

# 軸対象電磁場解析 FEM の使用方法

佐々木信哉

2013 年 8 月 7 日

## 1 使用の流れ

作成した FEM は以下の流れに沿って使用する。

1. 入力ファイル (\*.in) の作成
2. 要素分割
3. FEM による解析
4. 解析結果の描画

この流れに沿った図を図 1 に示した。

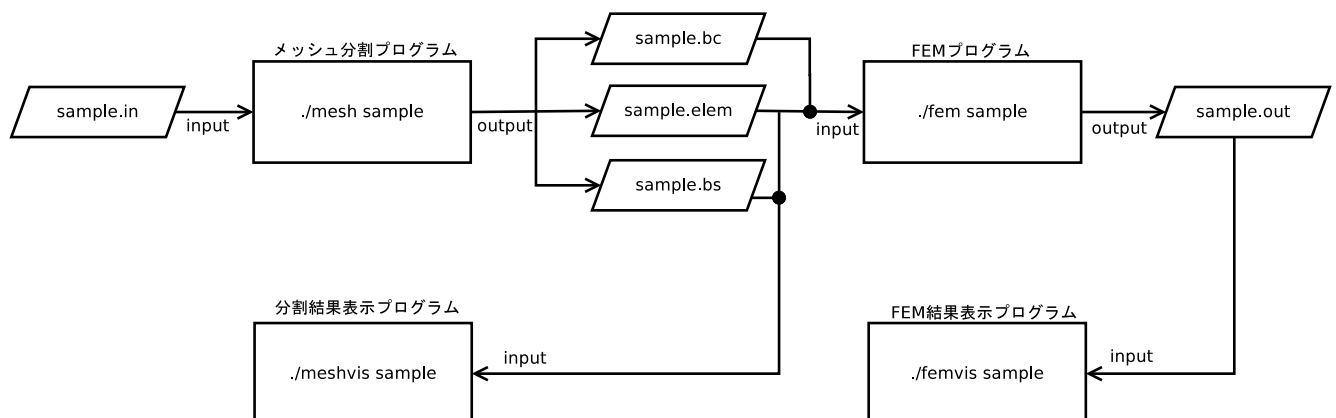


図 1 使用の流れ

## 2 入力ファイルの作成

入力ファイルは「\*.in」とされ、以下のような情報を予め入力して用意しておく必要がある。

- 使用する要素形状
- 境界を構成する節点の情報
- 境界の辺の情報
- 境界の情報

参考のためソースコード 1 に球状の金属体を模擬した入力ファイルを示した。

```

1 # メッシュ生成プログラムの新規作成
2 # =====
3 #
4 # 1. 達成すべき機能
5 #   凹凸・複数領域の同時分割
6 #   円による曲線の表現
7 #   節点の追加方法
8 #   1. 偏平率分割
9 #   2. 密度分割
10 #   3. 格子分割
11 #   メインプロセスとの連携
12 #   1. 一次三角形要素
13 #   2. 二次三角形要素
14 #   3. 一次四角形要素
15 #   4. 二次四角形要素
16 #
17 # 2. 入力
18 # 入力ファイルの形式を以下に示す.
19
20 # ===== 1/4 円問題 =====
21
22 $begin_params
23 # パラメータを記述する領域
24
25 # $form は以下の通りの要素形状と次数を指定する.
26 # 引数 対応する要素形状と次数
27 # 1      tri-1st order
28 # 2      tri-2nd order
29 # 3      quad-1st order
30 # 4      quad-2nd order
31 # $form のoption
32 # -obl 偏平率分割をするoption
33 #      (四角形分割の際に格子点分割でなく偏平率分割をしたい場合に使用)
34 $form 2
35
36 # $intervalは四角形要素分割の際の格子点間隔を指定
37 $interval 0.25
38
39 $end
40
41 $begin_node
42 # ノードの設定 番号, 座標を記述する.
43 # number  x    y
44 #   1      0    0
45 #   2      0    1
46 #   3      1    0
47 $end
48
49 $begin_edge
50 # 辺の設定
51 # strの引数は 分割数
52 # cirの引数は 分割数, 中心x, 中心y, 回転角度(右回り)
53 # 境界条件(bc)はノイマン条件 ディリクレ条件を指定 引数はその辺上の既知の値
54 # 今のところ分割数は$noneと指定すること. (2011/09/08)
55 # number node1 node2 line line-args bc bc-args material
56 #   1      1    2    $str $none    $neumann $none $none
57 #   2      2    3    $cir $none,0,0,90 $neumann $none $Cu

