

目 次

はじめに	1
1. 技術・業務報告	
ナノスケール物性研究部門	
浜田 雅之	2
飯盛 拓嗣	4
向井 孝三	6
物質設計評価施設	
設計部	
福田 毅哉	8
本山 裕一	10
物質合成・評価部	
後藤 弘匡	12
石井 梨恵子	14
浜根 大輔	16
中性子科学研究施設	
杉浦 良介	18
川名 大地	20
極限コヒーレント光科学研究センター	
軌道放射物性研究施設	
工藤 博文、原沢 あゆみ	22

量子物質ナノ構造ラボ

橋本 義昭 2 4

放射線管理室

野澤 清和 2 6

低温液化室

土屋 光、鷺山 玲子、佐々木 貴子 2 8

技術・業務レポート提出技術職員数 1 7 名
(技術職員総数(元技術職員 含む) 3 0 名)

はじめに

2025年4月1日現在物性研究所の技術部には一般技術職員、技術専門職員、技術専門員、上席技術専門員、特任専門職員、学術専門職員の職名で30名の技術系職員が在籍しています。技術職員の活動は、安全・衛生業務や研究分野独自の特殊技術の開発、維持・管理、さらに教職員・大学院学生及び研究生への技術に関する助言ならびに技術指導、そして全国共同利用研究者等へのサポート業務など多岐にわたっており、物性研究所の研究・教育活動を円滑に進めていく上で欠くことのできないものです。

また、東京大学全体の技術部組織のネットワークの構築のために2012年4月に総合技術本部が設立されました。2024年度には、部局の枠組みを超えて東京大学内の技術職員が連携する取り組みとして、同じ関心を持つ技術職員からなる「グループ」を作り、お互いの問題に即したテーマに取り組むなどの活動を始めています。個々の技術職員が持つ高度で専門的な知識・技術を集約し、全学の技術職員が一体となって様々な課題を解決していく新しいあり方として期待されています。

このようななかで、技術部設立以来毎年刊行を続けている「技術・業務レポート」も、本号で20巻目となります。2020年に始まったコロナ禍を経て、物性研での研究・教育活動も衛生と安全に気を配りながら行うリモート技術を開発・展開してきました。また、近年ChatGPTをはじめとする人工知能(AI)の目を見張る発達と社会への浸透があり、AIが新しい「知」のツールの一種として研究・教育活動に必須のものとなりつつあります。このレポートは、安定した研究・教育環境の維持と改善を担う技術職員として、一年の業務を振り返りまとめたものです。研究基盤に不可欠な日常の業務の確認やその中での気づきや工夫、また新しい取り組みへの挑戦、既存の実験設備やインフラの補修と高度化といったそれぞれの専門分野から様々な報告がなされています。これらを共有することで、技術職員全体の技術力を高め、ユーザー・スタッフ・学生にとってより良い研究・教育環境につないでいく必要があると考えています。

今年度も「技術・業務レポート」を執筆していただいた技術職員の皆様に感謝します。また、「技術・業務レポート」の冊子の作成と技術部の運営に多大なご支援とご協力をいただいている廣井所長、松田技術部長をはじめとする物性研究所の関係者の方々にも深く感謝いたします。今後も、皆様からご助言やご指導を賜り、その意見を技術部の運営に役立ててまいりたいと思います。

2025年 9 月
技術部委員長:土屋 光
技術部委員 :飯盛 拓嗣
 :鷺山 玲子
 :橋本 義昭
 :矢田 裕行

技術・業務レポート

ナノスケール物性研究部門 飯盛拓嗣

学会発表

2024 年 9 月 16 日(月)から 9 月 19 日(木)に北海道大学札幌キャンパスで開催された「日本物理学会第 79 回年次大会」に参加した。学会では領域 9(表面・界面、結晶成長分野)で、ポスター発表を行い、最近の東京科学大・九州大学との共同研究で行った高エネルギー研究機構・フォトンファクトリーでの光電子分光測定の結果について報告した[1]。また、領域 4、領域 9 の講演を聴講し、新しい物性材料や測定手法などについて知見を得た。

メンテナンスと共同利用研究

A038 室の光電子分光 (PES) 装置や極限コヒーレント光科学研究センターの時間分解 PES 装置のメンテナンスおよび共同利用実験のサポートを行った。また、つくばの高エネルギー加速器研究機構の放射光光源を用いた PES 実験を行った。(以下では、「角度分解光電子分光」を“ARPES”、「X 線光電子分光」を“XPS”と省略する。)

(a) PES @A038 室 (装置のメンテナンス、光電子分光実験の補助と指導)

生産技術研究所 北澤研究室 (2024 年度後期 約 10 週間) XPS

所内内部利用(松田(巖)研究室、近藤研究室 2024 年度前後期 約 12 週間) ARPES

東工大 中辻研究室 (2024 年度前後期 約 8 週間) ARPES & XPS

(b) laser-PES @D101 室 (試料準備装置のメンテナンス、共同利用実験の補助)

東工大 一ノ倉(平原研) (2024 年度前後期 約 3 週間) 時間分解 ARPES

松田(巖)研究室 & Tang 研究室(台湾 国立清華大学) (2024 年度前後期 4 週間) 高分解能 ARPES

(c) フォトンファクトリー BL-02、BL-13 @つくば (放射光 PES 実験)

九州大学 田中研究室 (2024 年度前後期 約 3 週間) ARPES & XPS

以下に、北澤研との共同利用研究で行った絶縁体試料の XPS 実験での試料表面の帯電の問題とその対処について説明する。

酸化鉄粉末試料の XPS 測定について

北澤研究室は海洋工学について研究する研究室であり、日本を取り囲む海洋生態系の持続可能な食料生産システム、再生可能エネルギー利用システムの実現に向けた研究開発を行っている。近年、界面・海中に存在するマイクロプラスチック(海中マイクロプラスチック)が人類の生活領域よりはるかに広く拡散し、海洋生物がそれらを取り込むことにより海の生態系を破壊され、人間が海洋生物を摂取することによって健康被害が生じる可能性が指摘されるなど、大きな問題として取り上げられている[2]。マイクロプラスチックを効率的に取り除く材料として油と酸化鉄粉を混合して形成したフェロフルイドが有効であると報告されている[3]。北澤研では、海中マイクロプラスチックを効率的に回収する材料として、酸化鉄を主成分とするナノ微粒子を用いた新規材料の開発、およびその仕組みの解明を研究して

いる。

試料は粉末状であるが、プラスチック基板に押し固めて固定しあり、超高真空中で XPS 測定を行った (光源はマグネシウム $K\alpha$ 線: 1253.6 eV)。今回の試料のような絶縁体試料においては、光電子放出に伴い試料表面に正電荷が帯電 (チャージアップ) することにより、試料から出てくる光電子が減速されるため、光電子信号の運動エネルギーがシフトして観測される。XPS 測定装置の中には、絶縁体試料測定のために、チャージアップを打ち消す中和銃[4]を装備しているものもあるが、この装置は ARPES 測定用のヘリウム光源を装備しているが、中和銃は装備していない。更に今回の試料では、光電子のピーク位置や信号強度が時間とともに変化して観測された。この時間変化は、炭素 $1s$ 信号強度は測定時間とともに増大し、酸素 $1s$ や鉄 $2p$ の信号強度が減少していることから、X 線照射により粉末の表面や内部から発生した主に炭素からなる不純物が試料表面に吸着したためと思われる。また、個々のスペクトルの形状については時間に伴う大きな変化がないように見えることから、X 線照射や不純物の吸着によって試料の化学組成に大きな変化はなかったと考えた。鉄 $2p$ 信号は散乱断面積の影響で強度が弱いため、十分な S/N を得るために長時間の計測によるスペクトルの溜め込みが必要あるが、その間にピークシフトが変化することによるピークの広がり問題であった。そこで、酸素、炭素と鉄のピークを約 30 分ごとに測定し、炭素 $1s$ の光電子ピーク位置を基準にエネルギーシフトを決定し (最初と最後 (13 シークエンス目) の炭素 $1s$ ピーク位置が約 0.7 eV シフトしていた)、バックグラウンドがほぼ同じになるように鉄 $2p$ 信号強度とピーク位置を補正して光電子スペクトルを平均化した。今回測定したマイクロプラスチック吸着実験使用前後の試料の XPS 測定において、チャージアップによるスペクトルのシフトとその時間変動が観測されたため、このようにして補正された鉄 $2p$ 、酸素 $1s$ 、炭素 $1s$ のスペクトルを取得した。

【参考文献】

- [1] 飯盛、田中(夏)、片野、加賀、間瀬、小澤、Anton、田中(悟)、小森、中辻, 「SiC 基板上バッファ層への水素インターカレーション初期状態の電子状態」, 日本物理学会第 79 回年次大会, 16pPSB-56 (2024)
- [2] 環境省資料 海洋ごみとマイクロプラスチックに関する環境省の取組
<https://www.env.go.jp/content/900542773.pdf>
- [3] Hamzah, S., Ying, L.Y., Azmi, A.A.A.R., Razali, N.A., Hairom, N.H.H., Mohamad, N.A., Harun, M.H.C., „Synthesis, characterisation and evaluation on the performance of ferrofluid for microplastic removal from synthetic and actual wastewater “, J. Environ. Chem. Eng. **9**, 105894 (2021)
- [4] 島、堤、田澤, 「中和銃と試料バイアス印加を用いた XPS における帯電補正方法」, 第 27 回表面科学講演大会, 3C23 (2008) (DOI <https://doi.org/10.14886/sss.27.0.200.0>)

技術・業務レポート

ナノスケール物性研究部門・吉信研究室 向井孝三

日常業務

ナノスケール物性研究部門吉信研究室に所属し、表面界面物性を測定する装置の開発と超高真空（UHV）装置を用いた実験・研究を行うことを主な業務としている。実験に関しては、実験室的測定と物質構造科学研究所放射光科学研究施設（KEK-PF）で放射光を用いた実験を行った。

ここでは、2024 年度に行った主な実験・業務について紹介する。

KEK-PF BL13B において放射光を使った光電子分光測定

吉信研究室では、KEK-PF ビームライン 13B (BL13B) に準常設装置として光電子分光装置を設置し、UHV 条件での放射光を用いた X 線光電子分光測定を行ってきた。また、蒸着用チェンバを備えた BL13B ビームライン常設装置 (SES200) での実験も行なってきた。ここでは、2024 年度に KEK-PF で行なった主な実験を紹介する。

