

# Femtet<sup>®</sup> Ver10.2

## 新機能/変更点のご紹介

機能	概要
解析機能	<ul style="list-style-type: none"><li>• <a href="#">応力解析:ステップ解析のリスタート/中断</a></li><li>• <a href="#">応力解析:チェックリストを用いたバース/デス設定</a></li><li>• <a href="#">応力解析:結果フィールドの強化</a></li><li>• <a href="#">応力解析:結果値のCSVファイル出力</a></li><li>• <a href="#">応力解析:ボディ属性初期歪み</a></li><li>• <a href="#">応力解析・圧電解析:分布荷重のトータル荷重設定</a></li><li>• <a href="#">圧電解析:浮電極に抵抗値をつける</a></li><li>• <a href="#">磁場解析:鉄損の解析</a></li><li>• <a href="#">磁場解析:各種損失密度分布の表示に対応</a></li><li>• <a href="#">音波解析:変位の境界条件</a></li><li>• <a href="#">音波解析:境界条件が位相、複素数に対応</a></li><li>• <a href="#">直接法的高速化(統合パック)</a></li></ul>
メッシュ	<ul style="list-style-type: none"><li>• <a href="#">メッシュ情報のファイル出力</a></li></ul>
プリ・ポストプロセッサ	<ul style="list-style-type: none"><li>• <a href="#">他CADとの属性名引き継ぎ</a></li><li>• <a href="#">未定義変数の自動登録</a></li><li>• <a href="#">ボディ数、選択オブジェクト数表示</a></li></ul>

機能	概要
プリ・ポストプロセッサ	<ul style="list-style-type: none"><li>• <a href="#">距離角度計算を改良</a></li><li>• <a href="#">視点の回転を改良</a></li><li>• <a href="#">モデルデータベースの更新反映</a></li><li>• <a href="#">選択トポロジの節点結果CSV出力</a></li><li>• <a href="#">ツールチップに要素数を表示</a></li><li>• <a href="#">指向性3D表示の改良</a></li><li>• <a href="#">応力ベクトルの色変更</a></li></ul>
グラフ	<ul style="list-style-type: none"><li>• <a href="#">操作のUndo/Redo</a></li><li>• <a href="#">テキスト入力</a></li></ul>

### ステップ解析の中断および、リスタートが可能になりました

解析条件の設定

Galileo 調和解析 共振解析 過渡解析 加速度 角速度  
熱荷重 ステップ解析 高度な設定 説明

ステップ	時刻	分割ステップ	到達温度
1	1.0	4	100
2	2.0	1	100
3	3.0	4	200
4	4.0	1	200
5	5.0	4	300
6	6.0	1	300
7	7.0	1	300

指数 0 0  
単位 [s] [deg]

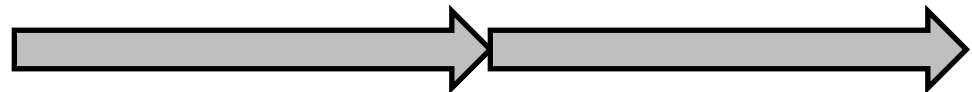
行の挿入(I) 行の削除(D) 参照(R)  
時刻-温度 グラフ(G)

リスタート/中断  
 前回の中断ステップ以降をリスタート解析する  
 ステップ 4 で解析を中断する

**NEW**

OK キャンセル ヘルプ(H)

### 解析ステップ



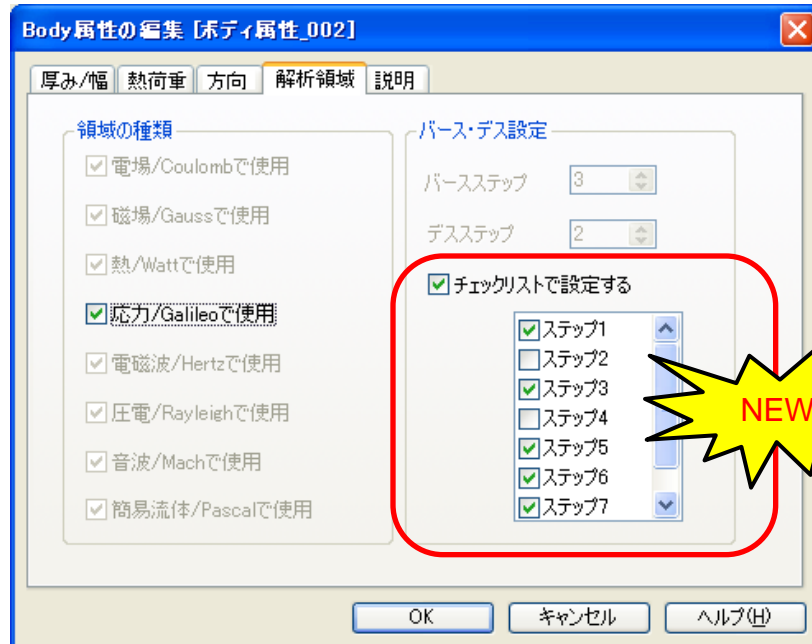
リスタート/中断  
 前回の中断ステップ以降をリスタート解析する  
 ステップ 3 で解析を中断する

リスタート/中断  
 前回の中断ステップ以降をリスタート解析する  
 ステップ 6 で解析を中断する

### 特徴

- ・解析を中断するステップをあらかじめ設定
- ・中断ステップからのリスタートが可能
- ・中断時に材料定数の変更が可能

ステップ解析でのバースデス設定が、チェックリストから可能になりました



ステップ2および4でデスとなる設定例

解析ステップ

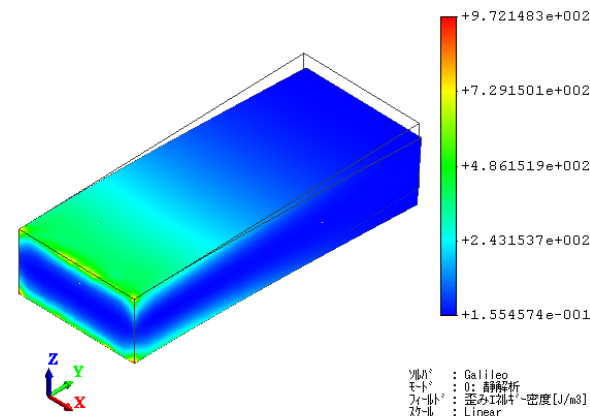
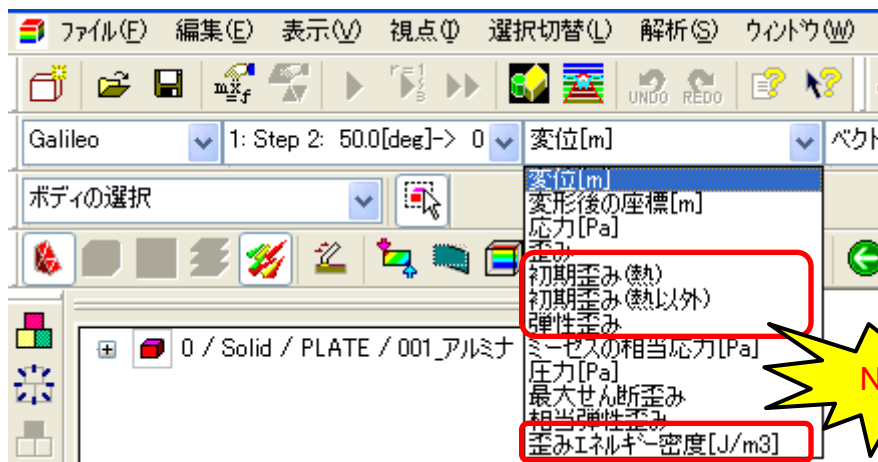


チェックあり: バース  
チェックなし: デス

特徴

- ・バースデスの繰り返し設定なども可能です
- ・デスステップのボディ内部の応力ひずみはゼロにリセットされます

## 歪みエネルギー密度、初期歪み、弾性歪みが表示できるようになりました



歪みエネルギー密度表示例(例題1)

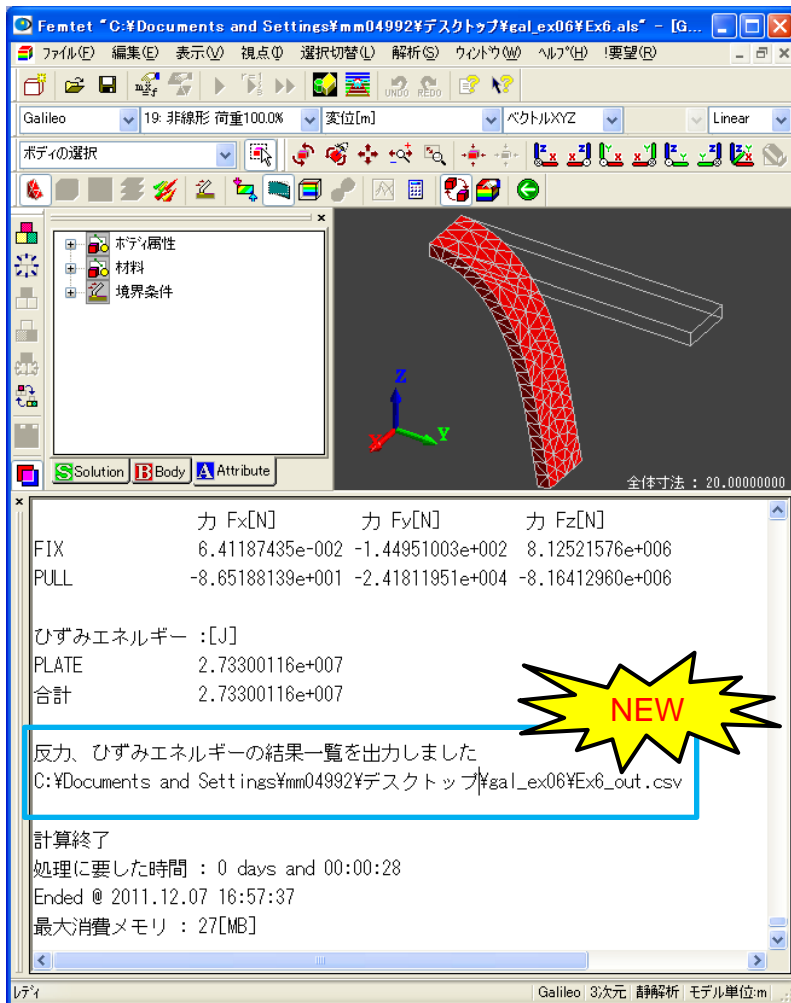
各種歪みには以下の関係が成立します。

$$\begin{aligned} \text{歪み(トータル歪み)} &= \text{弾性歪み} + \text{初期歪み} + \text{塑性歪み} + \text{クリープ歪み} \\ \text{初期歪み} &= \text{初期歪み(熱歪み)} + \text{初期歪み(熱以外)} \end{aligned}$$

