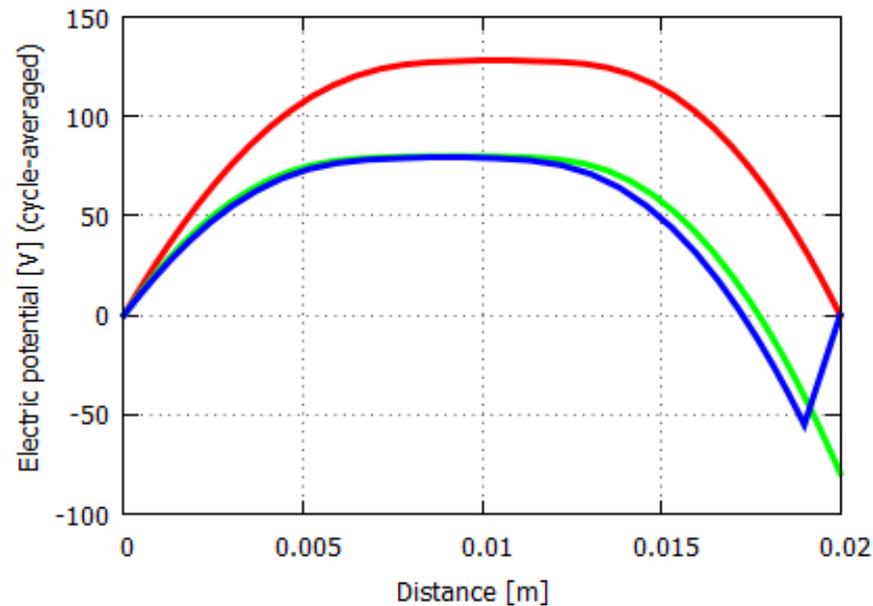




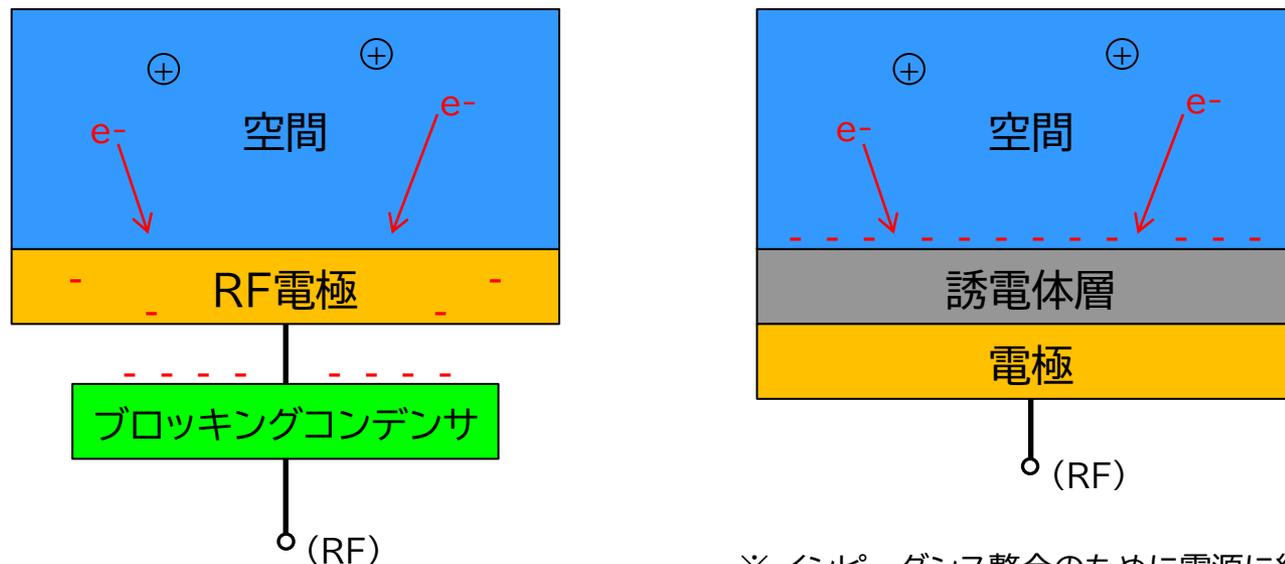
Particle-PLUS 技術コラム

自己バイアス効果



概要

容量結合型プラズマ(CCP)装置では一般的に、高周波電極に阻止コンデンサ^[※]が接続されている。イオンに比べて電子の運動のスケールが大きいいため、**阻止コンデンサには負電荷が蓄積し負のポテンシャルが形成される**。この現象を「**自己バイアス効果(セルフバイアス効果)**」と呼ぶ。