

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」

CISS フリーソフトウェア

マルチ力学シミュレータ REVOCAP

プレポスト処理プログラム

REVOCAP_PrePost Ver. 1.6

ユーザマニュアル

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物です。本ソフトウェアを無償でご使用になる場合「CISS フリーソフトウェア使用許諾条件」をご了承頂くことが前提となります。営利目的の場合には別途契約の締結が必要です。これらの契約で明示されていない事項に関して、或いは、これらの契約が存在しない状況においては、本ソフトウェアは著作権法など、関係法令により、保護されています。

お問い合わせ先

(契約窓口)

(財)生産技術研究奨励会

〒153-8505 東京都目黒区駒場4-6-1

(ソフトウェア管理元) 東京大学生産技術研究所 革新的シミュレーション研究センター

〒153-8505 東京都目黒区駒場4-6-1

Fax : 03-5452-6662

E-mail : software@ciss.iis.u-tokyo.ac.jp

目次

1	概要	7
2	動作環境	8
3	開発言語・利用しているライブラリ	9
4	インストールと起動方法	10
4.1	インストールの準備	10
4.2	インストール手順 (Windows インストーラーを利用する場合)	11
4.3	インストール手順 (スクリプトで実行する場合)	14
4.4	起動方法 (Windows インストーラーを利用した場合)	16
4.5	Linux 版または Windows 版 (スクリプトファイル) の起動方法	16
4.6	REVOCAP_PrePost が生成するログファイルと中間ファイルについて	17
5	拡張ライブラリのインストール	18
5.1	インストールの準備	18
5.2	対応しているコンパイラの準備	18
5.3	Linux 環境でのインストールの実行	19
6	画面構成と基本操作方法	20
6.1	画面構成	20
6.2	メニューバー	20
6.3	ツールバー	22
6.4	3D View の座標系	22
6.5	メッシュ表示方法	22
6.6	マウス操作 (面の選択、移動方法)	25
6.7	マウスで移動した面をもとに戻す	26
6.8	ビューの切り替え	26
6.9	視点の同期	27
6.10	ツリー画面での選択	28
6.11	画面の保存	28
7	REVOCAP_PrePost メッシュ生成マニュアル	29
7.1	概要	29
7.2	操作手順	29
7.3	形状ファイル (CAD ファイルまたは三角形パッチファイル) の読み込み	29
7.4	パッチ再生成	32
7.5	パッチ情報	33
7.6	フリーエッジ	34
7.7	ADVENTURE_TetMesh メッシュ生成パラメータの設定	36

7.8	メッシュ生成粗密定義の方法	37
7.9	押し出しメッシュ生成	41
7.10	境界層メッシュ生成	43
7.11	複数領域のメッシュ生成について	45
8	REVOCAP_PrePost のポスト処理	47
8.1	概要	47
8.2	計算結果ファイルの読み込み	47
8.3	表面コンター図	47
8.4	変形図	48
8.5	断面図	49
8.6	ベクトル図	51
8.7	等値面図	52
8.8	流線図	53
8.9	アニメーション生成	55
8.10	注意	56
9	FrontISTR 用マニュアル	57
9.1	対応するソルバ	57
9.2	プレ・ポスト処理の手順	57
9.3	入出力仕様	57
9.4	形状ファイルの読み込み・メッシュ生成	58
9.5	メッシュファイルの読み込み	58
9.6	解析の種類を選択・解析の設定	60
9.7	材料物性値の設定	63
9.8	境界条件の設定	65
9.9	時間依存の境界条件	82
9.10	ステップ解析の設定	84
9.11	解析条件の設定	85
9.12	解析モデルファイル出力	89
9.13	解析実行	89
9.14	計算結果ファイルの読み込み	89
9.15	読み込まれたデータの確認	89
9.16	ポスト処理	90
9.17	FrontISTR 可視化機能の呼出し	90
9.18	設定情報	90
10	FrontFlow/blue 用マニュアル	91
10.1	対応するソルバ	91

10.2	プレ・ポスト処理の手順	91
10.3	入出力仕様	91
10.4	形状ファイルの読み込み・メッシュ生成	92
10.5	メッシュファイルの読み込み	92
10.6	境界条件の設定	95
10.7	解析条件の設定	99
10.8	出力の設定	110
10.9	境界条件の優先順位	111
10.10	出力ファイルの設定	112
10.11	解析の実行	113
10.12	リモート設定	113
10.13	計算結果ファイルの読み込み	114
10.14	ポスト処理	116
10.15	設定情報	116
11	REVOCAP_Coupler 用マニュアル	117
11.1	概要	117
11.2	対応するソルバ	118
11.3	プレ・ポスト処理の手順	119
11.4	入出力仕様	119
11.5	プロジェクトの設定	120
11.6	解析の種類を選択と解析条件設定	122
11.7	解析モデルファイル出力	124
11.8	連成解析モデルのディレクトリ構造	125
11.9	計算結果ファイルの読み込み	125
11.10	読み込まれたデータの確認	125
11.11	ポスト処理	125
11.12	設定情報	126
12	ADVENTURE_Solid 用マニュアル	127
12.1	対応するソルバ	127
12.2	プレ・ポスト処理の手順	127
12.3	入出力仕様	127
12.4	形状ファイルの読み込み・メッシュ生成	128
12.5	メッシュファイルの読み込み	128
12.6	解析の種類を選択と解析条件設定	130
12.7	材料属性値の設定	132
12.8	境界条件の設定	135

12.9	出力設定.....	143
12.10	解析モデルファイル出力.....	146
12.11	解析実行.....	146
12.12	計算結果ファイルの読み込み.....	146
12.13	読み込まれたデータの確認.....	147
12.14	ポスト処理.....	147
12.15	設定情報.....	147
13	REVOCAP_Magnetic 用マニュアル.....	148
13.1	対応するソルバ.....	148
13.2	プレ・ポスト処理の手順.....	148
13.3	入出力仕様.....	148
13.4	形状ファイルの読み込み・メッシュ生成.....	149
13.5	メッシュファイルの読み込み.....	149
13.6	解析の種類を選択と解析条件設定.....	150
13.7	解析条件の設定.....	150
13.8	非線形静磁場解析設定.....	152
13.9	時間調和渦電流解析設定.....	153
13.10	材料属性値の設定.....	154
13.11	材料属性データベースの設定.....	154
13.12	材料属性値の固体領域への割り当て.....	158
13.13	境界条件の設定.....	158
13.14	出力設定.....	159
13.15	解析モデルファイル出力.....	160
13.16	解析実行.....	160
13.17	計算結果ファイルの読み込み.....	161
13.18	読み込まれたデータの確認.....	161
13.19	ポスト処理.....	162
13.20	設定情報.....	162
13.21	その他.....	162
14	REVOCAP_PrePost ソルバ実行チュートリアルとカスタマイズ方法.....	163
14.1	概要.....	163
14.2	操作手順.....	163
14.3	スクリプトのカスタマイズ方法.....	163
14.4	マクロの概要.....	163
14.5	マクロ内で有効な変数.....	163
14.6	マクロの実際.....	164

14.7	マクロの設定方法	165
15	REVOCAP_PrePost マクロ実行機能	166
15.1	概要	166
15.2	利用方法	166
15.3	注意事項	167
15.4	サンプル	167
16	REVOCAP_PrePost 設定ファイルについて	168
16.1	概要	168
16.2	設定方法	168
16.3	FrontISTR の場合の設定例	168
16.4	FrontFlow/blue の場合の設定例	170
17	要素ライブラリ	175
17.1	線分 1 次要素(SEGMENT)	175
17.2	線分 2 次要素 (SEGMENT2)	175
17.3	三角形 1 次要素 (TRIANGLE)	176
17.4	三角形 2 次要素 (TRIANGLE2)	176
17.5	四角形 1 次要素 (QUAD)	177
17.6	四角形 2 次要素 (QUAD2)	178
17.7	四面体 1 次要素 (TETRAHEDRON)	178
17.8	四面体 2 次要素 (TETRAHEDRON2)	179
17.9	六面体 1 次要素 (HEXAHEDRON)	180
17.10	六面体 2 次要素 (HEXAHEDRON2)	181
17.11	三角柱 1 次要素 (WEDGE)	182
17.12	三角柱 2 次要素 (WEDGE2)	183
17.13	四角錐 1 次要素 (PYRAMID)	185

1 概要

REVOCAP_PrePost は、マルチ力学シミュレータ REVOCAP の一部として、メッシュ生成、解析条件の設定といったプレ処理、および計算結果の可視化といったポスト処理を行う、大規模アセンブリ構造の連成解析対応のプレポストプロセッサである。PC 上で単体動作するプログラムである。

REVOCAP_PrePost のプレ処理機能では、形状データ (CAD データ) を受け取り、解析用のメッシュを生成し、解析条件・境界条件などを設定して、解析モデルを作成する。この一連の作業を 3D 画面上でインタラクティブに、形状やメッシュの性質、境界条件などを確認しながら実現する。

また、REVOCAP_PrePost のポスト処理機能では、ソルバが計算した結果を読み込んで 3D 画面の中で可視化し、結果のコンター表示、断面表示等を行う。インタラクティブに視点を動かし、拡大、縮小などを行うことで、ユーザーが計算結果を評価することを援助する。

2 動作環境

REVOCAP_PrePost は、デスクトップの PC 上で、解析者または設計者が利用することを想定している。

動作環境は以下のとおり。

- 計算機：PC 互換機
- OS：Windows XP / Windows Vista / Windows 7 / Linux

Windows はそれぞれ 32bit および 64bit 環境での動作を確認している。動作確認している Linux のディストリビューションは以下のとおり。

- Ubuntu 8.04 以降
- OpenSUSE 11.3

Mac OS X(Snow Leopard 以降)については一部の機能を除いて動作報告はあるが、現在のところ動作の保証はしていない。

3 開発言語・利用しているライブラリ

- アプリケーション起動部、GUI 部はスクリプト言語 Ruby(Ver.1.8.7 および Ver.1.9.2) <http://www.ruby-lang.org/> で実装している
 - メッシュ処理部、可視化処理部は C++で実装している
 - GUI コンポーネントは FXRuby(Ver.1.6.20)を利用している
<http://www.fxruby.org/>
 - 3D 可視化モジュールは OpenGL を利用している <http://www.opengl.org/>
 - 3D 可視化モジュールの拡張機能として GLEW を利用している
<http://glew.sourceforge.net/>
 - FXRuby 上の可視化には ruby-opengl(0.60) を利用している
<http://ruby-opengl.rubyforge.org/>
 - CAD カーネルは OpenCASCADE(Ver.6.3.0)を利用している
<http://www.opencascade.org/>
 - 4 面体メッシュ生成は ADVENTURE_TetMesh(Ver.0.91)を利用している
<http://adventure.q.t.u-tokyo.ac.jp/>
 - Ruby スクリプトの実行ファイルへの変換は exerb(Ver.5.3.0)を利用している
<http://exerb.sourceforge.jp/>
 - ネットワーク上のデータ転送には Net::SSH を利用している
<http://net-ssh.rubyforge.org/>
 - Net::SSH は OpenSSL を利用している <http://www.openssl.org/>
- それぞれの配布条件については、同梱のライセンスファイルをご覧ください。

4 インストールと起動方法

4.1 インストールの準備

Windows 環境ではインストーラーが提供される。この場合、以下の準備は不要である。

Linux 上で REVOCAP_PrePost を利用する場合、Windows 上でスクリプトから利用する場合、および REVOCAP_PrePost の開発・拡張を行う場合は、REVOCAP_PrePost の内部で利用しているツール、ライブラリ類をあらかじめインストールしておく必要がある。

Windows(32bit 版)の場合

まず、スクリプト言語 Ruby をインストールする。公式サイトからダウンロードし、パッケージマネージャなどを利用して手動で上記に挙げた Ruby 言語の拡張ライブラリ

- FXRuby
- ruby-opengl
- Net::SSH

をインストールしてもよいが、これら一式がパッケージ化された Ruby Installer for Windows (<http://rubyinstaller.org>) を用いるのが便利である。

REVOCAP_PrePost のメッシュ処理用の拡張ライブラリはソースコードに同梱されているのでそれを利用する。自分でビルドするための方法は後述する。

REVOCAP_PrePost が利用しているライブラリ

- OpenCASCADE
- GLEW

をあわせてインストールし、PATH の設定を行って REVOCAP_PrePost から実行可能な状態にしておく。

REVOCAP_PrePost から呼び出されるプログラム

- ADVENTURE_TetMesh
- Gnuplot(<http://www.gnuplot.info/>)

をインストールしておく。Gnuplot は必須ではないが、インストールされていればグラフの表示を行うときに自動的に呼び出される。

Windows(64bit 版)の場合

Ruby 言語をインストールする。この場合は Ver.1.9.2 以降をインストールする。以下の作業は Windows(32bit 版)の時と同じであるが、拡張ライブラリの実行体はまだ提供されていない場合があるので、適宜自分で拡張ライブラリをソースコードからビルドする必要がある。

ある。

Linux の場合

それぞれのシステムのやり方（不明の場合は管理者に問い合わせてください）で以下のツール・ライブラリ類をインストールする。

- Ruby
- OpenCASCADE
- GLEW

また Ruby 言語の拡張ライブラリとして、以下のものを `gem` などの Ruby のパッケージマネージャなどを使ってインストールする。

- FXRuby
- `ruby-opengl`
- `Net::SSH`

Linux 上で REVOCAP_PrePost の拡張ライブラリをビルドする場合は、別途 REVOCAP_PrePost のメッシュ処理用の拡張ライブラリのインストールが必要である。これについては後述する。

REVOCAP_PrePost から呼び出されるプログラム

- ADVENTURE_TetMesh
- Gnuplot(<http://www.gnuplot.info/>)

をインストールしておく。Gnuplot は必須ではないが、インストールされていればグラフの表示を行うときに自動的に呼び出される。

4.2 インストール手順（Windowsインストーラーを利用する場合）

インストール手順は 32bit 版、64bit 版共通である。`setup.exe` を実行すると、セットアップウィザードが立ち上がるので、その指示に従って進めていけばよい。



図 4-1 インストール画面 1

メッセージを確認して、「次へ」を押す。

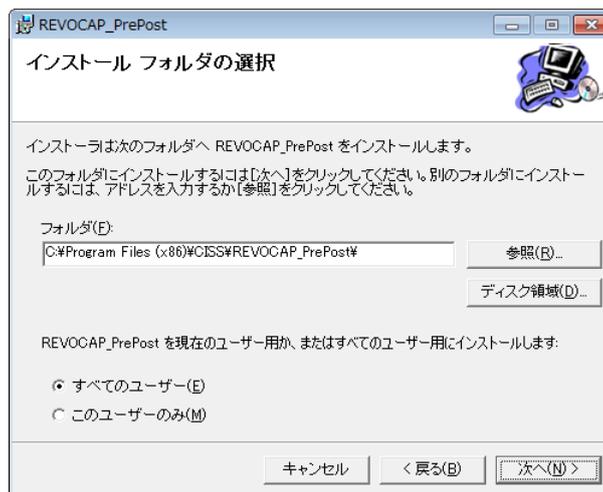


図 4-2 インストール画面 2

インストール場所を確認して「次へ」を押す。

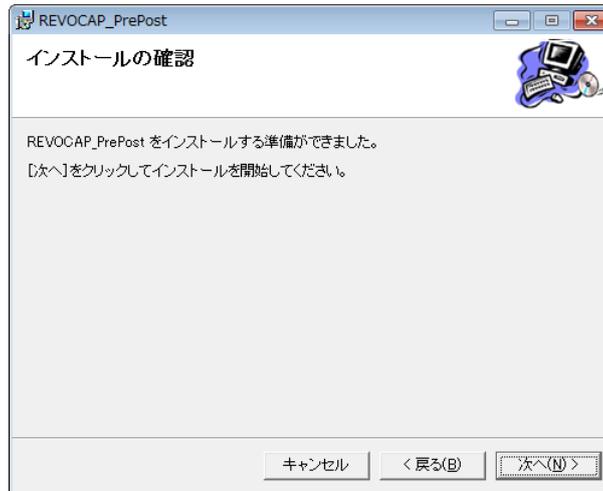


図 4-3 インストール画面 3

「次へ」を押してインストールを実行する。

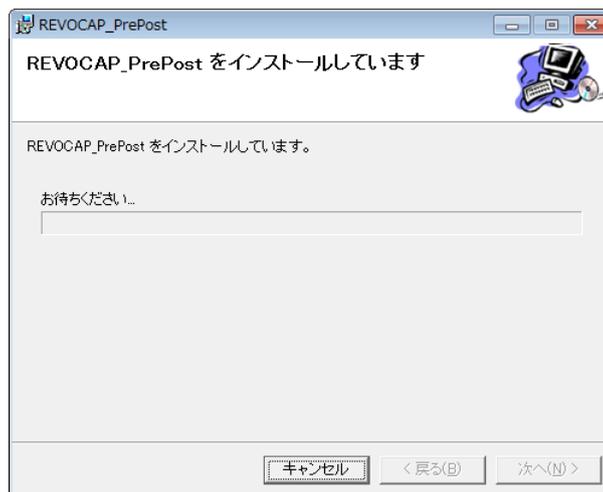


図 4-4 インストール画面 4

しばらく待つ。

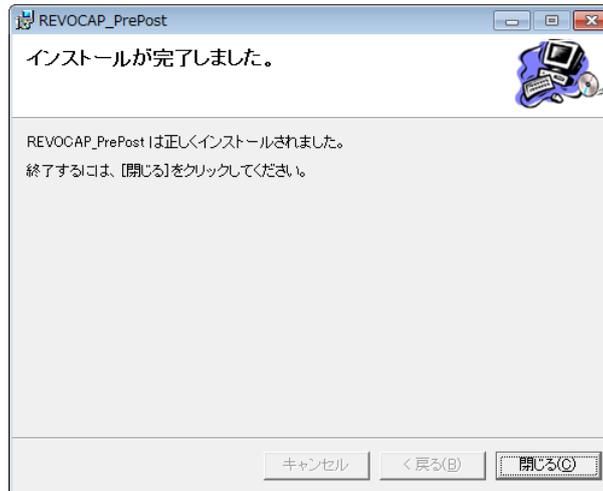


図 4-5 インストール画面 5

正常に完了しました、というメッセージを確認する。

4.3 インストール手順（スクリプトで実行する場合）

インストールは配布される圧縮ファイルを展開して行う。GUI ライブラリの制限によりフォルダ名に空白や日本語が含まれている場合は正常に動作しない場合があるので、空白や日本語が含まれないようなフォルダに展開する。

展開すると、以下のようなファイルとフォルダが生成される。

+-AdvSolid	ADVENTURE_Solid 用のプレポスト
+-bin	外部プログラム、ランタイムライブラリ
+-i386-mswin32	Windows 32bit 用のバイナリ、ランタイムライブラリ
+-i686-darwin10	Mac OS X 用のバイナリ、ランタイムライブラリ (テスト用)
+-i686-linux	Linux (intel 486 系 32bit) 用のバイナリ、ランタイムライブラリ
+-x64-mswin64_100	Windows 64bit 用のバイナリ、ランタイムライブラリ
+-common	REVOCAP_PrePost の共通描画クラス
+-data	サンプルデータ
+-dialog	REVOCAP_PrePost の共通ダイアログ
+-doc	REVOCAP_PrePost のドキュメントクラス
+-Documents	ドキュメント類
+-FFb	FrontFlow/blue 用のプレポスト
+-FFbA	FrontFlow/blueAcoustic 用のプレポスト
+-Fstr	FrontISTR 用のプレポスト
+-icons	アイコンなどの画像ファイル
+-lib	Ruby ライブラリ
+-fox16	FXRuby スクリプト
+-highline	highline
+-i386-mswin32	Windows 32bit 用の Ruby 拡張ライブラリ
+-i686-darwin10	Mac OS X 用の Ruby 拡張ライブラリ (テスト用)
+-i686-linux	Linux (intel 486 系 32bit) 用の Ruby 拡張ライブラリ
+-net	Net::SSH および Net::Sftp スクリプト
+-x64-mswin64_100	Windows 64bit 用の Ruby 拡張ライブラリ
+-MeshGen	メッシュ生成用のスクリプト
+-MeshIO	メッシュ入出力用のスクリプト
+-RcapCoupler	REVOCAP_Coupler 用のプレポスト
+-RcapMagnetic	REVOCAP_Magnetic 用のプレポスト
+-TetMesh	REVOCAP_Magnetic 用のプレポスト
+-tools	REVOCAP_PrePost の共通ユーザーインターフェイス
+-utils	REVOCAP_PrePost の共通ツール
+-ADVENTURESolid.rb	ADVENTURE_Solid 用プレポスト定義スクリプト
+-FrontFlowBlue.rb	FrontFlow/blue 用プレポスト定義スクリプト
+-FrontFlowBlueAcoustic.rb	FrontFlow/blueAcoustic 用プレポスト定義スクリプト
+-FrontISTR.rb	FrontISTR 用プレポスト定義スクリプト
+-README.txt	はじめに読むファイル
+-REVOCAPCoupler.rb	REVOCAP_Coupler 用のプレポスト定義スクリプト
+-REVOCAPMagnetic.rb	REVOCAP_Magnetic 用のプレポスト定義スクリプト
+-REVOCAP_PrePost.rb	REVOCAP_PrePost 起動用スクリプト
+-RevocapVisual.rb	REVOCAP_PrePost GUI 可視化アプリケーション起動ランチャクラ
ス	
+-REVOCAP_Mesh-1.6.XX.tgz	メッシュ処理用拡張ライブラリ作成用のソースコード
+-REVOCAP_PrePost_AdvSolid.exe	ADVENTURE_Solid 用プレポストの Windows 版実行ファイル
ル	
+-REVOCAP_PrePost_FFb.exe	FrontFlow/blue 用プレポストの Windows 版実行ファイル
+-REVOCAP_PrePost_FISTR.exe	FrontISTR 用プレポストの Windows 版実行ファイル
+-REVOCAP_PrePost_RcapCoupler.exe	REVOCAP_Coupler 用プレポストの Windows 版実行ファイル
ル	

アプリケーション内部で使われる設定ファイルや画像ファイルも含まれているので、フォルダの階層構造は変えてはいけません。

最上位フォルダには `exerb` によって Ruby スクリプトを Windows 用実行ファイルに変換した `REVOCAP_PrePost_XXX.exe` (XXX は対応するソルバの名前) がある。

`bin` ディレクトリの下は `REVOCAP_PrePost` から呼び出している外部ツールを配置する。

Ruby 言語の RUBY_PLATFORM 定数の値のサブディレクトリを作成し、そこに必要なバイナリ、ランタイムライブラリなどを配置する。REVOCAP_PrePost から呼びだしている外部ツールについても、実行する環境に対応したファイルを配置する。

lib ディレクトリの下は Ruby 言語の拡張ライブラリを配置する。動作環境に依存する拡張ライブラリは Ruby 言語の RUBY_PLATFORM 定数の値のサブディレクトリを作成し、そこに必要なファイルを配置する。

4.4 起動方法 (Windowsインストーラーを利用した場合)

Windows のプログラムメニューの CISS の下にプログラムが登録されているので、該当するもの (対応するソルバによって複数実行ファイルがあることに注意する) をダブルクリックする。

4.5 Linux 版または Windows 版 (スクリプトファイル)

の起動方法

スクリプトから実行する場合は、

```
ruby REVOCAP_PrePost.rb ソルバ名
```

と実行する。例えば、FrontISTR 版のプレポストを実行する場合は

```
ruby REVOCAP_PrePost.rb FrontISTR
```

とする。ソルバ名.rb がプレポストの定義スクリプトである。以下のソルバ名について対応している。ファイルシステム上の制限により空白や/ (スラッシュ) を使わない表記になっていることに注意する。

- FrontISTR
- FrontFlowBlue
- ADVENTURESolid
- REVOCAPCoupler
- REVOCAPMagnetic

--ini=設定ファイル、--app=追加設定ファイル、のオプションを指定することができる。設定ファイルについての詳細はエラー! 参照元が見つかりません。章の「エラー! 参照元が見つかりません。」を参照のこと。また、--help オプションでオプションの説明、--version でバージョン番号が表示される。

4.6 REVOCAP_PrePost が生成するログファイルと中間フ

ァイルについて

REVOCAP_PrePost は Log Message Pane に出力した内容およびエラーが発生した場合はそのエラーメッセージをログファイルに出力する。環境変数 TEMP が設定されている場合はそのディレクトリ（Windows7 の場合は通常 C:\Users\username\AppData\Local\Temp である）の下に REVOCAP ディレクトリを作成し、環境変数が設定されていない場合はインストールしたディレクトリの下に tmp ディレクトリを作成して、その場所に RevocapYYYYMMDDHHMMSS.log という形式のファイル名で（YYYYMMDDHHMMSS は年月日時分秒を表す）ログを保存する。メッセージ生成などで中間ファイルを作成する場合はログを出力するディレクトリにさらにサブディレクトリを作成して中間ファイルを作成する。

エラー報告をする場合はこのログファイルを添付していただきたい。

5 拡張ライブラリのインストール

REVOCAP_PrePost は Ruby で実装された GUI 部と C++ で実装されたメッシュ処理部からなる。メッシュ処理部は Ruby の拡張ライブラリとして GUI から呼ばれる。ここではメッシュ処理部の拡張ライブラリをソースからビルドして Ruby の拡張ライブラリとしてインストールする方法を説明する。なお、配布されているソースコードには Windows 版およびその他の環境のライブラリを添付しているため、ここでの作業をしなくても実行できる。

5.1 インストールの準備

拡張ライブラリの内部で利用しているライブラリを準備する。付記しているバージョンは、公開パッケージを作成した環境のものである。

- OpenGL
- GLEW
- Ruby (32bit 環境では Ver.1.8.7、64bit 環境では Ver.1.9.2)
- OpenCASCADE (Ver.6.3)
- swig (Ver. 2.0.4)

OpenGL はシステムで通常既にインストールされているものを利用すればよい。

次に make プログラムで参照している環境変数を設定する。

環境変数名	意味
RUBYDIR	Ruby がインストールされているディレクトリ
RUBY19DIR	Ruby Ver.1.9 がインストールされているディレクトリ
CASROOT	OpenCASCADE の標準ディレクトリ
SWIGDIR	swig がインストールされているディレクトリ
PATH	Ruby および swig の実行体のある場所を追加する

5.2 対応しているコンパイラの準備

- Microsoft Visual C++ 2010
- g++ Ver. 4

上記のコンパイラで動作確認している。Windows 上で VisualStudio を用いたインストール方法については省略する。以下では Linux 環境でインストールする方法を説明する。

5.3 Linux環境でのインストールの実行

上記で説明したライブラリおよびコンパイラをあらかじめ準備しておく。

REVOCAP_PrePost に同梱されている REVOCAP_Mesh-1.6.XX.tgz ファイルを適当な場所で展開する。展開したディレクトリの OPTIONS ファイルに Makefile で使われる変数が定義されている。このファイルを自分の環境にしたがって編集し、make を実行する。RubyExtension ターゲットに拡張ライブラリのための設定がまとめられているので、

```
$ make RubyExtension
```

とする。lib/\$(ARCH) ディレクトリに拡張ライブラリ

- RevocapMesh.so
- RevocapMeshGen.so
- RevocapGL.so
- RevocapIO.so
- RevocapShape.so

が作成されれば成功である。これらのファイルを REVOCAP_PrePost がインストールされたディレクトリの lib/\$(ARCH)ディレクトリにコピーする。

6 画面構成と基本操作方法

6.1 画面構成

REVOCAP_PrePost の画面構成は下の図のようになっている。

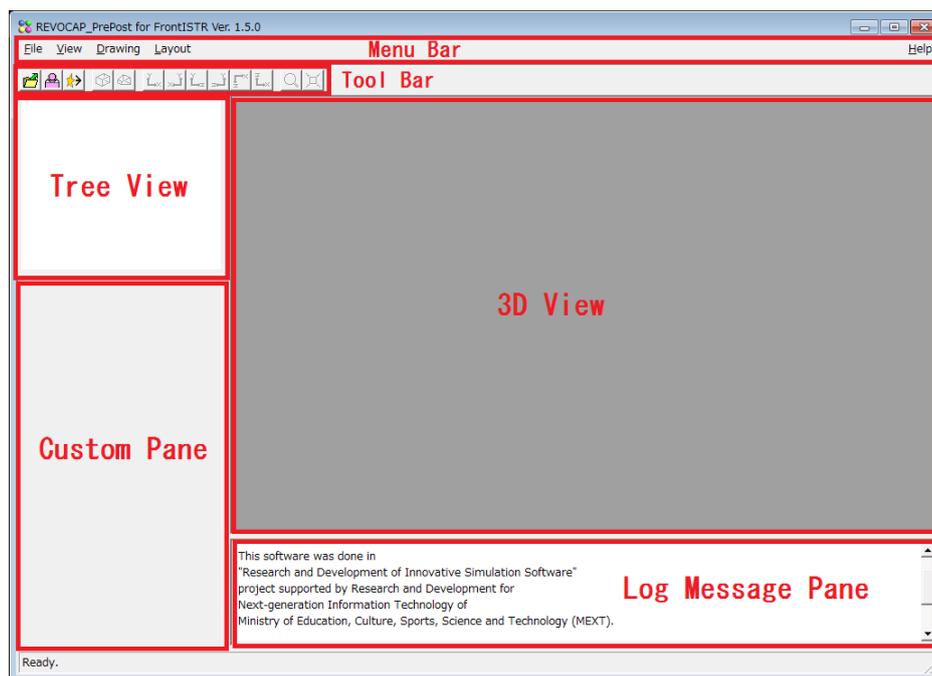


図 6-1 画面構成

- Menu Bar：メニュー
- Tool Bar：メニューの機能の中でよく使うものを呼び出すアイコンが並んでいる。
- Tree View：階層的にモデルの情報を表示する。複数のモデルを読み込んでいるときは、階層の最上位が複数になる。
- Custom Pane：TreeView で選択された項目に連動して、モデルの情報を表示したり、パラメータ類を設定したりするための UI を表示するための領域。
- 3D View：モデルを 3D 表示する領域。2D のグラフなどを表示する場合もある。
- Log Message Pane：ソフトウェアやシステムからのメッセージを表示する。

6.2 メニューバー

メニューバーからは以下のメニューを選択できる。対応するソルバによって若干のメニューの変更がある。

- File
 - ◇ Open Mesh メッシュを開く
 - ◇ Import CAD CAD データを開く
 - ◇ Open Result ソルバの出力ファイルを開く
 - ◇ Save Model モデルを保存する
 - ◇ Save Neutral ニュートラルファイルを作成する
 - ◇ Save Image 画像を保存する
 - ◇ Quit 終了する
- View
 - ◇ Parallel 平行投影による表示
 - ◇ Perspective 透視投影による表示
 - ◇ Front 正面を表示
 - ◇ Back 背面を表示
 - ◇ Left 左面を表示
 - ◇ Right 右面を表示
 - ◇ Top 上面を表示
 - ◇ Bottom 下面を表示
 - ◇ Fit 画面の中央に表示
 - ◇ Zoom マウスで選択した領域を表示する
 - ◇ Reset 初期表示状態に戻す
 - ◇ Init Pos 移動したオブジェクトの位置に戻す
 - ◇ Sync 他の画面をこの画面の視点に同期する
 - ◇ Clear 選択状態を解除する
 - ◇ Axis 座標軸の表示
 - ◇ Axis2D 座標軸の二次元の表示
- Drawing
 - ◇ Surface メッシュのポリゴンを陰影をつけて表示
 - ◇ Grid メッシュのグリッド表示
 - ◇ Wireframe メッシュの要素の辺を表示
 - ◇ Edge メッシュの形状を特徴づける辺を表示
 - ◇ Rendering 陰影をつける
 - ◇ Antialiasing 描画をなめらかにする
- Layout
 - ◇ Tile Horizontally 複数のビューを横に並べる
 - ◇ Tile Vertically 複数のビューを縦に並べる
 - ◇ Cascade 複数のビューを重ねる

- ◇ Toolbar ツールバーの表示、非表示
- Help
 - ◇ About REVOCAP_PrePost バージョン情報等を表示する
 - ◇ Manual マニュアルを開く
 - ◇ Tutorial チュートリアルを開く

6.3 ツールバー

メニューバーにある一部の機能などが、ツールバーにあるアイコンから実行できる。



6-2 ツールバー

ツールバーにあるアイコンの機能は、左から順に以下の通りである。

- Open Mesh
- Open Result
- Parallel
- Perspective
- Front
- Back
- Left
- Right
- Top
- Bottom
- Zoom
- Fit
- Init Pos

6.4 3D Viewの座標系

REVOCAP_PrePost は 3D View において、モデルを 3 次元表示する。このときの座標系は右手系である。OpenGL の座標系は右手系である。一部の 3 次元可視化ソフトの中には左手系のものもあるのでデータ変換の時などには注意する。

6.5 メッシュ表示方法

REVOCAP_PrePost はメッシュの表示方法として、

- ポリゴンを表示する **Surface** モード
- 面と辺の両方を表示する **Grid** モード
- モデル表面の要素の辺を表示する **Wireframe** モード
- 形状を特徴づける辺を表示する **Edge** モード

を切り替えることができる。

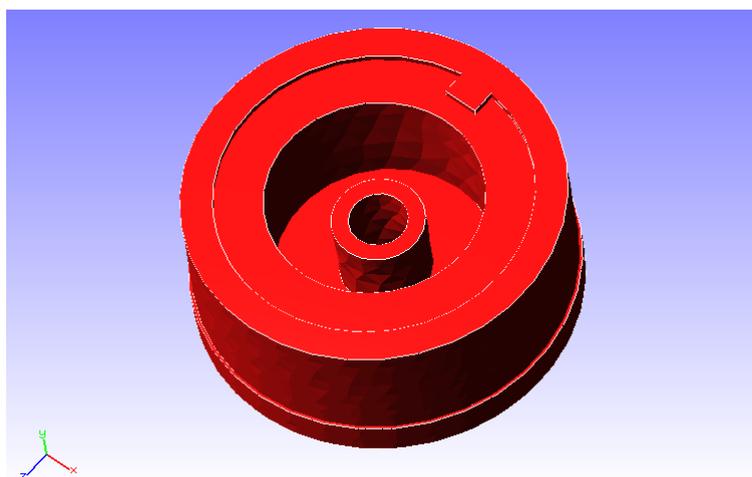


図 6-3 メッシュの表示方法(Surface モード)

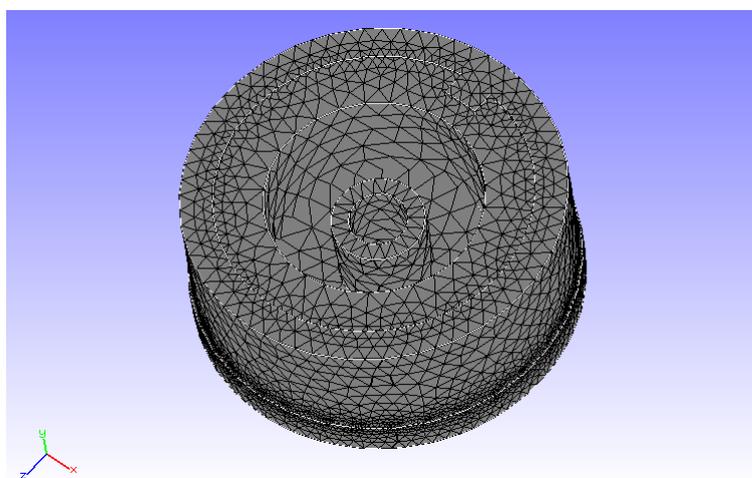


図 6-4 メッシュ表示の方法 (Grid モード)

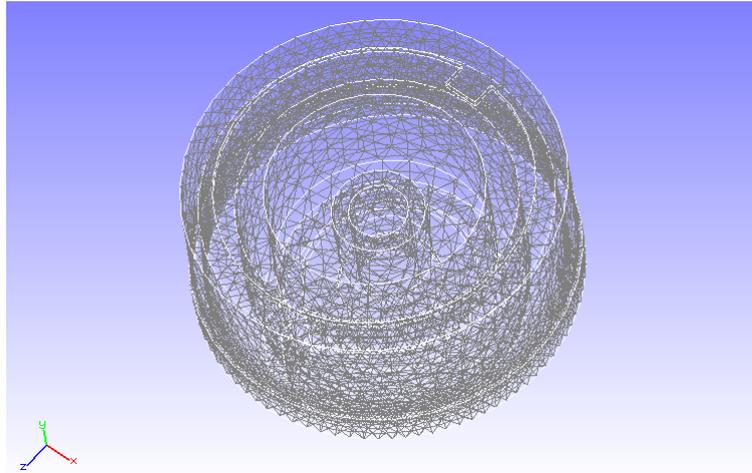


図 6-5 メッシュの表示方法(Wireframe モード)

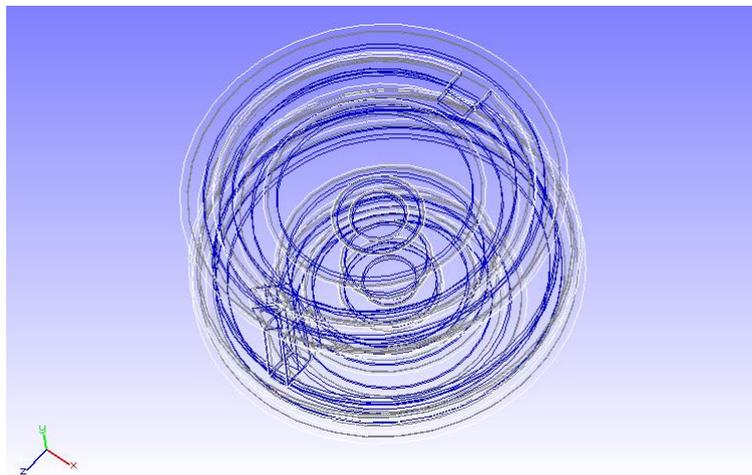


図 6-6 メッシュの表示方法(Edge モード)

