



## JAGURS の使い方

ver. 2018.07.03

JAGURS-D\_V0500 対応

## 1. 目次

1. 目次 .....	2
2. はじめに .....	4
3. 実行環境（各種ライブラリ）のインストールとコンパイル .....	5
3-1. NetCDF .....	5
3-2. PROJ4 .....	5
3-3. FFTW3 .....	5
3-4. コンパイル .....	5
4. サンプルデータセット .....	6
4-1. サンプルデータ一覧 .....	6
4-2. bathy.xxxx.grd：地形データファイル .....	6
4-3. disp.xxxx.grd：地殻変動データファイル .....	7
4-4. wetordry.xxxx.grd：WetOrDry ファイル（オプション） .....	7
4-5. 各種パラメータファイル .....	7
A. gridfile.dat：地形ネスティング指定用パラメータファイル .....	7
B. test_tgs.txt：波形出力ポイント指定用パラメータファイル .....	8
C. tsun.par：計算用パラメータファイル .....	9
4-6. その他 .....	10
A. qsub.sh：キューの投入スクリプト .....	10
5. シリアル版での計算 .....	11
5-1. シリアル版のコンパイル .....	11
5-2. シリアル版の入力ファイル .....	11
5-3. 各種パラメータファイルの設定 .....	11
5-4. シリアル版の実行 .....	11
5-5. シリアル版の出力ファイル .....	12
6. 並列版での計算 .....	13
6-1. 並列版のコンパイル .....	13
6-2. 並列版の入力ファイル .....	13
6-3. 並列数（分割数）の設定 .....	13
6-4. 並列版の実行 .....	13
6-5. 並列版の出力ファイル .....	14
7. いろいろな使い方 .....	15
7-1. 波源関連 .....	15
A. 断層の破壊伝搬の考慮 .....	15
B. 断層パラメータを入力し地殻変動を JAGURS 内部で計算する .....	16
C. Root ドメイン以外の初期水位を親ドメインの補間で得る .....	17
D. 海底斜面の水平移動の効果 .....	17
E. Kajiura フィルタ .....	17
F. (A+B+C+D+E) いろいろ考慮した初期水位 .....	18
G. 初期地殻変動をガウス分布で与える .....	20
H. 境界にサイン波を入力 .....	21
7-2. 伝播関連 .....	22
A. 分散ありで計算する .....	22
B. 吸収境界条件 .....	22
C. Elastic Loading & 海水密度効果 .....	23

D. マルチシナリオ実行 .....	24
E. 計算のリスタート .....	26
F. 直交座標版 .....	27
G. 粗度係数分布の入力 .....	27
H. ライン状の構造物 .....	28
7-3. 出力関連 .....	30
A. 津波到達時刻の出力 .....	30
B. NetCDF フォーマットの場合 .....	31
C. 最大浸水深を作成する .....	32
8. パラメーター一覧 .....	33
8-1. コンパイル時に指定するオプションパラメーター一覧 .....	33
8-2. 計算パラメータファイル (tsun.par) で指定可能なパラメーター一覧 .....	35
9. さいごに .....	38
10. 改訂履歴 .....	39

## 2. はじめに

ここでは、主に JAGURS の使用方法についてサンプルデータを用いながら説明します。

JAGURS は線形長波、非線形長波、線形分散波、非線形分散波論に基づく、津波伝搬および浸水計算コードです。

さらに、津波荷重による地殻の弾性変形の効果や鉛直方向の海水密度の違いを考慮することができます。スタッガード格子、リーブフロッグ法を用いた差分法でこれらを解いています。

また、球面座標系もしくは直交座標系での計算が可能で、地形ネスティングも利用できます。その他、マルチシナリオ実行など様々な機能があります。

コードは、Fortran90 で記述され、OpenMP と MPI を用いての並列・大規模計算が可能となっています。

JAGURS 開発に関する参考文献を以下に示します。

### 参考文献

#### [非線形長波]

Satake, K. Tsunamis, in International Handbook of Earthquake and Engineering Seismology, (eds. Lee, W.H.K., Kanamori, H., Jennings, P.C., and Kisslinger, C.) (Academic Press 2002) 81A, 437–451, 2002.

#### [ネスティングアルゴリズム]

Jakeman, J.D., O.M., Nielsen, K., Vanputten, R., Mleczeko, D. Burbidge, and N. Horspool, Towards spatially distributed quantitative assessment of tsunami inundation models, Ocean Dynamics, doi:10.1007/s10236-010-0312-4, 2010.

#### [並列化]

Baba, T., N. Takahashi, Y. Kaneda, Y. Inazawa and M. Kikkoin, Tsunami Inundation Modeling of the 2011 Tohoku Earthquake using Three-Dimensional Building Data for Sendai, Miyagi Prefecture, Japan, Tsunami Events and Lessons Learned, Advances in Natural and Technological Hazards Research, 35, 89-98, doi:10.1007/978-94-007-7269-4\_3, 2014.

安藤和人, 馬場俊孝, 松岡大祐, 加藤季広, 京コンピュータによる大規模津波シミュレーション, 情報処理, 55, pp.4-9, 2014.

Baba, T., K. Ando, D. Matsuoka, M. Hyodo, T. Hori, N. Takahashi, R. Obayashi, Y. Imato, D. Kitamura, H. Uehara, T. Kato, R. Saka, Large-scale, high-speed tsunami prediction for the great Nankai trough earthquake on the K computer, Inter. Jour. of High Per. Comp. App., doi:10.1177/1094342015584090, 2015.

#### [分散波]

Saito T., K. Satake, and T. Furumura, Tsunami waveform inversion including dispersive waves: the 2004 earthquake off Kii Peninsula, Japan, J. Geophys. Res., 115, B06303, doi:10.1029/2009JB006884, 2010.

Baba, T., N. Takahashi, Y. Kaneda, K. Ando, D. Matsuoka, and T. Kato, Parallel implementation of dispersive tsunami wave modeling with a nesting algorithm for the 2011 Tohoku tsunami, Pure appl. Geophys., doi:10.1007/s00024-015-1049-2, 2015.

#### [地殻の弾性と海水密度の効果]

Allgeyer, S., and P. Cummins, Numerical tsunami simulation including elastic loading and seawater density stratification, Geophys. Res. Lett., 41, 2368–2375, doi:10.1002/2014GL059348, 2014.

Baba, T., S. Allgeyer, J. Hossen, P.R. Cummins, H. Tsushima, K. Imai, K. Yamashita, and T. Kato, Accurate numerical simulation of the far-field tsunami caused by the 2011 Tohoku earthquake, including the effects of Boussinesq dispersion, seawater density stratification, elastic loading, and gravitational potential change, Ocean Modelling, 111, 46-54, doi:10.1016/j.ocemod.2017.01.002, 2017.03.

### 3. 実行環境（各種ライブラリ）のインストールとコンパイル

JAGURS を実行するために必要な環境（ライブラリ）を、あらかじめインストールしておきます。

各ライブラリのインストール方法については、各ソースコード付属の README をご参照ください。

なお、JAGURS ソースコードに付属の README にも各ライブラリインストール時の注意事項が記載されていますのでそちらも併せてご参照ください。

#### 3-1. NetCDF

NetCDF 形式のデータを扱うためのライブラリです。JAGURS-D\_V0406 以降では NetCDF4 が必須となります。そのため、HDF5 ライブラリ等のインストールも必要となります。

ダウンロード先: <http://www.unidata.ucar.edu/software/netcdf/>

#### 3-2. PROJ4

地図投影法および測位法の変換を行うライブラリです。

ダウンロード先: <https://trac.osgeo.org/proj/>

#### 3-3. FFTW3

離散フーリエ変換を高速計算するためのライブラリです。

ダウンロード先: <http://www.fftw.org/>

#### 3-4. コンパイル

JAGURS-D\_V0500/ にソースコード一式が格納されています。

- (1) ソースコードのディレクトリ下にある Make ファイル（Makefile）に先にインストールしたライブラリのパスを設定します。

【主な編集箇所】

NETCDF=/opt/atlocal/netcdf/4.1.3	←実行環境上の NetCDF ライブラリのパス
PROJ4_DIR=/home/G10004/t-katou/JAGURS/local	←実行環境上の PROJ4 ライブラリのパス
FFTW3_INCLUDE_DIR=\$(MKLR00T)/include/fftw	←実行環境上の FFTW3 ライブラリのパス

- (2) 次のコマンドで、コンパイルします。

```
$ make -f Makefile
```

なお、JAGURS は球面座標系と直交座標系の切り替えや、非 MPI と MPI の切り替えなどのいくつかの機能はコンパイルオプションを選択することによって行います。コンパイルオプションについては「8-1. コンパイル時に指定するオプション一覧」を参照してください。

