

スポーク空洞 マルチパクタリング解析 その3

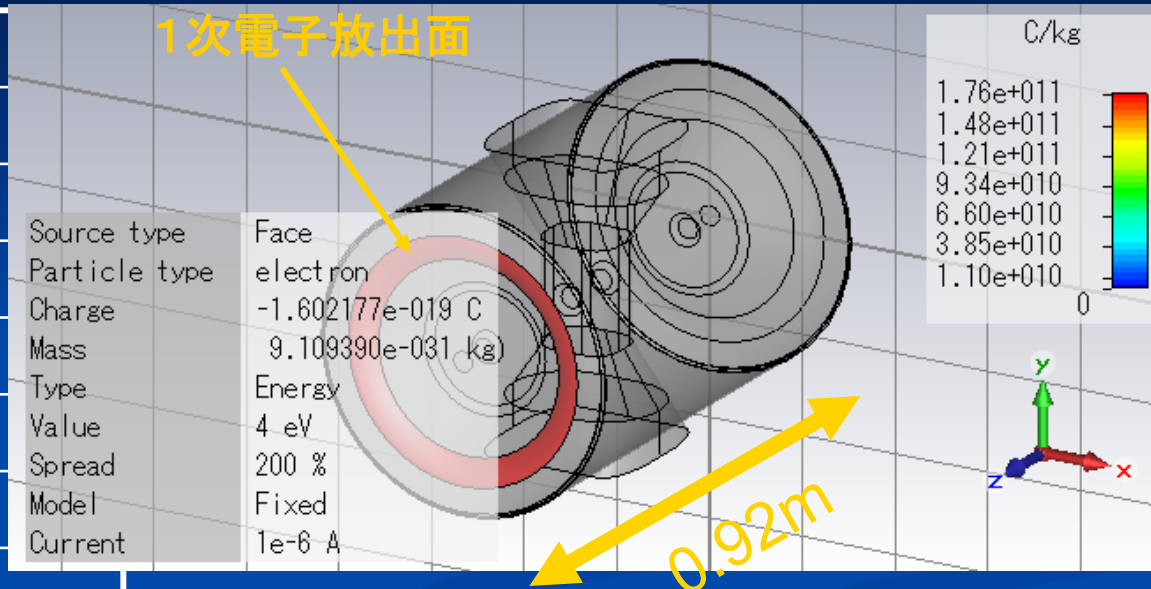
京都大学化学研究所
粒子ビーム科学
藤澤・岩下

概要

- ・325MHzシングルスポーク空洞モデルでタンクのコーナーRの条件を変えてMP解析を行った。これまでの計算では局所的なMPがタンクのコーナー部で発生することがわかっていて、その改善手段を確認するため。
- ・前回報告同様の手法でMP発生の有無を探った。開発したマクロにより作業効率を上げることができた。
- ・できるだけ同じ設定条件で計算することに努めたが、今回の結果ではコーナーRの寸法とMP抑制効果に関連はみとめられなかった。
- ・課題としては、1)メッシュ数を少なくとも2~3倍程度以上に増加させ計算モデルの精度を上げること、2)トラッキング時間(最大タイムステップ数)を100周期分くらいにまで伸ばす、3)1次電子数を数倍に増やす、などの方策でMPの起こりやすさの判定が容易にならないか試してみたい→新規導入の計算環境に期待。

モデルと計算条件

fo	326.86MHz
Cavity length	0.922m
Cavity diameter	0.608m
Eacc	1.081MV/m
Epeak	4.047MV/m
Hpeak	6.174KA/m
R/Q	484Ω
mesh cell数	~11万
1次電子の数	108 ~ 109
放出面	Endplate1の外縁
エネルギー	0 ~ 8 eV, 均一分布
2次電子放出	Furmanモデル
放出面	全ての面(PEC)
TRK最大ステップ数	3万



