

第3回 MLF シンポジウム

「MLF への要望」
～海外の施設利用経験者から～

講演概要集

講演者

山室 修	(東京大学)
柴山充弘	(東京大学)
SungDae JI	(総合科学研究機構 CROSS)
池内和彦	(総合科学研究機構 CROSS)
三原基嗣	(大阪大学)
足立 匡	(東北大学)
川北至信	(JAEA/J-PARC センター)
末吉 仁	(JFE スチール株式会社)

MLF への要望 ～海外施設利用経験者から～

東京大学物性研究所 山室 修

我々の研究室は中性子準弾性散乱法を用いて様々な固体や液体の緩和現象を研究している。緩和現象の研究のためには、広い時間領域の測定が必要だが、一台の中性子散乱装置でカバーできる時間領域はせいぜい 2 桁程度であるし、そもそも国内に 100ps 以上の長い時間領域を測定できる良い装置がない。そのため、我々のグループはこれまで頻りに海外の中性子散乱施設、ISIS (英)、NCNR (米)、SNS (米)、FRM-II (独) などを実験を行ってきた。ISIS や SNS は MLF とのつながりが強いので、ここでは敢えて NCNR (NIST Center for Neutron Research) の実験環境について述べ、それを元に MLF への幾つかの要望をしたい。

NCNR は 1950 年代に動き出した歴史のある原子炉施設 (20MW) で、特に冷中性子による実験装置は世界でもトップクラスである。準弾性散乱装置については、DCS (ディスクチョッパー)、HFBS (後方散乱)、NSE (スピンエコー) と 3 台の装置を有しており、1ps-100ns の広い時間領域をカバーしている。現在、ガイドホールの拡張工事のため停止中であるが、2012 年 2 月から再稼働し、これまでよりも良い環境で実験が可能になると期待されている。

NCNR の最大の特長は「使いやすさ」である。まず、原子炉実験室、試料準備室、ユーザー室が一つの建物にあるので、自分の机から 1-2 分で実験装置まで行ける。試料準備室には、普通の大学の実験室にある設備や器具はたいてい揃っているので、かなり複雑な試料セットなどが自由にできる。ユーザー室ではパーティションで仕切られた自分の机が確保できるので、集中してデータ解析や論文の執筆などができる。もちろんネットワーク環境も快適である。第 2 の良いところは、装置責任者がかなり時間をかけて実験につきあってくれることである。無駄のないデータがとれるし、解析と議論をしながら実験を進めることができるので、論文にするまでの時間が短縮できる。以上の 2 点は他の外国の施設よりも優れていると思う。3 番目は、どの外国の施設でもそうだが、試料環境の設備が優れており (特に高圧ガス関係)、しかも面倒な手続きが少ないことである。

以上のことを MLF と比べると、2 番目はあまり変わらないと思うが、1 番目と 3 番目には格段の差を感じる。まず、ユーザー室や試料準備室のレベルを上げて欲しい。3 番目については、日本特有の高圧ガスや放射線の規制の厳しさによるのだろうが、もっと自由度を増すための努力をして欲しい。もう一つ言っておくと、データ容量が膨大なのは分かるが、形式が国際標準ではないし、それを加工して持ち帰るのが大変すぎる。SNS のように全てをネットワーク経由でできるようにして欲しい。

これだけ世界中に良い中性子施設がある時代になって、ユーザーが実験施設を選ぶ基準は、実験装置に大差がなければ、試料環境と使いやすさである (12 時間飛行機に乗ることはさほど問題ではない)。それが効率よく成果を出して論文にすることにつながるからである。現在の MLF は、装置の性能は世界最高レベルにあるが、使いやすさの点ではとても国際競争に勝てるレベルではない。

MLFへの要望 ～海外施設利用経験者から～

HANARO

柴山充弘*、藤井健太、浅井華子、西健吾
東京大学物性研究所

1. はじめに 震災の影響で物性研中性子散乱共同利用実験が出来なくなったため、海外派遣課題の一つとして、韓国大田にある HANARO の 40m SANS にて小角散乱実験を行った。割当てマシンタイムは 4 日(2011.9.14-18)であったが、KAIST との共同研究として、さらに 2 日(2011.9.18-20)の計 6 日のマシンタイムを頂いて実験を行った。

