

2TM 学生実験B5 金属材料の機械的性質 解析編
~解析ソフトAbaqusを使ってみよう~

ABAQUSの利点(有限要素解析とは)

固体の変形を支配する物理量



➤ 変位	3成分
➤ 応力	6成分
➤ ひずみ	6成分
<hr/>	
計	15成分

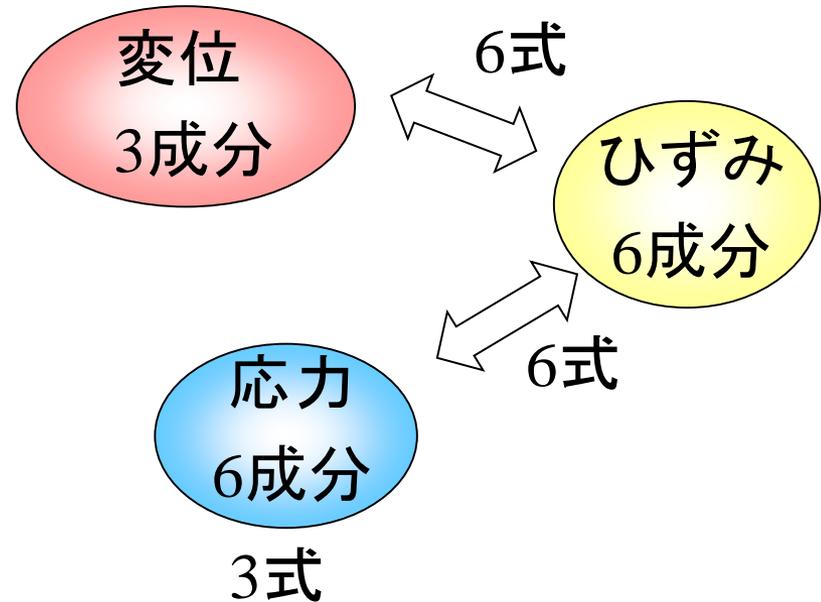
計算上、物体の変形は15成分の物理量
だけで表現されている！

この15成分を解くことが変形を解くことと同義

ABAQUSの利点(有限要素解析とは)

15コの関係式(支配方程式)

- 力の釣り合い条件式 3式
(応力を使って表現)
 - 変位-ひずみ関係式 6式
 - 応力-ひずみ関係式 6式
-
- 計 15式



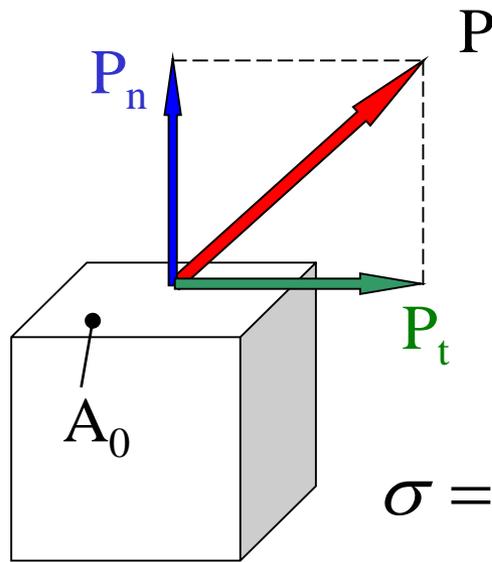
15コ of 未知数 に対して,

15コ of 関係式 が与えられている

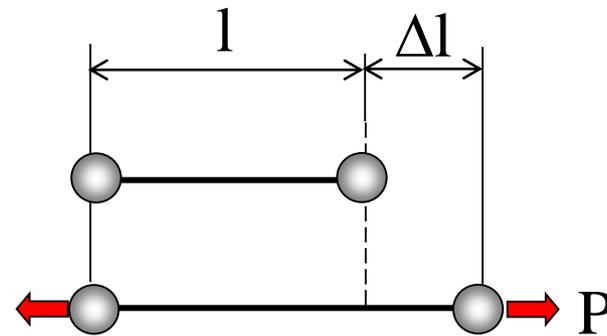
具体的にどうやって解けばよいか??

ABAQUSの利点(有限要素解析とは)

応力, ひずみ: 点ごと, もしくは点同士の関係で定義される



$$\sigma = \lim_{A_0 \rightarrow 0} \frac{P_n}{A_0}$$



$$\varepsilon_x = \frac{\partial u}{\partial x} \left(\approx \frac{\Delta l}{l} \right)$$

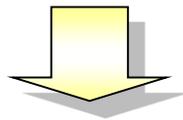
点は**体積無限小**なので, 物体は**無限個の点の集合**により形作られる

ABAQUSの利点(有限要素解析とは)

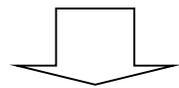
棒材を単純に引張る場合



板材は一様に伸びていく

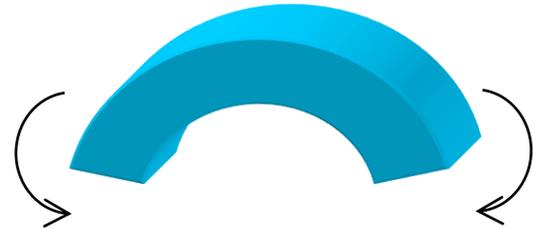


ひずみ, 応力, 変位は板材の
どの点でも同じ値!

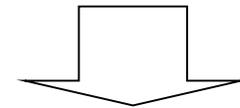


一組の(ひずみ, 応力, 変位)
を求めれば良い

板材を単純に曲げる場合



ひずみ, 応力, 変位は板材中
の位置で異なる!

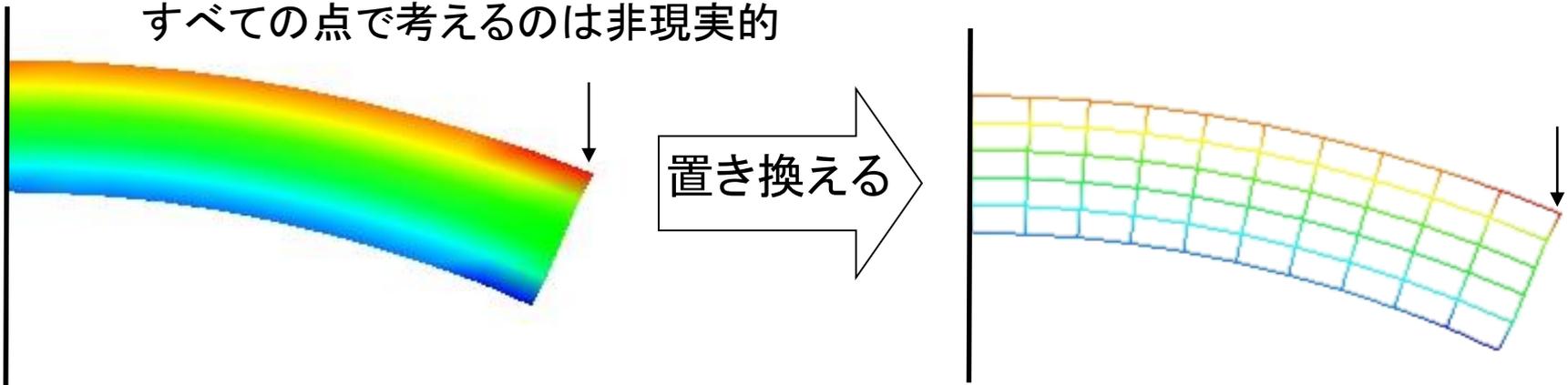


全ての点で(ひずみ, 応力, 変位)
を求める必要がある

ABAQUSの利点(有限要素解析とは)