（１） 真空レーザー切断した MoS_2 エッジ面

MoS_2 の触媒反応に大きく寄与するのはエッジ面であると考えられているが、エッジ面のみを通常の分光法でプローブすることは難しかった。そこで、本研究室では 2021 年度より小林研究室と共同で MoS_2 をベーサル面に対して垂直にレーザー切断することで比較的高面積で平坦なエッジ面を作製し、放射光を用いた光電子分光実験を行ってきた。2024 年度では、真空中でのレーザー切断により MoS_2 エッジ面を作製し、SES200 を使い放射光を用いた光電子分光実験を行った。これまでに行った加熱変化や CO_2 等の反応性についての研究に基づき、 MoS_2 エッジ面と混合ガスの反応を調べた。また、同時にベーサル面と比較実験も行った。なお、本実験は吉信研究室博士課程 3 年（当時）尾崎文彦氏の主導で行われた。

（２） 真空レーザー切断した HOPG エッジ面

グラファイトは炭素の原子層が積み重なった層状物質で、そのエッジサイトが活性サイトと考えられている。そこで、 MoS_2 エッジ面で培われた真空レーザー切断技術を用いて高配向性熱分解グラファイト（HOPG）エッジ面を作製し、放射光を用いた光電子分光法を用いて電子状態を調べた。また、加熱変化や O_2 等の反応性について、ベーサル面との比較実験を行った。なお、本実験は吉信研究室博士課程 2 年（当時）梅山裕史氏の主導で行われた。

（３） $\text{FeS}_2(100)$ 結晶

遷移金属硫化物表面の硫黄欠陥サイトの触媒能の解明は重要な課題である。吉信研では、 MoS_2 エッジ面だけでなく、 $\text{FeS}_2(100)$ 表面の電子状態やガス吸着・反応について清浄表面と欠陥サイト表面を作製し評価を行った。なお、本実験は吉信研究室博士課程 2 年（当時）蕭維志氏の主導で行われた。また、 FeS_2 結晶の切り出しと研磨は電子顕微鏡室の浜根大輔氏によるものであり感謝申し上げます。

実験室的測定

$\text{FeS}_2(100)$ 結晶については、放射光実験以外に実験室的測定も行った。光電子分光法だけでなく、昇温脱離法 (TPD) を用いて表面における吸着・脱離について調べた。

昇温プログラムの開発・改良

TPD では単結晶試料を一定の昇温速度で加熱する必要がある。これまで、旧来の OS で使用していた制御系を見直すためにプログラミング言語には無料で利用者も多い Python を選び、Windows 10 PC で制御する昇温プログラムの開発を行ってきた。

本研究室では電子衝撃加熱法、つまり+200V の試料バイアスを印加しタングステンフィラメントからの熱電子を加速することで試料加熱を行っている。試料温度は K 型熱電対で測定し、PID 制御によりフィードバックを行い、フィラメント電流を制御することで一定の昇温速度で加熱する。フィラメント用直流電源および試料温度測定用デジタルボルTMーターは USB により PC と接続する。直流電源やデジタルボルTMーターは装置ごとに異なる製品を使用しており通信プロトコルや制御コマンドが違いため、装置ごとにプログラミングの改良を行った。

昇温プログラムについての詳細と Python コードは下記 URL に掲載しており、学内外から閲覧できる。

https://yoshinobu.issp.u-tokyo.ac.jp/kozo/Heating_controller/Heating_controller.html

その他

市販のデータブロッガーを使ったデータの取り込みを自作プログラムで行えるようにした。これにより、計測器のアナログ出力を計測値に変換して表示あるいは保存できるようになった。ただし、長期間使用した時の安定性については確認できていないので、今後の課題である。

令和6年度 技術・業務レポート

物質設計評価施設 福田 毅哉

令和6年度も、全国共同利用スパコンを運用する物質設計評価施設物質設計部（大型計算機室）と、所の高速ネットワークや基幹サーバ群の管理等を行う情報技術室の職員を兼務している。本レポートでは、大型計算機室の業務のうち「スパコンアクティビティレポート、非居住者・特定類型該当の居住者についての対応、研究会ビデオ編集」について報告する。

1. 大型計算機室業務（スパコンアクティビティレポート、非居住者・特定類型該当の居住者についての対応、研究会ビデオ編集）

スパコンアクティビティレポート

物性研究所が1995年にスーパーコンピュータ共同利用を開始して以来、スパコン共同利用は数多くの研究成果を生み出している。スパコン共同利用は元々来所を前提とせず、全国からリモートで利用されてきた。そのため、新型コロナウイルス感染症で様々な活動の停滞が見られた間にも、影響をあまり受けず、今までと同様に研究成果を生み出し続けてきている。

現在は、野口所員が中心となってそれらの成果をまとめてアクティビティレポートの編集が行われており、私は全国共同利用における成果報告の収集や各種統計情報の作成、関連するユーザ対応などを担当した。（計算物質科学スーパーコンピュータ共用事業については、井戸康太助教が担当された。）

本報告期間中には、令和5年度に行われた研究の成果をまとめたアクティビティレポートの発行を行った。今回は、その中でもレポートの末尾で紹介している学位取得者リストについて言及したい。その章では、物性研スパコンを利用した研究により取得された学位、氏名、論文タイトル、授与機関、授与年月日が記載されている。図1で推移を示している通り、毎年多くの学位取得者が誕生しており、過去11年間では、186名の博士、448名の修士を生み出してきている。

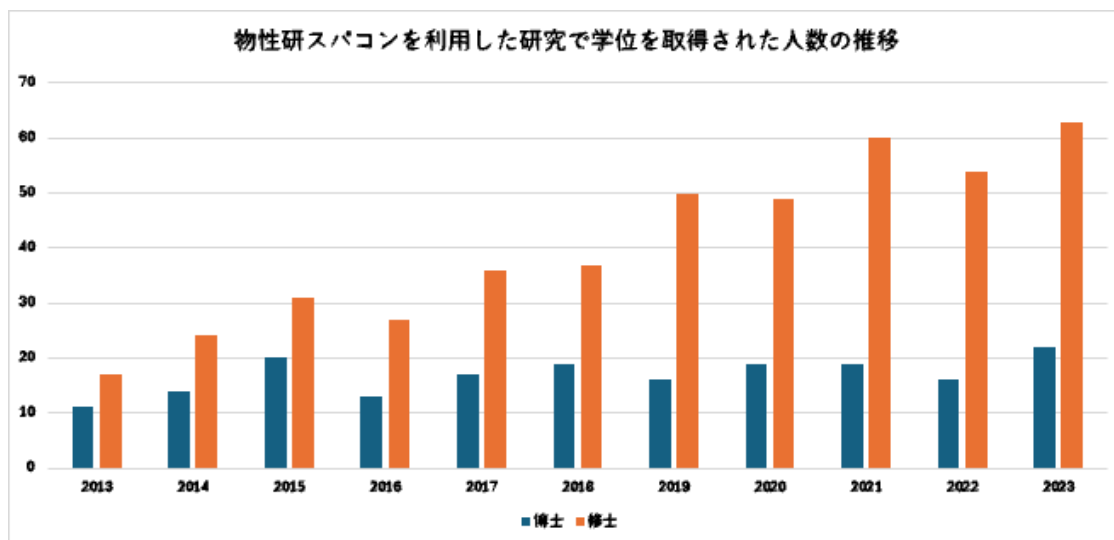


図1. 物性研スパコンを利用した研究で学位を取得された人数の推移

その他、物性研スパコンでどのような研究が行われているのかご興味おありの方は、是非、下記リンクからスパコンアクティビティレポートをご覧ください。

<https://mdcl.issp.u-tokyo.ac.jp/scc/report/result/activity-reports/>

非居住者・特定類型該当の居住者についての対応

物性研スパコンの利用を希望される方の中には、入学したばかりの（来日してから日が経っていない）留学生の方もいる。一般にスパコンは、非居住者への使用が認められていないが、外国人は入国後半年経たない期間は非居住者であり、その間は物性研スパコンを使用できない。これは、2年間の博士前期課程においては深刻な問題であり、物性研スパコンのユーザより改善要望が寄せられていた。

安全保障貿易の観点からは、基礎科学分野の研究については経済産業大臣の許可を必要としないとされている。物性研スパコンでは、特定の製品の設計または製造を目的とした課題（これらは基礎科学分野の研究とはみなされない）は、許可していないため、物性研スパコンを利用しても差し支えないはずだが、学内の輸出管理制度との整合をどのように取るのかが問題であった。そうこうしているうちに学内の輸出管理担当部署として、安全保障貿易輸出管理支援室が設立され、そことの折衝が始まった。数年間はお互いに疑問点を確認していくのに止まったが、大型計算機室に井戸康太助教が着任されたころから話が進み、所内でも大型計算機室や共同利用係との間で情報の流れや担当者の確認を行い、非居住者利用の申請・受付・判断についての対応手順を定めた。

2022年から非居住者利用申請¹の受付を開始することができ、2022年度は18名、2023年度は12名、2024年度は4名の利用者があった。申請案内から、申請書の形式確認、国連武器禁輸国・懸念国や外国ユーザリストに該当していないかといった法令に照らし合わせた予備調査、そして結果通知など作業は煩雑ではあるが、先の項目に挙げた学位取得者には外国籍の方も多く、本制度も物性研スパコンが研究成果を上げるのに一定の寄与をしている。

研究会ビデオ編集

毎年春に、前年度の成果を報告するため計算物質科学研究センター（CCMS）と合同でスパコン研究会が開催される。当日参加されない方もいらっしゃるため、映像を編集し、YouTubeで公開している。事前に準備を行ってはいるが毎年かならず機材トラブルが発生する。映像と音声を複数取得するようにしていたが、使える映像や音声は一つずつしかないということも多く、残った素材を切り貼りして、なんとか映像を仕上げていく。映像編集は福田将大助教にご協力いただいた。

スパコン研究会ページ <https://mdcl.issp.u-tokyo.ac.jp/scc/news/5770>

ところで、いままでに大型計算機室が作成した動画の中で最も視聴数が多いのは、物性研究所スーパーコンピュータ講習会で講演した渡辺宙志さん（元助教、現慶應義塾大学教授）の「スパコンの使い方と諸注意²」（2018年）である。これは大型計算機を共同利用するための基本的な作法について述べたものであり、スパコンを利用して間もない方にとっては、いまでも大いに参考となるであろう。