* 加速管のパラメターは後述のモデル#1のものを例示。1次電子の数はコーナーRを可変すると形状が変わることにより若干動いてしまう。

モデルの定義

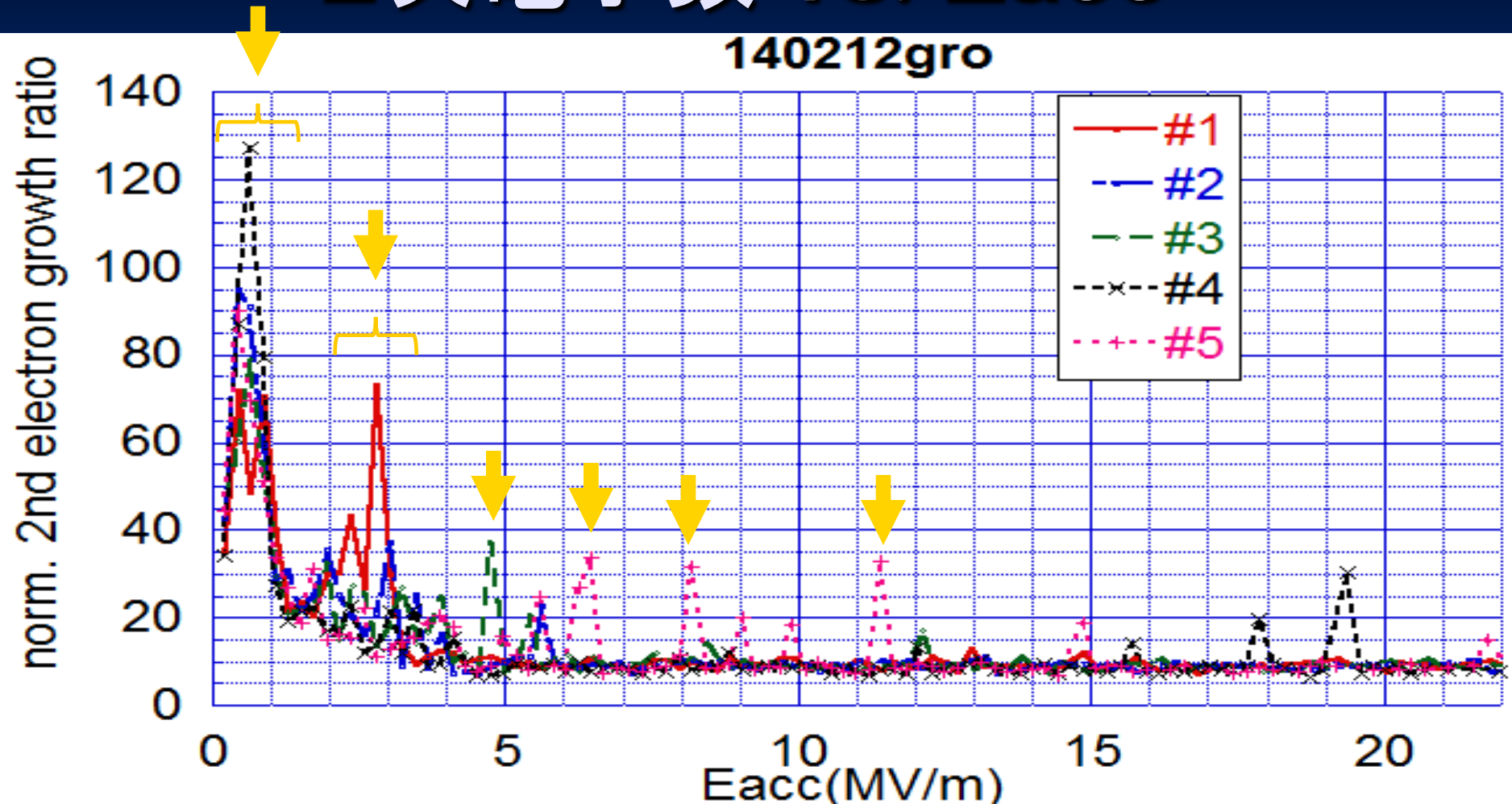


モデル#3を例示

モデル	コーナーR(mm)	fo(MHz)	1次電子の数
#1	2.8	326.9	108
#2	10.0	327.0	108
#3	15.0	327.1	108
#4	20.1	324.5	109
#5	25.2	324.5	109

- ・コーナーRはモデル#1から#5に向けて徐々に大きくなっている。
- ・1次電子の数は一定ではない。モデルの形状が変わるとメッシュで設定可能な数が決まってしまうため。