点は**体積無限小**なので、物体は**無限個の点の集合**により形作られる

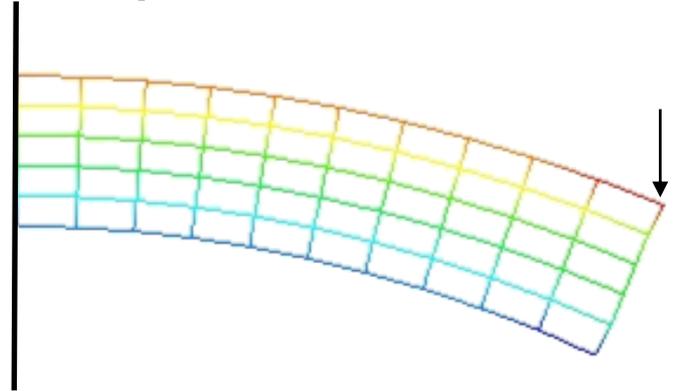
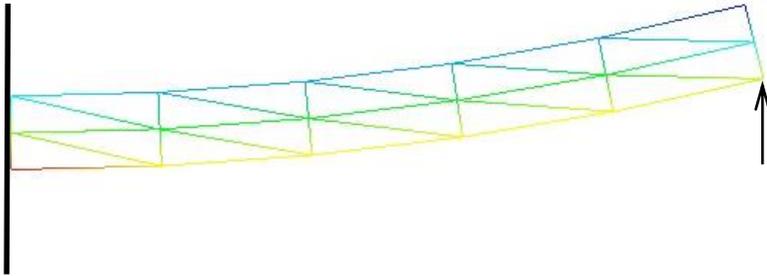
すべての点で考えるのは非現実的



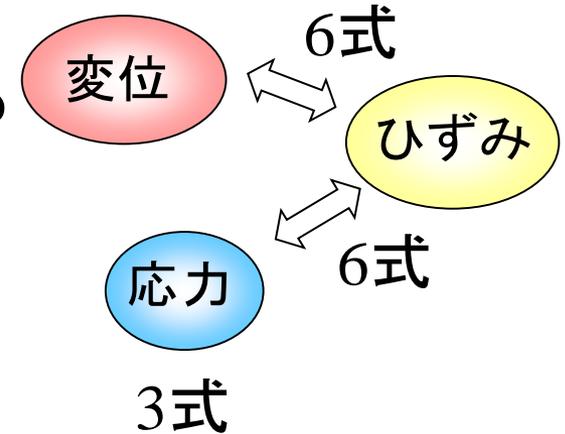
物体は**有限個の要素の集合**で形作られると仮定する

全ての要素で(ひずみ, 応力, 変位)を求めると置き換える

ABAQUSの利点(有限要素解析とは)



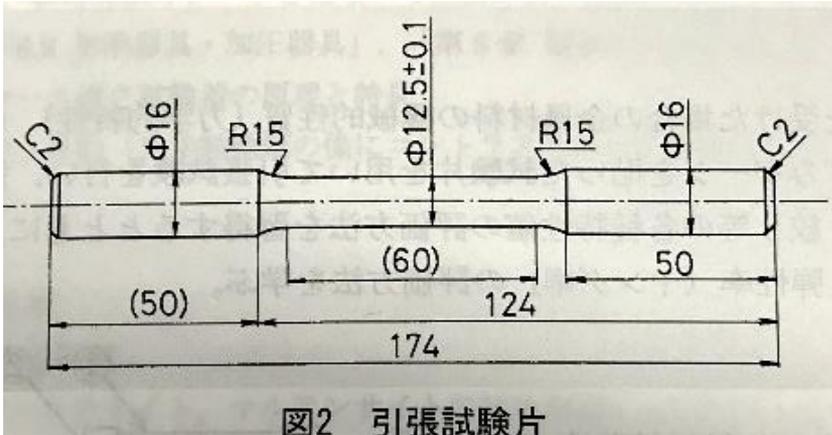
- 要素の頂点を「**節点(せってん)**」と呼ぶ
- **節点の移動**によって、物体の変形を表現する
(変位の自由度は節点上に集約される)
- 節点の移動で要素が変形することにより、**要素内部で応力, ひずみが発生する**
(応力, ひずみは要素内で与えられる)



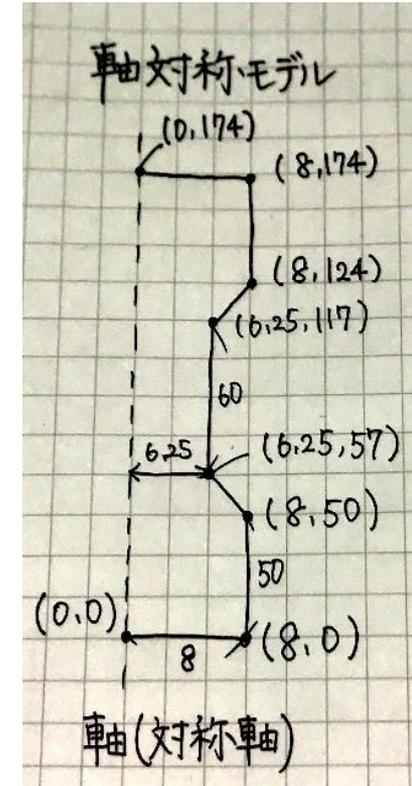
有限個の要素に近似し方程式を解くことで変形を解くことができる

実践演習～実験と同様の引張解析～

1. Partの作成(モデル作成)

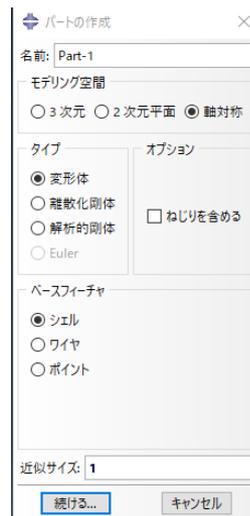
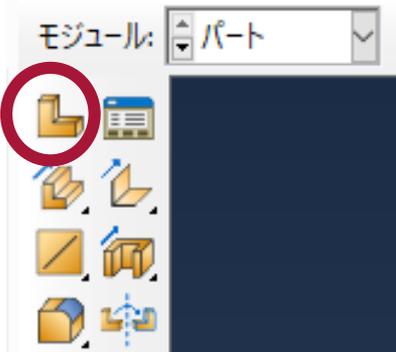


実験の試験片は円柱
なので軸対称で扱う



軸対称モデルの寸法及び座標は右の通りなのでモデルを作成しよう

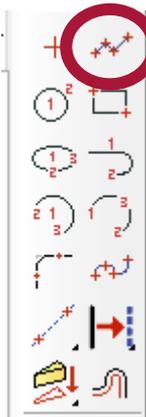
モジュール: パートで左上のボタン



モデリング空間: 軸対称
タイプ: 変形体
ベースフィーチャ: シェル
近似サイズ: 1にする
→続けるボタン

実践演習～実験と同様の引張解析～

右図の座標点を基にモデルの外枠を作成

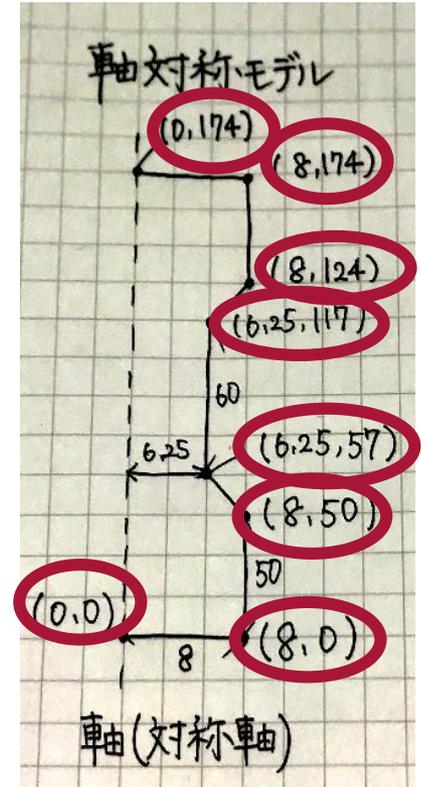


このボタンで設定した座標点を線でつなげることができる
 →ボタンを押すとアプリ下部に点を入力する枠がポップアップする

→反時計回りで座標点を入力していく

$(0,0) \rightarrow (8,0) \rightarrow (8,50) \rightarrow (6.25,57) \rightarrow (6.25,117) \rightarrow (8,124) \rightarrow (8,174) \rightarrow (0,174)$