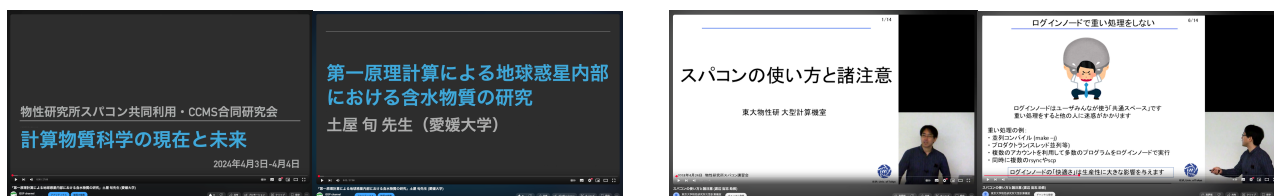


図2. 映像タイトルなど

¹ その後、制度変更により、居住者であっても実質的に外国の支配を受けるとみなされる特定類型該当者への対応も行うこととなった。また、本制度は来日直後の留学生だけではなく、物性研スパコンを利用していた方が外国に行き計算資源が用意できない場合についても対象としている。

² <https://www.youtube.com/watch?v=YcsKEyK9G00>

技術・業務レポート

物質設計評価施設・大型計算機室 本山裕一

2024 年度は主たる通常業務として、ソフトウェア開発・高度化プロジェクト(project for advancement of software usability in materials science, PASUMS)に従事し、国内の物性ソフトウェアの開発・保守および物性研スーパーコンピューター（スパコン）での提供をした。東大物性研は全国共同利用の一環として、所持しているスパコンを無料で提供することで、日本国内の物性研究者に対して計算ハードウェア面での支援をおこなっている。一方で、ソフトウェア面の支援を行うのが PASUMS であり、主要な物性計算アルゴリズムを実装したソフトウェアの開発・保守・公開の支援をしている。支援するソフトウェアは国内研究者から高度化課題として公募し、共同利用スパコン委員会の審査のもと、年に 1-2 件が採択される。支援したソフトウェアは物性研スパコンにインストールされ、共同利用研究者に供されるほか、オープンソースライセンスのもとで世界の物性コミュニティにむけて公開される。そのほか PASUMS の詳細については、公式サイト(<https://www.pasums.issp.u-tokyo.ac.jp/>) や 2022 年度技術・業務レポートを参照されたい。PASUMS 以外では、大型計算機室の一員としてスパコン運營業務（メール通知や問い合わせ対応など）や、情報技術室の一員としてネットワークなどの所内情報インフラの整備補助や研究会のオンサイト・オンラインハイブリッド開催の支援などを行った。

2024 年度ソフトウェア高度化課題

2024 年度、PASUMS は以下の 2 つの課題を採択し、支援した。

先端計測むけデータ解析フレームワークの汎用化

提案者：星 健夫 (核融合科学研究所)

公開 URL：<https://www.pasums.issp.u-tokyo.ac.jp/2dmat>

課題内容：ビーム回折実験による表面原子構造探索を行う逆問題フレームワークとして開発された 2DMAT (2020,2021 年度課題) について、より汎用的なフレームワークとするため、逆問題アルゴリズム部分を ODAT-SE という名前で切り出した。

動的平均場法プログラム DCore への動的感受率計算機能の追加

提案者：大槻 純也 (岡山大学)

公開 URL：<https://github.com/issp-center-dev/ChiQ>

課題内容：DCore のワークフロー、特に後処理部分を整理し、自己エネルギーの解析接続機能の柔軟性を高めた。また、二粒子グリーン関数を計算し、Bethe-Salpeter 方程式などを用いて二体動的感受率 $\chi(q, i\Omega_m)$ を計算するハウスコードについて、インターフェースやマニュアルなどを整備し、ChiQ という名前でオープンソースソフトウェアとして公開した。

2024 年度論文発表など

本山の関係している査読付き論文や、登壇した学会・研究会および、講師・TA として参加したソフトウェア講習会は以下の通り。

出版論文 (* はソフトウェア高度化プロジェクトによるソフトウェア論文)

[1*] T. Aoyama, K. Yoshimi, K. Ido, Y. Motoyama, T. Kawamura, T. Misawa, T. Kato, and A. Kobayashi, “H-wave – A Python package for the Hartree-Fock approximation and the random phase approximation”, Computer Physics Communications **298**, 109087 (2024).

[2*] K. Ido, M. Kawamura, Y. Motoyama, K. Yoshimi, Y. Yamaji, S. Todo, N. Kawashima, and T. Misawa, “Update of HΦ: Newly added functions and methods in versions 2 and 3”, Computer Physics Communications **298**, 109093 (2024).

学会・研究会発表

- [1] 「物性研究所ソフトウェア開発・高度化プロジェクト」物性研究所スパコン共同利用・CCMS 合同研究会「計算物質科学の現在と未来」@物性研、2024-04-03（ポスター）
- [2] 「計算物性科学研究とオープンソースライセンスと著作権」物性アプリオープンフォーラム@物性研、2024-07-17（口頭）
- [3] 「動的平均場理論ソルバー DCore version 4」日本物理学会@札幌、2024-09-17（ポスター）
- [4] 「ab-initio configuration sampling tool-kit (abICS)」IIS2024@名古屋、2024-12-10（ポスター）

CCMS ハンズオン講習会（ソフトウェア講習会）

- [1] 2024-10-18 moller 講習会（ハイブリッド）
- [2] 2024-11-07 abICS 講習会（ハイブリッド）
- [3] 2024-12-02 2DMAT 講習会（ハイブリッド）
- [4] 2025-02-06/07 QE, RESPACK, H-wave, HΦ, mVMC 合同講習会（ハイブリッド）

技術・業務レポート

物質設計評価施設・高圧合成室 後藤 弘匡

1. はじめに

本年度に行った業務内容は、おおよそ以下の通りである。

- ①高圧合成室内の油圧プレス装置・X線回折装置・ラマン分光装置・工作機械類の保守・整備・管理、研究室の備品の管理・発注。
- ②高温高圧実験で使用する治具や部品類の設計・製作・組立。
- ③共同利用研究者等に対する実験サポート。
- ④その他(廃棄薬品類の処理、研究室内の安全管理等)。

以下では、上記業務内容の中から、幾つかを選んで簡単に紹介する。

2. 共同利用実験用装置の保守/管理

① 微小部 X 線回折装置の真空破れと水漏れの対応

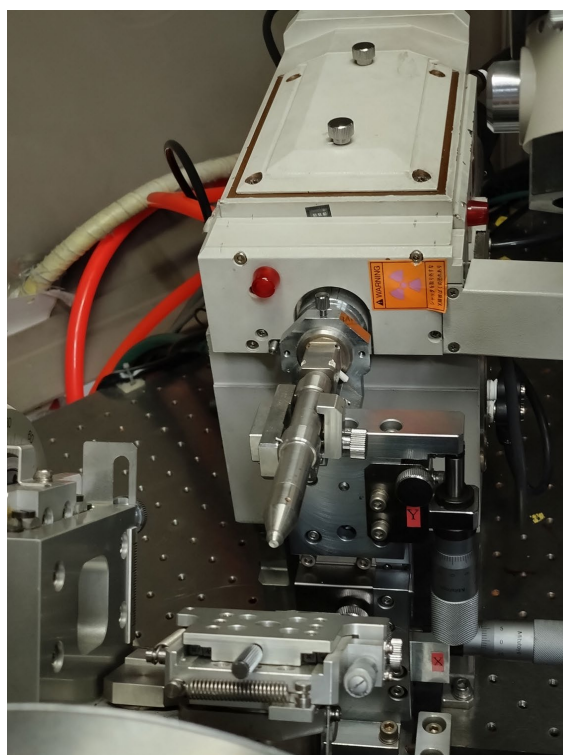


図1 コリメータ付近の写真

微小部 X 線回折装置は、X 線を全反射コリメータで 30 μ m まで絞って、高圧実験後の小さな回収試料中のさらに微小な領域の分析を行うための装置で、地球科学や新物質合成などの研究を行うユーザーにより利用されており、物質の分析や同定に欠かせない装置である。

今回は、まず、真空が引けなくなる故障が発生した。症状から、真空系のどこから真空が漏洩している可能性が高いと判断されたため、真空系全体の点検を行った。その結果、シャッター奥の Be 窓部分から微量の真空漏れがあることが分かった。そこで、Be 窓の交換を行い、更に、シャッター部分も錆びていたので、一旦、取り外して清掃後、再度、取り付け直した。また、装置後方にあるターゲットコントローラーのファンが故障しており、ファンの交換も行った(ファンが故障すると基板が過熱して不良になる)。これらの整備により、真空が引けるようになり、装置が正常に動くようになった。

その後しばらくして、装置から水漏れが発生した。水漏れの原因は二つあった。一つ目は、装置の高圧発生部からターゲット部へ向かう冷却水ホースが経年劣化により腐食し、ここから穴が空いたため水漏れを起こしていることが分かった。そこで周辺のホースの劣化も考慮してターゲット回りのホースを全部交換した。二つ目は、冷却水系の途中に挟まっている純水器からの水漏れであった。漏れた部分はエア抜きプラグの受け側プラスチックのネジ(雌ネジ)に入った亀裂であり、ここから水が漏れていることが分かった。亀裂が入っているのが雌ネジ側であったこと、亀裂の原因が経年劣化によ

るものである事を考慮し、純水器の交換を行うことにした。

以上の対応により水漏れがなくなり、装置が正常に動作するようになった。

② 卓上 NC フライス盤の不具合

NC フライス盤は、主に油圧プレスを用いた二段押し式高温高压発生実験を行う時に使う微小な部品、例えばプレガスケットなどの比較的精度が必要で、かつ、同じ形状のものが大量に必要であるような部品の工作に使われており、二段押し実験用部品の作成には必須の装置である。

今回は、NC フライス盤を制御している PC を新しくする必要が出てきたため、それまでの OS が Windows VISTA の PC から Windows 10 の PC へ入れ替えを行った。ところが、新しい PC を使用すると、加工の途中でエラーメッセージが出て止まってしまう現象が起こった。業者とやりとりをしながら故障の原因を探ったところ、その原因は、本体ファームウェアのバージョンが古い事にある可能性が業者から示された。バージョンが古い場合、新しい PC と加工機本体がデータのやりとりを行う際にタイミングが合わず、その結果、エラーが出て止まってしまう場合があるとの事だった。そこで本体のファームウェアのバージョンアップ(Ver.2.80→3.90)作業を行って様子を見たところ、エラーが出て止まる事がなくなった。



