

Femtet 2020.0

新機能/変更点のご紹介

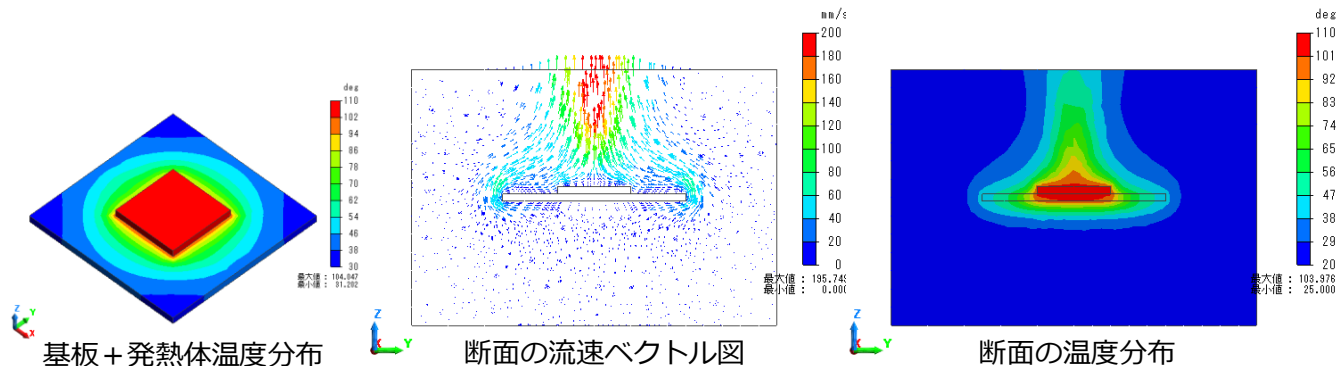
機能	概要
解析機能	<ul style="list-style-type: none"> • <u>熱流体解析：自然対流解析</u> • <u>熱流体解析：流体材料定数温度依存性に対応</u> • <u>熱流体解析：対流の熱伝達係数の表示</u> • <u>流体解析/熱流体解析：過渡解析</u> • <u>流体解析/熱流体解析：時間依存境界条件</u> • <u>流体解析/熱流体解析：結果インポートに対応</u> • <u>流体解析/熱流体解析：異常値を抑制する手法の追加</u> • <u>流体解析/熱流体解析：積層メッシュ関連の改良</u> • <u>熱流体解析/熱伝導解析：モニター温度の出力とモニター温度による収束判定</u>

機能	概要
解析機能	<ul style="list-style-type: none"> • <u>熱伝導解析：物体間輻射の対称モデル対応</u> • <u>熱伝導解析/電場熱解析/電場解析：周期境界の追加</u> • <u>熱伝導解析：面対面の輻射の追加</u> • <u>熱伝導解析：結果インポートの発熱密度の追加</u> • <u>応力解析：ジョイント荷重境界</u> • <u>応力解析：ばね接続境界</u> • <u>応力解析/圧電解析：初期ひずみの分布と時間依存の追加</u> • <u>圧電解析：共振解析の結果を利用した過渡解析</u> • <u>音波解析：パワースペクトラムの表示機能を追加</u> • <u>音波解析：過渡解析に陰解法を追加</u> • <u>電場解析：損失密度の追加</u> • <u>磁場調和解析：非線形透磁率材料に対応</u> • <u>磁場過渡解析：回路図テンプレート</u> • <u>磁場過渡解析：MATLAB®/Simulink® モータ解析との連携</u>

機能	概要
メッシュ	<ul style="list-style-type: none">• <u>曲面のメッシュ分割を強化</u>
UI (ユーザーインターフェース)	<ul style="list-style-type: none">• <u>ツールパネルの改良</u>• <u>画面を軸にした視点の90度回転を追加</u>• <u>ボディ/トポロジ選択の改良</u>• <u>固定視点切り替え時のアニメーション</u>• <u>ツリーの改良</u>
結果表示	<ul style="list-style-type: none">• <u>ベクトル図の改良</u>

浮力を考慮した、自然対流の解析ができるようになりました

熱流体解析例題6：基板+発熱体の自然対流による冷却



- ・発熱体の熱により上昇気流が生じ、熱が上部へ移動していることが確認できます。

浮力を考慮した、自然対流の解析ができるようになりました

- ・ 浮力を考慮した解析では、解析条件で以下の設定が必要です。
 - ・ 解析条件「ソルバの選択」タブで、流体解析、熱伝導解析にチェック
 - ・ 解析条件「熱流体解析」タブで、浮力を考慮する(自然対流)にチェック
 - ・ 解析条件「熱流体解析」タブで、環境温度 T_{ref} 入力
 - ・ 材料定数「密度」タブで、温度依存性の設定

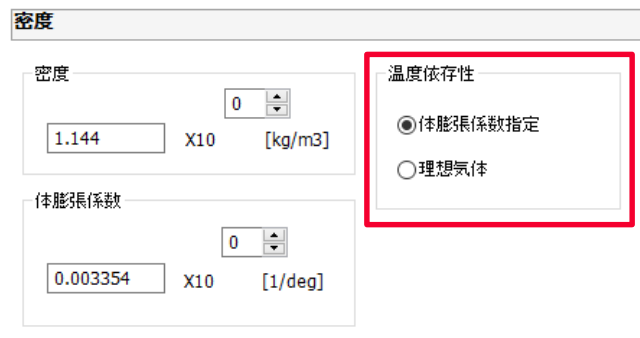
<密度の温度依存性指定方法>

・ 体膨張係数指定

密度は、環境温度との温度差と、体膨張係数に比例して変化します。

・ 理想気体

圧力一定を仮定した状態方程式により、密度を計算します。



密度

密度

1.144 X10 [kg/m3]

0

体膨張係数

0.003354 X10 [1/deg]

温度依存性

体膨張係数指定

理想気体

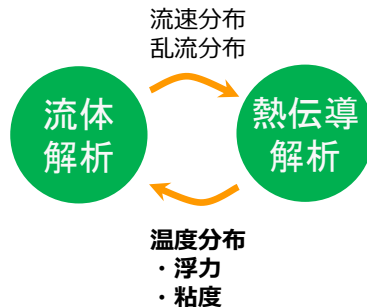
- ・ 気体材料で温度差が大きい場合、理想気体を推奨します。

流体材料定数の温度依存性を考慮した、熱流体解析ができるようになりました

	固体	流体
粘度	-	Ver.2020.0で対応
密度	×	Ver.2020.0で対応※
熱伝導率	○	Ver.2020.0で対応
比熱	○	Ver.2020.0で対応

※密度の温度依存性は、
浮力の計算のみに反映されます。

- ・密度の温度依存性（浮力）、粘度の温度依存性を考慮する場合、
[熱 ⇒ 流体]と、[流体 ⇒ 熱]の双方向連成となります。
- ・熱伝導解析の反復計算回数が多くなるため、計算負荷は増加します。



< 1 方向連成 [流体 ⇒ 熱]>

- ・流体解析で流れの状態を計算してから、
熱伝導解析を行います。

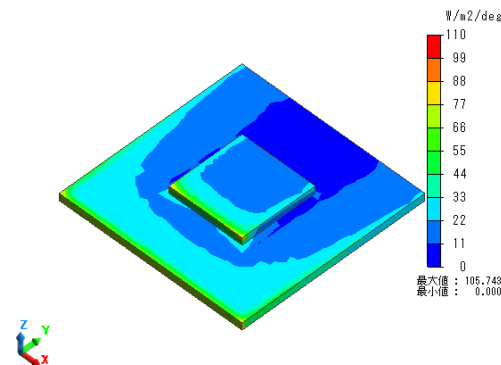
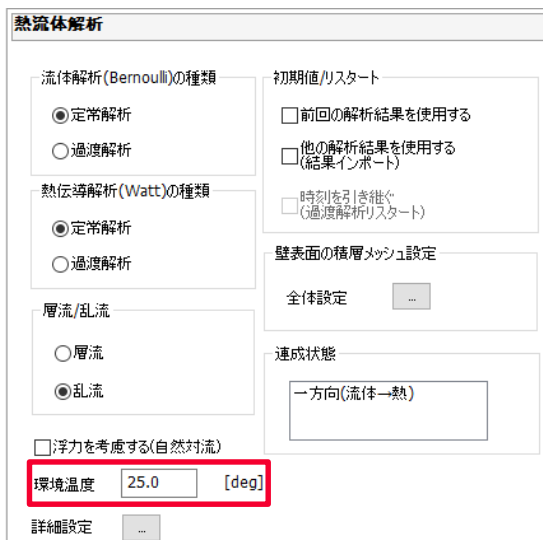
< 双方向連成 [流体 ⇔ 熱]>

