

目 次

はじめに	1
1. 技術・業務報告	
先端計測研究部門	
	浜田 雅之 2
多様物性研究部門	
	飯盛 拓嗣 4
数値物性科学研究施設	
	福田 毅哉 6
	本山 裕一 8
	矢田 裕行 10
物質創成研究センター	
	石井 梨恵子 12
	後藤 弘匡 14
中性子科学研究施設	
	川名 大地 16
	杉浦 良介 18
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	
	原沢 あゆみ 20
量子ナノ物性研究センター	
	橋本 義昭 22

低温液化室

土屋 光、鷺山 玲子、佐々木 貴子 24

2. 第6回東京大学技術発表会 報文

「水素インターカレーションで形成されたナノグラフェンの電子状態」

飯盛 拓嗣 28

「物性研究所における安全衛生管理体制」

石井梨恵子 29

「放射光施設での技術職員の役割」

原沢 あゆみ 30

「微細加工共通施設 量子物質ナノ構造ラボ（研究室から共通施設へ）」

橋本 義昭 31

「走査プローブ顕微鏡に関連した技術開発」

浜田 雅之 33

3. 令和7年度 核融合科学研究所技術研究会 報告書

ヘリウムガス再液化事業概要 II

土屋 光、鷺山 玲子、佐々木 貴子 35

技術・業務レポート提出技術職員数 14名

(技術職員総数 29名)

はじめに

2005 年 4 月に物性研究所技術部が発足してから、今年度で 22 年目となりました。現在、物性研究所の技術部には技術職員、技術専門職員、技術専門員、上席技術専門員、学術専門職員の職名で 29 名の技術系職員が在籍しています。技術職員の活動は、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います。

また、2012 年 4 月に設立された総合技術本部のもとで学内ネットワーク構築が進められてきましたが、今年度は部局ごとに分散している技術職員組織の一元化成立に向け、全学的な技術力向上や連携強化をめざした具体的なアクションが進められております。さらに、物性研究所においては 2026 年 4 月に組織改編（部門再編など）が行われ、新しい体制のもとで第 4 世代への移行とさらなる発展を目指した取り組みが進められています。

このような変動の多いなかで、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 22 巻目となります。このレポートは、安定した研究・教育環境の維持と創成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と発展、また新しい取り組みへの挑戦など様々な方面から報告がなされています。これらを共有することで、技術力を高め、先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小林所長、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。

2026 年 9 月

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

技術・業務レポート

多様物性研究部門 飯盛拓嗣

(1) 共同利用実験(光電子分光測定)など

超高真空下での光電子分光(PES)装置や岡崎研究室の時間分解 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。) 図 1 に、様々な試料の状態に合わせて試料をホルダーに肯定している様子を示す。

(a) PES @A038 室 (装置のメンテナンス、PES 共同利用実験の補助と指導)

所内内部利用(松田(巖)研究室 約 3 週間) ARPES (図 1(a))

吉信研究室 (前期 約 2 週間) XPS (図 1(b))

新領域創成科学研究科 布浦研究室 (後期 約 10 週間) XPS (図 1(c))

(b) laser-PES @D101 室 & 高分解能 ARPES @A (試料準備の補助、共同利用実験の補助)

近藤研究室 高分解能 ARPES

(c) フォトンファクトリー@つくば (放射光 PES 実験)

東京科学大学 中辻研究室 (約 2 週間) ARPES & XPS@BL-02, BL-13, BL-28

図 1(b) の銅製治具や(c) のモリブデン製の試料ホルダー等の実験で使う部品の一部は物性研・工作室に依頼して作成していただいたことで、スムーズに実験を進めることができました。感謝の意を示します。

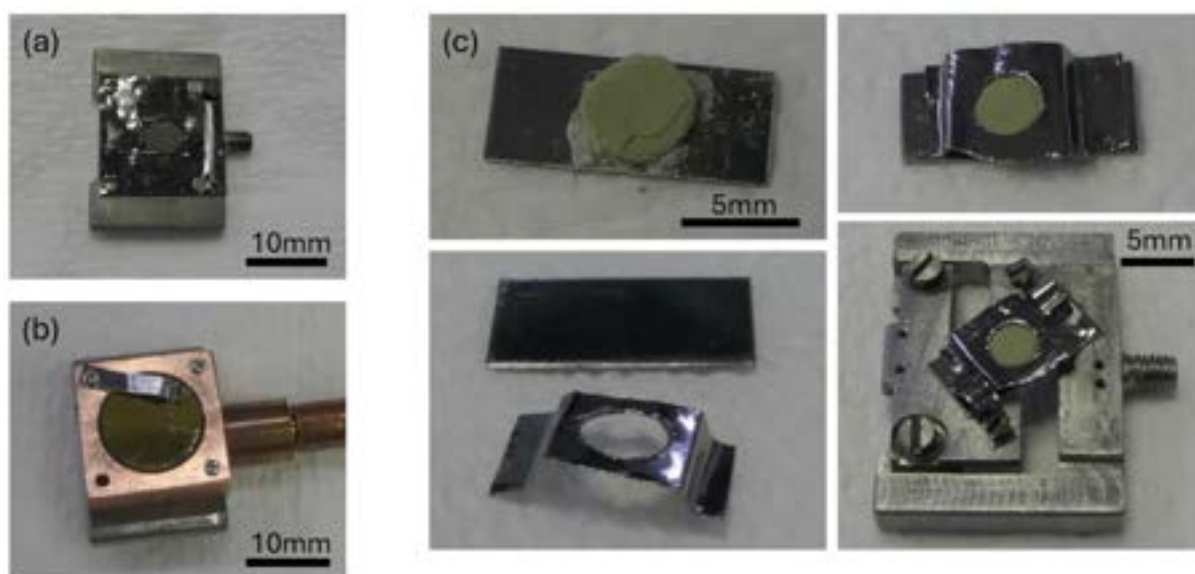


図 1 試料ホルダー(サイズ(ネジ部除く)~24mmx17mm)への固定。(a) ニッケル・メッシュ上に固定した微小試料。(b) シリカ基盤上の金ミラー試料。(c) ペレット化した粉末試料をタンタル基板上に固定した。