図2 腐食して穴が空いたホースの写真



図3 NC フライス盤

3. 実験室等で使う治具類の設計や製作

実験に使用するための治具やパーツ類の設計・製図と機械工作を行った。本年度は、マルチアンビル実験用の微小パーツの製作、所内外の研究者から依頼された部品の製作に関する相談に乗る、機械工作指導、等を行った。機械加工は、主に、高压合成室に設置されている中型旋盤、精密ボール盤、卓上 NC フライス盤、YAG レーザー加工装置、等を使用した。

4. 共同利用研究者へのサポート

高压合成室に設置されている各種油圧プレス(KAMATA700 ton、iroha700 ton、CAPRICORN500 ton)や DAC を使った高温高压実験、微小部 X 線回折装置、及び、高压その場 X 線回折装置を使った試料の分析などの高压実験に関連する共同利用を受け入れ、そのサポートを行った。その他にも、実験の詳細を相談の上で、研究者の実験内容に合わせて様々な微小部品をカスタマイズして見本を提供する、あるいは、必要に応じて共同利用研究者と一緒に実験を行う、といった事も行っている。

利用状況としては、所内からは、上床/ 廣井/ 岡本/ 山浦/ 長谷川/ 北川研究室、電子顕微鏡室、所外では室蘭工業大学、東北大学、東大理学系研究科、早稲田大学、名古屋大学、兵庫県立大学からの利用があった。

東京都青ヶ島からみつかった銅スピネル

電子顕微鏡室 浜根 大輔

電子顕微鏡は、物質の微細な形態を観察するだけでなく、化学組成や結晶構造に関する情報も取得できる強力なツールである。そのため、「化学組成」と「結晶構造」という二つの側面を併せ持つ天然物質である鉱物を対象とした研究は、電子顕微鏡技術を練り上げるよい訓練にもなりうる。本報告は、そうした理念に基づく取り組みの一環として、東京都青ヶ島において銅スピネルを同定し、新たな産出を確認したものである。銅スピネルが完全な天然環境下で産出した報告は、これが世界で2例目であり、結晶構造を含めて全てが天然で形成されたものとして確認されたのは、今回が世界初の報告となる。この成果は Journal of Mineralogical and Petrological Sciences に2025年1月に掲載され[1]、本稿ではその主要なポイントを簡潔に整理し、技術レポートとして報告する。

1. はじめに

銅スピネル（学名：cuprospinel）とは、 $\text{CuFe}^{3+}_2\text{O}_4$ を理想化学組成とするスピネル族の鉱物である。銅と鉄はありふれた元素であるが、それらが酸化物として共存し、銅スピネルとして発生する天然環境は、これまではカムチャツカ半島の噴気孔でしか知られていなかった。一方、東京都の青ヶ島は、八丈島の南方約60 kmに位置する火山島で、現在はずわかに水蒸気を放出する程度の静穏な状態にある。しかし、カルデラの存在は活発な火山活動があったことを推測させる。その外輪山のふもとに広がる湯浜海岸には、数メートル大の巨礫が堆積しており、調べるとそれらの割れ目には多種の昇華鉱物が形成されていた（図1）。今回、これら昇華鉱物の一つとして、銅スピネルが発見された。

2. 銅スピネルの産状

銅スピネルは昇華鉱物の一つとして同定され、最大1 mmの大きさの黒色で不透明な球状集合体に伴われる。集合体は赤鉄鉱を核とし、それを縁取るように、最大で100 μm 程度の厚みで銅スピネルが分布する（図2）。このように、銅スピネルが赤鉄鉱に伴われる産状は、カムチャツカ半島の噴気孔の産状と共通する。完全な天然環境から銅スピネルが産出するのは、カムチャツカ半島に続いて、青ヶ島が世界で2例目となる。

3. 化学組成と対称性

銅スピネルは、合成実験によって先行して調べられており、化学組成と対称性の関係が報告されている。例えば $(\text{Cu}_{1-x}\text{Mg}_x)\text{Fe}^{3+}_2\text{O}_4$ 系において、 $x > 0.6$ では銅スピネルは正方晶系となるが、 $x < 0.6$ では立方晶系を示す。そして、青ヶ島産の銅スピネルは、① $(\text{Cu}_{0.86}\text{Fe}^{2+}_{0.08}\text{Mg}_{0.04}\text{Mn}_{0.02}\text{Ca}_{<0.01})(\text{Fe}^{3+}_{1.98}\text{Al}_{0.01}\text{Ti}_{<0.01})\text{O}_4$ の組成で、正方晶系（ $I4_1/amd$ ）において $a = 5.826(2) \text{ \AA}$, $c = 8.682(5) \text{ \AA}$, and $V = 294.7(3) \text{ \AA}^3$ の格子定数を示した（図3）。一方で、② $(\text{Cu}_{0.60}\text{Mg}_{0.21}\text{Fe}^{2+}_{0.10}\text{Mn}_{0.05}\text{Ca}_{0.03})(\text{Fe}^{3+}_{1.99}\text{Al}_{0.01}\text{Ti}_{<0.01})\text{O}_4$ の組成からは、立方晶系（ $Fd-3m$ ）において $a = 8.358(3) \text{ \AA}$ and $V = 583.7(6) \text{ \AA}^3$ の格子定数が得られた（図3）。このように、基本的には合成実験の結果と調和的な結果が得られている。天然で生成した銅スピネルから、正方晶系の対称性が得られたのは世界で初めての実例である。

4. 考察

高Cu内容の銅スピネルは、室温では正方晶系が安定相であるが、たとえ純粋な組成であっても、360～440℃以上の高温では立方晶系を示す。さらに、高温状態から室温まで急冷された場合には、立方晶系の対称性が準安定的に回収される。そのため、天然の銅スピネルを正確に評価するためには、組成・試料・温度の対応関係を明示することが重要である。しかしながら、過去の天然の銅スピネルはこれらの点が明瞭ではなく、Cu含有量の高低にかかわらず、すべて立方晶系として報告されている。すなわち、高温で生成中の試料を回収したことによる人為的な急冷の結果として、立方晶系が検出された可能性があるだろう。

青ヶ島では、昇華鉱物には、高温で生成された銅スピネルのほかに、ボルボサイトなどの含水鉱物も産出する。これは、高温で形成された鉱物が後に低温条件にさらされたことを示唆している。したがって、正方晶系を示した①組成の銅スピネルは、「低温下で結晶化した」、あるいは「高温で生成された後に低温でアニールされた」、という二つの可能性が考えられる。しかしながら、銅スピネルの結晶には低温鉱物が包有されていないことから、後者の「高温生成後の低温アニール」の方がより現実的である。また、産状に違いのない②組成の立方晶系の銅スピネルも、基本的には同様の熱履歴を有していたと考えられる。それでいて、②組成は立方晶系であったということは、青ヶ島産の銅スピネルは、化学組成の違いによって、正方晶系と立方晶系という2つの異なる対称性を呈すると結論付けられる。

