ABAQUS/CAE利用の手引き

TSUBAME Computing Services, Global Scientific Information and Computing Center

2024-06-20

Table of contents

1. はじめに 3
1.1. 利用できるバージョン 3
1.2. 概要 3
1.3. マニュアル 3
2. ABAQUS/CAEの使用方法 6
2.1. ABAQUS/CAEの起動 6
2.2. ABAQUS CAE の起動オプション 7
2.3. ライセンス使用状況の確認 7
2.4. 使用上の注意事項 7
3. モデリング 9
3.1. 入力データ作成手順 9
3.2. ABAQUS/CAE データベースファイルの新規作成 9
3.3. 形状の作成 12
3.4. 材料特性の設定 16
3.5. 解析手法と結果出力の設定 25
3.6. 荷重条件と境界条件の設定 27
3.7. メッシュの作成 37
3.8. 入力データの書き出し 42
3.9. 終了 45
4. データチェック　結果表示 46
4.1. データチェック 46
4.2. 結果表示 52
改訂履歴 55

1. はじめに

運用終了

TSUBAME3 は既に運用を終了しています。 TSUBAME4 のマニュアル類はこちら

本書は、ABAQUS/CAEを東京工業大学学術国際情報センターのTSUBAME3で利用する方法について説明しています。 また、TSUBAME3を利用するにあたっては、TSUBAME利用の手引きもご覧下さい。 利用環境や注意事項などが詳細に記述されております。

1.1. 利用できるバージョン

TSUBAME3で利用可能な最新バージョンについてはTSUBAME計算サービスWebサイトの アプリケーション ページをご確認下さい。
研究に支障がない限り、バグ修正の入っている最新版をご利用下さい。

1.2. 概要

ABAQUS/CAEは、ABAQUSの入力データ作成、結果表示、結果処理を行うプログラムです。 ABAQUSの入力データ作成、結果表示、結果処理は、ABAQUS/CAEの他にPatranでも行うことができます。 なお、以前ABAQUS/Viewer と呼ばれていた製品は ABAQUS/CAEの機能の一部になっています。

主な機能を以下に示します。

・プリ処理　ABAQUS入力データの作成

・ジオメトリ　形状モデルを作成する。また、CADデータをインポートすることもできる

・アセンブリ: モデルの集合　形状、拘束など　を作成する。

・解析: 線形解析、非線形解析などの解析手法を選択する。

・拘束と相互作用: 接触、荷重条件、境界条件、接続方法(スポット、ボルトなど)を設定する。

・メッシュ: シェル要素、ソリッド要素などの作成、編集をする。

・ポスト処理　ABAQUS計算結果の表示・データ処理など

・モデルのプロット: 変形前、変形後あるいはその両方のモデルを表示する。

・等高線のプロット: カラーの領域あるいは線によって、モデルの表面上に解析変数の値を表示する。

・ベクトルのプロット: 材料の方向性あるいは変数を、節点からのベクトルとして表示する。

・X-Yプロット: 解析結果あるいはユーザが定義した変数を、X-Yグラフに表示する機能。通常のX-Yグラフ作成プログラム

・モデルと結果のプリント: モデルと計算結果の画面上のイメージをファイルへ出力する。

・アニメーション: 一連のプロッター情報をアニメーションとして表示する。

1.3. マニュアル

オンラインドキュメントを用意しています。

ABAQUS/CAE Documentation Collection　東工大学内からのみ閲覧可能

マニュアルは下記よりアクセス可能です。
https://help.3ds.com/

製品アカウントをお持ちでない場合は、3DEXPERIENCE ID を作成することにより、どなたでもご覧いただけます。
アカウント作成は無料で、ライセンス契約の有無は関係ありません。

上記リンクからジャンプした先で「3DEXPERIENCE ID を作成」をクリックし、必要事項を入力してアカウントを作成します。
アカウント作成後ログインし、下記画面からバージョンと言語を選択します。

その後製品名のリンクをクリックすると、下記のようなオンラインドキュメントを参照できます。

DASSAULT SYSTEMES SIMULIA ユーザー補助 2020 その他のバージョン 2020 検索

> ドキュメントの検索

- ドキュメントの検索
- はじめに
- 法律上の注意点
- Abaqus
- fe-safe
- Isight
- SIMULIA Execution Engine
- Tosca Fluid
- Tosca Structure
- インストール、ライセンス & 構成

オンライン ドキュメンテーションの検索

オンライン ポータルでは、インストールされているドキュメントまたはドキュメントで検索を実行できます。

このタスクは、次の操作手順を示します。:

- EXALEAD CloudView を使用してインストール済みドキュメントを検索する
- 検索アプレットを使用してインストール済みドキュメントを検索する
- オンライン ポータルでドキュメントを検索する

EXALEAD CloudView を使用してインストール済みドキュメントを検索する

検索対象を特定のコンテキストに限定し、検索結果を特定の製品やガイドに簡単に絞り込むことができます。

EXALEAD CloudView のインストールについては、「SIMULIA Installation Guide」を参照してください。

1. ブラウザの右上隅にある検索ボックスに検索語句を入力します。

   デフォルト動作では、すべての単語または単語の形式を任意の順序（「ファジー」検索）で検索します。

   検索結果が表示され、検索結果を絞り込むための［絞り込み（Refinements）］ペインが右側に表示されます。

   検索結果は、タイトルで検出された検索文字列の加重優先設定値、ページあたりの一致数、完全一致などによる内部アルゴリズムに基づいて検索クエリとの関連性順に並べられます。

ヒント:

- テキストを二重引用符で囲むと、完全一致検索を行うことができます。 例えば、 `"file parameters"`と入力した場合、*file parameters* という語句をこのとおりの順序で含むページのみが検索結果として返されます。
- サポートされている演算子は、AND、OR、および NEAR です。 NEAR 演算子の場合、デフォルトでは、単語間の最大距離は 16 ワードです。 NEAR/*x* を使用して、語句の最大分離を指定できます。 検索アルゴリズムでは、追加の演算子がサポートされている場合がありますが、語句の高輝度表示はサポートされていません。
- 検索を制限して、タイトルまたは Abaqus 用語の中から語句を検索できます。

コンテキスト	構文	例
タイトル	`title:語句`	`title:optimization`
Abaqus キーワード	`abqkeyword:語句`	`abqkeyword:"contact clearance"`
Abaqus パラメーター	`abqparameter:語句`	`abqparameter:unsymm`
Abaqus パラメーター値	`abqparamvalue:語句`	`abqparamvalue:yes`
Abaqus ユーザー サブルーチン	`abqusersub:語句`	`abqusersub:umat`

2. ABAQUS/CAEの使用方法

運用終了

TSUBAME3 は既に運用を終了しています。 TSUBAME4 のマニュアル類はこちら

2.1. ABAQUS/CAEの起動

TSUBAMEに接続しての利用は動作が重く、また、ABAQUS/CAE をリモートサーバに接続して利用する方法はベンダ非推奨となります。 そのため、センターでは研究室のPCにインストールして使用できるようWindows 版の学内配布を行っております。 配布の詳細はソフトウェア配布のWebページをご参照ください。

なお、学内端末にインストールしたABAQUSではABAQUS/CAE の起動はできますが、ジョブの実行は出来ないよう機能制限しています。 そのため、ジョブを実行する際は、TSUBAMEに入力ファイルを転送してTSUBAME 上でジョブ実行し、計算終了後PCに計算結果のファイルを転送する作業が必要となります。

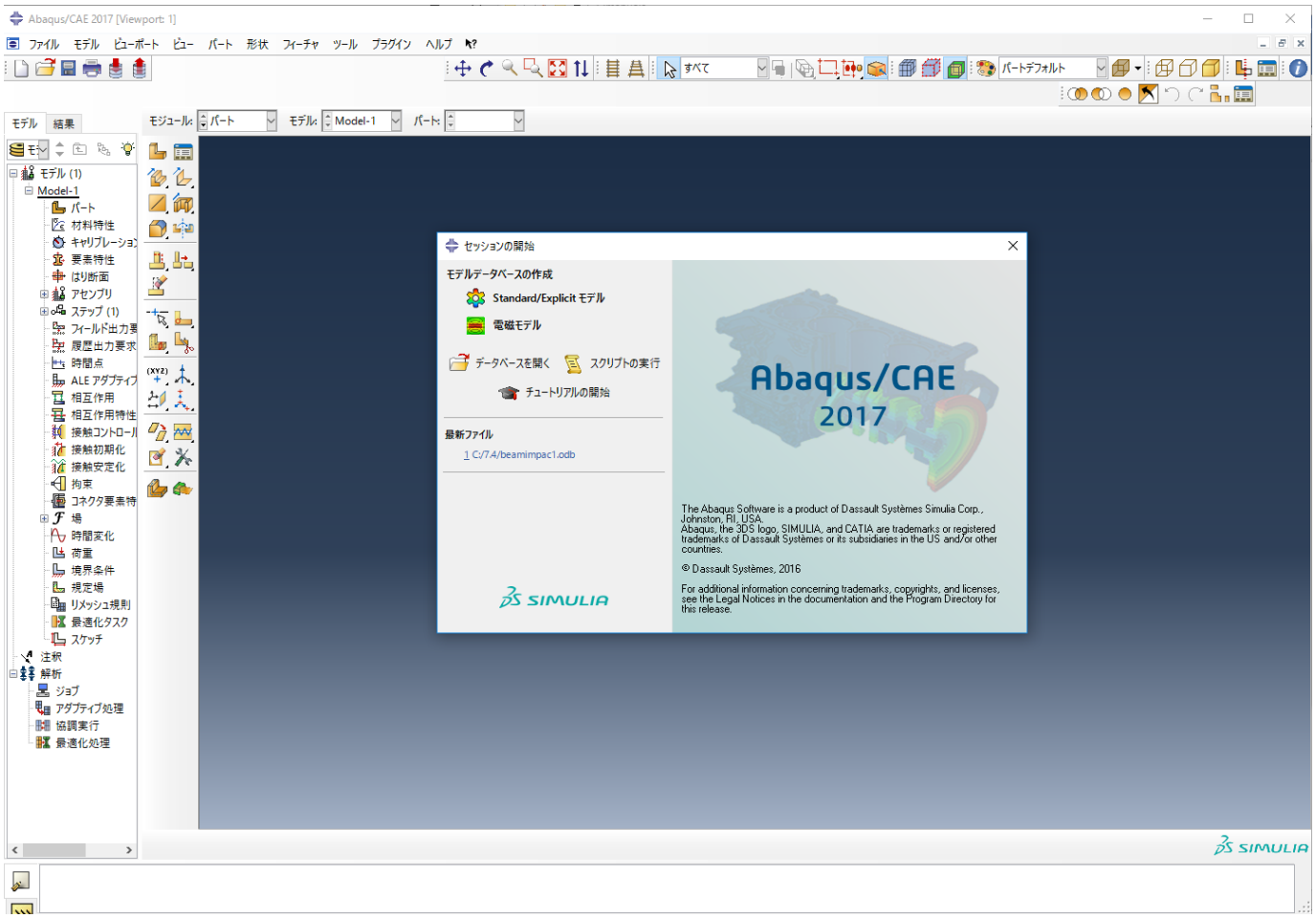
2.1.1. インタラクティブ実行

ログイン方法を参考にログインノードにログイ ン後、インタラクティブノードを利用したX転送を 参考にノードをX転送付きで確保して下さい。 以下以降の例では、全て計算ノードにログインした状態で行います。

コマンド実行例

例では2時間接続で、割り当てノードとしてr0i0n0が割り当てられた場合を想定しております。
割り当てノードはコマンド実行時に空いているノードですので、明示的にノードを指定することはできません。

```
r0i0n0:~> module load abaqus
r0i0n0:~> abaqus cae
```



2.2. ABAQUS CAE の起動オプション

主な起動オプションを以下に示します。
出力データベース名を指定しての起動

```
$ abaqus cae database=<出力データベースファイル名>
(例) $ abaqus cae database=beamimpac1.odb
```

リプレイファイルに書き込まれているコマンドを自動的に処理させる場合

```
$ abaqus cae replay=<リプレイファイル名>
(例) $ abaqus cae replay=abaqus
```

2.3. ライセンス使用状況の確認

ABAQUS/CAEのライセンス利用状況は以下のコマンドでご確認ください。

```
$ abaqus licensing dslsstat -usage
```

2.4. 使用上の注意事項

- 大規模なモデルや、計算ステップが多いモデルを扱う時、出力が膨大になる可能性があるので、出力内容を制限するようにして下さい。
- 入力されたコマンドは、リプレイファイル(デフォルト　abaqus.rpy)に書き出されます。ファイル名を変更して保管しておくことを、お勧めします。

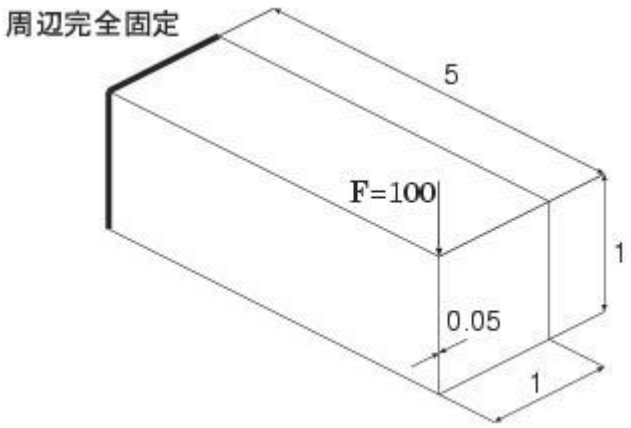
- 実行中に強制終了させると、ライセンスをしばらく掴んだままの状態になることがあります。FileメニューからExitを選択して終了するようにしてください。
- ABAQUS/CAE上からジョブを投入しないで下さい。システムトラブルを引き起こすことがあり、他のユーザに迷惑をかけることになります。

3. モデリング

運用終了

TSUBAME3 は既に運用を終了しています。 TSUBAME4 のマニュアル類はこちら

簡単な入力データ作成を通して、ABAQUS/CAEの特徴を説明します。今回作成するモデルを下に示します。



3.1. 入力データ作成手順

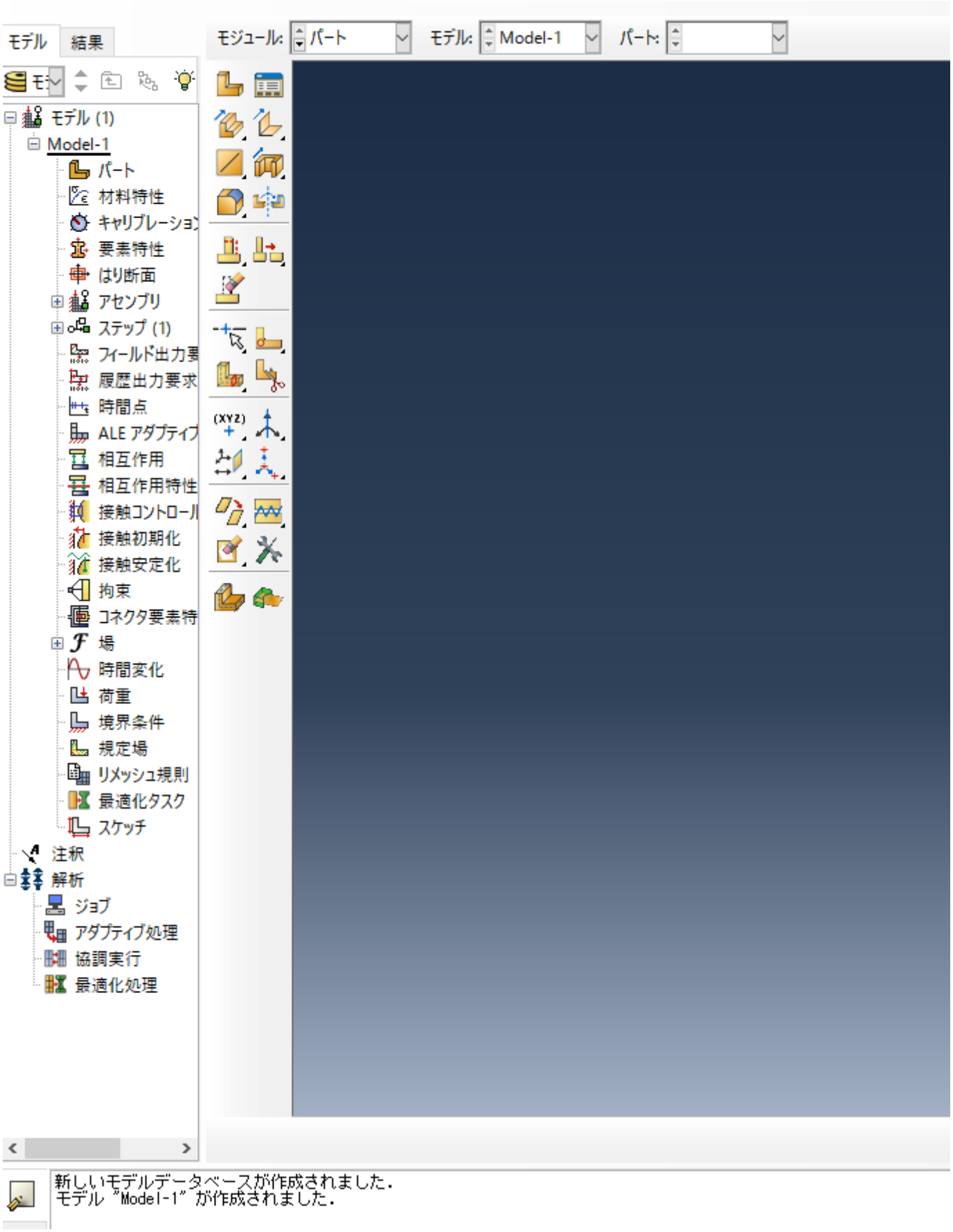
今回の入力データ作成における手順を以下に示します。

1. Partモジュールで形状を作成する
2. Propertyモジュールで物性値を設定する
3. Stepモジュールで解析手法　結果出力を設定する
4. Loadモジュールで荷重条件と境界条件を設定する
5. Meshモジュールでメッシュを作成する
6. Jobモジュールで入力データを書き出す

3.2. ABAQUS/CAE データベースファイルの新規作成

ABAQUS CAEを起動し、データベースファイルを新規に作成します。 セッションの開始ウィンドウの「モデルデータベースの作成」のStandard/Explicitモデルをクリックします。

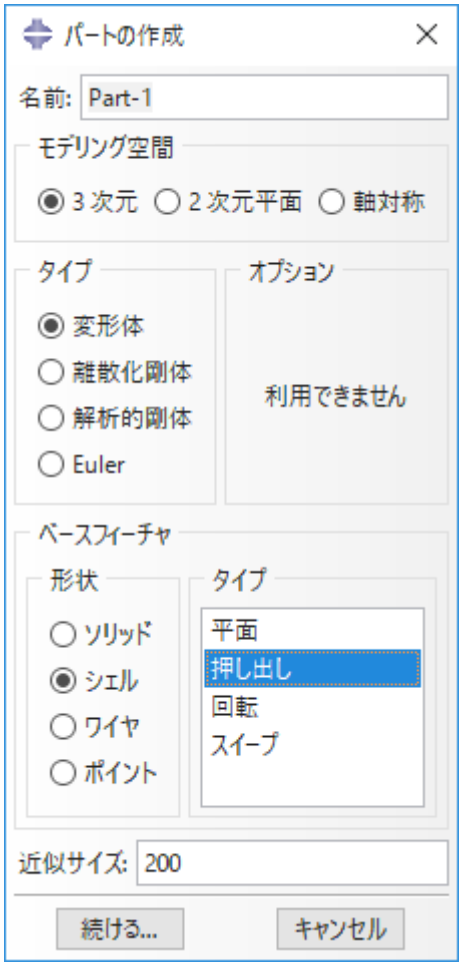
ABAQUS CAEが起動します。


モデル
結果
モジュール: パート
モデル: Model-1
パート:
モデル (1)
Model-1
パート
材料特性
キャリブレーション
要素特性
はり断面
アセンブリ
ステップ (1)
フィールド出力要
履歴出力要求
時間点
ALE アダプティブ
相互作用
相互作用特性
接触コントロール
接触初期化
接触安定化
拘束
コネクタ要素特
場
時間変化
荷重
境界条件
規定場
リメッシュ規則
最適化タスク
スケッチ
注釈
解析
ジョブ
アダプティブ処理
協調実行
最適化処理
新しいモデルデータベースが作成されました.
モデル "Model-1" が作成されました.

