

Femtet[®] 2015.1

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>応力解析:境界条件「垂直変位」の機能向上</u>• <u>応力解析:境界条件「回転変位」の機能向上</u>• <u>応力解析:非線形解析未収束時の続行オプション追加</u>• <u>熱伝導解析:温度のテーブル出力拡張</u>• <u>熱伝導解析:ボディ属性単位の熱収支テーブル出力追加</u>• <u>熱伝導解析:熱流量・熱抵抗のテーブル出力追加</u>• <u>熱伝導解析:ジャンクション熱抵抗のテーブル出力追加</u>• <u>熱伝導解析:熱抵抗境界の入力形式を改良</u>• <u>熱伝導解析:「加速/減速係数」適用範囲の拡張</u>• <u>熱伝導解析:過渡解析の精度を向上</u>

機能	概要
解析機能	<ul style="list-style-type: none">• <u>電磁波解析:ポートの基準インピーダンス指定の改良</u>• <u>電磁波解析:周辺電磁界の精度向上</u>• <u>電磁波解析:オプションダイアログの整理</u>• <u>電磁波・熱伝導連成解析:電磁波の入力電力に時間変化する重みを追加</u>• <u>電場解析:電界に依存する誘電率・導電率の解析機能を追加</u>• <u>圧電解析:粘弾性材料を含む調和解析機能の追加</u>
モデリング	<ul style="list-style-type: none">• <u>多角柱らせんコマンド機能を改良</u>• <u>スナップで「面上の点」を追加</u>• <u>引きのばし/相似引きのばし機能を改良</u>• <u>計算結果取得プロセスのマクロ出力機能を追加</u>

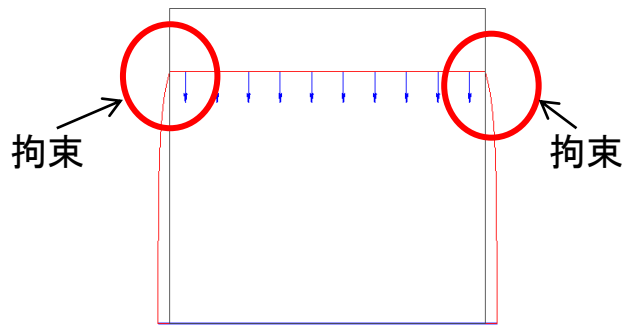
解析機能 - 応力解析

境界条件「垂直変位」の機能を向上

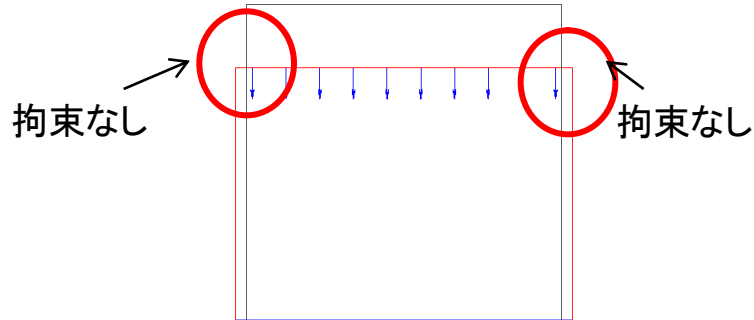
「強制変位」で、荷重方向以外の拘束が起こらなくなりました
値を入力するだけで、「固定」と「強制変位」が切り替わるようになりました

例：垂直変位による圧縮変形

従来:2015.0



改良版:2015.1



垂直変位の扱い

固定 (スライドフリー)

強制変位

強制変位

-4 [m]

-1 X10 [m]

※平行方向の変位は固定されます

NEW

-4 [m]

-1 X10 [m]

※垂直変位ゼロを入力したときに、
固定(スライドフリー)となります。

境界条件「回転変位」の機能を向上

回転変位で、「半径の大きさを固定して回転」、
または「固定しないで回転」が、選べるようになりました

例題55: 回転変位を用いた板の曲げ解析

軸上の座標

X

Y X10 [m]

Z

軸のベクトル

X

Y

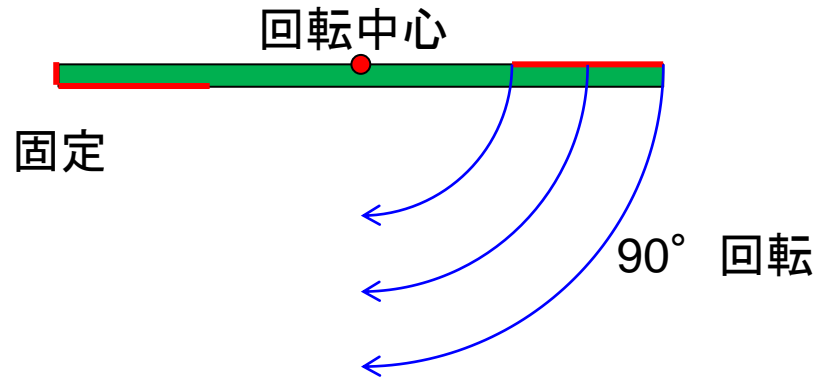
Z

回転角度

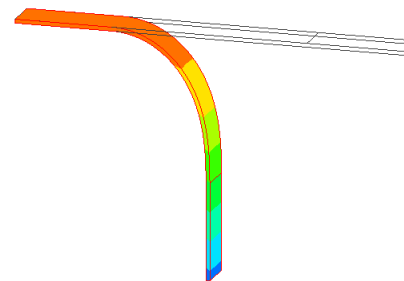
X10 [deg]

半径を一定に保ちながら回転させる

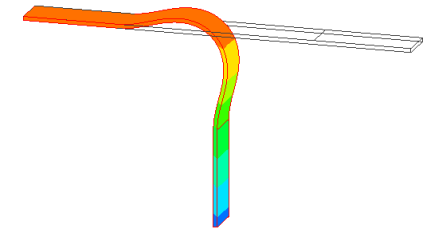
NEW



■ 設定なし(半径方向フリー)
回転方向のみに力が発生します。

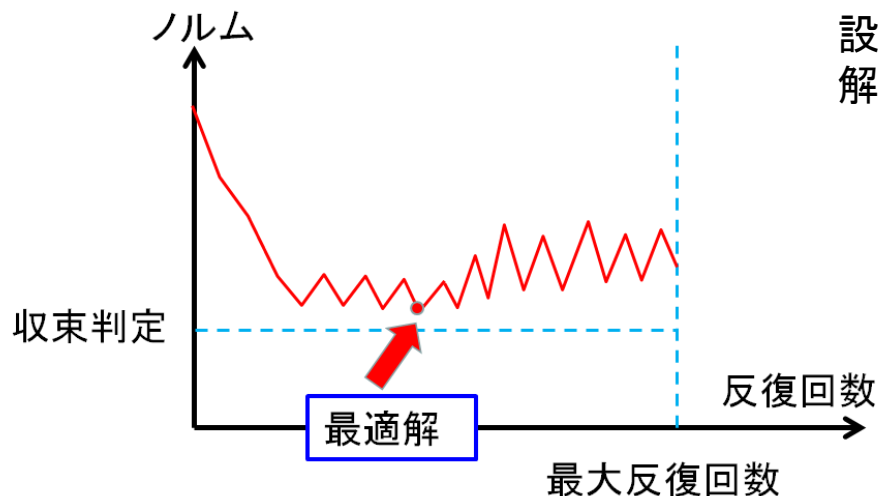


■ 半径を一定に保つ
半径を一定に保つために、回転方向だけでなく、半径方向にも力が発生します。



非線形解析未収束時の続行オプションを追加(1/2)