Edge モードでは面を水色と青色の 2 重線で表され、体積領域を白もしくはグレーの線で描かれる。このモードではレンダリングする量が減るために、高速に動作する。ただしマウスによる面の選択は 2 重線をクリックしなければならないので注意する。

Surface 表示する場合に Rendering を有効になっている場合は、Open GL の Material Color が有効となり、陰影も表示される。通常は自動的に有効になる。

CAD 形状を表示するときはデフォルトで Surface モードになっており、プレ処理をする場合はデフォルトで Wireframe モードになっている。ランチャが呼び出すドキュメントごとにデフォルトの表示方法は異なるので注意する。また、場合によってはいくつかの表示モードを無効にしている場合もあるので注意する。(詳細は各ソルバ用プレポストのドキュメントなどを参照)

6.6 マウス操作（面の選択、移動方法）

モデルの表示後は、マウスの操作によって、回転（左ボタンドラッグ）、平行移動（右ボタンドラッグ）、ズーム（中央ボタンスクロール）が可能となる。表面のメッシュはマウスで選択することで、3DView の中で移動させることができる。

3DView 内に表示されているオブジェクトをクリックするとピンク色に表示が変わる。これはこのオブジェクトが選択されていることを示している。

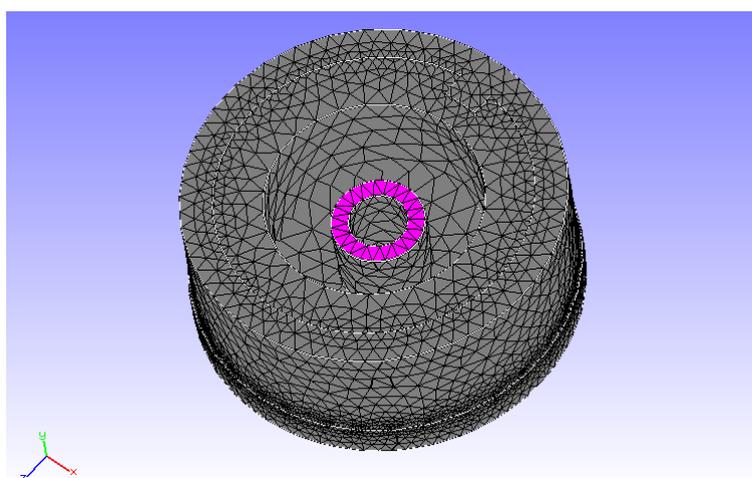


図 6-7 面の選択方法（面が選択された状態）

この選択状態から、マウスを左ボタンドラッグすると面を移動させることができる。

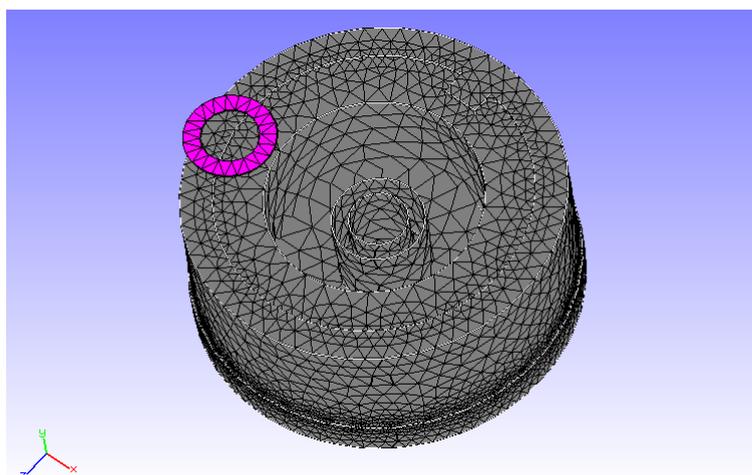


図 6-8 面の選択方法（面を移動した状態）

プレ処理の境界条件付与等の際には、このように面を選択することが必要である。一度に複数の面を選択する場合は Shift キーを押しながら選択を追加する面をクリックする。

移動させたオブジェクトをすべて元の位置に戻すにはメニューから View ⇒ Init Pos を選択する。

体積領域を選択する場合も同様に目的のオブジェクトをクリックすると選択状態になり、稜線がピンク色に変わる。複数選択の場合は Shift キーを押しながらクリックする。

選択状態を解除するには、メニューバーの「View」メニューから Clear を選択する。

6.7 マウスで移動した面をもとに戻す

移動させた面等の描画オブジェクトをすべて元の位置に戻すにはメニューから View ⇒ Initialize Position を選択する。

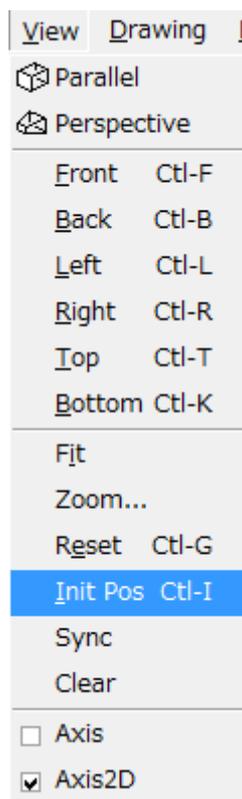


図 6-9 位置をもとに戻す

コントロールキーと I を同時に押す、またはツールバーの  アイコンをクリックすることもでも実現できる。

6.8 ビューの切り替え

メニューバーにある「View」メニューのプルダウンメニューから、3DView 中の表示の仕方を変更することができる。

遠近処理の有り無しは、Perspective、Parallel を選択して切り替える。視点方向の変更 (Front、Back、Left、Right、Top、Bottom) は、ツールバーの座標軸が書かれているアイ

コンのボタンでも変更できる。Zoom を選択するとマウスのポインタが範囲指定の形に変わるので、拡大したい領域を選択するとその部分が拡大される。Reset はオブジェクトを移動して表示範囲をはみ出してしまった場合などに、オブジェクト表示範囲の再設定を行う。Fit を選択すると、モデルを画面の中央に移動する。

Axis は座標軸の 3 次元表示を行う。3DView の原点に座標軸を表示する。視点を移動させると座標軸も同時に動く。Axis2D は座標軸の 2 次元表示を行う。3DView の左下に座標軸の向きが表示される（動かない）。

6.9 視点の同期

3D View 画面の中に複数のモデルが表示されているときに、現在表示中の画面の視点で他の画面の視点を合わせることができる。メニューバーにある「View」メニューのプルダウンメニューから Sync を選択する。

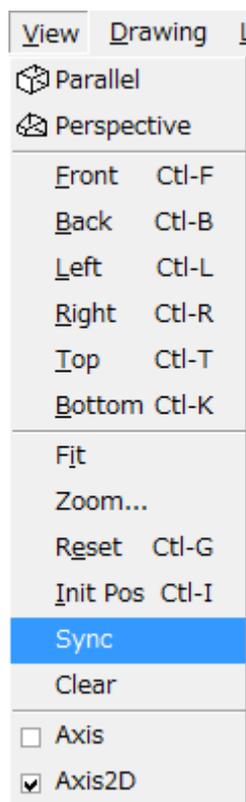


図 6-10 視点を同期する

これを用いると、例えばメッシュ生成用の画面の視点とプレ処理用の画面の視点を一致させることができる。

6.10 ツリー画面での選択

TreeView にメッシュの情報が階層的に表示されている場合、TreeView における体積領域や面に対応する項目をマウスで選択すると、同時に 3DView での対応するオブジェクトも選択状態になり、ピンク色に表示が変わる。このように選択状態になった場合にも 3DView でクリックして選択したのと同様に、境界条件の設定を行うことができる。

ただしこの場合は 3DView の中でドラッグして移動させることはできない。

6.11 画面の保存

File メニューより SaveImage を選択すると、3DView に表示されている内容を画像ファイルに保存することができる。対応しているフォーマットはビットマップファイル(bmp)、JPEG 形式(jpg)、および PortableNetworkGraphics 形式(png)である

7 REVOCAP_PrePost メッシュ生成マニュアル

7.1 概要

REVOCAP_PrePost でのメッシュ生成機能では、CAD データの読み込みと三角形表面パッチデータの生成は OpenCASCADE を用いて独自に処理を行い、三角形パッチから四面体のメッシュ生成には ADVENTURE プロジェクトの ADVENTURE_TetMesh を呼び出している。それ以外の機能、表面抽出、面の向きの変換、ギャップ修正などは REVOCAP_PrePost の内部で処理をしている。

7.2 操作手順

以下の手順に従ってメッシュを生成する。

- (1) 形状ファイル (CAD ファイルまたは三角形パッチファイル) の読み込み (複数材料モデルの場合はさらに形状ファイルを追加)
- (2) パッチの修正 (解像度を変えて再生成、パッチ面の裏返し、ギャップの修正など)
- (3) ADVENTURE_TetMesh パラメータの設定 (基準長さ、節点密度制御)
- (4) メッシュ生成

7.3 形状ファイル (CADファイルまたは三角形パッチファイル) の読み込み

REVOCAP_PrePost では次の形状ファイルを読み込むことができる。

- ADVENTURE_Tripatch 形式 (pch ファイルまたは pcm ファイル)
- IGES 形式
- STEP 形式
- STL 形式

メニューから File⇒Import CAD を選択して、File Filter でファイル形式を選択してからファイルを読み込む。

形状ファイルを読み込むと、TreeView に MeshGeneration の項目ができ、その下に形状データの項目ができる。さらにその下に形状ファイルごとの設定項目が現れる。

ツリーの形状データの項目を選択すると形状ファイルを追加するフォームが表示される。

このフォームから形状データを追加すると、TreeView の形状データの下に複数の形状データがぶら下がる。

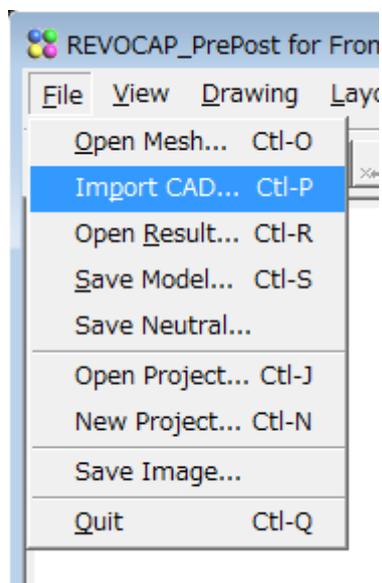


図 7-1 形状ファイル読み込み

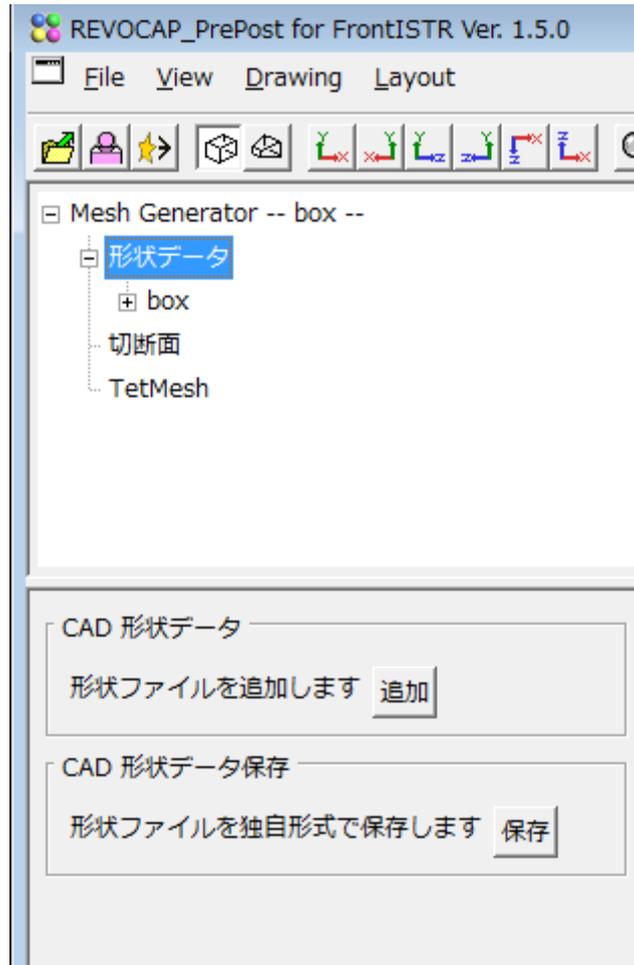


図 7-2 形状データの追加フォーム

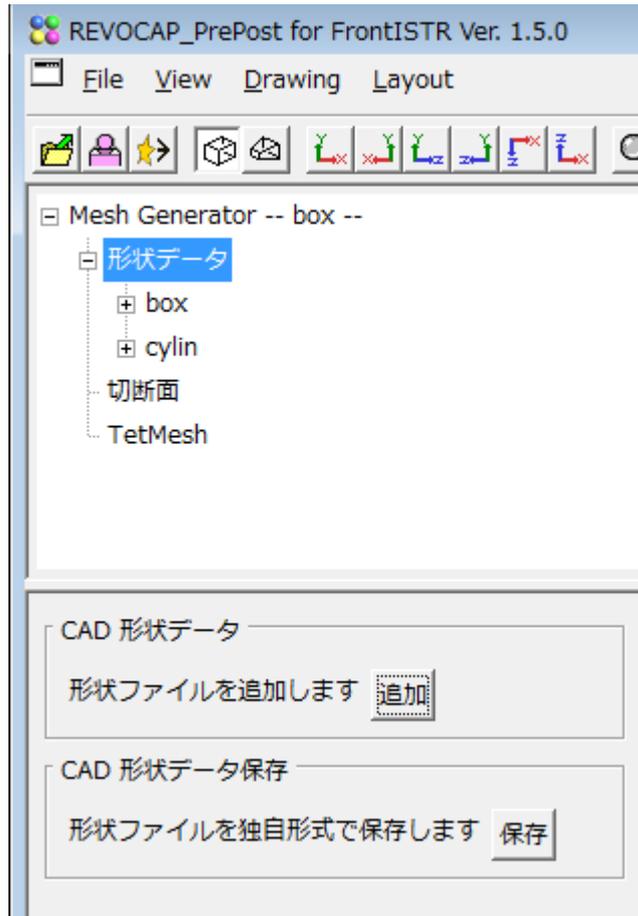


図 7-3 複数形状ファイル読み込み後

7.4 パッチ再生成

CAD データを三角形パッチに変換する際のパラメータを変更してパッチを再生成することができる。三角形パッチを細かくするには増分パラメータを小さくする。増分パラメータはモデルの大きさの相対値で与える。偏差の値で三角形パッチの最大偏差を制御することもできる。

また、OpenCASCADE の内部ルーチンを使つての形状データが閉じているかどうか、妥当かどうかのチェックを行うこともできる。

パッチ生成パラメータ

増分パラメータを小さくすると
メッシュが細かくなります

偏差(deflection)	<input type="text" value="0.5"/>
増分パラメータ (相対値) (incremental)	<input type="text" value="0.002"/>

Open CASCADE データチェック

図 7-4 パッチ再生成

7.5 パッチ情報

ここでは、閉じていない辺や、面積の小さい三角形を探したり、選択されている三角形を裏返したりすることができる。

メッシュ生成に失敗する場合に、ここでの情報をもとに三角形パッチを修正するとメッシュ生成に成功する場合がある。

Non Close Patch

閉じていないパッチの辺をマークします

裏返っている面を許す

面ごとに調べる

mark clear

Small Area Patch

面積が閾値よりも小さいパッチをマークします

閾値

mark clear

Flip Patch

選択中の面を裏返します

選択中の面の向きを揃えます

Save Patch

パッチデータを保存します

図 7-5 パッチ情報

7.6 フリーエッジ

パッチ情報では閉じていない辺を確認することができるが、ここではその辺を縫い合わせることができる。縫い合わせる辺が属する面を選択して、「マークする」ボタンを押してその場所を確認する。その後、「実行」ボタンを押すと、マークされた辺を三角形で縫い合わせて、元の三角形パッチを修正する。

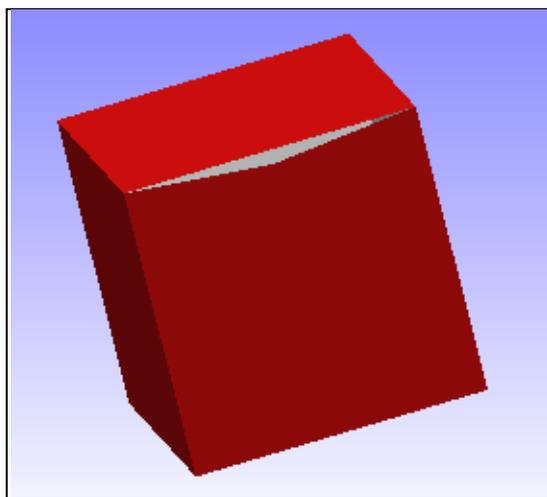


図 7-6 ギャップがあるモデル

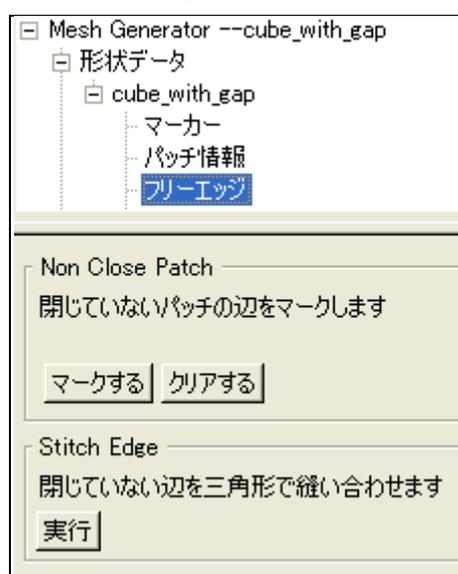


図 7-7 閉じていない辺をマークする

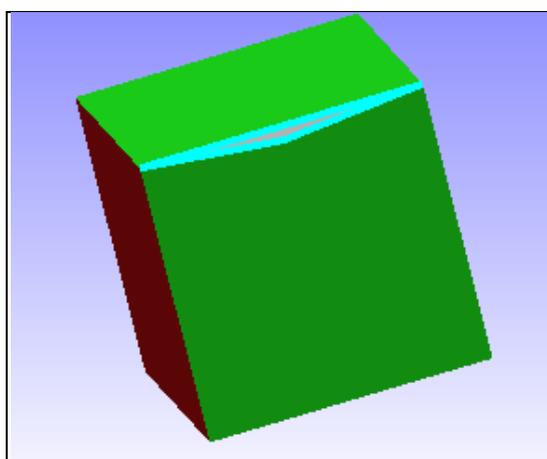


図 7-8 マークされた辺

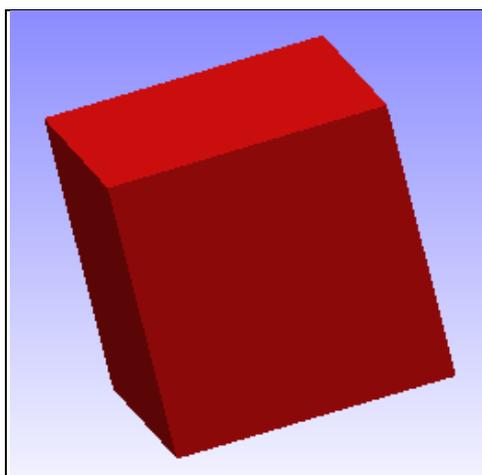


図 7-9 閉じられた辺

7.7 ADVENTURE_TetMeshメッシュ生成パラメータの設定

REVOCAP_PrePost では四面体メッシュ生成に ADVENTURE_TetMesh を呼び出している。ここでは ADVENTURE_TetMesh のためのパラメータを設定する。基準長さはメッシャーが節点を配置する場合の間隔の目安となる値で、生成される四面体の辺の長さと同程度になる。0 を指定した場合は、三角形パッチの辺の長さの平均値を使う。2 次要素のオプションを有効にした場合は、四面体 2 次要素を生成する。

許容要素高最小値を指定すると、表面メッシュ生成プログラム TetMesh_P で節点間隔と要素高の比がこの値よりも小さい要素を削除する。平滑化オプションでは、TetMesh_P で併用する平滑化の手法を指定する。

面分割閾値は ADVENTURE_TetMesh のパラメータではないが、生成したメッシュの表面を分割するときの角度の閾値を与える。

詳細は ADVENTURE プロジェクトの ADVENTURE_TetMesh のマニュアルをご覧ください。

ADVENTURE_TetMesh 設定

基準長さ
(デフォルト値 0)

2次要素

一体型
(複数領域に分けない)

TetMesh_P
許容要素高最小値
(0.0~0.2)

TetMesh_P
平滑化オプション

TetMesh_P er

TetMesh_P
ang min_angle

TetMesh_P
ang max_angle

TetMesh_P
angg min angle

TetMesh_P alp

TetMesh_P
max out iteration

TetMesh_P
max in iteration

図 7-10 メッシュ生成パラメータ

7.8 メッシュ生成粗密定義の方法

ここでは、ADVENTURE_TetMesh でメッシュ生成を行う場合の節点密度制御パラメータの設定を行うことができる。密度パターンとして

- 点からの距離に反比例
- 線分からの距離に反比例
- 円筒からの距離に反比例

に対応している。複数の密度パターンを併用することもできる。この機能を利用する場合は、ADVENTURE_TetMesh の基準長さのパラメータを0以外の値を与えなければならない

ない。

点からの距離に反比例の項目では、中心からの距離が大きくなるにつれて、節点密度が低下していく。 r で半径、 $(center_x, center_y, center_z)$ で中心の座標を与え、中心では基準長さで与えられた節点密度の $density$ 倍の密度で節点を配置する。表示ボタンにチェックを入れると、与えられた球の範囲を半透明で図示する。

線分からの距離に反比例の項目では、中心が点ではなく線分で与えられるため、 $(start_x, start_y, start_z)$ と (end_x, end_y, end_z) で線分の端点の値を与える。表示ボタンにチェックを入れると、与えられた円柱の範囲を半透明で図示する。

円筒からの距離に反比例の項目では、 $r_4 < r_3 < r_2 < r_1$ で円筒の半径方向を与え、 r_3 から r_2 の範囲で節点密度を $density$ 倍にする。 r_5 は円筒の軸方向の長さを指定する。表示ボタンにチェックを入れると、与えられた円柱の範囲を半透明で図示する。

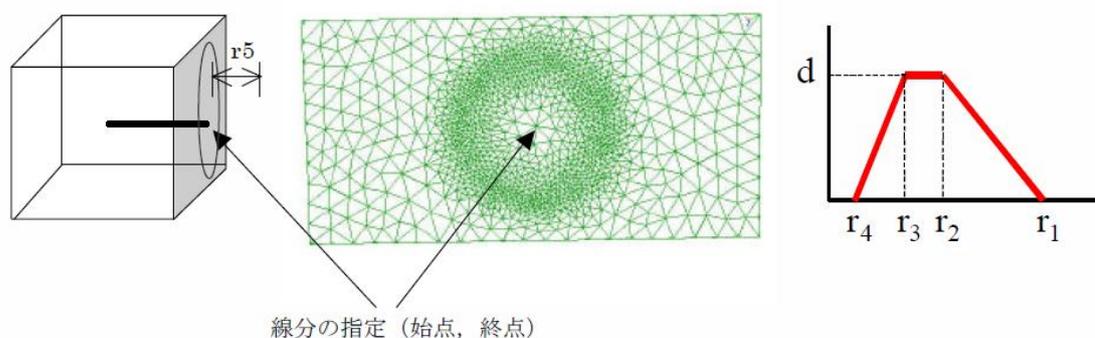


図 7-11 円筒からの距離に反比例 (ADVENTURE_TetMesh マニュアルより)

詳細は ADVENTURE プロジェクトの ADVENTURE_TetMesh のマニュアルをご覧ください。

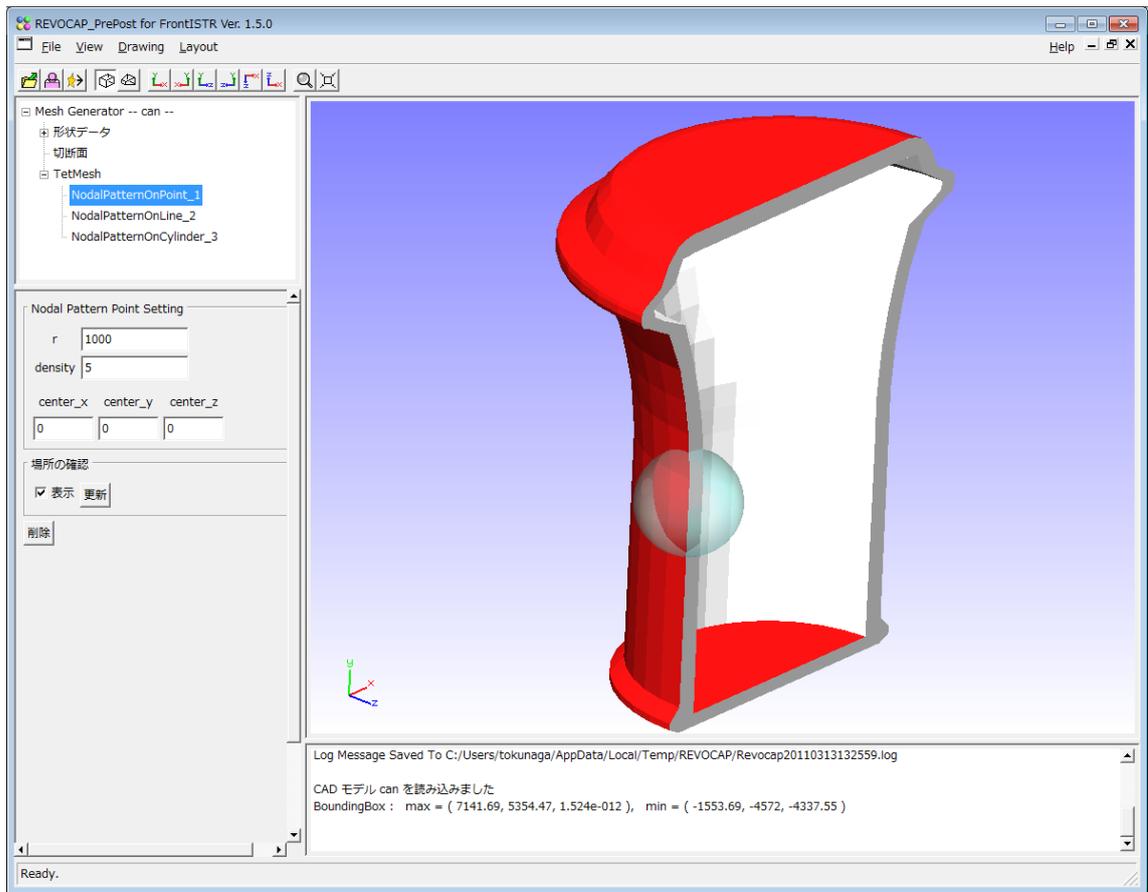


図 7-12 点からの距離に反比例

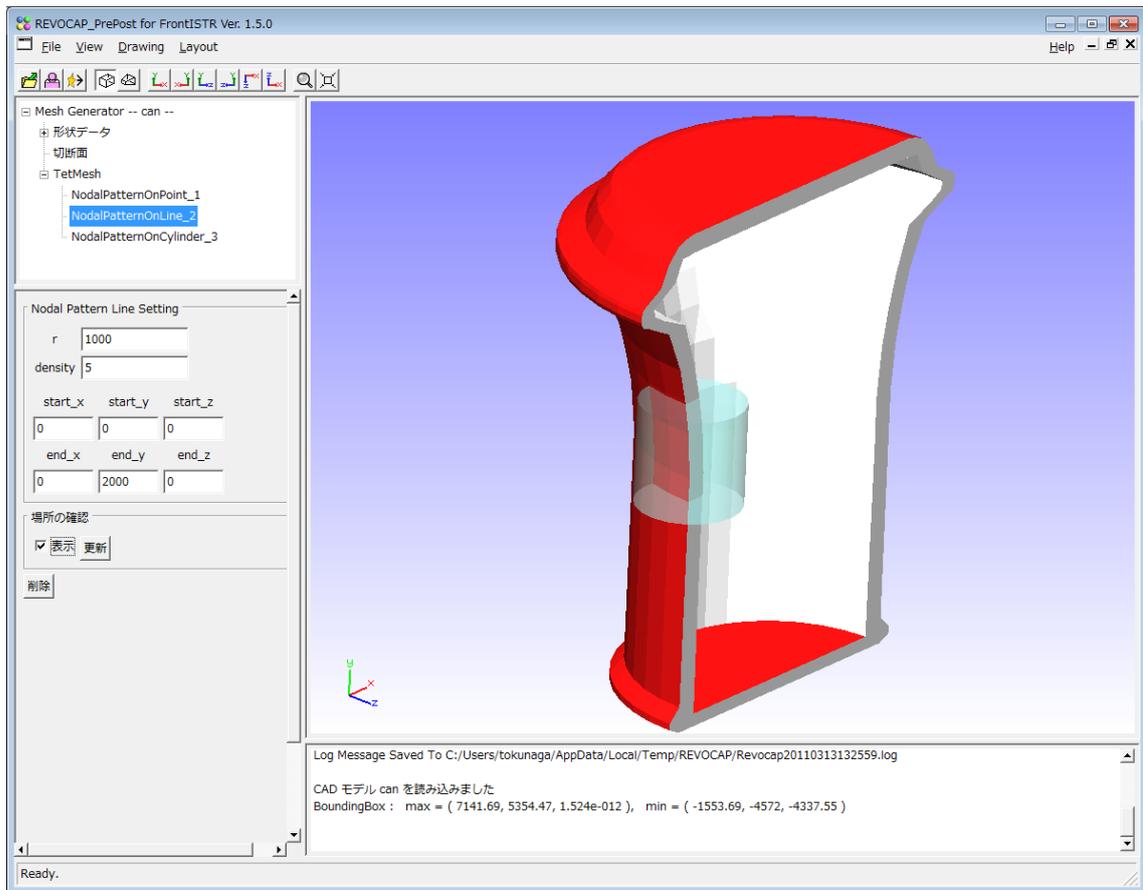


図 7-13 線分からの距離に反比例

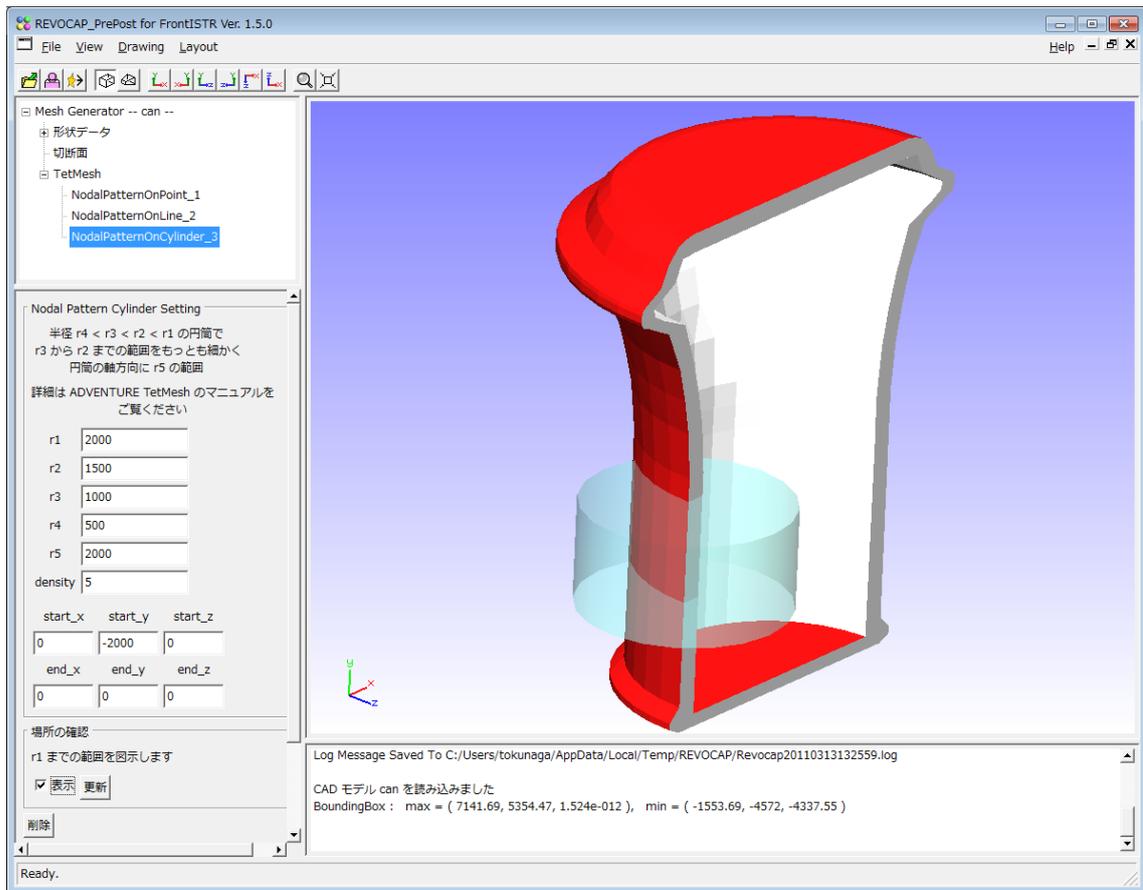


図 7-14 円筒からの距離に反比例

7.9 押し出しメッシュ生成

押し出しメッシュ生成機能は、既に生成されたメッシュに対して、特定の面を押し出したメッシュを追加する機能である。選択された面が三角形からなる場合は、押し出しメッシュは三角柱になる。TreeViewのMeshGenerationではなく、メッシュを生成した後の境界条件設定などの画面で行われることに注意する。

TreeViewから押し出しメッシュ生成の項目を選ぶ。

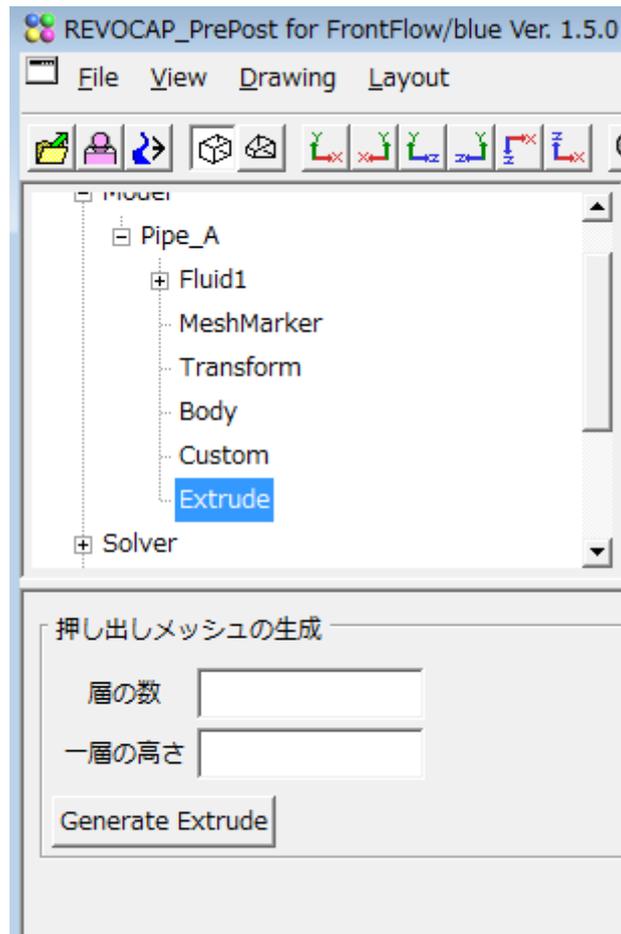


図 7-15 押し出しメッシュ生成の設定

- 3DView の画面の中で、押し出しメッシュを生成する面を選択する。

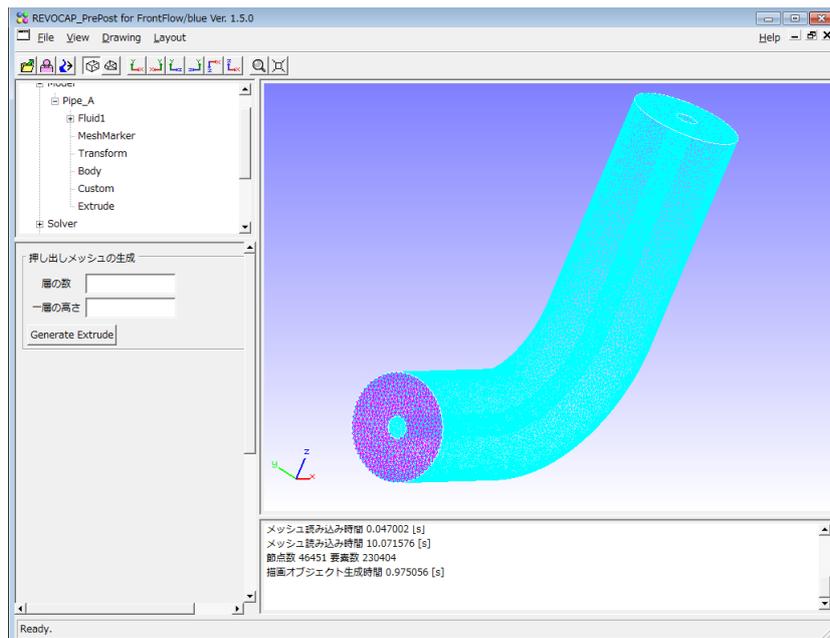


図 7-16 押し出しメッシュ生成の対象の選択

- 層の数と一層の高さを設定して「GenerateExtrude」ボタンを押す。

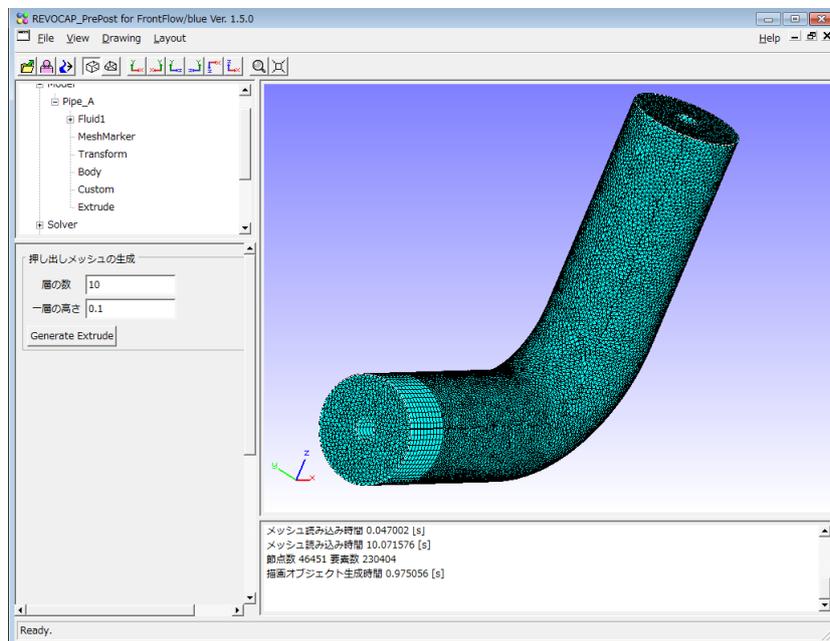


図 7-17 押し出しメッシュ生成の結果

- 選択した面に押し出しメッシュが生成される。

7.10 境界層メッシュ生成

境界層メッシュ生成機能は、構造物の周りの外部流のメッシュを生成するときに、あらかじめ構造物の周りに薄い境界層メッシュを作成してから、その外部の流体領域をメッシュ生成する機能である。