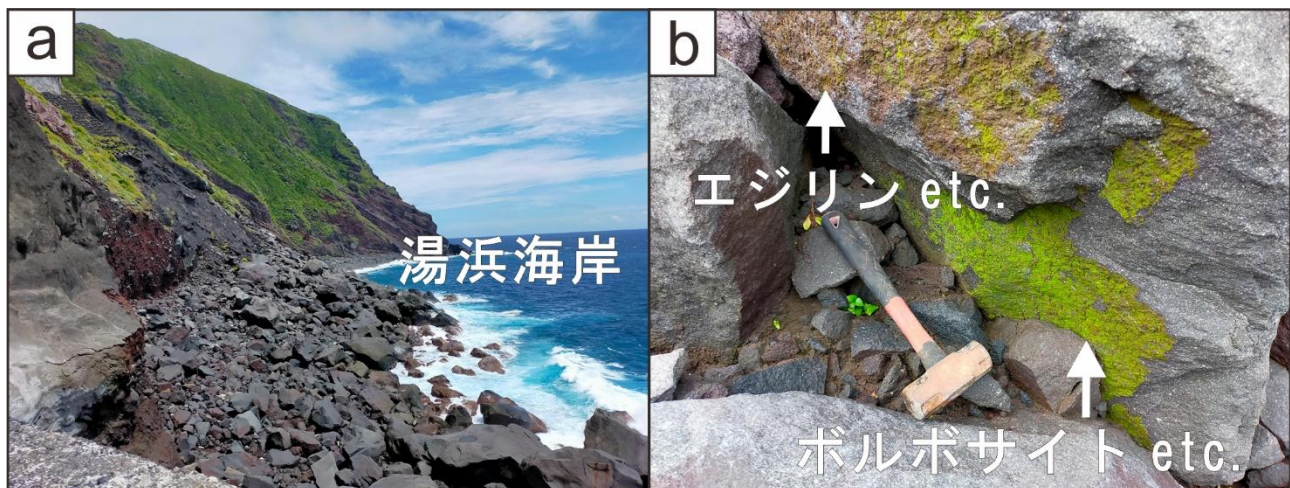


図 1. 2021 年の調査時。(a) 青ヶ島三宝港から見た湯浜海岸と、(b) 岩の割れ目に沿って形成された昇華鉱物。

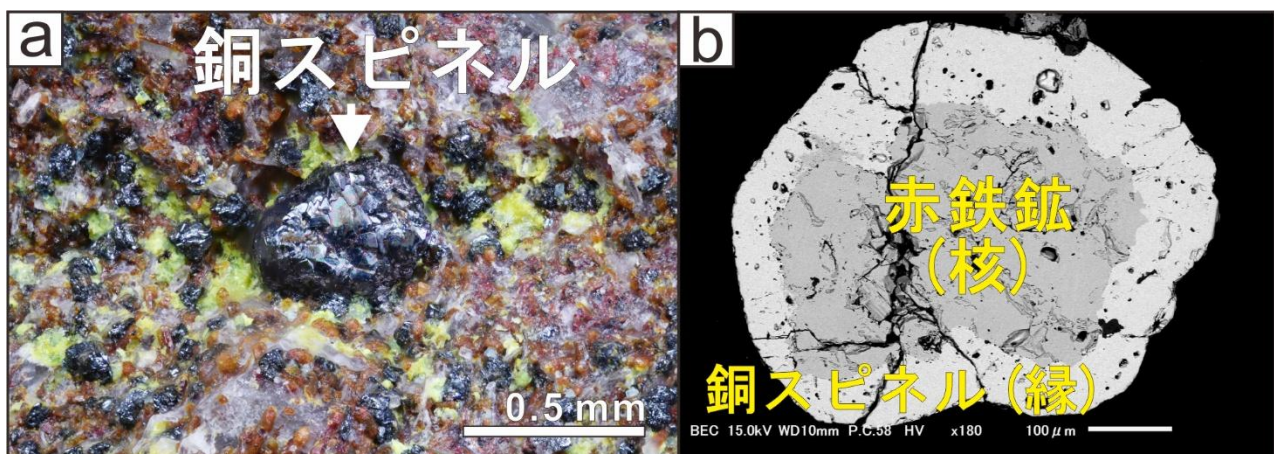


図 2. 銅スピネルの代表的な産状。(a) 岩石の裂傷中に点在する銅スピネルを含む黒色球状集合体と、(b) 球状集合体の断面の後方散乱電子像。

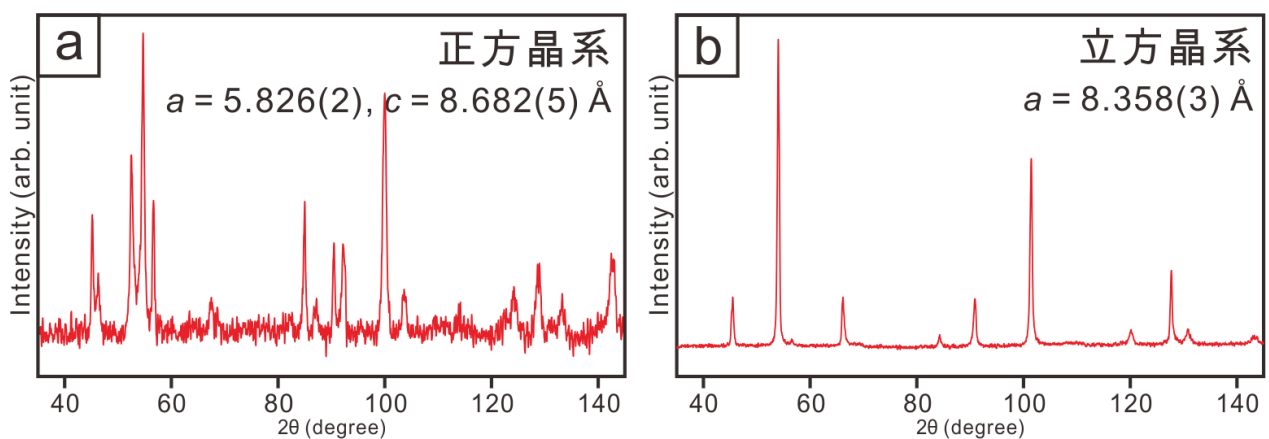


図 2. 青ヶ島産の銅スピネルの粉末 X 線回折パターン。(a) ①組成の銅スピネルからのパターンおよび、(b) ②組成の銅スピネルからのパターン。対称性の低い①組成の銅スピネルは、②組成に比べて多くのピークが観察された。

文献

[1] Nisho-Hamane D., Ohsumi S., Ikari I., Ohki Y. (2025) Cuprospinel from Aogashima Island, Tokyo, Japan. Journal of Mineralogical and Petrological Sciences, 120, 002.

2024 年度の中性子科学研究施設における業務報告

中性子科学研究施設 杉浦良介

1. はじめに

中性子科学研究施設では、茨城県東海村にある日本原子力研究開発機構（JAEA）が保有する研究用原子炉 JRR-3 から供給される中性子線を利用し、中性子散乱による共同利用実験装置を提供している。また、パルス中性子施設である J-PARC の物質・生命科学実験施設（MLF）においても、共同利用運営を行っている。

2. JRR-3、J-PARC MLF での共同利用支援

JRR-3 は東日本大震災以降停止状態であったが、2021 年 2 月より運転を再開しており、2024 年度は 7 サイクル（28 日/1 サイクル）稼働した（7 月から 11 月までの定期事業者点検のため休止）。技術職員の業務としては、特殊な試料環境機器の運転準備、実験時に発生する周辺機器の不具合対応等を行っている。具体的には、人力では運搬できない大型試料環境機器（極低温冷凍機や超電導電磁石等）を天井クレーンにて運搬することやヘリウムガス等の高圧ガスや液体窒素や液体ヘリウム等の寒剤の管理、不具合が生じた機器の修理や代替品の提供である。

また、装置共用の試料環境機器も多く所有しており、利用者の使用予定を取り纏め予定表を作成し、円滑に実験が行えるようにした。昨今ヘリウム価格は高騰しており、液体ヘリウムを使用する冷凍機や超電導電磁石に対しては、極力無駄が少なくなるようにスケジューリングを行った。

特に超電導磁石付き希釈冷凍機は、ヘリウム混合ガスラインのクリーニング等緻密な作業が必要となる。また、立ち上げや維持作業も相当な労力が掛かる。寒剤（液体窒素や液体ヘリウム）の投入等の実験前準備や希釈冷凍機の冷却作業等を行った。

また MLF の BL12 において高分解能チョッパー分光器（HRC）を、高エネルギー加速器研究機構（KEK）と共同で建設し運営を行っている。技術職員の業務としては、実験試料を交換する際のクレーンによる試料環境機器の運搬作業、極低温（1K 以下）



図 1：JRR-3 全景



図 2, 3：試料環境機器

（上：試料交換が容易な小型 GM 冷凍機、
下：1K 以下まで冷却可能な 1K 冷凍機）

用ヘリウム 3 冷凍機や超電導マグネット等の特殊な試料環境機器の運転準備、実験時に発生する周辺機器やソフトウェアの不具合対応等を行っている。

2024 年 6 月に超電導マグネットを用いた実験を計 2 課題、延べ 11 日行っており、寒剤（液体窒素や液体ヘリウム）の投入等の実験前準備や実験期間中の磁場や使用する寒剤の管理等を行った。

3. 装置や機器の整備、高度化

JRR-3 停止期間に、電源設備の更新や 1K 冷凍機のメンテナンス、ターボ分子ポンプの更新等の装置や機器の整備、高度化を行った。

T2-2 中性子 4 軸解析装置 (FONDER) に新たに 2 次元検出器 (2D-PSD) を導入した。2D-PSD はエアータツにより移動押し、測定 (移動) 範囲が広いため、T2-2 の石床面を拡張する必要があった。拡張工事を行ったが、従来の石床面と拡張部分の平坦度が中々合わなかったため苦労した。

C1-2 中性子小角散乱装置 (SANS-U) 及び C2-3-1 中性子スピエンコー分光器 (iNSE) の上流部に設置されている中性子速度選別機 (NVS) は中性子から特定の測定波長を取り出す必要不可欠な装置である。NVS は正確な回転数が必要なため、2 年に 1 回オーバーホールが必要となる。従来は、本体ごと製造会社であるドイツにある AIRBUS 社まで送らなければならないため、非常に多くの期間と費用を要した。そこで本施設にて行えるよう検討し、トレーニングを受けることとした。NVS は少しのブレや歪みが許されないため (数 g の単位で調整する)、正確にかつ慎重に作業を行わなければならなかった。

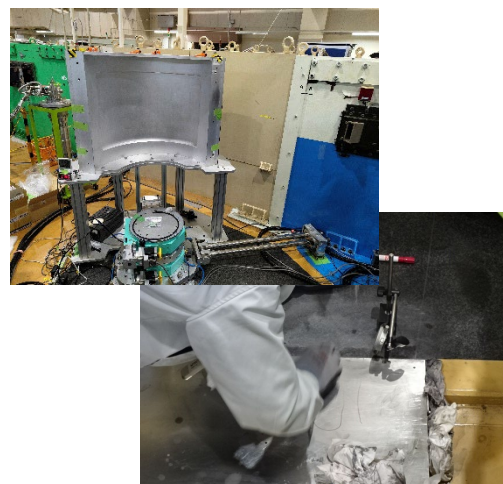


図 5, 6 : 2D-PSD と床面研磨の様子

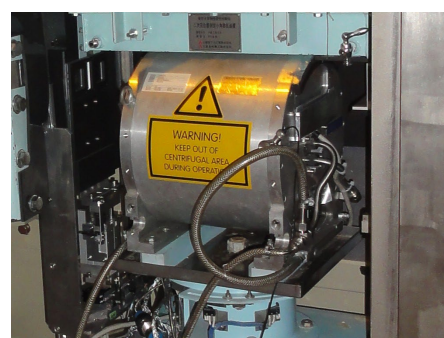


図 7 : Neutron Velocity Selector

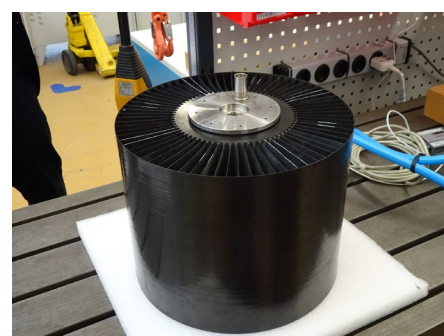


図 8 : NVS の内部 (ローター)

