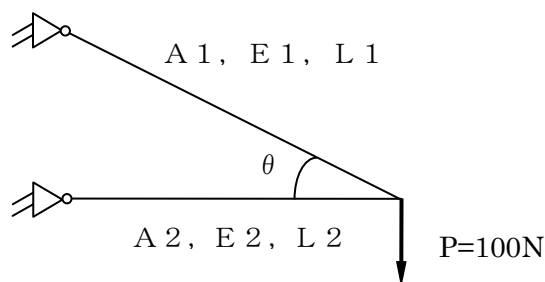


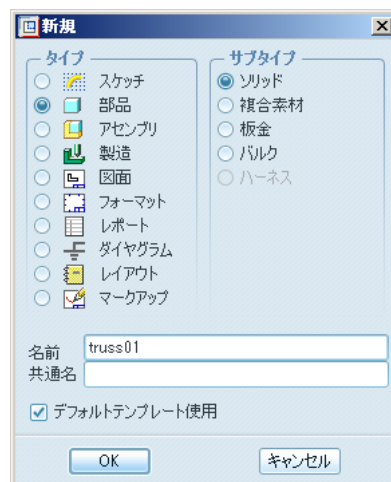
山田他著「新材料力学 (上)」P-79 例題 3-19 に示されるトラス構造を Pro/Mechanica の「はり要素」を用いて解析する方法を示す。



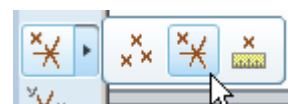
断面積 $A1 = A2 = 20 \text{ mm}^2$
 弾性係数 $E1 = E2 = 70 \text{ GPa}$
 長さ $L1 = 1000 \text{ mm}$
 角度 $\theta = 30^\circ$

① 「ファイル」→「ワーキングディレクトリを設定」を選択する。例えば D:\¥

② 「ファイル」→「新規」と進み「タイプ」の「部品」を選択し、名前欄に truss01 と入力して [OK] ボタンを押す。

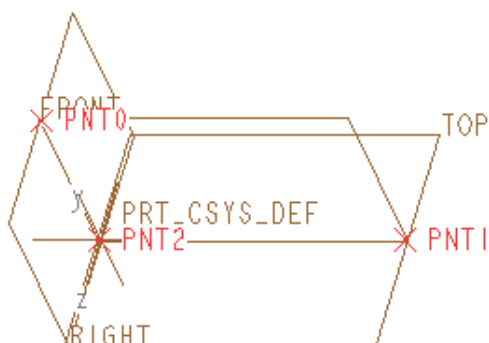


③ 「挿入」→「モデルデータ」→「点」→「座標系オフセット」と選択する。または、画面右側のツールバー上のデータ点ツール の をクリックしてもよい (右図)。





④ 「オフセット座標系データ点」ダイアログが開くので、「参照」の入力欄をクリックした後、画面中央にある部品座標系 PRT_CSYS_DEF にマウスを合わせ (座標系が水色に変化する) 左クリック。


⑤ 右図の「名前」欄の空白の部分をクリックする毎にデータ点の名前が自動的に付けられ座標値の入力が可能となる。本例題の場合には $PNT0=(0, 500, 0)$, $PNT1=(866, 0, 0)$, $PNT2=(0, 0, 0)$ を入力し [OK] ボタンを押す。表示画面には以作成された 3 点が表示される。(下図参照)

