

対流と磁場

太陽の中心で起きる核融合反応により発生したエネルギーは、太陽半径の約 70% 程度までは輻射(光子)によって運ばれ、そこから表面までは対流、即ちプラズマの運動によって運ばれます。可視連続光による光球の高空間分解像をみると、直径 1~2 秒 (1000km) 程度の粒状斑とよばれる構造がみえます。これは表面付近の対流セルの上昇流部分(高温部分)が明るく、下降流部分(低温部分)が暗く見えているものです。太陽大気は電離しているため、プラズマの運動と磁場は互いに強く相互作用します。対流運動と磁場の相互作用は、黒点の構造形成、浮上磁場のダイナミクス、波動の発生とそれに伴う彩層コロナの加熱など、様々な現象で重要な役割を果たします。近年の大型計算機の発達により、磁場と対流の相互作用を 3 次元シミュレーションにより調べることができるようになってきました。ここでは特に浮上磁場と対流のシミュレーションによる研究を紹介します。

浮上磁場とは太陽内部で作られた磁場が光球を通して彩層、コロナへ浮上する現象です。下図はシミュレーション結果の可視化の 1 例です。グレースケールで半透明の平面が光球に相当し、その下が対流層、上部は彩層、コロナです。平面の明暗は光球面の垂直方向の速度成分を表し、明るい部分が上昇流、暗い部分が下降流領域に相当します。3 次元的に描かれた面は磁場の等値面を表しています。左は初期に対流層中にあった磁束管が、対流運動と磁気浮力により光球上空に浮上し、磁気ループを形成している状態を示しています。このループ状構造が $H\alpha$ 線で観測されるアーチフィラメントに対応すると考えられます。右の図はシミュレーション中で磁場が浮上してから、しばらく時間がたった時の状態です。先ほどループ状に見えていた構造が、光球下の対流運動によってばらばらに壊されているのが分かります。

このような大型計算機による 3 次元シミュレーションと、飛騨天文台ドームレス望遠鏡による高空間分解の観測を比較することによって、コロナ加熱やフレアの発生メカニズム、磁場の起源であるダイナモ機構の解明など、太陽物理学の重要な諸問題に新たな発展が期待されます。

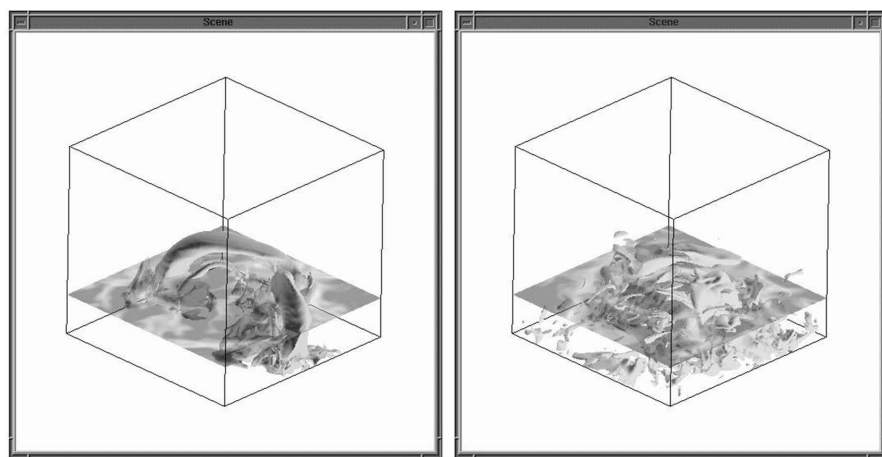


図: 対流と浮上磁場の 3 次元シミュレーション

(磯部 洋明 記)