## 4. サンプルデータセット

### 4-1. サンプルデータ一覧

サンプルデータセットには、以下のファイルが含まれています。

#### 【地形データファイル】

bathy.SD01.grd, bathy.SD02.grd, bathy.SD03.grd, bathy.SD04.grd, bathy.SD05.grd

#### 【地殻変動データファイル】

disp.SD01.grd, disp.SD02.grd, disp.SD03.grd, disp.SD04.grd, disp.SD05.grd

#### 【WetOrDdy ファイル】

wetordry.SD05.grd … 海陸判定を明示的に指定するためのファイル

#### 【各種パラメータファイル】

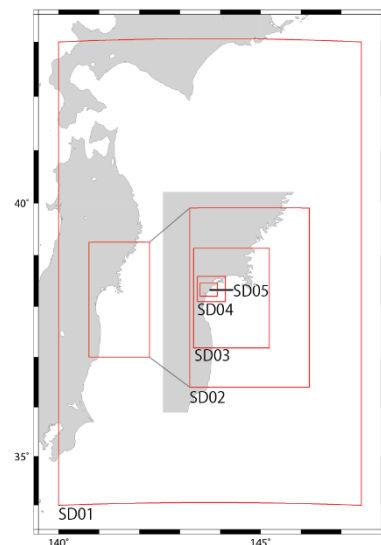
gridfile.dat … 地形ネスティングの親子関係を記述したパラメータファイル  
test\_tgs.txt … 波形出力ポイントを記述したパラメータファイル  
tsun.par … 計算パラメータファイル

#### 【スクリプトファイル】

qsub.sh … キューの投入スクリプト（JMASTEC システム用の記述）

サンプルデータセットは、仙台を中心に 5 層の地形ネスティングで構成されており、格子が荒く範囲が広いドメインから順に ID が振ってあります。また、ドメイン間のグリッドファイルの格子サイズは 3 : 1 で固定です。

↓	SD01	… 18 秒格子
	SD02	… 6 秒格子
	SD03	… 2 秒格子
	SD04	… 2/3 秒格子
	SD05	… 2/9 秒格子



### 4-2. bathy.xxxx.grd : 地形データファイル

陸と海の地形データが格納されたファイルです。

- ・ファイル名の例 … bathy.SD01.grd ~ bathy.SD05.grd
- ・ファイル形式 … GMT グリッドファイル (cf フォーマット) (注 1)
- ・データの向き … 鉛直下向き (陸地 : 負, 水深 : 正) [単位 : m]

(注1) GMT デフォルトの nf フォーマット (#18) では無く、cf フォーマット (#10) である事に注意。  
JAGURS では、ファイルの入出力を cf フォーマット (#10) で行う。

#### 4-3. disp.xxxx.grd : 地殻変動データファイル

津波の初期水位分布を求めるための地震による地殻変動（鉛直変位）のデータが格納されたファイルです。

全ドメインの地形データファイルに対し、領域・格子サイズが同じ地殻変動データファイルを1対1で用意します。指定しない場合は“NO\_DISPLACEMENT\_FILE\_GIVEN”と書きますが、その時は該当するネストドメインには初期水位が入力されません（ただし、tsun.par に init\_disp\_interpolation=1 を指定した時はルートドメインの地殻変動を補間して入力します）。

- ・ファイル名の例 … disp.SD01.grd ～ disp.SD05.grd
- ・ファイル形式 … GMT グリッドファイル（cf フォーマット）（注1）
- ・データの向き … 鉛直上向き（隆起：正）[単位：m]

#### 4-4. wetordry.xxxx.grd : WetOrDry ファイル（オプション）

計算開始時点で海陸判定を明示的に指定したい場合に使用するファイルです。指定しない場合は空欄にするか、あるいは、“NO\_WETORDRY\_FILE\_GIVEN”とします。

次のようなケースで 사용합니다：

⇒海抜ゼロメートル地域等を対象として、初期状態で陸と判定させる

WetOrDry ファイルを指定しない場合は、同じドメインの地形データファイルが指定された事になります。

浸水を検討したいドメインの地形データファイルに対し、領域・格子サイズが同じ WetOrDry データファイルを1対1で用意します。

- ・ファイル名の例 … wetordry.SD05.grd
- ・ファイル形式 … GMT グリッドファイル（cf フォーマット）（注1）
- ・データの内容 … 陸地：負, 海域：正

#### 4-5. 各種パラメータファイル

##### A. gridfile.dat : 地形ネスティング指定用パラメータファイル

地形ネスティングの親子関係や、オプションファイルの使用有無を記述するファイルです。

先頭行から親グリッドファイル、子グリッドファイル、孫グリッドファイル … という様に順に記述します。

なお、一つの親の下に複数の子を定義する事も可能です。

- ・ファイル名の例 … gridfile.dat

##### 【記述例】

SD01	SD01	1	bathy.SD01.grd	disp.SD01.grd		←親
SD02	SD01	0	bathy.SD02.grd	disp.SD02.grd		←子
SD03	SD02	0	bathy.SD03.grd	disp.SD03.grd		←孫
SD04	SD03	0	bathy.SD04.grd	disp.SD04.grd		←ひ孫
SD05	SD04	0	bathy.SD05.grd	disp.SD05.grd	wetordry.SD05.grd	←やしゃ孫

- ・区切り文字：スペース

- ・最終行が空白だとエラーが出ます。

- ・各カラムの説明は次の通りです。

第1カラム：地形 ID

第2カラム：その地形 ID の親の ID（最も親の場合は自身の ID を記入）

第3カラム：線形（1）／非線形（0）の指定（グリッド単位で線形／非線形を指定可能）

- 第4カラム：地形データファイル名
- 第5カラム：地殻変動データファイル名
- 第6カラム：WetOrDry データファイル名（オプション）

B. test\_tgs.txt：波形出力ポイント指定用パラメータファイル

験潮所（検潮所）の所在地等、波形を出力したいポイント（＝ステーション）の座標を指定するためのファイルです。指定座標の最も近い格子を出力ポイントとします。

- ・ファイル名の例 … test\_tgs.txt

【記述例】

6	←ステーションの総数			
40.116667	142.0666667	1	#GPS807	
39.627222	142.1866667	2	#GPS804	
39.258611	142.0969444	3	#GPS802	
38.857778	141.8944444	4	#GPS803	
38.2325	141.6836111	5	#GPS801	
36.971389	141.1855556	6	#GPS806	

- ・区切り文字：スペース
- ・各カラムの説明は次の通りです。
  - 1行目 … 第1カラム：ステーションの総数
  - 2行目以降 … 第1カラム：ステーションの緯度  
第2カラム：ステーションの経度  
第3カラム：ステーション番号（重複しない事）  
“#”以降～改行まで：コメント



### C. tsun.par : 計算用パラメータファイル

計算に必要なパラメータを指定するファイルです。

先頭行の「&param」と、行末の「/」を忘れずに記述してください。

パラメータファイルの詳細については、「付録2. パラメータファイル (tsun.par) のオプション一覧」をご参照ください。

・ファイル名の例 … tsun.par

#### 【記述例】

&params	←パラメータの開始記号
gridfile="gridfile.dat"	←地形ネスティングの親子関係を記述したパラメータファイル名
tgstafn="test_tgs.txt"	←波形出力ポイントを記述したファイル名
dt=0.05	←時間ステップ幅 [秒]
tend=120	←計算終了時間 [秒]
itmap=1200	←波高、流速をダンプアウトする間隔 [ステップ数]
tau=60	←ライズタイム [秒]
cf=-0.025	←海の粗度係数
cfl=-0.025	←陸の粗度係数
coriolis=0	←コリオリ力を有効にするかどうか (0 : 無効)
c2p_all=1	←子ドメインから親ドメインへ海域全コピー (1 : 処理有り)
def_bathy=1	←地殻変動に基づいて地形を変化させる (1 : 処理有り)
plotgrd=-1	←波高グリッドファイルを出力 (-1 : 全ドメイン出力)
velgrd=0	←流速グリッドファイルを出力 (0 : 出力しない)
!procx=2	←グリッドファイルの東西方向の分割数 (*並列版で使用)
!procy=4	←グリッドファイルの南北方向の分割数 (*並列版で使用)
/	←パラメータの終了記号

・区切り文字 : スペース/タブ、

・コメントアウト : ! 以降、改行まで

・ dt

計算ステップ間隔を指定します。算出方法は、GMT の grdinfo コマンドを使い、各ドメインの地形データファイルから「z」の最大値 (zmax) を抜き出します。その後、下記の式に当てはめます。

JAGURS 実行時に使用する全ドメインの dt 値算出結果のうち、最小の dt 値未満を使用すると計算が安定します。

$$\frac{\Delta x}{\sqrt{2gh}}$$

ID	Grid(Sec.)	Grid(m)	zmax(m)	dt
SD01	18	450	9788.53125	1.027367238
SD02	6	150	2310.686523	0.704843514
SD03	2	50	331.7849121	0.620031355
SD04	2/3	16.66666667	36.26066589	0.625176761
SD05	2/9	5.555555556	31.81464577	0.222477407
SD06	2/27	1.851851852		

g … 重力加速度[9.8m/s<sup>2</sup>]

h … 最大深度 (zmax)

Δx … 移動幅 (Grid[m])

- ・ tau

地殻変動発生後、海水が持ち上がるまでにかかる時間を設定します。

(M8 クラスの地震で 60sec. を設定しています。)