```

```

58 3      3      1      $str $none      $dirichlet 0      $none
59 $end
60
61 $begin_boundary
62 # 境界の設定 境界外周のノードを順序通り格納
63 # isOuterは$trueで外部境界 $falseで内部境界
64 # inclusionは境界自身の番号と境界が包含する境界の番号を入れること.
65 # number nodes isOuter inclusion
66 1      1,2,3 $true 1
67 $end

```

### 3 要素分割

要素分割では先程作成した入力ファイルから、領域を分割し、FEMに必要な情報を作成する。作成されるファイルは以下の通りである。なお、プログラムは `mesher` のディレクトリに存在する。また、分割結果の表示は `vis_mesh` のディレクトリに存在する。

- \*.bc  
境界条件の情報
- \*.elem  
節点と要素の情報
- \*.bs  
要素分割の結果表示のために使用される情報

要素分割において、三角形要素を選択した場合はプログラム実行時に新たに設置する節点の個数が聞かれるため、実行時に節点数を指定することになる。四角形要素の場合は、入力ファイルに予め格子状に置く節点の幅を指定しておくことになる。

描画においての操作方法は以下の通りとなる。

- q:画面を閉じる
- s:画面を eps ファイルで保存する
- b:境界描画の ON・OFF
- n:節点番号描画の ON・OFF

### 4 FEM による解析

FEM による解析では要素分割により生成された「\*.bs」と「\*.elem」のファイルを入力ファイルとする。実行されると「\*.out」ファイルが生成される。「\*.out」には以下のような情報等が含まれる。なお、プログラムは `fem` のディレクトリに存在する。

- 解析時間
- 節点の情報
- 要素の情報

- 共振周波数
- Q 値
- シェントインピーダンス

ソースコード 2 に「\*.out」の出力例を示した。

ソースコード 2 spec.out

```

1 $-----
2 Wed Aug 7 11:32:54 2013
3 time [s] = 0.002533
4 nodenum = 22
5 elemnum = 7
6 edge size = 0.515032
7 area size = 0.105177
8 lambda = 7.535387960574981
9 frequency [Hz] = 1.30977e+08
10 input power [J] = 1
11 power loss [W] = 14347.7
12 Q = 57357.5
13 E0 [V/m] = 547424
14 R [ohm/m] = 2.08864e+07
15 -----$
16 2
17 7.53539
18 22
19 7
20 1 0 0 0 760883 0
21 2 0 1 1030.74 4793.96 2638.88
22 3 1 0 0 272975 0
23 4 0.707107 0.707107 717.799 117562 151871
24 5 0 0.5 995.196 429337 1498.14
25 6 0.5 0 0 591018 0
26 7 0.355164 0.431632 803.52 450891 78954.1
27 8 0.92388 0.382683 391.568 241907 104853
28 9 0.177582 0.215816 500.013 603424 36434.9
29 10 0.25 0 0 683301 0
30 11 0.427582 0.215816 439.012 523498 33245.6
31 12 0.639522 0.407158 620.206 355031 86845.3
32 13 0.71194 0.191342 303.895 422119 57532.7
33 14 0.382683 0.92388 937.4 58498.9 94184.8
34 15 0.177582 0.715816 1113.73 242900 40796.5
35 16 0.531136 0.569369 847.511 304612 111958
36 17 0.177582 0.465816 926.857 448864 40226.1
37 18 0 0.25 590.763 597462 -3700.91
38 19 0.83147 0.55557 569.753 188486 135084
39 20 0 0.75 1146.33 219519 2068.51
40 21 0.75 0 0 428942 0
41 22 0.980785 0.19509 196.767 267608 56487.7
42 1 6 0 5 8 9 10
43 2 7 6 5 11 10 12
44 3 3 1 6 13 14 15
45 4 6 4 0 16 17 8
46 5 7 3 6 18 15 11
47 6 1 4 6 19 16 14
48 7 5 2 7 20 21 12

```

## 5 解析結果の描画

解析結果の描画では FEM の解析によって得られた「\*.out」のファイルを入力ファイルとする。プログラムは femvis のディレクトリに存在する。操作方法は以下の通りとなる。

- q:閉じる
- s:画面を eps ファイルで保存
- v:電場ベクトルの描画 ON・OFF