- ・流体解析と熱伝導解析を交互に計算し、
同時進行で解析を行います。

結果フィールドで、対流の熱伝達係数が確認できるようになりました

<対流の熱伝達係数表示>

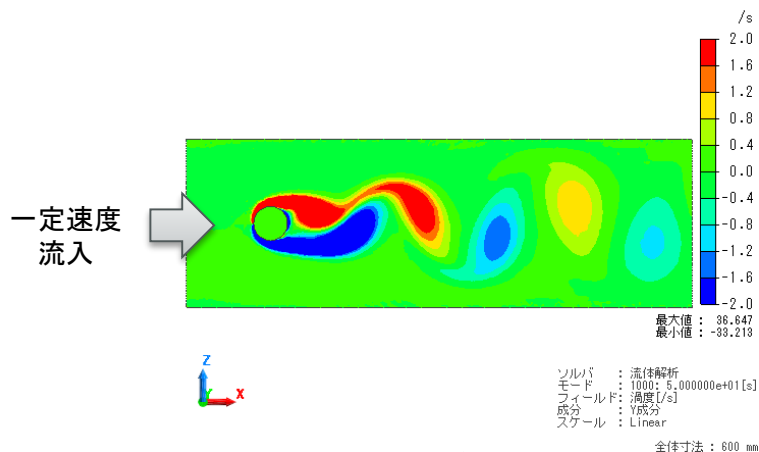
- ・固体表面と環境温度間の、熱伝達係数を表示することができます。
- ・計算には、解析条件で設定した環境温度が使用されます。



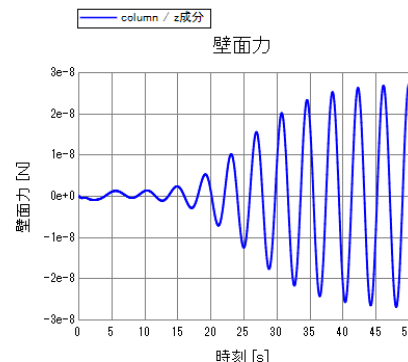
熱流体解析例題3
強制対流の熱伝達係数分布

過渡解析ができるようになりました

流体解析例題5: 円柱周りの流れの過渡解析



渦度分布



円柱が受ける揚力(z方向の力)の周期振動

- ・円柱の後ろに周期的に渦が放出する様子が確認できます。
- ・この渦はカルマン渦と呼ばれるもので、定常解析では解析できない事例になります。

過渡解析で時間依存の境界条件が、使用できるようになりました

流速、圧力、温度に時間依存性を与えることができます。

熱流体

境界条件の種類

固体壁 流入 設定なし
 スリップ壁 流出
 流入/流出

流入の種類

自然流入
 強制流入
 流速指定 圧力指定
 ファン

流速

0.0 X10 [m/s] 時間依存 重み開放

流入する流体の状態

K_乱流エネルギー

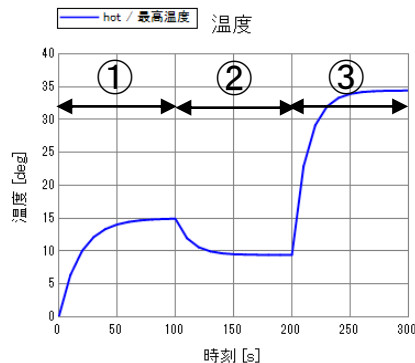
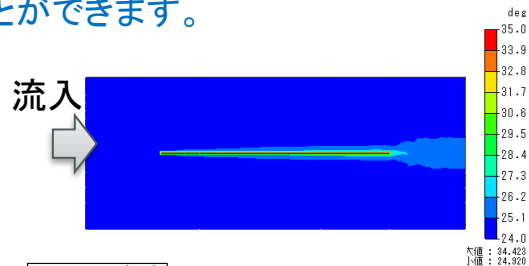
自動計算

ε_エネルギー散逸率

自動計算

流体温度

直接指定 25.0 [deg] 時間依存 重み開放



- 流入条件**
- ① 10m/s 0[deg]
 - ② 20m/s 0[deg]
 - ③ 20m/s 25[deg]

熱流体解析例題7

・流入速度、流入温度を変化させたときの、
発熱平板の温度変化

- ・ 結果インポートで、既存の解析を初期値とした解析ができるようになりました
- ・ 結果インポートで、既存の解析の続きを解析できるようになりました

流体解析タブ/熱流体解析タブ

熱流体解析

流体解析(Bernoulli)の種類

定常解析

過渡解析

熱伝導解析(Watt)の種類

定常解析

過渡解析

層流/乱流

層流

乱流

浮力を考慮する(自然対流)

環境温度 [deg]

詳細設定

初期値/リスタート

前回の解析結果を使用する

他の解析結果を使用する(結果インポート)

時刻を引き継ぐ(過渡解析リスタート)

壁表面の積層メッシュ設定

全体設定

連成状態

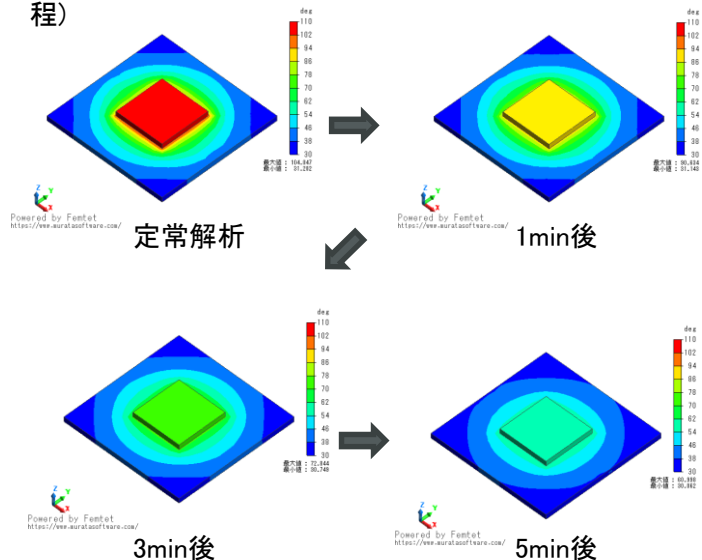
双方向(流体 \leftrightarrow 熱)

・浮力

・粘度温度依存性

熱流体解析例題8：

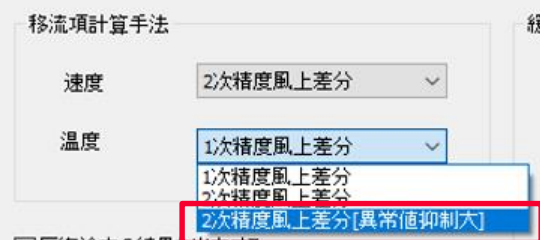
定常解析を初期値とした過渡解析例(発熱オフ時の冷却過程)



<使用例>

- ・ 定常解析の結果を初期値として過渡解析を行う
- ・ 発散した解析結果の発散する前の結果を初期値として条件を変更してリスタート

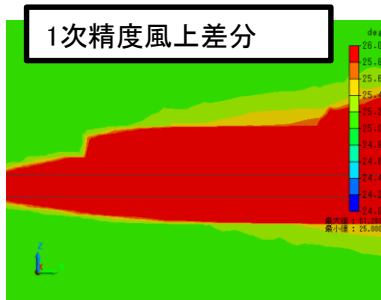
移流項の計算方法に、異常値の抑制を大きくした、
2次精度風上差分を設定できるようになりました



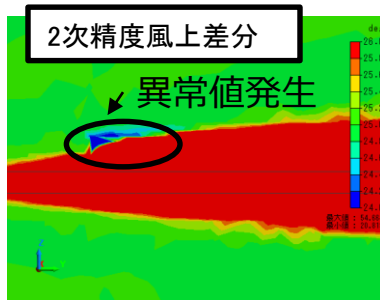
・1次精度風上差分と比べ、2次精度風上差分では、
全体的な精度は良くなりますが、局所的な異常値が、
発生することがあります。

・局所的な異常値を大幅に抑制する、
2次精度風上差分を、使用できるようになりました。

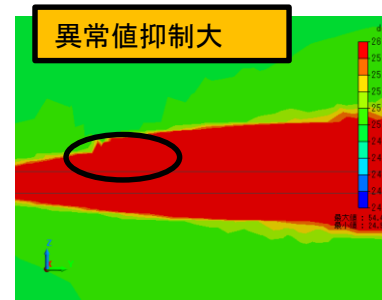
熱流体解析例題3(想定される最低温度は25[deg])



最高温度: 51.203[deg]
最低温度: 25.000[deg]

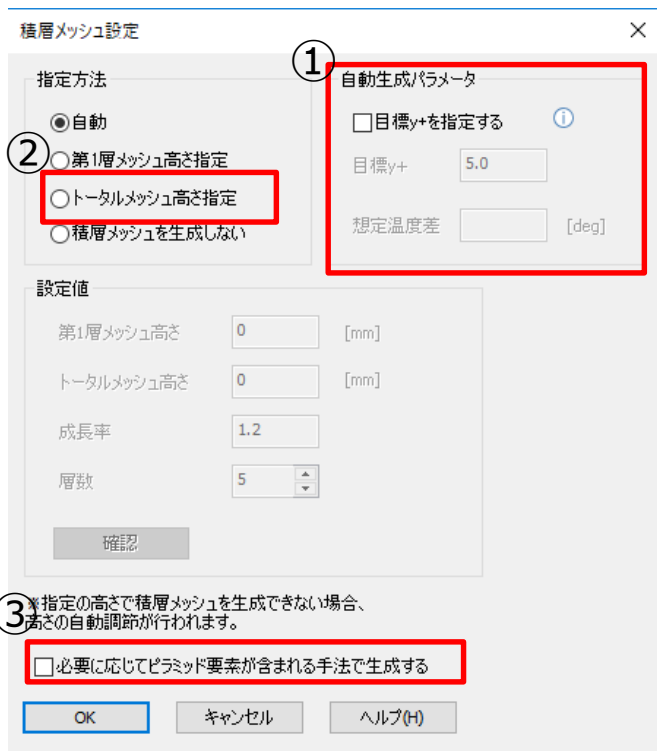


最高温度: 60.746[deg]
最低温度: 20.819[deg]



