

2015/02/21

OpenCAE勉強会@岐阜
午前の部 環境構築と概要

FrontISTR概要説明資料

OpenCAE勉強会 SH

発表内容

- FrontISTRについて
 - 特徴
 - 主要機能/ 他オープンソース構造解析との比較
- Revocapについて
- データ入出力について
- 一連の実行手順
- インストール方法(Windows シングル版の例)
- Revocap ~ FrontISTR操作例
- 計算実施例
 - Salomeからの変換例(固有値解析)
- まとめ

FrontISTRについて①

- FrontISTRは東大) 奥田先生の研究室が開発しているオープンソースソフトウェア(主にCISSプロジェクトなどの国プロ予算などを活用し開発を継続している)
- 元になるソフトはGeoFEM(地球シミュレータ向けに開発有限要素法ソフト)
- 有限要素法構造解析ソフトウェア: 各種非線形解析機能を有する
- 分散領域メッシュ+反復法ソルバによるノード間並列解析機能を有する
- ライセンスフリー(商業利用時は東大生産研と商業利用契約が必要)
- プリは同じCISSプロジェクトで開発されたRevocapを用いるのが一般的
- メッシュ書式は商用ソフトABAQUSに似た独自書式
- 変形・応力解析機能
 - 線形静解析, 非線形静解析, 大変形解析
 - 材料非線形解析(弾塑性・超弾性・粘弾性・クリープ・ユーザ定義材料)
 - 接触解析(拡張ラグランジュ、ラグランシュ法)
 - 動的陽解法は非接触解析のみが可能
 - 陰的時間積分法による接触を考慮した過渡解析(衝突解析)も可能
- 商用版 **Advance FrontSTR** をアドバンスソフト株式会社が販売

ダウンロードは下記から

① CISSのHP <http://www.ciss.iis.u-tokyo.ac.jp/riss/> → 古い

② 最新版は奥田研究室 FronISTR研究会HP↓からDownloadする

http://www.multi.k.u-tokyo.ac.jp/FrontISTR/reservoir_f/revisions.php

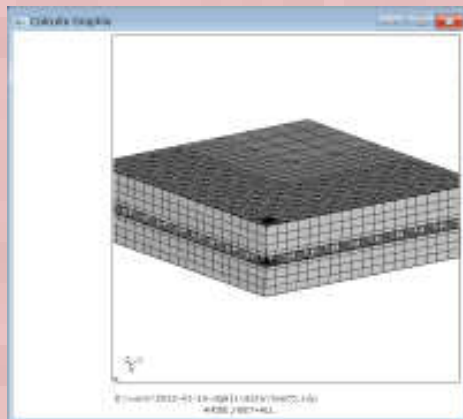
FrontISTRについて②

• 主な特徴

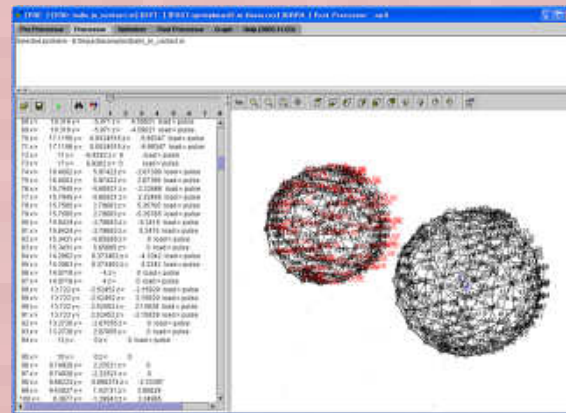
- ① MPIによる分散メッシュを用いた大規模分散並列解析が可能
- ② 接触解析や塑性・超弾性・粘弾性などある程度実用向きの非線形解析が実施可能
- ③ マトリックスソルバに大規模並列解析向けの反復ソルバの他、接触など収束性の悪い問題向け直接法ソルバも利用可能
- ④ Fortran90 をベースにしたオープンソース、自由にカスタマイズや機能拡張が可能 (ソースコード解説資料がFrontISTR研究会HPにて公開されている)
- ⑤ Windows環境で動作するWindows版バイナリモジュールも利用可能 (ただしWindowsバイナリ公開版はシングル版のみ)
- ⑥ 各種Linux (Ubuntu, CentOS, cygwin等 32, 64bit版) 上でコンパイル実行の実績あり

代表的なオープンソース構造解析ソルバ

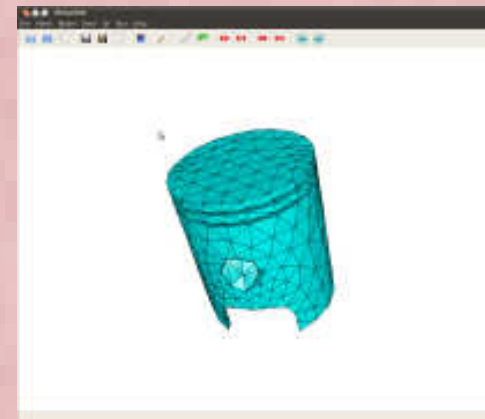
名前	URL	特徴など
Calculix	www.calculix.de	Abaqusライクな非線形構造解析、材料非線形、接触解析、動解析(ドイツ)
CodeAster (Salome-meca)	www.code-aster.org	大規模な非線形構造解析、日本では最近活用がさかん(フランス)
Impact	impact.sourceforge.net	陽解法非線形解析ソルバ(ロシア)
TOCHNOG	tochnog.sourceforge.net/	構造解析(非線形, 接触動解析etc.)
WARP3D	cern49.cee.uiuc.edu/cfm/warp3d.html	構造解析(き裂解析向けの非線形, 接触解析等)のソルバ(米国)
Elmer	www.csc.fi/english/pages/elmer	連成解析ソルバ(構造解析)(フィンランド)
Adventure	adventure.sys.t.u-tokyo.ac.jp/jp/	大規模構造解析ソルバ(日本)
FrontISTR	www.ciss.iis.u-tokyo.ac.jp/riss/dl/	大規模構造解析ソルバ(日本)



Calculix



Impact



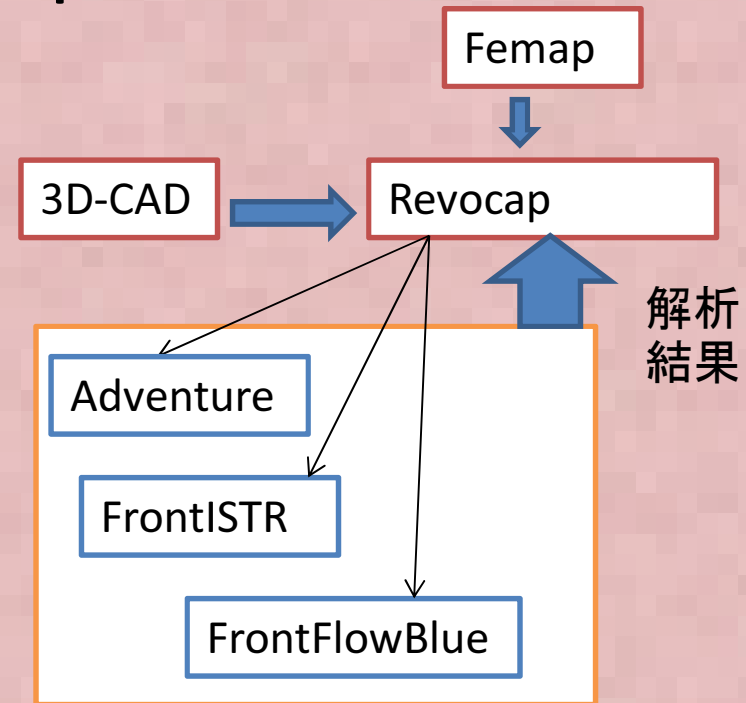
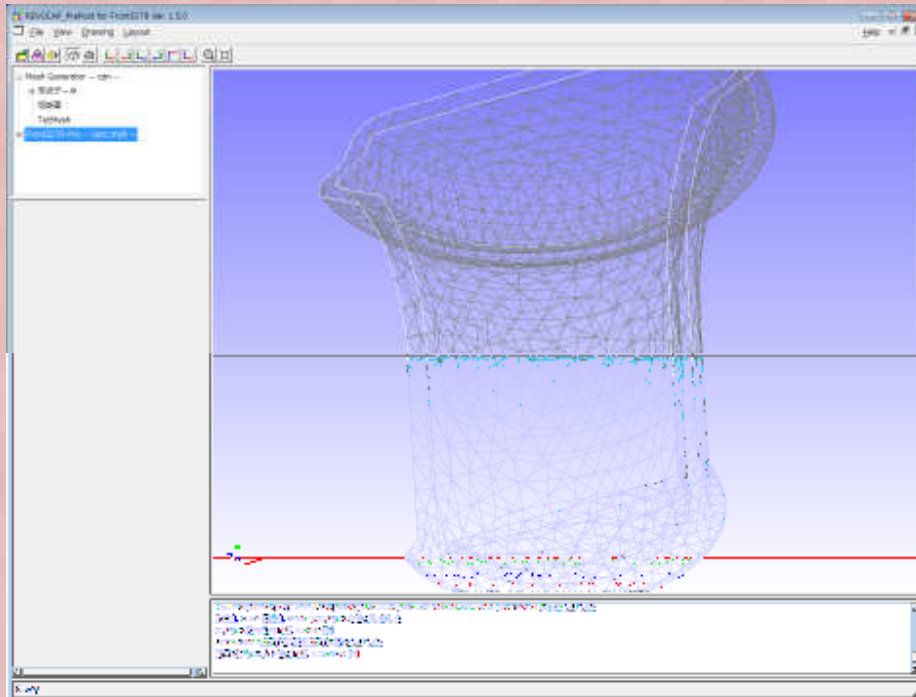
Elmer

FrontISTRの解析機能比較

	線形静解析			非線形静解析			線形動解析			非線形動解析		大規模分散並列
	応力	熱応力	熱伝導	非線形材料	大変形	接触	固有値	線形過渡応答解析	周波数応答解析	動的陽解法	陰的時間積分法	
CodeAster	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	○	△
Calculix	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×
Elmer	○	○	○	○?	○?	○?	○	○	○	×	×	○?
FrontISTR	○	○	○	○	○	○	○	×	△	△	○	◎
Adventure Solid	○	○	×	△	○	×	×	×	×	×	×	◎

