

Femtet Ver.2023.0

新機能/変更点のご紹介



Femtet
Computer Aided Engineering System
Murata Software Co., Ltd.

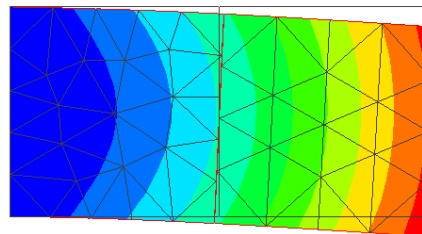
機能	概要
解析機能	<ul style="list-style-type: none"> • 応力解析/熱伝導解析:ボンド境界の追加 • 応力解析:六面体一次要素解析精度向上 • 流体/熱流体解析:自由表面解析(VOF法) • 流体/熱流体解析:移動壁境界条件の追加 • 流体/熱流体解析:拡散物質の重さを考慮した拡散解析機能 • 流体/熱流体解析:拡散解析の境界条件の拡張 • 流体/熱流体解析:拡散解析のテーブル出力の拡張 • 流体/熱流体解析:流体境界条件設定方法の改良 • 連成解析:電場熱流体解析の双方向連成機能を追加 • 連成解析:電磁波熱解析の双方向連成機能を追加 • 連成解析:電磁波熱解析で表面損失密度の計算 • 連成解析:熱流体応力連成機能の追加 • 連成解析:流体応力連成機能の追加 • 電磁波解析:例題の追加 • 音波解析:例題の追加

機能	概要
メッシュ	<ul style="list-style-type: none">• ロバスト性の向上• スweep・フリー混在メッシュ• 曲面に対応したアダプティブメッシュ• アダプティブメッシュの質の改善• 流体解析用積層メッシュ生成機能向上• 流体解析用積層メッシュ生成状況確認機能の追加
結果表示	<ul style="list-style-type: none">• 断面表示の改良
その他	<ul style="list-style-type: none">• プロジェクトデータファイルの自動保存

ボンド境界を用いることで異なるメッシュを結合できるようになりました



応力解析の例



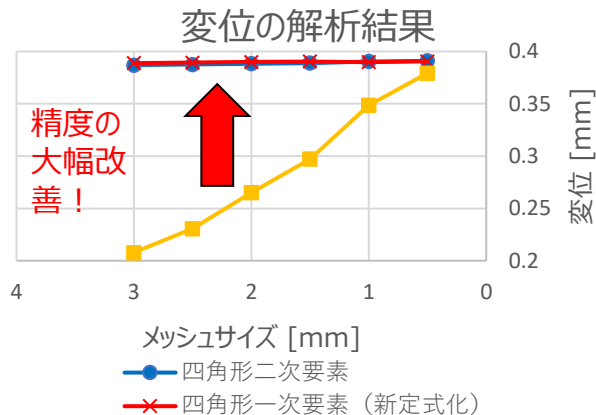
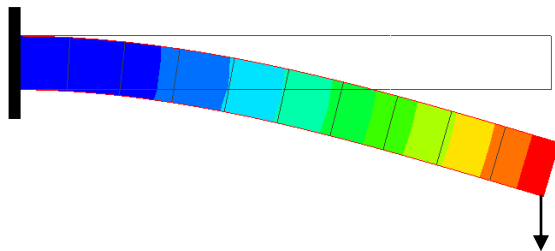
異なるメッシュを不連続に結合

- メッシュ同士が不連続に結合できることでメッシュの成功率や質の向上を期待できます。
- 応力解析と熱伝導解析に対応しました。
- 他のソルバでのボンド境界も今後対応する予定です。

応力解析において、一次要素の解析精度が向上されました

- Ver.2022.1から一次要素の精度が低下する問題に対して効果的な拡張ひずみ仮定法を導入しました。しかし、超弾性および弾塑性材料に対しては未対応でした。
- Ver.2023.0から、超弾性および弾塑性においても、拡張ひずみ仮定法が有効となりました。また、拡張ひずみ仮定法では、大ひずみの収束性も向上しました。

片持ち梁のシミュレーション



自由表面解析(VOF法)が使用できるようになりました

流体解析

解析の種類

- 定常解析
 過渡解析

層流/乱流

- 層流
 乱流

オプション

拡散解析の設定 ...

混相流の設定 ...

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)

リスタートの詳細設定 ...

壁表面の積層メッシュ設定

全体設定 ...

詳細設定 ...

混相流の設定

自由表面(VOF法)の解析を行う

自由表面(VOF法)の設定

相の設定

材料定数名

100_水

追加

削除

変更

相No	流体材料名
相 1	000_空気
相 2	100_水

重力を考慮する

表面張力を考慮する

OK

キャンセル

ヘルプ(?)

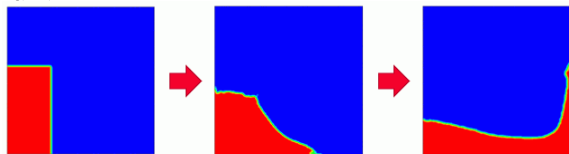
New

浮力を考慮する場合、同時に温度分布を計算する必要があります。
ソルバの選択で熱伝導解析にもチェックを入れてください。

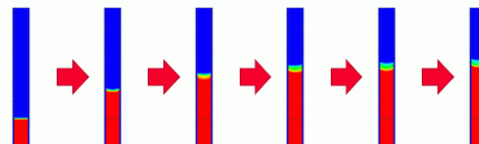
- 複数の流体（気体/流体）を含む混相流の解析が可能です。
- 重力や表面張力/濡れ(接触角)による気液界面の移動を計算することができます。
- 過渡解析のみの機能となります。