非線形解析の反復計算が未収束で終わった場合に、それまでの反復で最も収束状態に近い最適解を出力して続行するオプションが追加されました

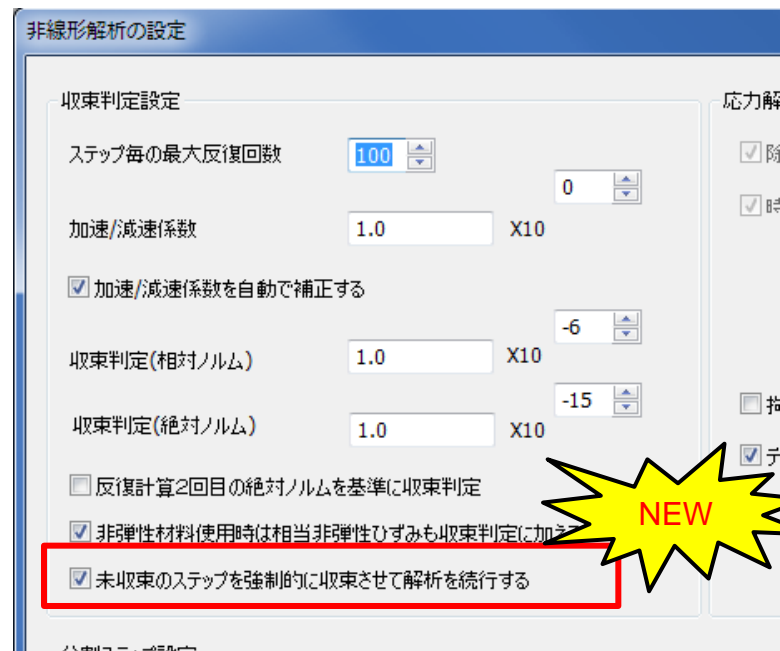


最適解出力のイメージ

ステップ	解析結果
56	非線形 荷重57.0% (124.75[deg])
57	[強制収束] 非線形 荷重58.0% (126.50[deg])
58	[強制収束] 非線形 荷重59.0% (128.25[deg])
59	[強制収束] 非線形 荷重60.0% (130.00[deg])
60	[強制収束] 非線形 荷重61.0% (131.75[deg])
61	非線形 荷重62.0% (133.50[deg])

設定箇所

解析条件>高度な設定タブ>非線形解析の設定



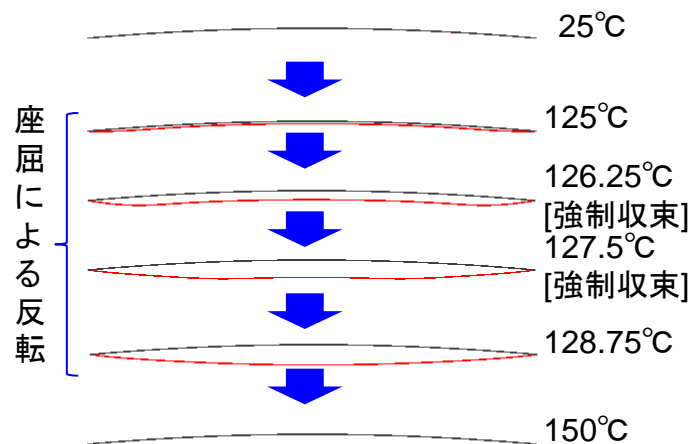
※出力時は、「強制収束」と表記されます。

非線形解析未収束時の続行オプションを追加(2/2)

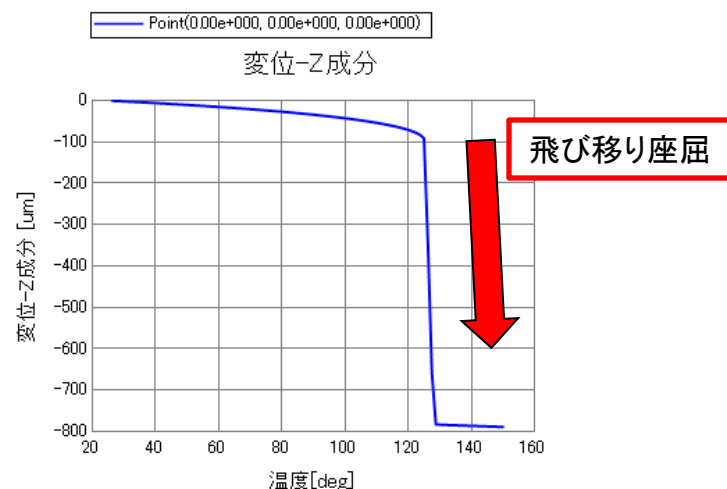
非線形解析の反復計算が未収束で終わった場合に、それまでの反復で最も収束状態に近い最適解を出力して続行するオプションが追加されました

例題56: バイメタルスイッチの飛び移り座屈

- 反った状態で、線膨張係数の異なる金属を張り合わせ、温度を上昇させると、ある温度を超えたところで反りの状態が反転します。
- 反転する温度の前後は、不安定な状態で収束しませんが、強制収束させて続行することで、反転後の変形を計算することができます。



各温度での反りの状態

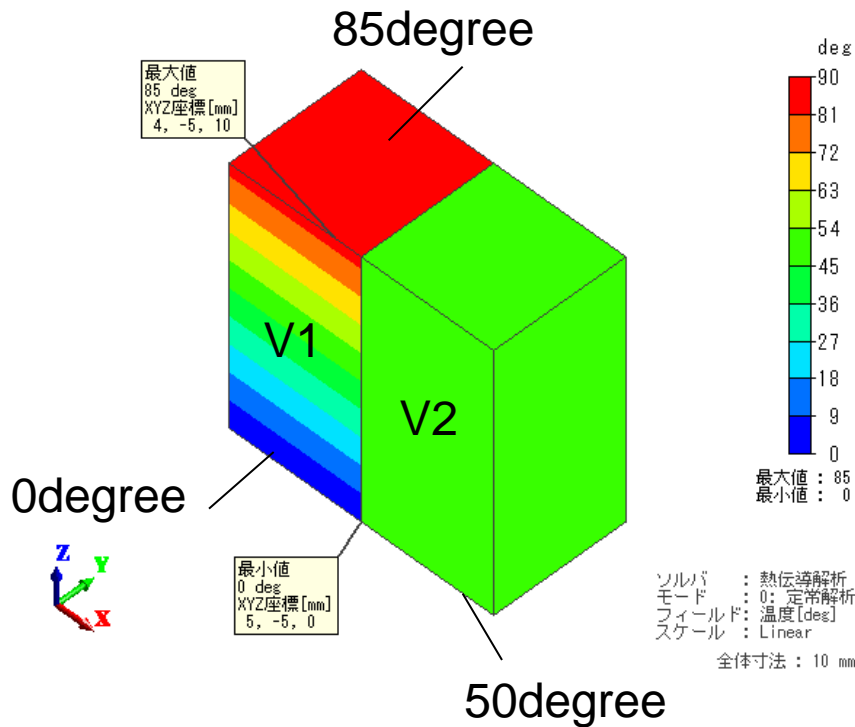


バイメタル中央部の変位

解析機能 - 熱伝導解析

温度のテーブル出力を拡張

ボディ属性単位の「温度」情報と、境界条件単位の「境界温度」情報が表示され、それぞれに最高温度・最低温度・平均温度が出力されるようになりました



従来: 2015.0

収束判定	最高温度[deg]	最低温度[deg]	発熱量Q[W]	有限要素法情報
	値			
全体	85.000			

改良版: 2015.1



収束判定	温度[deg]	境界温度[deg]	熱収支[W]	熱流量[W]
	最高温度	最低温度	平均温度	
V1		85	0	42.50
V2		50	50	50.00
全体		85	0	46.25