本表は、代表的なオープンソースCAEソフトとFrontISTRの解析機能を比較したものの主観にて○×を判断をしているので、実際は異なって可能性があります。

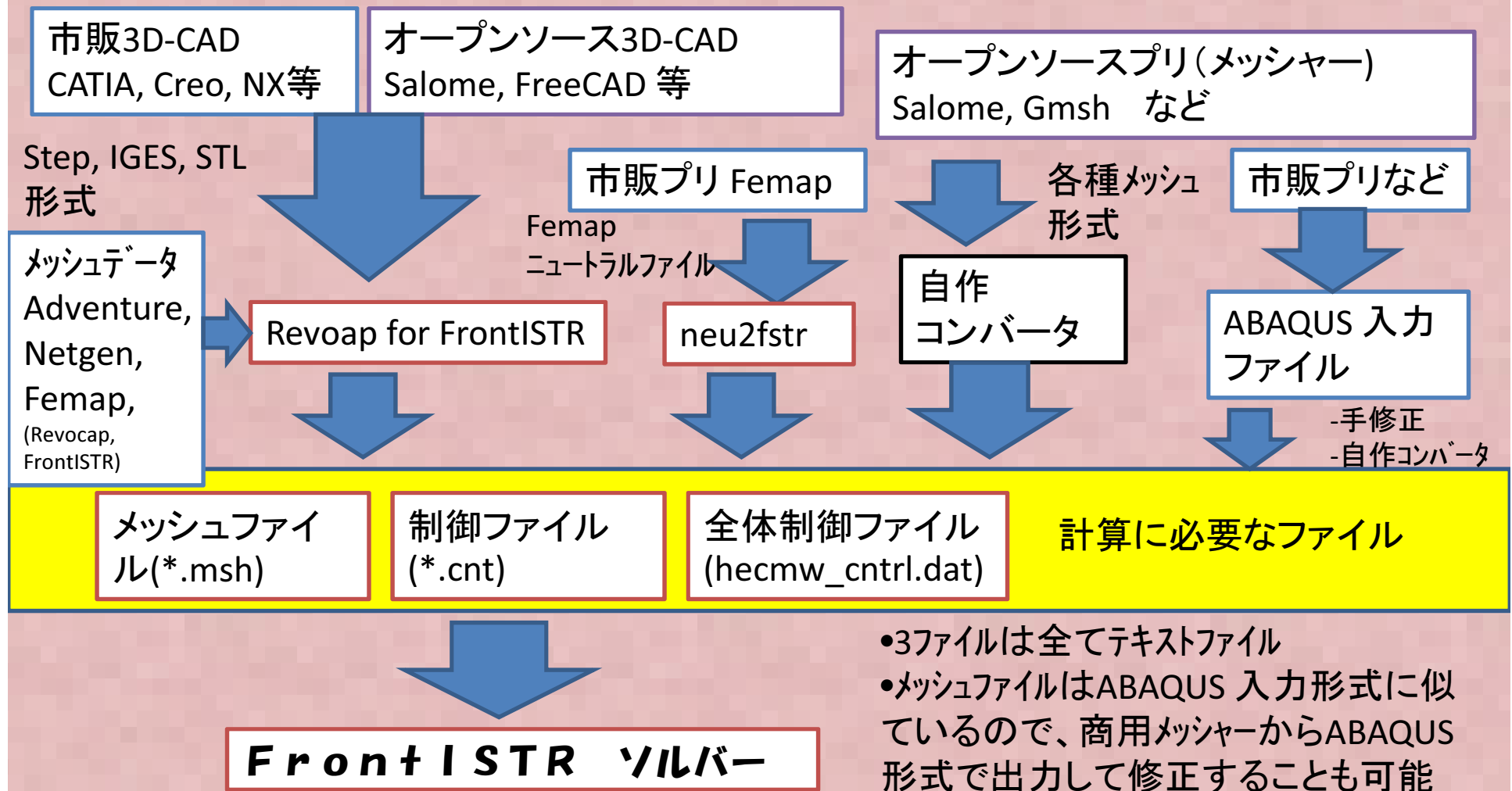
プリポストRevocapについて



- FrontISTRと同じくオープンソースの共通GUI(プリポストと連成解析カップラーなどの機能がある)
- 具体的機能:
 - CADのデータ入力(IGES, STEP, BrepSolid, STL, Adventure PCM PCH, rnf(独自中間形式)
(cad部分はOpenCASCADEライブラリを使用)
 - メッシュ作成(Adventure-TetMeshのライブラリを利用)
 - メッシュデータ入力(Adventure-TETMESH(msh), FrontISTR(msh), Femap Neutral(neu))
 - 境界条件設定(メッシュベースで設定、幾何形状に設定は不可;メッシュ後、要素の面グループを自動抽出)
 - 材料割り当て:材料物性ライブラリ
 - 解析データ出力(Adventure, FrontISTR, FrontFlowBlue, FrontMagnetic)
 - 解析結果表示(上記と同じ)
- 利点: Windows上で動作、日本メニュー、シンプルで使いやすい。Adventureなどのプリにも使える
- 欠点: メッシャーのAdventureTetMesherはメッシュが切れにくい。CAD形状の修正・編集はできない。

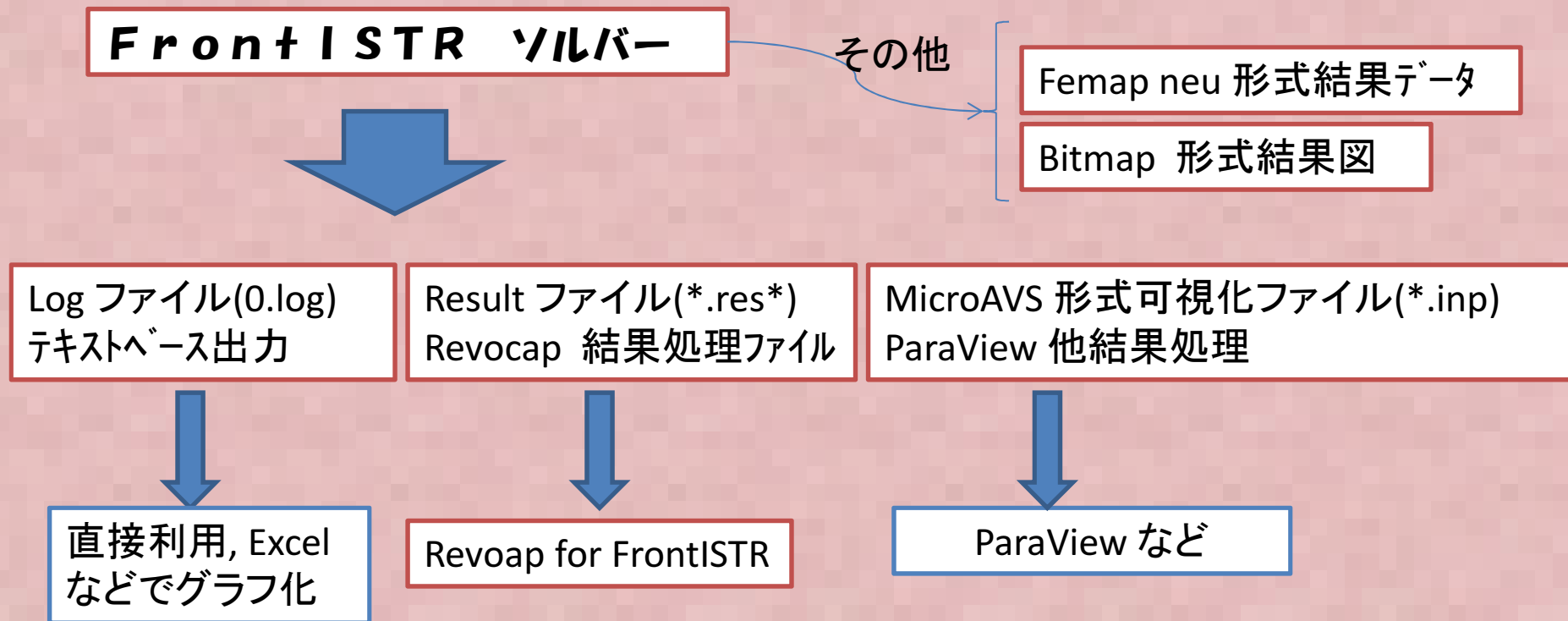
FrontISTRデータ入出力について①

- 逐次版(単一領域, シングル)計算に必要な入力データファイルはメッシュ・制御ファイル・全体制御ファイルの3つとなります(チュートリアルガイド参照)



FrontISTRデータ入出力について②

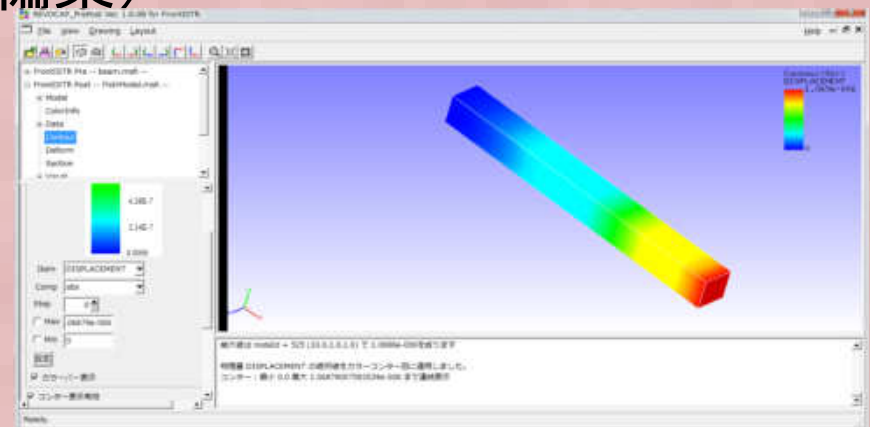
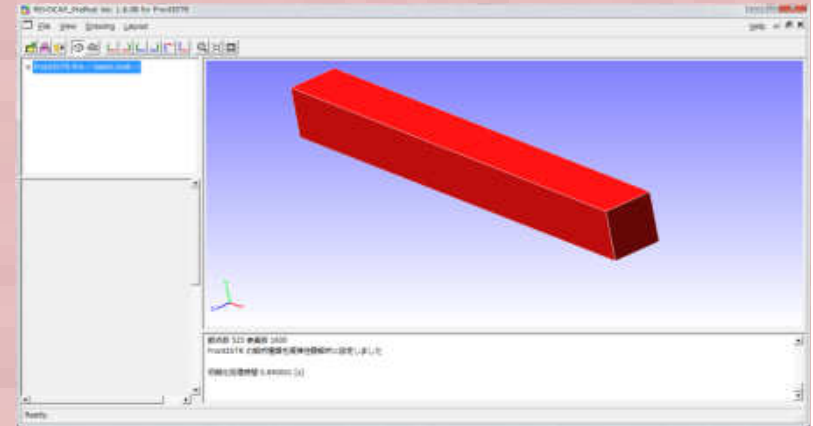
- 結果ファイルの出力について(入力と同様にチュートリアルガイドを参照)



