

H面導波管シミュレータ 取扱説明書

アプリVer 1.5.0.0

取説Ver 1.05

Copyright © 2012 りゅうじみや
All Rights Reserved.

目次	2
ご利用に際して	3
概要	4
動作環境	5
アプリVersion履歴(1/4)～(4/4)	6 – 9
インストール手順	10
アンインストール手順	11
起動画面	12
[固有モードを見る]をクリック後	13
[メッシュを見る]クリック後	14
計算実行後画面	15
図面作成手順(1/7)～(7/7)	16 – 22
図面作成時のショートカットキー	23
図面作成時の自動計算	24
計算実行手順(1/2)～(2/2)	25 – 26
計算結果表示(1/4)～(4/4)	27 – 30
パネルの最大化	31
参考文献	32
Appendix A 計算条件	33
Appendix B 計算項目	34
取説更新履歴	35

ご利用に際して

●利用料について

HPlaneWGSimulatorのアセンブリ、ソースコードは無償で利用できます。

●著作権について

HPlaneWGSimulatorのアセンブリ、ソースコード(下記注釈を除く)の著作権は、りゅうじみやにあります。それらの利用になんら制限はありません。ただし、動作の保証はできませんので予め御了承願います。

※DelfEMソースコードの著作権は、梅谷信行氏にあります。

※同梱されているLisysの著作権は、KrdLab氏にあります。

DelfEM: delfem handy environment for finite element analysis

<http://code.google.com/p/delfem/>

Lisys: KrdLabの不定期日記

<http://d.hatena.ne.jp/KrdLab/20090507>

●連絡先

何かございましたら下記までご連絡ください。

りゅうじみや ryujimiya@mail.goo.ne.jp

概要

- TE_{10} 入射時の矩形導波管回路解析プログラムです。
- 30x30(固定)の正方形マス目を選択して回路を作成できます。
- 誘電体媒質を2個まで装荷できます。
- 誘電体を充填した導波管を入出力に指定できます。一部充填もできます。
- 有限要素として2次/1次の四角形/三角形要素を使用できます。
- z 方向電界の分布と回路の散乱係数(反射係数、透過係数)の周波数特性を計算できます。

動作環境

OS : Windows7

(x86環境があれば動作可能)

ライブラリ: .Net Framework 4.0 Client Profile

Visual C++ 2010 ランタイム(x86用)

Lisys(本アプリケーションインストーラーに同梱されています)

アプリVersion履歴(1/4)

Version 1.5.0.0 (2012-10-28)

界分布図の種類を増やしました。下記4つを表示できます。

|Ez|分布図 (従来のもの)

Ez実数部の分布図 (新規)

(Hx, Hy)ベクトルのベクトル表示

複素ポインティングベクトルのベクトル表示

線形方程式の解法にバンドマトリクスを考慮した方法(zgbsv)を追加しました。

自動計算を追加しました。図面作成時に指定した周波数の計算を自動実行します。

図面作成機能を強化しました。

領域移動

マス目選択 (従来の長方形描画に加えて、自由描画、直線描画、楕円描画を追加しました)

消しゴム (従来の長方形領域消去に加えて、自由消去、直線消去を追加しました)

アプリVersion履歴(2/4)

Version 1.2.0.9 (2012-10-15)

線形方程式求解のメモリ確保処理を効率化しました。

要素の既定値を2次四角形要素にしました。

Version1.2.0.8 (2012-9-24)

ロード時のデータ読み込みキャンセルボタンを追加しました。

Version1.2.0.7 (2012-9-21)

下記不具合を修正しました。

ポートを指定しないとメッシュ表示されない

Undoを実行→図面作成を再開→しばらく編集した後Undoを繰り返して再開時まで戻る→再開時の図面に戻らない

Version1.2.0.6 (2012-9-17)

2次三角形要素以外の要素(1次三角形要素、2次/1次四角形要素)を選択できるようにしました。

メッシュ表示を別ウィンドウで表示するようにしました。

アプリVersion履歴(3/4)

Version 1.2.0.5 (2012-9-11)

Version1.2.0.0の不具合修正+α版

機能追加

誘電体充填導波管を入出力導波管に指定できるようになりました

|Ez|分布図に誘電体形状を表示しました

機能改善

計算範囲、計算間隔設定をファイルに保存するようにしました

メモリの節約対策を行いました(それでも30x30全領域を使った場合はぎりぎりかもしれません)

その他

メッシュ表示は廃止しました

KrdLab.Lisysを更新しました(複素固有値解析I/F追加、メモリ節約の対応)

アプリVersion履歴(4/4)

Version 1.2.0.0 (2012-8-22)

機能追加版

固有モード解析結果を表示できるようにした

計算範囲を指定できるようにした

図面作成時の元に戻す、やり直しを追加した

ショートカットキー(Ctrl+O, Ctrl+S, Ctrl+Z, Ctrl+Y)追加した

Version 1.1.0.1 (2012-8-16)

