

2015/02/21
OpenCAE勉強会@岐阜

FrontISTR 演習例題 1

カップの静弾性解析

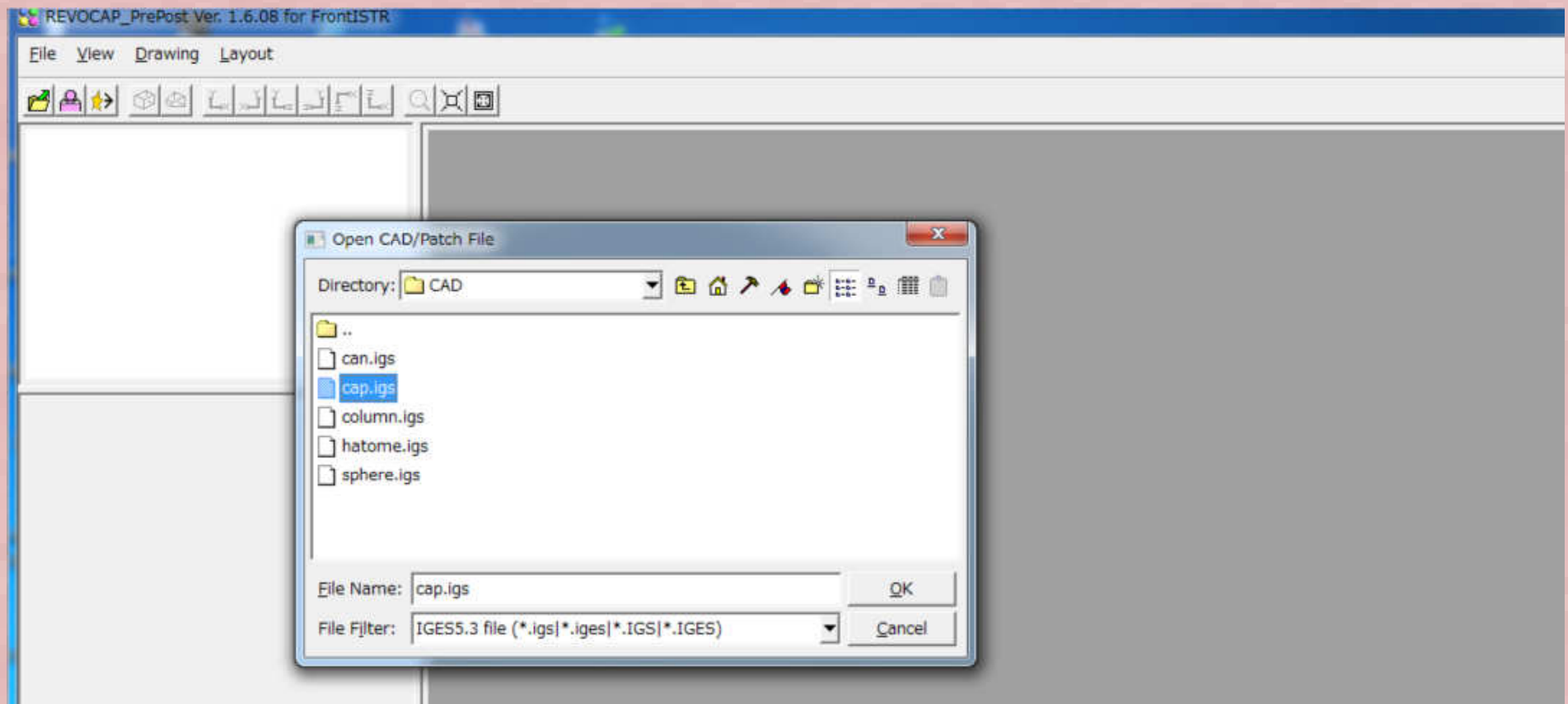
OpenCAE学会 SH

概要

- 概要: キャップ部品に圧力をかけた場合の応力について解析を行ないます。
- 目的: 弾性静解析事例にてCADデータ読みこみ～メッシュ作成、ポスト処理までRevocap プリポスト操作手順をマスターする。
- 参考: 本演習はRevocap プリポストのチュートリアル P.35 ～51に基づいているので、こちらの資料をあわせて参照ください。

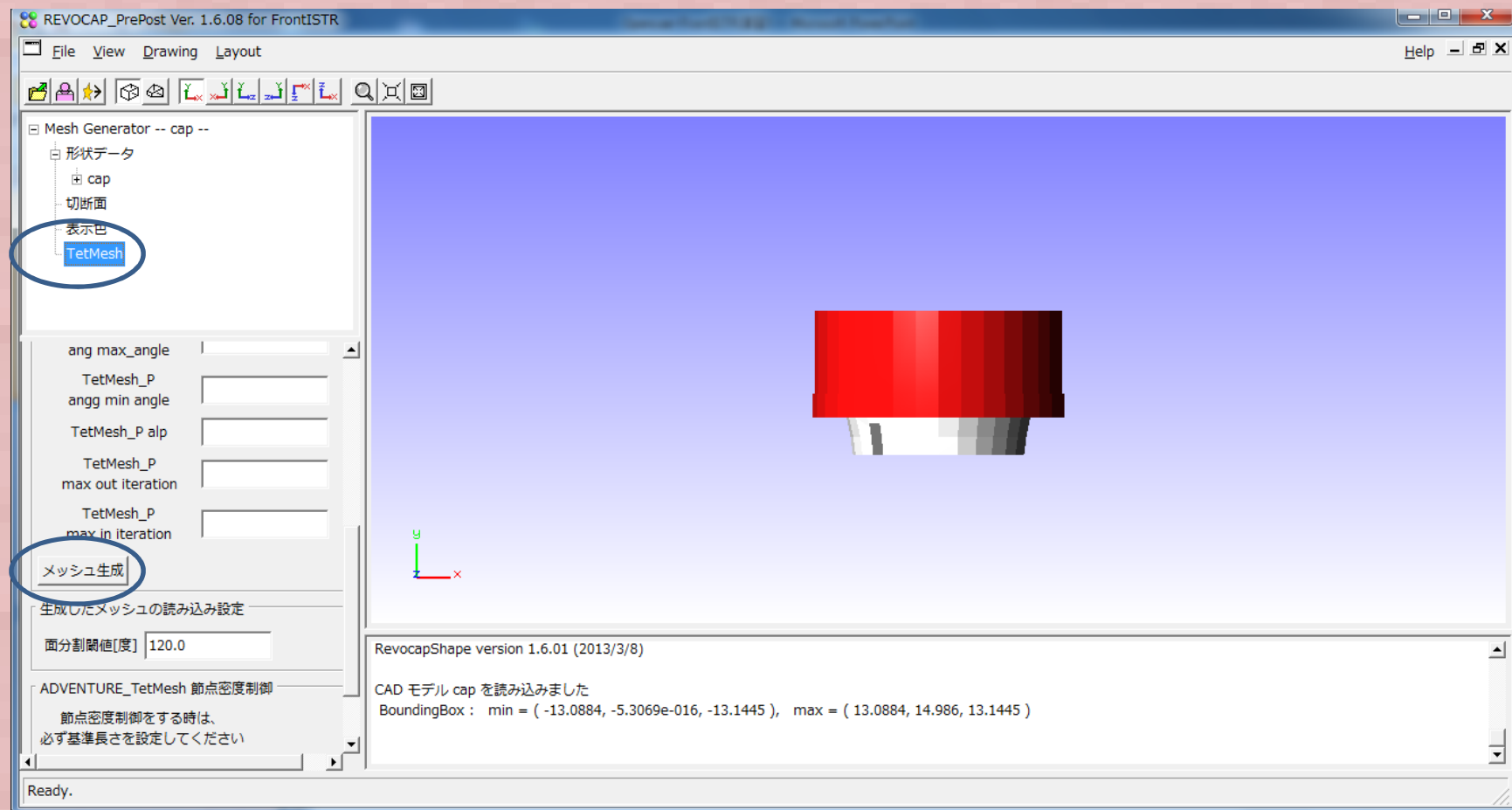
CADデータ読み込み

File → ImportCAD からCADの中間形式データ(Step, Iges)形式のデータを読み出しします。演習1ではRevocap インストール先ディレクトリのdata/CAD の下にある"cap.igs"を読み込みます



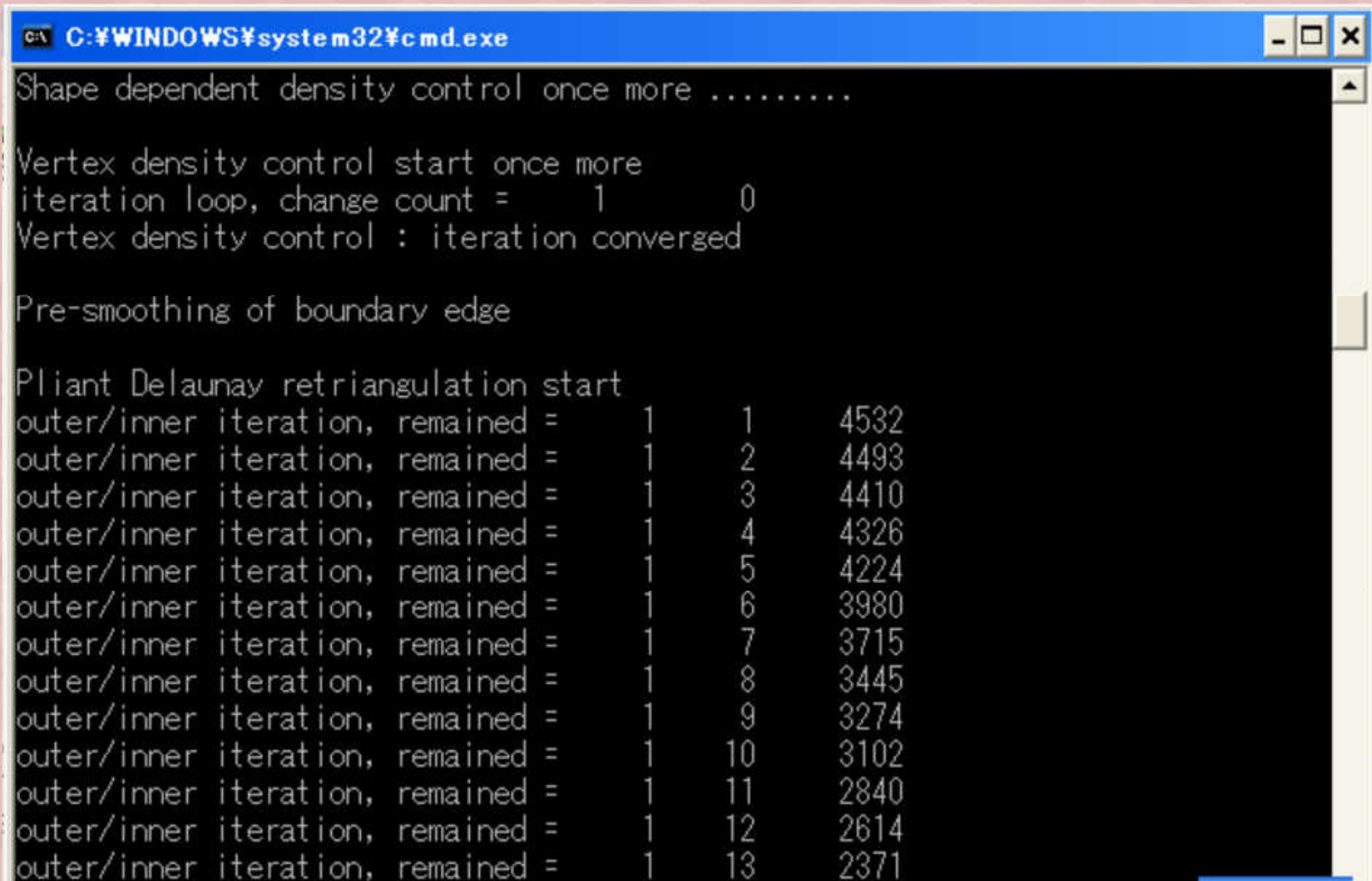
メッシュ生成①

形状データ TetMeshからAdventureTet Mesh を呼び出し、メッシュ生成ボタンを押してメッシュを生成します。チュートリアルマニュアルではパラメータを少し変更してますが本演習ではデフォルト値をそのまま利用することとします



メッシュ生成②

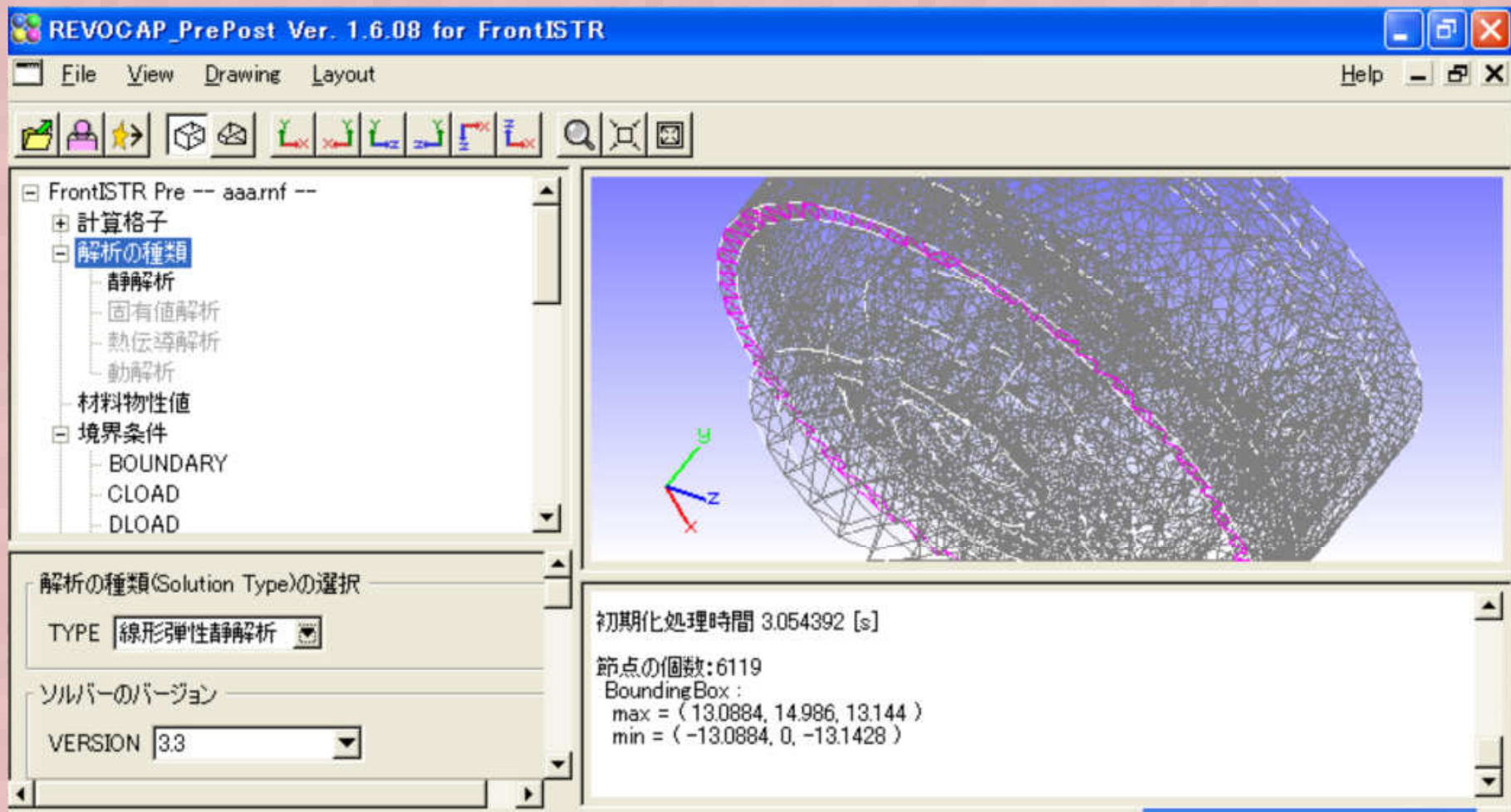
DOS WINDOWが出て、メッシュ生成過程が表示されます。

A screenshot of a DOS command window titled "C:\WINDOWS\system32\cmd.exe". The window has a blue title bar and standard Windows 95-style window controls (minimize, maximize, close). The command prompt shows the following text:

```
Shape dependent density control once more .....  
  
Vertex density control start once more  
iteration loop, change count =      1      0  
Vertex density control : iteration converged  
  
Pre-smoothing of boundary edge  
  
Pliant Delaunay retriangulation start  
outer/inner iteration, remained =      1      1      4532  
outer/inner iteration, remained =      1      2      4493  
outer/inner iteration, remained =      1      3      4410  
outer/inner iteration, remained =      1      4      4326  
outer/inner iteration, remained =      1      5      4224  
outer/inner iteration, remained =      1      6      3980  
outer/inner iteration, remained =      1      7      3715  
outer/inner iteration, remained =      1      8      3445  
outer/inner iteration, remained =      1      9      3274  
outer/inner iteration, remained =      1     10      3102  
outer/inner iteration, remained =      1     11      2840  
outer/inner iteration, remained =      1     12      2614  
outer/inner iteration, remained =      1     13      2371
```

