

# スポーク空洞 マルチパクタリング解析 その2

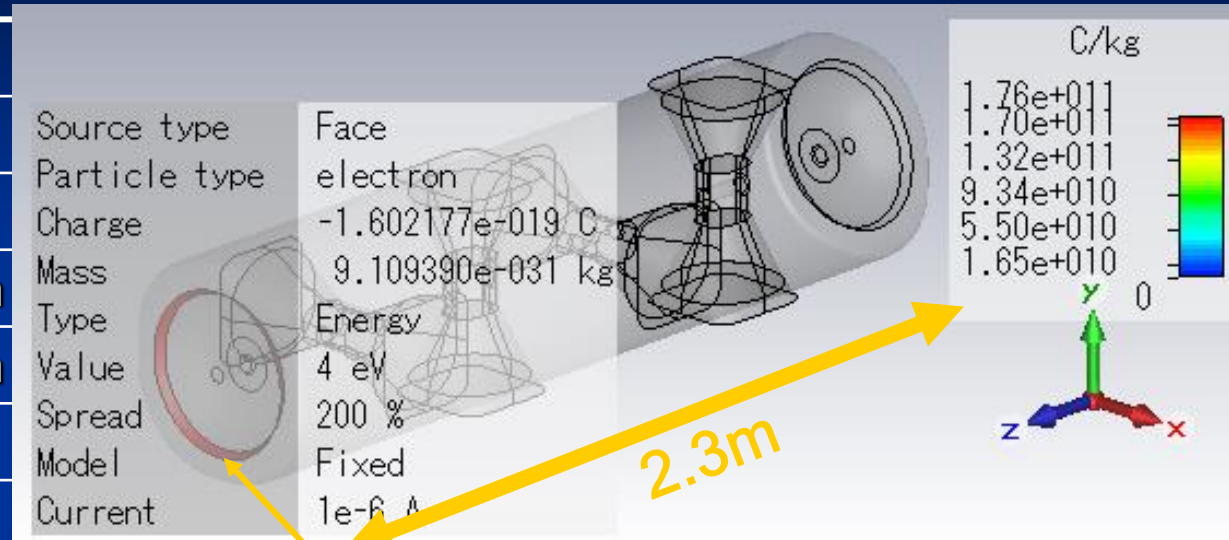
京都大学化学研究所  
粒子ビーム科学  
藤澤・岩下

# 概要

- ・325MHz空洞モデルでの結果をまとめた。
- ・1次電子はエンドプレート1から発射。2次電子放出はFurmanモデルを適用し空洞内面のすべて(PE C)を対象とした。
- ・TRKソルバーにて電磁界強度をスイープさせてMP発生の有無を探った。電子の数の時間推移と2次電子の総発生数を指標とした。場所の特定は電子の電流密度と軌跡のふるまいによる。
- ・タンクの壁と隅でMPらしき現象が確認された。隅の部分で発生するものについては密度が高いので曲率を大きくする必要があるかもしれない。

