

IvyFEM4HPlaneWaveguide
Readme
ryujimiya
Eメール: ryujimiya236@gmail.com
Twitter: <https://twitter.com/ryujimiya2361>

1. はじめに

IvyFEM4HPlaneWaveguide は 2 次元導波路伝達問題(H 面/E 面)のシミュレーションアプリケーションです。TE₁₀ モードを入射したときの界分布(H 面のとき $|E_z|$ 、E 面のとき $|H_z|$)や散乱係数 $|S_{11}|$ 、 $|S_{21}|$ (ポート 1 から入射の場合)の周波数特性を計算することができます。
なおお問い合わせは E メールか Twitter からお願いいたします。

2. インストール

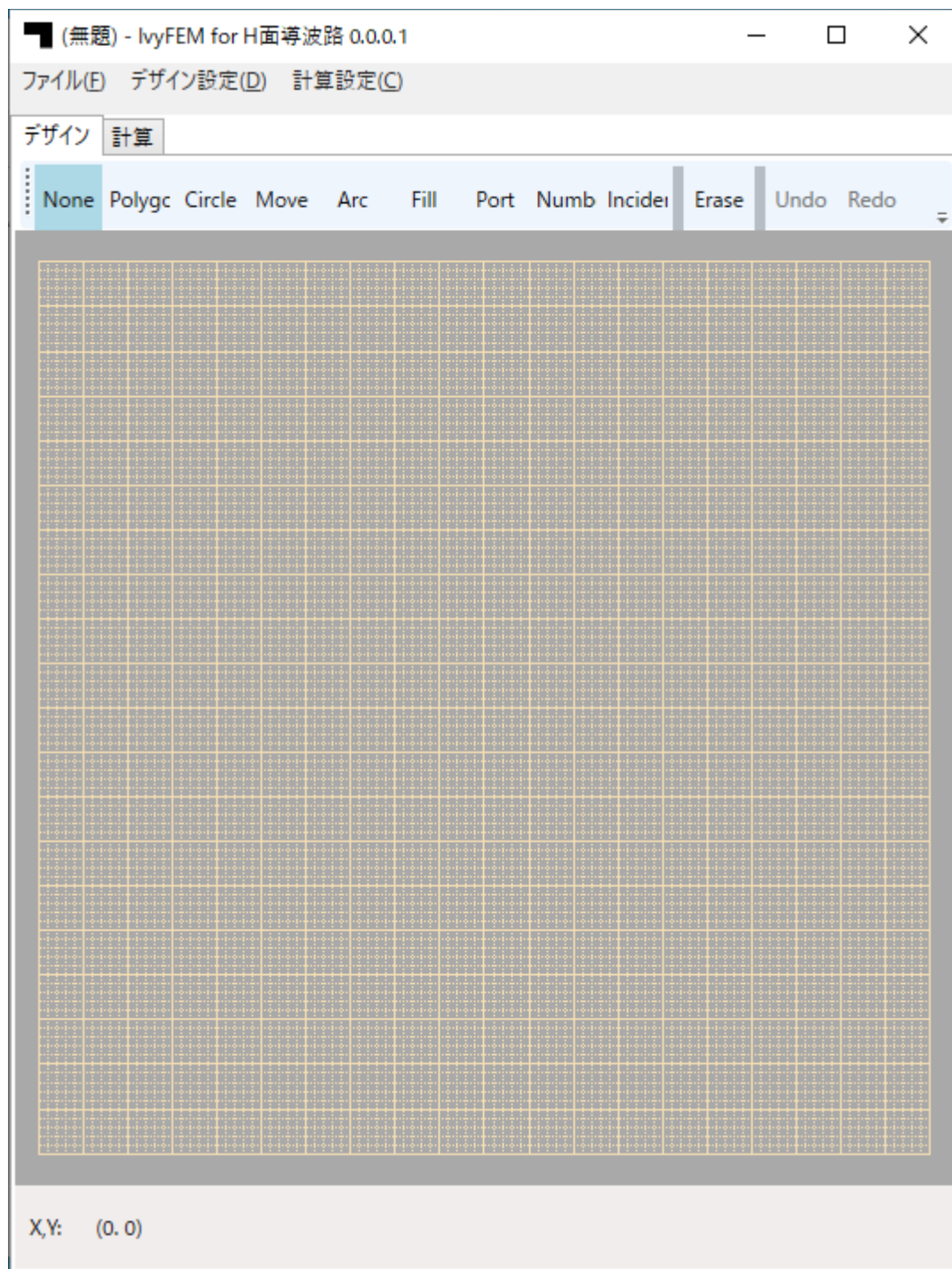
2.1. 必要なライブラリ

- .Net Framework 4.6.1
- Microsoft Visual Studio 2019 C++(x64) Runtime Library

2.2. アプリケーションフォルダの解凍と起動

IvyFEM4HPlaneWaveguide0.0.0.1.zip (0.0.0.1 はバージョン番号です。適宜読み替えてください) を解凍してください。

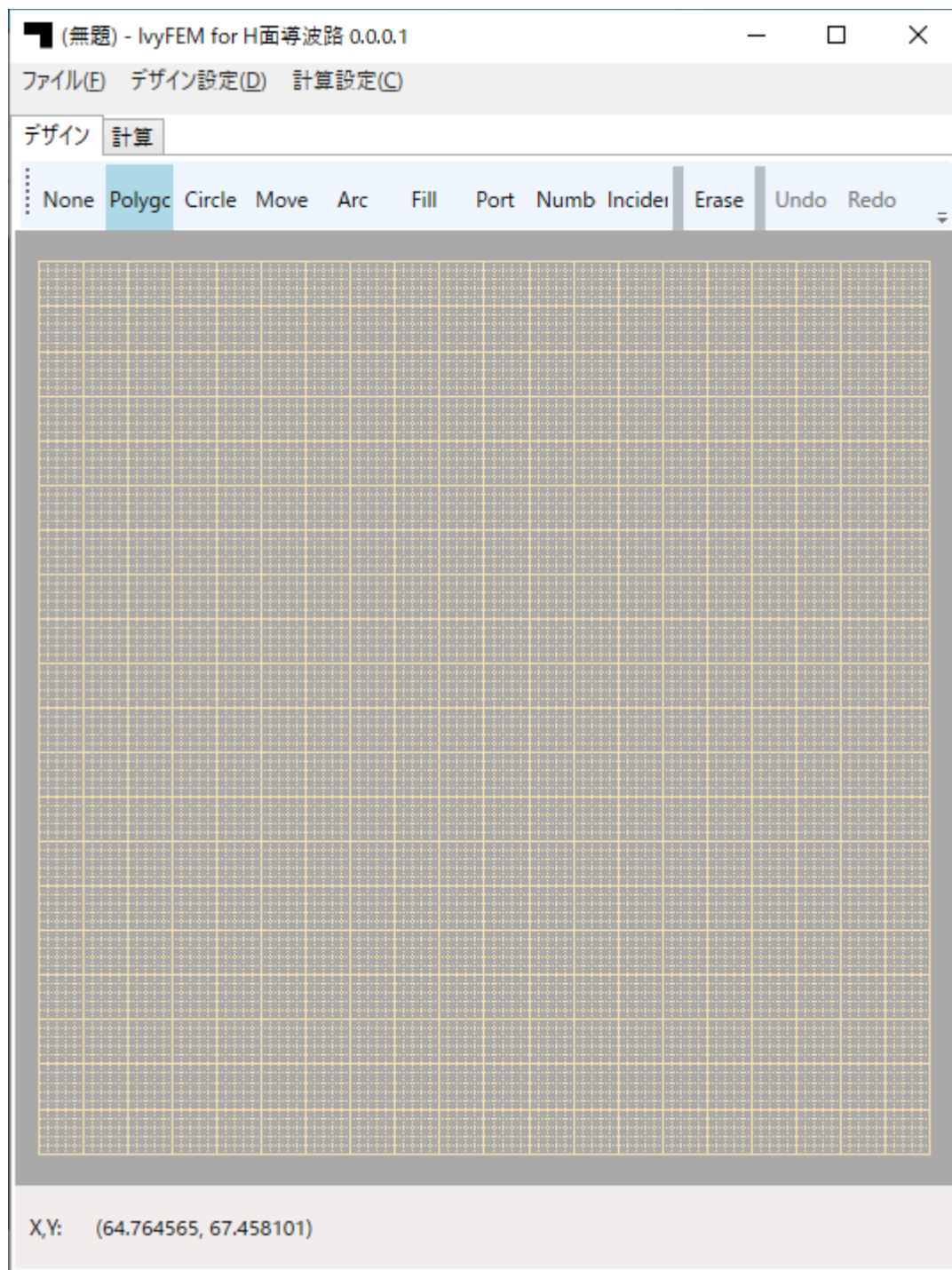
フォルダの中に IvyFEM4HPlaneWaveguide.exe があります。これがアプリケーションです。ダブルクリックすると次のようなアプリが起動します。



