

Femtet[®] 2018.0

新機能/変更点のご紹介

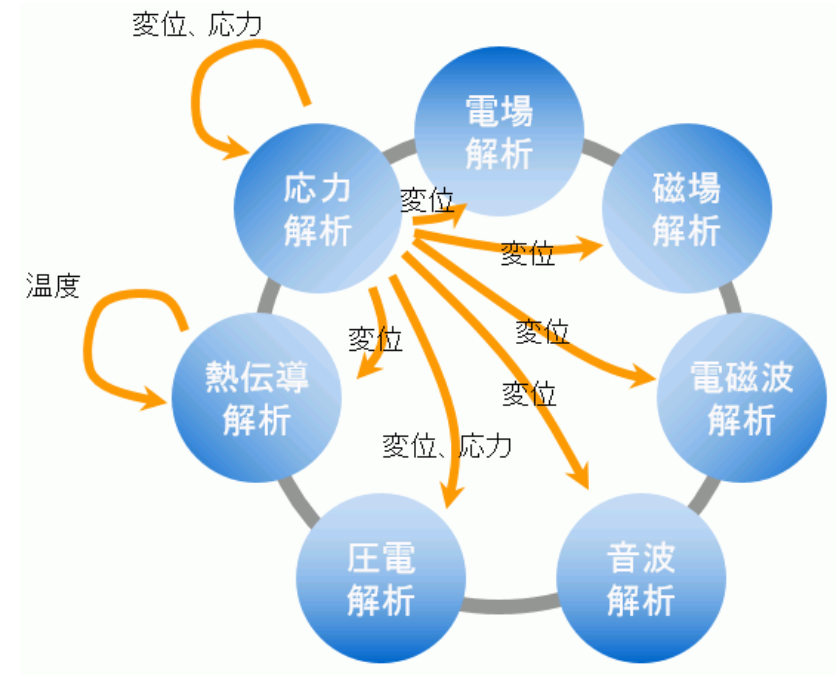
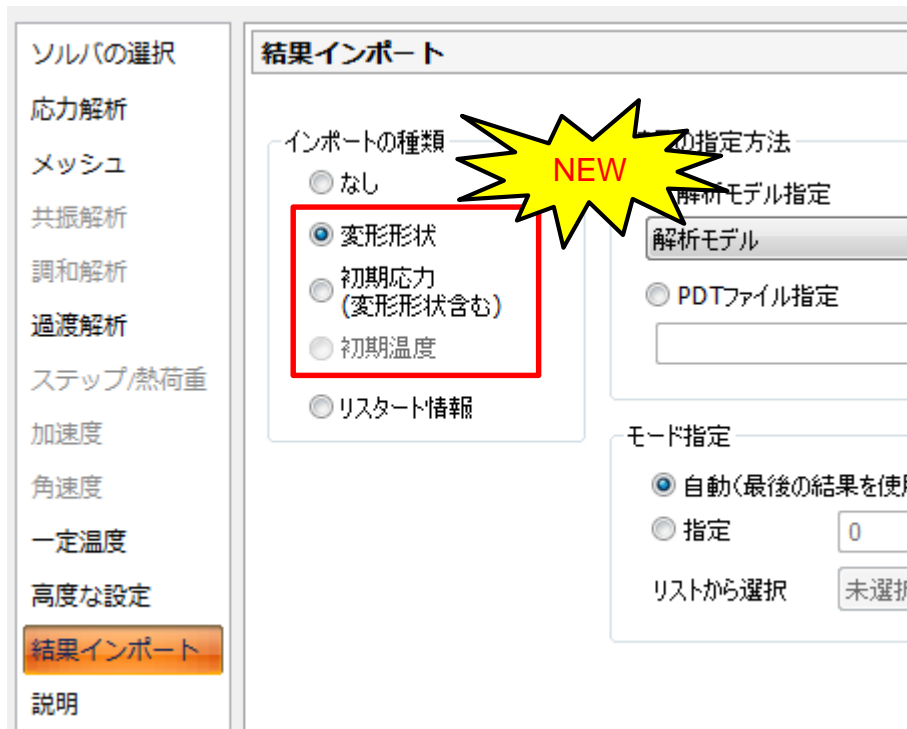
機能	概要
解析機能	<ul style="list-style-type: none">• ソルバ全般:結果インポート機能追加• ソルバ全般:変形形状を考慮した解析• 応力/熱伝導解析:初期応力、初期温度のインポート• 応力/熱伝導解析:結果インポートによるリスタート機能追加• 応力解析:空気領域自動作成に対応• 応力解析:体積変化率の結果表示• 圧電/応力解析:異方性材料の方向表示改良• 圧電解析:グラフの縦軸指定• 圧電解析:境界条件、音響インピーダンスを実数から複素数に変更• 圧電解析:角速度オプションを追加• 圧電共振解析:インピーダンス計算ダイアログの改良• 電磁波解析:全結果まとめ表示機能追加• 電磁波解析:TDR• 電磁波解析:開放境界の精度向上• 電場解析:電流境界条件の追加

機能	概要
解析機能	<ul style="list-style-type: none">• 磁場過渡解析:外部回路の変数、パラメトリック解析対応• 磁場過渡解析:外部回路にスイッチ素子を追加• 磁場過渡解析:導体の自己誘導電流• 磁場過渡解析:電磁力計算• 磁場過渡解析:ハルバッハ着磁の追加• 磁場解析:外部磁界対応と改良
メッシュ	<ul style="list-style-type: none">• 平面化によるロバスト性の向上(G2のみ)
全般	<ul style="list-style-type: none">• ボディ色の塗り分け機能追加• リスト形式タブ

機能	概要
モデラ	<ul style="list-style-type: none">• <u>ヒーリング(ボディの修復)機能追加</u>• <u>材料データベースJFEフェライト (株)様のデータをアップデイト</u>
解析結果表示	<ul style="list-style-type: none">• <u>流線/力線と、コンター図/ベクトル図の同時表示</u>• <u>3節点の角度、半径計算</u>• <u>変位を考慮した節点間距離角度計算</u>• <u>円弧座標上グラフ表示機能追加</u>

解析機能 – ソルバ全般: 結果インポート機能追加

- ・応力解析の結果をインポートして、変形形状を考慮した解析できるようになりました
- ・応力過渡解析で、初期応力をインポートして解析できるようになりました
- ・熱伝導過渡解析で、初期温度をインポートして解析できるようになりました

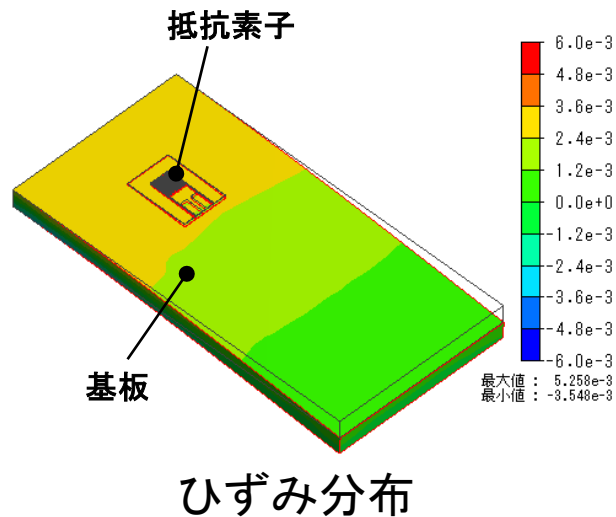


結果インポートを用いた解析

解析機能 – ソルバ全般: 変形形状を考慮した解析

変形形状を考慮した解析例：変形による配線の抵抗変化

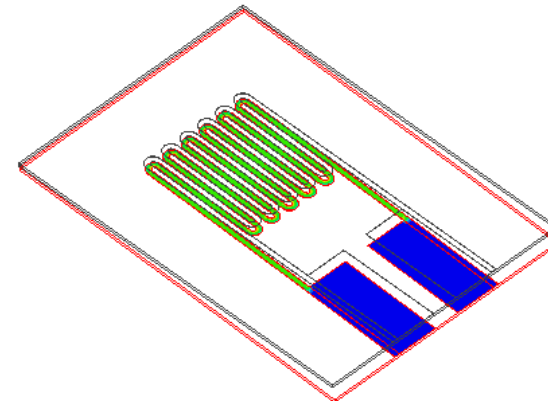
応力解析
(基板たわみ)



変形形状
結果インポート



電場解析
(抵抗素子部抵抗計算)



抵抗素子部電流密度分布

配線部の抵抗変化

電極1	V0
電極2	V1
R1-2	6.854

結果インポートなし



電極1	V0
電極2	V1
R1-2	6.883

結果インポートあり

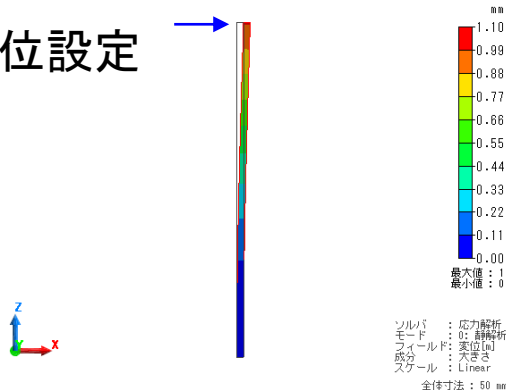
応力解析と電場解析のメッシュが異なっても解析を行うことができます。

解析機能 - 応力/熱伝導解析: 初期応力、初期温度のインポート

初期応力、初期温度を使用した解析例

初期応力を静解析で解析

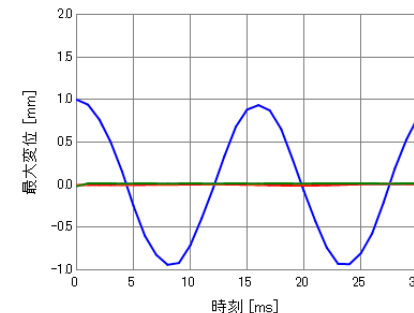
変位設定



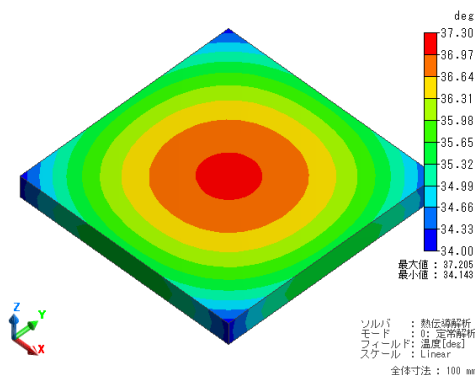
初期応力
結果インポート



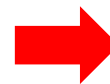
変位解除後の振動を解析



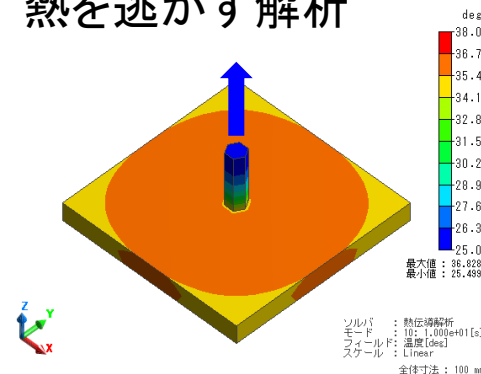
初期温度を定常解析で解析



初期温度
結果インポート

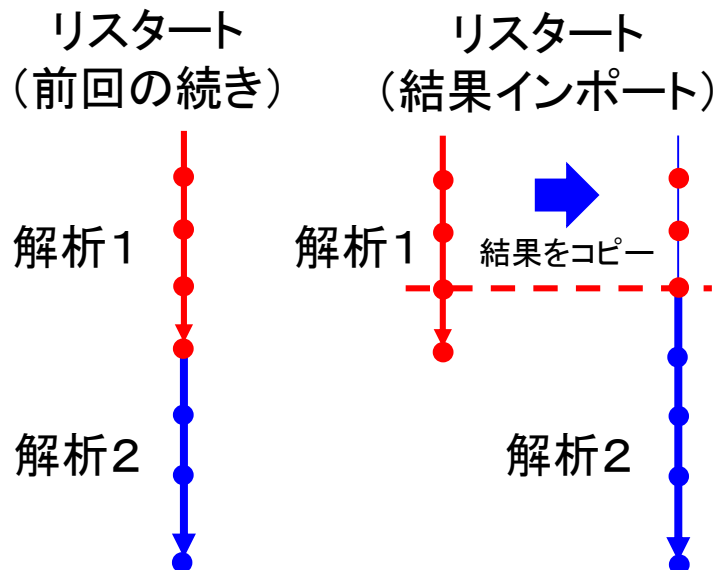


別の物体を接触させて 熱を逃がす解析



結果インポートによるリスタート機能追加

熱伝導過渡解析、応力過渡解析、応力複数ステップ解析で、
任意のモードの解析結果をインポートしてリスタート解析ができるようになりました



結果インポート

インポートの種類

- ☐ なし
- ☐ 変形形状
- ☐ 初期応力 (変形)
- ☐ 初期温度
- ☒ リスタート情報

結果の指定方法

☒ 解析モデル指定

解析モデル

☐ 結果ファイル指定

結果ファイル指定 参照

モード指定

☐ 自動(最後の結果を使用する)