収束判定	温度[deg]	境界温度[deg]	熱収支[W]	熱流量[W]
	最高温度	最低温度	平均温度	
0degree		0	0	0
50degree		50	50	50
85degree		85	85	85

ボディ属性単位の熱収支テーブル出力を追加

ボディ属性単位の「熱収支」情報が出力されるようになりました

熱収支の式

$$\text{発熱量} + \text{表面流入量} = \text{表面流出量} + \text{蓄熱量}$$

※蓄熱量は過渡解析の場合のみ



収束判定	温度[deg]	熱収支[W]	有限要素法								
		発熱量	熱伝導(in)	対流(in)	輻射(in)	その他(in)	熱伝導(out)	対流(out)	輻射(out)	その他(out)	蓄熱量
GND		0.000	0.112	0.000	0.000	0.000	0.076	0.001	0.003	0.000	0.033
MAINCHIP		0.200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.105	0.002	0.002	0.000	0.091
SUBCHIP		0.100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.062	0.001	0.001	0.000	0.035
SUB		0.000	0.243	0.000	0.000	0.000	0.112	0.001	0.002	0.000	0.128
全体		0.300	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.009	0.000	0.286

発熱

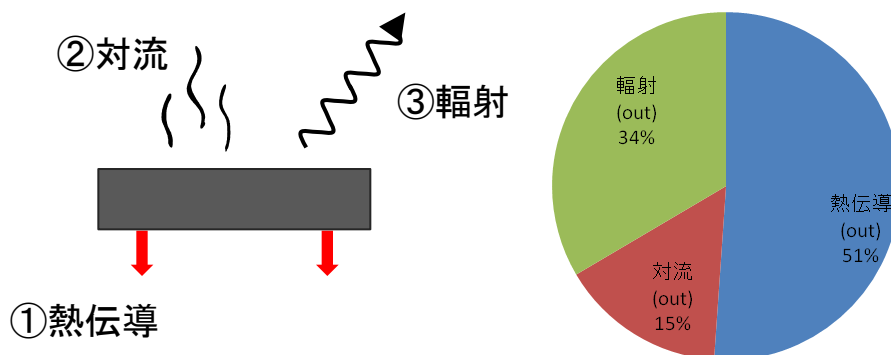
表面からの熱の流入

表面からの熱の流出

蓄熱

■コンター図やベクトル図では確認しにくい熱のマクロな流れを確認することができます。

■放熱経路の内訳の確認などに使用することができます。



熱流量・熱抵抗のテーブル出力を追加

モデルを熱等価回路に置き換えた場合の端子間の熱流量・熱抵抗、および環境との間の熱流量・熱抵抗が出力されるようになりました

■「発熱量」を設定したボディ属性、または「断熱」以外の境界条件を、端子として熱等価回路を仮定します。

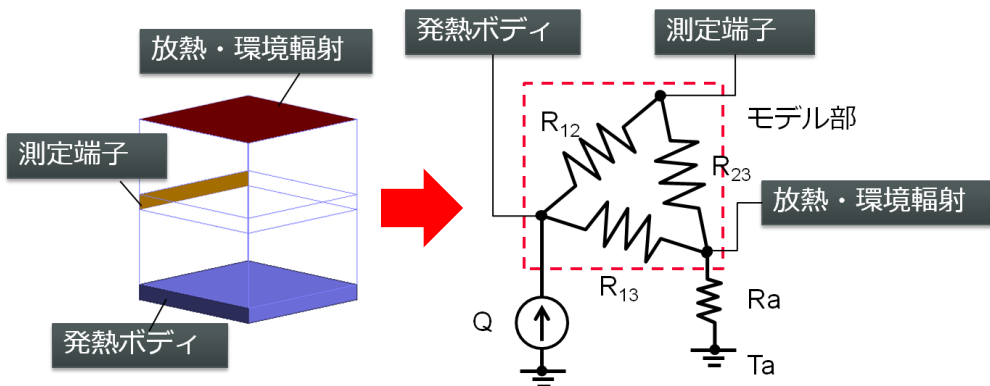
■新たに導入された境界条件「測定端子」を設定した箇所も等価回路の端子として扱われます。

測定端子の設定

熱	対称/不連続	説明
境界条件の種類		
<input type="radio"/>	温度	
<input type="radio"/>	放熱・環境輻射	
<input checked="" type="radio"/>	測定端子	
<input type="radio"/>	熱流束	
<input type="radio"/>	物体間輻射	
<input type="radio"/>	断熱	

モデル

熱等価回路



熱抵抗のテーブル出力

収束判定	温度[deg]	境界温度[deg]	熱収支[W]	熱流量[W]	熱抵抗[deg/W]
	端子名	平均温度[deg]	環境温度[deg]		
	端子1 SOURCE	3.744e+1	-		
	端子2 TERM1	3.160e+1	-		
	端子3 AMBIENT	2.610e+1	2.500e+1		
		全抵抗	熱伝導成分	対流成分	輻射成分
	R3-環境	1.102e+3	∞	2.365e+3	2.064e+3
	R1-2	2.174e+4	2.174e+4	∞	∞
	R1-3	1.549e+4	1.549e+4	∞	∞
	R2-3	2.050e+4	2.050e+4	∞	∞

※例題21に熱等価回路出力例がありますので、そちらも参照してください。

ジャンクション熱抵抗のテーブル出力を追加

半導体分野で使用されるジャンクション熱抵抗が出力されるようになりました

「発熱量」を設定したボディ属性(ジャンクション)と環境、および境界条件との間の熱抵抗を以下の式で計算した結果を出力します。

ジャンクション-環境間熱抵抗 θ_{ja}

$$\theta_{ja} = \frac{T_j - T_a}{P_j}$$

ジャンクション-境界間熱抵抗 θ_{jbnd}

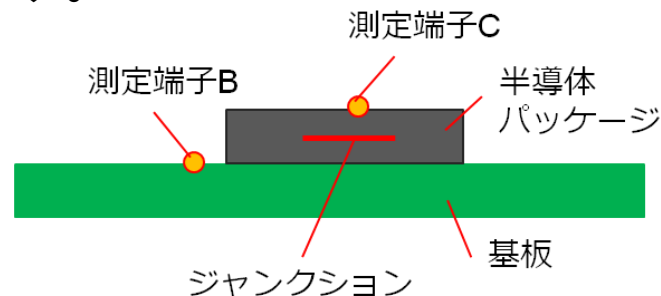
$$\theta_{jbnd} = \frac{T_j - T_{bnd}}{P_j}$$

P_j : 指定したボディ属性の発熱量[W]

T_j : 指定したボディ属性の最高温度[deg]

T_a : 環境温度[deg]

T_{bnd} : 指定した境界条件の平均温度[deg]



■ ケース上面や基板表面に新たに導入された境界条件「測定端子」を設定することで、

- ・ジャンクション-ケース間熱抵抗 θ_{jc}
- ・ジャンクション-基板間熱抵抗 θ_{jb}

を出力することができます(出力例は例題22参照)。

解析機能 - 熱伝導解析

熱抵抗境界の入力形式を改良

「熱抵抗境界の入力形式」で、「面積当たり熱抵抗値」と「熱伝導率と厚み」が、指定できるようになりました

熱抵抗の入力形式

全熱抵抗値

面積当たり熱抵抗値

熱伝導率と厚み

熱抵抗値 x10 [m² deg/W]

