

振動磁場とスピン干渉を用いた中性子通過時間測定

The measurement of traversal time with the neutron spin interferometry and oscillating magnetic fields

*藤谷 龍澄¹, 日野 正裕¹, 樋口 嵩¹

¹京都大学

中性子がある区間を通過する時間の測定は、飛行時間法が用いられることが一般的だが、ビームチョッパーの開口幅や中性子源のサイズ等による不確かさがある。我々は Krueger らによる微細構造定数の測定をヒントに振動磁場における中性子スピン干渉を進展させ、JRR-3 MINE にて検証実験を行った。本発表では実験結果をもとに中性子通過時間測定の実現可能性について議論する。

キーワード：中性子光学, 中性子スピン干渉, JRR-3, MINE

1. 緒言

Krueger らの微細構造定数のための高精度中性子速度測定[1]は、中性子スピン干渉体系の中に振動磁場を発生させるコイルを設置し、中性子を同区間で2回通過させた。我々は中性子通過時間測定に着目し、振動磁場における中性子スピン干渉測定[2]を進展させ、2つの振動磁場を中性子が通過した際に現れる干渉パターンを定式化した。ここでは2.5kHzと5kHzの振動磁場を用いた実験を行い、定式化から求められる理論的予測と比較した。本発表ではその概要を示す。

2. 定式化

定式化の結果を述べる。同じ形状のコイルが2つあり、振動数 f の振動磁場を発生させているとする。この時、検出される中性子数 N は、0次のベッセル関数 $J_0(x)$ を用いて

$$N = \frac{N_0}{2} \left\{ 1 - J_0 \left(\frac{4|\mu_n|}{\hbar v} |b_0(k)| \cos \left(\pi f \Delta T + \frac{\phi}{2} \right) \right) \cos(\chi - \delta) \right\}$$

と表すことができる。 ΔT はコイル間を中性子が通過する時間、 ϕ は振動磁場同士の位相であり、これらを変化させることで干渉パターンのコントラストを周期的に変化させることができる。

3. 実験

Fig.1.に日本原子力研究開発機構研究用原子炉 JRR-3 の C3-1-2(MINE) ポートにおける冷中性子スピン干渉計における実験結果を示す。Fig.1.は横軸にコイル間距離の変化 Δl 、縦軸に干渉パターンのコントラスト $J_0 \left(\frac{4|\mu_n|}{\hbar v} |b_0(k)| \cos \left(\pi f \Delta T + \frac{\phi}{2} \right) \right)$ を示しており、 $f = 2.5\text{kHz}$ で動作させた時の結果である。コイル間の距離 Δl を変化させることでコイル間の通過時間 ΔT を変化させた。青色で示した線は理論値、オレンジ色の点は測定値であり、測定で得られた結果は理論での予想を良く再現した。

4. 結論

本研究では2つの振動磁場を中性子が通過した際に現れる干渉パターンを定式化し、実験によりその妥当性を検証した。高周波の振動磁場を用いることにより高精度な中性子通過時間測定が可能になり、物理実験等への応用が期待できる。その詳細は当日報告する。

参考文献

[1] E Krüger *et al*, *Metrologia* **32**, 117 (1995)

[2] T. Suzuki, R. Fujitani *et al.*, *J. Phys. Soc. Japan* **93**, 091008(2024)

*Ryuto Fujitani¹, Masahiro Hino¹ and Takashi Higuchi¹

¹Kyoto Univ.

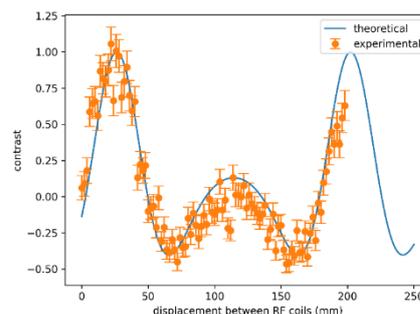


Fig.1 The contrast of a spin interference pattern against the displacement between RF coils