のきらいがある。

これを1960-1970年代の色々な文献で報告された傾向と比較した結果が図の右側の二枚であるが、概ね傾向は一致することがわかる。もっとも $\log \tau > \sim -0.5$ の深い層ではやや定性的な食い違いも見られるが、四十年前の不十分なデータに基づく古典的な手作業測定でも結構信頼に足る結果を出していたと言ってよかろう。

【参考文献】 “Does the radial-tangential macroturbulence model adequately describe the spectral line broadening of solar-type stars?”

Takeda Y., UeNo S., 2017, PASJ 69, 46



(竹田洋一 (国立天文台)、上野悟(飛騨天文台) 記)

multi-conjugate補償光学実験とpost-AO画像処理手法の開発

我々は飛騨天文台ドームレス太陽望遠鏡用の補償光学系(AO)の開発を進めている。2015年度には、2015年5月と9月の計2回観測を実施し、マルチコンジュゲート(MC)AO実験と、AOで部分補償された太陽像をさらに改善する画像処理手法の開発を行った。

MCAOでは、上空ゆらぎ位相と地表層ゆらぎ位相を別個に決定するため、トモグラフィック波面センシング法を開発する必要がある。図1は取得されたデータの一例である。通常のShack-Hartmann波面センサーに比較して視野を広くとっている。視野中にある三つの黒点それぞれで波面センシングを行った結果が図2(a)-(c)である。(b)と(c)は比較的近く(約5秒角)、isoplanatic角内にあると考えられるので、位相パターンが比較的似ていることがわかる。得られた3方向の位相パターンから、上空ゆらぎ層までの距離を5kmと仮定して得られた結果が図3である。この図の結果から、各方向の位相パターンを再構成して図2(a)-(c)と比較した結果、誤差はそれぞれ0.01、0.01、0.01となり、上空位相と地表層位相への分解は正しく行われたことを確認した。ただし、上空ゆらぎ層の高さをどのように決定するかは重要な開発課題として残っている。また、推定の精度を上げるためには計測点の数を増やす必要があり、このとき計算速度が不足することも実用上深刻な問題である。

画像回復法の開発も進めている。Phase Diversity法やバイスペクトル法の使用を前提とし、必要なデータ取得を行った。現在、計算機コードの開発を進めているところであるが、シーイング状態の良いデータが不足しており、さらに観測を実施することを計画している。

これらと平行して、飛騨常設AO装置の性能を検証するための計算機シミュレーションを実施した。計算機内で地表層と上空層の波面ゆらぎを発生させ、それぞれ風速10、20m/s