

FrontISTR 解析マニュアル

FrontISTR Commons

2020 年 11 月 5 日

目次

| | | |
|-------|-------------------|----|
| 1 | FrontISTR 解析マニュアル | 2 |
| 1.1 | マニュアルリスト | 3 |
| 1.2 | 本マニュアルの記載内容 | 3 |
| 1.3 | 解析の流れと入出力データの概略 | 3 |
| 1.3.1 | 解析の流れ | 3 |
| 1.3.2 | 入力データの概略 | 3 |
| 1.3.3 | 出力ファイルの概略 | 4 |
| 1.3.4 | 全体制御データ | 4 |
| 1.3.5 | メッシュデータ | 5 |
| 1.3.6 | 解析制御データ | 6 |
| 1.3.7 | 出力ファイル | 7 |
| 1.3.8 | 実行方法 | 7 |
| 1.3.9 | 実行時の制約 | 9 |
| 1.4 | 解析手順 | 10 |
| 1.4.1 | 逐次処理による解析 | 10 |
| 1.4.2 | 並列処理による解析 | 12 |
| 1.5 | 要素ライブラリおよび材料データ | 16 |
| 1.5.1 | 要素ライブラリ | 16 |
| 1.5.2 | 材料データ | 21 |
| 1.5.3 | 非線形静解析 | 25 |
| 1.6 | ステップ制御 | 26 |
| 1.6.1 | 解析上の時間について | 26 |
| 1.6.2 | 静解析の制御 | 27 |
| 1.6.3 | 動解析の制御 | 30 |
| 1.7 | 全体制御データ | 30 |
| 1.7.1 | 全体制御データ概要 | 30 |
| 1.7.2 | 入力規則 | 30 |
| 1.7.3 | ヘッダー一覧 | 31 |
| 1.8 | 単一領域メッシュデータ | 35 |
| 1.8.1 | 単一メッシュデータ概要 | 35 |
| 1.8.2 | 入力規則 | 35 |

| | | |
|--------|--|-----|
| 1.8.3 | 单一領域メッシュデータのヘッダー一覧 | 36 |
| 1.9 | 解析制御データ | 59 |
| 1.9.1 | 解析制御データ概要 | 59 |
| 1.9.2 | 入力規則 | 60 |
| 1.9.3 | 解析制御データ | 61 |
| 1.9.4 | 解析制御データのパラメータ詳細 | 86 |
| 1.9.5 | ソルバー制御データ | 124 |
| 1.9.6 | ポスト処理(可視化)制御データ | 128 |
| 1.9.7 | ユーザー定義材料の入力 | 140 |
| 1.9.8 | 弾塑性変形に関するサブルーチン (uyield.f90) | 140 |
| 1.9.9 | 弾性変形に関するサブルーチン (uelastic.f90) | 141 |
| 1.9.10 | ユーザー定義材料に関するサブルーチン (umat.f) | 141 |
| 1.9.11 | ユーザー定義外部荷重の処理サブルーチン (upload.f) | 142 |
| 1.10 | <code>hecmw_part1</code> | 143 |
| 1.10.1 | 領域分割手法 | 144 |
| 1.10.2 | 領域分割タイプ | 144 |
| 1.10.3 | 実行に必要なファイル | 150 |
| 1.10.4 | 実行方法 | 152 |
| 1.10.5 | 適用例 | 153 |
| 1.10.6 | エラーメッセージ | 158 |
| 1.11 | <code>hecmw_vis1</code> | 163 |
| 1.12 | <code>hec2rcap</code> | 163 |
| 1.13 | <code>rconv</code> | 163 |
| 1.14 | <code>rmerge</code> | 163 |

1 FrontISTR 解析マニュアル

本ソフトウェアは文部科学省次世代IT基盤構築のための研究開発「イノベーション基盤シミュレーションソフトウェアの研究開発」プロジェクトによる成果をシーズとして、継続的に開発されている並列有限要素解析プログラムです。本ソフトウェアを無償または営利目的でご使用になる場合、「MITライセンス」をご了承頂くことが前提となります。



| 項目 | 説明 |
|----------|---|
| ソフトウェア名称 | FrontISTR |
| バージョン | 5.1 |
| ライセンス形態 | MIT License |
| 問い合わせ先 | 一般社団法人 FrontISTR Commons 東京都文京区弥生二丁目 11 番 16 号 (東京大学大学院工学系研究科 総合研究機構内) E-mail : support@frontistr.com |

1.1 マニュアルリスト

- イントロダクション
- インストールマニュアル
- 理論マニュアル
- 解析マニュアル
- チュートリアル
- FAQ

本マニュアルでは、大規模並列 FEM 非線形構造解析プログラム FrontISTR のデータ入力方法と実行方法を説明します。

1.2 本マニュアルの記載内容

- PDF
- 解析の流れと入出力データの概略
- 要素ライブラリおよび材料データ
- ステップ制御
- 全体制御データ
- 単一領域メッシュデータ
- 解析制御データ
- ユーザーサブルーチン

1.3 解析の流れと入出力データの概略

1.3.1 解析の流れ

ここでは、FrontISTR の解析の流れについて説明します。

1. FrontISTR ならびに、周辺プログラムの実行ファイルのダウンロード、またはインストールを行います。
2. 指定のフォーマットに従って作成した入力ファイル (mesh.msh データ、mesh.cnt データ、hecmw_ctrl.dat など) を準備します。
3. 並列計算を行う場合は、領域分割（メッシュパーティショニング）を行うプログラム hecmw_part1 を実行します。逐次計算の場合、この手順は必要ありません。
4. FrontISTR を実行します。
5. 並列計算を行った場合は、データマージプログラム rmerge を実行します。出力時に单一ファイルに出力する可視化フォーマットや、逐次計算の場合、この手順は必要ありません。

1.3.2 入力データの概略

ここでは、FrontISTR の入力ファイルの概略について説明します。

FrontISTR は入力ファイルとして、全体制御データ、メッシュデータおよび解析制御データの 3 つのファイルが必要である。

モデル全体を単体の CPU で解析する場合には、单一領域メッシュファイルを使用する。複数の CPU で並列実行する場合には、HEC-MW の領域分割ツールである hecmw_part プログラムにより、予め单一領域メッシュデータを領域分割し、その結果としての分散領域メッシュデータを用いる。

hecmw_part の詳細は HEC-MW 領域分割マニュアルを参照すること。

全体制御データ、解析制御データおよび单一領域メッシュデータはテキストデータであり、ユーザーはこのマニュアルの説明にしたがって、適当なエディタを用いて作成、編集することが可能であるが、FrontISTR の付属のツールとして、市販のプリポストプロセッサである Femap のサポートするニュートラルファイル (*.neu) を FrontISTR 入力データに変換する neu2fstr を用いて作成することもできる。

neu2fstr の詳細は neu2fstr マニュアルを参照すること。

1.3.3 出力ファイルの概略

ここでは、FrontISTR の出力ファイルの概略について説明します。

FrontISTR の実行により、ログデータファイルと結果データファイルおよび可視化データを出力する。これらの出力の有無、内容は、解析制御ファイル中の記述および解析内容に依存する。可視化データは FrontISTR の実行後、作成された結果ファイルより、HEC-MW 付属のツールである hecmw_vis プログラムにより生成することも出来る。hecmw_vis の詳細は HEC-MW 可視化マニュアルを参照すること。

図 3.1.1 FrontISTR 入出力ファイル

以下、上記入出力ファイルの概要について説明する。

1.3.4 全体制御データ

このファイルは、メッシュデータと解析制御データの入力ファイルおよび結果出力ファイルを指定する。

全体制御データの詳細は第 5 章に記載する。

```
#分散メッシュデータファイルのヘッダーの定義（領域分散モデルでは必須）
```

```
!MESH, NAME=fstrMSH, TYPE=HECMW-DIST
```

```
mesh.msh
```

```
#メッシュデータファイル名の定義（单一領域モデルでは必須）
```

```
!MESH, NAME=fstrMSH, TYPE=HECMW-ENTIRE
```

```
mesh.msh
```

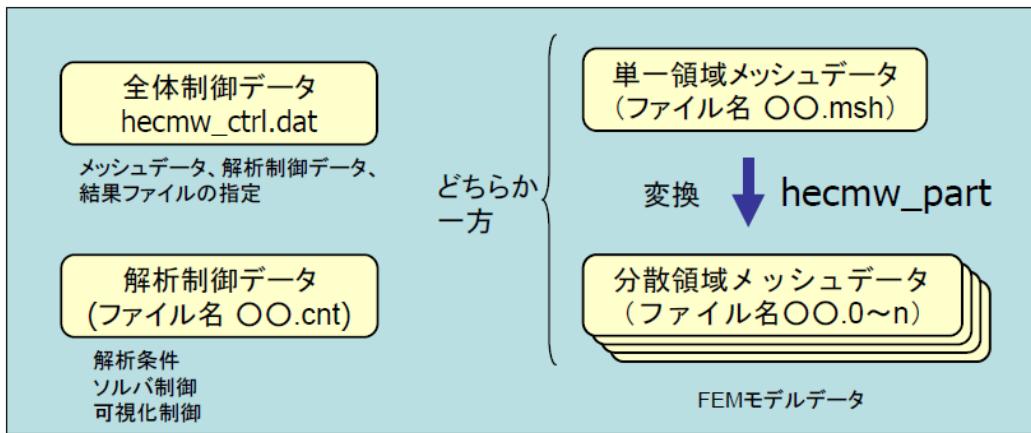
```
#解析制御データファイル名の定義（必須）
```

```
!CONTROL,NAME=fstrCNT
```

```
mesh.cnt
```

```
#解析結果データファイル名の定義（任意）
```

```
!RESULT,NAME=fstrRES, IO=OUT
```



(a) 入力ファイル



(b) 出力ファイル

図 1 FrontISTR 入出力ファイル

mesh.res

```
#可視化データファイル名の定義(任意)
!RESULT,NAME=vis_out,IO=OUT
mesh.vis
```

1.3.5 メッシュデータ

このファイルは有限要素メッシュを定義し、その材料データとセクションデータを定義する。また、解析制御データにて使用するグループデータを定義する。

メッシュデータの詳細は第6章に記載する。

```
#メッシュタイトルの設定
!HEADER
TEST MODEL A361
```

```

#節点座標の定義
!NODE
1, 0.0, 0.0, 0.0

#要素コネクティビティの定義
!ELEMENT, TYPE=361
1001, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8

#セクションデータの定義
!SECTION, TYPE=SOLID, EGRP=ALL, MATERIAL=M1

#材料データの定義
!MATERIAL, NAME=M1, ITEM=1
!ITEM=1, SUBITEM=2
4000., 0.3

#節点グループの定義
!NGROUP, NGRP=FIX, GENERATE
1001, 1201, 50

#要素グループの定義
!EGROUP, EGRP=TOP, GENERATE
1001, 1201, 1

!END

```

1.3.6 解析制御データ

このファイルは解析の種別、変位境界条件、集中荷重など解析制御データを定義する。またソルバーの制御やビジュアライザの制御データも、解析制御データに含まれる。

解析制御データの詳細は第7章に記載する。

#解析の種別の指定

!SOLUTION, TYPE=STATIC

#変位境界条件の定義

!BOUNDARY

FIX, 1, 3, 0.0

#集中荷重条件の定義

!CLOAD

CL1, 1, -1.0

#分布荷重条件の定義

```

!DLOAD
ALL, BX, 1.0

#参照温度の定義
!REFTEMP
20.0

#熱荷重（温度）条件の定義
!TEMPERATURE
ALL, 100.0

#ソルバーの制御
!SOLVER, METHOD=CG, PRECOND=1, TIMELOG=YES, ITERLOG=YES
10000,2
1.0e-8,1.0,0.0

#結果データ出力
!WRITE,RESULT

#メモリ渡しビジュアライザ制御
!WRITE, VISUAL

#以下、ビジュアライザーの制御データ
!visual
!surface_num =1
!surface_style =1

!END

```

1.3.7 出力ファイル

実行が終了すると、ログファイル（拡張子.log）が出力される。また、出力の指示により可視化用解析結果ファイル（拡張子.res）が出力される。ログファイルは、以下に示す内容が出力される。

- 変位、ひずみ、応力成分の最大・最小値
- 固有値
- 固有ベクトル値

1.3.8 実行方法

1.3.8.1 FrontISTR の準備

FrontISTR の本体（Linux 版は fistr1、Windows 版は fistr1.exe）をパスの通ったディレクトリまたは実行時のカレントディレクトリに格納する。

1.3.8.2 入力ファイルの準備

3種類の入力ファイル hecmw_ctrl.dat、解析制御データおよび（单一または分散領域）メッシュデータ用意し、hecmw_ctrl.dat に解析制御データとメッシュデータのファイル名（パス名）を記述する。必要ならば、解析結果データファイルおよび可視化データファイルの指定も行っておくこと。

1.3.8.3 単一領域の解析実行

Linux のターミナルもしくは Windows のコマンドプロンプトを立ち上げ、入力ファイルのあるディレクトリへカレントディレクトリを移動し、下記のように実行する（ただし'\$'はプロンプトを表す）

例) Linux の場合

```
$ ./fistr1
```

例) Window の場合

```
$ fistr1
```

1.3.8.4 Linux 上での並列実行

Linux 版では予め MPI をインストールした環境で、並列実行用にコンパイルしなければならない。コンパイル方法の詳細はインストールマニュアルを参照のこと。実行は、MPI の実行環境の設定に依存する。以下に 4 領域での実行例を示す。

```
$ mpirun -np 4 ./fistr1
```

1.3.8.5 Windows 上での並列実行

Windows 版では、MPICH2 のライブラリを下記 URL よりダウンロードし、インストールする必要がある。並列実行の方法については MPICH2 のマニュアルを参照すること。

<http://www-unix.mcs.anl.gov/mpi/mpich/>

1.3.8.6 並列接触解析の実行 (Ver.3.x からのユーザーへの注意)

Ver.3.xまでは、並列接触解析の場合のみ、分散メッシュデータではなく、単一領域メッシュデータを入力する必要があったが、Ver.5.xからは、並列接触解析の場合も、他の解析と同様に、分散メッシュデータを入力する使用方法に統一された。

1.3.9 実行時の制約

FrontISTR Ver.3.5において、正常実行が確認できている機能と要素タイプを表3.1.1に示す。

表3.1.1 解析機能別対応要素一覧

| 要素番号 | 線形静解析 | 固有値解析 | 熱伝導解析 | 線形動解析 | 周波数応答解析 | 材料非線形 | 幾何学的非線形 | 静/動解析 | 境界 |
|------|-------|-------|-------|-------|---------|-------|---------|-------|----|
| 111 | × | × | ○ | × | × | × | | | × |
| 112 | × | × | × | × | × | × | | | × |
| 231 | ○ | ○ | ○ | ○ | × | × | | | × |
| 232 | ○ | ○ | ○ | ○ | × | × | | | × |
| 241 | ○ | ○ | ○ | ○ | × | × | | | × |
| 242 | ○ | ○ | ○ | ○ | × | × | | | × |
| 301 | ○ | × | × | ○ | × | ○ | | | ○ |
| 341 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | | ○ |
| 342 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | | × |
| 351 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | | ○ |
| 352 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | | × |
| 361 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | | ○ |
| 362 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | | × |
| 541 | × | × | ○ | × | × | × | | | × |
| 542 | × | × | × | × | × | × | | | × |
| 611 | ○ | × | × | ○ | × | × | | | × |
| 641 | ○ | × | × | ○ | × | × | | | × |
| 731 | ○ | ○ | ○ | ○ | × | × | | | × |
| 732 | × | × | × | × | × | × | | | × |
| 741 | ○ | ○ | ○ | ○ | × | × | | | × |
| 743 | ○ | ○ | × | ○ | × | × | | | × |
| 761 | ○ | × | × | × | × | × | | | × |
| 781 | ○ | × | × | × | × | × | | | × |

注) ○ : 対応 × : 未対応

- 線形動解析では要素番号731、741、743で並列計算は未対応であるが、それ以外の要素番号での並列計算は可能である。
- 要素番号611は熱応力、重力、圧力、遠心力を考慮した解析には対応していない。
- 要素番号641は圧力、遠心力を考慮した解析には対応していない。
- 梁要素をソリッド要素と混在して解析を行う場合、利用可能な梁要素は要素番号641である。
- シェル要素をソリッド要素と混在して解析を行う場合、利用可能なシェル要素は要素番号761および781である。

1.4 解析手順

1.4.1 逐次処理による解析

1.4.1.1 実行の流れ

FrontISTR を利用した、シングルプロセッサーの逐次処理による実行の流れを図 3.1.2 に示します。

図 3.1.2 逐次処理による実行の流れ

1.4.1.2 準備する入力ファイル

1.4.1.2.1 (1) 全体制御データ（拡張子 dat）

このファイルではメッシュデータと解析制御データの入力ファイルおよび解析結果出力ファイルを指定します。ファイル名は固定の hecmw_ctrl.dat です。

全体制御データの例を以下に示します。本例では、FrontSTR は単一領域メッシュデータ model.msh と解析制御データ model(cnt を読み込み、解析結果データ model.res.0.1 を書き出します。また、 hecmw_vis は単一領域メッシュデータ model.msh と解析結果データ model.res.0.1 を読み込み、出力指定に対応する model_vis_psf.0000.(拡張子) を書き出します。詳細はユーザーマニュアル第 5 章を参照ください。

1.4.1.2.2 (2) 単一領域メッシュデータ（拡張子 msh）

このファイルでは、解析対象の全体メッシュ構成、材料データ、解析制御データで使用するグループデータなどを定義します。詳細はユーザーマニュアル第 6 章を参照ください。

1.4.1.2.3 (3) 解析制御データ（拡張子 cnt）

このファイルでは、解析種別、変位境界条件、荷重境界条件などを定義します。また、ソルバーの制御データやビジュライザーの制御データも指定します。3 章で解析制御データの例を示します。詳細はユーザーマニュアル第 7 章を参照ください。

1.4.1.2.4 (4) 可視化制御データ（拡張子 ini）

このファイルでは、 hecmw_vis の制御データを指定します。デフォルトのファイル名は hecmw_vis.ini です。可視化制御データの例を以下に示します。本例では、 MicroAVS 用の非構造格子型データ（拡張子 inp）を出力します。詳細はユーザーマニュアル 7.3.3 節および 7.4.7 節を参照ください。

1.4.1.3 実行方法

FrontISTR は、入力ファイルがあるディレクトリにおいて以下のコマンドラインで実行します。

```
$ fistr1
```

可視化はふたつの方法で実行することができます。ひとつは、FrontISTR の後処理として実行する場合で、解析制御データに

```
!WRITE, VISUAL
```

を指定することにより、自動的に実行されます。この場合、可視化制御データを解析制御データに含めて記述することが必要です。

FrontISTR の実行終了後に可視化を行う場合は、まず解析制御データに

```
!WRITE, RESULT
```

を指定し、FrontISTR を実行します。

FrontISTR の実行終了後、入力ファイルと解析結果ファイルがあるディレクトリにおいて以下のコマンドラインで hecmw_vis を実行します。

```
$ hecmw_vis1
```

1.4.1.4 出力ファイルの説明

1.4.1.4.1 (1) 解析結果メッセージファイル（拡張子 msg）

本ファイルには、FrontISTR の解析進行過程などのメッセージが output されます。1 回の実行でひとつのファイルが作成され、ファイル名は固定の FSTR.msg です。

1.4.1.4.2 (2) 解析結果ログファイル（拡張子 log）

本ファイルには、FrontISTR の節点ごとおよび要素ごとの物理量の解析結果が出力されます。また、物理量の最大/最小値や固有値解析結果も出力されます。動解析の場合、すべてのステップの解析結果が本ファイルに出力されます。1 回の実行でひとつのファイルが作成され、ファイル名は固定の 0.log です。

1.4.1.4.3 (3) 解析結果ファイル（拡張子なし）

本ファイルは、!WRITE, RESULT オプションを指定した場合に出力されます。

本ファイルには、FrontISTR の節点ごとおよび要素ごとの物理量の解析結果が出力されます。ステップごとにファイルが生成され、ファイル名は全体制御データで指定したファイルヘッダーを用いて、以下のように命名されます。

命名則：(!RESULT で指定したファイルヘッダー).0.(ステップ番号)

例：model.res.0.1

1.4.1.4.4 (4) 解析結果ビットマップファイル（拡張子 bmp）

本ファイルは、可視化制御データで指定した場合に出力されます。

本ファイルには、可視化処理を行ったビットマップデータが出力されます。ファイル名は全体制御データで指定したファイルヘッダーを用いて命名されます。命名則の詳細は、hecmw1 のドキュメント (0803_001f_hecmw_PC_cluster_201_vis.pdf) を参照ください。

1.4.1.4.5 (5) 解析結果非構造格子型データファイル（拡張子 inp）

本ファイルは、可視化制御データで指定した場合に出力されます。

本ファイルを用いて、REVOCAP_PrePost や MicroAVS などでポスト処理が可能です。ファイル名は全体制御データで指定したファイルヘッダーを用いて、以下のように命名されます。

命名則：(!RESULT で指定したファイルヘッダー)_psf.(ステップ番号).inp

例：model_vis_psf.0000.inp

1.4.1.4.6 (6) 解析結果ニュートラルファイル（拡張子 neu）

本ファイルは、可視化制御データで指定した場合に出力されます。

本ファイルを用いて、Femap でポスト処理が可能です。ファイル名は全体制御データで指定したファイルヘッダーを用いて、以下のように命名されます。

命名則：(!RESULT で指定したファイルヘッダー)_psf.(ステップ番号).neu

例：model_vis_psf.0000.neu

注：この他に FSTR.dbg ファイルが出力されますが、デバッグ用ですので通常は参照不要です。

1.4.2 並列処理による解析

1.4.2.1 実行の流れ

FrontISTR を利用した、マルチプロセッサーの並列処理による実行の流れを図 3.1.3 に示します。

図 3.1.3 並列処理による実行の流れ

1.4.2.2 準備する入力ファイル

1.4.2.2.1 (1) 全体制御データ（拡張子 dat）

このファイルではメッシュデータと解析制御データの入力ファイルおよび解析結果出力ファイルを指定します。ファイル名は固定の hecmw_ctrl.dat です。

全体制御データの例を以下に示します。本例ではまず、hecmw_part が単一領域メッシュデータ model.msh を読み込み、分散領域メッシュデータ model_8.0～n を書き出します。FrontSTR は分散領域メッシュデータ model_8.0～n と解析制御データ model.cnt を読み込み、解析結果データ model.res.0～n.1 を書き出します。また、hecmw_vis は分散領域メッシュデータ model_8.0～n と解析結果データ model.res.0～n.1 を読み込み、出力指定に対応する model_vis_psf.0000.(拡張子) を書き出します。詳細はユーザーマニュアル第 5 章を参照ください。

1.4.2.2.2 (2) 単一領域メッシュデータ（拡張子 msh）

このファイルでは、解析対象の全体メッシュ構成、材料データ、解析制御データで使用するグループデータなどを定義します。詳細はユーザーマニュアル第 6 章を参照ください。

1.4.2.2.3 (3) 解析制御データ（拡張子 cnt）

このファイルでは、解析種別、変位境界条件、荷重境界条件などを定義します。また、ソルバーの制御データやビジュライザーの制御データも指定します。3 章で解析制御データの例を示します。詳細はユーザーマニュアル第 7 章を参照ください。

1.4.2.2.4 (4) 領域分割ユーティリティ制御データ（拡張子 dat）

このファイルでは、hecmw_part の制御データを指定します。ファイル名は固定の hecmw_part_ctrl.dat です。領域分割ユーティリティ制御データの例を以下に示します。本例では、領域分割法 PMETIS により、単一領域を 8 分割します。また、領域分割後のメッシュを表示するためのファイル model_8.inp を出力します。詳細は hecmw1 のドキュメント (0803_001x_hecmw_part_201_users.pdf) を参照ください。

1.4.2.2.5 (5) 可視化制御データ（拡張子 ini）

このファイルでは、hecmw_vis の制御データを指定します。ディフォルトのファイル名は hecmw_vis.ini です。可視化制御データの例を以下に示します。本例では、MicroAVS 用の非構造格子型データ（拡張子 inp）を出力します。詳細はユーザーマニュアル 7.3.3 節および 7.4.7 節を参照ください。

1.4.2.3 実行方法

hecmw_part は、入力ファイルがあるディレクトリにおいて以下のコマンドラインで実行します。

```
$ hecmw_part1
```

FrontISTR は、入力ファイルがあるディレクトリにおいて以下のコマンドラインで実行します。なお、MPI プロセスの実行方法はそれぞれの環境に合わせて、修正が必要です。

```
$ mpirun -np 8 fistr1
```

可視化はふたつの方法で実行することができます。ひとつは、FrontISTR の後処理として実行する場合で、解析制御データに

```
!WRITE, VISUAL
```

を指定することにより、自動的に実行されます。この場合、可視化制御データを解析制御データに含めて記述することが必要です。

FrontISTR の実行終了後に可視化を行う場合は、まず解析制御データに

```
!WRITE, RESULT
```

を指定し、FrontISTR を実行します。

FrontISTR の実行終了後、入力ファイルと解析結果ファイルがあるディレクトリにおいて以下のコマンドラインで hecmw_vis を実行します。なお、MPI プロセスの実行方法はそれぞれの環境に合わせて、修正が必要です。

```
$ mpirun -np 8 hecmw_vis1
```

1.4.2.4 出力ファイルの説明

1.4.2.4.1 (1) 領域分割ユーティリティログファイル（拡張子 log）

本ファイルには、hecmw_part の解析進行過程などのメッセージが出力されます。ファイル名は固定の hecmw_part.log です。

1.4.2.4.2 (2) 分散領域メッシュファイル（拡張子なし）

本ファイルには、領域分割されたメッシュ構成、材料データ、解析制御データで使用するグループデータなどが出力されます。ファイルは分散領域ごとに作成され、ファイル名は全体制御データで指定したファイルヘッダーを用いて、以下のように命名されます。

命名則：(!MESH で指定したファイルヘッダー).(分散領域番号)

例：model_8.0 ~ model_8.7

1.4.2.4.3 (3) 領域分割メッシュ表示用ファイル（拡張子 inp）

本ファイルには、領域分割されたメッシュを表示するための非構造格子型データが出力されます。MicroAVS などで表示できます。

1.4.2.4.4 (4) 解析結果メッセージファイル（拡張子 msg）

本ファイルには、FrontISTR の解析進行過程などのメッセージが出力されます。1 回の実行でひとつのファイルが作成され、ファイル名は固定の FSTR.msg です。

1.4.2.4.5 (5) 解析結果ログファイル（拡張子 log）

本ファイルには、FrontISTR の節点ごとおよび要素ごとの物理量の解析結果が出力されます。また、物理量の最大/最小値や固有値解析結果も出力されます。動解析の場合、すべてのステップの解析結果が本ファイルに出力されます。ファイルは分散領域ごとに作成され、ファイル名は固定の n.log (n は分散領域番号) です。

1.4.2.4.6 (6) 解析結果ファイル（拡張子なし）

本ファイルは、!WRITE, RESULT オプションを指定した場合に出力されます。

本ファイルには、FrontISTR の節点ごとおよび要素ごとの物理量の解析結果が出力されます。分散領域ごとかつステップごとにファイルが生成され、ファイル名は全体制御データで指定したファイルヘッダーを用いて、以下のように命名されます。

命名則：(!RESULT で指定したファイルヘッダー).(分散領域番号).(ステップ番号)

例：model_8.res.0.1 ~ model_8.res.7.1

1.4.2.4.7 (7) 解析結果ビットマップファイル（拡張子 bmp）

本ファイルは、可視化制御データで指定した場合に出力されます。

本ファイルには、可視化処理を行ったビットマップデータが出力されます。ファイル名は全体制御データで指定したファイルヘッダーを用いて命名されます。命名則の詳細は、hecmw1 のドキュメント (0803_001f_hecmw_PC_cluster_201_vis.pdf) を参照ください。

1.4.2.4.8 (8) 解析結果非構造格子型データファイル（拡張子 inp）

本ファイルは、可視化制御データで指定した場合に出力されます。

本ファイルを用いて、REVOCAP_PrePost や MicroAVS などでポスト処理が可能です。ファイル名は全体制御データで指定したファイルヘッダーを用いて、以下のように命名されます。

命名則：(!RESULT で指定したファイルヘッダー)_psf.(ステップ番号).inp

例：model_vis_psf.0000.inp

1.4.2.4.9 (9) 解析結果ニュートラルファイル（拡張子 neu）

本ファイルは、可視化制御データで指定した場合に出力されます。

本ファイルを用いて、Femap でポスト処理が可能です。ファイル名は全体制御データで指定したファイルヘッダーを用いて、以下のように命名されます。

命名則：(!RESULT で指定したファイルヘッダー)_psf.(ステップ番号).neu

例：model_vis_psf.0000.neu

注：この他に FSTR.dbg.0～n ファイルが出力されますが、デバッグ用ですので通常は参照不要です。

1.5 要素ライブラリおよび材料データ

1.5.1 要素ライブラリ

FrontISTR は、表 4.1.1 に示す要素群を解析に使用することができる。FrontISTR はメッシュデータを HEC-MW を使用して入力するので、以下の要素ライブラリの記述は HEC-MW の説明に準じたものである。要素ライブラリを図 4.1.1 に、要素コネクティビティおよび面番号の定義を 図 4.1.2 に示す。

表 4.1.1 要素ライブラリー一覧

| 要素種類 | 要素番号 | 説明 |
|------------|------|-------------------------|
| 線要素 | 111 | 2 節点リンク要素 |
| | 112 | 3 節点リンク要素 |
| 平面要素 | 231 | 3 節点三角形要素 |
| | 232 | 6 節点三角形二次要素 |
| | 241 | 4 節点四角形要素 |
| | 242 | 8 節点四角形二次要素 |
| | 301 | 2 節点トラス要素 |
| ソリッド要素 | 341 | 4 節点四面体要素 |
| | 342 | 10 節点四面体二次要素 |
| | 351 | 6 節点五面体要素 |
| | 352 | 15 節点五面体二次要素 |
| | 361 | 8 節点六面体要素 |
| | 362 | 20 節点六面体二次要素 |
| | 541 | 四角形断面一次要素 |
| インターフェース要素 | 542 | 四角形断面二次要素 |
| | 611 | 2 節点梁要素 |
| 梁要素 | 641 | 2 節点梁要素（3 自由度節点 4 点による） |
| | 731 | 3 節点三次元一次要素 |
| | 732 | 6 節点三次元二次要素 |

| 要素種類 | 要素番号 | 説明 |
|------|------|------------------------------|
| 741 | 111 | 4 節点三次元一次要素 |
| 743 | 112 | 9 節点三次元二次要素 |
| 761 | 231 | 3 節点三次元一次要素 (3 自由度節点 6 点による) |
| 781 | 232 | 4 節点三次元一次要素 (3 自由度節点 8 点による) |

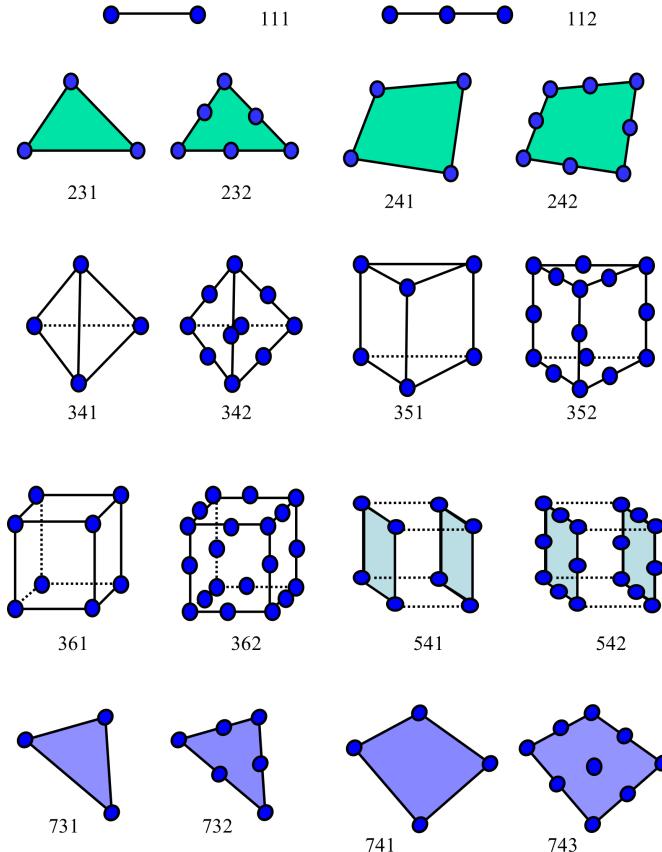


図 2 要素ライブラリ

図 4.1.1 要素ライブラリ

1.5.1.1 (線要素)



図 3 線要素

1.5.1.2 (三角形平面要素)

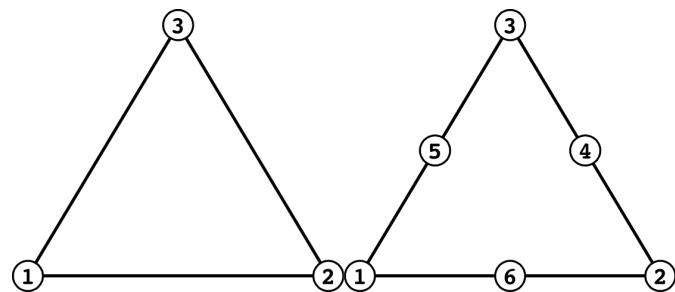


図 4 三角形平面要素

| 面番号 | 一次 | 二次 |
|-----|-------|-----------|
| 1 | 1 - 2 | 1 - 6 - 2 |
| 2 | 2 - 3 | 2 - 4 - 3 |
| 3 | 3 - 1 | 3 - 5 - 1 |

1.5.1.3 (四角形平面要素)

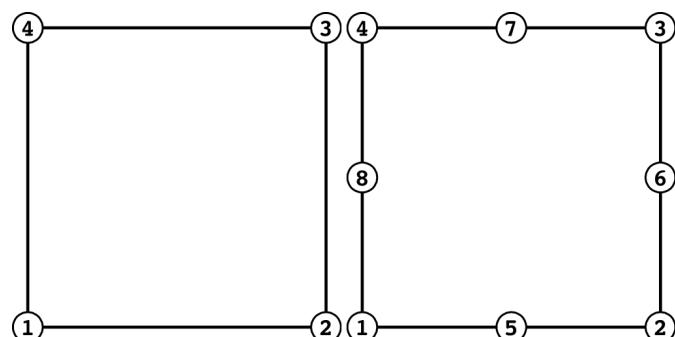
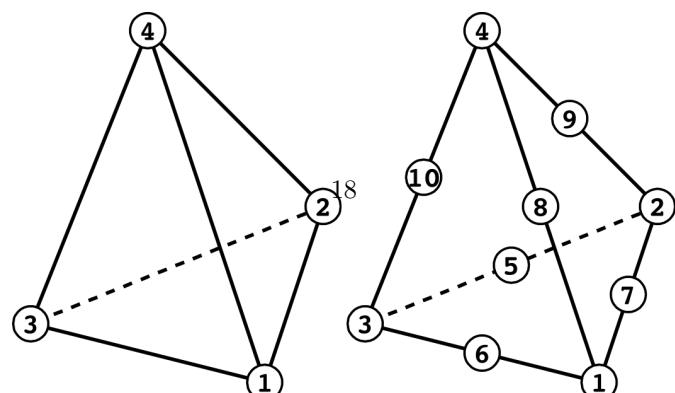


図 5 四角形平面要素

| 面番号 | 一次 | 二次 |
|-----|-------|-----------|
| 1 | 1 - 2 | 1 - 5 - 2 |
| 2 | 2 - 3 | 2 - 6 - 3 |
| 3 | 3 - 4 | 3 - 7 - 4 |
| 4 | 4 - 1 | 4 - 8 - 1 |

1.5.1.4 (四面体要素)



| 面番号 | 一次 | 二次 |
|-----|-----------|------------------------|
| 1 | 1 - 2 - 3 | 1 - 7 - 2 - 5 - 3 - 6 |
| 2 | 1 - 2 - 4 | 1 - 7 - 2 - 9 - 4 - 8 |
| 3 | 2 - 3 - 4 | 2 - 5 - 3 - 10 - 4 - 9 |
| 4 | 3 - 1 - 4 | 3 - 6 - 1 - 10 - 4 - 8 |

1.5.1.5 (五面体要素)

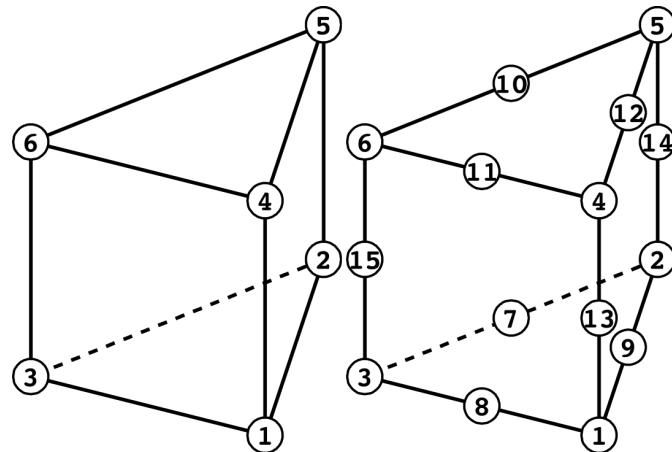


図 7 五面体要素

| 面番号 | 一次 | 二次 |
|-----|---------------|----------------------------------|
| 1 | 1 - 2 - 3 | 1 - 9 - 2 - 7 - 3 - 8 |
| 2 | 4 - 5 - 6 | 4 - 12 - 5 - 10 - 6 - 11 |
| 3 | 1 - 2 - 5 - 4 | 1 - 9 - 2 - 14 - 5 - 12 - 4 - 13 |
| 4 | 2 - 3 - 6 - 5 | 2 - 7 - 3 - 15 - 6 - 10 - 5 - 14 |
| 5 | 3 - 1 - 4 - 6 | 3 - 8 - 1 - 13 - 4 - 11 - 6 - 15 |

1.5.1.6 (六面体要素)

| 面番号 | 一次 | 二次 |
|-----|---------------|-----------------------------------|
| 1 | 1 - 2 - 3 - 4 | 1 - 9 - 2 - 10 - 3 - 11 - 4 - 12 |
| 2 | 5 - 6 - 7 - 8 | 5 - 13 - 6 - 14 - 7 - 15 - 8 - 16 |
| 3 | 1 - 2 - 6 - 5 | 1 - 9 - 2 - 18 - 6 - 13 - 5 - 17 |
| 4 | 2 - 3 - 7 - 6 | 2 - 10 - 3 - 19 - 7 - 14 - 6 - 18 |
| 5 | 3 - 4 - 8 - 7 | 3 - 11 - 4 - 20 - 8 - 15 - 7 - 19 |
| 6 | 4 - 1 - 5 - 8 | 4 - 12 - 1 - 17 - 5 - 16 - 8 - 20 |

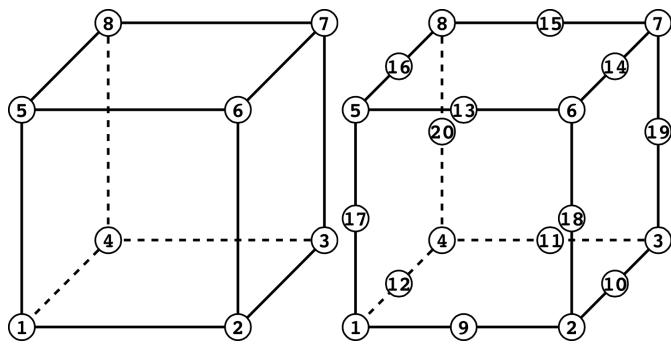


図 8 六面体要素

1.5.1.7 (梁要素)



図 9 梁要素

1.5.1.8 (3自由度節点による梁要素)

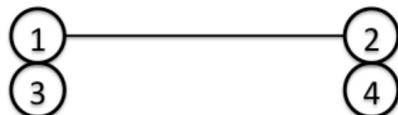


図 10 3自由度節点による梁要素

節点 1, 2 は並進自由度、節点 3, 4 は回転自由度

1.5.1.9 (三角形シェル要素)

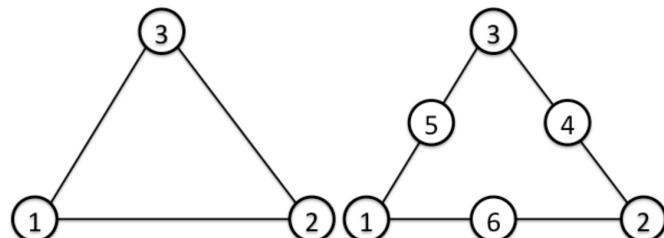


図 11 三角形シェル要素

| | Surface No. | Linear | Quadratic |
|---|-------------|-------------------|-------------------------------|
| 1 | | 1 - 2 - 3 [front] | 1 - 6 - 2 - 4 - 3 - 5 [front] |
| 2 | | 3 - 2 - 1 [back] | 3 - 4 - 2 - 6 - 1 - 5 [back] |