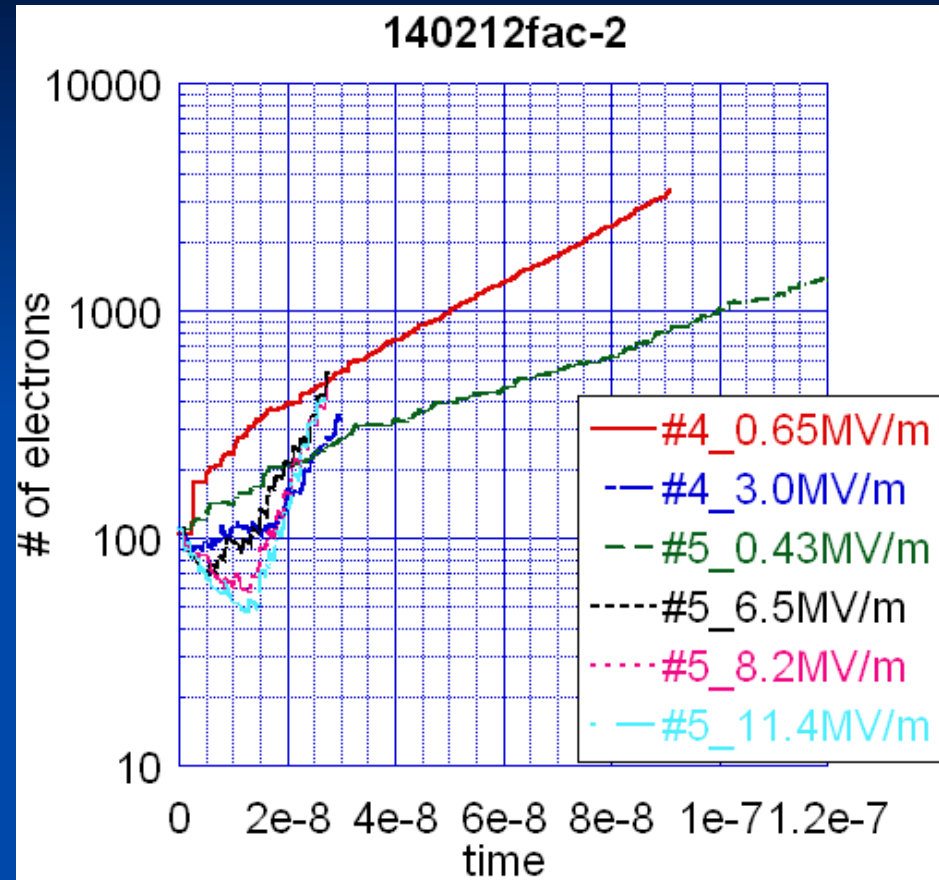
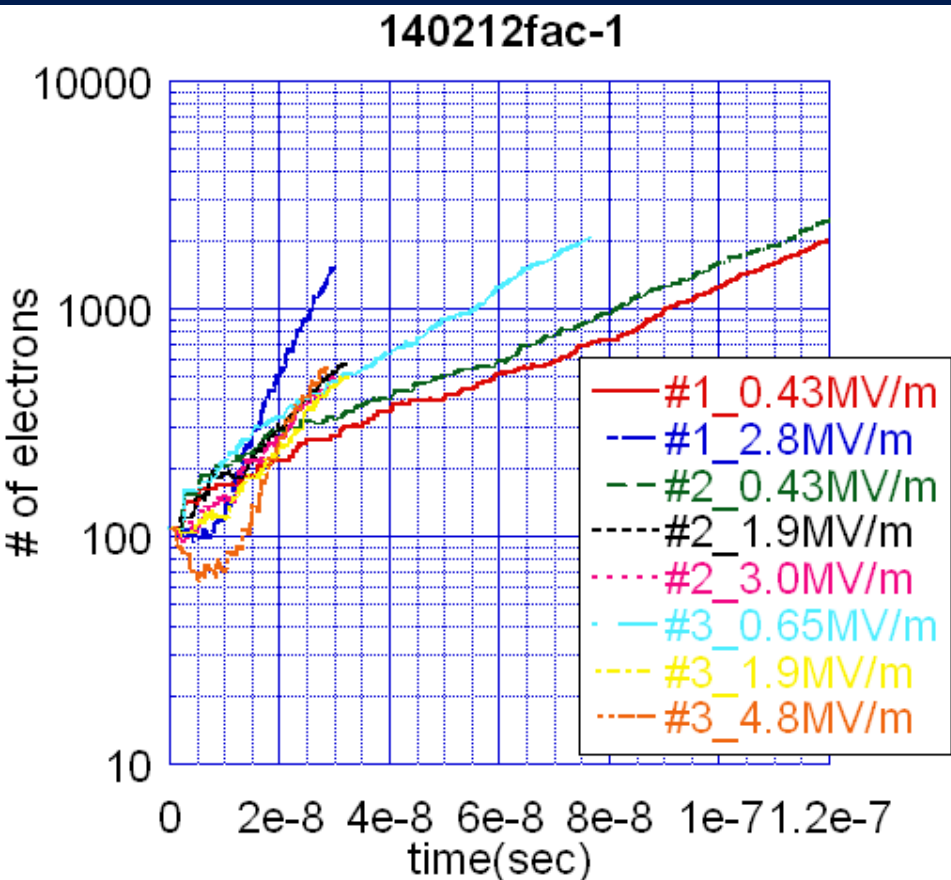
2次電子数 vs. Eacc



縦軸は、タイムステップの終点までに発生した2次電子の総数を1次電子の数で割った値＝“2次電子増殖率”