令和7年度 技術・業務レポート

物質設計評価施設 福田 毅哉

令和7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から「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」、情報技術室の業務から「メールアドレス回収調査、ストックルーム管理システム」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

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、たくさんの研究者の利用に恵まれ、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、私は全国共同利用と計算物質科学スーパーコンピュータ共用事業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。

本報告期間中には、令和6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。そこには、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、学位授与機関、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12年間では、214名の博士、522名の修士を生み出してきている。これらは、スパコン運用の成果を示す一つの指標として、重要な数値である。

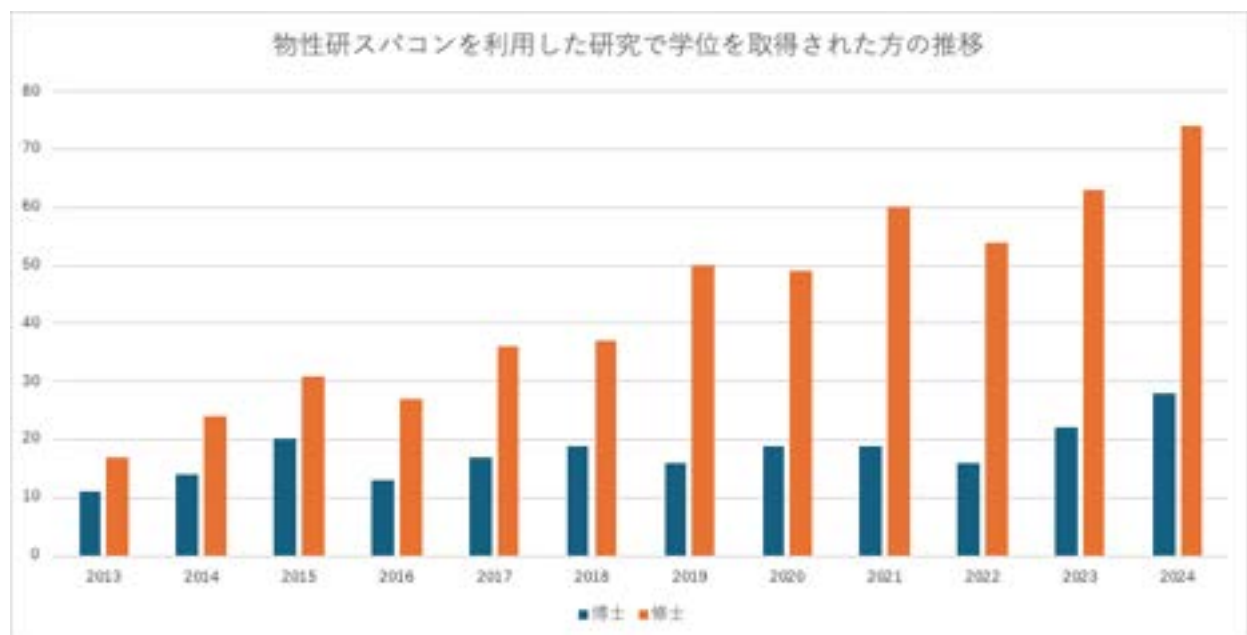


図1. 物性研スパコンを利用した研究で学位を取得された人数の推移

物性研スパコンのアクティビティレポートは、下記をご覧ください。

<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、外国籍の方は入国後半年経たない期間は非居住者であり、安全保障輸出管理の観点から物性研スパコンを使用することができない。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から強い要望が寄せられていた。そのようなことから学内関係部署との折衝を続け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た。

2022年度は18名、2023年度は12名、2024年度は4名、2025年度は5名の利用者があった。申請案内から、申請書の形式確認、法令に照らし合わせた予備調査（国連武器禁輸国・懸念国や外国ユーザーリストに該当していないかといった確認など）、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。

2. 情報技術室業務

メールアドレス回収調査

物性研では、東大のアカウントとは別に物性研独自のアカウントを運用している。それと紐づいた形で物性研メールアドレスの運用も行っている。不要になってそのままになってしまったアカウントやメールアドレスがあるとセキュリティリスクとなるため回収しなくてはならない。対象となるアカウントとメールアドレスは数十の研究室（数百のアカウント）に及ぶ。それらの運用等については詳細を記すことはできないが、手間と時間がかかる作業となっている。

ストックルーム管理システム

ストックルームでは、所内ユーザ向けに、およそ1000品目の物品を払い出せるようにしている。情報技術室では、その管理システムの構築と運用を担当している。本報告期間においては、新たに「払い出し一覧モニタ」を設置した。

以前は、端末を用いて払い出し登録を行なっても、（ネットワーク負荷が高いと）レシートが出ないことがあった。そのため、払い出し登録ができたのか、できていないのか不明となってしまう物品を持ち出せないことがあった。これを解消するため、払い出し物品がDBに登録された時点でモニタに表示される²ようにして、仮にレシートが発行されなくとも登録が確認され物品を持ち出せるようにすることができた。（ただし、管理システムを改修³したため、レシートが印刷できないという事象は発生しにくくなっている。）

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 レシートが出なかった場合は、状況確認後にレシートを発行することとしている。

³ 通信プロトコルを変更した

技術・業務レポート

物質設計評価施設（現：数値物性科学研究施設）・大型計算機室 本山裕一

2025 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(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営業務(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。

2025 年度ソフトウェア高度化課題

2025 年度、PASUMS は以下の 2 つの課題を採択し、支援した。

ベイズ最適化パッケージ PHYSBO

提案者：田村 亮 (物質・材料研究機構 / 東京大学)