- 主要結果ファイルはテキスト形式結果出力(0.log 名前は"0.log" で固定です)とプリポスト向けの結果ファイル(*.res)の2つ
- 結果の可視化はRevocapの他、MicroAVS形式で出力してParaViewなどの汎用ツールで可視化することも可能です(ただしVTK形式出力はサポートしていません)

一連の実行手順

- (CAD部品データをSTEP等形式出力)
- RevocapでSTEP等を読み込み
- Revocapでメッシュ分割
- Revocapで境界・荷重条件設定
- Revocapで物性値設定
- FrontISTR形式入力ファイルをRevocapから出力
- (必要に応じて入力ファイル(hecmw_ctrl.dat, メッシュファイル (*.msh), 制御ファイル (*.cnt))を手動で編集)
- (端末画面から)FrontISTR計算実行
(端末コマンド入力例: SH% fistr1)
- Revocapなどによる結果処理



インストール方法①

- ここではWindows版バイナリーモジュールインストール方法を示します。
- ① FrontISTRのWindows版バイナリモジュール(FrontISTR_V42c_WIN.tar.gz)を以下からダウンロードします(32bit対応版ですが64bitWindowsで動作)。

http://www.multi.k.u-tokyo.ac.jp/FrontISTR/reservoir_f/revisions.php

(メールアドレスなどのユーザ登録が必要です)

Windows版4.2cを選択してダウンロードします(別バージョンをインストールする場合は各自読み替えをお願いします)



- ② tar.gz で圧縮されていますので解凍します(必要に応じてWindowsにtar.gzが解凍できるツールをインストールします)
- ③ 展開先のbinフォルダにPATHを設定します。例えばC:¥FrontISTR_WINに展開した場合はコントロールパネル→システム→環境変数を編集 をクリックし、PATH 変数に C:¥FrontISTR_WIN¥bin を追加します(次のページを参照ください)

インストール方法②

環境変数の設定方法

Windows の環境設定はOS (XP, VISTA,7,8)により異なります。以下はWindows7 の環境設定例です。各自自身の環境に合わせて設定をお願いします。

コントロールパネル ホーム

システムとセキュリティ

ネットワークとインターネット

ハードウェアとサウンド

プログラム

システム
環境変数を編集

システム環境変数の編集

位置センサーとその他のセンサー
位置センサーとその他のセンサーの有効化
位置センサー動作履歴の表示

環境変数

user のユーザー環境変数(U)

変数	値
PATH	D:\caetools\g95\bin;C:\docs\caetools\Dakota...
TEMP	%USERPROFILE%\AppData\Local\Temp
TMP	%USERPROFILE%\AppData\Local\Temp

新規(N)... 編集(E)... 削除(D)

システム環境変数(S)

変数	値
ANS_OLD_ATTACH	1
ComSpec	C:\Windows\system32\cmd.exe
configsetroot	C:\Windows\ConfigSetRoot
FP_NO_HOST_CHE	NO

新規(W)... 編集(D)... 削除(L)

OK キャンセル

ユーザー変数の編集

変数名(N): PATH

変数値(V): %ta 5.2\Dakota\test\C:\Elmer7\lib\C:\Elmer7\bin

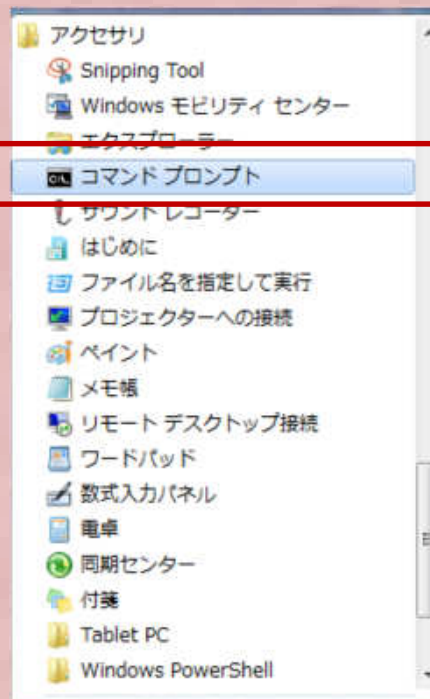
OK キャンセル

一番最後に
C:\FrontISTR_WIN\bin
を追加

インストール方法③

FrontISTRコマンドの試験実行1

- コマンドプロンプトを起動し”fistr1”を実行します。ここでは正常にPATHが設定されているかを確認するため、実際に計算を実行させるわけではありません。制御ファイル(*.cnt)やメッシュファイル(*.msh)の存在しないディレクトリにいることを確認の上で”fistr1”を実行しますと”Failed to Open control file”などのエラーメッセージが下図の下段の例のように出ます。
- PATH が正しく設定されていないと“操作可能なプログラムまたはバッチファイルとして認識されません”などの下図の上の例のようなメッセージがでますので、この場合は再度PATH 設定が正しくされているを確認してください。



```
C:¥Users¥user>fistr1
'fistr1' は、内部コマンドまたは外部コマンド、
操作可能なプログラムまたはバッチ ファイルとして認識されていません。

C:¥Users¥user>c:¥docs¥caetools¥FrontISTR_V42c_WIN¥FrontISTR_WIN¥bin¥fistr1.exe
Jan 27 19:42:19 Error: HECMW-UTIL-E0001: Failed to open control file(10313) (File: hecmw_ctrl.dat, No such file or directory)
```

インストール方法④

FrontISTRコマンドの試験実行2

- 展開後のtutorialフォルダのSampleデータを実行してみます。
- FrontISTR_WIN¥tutorial¥01_elastic_hinge のフォルダを計算実行用の作業フォルダ下フォルダ毎コピーします。ここでは例えば"C:¥work"の下にコピーします。
- コマンドプロンプトを起動して、先ほどコピーしたフォルダに移動します。"cd ¥work¥01_elastic_hinge"
- FrontISTRのコマンドを実行します "fistr1" → 計算が始まります
(下のコマンドプロンプト画面のようにCGソルバのログが出てくれば正常にインストールされています。古いマシンでは計算時間が少しかかりますので終わるまで待つのが嫌な方は"cntrl+C"キーで強制終了ください。以上でFrontISTRの確認は完了です。次にプリポストツールのRevocapのインストールを行います。

The image shows a Windows Explorer window on the left and a terminal window on the right. The Explorer window displays the path 'FrontISTR_V42c_WIN > FrontISTR_WIN > tutorial' and a list of folders. The folder '01_elastic_hinge' is highlighted with a black box. The terminal window shows the following commands and output:

```
C:¥Users¥user>cd ¥work¥01_elastic_hinge
C:¥work¥01_elastic_hinge>fistr1
Step control not defined! Using default step=1
fstr_setup: OK
### 3x3 B-IC-CG (0) 2
1 2.219660E+00
2 2.455834E+00
3 2.973688E+00
4 3.078825E+00
5 3.094188E+00
6 3.069434E+00
7 3.387812E+00
8 3.511200E+00
9 3.474135E+00
10 3.419364E+00
11 3.518537E+00
12 3.719156E+00
```

インストール方法⑤

Revocapのインストール

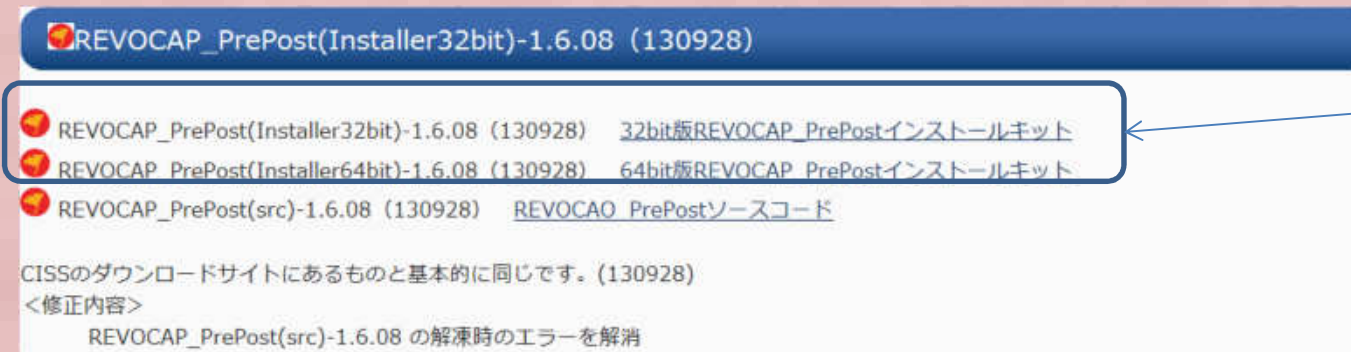
・FrontISTR同様にここではWindows版バイナリーモジュールインストール方法を示します。

① RevocapのWindows版バイナリモジュール(REVOCAP_PrePost(Installer64bit)-1.6.08.zip または32bit版)を以下からダウンロードします

(32bit対応版と64bit対応版がありますので、各自自身のWindowsOSにあわせて対応バージョンをダウンロードしてください)。

http://www.multi.k.u-tokyo.ac.jp/FrontISTR/reservoir_f/revisions.php

(メールアドレスなどのユーザ登録が必要ですがFrontISTRダウンロード時に登録済であれば二回目以降は不要ですユーザIDは登録時メールアドレス、パスワードは現在"fistr"で固定です)