低いEaccで増殖率が高いのは前報告と同じ。↓で示す比率の高い条件で詳細確認

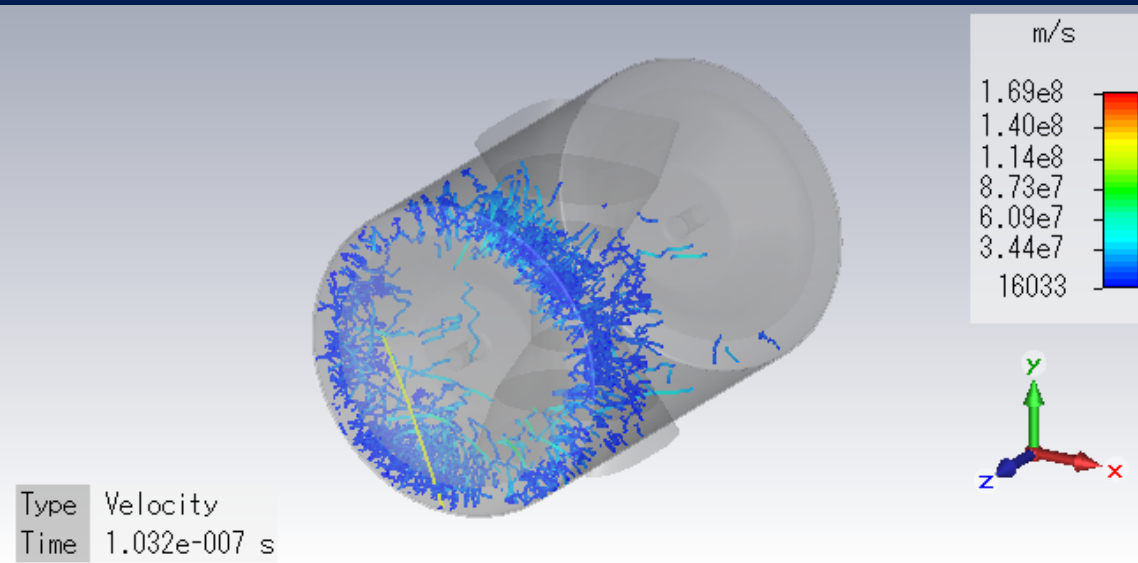
電子数 VS. time



縦軸は、トラッキングしている電子の数(1次+2次)、横軸は1次電子を放出してからの経過時間

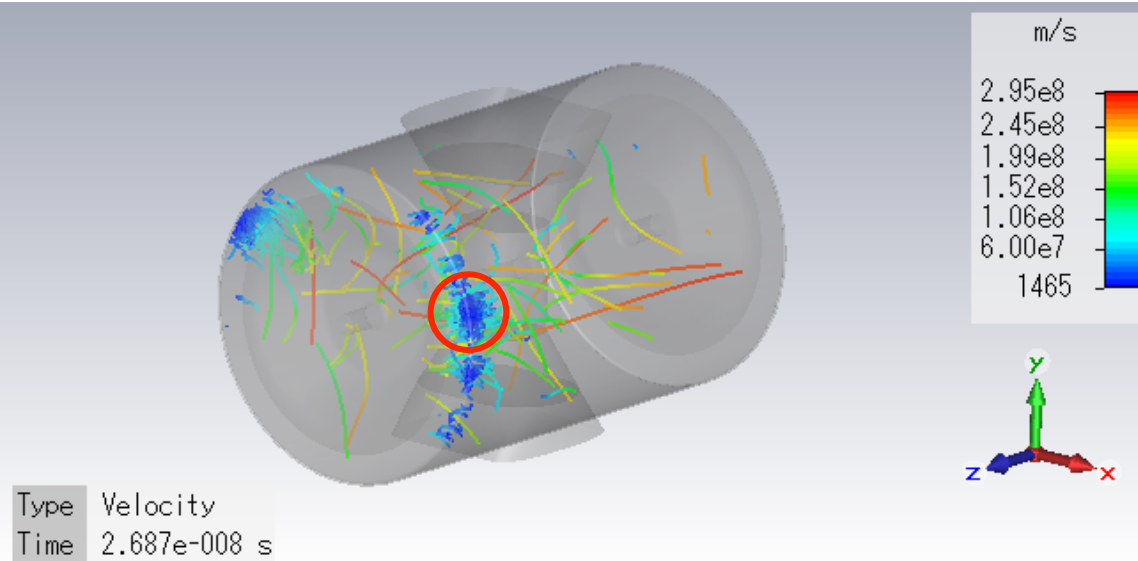
・フィールドが高くなるほど電子の増殖が速いのも前報告と同じ。
・増殖速度が高いものについてはタイムステップ数をさらに増やして計算するひとつようがありそうだ。

場所の特定 モデル#1



$E_{acc}=0.43\text{MV/m}$:

発生した2次電子は多いものの局所的でないのでMPとはいえない。この傾向は他モデルでも同様。



$E_{acc}=2.8\text{MV/m}$:

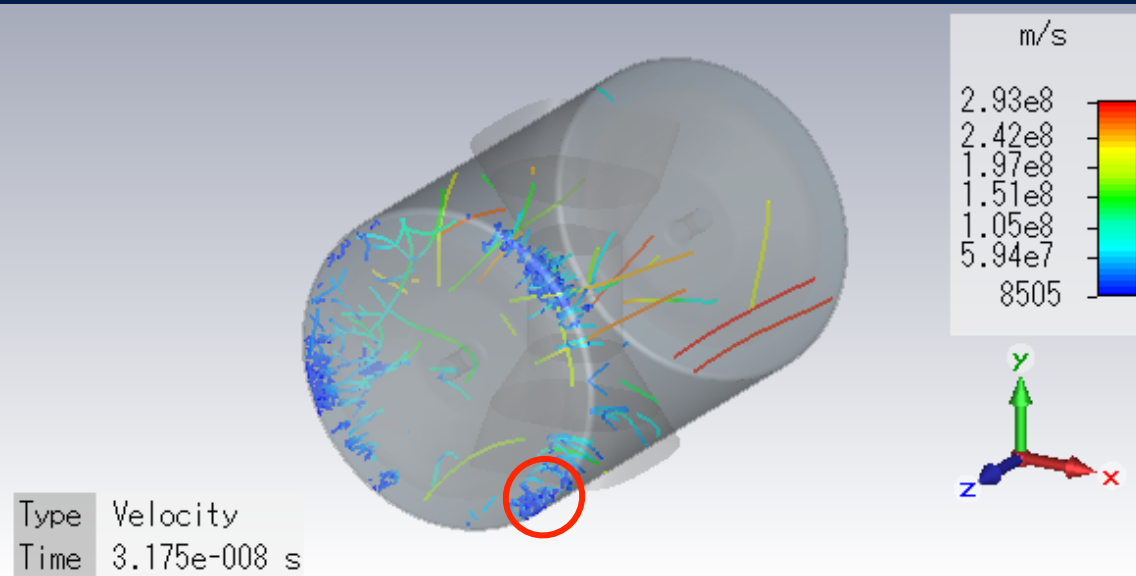
赤枠で示したコーナー部分などでMPが確認できる

ちなみに1次電子(0~8eV)の速度は最大~1.7e6m/s。MPは低速の電子が主体である

場所の特定 モデル#2

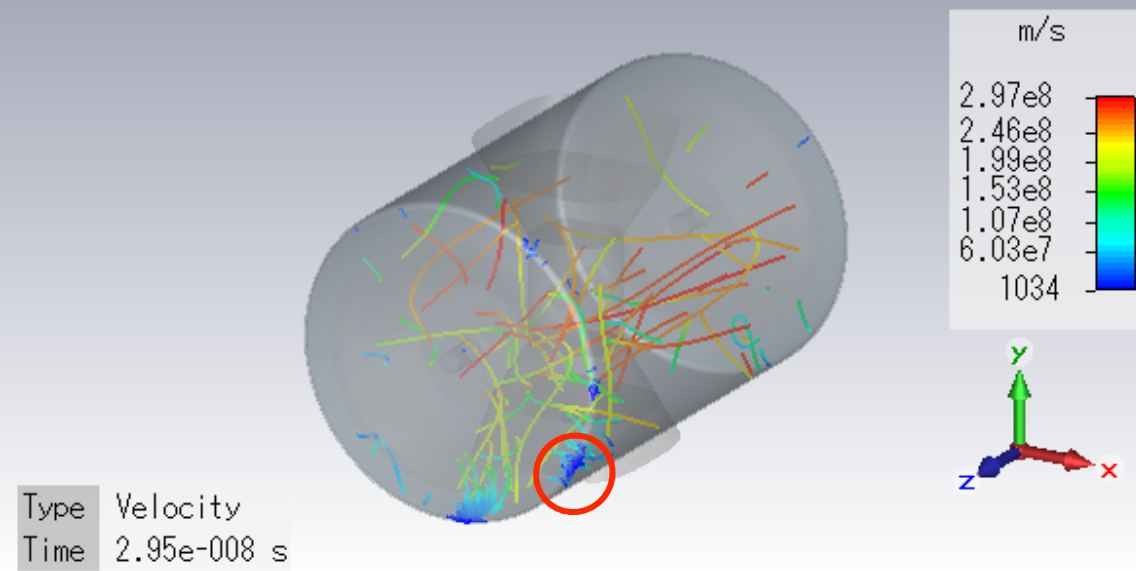
$E_{acc}=1.9\text{MV/m}$ の場合

赤枠で示したコーナーの
ところなどでMPが発生し
ている



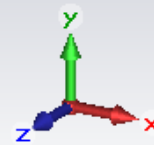
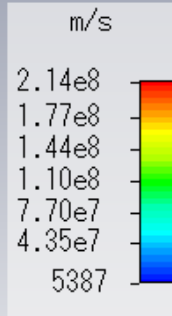
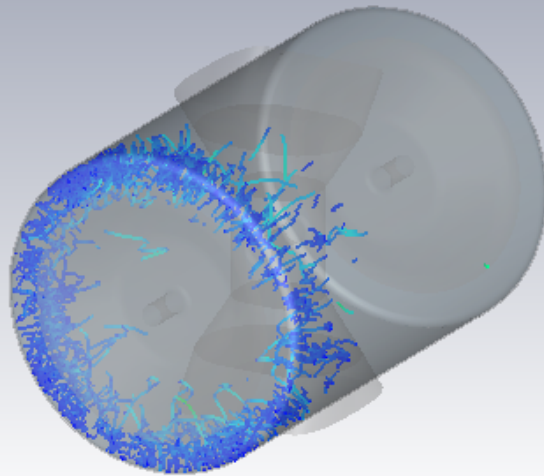
$E_{acc}=3.0\text{MV/m}$ の場合

ここでも同様、MPが発
生している



場所の特定 モデル#3

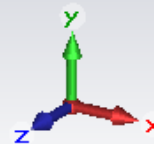
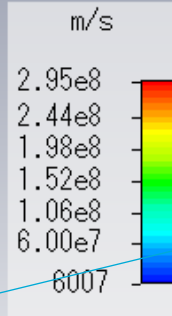
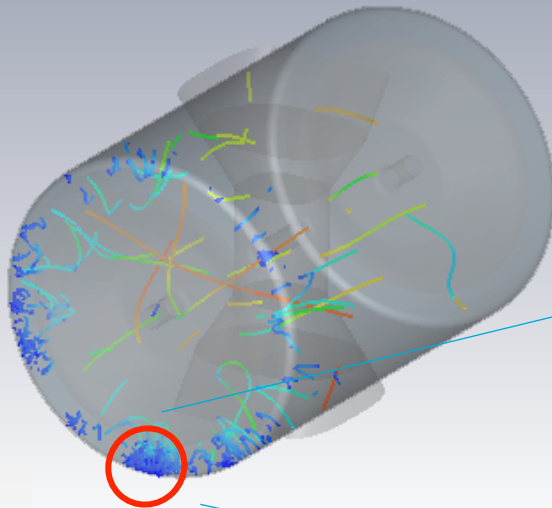
$E_{acc}=0.65\text{MV/m}$:



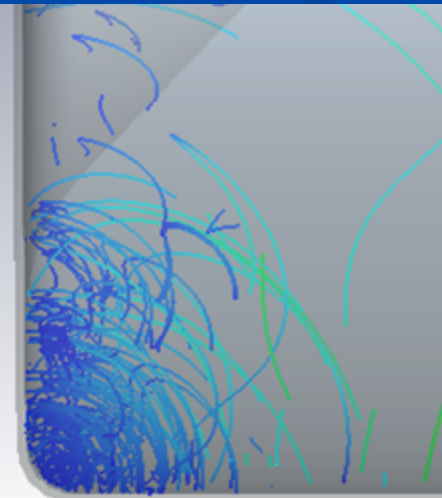
Type Velocity
Time $6.407\text{e-}008$ s

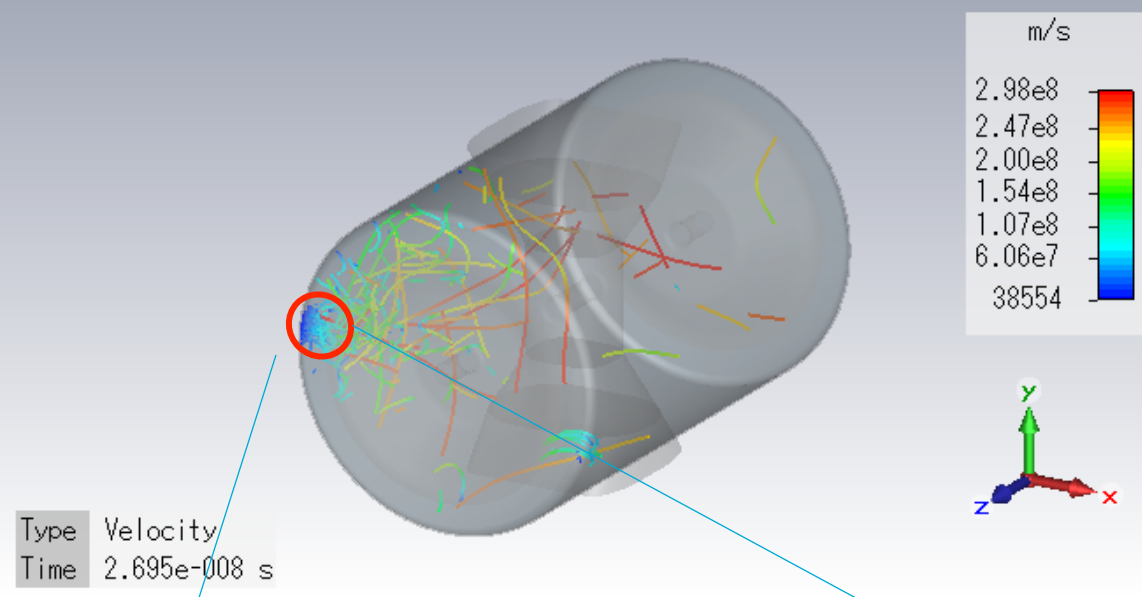
$E_{acc}=1.95\text{MV/m}$:

コーナーでMPが発生している



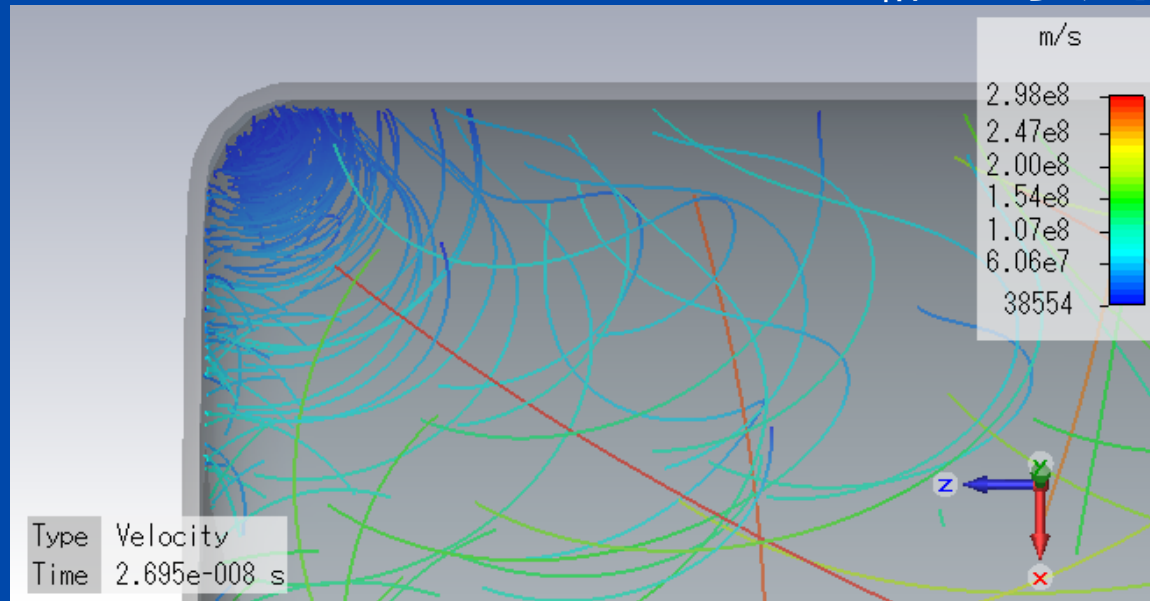
Type Velocity
Time $3.177\text{e-}008$ s