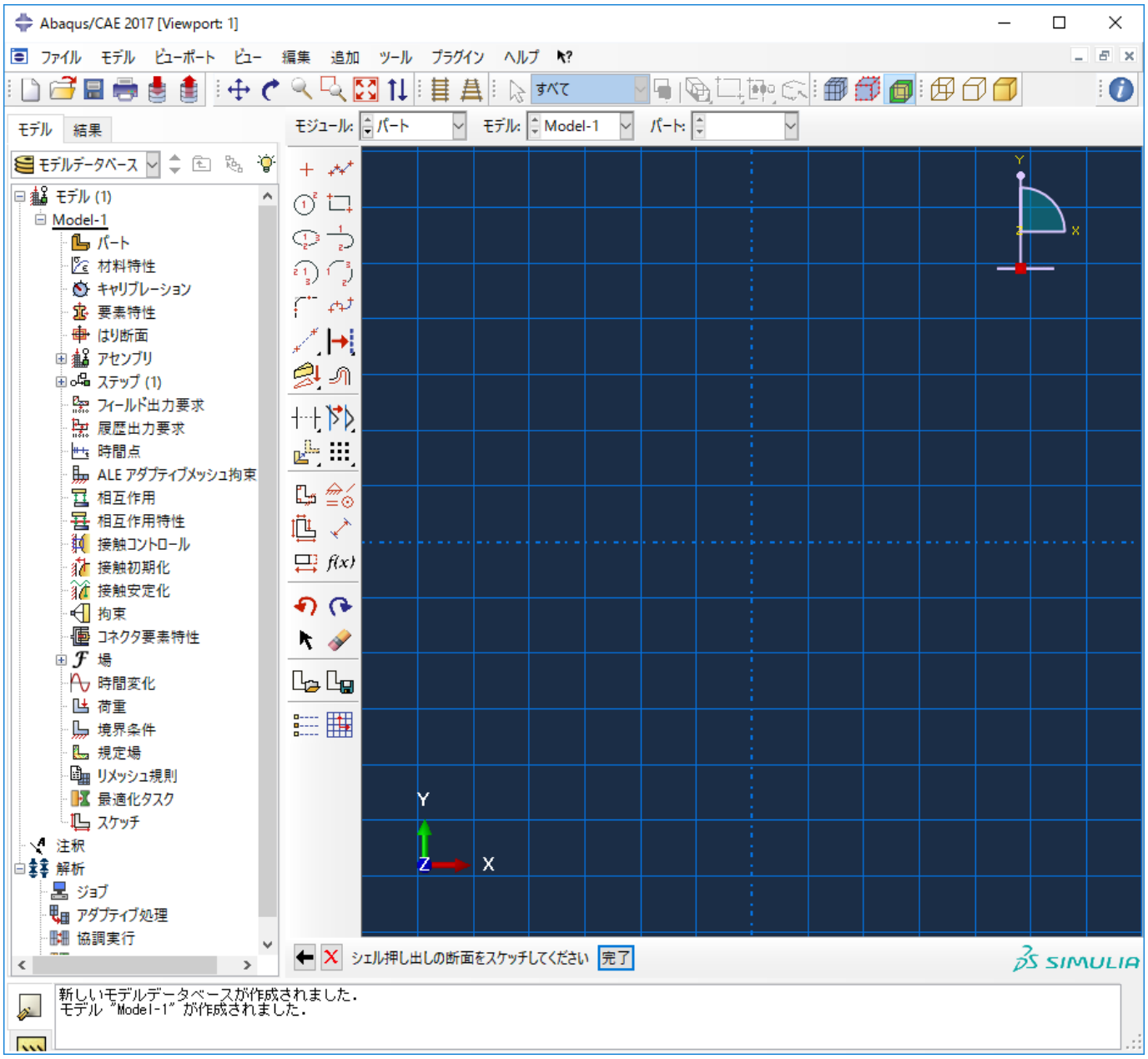
3.3. 形状の作成

まず、パートの作成ボタンをクリックします。

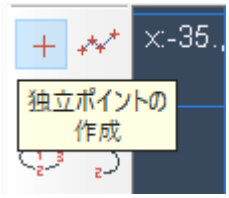
パートの作成ウィンドウが立ち上がります。 矩形を作成してから、その矩形を押し出すことで 形状を作成することにします。 このウィンドウにおいて、モデリング空間で3D、タイプで変形体、形状でシェル、タイプで押出を選択します。 続けるボタンをクリックします。



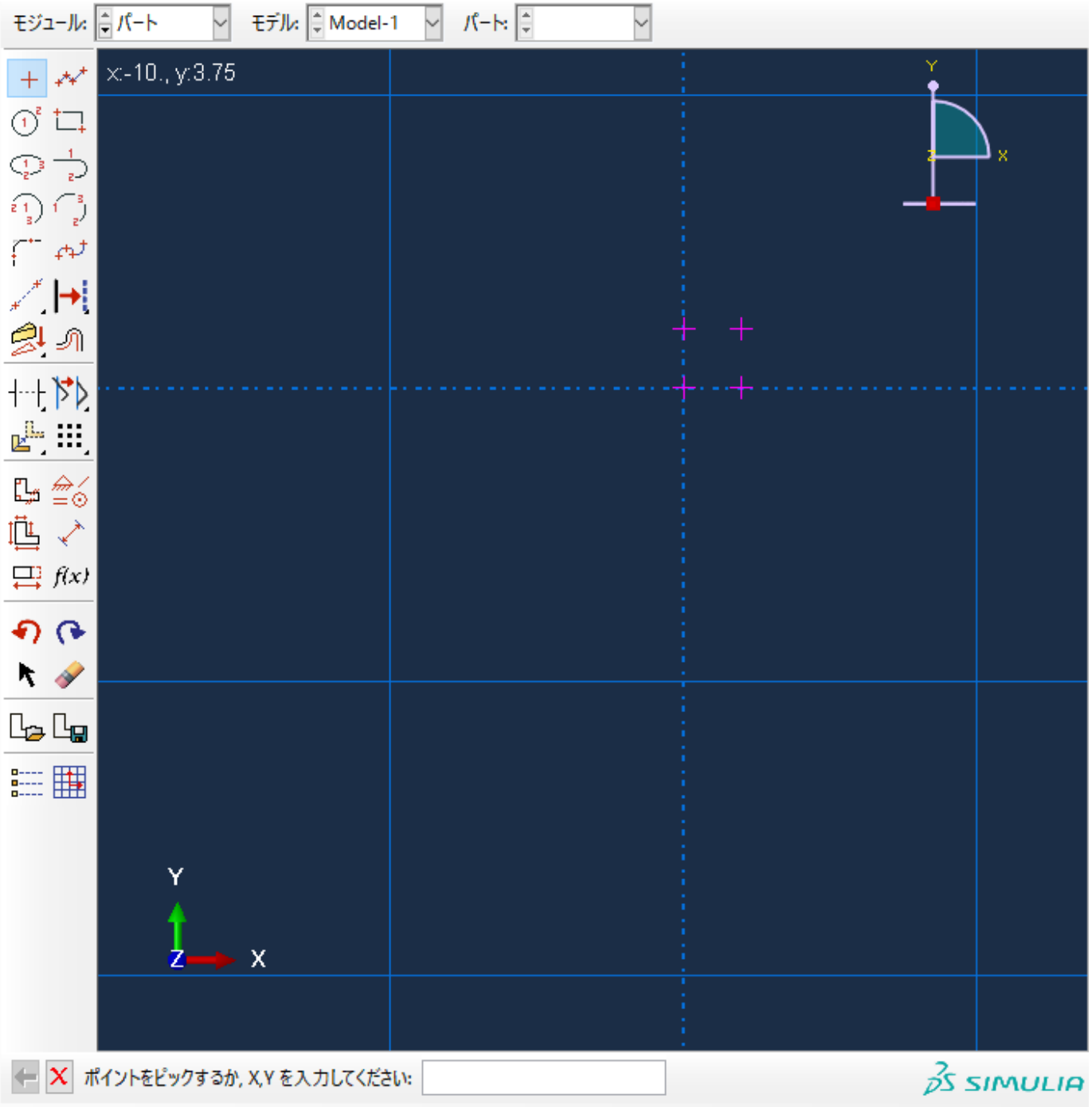
以下のようなグリッドが表示された画面となります。



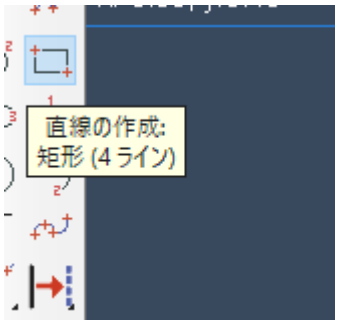
まず、矩形を作成するために、座標値を入力します。独立ポイントの作成ボタンをクリックします。



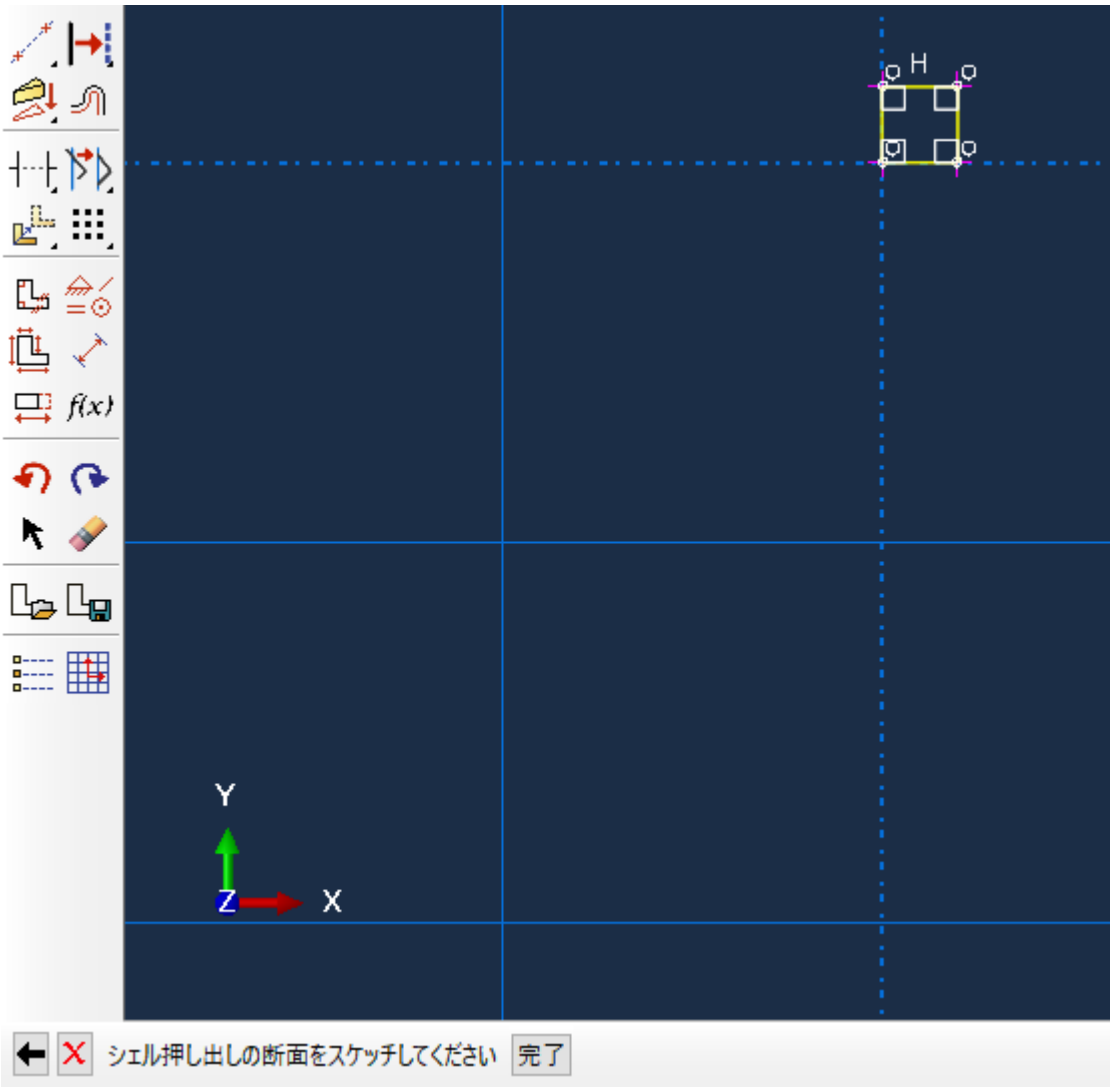
座標値を入力します。入力する座標値は(0,0)、(1,0)、(0,1)、(1,1)です。
座標値の入力が完了したら、それらのポイントを見やすくするために拡大表示します。マウスのホイールを操作することで拡大縮小が可能です。



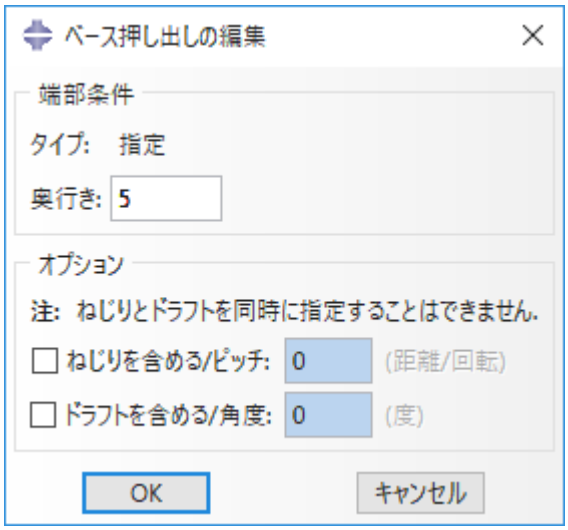
先ほど入力したポイントを使い、矩形を作成します。直線の作成　短形(4ライン)ボタンをクリックします。



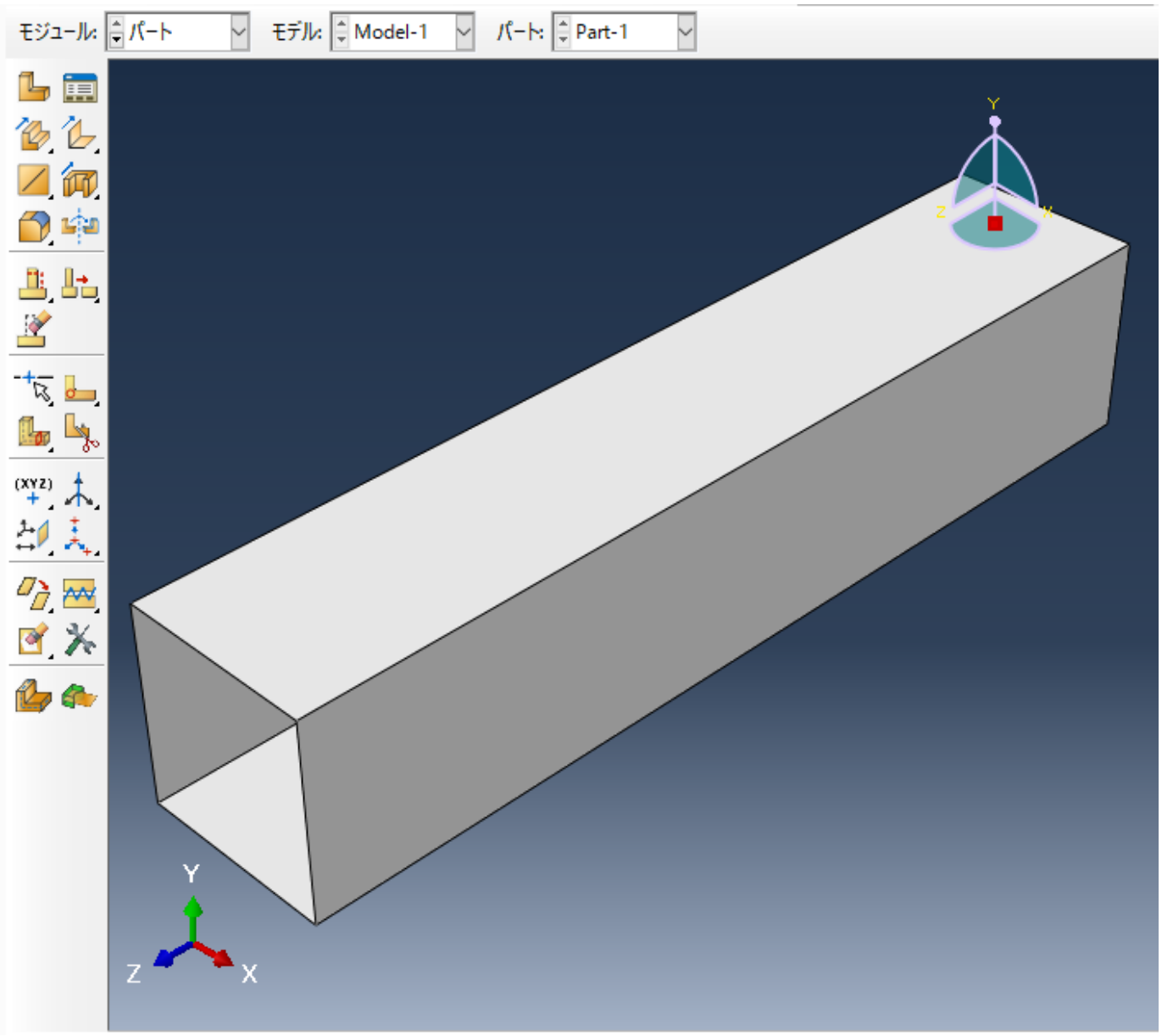
矩形を作成し終えたら、左下の「X」ボタンをクリックした後、完了をクリックします。



