

# ***PHOTO-Series***

**Computer Aided Engineering Systems**

リリースノート  
Ver. 9.60

WINDOWS 10 /11

2024年4月

株式会社 フォトン

# PHOTO-Series Ver. 9.60 リリースノート

本書には、「PHOTO-Series Ver. 9.60」のリリースに関する情報が記載されています。

「PHOTO-Series Ver. 9.60」対応製品は、以下の通りです。

GRADE、WAVE $j\omega$ 、MOTION、EDDY、EDDY $j\omega$ 、MAG、MAGTZ、VOLT、VOLT $j\omega$ 、  
VOLTST、VOLTBM、THERMO、ELAS、ELAS $j\omega$ 、EDDYTM、EDDYTM $j\omega$

## 内容

### PHOTO-Series Ver. 9.60 リリース情報(今回のバージョンアップ内容)

#### 1. 機能追加

- MAG/EDDY/MOTION

- ①. EDDYで「ポート」を設定した場合、そこを通過する電流の値を「output.chk」に出力する機能を追加した
- ②. ヒステリシスを持つ磁性体を定義する場合、「ヒステリシスパラメータの設定」ダイアログにある<グラフ>ボタンで確認できた「平均磁化曲線」に加え、「メジャーループ」も追加し同時に表示できるようにした
- ③. ヒステリシス解析において、「材料特性の定義」ダイアログの「ヒステリシスパラメータの設定」ダイアログで「RD,TD,VD方向テーブル入力」を選択した場合、指定した関数テーブル(BHカーブ)が閉じているか否かをチェックする機能を追加した

- WAVE $j\omega$

- ④. 「蓄積エネルギー」の計算機能を追加

- 外場ファイルの表示

- ⑤. 「外場ファイル」を読み込んだ際、外場モデル(メッシュ)は表示していなかったが、「ワイヤーフレーム」での表示を可能とした

- GRADE

- ⑥. 「表示の選択」ダイアログにおいて、[表示タイプ]グループに「輪郭表示」機能を追加  
また、[チェック]グループに⑤で説明した「外場用メッシュ表示」の選択機能を追加

- $j\omega$ 系モジュールの連成解析

- ⑦.  $j\omega$ 系モジュールを連成解析で使用する場合、 $j\omega$ 系モジュール側にも「時間テーブル」  
を持たせ実行できるようにした

## 2. 機能改善

- インタープリタの改良

- ⑧. 論理式内での算術演算が使用可能、ファイルの入出力機能の追加、グラフ描画の関数  
の改善等

- WAVE $j\omega$

- ⑨. 「ポート入力」が「XY面」に限定されていたのを任意の面でも可能とした

## 1. 機能追加

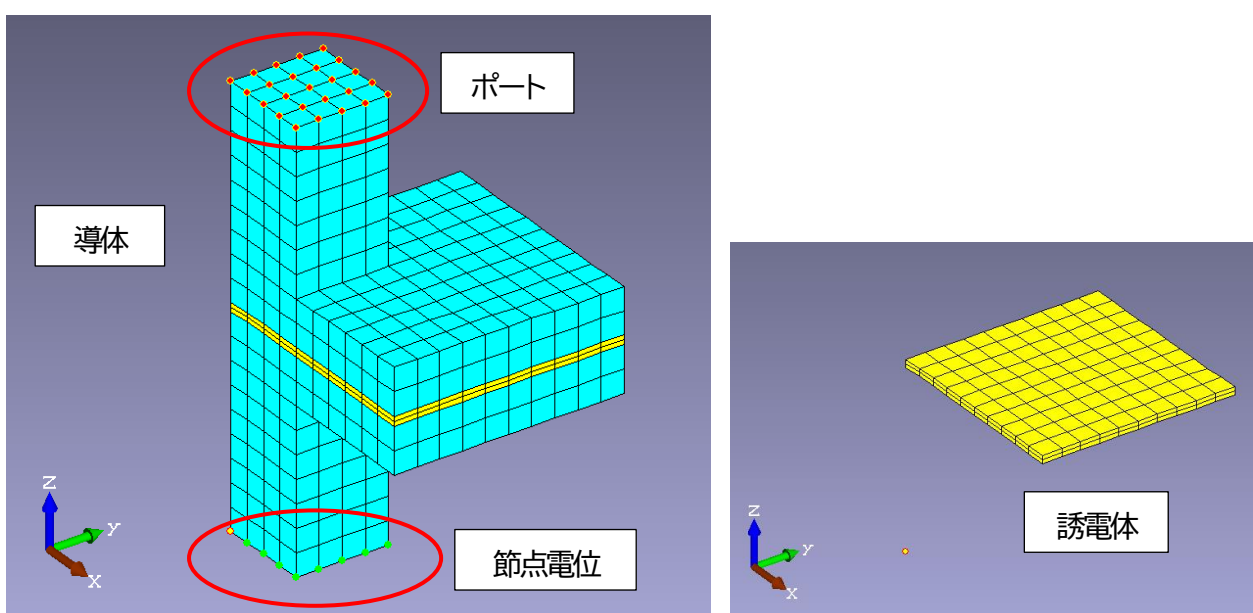
## MAG/EDDY/MOTION

## ①. EDDY で「ポート」を設定した場合、電流の値を「ポート情報」に出力

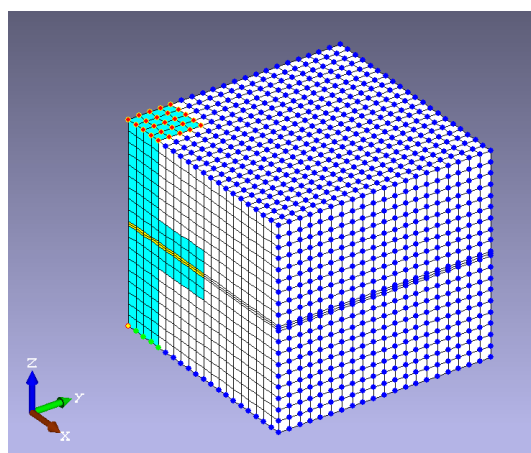
「ポート」を節点変位の入力もしくは出力側の面に設定することで、解析後「output.chk」のファイルに結果(電流量)が出力されます。