入力が形状ファイルであること、ADVENTURE_TetMesh_P が動作して表面メッシュが作成できること、構造物の全体を囲むような流体領域をメッシュ生成することが条件である。

まず最初に構造物の形状ファイルを読み込む。その後、直接メッシュ生成をせずに外部流体領域のメッシュ生成の設定画面を開く。

外部領域		
min	max	
x	-3	3
y	-3	3
z	-2	4
直方体作成・更新		
外側に境界層メッシュの生成		
層の数	5	
一層の高さ	0.04	
外側パッチ分割	10	
ADVENTURE_TetMesh 設定		
基準長さ (デフォルト値 0)	0.0	
面分割閾値[度]	120.0	
TetMesh_P 許容要素高最小値 (0.0~0.2)		
TetMesh_P 平滑化オプション		
メッシュ生成		

図 7-18 境界層メッシュ生成の設定

ここで、構造物を囲むように外部領域を定義する。また、構造物の周りに作成する境界層の数と層の高さを指定する。3DView の中に外部領域は半透明で表示されるので、それで構造物を取り囲んでいるかどうかを確認する。

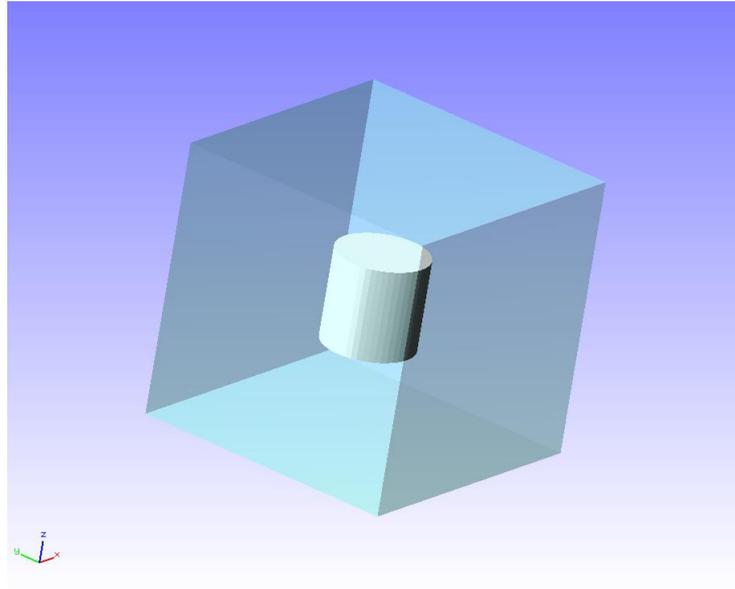


図 7-19 外部流体領域の確認

メッシュ生成ボタンを押すと、境界層付きの流体領域のメッシュが生成される。ただし、複雑形状で、層の数が多い場合は生成した境界層の形状が干渉する等のため、流体領域のメッシュ生成に失敗する場合がありますので注意する。

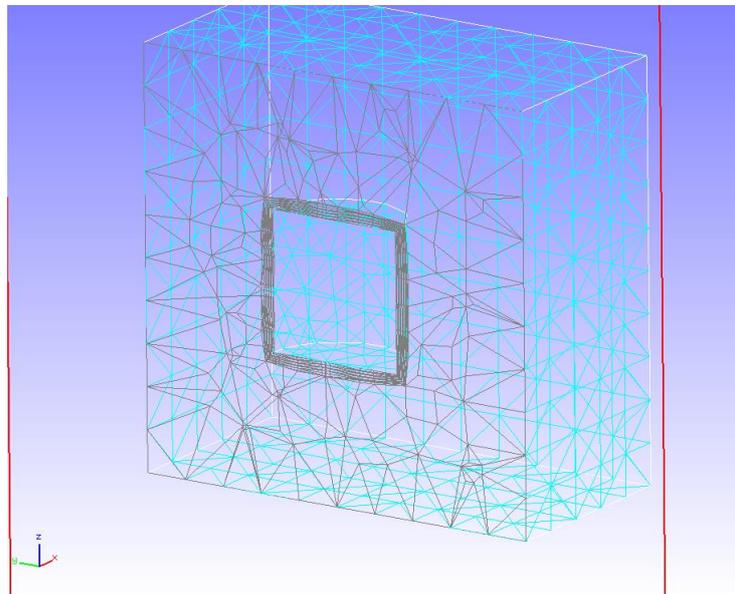


図 7-20 生成した境界層メッシュ

7.11 複数領域のメッシュ生成について

複数の部品などからなる複数領域のメッシュ生成を行う場合、領域（部品）ごとに CAD ファイルを読み込まなければならない。

複数領域の三角形パッチは **OpenCASCADE** を用いて生成しているため、**ADVENTURE_TetMesh** が想定している **ADVENTURE_Tripatch** の三角形パッチとは若干性質が異なる部分があるために、失敗する場合があります。詳細は **ADVENTURE** プロジェクトの **ADVENTURE_Tripatch** のマニュアルをご覧ください。

8 REVOCAP_PrePost のポスト処理

8.1 概要

REVOCAP_PrePost のポスト処理機能では、計算結果ファイルを読み込んで、コンター表示、変形表示、断面表示、等値面表示などを行う。これらはソルバに関わらず共通の操作で実現されるのでここでまとめて説明する。

8.2 計算結果ファイルの読み込み

それぞれのソルバの計算結果を読み込む。対応している入力ファイルフォーマットについては、それぞれのソルバに関する項目を参照のこと。

8.3 表面コンター図

TreeView の Contour 項目を選択する。

表面コンターの設定画面が現れる。

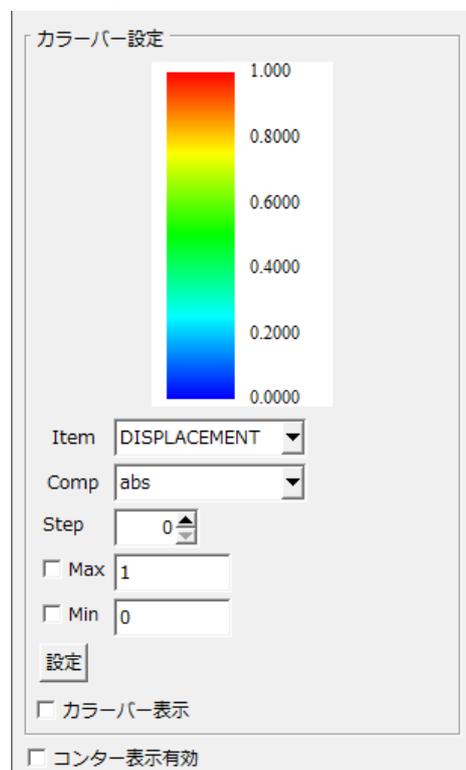


図 8-1 表面コンター図設定

- Item で表面コンターで表示する物理量を選択する
- Comp で物理量が多次元の時には、成分を表示するのか、絶対値を表示するのかを選択する。
- Step でコンターの色の個数を選択する（0を与えた場合は、スムーズコンターになる）
- Max と Min でコンター表示の最大最小値を与える。チェックボックスをつけずに「設定」ボタンを押すと、物理量の最大最小値を自動的に計算してその値を用いる。
- 「カラーバー表示」で3DView画面にカラーバーを表示するかどうかを選択する。
- 「コンター表示有効」にチェックをつけると3D画面内のモデルがコンター表示される。

表面コンター図の表示において、標準の設定では Drawing メニューの Rendering オプションが有効になっている。これは光源の設定と光の反射を計算して立体感を出すようにしている。この場合は光の反射具合によって表示上の色が変わるので、表面コンターの結果評価画像をレポート等で利用する場合は、Rendering オプションを無効にすることを推奨する。

8.4 変形図

Treeview の Deform 項目を選択すると、変形図の設定画面が現れる。

The image shows a software dialog box for deformation settings. It is organized into two main panels. The top panel, titled '変形表示', contains a dropdown menu for '変形パラメータ' (Deformation Parameter) set to 'DISPLACEMENT', a text input for '変形倍率' (Deformation Scale) with the value '1.0', and a checkbox for '画面に情報表示' (Show information on screen) which is currently unchecked. An 'Apply' button is located at the bottom of this panel. The bottom panel, titled 'アニメーション生成' (Animation Generation), features three text input fields: 'アニメーション分割数' (Animation Division) set to '20', '幅' (Width) set to '800', and '高さ' (Height) set to '600'. Below these fields are two buttons: '画面サイズ取得' (Get screen size) and '実行' (Execute).

図 8-2 変形表示設定

- 変形パラメータで変形表示を行う物理量をを与える（ここではベクトル値と認識した物理量のみが表示される）
- 変形倍率を与える
- 「変形倍率」ボタンを押すと、変形量の最大値に応じて適切な変形倍率を設定する。
- 「Apply」ボタンを押すと、3D画面内のモデルが変形表示される。ボタンはトグルでApplyとCancelが切り替わる。

計算結果ファイルにベクトル値として物理量が格納されていないと、変形表示の対象とならないので注意する。たとえば、 u, v, w という3つのスカラー物理量で変形表示を行うことはできない。ただし、FrontISTR、FrontFlow/blue の計算結果ファイルについては、ベクトル物理量の読み込みに対応済みである。

8.5 断面図

TreeView の Section 項目を選択すると、断面図の設定画面が現れる。

切断面

無効

フレームの表示

球面極座標と面の位置

Phi :

Theta :

法線ベクトルと点の座標

Normal	x	y	z
Set	1.000	0.000	0.000
Point	x	y	z
Set	3.207	3.207	13.334

方程式

$1.000x+0.000y+0.000z=3.207$

断面スナップショット

断面アニメーション作成

画像ファイル名

断面の方向

分割数

図 8-3 断面図設定

切断面の選択項目について

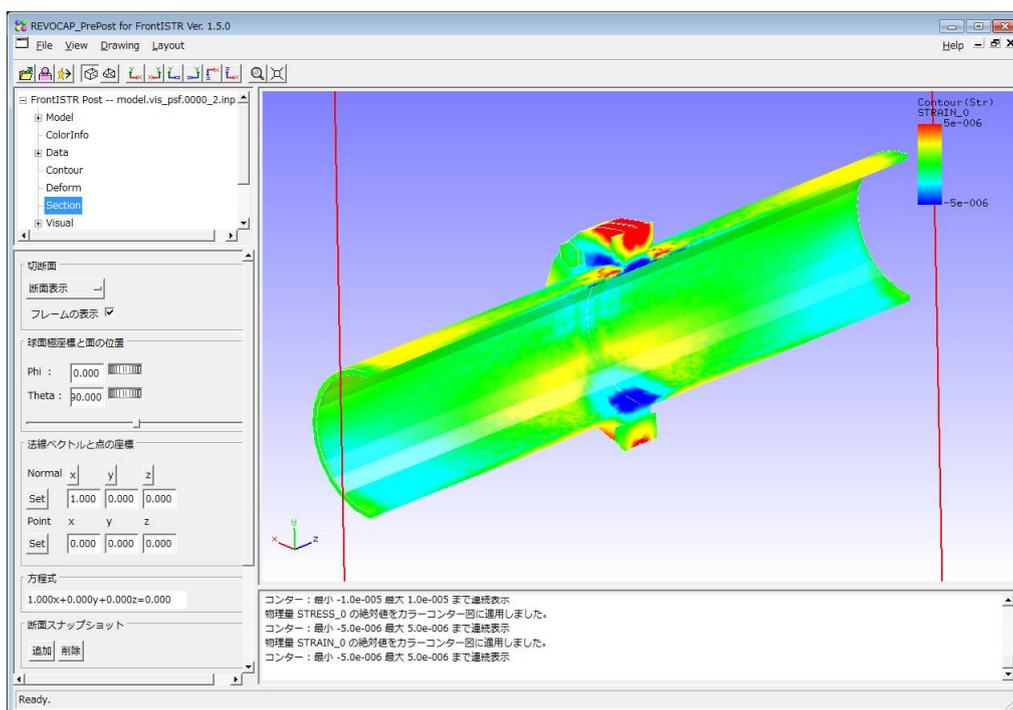
- 無効：通常のメッシュの表示
- 有効：切断面の片側のみを描画する（断面は描画しない）
- 断面表示：切断面の片側と断面を描画する。
- 断面要素表示：切断面の片側と断面を交差する要素を描画する（四面体のみ対応）

表面コンターを設定済みで、切断面を断面表示に設定したときには、切断面についてもコンター表示が適用される。

断面の設定や異動については、

- 球面極座標を与える方法
- 法線ベクトルと基準点を与える方法

のいずれでも可能である。



8-4 断面コンター表示の例

断面スナップショットで「追加」ボタンを押すと、現在描画中の切断面をスナップショットとして固定する。この機能を使うと 3D 画面上に複数の断面を同時に表示することが可能になる。

8.6 ベクトル図

TreeView の Vector 項目を選択すると、ベクトル図の設定画面が現れる。



図 8-5 ベクトル図設定

Item でベクトル表示を行う物理量を与える。

倍率でベクトル表示を行う場合の 3D 画面に表示する倍率を指定する。Item を選択すると、自動的に最大値とモデルの大きさから適当な値が設定される。

ベクトル表示の項目では、ベクトルを節点のすべてに対して描画するか、表面だけについて描画する課について選択できる。断面のみを選択すると、断面図を選択しているときに、その断面上だけベクトルを表示する。

表示するベクトルの色はカラーバーの設定で行う。Step および Max Min の設定内容については、表面コンターの設定と同じである。

8.7 等値面図

TreeView の IsoSurface 項目を選択すると、等値面の設定画面が現れる。



図 8-6 等値面設定

Item で等値面表示する物理量を与える。

Step Max Min は表面コンターの設定と同じである。

Value に等値面を描画する物理量の値を与える。

等値面表示を有効にすると、3D 画面上で等値面を表示する。コンターバーのスライダを動かすと、Value の値が変化し、その値で等値面を再描画する。

8.8 流線図

TreeView の StreamLine 項目を選択すると、流線図の設定画面が表示される。ベクトル値の計算結果について、それをベクトル場とみなしたときに、初期の点をいくつか置いてそれらの点がベクトル場に沿って流れていく時の軌跡を表示する。

ストリームライン

Item FLOW VELOCITY (3-D) ▼

初期点の位置

minX	minY	minZ
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
maxX	maxY	maxZ
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

選択中の面の BoundingBox を使う

初期点の個数

ラインの幅

刻み幅

ステップ数

カラーバー設定

Item FLOW VELOCITY (3-D) ▼

Comp abs ▼

Step

Max

Min

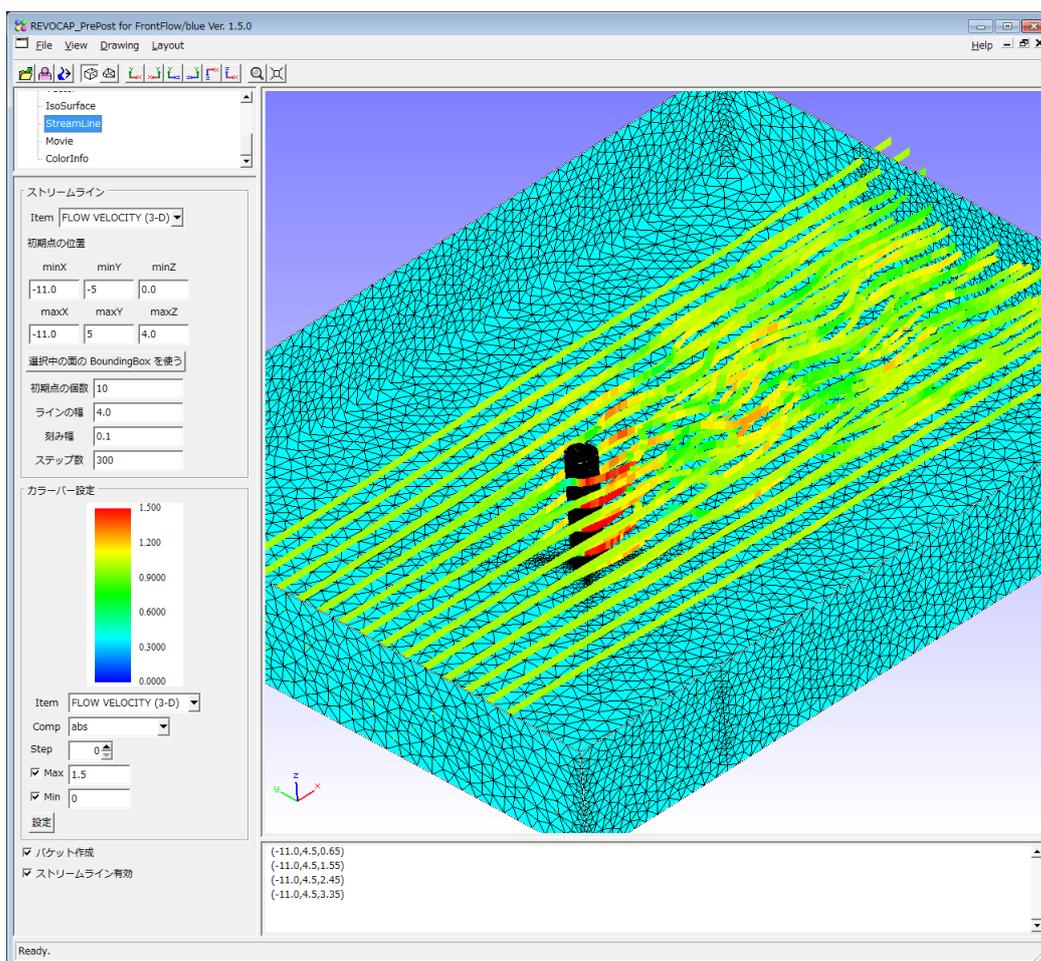
バケット作成

ストリームライン有効

8-7 流線図設定

流体解析において、流線を描画するときには流れの流入付近に初期点を置くとよい。ここでは初期点を1つ1つ座標で与えるのではなく、範囲と個数を与えると適当に初期点を配置する。ラインの幅は流線の画面上のピクセル数である。刻み幅は軌跡を計算するときの時間刻みで、ステップ数はその刻み幅で何回軌跡をたどるかを表す。

バケット作成のチェックボタンをオンにすると、要素を検索するためにバケットを作成してから流線を描画するので高速に描画できる。ただしバケットの作成にもメモリを消費するので大規模モデルの場合はメモリ不足で正常に動作しない場合もある。



8-8 流線の表示例

8.9 アニメーション生成

TreeView の Animation 項目を選択すると、アニメーションの設定画面が表示される。アニメーションの生成では、時系列やステップごとに出力された複数の計算結果ファイルが必要である。

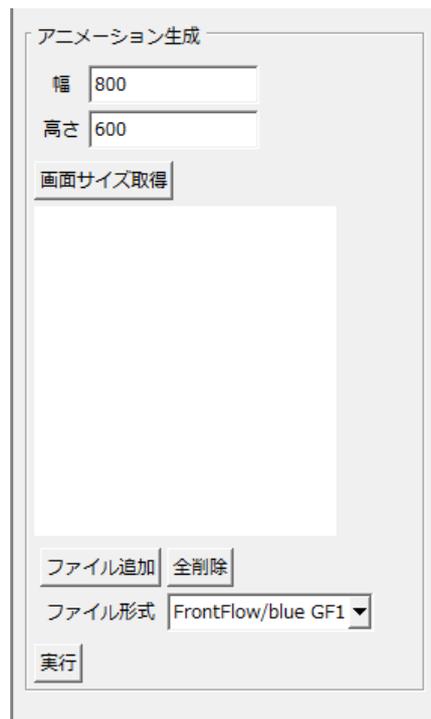


図 8-9 アニメーション生成画面

アニメーションを生成する最初のファイルを読み込んで、あらかじめ適当なポスト処理（表面コンター、変形など）を行っておく。このポスト処理について、時系列やステップごとの変化をみることが出来る。ファイル追加ボタンを押して、同じモデルの複数の計算結果ファイルを指定してリストに追加する。実行ボタンを押すと、リストにあるファイルを順に読んで、オフスクリーンでレンダリングを行い画像ファイルを出力する。

8.10 注意

ポスト処理の設定を行ったときには、通常すぐに 3DView の画面を再描画しているが、ビデオカードとの相性によっては、OS のイベントを与えなければ再描画を行わない場合がある。その場合は、視点を変更したり、3DView 内をクリックしたりすると、画面が更新される。

9 FrontISTR 用マニュアル

9.1 対応するソルバ

「次世代ものづくりシミュレーションソフトウェアの作成プロジェクト」にて開発された FrontISTR Ver. 3.3 に対応する。そのバージョン以降の機能については未対応であるので注意する。ただし FrontISTR Ver.4.1 の機能については一部対応している。

9.2 プレ・ポスト処理の手順

REVOCAP_PrePost による FrontISTR のプレ処理の手順は以下のとおりである。

- (1) 形状ファイルの読み込み・メッシュ生成（またはメッシュファイルを読み込み）
- (2) 解析の種類を選択
- (3) 材料物性値の設定
- (4) 境界条件の設定
- (5) 解析条件の設定
- (6) 解析モデルファイル出力

である。解析モデルを出力後、FrontISTR による解析を実行することができる。以下ではこの手順に従って説明をする。

REVOCAP_PrePost による FrontISTR のポスト処理の手順は、以下のとおり

計算結果ファイルの読み込み

ポスト表示の種類（コンター、変形など）と、ポスト表示の対象となる物理量を選択

ポスト処理の実行

である。

9.3 入出力仕様

プレ入力

形状ファイル

- IGES
- STEP
- STL

- ADVENTURE _Tripatch フォーマットのパッチデータ
メッシュファイル
- HECMW 形式のメッシュファイル
- ADVENTURE _TetMesh 形式のメッシュファイル
- MicroAVS UCD 形式のメッシュファイル

プレ出力

解析モデルファイル

- HECMW 形式のメッシュファイル
- FrontISTR 解析制御ファイル
- FrontISTR 全体制御ファイル

ポスト入力

計算結果ファイル

- HECMW 形式 RES ファイル
- HECMW 形式のメッシュファイル
- MicroAVS UCD 形式の計算結果ファイル

ポスト出力

画像データ

- JPEG, PNG, BMP 形式の画像データ

9.4 形状ファイルの読み込み・メッシュ生成

FEM 解析のためのメッシュがない場合、CAD データなどの形状データからメッシュを生成する。既にメッシュファイルがある場合は、このプロセスは省略してよい。詳細はメッシュ生成の章を参照のこと。

9.5 メッシュファイルの読み込み

メッシュ生成に成功した場合は生成したファイルを自動で読み込む。既存の解析用のメッシュがある場合は、メッシュファイルを読み込んでそこに解析条件を設定して解析モデルを作成することができる。

メニューから File => Open Mesh を選び、入力するメッシュファイルを与える、

固体領域に名前が与えられているようなメッシュファイル（HECMW 形式など）を読み込んだ場合は、TreeView の Model の項目の下にその名前で固体領域を表示する。固体領域

に名前が与えられていない場合は、*modelname_1*、*modelname_2* のような名前（*modelname* はファイル名）で表示する。

固体領域の境界面はメッシュファイルを読み込むときに自動的に抽出する。抽出した境界面は Treeview においてその親の固体領域の下の項目に Face01、Face02 のような名前が表示する。



図 9-1 メッシュファイルを読み込んだ後の TreeView

TreeView において固体領域を選択すると、LogMessagePane 画面にその固体領域の情報が表示される。

9.6 解析の種類を選択・解析の設定

本バージョンで対応しているのは、

- 線形弾性静解析(STATIC)
- 非線形静解析(NLSTATIC)
- 固有値解析(EIGEN)
- 熱伝導解析(HEAT)
- 動解析(DYNAMIC)

の5種類である。

解析条件の設定

解析の種類を選択は TreeView から「解析の種類」の項目を選択して、CustomPane に表示された「解析の種類を選択」で行う。

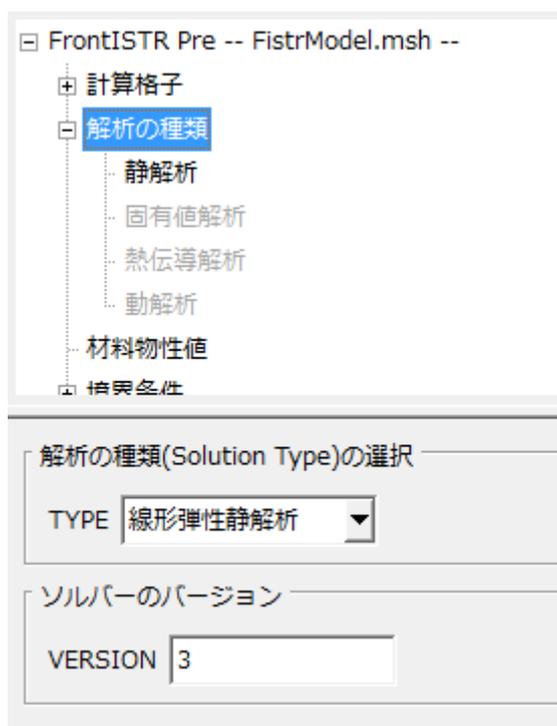


図 9-2 解析条件の設定

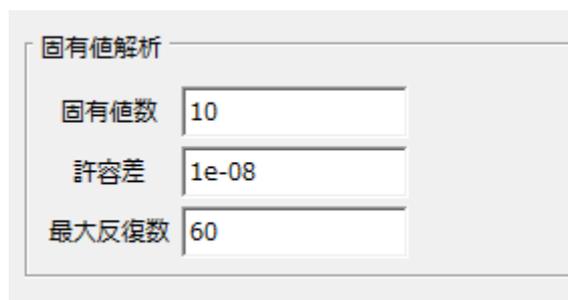
同時にソルバのバージョンの設定も行う。ソルバのバージョンによって出力されるメッシュファイルおよび解析制御ファイルのフォーマットが異なるので注意する。

解析の種類を選択したら、TreeView の「解析の種類」の下項目でそれぞれの解析の種類に関する設定を行うことができる。(線形弾性・非線形) 静解析についての設定項目はな

い。ただし非線形静解析を設定した場合は、この設定以外にステップ解析についての設定が必要である。解析の種類に応じた設定内容の詳細は FrontISTR のマニュアルを参照していただきたい。

固有値解析の条件設定

Treeview の「解析の種類」の下に「固有値解析」の項目を選択すると固有値解析の設定画面が CusomPane に表示される。



The screenshot shows a dialog box titled "固有値解析" (Eigenvalue Analysis). It contains three input fields:

項目	値
固有値数	10
許容差	1e-08
最大反復数	60

図 9-3 固有値解析の条件設定

熱伝導解析の条件設定

TreeView の「解析の種類」の下に「熱伝導解析」の項目を選択すると熱伝導解析の設定画面が CusomPane に表示される。



The screenshot shows a dialog box titled "熱伝導解析" (Heat Conduction Analysis). It contains six input fields:

項目	値
初期時間増分	0
非定常計算時間	3600
最小時間増分	1
許容変化温度	20
非線形計算最大反復数	20
収束判定値	1e-06

図 9-4 熱伝導解析の条件設定

動解析の条件設定

TreeView の「解析の種類」の下の「動解析」の項目を選択すると動解析の設定画面が CustomPane に表示される。

動解析 出力指定	
線形・非線形	
TYPE	<input type="text"/>
動解析設定	
運動方程式解法	Newmark- β 法
解析の種類	時刻歴応答解析
解析開始時間	0
解析終了時間	1
全STEP数	10
時間増分	1
リスタート ファイル出力間隔	0
パラメータ	
Newmark- β 法 パラメータ γ	0.5
Newmark- β 法 パラメータ β	0.25
質量マトリクス	質量集中マトリクス
減衰	Rayleigh減衰
Rayleigh減衰 パラメータ R_m	0
Rayleigh減衰 パラメータ R_k	0

動解析 **出力指定**

出力指定

結果出力間隔	10
変位モニタリング 節点番号	0
変位モニタリング 結果出力間隔	1
変位	出力しない ▼
速度	出力しない ▼
加速度	出力しない ▼
反力	出力しない ▼
ひずみ	出力しない ▼
応力	出力しない ▼

図 9-5 動解析の条件設定

9.7 材料物性値の設定

REVOCAP_PrePost において固体領域に材料物性値を設定するには、最初に材料物性データベースにヤング率、ポアソン比などの材料物性パラメータの組に名前をつけて登録し、その名前を固体領域に割り当てるという手順を取る。材料物性値データベースには主要な物質の値があらかじめ登録されている。

材料物性データベースの設定

材料物性データベースにパラメータを登録するには、TreeView で「材料物性値」の項目を選択し、CustomPane に材料物性データベースの設定画面を表示させる。材料物性値の選択メニューから選択すると、既に登録済みの値を確認することができる。新たに材料物性値を登録する場合は、材料物性値のモデルと降伏条件、硬化則を選択して、ヤング率、ポアソン比、密度、線膨脹係数、熱伝導率、比熱などの物性値パラメータに値を入力する。

材料物性値のモデルに応じて、設定すべきパラメータが変化する。解析で利用するモデル以外のパラメータについては入力しなくてもよい。温度依存性を持つ物性値パラメータの場合は、あらかじめ温度依存性を csv ファイルに記述しておいて、物性値パラメータはそ

の csv ファイル名を与える。

材料の名前

材料の名前を選択

材料物性値

モデル

降伏条件/タイプ

硬化則

	value
ポアソン比	
ヤング率 [Pa]	
密度 [kg m ⁻³]	
線膨脹係数 [K ⁻¹]	

表示中のデータを更新します

材料物性値データベースへ追加

登録名

材料物性値データベースの保存

全データを CSV 形式で保存します

図 9-6 材料物性データベースの設定

固体領域に設定した物性値を与えるには、データベースに登録する必要がある。新規に入力した場合または既存の物性値を修正した場合は、新たに登録名を指定して「追加」ボタンを押す。ここで与える登録名はそのまま FrontISTR の Material の識別子で使われるので、半角英数字で与えなければならない。

材料物性値のデータベースは、以下のような CSV ファイルで保存することができる。

```
material,young,poisson,density,linearexp,thermal_conductivity,specific_heat
```

unit,Pa,,kb m ⁻³ ,K ⁻¹ ,W m ⁻² K ⁻¹ ,J kg ⁻¹ K ⁻¹ Aluminum,70000000000,0.345,2690,2.50E-05,237,1.00E-06
--

REVOCAP_PrePost アプリケーションの FSTR フォルダにある mat.csv というファイルが起動時に初期値で読み込まれる材料物性値のデータベースである。このファイルを変更すると、デフォルトのデータベースが置き換えられる。

材料物性値の固体領域への割り当て

材料物性値データベースに登録されている材料物性値を固体領域に割り当てなければならない。TreeView の計算格子の項目の下の固体領域の項目を選択する。このとき CustomPane には材料物性設定用の画面が表示されるので、そこで登録されている材料物性値の名前と材料モデルを選択して登録する。

材料の選択
領域の名前 beam_0
設定

材料の選択
beam_0の材料
Aluminum
材料モデル
ELASTIC
設定 元に戻す

BoundingBox
表示

図 9-7 材料物性値の固体領域への割り当て

9.8 境界条件の設定

下に挙げる境界条件については、解析の種類によって設定できる項目が異なる。初めに解析の種類を選択してからでないと、目的の境界条件が設定できないので注意する。

以下の境界条件の設定で与える名前は FrontISTR の識別子としても使われるため、すべ

て半角英数で与えなければならない。

節点拘束・変位(BOUNDARY)

静解析、固有値解析、動解析のときに設定可能である。FrontISTR でのパラメータ名は BOUNDARY である。TreeView の境界条件の項目の下の BOUNDARY を選択する。境界条件の識別子を Name に与える。設定画面が表示されている状態で、面全体を選択、または Lasso ボタンを有効にしてマウスで範囲を選択する。設定できるのは拘束または変位の方法と値である。拘束条件の場合は、拘束する方向にチェックを入れて、数値は 0.0 を与える。強制変位の場合は、変位を与える方向にチェックを入れて、変位の値を与える。

「追加」ボタンを押すと境界条件が追加され、TreeView の BOUNDARY の項目の下に境界条件名の項目が追加される。

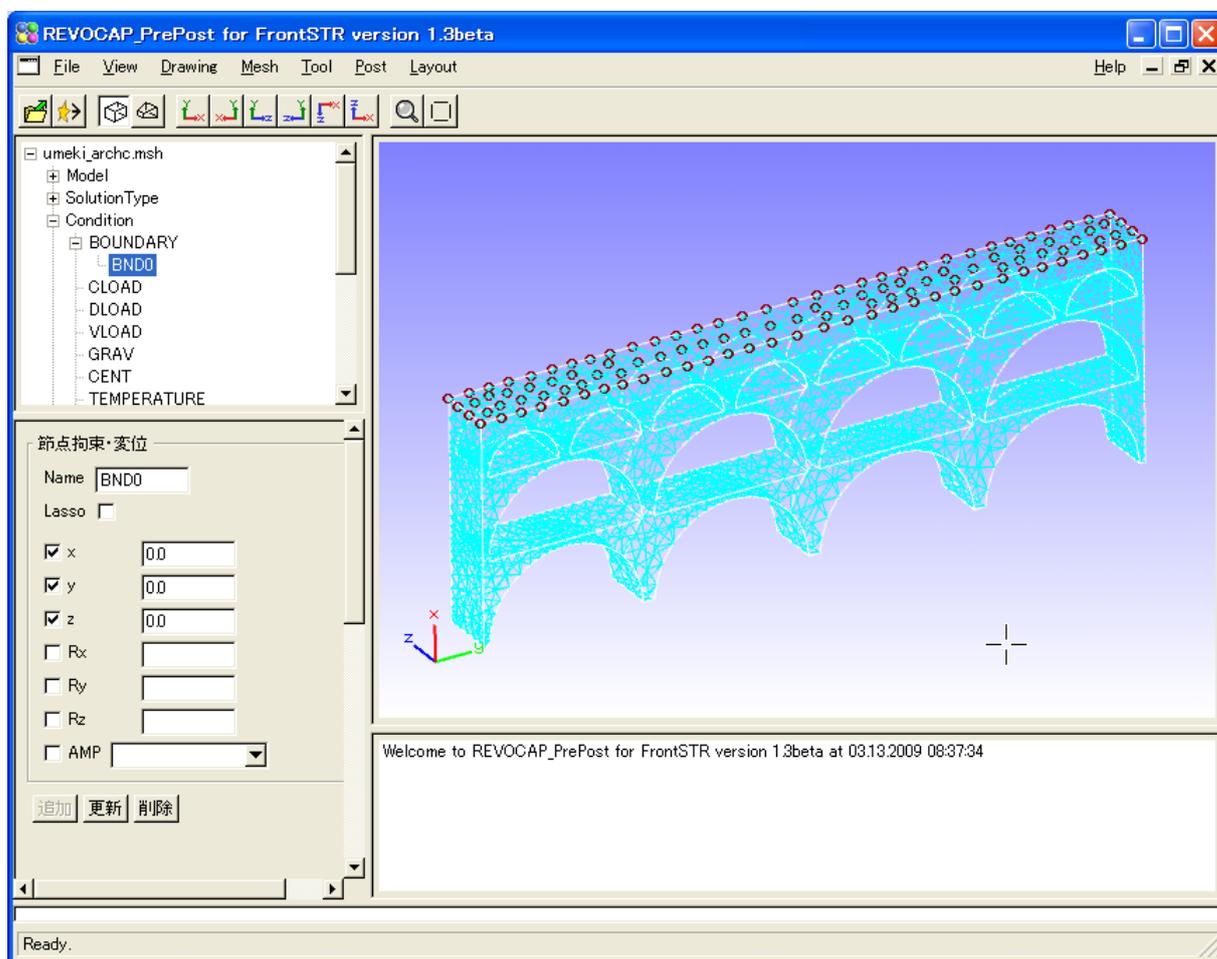


図 9-8 節点拘束・変位(BOUNDARY)

既に与えられている境界条件を編集する場合は TreeView の BOUNDARY の項目の下のそれぞれの節点拘束・変位の境界条件を選択し、数値を修正して「更新」ボタンを押す。