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

課題内容：ベイズ最適化パッケージ PHYSBO(2020 年度課題)の高度化として、多目的最適化の高速化や連続値最適化対応、可搬性の向上(Pure Python 化)などを行った。

第一原理量子モンテカルロ法パッケージの高度化

提案者：中野 晃佑 (物質・材料研究機構)

公開 URL：https://sissaschool.github.io/turboRVB_website/

課題内容：第一原理量子モンテカルロ法、とくに拡散モンテカルロ法のパッケージ TurboRVB と、高レベル入出力インターフェース TurboGenius / TurboWorkflows について、入出力パラメータの整理やドキュメント(リファレンスマニュアル・チュートリアル)の整備を行った。

2025 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*] Y. Motoyama, T. Okubo, K. Yoshimi, S. Morita, T. Aoyama, T. Kato, and N. Kawashima, "TeNeS-v2: Enhancement for real-time and finite temperature simulations of quantum many-body systems," Computer Physics Communications **315**, 109692 (2025).

[2*] K. Yoshimi, Y. Motoyama, T. Aoyama, M. Kawamura, and N. Kawashima, "Project for advancement of software usability in materials science," Science and Technology of Advanced Materials: Methods **5**, 2564055 (2025).

学会・研究会発表

2025 年は PASUMS10 周年であり、それを祝して物性研短期研究会「物性研究所ソフトウェア開発・高度化プロジェクト研究会～計算物質科学の発展を支えるオープンソースソフトウェアの開発と普及」を開催した(本山も世話

人を務めた)。詳細は物性研だより第 66 巻第 1 号の 32-34 ページに報告されている。

- [1] 「動的平均場理論ソルバーDCore と Bethe-Salpeter 方程式ソルバーChiQ の高度化」物性研究所スパコン共同利用・CCMS 合同研究会「機械学習と計算物性科学の未来」@物性研、2025-04-03 (ポスター)
- [2] 「DMFT Solver Dcore and Bethe-Salpeter Equation Solver ChiQ」日本物理学会@広島、2025-09-18 (ポスター)
- [3] 「オープンソースライセンス」物性研究所ソフトウェア開発・高度化プロジェクト研究会～計算物質科学の発展を支えるオープンソースソフトウェアの開発と普及@柏の葉サテライト、2025-10-20 (口頭)
- [4] 「ODAT-SE によるベイズ推定とモデル選択」ODAT-SE:2025 年度第一回意見交換会@オンライン、2025-12-24 (口頭)
- [5] 「2 次元格子上の量子格子模型のテンソルネットワークソルバーTeNeS」第 26 回 High Performance Computing Physics (HPC-Phys)勉強会@オンライン、2026-02-02 (口頭)

ソフトウェア講習会

- [1] 2025-05-13 DCore+ChiQ 講習会 (物性研、ハイブリッド)
- [3] 2026-02-25/27 第 48 回 CMD ワークショップ「マテリアルズ・インフォマティクス」ODAT-SE 講義・演習 (大阪大学、オンライン)
- [2] 2026-03-27 ODAT-SE 講習会 (物性研、ハイブリッド)

技術・業務レポート

附属数値物性科学研究施設 大型計算機室・情報技術室 矢田裕行

2025 年度までは物質設計評価施設設計部 大型計算機に所属し、2026 年度からは改組により数値物性科学研究施設に所属することとなった。大型計算機室ではスーパーコンピュータの運用にかかる冷却設備の管理や全国共同利用を含む運用業務を行っている。また、物性研所内のネットワークおよびサーバ等の運用を行う情報技術室にも所属し、運用やユーザサポートなどの業務を行っている。2025 年度において、定常的でない業務として関わったものを以下に列挙する。

仙台オフィスへのネットワーク接続

2025 年 2 月に仙台オフィスのネットワーク接続を行なった。キャンパス間は SINET L2VPN を利用し、申請については情報基盤センターネットワークチームより多大な助力をいただいた。東北大学 SRIS 棟における東北大学の学内ネットワーク関連の申請は東北大学総合技術部より多大な助力をいただいた。末端の機器以外については事前に設定を完了させ、仙台オフィスにて現地作業を行う際には末端の機器の設定と疎通確認のみとなるように準備作業を行い、当日はおおむね予定通りのスケジュールで完了した。

事務部ネットワーク切り替え

2025 年 11 月に物性研事務部にて端末の更新が行なわれた。この際にネットワーク構成が本部事務と同一のものに変更となり、事務室において配線変更等および不要となる機器の撤去を実施した。規程により新環境へ移行できない機器については、該当する機器を継続利用できるよう新規配線と設定変更を実施した。また、部局独自で運用しているシステムへのアクセスについて端末側での対応ができない部分があったため、システム側で設定変更などの措置を行なった。

この更新に際して不要となった PC について、セキュリティ対応が終了する Windows10 についての廃棄措置および利用可能な Windows11 対応機種へのデータ削除と部局内での再利用についても対応を実施した。

UTokyo Wi-Fi アクセスポイント更新

物性研においては 2022 年度の事業で UTokyo Wi-Fi アクセスポイントの設置が行われた。この時には機器更新の対象外とされた会議室およびゲストハウスのアクセスポイントについて 2025 年度の事業で更新を行なう旨の連絡があり、必要な対応を行った。

VPN 更新

4 月にセキュリティの問題が確認されたため、当時使用していた VPN 機器の運用を停止した。後継機器については機能を大幅に縮小した構成として経費を圧縮することが所内での議論の上で決定され、その仕様にて 11 月にサービスを再開した。

物性研技術部・総合技術本部

2025 年から物性研技術部の委員に選出されている。毎月の技術部懇談会・技術部会議の準備などを主に担当している。

企画調整室からの依頼により、総合技術本部の web サーバや DNS について管理を行っている。企画調整室や幹事の依頼に基づいてホームページの更新などの実務を実施した。