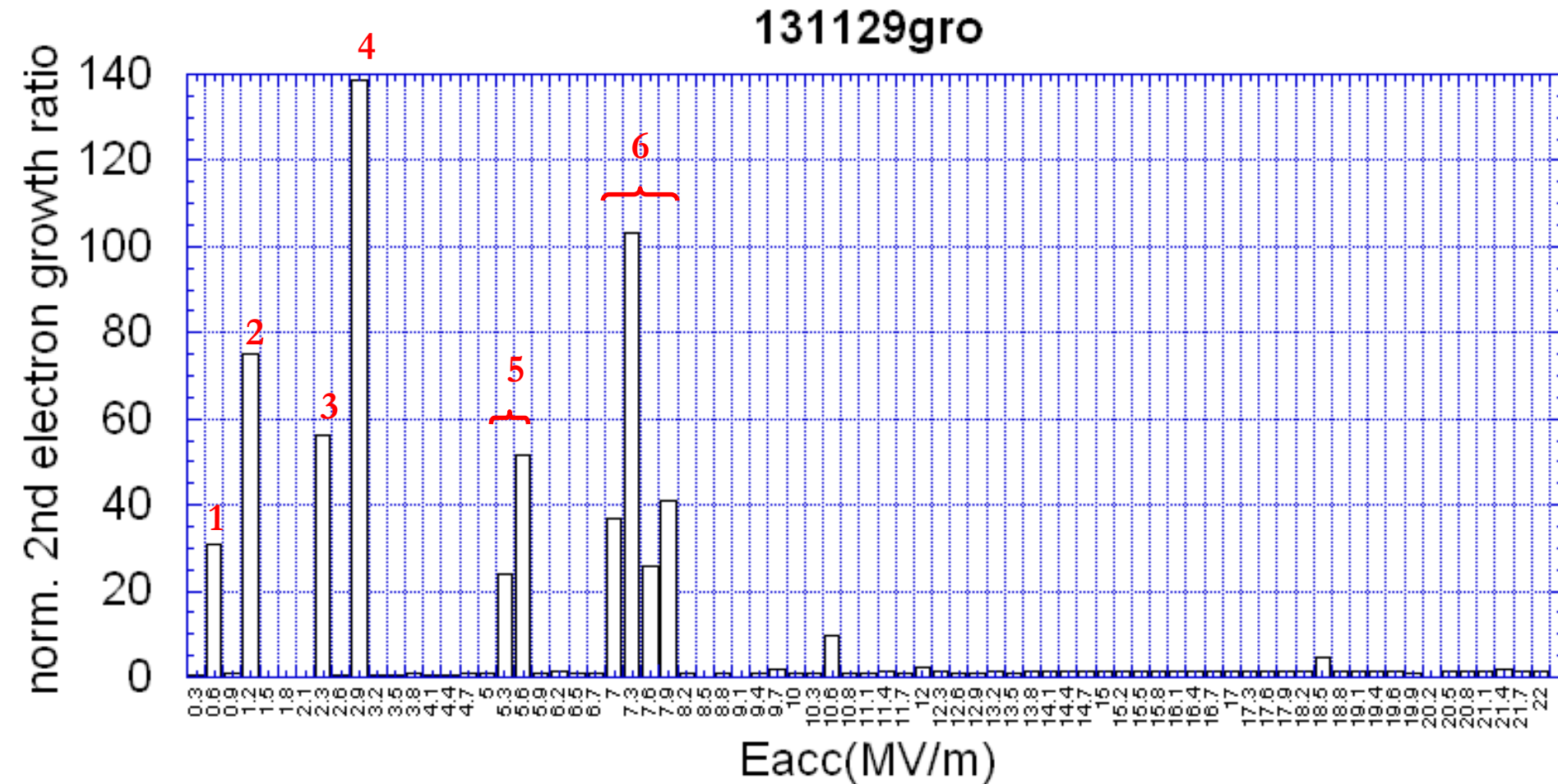
# モデルと計算条件

fo	323.0MHz
Cavity length	2.3m
Cavity diameter	0.58m
Eacc	1.466MV/m
Epeak	2.245MV/m
Hpeak	3.965KA/m
R/Q	1056Ω
mesh cell数	148,732
一次電子の数	400
放出面	Endplate1の外縁
エネルギー	0 ~ 8 eV, 均一分布
二次電子放出	Furmanモデル
放出面	全ての面(PEC)
TRK最大ステップ数	8万