メッシュ生成③

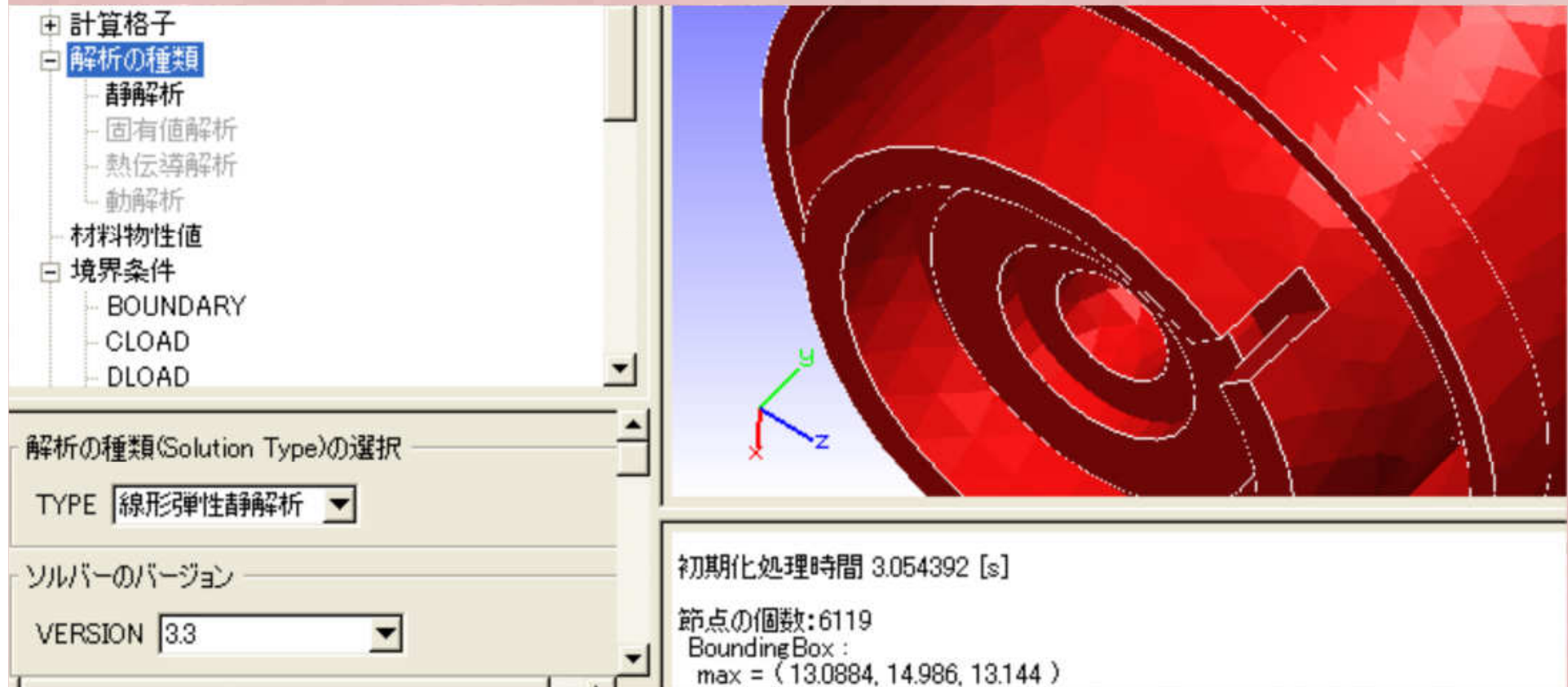
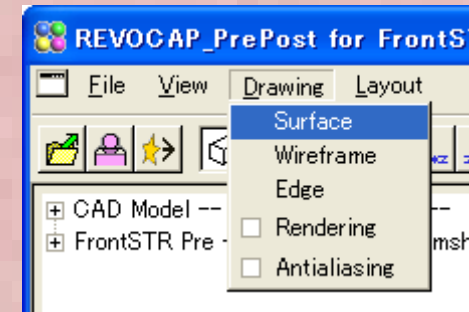
メッシュ生成に成功するとメッシュ表示になります。以後CADデータは利用しません



解析種類とメッシュ表示変更

境界条件選択をし易くするために
表示をSurfaceに切り替えます

解析の種類は線形弾性静解析を選択します



材料物性編集①

材料物性値メニューから登録済材料物性のAluminum を呼びだします。これはSI 単位 [Pa] で記述されているので、MPaに変更し、別の材料ALとして登録します。