歪みエネルギー密度は以下の式で算出しています。歪みとしては弾性歪みを用いています。

$$U = \frac{1}{2} (\sigma_{xx} \varepsilon_{xx} + \sigma_{yy} \varepsilon_{yy} + \sigma_{zz} \varepsilon_{zz} + \tau_{yz} \gamma_{yz} + \tau_{zx} \gamma_{zx} + \tau_{xy} \gamma_{xy})$$

解析終了時に、歪みエネルギーや反力のCSVファイルが出力されるようになりました



The screenshot shows the FEMTET software interface. The main window displays a 3D model of a curved beam with a red mesh. The results window is open, showing the following data:

	力 Fx[N]	力 Fy[N]	力 Fz[N]
FIX	6.41187435e-002	-1.44951003e+002	8.12521576e+006
PULL	-8.85188139e+001	-2.41811951e+004	-8.16412960e+006

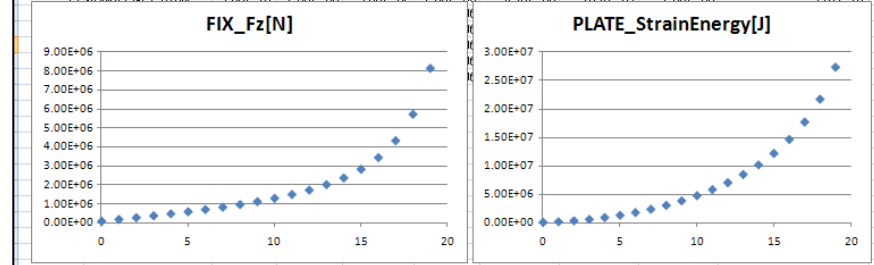
  

	ひずみエネルギー :[J]
PLATE	2.73300116e+007
合計	2.73300116e+007

反力、ひずみエネルギーの結果一覧を出力しました  
 C:\Documents and Settings\mm04992\Desktop\gal\_ex06\Ex6\_out.csv

計算終了  
 処理に要した時間 : 0 days and 00:00:28  
 Ended @ 2011.12.07 16:57:37  
 最大消費メモリ : 27[MB]

Mode	Level	Time	FIX_Fx[N]	FIX_Fy[N]	FIX_Fz[N]	PULL_Fx[N]	PULL_Fy[N]	PULL_Fz[N]	PLATE_StrainEnergy[J]
0	非線形 荷重 5.0%	5.00E-02	1.77E+00	1.86E+02	8.99E+04	-5.89E+01	1.74E+04	-1.10E+05	3.37E+04
1	非線形 荷重 10.0%	1.00E-01	3.76E+00	4.45E+02	1.81E+05	-8.12E+01	8.66E+04	-2.91E+05	1.36E+05
2	非線形 荷重 15.0%	1.50E-01	3.76E-01	4.02E+01	2.75E+05	-5.12E+00	1.80E+04	-3.01E+05	3.07E+05
3	非線形 荷重 20.0%	2.00E-01	5.33E+00	6.49E+02	3.73E+05	-9.86E+01	9.27E+04	-5.24E+05	5.52E+05
4	非線形 荷重 25.0%	2.50E-01	5.78E-01	6.76E+01	4.75E+05	-6.48E+00	2.56E+04	-5.22E+05	8.71E+05
5	非線形 荷重 30.0%	3.00E-01	8.03E+00	1.07E+03	5.84E+05	-1.21E+02	1.25E+05	-8.55E+05	1.27E+06
6	非線形 荷重 35.0%	3.50E-01	1.19E+00	1.54E+02	7.01E+05	-9.50E+00	4.40E+04	-8.11E+05	1.76E+06
7	非線形 荷重 40.0%	4.00E-01	5.71E-01	7.38E+01	8.25E+05	-8.74E+00	1.83E+04	-8.81E+05	2.33E+06
8	非線形 荷重 45.0%	4.50E-01	5.02E-01	6.48E+01	9.63E+05	-1.05E+01	1.16E+04	-1.01E+06	3.01E+06
9	非線形 荷重 50.0%	5.00E-01	6.20E-01	8.11E+01	1.12E+06	-1.38E+01	1.01E+04	-1.17E+06	3.80E+06
10	非線形 荷重 55.0%	5.50E-01	8.51E-01	1.17E+02	1.29E+06	-1.88E+01	8.97E+03	-1.36E+06	4.72E+06
11	非線形 荷重 60.0%	6.00E-01	1.23E+00	1.79E+02	1.49E+06	-2.65E+01	5.72E+03	-1.60E+06	5.78E+06
12	非線形 荷重 65.0%	6.50E-01	7.76E-01	1.17E+02	1.72E+06	-2.46E+00	-1.30E+03	-1.79E+06	7.02E+06
13	非線形 荷重 70.0%	7.00E-01	2.24E+00	3.47E+02	2.01E+06	-5.41E+01	-1.50E+04	-2.17E+06	8.45E+06
14	非線形 荷重 75.0%	7.50E-01	2.63E+00	4.38E+02	2.36E+06	9.48E+00	-3.29E+04	-2.55E+06	1.01E+07



**結果出力ステップ数が複数の場合に、反力やひずみエネルギーのグラフを容易に作成できるようになりました。**

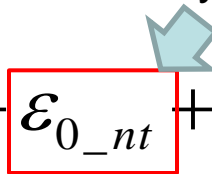
## 応力解析の静解析でボディ属性「初期歪み」が設定できるようになりました

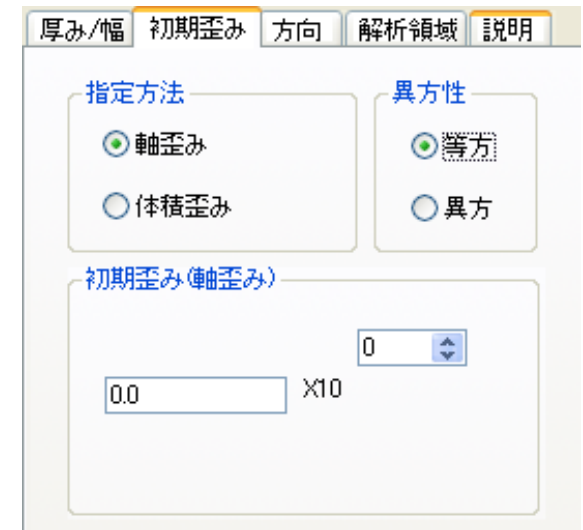
従来の線膨張係数 $\alpha$ と熱荷重 $\Delta T$ による初期歪み(熱歪み)だけでなく、温度に依存しない初期歪み $\epsilon_{0\_nt}$ をBodyに与えることができます。  
 ※電歪連成解析では、熱以外の成分として電場による初期歪み(電歪) $\epsilon_{0\_es}$ も加わります。

トータル初期歪み

$$\epsilon_0 = \underbrace{\alpha\Delta T}_{\text{熱歪み}} + \underbrace{\epsilon_{0\_nt} + \epsilon_{0\_es}}_{\text{初期歪み(熱以外)}}$$

Body属性初期歪み





### 初期歪み指定方法について

体積歪みでの指定や、異方性軸歪み(方向タブで指定した座標系でのx,y,z成分に対応)での指定も可能です。

格子定数のミスマッチによる応力の解析(例題41)や、はめ合いによる応力の解析(例題42)など、僅かなサイズの違いに起因する応力の解析に有効です。

# 解析機能 – 応力解析・圧電解析: 分布荷重のトータル荷重設定

- ・分布荷重(面)境界、分布荷重(線)境界をトータル荷重で設定できるようになりました
- ・圧電解析でも分布荷重境界の設定ができるようになりました

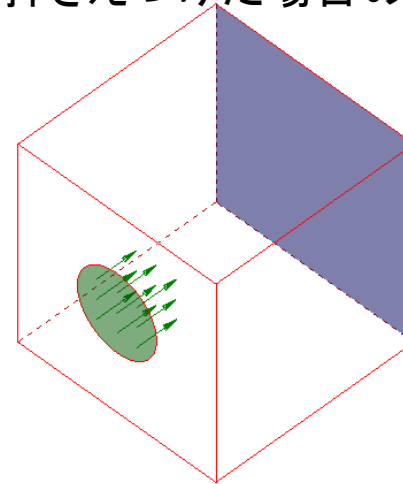
例: 半径 $r = 1$ の円状の面に対して、 $P = 1\text{N}$ の力で押さえつけた場合の解析

境界条件の種類

<input type="radio"/> 変位	<input type="radio"/> 圧力	<input type="checkbox"/> 時間依存
<input type="radio"/> 垂直変位	<input type="radio"/> 簡易接触	<input type="button" value="重み関数"/>
<input type="radio"/> 集中荷重(点)	<input type="radio"/> 接触表面	<input type="checkbox"/> 剛体面
<input type="radio"/> 分布荷重(線)	<input type="radio"/> 音響インピーダンス	
<input checked="" type="radio"/> 分布荷重(面)	<input type="radio"/> 拘束なし	

トータル荷重で入力する

X	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="button" value="↑"/>	<input type="button" value="↓"/>
Y	<input type="text" value="1"/>	X10		[N]
Z	<input type="text" value="0"/>			