Version 1.1.0.0の不具合修正版

固有モード解析の不具合を修正

Version 1.1.0.0 (2012-8-11)

機能追加版 ※公開中止

誘電体装荷できるようにした

Version 1.0.0.0 (2012-8-8)

新規作成 ※未公開

インストール手順

(1) Visual C++ 2010 ランタイムライブラリ(x86用)のインストール

Visual C++ 2010 再頒布可能パッケージ(x86)をMicrosoftのサイトから取得してインストールしてください。

(2) HPlaneWGSimulatorのインストールと起動

HPlaneWGSimulator.zip書庫を解凍し、publish¥setup.exeを起動してインストールしてください。

インストール済みの場合は、前回zip書庫を解凍した場所にpublish配下のファイル・フォルダをすべて上書きして、そこからsetiup.exeを起動してください。

初回インストール時、発行元を確認できないメッセージが表示されますが、問題なければ「インストールする」を選択してください。

インストール完了後、アプリケーションが自動で起動します。

また、デスクトップに「HPlaneWGSimulator」という名前でClickOnce アプリケーション リファレンスのアイコンが追加されます。このアイコンをダブルクリックしてアプリケーションを起動することもできます。

アンインストール手順

(1) HPlaneWGSimulatorのアンインストール

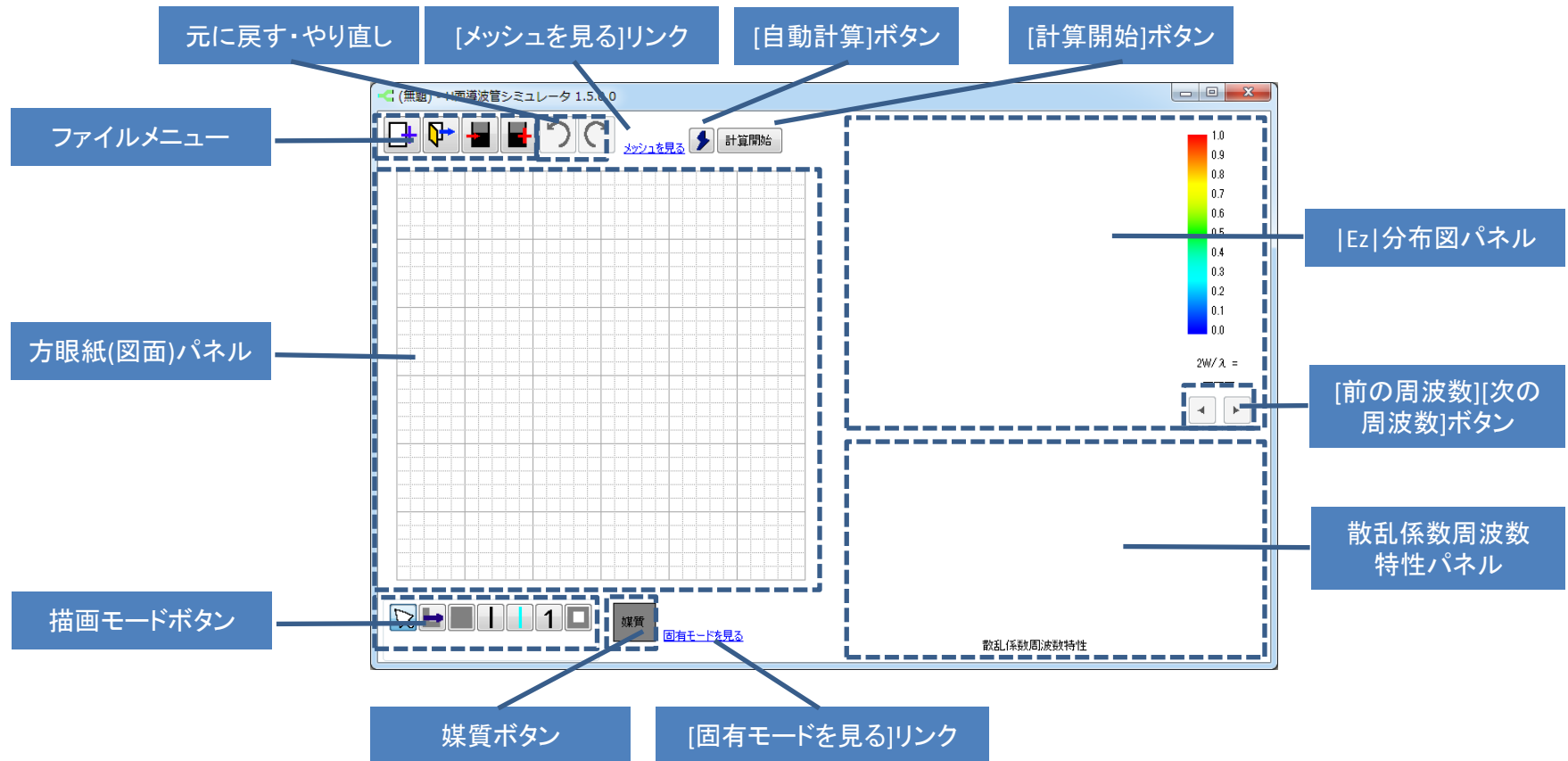
Windows7のコントロールパネル[プログラムと機能]からアンインストールしてください。