3 月に開催された第 6 回技術発表会の実行委員を担当した。主に担当したのは web サーバの設定と当日の会場における映像や音響設備の運用、zoom 配信である。2016 年の第 1 回技術発表会にて使用した時と比べて設備が大幅に追加されていた。授業・講義を配信できるような映像・音響設備が設置されているほか、UTokyo Wi-Fi / eduroam による通信環境も十分であり、新型コロナウイルスの感染拡大への対応を端緒とした設備増強により教室等の環境が充実し配信等がやりやすくなったことを感じた。また zoom 配信を効率よく行うために、情報技術室で保有する貸出用の PC を技術発表会の会場へ貸し出しを実施した。会場の設備と情報技術室から持ち出した PC を利用することで、技術発表会の口頭発表やパネルディスカッション等はおおむね問題なく配信が行われた。

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 線回折装置の回転ステージの交換と X 線位置調整

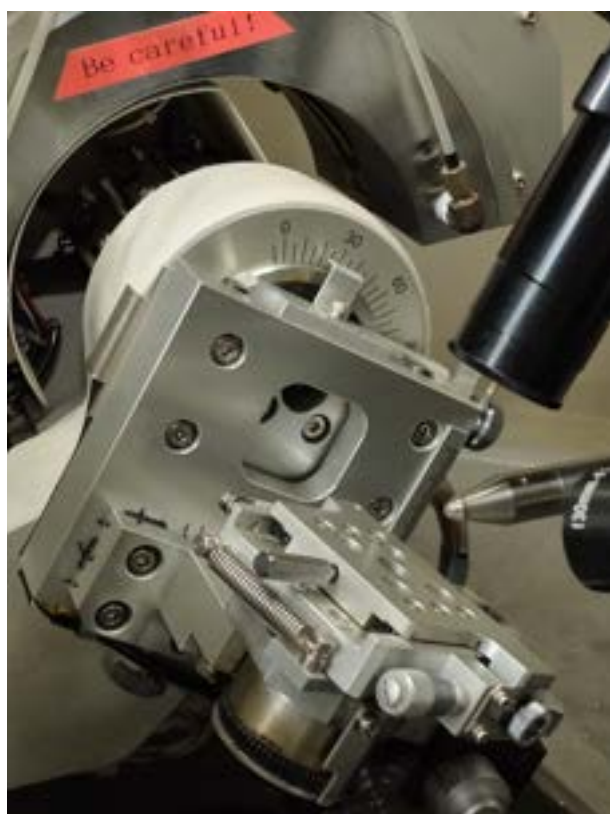


図1 回転ステージ付近の写真

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、回転ステージ(ω , χ , ϕ)の ϕ 軸のデータムが取れなくなり、測定中に試料を回転させる事ができなくなる不具合が発生した。回転ステージのベアリング部の掃除や油差し、モーター交換などを試したが改善せず、結局、回転ステージをまるごと交換する事になった。

回転ステージの全交換を行ったところ、試料位置を合わせる時に使う顕微鏡の視野から ϕ 軸の回転中心が大きくずれただけでなく、 ω , χ 軸の回転中心も顕微鏡のピント位置から大きくずれてしまった。そこで、まずは、ステージとカメラの位置や角度の調整を行って顕微鏡の視野内に ϕ 軸の回転中心が入るよ

うにした。次いで、 ω , χ , ϕ の三軸の回転軸を顕微鏡のピントの位置の一点に合わせる作業を行った。これにより、顕微鏡のピント位置に試料を合わせておけば、 ω , χ , ϕ 軸を回転させても試料がその位置から動かないようになる。この調整が甘いと自分が思っている位置に X 線が当たらず、ずれた位置に X 線が当たってしまう。最後に、回転ステージに穴あき治具をセットして、最終的に、治具に空いてある 30 μ m の穴の中心に 30 μ m まで絞ったビームが通るように X 線位置を合わせた。

これにより、極微小領域の測定ができるところまで復帰させる事ができた。

これまでも X 線位置の微調整は行った事があったが、今回の様にステージの位置ごと大きくずれたことはなかったため調整には苦労したが、良い勉強になった。

②Capri500ton 油圧プレスのアンビル交換

Capri500ton プレスは、最大 7.7GPa-1600℃程度の高温高圧力を試料部に発生させる事ができる高温高圧発生装置であり、主に地球科学や新物質合成などの研究を行うユーザーによく利用されており、物質(鉱物など)の地球深部での振る舞いや新物質の合成に欠かせない装置である。

今回は共同利用研究者が利用中にブローアウトが発生し、6 個あるアンビルのうち 5 個が破損してしまった。ブローアウトが発生した原因はハッキリしないが、高圧セルの工作精度が甘かったために試料などがある一方向に偏って、そこから試料が噴き出してブローアウトが発生した可能性が高いと考えている。

対処としては、破損したアンビルを全部交換した。アンビル交換後、何度か銅ブロックを用いた仮押しを行い、銅ブロックの面間隔やヒレの厚みが均等になるようにアンビルの取り付け位置や角度などの微調整を行い、使える状態まで復帰させた。

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、高圧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

高圧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 を使った高温高圧実験、微小部 X 線回折装置、及び、高圧その場 X 線回折装置を使った試料の分析などの高圧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、小濱研、岡本研、北川研、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、久留米工業大学などからの利用があった。

5. その他

高圧合成室は、2026 年度末までを目安に実験室を縮小する事になった。現在、高圧合成室は A 棟の一角にあり、中は区切られて大小の 5 部屋に分かれているが、これを 3 部屋分まで縮小する事になった。これを実現するために、高圧合成室で行っている実験の一部を今後は行わない事とし、それに伴って使わなくなる装置類を廃棄、または、他の施設等へ移設して部屋を空ける事にした。今回は、DAC とレーザーを組み合わせた超高温高圧実験(外熱式と室温 DAC は残す)と DAC 用にカスタマイズされていた分析装置などを移設、または、廃棄する事にした。

