

課題名	研究炉 JRR-3 中性子輸送の高効率化が拓く新しい物質・生命科学 -機能場における水・プロトンの輸送現象の解明を目指して-			
参画機関	東京大学、(独) 日本原子力研究開発機構			
事業規模	期間	平成 21～24 年度	総額	104 百万円
<p>【研究代表者】 丸尾 毅 日本原子力研究開発機構 東海研究開発センター原子力科学研究所 研究炉加速器管理部長</p> 				
<p>【研究概要】 中性子は、X線と同様に物質内での散乱・回折現象により、その内部構造を調べるための解析手段として科学技術の発展に大きく貢献してきました。本研究において使用する実験装置は中性子の発生源である炉心から約 30～40m 離れた場所に設置されており、線源と装置間の中性子輸送損失を抑えることが中性子ビームの強度増強につながり、実験の精度ならびに効率を高める上で極めて重要です。そのため、中性子輸送の役割を担っている中性子導管の中性子ミラーを Ni ミラーから、その 3 倍の臨界角を有する Ni/Ti 多層膜ミラーへ交換する提案とともに、実験装置の波長選択域や検出効率の向上、さらには、装置の特色を最も活用できる研究対象までを有機的に捉えた計画を構想し、グリーン・ライフイノベーションの象徴的な機能物質ともいえる「水・プロトン」の輸送現象に着目した新しい物質・生命科学の開拓を目標に、それが達成可能な研究インフラの整備を実施しました。</p> <p>交換後の中性子導管による輸送効率は、評価において設計通りの中性子強度となり、既設の 2 倍の強度となっています。短波長中性子を選択反射するモノクロメータ及び単位時間当たりの最大検出中性子数を約 80 倍に高めた検出器の設置も完了し、実測によって所定の性能を確認しています。水・プロトンの輸送現象に関する研究では、無機・有機ハイブリッド型プロトン伝導体においてアンモニウムイオンを介したプロトンの新規伝導機構を見出し、また一方では赤血球膜および燃料電池膜という機能場での水移動の時分割計測による時間変化の測定に成功しました。</p> <p>【その後の取り組み】 本研究で達成されたインフラ整備によって、研究炉の効果的な利用は、一層促進されると予想され、利用者の拡大に伴う画期的な成果の創出が大いに期待されます。機能場における水・プロトン輸送現象に関しては、無機・有機ハイブリッド高プロトン伝導物質や燃料電池電解質膜などの物質開発が日夜を問わず進歩しており、JRR-3 が提供する中性子ビームと高度化された実験装置との組合せにより創出されるであろう、このような新規物質の特性に関する研究成果に注目されます。</p> <p>JRR-3 には、まだ Ni ミラーを用いた中性子導管が残されており、さらなる将来に向けては次世代炉の構想もありますので、今回の設計・設置で得られた経験と技術の蓄積を、今後のさらなる高度化に活かそうとしています。</p>				