→ $(0,0)$ の順に打ち込み完了させる

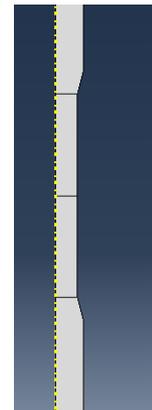
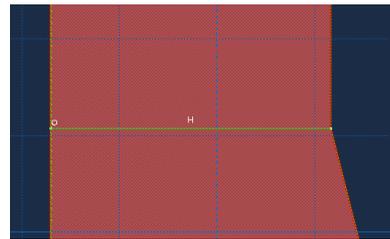
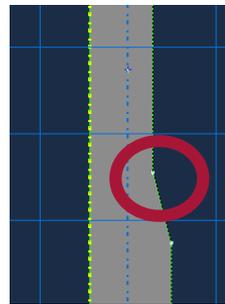
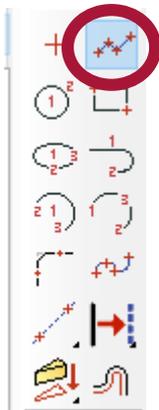
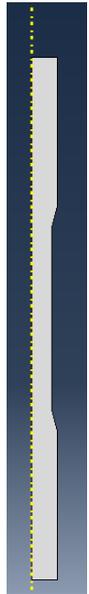


この形ができるはず!!

パーテーションの作成(有限要素を場所によって形を変えるために導入)

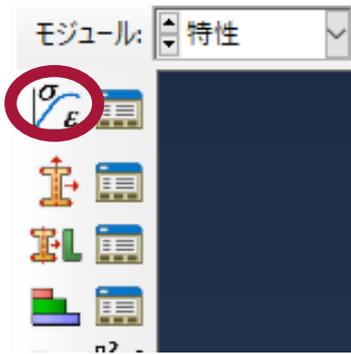
フェイスのパーテーションスケッチを押して肩部の付け根と中心にパーテーションを入れる

肩部の付け根を選択し、それを軸に向かって線を伸ばしてクリック後下の×ボタン
 両方の肩部付け根と中心の計3本線を作る



実践演習～実験と同様の引張解析～

この作成したモデルにヤング率などの特性を組み込む



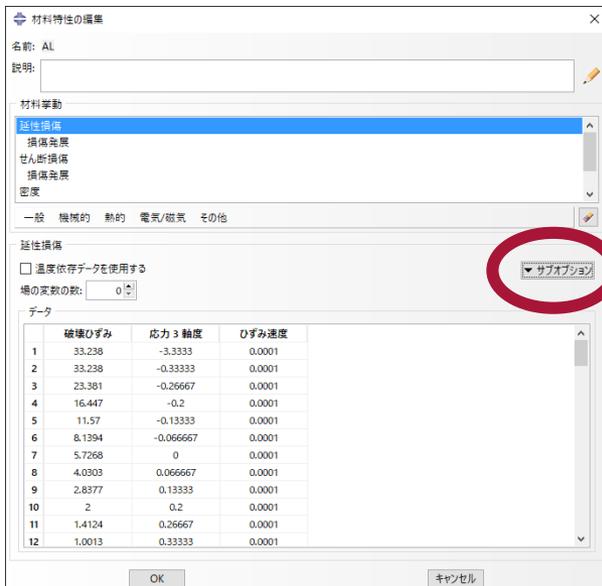
モジュールを特性に変更

特性パートの左上を押すことで特性を作成可能
→特性の値はExcel 資料に記載

・入れる特性は以下の5つ(密度以外は機械的のタブの中にある)

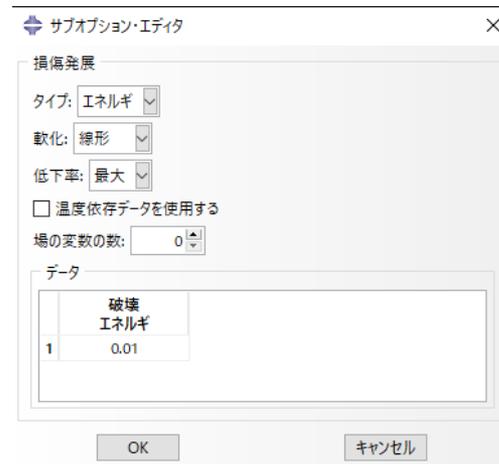
1. 一般→密度を選択し入力
2. 機械的→弾性→弾性を選択し値を入力
3. 機械的→塑性→金属塑性を選択し値を入力
4. 機械的→延性金属での損傷→延性損傷を選択し値を入力
5. 機械的→延性金属での損傷→せん断損傷を選択し値を入力

延性損傷及びせん断損傷は損傷発展を導入



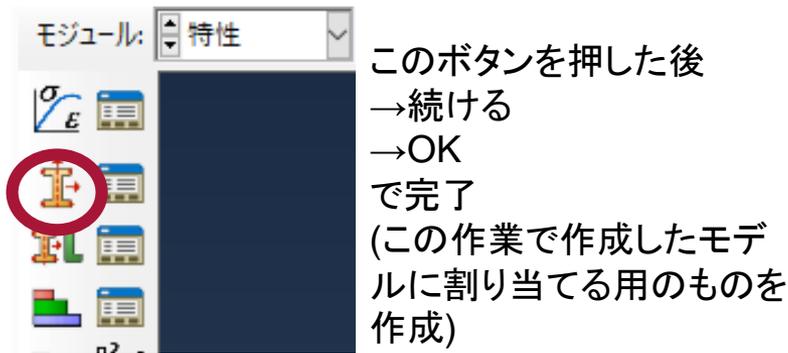
損傷発展
のボタン

延性損傷, せん断損傷の両方に以下の損傷発展を!!

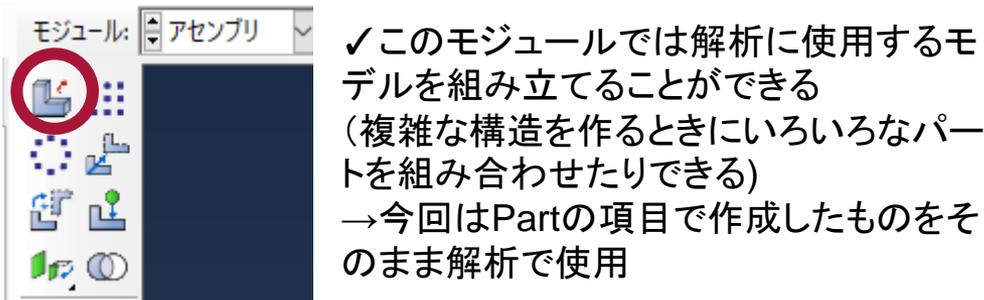


実践演習～実験と同様の引張解析～

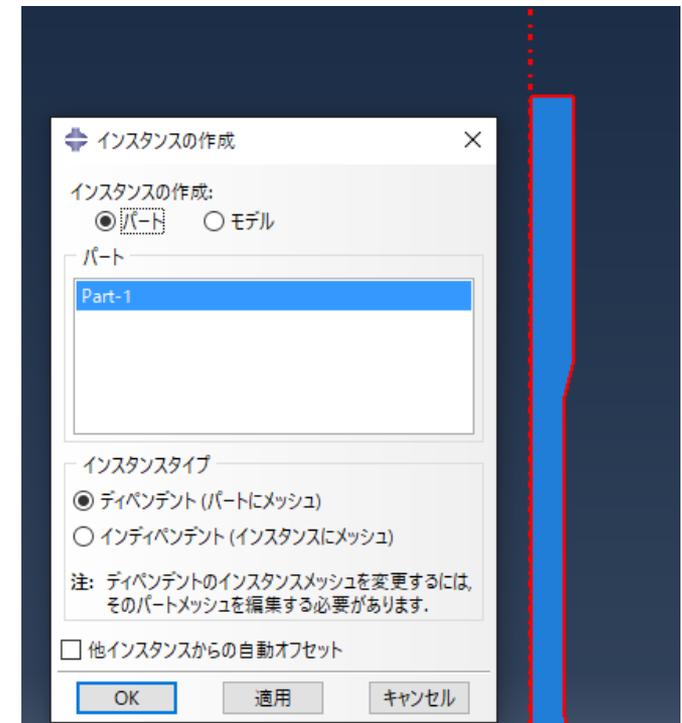
特性を作成後モデルにこの特性を割り当てる



アセンブリ(組み立て)

