

# Femtet<sup>®</sup> 2019.0

## 新機能/変更点のご紹介

機能	概要
解析機能	<ul style="list-style-type: none"><li>• <u>流体/熱流体解析: 流体解析/流体-熱連成解析機能追加</u></li><li>• <u>応力解析: 接触力(簡易接触)と接触力面積の出力</u></li><li>• <u>応力解析: 接触解析の機能改善(その他)</u></li><li>• <u>応力解析: 弾塑性計算の高速化</u></li><li>• <u>電場解析: 電気抵抗境界</u></li><li>• <u>音波解析: 過渡解析機能を追加</u></li><li>• <u>圧電解析: 方向の分布指定</u></li><li>• <u>磁場過渡解析: 着磁解析機能</u></li><li>• <u>磁場過渡解析: モータLd, Lq計算機能</u></li><li>• <u>磁場過渡解析: 鉄損計算の改良</u></li><li>• <u>磁場過渡解析: 各種出力値の追加とパラメトリック強化</u></li><li>• <u>方向タブ: 異方性指定方法の改良</u></li></ul>

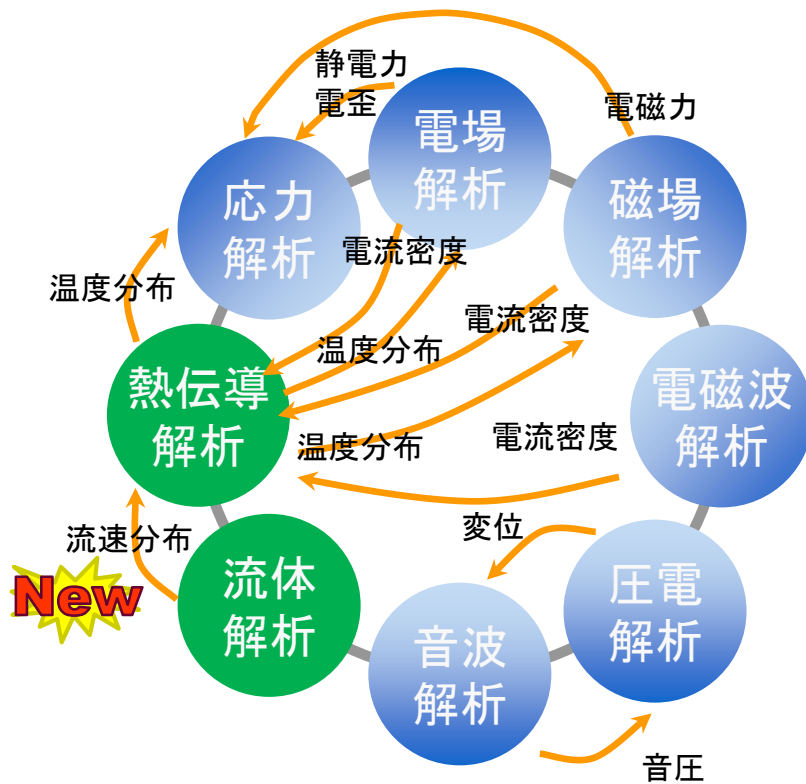
機能	概要
メッシュ	<ul style="list-style-type: none"><li>• <u>デフォルトのメッシュのバージョンを変更</u></li><li>• <u>Nastran形式でメッシュを出力する際のオプション追加</u></li><li>• <u>2次元モータの周期対称メッシュを作成</u></li><li>• <u>精度の高いメッシュを自動的に生成</u></li><li>• <u>3次元モータのロバスト性向上と高速化</u></li></ul>
UI(ユーザインタフェース)	<ul style="list-style-type: none"><li>• <u>描画の高速化</u></li><li>• <u>2次元/軸対称解析の視点操作を改良</u></li><li>• <u>リボンメニューの改良</u></li></ul>

機能	概要
モデラ	<ul style="list-style-type: none"><li>• <a href="#">履歴のクリーンアップ</a></li></ul>
結果表示	<ul style="list-style-type: none"><li>• <a href="#">辺上のグラフ</a></li><li>• <a href="#">断面ダイアログの改良</a></li><li>• <a href="#">ボディごとのフィールド表示を切替</a></li><li>• <a href="#">積分結果のグラフ表示</a></li></ul>
マクロ	<ul style="list-style-type: none"><li>• <a href="#">Python用関数の追加</a></li></ul>
その他	<ul style="list-style-type: none"><li>• <a href="#">伝送線路インピーダンス計算ツール (Henry): 差動線路を追加</a></li></ul>

### 機能一覧



基本解析機能



連成解析機能

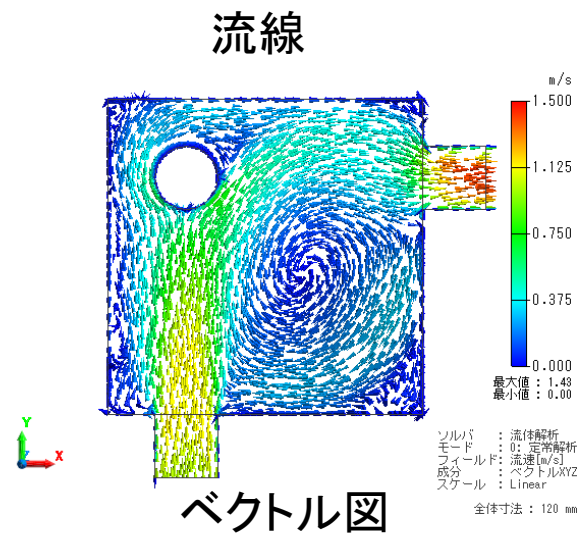
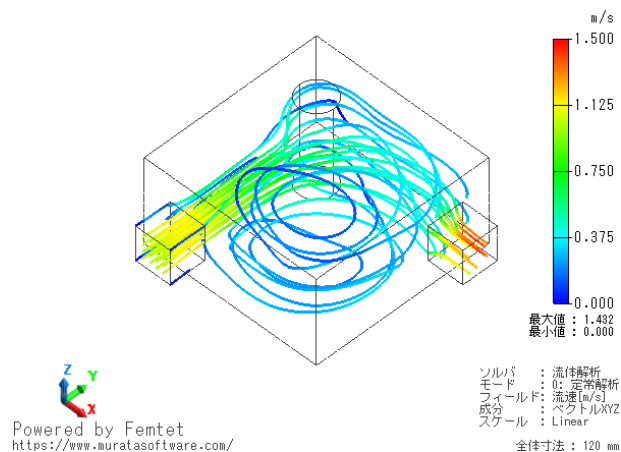
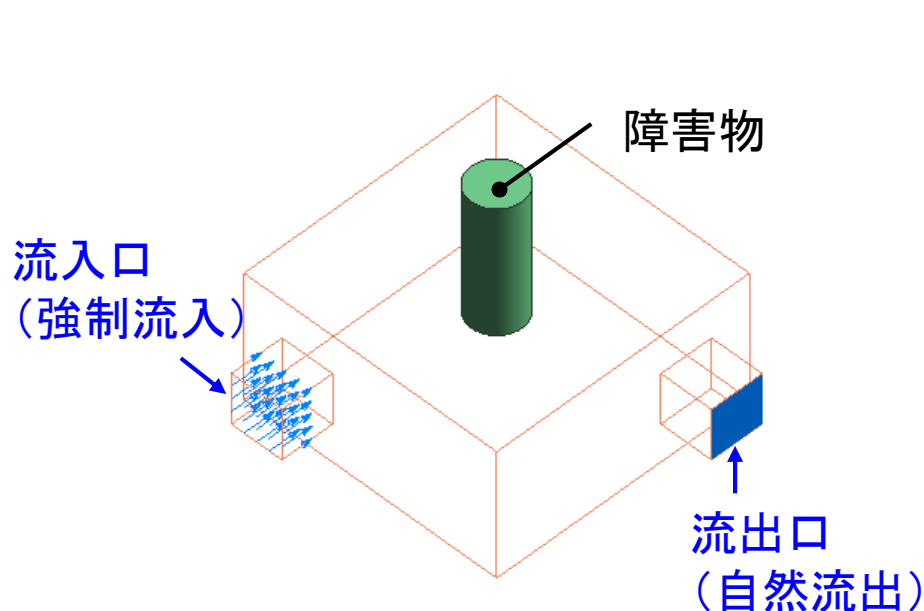
## 流体解析機能一覧

項目	機能
解析機能	定常解析
対象とする流れ	非圧縮性流れ、単相流、温度に依存しない流れ(浮力なし)
材料	密度、粘度
境界条件	固体壁、スリップ壁、強制流入、強制流出、自然流入、自然流出
主な出力項目	流速、圧力、乱流エネルギーK、エネルギー散逸率 $\epsilon$ 、 $y^+$ 、壁面力、体積流量
層流/乱流	層流、乱流 (Realizable K- $\epsilon$ モデル)
解析空間	2次元,3次元(軸対称は不可)
解析手法	有限体積法 定常解析:SIMPLE法
移流項計算手法	1次精度風上差分/2次精度風上差分
メッシュ	1次要素 壁表面:積層メッシュ(四角形、三角柱要素)

定常解析が可能です。  
層流解析、乱流解析双方に対応しています。

# 解析機能 - 流体解析: 流体解析機能の追加

## 解析例: 流路中に円柱状の障害物のある場合の流れ



# 解析機能 - 熱流体解析: 流体-熱連成解析機能の追加

## 熱伝導解析部機能一覧

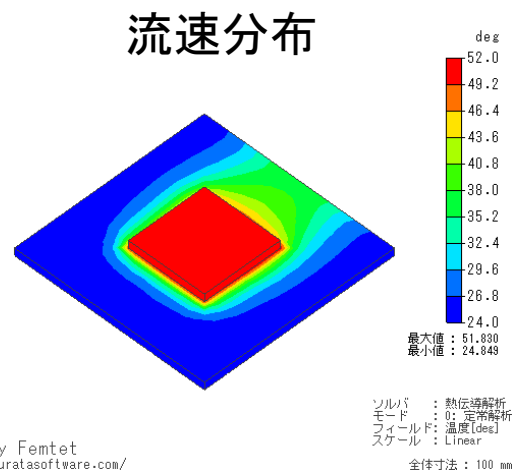
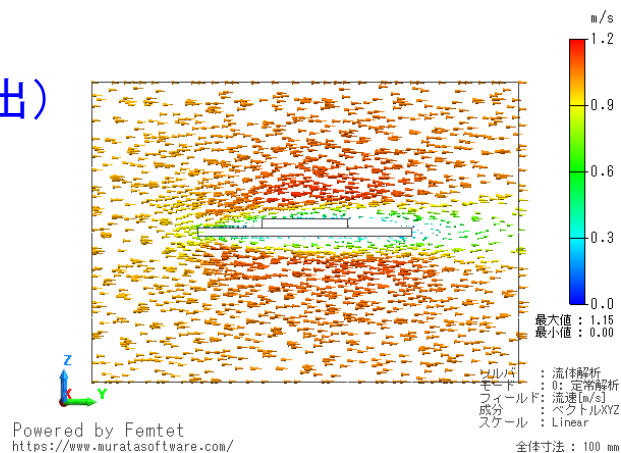
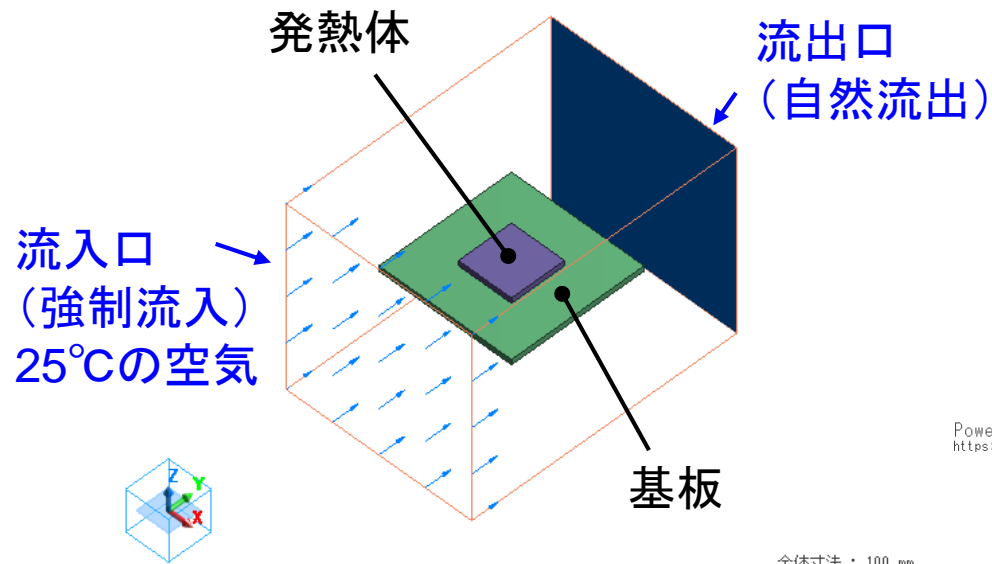
項目	機能
解析機能	流体定常解析⇒熱伝導定常解析(強制対流) 流体定常解析⇒熱伝導過渡解析(強制対流)
対象とする流れ	非圧縮性流れ、単相流、温度に依存しない流れ(浮力なし)
材料	密度、粘度、熱伝導率、密度、比熱
境界条件	固体部: 温度、熱流束、放熱・環境輻射、輻射、熱抵抗 流体部: 壁面熱流束、壁面温度、流入流体温度
主な出力項目	温度、熱流束、壁面熱流束、熱収支、熱流量
層流/乱流	層流、乱流 (Realizable K-εモデル)
解析空間	2次元,3次元(軸対称は不可)
解析手法	固体部: 有限要素法 流体部: 有限体積法
移流項計算手法	1次精度風上差分/2次精度風上差分
メッシュ	1次要素 壁表面: 積層メッシュ(四角形、三角柱要素)

