

純電子プラズマの軸方向エネルギー分析における障壁電位操作の影響  
**Effect of barrier potential manipulation on axial energy analysis of pure electron plasmas**

石井宏<sup>1</sup>, 曾我之泰<sup>1</sup>, 山崎拓哉<sup>1</sup>, 佐藤政行<sup>1</sup>, 菊池崇志<sup>2</sup>, 鈴谷のぞみ<sup>2</sup>, 朴英樹<sup>3</sup>  
 ISHII Hiroshi<sup>1</sup>, SOGA Yukihiro<sup>1</sup>, YAMAZAKI Takuya<sup>1</sup>, SATO Masayuki<sup>1</sup>, KIKUCHI Takashi<sup>2</sup>,  
 SUZUTANI Nozomi<sup>2</sup> and PARK Youngsoo<sup>3</sup>

<sup>1</sup>金沢大, <sup>2</sup>長岡技科大, <sup>3</sup>阿南高専  
<sup>1</sup>Kanazawa Univ., <sup>2</sup>Nagaoka Univ. of Tech., <sup>3</sup>NIT, Anan College

純電子プラズマは電子のみからなる非中性プラズマである。これを一様磁場と井戸型閉じ込め電位を有するMalmberg-Penningトラップに閉じ込め、任意に配置した非平衡状態からの緩和過程を実験的に追跡することができる。半世紀にわたって蓄積されてきた様々な非中性プラズマの計測技術のうち、じゅうぶん深い閉じ込め電位から浅い分析電位へ変化させたときに生じる逃走電子を観測することで磁場方向のエネルギーを見積もる分析法[1]は、緩和過程の追跡に不可欠である。しかし、エネルギー選択時の電位操作により、測定対象である純電子プラズマのエネルギーが影響を受けることが、我々の先行実験により示唆された。本講演では、この外部電位操作による電子のエネルギーへの非理想的な影響を実験とシミュレーションにより評価し、より正確なエネルギー分布関数を得る方法を検討する。

電位操作によるエネルギー分布への影響を実験的に確認するため、電位操作を伴わない直接計測も可能である入射直後の純電子プラズマを対象としてエネルギー分析結果の比較を行った。出口側の電位(図1)を図2に示した時間変化で操作したときの規格化逃走電子数を分析電位の関数として得た実験結果を図3(a)に示す。外部電位操作を伴うエネルギー分析により得た結果は、入射電子ビームエネルギーを直接計測した分布と比べ、すべての分析電位に対して逃走電子が減少していることから、減速効果を受けていることがわかる。さらに、同様の電位操作を模擬して1次元モデルによるシミュレーションを行ったところ、実験と同様の減速効果を確認した(図3(b))。シミュレーションによる結果は実験をよく再現していることから、エネルギー分布の直接計測が不可能である長時間閉じ込めた純電子プラズマに対しても、外部電位操作により得られたエネルギー分布をシミュレーションによって補正することで正確なエネルギー分布を得ることができると期待される。

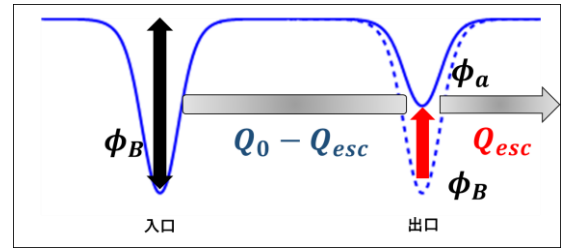


図1 エネルギー分析時の電位分布

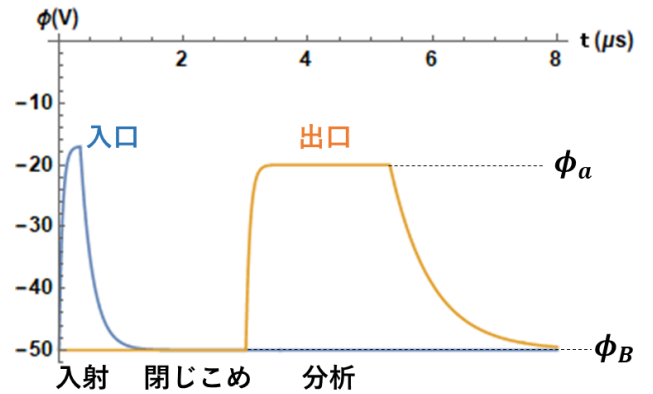


図2 電位の時間変化

プラズマパラメータ		シミュレーション計算条件	
電子密度:	$2.25 \times 10^{12} (/m^3)$	geometry factor:	$g = 0$ (自己電場なし)
プラズマ半径:	$0.9 \times 10^{-3} (m)$	時間刻み:	$dt = 0.5 (nsec)$
Offset:	20.09 (eV)	空間刻み:	$dz = 0.25 (mm)$
初期温度:	0.038 (eV)	超粒子数:	1000
プラズマ長:	$209 \times 10^{-3} (m)$		

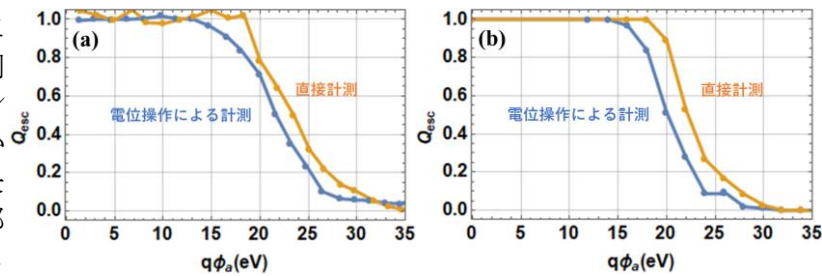


図3 電位操作計測, 直接計測時のエネルギー分析比較  
 (a) 実験, (b) シミュレーション

[1] D.L.Eggleston et al. Phys. Fluids B 2, 3432 (1992)