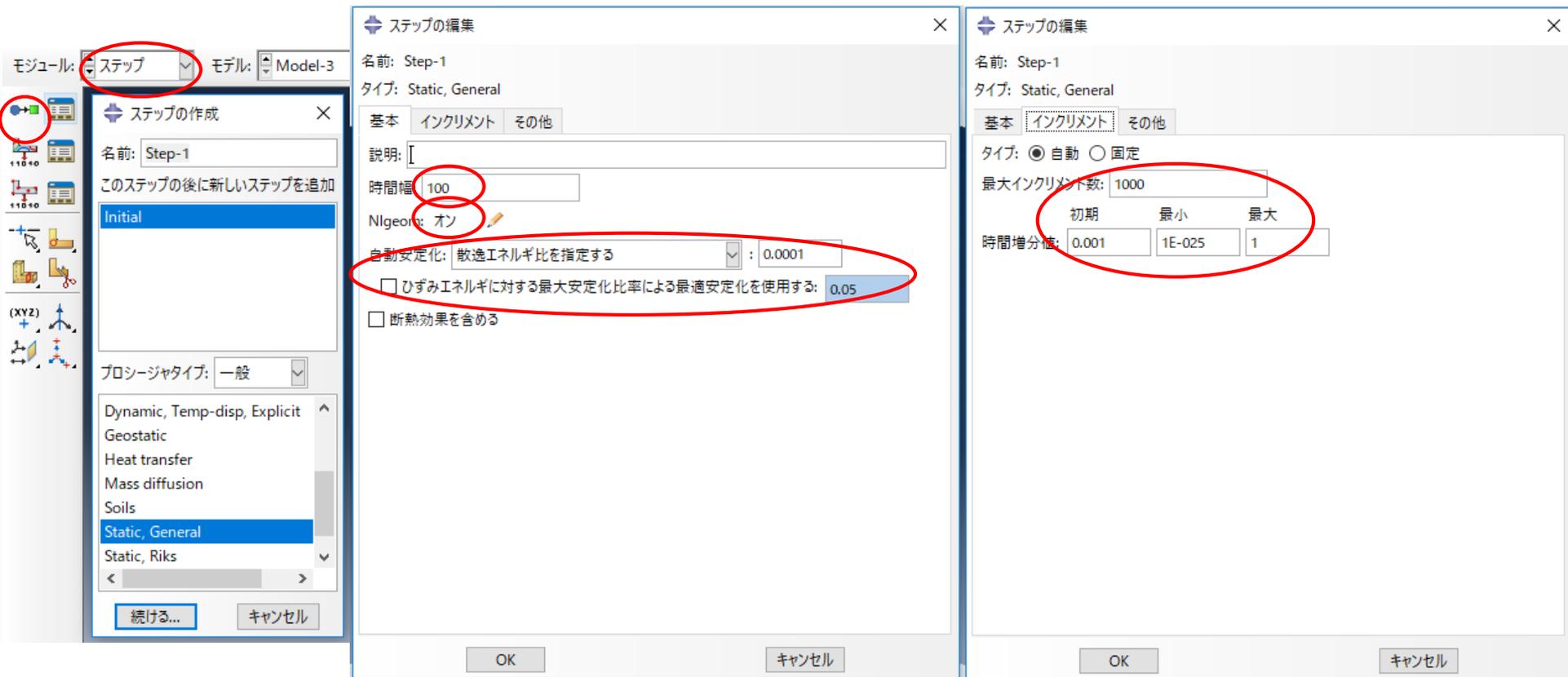


モジュールをアセンブリに変え左上のボタン
→右の画像のように出るのでOKで完了
(適用ボタンを押してしまうと複数モデルが作成されてしまうのでOKのみを押す)