材料物性値

- 境界条件
 - BOUNDARY
 - BND0
 - BND1
 - CLOAD
 - DLOAD
 - VLOAD
 - GRAV
 - CENT
 - RESTEND

	value
ポアソン比	0.345
ヤング率 [Pa]	70000
密度 [kg m ⁻³]	2690
線膨脹係数 [K ⁻¹]	2.5e-005

表示中のデータを更新します 更新

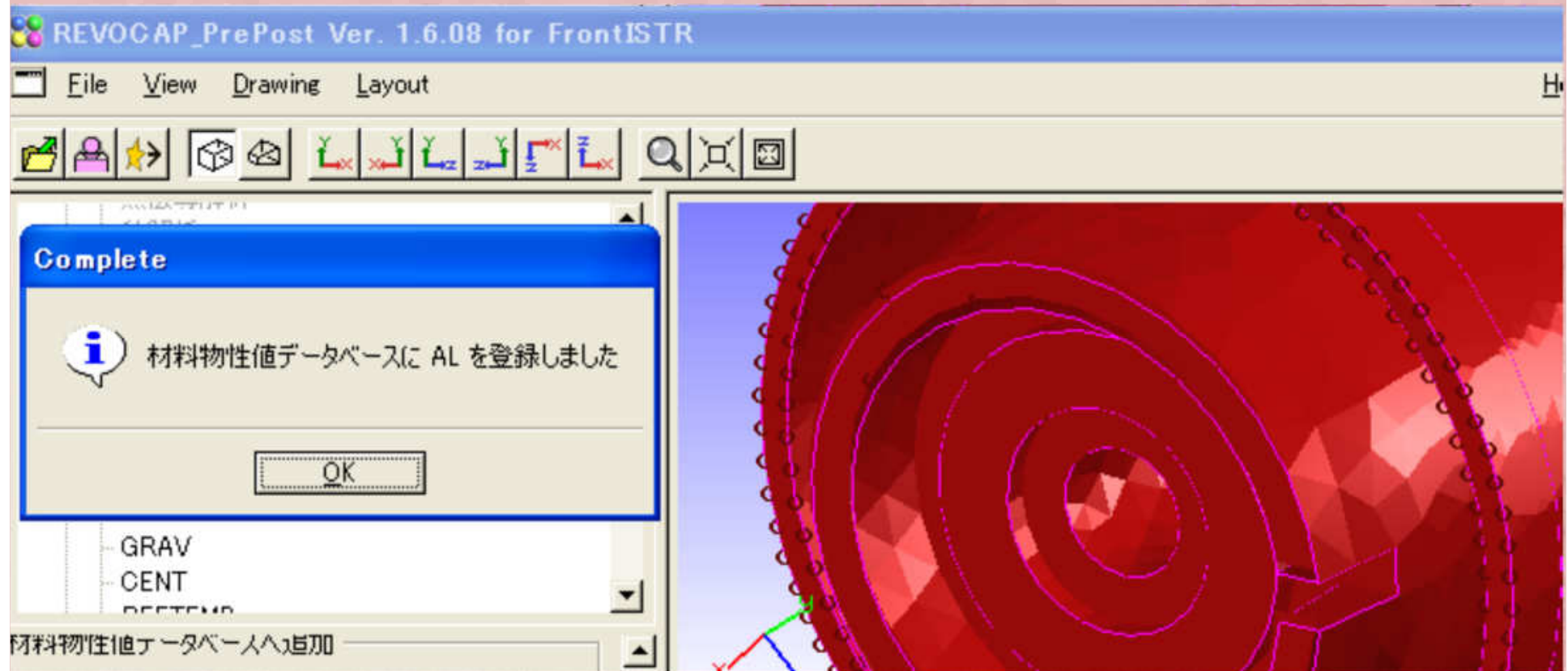
材料物性値データベースへ追加

登録名 AL 追加

ヤング率を70000に変更

名前をALで登録する

材料物性編集②



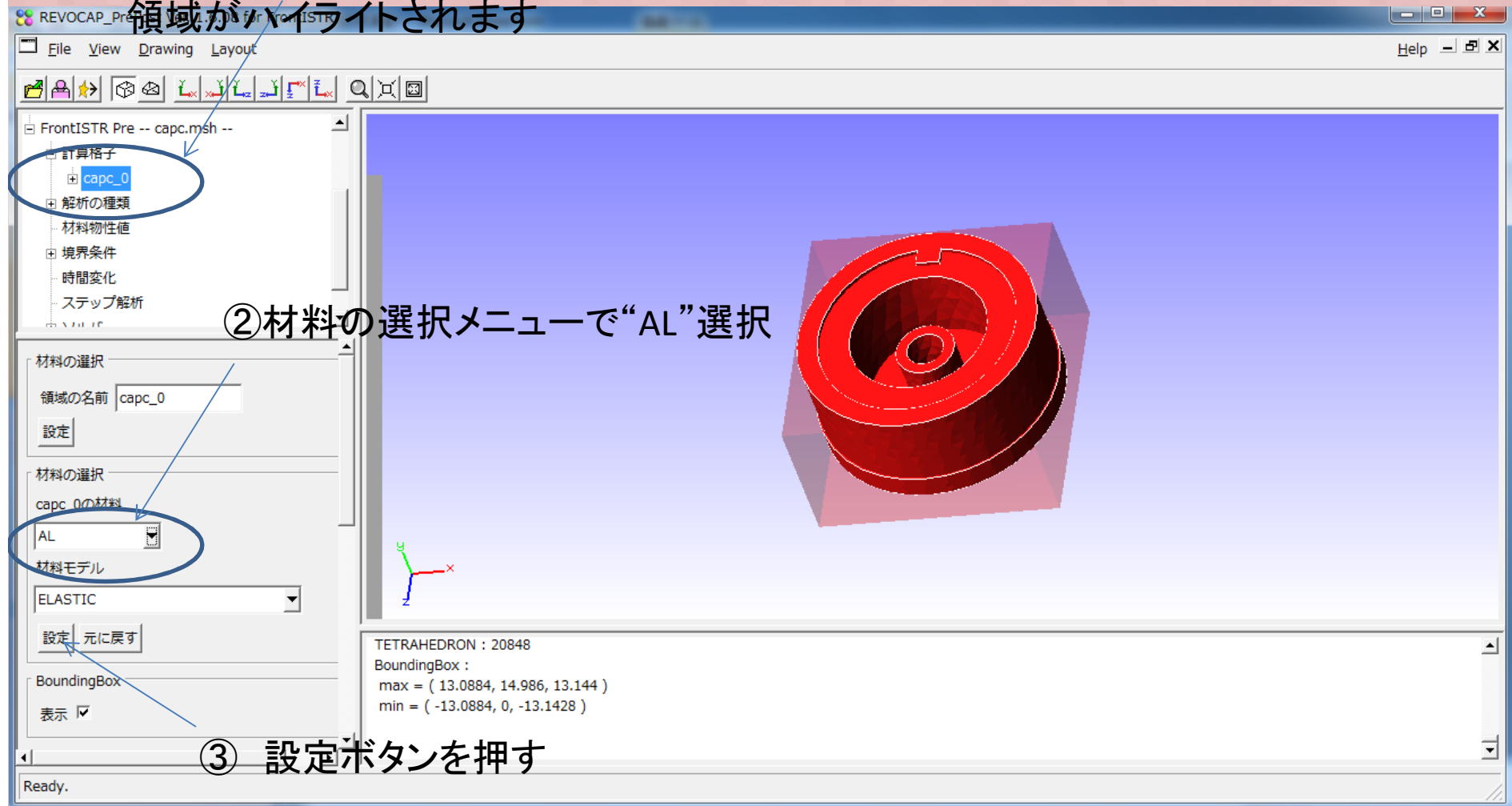
追加を押すと別材料ALとして材料データベースに登録されます。

材料の割り当て

先ほど定義した材料“AL”をメッシュに割り当てます

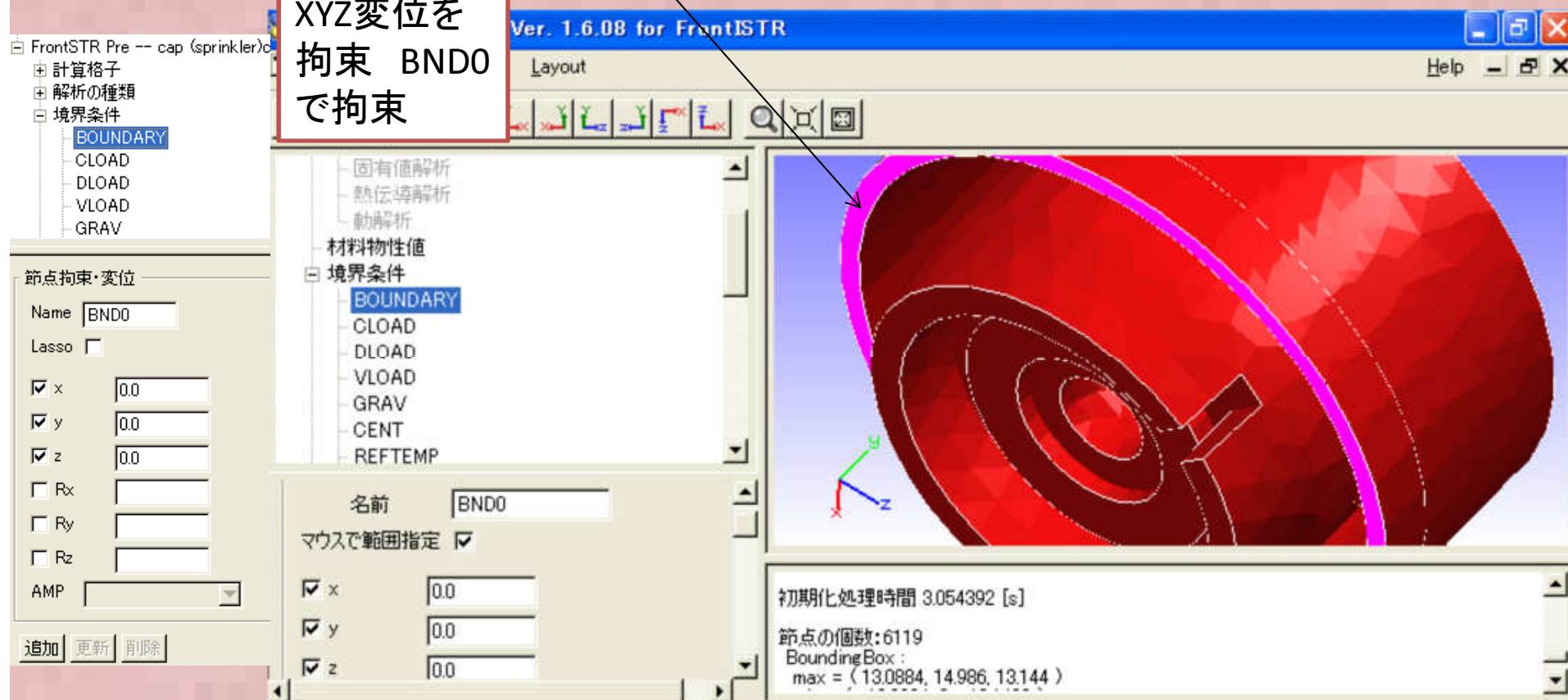
①計算格子 “capc_0”； 選択

領域がハイライトされます



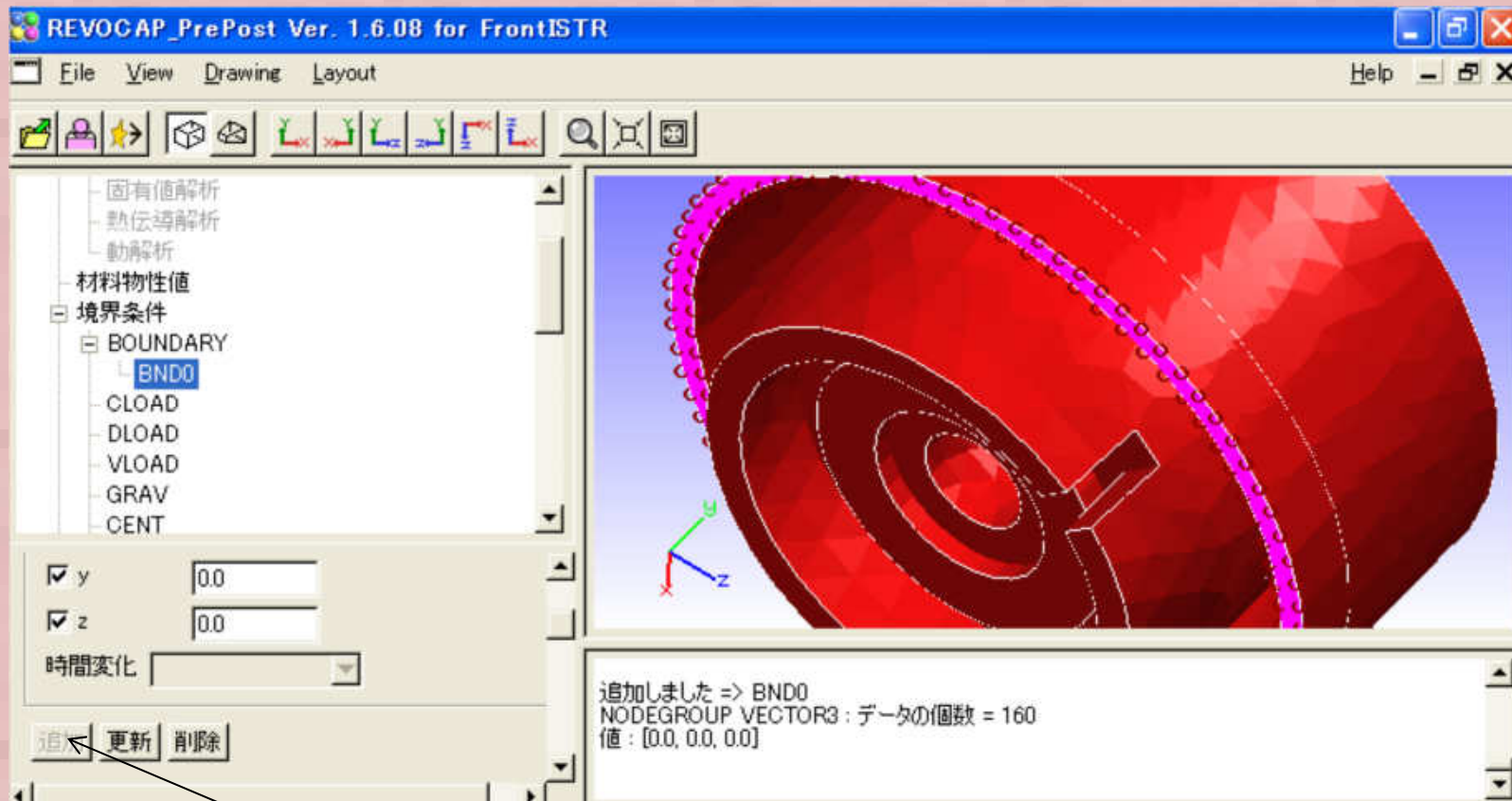
境界条件の設定①-1

一番外側円筒面節点のXYZ変位を拘束 BND0で拘束



面を選択後、境界条件メニューのBOUNDARYを選択

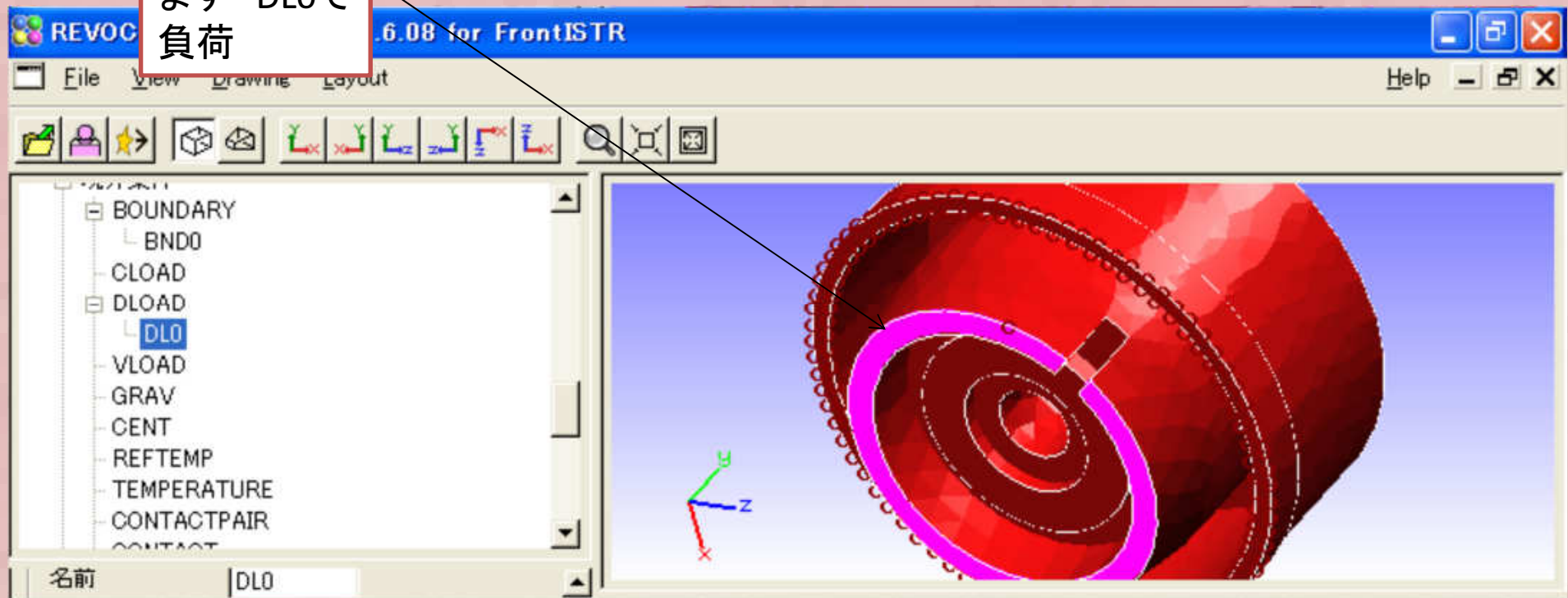
境界条件の設定①-2



追加を選択

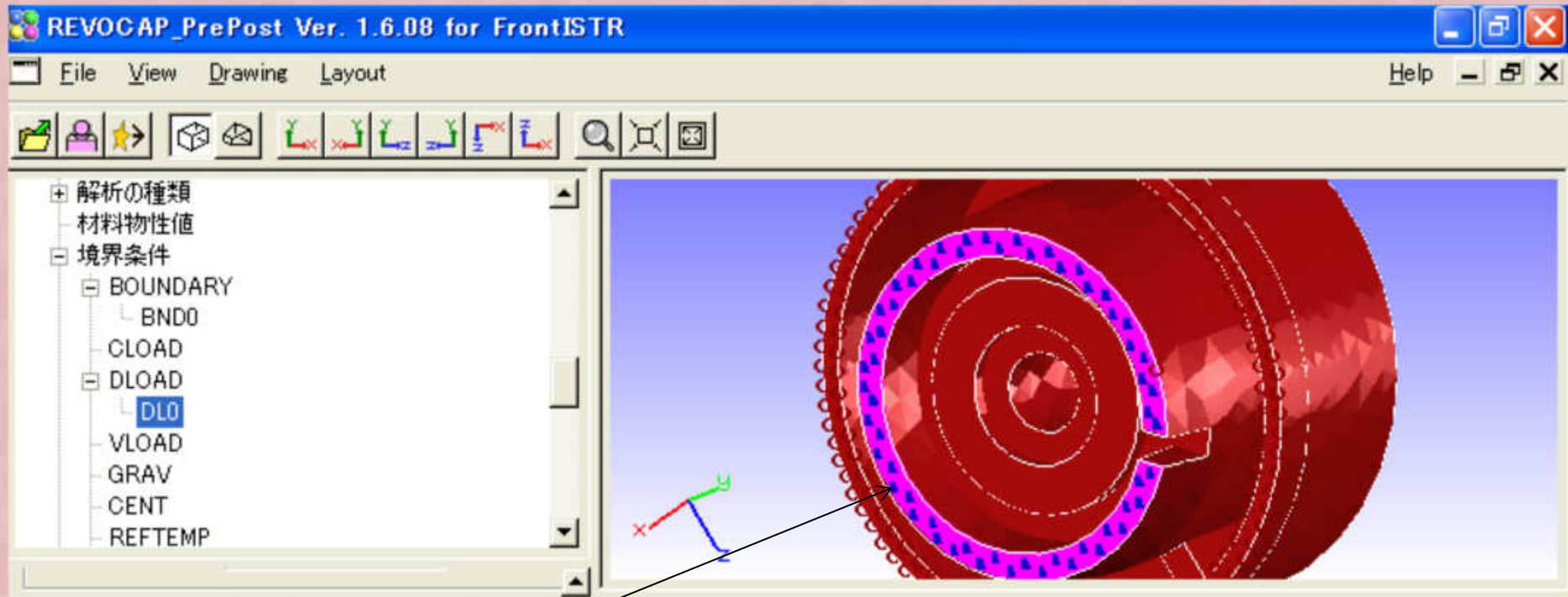
分布荷重条件の設定①-1

一つ内側円筒面に分布荷重を与えます DLOで負荷



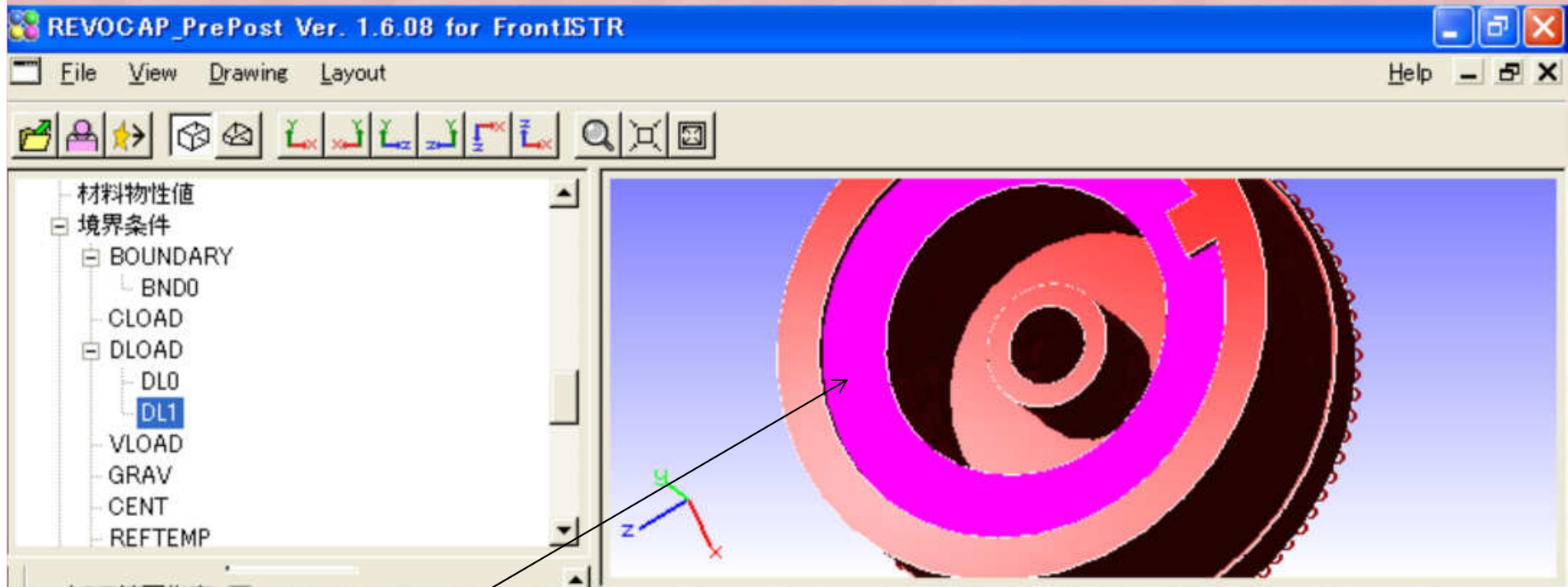
面を選択後、境界条件メニューのDLOADを選択、VALUE には-1 を入力

分布荷重条件の設定①-2



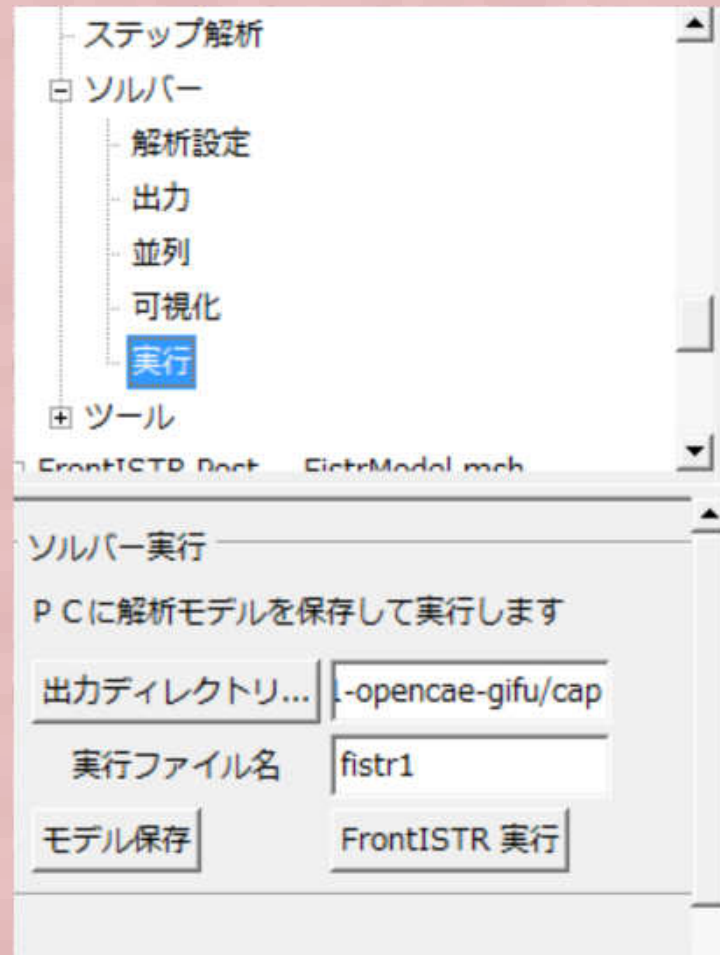
追加を選択すると青い点が表示されて条件が追加されたことが確認できる。

分布荷重条件の設定2



同様に今度は反対面側の一つ内側の面に荷重をDL1として追加します。
VALUEには 1を入力

データ保存とFrontISTR実行



ソルバーメニューの実行を選択し
出力ディレクトリを指定します。

モデル保存ボタンを押した後
FrontISTR実行ボタンを押します。

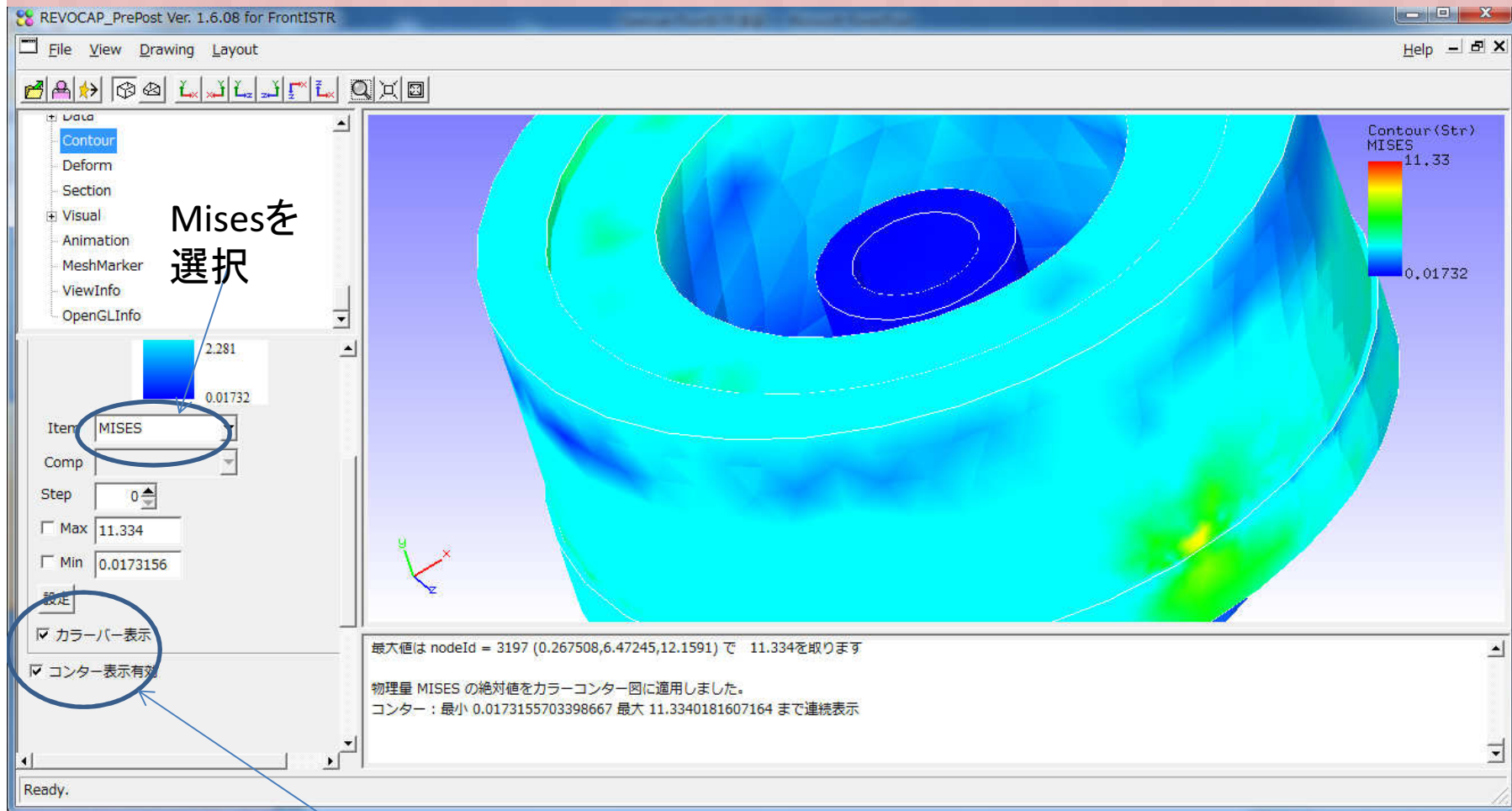
無事設定ができていれば計算が実行されます。

計算が無事完了したらファイルメニューのOpen
Result から結果ファイルを読み込みます。

出力ディレクトリに移動しmshファイル、
