

## 復興に向かって：中性子散乱共同利用

柴山 充弘

(東京大学 物性研究所)

## Toward Re-establishment: Neutron Scattering General User Program

Mitsuhiro Shibayama

Institute for Solid State Physics, The University of Tokyo

Keywords：復興，中性子散乱共同利用

## 1. はじめに

「震災からの復興」特集は、昨年から波紋編集委員会にて議論され、今回、実現に至ったと聞いている。筆者としては、この小稿で「再稼働した JRR-3 から学ぶ JRR-3 のこれまでの貢献と中性子散乱全国共同利用の将来展望」について抱負を述べるつもりでいた。しかし、残念ながら JAEA 関係者をはじめとする多くの方々の尽力にもかかわらず、未だ JRR-3 は再稼働に至らず共同利用も止まったままである。全国の JRR-3 利用者とともに、一日も早い復旧を願いつつ、震災からの復興に向かってのこれまでの歩みを振り返り、復旧後の展望についての私見を述べることにする。

## 2. 震災発生

2011 年 3 月 11 日、中性子散乱利用に関わる重要な 2 つの会議が霞ヶ関で開かれていました。一つは中性子ビーム利用を含む JAEA の平成 22 年度施設利用協議会 (JRR-3) (航空会館地下会議室) であり、もう一つは J-PARC/MLF の実験審査委員会審査結果などを審議する MLF 施設利用委員会 (新生銀行 (当時) 12 階 JAEA 東京事務所) でした。私は両方の委員であったため、はしごをする予定で、まずは JAEA 施設協議会に出席していました。午後 3 時前に激しい地震が数度にわたり、東京のオフィス街を直撃し、私たちも屋外退避を余儀なくされました。屋外に出ると目の前にそびえ立つ高層ビル群がゆらゆらと不気味に揺れていたのを今でも覚えています。すかさず、議長をしていた JAEA 理事の方がワンセグでテレビニュースを観て、「牡鹿半島沖が震源、巨大地震」のようだと教えてくれました。その後、会議は早々と終了し、解散となりました。私はその足で 2 つ目の会議場である新生銀行に向かい、階段を 12 階まで昇りました。しかし、そこでは関係者が数人残っているだけで、殆どの人は屋外退避したとのことでした。私はなすすべもなく、霞ヶ関から

日比谷公園を通り抜け、不通になっている山手線を横目に見ながら、有楽町、東京駅へと歩きました。日比谷公園には大勢の人が溢れ、有楽町のビル内では多くの群衆が街頭テレビに釘付けとなっていました。そこには海岸に押し寄せる津波がリアルタイムで映し出されていました。このとき、ようやく事の甚大さを実感しました。その日は、東京駅からさらに秋葉原、上野へと歩きましたが、上野駅に溢れる人だかりをみて帰宅はあきらめ、帰宅難民として東大の小柴ホールで一夜を過ごしました。翌 3 月 12 日午後に満員の電車を乗り継いでようやく自宅に戻ることができましたが、帰宅後すぐにさらなる衝撃をテレビで観る事になりました。福島第一原発一号機の水素爆発です。その日は、日本が、いや世界中が原子力に対する見方を一変させた日として歴史に刻まれる日になりました。日本の原子力政策は 180 度転換し、一年余り経った今でも、日本は出口が見えない迷路を彷徨い、中性子散乱コミュニティにも大きな影響を及ぼしています。

## 3. 復旧活動

2011 年 (平成 23 年) 3 月 11 日、JRR-3 は定期点検期間中で、2011 年 7 月に予定されている稼働に向けて点検作業が行われていました。物性研附属中性子科学研究施設は中性子散乱実験審査委員会を 1 月に終え、申請者に採択通知を出す段階にありました。2010 年度は JRR-3 が 7 サイクル順調に稼働し、久しぶりに充実した共同利用ができました。それを受けて 2011 年度では、より積極的な共同利用をおこなうべく、装置の高度化、保守はもとより、波紋施設宿泊システムの改良、共同利用手続きの簡素化・効率化などの準備をしていました。一方、技術職員チームは大阪府熊取町にある京都大学原子炉実験所に研修に出かけていました。そのようなさなか地震が起きました。以下は、震災直後から数日の間のメール連絡のやり取りの一部です。

日時：2011年3月11日 18:20:43JST (所員より)

