

FrontISTR 解析マニュアル

FrontISTR Commons

2019年7月30日

目次

1	FrontISTR 解析マニュアル	2
1.1	マニュアルリスト	2
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	5
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	8
1.4	解析手順	9
1.4.1	逐次処理による解析	9
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	22
1.5.3	非線形静解析	26
1.6	全体制御データ	27
1.6.1	全体制御データ概要	27
1.6.2	入力規則	27
1.6.3	ヘッダー一覧	27
1.7	単一領域メッシュデータ	32
1.7.1	単一メッシュデータ概要	32
1.7.2	入力規則	32
1.7.3	単一領域メッシュデータのヘッダー一覧	33
1.8	解析制御データ	56
1.8.1	解析制御データ概要	56
1.8.2	入力規則	57

1.8.3	解析制御データ	58
1.8.4	解析制御データのパラメータ詳細	84
1.8.5	ソルバー制御データ	123
1.8.6	ポスト処理(可視化)制御データ	126
1.9	ユーザーサブルーチン	137
1.9.1	ユーザー定義材料の入力	137
1.9.2	弾塑性変形に関するサブルーチン (<code>uyield.f90</code>)	137
1.9.3	弾性変形に関するサブルーチン (<code>uelastic.f90</code>)	138
1.9.4	ユーザー定義材料に関するサブルーチン (<code>umat.f</code>)	139
1.9.5	ユーザー定義外部荷重の処理サブルーチン (<code>uload.f</code>)	140
1.10	ステップ制御	141
1.10.1	解析上の時間について	141
1.10.2	静解析の制御	141
1.10.3	動解析の制御	144

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	5.0
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

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。出力時に単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、単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、予め単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。

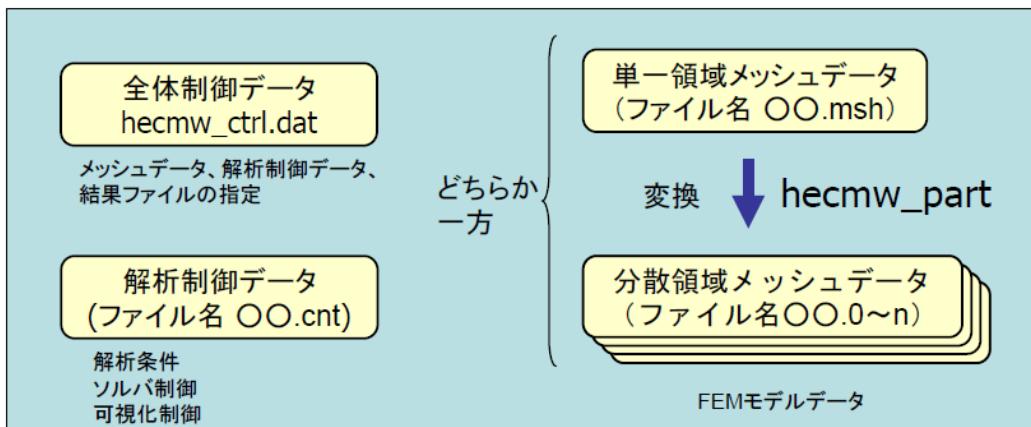
全体制御データ、解析制御データおよび単一領域メッシュデータはテキストデータであり、ユーザーはこのマニュアルの説明したがって、適当なエディタを用いて作成、編集することが可能であるが、FrontISTR の付属のツールとして、市販のプリポストプロセッサである Femap のサポートするニュートラルファイル (*.neu) を FrontISTR 入力データに変換する neu2fstr を用いて作成することもできる。

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。



(a) 入力ファイル



(b) 出力ファイル

図 1 FrontISTR 入出力ファイル

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（単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
```

```
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。
- ・ 接触解析についての並列計算は直接法のみ対応している。
- ・ 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 output 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 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。

1.4.2.4.5 (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 output されます。また、物理量の最大/最小値や固有値解析結果も output 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 output 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 output 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
ソリッド要素	241	4 節点四角形要素
	242	8 節点四角形二次要素
ソリッド要素	301	2 節点ト拉斯要素
	341	4 節点四面体要素
インターフェース要素	342	10 節点四面体二次要素
	351	6 節点五面体要素
梁要素	352	15 節点五面体二次要素
	361	8 節点六面体要素
シェル要素	362	20 節点六面体二次要素
	541	四角形断面一次要素
梁要素	542	四角形断面二次要素
	611	2 節点梁要素
シェル要素	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
シェル要素	732	6 節点三次元二次要素
	741	4 節点三次元一次要素
	743	9 節点三次元二次要素

要素種類	要素番号	説明
	761	3 節点三次元一次要素（3 自由度節点 6 点による）
	781	4 節点三次元一次要素（3 自由度節点 8 点による）

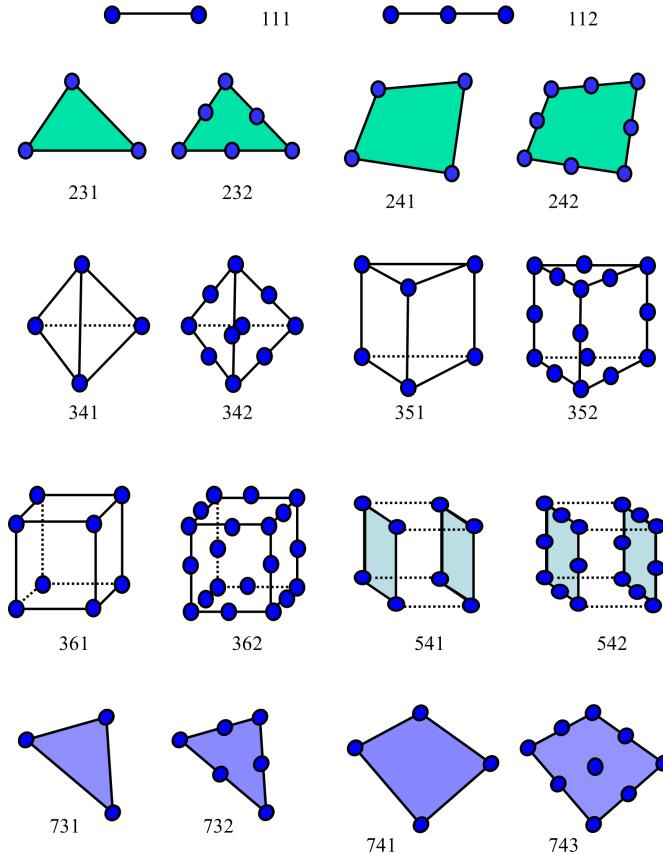


図 2 要素ライブラリ

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)

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

面番号	一次	二次
3	3 - 1	3 - 5 - 1

1.5.1.3 (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)

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

面番号	一次	二次
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

1.5.1.7 (梁要素)

1.5.1.8 (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)

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)

節点1, 2, 3は並進自由度、節点4, 5, 6は回転自由度

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

1.5.1.11 (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]