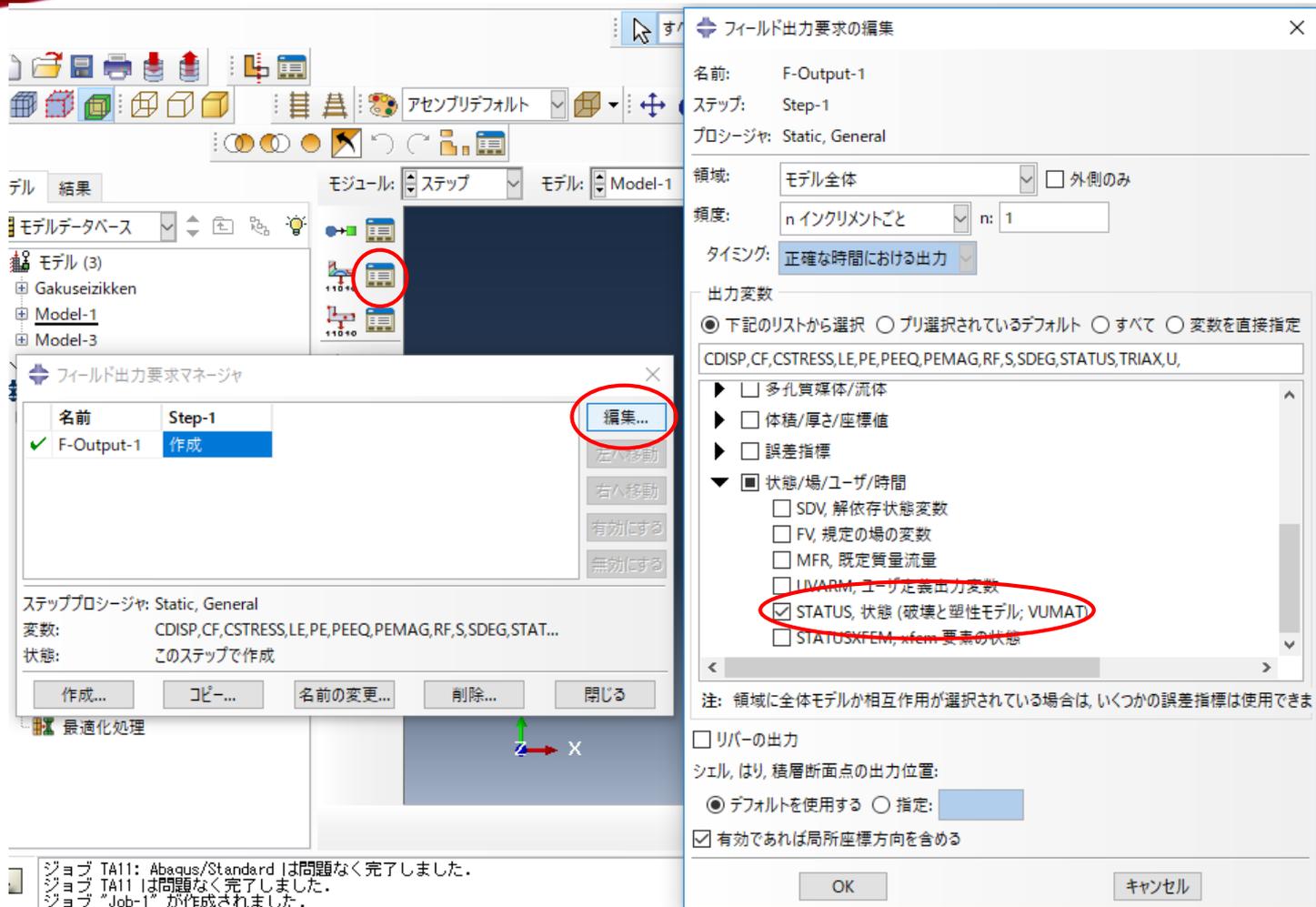


ステップ

1. モジュール:ステップを選択
2. ステップの作成を選択
3. ステップの編集:下図の通りにしてOK

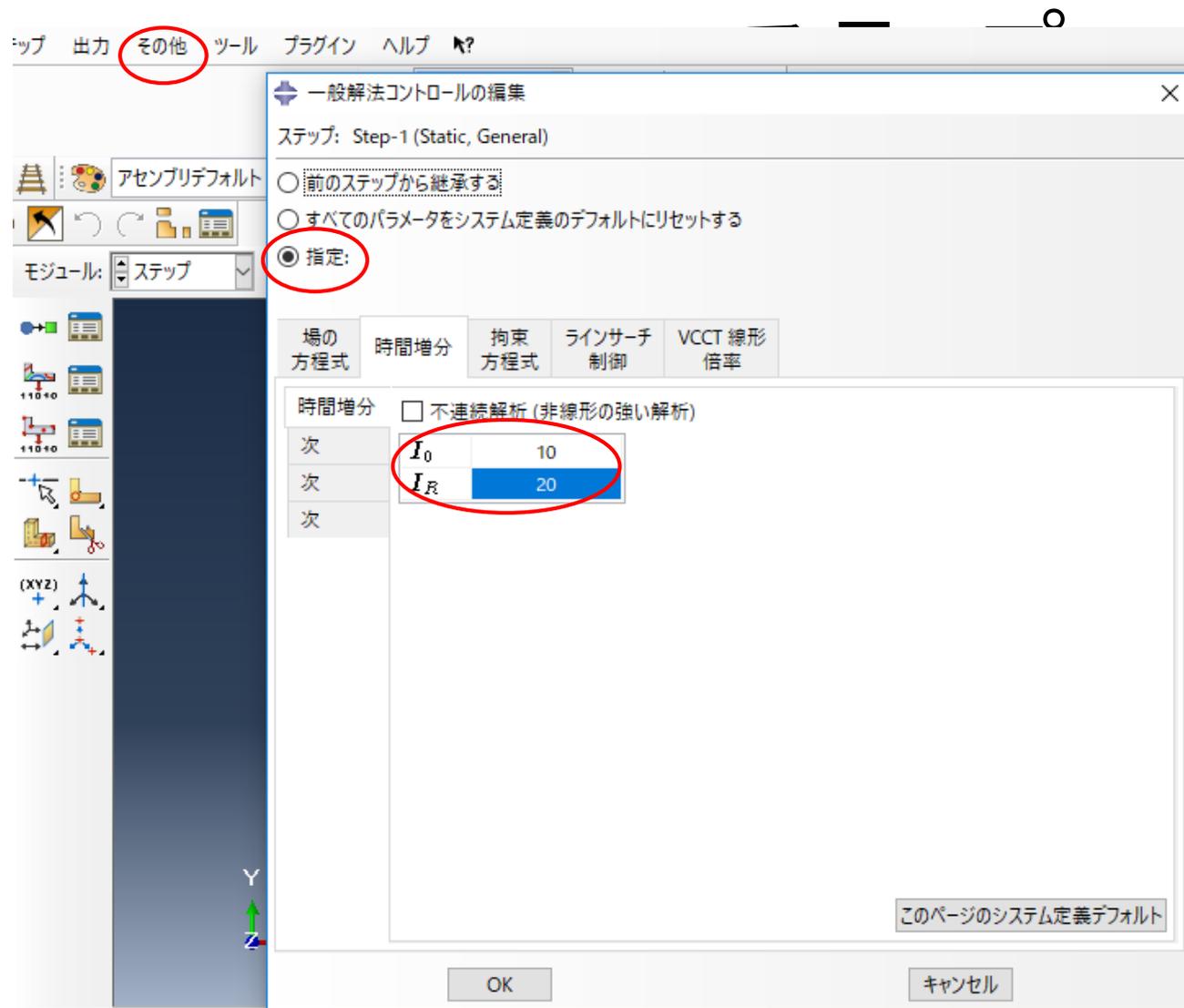


ステップ



1. フィールド出力マネージャ: 編集
2. 状態/場/ユーザ/時間: STATUS にチェックし OK

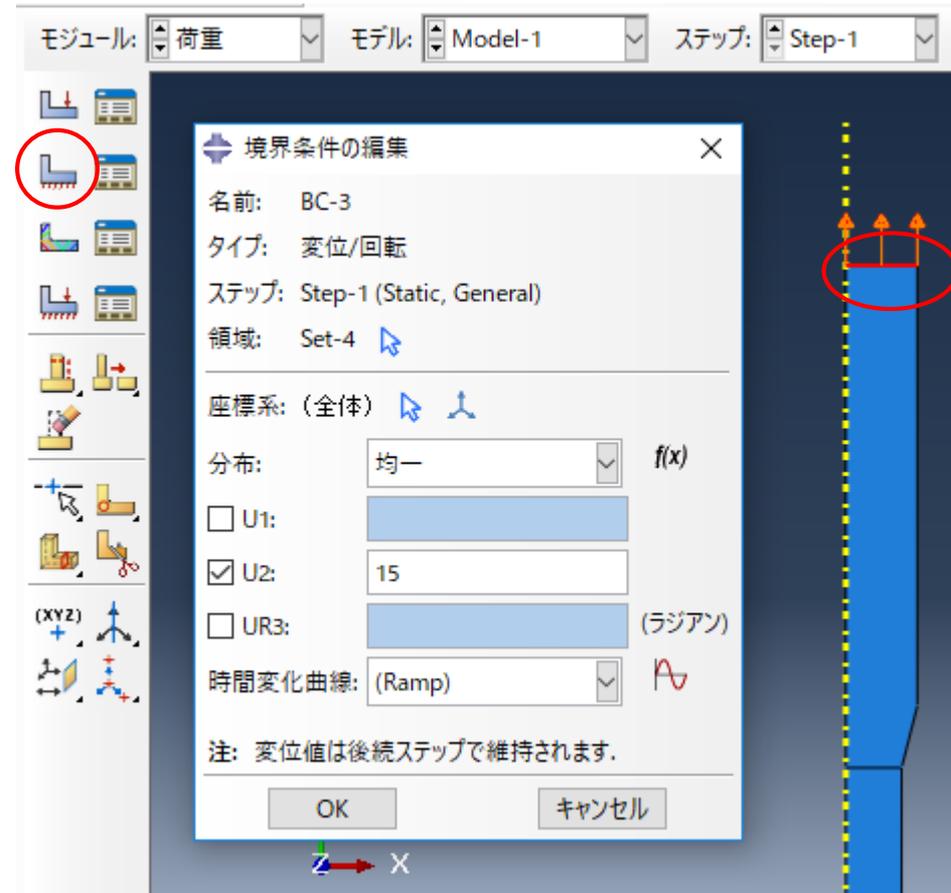
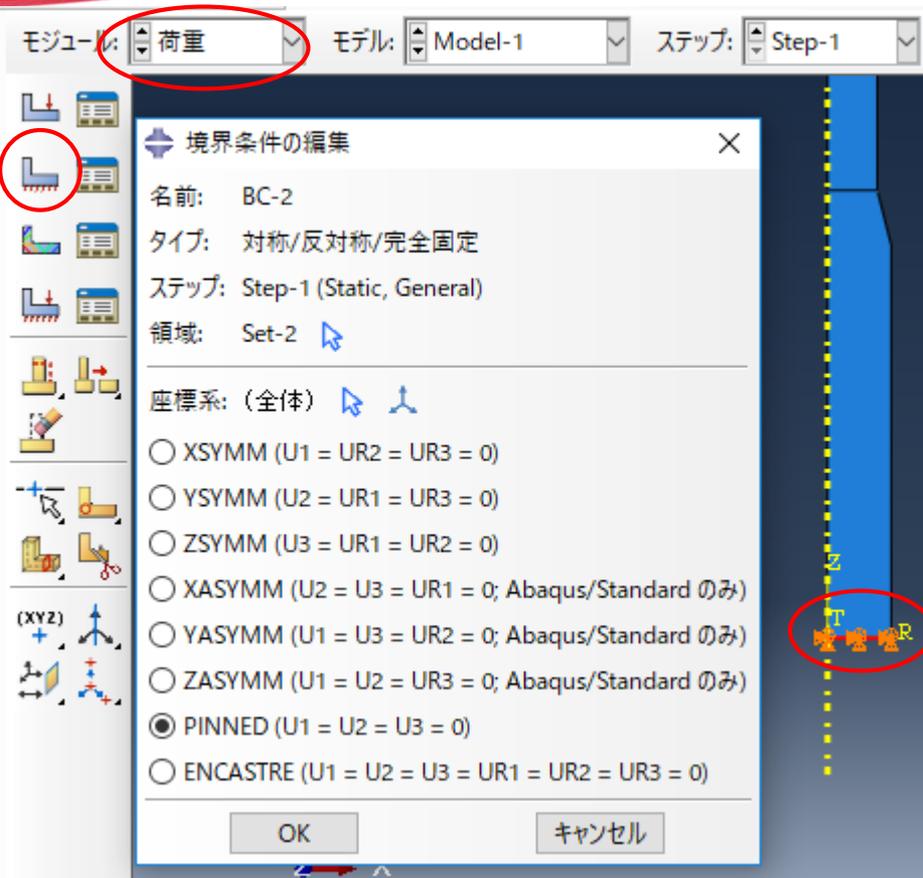
1. その他:一般解法コントロール:編集: Step-1
2. 一般解法コントロールの編集:図の通りにしてOK



