

高分解能チョッパース分光器による物質のダイナミクスの研究(2012S01)

Studies on dynamics in condensed matters by using HRC

伊藤晋一¹、益田隆嗣²

¹高エネルギー加速器研究機構物質構造科学研究所、²東京大学物性研究所

高分解能でかつ比較的高エネルギーの中性子を用いて凝集系のダイナミクスの研究をすすめるために、J-PARC・MLF の BL12 に高分解能チョッパース分光器(HRC)を建設した。HRC はほぼ完成して、性能が設計どおりであることを確認した。2011年3月11日に発生した地震により、動作中の検出器が損傷し、遮蔽体の変位するなどの被害を受けたが、ビームラインを再調整し、チョッパース検出器エレクトロニクス、真空制御系等の動作確認を行なうとともに、損傷した検出器を交換し、2012年1月には実験を再開した。これらの復旧作業とともに、スーパーミラーガイド管、コリメーターシステム、実験制御環境等の設置・導入を行ない、HRC の性能向上もはかった。特に、最小散乱角が 0.5° の低角領域に設置された検出器を用いて、中性子ブリルアン散乱実験が可能になるように装置を整備した。

HRC では最小散乱角が 0.5° の低角領域に設置された検出器を用い、高エネルギー中性子を高分解能で利用することによって、前方散乱近傍での中性子非弾性散乱実験、いわゆる中性子ブリルアン散乱実験が可能になる。この方法によれば、(000)から伝播する多結晶強磁性体からのスピン波や液体・非晶質の音響フォノンの測定が可能になる。まず既知の強磁性体 $\text{La}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{MnO}_3$ の多結晶試料からのスピン波を観測し、得られたスピン波の分散関係が単結晶試料を用いてすでに報告されている分散関係に一致することを示し、HRC における中性子ブリルアン散乱実験が正しくなされていることを確認した。次に、中性子非弾性散乱実験に必要な大型の単結晶試料が合成されていない強磁性体 SrRuO_3 のスピン波を観測し、分散関係にエネルギーギャップが存在することを見いだした。また、多結晶の永久磁石 $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ のスピン波や液体 D_2O の音響フォノン測定し、すでに報告されている結果に一致することを確認した。