従来は、分布荷重(面)として、力を面積で割った値  
 $T = P / (\pi r^2) = 1 / 3.14 = 0.3185 \text{ [N/m}^2\text{]}$   
を入力する必要がありました。



分布荷重(面)の力 $P = 1 \text{ [N]}$ をそのまま入力  
できるようになりました。

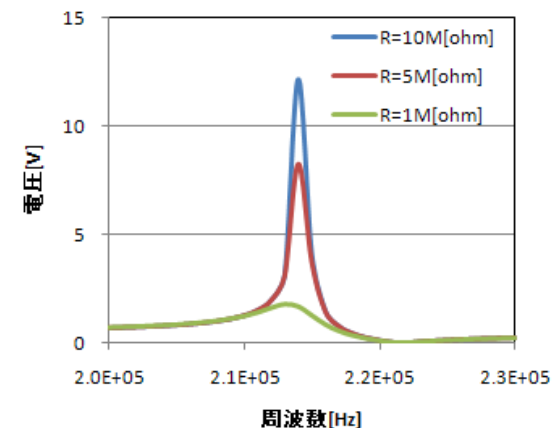
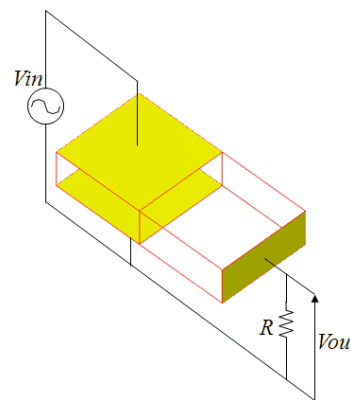
# 解析機能 - 圧電解析: 浮電極に抵抗値をつける

浮電極とGNDの間に、抵抗を指定できるようになりました



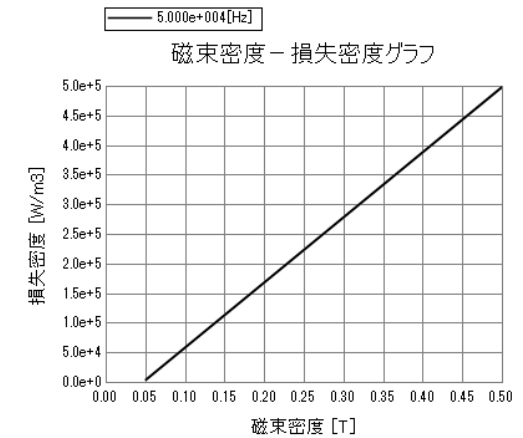
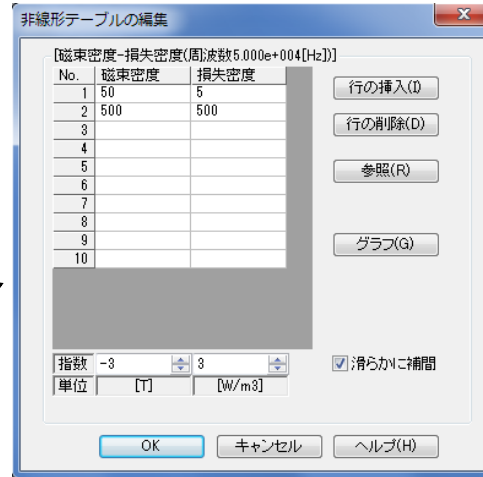
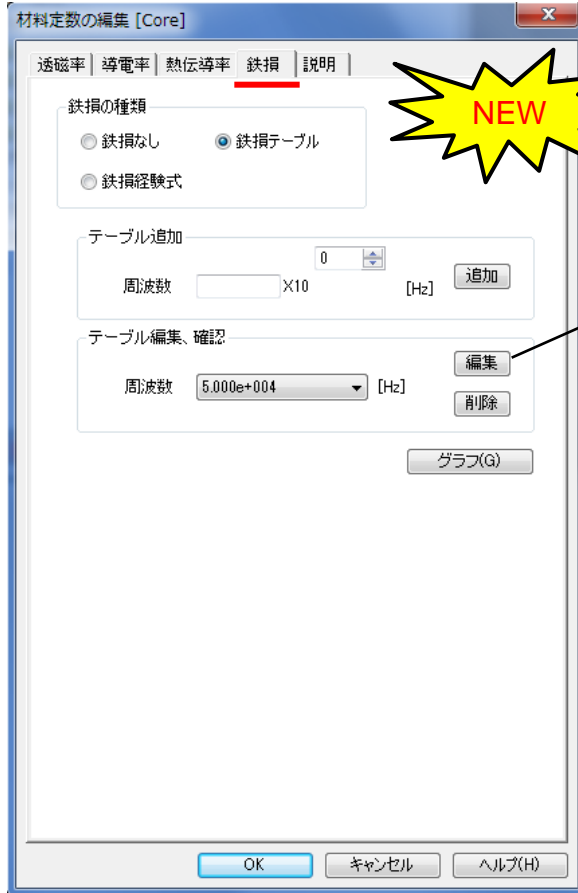
従来の圧電解析で扱える電極は、電位を指定するか、完全に浮いた状態かのどちらかでした。Ver10.2では、従来の浮電極と0[V]の間に抵抗が入った状態を解析できるようになりました。