※同梱のLisysも含めてアンインストールされます。

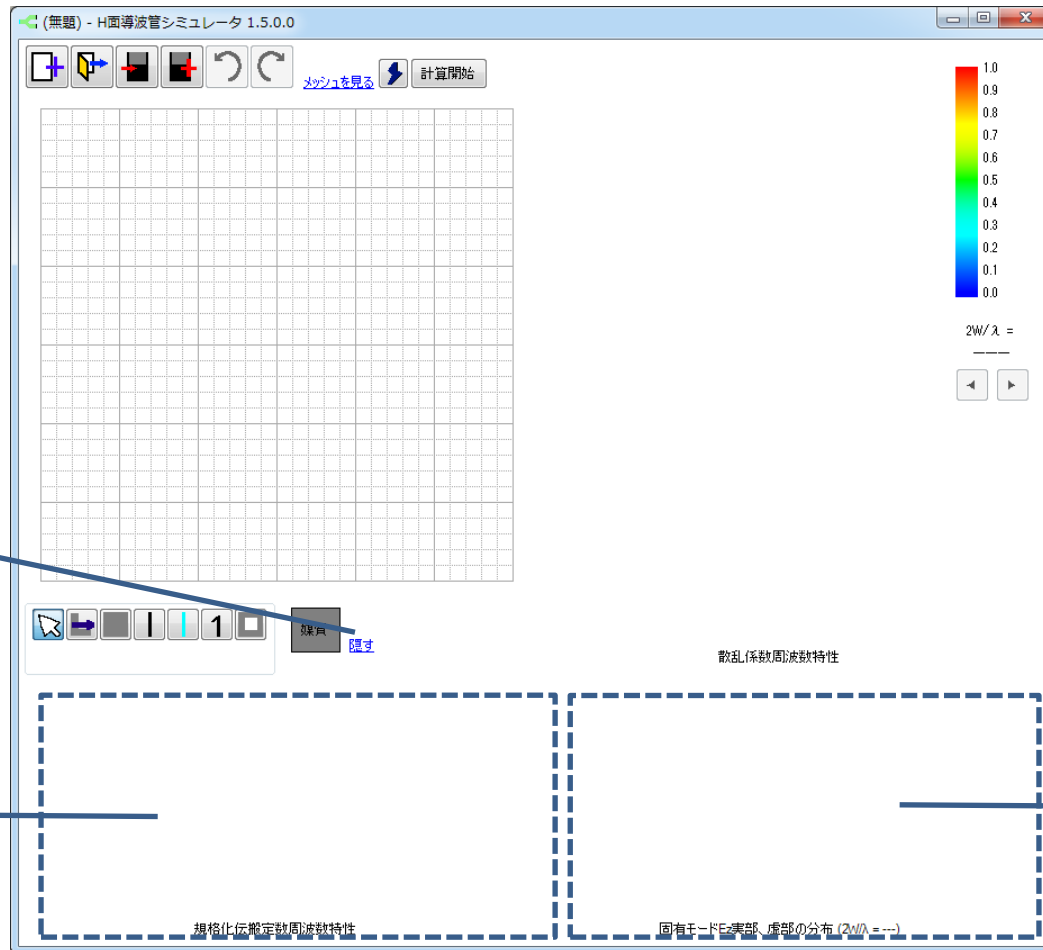
(2) Visual C++ 2010 ランタイムライブラリのアンインストール

本アプリケーションでしか使用していない場合は、Windows7のコントロールパネル[プログラムと機能]から該当ライブラリをアンインストールできます。詳細はMicrosoftのサイトを参照してください。