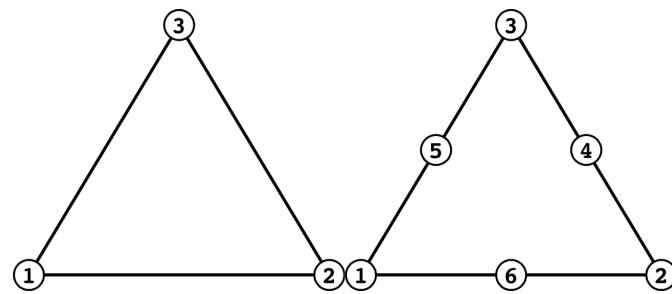


図 4 三角形平面要素

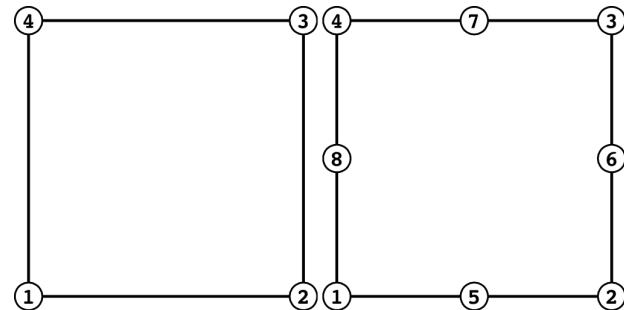


図 5 四角形平面要素

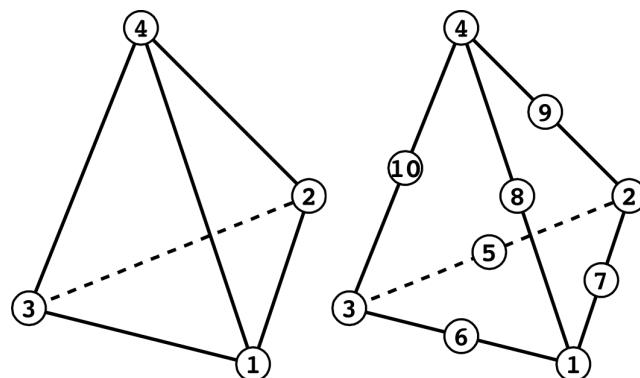


図 6 四面体要素

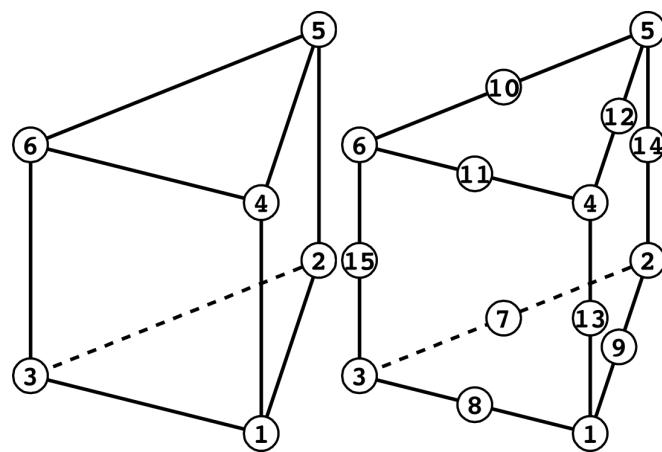


図 7 五面体要素

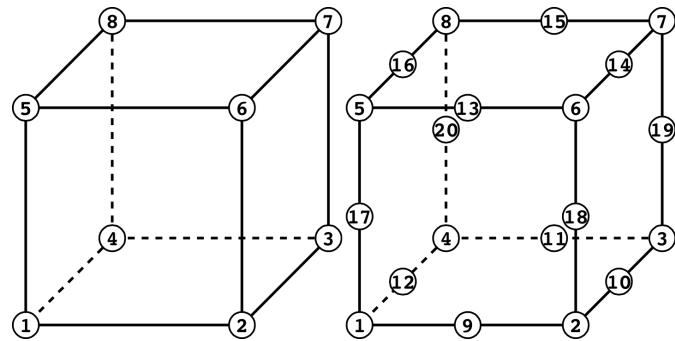


図 8 六面体要素



図 9 梁要素



図 10 3自由度節点による梁要素

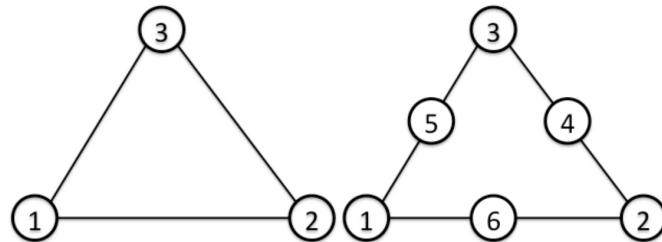


図 11 三角形シェル要素

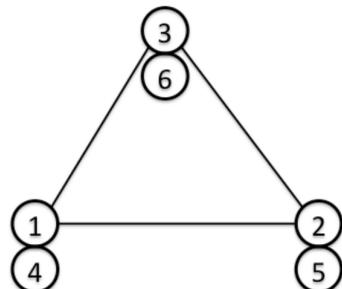


図 12 3自由度節点による三角形シェル要素

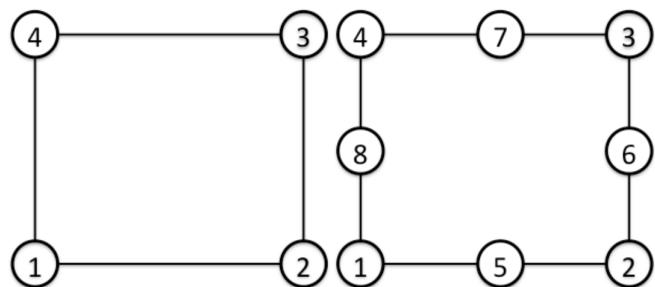


図 13 四角形シェル要素

1.5.1.12 (3自由度節点による四角形シェル要素)

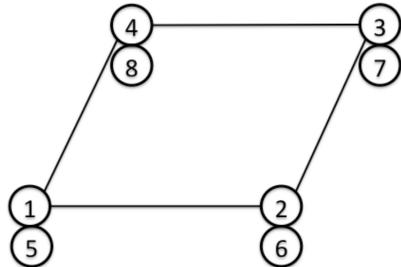


図 14 3自由度節点による四角形シェル要素

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

1.5.2 材料データ

1.5.2.1 弾性静解析、線形動的解析および固有値解析

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 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輻射係数である。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種の物値を定義の意
```

```
!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できる。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 層)
- 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 层)
- 第 15 パラメータ: せん断係数 G23(第 2 层)
- 第 16 パラメータ: せん断係数 G13(第 2 层)
- 第 17 パラメータ: 異方性角度 θ (第 2 层)

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）

1.6 全体制御データ

1.6.1 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。

1.6.2 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っているなければならない。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” で始まっているなければならない。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。

1.6.3 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。

1.6.3.1 !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。
------	--

1.6.3.2 !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。

1.6.3.3 !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。

1.6.3.4 !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
```

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

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	30

パラメータ名	パラメータ値	内容
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。

1.6.3.5 !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

!SUBDIR, ON
 , optional parameter

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。

1.7 単一領域メッシュデータ

1.7.1 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。

1.7.2 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 単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るなければならない。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” で始まっているなければならない。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 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
!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

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。

1.7.3.1 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

```

1.7.3.2 !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)

パラメータ		
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
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

1.7.3.3 !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。

1.7.3.4 !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	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
```

1.7.3.5 !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
```