境界条件を削除する場合は、TreeView の BOUNDARY の項目の下のそれぞれの節点拘束・変位の境界条件を選択し、「削除」ボタンを押す。

集中荷重(CLOAD)

静解析、動解析のときに設定可能である。FrontISTR でのパラメータ名は CLOAD である。TreeView の境界条件の項目の下の CLOAD を選択する。境界条件の識別子を Name に与える。設定画面が表示されている状態で、面全体を選択、または Lasso ボタンを有効にしてマウスで範囲を選択する。設定できるのは荷重ベクトルの x、y、z の方向の 3 成分である。ここでは選択された節点全てに同一の荷重を与えることになるので注意する。必要に応じて「節点数の確認」ボタンで選択されている節点の個数を確認して、荷重値を調整する。



図 9-9 集中荷重(CLOAD)

「追加」ボタンを押すと境界条件が追加され、TreeView の CLOAD の項目の下に境界条件名の項目が追加される。

既に与えられている境界条件を編集する場合はTreeView の CLOAD の項目の下のそれぞれの集中荷重の境界条件を選択し、数値を修正して「更新」ボタンを押す。境界条件を削除する場合は、TreeView の CLOAD の項目の下のそれぞれの集中荷重の境界条件を選択し、「削除」ボタンを押す。

面荷重(DLOAD)

静解析、動解析のときに設定可能である。FrontISTR でのパラメータ名は DLOAD であ

る。TreeView の境界条件の項目の下の DLOAD を選択する。境界条件の識別子を Name に与える。設定画面が表示されている状態で、面全体を選択、または Lasso ボタンを有効にしてマウスで範囲を選択する。設定できるのは圧力値である。



図 9-10 面荷重(DLOAD)

「追加」ボタンを押すと境界条件が追加され、TreeView の DLOAD の項目の下に境界条件名の項目が追加される。

既に与えられている境界条件を編集する場合は TreeView の DLOAD の項目の下のそれぞれの面荷重の境界条件を選択し、数値を修正して「更新」ボタンを押す。境界条件を削除する場合は、TreeView の DLOAD の項目の下のそれぞれの面荷重の境界条件を選択し、「削除」ボタンを押す。

体積力(DLOAD)

静解析のときに設定可能である。TreeView の境界条件の項目の下の VLOAD を選択する。FrontISTR の解析制御ファイルでは DLOAD の BX BY BZ で与えられるが、面荷重と区別するために REVOCAP_PrePost では VLOAD と表示していることに注意する。境界条件の識別子を Name に与える。設定できるのは方向と値である。



図 9-11 体積力(DLOAD)

「追加」ボタンを押すと境界条件が追加され、TreeView の VLOAD の項目の下に境界条件名の項目が追加される。3DView の中では特にアイコン表示等はされない。

既に与えられている境界条件を編集する場合は **TreeView** の **VLOAD** の項目の下のそれぞれの体積力の境界条件を選択し、数値を修正して「更新」ボタンを押す。境界条件を削除する場合は、**TreeView** の **VLOAD** の項目の下のそれぞれの体積力の境界条件を選択し、「削除」ボタンを押す。

重力(DLOAD)

静解析のときに設定可能である。**TreeView** の境界条件の項目の下の **GRAV** を選択する。**FrontISTR** の解析制御ファイルでは **DLOAD GRAV** に分類されるが、面荷重と区別するために **REVOCAP_PrePost** では **GRAV** と表示していることに注意する。境界条件の識別子を **Name** に与える。設定できるのは **x**、**y**、**z** 方向の 3 成分の値である。**FrontISTR** の内部では絶対値と単位ベクトルに分解して記述されるが、**REVOCAP_PrePost** からは 3 方向のベクトルとして与える。



図 9-12 重力(DLOAD)

GRAV のチェックボタンをオンにすると、重力の境界条件が有効になる。数値を修正して更新ボタンを押すと、値が更新される。

遠心力(DLOAD)

静解析のときに設定可能である。**TreeView** の境界条件の項目の下の **CENT** を選択する。**FrontISTR** の解析制御ファイルでは **DLOAD CENT** に分類されるが、面荷重と区別するために **REVOCAP_PrePost** では **CENT** と表示していることに注意する。境界条件の識別子を **Name** に与える。設定できるのは角速度、位置ベクトル、方向ベクトルの 7 成分の値である。

遠心力

Name

角速度

位置ベクトル

方向ベクトル

図 9-13 遠心力(DLOAD)

「追加」ボタンを押すと境界条件が追加され、TreeView の CENT の項目の下に境界条件名の項目が追加される。3DView の中では特にアイコン表示等はされない。

既に与えられている境界条件を編集する場合は TreeView の CENT の項目の下のそれぞれの遠心力の境界条件を選択し、数値を修正して「更新」ボタンを押す。境界条件を削除する場合は、TreeView の CENT の項目の下のそれぞれの遠心力の境界条件を選択し、「削除」ボタンを押す。

参照温度(REFTEMP)

静解析で熱応力解析を行う場合に設定する。FrontISTR でのパラメータは REFTEMP である。TreeView の境界条件の項目の下の REFTEMP を選択し、参照温度を与える。空欄にした場合は参照温度を与えない。

熱応力解析における参照温度

参照温度

図 9-14 参照温度 (REFTEMP)

節点温度(TEMPERATURE)

静解析で熱応力解析を行う場合に設定する。FrontISTR でのパラメータ名は TEMPERATURE である。TreeView の境界条件の項目の下の TEMPERATURE を選択す

る。境界条件の識別子を Name に与える。設定画面が表示されている状態で、面全体を選択、または Lasso ボタンを有効にしてマウスで範囲を選択する。設定できるのは温度の値である。

図 9-15 節点温度(TEMPERATURE)

「追加」ボタンを押すと境界条件が追加され、TreeView の TEMPERATURE の項目の下に境界条件名の項目が追加される。

既に与えられている境界条件を編集する場合は TreeView の TEMPERATURE の項目の下のそれぞれの節点温度の境界条件を選択し、数値を修正して「更新」ボタンを押す。境界条件を削除する場合は、TreeView の TEMPERATURE の項目の下のそれぞれの節点温度の境界条件を選択し、「削除」ボタンを押す。

接触ペア(CONTACTPAIR)

非線形静解析の時に接触面のペアを設定する。FrontISTR でのパラメータ名は CONTACTPAIR である。TreeView の境界条件の項目の下の CONTACTPAIR を選択すると設定用の画面が表示される。接触面ペアの識別子を PAIR_NAME に与える。

ここでは接触面として、モデルの表示に使われている面の名前を与える。面を選択している状態で「MASTER_GRP」ボタンを押すと、その面の名前が与えられる。同様にして「SLAVE_GRP」にも面の名前を与える。

図 9-16 接触ペア (CONTACTPAIR)

「追加」ボタンを押すと接触面ペアが追加され、TreeView の CONTACTPAIR の項目の下に接触面ペアの識別子名の項目が追加される。

既に与えられている接触面ペアを編集する場合はTreeView の CONTACTPAIR の項目の下のそれぞれの接触面ペアの境界条件を選択し、面の名前を修正して「更新」ボタンを押す。接触面ペアを削除する場合は、TreeView の CONTACTPAIR の項目の下の接触面ペアの識別子を選択し、「削除」ボタンを押す。

接触(CONTACT)

接触条件を設定する。非線形静解析の時に設定可能である。FrontISTR でのパラメータ名は CONTACT である。TreeView の境界条件の項目の下の CONTACT を選択すると設定用の画面が表示される。接触条件の識別子を Name に与える。

パラメータ INTERACTION、NTOL、TTOL、NPENALTY、TPENALTY を与え、CONTACTPAIR で定義した接触面ペアに対して fcoef、factor の値を設定して「表に追加」する。

CONTACT 条件の「追加」ボタンを押すと接触条件が追加され、TreeView の CONTACT の項目の下に接触条件の識別子名の項目が追加される。

すでに与えられている接触条件を編集する場合はTreeView の CONTACT の項目の下にある接触条件を選択して、パラメータ等を修正して「更新」ボタンを押す。

接触条件を削除する場合は、TreeView の CONTACT の項目の下の接触条件の識別子を選択し、「削除」ボタンを押す。

CONTACT

Name

INTERACTION

NTOL

TTOL

NPENALTY

TPENALTY

この接触条件で有効な CONTACT PAIR

PAIR_NAME

fcoef

factor

PAIR_NAM	fcoef	factor	

図 9-17 接触(CONTACT)

全節点拘束(DIM)

静解析、固有値解析、動解析のときに設定可能である。全ての節点に対して、ある特定の報告の拘束を与える場合に用いる。FrontISTR の解析制御ファイルでは BOUNDARY であるが、特殊な用途について簡単に設定するために REVOCAP_PrePost では DIM として表示している。TreeView の境界条件の項目の下の DIM を選択する。全ての節点に与えるため識別子はない。設定できるのは拘束する方向である。

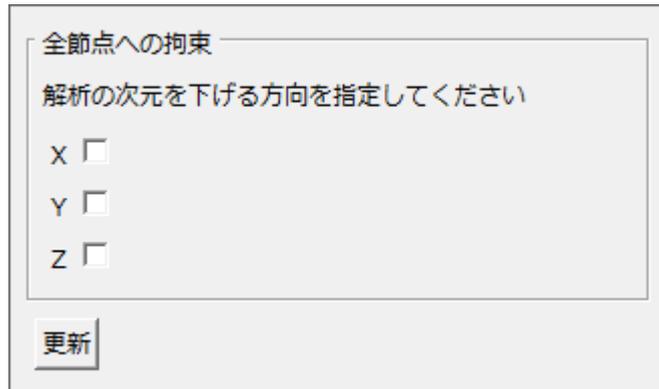


図 9-18 全節点拘束 (DIM)

チェックボックスをオンにすると、その方向の拘束が与えられる。編集する場合は、TreeView の境界条件の DIM を選択して、条件を編集して「更新」ボタンを押す。

アセンブリ対(ASSEMBLY PAIR)

アセンブリ対を設定する。この条件は FrontISTR Ver.4.1 で有効であるが、便宜上 Ver.3.3 でも利用できるようになっている。

アセンブリ対の識別子を PAIR_NAME に与え、3DView で面を選択した状態で「MASTER_GRP」ボタンを押すと、マスター面の名前に選択した面の名前が与えられる。同様に「SLAVE_GRP」ボタンを押すと、スレイブ面の名前に選択した面の名前が与えられる。

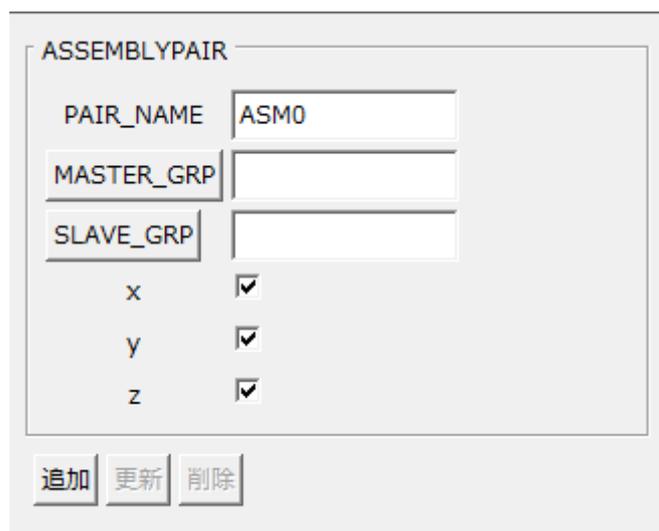


図 9-19 アセンブリ対(ASSEMBLYPAIR)

特定の方向だけアセンブリ条件を与える場合は、その方向以外の x、y、z のチェックボ

ックスをオフにする。「追加」ボタンを押すとアセンブリ対が追加され、TreeView の ASSEMBLYPAIR の項目の下にアセンブリ対の識別子の項目が追加される。

既に与えられているアセンブリ対を編集する場合は TreeView の ASSEMBLYPAIR の項目の下のそれぞれのマスター面の名前、スレイブ面の名前を編集して「更新」ボタンを押す。

アセンブリ対を削除する場合は、TreeView の ASSEMBLYPAIR の項目の下のアセンブリ対の識別子を選択し、「削除」ボタンを押す。

速度境界条件(VELOCITY)

動解析で設定可能である。FrontISTR でのパラメータ名は VELOCITY である。TreeView の境界条件の項目の下の VELOCITY を選択する。境界条件の識別子を Name に与える。設定画面が表示されている状態で、面全体を選択、または Lasso ボタンを有効にしてマウスで範囲を選択する。設定できるのは速度の x、y、z 成分の値である。



図 9-20 速度境界条件 (VELOCITY)

「追加」ボタンを押すと境界条件が追加され、TreeView の VELOCITY の項目の下に境界条件名の項目が追加される。

既に与えられている境界条件を編集する場合は TreeView の VELOCITY の項目の下の速度境界条件を選択し、数値を修正して「更新」ボタンを押す。境界条件を削除する場合は、TreeView の VELOCITY の項目の下のそれぞれの節点温度の境界条件を選択し、「削除」ボタンを押す。

加速度境界条件(ACCELERATION)

動解析で設定可能である。FrontISTR でのパラメータ名は ACCELERATION である。TreeView の境界条件の項目の下の ACCELERATION を選択する。境界条件の識別子を Name に与える。設定画面が表示されている状態で、面全体を選択、または Lasso ボタンを有効にしてマウスで範囲を選択する。設定できるのは加速度の x、y、z 成分の値である。

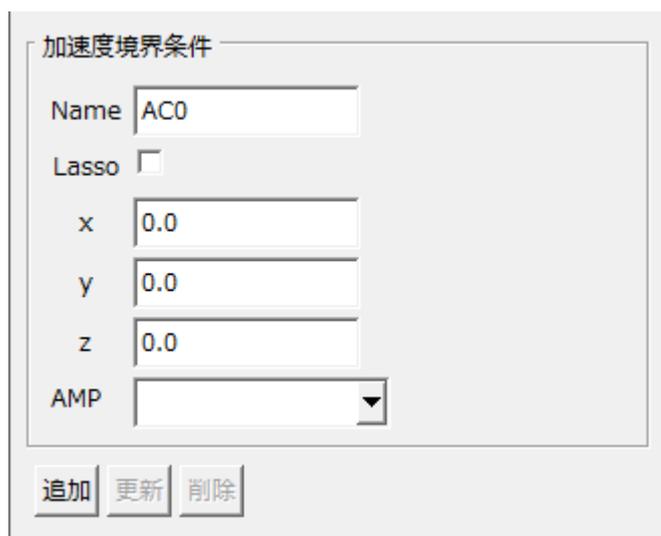


図 9-21 加速度境界条件 (ACCELERATION)

「追加」ボタンを押すと境界条件が追加され、TreeView の ACCELERATION の項目の下に境界条件名の項目が追加される。

既に与えられている境界条件を編集する場合は TreeView の ACCELERATION の項目の下の加速度境界条件を選択し、数値を修正して「更新」ボタンを押す。境界条件を削除する場合は、TreeView の ACCELERATION の項目の下のそれぞれの加速度境界条件を選択し、「削除」ボタンを押す。

規定温度(FIXTEMP)

熱伝導解析のときに設定可能である。FrontISTR でのパラメータ名は FIXTEMP である。TreeView の境界条件の項目の下の FIXTEMP を選択する。境界条件の識別子を Name に与える。設定画面が表示されている状態で、面全体を選択、または Lasso ボタンを有効にしてマウスで範囲を選択する。設定できるのは温度の値である。

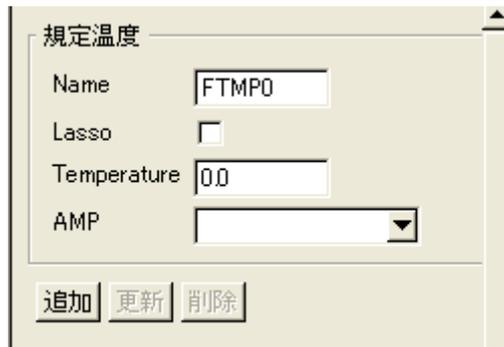


図 9-22 規定温度(FIXTEMP)

「追加」ボタンを押すと境界条件が追加され、TreeView の FIXTEMP の項目の下に境界条件名の項目が追加される。

既に与えられている境界条件を編集する場合は TreeView の FIXTEMP の項目の下のそれぞれの規定温度の境界条件を選択し、数値を修正して「更新」ボタンを押す。境界条件を削除する場合は、TreeView の FIXTEMP の項目の下のそれぞれの規定温度の境界条件を選択し、「削除」ボタンを押す。

集中熱流束(CFLUX)

熱伝導解析のときに設定可能である。FrontISTR でのパラメータ名は CFLUX である。TreeView の境界条件の項目の下の CFLUX を選択する。境界条件の識別子を Name に与える。設定画面が表示されている状態で、面全体を選択、または Lasso ボタンを有効にしてマウスで範囲を選択する。設定できるのは熱流束値の値である。



図 9-23 集中熱流束(CFLUX)

「追加」ボタンを押すと境界条件が追加され、TreeView の CFLUX の項目の下に境界条件名の項目が追加される。

既に与えられている境界条件を編集する場合は TreeView の CFLUX の項目の下のそれぞれ

れの集中熱流束の境界条件を選択し、数値を修正して「更新」ボタンを押す。境界条件を削除する場合は、TreeView の CFLUX の項目の下のそれぞれの集中熱流束の境界条件を選択し、「削除」ボタンを押す。

(面に与える) 分布熱流束(DFLUX)

熱伝導解析のときに設定可能である。FrontISTR でのパラメータ名は DFLUX である。TreeView の境界条件の項目の下の DFLUX を選択する。境界条件の識別子を Name に与える。設定画面が表示されている状態で、面全体を選択、または Lasso ボタンを有効にしてマウスで範囲を選択する。設定できるのは熱流束値の値である。



図 9-24 面熱流束(DFLUX)

「追加」ボタンを押すと境界条件が追加され、TreeView の DFLUX の項目の下に境界条件名の項目が追加される。

既に与えられている境界条件を編集する場合はTreeView の DFLUX の項目の下のそれぞれの面熱流束の境界条件を選択し、数値を修正して「更新」ボタンを押す。境界条件を削除する場合は、TreeView の DFLUX の項目の下のそれぞれの面熱流束の境界条件を選択し、「削除」ボタンを押す。

内部発熱(IHEAT)

熱伝導解析のときに設定可能である。FrontISTR でのパラメータ名は DFLUX である。面に与える分布熱流束と区別するために REVOCAP_PrePost では別項目として設定する。TreeView の境界条件の項目の下の IHEAT を選択する。境界条件の識別子を Name に与える。熱流束値の値を設定する。対象となる要素は要素番号または領域の座標値で与えることができる。設定できるのは熱流束値の値である。

内部発熱

Name

AMP

特定の要素に対する設定

要素番号はスペースまたはコンマで区切れば複数同時に指定できます

a - b の形式で a から b までを指定できます

要素番号

熱流束値

特定の領域に対する設定

	min	max
x=	<input type="text"/>	<input type="text"/>
y=	<input type="text"/>	<input type="text"/>
z=	<input type="text"/>	<input type="text"/>

熱流束値

図 9-25 内部発熱 (IHEAT)

「追加」ボタンを押すと境界条件が追加され、TreeView の IHEAT の項目の下に境界条件名の項目が追加される。

既に与えられている境界条件を編集する場合は TreeView の IHEAT の項目の下のそれぞれの内部発熱の境界条件を選択し、数値を修正して「更新」ボタンを押す。境界条件を削除する場合は、TreeView の DFLUX の項目の下のそれぞれの内部発熱の境界条件を選択し、「削除」ボタンを押す。

熱伝達係数(FILM)

熱伝導解析の時に設定可能である。FrontISTR でのパラメータ名は FILM である。

TreeView の境界条件の項目の下の FILM を選択する。境界条件の識別子を Name に与える。設定画面が表示されている状態で、面全体を選択、または Lasso ボタンを有効にしてマウスで範囲を選択する。設定できるのは熱伝達係数と雰囲気温度の値である。

図 9-26 熱伝達係数(FILM)

「追加」ボタンを押すと境界条件が追加され、TreeView の FILM の項目の下に境界条件名の項目が追加される。

既に与えられている境界条件を編集する場合は TreeView の FILM の項目の下のそれぞれの熱伝達係数の境界条件を選択し、数値を修正して「更新」ボタンを押す。境界条件を削除する場合は、TreeView の FILM の項目の下のそれぞれの熱伝達係数の境界条件を選択し、「削除」ボタンを押す。

輻射係数(RADIATE)

熱伝導解析の時に設定可能である。FrontISTR でのパラメータ名は RADIATE である。TreeView の境界条件の項目の下の RADIATE を選択する。境界条件の識別子を Name に与える。設定画面が表示されている状態で、面全体を選択、または Lasso ボタンを有効にしてマウスで範囲を選択する。設定できるのは輻射係数と雰囲気温度の値である。

図 9-27 輻射係数(RADIATE)

「追加」ボタンを押すと境界条件が追加され、TreeView の RADIATE の項目の下に境界条件名の項目が追加される。

既に与えられている境界条件を編集する場合は TreeView の RADIATE の項目の下のそれぞれの輻射係数の境界条件を選択し、数値を修正して「更新」ボタンを押す。境界条件を削除する場合は、TreeView の RADIATE の項目の下のそれぞれの輻射係数の境界条件を選択し、「削除」ボタンを押す。

温度初期条件(INITIAL)

静解析で熱応力解析を行う場合、および熱伝導解析の時に設定可能である。FrontISTR でのパラメータ名は INITIAL CONDITION (TYPE=TEMPERATURE)である。TreeView の境界条件の項目の下の INITIAL を選択する。初期条件の識別子を Name に与える。設定画面が表示されている状態で、面全体を選択、または Lasso ボタンを有効にしてマウスで範囲を選択する。設定できるのは初期条件の温度の値である。

図 9-28 温度初期条件 (INITIAL)

「追加」ボタンを押すと温度初期条件が追加され、TreeView の INITIAL の項目の下に温度初期条件名の項目が追加される。

既に与えられている温度初期条件を編集する場合は TreeView の INITIAL の項目の下のそれぞれの温度初期条件を選択し、数値を修正して「更新」ボタンを押す。温度初期条件を削除する場合は、TreeView の INITIAL の項目の下のそれぞれの温度初期条件を選択し、「削除」ボタンを押す。

絶対零度(ZERO)

TreeView の境界条件の項目の下の ZERO を選択する。解析モデルの絶対零度の値を与える。



図 9-29 絶対零度(ZERO)

境界条件のマーカについて

それぞれの境界条件のマーカは面を選択して境界条件を与えた場合には、その面と連動して動くが、Lasso 機能で範囲選択した場合には、面と連動して動かない場合がある (Lasso で範囲指定した場合に複数の面にわたって節点や面を選択することがあるため、どの面と連動して動くのかが決まらない)。

9.9 時間依存の境界条件

時間依存の境界条件を与えるときの係数テーブルの設定をする。TreeView の「時間変化」の項目を選択する。時刻と値の組を任意個数設定し、名前をつけて「追加」ボタンを押すと AMPLITUDE 項目の下に時間変化係数テーブルが追加される。

既に与えられている時間変化係数テーブルを編集する場合は TreeView の AMPLITUDE の項目の下のそれぞれの時間変化係数テーブルを選択し、数値を修正して「更新」ボタンを押す。時間変化係数テーブルを削除する場合は、TreeView の AMPLITUDE の項目の下の時間変化係数テーブルの名前を選択し、「削除」ボタンを押す。

時間変化(AMPLITUDE)

Name

VALUE

時刻	値

行追加 行削除

追加 更新 削除

図 9-30 AMPLITUDE

AMPLITUDE で設定した時間変化係数テーブルを設定できるのは動解析の時には以下の境界条件

- BOUNDARY
- CLOAD
- DLOAD
- VLOAD

動解析の時には以下の境界条件

- FIXTEMP
- CFLUX
- DFLUX
- FILM(熱伝達係数と雰囲気温度それぞれで設定可能)
- RADIATE(熱伝達係数と雰囲気温度それぞれで設定可能)

である。

それぞれの境界条件の設定画面でどの時間変化係数テーブルを用いるかの設定を行うことが可能である。

9.10 ステップ解析の設定

非線形解析（静解析および動解析の陰解法）を行う場合に、境界条件をステップ制御する必要がある。ここではその設定を行う。

ステップ

name	<input type="text" value="STEP0"/>
TYPE	<input type="text" value=""/>
CONVERG	<input type="text" value=""/>
SUBSTEPS	<input type="text" value=""/>
MAXITER	<input type="text" value=""/>
DTIME	<input type="text" value=""/>
ETIME	<input type="text" value=""/>

このステップで有効な条件の設定

定義済みの境界条件

このステップで有効な境界条件

9-31 ステップ解析の設定

分割ステップ数、収束判定値、最大反復回数、時間増分値、終了時間を設定する。このステップ制御で有効となる境界条件を選択して追加ボタンを押すと、TreeView のステップ解析の下に識別子の項目が追加される。

既に与えられているステップ制御を編集する場合は TreeView のステップ解析の項目の下それぞれのステップ制御の項目を選択し、修正して「更新」ボタンを押す。ステップ制御を削除する場合は、TreeView のステップ解析の項目を選択し、「削除」ボタンを押す。

9.11 解析条件の設定

TreeView のソルバの項目を選択すると、解析条件の全体設定を行うことができる。ここでは、出力されるファイルのファイル名、出力する場所、クラスタに転送する場合はその場所などを設定できる。

TreeView のソルバを選択する。FrontISTR の出力モデル名の設定では、FrontISTR 解析モデルファイル（メッシュおよび解析制御ファイル）を出力する場合の拡張子の前の部分の名前を指定する。また、出力ディレクトリ名を指定することができる。



図 9-32 解析条件の設定

(注)ADVENTURE の TetMesh 形式と HECMW のメッシュファイルはどちらも拡張子が msh であるため ADVENTURE TetMesh で生成したメッシュファイルをモデル名に指定して、出力ディレクトリを同じにすると上書きしてしまうので注意する。

解析設定(Analysis)

TreeView のソルバの項目の下「解析設定」を選択する。FrontISTR の解析パラメータの設定を行うことができる。パラメータについての詳細は FrontISTR のマニュアルを参照していただきたい。

線形ソルバ	
線形ソルバ解法	CG
線形ソルバ前処理	(B)IC(0)
呼び出し	0
収束履歴出力	YES
計算時間出力	YES
反復回数	20000
Additive Schwartz 繰り返し数	2
クリロフ部分空間数	10
打切り誤差	1e-06
SIGMA_DIAG	1
SIGMA	0
THRESH	0.1
FILTER	0.1

接触解析	
アルゴリズム選択	拡張ラグランジュ乗数法

熱応力解析	
熱伝導解析の 結果ステップ数	
最初のステップ番号	
熱伝導解析の 結果ファイル名	

図 9-33 解析設定(Analysis)

出力 (Output)

TreeView のソルバの項目の下の「出力」を選択する。この項目では FrontISTR の解析制御ファイルにおける出力制御に関する項目の設定を行う。REVOCAP_PrePost の実際のファイルの出力方法については、解析モデルファイル出力を参照のこと。

出力設定	
ログファイルへ 節点、要素出力	NO
結果ファイル出力	YES
結果ファイル種類	COMPLETE_AVS
リスタート設定	
出力頻度	
出力ファイル名	
ログファイル節点出力設定	
変位	<input checked="" type="checkbox"/>
反力	<input checked="" type="checkbox"/>
応力	<input checked="" type="checkbox"/>
ひずみ	<input checked="" type="checkbox"/>
ログファイル要素出力設定	
位置	
応力	<input checked="" type="checkbox"/>
ひずみ	<input checked="" type="checkbox"/>
塑性ひずみ	<input checked="" type="checkbox"/>

図 9-34 出力設定(Output)

並列設定(Parallel)

TreeView の並列の項目の下の「並列」を選択する。ここでは HECMW の並列計算機能についての設定を行う。REVOCAP_Refiner が組み込まれている場合は、モデル細分機能についての設定を行うことができる。

並列

計算ノード数 8

ノードあたり
プロセッサ数 4

モデル細分

細分段数 2

図 9-35 並列設定

可視化 (Visual)

TreeView のツルバの項目の下の [可視化] Visual を選択する。HECMW の可視化機能についての設定を行うことができる。パラメータについての詳細は HECMW-Visual のマニュアルを参照していただきたい。

Resolution

x = 800 y = 600

Font and Color

Font Size = 1.5

Font Color =

Background Color =

View

	x	y	z
viewpoint	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
look at	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
up dir	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Parse

Set Active View

Surface

表面タイプ 境界表面

Add

Ok Cancel

図 9-36 画像出力設定(Visual)

9.12 解析モデルファイル出力

Menu から File => Save Model を選択すると解析モデルを出力することができる。

9.13 解析実行

FrontISTR のプログラム説明書などを参考にして解析を実行する。Windows 版の FrontISTR を使う場合は、REVOCAP_PrePost から呼び出すこともできる。TreeView のソルバの項目の下の「実行」を選択する。モデルの保存をしていない場合は、まずモデル保存ボタンを押す。つぎに FrontISTR 実行ボタンを押すと、解析を実行できる。



図 9-37 ソルバ実行設定

9.14 計算結果ファイルの読み込み

メニューから File => Open Result で計算結果ファイルを読み込む。WRITE RESULT オプションを YES にしたときに出力される HECMW RES 形式を読み込む場合は、HECMW Mesh 形式も同時に読み込む必要がある。WRITE VISUAL オプションを YES にして、OUTPUT_TYPE を COMPLETE_AVS とした時に出力される MicroAVS UCD 形式の計算結果ファイルは 1 つのファイルを読み込むだけでよい。

並列の計算結果を読み込む場合は、HECMW RES 形式のみ対応している。この場合は、Result ファイルを読み込むときに、複数の res ファイルを同時に選択する。

9.15 読み込まれたデータの確認

TreeView の Data 項目を選択する。その下の階層に、REVOCAP_PrePost に読み込まれたメッシュに付随するデータが列挙されている。データ名を選択すると、LogMessage にデータ名の種類と対応している物理量の型が表示される。

9.16 ポスト処理

FrontISTR のポスト処理では、表面コンター図、変形図、断面図、時系列画像作成に対応している。それぞれの機能については、ポスト処理の項目を参照のこと。

9.17 FrontISTR可視化機能の呼出し

TreeView の Visual 項目を選択する。

HECMW の可視化機能のためのパラメータの設定を行う。

- 生成する BMP ファイルの大きさを与える
- 画面内に表示されるフォントの大きさを与える
- 可視化画面を生成するときの視点を与える
- 描画する表面の種類を選択する

9.18 設定情報

FrontISTR に関する固有の設定は REVOCAP_PrePost をインストールしたディレクトリの FSTR という名前のサブディレクトリに保存している。

- i386-mswin32 : Windows 環境での実行ファイル格納用ディレクトリ
- x64-mswin64_100 : Windows 64bit 環境での実行ファイル格納用ディレクトリ
- PropDB.ini : REVOCAP_PrePost 用の初期設定ファイル
- fistr_cx1000.template : 東大生研スパコン CX1000 で実行する場合のジョブスクリプト生成テンプレート
- Remote_Fistr_CX1000.ini : 東大生研スパコン CX1000 用リモート環境初期設定ファイル

初期設定ファイルは yaml 形式で記述する。

10 FrontFlow/blue 用マニュアル

10.1 対応するソルバ

文部科学省次世代 IT 基盤構築のための研究開発「革新的シミュレーションソフトウェアの研究開発」にて開発された FrontFlow/blue Ver. 7.1 に対応する。

10.2 プレ・ポスト処理の手順

REVOCAP_PrePost による FrontFlow/blue のプレ処理の手順は、以下のとおり。
形状ファイルの読み込み・メッシュ生成（またはメッシュファイルを読み込み）
境界条件の設定
解析条件の設定
解析モデルファイル出力

である。解析モデルを出力後、FrontFlow/blue による解析を実行することができる。以下ではこの手順に従って説明をする。

REVOCAP_PrePost による FrontFlow/blue のポスト処理の手順は、以下のとおり。
メッシュファイルの読み込み
計算結果ファイルの読み込み（ステップ数選択）
メッシュ表示
ポスト表示の対象となる物理量を選択して、コンター、断面などのポスト表示
である。

10.3 入出力仕様

プレ入力

形状ファイル

- IGES
- STEP
- STL
- ADVENTURE_Tripatch フォーマットのパッチデータ

メッシュファイル

- FrontFlow/blue GF2 形式のメッシュファイル

- ADVENTURE_TetMesh 形式のメッシュファイル
- MicroAVS UCD 形式のメッシュファイル

FrontFlow/blue GF2 フォーマットについては ASCII/Unformatted の両方に自動で対応する。

プレ出力

解析モデルファイル

- FrontFlow/blue GF2 形式のメッシュファイル、境界ファイル
- FrontFlow/blue 解析制御ファイル

ポスト入力

計算結果ファイル

- FrontFlow/blue GF2 形式のメッシュファイル
- FrontFlow/blue GF2 形式の計算結果ファイル
- MicroAVS UCD 形式の計算結果ファイル

ポスト出力

画像データ

- JPEG, PNG, BMP 形式の画像データ

10.4 形状ファイルの読み込み・メッシュ生成

FrontFlow/blue による流体解析のためのメッシュがない場合、CAD データなどの形状データからメッシュを生成する。既にメッシュファイルがある場合は、このプロセスは省略してよい。詳細はマニュアルのメッシュ生成の章を参照してください。

10.5 メッシュファイルの読み込み

メッシュ生成に成功した場合は生成したファイルを自動で読み込む。既存の解析用のメッシュがある場合は、メッシュファイルを読み込んでそこに解析条件を設定して解析モデルを作成することができる。

ここでは既に四面体メッシュまたは六面体メッシュがあるものとする。

メニューから File ⇒ Open Mesh を選んで、入力するメッシュファイルを選択する。

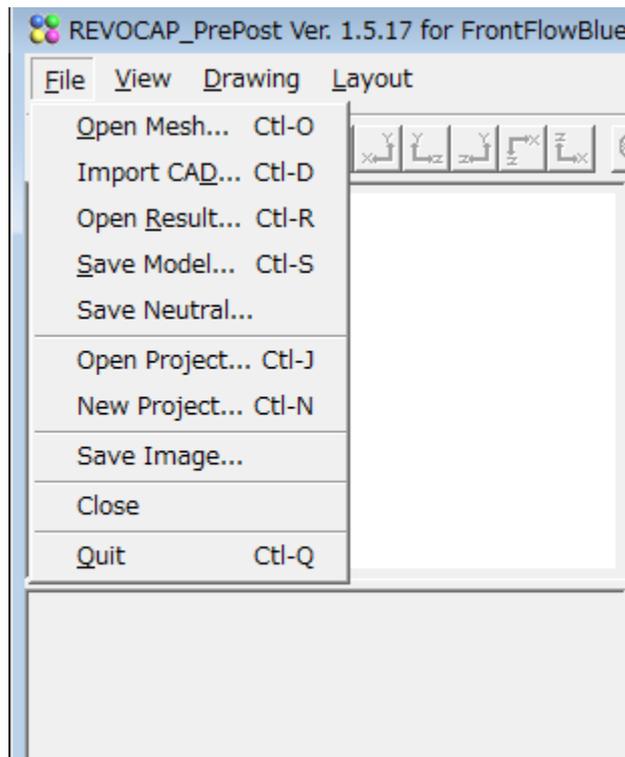


図 10-1 メッシュの読み込み

読み込まれたら 3D 画面上にモデルが表示される。メッシュは境界面だけを描画する。

プレ処理の時の TreeView の階層表示

メッシュの情報、およびプレ処理で設定する内容は、階層的に整理されて、TreeView に表示される。

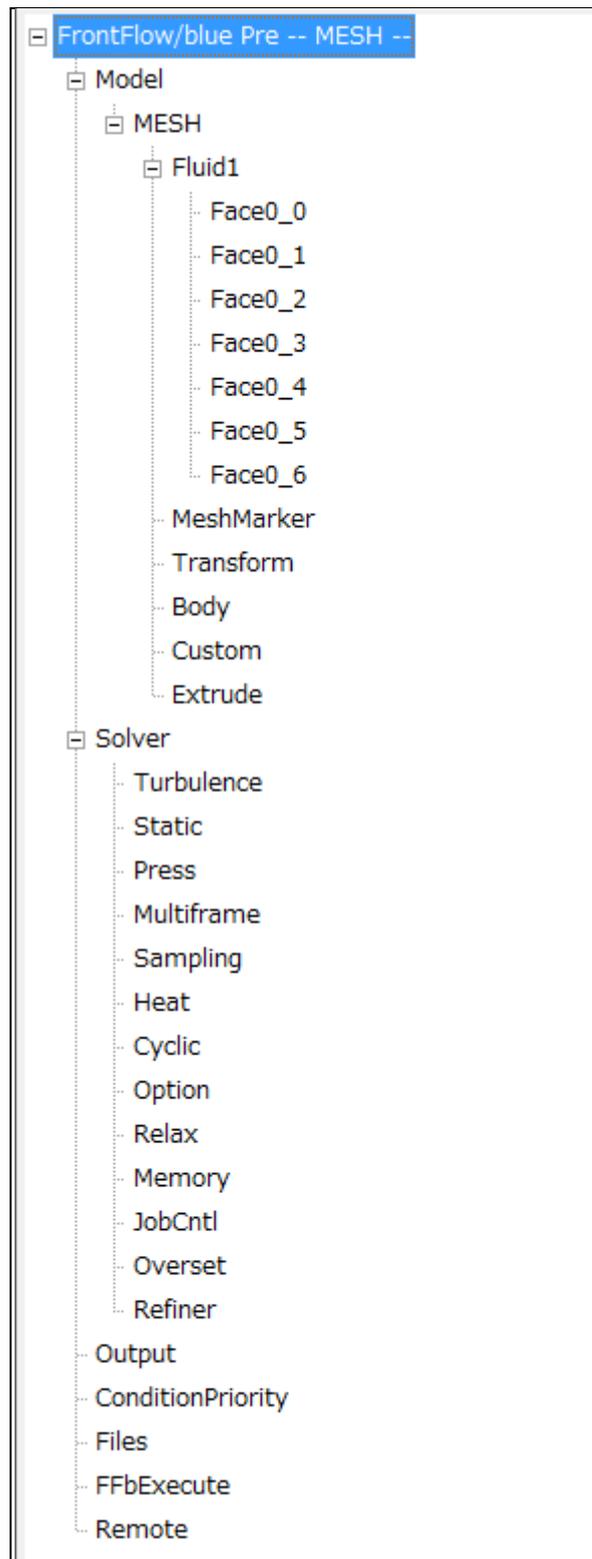


図 10-2 プレ処理の時の TreeView の階層表示

最上位階層に表示されている項目の説明は以下の通りである。

- **Model** : 計算格子 (メッシュ) の情報を表示する。その下の階層で、読み込んだメッシュごとの境界面や座標系、境界条件の設定などを行う。
- **Solver** : 解析制御のためのパラメータで、その下の階層 **Turbulence**、**Static**、**Press** などで解析の詳細の設定をいくつかのグループごとに行う。ここで設定した内容は解析制御ファイルに出力される。
- **Output** : 結果出力制御のパラメータを設定する。
- **ConditionPriority** : 境界条件の優先順位を設定する。
- **Files** : ファイルの出力先、ソルバを実行する場合の実行場所などを設定する。
- **Execute** : ソルバの実行を行う。
- **Remote** : リモート実行のための設定を行う。

