

中性子デバイスの開発および性能評価

R&D of Neutron Devices

猪野 隆¹⁾、佐藤 節夫¹⁾、武藤 豪¹⁾、永井 稔¹⁾、金子 直勝¹⁾、小林 庸男¹⁾、安 芳次¹⁾、
井上 栄二¹⁾、千代 浩司¹⁾、仲吉 一男¹⁾、広田 克也²⁾、奥 隆之³⁾、篠原 武尚³⁾、鈴木 淳市³⁾

Takashi Ino, Setsuo Sato, Suguru Muto, Minoru Nagai, Naokatsu Kaneko, Yasuo Kobayashi, Yoshiji Yasu,
Eiji Inoue, Hiroshi Sendai, Kazuo Nakayoshi, Katsuya Hirota, Takayuki Oku, Takenao Shinohara, Jun-ichi Suzuki

¹⁾高工研 ²⁾理研 ³⁾原子力機構

³He-PSD 検出器読み出しシステムの、ハードウェアとソフトウェアの総合的な特性試験および中性子偏極兼輸送用四極磁気レンズの性能試験を行った。

キーワード : 中性子光学、磁気レンズ、DAQ、PSD、Si-TCP、NTEUNT

1. 目的 ³He-PSD検出器読み出しシステムの、ハードウェアとソフトウェアの総合的な特性試験を行うことが目的である。ハードウェアとしては、KEK素核研の測定器開発室が開発しているSiTCP技術と、KENSが開発している中性子検出技術を組み合わせた、NTEUNTモジュールがある。ソフトウェアとしては、KEK素核研の測定器開発室・次世代DAQグループが開発しているソフトがある。これは、Linuxを使用して、ネットワークからイベントデータとしてデータ収集を行うものである。これらを統合して実際の中性子実験に近い環境を整えて測定を行う。また、大型四極磁気レンズの特性試験を行う。これは、現在KEKで開発が進められている長さ 1 m、開口径 28 mmの永久磁石を用いた四極磁気回路で、ネオジム磁石を用い、かつ拡張ハルバッハ配列を採用することにより設計性能で 160 T/mを超える磁場勾配を発生することができる。この大型四極磁気レンズの磁場勾配及び偏極性能を測定し評価することが本研究の目的である。

2. 方法 ³He-PSD 検出器読み出しシステムの特性試験では、JRR3-MUSASI の中性子を標準試料に照射し、回折した中性子を検出し、理論と合っていることを確認する。標準試料として粉末 Si を使用し、40 本の PSD を 5 台の NEUNET モジュールで処理し、高速ネットワークを通してソフトウェアでデータ解析を行った。一方、大型四極磁気レンズの性能評価では、JRR3-NOP において、四極磁気レンズによる中性子ビームの偏向を測定し、その磁場勾配を評価するとともに、偏極性能の評価を行う。

3. 研究成果 ³He-PSD 検出器読み出しシステムの特性試験では、開発を進めているハードウェアとソフトウェアを使用し、粉末 Si 結晶の格子面間隔(111)の 3.1 Å と (220)の 1.9 Å の回折散乱を確認することができた。これにより、中性子散乱実験に十分に使用できるシステムであることが証明できた。一方、大型四極磁気レンズの性能評価実験では、拡張ハルバッハ配列で発生する巨大磁場勾配により、中性子ビームが大きな偏向を受けることが測定された。ビーム偏向から測定された磁場勾配は、設計性能よりも若干小さな値であった。ただし、設計性能は磁気レンズの発生する磁場を 2 次元モデルで近似計算したものであり、実際の磁気レンズは軸方向でネオジム磁石片が分割されているなどの理由により、性能は設計値に比べ小さくなるはずであり、その差は予想の範囲内であった。

4. 結論・考察 ³He-PSD 検出器読み出しシステムの特性試験では、本システムが中性子散乱実験で十分に使用できるシステムであることが証明された。しかし、いくつかの小さな問題点なども見つかリ、今後さらに精度を上げた検証が必要である。大型四極磁気レンズの性能評価実験では、中性子の磁気モーメントを用いることにより、四極磁気レンズの磁場勾配を成功裏に測定した。また、その値から非常に高い偏極性能が得られることが確認できた。

5. 引用(参照)文献等 該当無し