

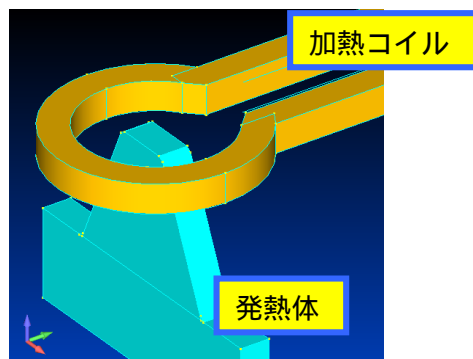
# $\mu$ -Excel 誘導加熱版



誘導加熱・焼入れコイルの温度解析と回路設計に！

## 特徴

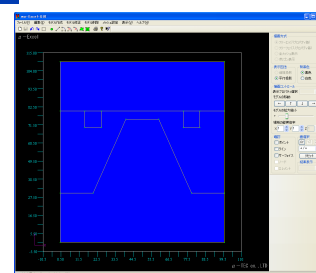
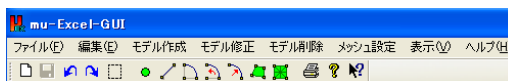
- 加熱コイルによる高周波渦電流解析、引き続き非定常温度解析
- 伝達境界、輻射境界、材料温度依存性、磁性体非線性、飽和を考慮
- 加熱コイルの周波数を複数設定可能
- 加熱コイルの ON/OFF を任意に設定した非定常温度解析
- 温度、発熱、磁場分布、磁力線の出力
- インピーダンス算出、共振回路設計指針へ



## 機能

### モデル作成

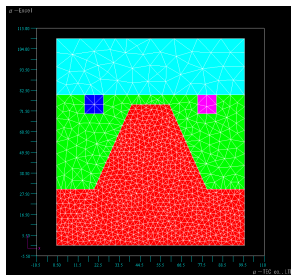
- ▶ ポイント、ライン、サーフェスにより形状定義
- ▶ DXFファイルをインポートしライン情報を作成
- ▶ ラインで閉じた領域を探し、自動的にサーフェスを作成する機能も有ります



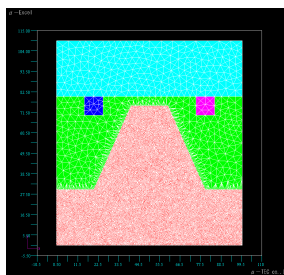
モデラ画面

### メッシュ作成

- ▶ 3角形自動メッシュ機能
- ▶ 節点数上限 20000
- ▶ メッシュの粗密設定



1000 節点



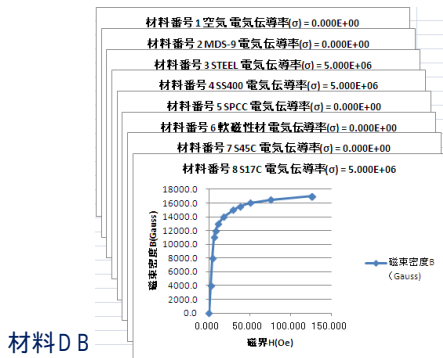
20000 節点

### 解析条件

- ▶ 2次元・軸対称3次元の選択
- ▶ サーフェス毎に材料種類(非磁性体 / 強磁性体 / コイル)を選択
- ▶ 材料データベースから材料を選択
- ▶ コイル励磁電流(電流密度)、周波数を設定
- ▶ 非定常温度解析の時間刻み、ステップ指定
- ▶ 加熱コイルの ON/OFF も指定
- ▶ 熱伝達、輻射率、初期・雰囲気温度の指定
- ▶ インピーダンス算出スイッチ

条件シート

9	解析タイトル						
10	TITLE						
11	解析タイプ	2次元				周波数(Hz) 5.000E+03	発熱係数 1.00
12	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
13	1	強磁性材	15	4.267E+01	3.419E+06	15	有効
14	2	非磁性材	1				
15	3	コイル	1				
16	4	コイル	1				
17	5	非磁性材	1				
18	コイル入力	~有り~					
19	コイル番号	領域番号	電流密度・波高値(A/m2)	個別周波数(Hz)	無効		
20	1	3	5.000E+07				
21	2	4	-5.000E+07				
22	熱計算STEP	時刻刻み(秒)	出力間隔STEP	自然冷却	テーブル数		
23	8	1.000	1	無効	3		
24	8	1.000	1	有効			
25	8	1.000	1	無効			
26	初期温度(C)	雰囲気温度(C)	熱伝達率 $\lambda$ (W/m2C)				
27	20.00	20.00	2.000E+03				
28	インピーダンス算出						
29	無効						
30							