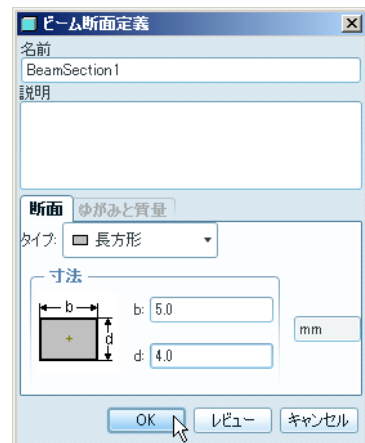
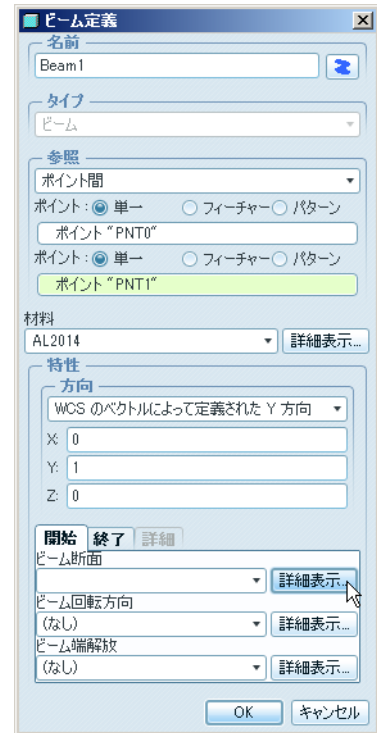
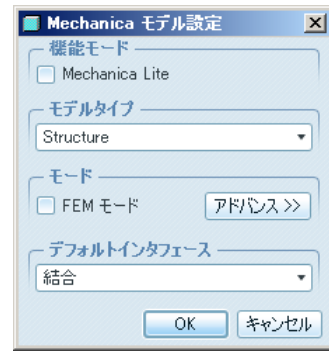
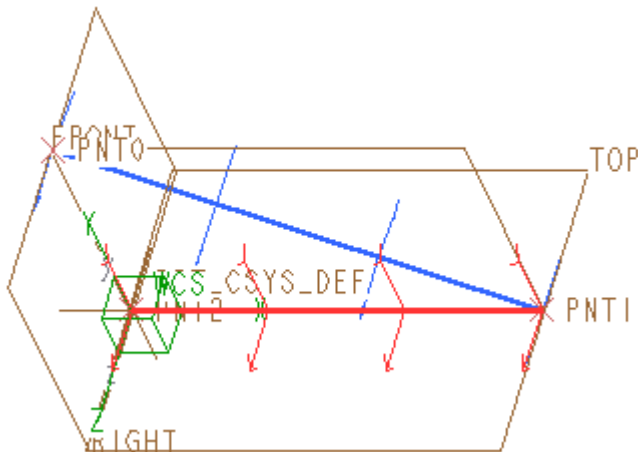


- ⑥ 「アプリケーション」 → 「Mechanica」 を選択する.
- ⑦ 「モデルタイプ」 ダイアログのモデルタイプが Structure になっていることを確認し [OK] をクリックする。
- ⑧ **はり要素の作成** : 「挿入」 → 「ビーム」 を選択する (または


右ツールバーの  をクリック) と 「ビーム定義」 ダイアログが表示される。「名前」欄は自動的に付く Beam1 のままとし「参照」欄は「ポイント間」を選択する。グラフィック画面上の PNT0 をクリックすると上部「ポイント」欄に「ポイント” PNT0”」が表示され、つぎに画面上で PNT1 をクリックする。これにより PNT0 と PNT1 が Beam1 として登録される。


- ⑨ 「材料」欄の [詳細表示] をクリックし、材料に al2014.mtl を選択する。「材料」ダイアログの「ライブラリの材料」欄の AL2014 を選択し  をクリックして [OK] をクリックする。
- ⑩ つづいて「断面」欄の [詳細表示] をクリックすると「ビーム断面」ダイアログが表示されるので [新規] をクリックすると、「ビーム断面定義」ダイアログが表示される。「断面」タブの「タイプ」のボックス右端をクリックすると使用できる断面のプルダウンメニューが表示される。もちろん任意の断面形をスケッチすることができるが、本例題では長方形断面を選択して幅:5.0 と高さ:4.0 を入力する。[OK] をクリックして「ビーム断面定義」ダイアログを閉じ、「ビーム断面」ダイアログの [OK] もクリックする。
- ⑪ 「ビーム定義」ダイアログに戻るので [OK] ボタンをクリックして閉じる。