1.7.3.6 !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。

1.7.3.7 !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 , TEMPm-N
```

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
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 種の物値を定義の意

!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 では熱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'
45

```

```

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

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

hecMESH%material%mat_VAL (13)= 5000.0d0

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

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

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

```

```

hecMESH%material%mat_TEMP (25)=    3.0d0
hecMESH%material%mat_VAL (26)= 3103.0d0
hecMESH%material%mat_TEMP (26)=    4.0d0

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

```

1.7.3.8 !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
```

1.7.3.9 !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」
```

1.7.3.10 !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） 50

パラメータ

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 >	ユーザー定義による材料名
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
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
```

1.7.3.11 !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
```

1.7.3.12 !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

1.7.3.13 !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 SURF-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） 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

1.7.3.14 !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

1.8 解析制御データ

1.8.1 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。

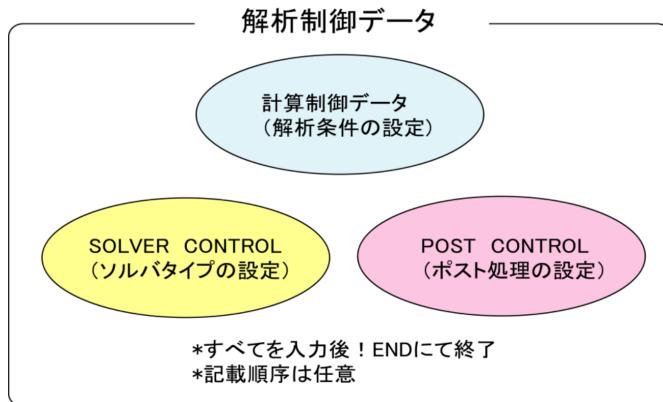


図 15 解析制御データ

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。

1.8.1.1 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, 2
1.0e-8,1.0,0.0
```

```

##### ポスト制御(可視化)データ部分 #####
### 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

```

1.8.2 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。

1.8.3 解析制御データ

1.8.3.1 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
- 熱荷重
- 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
- 輻射熱伝達境界
- 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

ヘッダー	意味	備考	説明番号
!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
!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	粘弾性材料物性		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
!FULD	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。

1.8.3.2 全解析に共通な制御データ

1.8.3.2.1 解析制御データ例

```
#### Control File for FISTR
!VERSION 1-1
3
!SOLUTION, TYPE=STATIC 1-2
60
```

!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

1.8.3.2.2 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

1.8.3.3 静解析制御データ

1.8.3.3.1 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

```

1.8.3.3.2 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 1.0E-05	SUBSTEPS 10	MAXITER 30	AMP

1.8.3.4 固有値解析制御データ

1.8.3.4.1 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, 1.0E-8, 60
!BOUNDARY
      FIX, 1, 2, 0.0
!END                            1-12
```

1.8.3.4.2 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 3,	tolerance 1.0E-08,	LCZMAX 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 FIX,	DOF_idS 1,	DOF_idE 3,	Value 0.0

1.8.3.5 热伝導解析制御データ

1.8.3.5.1 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
!SFILEM                          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
```

1.8.3.5.2 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
65

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
	66

面グループ名	熱流束値
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 FSURF,	LOAD_type F1,	Value 1.0,	Sink 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 SFSURF,	Value 1.0,	Sink 800.0

4-8 !RADIATE

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 RSURF,	LOAD_type R1,	Value 1.0E-09,	Sink 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

1.8.3.6 動解析制御データ

1.8.3.6.1 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
```

2-11 !STEP, CONVERG=1.E-10, MAXITER=20 ##### 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 1.0E-10	SUBSTEPS	ITMAX 20

1.8.3.7 動解析 (周波数応答解析) 制御データ

1.8.3.7.1 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

```

1.8.3.7.2 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。

1.8.3.8 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)

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
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

1.8.3.9 ソルバー制御データ

1.8.3.9.1 ソルバー制御データ例

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

1.8.3.9.2 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
 (DIRECTは直接法、そのほかCG、BiCGSTAB、GMRES、GPBiCGなどがある)
 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
 TIMELOG= ソルバー計算時間出力の有無
 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
 MPCMETHOD= 多点拘束処理の手法
 (1: ペナルティ法、2: MPC-CG法、3: 陽的自由度消去法)
 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			
NIER	iterPREMAX	NREST	NCOLOR_IN
10000	2		

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	SIGMA_DIAG	SIGMA
1.0e-8,	1.0,	0.0

1.8.3.10 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。

1.8.3.10.1 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

1.8.3.10.2 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: 等値 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: 色分けによる等値線 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)
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	等値線数を指定する。 (省 略値: 5)

番号	キーワード	型	内容
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_range2 + y_range2 + z_range2) / 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)
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)

番号	キーワード	型	内容
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

1.8.3.10.3 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)

	キーワード	型	内容
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, x, y, z 例) !position_of_lights=100.0, 200.0, 0.0
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)

	キーワード	型	内容
P2-8	ambient_coef	real	周囲の明るさを指定する。(省略値: 0.3)
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)

	キーワード	型	内容
P2-11	color_mapping_style	integer	<p>カラー・マップの方法を指定する。(省略値: 1)</p> <p>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)</p>
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(:)	<p>color_mapping_style = 2 or 3 の時の 区間位置と カラー番号 を指定す る。</p> <p>color_mapping_style=2 の場合</p> <p>!interval_mapping=[minimum color], If</p> <p>color_mapping_style=3 の場合</p> <p>!interval_mapping=[区間, 対応するカラ 注意 : 1 行 内に記述す ること。</p>
P2-14	rotate_style	integer	<p>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)</p>
P2-15	rotate_num_of_frames	integer	<p>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)</p>

	キーワード	型	内容
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
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))

	キーワード	型	内容
P2-22	isoline_color	real(3)	等值線の色を指定する。(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).
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對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。

1.8.3.10.4 `surface_style` の設定値別データ一覧

(等值面 (`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: 楔円曲面 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: 楔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。 $\text{coef}[1]x^2 + \text{coef}[2]y^2 + \text{coef}[3]z^2 + \text{coef}[4]xy + \text{coef}[5]xz + \text{coef}[6]yz + \text{coef}[7]x + \text{coef}[8]y + \text{coef}[9]z + \text{coef}[10]=0$ 例: coef=0.0, 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。

1.8.4 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。

1.8.4.1 共通制御データ

1.8.4.1.1 !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 3

使用例

```
!VERSION
```

```
3
```

1.8.4.1.2 !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	: 熱伝導解析
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
```

1.8.4.1.3 !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
```

1.8.4.1.4 !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`

1.8.4.1.5 !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`

1.8.4.1.6 !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)

変数名	物理量
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
```

1.8.4.1.7 !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

変数名	物理量
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_ISTRAN	積分点相当塑性ひずみ
TH_NSTRAIN	節点熱ひずみ(未実装)
TH_ESTRAN	要素熱ひずみ(未実装)
TH_ISTRAN	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_ESTRAN	要素ひずみ(スカラ値)
PRINCV_ESTRAN	要素ひずみ(スカラ値)
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
```