また、誘電体膜で覆われている場合は、その表面上にもコンデンサと同様に電荷が蓄積するために自己バイアスが生じる。この資料ではParticle-PLUSを用いたプラズマシミュレーションによる自己バイアス効果の検証を行う。

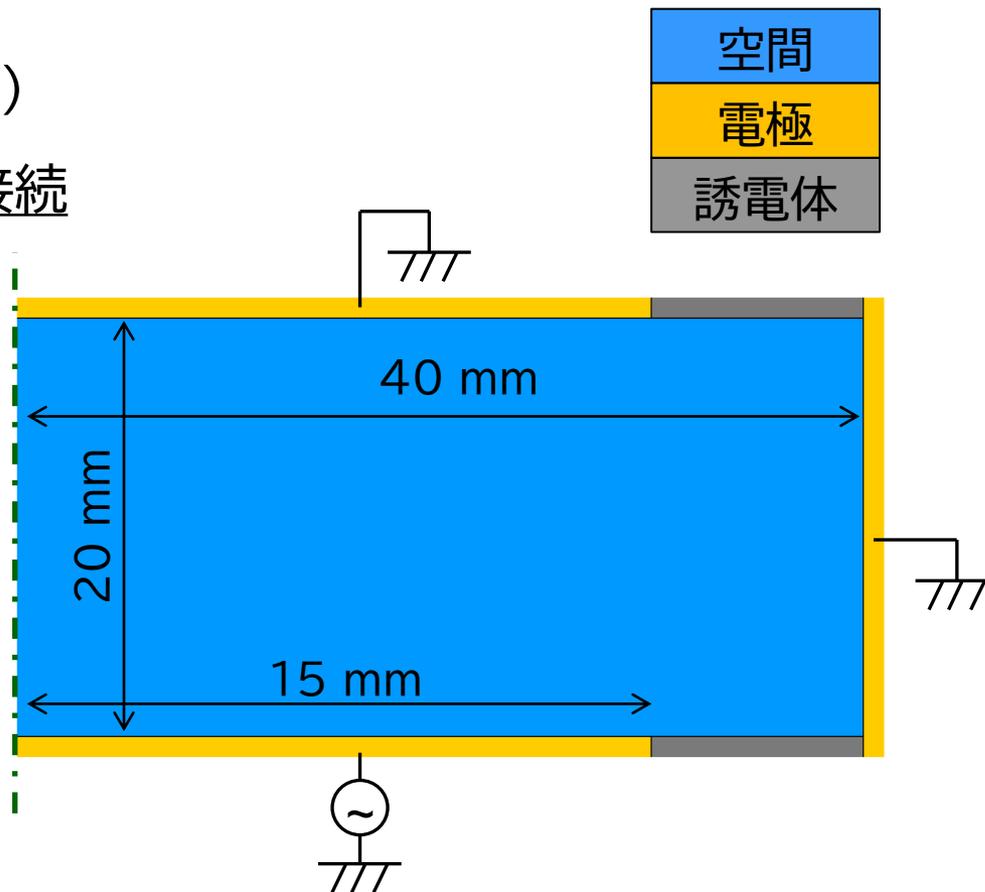


※ インピーダンス整合のために電源に組み込まれているバリコンによって直流が阻止される。

計算モデル(A)

- ✓ 2次元軸対称モデル
- ✓ Ar 30 mTorr
- ✓ RF電圧 500 V (13.56 MHz)
- ✓ ブロッキングコンデンサ非接続
- ✓ 電極上の誘電体層無し