最高温度: 60.449[deg]
最低温度: 24.048[deg]

積層メッシュの設定方法が改良されました



積層メッシュ設定

指定方法

自動

第1層メッシュ高さ指定

トータルメッシュ高さ指定

積層メッシュを生成しない

設定値

第1層メッシュ高さ [mm]

トータルメッシュ高さ [mm]

成長率

層数

確認

自動生成パラメータ

目標y+を指定する

目標y+

想定温度差 [deg]

③ *指定の高さで積層メッシュを生成できない場合、高さの自動調節が行われます。

必要に応じてピラミッド要素が含まれる手法で生成する

OK キャンセル ヘルプ(H)

①積層メッシュを自動的に生成する場合の
パラメータが追加されました

- ・目標y+の指定
 - ・1層目のy+の目標値を指定し、積層メッシュの高さを調節します。
- ・想定温度差
 - ・浮力を考慮する場合、設定が必要です。

②トータルメッシュの高さが、
指定できるようになりました

- ・境界層の厚みが分かっている場合に、有効な設定方法になります。

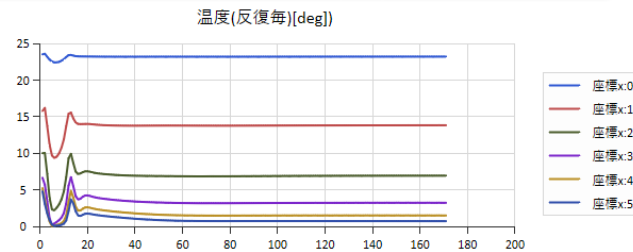
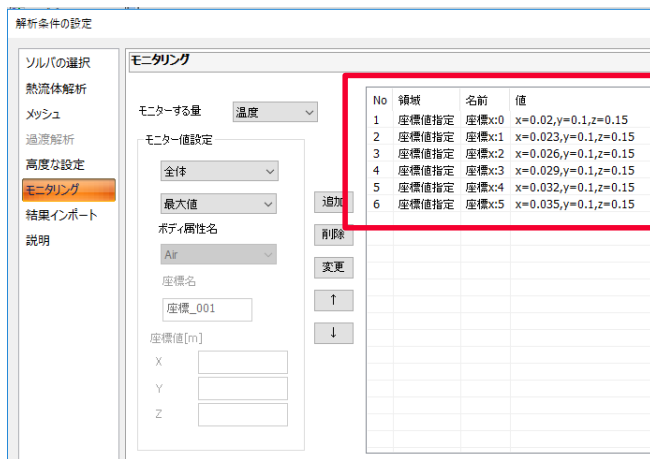
③従来と異なる積層メッシュ生成手法が使えるようになりました

- ・従来では未対応の形状も生成することができます。
- ・ピラミッド要素が原因で解析が収束しにくくなる場合があります。

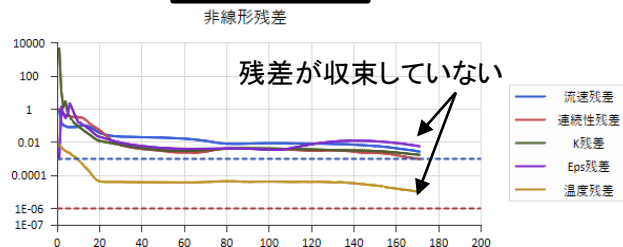
解析機能-熱流体解析/熱伝導解析： モニター温度の出力とモニター温度による収束判定

温度のモニタリングができるようになりました

・モニター値として指定した箇所の温度を、
進捗状況ダイアログに表示します。



モニター温度



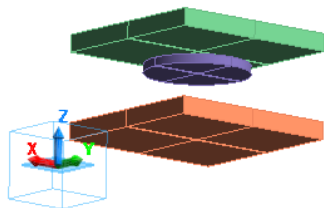
残差

- ・モニター温度の状態を収束判定の条件として使用することができます。(熱流体解析のみ)
- ・残差が完全に収束していない場合は、モニター温度が収束した時点で解析を終了します。

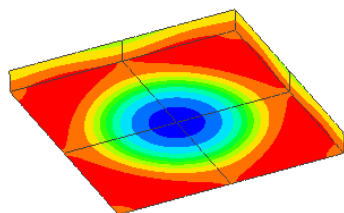
物体間輻射が、対称モデルで使用できるようになりました

熱伝導解析 例題16

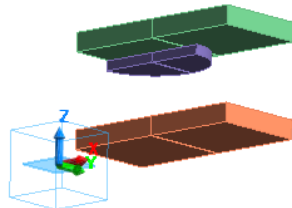
フルモデル



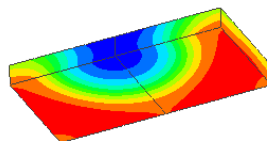
全体寸法：1.00000000e+1 mm



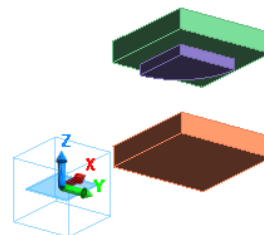
ハーフモデル



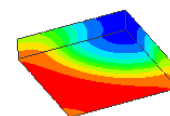
全体寸法：1.00000000e+1 mm



クォーターモデル



全体寸法：6.00000000e+0 mm



	解析時間[sec]
フルモデル	90
ハーフモデル	57
クォーターモデル	37

・対称モデル化で、
物体間輻射解析が高速化されました。

※メッシュサイズ0.2

熱伝導解析、電場熱解析、電場調和解析に、周期境界が追加されました

対称/不連続

対称

対称面

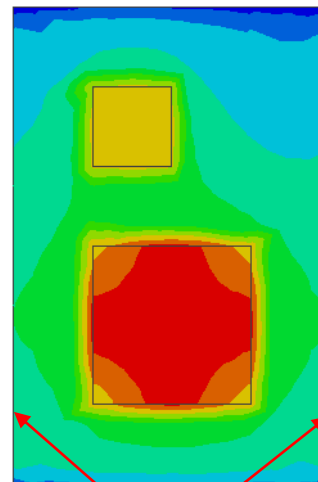
周期的 **New**

不連続

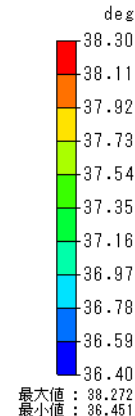
不連続



熱伝導解析の例



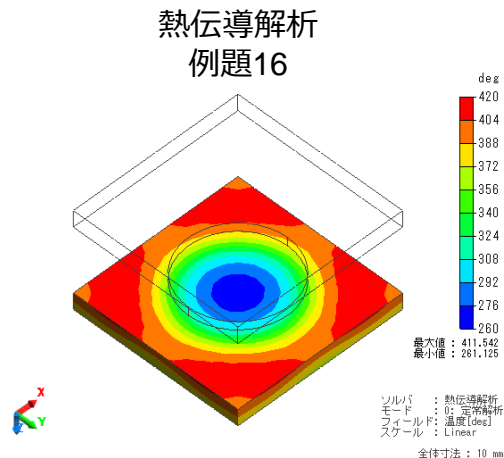
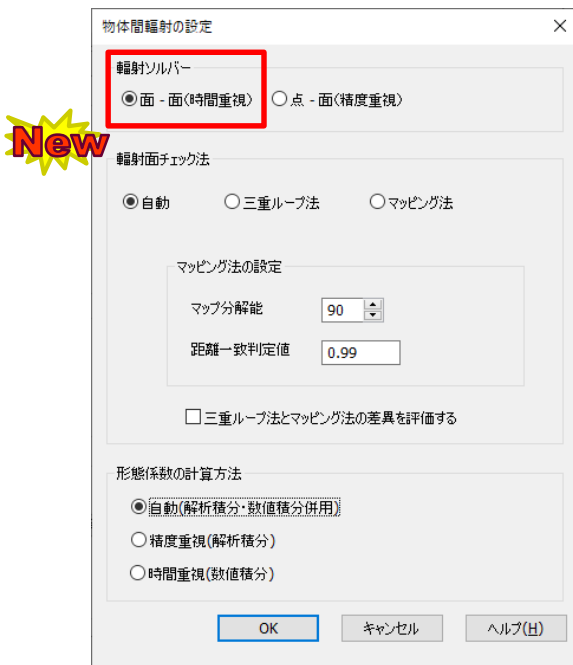
周期境界



ソルバ : 熱伝導解析
モード : 0: 定常解析
フィールド: 温度[deg]
スケール : Linear

全体寸法 : 60 mm

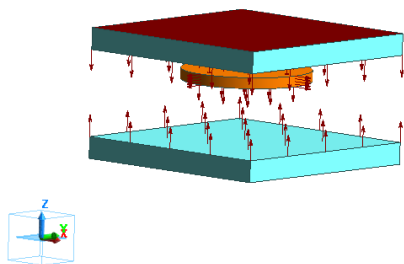
- ・面対面の輻射が追加されました
- ・輻射が設定されている場合の解析時間が、大幅に改善されました