1.8.4.1.8 !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
```

1.8.4.1.9 !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

1.8.4.1.10 !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

1.8.4.1.11 !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

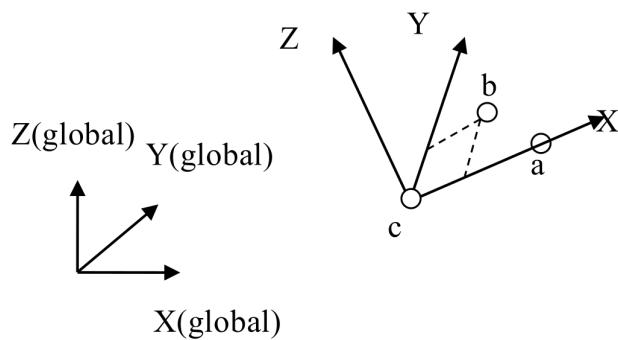


図 16 Orientation

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

1.8.4.1.12 !END (1-12)

制御データの終わりを示す。

パラメータ

なし

1.8.4.1.13 !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

1.8.4.1.14 !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

1.8.4.2 静解析用制御データ

1.8.4.2.1 !STATIC (2-1)

静的解析を行う。(Default 値、省略可)

パラメータ

なし

1.8.4.2.2 !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、!PLASTICTY 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!MATERAIL 定義が用いられる。

パラメータ

NAME = 材料名

1.8.4.2.3 !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, POISSION, 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

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

TYPE = USER の場合

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

1.8.4.2.4 !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、COMBINED
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) ε_0 , K, n

** HARDEN = RAMBERG–OSGOOD の場合 **

(2 行目) ε_0 , 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 値) 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
$varepsilon_0, K, n$	R	$\bar{\sigma} = k (\varepsilon_0 + \bar{\varepsilon})^n$
ε_0, D, n	R	$94^\varepsilon = \frac{\sigma}{E} + \varepsilon_0 \left(\frac{\sigma}{D} \right)^n$

変数名	属性	内容
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。

1.8.4.2.5 !HYPERELASTIC (2-2-3)

超弾性材料の定義

パラメータ

```

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

```

** 2 行目以降 **

TYPE = NEOHOOKE 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

1.8.4.2.6 !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

1.8.4.2.7 !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, Temperature

変数名	属性	内容
A	R	材料係数

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

1.8.4.2.8 !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

1.8.4.2.9 !EXPANSION_COEFF(2-2-7)

線膨張係数の定義

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
$\alpha_{11}, \alpha_{22}, \alpha_{33}$	R	線膨張係数
Tempearture	R	温度 (DEPENDENCIES=1の時に必要)

1.8.4.2.10 !TRS (2-2-8)

熱レオロジー単純化 (Thermorheological Simplicity) による粘弾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) / 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

1.8.4.2.11 !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

1.8.4.2.12 !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

1.8.4.2.13 !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,
```

※ 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。

1.8.4.2.14 !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

1.8.4.2.15 !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 $\|(3, 0, -4)\| = 5$ 、回転軸 $(3/5, 0, -4/5)$ 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。

1.8.4.2.16 !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

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
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, 1.0
```

1.8.4.2.17 !ULOAD (2-6)

ユーザ一定義荷重の入力

パラメータ

FILE = ファイル名(必須)

1.8.4.2.18 !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)

1.8.4.2.19 !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)
103

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

```

1.8.4.2.20 !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、热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)

** 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

```

1.8.4.2.21 !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)

1.8.4.2.22 !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 ツ : 1 )
CONVERG   = 収束 判 定 閾 値 ( デ フ ォ ル ツ : 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 ツ : 50 )
AMP       = 時 間 関 数 名 ( !AMPLITUDE で 指 定 )
INC_TYPE  = FIXED ( 固 定 增 分 · default 値 ) / AUTO ( 自 動 增 分 )
MAXRES    = 最 大 許 容 残 差 の 設 定 ( デ フ ォ ル ツ : 1.0e+10 )
TIMEPOINTS = 時 刻 リ ス ト 名 ( !TIME_POINTS, NAME で 指 定 )
AUTOINCPARAM = 自 動 接 触 パ ラ メ ッ ハ セ ッ ツ 名 ( !AUTOINC_PARAM, NAME で 指 定 )
MAXCONTACTITER = 接 触 解 析 に お け る 最 大 接 触 反 復 回 数 ( デ フ ォ ル ツ : 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

1.8.4.2.23 !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
```

1.8.4.2.24 !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）
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

1.8.4.3 固有値解析用制御データ

1.8.4.3.1 !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
```

1.8.4.4 热伝導解析用制御データ

1.8.4.4.1 !HEAT (4-1)

計算に関する制御データの定義

パラメータ

なし

** 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

1.8.4.4.2 !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
```

1.8.4.4.3 !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
```

1.8.4.4.4 !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
S6	第6面	熱流束値
S0	シェル面	熱流束値

1.8.4.4.5 !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

```

1.8.4.4.6 !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 = 雰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	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

1.8.4.4.7 !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

1.8.4.4.8 !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 = 雰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	雰囲気温度

使用例

!RADIATE

```

RSURF, R1, 1.0E-9, 800.0
!RADIADE, 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

1.8.4.4.9 !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

```

1.8.4.4.10 !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

1.8.4.5 動解析用制御データ

1.8.4.5.1 !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: 隠解法(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

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、e33 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、s33、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)
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

変数名	属性	内容
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

1.8.4.5.2 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
```

1.8.4.6 !VELOCITY (5-2)

速度境界条件の定義

1.8.4.6.1 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)

1.8.4.6.2 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。

1.8.4.7 !ACCELERATION (5-3)

加速度境界条件の定義

1.8.4.7.1 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)

1.8.4.7.2 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。

1.8.4.8 !COUPLE (5-4)

連成面の定義(連成解析でのみ使用)

1.8.4.8.1 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

1.8.4.8.2 使用例

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

1.8.4.9 !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

1.8.4.9.1 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

1.8.4.9.2 使用例

```
!EIGENREAD
```

```
eigen_0.log  
1, 5
```

1.8.4.10 !FLOAD (5-6)

周波数応答解析用集中荷重の定義

1.8.4.10.1 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

1.8.4.10.2 使用例

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

```
_PickedSet5, 2, 1.0
```

1.8.5 ソルバー制御データ

1.8.5.1 !SOLVER (6-1)

ソルバーの制御

必須の制御データ.

1.8.5.2 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)
DIRECTmkl : 接触解析におけるIntel MKLによる直接法(逐次処理のみ)
MUMPS : 並列直接法パッケージ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。
1、2自由度問題では、CG、DIRECT、MUMPSのみ有効
シェル要素は、DIRECT、MUMPSのみ有効
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(試験的)
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またはDiagonal Scaling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)(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 : マトリックスマーケット型式
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)

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) NIER, iterPREmax, NREST, NCOLOR_IN

変数名	属性	内容
NIER	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、逐次計算、前処理に対角スケーリングを用いる場合、および、MPCを含むモデルの計算では1、その他の並列計算では2)
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)

(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)
SIGMA	R	未使用(デフォルト値: 0.0)

1.8.5.2.1 使用例

