

応用課題 その5 太陽浮上磁場領域

担当 野澤恵 snozawa@env.sci.ibaraki.ac.jp

参考論文

A: Shibata et.al. (1989)ApJ 338,471
http://ads.nao.ac.jp/cgi-bin/nph-bib_query?bibcode=1989ApJ...338..471S
B: Nozawa et.al. (1992)ApJS 78,267
http://ads.nao.ac.jp/cgi-bin/nph-bib_query?bibcode=1992ApJS...78..267N

- 最初に論文 A の追試 パーカー不安定を太陽に応用
 - cans2d の md_efr の書き換え
 - 物理パラメーターを一致させる
 - 線形の成長率とシミュレーションの結果一致することを確認
 - 高さ方向の断面図を書かせ、論文の図と一致することを確認
- 比熱比 γ や、与える摂動の依存性を調べる 物理的な解釈を手習いということで、軽くコードに慣れる
- 次に論文 B の追試
 - 初期に対流を発生させるような温度勾配
 - 物理パラメーターを一致させる
 - 線形の成長率とシミュレーションの結果一致することを確認
 - 高さ方向の断面図を書かせ、論文の図と一致することを確認
- 速度、磁場に三成分目を加えるためにプログラムの修正
- 選択課題：対流を含めた場合の比熱比 γ の依存性を調べる
さほど難しくはないが、発展性はあまりない
- 選択課題：初期の摂動にランダムなものを与えた場合
面白いが、磁気シアーに結びつけると、より面白い
- 選択課題：磁気シアーを与えた場合
面白すぎて、一緒に論文にしましょう
 - 対流の有無の違い

- 比熱比 γ の依存性
- 磁気シアアの角度などの依存性
- 選択課題：彩層に冷却効果を加える (難問)
計算ルーチンに手を加える必要ありか?再計算が成功すれば、一緒に論文の共著者に
- 選択課題：三次元計算
CANS では初めてなので暗中模索、しかし、計算できれば世界のトップ

CANS の cans2d の md_efr を用いる。そのためにオリジナルディレクトリーをコピーすること (cp -rp md_ef md_efr_org などとする)。

1 最初に論文 A の追試

この論文は、パーカー不安定を太陽大気に応用した初めての論文である。シミュレーションもさることながら、その簡単なモデルを立てて解析解を求めていることが重要である。そこで、以下の点を確認して、論文の図 1 と同じ図を求めよ。

- 計算時間は短く
- 与える摂動は v_y でなく v_x で
- 比熱比 γ
- x, y の領域
- 対流のパラメーターは $tadg$ は 0
- 磁場の高さ、高さの値
- β の値
- 摂動の値、式
- 最後にメッシュ数を 53×103 にする

論文では鉛直方向を可変メッシュにしているが固定とする。メッシュ数も少ないが、大勢には影響のないことは確認している

線形の成長率とシミュレーションの結果一致することを確認
高さ方向の断面図を書かせ、論文の図と一致することを確認

2 パラメーター依存性をチェック

比熱比 γ や、与える摂動の依存性、物理的な解釈を

3 論文 B の追試

- 初期に対流を発生させるような温度勾配
- 物理パラメーターを一致させる
- 線形の成長率とシミュレーションの結果一致することを確認
- 高さ方向の断面図を書かせ、論文の図と一致することを確認

4 初期にランダムな摂動を与えることを考える

```
c-- random test
    iy=97047
    do ii=1,1000
      call randu(iy,iy,x)
      call randu(iy,iy,y)
      write(6,'(2f8.5)') x,y
    enddo
    stop
    end
c
subroutine randu(ix,iy,yfl)
real*4 yfl
iy=ix*89009
if(iy.lt.0) then
  iy=iy+2147483647+1
endif
yfl=iy
yfl=real(iy)/2147483647.
return
end
```

という乱数を発生させるプログラムがある。詳しい説明は省くが、二つの数字が並んで出力されるので、それをプロットさせて、ランダムになっているかを確認せよ。

そして、このサブルーチンを摂動を与えるプログラムの `pertub.f` に加えて、摂動にランダムを与えて、論文の再現を行なうこと。

```
vy(i,j) = vy(i,j)
& + 0.02*amp*sin(2.0*pi*(x(i)/x(ix-1)*real(ii))-xx(ii))
```

5 速度、磁場に三成分目を加えるためにプログラムの修正

新しいコードのために、`cp -rpd md_efr md_efr25` のように、ディレクトリーを作り、今度は、その新しいディレクトリーで作業を行う。

- `vz,bz` 配列の定義
- `vz,bz` 配列を `netcdf` で使えるように
- `call cfl_m` を `call cfl_m3`
- `call mlw_m_g` を `call mlw_m3_g`
- `model.f,bnd.f` で `vz,by` の設定

これらを加えて、加えないものと同じ結果が出ることを確認

6 磁気シアーを与えた場合

磁気シアーは磁場の向きが一定でない場合を指し、この場合は、高さ方向に磁場の向きを変化させることである。まず手始めに

```
th0=5.0/180.0*pi
:
bx(i,j)=bmx0(j)*cos(th0)
by(i,j)=0.0
bz(i,j)=bmx0(j)*sin(th0)
```

と model.fl の部分に \$By\$ 成分である verb—bz— に値を設定する。あとは、磁場の底部で th0b で、上部で th0t とし、その間で角度が連続的に変化するように行なうと、磁気シアーを与えたことになる。

tanh を使っているので、注意。

7 あとは、選択課題、自主課題

- 比熱比 γ の依存性
- 磁気シアーと与える摂動の依存性
- 実は対流層が浅過ぎる
- ずっと奥深くの対流層底部では
- 放射冷却を与える (プラージュの形成)

8 三次元は別途説明