となっている。

10.6 境界条件の設定

初期状態ではすべての面が **Wall** と設定されている。それ以外の境界条件を設定する場合には、3D 画面上で該当する面をマウスで選択し、右クリックして境界条件編集ダイアログを開く。

複雑形状の内部の面を選択するには、外側の面をマウスで選択して移動させる、または非表示にしてから、内部を選択する。

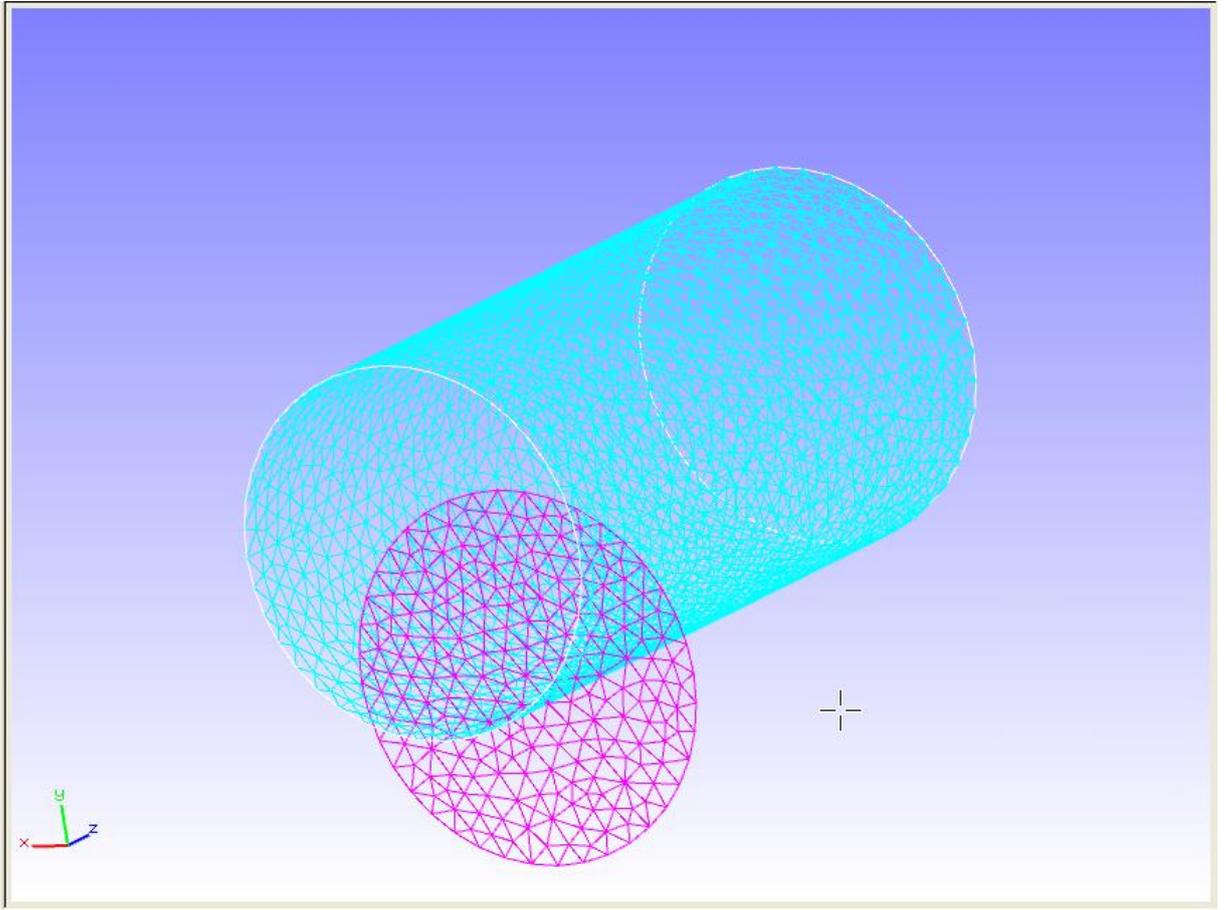


図 10-3 境界条件の設定

境界条件の種類はプルダウンメニューで選択できる。境界条件の種類には以下のものがある。

- Inlet (流入境界、流速入力可)
- Wall (壁境界)
- Symmetric (対称境界)
- Cycle (周期境界)
- Free (自由境界)
- Moving Wall (移動境界、移動速度入力可)
- Temp (温度境界、境界温度入力可)
- Heat (熱境界、境界熱流束入力可)

Overset 条件で複数領域を結合させる場合には、ダミー境界のフラグをオンにする。

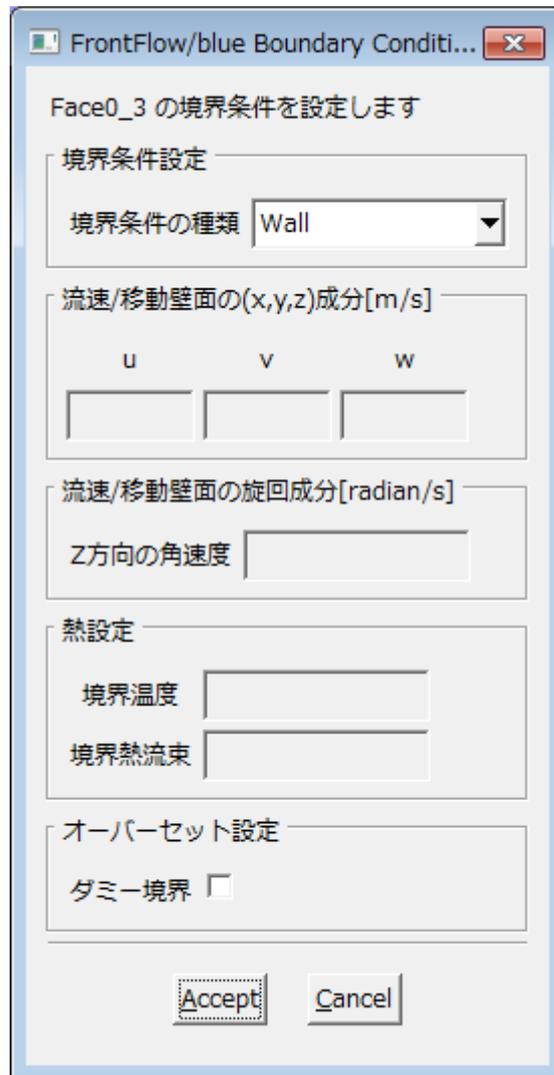


図 10-4 境界条件の設定画面

ふたたび境界条件編集ダイアログを開くか、TreeView で該当する境界面をクリックすると、設定されている境界条件の種類を確認することができる。

流体力計算境界 (Body) および標準以外のユーザーが定義した境界条件を設定する場合は、TreeView の Body または Custom の項目から設定する。

流体力計算境界の設定は、TreeView の Model の項目の下の設定したいメッシュの下にある「Body」の項目を選択して行う。3DView の中で設定したい面を選択して、「追加」ボタンを押すと、その面に流体力計算境界が設定される。



図 10-5 流体力計算境界設定画面

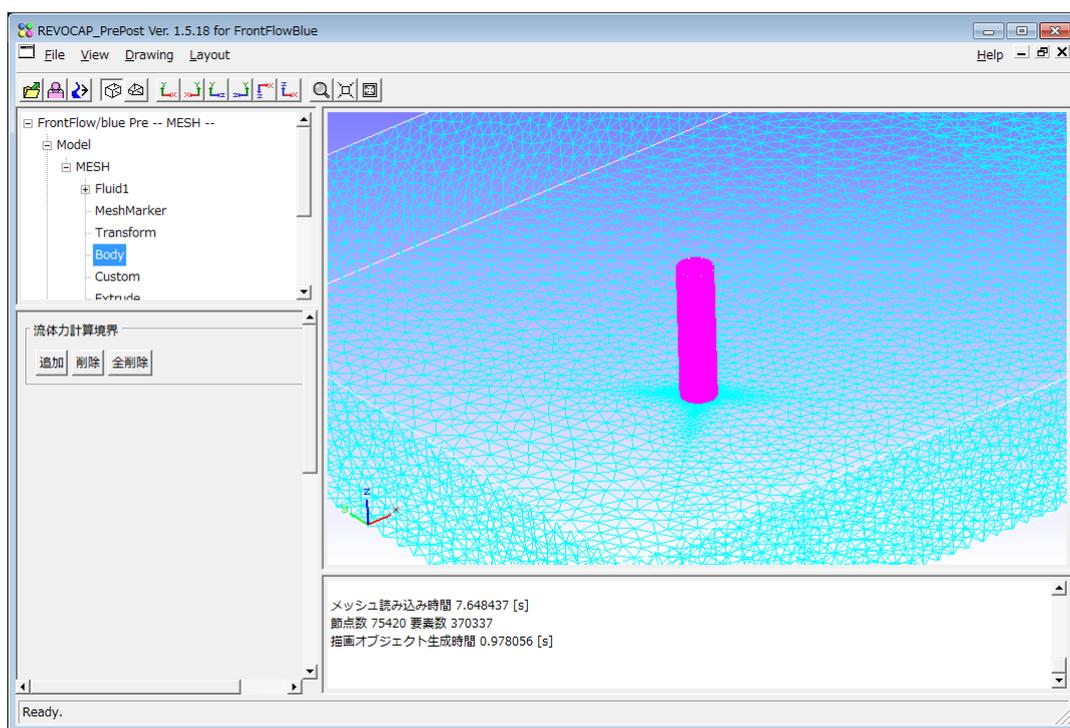


図 10-6 流体力計算境界面の選択

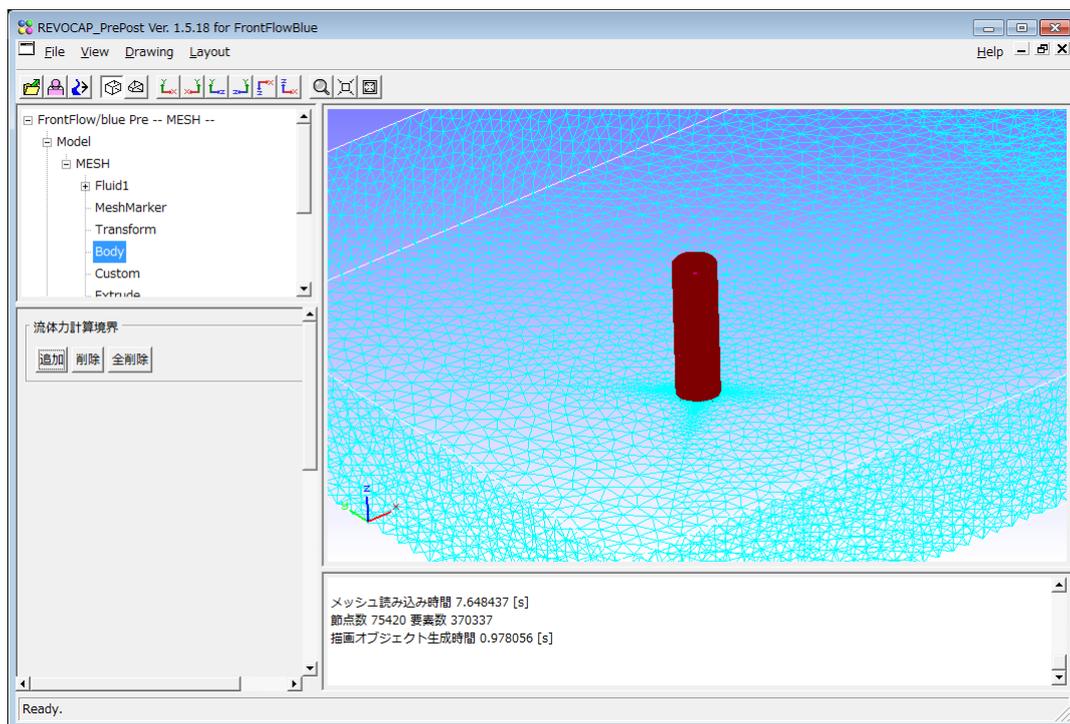


図 10-7 流体力計算境界の設定

10.7 解析条件の設定

解析条件の設定は、左側の TreeView から Solver およびその下位の階層の項目を選択して設定する。

ここで設定する項目は、解析制御ファイル PARMLES3C、PARMLES3CT、PARMLES3X の個々の変数に対応している。それら変数に関する詳細は、FrontFlow/blue ユーザマニュアルで確認してください。設定する一部の物理量は、無次元化されたものでなければならぬのでご注意ください。

Solver

ここでは計算モデルなどソルバに与えるパラメータの設定を行う。

Model	
ソルバー	les3x
Parameters	
時間刻み	0.06
収束判定値 (圧力)	1e-06
最大反復回数 (圧力)	50
収束判定値 (運動)	1e-06
最大反復回数 (運動)	20
タイムステップ	50
リスタートフラグ	0
無次元化	
代表長さ	1
代表速度	1
代表温度変動	1
参照温度	300
ボクセルメッシュ	
中間節点	<input type="checkbox"/>

図 10-8 ソルバの設定

ソルバの種類は les3c、les3ct、les3x から選択する。選択内容に従って解析条件の設定において編集できる項目が変化するので注意する。

その他、この画面で設定する項目は

- 時間刻み
- 圧力方程式の収束判定値、最大反復回数
- 運動方程式の収束判定値、最大反復回数
- 無次元化のための代表的な値

などである。

Turbulence

ここでは乱流モデルに関する設定を行う。

乱流モデル	
乱流モデル	乱流モデルなし
方程式解法	CN法+BTD項
計算安定化項(BTD)	0.1
分子粘性係数	1e-05
スマゴリンスキー定数	0.2

オプション	
ダイナミック スマゴリンスキー におけるCs上限値	
グリッドフィルターの 計算方法の制御	
DES 解析機能の制御	
渦粘性再初期化	<input checked="" type="checkbox"/>

図 10-9 乱流モデルの設定

Static

ここでは定常解析に関する設定を行う。

定常計算	
定常計算	FractionStep
収束判定値	1e-20
最大タイムステップ	100
SIMPLEC法 内部反復数	1

定常解析制御	
SIMPLE(C)法 対角項緩和	
速度緩和	
圧力緩和	
乱流場k緩和	
乱流場ε緩和	
温度場緩和	
乱流場k流入	
乱流場ε流入	
乱流場初期設定	<input checked="" type="checkbox"/>

行列ソルバ収束判定	
速度相対収束判定	
圧力相対収束判定	
乱流場k相対収束判定	
乱流場ε相対収束判定	
温度場相対収束判定	

図 10-10 定常解析の設定

Press

ここでは圧力方程式、キャビテーションに関する設定を行う。

圧力方程式	
低マッハ近似	<input type="checkbox"/>
圧力対流項	ガラーキン法
マッハ数	0.1
要素定義として計算	<input checked="" type="checkbox"/>

キャピテーション	
キャピテーション	<input type="checkbox"/>
キャピテーション 蒸気圧	0
キャピテーション モデル定数 Cg	0
キャピテーション モデル定数 Cl	0
キャピテーション数の 定義方法	

図 10-11 圧力方程式の設定

Multiframe

ここではマルチフレームの設定を行う。ここではマルチフレームの種類と加速度ベクトルの値を設定することができる。ただし FrontFlow/blue の Ver.7.1 の les3x の仕様に準拠しているため、les3c および les3ct における 2 つ以上のフレームの設定ができなくなっていることに注意する。

マルチフレーム

マルチフレーム ▼
機能フラグ

角速度

「静止系+回転系」または
「静止系+加速度系」の場合は
座標系ファイルが必要です

加速度ベクトル

「静止系+加速度系」の時に有効

IFRAME UFRAME VFRAME WFRAME

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
----------------------	----------------------	----------------------	----------------------

図 10-12 マルチフレームの設定

Heat

熱輸送解析の設定を行う。

熱輸送解析

熱輸送算フラグ

ブジネスク近似フラグ

流体固体連成熱輸送解析フラグ

乱流プラントル数

流体密度

流体熱伝導率

流体比熱

固体密度

固体熱伝導率

固体比熱

熱容量

温度伝導率

参照温度

重力加速度ベクトル

速度スケールと長さスケールで無次元化された値

X成分	Y成分	Z成分
<input type="text" value="0.0"/>	<input type="text" value="0.0"/>	<input type="text" value="0.0"/>

図 10-13 熱輸送解析の設定

Cyclic

周期境界条件の設定を行う。

周期境界条件

周期境界条件に対する流量

周期境界条件に対する圧力差

図 10-14 周期境界条件の設定

Option

オプション項目の設定を行う。FrontFlow/blue のオプション変数のうち、すでにある項目に関連するパラメータはその画面で設定できるようにしている。ここではそれら以外のオプションパラメータの設定を行う。

運動方程式

ニュートン・
ラプソン法の
反復回数

出力オプション

全揚程計算機能
流れ場ダンプ機能

境界条件関連

出口逆流の
強制0 セット機能
無反射境界条件
最小マッハ数
無反射境界条件
適用場所
無反射境界条件
圧力参照点適用場所

X Y Z

流入速度指定
U V W

線形ソルバ

輸送方程式ソルバー
Poisson方程式ソルバー
乱流場k収束判定
乱流場ε収束判定
温度場収束判定
残差切除法の
内部反復回数

10-15 オプション項目の設定

Relax

境界条件の時間緩和制御の設定を行う。

境界条件の時間緩和制御パラメータ		
時間緩和制御 パラメータ	<input type="text" value="1"/>	
UFINAL	VFINAL	WFINAL
<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>

10-16 境界条件時間緩和制御

Memory

メモリアロケーションの設定を行う。

メモリアロケーション	
要素数最大値	<input type="text"/>
節点数最大値	<input type="text"/>
隣接要素数最大値	<input type="text"/>
隣接節点数最大値	<input type="text"/>
境界節点数最大値	<input type="text"/>
通信境界節点数最大値	<input type="text"/>
隣接境界数最大値	<input type="text"/>

10-17 メモリアロケーション設定

JobCntl

ジョブの制御の設定を行う。

実行中ジョブの制御

パラメータ監視機能	<input checked="" type="checkbox"/>
ソルバーの即時終了	<input checked="" type="checkbox"/>
計算終了ステップ指定	<input type="text"/>
指定インターバルごと出力	<input type="text"/>

10-18 ジョブの制御の設定

Overset

オーバーセットの設定を行う。

オーバーセット設定

オーバーセットファイル	<input checked="" type="checkbox"/>
入力制御	
運動方程式で オーバーセット境界を 更新する内部反復数	<input type="text"/>
Poisson方程式で オーバーセット境界を 更新する内部反復数	<input type="text"/>
流量補正機能 オーバーセット領域数	<input type="text"/>
流量補正機能制御	<input type="text"/>
オーバーセットデータ 読み込みステップ間隔	<input type="text" value="0"/>

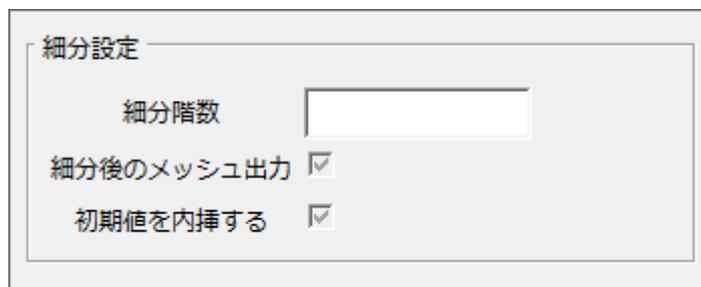
動的オーバーセット

動的	<input checked="" type="checkbox"/>
総時間ステップ	<input type="text" value="2000"/>
初期時刻	<input type="text" value="0"/>
時間刻み	<input type="text" value="0.01"/>
オーバーセットデータ 出力インターバル	<input type="text" value="100"/>

10-19 オーバーセットの設定

Refiner

解析モデルの細分の設定を行う。



細分設定	
細分階数	<input type="text"/>
細分後のメッシュ出力	<input checked="" type="checkbox"/>
初期値を内挿する	<input checked="" type="checkbox"/>

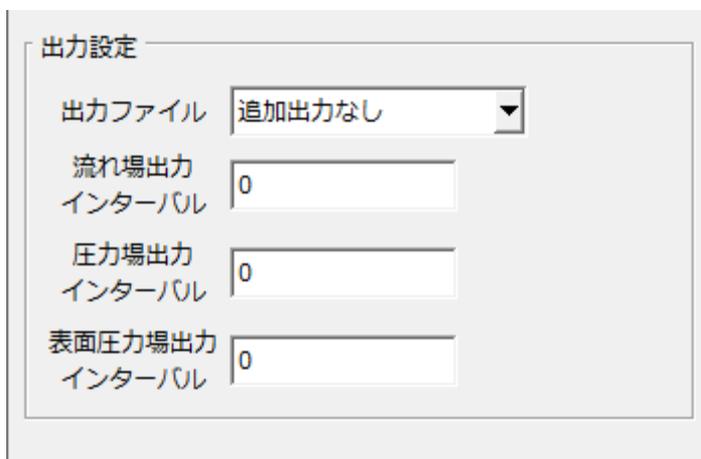
10-20 細分の設定

10.8 出力の設定

出力の設定は、左側の TreeView から Output およびその下位の階層の項目を選択して設定する。出力インターバル、サンプリング点の設定などを行う。

Output

出力ファイルとインターバルの設定を行う。



出力設定	
出力ファイル	追加出力なし
流れ場出力 インターバル	0
圧力場出力 インターバル	0
表面圧力場出力 インターバル	0

10-21 出力ファイル設定

Sampling

サンプリングデータの設定を行う。

サンプリングデータ

LSMPL の値は以下のように設定します

- 1 X方向速度
- 2 Y方向速度
- 3 Z方向速度
- 4 圧力
- 5 液体体積率
- 6 温度
- 7 乱流粘性係数
- 8 乱流場k
- 9 乱流場ε

	LSMPL	XSMPL	YSMPL	ZSMPL
1	1	0.0	0.0	0.0

項目追加 項目削除 項目全削除

図 10-22 サンプリングデータの設定

10.9 境界条件の優先順位

複数の境界面に含まれる節点について、どの境界条件を使うかについての優先順位を設定する。TreeView の ConditionPriority を選択して設定画面を表示させる。優先順位を変化させる境界条件を選択して、「上へ」ボタン、または「下へ」ボタンを押して、優先順位を変化させることができる。

規定値はあらかじめ適切な値が設定されている。上級者向けの機能であるため、変更する場合は注意すること。

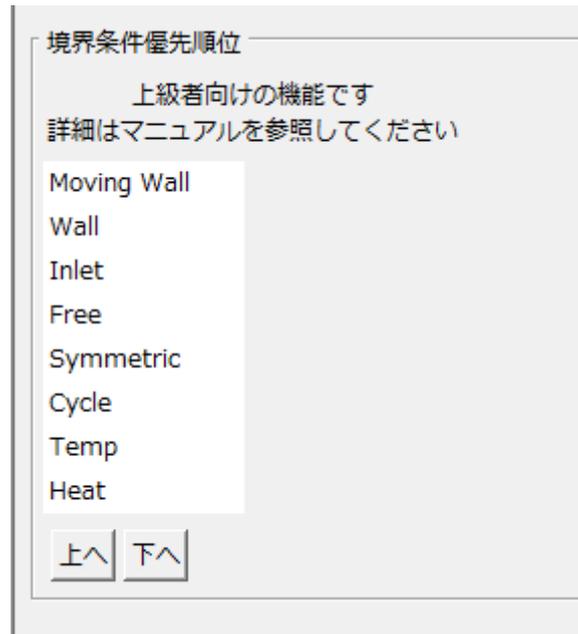
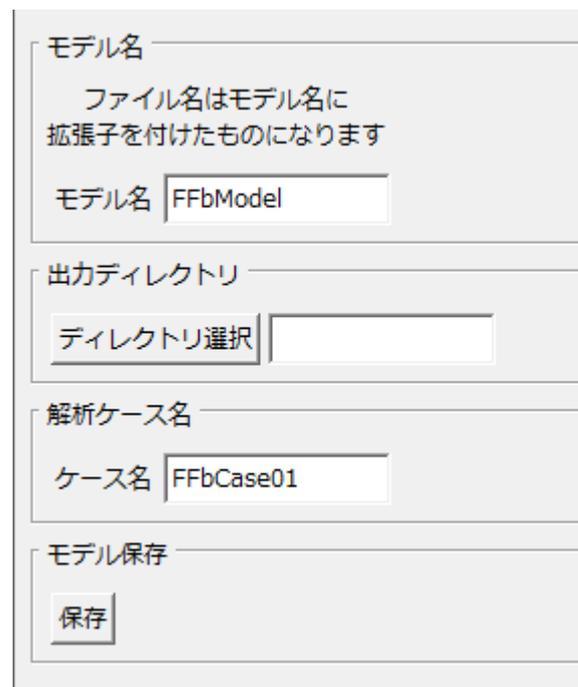


図 10-23 境界条件優先順位設定

10.10 出力ファイルの設定

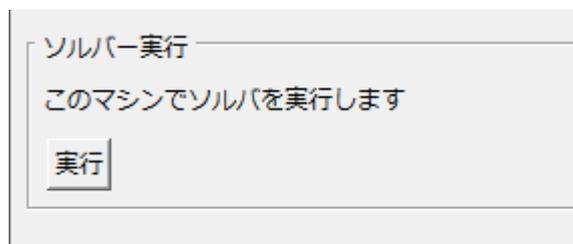
モデルの名前、出力ディレクトリ、(同じメッシュで条件を変えて解析を行う場合の) 解析ケース名等を設定する。TreeView の Files の項目を選ぶと、設定用の画面が表示される。



10-24 出力ファイル設定

10.11 解析の実行

REVOCAP_PrePost を実行している PC 上で FrontFlow/blue を起動する。TreeView から Execute を選択すると、設定用の画面が表示される。



10-25 解析の実行

図 10-26 ソルバの実行

10.12 リモート設定

計算機サーバに解析モデルを転送してジョブを投入するなどの処理を行う。TreeView から Remote を選択すると、設定用の画面が表示される。詳細はマニュアルのソルバ実行方法の章を参照のこと。

リモート設定 | 並列設定 | ソルバ設定

サーバ設定

ホスト名

ユーザ名

パスワード

秘密鍵

パスフレーズ

ディレクトリ

転送方法

更新されたファイルのみ転送

モデル転送

ローカル設定

出力ディレクトリ

バッチファイル確認

ジョブ投入

設定ファイル読み込み

設定ファイル保存

10-27 リモート設定

10.13 計算結果ファイルの読み込み

計算が終了し、結果が REVOCAP_PrePost を実行している PC 上にあるとする。FrontFlow/blue では結果の可視化にはメッシュと計算結果ファイルの両方が必要である。ここでは順に読み込む。メニューの File ⇒ Open Result で計算結果用のメッシュファイルを読み込む。

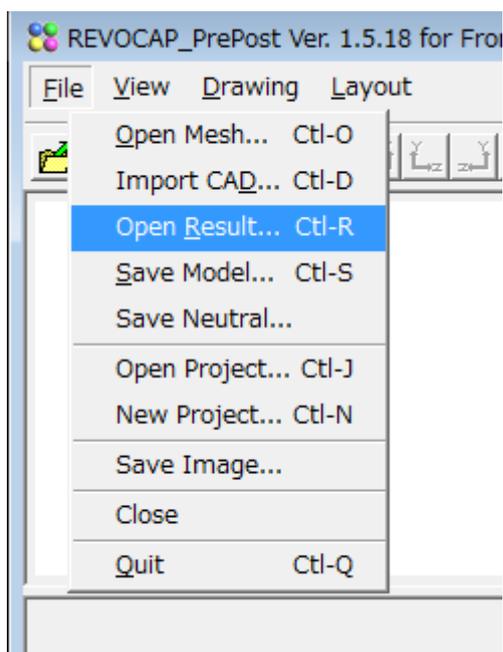
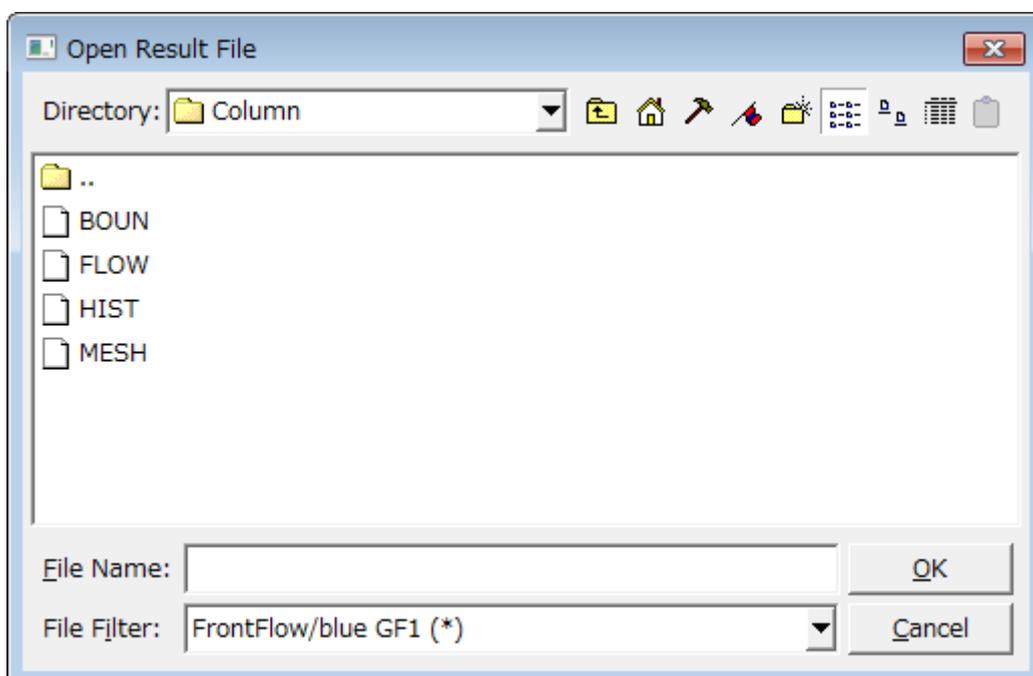


図 10-28 ポスト用メッシュファイルの読み込み

メッシュファイルの選択ダイアログのあとに、結果ファイルの選択ダイアログが表示される。



10-29 結果ファイルの読み込み

計算結果ファイルが複数の時間ステップの結果を含む場合は、特定の時間ステップのみ読み込むことができる。計算結果ファイルの選択をすると、そのヘッダーの情報を表示す

る。



図 10-30 計算結果のステップ設定

ヘッダーに計算した時間ステップが記述されている場合は、そこから読み込む時間ステップを選び、STEP 数に入力すると、その時間ステップの計算結果のみを読み込む。STEP 数に-1 を入力すれば、ファイルの中の最初の計算結果を読み込む。

10.14 ポスト処理

FrontFlow/blue のポスト処理については、コンター表示、断面表示、ベクトル表示、等値面表示に対応している。それぞれの機能については、ポスト表示の章を参照のこと。

10.15 設定情報

REVOCAP_PrePost をインストールしたディレクトリの FFb という名前のサブディレクトリに FrontFlow/blue 固有のデータを保存している。

- i386-mswin32 : Windows32bit 環境での実行ファイル格納用ディレクトリ
- x64-mswin64_100 : Windows64bit 環境での実行ファイル格納用ディレクトリ
- i486-linux : Linux 環境での実行ファイル保存用ディレクトリ
- PropDB.ini : REVOCAP_PrePost 用の初期設定ファイル
- ffb_cx1000.template : 東大生研スパコン CX1000 で実行する場合のジョブスクリプト生成テンプレート
- Remote_FFb_CX1000.ini : 東大生研スパコン CX1000 用リモート環境初期設定ファイル

初期設定ファイルは yaml 形式で記述する。

11 REVOCAP_Coupler 用マニュアル

11.1 概要

「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」で開発されているマルチ力学解析モジュール REVOCAP_Coupler を用いて流体構造連成解析、および磁場構造連成解析を行うためのプレ処理について説明する。

流体(FrontFlow/blue)構造(FrontISTR)連成解析では、界面をインターフェイスとして、磁場 (REVOCAP_Magnetic) 構造(FrontISTR)連成解析では領域をインターフェイスとして REVOCAP_Coupler による連成解析を行う。

REVOCAP_PrePost では REVOCAP_Coupler のためのインターフェイスの定義情報を作成する。

ここで行う作業は、下記の図 11-1 マルチ力学解析プレ処理概略図における太線で示したプロセスとなる。例えば、流体構造連成解析の場合では、構造解析用の解析モデルと流体解析用の解析モデルから、マルチ力学における連成界面を選択して、REVOCAP_PrePost の中で界面のペアの生成および確認し、マルチ力学エンジン REVOCAP_Coupler のためのファイルを生成して出力する。

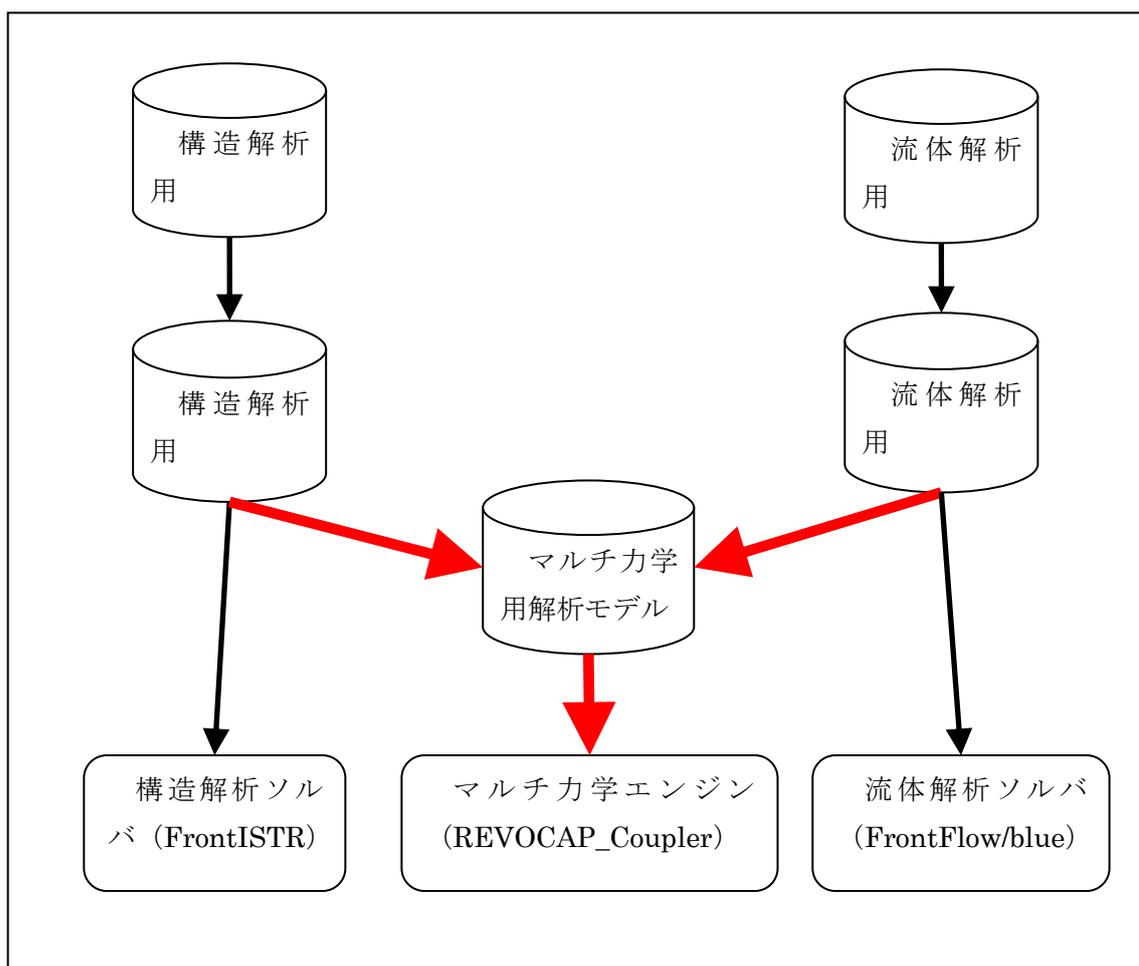


図 11-1 マルチ力学解析プレ処理概略図

11.2 対応するソルバ

文部科学省次世代IT基盤構築のための研究開発「革新的シミュレーションソフトウェアの研究開発」にて開発された FrontSTR Ver. 2.02 に対応する。

「次世代ものづくりシミュレーションソフトウェアの作成プロジェクト」において開発されている流体解析ソフトウェア FrontFlow/blue Ver.5.3 に対応する。