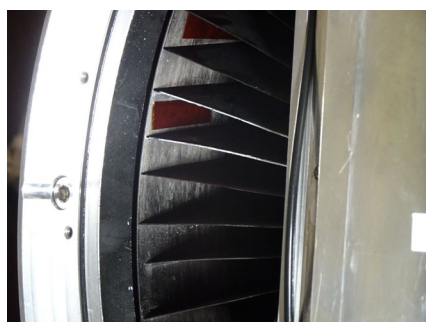


図 9 : 重り (カプトンテープ) で
バランス調整を行う

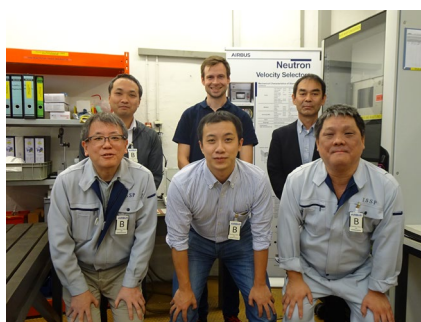


図 10 : 講師 (AIRBUS 社の
Geschke 氏) との集合写真

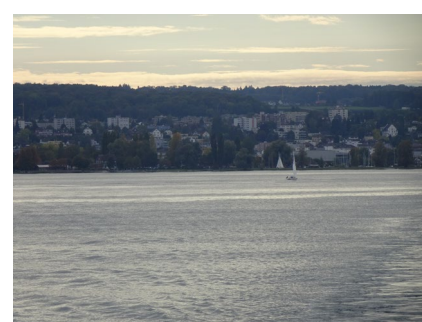


図 11 : 独国 AIRBUS 社は最南部
ボーデン湖の湖畔にある

2024 年度業務報告 ～中性子共同利用支援システムの整備を中心として～

附属中性子科学研究施設 川名大地

物性研究所附属中性子科学研究施設の技術職員は、茨城県東海村にある日本原子力研究開発機構(JAEA)東海キャンパス内に駐在し、中性子ビームを用いた共同利用施設である研究用原子炉 JRR-3、および、大強度陽子加速器施設 J-PARC の物質・生命科学実験施設 MLF において、来所ユーザーの実験支援業務を行っている。本稿では、おおよそ 2021 年度から筆者が主体的に取り組んでいる中性子共同利用支援システムの整備を中心に、2024 年度の業務について報告する。

1. 中性子共同利用支援ウェブサイト NSL RING の整備

我々は JRR-3 の共同利用の運営にあたり、課題申請・審査から、実験に必要な事前手続き、成果データベースを統合した共同利用支援ウェブサイト NSL RING ([NSL Research Information NaviGator](#)) [1] を運用している。本サイトは、データベースシステム MySQL を基礎としており、ユーザーがこれらの手続きを行うためのコンテンツから、装置責任者や施設職員、共同利用事務担当者による内容確認のための管理用コンテンツまで、1 つのシステムのもとで運用している点が特徴である。本サイトの開設は 2013 年頃ではあったが、2011 年 3 月の東日本大震災以降の長期シャットダウンが続いていた影響のために、課題申請と審査に限定しての運用であった。2021 年度の利用運転再開以降、共同利用の状況をみながら少しずつ整備を続けてきた。具体的には、マシンタイム、共同実験者、持込試料（安全審査含む）といった実験情報登録（2021 年度）、JRR-3 入域や旅費申請、宿泊施設予約を兼ねた来所申請（2022 年度）、2024 年度からの海外課題実施に備えた英語版ページの整備（2023 年度）などである。ここまでの、実験を行うまでに必要なすべての手続きがおおむね完成した。

2024 年度は、主に、安全教育ストーリーミングの整備と成果登録・公開システムの導入を進めた。JRR-3 では、ユーザーが実験する前に、放射線安全など法律に基づいた安全教育の受講が義務付けられている。従来は、あらかじめ開講時間を設定して実施（講師は他機関の職員が担当するが、ユーザーとの調整は我々が担当）していたが、海外ユーザーの場合は時差の問題があった。また、国内のユーザーからも設定時間が限定されすぎると批判があった。そこで、この NSL RING 上に、ユーザーが場所や時間を選ばずに受講できるように、教育用ストーリーミングとその後のテスト機能を搭載した。現在は、JAEA 側で同様に運用しているウェブサイト JRR-3 RING [2] とも共通化している。

成果登録・公開システムは、共同利用施設自体の評価に直接影響を与える重要なものである。元々当施設が用意した独自サーバー上で運用していたが、既存の NSL RING の運用との一本化と、JRR-3 RING と成果様式を統合する必要もあったため、この NSL RING 上での実装を進めた。

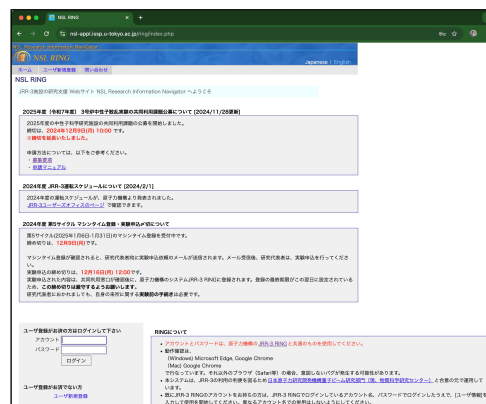


図 1 NSL RING トップページ

2. HRC における計算環境整備

J-PARC MLF の BL12 に設置されている高分解能チョッパ分光器 HRC は、物性研究所と高エネルギー加速器研究機構が、共同で管理運営を行っている非弾性中性子散乱装置である[3]。私は、この装置の計算環境の整備と維持管理業務を主体的に行なっている。特に、フェルミチョッパ、GM 冷凍機などといった装置周辺機器や試料環境機器を遠隔制御する機器制御プログラム YUI、検出された中性子を強度マップとして可視化表示したり、強度のヒストグラムデータに変換したりする解析プログラム HANA、といった専用のソフトウェアの設計・開発も行なっている [4]。

HRC の計算環境は、実験に最低限必要な機能は 2018 年頃までに実装が完了している。その後の整備としては、ハードウェアとしては、将来の計算機器の更新コスト削減とメンテナンスにかかるマンパワーの省力化を目的としたサーバー機器の仮想化、YUI では新規の試料環境機器の導入に応じた制御系の新規導入、HANA ではヒストグラムデータ生成機能の強化を進めてきた。

2024 年度の整備では、YUI では、真空散乱槽を大気開放する際に必要な圧縮空気を乾燥させるためのドライヤーの制御機能を導入した。これは、従来は監視のみの運用で、操作は本体から直接行うようにしていたが、実験効率を検討したうえでこの機能を導入した。また、HANA では、従来のヒストグラムデータの出力形式であった spe フォーマットとよばれるテキスト形式のファイルに加えて、国際標準にもなっている nxspe フォーマットとよばれるバイナリ形式のファイルでも出力できるように改良した。

詳細について、以下国際シンポジウムで発表を行うとともにプロシーディングスを執筆した。

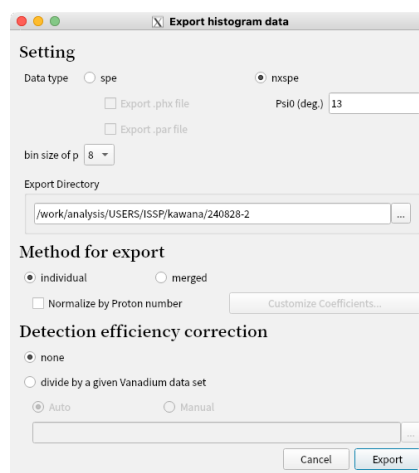


図 2 nxspe ファイルを出力のための HANA のダイアログ

3. 学会等発表

- ・ 日本中性子科学会第 24 回年会, 名古屋国際会議場、名古屋市 2024 年 12 月 4 日～6 日
川名大地他「JRR-3 大学共同利用支援システム NSL RING の整備」(ポスター) →上記 1.に関連
- ・ The 4th J-PARC symposium2024, Mito, Ibaraki, Japan, Oct.14-18, 2024:
D. Kawana *et al.*, “Recent developments of YUI and HANA in HRC” (Poster) →上記 2.に関連

4. 論文発表

- ・ D. Kawana *et al.*, “Developments of the computing environment in HRC” (proc.)
JPS Conference Proceedings, under review →上記 2.に関連

5. 学会等開催補助

- ・ DENIM XIII, 13th Design and Engineering of Neutron Instruments Meeting, Tokai, Ibaraki, Sep. 24-27, 2024
Local organizing committee

参考文献等

- [1] <https://nsl-appl.issp.u-tokyo.ac.jp/ring/index.php>
- [2] <https://jrr3ring.jaea.go.jp>
- [3] S. Itoh *et al.*, JPS Conf. Proc. **33**, (2021) 011058.
- [4] D. Kawana *et al.*, J. Phys.: Conf. Ser. **1021** (2018) 012014.

技術・業務レポート

量子物質ナノ構造ラボ・ナノスケール物性研究部門 橋本義昭

1. 量子物質ナノ構造ラボの業務

量子物質ナノ構造ラボ(量子ナノラボ:Q-NanoLab)は、研究所内外の研究者が新しく合成した物質や量子構造を加工し素子動作などを調べるための実験装置を提供する所内共通施設として設立され、試料の微細化・素子化から先端計測までを所内で一気通貫して行うというコンセプトのもと、加工や測定のための装置提供のみならず、ユーザーへのアドバイスや講習、加工試料の物性測定や、測定のための仲介なども行っている。以下に今年度の活動概要を示す。

2. 今年度の装置利用状況

量子ナノラボでは試料のパターニングのためのリソグラフィー装置や成膜用の各種蒸着装置、エッチングのためのミリング装置、試料の直接加工が可能な収束イオンビーム(FIB)装置(現在はナノスケール物性研究部門大谷研究室が管理しているが、次年度より量子ナノラボに移管される予定で、今年度より業務の一部をサポートしている)、その他構造評価のための装置、アニール炉、結線用のボンダーなどを有している。また測定に関しては低温強磁場環境での電気伝導測定のための装置と技術を提供している。

今年度新規に量子ナノラボへ利用登録された方は29名である(2023年度は18名)。所内では4部門12研究室の方が利用されており、FIBと低温実験装置を除く主な装置の年間利用回数は1,132回、利用時間のトータルは5,523時間に及び、昨年度と比べて倍以上に増加している(2023年度は507回、2,454時間)。これまで利用のなかった研究室や所外からの微細加工に関する相談も増えてきており、量子ナノラボの担う役割がある程度浸透してきたものと考えられる。図1に昨年度及び今年度の装置利用時間の年間推移を示す。年間を通して装置利用率が大幅に増加していることが見てとれるが、前年に比べ年度前半の差が顕著である。これは量子ナノラボでの試料作製がある程度実を結び、年度を越えた継続的な利用が行われていることを示していると考えられる。

図2は今年度の装置利用の内訳を示したグラフである。最も利用率が高いのは電子線リソグラフィー(EBL)装置(EILIONIX ELS7700)で、全体の43%を占める。次いでイオンビームスパッタ(IBS)蒸着装置(1号機、2号機の合計)が34%と続く。IBSはプラズマの生成と成膜空間が分かれているため、比較的高真空のもとで成膜することができ、通常のスパッタ膜では難しいリフトオフプロセスも、ある程度の線幅までなら可能である。ターゲットは4枚までセットでき、AuやPtなどの通常の金属から磁性体、超伝導体、絶縁体など様々なターゲットが用意されており、当ラボの蒸着装置の主力となっている。次に線幅 $3\mu\text{m}$ 程度までのパターニングに用いられるマスクレスフォトリソグラフィー装置(NeoArk PALET)