一次電子放出面

# 二次電子数 vs. Eacc

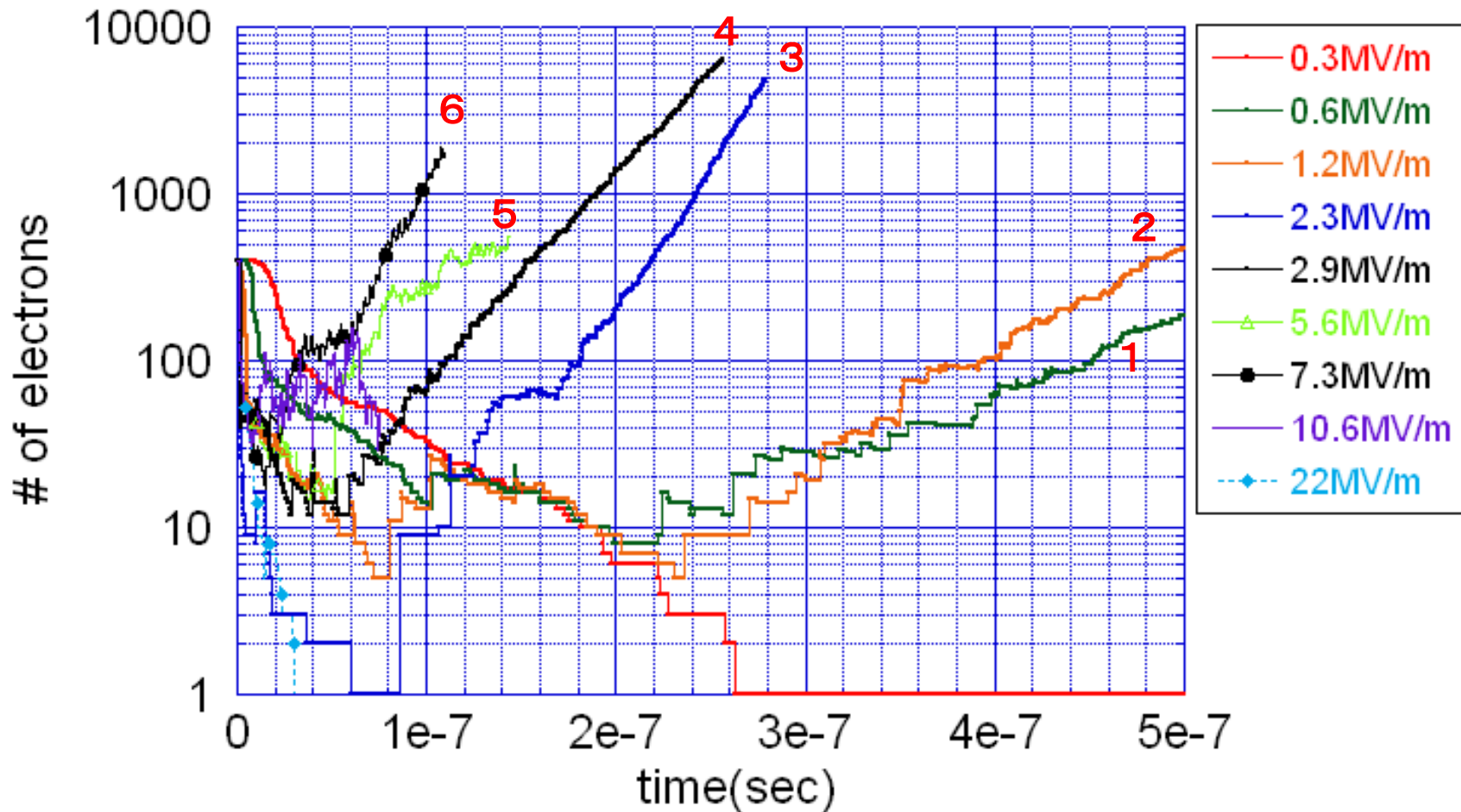


縦軸は、タイムステップの終点までに発生した二次電子の総数を1次電子の数(400)で割った値。

1~6に示す比較的低いEaccでMPが起きているようす

# 電子数 VS. time

131129fac



縦軸は、トラッキングしている電子の数(一次+二次)、  
横軸は一次電子を放出してからの経過時間

1~6は全てMPらしき挙動を示して、  
フィールドが高くなるほど電子の増殖が速い

# MPの場所の特定 1

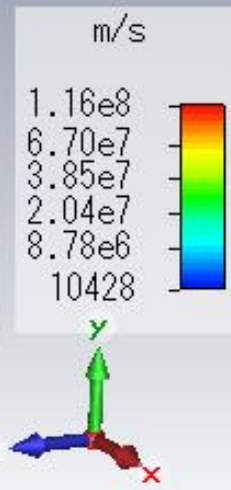
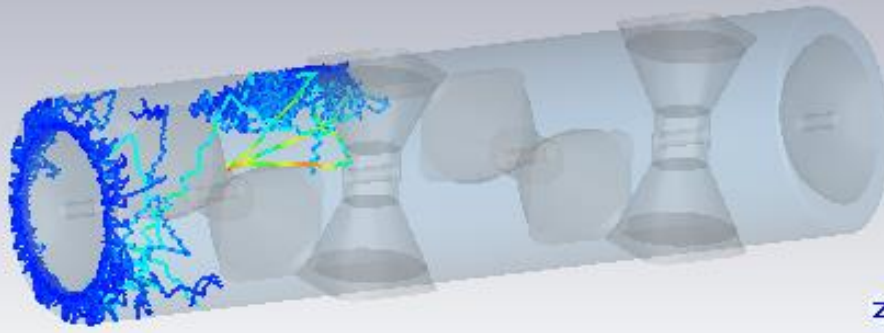
$E_{acc} = 0.6 \text{ MV/m}$ の場合

上は電子の軌跡、下は電子の電流密度。MPがおこるところは電子がたくさん放出されるので電子の電流密度は高くなる

赤枠で示したところが電流密度が高くMPが疑われる

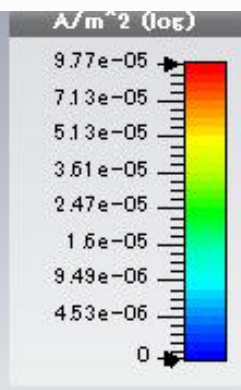
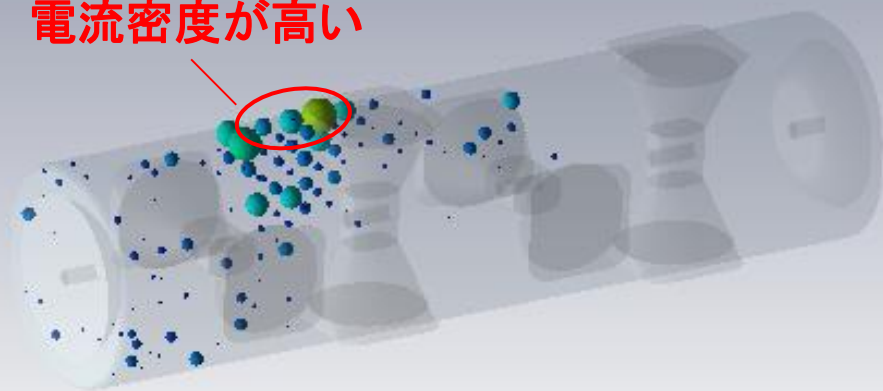
ちなみに一次電子(0~8eV)の速度は最大~ $1.7e6 \text{ m/s}$ 。MPは低速の電子が主体であることがわかる

