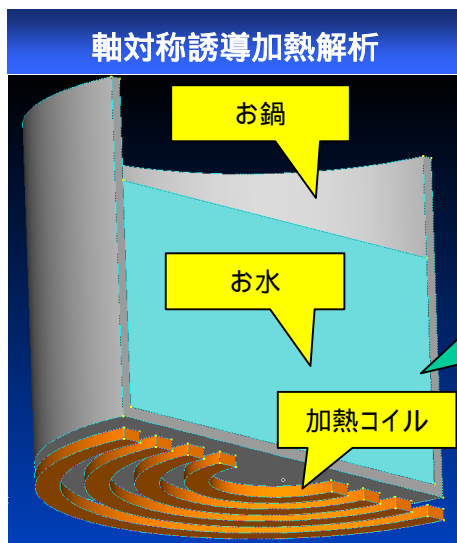


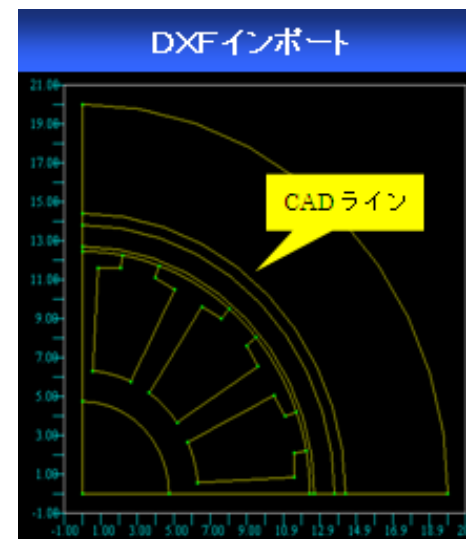
クイックリファレンス

μ -Excel 操作手順 (誘導加熱サンプルCDを例にを使って)

サンプルCDは5サーフェスまでのモデルが計算できます



IHクッキングでお鍋
に入ったお水を加熱
コイルで温るテーマを
例に、ご説明します



2012年4月1日
株式会社ムーテック

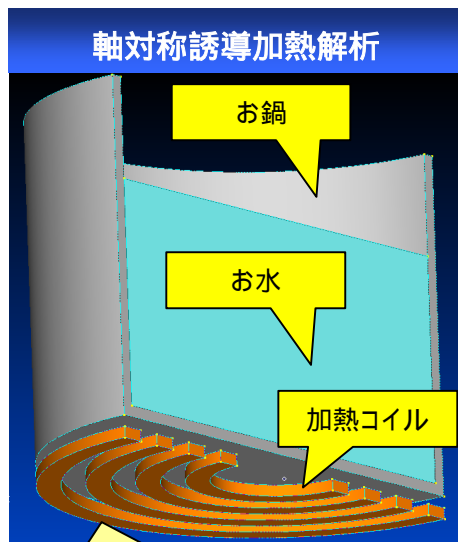
目次

- 誘導加熱解析で何が分かるの？
- 何処にインストールされたの？
- シートとボタンがあるよ！
- モデルを表示できた！
- サーフェース、ライン、ポイントって何？
- DXFファイルは読めないの？
- 元に戻りたい！
- メッシュ分割って？
- 解析条件は何を選ぶの？
- 材料は追加できるの？
- もう計算が終わった！
- 結果が表示できた！
- 分布グラフが描きたいんだけど？
- 形状を少し変えたいんだけど？
- 名前を付けて保存しておこう！
- さっきの結果が簡単に見れた！
- 分からなくなったら教えてくれる？