流体解析定常解析で計算した流れによる強制対流の計算が可能です。  
熱伝導解析は定常解析、過渡解析双方とも可能です。



# 解析機能 - 熱流体解析: 流体-熱連成解析機能の追加

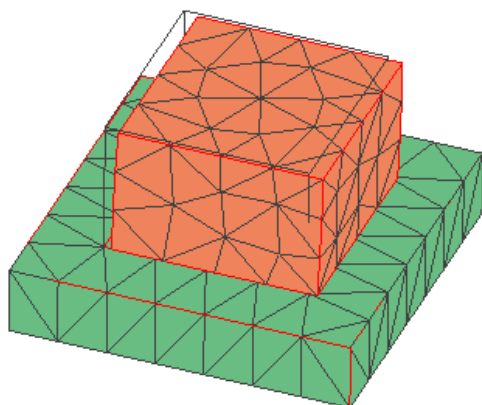
## 解析例: 強制空冷される基板と発熱体



## 接触力(簡易接触)と接触力面積の出力

接触解析の結果出力値に、接触力と接触面積が追加されました

接触境界タイプ	出力値	Ver2018.1まで	Ver2019以降
簡易接触	接触力	未対応	対応
	接触面積	未対応	対応
接触表面	接触力	対応	対応
	接触面積	未対応	対応



応力解析例題43  
摩擦を考慮した接触解析1

テーブル **New**

外力/反力[N]	接触力<簡易接触>[N]	接触面積<簡易接触>[m2]	ひずみエネルギー[J]	
	x成分	y成分	z成分	絶対値
Contact	86.871	-0.498	-238.77	253.912

テーブル **New**

外力/反力[N]	接触力<簡易接触>[N]	接触面積<簡易接触>[m2]	ひ
	値		
Contact	9.129e-6		

※簡易接触を設定したボディ側で接触力と接触面積を集計(簡易接触の場合)

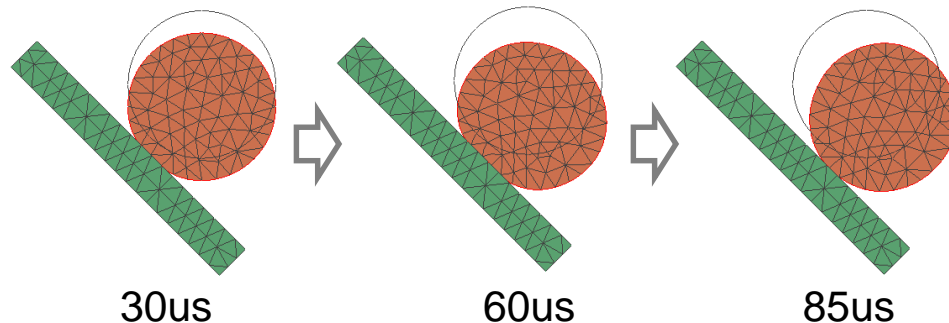
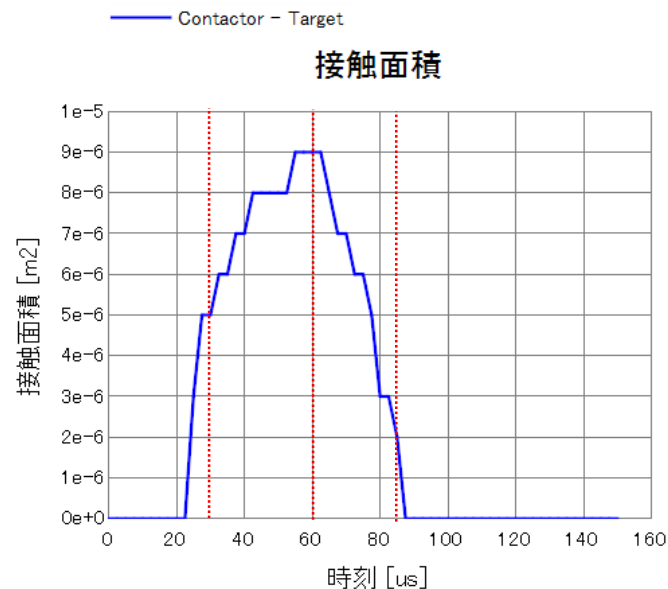
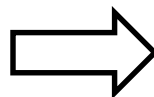
## 接触力(簡易接触)と接触力面積の出力

接触解析の結果出力値に、接触力と接触面積が追加されました

### 応力解析例題44 摩擦を考慮した接触解析2

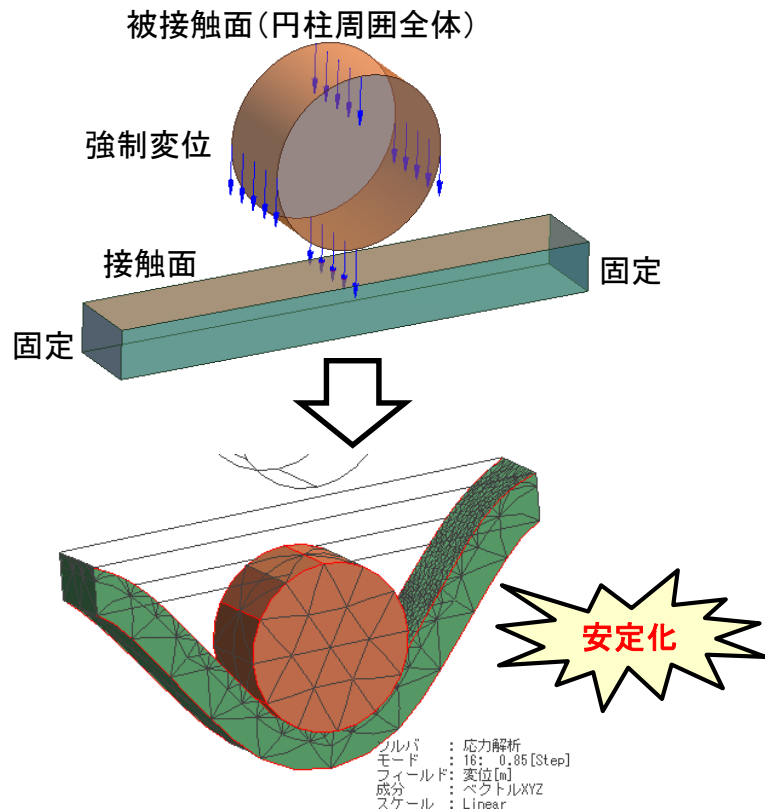
外力/反力[N] 接触力[N] **接触面積[m<sup>2</sup>]** New

	時刻[s]	Contactor - Target
9: 2.250e-05[s]	2.250e-5	0.000e+0
10: 2.500e-05[s]	2.500e-5	3.000e-6
11: 2.750e-05[s]	2.750e-5	5.000e-6
12: 3.000e-05[s]	3.000e-5	5.000e-6
13: 3.250e-05[s]	3.250e-5	6.000e-6
14: 3.500e-05[s]	3.500e-5	6.000e-6
15: 3.750e-05[s]	3.750e-5	7.000e-6
16: 4.000e-05[s]	4.000e-5	7.000e-6
17: 4.250e-05[s]	4.250e-5	8.000e-6
18: 4.500e-05[s]	4.500e-5	8.000e-6
19: 4.750e-05[s]	4.750e-5	7.999e-6
20: 5.000e-05[s]	5.000e-5	8.000e-6
21: 5.250e-05[s]	5.250e-5	8.000e-6
22: 5.500e-05[s]	5.500e-5	8.999e-6
23: 5.750e-05[s]	5.750e-5	8.999e-6
24: 6.000e-05[s]	6.000e-5	9.000e-6
25: 6.250e-05[s]	6.250e-5	9.000e-6
26: 6.500e-05[s]	6.500e-5	8.000e-6
27: 6.750e-05[s]	6.750e-5	7.000e-6
28: 7.000e-05[s]	7.000e-5	7.000e-6
29: 7.250e-05[s]	7.250e-5	6.000e-6
30: 7.500e-05[s]	7.500e-5	6.000e-6
31: 7.750e-05[s]	7.750e-5	4.999e-6
32: 8.000e-05[s]	8.000e-5	3.000e-6
33: 8.250e-05[s]	8.250e-5	3.000e-6
34: 8.500e-05[s]	8.500e-5	2.000e-6
35: 8.750e-05[s]	8.750e-5	0.000e+0