《例》

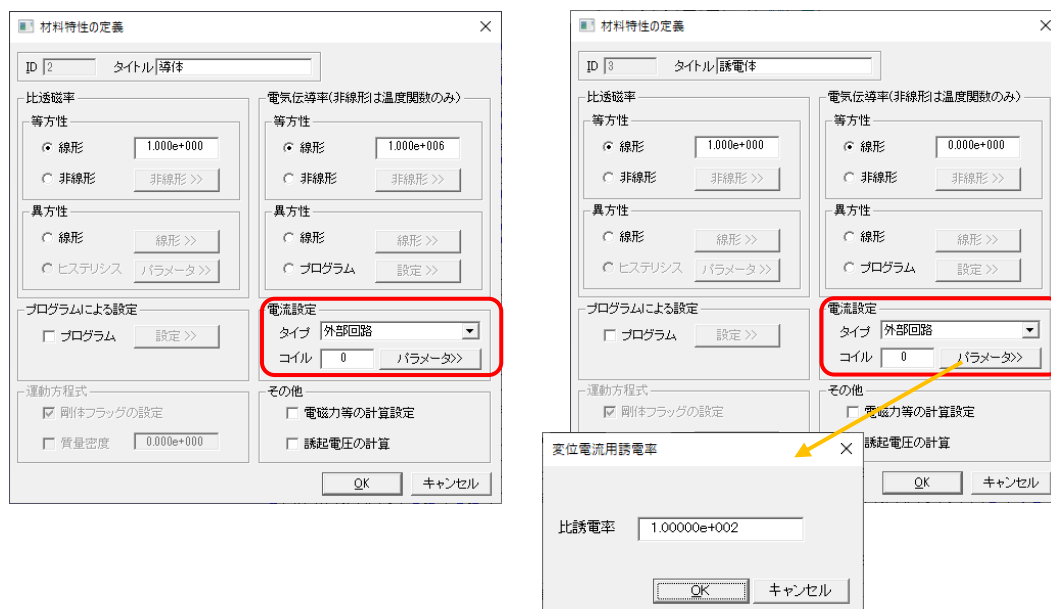
以下のようなコンデンサーを考えます。



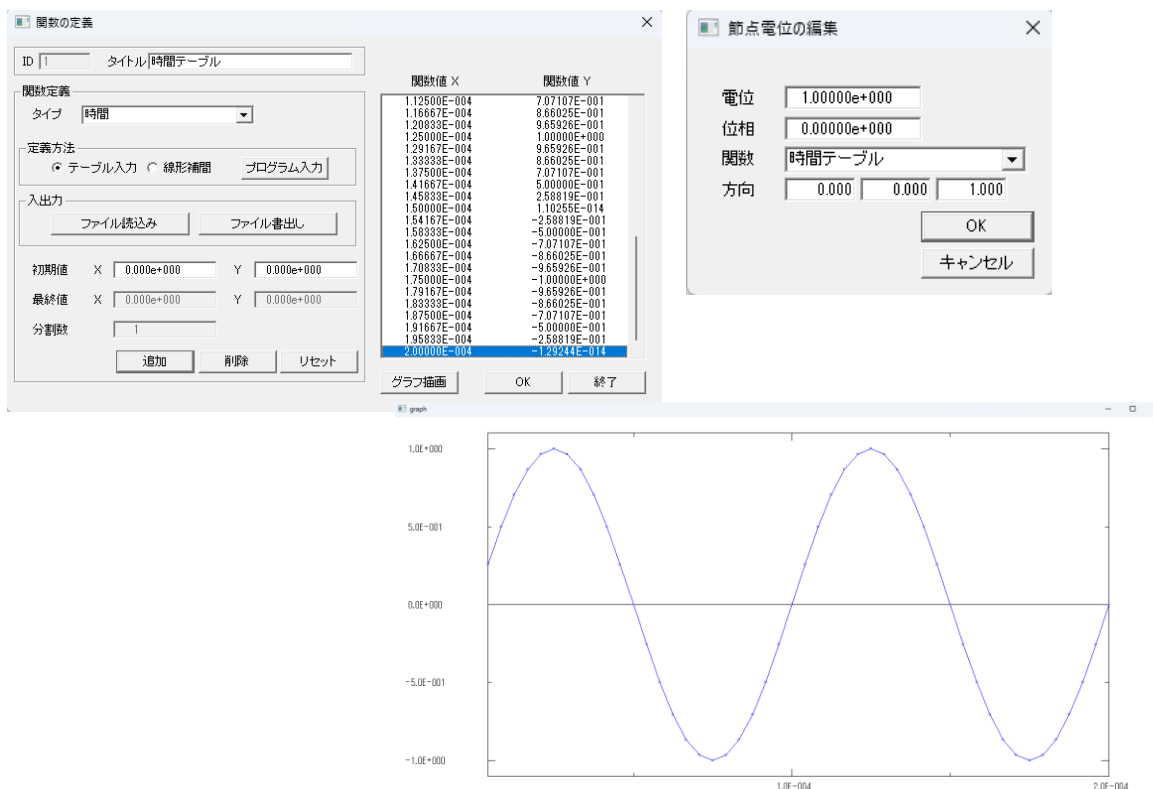
- ・「誘電体」を上下から「導体」で挟んだコンデンサーです。
- ・下から節点電位を与えます。
- ・出口側となる面に「ポート」を設定します。
- ・周波数を  $1.0E+4$  [Hz] とします。
- ・空気も表示した全体図が右図です。
- ・青い点は「対称境界条件」で、1/4 モデルとなります。



「導体」および「誘電体」については、「材料特性の定義」ダイアログにおいて「電流設定」グループのタイプを「外部回路」に指定します。また、「誘電体」に対しては<パラメータ>ボタンから「変位電流用誘電率」の「比誘電率」を指定します。