3. 図面

3.1. 多角形作成

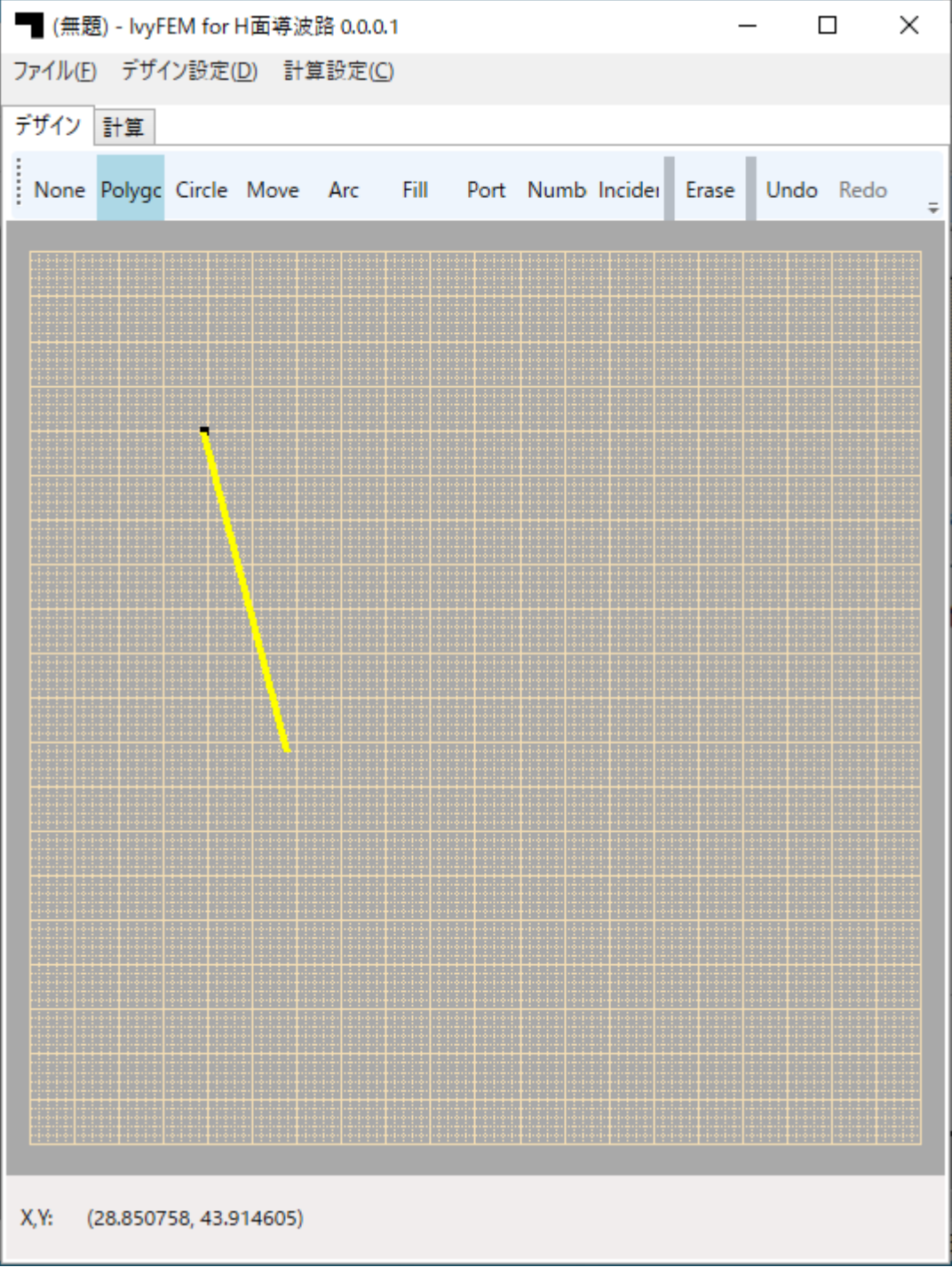
(1) [Polygon]ボタンを選択します。

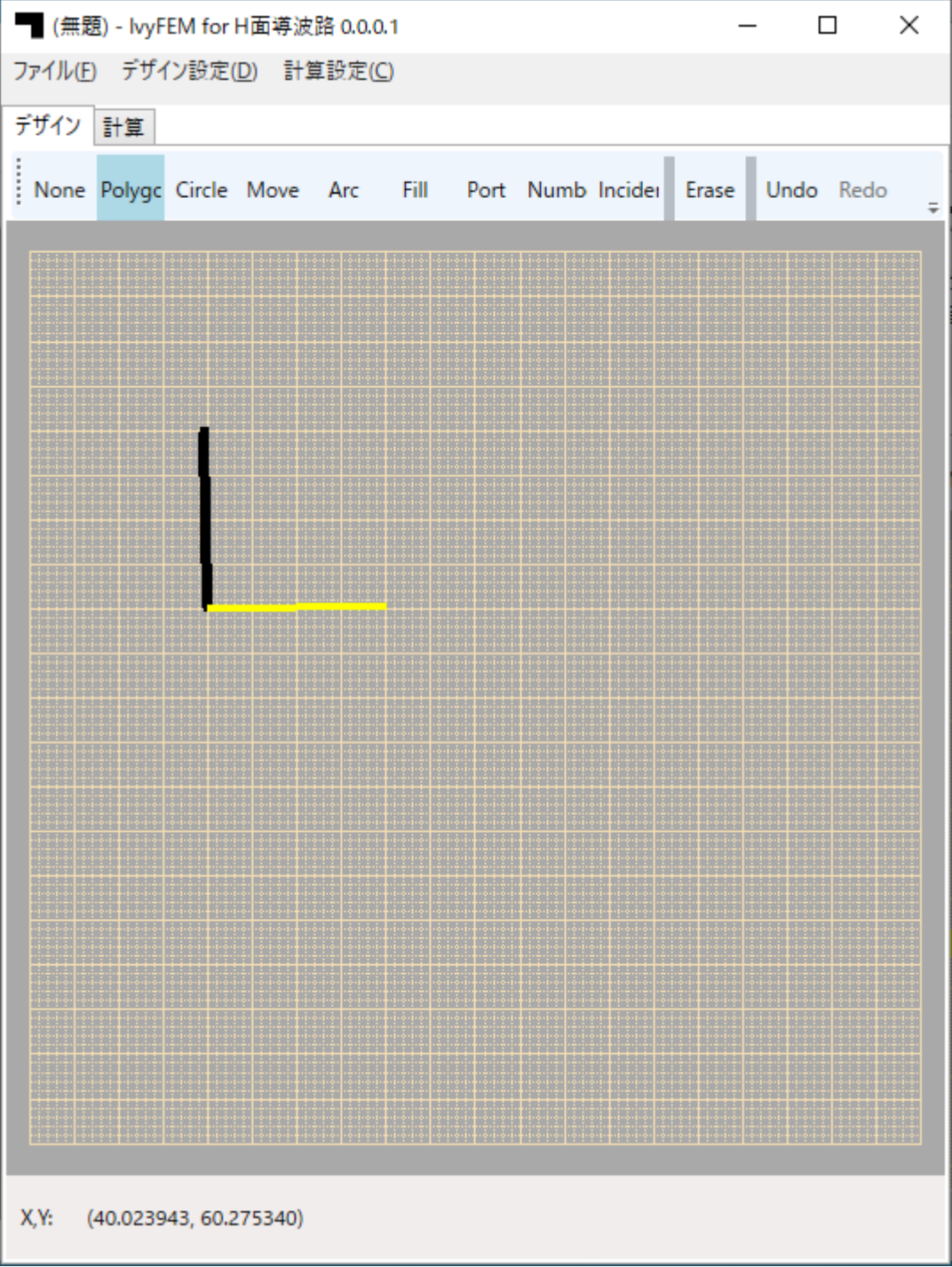


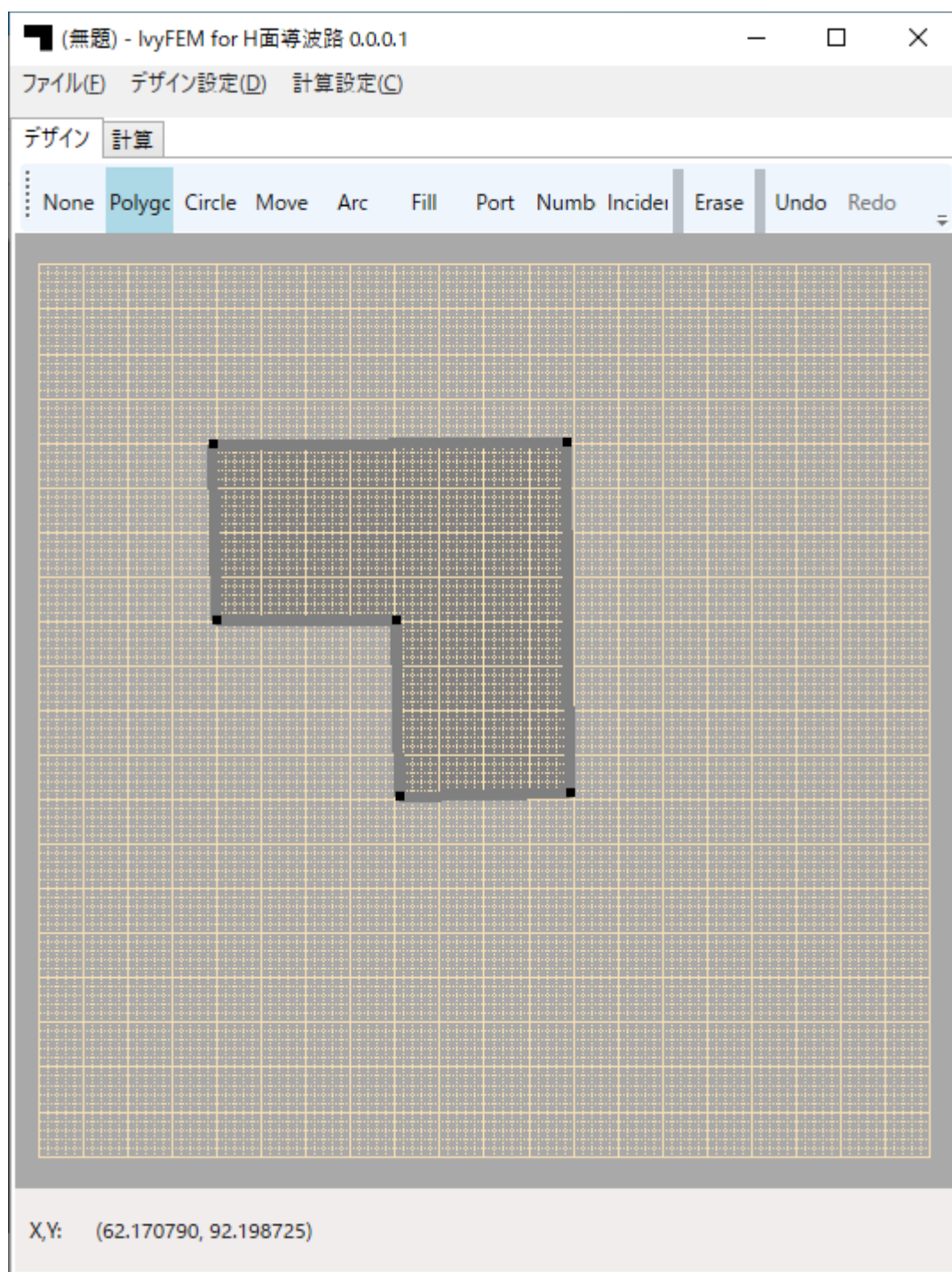
(2) 左クリックを押し続けながら位置を移動させると直線が表示されます。

左クリックを離すと直線が確定し、次の直線の作成に移ります。

最終的に図形の始点と終点が一一致し、図形が閉じて多角形になった時点で多角形作成は完了です。



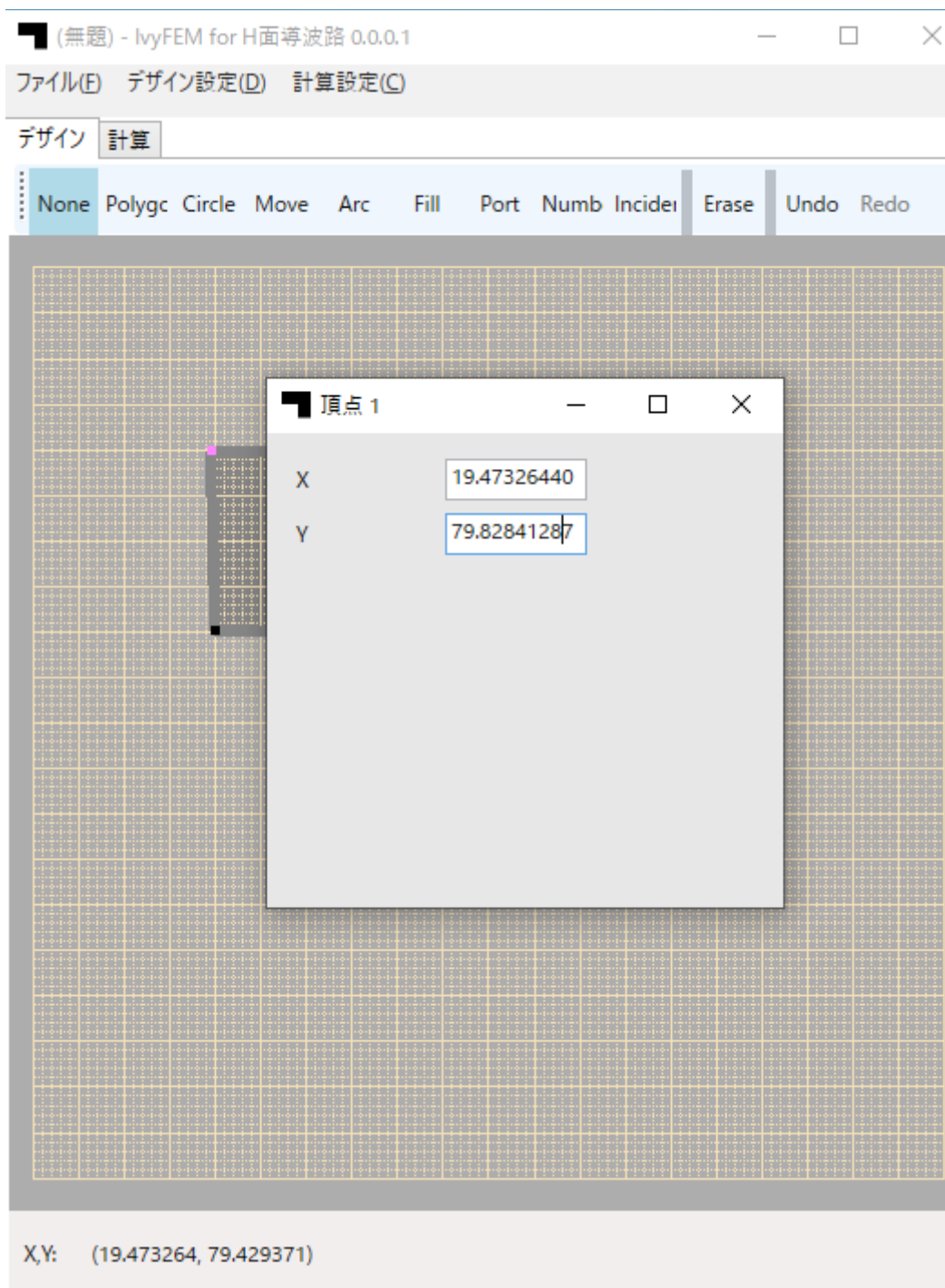




(4) 頂点の位置の調整

[None]ボタンをクリックします。

頂点をクリックすると次のような設定画面が表示されます。座標を入力してください。



3.2. 媒質の設定

※複数の媒質はH面導波路のときのみです。E面導波路の場合は単一媒質にしてください。

- (1) [Fill]ボタンをクリックすると、媒質選択のポップアップが表示されます。
設定したい媒質にチェックを入れ比誘電率などを入力します。

ファイル(F) デザイン設定(D) 計算設定(C)

デザイン 計算

None Polygc Circle Move Arc Fill Port Numb Incidei Erase Undo Redo

媒質

編集(E)

	名前	色	比誘電率
<input type="checkbox"/>	導体	Black	1
<input checked="" type="checkbox"/>	真空	Gray	1
<input type="checkbox"/>	誘電体0	#7FFF7F	1
<input type="checkbox"/>	誘電体1	#7FEF7F	1
<input type="checkbox"/>	誘電体2	#7FDF7F	1
<input type="checkbox"/>	誘電体3	#7FCF7F	1
<input type="checkbox"/>	誘電体4	#7FBF7F	1

