

研究課題名

中性子が切りひらく新しい物質科学の展開 - 中距離構造研究の可能性

研究代表者名

東北大学・金属材料研究所・大山研司

1. はじめに

本ワークショップは、J-PARCの本格稼働をうけ、J-PARCを利用した材料科学を飛躍させる研究テーマの議論、とくに東北大と高エネルギー加速器研究機構(KEK)が連携して建設を進めている偏極中性子散乱装置 POLANO (図1) を用いて、新しい物質科学の展開を議論することを主目的にして申請した。

中性子散乱は、X線とならび物質科学にとって不可欠の測定手法であり、軽元素の観測、金属ガラスの構造決定、原子核とスピンのダイナミクス観測などが容易・正確という重要な利点がある。従って、金研が世界的競争力をもつ先端的材料科学や、強相関電子系の研究において、中性子は重要な役割をはたすことができる。実際、金研は原子炉施設に2台の特徴ある中性子散乱装置を所有しており、中性子は金研のひとつの重要な特徴となっている。さらに、金研の得意とするパルス磁場技術との組み合わせによる超強磁場下でのスピン物性研究もすすめられている。

大強度陽子加速器施設 J-PARC/MLF では、現在 300kW の出力の中性子線が安定に発生しており、すでに実質的に世界トップクラスの施設となっている。また数年後には世界最強強度の 1MW 施設となることが確実である。このような状況では東北大もより戦略的に物質科学への中性子利用をすすめる必要があることから、東北大中性子グループは、東北大での物質科学の飛躍につながる新しい装置として、偏極中性子散乱装置 (POLANO: POLarisation Analysis Neutron spectrOmeter) を J-PARC に建設する計画を KEK と連携して進めている。POLANO は国際的拠点装置となるべき大規模な装置であり、たんに東北大だけで検討すればいいものではなく、広くサイエンスの議論を継続することが重要と考え、平成 21 年度、22 年の国内ワークショップ、平成 22、23 年度の国際ワークショップと金研ワークショップを開催してきた。今回はそれに続く 5 回目のワークショップに相当する。申請時には、この一連のワークショップの継続的議論から、とくに次の 2 つのテーマを議論する計画であった。

1 : 偏極中性子でのスピナー格子相関、干渉項の観測にもとづくサイエンス

2 : 機能性材料での中距離局所構造の直接理解：中性子ホログラフィー法の可能性

しかし、幸いなことに申請後の平成 24 年 12 月末に平成 24 年度補正予算で建設が予算化され、建設が開始されるという大きな局面の変化があり、テーマを次節で示すように変更して POLANO でまず実現を目指すべきサイエンスと技術開発研究を軸にすることにした

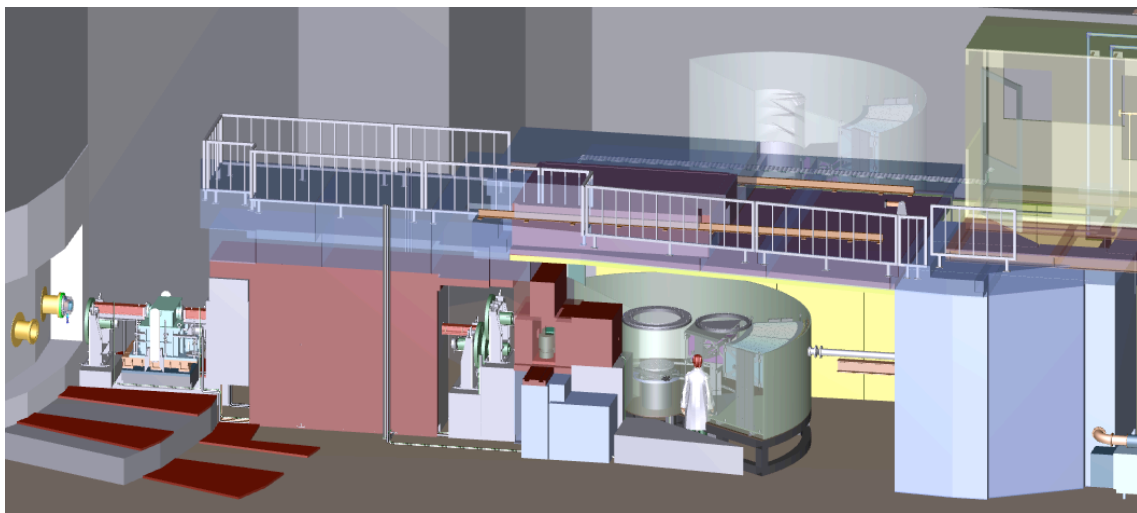


図1 KEK- 東北大偏極中性子散乱装置 POLANO の完成図

2. 概要

上述の研究会にタイトルは以下のようにきめた。

偏極中性子非弾性散乱の新展開 -- J-PARC/POLANO が拓く新しい物質科学 --

平成 25 年 6 月 12, 13 日の 2 日間、金研講堂で開催した。参加者は 42 人で、うち金研以外の東北大関係者が 23 人、学外が 11 人で、所外が 3/4 を占める。講演者として、中村氏や伊藤氏、横尾氏といった J-PARC で先鋭的な研究をされている方、遠藤先生（金研）、加倉井先生（JAEA）、有馬先生（東大）、石原先生（東北大）など物性研究で指導的立場にいる方などをおよびし、それぞれの立場から新しい中性子装置でのサイエンスについて議論をいただいた。