どちらか選択

② Zip形式で圧縮されていますので解凍します

③ 展開先の"setup.exe"を実行します。

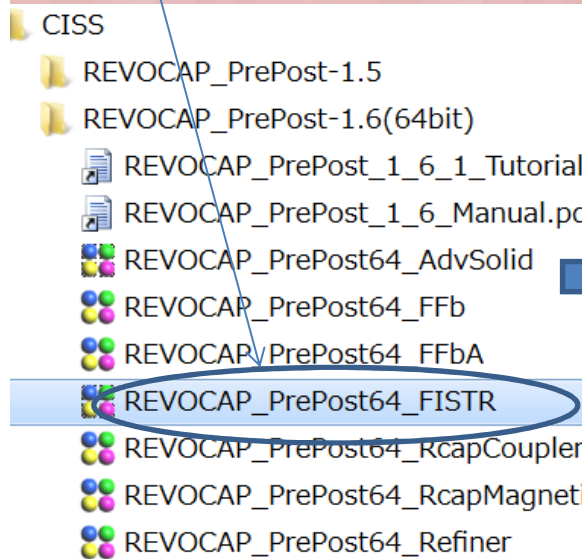
④ 64ビット版ではC:¥Program Files (x86)¥CISS¥REVOCAP_PrePost にデフォルトではインストールされますので確認ください

⑤ 全てのプログラム→CISS→RevocapPrePost-1.6(64bit)→ RevocapPrePost64_FISTRを選択してRevocapが立ち上がることを確認ください。

インストール方法⑤

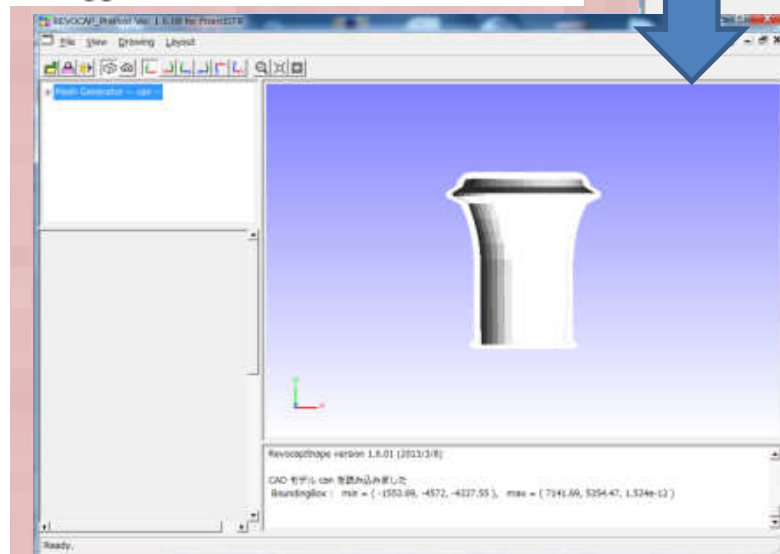
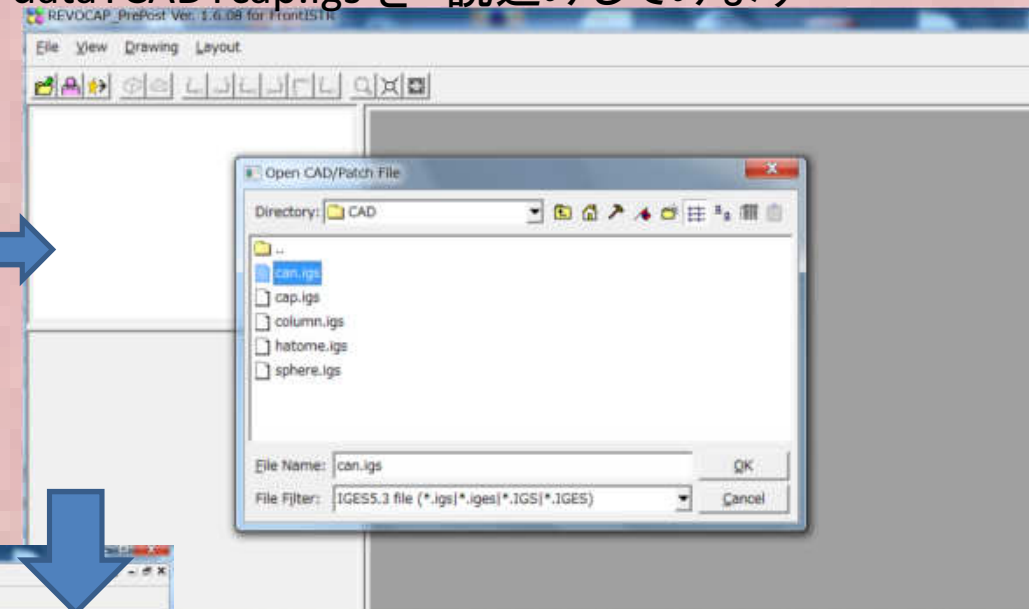
Revocapのインストール

① 起動



② CADデータを読み込んでみます

- File → ImportCAD → Revocap～(Installディレクトリ)の下の data\CAD\cap.igs を読み込みして見ます



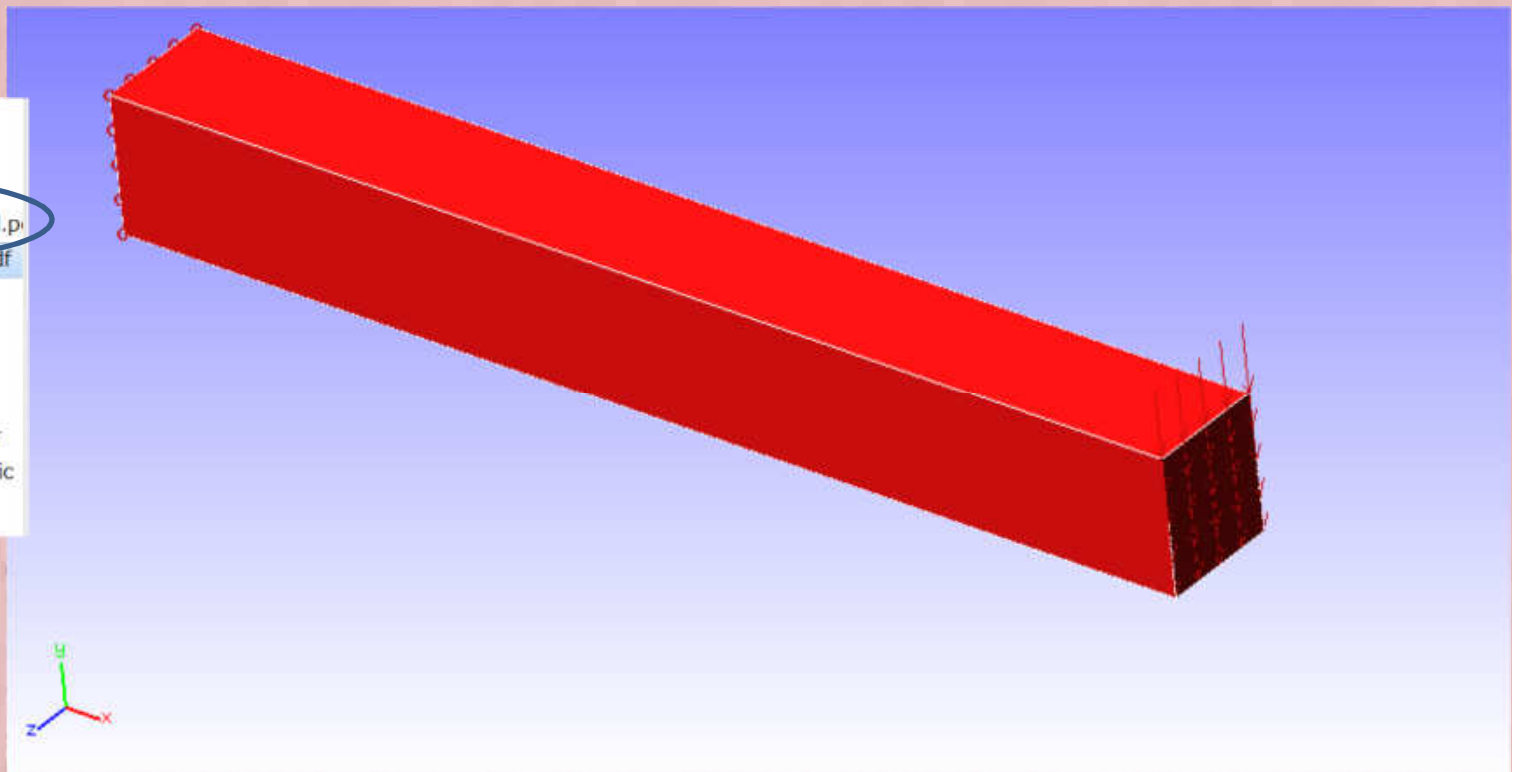
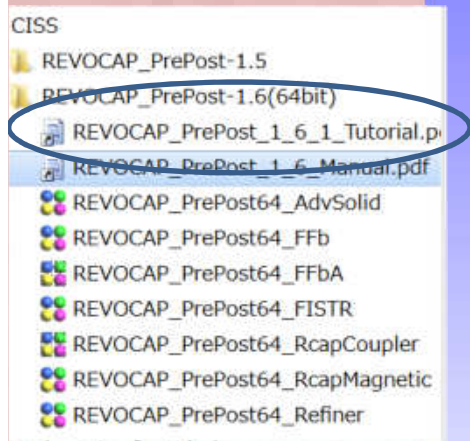
③ 左のようなイメージが画面に出てきたら正常に動作しております。
以上でインストールの確認は完了です。