【単純な高周波加熱装置】



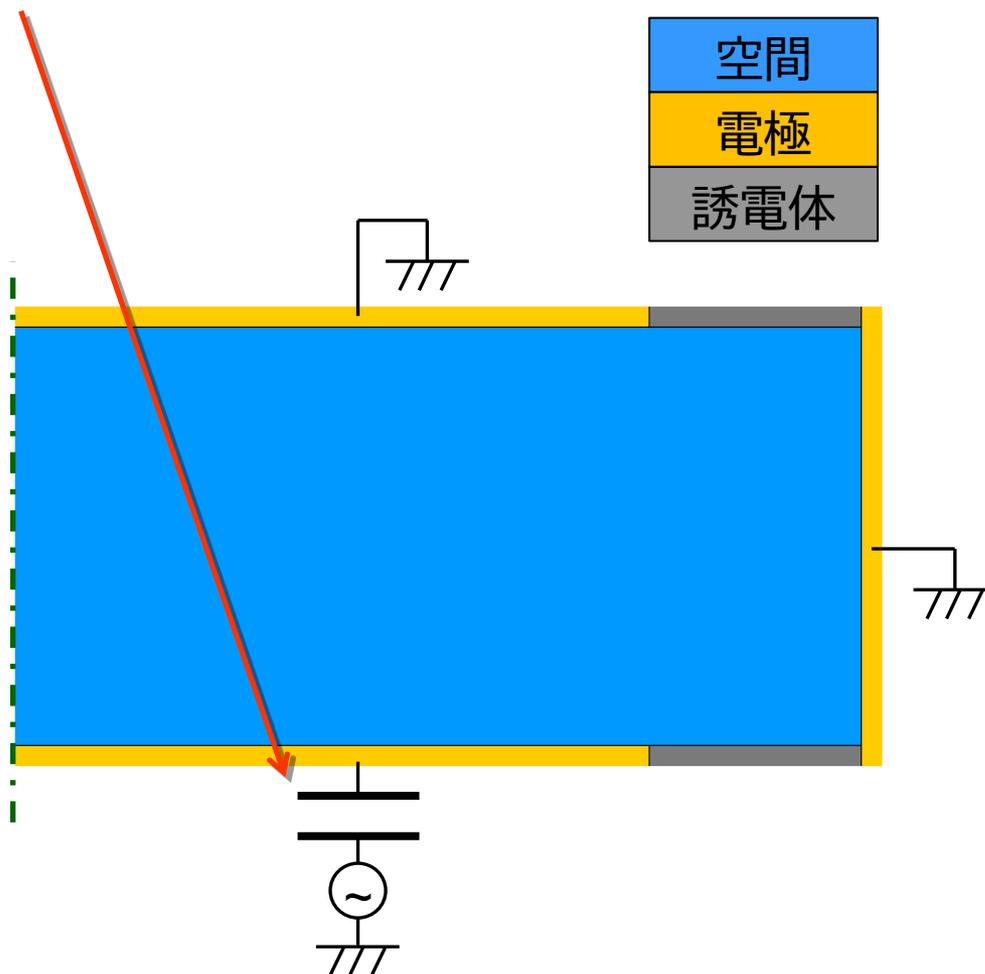
計算モデル(B)