輻射の従来法は「点-面」です。
「点-面」では解析時間や消費メモリに課題があり、
従来法の改善のため「面-面」を導入しました。
Ver2020.0から「面-面」がデフォルトとなります。

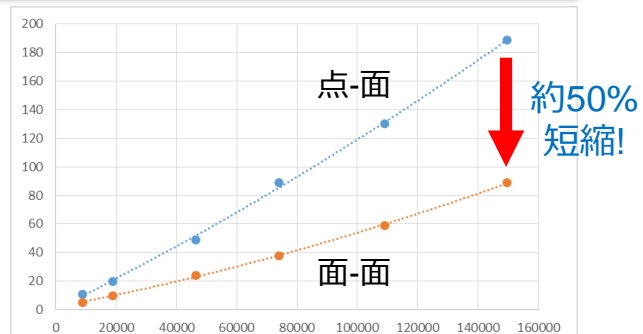
- ・面対面の輻射が追加されました
- ・輻射が設定されている場合の解析時間が、大幅に改善されました

熱伝導解析
例題16で検証

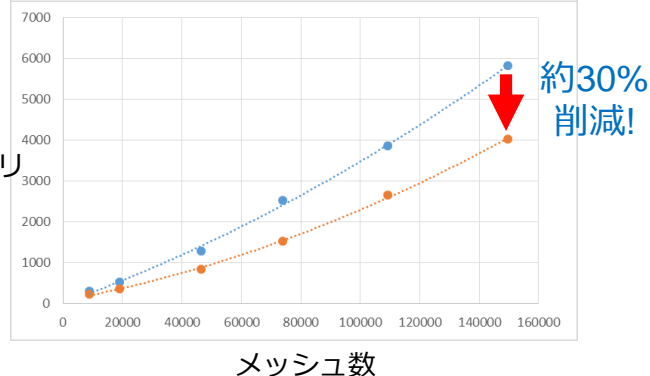


全体寸法：10 mm

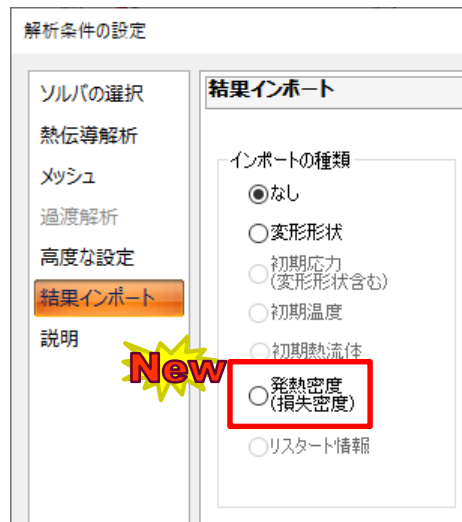
解析時間



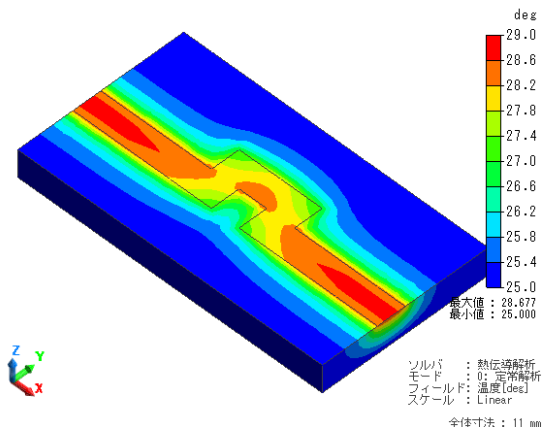
消費メモリ



結果インポートに、発熱密度（損失密度）が追加されました

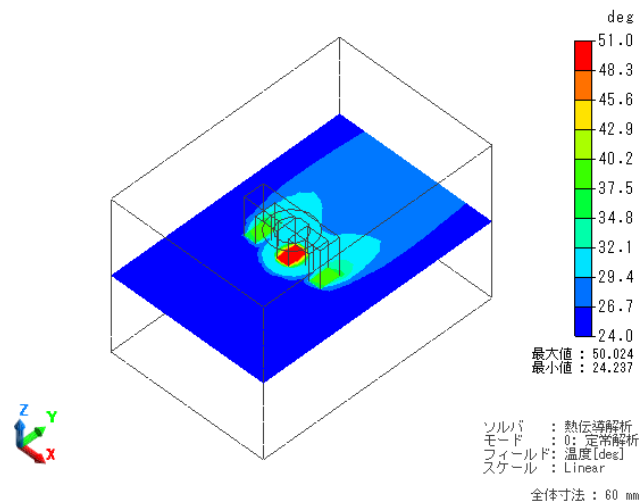
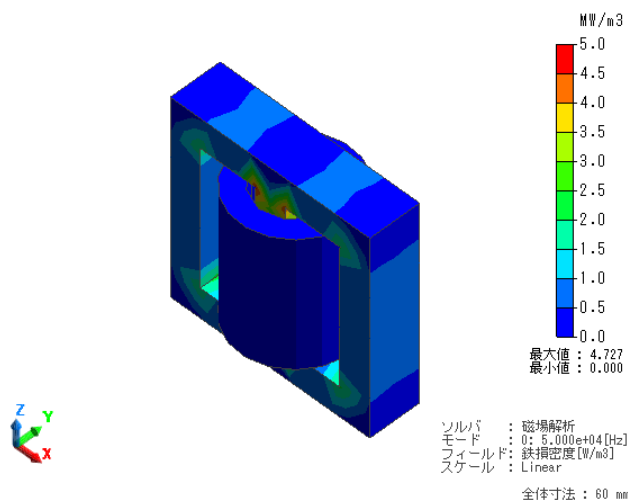


熱伝導解析 例題24
(電場調和解析 + 熱伝導解析)



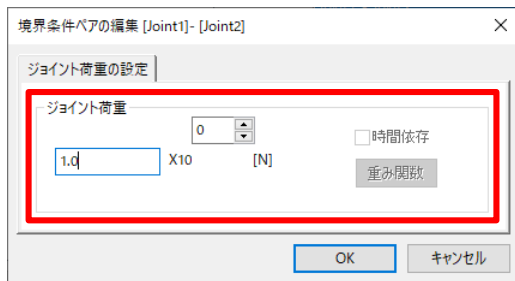
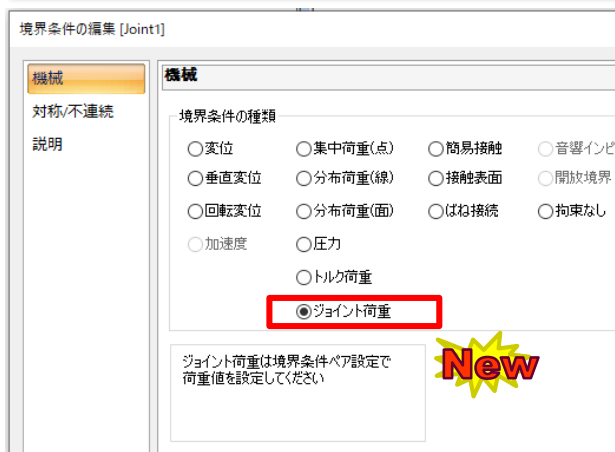
・電場解析、磁場解析、電磁波解析の損失密度をインポートして、熱伝導解析が行えるようになりました。

結果インポートに、発熱密度（損失密度）が追加されました

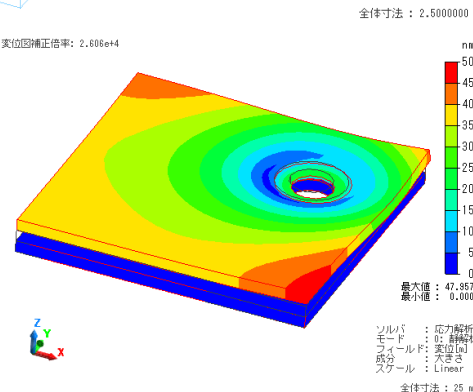
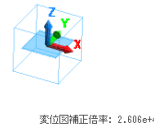
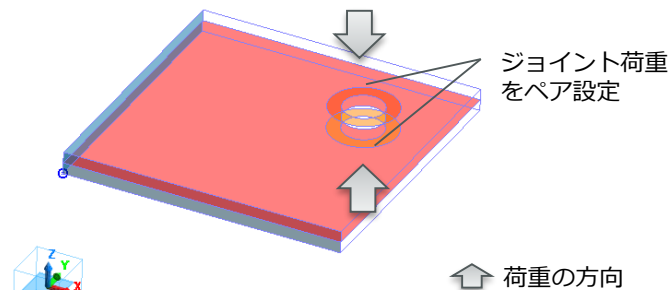