自由表面解析(VOF法)が使用できるようになりました

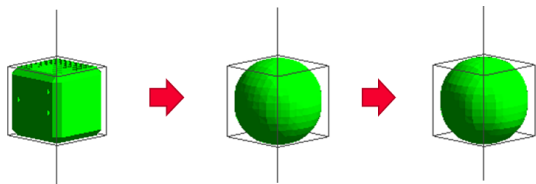
例題14 ダムブレイク



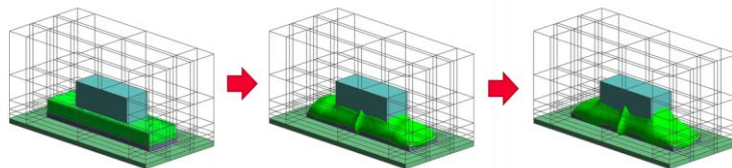
例題16 毛細管現象



例題15 表面張力による水滴形成



例題17 はんだの濡れ上がり

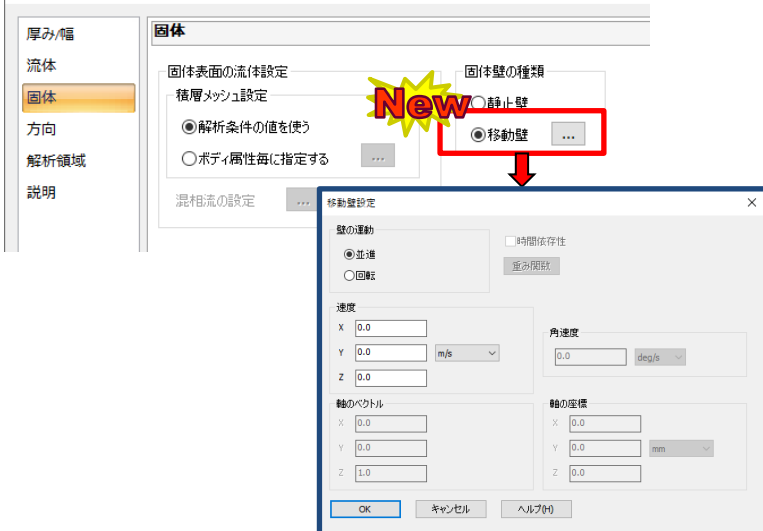


<注意点>

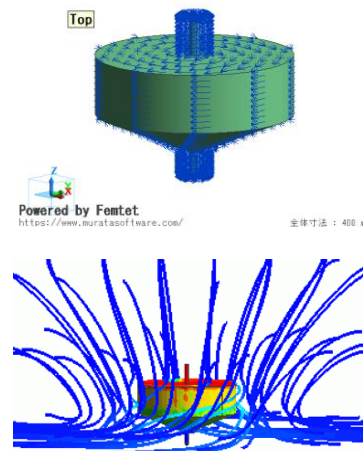
- 界面の移動を計算するため、細かい時間ステップの設定が必要となります。
- 界面の形状を再現するには、可能な範囲で規則正しい細かいメッシュが必要となります。
(スリーブメッシュ推奨)

移動壁境界条件が設定できるようになりました

ボディ属性の編集 [新規データ]

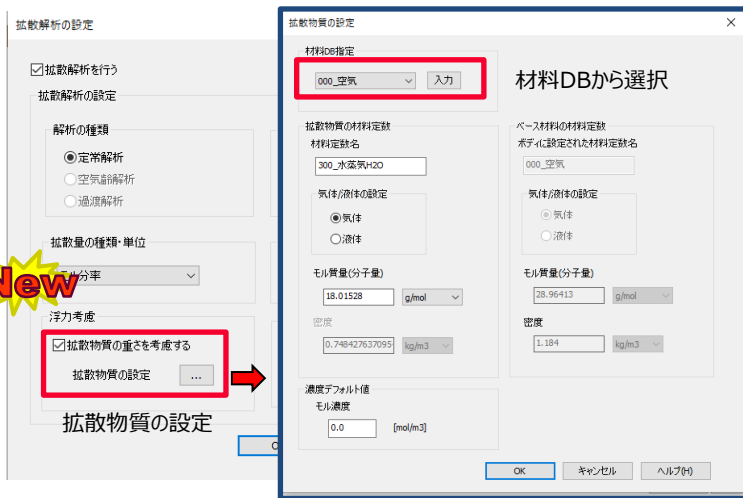


例題18 回転するコマ周りの流れ解析

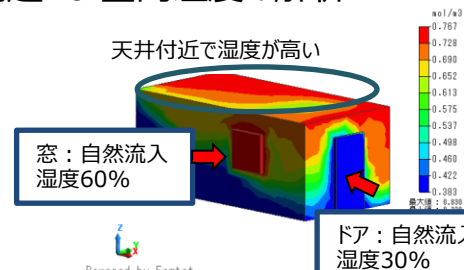


- 壁面の並進速度、回転角速度を指定することができます。
- 面に沿った方向の流速成分が考慮され、垂直方向の流速は考慮されません。
- 回転条件は、コマのような回転対称体で使用することができます。
- 境界条件、もしくはボディ属性で設定することができます。