- ⑫ 同様に  をクリックして PNT2 と PNT1 間に Beam2 を定義する。材料や断面寸法は上で作成した Beam01 と同じにする。定義が終了するとグラフィック画面は以下となる。

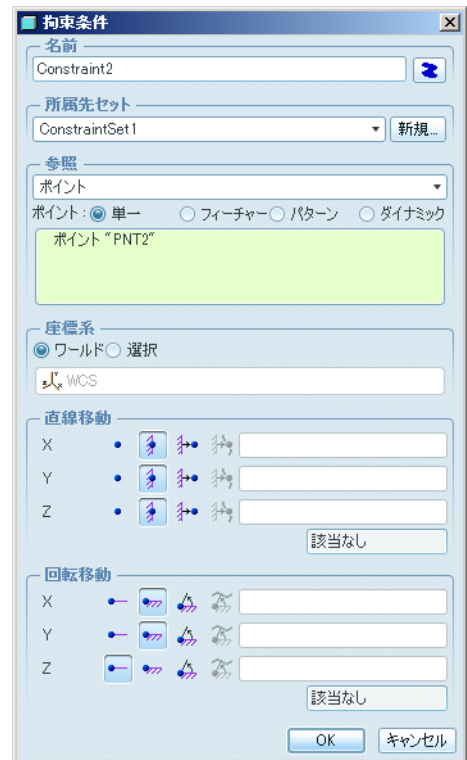
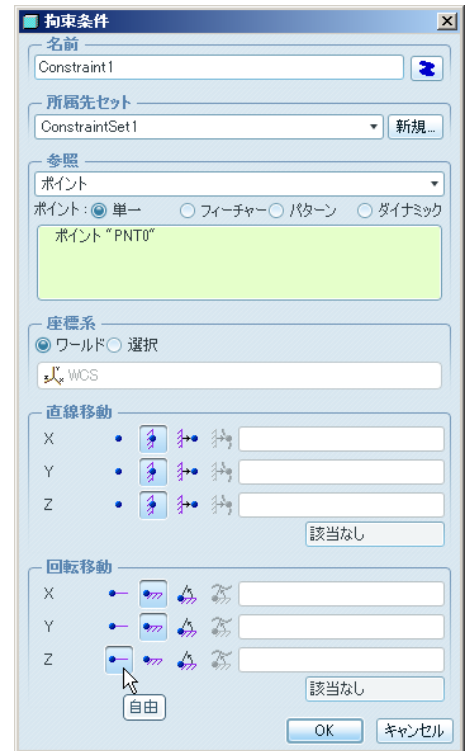
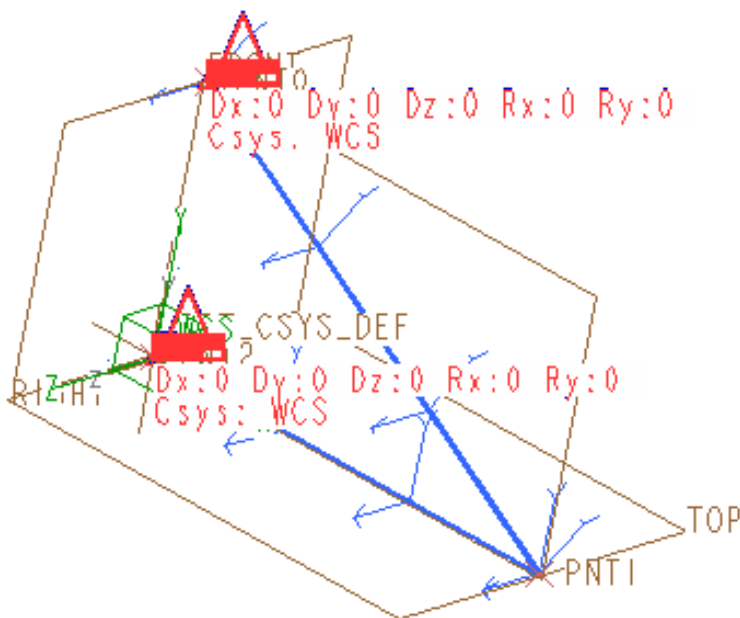