下図は圧電トランスを表していますが、 $V_{out}$ につながる電極は、抵抗を介してGNDにつながっています。

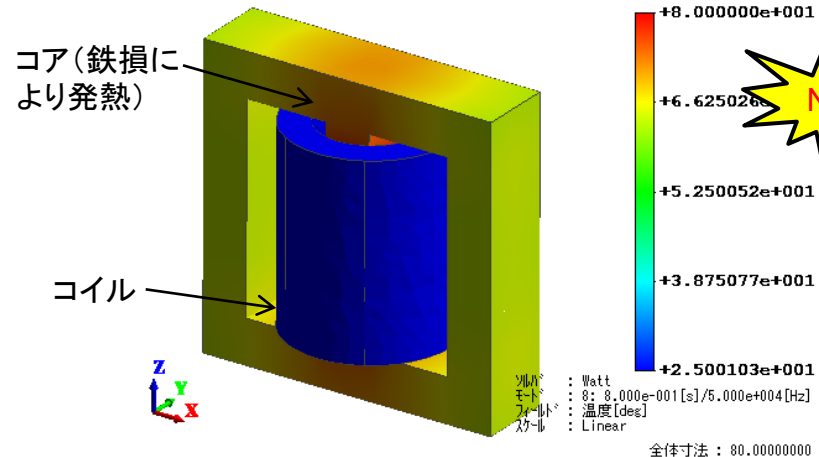


注意: 圧電、調和解析でのみ利用可能です。  
また、高速スイープは利用できません。

## 磁場調和解析で鉄損(ジュール損失、ヒステリシス損失)の解析が可能になりました



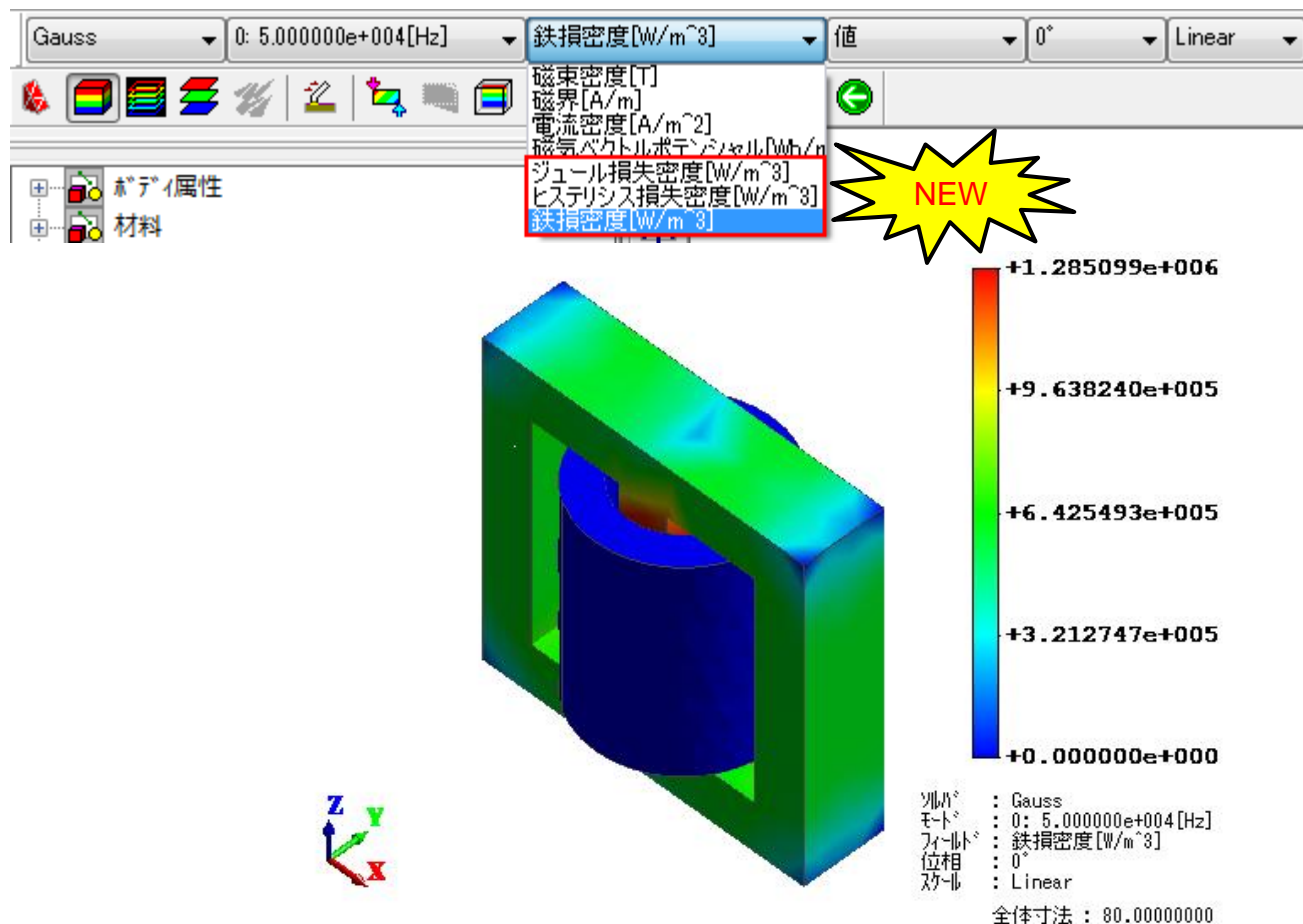
### 磁場熱連成解析 例題3「コイルの鉄損による発熱」



以下の損失定義方法に対応

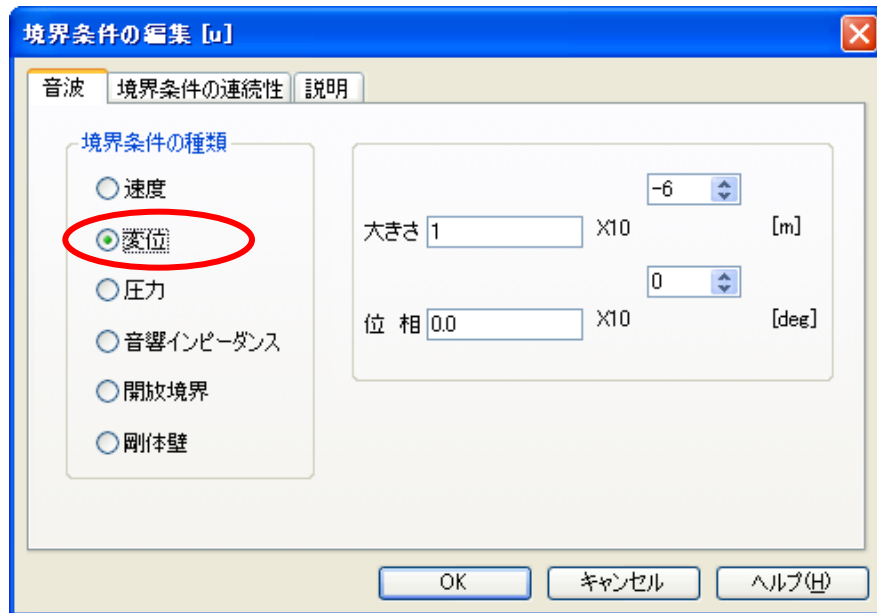
- ・鉄損テーブル(磁束密度-損失密度)
- ・鉄損経験式(係数を指定)

磁場解析で、ジュール損失密度、ヒステリシス損失密度、鉄損密度の分布を計算結果図で表示できるようになりました。

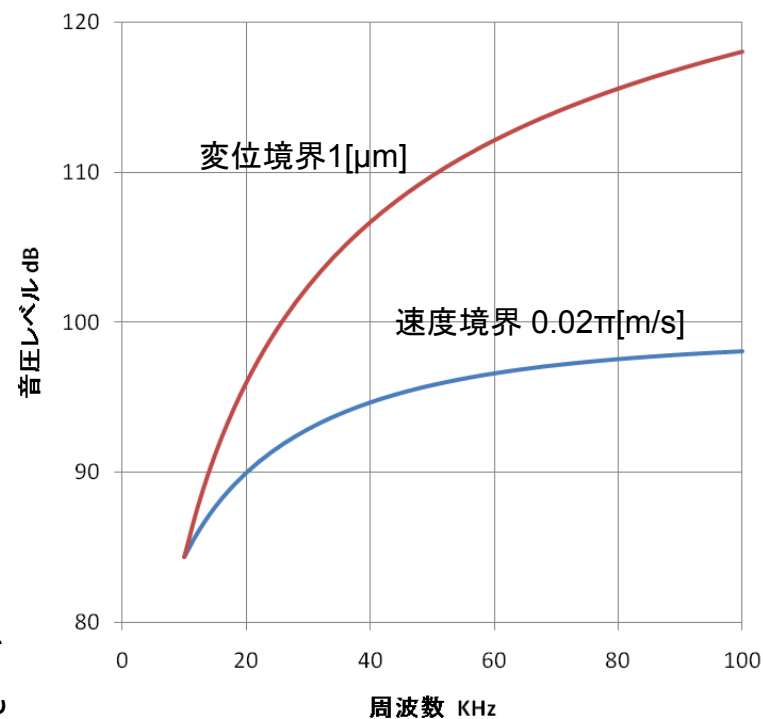
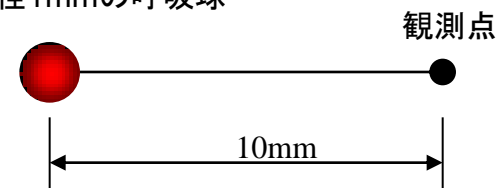


磁場熱連成解析 例題3「コイルの鉄損による発熱」

## 変位の境界条件が使用できるようになりました



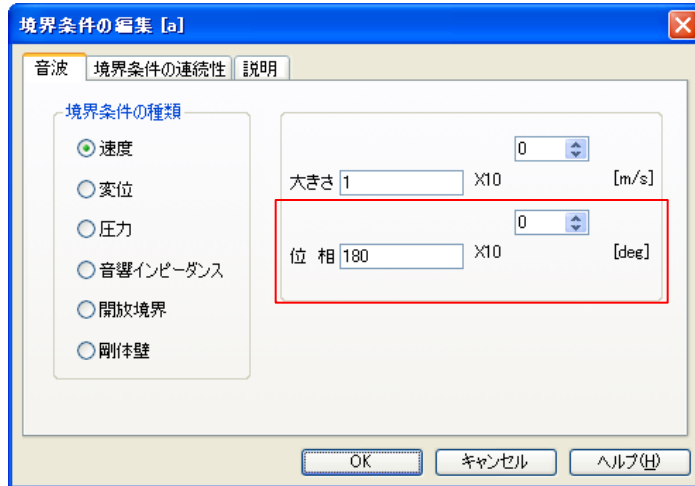
半径1mmの呼吸球



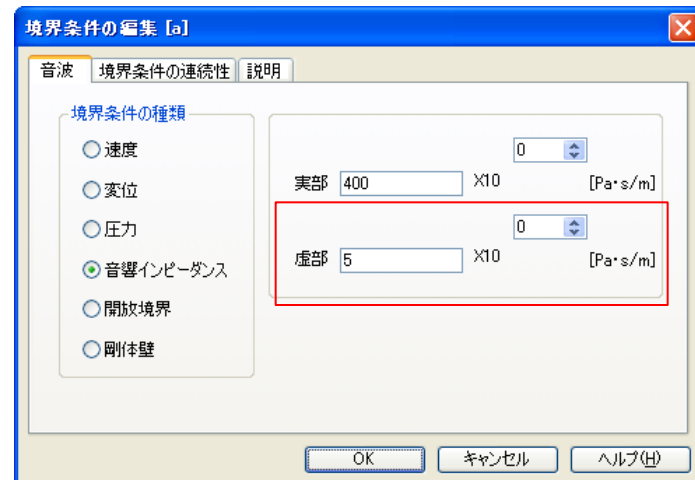
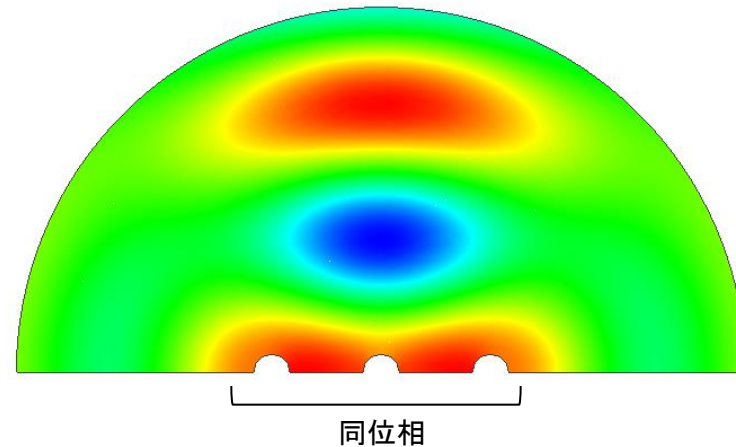
変位境界の場合、周波数に比例して速度が大きくなるため、音圧レベルも速度境界より高くなる

