

超低温中性子散乱研究 グループの発足

超低温中性子散乱研究グループ

森井 幸生

超低温中性子散乱研究グループは平成8年度から5年間の研究プロジェクトチームとして発足した。このグループの目的は、JRR-3Mに設置した中性子散乱施設に超低温環境を導入し、凝縮体に出現する超伝導転移、金属絶縁体転移、磁気転移、構造相転移等の物性変化の研究に資することである。また同時に、各種の中性子散乱装置を利用して中性子回折法、干渉実験法、極小角散乱法、非弾性散乱法等の先端的な開発を行う。

現在、JRR-3Mの中性子束は $2 \times 10^{14} \text{n/cm}^2 \cdot \text{sec}$ と中レベルながらノイズが少なく、中性子ビーム集束技術の向上と相乗効果をあげて、試料位置での中性子強度はラウエ・ランジュヴァン研究所(仏)、オークリッジ国立研究所(米)、ブルックヘブン国立研究所(米)等世界のトップクラスと比べそれ程差が無くなったため、無機物質から生物までを対象とした中性子散乱による構造研究・機能研究が飛躍的に発展している。この好条件を利用して、さらに研究のブレークスルーを実現するには世界に先がけて試料環境技術の革新を行い、多彩な極端条件下での物性研究を行う必要があるため、このグループは超低温の導入を行う。

通常、希釈冷凍機を用いてmK温度を得るためには、液体N₂予冷、液体⁴He予冷、液体⁴He減圧による³He-⁴He混合ガス液化、³Heガス循環という複雑な手順をこなす知識と技術そして経験が必要であり、長時間運転のための液体He補給の煩しさと費用も大変なものである。このような困難が日本における超低温中性子散乱研究の実施を阻んできた。そこで、このグループでは液体N₂やHeの寒剤を用いず、ボタン一つで300Kから50mKの温度領域を制御できる全温度型超低温冷凍機の開発を目指す。この冷凍機は膨張ピストン式の4K冷凍機に、減圧⁴He溜を持たない

Start of Research Group for Neutron Scattering at Ultralow Temperatures

Yukio MORII

Research Group for Neutron Scattering
at Ultralow Temperatures

希釈冷凍機を組み込んだ全く新しいタイプの超低温システムとなろう。ここで開発する4K冷凍機は、高冷却能を有すると同時に発熱源となる振動を極力抑制する必要があるためパルス管冷凍法など新しい技術を採用することが不可欠であろうし、希釈冷凍機では³Heガス循環の安定運転を高圧液化技術や高効率熱交換技術の開発によって達成する必要がある等々、多くの困難が予想される。さらに中性子ビーム実験に適合するように材料や構造を選択し、回転性能、傾斜性能、可搬性などを良くする特別の注意が必要である。しかし、これらの困難を克服して全温度型超低温冷凍機を開発し、室温からmK領域での中性子散乱実験を継続的に極めて簡便に、誰でも実施できるようにしたいと考えている。この開発は、電源さえあれば、液化He事情の悪い地域や国でも超低温環境が実現する意味で、科学技術界に与える影響が極めて大きいと期待できる。

また同時に、高分解能粉末中性子回折法、中性子干渉法、極小角散乱法、材料内部歪解析法、中性子回折トポグラフィ法、中性子非弾性散乱法等の開発を行って構造やエネルギーの大きさや分解能における測定限界を破る試みを行う。

このグループは専任スタッフ5名と専門研究員1名の計6名で構成されている中性子散乱技術開発指向のチームとして、先端基礎研究センター内の生体物質中性子回折研究グループ、強相関電子系中性子散乱研究グループ、ウラン化合物超電導研究グループと強い連携を保ちながら研究を進めて行く予定である。また東大物性研久保田助教授には研究囑託としてご協力をお願いしており、超低温研究者との交流の架橋になっていただけると期待している。