✓ RF電極にコンデンサ(100 pF)を接続

✓ 電極上の誘電体層無し

※ その他の計算条件は
計算モデル(A)と同じ

【典型的なCCP装置】

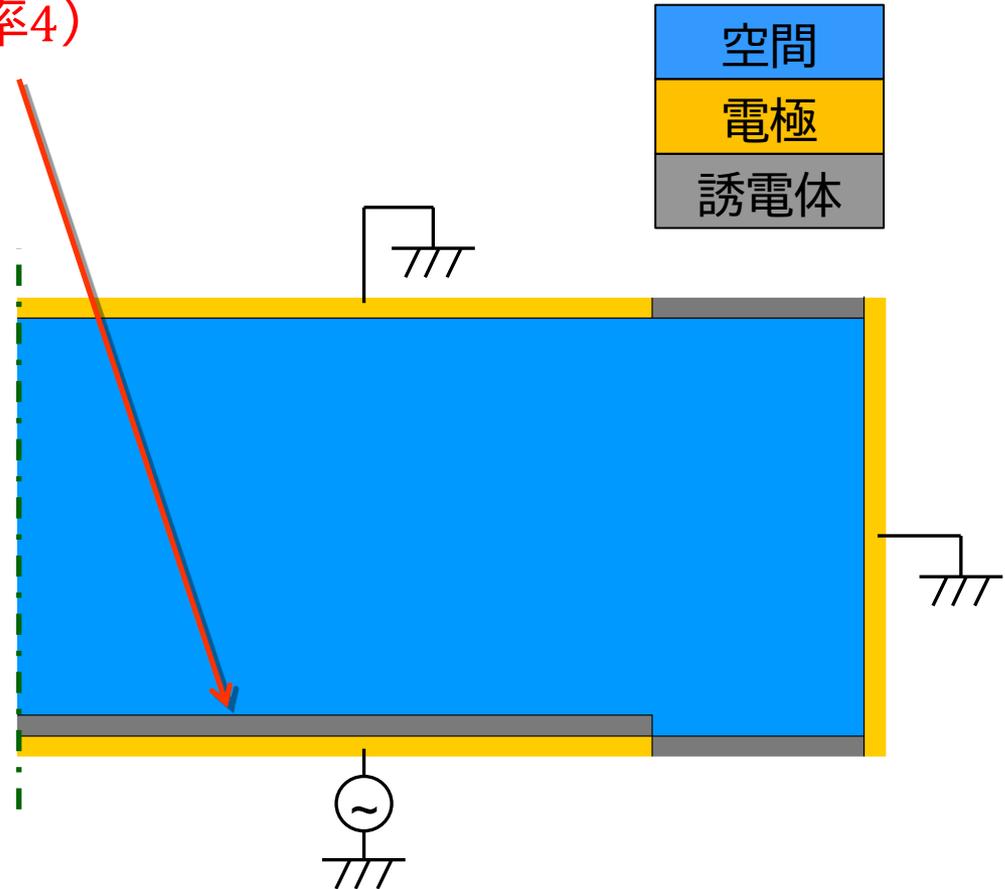


計算モデル(C)

- ✓ コンデンサ非接続
- ✓ **電極上に誘電体膜(比誘電率4)**

※ その他の計算条件は
計算モデル(A)と同じ

【誘電体膜付き高周波加熱装置】

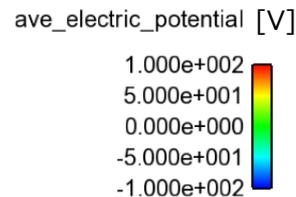
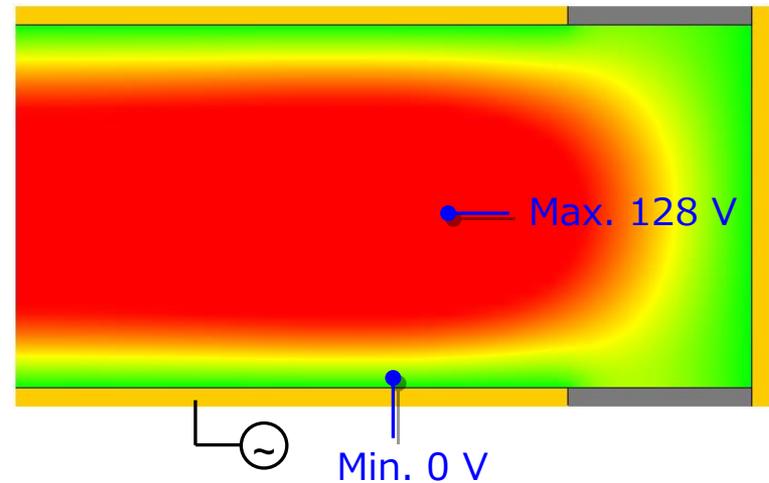