Revocap~FrontISTR操作例①

ここでは、一番簡単な一連の操作手順として、構造解析ではおなじみの片持ち梁の曲げ解析の操作手順を示します

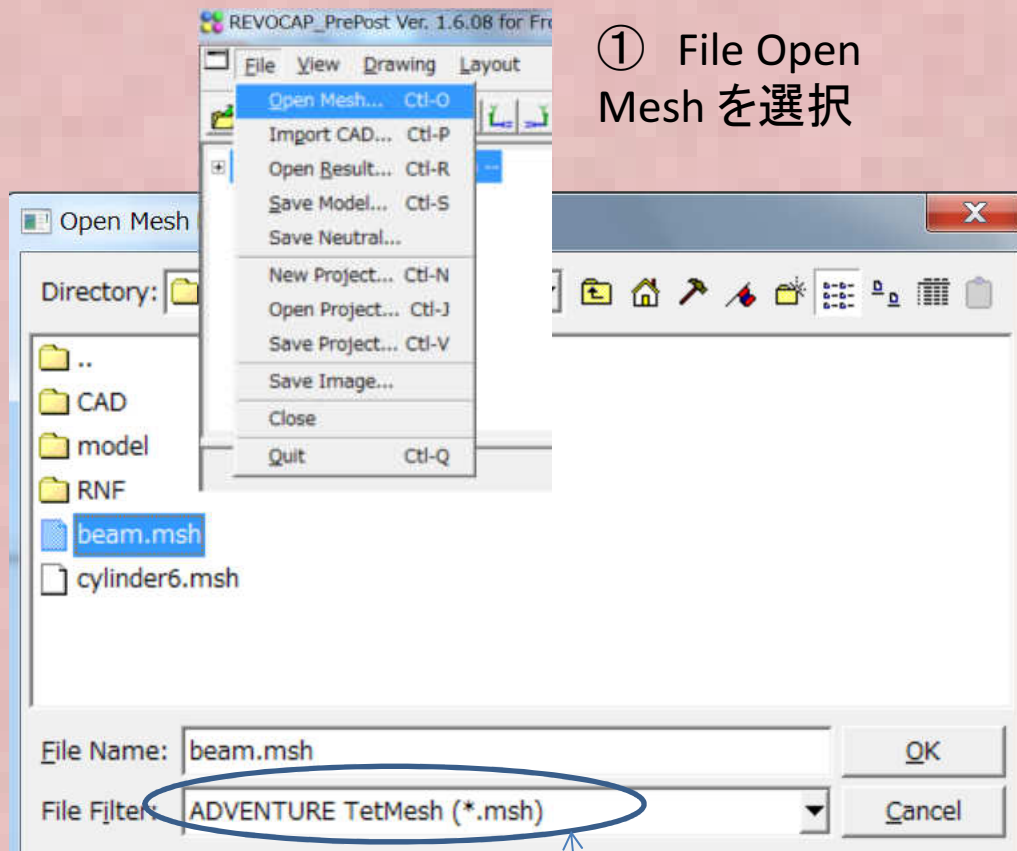
概要: $10 \times 1 \times 1\text{m}$ の梁の片側面を固定、反対側面節点に集中荷重1Nを負荷して反りを計算します。材料はアルミとします。

- 操作手順については詳しくは: RevocapPre/PostのチュートリアルP.11-22を参照ください。
- チュートリアルはRevocap 起動メニューの上側のPDFを選ぶと見れます。

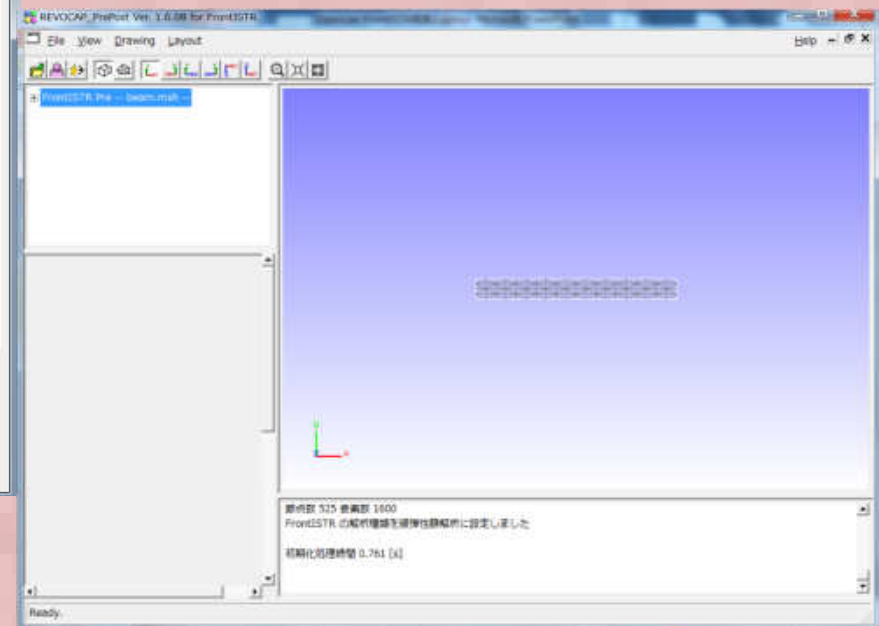


Revocap～FrontISTR操作例②

この例では、メッシュ作成済のメッシュデータを読み込み、既存の材料物性を割り当てます。メッシュデータはAdventureTetMesh形式のデータを読み込みます(デフォルトでFrontISTR Mesh形式になっているのでご注意ください！データは”C:\Program Files\CISS\REVOCAP_PrePost 1.6.08 (64 bit)\data” (←インストール先)の下にあります。



② 表面を分割する閾値角度を聞いてきますがここはデフォルト値そのままOKを押します。
メッシュが読み込まれます。



形式に注意！！

Revocap~FrontISTR操作例③

材料を割り当てます。割り当ては計算格子の下のbeam_0を選択すると下に材料選択のメニューが出てくるので、Aluminiumを選択します。材料モデルはElasticのままで良く、最後に設定ボタンを押すと完了！

(下の“材料物性値”のメニューと間違いやすいので注意!)

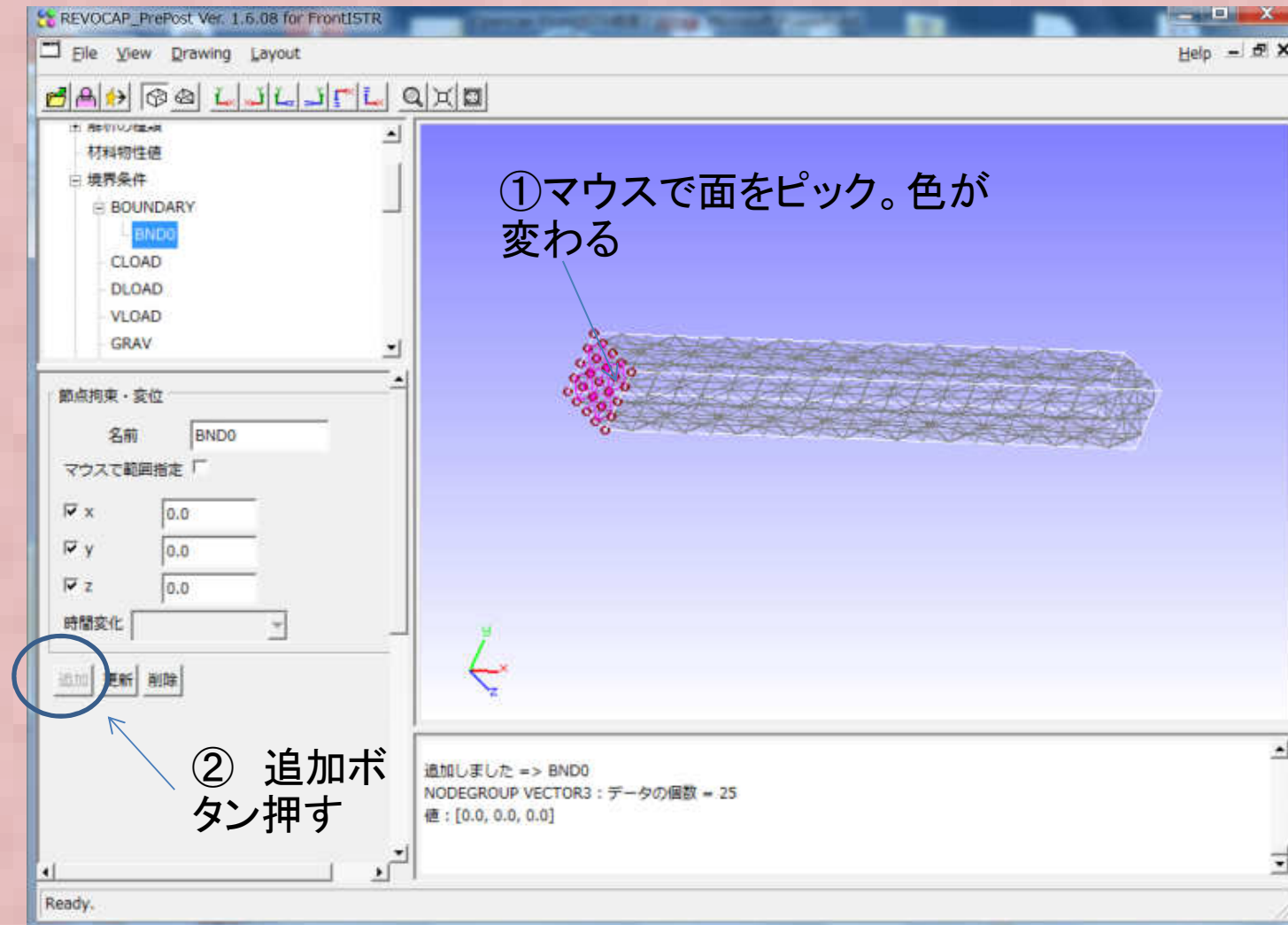
The screenshot shows the Revocap software interface. The left sidebar contains a tree view with the following items: 計算格子 (highlighted with a blue oval), beam_0, 解析の種類, 材料物性値, 境界条件, 時間変化, and アニメーション. Below the tree view, there are two sections for material selection. The first section is titled '材料の選択' and has '領域の名前' set to 'beam_0' and a '設定' button. The second section is titled '材料の選択' and has 'beam_0の材料' set to 'Alinum' and '材料モデル' set to 'ELASTIC'. A '設定' button is circled in blue. At the bottom right, there is a status bar showing 'TETRAHEDRON : 1600', 'BoundingBox : max = (10, 1, 1)', and 'min = (0, 0, 0)'. The status bar at the bottom left says 'Ready.'