1.5.1.10 (3自由度節点による三角形シェル要素)

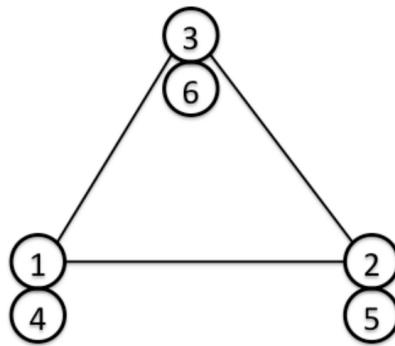


図 12 3自由度節点による三角形シェル要素

1.5.1.11 (四角形シェル要素)

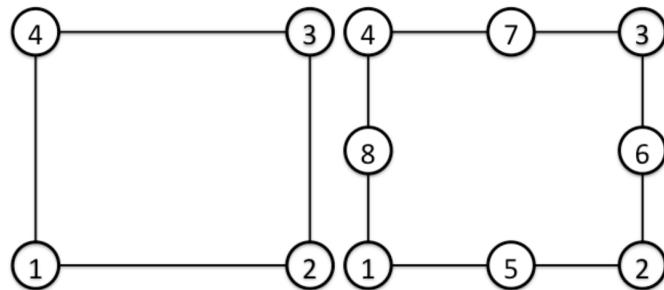


図 13 四角形シェル要素

| Surface No. | Linear | Quadratic |
|-------------|-----------------------|---------------------------------------|
| 1 | 1 - 2 - 3 - 4 [front] | 1 - 5 - 2 - 6 - 3 - 7 - 4 - 8 [front] |
| 2 | 4 - 3 - 2 - 1 [back] | 4 - 7 - 3 - 6 - 2 - 5 - 1 - 8 [back] |

1.5.1.12 (3自由度節点による四角形シェル要素)

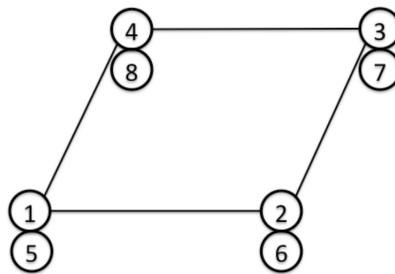


図 14 3自由度節点による四角形シェル要素

節点 1, 2, 3, 4 は並進自由度、節点 5, 6, 7, 8 は回転自由度

| Surface No. | Linear |
|-------------|-----------------------|
| 1 | 1 - 2 - 3 - 4 [front] |
| 2 | 4 - 3 - 2 - 1 [back] |

図 4.1.2 コネクティビティおよび面番号

FrontISTR の弾性静解析および固有値解析では、等方性弾性材料を使用し、要素ごとにヤング率、ポアソン比、密度、線膨張係数を定義する必要がある。これらの材料物性値はメッシュデータのヘッダー!SECTION と!MATERIAL にて定義する。以下にその例を示す。

```
#SECTIONの定義
!SECTION, TYPE=SOLID, EGRP=ALL, MATERIAL=M1
```

上記の!SECTION, では、ソリッドタイプの要素で、グループ名=ALL に所属する要素の、材料データ名を M1 とすることを意味する。

次に材料データの定義方法を示す。

```
#材料名M1の材料では3種の物値を定義の意
!MATERIAL, NAME=M1, ITEM=3
```

#ITEM=1ではヤング率とポアソン比を定義（必須）

```
!ITEM=1, SUBITEM=2
4000., 0.3
```

#ITEM=2で質量密度を定義すること(ITEM=3のときには必須)

```
!ITEM=2
8.0102E-10
```

#ITEM=3で線膨張係数を定義すること

```
!ITEM=3
1.0E-5
```

各 ITEM の番号と物性種別が対応しており、ITEM 番号さえ正しければ定義する順番は任意である。ただし、ITEM=1 内ではヤング率、ポアソン比の順に定義しなければならない。

1.5.2.2 热伝導解析

FrontISTR の热伝導解析では、温度依存性を考慮した等方性材料が使用できる。定義する物性値はリンク、平面、ソリッドおよびシェル要素では、密度、比熱および热伝導率を、インターフェース要素ではギャップ热伝達係数とギャップ輐射係数である。これらの物性値の定義方法の例を以下に示す。

1.5.2.2.1 リンク、平面およびソリッド要素の場合

!SECTION と!MATERIAL ヘッダーにて定義する。

```
#セクションの定義
!SECTION, TYPE=SOLID, EGRP=ALL, MATERIAL=M1
```

上記の!SECTION では、ソリッドタイプの要素で、グループ名=ALL に所属する要素の、材料データ名を M1 とすることを意味する。以下、その材料データの定義方法である。

```
#材料名M1の材料では3種の物值を定義の意  
!MATERIAL, NAME=M1, ITEM=3
```

```
#!ITEM=1では密度と温度を定義(必須)  
!ITEM=1, SUBITEM=1  
7850., 300.  
7790., 500.  
7700., 800.
```

```
#!ITEM=2では比熱と温度を定義(必須)  
!ITEM=2  
0.465, 300.  
0.528, 500.  
0.622, 800.
```

```
#!ITEM=3では熱伝導率と温度を定義(必須)  
!ITEM=3  
43., 300.  
38.6, 500.  
27.7, 800.
```

FrontISTR では各 ITEM の番号により物性の種類を識別しているので、両者の整合がとれていれば定義する順番は任意である。

1.5.2.2.2 インターフェース要素の場合

```
!SECTION ヘッダーで定義する。(材料データは不要)  
#セクションの定義  
!SECTION, TYPE=INTERFACE, EGRP=GAP  
1.0, 20.15, 8.99835E-9, 8.99835E-9
```

上記の!SECTION では、インターフェース要素で、グループ名=GAP に所属する要素のギャップパラメータを定義している。

- 第1パラメータ: ギャップ幅
- 第2パラメータ: ギャップ熱伝達係数
- 第3パラメータ: ギャップ輻射係数1
- 第4パラメータ: ギャップ輻射係数2

1.5.2.2.3 シェル要素の場合

!SECTION と MATERIAL ヘッダーで定義する。

#セクションの定義

```
!SECTION, TYPE=SHELL, EGRP=SH, MATERIAL=M2  
10.0, 5
```

上記の!SECTION では、シェルタイプの要素で、グループ名=SH に所属する要素の、シェル特性を定義している。

- 第 1 パラメータ: シェル厚さ
- 第 2 パラメータ: 厚さ方向積分点数

また、同グループに所属する要素の材料物性を、材料データ名を M2 とすることを意味する。

材料物性の定義方法は、等方性材料による単層シェルの場合は、ソリッド要素の場合と全く同様の指定方法が可能である。ソリッド要素の説明を参照のこと。

これに加え、異方性材料や、積層シェルのために、以下に示す定義方法が可能である。

** (例) 等方性材料 単層の場合 **

```
!MATERIAL, NAME=M1, ITEM=1  
!ITEM=1,SUBITEM=4  
0, 200000, 0.3, 2.0
```

- 第 1 パラメータ: 等方性 0
- 第 2 パラメータ: ヤング率
- 第 3 パラメータ: ポアソン比
- 第 4 パラメータ: シェル厚さ

** (例) 等方性材料 複層の場合 (2 層) **

```
!MATERIAL, NAME=M1, ITEM=1  
!ITEM=1,SUBITEM=7  
0, 200000, 0.3, 2.0, 200000, 0.3, 2.0
```

- 第 1 パラメータ: 等方性 0
- 第 2 パラメータ: ヤング率 (第 1 層)
- 第 3 パラメータ: ポアソン比 (第 1 層)
- 第 4 パラメータ: シェル厚さ (第 1 層)
- 第 5 パラメータ: ヤング率 (第 2 層)
- 第 6 パラメータ: ポアソン比 (第 2 层)
- 第 7 パラメータ: シェル厚さ (第 2 層)

積層数分の材料定数を入力することで、自動的に積層シェルを考慮した解析を行う。

シェルの総厚さは、自動的に各層の総和が入力される。積層順は、シェル法線方向、上から順に積層される。

** (例) 異方性材料 単層の場合 **

```
!MATERIAL, NAME=M1, ITEM=1  
!ITEM=1, SUBITEM=9  
1, 28600., 0.15, 32.3, 28600., 12434., 12434., 12434., 0.0
```

- 第 1 パラメータ: 異方性 1

- 第 2 パラメータ: ヤング率 E1
- 第 3 パラメータ: ポアソン比 12
- 第 4 パラメータ: シェル厚さ
- 第 5 パラメータ: ヤング率 E2
- 第 6 パラメータ: せん断係数 G12
- 第 7 パラメータ: せん断係数 G23
- 第 8 パラメータ: せん断係数 G13
- 第 9 パラメータ: 異方性角度 θ

異方性角度は θ

degree

で指定する。

** (例) 異方性材料 複層の場合 (2 層) **

```
!MATERIAL, NAME=M1, ITEM=1
!ITEM=1, SUBITEM=17
1,28600.,0.15,32.3,28600.,12434.,12434.,12434.,0.0,28600.,0.15,32.3,(改行しない)
28600.,12434.,12434.,12434.,0.0
```

- 第 1 パラメータ: 異方性 1
- 第 2 パラメータ: ヤング率 E1(第 1 層)
- 第 3 パラメータ: ポアソン比 12(第 1 層)
- 第 4 パラメータ: シェル厚さ (第 1 層)
- 第 5 パラメータ: ヤング率 E2(第 1 層)
- 第 6 パラメータ: せん断係数 G12(第 1 層)
- 第 7 パラメータ: せん断係数 G23(第 1 層)
- 第 8 パラメータ: せん断係数 G13(第 1 層)
- 第 9 パラメータ: 異方性角度 θ (第 1 層)
- 第 10 パラメータ: ヤング率 E1(第 2 層)
- 第 11 パラメータ: ポアソン比 12(第 2 層)
- 第 12 パラメータ: シェル厚さ (第 2 層)
- 第 13 パラメータ: ヤング率 E2(第 2 層)
- 第 14 パラメータ: せん断係数 G12(第 2 層)
- 第 15 パラメータ: せん断係数 G23(第 2 層)
- 第 16 パラメータ: せん断係数 G13(第 2 層)
- 第 17 パラメータ: 異方性角度 θ (第 2 層)

1.5.3 非線形静解析

FrontISTR の非線形静解析では、4.2.1 に示した!SECTION と!MATERIAL にて定義する方法の他、解析制御データ中の!ELASTIC、!HYPERELASTIC、!PLASTIC なども定義することができる。以下にその例を示す。

** (例) 超弾性材料の定義 **

```
!MATERIAL
```

```
#Neo Hooke超弾性材料の定義
!HYPERELASTIC, TYPE=NEOHOOKE
#C 10とDを定義（必須）
1000.0, 0.00005
```

** (例) 弹塑性材料の定義 **

```
!MATERIAL
```

```
#等方性弾性材料の定義
!ELASTIC, TYPE=ISOTROPIC
```

```
#ヤング率とポアソン比を定義（必須）
21000.0, 0.3
```

```
#Drucker-Prager塑性材料の定義
!PLASTIC, TYPE=DRUCKER-PRAGER
```

```
#粘着力、摩擦角および硬化係数を定義（必須）
500.0, 4.0, 10.0
```

1.6 ステップ制御

1.6.1 解析上の時間について

ここでは FrontISTR の解析上の時間について、以下の通り用語の定義を行う：

- ・現時刻：解析初期からの総経過時間
- ・ステップ時刻：ステップ開始からの経過時間
- ・時間幅：ステップで解析する時間
- ・相対時刻：時間幅に対するステップ開始からの経過時間の割合
- ・時間増分：現時刻からつり合いを求める時刻までの増分

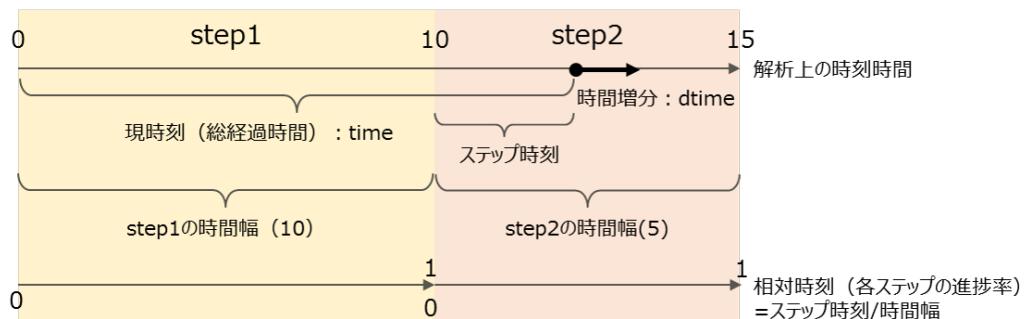


図 15 解析上の時間に関する用語定義

図 4.7.1 解析上の時間に関する用語定義

1.6.2 静解析の制御

本開発コードにおいて、静解析は1つまたは複数の連続した解析ステップからなる。各解析ステップごとに基本境界条件の組を1つ与え、これを前述の増分解法によって解いていく。以下では解析ステップの反復をステップループ、増分解法の反復をサブステップループと呼ぶ。静解析の増分制御は、以下のいずれかから選択することができる。

- 固定増分による計算。収束に失敗した場合は直ちに計算を終了する。
- 自動増分・カットバックによる計算。収束状況に応じて増分量を変化させ、収束に失敗した場合には増分を小さくして再計算を行う。

1.6.2.1 自動増分・カットバックの概要

自動増分・カットバックによる計算のフローは図4.7.2の通りである。

図4.7.2 増分制御フロー

フローの骨格は次の通りである。

1. ステップ1から最終ステップN_stepまで、下記2.以降の手続きを繰り返す：
2. 時間増分の基準値 dtim_base を、現在の dtim_base と前サブステップでの収束状況から定める。初回は初期時間増分 initdt を用いる。
3. 実際の時間増分 dtim を、ステップ終了または直近の出力指定時刻までの残り時間と dtim_base の小さい方で定める。
4. 時刻 time+dtim でのつり合い計算を試みる
5. 収束に成功した場合は時刻を dtim だけ進め、失敗した場合は時刻 time の状態を復元して2.に戻る。
6. time がステップ終了時刻に到達したらステップを終了する

解析途中で下記に挙げるケースに該当した場合、非線形静解析の手続きは失敗と判断され、エラー終了する。

- time がステップ終了時刻に到達する前にサブステップ数が上限に到達した場合
- 時間増分の基準値 dtim_base が時間増分下限 mindt を下回った場合
- 指定された N_C 回連続して収束に失敗した場合

1.6.2.2 時間増分基準値 dtim_base の調整

ステップ初回の dtim_base は、指定された初期時間増分 initdt の値に設定される。それ以外の場合は、前のサブステップの収束状況に応じて次の通り設定される。

1. 収束に失敗した場合（カットバックされた場合）… dtim_base にカットバック縮小率 R_C を乗じた値
2. 収束に成功した場合
 1. 減少条件に該当する場合： dtim_base に減少率 R_S を乗じた値
 2. 減少条件に該当せず、増加条件に該当する場合： dtim_base に増加率 R_L を乗じた値と、時間増分上限 maxdt の小さい方
 3. 減少条件にも増加条件にも該当しない場合： dtim_base は変化しない

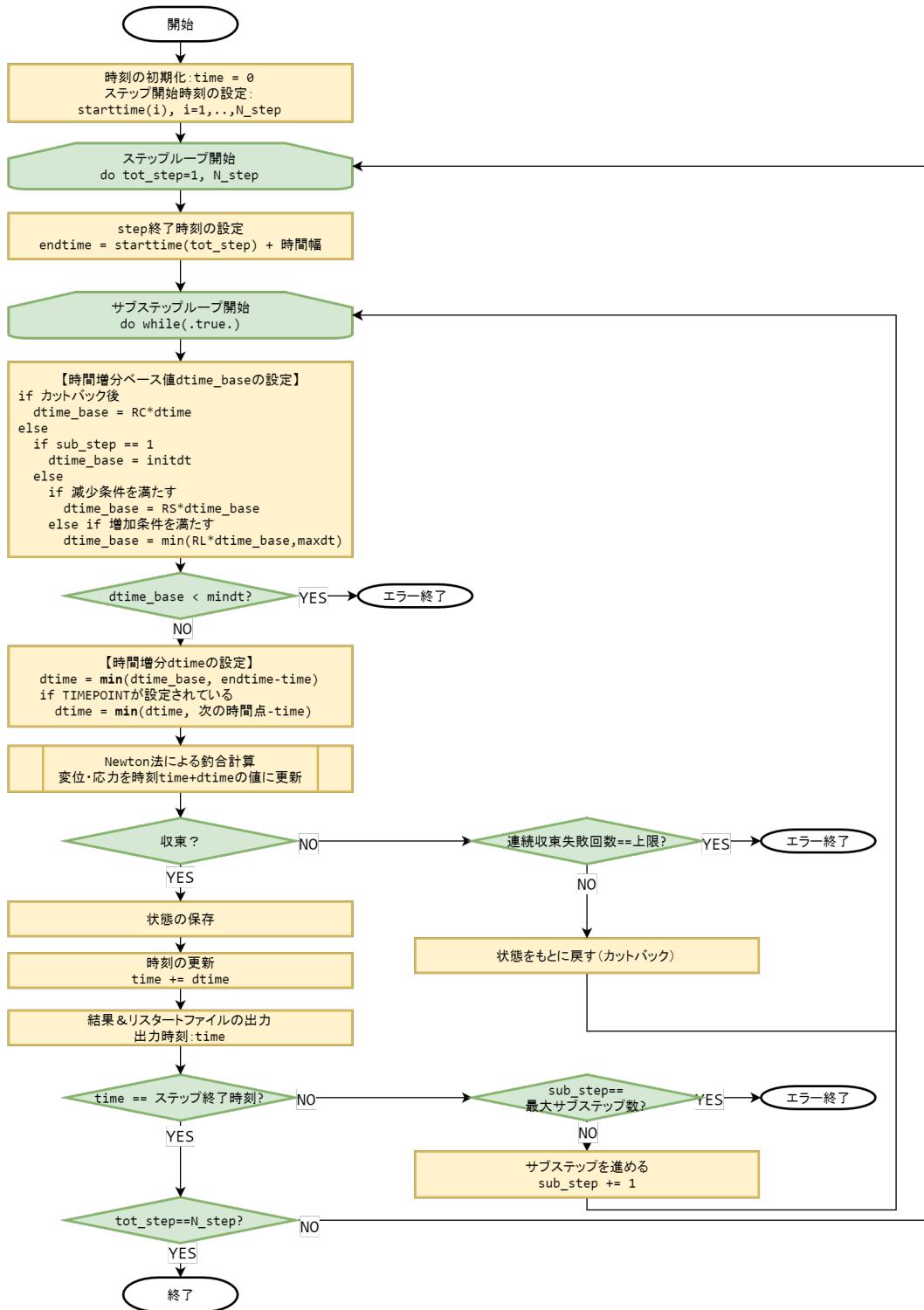


図 16 増分割御フロー

1.6.2.3 増加・減少条件

自動増分調整機能では、増分を増加・減少させる条件を以下の変数を用いて判定する：

- N_max : 前サブステップにおける Newton 法反復回数の最大値
- N_sum : 前サブステップにおける Newton 法反復回数の合計値（接触反復が無い場合は N_max に一致）
- N_cont : 前サブステップにおける接触反復回数

減少条件は以下の両方が満たされるときである：

- N_max, N_sum,N_cont の「いずれか一つ」が、各々の閾値 NS_max, NS_sum,NS_cont を上回る
- 上記の状態が、N_S 回以上連続したサブステップで満たされる

増加条件は以下の両方が満たされるときである：

- N_max, N_sum,N_cont の「すべて」が、各々の閾値 NL_max, NL_sum, NL_cont 以内である
- 上記の状態が、N_L 回以上連続したサブステップで満たされる

1.6.2.4 計算および出力時刻の指定

自動時間増分は収束状況によって増分が変化するため、どの時刻につりあい計算および結果出力が行われるか事前に決定できない。これが不便である場合に、出力時刻のリストを与えることによって、希望する時刻におけるつり合い計算および結果出力を実行させることができる。出力時刻のリストが与えられたステップでは、指定された時刻にて必ず計算が行われるように、時間増分 dtime の値が調整される。

1.6.2.5 時間増分の使用方法

本機能に関する設定はすべて解析制御ファイルで行う。自動増分調整・カットバック機能は!STEP カードで TYPE_INC=AUTO を指定することで有効になる。時間増分の調整関連のパラメータは、!AUTOINC_PARAM を定義の上、!STEP, AUTOINCPARAM パラメータで各ステップごとに指定する。指定がない場合は!AUTOINC_PARAM のデフォルトパラメータが使用される。出力時刻の指定は、!TIME_POINTS で時刻リストの定義の上、!STEP, TIMEPOINTS パラメータで各ステップごとに行う。

1.6.2.5.1 使用例

自動増分調整を有効にし、初期時間増分 0.01、ステップ時間幅 2.5、時間増分下限 1E-5、時間増分上限 0.3、最大サブステップ数を 200 に設定する。自動増分のパラメータセットは AP1 (セット名)、出力時刻 1.5, 2.7, 3.9 を指定する。

```
!AUTOINC_PARAM, NAME=AP1
0.25, 10, 50, 10, 1
1.25, 1, 1, 1, 2
0.25, 5
```

```

!TIME_POINTS, TIME=TOTAL, TIME=,NAME=TP1
1.5
2.7
3.9
!STEP, INC_TYPE=AUTO, SUBSTEPS=200, AUTOINCPARAM=AP1, TIMEPOINTS=TP1
0.01, 2.5, 1E-5, 0.3

```

1.6.3 動解析の制御

本開発コードにおいて、動解析直接時間積分法は1つの解析ステップからなる。また動解析の増分制御は固定増分のみであり、自動時間増分機能を使用することはできない。

1.7 全体制御データ

1.7.1 全体制御データ概要

全体制御データは、FrontISTRに対する入出力ファイルのファイル名を定義するものである。

全体制御データファイルの特徴は以下のとおりである。

- ・自由書式に基づく ASCII 形式のファイルである。
- ・“!”で始まるヘッダーとそれに続くデータから構成されている。
- ・ヘッダーの記述の順番は基本的に自由である。
- ・データの区切り記号には“,”を使用する。

1.7.2 入力規則

全体制御データファイルは、ヘッダー行、データ行、コメント行から構成される。

ヘッダー行には必ず一つのヘッダーが含まれる。

ヘッダー 全体制御データファイル内で、データの意味とデータブロックを特定する。行頭が“!”で始まる場合、ヘッダーであるとみなされる。

ヘッダー行 ヘッダーとそれに伴うパラメータを記述する。ヘッダー行はヘッダーで始まつていなければならない。パラメータが必要な場合は、“,”を用いてその後に続けなければならぬ。パラメータが値をとる場合は、パラメータの後に“=”が続き、その後に値を記述する。ヘッダー行を複数行にわたって記述することはできない。

データ行 ヘッダー行の次の行から開始され、必要なデータを記述する。データ行は複数行にわたる可能性があるが、それは各ヘッダーで定義されるデータ記述の規則により決定される。データ行は必要ない場合もある。

区切り文字 データの区切り文字にはカンマ“,”を用いる。

空白の扱い 空白は無視される。

名前 名前に使用可能な文字は、アンダースコア“_”、ハイフン“-”、英数字“a-z A-Z 0-9”であるが、最初の一文字は“”または英字“a-z A-Z”で始まつていなければならない。大文字小文字の区別はなく、内部的にはすべて大文字として扱われる。また、名前の最大長は 63 文字である。

ファイル名 ファイル名に使用可能な文字は、アンダースコア“_”、ハイフン“-”、ピリオド“.”、スラッシュ“/”、英数字“a-z A-Z 0-9”である。ファイル名は、特に記述がない限りパスを含んでもよい。相対パス、絶対パスのいずれも指定可能である。また、ファイル名の最大長は 1023 文字である。

浮動小数点データ 指数はあってもなくてもよい。指数の前には、“E”または“e”の記号をつけなければならない。“E”または“e”どちらを使用してもかまわない。“D”または“d”は使用不可。

!!, # コメント行 行頭が“!!”または“#”で始まる行はコメント行とみなされ、無視される。コメント行はファイル中の任意の位置に挿入でき、その数に制限はない。

1.7.3 ヘッダー一覧

全体制御データは以下のヘッダーによって構成されている。

| ヘッダー名 | 内容 |
|-----------------|--------------|
| !CONTROL | 解析制御データ定義 |
| !MESH | メッシュデータ定義 |
| !RESTART | リスタートデータ定義 |
| !RESULT | 解析結果データ定義 |
| !SUBDIR | サブディレクトリ分割指示 |

各ヘッダーには、パラメータとそれぞれのヘッダーに対応したデータの項目がある。以下、上記各ヘッダーについてデータ作成例とともに説明する。

1.7.3.1 !CONTROL

解析制御データファイルを指定する。

```
!CONTROL, NAME=<name>
file
```

使用例

```
!CONTROL, NAME=fstrCNT
myctrl.cnt
```

| パラメータ |
|--------------|
| NAME 識別子（必須） |

| パラメータ名 | パラメータ値 | 内 容 |
|--------|---------|---------|
| NAME | fstrCNT | 解析制御データ |

変数名 内容

| | |
|------|--|
| file | 解析制御データファイル名 相対パス、絶対パス共に指定可能。相対パスの場合はカレントディレクトリからのパスとなる。 |
|------|--|

1.7.3.2 !MESH

メッシュデータファイルを指定する。

```
!MESH, NAME=<name>, TYPE=<type> [ , optional parameter]  
fileheader
```

#使用例

```
!MESH, NAME=fstrMSH, TYPE=HECMW-DIST, REFINE=1  
Mesh.in
```

| パラメータ | |
|--------|---------------|
| NAME | 識別子（必須） |
| TYPE | メッシュタイプ（必須） |
| IO | 入出力指定（省略可） |
| REFINE | メッシュ細分化指定（任意） |

| パラメータ名 | パラメータ値 | 内 容 |
|--------|--------------|--------------------|
| NAME | fstrMSH | Solver 入力データ |
| | part_in | Partitioner 入力データ |
| | part_out | Partitioner 出力データ |
| TYPE | HECMW-DIST | HEC-MW 分散メッシュデータ |
| | HECMW-ENTIRE | HEC-MW 単一領域メッシュデータ |
| IO | IN | 入力用（デフォルト） |
| | OUT | 出力用 |
| REFINE | <integer> | メッシュ細分化回数 |

| 変数名 | 内 容 |
|------------|--|
| fileheader | メッシュデータファイル名のヘッダー 相対パス、絶対パス共に指定可能。相対パスの場合はカレントディレクトリから |

注意

IO パラメータの有無、パラメータ値は動作に何も影響を与えない。

TYPE が HECMW-DIST の場合、データ行に指定する fileheader はファイル名末尾の「.<rank>」を除いたものである。

1.7.3.3 !RESTRAT

リスタートデータファイルを指定する。

```
!RESTART, NAME=<name>, IO=<io>
fileheader
```

#使用例

```
!RESTART, NAME=restart-in, IO=IN
restart.in
```

| パラメータ | 内容 |
|-------|-----------|
| NAME | 識別子（必須） |
| IO | 入出力指定（必須） |

| パラメータ名 | パラメータ値 | 内容 |
|--------|--------|---------|
| NAME | <name> | ユーザー識別子 |
| IO | IN | 入力用 |
| | OUT | 出力用 |
| | INOUT | 入出力兼用 |

| 変数名 | 内容 |
|------------|--|
| fileheader | リスタートデータファイル名のヘッダー（相対パス、絶対パス共に指定可能。相対パスの場合はカレントディレクトリからのパスとなる） |

** 注意 ** この定義によって生成されるファイル名は、“fileheader+.<rank>”となる。

1.7.3.4 !RESULT

解析結果データファイルを指定する。

```
!RESULT, NAME=<name> [, optional parameter]
fileheader
```

#使用例

```
!RESULT, NAME=fstrRES, IO=OUT, TYPE=BINARY
result.out
```

| パラメータ | 内容 |
|-------|------------|
| NAME | 識別子（必須） |
| IO | 入出力指定（省略可） |
| TYPE | 出力形式（省略可） |

| パラメータ名 | パラメータ値 | 内容 |
|--------|----------|-------------------------------|
| NAME | fstrRES | Solver 出力データ、Visualizer 入力データ |
| | fstrTEMP | 温度入力データ（熱伝導解析結果） |
| | vis_out | Visualizer 出力データ |
| IO | IN | 入力用 |
| | OUT | 出力用 |
| TYPE | TEXT | テキスト形式（デフォルト） |
| | BINARY | バイナリー形式 |

| 変数名 | 内容 |
|------------|--|
| fileheader | 解析結果データファイル名のヘッダー（相対パス、絶対パス共に指定可能。相対パスの場合はカレントディレクトリから算出される） |

** 注意 ** この定義によって生成されるファイル名は、“fileheader+.<rank>”となる。

1.7.3.5 !SUBDIR

ファイル格納のサブディレクトリ分割を指定する。

`!SUBDIR, ON [,optional parameter]`

#使用例

`!SUBDIR, ON, LIMIT=8000`

| パラメータ | 内容 |
|-------|------------|
| ON | 有効（必須） |
| LIMIT | ファイル数（省略可） |

| パラメータ名 | パラメータ値 | 内容 |
|--------|-----------|---------------------------------|
| ON | なし | |
| LIMIT | <integer> | 1 ディレクトリあたり最大ファイル数（デフォルト: 5000） |

** 注意 ** この定義によって、複数ファイルで構成される入出力データは自動的にサブディレクトリ配下となる。並列数がLIMIT を超える場合、さらに TRUNK0、TRUNK1、・・・のサブディレクトリ配下となる。

1.8 単一領域メッシュデータ

1.8.1 単一メッシュデータ概要

FrontISTR のメッシュデータ取得には、单一領域メッシュデータファイルを入力する方法と並列処理するために分散メッシュデータファイルを入力する方法の二通りがある。

ここでは、单一領域メッシュデータについて記述する。

单一領域メッシュデータの特徴は以下のとおりである。

- 自由書式に基づく ASCII 形式のファイルである。
- “!”で始まるヘッダーとそれに続くデータから構成されている。
- ヘッダーの記述の順番は基本的に自由である。
- データの区切り記号には “,” を使用する。

1.8.2 入力規則

单一領域メッシュデータファイルは、ヘッダー行、データ行、コメント行から構成される。

ヘッダー行には必ず 1 つのヘッダーが含まれる。

ヘッダー　单一領域メッシュデータファイル内で、データの意味とデータブロックを特定する。

行頭が “!”で始まる場合、ヘッダーであるとみなされる。

ヘッダー行　ヘッダーとそれに伴うパラメータの内容を記述する。

ヘッダー行はヘッダーで始まっていなければならない。パラメータが必要な場合は、“,” を用いてその後に続けなければならない。

パラメータが値をとる場合は、パラメータの後に “=” が続き、その後に値を記述する。ヘッダー行を複数行にわたって記述することはできない。

データ行　ヘッダー行の次の行から開始され、必要なデータを記述する。

データ行は複数行にわたる可能性があるが、それは各ヘッダーで定義されるデータ記述の規則により決定される。

データ行は必要ない場合もある。

区切り文字　データの区切り文字にはカンマ “,” を用いる。

空白の扱い　空白は無視される。

名前　名前に使用可能な文字は、アンダースコア “_”、ハイフン “-”、英数字 “a–z A–Z 0–9” であるが、最初の一文字は “_” または英字 “a–z A–Z” で始まっていなければならない。大文字小文字の区別はなく、内部的にはすべて大文字として扱われる。

また、名前の最大長は 63 文字である。

ファイル名　ファイル名に使用可能な文字は、アンダースコア “_”、ハイフン “-”、ピリオド “.”、スラッシュ “/”、英数字 “a–z A–Z 0–9” である。

ファイル名は、特に記述がない限りパスを含んでもよい。相対パス、絶対パスのいずれも指定可能である。

また、ファイル名の最大長は 1023 文字である。

浮動小数点データ　指数はあってもなくてもよい。指数の前には、“E” または “e” の記号をつけなければならない。

“E” または “e” どちらを使用してもかまわない。“D” または “d” は使用不可。

!!, # コメント行　行頭が “!!” または “#” で始まる行はコメント行とみなされ、無視される。

コメント行はファイル中の任意の位置に挿入でき、その数に制限はない。

1.8.3 単一領域メッシュデータのヘッダー一覧

単一領域メッシュデータは以下のヘッダーにより構成されている。

| ヘッダー名 | 内容 |
|---------------------|--------------|
| !AMPLITUDE | 非定常荷重 |
| !EGROUP | 要素グループ |
| ELEMENT | 要素情報 |
| EQUATION | 拘束点情報 |
| HEADER | メッシュデータのタイトル |
| MATERIAL | 材料情報 |
| NGROUP | 節点グループ |
| NODE | 節点情報 |
| SECTION | セクション情報 |
| SGROUP | 面グループ |
| ZERO | 絶対零度 |
| CONTACT PAIR | 接触面ペア |
| END | 読み込み終了 |

各ヘッダーには、パラメータとそれぞれのヘッダーに対応したデータの項目がある。

以下、上記各ヘッダーについてデータ作成例とともに簡単に説明する。データ作成例の右端に示している番号は上記表の説明番号である。

1.8.3.1 メッシュデータ例

!HEADER M1-5
TEST MODEL CTLR10

!NODE M1-9
1, 0.00000E+00, 0.00000E+00, 0.00000E+00
2, 0.50000E+01, 0.00000E+00, 0.00000E+00
3, 0.10000E+02, 0.00000E+00, 0.00000E+00
...

!ELEMENT, TYPE=351 M1-3
1, 1, 2, 4, 34, 35, 37
2, 2, 5, 4, 35, 38, 37
3, 2, 3, 5, 35, 36, 38

!SECTION, TYPE=SOLID, EGRP=ALL, MATERIAL=M1 M1-9
1.0

```
!MATERIAL, NAME=M1, ITEM=2 M1-6
```

```
!ITEM=1, SUBITEM=2
```

```
2.1E5, 0.3
```

```
!ITEM=2, SUBITEM=1
```

```
7.8e-6
```

```
!NGROUP, NGRP=FIX, GENERATE M1-7
```

```
2, 2, 1
```

```
3, 3, 1
```

```
1, 1, 1
```

```
69, 69, 1
```

```
67, 67, 1
```

```
!NGROUP, NGRP=CL1 M1-8
```

```
50
```

```
!END M1-13
```

1.8.3.2 !AMPLITUDE (M1-1)

ステップ内での荷重条件を与える変数の時間変化の指定

```
!AMPLITUDE, NAME=<name> [ , optional parameter ]
```

```
VAL1, T1, VAL2, T2, VAL3, T3
```

#(一行に四項まで)

| パラメータ | |
|------------|---------------|
| NAME | 名前 (必須) |
| DEFINITION | タイプ (省略可) |
| TIME | 時間の種類 (省略可) |
| VALUE | 値の種類 (省略可) |
| INPUT | 外部ファイル名 (省略可) |

| パラメータ名 | パラメータ値 | 内 容 |
|------------|-----------|---------------------|
| NAME | <name> | AMPLITUDE名 |
| DEFINITION | TABULAR | デフォルト (現版ではデフォルトのみ) |
| TIME | STEP TIME | デフォルト (現版ではデフォルトのみ) |
| VALUE | RELATIVE | 相対値 (デフォルト) |
| | ABSOLUTE | 絶対値 |

| パラメータ名 | パラメータ値 | 内 容 |
|--------|------------|----------------------------|
| INPUT | <filename> | 外部ファイル名 (省略可)、2行目以降との併用も可能 |

| 変数名 | 属性 | 内 容 |
|------|----|-------------|
| VAL1 | R | 時間 T1 における値 |
| T1 | R | 時間 T1 |
| VAL2 | R | 時間 T2 における値 |
| T2 | R | 時間 T2 |
| VAL3 | R | 時 T3 における値 |
| T3 | R | 時間 T3 |

1.8.3.3 !EGROUP (M1-2)

要素グループの定義

1 行目

`!EGROUP, EGRP=<egrp> [, optional parameter]`

| パラメータ | |
|----------|-------------------------|
| EGRP | 要素グループ名 (必須) |
| GENERATE | 要素グループに属する節点の自動生成 (省略可) |
| INPUT | 外部ファイル名 (省略可) |

| パラメータ名 | パラメータ値 | 内 容 |
|----------|------------|----------------------------|
| EGRP | <egrp> | 要素グループ名 |
| GENERATE | なし | 要素グループに属する節点の自動生成 |
| INPUT | <filename> | 外部ファイル名 (省略可)、2行目以降との併用も可能 |

2 行目以降 (GENERATE を使用しない場合)

(2 行 目) elem1 , elem2 , elem3 ...

(以 下 同 様)

| 変数名 | 属性 | 内 容 |
|-------|----|----------------|
| elemX | I | 要素グループに属する要素番号 |

2 行目以降 (GENERATE を使用する場合)

(2行目) elem1, elem2, elem3

(以下同様)

| 変数名 | 属性 | 内容 |
|-------|----|-------------------------------|
| elem1 | I | 要素グループ内の最初の要素番号 |
| elem2 | I | 要素グループ内の最後の要素番号 |
| elem3 | I | 要素番号増分（省略可能、省略時は elem3=1 となる） |

注意

- 1行に任意の数の要素を入れることができる。また次のオプションが始まるまで、任意の数の行を挿入することができる。
- 指定する要素は「!EGROUP」より前に定義されている必要がある。
- 「!ELEMENT」オプションで定義されていない要素は除外され、警告メッセージが表示される。
- 指定された要素が既に同じグループ内に存在する場合は無視され、警告メッセージが表示される。
- すべての要素は、「ALL」という名前の要素グループに属している（自動的に生成される）。
- ひとつのグループを複数回にわけて定義できる。

使用例

!EGROUP, EGRP=EA01

1, 2, 3, 4, 5, 6

101, 102

205

!EGROUP, EGRP=EA02

101, 102

!EGROUP, EGRP=EA01

グループ「EA01」に「501, 505」が追加される。

501, 505

!EGROUP, EGRP=EA04, GENERATE

グループ「NA04」に

301, 309, 2

「301, 303, 305, 307, 309, 311, 312, 313」が追加される。

311, 313

1.8.3.4 !ELEMENT (M1-3)

要素の定義

1行目

!ELEMENT, TYPE=<type> [, optional parameter]

パラメータ

| | |
|---------|---|
| TYPE | 要素タイプ (必須) |
| EGRP | 要素グループ名 (省略可) |
| MATITEM | 材料物性を要素ごとに定義する場合の物性項目数 (セクションごとに物性を定義する場合は使用しない) |
| INPUT | 外部ファイル名 (省略可) |

パラメータ名

パラメータ値

| パラメータ名 | パラメータ値 | 内容 |
|--------|------------|----------------------------|
| TYPE | 111 | ロッド、リンク要素 (一次) |
| | 231 | 三角形要素 (一次) |
| | 232 | 三角形要素 (二次) |
| | 241 | 四角形要素 (一次) |
| | 242 | 四角形要素 (二次) |
| | 301 | トラス要素 (一次) |
| | 341 | 四面体要素 (一次) |
| | 342 | 四面体要素 (二次) |
| | 351 | 三角柱要素 (一次) |
| | 352 | 三角柱要素 (二次) |
| | 361 | 六面体要素 (一次) |
| | 362 | 六面体要素 (二次) |
| | 541 | インターフェース要素 (四角形断面, 一次) |
| | 611 | 梁要素 (一次) |
| | 641 | 梁要素 (一次, 3自由度節点4点による) |
| | 731 | 三角形シェル要素 (一次) |
| | 741 | 四角形シェル要素 (一次) |
| | 743 | 四角形シェル要素 (二次) |
| | 761 | 三角形シェル要素 (一次, 3自由度節点6点による) |
| | 781 | 四角形シェル要素 (一次, 3自由度節点8点による) |
| EGRP | <egrp> | 要素グループ名 (省略可) |
| INPUT | <filename> | 外部ファイル名 (省略可)、2行目以降との併用も可能 |

2行目以降

(2行目) ELEM_ID, nod1, nod2, nod3, ..., MAT1, MAT2, ...