# 解析機能 - 音波解析:境界条件が位相、複素数に対応

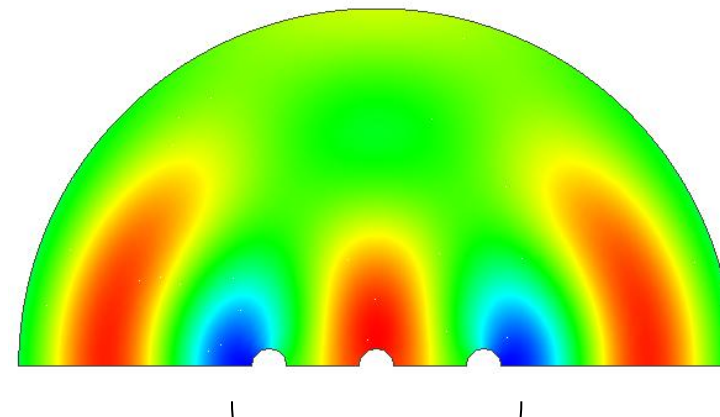
速度・圧力に位相、インピーダンス境界が複素数で指定できるようになりました



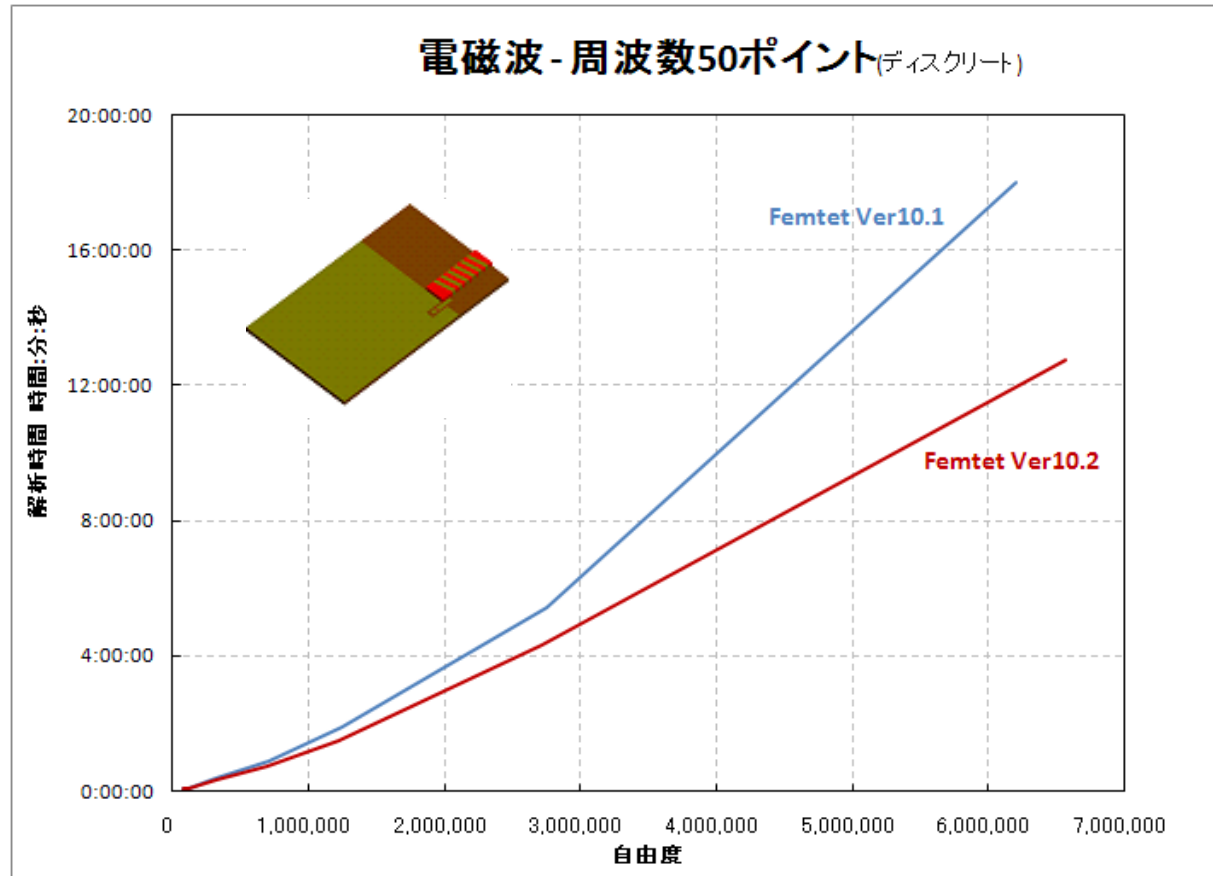
位相と指向性



両端逆位相

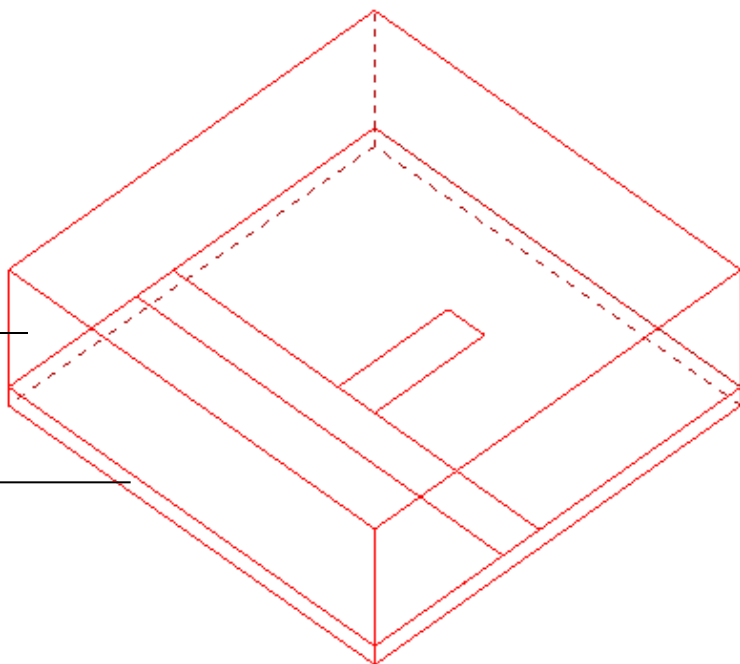


連立一次方程式(直接法)を、約1.5倍高速化しました



電磁波、圧電、応力、音波 の解析で効果があります。  
(効果は解析内容やモデルにより異なります。)

要素の体積や辺の長さが、ボディ単位でCSVファイル出力できるようになりました



ファイル名：  
「プロジェクト名\_mes.csv」

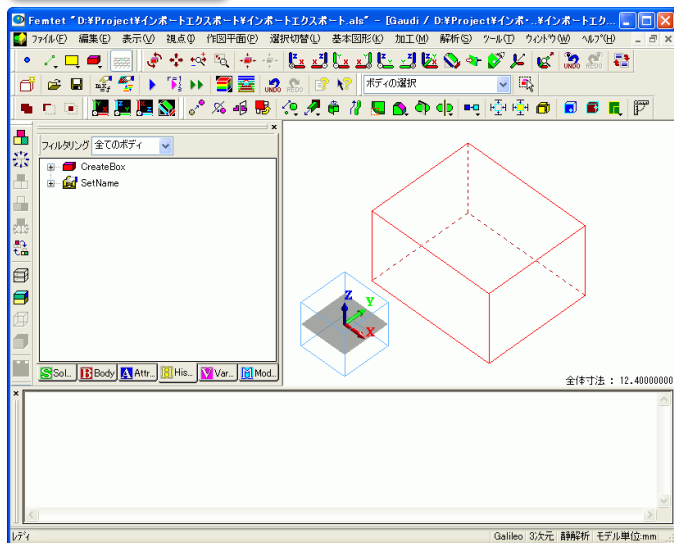
ボディ 番号	属性名	材料名	要素数	辺の長さ			体積		
				最小	最大	平均	最小	最大	平均
0	SUB	006_ガラス	570	1.00E+00	3.56E+00	2.11E+00	1.29E-01	1.67E+00	7.02E-01
3	AIR	000_空気	2064	1.00E+00	4.46E+00	2.36E+00	4.24E-01	3.69E+00	1.24E+00
		合計	2634						

# プリポストプロセッサ – 他CADとの属性名引き継ぎ

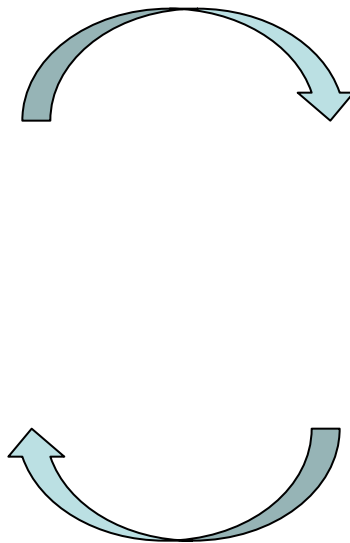
他CADとのモデルインポート/エクスポート時に、  
ボディ属性名が引き継がれるようになりました

モデルのインポート/エクスポート時にボディ属性名を引き継ぐようになりました。  
これにより、インポート/エクスポートする度に属性名を設定し直すという手間がなくなりました。

Femtet



Femtetからエクスポート  
⇒ Femtetのボディ属性名をCADの属性名へ引き継ぎ



他CAD

Femtetへインポート  
⇒ CAD側の属性名をFemtetのボディ属性/材料定数名へ引き継ぎ

未定義変数を使用した場合に、変数登録ダイアログが自動で開き、その場で変数を登録できるようになりました

プリミティブコマンドや加工コマンドのパラメータ入力時、Historyツリーの履歴パラメータ編集時、各種属性設定ダイアログのパラメータ入力時など、変数が使用可能な場所で未定義変数を使用した場合、変数登録ダイアログが表示され、その場で変数を登録して以降の作業を続行出来ます。



The image shows a sequence of three overlapping dialog boxes. The background dialog is titled '境界条件の編集 [境界条件\_001]' and has tabs for '機械', '境界条件の連続性', and '説明'. Under '境界条件の種類', '変位' is selected. A red box highlights the 'UX' section with input fields for 'c\_dx', 'c\_dy', and 'c\_dz'. The 'c\_dy' field is highlighted with a red box. A red arrow points from the 'c\_dy' field to the middle dialog box. The middle dialog box is titled '解析条件/材料定数/境界条件/本ティ属性用変数' and has '変数名(V)' and '内容(C)' fields. The '変数名(V)' field contains 'c\_dy'. A red arrow points from the middle dialog box to the bottom dialog box. The bottom dialog box is also titled '解析条件/材料定数/境界条件/本ティ属性用変数' and has '変数名(V)' and '内容(C)' fields. The '変数名(V)' field contains 'c\_dz' and the '内容(C)' field contains '='. A red arrow points from the bottom dialog box to the 'c\_dz' field in the background dialog. Red text annotations are present: '未定義変数を使用' is placed near the top of the dialog boxes, and '変数を登録し、元の作業を続行' is placed near the bottom dialog box.