①計算格子
の下のbeam_0を選択

②設定を選択

Revocap~FrontISTR操作例④

境界条件 BOUNDARY を選んで マウスにて梁の片側面を選択します。
追加ボタンを押します。メッセージWindowに追加しましたとメッセージが出ます



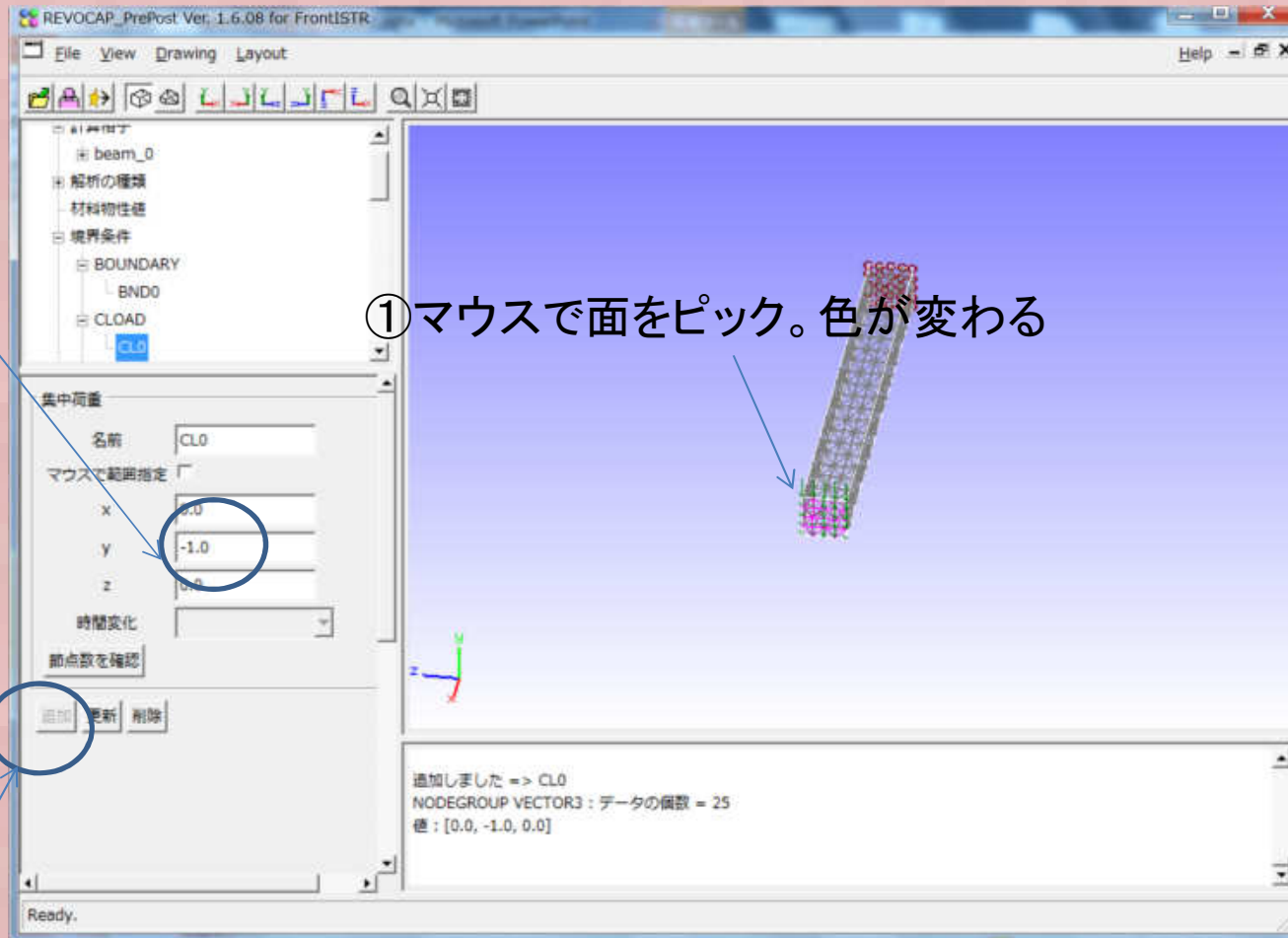
Revocap～FrontISTR操作例⑤

同様に集中荷重を設定します。CLOAD を選んで マウスにて梁の反対面を選択します。追加ボタンを押します。メッセージWindowに追加しましたとメッセージが出ます。以上で設定は完了。あとはデフォルト設定にて問題ありません。

② yに-1 を
入力

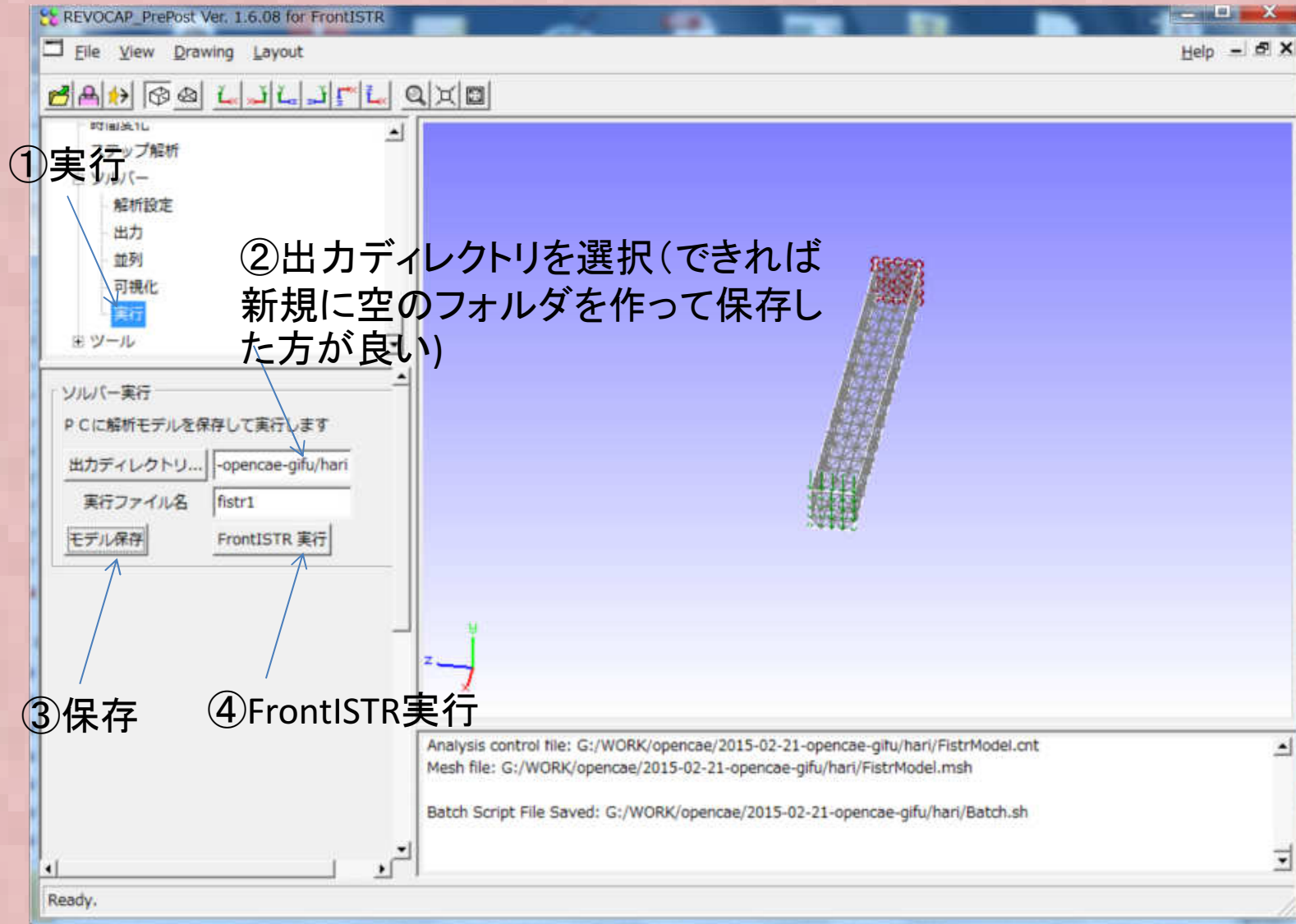
① マウスで面をピック。色が変わる

③ 追加ボ
タン押す



Revocap~FrontISTR操作例⑥

ソルバーメニューの実行を選択し、出力ディレクトリを選択、モデル保存、FrontISTR実行 を押します。問題なければ実行結果のログが表示されます



Revocap~FrontISTR操作例⑦

解析結果を確認します。File メニューのOpen Result を選択し、先ほど出力したディレクトリを選択、メッシュデータはFistrModel.msh を選択、解析結果データは FistrModel.res.0.1 を選択します。Data →Contour にて設定ボタンを押しカラーバー表示、コンター表示有効をチャックするとコンター図が表示されます。