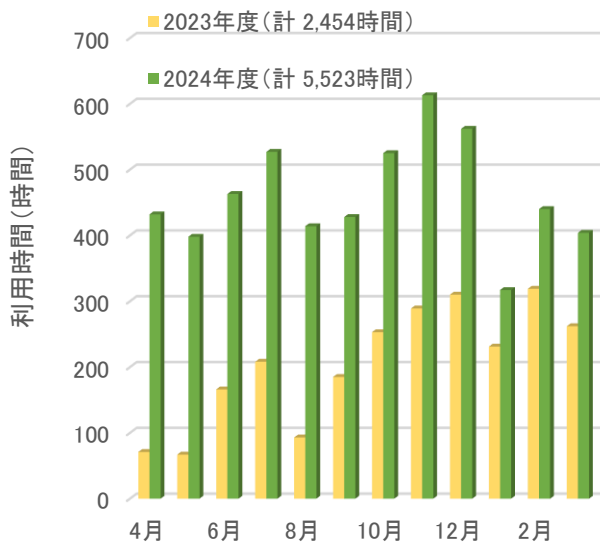


図1. 装置利用時間の年間推移(2023, 2024年度)

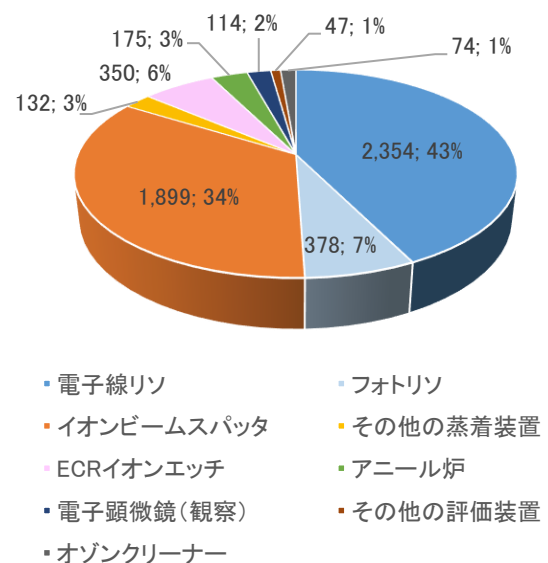


図2. 装置の利用内訳(2024年度、数値単位は時間)

が続き、EBLと併せて利用量の半分を占めていることがわかる。

共同利用での装置利用に関しては、今年度は11件の申請を受け入れ、EBLやECRイオンエッチング装置の利用の他、低温強磁場下での電気伝導測定、室温でのホール測定などをサポートした。

またFIB装置の利用状況については、昨年よりも所内利用が増えて4部門5研究室となり、学内共同利用3件の受け入れも行った。利用時間は年間で1,086時間に達し(2023年度は700時間)、5割以上の増加が認められた。

引き続き当施設の活動を広くアピールして更なるラボ利用率の向上を目指していきたい。

3. 量子ナノラボの運営等

量子ナノラボは、旧家・勝本研究室の微細加工、評価装置等を共有化することでスタートし、昨年までは消耗品等も研究室時代の備蓄を使って運営してきたが、大型装置のメンテナンスにはそれなりの費用がかかり、古くなった装置の更新や消耗品の補充等も行っていかなければならないため、今年度より利用者に一定額の装置利用料をご負担いただき、併せて所からも経費の一部をサポートしていただく形になった点が昨年度までとの大きな違いである。ある程度安定した収入が見込まれるようになったことで、装置のメンテナンスやクリーンルームの整備等を計画的に進めることが出来るようになってきた。引き続き利用者に寄り添った形で、設備や環境を充実させていきたい。

もう一つの変化は、博士課程学生支援オンキャンパスジョブ(OCJ、学生アルバイト)の募集を行った点である。量子ナノラボでは利用者が装置を使い始める際にスタッフによる講習を実施し、ユーザー自身で一通りの操作が行えるようになるまで指導する。講習は現地で個別に対応することになるため拘束時間も長く、ユーザーが増えたことによって2名のスタッフで対応するにはかなり負担が大きくなったため、OCJを活用して、講習の講師、装置メンテナンスのサポート、微細加工手法の開発や条件出しなどを行ってもらうこととした。OCJ業務は装置の操作や維持・管理などに関する専門知識を深めることができ、自身の研究に役立つ技術も身につけられる人材育成的な側面もあるため学生にとっても有益な取り組みと言える。幸い多くの応募があり、うち5名を採用して担当する装置を割り振り、業務にあたってもらった。FIB装置についても担当するOCJ学生を付けると共に、担当職員を研究室側でも雇用していただき、その方たちと連携を取りながら装置の運用や技術面の引き継ぎを行い、量子ナノラボへの移管の準備を進めている。

4. 装置の保守等

今年度、クリーンルーム内に設置されていた古いEBL装置一台を廃棄した。この装置は六本木時代から使用していたもので、電流値を大きく取れるという利点があるが、重ね合わせの精度がそれほど高くなく、試料作製工程が複雑化し重ね合わせの精度が要求されるようになってきたことから徐々に使用されなくなっていたこと、また経年によりメンテナンスの対応が非常に難しくなってきたことなどもあって、処分を決定した。現在微細加工試料の観察用として共用化している走査型電子顕微鏡(SEM)も運用開始からだいぶ時間が経過しており、故障等でサービスが停止しないよう、処分ですいたスペースには、年度末に描画機能を有したSEM(JEOL JSM-7100F)を移設した(図3)。分解能は加速電圧30kVで1.2nmとのことであるが、実際の性能等を確認後、共用装置として皆様にご利用いただく予定である。

その他、IBS2号機の蒸着電源の故障対応(古い電源のため修理不可、代替電源への交換)、2台の蒸着装置のターボ分子ポンプ故障対応、IBS2号機の基板クリーニング機構の入れ換え、ボンダー修理など各種装置の保守を行った。またFIB装置のメンテナンス(Gaソース、SEMフィラメント交換)手配のサポートや次年度実施予定のEBL装置メンテナンスの手配、蒸着ソースやレジストといった消耗品の補充、試薬や廃液等の管理、運用ルールの整備などを行った。



図3. クリーンルームに導入したSEM(JEOL JSM-7100F)

5. その他

ナノスケール部門橋坂研究室の実験室整備、希釈冷凍機移設などのサポート
技術部委員(2023.4～)

令和6年度技術・業務レポート

放射線管理室 野澤清和

日常業務

放射線管理室及び放射線取扱主任者の業務として、放射線障害を防止するために放射線取扱者に対する部局講習等の教育や被ばく状況等の個人管理などを行っている。また、放射線管理室の放射線量測定及び所内のX線装置の登録申請並びにその漏洩線量の測定等を行っている。さらに、これらの管理業務等を行った結果について、監督官庁等に対して各種の届出を行っている。なお、これらの業務の引き継ぎを山浦所員にしてもらうこととなっている。

今年度も全学の放射線管理等についての東京大学全体の会議として、放射線安全懇談会及びエックス線管理ワーキンググループに参加し、全学の放射線管理の現状の把握と共に、東京大学全体での放射線教育及び管理の将来構想について検討している。

通常業務

1. 個人管理

放射線管理室では、毎月放射線取扱者に対して個人線量計の配布と回収を行い、被ばく線量の管理を行っている。令和7年2月現在約200人が放射線取扱者として登録されており、その使用形態も様々である。

2. 法律等に基づく申請、報告等

(1) 「放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律」に基づく手続等

① 令和6年 6月19日 令和5年度放射線管理状況報告書

(2) 「電離放射線障害防止規則」関係

① エックス線装置の定期検査(令和6年6月3日～8月26日)

② 定期検査及び自主検査(令和6年10月1日～令和6年12月24日)

上記の検査を山浦所員及び橋本光博氏と共に行っている。

3. 放射線取扱者の教育訓練

(1) 新規放射線取扱者の部局講習

今年度より、新規放射線取扱者に対する部局講習は山浦所員に引き継いでいる。

(2) 継続放射線取扱者の教育訓練

東京大学環境安全本部作成の再教育訓練資料 No.42 (2024)をネット上で配信し、回答をメールで受け取ることにより、受講を確認した。

- 内 容
1. 放射線の利用と SDGs
 2. 放射線被ばくの循環器疾病リスク
 3. 加速器施設の安全システムの種類とその役割
 4. 少量核燃料施設における計量管理のあり方
 5. エックス線の特徴と発生装置の安全管理

臨時業務

- (1) 環境安全本部の全学放射線安全懇談会にメンバーとして参加
- (2) 環境安全本部の全学エックス線装置管理 WG にメンバーとして参加
- (3) 生産技術研究所柏地区エックス線装置漏洩検査（神子先生と共同）
- (4) 柏Ⅱキャンパスのエックス線装置漏洩線量測定（小林研）
- (5) 物質合成室のグローブボックスの清掃、点検、整備等を石井氏と行なった。

安全衛生及び全学放射線管理

引き続き、物性研究所安全衛生委員として、委員会への出席している。また、環境安全本部主催の放射線安全懇談会、X 線安全管理 WG、放射線施設懇談会等に参加した。

柏Ⅱキャンパス安全衛生委員会に X 線装置の専門家としてオブザーバー参加した。

技術・業務レポート

低温液化室 土屋 光、鷺山 玲子、佐々木 貴子

1. 寒剤供給関係

令和6年度の寒剤供給状況、液化機の運転状況などを下記の表1、図1、表2に示す。

表1 令和6年度 寒剤供給量

	物 性 研	柏キャンパス内 の物性研以外	合 計
液体ヘリウム	91,412 L (109,786 L)	39,009 L (43,080 L)	130,421 L (152,866 L)
液体窒素	136,816 L (153,920 L)	3,858 L (4,596 L)	140,674 L (158,516 L)