未定義変数を使用

変数を登録し、元の作業を続行

# プリポストプロセッサ – ボディ数、選択オブジェクト数表示

- ・ボディツリーに、全ての全ボディ数を表示するようになりました
- ・ステータスバー右下に、選択中のボディまたはトポロジの数を表示するようになりました

## ボディツリー



カレントモデルの全ボディ数を表示  
※フィルタリングでツリーに表示するボディの形状が指定されている場合は、  
指定された形状のボディ数を表示する。

## ステータスバー

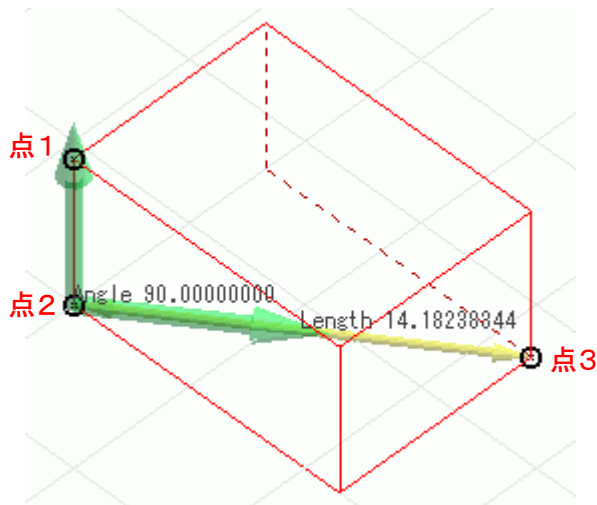


↑  
選択しているボディ  
またはトポロジの数を表示

- ・計算対象を選択した時点で、自動的に計算を実行するようになりました
- ・選択を解除せずに、連続して計算を行えるようになりました

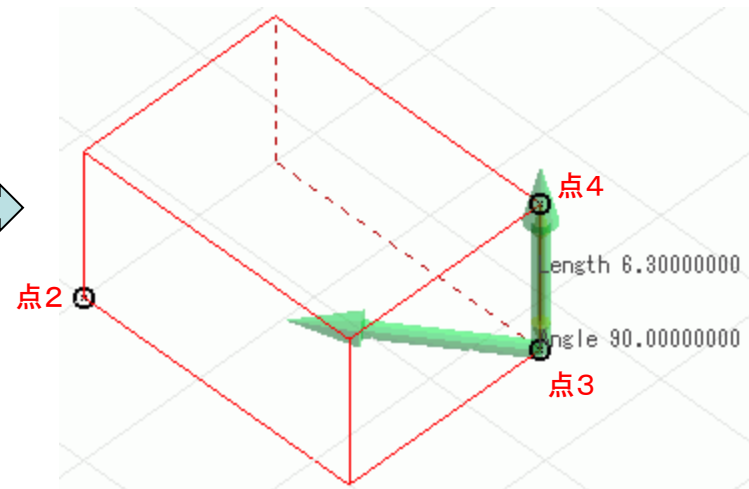
ボディまたはトポロジの選択状態が、距離/角度を計算可能な状態になった場合、自動で距離角度計算を行うようになりました。また、計算可能なオブジェクトの選択が満たされてる状態で、別のオブジェクトを選択した場合に、一番古いオブジェクトの選択を自動解除し、連続して計算できるようになりました。

点1、点2、点3の順に点トポロジを選択  
⇒点2、点3間の距離、点2での角度を自動で計算



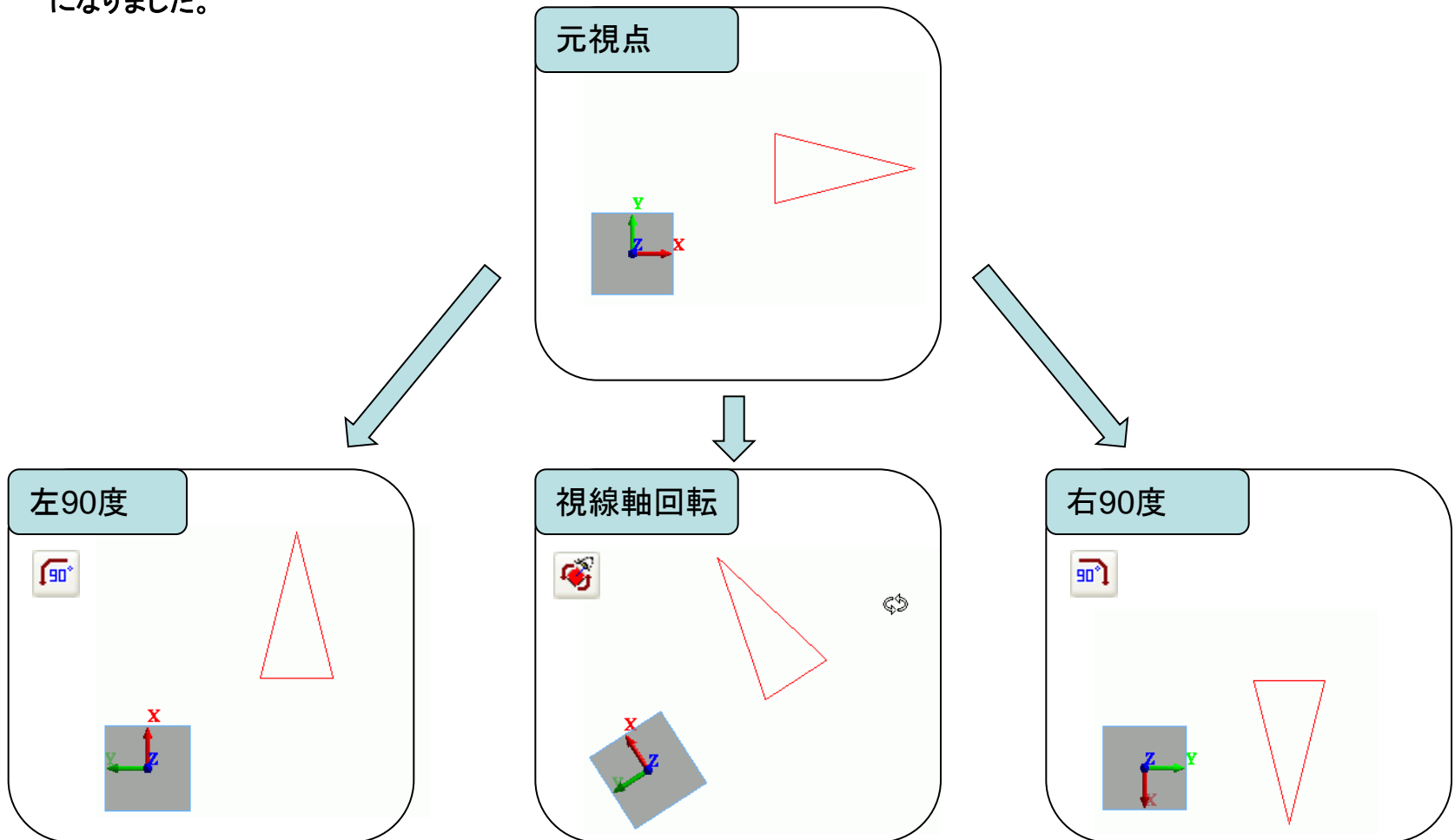
点4を選択  
→

点4を続けて選択  
⇒点1の選択が自動解除され、点3、点4間の距離、  
点3での角度を自動で計算



## 90度視点回転ができるようになりました

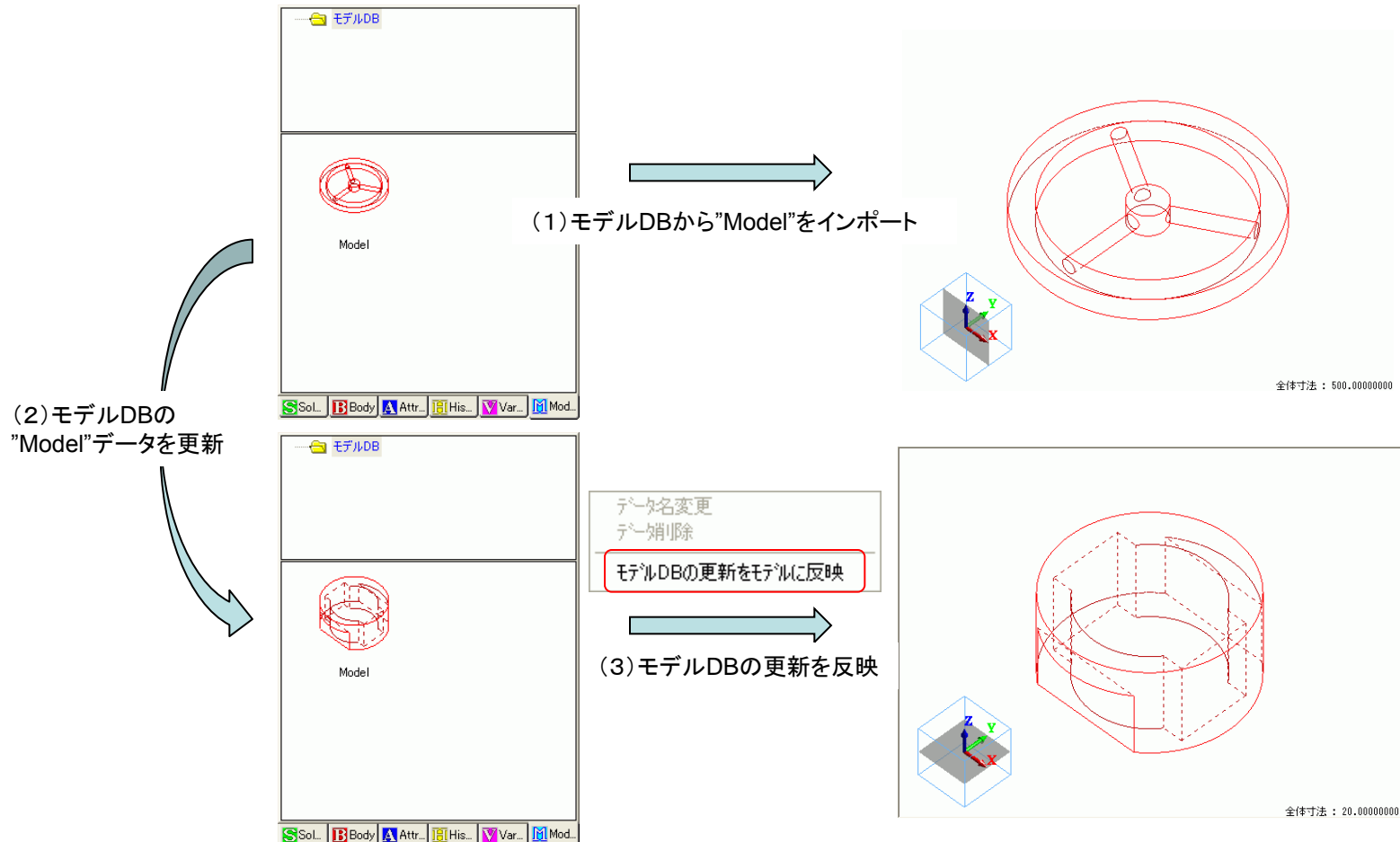
視線を軸として視点を回転出来るようになりました。また、視線を軸として視点を左右へ90度ずつ回転出来るようになりました。