① Contour

② 設定

③ チェック

REVOCAP_PrePost Ver. 1.6.08 for FrontISTR

File View Drawing Layout Help

FrontISTR Pre -- beam.msh --
FrontISTR Post -- FistrModel.msh --

Model
ColorInfo
Data
Contour
Deform
Section
Visual

2.14E-7
0.000

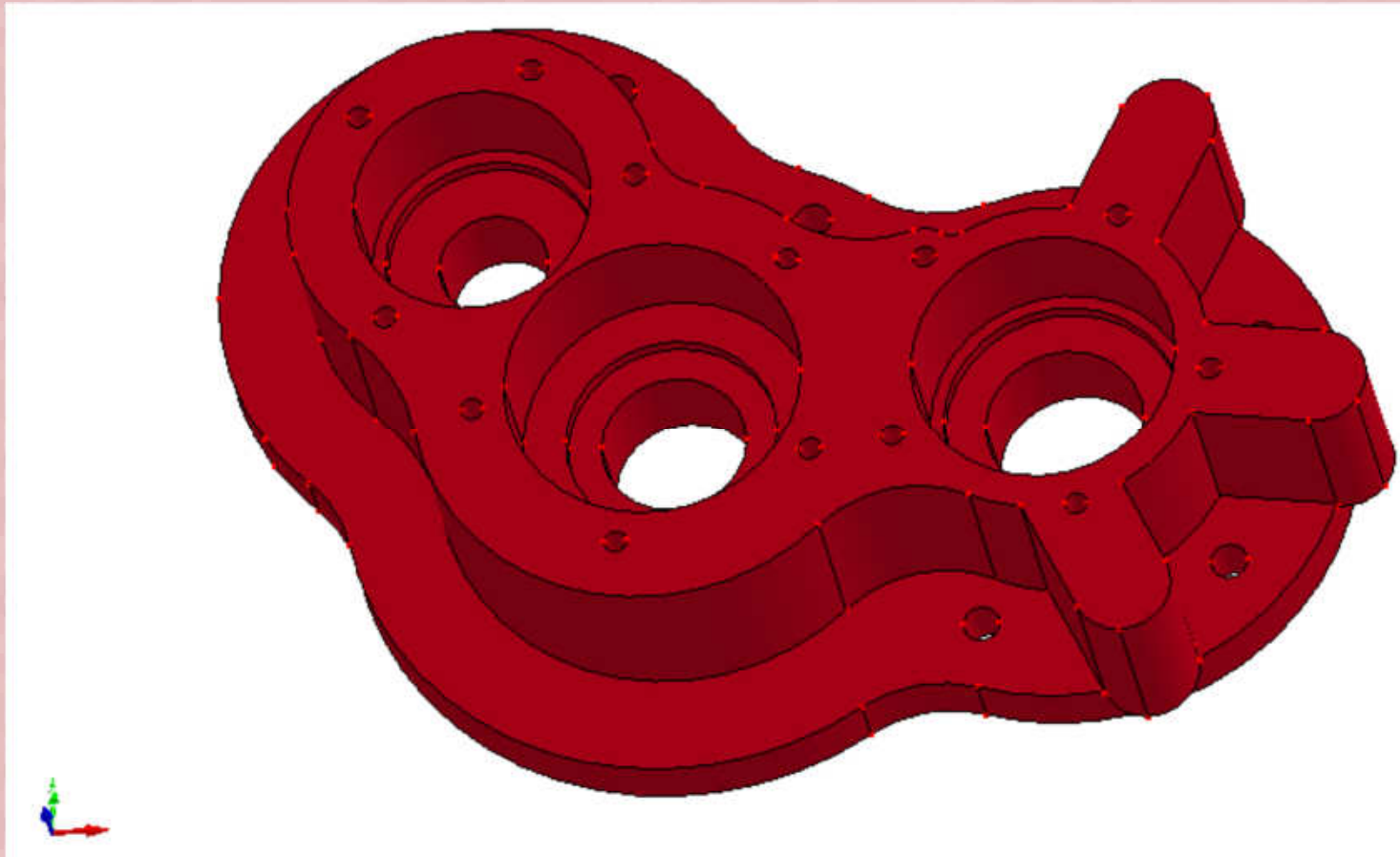
Item DISPLACEMENT
Comp abs
Step 0
Max 1.06879e-06
Min 0
設定
 カラーバー表示
 コンター表示有効

Contour (Str)
DISPLACEMENT
1.06879e-06
0

最大値は nodeId = 21 (10.0,0.0,0.0) で 1.0688e-06 を取ります
物理量 DISPLACEMENT の絶対値をカラーコンター図に適用しました。
コンター: 最小 0.0 最大 1.0687900759377382e-06 まで連続表示

Ready.