- ・ cf / cfl

摩擦項の粗度係数です。正負で無次元の摩擦項かマニング則かを使い分けています。文献等を参考にして値を決定します。正の値を入力すると無次元の摩擦項を使うことを示し、その摩擦係数です。負の値はマニング則のマニングの粗度係数となります。cfl を指定すると、陸地だけ異なる粗度係数を与えられます。

- ・ coriolis

運動方程式にコリオリ力を考慮するか (1)、否か (0) のフラグです。外洋を伝播する遠地津波など、コリオリ力を考慮したいときに利用します。

- ・ c2p\_all

子ドメインの全流速/全波高を親ドメインへコピーするか (1)、否か (0) のフラグです。  
コピーする事により、ドメイン間のデータが一致します。

- ・ def\_bathy

地殻変動に基づいて地形を変化させるか (1)、否か (0) のフラグです。

#### 4-6. その他

##### A. qsub.sh : キューの投入スクリプト

キューの投入スクリプトです。

サンプルデータは JAMSTEC のシステム用の記述です。ご利用の環境に合わせて作成してください。

## 5. シリアル版での計算

### 5-1. シリアル版のコンパイル

Make ファイル（Makefile）の並列化ありのコンパイルオプションを次のように OFF に設定したうえでコンパイルします。シリアル版でも OpenMP によるスレッド内並列は可能です。その場合は、使用するコンパイラのオプションで OpenMP ありを指定します。

```
#MPI=ON
```

←シリアル版／並列版の切り替え：シリアル版はコメントアウト

### 5-2. シリアル版の入力ファイル

下記ファイルを同一ディレクトリ下に置きます。

ソースコード	JAGURS-D_V0xxx/	
地形データファイル	bathy.SD01.grd bathy.SD02.grd bathy.SD03.grd bathy.SD04.grd bathy.SD05.grd	
地殻変動データファイル	disp.SD01.grd disp.SD02.grd disp.SD03.grd disp.SD04.grd disp.SD05.grd	
WetOrDry ファイル	wetordry.SD05.grd	(オプション)
パラメータファイル	gridfile.dat	
	test_tgs.txt	(オプション)
	tsun.par	

### 5-3. 各種パラメータファイルの設定

パラメータファイルの設定内容を確認し、必要があれば修正します。

- ・地形ネスティング指定用パラメータファイル（gridfile.dat）
- ・波形出力ポイント指定用パラメータファイル（test\_tgs.txt）
- ・計算パラメータファイル（tsun.par）

### 5-4. シリアル版の実行

パラメータファイル（tsun.par）と地形ネスティングファイル（gridfile.dat）の設定を確認したら、次のコマンドで JAGURS を実行します。

```
$ ./JAGURS-D_V0xxx/jagurs par=tsun.par
```

## 5-5. シリアル版の出力ファイル

ファイルの出力形式を指定しない場合<sup>(注2)</sup> 実行ディレクトリ直下に下記ファイルが出力されます。

波形出力ポイント毎の 波高・流速	tgs000001 ～ tgsnnnnnnn	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ファイル形式 … テキストファイル (ASCII)</li> <li>・出力ポイント毎の波高・流速が、ステップ数順に出力されます。</li> <li>・ファイル名の連番 (000001～) は、波形出力ポイントファイル (test_tgs.txt) 内のステーション番号に対応します。</li> </ul>
ドメイン毎の初期水位	SD01.initl_disp.grd SD02.initl_disp.grd SD03.initl_disp.grd SD04.initl_disp.grd SD05.initl_disp.grd	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ファイル形式 … GMT グリッドファイル</li> <li>・初期水位がドメイン毎に出力されます。</li> </ul>
ドメイン毎の最大波高	SD01.zmax.grd SD02.zmax.grd SD03.zmax.grd SD04.zmax.grd SD05.zmax.grd	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ファイル形式 … GMT グリッドファイル</li> <li>・最大波高がドメイン毎に出力されます。</li> </ul>
ドメイン毎の最大流速	SD01.vmax.grd SD02.vmax.grd SD03.vmax.grd SD04.vmax.grd SD05.vmax.grd	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ファイル形式 … GMT グリッドファイル</li> <li>・最大流速がドメイン毎に出力されます。</li> </ul>
ドメイン&経過時間毎の 波高・流速 <sup>(注3)</sup>	SD01.00001200.grd ～ SD01.nnnnnnnn.grd [...] SD05.00001200.grd ～ SD05.nnnnnnnn.grd	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ファイル形式 … GMT グリッドファイル</li> <li>・経過時間 (スナップショット出力間隔) 毎の波高・流速が、ドメイン毎に出力されます。</li> <li>・ファイル名の連番 (00001200～) は、計算パラメータファイル (tsun.par) 内のスナップショット出力間隔「itmap」で指定した値に対応します。</li> </ul>

(注2) ファイルの出力形式は、コンパイル時のオプションで指定。

(注3) 流速を出力するかどうかは、計算パラメータファイル (tsun.par) で指定。

## 6. 並列での計算

### 6-1. 並列版のコンパイル

Make ファイル (Makefile) の並列化ありのコンパイルオプションを次のように ON に設定したうえでコンパイルします。なお、JAGURS は OpenMP と MPI のハイブリッド並列も可能です。

MPI=ON	←シリアル版／並列版の切り替え：並列版はこれを有効にする
--------	------------------------------

### 6-2. 並列版の入力ファイル

前バージョンまで JAGURS (V0407) では、MPI 並列数に従って事前に入力ファイル群を領域分割する必要がありましたが、本バージョン (V500) からシリアル版の入力ファイルをそのまま利用できるようになりました (8-1 節におけるパラメータ ONEFILE の項をご参照ください)。

### 6-3. 並列数 (分割数) の設定

計算パラメータファイル (tsun.par) に並列数 (領域分割数) を次のようにしています。この例では MPI 並列数が 8 です。

並列実行の場合、分割数を忘れずに記述する事。

procx=2 ←追記：X (東西) 方向の分割数
procy=4 ←追加：Y (南北) 方向の分割数

### 6-4. 並列版の実行

全グリッドファイルを分割し、分割数を計算パラメータファイル (tsun.par) に書き込んだら計算を実行します。並列化計算については、処理系によってジョブの投入の仕方は異なりますので、使用する各マシンに対応したジョブスクリプトを作成してください。

JAMSTEC のシステムでは、以下のようなジョブスクリプトを用いて OpenMP と MPI のハイブリッドジョブを投入します。

【例】 OpenMP によるノード内並列：16 コア，MPI によるノード間並列：8 ノード  
(グリッドファイル分割数=2x4)  
を使用する場合のジョブスクリプト (qsub.sh)

```
#!/bin/bash
#BSUB -n 128
#BSUB -W 360
#BSUB -R rusage[mem=512]
#BSUB -a ICE
#BSUB -J jagurs
#BSUB -o stdout
#BSUB -e stderr

export OMP_NUM_THREADS=16
hybrid -mpi 8 -omp 16 -mpipn 1 "/JAGURS-D_V0xxx/jagurs par=tsun.par"
```

JAMSTEC のシステムに於ける、ジョブの投入コマンドは次の通りです。

```
$ bsub < qsub.sh
```

#### 6-5. 並列版の出力ファイル

実行ディレクトリ直下にシリアル版と同じファイル（5-5.シリアル版の出力ファイル）が出力されます。

## 7. いろいろな使い方

### 7-1. 波源関連

#### A. 断層の破壊伝搬の考慮

パターンの異なる複数の地殻変動ファイルを準備する事により、断層の破壊伝搬の効果を疑似的に取り込む事ができます。複数の地殻変動を連続して読み込ませる場合は、リストファイルにまとめて記述します。

地殻変動データは、リストファイルに記載された順に、ライズタイム (tau) 秒毎に入力されます。

【編集対象ファイル】

#### ◆計算パラメータファイル (tsun.par)

multrupt=1	! 1 を指定すると複数の断層モデル使用有効化、その他の場合無効化
------------	-----------------------------------

#### ◆地形ネスティング指定用パラメータファイル (gridfile.dat)

SD01 SD01 1 bathy.SD01.grd	<u>disp.SD01.list</u>	←地殻変動ファイルの代わりに
SD02 SD01 0 bathy.SD02.grd	<u>disp.SD02.list</u>	リストファイル名を指定
SD03 SD02 0 bathy.SD03.grd	<u>disp.SD03.list</u>	
SD04 SD03 0 bathy.SD04.grd	<u>disp.SD04.list</u>	
SD05 SD04 0 bathy.SD05.grd	<u>disp.SD05.list</u>	

・区切り文字：スペース

- ・地殻変動ファイル名 (disp.SDxx.grd) の代わりに、連続して読み込む grid ファイル名の一覧を記したファイル (disp.SDxx.list) を指定します。

#### ◆リストファイル (gridfile.dat で指定されたリストファイル) ※disp.SD01.list の場合

./disp.multrupt/disp.SD01.00.grd	←例：tau=60 の場合、0～60 秒間に入力	} 合計 180 秒 かかる
./disp.multrupt/disp.SD01.01.grd	60 秒～120 秒間に入力	
./disp.multrupt/disp.SD01.02.grd	120 秒～180 秒間に入力	

