

高分解能チョッパー分光器の現状と目指すサイエンス

横尾哲也^{1,2}、伊藤晋一^{1,2}、佐藤卓³、矢野真一郎⁴、佐藤節夫^{1,2}、桑原慶太郎⁵、大山研司⁶、加美山隆⁷、山室修³、鈴木純一¹、上野健治¹、大原泰明³、吉沢英樹³、岩佐和晃⁸、大友季哉^{1,2}、遠藤康夫¹、川村義久³、浅見俊夫³、秋光純⁴、黒田眞司⁹、佐藤和則¹⁰、那須奎一郎¹、岩野薫¹、古府麻衣子³、山田武³、Kittiwit Matan³、井深荘史³、杉浦良介³

¹ 高エネ機構物構研、² J-PARC センター、³ 東大物性研、⁴ 青学大、⁵ 茨大、⁶ 東北大金研、⁷ 北大工、⁸ 東北大院理⁹ 筑波大物工¹⁰ 阪大産科研

KEK と東京大学で J-PARC に建設を進めている高分解能チョッパー分光器 HRC (High Resolution Chopper spectrometer) は直接配置型の非弾性散乱分光器であり、従来型の装置に比べて高い分解能 ($dE/E_i = 1\%$ (将来的には 0.5%)、 E_i は入射中性子エネルギー) を実現する。高分解能化は中性子散乱で観測する運動量-エネルギー ($Q - E$) 空間を高い分解能で測定できるにとどまらず、高い入射エネルギー E_i が選択可能になることから、従来の測定領域に比べて格段に広い $Q - E$ 空間を探索することが可能になる。また、初期段階から効率よく研究を開始できるように小角部検出器の設計を行った。最近、大型真空槽の導入や小角部検出器の設置などを行い、漸く全容が見えてきた HRC の現状を報告する。また、我々は以下に挙げる項目を柱とし、HRC の特性を生かした研究活動を推進してゆく。

(1) 通常の中性子散乱実験のエネルギー-運動量空間における高分解能実験：
チョッパー性能の向上させることによって、100 meV 程度までの励起エネルギーに対する高分解能の測定を可能にする。

(2) 第 1 ブリルアンゾーンへのアクセス：
 0.2 \AA^{-1} 程度の運動量空間における励起を捉えるためには、散乱角が 1° 程度、かつサブ eV の中性子エネルギーを用いなければならない。さらに、この Q 領域において数 meV のエネルギー遷移を観測するためには、高いエネルギー分解能が要求される。これが実現されると第 1 ブリルアンゾーンでの測定が可能となり、例えば粉末試料における $Q=(0, 0, 0)$ からのスピン波励起が観測可能となる。

(3) eV 領域中性子分光の可能性：
多くの反強磁性物質のスピン波の観測では $Q=1\text{\AA}^{-1}$ 程度の逆超格子点のまわりで素励起の分散関係を決定する。分散関係決定には少なくとも $\Delta Q=0.1\text{\AA}^{-1}$ 以下の運動量分解能が必要であるが、現時点でこれを満たす事例はない。また、eV 領域の中性子が利用できるようになると中性子非弾性散乱実験による電子励起の観測も期待される。