荷重

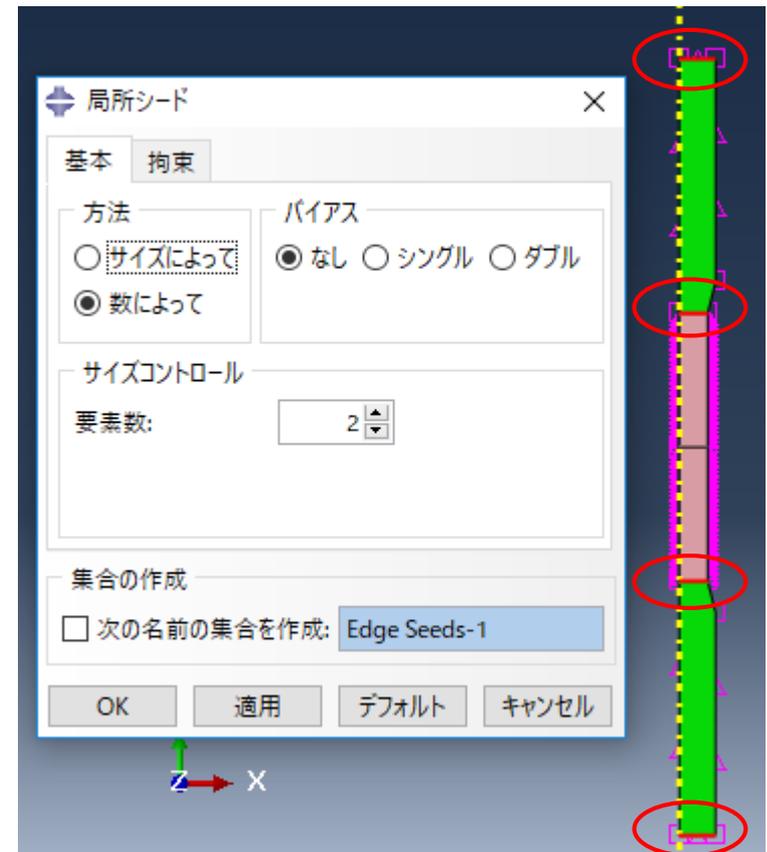
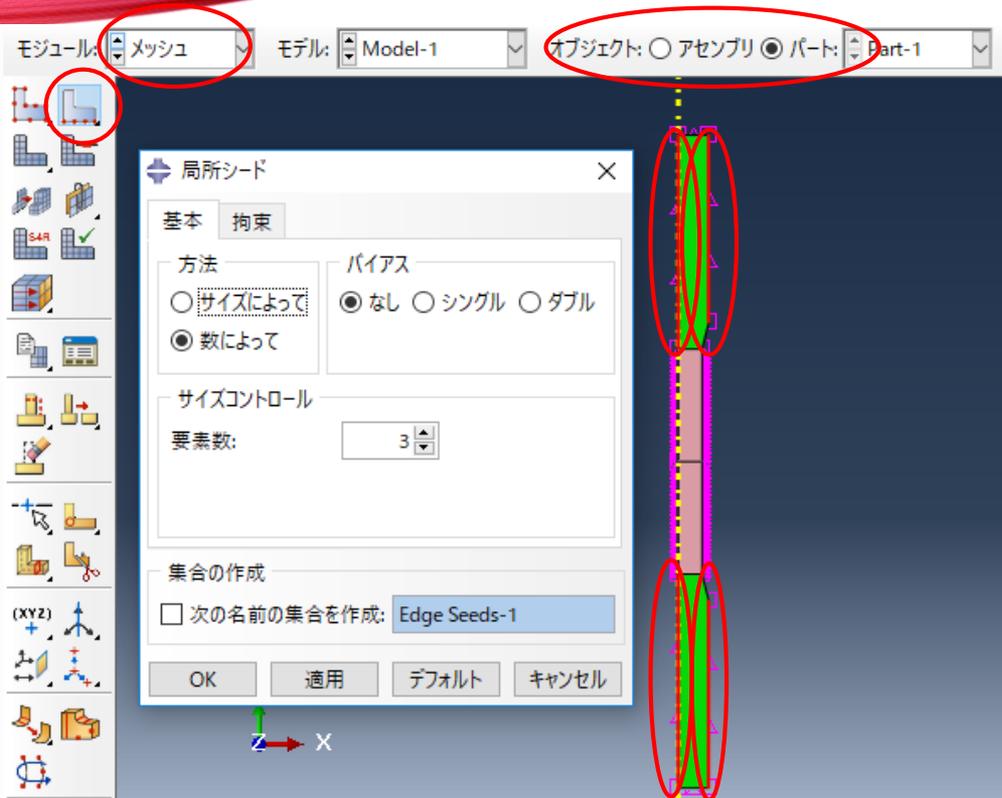
✓モジュール: 荷重