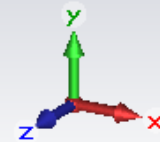
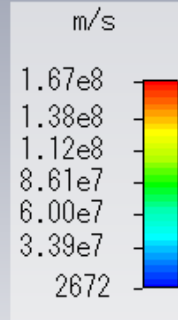
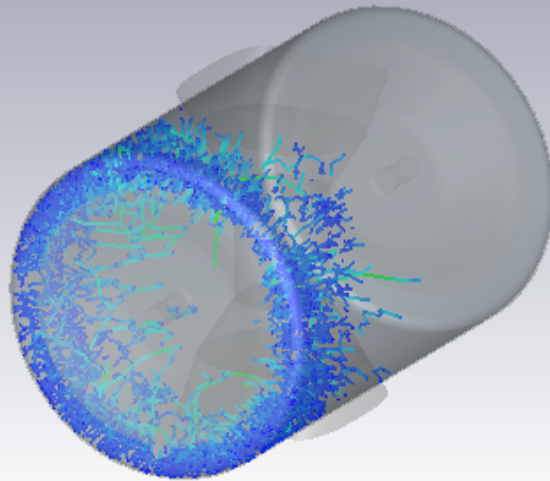
$E_{acc} = 4.8 \text{ MV/m}$:
 ここでもコーナーでMPらしきものが発生している

Y軸上からみたところを拡大:



場所の特定 モデル#4

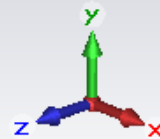
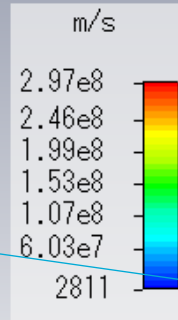
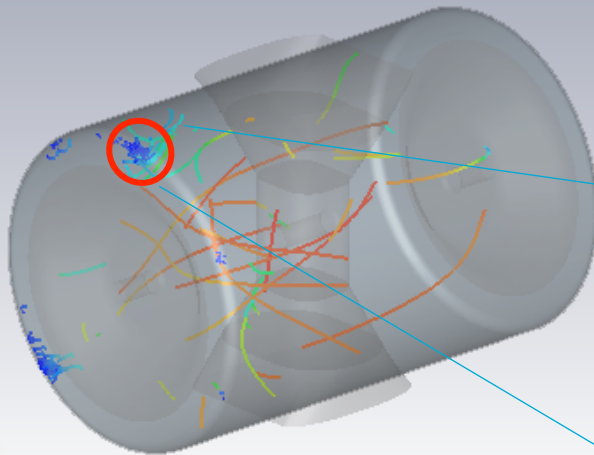
$E_{acc}=0.65\text{MV/m}$:



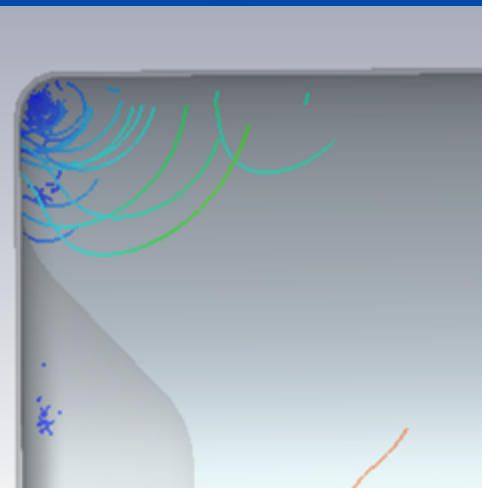
Type Velocity
Time 8.284e-008 s

$E_{acc}=3.0\text{MV/m}$:

コーナーでMPが発生している

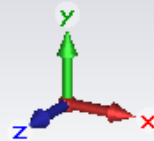
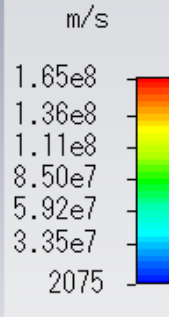
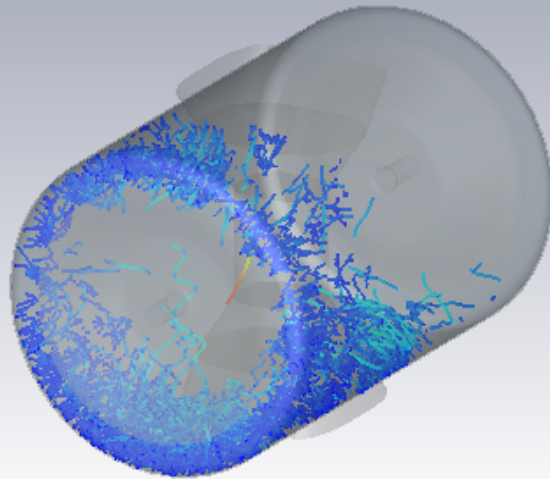