⑬ 拘束条件：「挿入」→「変位拘束条件」を選択。または右側

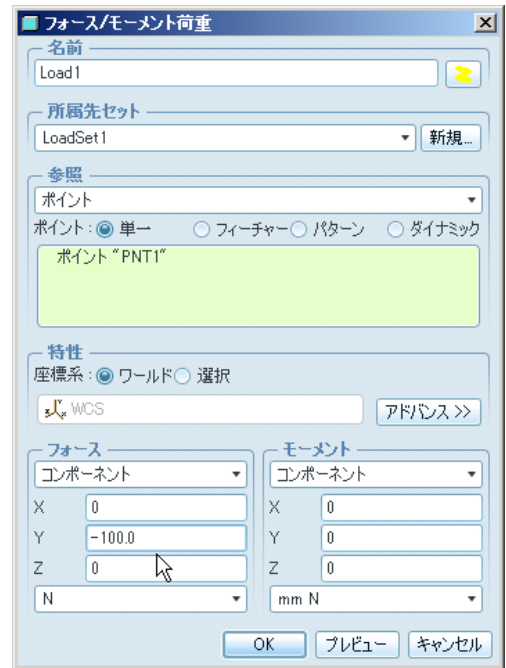
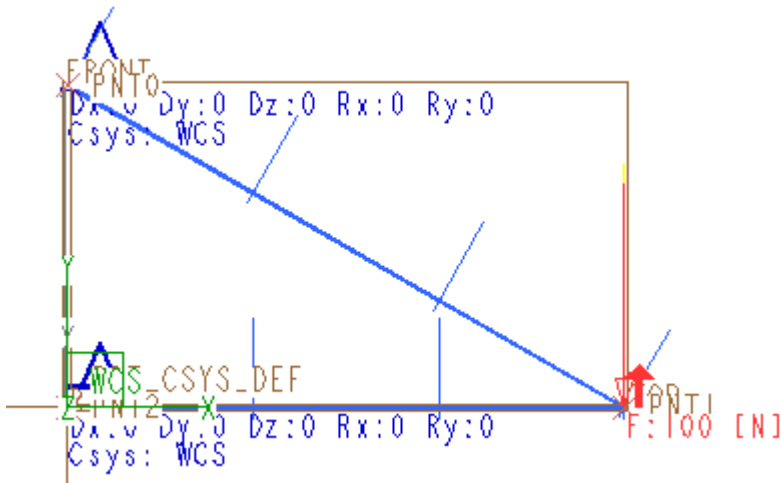
のツールバーから  アイコンをクリックしてもよい。表示される「拘束条件」ダイアログの「参照」欄に「ポイント」を選択する。つぎにグラフィック画面の PNT0 を左クリックして選択すると PNT0 が赤色に表示される。点 PNT0 は単純支持なので「直線移動」は全方向拘束、「回転移動」は Z 軸まわりを自由として他は拘束となるように設定(右図参照)して [OK] ボタンを押す。

⑭ 同様に  アイコンをクリックして、点 PNT2 に新規拘束を追加する。この点も PNT0 と同様に単純支持なので Z 軸まわりの「回転移動」のみ自由を選択する。右下のように設定できたら [OK] を押す。


⑮ これによりグラフィック画面は以下ようになる。三角形のマークは拘束条件が付加されたことを意味していて Dx, Dy, Dz は直線移動の各自由度を、また、Rx, Ry, Rz は各軸まわりの回転移動自由度の設定状態を表し 0 は「拘束」を意味する。