計算実行

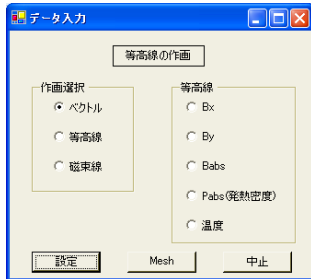
- ▶ 有限要素法 (ICCG法)

計算実行ボタン

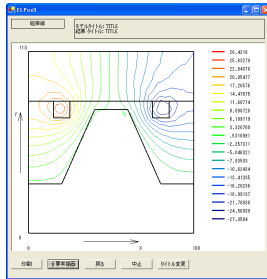
	B	C	D	E	F	G	H
3	優しい電磁界解析システム		モデル作成	メッシュ作成	解析条件設定	結果表示	
5	$\mu$ -Excel		モデル確認	メッシュ確認	計算実行	グラフ作成	
6	CopyRight $\mu$ -TEC 2007						

結果表示

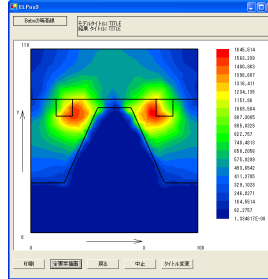
- ▶ 磁場、発熱分布表示、各時刻の温度分布表示



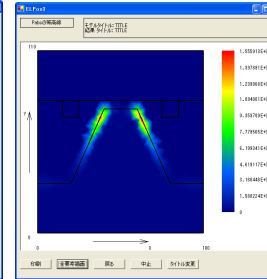
結果表示選択画面



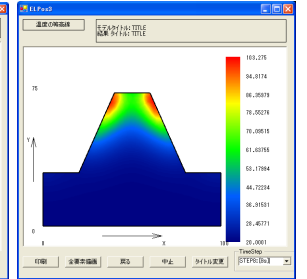
磁束線図



磁束密度コンター図



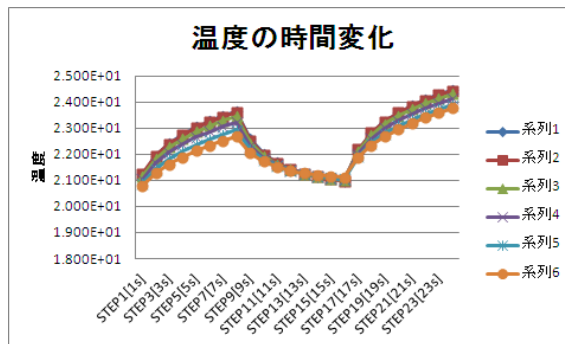
発熱密度図



温度分布図

評価

- ▶ 任意座標値での下記結果  
磁束密度 (Bx, By, B 絶対値)、発熱密度、  
各時刻ステップでの温度
- ▶ インピーダンス (L, R, L)、総発熱量
- ▶ Excel によるグラフ作成