# 解析機能 - 応力解析: 接触解析の機能改善(その他)

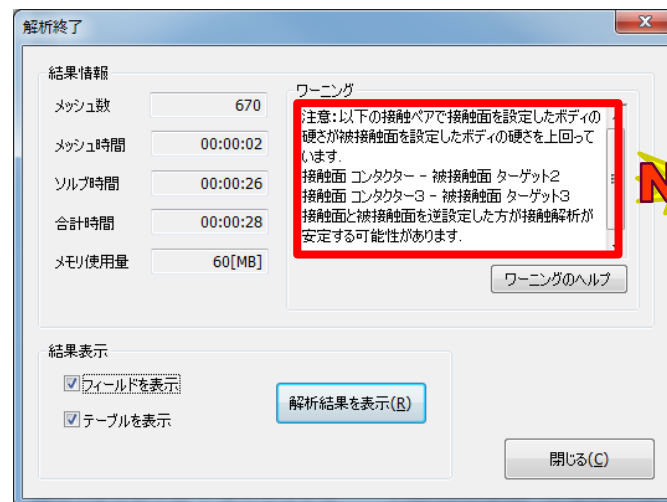
## 接触解析の安定性を改善



被接触面の裏側に接触面が存在するモデルの接触解析はこれまで不安定(※)でしたが、安定性を改善しました。

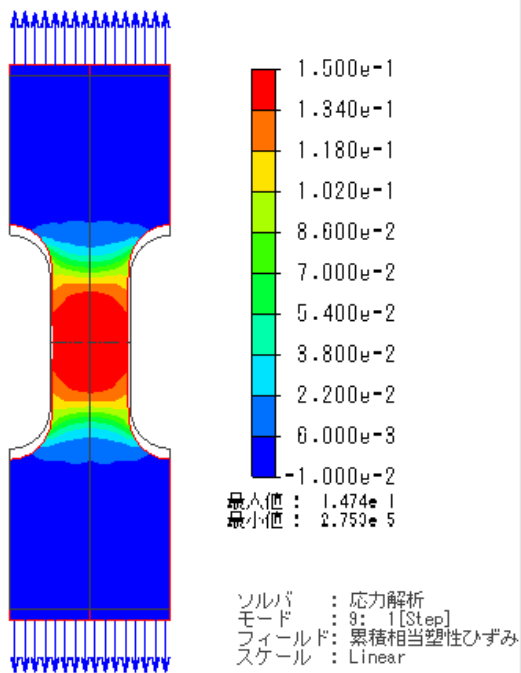
※貫通接触判定範囲の設定による安定化が必須

## 接触境界ペアのチェック機能



接触面と被接触面の付与されたボディの材料の硬さをチェックし、必要に応じて逆設定を推奨するワーニングを出力する機能を追加しました。

## 塑性変形の大いモデルの収束性が改善されました



例題 4 0  
弾塑性マルチリニア材料の変形解析

メッシュG2で比較

自動加速	大变位 大ひずみ	反復計算数 (2018.1)	反復計算数 (2019.0)	比率
オン	考慮	141	104	74%
オン	考慮なし	141	115	82%
オフ	考慮	295	95	32%
オフ	考慮なし	280	103	37%

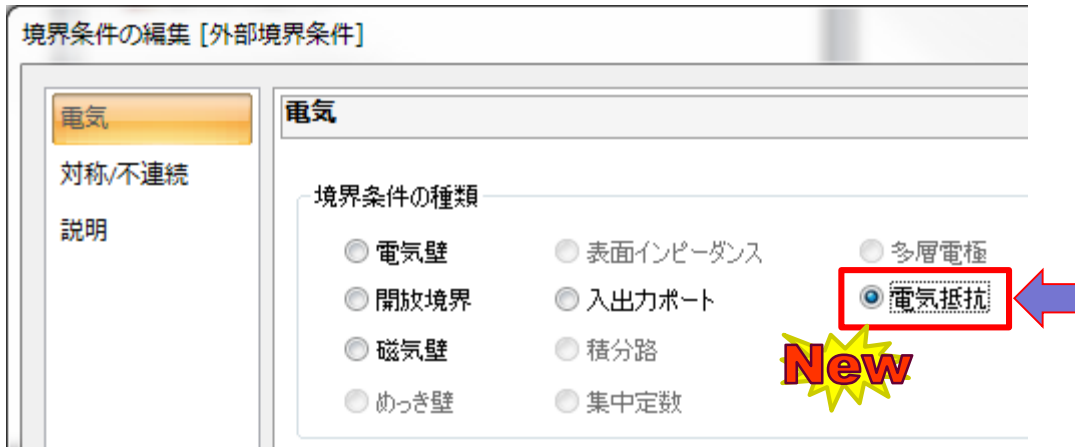


これまで弾塑性材料の塑性ひずみが大いモデルにおいて反復計算数が増大する傾向がありましたが、これを改善しました。

※弾塑性クリープには未対応

# 解析機能 - 電場解析: 電気抵抗境界

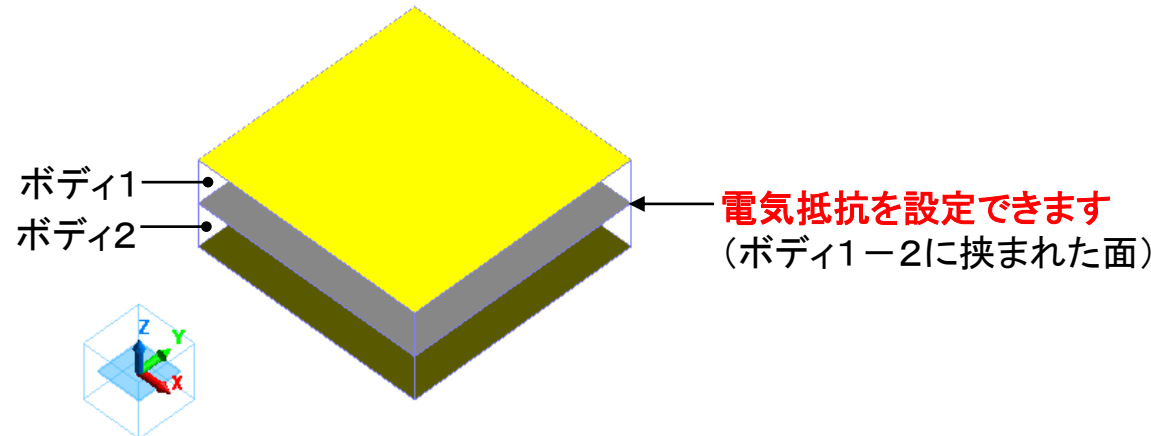
2つのボディの界面に、電気抵抗を指定できるようになりました



新機能では、2つのボディに挟まれた面に「電気抵抗」を指定できます。

## 使用方法：

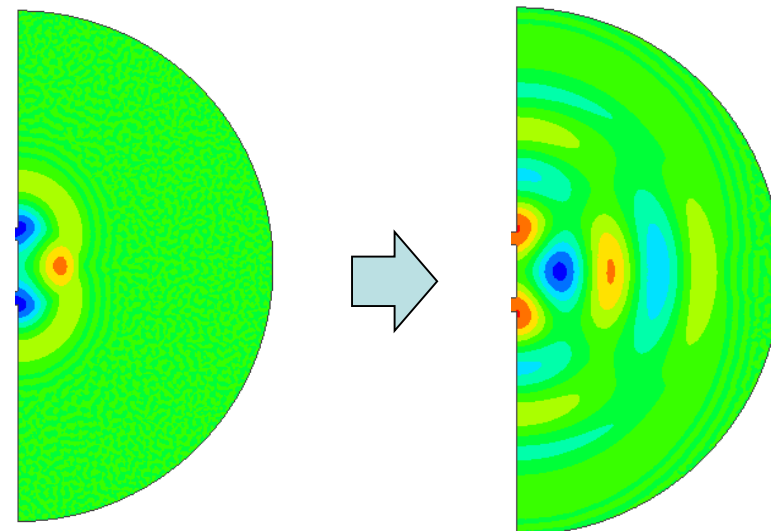
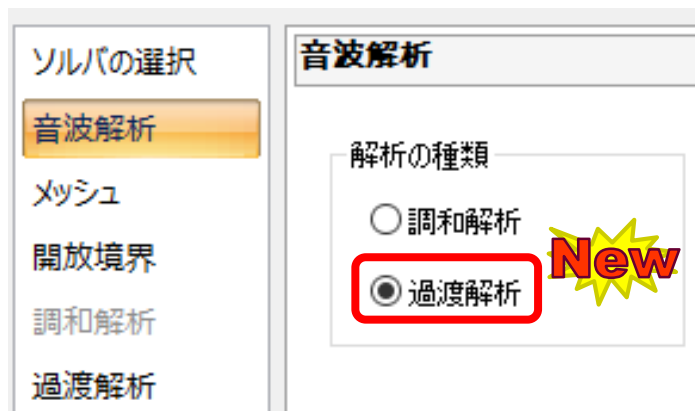
2つのボディに挟まれた面を選択し、境界条件に「電気抵抗」を選択します。