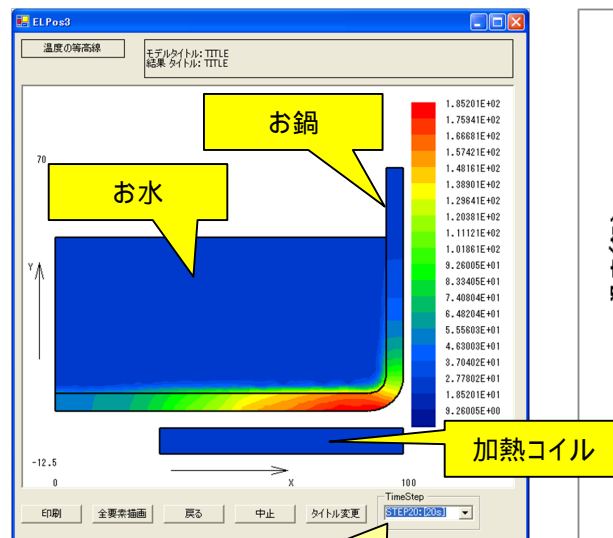


誘導加熱解析で何が分かるの？

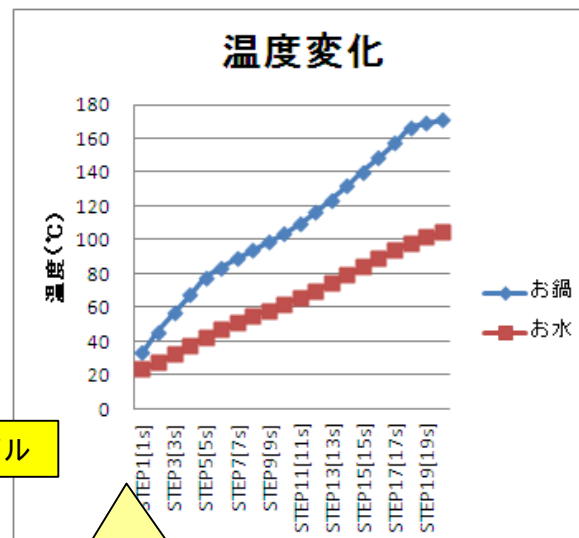
- 加熱コイルによる磁場、被加熱体の発熱や温度分布の時間変化が見えます



例は「IHクッキングヒーター」です。
軸対称の形をしているので、「解析面」の温度分布を時間方向に求めます

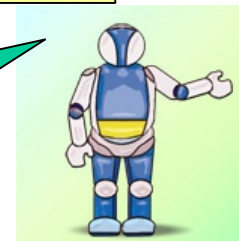


計算した結果、指定時刻の「温度分布」が見えます



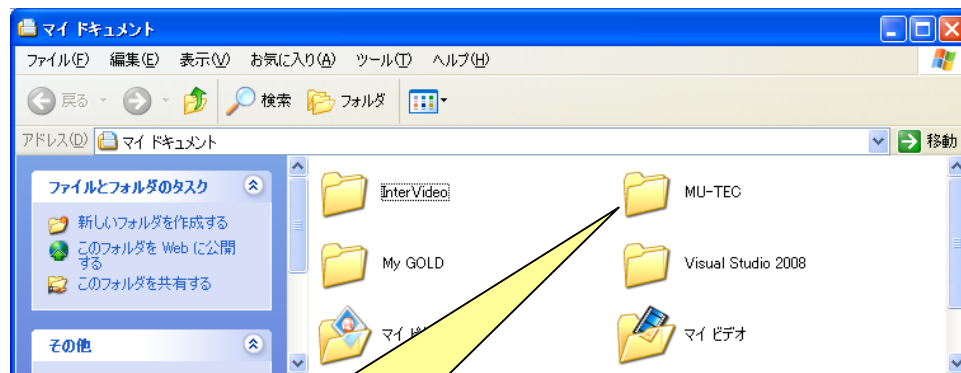
評価点温度の時間変化が得られますので、Excelでグラフを描きました

温度変化が見えると設計に役立ちそうですね。操作の流れを教えてください

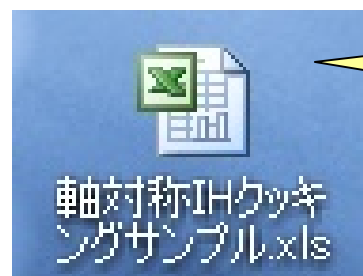


何処にインストールされたの？

- インストール先のサンプルデータをコピーして使ってください



プログラムはここにインストールされます。
Sampleフォルダー内の、Excelファイルにはマクロが書かれています。
これは変更しないで下さい



このExcelファイルをお好きなところにコピーして、作業を開始します
こちらは自由に書き換えて下さい

立ち上げたら「マクロを有効に」して下さい



解析のテーマごとにマクロが組まれているということです

シートとボタンがあるよ！

- シートに入出力データが格納され、ボタンで実行します

The screenshot displays the **μ-Excel** software interface, which integrates a spreadsheet with simulation controls. The main window shows a spreadsheet with columns for evaluation points, coordinates, magnetic field components, and calculation results. Buttons for **モデル作成** (Model Creation), **メッシュ作成** (Mesh Creation), **解析条件設定** (Analysis Condition Setting), **結果表示** (Result Display), **モデル確認** (Model Confirmation), **メッシュ確認** (Mesh Confirmation), **計算実行** (Calculation Execution), and **グラフ作成** (Graph Creation) are visible. A callout box states: **このボタンを順に押して作業を進めます** (Press these buttons in order to proceed with the work). Another callout points to the bottom navigation bar, stating: **情報はすべてシートに分類格納されます** (All information is classified and stored in the sheet). A third callout, accompanied by a robot icon, says: **使い慣れたExcelの感覚ですね** (It feels like using familiar Excel). The bottom status bar includes tabs for **モデル**, **解析条件**, **評価**, **電源回路評価**, and **材料**.

モデルを表示できた！

- モデラーを立ち上げてモデルを見ます

The screenshot shows the mu-Excel software interface. The main window displays a 3D model of a magnetic core, which is a blue rectangular block with a central vertical slot. The model is set against a black background. The interface includes a menu bar at the top with options like 'モデル作成' (Model Creation), 'メッシュ作成' (Mesh Creation), '解析条件設定' (Analysis Condition Setting), '結果表示' (Result Display), 'モデル確認' (Model Confirmation), 'メッシュ確認' (Mesh Confirmation), '計算実行' (Calculation Execution), and 'グラフ作成' (Graph Creation). The 'モデル確認' button is highlighted with a red box. A red arrow points from this button to a yellow callout box. Another yellow callout box points to the 3D model. A green callout box points to the model with a cartoon robot character.

「モデル確認」ボタンを押すと
モデラーが立ち上がり、モデル
が確認できます

この仕組みは、マクロからC
言語で書かれたモデラーモジュール
を呼び出し
モデルシートに書かれたモデル
情報を読み、形状を表示し
たものです

有限要素計算なども、C言語
等で書かれたモジュールをマク
ロから呼び出して使います

VBでなくC言語
のモジュールな
ら処理も早いで
しょうね

サーフェース・ライン・ポイントって何？

- モデルはポイント・ライン・サーフェースで構成されています

ライン

ポイント

サーフェース

確認

- ☐ ポイント
- ☐ ライン
- ☒ サーフェース
- ☐ ノード
- ☐ エLEMENT

ここにチェックを入れて、カーソルを画面上で動かすと、強調表示されます

強調表示されたオブジェクト情報は、ここに表示されます

これらのアイコンやメニューを駆使してモデルを作ります

何だか面倒臭そうですね

サーフェース・ライン・ポイントって何？

- ポイントとラインを作って見ます



このポイントアイコンを押すと座標値を入力する窓が出てきます。(30,70)で作って見てください

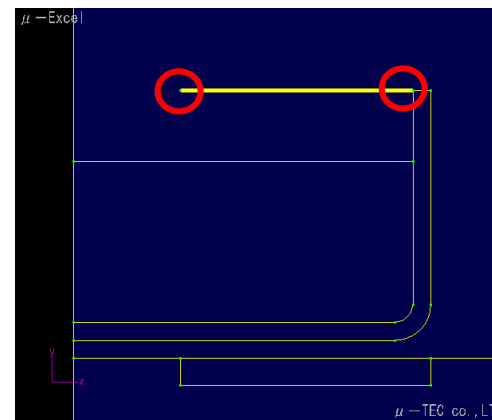
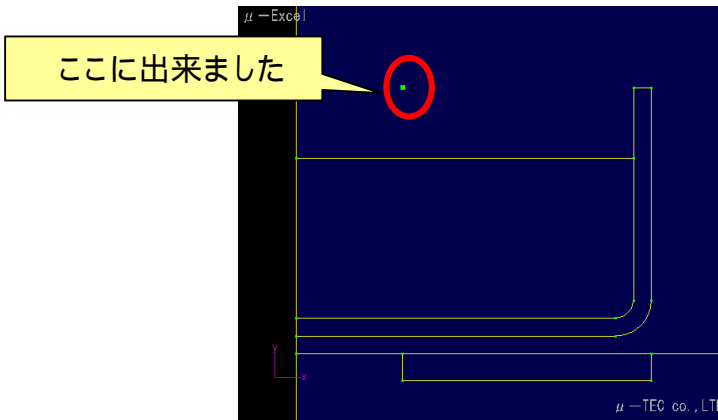
このラインアイコンを押し、カーソルでポイントを2点選ぶと、ラインが出来ます