次ページにMPが疑われる場所を拡大して推移をみる



Type Velocity  
Time 4.217e-007 s

電流密度が高い

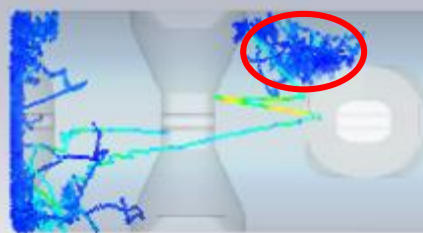


Particle Current Density  
3D Maximum: 9.771 e-05

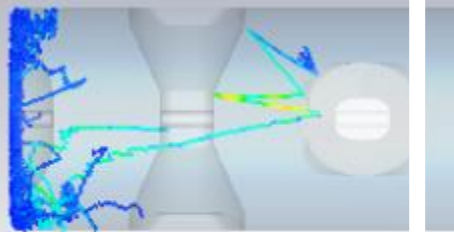
始め



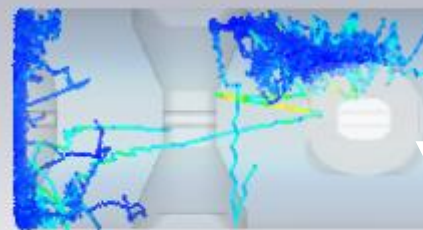
Type Velocity  
Time 2.532e-008 s



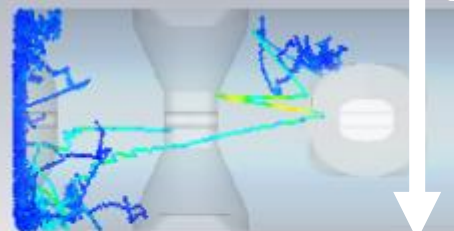
Type Velocity  
Time 3.386e-007 s



Type Velocity  
Time 1.297e-007 s

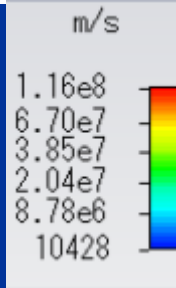


Type Velocity  
Time 4.43e-007 s



Type Velocity  
Time 2.342e-007 s

右に続く



トラッキング中の電子の軌跡のようす

赤枠で囲んだところがMPの疑われるところ

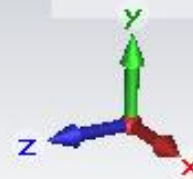
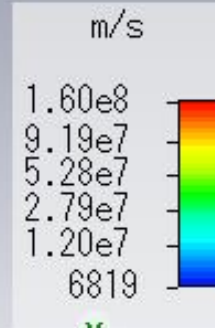
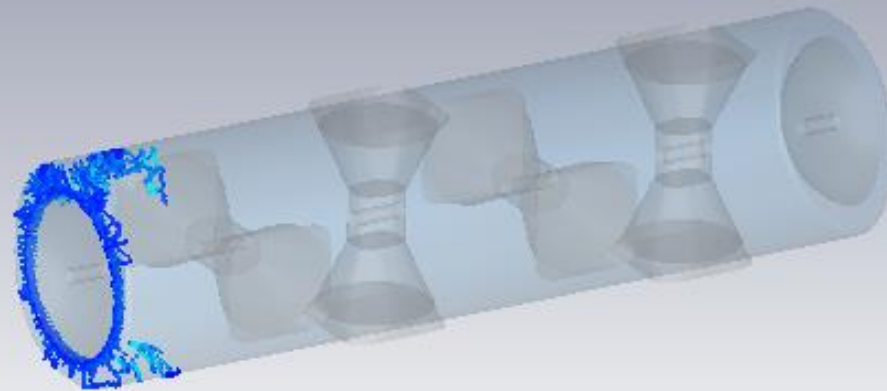
スポーク間のタンクの壁で起こっていて、その範囲は時間とともにZ軸のマイナス方向へ拡大している→1点あるいは2点MPではなく“飛び石”的なものとおもわれる

# MPの場所の特定 2

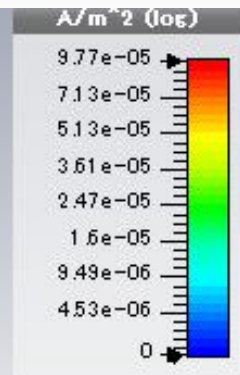
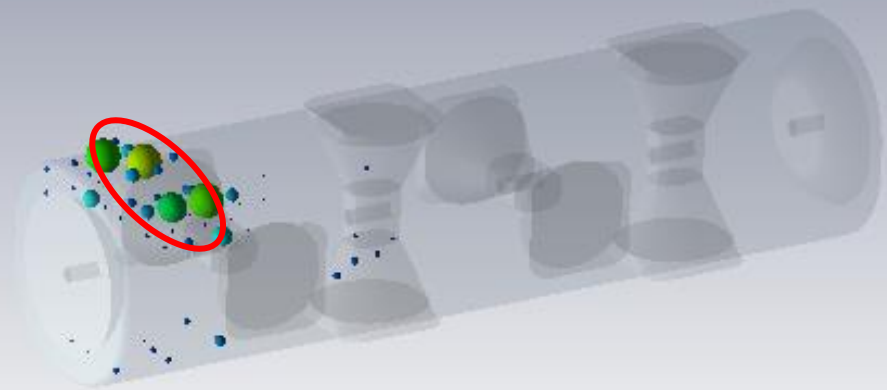
$E_{acc} = 1.2 \text{ MV/m}$ の場合

赤枠で示したところが電流密度が高くMPが疑われる

一次電子放出面に近いタンクの壁で起きている



Type Velocity  
Time 1.409e-007 s

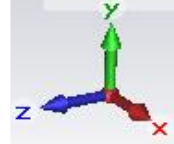
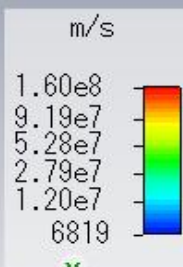
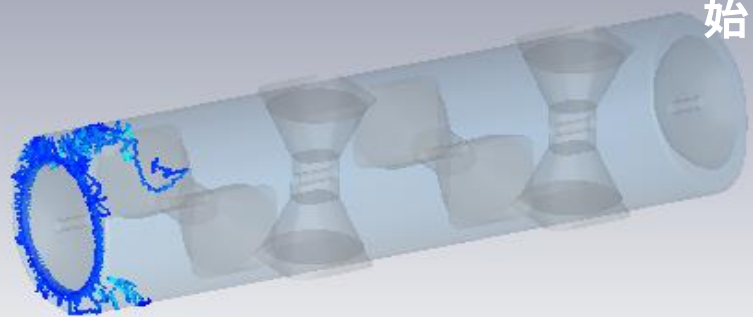


Particle Current Density  
3D Maximum: 9.771e-05

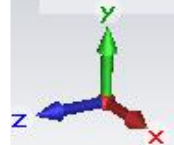
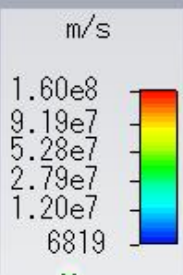
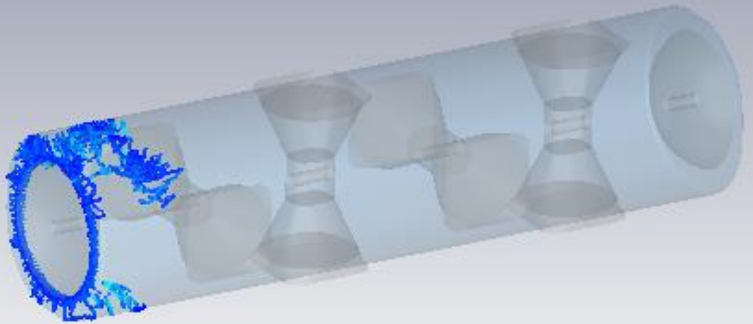
次ページにMPが疑われる場所を拡大して推移をみる