☒ 指定

指定

リストから選択

既存の解析結果の途中からリスタートが可能です。

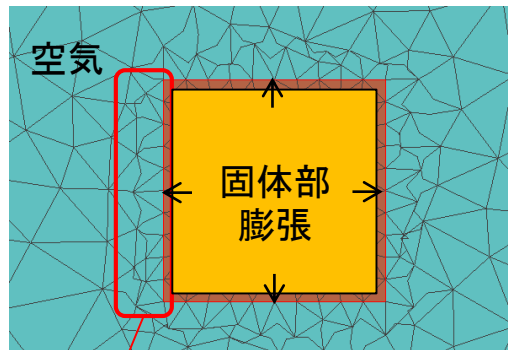
- ・途中から条件が分岐する解析で解析の重複を避けることができます。
- ・収束しなかった場合に、途中から収束条件を変えて解析することができます。

解析機能 - 応力解析: 空気領域自動作成に対応

応力解析で、空気領域を自動作成して、
空気領域の変形を考慮した解析ができるようになりました

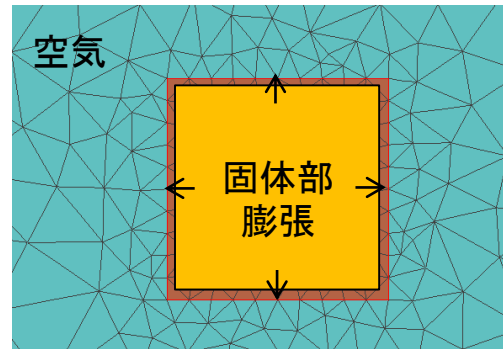
「変形形状を考慮した解析」で空気領域を扱う磁場/電場解析を行う場合、
応力解析での変形形状解析時に空気領域の変形を解析することで、境界付近での
メッシュ形状の乱れを解消することができます。

空気領域の変形計算なし



メッシュ形状の乱れにより、その後の磁場/電場解析の精度が低下します

空気領域の変形計算あり



変形形状考慮後の磁場/電場解析のメッシュ

※変形がメッシュサイズに対して十分に小さい場合はメッシュ形状
の乱れが生じないため、空気領域の計算は不要です。

メッシュ

メッシュ設定

☐ メッシュG2 を使用する

☒ 標準メッシュサイズを自動的に決定する

標準メッシュサイズ [mm]

要素の種類

☐ 1次要素 (時間重視)

☒ 2次要素 (精度重視)

メッシュのコントロール

空気領域自動作成

☒ 空気領域を自動作成する

空気領域のスケール モデル長 X

☒ 空気領域のメッシュサイズを自動的に決定する

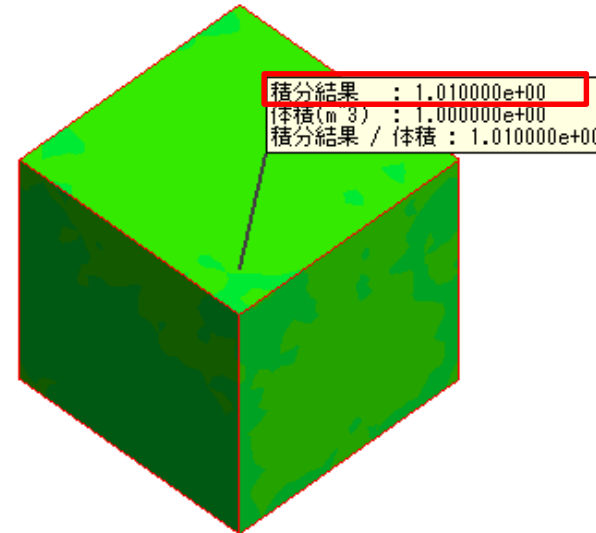
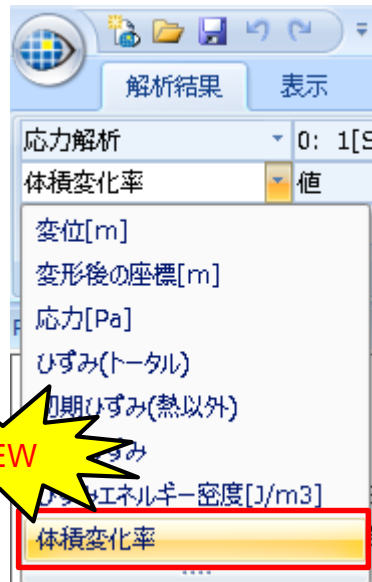
空気領域のメッシュサイズ [mm]

☒ 空気領域の変形を計算する

NEW

解析機能 - 応力解析: 体積変化率の結果表示

応力解析で、体積変化率の結果表示が可能になりました



積分機能により変形後の体積を表示することができます。

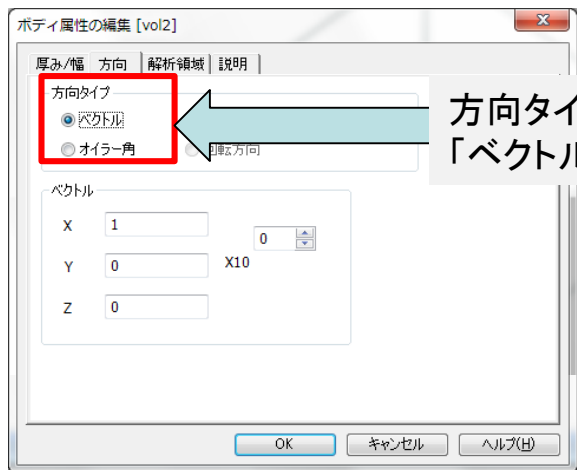
解析機能 – 圧電/応力解析: 異方性材料の方向表示を改良

異方性材料の方向をベクトル指定した場合、
1本のベクトルで表示されるようになりました

・異方性材料の方向を、
3本のベクトルで表示(右下図)する機能がありますが、
方向タイプで「ベクトル」を指定した場合、
1本のベクトルで表示されるようになりました(右上図)。

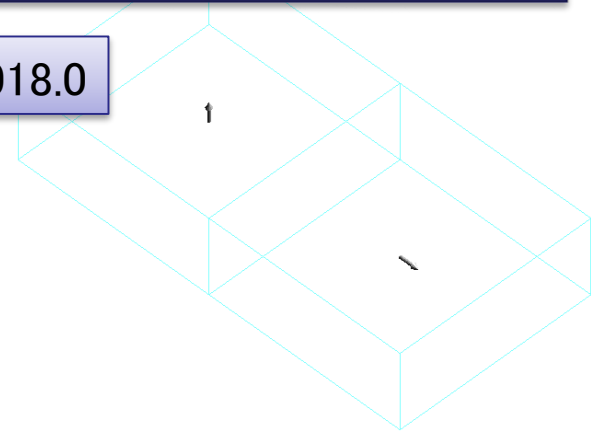
・異方性材料設定後にベクトルが表示されない
不具合が修正されました。

解析条件、方向タブ

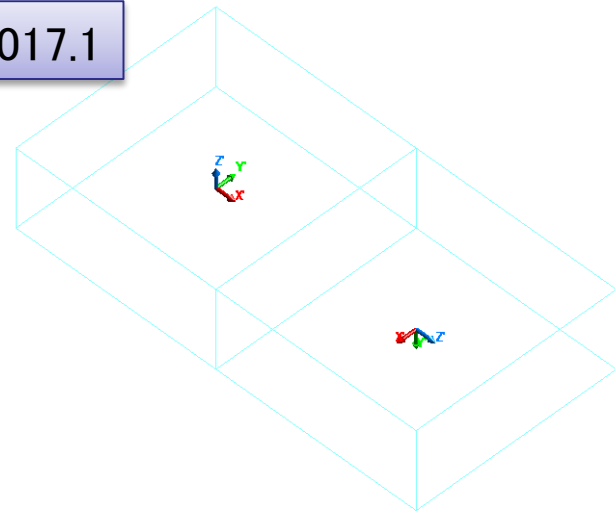


方向タイプで、
「ベクトル」を選択

Ver.2018.0

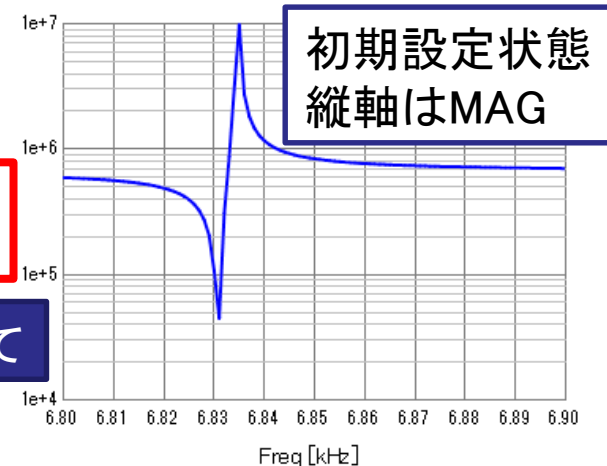
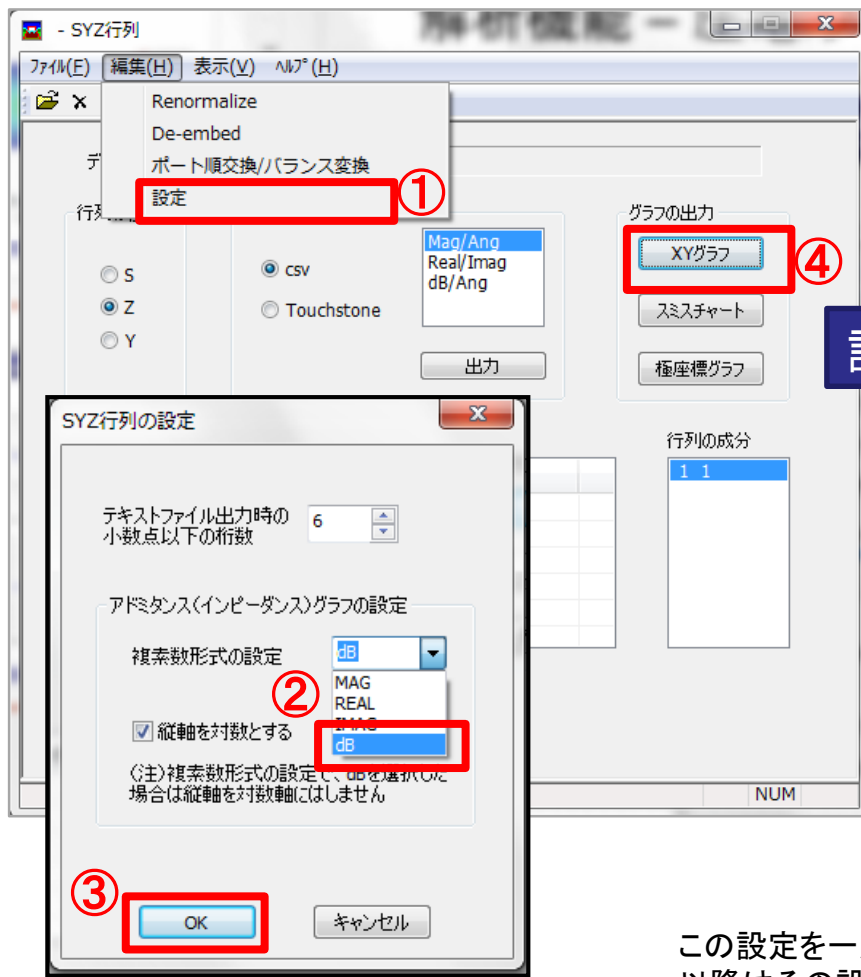