# プリポストプロセッサ – モデルデータベースの更新反映

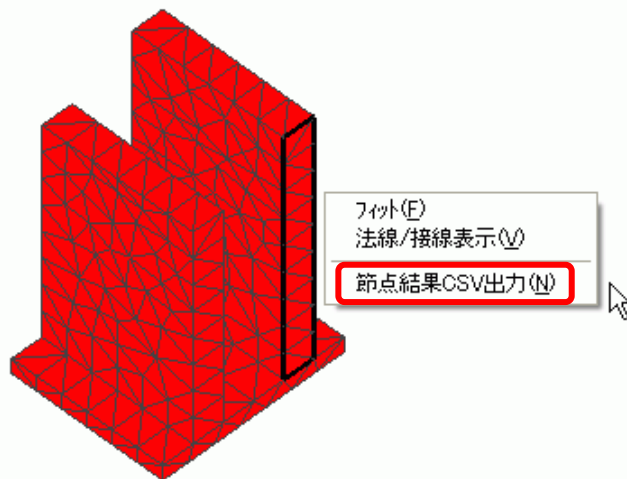
## モデルデータベースの更新を、現在のモデルへ反映できるようになりました

モデルデータベースの内容が更新されている場合、  
その更新内容を現在のモデルに反映できるようになりました。



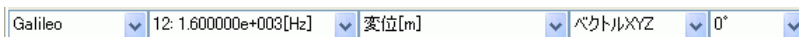
# プリポストプロセッサ – 選択トポロジの節点結果CSV出力

選択トポロジの節点結果が、CSVファイル出力できるようになりました



トポロジを選択して  
右クリックメニューから実行

現在表示中の結果を出力します。  
コンボボックスを出力したい結果に  
切り替えてからご使用ください。



## 出力例

	A	B	C	D	E	F	G
1	結果ファイル : D:\ヘルプ例題¥Galileo¥gal_ex16¥Ex16.pdt						
2	ソルバ : Galileo						
3	モード : 12: 1.600000e+003[Hz]						
4	フィールド : 変位[m]						
5	成分 : ベクトルXYZ						
6	位相 : 0°						
7							
8	出力トポロジ	X座標	Y座標	Z座標	結果(X成分)	結果(Y成分)	結果(Z成分)
9	Face 6 (1)	5.00E+01	3.00E+01	0.00E+00	1.28E-05	1.01E-03	-1.89E-05
10	Face 6 (1)	5.00E+01	4.00E+01	0.00E+00	-1.54E-05	1.01E-03	2.16E-05
11	Face 6 (1)	5.00E+01	3.00E+01	8.00E+01	8.58E-06	-3.30E-03	-3.73E-04
12	Face 6 (1)	5.00E+01	4.00E+01	8.00E+01	-7.45E-06	-3.30E-03	3.73E-04
13	Face 6 (1)	5.00E+01	3.00E+01	8.8	87E-05	9.29E-04	-9.36E-05
14	Face 6 (1)	5.00E+01	3.00E+01	1.7	26E-05	6.96E-04	-1.70E-04
15	Face 6 (1)	5.00E+01	3.00E+01	2.6	110E-05	3.29E-04	-2.36E-04
16	Face 6 (1)	5.00E+01	3.00E+01	3.56E+01	3.56E-05	-1.48E-04	-2.88E-04
17	Face 6 (1)	5.00E+01	3.00E+01	4.44E+01	2.81E-05	-7.08E-04	-3.26E-04
18	Face 6 (1)	5.00E+01	3.00E+01	5.33E+01	2.07E-05	-1.32E-03	-3.52E-04
19	Face 6 (1)	5.00E+01	3.00E+01	6.22E+01	1.44E-05	-1.97E-03	-3.65E-04
20	Face 6 (1)	5.00E+01	3.00E+01	7.11E+01	9.85E-06	-2.64E-03	-3.72E-04