2025 年度中に予定していた装置の廃棄は終了したが、移設はまだ終わっていない。移設先の研究室の都合もあるためスケジュールはまだ確定できていないが、移設を終えた後、廃棄と移設によって空いたスペースに、今後も使用する装置類を順次移設し、最終的に 2 部屋を空ける予定である。

2025 年度業務報告

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、私が主体的に取り組んでいる (i) JRR-3 における共同利用支援システムの整備、(ii) J-PARC MLF における装置整備に関して、この 1 年の状況について報告する。

1. 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。昨年度報告したとおり、2024 年度までに安全教育ストリーミングを整備し、成果登録・公開システムを完成させた。

もともとは、JRR-3 全体を総括するユーザー支援サイト JRR-3 RING [2] のもと、本学と JAEA と独立に運営されている共同利用の手続きの統合・一元化を目指すものであったが、異なる組織体制など事情もありすぐには進められないことや、その一方で、ユーザーは日々来所してきて共同利用を運営していく必要もあることから、我々側では兄弟サイトとしてこの NSL RING を整備し運営を行ってきた。現在、システムが完成形になってきたことから、事務手続きのような共通化の敷居の低い要件から、段階的に一元化を進めている。その手始めに、上記の安全教育ストリーミングの一元化を進めた。

2025 年度は、放射線業務従事者登録の一元化を行った。本学であっても JAEA であっても、外部ユーザーが JRR-3 で実験をするためには、JAEA で放射線従事者として認定されるための指定登録という手続きが必要である。これまでは、それぞれの機関がメールベースで独立して行っていたが、本学では 2022 年度までに NSL RING に移行した。一方で JAEA も 2025 年度中に JRR-3 RING への移行の目処がたっている状況であった。そのため、私が中心となって JAEA 側の担当者に調整を進め、NSL RING で実装したコンテンツを移入する形で、本家である JRR-3 RING の方に統合的に整備することとした。

システム化されたことで、それぞれに事務担当者がいるにしても、共通の環境で運用できていることが大きな利点である。特にユーザーのガラスバッジの発行状況などを、それぞれ口頭でアナログ的な確認を行っていたものが、システムを通じて系統的に管理できるようになり、事務業務の負担軽減も計られている。

2. HRC における連続ゴニオスキャン法の開発と科研費申請

J-PARC MLF の BL12 に設置されている高分解能チョッパース分光器 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運営し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に担当するとともに、装置周辺機器などを遠隔制御する機器制御プログラム YUI や測定データを解析するためのプログラム HANA といった専用ソフトウェアの設計・高度化も行っている [4,5]。

一方、装置の高度化の一環として、ゴニオメーターの連続スキャンシステムの開発を、私が科研費を申請して進めることとなった。HRC での多くの実験では、図 1(a)のように、ゴニオメーターの設定角度を少しずつ変えながら測定を繰り返す、ステップスキャンを行っている。しかし、角度移動中に測定が中断することや突発的な加速器停止への対応など課題も多い。その解決策として、図 1(b)のようにゴニオメーターを連続的に揺動させながら測定を継続して行う連続スキャンの導入を、装置スタッフで長らく検討していた。この方式では、検出される中性子に対してその時刻のゴニオメーターの角度を正確に知る必要があるが、直接観測することは難しい。そこで、揺動開始時刻からの中性子検出時刻までの経過時間とゴニオメーターの回転速度などの揺動プロファイルの関係から角度を計算することによって、正確な角度を求めることを提案した。

本開発を進めるにあたり、ハードウェアの購入・製作やソフトウェアの整備が必要である。これらに必要な予算を確保するために、施設長からの後押しもあり、2026 年度から 3 カ年の計画として科研費基盤研究 C へ応募することとした。技術職員が科研費を申請するにあたっては、応募資格に係る説明書及び意見書という様式を施設長名義で提出する必要があった。申請書本体執筆の際は、物性研究の場合は必ず出てくる物質の具体名は一切出さず、純粋に装置開発に関する内容に絞って記述した。装置責任者の教員からの助言をいただくとともに、適宜、生成 AI による添削も活用して申請書を完成させた。その結果、2 月末に採択の通知をいただくことができた。採択通知後は、早々にハードウェアやソフトウェアの仕様を詰めて、導入された機器から事前の初期設定を行うなど、着実に進めている。

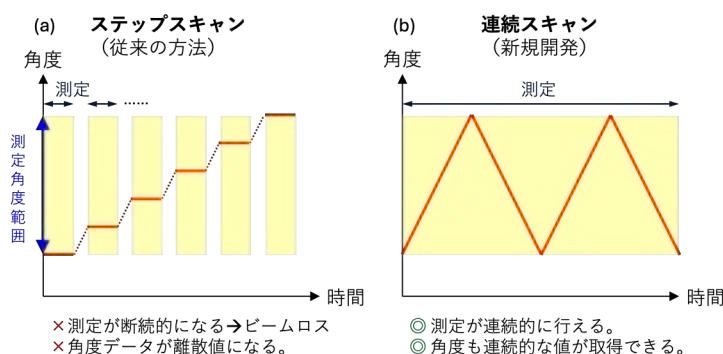


図 1 (a)ステップスキャンと (b)連続スキャンのイメージ

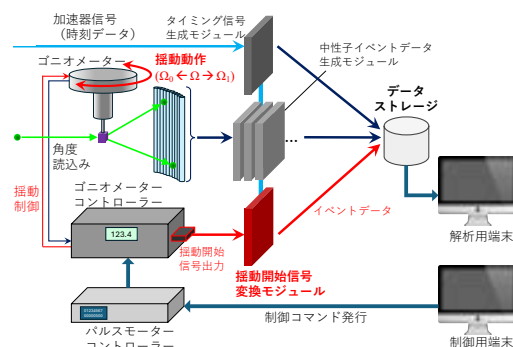


図 2 連続スキャンシステムの概略図。開発対象箇所を赤字で示している。

3. 成果発表等

- ・ 第 1 回 JRR-3 ユーザーズミーティング, 日本原子力研究開発機構原子力科学研究, 東海村, 2025/12
川名大地他「大学共同利用支援システム NSL RING の現状」(ポスター) →上記 1.に関連