・ 磁場解析や電場解析で解析した損失密度をインポートして、損失密度を考慮した熱流体解析が行えるようになりました。

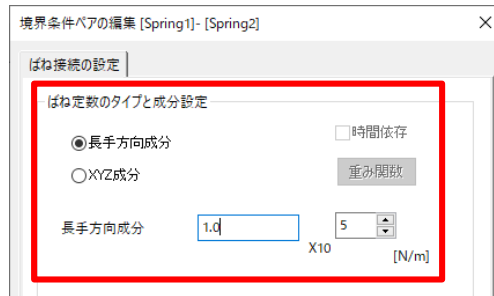
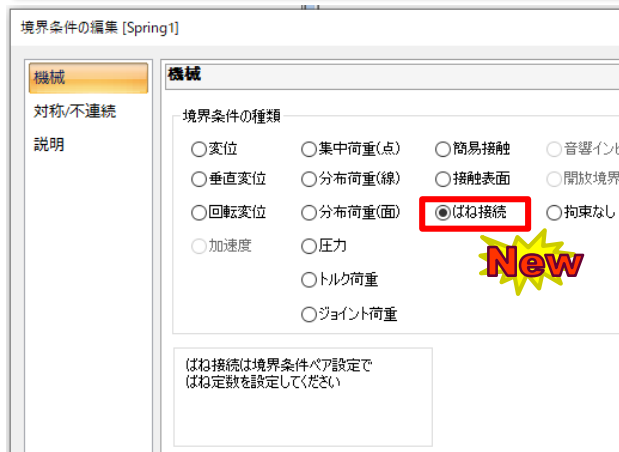
ボルト締結の軸力のように、相互に引張合う荷重が設定できるようになりました



応力解析 例題66

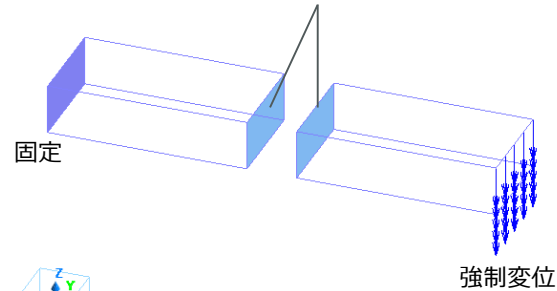


ボディ同士を、ばね接続できるようになりました



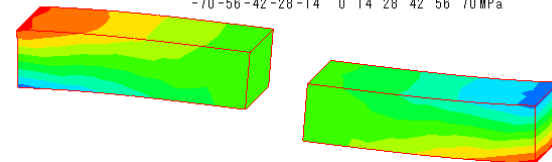
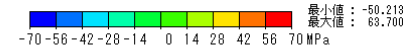
応力解析 例題67

ばね接続をペア設定



全体寸法：8.00000000e+0 mm

変位図補正なし



ソルバ : 応力解析
 モード : 7: 1[Step]
 フィールド: 応力 [Pa]
 成分 : X軸方向力
 スケール : Linear

全体寸法：8 mm

初期ひずみに、分布機能と時間依存機能が追加されました

初期ひずみ New

指定方法
 軸ひずみ
 体積ひずみ

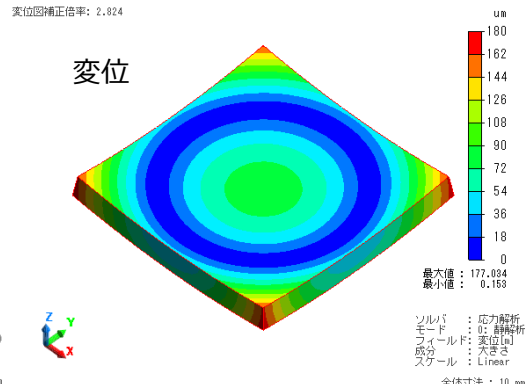
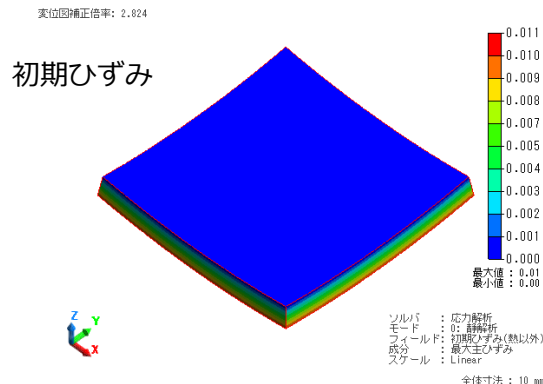
異方性
 等方
 異方

初期ひずみ(軸ひずみ)
0 X10

時間依存
 重み関数
 分布取込
 分布データ

・初期ひずみの分布や時間依存機能により、自由度の高い設定ができるようになりました。

初期ひずみに分布を設定した例



圧電解析の過渡解析を改善し、力で駆動できるようにしました

- ・ 駆動できる境界条件に、力が追加されました。
- ・ 結果フィールドの電圧表示が、改良されました。
- ・ 低周波での精度を改善しました。

- ・ 片持ち梁に集中荷重を与えて振動させた例を右に示しています。
- ・ 片持ち梁(図1)に、時間変化するZ方向の力(図2)を与えました。
- ・ その解析から得られた、変位の時間変化が(図3)です。
- ・ 応力解析の結果と比較すると、ほぼ一致しています。
- ・ Ver.2020.0で、駆動に使える境界条件は、[電圧、集中荷重、分布荷重、圧力、トルク荷重]です。

図1. 集中荷重で変形した片持ち梁の変位Z成分

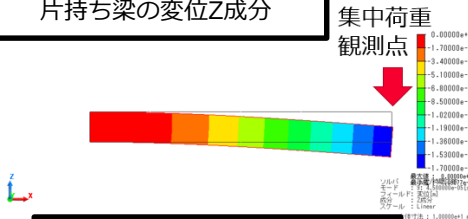


図2. 入力した力の時間変化

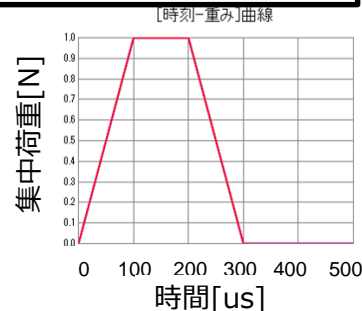
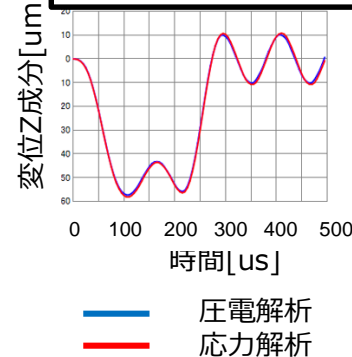


図3. 変位Z成分の時間変化
圧電解析と応力解析の結果比較



解析機能-音波解析： パワースペクトラムの表示機能を追加

音波過渡解析の境界条件で、パワースペクトラムが表示されるようになりました

音波

境界条件の種類

変位 圧力
 速度 開放境界
 加速度 剛体壁
 音響インピーダンス

波形の種類
タイプ

一定
 正弦波
 方形波
 任意波形
...

波形

大きさ 1 X10
位相差 0 X10
 入射波の割合
...

波形の確認

例：圧力を入力波形を任意波形で設定した場合

- 入力波形に含まれる各周波数の、パワースペクトラム比を確認できます。
- 時刻ステップ幅を、手動で設定する際の参考になります。
(周波数から決まる時刻ステップ幅 > 解析で用いる時刻ステップ幅)

音波過渡解析の求解法に、陰解法が追加されました

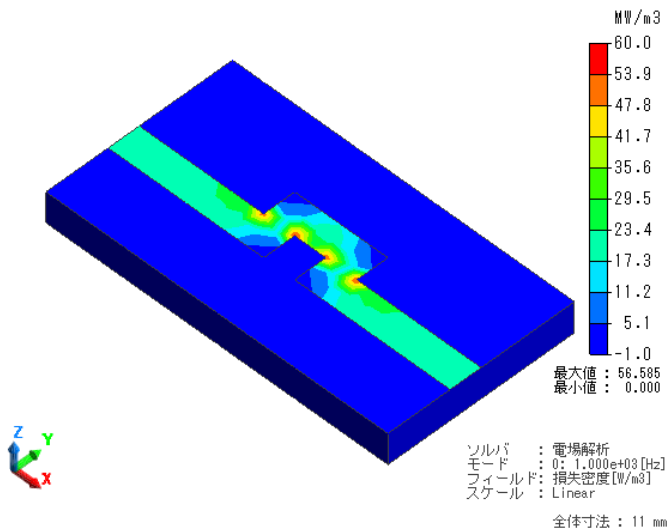
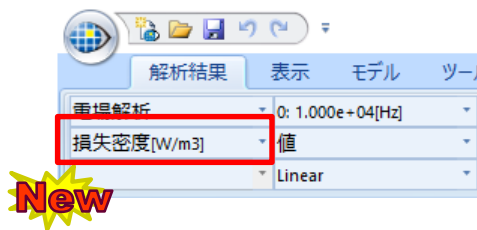


	小規模モデル (波長 \leq モデルサイズ)	大規模モデル (波長 \ll モデルサイズ)
メッシュ粗密小	陽解法	陰解法
メッシュ粗密大	陰解法	陰解法

それぞれのモデルに適した求解法

- 従来の求解法（陽解法）よりも大きな時刻ステップ幅が可能となり（10~20倍以上）、解析時間は短くなり大規模なモデルにも対応できます
- メッシュの粗密が大きいモデルでも数値不安定性が起こらず、解析が可能です
- 陽解法に比べ陰解法は精度が劣ります（同メッシュ、同時刻ステップ幅の場合）