2. HANARO の小角散乱装置 HANARO には 40m SANS, 18m SANS の 2 台の小角散乱装置がある。1997 年に炉室に 9mSANS 装置が設置されたが、2003 年から始まった冷中性子プロジェクトに伴い、ガイドホールへの移設、18mSANS として生まれ変わった。また、新たに 40mSANS 装置が建設された。冷中性子プロジェクトは 2010 年 4 月に終わり、2010 年 11 月から 40m /18m SANS の外部利用者への本格的利用が始まった。今回、利用したのは 40m SANS で、全長 40m、1m x 1m の 2 次元検出器(Ordela 社製 21000N)を備え、Q-レンジが $0.001 - 1.0 \text{ \AA}^{-1}$ の性能をもつ。基本的には NIST の 40mSANS と同じ設計思想のもとで作られており、ハードおよびソフト面で類似点が多い。しかし、30MW 原子炉からの中性子を最大限に利用しているため中性子束は非常に高く、1m x 1m 検出器の採用により、広い散乱角を一度にカバー出来ることなど、装置としての性能はすこぶる良い。

3. 実験 PNIPA/イオン液体と Tetra-PEG イオンゲル(溶媒がイオン液体のゲル)の構造解析をおこなった。Fig.1 にその一例(Tetra-PEG イオンゲル)を示す。一度の測定で $2 \times 10^{-3} - 0.3 \text{ \AA}^{-1}$ をカバーしており、非常に効率的に実験ができた。既にその一部は論文としてまとめることができた。¹

4. おわりに 今回の実験で HANARO の 40mSANS の性能を実感してきた。まだ、アクセサリーなどの面

では JRR-3 の SANS-U に一日の長があるが、装置本体の性能では既に 40mSANS の方が数段上にあることを認識して、SANS-U のさらなる高度化、共同利用の効率化を進める必要がある。HANARO 滞在中に研究炉部長(副所長)の Dr. Jae-Joo Ha と意見交換することができた。HANARO としても、今回の震災支援を機に、大いに国際貢献をしていく方針であるとのことであった。最後に、実験支援をいただいた、Dr. Young-Soo Han, Dr. Tae-Hwan Kim、共同研究者の Prof. Sung-min Choi に謝意を表す。

文献：K. Fujii, et al., Soft Matter, in press.

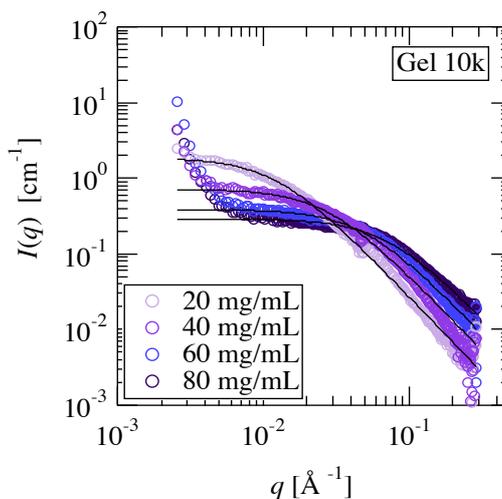


Fig. 1 Tetra-PEG イオンゲルの小角散乱(分子量 10k, 数値はゲル濃度)。実線は理論曲線。

MLF への要望 ～海外施設利用経験者から～

User experience at ISIS

Sungdae JI

Comprehensive Research Organization for Science (CROSS)

ISIS has been one of the world-leading centers for research in physical and life sciences. In this talk, recent experience in ISIS will be shortly described especially regarding on the user supporting program, and suggestion will be put forward by comparing with MLF.