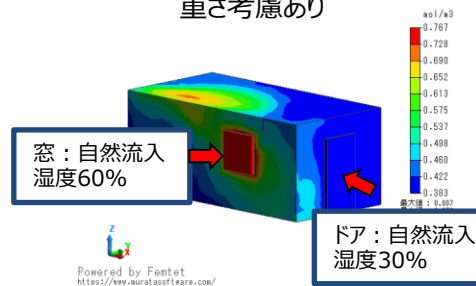
拡散物質の重さを考慮した拡散解析ができるようになりました



例題20 室内湿度の解析



重さ考慮あり

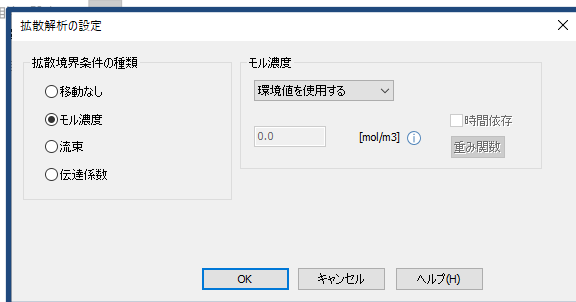
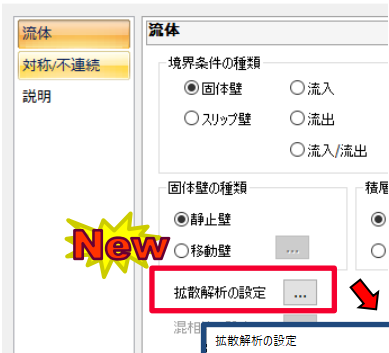


重さ考慮なし

- 拡散物質を指定することで、拡散物質の重さを考慮できるようになりました。
- 空気中の水蒸気等の拡散を計算することができます。水蒸気は空気より軽いため、湿度の高い箇所では浮力が生じ、天井付近に溜まる傾向が確認できます。

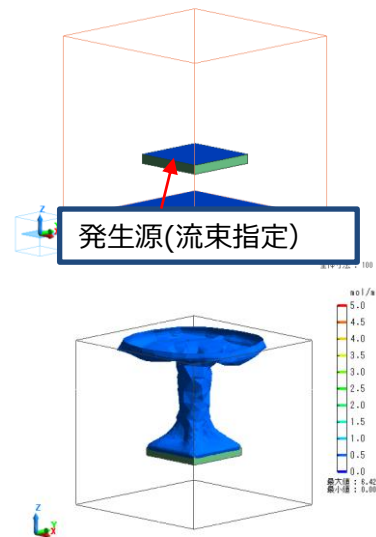
壁表面からの拡散物質の移動を、境界条件で設定できるようになりました

境界条件の編集 [外部境界条件]



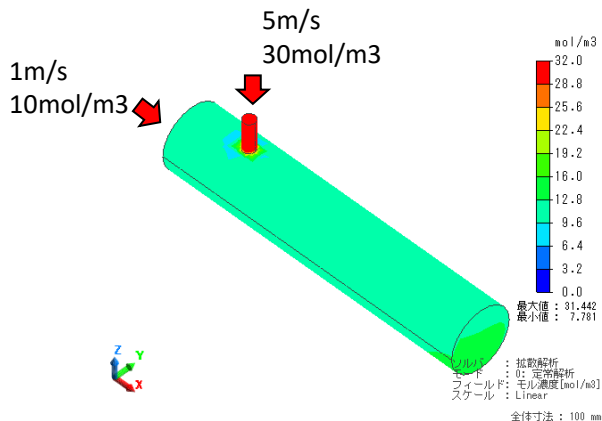
- 壁表面に拡散物質の発生源を設定することができます。

例題19 不純物物質発生による対流解析



濃度分布

境界における拡散物質の、流入出量および平均値が出力できるようになりました



拡散物質の混合解析

有限要素法情報 | 収束状況 | モル濃度[mol/m³] | 平均

	値
Inlet	10.000
Inlet_2	30.000
Outlet	13.100
外部境界条件	11.334

流出口での拡散物質濃度

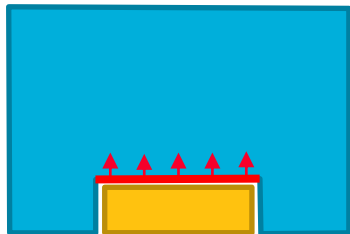
有限要素法情報 | 収束状況 | モル濃度[mol/m³] | モル濃度流量[mol/s]