```

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

```

1.8.6 ポスト処理(可視化)制御データ

1.8.6.1 !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)

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

1.8.6.2.1 !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。

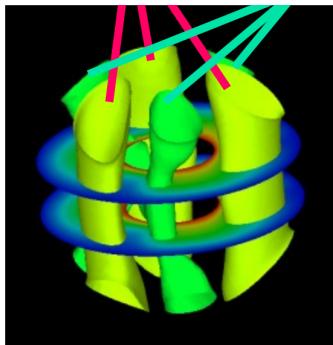


図 7.4.1 surface_num の設定例

1.8.6.2.2 !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 7.4.2 surface の設定例

```
!surface_num = 2
```

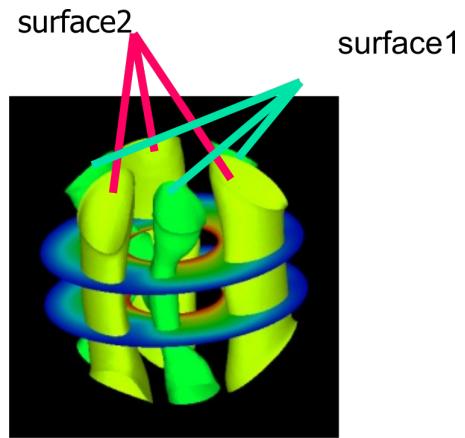


図 17 surface の設定例

```

!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

```

1.8.6.2.3 !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 7.4.3 surface/style の設定例

1.8.6.2.4 !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

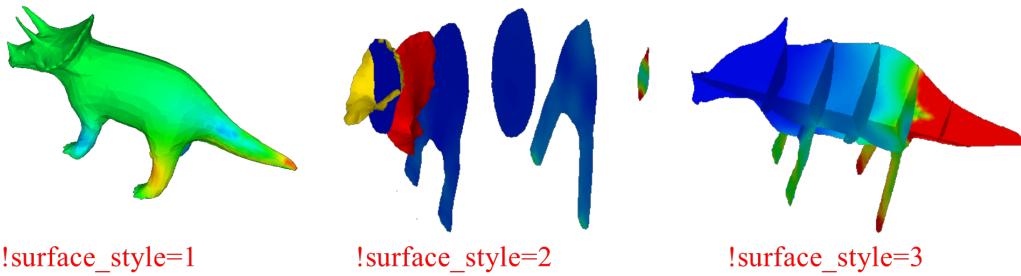
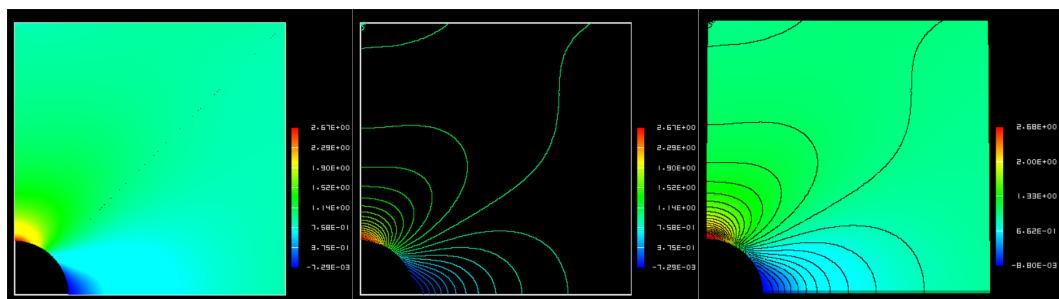


図 18 surface/style の設定例

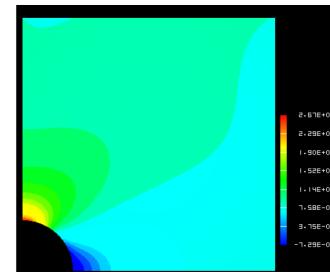
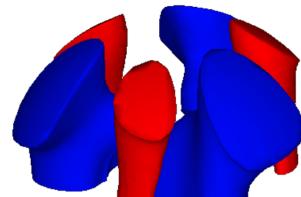
3. 色コード及び境界線表示
4. 指定色一色の表示
5. 色分けによる等値線表示



!display_method=1

!display_method=2

!display_method=3



!display_method=4

!display_method=5

図 19 display_method の設定例

図 7.4.4 display_method の設定例

1.8.6.3 !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

1.8.6.3.1 !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 タ の 指 定
    = STRAIN : ひ づ み デ タ の 指 定
    = STRESS : 応 力 デ タ の 指 定
    伝 热 解 析 で は = TEMPERATURE : 結 果 温 度 デ 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

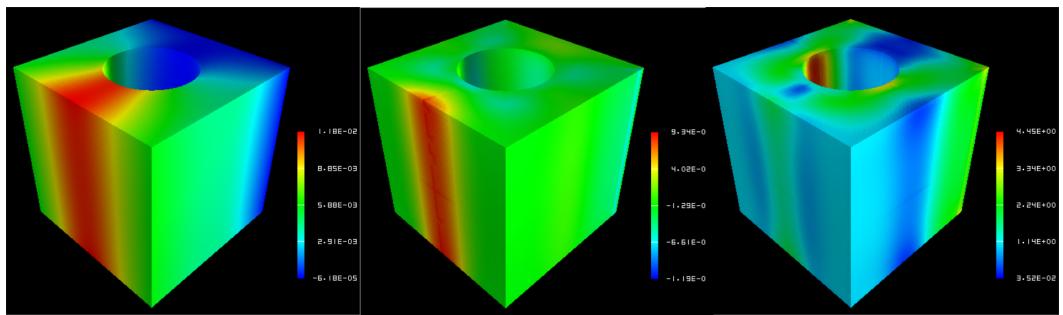
4: τ_{xy} 5: τ_{yz} 6: τ_{zx}

!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



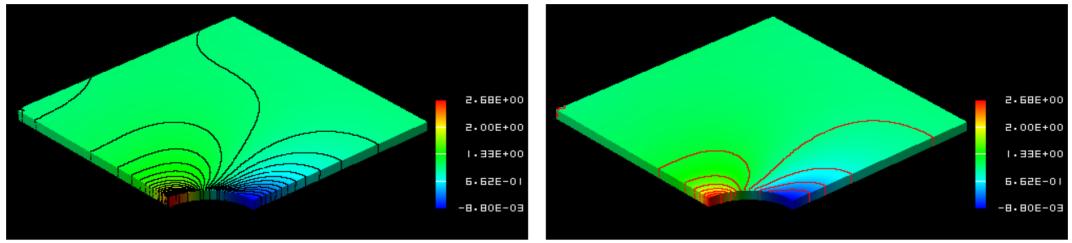
```
!color_comp_name=displacement !color_comp_name=strain !color_comp = 3
!color_subcomp = 1           !color_subcomp_name = 1   !color_subcomp = 7
```

図 20 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

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

display_method=2,3 または 5 の時