(以下同様)

| 変数名 | 属性 | 内容 |
|---------|----|----------|
| ELEM_ID | I | 要素番号 |
| nodX | I | コネクティビティ |
| MATy | R | 要素ごとの物性値 |

注意

- 要素タイプ、コネクティビティの詳細は、「4章 要素ライブラリ」を参照のこと。
- コネクティビティで指定する節点は「!ELEMENT」より前に定義されている必要がある。
- 要素番号は連続している必要はない。
- 「!ELEMENT」オプションは何回でも定義できる。
- 要素番号は自然数でなければならない。省略は不可。
- 同じ要素番号を重複して使用する場合、最後に入力した値が使用される。この場合、警告メッセージが出力される。
- 定義されていない節点をコネクティビティに使用することはできない。
- ひとつの要素の定義を複数行にわたって記述してもよい。

使用例

```
!ELEMENT, TYPE=231
1, 1, 2, 3
2, 4, 8, 5
4, 6, 7, 8
!ELEMENT, TYPE=361, EGRP=A
101, 101, 102, 122, 121, 201, 202, 222, 221
102, 102, 103, 123, 122, 202, 203, 223, 222
103, 103, 104, 124, 123, 203, 204, 224, 223
```

1.8.3.5 !EQUATION (1-4)

拘束節点グループの定義

1 行目

```
!EQUATION [, optional parameter]
```

| |
|-------------------------|
| パラメータ |
| INPUT 外部ファイル名（省略可） |

| | | |
|--------|------------|---------------------------|
| パラメータ名 | パラメータ値 | 内容 |
| INPUT | <filename> | 外部ファイル名（省略可）、2行目以降との併用も可能 |

2 行目以降

(2行目) NEQ, CONST

(3行目以降) nod1, DOF1, A1, nod2, DOF2, A2 ... (一行に七項まで)

以下繰り返し

| 変数名 | 属性 | 内容 |
|-------|-----|---------------------|
| NEQ | I | 方程式の項数 |
| CONST | R | 方程式の定数項（右辺値） |
| nod1 | I/C | 第1節点または節点グループ |
| DOF1 | I | 第1節点または節点グループの拘束自由度 |
| A1 | R | 第1節点または節点グループの係数 |
| nod2 | I/C | 第2節点または節点グループ |
| DOF2 | I | 第2節点または節点グループの拘束自由度 |
| A2 | R | 第2節点または節点グループの係数 |

注意

- 「!NODE」で定義されていない節点、節点グループが指定された場合は無視され、警告メッセージが表示される。
- 「nod1=nod2」の場合は無視され、警告メッセージが表示される。
- 節点グループを指定した場合、節点数の整合性が取れない場合はエラーとなる。
- 自由度番号は解析のタイプ、要素によって異なる。整合がとれない自由度については無視され、警告メッセージが表示される。

使用例

```
!EQUATION
3
101, 1, 1.0, 102, 1, -1.0, 103, 1, -1.0
2
NG1, 2, 1.0, NG5, 2, -1.0
```

1.8.3.6 !HEADER (M1-5)

メッシュデータのタイトル

1行目

!HEADER

パラメータ

なし

2行目以降

(2行目) TITLE

| 変数名 | 属性 | 内容 |
|-------|----|----------|
| TITLE | C | ヘッダータイトル |

使用例

```
!HEADER  
Mesh for CFD Analysis
```

注意

- 省略可能。
- ヘッダーは複数行にわたってもよいが、ヘッダーとして認識されるのは最初の行の 127 カラム目までである。
- 「!HEADER」を複数回定義すると、内容が更新され、警告メッセージが表示される。

1.8.3.7 !MATERIAL (M1-6)

材料物性の定義

物性が温度依存している場合は対応する温度ごとにテーブル入力が可能である。

1 行目

```
!MATERIAL, NAME=<name> [ , optional parameter ]
```

パラメータ

| | |
|-------|--------------------------|
| NAME | 材料名（必須） |
| ITEM | 物性項目数（省略可、省略した場合は「1」となる） |
| INPUT | 外部ファイル名（省略可） |

| パラメータ名 | パラメータ値 | 内容 |
|--------|------------|----------------------------|
| NAME | <name> | 材料名 |
| ITEM | <ITEMnum> | ユーザー定義による物性項目数 |
| INPUT | <filename> | 外部ファイル名（省略可）、2 行目以降との併用も可能 |

2 行目以降

```
( 2 行 目 ) !ITEM=1, SUBITEM=<k>  
( 3 行 目 ) VAL1-1-1, VAL1-1-2, … VAL1-1-k, TEMP1-1  
( 4 行 目 ) VAL1-2-1, VAL1-2-2, … VAL1-2-k, TEMP1-2  
…
```

```
( L+2 行 目 ) VAL1-L-1, VAL1-L-2, … VAL1-L-k, TEMP1-L
```

以下「!ITEM=<ITEMnum>」まで繰り返し定義する

サブパラメータ（「!ITEM」に対するもの）

SUBITEM 各物性項目で定義されるサブ物性項目数
(省略可、省略した場合は「1」となる。)

| サブパラメータ名 | パラメータ値 | 内容 |
|----------|--------------|------------------|
| SUBITEM | <subITEMnum> | ユーザー定義によるサブ物性項目数 |

【m 番目の物性が温度依存している場合】

温度依存のテーブルの項目数が N の場合、以下のように入力する：

```
!ITEM=m, SUBITEM=k
VALm1-1, ..., VALm1-k, TEMPm1
VALm2-1, ..., VALm2-k, TEMPm2
...
VALmN-1, ..., VALmN-k, TEMPmN
```

| 変数名 | 属性 | 内容 |
|---------|----|-----------|
| VALmn-k | R | 物性値（温度依存） |
| TEMPmn | R | 対応する温度 |

TEMPm1 < TEMPm2 < … < TEMPmN でなければならない。

温度が TEMPm1 以下の場合は VALm1、TEMPmN 以上の場合は VALmN が使用される。

【m 番目の物性が温度依存していない場合】

```
!ITEM=m, SUBITEM=k
VALm1-1, ..., VALm1-k
VALm2-1, ..., VALm2-k
...
VALmN-1, ..., VALmN-k
```

| 変数名 | 属性 | 内容 |
|---------|----|-------------|
| VALmn-k | R | 物性値（温度依存なし） |

注意

- ・材料名が重複した場合はエラーとなる。
- ・「!SECTION」オプションで参照されている MATERIAL が定義されていない場合はエラーとなる。
- ・「!ELEMENT」オプションで、パラメータ「MATITEM」を使用して要素ごとに物性を入力した場合の値が優先して使用される。この場合、「!MATERIAL」オプションを使用して入力した物性値は使用されない。

- ・「!ITEM=m」サブオプションの数と、パラメータ「ITEM」の数が整合しない場合、定義されていないサブオプションがある場合はエラーとなる。
- ・「!ITEM=m」サブオプションは、m の小さい順番に並んでいなくてもよい。
- ・「!SUBITEM=k」サブオプション、温度依存性を使用する場合、省略した値は「0.0」となる。
- ・温度依存性を使用する場合、温度の低い順に定義しなければならない。
- ・温度依存性を使用する場合、同じ温度を 2 回以上使用した場合はエラーとなる。

使用例

```
!MATERIAL, NAME= STEEL, ITEM= 2
!ITEM=1 温度 依存性 なし
35.0
!ITEM=2
40.0, 0.0
45.0, 100.0
50.0, 200.0

!MATERIAL, NAME= CUPPER          項目 数 = 1 ( デ フォルト 値 )
!ITEM=1 温度 依存性 なし
80.0
```

誤った使用例

例 1【パラメータ「ITEM」と「!ITEM=m」サブオプションの数が整合していない-1】

```
!MATERIAL, NAME= STEEL, ITEM= 2
!ITEM=3
20.0
!ITEM=1
35.0
!ITEM= 2
40.0
```

例 2【パラメータ「ITEM」と「!ITEM=m」サブオプションの数が整合していない-2】

```
!MATERIAL, NAME= STEEL, ITEM= 3
!ITEM=3
20.0
!ITEM= 2
40.0
!MATERIAL, NAME= CUPPER
...
```

弾性静解析および固有値解析

```
!MATERIAL, NAME=<name>, ITEM=<ITEMnum>
!ITEM=1, SUBITEM=2
<Young_modulus>, <Poisson_ratio>
```

```

!ITEM=2
<Density>
!ITEM=3
<Expansion_coeff>

```

| パラメータ名 | パラメータ値 | 内容 |
|--------|-----------|--|
| NAME | <name> | 材料名、!SECTION の MATELIAL と対応 |
| ITEM | <ITEMnum> | ユーザー定義による物性項目数（1 以上）<Young_modulus>——ヤング率（必須）<Poisson_ratio>——ポアソン比（必須）<Density>——質量密度（ITEMnum=2 のとき必須）<Expansion_coeff>——線膨張係数（ITEMnum=3 のとき） |

(例)

```

!MATERIAL, NAME=M1,
ITEM=3
!ITEM=1, SUBITEM=2
4000.0, 0.3
!ITEM=2
8.0102E-0
!ITEM=3
1.0E-5

```

—— 材料名 M1 の材料では 3 種の物值を定義の意
 —— !ITEM=1 では ヤング率と ポアソン比を定義（必須）
 —— !ITEM=2 で 質量密度を定義すること（ITEM=2 のときには 必須）
 —— !ITEM=3 で 線膨張係数を定義すること

熱伝導解析

リンク、平面、ソリッド、3 次元板要素の場合

```

!MATERIAL, NAME=<name>, ITEM=3
!ITEM=1, SUBITEM=2
<Density>, <Temperature>

!ITEM=2, SUBITEM=2
<Specific_heat>, <Temperature>

!ITEM=3, SUBITEM=2
<Conductivity>, <Temperature>

```

| パラメータ名 | パラメータ値 | 内容 |
|--------|--------|-----------------------------|
| NAME | <name> | 材料名、!SECTION の MATELIAL と対応 |

| パラメータ名 | パラメータ値 | 内容 |
|--------|-----------|---|
| ITEM | <ITEMnum> | ユーザー定義による物性項目数（常に 3) <Density>——密度 <Specific_heat>——比熱 <Conductivity>——熱伝導率 <Temperature>——温度 |

(例)

```
!MATERIAL, NAME=M1,
ITEM=3
```

—— 材料名 M1 の材料では 3 種の物值を定義の意

```
!ITEM=1, SUBITEM=1
```

—— !ITEM=1 では 密度と温度を定義（必須）

```
7850., 300.
7790., 500.
7700., 800.
```

```
!ITEM=2, SUBITEM=1
```

—— !ITEM=2 では 比熱と温度を定義（必須）

```
0.465, 300.
0.528, 500.
0.622, 800.
```

```
!ITEM=3
```

—— !ITEM=3 では 热伝導率と温度を定義（必須）

```
43., 300.
38.6, 500.
27.7, 800.
```

インターフェース要素の場合

!SECTION ヘッダーで定義する。（材料データは不要）

(例)

```
!SECTION, TYPE=INTERFACE, EGRP=GAP
```

—— セクションの定義

```
1.0, 20.15, 8.99835E-9, 8.99835E-9
```

上記の!SECTION では、インターフェース要素で、グループ名=GAP に所属する要素のギャップパラメータを定義している。

- 第 1 パラメータ: ギャップ幅
- 第 2 パラメータ: ギャップ熱伝達係数
- 第 3 パラメータ: ギャップ輻射係数 1
- 第 4 パラメータ: ギャップ輻射係数 2

参考

```

program TEST
use hecmw
implicit REAL*8 (A-H,O-Z)
type (hecmwT_local_mesh) :: hecMESH

!C
!C !MATERIAL, NAME=SUS304, ITEM=3
!C !ITEM=1, SUBITEM= 3
!C     100.0, 200.0, 300.0, 0.00
!C     101.0, 210.0, 301.0, 1.00
!C     102.0, 220.0, 302.0, 2.00
!C     103.0, 230.0, 303.0, 3.00
!C !ITEM=3, SUBITEM= 2
!C     1000.0, , 0.00
!C     1001.0, 1., 1.00
!C     1002.0, 2., 2.00
!C     1003.0, 3., 3.00
!C !ITEM=2
!C     5000.0
!C
!C !MATERIAL, NAME=FEC, ITEM=2
!C !ITEM=1, SUBITEM= 3
!C     2100.0, 2200.0, 2300.0, 0.00
!C     2101.0, 2210.0, 2301.0, 1.00
!C     2102.0, 2220.0, 2302.0, 2.00
!C     2103.0, 2230.0, 2303.0, 3.00
!C     3103.0, 3230.0, 2304.0, 4.00
!C !ITEM=2
!C     6000.0, 10.0
!C     6500.0, 30.0
!C

hecMESH%material%n_mat = 2

nn= hecMESH%material%n_mat
allocate (hecMESH%material%mat_name(nn))

hecMESH%material%mat_name(1)= 'SUS304'
hecMESH%material%mat_name(2)= 'FEC'

nn= hecMESH%material%n_mat
allocate (hecMESH%material%mat_ITEM_index(0:nn))
hecMESH%material%mat_ITEM_index(0)= 0

```

```

hecMESH%material%mat_ITEM_index(1)= 3
hecMESH%material%mat_ITEM_index(2)= hecMESH%material%mat_ITEM_index(1) + 2

hecMESH%material%n_mat_ITEM= hecMESH%material%mat_ITEM_index( hecMESH%material%n_mat)

nn= hecMESH%material%n_mat_ITEM
allocate (hecMESH%material%mat_subITEM_index( 0:nn))

hecMESH%material%mat_subITEM_index(0)= 0
hecMESH%material%mat_subITEM_index(1)= 3
hecMESH%material%mat_subITEM_index(2)= hecMESH%material%mat_subITEM_index(1) + 1
hecMESH%material%mat_subITEM_index(3)= hecMESH%material%mat_subITEM_index(2) + 2
hecMESH%material%mat_subITEM_index(4)= hecMESH%material%mat_subITEM_index(3) + 3
hecMESH%material%mat_subITEM_index(5)= hecMESH%material%mat_subITEM_index(4) + 1

hecMESH%material%n_mat_subITEM=
&           hecMESH%material%mat_subITEM_index( hecMESH%material%n_mat_ITEM)

nn= hecMESH%material%n_mat_subITEM
allocate (hecMESH%material%mat_TABLE_index( 0:nn))
hecMESH%material%mat_TABLE_index( 0)= 0
hecMESH%material%mat_TABLE_index( 1)= 4
hecMESH%material%mat_TABLE_index( 2)= hecMESH%material%mat_TABLE_index( 1) + 4
hecMESH%material%mat_TABLE_index( 3)= hecMESH%material%mat_TABLE_index( 2) + 4
hecMESH%material%mat_TABLE_index( 4)= hecMESH%material%mat_TABLE_index( 3) + 1
hecMESH%material%mat_TABLE_index( 5)= hecMESH%material%mat_TABLE_index( 4) + 4
hecMESH%material%mat_TABLE_index( 6)= hecMESH%material%mat_TABLE_index( 5) + 4
hecMESH%material%mat_TABLE_index( 7)= hecMESH%material%mat_TABLE_index( 6) + 5
hecMESH%material%mat_TABLE_index( 8)= hecMESH%material%mat_TABLE_index( 7) + 5
hecMESH%material%mat_TABLE_index( 9)= hecMESH%material%mat_TABLE_index( 8) + 5
hecMESH%material%mat_TABLE_index(10)= hecMESH%material%mat_TABLE_index( 9) + 2

hecMESH%material%n_mat_TABLE=
&           hecMESH%material%mat_TABLE_index( hecMESH%material%n_mat_subITEM)

nn= hecMESH%material%n_mat_TABLE
allocate (hecMESH%material%mat_VAL( nn))
allocate (hecMESH%material%mat_TEMP( nn))

hecMESH%material%mat_VAL = 0.d0
hecMESH%material%mat_TEMP= 0.d0

hecMESH%material%mat_VAL( 1)= 100.0d0

```

```

hecMESH%material%mat_TEMP( 1)=    0.0 d0
hecMESH%material%mat_VAL ( 2)= 101.0 d0
hecMESH%material%mat_TEMP( 2)=    1.0 d0
hecMESH%material%mat_VAL ( 3)= 102.0 d0
hecMESH%material%mat_TEMP( 3)=    2.0 d0
hecMESH%material%mat_VAL ( 4)= 103.0 d0
hecMESH%material%mat_TEMP( 4)=    3.0 d0

hecMESH%material%mat_VAL ( 5)= 200.0 d0
hecMESH%material%mat_TEMP( 5)=    0.0 d0

hecMESH%material%mat_VAL (13)= 5000.0 d0

hecMESH%material%mat_VAL (14)= 1000.0 d0
hecMESH%material%mat_TEMP (14)=    0.0 d0
hecMESH%material%mat_VAL (15)= 1001.0 d0
hecMESH%material%mat_TEMP (15)=    1.0 d0
hecMESH%material%mat_VAL (16)= 1002.0 d0
hecMESH%material%mat_TEMP (16)=    2.0 d0
hecMESH%material%mat_VAL (17)= 1003.0 d0
hecMESH%material%mat_TEMP (17)=    3.0 d0

hecMESH%material%mat_VAL (18)=    0.0 d0
hecMESH%material%mat_TEMP (18)=    0.0 d0
hecMESH%material%mat_VAL (19)=    1.0 d0
hecMESH%material%mat_TEMP (19)=    1.0 d0
hecMESH%material%mat_VAL (20)=    2.0 d0
hecMESH%material%mat_TEMP (20)=    2.0 d0
hecMESH%material%mat_VAL (21)=    3.0 d0
hecMESH%material%mat_TEMP (21)=    3.0 d0

hecMESH%material%mat_VAL (22)= 2100.0 d0
hecMESH%material%mat_TEMP (22)=    0.0 d0
hecMESH%material%mat_VAL (23)= 2101.0 d0
hecMESH%material%mat_TEMP (23)=    1.0 d0
hecMESH%material%mat_VAL (24)= 2102.0 d0
hecMESH%material%mat_TEMP (24)=    2.0 d0
hecMESH%material%mat_VAL (25)= 2103.0 d0
hecMESH%material%mat_TEMP (25)=    3.0 d0
hecMESH%material%mat_VAL (26)= 3103.0 d0
hecMESH%material%mat_TEMP (26)=    4.0 d0

```

```
write (* ,'(a,i10)') '%n_mat_ITEM ', hecMESH%material%n_mat_ITEM
```

```

write (*, '(a,i10)') '%n_mat_subITEM', hecMESH%material%n_mat_subITEM
write (*, '(a,i10)') '%n_mat_TABLE ', hecMESH%material%n_mat_TABLE

end program TEST

```

1.8.3.8 !NGROUP (M1-7)

節点グループの定義

1 行目

!NGROUP, NGRP=<ngrp> [, optional parameter]

| パラメータ | | |
|----------|--|------------------------|
| NGRP | | 節点グループ名（必須） |
| GENERATE | | 節点グループに属する節点の自動生成（省略可） |
| INPUT | | 外部ファイル名（省略可） |

| パラメータ名 | パラメータ値 | 内容 |
|----------|------------|---------------------------|
| NGRP | <ngrp> | 節点グループ名 |
| GENERATE | なし | 節点グループに属する節点の自動生成 |
| INPUT | <filename> | 外部ファイル名（省略可）、2行目以降との併用も可能 |

2 行目以降 (GENERATE を使用しない場合)

(2 行目) nod1, nod2, nod3
 (以下同様)

| 変数名 | 属性 | 内容 |
|------|----|----------------|
| nodX | I | 節点グループに属する節点番号 |

2 行目以降 (GENERATE を使用する場合)

(2 行目) nod1, nod2, nod3
 (以下同様)

| 変数名 | 属性 | 内容 |
|------|----|------------------------------|
| nod1 | I | 節点グループ内の最初の節点番号 |
| nod2 | I | 節点グループ内の最後の節点番号 |
| nod3 | I | 節点番号増分（省略可能、省略時は nod3=1 となる） |

注意

- 1行に任意の数の節点を入れることができる。また次のオプションが始まるまで、任意の数の行を挿入することができる。
- 指定する節点は「!NGROUP」より前に定義されている必要がある。
- 「!NODE」オプションで定義されていない節点は除外され、警告メッセージが表示される。
- 指定された節点が既に同じグループ内に存在する場合は無視され、警告メッセージが表示される。
- 全ての節点は、「ALL」という名前の節点グループに属している（自動的に生成される）。
- ひとつのグループを複数回にわけて定義できる。

使用例

```
!NGROUP, NGRP= NA01
1, 2, 3, 4, 5, 6
101, 102
!NGROUP, NGRP= NA02
101, 102
!NGROUP, NGRP= NA01           —— グループ「NA01」に「501, 505」が追加される。
501, 505
!NGROUP, NGRP= NA02           —— グループ「NA02」に「501, 505」が追加される。
501, 505
!NGROUP, NGRP= NA04,GENERATE   —— グループ「NA04」に
301, 309, 2                   —— 「301,303,305,307,309,311,312,313」が追加される。
311, 313
```

1.8.3.9 !NODE (M1-8)

節点座標の定義

1行目

```
!NODE [ , optional parameter]
```

| パラメータ | |
|--------|--------------|
| SYSTEM | 座標系（省略可） |
| NGRP | 節点グループ名（省略可） |
| INPUT | 外部ファイル名（省略可） |

| パラメータ名 | パラメータ値 | 内容 |
|--------|------------|---------------------------|
| SYSTEM | R | デカルト座標系（デフォルト値） |
| | C | 円筒座標系 |
| NGRP | <ngrp> | 節点グループ名（省略可） |
| INPUT | <filename> | 外部ファイル名（省略可）、2行目以降との併用も可能 |

2行目以降

(2行目) NODE_ID, Xcoord, Ycoord, Zcoord

(以下同様)

| 変数名 | 属性 | 内容 |
|---------|----|------|
| NODE_ID | I | 節点番号 |
| Xcoord | R | X座標 |
| Ycoord | R | Y座標 |
| Zcoord | R | Z座標 |

注意

- 区切り記号を含めて節点座標を省略した場合、値は「0.0」となる。
- 既に定義されてる節点を再定義した場合、内容が更新され、警告メッセージが表示される。
- 「!ELEMENT」で参照されない節点は除外される。
- 「!ELEMENT」で定義される節点は「!ELEMENT」より前に定義されていなければならない。

使用例

```
!NODE, NGRP=TEST
1, 0.0, 0.0, 0.5
2, 0.0, 0.0, 1.0
3, 0.0,,1.5           —— Y座標は「0.0」
4,                   —— X,Y,Z座標は「0.0」
```

1.8.3.10 !SECTION (M1-9)

セクションの定義

1行目

!SECTION, TYPE=<type>, EGRP=<egrp> [, optional parameter]

| パラメータ | |
|----------|----------------------------------|
| TYPE | セクションタイプ (必須) |
| EGRP | 要素グループ名 (必須) |
| MATERIAL | ユーザー定義材料名 (必須) |
| SECOPT | 要素タイプ用補助パラメータ (省略可、省略した場合は=0となる) |
| INPUT | 外部ファイル名 (省略可) |

| パラメータ名 | パラメータ値 | 内容 |
|----------|-------------|---|
| TYPE | SOLID | ロッド、三角形、四角形、四面体、五面体、六面体要素 |
| | SHELL | シェル要素 |
| | BEAM | 梁要素 |
| | INTERFACE | インターフェース要素 |
| EGRP | <egrp> | 要素グループ名 |
| MATERIAL | <material > | ユーザ一定義による材料名 |
| SECOPT | <secopt> | = 0 : 指定なし、平面応力 = 1 : 平面ひずみ = 2 : 軸対称 = 10 : 0 + 次数低減積分 = 11 : 1 + 次数低減積分 = 12 : 2 + 次数低減積分 |
| INPUT | <filename> | 外部ファイル名（省略可）、2行目以降との併用も可能 |

2行目以降

【TYPE=SOLID】の場合

(2行目) `THICKNESS`

| 変数名 | 属性 | 内容 |
|-----------|----|------------------|
| THICKNESS | R | トラス要素の場合、断面積（必須） |

「TYPE=SOLID」の場合、「THICKNESS」は省略可。

【TYPE=SHELL】の場合

(2行目) THICKNESS, INTEGPOINTS

| 変数名 | 属性 | 内容 |
|-------------|----|------------|
| THICKNESS | R | シェル断面厚さ |
| INTEGPOINTS | I | シェル断面方向積分点 |

【TYPE=BEAM】の場合

(2行目) vx,vy,vz,area,Iyy,Iz,Jx

| 変数名 | 属性 | 内容 |
|----------|----|-----------|
| vx,vy,vz | R | 参考軸方向 |
| area | R | 断面面積 |
| Iyy, Izz | R | 断面二次モーメント |

| 変数名 | 属性 | 内容 |
|-----|----|-------|
| Jx | R | ねじり定数 |

[TYPE=INTERFACE] の場合

(2 行 目) THICKNESS, GAPCON, GAPRAD1, GAPRAD2

| 変数名 | 属性 | 内容 |
|-----------|----|----------------------|
| THICKNESS | R | 断面厚さ |
| GAPCON | R | ギャップ熱伝達係数（省略時 0） |
| GAPRAD1 | R | ギャップ輻射熱伝達係数-1（省略時 0） |
| GAPRAD2 | R | ギャップ輻射熱伝達係数-2（省略時 0） |

注意

- パラメータ「TYPE」が要素タイプと整合していない場合はエラーとなる。
- SECTION 情報を持たない要素がある場合はエラーとなる。
- セクション名が重複した場合はエラーとなる。

使用例

```
!SECTION, EGRP=SOLID1, TYPE=SOLID, MATERIAL=STEEL
!SECTION, EGRP=SHELL2, TYPE=SHELL, MATERIAL=STEEL
1.0, 5
```

1.8.3.11 !SGROUP (M1-10)

面グループの定義

1 行目

!SGROUP, SGRP=<sgrp> [, optional parameter]

| パラメータ | |
|-------|--------------|
| SGRP | 面グループ名（必須） |
| INPUT | 外部ファイル名（省略可） |

| パラメータ名 | パラメータ値 | 内容 |
|--------|------------|----------------------------|
| SGRP | <sgrp> | 面グループ名 |
| INPUT | <filename> | 外部ファイル名（省略可）、2 行目以降との併用も可能 |

2行目以降

(2行目) elem1, lsuf1, elem2, lsuf2, elem3, lsuf3, ...
(以下同様)

| 変数名 | 属性 | 内容 |
|-------|----|-------------------|
| elemX | I | 面グループに属する要素番号 |
| lsufX | I | 面グループに属する要素の局所面番号 |

注意

- 要素タイプと面番号については、「4章 要素ライブラリ」を参照のこと。
- (要素、局所面番号)という組み合わせによって面を構成する。1行に任意の数の面を入れることができる。また次のオプションが始まるまで、任意の数の行を挿入することができる。(要素、局所面番号)という組み合わせは必ず同一の行になければならない。
- 指定する要素は「!SGROUP」より前に定義されている必要がある。
- 要素が「!ELEMENT」オプションで定義されていない場合は無視され、警告メッセージが表示される。
- 「!ELEMENT」オプションで定義されていない要素を含む面は除外され、警告メッセージが表示される。
- 要素タイプと面番号の整合性が取れない面は除外され、警告メッセージが表示される。
- ひとつのグループを複数回にわけて定義できる。

使用例

```
!SGROUP, SGRP= SUF01
101, 1, 102, 1, 103, 2, 104, 2
201, 1, 202, 1
501, 1
!SGROUP, SGRP= SUF02
101, 2, 102, 2
!SGROUP, SGRP= EA01      —— グループ「SUF01」に「(601,1), (602,2)」が追加。
601, 1
602, 2
```

誤った使用例

例1【(要素、局所面番号)の組が複数行にわたっている】

```
!SGROUP, SGRP= SUF01
101, 1, 102, 1, 103
1, 104, 1
```

例2【局所面番号と要素タイプの整合性がとれない】

```
!ELEMENT, TYPE= 211, SECTION= A
101, 1, 2, 3
102, 2, 3, 4
...
```

```
!SGROUP, SGRP= SUF01  
101, 1  
101, 2  
101, 4 —— 三角形要素に第4面は存在しないので、この組み合わせは無視される
```

1.8.3.12 !ZERO (M1-11)

絶対零度

1行目

!ZERO

パラメータ

なし

2行目以降

(2行目) ZERO

| 変数名 | 属性 | 内容 |
|------|----|------|
| ZERO | R | 絶対零度 |

注意

- 省略可能。省略された場合は「絶対零度 = 0」となる。
- 「!ZERO」を複数回定義すると、内容が更新され、警告メッセージが表示される。

使用例

!ZERO

-273.16

1.8.3.13 !CONTACT PAIR (M1-12)

接触解析に用いる接触面ペアの定義

1行目

!CONTACT PAIR, NAME=<name> [, optional parameter]

| パラメータ | |
|-------|------------|
| NAME | 接触ペア名 (必須) |
| TYPE | タイプ (省略可) |

| パラメータ名 | パラメータ値 | 内 容 |
|--------|-----------|--------------------------------|
| NAME | <name> | 接触ペア名 |
| TYPE | NODE-SURF | スレーブ面は節点グループマスター面は面グループ（デフォルト） |
| | SURF-SURF | スレーブ面、マスター面とも面グループ |

2行目以降

(2行目以降) SLAVE_GRP, MASTER_GRP

(以下同様)

| 変数名 | 属性 | 内 容 |
|------------|----|-----------------|
| SLAVE_GRP | C | スレーブ面の節点/面グループ名 |
| MASTER_GRP | C | マスター面の面グループ名 |

注意

- 解析時にメッシュの細分化(REFINE)を行う場合は、必ず「TYPE=SURF-SURF」を用いること。
- 「TYPE=SURF-SURF」を用いる場合でも、FrontISTR の内部における接触アルゴリズムは点対面のアルゴリズムとなる。

参考

- 「TYPE=SURF-SURF」を用いた場合、FrontISTR の内部において、スレーブの面グループから節点グループが自動生成され、節点グループと面グループの接触面ペアに変換される。
- 自動生成される節点グループのグループ名は、もとのスレーブ面のグループ名の先頭に「FSTR_S2N_」を附加したものとなる。

1.8.3.14 !END (M1-13)

メッシュデータの終端

このヘッダーが表れると、メッシュデータの読み込みを終了する。

1行目

!END

パラメータ

なし

2行目以降

なし

1.9 解析制御データ

1.9.1 解析制御データ概要

FrontISTR は、解析制御データファイルを入力して、下図に示す計算制御データ、ソルバー制御データおよびポスト処理(可視化)制御データを取得し、解析計算を実施する。

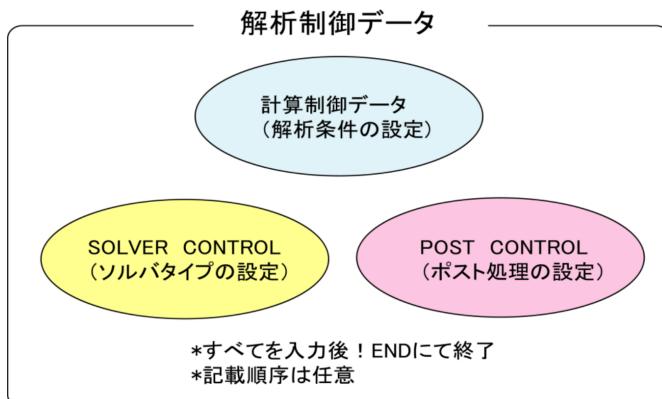


図 17 解析制御データ

解析制御データファイルの特徴は以下のとおりである。

- 自由書式に基づく ASCII 形式のファイルである。
- “!”で始まるヘッダーとそれに続くデータから構成されている。
- ヘッダーの記述の順番は基本的に自由である。
- データの区切り記号には “,” を使用する。
- ファイル内は大きく分けて 3 つのゾーンに分かれている。
- ファイルの最後に “!END” を入力して終了とする。

1.9.1.1 解析制御データ例

```
##### 計算制御データ部分 #####
### Control File for HEAT solver
!SOLUTION,TYPE=HEAT
!FIXTEMP
XMIN, 0.0
XMAX, 500.0

##### ソルバー制御データ部分 #####
### Solver Control
!SOLVER,METHOD=CG,PRECOND=1,ITERLOG=NO,TIMELOG=NO
100, 1
1.0e-8,1.0,0.0

##### ポスト制御(可視化)データ部分 #####
59
```

```

#### Post Control
!WRITE,RESULT
!WRITE,VISUAL
!VISUAL, method=PSR
!surface_num = 1
!surface 1
!surface_style = 1
!display_method 1
!color_comp_name = TEMPERATURE
!color_subcomp = 1
!output_type = BMP
!x_resolution = 500
!y_resolution = 500
!num_of_lights = 1
!position_of_lights = -20.0, 5.8, 80.0
!viewpoint = -20.0 10.0 8.0
!up_direction = 0.0 0.0 1.0
!ambient_coef= 0.3
!diffuse_coef= 0.7
!specular_coef= 0.5
!color_mapping_style= 1
!!interval_mapping= -0.01, 0.02
!color_mapping_bar_on = 1
!scale_marking_on = 1
!num_of_scale = 5
!font_size = 1.5
!font_color = 1.0 1.0 1.0

```

1.9.2 入力規則

解析制御データは、ヘッダー行、データ行、コメント行から構成される。

ヘッダー行には必ず一つのヘッダーが含まれる。

ヘッダー 解析制御データ内で、データの意味とデータブロックを特定する。

行頭が “!” で始まる場合、ヘッダーであるとみなされる。

ヘッダー行 ヘッダーとそれに伴うパラメータを記述する。

ヘッダー行はヘッダーで始まっていなければならない。パラメータが必要な場合は、“,” を用いてその後に続けなければならない。パラメータが値をとる場合は、パラメータの後に “=” が続き、その後に値を記述する。

ヘッダー行を複数行にわたって記述することはできない。

データ行 ヘッダー行の次の行から開始され、必要なデータを記述する。

データ行は複数行にわたる可能性があるが、それは各ヘッダーで定義されるデータ記述の規則により決定される。

データ行は必要ない場合もある。

区切り文字 データの区切り文字にはカンマ “,” を用いる。

空白の扱い 空白は無視される。

名前 名前に使用可能な文字は、アンダースコア“_”、ハイフン“-”、英数字“a-z A-Z 0-9”であるが、最初の一文字は“_”または英字“a-z A-Z”で始まっていなければならない。大文字小文字の区別はなく、内部的にはすべて大文字として扱われる。

また、名前の最大長は 63 文字である。

ファイル名 ファイル名に使用可能な文字は、アンダースコア“_”、ハイフン“-”、ピリオド“.”、スラッシュ“/”、英数字“a-z A-Z 0-9”である。

ファイル名は、特に記述がない限りパスを含んでもよい。相対パス、絶対パスのいずれも指定可能である。

また、ファイル名の最大長は 1023 文字である。

浮動小数点データ 指数はあってもなくてもよい。指数の前には、“E”または“e”の記号をつけなければならない。

“E”または“e”どちらを使用してもかまわない。

コメント行 行頭が“!!”または“#”で始まる行はコメント行とみなされ、無視される。

コメント行はファイル中の任意の位置に挿入でき、その数に制限はない。

!END メッシュデータの終端

このヘッダーが表れると、メッシュデータの読み込みを終了する。

1.9.3 解析制御データ

1.9.3.1 計算制御データのヘッダー一覧

FrontISTR では、計算制御データに使用できる境界条件として以下のものがあげられる。

- 分布荷重条件 (物体力, 圧力荷重, 重力, 遠心力)
- 集中荷重条件
- 热荷重
- 単点拘束条件 (SPC 条件)
- ばね境界条件
- 接触
- 集中熱流束
- 分布熱流束
- 対流熱伝達境界
- 辐射熱伝達境界
- 規定温度境界

上記境界条件の定義方法は、メッシュデータ同様に“!”ヘッダーの形式で定義する。

以下、表 7.3.1 に全解析に共通な制御データのヘッダー一覧を示し、表 7.3.2 から解析種別別のヘッダー一覧を示す。

** 表 7.3.1 全解析に共通な制御データ **

| ヘッダー | 意味 | 備考 | 説明番号 |
|---------------|--------------|----|------|
| !VERSION | ソルバーバージョン番号 | | 1-1 |
| !SOLUTION | 解析の種別の指定 | 必須 | 1-2 |
| !WRITE,VISUAL | 可視化データ出力の指定 | | 1-3 |
| !WRITE,RESULT | 解析結果データ出力の指定 | | 1-4 |
| !WRITE,LOG | 結果出力の指定 | | 1-5 |

| ヘッダー | 意味 | 備考 | 説明番号 |
|--------------------|-----------------|----|------|
| !OUPUT_VIS | 可視化データ出力制御 | | 1-6 |
| !OUTPUT_RES | 解析結果データ出力制御 | | 1-7 |
| !RESTART | リスタートの制御 | | 1-8 |
| !ECHO | エコー出力 | | 1-9 |
| !ORIENTATION | 局所座標系の定義 | | 1-10 |
| !SECTION | セクションの局所座標系の定義 | | 1-11 |
| !END | 制御データの指定の終了 | | 1-12 |
| !OUTPUT_SSTYPE | 結果出力の応力ひずみ測度の指定 | | 1-13 |
| !INITIAL_CONDITION | 初期条件の指定 | | 1-14 |

** 表 7.3.2 静解析用制御データ **

| ヘッダー | 意味 | 備考 | 説明番号 |
|------------------|---------------|----|--------|
| !STATIC | 静解析の制御 | | 2-1 |
| !MATERIAL | 材料名 | | 2-2 |
| !ELASTIC | 弾性材料物性 | | 2-2-1 |
| !PLASTIC | 塑性材料物性 | | 2-2-2 |
| !HYPERELASTIC | 超弾性材料物性 | | 2-2-3 |
| !VISCOELASTIC | 粘弹性材料物性 | | 2-2-4 |
| !CREEP | クリープ材料物性 | | 2-2-5 |
| !DENSITY | 質量密度 | | 2-2-6 |
| !EXPANSION_COEFF | 線膨張係数 | | 2-2-7 |
| !TRS | 粘弹性温度依存性 | | 2-2-8 |
| !FUILD | 流体物性 | | 2-2-9 |
| !USE_MATERIAL | ユーザー定義材料 | | 2-2-10 |
| !BOUNDARY | 変位境界条件 | | 2-3 |
| !SPRING | ばね境界条件 | | 2-3-1 |
| !CLOAD | 集中荷重 | | 2-4 |
| !DLOAD | 分布荷重 | | 2-5 |
| !ULOAD | ユーザー定義外部荷重 | | 2-6 |
| !CONTACT_ALGO | 接触解析アルゴリズム | | 2-7 |
| !CONTACT | 接触 | | 2-8 |
| !TEMPERATURE | 熱応力解析における節点温度 | | 2-9 |
| !REFTEMP | 熱応力解析における参照温度 | | 2-10 |
| !STEP | 解析ステップ制御 | | 2-11 |
| !AUTOINC_PARAM | 自動増分制御 | | 2-12 |
| !TIME_POINTS | 計算及び出力時刻の指定 | | 2-13 |

** 表 7.3.3 固有値解析用制御データ **

| ヘッダー | 意味 | 備考 | 説明番号 |
|--------|----------|----------|------|
| !EIGEN | 固有値解析の制御 | 固有値解析で必須 | 3-1 |

** 表 7.3.4 热伝導解析用制御データ **

| ヘッダー | 意味 | 備考 | 説明番号 |
|------------|-------------------|----------|------|
| !HEAT | 热伝導解析の制御 | 热伝導解析で必須 | 4-1 |
| !FIXTEMP | 節点温度 | | 4-2 |
| !CFLUX | 節点に与える集中熱流束 | | 4-3 |
| !DFLUX | 要素面に与える分布熱流束/内部発熱 | | 4-4 |
| !SFLUX | 面グループによる分布熱流束 | | 4-5 |
| !FILM | 境界面に与える热伝達係数 | | 4-6 |
| !SFILM | 面グループによる热伝達係数 | | 4-7 |
| !RADIADE | 境界面に与える輻射係数 | | 4-8 |
| !SRADIATE | 面グループによる輻射係数 | | 4-9 |
| !WELD_LINE | 溶接線 | | 4-10 |

** 表 7.3.5 動解析用制御データ **

| ヘッダー | 意味 | 備考 | 説明番号 |
|---------------|-----------------|------------|------|
| !DYNAMIC | 動解析の制御 | 動解析で必須 | 5-1 |
| !VELOCITY | 速度境界条件 | | 5-2 |
| !ACCELERATION | 加速度境界条件 | | 5-3 |
| !COUPLE | 連成面定義 | 連成解析で必要 | 5-4 |
| !EIGENREAD | 固有値・固有モードの指定 | 周波数応答解析で必須 | 5-5 |
| !FLOAD | 周波数応答解析用集中荷重の定義 | | 5-6 |

