

## 1 支配方程式

支配方程式は以下のとおりである.

$$\frac{\partial q}{\partial t} = -\frac{\partial(uq)}{\cos \phi \partial \lambda} - \frac{\partial(vq \cos \phi)}{\cos \phi \partial \phi} \quad (1)$$

$$\frac{\partial D}{\partial t} = \frac{\partial(vq)}{\cos \phi \partial \lambda} - \frac{\partial(uq \cos \phi)}{\cos \phi \partial \phi} - \nabla^2(E + h) \quad (2)$$

$$\frac{\partial h}{\partial t} = -\frac{\partial(hu)}{\cos \phi \partial \lambda} - \frac{\partial(hv \cos \phi)}{\cos \phi \partial \phi} \quad (3)$$

ここで、各記号は次の意味を持つ.

記号	変数
$\lambda$	経度
$\phi$	緯度
$t$	時間
$u$	経度方向の流速
$v$	緯度方向の流速
$D$	発散
$q$	相対渦度
$h$	水深

## 2 モデルの設定・使い方

### 2.1 前提

本モデルは ISPACK-3.2.2 を使用しているため、Makefile 内の LIBS に、コンパイルした ISPACK の場所を指定してあげる必要がある。コンパイラの指定は同ファイル内の FC で行うが、gfortran 以外の動作は未検証である。また openMP も前提としている。

波数空間への変換は三角切断を前提としている。時間積分には散逸項を除いて 4 次の Runge-Kutta 法を用いていて、散逸項は解核行列を用いて計算している。

本モデルをそのまま用いる場合は散逸項として粘性項（式 (1),(2),(3) の右辺に加わる）が計算に含まれている、必要ない場合は main.f90 に含まれるサブルーチン MKRSLV において、配列 RSLVNT の全成分に 1.8 を入れればよい。

### 2.2 各変数について

その他、モデルの設定の中でユーザーが操作する必要があるものは全て f90/main.f90 最上部のグローバル変数モジュール内にまとまっている。下の表はそれらのうち、特に変更を要するものを挙げたものである。

型	変数名	意味
CHARACTER(128)	DATPAS	データディレクトリパスの場所
CHARACTER(128)	FNZETS	渦度場の出力ファイルの名前
CHARACTER(128)	FNDIVS	発散場の出力ファイルの名前
CHARACTER(128)	FNDPHS	水深場の出力ファイルの名前
CHARACTER(128)	INZETS	渦度場の入力ファイルの名前
CHARACTER(128)	INDIVS	発散場の入力ファイルの名前
CHARACTER(128)	INDPHS	水深場の入力ファイルの名前
LOGICAL	RD	入力ファイルを設定したとき.TRUE. とする <sup>1</sup>
INTEGER(8)	SSTEP	計算の開始日
INTEGER(8)	JM	緯度方向の格子点数
INTEGER(8)	IM	経度方向の格子点数
INTEGER(8)	NN	切断波数
INTEGER(8)	DAY	計算日数
INTEGER(8)	DAYSTP	1 日あたりの計算ステップ数 <sup>2</sup>
REAL(8)	VSCSTY	粘性係数 <sup>3</sup>

また、出力されるファイルは波数空間(つまり、球面調和関数展開の展開係数が入っている。配列の並びなどは ISPACK マニュアルを参照)のものである、これを図示などのために物理空間に変換するには、別ファイルとして用意されている conv.f90 を用いれば良いが、conv.f90 内にも上の表の変数がいくつか含まれるため注意。入力するファイルも ISPACK に準拠した波数空間のデータである必要があり、作成には ISPACK を用いるのが早いと思う。

これらを設定した後は、f90 ディレクトリ内で make sh./main と入力すれば積分が始まる。出力される各データファイル名と切断波数などの情報が最初に標準出力され、その後現在計算中のステップを次々標準出力する。DAYSTP で定めたステップごと(つまり、計算日数で数えて 1 日ごと)に各変数についてファイルの出力が行われる。よって、出力ファイル数は 3×DAY 個になるはずである。

## 2.3 図示

図示のために py/plot\_main.py が用意されている。これを使う場合 matplotlib と numpy が別途必要である。また、図示用のカラーマップとして同ディレクトリ内に colormap.txt が入っている。これは、Additional colormaps for DCL(<https://www.gfd-dennou.org/arch/koshiro/comp/dcl/clrmap/>) の colormap\_67 から作成した。

## 3 今後の修正予定

- このマニュアルを詳しくかく、

<sup>1</sup> .FALSE. の場合は自動的のモデル内の MKINIT によって与えられるガウシアン状の水深の場が初期値になる

<sup>2</sup> 時間ステップ幅はこれの逆数になるので、CFL 条件に注意

<sup>3</sup> 変える必要があるのは時定数(デフォルトは 1/10 なのでその逆数で分子に 10 がかかっている部分)

- 時定数を分離して設定しやすいようにしておく.
- 各モジュールを別ファイルにする. コンパイラ依存性など確認できてないところをチェック.
- 解析などで便利なように namelist を作成してパラメタを一括で管理できるようにする.
- RHS の高速化, 計算のホットスポットなので優先, openMP を非線形項に適用する.