参考文献等

- [1] <https://nsl-appl.issp.u-tokyo.ac.jp/ring/index.php>
- [2] <https://jrr3ring.jaea.go.jp/index.php>
- [3] S. Itoh *et al.*, JPS Conf. Proc. **33**, (2021) 011058.
- [4] D. Kawana *et al.*, J. Phys.: Conf. Ser. **1021**, (2018) 012014. →上記 2.に関連
- [5] D. Kawana *et al.*, JPS Conf. Proc **45**, (2026) 011052. →上記 2.に関連

2025 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、2025 年度は 7 サイクル（28 日/1 サイクル）稼働した（12 月から翌年 3 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。

2025 年度は、 ^3He 無冷媒冷凍機や 1K 冷凍機などの 1.0K 以下の極低温での実験課題が多く、冷凍機の運転準備や不具合対応等を行った。

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）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



図 1：JRR-3 全景

図 2：炉室、図 3：ガイドホール



図 4, 5：無冷媒極低温冷凍機

（上： ^3He 無冷媒冷凍機、下：1K 冷凍機）

合対応等を行っている。

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。

二次元検出器（2D-PSD）を 4G 三軸型中性子分光器（GPTAS）にて利用するために、ガイドホールから炉室に移動させた。2D-PSD は多量の ^3He ガスが封入されているため衝撃厳禁であり、検出器本体は重心が高くバランスが悪いため、移動には細心の注意を払う必要があった。また、4G を含む炉室の装置は中性子ノイズが高いため、検出器遮蔽体およびコリメータを設置した。

三軸分光器は平坦な石床面上をエアークッションで $20\mu\text{m}$ 程空気浮上させ駆動するため、石床の平坦性は装置の安定稼働に非常に重要である。しかしながら、経年劣化により石床の平坦度は悪化し、一部の石床継ぎ目に $30\mu\text{m}$ 以上の高低差が生じた。そこで、石床表面を研磨することにより段差や歪みを取り除き、エアークッションが円滑に駆動できるようにした。

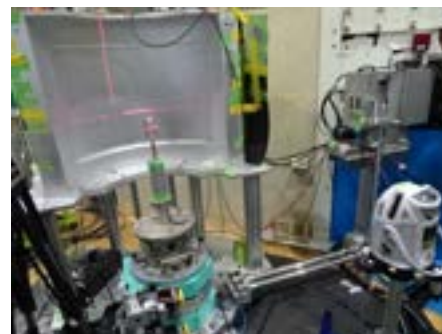


図 6：2D-PSD（光学調整）



図 7, 8：2D-PSD の遮蔽体（上）、
コリメータ（下）



図 9：石床研磨（C1-1）

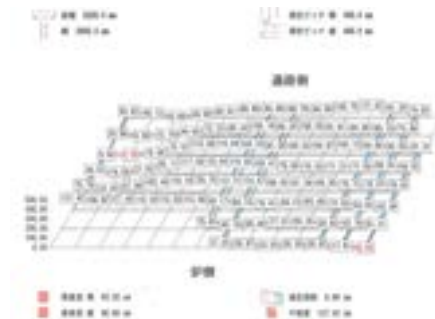


図 10：石床研磨後のデータ（5G）

新しい技術職員組織を考える ―技術職員組織の検討と現在地

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 原沢 あゆみ

1. はじめに

2025 年度は、これまで担当してきた放射光施設関連の業務を各担当者に引き継ぐとともに、新しい技術職員組織の構想や体制の検討に多くの時間を費やした一年であった。

本稿では、2025 年度に担当した業務を振り返るとともに、新しい技術職員組織の検討において考えてきたことを述べたいと思う。

2. これまでの技術業務と引継ぎ

2025 年度前半には、3 GeV 高輝度放射光施設ナノテラス SOR 施設関連設備において、安全に関係する装置の製作や運用に必要となる各種手続きへの対応を行った。また、これまで担当してきた業務について、今後も継続して運用できるよう、関係者への引継ぎを進めた。

また、柏地区では、これまで関わってきたレーザー励起スピン・角度分解光電子実験装置について、必要な維持管理を継続し、担当する業務の中心が変化する中でも、装置を安定して使用できる状態に保つため、状況に応じた対応を行った。そして、これまで担当してきた技術業務に必要な対応と引継ぎを進め、その後は新しい技術職員組織の構想と設計に関わる業務が中心となった。

3. 新しい技術職員組織の検討

この1 年間は、全学の技術職員組織の構想のために、検討 WG の会合や意見交換会の開催、関係者への説明などに取り組んだ。

新しい組織を考える上で、それが何を目的とする組織なのか、現在の業務や部局との関係をどのように位置づけるのか、技術職員一人ひとりがどのように関わっていくのかを、具体的に考える必要があった。さまざまな立場や業務を踏まえながら、それらを組織の形や規程の中にどのように表していくか、検討を重ねた。特に、新しい組織について、多くの技術職員の理解と納得を得ながら進めるためには、どのような組織とすることが望ましいのかについて考えた。技術職員の業務内容や専門分野、所属部局、これまでの経緯はさまざまであり、新しい組織への期待や受け止め方も一様ではない。日常の業務をどのように大切にしていくのか、現在の所属や職場との関係はどうなるのか、新しい組織の活動にどのように関わるのかなど、それぞれが抱く疑問や不安も踏まえて考えていく必要があった。