熱伝導率 x10 [W/m/deg]

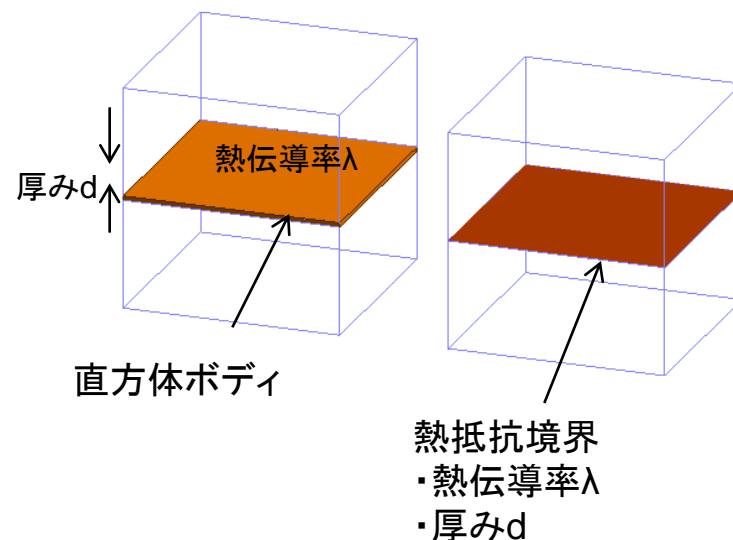
熱抵抗層の厚み x10 [mm]

境界設定

電場解析では開放にする

電場解析では絶縁にする

NEW

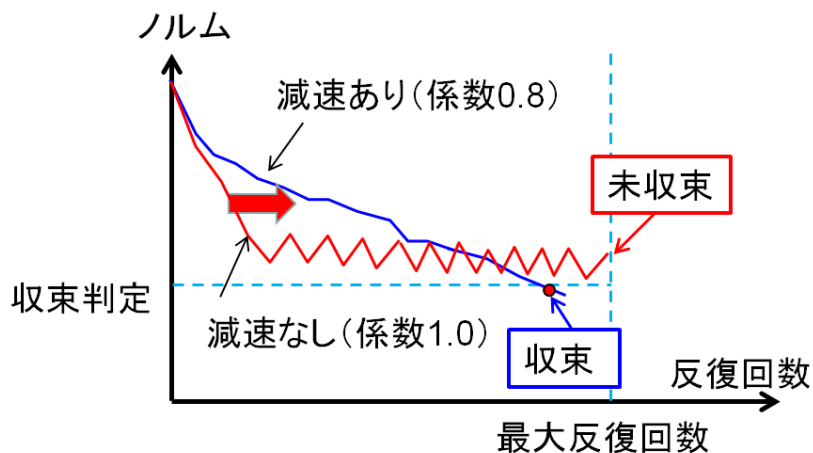


- 面積当たりでの入力では、接触面積の増加に反比例して熱抵抗が小さくなります。
- 熱伝導率と厚みでの入力では、直方体ボディの代用として熱抵抗境界を使用することができます。

「加速/減速係数」適用範囲の拡張

熱伝導解析の定常解析で使用可能だった「加速/減速係数」の設定が、すべての熱解析で使用できるようになりました

非線形解析の反復計算で収束に失敗した場合の対策の一つとして、「加速/減速係数」の設定があります。「加速/減速係数」を1より小さくすることで、反復回数が増える代わりに、収束しやすくすることができます。



減速による反復計算収束のイメージ

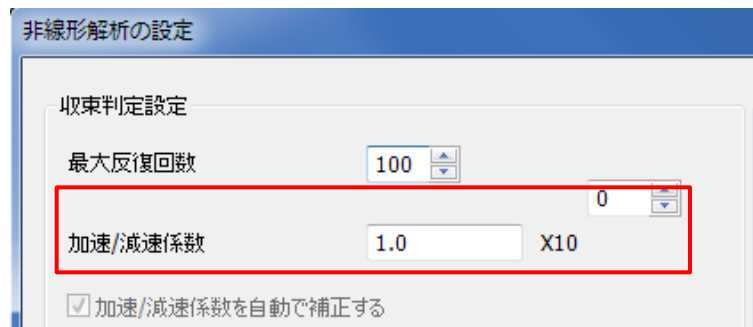
適用範囲

	定常解析	過渡解析
熱伝導解析	2014.1適用済み	2015.1
電場熱連成解析	2015.1	2015.1



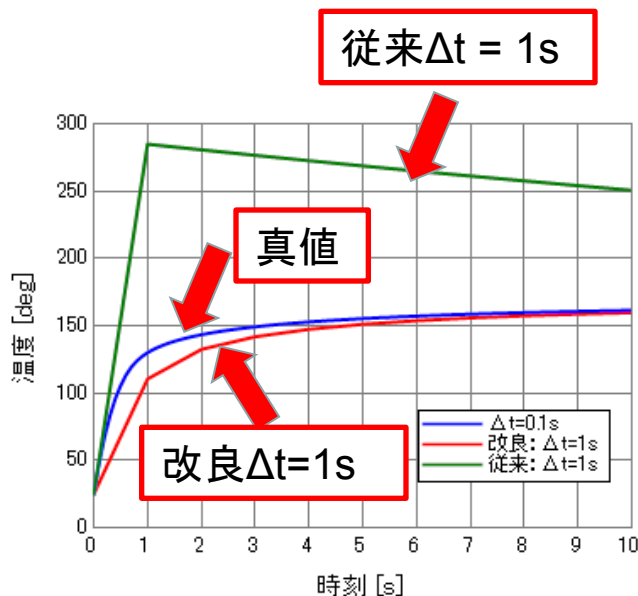
設定箇所

解析条件>高度な設定タブ>非線形解析の設定



解析機能 - 熱伝導解析 過渡解析の精度を向上

熱伝導解析・電場熱連成解析の過渡解析で、
時間ステップが大きくなった場合の解析精度が向上されました



例: 非線形抵抗の電場熱連成解析

従来: 2015.0

時間ステップが大きくなると、正しい温度から大きくはずれる。
反復計算が収束しなくなるケースが多発する。

改良版: 2015.1

時間ステップが大きくなっても、正しい温度から大きくはずれることはない。

※計算精度を重視したため、従来よりも解析に時間がかかる場合があります。
※速度重視で解析したい場合は『解析条件>高度な設定タブ>非線形解析の設定』で、収束判定を大きくして解析してください。