電気抵抗の入力形式は「全電気抵抗値」、「面積当たり電気抵抗値」、「導電率と厚み」から選択できます。

ダイアログに沿って、電気抵抗の値を入力することができます。

## 音波解析で、過渡解析ができるようになりました

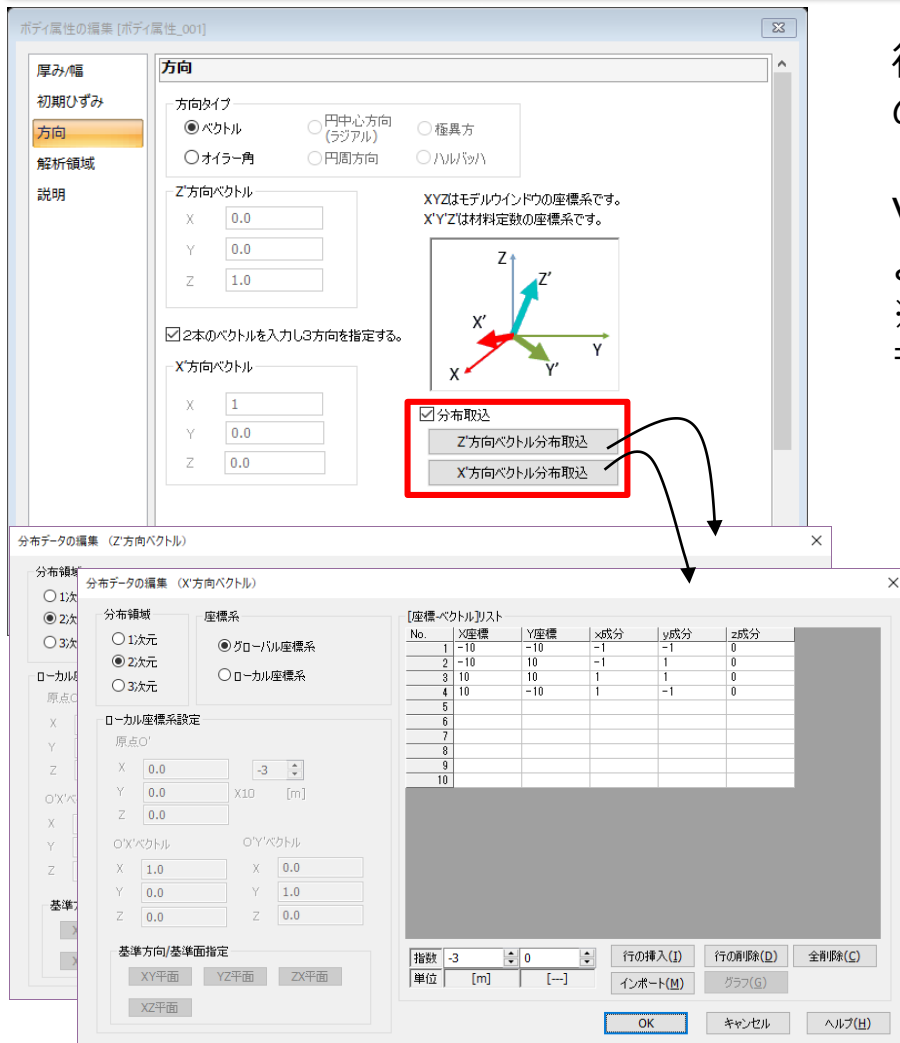


音波解析例題3: 音波が伝搬する過程

- 音波解析に過渡解析機能が追加されました
- 正弦波、方形波、任意波形による音波の入力が可能です
- 圧電解析/流体解析/応力解析との連成には対応していません

# 解析機能 - 圧電解析: 方向の分布指定

## 異方性材料の方向に分布を与える機能が改良されました

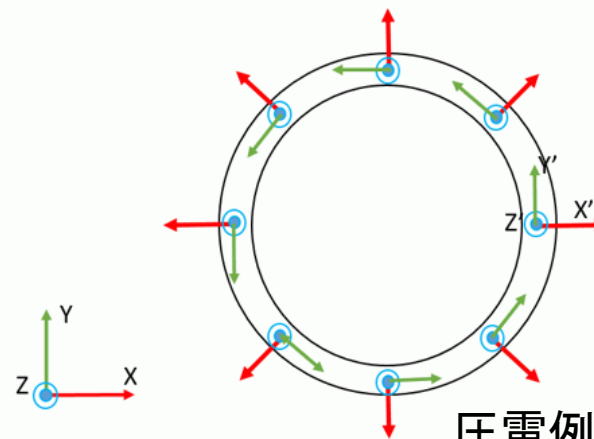


従来は、1方向の異方性材料の場合にのみ、方向の分布を指定できました。

Ver2019.0では、3方向の分布を指定できるようになりました。

※ただし、実際に入力するのは2方向のみで、もう1方向は、入力した2方向から決定しています。

下図のように、異方性材料の方向に分布を持たせることができるようになりました。



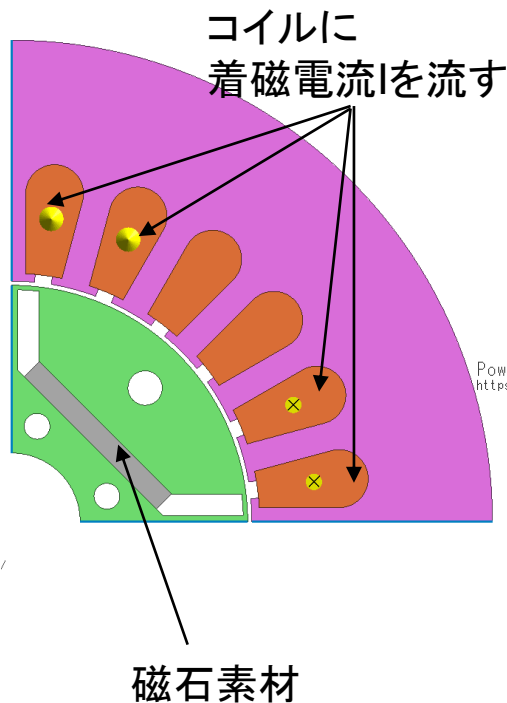
圧電例題25より



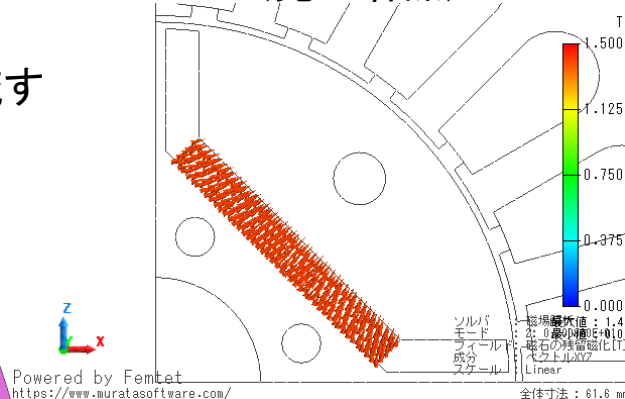
# 解析機能 - 磁場過渡解析: 着磁解析機能

未磁化の磁石素材に、着磁電流による磁界を印加して磁化させる解析と、その磁化結果を引用した解析ができる機能が追加されました

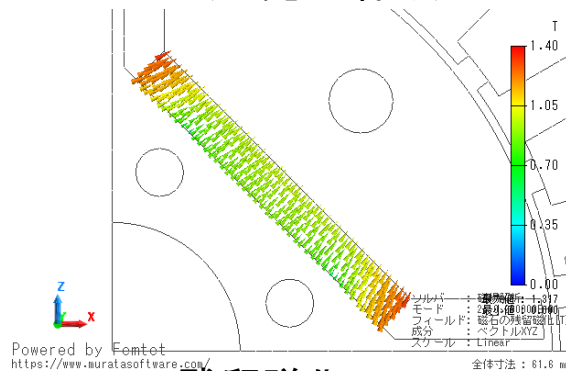
## 1. 着磁解析



I=5000A (完全着磁)

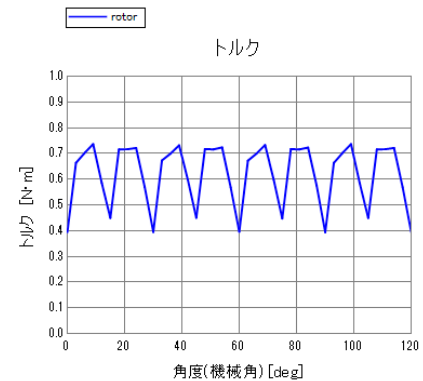
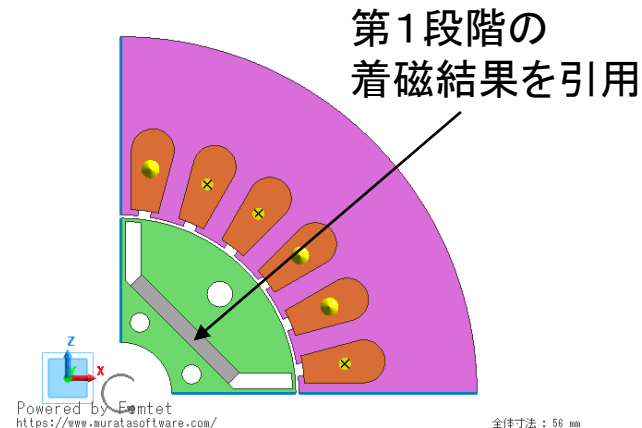


I=1000A (不完全着磁)



残留磁化

## 2. 着磁結果引用解析



# 解析機能 - 磁場過渡解析: モータLd,Lq計算機能

- ・モータはトルク制御する場合、d-q軸に座標変換して扱うことが一般的です
- ・d-q軸に対応したパラメータLd、Lqを、簡単に計算できる機能が追加されました

## モータLd,Lq計算

計算する特性

**New**

- Ld,Lq  
 Lu,Lv,Lw

u軸に対するd軸の角度

機械角で指定  [deg]

電気角で指定  
※回転機タブの[ロータの初期回転位置]を考慮した角度を入力

外部回路図上のコイル名

Uコイル

Vコイル

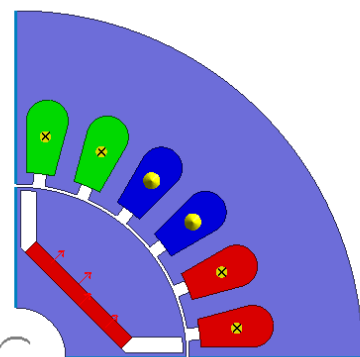
Wコイル

計算する時刻ステップ

全ステップで計算

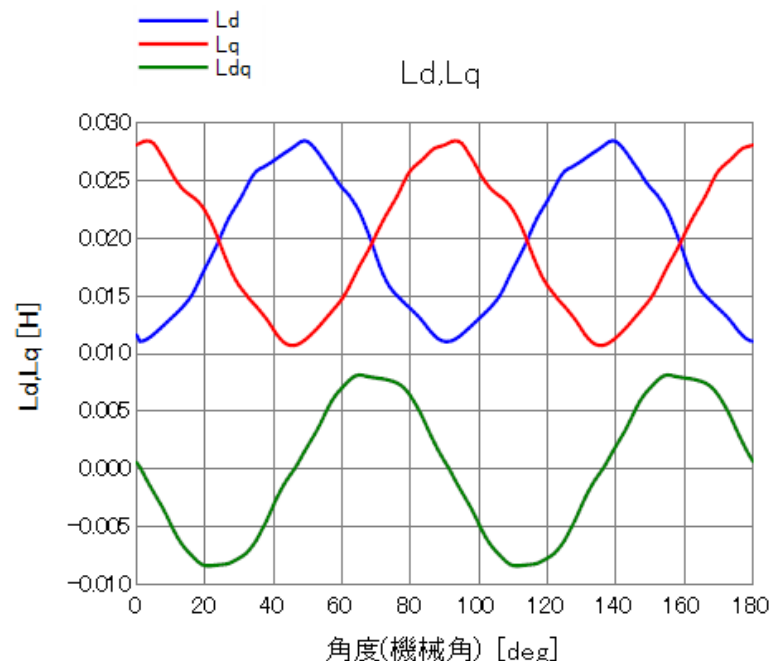
開始ステップ

終了ステップ



Powered by Femtet  
<https://www.muratasoftware.com/>

全体寸法 : 56 mm



Lu,Lv,Lwの計算にも対応しています。

# 解析機能 - 磁場過渡解析: 鉄損計算の改良

- ・鉄損計算で、FFTによる鉄損計算機能が追加されました
  - ・入力波形が正弦波以外の場合(矩形波、三角波など)にも鉄損を計算可能
  - ・高調波の鉄損を考慮
- ・計算時に利用する基本周波数に任意の値を設定することができるようになりました

**鉄損** New

鉄損の特性定義タイプ

ジュール損のみ  
(電流分布から計算)

鉄損テーブル

鉄損経験式

計算手法(磁束密度の参照)

振幅値(変化幅/2)

最大値

周波数分析(FFT)

基本周波数(解析モデル内で共通)

電源の周波数

周波数を指定  
周波数  [Hz]

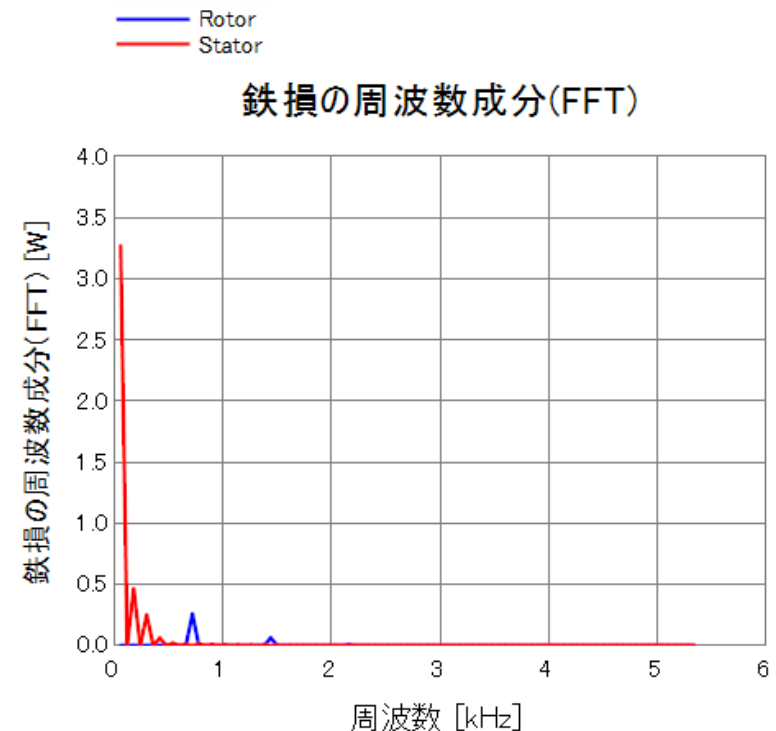
極数、回転数から計算  
極数   
回転数  [r/min]

テーブル追加

周波数  X10  [Hz]