結果(*.res.*.*)を読み込みます。

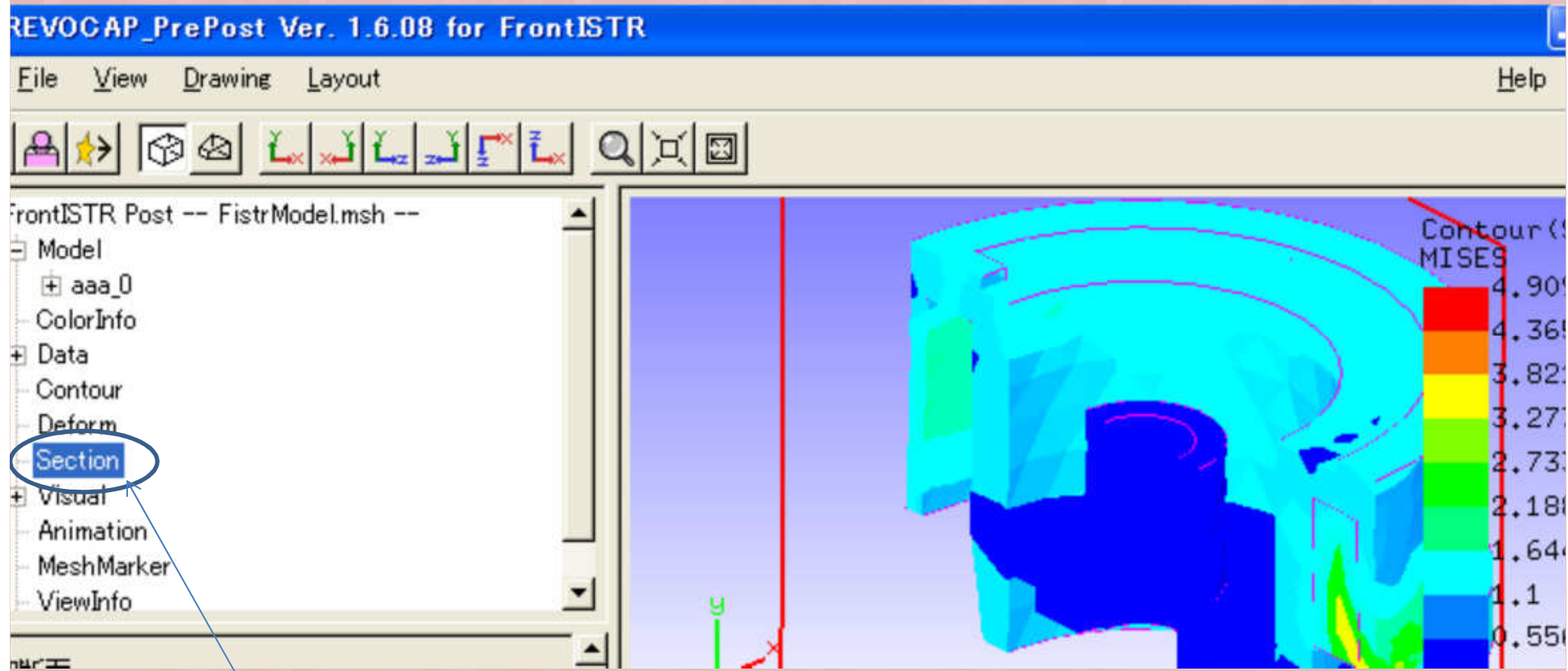
解析結果 ミーゼス応力分布

Misesを選択し、設定ボタンを押します。カラーバー表示、コンター表示にチェックを入れます



チェック

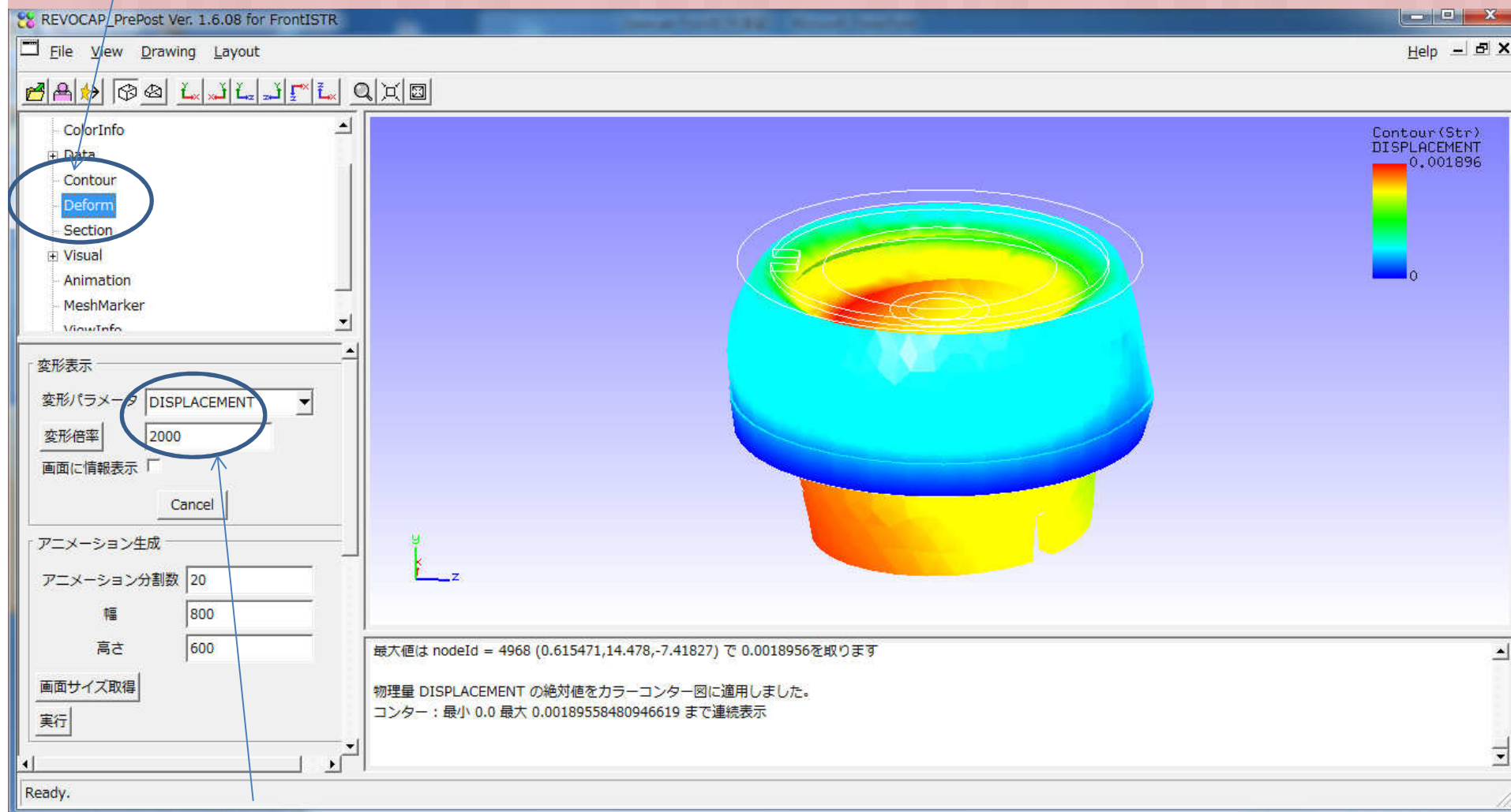
解析結果 ミーゼス応力分布断面図



Section(断面)を選択すると断面カットビューが表示されます

Deform
を選択

変形図の表示



② Displacement 変形倍率を指定してApply ボタンを押します

以上で本演習は完了です。

2015/02/21
OpenCAE勉強会@岐阜
午後の部 演習

FrontISTR 演習例題その2

Hertz接触問題

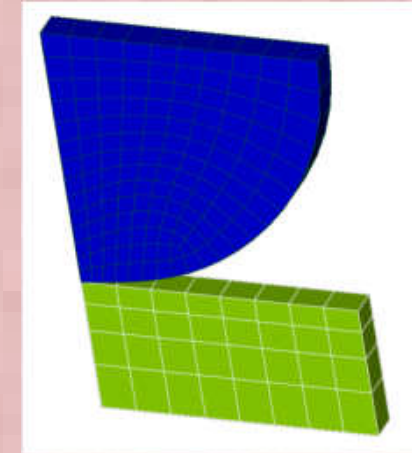
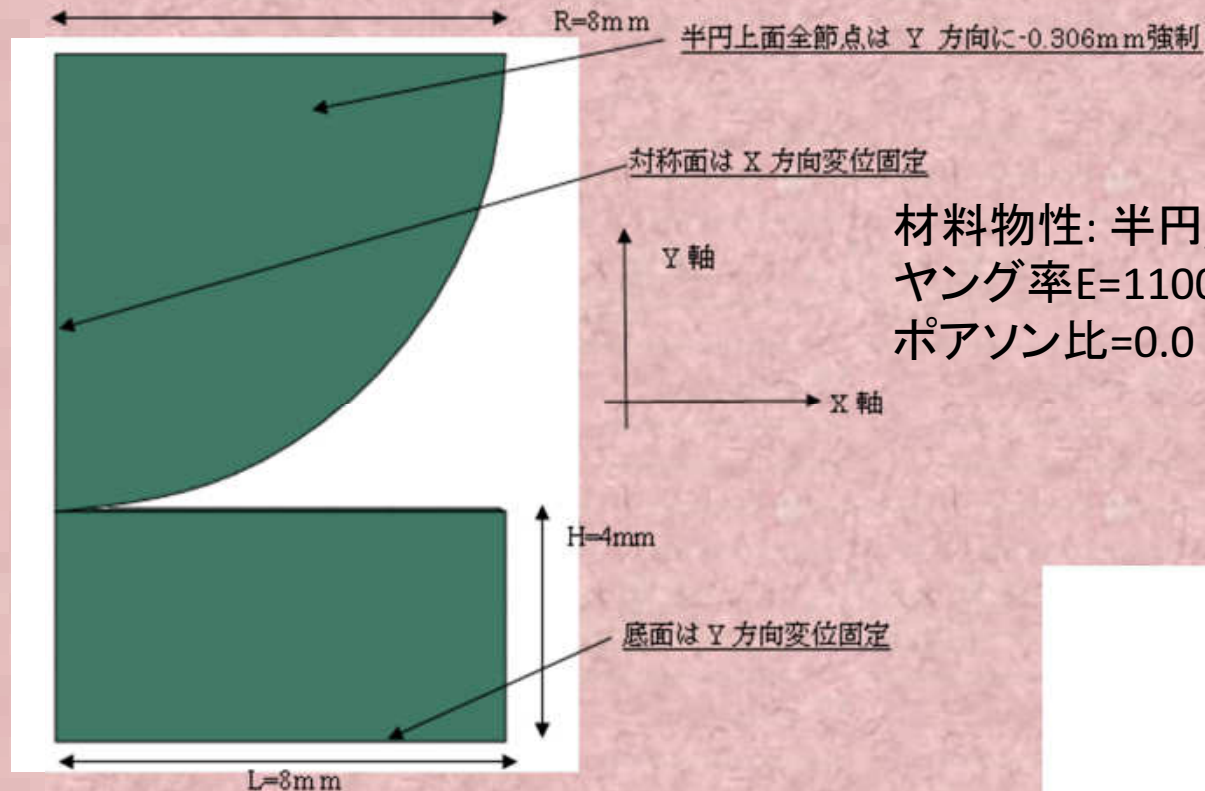
OpenCAE勉強会 SH

概要

- **概要**：円盤と平板の接触応力を解析します。
- **目的**：RevocapでのFrontISTR接触解析手順をマスターする。
- **参考**：本演習はRevocap フリポストのチュートリアル **P.91 ~104**に基づいているので、こちらの資料をあわせて参照ください。またあわせて
FrontISTR チュートリアルマニュアルP.30-31
FrontISTR ユーザマニュアルP.173-174
に説明があるので参照ください。

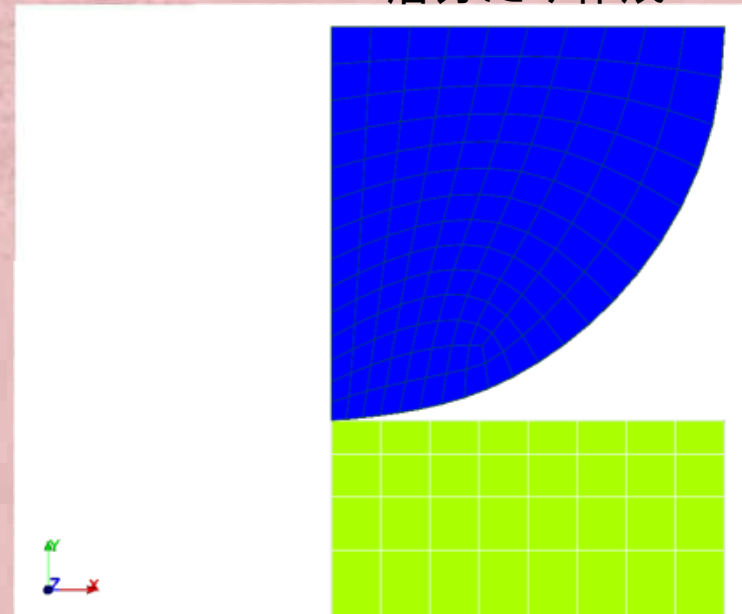
問題概要：円盤と平板の接触応力を解析します。

目的：RevocapでのFrontISTR接触解析手順を理解する



モデルは厚さ方向に
1層分だけ作成

・メッシュ分割済のデータをRevocapに読み込み、境界条件や接触面の定義をRevocap上で行います。荷重は円盤を下方方向に強制変位させて下の平板に接触させます。



Hertz 接触応力理論解

Hertzの接触理論から、接触円半径 a と最大せん断応力 τ_{\max} は次式で表されるらしい？
(詳しくはFrontISTRユーザマニュアルVer3.5の P.173-174を確認ください)

$$a = \sqrt{\frac{4FR}{\pi E^*}} \quad \tau_{\max} = 0.30 \sqrt{\frac{FE^*}{\pi R}}$$

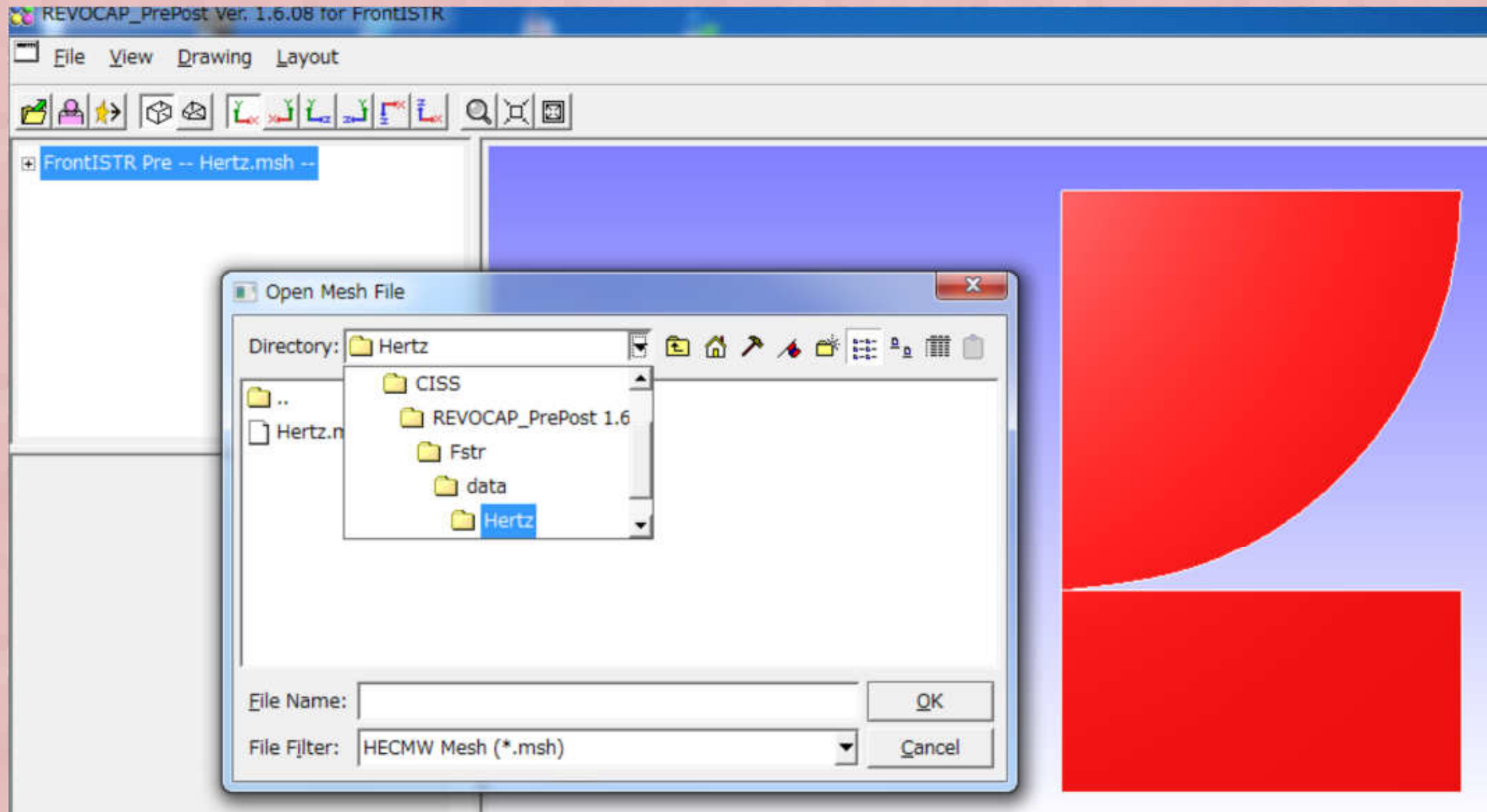
ただし、荷重 $F=100$ 、 $E^* = E(\text{ヤング率})/2$ とする(π は円周率 $\cong 3.14$)

