

小型磁気ミラー装置による非中性電子プラズマの閉じ込め Confinement of non-neutral electron plasmas in a compact magnetic mirror trap

桧垣浩之、櫻井翔太、伊藤清一、岡本宏巳

広島大学 大学院先端物質科学研究科

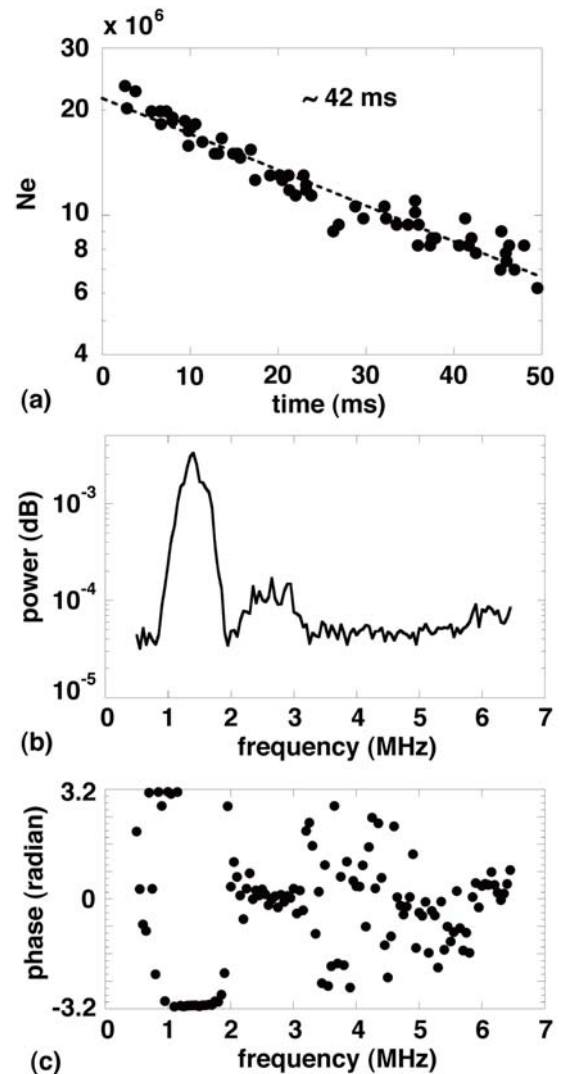
H. Higaki, S. Sakurai, K. Ito, and H. Okamoto

Graduate School of Advanced Sciences of Matter, Hiroshima University

磁気ミラーを用いて電子-陽電子プラズマを閉じ込めるというアイデアは1978年にはすでに提唱されていたが[1]、今日にいたるまで他の磁場配位も含めて実験的には実現されていない。一方で、低エネルギーの電子-陽電子プラズマに関する理論的な研究は分散関係[2-4]や、非線形波動など多岐にわたっているため、なにがしかの形で実験的研究を進めることは有意義であるといえる。

我々はこれまでに、磁気ミラーでの電子-陽電子プラズマの閉じ込めを念頭において、磁場勾配中での低エネルギー非中性プラズマの閉じ込め時間、径方向密度分布、および磁力線方向の静電波振動といった基礎特性を実験で明らかにするとともに[4]、大型の蛍光面を導入することにより、磁場勾配中における非中性電子プラズマの軸方向密度分布を実験で調べ、その電位分布については計算機シミュレーションで明らかにしてきた[5]。また、磁場勾配および密度勾配をもった非中性電子プラズマ中におけるソリトン波の伝播実験をおこない、低磁場側で伝搬速度が速くなることを明らかにした[6]。

本研究では、実際に電子-陽電子プラズマの閉じ込めが可能な小型の磁気ミラー装置を新たに開発し、当該装置での非中性電子プラズマの磁気ミラー中における閉じ込め特性を調べた。結果として、閉じ込め時間は40 ms程度と短いものの (図(a))、 2×10^7 個の電子プラズマ($t = 10$ ms)で励起されるプラズマ振動は数MHzと閉じ込め時間に比べて十分短く(図(b),(c))、同程度の陽電子を用いることができれば電子-陽電子プラズマの実験研究が可能であることが示された [7]。



図(a) 小型磁気ミラートラップでの非中性電子プラズマの閉じ込め時間 (b) 励起されたプラズマ振動のスペクトル (c) 計測された信号の位相差

- [1] V. Tsytovich and C. B. Wharton, Comments Plasma Phys. Controlled Fusion **4** (1978) 91.
- [2] N. Iwamoto, Phys. Rev. E **47** (1993) 604.
- [3] G. P. Zank and R. G. Greaves, Phys. Rev. E **51** (1995) 6079.
- [4] M. W. Verdon and D. B. Melrose, Phys. Rev. E **77** (2008) 046403.
- [4] H. Higaki, K. Ito, W. Saiki, Y. Omori, and H. Okamoto, Phys. Rev. E **75** (2007) 066001.
- [5] H. Higaki, K. Fukata, K. Ito, H. Okamoto, and K. Gomberoff, Phys. Rev. E **81** (2010) 016401.
- [6] H. Higaki, K. Ito, and H. Okamoto, Plasma Fusion Res. **5** (2010) 029.
- [7] H. Higaki, S. Sakurai, K. Ito, and H. Okamoto, Appl. Phys. Express **5** (2012) 106001