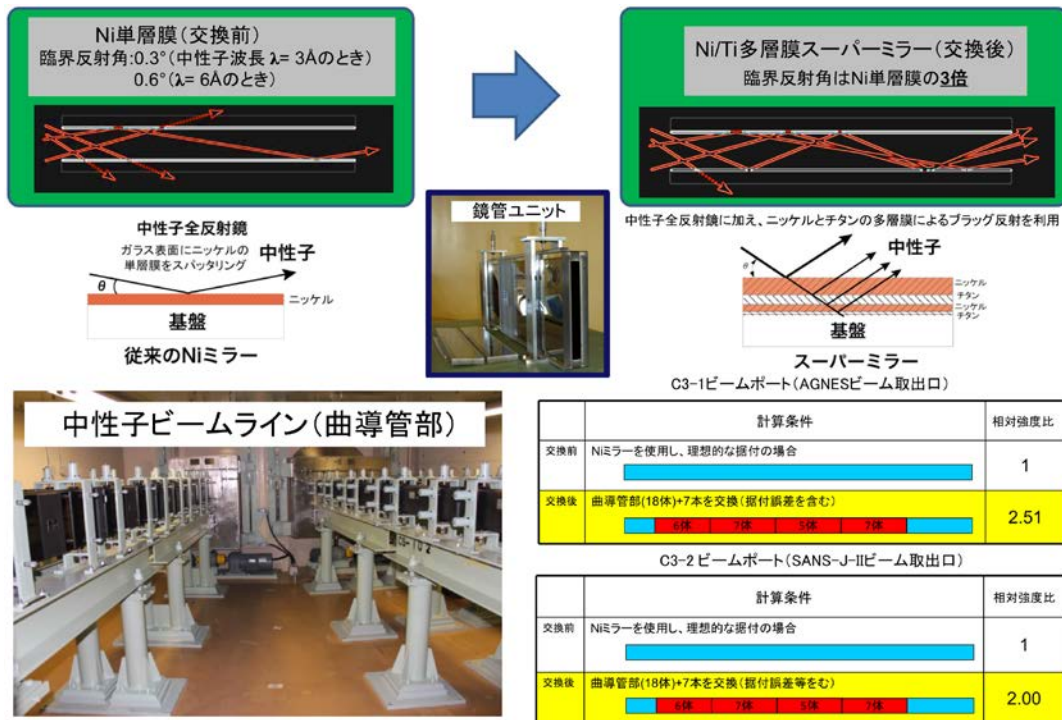


図1 原子炉から実験装置まで中性子を輸送する中性子導管の高度化
中性子輸送の高効率化で2倍の強度増強を得ました。

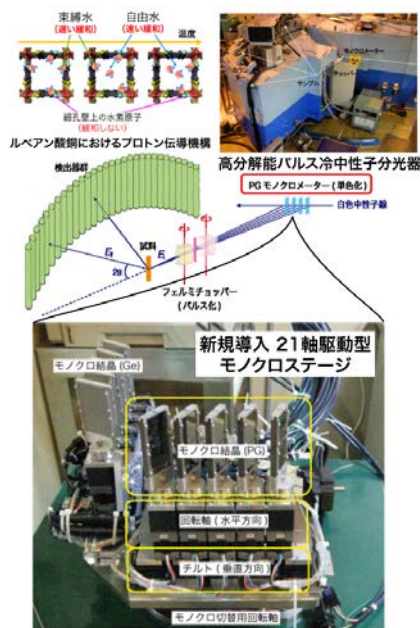


図2 中性子波長可変型モノクロメータ
高プロトン伝導研究に供する装置と実験系です。

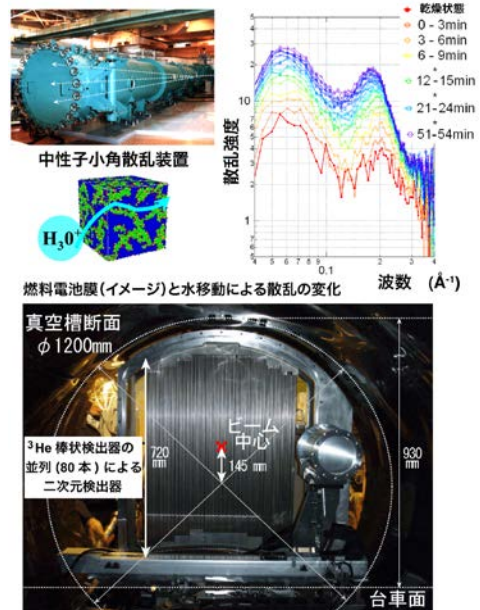


図3 二次元検出器の高度化
本検出器を用い、燃料電池膜中の水移動を観測しました。

代表的な
特許、論文
受賞など

【発表論文等】

1. T. Yamada, R. Yonamine, T. Yamada, H. Kitagawa, M. Tyagi, M. Nagao, O. Yamamuro, "Neutron Quasi-elastic Scattering Studies on Dynamics of Water Confined in Nano-porous Copper Rubeanate Hydrates", *J. Phys. Chem. B*, 115, (2011) 13563-13569.
2. Y. Noda, S. Koizumi, et al., "Polarization Analysis Equipment in SANS-J-II: Study of Polymer Electrolyte Membrane for Fuel Cell", *Phys. Proc.* 42, (2013) 46-51.
3. T. Yamada, T. Yamada, M. Tyagi, M. Nagao, H. Kitagawa, O. Yamamuro, "Phase Transition and Dynamics of Water Confined in Hydroxyethyl Copper Rubeanate Hydrate", *J. Phys. Soc. Jpn.* 82, (2013) SA010-1-8.