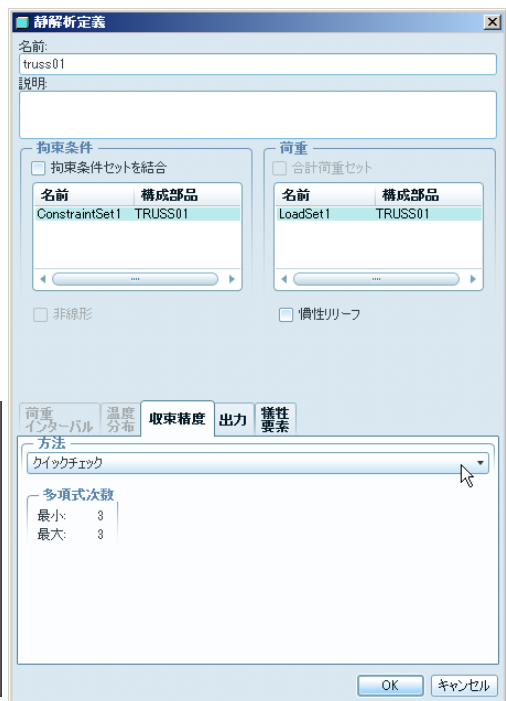
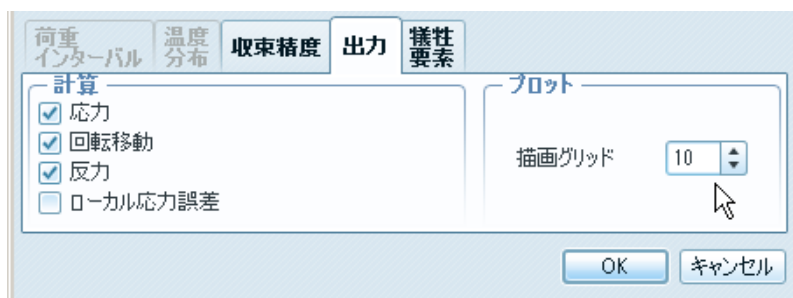
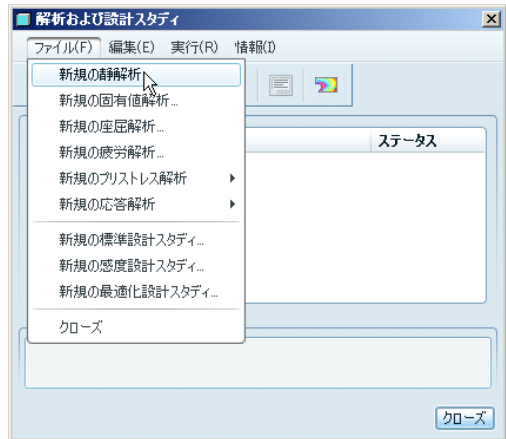


荷重条件：「挿入」→「フォース/モーメント荷重」を選択、またはツールバーの  アイコンをクリックする。「フォース/モーメント荷重」ダイアログが開くので、「参照」欄の選択ボックスから「ポイント」を選択し、モデル上の点 PNT1 を左クリックして選択する。本例題では、この点に Y 方向：-100N の荷重がかかっているのので「フォース」欄の Y 方向入力ボックスに -100.0 と入力して [OK] ボタンを押下する。これによりグラフィック画面は以下ようになる。塗りつぶしされた上向き矢印は荷重条件のマークで下向きの線画矢印が下向き 100N の荷重を表している。



⑩ **解析**：「解析」→「Mechanica 解析/スタディ」を選択、

または上部ツールバーから  をクリック。「解析およびデザインスタディ」ダイアログが表示される。「ファイル」→「新規の静解析...」を選択すると「静解析定義」ダイアログが開かれる。「名前」欄には truss01 と入力し、下部の「収束精度」タブ中の「方法」欄の選択ボックス右端をクリックして「クイックチェック」を選択する。つぎに「出力」タブをクリックして「プロット」欄の描画グリッドを 10 に変更する。[OK] を押して「静解析定義」ダイアログを閉じる。