※カッコ内は、令和5年度の供給量

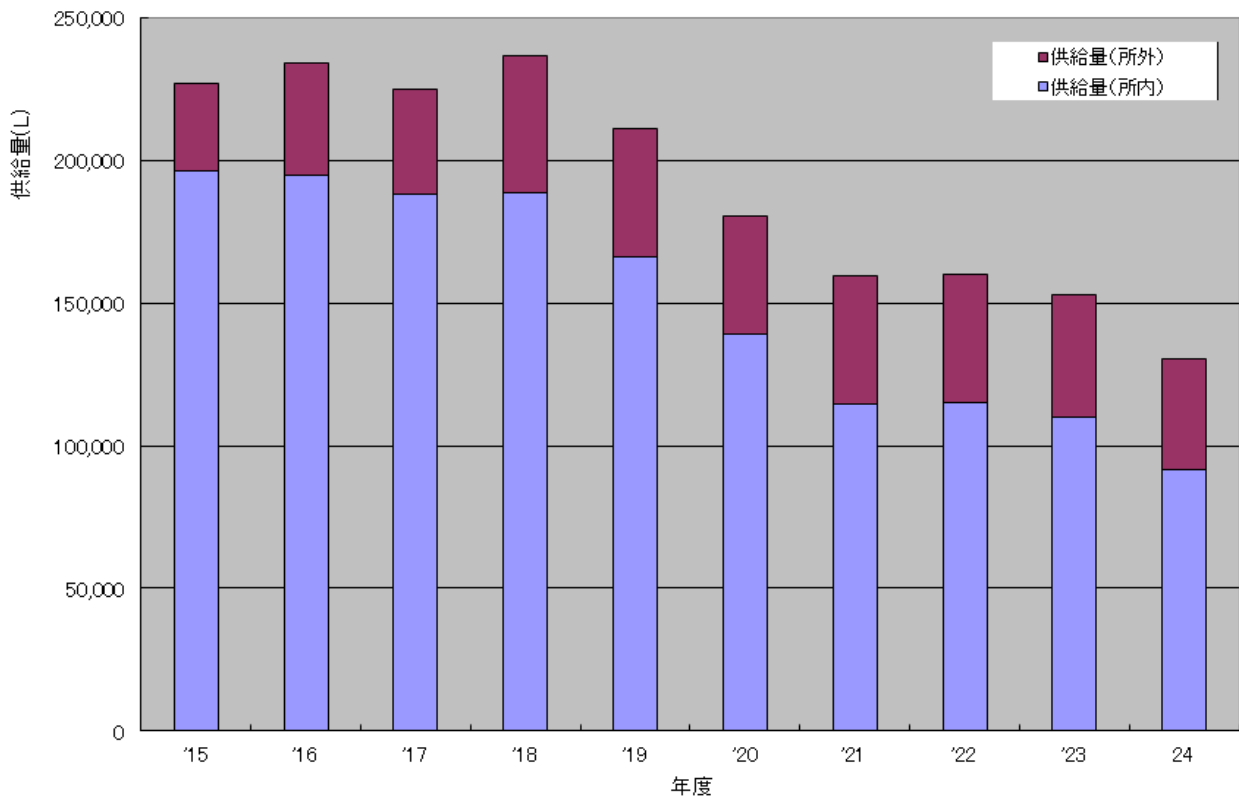


図1. 液体ヘリウム年度別供給量（供給量＝持出量－回収量）

表2 液化時間と供給量

	供 給 量	供給本数	液化時間	液化回数
令和6年度	130,421 L	1,845 本 (1,932 本)	1,649.8 時間	124 回
令和5年度	152,866 L	2,060 本 (2,135 本)	1,407.9 時間	103 回

※カッコ内は汲出本数。運転時間に WarmUp 運転等含まず。

2. 設備関係

[1] 水素混入への対応

LHe 容器の昇温・クリーン化作業を引き続き行うとともに、水素チェック済み LHe 容器の供給を希望する研究室用に、専用の検査器具を使った LHe 容器のチェックを継続して行っている。

○容器の昇温・クリーン化は、86 台完了。

○2024 年度の LHe 容器の水素チェックは、延べ 340 台ほど行った。

[2] 整備色々

- ・中圧ガスドライヤー整備
- ・回収用圧縮機 No. 2 18,000 時間オーバーホール
- ・LN2 自動供給装置更新(図 2)
- ・冷却塔とパッケージエアコンの更新(図 3)



図 2. 自動供給装置更新（左：更新前、右：更新後）



(左上) 冷却塔 (右上) 供給室パッケージエアコン
図 3. (左下) (右下) 圧縮機室パッケージエアコン

3. 高圧ガス関係

① 定期自主検査など

高圧ガス設備の保安検査前検査（4月）及び定期自主検査（10月）を行った。

- ・4月の定期検査は業者に委託し、圧縮機（液化用、回収用 No. 2）のオーバーホール、安全弁・圧力計の交換、各種気密検査、その他必要な検査、CE（液体窒素貯槽）の検査等を行った。
- ・10月の定期検査は液化室員が、液化機、圧縮機、長尺カードルなどの気密検査等を行った。また、業者に依頼し、CEの検査と回収用圧縮機 No. 1 のオーバーホールを行った。

② 保安教育および液化室主催講習会等

例年行っている高圧ガス利用講習（新人教育）を実施した（初心者向けの実習も行った）。原則、経験者を対象としているオンライン講習も引き続き行っている。

従事者対象の保安教育等を行い、従事者の保安意識向上および知識向上に努めている。

③ 高圧ガスボンベ管理状況の確認

毎月行われている産業医巡視にあわせて行っていた、高圧ガスボンベの管理状況の確認（ボンベの固定状況、使用状況、管理状況（登録データとの照合）など）及び管理指導・取り扱い指導等については、人員不足等の理由により、研究室の責任で登録データとの照合を行うことになった。

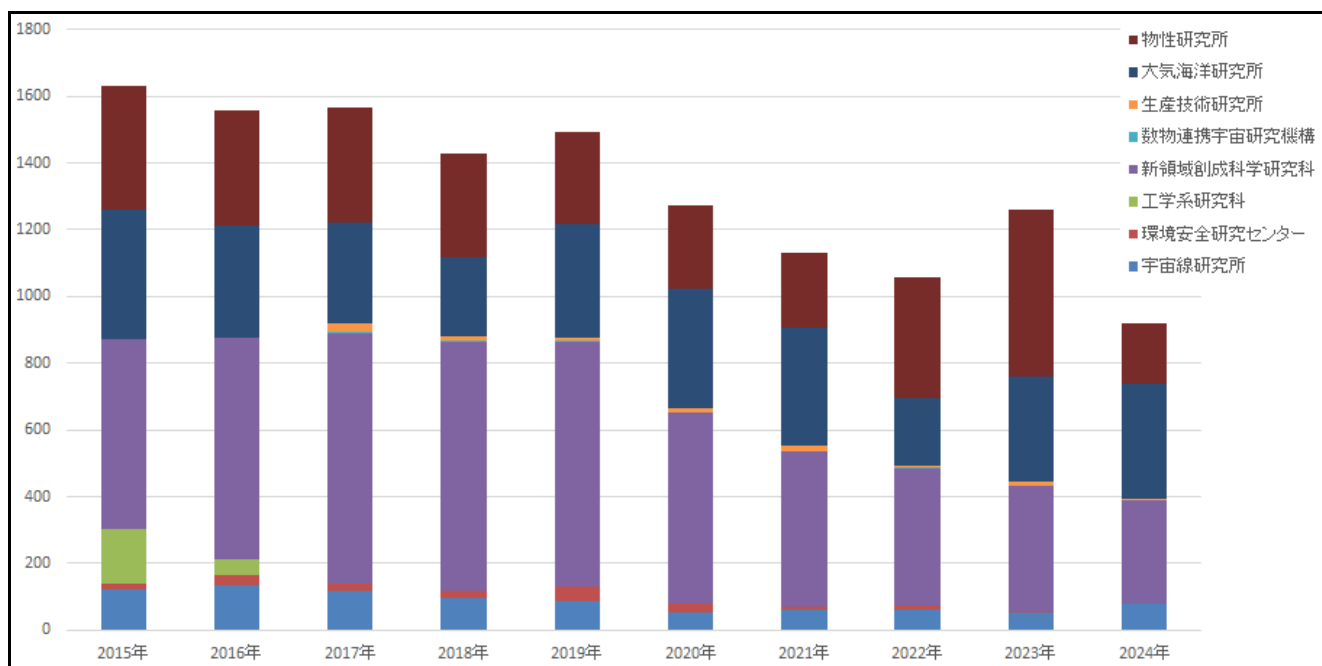


図 4. ガスボンベ使用量の推移（年別・管理システム登録数）

④ 法対応など

- ・柏キャンパス内の高圧ガスに係る各種申請・看板整備等を行っている。

4. 広報活動など

ホームページなどを利用した各種情報提供、告知等を行った。

【ヘリウムガスの再液化事業（液化依頼）】

ガス関連企業 1 社から申請があり、6 月～2 月にかけて再液化を行った。液化量等については、下表を参照のこと。

表 3 再液化事業実績

年度	申請件数(件)	再液化供給量(L)	供給本数(本)	容器サイズ
2020	1	156	2	100L
2021	5	8,079	49	50L～500L
2022	7	8,997	55	50L～1,000L
2023	1	0	0	---
2024	2	49,040	100	250L, 500L

- ・ガス持込形態：カードル、簡易カードル、バラ瓶、海外容器など
- ・ヘリウムサプライヤーが概ね窓口となり申請が行われた
- ・公的機関のユーザーが液体ヘリウムを入手することができ、セーフティーネットとして機能したと推測

5. 学会・研究会・研修などへの参加、技術職員研修の実施

- ・2024 年 5 月 28 日～ 29 日 大阪大学主催による移動用圧縮機によるヘリウム回収見学他に鷺山が参加
- ・2024 年 11 月 24 日～ 27 日 2024 年度秋季 第 108 回 低温工学・超電導学会研究発表会 参加
- ・2025 年 1 月 23 日～ 24 日 研究基盤 EXP02025（岡山大学）に鷺山がパネリストとして登壇。土屋は聴講参加
- ・2025 年 3 月 6 日 ～ 7 日 総合技術研究会 2025 筑波大学に鷺山が参加
- ・鷺山が、前年度に引き続き低温工学・超伝導学会の環境・安全委員会委員に従事。

6. 2025 年度の年間予定

2025 年度も第 1 種製造所として義務づけられている定期検査、保安教育等を行うとともに、寒剤利用者及び作業従事者が安全に高圧ガスを利用できるよう適宜、教育・指導等を行っていく。

また、学会や研究会等へも積極的に参加（発表）し、様々な知識の習得に努める一方、技術や安全に関して、他機関との意見交換や情報共有などを積極的に行っていく予定である。