ポイントの作成

X座標 Y座標 Z座標

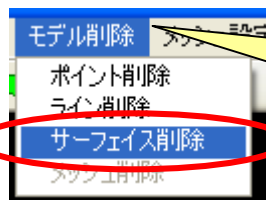
ラインの作成

輪郭点1 輪郭点2

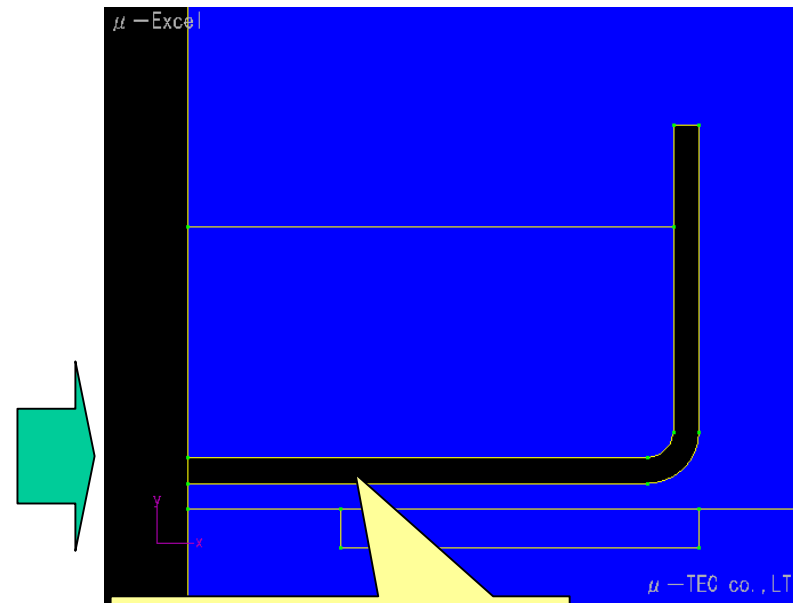
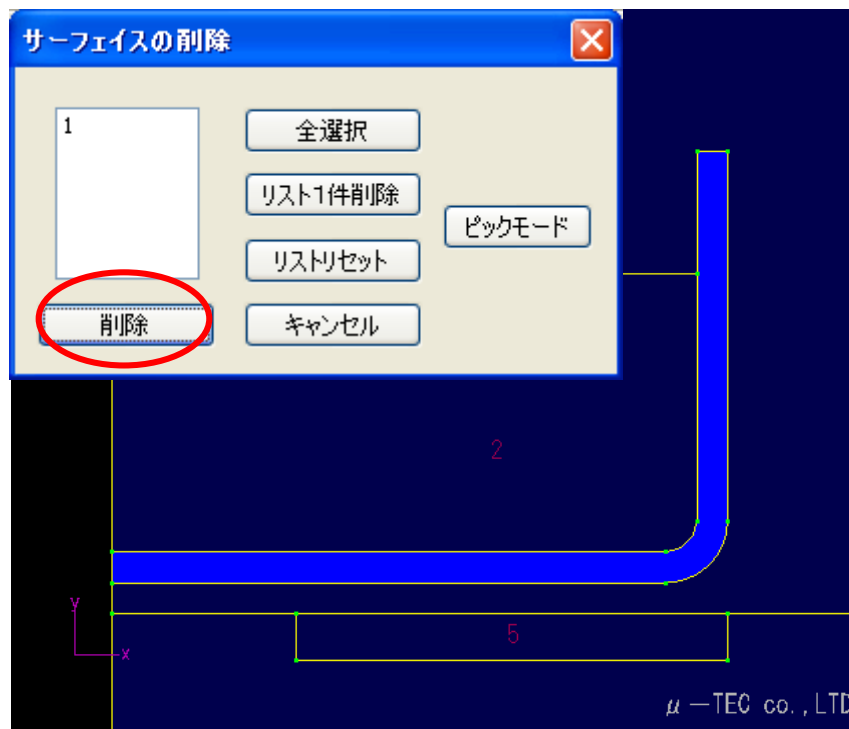


サーフェース・ライン・ポイントって何？

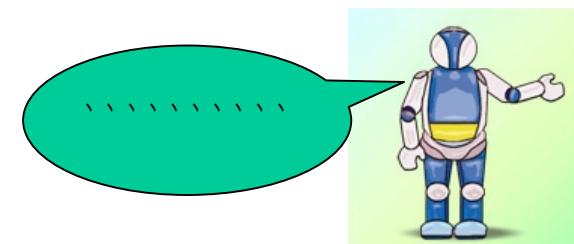
- ・ サーフェースを削除して見ます



モデル削除 / サーフェース削除
を選び、下の緑サーフェースを
クリックして、「削除」を実行します



このサーフェースが削除
されました



サーフェース・ライン・ポイントって何？

- ・ サーフェースを作って見ます

このサーフェースアイコンを選び
カーソルでサーフェースを構成
するラインを反時計回りに選んで
「作成」ボタンを押します

サーフェースが出来ます

これは楽そうですね

作成

リスト1件削除
リストリセット
キャンセル

μ-TEC co.,LTD

ヘルプを表示するには F1 キーを押してください。

NUM | X= 28.4766 Y= 84.5784 Z= 0.0000

ヘルプを表示するには F1 キーを押してください。

NUM | Num=1 Divide= 1.0

DXFファイルは読めないの？

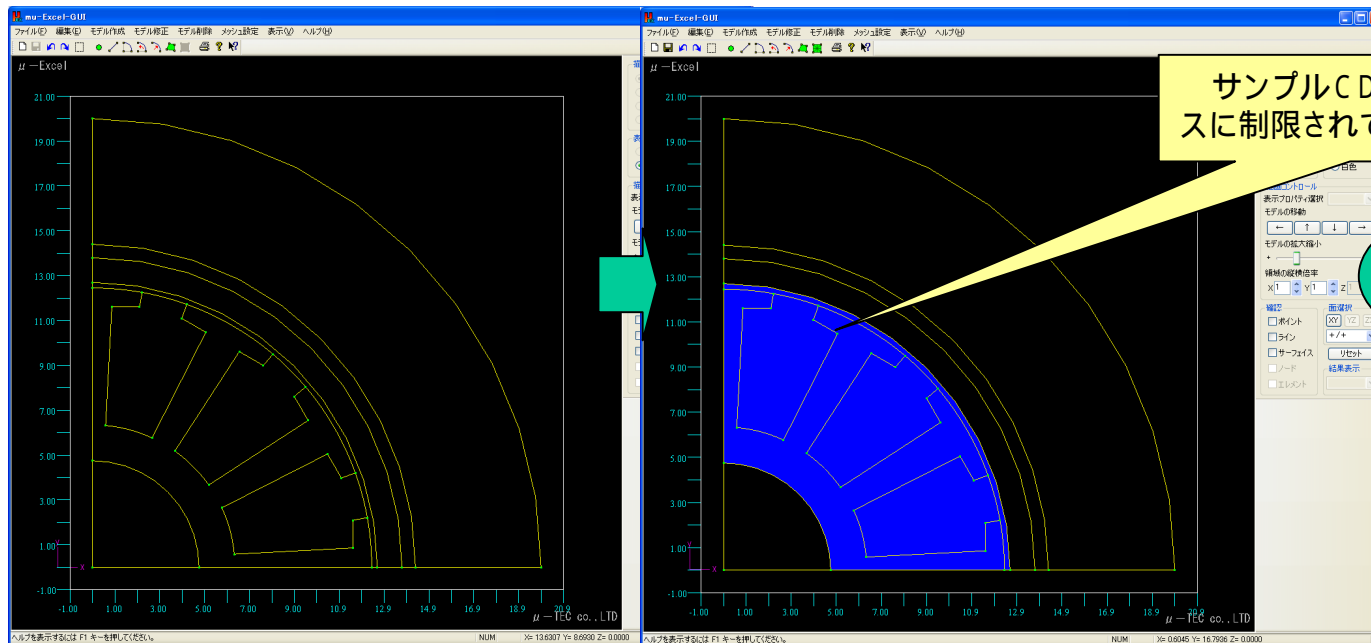
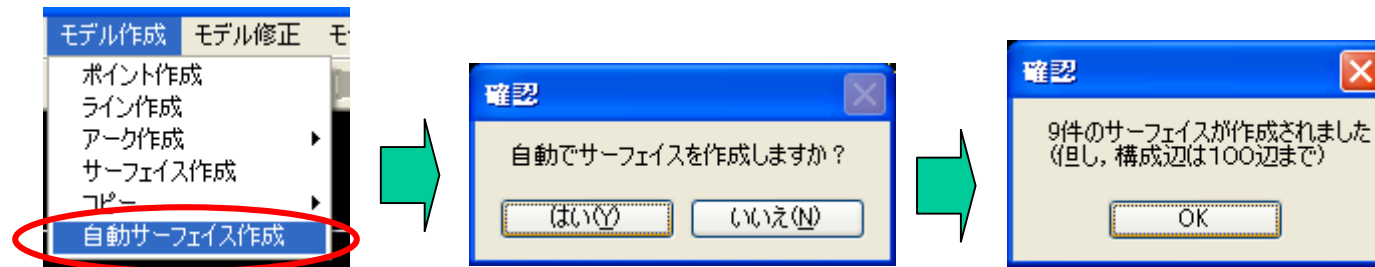
- CAD出力のDXFファイルを読んで、簡単モデル定義できます