Ver.2017.1

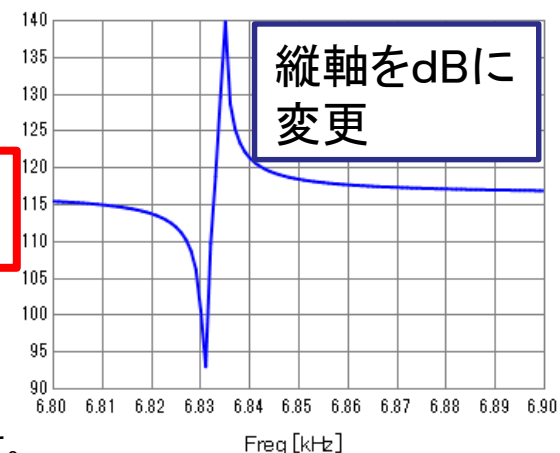


解析機能 - 圧電解析:グラフの縦軸指定

圧電インピーダンス/アドミタンスグラフの縦軸がSYZ行列で指定できるようになりました



設定変更して

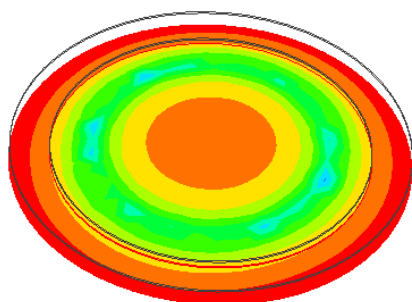


再描画

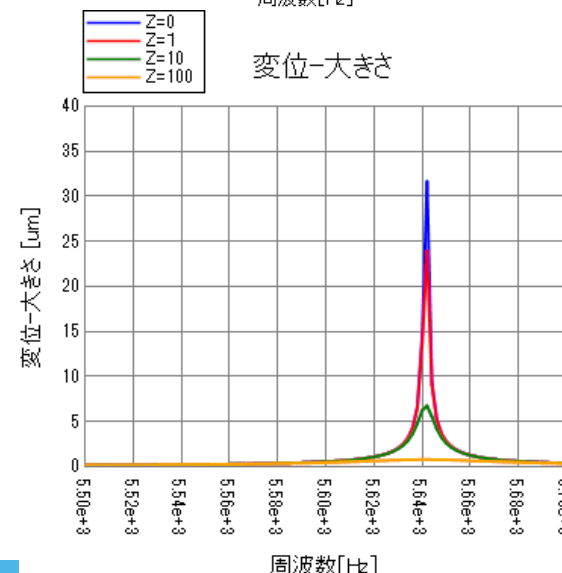
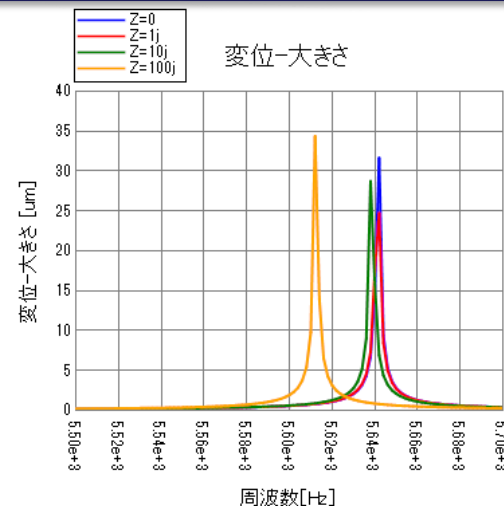
この設定を一度実行すると、以降はその設定が有効になります。

解析機能 – 圧電解析: 境界条件、音響インピーダンスを実数から複素数に変更

音響インピーダンスの虚部が入力可能になりました(虚部は共振周波数に影響します)

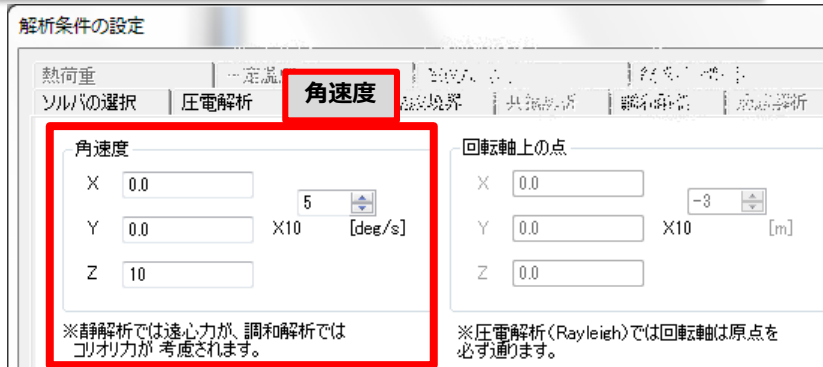


- ・音響インピーダンスの影響を調べました。
- ・ベンディングモードで振動する円板の表面に音響インピーダンスを設定しました。
- ・実部を0, 1, 10, 100と設定(虚部は0)したときの円板中央の振幅を縦軸に表したのが右下図です。インピーダンス値が大きくなるにしたがって、振幅が小さくなります。
- ・虚部を0, 1, 10, 100と設定(実部は0)した時のグラフは右上図です。インピーダンス値が大きくなるにしたがって、周波数が下がります。ピーク高さの変化は、ピークが急峻なために生じるもので、本質的なものではありません。



解析機能 – 圧電解析: 角速度オプションを追加

調和解析でコリオリ力、静解析で遠心力を考慮できるようになりました

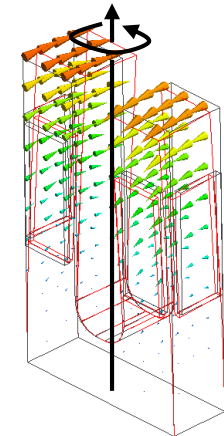
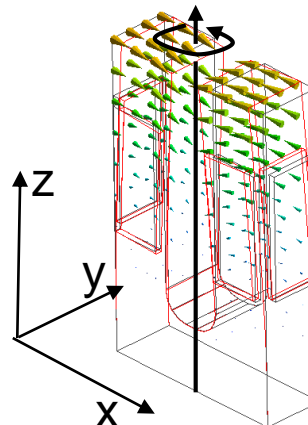
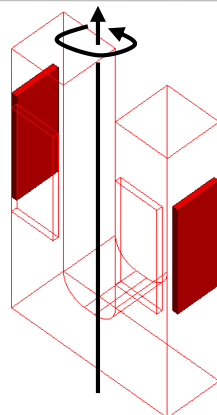


■ 圧電体による駆動で、音さの腕がX軸方向に振動している。電圧値最大の瞬間の変位を矢印で表している。

■ コリオリ力でY方向にも振動している。電圧値0の瞬間の変位を矢印で表している。

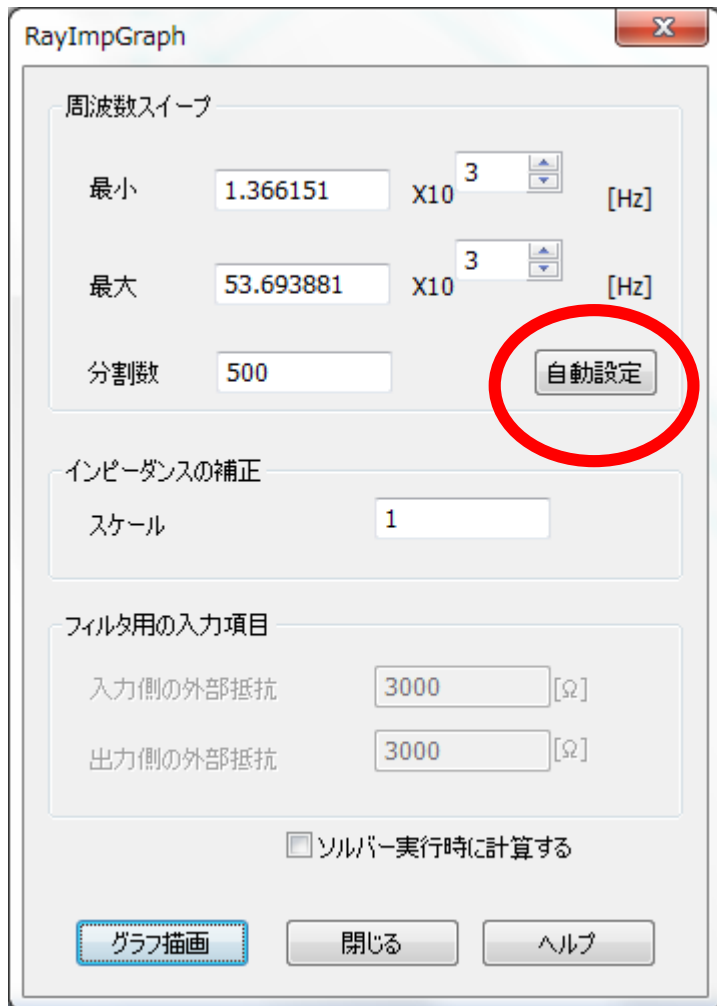
コリオリ力を考慮した解析例

■ 回転状態において、圧電体(右図赤色のボディ)に交流電圧を印加して音さの振動を駆動した。



解析機能 – 圧電共振解析: インピーダンス計算ダイアログの改良

周波数が、自動設定できるようになりました



RayImpGraph

周波数スweep

最小 1.366151 X10³ [Hz]

最大 53.693881 X10³ [Hz]

分割数 500

自動設定

インピーダンスの補正

スケール 1

フィルタ用の入力項目

入力側の外部抵抗 3000 [Ω]

出力側の外部抵抗 3000 [Ω]

☐ ソルバー実行時に計算する

グラフ描画 閉じる ヘルプ

・周波数を自動設定するボタンが追加されました。
設定値は、次のように決定されます。

最小周波数= 共振周波数の最小値×0.8
最大周波数= 共振周波数の最大値×1.2

解析機能 - 電磁波解析: 全結果まとめ表示機能追加

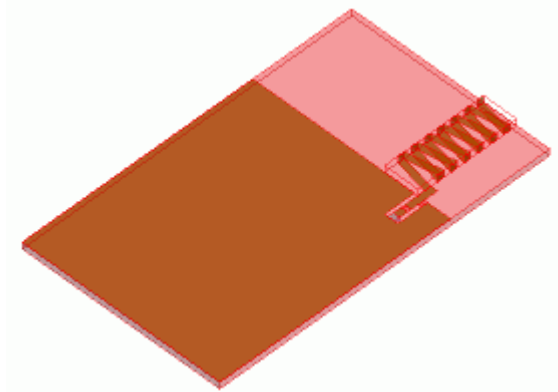
電磁波解析のテーブル出力において、全結果まとめ表示機能が追加されました

テーブル

有限要素法情報	伝搬定数	特性インピーダンス(Zpv)[ohm]	基準インピーダンス(Zref)[ohm]	Sパラメータ
	周波数[Hz]	PORT:m1 / 減衰定数[Np/m]	PORT:m1 / 位相定数[rad/m]	
0:	1.000000 GHz	1.00e+9	0.216	43.207
1:	1.010000 GHz	1.01e+9	0.218	43.640
2:	1.020000 GHz	1.02e+9	0.220	44.072
3:	1.030000 GHz	1.03e+9	0.223	44.504
4:	1.040000 GHz	1.04e+9	0.225	44.936
5:	1.050000 GHz	1.05e+9	0.227	45.368
6:	1.060000 GHz	1.06e+9	0.229	45.800
7:	1.070000 GHz	1.07e+9	0.231	46.232
8:	1.080000 GHz	1.08e+9	0.233	46.664
9:	1.090000 GHz	1.09e+9	0.235	47.096
10:	1.100000 GHz	1.10e+9	0.238	47.528
11:	1.110000 GHz	1.11e+9	0.240	47.960
12:	1.120000 GHz	1.12e+9	0.242	48.392
13:	1.130000 GHz	1.13e+9	0.244	48.824
14:	1.140000 GHz	1.14e+9	0.246	49.257
15:	1.150000 GHz	1.15e+9	0.248	49.689
16:	1.160000 GHz	1.16e+9	0.251	50.121
17:	1.170000 GHz	1.17e+9	0.253	50.553
18:	1.180000 GHz	1.18e+9	0.255	50.985
19:	1.190000 GHz	1.19e+9	0.257	51.417
20:	1.200000 GHz	1.20e+9	0.259	51.849
21:	1.210000 GHz	1.21e+9	0.261	52.281