	値
Inlet	3.055e-3
Inlet_2	1.681e-3
Outlet	-4.736e-3
外部境界条件	-7.247e-7

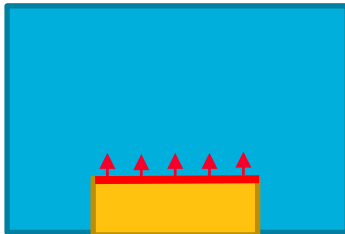
流入口での拡散物質流量

固体と流体の境界への流体境界条件設定が簡単になりました

Ver.2022.1



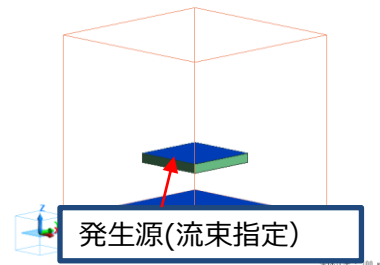
Ver.2023.0



- 1.ブーリアン（差）実施
⇒流体領域を作成
- 2.流体側の面に境界条件指定
※壁境界のみ / 流入出境界はエラー

- 1.固体表面に境界条件指定
(ブーリアン不要)
※流入出境界も可

例題19 不純物物質発生による対流解析

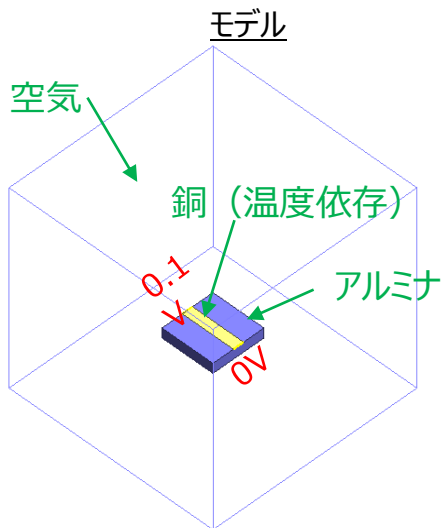


<活用例>

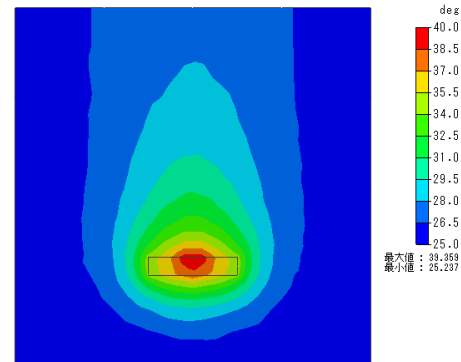
- 固体表面に吹き出し口がある場合（エアコン、加湿器など）
- 固体表面に拡散物質の発生源がある場合

電場解析と熱流体解析の双方向連成ができるようになりました

- 電場解析で発生した損失密度を発熱体とし、その熱流体解析を解析する電場熱流体解析ができるようになりました。
- 導電率の温度依存性を考慮した、電場熱流体解析ができるようになりました。



温度分布

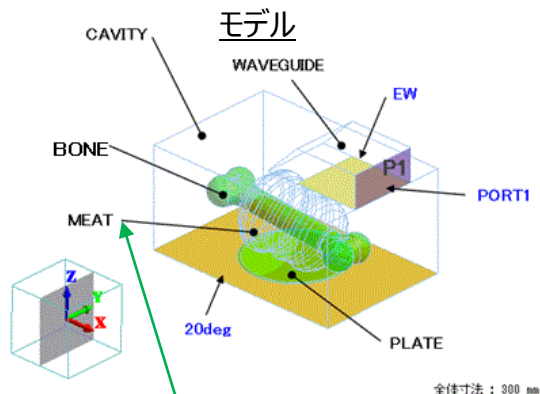


- 発熱した基板周囲の空気の温度分布を確認

解析機能 - 連成解析: 電磁波熱解析の双方向連成機能を追加

電磁波調和と熱伝導の連成解析で、双方向連成ができるようになりました

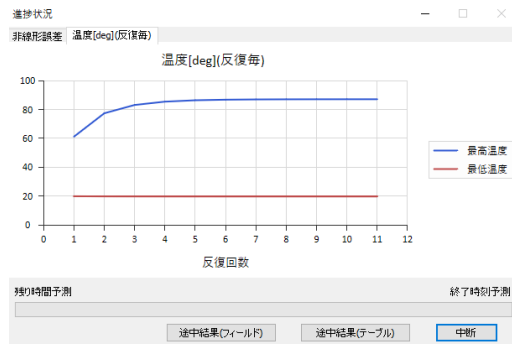
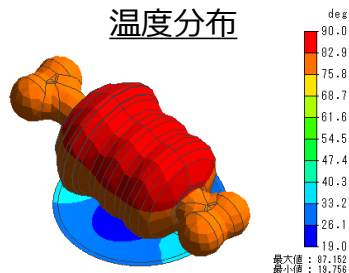
- 電磁波調和解析と熱伝導解析で、誘電率の温度依存性を考慮した解析ができるようになりました。
- 熱の定常、過渡解析の両方に対応しています。



水の誘電率の温度依存性

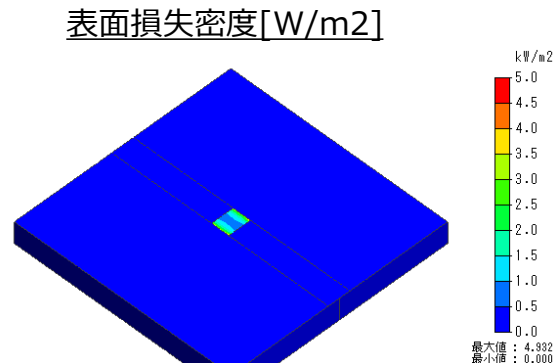
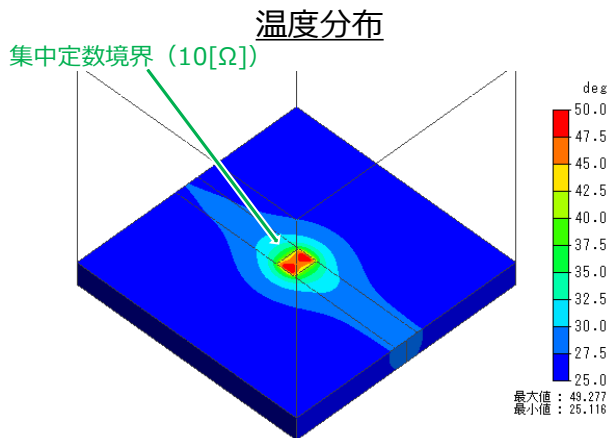
[温度-比誘電率]曲線

No.	温度	比誘電率	tanD
1	20	80.36	0.16
2	40	73.39	0.16
3	60	67.03	0.16
4	80	61.06	0.16
5			