- ・実際に連続して読み込む地殻変動ファイル名をここに記述します。(各ファイルの所在 (パス) も含む)
- ・当例では、「disp.SD01.00～02.grd」を順番に 60 秒ずつかけて読み込む事になります。

B. 断層パラメータを入力し地殻変動を JAGURS 内部で計算する

この機能を有効にすると、初期地殻変動を地殻変動データファイル (disp.xxxx.grd) から読み込む代わりに、断層パラメータを記述したファイルを用いて地殻変動を計算し、その鉛直変位を初期水位とします。地殻変動の計算には半無限均質弾性体モデル (Okada, 1985) を利用しています。

初期水位は "[ドメイン名].initl disp.grd" に出力されます。

【編集対象ファイル】

### ◆計算パラメータファイル (tsun.par)

<code>init_disp_fault=1</code>	! 1 を指定すると断層パラメータ取り込み機能が ON、その他の場合 OFF
<code>fault_param_file='hoge.txt'</code>	! 断層パラメータを記述したファイル名を指定

### ◆断層パラメータファイル (hoge.txt)

```
! lat[degree], lon[degree], depth[km], length[km], width[km], } ←!で始まる行はコメント
! ~ dip[degree], strike[degree], rake[degree], slip_amp[m] }
40.1980 144.35 0.0 50 25 8.0 193.0 81.0 1.0 ←1 行 1 断層（断層は任意数指定可能）
      [...]
39.0000 143.00 0.0 50 25 8.0 193.0 81.0 1.0 ←最終行が空白だとエラー
```

- ・区切り文字：スペース

・各カラムの説明は次の通りです。

- 第1カラム：Lat/断層の基準点 [緯度]  
第2カラム：Lon/断層の基準点 [経度]  
第3カラム：Depth/地表からの深さ [km]  
第4カラム：Length/断層の長さ [km]  
第5カラム：Width/断層の幅 [km]  
第6カラム：Dip/傾斜角 [度]  
第7カラム：Strike/走向 [度]  
第8カラム：Rake/滑り角 [度]  
第9カラム：Slip/断層のすべり量 [m]

## ◆地形ネスティング指定パラメータファイル (gridfile.dat)

SD01 SD01 1 bathy.SD01.grd	<u>NO_DISPLACEMENT_FILE_GIVEN</u>	} ←disp ファイルは不要のため 代わりにこのように記述する
SD02 SD01 0 bathy.SD02.grd	<u>NO_DISPLACEMENT_FILE_GIVEN</u>	
[...]		

- ・ 区切り文字：スペース

【補足説明】

- ・震源からの距離（正確には "okada.sub.f" の 221 行目 " $RRD=F1/(R*RD)$ " における "RD" の値）が 0 となる格子点が存在する場合、アラームを出して波源を X 方向に  $+1.0d-6$  [m]ずらしします。
- ・波源からの距離が（緯度経度空間で）30 度以上のところは計算対象としません。



### C. Root ドメイン以外の初期水位を親ドメインの補間で得る

この機能を有効にすると、ルートドメイン（＝最も格子が荒く範囲が広いドメイン）“以外”のドメインについて、初期波高を親ドメインの補間で取得します。

【編集対象ファイル】

#### ◆計算パラメータファイル (tsun.par)

init_disp_interpolation=1	！ 1 を指定すると Root ドメイン以外の初期波高を親ドメインの補間で得る
use_linear=0	！ 1 を指定すると線形補間、その他の場合はスプライン補間

### D. 海底斜面の水平移動の効果

各断層パラメータから計算した地殻変動に対し、海底斜面の水平変位による津波励起の効果（Tanioka and Satake 1996）を取り入れて初期水位とします。

（※地殻変動データファイル “disp.xxxx.grd” から地殻変動を読み込んだ場合は、水平移動の効果を計算できませんのでご注意ください。）

【編集対象ファイル】

#### ◆計算パラメータファイル (tsun.par)

hzdisp_effect=1	！ 1 を指定すると水平変位寄与効果を取り入れて初期波高とする
min_depth_hde=100.0d0	！ 水平移動を考慮する水深を指定 [m]

・ min\_depth\_hde

デフォルト値：50m

ここで指定した水深以上の値を持つグリッドでのみ、水平移動が考慮されます。

### E. Kajiura フィルタ

地殻変動が短波長を含む場合には、Kajiura フィルタ（Kajiura, 1963）の適用も可能です。

各断層パラメータから計算した地殻変動、または disp ファイルで与えた地殻変動に対し、Kajiura フィルタを適用します。

Kajiura フィルタは小断層毎にフィルタがかかります。また、Kajiura フィルタに於ける  $h_0$ （＝波源に於ける代表的な水深）は root ドメインのものを使用しています。Kajiura フィルタありでネストする場合は

init\_disp\_interpolation=1 を指定します。

【編集対象ファイル】

#### ◆計算パラメータファイル (tsun.par)

apply_kj_filter=1	！ 1 を指定すると初期波高に Kajiura フィルタを適用する
init_disp_interpolation=1	！ Kajiura フィルタありで、ネストする場合は必ず指定

## F. (A+B+C+D+E) いろいろ考慮した初期水位

「A. 断層の破壊伝搬の考慮 (multrupt)」

「B. 断層パラメータを入力し地殻変動を JAGURS 内部で計算する (init\_disp\_fault)」

「C. Root ドメイン以外の初期水位を親ドメインの補間で得る (init\_disp\_interpolation)」を組み合わせると、断層パラメータを multiple rupture のタイミングで (つまり "tau" 秒おきに) 読み込むことができます。

【編集対象ファイル】

### ◆計算パラメータファイル (tsun.par)

multrupt=1	! 1 を指定すると複数の断層モデル使用有効化
init_disp_fault=1	! 1 を指定すると断層パラメータ取り込み機能が ON

### ◆地形ネスティング指定用パラメータファイル (gridfile.dat)

#### ■各ドメインに同じ断層パラメータリストを指定する場合

SD01 SD01 1 bathy.SD01.grd fault.list	} ←断層パラメータリスト
SD02 SD01 0 bathy.SD02.grd fault.list	
SD03 SD02 0 bathy.SD03.grd fault.list	

#### ■Root ドメインにのみ断層パラメータリストを指定する場合<sup>(注4)</sup>

SD01 SD01 1 bathy.SD01.grd fault.list	←断層パラメータリスト
SD02 SD01 0 bathy.SD02.grd NO_DISPLACEMENT_FILE_GIVEN	
SD03 SD02 0 bathy.SD03.grd NO_DISPLACEMENT_FILE_GIVEN	

・区切り文字: スペース

・disp 部分に、連続して読み込む断層パラメータの一覧を記したファイル (fault.list) を指定します。

### ◆リストファイル (gridfile.dat で指定されたリストファイル) ※fault.list の場合

fault.0-30sec.txt	←例: tau=30 の場合、0 秒~30 秒間に入力	} 合計 90 秒 かかる
fault.30-60sec.txt	30 秒~60 秒間に入力	
fault.60-90sec.txt	60 秒~90 秒間に入力	

・実際に連続して読み込む地殻変動ファイル名をここに記述します。(各ファイルの所在 (パス) も含む)

・当例では、「fault.0-30sec.txt ~ fault.60-90sec.txt」を順番に 30 秒ずつかけて読み込む事になります。

### ◆断層パラメータファイル (fault.list で指定された断層パラメータファイル) ※fault.0-30sec.txt の場合

! lat long depth length width dip strike rake slip
40.19800 144.35000 0.0 50.0 25.0 8.0 193.0 81.0 0.000000
39.73800 144.33100 0.0 50.0 25.0 8.0 193.0 81.0 0.000000
[...]
36.20372 140.90455 26.0 50.0 50.0 16.0 193.0 81.0 0.000000

・断層パラメータファイルの書式は「B. 断層パラメータを入力し地殻変動を JAGURS 内部で計算する」の解説をご参照ください。

<sup>(注4)</sup> 計算パラメータファイル (tsun.par) で "init\_disp\_interpolation=1" を追加指定する事。

さらに次のように tsun.par 指定することにより、「D. 海底斜面の水平移動の効果」と「E. Kajiura フィルタ」も合わせて、考慮できます。

【編集対象ファイル】

◆計算パラメータファイル (tsun.par)

hzdisp_effect=1	! 1 を指定すると水平変位寄与効果を取り入れて初期水位とする
apply_kj_filter=1	! 1 を指定すると初期波高に Kajiura フィルタを適用する

#### G. 初期地殻変動をガウス分布で与える

この機能を有効にすると、初期地殻変動を地殻変動データファイル (disp.xxxx.grd) から読み込む代わりに、ガウス分布設定ファイル "gaussian" で指定した値を与えます。

ガウス分布設定ファイル "gaussian" では、中心水位 h0[m] (未指定時はデフォルト値 1.0d0)、中心座標 (経度, 緯度)、幅 L[km]を指定できます。

##### 【編集対象ファイル】

##### ◆計算パラメータファイル (tsun.par)

init_disp_gaussian =1	! 1 を指定するとガウス分布付与機能が ON、その他の場合は OFF
-----------------------	-------------------------------------

##### ◆ガウス分布設定用パラメータファイル (gaussian) ※ファイル名固定

&gaussian		
h0=1.0d0	! Wave height[m]	中心の水位
lon_o=141.300201d0	! Center lon.[Degrees]	} ガウス分布の中心座標
lat_o=38.337348d0	! Center lat.[Degrees]	
L=80.0d0	! Width[km]	ガウス分布の幅
/		

・このファイルは、波源設定用パラメータファイル "gaussian" で指定した場合のみ用意します。

##### ◆地形ネスティング指定パラメータファイル (gridfile.dat)

SD01 SD01 1 bathy.SD01.grd	<u>NO_DISPLACEMENT_FILE_GIVEN</u>	} ←disp ファイルは不要のため 代わりにこのように記述する
SD02 SD01 0 bathy.SD02.grd	<u>NO_DISPLACEMENT_FILE_GIVEN</u>	
[...]		

