

## 単一電源での QUIC 磁気トラップ機構の開発

日大生産工 眞水 光

日大生産工 荒巻 光利 日大生産工 柴山 均

### 1. まえがき

本研究では単一電源で動作できるQUIC磁気トラップの機構を開発する。QUIC磁気トラップとは、コイルにより作られる磁場を利用して原子集団の捕獲、閉じ込め、冷却を行いボース・アインシュタイン凝縮という状態を作り出す装置である。また、二つの四重極磁場コイルとIoffeコイルから構成されており、光学アクセスなども他の磁気トラップに比べてよいなどの利点がある。我々のQUIC磁気トラップには電源装置が2つ必要になるが、電源装置は高価なため、単一電源での動作を実現させシステムを構築したい。QUIC磁気トラップを単一電源で動かす意義として、コストパフォーマンスをよくすることが出来る点がある。QUIC磁気ト

ラップには電源装置が2つ必要になるが、電源装置は高価なため、できる限り単一で動かしたい。実際に機構に工夫を凝らしQUIC磁気トラップを単一電源で動かせることを売りにしている論文【1】も存在している。また、単一電源で磁気ポテンシャルを形成することで、各電源を合わせることによるノイズなども軽減できるため、コストカットと性能向上という二つの面での効果が期待できる。本発表では、現在の進捗状況について報告する。

### 2. 実験手法

QUICトラップの四重極コイルの間隔を広げ、四重極コイルのみ動作させ水平方向の磁場測定を行う。各コイル電流は20.00Aである。コイル間隔を広げることにより磁場勾配が緩くなることを確認し、Ioffeコイルを動作させ、QUICトラップを単一電源で操作可能な間隔を探す。Fig 1は、実際に作成したQUICトラップの全体図であり、上下に2つの四重極コイル、中心にIoffeコイルを配置している。四重極コイルは、ポリエステル銅線1.8 mmを200巻きして作成した。また、Ioffeコイルは、同様の銅線を使用し、160巻きして作成した。各コイルはアルミ製の冷却ホルダーに設置し、チラーで循環

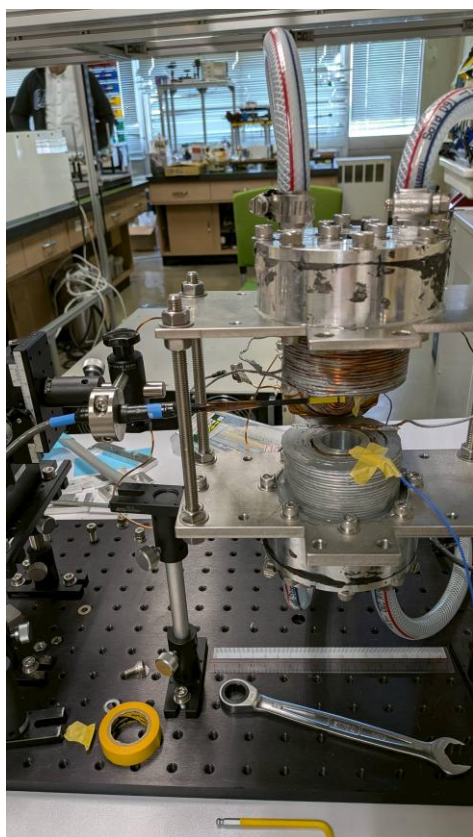


Fig.1 QUICトラップの全体図



Fig.2 電源装置

Development of a QUIC Magnetic Trap Mechanism Using a Single Power Supply

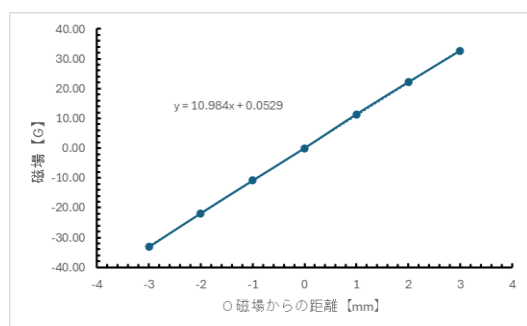
Hikaru SHIMIZU, Mitutoshi ARAMAKI and Hitoshi SHIBAYAMA