⑰ **解析実行**：「解析およびデザインスタディ」ダイアログ上部の [実行] ボタンを押すか、ツールアイコンの



をクリックすると、「対話型診断を実行しますか？」の問いが表示されるので [はい(Yes)] を選択すると解析が始まる。ダイアログ上部の [情報] → [ステータス] を選択または



をクリックして表示されるステータスの最終行に「実行完了」と表示されればエラーがなく実行が終了したことを意味する。この操作はいきなり詳細な解析を行う前にエラーチェックのための解析であり時間は掛からない。

⑱ **詳細解析**：「解析およびデザインスタディ」ダイアログ上部の [編集] ボタンを押し、「解析/スタディ...」を選択して解析の定義を再編集する。ここではより精度よく解析するために、「収束精度」タブをクリックして「方法」欄を「マルチパスアダプティブ」に変更し、「多項式の次数」欄の最大を6とする。「制限」欄の収束パーセントは1%とする。[OK]を押下した後、再び解析を実行する。「上書きするか…」と「エラー検出するか」の問い合わせには [はい] を選択する。実行が完了後に「情報」→「ステータス」を選択、または



をクリックして以下の結果が読み取る。

max_disp_x:	-1.026150e-01	0.0%
max_disp_y:	-4.513671e-01	0.0%
max_stress_prin:	1.001834e+01	0.0%
min_stress_prin:	-8.678564e+00	0.0%

※ 前述の本における解は以下となっている。

最大 X 方向変位： $u = -0.10714$ mm

最大 Y 方向変位： $v = -0.47129$ mm

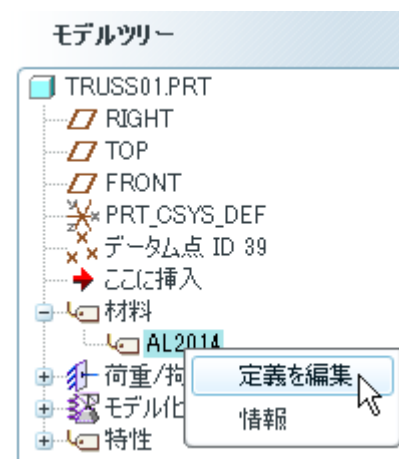
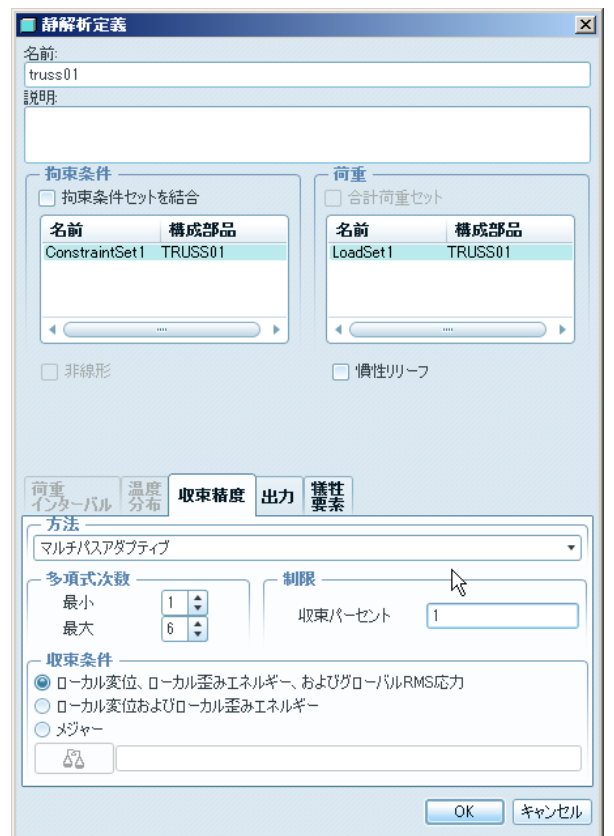
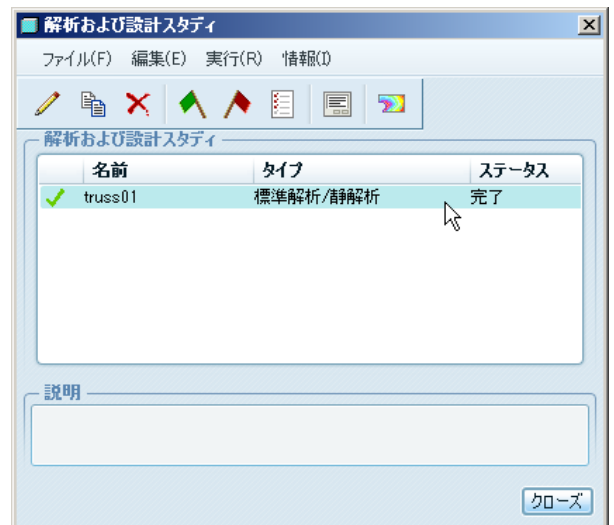
最大応力： $\sigma_1 = 10$ MPa