計算結果:電位

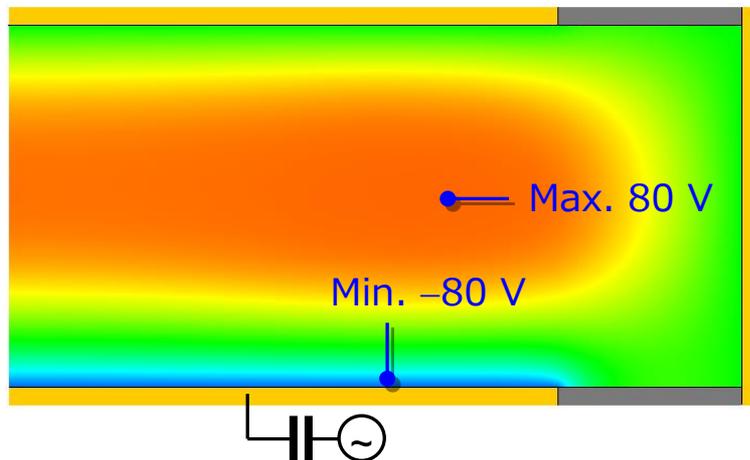
※ 周期平均

計算モデル(A)ではRF電極の平均電位は0 Vだが、コンデンサが接続されたモデル(B)や誘電体膜のあるモデル(C)では、電位が負に偏っている。これは**自己バイアス効果**による現象である。

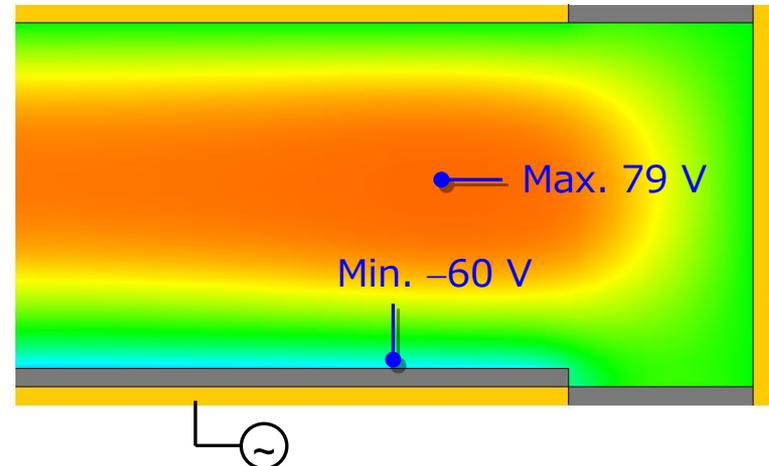
計算モデル(A)



