

研究課題名

東北大 J-PARC 装置による新しい物質科学の展開

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

本研究会は、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、斬新な実験手法を検討することを目的しており、今回はとくにICC-IMRの長期プロジェクトの支援もいただき、材料科学国際週間の一環として国際ミニワークショップとして開催した。同時に、つくば市で開催された第1回アジアオセアニア中性子散乱国際会議の公式サテライトと位置づけられている。

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高温超伝導に代表される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。

2008年5月に稼働を開始したJ-PARC/MLF(右写真)では、現在200kW出力の中性子線が安定に発生しており、すでに世界トップの施設と肩を並べている。震災により1年間の停止をよぎなくされたが、すでに再稼働し、震災前の性能にほぼもどりつつあることから、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。この物質科学の状況をかんがみ、東北大中性子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。この視点から、東北大中性子グループは、すでに三号炉(茨城県東海村)に所有する既存装置に加え、J-PARCに東北大での物質科学の飛躍につながる装置(POLANO: POLarisation Analysis Neutron spectrOmeter)の建設をめざし、両施設での融合的实验研究の実現をめざしている。POLANOは国際的拠点装置となるべき大規模なものであり、たんに東北大だけで検討すればいいものではなく、国際的な議論を十分につくす必要がある。そこで平成21年度、22年の国内ワークショップ、平成22年度の国際ワークショップに続き、各国の指導的研究者を招待して国際ミニワークショップとして議論をおこなった。中性子の最も高度な実験手法である偏極中性子が次世代の研究に必要であり、かつ東北大J-PARC計画の最も重要な特色であることから、本ワークショップでは偏極中性子を用いたサイエンスと、偏極中性子の実験技術を国際的視点で議論した。今回は得に、平成23年度国際ワークショップで、継続した開催を強く求められたことから実施にいたったという経緯がある。



2. 概要

今回開催した国際ワークショップのタイトルは以下のとおりである。

**ICC-IMR Workshop on Novel Material Science by Neutron Scattering
- Polarization Analysis & Cross-Correlation Method -**

平成23年11月18-19日の2日間にわたり、金研講堂で開催した。世界レベルでの議論が必要な時期にきていることから、ICC-IMRのご支援をいただき国際ワークショップとして開催した。参加者は37人で、学外からは菓40人、うち海外からの参加者は3名であった。海外の参加者は中性子の国際拠点であるオークリッジ国立研究所(アメリカ)、ブルックヘブン国立研究所(アメリカ)、アルゴンヌ国立研究所(アメリカ)で指導的な立場にいる研究者であり、かつ偏極中性子、交差相関法についての専門家であることから、世界の動向を知る上で重要な講演をいただいた。同時に、東北大学とKEKが進めているJ-PARC装置計画に対し国際的視点でのアドバイスをいただいた。

以下にプログラムをしめす。

Opening Kenji Ohoyama (IMR)

Session I: Polarized Neutron Spectroscopy

Chairman: T.J. Sato (ISSP, Univ. Tokyo)

M. Hagen (SNS) “Constructing and Commissioning the Hybrid Polarized Beam Spectrometer (HYSPEC) at SNS”

I. Zaliznyak (BNL): “New science opportunities using HYSPEC” (20min.+10min)

K. Ohoyama(IMR, Tohoku Univ.) “Polarized Neutron Spectrometer Project in J-PARC”

H. Hiraka(IMR, Tohoku Univ.) “Magnetic excitations in antiferromagnetic metal (Mn,Fe)₃Si”

Session II Cross Correlation Method

Chairman: K. Iwasa (Tohoku Univ.)

