

付録D ネスティング

MRI.COM において one-way ネスティングで計算できるようにした。ここでは、モデルの作成方法と、MRI.COM に組み込んだプログラムの解説を行なう。

D.1 特徴

モデルは親モデルと子モデルのやりとりを off-line で行なう。つまり、まず親モデルを実行して境界値をファイルに出力し、子モデルはそのファイルから境界値を読み込みながら実行する。

親モデルとしては、子モデルで見たい現象を表現するのに十分な境界条件を与えられるようなものを作成し、その内部に子モデルを設定する。子モデルの本計算領域（コア部分とも呼ぶ、図 D.1 の陰影部）は親モデル内の T-点を通る四角形で囲むように設定し、その外側に速度格子を 2 個ずつとって（マージンまたはのりしろとも呼ぶ、図 D.1 の陰影部のすぐ外側で印のある範囲）、親モデルからの境界条件を与える。トレーサーは本計算領域を囲む四角形上の点と一つ外側の線上の点、速度は外側の 2 格子点で、親モデルの値を使った内挿値で毎ステップ置き換える（input interface、図 D.1）。

親モデルで出力する境界値は、上記子モデルのマージンの値を求めるのに必要な 2 列、および親モデルにとって、子モデルの境界から一つ内側の U-box までを親モデルの値で内挿するために必要な、内側のもう 1 列の計 3 列である（北側の境界用としては、図 D.1 の T1-T3, U1-U3 が出力される）。

D.2 親モデル

親モデル側では、モデル作成の際に特に気をつけることはない。但し、子モデルは、親モデルに対して奇数比でネストするので、子モデルの解像度を考慮した解像度を持つ必要がある。1:3 か 1:5 を用いることが望ましい。

親モデルからは、子モデル用に次のファイルが出力される。ファイル名は、parinit.F90 で namelist から読み込む。

- トレーサー等を含む傾圧用境界データ、東西南北端（3 列ずつ）
- 傾圧用境界データ、東西南北端（3 列ずつ）
- 親モデルの海陸インデックス（全領域）
- 親モデルの緯度・経度（全領域）

境界データは 1 日毎程度の更新でも子モデルは十分に動く。境界データ用ディスクスペースは確保しておいた方がいい。

付録D ネスティング

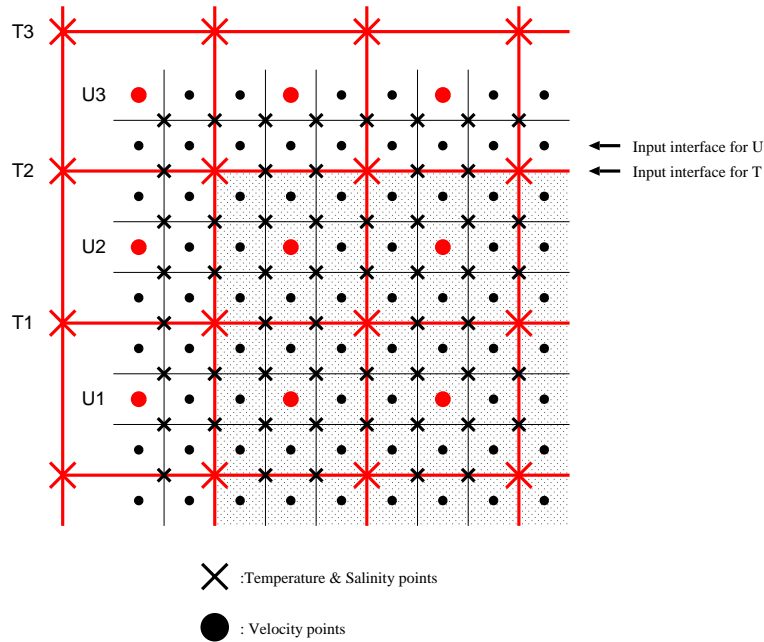


図 D.1: 親モデル (大きい印) と子モデル (小さい印) の格子点の関係。陰影をつけているのは、子モデルの計算領域。この領域の境界にあたる T-点とその外側の2つ分の速度格子にある物理量 (印のある範囲: マージンと呼ぶ) を親モデルからのもので置き換える。北境界においては、親モデルからは T1 - T3, U1 - U3 の行にある格子点の値が子モデルの格子点値内挿用に入出力される。

D.3 子モデル

D.3.1 用意するデータ

- トレーサー等を含む傾圧用境界データ、東西南北端 (3列ずつ)
- 順圧用境界データ、東西南北端 (3列ずつ)
- 親モデルの海陸インデックス (全領域)
- 親モデルの緯度・経度 (全領域)
- 格子点間隔データ (可変格子の場合)
- 境界付近における、親モデルの寄与率
- 水平粘性/拡散係数分布