NEW

電磁波解析 全結果まとめ表示 表示オプション



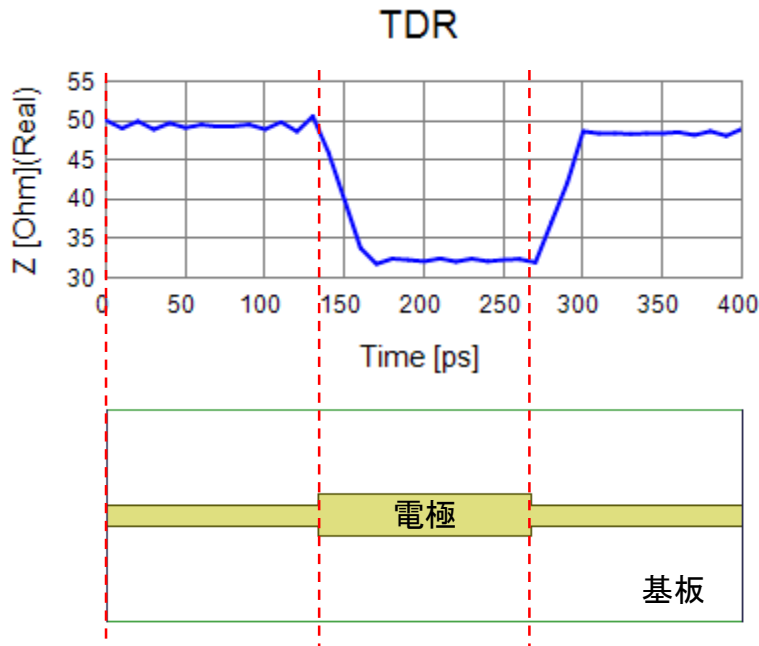
電磁波解析例題3の
伝播定数を全結果まとめ表示

- ・全結果まとめ表示機能実装に伴い、電磁波解析でのテーブル出力表示が高速化されました。

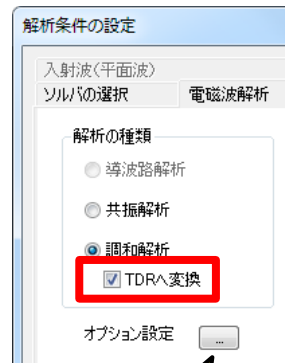
解析機能 – 電磁波解析:TDR

SパラメータをTDRの結果に変換できるようになりました

- Descartesで、調和解析で得られるSパラメータをTDRによるインピーダンス時間応答に変換することができます。
- 調和解析で計算すべき周波数は、時間の設定から自動で変換されます。



不連続部を持つ基板のTDR解析例

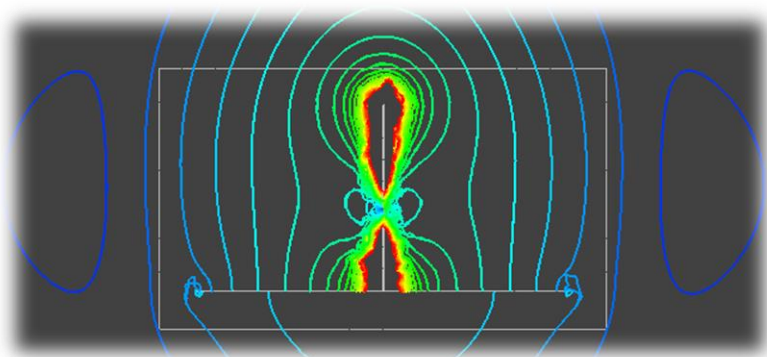


時間の設定から周波数の設定への変換

解析機能 – 電磁波解析: 開放境界の精度向上

低周波の解析で電磁界の精度が向上

モノポールアンテナ周辺の電界強度分布
(十分に広い解析空間で解析)



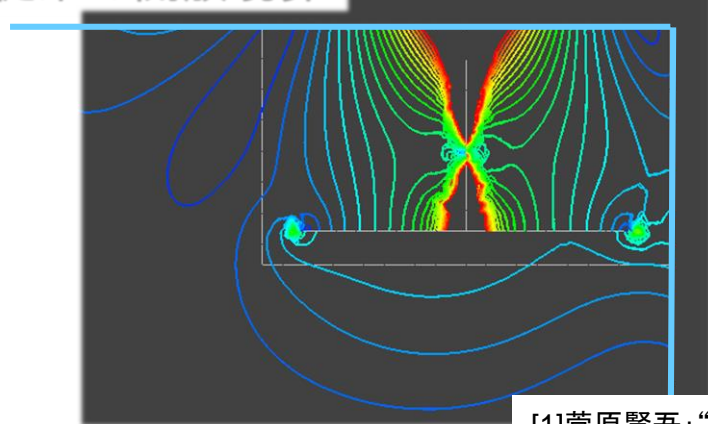
アンテナ線
給電点
GND

・電磁波解析で開放空間を精度よく解析するには、少なくとも波長/4程度、アンテナの周りに空気領域が必要となります。しかし、低周波では、波長が長いので、必要な解析空間が広くなり、それをFemtet®で解析するのは、難しくなります。そこで、アンテナの周りの空間が狭い場合にも精度よく電磁界が求められよう、電磁界を補正する機能^[1]を実装しました。

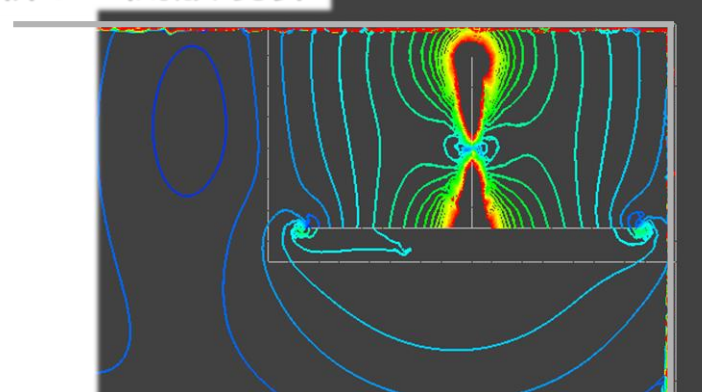
・図は、モノポールアンテナの解析例です。左上図は、比較的広い空間で解析した時の、アンテナ近傍の電界(*)を示しています。この図に近い結果が正解と考えます。左下図の上部ではアンテナが開放境界に近づき、電界分布が大きくゆがめられています。右下の図は補正後で、正解の左上図と似た、自然な分布が得られています。

・詳細はヘルプの、“電磁波解析例題 3 7 電磁界補正” 等をご覧ください。

従来の開放境界

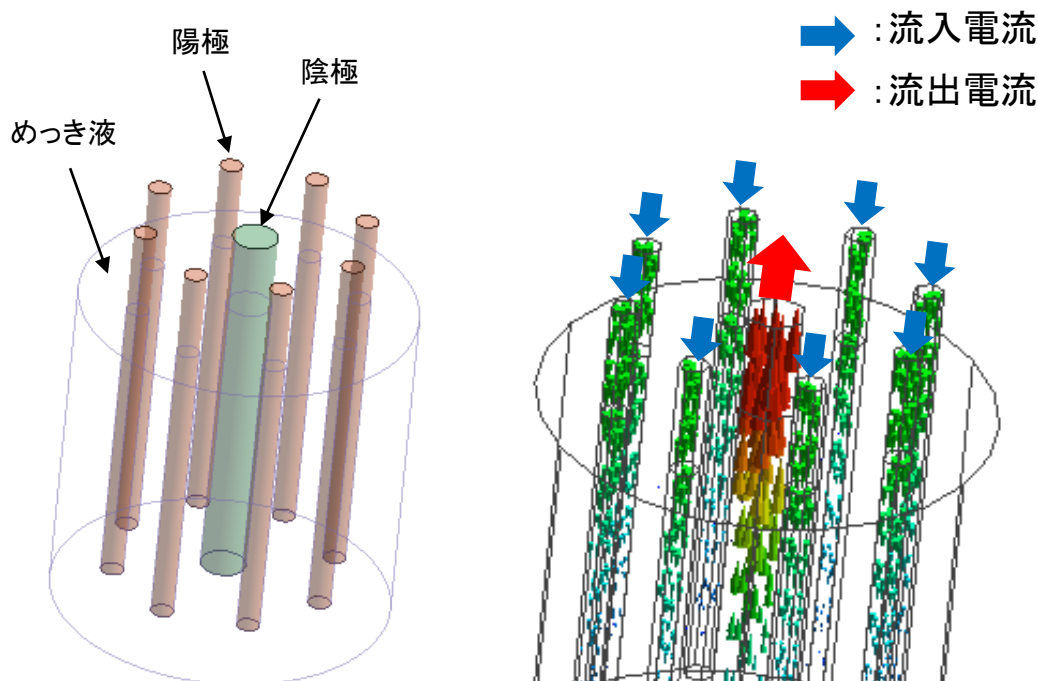


新しい開放境界



[1]菅原賢吾:“等価定理による摂動近似 ~高周波3次元問題への適用~,信学技報 EST2015-60

電場解析(抵抗値解析)に電流境界条件が追加されました



例) モデル図: めっき解析

例) 電流密度分布



電気壁境界条件

電流指定

電流指定

☒ 流入面 1 X10 [A]

☐ 流出面(グラウンド)

電位指定

電位 0.0 X10 [V]

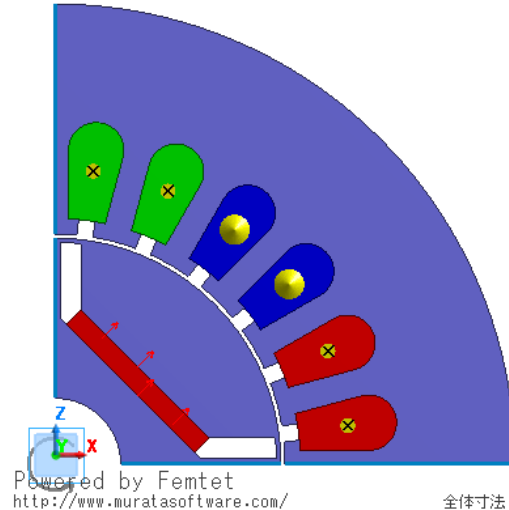
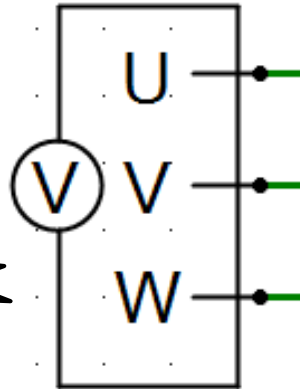
- 静解析(抵抗値解析)の場合に、電流指定の境界条件が使用できます。
- めっき解析では電流値達成のための非線形計算が必要なくなり、解析が高速化されました。

解析機能 - 磁場過渡解析: 外部回路の変数、パラメトリック解析対応

外部回路の各種パラメータが、変数、パラメトリック解析に対応

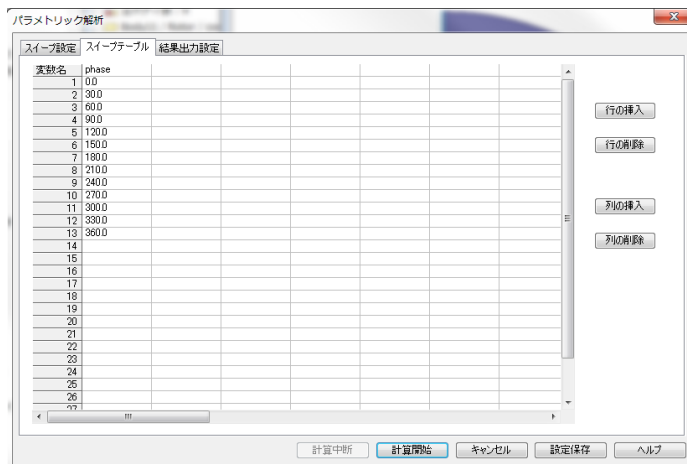
UVW2
波形タイプ = 交流(cos波)
電圧(振幅) = $V * \sqrt{2}$ V
周波数 = freq kHz
U相の位相 = phase deg
相順 = U-W-V
電源の結線タイプ = Y結線