荷重でなく、強制変位で計算しているので、凡そ 0.3mmの強制変位を与えた場合のおおよその反力合計が100Nになるということ
上式から接触半径 a と最大せん断応力 τ_{\max} は下記となる

$$a=1.36\text{mm}、\tau_{\max}=14.2\text{MPa}$$

メッシュデータ読み込み

Revocapインストール先のディレクトリの下の Fstr\data\Hertz からFrontISTR メッシュ形式のメッシュデータを読み込みます。



材料定義

MAT1 として ヤング率 1100, ポアソン比=0.0 を定義します。

The screenshot displays the FrontISTR software interface for defining material properties. The left sidebar shows the 'Material Properties' tab selected. The main panel shows the 'value' column for the material properties table. The 'Poisson's Ratio' is set to 0.0 and the 'Young's Modulus [Pa]' is set to 1100. The material name 'MAT1' is entered in the 'Add to Material Property Database' section. A 3D model of a part is visible in the background.

	value
ポアソン比	0.0
ヤング率 [Pa]	1100
密度 [kg m ⁻³]	
線膨張係数 [K ⁻¹]	

表示中のデータを更新します 更新

材料物性値データベースへ追加

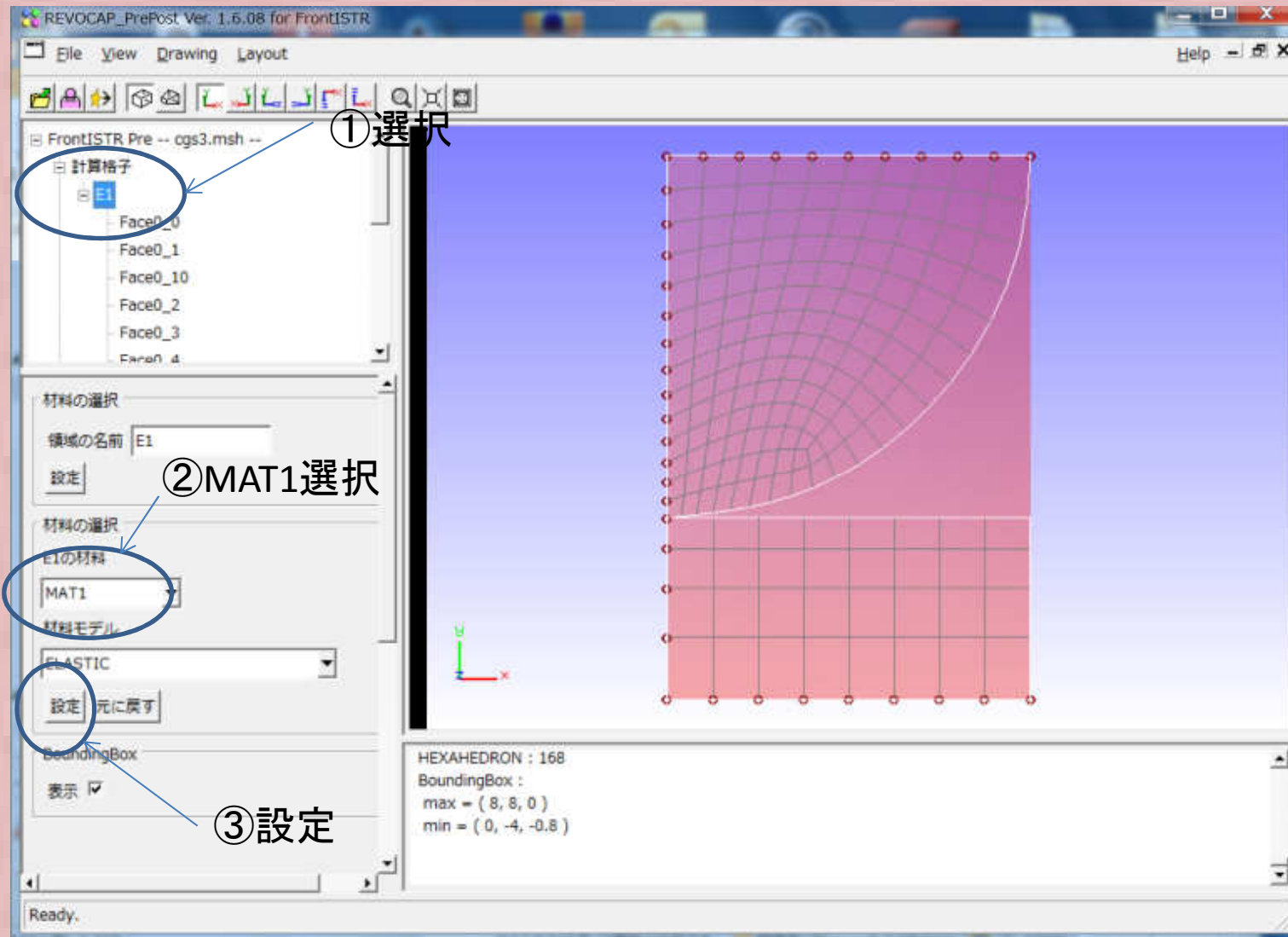
登録名 MAT1 追加

FrontISTR の解析種類を線弾性静解析に設定しました

初期化処理時間 1.060802 [s]