順圧用境界データ作成にあたっては、次のことに注意する。自由表面スキームでは time filtering を行うために求めたい時刻の少し先まで計算を行うことが多い。このため、親モデルで出力されるデータより少なくとも1ステップ分余分のデータが子モデル実行時には必要になる。例えば、気候値ランでは1年分の境界値をひとつのファイルに用意して最後のデータを読んだら2番目のデータに戻る、時間継続ランでは親モデルの次の年の実行時の出力ファイルから2番目のデータを取ってきて最後に付け加える、などの対処法が考えられる。

D.3.2 作成

子モデル実行時に読み込まれるデータのうち、利用者が作成するものについて作成方法を簡単に解説する。

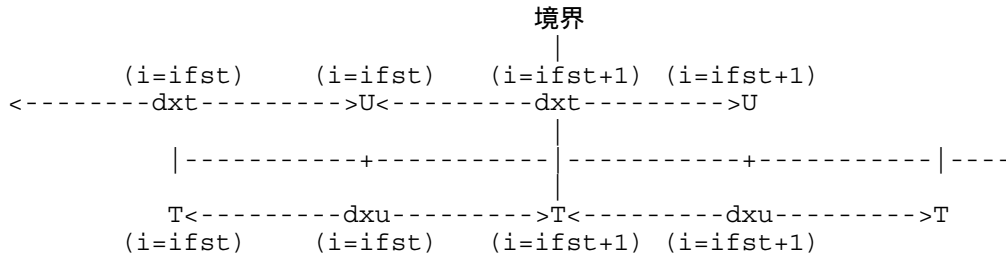
水平格子点情報の作成

鉛直方向には親と同じ格子点、水平方向にネスティングを行う。子モデルは親モデルの U 点間隔を均等分割する。また、子モデルで東西南北端のうち、いずれかが全て陸であっても、U 格子 2 つ分をのりしろにとる。

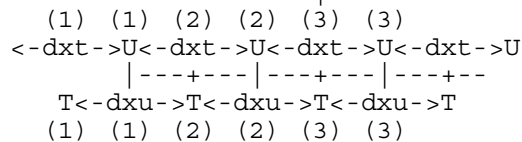
分割方法

子モデルは親の dxt (U 点間隔: モデルの変数名は $dxtdeg$) を均等分割する。
子モデルでは U 格子 2 つ分をのりしろにとる
(東西南北のいずれかが全て陸であっても)

親モデル ($ifst$ は、境界値内挿に必要な西端の格子点番号)



子モデル (1:3 ネスティング)



格子点間隔情報ファイルの作成 (可変格子の場合)

```
integer(4), parameter :: imut = 535, jmut = 431 : 子モデルの格子点数
integer(4), parameter :: ivgrid = 57 : 任意
real(8) :: dxt(imut), dyt(jmut) : モデルでは dxtdeg, dytdeg にあたる

write(ivgrid) (dxt(i), i=1, imut), (dyt(j), j=1, jmut)
```

子モデルの海岸・海底地形を作成

流量等に不連続が生じないようにするため、境界付近では、親モデルと同様の海岸・海底地形をもつ必要がある。子モデルでは、本計算領域の境界線(T点を結ぶ)から、外側に親モデル U-box 1 つ分、内側に親モデル U-box 2 つ分の領域で親モデルと地形が一致していなくてはならない。

境界領域での親モデルと子モデルの寄与率を決める 境界領域での親モデルからの内挿値と子モデルにおける計算値の寄与率を決める。境界の内側で子モデルと親モデルを適当に重みをかけて滑らかにつなげられるように考えて作ったが、親モデルの寄与を “input interface” で 1、それ以外で 0 とするのを推奨する。

付録D ネスティング

境界領域での親子の寄与率

```
integer(4), parameter :: imut = 535, jmut = 431 : 子モデルの格子点数
integer(4), parameter :: ibuffer = 57          : 任意
real(8) :: wbuft(imut,jmut), wbufu(imut,jmut)

write(ibuffer) wbuft, wbufu
```

子モデルの水平粘性/拡散係数分布を作成

境界付近で、親モデルと同じ粘性/拡散係数、内部では子モデルで使いたい粘性/拡散係数となるような分布を作る。

境界領域での親子の寄与率

```
integer(4), parameter :: imut = 535, jmut = 431 : 子モデルの格子点数
integer(4), parameter :: ihdtsuv = 57          : 任意
real(8) :: hdts(imut,jmut), hduv(imut,jmut)

write(ihdtsuv) hdts, hduv
```