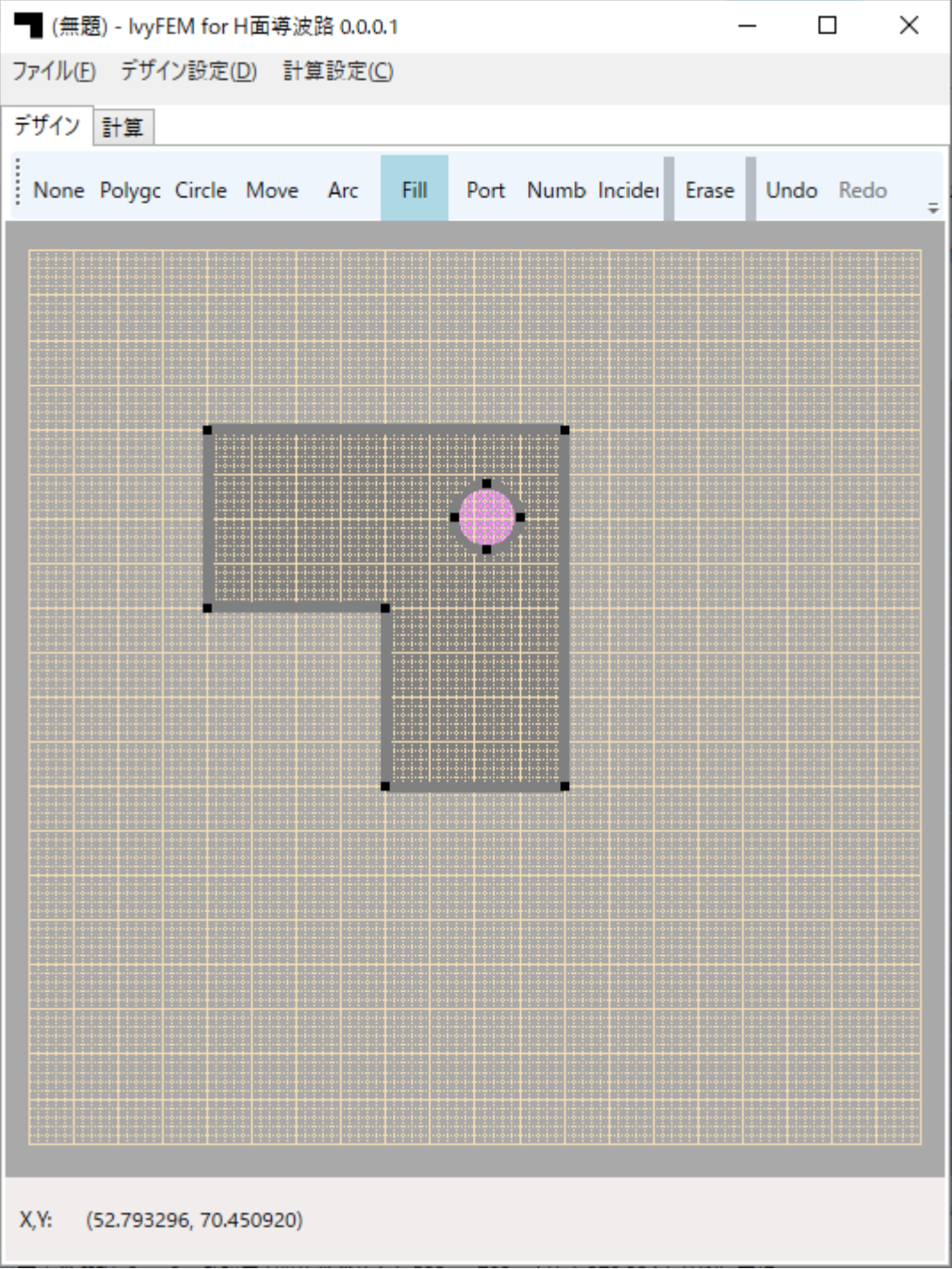
X,Y: (43.415802, 103.172389)

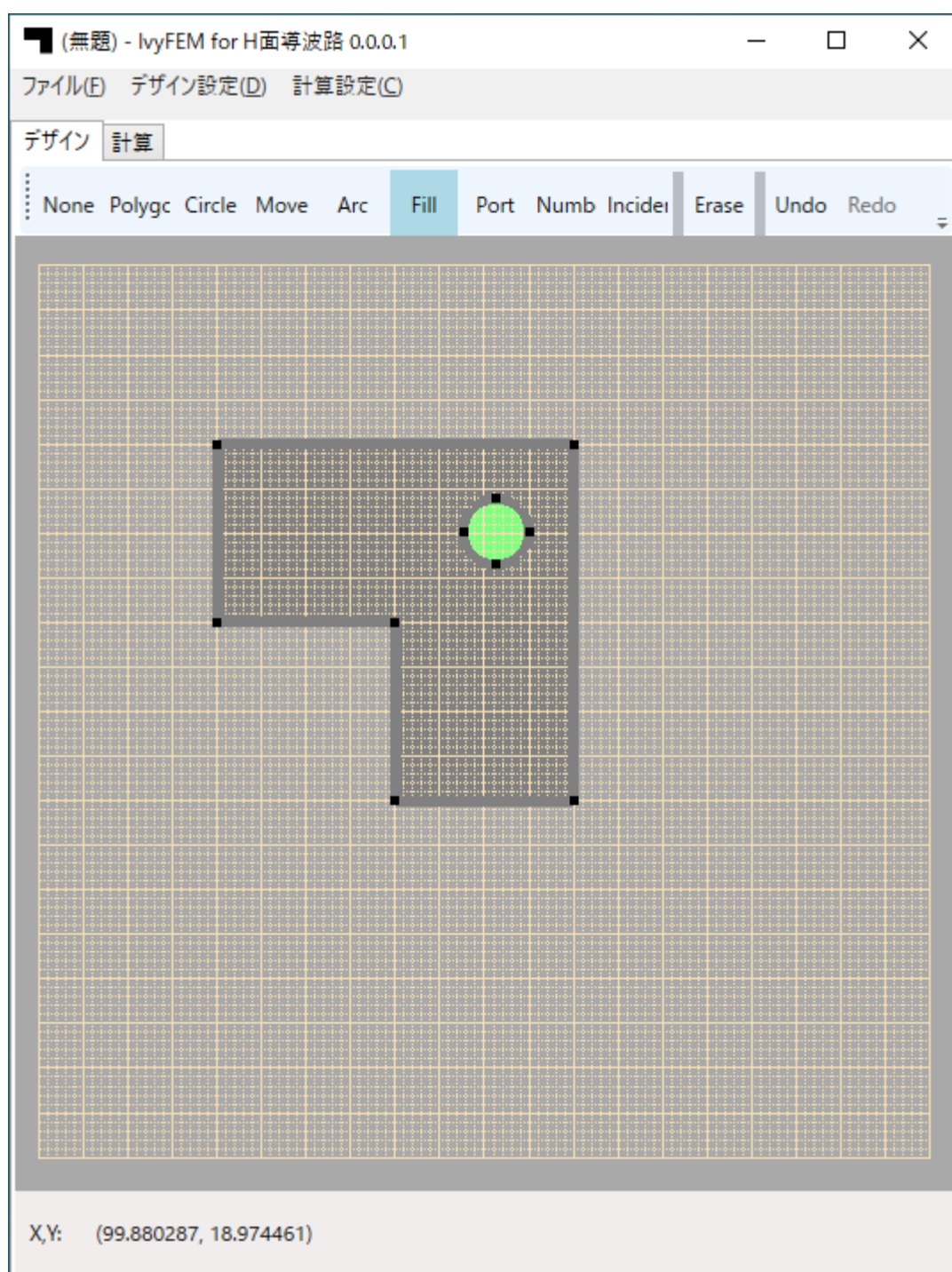
媒質

編集(E)

	名前	色	比誘電率	
<input type="checkbox"/>	導体	<div><div>Black</div><div></div></div>	1	
<input type="checkbox"/>	真空	<div><div>Gray</div><div></div></div>	1	
<input checked="" type="checkbox"/>	誘電体0	<div><div>#7FFF7F</div><div></div></div>	2.5	
<input type="checkbox"/>	誘電体1	<div><div>#7FEF7F</div><div></div></div>	1	
<input type="checkbox"/>	誘電体2	<div><div>#7FDF7F</div><div></div></div>	1	
<input type="checkbox"/>	誘電体3	<div><div>#7FCF7F</div><div></div></div>	1	
<input type="checkbox"/>	誘電体4	<div><div>#7FBF7F</div><div></div></div>	1	