・区切り文字 : スペース

## H. 境界にサイン波を入力

この機能を有効にすると、初期地殻変動を地殻変動データファイル (disp.xxxx.grd) から読み込む代わりに、波源設定ファイル "sinwave" で指定した波源をライズタイム (tau) の間だけ波として取り込みます。

波源設定ファイル "sinwave" では、周期 T[s]、波高 a[m]、sin 波を入れる位置 (x 座標, y 座標) を指定できます。

### 【編集対象ファイル】

#### ◆計算パラメータファイル (tsun.par)

init_disp_sinwave=1	! 1 を指定すると sin 波源取り込み機能が ON、その他の場合 OFF ! (※ init_disp_gaussian より優先されます)
---------------------	---

#### ◆波源設定用パラメータファイル (sinwave) ※ファイル名固定

&sinwave	
T=20.0d0	! 周期 [s]
A=0.03d0	! 波高 [m]
x_index=11	! sin 波を入れる位置 (グリッド)
input_file= hoge.dat	! dt 単位での波高データファイル
/	

##### ・ T / A

波高データファイル (input\_file) を指定した場合は、T および A は無視されます。

##### ・ x\_index / y\_index

x\_index=0, y\_index=11 のようにすると、y 座標も指定可能です。

但し、x\_index と y\_index の両方に非 0 の値を指定すると、十字架状に sin 波ができてしまうためご注意ください。

#### ◆dt 単位での波高データファイル (hoge.dat) ※dt=0.1, tau=30 の場合

0.1 -0.000054	←dt:0.1 (時刻 0 からスタートしていない事に注意)
0.2 -0.000054	←dt:0.2
[...]	
299.9 -0.000162	←dt:299.9
300.0 -0.000162	←dt:300.0 (tau の値を超えたので読み込まれない)

##### ・区切り文字 : スペース

- ・このファイルは、波源設定用パラメータファイル "sinwave" で指定した場合のみ用意します。
- ・開始 1 ステップ目から時刻 tau に至るまで、dt 単位 (ステップ毎) に上から順に読み込みます。  
(時刻 0 の行が含まれていると 1 ステップ分ずれてしまいますのでご注意ください。)
- ・読み込むべきデータがなくなった場合は何もしません。
  - ・[実数] [実数] の行のみが有効で、他のデータは読み飛ばされます。
- ・1 カラム目 (左側) の [実数] も読み飛ばされます。

#### ◆地形ネスティング指定パラメータファイル (gridfile.dat)

SD01 SD01 1 bathy.SD01.grd	NO_DISPLACEMENT_FILE_GIVEN	} ←disp ファイルは不要のため 代わりにこのように記述する
SD02 SD01 0 bathy.SD02.grd	NO_DISPLACEMENT_FILE_GIVEN	
[...]		

##### ・区切り文字 : スペース

## 7-2. 伝播関連

### A. 分散ありで計算する

JAGURS では、分散項を取り入れた計算を行う事も可能です。

分散項を有効にすると計算時間が増大するため、通常は並列版を使用して計算を行います。

計算手順は「6.並列版での計算」のケースと同じです。

【編集対象ファイル】

#### ◆JAGURS の Make ファイル

CONV_CHECK=ON	! ON を指定すると収束計算チェック有効化、その他の場合無効化
---------------	----------------------------------

#### ◆計算パラメータファイル (tsun.par)

with_disp=1	! 1 を指定すると分散項有効、その他の場合 OFF
max_step=150	! 反復（収束）計算の最大回数
conv_val=1.0d-8	! 反復（収束）計算チェック時に使用する打ち切り誤差の閾値 [m/s]
min_depth=10	! 分散を計算する最小水深 [m]

##### ・ max\_step

デフォルト値 : 9999

コンパイル時オプション「CONV\_CHECK」

有効時 : 計算が収束した時点で打ち切られます。

無効時 : 常に「max\_step」で指定した回数だけ計算が行われます。

##### ・ conv\_val

デフォルト値 : 1.0d-8

反復（収束）計算における流速の差が、この値以下になった場合に「収束した」と判定され、次のステップに進みます。（コンパイル時オプション「CONV\_CHECK」有効時のみ使用されます。）

### B. 吸収境界条件

吸収境界条件を設定すると、ルートドメインの端（境界）に到達した波が境界に吸収されます。

【編集対象ファイル】

#### ◆計算パラメータファイル (tsun.par)

with_abc=1	! 1 を指定すると沖側吸収境界有り、その他の場合は沖側透過境界
nxa=60	! 東西（X）方向からの吸収境界の幅 [グリッド数]
nya=60	! 南北（Y）方向からの吸収境界の幅 [グリッド数]
apara=0.018	! 吸収境界の強さ

##### ・ nxa / nxy

デフォルト値 : 20<sup>(注5)</sup>

例えば 18 秒格子の場合、デフォルトでは「18 秒 x 20 グリッド」が吸収境界の幅として設定されます。

##### ・ apara

デフォルト値 : 0.055 d0<sup>(注5)</sup>

root ドメインに於ける減衰の強さを表すパラメータで、値が大きいほど急速に減衰します。

<sup>(注5)</sup> 境界幅を大きく、減衰を緩やかに設定すると計算が安定する傾向がある。（nxa/nxy=60, apara=0.002d0, 辺り）

### C. Elastic Loading & 海水密度効果

連続の式に津波の荷重による地球の弾性変形の効果を入れるかどうかのオプションです。

#### ◆計算パラメータファイル (tsun.par)

(Elastic Loading に関するパラメータ)

with_elastic_loading=1	! 1 を指定すると Elastic loading が ON、その他の場合 OFF
m_radius=2.0d3	! Elastic loading 効果を計算する半径 [単位は km]
m_pyfile=PREM_Ggz.nc	! グリーン関数を与える NetCDF4 形式ファイル名

- m\_radius

デフォルト値 : 2.0d3

点荷重による地球の弾性変形を計算する範囲を指定します。(通常はデフォルト値を使用)

- m\_pyfile

デフォルト値 : PREM\_Ggz.nc

点荷重による地球の弾性変形を表すグリーン関数を NetCDF4 形式のファイルとして与えます。(通常はデフォルト値記載のファイルを使用)

(海水密度効果に関するパラメータ)

with_density=1	! 1 を指定すると海水密度効果が ON、その他の場合 OFF
m_rho=1025.5d0	! 海面での密度 [kg/m <sup>3</sup> ]
m_K=2.2d9	! 海水の体積弾性率 [Pa]

- m\_rho

デフォルト値 : 1025.5d0

海面での密度を指定します。(通常はデフォルト値を使用)

- m\_K

デフォルト値 : 2.2d9

海水の体積弾性率を指定します。(通常はデフォルト値を使用)

#### D. マルチシナリオ実行

複数の計算を 1 ジョブで実行する機能です。

シナリオ毎にディレクトリを用意し、その中に計算に使用するファイル一式を置きます。

ディレクトリ名は "input.[ケース ID(6 桁)]" とします。(ディレクトリ名は "input.\*" 固定です)

また、作成した各ディレクトリ (input.xxxxxx/) と JAGURS 実行ファイルを同じレベルに置きます。

ジョブの実行方法は、実行用シェル内で引数に対象ケースの範囲を指定し、対象ケース数と同じ MPI 並列数で実行します。

計算結果は、ケース毎に "member.[ケース ID(6 桁)]" というディレクトリに出力されます。

##### 【編集対象ファイル】

##### ◆JAGURS の Make ファイル

MULTI=ON	! マルチシナリオ実行機能有効 (OFF or 未指定 ... 無効)
----------	-------------------------------------

##### ◆地殻変動ケース毎のディレクトリ

16 ケース ("input.000001"~"input.000016") を用意する場合のディレクトリ構造

```
JAGURS-D_Vxxx/jagurs
qsub.sh.noomp
input.000001/bathy.SD01.grd
        bathy.SD02.grd
        [...]
        disp.SD01case01.grd
        disp.SD02case01.grd
        [...]
        gridfile.dat
        tsun.par
        test_tgs.txt
[...]
input.000016/bathy.SD01.grd
        bathy.SD02.grd
        [...]
        disp.SD01case16.grd
        disp.SD02case16.grd
        [...]
        gridfile.dat
        tsun.par
        test_tgs.txt
```