テーブル編集、確認

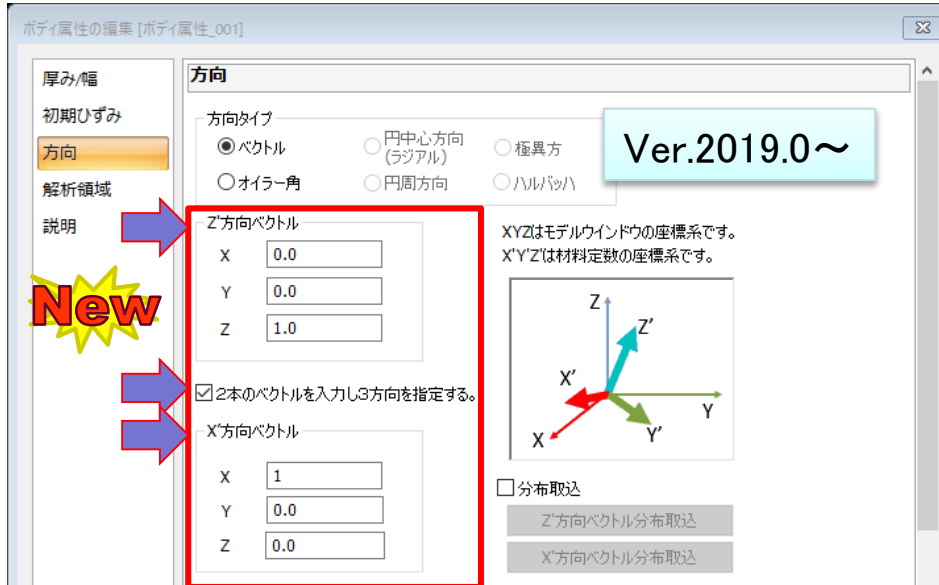
周波数  [Hz]





# 解析機能 - 方向タブ: 異方性指定方法の改良

## 材料のZ軸、X軸を指定する設定が追加されました



これまでは、1方向の異方性の場合だけ、ベクトルでその方向を指定することができました。

Ver2019.0では、ベクトルを2本入力できるようにして、オイラー角での指定と同等の、方向指定ができるようになりました。

### 使用方法：

2本のベクトルを入力し3方向を指定する。

にチェックを入れると、**Z方向ベクトル**に材料のZ軸方向を、**X'方向ベクトル**に材料のX軸方向を入力できます。



# メッシュ - デフォルトの メッシュのバージョンを変更

## メッシュのデフォルトが、メッシュG2(Generation 2nd)に変更されました

Ver2019よりデフォルトで動作するメッシュが、  
新しいアルゴリズムで開発されたメッシュG2になります。

～Ver.2018.1



メッシュ

メッシュ設定

メッシュG2 を使用する

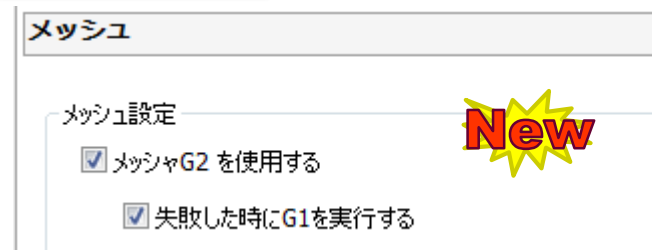
失敗した時にG1を実行する

### デフォルト

- ・「メッシュG2を使用する」のチェックOFF
- ⇒ メッシュG1でメッシュが生成されます。

※「メッシュG2を使用する」のチェックをONにすると、  
メッシュG2でメッシュが生成されます。

Ver.2019.0～



メッシュ

メッシュ設定

メッシュG2 を使用する **New**

失敗した時にG1を実行する

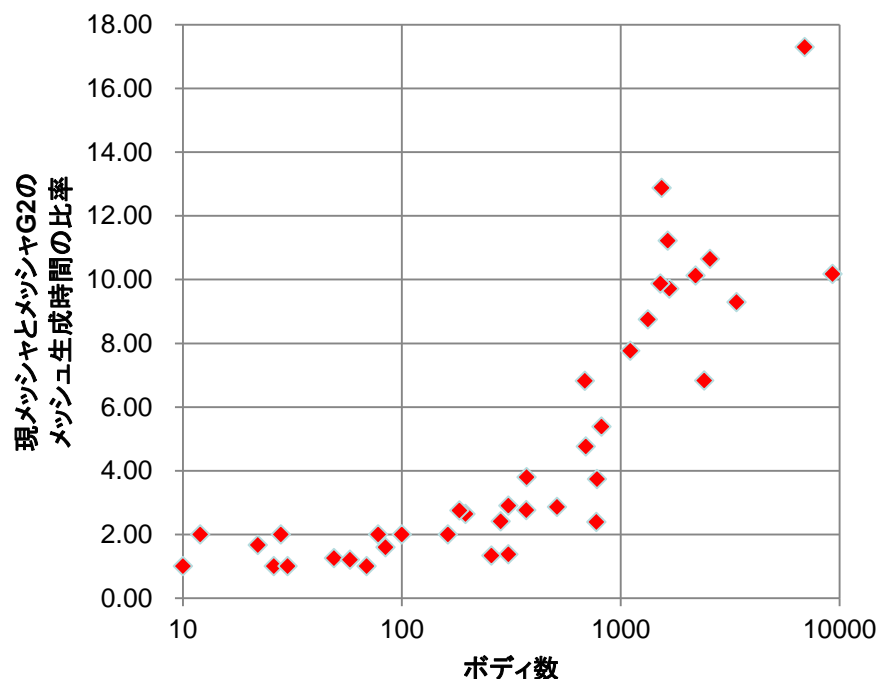
### デフォルト

- ・「メッシュG2を使用する」のチェックON
  - ・「失敗した時にG1を実行する」のチェックON
- ⇒ メッシュG2でのメッシュ生成に失敗した場合は、  
メッシュG1で再度メッシュ生成を行ないます。

※「メッシュG2を使用する」のチェックをOFFにすると、  
メッシュG1でメッシュが生成されます。

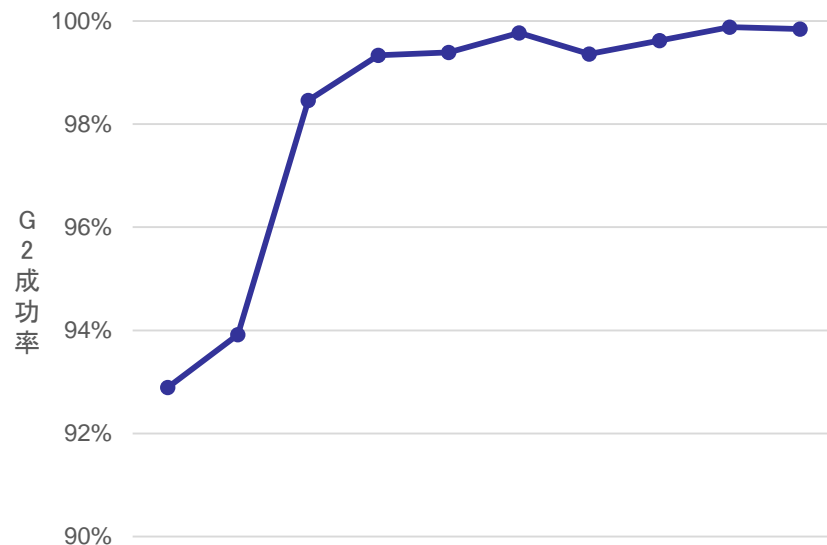
# メッシュ - デフォルトの メッシュのバージョンを変更

メッシュのデフォルトが、メッシュG2(Generation 2nd)に変更されました



メッシュG2は、大規模モデルでメッシュ分割時間を大幅に短縮することができます。従来のメッシュ(G1)と比較し、ボディ数が1000以上のモデルでは、メッシュ生成スピードが6倍以上に高速化されます。

メッシュG2の成功率の推移



これまでのメッシュG2は、曲面を多く含むモデルに弱いというデメリットがありましたが、アルゴリズムの改良により、成功率が大幅に向上しています。

# メッシュ - デフォルトの メッシュのバージョンを変更

メッシュのデフォルトが、メッシュG2(Generation 2nd)に変更されました

## ※注意事項

Ver2019.0以降のFemtetで新規に作成されたプロジェクトが対象となります。

- ・Ver2018.1以前のFemtetで作成されたプロジェクトをVer2019.0以降で開いても、「メッシュG2を使用する」のチェックは、自動でONにはなりません。

メッシュG1とメッシュG2では、メッシュの形状やメッシュ数、メッシュの質等が異なります。

- ・これにより、同じモデル、同じ解析条件でも結果が異なる場合があります。

一部の機能において、メッシュG2では使用できないものがあります。

- ・マルチグリッドは使用できません。
- ・対称メッシュは使用できません。
- ・2種類以上の周期境界ペアを扱うことはできません。  
また、アダプティブメッシュと周期境界条件を組み合わせることはできません。

以下のソルバでは、「メッシュG2を使用する」が強制的にONとなります。

- ・磁場過渡解析(Luvs)
- ・流体解析(Bernoulli)

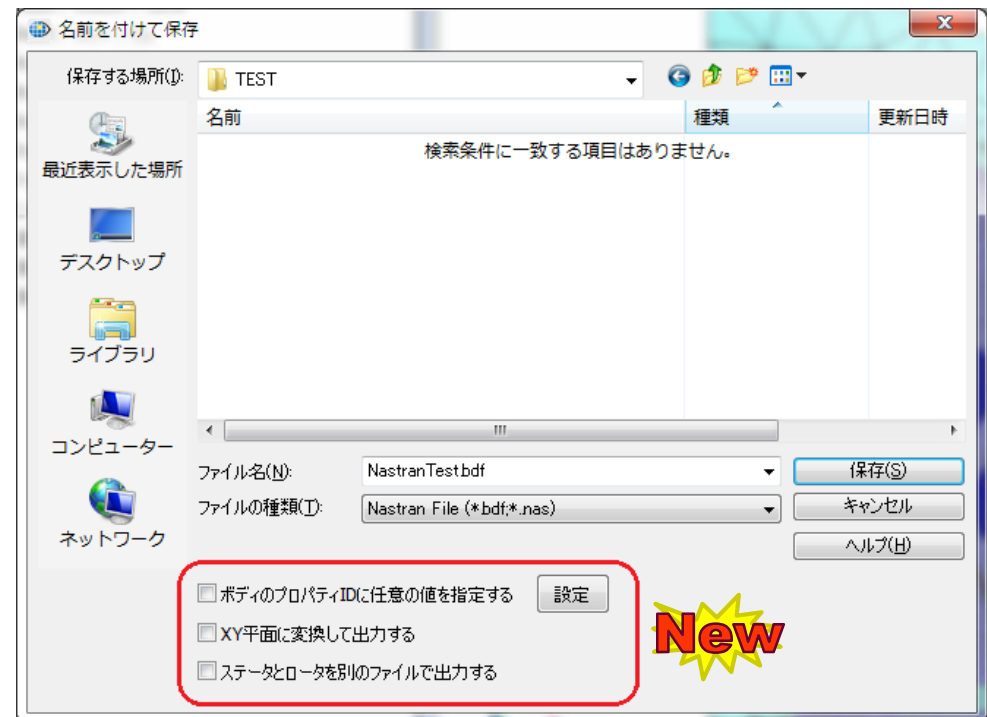
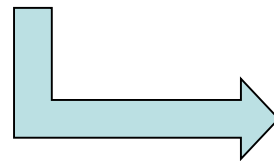
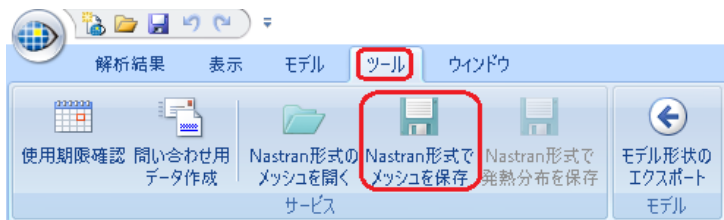