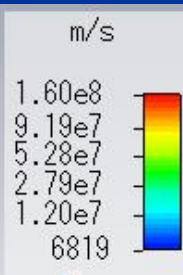
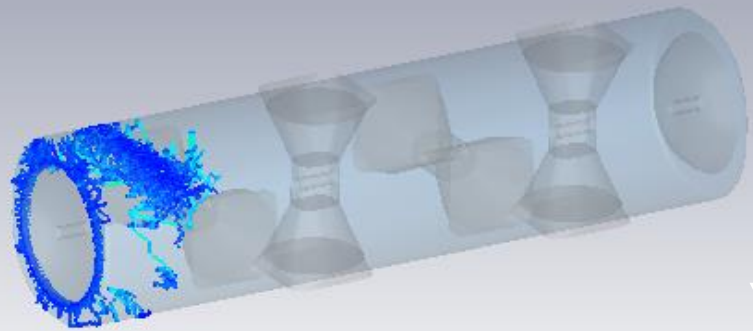
始め



Type Velocity  
Time 2.41e-007 s



Type Velocity  
Time 3.412e-007 s



Type Velocity  
Time 4.413e-007 s

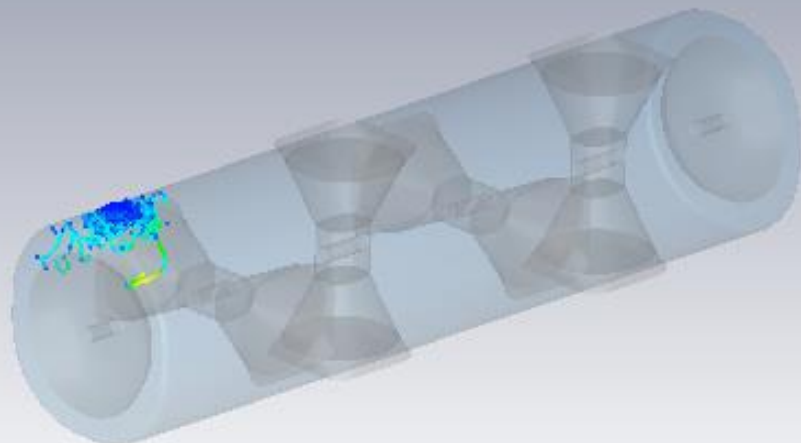
1と同様、ここでもその  
範囲は時間とともに拡  
大している

# MPの場所の特定 3

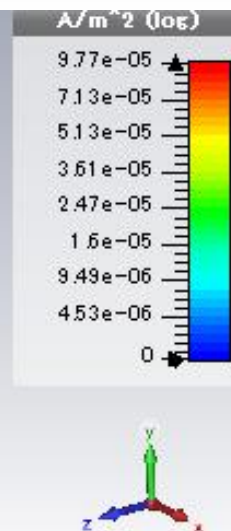
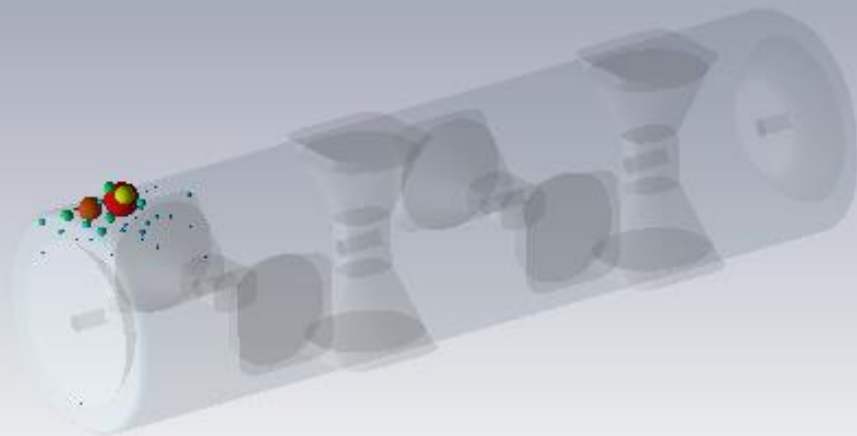
$E_{acc} = 2.3 \text{ MV/m}$ の場合

2と同じく、これもタンクの壁で起こっている場所も同じようなところである

みやすくするため、上の図では消滅した電子はプロットしていない

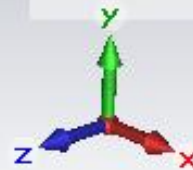
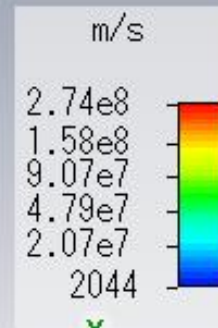
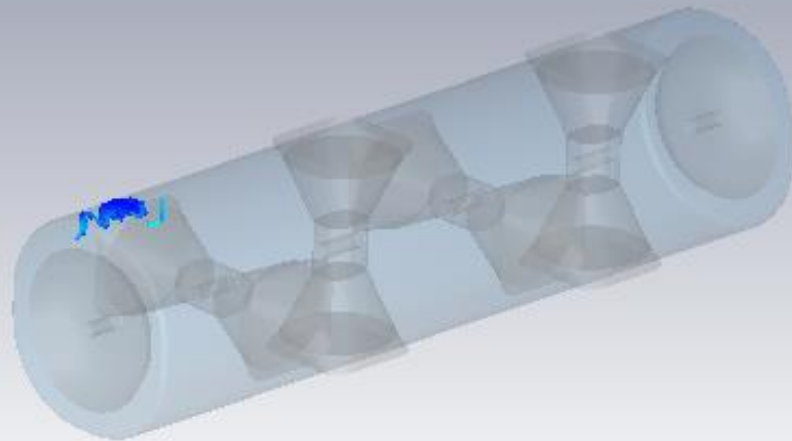