各ヘッダーには、パラメータとそれぞれのヘッダーに対応したデータの項目がある。

以下、上記各ヘッダーについて、解析種別別にデータ作成例とともに説明する。上記表の説明番号はデータ作成例の右端に示している番号である。

1.9.3.2 全解析に共通な制御データ

1.9.3.2.1 解析制御データ例

```
#### Control File for FISTR
```

| | |
|----------|-----|
| !VERSION | 1-1 |
|----------|-----|

5

| | |
|------------------------|-----|
| !SOLUTION, TYPE=STATIC | 1-2 |
|------------------------|-----|

| | |
|-----------------------|------|
| !WRITE, VISUAL | 1-3 |
| !WRITE, RESULT | 1-4 |
| !ECHO | 1-9 |
| !BOUNDARY | 2-3 |
| FIX, 1, 3, 0.0 | |
| !CLOAD | 2-4 |
| CL1, 3, -1.0 | |
| !END | 1-12 |

1.9.3.2.2 ヘッダーの説明

1-1 **!VERSION**

ソルバーバージョンを示す。

1-2 **!SOLUTION, TYPE=STATIC**

TYPE = 解析の種類

1-3 **!WRITE, VISUAL**

メモリ渡しビジュアライザによる可視化データの出力

記載するだけでファイルを出力

1-4 **!WRITE, RESULT**

解析結果データの出力

記載するだけでファイルを出力

1-6 **!ECHO**

節点データ、要素データおよび材料データをログファイルに出力

記載するだけでファイルに出力

1-8 **!END**

制御データの終わりを示す

1.9.3.3 静解析制御データ

1.9.3.3.1 静解析制御データ例

Control File for FISTR

!SOLUTION, TYPE=STATIC

1-2

!WRITE, VISUAL

1-3

```

!WRITE, RESULT           1-4
!ECHO                   1-9
!MATERIAL, NAME=M1      2-2
!ELASTIC, TYPE=ISOTROPIC 2-2-1
   210000.0, 0.3
!BOUNDARY                2-3
   FIX, 1, 3, 0.0
!SPRING 2-3-1
   200, 1, 0.03
!CLOAD 2-4
   CL1, 3, -1.0
!DLOAD 2-5
   1, P1, 1.0
!TEMPERATURE             2-9
   1, 10.0
!REFTEMP                 2-10
!STEP, CONVERG=1.E-5, MAXITER=30 2-11
!END                      1-12

```

1.9.3.3.2 ヘッダーの説明

- 赤字は例に記載されている数値、
- 表 2 行目の英字は変数名をあらわす。

2-1 !STATIC

静解析方法の設定

2-2 !MATERIAL

材料物性の定義

NAME=材料物性の名前

2-2-1 !ELASTIC, TYPE=ISOTROPIC

弾性物質の定義

TYPE = 弹性タイプ

| ヤング率 | ポアソン比 |
|---------------|---------------|
| YOUNG_MODULUS | POISSON_RATIO |
| 210000.0 | 0.3 |

2-3 !BOUNDARY

変位境界条件の定義

| 接点番号または接点グループ名 | 拘束自由度の開始番号 | 拘束自由度の終了番号 | 拘束値 |
|----------------|------------|------------|-------|
| NODE_ID | DOF_idS | DOF_idE | Value |
| FIX, | 1, | 3, | 0.0 |

2-3-1 !SPRING

ばね境界条件の定義

| 節点番号またはグループ名 | 拘束自由度 | ばね定数 |
|--------------|--------|-------|
| NODE_ID | DOF_id | Value |
| 200, | 1, | 0.03 |

2-4 !CLOAD

集中荷重の定義

| 節点番号または節点グループ名 | 自由度番号 | 荷重値 |
|----------------|--------|-------|
| NODE_ID | DOF_id | Value |
| CL1, | 3, | -1.0 |

2-5 !DLOAD

分布荷重の定義

| 要素番号または要素グループ名 | 荷重タイプ番号 | 荷重パラメータ |
|----------------|-----------|---------|
| ELEMENT_ID | LOAD_type | param |
| 1, | P1, | 1.0 |

2-9 !TEMPERATURE

熱応力解析に用いる節点温度の指定

| 節点番号または節点グループ名 | 温度 |
|----------------|------------|
| NODE_ID | Temp_Value |
| 1, | 10 |

2-10 !REFTEMP

熱応力解析における参照温度の定義

2-11 !STEP

非線形静解析の制御（線形解析の場合省略可）

| | | | |
|-------------------------|-----------------------------|----------|-----------------------|
| 収束値判定閾値 (デフォルト:1.0E-06) | サブステップ数 (AMP がある場合、AMP が優先) | 最大反復計算回数 | 時間関数名 (AMPLITUDE で指定) |
| CONVERG | SUBSTEPS | MAXITER | AMP |
| 1.0E-05 | 10 | 30 | |

1.9.3.4 固有値解析制御データ

1.9.3.4.1 固有値解析制御データ例

```
### Control File for FISTR
!SOLUTION, TYPE=EIGEN           1-2
!WRITE, VISUAL                  1-3
!WRITE, RESULT                  1-4
!ECHO                           1-9
!EIGEN                          3-1
      3, 1.0E-8, 60
!BOUNDARY                       2-3
    FIX, 1, 2, 0.0
!END                            1-12
```

1.9.3.4.2 ヘッダーの説明

- 赤字は例に記載されている数値

3-1 !EIGEN

固有値解析のパラメータ設定

| 固有値数 | 許容差 | 最大反復数 |
|------|-----------|--------|
| NSET | tolerance | LCZMAX |
| 3, | 1.0E-08, | 60 |

2-3 !BOUNDARY (静解析におけるものと同一)

変位境界条件の定義

| 節点番号または節点グループ名 | 拘束自由度の開始番号 | 拘束自由度の終了番号 | 拘束値 |
|----------------|------------|------------|-------|
| NODE_ID | DOF_idS | DOF_idE | Value |
| FIX, | 1, | 3, | 0.0 |

1.9.3.5 热伝導解析制御データ

1.9.3.5.1 热伝導解析制御データ例

```
### Control File for FISTR
!SOLUTION, TYPE=HEAT           1-2
!WRITE, VISUAL                 1-3
!WRITE, RESULT                 1-4
!ECHO                           1-9
!HEAT                           4-1
!FIXTEMP                        4-2
    XMIN, 0.0
    XMAX, 500.0
!CFLUX                          4-3
    ALL, 1.0E-3
!DFLUX                          4-4
    ALL, S1, 1.0
!SFLUX                          4-5
    SURF, 1.0
!FILM                           4-6
    FSURF, F1, 1.0, 800
!SFILM                          4-7
    SFSURF, 1.0, 800.0
!RADIATE                        4-8
    RSURF, R1, 1.0E-9, 800.0
!SRADIATE                       4-9
    RSURF, R1, 1.0E-9, 800.0
!END                            1-12
```

1.9.3.5.2 ヘッダーの説明

- 赤字は例に記載されている数値

4-1 !HEAT

計算に関する制御データの定義

!HEAT
(データなし) _____ 定常計算

!HEAT
0.0 _____ 定常計算

!HEAT
68

10.0, 3600.0 固定時間増分非定常計算
!HEAT

10.0, 3600.0, 1.0 自動時間増分非定常計算
!HEAT

10.0, 3600.0, 1.0, 20.0 自動時間増分非定常計算

4-2 !FIXTEMP

節点グループ名または節点番号と固定温度

4-3 !CFLUX

節点にあたえる集中熱流束の定義

| 節点グループ名または節点番号 | 熱流束値 |
|----------------|---------|
| NODE_GRP_NAME | Value |
| ALL, | 1.0E-03 |

4-4 !DFLUX

要素の面にあたえる分布熱流束と内部発熱の定義

| 要素グループ名または要素番号 | 荷重タイプ番号 | 熱流束値 |
|------------------|-----------|-------|
| ELEMENT_GRP_NAME | LOAD_type | Value |
| ALL, | S1, | 1.0 |

荷重パラメータ

| 荷重タイプ番号 | 作用面 | パラメータ |
|---------|------|-------|
| BF | 要素全体 | 発熱量 |
| S1 | 第1面 | 熱流束値 |
| S2 | 第2面 | 熱流束値 |
| S3 | 第3面 | 熱流束値 |
| S4 | 第4面 | 熱流束値 |
| S5 | 第5面 | 熱流束値 |
| S6 | 第6面 | 熱流束値 |
| S0 | シェル面 | 熱流束値 |

4-5 !SFLUX

面グループによる分布熱流束の定義

| 面グループ名 | 熱流束値 |
|------------------|-------|
| SURFACE_GRP_NAME | Value |
| SURF, | 1.0 |

4-6 !FILM

境界面にあたえる熱伝達係数の定義

| 要素グループ名または要素番号 | 荷重タイプ番号 | 熱伝達係数 | 雰囲気温度 |
|------------------|-----------|-------|-------|
| ELEMENT_GRP_NAME | LOAD_type | Value | Sink |
| FSURF, | F1, | 1.0, | 800.0 |

荷重パラメータ

| 荷重タイプ番号 | 作用面 | パラメータ |
|---------|-------|-------------|
| F1 | 第 1 面 | 熱伝達係数と雰囲気温度 |
| F2 | 第 2 面 | 熱伝達係数と雰囲気温度 |
| F3 | 第 3 面 | 熱伝達係数と雰囲気温度 |
| F4 | 第 4 面 | 熱伝達係数と雰囲気温度 |
| F5 | 第 5 面 | 熱伝達係数と雰囲気温度 |
| F6 | 第 6 面 | 熱伝達係数と雰囲気温度 |
| F0 | シェル面 | 熱伝達係数と雰囲気温度 |

4-7 !SFILM

面グループによる熱伝達係数の定義

| 面グループ名 | 熱伝達率 | 雰囲気温度 |
|------------------|-------|-------|
| SURFACE_GRP_NAME | Value | Sink |
| SFSURF, | 1.0, | 800.0 |

4-8 !RADIADE

境界面にあたえる輻射係数の定義

| 要素グループ名または要素番号 | 荷重タイプ番号 | 輻射係数 | 雰囲気温度 |
|------------------|-----------|----------|-------|
| ELEMENT_GRP_NAME | LOAD_type | Value | Sink |
| RSURF, | R1, | 1.0E-09, | 800.0 |

荷重パラメータ

| 荷重タイプ番号 | 作用面 | パラメータ |
|---------|-------|------------|
| R1 | 第 1 面 | 輻射係数と雰囲気温度 |
| R2 | 第 2 面 | 輻射係数と雰囲気温度 |
| R3 | 第 3 面 | 輻射係数と雰囲気温度 |
| R4 | 第 4 面 | 輻射係数と雰囲気温度 |
| R5 | 第 5 面 | 輻射係数と雰囲気温度 |
| R6 | 第 6 面 | 輻射係数と雰囲気温度 |
| R0 | シェル面 | 輻射係数と雰囲気温度 |

4-9 !SRADIATE

面グループによる輻射係数の定義

| 面グループ名 | 輻射係数 | 雰囲気温度 |
|------------------|----------|-------|
| SURFACE_GRP_NAME | Value | Sink |
| SRSURF, | 1.0E-09, | 800.0 |

1.9.3.6 動解析制御データ

1.9.3.6.1 動解析制御データ例

```
### Control File for FISTR
!SOLUTION, TYPE=DYNAMIC 1-2
!DYNAMIC, TYPE=NONLINEAR 5-1
    1, 1
    0.0, 1.0, 500, 1.0000e-5
    0.5, 0.25
    1, 1, 0.0, 0.0
    100, 5, 1
    0, 0, 0, 0, 0, 0
!BOUNDARY, AMP=AMP1 2-3
    FIX, 1, 3, 0.0
!CLOAD, AMP=AMP1 2-4
    CL1, 3, -1.0
!COUPLE, TYPE=1 5-4
    SCOUPLE
!STEP, CONVERG=1.E-6, MAXITER=20 2-11
!END 1-12
```

1.9.3.6.2 ヘッダーの説明

◆非線形動解析の制御（線形解析の場合省略可、陽解法の場合は不要）* 赤字は例に記載されている数値、* 表 2 行目の英字は変数名をあらわす。

5-1 !DYNAMIC

線形動解析の制御を行う。

| 運動方程式の解法 | | 解析の種類 |
|----------|--|----------|
| idx_eqa | | idx_resp |
| 11 | | 1 |

| 解析開始時間 | 解析終了時間 | 全 STEP 数 | 時間増分 |
|---------|--------|----------|-----------|
| t_start | t_end | n_step | t_delta |
| 0.0 | 1.0 | 500 | 1.0000e-5 |

| Newmark-i β 法のパラメータ γ | Newmark- β 法のパラメータ β |
|------------------------------------|----------------------------------|
| gamma | beta |
| 0.5 | 0.25 |

| 質量マトリックスの種類 | 減衰の種類 | Rayleigh 減衰のパラメータ Rm | Rayleigh 減衰のパラメータ Rk |
|-------------|---------|----------------------|----------------------|
| idx_mas | idx_dmp | ray_m | ray_k |
| 1 | 1 | 0.0 | 0.0 |

| 結果出力間隔 | モニタリング節点番号または節点グループ名 | 変位モニタリングの結果出力間隔 |
|--------|----------------------|-----------------|
| nout | node_monit_1 | nout_monit |
| 100 | 55 | 1 |

| 出力制御変位 | 出力制御速度 | 出力制御加速度 | 出力制御反力 | 出力制御ひずみ | 出力制御応力 |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| iout_list(1) | iout_list(2) | iout_list(3) | iout_list(4) | iout_list(5) | iout_list(6) |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

2-3 !BOUNDARY (静解析におけるものと同一)

変位境界条件の定義

| 節点番号または節点グループ名 | 拘束自由度の開始番号 | 拘束自由度の終了番号 | 拘束値 |
|----------------|------------|------------|-------|
| NODE_ID | DOF_idS | DOF_idE | Value |
| FIX, | 1, | 3, | 0.0 |

2-4 !CLOAD (静解析におけるものと同一)

集中荷重の定義

| 節点番号または節点グループ名 | 自由度番号 | 荷重値 |
|----------------|--------|-------|
| NODE_ID | DOF_id | Value |
| CL1, | 3, | -1.0 |

5-4 !COUPLE, TYPE=1

連成面の定義

| 連成する面グループ名 |
|---------------------|
| COUPLING_SURFACE_ID |
| SCOUPLE |

2-11 !STEP, CONVERG=1.E-10, ITMAX=20

非線形静解析の制御 (線形解析の場合省略可、陽解法の場合は不要)

| 収束値判定閾値 (デフォルト:1.0E-06) | サブステップ数 (AMP がある場合、AMP が優先) | 最大反復計算回数 |
|-------------------------|-----------------------------|----------|
| CONVERG | SUBSTEPS | ITMAX |
| 1.0E-10 | | 20 |

1.9.3.7 動解析 (周波数応答解析) 制御データ

1.9.3.7.1 動解析 (周波数応答解析) 制御データ例

```
!SOLUTION, TYPE=DYNAMIC           1-2
!DYNAMIC                           5-1
11 , 2
14000, 16000, 20, 15000.0
0.0 , 6.6e-5
1, 1, 0.0, 7.2E-7
10, 2, 1
```

```

1, 1, 1, 1, 1, 1
!EIGENREAD                                5-5
eigen0.log
1, 5
!FLOAD, LOAD CASE=2                      5-6
    _PickedSet5, 2, 1.0
!FLOAD, LOAD CASE=2
    _PickedSet6, 2, 1.0

```

1.9.3.7.2 ヘッダーの説明

- 赤字は例に記載されている数値、
- 表 2 行目の英字は変数名をあらわす。

5-1 !DYNAMIC

周波数応答解析の設定を行う。

1.9.3.8 ソルバー制御データ

| 運動方程式の解法 解析の種類 | |
|----------------|----------|
| idx_eqa | idx_resp |
| 11 | 2 |

| 下限周波数 | 上限周波数 | 応答計算点数 | 変位を測定する周波数 |
|---------|-------|--------|------------|
| f_start | f_end | n_freq | f_disp |
| 14000 | 16000 | 20 | 15000.0 |

| 実時間での開始時間 | 実時間での終了時間 |
|-----------|-----------|
| t_start | t_end |
| 0.0 | 6.6e-5 |

| 質量マトリックスの種類 | 減衰の種類 | Rayleigh 減衰のパラメータ Rm | Rayleigh 減衰のパラメータ Rk |
|-------------|---------|----------------------|----------------------|
| idx_mas | idx_dmp | ray_m | ray_k |
| 1 | 1 | 0.0 | 7.2E-7 |

| 時間空間でのサンプリング数 | 可視化データ出力指定 (1:モード空間, 2:物理空間) | 周波数空間モニタリング節点 ID |
|---------------|------------------------------|------------------|
| nout | vistype | nodeout |
| 10 | 2 | 1 |

| 出力制御変位 | 出力制御速度 | 出力制御加速度 | 出力制御無視 | 出力制御無視 | 出力制御無視 |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| iout_list(1) | iout_list(2) | iout_list(3) | iout_list(4) | iout_list(5) | iout_list(6) |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

5-5 !EIGENREAD

周波数応答解析に用いる固有値・固有モードの指定

| 固有値解析のログファイル名 | |
|-------------------|--|
| eigenlog_filename | |
| eigen0.log | |

| 固有値解析に使用する指定モード始点 | 固有値解析に使用する指定モード終点 |
|-------------------|-------------------|
| start_mode | end_mode |
| 1 | 5 |

5-6 !FLOAD

周波数応答解析用集中荷重の定義

| 節点番号または節点グループ名または面グループ名 | 自由度番号 | 荷重値 |
|-------------------------|--------|-------|
| NODE_ID | DOF_id | Value |
| _PickedSet5 | 2 | 1.0 |

1.9.3.9 ソルバー制御データ

1.9.3.9.1 ソルバー制御データ例

```
### SOLVER CONTROL
!SOLVER, METHOD=CG, PRECOND=1, ITERLOG=YES, TIMELOG=YES      6-1
10000, 1                                                       6-2
1.0e-8, 1.0, 0.0                                              6-3
```

1.9.3.9.2 ヘッダーの説明

- 赤字は例に記載されている数値

6-1 !SOLVER,

METHOD= 解析方法
(CG、BiCGSTAB、GMRES、GPBiCGなどがある)
TIMELOG= ソルバー計算時間出力の有無
MPCMETHOD= 多点拘束処理の手法
(1: ペナルティ法、2: MPG-CG法、3: 陽的自由度消去法)
DUMPTYPE= 行列ダンプ型式
DUMPEXIT= 行列ダンプ直後にプログラムを終了するか

以下のパラメータは解析方法で直接法を選択するとすべて無視される。

PRECOND= 前処理の手法
ITERLOG= ソルバー収束履歴出力の有無
SCALING= 行列の対角成分が1となるスケーリングの有無
USEJAD= ベクトル機向けオーダリングの有無
ESTCOND= 条件数推定の頻度
(指定された反復回数ごと、および、反復終了時に推定を実施。0の場合には推定なし。)

6-2

| 反復回数, 前処理の繰り返し数, クリロフ部分空間数 | マルチカラーの色数 | 前処理セットアップ情報の再利用回数 |
|-----------------------------|---------------------------------|-------------------|
| NITER iterPREMAX 10000 1 | NREST SIGMA_IN RECYCLEPRE | |

6-3

| 打ち切り誤差, 前処理行列計算時の対角成分の倍率, 未使用 | | |
|-------------------------------|--------------------|--------------|
| RESID 1.0e-8, | SIGMA_DIAG 1.0, | SIGMA 0.0 |

1.9.3.10 ポスト処理(可視化)制御データ

以下にポスト処理(可視化)制御データの例とその内容を示す。

1.9.3.10.1 可視化制御データ例

- 各説明番号(P1-0, P1-1等)はのちの詳細説明の番号とリンクしている。

- **P1-XX** は共通データ、**P2-XX** はレンダリングのためのパラメータをあらわす。

なおレンダリングについては output_type=BMP のときのみ有効となる。

- surface_style が !surface_style=2(等値面)、!surface_style=3 (ユーザー指定曲面) の場合、別途設定が必要となる。その記載については共通データ後にまとめて記載する。**(P3-XX** は!surface_style=2 における等値面での説明。**P4-XX** は!surface_style=3 におけるユーザー指定曲面での説明。)

- !!のように!が2つ記載されているものはコメント文と認識され解析に影響を及ぼさない。

| ### Post Control | 説明 番 号 |
|--|--------|
| !VISUAL, method=PSR | P1-0 |
| !surface_num = 1 | P1-1 |
| !surface 1 | P1-2 |
| !surface_style = 1 | P1-3 |
| !display_method = 1 | P1-4 |
| !color_comp_name = STRESS | P1-5 |
| !colorsubcomp_name | P1-6 |
| !color_comp 7 | P1-7 |
| !! color_subcomp = 1 | P1-8 |
| !iso_number | P1-9 |
| !specified_color | P1-10 |
| !deform_display_on = 1 | P1-11 |
| !deform_comp_name | P1-12 |
| !deform_comp | P1-13 |
| !deform_scale = 9.9e-1 | P1-14 |
| !initial_style = 1 | P1-15 |
| !deform_style = 3 | P1-16 |
| !initial_line_color | P1-17 |
| !deform_line_color | P1-18 |
| !output_type = BMP | P1-19 |
| !x_resolution = 500 | P2-1 |
| !y_resolution = 500 | P2-2 |
| !num_of_lights = 1 | P2-3 |
| !position_of_lights = -20.0, 5.8, 80.0 | P2-4 |
| !viewpoint = -20.0 -10.0 5.0 | P2-5 |
| !look_at_point | P2-6 |
| !up_direction = 0.0 0.0 1.0 | P2-7 |
| !ambient_coef= 0.3 | P2-8 |
| !diffuse_coef= 0.7 | P2-9 |
| !specular_coef= 0.5 | P2-10 |
| !color_mapping_style= 1 | P2-11 |
| !! interval_mapping_num | P2-12 |
| !interval_mapping= -0.01, 0.02 | P2-13 |
| !rotate_style = 2 | P2-14 |
| !rotate_num_of_frames | P2-15 |

| | |
|------------------------------|-------|
| !color_mapping_bar_on = 1 | P2-16 |
| !scale_marking_on = 1 | P2-17 |
| !num_of_scale = 5 | P2-18 |
| !font_size = 1.5 | P2-19 |
| !font_color = 1.0 1.0 1.0 | P2-20 |
| !background_color | P2-21 |
| !isoline_color | P2-22 |
| !boundary_line_on | P2-23 |
| !color_system_type | P2-24 |
| !fixed_range_on = 1 | P2-25 |
| !range_value = -1.E-2, 1.E-2 | P2-26 |

1.9.3.10.2 共通データ一覧 (P1-1 から P1-19)

| 番号 | キーワード | 型 | 内容 |
|------|--------------------|----------------|--|
| P1-0 | !VISUAL | | 可視化手法の指定 |
| P1-1 | surface_num | | 1つのサーフェスレンダリング内のサーフェス数 |
| P1-2 | surface | | サーフェスの内容の設定 |
| P1-3 | surface_style | integer | 表面タイプの指定 (省略 値: 1): 境界表面 2: 等值 面 3: 方程式によるユ ザー定義の曲面 |
| P1-4 | display_method | integer | 表示方法 (省略値: 1): 色 コードの表示 2: 境界線表 示 3: 色コード及び境界線 表示 4: 指定色一色の表示 5: 色分けによる等值線 表示 |
| P1-5 | color_comp_name | character(100) | 変数名とカラーマップと の対応 (省略値: 第一変 数名) |
| P1-6 | color_subcomp_name | character(4) | 変数がベクトルの時、表示 するコンポーネントを指 定する。 (省略値: x) norm: ベクトルのノルム x: x 成 分 y: y 成分 z: z 成分 |
| P1-7 | color_comp | integer | 変数名に識別番号をつけ る (省略値: 0) |

| 番号 | キーワード | 型 | 内容 |
|-------|--------------------|----------------|---|
| P1-8 | color_subcomp | integer | 変数の自由度が 1 以上の時、表示される自由度番号を指定する。0: ノルム(省略値: 1) |
| P1-9 | iso_number | integer | 等值線数を指定する。(省略値: 5) |
| P1-10 | specified_color | real | display_method = 4 の時のカラーを指定する 0.0 < specified_color < 1.0 |
| P1-11 | !deform_display_on | integer | 変形の有無を指定する。1: on, 0: off (省略値: 0) |
| P1-12 | !deform_comp_name | character(100) | 変形を指定する際の採用する属性を指定する。(省略値: DISPLACEMENT という名の変数) |
| P1-13 | !deform_comp | integer | 変形を指定する際の変数の識別番号 (省略値: 0) |
| P1-14 | !deform_scale | real | 変形を表示する際の変位スケールを指定する。 Default:自動 standard_scale = 0.1 * $\sqrt{x_range^2 + y_range^2 + z_range^2}$ / max_deformuser_defined: real_scale = standard_scale * deform_scale |
| P1-15 | ! initial_style | integer | 変形表示のタイプを指定する (省略値: 1): 0: 無し 1: 実線メッシュ (指定がなければ青で表示) 2: グレー塗りつぶし 3: シェーディング (物理属性をカラー対応させる) 4: 点線メッシュ (指定がなければ青で表示) |

| 番号 | キーワード | 型 | 内容 |
|-------|----------------------|--------------|---|
| P1-16 | !deform_style | integer | 初期、変形後の形状表示スタイルを指定する (省略値: 4)0: 無し 1: 実線メッシュ (指定がなければ青で表示)2: グレー塗りつぶし 3: シェーディング (物理属性をカラー対応させる)4: 点線メッシュ (指定がなければ青で表示) |
| P1-17 | ! initial_line_color | real (3) | 初期メッシュを表示する際のカラーを指定する。これは実線、点線両者を含む。(省略値: 青 (0.0, 0.0, 1.0)) |
| P1-18 | !deform_line_color | real (3) | 変形メッシュを表示する際のカラーを指定する。これは実線、点線両者を含む。(黄色 (1.0, 1.0, 0.0)) |
| P1-19 | output_type | character(3) | 出力ファイルの型を指定する。(省略値: AVS)AVS: AVS 用 UCD データ (物体表面上のみ)BMP: イメージデータ (BMP フォーマット)COMPLETE_AVIS: AVS 用 UCD データ COMPLETE_REORDER_AVIS: 節点・要素番号を並び替え SEPARATE_COMPLETE_AVIS: 分割領域ごと COMPLETE_MICROAVS: 物理量スカラー出力 FSTR_FEMAP_NEUTRAL: FEMAP 用ニュートラルファイル |

1.9.3.10.3 レンダリングデータ一覧 (P2-1 から P2-26)

(output_type = BMP の時のみ有効)

| | キーワード | 型 | 内容 |
|------|--------------------|---------|---|
| P2-1 | x_resolution | integer | 最終図の幅を指定する。(省略値: 512) |
| P2-2 | y_resolution | integer | 最終図の高さを指定する。(省略値: 512) |
| P2-3 | num_of_lights | integer | 照明の個数を指定する。(省略値: 1) |
| P2-4 | position_of_lights | real(:) | 照明の位置を座標で指定する。 (省略値: 正面真上) 指定方法 !position_of_lights= x, y, z 例) !position_of_lights=100.0, 200.0, 100.0 |
| P2-5 | viewpoint | real(3) | 視点の位置を座標で指定する。 (省略値: x = (xmin + xmax)/2.0 y = ymin + 1.5 * (ymax - ymin)z = zmin + 1.5 * (zmax - zmin)) |
| P2-6 | look_at_point | real(3) | 視線の位置を指定する。(省略値: データの中心) |
| P2-7 | up_direction | real(3) | Viewpoint, look_at_point and up_direction にてビューフレーム を定義する。(省略値: 0.0, 0.0, 1.0) |
| P2-8 | ambient_coef | real | 周囲の明るさを指定する。(省略値: 0.3) |

| | キーワード | 型 | 内容 |
|-------|----------------------|---------|---|
| P2-9 | diffuse_coef | real | 乱反射光の強さを係数にて指定する。(省略値: 0.7) |
| P2-10 | specular_coef | real | 鏡面反射の強さを係数にて指定する。(省略値: 0.6) |
| P2-11 | color_mapping_style | integer | カラーマップの方法を指定する。(省略値: 1) 1: 完全線形マップ (全色をRGBに線形に写像する) 2: クリップ線形マップ (mincolor から maxcolor) をRGBカラースペースに写像する。3: 非線形カラーマップ (全領域を複数の区間に分割し、区間ごとに線形マップを行う) 4: 最適自動調整 (データの分布を統計処理してカラーマップを決定する) |
| P2-12 | interval_mapping_num | integer | color_mapping_style = 3 の時の区間の数を指定する。 |

| | キーワード | 型 | 内容 |
|-------|----------------------|---------|---|
| P2-13 | interval_mapping | real(:) | color_mapping_style = 2 or 3 の時の区間位置とカラー番号を指定する。 color_mapping_style=2 の場合 !interval_mapping=[minimum: If color_mapping_style=3 の場合 !interval_mapping=[区間, 対注意 : 1 行内に記述すること。 |
| P2-14 | rotate_style | integer | アニメーションの回転軸を指定する。1: x 軸で回転する。2: y 軸で回転する。3: z 軸で回転する。4: 特に視点を指定してアニメーションする。(8 フレーム) |
| P2-15 | rotate_num_of_frames | integer | アニメーションのサイクルを指定する。 (rotate_style = 1, 2, 3) (省略値: 8) |
| P2-16 | color_mapping_bar_on | integer | カラーマップバーの有無を指定する。0: off 1: on 省略値: 0 |
| P2-17 | scale_marking_on | integer | カラーマップバーに値の表示の有無を指定する。0: off 1: on 省略値: 0 |

| | キーワード | 型 | 内容 |
|-------|-------------------|---------|--|
| P2-18 | num_of_scale | integer | カラーバーのメモリの数を指定する。(省略値: 3) |
| P2-19 | font_size | real | カラーマップバーの値表示の際のフォントサイズを指定する。範囲: 1.0-4.0 (省略値: 1.0) |
| P2-20 | font_color | real(3) | カラーマップバーの値表示の際の表示色を指定する。(省略値: 1.0, 1.0, 1.0 (白)) |
| P2-21 | background_color | real(3) | 背景色を指定する。(省略値: 0.0, 0.0, 0.0 (黒)) |
| P2-22 | isoline_color | real(3) | 等値線の色を指定する。(省略値: その値と同じ色) |
| P2-23 | boundary_line_on | integer | データの地域を表示の有無を指定する。0: off 1: on 省略値: 0 |
| P2-24 | color_system_type | integer | カラーマップのスタイルを指定する (省略値: 1)1: (青-赤)(昇順に)2: レインボーマップ (赤から紫へ昇順に)3: (黒-白)(昇順に). |

| | キーワード | 型 | 内容 |
|-------|----------------|---------|---|
| P2-25 | fixed_range_on | integer | カラーマップの方法を他のタイムステップに対して保持するか否かを指定する。0: off 1: on (省略値: 0) |
| P2-26 | range_value | real(2) | 区間を指定する。 |

1.9.3.10.4 `surface_style` の設定値別データ一覧

(等値面 (`surface_style=2`) の場合)

| | キーワード | 型 | 内容 |
|------|-------------------|----------------|---|
| P3-1 | data_comp_name | character(100) | 等値面の属性に名前をつける。 |
| P3-2 | data_subcomp_name | character(4) | 変数がベクトルの時、表示するコンポーネントを指定する。(省略値: x)norm: ベクトルのノルム x: x 成分 y: y 成分 z: z 成分 |
| P3-3 | data_comp | integer | 変数名に識別番号をつける (省略値: 0) |
| P3-4 | data_subcomp | integer | 変数の自由度が 1 以上の時、表示される自由度番号を指定する。0: ノルム (省略値: 1) |
| P3-5 | iso_value | real | 等値面の値を指定する。 |

(ユーザーの方程式指定による曲面 (`surface_style = 3`) の場合)

| | キーワード | 型 | 内容 |
|------|--------|---------|--|
| P4-1 | method | integer | 曲面の属性を指定する。(省略値: 5)1: 球面 2: 楕円曲面 3: 双曲面 4: 方物面 5: 一般的な 2 次曲面 |
| P4-2 | point | real(3) | method = 1, 2, 3, or 4 の時の中心の座標を指定する。(省略値: 0.0, 0.0, 0.0) |
| P4-3 | radius | real | method = 1 の時の半径を指定する。(省略値: 1.0) |
| P4-4 | length | real | method = 2, 3, 又は 4 の時の径の長さを指定する。注意: 楕円曲面の場合一つの径の長さは 1.0 である。 |
| P4-5 | coef | real | method=5 の時、2 次曲面の係数を指定する。coef[1]x ² + coef[2]y ² + coef[3]z ² + coef[4]xy + coef[5]xz + coef[6]yz + coef[7]x + coef[8]y + coef[9]z + coef[10]=0 例: coef=0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 1.0, 0.0, -10.0 これは y=10.0 という平面を意味する。 |

1.9.4 解析制御データのパラメータ詳細

上記で説明した各パラメータについて詳細を記述する。

解析制御データを

1. 共通制御データ
2. 静解析用制御データ
3. 固有値解析用制御データ
4. 熱伝導解析用制御データ
5. 動解析用制御データ
6. ソルバー制御データ
7. ポスト処理（可視化）制御データ

に分類する。

1.9.4.1 共通制御データ

1.9.4.1.1 !VERSION (1-1)

ソルバーバージョン番号を指定する。現時点ではバージョン番号 5

使用例

```
!VERSION  
5
```

1.9.4.1.2 !SOLUTION (1-2)

解析の種別を指定する。

必須の制御データ。

パラメータ

TYPE=

| | |
|-------------|-------------------|
| STATIC | : 線形静解析 |
| NLSTATIC | : 非線形静解析 |
| HEAT | : 热伝導解析 |
| EIGEN | : 固有値解析 |
| DYNAMIC | : 動解析 |
| STATICEIGEN | : 非線形静解析 -> 固有値解析 |
| ELEMCHECK | : 要素形状のチェック |

使用例

!SOLUTION, TYPE=STATIC

1.9.4.1.3 !WRITE, VISUAL (1-3)

メモリ渡しビジュアライザーによる可視化データ出力を指定する。

パラメータ

FREQUENCY = 出力するステップ間隔 (デフォルト: 1)

使用例

!WRITE, VISUAL, FREQUENCY=2

1.9.4.1.4 !WRITE, RESULT (1-4)

解析結果データファイル出力を指定する。

パラメータ

FREQUENCY = 出力するステップ間隔 (デフォルト: 1)

使用例

!WRITE, RESULT, FREQUENCY=2

1.9.4.1.5 !WRITE, LOG (1-5)

ログファイル出力するステップ間隔を指定する。

パラメータ

FREQUENCY = 出力するステップ間隔 (デフォルト: 1)

使用例

!WRITE, LOG, FREQUENCY=2

1.9.4.1.6 !OUTPUT_VIS (1-6)

メモリ渡しビジュアライザーによる可視化データ出力の物理量を指定する。

!WRITE, VISUAL の指定が必要

パラメータ

なし

** 2 行目以降 **

(2 行目以降) 変数名、ON/OFF

以下の変数名が指定可能である。

| 変数名 | 物理量 |
|------------------|---|
| DISP | 変位 (デフォルト出力) |
| ROT | 回転 (761, 781 シェル要素のみ有効) |
| REACTION | 節点反力 |
| NSTRAIN | 節点ひずみ |
| NSTRESS | 節点応力 (デフォルト出力) |
| NMISES | 節点 Mises 応力 (デフォルト出力) |
| TH_NSTRAIN | 節点熱ひずみ (未実装) |
| VEL | 速度 |
| ACC | 加速度 |
| TEMP | 温度 |
| PRINC_NSTRESS | 節点主応力 (スカラ値) |
| PRINCV_NSTRESS | 節点主応力 (ベクトル値) |
| PRINC_NSTRAIN | 節点主ひずみ (スカラ値) |
| PRINCV_NSTRAIN | 節点主ひずみ (ベクトル値) |
| SHELL_LAYER | 積層シェル要素の積層ごとの出力 |
| SHELL_SURFACE | シェル要素の表面情報の出力 |
| CONTACT_NFORCE | 接触法線力 (ベクトル値) |
| CONTACT_FRICTION | 接触摩擦力 (ベクトル値) |
| CONTACT_RELVEL | 接触相対滑り速度 (ベクトル値) *スレーブ節点のみ |
| CONTACT_STATE | 接触状態 (スカラ値) *スレーブ節点のみ。 -1:解離, 0:未定義, 1:接触 (固着), 2:接触 (滑り) |

使用例

```
!OUTPUT_VIS
  NSTRAIN, ON
  NSTRESS, OFF
```

1.9.4.1.7 !OUTPUT_RES (1-7)

解析結果データファイル出力の物理量を指定する。

!WRITE, RESULT の指定が必要

パラメータ

なし

** 2 行目以降 **

(2行目以降) 変数名、ON／OFF

以下の変数名が指定可能である。

| 変数名 | 物理量 |
|------------------|--|
| DISP | 変位 (デフォルト出力) |
| ROT | 回転 (761, 781 シェル要素のみ有効) |
| REACTION | 節点反力 |
| NSTRAIN | 節点ひずみ |
| NSTRESS | 節点応力 (デフォルト出力) |
| NMISES | 節点 Mises 応力 (デフォルト出力) |
| ESTRAIN | 要素ひずみ |
| ESTRESS | 要素応力 (デフォルト出力) |
| EMISES | 要素 Mises 応力 (デフォルト出力) |
| ISTRAIN | 積分点ひずみ |
| ISTRESS | 積分点応力 |
| PL_ISTRAIN | 積分点相当塑性ひずみ |
| TH_NSTRAIN | 節点熱ひずみ (未実装) |
| TH_ESTRAIN | 要素熱ひずみ (未実装) |
| TH_ISTRAIN | 積分点熱ひずみ (未実装) |
| VEL | 速度 |
| ACC | 加速度 |
| TEMP | 温度 |
| PRINC_NSTRESS | 節点主応力 (スカラ値) |
| PRINCV_NSTRESS | 節点主応力 (ベクトル値) |
| PRINC_NSTRAIN | 節点主ひずみ (スカラ値) |
| PRINCV_NSTRAIN | 節点主ひずみ (ベクトル値) |
| PRINC_ESTRESS | 要素主応力 (スカラ値) |
| PRINCV_ESTRESS | 要素主応力 (ベクトル値) |
| PRINC_ESTRAIN | 要素主ひずみ (スカラ値) |
| PRINCV_ESTRAIN | 要素主ひずみ (ベクトル値) |
| SHELL_LAYER | 積層シェル要素の積層ごとの出力 |
| SHELL_SURFACE | シェル要素の表面情報の出力 |
| CONTACT_NFORCE | 接触法線力 (ベクトル値) |
| CONTACT_FRICTION | 接触摩擦力 (ベクトル値) |
| CONTACT_RELVEL | 接触相対滑り速度 (ベクトル値) *スレーブ節点のみ |
| CONTACT_STATE | 接触状態 (スカラ値) *スレーブ節点のみ。-1:解離, 0:未定義, 1:接触 (固着), 2:接触 (滑り) |

使用例

```
!OUTPUT_RES  
    ESTRESS, OFF  
    ISTRESS, ON
```

1.9.4.1.8 !RESTART (1-8)

リスタートデータの入出力を指定する。

パラメータ

FREQUENCY = n : 出力するステップ間隔(デフォルト: 0)
n > 0 : nステップごとに出力
n < 0 : まずリスタートデータファイルを読み込み、その後 nステップごとに出力

使用例

!RESTART, FREQUENCY=-2

1.9.4.1.9 !ECHO (1-9)

節点データ、要素データおよび材料データをログファイルに出力する。

パラメータ

なし

1.9.4.1.10 !ORIENTATION (1-10)

局所座標系を定義する。

パラメータ

NAME = 局所座標系名
DEFINITION = COORDINATES (Default 値)/NODES

DEFINITION = COORDINATES の場合

(2行目) a1, a2, a3, b1, b2, b3, c1, c2, c3

| 変数名 | 属性 | 内容 |
|------------|----|----------|
| a1, a2, a3 | R | a 点の全体座標 |
| b1, b2, b3 | R | b 点の全体座標 |
| c1, c2, c3 | R | c 点の全体座標 |

DEFINITION= NODES の場合

(2行目) a, b, c

| 変数名 | 属性 | 内容 |
|---------|----|------|
| a, b, c | I | 節点番号 |

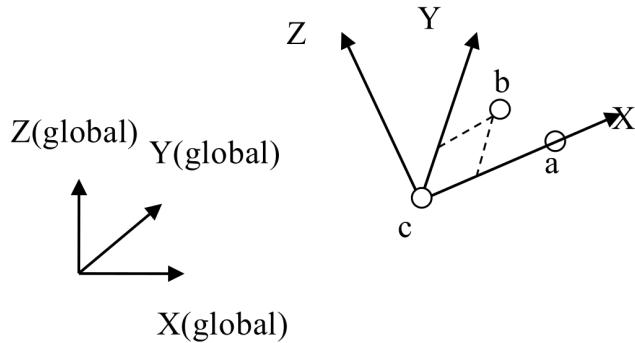


図 18 Orientation

1.9.4.1.11 !SECTION (1-11)