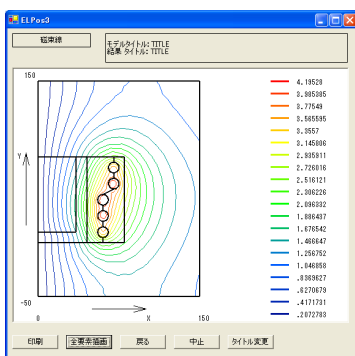


結果出力シート

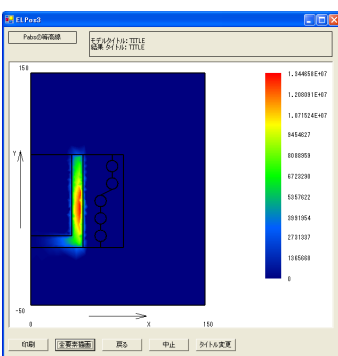
9	評価点の磁束密度		R( $\Omega$ )	L(H)	$\omega$ L( $\Omega$ )	総発熱量(W)	温度						
10	評価点数	50	5.179E+04	1.710E+01	8.548E+04	2.590E+04	STEP1 [1s]	STEP2 [2s]	STEP3 [3s]	STEP4 [4s]	STEP5 [5s]	STEP6 [6s]	
11	評価点番号	x座標(mm)	y座標(mm)	Bx(Gauss)	By(Gauss)	Babs(Gauss)	Pabs(W/m3)	STEP1 [1s]	STEP2 [2s]	STEP3 [3s]	STEP4 [4s]	STEP5 [5s]	STEP6 [6s]
12	1	1.000E+00	2.900E+01	3.665E+01	-2.226E+01	4.288E+01	3.528E+06	2.122E+01	2.192E+01	2.240E+01	2.275E+01	2.303E+01	2.327E+01
13	2	3.000E+00	2.900E+01	-2.993E+01	-9.939E+00	3.154E+01	1.689E+07	2.124E+01	2.238E+01	2.273E+01	2.273E+01	2.301E+01	2.324E+01
14	3	5.000E+00	2.900E+01	-1.132E+01	-1.437E+01	1.830E+01	1.517E+07	2.117E+01	2.181E+01	2.226E+01	2.259E+01	2.286E+01	2.309E+01
15	4	7.000E+00	2.900E+01	-3.349E-02	-2.840E+00	2.840E+00	1.038E+07	2.105E+01	2.165E+01	2.207E+01	2.239E+01	2.264E+01	2.286E+01
16	5	9.000E+00	2.900E+01	4.094E+00	4.360E+01	4.379E+01	1.144E+07	2.088E+01	2.142E+01	2.181E+01	2.211E+01	2.235E+01	2.256E+01
17	6	1.100E+01	2.900E+01	-4.265E+01	2.139E+01	4.772E+01	9.219E+06	2.079E+01	2.127E+01	2.162E+01	2.189E+01	2.213E+01	2.233E+01
18	7	1.300E+01	2.900E+01	-7.540E+01	1.108E+01	7.621E+01	8.579E+06	2.071E+01	2.113E+01	2.145E+01	2.171E+01	2.193E+01	2.213E+01

計算例

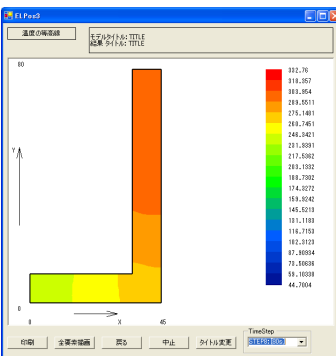
軸対称: 上部・下部コイルを別周波数で増幅を誘導加熱



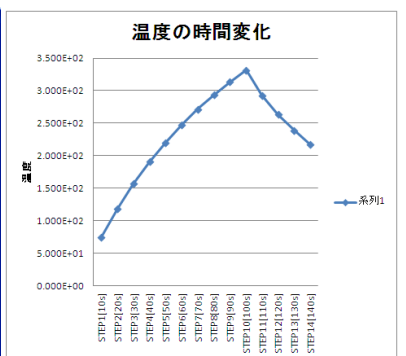
磁束線図



発熱密度コンター図



ある時刻の温度分布図



ある点の温度履歴

共振回路シート

➤ 得られたインピーダンスを入力して、下記直列共振回路のQ値、出力電力等を求めます

回路条件										等価インダクタンス		
3	直流電圧Ed(volt)	200.00								▲		
4	トランス比k	0.10				▼						
5	共振コンデンサーC( $\mu$ F)	30.00										
6	等価インダクタンスL( $\mu$ H)	1.81										
7	等価抵抗R( $\Omega$ )	0.049										
9	リミット条件									等価抵抗		
10	出力電力Pa(W)	5000.00								▲		
11	インバータ出力電流I1 (A)	40.00								▼		
12	共振コンデンサー電圧Vc (volt)	400.00										
16	パラメータ											
17	駆動周波数(Hz)	22710.00	表示周波数	MIN(Hz)	15000.00	MAX(Hz)	45000.00					
19	出力											
20	共振周波数(Hz)	21598.33		Q値	5.01	$\omega$	142691.14	$\omega_0$	135706.32			
21	出力電力Pa(W)	6512.88		インバータ出力電流I1 (A)	36.46	V1	200.00	V2	20.00			
22												
23												
24												
25												
26												
27												
28												
29												
30												
31												
32												
33												
34	共振回路の電流I2 (A)	364.58		共振回路の皮相電力P0(W)	7291.53	共振回路の力率 $\cos\Phi$	0.89					
35												
36												
37												
38												
39												
40												
41												
42												
43												
44												
45												
46												
47												
48	周波数数	25	周波数刻Hz	1200								
49												
50												