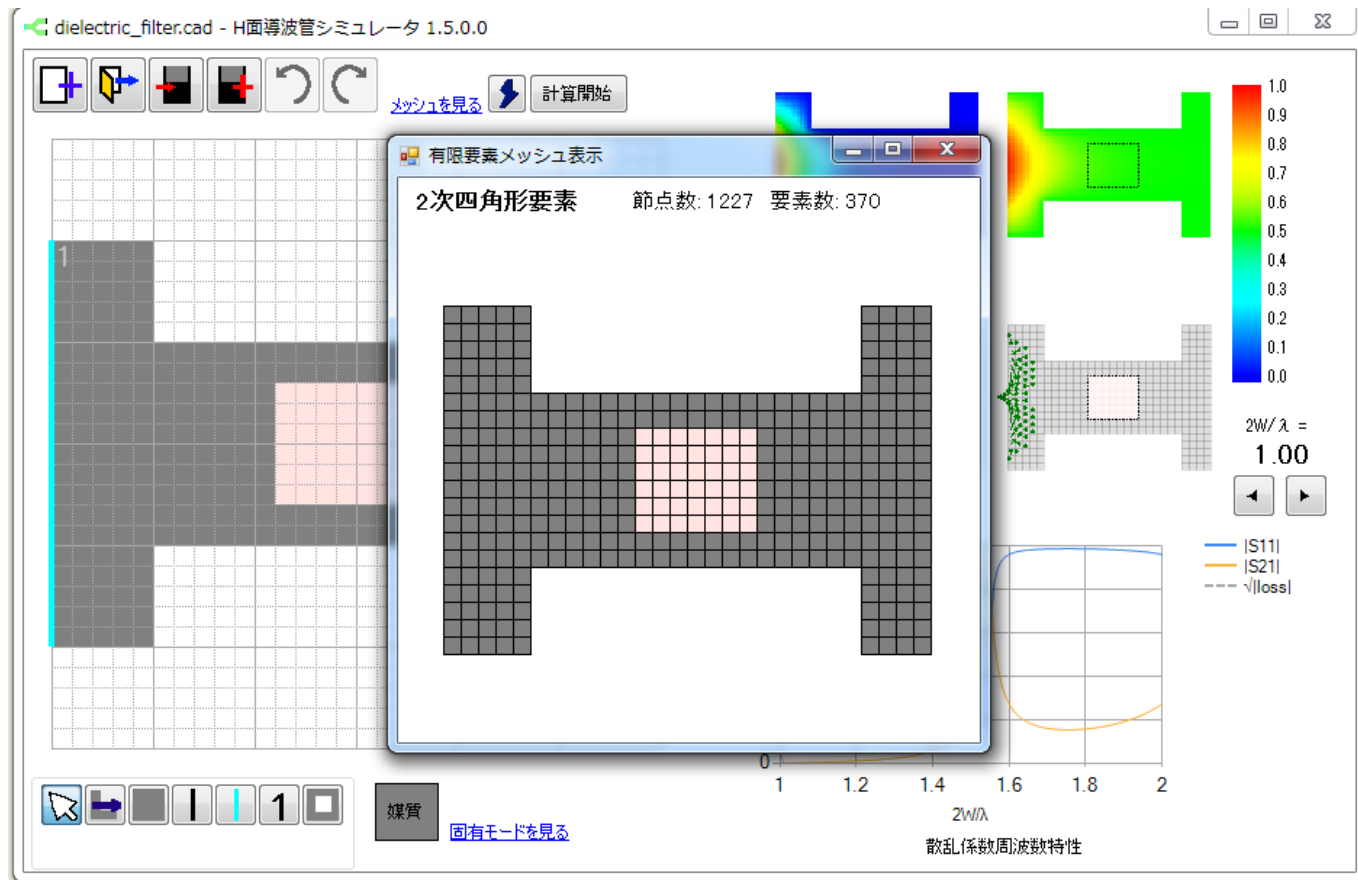
起動画面



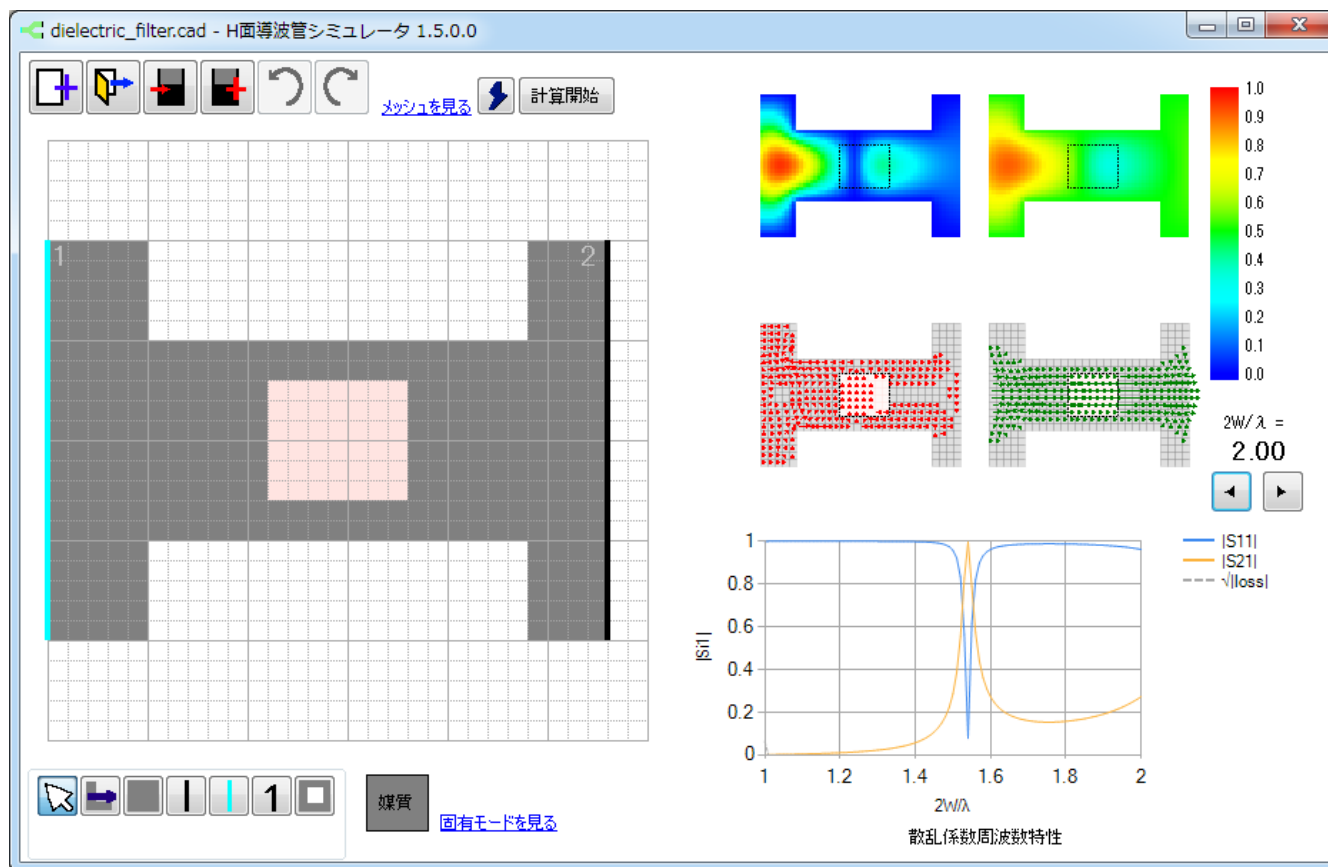
[固有モードを見る]クリック後



[メッシュを見る]クリック後



計算実行後画面



図面作成手順(1/7)

(1) 図面の作成開始

新しい空の図面を表示させるときは、ファイルメニューの[新規作成]ボタンをクリックしてください。
既存の図面を編集するときには、ファイルメニューの[開く]をクリックしてCADデータファイルを選択してください。

(2) 媒質の設定

[媒質]ボタンをクリックしてください。媒質パネルが表示されるので誘電体の比誘電率を設定してください。

媒質パネルを閉じるには、[媒質]ボタンをクリックしてください。



図面作成手順(2/7)

(3) 導波管の領域選択

図面のマス目を選択できる状態にするには、描画モードボタンの[マス目選択]ボタンをクリックしてください。

【この描画モードで操作できる項目】

マス目を選択するには、マス目をクリックするか、マウスボタンを押したまま移動させた後マウスボタンを離してください(ドラッグ)。

<自由描画>

ドラッグ時、マウスポインタの通ったマス目が選択されます。

<長方形描画>

ドラッグ時、長方形領域が選択されます。

<直線描画>

ドラッグ時、直線上のマス目が選択されます。

<楕円描画>

ドラッグ時、楕円領域が選択されます。

※なお描画モードを解除するには、[描画モード解除]ボタンをクリックしてください。