(2) 媒質を埋めたい領域にマウスオーバーし（色が変わります）、クリックすると媒質が設定されます。

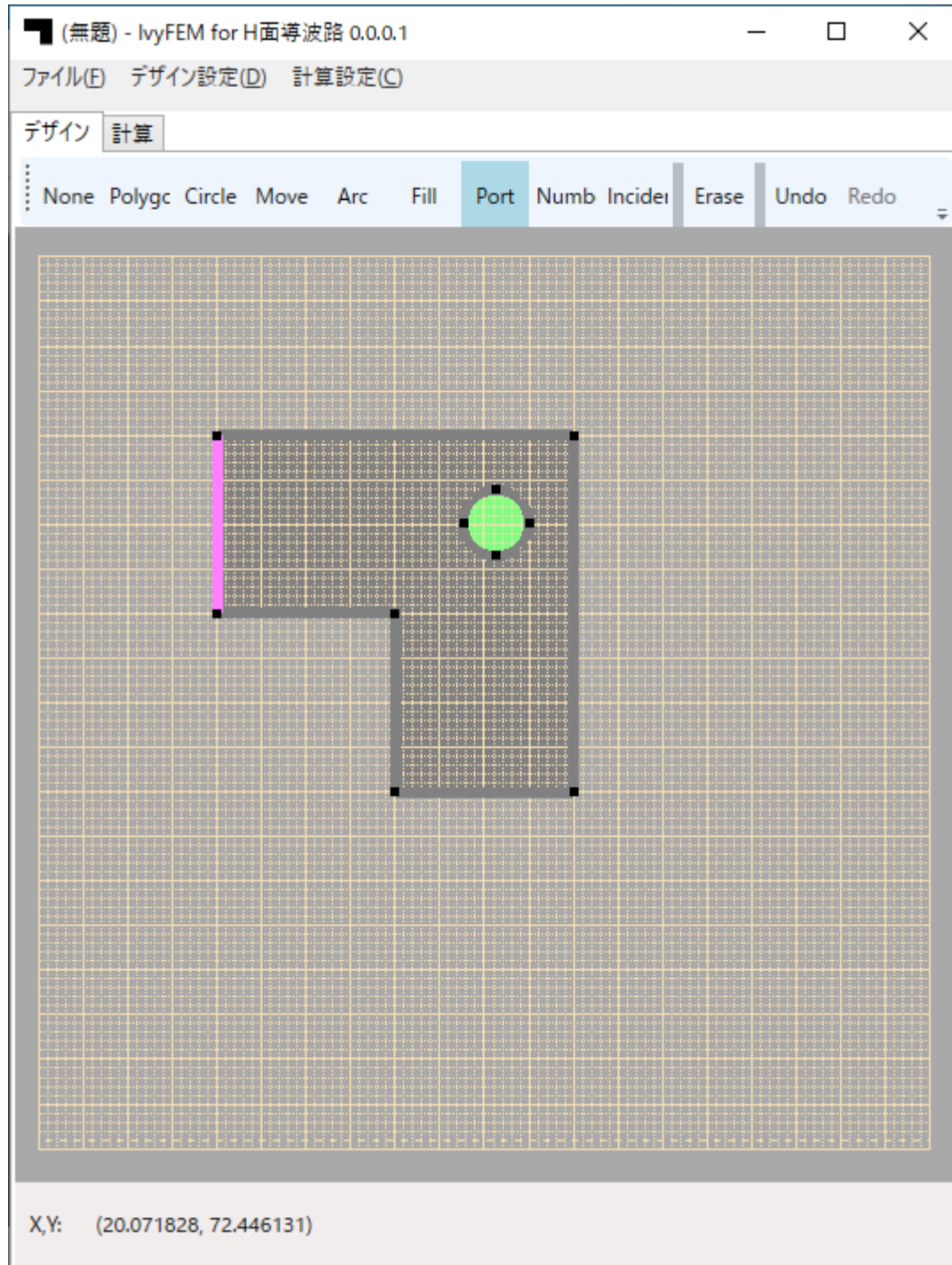


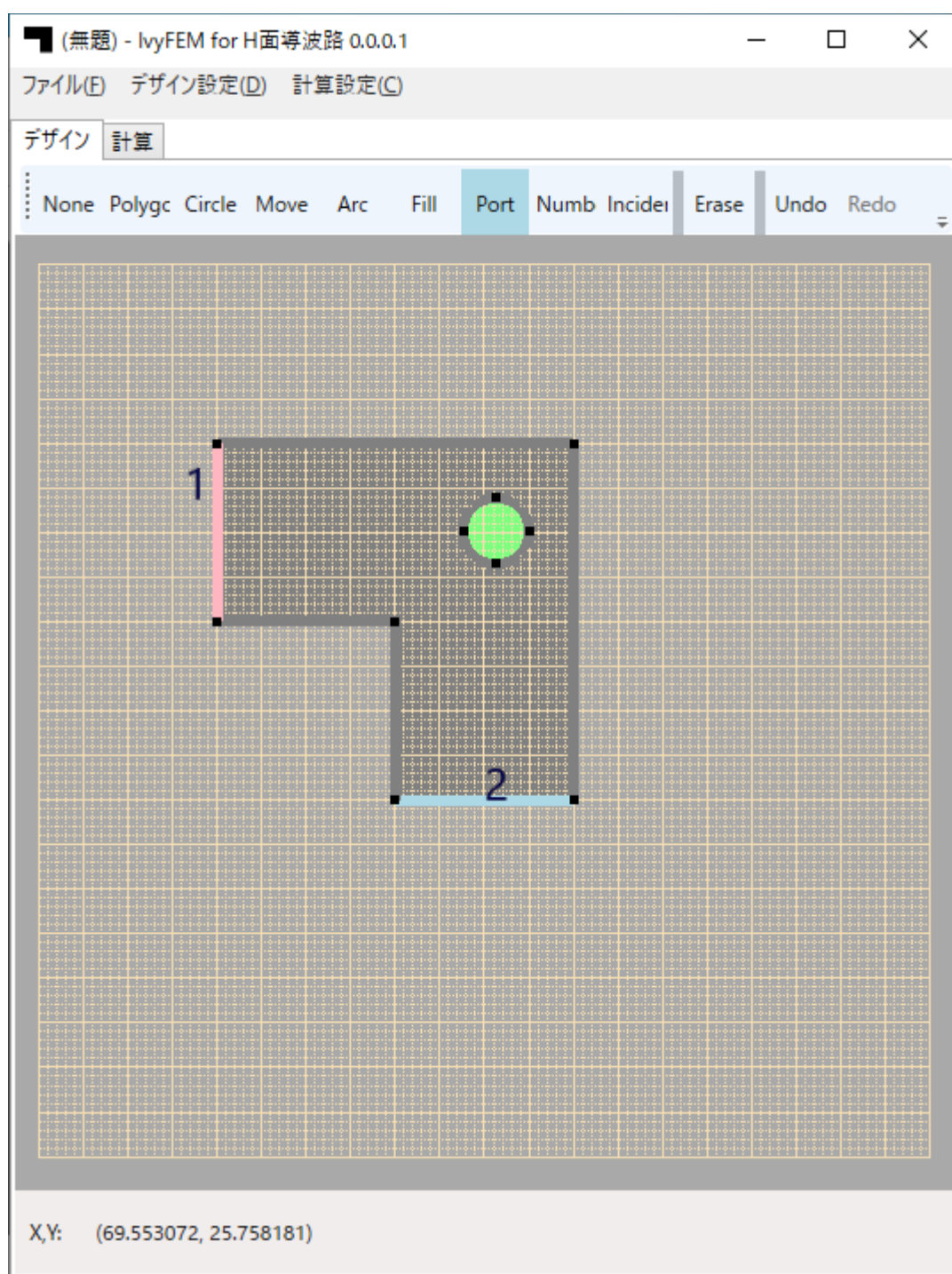


3.3. ポートの設定

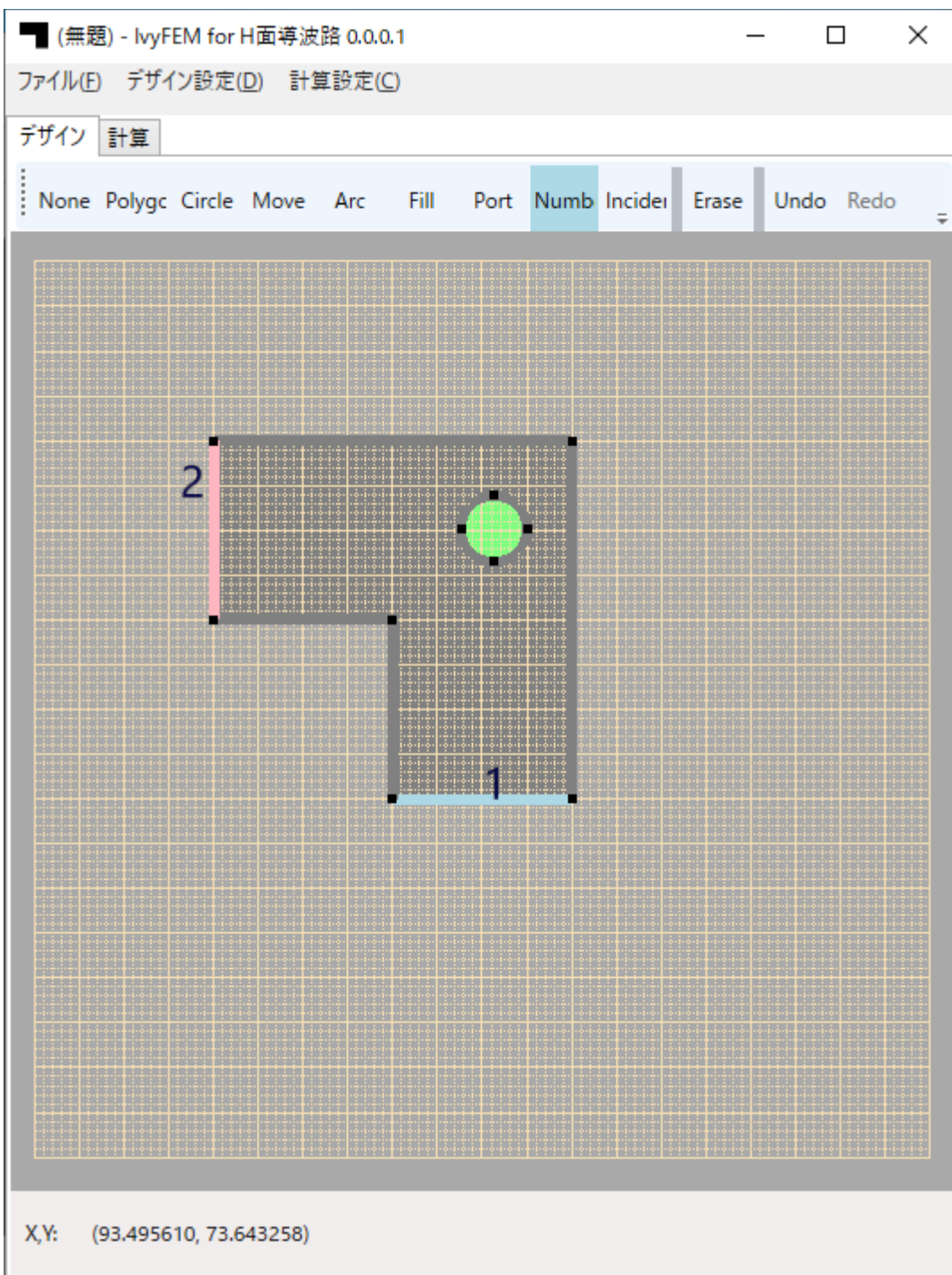
[Port]ボタンをクリックします。

ポートに設定したい境界にマウスオーバーし(色が変わります)、クリックするとポートが設定されます。クリックした順にポート番号が振られます。



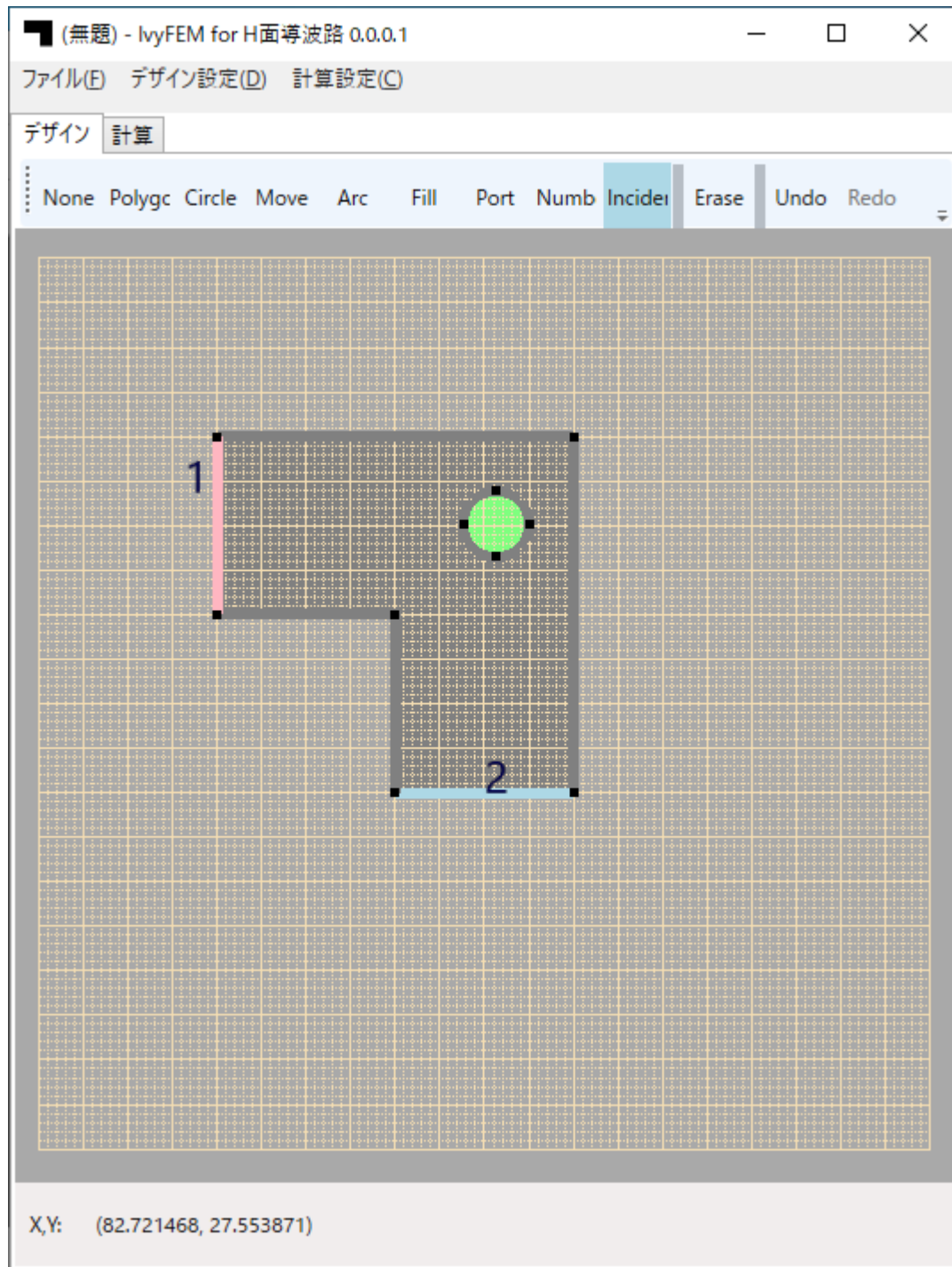


ポート番号の順番を変更するときは、[Numbering Port]ボタンをクリックし、ポートを順にクリックしてください。



