

## 研究課題名

放射光施設での新粒子探索のためのパルス強磁場発生装置の開発

## 研究代表者名

東京大学・素粒子物理国際研究センター・難波俊雄

## 研究分担者名

東京大学・素粒子物理国際研究センター・山崎高幸

## 1. はじめに

素粒子物理学の標準理論は多くの不完全な点を抱えており、それを越えた物理現象の探索が急務である。標準理論の枠組みを超えた理論の一つにアクシオン模型がある。この模型では、光子と弱い結合を持つ擬スカラー粒子、アクシオンを预言する。1970年代に预言されたアクシオンの探索は、これまで多く行われてきたが、未だに発見に至っていない。この理由は、「探索に可視光を利用していたため、比較的質量の大きなアクシオンに感度がなかったこと」と「光子とアクシオンの変換に用いた磁場の強度が不足していたこと」の二点に起因している可能性がある。本課題では、光源として高強度の放射光施設(SPring-8、SACLA)を使用し、強力なパルス磁石を使用することで、感度を高めた探索を行う。

## 2. 研究経過

本課題の感度を決める鍵はパルス磁石とそれを駆動する電源バンクであるため、その開発に注力した。まず、パルス磁石のコイルは、東大物性研究所の金道教授と共同で製作した。試作と試験を繰り返すことで、励磁可能磁場、冷却効率、エネルギーロスの低減などに成功し、最終的に、20cmの長さのビームに対して垂直に14Tの磁場を励磁可能な磁石を製作した(図1)。一方、このパルス磁石を駆動するための電源バンクを、金研、野尻教授の指導の下、開発した。試作した電源バンクは、1.6mF、1kVの容量であり、ラック1台分のサイズに納めた。放射光施設の速い繰り返しに対応するために、サイリスタスイッチを逆並列に2台設置し、放電と逆放電の両方を行うことで、充電にかかる時間を大幅に短縮した。また、異常時に自動停止できるよう、温度や波形の乱れを検出して装置を止める安全装置も組み込んだ。製作は、当初東北大金研において行い、途中から東大に装置を移送して行った。

製作したパルス磁石とプロトタイプ電源バンクをSPring-8のBL19LXUビームラインに設置し、2月5日から9日にかけて試験的にアクシオン探索実験を行った。電源まだプロトタイプであるため、磁石は20cmのものを2台使用し、3T、1.3Hzの励磁を行った。X線の測定系も含め、すべて組み合わせて行うことで実験全体としてのバグ出しを行い、問題なくアクシオン探索が行えることが判明した。現在は、電源バンクを本測定用へアップグレード中である。

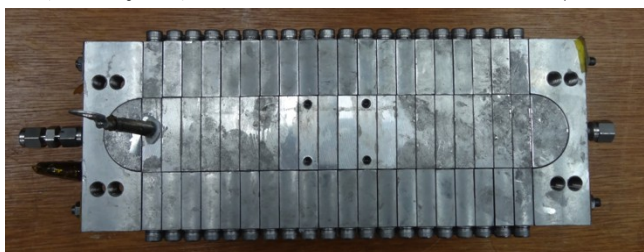


図1 製作した20cm レーストラック型磁石

## 3. 研究成果

新規でパルス磁石(14T、20cm)を設計、製作した。また、それを駆動するための速い繰り返しの電源も設計、製作した。それらを組み合わせて試験測定を行い、実験のコンセプトに問題が無いことを確認した。

## 4. まとめ

最大14Tまで励磁可能なレーストラック型コイルを開発した。このコイルは、速い繰り返しでも冷却可能なように、薄型のステンレス構造体中に保持してあり、ビームを通せるように中心に直径3mm、長さ20cmのパイプが通っている。

コイルを励磁するための電源として1.6mF、1kVのコンデンサバンクとそのため充電回路、放電回路、安全回路を製作した。逆並列のサイリスタスイッチを2台組み込むことで、1.3Hz駆動を可能にした。

完成したコイルと電源を組み合わせて試験的にアクシオン探索実験をSPring-8で行った。プロトタイプであるため、感度はまだ不足しているが、放射光施設を用いた探索実験としては国内初であり、電源を当初想定のものにスケールアップすることで、世界最高感度での探索実験が行えることがわかった。