NEW

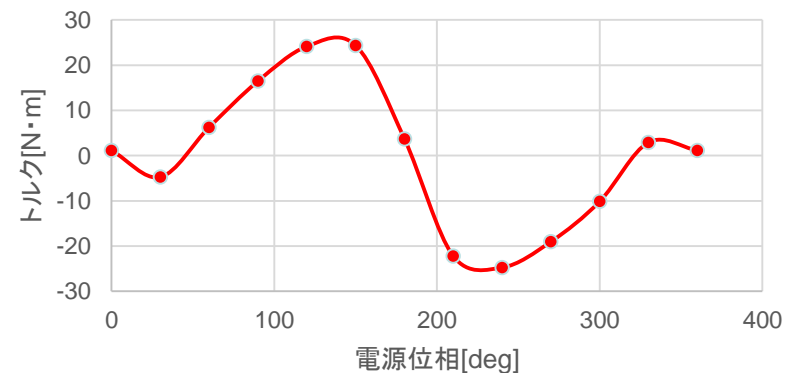


全体寸法 : 56 mm

電源位相最適化の事例(トルク最大)

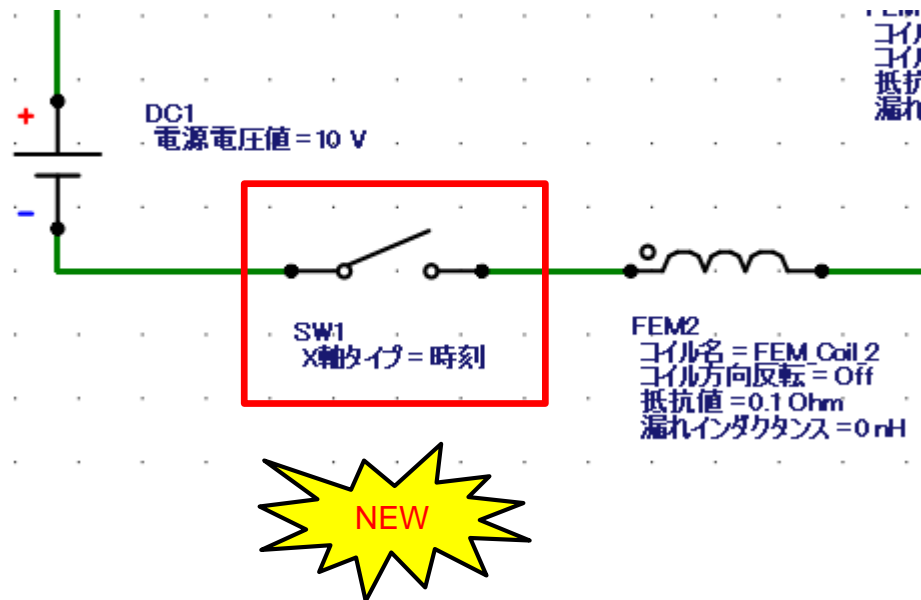


トルク計算結果



外部回路にスイッチ素子を追加

- ・外部回路にスイッチ素子が追加されました
- ・DCモータの解析などで活用できるようになりました



スイッチテーブル

	回転角 [deg]	スイッチ [1:ON 0:OFF]
1	0	1
2	60	1
3	120	0
4	180	0
5	240	0
6	300	1
7	360	1
8		
9		
10		
* 11		

行の挿入
行の削除
グラフ

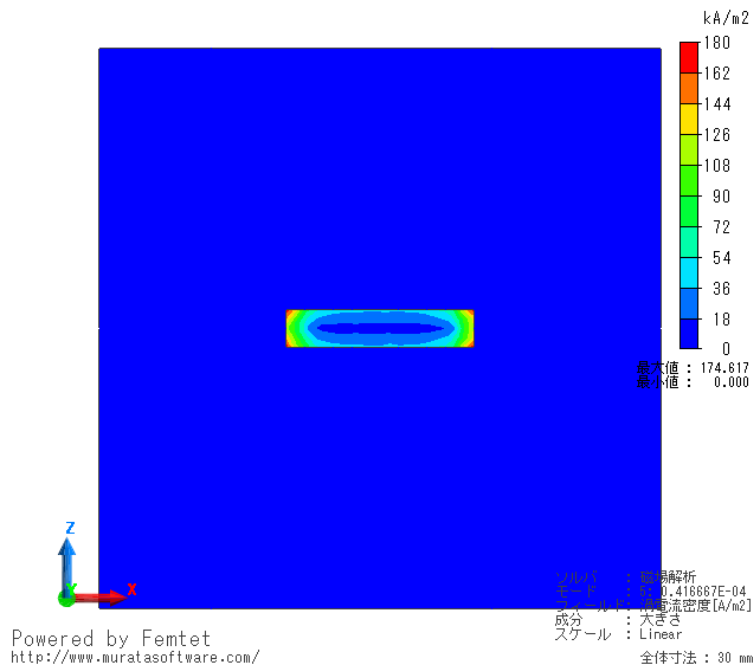
OK Cancel Help

解析機能 - 磁場過渡解析: 導体の自己誘導電流

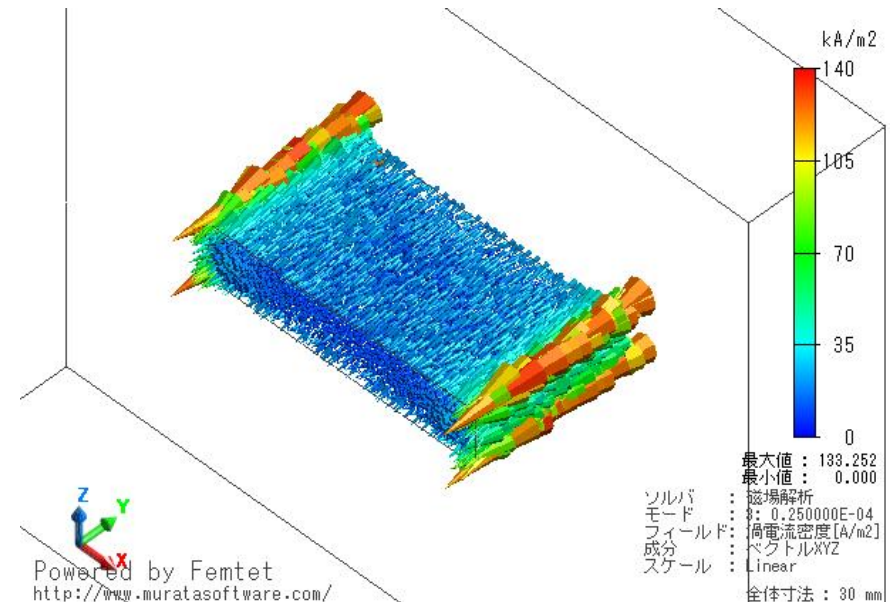
過渡解析で、自己誘導電流の解析に対応

単純な平板に10kHzの電流を流した時の電流密度分布解析結果

2次元解析

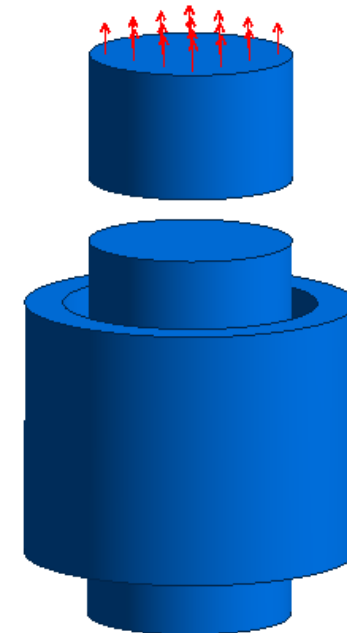


3次元解析



解析機能 - 磁場過渡解析: 電磁力計算

過渡解析で、回転機以外の電磁力の計算に対応



テーブル

ジュール損 Pe[W] (最終1周期参照値)		ヒステリシス損 Ph[W] (最終1周期参照値)		鉄損 Pe+Ph[W] (最終1周期参照値)		全損失
渦電流損[W]	コイル誘起電圧[V]	磁気エネルギー[J]		ローレンツ力[N]		電磁力[N]
時刻[s]	Mag / x成分	Mag / y成分	Mag / z成分	Mag / 絶対値		
0: 0.000000E+00	0	-3.932e-2	-7.185e-4	-1.007	1.007	
1: 0.100000E+01	1	-3.931e-2	-7.201e-4	-1.006	1.007	

磁石とコイル電磁石に働く力

解析機能 – 磁場過渡解析： ハルバッハ着磁の追加

磁化方向の設定方法に、ハルバッハ着磁が追加されました

ボディ属性の編集 [mag]

電流 積層 方向 解析領域 説明

方向タイプ

☐ ベクトル (パラレル) ☐ 円中心方向 (ラジアル) ☐ 極異方 ☐ 分布データ

☐ オイラー角 ☐ 円周方向 ☒ ハルバッハ

分布データ

中心軸上の座標

X 0.0 Y 0 Z 0.0

0 X10 [m]

極数 4

基準軸のベクトル(X軸で固定)

X 1 Y 0 Z 0

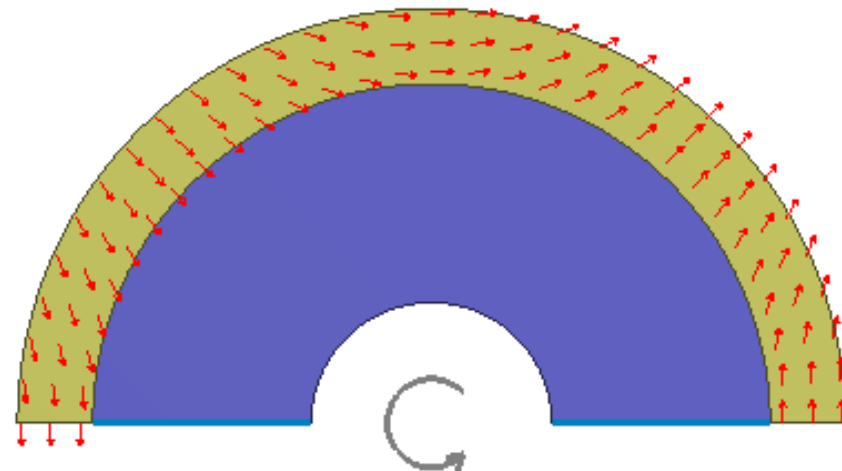
開始方向と基準軸の角度 0.0 [deg]