# メッシュ - Nastran形式で メッシュを出力する際のオプションを追加

「Nastran形式でメッシュを保存する」機能で、  
出力データの一部を変更して出力できるようになりました

Nastran形式のメッシュデータ出力時に、以下の変更が可能になりました。

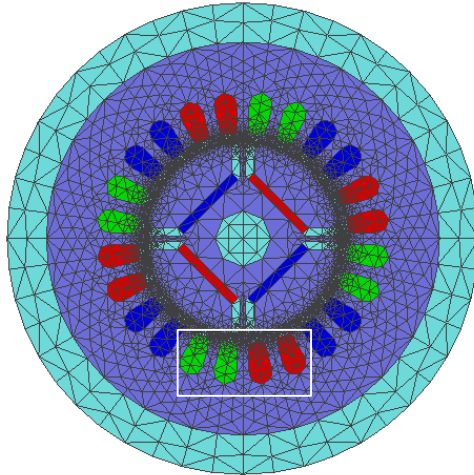
- ・ボディのプロパティIDに任意の値を指定する。
- ・XY平面に変換して出力する(2次元解析時のみ)
- ・ステータとロータを別のファイルで出力する(Luven(磁場過渡解析)のみ)



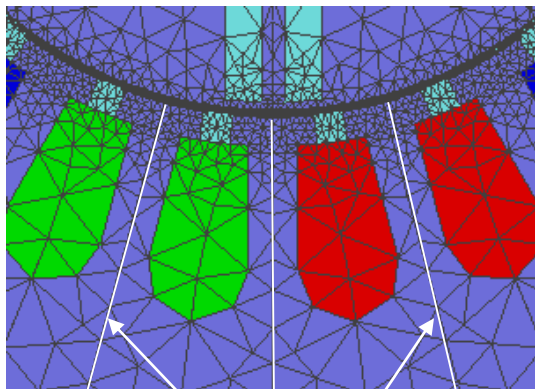
# メッシュ - 2次元モータの 周期対称メッシュを作成

周期性・対称性のあるメッシュを作成することで、計算精度が改善されました

IMPモータのメッシュ図

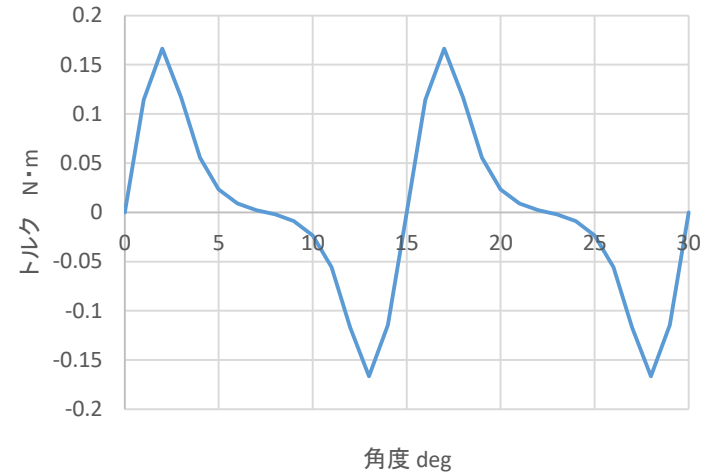


対称面でメッシュが対称

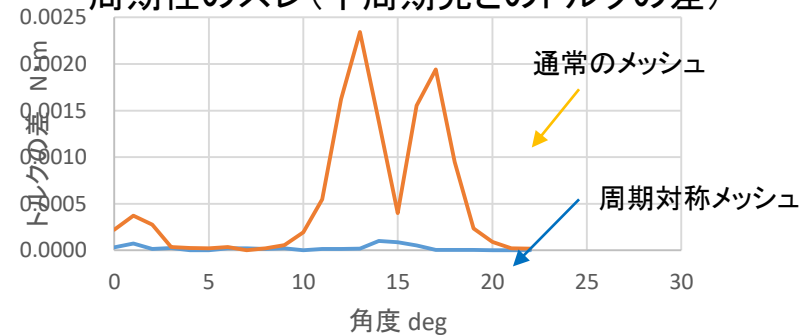


対称面

コルギングトルク



周期性のズレ(半周期先とのトルクの差)



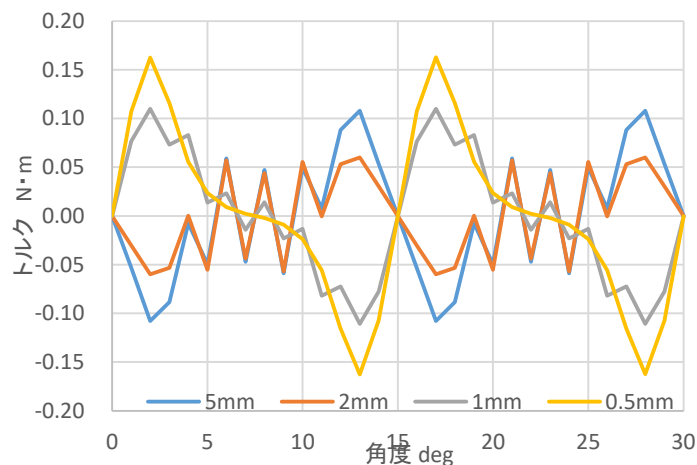
周期性の高い結果が得られます

# メッシュ - 精度の高いメッシュを自動的に生成

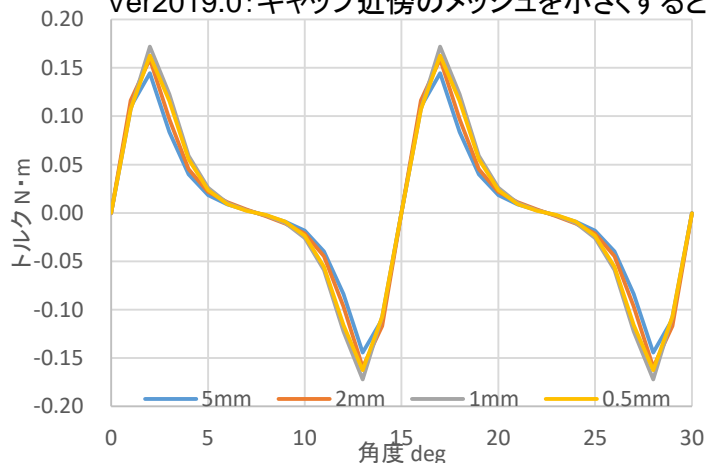
ロータ・ステータ間ギャップの近傍に小さなメッシュが生成されるようになりました

## メッシュサイズとトルクの関係

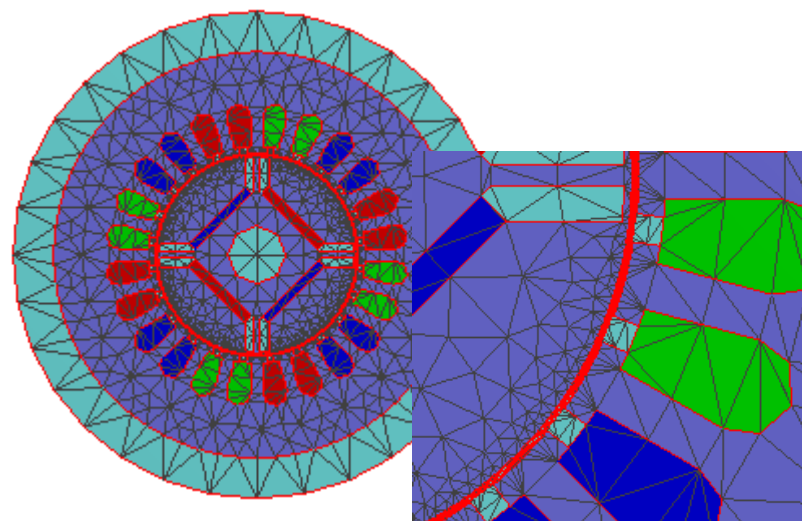
Ver2018.1: メッシュサイズで敏感に変化



Ver2019.0: ギャップ近傍のメッシュを小さくすると安定



## メッシュ図



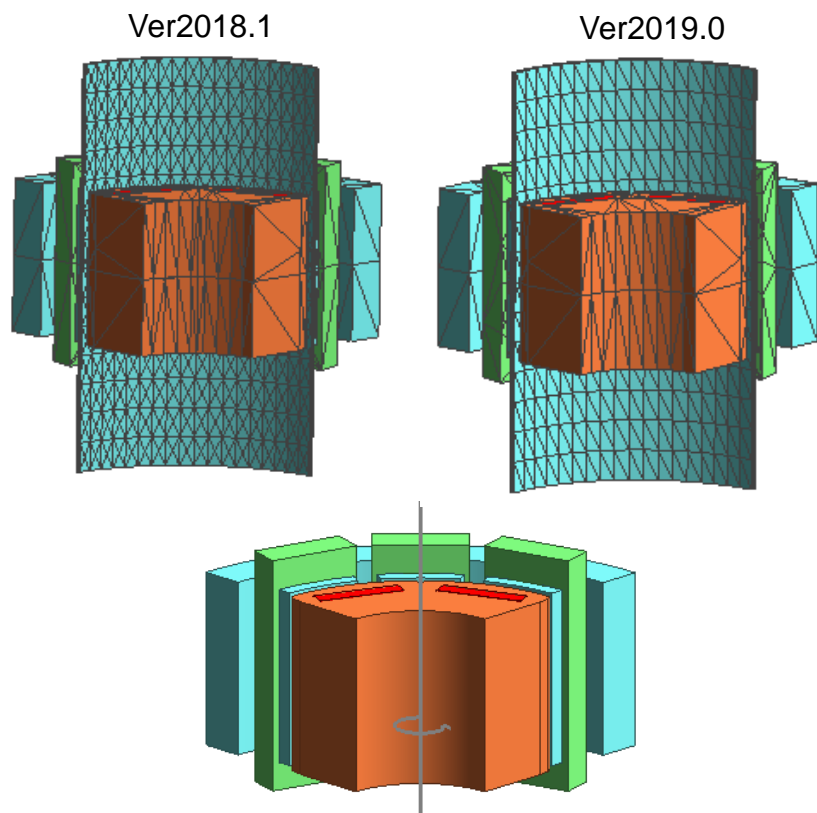
メッシュ数と計算時間はほとんど変わりません

	メッシュサイズ	5mm	2mm	1mm	0.5mm
Ver2018.1	メッシュ数	3,356	6,912	19,886	67,774
	計算時間 秒	19	22	40	112
Ver2019.0	メッシュ数	4,872	8,892	22,038	67,774
	計算時間 秒	20	24	42	112

# メッシュ - 3次元モータの ロバスト性向上と高速化

メッシュ作成の成功率が改善され、メッシュ数の削減により計算時間が短縮されました

スライドメッシュ(注)作成のアルゴリズム強化の結果  
スライドメッシュの数を半分に削減できました



(注)ロータとステータの間にあるメッシュ

Axialモータのメッシュ数と計算時間

		Ver2018.1	Ver2019.0
メッシュ数		212,486	172,486
時間	メッシュャ	35秒	14秒
	ソルバ	23分00秒	15分24秒
	合計	23分35秒	15分38秒

他のモデルのテスト結果とメッシュ数

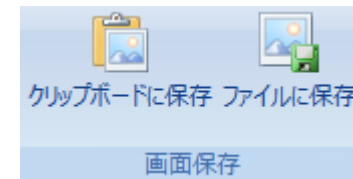
No	Ver2018.1	Ver2019.0	No	Ver2018.1	Ver2019.0
1	失敗	328,804	7	176,137	109,710
2	107,460	62,419	8	失敗	507,583
3	9,574	7,356	9	221,707	132,800
4	失敗	15,211	10	105,188	61,469
5	15,423	12,942	11	失敗	558,970
6	46,731	29,545	12	35,140	25,354