表面損失密度の計算および結果表示ができるようになりました

- 集中定数・表面インピーダンスが設定された境界条件において、表面損失密度が計算できるようになりました。
- 結果表示から、表面損失密度の分布を視覚的に確認することができます。



表面損失密度 :

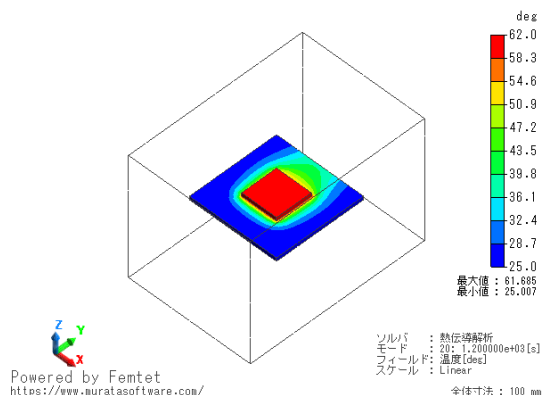
$$\frac{1}{2} \text{Real} \left(\frac{(\mathbf{E} \times \mathbf{n}) \cdot \overline{(\mathbf{E} \times \mathbf{n})}}{\bar{Z}} \right)$$

熱流体応力連成解析ができるようになりました

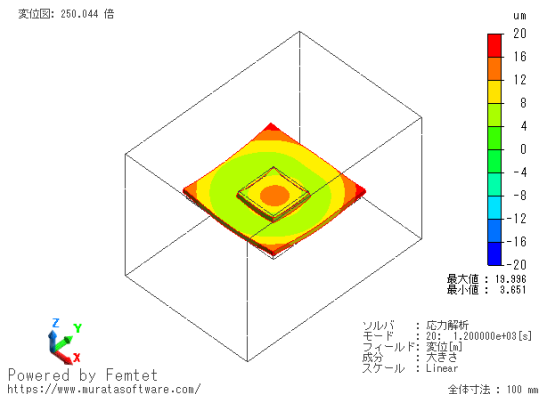
- 熱流体解析の温度分布を使用して応力解析を行います。
- 熱⇒応力の1方向の連成のため、変形の流れ場、温度場への影響は考慮できません。

熱流体応力連成解析例題1 ICの発熱による基板の反り解析

温度分布 (チップの発熱)



変位分布 (基板の反り)

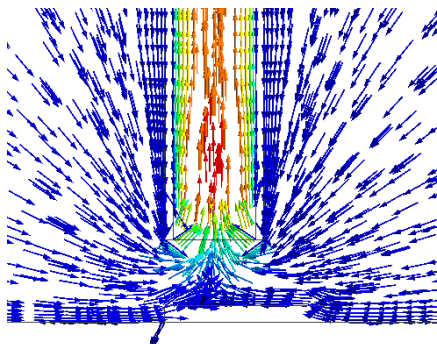


流体応力連成解析ができるようになりました

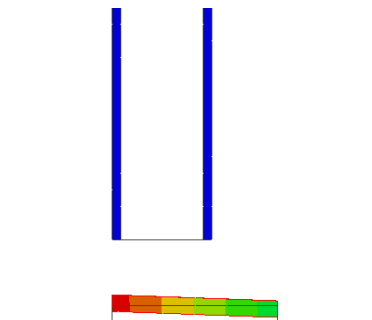
- 流体解析で解析した固体表面の圧力/せん断応力分布を使用して応力解析を行います。
- 流体⇒応力の1方向の連成のため、変形の流れ場への影響は考慮できません。
(この例題の場合、吸い上げ直後の挙動のみ解析可)

流体応力連成解析例題1 ノズル吸着力の解析

吸い上げ時の流速分布

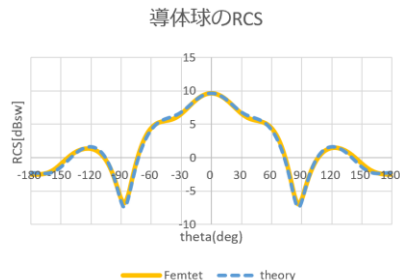
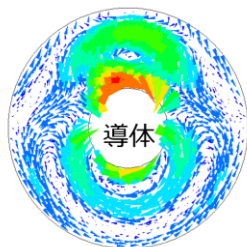


吸い上げ開始直後の移動



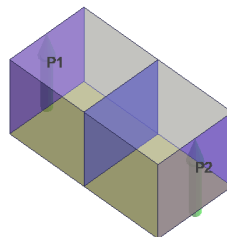
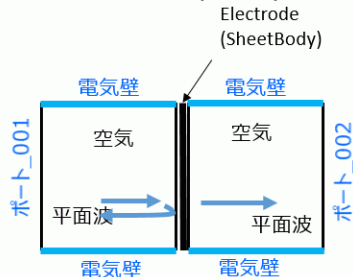
電磁波解析の例題が追加されました

例題 4 5 導体球のレーダー反射断面積 (RCS) 計算



- FemtetにRCSを計算する機能はありませんが、Excelで足し算するだけでRCS[dBsw]が求まります。

例題 4 4 薄膜電極要素



- 薄膜電極を通過する電磁波を扱う機能の紹介です。

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

全体寸法: 2 mm

音波解析の例題が追加されました

例題12 音波の減衰

- この例題では、減衰量 α [dB/m]が分かっている場合に、それをシミュレーションに反映する方法を提案します。

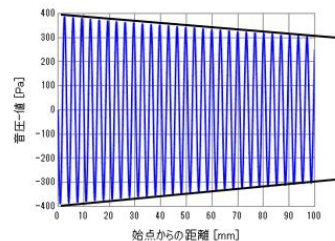
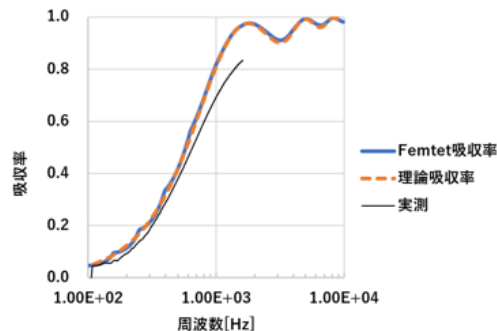