計算実施事例:Salomeからの変換例 (固有値解析)①

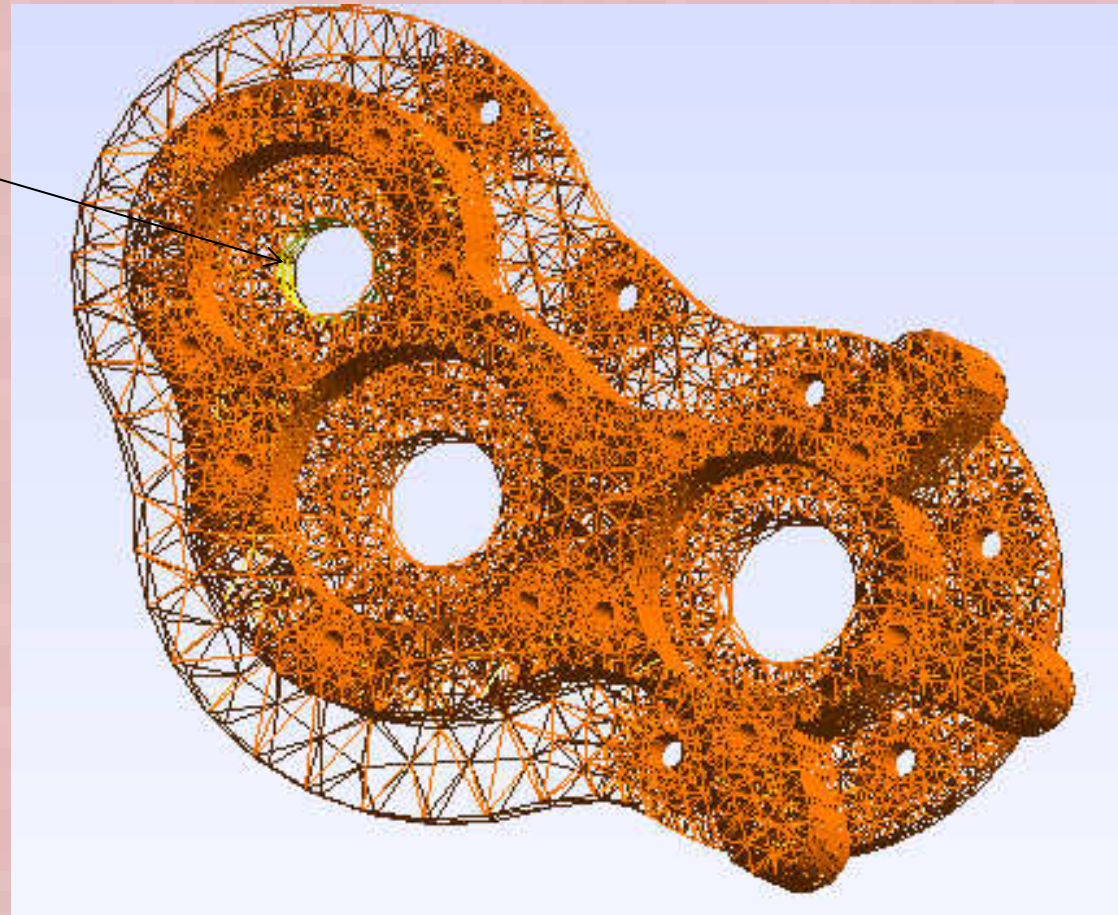


・Elmer のSample CAD サンプルとして添付されている上図のStep file “pump_carter” を対象に固有値解析を実施する。

計算実施事例:Salomeからの変換例 (固有値解析)②

モデルは"m"にて
作成されているよ
うなので標準SI単
位にてモデル化

一番小さい
円筒の内側
面節点の
XYZ変位を
拘束

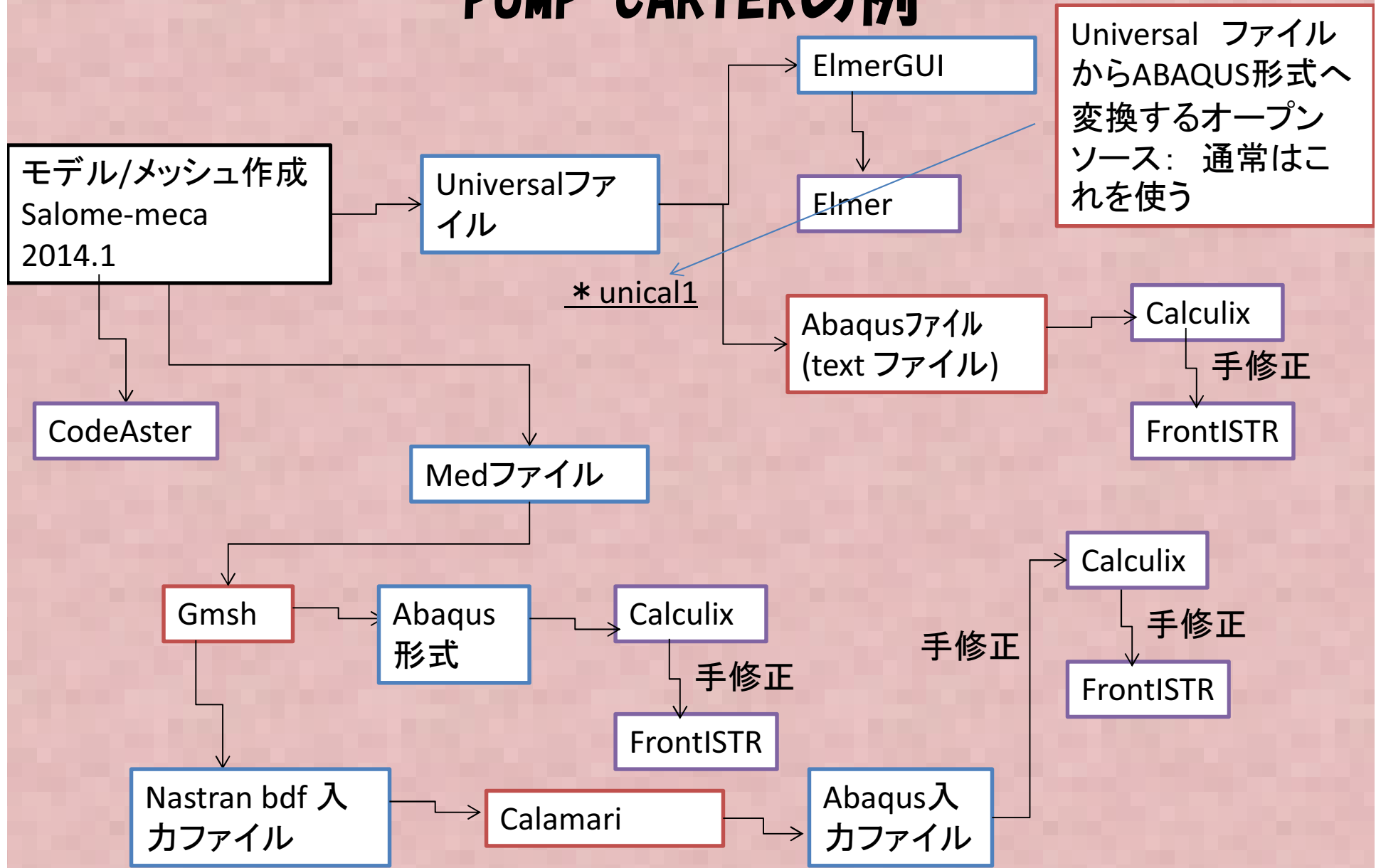


↓

物性値
E=2.1E+11Pa
NU=0.3
密度=7900kg/m³

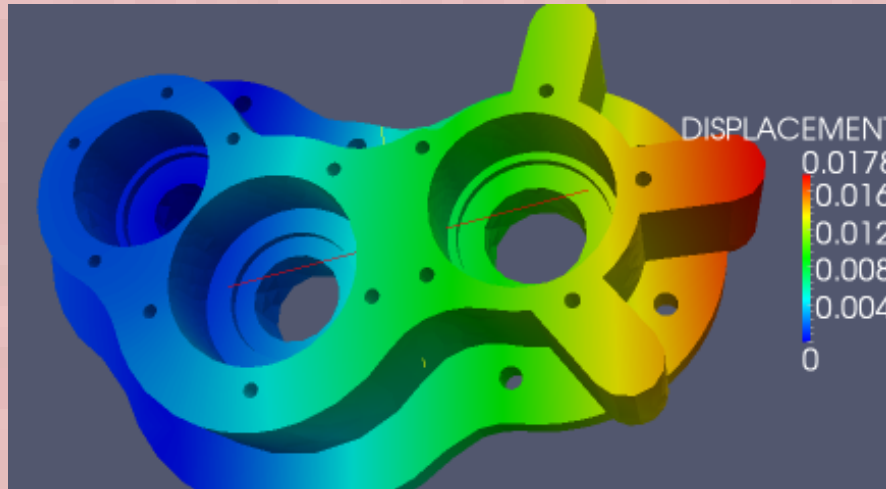
メッシュはSalome-meca 2014.1 でアルゴリズム Netgen 1D-2D-3D 利用して
作成 節点数=15039, 要素数=64578 要素は全てTetra (4面体)1次要素

データ変換方法 -PUMP CARTERの例-

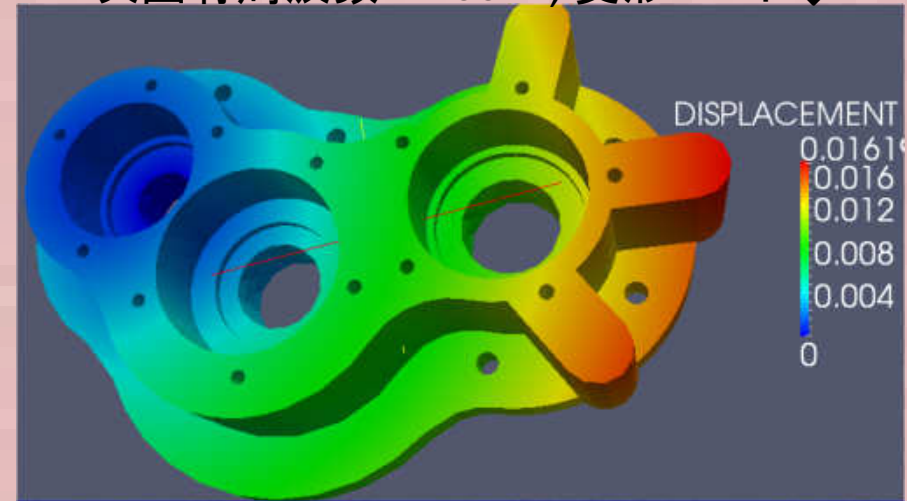


計算例:FrontISTR固有値解析結果

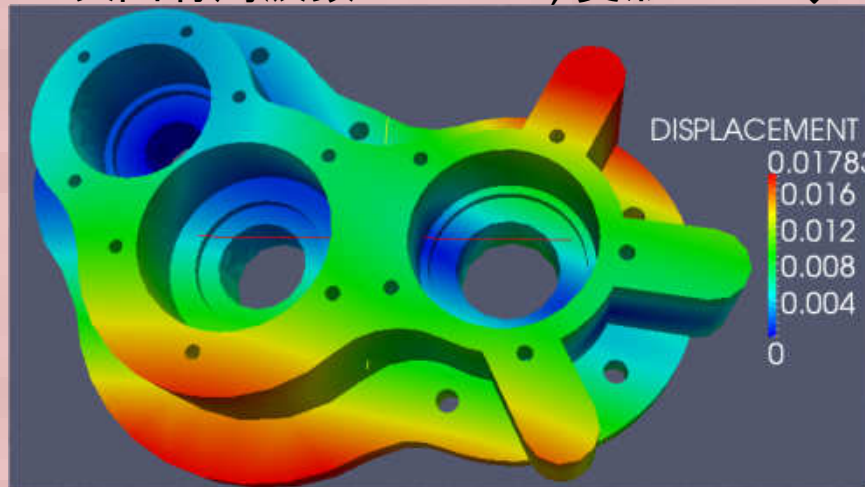
1次固有周波数=517Hz, 変形モード↓



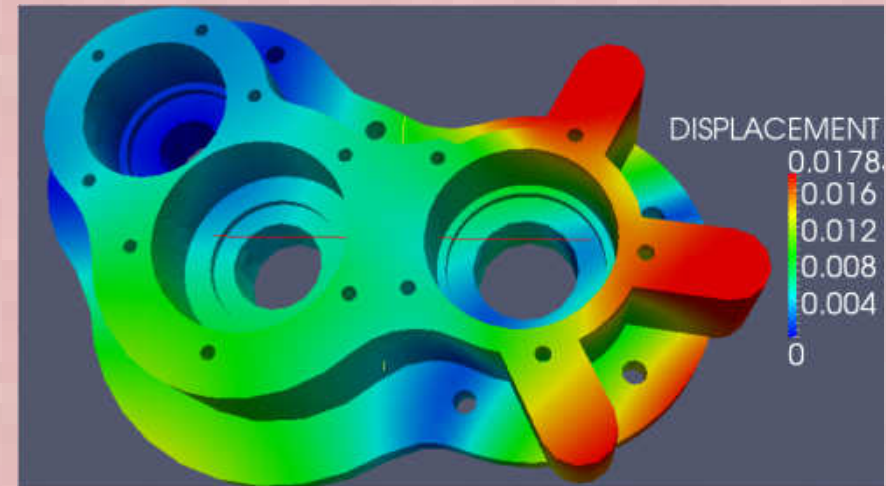
2次固有周波数=700Hz, 変形モード↓



3次固有周波数=1171Hz, 変形モード↓



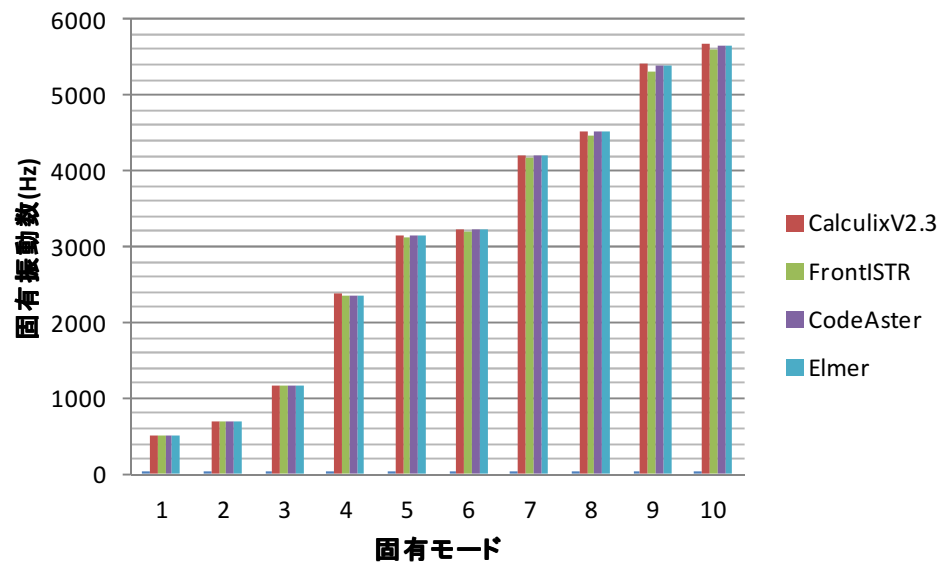
4次固有周波数=2357Hz, 変形モード↓



可視化はMicroAVS形式(*.inp)で出力し、ParaViewにて実施

計算例：各ソルバ固有値解析結果 - PUMP CARTERモデル -

固有モード	CalculixV2.3	FrontISTR	CodeAster	Elmer
1	517.9304	517.341	517.784	517.7838585
2	701.1953	700.441	700.997	700.9970096
3	1178.953	1171.45	1177.37	1177.373858
4	2369.892	2356.99	2367.17	2367.170326
5	3134.789	3130.53	3133.84	3133.835027
6	3230.732	3199.14	3224.27	3224.270491
7	4200.161	4182.3	4196.45	4196.4454
8	4516.047	4462.2	4505.09	4505.089556
9	5406.447	5313.49	5387.62	5387.624427
10	5678.462	5594.1	5661.04	5661.037207



全てのソルバで結果はほぼ一致したが、CodeAster, Elmer はほとんど同じ値で、Calculixがやや高め、FrontISTRがやや低めに結果がでた。
→ いずれにしろ四面体要素ではソルバによる差はほとんど無いものと考えられる。

まとめ

- **FrontISTRとフリポストRevocapについて概要説明と簡単な使用例について説明を行いました。**
- **より実用的な例題や操作方法については午後の演習にて実施いたします。**