

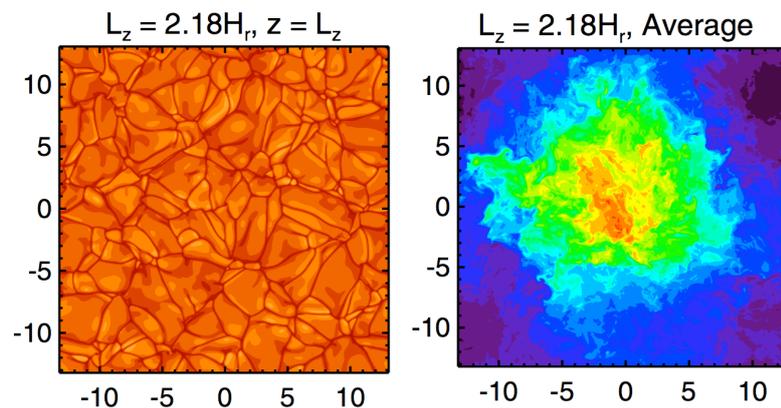
## 恒星内部熱対流による乱流拡散強度の定量化と

### 太陽対流層磁場増幅機構「エクспローション」の研究

堀田英之(東京大学)

利用カテゴリ XT4A・SX9MD・汎用PC

平均場モデルを利用した太陽ダイナモ理論において計算結果は、乱流拡散係数というパラメータに大きく依存する。本研究では、太陽内部を模した熱対流の直接数値計算をおこない、パッシブスカラーを用いることで乱流拡散係数を測る新たな方法を提案した上で、乱流拡散係数を定める物理パラメータについて議論した。

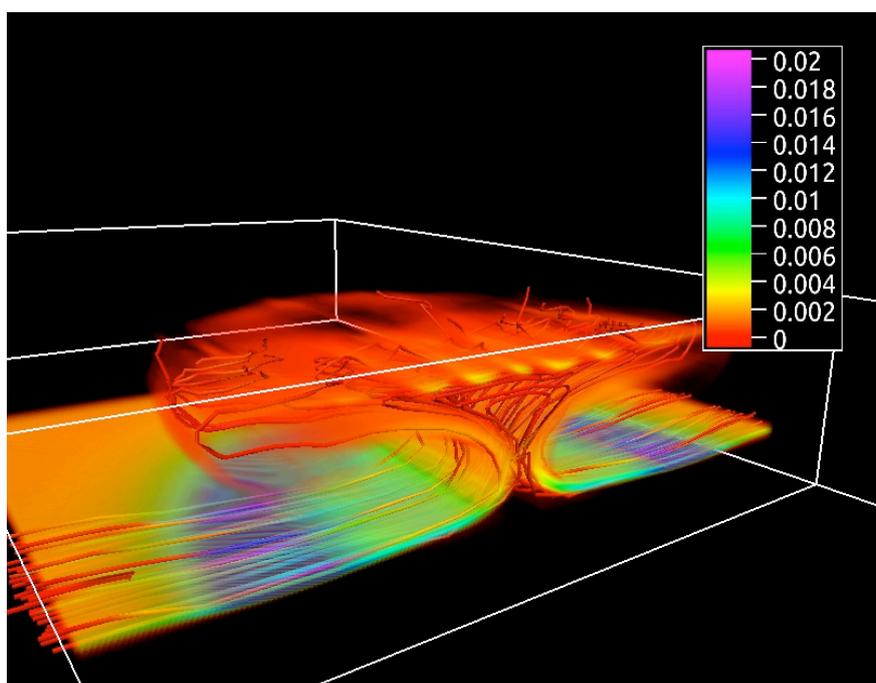


(左)上の境界でのエントロピーのコンター。熱対流を表す。(右)熱対流運動によって拡散したパッシブスカラー

新たに提案した手法を以下に簡単にまとめる。初期にガウス関数にしたがう分布を持ったパッシブスカラーを用意して、熱対流の速度によってそれを流す。得られるパッシブスカラーの分布を拡散方程式の解でフィッティングし、その時間変化から乱流拡散係数を導いた。

得られた結論は以下である。(1)乱流拡散を決める典型的な長さは、計算領域の長さや圧力(密度)スケール長の短い方となる。(2)初期のガウス関数の幅が広いと、乱流拡散は大きくなる。(3)初期のガウス関数の幅と典型的長さの比が大きいときに熱対流を拡散とする近似の妥当性は高くなる。この研究はHotta et al., 2012, ApJ, 751, L9として出版した。

また、我々是对流層の底の磁場増幅機構「エクспロージョン」の3次元磁気流体シミュレーションをおこなった。太陽内部の差動回転によるダイナモ運動では $10^4\text{G}$ ほどの磁場が生成されると考えられているが、太陽表面の黒点の傾きの統計的性質を満足するためには $10^5\text{G}$ の磁場があることが理論的に要請されている。よって、太陽内部ではダイナモ運動の他に磁場増幅機構があると考えられているのだが、その候補が「エクспロージョン」にともなう磁場増幅である。太陽内部は超断熱に成層していること、磁束管はほぼ断熱的に浮上していくことから磁束管内外で圧力不釣り合いが起き、磁束管内部のプラズマが外に押し出されて、対流層の底で磁場増幅が起こるというものである。これまでRempel & Schuessler(2001)によって2次元MHD計算がおこなわれたが、その3次元での研究は行われていない。本研究では初めてより現実に近い3次元の状況下で、「エクプロージョン」とそれにともなう磁場増幅に成功した。結果として、初期条件に磁束シート、磁場の向きに垂直にやや長い擾乱があると3次元の状況下でも磁場増幅が起こりうるということがわかった。



磁場強度のボリュームレンダリングと磁力線の図。足元の磁場が増幅されていることが分かる。