

1 支配方程式

支配方程式は以下のとおりである．

$$\frac{D\zeta}{Dt} = \frac{\partial\zeta}{\partial t} + u \frac{\partial\zeta}{\cos\phi\partial\lambda} + v \frac{\partial\zeta}{\partial\phi} = \nu \nabla^2 \zeta \quad (1)$$

ここで，各記号は次の意味を持つ．

記号	変数
λ	経度
ϕ	緯度
t	時間
u	経度方向の流速
v	緯度方向の流速
ζ	渦度
ν	粘性係数

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．

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．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 し ./main と入力すれば積分が始まる．出力される各

¹ .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 2 つの渦が初期値になる

² 時間ステップ幅はこれの逆数になるので，CFL 条件に注意

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)	INZETS	渦度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 ¹
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 ²
REAL(8)	VSCSTY	粘性係数

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 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、
- 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。
- 解析などで便利のように `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。