中心軸のベクトル

X 0 Y -1 Z 0

磁束を集中させる向き

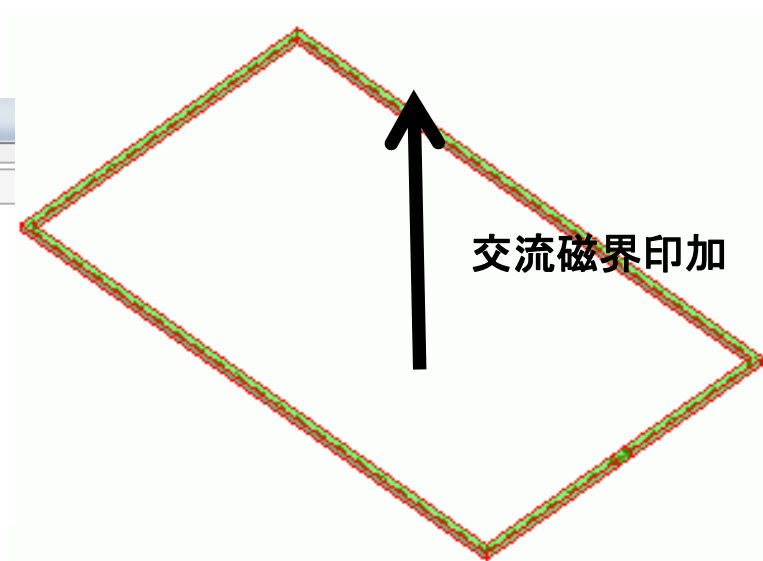
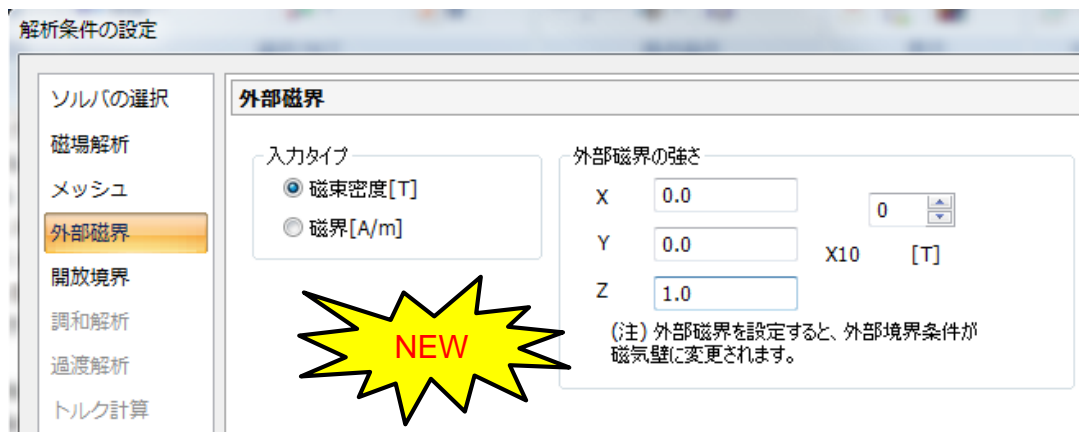
☒ 外向き ☐ 内向き



d by Femtet
www.muratasoftware.com/

全体寸法 : 112 mm

- ・過渡解析で、外部磁界の入力に対応
- ・静解析/調和解析で、入力タイプの選択ができるようになりました
- ・静解析/調和解析で、外部境界条件の変更が不要になりました

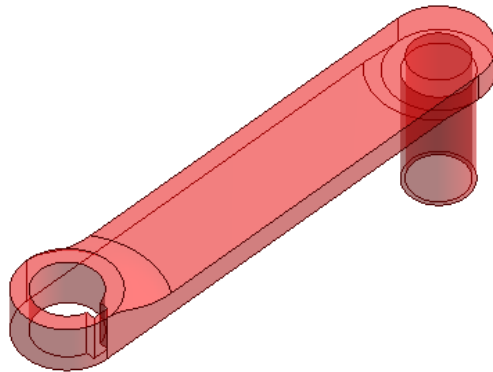


受信コイルの起電力(NFC)

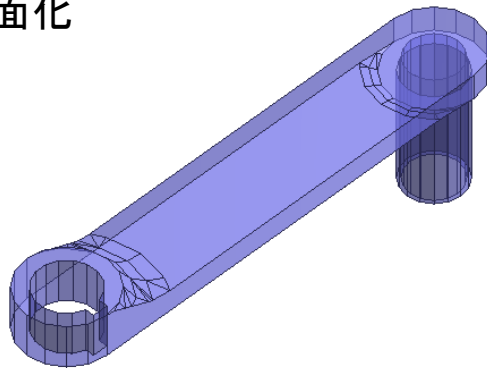
メッシャ - 平面化による ロバスト性の向上(G2のみ)

曲面を平面にしてメッシュ分割することで、メッシュ分割の成功率を向上

元の形状

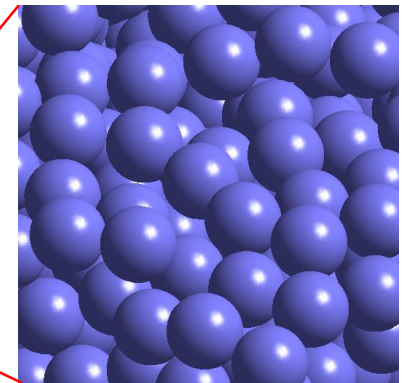
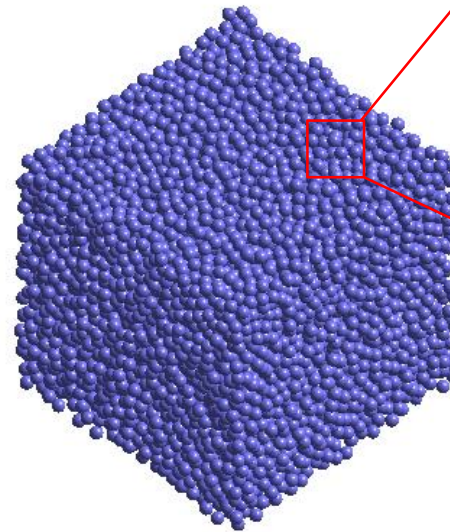


平面化

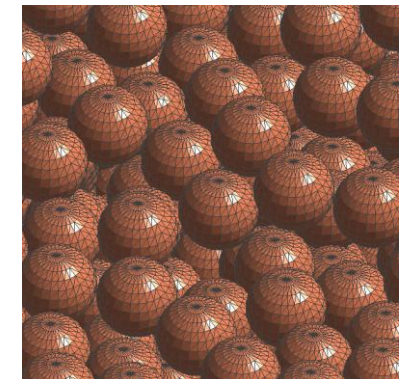


平面化により成功した粒子モデル

粒子数11,664



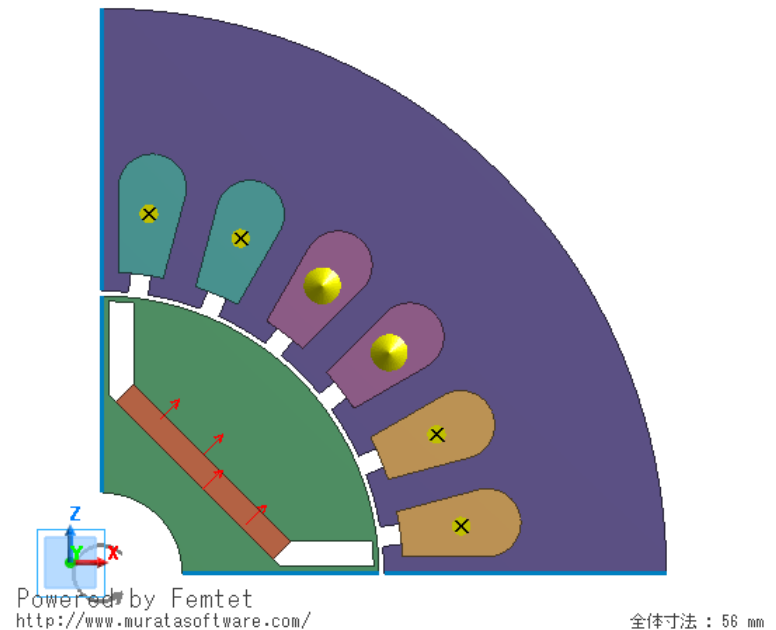
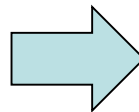
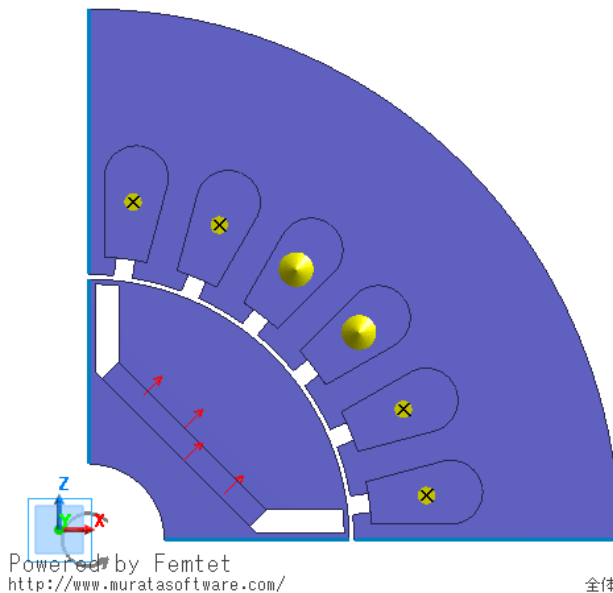
メッシュ図



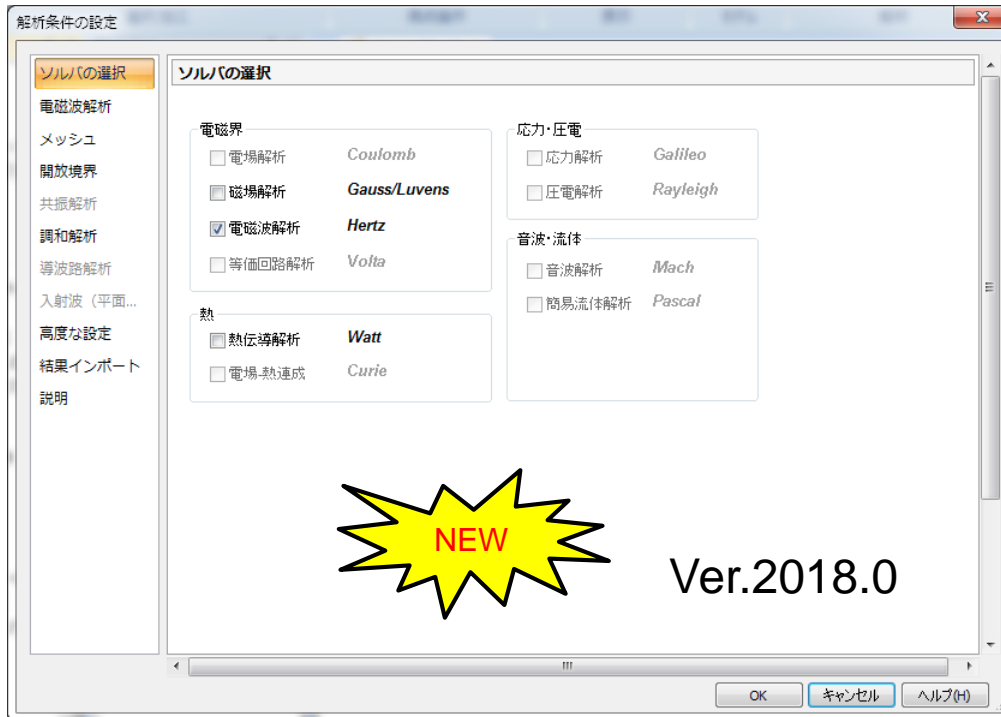
メッシュ数 48,389,773
時間 4h43m26s
メモリ 146G

全般 – ボディ色の塗り分け機能追加

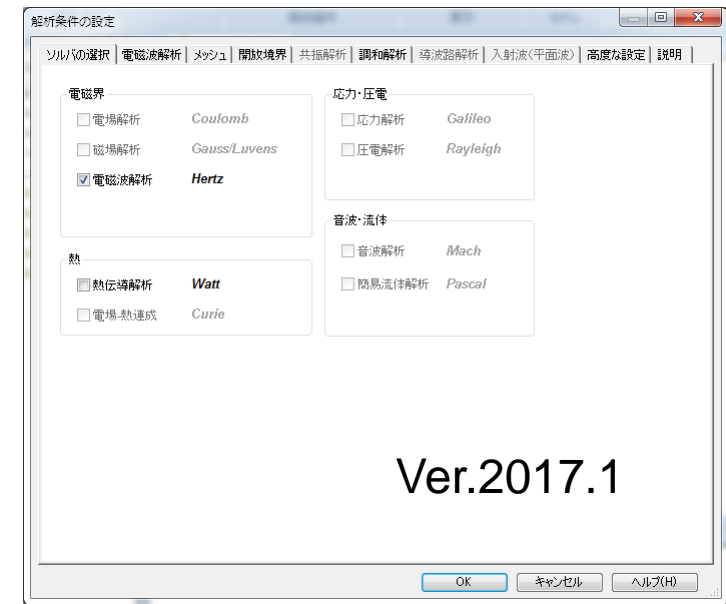
モデル画面、結果表示画面で、ボディ色をボディ属性毎に、24色のパターンで塗り分ける機能が追加されました