ベース押出の編集ウィンドウが立ち上がります。端部条件の奥行きにて、深度を指定します。今回は奥行き　5と入力し、OKボタンをクリックします。

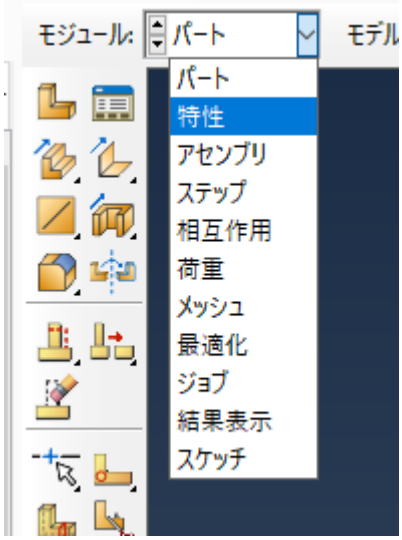


以下のような形状が作成されます。これで形状作成は完了です。



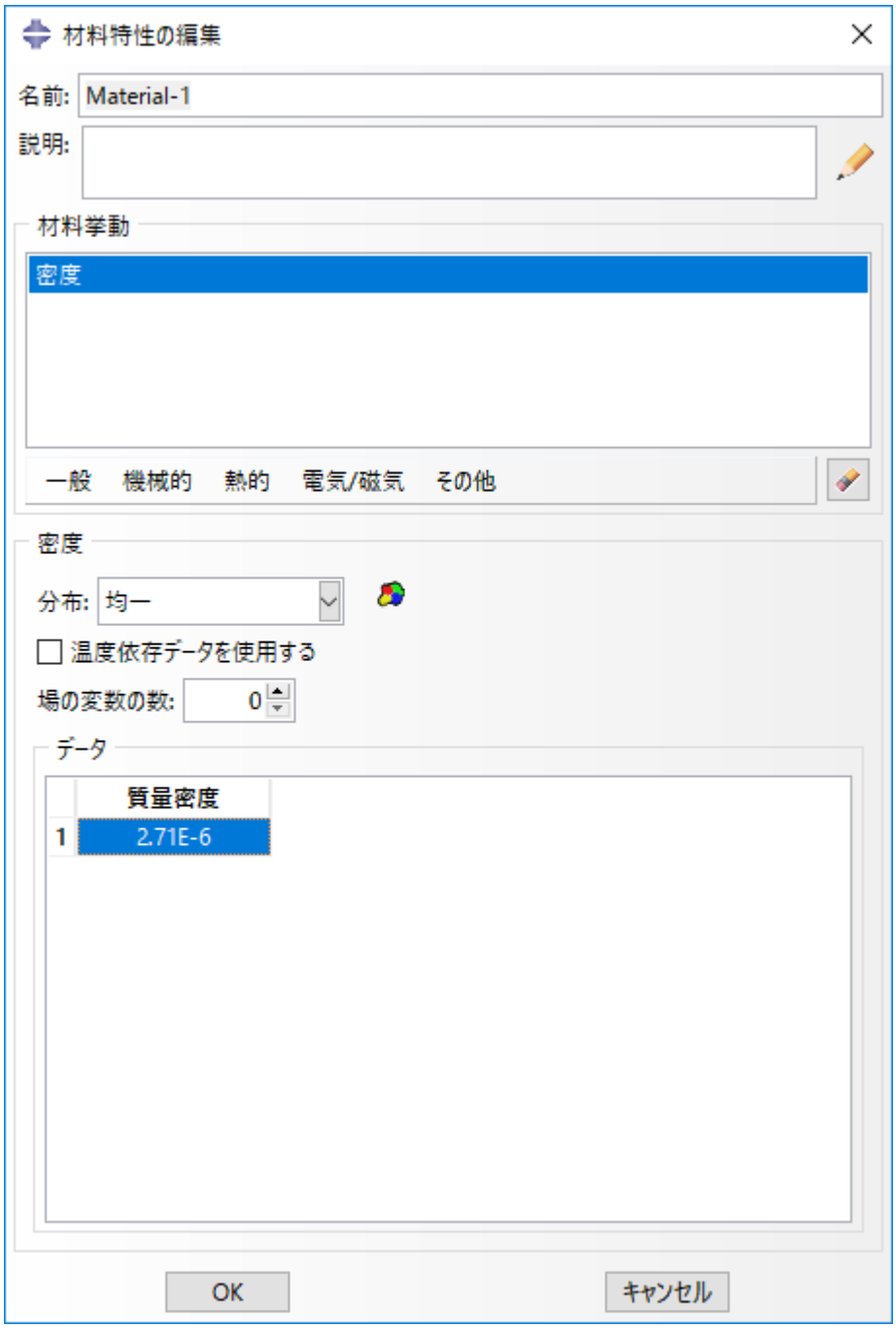
3.4. 材料特性の設定

材料特性を設定します。モジュールを特性に変更します。

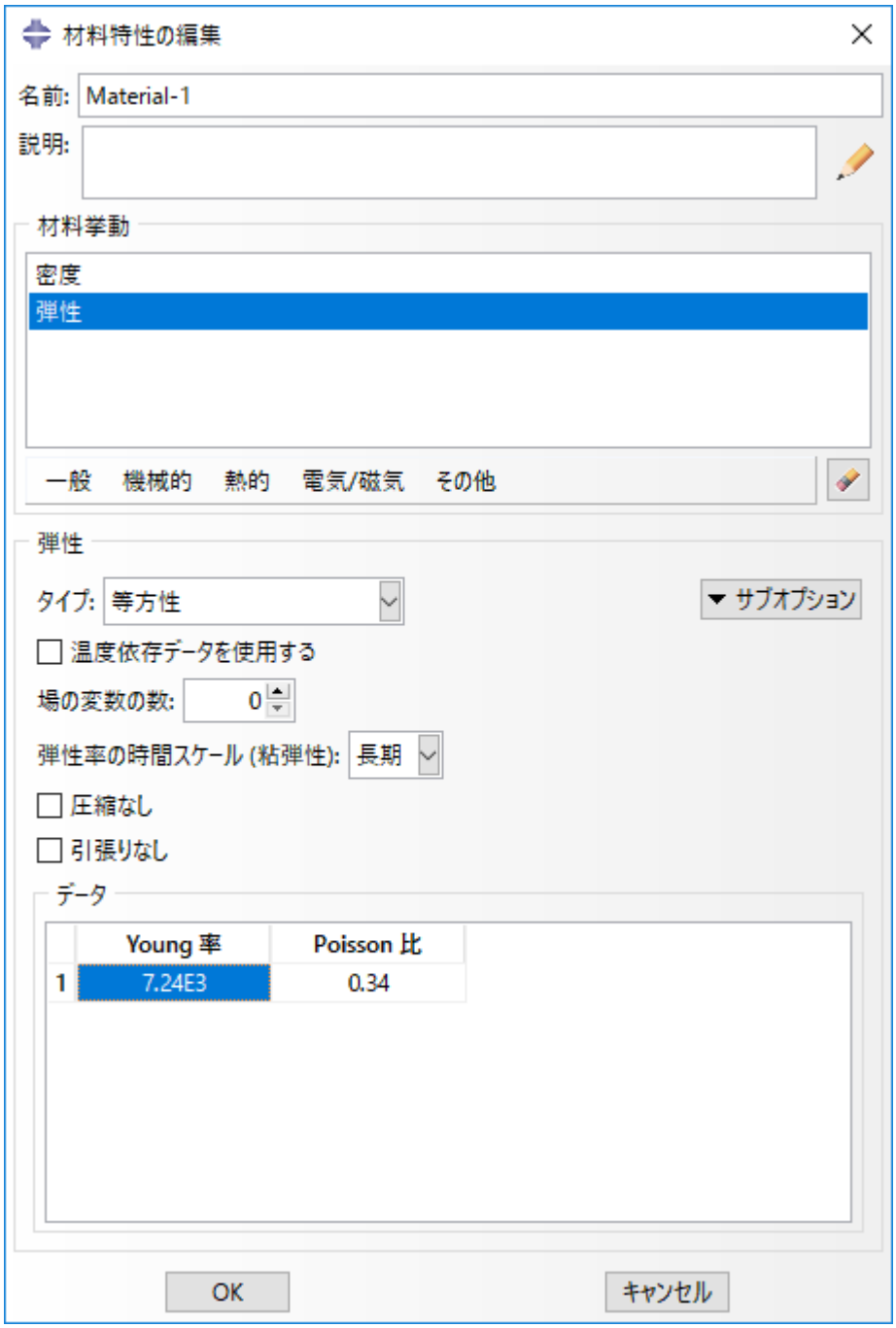


まず、材料密度、ヤング率、ポアソン比を設定します。材料特性の作成ボタンをクリックします。

材料特性ウィンドウが立ち上がります。 まず、材料密度を設定します。 「一般」⇒「密度」をクリックします。 ここでは、材料密度を「2.71×10^-6」とします。質量密度に「2.71E-6」と入力します。

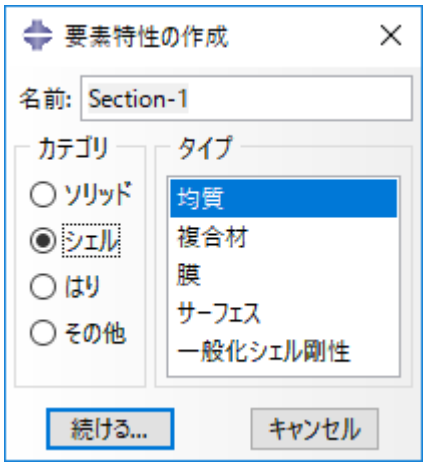


次に、ヤング率、ポアソン比を設定します。 「機械的」⇒「弾性」⇒「弾性」を クリックします。 ここでは、ヤング率を「7.24×10^3」、ポアソン比を「0.34」とします。 Young率に「7.24E3」、Poissons比に「0.34」を入力します。 入力が終わったら、OKボタンをクリックします。

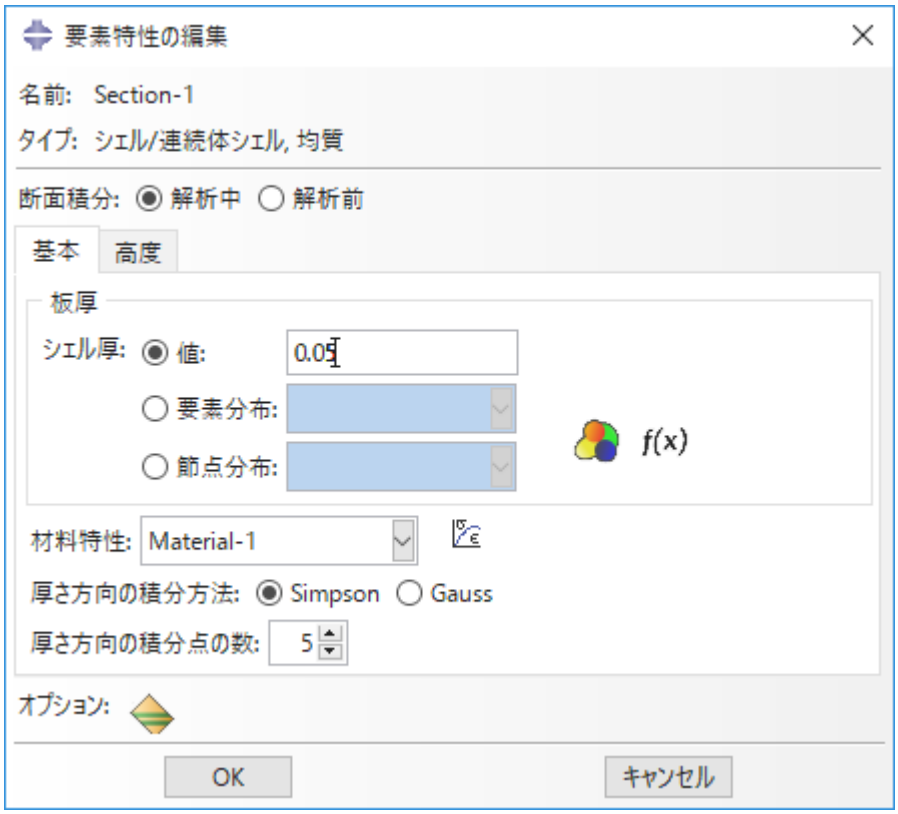


続いて、断面特性の設定を行います。要素特性の作成ボタンをクリックします。

Create Sectionウィンドウが立ち上がります。カテゴリで「シェル」、タイプで「均質」を選択します。続けるボタンをクリックします。

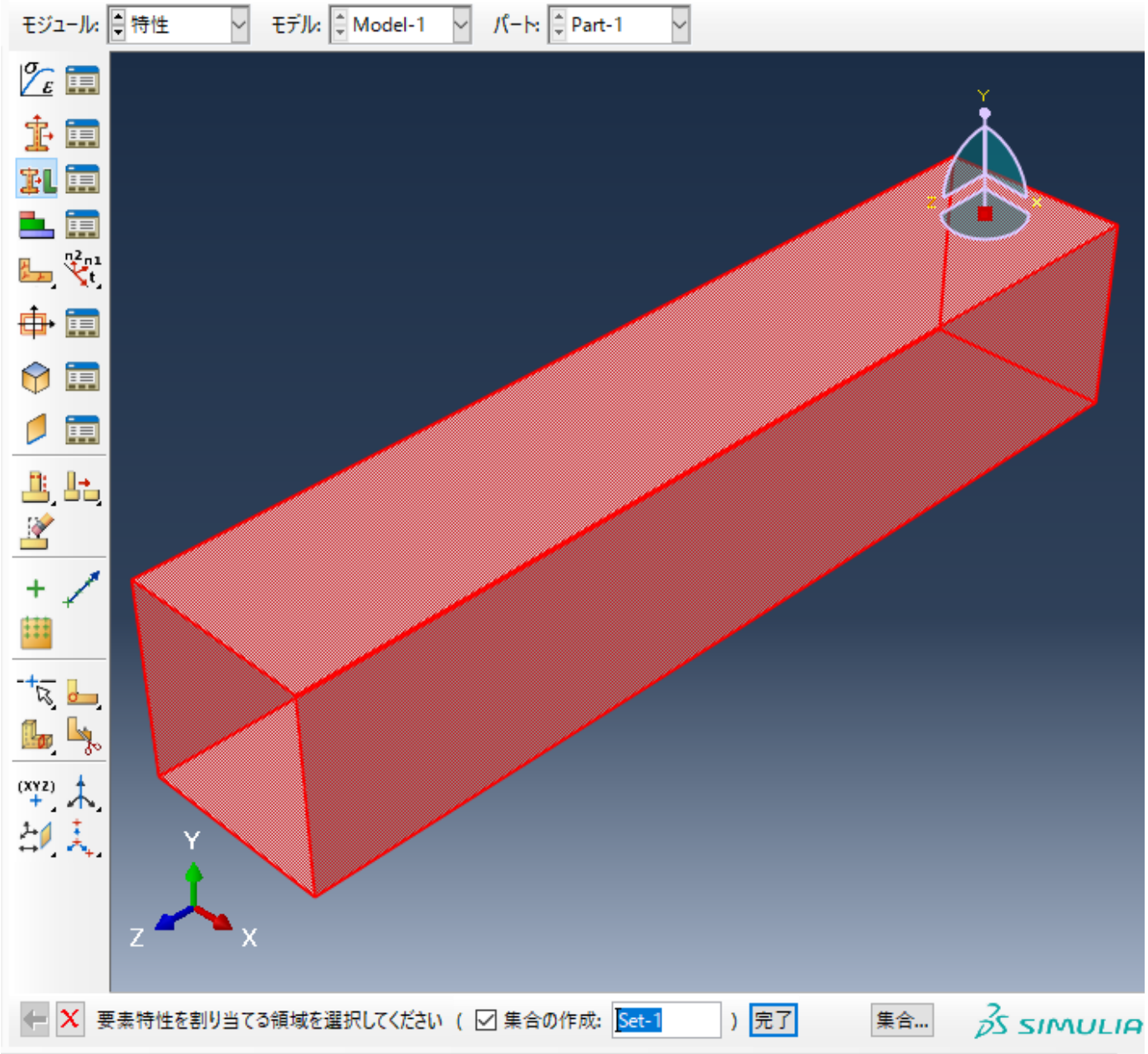


要素特性の編集ウィンドウが立ち上がります。シェル厚に「0.05」を入力します。OKボタンをクリックします。

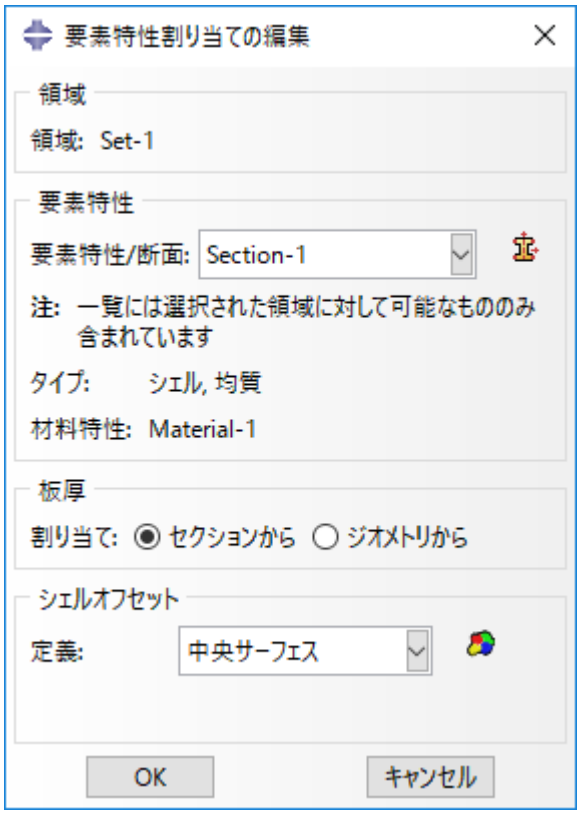


最後に、これまで設定した内容を形状に反映させます。要素特性の割り当てをクリックします。

設定した内容を反映させる形状の領域を選択します。 すべての形状に対して反映させるので、全領域をマウスドラッグすることで選択します。 選択された領域は赤く表示されます。 意図した通りに選択できたら、完了をクリックします。