電場解析の解析結果に、損失密度が追加されました



- ・ 磁場調和解析で、非線形透磁率材料を扱えるようになりました
- ・ これにより、調和解析で磁気飽和の考慮ができるようになりました

透磁率

材料タイプ

軟磁性材料 永久磁石 着磁材料

軟磁性材料
(マイナーループ使用) 着磁結果引用

磁化特性タイプ

線形(一定値) B-Hカーブ

異方性

等方 異方

周波数依存性

なし あり

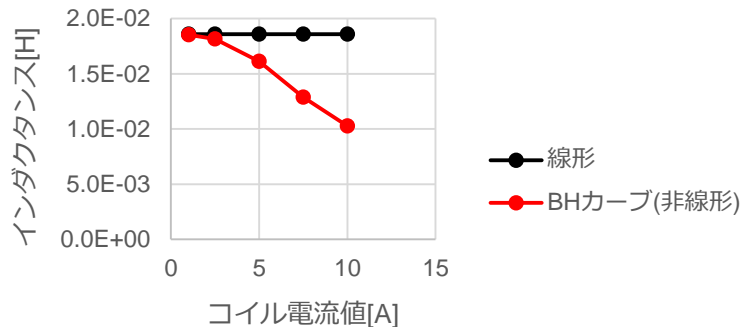
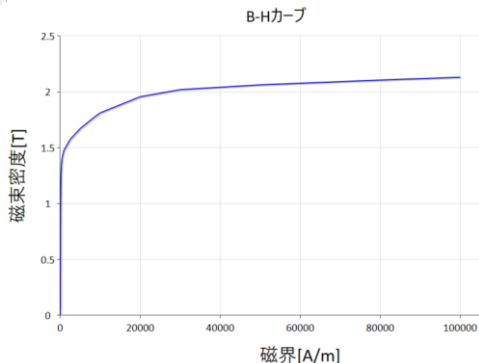
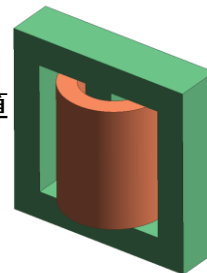
温度依存性

なし あり

...