解析条件/ボディ属性/材料定数/境界条件ダイアログのタブがリスト形式になりました



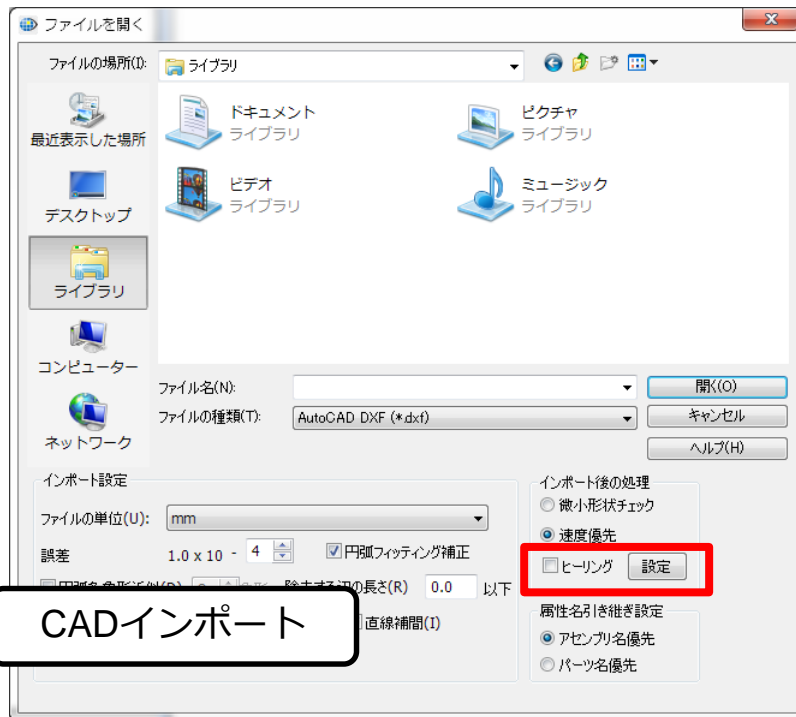
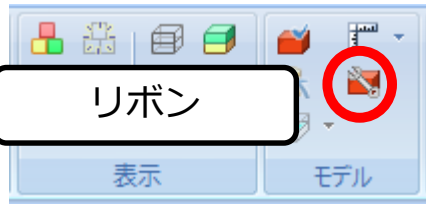
・リスト表示により、
項目が見やすくなりました



モデラー - ヒーリング(ボディの修復)機能追加

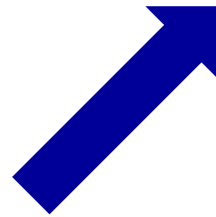
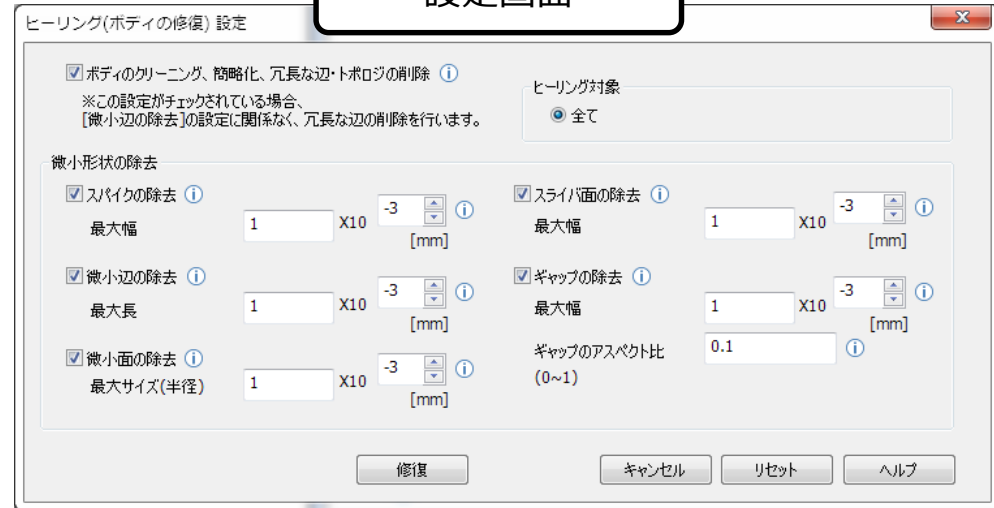
CADインポート後およびリボンメニューからボディの修復ができるようになりました

リボン



CADインポート

設定画面



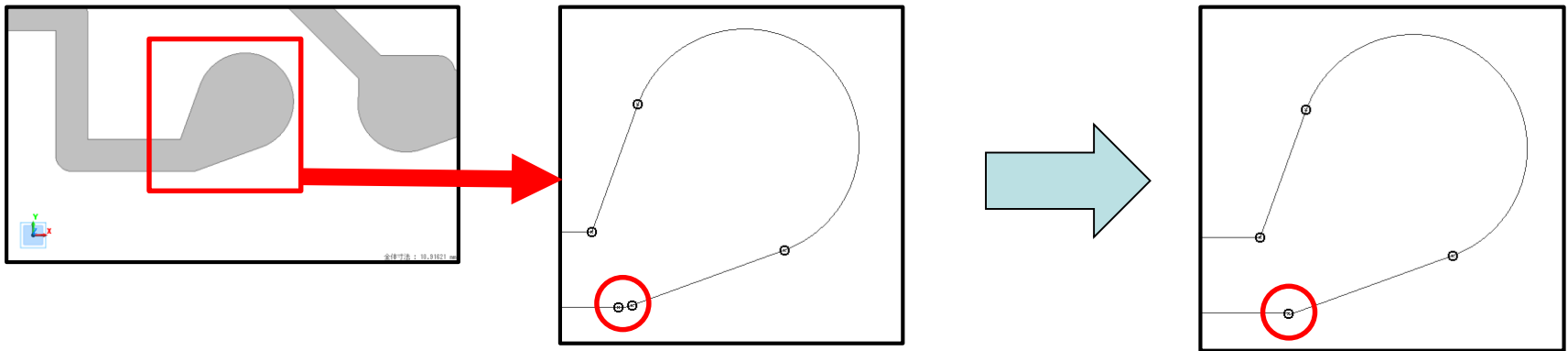
- ・インポートしたCADデータの
- ・不正な形状を修復
- ・微小な辺、面などの除去

・修復することでメッシュ生成の成功率を上げることができます。

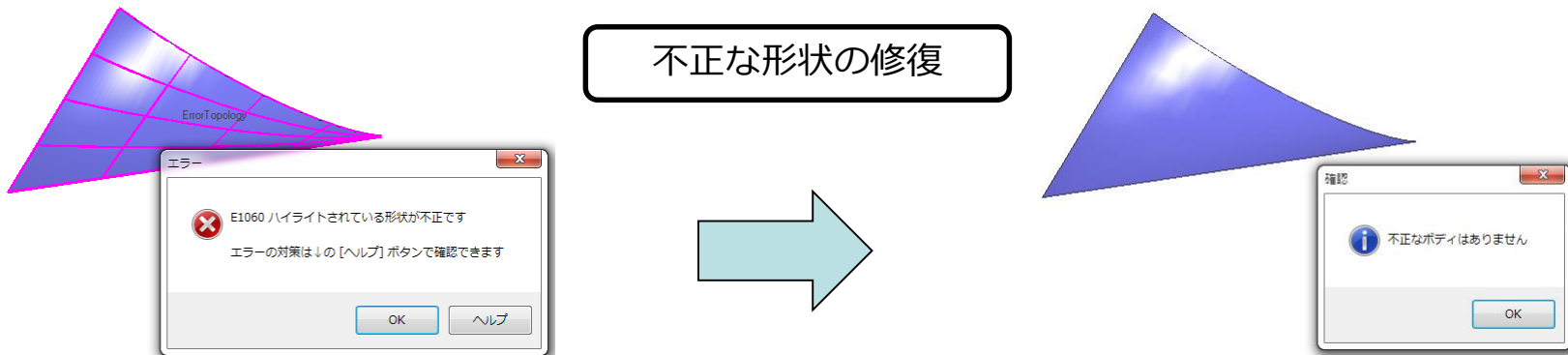
・詳細はヘルプの[モデリング]-[補助ツール]-[ヒーリング(ボディの修復)]を参照

CADインポート後およびリボンメニューからボディの修復ができるようになりました

微小な辺の除去



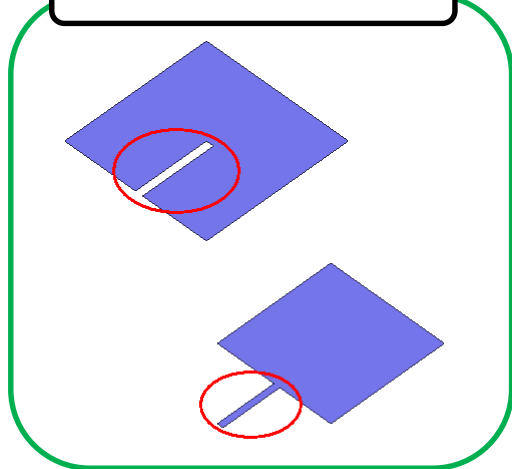
不正な形状の修復



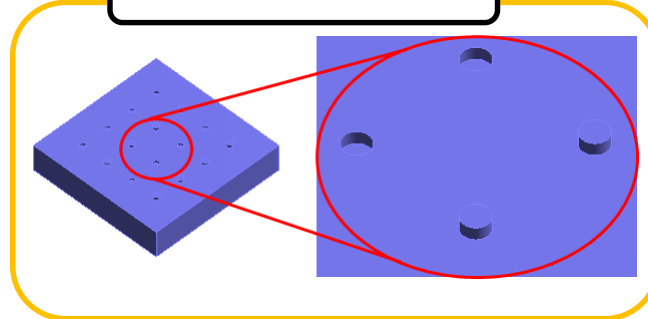
・詳細はヘルプの[モデリング]-[補助ツール]-[ヒーリング(ボディの修復)]を参照

CADインポート後およびリボンメニューからボディの修復ができるようになりました

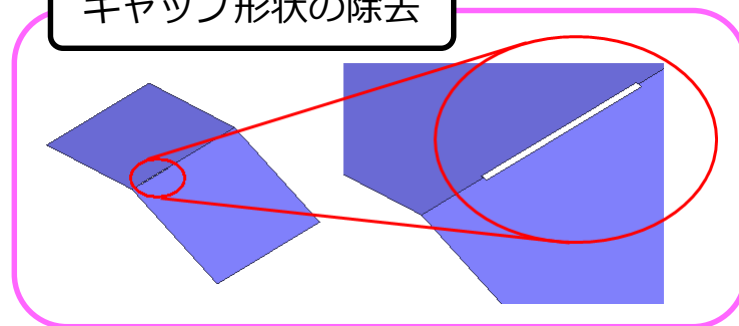
スパイク形状の除去



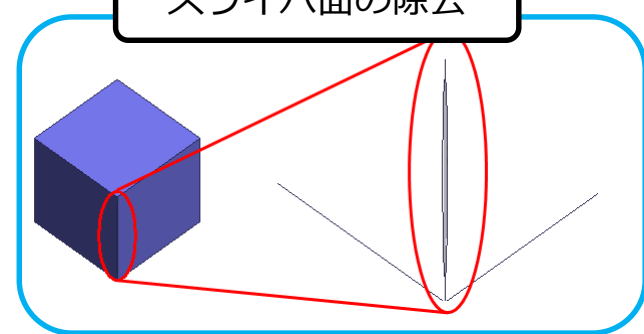
微小な面の除去



ギャップ形状の除去



スライバ面の除去



・詳細はヘルプの[モデリング]-[補助ツール]-[ヒーリング(ボディの修復)]を参照

モデラ - 材料データベース

JFEフェライト (株)様のデータをアップデート

JFEフェライト (株)様のソフトフェライト材料データがアップデートされました

材料データベースツリー



新規材料追加 6材質

MA055,MA070,MR02,MR04,MBFX ,MBT3

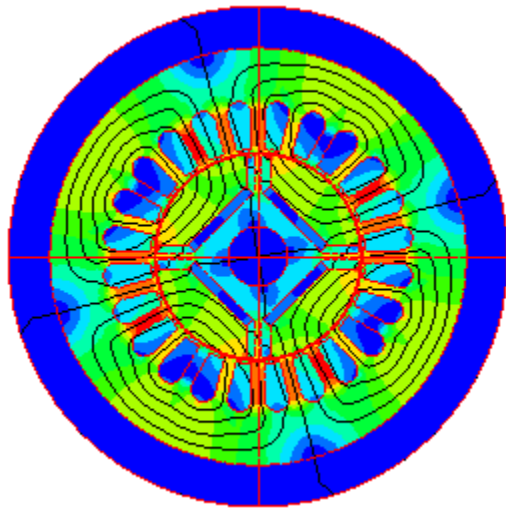
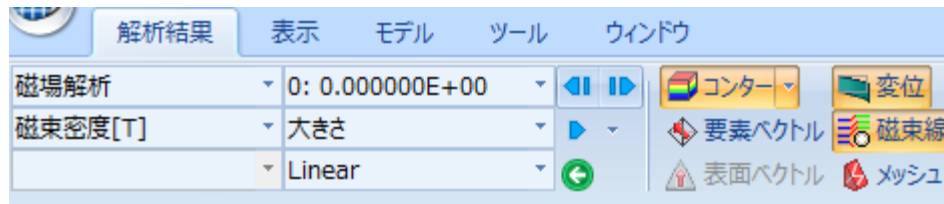
コアロス特性(鉄損)の追加 7材質