※媒質を変更するには、[媒質]ボタンをクリックしてください。媒質パネルが表示されるので描画したい媒質のラジオボタンを選択してください。

図面作成手順(3/7)

(4) 入出力導波管ポートの境界面の選択

領域に接続する導波管の境界面を選択できる状態にするには、描画モードボタンの[ポート境界]ボタンをクリックしてください。

【この描画モードで操作できる項目】

境界の1辺を選択するには、マス目の辺をクリックしてください。

直線を選択するには、マウスボタンを押したまま水平または垂直に移動させたあとマウスボタンを離してください。水平方向または垂直方向の直線上の複数の辺が選択されます。

※境界を選択すると、ポートの番号が自動で付与されます。

※なお描画モードを解除するには、[描画モード解除]ボタンをクリックしてください。

図面作成手順(4/7)

(5) 領域、ポート境界の消去

領域、ポート境界を消去できる状態にするには、描画モードボタンの[消しゴム]ボタンをクリックしてください。

【この描画モードで操作できる項目】

領域を消去するには、マス目をクリックするか、ドラッグして領域を指定してください。

<自由消去>

ドラッグ時、マウスポインタの通ったマス目が消去されます。

<長方形消去>

ドラッグ時、長方形領域が消去対象となります。

<直線消去>

ドラッグ時、直線上のマス目が消去対象となります。

ポート境界を消去するには、マスの辺をクリックするか、水平または垂直にドラッグして直線上の複数の辺を指定してください。

※なお描画モードを解除するには、[描画モード解除]ボタンをクリックしてください。

図面作成手順(5/7)