地震で連絡を取らせて頂いておりますが、連絡がつかない状況です。原研内の状況を少し把握できましたので、ご連絡しておきます。けが人はありません。非常勤の方は、人員確認後に帰宅して頂いたようです。停電のため、炉室への点検は出来ていません。ガイドホールは、被害が出ているようです。詳細の被害状況は確認できていません。原研内の薬品は、被害は無いようです。

日時：2011年3月13日 06:48:59JST (所員より)

金曜日からのことを報告します。JRR-3は停電で夜が迫っていたため、かなりたいへんでしたが、とりあえずガイドホールの大学の装置は全てチェックしました。いくつが落下して壊れている機器はありましたが、外見上、分光器は無事であることを確認しました。薬品やボンベの問題もなさそうでした(全てチェックしたわけではありませんが)。どんどん暗くなり、足下もかなり危険な状態だったので、チェックを打ち切ることになり、ガイドホールを出ました。この後、JRR-3建屋内の試料準備スペースをチェックしましたが問題ありませんでした。

日時：2011年3月13日 16:24:01JST (施設長より)

施設メンバーへの御願いです。

- (1) 東海・水戸地区の方は、まず、ご自宅の修理や、ライフラインの確立に努めてください。
- (2) ご自宅の現状復帰が出来たり、見通しが付いたのち、余裕があれば、出来る範囲内で3号炉関係施設、装置、共同利用関係設備の復旧を御願います。緊急を要する事以外は、そのまま結構です。いずれ、柏から応援にいきます。

日時：2011年3月14日 02:20:16JST (技術職員)

(注：東海村は停電、断水のため、別の場所でメール送信、写真のサーバーへのアップ)

柴山先生。お疲れさまです。施設、JRR-3、ガイドホール、実験準備室、管理棟居室の現状確認と写真が撮れましたので、現状確認の参考として下さい。IQBRC (いばらき量子ビーム研究センタ



Fig. 1 被災直後の JAEA 実験管理棟内共同利用推進室

一；筆者註) は電気が復旧しないと居室に入れませんので、回復した後にご報告致します。

炉室の点検はJRR-3管理課の立会いのもと行われました。炉室、ガイドホールは立入りが制限されております。・・・各階の主幹および全てのブレーカーを落としました。明日、9時に施設に出勤いたします。情報の交換と今後の方針など決めると思います。

東海村内の現状停電と断水が続いておりましたが、21時過ぎに原研通りの真崎十文字以西の復電が確認できました。水は施設の受水槽もあり、そこそこ困らずにいる状況ですが、やはり無駄には出来ず、トイレは苦勞しています。村内ではガソリンがほぼ手に入りません。車を使用して長距離の移動は困難です。現状のご報告まで。

このようなやり取りが震災直後から数日間続きました。技術職員のメンバーは地震の第一報を知るとすぐ交通機関を乗り継ぎ、大阪府熊取町から一路、東海に急行しました。しかし、東京からは交通機関が全く機能していなかったため、3月12日、自家用車で東海にたどりつき、すぐさまJRR-3の炉室およびガイドホールの点検をし、私に電話で報告をしてくれました。上の報告の一部は、その後、技術職員が知人のところへ身を寄せてから行ったものです。これらの交信からもわかるように、東海地域は大きく被災し、ライフラインは寸断されました。こうした日常生活もままならない日々が2週間ほど続きました。そのような非常時の中、施設職員は一丸となってJAEA職員、東大原子力専攻職員の方々と協力したり支援を受けたりして、装置の点検、保守に努めました。

本格的な復旧活動は、JRR-3の換気が回復した2011年5月から始められ、まず、漏電チェックを行う事で、電気ショートなどによるコンピューターや制御装置の破損といった二次災害を防ぐ事から始まりました。詳しい復旧活動の様子は技術職員からによる報告に委ねます。