The image is a composite of several screenshots from the mu-Excel-GUI software interface, illustrating how to import a DXF file.

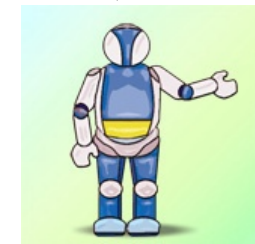
- Top Left:** The main application window shows the "ファイル(E)" (File) menu. The "インポート" (Import) option is highlighted, and the "DXF" sub-option is circled in red. A yellow callout box points to it with the text: "インポート機能でDXFファイルを読み込みます" (Load the DXF file using the import function).
- Top Center:** A screenshot of the "形状ファイルの読込" (Load Shape File) dialog. The "dxif" folder is selected, and the "モーター-DXF" file is circled in red. A yellow callout box points to it with the text: "dxfフォルダにモーターサンプルdxfファイルがありますので読み込んでください" (There is a motor sample dxf file in the dxf folder, so please load it).
- Top Right:** The "DXF読込設定" (DXF Load Settings) dialog. The "マージ値変更" (Change Merge Value) checkbox is checked, and the "寸法倍率変更" (Change Scale Factor) checkbox is unchecked. The "設定" (Settings) button is circled in red. A green arrow points down from this dialog towards the bottom right.
- Bottom Left:** A small blue robot character stands next to a speech bubble that says: "これは役に立つ機能ですね" (This is a useful feature, isn't it?).
- Bottom Center:** A screenshot of the main workspace showing a 2D plot of a mechanical part. A yellow callout box points to the plot with the text: "ポイントとラインが簡単に作成できます" (Points and lines can be easily created).

D X F ファイルは読めないの？

- 自動サーフェス機能でモデル完成です



エっすごい！
モデル作りも
楽々ですね



元に戻りたい！

- Undo機能が充実しているので安心です

undo機能で、元の電磁石モデルに戻れます

これがあると安心ですね

終了してください
(ファイルは上書き保存しない方が良いでしょう)

メッシュ分割って？

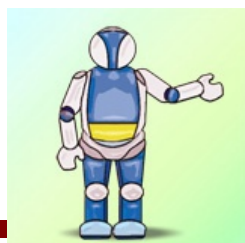
- 有限要素法の為メッシュ分割を行います

モデルシートにモデル情報が格納されています。節点数2000が入力されている事を確認し「メッシュ作成」ボタンで、自動メッシュモジュールを起動します

「メッシュ確認」ボタンを押すと、メッシュ表示モジュールが起動しメッシュモデルを表示します

これが有限要素メッシュです
三角形で構成されています
節点数の上限は20000です
粗密も指定できます

これも簡単な操作ですね



解析条件は何を選ぶの？

少ない条件設定ですね！

- 解析条件シートで各種設定を行います

「解析条件設定」ボタンを押して、解析条件シートに移ります

加熱コイルの周波数

温度解析領域の選択

加熱コイルの電流密度

計算ステップ、加熱・非加熱のスイッチ

初期温度や伝達境界

インダクタンス算出スイッチ

解析タイトル	解析種類	周波数(Hz)	発熱係数			
TITLE	軸対称	5.000E+04	1.00			
領域番号	材料種類	材料番号	熱伝導率(W/mC)	熱容量C(J/m3C)	導体スリット	発熱計算
1	強磁性材	15	4.267E+01	3.419E+06	15	有効
14	非磁性材	16	5.760E-01	4.199E+06	16	有効
材料種類	材料番号	温度解析領域の選択				
5	コイル	1				
コイル入力	～有り～	加熱コイルの電流密度				
1	5	1.000E+07				
熱計算STEP	時間刻み(秒)	出力間隔STEP	自然冷却	テーブル数		
20	1.000	1				
初期温度(°C)	雰囲気温度(°C)	伝達条件	伝達率(λ)			
20.00	20.00	伝達境界	1.000E+02			
Modelファクタ	電流値(A)/本	インダクタンス算出				
1.000E+00	30.000	有効				