セクションの局所座標系および六面体 1 次要素 (要素タイプ 361) の定式化を指定する。六面体 1 次要素の定式化は F-bar 要素 (FBAR)、B-Bar 要素 (BBAR)、非適合要素 (IC)、完全積分要素 (FI) が利用可能である。

パラメータ

SECTNUM = メッシュデータ中の !SECTION 入力順番号

ORIENTATION = 局所座標系名

FORM361 = FBAR (非線形解析における Default 値) / IC (線形解析における Default 値) / BBAR / FI

1.9.4.1.12 !END (1-12)

制御データの終わりを示す。

パラメータ

なし

1.9.4.1.13 !OUTPUT_SSTYPE (1-13)

結果出力における応力ひずみ測度を指定する。TYPE=SOLUTION は !SOLUTION で指定した解析種別で決まり、線形解析は線形の応力ひずみ、非線形解析は真応力対数ひずみが用いられる。TYPE=MATERIAL は材料種別で決まり、線形解析は線形の応力ひずみ、Updated Lagrange 法で解かれる材料は真応力全ひずみ、Total Lagrange 法で解かれる材料は第 2PK 応力 Green ひずみで出力される。

パラメータ

TYPE = SOLUTION(Default 値) / MATERIAL

1.9.4.1.14 !INITIAL_CONDITION (1-14)

初期条件の指定。

パラメータ

TYPE = TEMPERATURE/VELOCITY/ACCELERATION

TYPE = TEMPERATURE の場合

(2 行目) ng1, t1

(3 行目) ng2, t2

...

| 変数名 | 属性 | 内容 |
|--------------|-----|--------------|
| ng1,ng2, ... | C/I | 節点グループ名/節点番号 |
| t1, t2, ... | R | 温度値 |

TYPE= VELOCITY/ACCELERATION の場合

(2 行目) ng1, dof1, v1

(3 行目) ng2, dof2, v2

...

| 変数名 | 属性 | 内容 |
|-----------------|-----|--------------|
| ng1,ng2, ... | C/I | 節点グループ名/節点番号 |
| dof1, dof2, ... | I | 自由度番号 |
| v1, v2, ... | R | 速度/加速度値 |

1.9.4.2 静解析用制御データ

1.9.4.2.1 !STATIC (2-1)

静的解析を行う。(Default 値、省略可)

パラメータ

なし

1.9.4.2.2 !MATERIAL (2-2)

材料物性の定義

材料物性の定義は!MATERIAL と以降に置く!ELASTICITY、!PLASTICITY などとセットで使用する。!MATERIAL の前に置く!ELASTICITY、!PLASTICITY などは無視される。

注: 解析制御データで!MATERIAL を定義すると、メッシュデータ内の!MATERIAL 定義は無視される。解析制御データで!MATERIAL を定義しない場合は、メッシュデータ内の!MATERIAL 定義が用いられる。

パラメータ

NAME = 材料名

1.9.4.2.3 !ELASTIC (2-2-1)

弾性材料の定義

パラメータ

TYPE = ISOTROPIC (Default 値) / ORTHOTROPIC / USER
DEPENDENCIES = 0 (Default 値) / 1

** 2 行目以降 **

TYPE = ISOTROPIC の場合

(2 行目) YOUNGS, POISSON, Temperature

| 変数名 | 属性 | 内容 |
|-------------|----|---------------------------|
| YOUNGS | R | ヤング率 |
| POISSON | R | ポアソン比 |
| Temperature | R | 温度 (DEPENDENCIES=1 の時に必要) |

TYPE= ORTHOTROPIC の場合

(2 行目) E1, E2, E3, ν12, ν13, ν23, G12, G13, G23, Tempreature

$$\begin{bmatrix} \varepsilon_{11} \\ \varepsilon_{22} \\ \varepsilon_{33} \\ 2\varepsilon_{12} \\ 2\varepsilon_{23} \\ 2\varepsilon_{31} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1/E_1 & -\nu_{12}/E_1 & -\nu_{13}/E_1 & 0 & 0 & 0 \\ & 1/E_2 & -\nu_{23}/E_2 & 0 & 0 & 0 \\ & & 1/E_3 & 0 & 0 & 0 \\ & & & 1/G_{12} & 0 & 0 \\ & & & & 1/G_{23} & 0 \\ & & & & & 1/G_{31} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sigma_{11} \\ \sigma_{22} \\ \sigma_{33} \\ \sigma_{12} \\ \sigma_{23} \\ \sigma_{31} \end{bmatrix}$$

対称

TYPE = USER の場合

(2 行目 -10 行目) v1, v2, v3, v4, v5, v6, v7, v8, v9, v10

1.9.4.2.4 !PLASTIC (2-2-2)

塑性材料の定義

パラメータ

YIELD

= MISES (Default 値)、Mohr-Coulomb、DRUCKER-PRAGER、USER

HARDEN

= BILINEAR (Default 値)、MULTILINEAR、SWIFT、RAMBERG-OSGOOD、KINEMATIC、COMBINE

DEPENDENCIES = 0 (Default 値) / 1

** 2 行目以降 **

YIELD = MISES の場合 (Default 値)

** HARDEN = BILINEAR (Default 値) の場合 **

(2 行目) YIELD0, H

** HARDEN = MULTILINEAR の場合 **

(2 行目) YIELD, PSTRAIN, Temperature

(3 行目) YIELD, PSTRAIN, Temperature

... 続く

** HARDEN = SWIFT の場合 **

(2 行目) ε0, K, n

** HARDEN = RAMBERG-OSGOOD の場合 **

(2 行目) ε0, D, n

** HARDEN = KINEMATIC の場合 **

(2 行目) YIELD0, C

** HARDEN = COMBINED の場合 **

(2 行目) YIELD0, H, C

YIELD = Mohr-Coulomb または Drucker-Prager の場合

** HARDEN = BILINEAR(Default 值) の場合 **

(2 行目) c, FAI, H

** HARDEN = MULTILINEAR の場合 **

(2 行目) FAI

(3 行目) PSTRAIN, c

(4 行目) PSTRAIN, c

... 続く

HARDEN = 他は無視され、Default 値 (BILINEAR) になる。

| 変数名 | 属性 | 内容 |
|-----------------------|----|--|
| YIELD0 | R | 初期降伏応力 |
| H | R | 硬化係数 |
| PSTRAIN | R | 塑性ひずみ |
| YIELD | R | 降伏応力 |
| ε_0, K, n | R | $\bar{\sigma} = k(\varepsilon_0 + \bar{\varepsilon})^n$ |
| ε_0, D, n | R | $\varepsilon = \frac{\sigma}{E} + \varepsilon_0 \left(\frac{\sigma}{D} \right)^n$ |
| FAI | R | 内部摩擦角 |
| c | R | 粘着力 |
| C | R | 線形移動硬化係数 |
| Tempearture | R | 温度 (DEPENDENCIES=1 の時に必要) |
| v1, v2…v10 | R | 材料定数 |

** YIELD= USER の場合 **

(2行目以降) v1, v2, v3, v4, v5, v6, v7, v8, v9, v10

使用例

```
!PLASTIC, YIELD=MISES, HARDEN=MULTILINEAR, DEPENDENCIES=1
276.0, 0.0, 20.
296.0, 0.0018, 20.
299.0, 0.0053, 20.
303.0, 0.008, 20.
338.0, 0.0173, 20.
372.0, 0.0271, 20.
400.0, 0.037, 20.
419.0, 0.0471, 20.
437.0, 0.0571, 20.
450.0, 0.0669, 20.
460.0, 0.0767, 20.
469.0, 0.0867, 20.
477.0, 0.0967, 20.
276.0, 0.0, 100.
276.0, 0.0018, 100.
282.0, 0.0053, 100.
295.0, 0.008, 100.
330.0, 0.0173, 100.
370.0, 0.0271, 100.
392.0, 0.037, 100.
410.0, 0.0471, 100.
425.0, 0.0571, 100.
```

```

445.0, 0.0669, 100.
450.0, 0.0767, 100.
460.0, 0.0867, 100.
471.0, 0.0967, 100.
128.0, 0.0, 400.
208.0, 0.0018, 400.
243.0, 0.0053, 400.
259.0, 0.008, 400.
309.0, 0.0173, 400.
340.0, 0.0271, 400.
366.0, 0.037, 400.
382.0, 0.0471, 400.
396.0, 0.0571, 400.
409.0, 0.0669, 400.
417.0, 0.0767, 400.
423.0, 0.0867, 400.
429.0, 0.0967, 400.

```

指定の温度また塑性ひずみに関する上記の入力データから内挿して、加工硬化係数を計算することになる。各温度値に対して、同じ PSTRAIN 配列を入力することが必要になる。

1.9.4.2.5 !HYPERELASTIC (2-2-3)

超弾性材料の定義

パラメータ

```

TYPE = NEOHOODE( Default 値 )
      MOONEY-RIVLIN
      ARRUDA-BOYCE
      USER

```

** 2 行目以降 **

TYPE = NEOHOODE の場合

(2 行目) C10, D

| 変数名 | 属性 | 内容 |
|-----|----|------|
| C10 | R | 材料定数 |
| D | R | 材料定数 |

TYPE = MOONEY-RIVLIN の場合

(2 行目) C10, C01, D

| 変数名 | 属性 | 内容 |
|-----|----|------|
| C10 | R | 材料定数 |
| C01 | R | 材料定数 |
| D | R | 材料定数 |

TYPE = ARRUDA-BOYCE の場合

(2行目) mu, lambda_m, D

| 変数名 | 属性 | 内容 |
|----------|----|------|
| mu | R | 材料定数 |
| lambda_m | R | 材料定数 |
| D | R | 材料定数 |

TYPE = USER の場合

(2行目 - 10行目) v1, v2, v3, v4, v5, v6, v7, v8, v9, v10

1.9.4.2.6 !VISCOELASTIC (2-2-4)

粘弹性材料の定義

パラメータ

DEPENDENCIES = 依存する変数の数(未実装)

** 2行目以降 **

(2行目) g, t

| 変数名 | 属性 | 内容 |
|-----|----|----------|
| g | R | せん断緩和弾性率 |
| t | R | 緩和時間 |

1.9.4.2.7 !CREEP (2-2-5)

クリープ材料の定義

パラメータ

TYPE = NORTON (Default 値)

DEPENDENCIES = 0 (Default 値) / 1

** 2 行目以降 **

(2 行目) A, n, m, Tempearature

| 変数名 | 属性 | 内容 |
|-------------|----|--------------------------|
| A | R | 材料係数 |
| n | R | 材料係数 |
| m | R | 材料係数 |
| Tempearture | R | 温度 (DEPENDENCIES=1の時に必要) |

1.9.4.2.8 !DENSITY (2-2-6)

質量密度の定義

パラメータ

DEPENDENCIES = 依存する変数の数(未実装)

** 2 行目以降 **

(2 行目) density

| 変数名 | 属性 | 内容 |
|---------|----|------|
| density | R | 質量密度 |

1.9.4.2.9 !EXPANSION_COEFF(2-2-7)

線膨張係数の定義

ここで入力する線膨張係数は、各温度における線膨張係数 α の値そのものではなく、次式に示す、参照温度 T_{ref} から各温度 T までの区間平均値である。

$$\bar{\alpha}(T) = \frac{1}{T - T_{ref}} \int_{T_{ref}}^T \alpha(T) dT \quad (1)$$

パラメータ

TYPE = 材質タイプ

ISOTROPIC(等方性:Default) / ORTHOTROPIC(直交異方性)

DEPENDENCIES = 0(Default 値) / 1

** 2 行目以降 **

TYPE=ISOTROPIC の場合

(2行目) expansion , Temperature

TYPE=ORTHOTROPIC の場合

(2行目) α_{11} , α_{22} , α_{33} , Temperature

| 変数名 | 属性 | 内容 |
|---|----|---------------------------|
| expansion | R | 線膨張係数 |
| α_{11} , α_{22} , α_{33} | R | 線膨張係数 |
| Tempearture | R | 温度 (DEPENDENCIES=1 の時に必要) |

1.9.4.2.10 !TRS (2-2-8)

熱レオロジー単純化 (Thermorheological Simplicity) による粘弹性材料の温度依存性の定義

この定義は!VISCOELASTIC の後ろに置かなければならない。前にある場合は、この定義が無視される。

パラメータ

DEFINITION = WLF(Default 値) \diagup ARRHENUS

** 2 行目以降 **

(2行目) θ_0 , C1, C2

| 変数名 | 属性 | 内容 |
|------------|----|------|
| θ_0 | R | 参照温度 |
| C1, C2 | R | 材料定数 |

1.9.4.2.11 !FLUID (2-2-9)

流体の定義

パラメータ

TYPE = INCOMP_NEUTONIAN (Default 値)

** 2 行目以降 **

(2行目) mu

| 変数名 | 属性 | 内容 |
|-----|----|----|
| mu | R | 粘度 |

1.9.4.2.12 !USER/MATERIAL (2-2-10)

ユーザー定義材料の入力

パラメータ

NSTATUS = 材料の状態変数の数を指定する(デフォルト:1)

** 2行目以降 **

(2行目-10行目) v1, v2, v3, v4, v5, v6, v7, v8, v9, v10

1.9.4.2.13 !BOUNDARY (2-3)

変位境界条件の定義

パラメータ

GRPID = グループID

AMP = 時間関数名 (!AMPLITUDEで指定、動解析で有効)

ROT_CENTER = 回転変位拘束の中心節点番号または節点集合名。

指定した場合、その !BOUNDARY は回転変位拘束であると認識される。

** 2行目以降 **

(2行目) NODE_ID, DOF_idS, DOF_idE, Value

| 変数名 | 属性 | 内容 |
|---------|-----|----------------|
| NODE_ID | I/C | 節点番号または節点グループ名 |
| DOF_idS | I | 拘束自由度の開始番号 |
| DOF_idE | I | 拘束自由度の終了番号 |
| Value | R | 拘束値(デフォルト:0) |

使用例

!BOUNDARY, GRPID=1

1, 1, 3, 0.0

ALL, 3, 3,

※ 拘束値は 0.0

!BOUDARY, TORQUE_CENTER=7, GRPID=1

ROT_NODES, 1, 1, 3.141

ROT_NODES, 2, 2, -4.188

ROT_NODES に対して、節点 7 を中心とし、大きさ $\|(3.141, -4.188)\| = 5.233[\text{rad}]$ 、回転軸 $(3/5, -4/5, 0)$ の回転を

加える。

ROT_CENTER による回転は並進 3 自由度に対する変位拘束であり、シェル要素に対する 4, 5, 6 自由度拘束とは異なる。

ROT_CENTER を指定した場合

- ROT_CENTER に指定する節点集合は、1 つだけの節点からなる集合とする。
- 1 つの!BOUNDARY データブロックの中では、NODE_ID は全て同一にする。
- 指定されない自由度は全て 0 で拘束される。

1.9.4.2.14 !SPRING (2-3-1)

ばね境界条件の定義

パラメータ

GRPID = グループ ID

** 2 行目以降 **

(2 行目) NODE_ID, DOF_id, Value

| 変数名 | 属性 | 内容 |
|---------|-----|----------------|
| NODE_ID | I/C | 節点番号または節点グループ名 |
| DOF_id | I | 拘束自由度 |
| Value | R | ばね定数 |

使用例

!SPRING, GRPID=1

1, 1, 0.5

1.9.4.2.15 !CLOAD (2-4)

集中荷重の定義

パラメータ

GRPID = グループ ID

AMP = 時間関数名 (!AMPLITUDE で指定、動解析で有効)

ROT_CENTER = 回転中心節点番号または節点集合名。指定した場合、その !CLOAD はトルク荷重である

** 2 行目以降 **

(2 行目) NODE_ID, DOF_id, Value

| 変数名 | 属性 | 内容 |
|---------|-----|----------------|
| NODE_ID | I/C | 節点番号または節点グループ名 |
| DOF_id | I | 自由度番号 |
| Value | R | 荷重値 |

使用例

```
!CLOAD, GRPID=1
  1, 1, 1.0e3
ALL, 3, 10.0
!CLOAD, ROT_CENTER=7, GRPID=1
TORQUE_NODES, 1, 3
TORQUE_NODES, 3, -4
```

ROT_NODES に対して、節点 7 を中心とし、大きさ $\|(3, 0, -4)\| = 5$ 、回軸軸 $(3/5, 0, -4/5)$ のトルク荷重を加える。

ROT_CENTER によるトルク荷重は、内部的には指定したトルク相当の節点荷重を与えるものであり、シェル要素に対する 4, 5, 6 自由度への節点荷重とは異なる。

ROT_CENTER を指定した場合

- ROT_CENTER に指定する節点集合は、1つだけの節点からなる集合とする。
- 1つの!CLOAD データブロックの中では、NODE_ID は全て同一にする。

1.9.4.2.16 !DLOAD (2-5)

分布荷重の定義

パラメータ

GRPID = グループ ID
AMP = 時間関数名 (!AMPLITUDEで指定、動解析で有効)
FOLLOW = YES(Default 値) / NO
(圧力荷重の方向を変形に追随させるか否かの指定、有限変形解析で有効)

** 2 行目以降 **

(2 行目) ID_NAME, LOAD_type, param1, param2, …

| 変数名 | 属性 | 内 容 |
|-----------|-----|-----------------------|
| ID_NAME | I/C | 面グループ名、要素グループ名または要素番号 |
| LOAD_type | C | 荷重タイプ番号 |
| param* | R | 荷重パラメータ (下記参照) |

荷重パラメータ

| 荷重タイプ番号 | 種類 | パラメータ数 | パラメータ並びとその意味 |
|---------|----------------|--------|-------------------------------|
| S | 面グループで指定の面への圧力 | 1 | 圧力値 |
| P0 | シェル要素への圧力 | 1 | 圧力値 |
| PX | シェル要素 X 方向への圧力 | 1 | 圧力値 |
| PY | シェル要素 Y 方向への圧力 | 1 | 圧力値 |
| PZ | シェル要素 Z 方向への圧力 | 1 | 圧力値 |
| P1 | 第 1 面への圧力 | 1 | 圧力値 |
| P2 | 第 2 面への圧力 | 1 | 圧力値 |
| P3 | 第 3 面への圧力 | 1 | 圧力値 |
| P4 | 第 4 面への圧力 | 1 | 圧力値 |
| P5 | 第 5 面への圧力 | 1 | 圧力値 |
| P6 | 第 6 面への圧力 | 1 | 圧力値 |
| BX | X 方向への体積力 | 1 | 体積力値 |
| BY | Y 方向への体積力 | 1 | 体積力値 |
| BZ | Z 方向への体積力 | 1 | 体積力値 |
| GRAV | 重力 | 4 | 重力加速度, 重力の方向余弦 |
| CENT | 遠心力 | 7 | 角速度, 回転軸上の点の位置ベクトル、回転軸の方向ベクトル |

使用例

```
!DLOAD, GRPID=1
  1, P1, 1.0
ALL, BX, 1.0
ALL, GRAV, 9.8, 0.0, 0.0, -1.0
ALL, CENT, 188.495, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 1.0
```

1.9.4.2.17 !ULOAD (2-6)

ユーザー一定義荷重の入力

パラメータ

FILE = ファイル名(必須)

1.9.4.2.18 !CONTACT_ALGO (2-7)

接触解析アルゴリズムの指定

パラメータ

TYPE = SLAGRANGE (Lagrange乗数法)
ALAGRANGE (拡張Lagrange乗数法)

1.9.4.2.19 !CONTACT (2-8)

接触条件の定義

パラメータ

| | |
|-------------|---|
| GRPID | = 境界条件グループID |
| INTERACTION | = SSLID(Default 値) / FSLID |
| NTOL | = 接触法線方向収束閾値(デフォルト : 1.e-5) |
| TTOL | = 接触切線方向収束閾値(デフォルト : 1.e-3) |
| NPENALTY | = 接触法線方向Penalty(デフォルト : 剛性マトリクス×1.e3) |
| TPENALTY | = 接触切線方向Penalty(デフォルト : 1.e3) |

** 2行目以降 **

(2行目) PAIR_NAME, fcoef, factor

| 変数名 | 属性 | 内容 |
|-----------|----|---------------------------|
| PAIR_NAME | C | 接触ペア名 (!CONTACT_PAIRにて定義) |
| fcoef | R | 摩擦係数 (デフォルト: 0.0) |
| factor | R | 摩擦のペナルティ剛性 |

使用例

```
!CONTACT_ALGO, TYPE=SLAGRANGE
!CONTACT, GRPID=1, INTERACTION=FSLID
CP1, 0.1, 1.0e+5
```

1.9.4.2.20 !TEMPERATURE (2-9)

熱応力解析に用いる節点温度の指定

パラメータ

READRESULT = 热伝導解析の結果ステップ数。

指定された場合、熱伝導解析の結果ファイルから順次に温度を入力し、2行目以降は無視

SSTEP = 热伝導解析結果の読み込むを行う最初のステップ番号 (デフォルト : 1)

INTERVAL = 热伝導解析結果の読み込むを行うステップ間隔 (デフォルト : 1)

READTYPE = STEP(Default 値) / TIME

TIMEが指定された場合、熱伝導解析と熱応力解析の解析時刻を同期する (INTERVALの値は
熱伝導解析結果のうち現在の解析時刻の直前と直後の結果から線形補間で温度を決める

熱伝導解析が自動時間増分を用いた非定常解析で、!TIME_POINTS を用いて指定時刻で結果を出力した場合、出力ステップ間隔が一定ではなくなるため、READTYPE=TIME を指定する必要がある。

** 2 行目以降 **

(2 行目) NODE_ID, Temp_Value

| 変数名 | 属性 | 内容 |
|------------|-----|----------------|
| NODE_ID | I/C | 節点番号または節点グループ名 |
| Temp_Value | R | 温度 (デフォルト: 0) |

使用例

```
!TEMPERATURE
  1, 10.0
  2, 120.0
  3, 330.0
!TEMPERATURE
  ALL, 20.0
!TEMPERATURE, READRESULT=1, SSTEP=1
```

1.9.4.2.21 !REFTEMP (2-10)

熱応力解析における参照温度の定義

パラメータ

なし

** 2 行目以降 **

(2 行目) Value

| 変数名 | 属性 | 内容 |
|-------|----|-----------------|
| Value | R | 参照温度 (デフォルト: 0) |

1.9.4.2.22 !STEP (2-11)

解析ステップの設定

非線形静解析、非線形動解析では必須

上記以外の解析でこの定義を省略すると、すべての境界条件が有効になり、1 ステップで計算

材料特性が粘弾性およびクリープの場合、TYPE=VISCO を指定し、計算時間条件を設定

パラメータ

TYPE = STATIC(default 値) / VISCO (準静的解析)
 SUBSTEPS = 境界条件の分割ステップ数 (デフォルト : 1)
 CONVERG = 収束判定閾値 (デフォルト : 1.0e-6)
 MAXITER = 非線形解析における最大反復計算回数 (デフォルト : 50)
 AMP = 時間関数名 (!AMPLITUDEで指定)
 INC_TYPE = FIXED (固定増分・default 値) / AUTO (自動増分)
 MAXRES = 最大許容残差の設定 (デフォルト : 1.0e+10)
 TIMEPOINTS = 時刻リスト名 (!TIME_POINTS, NAMEで指定)
 AUTOINC PARAM = 自動増分パラメータセット名 (!AUTOINC_PARAM, NAMEで指定)
 MAXCONTITER = 接触解析における最大接触反復回数 (デフォルト : 10)

** 2 行目 **

INC_TYPE=FIXED の場合 (TYPE=STATIC の場合は省略可)

(2 行目) DTIME, ETIME

| 変数名 | 属性 | 内容 |
|-------|----|-----------------------------|
| DTIME | R | 時間増分 (デフォルト : 1/SUBSTEPS) |
| ETIME | R | ステップ時間幅 (デフォルト : 1) |

INC_TYPE=AUTO の場合 (TYPE によらず指定)

(2 行目) DTIME_INIT, ETIME, MINDT, MAXDT

| 変数名 | 属性 | 内容 |
|------------|----|---------|
| DTIME_INIT | R | 初期時間増分 |
| ETIME | R | ステップ時間幅 |
| MINDT | R | 時間増分下限 |
| MAXDT | R | 時間増分上限 |

** 3 行目以降 **

| | |
|--------------|--|
| BOUNDARY, id | id = !BOUNDARY で定義した GRPID |
| LOAD, id | id = !CLOAD, !DLOAD, !SPRING, !TEMPERATURE で定義した GRPID |
| CONTACT, id | id = !CONTACT で定義した GRPID |

使用例

固定時間増分の使用例

!STEP, CONVERG=1.E-8

0.1, 1.0

BOUNDARY, 1

LOAD, 1

CONTACT, 1

自動増分調整を有効にし、初期時間増分 0.01、ステップ時間幅 2.5、時間増分下限 1E-5、時間増分上限 0.3、最大サブステップ数を 200 に設定する

```
!STEP, INC_TYPE=AUTO, SUBSTEPS=200  
0.01, 2.5, 1E-5, 0.3
```

自動増分調整を有効にし、時刻リスト TP1 を計算・結果出力時刻として指定する

```
!STEP, INC_TYPE=AUTO, TIMEPOINTS=TP1  
0.1, 2.0, 1E-3, 0.2
```

備考

- 自動増分調整の場合、SUBSTEPS は最大サブステップ数として扱われる
- 時刻リスト名 TIMEPOINTS および自動接触パラメータセット名 AUTOINCPARAM の指定は INC_TYPE=AUTO のときのみ有効
- TIMEPOINTS を指定する場合、指定先の!TIME_POINT は!STEP カードより前に定義されていなければならぬ。
- AUTOINCPARAM を指定する場合、指定先の!AUTOINC_PARAM は!STEP カードより前に定義されていなければならない。また、本パラメータ省略時はデフォルトの自動増分パラメータセットが使用される

1.9.4.2.23 !AUTOINC_PARAM (2-12)

自動増分パラメータの指定。

パラメータ

| パラメータ名 | 属性 | 内容 |
|--------|----|----------------|
| NAME | C | 自動増分パラメータ名（必須） |

** 2 行目 **

減少条件およびその際の時間増分減少率を指定する。

(2 行目) RS, NS_MAX, NS_SUM, NS_CONT, N_S

| 変数名 | 属性 | 内容 |
|---------|----|----------------------------|
| RS | R | 時間増分減少率（デフォルト：0.25） |
| NS_MAX | I | Netwon 法最大反復数の閾値（デフォルト：10） |
| NS_SUM | I | Netwon 法合計反復数の閾値（デフォルト：50） |
| NS_CONT | I | 接触反復数の閾値（デフォルト：10） |
| N_S | I | 減少条件成立までのサブステップ数（デフォルト：1） |

** 3 行目 **

増加条件およびその際の時間増分増加率を指定する。

(3 行 目) RL, NL_MAX, NL_SUM, NL_CONT, N_L

| 変数名 | 属性 | 内容 |
|---------|----|---------------------------|
| RL | R | 時間増分増加率（デフォルト：1.25） |
| NL_MAX | I | Netwon 法最大反復数の閾値（デフォルト：1） |
| NL_SUM | I | Netwon 法合計反復数の閾値（デフォルト：1） |
| NL_CONT | I | 接触反復数の閾値（デフォルト：1） |
| N_L | I | 増加条件成立までのサブステップ数（デフォルト：2） |

** 4 行目 **

カットバックの設定を行う。

(4 行 目) RC, N_C

| 変数名 | 属性 | 内容 |
|-----|----|-----------------------------|
| RC | R | カットバック時の時間増分減少率（デフォルト：0.25） |
| N_C | I | 連続カットバック回数の許容上限（デフォルト：5） |

使用例

デフォルト設定と同じ設定の場合

```
!AUTOINC_PARAM, NAME=AP1
0.25, 10, 50, 10, 1
1.25, 1, 1, 1, 2
0.25, 5
```

1.9.4.2.24 !TIME_POINTS (2-13)

パラメータ

| パラメータ名 | 属性 | 内容 |
|----------|----|--|
| NAME | C | 時刻リスト名（必須） |
| TIME | C | STEP（ステップ開始時刻起点の時刻による入力・デフォルト値）／TOTAL（初期からの通算時刻による入力・デフォルト値） |
| GENERATE | - | 開始時間、終了時間、時間間隔による時刻点の自動生成 |

** 2 行目以降 **

GENERATE を使用しない場合

(2 行目以降) TIME

| 変数名 | 属性 | 内容 |
|------|----|----|
| TIME | R | 時刻 |

GENERATE を使用する場合

(2 行目) STIME, ETIME, INTERVAL

| 変数名 | 属性 | 内容 |
|----------|----|--------|
| STIME | R | 開始時刻 |
| ETIME | R | 終了時刻 |
| INTERVAL | R | 時刻点の間隔 |

使用例

時刻 1.5, 2.7, 3.9 を通算時刻として GENERATE を使用せず定義する

```
!TIME_POINTS, TIME=TOTAL, TIME=,NAME=TP1
```

1.5

2.7

3.9

時刻 1.5, 2.7, 3.9 をステップ時刻として GENERATE を使用して定義

```
!TIME_POINTS, TIME=STEP, GENERATE, NAME=TP1
```

1.5, 3.9, 1.2

備考

- 時刻点の入力は昇順に行わなければならない

1.9.4.3 固有値解析用制御データ

1.9.4.3.1 !EIGEN (3-1)

固有値解析のパラメータ設定

パラメータ

なし

** 2 行目以降 **

(2行目) NGET, LCZTOL, LCZMAX

| 変数名 | 属性 | 内容 |
|--------|----|---------------------|
| NSET | I | 固有値数 |
| LCZTOL | R | 許容差 (デフォルト: 1.0e-8) |
| LCZMAX | I | 最大反復数 (デフォルト: 60) |

使用例

```
!EIGEN
3, 1.0e-10, 40
```

1.9.4.4 热伝導解析用制御データ

1.9.4.4.1 !HEAT (4-1)

計算に関する制御データの定義

パラメータ

TIMEPOINTS = 時刻リスト名 (!TIME_POINTS, NAMEで指定)

** 2行目以降 **

(2行目) DT, ETIME, DTMIN, DELTMX, ITMAX, EPS

| 変数名 | 属性 | 内容 |
|---------|----|--------------------------------|
| DT | R | 初期時間増分 ≤ 0: 定常計算 > 0: 非定常計算 |
| ETIME | R | 非定常計算時間 (非定常計算時必須) |
| DTMIN | R | 最小時間増分 ≤ 0: 固定時間増分 > 0: 自動時間増分 |
| DELT MX | R | 許容変化温度 |
| ITMAX | I | 非線形計算最大反復数 (デフォルト: 20) |
| EPS | R | 収束判定値 (デフォルト: 1.0e-6) |

使用例

```
!HEAT
(データなし) _____ 定常計算
!HEAT
0.0 _____ 定常計算
!HEAT
10.0, 3600.0 _____ 固定時間増分 非定常計算
```

```

!HEAT
  10.0, 3600.0, 1.0 ----- 自動時間増分非定常計算
!HEAT
  10.0, 3600.0, 1.0, 20.0 ----- 自動時間増分非定常計算

```

備考

- 自動時間増分非定常計算の場合のみ、TIMEPOINTS パラメータを用いて任意時刻での結果・可視化出力が可能

1.9.4.4.2 !FIXTEMP (4-2)

規定温度の定義

パラメータ

AMP = 流束履歴テーブル名 (!AMPLITUDE で指定)

** 2 行目以降 **

(2 行目) NODE_GRP_NAME, Value

| 変数名 | 属性 | 内容 |
|---------------|-----|----------------|
| NODE_GRP_NAME | C/I | 節点グループ名または節点番号 |
| Value | R | 温度 (デフォルト : 0) |

使用例

```

!FIXTEMP
  ALL, 20.0
!FIXTEMP, AMP=FTEMP
  ALL, 1.0

```

1.9.4.4.3 !CFLUX (4-3)

節点にあたえる集中熱流束の定義

パラメータ

AMP = 流束履歴テーブル名 (!AMPLITUDE で指定)

** 2 行目以降 **

(2 行目) NODE_GRP_NAME, Value

| 変数名 | 属性 | 内容 |
|---------------|-----|----------------|
| NODE_GRP_NAME | C/I | 節点グループ名または節点番号 |
| Value | R | 熱流束値 |

使用例

```
!CFLUX
  ALL, 1.0E-3
!CFLUX, AMP=FUX1
  ALL, 1.0
```

1.9.4.4.4 !DFLUX (4-4)

要素の面にあたえる分布熱流束と内部発熱の定義

パラメータ

AMP = 流束履歴テーブル名 (!AMPLITUDE で指定)

** 2行目以降 **

(2行目) ELEMENT_GRP_NAME, LOAD_type, Value

| 変数名 | 属性 | 内容 |
|------------------|-----|----------------|
| ELEMENT_GRP_NAME | C/I | 要素グループ名または要素番号 |
| LOAD_type | C | 荷重タイプ番号 |
| Value | R | 熱流束値 |

使用例

```
!DFLUX
  ALL, S1, 1.0
!DFLUX, AMP=FLUX2
  ALL, S0, 1.0
```

荷重パラメータ

| 荷重タイプ番号 | 作用面 | パラメータ |
|---------|------|-------|
| BF | 要素全体 | 発熱量 |
| S1 | 第1面 | 熱流束値 |
| S2 | 第2面 | 熱流束値 |
| S3 | 第3面 | 熱流束値 |
| S4 | 第4面 | 熱流束値 |
| S5 | 第5面 | 熱流束値 |

| 荷重タイプ番号 | 作用面 | パラメータ |
|---------|------|-------|
| S6 | 第6面 | 熱流束値 |
| S0 | シェル面 | 熱流束値 |

1.9.4.4.5 !SFLUX (4-5)

面グループによる分布熱流束の定義

パラメータ

AMP = 流束履歴テーブル名 (!AMPLITUDE で指定)

** 2行目以降 **

(2行目) SURFACE_GRP_NAME, Value

| 変数名 | 属性 | 内容 |
|------------------|----|--------|
| SURFACE_GRP_NAME | C | 面グループ名 |
| Value | R | 熱流束値 |

使用例

```
!SFLUX
  SURF, 1.0
!SFLUX, AMP=FLUX3
  SURF, 1.0
```

1.9.4.4.6 !FILM (4-6)

境界面にあたえる熱伝達係数の定義

パラメータ

AMP1 = 热伝達係数履歴テーブル名 (!AMPLITUDE で指定)

AMP2 = 霧囲気温度履歴テーブル名 (!AMPLITUDE で指定)

** 2行目以降 **

(2行目) ELEMENT_GRP_NAME, LOAD_type, Value, Sink

| 変数名 | 属性 | 内容 |
|------------------|-----|----------------|
| ELEMENT_GRP_NAME | C/I | 要素グループ名または要素番号 |
| LOAD_type | C | 荷重タイプ番号 |

| 変数名 | 属性 | 内容 |
|-------|----|-------|
| Value | R | 熱伝達係数 |
| Sink | R | 雰囲気温度 |

使用例

```
!FILM
  FSURF, F1, 1.0, 800.0
!FILM, AMP1=TFILM
  FSURF, F1, 1.0, 1.0
```

荷重パラメータ

| 荷重タイプ番号 | 作用面 | パラメータ |
|---------|-------|-------------|
| F1 | 第 1 面 | 熱伝達係数と雰囲気温度 |
| F2 | 第 2 面 | 熱伝達係数と雰囲気温度 |
| F3 | 第 3 面 | 熱伝達係数と雰囲気温度 |
| F4 | 第 4 面 | 熱伝達係数と雰囲気温度 |
| F5 | 第 5 面 | 熱伝達係数と雰囲気温度 |
| F6 | 第 6 面 | 熱伝達係数と雰囲気温度 |
| F0 | シェル面 | 熱伝達係数と雰囲気温度 |

1.9.4.4.7 !SFILM (4-7)

面グループによる熱伝達係数の定義

パラメータ

AMP1 = 热伝達係数履歴テーブル名 (!AMPLITUDE で指定)
AMP2 = 雰囲気温度履歴テーブル名 (!AMPLITUDE で指定)

** 2 行目以降 **

(2 行目) SURFACE_GRP_NAME, Value, Sink

| 変数名 | 属性 | 内容 |
|------------------|----|--------|
| SURFACE_GRP_NAME | C | 面グループ名 |
| Value | R | 熱伝達率 |
| Sink | R | 雰囲気温度 |

使用例

!SFILM

```

SFSURF, 1.0, 800.0
!SFILM, AMP1=TSFILM, AMP2=TFILM
SFSURF, 1.0, 1.0

```

1.9.4.4.8 !RADIATE (4-8)

境界面にあたえる輻射係数の定義

パラメータ

AMP1 = 輻射係数履歴テーブル名 (!AMPLITUDE で指定)
AMP2 = 雾囲気温度履歴テーブル名 (!AMPLITUDE で指定)

** 2行目以降 **

(2行目) ELEMENT_GRP_NAME, LOAD_type, Value, Sink

| 変数名 | 属性 | 内容 |
|------------------|-----|----------------|
| ELEMENT_GRP_NAME | C/I | 要素グループ名または要素番号 |
| LOAD_type | C | 荷重タイプ番号 |
| Value | R | 輻射係数 |
| Sink | R | 雾囲気温度 |

使用例

```

!RADIATE
RSURF, R1, 1.0E-9, 800.0
!RADIATE, AMP2=TRAD
RSURF, R1, 1.0E-9, 1.0

```

荷重パラメータ

| 荷重タイプ番号 | 作用面 | パラメータ |
|---------|------|------------|
| R1 | 第1面 | 輻射係数と雾囲気温度 |
| R2 | 第2面 | 輻射係数と雾囲気温度 |
| R3 | 第3面 | 輻射係数と雾囲気温度 |
| R4 | 第4面 | 輻射係数と雾囲気温度 |
| R5 | 第5面 | 輻射係数と雾囲気温度 |
| R6 | 第6面 | 輻射係数と雾囲気温度 |
| R0 | シェル面 | 輻射係数と雾囲気温度 |

1.9.4.4.9 !SRADIATE (4-9)

面グループによる輻射係数の定義

パラメータ

AMP1 = 輻射係数履歴テーブル名 (!AMPLITUDE で指定)

AMP2 = 雰囲気温度履歴テーブル名 (!AMPLITUDE で指定)

** 2行目以降 **

(2行目) SURFACE_GRP_NAME, Value, Sink

| 変数名 | 属性 | 内容 |
|------------------|----|--------|
| SURFACE_GRP_NAME | C | 面グループ名 |
| Value | R | 輻射係数 |
| Sink | R | 雰囲気温度 |

使用例

```
!SRADIATE
  RSURF, 1.0E-9, 800.0
!SRADIATE, AMP2=TSRAD
  RSURF, 1.0E-9, 1.0
```

1.9.4.4.10 !WELD_LINE (4-10)

溶接線（直線）の定義

パラメータ

なし

** 2行目 **

(2行目) I, U, Coef, V

| 変数名 | 属性 | 内容 |
|------|----|------------|
| I | R | 電流 |
| U | R | 電圧 |
| Coef | R | 入熱効率 |
| V | R | 溶接トーチの移動速度 |

** 3行目 **

(3行目) EGROUP, XYZ, C1, C2, H, tstart

| 変数名 | 属性 | 内容 |
|--------|----|------------------------|
| EGROUP | C | 入熱する要素グループ名 |
| XYZ | I | 溶接トーチの移動方向 (自由度番号) |
| C1 | R | 溶接トーチの始点座標 |
| C2 | R | 溶接トーチの終点座標 |
| H | R | 溶接源の幅、この幅範囲内の要素は入熱を受ける |
| tstart | R | 溶接開始時刻 |

1.9.4.5 動解析用制御データ

1.9.4.5.1 !DYNAMIC (5-1)

動解析の制御

!BOUNDARY、!CLOAD、!DLOAD で指定された各!AMPLITUDE における時刻 t は、0.0 から始まっていなければならない。

パラメータ

TYPE = LINEAR : 線形動解析
NONLINEAR : 非線形動解析

** 2 行目以降 **

(2 行目) idx_eqa, idx_resp

| 変数名 | 属性 | 内容 |
|----------|----|--|
| idx_eqa | I | 運動方程式の解法 (直接時間積分法)(デフォルト: 1)1: 陰解法 (Newmark- β 法)11: 陽解法 (中央差分法) |
| idx_resp | I | 解析の種類 (デフォルト: 1)1: 時刻歴応答解析 2: 周波数応答解析 |

idx_resp=1 の場合 (時刻歴応答解析)

