

H08 並列化計算の実行方法

謝辞

H08 v24.1.0 で公開された並列計算のベースとなるコードは、小田貴大さんにより開発されました。ここに記して感謝いたします。

● 動作環境

確認済みの動作環境は以下の通りである。

- ・ ホスト OS: Windows 11 Pro 64-bit
- ・ 仮想環境: WSL2
- ・ ゲスト OS: Ubuntu 24.04.1 LTS
- ・ コンパイラ: gfortran version 13.3.0 (ifx version 2025.0.0)
- ・ 並列化 API: OpenMP

● 概要

H08 v24.1.0 では、lnd/bin/main.sh および cpl/bin/main.sh の実行時に、海域を含む二次元データを入力し従来の計算を実行するか、一次元化された陸のみのデータを入力し並列化計算を実行するかの2つのオプションが選択可能になった。本マニュアルでは、従来の二次元データから一次元化された陸のみのデータを作成し、並列化計算を行うための手順を説明する。

例として挙げるコマンド例や設定例は、全て全球 0.5 度版(.hlf)の陸のみ一次元化の並列化計算を行うためのものである (MAP=WFDEI, SUF=.hlo, L=67209)。任意の解像度および対象領域で計算する場合には、適宜編集して用いること。

● 事前準備

1. コンパイラに gfortran を使用する場合は、adm/Mkinclude を開き、ライブラリを指定する部分の末尾に -lgomp を追記する。Intel fortran compiler の場合は -liomp5 を追記する。以下は WSL (Ubuntu), gfortran ユーザーのための例である。各自の環境に合わせて適宜編集すること。

```
# For WSL (Ubuntu) users
LIB      = -L/usr/lib/x86_64-linux-gnu -lnetcdf -lnetcdff -lgomp
```

2. 陸域マスクデータとして陸域の総セル数分 1 を入力したファイルを用意する。

```
$ htcreate 67209 1 lnd/msk/lndmsk.WFDEI.hlo
```

● 陸面過程サブモデルの並列化計算実行手順

1. 全球版マニュアル第 8 章 3 節にあたる、陸面過程サブモデルの前処理までを二次元の設定で完了する。
2. lnd/pre/に移動し、prep_lnd_2dto1d.sh の設定を確認し実行する。全球 0.5 度以外で実行する場合には、適宜設定を編集すること。このスクリプトにより、陸面過程サブモデルの入力データを、陸域のみの一次元データに変換している。実行が完了したら、正しく変換が行われているか確認すること。なお南極大陸は計算に含まれないため、欠損値になっていても問題ない。

* 結果の確認などには解析ツールの利用が便利である。詳しくは H08 マニュアル 解析編を参照すること。短縮コマンドを利用できるようにするには、~/bashrc (macOS では~/zshrc)に設定を追加する。全球 0.5 度 (.hlf) の陸のみ一次元化(.hlo)の基本設定は以下のとおりである。

```
LHLO=67209
XYHLO="720 360"
L2XHLO=${DIRH08}/map/dat/l2x_l2y_/l2x.hlo.txt
L2XHLO=${DIRH08}/map/dat/l2x_l2y_/l2x.hlo.txt
LONLATHLO="-180 180 -90 90"
```

3. lnd/bin に移動し、main.sh を編集する。設定は以下のとおりである。

```
SUF=.hlo
MAP=.WFDEI
OPTPARA=yes
```

4. lnd/bin のまま、main.f を編集する。設定は以下のとおりである。

```
N0l=67209
```

5. lnd/bin のまま、calc_leakyb.f を編集する。numomp は並列化のスレッド数を表している。この例では 2 としているが、実行したいスレッド数に設定すること。

```
parameter (n0numomp=2)
```

6. lnd/bin のまま、Makefile を編集する。Macro(settings)の部分に以下を追記する。Intel fortran compiler では-fopenmp を-qopenmp と書き換えること。

```
calc_leakyb.o: calc_leakyb.f
    $(FC) -c ${FCFLAGS} -fopenmp ${INC} $<
```

また、Compilation, TARGET1 の-o の前に gfortran の場合 `-fopenmp` (intel fortran compiler の場合は `-qopenmp`) を追記する。

7. 設定を確認し、全てコンパイルする。

```
$ make all
```

8. main.sh を実行する。これで陸面過程サブモデルの並列化計算が行われる。
9. cpl/pst/に移動し、list_watbal.sh の基本設定を、2 を参考に次元の設定に編集し、実行する。Water balance of land の水収支が閉じていることを確認する。

- 結合モデルの並列化計算実行手順

1. 全球版マニュアル第 13 章 3 節までにあたる、結合モデルの前処理までを二次元の設定で完了する。
2. cpl/pre/に移動し、prep_cpl_2dto1d.sh の設定を確認し実行する。全球 0.5 度以外で実行する場合には、適宜設定を編集すること。このスクリプトにより、結合モデルの入力データを、陸域のみの次元データに変換している。実行が完了したら、正しく変換が行われているか確認すること。
3. lnd/bin に移動し、calc_leakyb.f の設定を確認する。numomp には、並列化計算のスレッド数を設定すること。

```
parameter (n0numomp=2)
```

4. lnd/bin のまま、Makefile を確認する。陸面過程サブモデルで編集していない場合には、Macro(settings)の部分に以下を追記する。Intel fortran compiler では `-fopenmp` を `-qopenmp` と書き換えること。

```
calc_leakyb.o: calc_leakyb.f
    $(FC) -c ${FCFLAGS} -fopenmp ${INC} $<
```

また、Compilation, TARGET1 の-o の前に gfortran の場合 `-fopenmp` (intel fortran compiler の場合は `-qopenmp`) を追記する。

5. lnd/bin で設定を確認し、全てコンパイルする。

```
$ make all
```

6. cpl/bin に移動し、main.sh を編集する。設定は以下のとおりである。また、全球版マニュアル第 13 章 4 節 2 を参照し、N_C_実験の設定にする。

```
SUF=.hlo
MAP=.WFDEI
LDBG=1
OPTPARA=yes
```

7. cpl/bin のまま、main.f を編集する。設定は以下のとおりである。

```
N0l=67209
```

8. cpl/bin のまま、Makefile を編集する。Macro(settings)に以下を追記する。Intel fortran compiler を使用する場合は-fopenmp ではなく-qopenmp と書き換えること。

```
calc_leakyb.o: calc_leakyb.f
    $(FC) -c ${FCFLAGS} -fopenmp ${INC} $<
```

また、Compilation, TARGET1 の-o の前に-fopenmp (intel fortran compiler の場合は -qopenmp) を追記する。

9. cpl/bin で全てコンパイルする。

```
$ make all
```

10. main.sh を実行する。これで結合モデルの並列化計算が行われる。
11. cpl/pst に移動し、calc_mean.sh を次元の設定に編集し、実行する。
12. cpl/bin に戻り、全球版マニュアル第 13 章 4 節 5 を参照し、main.sh を LECD 実験の設定にして実行する。
13. cpl/pst/に移動し、list_watbal.sh の基本設定を次元の設定に編集し、実行する。水収支がすべて閉じていることを確認する。