そのため、会合を重ね、意見交換会などを通じて、検討状況や考え方を伝えるとともに意見を聞く機会を設けた。しかし、こちらの考えを十分に伝えられたか、寄せられた意見を適切に受け止め、その後の検討に生かすことができたかについては、振り返るべき点が残っている。

2025 年度の検討は、さまざまな立場にある技術職員が関わる組織の形を探り、今後さらに整理していくべき課題を明らかにしていく過程であった。

4. 新しい技術職員組織で大切にしたいこと

新しい技術職員組織の検討は、技術職員を一つの枠にまとめること自体を目的とするのではなく、一人ひとりが持つ技術や知識、業務経験を生かし、それらを必要に応じてつなぐことのできる組織が望ましいと考えている。技術職員の仕事は、先進的な研究の支援、高度な装置の開発や専門的な分析・加工など、成果が見えやすい業務だけで成り立っているものではない。学生実験の準備や実施への対応、施設等の日々の点検や保守、安全管理、利用者への説明、相談への対応、手続き、関係者との調整など、さまざまな業務の積み重ねによって、それぞれの専門的な技術業務が成り立っている。新しい組織においても、各職場で担われている日常の業務を大切にすることが、その基盤になると考えている。その上で、対応が難しい課題が生じたときに、所属や専門分野を越えて相談し、必要に応じて協力できる関係を築いていくことも、新しい組織の役割の一つになると考えている。誰がどのような技術や経験を持っているのかを互いに知ることは、そのためのきっかけとなると考えられ、技術・業務データベースの整備も組織の検討の基盤としている。

また、新しい組織をつくることは、すべての業務を全学で共通化したり、現在の部局で行われている業務を一律に変更したりすることではない。それぞれの職場で培われてきた技術や経験、仕事上のつながりを尊重しながら、共有できるものや協力できる部分を広げていくことが大切だと考えている。現在の業務を大切にしながら、個々の技術や経験を組織の中で生かし、必要なときに互いにつなげることができるよう、具体的な仕組みや活動について検討を進めている。

5. 技術職員が組織の中で育つために

新しい技術職員組織には、現在の業務を継続していくことに加え、技術職員一人ひとりが、自らの技術や経験を深め、将来に向けて成長していくことのできる環境も必要だと考えている。技術職員の成長は、日々の業務の中で生じる課題に向き合うこと、周囲の職員と相談すること、異なる技術や考え方に触れることなどが、新たな知識や経験を得る機会になる。また、自らの技術や経験をほかの職員に伝えることは、技術の継承につながるだけでなく、伝える側にとっても、これまでの知識や業務を整理し、捉え直す機会になる。身近な人たちに加えて、異なる部局や分野の教職員にも相談できること、経験を重ねた職員が自らの技術や知識を次の世代に伝えられること、新しい技術や業務に関心を持つ職員が所属を越えた活動に関わる機会を得られることが大切であると考えている。

さらに、所属を越えた活動や技術の継承、人材育成などを正式な業務として位置づけ、各部局における業務との関係や業務量を調整することは重要で、専門技術業務に加えて、そこで担った役割や活動の成果を正當に評価し、処遇やその後のキャリアにつなげる仕組みについても、新しい組織における重要な検討課題であると考えている。

6. おわりに

2025年度は、全学的な技術職員組織の構想を具体的な形にしていくとともに、その目的や考え方を技術職員や関係者と共有することに取り組んだ一年であった。目指す方向や検討内容について、すべての技術職員から十分な理解を得るところまで進んだとは言えず、また、キャリアの形成、組織の具体的な役割、部局との連携、業務の調整方法など、引き続き整理すべき課題が多く残されている。今後も、技術職員や関係する部局の意見を踏まえ、それぞれの職場で担われている業務を大切にしながら、技術職員の技術や経験を生かすことのできる組織の仕組みと活動について、検討を進めていきたい。

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（現 量子ナノ物性研究センター微細加工室） 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、その他構造評価のための装置、アニール炉、結線のワイヤー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40名である。所内利用は5部門14研究室、所外からも13グループが装置を利用されており、低温実験装置を除く主な装置の年間利用回数は1,489回、利用時間のトータルは6,472時間に達している。図1は量子ナノラボとして本格的な装置提供が開始された2023年度から今年度までの装置利用時間の年間推移を示したグラフであるが、順調に増加している様子が見てとれる。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数も年々増えてきており、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推測される。

図2は今年度の装置利用時間の内訳を示したグラフである。昨年に引き続き最も利用率が高い装置は電子線リソグラフィー(EBL)装置(EILIONIX ELS7700)で、全体の1/4を占める。次いで主に電極形成などの用途で用いられることの多い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24%、ナノスケール物性研究部門大谷研究室から当ラボに移管されたFIB装置(FEI Scios)が21%と続く。FIB装置に関しては、所内で合成された新規物質の微細加工を行い放射光実験に結びつけるといった当ラボの目指す一気通貫の共同研究・技術開発を昨年度から積極的に進めており、EBL装置とともに当ラボの主力装置となってきている。

共同利用での装置利用に関しては、今年度は19件の申請を受け入れ、EBLやFIB、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などをサポートした。

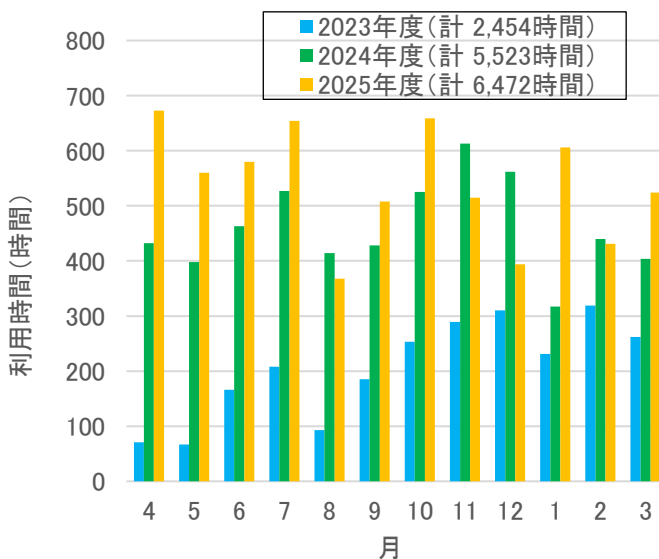


図1. 装置利用時間の年間推移 (2023-2025 年度)