Type Velocity  
Time 2.515e-007 s



Particle Current Density  
3D Maximum: 0.0008629

# MPの場所の特定 4

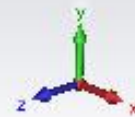
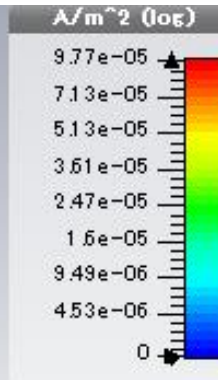
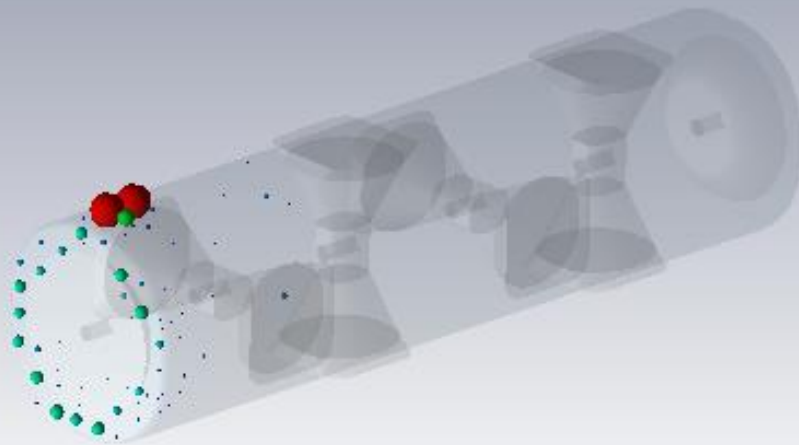