(6)入力導波管ポートの選択

入力ポートを選択できる状態にするには、描画モードボタンの[入力ポート選択]ボタンをクリックしてください。

【この描画モードで操作できる項目】

入力ポートを選択するには、ポートの境界の1辺をクリックしてください。

※なお描画モードを解除するには、[描画モード解除]ボタンをクリックしてください。

図面作成手順(6/7)

(7)入出力導波管ポート番号の手動設定

ポート番号を変更できる状態にするには、描画モードボタンの[ポート番号振り]ボタンをクリックしてください。

【この描画モードで操作できる項目】

ポートをなす境界の1辺を順にクリックすると、番号が1から順に付与されます。

※内部で“次の番号”を保持し、クリック時この番号が設定されます。“次の番号”は[ポート番号振り]ボタンクリック直後、1に設定され

境界に番号が設定されるたびに+1されます。

※なお描画モードを解除するには、[描画モード解除]ボタンをクリックしてください。

(8)ファイルへ保存

図面をファイルへ保存するには、ファイルメニューボタンの[上書き保存]、または[名前を付けて保存]ボタンをクリックします。

図面作成手順(7/7)

(9)元に戻す・やり直し

作成途中の図面を元に戻すには、[元に戻す]ボタンをクリックしてください。(ショートカットキーはCtrl + Z)

元に戻した図面を戻す前の図面に復帰するには、[やり直し]ボタンをクリックしてください。(ショートカットキーはCtrl + Y)

図面作成時のショートカットキー

- Ctrl + O ファイルを開く
- Ctrl + S 上書き保存
- Ctrl + Z 元に戻す
- Ctrl + Y やり直し

図面作成時の自動計算

[自動計算]ボタンを選択状態にすると(クリックでOn/Off切り替え)、図面作成時に図面が変更されるたびに周波数1点について自動で計算されます。

対象周波数を変えるには、[前の周波数(◀)]ボタンまたは[次の周波数(▶)]ボタンをクリックしてください。

※計算が遅い場合は、線形方程式解法をzgbsvlに変更して試してください。(線形方程式解法は、[計算実行]ボタンクリック後の計算条件画面で選択→[実行]で変更できます。)

計算実行手順(1/2)

(1) 計算開始

計算を開始するには、[計算開始]ボタンをクリックしてください。

[計算範囲]画面が表示されるので、計算範囲と計算間隔を入力し、要素形状・次数、**線形方程式解法を選択してください**。設定したら[実行]をクリックしてください。

計算を中止するには、[中止]ボタンをクリックしてください。

計算範囲 $2W/\lambda$ の W 、 λ は下記を意味します。

W : ポート番号1の入出力導波管の幅

λ : 波長

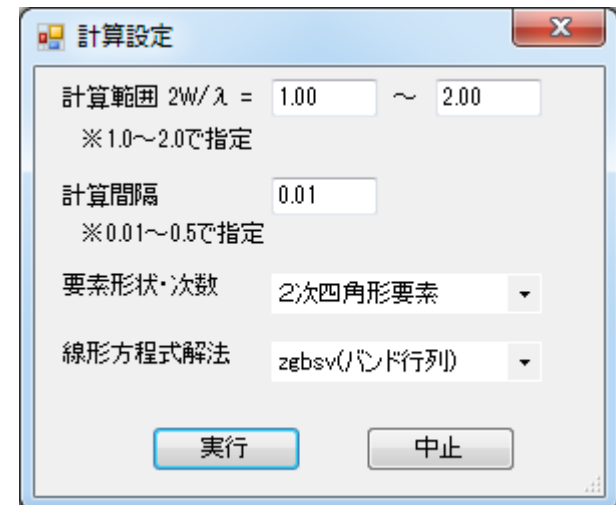
要素形状、次数は次のなかから選択できます。

2次三角形要素

2次四角形要素

1次三角形要素

1次四角形要素



計算実行手順(2/2)

線形方程式解法は次のなかから選択できます。

zgbsv(バンド行列) バンド行列を考慮した解法です。

一般行列の解法よりメモリ使用量が少なく、計算速度も速くなります。

zgesv(一般行列) 従来 of 解法です。

(2) 計算キャンセル

計算中の処理をキャンセルするには、[計算キャンセル]ボタンをクリックしてください。

※[計算キャンセル]ボタンは計算中にのみ表示されます。

計算結果表示(1/4)