以下にプログラムをしめす。

2013 年 6 月 12 日（木）

13:30-14:00	はじめに：研究会趣旨説明と装置説明	大山研司（東北大金研）
14:00-14:30	チョッパー開発	横尾哲也（KEK）
14:30-15:00	四季の装置設計と高度化計画	中村充孝（J-PARC）

座長：猪野 隆（KEK）

15:15-15:45	In-situ SEOP 型偏極 ^3He 中性子スピフィルターの実用化に関する研究	吉良 弘（CROSS）
15:45-16:15	動的核偏極と熱外中性子偏極	清水裕彦（名古屋大）
16:15-16:45	スーパーミラー偏極アナライザーの最適化	田崎誠司（京大原子炉）

2013 年 6 月 13 日（木）

9:30-10:00	東北大装置に期待する	座長：社本真一（JAEA） 遠藤康夫（東北大）
10:00-10:30	偏極中性子散乱による複合素励起研究	有馬孝尚（東大新領域）
10:30-11:00	軌道・格子結合系のダイナミクス	石原純夫（東北大理）

座長：社本真一（JAEA）

11:15-11:45	中性子散乱による鉄系超伝導体のスピン揺動の研究	李 哲虎（産総研）
11:45-12:15	中性子非弾性散乱における情報理論によるデータ推定と材料研究の可能性	富安啓輔（東北大理）

座長：伊藤晋一（KEK）

13:30-14:00	偏極中性子散乱研究の発展と現状	加倉井和久（原子力機構）
14:00-14:30	^3He 偏極フィルター技術	猪野 隆（KEK）
14:30-15:00	ワンスキャン多波長中性子線ホログラフィー	林 好一（東北大金研）

座長：武田全康（JAEA）

15:15-15:45	偏極中性子と高次散乱過程	佐藤 卓（東北大多元研）
15:45-16:15	偏極中性子散乱と高次モーメントの観測	岩佐和晃（東北大理）
16:15	終わりに	大山研司（東北大金研）



12日の第1セッションは、建設に関わる技術的課題を議論することに集中し、POLANOに関わる先鋭的実験で成果をあげている方々から、POLANOに必要な斬新な技術について講演をいただいた。13日はPOLANOで期待されるサイエンスの議論に集中した。13日第1セッションでは遠藤先生（金研）、有馬先生（東大）、石原先生（東北大）から、複合自由度が起こす豊かなサイエンスと、その解明に期待する中性子の役割、とくにスピンドYNAMICS研究について講演をいただいた。第2セッションでは、李氏（産総研）から物性物理の重要テーマである鉄系超伝導現象でのスピンドYNAMICSを解明する意義について講演をいただいた。

富安氏（東北大）からは、富安氏自身が開発提案したあたらしい交差相関法による画期的な測定方法の理論を講演いただいた。この相関法はPOLANOに取り入れられる。第3セッションでは、加倉井氏（JAEA）から物性研究全体への偏極中性子の役割を広範囲にレビューいただいた。猪野氏には、POLANOの核心技術である ^3He フィルター法中性子偏極技術の最先端の状況について講演をいただいた。猪野氏はPOLANO偏極デバイスの責任者でもある。林氏（金研）はこのワークショップの共同提案者であり、マクロ物性を決定づける局所構造の観測とその役割の解明の研究について講演いただいた。POLANOでの野心的な試みとして、林氏が専門とするホログラフィー法による局所スピン構造観測を狙っている。最終セッションは、佐藤卓氏（東北大）と岩佐氏（東北大）から、偏極中性子を用いた非弾性散乱で、これまで観測できなかったスピン自由度、軌道自由度の高次の過程が観測できるという指摘から、この技術により全く新しい高次自由度のサイエンスが展開できる可能性を提案いただいた。これらはPOLANOの重要なテーマとなる。

3. まとめ

偏極中性子は、中性子の最も高度な技術であり、今後のサイエンスでブレークスルーをつくる上で必須であり、J-PARCの稼働により偏極実験の重要性はさらにたかまっている。POLANO計画はチャレンジングな計画であり多くの克服すべき技術課題があるが、今回のワークショップをはじめ、これまでのワークショップシリーズで分かることは、国内外からJ-PARCでの偏極分光実験への期待であり、POLANO実現への期待である。平成24年度補正予算での建設の予算化により一気に夢が実現に近づいた事から、サイエンスの議論も活発になっており、この金研ワークショップはその議論の場を提供するという重要な役割をはたせた。本ワークショップは、偏極専門の国際会議PNCMIをのぞけば、国内で唯一の本格的な偏極中性子会議であり、周囲から継続しての開催を希望されての開催であった。これは金研がこの分野での核になりつつあることを示しており、本ワークショップ開催により、金研のプレゼンスの向上に貢献できたと考えている。