MLF への要望 ～海外施設利用経験者から～

フランス、LLB の熱中性子三軸分光器 2T1 を利用して

池内和彦

東海事業センター 総合科学研究機構

2011年11月27日から12月9日まで、FeAs系中性子非弾性散乱実験を行うにあたり、フランス、Laboratoire Le'on Brillouin (LLB) の14 MW 定常炉 ORPHE'E に設置された、熱中性子三軸分光器 2T1 を利用させていただいた。ORPHE'E には炉室内に7本の分光器と、加えてガイドホールに分光器群が設置されており、施設の規模は日本のJRR3と同程度であった。現地での研究環境は、老舗の原子炉施設を感じさせる、未だ古き良き雰囲気を残しており、外部ユーザーの受け入れに対しても、そのことと相見えて効率とホスピタリティを生み出していた。全行程、終日ローカルコンタクトの研究者にお世話になり、付きっきりのサポートを受けた結果、非常に快適に、順調に実験を遂行することができた。密なサポートが必要となった大きな理由は、分光器をコントロールするソフトウェアに独自のものを使用している点につきた。一方で、システムマテックな制度に基づく効率的な課題遂行を一とするビッグファシリティーに置いては、特にユーザーサポートについての負担が大きいのしかかる心配もある姿勢であった。制御ソフト、解析ソフトが統一化されていれば、ローカルコンタクトにかかる負担もより効率的に解消できたように思われる。

独自のシステムを持つことについての哲学も理解できる点を断った上で、以上のユーザーとしての感想を紹介させていただく。

MLF への要望 ～海外施設利用経験者から～

TRIUMF ミュオン施設利用報告

三原基嗣

大阪大学大学院理学研究科

カナダ TRIUMF において、2010 年 8 月にミュオン施設を利用させて頂いた。実験課題名は「Knight shift measurements of muon in NiTi alloys for the study of pre-martensitic phenomena of thermoelastic martensitic transformation (M1252)」で、形状記憶・超弾性合金として幅広く利用されている NiTi 合金において、その特性の基となる熱弾性型マルテンサイト変態を、NiTi 中ミュオンのナイトシフトの精密測定を通して調べることを目的とした実験である。約 1 週間のマシンタイムを遂行した。実験ポート M15 に設置された、高磁場ミュオンスピン回転スペクトロメータ (HiTime) を用いての実験であった。スペクトロメータは、簡潔かつ洗練されているという印象を受け、装置の性能の素晴らしさを体感できたことは、非常によい体験であった。私を含め、マシンタイム初日を TRIUMF 未経験者のみで迎えることになっていたため、どうなることかと多少不安であったが、現場をよく知るスタッフの方々や、日本から来ていた実験者の方々に暖かくサポートして頂き、無事実験を終えることができた。

MLF への要望 ～海外施設利用経験者から～

J-PARC MLF ミュオン施設への要望
—RIKEN-RAL、PSI ミュオン施設を利用した経験に基づいて—

足立匡

東北大学大学院工学研究科応用物理学専攻

我々のグループは、様々な超伝導体における磁性と超伝導の関係について調べるために、過去 10 年以上に渡って英国 RIKEN-RAL [1]とスイス PSI [2]ミュオン施設を利用して、ミュオンスピン緩和実験を行ってきた。本講演では、一昨年に実施した J-PARC MLF ミュオン施設でのミュオンスピン緩和実験の経験を踏まえて、以下に示すトピックスを中心に RIKEN-RAL、PSI、J-PARC MLF 各ミュオン施設の特徴を述べ、J-PARC MLF ミュオン施設への要望を述べたい。

- ・ 実験環境（ビーム強度、温度、磁場など）
- ・ データの取得と解析方法
- ・ 実験を実施するに際してのサポート体勢
- ・ ミュオン施設の環境（宿泊、食事など）

参考文献：

[1] 例えば、T. Adachi *et al.*, Phys. Rev. B **69** (2004) 184507.

[2] 例えば、Y. Tanabe *et al.*, Phys. Rev. B **83** (2011) 144521.

ILL を利用して

川北至信

J-PARC センター 日本原子力研究開発機構

フランス・グルノーブルにある中性子実験施設 ILL において、"Relaxation Mechanism in Chalcogen-Halogen Molecular Liquids"と題する共同利用研究を非弾性散乱分光器 IN4 および IN5 を用いて実施する機会を 2011 年 12 月に得た。この研究は、本来 MLF の BL14 を用いる課題として 2011A に採択されていた。東日本大震災後に ILL が MLF や JRR3 の採択課題に対する救済枠として施設長裁量枠ビームタイムを設定し、本課題を採択して頂いた。この場を借りて、ヨーロッパ中性子科学会 (ENSA) と ILL の心温まる救済措置の決定に深謝するとともに、本課題実施に関してご尽力頂いた関係各位に感謝の意を表したい。