周波数を 1.0E+4 [Hz]を表現するための時間テーブルを作成します。そして、それを節点電位の荷重条件での関数として指定します。



解析後の「output.chk」を「メモ帳」等のテキストエディタで内容を確認します。

以下のように、「ポート情報」に「電流」の値が出力されます。

○ Step=1 4.1667E-6 秒

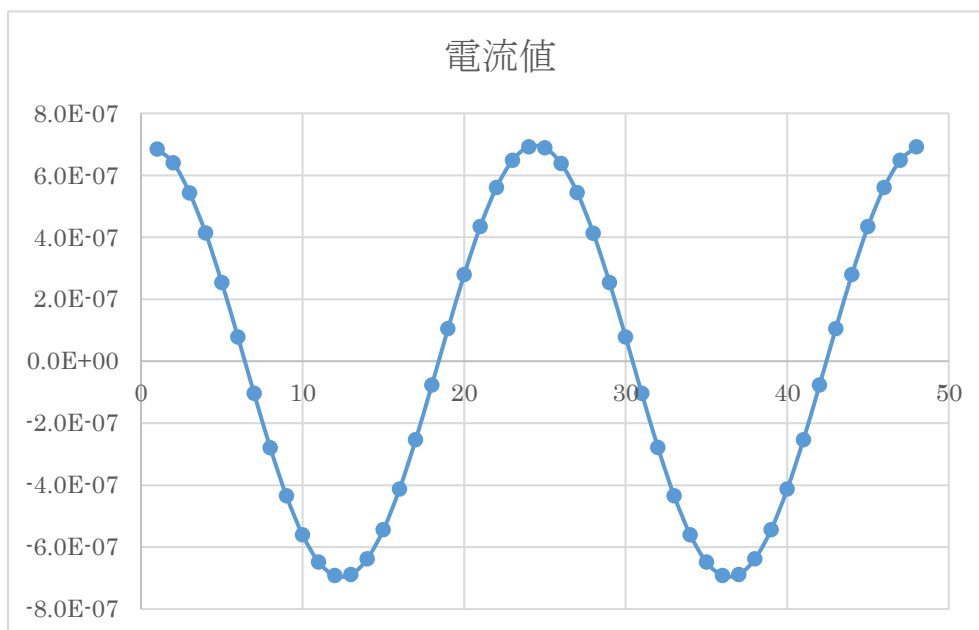
```
STEP NO. 1   TIME   4.16667e-006 SEC   ( DT = 4.16667e-006 )
時間ステップ 1   時刻 4.16667e-006
解析計算開始
同一点とみなす距離のトレランス (最小エッジ長*eps*1000) = 1e-006
numSlide = 0
numSlide = 0
numSlide = 0
numcst = 25
numSlide = 0
assem in
拘束条件の適用   行列の圧縮
new_nfree = 24347
ICCG in
output start

***** Electromagnetic force *****
Maxwell   0   0   0 [N]
Nodal     0   0   0 [N]
Lorentz   0   0   0 [N]

***** Electromagnetic torque *****
Maxwell   0   0   0 [Nm]
Nodal     0   0   0 [Nm]
Lorentz   0   0   0 [Nm]

***** Port information *****
Port No. 1
Magnetic Flux   = 0 [Wb]
Electric Current = 6.8472e-007 [A]
```

これ以降の 47 ステップの電流値を集計し、グラフ化すると以下のとおりです。



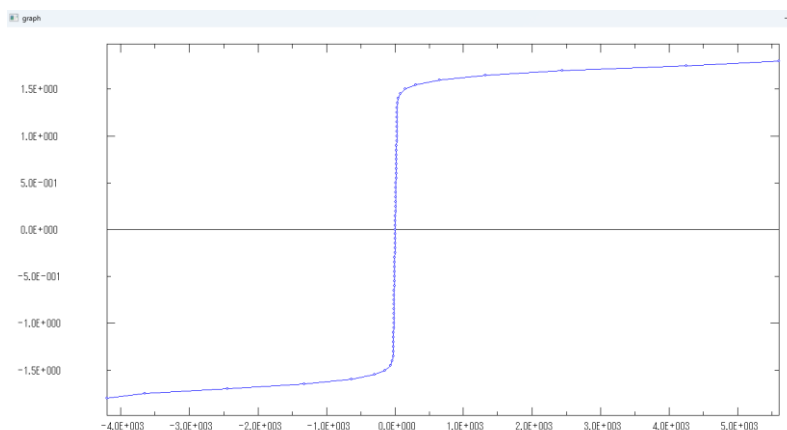
## ②. ヒステリシスのグラフに「平均磁化曲線」と「メジャーLOOP」を同時表示

ヒステリシスを持つ磁性体を定義する場合、材料特性の定義ダイアログの[比透磁率]グループの「異方性」にある「ヒステリシス」を選択し、ヒステリシスパラメータの設定ダイアログの「RD,TD,VD 方向のテーブル入力」において各テーブルを指定します。この、テーブルを指定した後に確認のために<グラフ>ボタンをクリックし、「平均磁化曲線」の形状を見ることができましたが、加えて「メジャーLOOP」も同時に表示されるようになりました。

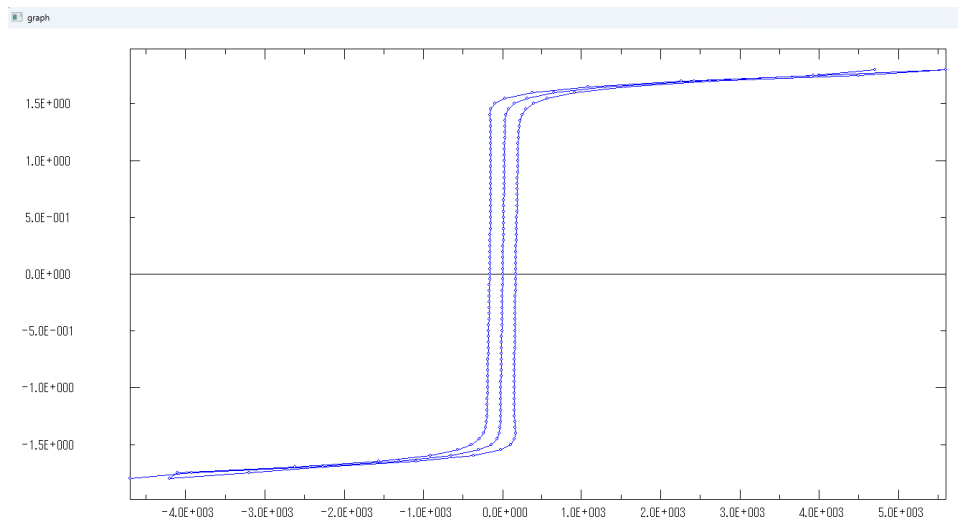
### 《例》

以下のとおり、「Ver. 9.5」までの「平均磁化曲線」のみの表示が「メジャーLOOP」も同時に表示するようになりました。

#### ○ Ver 9.5 までの場合



#### ○ 「メジャーLOOP」も同時に表示



### ③. BH カーブについてのチェック機能

ヒステリシスを持つ磁性体を定義する場合、**材料特性の定義**ダイアログの[比透磁率]グループの「異方性」にある「ヒステリシス」を選択し、**ヒステリシスパラメータの設定**ダイアログの「RD,TD,VD 方向のテーブル入力」において先に関数機能により作成した各テーブルを指定することとなるのですが、ここで指定されたテーブル(BH カーブ)が閉じているかを確認します。もし、閉じていない場合は、処理後の「output.chk」に警告を出力します。

《例》

例えば、以下のように 2 種類の「RD 方向 HL」と「RD 方向 HR」テーブルを定義します。

(A)

RD方向HL		RD方向HR	
-1.20	-17511.60	-1.20	-17511.60
-1.95	-13913.60	-1.95	-13853.20
-1.90	-10816.60	-1.90	-10712.20
-1.85	-8186.57	-1.85	-8039.24
-1.80	-5955.80	-1.80	-5760.24
-1.75	-4097.17	-1.75	-3836.23