MB3,MB4,MBT1,MBT2,MBT3,MBF4,MB1
H

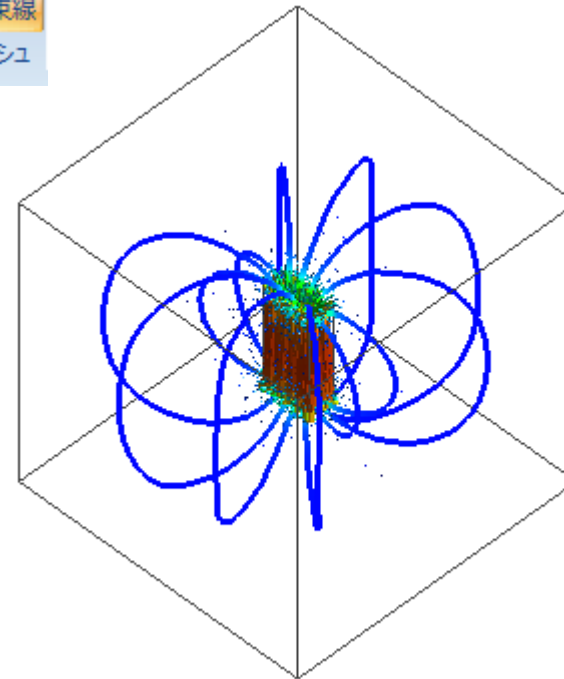
温度特性拡充

解析結果表示 - 流線/力線と、 コンター図/ベクトル図の同時表示

磁束線などの流線/力線と、コンター図/ベクトル図との、
同時表示が可能になりました(コンター図は2次元解析のみ対応)

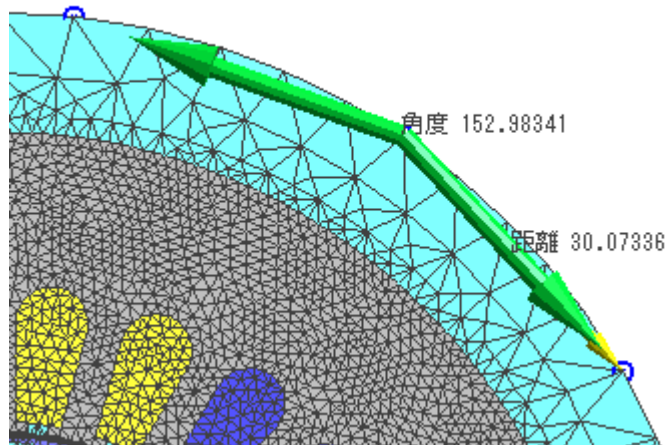


コンター図と磁束線を表示した例



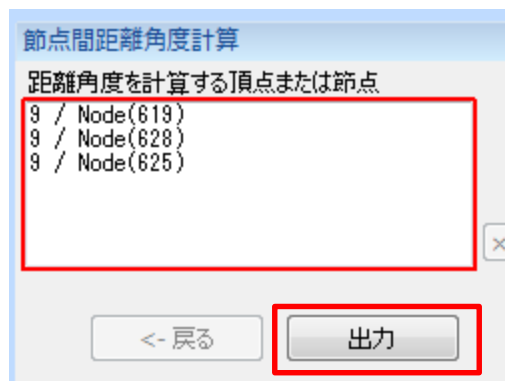
ベクトル図と磁束線を表示した例

節点間距離計算機能を拡張し、
3節点の角度と、3節点を通る円弧の半径が計算できるようになりました



結果画面上には距離と角度が表示されます。

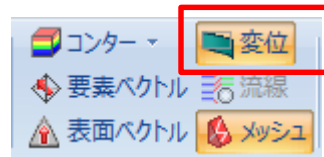
3節点を通る円弧の半径は
出力ウィンドウに表示されます。



```
-----  
距離[mm] = 30.07336  
始点座標[mm] = X:37.72455 , Y:0.00000 , Z:55.61203  
終点座標[mm] = X:58.20339 , Y:0.00000 , Z:33.58877  
各座標の差[mm]= dX:20.47884 , dY:0.00000 , dZ:-22.02326  
角度[deg] = 152.98341  
3節点を通る円弧の半径[mm] = 67.2  
-----
```

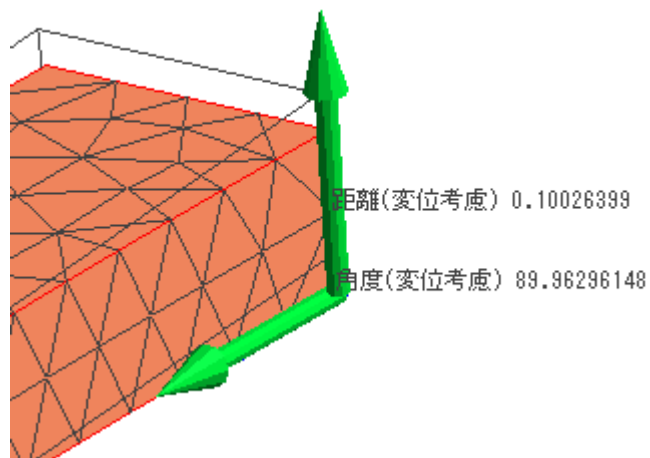
変位を考慮した節点間距離角度計算

節点間距離角度計算で、変位図がオンの場合は、
変位を考慮して距離角度を計算できるようになりました



変位図がオンの状態で節点間距離角度計算
を実行すると変位を考慮して計算されます。

結果画面の表示例



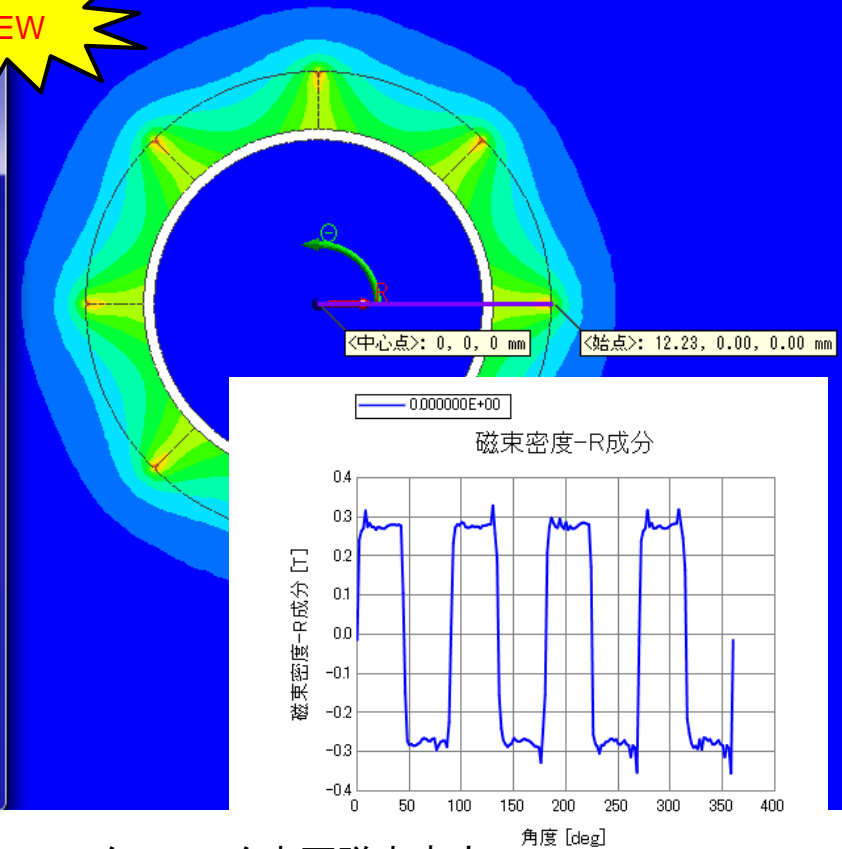
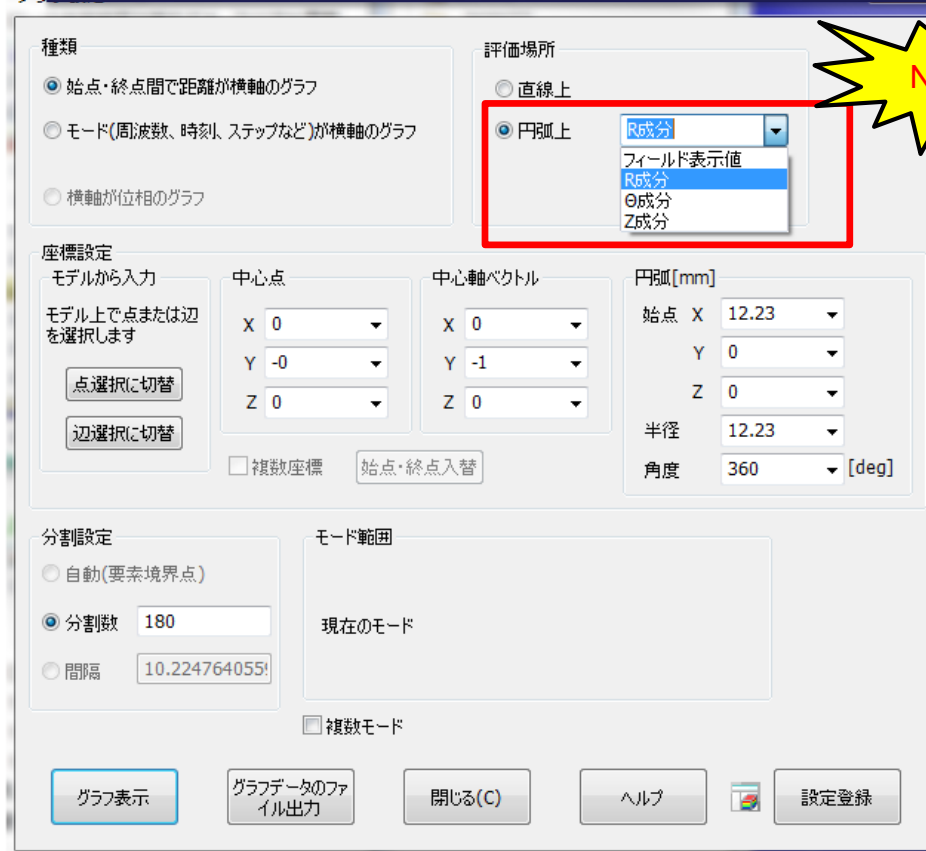
出力ウィンドウの表示例

***** 変位を考慮して計算 *****

距離[m] = 0.10026399
始点座標[m] = X:0.20003148 , Y:0.49635977 , Z:-0.02468340
終点座標[m] = X:0.19997360 , Y:0.50363885 , Z:0.07531600
各座標の差[m]= dX:-0.00005788 , dY:0.00727908 , dZ:0.09999940
角度[deg] = 89.96296148
3節点を通る円弧の半径[m] = 0.0708214

解析結果表示 – 円弧座標上 グラフ表示機能追加

- ・従来は直線上の座標でしかグラフ表示できませんでしたが、新たに円弧上でもグラフを描くことができるようになりました
- ・円筒座標系での値取得や、グラフ描画も設定が不要になりました



モータのロータ表面磁束密度

以上