D.4 実行

D.4.1 コンパイル

親モデルのコンパイルオプションは PARENT、子モデルのコンパイルオプションは SUB である。rigid-lid には対応していない。その他のオプションは利用可能。

以下、利用者が直接指定しなければならない変数等があるプログラムについて、変数名等を解説する。

親モデル

parapar.F90 で定義する定数

```
ifst = 35 : 親モデルのうち、境界値を出力する領域の西端格子番号 (T 点)
ifed = 157 : 親モデルのうち、境界値を出力する領域の東端格子番号 (T 点)
jfst = 61 : 親モデルのうち、境界値を出力する領域の南端格子番号 (T 点)
jfed = 159 : 親モデルのうち、境界値を出力する領域の北端格子番号 (T 点)
```

```
ipare = ifed - ifst + 1, jpare = jfed - jfst + 1
... 子モデル用境界値として出力する総格子点数
```

```
iouts = 1, ioutn = 0, ioutw = 1, ioute = 1
南側 (s)、北側 (n)、西側 (w)、東側 (e) で境界値を出力するか否か
(1: 出力、0:出力せず)
```

子モデル

parasub.F90 で定義する定数
 ipmut, jpmut: 親モデルの格子点数
 ifst, ifed, jfst, jfed: 子モデルで使用する親モデルの格子点範囲
 (T点で考える ... parapar.F90 と同じ)
 ipare, jpare: 子モデル用境界値として出力する総格子点数
 (... parapar.F90 と同じ)
 nbs, nbn, nbw, nbe: 子モデルにおいて親モデルの境界値を補間して格納する格子点数

```
ex.
nbs=7, nbn=5, nbw=7, nbe=5
  7: 5 対 1 ネスティング
  5: 3 対 1 ネスティング
のりしろを 2 つ残しその内側に分割数分とる
```

iouts, ioutn, ioutw, ioute: 南側 (s)、北側 (n)、西側 (w)、東側 (e) で境界値を読み込むか否か
 (1: 読み込む、0:読み込まず)

```
ex.
iouts=1, ioutn=0, ioutw=1, ioute=1
```

intbcl, intbtr: 境界値を読みに行く時間間隔 (秒)

```
ex.
intbcl = 21600, intbtr = 21600
```

D.4.2 実行

境界データのファイル名を格納する文字列変数については、commpar.F90、parinit.F90、commsub.F90、subinit.F90 を参照。装置番号はモデル内で自動的に割り付けられる。ファイル名は namelist で読み込む。

親モデル

parinit.F90 で読み込まれる namelist

付録D ネスティング

njobpar

nwrtpc : 傾圧成分の境界値を出力するタイムステップ数間隔
nwrtpn : 順圧成分の境界値を出力するタイムステップ数間隔
ircfst : 積分開始時に対応する境界データのレコード番号 (傾圧成分)
irtfst : 積分開始時に対応する境界データのレコード番号 (順圧成分)
ibfirst : 初期値を境界値として出力するか否か
(1: 出力 (積分開始時など), else: 出力せず)

outflpar

file_btrs : 順圧成分の境界値ファイル (南端)
file_btrn : 順圧成分の境界値ファイル (北端)
file_btrw : 順圧成分の境界値ファイル (西端)
file_btre : 順圧成分の境界値ファイル (東端)
file_bcls : 傾圧成分の境界値ファイル (南端)
file_bcln : 傾圧成分の境界値ファイル (北端)
file_bclw : 傾圧成分の境界値ファイル (西端)
file_bcle : 傾圧成分の境界値ファイル (東端)
file_lidx : 親モデルの海陸インデックス
file_pgrd : 親モデルの緯度経度

子モデル

subinit.F90 で読み込まれる namelist

njobsub

ircfst : 積分開始時に対応する境界データの番号 (傾圧)
irtfst : 積分開始時に対応する境界データの番号 (順圧)
ircend : 境界データの最後の番号 (傾圧)。越えたら 2 番目に戻る
irtend : 境界データの最後の番号 (順圧)。越えたら 2 番目に戻る

inflsub

file_btrs : 順圧成分の境界値ファイル (南端)
file_btrn : 順圧成分の境界値ファイル (北端)
file_btrw : 順圧成分の境界値ファイル (西端)
file_btre : 順圧成分の境界値ファイル (東端)
file_bcls : 傾圧成分の境界値ファイル (南端)
file_bcln : 傾圧成分の境界値ファイル (北端)
file_bclw : 傾圧成分の境界値ファイル (西端)
file_bcle : 傾圧成分の境界値ファイル (東端)
file_bwgt : 境界領域での親モデルと子モデルの寄与率
file_bhdf : 子モデルの水平粘性/拡散係数分布
file_lidx : 親モデルの海陸インデックス
file_pgrd : 親モデルの緯度経度