コマンド モデル 解析条件 評価 電源回路評価 材料

100%

材料番号9 定常コイル
熱伝導率(W/mC)=2.410E-02 | 熱容量(J/m3C)=1.000E-09

材料番号10 定常アルミ
熱伝導率(W/mC)=2.410E-02 | 熱容量(J/m3C)=1.000E-09

材料番号11 定常SUS
熱伝導率(W/mC)=2.410E-02 | 熱容量(J/m3C)=1.000E-09

材料は追加できるの？

- 材料「温度依存の電気伝導率、熱伝導率、熱容量、BHカーブ」は任意に追加できます

今16個材料が定義されています、17と入力すると末尾に入力枠が出来ます

温度テーブル数、BHテーブル数を入力すると、入力枠が広がります

赤枠の位置に、材料定数を記述して、材料確認ボタンを押してください

	A	B	C	E	F	G
1	材料数	16				
2	材料番号	材料種類	BHテーブル数	温度テーブル数	材料名	材料確認
3	1	非磁性材	2	2	空気	
4		温度テーブルNO	1	2		
5		温度(℃)	0.00E+00	1.00E+02		
6		電気伝導率(S/m)	0.00E+00	0.00E+00		
7		熱伝導率(W/mC)	2.41E-02	2.41E-02		
8		熱容量C(J/m3C)	1.30E+03	1.30E+03		
9	テーブルNO	磁界H(oe)	磁束密度B(Gauss)			
10	1	0.0	0.0	0.0		
11	2	1.0	1.0	1.0		
12	材料番号	材料種類	BHテーブル数	温度テーブル数	材料名	
13	2	強磁性材	21	2	MDS-9	
14		温度テーブルNO	1	2		
15		温度(℃)	0.00E+00	1.00E+02		
16		電気伝導率(S/m)	5.00E+06	5.00E+06		
17		熱伝導率(W/mC)	4.00E+01	4.00E+01		
18		熱容量C(J/m3C)	3.00E+06	3.00E+06		
19	テーブルNO	磁界H(oe)	磁束密度B(Gauss)			
20	1	0.0	0.0	0.0		
21	2	104.0	13074.0	13074.0		
22	3	201.0	14014.0	14014.0		
23	4	305.0	14600.0	14600.0		

材料番号1 空気 $\sigma=0.0E+00$ $k=2.4E-02$ $C=1.3E+03$

材料番号2 MDS-9 $\sigma=5.0E+06$ $k=4.0E+01$ $C=3.0E+0$

材料番号3 STEEL $\sigma=5.0E+06$ $k=4.0E+01$ $C=3.0E+0$

材料番号4 SS400 $\sigma=5.0E+06$ $k=4.0E+01$ $C=3.0E+0$

材料番号5 SPCC $\sigma=5.0E+06$ $k=4.0E+01$ $C=3.0E+0$

材料番号6 軟磁性材 $\sigma=5.0E+06$ $k=4.0E+01$ $C=3.0E+0$

材料番号7 S45C $\sigma=5.0E+06$ $k=4.0E+01$ $C=3.0E+0$

材料番号8 S17C $\sigma=5.0E+06$ $k=4.0E+01$ $C=3.0E+0$

材料番号9 パーマロイ $\sigma=5.0E+06$ $k=4.0E+01$ $C=3.0E+0$

材料番号10 珪素鋼板 $\sigma=5.0E+06$ $k=4.0E+01$ $C=3.0E+0$

材料番号11 純鉄 $\sigma=5.0E+06$ $k=4.0E+01$ $C=3.0E+0$

材料番号12 電磁鋼板 $\sigma=5.0E+06$ $k=4.0E+01$ $C=3.0E+0$

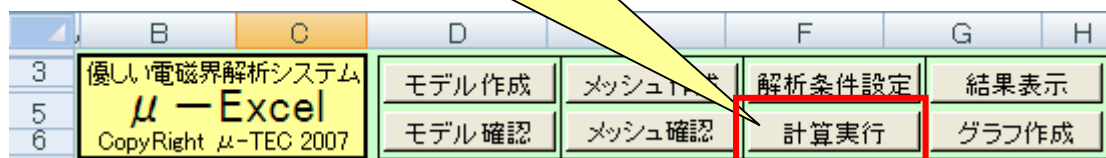
材料番号13 S10C $\sigma=5.0E+06$ $k=4.0E+01$ $C=3.0E+0$

新しい材料も試せますね

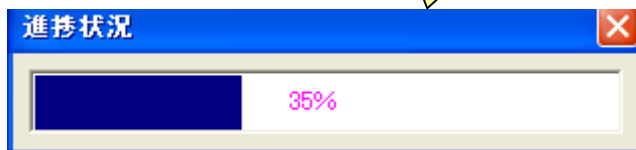
もう計算が終わった！

- 有限要素計算は直ぐ終わります

「計算実行」ボタンを押すだけです



進行状況が確認できます

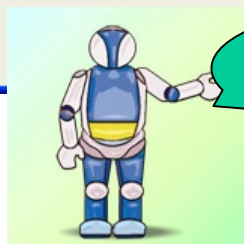
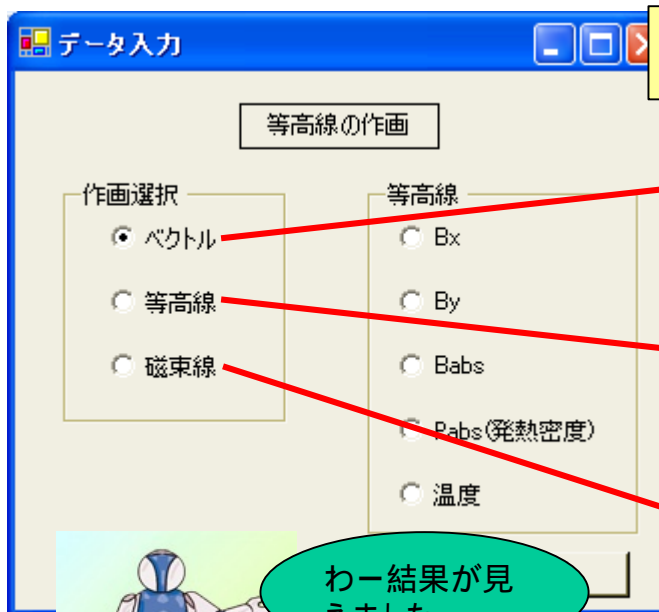
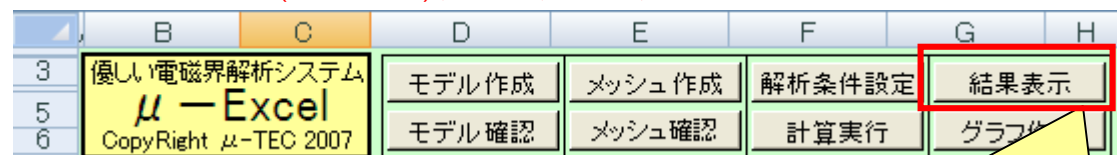