文部科学省次世代IT基盤構築のための研究開発「革新的シミュレーションソフトウェアの研究開発」にて開発された REVOCAP_Magnetic ver 1.0 に対応する。

「次世代ものづくりシミュレーションソフトウェアの作成プロジェクト」において開発されているマルチ力学エンジン REVOCAP_Coupler Ver.1.3 に対応する。

FrontISTR、FrontFlow/blue のプレ処理については、それぞれ上記のバージョンに対応しているが、実際の流体構造連成解析を行う場合は、「次世代ものづくりシミュレーションソフトウェアの作成プロジェクト」において開発された最新のβ版 FrontISTR Ver.3.0 お

よび FrontFlow/blue Ver. 6.1 を利用していただきたい。磁場構造連成解析はソルバ側がまだ対応していないため、ここで提供する機能はプレ処理のプロトタイプである。

11.3 プレ・ポスト処理の手順

REVOCAP_PrePost による REVOCAP_Coupler のプリ処理の手順は、以下のとおり。

- マルチ力学解析モデルの初期設定
- 連成インターフェース界面の定義
- 連成定義ファイルの出力

である。以下ではこの手順に従って説明をする。

11.4 入出力仕様

プレ入力

メッシュファイル

- HECMW 形式のメッシュファイル
- ADVENTURE TetMesh 形式のメッシュファイル

プレ出力

解析モデルファイル

- HECMW 形式のメッシュファイル
- REVOCAP_Coupler 解析ファイル

11.5 プロジェクトの設定

新規にプロジェクトを作成する場合は、File メニューから New Project メニューを選択してウィザードを起動する。既存のプロジェクトを開く場合は File メニューから Open Project メニューを選択する。ここでは新規にプロジェクトを作成する場合について説明する。

まずはじめにプロジェクトの名前を入力する。

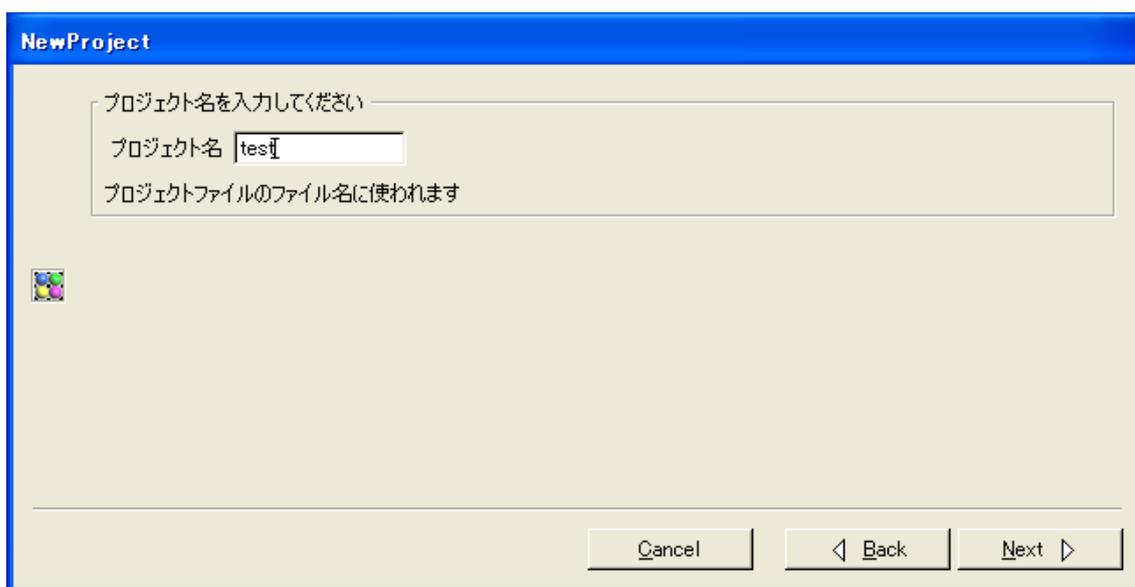


図 11-2 プロジェクト名の入力

次にプロジェクトを作成するフォルダを選択する。

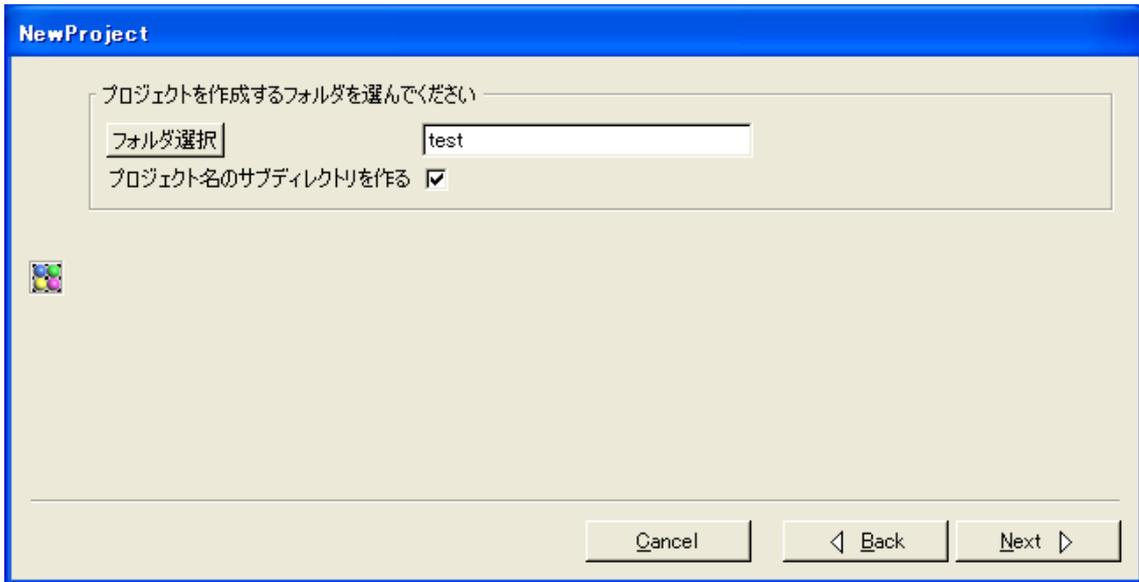


図 11-3 フォルダの選択

次に連成解析の種類を選択する。ここでは

- 磁場構造連成
- 流体構造連成

が選択できる。

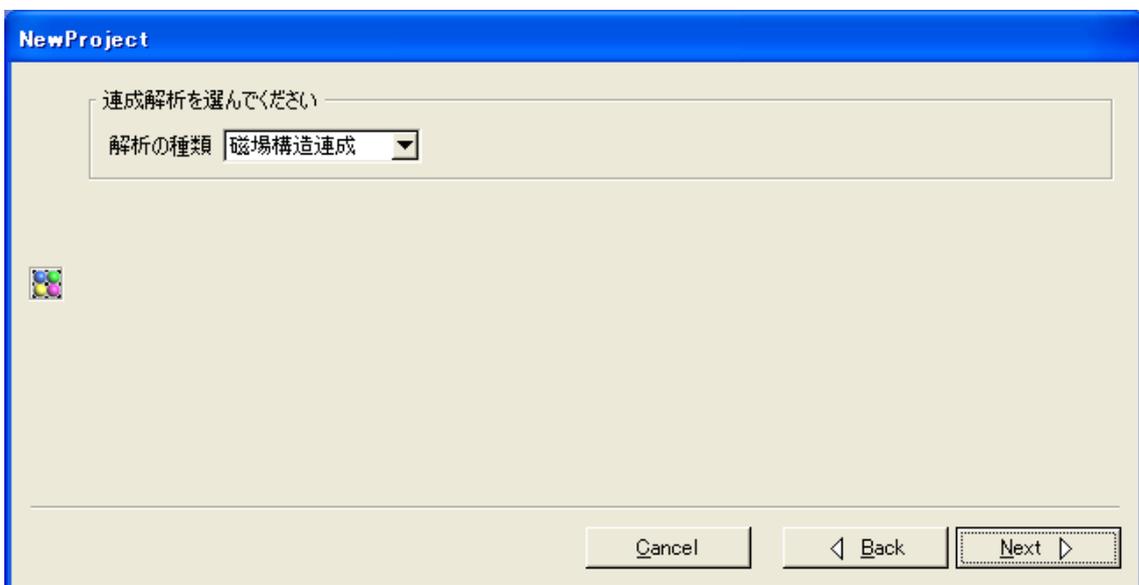


図 11-4 連成解析の種類の選択

次にそれぞれの解析についての計算格子ファイル（メッシュファイル）を選択する。

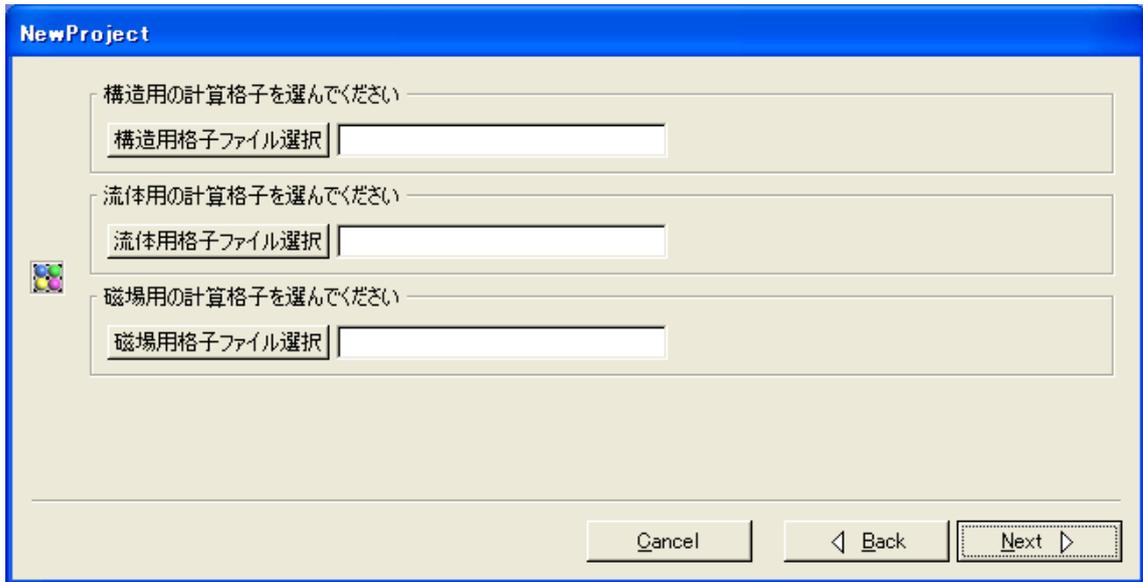


図 11-5 計算格子ファイルの選択

設定が完了すると Next ボタンが Finish ボタンに変更になり、押すと作業が完了する。

11.6 解析の種類を選択と解析条件設定

本バージョンで対応しているのは、

- 流体構造連成解析
- 磁場構造連成解析

の 2 種類である。この選択はプロジェクトの設定で行っており、この選択によって解析条件設定が異なる。ただし基本的なインターフェースは同様である。

Files

REVOCAP Coupler PreProcess

- Files
- Surface Coupling
- Volume Coupling
- View Info

FrontFlow/blue Pre -- FfbColumn.msh --

FrontISTR Pre -- FstrModel.msh --

連成候補ファイル

ファイル名

モデラ設定 (mdr.conf)

流体領域分割ファイルヘッダ名

流体領域分割数

構造領域分割ファイルヘッダ名

構造領域分割数

マップ設定 (map.conf)

ステップ数

流体ソルバ補間間隔ステップ

構造ソルバ補間間隔ステップ

同期モード

出力

細分階数

ステップ数

実行ファイルのパス

プロジェクトディレクトリの coupler からの相対パス
または絶対パスで記述してください

パス名

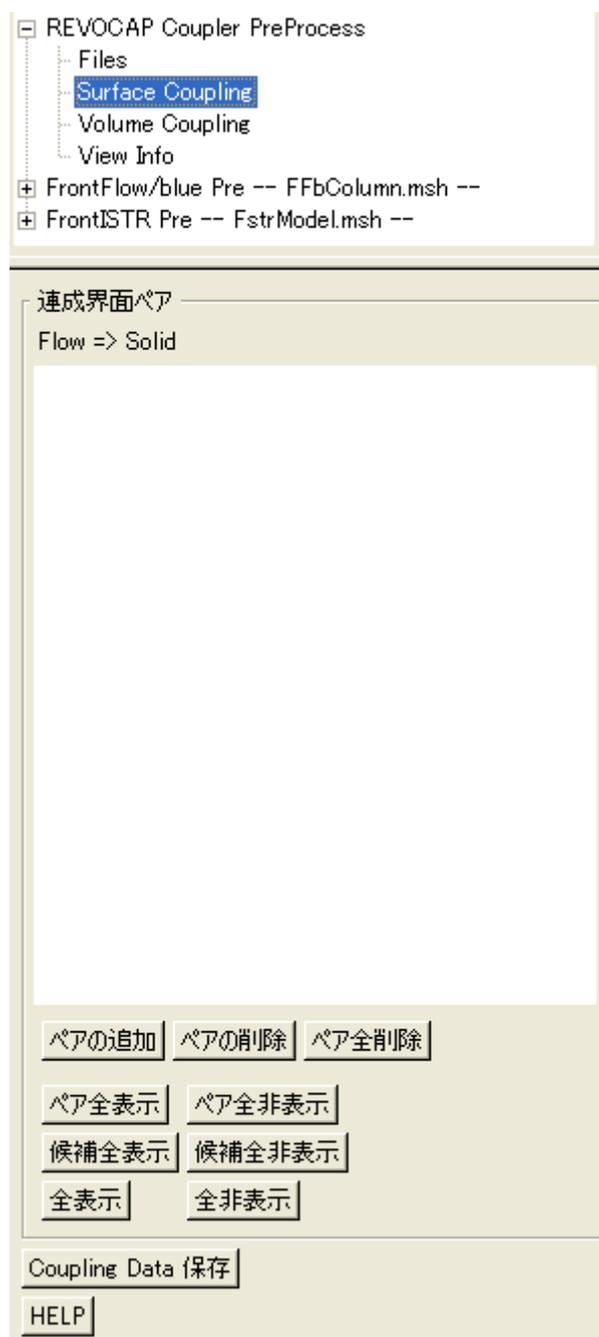
バッチスクリプトファイル

ファイル名

設定ファイル保存

図 11-6 REVOCAP_Coupler のファイル設定

Surface Coupling

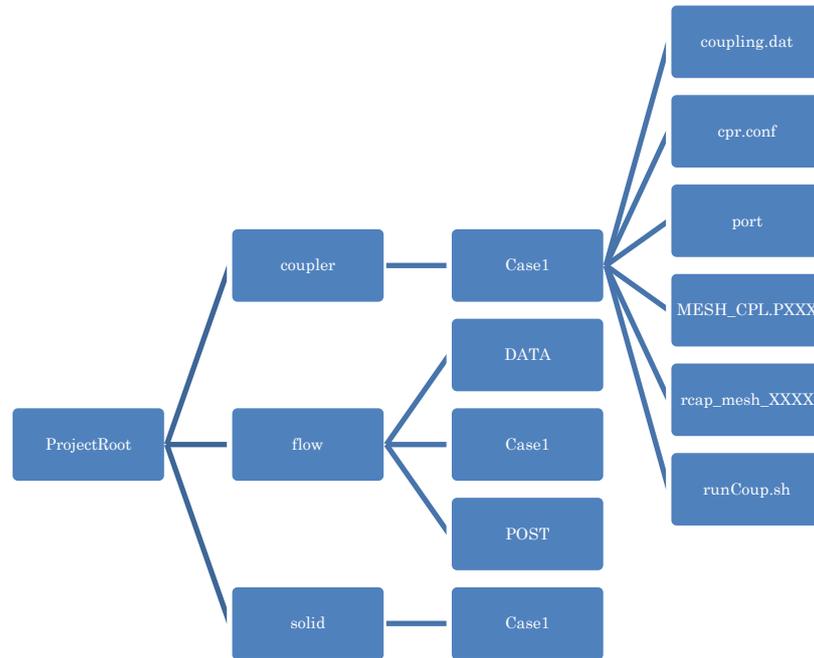


流体構造連成解析の場合はこの項目で設定する。磁場構造連成解析の場合は Volume Coupling の項目で設定するが、インターフェースは同様である。

11.7 解析モデルファイル出力

Menu から File => Save Model を選択すると解析モデルを出力することができる。

11.8 連成解析モデルのディレクトリ構造



11.9 計算結果ファイルの読み込み

メニューから File => Open Result で計算結果ファイルを読み込む。流体構造連成の場合は、FrontISTR の結果ファイル (MicroAVS UCD 形式)、FrontFlow/blue の結果ファイル (GF 形式) をそれぞれ読み込む。

11.10 読み込まれたデータの確認

Treeview の Data 項目を選択する。その下の階層に、REVOCAP_PrePost に読み込まれたメッシュに付随するデータが列挙されている。データ名を選択すると、LogMessage 画面にデータ名の種類と対応している物理量の型が表示される。

11.11 ポスト処理

REVOCAP_Coupler の流体構造連成解析ポスト処理では、FrontISTR および FrontFlow/blue のポスト表示を重ね合わせて表示する。詳細はそれぞれのそれぞれのソルバのポスト処理機能を参照してください。

11.12 設定情報

REVOCAP_Coupler に関する固有の設定は REVOCAP_PrePost をインストールしたディレクトリの RcapCoupler という名前のサブディレクトリに保存している。

- PropDB.ini : REVOCAP_Coupler 用の初期設定ファイル
- ProjDB.ini : 連成解析のプロジェクト初期値

12 ADVENTURE_Solid 用マニュアル

12.1 対応するソルバ

ADVENTURE Project(<http://adventure.q.t.u-tokyo.ac.jp/>)において開発された、固体静解析のための有限要素法解析ソルバ ADVENTURE_Solid(Ver.1.2)に対応する。

12.2 プレ・ポスト処理の手順

REVOCAP_PrePost による ADVENTURE_Solid のプリ処理の手順は、以下のとおりである。

- 形状ファイルの読み込み・メッシュ生成（またはメッシュファイルの読み込み）
- 解析の種類を選択
- 材料属性値の設定
- 境界条件の設定
- 解析条件の設定
- 解析モデルファイル出力

である。解析モデルを出力後、ADVENTURE_Solid による解析を実行することができる。以下ではこの手順に従って説明をする。

12.3 入出力仕様

プレ入力

形状ファイル

- IGES
- STEP
- STL
- ADVENTURE_Tripatch フォーマットのパッチデータ

メッシュファイル

- ADVENTURE_TetMesh 形式のメッシュファイル

プレ出力

解析モデルファイル

- TetMesh 形式のメッシュファイル
- ADVENTURE_Solid 制御ファイル
- ソルバ実行用バッチファイル

ポスト入力

計算結果ファイル

- ADVENTURE_Solid 計算結果ファイル

ポスト出力

画像データ

- JPEG, PNG, BMP 形式の画像データ

12.4 形状ファイルの読み込み・メッシュ生成

FEM 解析のためのメッシュがない場合、CAD データなどの形状データからメッシュを生成する。既にメッシュファイルがある場合は、このプロセスは省略してよい。詳細はメッシュ生成を参照してください。

12.5 メッシュファイルの読み込み

メッシュ生成に成功した場合は生成したファイルを自動で読み込む。既存の解析用のメッシュがある場合は、メッシュファイルを読み込んでそこに解析条件を設定して解析モデルを作成することができる。

メニューから **File => Open Mesh** を選び、入力するメッシュファイルを与える。

固体領域の境界面はメッシュファイルを読み込むときに自動的に抽出する。抽出した境界面は **Treeview** においてその親の固体領域の下の項目に **Face01**、**Face02** のような名前が表示する。



図 12-1 メッシュファイルの読み込み

Treeview において固体領域を選択すると、Custompane にその固体領域の情報が表示される。



図 12-2 固体領域の情報

12.6 解析の種類を選択と解析条件設定

本バージョンで対応しているのは、

- 線形弾性解析
- 熱応力解析
- 弾性大变位微小歪み解析
- 弾性大变位大歪み解析
- 弾塑性解析
- 弾塑性大变位微小歪み解析
- 弾塑性大变位大歪み解析

の7種類である。

解析条件の設定

解析の種類を選択は Treeview から「解析」の項目を選択して、Custompane に解析の種類を選択画面を表示させて行う。



図 12-3 解析条件の設定

解析の種類を選択したら、その解析のパラメータの設定を行うことができる。それぞれのパラメータの詳細については ADVENTURE_Solid のマニュアルを参照していただきたい。

解析条件設定

Treeview の「解析」の下の「解析設定」の項目を選択すると設定画面が Custompane に表示される。

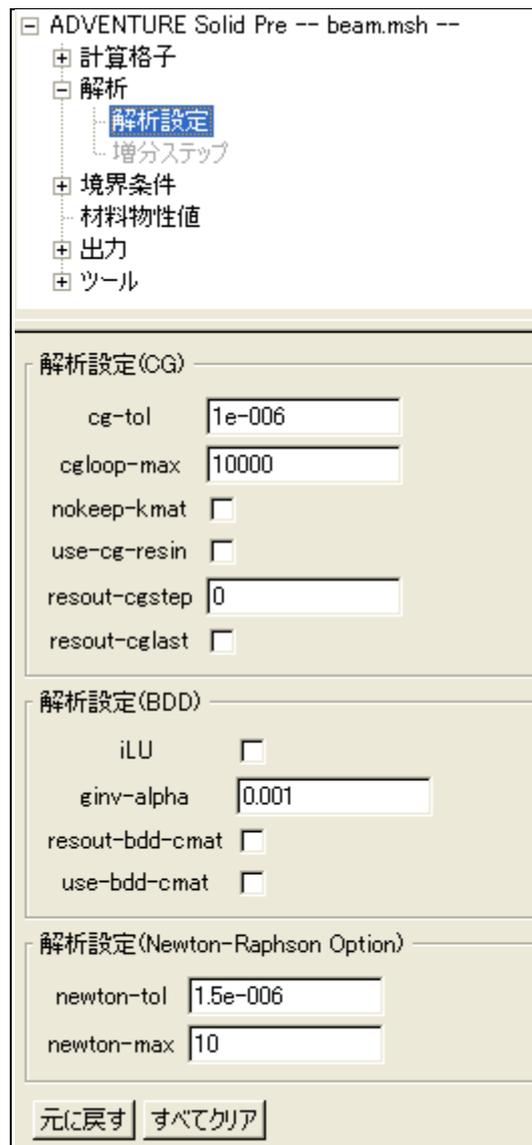


図 12-4 解析設定

増分ステップの設定

解析の種類が以下の場合、増分ステップの設定が可能である。

- 弾性大变位微小歪み解析
- 弾性大变位大歪み解析
- 弾塑性解析
- 弾塑性大变位微小歪み解析
- 弾塑性大变位大歪み解析

このとき、Treeview の「解析」の下に「増分ステップ」の項目を選択すると以下の設定画面が Custompane に表示される。

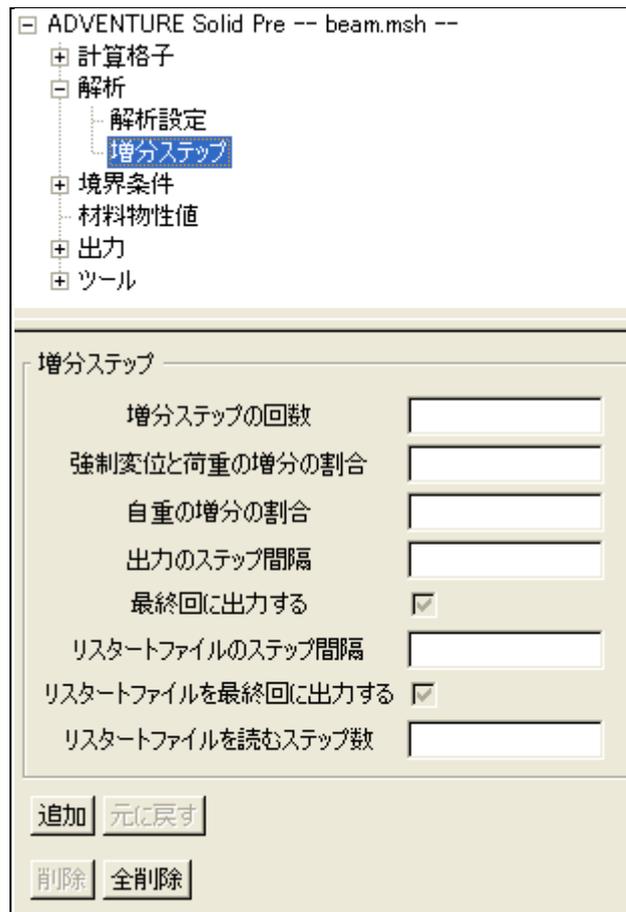


図 12-5 増分ステップの設定

12.7 材料属性値の設定

REVOCAP_PrePost において固体領域に材料属性値を設定するには、最初に材料属性データベースにヤング率、ポアソン比などの材料属性パラメータの組に名前をつけて登録し、その名前を固体領域に割り当てるという手順を取る。

材料属性データベースの設定

材料属性データベースにパラメータを登録するには、Treeview で「材料物性値」の項目を選択し、Custompane に材料属性データベースの設定画面を表示させる。

ADVENTURE Solid Pre -- beam.msh --

- ⊕ 計算格子
- ⊕ 解析
- ⊕ 境界条件
- 材料物性値
- ⊕ 出力
- ⊕ ツール

材料属性の名前

材料属性の名前

材料属性値

ヤング率[Pa]

ポアソン比

加工硬化係数

初期降伏応力[Pa]

密度[kg m⁻³]

線膨脹係数[K⁻¹]

材料属性を別名でデータベースに追加

材料属性データベースの保存

全データを CSV 形式で保存します

図 12-6 材料属性データベースの設定

既に初期値としていくつかの材料属性値が登録されている。登録済み属性の選択プルダウンメニューで材料の名前を選択して、パラメータの値を確認することができる。

材料属性の名前	
材料属性の名前	Aluminum 
材料属性値	
ヤング率[Pa]	70000000000
ポアソン比	0.345
加工硬化係数	0.27
初期降伏応力[Pa]	15
密度[kg m ⁻³]	2690
線膨脹係数[K ⁻¹]	2.5e-005
材料属性を別名でデータベースに追加	<input type="text"/> <input type="button" value="追加"/>
材料属性データベースの保存	
全データを CSV 形式で保存します	<input type="button" value="実行"/>

図 12-7 材料属性データベースの設定

また、ヤング率などの材料属性値に値を入れ（設定しないものは空白で構わない）、「材料属性値を別名で追加」に登録名を入れて追加ボタンを押すと、データベースに追加することができる。ここで与える登録名はそのまま ADVENTURE_Solid の Material 名で使われるので、半角英数字で与えなければならない。

弾性静解析のときは、ヤング率、ポアソン比が必要である。更に、荷重の計算をする場合は密度、熱応力解析の場合は線膨脹係数、弾塑性解析をする場合は加工硬化係数、初期降伏応力が必要である。必要としない材料属性は空白のまま構わない。

材料属性値のデータベースは、以下のような CSV ファイルで保存することができる。

```
material,young,poisson,density,linearexp,thermal_conductivity,specific_heat
unit,Pa,,kb m^-3,K^-1,W m^-2 K^-1,J kg^-1 K^-1
Aluminum,70000000000,0.345,2690,2.50E-05,237,1.00E-06
```

REVOCAP_PrePost アプリケーションの AdvSolid フォルダにある mat.csv というファイルが起動時に初期値で読み込まれる材料属性値のデータベースである。このファイルを変更すると、デフォルトのデータベースが置き換えられる。

材料属性値の固体領域への割り当て

材料属性値データベースに登録されている材料属性を固体属性に登録するには Treeview の「計算格子」の項目の下の固体領域の項目を選択する。このとき Custompane には材料

属性設定用の画面が表示されるので、そこで登録されている材料属性値の名前を選択して登録する。



図 12-8 材料属性値の固体領域への割り当て

12.8 境界条件の設定

下に挙げる境界条件については、解析の種類によって設定できる項目が異なる。なおはじめに解析の種類を選択してからでないと、目的の境界条件が設定できないので注意する。

以下の境界条件の設定で与える名前はすべて半角英数で与えること。

変位

Treeview の「境界条件」の項目の下の「節点変位」、「面変位」、「面変位(垂直)」のいずれかを選択する。

以下では「節点変位」、「面変位」、「面変位(垂直)」それぞれについて説明する。

「節点変位」では、マウスで指定した範囲の節点もしくは選択した面の節点に対する変位の設定が可能である。

「名前」の項目では、境界条件の名前を設定する。自動的に名前が入力できるが、変更することができる。

「マウス指定範囲」のチェックボックスを ON にすると、マウスで節点の選択範囲を設定できる。具体的には、Shift ボタンを押しながらマウスの左ボタンで 3DView のモデルをドラッグすると、その範囲が選択状態になる。一方、面の節点を選択する場合は、3DView で面をクリックすると、面の節点を選択状態になる。

「x」、「y」、「z」方向の変位の大きさは各項目に入力する。それぞれのチェックボックスを ON にするとその設定が有効になる。

「追加」ボタンを押すと、選択した設定が有効になり「名前」で入力した名前の項目がツリーの「節点変位」の下に追加される。この項目を選択すると、設定内容が表示される。

「更新」ボタンを押すと、変更した値が有効になる。

「削除」ボタンを押すと、設定は削除され、ツリーからも項目が消去する。

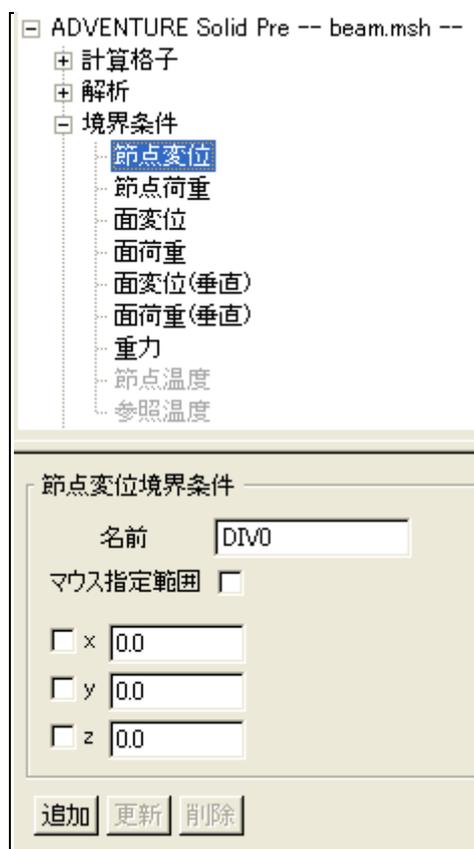


図 12-9 節点変位

「面変位」では、選択した面に対する変位の設定が可能である。設定項目は「節点変位」とほぼ同様だが、設定の対象は面のみである。

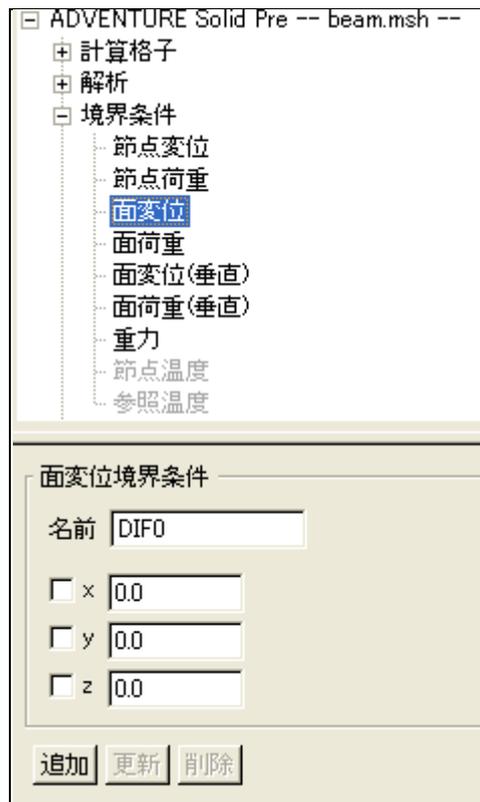


図 12-10 面変位

「面変位(垂直)」では選択した面に垂直方向の変位について設定できる。そのため入力する項目はスカラー値の変位のみである。

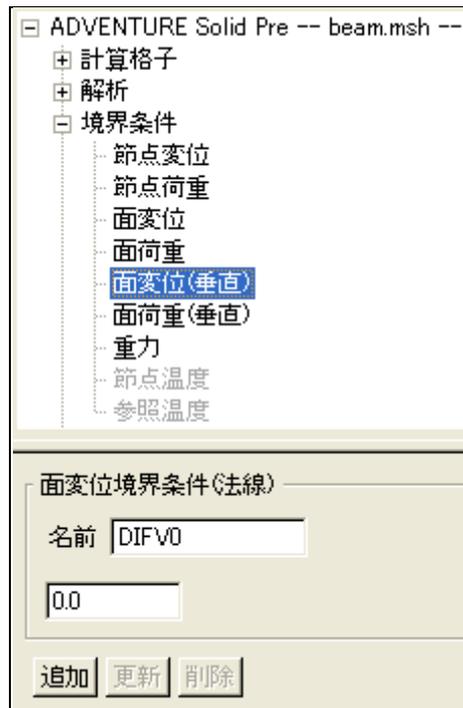


図 12-11 面変位(垂直)

荷重

Treeview の「境界条件」の項目の下の「節点荷重」、「面荷重」、「面荷重(垂直)」のいずれかを選択する。

ここで「節点荷重」、「面荷重」、「面荷重(垂直)」それぞれについて説明する。

「節点荷重」では、マウスで指定した範囲の節点もしくは選択した面の節点に対する荷重の設定が可能である。

「名前」の項目では、境界条件の名前を設定する。自動的に名前が入力できるが、変更することができる。

「マウス指定範囲」のチェックボックスを ON にすると、マウスで節点の選択範囲を設定できる。具体的には、Shift ボタンを押しながらマウスの左ボタンで 3DView のモデルをドラッグすると、その範囲が選択状態になる。一方、面の節点を選択する場合は、3DView で面をクリックすると、面の節点を選択状態になる。

「x」, 「y」, 「z」方向の荷重の大きさは各項目に入力する。それぞれのチェックボックスを ON にするとその設定が有効になる。

「追加」ボタンを押すと、選択した設定が有効になり「名前」で入力した名前の項目がツリーの「節点荷重」の下に追加される。この項目を選択すると、設定内容が表示される。

「更新」ボタンを押すと、変更した値が有効になる。

「削除」ボタンを押すと、設定は削除され、ツリーからも項目が消去する。

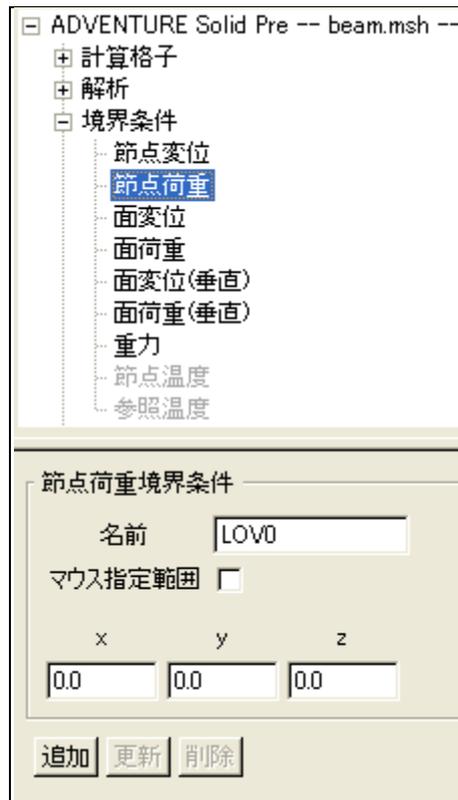


図 12-12 節点荷重

「面荷重」では、選択した面に対する荷重の設定が可能である。設定項目は「節点荷重」とほぼ同様だが、設定の対象は面のみである。

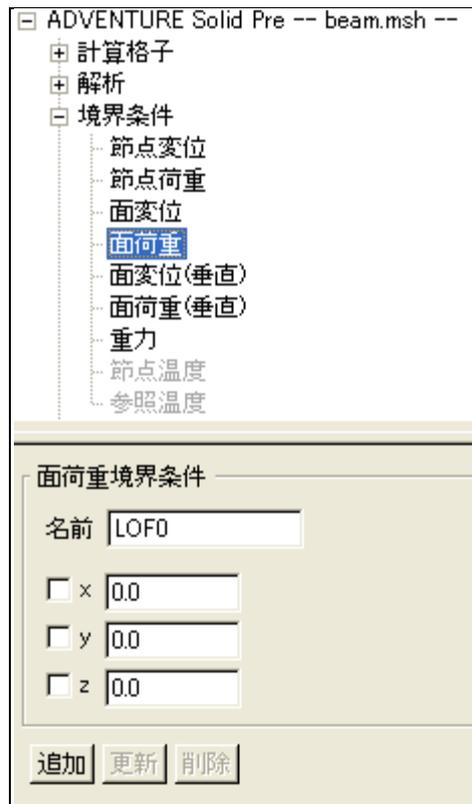


図 12-13 面荷重

「面荷重(垂直)」では選択した面に垂直方向の荷重について設定できる。そのため入力する項目はスカラー値の荷重のみである。

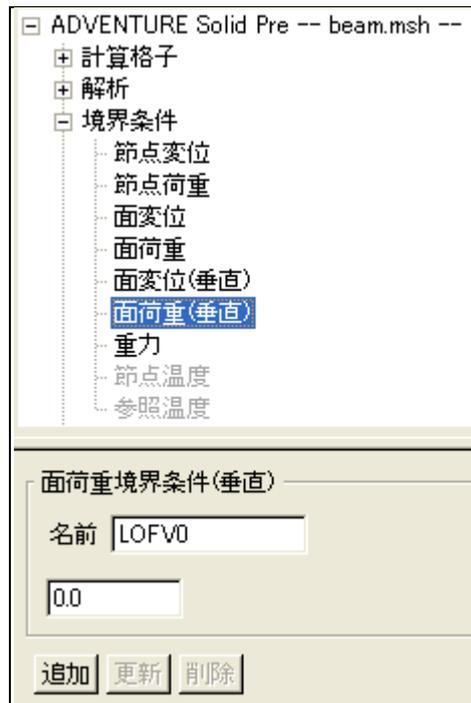


図 12-14 面荷重(垂直)