D.5 サブプログラムの関係

Parent Model

```

ogcm__ini (ogcm.F90)

  parinit (parinit.F90)                                     ... initialize parent model
  if (ibfirst == 1)
    | outstro (outstro.F90)
    | outntro (outntro.F90)
    | outwtro (outwtro.F90)
    | outetro (outetro.F90)                               ... output boundary data
    |                                                     of the initial state
    | outsccli (outsccli.F90)
    | outncli (outncli.F90)
    | outwcli (outwcli.F90)
    | outeccli (outeccli.F90)

ogcm__run (ogcm.F90)

  outmrgnt (outmrgnt.F90)                                  ... output boundary data
  if (mod(nnmats,nwrtpt)==0)                               for barotropic equation
    | outstro (outstro.F90)
    | outntro (outntro.F90)
    | outwtro (outwtro.F90)
    | outetro (outetro.F90)

  outmrgn (outmrgn.F90)                                    ... output boundary data
  if (mod(nnmats,nwrtpc)==0)                               for baroclinic equations
    | outsccli (outsccli.F90)
    | outncli (outncli.F90)
    | outwcli (outwcli.F90)
    | outeccli (outeccli.F90)

```

図 D.2: 親モデル

Sub Model

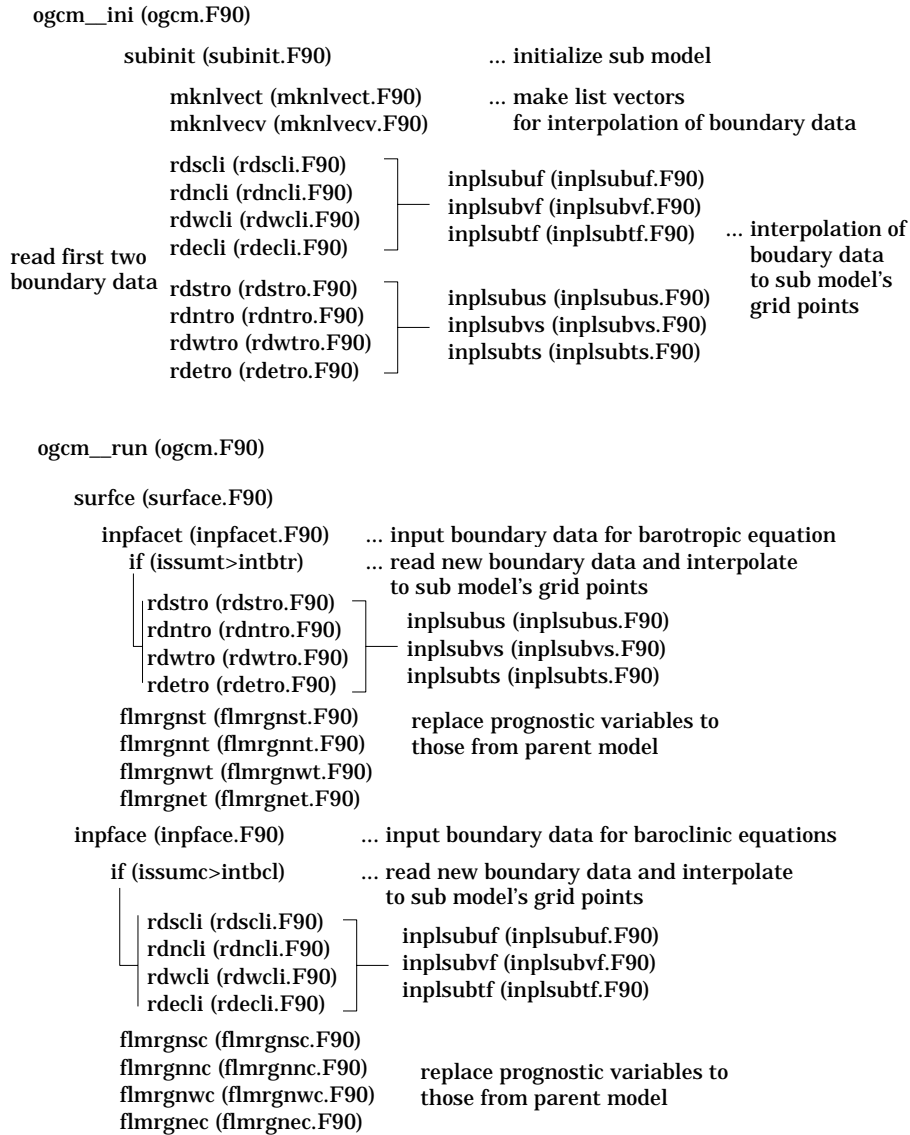


図 D.3: 子モデル