えっ、それだけですか！！



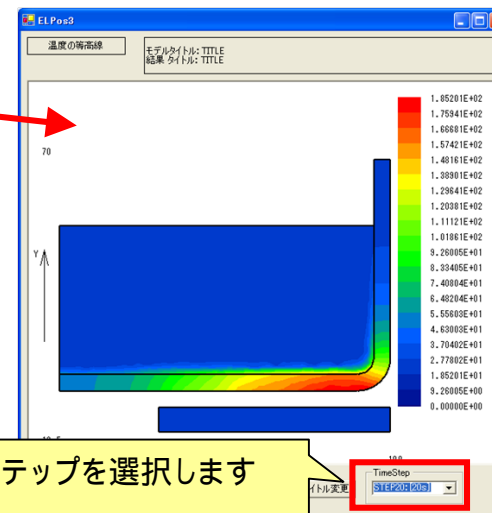
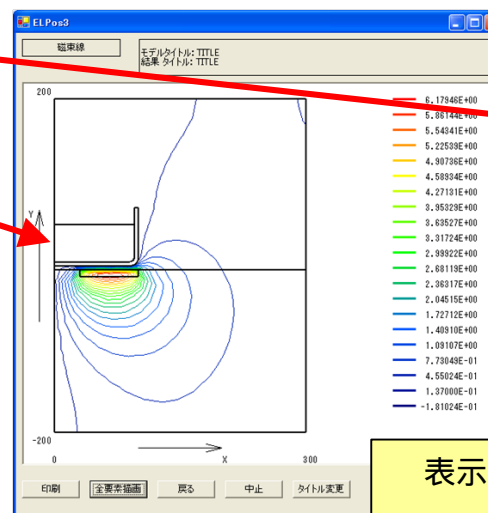
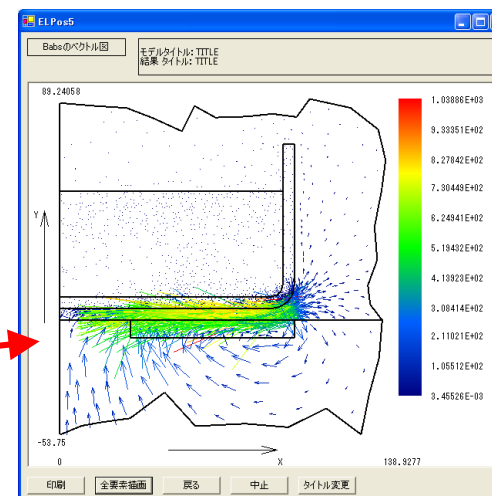
結果が表示できた！

- 磁束線(ベクトル)、磁場、発熱、温度の等高線が表示できます



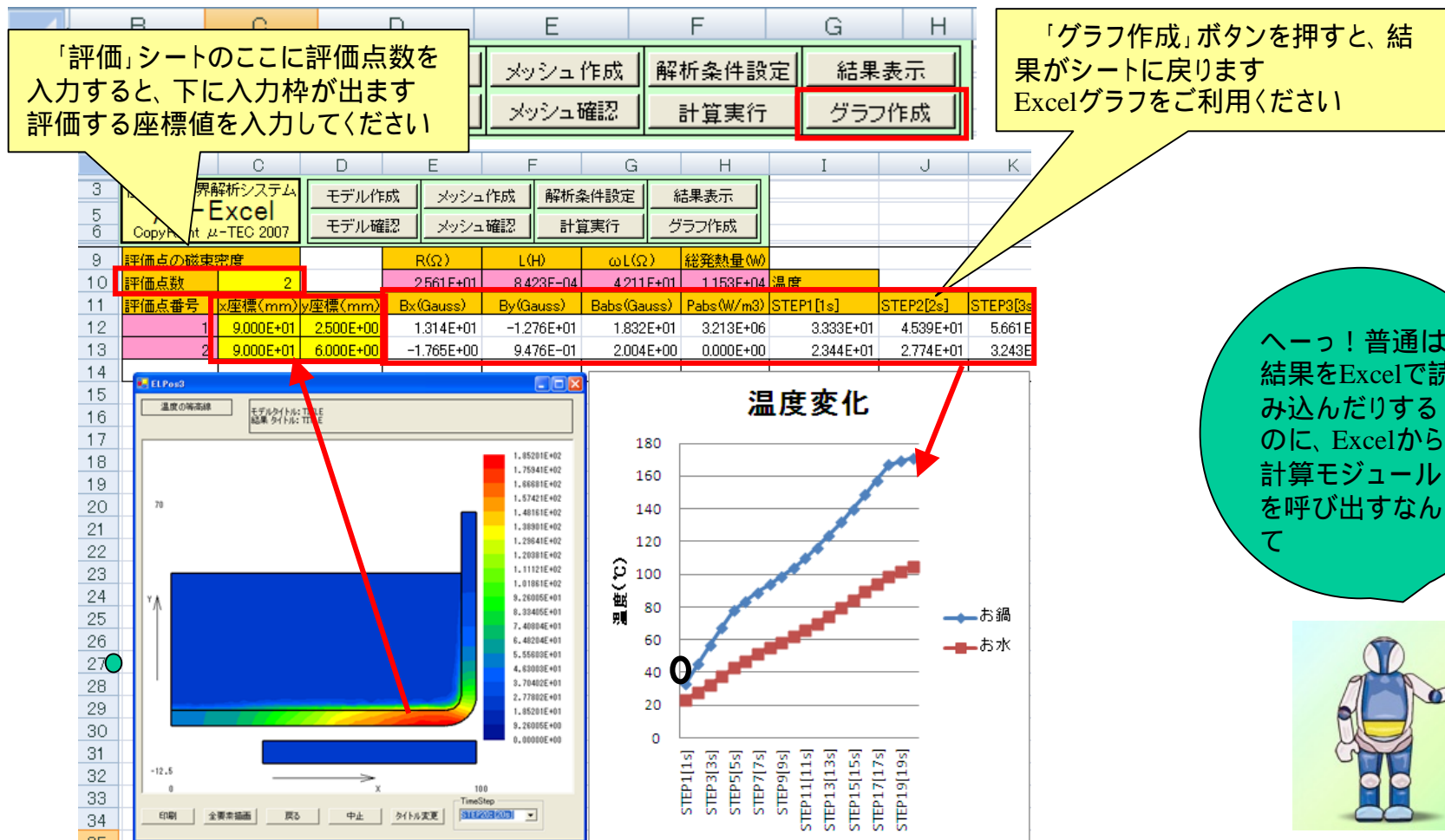
わー結果が見えました

「結果表示」ボタンを押して、描きたい図の種類をチェックします



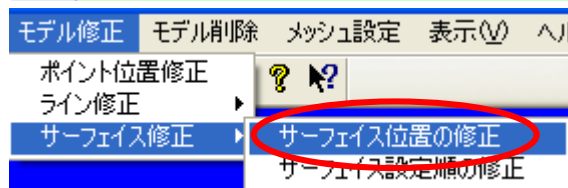
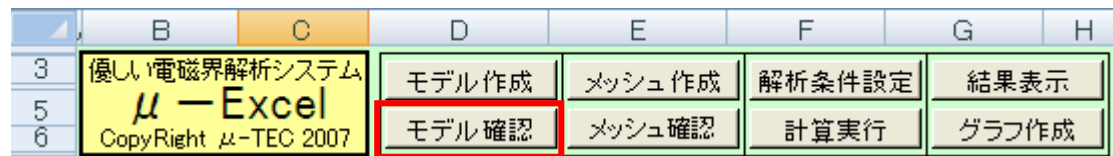
分布グラフが描きたいんだけど？