最小応力： $\sigma_2 = -8.6603$ MPa

解析結果が少し異なるように思われる。

今回の解析に使用した材料 AL2401 の材料定数等の情報を得るには、画面左側のモデルツリーの「材料(Material)」の「AL2014」にカーソルを合わせて右クリックし、[定義を編集] を選択する。

ヤング率	73084.4 [MPa]
------	---------------




E = 73 GPa となっているので 70GPa に変更して [OK] を押下する。

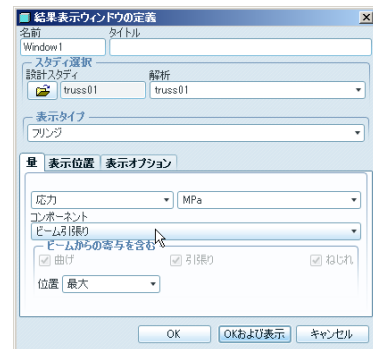
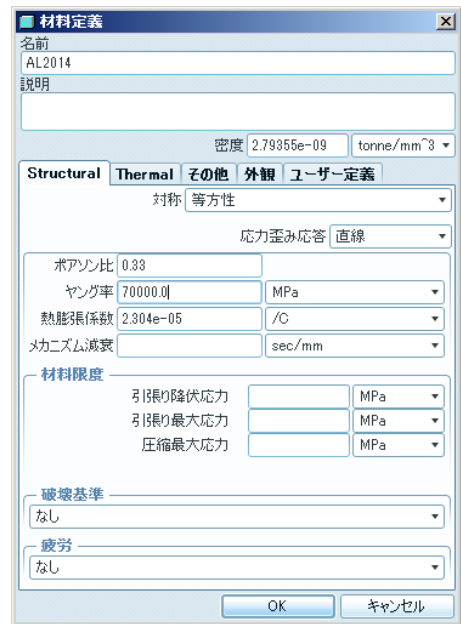
再解析した結果は以下のとおりである。

max_disp_x:	-1.071366e-01	0.0%
max_disp_y:	-4.712558e-01	0.0%
max_stress_prin:	1.001834e+01	0.0%
min_stress_prin:	-8.678564e+00	0.0%

最大 X 方向変位 : u	-0.1071366 mm
最大 Y 方向変位 : v	-0.4712558 mm
最大応力 : σ_1	10.01834 MPa
最小応力 : σ_2	-8.678564 MPa

よい結果が得られた。

結果の表示 : 「解析およびデザインスタディ」ダイアログ上部のアイコン  をクリックすると、「結果表示ウィンドウの定義」ダイアログが開く。下部の「量」タブに「応力」、コンポーネントに「ビーム引張り」を選択する。つづいて「表示オプション」タブをクリックして [変形]、[荷重を表示]、[拘束条件を表示] と [アニメーション] にチェックを入れて [OK および表示] ボタンを押す。



赤色は最大引張り応力が生じている要素を、青色は最小応力 (圧縮) が生じている要素を示している。