(B)

RD方向HLx		RD方向HRx	
-1.20	-17512.00	-1.20	-17510.00
-1.95	-13913.60	-1.95	-13853.20
-1.90	-10816.60	-1.90	-10712.20
-1.85	-8186.57	-1.85	-8039.24
-1.80	-5955.80	-1.80	-5760.24
-1.75	-4097.17	-1.75	-3836.23

(A)と(B)の処理後の「output.chk」は、

(A)の場合

```
Version No. 9.6
グラフィックデータの読込
形状データの読込
moduleFlag = 5
numtab = 10
numat = 3
numbc = 3
numld = 1
numnp = 36
numel = 10
Table data
運動方程式のパラメータ
Material data
matID = 1 title = 空気
sigma = 85.1653
sigmahc = 1.83628
sigma = 98.4654
sigmahc = 1.7432
sigma = 0
sigmahc = 0
matID = 2 title = 磁性体
matID = 3 title = コイル
```

(B)の場合

```
Version No. 9.6
グラフィックデータの読込
形状データの読込
moduleFlag = 5
numtab = 12
numat = 3
numbc = 3
numld = 1
numnp = 36
numel = 10
Table data
運動方程式のパラメータ
Material data
matID = 1 title = 空気
sigma = 95.1653
sigmahc = 1.83628
BH曲線が閉じていません！ matID = 2.51327e-006 dr = 0
sigma = 98.6792
sigmahc = 1.31918
sigma = 0
sigmahc = 0
matID = 2 title = 磁性体
matID = 3 title = コイル
```

ヒステリシスパラメータの設定

方向設定	x成分	y成分	z成分
RD	1.00000e+000	0.00000e+000	0.00000e+000
TD	0.00000e+000	1.00000e+000	0.00000e+000
VD	0.00000e+000	0.00000e+000	1.00000e+000

パラメータ  $\alpha$

最小値 9.00000e-001 最大値 1.00000e+000

RD,TD,VD方向テーブル入力

	B-HL	B-HR
RD	TD方向HL	TD方向HR
TD	RD-HLx	RD-HRx
VD	なし	なし

展開次数

平均磁化曲線 12 保磁力関数 20

双曲線関数近似

	x成分	y成分	z成分
保磁力	0.00000e+000	0.00000e+000	0.00000e+000
残留磁化	0.00000e+000	0.00000e+000	0.00000e+000
飽和磁化	0.00000e+000	0.00000e+000	0.00000e+000

軟磁性材料

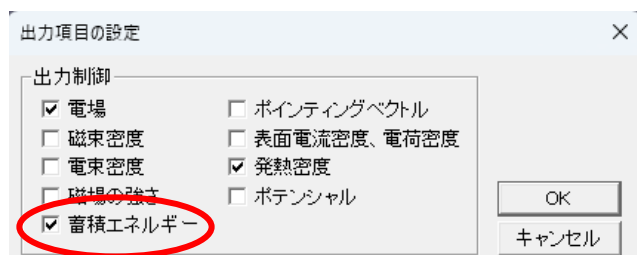


WAVEj $\omega$ 

## ④. 「蓄積エネルギー」の計算機能を追加

出力項目に「蓄積エネルギー」の計算機能を追加しました。

[解析]-[解析条件の設定]-[出力制御]-[出力項目]を選択すると「出力項目の設定」ダイアログが表示されます。以下のとおり、[出力制御]グループに追加されました。



《例》

ポスト処理では、アウトプットの定義ダイアログで「Stored energy」を選択してください。



また、「output.chk」に合計値が出力されます。

```

assem in
拘束条件の適用
nfree = 5868    nonzero = 87832
CICCG in
Matrix[5867][11] = 0.842166    gamma = 1.4
output start

***** Stored energy [J] *****
Total stored energy = 7.99978e-007 [J]

```

**注意**…今回の追加修正に伴い、過去に「Ver. 9.5」までのモジュールで作成され保存された解析モデルのデータファイルにおいて、「出力項目の設定」ダイアログで設定した「出力項目」にズレが発生している可能性があります。それらのデータファイルを「Ver 9.6」を使って解析する場合は、「出力項目」をご確認くださいようお願いいたします。

## 外場ファイルの表示

## ⑤. 外場モデル(メッシュ)を「ワイヤーフレーム」で表示可能

外場機能を使うため「外場ファイル」のデータファイルを読み込んで外場モデルのメッシュ表示はされなかったが、「ワイヤーフレーム」での表示を可能とした。

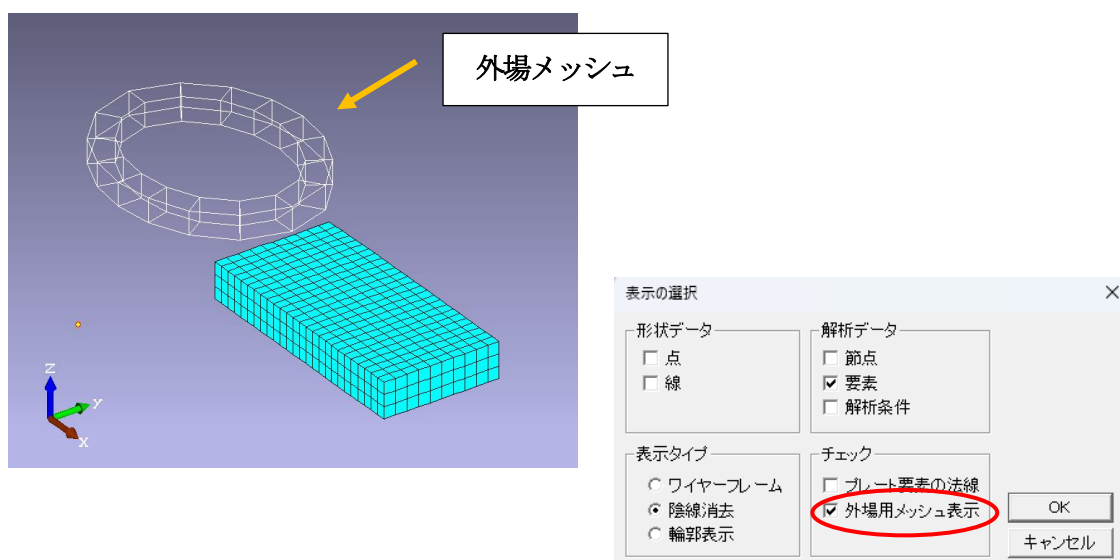
また、解析実行後のポスト処理において、外場モデルの移動も表示するようになった。

ただし、アウトプット付きデータファイルとして保存した後、PHOTO-Series を終了させた場合は、PHOTO-Series を起動して当該データファイルを読み込んで、ポスト処理における外場モデルの移動は表示されません。(外場モデルの移動位置についての確認は、解析実行後に行ってください)