# UI – 描画の高速化

GPUを活用することにより、視点操作など全ての描画が高速化されました

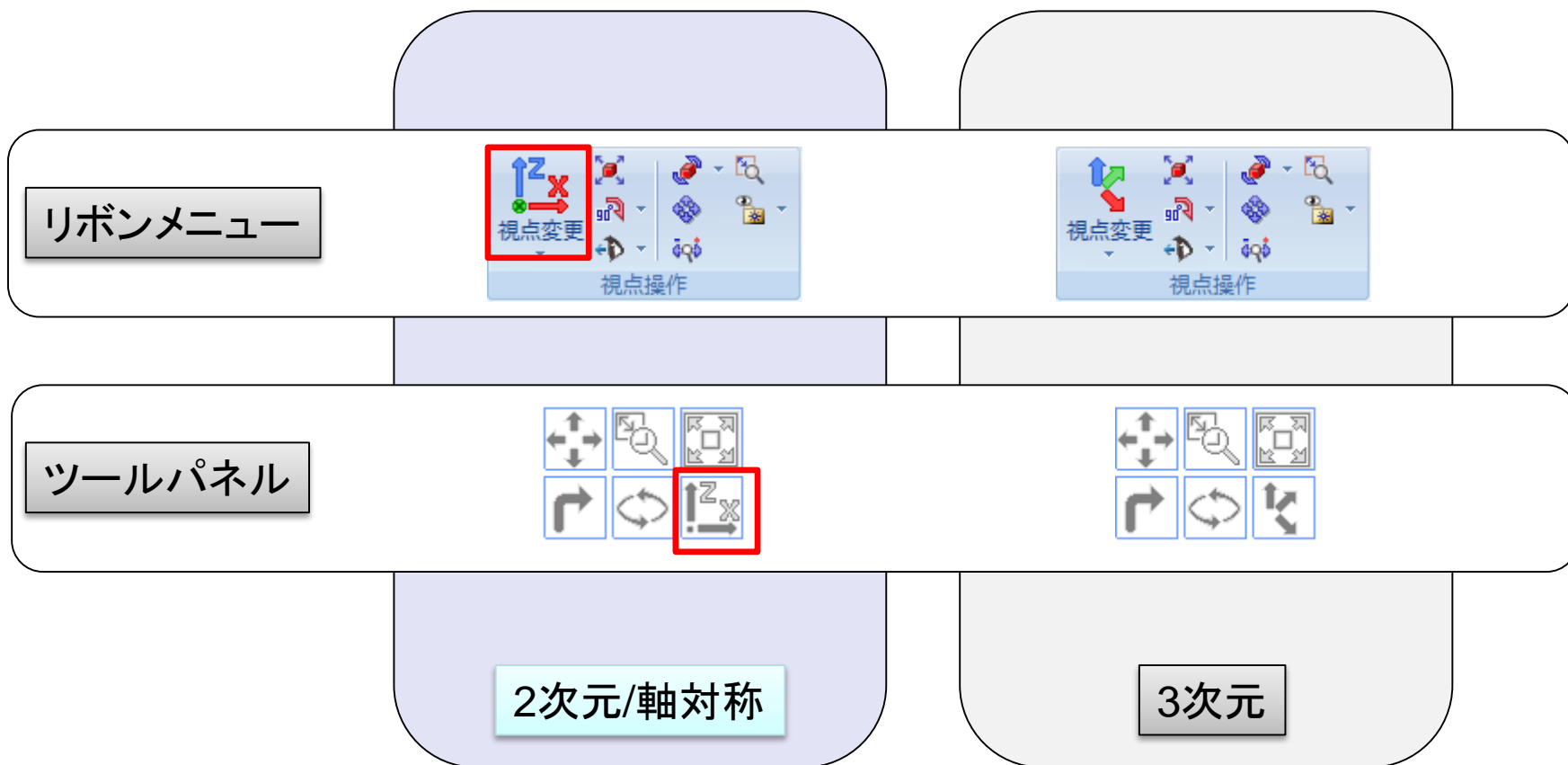
下記の表は、ボディ数7000以上の大規模モデルで各種操作の時間を計測した例です。

操作の種類	従来	Femtet2019
視点の移動・回転	数秒	1秒
シェーディング/ワイヤーフレーム切り替え	20秒	1秒
半透明表示切り替え	20秒	1秒
矩形選択	数秒	1秒
画面キャプチャ	15秒	1秒



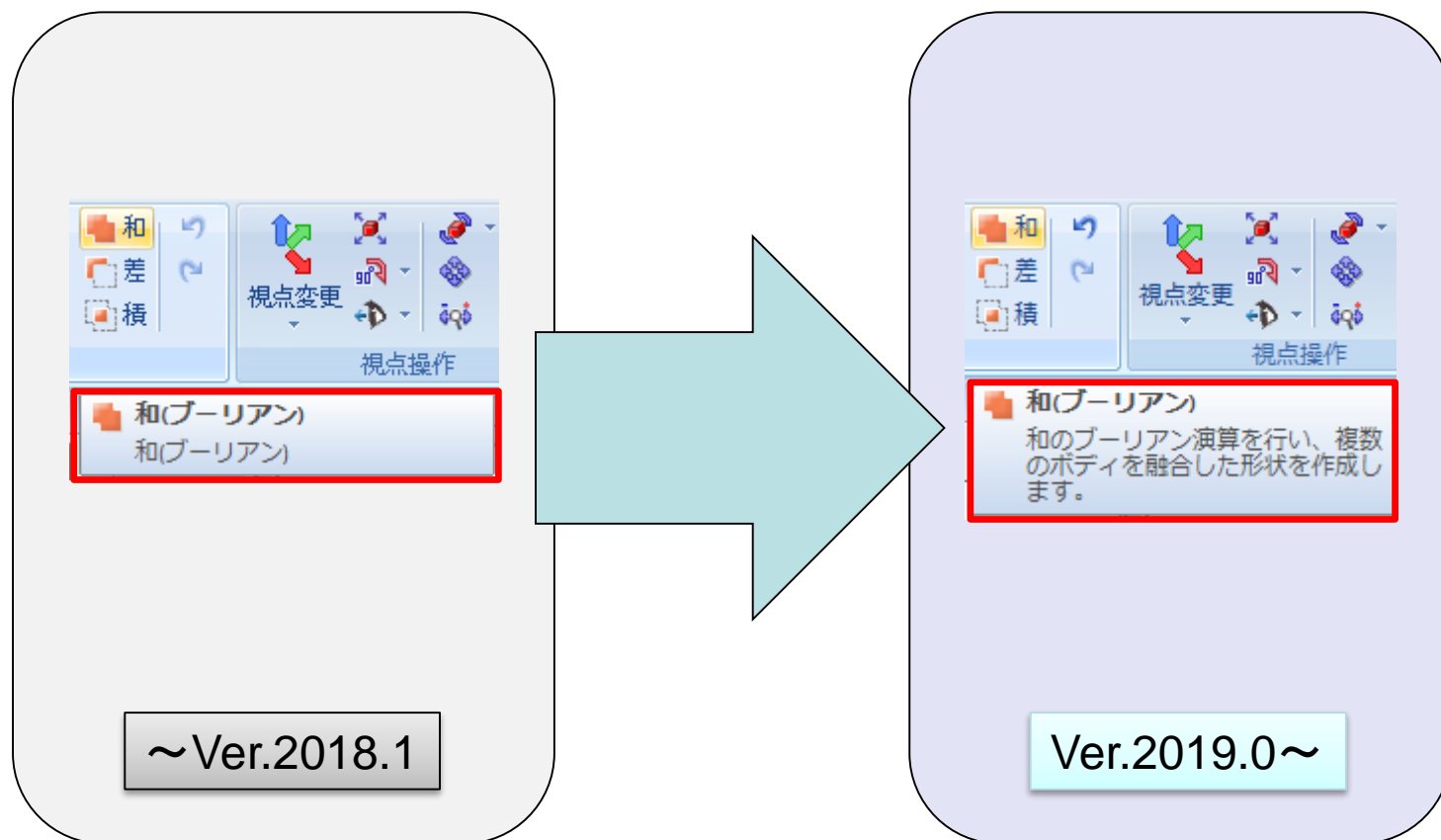
# UI – 2次元/軸対称解析の視点操作を改良

2次元/軸対称解析のデフォルトが、正面視点に変更されました



## UI - リボンメニューの改良

リボンメニューに表示されるツールチップの説明文を見直しました



# モデラ - 履歴のクリーンアップ

不要な履歴をクリーンアップする機能が追加されました

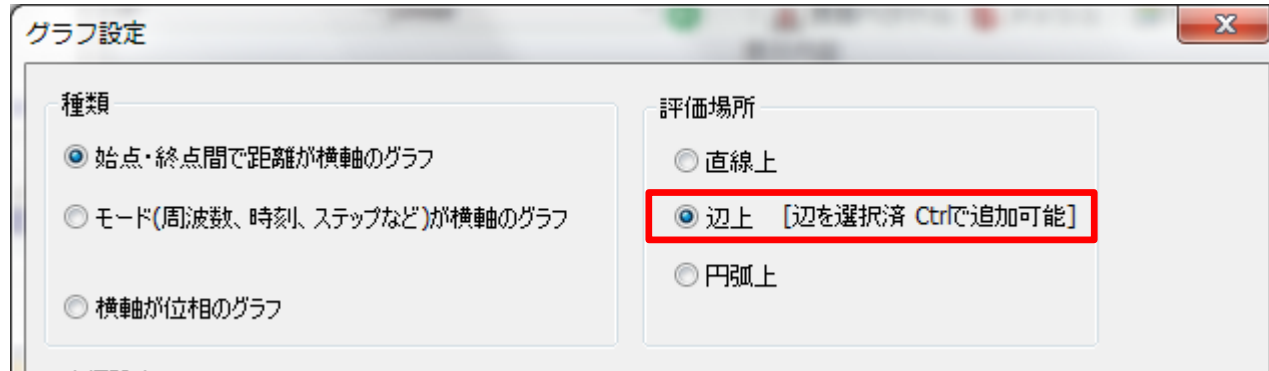
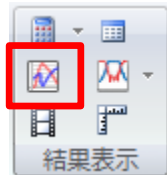