Type Velocity
Time 2.877e-008 s



場所の特定 モデル#5

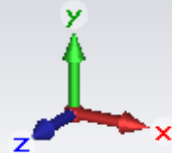
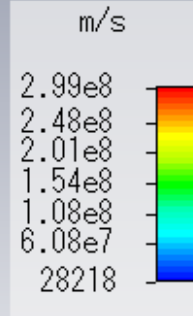
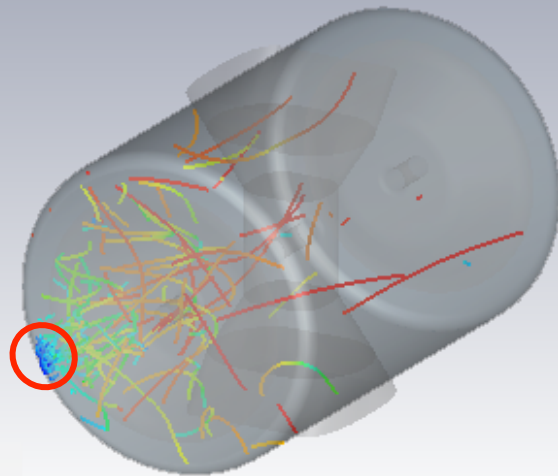
$E_{acc}=0.43\text{MV/m:}$



Type Velocity
Time 1.289e-007 s

$E_{acc}=6.5\text{MV/m:}$

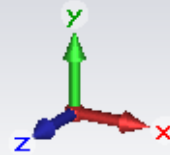
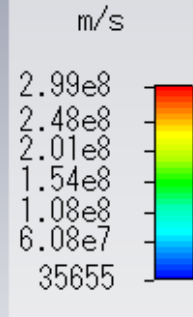
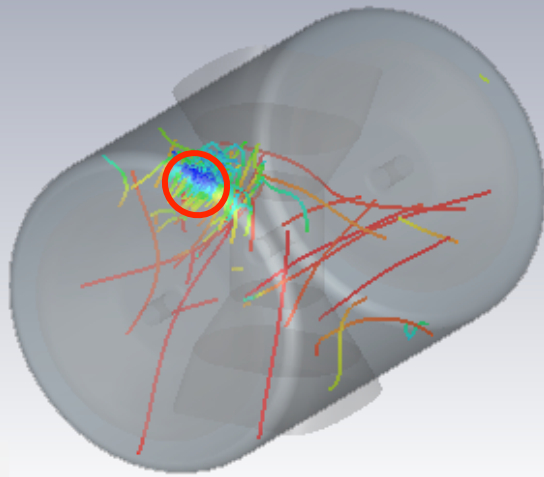
コーナーでMPが発生している



Type Velocity
Time 2.724e-008 s

$E_{acc} = 8.2 \text{ MV/m}$:

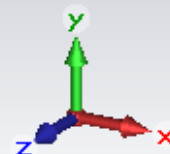
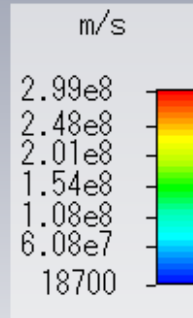
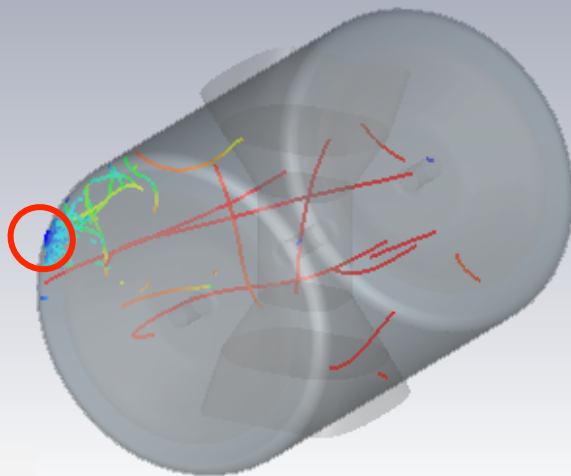
コーナーでMPが発生している



Type Velocity
Time 2.674e-008 s

$E_{acc} = 11.4 \text{ MV/m}$:

ここでも同様にMPが発生している



Type Velocity
Time 2.646e-008 s

結果

モデル	コーナーR(mm)	1次電子の数	MPが確認できた Eacc (MV/m)	コメント
#1	2.8	108	2.8	-
#2	10.0	108	1.9、3.0	-
#3	15.0	108	1.95、4.8	-
#4	20.1	109	3.0	-
#5	25.2	109	6.5、8.2、11.4	1次電子の数を103個にすると左記3条件全てにおいてMPの発生はなくなる

- ・前述した2次電子増殖率もそうだがここでも各モデル間で顕著な差が認められない。結果は1次電子数のわずかな差でも変わってしまっているため、1次電子数を増加させたうえでタイムステップ数を増やして（少なくとも100周期分）統計的に安定な結果が得られるようにする必要がありそう。
- ・さらにメッシュ数を増やしてモデルの精度をあげることも必要とおもわれる（コーナー部などでメッシュが若干凸凹している）。

今後の予定

- 今後の予定: 材質変更 (PEC → ニオブ) など新たな解析条件を試す (> 2/下)、マクロに機能追加し作業効率向上 (< 3/上)、処理能力向上させた新計算環境による解析開始 (> 3/上)

STF棟のPC,UPS

LJ452AV-AVPTHP Z820/CT Workstation大容量メモリ搭載モデル

インテル(R) Xeon(R) E5-2690v2 プロセッサー

(3.00GHz, 10コア, 25MB,1866MHz) x2

64GB DDR-3 SDRAM(1866MHz, ECC, Registered, 8GBx8)

セキュリティーソフトなど、手配中

現在はW3520 2.66GHz, 4core x1, 28GB