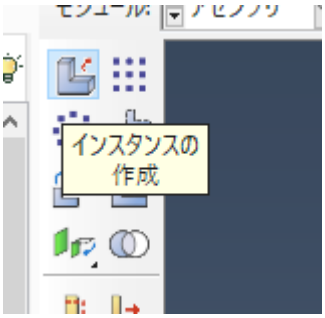


要素特性の割り当てウィンドウが立ち上がります。正しく設定されていることを確認したら、OKボタンをクリックします。

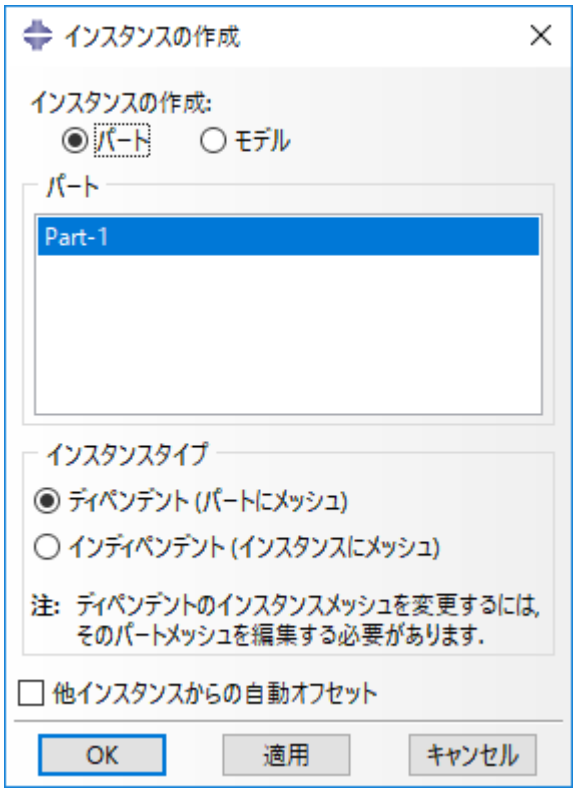


材料特性が反映されて領域が緑色になります。 完了をクリックします。 これで材料特性の設定は完了です。

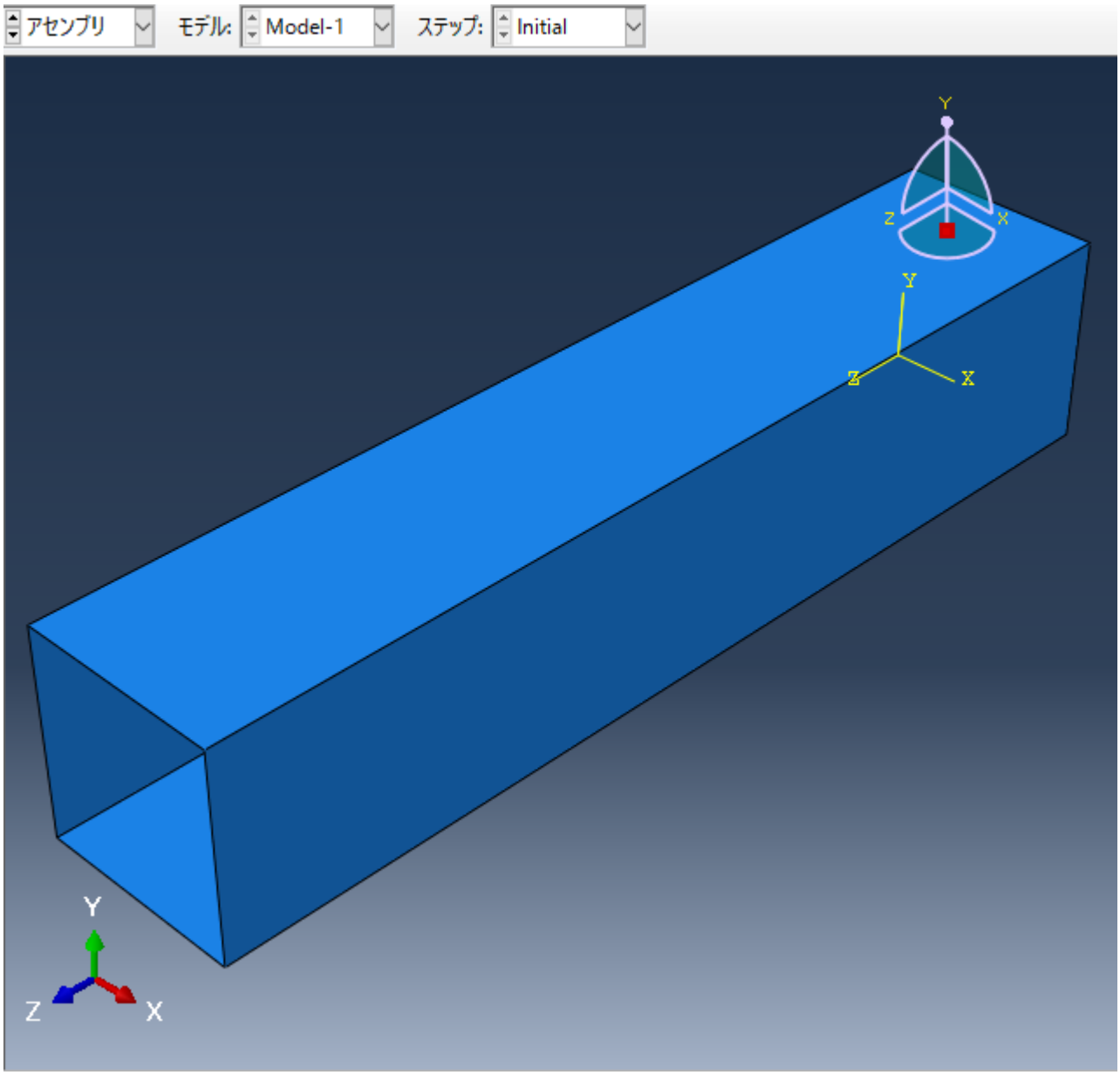
次にアセンブリの設定をします。 モジュールを「アセンブリ」に変更します。 インスタンスの作成をクリックします。



インスタンスの作成ダイアログが出てきます。 OKをクリックします。



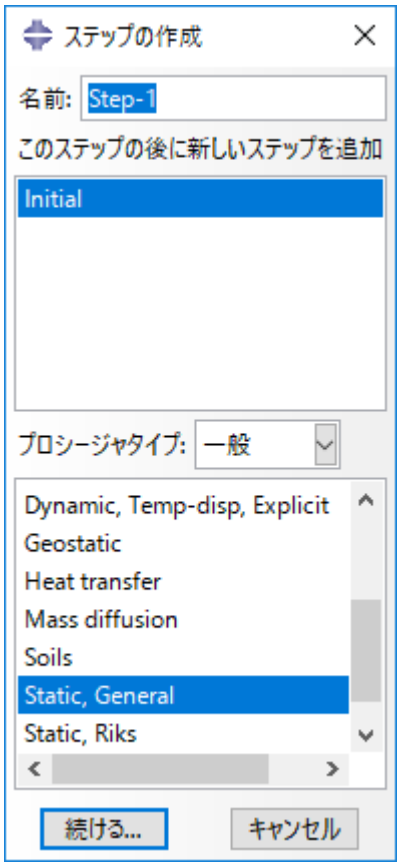
設定が反映されて、領域が青くなります。以上でアセンブリの設定は完了です。



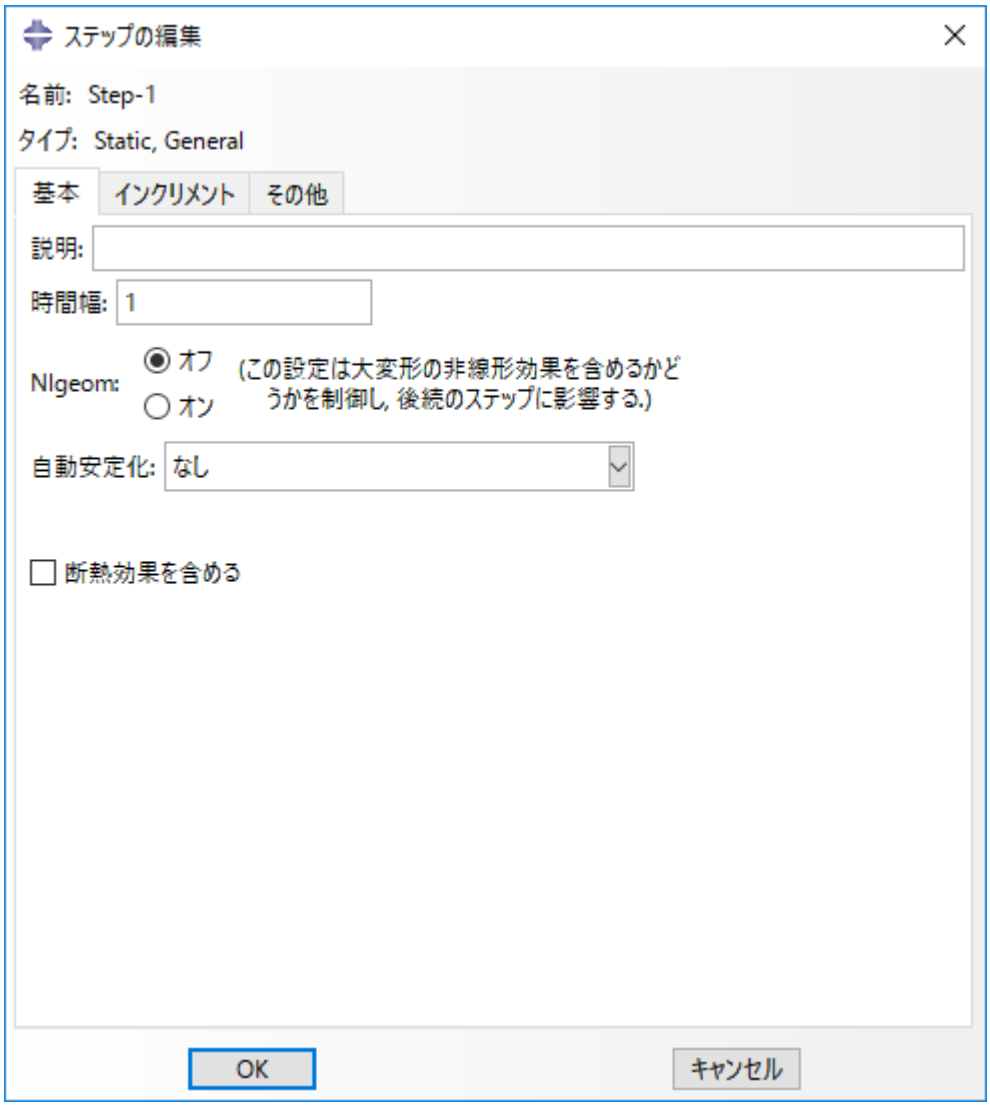
3.5. 解析手法と結果出力の設定

モジュールを「ステップ」に変更します。 ステップの作成ボタンをクリックします。

ステップの作成ウィンドウが立ち上がります。 プロシージャタイプで「一般」、「Static, General」を選択します。 続けるボタンをクリックします。

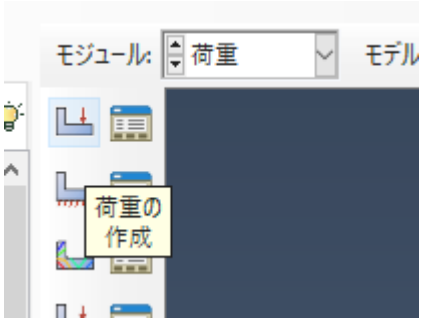


ステップの編集ウィンドウが立ち上がります。 今回はデフォルト設定で解析を行います。 内容を確認できたら、OKボタンをクリックします。 これで、解析手法と結果出力の設定は完了です。

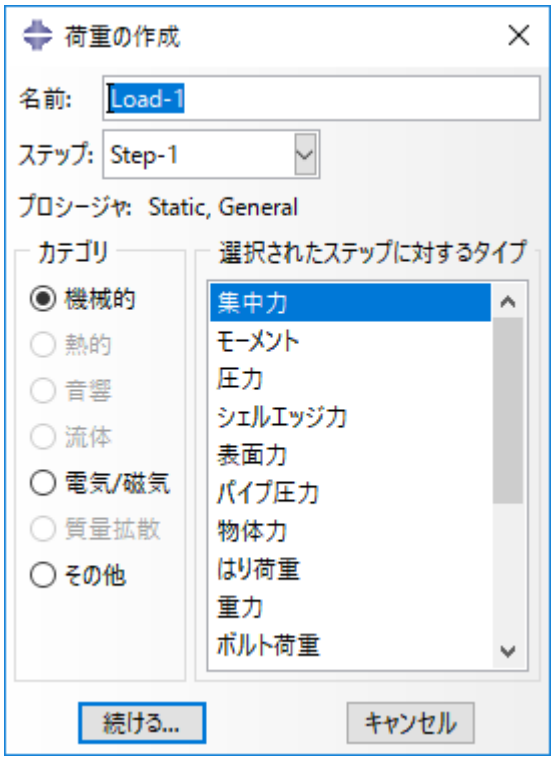


3.6. 荷重条件と境界条件の設定

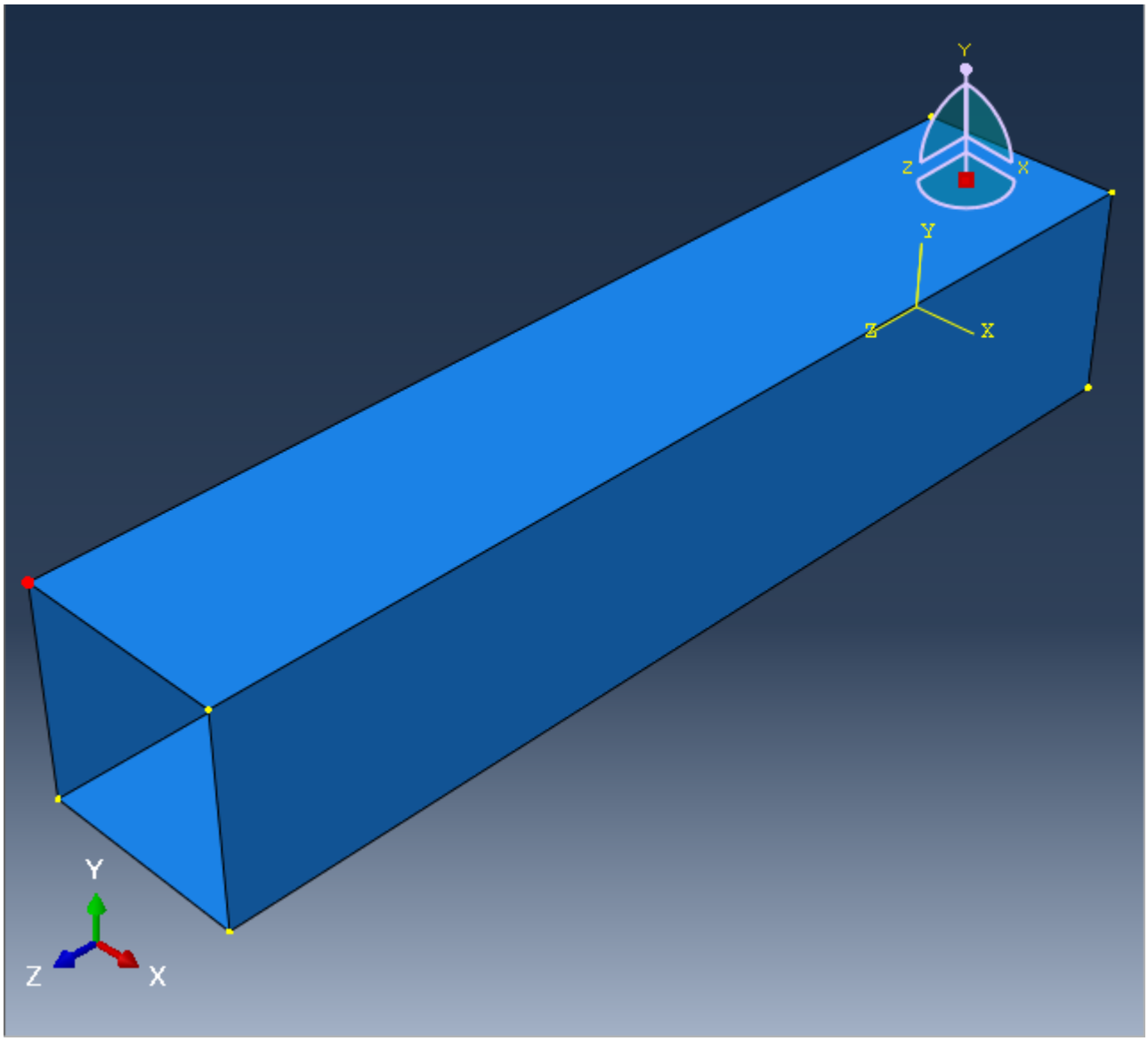
モジュールを荷重に変更します。荷重条件を設定します。 荷重の作成ボタンをクリックします。



荷重の作成ウィンドウが立ち上がります。 カテゴリに「機械的」、Types for Selected Step選択されたステップに対するタイプに「集中力」を選択します。 正しく設定したら、続けるボタンをクリックします。