3.4. 入力ポートの設定

[Incident Port]ボタンをクリックし、入力ポートにしたいポートをくりっくしてください。
(デフォルトでポート1が入力ポートになっています。)

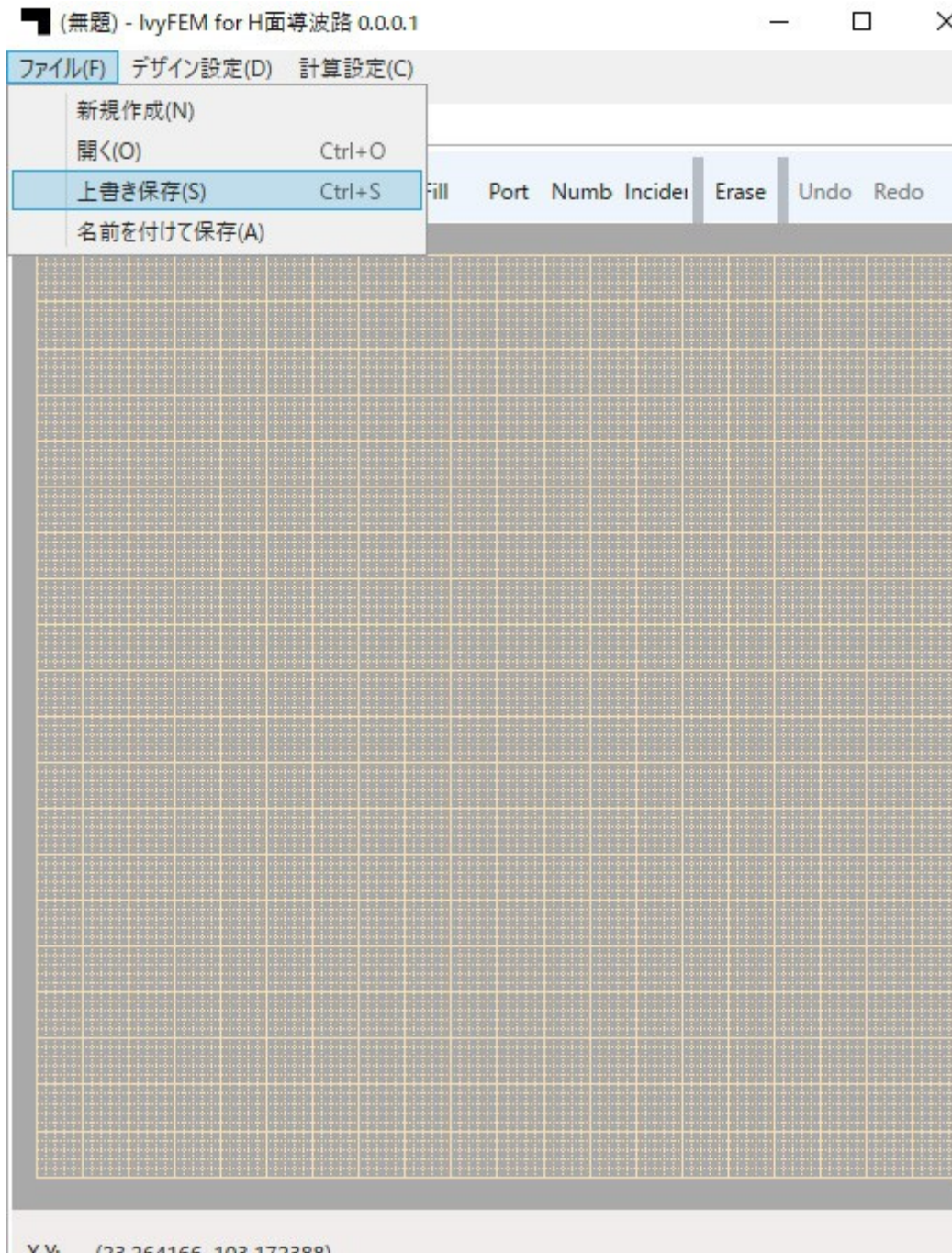


3.5. 元に戻す / やりなおし

[Undo]ボタン (または[Ctrl]+[Z])で元に戻します。
[Redo]ボタン (または[Ctrl]+[Y])でやりなおします。

4. 保存

図面を作成したら[ファイル]メニューの[上書き保存]メニューアイテムか[名前を付けて保存]メニューアイテムで保存してください。(計算は保存しなくてもできますが、ファイルを保存していないと計算結果が保存されません。)