上書きされた属性の設定や削除したボディなどの、  
不要な履歴を抽出して削除します。

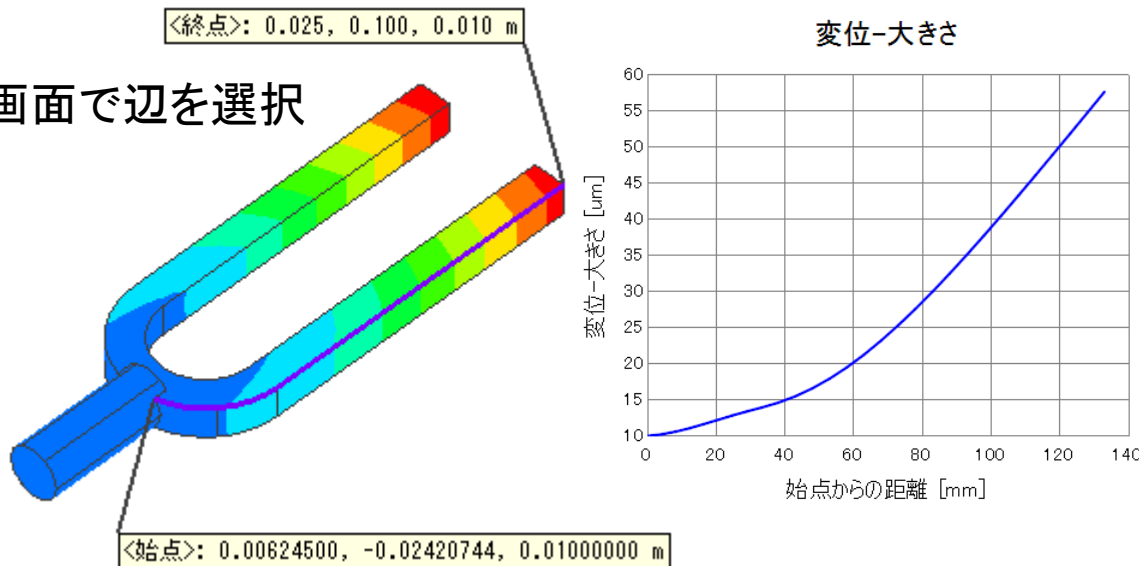


# 結果表示 - 辺上のグラフ

選択した辺を経路とするグラフを、表示できるようになりました



結果画面で辺を選択

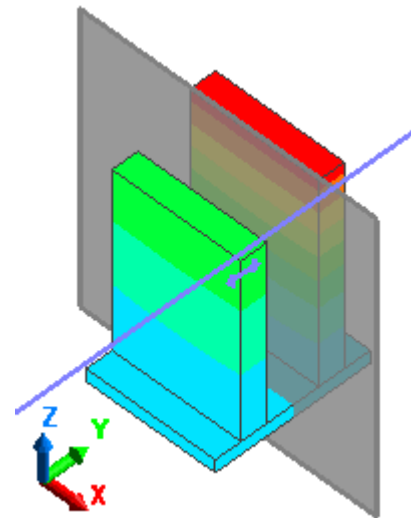
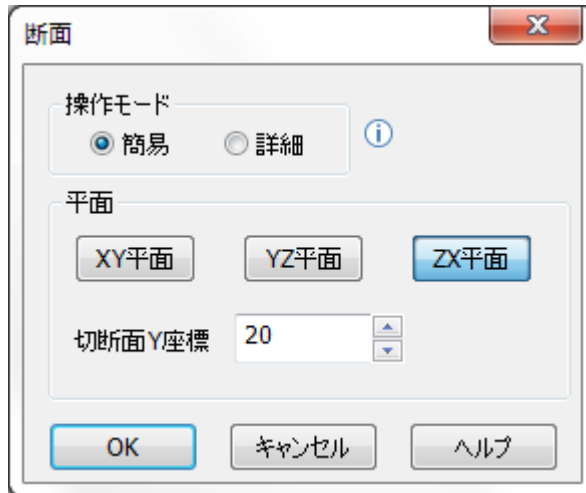


・グラフダイアログを経由しなくても、結果画面で辺を選択後、右クリックメニューから表示することができます。



# 結果表示 - 断面ダイアログの改良

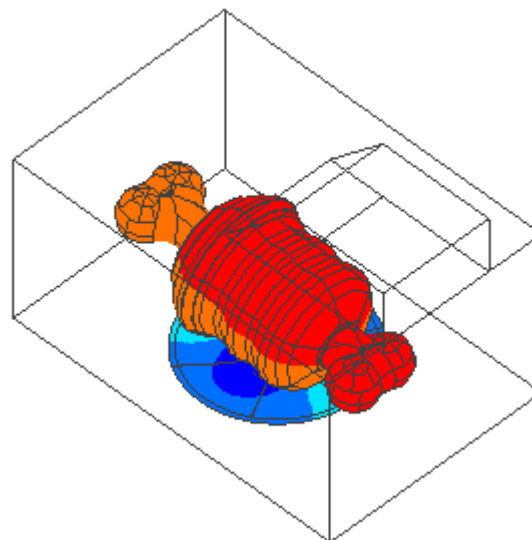
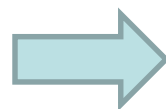
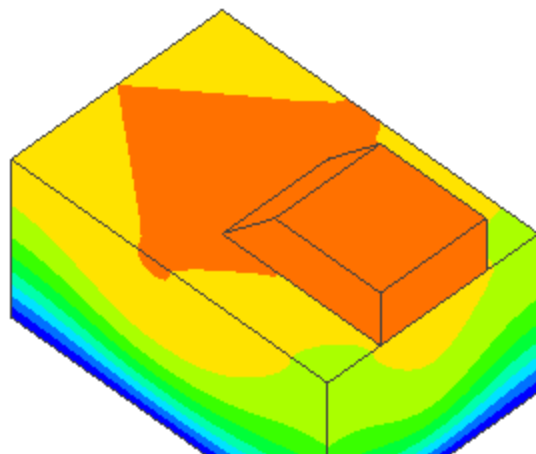
簡易モードを追加し、簡単に断面図を作成できるようになりました



- ・簡易モードでは、XY/YZ/ZX平面の固定平面からの選択と、切断面上の座標の設定をするだけで、断面を作成できるようになりました。
- ・詳細モードでは、今までと同じく詳細な設定で断面を作成することができます。

# 結果表示 - ボディごとの フィールド表示/非表示

選択したボディのフィールドを、非表示(外形線表示)にできるようになりました



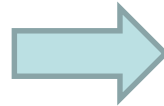
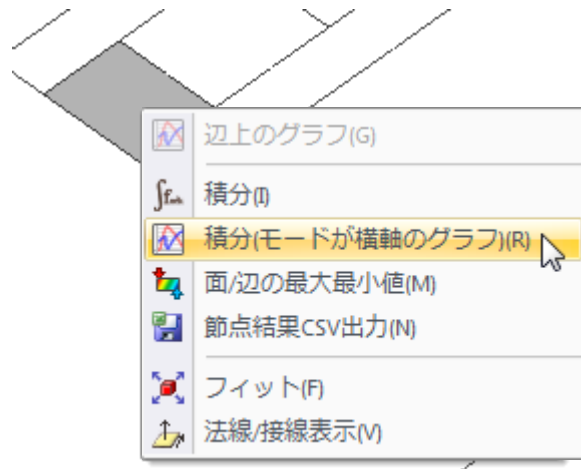
ボディを選択して  
右クリックメニュー  
から実行



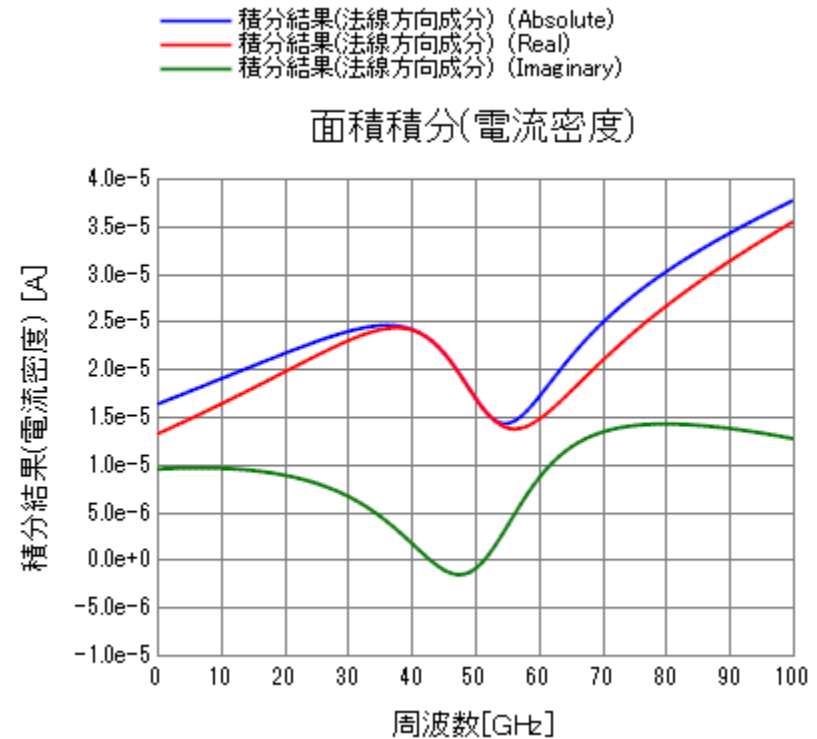
・フィールドを非表示にしたボディは、  
外形線で表示されます。  
そして、ツリー上でチェックボックスが、  
半チェックの状態になります。

# 結果表示 - 積分結果のグラフ表示

積分結果で、モードを横軸にしたグラフが表示できるようになりました



ボディ/面/辺を選択して  
右クリックメニューから実行

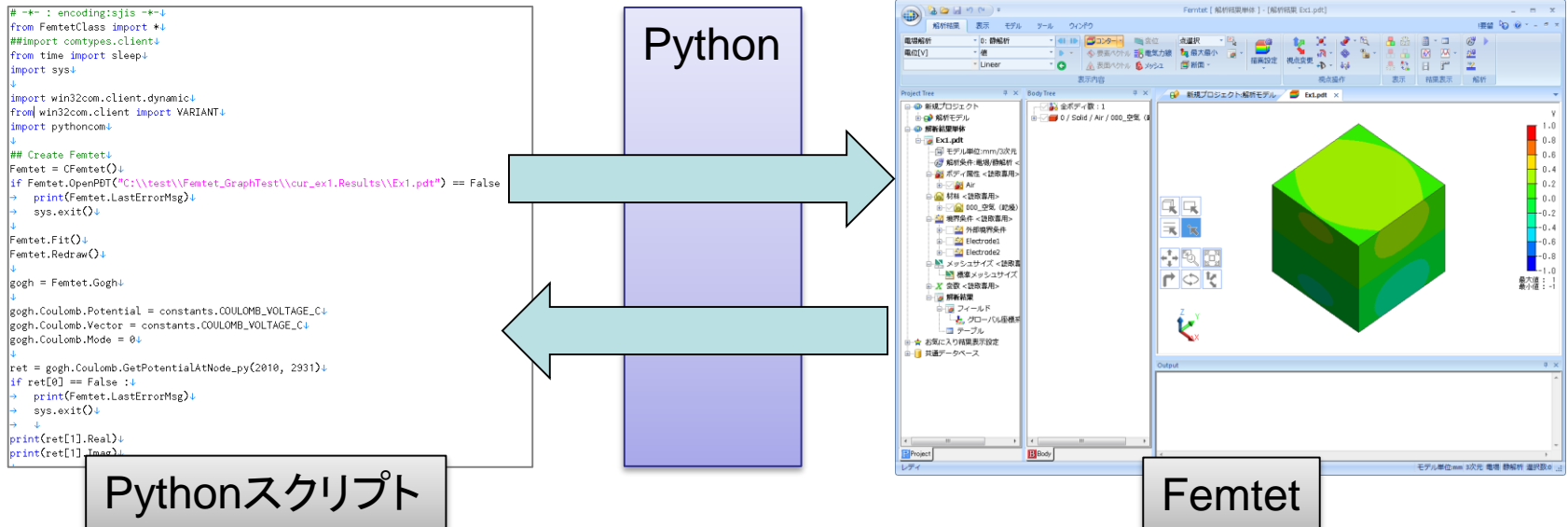


# マクロ – Python用関数の追加

## PythonスクリプトからFemtetを操作できるようになりました

■ Pythonスクリプトに対応していないマクロ関数の代替関数を作成しました。

- ・ 戻り値が複数種類ある関数
- ・ 戻り値が配列の関数



# 伝送線路インピーダンス計算ツール (Henry) - 差動線路を追加

差動線路のインピーダンスが、計算できるようになりました

Henry

インピーダンス計算  インダクタンス計算

MicroStrip Strip Line Coplanar Coplanar with GND Round Coax Off\_set **DiffPair**

W = 0.5 mm  
s = 0.3 mm  
h = 0.6 mm  
L = 10 mm  
f = 1000 MHz  
er = 4

※電極の厚みは考慮されません

Zo = 103.38 Ω β = 33.1973 Elect Length = 0.0528352 λ  
λ = 189.268 mm Vp/c = 0.631329 Elect Length = 19.0207 degrees  
εeff = 2.50893

計算 Exit ヘルプ

- Henry はFemtetに付属しているインピーダンス/インダクタンス計算用のツールです。
- マイクロストリップ線路の対称型差動線路についてインピーダンス計算できるようになりました。
- 出力値はFemtetによる解析結果をニューラルネットワーク(AI)により補間した値となります。
- 学習に用いたデータの範囲外を入力すると、正しくない結果を出力する可能性があります。

※その場合はワーニングメッセージが、出力されます

以上