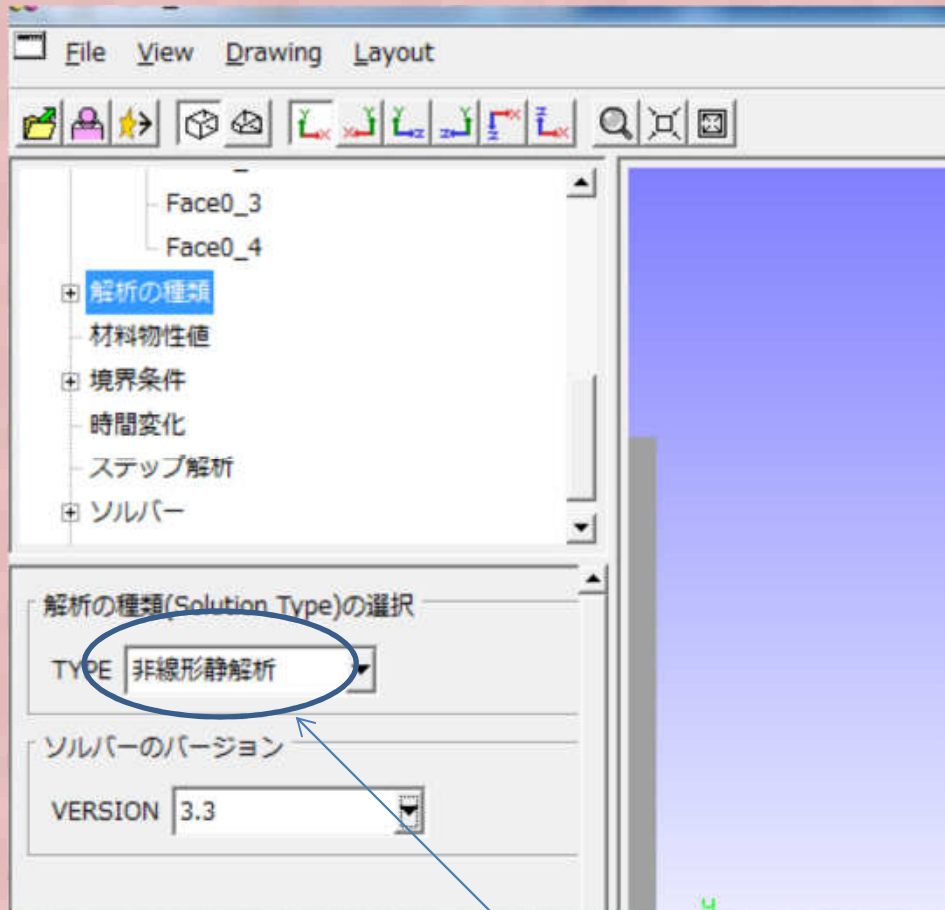
材料割当

計算格子→E1(この場合部材全体集合名を意味する.FrontISTR形式メッシュデータを読み込むと問答無用でE1の名前になる)を選択し, 材料にMAT1を指定



解析の種類変更

解析の種類にて非線形静解析、Ver3.3 を選択します



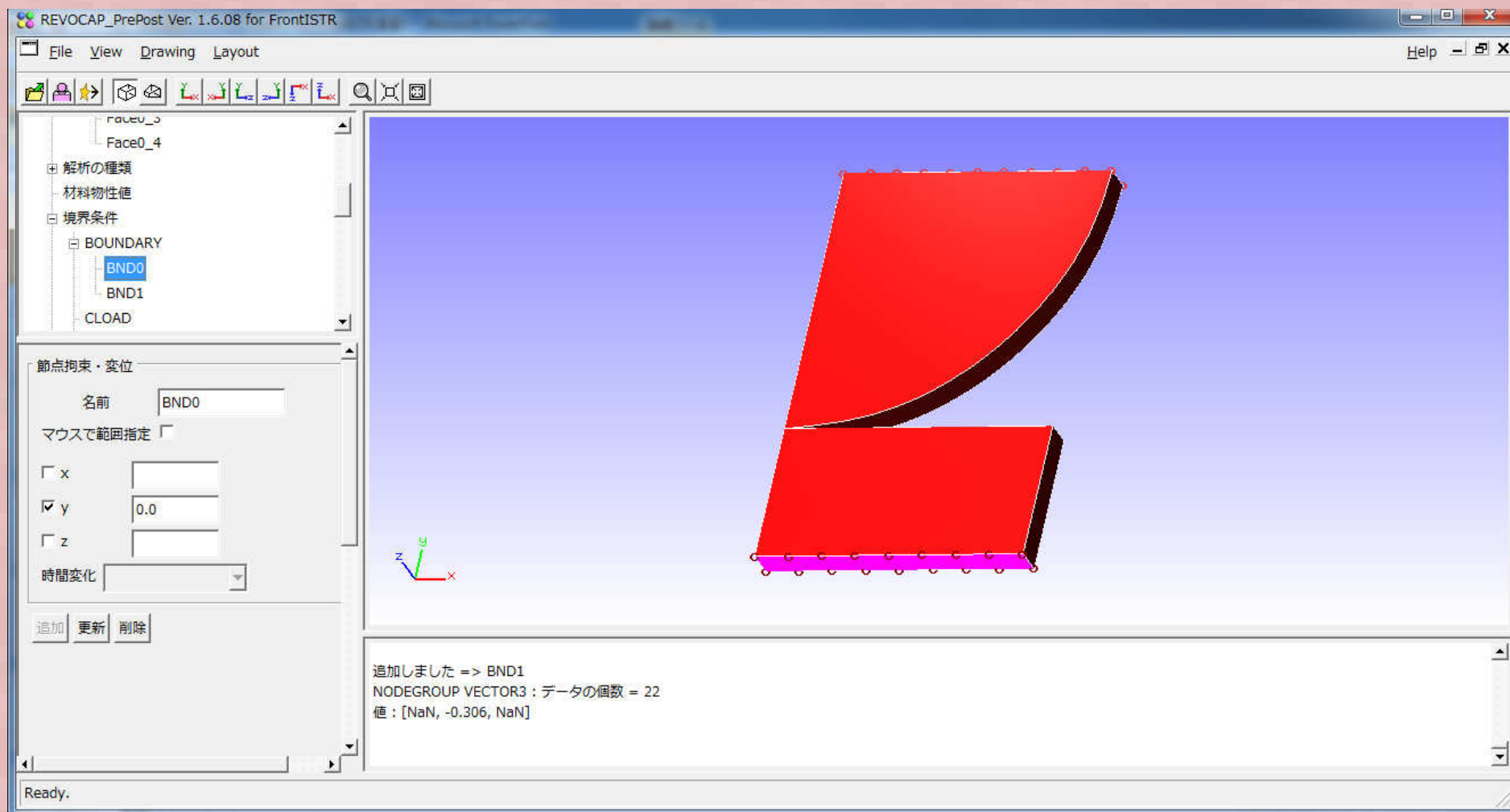
線形静解析から切り替える

選択肢	解析の種類
STATIC	静解析
NLSTATIC	非線形静的解析
EIGEN	固有値解析
HEAT	熱伝導解析
DYNAMIC	動解析

デフォルト値

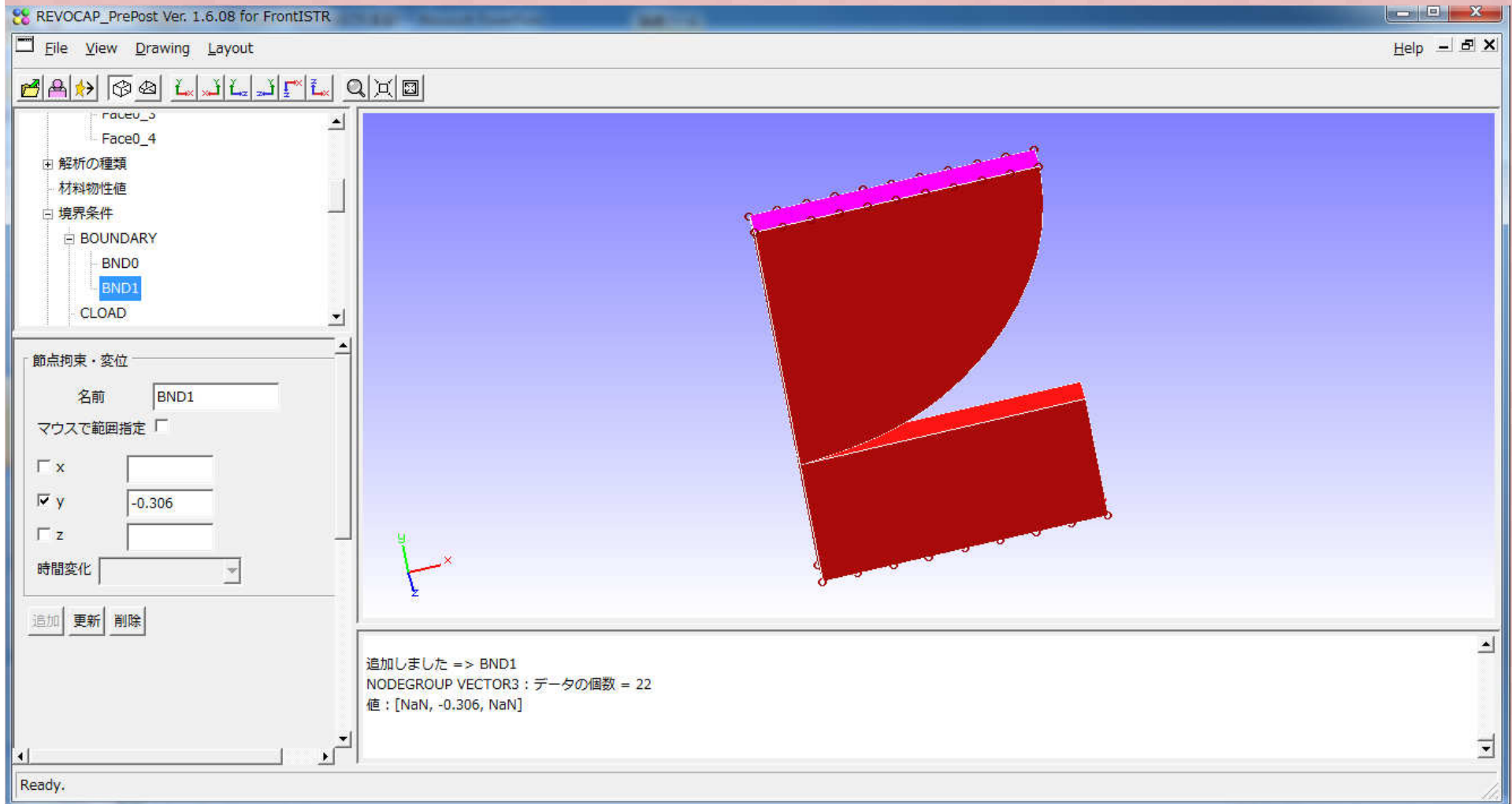
Hertzの接触問題 境界条件 下面

下面はY方向に動かないようにYのみ拘束します



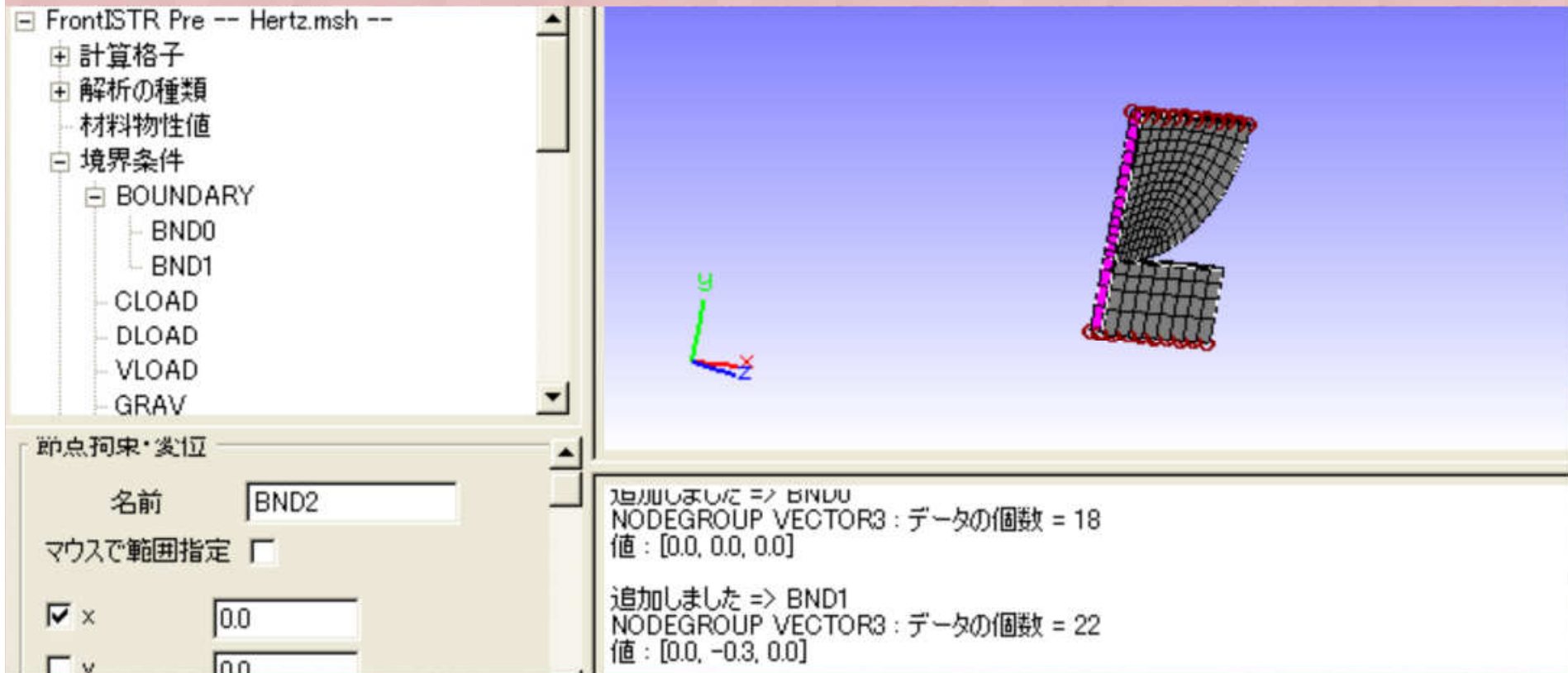
Hertzの接触問題 境界条件 上面

上面はY軸の下方向に-0.306 mm 強制変位させます(平板に押さえつける)

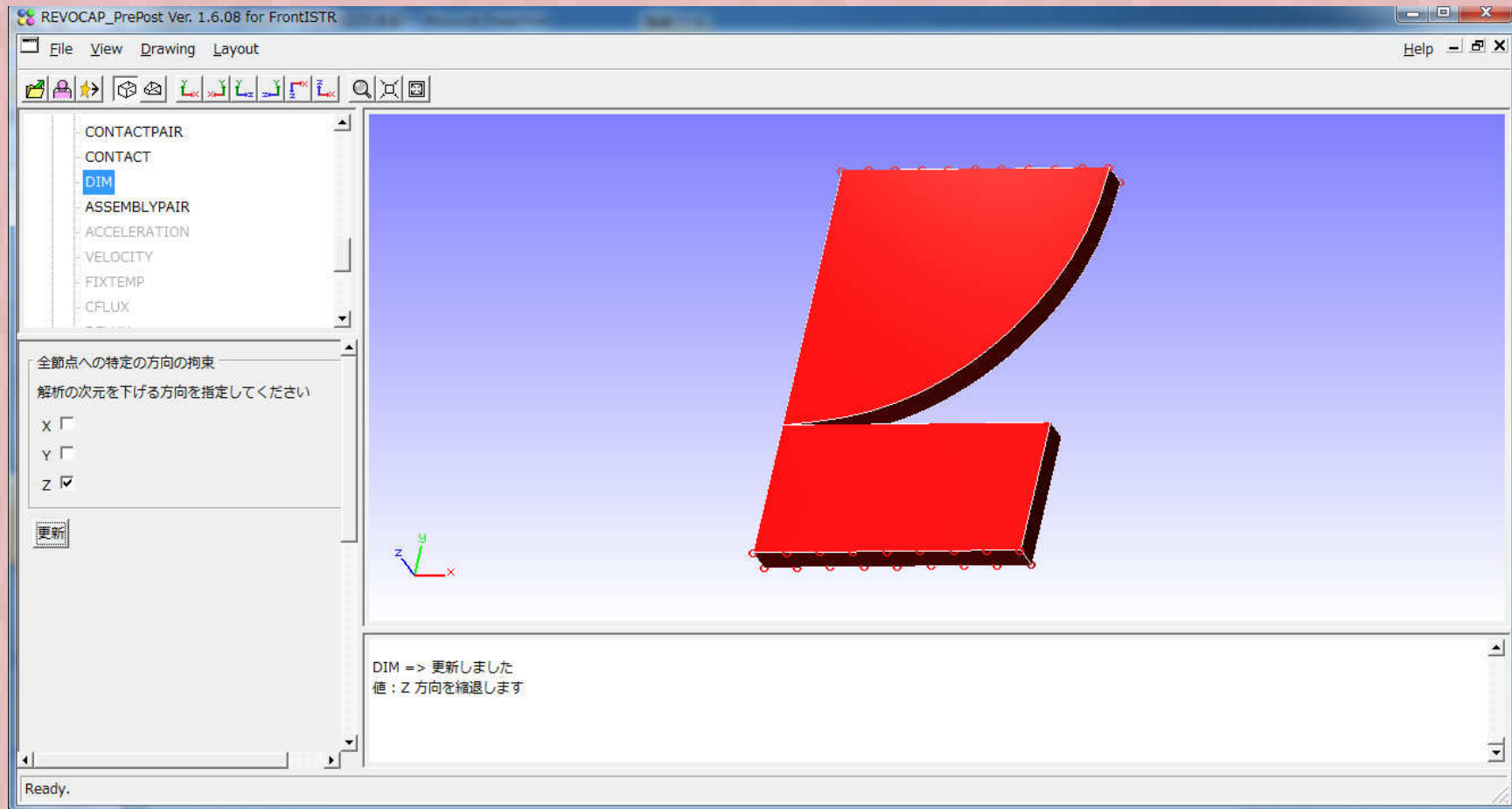


Hertzの接触問題 境界条件 側面

側面は対称としてX方向変位のみ拘束



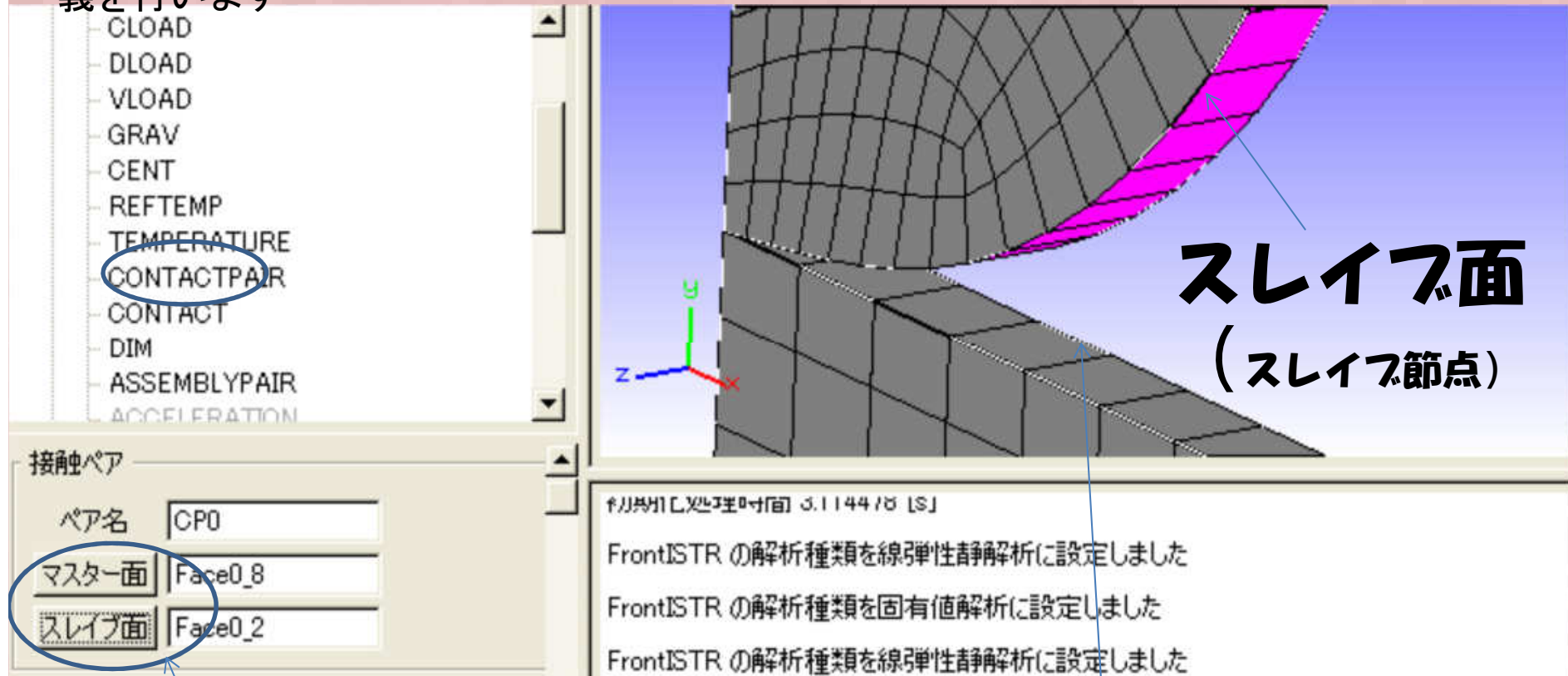
Z方向自由度の全拘束



DIM メニューのZをチェックして更新ボタンを押します。
この操作によりZ方向変位の全自由度が拘束されます(2次元問題になる)

Hertzの接触問題 コンタクトペア

平板の上面をマスター面、円盤の下面をスレーブ面としてコンタクトペア(接触面対)の定義を行います

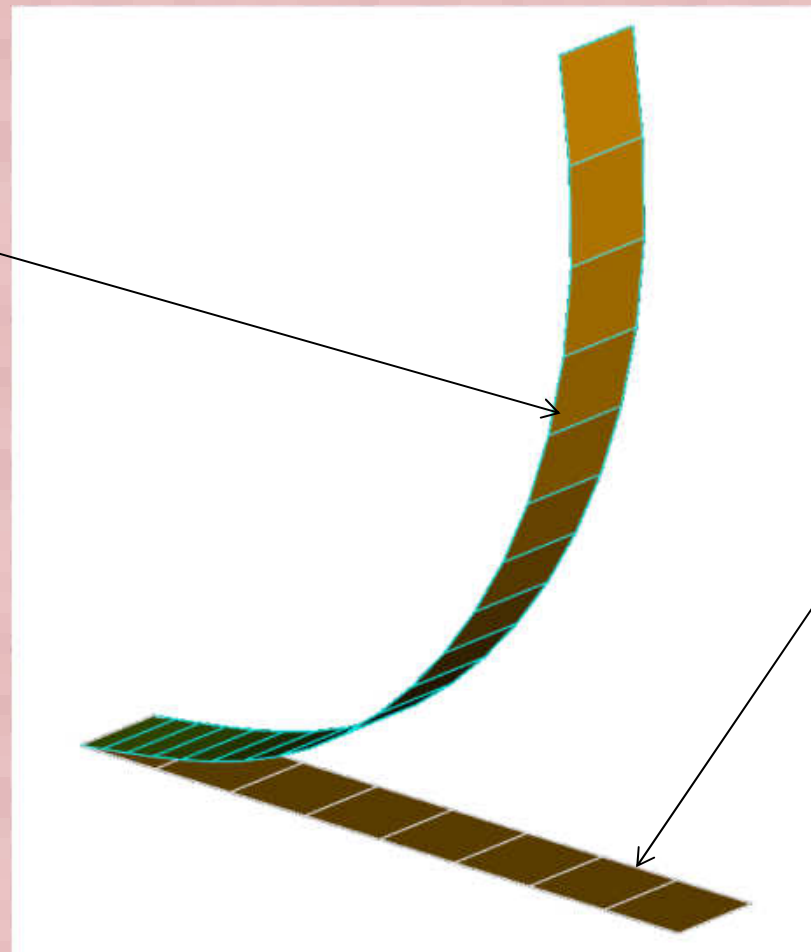


面をマウスでクリックした後に
各面のボタンを押す

マスター面

接触面の定義（参考）

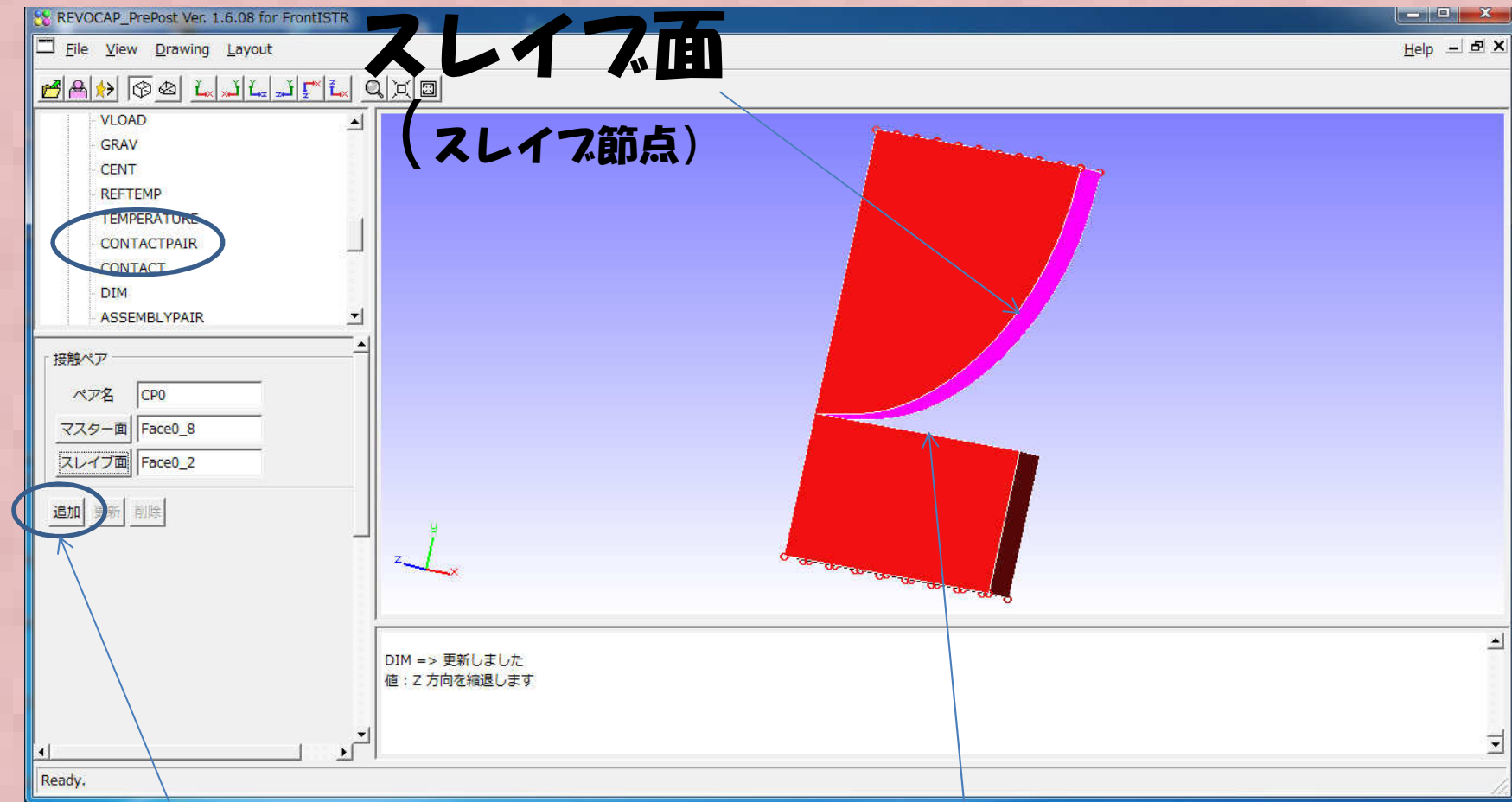
スレイブ面
(スレイブ節点)