```
!isoline_number = 30          !isoline_number = 10
!isoline_color = 0.0, 0.0, 0.0 !isoline_color = 1.0, 0.0, 0.0
```

図 21 isoline_number と isoline_color の設定例

図 7.4.6 isoline_number と isoline_color の設定例

1.8.6.3.3 !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。

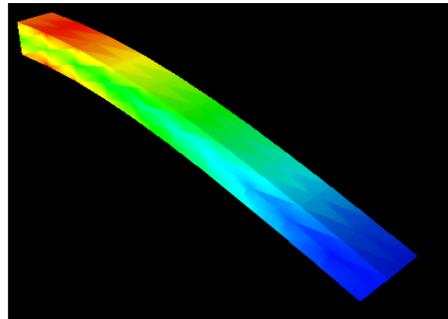
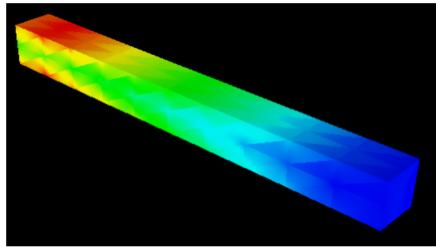
0. 無
1. 実線メッシュ (指定がなければ青で表示)
2. グレー塗りつぶし
3. シェーディング (物理属性をカラー対応させる)
4. 点線メッシュ (指定がなければ青で表示)

!deform_scale (P1-14)

変形を表示する際の変位スケールを指定する。

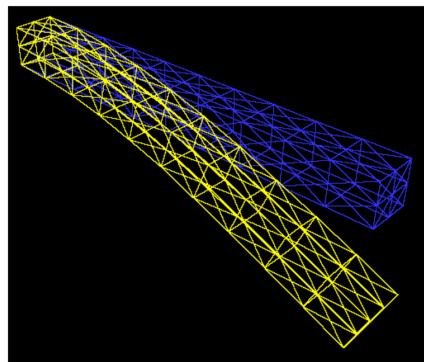
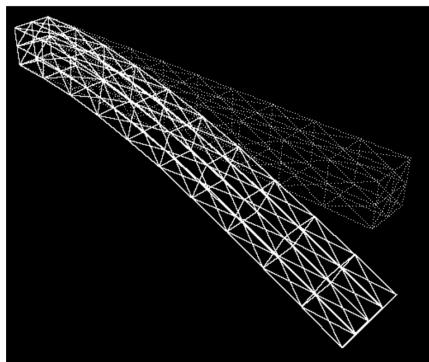
Default: 自動

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



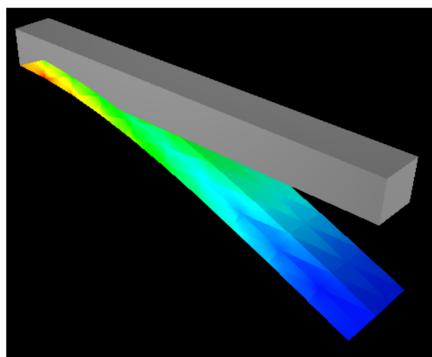
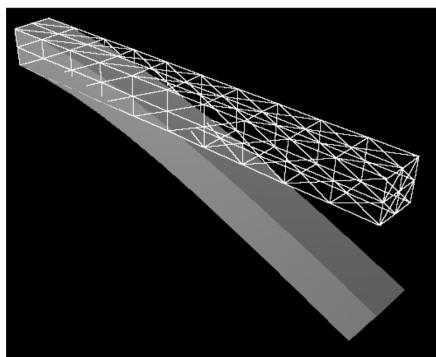
`!initial_style=2
!deform_style = 0`

`!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 22 display_styles の設定例

図 7.4.7 display_styles の設定例

図 7.4.8 deform_scale の設定例

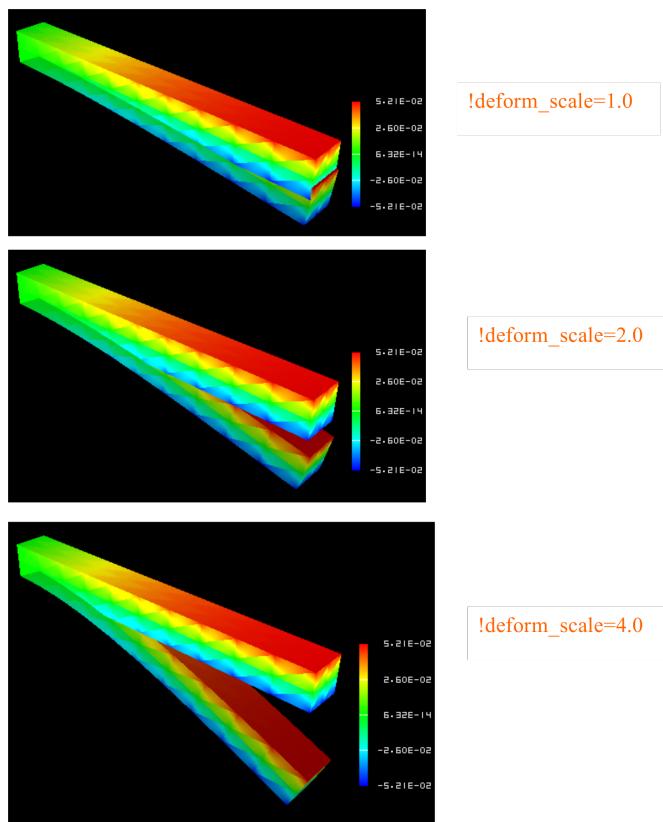


図 23 deform_scale の設定例

!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)
COMPLETE_AVS	: AVS用UCDデータ
COMPLETE_REORDER_AVS	: AVS用UCDデータで節点・要素番号を並び替える
SEPARATE_COMPLETE_AVS	: 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_AVS	: COMPLETE_AVSをバイナリー形式で出力する
FSTR_FEMAP_NEUTRAL	: FEMAP用ニュートラルファイル

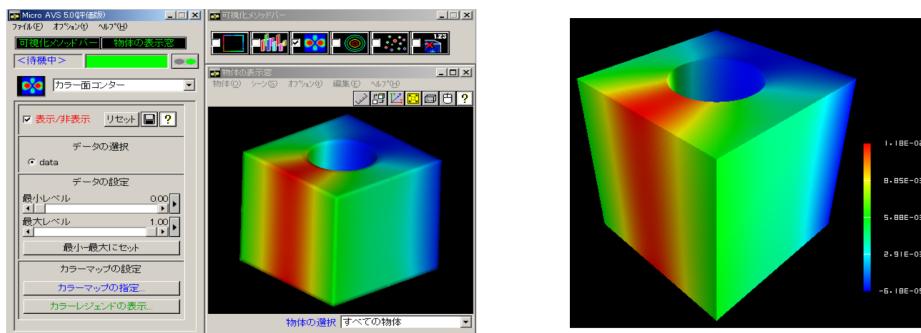
図 7.4.9 output_type の例

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