解析機能 - 電磁波解析: ポートの基準インピーダンス指定の改良

ポートの基準インピーダンスを、Sパラメータファイルで指定できるようになりました

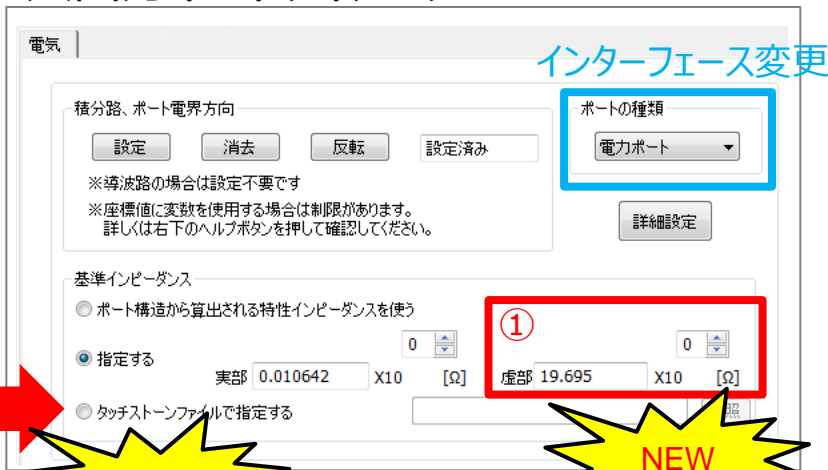
従来: 2015.0

- ・実部のみ

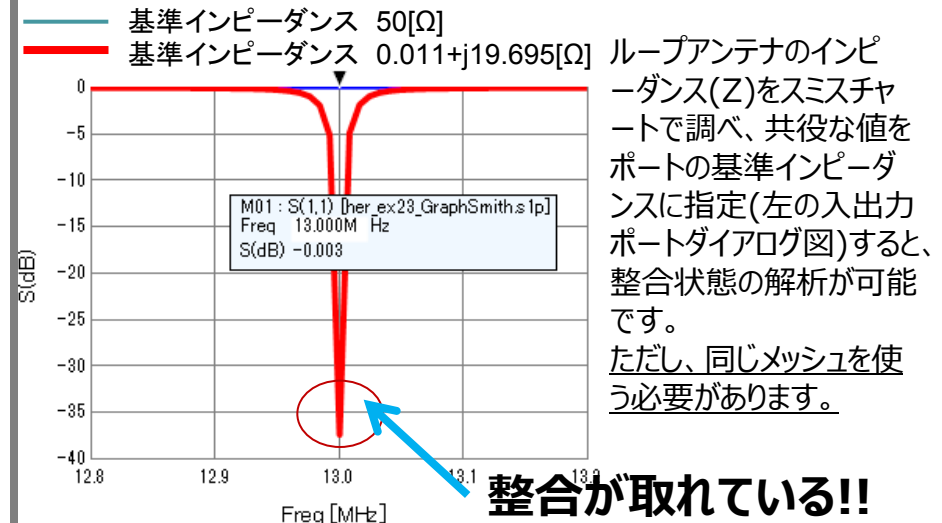
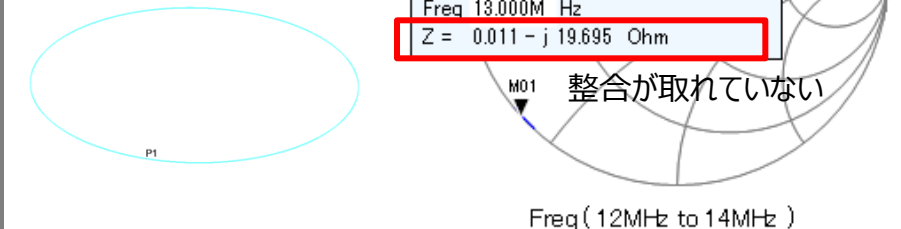
改良版: 2015.1

- ・実部・虚部 ※下図①
- ・Sパラメータファイル(タッチストーンファイル) ※下図②

入出力ポートダイアログ

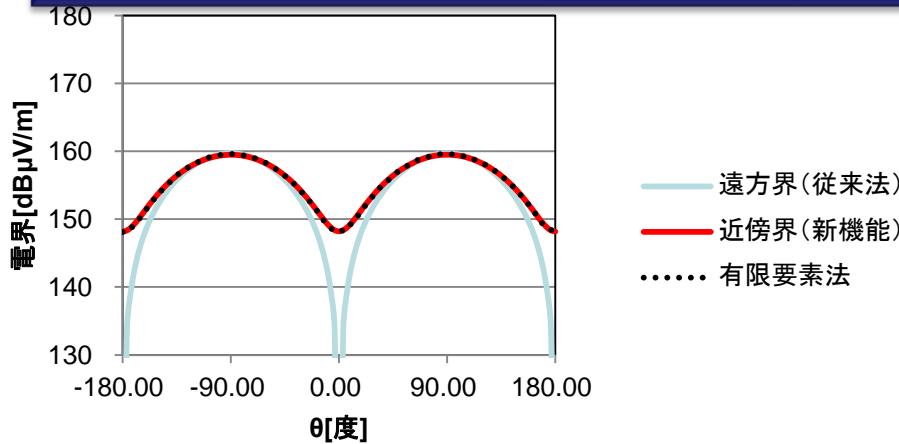


電磁波解析例題 2 3 ループアンテナ への適用例

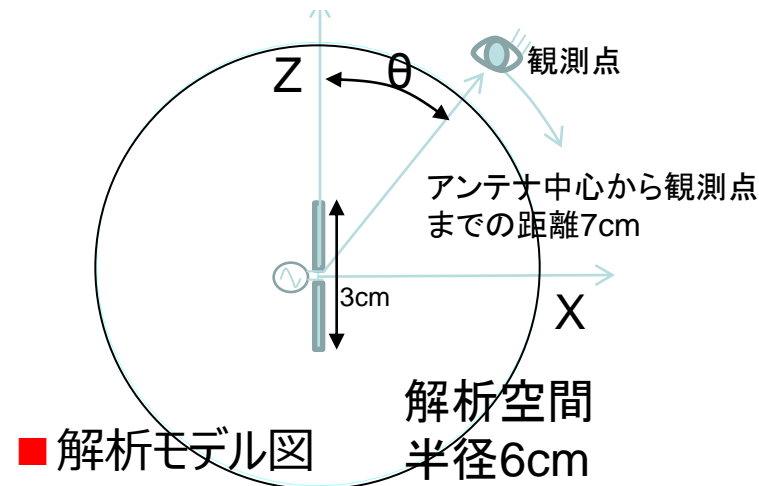
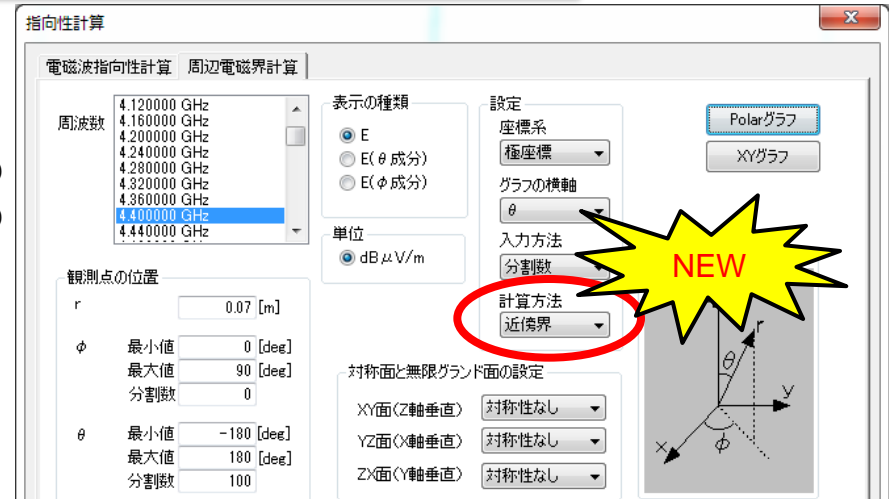