《例》

移動する外場モデル(コイル)と、そのコイルの下部に位置する磁性体の磁束密度の変化を時間を追って確認してみます。(空気は非表示としています)

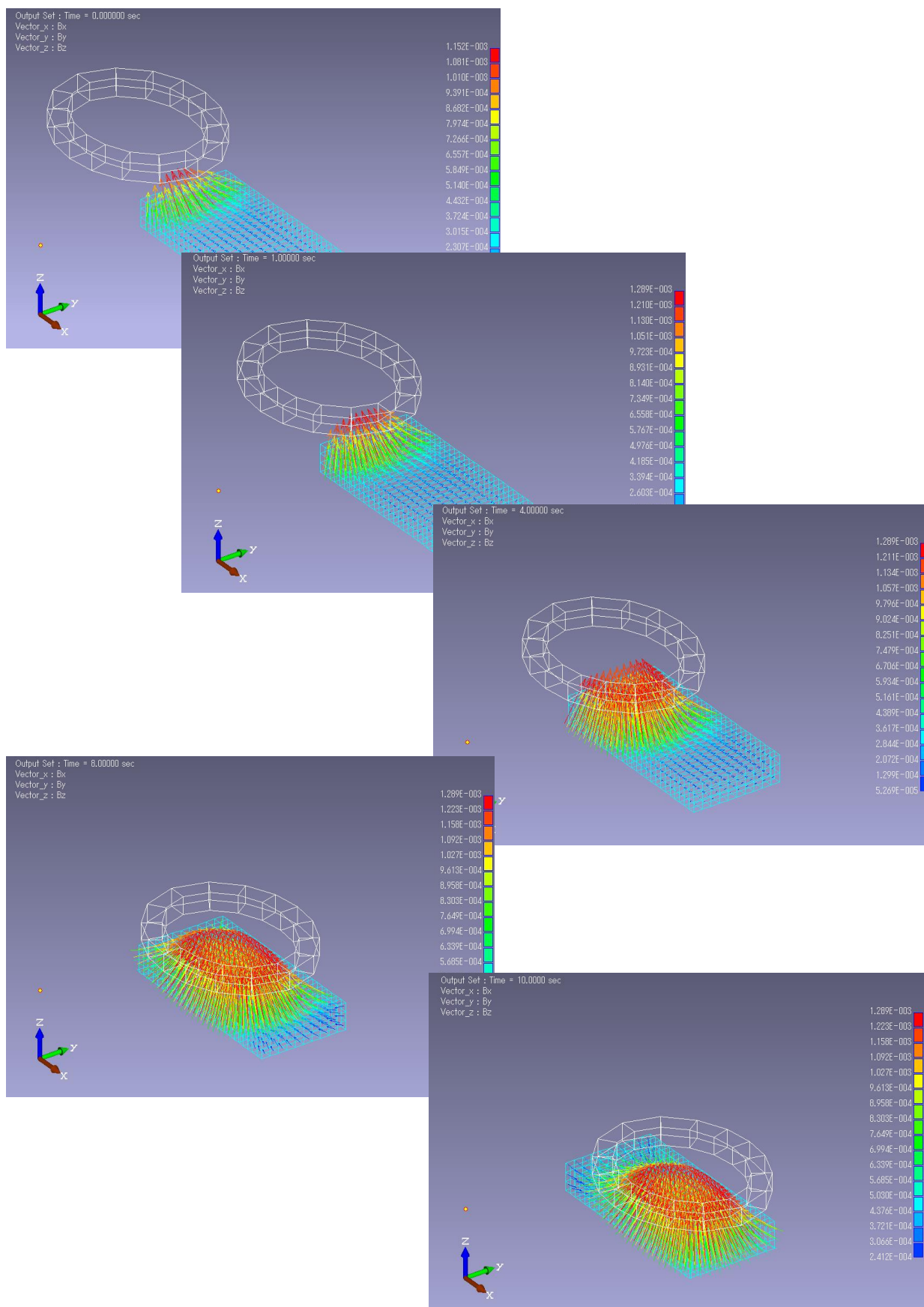
○ 外場ファイルを読み込んだ時点(外場モデルをワイヤーフレームで表示)



※ **表示の選択**ダイアログには、[チェック]グループに「外場用メッシュ表示」の項目が追加されています。通常、外場ファイルを読み込んだ時点ではレ点が付いたままとなっていますので、表示不要な場合は、レ点を外してください。

## ○ ポスト処理での外場モデルの移動

以下のように、外場モデルの位置を時間ごとに確認できます。



## GRADE

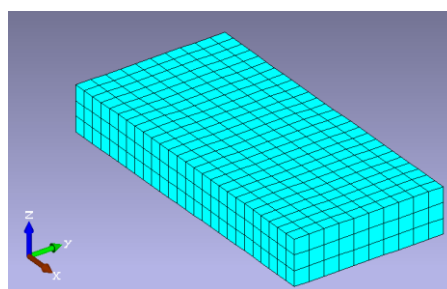
## ⑥. 「表示の選択」ダイアログに「輪郭表示」機能を追加

「表示の選択」ダイアログにおいて、[表示タイプ]グループに「輪郭表示」機能を追加しました。  
また、[チェック]グループに前章⑤で説明した「外場用メッシュ表示」の選択機能を追加しました。