output_type=BMP の時、解像度を指定する。

図 7.4.10 x_resolution と y_resolution の設定例

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



`!output_type =`

AVS

`!output_type=BMP`

図 24 `output_type` の例

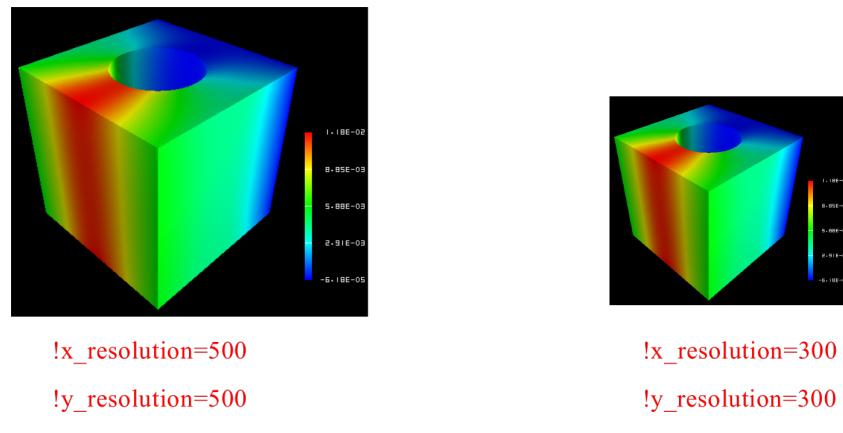


図 25 `x_resolution` と `y_resolution` の設定例

`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

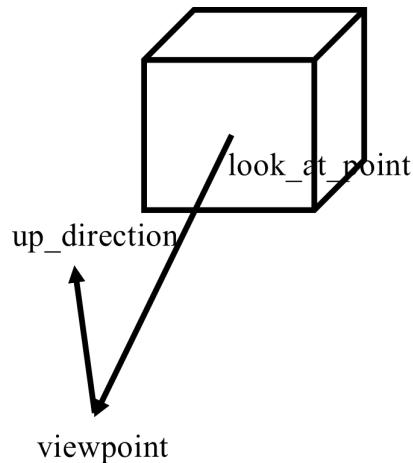


図 26 ビューフレームの決定法

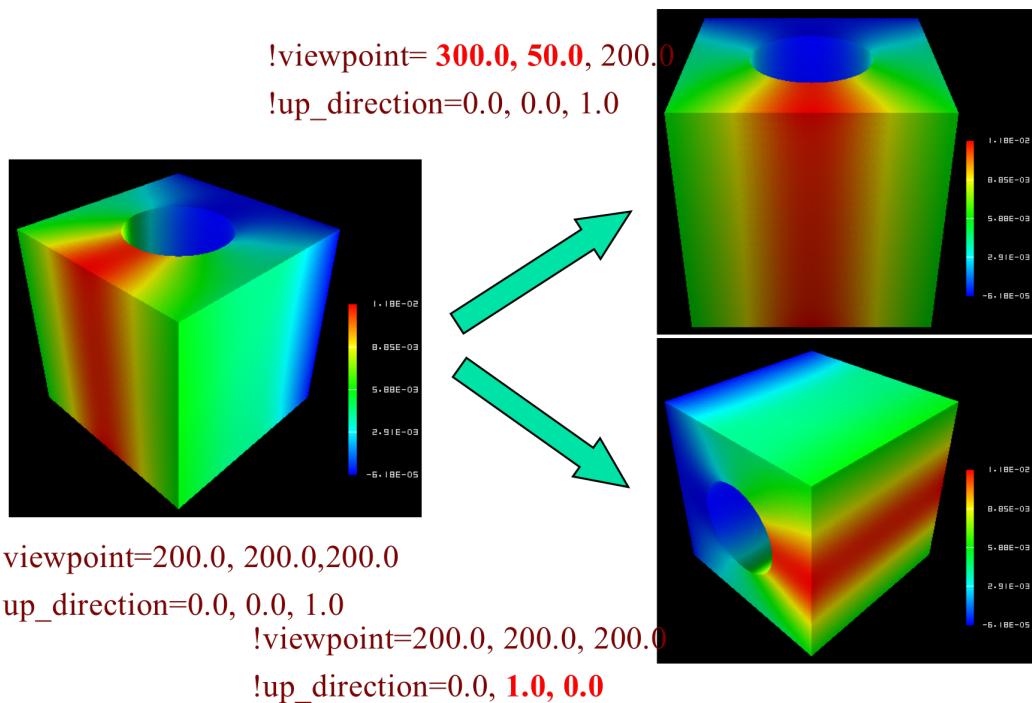


図 27 !viewpoint, !look_at_point と up_direction の設定例

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

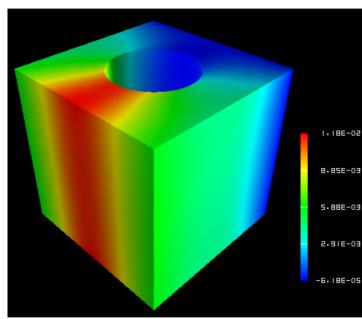
1.8.6.3.6 !ambient_coef, !diffuse_coef, !specular_coef (P2-8, P2-9, P2-10)

照明モデルの係数設定

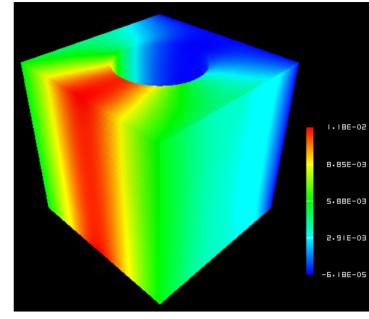
ambient_coef を増加すると 3 次元の奥行き方向の情報が損なわれる。

図 7.4.13 照明モデルパラメータの設定例

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



`!ambient_coef = 0.3`



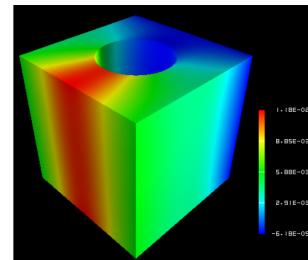
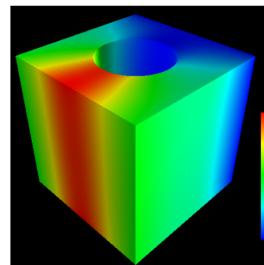
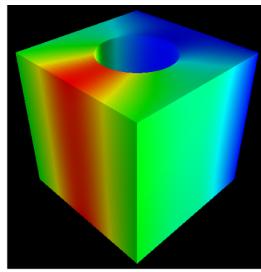
`!ambient_coef = 0.9`

図 28 照明モデルパラメータの設定例

`!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_marking_on=0` `!scale_marking_on=1`
`!num_of_scale=5`

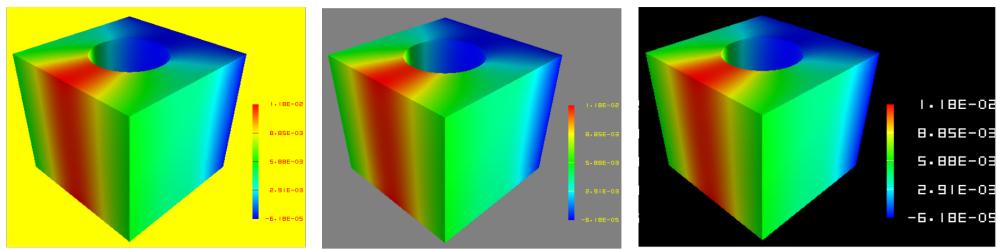
図 29 `color_mapping_bar` の表示の例

図 7.4.14 `color_mapping_bar` の表示の例

1.8.6.3.8 `!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

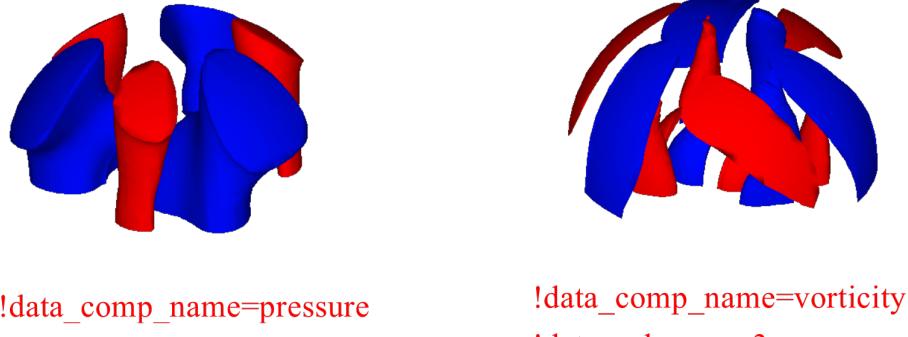


