

超高周波p-mode (100 mHz) の観測

太陽表面(光球)においては乱対流運動が生じており、絶えず音波を生成している。光球で形成される吸収線のドップラーシフト量を測定することで、速度場が2-5mHz (3-8分)程度で振動している様子を捉えることができる。音波の高周波成分は、上空大気(彩層)へのエネルギー輸送の役割を担うと考えられている一方で、報告例はあまりない。

特に、100mHz以上の超高周波成分のドップラー観測において、興味深い振る舞いが期待される。これは、音波の分散関係式「 $c=\lambda/f$ (c :音速; λ :波長; f :周波数)」と輻射輸送理論から予想されるものである。分散関係式より、高周波ほど波長が短くなる。光球における音速はおよそ $c=7$ km/sであるから、70mHzで100 kmの波長となる。一方、観測される光は視線方向に積分された物理量を反映している。積分される距離は典型的に光子の平均自由行程で定義され、光球ではおよそ100km程度となっている。この距離より短い空間スケールにおける反対符号の信号はキャンセルされるのである。本研究では、期待される「超高周波成分のキャンセル効果」が、どのように観測されるかに着目した。

観測には飛騨天文台ドームレス太陽望遠鏡を用い、「ひので」のサンプリング周波数を一桁上回る0.1秒間隔で分光データを取得した。波長帯は5434・6302・8542 [Å]の3つである。解析には、2018年10月3日13時27分-14時03分に連続観測したデータを用いた。

ドップラー速度場の導出には、鉄の吸収線(Fe I 6301.5 [Å])中心からの波長シフト量を計算した。得られたドップラー速度場の時間-空間図をFig.1に示す。時間方向に5分程度の振動成分が卓越していることがわかる。速度場のパワースペクトルを解析した結果をFig.2に示す。5分の振幅が周波数空間上で最大値を取っている。一方、70mHz以上の高周波域において、 $-5/3$ の冪指数で減衰している結果が得られた。この冪指数は、乱流の振る舞いにおいて期待されるものであり、シーイングによる影響が支配的だったことが考えられる。今後、「超高周波成分のキャンセル効果」による減衰量(冪指数)を見積もることで、観測されたパワースペクトルを説明できるかを検討する。

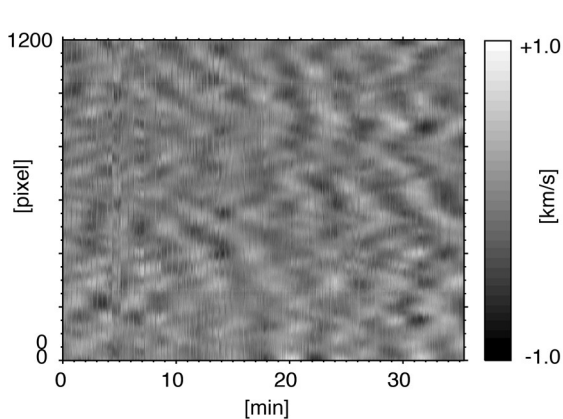


Fig 1. ドップラー速度場。符号は、負(黒)が観測者に近づく方向、正(白)が観測者から遠ざかる方向を示している。

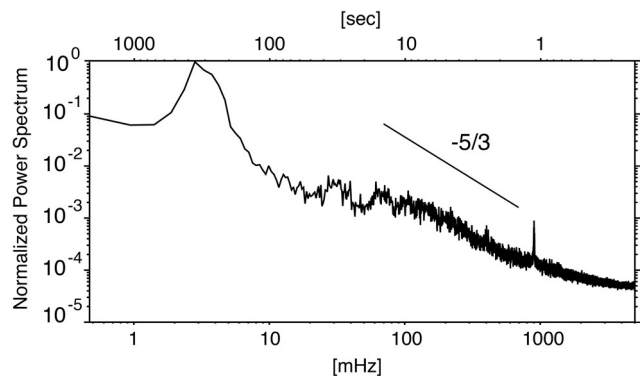


Fig 2. ドップラー速度場のパワースペクトル。値は最大値で規格化している。

(大場崇義, 川手朋子(宇宙科学研究所) 記)