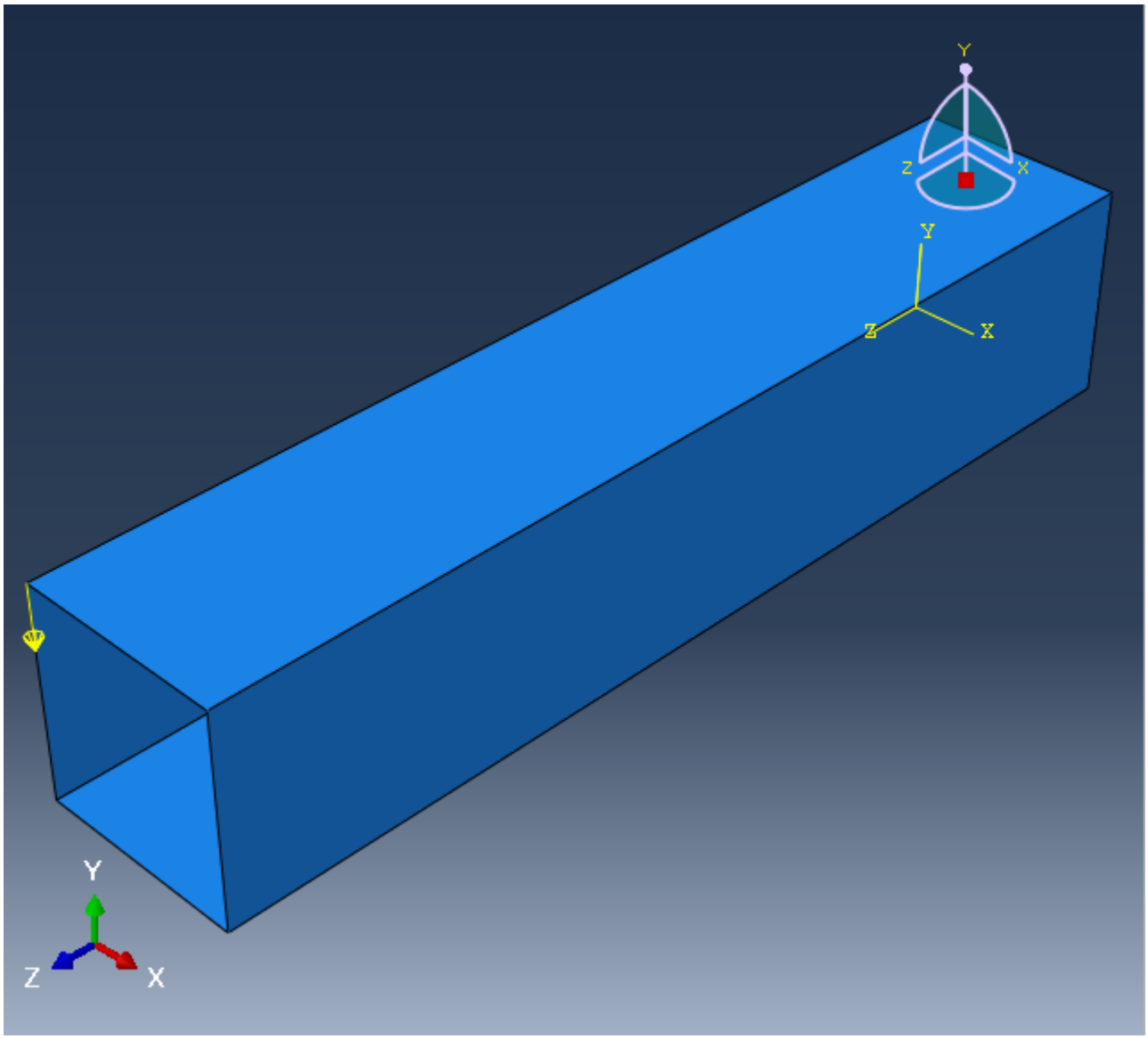


集中荷重を適用するポイントをクリックします　下図参照　。正しく選択していることを確認したら、完了ボタンをクリックします。



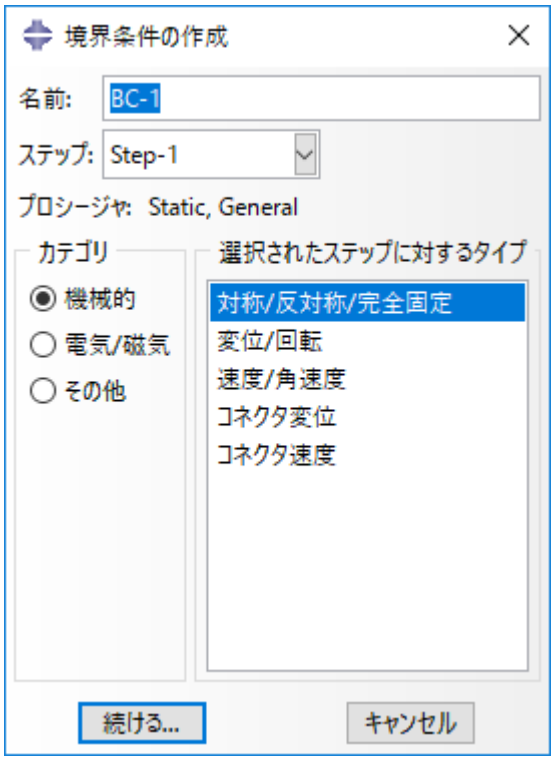
完了をクリックすると、荷重の編集ウィンドウが立ち上がります。　CF1,CF2,CF3　=　0,-100,0　と入力します。 OKボタンをクリックします。

荷重の編集
名前: Load-1
タイプ: 集中力
ステップ: Step-1 (Static, General)
領域: Set-1
座標系: (全体)
分布: 均一
f(x)
CF1: 0
CF2: -100
CF3: 0
時間変化曲線: (Ramp)
節点の回転に従う
注: 力は節点に対して適用されます.
OK
キャンセル

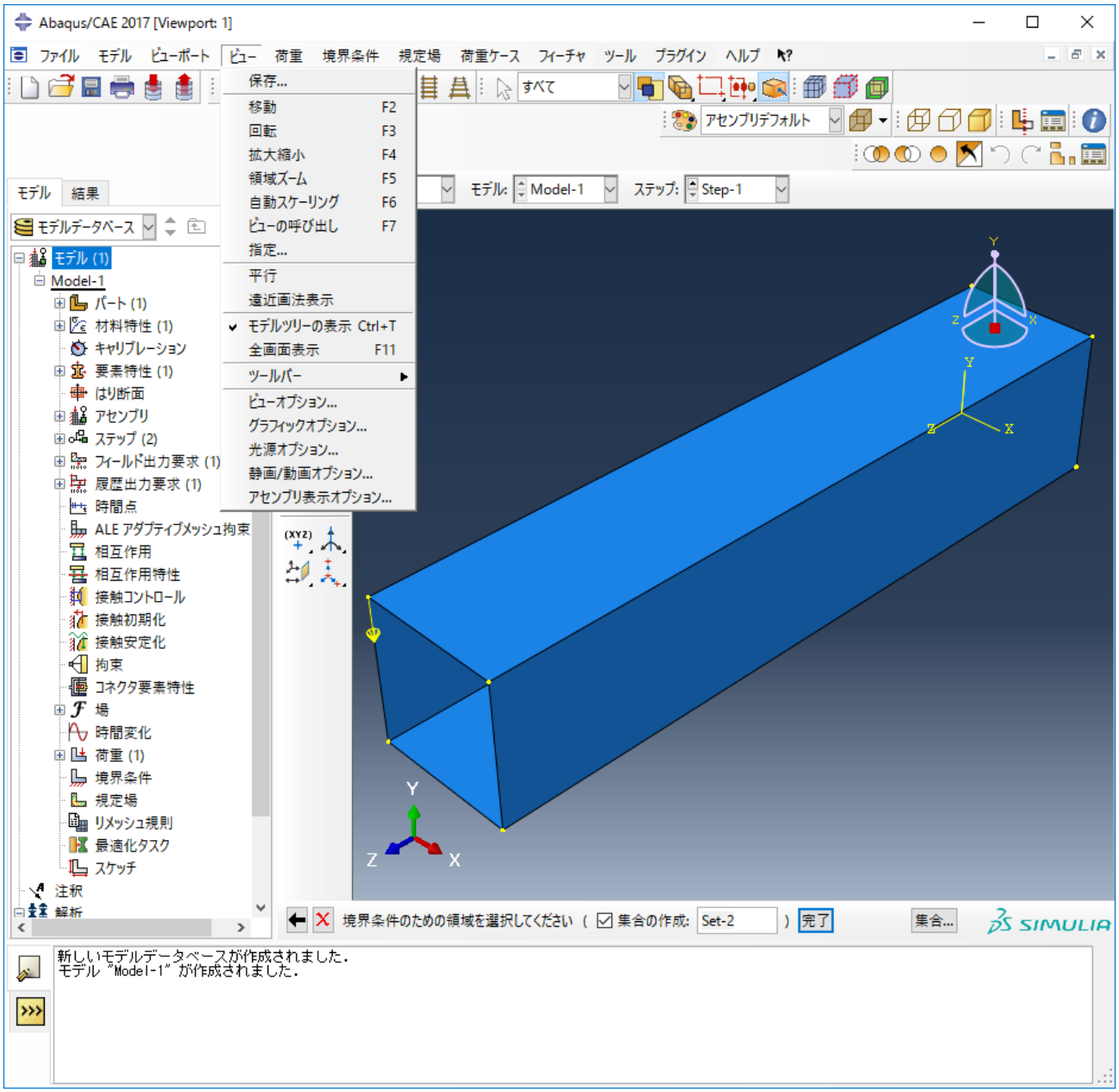


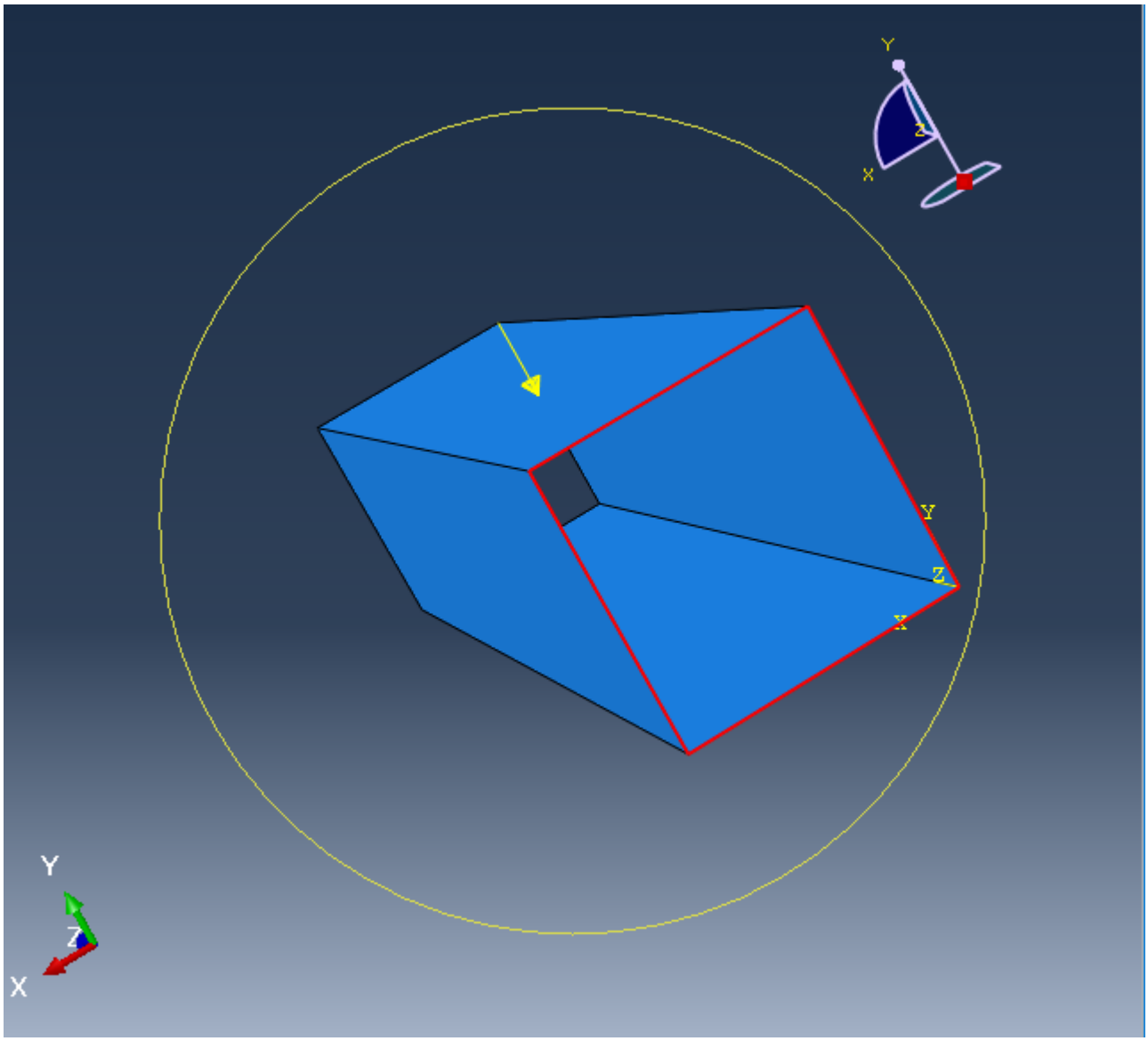
正しく設定したら、下図のように集中荷重を表す記号が表示されます。
境界条件を設定します。境界条件の作成をクリックします。

境界条件の作成ウィンドウが立ち上がります。 カテゴリで「機械的」、選択されたステップに対するタイプで「対称/反対称/完全固定」を選択します。 続けるボタンをクリックします。

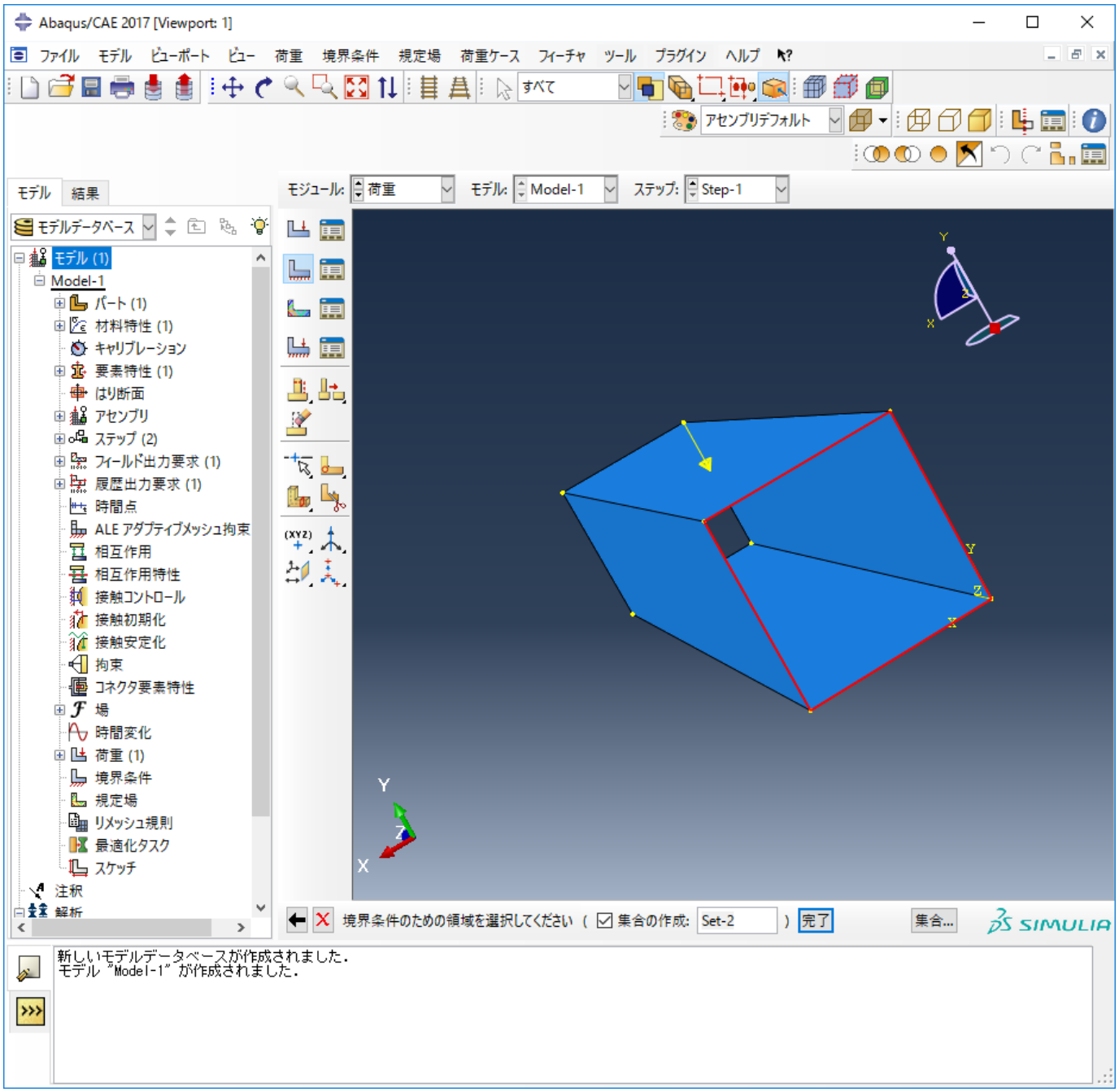


なお、視点を変えたい場合は、ビュー ⇒ 回転 か F3 ボタンをクリックします。 対象の背面を確認することができます。

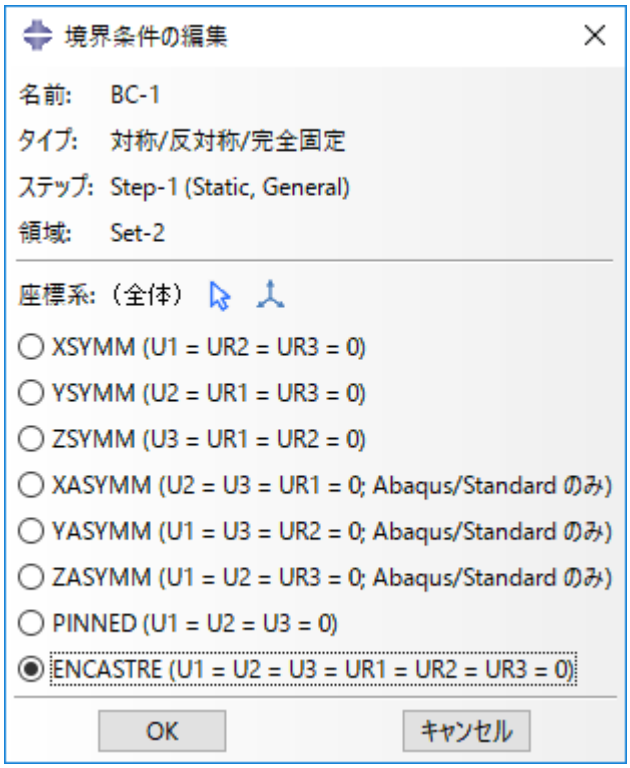

Abaqus/CAE 2017 [Viewport: 1]
ファイル モデル ビューポート ビュー 荷重 境界条件 規定場 荷重ケース フィーチャ ツール プラグイン ヘルプ
保存...
移動 F2
回転 F3
拡大縮小 F4
領域ズーム F5
自動スケーリング F6
ビューの呼び出し F7
指定...
平行
遠近画法表示
モデルツリーの表示 Ctrl+T
全画面表示 F11
ツールバー
ビューオプション...
グラフィックオプション...
光源オプション...
静画/動画オプション...
アセンブリ表示オプション...
すべて
アセンブリデフォルト
モデル: Model-1
ステップ: Step-1
モデル 結果
モデルデータベース
モデル (1)
Model-1
パート (1)
材料特性 (1)
キャリブレーション
要素特性 (1)
はり断面
アセンブリ
ステップ (2)
フィールド出力要求 (1)
履歴出力要求 (1)
時間点
ALE アダプティブメッシュ拘束
相互作用
相互作用特性
接触コントロール
接触初期化
接触安定化
拘束
コネクタ要素特性
場
時間変化
荷重 (1)
境界条件
規定場
リメッシュ規則
最適化タスク
スケッチ
注釈
解析
境界条件のための領域を選択してください (集合の作成: Set-2) 完了
集合...
SIMULIA
新しいモデルデータベースが作成されました.
モデル "Model-1" が作成されました.