図2 音圧分布の変化 (瞬時値)

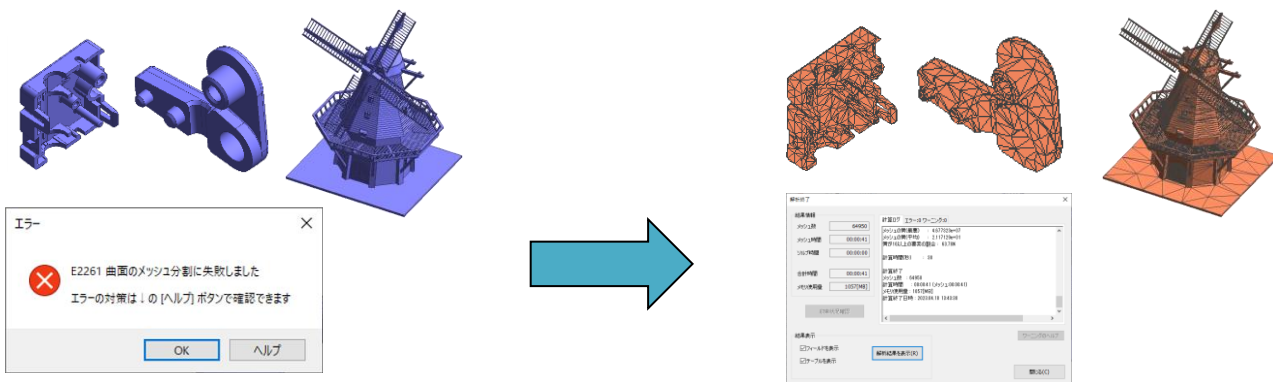
例題13 吸音材

- 吸音材の取り扱い方法を提案します。
- 周波数特性をもつ音速・密度を複素数でテーブル入力します。
- 吸収率の周波数特性(右図)を求めます。



アルゴリズムの改良でメッシュの成功率が向上されました

- Ver.2022.1と比較してエラーを8割削減。メッシュの成功率が向上しました。



- CADモデルのビッグデータ ABC Dataset[*1]などから
- メッシュエラーとなるモデルを抽出
- 曲面の分割、Edgeの修復、Faceの修復のアルゴリズムを改善しメッシュ成功率を向上

[*1] ABC Dataset: <https://deep-geometry.github.io/abc-dataset/>

スイープメッシュとフリーメッシュが混在できるようになりました

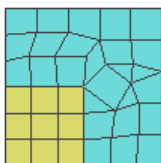
新しいメッシュ設定ダイアログ

要素の種類

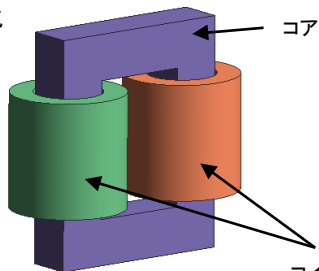
- 4面体フリー
- 4面体フリー/スイープメッシュ
- 6面体フリー/スイープメッシュ