- ・当例では、各パターン内のグリッドファイルは分割していませんが、必要に応じて 2 次元領域分割できます。(その場合は、後述の実行用シェルに記述するノード数を適宜変更してください。)



◆実行用シェル (qsub.sh.noomp) ※JAMSTEC のシステムの場合

```
#!/bin/bash
#BSUB -n 16                                     ←16 ケースなので 16 並列実行
#BSUB -W 2880
#BSUB -R "rusage[mem=1024] span[ptile=16]"
#BSUB -a ICE
#BSUB -J Tsunami-MPI
#BSUB -o stdout
#BSUB -e stderr

export OMP_NUM_THREADS=1

mpijob "/JAGURS-D_V0xxx/jagurs 1-16 tsun.par" ←16 ケース("input.000001"~"input.000016")
```

※通常版 (MULTI=OFF) と少し実行の仕方が違います。

通常版 jagurs par=tsun.par

マルチシナリオ版 jagurs 1-16 tsun.par

## E. 計算のリスタート

計算機の実行時間制限により、設定した時間分の計算が終了しない事があります。

そのような場合に、リスタートポイントでの計算済み情報を“リスタート情報ファイル”として保存しておき、その情報を元に残りの計算を再開する事ができます。

### 【編集対象ファイル】

#### ◆計算パラメータファイル (tsun.par)

(リスタートに関するパラメータ)

restart_interval=12000	！ “リスタート情報ファイル” の出力間隔 [ステップ]
restart =60000	！ “リスタート情報ファイル” のステップ番号 [ステップ]
max_time='23:40:00'	！ 計算打ち切り時間

#### ・ restart\_interval

ここで指定したステップ (=ステップ数が restart\_interval で割り切れるステップ) の完了直前に、次のような名称で “リスタート情報ファイル” を出力します。

restart.[ステップ数(8 桁)]

#### ・ restart

このオプションを指定すると、ここで指定したステップ番号を持つ “リスタート情報ファイル” を読み込み、restart + 1 ステップ目から計算を再開します。

なお、前回計算時に出力されたファイルで同じ名前のファイルが存在していると、リスタート時に上書きされてしまうため、事前に退避させる等の対応を行ってください。(波形出力ファイル: tgs0000\*\* 等)

#### ・ max\_time

このオプションを指定すると、計算実行時間がこの値に達した時点で、時間ステップ処理を抜け、終端処理を行います。

ジョブ実行時に指定する実行時間制限に対して、ある程度の余裕を持った値 (時間ステップ 1 つ分 + 終端処理分) を考慮して設定してください。

## F. 直交座標版

JAGURS では、極座標の他に直交座標の地形を取り扱うことも可能です。

【編集対象ファイル】

### ◆JAGURS の Make ファイル

CARTESIAN=ON	! ON を指定すると直交座標版、その他の場合は極座標版としてコンパイルされる
--------------	---

入力データなどの扱いは極座標系版と同様です。入力データの x,y 座標をメートルで準備してください。

## G. 粗度係数分布の入力

摩擦項の計算において、デフォルトでは陸域、海域で区別はできるものの空間的に均一な摩擦係数が用いられます。空間的に不均一な粗度係数分布を GMT グリッドファイル (cf フォーマット) で読み込ませることにより、空間的に不均一な粗度係数を考慮した計算ができます。粗度係数の GMT グリッドは地形グリッドと同様にネストドメイン毎に準備します。範囲と格子間隔もその領域の地形グリッドに一致させます。粗度係数の GMT グリッドの指定は、地形ネスティング指定パラメータファイル (gridfile.dat) で行います。

### ◆地形ネスティング指定パラメータファイル (gridfile.dat)

SD01	SD01	1	bathy.SD01.grd	disp.SD01.grd	
SD02	SD01	0	bathy.SD02.grd	disp.SD02.grd	
SD03	SD02	0	bathy.SD03.grd	disp.SD03.grd	
SD04	SD03	0	bathy.SD04.grd	disp.SD04.grd	
SD05	SD04	0	bathy.SD05.grd	disp.SD05.grd	wetordry.SD05.grd sodo.SD05.grd

第 7 カラムが粗度係数分布の GMT グリッド (sodo.SD05.grd) です。この例の場合は、SD05 ドメインのみに空間的に不均一な粗度係数分布を入力しています。その他のドメインには計算パラメータファイル (tsun.par) のデフォルト値が用いられます。粗度係数分布のファイルを指定しない場合は、空欄または "NO\_FRICTION\_FILE\_GIVEN" と記載します。

## H. ライン状の構造物

防潮堤などの海岸構造物の効果を、流量の計算格子上に幅ゼロのライン状の壁を入れることで考慮します。越流公式（本間, 1940）を使用します。格子間隔よりも海岸構造物を考慮する際に便利です。直交座標系、球面座標系の両方で利用できます。コンパイル時に次のように指定します。

### ◆JAGURS の Make ファイル

CARTESIAN=ON	! ON を指定すると直交座標版、その他の場合は極座標版としてコンパイルされる
BANKFILE=ON	! ON で構造物ラインデータが有効になる。

構造物ラインデータはドメイン毎にアスキーファイルで準備します。記載方法は次のとおりです。

### ◆構造物ラインデータ (ir.SD05.dat)

-116105 -17035 1 3.30
-116105 -16715 3 3.12
-116115 -17035 1 3.30
-116115 -16715 1 3.12
-116125 -17045 1 3.30
-116125 -17035 2 3.30

- ・区切り文字：スペース
- ・各カラムの説明は次の通りです。
  - 第1カラム：南北(y)座標
  - 第2カラム：東西(x)座標
  - 第3カラム：壁の方向（整数）（1：東側、2：北側、3：東側と北側）
  - 第4カラム：天端高[標高、m]

注) 位置は地形データの格子点位置を指定します。JAGURS ではスタaggerド格子を採用しており、地形データの格子点位置と流量データの格子点位置は入れ子になっています。一行目の

-116105 -17035 1 3.30

は、南北(y)座標=-116105m, 東西(x)座標= -17035m の地形格子点の東側（1）の流量格子点の流量を計算する際に、標高 3.30m の壁の越流公式で求めるという意味です。壁を入れるところのみを記載します。

構造物ラインデータは地形ネスティング指定パラメータファイル (gridfile.dat) の第8カラム目 (ir.SD05.dat) で指定します。構造物ラインデータを指定しない場合は空欄にします。

### ◆地形ネスティング指定パラメータファイル (gridfile.dat)

SD01	SD01	1	bathy.SD01.grd	disp.SD01.grd				
SD02	SD01	0	bathy.SD02.grd	disp.SD02.grd				
SD03	SD02	0	bathy.SD03.grd	disp.SD03.grd				
SD04	SD03	0	bathy.SD04.grd	disp.SD04.grd				
SD05	SD04	0	bathy.SD05.grd	disp.SD05.grd	wetordry.SD05.grd	sodo.SD05.grd	ir.SD05.dat	

津波高が天端高を超えた時に背後地域に津波が侵入しますが、そのタイミングで海岸構造物の天端高を低くすることが出来ます。越流後破堤の現象を考慮する際に用います。設定は計算パラメタファイル（tsun.par）で行います。

◆計算パラメータファイル（tsun.par）

broken_rate=0.4	！ 越流後の構造物の低下率
-----------------	---------------

この例では、オリジナルの堤防の天端の地盤からの高さは、越流後に 40%の高さになります。変化させない場合は指定しないか、負の値を入力します。

### 7-3. 出力関連

#### A. 津波到達時刻の出力

津波が到達した時刻（秒）を最大水位分布等と同じ形式で出力します。

【編集対象ファイル】

##### ◆計算パラメータファイル（tsun.par）

（津波到着時刻出力に関するパラメータ）

check_arrival_time=1	！ 津波到達時刻の出力(1:ON/0:OFF)
check_arrival_height=0.30d0	！ 津波到達の判断のしきい値（水位変化【m】）

- ・ check\_arrival\_time  
津波到達時刻出力の ON/OFF を切り替えます。
- ・ check\_arrival\_height  
津波到達の判断のしきい値（水位変化【m】）です。計算スタート時に海域では水位がしきい値を超えたタイミング、陸域では浸水深がしきい値を超えたタイミングの時刻（秒）が出力されます。

## B. NetCDF フォーマットの場合

コンパイル時に下のように指定すると

OUTPUT=NCPIO	←ドメイン毎に 1 つの NetCDF ファイルにまとめて出力
--------------	---------------------------------

初期水位分布、水位変動分布、最大津波高分布、最小津波高分布、到着時刻をドメイン毎に 1 つの NetCDF ファイルにまとめて出力します。ncdump -h コマンドでどの属性が含まれているか確認できます。また、GMT の grdreformat コマンドで特定のタイムステップや統計データのみ切り出すことができます。