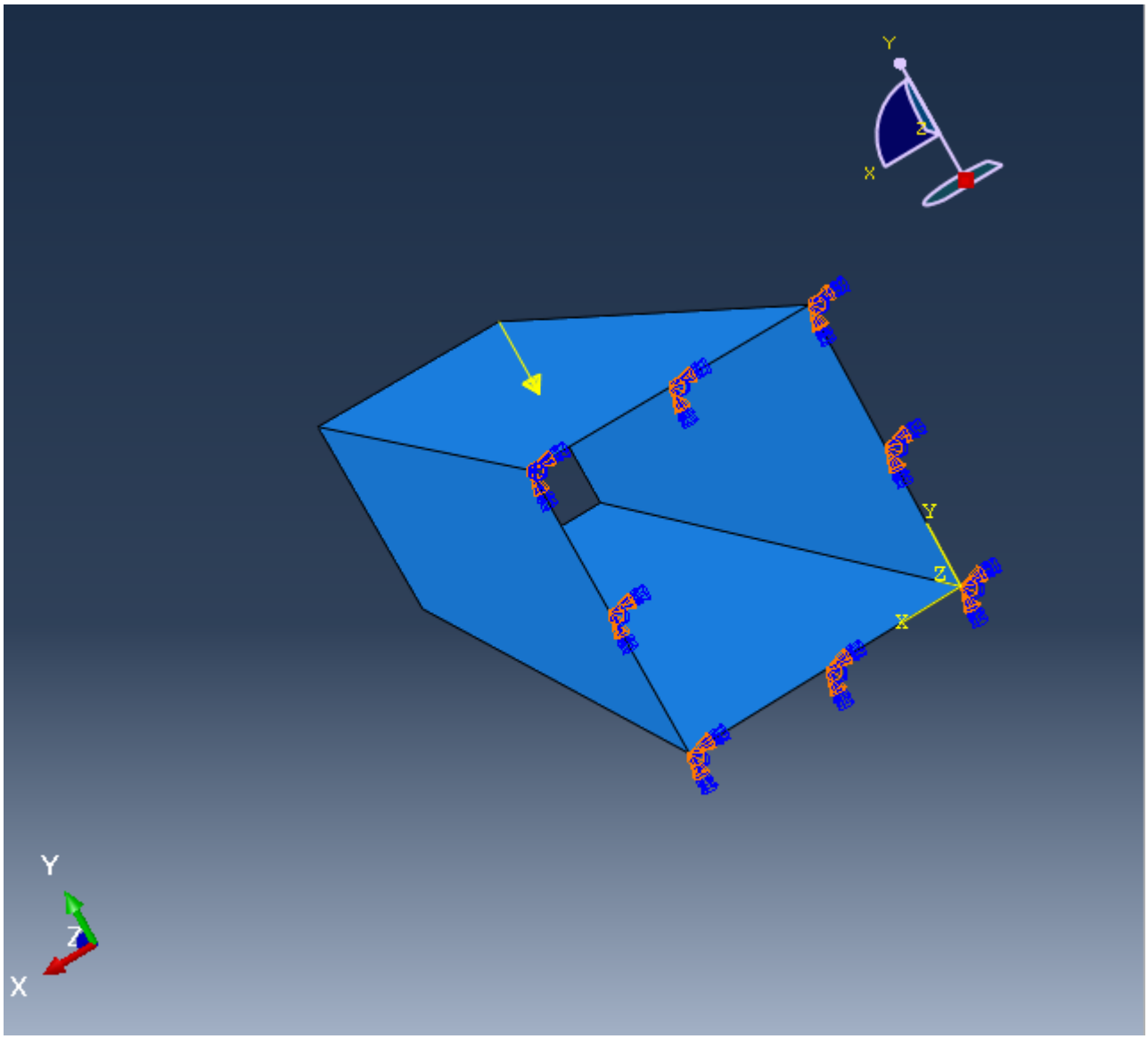
下図に示す箇所に完全拘束の境界条件を設定します。 「Shift」ボタンを押しながら操作することで、複数個所の選択が可能です。 境界条件を設定する領域を正しく選択したら、完了ボタンをクリックします。



完了ボタンをクリックすると、境界条件の編集ウィンドウが立ち上がります。 完全拘束なので、ENCASTREを選択します。OKボタンをクリックします。

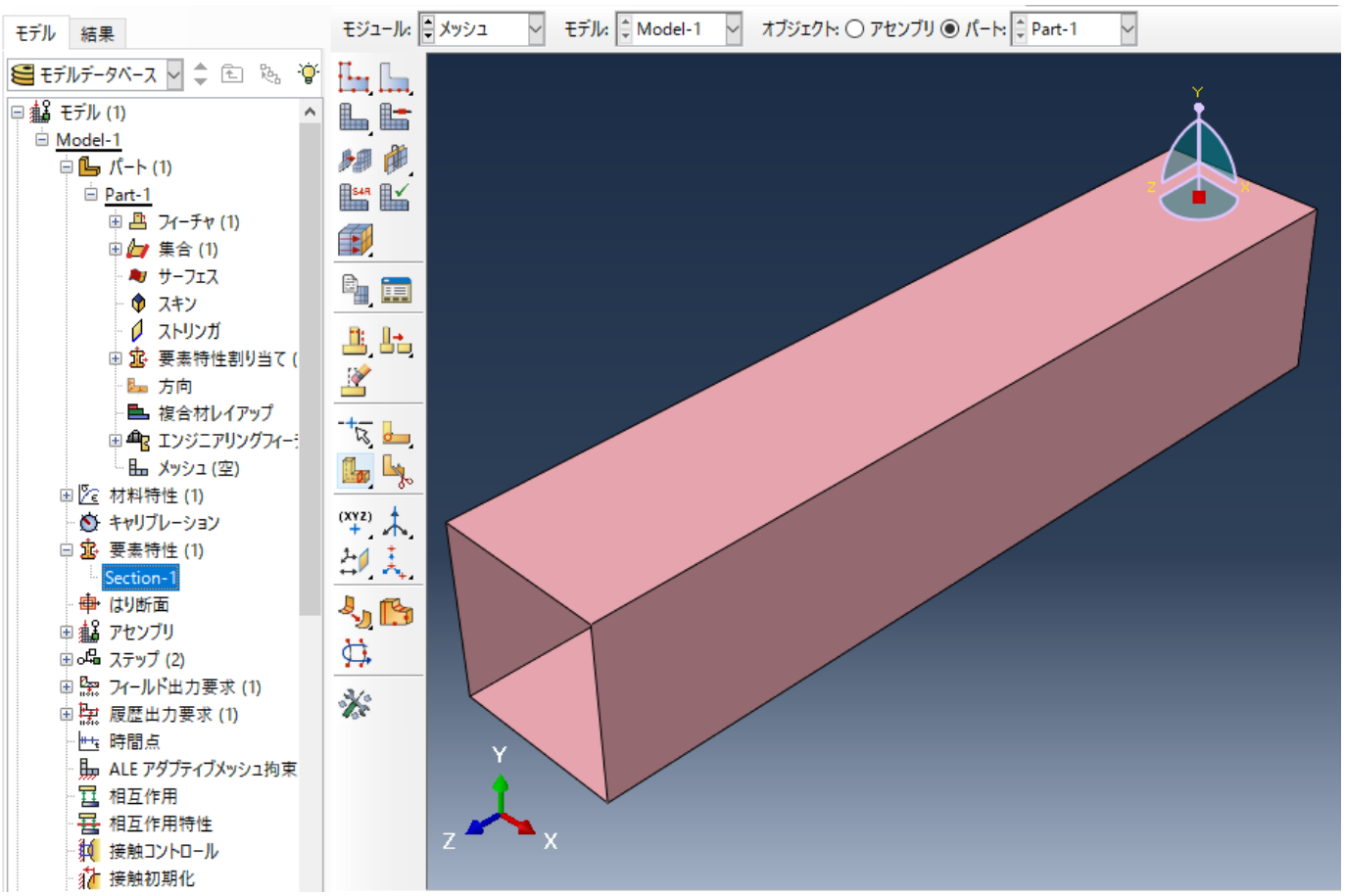


正しく設定できたら、下図のような境界条件の記号が表示されます。 これで、荷重条件と境界条件の設定は完了です。

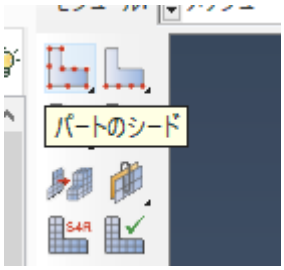


3.7. メッシュの作成

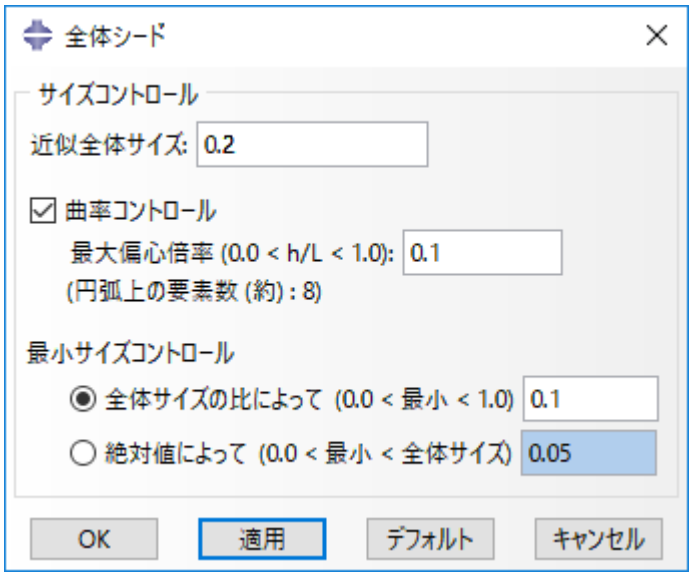
モジュールをメッシュに変更します。
下図の通り「Model-1」⇒「パート」⇒「Part-1」⇒「メッシュ(空)」を選択します。 こうすることで、メッシュを作成する形状にPart-1が選択されます。



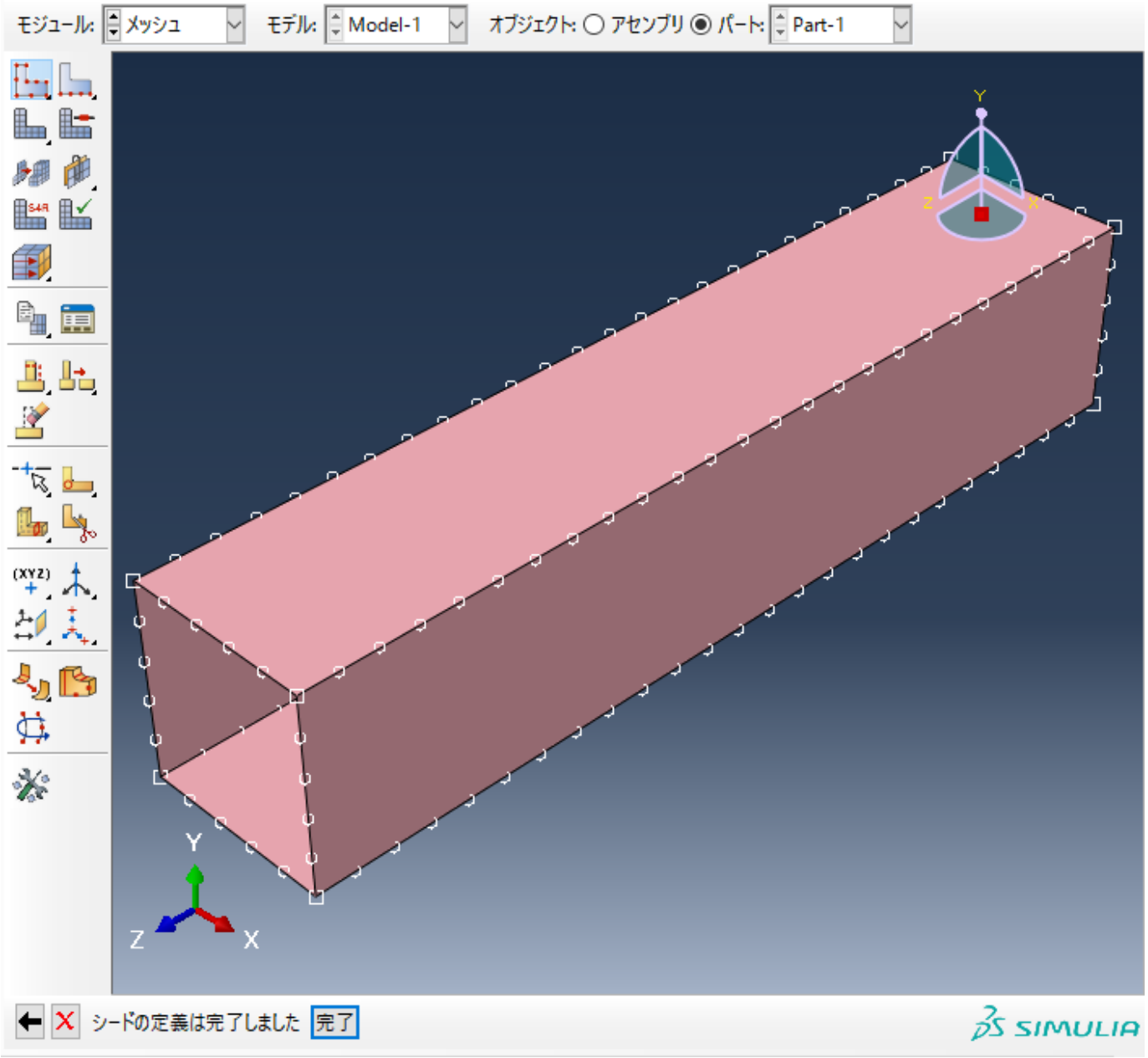
パートのシードボタンをクリックします。



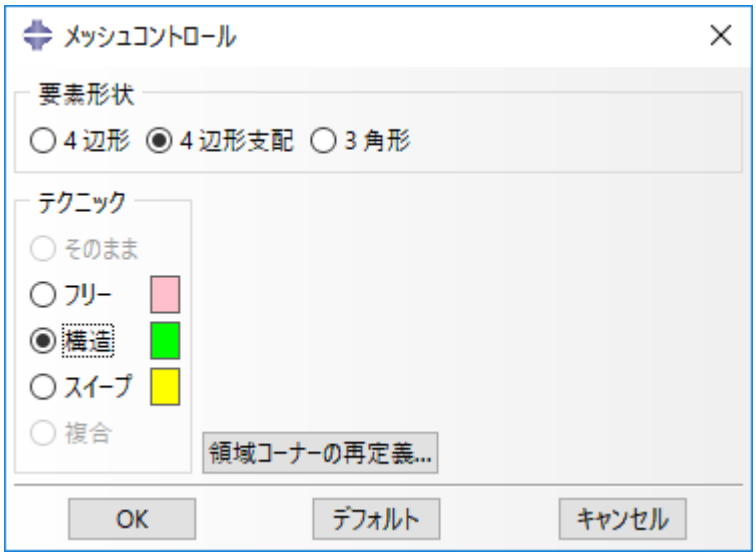
全体シードウィンドウが立ち上がります。 メッシュを作成する際の特徴を与えます。 今回はメッシュサイズに0.2を採用します。 OKボタンをクリックします。



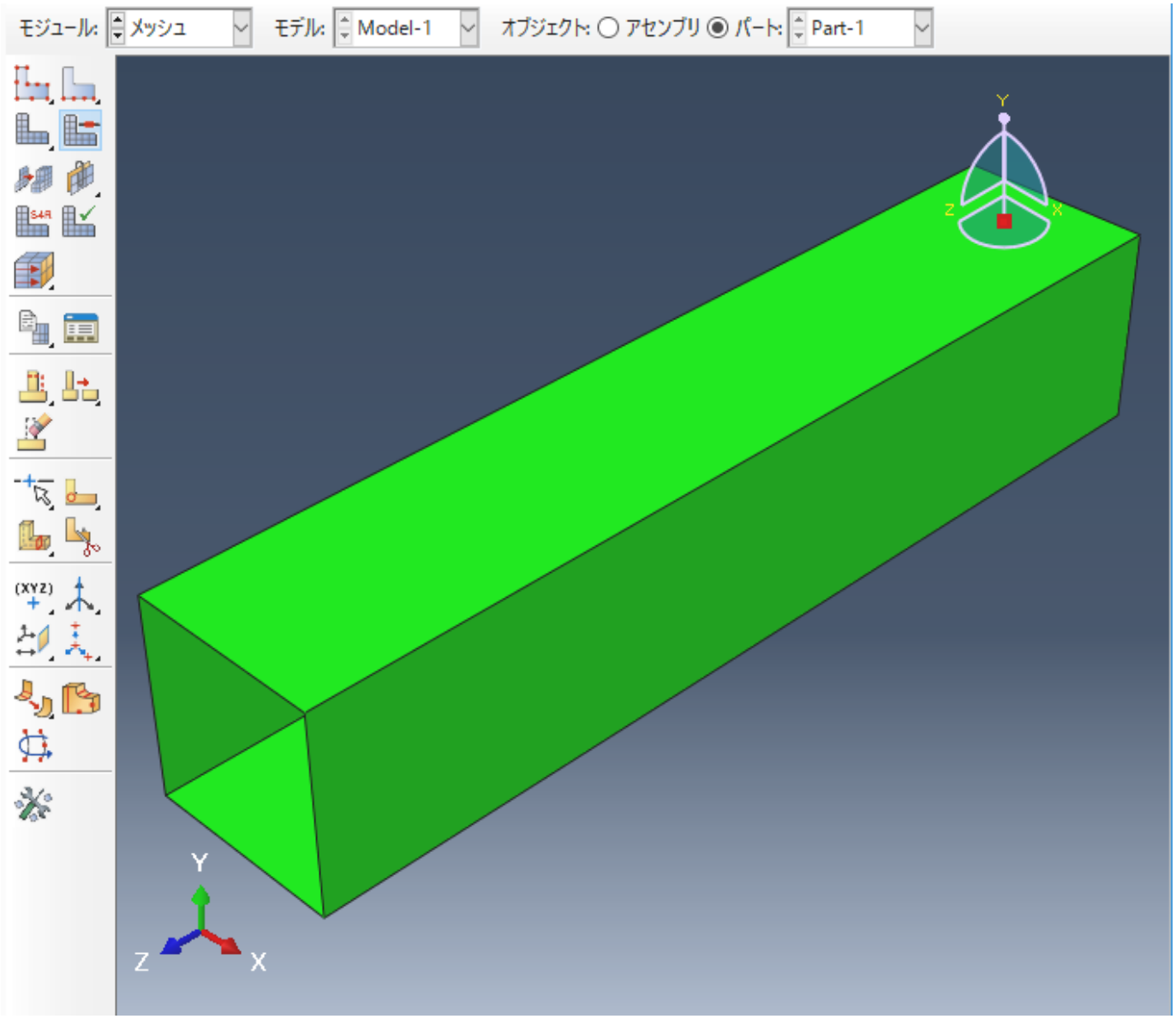
メッシュを作成する際の分割位置が表示されます。 メッシュ分割パターンを確認して下さい。 完了ボタンをクリックします。



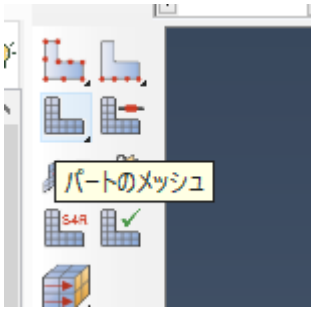
全領域をマウスで選択し赤く表示させた状態で、メッシュコントロールボタンをクリックします。 メッシュコントロールウィンドウが立ち上がります要素形状に「4変形支配」テクニックに 「構造」を選択し、OKボタンをクリックします。