- 任意座標の結果がシートに戻るので、後はExcelグラフを使ってください

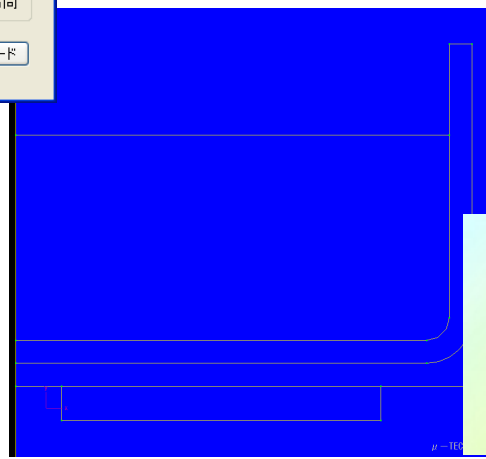
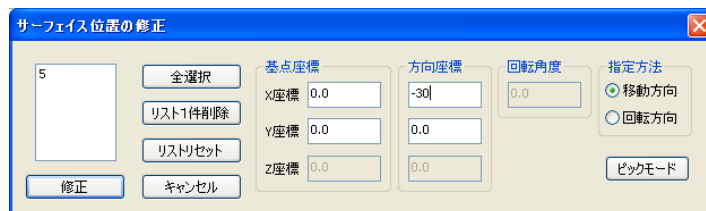


形状を少し変えたいんだけど？

- 形状変更なら「モデル確認」に戻ってください、材料等変更なら「解析条件」へ

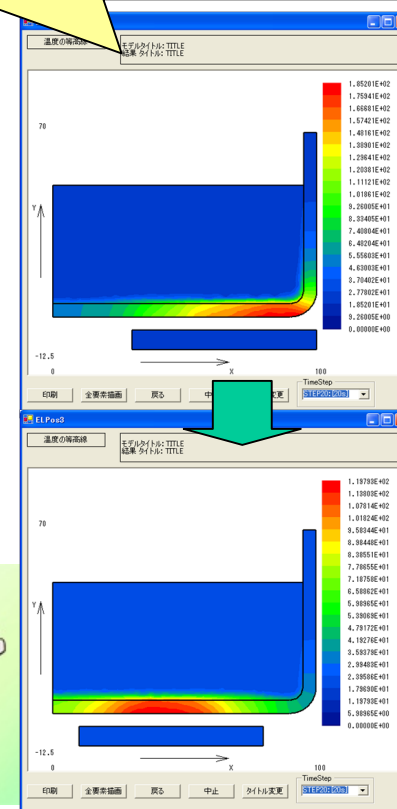


「モデル確認」ボタンでモデラーを立ち上げ、例ではサーフェス位置を移動変更しています



その後は「メッシュ作成」「計算実行」と進めて下さい

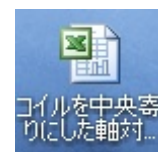
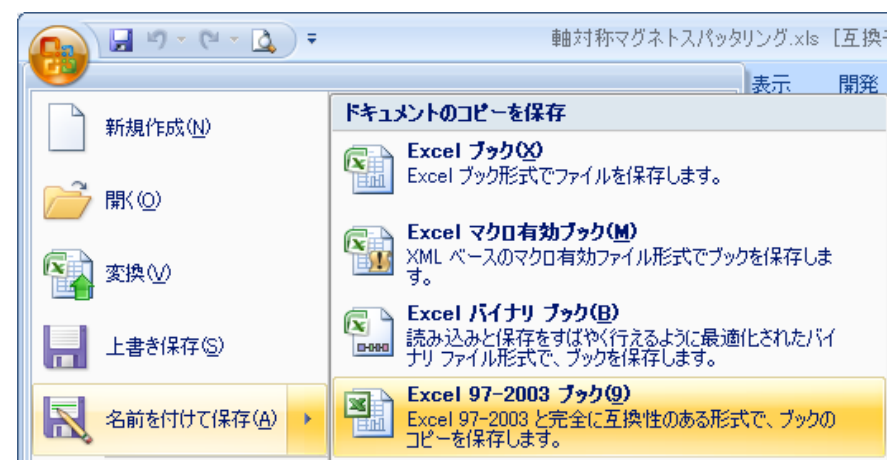
確かに違います



名前を付けて保存しておこう！

- 色々計算した結果はシートに新しい名前を付けてコピー下さい、最終的にExcelブックも名前を付けて保存ください

	B	C	D	E	F	G
3	優しい電磁界解析システム		モデル作成	メッシュ作成	解析条件設定	
5	μ-Excel		モデル確認	メッシュ確認	計算実行	
6	CopyRight μ-TEC 2007					
9	評価点の磁束密度					
10	評価点数	13				
11	評価点番号	x座標(mm)	y座標(mm)	Bx(Gauss)	By(Gauss)	Babs(Gauss)
12	1	0.000E+00	1.000E+00	1.666E+02	1.576E+03	1.584E+03
13	2	6.000E+00	1.000E+00	3.906E+02	1.597E+03	1.644E+03
14	3	1.200E+01	1.000E+00	7.051E+02	1.270E+03	1.452E+03
15	4	1.800E+01	1.000E+00	7.748E+02	8.254E+02	1.132E+03
16	5	2.400E+01	1.000E+00	7.755E+02	4.951E+02	9.201E+02
17	6	3.000E+01	1.000E+00	7.249E+02	3.275E+02	7.955E+02
18	7	3.600E+01	1.000E+00	6.946E+02	1.290E+02	7.065E+02
19	8	4.200E+01	1.000E+00	7.129E+02	-4.920E+01	7.146E+02
20	9	4.800E+01	1.000E+00	7.125E+02	-2.585E+02	7.580E+02
21	10	5.400E+01	1.000E+00	7.058E+02	-5.485E+02	8.939E+02
22	11	6.000E+01	1.000E+00	4.969E+02	-1.070E+03	1.180E+03
23	12	6.600E+01	1.000E+00	-5.610E+01	-1.152E+03	1.154E+03
24	13	7.200E+01	1.000E+00	-5.614E+02	-1.153E+03	1.282E+03
25						
26						