### ◆NetCDF 形式のファイル(\*.nc)から GMT 形式(\*.grd)にて特定の情報を抽出する方法について

#### 例 1. 最大津波高の抽出

抽出元ファイル名 : nankai.2s.thk.nc

抽出先ファイル名 : nankai.2s.thk.max\_height.grd

抽出対象の属性名 : max\_height

```
$ grdreformat nankai.2s.thk.nc?max_height nankai.2s.thk.max_height.grd -V
```

#### 例 2. 水位スナップショット(初期タイムステップ)の抽出

抽出元ファイル名 : nankai.2s.thk.nc

抽出先ファイル名 : nankai.2s.thk.wave\_height\_10s.grd

抽出対象の属性名 : wave\_height[1]

```
$ grdreformat nankai.2s.thk.nc?wave_height[0] nankai.2s.thk.wave_height_10s.grd -V  
(?, [, ]は¥でエスケープする必要がある場合があります。)
```

※以降のタイムステップの情報を抽出したい場合は、

wave\_height[]のインデックスの数値を変更します。

例えば、初期タイムステップの次のステップを抽出する場合は、

wave\_height[2]とする必要があります。

ちなみに wave\_height[0]で抽出されるのは、最初に出力が行われたタイムステップでのスナップショットであり、wave\_height[1]は、指定した間隔を経てその次に出力が行われた際のものとなります。

つまり、10 秒ごとにスナップショットを吐く指定を行った場合、

wave\_height[0]は積分時間として 0 秒後のスナップショットであり（つまり水位はすべてゼロ）、

wave\_height[1]は積分時間として 10 秒後のスナップショットとなります。

抽出されるファイルは GMT で読み書きできます。ファイルフォーマットは GMT で言う「nf フォーマット (#18)」です。

### C. 最大浸水深を作成する

〔地形の高さ+ 地殻変動〕と〔最大波高〕の差を求めます。

= 地形の高さ(鉛直下向き) - 地殻変動(鉛直上向き) + 最大津波高(鉛直上向き)

【例】SD05 ドメインの最大浸水深ファイルを作成する場合

(1) 最大浸水深のグリッドファイルを作成。

= [bathy.SD05.grd] - [init.SD05.grd] + [SD05.zmax.grd]

\$ grdmath bathy.SD05.grd disp.SD05.grd SUB SD05.zmax.grd ADD = SD05.fdmx.nc=nf -V



## 8. パラメーター一覧

### 8-1. コンパイル時に指定するオプションパラメーター一覧

Item	Value	Comment
PREC	REAL_DBL	全て倍精度で計算
	DBLE_MATH	算術関数のみ倍精度で計算
	上記以外	全て単精度で計算
MPI	ON	MPI 並列化を有効とする（並列版）
	上記以外	MPI 並列化を無効とする（シリアル版）
USE_ALLTOALLV	ON	ネスティング間通信に MPI_Alltoallv を使用
	上記以外	MPI_Allreduce を使用
A2A3D	ON	ネスティング間通信のための MPI_Alltoallv 通信を仮想的な 3 次元ネットワークポロジを用いて行う MPI プロセス数が非常に大きい場合に性能が向上する可能性がある （このオプションは「USE_ALLTOALLV=ON」の場合のみ有効）
SINGLE_A2A	ON	ネスティング間通信のための MPI_Alltoallv 通信を可能な限りまとめて処理する 性能が向上する可能性がある （このオプションは「USE_ALLTOALLV=ON」の場合のみ有効）
TIMER_DETAIL	ON	タイマー出力を有効化
	DETAIL	より詳細なタイマー出力を有効化
	上記以外	タイマー出力を無効化
CONV_CHECK	ON	収束計算チェックを有効化 ＝分散項の収束計算に於いて、流量の変化が閾値（計算パラメータファイル内「conv_val」で指定した値）以下になった場合に次のステップに進む
	上記以外	収束計算チェックを無効化（＝決まった回数イタレーションを行う）
OUTPUT	NCDIO	波高・流速等の出力ファイルを、ノード単位毎に 1 つの NetCDF ファイルにまとめて、プログラム実行ディレクトリ直下に出力 ・ファイル形式：NetCDF フォーマット ・ファイル名："[ドメイン名].nc"
	DIROUT	波高・流速等の出力ファイルを、ステップ単位毎のディレクトリ下に集約した後、プログラム実行ディレクトリ直下に出力 ・ファイル形式：GMT フォーマット ・ファイル名："[ステップ番号].grd/[ドメイン名].[ステップ番号].grd"
	上記以外	全ての出力ファイルをプログラム実行ディレクトリ直下に出力 ・ファイル形式：GMT フォーマット ・ファイル名："[ドメイン名].[ステップ番号].grd"
SINGLE_TGS	ON	波形出力ポイント（＝ステーション）毎の波高・流速を、プロセス単位で単一ファイルに出力 ・出力ファイル名："tgs_station.[ランク番号]"（プロセス毎に出力） ・各出力ファイルには複数ステーションの情報が混ざった状態で出力される（但し、各行の先頭に "[ステーション番号]" が付加されているので、どのステーションの出力が区別可能） ・付属のスクリプト"splittgs.sh"を使って、従来の出力形式（＝ステーション毎に単一ファイル）に戻す事も可能
	上記以外	波形出力ポイント（＝ステーション）毎の波高・流速を、ステーション別に単一ファイルに出力 ・出力ファイル名："tgs[ステーション番号(6 桁)]" ※基本こちらを利用する。

Item	Value	Comment
MULTI	ON	マルチシナリオ実行
	上記以外	シングルシナリオ実行
SKIP_MAX_VEL	ON	実行時間短縮のため最大流速の計算および出力を抑止する
	上記以外	最大流速の計算および出力を有効にする
LESS_CC	ON	実行時間短縮のため分散項の収束計算における収束判定を 10 ステップ毎に行う
	上記以外	分散項の収束計算における収束判定を毎ステップ行う
CARTESIAN	ON	直交座標系で計算
	上記以外	球面座標（経度緯度座標）で計算
UPWIND3	ON	移流項を 3 次風上差分で解く
	上記以外	移流項を 1 次風上差分で解く
BANKFILE	ON	構造物ラインデータを有効にする
	上記以外	構造物ラインデータを無効にする
HZMINOUT	ON	最も大きい引き波の分布（最小津波高分布）を出力する
	上記以外	最も大きい引き波の分布（最小津波高分布）を出力しない
ONEFILE	ON	MPI 並列化有効時の領域分割を JAGURS 内部で行う。並列計算において入力ファイルを予め分割しておく必要はない。また、出力ファイルを結合する必要がない。V0500 からの機能。本マニュアルは ONEFILE=ON に準拠して記載。
	上記以外	MPI 並列化有効時に、入力ファイルを領域分割に合わせて予め分割しておく必要がある。また、出力ファイルを必要に応じて結合する必要がある。計算ノードにおけるローカルファイルシステムが利用可能なシステムにおいて性能が向上する可能性がある。このオプションを利用する場合は V0400 のマニュアルを参照すること。

## 8-2. 計算パラメータファイル (tsun.par) で指定可能なパラメータ一覧

(\* は必須項目)

Item		Comment	Default Value
(Filename setting)			
gridfile	*	地形ネスティング指定用パラメータファイル名 (例:gridfile.dat)	
maxgrdfn		最大波高の出力時ファイル名 (例:zmax.grd)	maxgrdfn='zmax.grd'
mingrdfn		最小波高の出力時ファイル名 (例:zmin.grd)	mingrdfn='zmin.grd'
vmaxgrdfn		最大流速の出力時ファイル名 (例:vmax.grd)	vmaxgrdfn='vmax.grd'
tgstafn	*	波形出力ポイント指定用パラメータファイル名 (例:test_tgs.txt)	
tgstxtoutfile		出力ポイント毎の波形出力ファイルの頭に付加する文字列	tgstxtoutfile='tgs'
(Model Parameters)			
dt	*	計算ステップ間隔 [秒]	
tend	*	計算終了時間 [秒]	
itmap	*	スナップショット出力間隔 [ステップ] (dt * itmap = スナップショット出力間隔 [秒])	
itmap_start		└ 計算開始ステップ数 [ステップ]	itmap_start=1
itmap_end		└ 計算終了ステップ数 [ステップ]	itmap_end=99999999
tau	*	ライズタイム [秒]	
cf	*	海域 正の値: 無次元の摩擦係数として扱われる	(cfl 未定義の場合、cf の値 が cfl にコピーされる)
cfl	*	陸域 負の値: マニングの粗度係数として扱われる	
froude_lim		フルード数によるリミッタを適用	froude_lim=2.0d0
coriolis	*	コリオリ力を使用 (1:ON/0:OFF)	
smooth_edges		ドメイン間の境界をスムーズにつなぐため地形を少し変化させる (1:ON/0:OFF)	smooth_edges=0
c2p_all		子ドメイン→親ドメインへの海域全コピーを行う (1:ON/0:OFF)	c2p_all=0
nest_1way		親ドメイン→子ドメインの領域境界内挿のみが行われる (子ドメイン→親ドメインのコピーが抑止される)	nest_1way=0
def_bathy		地殻変動に基づいて地形を変化させる (1:ON/0:OFF)	def_bathy=1
plotgrd		波高グリッドファイルの出力対象となるドメインを指定 ・ 0 未満 or 全ドメイン数以上の値: すべてのドメインを出力 ・ 上記以外: 対応するドメイン(複数指定可)のみ出力 例: plotgrd=2,5 ... ドメイン 2,5 のみ出力 plotgrd=-1 ... 全ドメイン出力	plotgrd=-1
velgrd		時系列の流速ファイル(x 方向, y 方向)を出力 (1:ON/0:OFF)	velgrd=1
speedgrd		時系列の流速ベクトルの絶対値を出力 (1:ON/0:OFF) (velgrd とは独立して指定可能)	speedgrd=0
start_date		シミュレーション開始時刻 ・ NetCDF 形式出力ファイルの time データに於ける units attribute が "seconds since [start_date]" となる ・ start_date には 64 文字以内の任意の文字列が指定可能	start_date='2000-01-01 00:00:00'
itgrn		出力ポイント毎の波形出力ファイルにおける出力頻度を指定 (itgrn ステップ毎に出力される)	itgrn=1