$E_{acc} = 2.9 \text{ MV/m}$  の場合

2、3と同じく、これもタンクの壁で起こっていて場所も同じようなところである

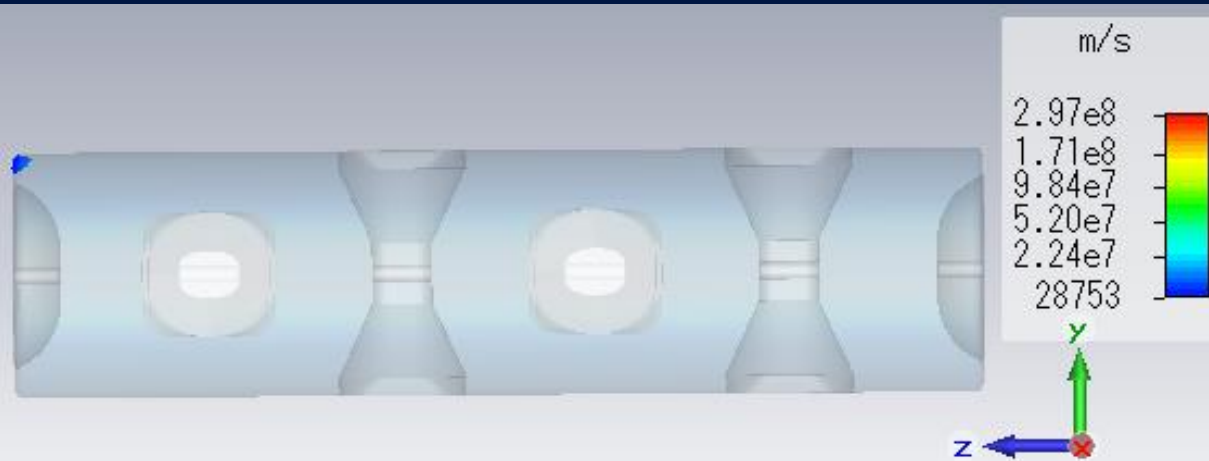
ここで消滅した電子はプロットしていない

Type Velocity  
Time 2.013e-007 s



Particle Current Density  
3D Maximum: 0.0002415

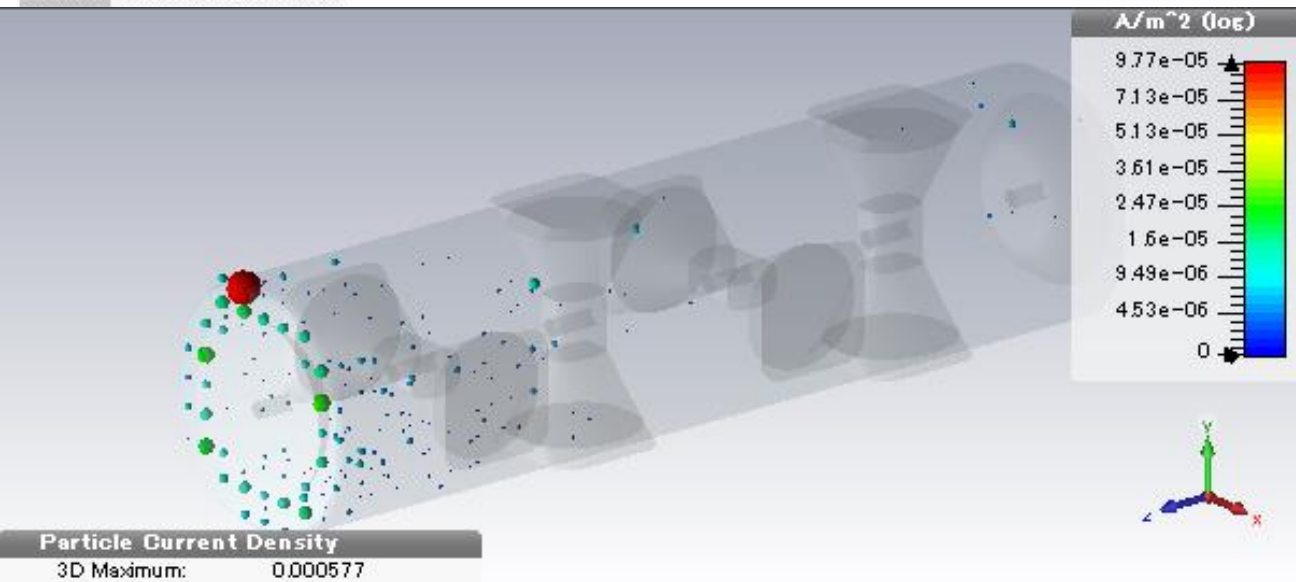
# MPの場所の特定 5



$E_{acc} = 5.6 \text{ MV/m}$ の場合

これまでのようにタンクの胴体の壁でなく、蓋との隅で起きている

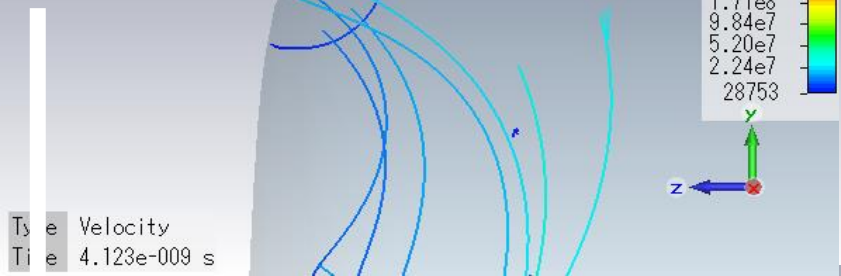
6の $E_{acc} = 7.3 \text{ MV/m}$ についてもだいたい同じところで起きている



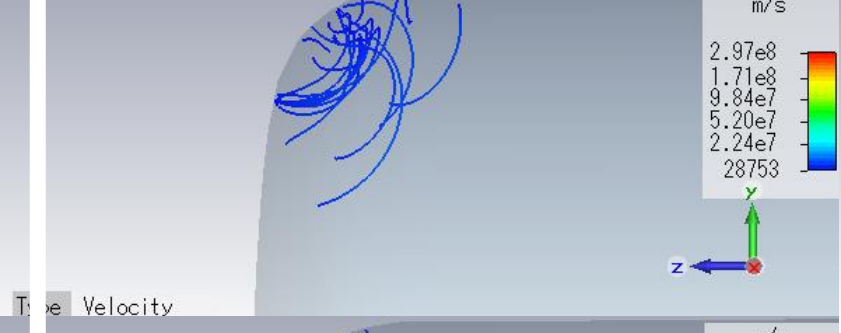
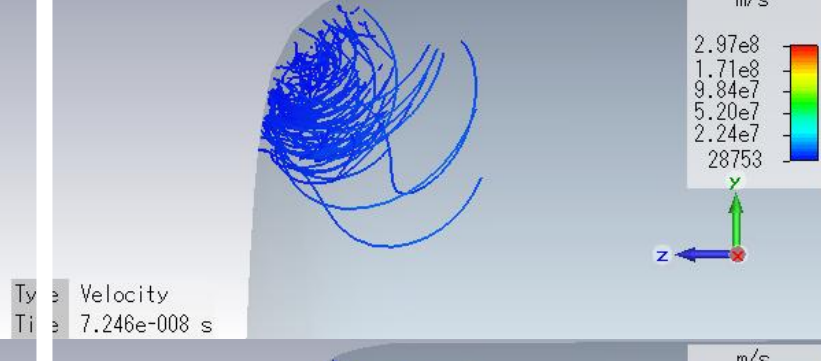
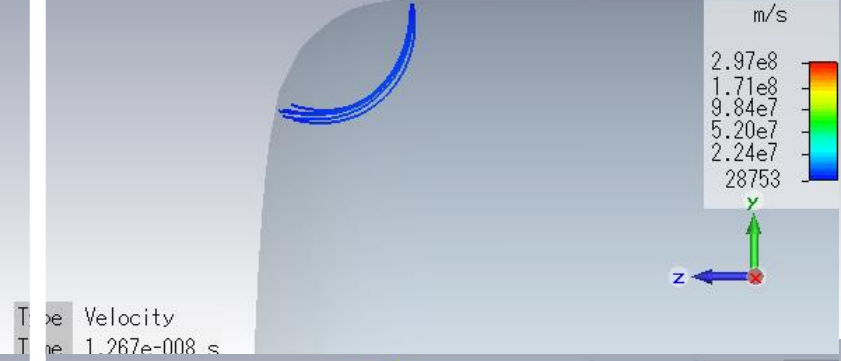
次ページにMPが疑われる場所を拡大して推移をみる