✓境界条件の作成: 対称/反対称/完全固定: モデル下端を選択: PINNED

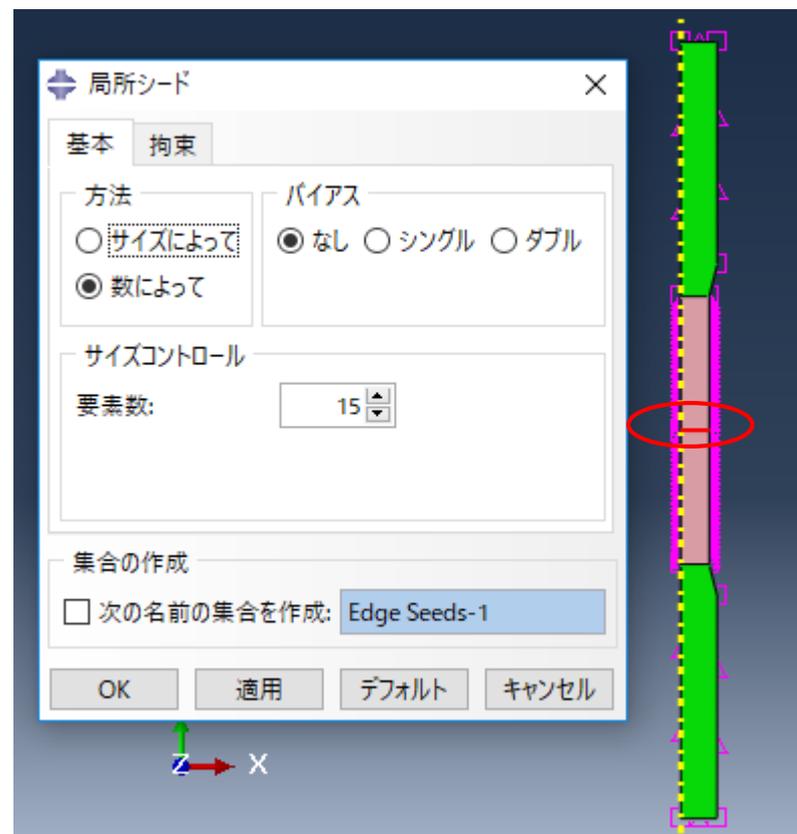
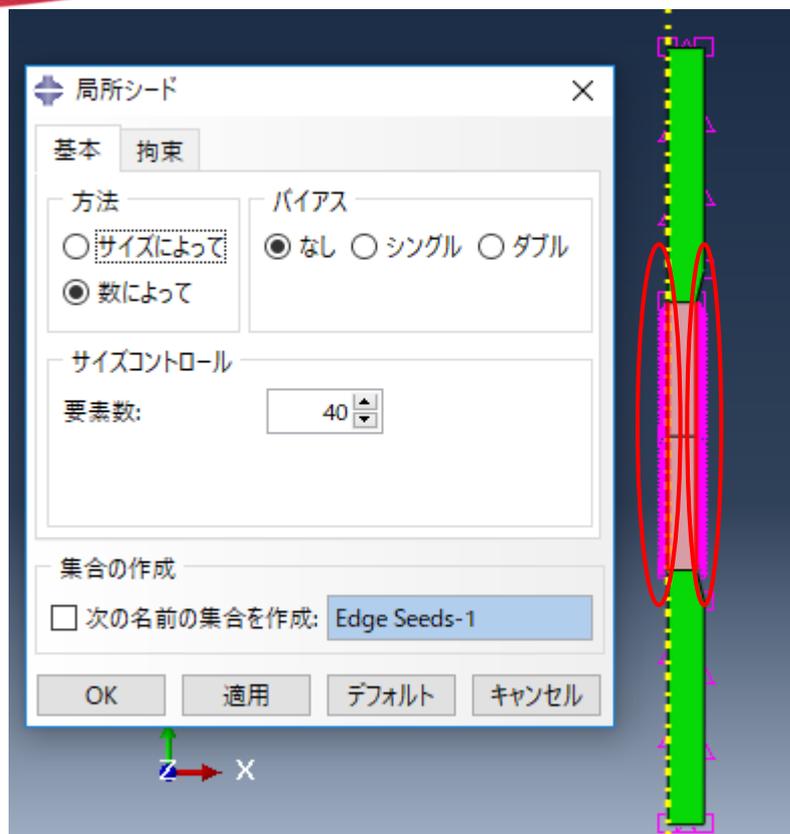


✓ 境界条件の作成: 変位/回転: モデル上端を選択: 右図の通りに変位を設定

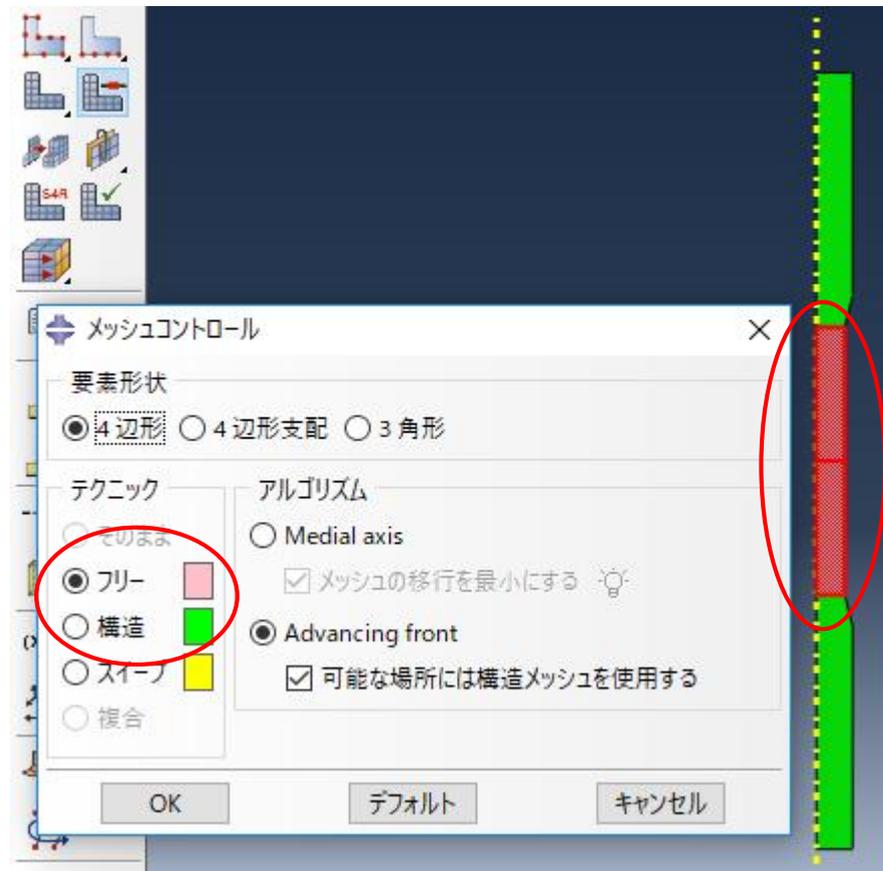
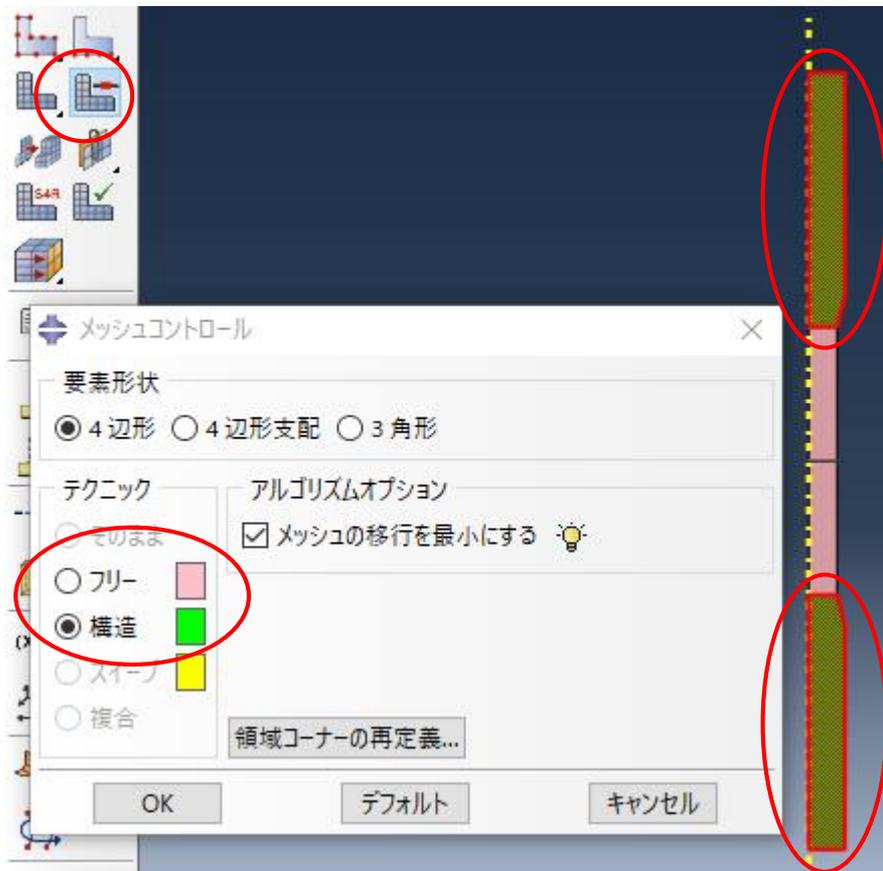
メッシュ