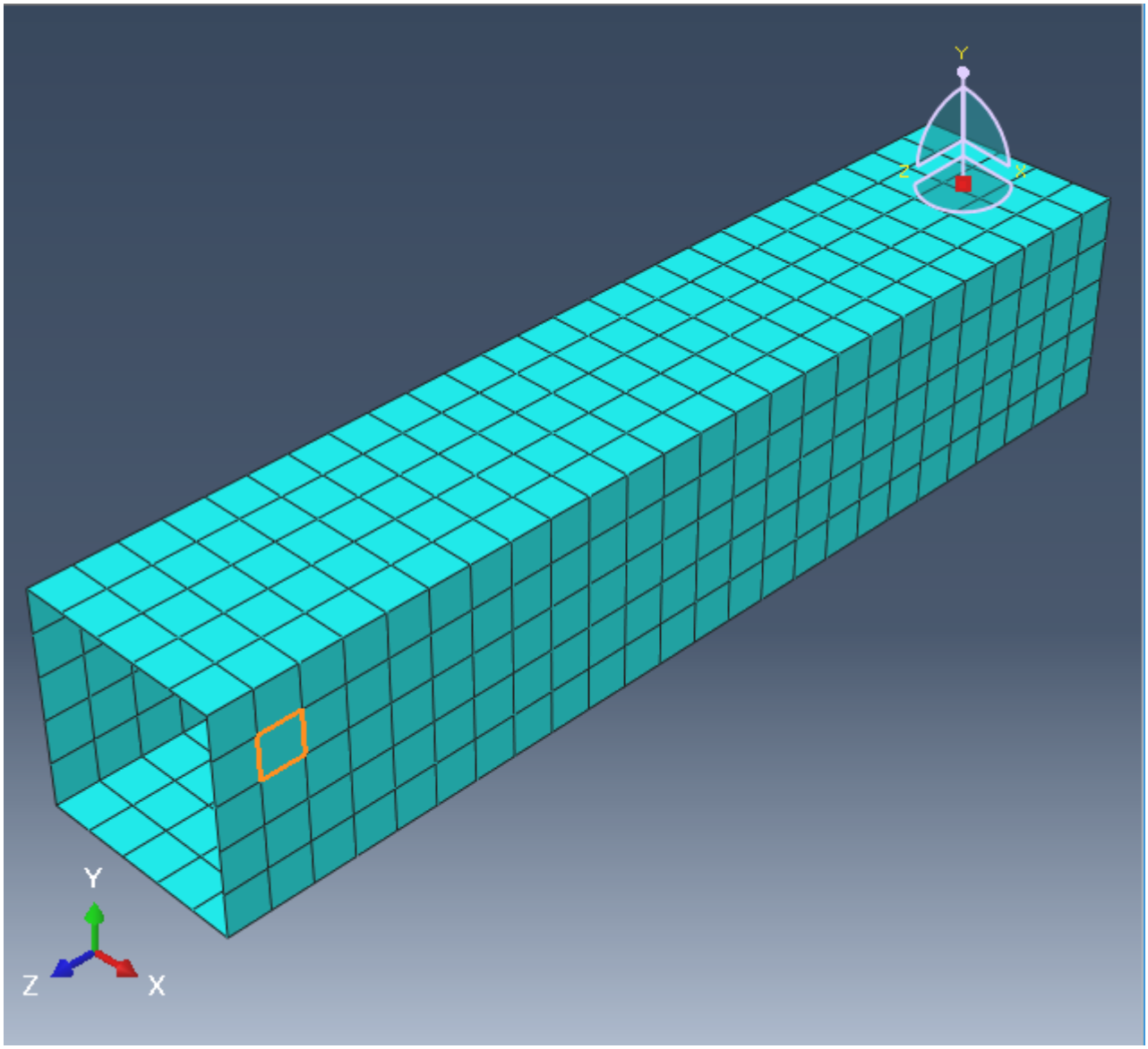
領域が黄緑色になります。



パートのメッシュボタンをクリックします。

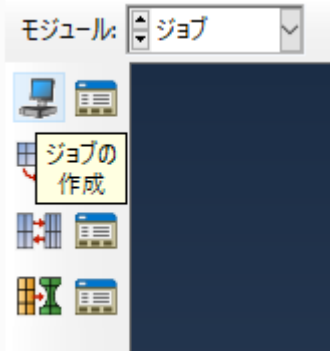


「はい」をクリックすることで、下図のようにメッシュが作成されます。



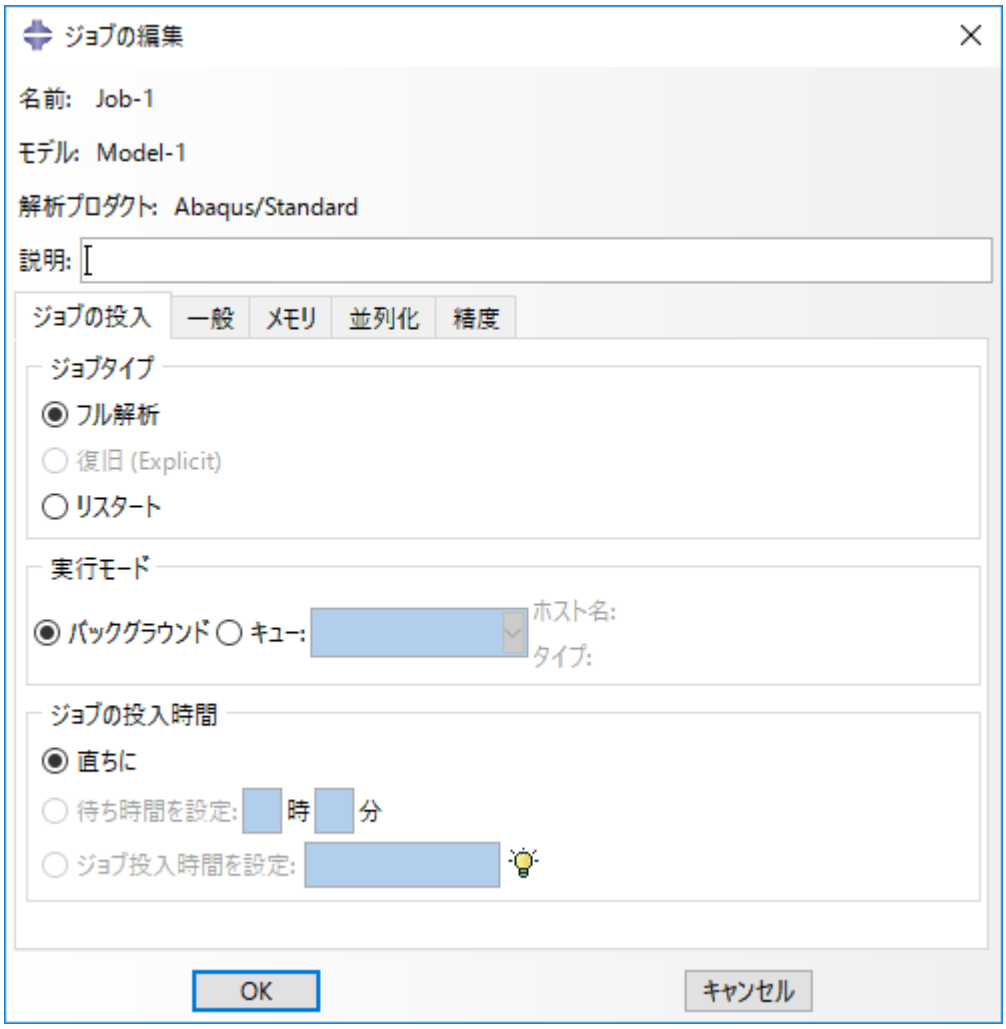
3.8. 入力データの書き出し

モジュールをジョブに変更します。 ジョブの作成ボタンをクリックします。

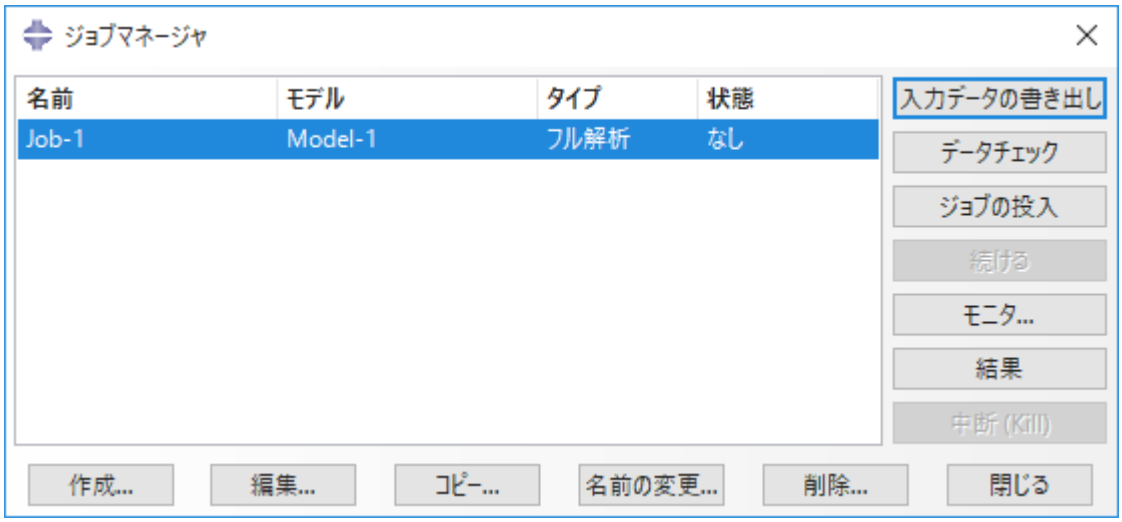


ジョブの作成ウィンドウが立ち上がります。 ここではデフォルト設定のまま、OKボタンをクリックします。

ここではデフォルト設定のまま、OKボタンをクリックします。



ジョブマネージャボタンをクリックします。
ジョブマネージャウィンドウが立ち上がります。 入力データのみを出力するので、入力データの書き出しボタンをクリックします。
インタラクティブノード以外でジョブの投入ボタンをクリックして、直接ジョブを実行しないで下さい。
ジョブ管理ソフトを経由しないで、ジョブが実行されます。 ジョブ管理ソフトを経由しないと、適切な資源管理ができず、ノードダウンの原因となります。 これで入力データの書き出しは完了です。



3.9. 終了

「File」⇒「Exit」で終了します。 その際、モデルデータの保存画面が出ますので、File Name欄に任意のファイル名を入力し、OKをクリックします。 なお、ファイルの保存は「File」⇒「Save」で行うことも出来ます。

4. データチェック　結果表示

運用終了

TSUBAME3 は既に運用を終了しています。 TSUBAME4 のマニュアル類はこちら

4.1. データチェック

例題の呼出し
abaqus fetch により、 例題ファイル「indentfoam_std_visco_2.inp」を取得します。

```
$ abaqus fetch job=indentfoam_std_visco_2
```

ABAQUS実行

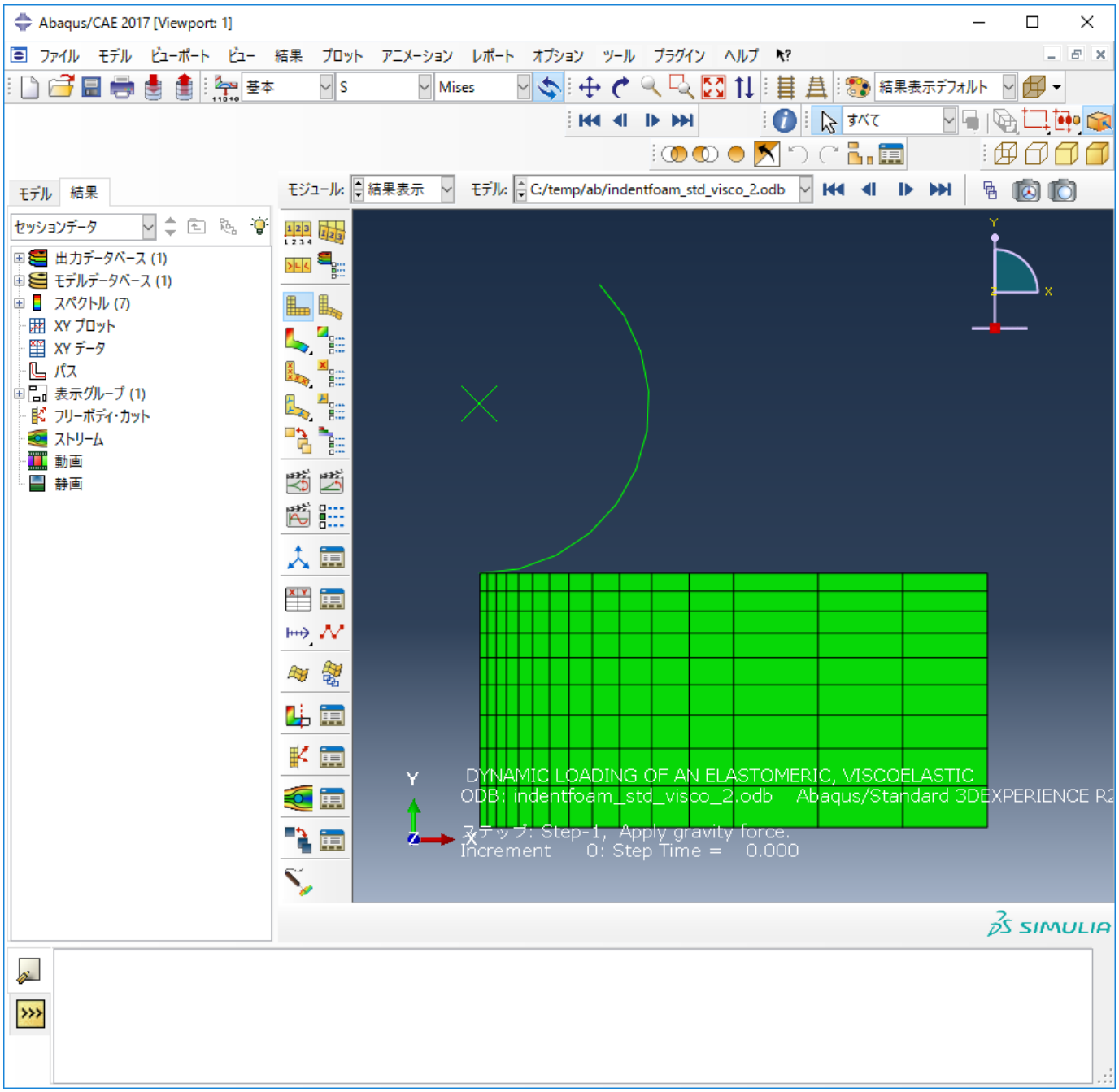
```
$ abaqus datacheck job=indentfoam_std_visco_2
```