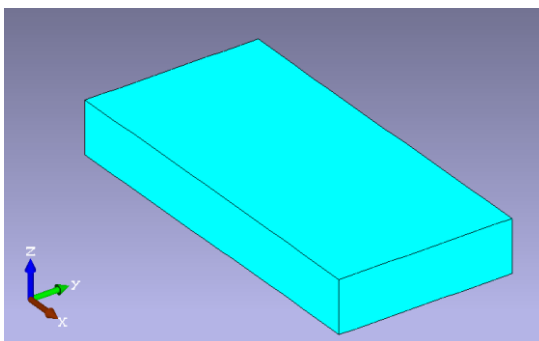
《例》

前章⑤で使ったモデルを例にします。

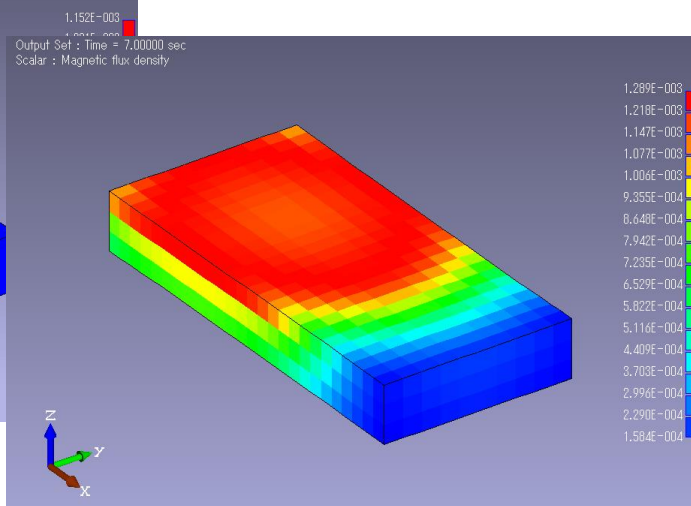
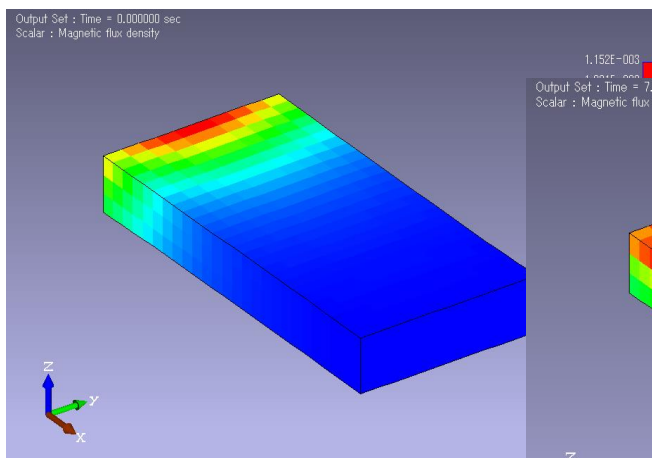
[表示]-[表示の選択]を選択し、「表示の選択」ダイアログを表示します。[表示タイプ]グループに「輪郭表示」が追加されています。



「輪郭表示」を選択しますと、右図のように物性の輪郭のみの表示となります。



ポスト処理での表示では、以下のようになります。(磁束密度のコンター図)



j $\omega$ 系モジュールの連成解析⑦. j $\omega$ 系モジュールの連成解析で j $\omega$ 系モジュール側にも「時間テーブル」を持たせ実行できるようにした

j $\omega$ 系モジュールを連成解析で使用する場合、「開始時点の結果(処理)のみ」や物性に「温度特性」等があり「モニターしている途中で変化があって再処理を行う」となっていますが、j $\omega$ 系モジュールにも「時間テーブル」を持たせ、その時刻どおり再処理をさせたいという場合に対応できるようにしました。

## 《例》

トレーニングマニュアル『T\_連成解析1.pdf』の「4-1. WAVEj $\omega$ +THERMO(高周波定常電場-熱伝導解析)」を例にとります。この例では、「誘電体」に温度依存性があり、「THERMO」で計算された温度変化がモニターされ、その温度変化に伴って「WAVEj $\omega$ 」側で再処理されるという連成解析です。

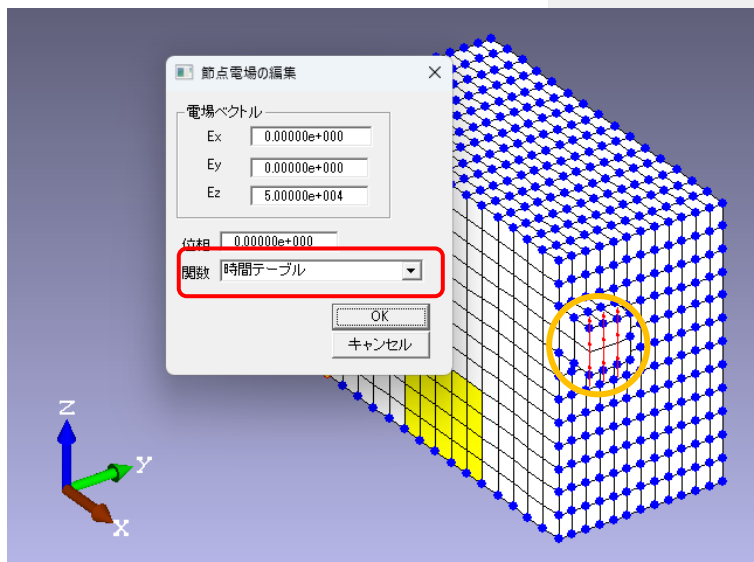
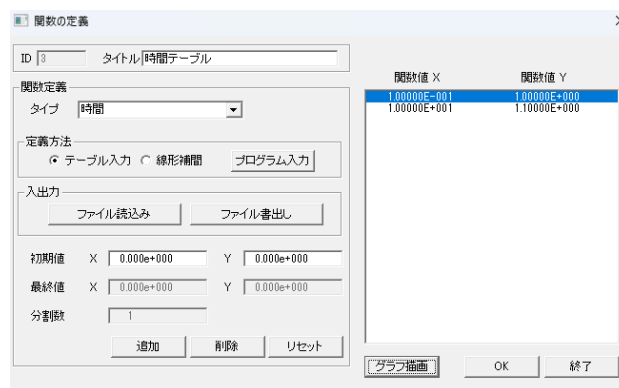
ここで、「WAVEj $\omega$ 」には「時間テーブル」がセットされていませんが、時刻により「荷重条件」の電圧を制御するという「時間テーブル」を荷重条件にセットした場合にどうなるかを解析してみます。

「WAVEj $\omega$ 」…以下の「時間テーブル」を作成し、荷重条件「節点電場」に関数をセットします。(開始時は0.1秒、10秒後に10%増し)

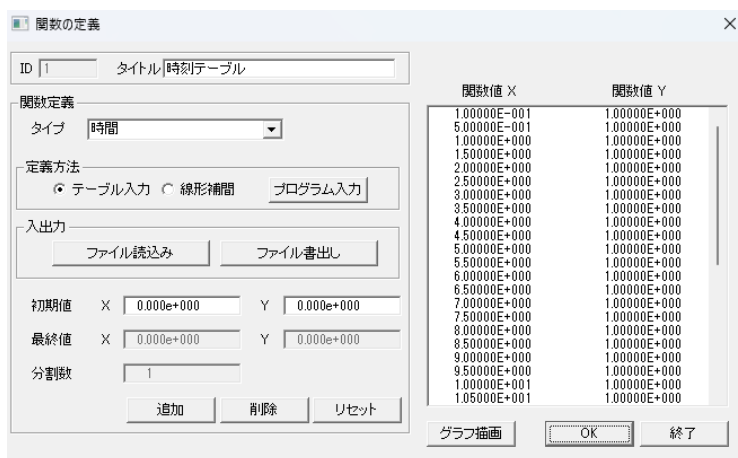
<時間テーブル>

関数値 X	関数値 Y
0.1 (sec)	1.0
10.0 (sec)	1.1

節点電場の関数にこの「時間テーブル」をセットします。



「THERMO」…以下の「時間テーブル」をそのまま使います。  
 (開始時は 0.1 秒、それから 0.5 秒、1.0 秒と 0.5 秒キザミで 20.0 秒まで)