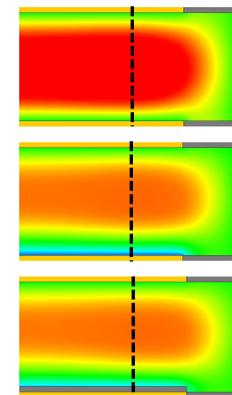
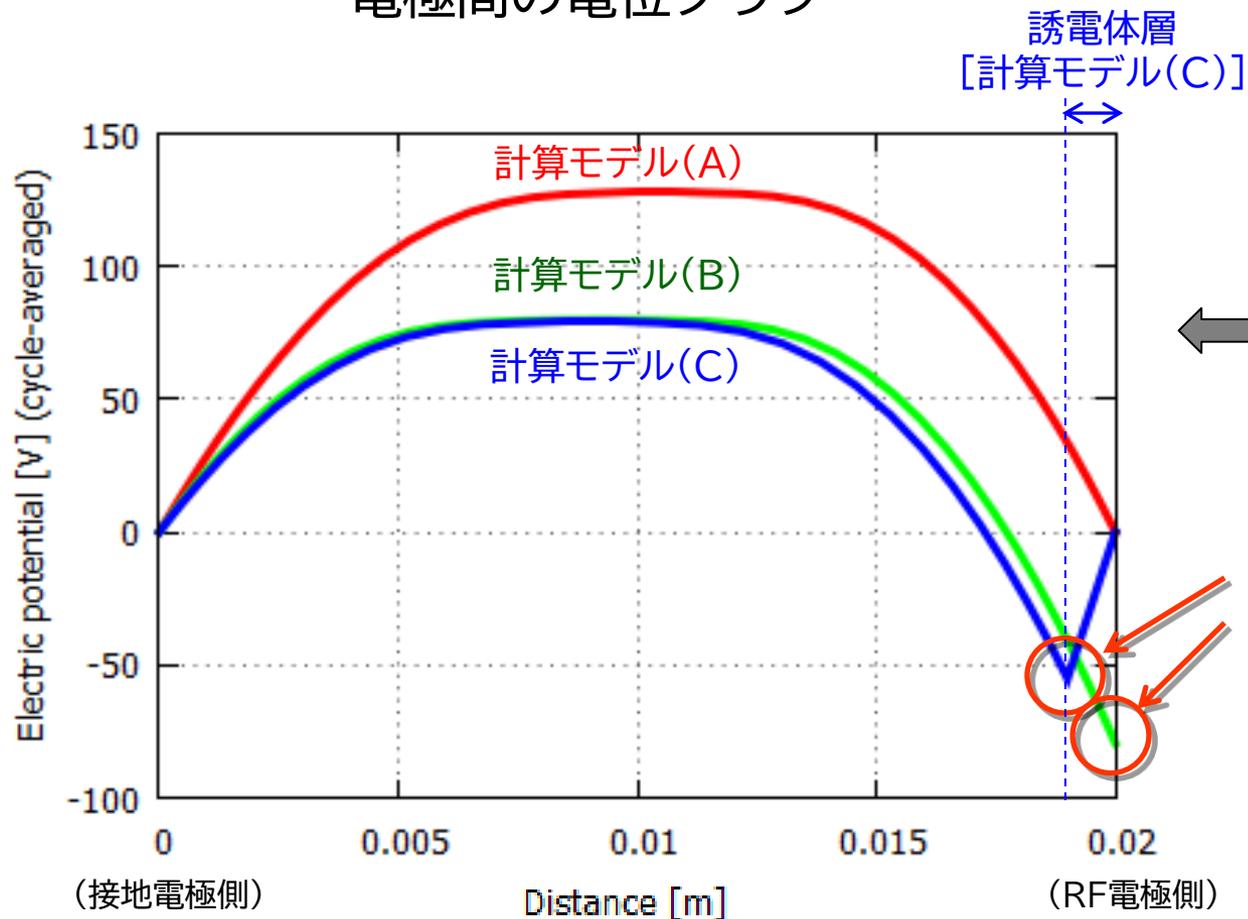
計算モデル(B)



計算モデル(C)



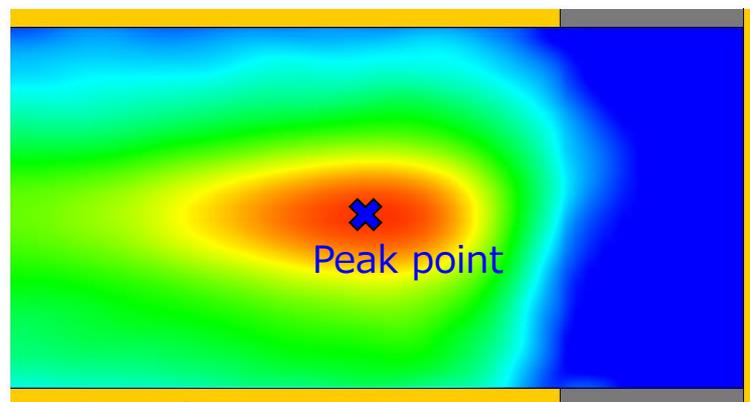
電極間の電位グラフ



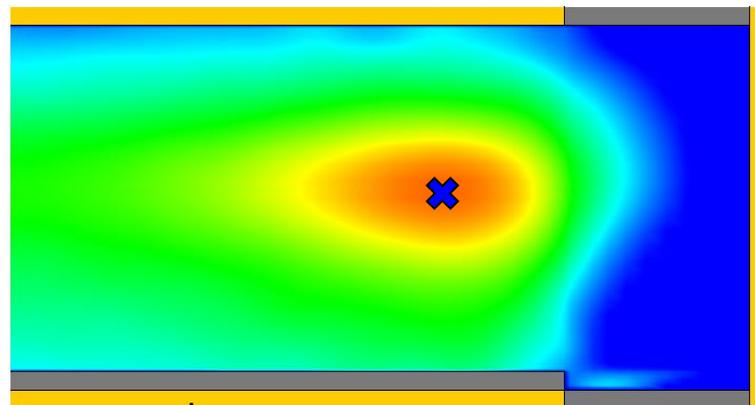
固体表面で
負のポテンシャル
(自己バイアス効果)