(3 行目) t_start, t_end, n_step, t_delta

| 変数名 | 属性 | 内容 |
|---------|----|-------------------------|
| t_start | R | 解析開始時間 (デフォルト: 0.0)、未使用 |
| t_end | R | 解析終了時間 (デフォルト: 1.0)、未使用 |
| n_step | I | 全 STEP 数 (デフォルト: 1) |
| t_delta | R | 時間増分 (デフォルト: 1.0) |

(4行目) ganma , beta

| 変数名 | 属性 | 内容 |
|-------|----|---|
| ganma | R | Newmark- β 法のパラメータ γ (デフォルト : 0.5) |
| beta | R | Newmark- β 法のパラメータ β (デフォルト : 0.25) |

(5行目) idx_mas ,idx_dmp , ray_m ,ray_k

| 変数名 | 属性 | 内容 |
|---------|----|--|
| idx_mas | I | 質量マトリックスの種類 (デフォルト: 1)1: 集中質量マトリックス 2: consistent 質量マトリックス |
| idx_dmp | I | 1: Rayleigh 減衰 (デフォルト : 1) |
| ray_m | R | Rayleigh 減衰のパラメータ Rm(デフォルト : 0.0) |
| ray_k | R | Rayleigh 減衰のパラメータ Rk(デフォルト : 0.0) |

(6行目) nout , node_monit_1 , nout_monit

| 変数名 | 属性 | 内容 |
|--------------|----|-------------------------------|
| nout | I | 未使用 |
| node_monit_1 | I | モニタリング節点番号 (グローバル) または節点グループ名 |
| nout_monit | I | モニタリングの結果出力間隔 (デフォルト: 1) |

注) 本行で指定したモニタリング節点の情報は、節点のグローバル番号を NID として、変位についてはファイル <dyna_disp_NID.txt>へ出力され、その並びは、step 番号、当該時間、 NID 、u1、u2、u3 である。速度および加速度についても、それぞれファイル <dyna_velo_NID.txt>、<dyna_acce_NID.txt>へ同様の並びで出力される。節点ひずみについてはファイル <dyna_strain_NID.txt>へ出力され、その並びは、step 番号、当該時間、 NID 、e11、e22、e33、e12、e23、e13 である。節点応力についてはファイル <dyna_stress_NID.txt>へ出力され、その並びは、step 番号、当該時間、 NID 、s11、s22、s33、s12、s23、s13、smises である。節点グループを用いて複数節点のモニタリングを指定した場合、上記の各ファイルは節点ごとに別ファイルに出力される。また、この出力を指定した場合、解析モデル全体の運動エネルギー、変形エネルギーおよび全エネルギーが <dyna_energy.txt>へ出力される。

(7行目) iout_list(1) , iout_list(2) , iout_list(3) , iout_list(4) , iout_list(5) , iout_list(6)

| 変数名 | 属性 | 内容 |
|--------------|----|--|
| iout_list(1) | I | 変位の出力指定 (デフォルト: 0)0: 出力しない 1: 出力する |
| iout_list(2) | I | 速度の出力指定 (デフォルト: 0)0: 出力しない 1: 出力する |
| iout_list(3) | I | 加速度の出力指定 (デフォルト: 0)0: 出力しない 1: 出力する |
| iout_list(4) | I | 反力の出力指定 (デフォルト: 0)0: 出力しない 1: 出力する |
| iout_list(5) | I | ひずみの出力指定 (デフォルト: 0)0: 出力しない (要素ベース及び節点ベース)1: 出力する 2: 出力する (節点ベース)3: 出力する (要素ベース) |

| 変数名 | 属性 | 内容 |
|--------------|----|---|
| iout_list(6) | I | 応力の出力指定 (デフォルト: 0)0: 出力しない (要素ベース及び節点ベース)1: 出力する 2: 出力する (節点ベース)3: 出力する (要素ベース) |

使用例

```
!DYNAMIC, TYPE=NONLINEAR
1 , 1
0.0 , 1.0 , 500 , 1.0000e-5
0.5 , 0.25
1 , 1 , 0.0 , 0.0
100 , 55 , 1
0 , 0 , 0 , 0 , 0 , 0
```

idx_resp=2 の場合 (周波数応答解析)

(3 行目) f_start , f_end , n_freq , f_disp

| 変数名 | 属性 | 内容 |
|---------|----|------------|
| f_start | R | 下限周波数 |
| f_end | R | 上限周波数 |
| n_freq | I | 応答計算点数 |
| f_disp | R | 変位を測定する周波数 |

(4 行目) t_start , t_end

| 変数名 | 属性 | 内容 |
|---------|----|-------------|
| t_start | R | 実時間での振動開始時間 |
| t_end | R | 実時間での振動終了時間 |

(5 行目) idx_mas , idx_dmp , ray_m , ray_k

| 変数名 | 属性 | 内容 |
|---------|----|----------------------------------|
| idx_mas | I | 質量マトリクスの種類 (1 固定 (集中質量マトリクス)) |
| idx_dmp | I | 1: Rayleigh 減衰 |
| ray_m | R | Rayleigh 減衰のパラメータ Rm(デフォルト: 0.0) |
| ray_k | R | Rayleigh 減衰のパラメータ Rk(デフォルト: 0.0) |

(6 行目) nout , vistype , nodeout

| 変数名 | 属性 | 内容 |
|---------|----|-------------------------------|
| nout | I | 時間空間でのサンプリング数 |
| vistype | I | 可視化データ出力指定 (1: モード空間,2: 物理空間) |
| nodeout | I | 周波数空間モニタリング節点 ID |

(7行目) iout_list(1), iout_list(2), iout_list(3), iout_list(4), iout_list(5), iout_list(6)

| 変数名 | 属性 | 内容 |
|--------------|----|-----------------------------|
| iout_list(1) | I | 出力制御 変位 (1: 出力する、0: 出力しない) |
| iout_list(2) | I | 出力制御 速度 (1: 出力する、0: 出力しない) |
| iout_list(3) | I | 出力制御 加速度 (1: 出力する、0: 出力しない) |
| iout_list(4) | I | 無視 |
| iout_list(5) | I | 無視 |
| iout_list(6) | I | 無視 |

1.9.4.5.2 使用例

```
!DYNAMIC
11 , 2
14000, 16000, 20, 15000.0
0.0 , 6.6e-5
1, 1, 0.0 , 7.2E-7
10, 2, 1
1, 1, 1, 1, 1
```

1.9.4.6 !VELOCITY (5-2)

速度境界条件の定義

1.9.4.6.1 パラメータ

TYPE = INITIAL (初期速度境界条件)
= TRANSIT (!AMPLITUDEで指定した時間歴速度境界条件 ; デフォルト)
AMP = 時間関数名 (!AMPLITUDEで指定)
AMPLITUDEで時間 t と係数 f(t) の関係を与える。
下記 Value に係数 f(t) を乗じた値がその時刻の拘束値になる
(指定しない場合: 時間と係数関係は f(t) = 1.0 となる)。

** 2 行目以降 **

(2 行目) NODE_ID, DOF_idS, DOF_idE, Value

| 変数名 | 属性 | 内容 |
|---------|-----|----------------|
| NODE_ID | I/C | 節点番号または節点グループ名 |
| DOF_idS | I | 拘束自由度の開始番号 |
| DOF_idE | I | 拘束自由度の終了番号 |
| Value | R | 拘束値 (デフォルト: 0) |

1.9.4.6.2 使用例

!VELOCITY, TYPE=TRANSIT, AMP=AMP1

1, 1, 1, 0.0

ALL, 3, 3

※ 拘束値は0.0

!VELOCITY, TYPE=INITIAL

1, 3, 3, 1.0

2, 3, 3, 1.0

3, 3, 3, 1.0

- 速度境界条件の場合、変位境界条件の場合とは異なり、複数の自由度をまとめて定義できないため、DOF_idS と DOF_idE は同一番号でなければならない。
- TYPE が INITIAL の場合、AMP が無効になる。

1.9.4.7 !ACCELERATION (5-3)

加速度境界条件の定義

1.9.4.7.1 パラメータ

TYPE = INITIAL (初期 加速度 境界 条件)

= TRANSIT (AMPLITUDEで指定した時間歴加速度境界条件: デフォルト)

AMP = 時間関数名 (!AMPLITUDEで指定)

!AMPLITUDEで時間tと係数f(t)の関係を与える。

下記 Value に係数f(t)を乗じた値がその時刻の拘束値になる
(指定しない場合: 時間と係数関係はf(t) = 1.0となる)。

** 2行目以降 **

(2行目) NODE_ID, DOF_idS, DOF_idE, Value

| 変数名 | 属性 | 内容 |
|---------|-----|----------------|
| NODE_ID | I/C | 節点番号または節点グループ名 |
| DOF_ids | I | 拘束自由度の開始番号 |
| DOF_idE | I | 拘束自由度の終了番号 |
| Value | R | 拘束値 (デフォルト: 0) |

1.9.4.7.2 使用例

!ACCELERATION, TYPE=TRANSIT, AMP=AMP1

1 , 1 , 3 , 0 . 0

ALL, 3, 3

※ 拘束値は0.0

!ACCELERATION, TYPE=INITIAL

1 , 3 , 3 , 1 . 0

2, 3, 3, 1.0

3, 3, 3, 1.0

- 加速度境界条件の場合、変位境界条件の場合とは異なり、複数の自由度をまとめて定義できないため、DOF_idS と DOF_idE は同一番号でなければならない。
 - TYPE が INITIAL の場合、AMP が無効になる。

1.9.4.8 !COUPLE (5-4)

連成面の定義（連成解析でのみ使用）

1.9.4.8.1 パラメータ

TYPE = 1: 片方向連成 (FrontISTRはデータ受信から開始)
 2: 片方向連成 (FrontISTRはデータ送信から開始)
 3: Staggered双方向連成 (FrontISTRはデータ受信から開始)
 4: Staggered双方向連成 (FrontISTRはデータ送信から開始)
 5: 分離反復双方向連成 (FrontISTRはデータ受信から開始)
 6: 分離反復双方向連成 (FrontISTRはデータ送信から開始)
 ISTEP = ステップ数
 解析初期からここで指定したステップ数まで流体力を0倍から1倍まで線形関数を乗じて増大
 それ以降は入力流体力をそのまま適用する
 WINDOW => 0 : 流体力にウィンドウ関数(*)を乗じて適用

(*) $\frac{1}{2}(1 - \cos \frac{2\pi i}{N})$, (i : 現ステップ、 N : 現在の解析の総ステップ数)

** 2 行目以降 **

(2行目) COUPLING_SURFACE_ID

| 変数名 | 属性 | 内容 |
|------------|----|--------|
| SURFACE_ID | C | 面グループ名 |

1.9.4.8.2 使用例

```
!COUPLE , TYPE=1  
SCOUPLE1  
SCOUPLE2
```

1.9.4.9 !EIGENREAD (5-5)

周波数応答解析に用いる固有値・固有モードの指定

1.9.4.9.1 パラメータ

なし

** 2行目以降 **

(2行目) eigenlog_filename

| 変数名 | 属性 | 内容 |
|-------------------|----|---------------|
| eigenlog_filename | C | 固有値解析のログファイル名 |

(3行目) start_mode, end_mode

| 変数名 | 属性 | 内容 |
|------------|----|-------------------|
| start_mode | I | 固有値解析に使用する指定モード始点 |
| end_mode | I | 固有値解析に使用する指定モード終点 |

1.9.4.9.2 使用例

```
!EIGENREAD  
eigen_0.log  
1, 5
```

1.9.4.10 !FLOAD (5-6)

周波数応答解析用集中荷重の定義

1.9.4.10.1 パラメータ

LOAD CASE = (実部の指定 : 1 , 虚部の指定 : 2)

** 2 行目以降 **

(2 行目) NODE_ID, DOF_id, Value

| 変数名 | 属性 | 内容 |
|---------|-----|-------------------------|
| NODE_ID | I/C | 節点番号または節点グループ名または面グループ名 |
| DOF_id | I | 自由度番号 |
| Value | R | 荷重値 |

1.9.4.10.2 使用例

```
!FLOAD, LOAD CASE=2
    _PickedSet5, 2, 1.0
```

1.9.5 ソルバー制御データ

1.9.5.1 !SOLVER (6-1)

ソルバーの制御

必須の制御データ。

1.9.5.2 パラメータ

METHOD = 解法 (CG、BiCGSTAB、GMRES、GPBiCG、DIRECT、DIRECTmkl、MUMPS)
DIRECT : 接触解析以外での直接法(逐次処理のみ) (現在使用不可)
DIRECTmkl : Intel MKLによる直接法
MUMPS : MUMPSによる直接法
直接法を選択したとき、データ行は無視される。
3自由度用の反復法はOpenMPによるスレッド並列が利用可能

PRECOND = 反復法の前処理手法 (1, 2, 3, 5, 10, 11, 12)
 1, 2 : (Block) SSOR (3自由度用のみマルチカラーオーダリング付き)
 3 : (Block) Diagonal Scaling
 5 : マルチグリッド前処理パッケージMLによるAMG
 10 : Block ILU(0)
 11 : Block ILU(1)
 12 : Block ILU(2)
 10, 11, 12は3自由度問題でのみ利用可能
 OpenMPによるスレッド並列時はSSOR, Diagonal ScalingまたはMLを推奨

ITERLOG = 反復法ソルバー収束履歴出力の有無 (YES/NO) (デフォルト: NO)

TIMELOG = ソルバー計算時間出力の有無 (YES/NO/VERBOSE) (デフォルト: NO)

USEJAD = ベクトル機向けオーダリングの有無 (YES/NO) (デフォルト: NO)
 3自由度問題で反復法使用時のみ有効

SCALING = 行列の対角成分を1とするスケーリングの有無 (YES/NO) (デフォルト: NO)
 3自由度問題で反復法使用時のみ有効

DUMPTYPE = 行列ダンプ型式 (NONE, MM, CSR, BSR) (主にデバッグ用)
 NONE : ダンプしない (デフォルト)
 MM : マトリックスマケット型式
 CSR : Compressed Sparse Row (CSR) 型式
 BSR : Blocked CSR型式

DUMPEXIT = 行列ダンプ直後のプログラム終了 (YES/NO) (デフォルト: NO)

MPCMETHOD = 多点拘束条件の処理手法 (1, 2, 3)
 1: ペナルティ法 (直接法使用時のデフォルト)
 2: MPC-CG法
 3: 陽的自由度消去法 (反復法使用時のデフォルト)

ESTCOND = 条件数推定の頻度 (試験的)
 指定された反復ごと、および、反復終了時に条件数推定を実施
 0の場合は推定を行わない

METHOD2 = 第2の解法 (BiCGSTAB, GMRES, GPBiCG) (試験的)
 METHODにCGを指定した場合のみ有効
 CG法が発散した場合に自動的に切り替えて求解を行う
 他のパラメータやデータ行の情報は同じものが利用される

** 2行目以降 **

(2行目) NITER, iterPREmax, NREST, NCOLOR_IN, RECYCLEPRE

| 変数名 | 属性 | 内容 |
|------------|----|--|
| NITER | I | 反復回数 (デフォルト: 100) |
| iterPREmax | I | Additive Schwarz による前処理の繰り返し数 (デフォルト: 1) (推奨値は 1 (並列計算では 2 が有効な場合もある)) |
| NREST | I | クリロフ部分空間数 (デフォルト: 10) (解法として GMRES を選択したときのみ有効) |
| NCOLOR_IN | I | マルチカラーオーダリングにおける目標色数 (デフォルト: 10) (OpenMP のスレッド数が 2 以上の時のみ有効) |
| RECYCLEPRE | I | 前処理セットアップ情報の再利用回数 (デフォルト: 3) (非線形解析でのみ有効) |

(3行目) RESID, SIGMA_DIAG, SIGMA

| 変数名 | 属性 | 内容 |
|------------|----|--|
| RESID | R | 打ち切り誤差 (デフォルト値: 1.0e-8) |
| SIGMA_DIAG | R | 前処理行列計算時に対角成分にかける倍率 (デフォルト値: 1.0) (ILU 前処理でゼロ割や発散が起きる場合に 1.0 より大きい値を設定すると解ける場合がある) |
| SIGMA | R | 未使用 (デフォルト値: 0.0) |

PRECOND=5 の場合 (省略可)

PRECOND にその他の値が指定された場合は、4行目は無視される。

(4行目) ML_CoarseSolver, ML_Smooth, ML_MGCycle, ML_MaxLevels, ML_CoarseningScheme, ML_Num

| 変数名 | 属性 | 内容 |
|-----------------|----|--|
| ML_CoarseSolver | I | ML の粗グリッド用ソルバ (1: スムーザーで代用、2: KLU(逐次直接法)、3: MUMPS(並列直接法))(デフォルト値: 1) (推奨値は、解き難い問題では 3 または 2、通常の問題では 1) |
| ML_Smooth | I | ML のスムーザー (1: Chebyshev、2: SymBlockGaussSeidel、3: Jacobi)(デフォルト値: 1) (推奨値は 1) |
| ML_MGCycle | I | ML のマルチグリッドサイクル (1: V-cycle、2: W-cycle、3: Full-V-cycle)(デフォルト値: 1) (推奨値は、解き難い問題では 2、通常の問題では 1) |
| ML_MaxLevels | I | ML の最大レベル数 (デフォルト値: 10) (推奨値は、特に解き難い問題では、コースソルバを直接法にして、2(メモリが足りない場合は 3)、通常の問題では 10) |

| 変数名 | 属性 | 内容 |
|---------------------|----|---|
| ML_CoarseningScheme | I | ML のコースニングスキーム (1: UncoupledMIS、2: METIS、3: ParMETIS、4: Zoltan、5: DD)(デフォルト値: 1) (推奨値は 1 または 5) |
| ML_NumSweep | I | ML のスムーザーのスウェープ数 (Chebyshev の場合は多項式の次数)(デフォルト値: 2) (推奨値は、Chebyshev の場合は 2、SymBlockGaussSeidel の場合は 1) |

1.9.5.2.1 使用例

SSOR 前処理付き CG 法を利用し、最大反復階数を 10000、打ち切り誤差を 1.0e-8 に設定する

```
!SOLVER, METHOD=CG, PRECOND=1, ITERLOG=YES, TIMELOG=YES
10000, 1
1.0e-8, 1.0, 0.0
```

SSOR 前処理付き GMRES 法を利用し、クリロフ部分空間数を 40、マルチカラーオーダリングの目標色数を 100 に設定する

```
!SOLVER, METHOD=GMRES, PRECOND=1, ITERLOG=YES, TIMELOG=YES
10000, 1, 40, 100
1.0e-8, 1.0, 0.0
```

ILU(0) 前処理付き CG 法を利用し、前処理行列計算時に対角成分にかける倍率を 1.1 に設定する

```
!SOLVER, METHOD=CG, PRECOND=10, ITERLOG=YES, TIMELOG=YES
10000, 1
1.0e-8, 1.1, 0.0
```

CG 法の前処理を ML による AMG 法とする

```
!SOLVER, METHOD=CG, PRECOND=5, ITERLOG=YES, TIMELOG=YES
10000, 1
1.0e-8, 1.0, 0.0
```

CG 法の前処理を ML による AMG 法とし、粗グリッド用ソルバを MUMPS とする (解き難い問題向け)

```
!SOLVER, METHOD=CG, PRECOND=5, ITERLOG=YES, TIMELOG=YES
10000, 1
1.0e-8, 1.0, 0.0
3
```

CG 法の前処理を ML による AMG 法とし、マルチグリッドサイクルを W-cycle とする (解き難い問題向け)

```
!SOLVER, METHOD=CG, PRECOND=5, ITERLOG=YES, TIMELOG=YES
10000, 1
```

```
1.0e-8, 1.0, 0.0  
1, 1, 2
```

CG 法の前処理を ML による AMG 法とし、粗グリッド用ソルバを MUMPS、最大レベル数を 2 とする（非常に解き難い問題向け）

```
!SOLVER, METHOD=CG, PRECOND=5, ITERLOG=YES, TIMELOG=YES  
10000, 1  
1.0e-8, 1.0, 0.0  
3, 1, 1, 2
```

1.9.6 ポスト処理（可視化）制御データ

1.9.6.1 !VISUAL (P1-0)

可視化手法を指定する。

| | |
|----------------------|-------------------------------------|
| METHOD = PSR | : サーフェスレンダリング |
| visual_start_step | : 可視化処理を始めるタイムステップ番号の指定（デフォルト：1） |
| visual_end_step | : 可視化処理を終了するタイムステップ番号の指定（デフォルト：すべて） |
| visual_interval_step | : 可視化処理を行うタイムステップ間隔の指定（デフォルト：1） |

1.9.6.2 !surface_num, !surface, !surface_style (P1-1~3)

1.9.6.2.1 !surface_num (P1-1)

1 つのサーフェスレンダリング内のサーフェス数

例：図 7.4.1 は 4 つのサーフェスがあり、2 つは等値面で pressure=1000.0 と pressure=-1000.0、2 つは平面の切り口で z= -1.0 と z= 1.0 である。

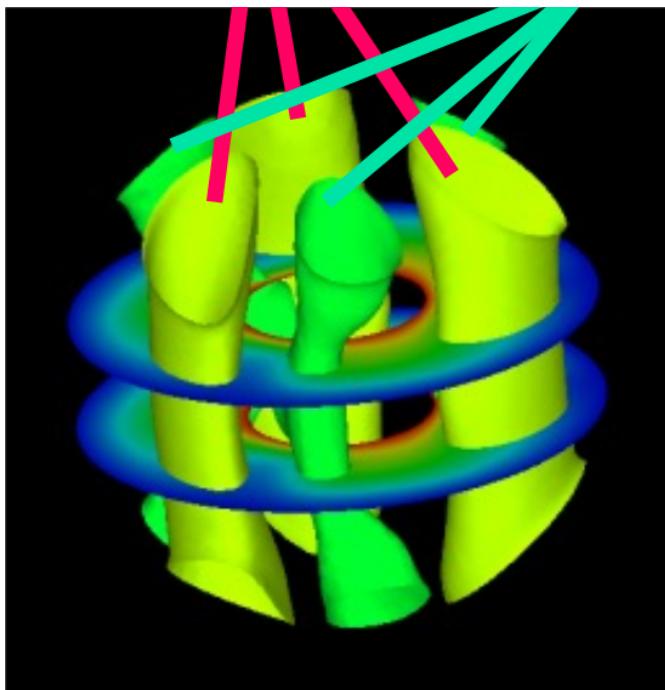


図 7.4.1 surface_num の設定例

1.9.6.2.2 !surface (P1-2)

サーフェスの内容を設定する。

例：図 7.4.2 は 4 つのサーフェスがありその内容は以下の通りである。

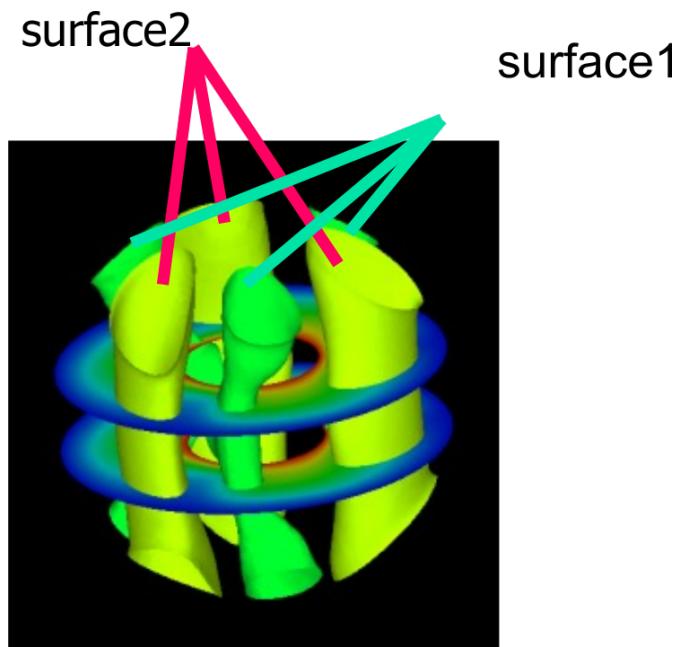


図 19 surface の設定例

図 7.4.2 surface の設定例

```
!surface_num = 2
```

```
!SURFACE
```

```

!surface_style = 2
!data_comp_name = press
!iso_value = 1000.0
!display_method = 4
!specified_color = 0.45
!output_type = BMP
!SURFACE
!surface_style = 2
!data_comp_name = press
!iso_value = -1000.0
!display_method = 4
!specified_color = 0.67

```

1.9.6.2.3 !surface_style (P1-3)

サーフェスのスタイルを指定する。

1. 境界面
2. 等値面
3. 任意の 2 次曲面 $\text{coef}[1]x^2 + \text{coef}[2]y^2 + \text{coef}[3]z^2 + \text{coef}[4]xy + \text{coef}[5]xz + \text{coef}[6]yz + \text{coef}[7]x + \text{coef}[8]y + \text{coef}[9]z + \text{coef}[10]=0$

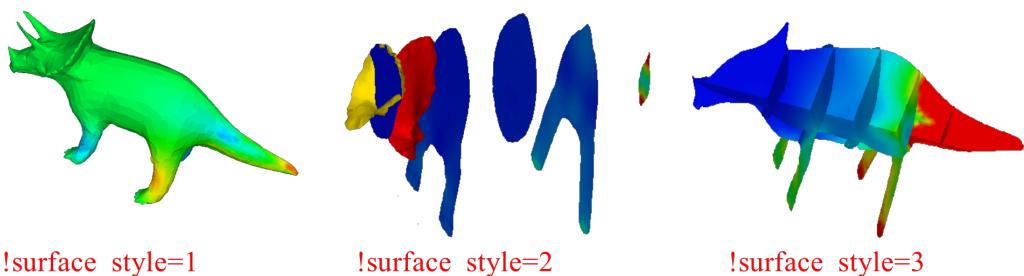


図 20 surface/style の設定例

図 7.4.3 surface/style の設定例

1.9.6.2.4 !display_method (P1-4)

表示方法 (省略値: 1)

1. 色コードの表示
2. 境界線表示
3. 色コード及び境界線表示
4. 指定色一色の表示
5. 色分けによる等値線表示

図 7.4.4 display_method の設定例

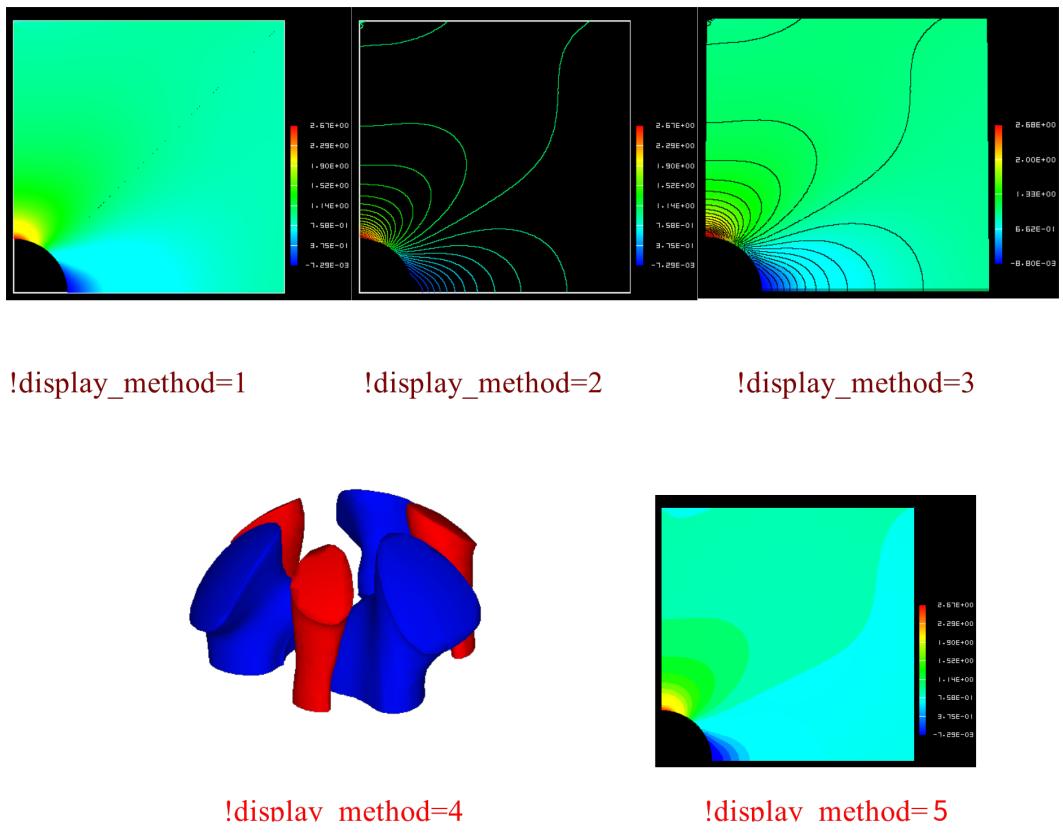


図 21 display_method の設定例

1.9.6.3 !color_comp_name, !color_comp, !color_subcomp (P1-5, P1-7, P1-8)

物理量からマラマップへの対応を指定する。必要な物理量やその自由度番号に名前をつける。これにより結果データの構造体 node_label(:) や nn_dof(:) に名前がはいる。

Then you can define which one you hope to map into color by

1.9.6.3.1 !color_comp_name (文字列、省略値: 初めの変数)

例 :

```
!color_comp_name = pressure
```

静解析では = DISPLACEMENT : 結果変位データの指定

= STRAIN : ひずみデータの指定

= STRESS : 応力データの指定

伝熱解析では = TEMPERATURE : 結果温度データの指定

```
!color_comp (整数、省略値: 0)
```

物理量の識別番号 (0 以上の整数)

例：

```
!color_comp = 2
```

結果データ種別の識別番号指定と成分名だが、未実装。

```
!color_subcomp (整数、省略値: 1)
```

物理量がベクトル量のような自由度数 1 以上の時、その自由度番号

例：

```
!color_subcomp = 0
```

!color_comp_name=DISPLACEMENT 指定の場合

1: X成分 , 2: Y成分 , 3: Z成分

!color_comp_name=STRAIN 指定の場合

1: ϵ_x , 2: ϵ_y , 3: ϵ_z

4: ϵ_{xy} , 5: ϵ_{yz} , 6: ϵ_{zx}

!color_comp_name=STRESS 指定の場合

1: σ_x , 2: σ_y , 3: σ_z

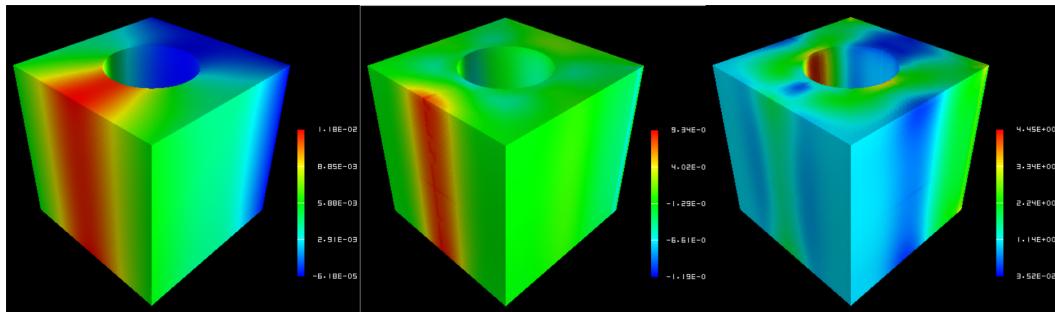
4 : τ_{xy} 5 : τ_{yz} 6 : τ_{zx}

!color /comp_name=TEMPERATURE 指定の場合

1: 温度

構造解析において例えば

| 物理量 | 変位 | ひずみ | 応力 |
|------|----|-----|----|
| 自由度数 | 3 | 6 | 7 |



```
!color_comp_name=displacement !color_comp_name=strain !color_comp = 3  
!color_subcomp = 1 !color_subcomp_name = 1 !color_subcomp = 7
```

図 22 color_comp, color_subcomp および color_comp_name の設定例

図 7.4.5 color_comp, color_subcomp および color_comp_name の設定例

1.9.6.3.2 !isoline_number, !isoline_color (P1-9, P2-22)

display_method=2,3 または 5 の時

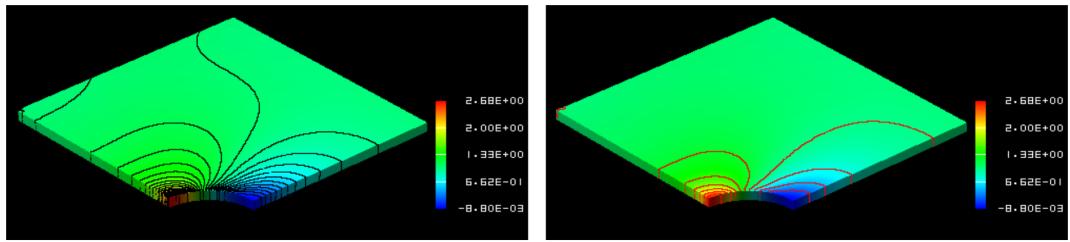


図 23 isoline_number と isoline_color の設定例

図 7.4.6 isoline_number と isoline_color の設定例

1.9.6.3.3 !initial_style, !deform_style (P1-15, P1-16)

初期の形状、変形後の形状の表示スタイルを指定する。

0. 無
1. 実線メッシュ (指定がなければ青で表示)
2. グレー塗りつぶし
3. シェーディング (物理属性をカラー対応させる)
4. 点線メッシュ (指定がなければ青で表示)

!deform_scale (P1-14)

変形を表示する際の変位スケールを指定する。

Default: 自動

standard_scale = 0.1 * sqrt(x_range2 + y_range2 + z_range2) / max_deform

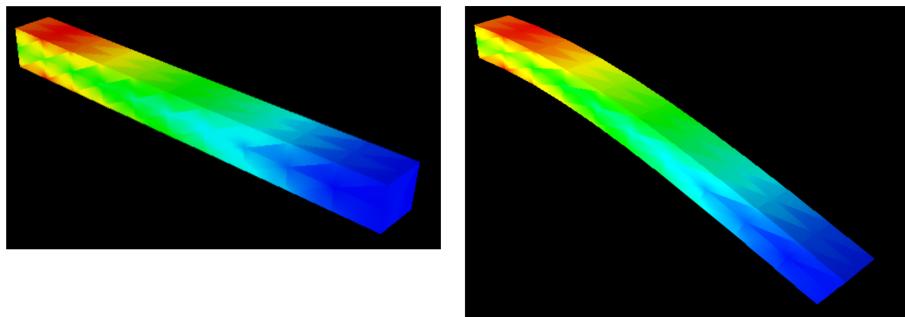
図 7.4.7 display_styles の設定例

図 7.4.8 deform_scale の設定例

!output_type (P1-19)

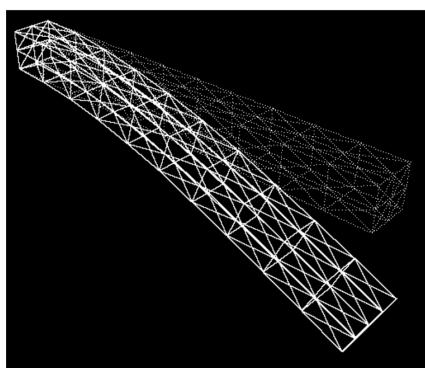
出力ファイルの型を指定する。(省略値: AVS)

| | |
|-----------------------|----------------------------|
| AVS | : AVS用UCDデータ (物体表面上のみ) |
| BMP | : イメージデータ (BMP フォーマット) |
| VTK | : ParaView用VTKデータ |
| COMPLETE_AVIS | : AVS用UCDデータ |
| COMPLETE_REORDER_AVIS | : AVS用UCDデータで節点・要素番号を並び替える |

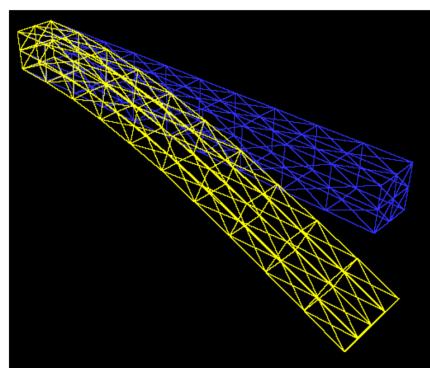


`!initial_style=2
!deform_style = 0`

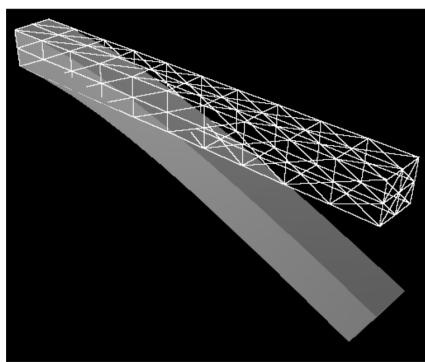
`!initial_style=0
!deform_style = 2`



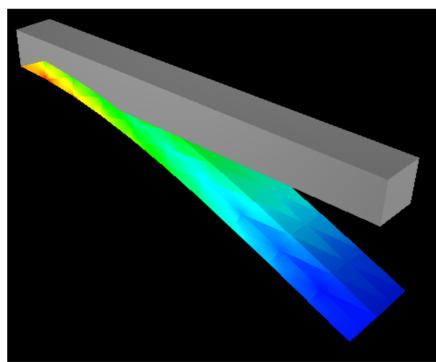
`!initial_style=4
!deform_style = 1
!initial_line_color = 1.0, 1.0, 1.0`



`!initial_style=1
!deform_style = 1 NASTRAN style
!initial_line_color = default`



`!initial_style=1
!deform style = 2`



`!initial_style=2
!deform style = 3`

図 24 `display_styles` の設定例

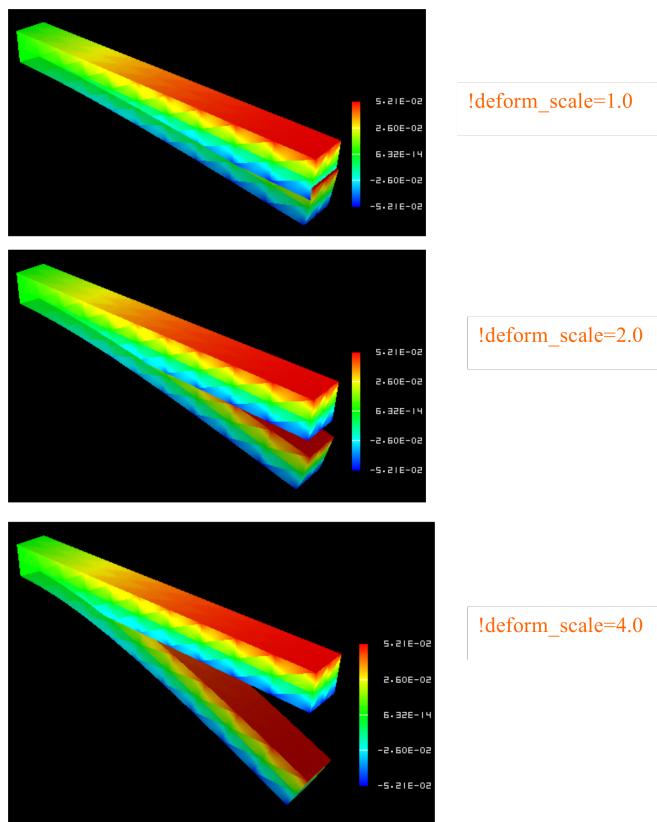


図 25 deform_scale の設定例

SEPARATE_COMPLETE_AVIS : 分割領域ごとのAVS用UCDデータ
 COMPLETE_MICROAVS : AVS用UCDデータで物理量をスカラーで出力する
 BIN_COMPLETE_AVIS : COMPLETE_AVISをバイナリ形式で出力する
 FSTR_FEMAP_NEUTRAL : FEMAP用ニュートラルファイル