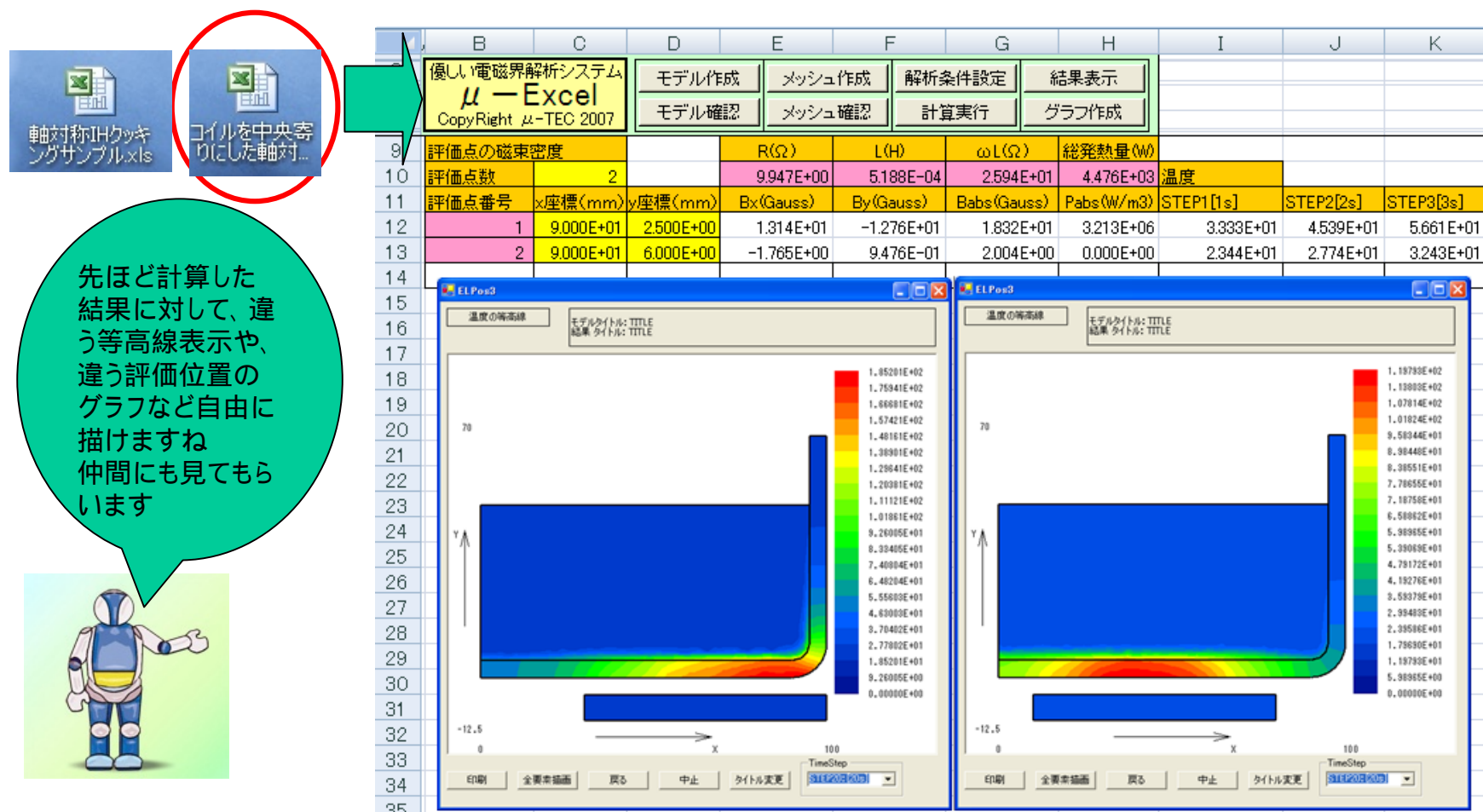


入力条件から結果まで保存されているのですか、時間が経っても思い出しやすいですね



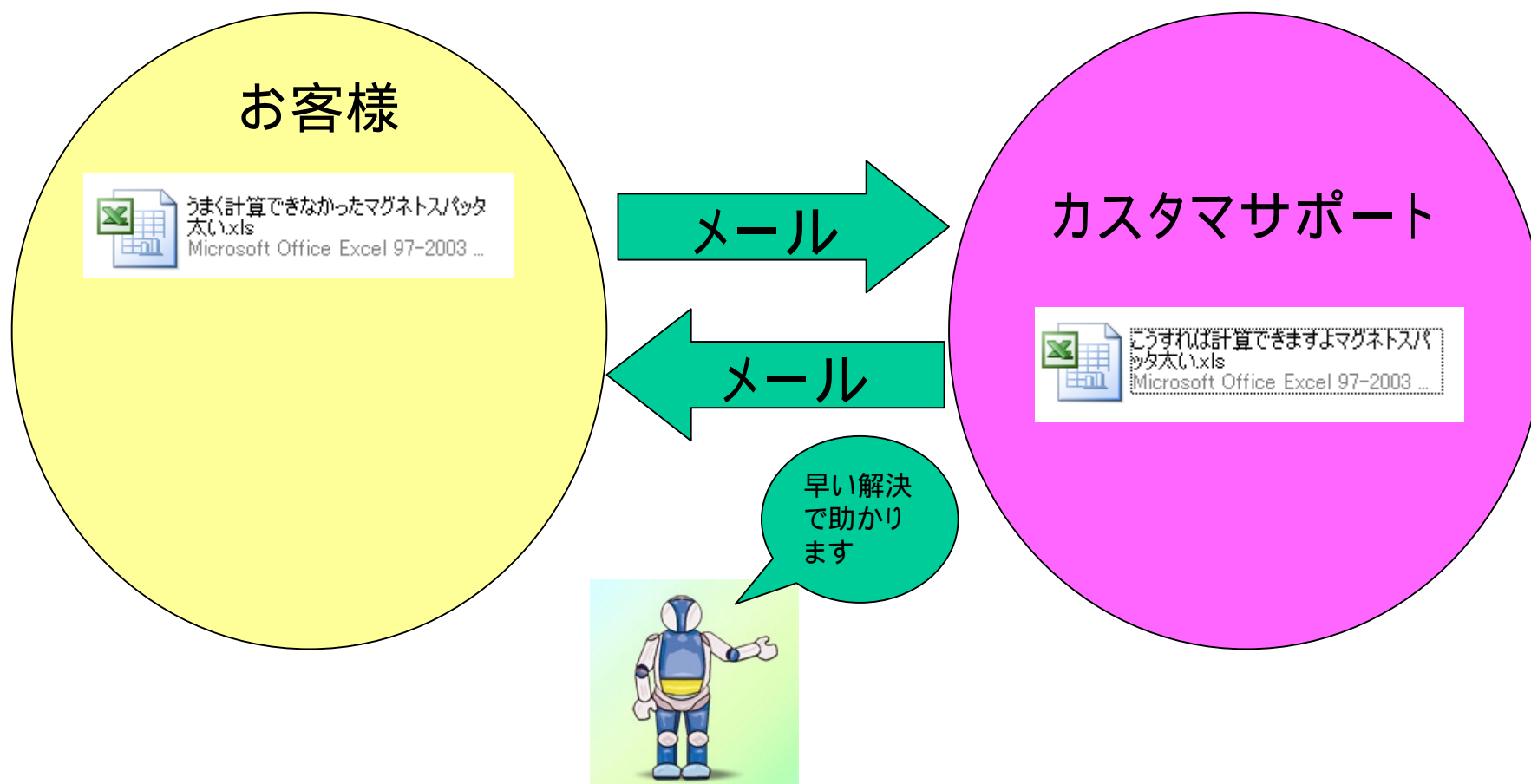
さっきの結果が簡単に見えた！

- 保存したExcelを立ち上げてください、結果表示やグラフはプロテクトキーが必要ありません



分からなくなったら教えてくれるの？

- お困りのExcelデータをメール添付して送ってください、添削してご返事します



これなら私でも使えるかも！

私にも見えそうです
これから色々な計算
をしようと思います