マスター面

接触面ペア定義

平板の上面をマスター面、円盤の下面をスレーブ面としてコンタクトペア(接触面対)の定義を行います



最後に追加ボタン を押すと
Contact Pair の下にCP0が現れる

マスター面

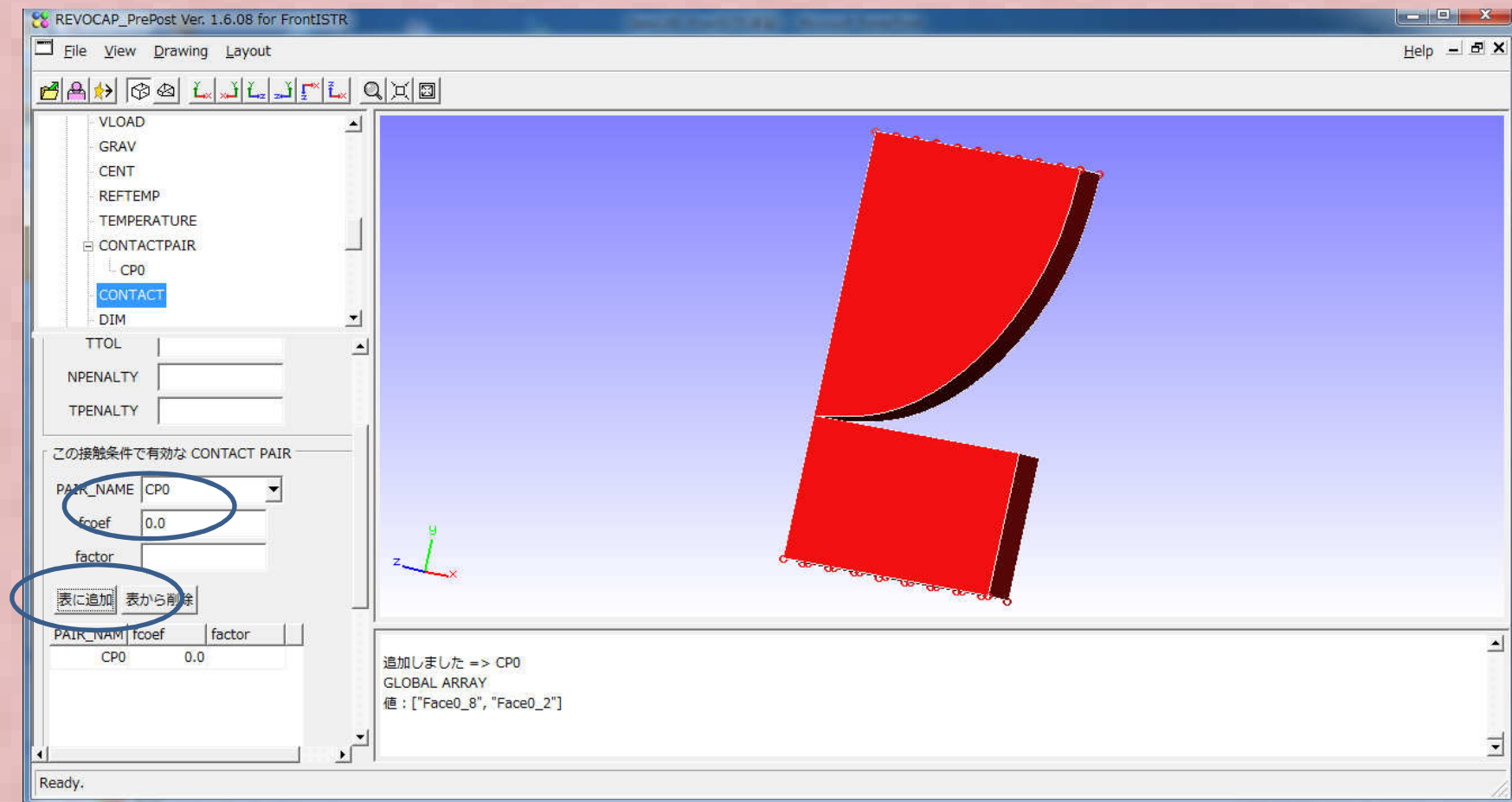
Hertzの接触問題 コンタクトペアの 接触条件定義①

先ほど定義した接触面の接触条件(摩擦係数など)を定義します。
最初にCONTACTを選択、次に有効なCONTACT PAIRでCP0を選択




Hertzの接触問題 コンタクトペアの 接触条件定義②

ここではfcoef (摩擦係数) に0.0 を指定します。その他は特に指定せず
表に追加を選択します。これで接触条件定義は完了です。



Stepの定義

接触解析は境界非線形の非線形解析になるため、有限要素法では増分解析手法と収束反復手法で計算を進めるため全体をいくつかの増分(Substep)数に分割し、収束計算をどの程度の誤差で最大の反復回数を何回行うかなどの定義などが必要になります



The screenshot shows a software interface for defining a step. The 'Steps' section is expanded, showing the following fields:

Field	Value
name	STEP0
TYPE	[Dropdown menu]
CONVERG	1e-4
SUBSTEPS	5
MAXITER	500
DTIME	[Empty field]
ETIME	[Empty field]

ここではマニュアルにしたがい

CONVERG=1e-4

SUBSTEPS=5

MAXITER=500

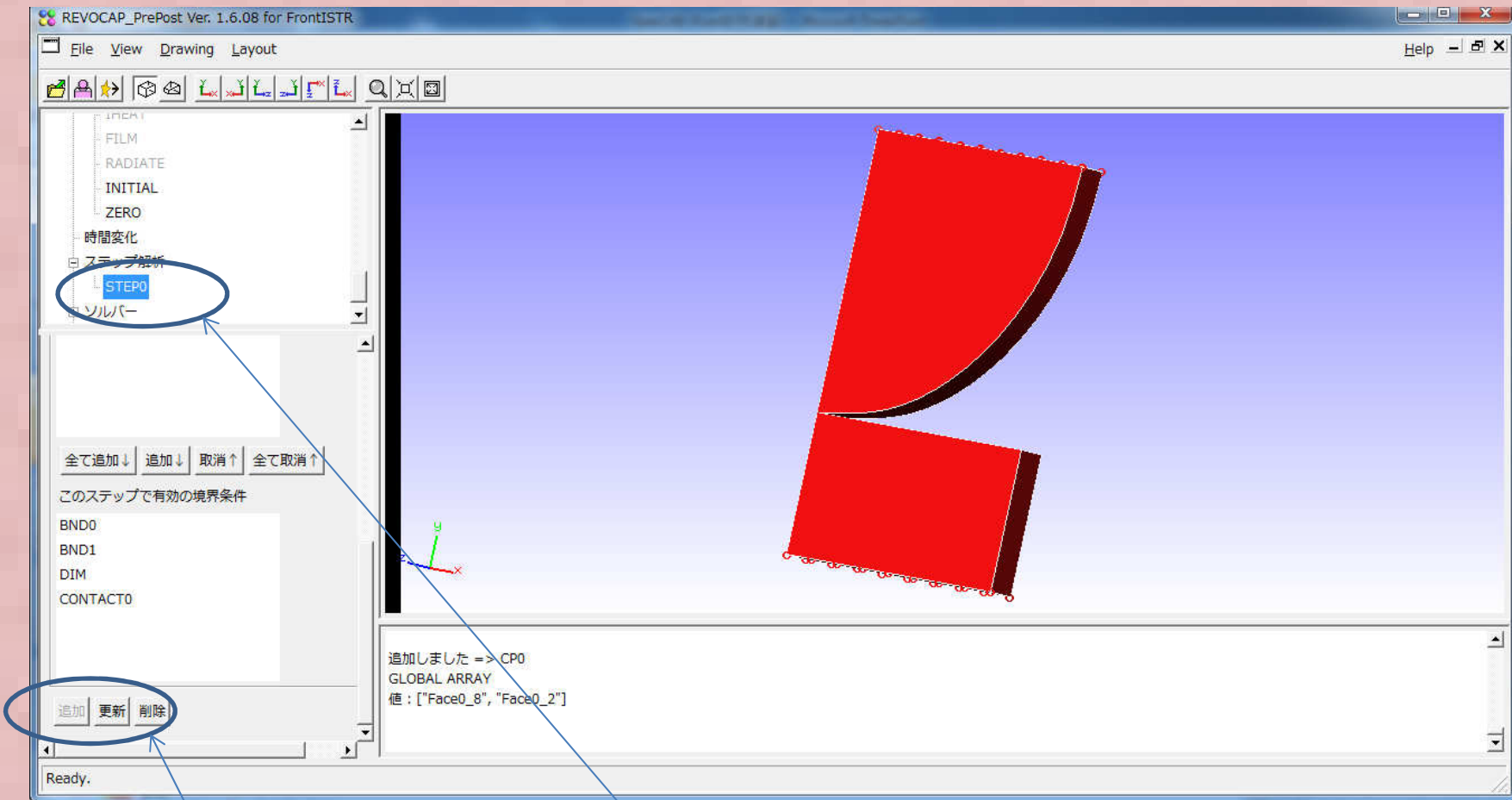
を指定します。

STEP定義②



このStepで有効な境界条件の選択で全ての境界条件を追加します

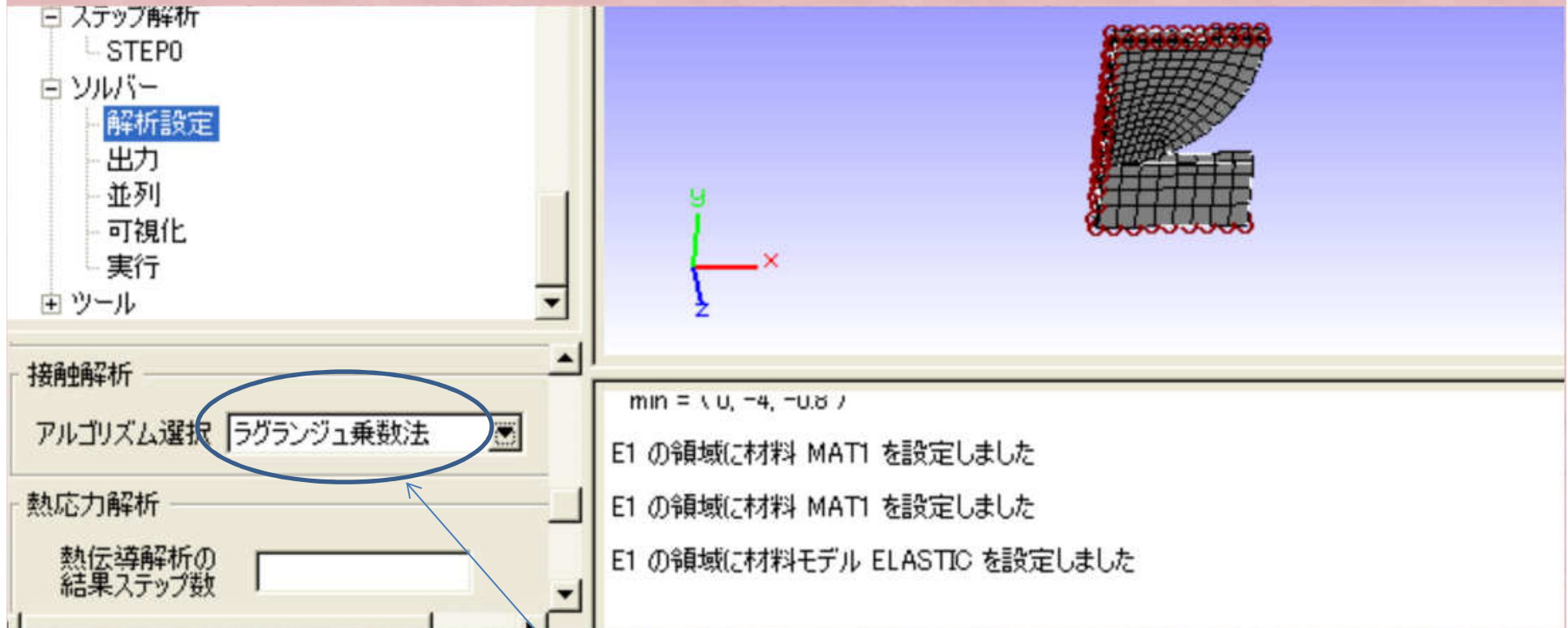
STEP定義③



① 最後に追加を押す

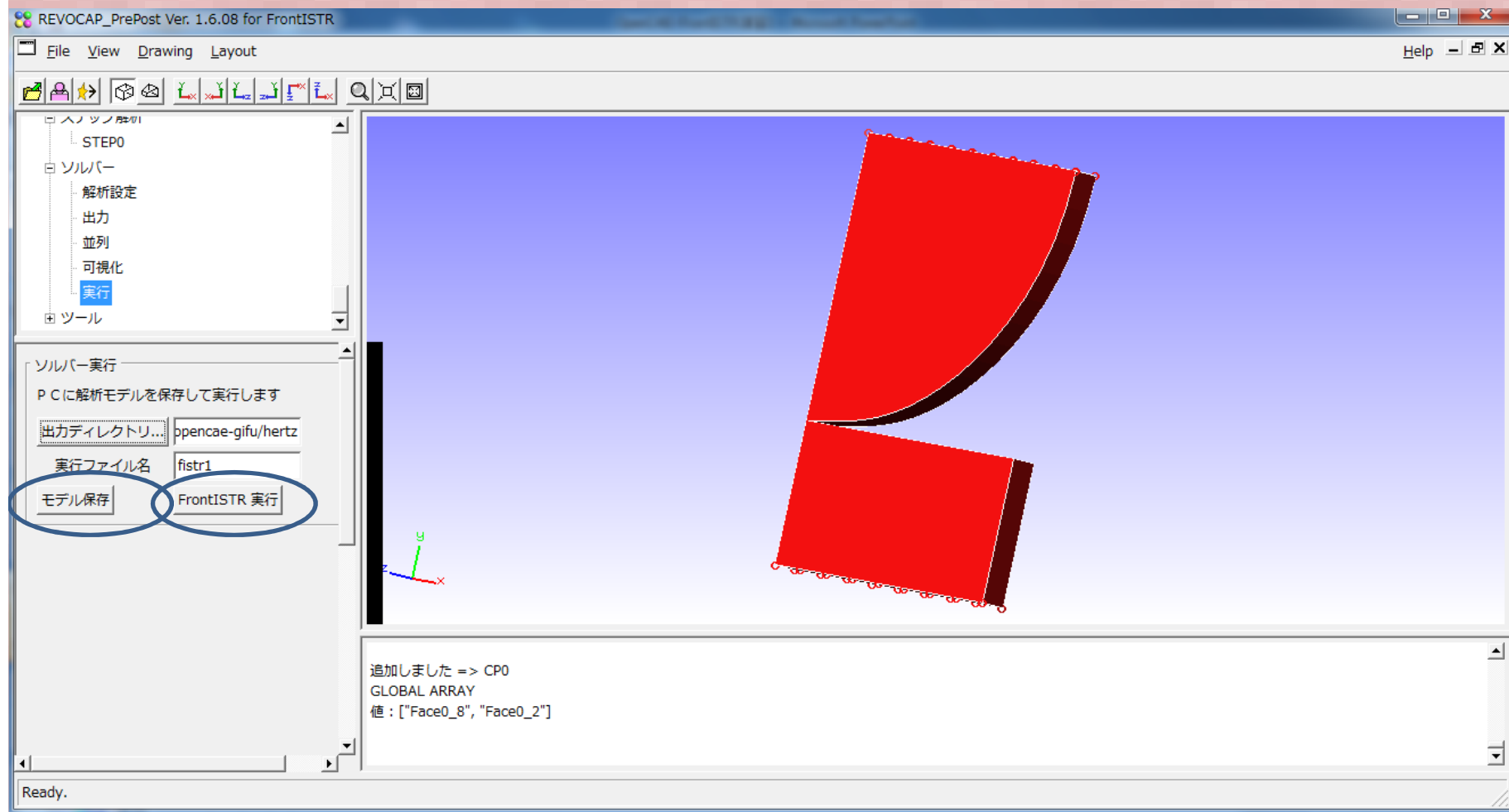
② Step0が表示される

Hertzの接触問題 接触解析アルゴリズム定義 (ソルバーメニューの解析設定)