連成解析を実行しますと、Ver 9.5 までは「誘電体」の温度依存により 3 回の計算が「WAVEj $\omega$ 」側で行われます。(output.chk の抜粋)

○ 時刻 0.1 秒、15 秒、16.5 秒で「WAVEj $\omega$ 」が実行されています。

```

時間ステップ 1 時刻 0.1 ステップ幅 0.1
モジュール番号 2 の実行
解析計算開始 モジュール番号 2
同一点とみなす距離のトレランス (最小エッジ長*eps*1000) = 1.25e-005
numSlide = 0
numcst = 9
numSlide = 0
assem in
拘束条件の適用
nfree = 5868 nonzero = 87832
CICCG in
Matrix[5867][11] = 0.842166 gamma = 1.4
output に入りました
  
```

```

***** Heat generation in materials [W] *****

1 q = -5.40541e-014 [W]
2 q = 559.7 [W]

Total heat generation = 559.7 [W]
  
```

```

時間ステップ 31 時刻 15 ステップ幅 0.5
モジュール番号 2 の実行
解析計算開始 モジュール番号 2
同一点とみなす距離のトレランス (最小エッジ長*eps*1000) = 1.25e-005
numSlide = 0
numcst = 9
numSlide = 0
assem in
拘束条件の適用
nfree = 5868 nonzero = 87832
CICCG in
Matrix[5867][11] = 1.32989 gamma = 1.7
output に入りました
  
```

```

***** Heat generation in materials [W] *****

1 q = 1.05596e-013 [W]
2 q = 697.543 [W]

Total heat generation = 697.543 [W]
  
```

```

時間ステップ 34 時刻 16.5 ステップ幅 0.5
モジュール番号 2 の実行
解析計算開始 モジュール番号 2
同一点とみなす距離のトレランス (最小エッジ長*eps*1000) = 1.25e-005
numSlide = 0
numcst = 9
numSlide = 0
assem in
拘束条件の適用
nfree = 5868 nonzero = 87832
CICCG in
Matrix[5867][11] = 1.46404 gamma = 1.8
output に入りました
  
```

```

***** Heat generation in materials [W] *****

1 q = 7.94928e-014 [W]
2 q = 729.057 [W]

Total heat generation = 729.057 [W]
  
```

この連成解析を今回の Ver 9.6 で実行しますと、以下のとおり初回(0.1 秒)と 10 秒このみ「WAVEj $\omega$ 」が実行されます。(output.chk の抜粋)

```

時間ステップ 1 時刻 0.1 ステップ幅 0.1
モジュール番号 2 の実行
解析計算開始 モジュール番号 2
同一点とみなす距離のトレランス (最小エッジ長*eps*1000) = 1.25e-005
numSlide = 0
numcst = 9
numSlide = 0
assem in
拘束条件の適用
nfree = 5868 nonzero = 87832
CICCG in
Matrix[5867][11] = 0.842166 gamma = 1.4
output に入りました

***** Heat generation in materials [W] *****

1 q = -1.70451e-013 [W]
2 q = 803.143 [W]

Total heat generation = 803.143 [W]

```

```

時間ステップ 21 時刻 10 ステップ幅 0.5
モジュール番号 2 の実行
解析計算開始 モジュール番号 2
同一点とみなす距離のトレランス (最小エッジ長*eps*1000) = 1.25e-005
numSlide = 0
numcst = 9
numSlide = 0
assem in
拘束条件の適用
nfree = 5868 nonzero = 87832
CICCG in
Matrix[5867][11] = 0.842166 gamma = 1.4
output に入りました

***** Heat generation in materials [W] *****

1 q = 1.40675e-013 [W]
2 q = 897.125 [W]

Total heat generation = 897.125 [W]

```

「WAVEj $\omega$ 」に時間テーブルを設定した場合、「WAVEj $\omega$ 」側の各時間と「THERMO」側の各時間での実行が順次行われます。

両者共通の時刻(ここでは「0.1 秒」と「10.0 秒」)は、「WAVEj $\omega$ 」が先に計算が行われ、またその時点での温度(ここでは 9.5 秒時)での「比誘電率」を使って発熱密度を計算します。そして、その発熱密度データを使い「THERMO」で計算を行うこととなります。

「WAVEj $\omega$ 」に「時間テーブル」を設定した場合は、「時間テーブル」の時刻での計算が行われます。「THERMO」で計算された温度による「誘電体」の温度依存のモニターは行われませんので、ご注意ください。

## 2. 機能改善

### ⑧. インタープリタの改良

以下のとおり、インタープリタについて改善を行いました。

- 論理式には算術演算が使えるようにしました。  
例えば、if 文などの判定での大小比較の際、数は定数のみで足し算や引き算、関数などを使うことができませんでした。今回の改善で論理式の中に算術式を含めることを可能としました。
- 配列のカッコ内は、定数か変数しか扱えませんでした。定数と変数による算術演算を可能としました。  
ただし、括弧(「( )」「{ }」「[ ]」)を含めることはできません。
- 外部ファイルの入出力機能を追加しました。  
ただし、同時に入力用ファイルと出力用ファイルを1つずつ持てますが、入力用ファイルを同時に複数(「入力用 A」と「入力用 B」のように入力用ファイルを2つ以上)オープンすることはできません。
- 複数のグラフを同時に描画する場合、各グラフの X の値は共通であることが前提でしたが、各グラフの X の値が独立した値であっても同時に描画できるようにしました。  
また、それぞれのグラフの描画点数が異なった場合でも描画できるようにしました。。