始め

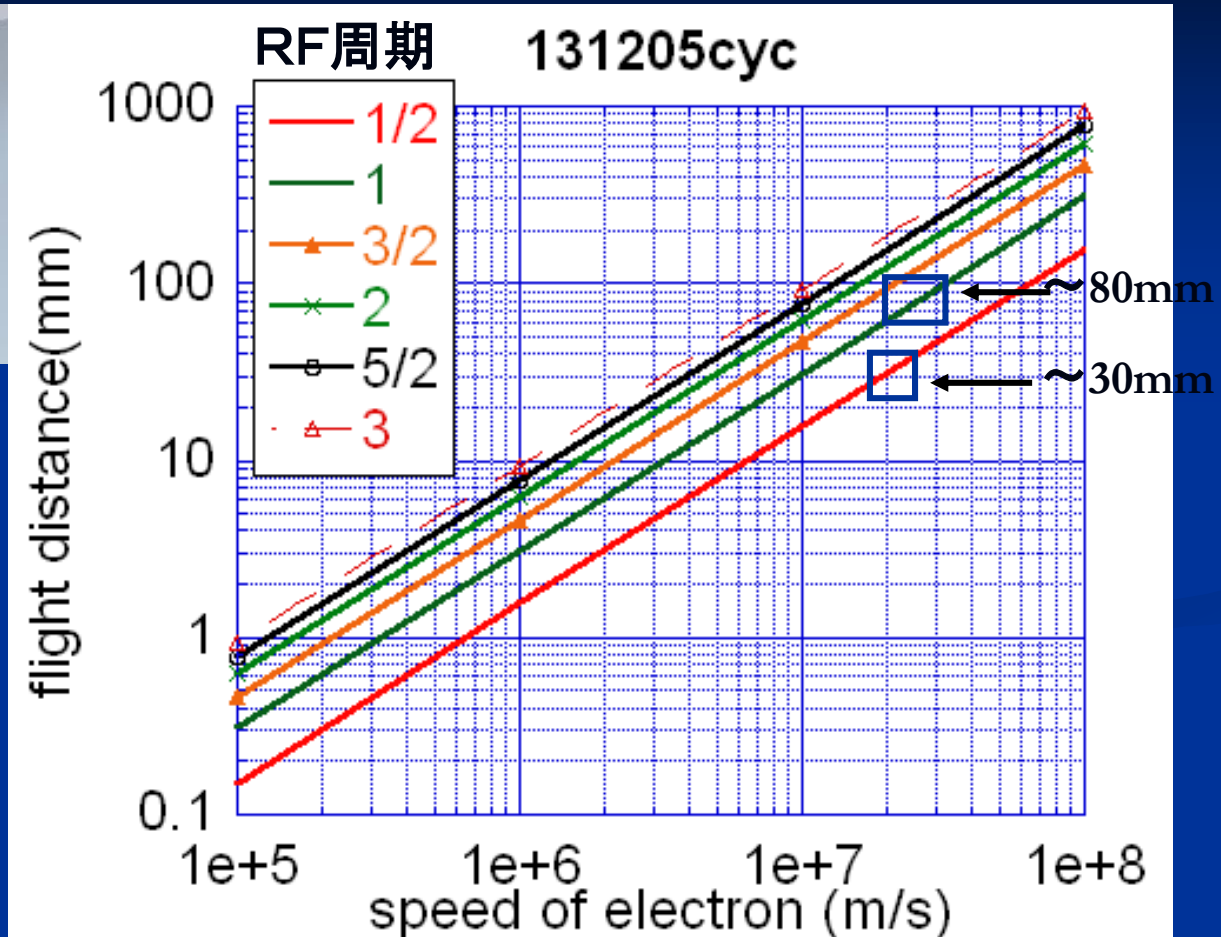
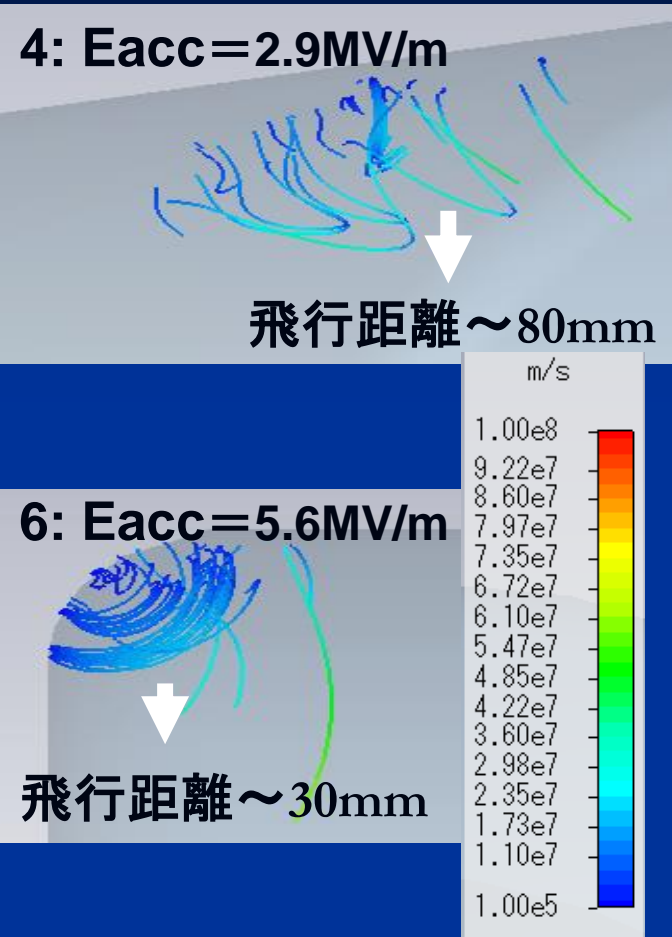


つづき



軌跡はきれいな弧となっている  
 ここでも電子の速度は比較的遅いものが主体

# MPのモード



電子の速度、飛行距離、軌跡のようすを勘案すると次のようなことがいえる: 4は飛行の  
 中点で一度減速していて折れまがったような軌跡が特徴 → 1周期のMPか?  
 6は飛行中点に向かって加速しその後減速している → 1/2周期のMPだと考えられる

# まとめ

- 325MHzスポーク空洞でMPらしき現象をとらえることができた。空洞内の電磁界強度が比較的低い場合に発生し、場所はタンクの壁と隅の二種を確認した。隅でおこるものは発生密度が高いため曲率を増加させるなどの対策が必要かもしれない。
- MP解析の手順はほぼ確立できた。
- 今後の予定：一次電子発生場所変更など新たな解析条件を試す(<12/下)、処理能力向上ため高速の計算機を導入(12/下)、325MHz新モデルでの解析(>1/上)。