中性子共鳴スピンエコー分光器における位相補正のための 2 回集光法

Double-focusing method for phase correction in neutron resonance spin-echo spectroscopy

*船間　史晃[1]，田崎　誠司[1]，日野　正裕[2]，小田　達郎[2]，遠藤　仁[3]

[1]京都大学，[2]京大複合研，[3]KEK 物構研

全周型回転楕円体集光ミラーが利用可能な位相補正法として2回集光法を提案する．2回集光法の詳細と到達可能なフーリエタイム等の計算結果を報告する．

キーワード：中性子スピンエコー，NRSE，回転楕円体中性子集光ミラー，位相補正，中性子準弾性散乱

中性子共鳴スピンエコー(NRSE)分光法は，複数の共鳴スピンフリッパー(RSF)で中性子スピン位相を制御し，試料の中間散乱関数を測定するスピンエコー分光法である．NRSE 分光法で高エネルギー分解能を達成するためには RSF 間の各中性子の飛行距離をできるだけ一定にし，中性子スピン位相を揃える必要がある．高エネルギー分解能かつ高 S/N 比の実験を可能にするため，集光ミラーを用いた NRSE 分光器が提案された[1]．この方法は，楕円の焦点と楕円表面を結ぶ直線の距離の和が等しいという幾何学的な特徴を利用する．大きな発散角を持つビームが利用可能で，かつ RSF 間の中性子飛行距離の分散が低減できる．また試料位置を楕円の焦点とすることで，微小試料に高輝度のビームが照射できる．しかしこれまでは，回転楕円体集光ミラーの一部の偏角から反射されたビームのみの利用を前提としていた．そのため楕円の半長軸，半短軸で決まる直角三角形の斜辺に対して，垂直になるように RSF を傾けることで中性子スピン位相を揃えていた[2]．しかし回転楕円体集光ミラーの全偏角を利用した「全周型回転楕円体集光ミラー」の利用には，新しい位相補正法が必要であった．

我々は全周型回転楕円体集光ミラーによる位相補正が可能な2回集光法を提案する[3]．図1に本体系の概念図を示す．本体系は2つの同形状の全周型回転楕円体集光ミラーを焦点を共有するように直列に配置し，1つの位相補正装置とする．本体系では1つ目のミラーでついた経路差は2つ目のミラーでほぼ打ち消される．RSFを傾ける必要がないため，全周型回転楕円体集光ミラーを用いた位相補正が可能であり，NRSE分光器の更なる高輝度化，高分解能化が期待できる．本研究では，最近我々が開発した回転楕円体集光ミラー[4]の半短軸，半長軸の値を用いて，2回集光体系の有効性を幾何的，数値的に評価した．その結果波長2 nmの中性子を利用すると，フーリエタイム1 μsのNRSE実験の可能性が示唆された．

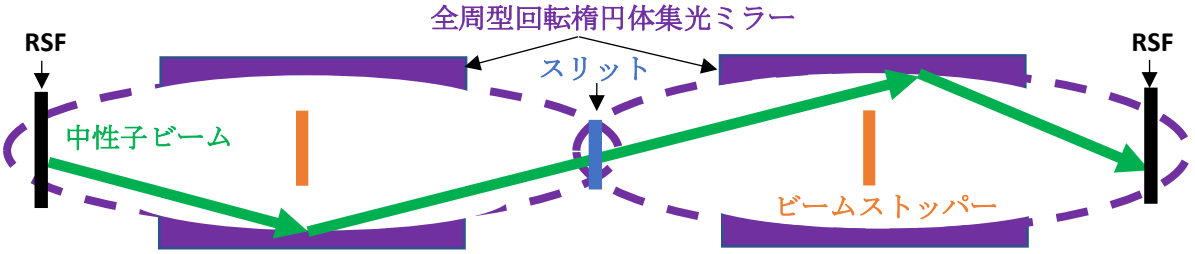

図 1. 2 回集光体系の概念図

参考文献

[1] M. Bleuel, et al., in: F. Mezei, et al., (Eds.), Neutron Spin Echo Spectroscopy, Springer, p.176 (2002).

[2] T. Weber, et al., Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. A, 713, p.71 (2013).

[3] F. Funama, et al., Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. A, 1010, p.165480 (2021).

[4] T. Hosobata, et al., JPS Conf. Proc., 22, p.011010 (2018).

---

*Fumiaki Funama[1], Seiji Tasaki[1], Masahiro Hino[2], Tatsuro Oda[2], Hitoshi Endo[3],

[1]Kyoto Univ., [2]KURNS, [3]KEK