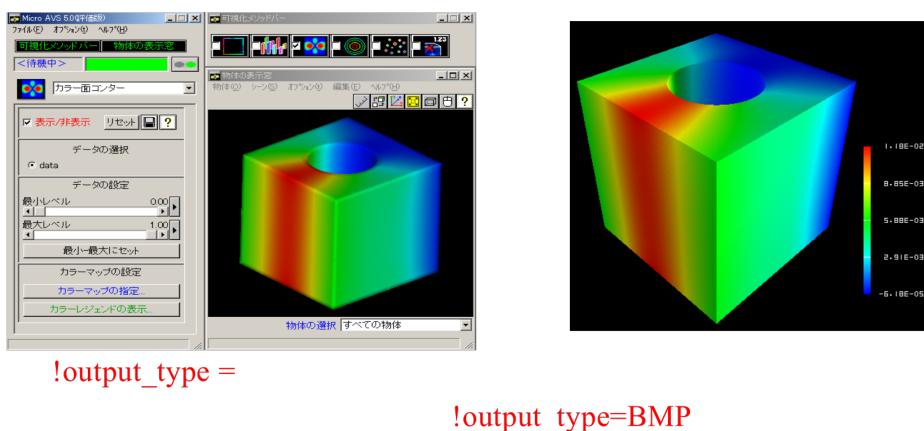
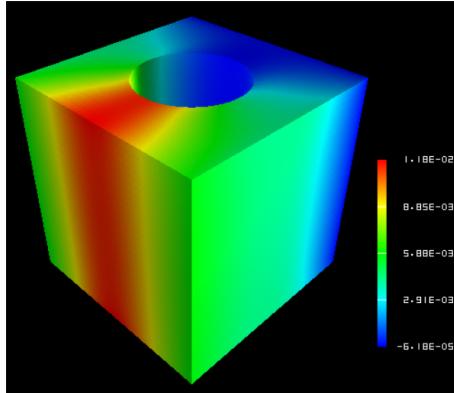


図 26 output_type の例

図 7.4.9 output_type の例

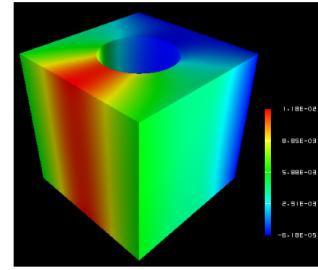
1.9.6.3.4 !x_resolution, !y_resolution (P2-1, P2-2)

output_type=BMP の時、解像度を指定する。



!x_resolution=500

!y_resolution=500



!x_resolution=300

!y_resolution=300

図 27 x_resolution と y_resolution の設定例

図 7.4.10 x_resolution と y_resolution の設定例

1.9.6.3.5 !viewpoint, !look_at_point, !up_direction (P2-5, P2-6, P2-7)

viewpoint: 視点の位置を座標で指定する。

省略値

```
x = (xmin + xmax) / 2.0,  
y = ymin + 1.5 * (ymax - ymin),  
z = zmin + 1.5 * (zmax - zmin)
```

look_at_point: 視線の位置を指定する。

(省略値: データの中心)

up_direction: Viewpoint, look_at_point と up_direction にてビューフレームを指定する。
default : 0.0 0.0 1.0

View coordinate frame:

| | | |
|----|---|---------------------------|
| 原点 | : | look_at_point |
| z軸 | : | viewpoint - look_at_point |
| x軸 | : | up × z axis |
| y軸 | : | z axis × x axis |

図 7.4.11 ビューフレームの決定法

図 7.4.12 !viewpoint, !look_at_point と up_direction の設定例

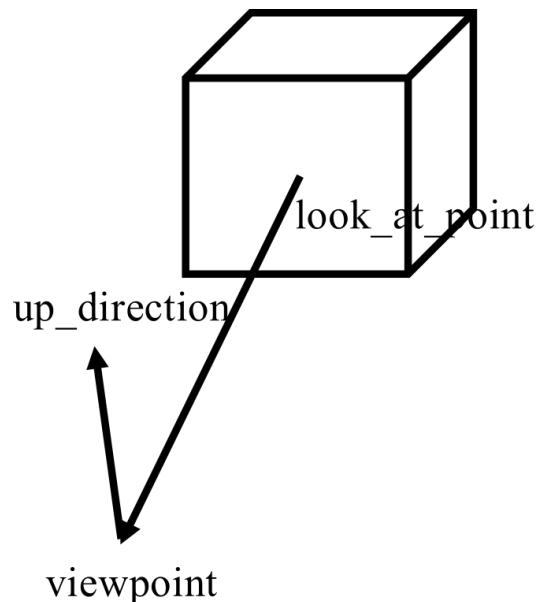


図 28 ビューフレームの決定法

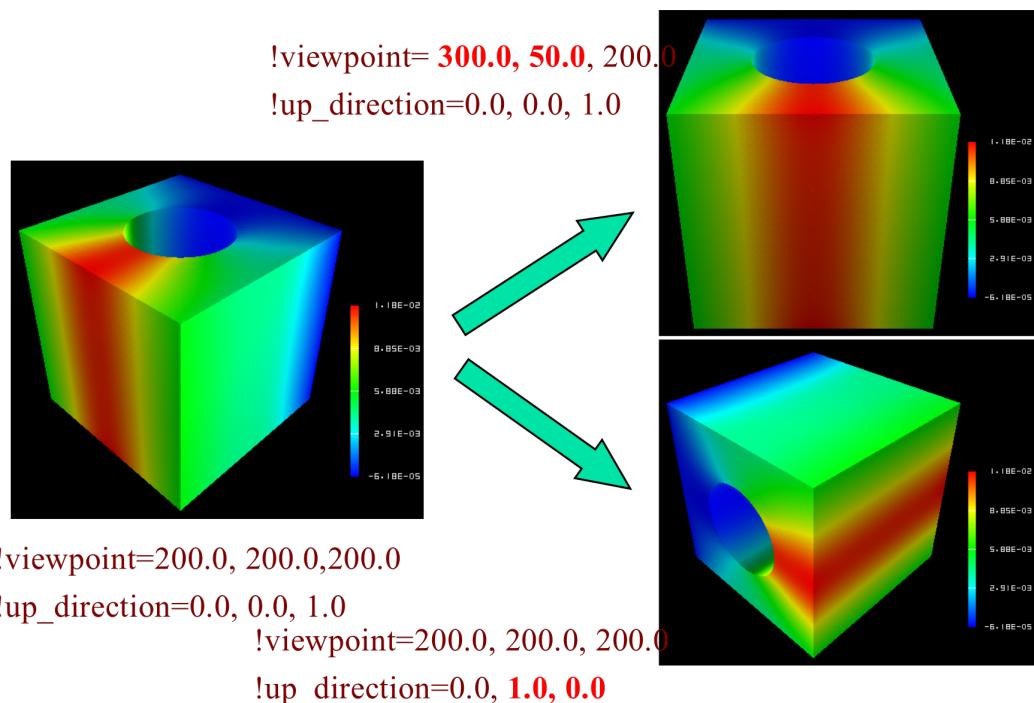


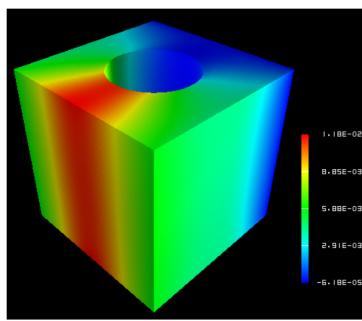
図 29 !viewpoint, !look_at_point と up_direction の設定例

1.9.6.3.6 !ambient_coef, !diffuse_coef, !specular_coef (P2-8, P2-9, P2-10)

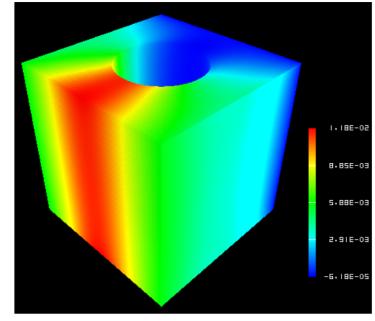
照明モデルの係数設定

ambient_coef を増加すると 3 次元の奥行き方向の情報が損なわれる。

図 7.4.13 照明モデルパラメータの設定例



`!ambient_coef = 0.3`



`!ambient_coef = 0.9`

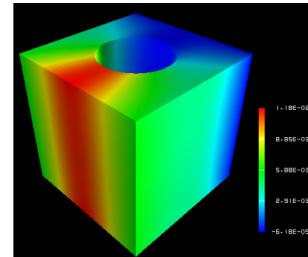
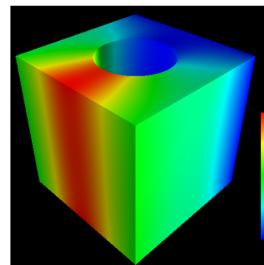
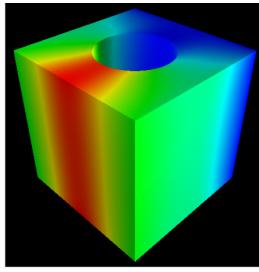
図 30 照明モデルパラメータの設定例

1.9.6.3.7 `!color_mapping_bar_on, !scale_marking_on, !num_of_scales` (P2-16, P2-17, P2-18)

`!color_mapping_bar_on` : color mapping bar の表示有無を指定する。
`0: off 1: on` (省略値: 0)

`!scale_marking_on` : color mapping bar のメモリの有無を指定する
`0: off 1: on` (省略値: 0)

`!num_of_scales` : メモリの数を指定する。
(省略値: 3)



`!color_mapping_bar_on=0` `!color_mapping_bar_on=1` `!color_mapping_bar_on=1`
`!scale_marking_on=0` `!scale_markig_on=0` `!scale_marking_on=1`
`!num_of_scale=5`

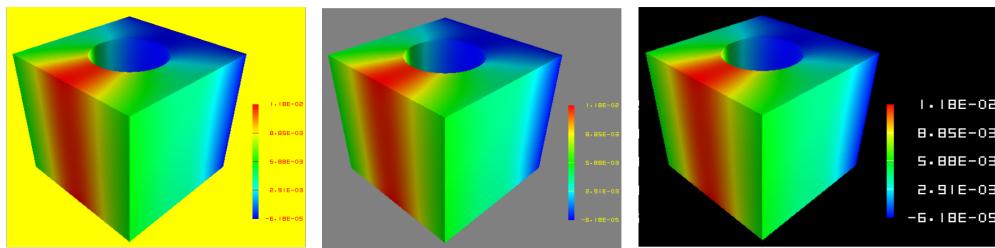
図 31 `color_mapping_bar` の表示の例

図 7.4.14 `color_mapping_bar` の表示の例

1.9.6.3.8 `!font_size, !font_color, !background_color` (P2-19, P2-20, P2-21)

背景色や文字フォントを指定する。

図 7.4.15 `background` と `font` の設定例



```
!background_color=1.0,1.0,0.0 !background_color=0.5, 0.5, 0.5 !background_color
=0.0, 0.0,0.0
!font_color=1.0, 0.0, 0.0           !font_color=1.0, 1.0, 0.0           !font_color=1.0,
1.0, 1.0
!font_size=1.5                   !font_size =1.5                  !font_size=2.5
```

図 32 background と font の設定例

1.9.6.3.9 !data_comp_name, !data_comp, !data_subcomp (P3-1, P3-3, P3-4)

surface_style=2 の時、可視化する等値面の物理量を指定する。



```
!data_comp_name=pressure          !data_comp_name=vorticity
!data_subcomp=3
```

図 33 data_comp, data_subcomp 及び data_comp_name の設定例

図 7.4.16 data_comp, data_subcomp 及び data_comp_name の設定例

1.9.6.3.10 !method (P4-1)

面との切り口を指定する際、その面の設定方法を指定する。

```
!surface_num =2
!surface
!surface_style=3
!method=5
!coef=0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 1.0, -0.35
!color_comp_name = temperature
```

図 7.4.17 method の設定例

これにより平面 $z=0.35$ と $z=-0.35$ の切り口が可視化される。## ユーザーサブルーチン

ユーザーが FrontISTR の機能をプログラミングにより拡張するためのインターフェースを提供する。これらのインターフェースは、基本的にサブルーチンヘッダを含む FORTRAN サブルーチンで、入出力変数の記述とこれらの変数のための宣言文である。ルーチンの主要部は、ユーザーによって書かなければならない。

FrontISTR は以下のユーザサブルーチンインターフェースを提供している。

1.9.7 ユーザー定義材料の入力

ユーザー定義材料を使用する場合、最大 100 のユーザー定義材料定数が使用可能である。材料定数の入力は以下のように、制御データファイル内の 1 行 10 数値、最大 10 行まで入力可能である。

2 行目～最大 10 行目

v1, v2, v3, v4, v5, v6, v7, v8, v9, v10

1.9.8 弾塑性変形に関するサブルーチン (uyield.f90)

弾塑性剛性マトリクスおよび応力の return mapping を計算するためのサブルーチンを提供している。ユーザー定義降伏関数を利用する場合、まず入力ファイルに!PLASTIC, TYPE=USER を設定して必要な材料定数を入力し、次にサブルーチン uElastoPlasticMatrix および uBackwardEuler を作成する必要がある。

1.9.8.1 (1) 弹塑性剛性マトリクスの計算サブルーチン

```
subroutine uElastoPlasticMatrix( matl, stress, istat, fstat, D )
  REAL(KIND=kreal), INTENT(IN) :: matl(:)
  REAL(KIND=kreal), INTENT(IN) :: stress(6)
  INTEGER, INTENT(IN) :: istat
  REAL(KIND=kreal), INTENT(IN) :: fstat(:)
  REAL(KIND=kreal), INTENT(OUT) :: D(:, :)
```

- matl: 材料定数を保存する配列（最大 100）
- stress: 2nd Piola-Kirchhoff 応力
- istat: 降伏状態 (0: 未降伏; 1: 降伏した)
- fstat: 状態変数。fstat(1)=塑性ひずみ、fstat(2:7)= back stress(移動または複合硬化時)
- D: 弹塑性マトリクス

1.9.8.2 (2) 応力の Return mapping 計算サブルーチン

```
subroutine uBackwardEuler ( matl, stress, istat, fstat )
  REAL(KIND=kreal), INTENT(IN) :: matl(:)
  REAL(KIND=kreal), INTENT(INOUT) :: stress(6)
  INTEGER, INTENT(INOUT) :: istat
```

```
REAL(KIND=kreal), INTENT(IN) :: fstat(:)
```

- matl: 材料定数を保存する配列（最大 100）
- stress: trial stress 弾性変形を仮定し得られた 2nd Piola-Kirchhoff 応力
- istat: 降伏状態 (0: 未降伏; 1: 降伏した)
- fstat: 状態変数。fstat(1)=塑性ひずみ、fstat(2:7)= back
- stress(移動または複合硬化時)

1.9.9 弾性変形に関するサブルーチン (uelastic.f90)

弾性および超弾性問題の弾性剛性マトリクスおよび応力の更新計算をするためのサブルーチンを提供している。ユーザー弾性または超弾性構成式を利用する場合、まず入力ファイルに!ELASTIC, TYPE=USER または !HYPERELASTIC, TYPE=USER を設定して必要な材料定数を入力し、次にサブルーチン uElasticMatrix および uElasticUpdate を作成する必要がある。

1.9.9.1 (1) 弹性剛性マトリクスの計算サブルーチン

```
subroutine uElasticMatrix( matl, strain, D )
  REAL(KIND=kreal), INTENT(IN) :: matl(:)
  REAL(KIND=kreal), INTENT(IN) :: strain(6)
  REAL(KIND=kreal), INTENT(OUT) :: D(6,6)
```

- matl: 材料定数を保存する配列（最大 100）
- strain: Green-Lagrange ひずみ
- D: 弹性マトリクス

1.9.9.2 (2) 応力の計算サブルーチン

```
subroutine uElasticUpdate( matl, strain, stress )
  REAL(KIND=kreal), INTENT(IN) :: matl(:)
  REAL(KIND=kreal), INTENT(IN) :: strain(6)
  REAL(KIND=kreal), INTENT(OUT) :: stress(6)
```

- matl: 材料定数を保存する配列（最大 100）
- strain: Green-Lagrange ひずみ
- stress: 応力

1.9.10 ユーザー定義材料に関するサブルーチン (umat.f)

弾性、超弾性、弾塑性材に拘らず一般的な材料の変形解析のインターフェースを提供する。

1.9.10.1 (1) 剛性マトリクスの計算サブルーチン

```

subroutine uMatlMatrix( mname, matl, ftn, stress, fstat, D, temperature, dtime )
  CHARACTER(len=*) , INTENT(IN) :: mname
  REAL(KIND=kreal), INTENT(IN)    :: matl(:)
  REAL(KIND=kreal), INTENT(IN)    :: ftn(3,3)
  REAL(KIND=kreal), INTENT(IN)    :: stress(6)
  REAL(KIND=kreal), INTENT(IN)    :: fstat(:)
  REAL(KIND=kreal), INTENT(OUT)   :: D(:, :)
  REAL(KIND=kreal), optional      :: temperature
  REAL(KIND=kreal), optional      :: dtime

```

- mname: 材料名
- matl: 材料定数を保存する配列（最大 100）
- ftn: 変形勾配テンソル
- stress: 2nd Piola-Kirchhoff 応力
- fstat: 状態変数
- D: 構成式
- temperature: 温度
- dtime: 時間増分

1.9.10.2 (2) ひずみおよび応力の更新計算サブルーチン

```

subroutine uUpdate( mname, matl, ftn, strain, stress, fstat, temperature, dtime )
  character(len=*) , intent(in) :: mname
  real(KIND=kreal), intent(in) :: matl
  real(kind=kreal), intent(in) :: ftn(3,3)
  real(kind=kreal), intent(inout) :: strain(6)
  real(kind=kreal), intent(inout) :: stress(6)
  real(kind=kreal), intent(inout) :: fstat(:)
  real(KIND=kreal), optional :: temperature
  real(KIND=kreal), optional :: dtime

```

- mname: 材料名
- matl: 材料定数を保存する配列（最大 100）
- ftn: 変形勾配テンソル
- strain: ひずみ
- stress: 2nd Piola-Kirchhoff 応力
- fstat: 状態変数
- temperature: 温度
- dtime: 時間増分

1.9.11 ユーザー定義外部荷重の処理サブルーチン (upload.f)

ユーザー定義外部荷重を処理するインターフェースを提供する。

ユーザー定義外部荷重を利用するため、まず外部荷重を定義するための数値構造 tULoad を定義し、入力ファイルの !ULOAD を利用してその定義を読み込む。その後、以下のインターフェースを利用して、外部荷重を組み込む。

1.9.11.1 (1) 外部荷重の読み込みサブルーチン

```
integer function ureadload( fname )
character(len=*) , intent(in) :: fname
```

- fname: 外部ファイル名。このファイルからユーザー定義外部荷重を読み込む。

1.9.11.2 (2) 外部荷重を全体荷重ベクトルへ組み込むサブルーチン

```
subroutine uloading( cstep , factor , exForce )
integer , INTENT(IN) :: cstep
REAL(KIND=kreal) , INTENT(IN) :: factor
REAL(KIND=kreal) , INTENT(INOUT) :: exForce(:)
```

- cstep: 現時点の解析ステップ数
- factor: 現ステップの荷重係数
- exForce: 全体荷重ベクトル

1.9.11.3 (3) 残差応力の計算サブルーチン

```
subroutine uResidual( cstep , factor , residual )
integer , INTENT(IN) :: cstep
REAL(KIND=kreal) , INTENT(IN) :: factor
REAL(KIND=kreal) , INTENT(INOUT) :: residual(:)
```

- cstep: 現時点の解析ステップ数
- factor: 現ステップの荷重係数
- residual: 全体残差力ベクトル

1.10 hecmw_part1

hecmw_part1 は単一領域のメッシュデータを部分領域に領域分割し、並列有限要素法の計算に使用する分散メッシュデータを作成するユーティリティソフトウェアである。

データ入力に HEC-MW ライブラリのデータ入力機能を用いており、同機能で読み込みが可能な単一領域のメッシュデータ「NASTRAN, ABAQUS, FEMAP Neutral または GeoFEM フォーマットメッシュデータ」「単一領域メッシュデータ」を任意の数の部分領域に領域分割する。また、HEC-MW ライブラリのデータ出力機能を用いて「分散メッシュデータ」の出力を行っており、HEC-MW を用いて開発したソフトウェアにおいては、hecmw_part1 により作成した分散メッシュデータを用いて解析を行うことが可能である。

hecmw_part1 では、単一領域メッシュの領域分割の実施の仕方として、節点単位で領域分割を行う「節点ベース分割」、および、要素単位で領域分割を行う「要素ベース分割」の 2 種類の領域分割タイプを実装している。

領域分割手法としては、座標値を基準として部分領域への分割を行う RCB 法を用いた領域分割手法を実装しており、また、グラフ理論を領域分割に応用した METIS のライブラリへのインターフェイスを実装することで、同ライブラリにおける kMETIS と pMETIS を用いた領域分割も可能にしている。さらに、節点ベース分割においては、部分領域間のオーバーラップ深さを任意に設定することが可能であり、また、MicroAVS などで利用可能な UCD ファイルフォーマットで領域分割イメージを表示するためのファイルを出力機能も実装されている。

1.10.1 領域分割手法

hecmw_part1 は、以下の領域分割手法が利用可能である。

1.10.1.1 RCB

Recursive Coordinate Bisection の略であり、座標値の大小の基準に領域分割を行う方法である。高速で安定した手法であるが、部分領域が 2^n に限定される。単純な形状においては、有効な手法である。

1.10.1.2 METIS

高速、かつ安定した手法であり、複雑形状においても良好な領域分割が得られることから、世界中で広く利用されているオープンソースのフリーソフトウェアである。本ソフトウェアにおいては、この METIS のライブラリへのインターフェイスを備えており、pMETIS と kMETIS を直接利用して領域分割を行うことが可能である。但し、METIS が予め利用環境にインストールされていることが前提となる。METIS は以下の URL よりダウンロード可能である。

[METIS - Serial Graph Partitioning and Fill-reducing Matrix Ordering](#)

1.10.2 領域分割タイプ

本ソフトウェアにおいては、単一領域メッシュの部分領域への分割の仕方として、以下の 2 種類の領域分割タイプに対応している。

1.10.2.1 節点単位での領域分割（節点ベース分割）

図 1.3-1 に示すように、節点単位で領域分割を行う方法であり、この場合、全ての節点に対して唯一の所属部分領域が決定し、隣接する部分領域間でオーバーラップする要素が生じる。そのため、節点ベース分割においては、各部分領域は、以下に示す節点および要素の情報を所持する（図 1.3-2）。

図 1.3-1 節点単位での領域分割

図 1.3-2 各部分領域が保持する節点および要素（節点ベース分割）

- その部分領域に属している節点（内部節点）
- 内部節点を含む要素

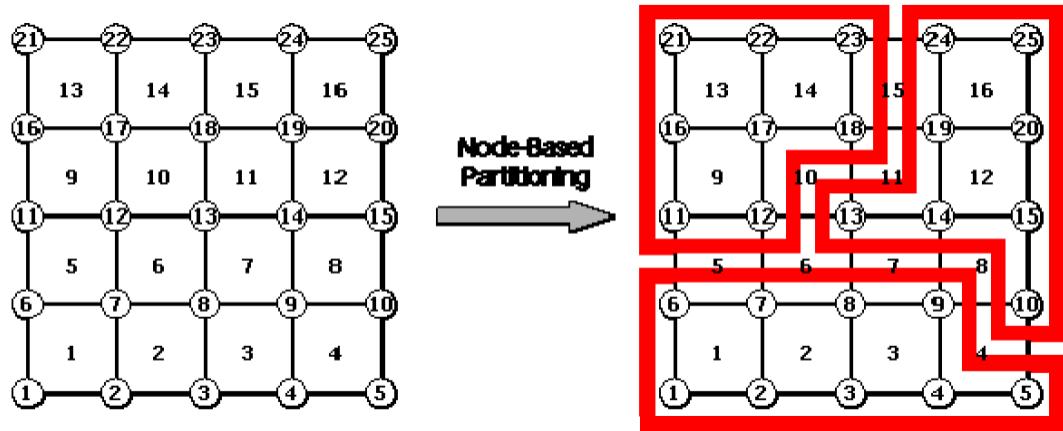


図 34 image-20201030104110865

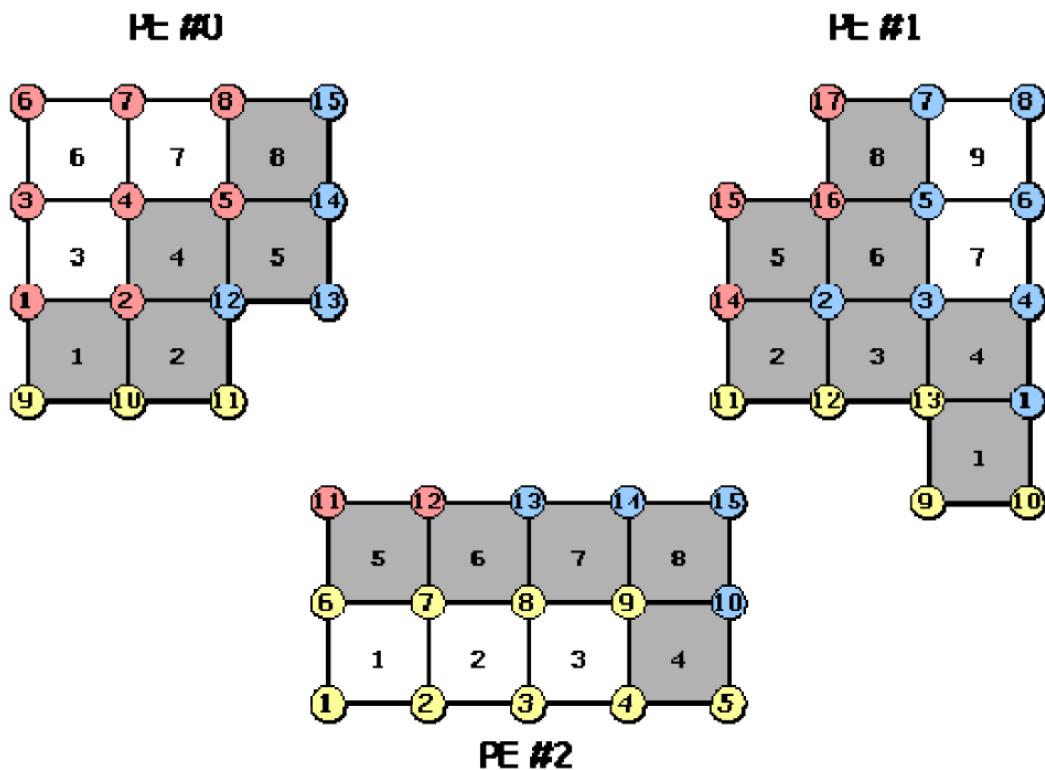


図 35 image-20201030104339847

- 内部節点を含む要素を構成する節点

また、隣接する部分領域間での通信に関する情報(通信テーブル)として、以下に示す情報を所持する。

- 輸入節点：部分領域内の節点のうち、他の部分領域に属する節点
- 输出節点：他の部分領域の輸入節点となっている内部節点
- 共有要素：他の部分領域と共有する要素

図 1.3-1 の第 2 番の部分領域における輸入節点、输出節点、および共有要素を図 1.3-3、図 1.3-4、図 1.3-5 に示す。

図 1.3-3 第 2 番の部分領域における輸入節点

図 1.3-4 第 2 番の部分領域における输出節点

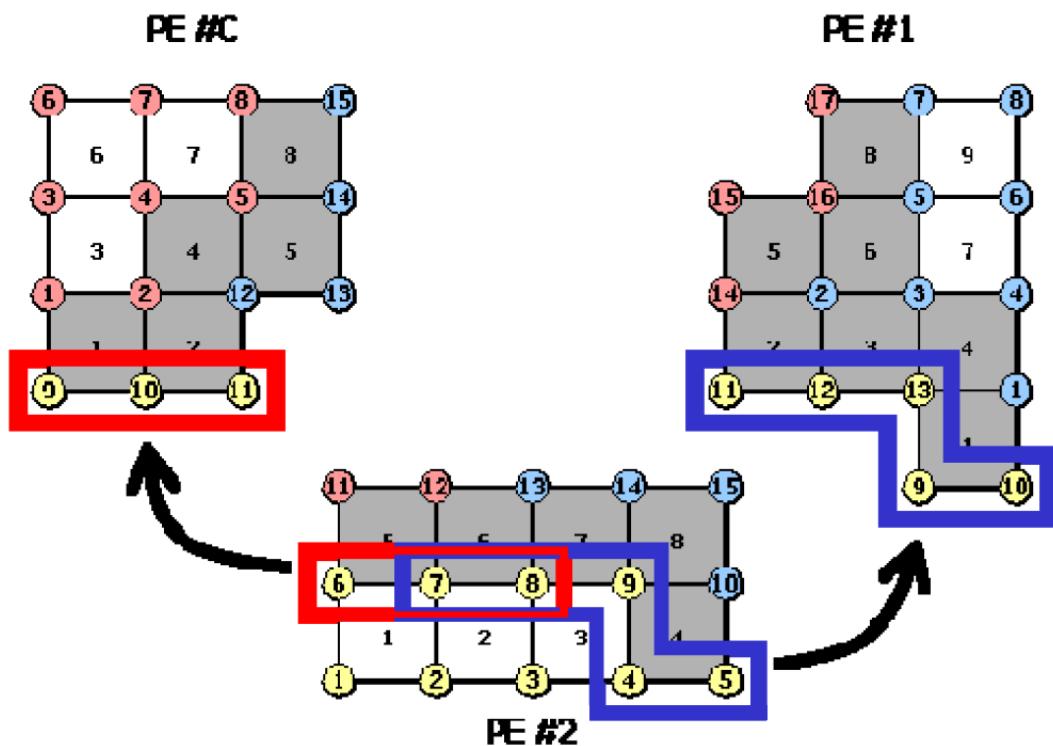


図 36 image-20201030104509833

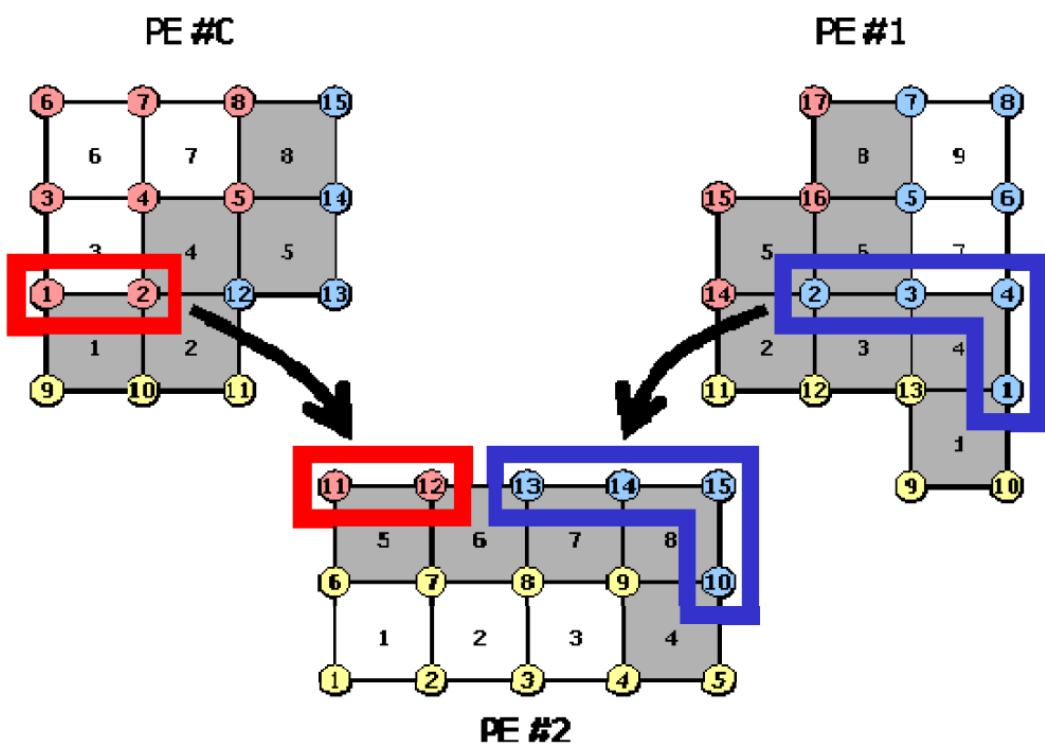


図 37 image-20201030104627609

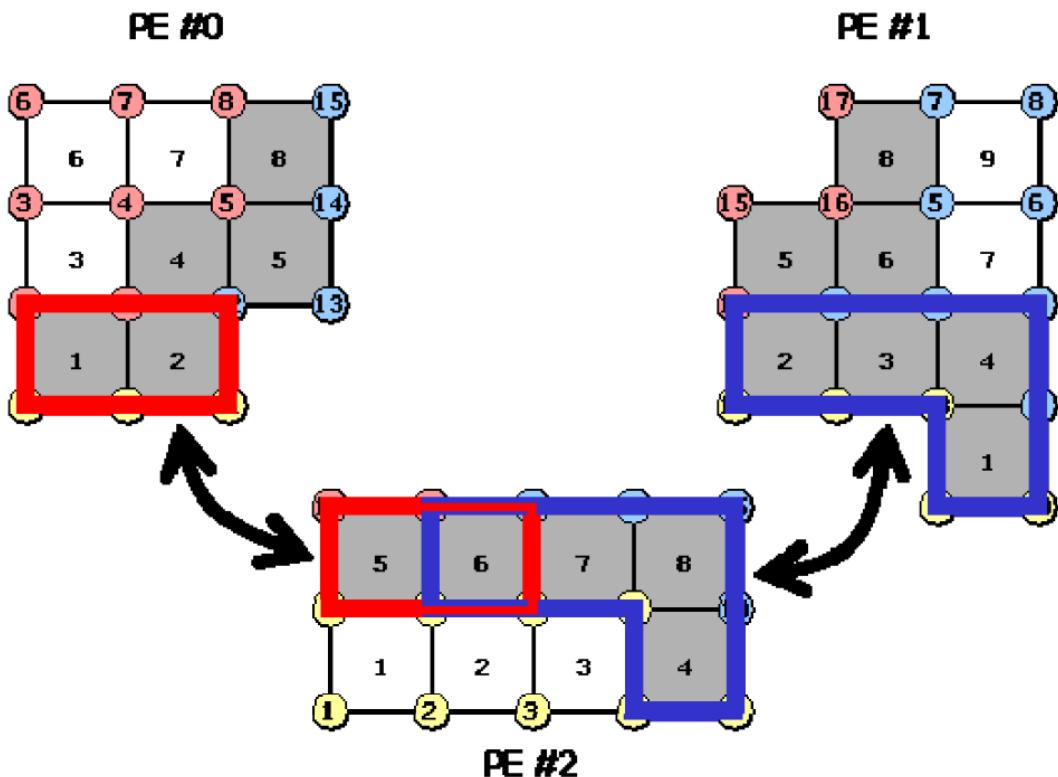


図 38 image-20201030104739009

図 1.3-5 第 2 番の部分領域における共有要素

1.10.2.2 要素単位で領域分割 (要素ベース分割)

図 1.3-6 に示すように、要素単位で領域分割を行う方法であり、この場合、全ての要素に対して唯一の所属部分領域が決定し、隣接する部分領域間でオーバーラップする節点が生じる。ゆえに、要素ベース分割においては、各部分領域は、以下に示す節点および要素の情報を所持する (図 1.3-7)。

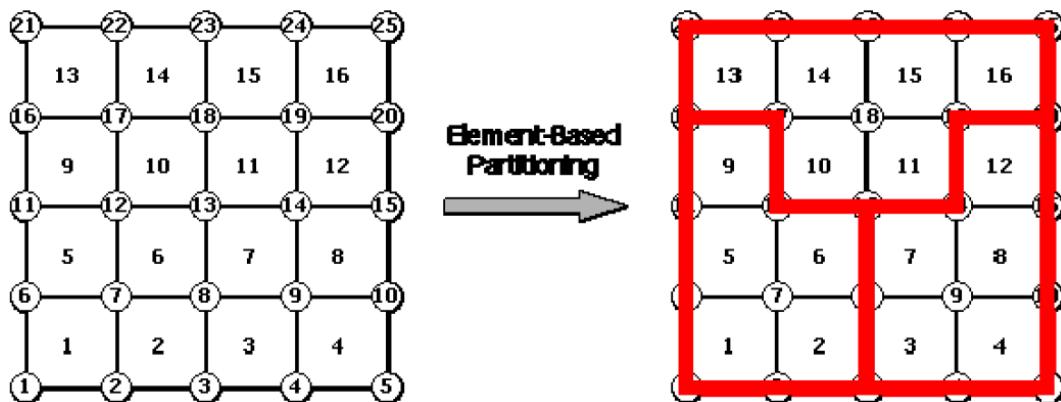


図 39 image-20201030104838092

図 1.3-6 要素単位での領域分割

図 1.3-7 各部分領域が保持する節点および要素 (要素ベース分割)

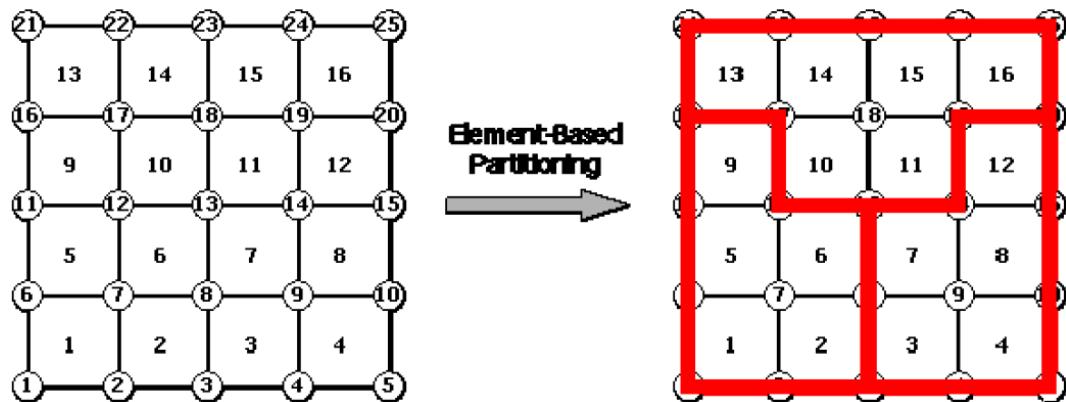


図 40 image-20201030104934764

- ・その部分領域に属している要素 (内部要素)
- ・内部要素を構成する節点
- ・内部要素を構成する節点を含む要素

また、隣接する部分領域間での通信に関する情報 (通信テーブル) として、以下に示す情報を所持する。

- ・輸入要素：部分領域内の要素のうち、他の部分領域に属する要素
- ・輸出要素：他の部分領域の輸入要素となっている内部要素
- ・共有節点：他の部分領域と共有する節点