イオン密度などの物理量も自己バイアス効果の影響を受ける。プラズマのピーク位置は、計算モデル(A)に比べてモデル(B)や(C)では図中右側にシフトしている。

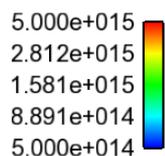
計算モデル(A)



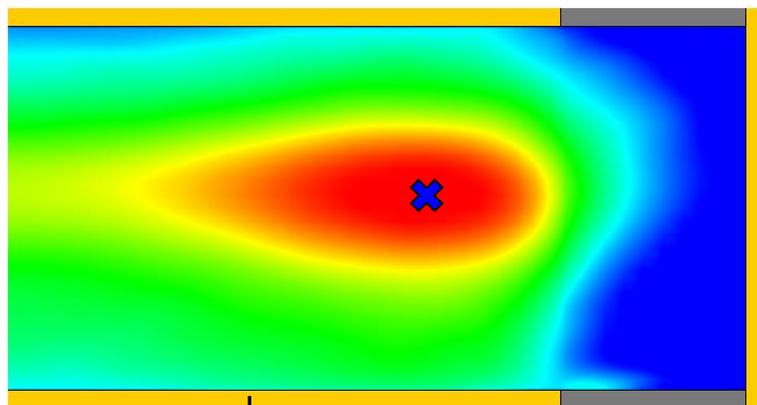
計算モデル(C)



ave_density_Ar_p [# /m³]



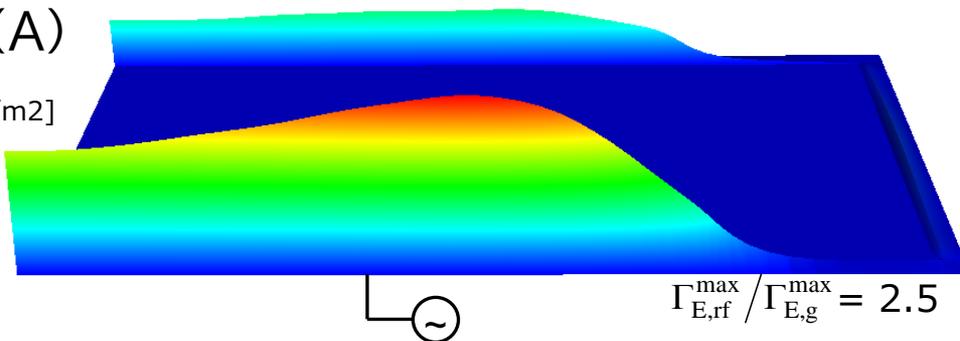
計算モデル(B)



計算モデル(A)

ave_flux_energy_Ar_p [W/m²]

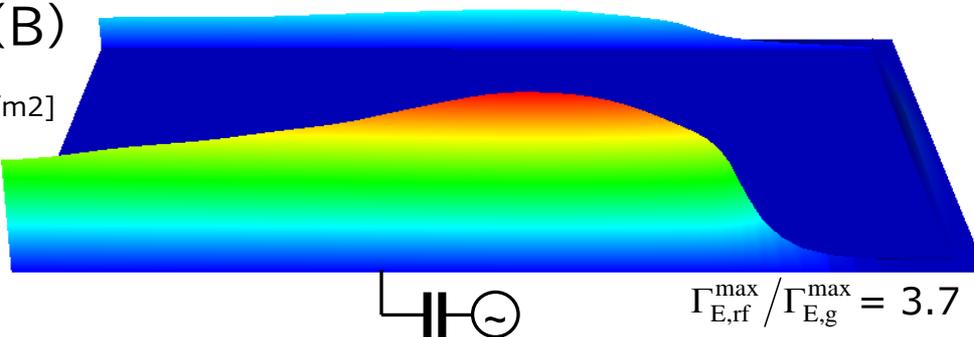
6.180e+001
4.635e+001
3.090e+001
1.545e+001
0.000e+000



計算モデル(B)

ave_flux_energy_Ar_p [W/m²]