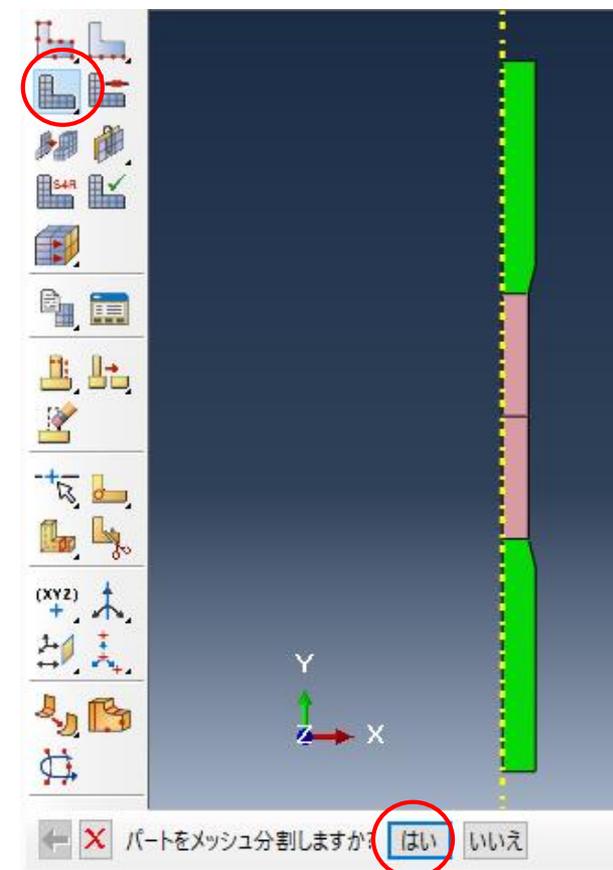
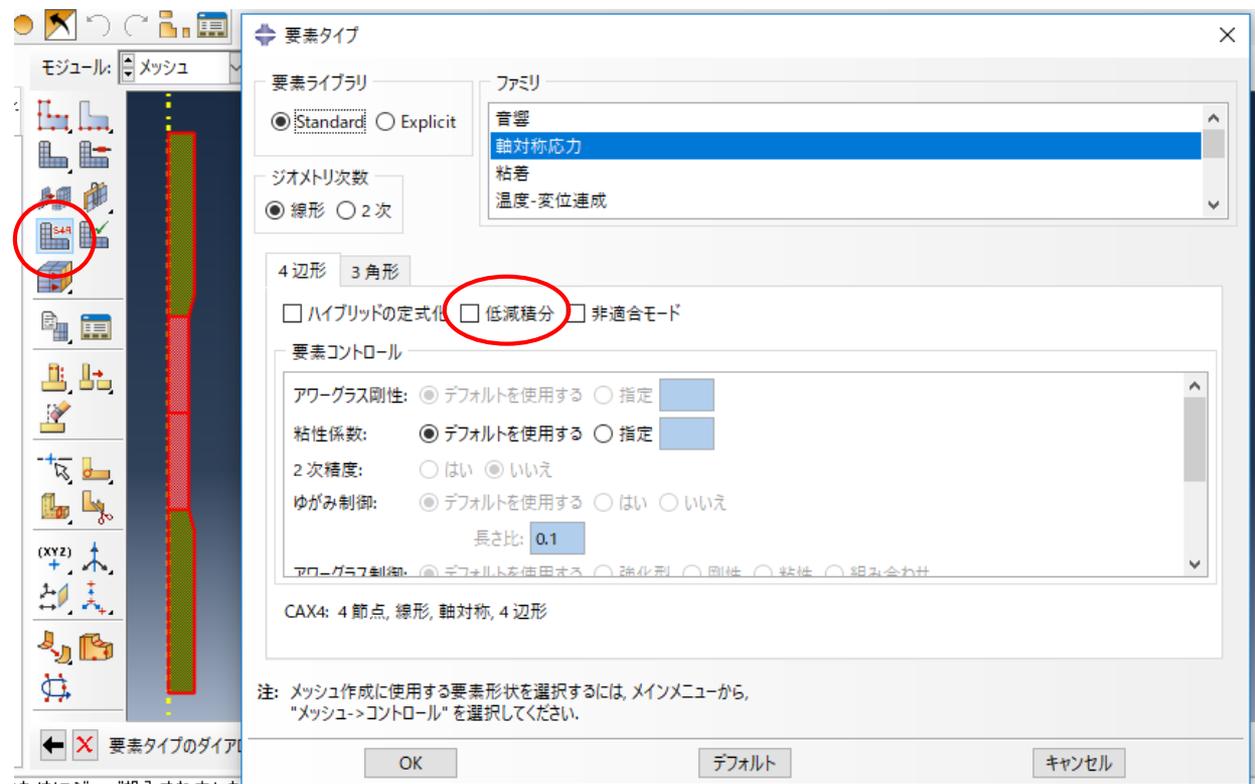
- モジュール:メッシュ:オブジェクトでパートを選択:エッジのシード
- 左図のように選択:完了:局所シードで左図の通りにしてOK
- 右図も同じ手順



- 左図のように選択:完了:局所シードで左図の通りにしてOK
- 右図も同じ手順

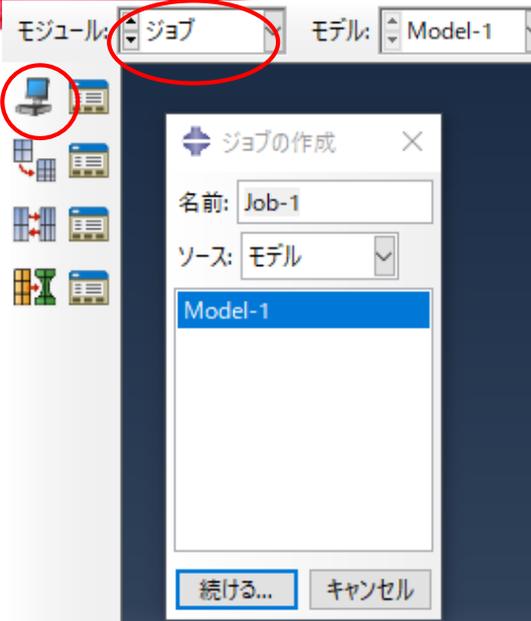


- メッシュコントロールの割り当て: 左図のように選択し完了: 左図の状態
でOK
- 右図も同じ手順

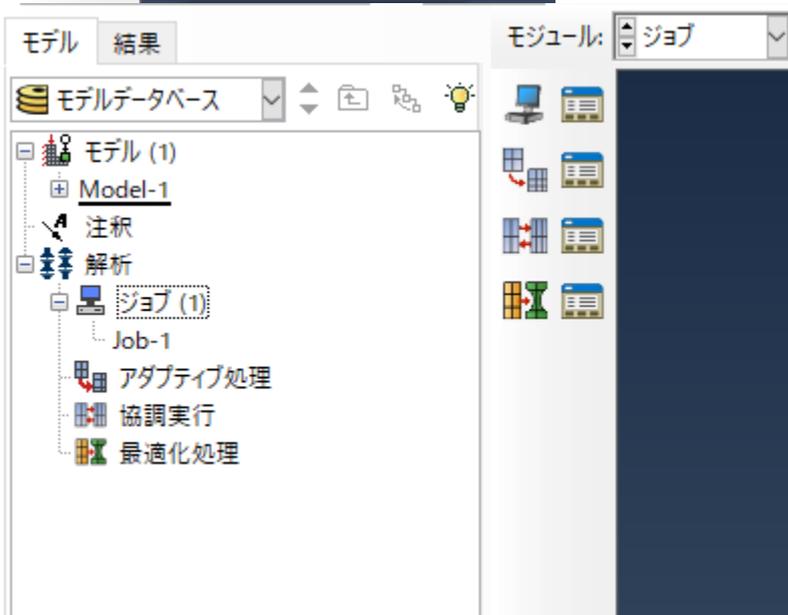


- 要素タイプの割り当て: モデル全体を選択し完了: 左図の状態です(低減積分のチェック外す)
- パートインスタンスのメッシュ: はいを選択

ジョブ



- モジュール:ジョブ:ジョブの作成:続ける:OK
- モデルツリー(左にある):ジョブの左にある+マークを押すと作成したジョブが出てくる:作成したジョブを左クリック:ジョブの投入
- 作成したジョブの隣に"完了"が出たら右クリック:結果



5分くらい