5. 計算

5.1. 計算設定

[計算設定]メニューの[計算設定]メニューアイテムをクリックすると表示されます。

H 面導波路(TE₁₀ モード)の場合

計算設定		
要素分割		
要素サイズ	0.05	×入力導波路幅
導波路		
導波路種別	H面導波路(TEモード) ▼	
導波路幅(E面)	0	
計算周波数		
計算範囲2W/λ	1	~ 2
計算間隔	0.02	

E 面導波路(TE₁₀ モード)の場合

E 面に垂直な方向の寸法 (導波路幅)を指定する必要があります。

計算設定

要素分割

要素サイズ 0.05 ×入力導波路幅

導波路

導波路種別 E面導波路(TEモード) ▼

導波路幅(E面) 40

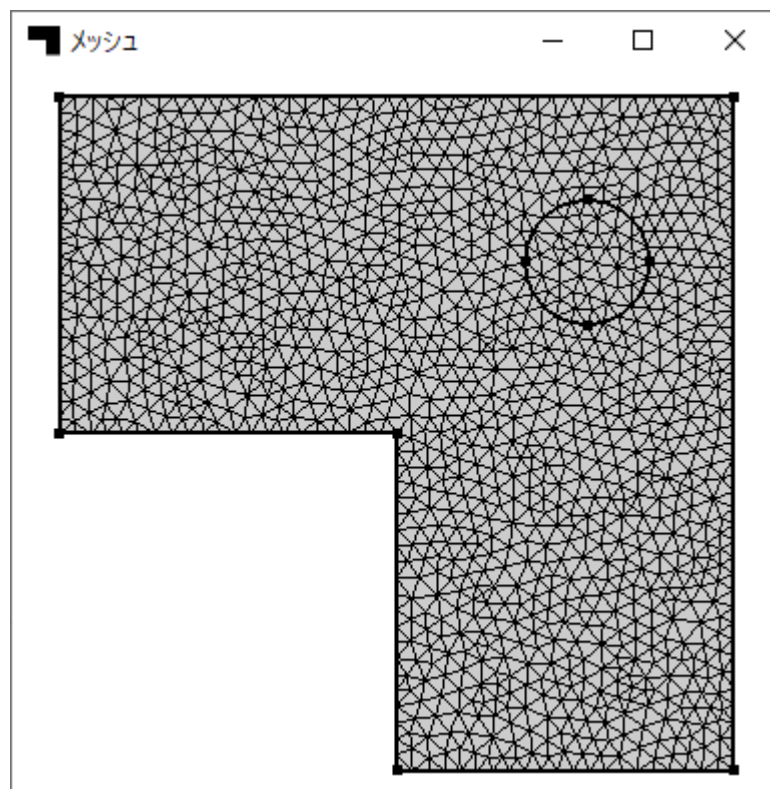
計算周波数

計算範囲 $2W/\lambda$ 0.5 ~ 1.5

計算間隔 0.02

5.2. メッシュ表示

[計算設定]メニューの[メッシュ表示]メニューアイテムをクリックすると表示されます。

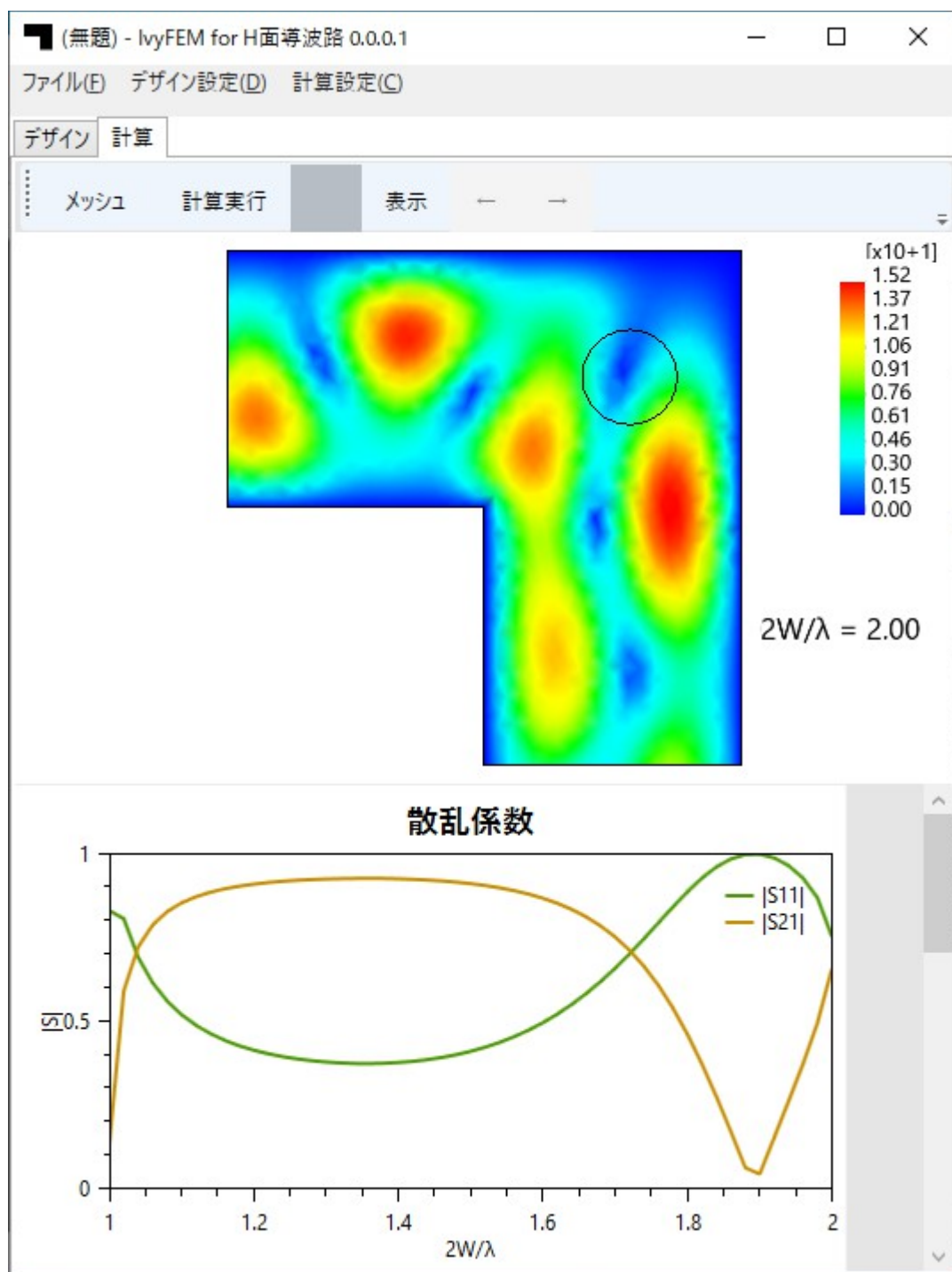


5.3. ファイルを保存

[ファイル]メニューの[上書き保存]メニューアイテムをクリックして、これから実施する計算の設定を保存します。

5.4. 計算実行

[計算実行]ボタンをクリックします。



※グラフは「散乱係数」「モード伝搬特性」「モード界分布」があり、垂直スクロールバーを使って上下すると表示できます。

5.5. 角周波数の分布表示（※ファイルを保存してから計算した場合）

[→]で次の周波数に移動します。

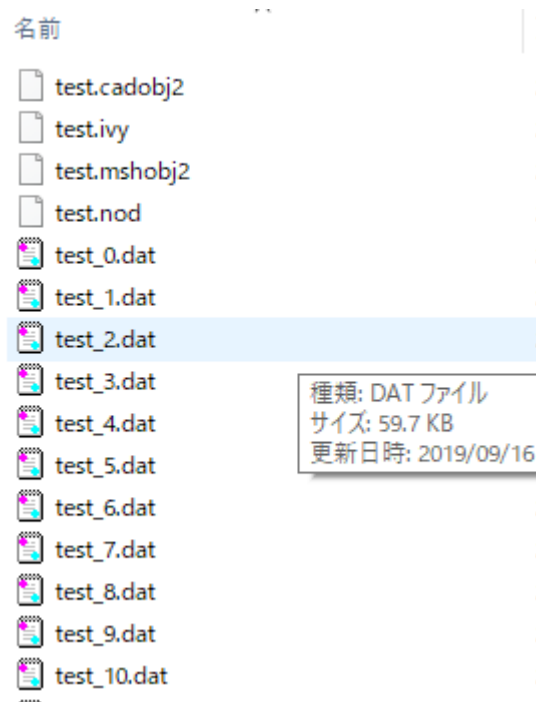
[←]で前の周波数に移動します。

6. データファイル

計算が完了すると、保存した ivy ファイルと同じフォルダに次のようなファイルが作られます。
保存したファイルが test.ivy だとすると、

test.cadobj2	IvyFEM.dll の CadObject2D ファイル
test.mshobj2	IvyFEM.dll の Mesher2D ファイル(座標が格納されている)
test.nod	節点ファイル(節点番号と座標番号の対応)
test_0.dat	(周波数毎の) 計算結果データファイル

ここでは本アプリで計算した結果を他のアプリなどで利用するのに必要な情報を説明します。



6.1. Ivy ファイル(拡張子.ivy)

CAD ループ(領域)

LoopList,[ループ数]

Loop,[カウンター],[Loop Id],[媒質 Id]

ポートの CAD エッジのコレクション(境界)

EdgeCollection,[カウンター],[エッジコレクション番号],[エッジ数],[エッジ Id],[エッジ Id],....

入射ポート番号

IncidentPortNo,[入射ポート番号]

媒質

Materials,[媒質数]

[媒質インデックス],[名前],[色 R],[色 G],[色 B],[比誘電率]

※媒質 Id = 媒質インデックス + 1 です。

1	Coord,1227
2	0,20,80
3	1,20,80
4	2,40,60
5	3,40,40
6	4,60,40
7	5,60,80
8	6,59.0243902439024,80
9	7,58.0487804878049,80
10	8,57.0731707317073,80
11	9,56.0975609756098,80
12	10,55.1219512195122,80
13	11,54.1463414634146,80
14	12,53.1707317073171,80
15	13,52.1951219512195,80
16	14,51.219512195122,80
17	15,50.2439024390244,80
18	16,49.2682926829268,80
19	17,48.2926829268293,80
20	18,47.3170731707317,80
21	19,46.3414634146341,80
22	20,45.3658536585366,80
23	21,44.390243902439,80
24	22,43.4146341463415,80
25	23,42.4390243902439,80
26	24,41.4634146341463,80
27	25,40.4878048780488,80
28	26,39.5121951219512,80
29	27,38.5365853658537,80
30	28,37.5609756097561,80

三角形要素の媒質 Id、節点の座標番号が並んでいます。

TriangleFE,[要素数]

[要素番号],[媒質番号],[節点],.....

1228	1226,46.1272082162432,49.4
1229	TriangleFE,2286
1230	1,2,4,126,125
1231	2,2,126,332,125
1232	3,2,127,1019,126
1233	4,2,597,829,1018
1234	5,2,127,128,1019
1235	6,2,597,123,1020
1236	7,2,596,128,1021
1237	8,2,828,1018,829
1238	9,2,130,662,129
1239	10,2,511,828,829
1240	11,2,335,662,131
1241	12,2,488,1189,333
1242	13,2,132,133,1022
1243	14,2,1096,121,477
1244	15,2,134,955,513
1245	16,2,375,1109,120
1246	17,2,480,955,135
1247	18,2,769,334,830
1248	19,2,342,954,136
1249	20,2,279,514,334
1250	21,2,513,1022,133
1251	22,2,827,828,831

節点番号→座標番号 対応がカンマ区切りで並んでいます。

Port,[ポート数]

PortNodeToCoord,[ポート節点数]

[ポート節点番号],[座標番号]

NodeToCoord,[節点数]

[節点番号],[座標番号]

PortNodeToCoord はポート境界上の節点の並びでポート数分繰り返されます。

NodeToCoord は領域全体の節点の並びです。

```