ILL を利用してまず最初に関心させられることは、ユーザーが自身の利用する装置までたどり着く過程のスムーズさである。ILL (及び ESRF) の守衛所にたどりつくると、まず写真撮影をしてその場でユーザーカードが作成され、食堂で利用するカンティンカード、ワーキングタイム外に到着した場合は宿舎のカギが手渡される。また出発前に登録しておいた情報や Web を利用した放射線教育の記録に従って、A4 一枚のユーザー受入れプロセスを示すレシピを渡される。このレシピを、ILL の監視員室に提出すると、担当者がドシメーターなどを発行し、その情報をレシピに書き込むとともに、署名を行う。すべての実験が終了した際には、ドシメーターとともに、このレシピ用紙を監視員室もしくは守衛所に提出する。まさしくこういったレシピに従って、ユーザーが“料理された”かが、この用紙一枚で分かるようになっている。ユーザーは“まな板のコイ”ではないが、特に説明を要することもなく、このレシピに従って問題も不安も感じずに、装置までたどり着く。ユーザーが一元管理されており、かつユーザーの生活そのものをサポートする体制は、共同利用施設のみで成り立っている ILL&ESRF のそもそもの存在意義のなせる技かも知れないが、だからこそ安心感があるのも確かであり、この安心感を提供することは今後の J-PARC、MLF の課題と感じる。

実験は、48 時間のビームタイムで同時に 2 台の分光器を使いこなすという忙しく、かつ瞬時に学習していく必要がある充実したものであったが、初心者ユーザーがすぐに理解できる GUI をもった測定システムにより、対応が可能であった。現在の MLF はまだ開発者オリエンティッドな測定システムになっている感がある。ILL では、実験終了後にユーザーに対する満足度調査が Web ベースで行われており、記入しないと督促を受けるようになっている。まずはユーザーからの意見を聞く MLF 側のさらなる努力が必要だと感じた。

SNS VULCAN の実験設備環境について

(株) J F E スチール 末吉 仁

1. はじめに

J-PARC が東日本大震災で被災し 2011A で課題採択された実験ができなくなった。J-PARC センターのご配慮で SNS からマシンタイムを提供していただいた。J-PARC センター関係者ならびに SNS 関係者に謝意を表する。

2. VULCAN での中性子回折実験

実験課題は「Effect of plastic constraint on residual stress and retained austenite of Ni-Cr weld joint of high strength steel」である。使用した実験装置は、J-PARC/MLF の BL19「匠」と同様の、材料工学回折装置「VULCAN」である。実験の目的は、Ni-Cr 系高強度溶接継ぎ手の残留応力および残留オーステナイトに及ぼす塑性拘束の影響を明確にすることである。

VULCAN の全体構造を図 1 に示す。VULCAN の 1 つの特徴は図 2 に示すように、小角散乱も同時に測定できることである。図 3 には周辺装置としての引張り試験装置を示すが、このような周辺機器、設備が充実しているのも特徴である。

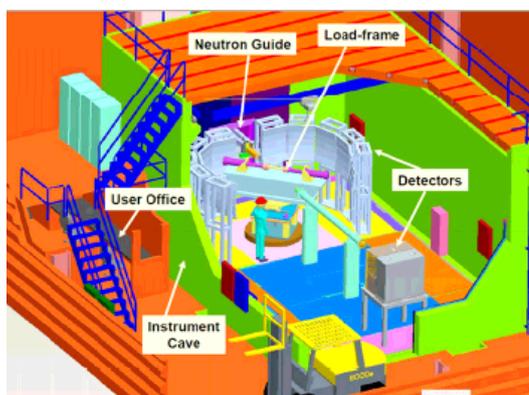


図 1 VULCAN の全体構造

3. 感想

SNS のビーム強度は高いため、測定効率が良い。また、解析ソフトや解析支援については、日本と比較して整っているように感じた。具体的には、

- 1)測定データのモニタリングが容易。ビジュアル方法が優れている。
- 2)試料の 3 次元形状測定によるモデリングと測定データを相互にリンクすることにより、応力分布の 3 次元表示が可能
- 3)測定環境の設定や測定データ解析の支援体制が充実している
- 4)リートベルト解析による組織の定量化も可能



図 2 小角散乱用フライトパス

4. J-PARC への期待

- 1)解析ソフトを使い易くすることと熟成度を高めて欲しい
- 2)解析支援の充実をお願いしたい



図 3 引張り試験装置