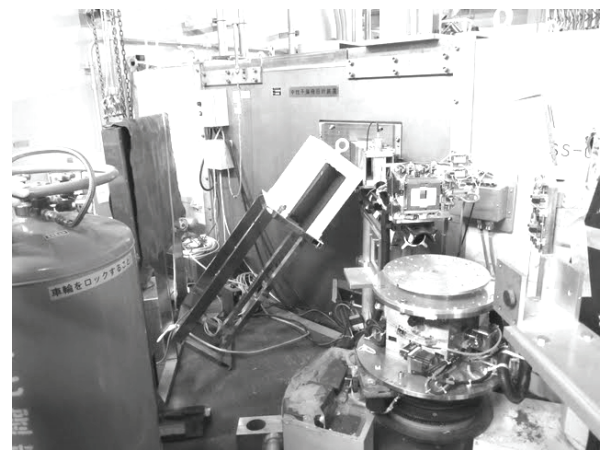


Fig. 2 TI-1 装置の被災状況。遮蔽体が転倒し、コーリメーターに衝突している。

#### 4. 復旧に向けて

JRR-3は2012年5月の時点で未だ復旧してはいませんが、関係者の多大な尽力と国や大学などからの支援、茨城県や東海村のご理解などのおかげで、復旧工事や耐震検査、安全点検はほぼ完了していると聞いています。あとは規制局による承認、認可がおりれば再稼働となると期待しています。一方、上述したように、中性子科学研究施設も震災直後から全力で装置の復旧に努めてきました。2012年4月には東京大学濱田総長の東海視察があり、東大としても岩手県大槌町にある東大海洋研究所国際沿岸海洋センターと東海地区の物性研附属中性子科学研究施設、原子力専攻の復旧を最優先課題として取り組み、復興予算の獲得などで大きな支援をしていただきました。物性研中性子科学研究施設の取り組みの一端を以下に紹介します。



Fig. 3 東大濱田総長のJRR-3視察(2011.4.27)。右から2人目、手前は家物性研所長。

##### 4.1. C1ラインのスーパーミラー化(上流13体, 下流20体)

JRR-3のC1ビームラインには東京大学物性研究所所有の中性子散乱装置群が設置されています。このC1ビームラインの上流13体をスーパーミラー化することで、中性子ビーム強度の増強をはかり、全国共同利用をさらに促進することが期待されます。このプロジェクトはJAEAの全面的な協力を得て実施し、2012年2月半ばに完了しました。このスーパーミラー化により、輸送効率で約30%、最適ビーム波長での中性子ビームでは約2倍の強度増大が見込まれ、慢性的なマシンタイム不足の解消はもとより、より多い共同利用研究者の受け入れが可能となりました。さらに、2011年末に交付された第3次補正予算により、残りの下流20体のスーパーミラー化も実施されることになりました。これにより、C1ビームラインの中性子輸送効率は現状の約4倍となり、研究の飛躍的活性化が期待されます。

##### 4.2. C1-1の非磁性化

C1ビームラインのスーパーミラー化にあわせて、ビームライン上流に位置する高エネルギー分解能3軸型分光器(HER)の非磁性化を進めてい

ます。これが実現すれば、磁性体の研究が飛躍的に進展します。

##### 4.3. 海外実験支援

震災直後、海外の主要中性子散乱研究施設より支援の申し出がありました。中性子科学研究施設は、JAEA、J-PARC、KEKと協議の上、多くの課題の海外実施を斡旋しました。全国共同利用からの派遣数はORNL13件、ILL 10件、ANSTO 7件、HANARO 2件の計32件に及びました。

##### 4.4. 海外実験旅費支援

2012年度前半期における再稼働は非常に難しく、早くても後半期に入ってからという現状を受け、物性研究所としては、大学共同利用支援旅費(原子力専攻旅費)による海外施設における実験支援を行うことにしました。その支援対象としては、2012年度物性研中性子全国共同利用に採択された課題のうち国内での実施見込みが立たないため海外施設に応募し採択された課題です。これにより少しでもユーザーの実験支援ができればと期待しています。詳しくは、物性研中性子ホームページ(neutron.issp)の海外実験支援プログラムページ[http://neutrons.issp.u-tokyo.ac.jp/modules/pico/index.php?content\\_id=83](http://neutrons.issp.u-tokyo.ac.jp/modules/pico/index.php?content_id=83)をご覧ください。

#### 5. 将来展望

震災によるJRR-3の長期稼働停止は、これからの全国共同利用がいかにあるべきかを問い直すいい機会を与えてくれています。具体的には、パルス中性子源J-PARC/MLFが中性子出力・装置性能、利用プログラムなどで益々充実していくなか、JRR-3装置群をいかに世界に伍する装置群として維持していくか、レベルの高い共同利用プログラムを展開していくかなどです。その一方で、JAEAが抱えるJRR-3の経年化対策、運転予算の圧迫、燃料廃棄物問題などについてもコミュニティ全体の問題として捉えて、ユーザーとともにJAEAを支援していく必要があります。