した冷却水によって水冷を行った。Fig.2は今回の実験で用いる電源装置である。電源はKIKUSUI 社のドロップ方式の電源であり、0.01Aまでの精度を出せるPAD36-60LA を使用する。磁場測定に使うガウスメーターおよびプローブはLakeshore 社の421Gaussmeterを使用する。

### 3. 実験結果

実際に四重極コイルのみを動作させ、磁場勾配を3回測定し、平均値をグラフにしたものをFig.3に示す。(a)がコイル間隔37.5mm時、(b)がコイル間隔45.0mmの時のグラフである。どちらも横軸が0磁場を起点にした時の水平方向距離で、縦軸が磁場である。磁場勾配を計算すると、コイル間隔が37.5mm時の磁場勾配は109.8G/cm、1Aあたりの磁場勾配は5.49 G/cmとなった。45.0mm時の磁場勾配は87.6G/cm、1Aあたりの磁場勾配は4.38 G/cmとなり、四重極コイルの間隔を広げていくことにより磁場勾配は緩くなることを確認することが出来た。次に Ioffe コイルを動作させ、コイル間隔を広げていき、同じく磁場を3回測定した。その平均値をグラフにしたものを Fig.4に示す。

(a)



(b)

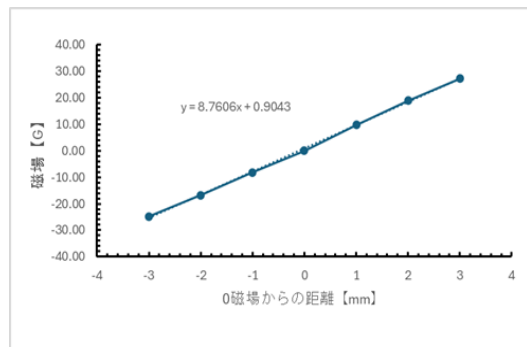


Fig 3 四重極コイル間隔 (a)37.5mm, (b) 45.0mm の時の磁場分布測定

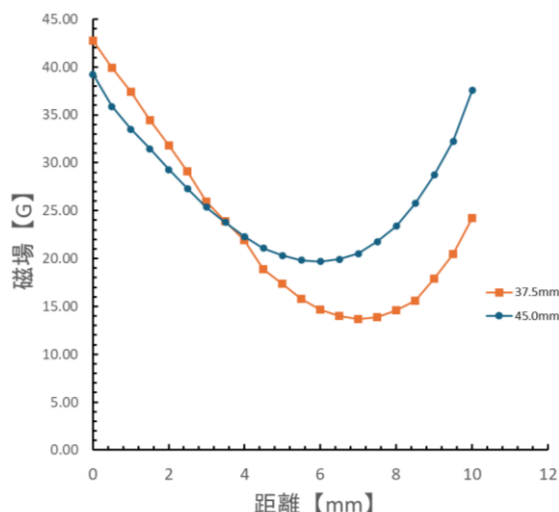


Fig 4 各コイル間隔での磁場分布

Fig.4 四重極コイル間隔 37.5mm と 45.0mm どちらも 20A の電流でオフセットすることができ、単一の電源で QUIC 磁気トラップを動作させることが出来た。極小磁場は 37.5mm の時が 13.69G、45.00mm の時が 19.71G となり、四重極コイルの間隔を狭めると極小磁場は小さくなるということが分かった。

### 4.まとめ

今回、QUICトラップを単一電源で動作させるための磁場測定を行った。今回の実験から 20.00Aの電流でQUIC磁気トラップポテンシャル形成が出来ることが分かった。今後の展望として、極小磁場が現在13.69Gほどになっているが、本来は1Gほどにする必要がある。そこで今後は37.5mmで四重極を固定し、Ioffeコイルの位置を変化させ、Ioffeの補助コイルに電流を逆向きに流すことによって、Ioffeコイルの磁場を小さくするような調整をしていきたい。また、冷却原子の捕獲から四重極コイルとIoffeコイルの立ち上げまでの電流操作をミリ秒単位で行えるようにFETを用いた装置や冷却機構の開発も同時に行っていきたい。

### 参考文献

【1】: Sunil Kumar, *et al*,  
“Bose-Einstein condensation in an electro-  
pneumatically transformed quadrupole-  
Ioffe magnetic trap”  
NewJ.Phys.17, 023062 (2015)