解析機能 - 電磁波解析: 周辺電磁界の精度向上

周辺電磁界計算において、近傍界の計算式が選択できるようになり、アンテナに近い位置での周辺電磁界計算の精度が向上されました



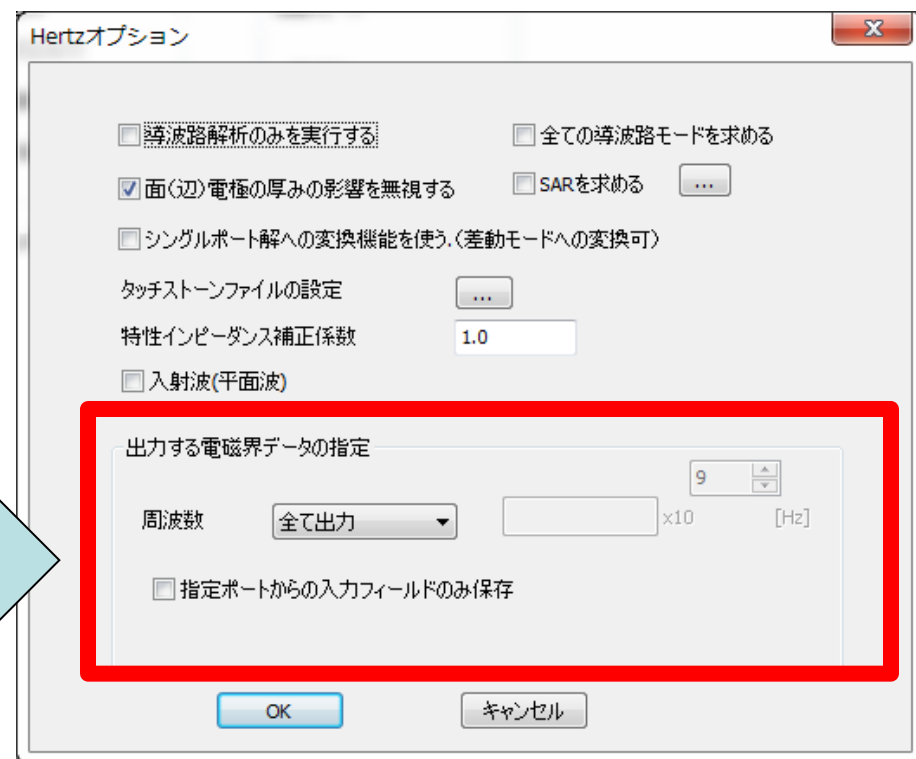
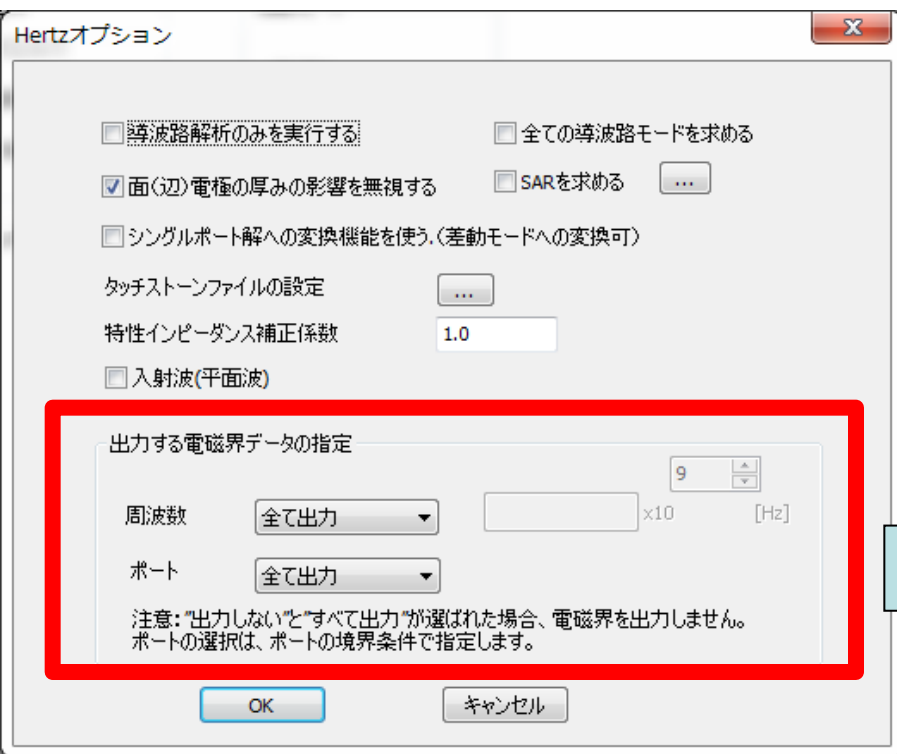
■ 周辺電磁界計算



■ 解析モデル図

解析モデル（左図）の結果フィールドから、解析領域の少し外側の電界を周辺電磁界計算で求めたのが左上のグラフです。従来法（遠方界）と新機能（近傍界）の結果を示しています。比較の為、観測点を含むよう解析領域を拡大し、結果フィールドの機能で得られた電界も示しています。これが有限要素法と書かれたデータになります。従来計算方法（遠方界）にくらべて、新機能（近傍界）の結果が有限要素法の結果に近づき、精度向上していることが分かります。