```
!background_color=1.0,1.0,0.0 !background_color=0.5, 0.5, 0.5 !background_color
=0.0, 0.0,0.0
!font_color=1.0, 0.0, 0.0           !font_color=1.0, 1.0, 0.0           !font_color=1.0,
1.0, 1.0
!font_size=1.5                   !font_size =1.5                  !font_size=2.5
```

図 30 background と font の設定例

1.8.6.3.9 !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 31 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

1.8.6.3.10 !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。

1.9 ユーザサブルーチン

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。

1.9.1 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

1.9.2 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。

1.9.2.1 (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

1.9.2.2 (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)

1.9.3 弹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。

1.9.3.1 (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

1.9.3.2 (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

1.9.4 ユーザー定義材料に関わるサブルーチン (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。

1.9.4.1 (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

1.9.4.2 (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: 溫度
- dtime: 時間増分

1.9.5 ユーザー定義外部荷重の処理サブルーチン (`uload.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。

1.9.5.1 (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。

1.9.5.2 (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

1.9.5.3 (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 ステップ制御

1.10.1 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

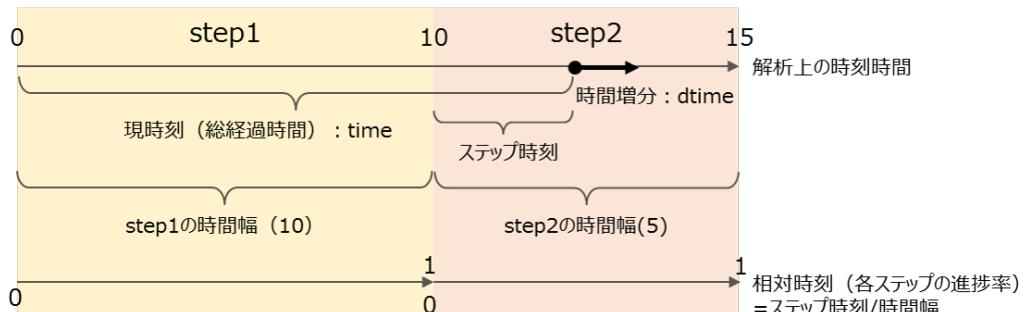


図 32 解析上の時間に関する用語定義

図 4.7.1 解析上の時間に関する用語定義

1.10.2 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。

1.10.2.1 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 dtime_base を、現在の dtime_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。

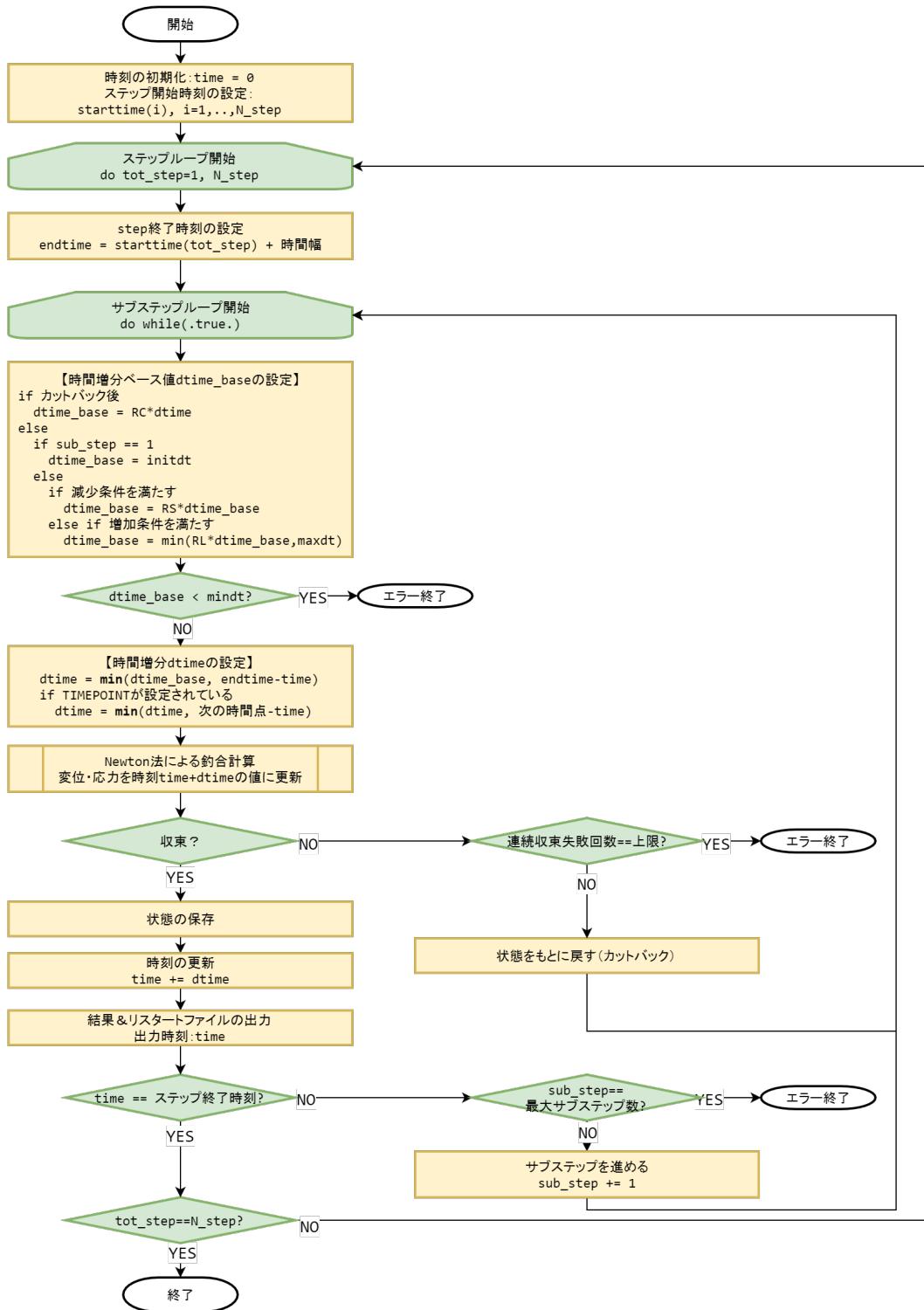


図 33 増分制御フロー

3. 実際の時間増分 dtime 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 dtime_base の小さい方で定める。
4. 時刻 time+dtime 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 dtime 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 dtime_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

1.10.2.2 時間増分基準値 dtime_base の調整

ステップ初回の dtime_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）…dtime_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 : dtime_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 : dtime_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 : dtime_base は変化しない

1.10.2.3 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

1.10.2.4 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。

1.10.2.5 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。

1.10.2.5.1 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
```

1.10.3 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。