計算開始後、下記計算結果が順次表示されます。

別の図面の計算結果を表示するには、[開く]で図面を読み込んでください。

(1) 界の分布図

[|Ez|分布図パネル]に次の界の分布図(のどれか)が表示されます。

● z方向電界の分布図

z方向電界を最大値で規格化したものが表示されます。

● z方向電界の実数部の分布図

z方向電界の実数部を最大値で規格化したものが表示されます。

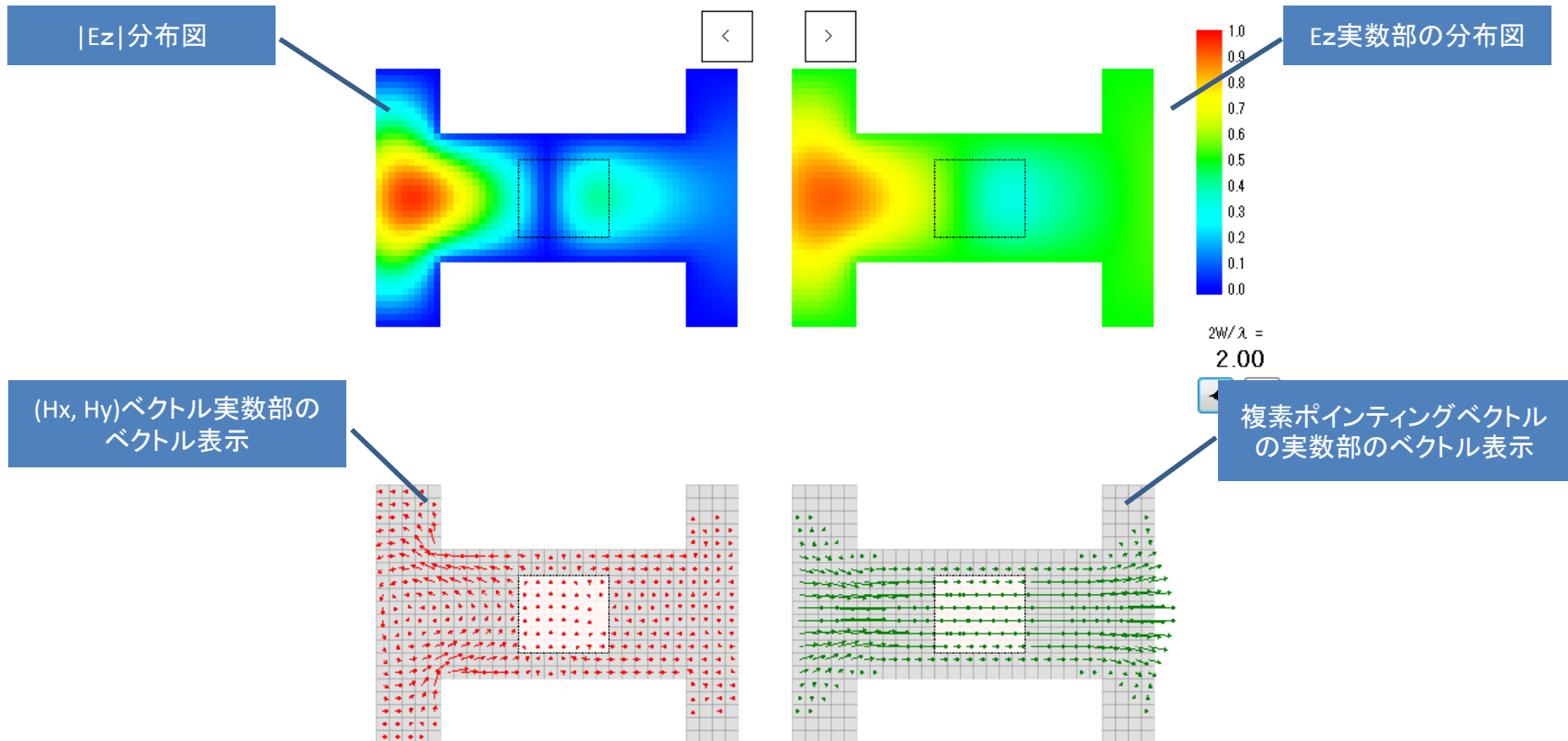
● (Hx, Hy)ベクトルのベクトル表示

H面(磁界のある面、この場合x、y平面)の磁界ベクトルの実数部がベクトルで表示されます。

● 複素ポインティングベクトルのベクトル表示

複素ポインティングベクトルの実数部(電力の時間平均)がベクトルで表示されます。

計算結果表示(2/4)



計算結果表示(3/4)

計算終了後、次の操作が可能です。

表示する分布図を変更するには、[前のパネル]ボタン、または[次のパネル]ボタンをクリックしてください。

※ [前のパネル]ボタン、[次のパネル]ボタンは、分布図パネルにマウスを移動すると表示されます。

前の規格化周波数の分布図を表示するには、[前の周波数(◀)]ボタンをクリックしてください。

次の規格化周波数の分布図を表示するには、[次の周波数(▶)]ボタンをクリックしてください。

(2) 散乱係数周波数特性グラフ

[散乱係数周波数特性パネル]に、指定入力ポートに入射波を印加したときの各ポートの散乱係数(ルート電力波に対する反射係数、透過係数)の周波数特性グラフが表示されます。