※ 詳細については、最新の『ユーザー・サブルーチン.pdf』に記載してありますので、ご参照ください。



WAVEj $\omega$ 

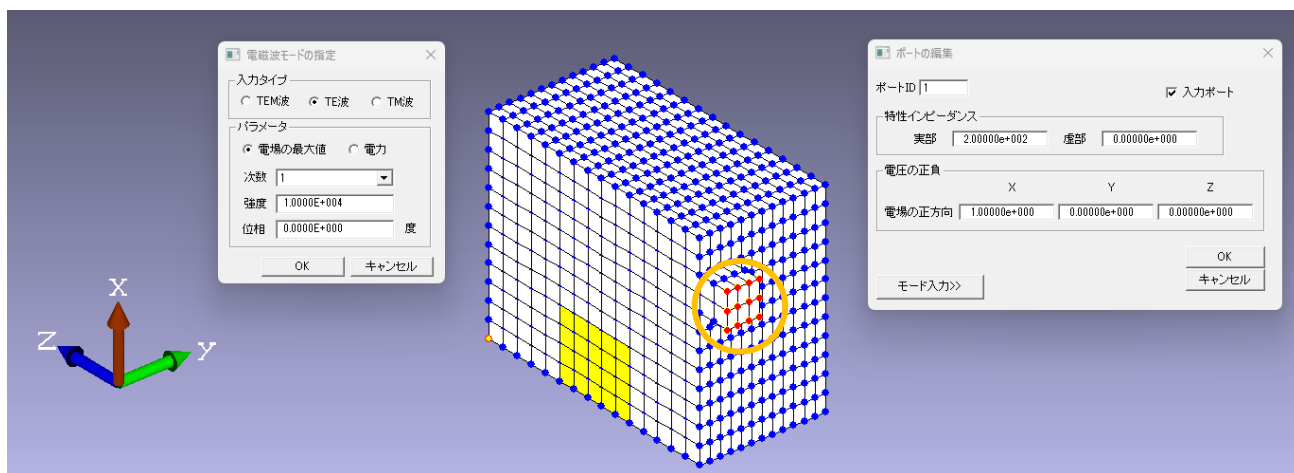
## ⑨. 「ポート入力」の設定面を任意の面でも可能

「ポート入力」設定面が「XY面」に限定されていたので、これを任意の面でも設定可能としました。

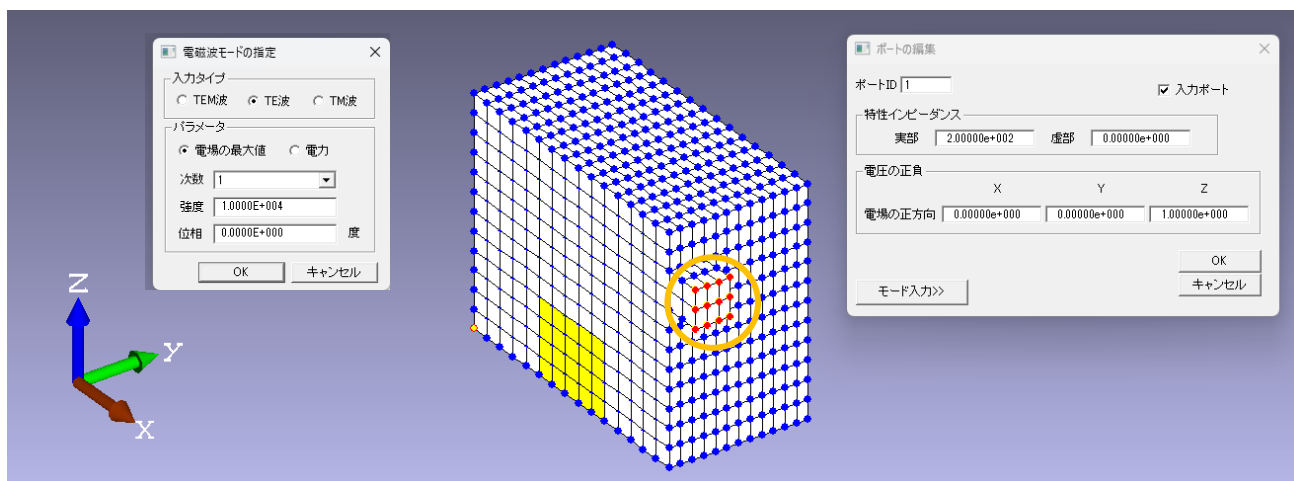
《例》

入力口にポートを設定し、入力タイプを TE 波とします。

## ○ XY 面での設定

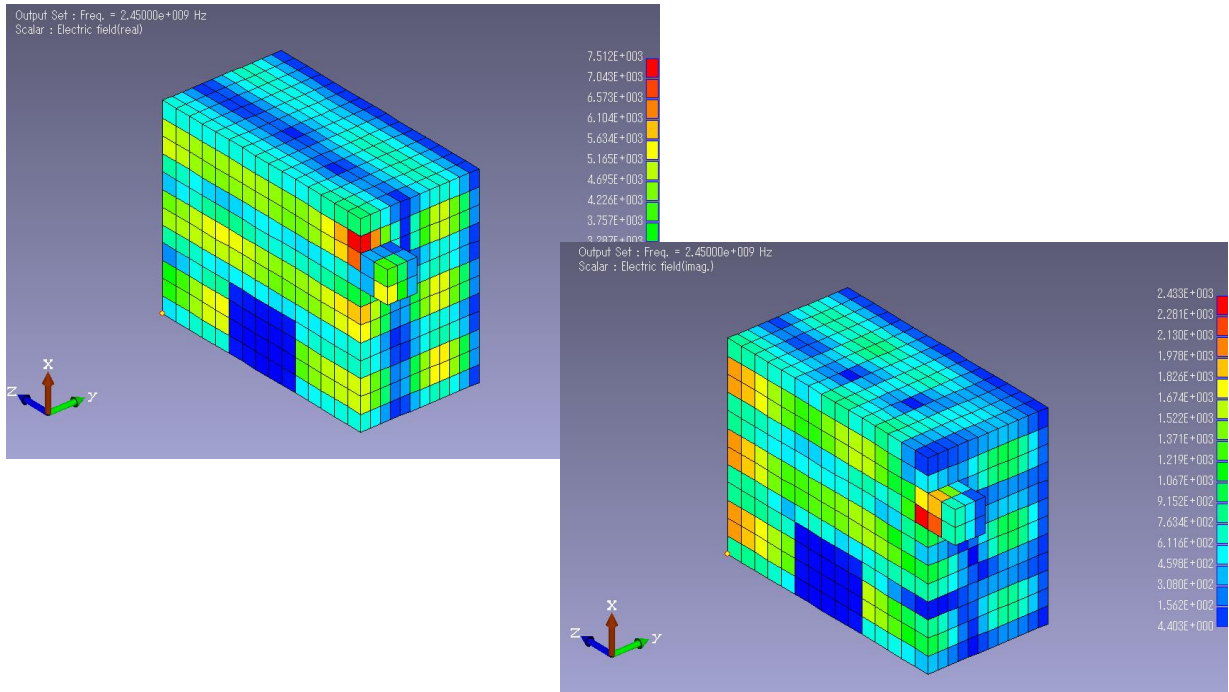


## ○ YZ 面での設定



計算結果は、以下のとおりです。

○ XY 面の場合



○ YZ 面の場合