S. Rosenkranz (Argonne) “Efficient Elastic Diffraction Utilizing the Cross Correlation Technique”

T. Sakuma (Ibaraki Univ.) “Diffuse Neutron Scattering Study of Solid State Ionics”

K. Tomiyasu (Tohoku Univ) “Development of cross-correlation method towards white-beam inelastic neutron scattering “

Session III: Material Science

Chairman: S. Shamoto (JAEA)

T. Arima (Univ. Tokyo) “Low-energy excitations in multiferroics” (20min.+10min)

Y. Tabata (Kyoto Univ.) “Spin correlations in geometric frustrated magnets: Localized and itinerant electron systems” (20min.+10min)

T. Masuda (ISSP, Univ. Tokyo) (20min.+10min) “Spin nematic correlation in frustrated ferromagnetic chain”

Session IV: Novel Materials Science

Chairman: M. Takeda (JAEA)

K. Takanashi (IMR, Tohoku Univ.) “Spin Current and Spintronics”

T. Ogawa (Tohoku Univ.) “Present status of nanoparticle-based material for magnetic devices- Expectation and roles of neutron scattering -”

T. Fukumura (Univ. Tokyo) “Room temperature ferromagnetism in dilute-doped oxide semiconductors”

Session V: Novel Technique

Chairman: H.M. Shimizu (KEK)

H. Nojiri (IMR, Tohoku Univ.) “Neutron Diffraction Experiments in Pulsed High Magnetic Fields”

T. Shinohara (JAEA) “Development of magnetic field imaging using polarized pulsed neutrons at

Summary and Closing (Shamoto (JAEA))



3. 研究成果

18日の第1、2セッションは、東北大 J-PARC 装置 POLANO 計画の検討を軸に議論をおこなった。第1セッションでは、計画の要である偏極中性子分光についての技術的議論とめざすサイエンスを議論した。とくに、POLANO の先行装置となるアメリカオークリッジ研究所の HYSPEC の関係者により、HYSPEC の現状、技術的特色、およびねらうサイエンスについて講演をいただき、POLANO との比較、差別化を議論した。これは POLANO を国際的視点でより特色あるものにする上で貴重な機会となった。第2部は、POLANO がめざす野心的挑戦である交差相関法による測定効率の大幅向上について最先端の議論をおこなった。このセッションには、交差相関法の専用装置であるオークリッジの CORELLI 分光器の責任者をおよびし、その原理、

装置の状況、サイエンスについて講演をいただいた。アメリカには交差相関法に 70 年代からの数学的に緻密な蓄積があるのに対し、日本には専門家が皆無であり、このセッションは交差相関法についての日本最初の集中的議論の機会となった。

第 3、4 セッションは、POLANO のターゲットとなるサイエンスをさぐる継続的議論の一環として、基礎分野としてスピンプラステーション系、応用系としてスピンドバイス研究の専門家に講演をいただき、偏極中性子の切り開くサイエンスの可能性について議論した。これも平成 21 年より継続して議論されているテーマである。

最終セッションは、中性子を用いた新しい技術によるサイエンスの可能性についての議論をおこなった。すなわち、中性子イメージングと金研の得意分野である超強パルス磁場を用いた中性子回折実験を用いたときの新しいサイエンスについて、専門家に講演をいただいた。

ワークショップは、12 月 19 日午後 2 時に終了したが、その後、海外参加の専門家、および J-PARC で指導的立場の研究者とミーティングをおこない、POLANO 計画についての詳細な議論をおこない、計画の精度向上をおこなった。海外参加者から POLANO 計画への協力の表明があり、国際諮問委員会の形成にめどがつけられた。

4. 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。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、前回の開催時に参加者から継続的開催を要請されたことをうけての開催であった。これは金研が中性子科学最先端分野でその中核の一つを形成しつつあることの現れである。すなわち、中性子科学の最先端に金研がいることを国内外にしめすよい機会となった。同時に、前回および今回の国際ワークショップにより、海外の指導的研究者から POLANO 計画への協力表明をいただくことができた。これも、世界の主要研究者、主要施設にたいし金研のプレゼンスのあらわれとおもう。

ICC-IMR、研究協力課はじめ関係各位のご協力に感謝したい。