積層構造

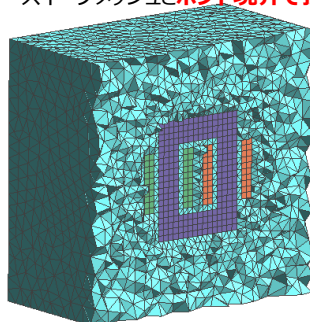
ボディ表面のメッシュが正方形となるよう作成する



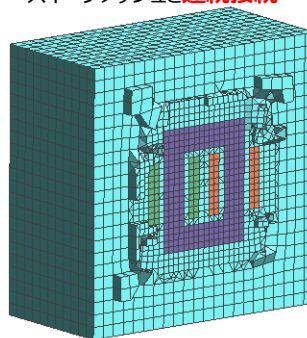
空気



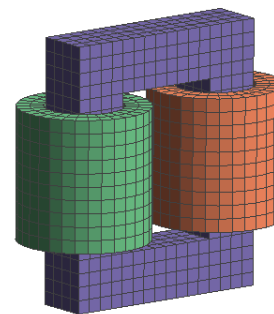
空気を4面体フリーメッシュで分割
スイープメッシュと**ボンド境界で接続**



空気を6面体フリーメッシュで分割
スイープメッシュと**連続接続**

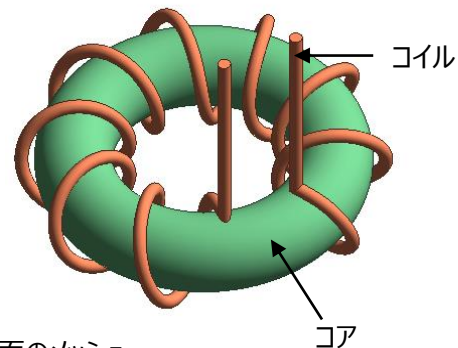


コイルとコアはスイープメッシュ

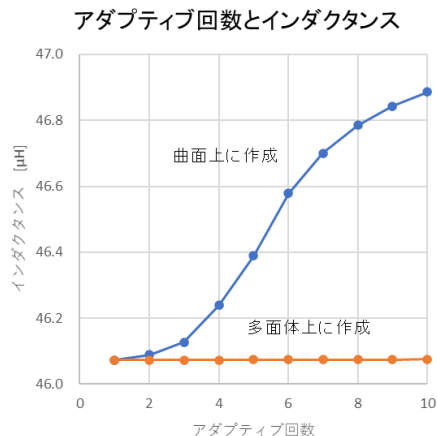


アダプティブメッシュを曲面上に作成することができるようになりました

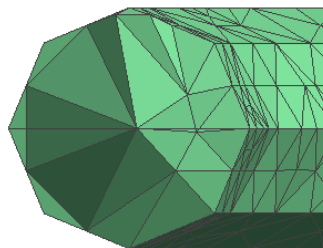
- Ver.2022.1のアダプティブメッシュは、最初にメッシュを作成した多面体上（平面）に作成しており、曲面との形状誤差が大きくなる欠点がありました。
- Ver.2023.0では、曲面に作成することで形状誤差も小さくなります。
- 例では、コアの断面積が増加していくと同時に、インダクタンスも増加して真値に近づく様子を示しています。



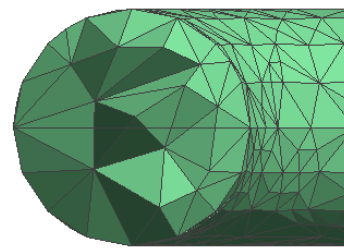
コア断面のメッシュ



多面体上に作成

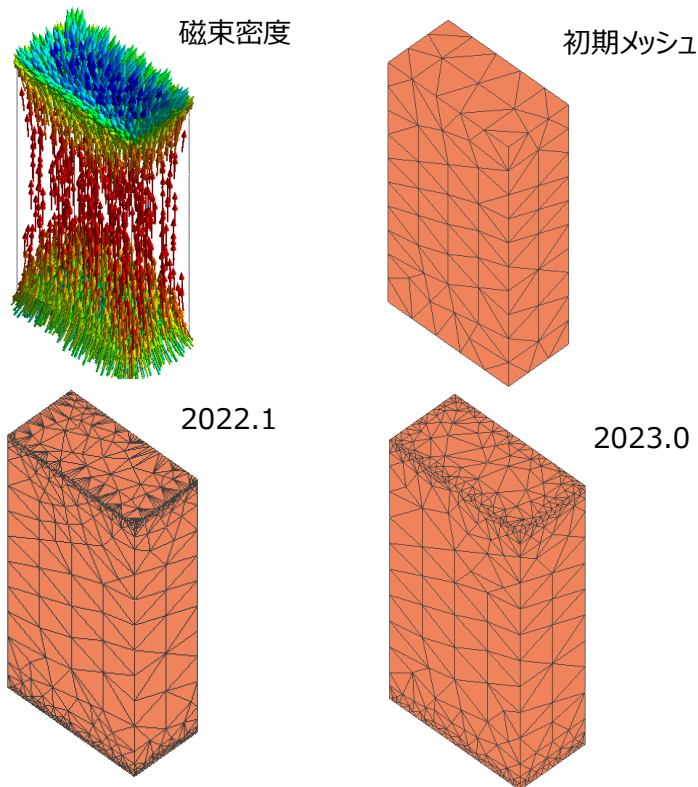


曲面上に作成



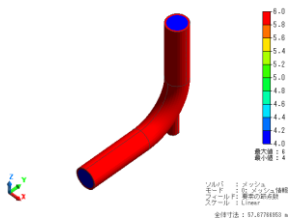
集中して細くなるメッシュがなだらかに変化するようになりました

- Ver.2022.1のアダプティブメッシュは、応力や電磁界などのフィールドの変化の大きいところに、極端に細かいメッシュが作成されることで、メッシュの質が悪化し、収束が遅くなる問題がありました。
- Ver.2023.0では、適度に小さなメッシュからなだらかに変化し、質の良いメッシュが作成されるようになりました。
- 例では、棒磁石に対してアダプティブメッシュを、10回繰り返したあとのメッシュを表示しています。
Edgeに集中したメッシュがなだらかに変化するようになっています