中性子科学研究施設としては以下に示すような装置の高度化や共同利用の更なる拡大、円滑化、効率化を近未来目標に掲げて、共同利用再開に備えています。具体的には、装置群の高度化や共同利用システムの改善として以下のような計画を実施する予定です。

##### 5.1. 3軸系装置、回折計

- 4G:GPTAS Geモノクロメーター、アナライザー、スーパーミラー導入による高強度化、高分解能化
- 5G:PONTA 偏極中性子非弾性散乱システム化
- 6G:TOPAN 大強度偏極中性子利用の実用化・フィルターなどのインストールによるS/Nの改善
- 2nd モノクロメーターによる冷中性子領域利用(高エネルギー分解能モード)への拡張
- T12:AKANE 湾曲結晶アナライザー、Cu.Ge

モノクロメーター, ホイスラー偏極子開発  
T13:HERMES Ge 二波長化・短波長化,  
SEOP 導入による偏極化  
T13:HERMES-E 教育用回折装置の新設

5.2. 小角・高分解能・反射率系装置  
C12:SANS-U ソフトウェアの充実, 全自動化  
C311:AGNES スーパーミラー化による高強度化,  
検出器, チョッパー更新  
C312:MINE1 J-PARC/MLF VIN ROSE に移転  
C312:MINE2 小型小角散乱装置へと改装  
など.

5.3. 共同利用の運営面  
・ 共同利用支援体制の強化  
原子力専攻開放研と協力して, JAEA 施設への  
入構・共同利用受付業務, 宿泊業務の簡素化,  
・ 実験申請プラットフォームの一元化, 統一化に  
よる JAEA 施設利用との一体的運用

## 6. おわりに

東日本大震災によって私たちは自然の脅威, 原子力の恩恵と危険, 安全とは何か, 放射能汚染, など大変多くの事を学びました. 研究用原子炉を使った中性子散乱全国共同利用のあり方についてもいろいろと考える機会となりました. 発電用原子炉が置かれている厳しい現状や求められている非常に高度な安全性は研究用原子炉にも要求されます. その中で, 研究用原子炉の必然性を問う意見も出てきています. しかし, 日本の科学技術の発展には研究用原子炉は不可欠であり, 中性子散乱研究にはJRR-3は絶対に必要な施設であると信じています. 特に, 国公立大学や国立研究所の研究者および学生を対象とした中性子散乱全国共同利用の存続と発展はJRR-3の復旧なしではあり得ません. JRR-3の熱出力は20MWであり, 1000MWクラスの商業用原子炉に比較すると桁違いに出力が小さく, その分, 安全性の面でも十分な配慮がなされています. それを実証するものとして, 2007年にはアメリカ原子力学会から長年にわたるJRR-3の安定で安全な運転に対してLandmark賞も授与されたことが挙げられます. ここで今一度, JRR-3それ自身が世界でも有数の研究資産であることを認識し, JRR-3の再稼働の日が一日も早く来る事を訴え, その日を待つことにします.

<資料> 震災後の復旧活動の主な流れ

### 2012 年

- 3.11 震災発生
- 3.14 物性研安否確認会議
- 3.14 第1回緊急物資輸送(柏から東海へ)
- 3.22 原科研上塚所長メッセージ
- 3.25 施設長実地検分(炉室, ガイドホール)  
開放研と対応会議, 産学連携部長と協議

- 3.25 ビーム孔占有料活用案提案
- 3.30 MLF 課題会議  
MLF 採択課題, 物性研採択課題,  
JAEA 採択課題の海外実施について
- 4.1 物性研家所長支援メッセージ
- 4.5 研究炉部長主催 JRR-3 会議
- 4.6 震災後初の鬼柳委員会(次世代原子炉検討委員会)(第3回)  
海外実施課題について
- 4.6 中性子科学会・東日本大震災対応検討会  
「中性子施設の早期復旧と利用者支援の  
御願い」(金谷会長 → 文科大臣)
- 4.7 第1回災害復旧連絡会議  
(物性研中性子, 開放研)
- 4.27 総長, 理事東海視察
- 6.25 C1ライン一部スーパーミラー化決定
- 6.28 東大本部財務東海視察
- 10.1 平成24年度の全国共同利用の募集開始
- 10.28 東海村村長会談
- 12.15 第3次補正

### 2012 年

- 1.24 中性子散乱実験課題審査会(NSPAC)
- 4.6 海外実験旅費援助開始

-----