( \* は必須項目)

Item	Comment	Default Value
(Initial sea surface displacement)		
multrupt	複数の断層モデルを使用する (1:ON/0:OFF) (このオプションを使用する場合は、地殻変動データをリスト化する等の処理が必要)	multrupt=0
init_disp_interpolation	Root ドメイン以外の初期波高を親ドメインの補間で得る	init_disp_interpolation=0
use_linear	init_disp_interpolation=1 の場合に、使用する補間方法を指定 (1:線形補間/0:スプライン補間)	use_linear=0
init_disp_fault	初期地殻変動を断層パラメータファイルから取り込む (1:ON/0:OFF)	init_disp_fault=0
fault_param_file	断層パラメータファイル名	fault_param_file="fault"
init_disp_gaussian	初期地殻変動をガウス分布で与える (1:ON/0:OFF) (読み込むファイル名は "gaussian" 固定)	init_disp_gaussian=0
init_disp_sinwave	初期地殻変動に sin 波源を取り込む (1:ON/0:OFF) (読み込むファイル名は "sinwave" 固定)	init_disp_sinwave=0
(Dispersive wave)		
with_disp	分散項の有効化 (0:無効/1:有効/2:最親のドメイン以外有効)	with_disp=0
max_step	反復計算の最大回数	max_step=9999
conv_val	打ち切り誤差 [m/s]	conv_val=1.0d-8
min_depth	これ未満では分散項を計算しない海の深さ [m]	min_depth=5.0d0
(Absorbing Boundary Condition)		
with_abc	吸収境界条件 (1:ON/0:OFF)	with_abc=0
nxa	東西境界線からの吸収境界幅	nxa=20
nya	南北境界線からの吸収境界幅	nya=20
apara	吸収パラメータ	apara=0.055d0
(Horizontal movement of seafloor slope)		
hzdisp_effect	海底斜面の水平変位による津波励起 (1:ON/0:OFF)	hzdisp_effect=0
min_depth_hde	水平移動を考慮する水深を指定 [m]	min_depth_hde=50.0d0
(Kajiura filter)		
apply_kj_filter	Kajiura フィルター (1:ON/0:OFF)	apply_kj_filter=0
(Elastic Loading)		
with_elastic_loading	Elastic loading (1:ON/0:OFF)	with_elastic_loading=0
m_radius	Elastic loading 効果を計算する半径 [km]	m_radius=2000.0d0
m_pyfile	グリーン関数を与える NetCDF4 形式ファイル名	m_pyfile=PREM_Ggz.nc

( \* は必須項目)

Item		Comment	Default Value
(Seawater Density Stratification)			
with_density		海水密度効果を有効にする (1:ON/0:OFF)	with_density=0
m_rho		海面での海水密度 [kg/m <sup>3</sup> ]	m_rho=1025.5d0
m_K		海水の体積弾性率 [Pa]	m_K=2.2d9
(Restart)			
restart		リスタート情報ファイルのステップ番号 [ステップ] (0:OFF)	restart=0
restart_interval		リスタート情報ファイルの出力間隔 [ステップ] (0:OFF)	restart_interval=0
max_time		計算打ち切り時間 (例: max_time="23:40:00")	
(MPI parallelization)			
procx	*	東西方向の分割数 (並列版では必須)	
procy	*	南北方向の分割数 (並列版では必須)	
(Arrival time)			
check_arrival_time		津波到達時刻の出力(1:ON/0:OFF)	check_arrival_time=0
check_arrival_height		津波到達の判断のしきい値 (水位変化 [m])	check_arrival_height=0.01d0
(Bank file)			
broken_rate		越流時堤防破壊機能 (正の値 : 低減率、負の値 : 機能無効)。低減率は越流前のライン状構造物の地盤からの高さに対する越流後の高さの比	broken_rate=-1.0

## 9. さいごに

本プログラムは、日本、オーストラリアの研究チームが共同で開発、高度化を行っています。

「開発で得られた成果はコミュニティ全体で社会のためにシェアする」という理念が受け継がれたコードだと思います。新たな機能を追加した場合は連絡を取り合うという形で、機能向上を進めさせていただきたいと思っています。

なお、ご利用にあたり、バグや気づいた点等ございましたらご一報いただければ幸いです。

以上

徳島大学大学院社会産業理工学研究部  
馬場 俊孝  
baba.toshi @ tokushima-u.ac.jp

## 10. 改訂履歴

版数	発行日	改訂履歴
ver. 2014.03.11	2014/03/11	初版発行
ver. 2014.06.03	2014/06/03	<ul style="list-style-type: none"> <li>・誤字脱字修正</li> <li>・その他 <ul style="list-style-type: none"> <li>p02: 2-1. JAGURS-D_V0177 リリースに伴うバージョン変更</li> <li>p03: 2-5. 説明補足</li> <li>p04: 2-6-2. 説明補足</li> <li>p05: 2-6-3. サンプルパラメータ値変更</li> <li>p06: 2-7. ファイル説明追加</li> <li>p07: 3-2. 説明補足</li> <li>p10: 4-2. 説明補足、サンプルパラメータ値変更</li> <li>p11: 4-3. 説明補足</li> <li>p19: 7-2. JAGURS-D_V0177 リリースに伴う説明補足</li> </ul> </li> </ul>
ver. 2014.07.14	2014/07/14	<ul style="list-style-type: none"> <li>・誤字脱字修正</li> <li>・その他 <ul style="list-style-type: none"> <li>p02: 2-1. JAGURS-D_V0178 リリースに伴うバージョン変更</li> <li>p06: 2-7. 結合ツール説明追加</li> <li>p17: 7-1. 説明補足</li> </ul> </li> </ul>
ver. 2014.07.22	2014/07/22	<ul style="list-style-type: none"> <li>・誤字脱字修正</li> <li>・その他 <ul style="list-style-type: none"> <li>p18,20: パラメータ「start_time」追記</li> </ul> </li> </ul>
ver. 2014.08.31	2014/08/31	・誤字脱字修正
ver. 2015.10.13	2015/10/13	<ul style="list-style-type: none"> <li>・JAGURS-D_V0200(&amp;V0330)リリースに伴う修正 <ul style="list-style-type: none"> <li>p11: 4 章追加</li> <li>p20: 7 章追加および関連項目集約(&amp;補足資料整理)</li> <li>p40: 8 章コンパイルパラメータ追加</li> <li>p43,45: 8 章パラメータ解説修正</li> </ul> </li> <li>・誤字脱字修正</li> </ul>
ver. 2015.11.11	2015/11/11	<ul style="list-style-type: none"> <li>・JAGURS-D_V0203(&amp;V0333)、ncdmerge.V0180 リリースに伴う修正 <ul style="list-style-type: none"> <li>p22,23: 7-2 章 C.追加, F.追加</li> <li>p22: 7-2 章 E.修正(水平移動効果を考慮する水深設定)</li> <li>p43,45: 8 章パラメータ解説修正</li> </ul> </li> </ul>
ver. 2016.10.24	2016/10/24	<ul style="list-style-type: none"> <li>・JAGURS-D_V0400 リリースに伴う修正 <ul style="list-style-type: none"> <li>p42: コンパイル時オプション SKIP_MAX_VEL および LESS_CC に関する記述を追加</li> <li>p43: 計算パラメータ itgrn に関する記述を追加</li> </ul> </li> </ul>
ver. 2018.04.22	2018/04/22	<ul style="list-style-type: none"> <li>・JAGURS-D_V0500 リリースに伴う修正 <ul style="list-style-type: none"> <li>ONEFILE 機能</li> <li>粗度係数分布の入力機能</li> <li>ライン状構造物機能 に関する記述を追加</li> <li>※ONEFILE 機能の追加により並列計算時にも入力ファイル群を計算前に分割する必要がなくなったため、それらに関する事柄を削除。</li> </ul> </li> </ul>