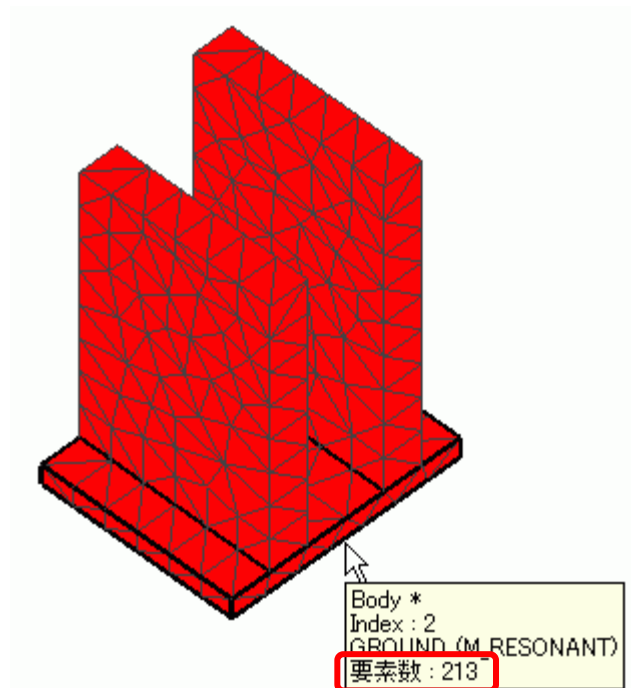
出力条件

結果

\* 断面図のとき、ボディを選択すると  
断面節点の結果を出力します。

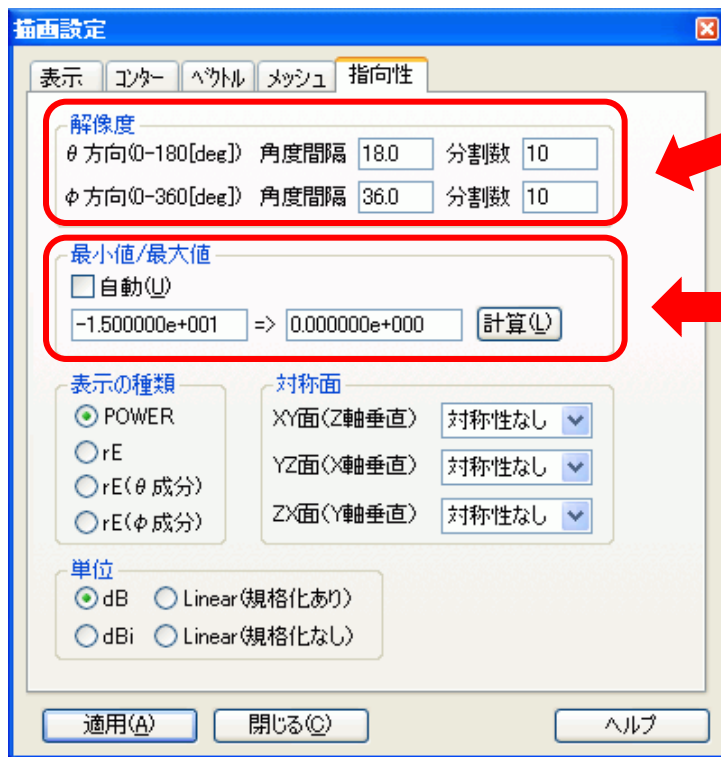
# プリポストプロセッサ – ツールチップに要素数を表示

- ・ツールチップに、要素数が表示されるようになりました
- ・トポロジごとの要素数が把握できるようになりました



ボディ、面、辺のハイライト・選択時に  
要素数が表示されます。

- ・ 指向性3D表示の解像度、カラーバーの最大最小値の設定ができるようになりました
- ・ 指向性3D表示中に、最大最小値の位置が表示できるようになりました



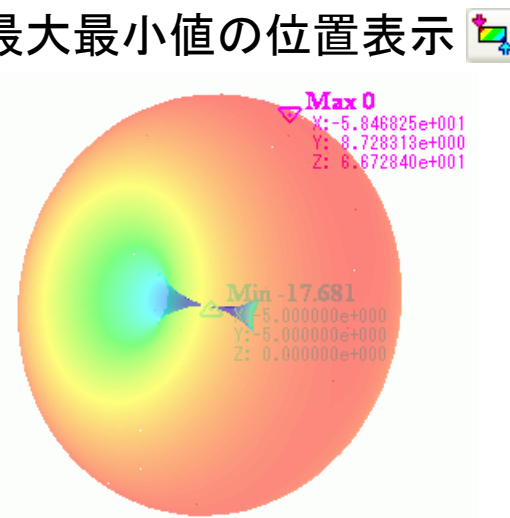
解像度の設定

角度間隔または分割数で指定できます。

解像度を上げると滑らかな表示が得られますが描画時間は増加します。

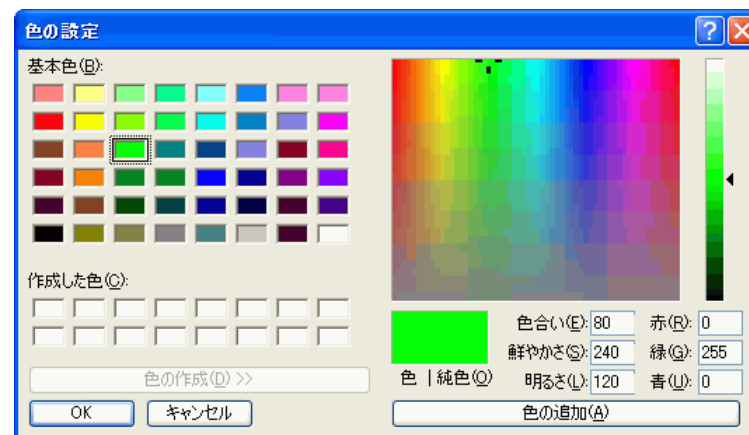
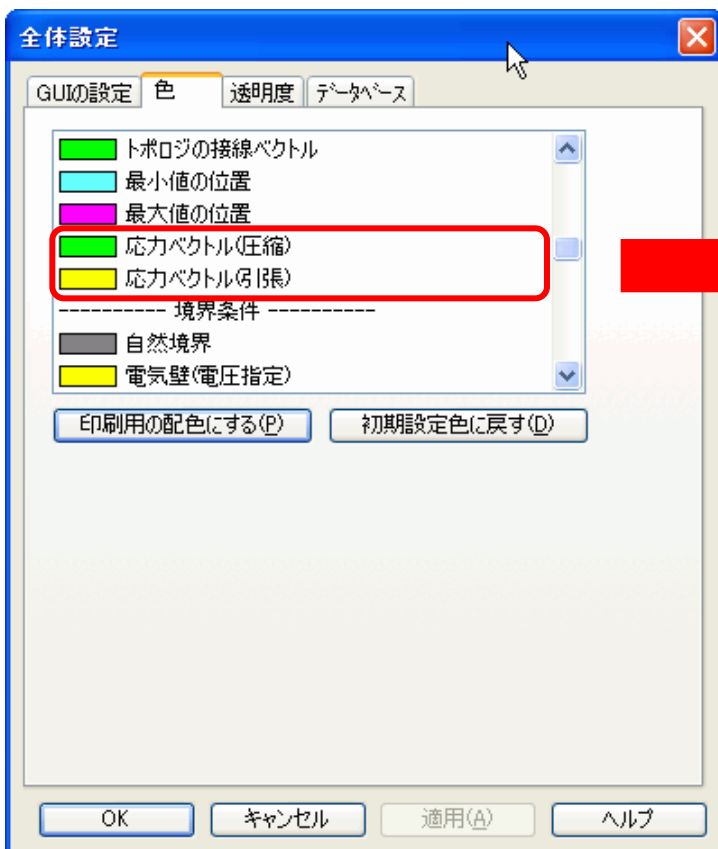
カラーバーの最大最小値

最大最小値の位置表示



[表示]メニュー – [描画設定] – [指向性]タブ

応力ベクトルの色を変更できるようになりました



圧縮応力、引張応力それぞれの色を変更することができます。

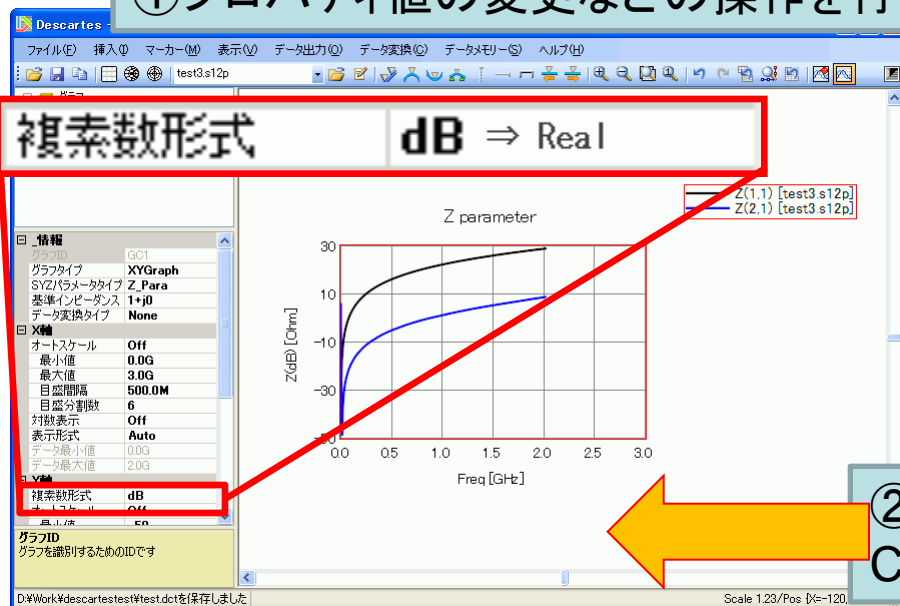
[編集]メニュー - [全体設定] - [色]タブ

- ・グラフ操作のUndo/Redoができるようになりました
- ※データメモリーやファイルの保存、拡大縮小などの、グラフ設定ファイルに記録されない操作は対象外となります

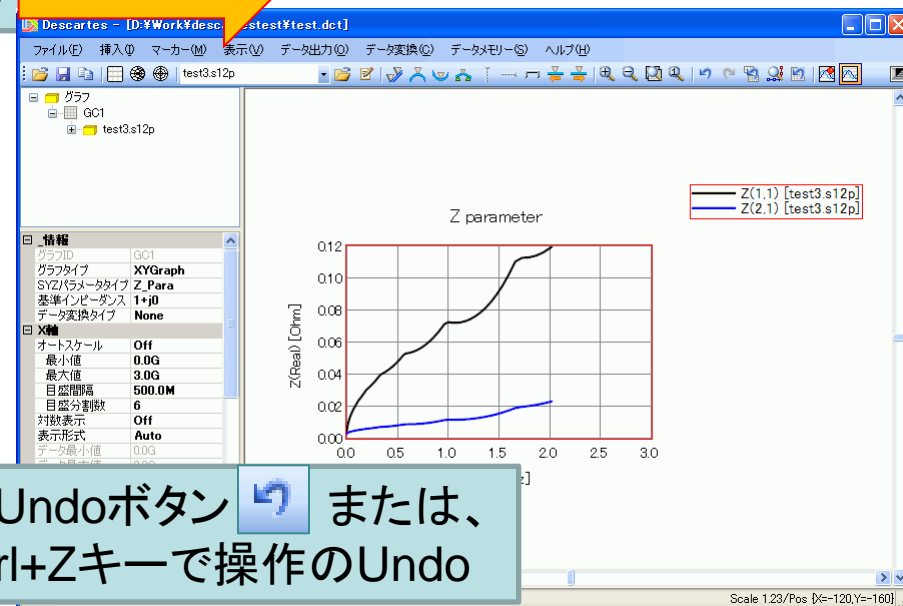
①プロパティ値の変更などの操作を行う

複素数形式

dB ⇒ Real



②Undoボタン  または、  
Ctrl+Zキーで操作のUndo

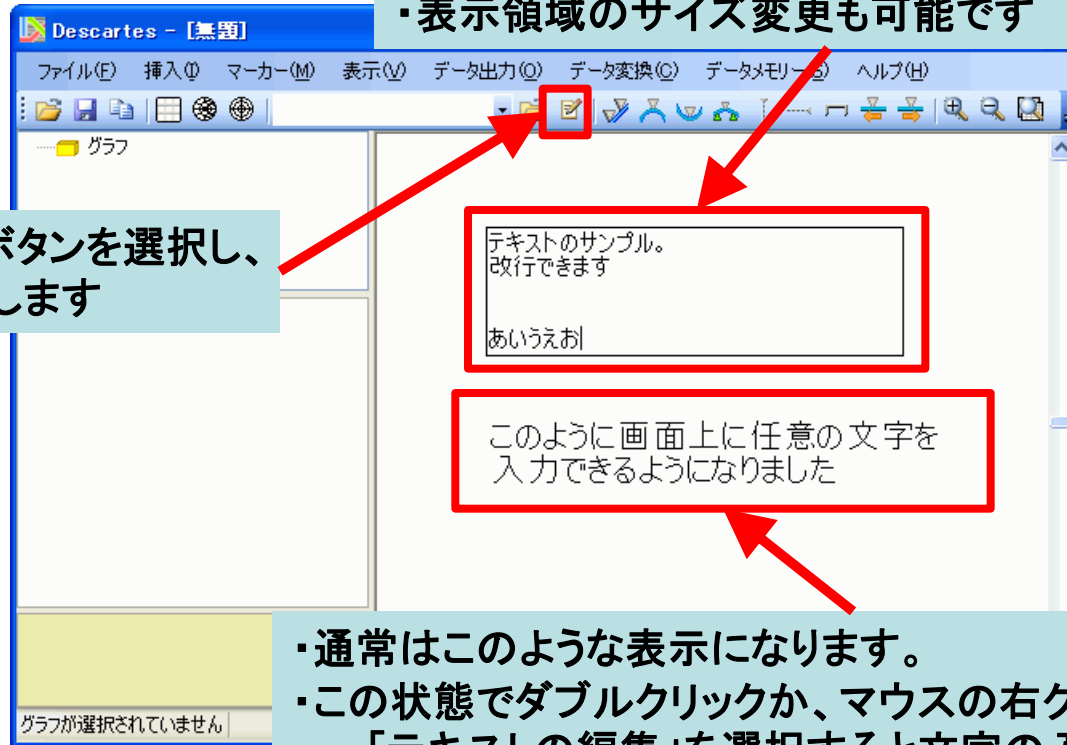


③Redoボタン  または、  
Ctrl+Yキーで操作のRedo

## 作業画面に任意の文字を記入できるようになりました

- ・文字入力するときはこのような表示になります
- ・改行にも対応しています
- ・表示領域のサイズ変更も可能です

・入力テキストボタンを選択し、  
テキストを登録します



このように画面上に任意の文字を  
入力できるようになりました

- ・通常はこのような表示になります。
- ・この状態でダブルクリックか、マウスの右クリックメニューから「テキストの編集」を選択すると文字の入力ができます

※操作法の詳細はヘルプの「テキスト入力」を参照してください