ジョブ終了を確認したら次へ進んで下さい。

ABAQUS/CAEの起動

```
$ abaqus cae database=indentfoam_std_visco_2.odb
```

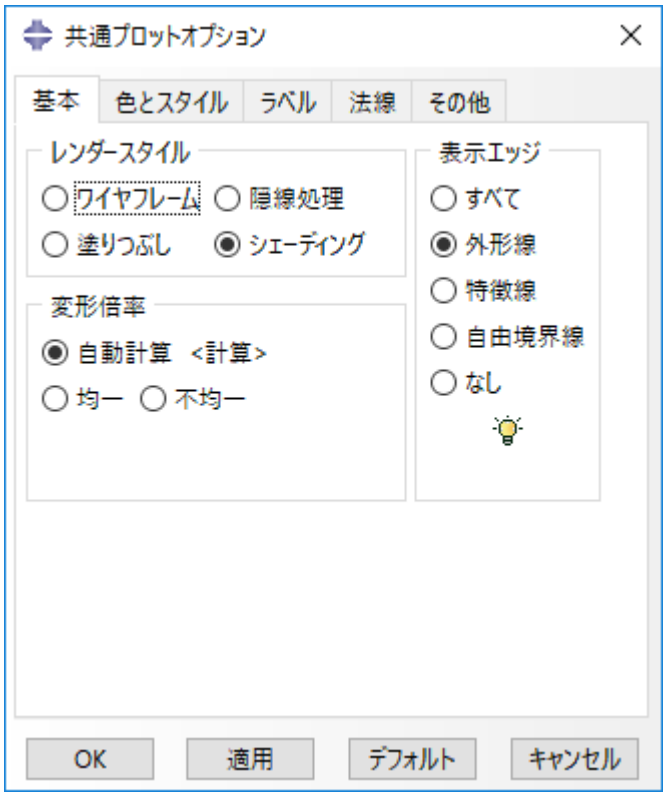
以下に示す輪郭図が表示されます。



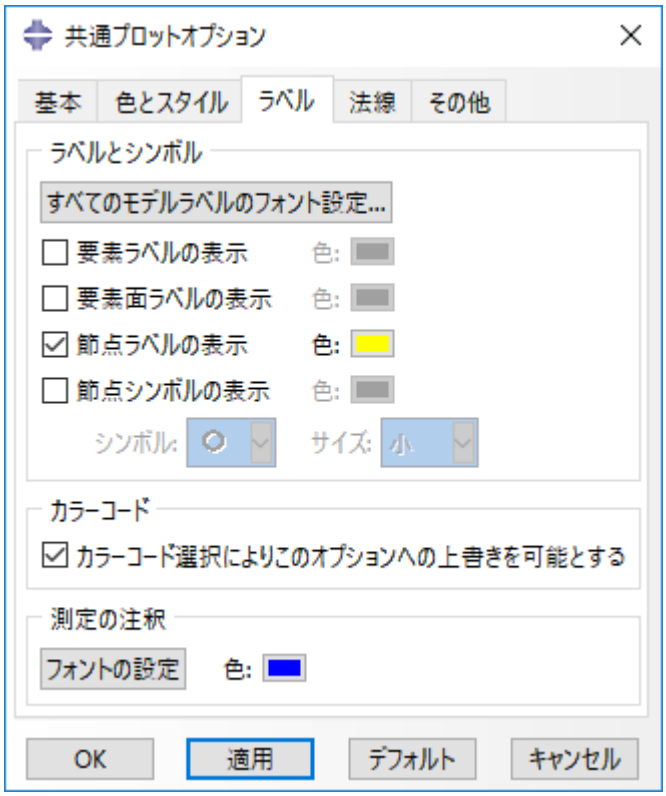
要素分割図の表示

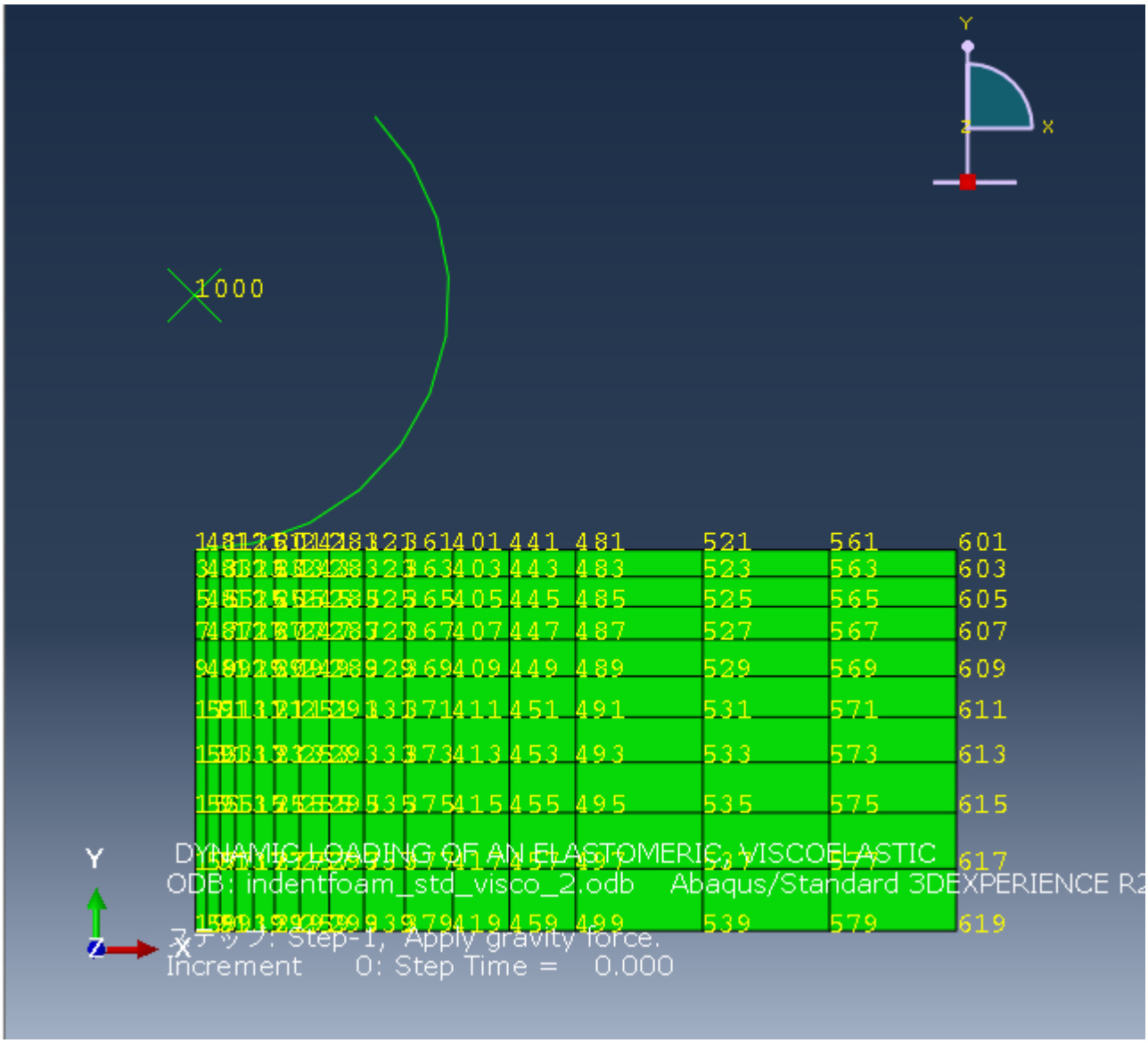
ツールボックスから共通プロットオプションをクリックします。

表示エッジ欄から外形線を選択して、 OK]ボタンを左クリックすると、要素分割図が表示されます。



節点番号図の表示
ツールボックスから共通プロットオプションをクリックします。
ラベルタグをクリックします。
節点ラベルの表示を選択して、[OK]ボタンを左クリックすると、節点番号図が表示されます。


共通プロットオプション
基本
色とスタイル
ラベル
法線
その他
ラベルとシンボル
すべてのモデルラベルのフォント設定...
要素ラベルの表示
色:
要素面ラベルの表示
色:
節点ラベルの表示
色:
節点シンボルの表示
色:
シンボル:
サイズ:
小
カラーコード
カラーコード選択によりこのオプションへの上書きを可能とする
測定の注釈
フォントの設定
色:
OK
適用
デフォルト
キャンセル

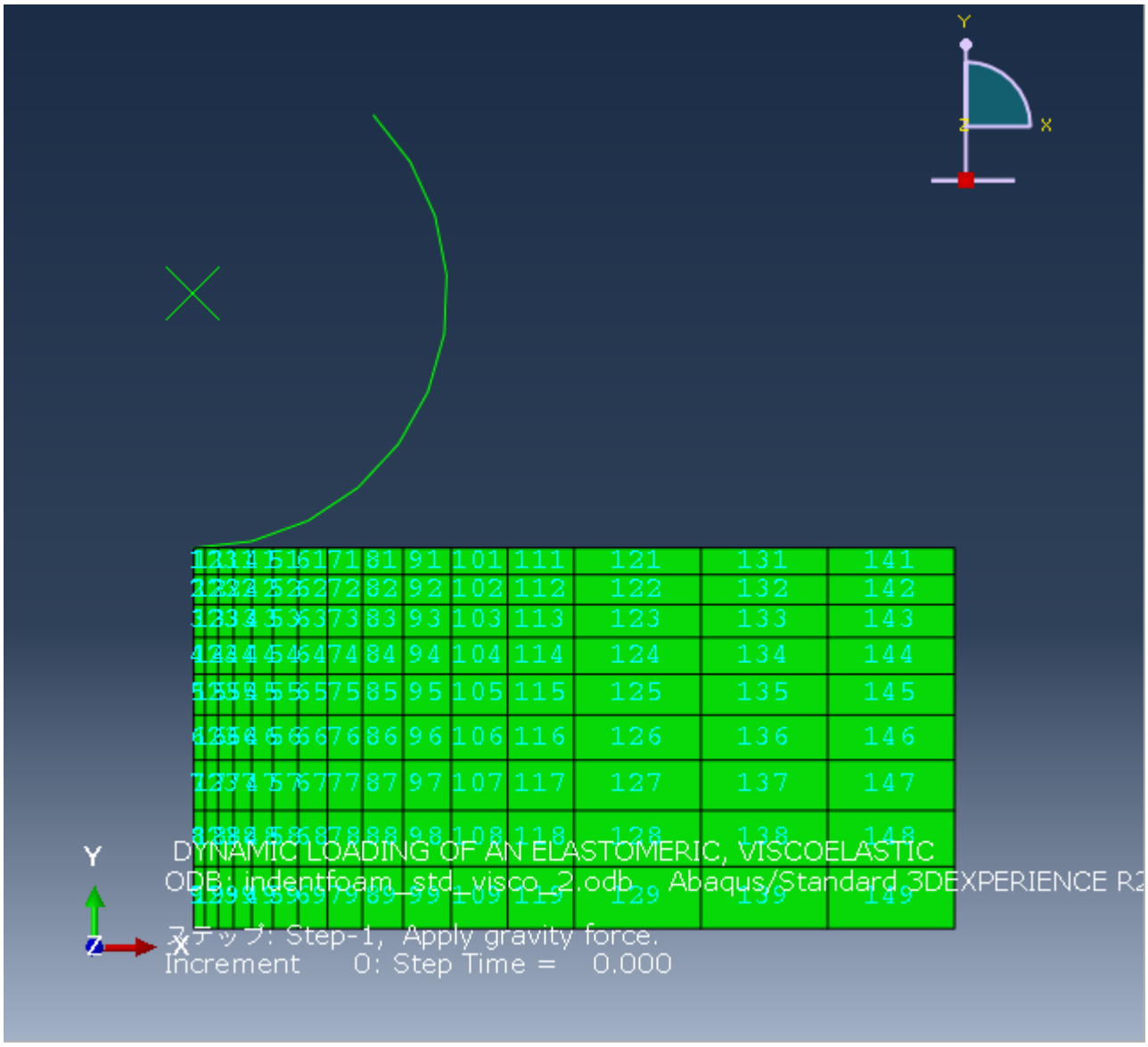


要素番号図の表示

ツールボックスから共通プロットオプションをクリックします。

ラベルタグをクリックします。

要素ラベルを選択して、[OK]ボタンを左クリックすると、節点番号図が表示されます。

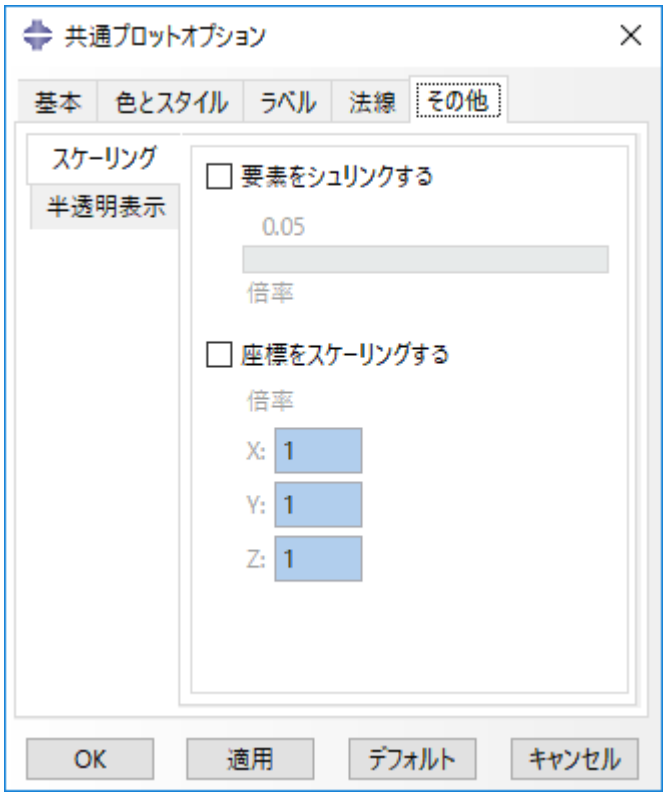


シュリンク機能

ツールボックスから共通プロットオプションをクリックします。

その他タグをクリックします。

「要素シュリンクする」チェックボックスを選択して、[OK]ボタンを左クリックすると、シュリンク図が表示されます。要素に抜けがないかチェックできます。



4.2. 結果表示

例題の呼出し

```
$ abaqus fetch job=s2a
```

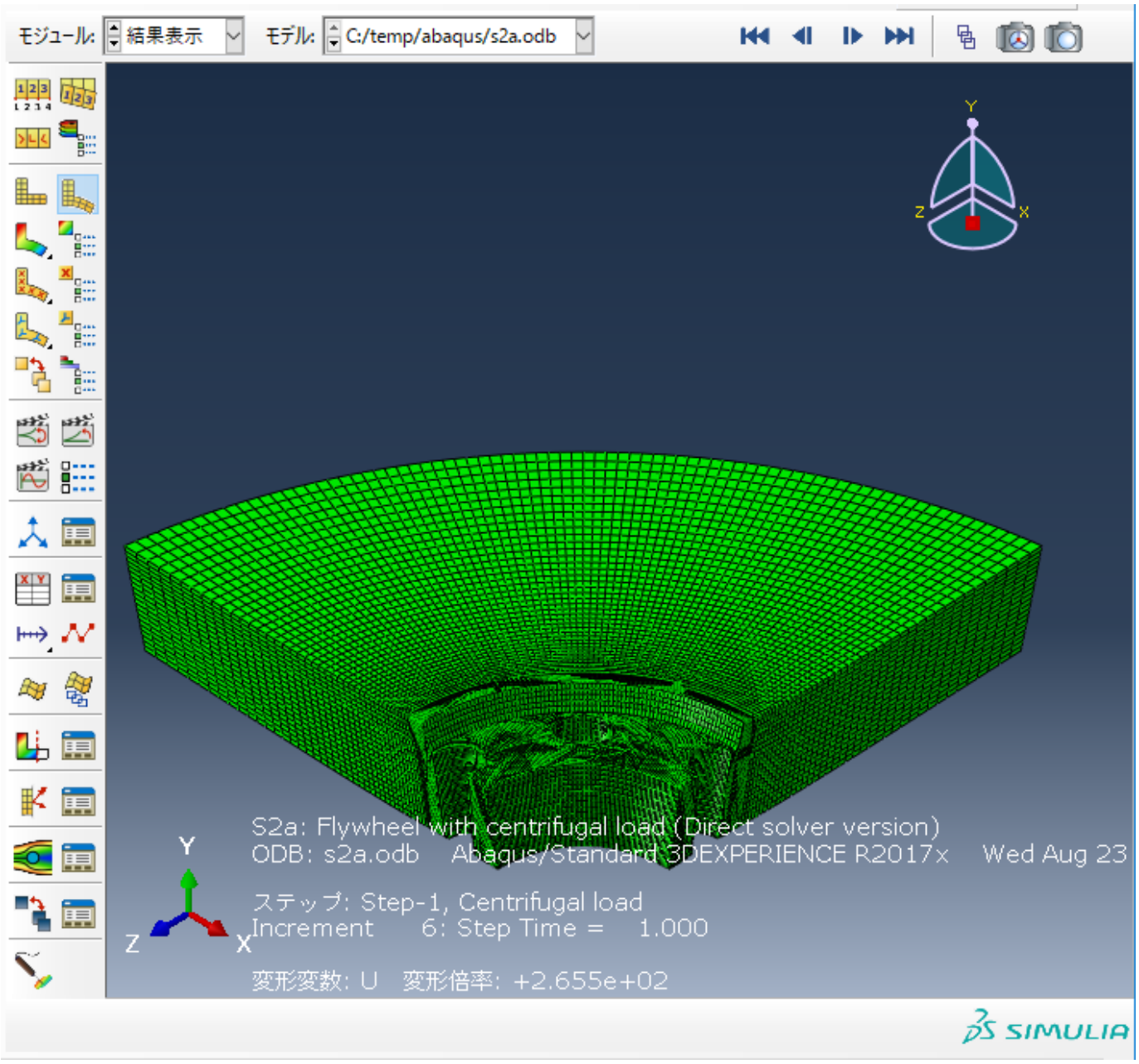
ABAQUS実行

```
$ abaqus job=s2a
```

ジョブ終了を確認したら次へ進んで下さい。
ABAQUS/CAEの起動

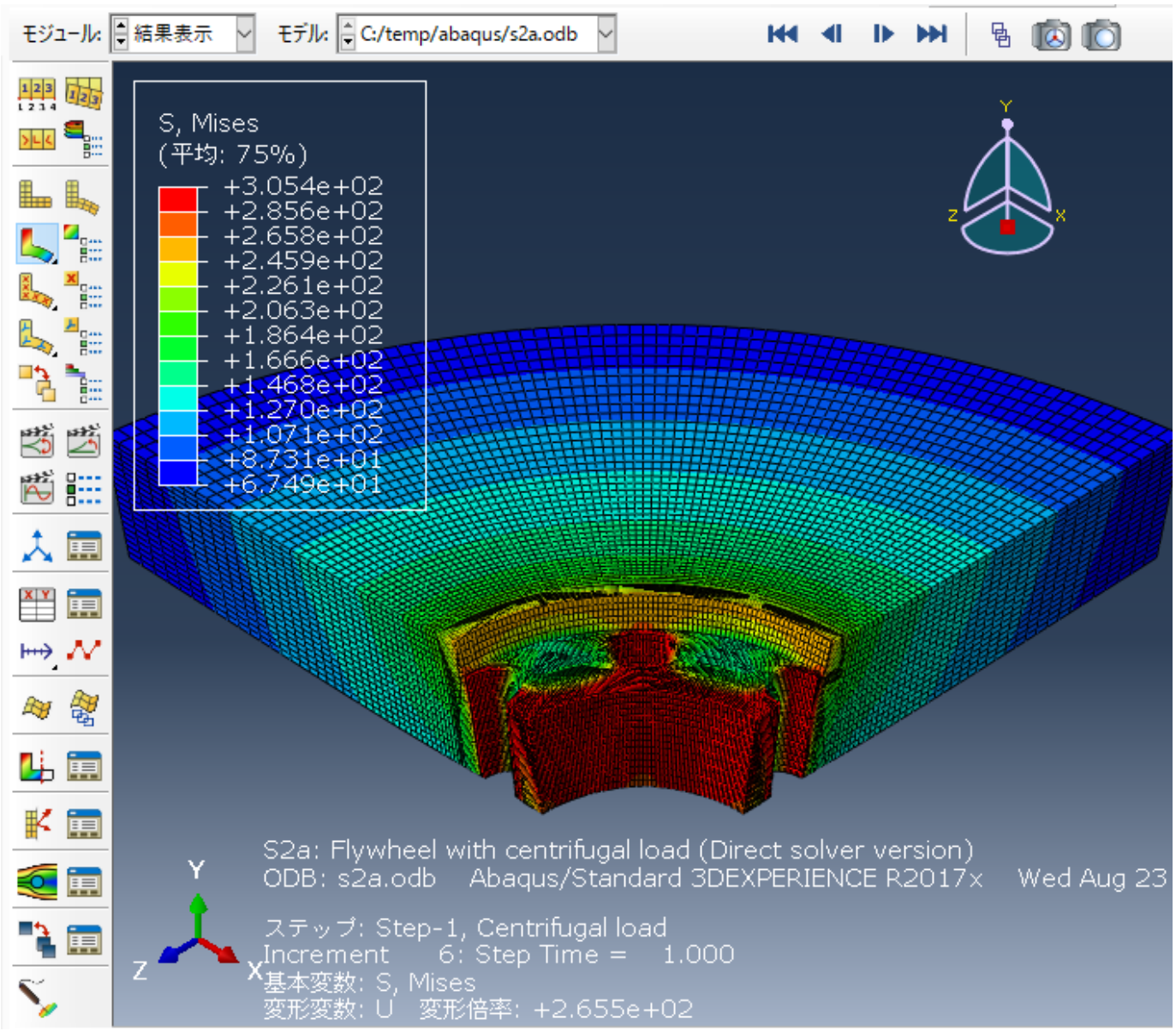
```
$ abaqus cae database= s2a.odb
```

変形図の表示
ツールボックスにある変形図を選択すると、 下図に示す変形図が表示されます。



等高線図の表示

ツールボックスにある等高線を左クリックすると、 等応力線図が表示されます。


モジュール: 結果表示
モデル: C:/temp/abaqus/s2a.odb
S, Mises
(平均: 75%)
+3.054e+02
+2.856e+02
+2.658e+02
+2.459e+02
+2.261e+02
+2.063e+02
+1.864e+02
+1.666e+02
+1.468e+02
+1.270e+02
+1.071e+02
+8.731e+01
+6.749e+01
S2a: Flywheel with centrifugal load (Direct solver version)
ODB: s2a.odb Abaqus/Standard 3DEXPERIENCE R2017x Wed Aug 23
ステップ: Step-1, Centrifugal load
Increment 6: Step Time = 1.000
基本変数: S, Mises
変形変数: U 変形倍率: +2.655e+02

改訂履歴

改定日付	内容
2021/05/28	「1.3. マニュアル」を修正
2019/08/26	mkdocs版作成
2018/03/14	初版