

微細磁束管とコロナ加熱

太陽の外層大気は、光球（表面）では 6000 度の温度が、高度があがるほど温度が高くなりコロナ（表面から $\sim 10^4$ km 以上）では、100 万度以上になっている。低温物質から高温物質へと熱としてエネルギーを輸送することはできないために、非熱的な形態でのエネルギー伝搬と散逸が起きているが、詳細は未解明である。これを「太陽コロナ加熱問題」と呼ぶ。太陽コロナを X 線で見ると、表面の端点 (足下) を持ついくつものループ上の構造からなることが分かる。これらのループ構造の足下には、黒点に代表される磁場が強くなった領域である。すなわち、X 線で見えるループの正体は、磁力線であり、その周りからみついた高温のプラズマが X 線を放射しているのである。ループと足下の磁場の対応から、コロナ加熱機構には磁場が本質的な役割を果たしていることは確実であり、ループ足下の磁力線の運動から加熱機構を探ることができると考えられている。

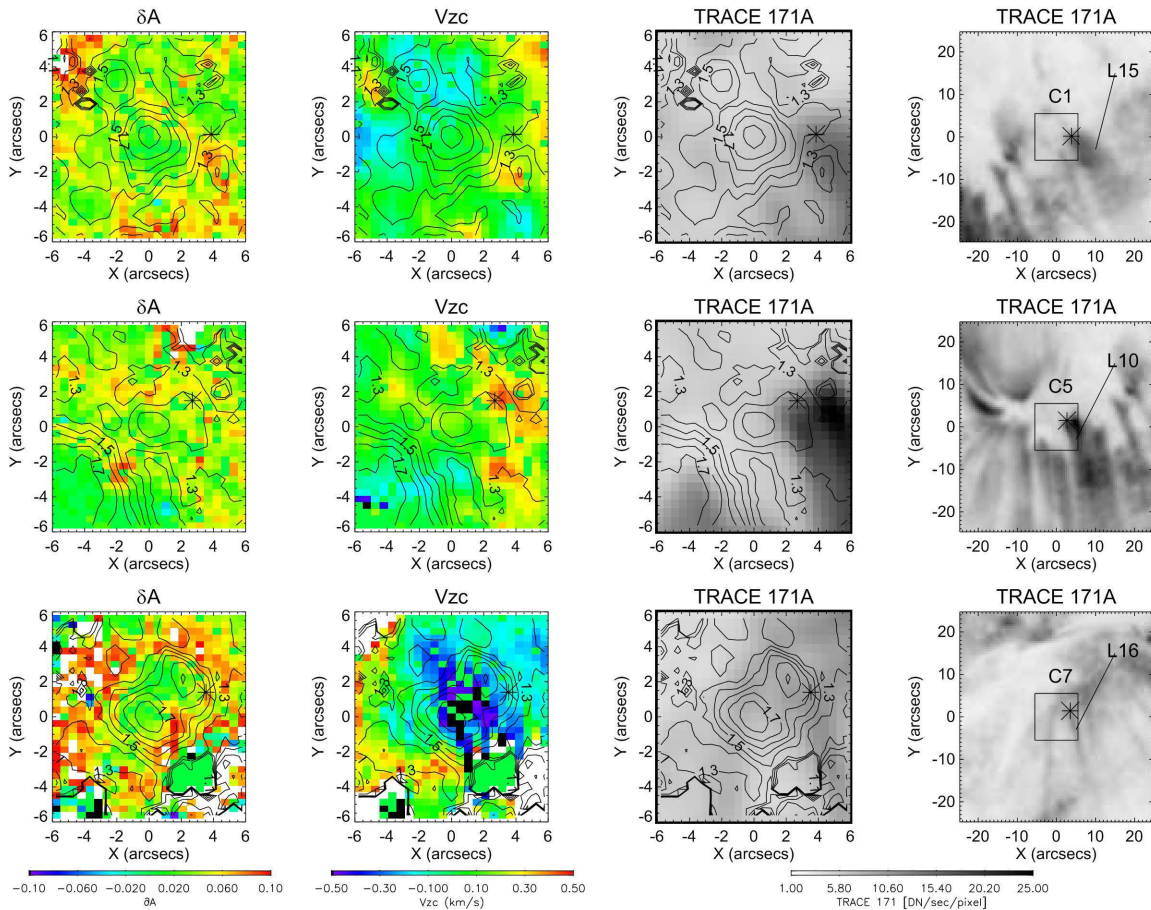


図: コロナループ足下付近での FeI6302 吸収線の非対称度の分布。コロナループ足下が、小さな黒点付近にあり、そのまわりで吸収線の非対称度が大きくなっている。

本研究では、コロナループの足下の磁場構造を詳細に調査する方法を案出し、コロナ加熱のエネルギー励起機構の解明を進めた。上空で散逸されるエネルギーの供給源は、光球の乱流運動であると考えられている。この乱流運動により、プラズマに凍結された磁場（磁束管）が揺り動かされ、磁場配置、もしくは、電磁流体波動の形態で、エネルギー励起、伝達、散逸が起きていると考えられている。我々は、光球磁場を計測するために測定するゼーマン効果を示す鉄の吸収線プロファイルの形状が、磁場（磁束管）周囲の運動状態によって影響を受けることに着目した。すなわち、磁束管周辺の乱流運動の（視線方向）速度場が大きな場合は、吸収線プロファイルがより大きくゆがむことに着眼し、吸収線プロファイルのゆがみ具合と上空コロナループの温度分布の関係を調査した。

研究では、磁束管の運動状態を調べるために米国太陽観測所の Dun Solar Telescope により得られた Fe I 6301/6302 の吸収線スペクトルを用い、コロナの温度分布は、日本の科学衛星「ようこう」、NASA の科学衛星 TRACE の取得したデータを使用した（観測は 2000 年 11 月 19 日に実施された。）その結果、コロナループの足下の光球磁場構造で観測されるプロファイルは、コロナループの温度が高いほど、大きくゆがむことを発見した。これは、磁束管が乱流運動により、強く揺り動かされているほど、大きなエネルギーの励起が起っていることを示している。今後、さらに詳細な観測を実施することで、コロナ加熱の全容解明につながる可能性がある。特に、X 線観測と同時に、光球吸収線プロファイルの超精密観測を実施する SOLAR-B 衛星 (2006 年 9 月打ち上げ予定) により、大きな進展が期待される。

Reference: Nagata et al. ApJ, 638, 539, 2006

(永田伸一 記)