解析機能 - 電磁波解析: オプションダイアログの整理



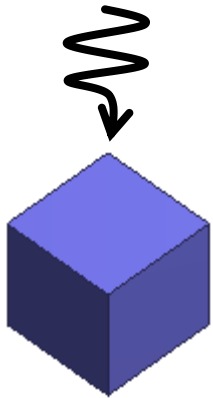
■「出力する電磁界データの指定」の選択方法を改良しました

解析機能-電磁波・熱伝導連成解析: 電磁波の入力電力に時間変化する重みを追加

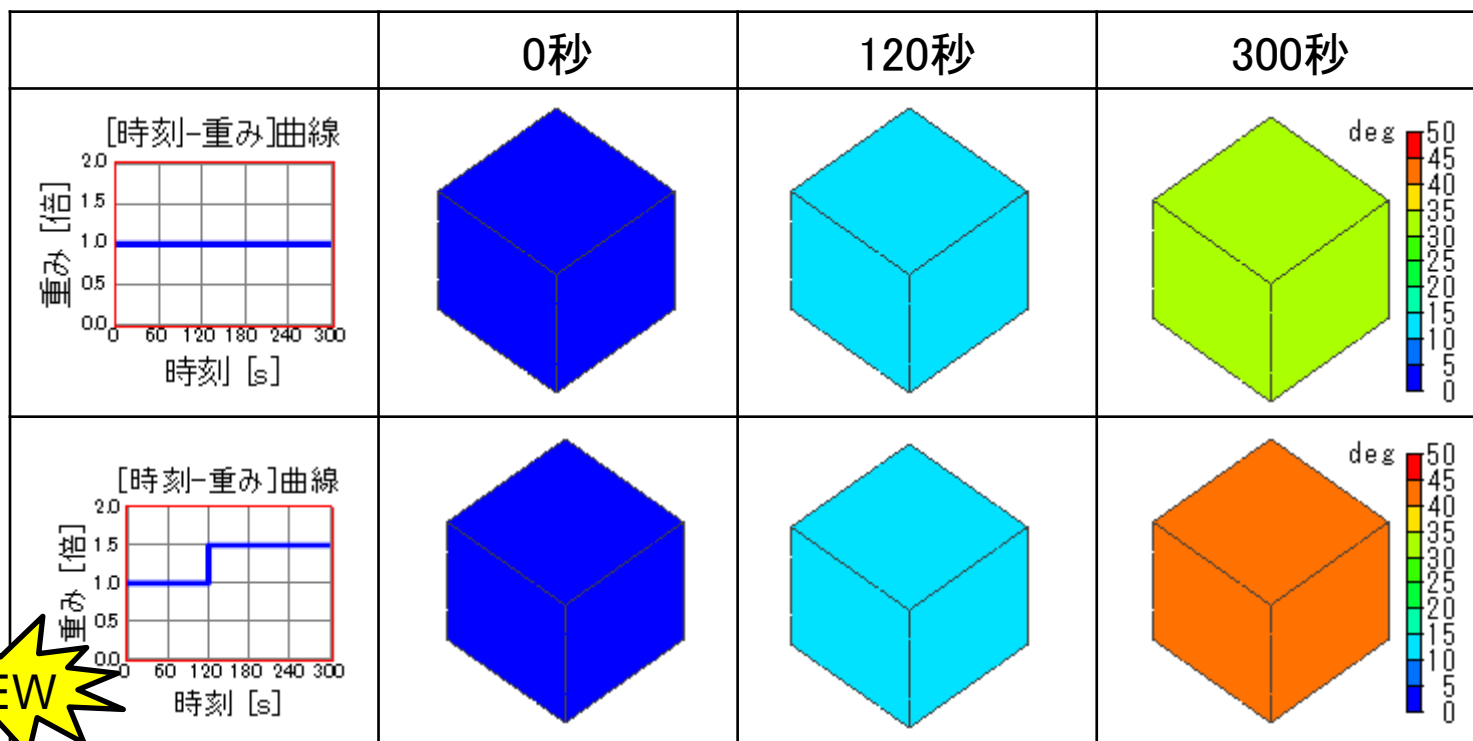
入力電力が時間で変化する場合の、熱伝導過渡解析ができるようになりました

- 電磁波解析の入力電力に時間変化する重みを掛けられるようになりました。
- 電磁波調和解析と熱伝導過渡解析の連成解析で使用できます。

電磁波
 P [W]



0度の物体に
電磁波を
300秒間
照射します



※重みは「解析条件」ダイアログの「電磁波/熱解析」タブから設定できます。

電界に依存する誘電率・導電率の解析機能を追加

電界に依存する誘電率や、導電率を持つ材料の解析ができるようになりました

- 電界に依存する誘電率や導電率を持つ材料を扱えるようになりました。
- 誘電率の電界依存は、「電界-電束密度」曲線で考慮されます。
- 導電率の電界依存は、「電界-電流密度」曲線で考慮されます。

材料定数の編集 [MATERIAL1]

誘電率 | 導電率 | 説明

異方性: 等方 異方

周波数依存: なし あり

非線形性: 線形 非線形

周波数(または非線形)テーブルでデータを設定して下さい

tan δ: 0.0 × 10

OK キャンセル

非線形テーブルの編集

[電界-電束密度]曲線

No.	電界	電束密度
1	0	0
2	0.5	0.5
3	1	0.8
4	2	1.2
5	5	1.6
6	10	2
7		
8		
9		
10		

指数: 0 -9

単位: [V/m] [C/m²]

滑らかに補間

OK キャンセル ヘルプ(H)

[電界-電束密度]曲線

電束密度 [C/m²]

電界 [V/m]

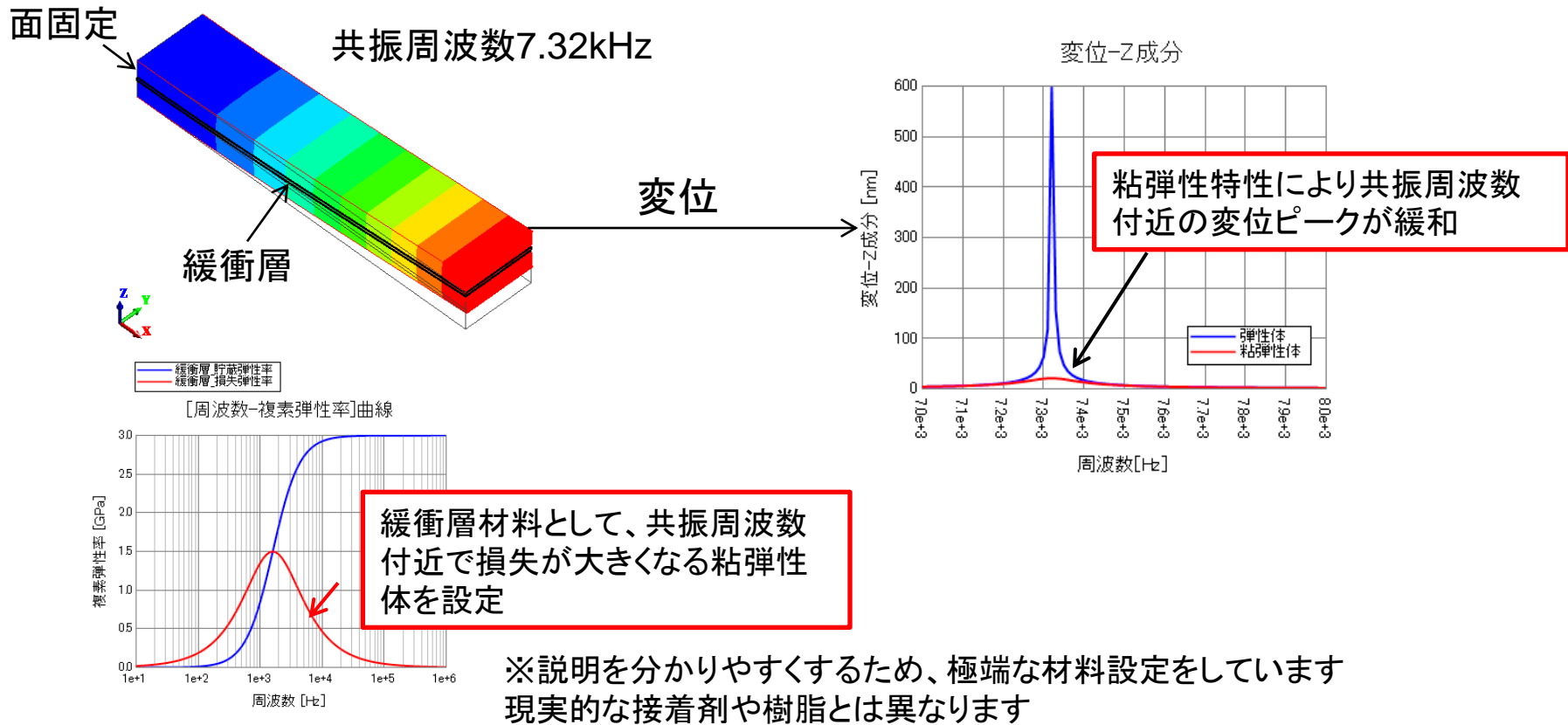
※各曲線は、「材料定数の編集」ダイアログの「非線形性」から設定できます。

粘弾性材料を含む調和解析機能の追加

圧電調和解析で、粘弾性材料が使用できるようになりました

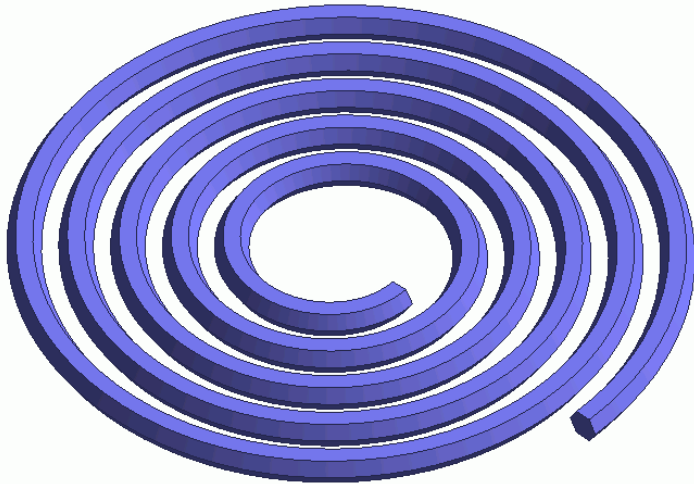
■ 接着剤や樹脂等を粘弾性材料として扱うことで、接着剤や樹脂による振動の減衰が考慮されます。