New

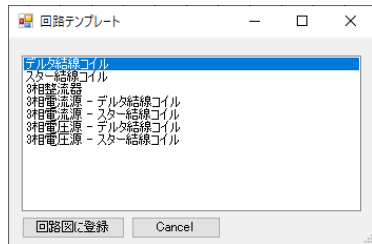
コア付きコイルの インダクタンス計算



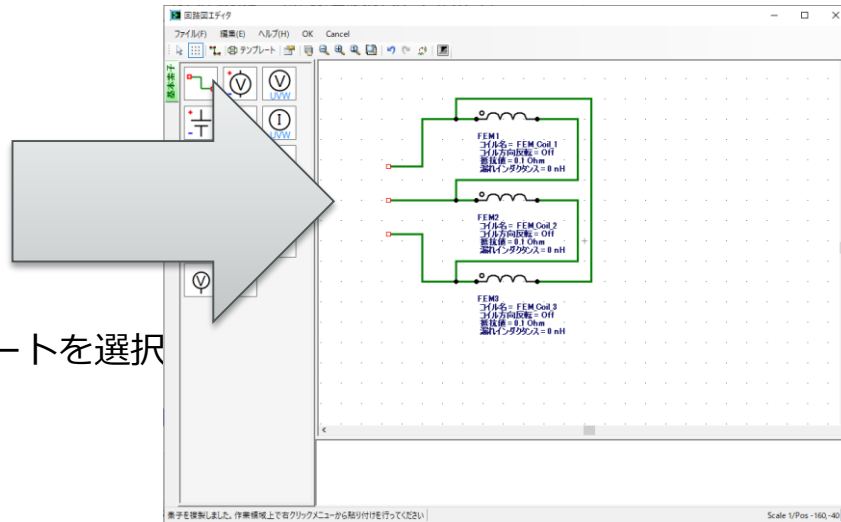
※ 疑似的な非線形解析であるため、過渡解析と比較すると精度が落ちます。

回路図エディタに、利用頻度の高い回路図のテンプレートが追加されました

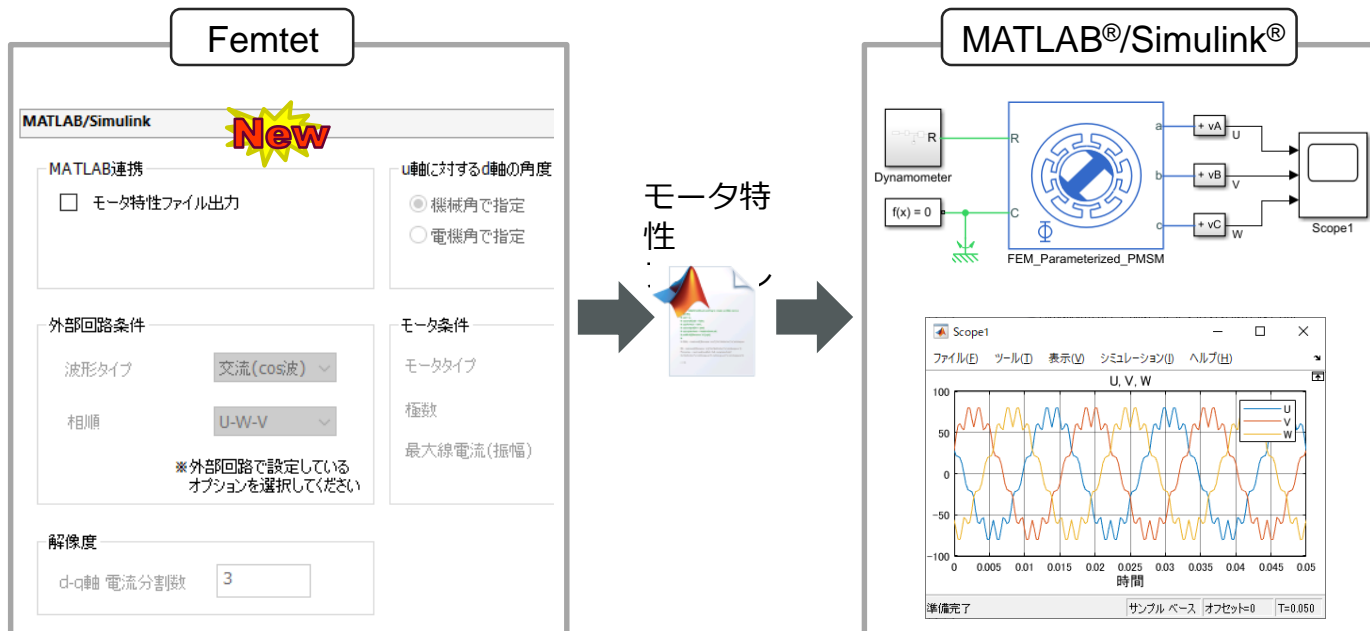
1. ツールバーから  テンプレート を選択します。



2. ダイアログからテンプレートを選択し、回路図に登録します。



MATLAB®/Simulink®とリンクしてモータシステムの解析ができるようになりました

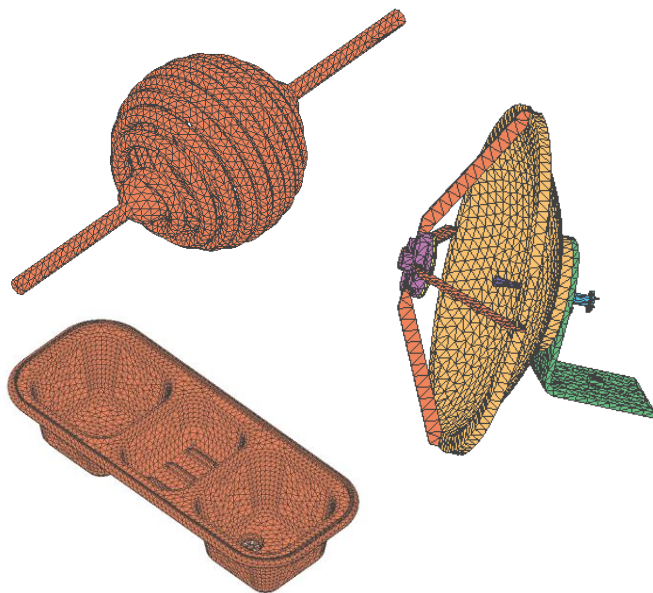


・ Femtetの磁場過渡解析で計算した、モータの基本特性を考慮して、Simulink®で、モータシステムの解析ができるようになりました。

曲面に対してロバスト性と質が改善されました

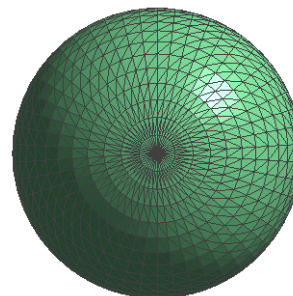
自由曲面の分割の成功率を向上

メッシュ分割の難しい自由曲面

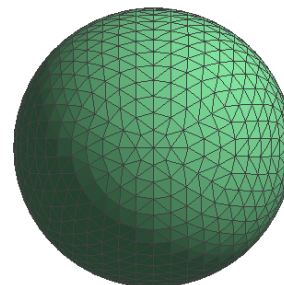


メッシュの質を改善 球の例

極近傍に質の悪いメッシュ



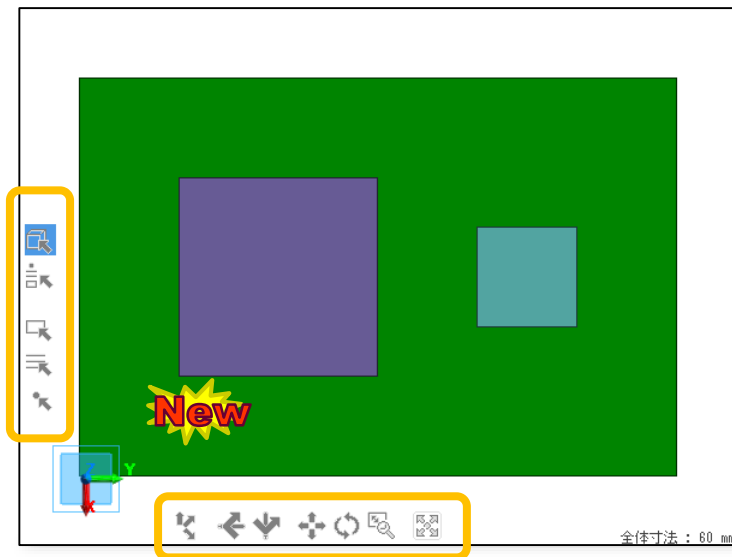
全体的に均一なメッシュ



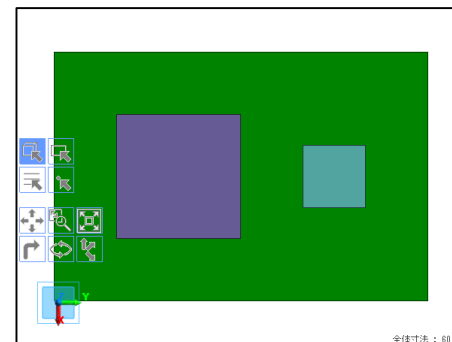
New

レイアウトが変更されました

Ver.2020.0



Ver.2019.1

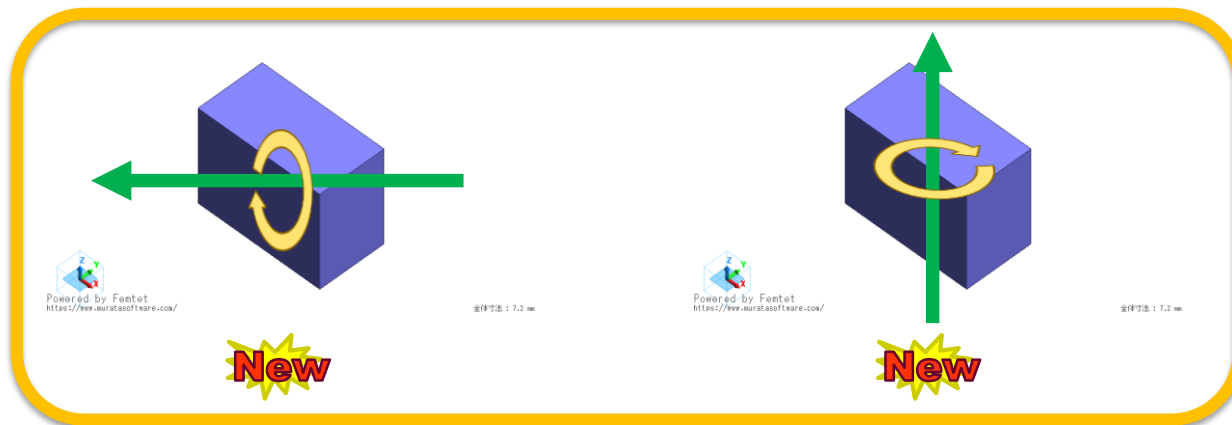


- ・モデルをフィットした状態で、アイコン表示がモデルと重ならないようにしました。

画面の縦または横を軸にした90度回転が追加されました

画面の横を軸にした回転：
・回転軸が画面右から画面左


画面の縦を軸にした回転：
・回転軸が画面下から画面上



- アクセラレータキー(ショートカットキー)による操作
 - ・Shift+ ↑で上90度回転、Shift+ ↓で下90度回転
 - ・Shift+ →で右90度回転、Shift+ ←で左90度回転

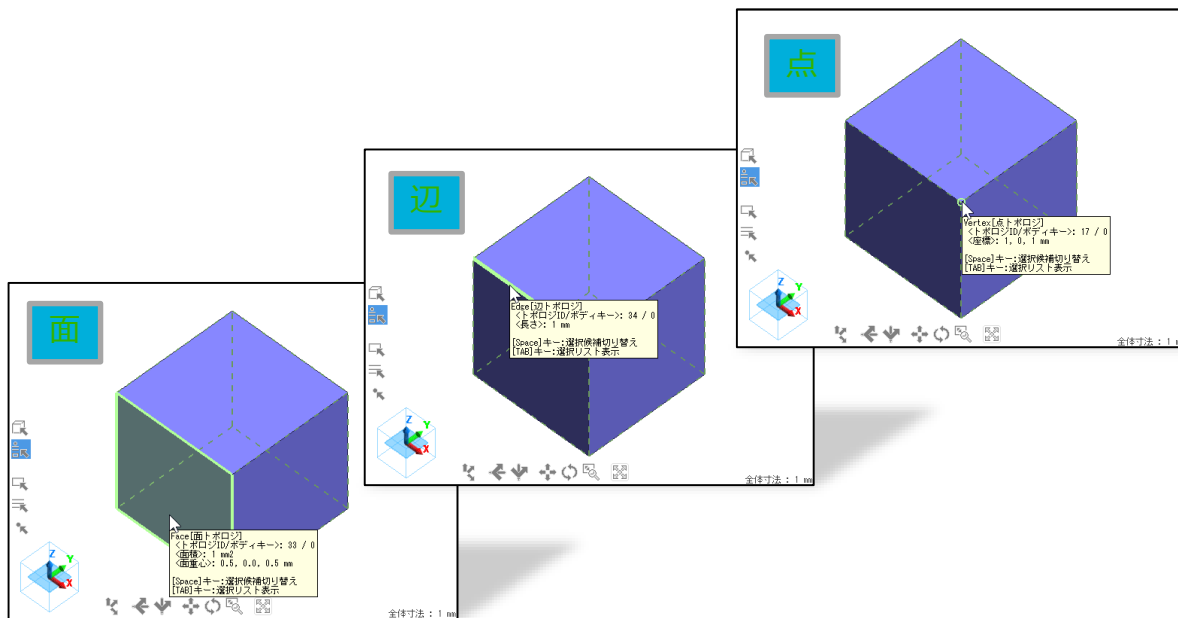
- ツールパネルによる操作(3次元解析のみ)

← 上90度回転 ↓ 右90度回転

- リボンメニューの「視点操作」グループから  アイコンの▼を選択

選択対象の切り替えに、点辺面選択が追加されました

- マウスカーソルに近いトポロジ(点/辺/面)がハイライトされます。

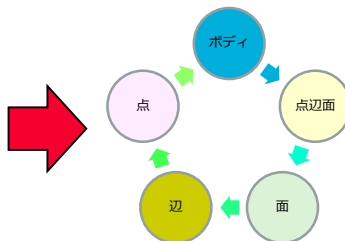
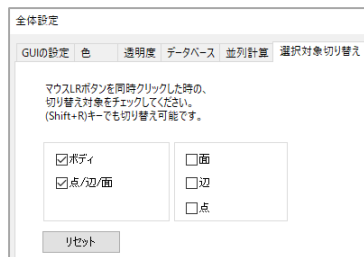


- ・ 選択対象の切り替えで、アクセラレータキーおよびマウス操作が追加されました
- ・ よく使用する選択対象の設定を行ない、キーおよびマウス操作で切り替えられます

・ 選択対象別アクセラレータキーリスト

選択対象	アクセラレータキー	備考
ボディ選択	Shift + B	Body
面選択	Shift + F	Face
辺選択	Shift + E	Edge
点選択	Shift + V	Vertex
点辺面選択	Shift + T	Topology
選択対象切り替え	Shift + R	Rotation