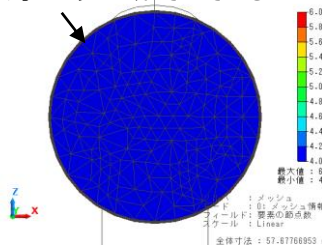
積層メッシュ生成機能が向上されました

- 積層メッシュ生成過程で起こるメッシュ生成エラーが大幅に削減されました。
- モデルによって積層メッシュが薄くなってしまいう問題が改善されました。



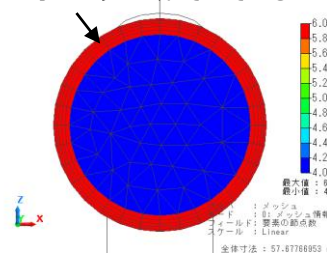
パイプモデル

極端に薄いメッシュができています

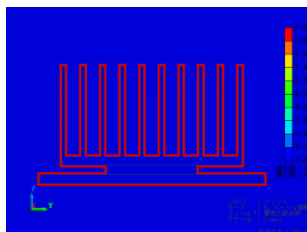


Ver.2022.1

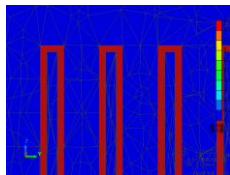
厚いメッシュができています



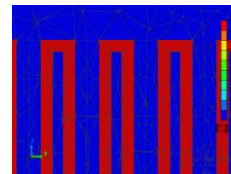
Ver.2023.0



ヒートシンクモデル



Ver.2022.1



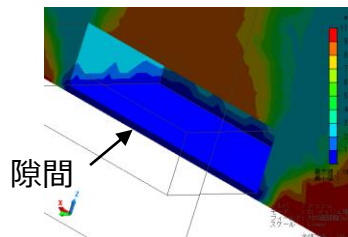
Ver.2023.0

積層メッシュ生成状況を確認できる機能を追加しました

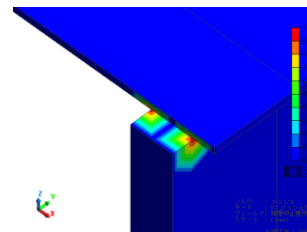
New

- メッシュの質(コンター)
- メッシュの質(ベクトル)
- メッシュの節点数
- 積層メッシュ積層数**
- 積層メッシュ第1層高さ[m]**
- 積層メッシュトータル高さ[m]**
- 積層メッシュ積層方向**
- 対向面距離[m]**
- 高さ補正係数**
- 積層中止箇所**

- 壁表面の情報をフィールド値で確認することができます。
- 収束性/精度が悪い場合に、モデル改善のヒントが得られます。



対向面距離



積層中止箇所

- **高さ補正係数**
 - 積層メッシュ生成の過程で高さを低く補正した箇所を確認することができます。
 - 極端に補正係数が低い箇所はモデルに問題がある可能性があります。
- **対向面距離**
 - 対向する壁までの距離を確認することができます。
 - 極端に小さい場合、意図しない隙間が存在する可能性があります。
- **積層中止箇所**
 - 積層できなかった箇所を表示することができます。
 - 積層できなかった箇所は収束性を悪化させる場合があります。

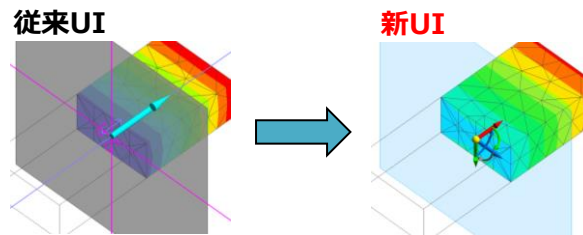
結果表示の断面表示機能の改良を行いました

- 断面作成処理を高速化しました
 - 処理の並列化
 - キャッシュのデータ構造を見直し

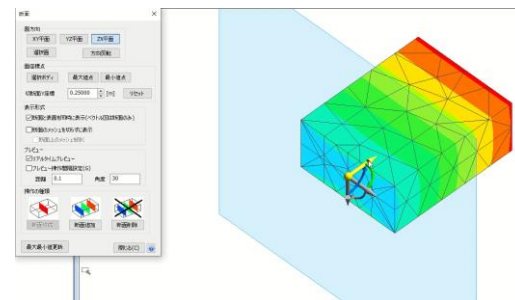
大規模モデルでの断面処理時間例

従来版	改良版
6[s]	2[s]

- 直感的な操作UIに改良しました。



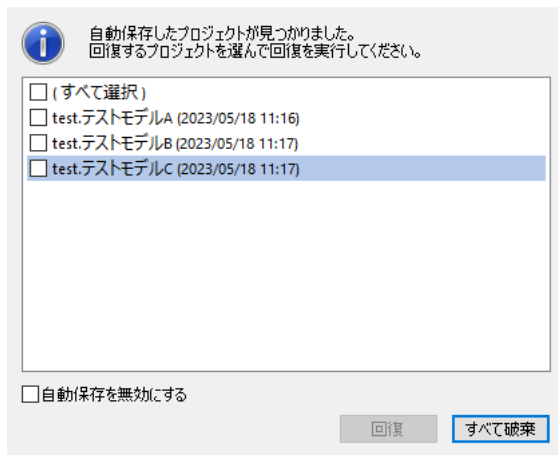
- 切断面の操作に追従して、断面をリアルタイムに作成できるようになりました。



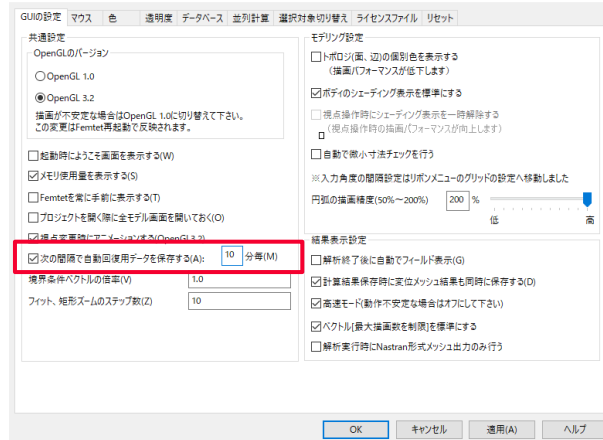
Femtetプロジェクトの回復用ファイルを、定期的に自動保存する機能が追加されました

- 定期的にFemtetプロジェクトデータの回復用ファイルを自動で保存し、Femtetアプリが異常終了した場合に、プロジェクトデータを正常な状態に戻すことができるようになりました。
- デフォルトでは10分毎に保存処理を行います。
- 全体設定でOn/Off、処理間隔を変更することも可能です。

自動保存プロジェクトの回復



全体設定



以上