例：分極方向が逆の圧電素子(例題3)の間に緩衝層がある場合の調和解析



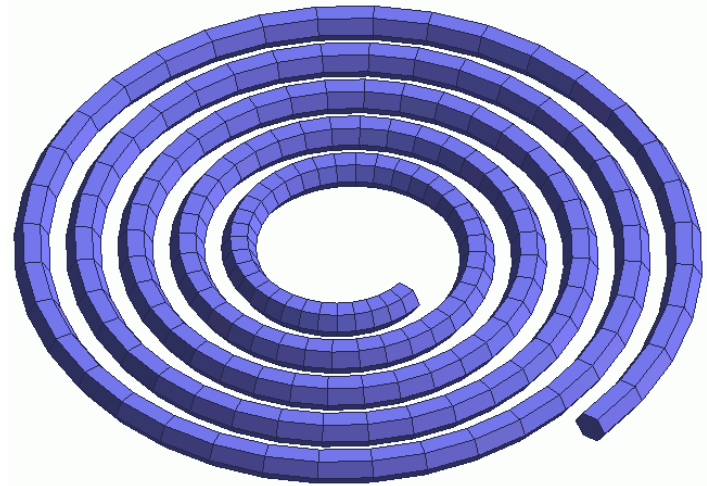
多角柱らせんコマンドにおいて、
側面を平面化してメッシュを切れやすくするオプションが追加されました

通常の多角柱らせん



側面が曲面である事が原因で、
メッシュ生成に失敗する場合があります。

側面を平面化した多角柱らせん

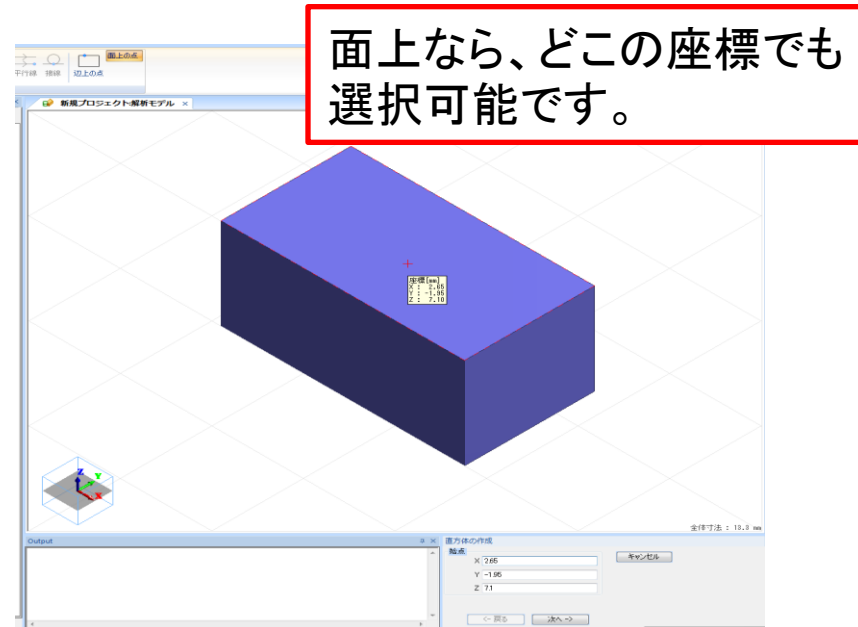


曲面が一切なくなるので、
メッシュ生成が失敗しにくくなります。

**※側面を平面化する事により、面トポロジの数が増えるため、
境界条件や部分メッシュサイズの設定が外れてしまう可能性がありますのでご注意ください。**

モデリング - スナップで「面上の点」を追加

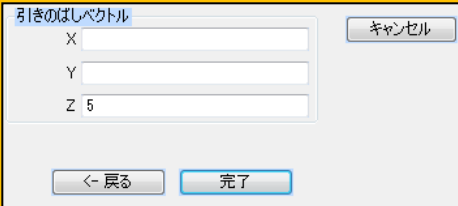
モデル作成時に、「面上の点」が選択可能になりました
複雑な作業をすることなく、直接面上でモデル作成ができるようになりました



引きのぼし/相似引きのぼし機能を改良

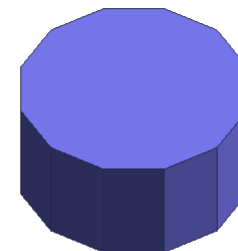
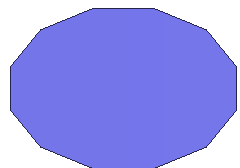
引きのぼし/相似引きのぼし機能の入力パラメータが、
「引きのぼし方向と距離」から、「引きのぼしベクトル」に変更されました

2015.1

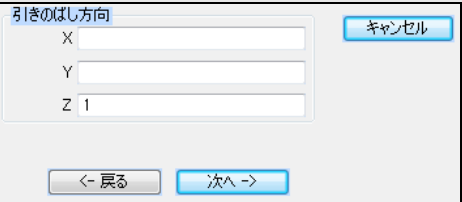


引きのぼしベクトルを入力

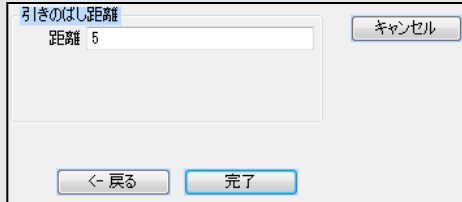
※入力手順が減り、
使いやすくなりました



2015.0



引きのぼし方向を入力



距離を入力

モデリング- 計算結果取得プロセスの マクロ出力機能を追加

計算結果取得のプロセスが、マクロ出力できるようになりました



出力例

```
'////////////////////////////////////  
' 計算結果抽出関数  
'////////////////////////////////////  
Sub SamplingResult()  
  
'----- 変数にオブジェクトの設定 -----  
Set Gogh = Femtet.Gogh  
  
Femtet.SavePDT Femtet.ResultFilePath & ".pdt", True 'pdtファイルを保存します  
Femtet.OpenPDT Femtet.ResultFilePath & ".pdt" 'pdtファイルを開きます  
  
'----- フィールドの設定 -----  
Gogh.Coulomb.Vector = COULOMB_ELECTRIC_C  
  
'----- 最大値の取得 -----  
Dim PosMax() As Double '最大値の座標  
Dim ResultMax As Double '最大値  
  
If Gogh.Coulomb.GetMAXVectorPoint(VEC_LENGTH_C, CMPX_REAL_C, PosMax, ResultMax) = False Then  
    Femtet.ShowLastError  
End If  
  
'----- 最小値の取得 -----  
Dim PosMin() As Double '最小値の座標  
Dim ResultMin As Double '最小値  
  
If Gogh.Coulomb.GetMINVectorPoint(VEC_LENGTH_C, CMPX_REAL_C, PosMin, ResultMin) = False Then  
    Femtet.ShowLastError  
End If  
  
'----- 任意座標の計算結果の取得 -----  
Dim Value() As New CComplex  
  
If Gogh.Coulomb.GetVectorAtPoint(5, -5, -5, Value()) = False Then  
    Femtet.ShowLastError  
End If  
  
End Sub
```

※結果を開いている場合は、その状態に応じて構文の内容が変化します。

以上