図 1.3-7 の第 2 番の部分領域における輸入要素、輸出要素、および共有節点を図 1.3-8、図 1.3-9、図 1.3-10 に示す。

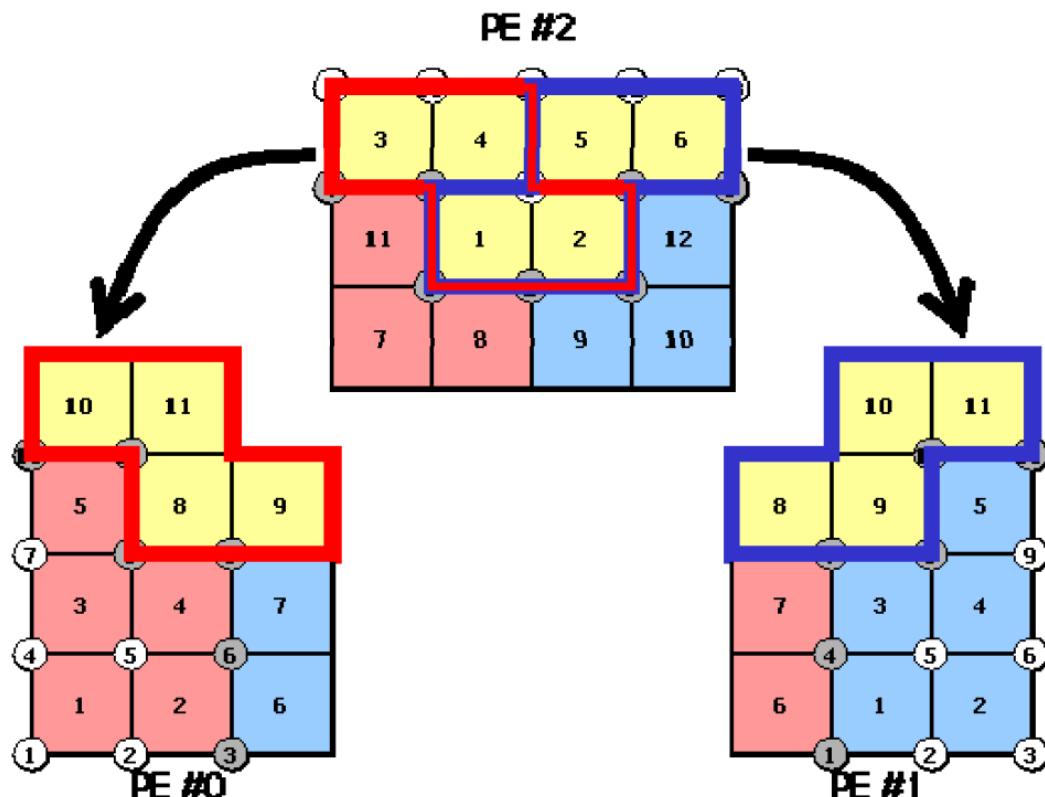


図 41 image-20201030105047789

図 1.3-8 第 2 番の部分領域における輸入要素

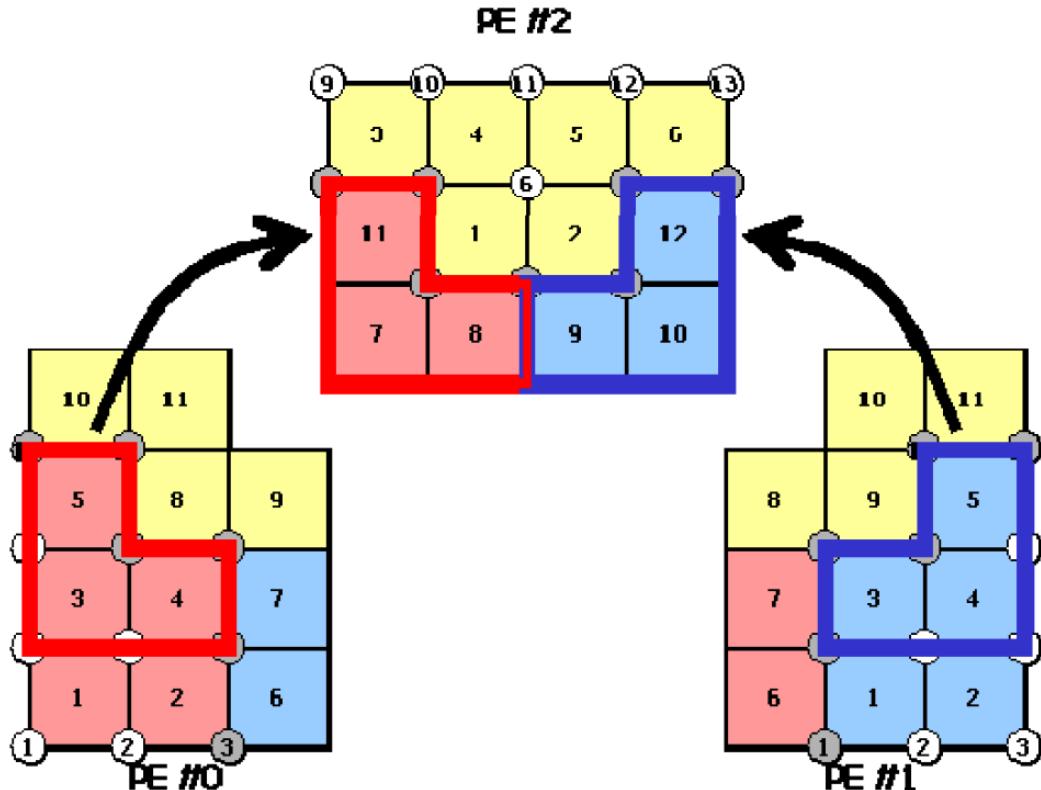


図 42 image-20201030105147038

図 1.3-9 第 2 番の部分領域における輸出要素

図 1.3-10 第 2 番の部分領域における共有節点

どちらの領域分割タイプにおいても、その通信テーブルは領域分割ユーティリティが自動的に作成し、分散メッシュデータに書き込むため、ユーザは通信に関して考慮する必要はない。

1.10.2.3 可変オーバーラップ深さ

hecmw_part1 は、部分領域間のオーバーラップ深さを任意に設定可能である（但し、領域分割タイプが節点単位での領域分割の場合に限られる）。通常、オーバーラップ深さは 1 で構わないものであるが、前処理に SAI(Sparse Approximate Inverse) を用いて接触問題や MPC 拘束問題等を解く際には、オーバーラップ深さを深くする必要がある。

1.10.2.4 領域分割イメージ図生成用 UCD ファイルの作成

hecmw_part1 は、MicroAVS 等において領域分割イメージ図を表示させるための UCD ファイルを出力することが可能である。

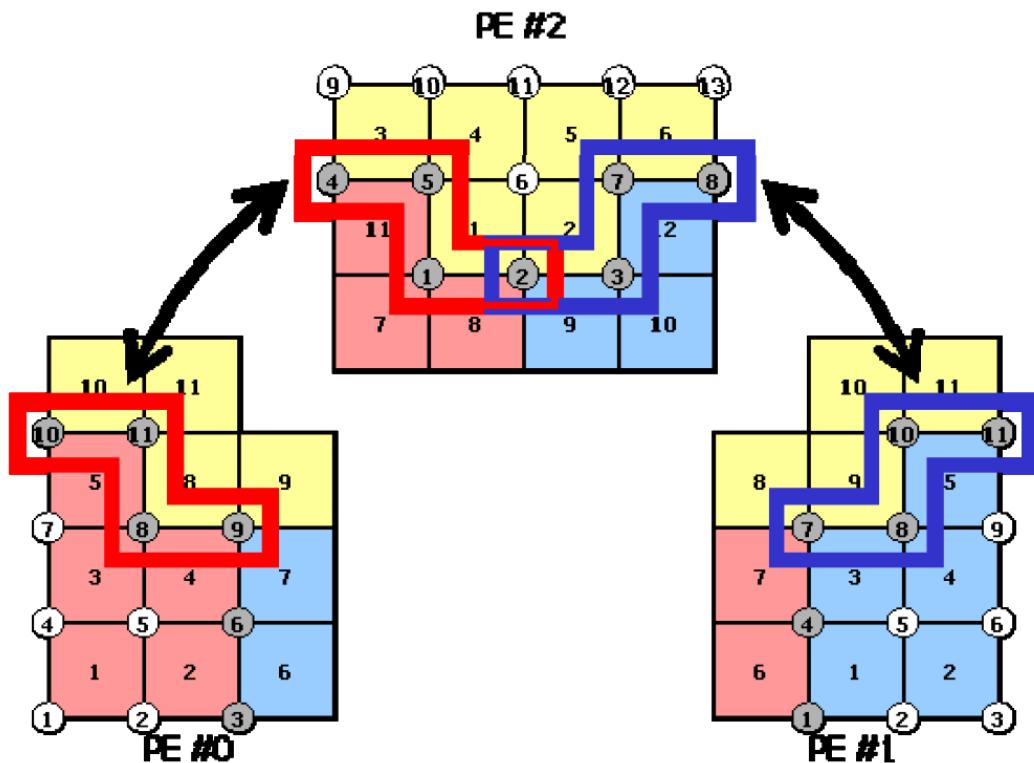


図 43 image-20201030105255224

1.10.2.5 接触点の扱い

hecmw_part1 は、接触問題を取り扱うとき、接触点に関して

`CONTACT=[DEFAULT|AGGREGATE|DISTRIBUTE|SIMPLE]`

を指定することができる。

1.10.3 実行に必要なファイル

hecmw_part1 の実行には、以下のファイルが必要である。

- ・領域分割する単一領域のメッシュデータ
- ・全体制御ファイル
- ・領域分割ユーティリティ制御ファイル

以下、これらのファイルについて述べる。

1.10.3.1 領域分割する単一領域のメッシュデータファイル

本ソフトウェアのデータ入力機能については HEC-MW ライブラリのデータ入力機能を利用しておる、同機能が入力可能な単一領域のメッシュデータを入力データとして領域分割を行うことが可能である。

1.10.3.2 全体制御ファイル

本ソフトウェアは、表示するメッシュデータの指定に HEC-MW の全体制御ファイルを用いている。本ソフトウェアの実行にあたっては、全体制御ファイルに以下の指定が必要である。

- 領域分割する単一領域のメッシュデータのファイル名
- 作成する分散メッシュデータのファイル名のヘッダー

以下に、全体制御ファイルの記述例を示す。

mesh.dat というファイル名の単一領域メッシュデータを領域分割し、mesh.dist.0, mesh.dist.1, … というファイル名の分散メッシュデータを作成する場合、その全体制御ファイル (hecmw_ctrl.dat) の記述は以下の通りである。

```
# 領域分割する 単一領域 メッシュデータ の 定義
!MESH, NAME=part_in, TYPE=HECMW-ENTIRE
mesh.dat
# 作成する 分散 メッシュデータ の 定義
!MESH, NAME=part_out, TYPE=HECMW-DIST
mesh.dist
```

ここで、領域分割する単一領域メッシュデータの定義 (記述例 1 つ目の!MESH)において、その NAME オプションに指定する文字列は part_in に固定されている。また、作成する分散メッシュデータの定義 (記述例 2 つ目の!MESH)において、その NAME オプションに指定する文字列は part_out に、TYPE オプションに指定するファイルフォーマットの指定子は HECMW-DIST に固定されている。これらのオプションに指定の文字列等が記述されていない場合にはエラーとなる。

1.10.3.3 領域分割ユーティリティ制御ファイル

hecmw_part1 は、領域分割手法、領域分割数などの領域分割条件を「領域分割ユーティリティ制御ファイル (hecmw_part_ctrl.dat)」にて設定する。この制御マニュアルの記述法を以下に示す。

この制御ファイルのデフォルトのファイル名は hecmw_part_ctrl.dat である。

適用例の章において、各例題の領域分割ユーティリティ制御ファイルの内容を示してある。記述の際に参考にされたい。

1.10.3.3.1 1 行目

```
!PARTITION, TYPE=<type>, METHOD=<method>, DOMAIN=<domain> [, optional parameter]
```

パラメータ

| | |
|---------|-----------------------------|
| TYPE | 領域分割タイプ (必須) |
| METHOD | 領域分割手法 (必須) |
| DOMAIN | 領域分割数 (必須) |
| DEPTH | オーバーラップ深さ (省略可) |
| UCD | 領域分割イメージ用 UCD ファイルの出力 (省略可) |
| CONTACT | 151 |

| パラメータ | パラメータ値 | 内容 |
|---------|---------------|--|
| TYPE | NODE-BASED | 節点ベース分割 |
| | ELEMENT-BASED | 要素ベース分割 |
| METHOD | RCB | RCB 法、2 行目に分割基準軸の指定が必須 |
| | KMETIS | kMETIS |
| | PMETIS | pMETIS |
| DOMAIN | | 領域分割数 |
| DEPTH | | 部分領域のオーバーラップ深さ (省略時は DEPTH=1) TYPE=ELEMENT-BASED の時は無効 |
| UCD | | UCD ファイル名 (省略可) |
| CONTACT | DEFAULT | |
| | AGGREGATE | |
| | DISTRIBUTE | |
| | SIMPLE | |

1.10.3.3.2 2 行目 (METHOD=RCB の場合のみ必須)

(2 行目) DIR1, DIR2, DIR3, ... (分割回数分指定)

| 変数名 | 属性 | 内容 |
|------|----|--------------------------|
| DIRX | C | 分割基準軸 (小文字の x, y, z で指定) |

1.10.3.3 制御ファイルの実例

実例 1

```
!PARTITION, TYPE=NODE-BASED, METHOD=RCB, DOMAIN=8, DEPTH=1, UCD=mesh.inp
x, y, z
```

実例 2

```
!PARTITION, TYPE=ELEMENT-BASED, METHOD=PMETIS, DOMAIN=32
```

1.10.4 実行方法

本ソフトウェアの起動コマンドは以下の通り。

```
$ hecmw_part1 [-f <part_ctrl_filename>]
```

ここで, -f オプションにより, 領域分割ユーティリティ制御ファイルのファイル名の指定が可能である。このオプションが省略された場合には, 実行ディレクトリにあるデフォルトのファイル名 (hecmw_part_ctrl.dat) のファイルから領域分割ユーティリティ制御情報を読み込む。

また、hecmw_part1 の実行時には、全体制御ファイルは実行ディレクトリに、領域分割する単一領域メッシュデータファイルは全体制御ファイルで指定したディレクトリに配置する。

1.10.5 適用例

1.10.5.1 単純立方体モデル (48 節点 × 48 節点 × 48 節点)

- 要素タイプ：六面体 1 次要素
- 節点数：110,592
- 要素数：103,823

1.10.5.1.1 領域分割ユーティリティ制御ファイル記述例

```
!PARTITION, TYPE=NODE-BASED, METHOD=RCB, DOMAIN=64, UCD=cube.rcb.inp
x, y, z, x, y, z
```

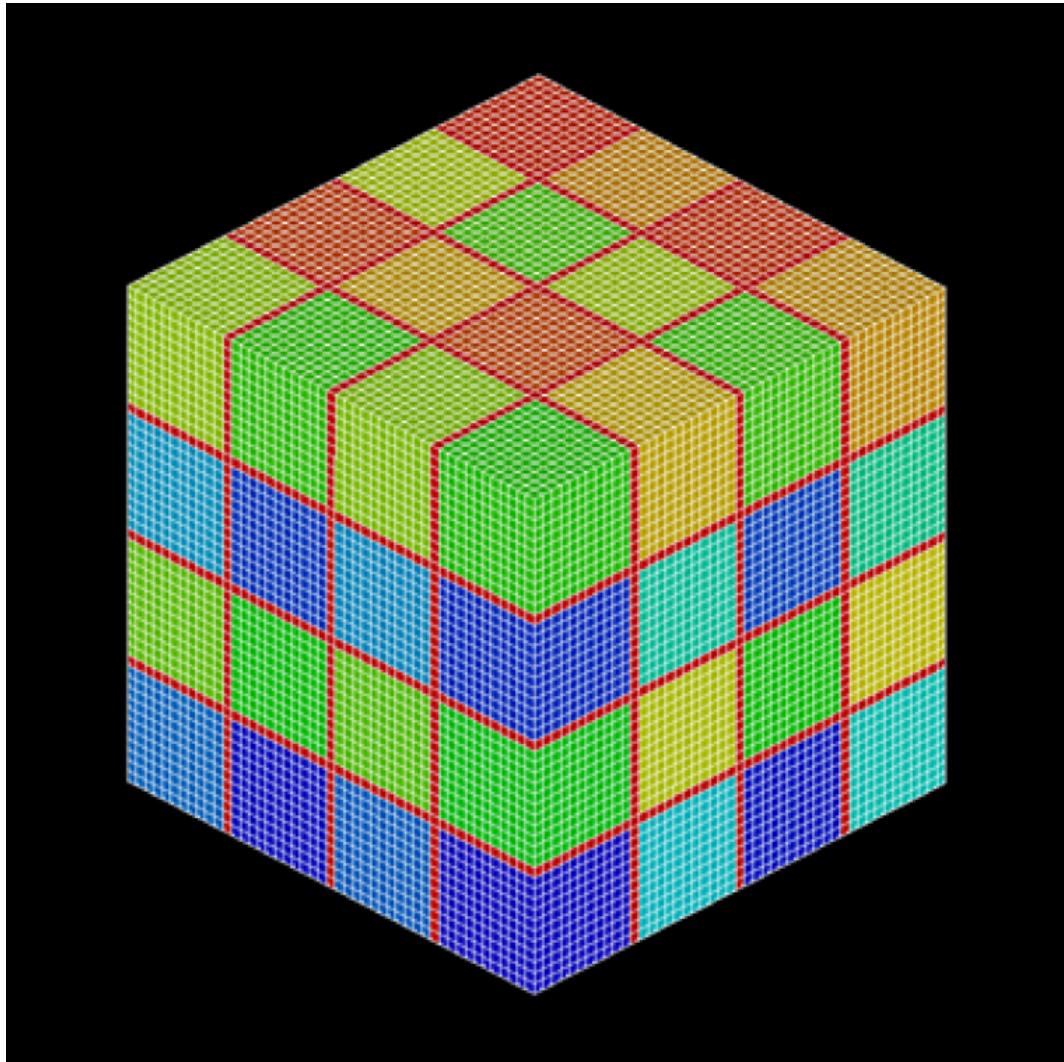


図 44 image-20201030105517738

図 4.1-1 領域分割ユーティリティ適用例 1:単純立方体モデル (節点ベース分割,RCB 法,edgecut 数:20,736/324,864)

1.10.5.1.2 領域分割ユーティリティ制御ファイル記述例

```
!PARTITION, TYPE=NODE-BASED, METHOD=KMETIS, DOMAIN=64, UCD=cube.kmetis.inp
```

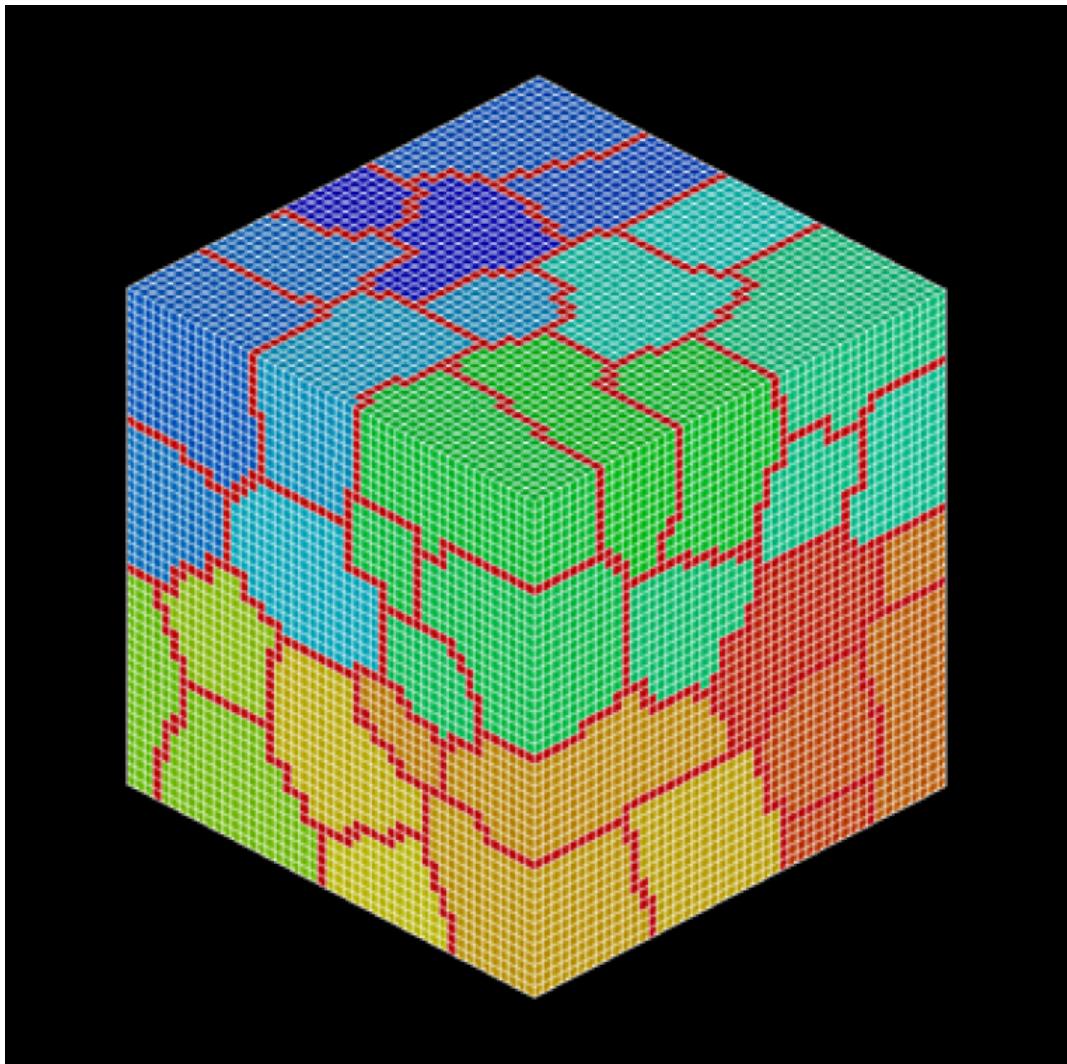


図 45 image-20201030105810931

図 4.1-2 領域分割ユーティリティ適用例 1:単純立方体モデル (節点ベース分割,kMETIS,edgecut 数:26,160/324,864)

1.10.5.2 赤門(東京大学本郷キャンパス)モデル

- 要素タイプ：四面体一次要素
- 節点数：3,550
- 要素数：10,156

1.10.5.2.1 領域分割ユーティリティ制御ファイル記述例

```
!PARTITION, TYPE=NODE-BASED, METHOD=RCB, DOMAIN=32, UCD=akamon.rcb.inp  
x, y, z, x, y
```



図 4.2-1 領域分割ユーティリティ適用例 2:赤門モデル (節点ベース分割, RCB 法, edgecut:4,396/17,180)

1.10.5.2.2 領域分割ユーティリティ制御ファイル記述例

```
!PARTITION, TYPE=NODE-BASED, METHOD=PMETIS, DOMAIN=32, UCD=akamon.kmetis.inp
```

図 4.2-2 領域分割ユーティリティ適用例 2:赤門モデル (節点ベース分割,pMETIS,edgetcut:2,119/17,180)

1.10.5.3 本州モデル

- 要素タイプ：三角形一次要素



図 47 image-20201030110233242

- 節点数 : 21,285
- 要素数 : 40,548

1.10.5.3.1 領域分割ユーティリティ一制御ファイル記述例

```
!PARTITION, TYPE=ELEMENT-BASED, METHOD=RCB, DOMAIN=64, UCD=honshu.rcb.inp
x, y, x, y, x, y
```

図 4.3-1 領域分割ユーティリティ適用例 3:本州モデル (要素ベース分割, RCB 法, edgecut:17,241/237,627)

1.10.5.3.2 領域分割ユーティリティ一制御ファイル記述例

```
!PARTITION, TYPE=ELEMENT-BASED, METHOD=KMETIS, DOMAIN=64, UCD=honshu.kmetis.inp
```

図 4.3-2 領域分割ユーティリティ適用例 3:本州モデル (要素ベース分割,kMETIS,edgecut:11,657/237,627)

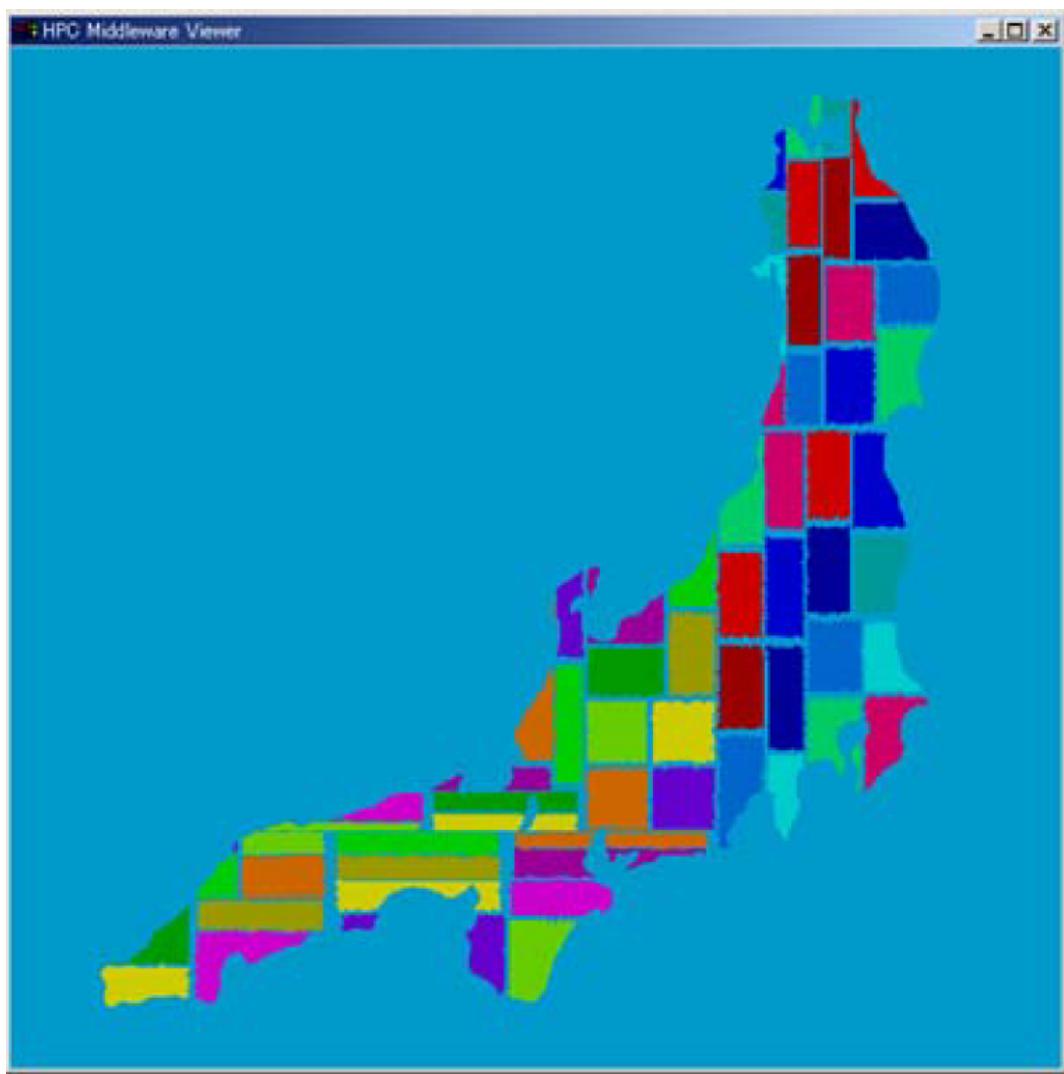


図 48 image-20201030110424834

1.10.5.4 黒鉛ブロックモデル

- 要素タイプ：六面体一次要素
- 節点数：1,308
- 要素数：795

1.10.5.4.1 領域分割ユーティリティ制御ファイル記述例

```
!PARTITION, TYPE=NODE-BASED, METHOD=RCB, DOMAIN=4, DEPTH=1, UCD=carbon.1.inp
x, y
```

図 4.4-1 領域分割ユーティリティ適用例 4: 黒鉛ブロックモデル (オーバーラップ深さ変更例, DEPTH=1)

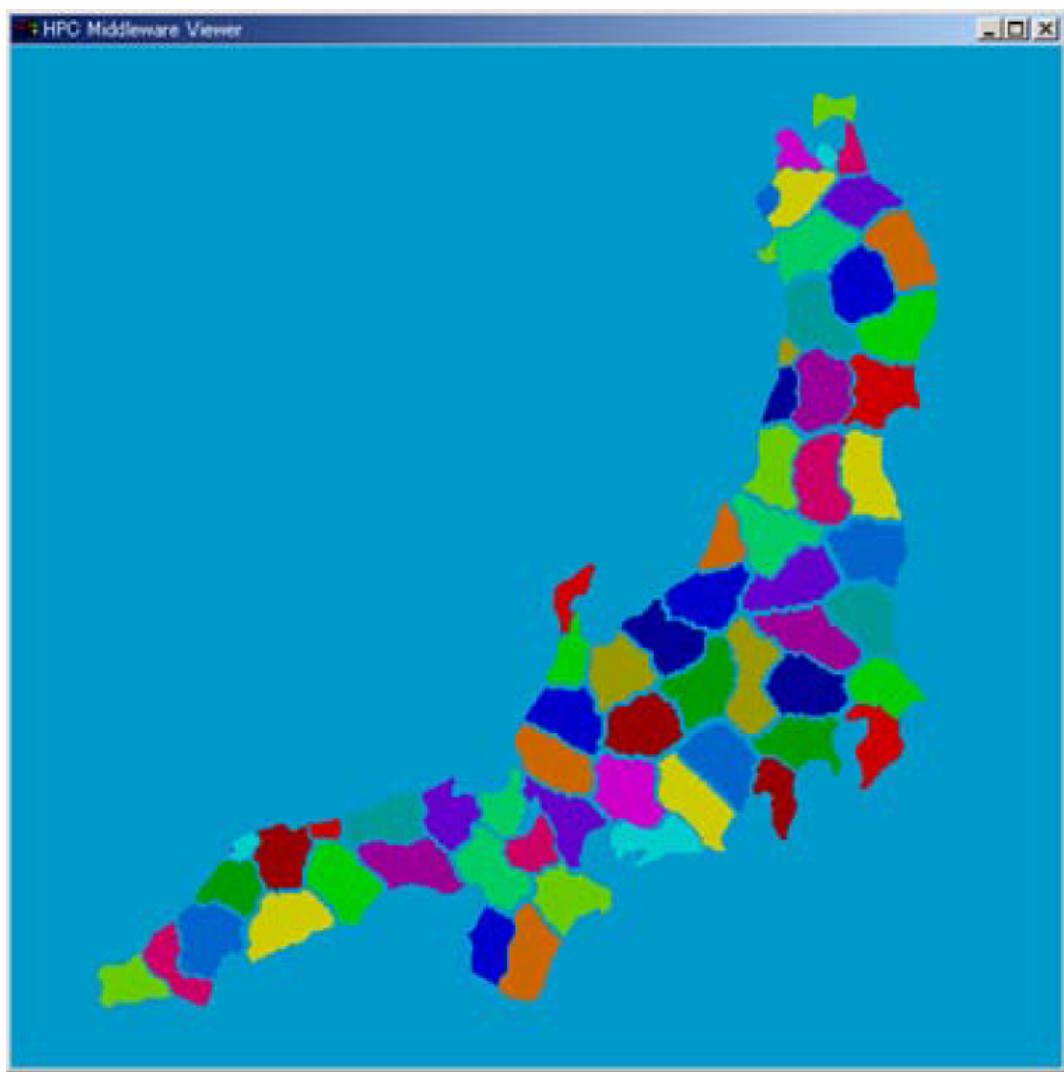


図 49 image-20201030110620826

1.10.5.4.2 領域分割ユーティリティ制御ファイル記述例

```
!PARTITION, TYPE=NODE-BASED, METHOD=RCB, DOMAIN=4, DEPTH=2, UCD=carbon.2.inp
x, y
```

図 4.4-2 領域分割ユーティリティ適用例 4: 黒鉛ブロックモデル (オーバーラップ深さ変更例, DEPETH=2)

1.10.6 エラーメッセージ

1.10.6.1 HECMW-PART-E0001: No such file or directory

指定したファイルが存在しない

1.10.6.2 HECMW-PART-E0002: File close error

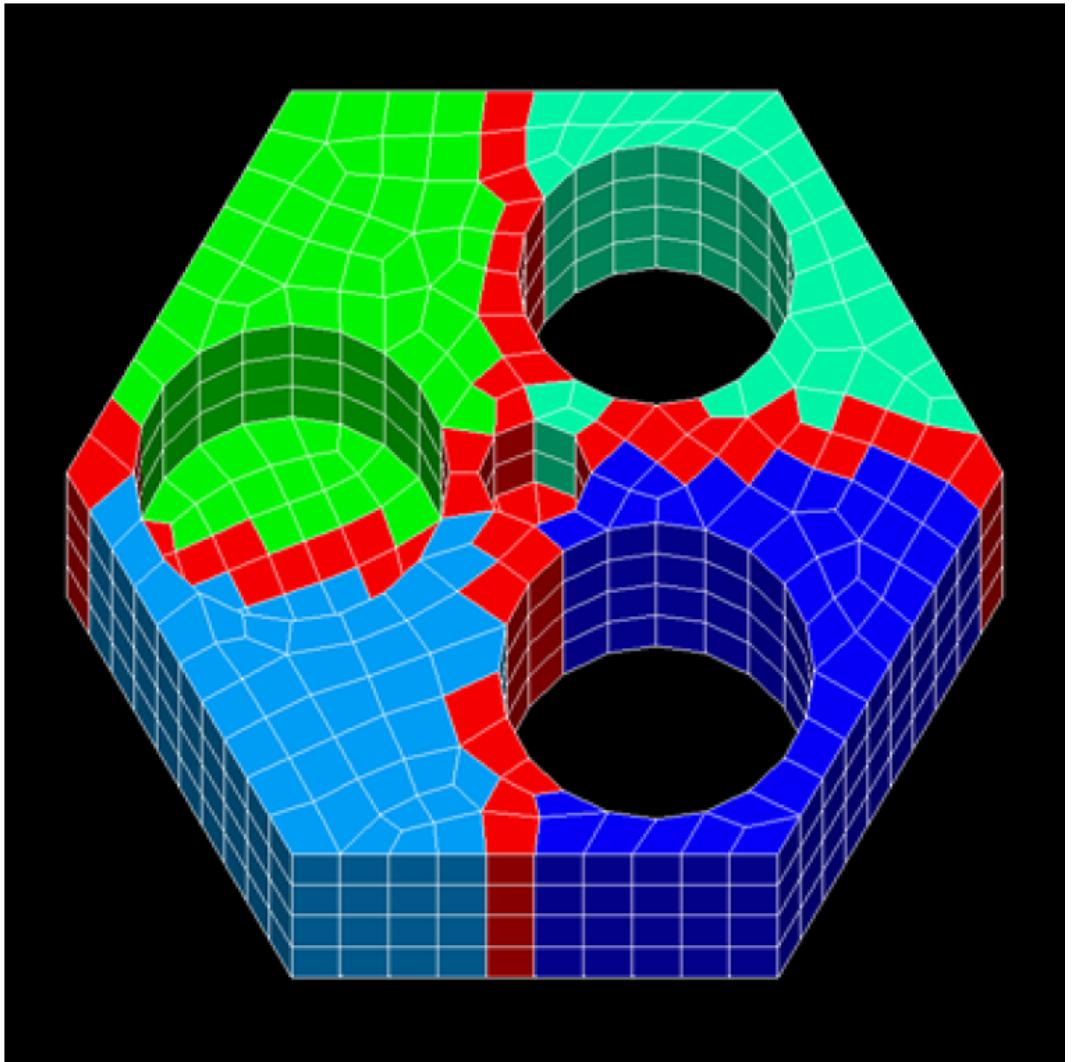


図 50 image-20201030110812168

ファイルを閉じる際に予期せぬエラーが発生した

1.10.6.3 HECMW-PART-E0003: Too long file name

ファイル名が長すぎる

1.10.6.4 HECMW-PART-E0004: NULL pointer was found

不正なヌルポインタを検出した

1.10.6.5 HECMW-PART-E0005: Invalid EOF is found

予期せぬ EOF を検出した

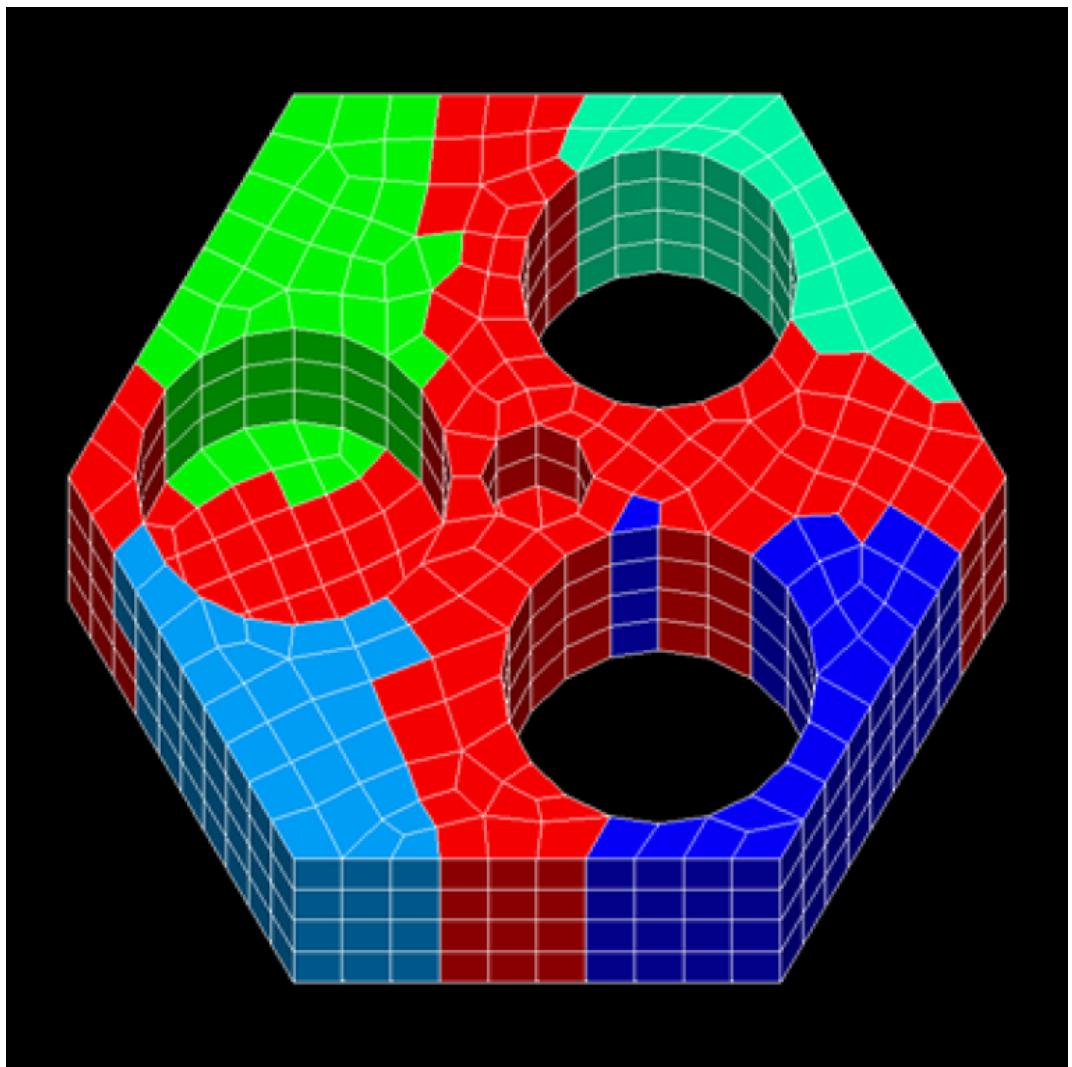


図 51 image-20201030111036176

1.10.6.6 HECMW-PART-E0006: Invalid argument is found

不正な引数を検出した

1.10.6.7 HECMW-PART-E0101: Invalid token found

無効なトークンを検出した

1.10.6.8 HECMW-PART-E0111: 'TYPE' must not be omitted

!PARTITION の必須のオプションである'TYPE' が見つからない

1.10.6.9 HECMW-PART-E0121: 'METHOD' must not be omitted

!PARTITION の必須のオプションである'METHOD' が見つからない

1.10.6.10 HECMW-PART-E0131: 'DOMAIN' must not be omitted

!PARTITION の必須のオプションである'DOMAIN' が見つからない

1.10.6.11 HECMW-PART-E0134: 'METHOD' is 'RCB', but 'DOMAIN' is not n-th power of 2

'METHOD' に'RCB' が指定されているが'DOMAIN' の値が 2 のべき乗でない

1.10.6.12 HECMW-PART-E0161: Partitioning directions are not enough

分割軸方向の指定が足りない

1.10.6.13 HECMW-PART-E0201: Invalid partitioning type is found

不正な領域分割タイプを検出した

1.10.6.14 HECMW-PART-E0202: Invalid partitioning method is found

不正な領域分割法を検出した

1.10.6.15 HECMW-PART-E0203: Invalid element type is found

不正な要素タイプを検出した

1.10.6.16 HECMW-PART-E0204: Invalid partitioning direction is found

不正な分割軸方向を検出した

1.10.6.17 HECMW-PART-E0205: Invalid number of sub-domains is found

不正な部分領域数を検出した

1.10.6.18 HECMW-PART-E0206: Invalid overlapping depth is found

不正な部分領域間オーバーラップ深さを検出した

1.10.6.19 HECMW-PART-E0211: Stack overflow

スタック配列がオーバーフローした

1.10.6.20 HECMW-PART-E0301: Domain number is outside of the range

部分領域番号が部分領域数を超えてる

1.10.6.21 HECMW-PART-E0311: Number of nodes is outside of the range

不正な節点数を検出した

1.10.6.22 HECMW-PART-E0312: Number of internal nodes is outside of the range

不正な内部節点数を検出した

1.10.6.23 HECMW-PART-E0321: Number of elements is outside of the range

不正な要素数を検出した

1.10.6.24 HECMW-PART-E0322: Number of internal elements is outside of the range

不正な内部要素数を検出した

1.10.6.25 HECMW-PART-E0331: Number of neighboring sub-domains must be grater than or equal 0
隣接部分領域数が 0 より小さい

1.10.6.26 HECMW-PART-E0501: Log file has not initialized yet
ログファイルの初期化処理が行われていない

1.10.6.27 HECMW-PART-E9999: Fatal error
深刻なエラーが発生した

1.10.6.28 HECMW-PART-W0162: Too many partitioning directions are specified
必要数以上の分割軸方向が指定された

1.10.6.29 HECMW-PART-W0401: EQUATION_BLOCK is not found
EQUATION_BLOCK が見つからない

1.10.6.30 HECMW-PART-W0502: Log file for practitioner has already initialized
ログファイルの初期化処理が複数回呼び出された

1.11 hecmw_vis1

1.12 hec2rcap

1.13 rconv

1.14 rmerge