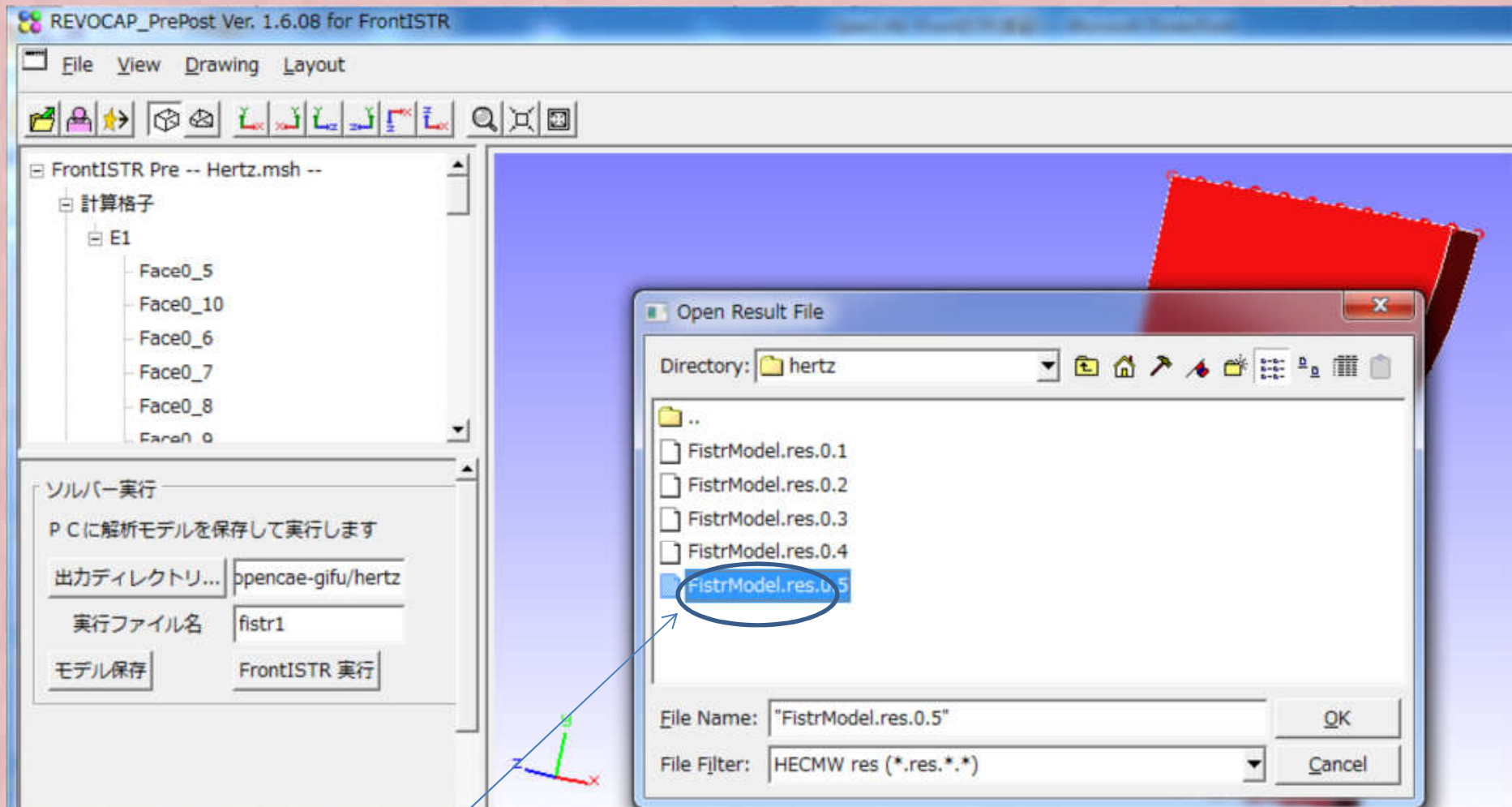
接触アルゴリズムは拡張ラグランジュ乗数法を選択します

保存と解析実行



解析結果ファイル読み込み

SUBSTEP のある解析を行ったため、結果ファイルが5個出てきますが
1－4は途中経過のため不要です。0.5の結果だけ読み込みます



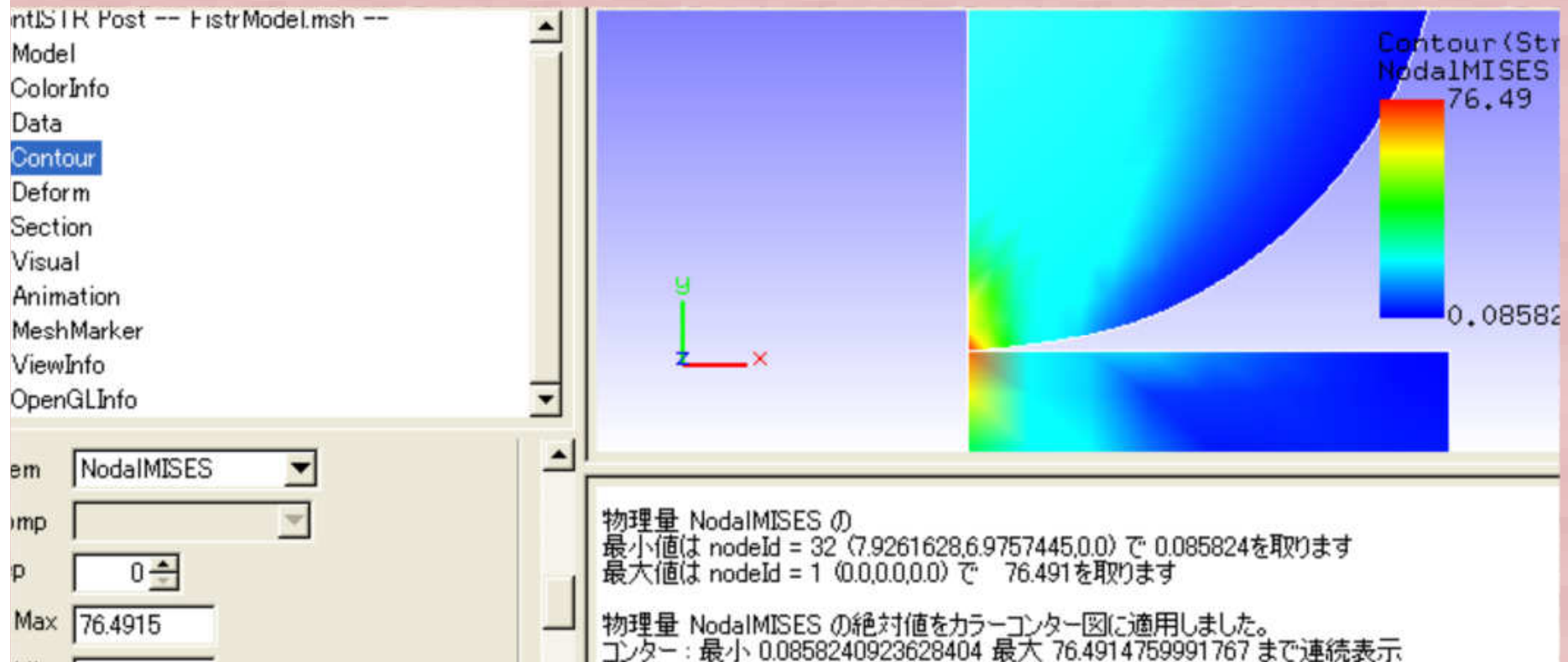
FistrModel.res.0.5 だけ読み込み

Hertzの接触問題 解析結果 変位

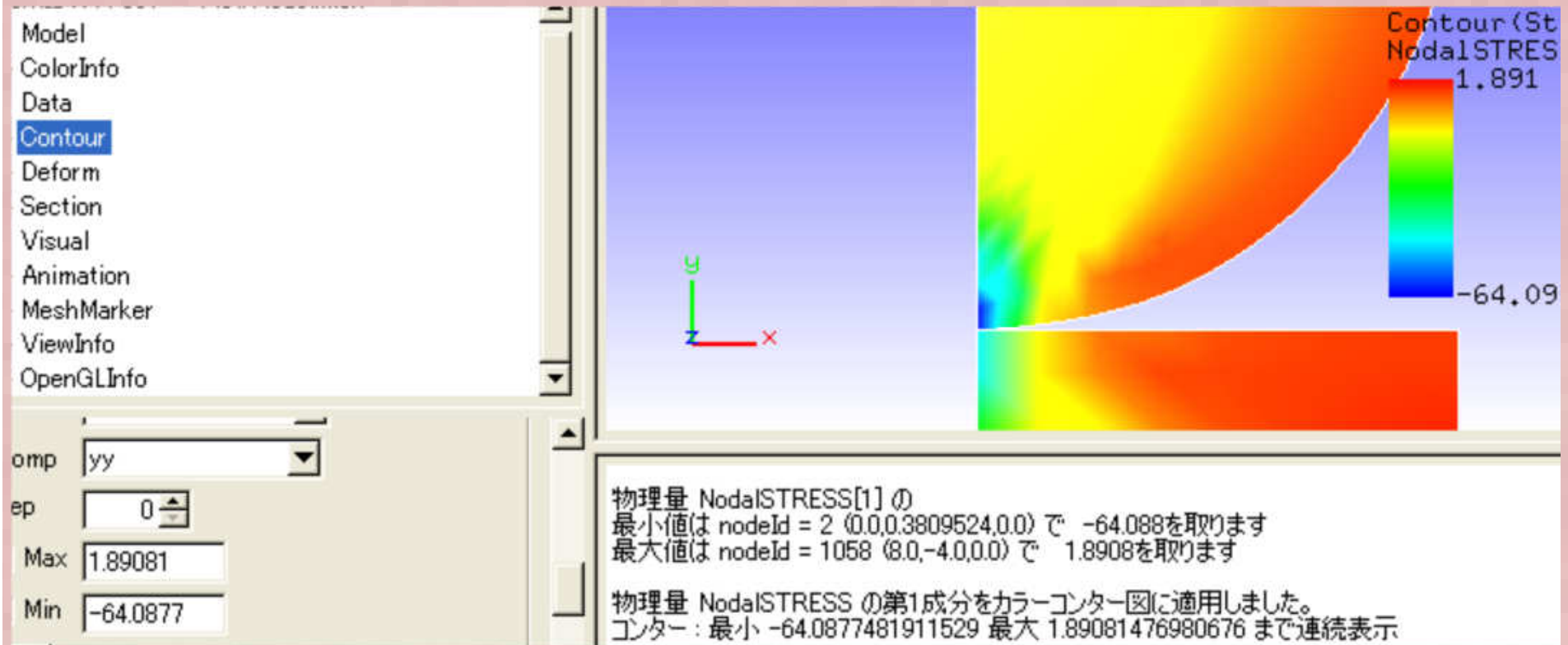


Hertzの接触問題 解析結果

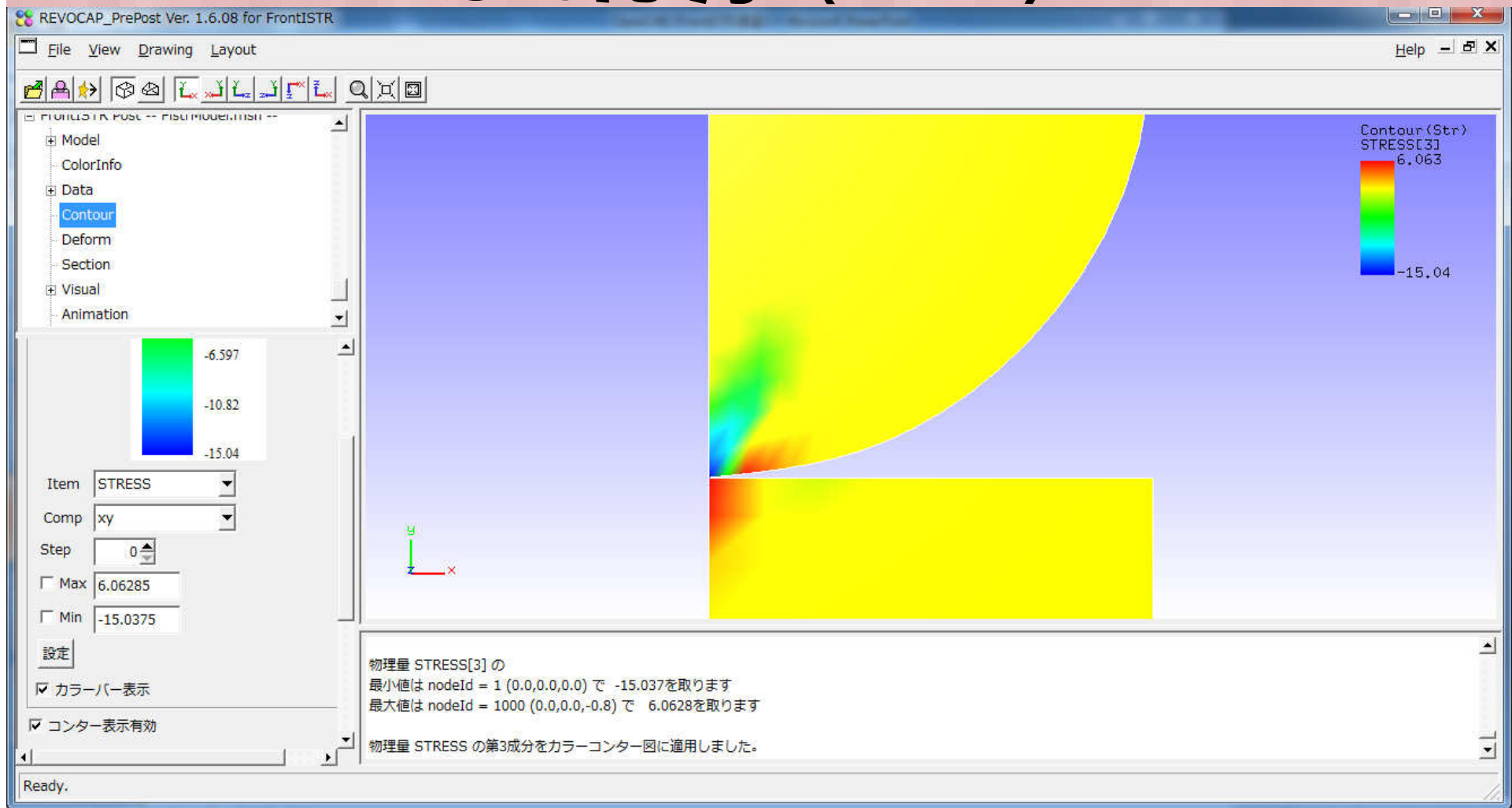
ミーゼス応力



Hertzの接触問題 解析結果 Y応力



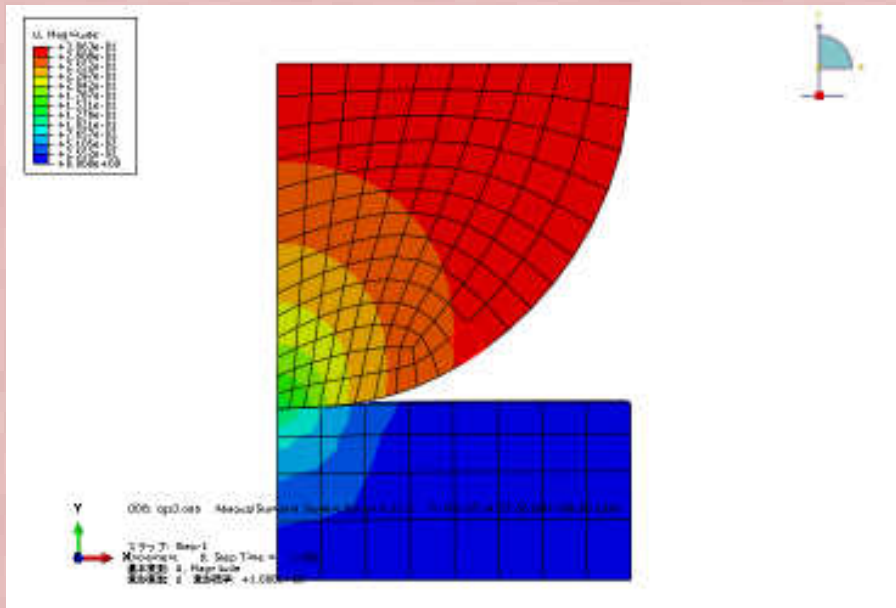
Hertzの接触問題 解析結果 せん だん応力 (X Y)



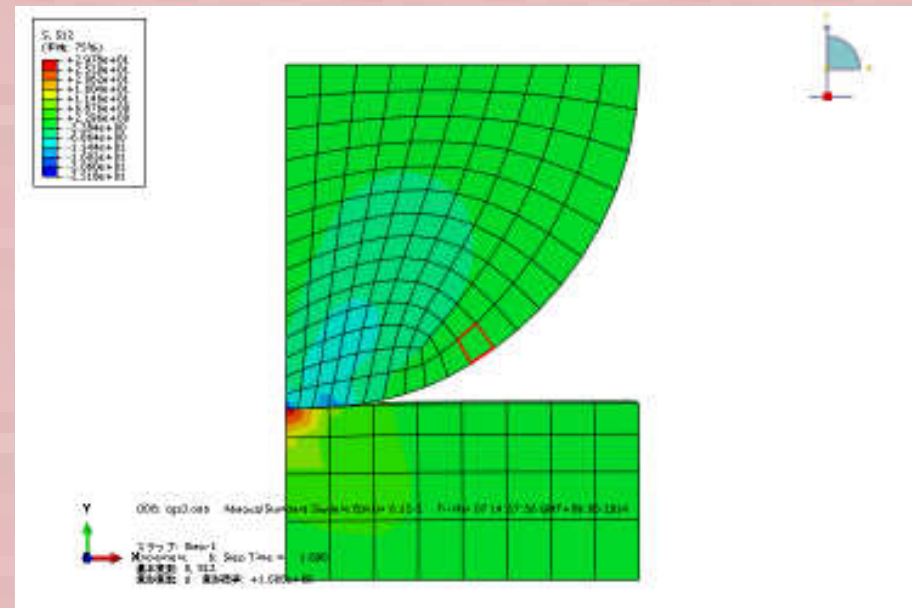
$\tau_{xy} = 15.04 \text{ MPa}$ 理論解 $\tau_{\max} = 14.2 \text{ MPa}$

(参考) ABAQUS -studentedition での解析結果

参考と同じメッシュにてabaqus のStudent edition を使った解析では以下の結果が得られました。



接触半径=1.517mm



最大せん断応力 S_{12} =29.776MPa

以上で本演習は完了です。