重力

Treeview の「解析条件」の項目の下の「重力」を選択する。設定できるのは x、y、z 方向の 3 成分の値である。チェックボックスを ON にすると設定が有効になる。

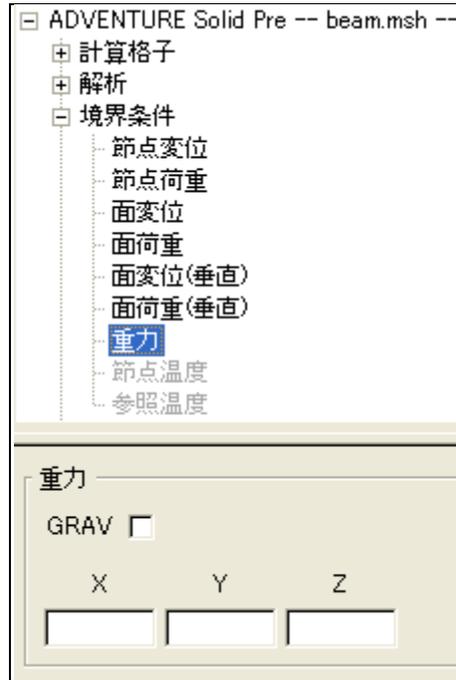


図 12-15 重力

節点温度

熱応力解析のときに設定可能である。設定できるのはすべての節点についての温度の値である。

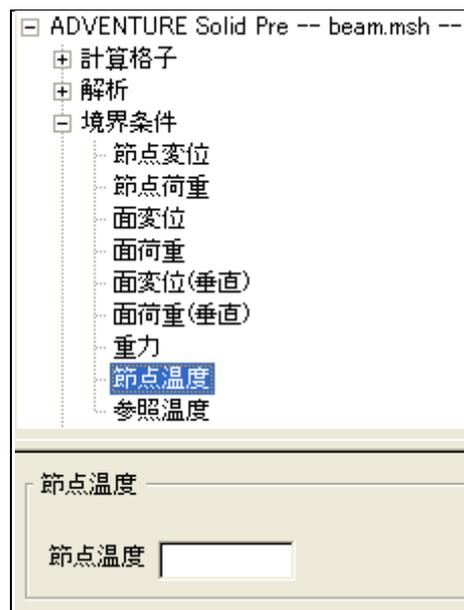


図 12-16 節点温度

参照温度

熱応力解析のときに設定可能である。

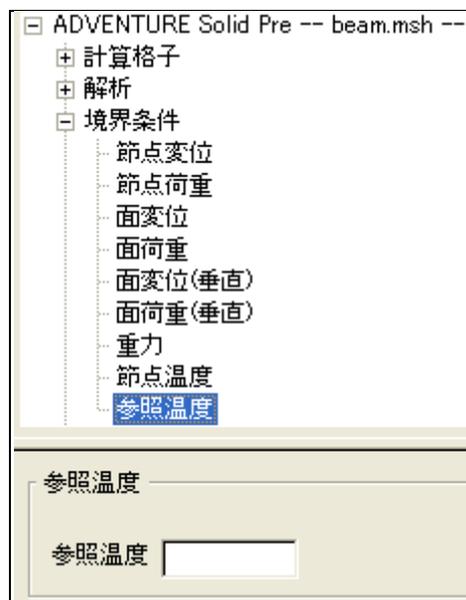


図 12-17 参照温度

注意

それぞれの境界条件のマーカーは面を選択して境界条件を与えた場合には、その面と連動して動くが、Lasso 機能で範囲選択した場合には、必ずしも面と連動して動くとは限らない。

12.9 出力設定

Treeview の「出力」の項目を選択する。その下に「最終結果ファイルへ出力」と「増分ステップごとに出力」という項目がある。後者の設定が可能なのは、解析の種類が

- 弾性大变位微小歪み解析
- 弾性大变位大歪み解析
- 弾塑性解析
- 弾塑性大变位微小歪み解析
- 弾塑性大变位大歪み解析

の場合であり、そうでない場合は設定できない。



図 12-18 最終結果ファイルへ出力

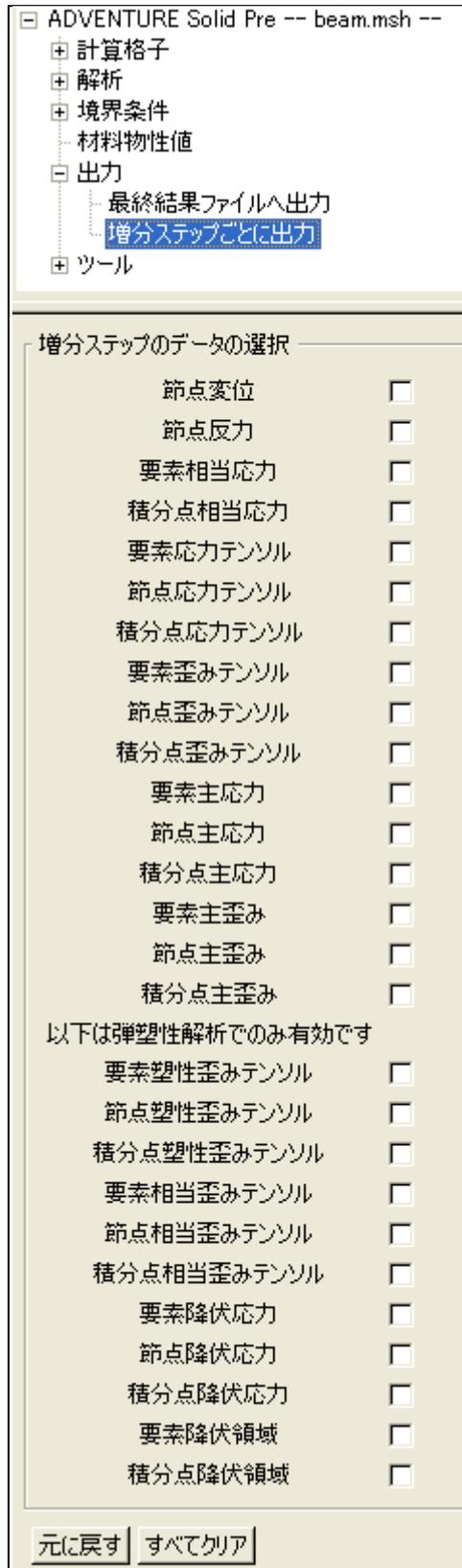


図 12-19 増分ステップごとに出力

12.10 解析モデルファイル出力

Menu から File => Save Model を選択すると解析モデルを出力することができる。

12.11 解析実行

Windows 版の ADVENTURE_Solid を REVOCAP_PrePost から呼び出すことができる。ツリーにおける「ツール」の下にある「Execute」を選択する。モデルの保存をしていない場合は、「保存場所」のボタンを押し、表示されるダイアログから保存するフォルダを選択する。つぎに「モデル保存」ボタンを押し。そして「ADVENTURE_Solid 実行」ボタンを押すと、解析を実行できる。

Linux 環境において実行する場合は、保存したファイルを Linux 環境に転送し、実行ファイルをシェルスクリプトとして実行する。

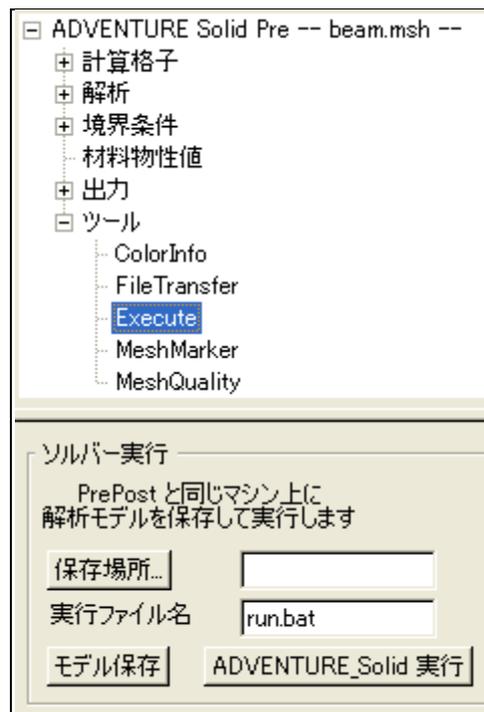


図 12-20 解析条件の設定

12.12 計算結果ファイルの読み込み

メニューから File => Open Result で計算結果ファイルを読み込む。まずメッシュファイルを選択し、読み込む。つぎに結果ファイルを選択する。

12.13 読み込まれたデータの確認

Treeview の Data 項目を選択する。その下の階層に、REVOCAP_PrePost に読み込まれたメッシュに付随するデータが列挙されている。データ名を選択すると、Custompane にデータ名の種類と対応している物理量の型が表示される。

12.14 ポスト処理

ADVENTURE_Solid のポスト処理では、表面コンター図、変形図、断面図に対応している。それぞれの機能については、ポスト処理の項目を参照のこと。

12.15 設定情報

ADVENTURE_Solid に関する固有の設定は REVOCAP_PrePost をインストールしたディレクトリの AdvSolid という名前のサブディレクトリに保存している。

- i386-mswin32 : Windows 環境での実行ファイル格納用ディレクトリ
- i486-linux : Linux 環境での実行ファイル格納用ディレクトリ
- PropDB.ini : REVOCAP_PrePost 用の初期設定ファイル
- mat.csv:既定の材料属性値の設定ファイル

13 REVOCAP_Magnetic 用マニュアル

13.1 対応するソルバ

文部科学省次世代 I T 基盤構築のための研究開発「革新的シミュレーションソフトウェアの研究開発」にて開発された REVOCAP_Magnetic Ver. 1.0 に対応する。

13.2 プレ・ポスト処理の手順

REVOCAP_PrePost による REVOCAP_Magnetic のプリ処理の手順は、以下のとおり。

- (1) 形状ファイルの読み込み・メッシュ生成（またはメッシュファイルの読み込み）
- (2) 解析の種類を選択
- (3) 材料属性値の設定
- (4) 境界条件の設定
- (5) 解析条件の設定
- (6) 解析モデルファイル出力

である。解析モデルを出力後、REVOCAP_Magnetic による解析を実行することができる。以下ではこの手順に従って説明をする。

13.3 入出力仕様

プレ処理入力仕様

形状ファイル

- IGES
- STEP
- STL
- ADVENTURE_Tripatch フォーマットのパッチデータ

メッシュファイル

- ADVENTURE_TetMesh 形式のメッシュファイル

プレ処理出力仕様

解析モデルファイル

- ADVENTURE_TetMesh 形式のメッシュファイル

- REVOCAP_Magnetic 制御ファイル
- ソルバ実行用バッチファイル

ポスト処理入力仕様

計算結果ファイル

- MicroAVS UCD 形式の計算結果ファイル

ポスト処理出力仕様

画像データ

- JPEG, PNG, BMP 形式の画像データ

13.4 形状ファイルの読み込み・メッシュ生成

FEM 解析のためのメッシュがない場合、CAD データなどの形状データからメッシュを生成する。既にメッシュファイルがある場合は、このプロセスは省略してよい。詳細はメッシュ生成を参照してください。

13.5 メッシュファイルの読み込み

メッシュ生成に成功した場合は生成したファイルを自動で読み込む。既存の解析用のメッシュがある場合は、メッシュファイルを読み込んでそこに解析条件を設定して解析モデルを作成することができる。

メニューから File => Open Mesh を選び、入力するメッシュファイルを与える。

固体領域の境界面はメッシュファイルを読み込むときに自動的に抽出する。抽出した境界面は Treeview においてその親の固体領域の下の項目に Face01、Face02 のような名前が表示する。



図 13-1 メッシュファイルの読み込み

Treeview において固体領域を選択すると、3DView にその固体領域の範囲が表示される。

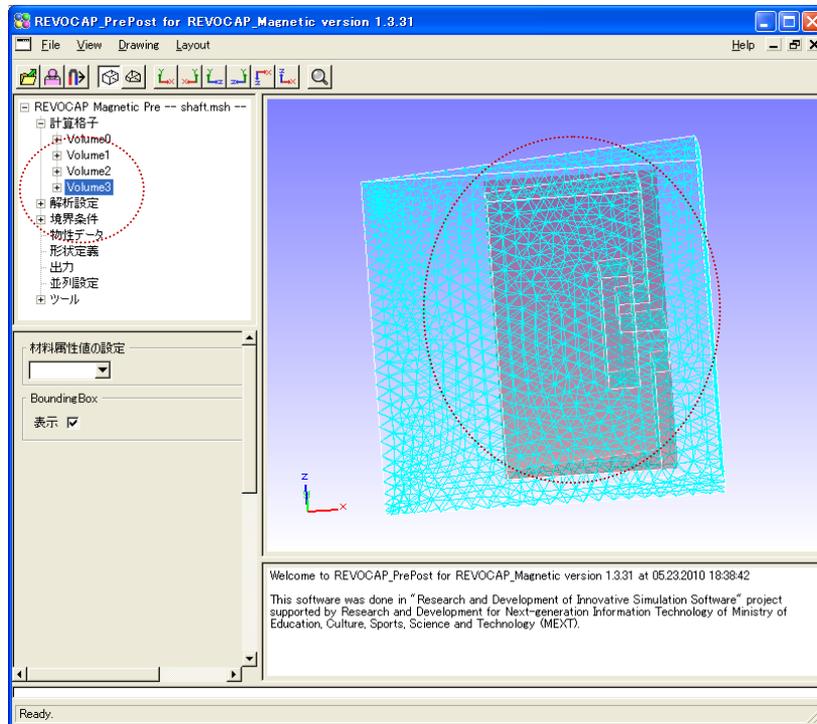


図 13-2 固体領域の範囲

13.6 解析の種類を選択と解析条件設定

本バージョンで対応しているのは、

- 非線形静磁場解析
- 時間調和渦電流解析

の 2 種類である。

13.7 解析条件の設定

解析の種類を選択は Treeview から「解析設定」の項目を選択して、Custompane に解析の種類を選択画面を表示させて行う。「解析の種類」の項目から、

- 非線形静磁場解析
- 時間調和渦電流解析

のいずれかを選択する。

REVOCAP Magnetic Pre -- RCAP.msh --

- ⊕ 計算格子
- ⊕ 解析設定
- ⊕ 境界条件
 - 物性データ
 - 形状定義
 - 出力
 - 並列設定
- ⊕ ツール

解析設定

解析の種類 非線形静磁場解析 ▼

HDDM設定

前処理 簡易対角スケーリング ▼

収束判定値

発散判定値

反復回数上限

収束履歴出力

HDDM強制電流密度補正

前処理 簡易対角スケーリング ▼

収束判定値

発散判定値

反復回数上限

収束履歴出力

部分領域解法(線形ソルバ)

前処理 加速係数付き不完全Cholesky分解 ▼

Cholesky分解
加速係数

収束判定値

発散判定値

収束履歴出力

部分領域解法(強制電流密度補正)

前処理 加速係数付き不完全Cholesky分解 ▼

Cholesky分解
加速係数

収束判定値

発散判定値

収束履歴出力

図 13-3 解析条件の設定

解析の種類を選択したら、その解析の設定を行うことができる。以下の項目は解析の実行時のオプションである。それぞれの設定の詳細については REVOCAP_Magnetic のマニュアルを参照していただきたい。

項目名	対応する実行時オプション
HDDM 設定	-hddm-{pc,eps,div,max-llop,log,no-log}
HDDM 強制電流密度補正	-coJo-hddm-{pc,eps,div,max-loop,log,no-log}
部分領域解法(線形ソルバ)	-l-sol-{pc,ic-shift,eps,div,log,no-log}
部分領域解法(強制電流密度補正)	coJo-l-sol-{pc,ic-shift,eps,div,log,no-log}

ここで{x,y}とある場合は x,y のいずれかを意味する。

13.8 非線形静磁場解析設定

Treeview の「解析設定」の下に「非線形静磁場解析設定」の項目を選択すると設定画面が Cusompane に表示される。

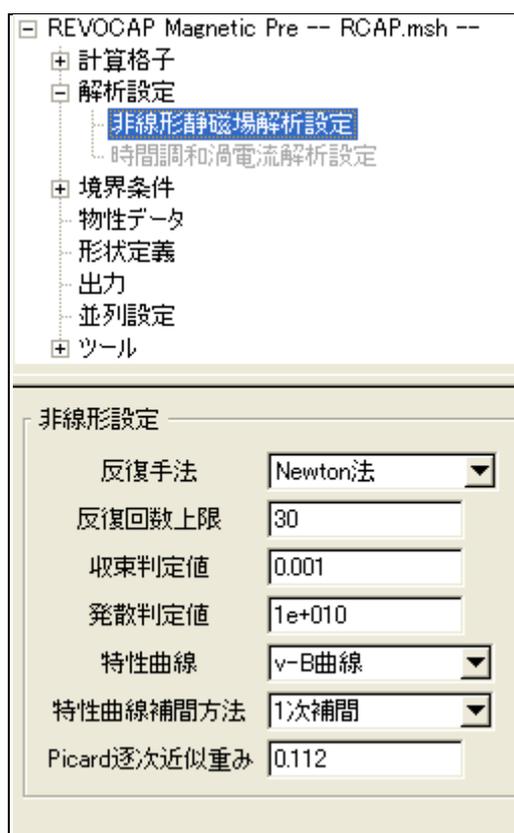


図 13-4 非線形静磁場解析設定

項目名	実行時オプション
-----	----------

反復手法	-nl-method
反復階数上限	-nl-max-loop
収束判定値	-nl-eps
発散判定値	-nl-div
特性曲線	-nl-curve
特性曲線補完方法	-nl-curve-ip
Picard 逐次近似重み	-nl-picard-weight

13.9 時間調和渦電流解析設定

Treeview の「解析設定」の下に「時間調和渦電流解析設定」の項目を選択すると設定画面が Cusompane に表示される。

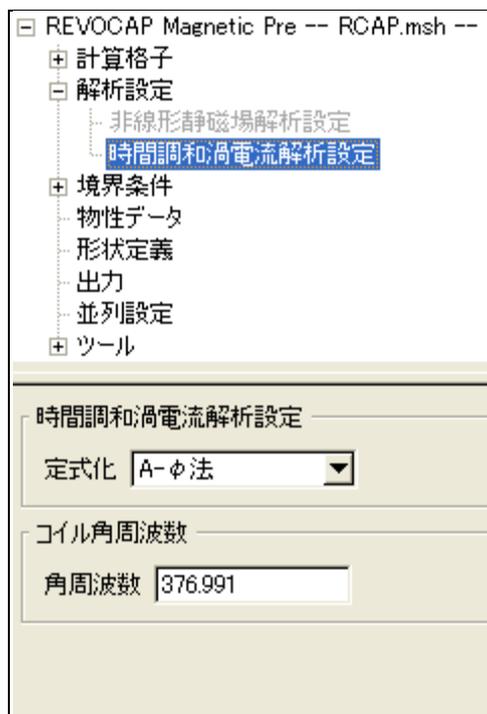


図 13-5 時間調和渦電流解析設定

項目名	実行時オプション
時間調和渦電流解析設定	-unit-magnetic-flux-density
コイル角周波数	-unit-eddy-current-density

13.10 材料属性値の設定

REVOCAP_PrePost において領域に材料属性値を設定するには、最初に材料属性データベースにパラメータの組に名前をつけて登録し、その名前を領域に割り当てるという手順を取る。

13.11 材料属性データベースの設定

材料属性データベースにパラメータを登録するには、Treeview で「物性データ」の項目を選択し、Custompane に材料属性データベースの設定画面を表示させる。

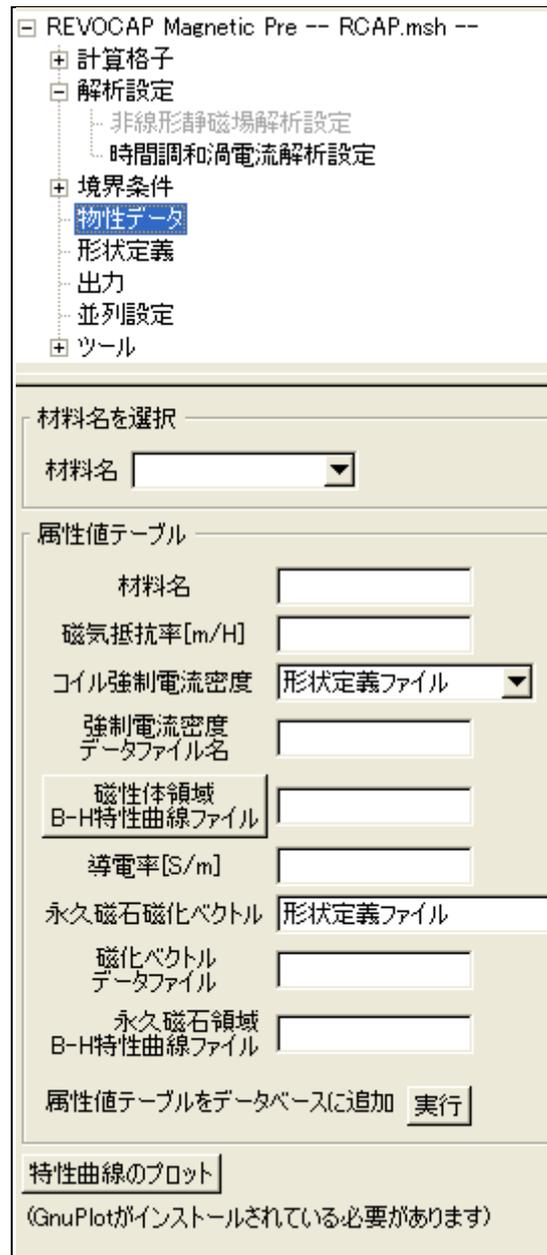


図 13-6 材料属性データベースの設定

「永久磁石磁化ベクトル」の選択によって、以下の設定項目の設定の可能、不可が決まる。

設定項目	磁化ベクトルデータファイル	永久磁石領域 B-H 特性曲線ファイル
永久磁石磁化ベクトル		
磁化ベクトルファイル	可能	不可
形状定義ファイル	不可	不可
非線形計算・磁化ベクトルファイル	可能	可能
非線形計算・形状定義ファイル	不可	可能

「永久磁石領域 B-H 特性曲線ファイル」にファイルを指定している場合は、「特性曲線のプロット」ボタンを押すと、以下のようにプロットを表示できる。

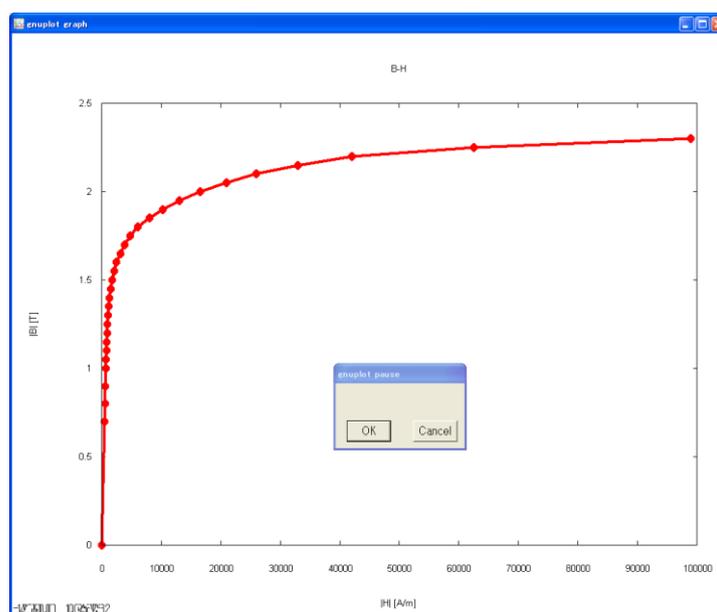


図 13-7 B-H 特性曲線のプロット

既に初期値としていくつかの材料属性値が登録されている。登録済み属性の選択プルダウンメニューで材料の名前を選択して、パラメータの値を確認することができる。

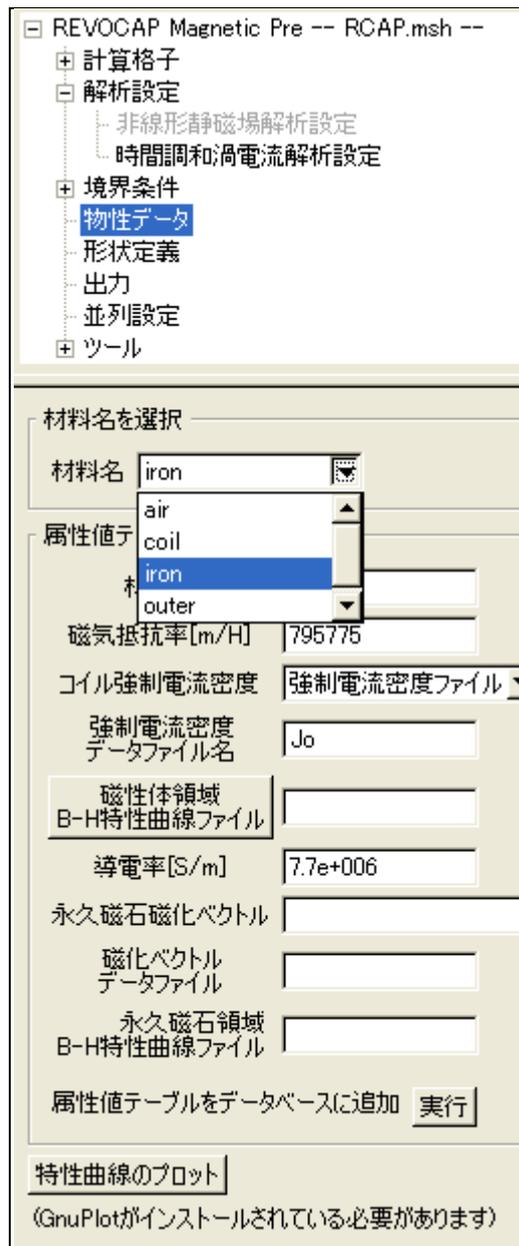


図 13-8 材料属性データベースの設定

また、各項目に値を入れ（設定しないものは空白で構わない）、「材料名」に登録名を入れて「属性値テーブルをデータベースに追加」の実行ボタンを押すと、データベースに追加することができる。ここで与える登録名は半角英数字で与えなければならない。

必要としない材料属性は空白のまま構わない。

材料属性値のデータベースは、以下のような CSV ファイルで保存することができる。

```
material,reluctivity,coil_type,coil,nonlinear,conductor,magnetization_type,magne
tization,magnetization_nl
unit,m/H,,A/m^2,,S/m,,T,
```

```
iron,7.95774700E+05,rf,Jo,,7.70000000E+06,rf,M,  
air,7.95774700E+05,,,,,md,pmagnet.dat,  
coil,7.95774700E+05,md,coil.dat,,,nl_rf,M2,pmagnet_bh.dat  
outer,7.95774700E+05,,,,,nl_md,pmagnet_nl.dat,pmagnet_bh2.dat
```

REVOCAP_PrePost アプリケーションの RcapMagnetic フォルダにある mat.csv というファイルが起動時に初期値で読み込まれる材料属性値のデータベースである。このファイルを変更すると、デフォルトのデータベースが置きかえられる。

13.12 材料属性値の固体領域への割り当て

材料属性値データベースに登録されている材料属性を固体属性に登録するには Treeview の「計算格子」の項目の下の領域の項目を選択する。このとき Custompane には材料属性設定用の画面が表示されるので、そこで登録されている材料属性値の名前を選択して登録する。

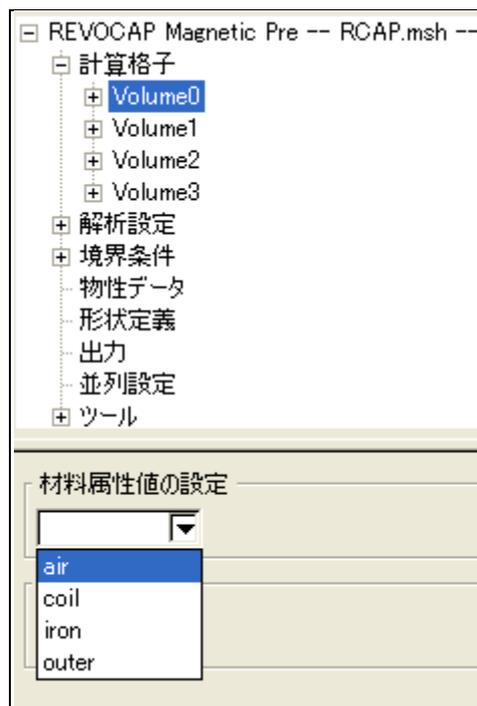


図 13-9 材料属性値の固体領域への割り当て

13.13 境界条件の設定

以下の境界条件の設定で与える名前はすべて半角英数で与える。

Treeview の「境界条件」の項目の下の「 $A \times n = 0$ 」の項目を選択する。境界条件の識別子を「名前」に与える。設定画面が表示されている状態で、面全体を選択する。設定できることは、選択した面に対する磁束密度を 0 にすることである。面の選択は 3DView においてマウスを用いて行なう。「追加」ボタンを押すと境界条件が追加され、Treeview の項目の下に境界条件名の項目が追加される。

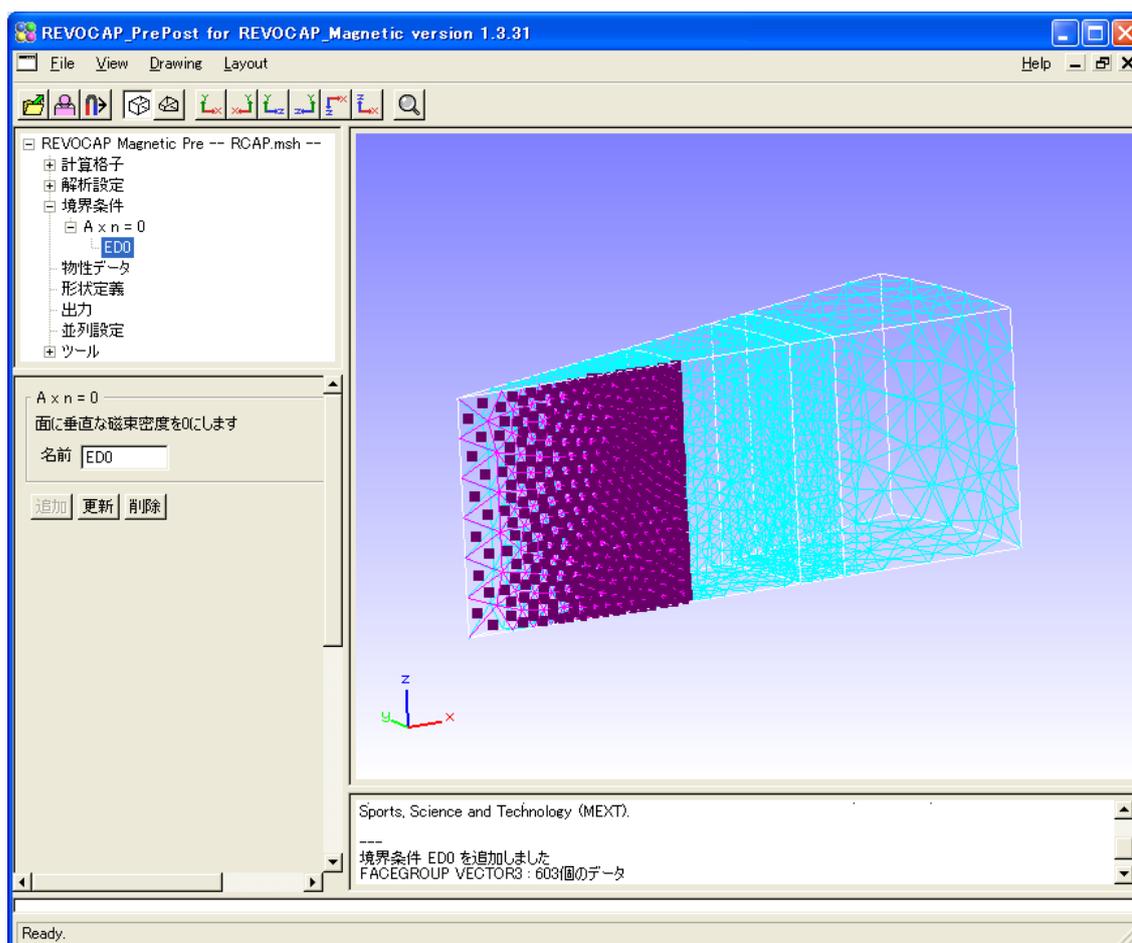


図 13-10 磁場境界条件変位

境界条件を削除する場合は、「削除」ボタンを押す。

13.14 出力設定

Treeview の「出力」の項目を選択する。

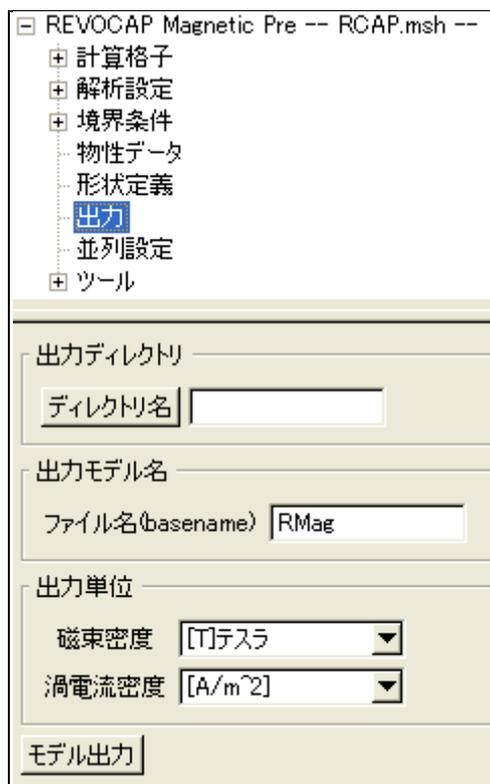


図 13-11 出力

「出力ディレクトリ」では、「ディレクトリ名」ボタンを押すとダイアログが表示され、解析のためのデータを出力するディレクトリを選択すると、そのパスが項目に記入される。項目にパスを直接記入することも可能である。

「出力モデル名」において文字列を記入すると、出力されるファイルの拡張子以外のファイル名になる

「出力単位」を選択すると、磁束密度、渦電流密度の単位を設定できる。

13.15 解析モデルファイル出力

Menu から File => Save Model を選択すると解析モデルを出力することができる。

13.16 解析実行

Windows 環境で設定し出力したデータファイルは、フォルダごと Linux 環境に転送する。フォルダの構成は変えないようにする。これはソルバがフォルダの構成を既定しているからである。

Linux 環境において実行する。保存したファイルを Linux 環境に転送し、シェルスクリ

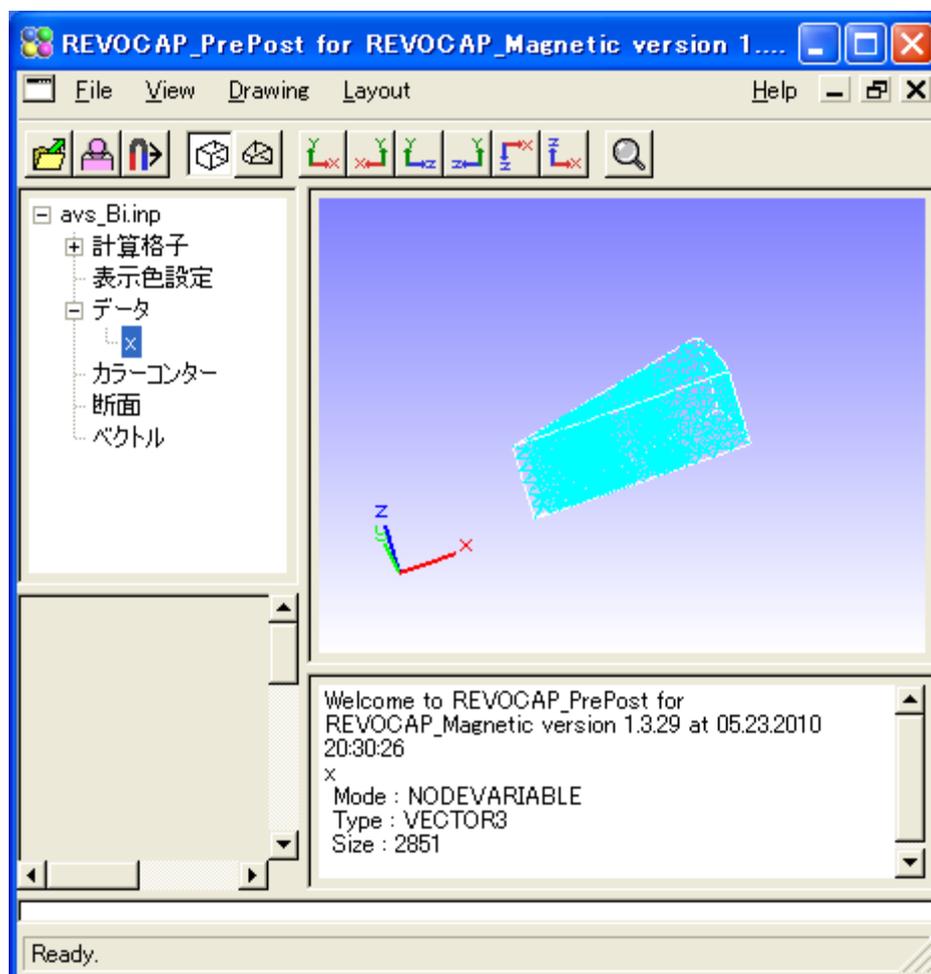
プト（解析モデルの出力時に生成される拡張子が sh のファイル）を実行する。

13.17 計算結果ファイルの読み込み

メニューから File => Open Result で MicroAVS UCD 形式の計算結果ファイルを読み込む。

13.18 読み込まれたデータの確認

Treeview の「データ」を選択する。その下の階層に、REVOCAP_PrePost に読み込まれたメッシュに付随するデータが列挙されている。データ名を選択すると、ログにデータ名の種類と対応している物理量の型が表示される。