・ 全体設定からよく利用する選択対象を設定

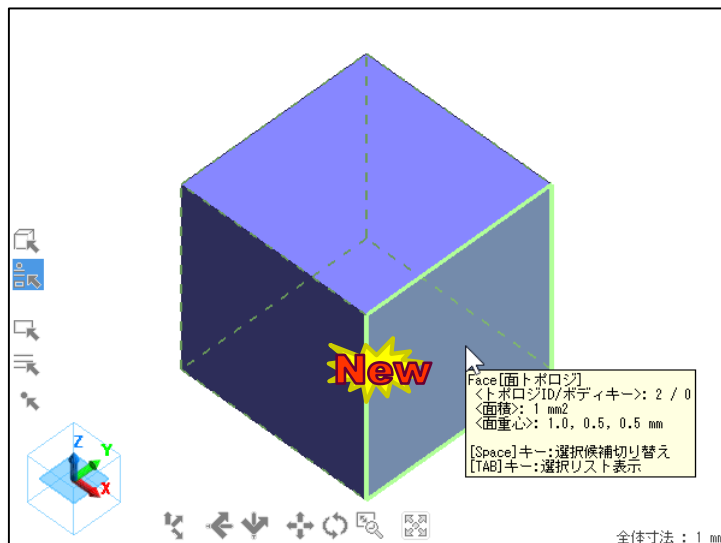


・ Shift + Rキー、またはマウスLRボタン同時クリックで、指定した選択対象が矢印順に切り替わります。

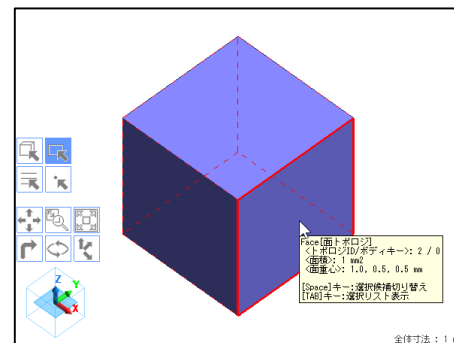
・ デフォルトでは、ボディ選択と点辺面選択が切り替わります。

面ハイライト時に表面色を変更することで、
選択対象面が明確に判別できるようになりました

Ver.2020.0



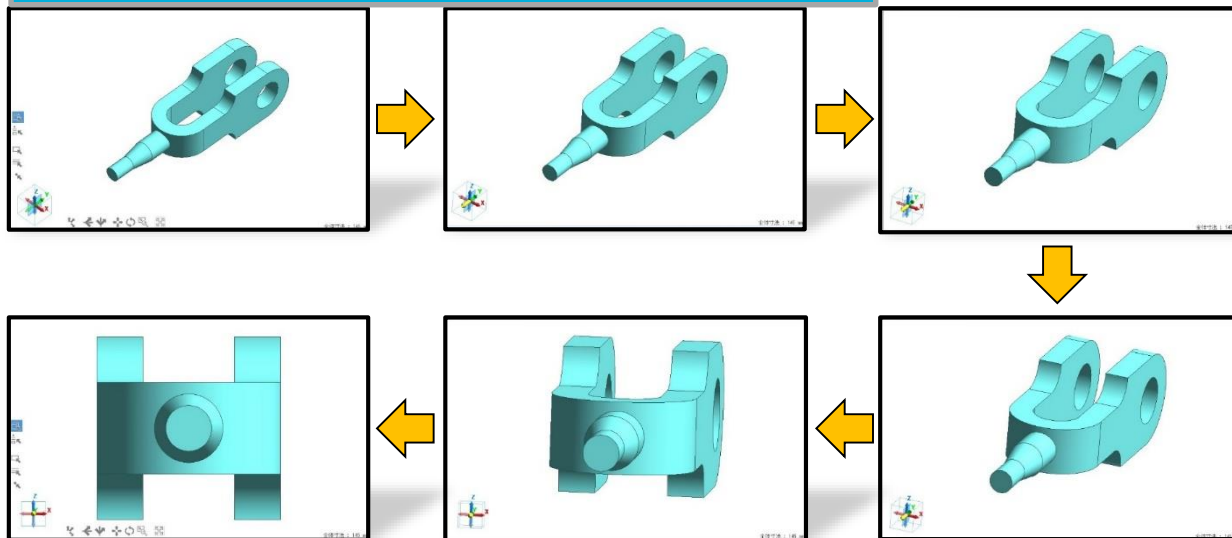
Ver.2019.1



固定視点切り替え中のアニメーション効果が追加されました。 ※OpenGL3.2のみ

- ・アイソメトリック視点や正面視点などの、固定視点に切り替える場合は、アニメーション表示により、直観的に視点の認識ができるようになります。

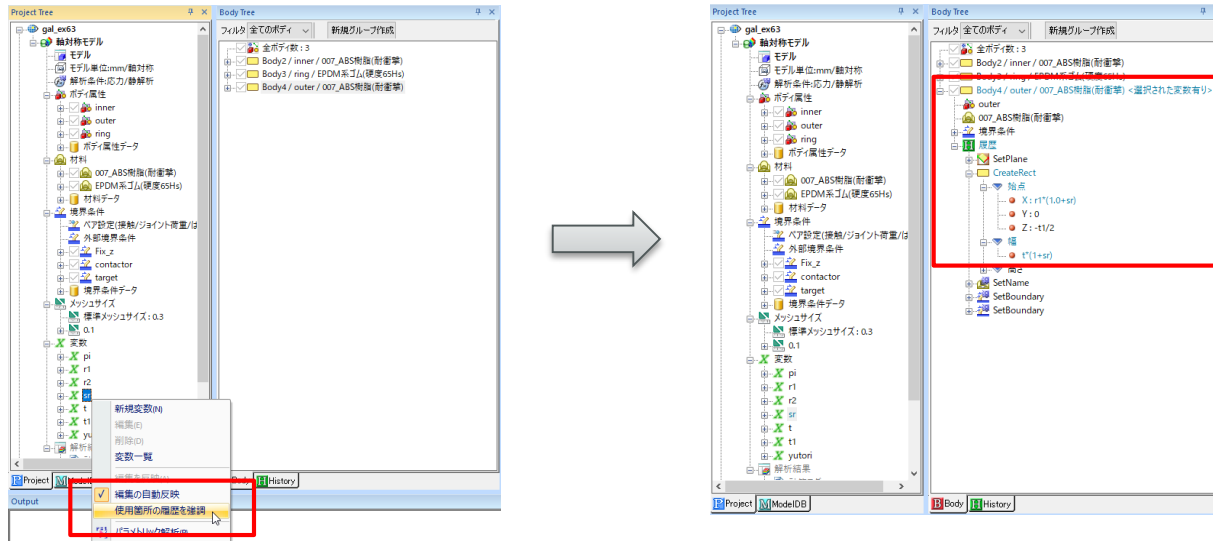
例：アイソメトリック視点 ⇒ 正面視点に切り替えた場合



※全体設定のGUI設定から、アニメーション効果をOFFにすることもできます。

ボディツリーの履歴で、変数を使用している箇所を表示できるようになりました

プロジェクトツリーの変数アイテムを右クリックし、
”使用箇所の履歴を強調”を選択することで、ボディツリーでの使用箇所を確認できます。



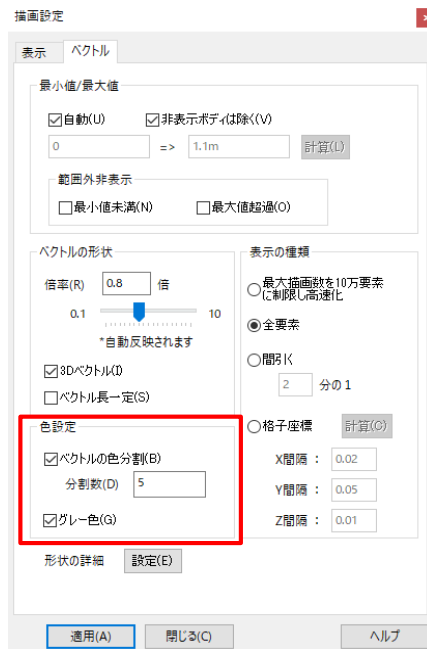
ツリーデータの作成、更新を改良し次の操作が高速化されました

・ボディ数、履歴が数千の大規模モデルで操作時間を計測した例

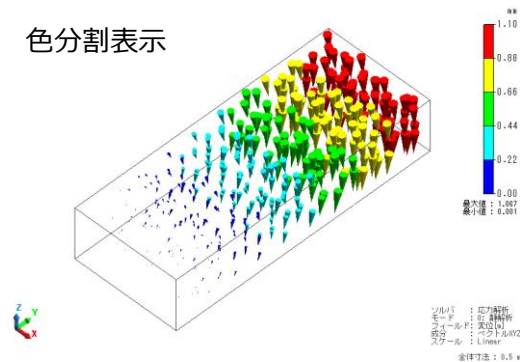
操作	Ver.2019.1	Ver.2020.0
作図(ボディ追加など)	3秒	1秒
ボディ属性/ 材料/ メッシュサイズ 境界条件/ 解析条件 の設定	5秒	1~2秒
ボディツリーの履歴展開	15秒	3秒
ツリーアイテムの削除、タイトル変更	5秒	1~2秒



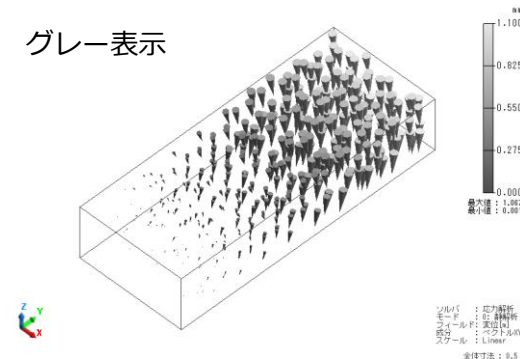
ベクトル図の色分割表示や、グレー表示ができるようになりました



色分割表示



グレー表示



以上