1 Port,2↵
2 PortNodeToCoord,20↵
3 0,46↵
4 1,47↵
5 2,48↵
6 3,49↵
7 4,50↵
8 5,51↵
9 6,52↵
10 7,53↵
11 8,54↵
12 9,55↵
13 10,56↵
14 11,57↵
15 12,58↵
16 13,59↵
17 14,60↵
18 15,61↵
19 16,62↵
20 17,63↵
21 18,64↵
22 19,65↵
23 PortNodeToCoord,20↵
24 0,106↵
25 1,107↵
26 2,108↵
27 3,109↵
28 4,110↵
29 5,111↵
30 6,112↵
31 7,113↵
32 8,114↵
33 9,115↵
34 10,116↵
35 11,117↵
```


	0	1	2
1	NodeToCoord,1097		
2	0,125		
3	1,333		
4	2,1026		
5	3,595		
6	4,830		
7	5,1025		
8	6,123		
9	7,1027		
10	8,594		
11	9,1028		
12	10,829		
13	11,665		
14	12,510		
15	13,336		
16	14,487		
17	15,1188		
18	16,334		
19	17,1029		
20	18,1098		
21	19,121		
22	20,476		
23	21,963		
24	22,512		
25	23,375		
26	24,1108		
27	25,120		
28	26,479		
29	27,768		
30	28,335		
31	29,831		
32	30,343		
33	31,962		
34	32,280		
35	33,513		

6.5. (周波数毎の) 計算結果データファイル(拡張子.dat)

ファイルは計算した周波数分あります。
ファイルの中身はカンマ区切りで以下のように並んでいます。

```
freqIndex,[周波数番号]
normalizedFreq,[規格化周波数]
portCnt,[ポート数]
modeCnt,[モード数]
eigenValue,[伝搬定数実部],[伝搬定数虚部]
eigenVec,[ポート節点数]
[モード Ez 実部],[モード Ez 虚部]
Ez,[節点数]
[Ez 実部],[Ez 虚部]
SMatrix
portSVector,[ポート番号],[モード数]
[モード散乱係数の実部],[モード散乱係数の虚部]
```

eigenValue、eigenVec の組はポート 1 のモード数、ポート 2 のモード数、...の順に繰り返されます。

[モード Ez 実部],[モード Ez 虚部]は eigenVec の[ポート節点数]分繰り返されます。

[Ez 実部],[Ez 虚部]は Ez の[節点数]分繰り返されます。

portSVector はポート 1、ポート 2 の順に繰り返されます。

図で portSVector,0 の行の次の行がポート 1 から TE10 モード入射時のポート 1 の TE10 モード振幅、

すなわち S11 です。

同様に portSVector,1 の次の行が S21 になります。

```
1984 SMatrix↵
1985 portSVector,0,20↵
1986 -0.830480202230474,8.94268443066803E-18↵
1987 0.000477996667236329,1.34232632919821E-20↵
1988 0.000124599380931563,2.63982356744939E-21↵
1989 3.34552984620897E-05,1.17631145867942E-21↵
1990 -0.000150845769906261,-3.40344620761009E-21↵
1991 5.1080539264162E-06,1.68480078168231E-22↵
1992 3.34281551801021E-05,1.07090262857874E-22↵
1993 0.000194485253215205,5.5875288466501E-21↵
1994 -0.000124930342383875,-3.42327027768397E-21↵
1995 -0.000412928231735492,-1.29938051350777E-20↵
1996 -0.000231833403577871,-6.44808980612975E-21↵
1997 0.00014837176972627,5.52069227411089E-21↵
1998 -5.22565344095503E-05,-1.56479655405898E-21↵
1999 -0.000246679577071347,-8.53642036546924E-21↵
2000 -0.00014055717576743,-4.62450641853798E-21↵
2001 0.000181708274935521,5.57370842816304E-21↵
2002 0.000381533521553459,1.36808376973296E-20↵
2003 0.00033306666356232,1.16284122605699E-20↵
2004 -0.000361624066444187,-1.19896957089116E-20↵
2005 -0.000230209693018182,-7.76025594196706E-21↵
2006 portSVector,1,20↵
2007 -0.134910434668115,-6.86036134083655E-18↵
2008 -0.000255560305872106,-8.38347491449001E-21↵
2009 4.57350481355416E-05,5.88396012602832E-22↵
2010 1.22008892652266E-05,-2.32495071958099E-22↵
2011 -7.14454255103615E-05,-2.02181587192596E-21↵
2012 -0.000178367237989678,-3.86302873270813E-21↵
2013 -0.000280971685408297,-7.01795257739134E-21↵
2014 0.00033363850341693,-9.02526388614756E-21↵
```