13.19 ポスト処理

REVOCAP_Magnetic のポスト処理では、表面コンター図、変形図、断面図に対応している。それぞれの機能については、ポスト処理の項目を参照のこと。

13.20 設定情報

REVOCAP_Magneticに関する固有の設定はREVOCAP_PrePostをインストールしたディレクトリのRcapMagneticという名前のサブディレクトリに保存している。

- PropDB.ini : REVOCAP_PrePost用の初期設定ファイル

13.21 その他

付属しているサンプルデータはADVENTUREプロジェクト (<http://adventure.sys.t.u-tokyo.ac.jp/jp/>)で配布しているADVENTURE_Magneticに含まれているものを利用している。

14 REVOCAP_PrePost ソルバ実行チュートリアルとカスタマイズ方法

14.1 概要

それぞれのソルバの実行の仕方については、ソルバの使用説明書を参照のこと。
FrontISTR、FrontFlow/blue は基本的な手順を実行するスクリプトを REVOCAP_PrePost が生成する。ここでは、REVOCAP_PrePost から T2K その他の並列計算機にジョブを投入する方法を説明する。

14.2 操作手順

REVOCAP_PrePost の Remote 実行設定画面では、

- クラスタのホスト名
- ログイン名
- パスワード（または秘密鍵）
- 転送先のディレクトリ
- 転送プロトコル (ftp または ssh)
- を与えて、クラスタへのファイルの転送を行うことができる。
- さらに、
- キューの名前
- ジョブの名前
- バッチ処理システム
- MPI プログラム名
- ノードあたりのプロセッサ数
- ノード数

を与えて、クラスタで実行するスクリプトを定義することができる。

FrontISTR および FrontFlow/blue については、標準的な実行手順を記述したシェルスクリプトが出力される。

14.3 スクリプトのカスタマイズ方法

一般に並列計算機環境で並列計算を実行するには、システムによってジョブの投入方法なども異なり、またソルバによっても異なる。そのため、REVOCAP_PrePost ではこのスクリプト生成部分は、マクロとしてユーザーが修正・拡張が可能なように設計されている。

以下では、スクリプト生成マクロの作成方法について説明する。

14.4 マクロの概要

スクリプト言語 Ruby で書かれている

いくつかの変数について、設定された値があらかじめ与えられている

出力用のオブジェクトがあらかじめ与えられている

14.5 マクロ内で有効な変数

変数名	型	意味	FrontFlow/blue での例
job	文字列	ジョブ名	FFB_ANALYSIS (キューシステムで区別するための任意の名前)
queue	文字列	キュー名	q16

pre	文字列	ソルバ前処理プログラムの名前	pre.sh (ddrgbx.pl 等呼び出して領域分割するシェルスクリプト)
mpirun	文字列	MPI プログラムの名前	mpirun
ppn	整数値	ノードあたりのプロセッサ数	4
nodes	整数値	計算ノード数	4
ncpu	整数値	cpu 数	16 (ppn と nodes の積)
machines	文字列	マシンファイル名	machines
solver_path	文字列	ソルバのインストールパス	/opt/FFb/6.1/
solver_s	文字列	ソルバ名	les3x
solver_p	文字列	並列ソルバ名	les3x.mpi
modelname	文字列	モデル名	RevocapModel (プレポストが出力した格子ファイルなどの基名)
post	文字列	ソルバ後処理プログラムの名前	post.sh (unifu.pl 等呼び出して、可視化用のファイルを作成するスクリプト)
remotedir	文字列	リモート出力ディレクトリ	/home/username/FFbWork
workdir	文字列	リモート作業ディレクトリ (出力ディレクトリからの相対パス)	EXE/EXE.01
output	File クラスインスタンス	出力用のオブジェクト	

図 14-1 ソルバ実行用マクロ内での有効な変数

14.6 マクロの実際

output オブジェクトの puts メソッドまたは print メソッドを使うと、マクロで定義された文字列がファイルに出力される。例えば、次のようにマクロを書くと、

```
output.puts "#!/bin/sh"
output.puts "#PBS -q #{queue}"
output.puts "#PBS -l ncpus=#{ncpu}"
output.puts "#PBS -l nodes=#{nodes};ppn=#{ppn}"
output.puts "#PBS -N #{job}"
output.puts "cd #{remotedir}"
output.puts "#{mpirun} -np #{ncpu} dplace -s1 #{solver_p} 2>&1 | tee -a log"
```

実際は次のよう出力される。

```
#!/bin/sh
#PBS -q q16
#PBS -l ncpus=16
```

```
#PBS -l nodes=4:ppn=4
#PBS -N FFB_ANALYSIS
cd /home/username/FFbWork
mpirun -np 16 dplace -s1 les3x.mpi 2>&1 | tee -a log
```

FrontISTR および FrontFlow/blue 用の標準的なマクロが、それぞれ FSTR/batch.template 、FFb/batch.template にあるので、それを参考にして修正することを推奨する。

14.7 マクロの設定方法

実際の運用においては、並列計算機環境ごとにマクロを用意して、それを切り替えて使うのが一般的だと考えられる。どのマクロを使うかについては、プレポストの初期設定ファイル PropDB.ini ファイルに記述する。

15 REVOCAP_PrePost マクロ実行機能

15.1 概要

REVOCAP_PrePost のマクロ機能は、GUI を駆動する Ruby スクリプト言語から利用できる機能を、ユーザーが自由に拡張するための方法である。以下の機能が利用できる。

- 現在対象となっている RevocapMesh::MeshDB クラスのオブジェクトに対するメソッドの呼び出し
- FXRuby の機能を使った GUI 機能の呼び出し
- RevocapMesh モジュールの機能の呼び出し
- その他一般的な Ruby 言語の機能の呼び出し

制御構造については、REVOCAP_PrePost が起動している Ruby の実行環境の文法に準ずる (REVOCAP_PrePost Ver.1.6 では 32bit 版 Ruby Ver.1.8.7 および 64bit 版 Ruby Ver.1.9.2 に準ずる)。

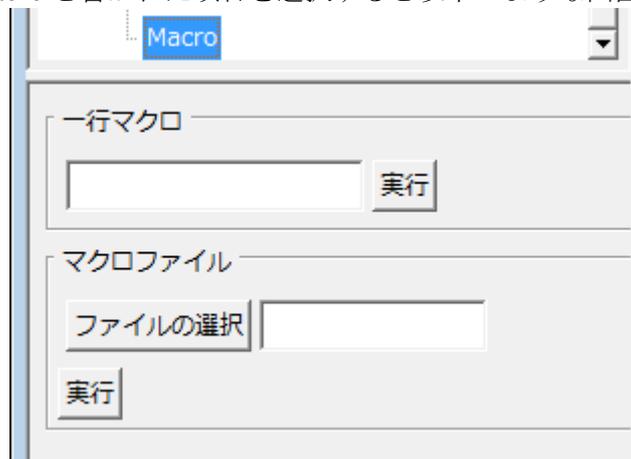
この機能を利用すると以下のようなことが可能である。

- 繰り返し作業の自動化
- メッシュの情報の取得
- 独自フォーマットファイルへの出力

15.2 利用方法

REVOCAP_PrePost からはマクロスクリプトを直接 GUI で入力する一行マクロ機能と、あらかじめファイルに記述されたマクロを実行する機能がある。

TreeView から Macro と書かれた項目を選択すると以下のような画面が現れる。



一行マクロにはスクリプトを記述して実行ボタンを押す、またはマクロファイルを選択して、実行ボタンを押すと、マクロが実行される。戻り値は LogMessage 画面に表示される。

スクリプトで利用可能な変数名とその型は以下の通り。

変数名	型	説明
@mesh	RevocapMesh::MeshDB	対象となるメッシュのインスタンス
@mainWin	RevocapVisual < FXWindows	FXRuby の FXWindows クラスを継承したメイン実行画面

FXRuby の詳細は <http://www.fxruby.org/> を参照のこと。RevocapMesh モジュールの詳細はマニュアルを参照のこと。

スクリプトの評価値が `LogMessage` 画面に表示されるので、標準出力に出力する `puts` 等の命令を記述した場合、実行結果ではなく `puts` コマンドの戻り値（通常 `nil`）が表示される。`LogMessage` 画面には Ruby スクリプトにおける `p` コマンドで評価された値が表示されるので、値を知りたい場合は `puts` を付けずにその値をそのまま記入すればよい。

一行マクロ	<code>LogMessage</code> 画面
<code>puts @mesh.getNodeCount</code>	<code>>puts @mesh.getNodeCount => nil</code>
<code>@mesh.getNodeCount</code>	<code>>@mesh.getNodeCount => 525</code>

15.3 注意事項

メッシュオブジェクトの状態が変わったことによる GUI の異常な動作が起こる可能性もあるので注意する（例えば描画に必要な節点を削除したりした場合）。

15.4 サンプル

`RevocapPrePost` のインストールされたディレクトリの `macro` サブディレクトリにいくつかのサンプルがあるので参考にするとよい。

マクロファイル	説明
<code>MeshInformation.rb</code>	メッシュの情報を表示する
<code>OriginalFormatSave.rb</code>	独自フォーマットでメッシュを保存する

16 REVOCAP_PrePost 設定ファイルについて

16.1 概要

REVOCAP_PrePost では、GUI の設定画面の初期値や、機能を選択するためのフラグなどを初期設定ファイルで与えることができる。読み込んだ値は内部データベースの初期値として使われる。一般的なソルバ設定パラメータの規定値などもこの初期設定ファイルで与える。

16.2 設定方法

ソルバごとの初期設定は、PropDB.ini というファイルに YAML 形式で記述する。

16.3 FrontISTR の場合の設定例

```
---
### CNT ファイルに出力する情報 ###

CNT:
  VERSION: "3.3"
  ECHO: false
  SOLUTION.TYPE: STATIC
  WRITE.VISUAL: true
  WRITE.RESULT: true

### STATIC ###

STATIC:
  Nonlinear: false

### DYNAMIC ###

DYNAMIC:
  idx_eqa: 1
  idx_resp: 1
  t_start: 0.0
  t_end: 1.0
  n_step: 10
  t_delta: 1.0
  restart_nout: 0
  gamma: 0.5
  beta: 0.25
  idx_mas: 1
  idx_dmp: 1
  ray_m: 0.0
  ray_k: 0.0
  nout: 10
  node_monit_1: 0
  nout_monit: 1
  iout_list: [ 0, 0, 0, 0, 0, 0 ]
```

EIGEN

EIGEN:

NSET: 10

LCZTOL: 1.0e-8

LCZMAX: 60

HEAT

HEAT:

DT: 0.0

ETIME: 3600.0

DTMIN: 1.0

DELTMAX: 20.0

ITMAX: 20

EPS: 1.0e-6

SOLVER Control

SOLVER:

METHOD: CG

PRECOND: 1

NSET: 0

ITERLOG: "YES"

TIMELOG: "YES"

NITER: 20000

iterPREMAX: 2

NREST: 10

RESID: 1.0e-6

SIGMA_DIAG: 1.0

SIGMA: 0.0

THRESH: 0.10

FILTER: 0.10

CONTACT_ALGO: ALAGRANGE

AMPLITUDE

AMPLITUDE: {}

ZERO

VISUAL

VISUAL:

output_type: COMPLETE_AVS

v.method: PSR

surface_num は自動的に計算する

surface:

- display_method: 1

surface_style: 1

initial_style: 1

num_of_lights: 1

```

position_of_lights: [100, 100, 50]
ambient_coef: 0.3
diffuse_coef: 0.7
specular_coef: 0.5
color_mapping_bar_on: 1
scale_marking_on: 1
num_of_scale: 3
font_size: 1.5
font_color: [1, 1, 1]
background_color: [0, 0, 0]
x_resolution: 800
y_resolution: 600
# rotate の場合に必須
  up_direction: [0.0, 0.0, 1.0]

### PARTITION ###

PARTITION:
  type: NODE-BASED
  method: KMETIS
  depth: 1

```

16.4 FrontFlow/blueの場合の設定例

```

---
##### 乱流モデル #####

# 定常フラグ
ITRANS: 1
# 乱流モデルフラグ
IMODEL: 0
# 運動方程式解法フラグ
IFORM: 2
# 圧力方程式フラグ les3x での初期値にしている
IPRESS: 1
# マッハ数 for les3c
FSMACH: 0.1
# 分子粘性係数
VISCμ: 1.0e-5
# 乱流プラントル数
PRT: 0.0

##### 無次元化 #####

# 代表長さ
D000: 1.0
# 代表速度
U000: 1.0
# 代表温度変動
T000: 1.0
# 参照温度

```

TREF: 300.0

熱輸送解析機能

熱輸送フラグ

IHEAT: 0

流体・固体連成熱輸送解析フラグ

ISOLID: 0

ブジネスク近似フラグ

IBUSNQ: 0

流体部分の密度

RHOF: 1.0

固体部分の密度

RHOS: 10.0

流体部分の熱伝導率

CONDF: 1.0e-1

固体部分の熱伝導率

CONDS: 1.0e-0

流体部分の比熱

CPF: 10.0

固体部分の比熱

CPS: 1.0

熱容量

RCPF: 0.0

温度伝達率

TDFE: 0.0

ダミーパラメータ

RCPS: 0.0

マルチフレーム

マルチフレーム機能制御フラグ

NFRAME: 0

加速度ベクトル NFRAME > 0 のとき

Ver.7.1 の les3x では成分だけ

UFRAME: 0.0

VFRAME: 0.0

WFRAME: 0.0

中間節点フラグ

ISET: 0

オーバーセット機能制御フラグ for les3c

JSET: 0

キャビテーション

キャビテーション解析フラグ

ICAV: 0

```
# キャビテーションモデルにおける蒸気圧 for les3c
SIGMA: 0.0

# キャビテーションのモデル定数 for les3c
CGAS: 0.0
CLIQ: 0.0

##### 緩和 #####

# 境界条件の時間緩和制御パラメータ
TFINAL: 1.0

# 境界条件の時間緩和制御パラメータ
UFINAL: 0.0
VFINAL: 0.0
WFINAL: 0.0

#####

# スマゴリンスキ一定数
C: 0.2

# 時間刻み
DT: 0.06

# 回転座標系の角速度
OMEGA: 0.0

# 定常計算の収束判定値
EPSS: 1.0e-20

# 定常計算の最大タイムステップ数
NMAXSE: 100

# SIMPLEC 法の内部反復数
NMAXSI: 1

# 圧力方程式の行列ソルバ収束判定値
EPSP: 1.0e-6

# 圧力方程式の行列ソルバ最大反復回数
NMAXP: 50

# 運動方程式の行列ソルバ収束判定値
EPST: 1.0e-6

# 運動方程式の行列ソルバ最大反復運動回数
NMAXT: 20
```

```
# タイムステップ数
NTIME: 50

# リスタートフラグ
ISTART: 0

# 出力ファイル制御フラグ
IOUT: 0

# 流れ場データ出カインターバル
INTFSV: 0

# 圧力場データ出カインターバル
INTPSV: 0

# 物体表面圧力場データ出カインターバル
INTSFV: 0

# 周期境界条件 for les3ct les3c
# 流量
QCCLF: 1.0
# 圧力差
PCCLF: 0.0

# サンプリングデータ数
NSMPL: 1

# サンプリングデータタイプ
LSMPL: [1]

# データサンプリングする位置
XSMPL: [0.0]
YSMPL: [0.0]
ZSMPL: [0.0]

# 重力加速度ベクトル
DIRGRV: [0.0, 0.0, 0.0]

##### オプション #####

OPTION:
  # BTD 係数 for les3ct
  COE_BTD: 0.1

OVERSET:
  NTIME: 2000
  TINIT: 0.0
  DT: 0.01
  INTSV: 100
```

les3c or les3ct or les3x

SOLVER: les3x

17 要素ライブラリ

以下は REVOCAP_PrePost のメッシュ処理部で内部データとして保持することのできる要素の一覧である。この節点配列の順番で要素の登録、要素データの取得が行われる。以下の記述で節点配列や接続行列の添え字は 0 から始まる。

接続行列は i 番目の節点と j 番目の節点の接続情報を表している。ただし利用者が直接この行列を利用することはない。1 次要素とみなしてつながっているときは ± 1 とし、2 次要素とみなしてつながっているときは ± 2 とする。

符号は向きを表し、線要素、平面要素のみ有効である。

辺、面情報は内部で保持している辺や面の順番を記述してある。各行は立体要素の場合はその面、平面要素の場合はその辺の節点の接続情報が記述されている。(4 面体要素なら、それぞれの行が三角形要素の節点 ID の配列) 面は外から見て反時計回りが正となるように向き付けられている。

17.1 線分1次要素 (SEGMENT)

接続行列

0	1
-1	0

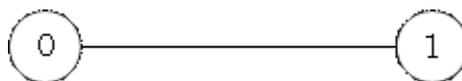


図 17-1 線分 1 次要素 (SEGMENT)

17.2 線分2次要素 (SEGMENT2)

接続行列

0	1	2
-1	0	-2
-2	2	0

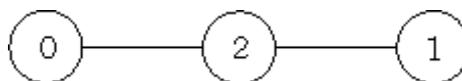


图 17-2 線分 2 次要素 (SEGMENT2)

17.3 三角形 1 次要素 (TRIANGLE)

接續行列

0	1	-1
-1	0	1
1	-1	0

辺

1	2
2	0
0	1

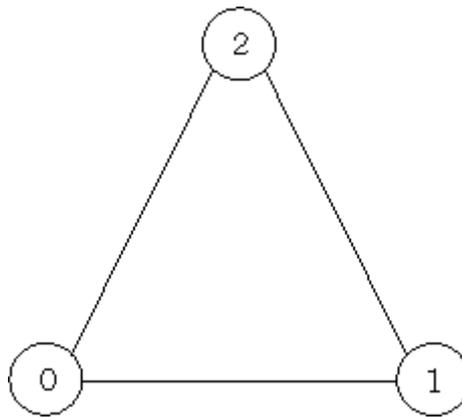


图 17-3 三角形 1 次要素 (TRIANGLE)

17.4 三角形 2 次要素 (TRIANGLE2)

接續行列

0	1	-1	0	-2	2
-1	0	1	2	0	-2
1	-1	0	-2	2	0
0	-2	2	0	0	0
2	0	-2	0	0	0
-2	2	0	0	0	0

辺

1	2	3
---	---	---

2	0	4
0	1	5

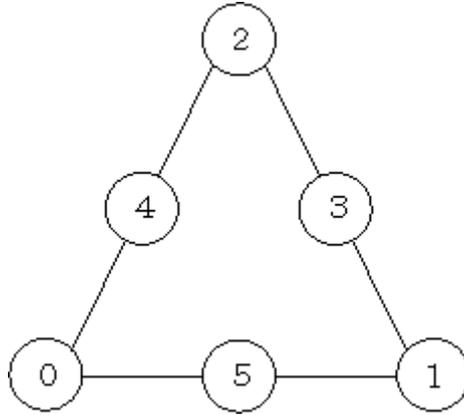


图 17-4 三角形 2 次要素 (TRIANGLE2)

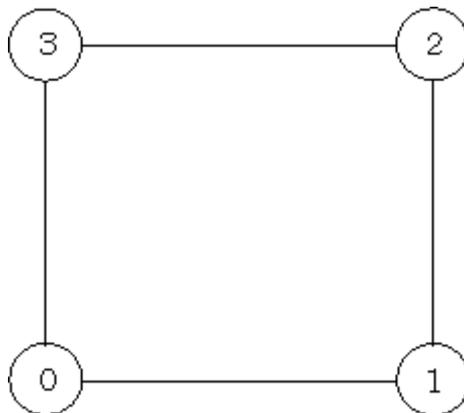
17.5 四角形 1 次要素 (QUAD)

接續行列

0	1	0	-1
-1	0	1	0
0	-1	0	1
1	0	-1	0

边

0	1
1	2
2	3
3	0



面

1	1	0	1
1	1	1	0

1	2	3
0	3	2
0	1	3
0	2	1

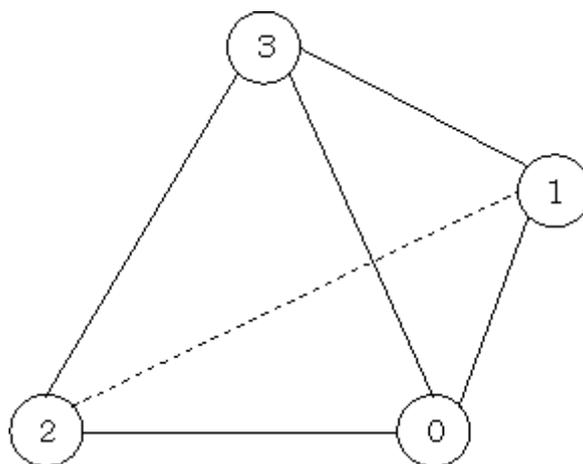


図 17-7 四面体 1 次要素 (TETRAHEDRON)

17.8 四面体 2 次要素 (TETRAHEDRON2)

接続行列

0	1	1	1	0	2	2	2	0	0
1	0	1	1	2	0	2	0	2	0
1	1	0	1	2	2	0	0	0	2
1	1	1	0	0	0	0	2	2	2
0	2	2	0	0	0	0	0	0	0
2	0	2	0	0	0	0	0	0	0
2	2	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	2	0	0	0	0	0	0
0	2	0	2	0	0	0	0	0	0
0	0	2	2	0	0	0	0	0	0

面情報

1	2	3	9	8	4
---	---	---	---	---	---

0	3	2	9	5	7
0	1	3	8	7	6
0	2	1	4	6	5

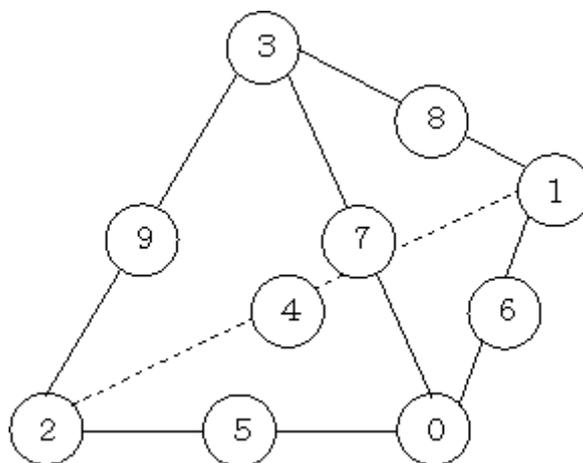


図 17-8 2次四面体要素 (TETRAHEDRON2)

17.9 六面体1次要素 (HEXAHEDRON)

接続行列

0	1	0	1	1	0	0	0
1	0	1	0	0	1	0	0
0	1	0	1	0	0	1	0
1	0	1	0	0	0	0	1
1	0	0	0	0	1	0	1
0	1	0	0	1	0	1	0
0	0	1	0	0	1	0	1
0	0	0	1	1	0	1	0

面

3	2	1	0
4	5	6	7
1	5	4	0
1	2	6	5
3	7	6	2
4	7	3	0

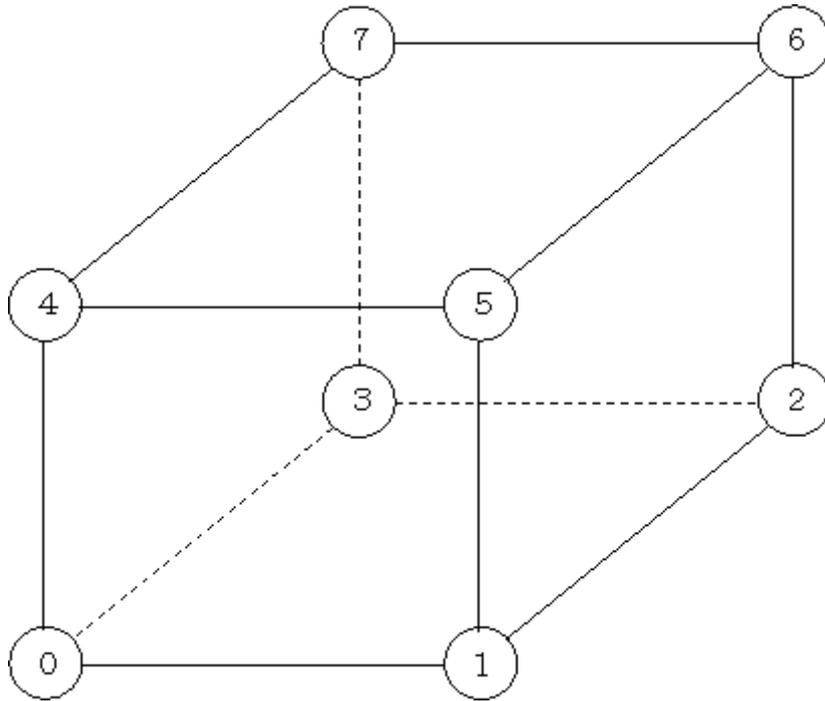


图 17-9 六面体 1 次要素 (HEXAHEDRON)

17.10 六面体 2 次要素 (HEXAHEDRON2)

接續行列

0	1	0	1	1	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0
1	0	1	0	0	1	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
0	1	0	1	0	0	1	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0
1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	2
1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	2	0	0	2	2	0	0	0
0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	2	0	0
0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	2	0
0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	2
2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

面

3	2	1	0	10	9	8	11
4	5	6	7	12	13	14	15
1	5	4	0	17	12	16	8
1	2	6	5	9	18	13	17
3	7	6	2	19	14	18	10
4	7	3	0	15	19	11	16

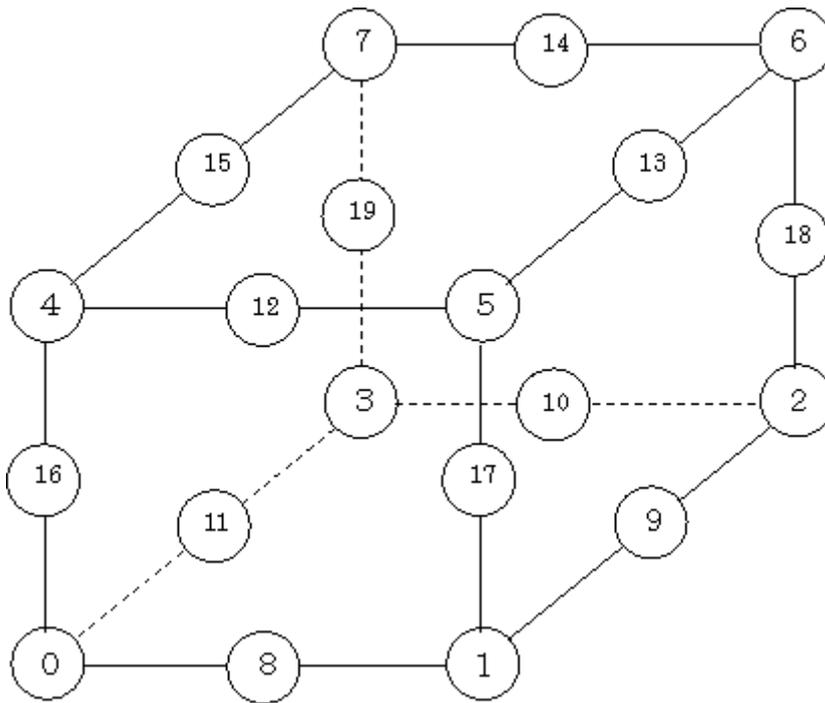


図 17-10 六面体 2 次要素 (HEXAHERON2)

17.11 三角柱 1 次要素 (WEDGE)

接続行列

0	1	1	1	0	0
1	0	1	0	1	0

面情報

1	1	0	0	0	1
1	0	0	0	1	1
0	1	0	1	0	1
0	0	1	1	1	0

0	2	1	
3	4	5	
0	1	4	3
1	2	5	4
2	0	3	5

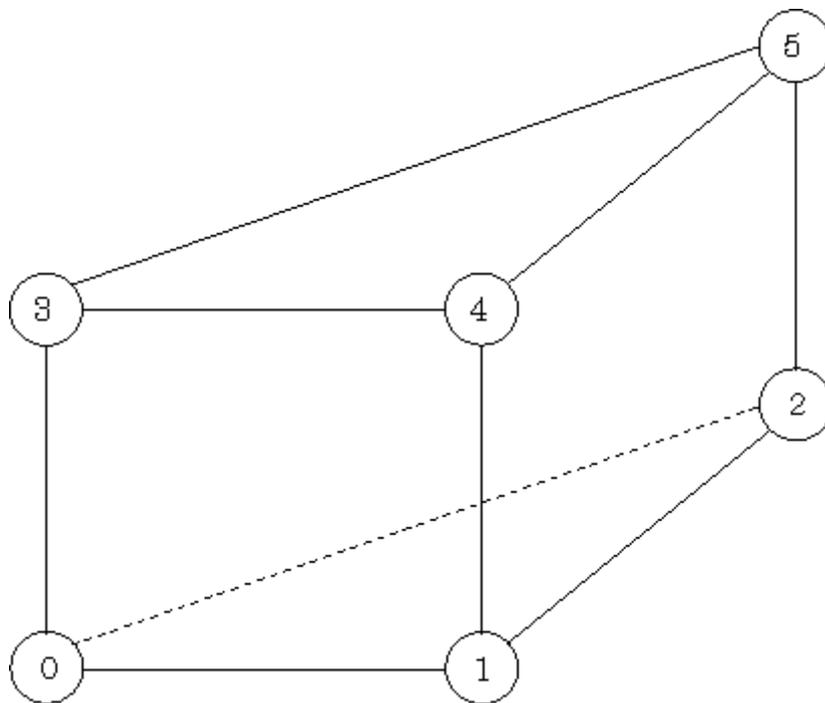


图 17-11 三角柱 1 次要素 (WEDGE)

17.12 三角柱 2 次要素 (WEDGE2)

接続行列

0	1	1	1	0	0	0	2	2	0	0	0	2	0	0
1	0	1	0	1	0	2	0	2	0	0	0	0	2	0
1	1	0	0	0	1	2	2	0	0	0	0	0	0	2
1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2	2	2	0	0

0	1	0	1	0	1	0	0	0	2	0	2	0	2	0
0	0	1	1	1	0	0	0	0	2	2	0	0	0	2
0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0

面情報

0	2	1	6	8	7		
3	4	5	9	10	11		
0	1	4	3	8	13	11	12
1	2	5	4	6	14	9	13
2	0	3	5	7	12	10	14

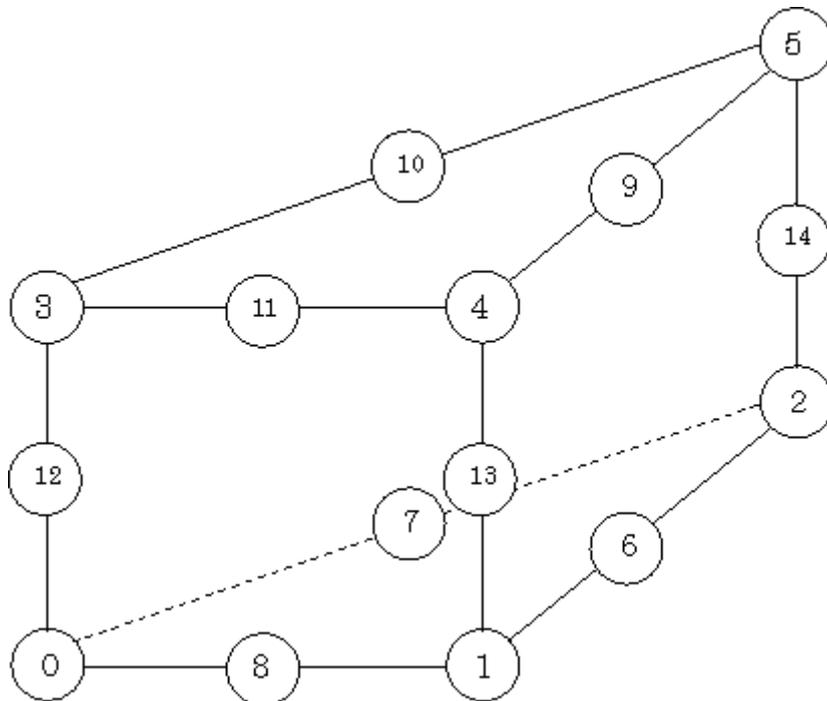


図 17-12 三角柱 2 次要素 (WEDGE2)

17.13 四角錐1次要素 (PYRAMID)

接續行列

0	1	1	1	1
1	0	1	0	1
1	1	0	1	0
1	0	1	0	1
1	1	0	1	0

面

0	1	2	
0	2	3	
0	3	4	
0	4	1	
4	3	2	1

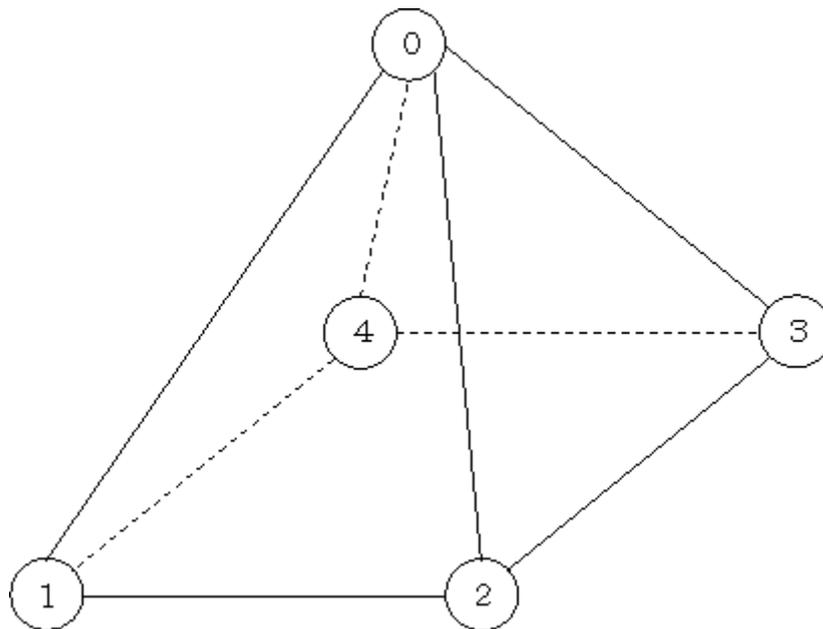


圖 17-13 四角錐1次要素 (PYRAMID)

四角錐 2 次要素 (PYRAMID2)接續行列

0	1	1	1	1	2	2	2	2	0	0	0	0
1	0	1	0	1	2	0	0	0	2	0	0	2
1	1	0	1	0	0	2	0	0	2	2	0	0
1	0	1	0	1	0	0	2	0	0	2	2	0

1	1	0	1	0	0	0	0	2	0	0	2	2
2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0
0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0

面

0	1	2	9	6	5		
0	2	3	10	7	6		
0	3	4	11	8	7		
0	4	1	12	5	8		
4	3	2	1	11	10	9	12

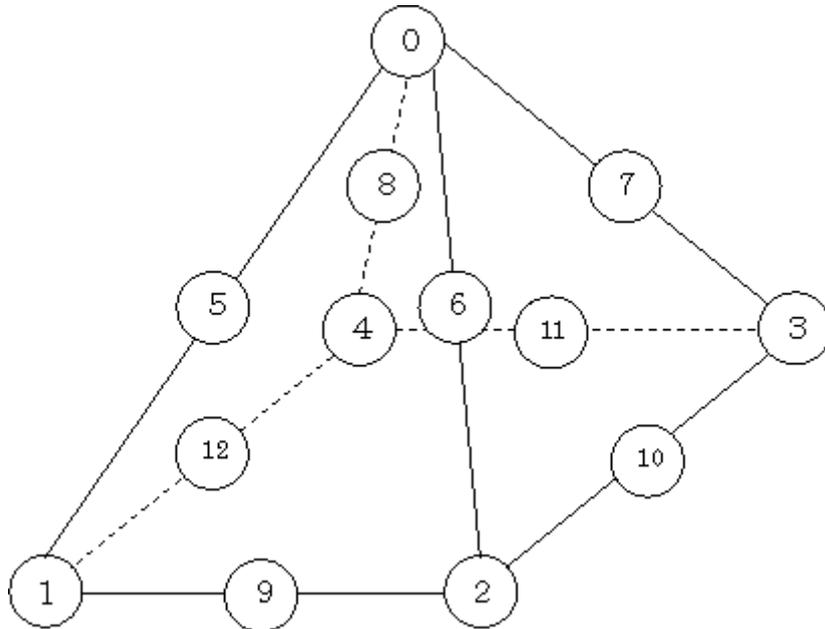


图 17-14 四角锥 2 次要素 (PYRAMID2)