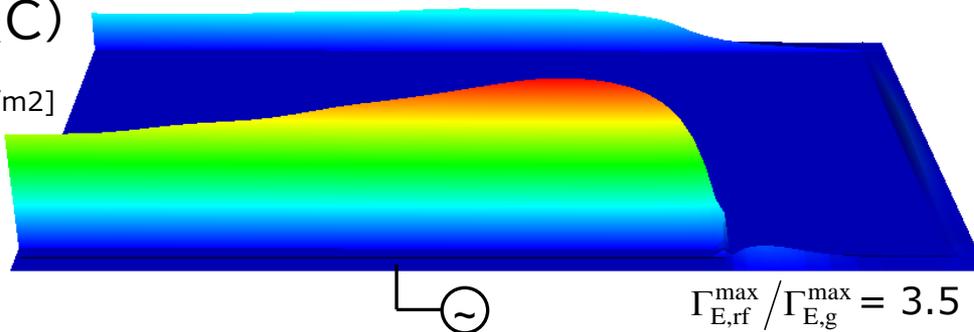
7.130e+001
5.348e+001
3.565e+001
1.783e+001
0.000e+000



計算モデル(C)

ave_flux_energy_Ar_p [W/m²]

5.677e+001
4.258e+001
2.838e+001
1.419e+001
0.000e+000

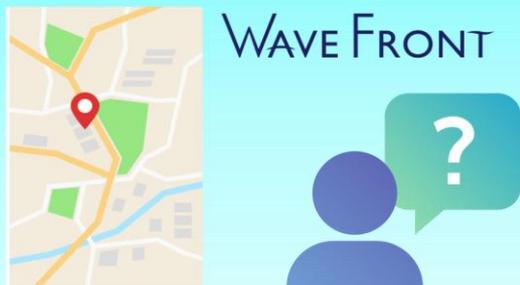


接地電極側とRF電極側のエネルギーフラックス比は、計算モデル(A)よりも、(B)や(C)で大きくなる。また、エネルギーフラックスのピーク位置も、イオン密度と同様に図中右側にシフトする。

まとめ

- ✓ Particle-PLUSでは、コンデンサや誘電体を伴う容量性放電における自己バイアス効果を考慮したプラズマシミュレーションが可能である。
- ✓ ポテンシャルの自己バイアス効果は、イオン密度やイオンエネルギーフラックス等の物理量に影響を与える。これらはプラズマCVD等の成膜プロセスで重要となる。

➤ 連絡先・お問い合わせ



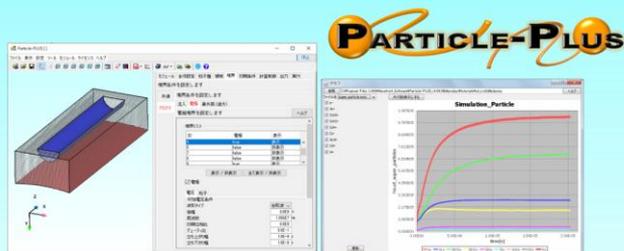
<https://www.wavefront.co.jp/inquiry.html>

➤ 他の技術コラム



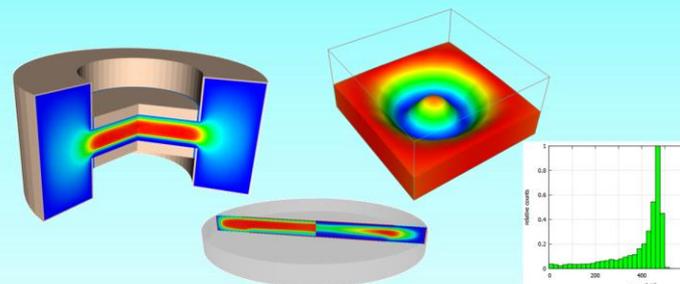
<https://www.wavefront.co.jp/CAE/particle-plus/column.html>

➤ プラズマシミュレーション ソフトウェア機能紹介



<https://www.wavefront.co.jp/CAE/particle-plus/detail.html>

➤ 計算適用事例



<https://www.wavefront.co.jp/CAE/particle-plus/example.html>