計算結果表示(4/4)

(3) 入出力導波管の規格化伝搬定数の周波数特性グラフ

[規格化伝搬定数周波数特性パネル]に、入出力導波管の伝搬定数(位相定数) β を真空の波数 $k_0(=2\pi f/c_0)$ f:周波数 c_0 :光速) で規格化したものが表示されます。

※ [規格化伝搬定数周波数特性パネル]を表示するには、[固有モードを見る]リンクをクリックしてください。

(4) 入出力導波管の固有モードの分布図

[固有モードの実部、虚部分布図パネル]に、指定周波数における入出力導波管の固有モード(TE₁₀モードのみ)のz方向電界の実部、虚部の分布グラフが表示されます。

周波数の指定は、z方向電界の分布図の[前の周波数(◀)][次の周波数(▶)]ボタンで行ってください。

※ [固有モードの実部、虚部分布図パネル]を表示するには、[固有モードを見る]リンクをクリックしてください。

パネルの最大化

下記パネルをアプリケーションウィンドウ一杯に最大化するには、ダブルクリックしてください。
最大化したパネルを元に戻すには、ダブルクリックしてください。

[方眼紙パネル]

[$|E_z|$ 分布図パネル]

[散乱係数周波数特性パネル]

[規格化伝搬定数周波数特性パネル]

[固有モードの実部、虚部分布図パネル]

参考文献

1. 小柴正則, “光・波動のための有限要素法の基礎”, 森北出版, p.36-p.49, 1990
線要素、三角形要素の要素積分計算を参考にさせていただきました。
2. KrdLab, “Lisys”, <http://d.hatena.ne.jp/KrdLab/20090507>, 2009-05
下記APIを使用させていただきました。
逆行列計算: `KrdLab.clapack.Function.dgesv`
固有値解析: `KrdLab.clapack.Function.dgeev`
複素線形方程式: `KrdLab.clapack.FunctionExt.zgesv(※)`
`KrdLab.clapack.FunctionExt.zgbsv(※)`
(※`KrdLab.clapack.Function.dgesv`にならってryujimiyaが追加したものです)
3. 梅谷信行, “DeIFEM”, <http://code.google.com/p/delfem/>, 2009
下記ソースコードを実装の参考にさせていただきました。該当ソースのヘッダ部にはGPLライセンスの記述を挿入しています。
三角形要素で要素剛性行列を作る際のUtility関数: `ker_emat_tri.h`
等高線図のカラーマップ: `drawer_field.h`

Appendix A 計算条件

- ・領域は空洞(真空)
領域内に誘電体媒質を装荷可能
- ・領域境界は完全導体壁
- ・入力ポートからTE₁₀モード入射
- ・入出力導波管は中空の他、誘電体を充填したものも指定可能

- ・入出力ポートを2次線要素で分割(固有モード解析)
- ・入出力ポートをTE_{m0}モード($m = 1, 2, \dots$)で固有モード展開
(モード展開数は固有値解析で得られる全モードを使用します。モード数は境界の節点数と同じです。)
- ・領域を2次/1次補間の三角形/四角形要素で分割(伝達問題解析)
- ・ z 方向電界 E_z に関するヘルムホルツ方程式にガラーキン法を適用

- ・計算対象規格化周波数の制限をなくしました
(誘電体充填導波管の場合、基本モードの伝搬周波数領域が変わるため。)
- ・計算間隔0.01~0.5

Appendix B 計算項目

- ・入出力ポートの固有モードの伝搬定数、 z 方向電界 E_z の分布の算出
→Ver1.2.0.0より表示するようにしました。
- ・電磁界分布の算出
→下記4種類の物理量を分布図として表示
 - z 方向電界の絶対値 $|E_z|/|E_z|_{\max}$
 - z 方向電界の実数部 $\text{Re}(E_z)$
 - x, y 方向磁界ベクトルの実数部
 - 複素ポインティングベクトルの実数部
- ・散乱係数 S_{ij} (i = 出力ポート番号(1,2,...), j = 図面で指定した入力ポート番号)の算出
→ $2W/\lambda - S_{ij}$ 周波数特性のグラフを表示

取説更新履歴

- 2012-10-28 取説Ver1.05 アプリVer1.5.0.0用作成
- 2012-10-15 取説Ver1.04 アプリVer1.2.0.9用作成
- 2012-09-11 取説Ver1.03 アプリVer1.2.0.5用作成
- 2012-08-22 取説Ver1.02 アプリVer1.2.0.0用作成
- 2012-08-16 取説Ver1.01 入力ポート選択の説明修正(p. 14)
- 2012-08-11 取説Ver1.00 アプリVer1.1.0.0用新規作成