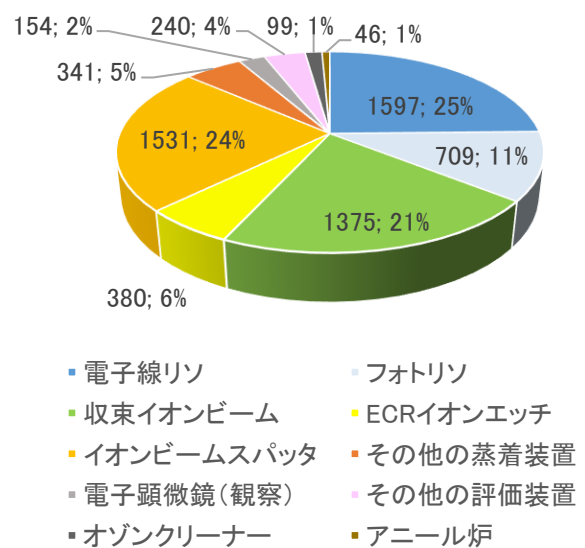


図2. 装置の利用内訳 (2025 年度、数値単位は時間)

3. 装置の保守、実験室の整備等

4 月に EBL 装置のメンテナンスを実施した。EBL 装置はフォトリソグラフィーではパターニングできない(当ラボのマスクレス露光装置の最小線幅は 3 μ m)、より微細な構造を作製する際に欠くことのできない装置であるが、導入からすでに 26 年が経過しメンテナンスも難しい状況となってきている。早期に更新できるよう努めていく所存だが、故障が生じた場合でもある程度ユーザーの要望にこたえられるよう、EBL 装置よりは比較的安価な高性能のマスクレス露光装置(最小線幅 1 μ m、現有装置よりも大面積の露光が可能)を次年度内に導入することを決定し準備を進めている。また 10 月には EBL 装置とともに量子ナノラボの主力となってきている FIB 装置のメンテナンスも実施した。

実験スペースを有効に活用すべく、今年度はクリーンルーム内の主に磁性半導体成長に用いてきた分子線エピタキシー(MBE)装置の廃棄および付随する液体窒素供給配管等の撤去作業を行った。チャンバー内には磁性原子が残留しておりその後の薄膜成長に影響を及ぼす可能性があるため、そのままでは今後成長を予定している高移動度の二次元電子系試料の成長装置として転用することが難しかったためである。また、微細加工試料の観察用として用いてきた走査型電子顕微鏡(SEM)も運用開始からだいぶ時間が経過してメンテナンスが難しくなり、試料の搬送機構の故障も生じたため残念ながら処分を進めることにした。

今年度新しく量子ナノラボに導入した装置は、高移動度二次元電子系成長用の MBE 装置(Riber MBE32)、段差計(小坂研究所 ET200A、分解能 0.025nm)、薄膜作製装置(ナノスケール物性研究部門橋坂研究室所有装置、電子ビーム蒸着と抵抗加熱蒸着が行える、クリーンルームに設置して共用装置として運用予定)などである(図 3)。2026 年度も先述したマスクレス露光装置の他に、複合型成膜装置や反応性イオンエッチング装置などの導入を予定しているが、今後引き続き利用者の要望に寄り添った形で設備や環境を充実させていきたい。



図 3. 今年度 クリーンルームに導入した装置

(左から MBE 装置(Riber MBE32)、段差計(小坂研究所 ET200A)、薄膜作製装置(電子ビーム蒸着、抵抗加熱蒸着))

4. 量子ナノラボの運営等

量子ナノラボの安定した運営を維持していくために、昨年度は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となったが、今年度から利用時間に応じた徴収方法に変更した。装置の利用控え等の懸念もあったが、結果的には昨年度を上回る高い利用率を維持している。5 月に所全構成員向けに開催した利用講習会も新規ユーザーの獲得、高利用率に貢献しているものと考えられる。常勤スタッフ 2 名というマンパワー不足を解消するため、昨年度に引き続き、博士課程学生支援オンキャンパスジョブ(OCJ)制度を活用して学生アルバイトを採用し、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の業務にあたってもらったことも記述しておく。

2026 年 4 月の物性研究所の組織改編に伴い、量子ナノラボはこれまでの役割を発展させる形で新規に設立される量子ナノ物性研究センター附属の施設となる予定で、センターには工学系研究科、生産技術研究所、新領域創成科学研究科など他部局の教員の方にも参画していただく。柏キャンパスの微細加工拠点としての役割を担いつつ、他地区の拠点とも連携しながら、共同利用・共同研究・設備共用をさらに推進していきたいと考えている。3 月にはセンターの Pre-kick-off ミーティングを兼ねた ISSP ワークショップ『物質開発・ナノ加工・先端計測の融合で切り拓く量子物性フロンティア』を開催した。

5. その他

ナノスケール物性研究部門橋坂研究室の研究サポート
東京大学技術発表会(2026.3.16, 17 開催)ーポスター発表
技術部委員(2023.4~)

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7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7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	101,835 L (91,412 L)	35,120 L (39,009 L)	136,955 L (130,421 L)
液体窒素	136,196 L (136,816 L)	3,571 L (3,858 L)	139,767 L (140,674 L)

※カッコ内は、令和6年度の供給量

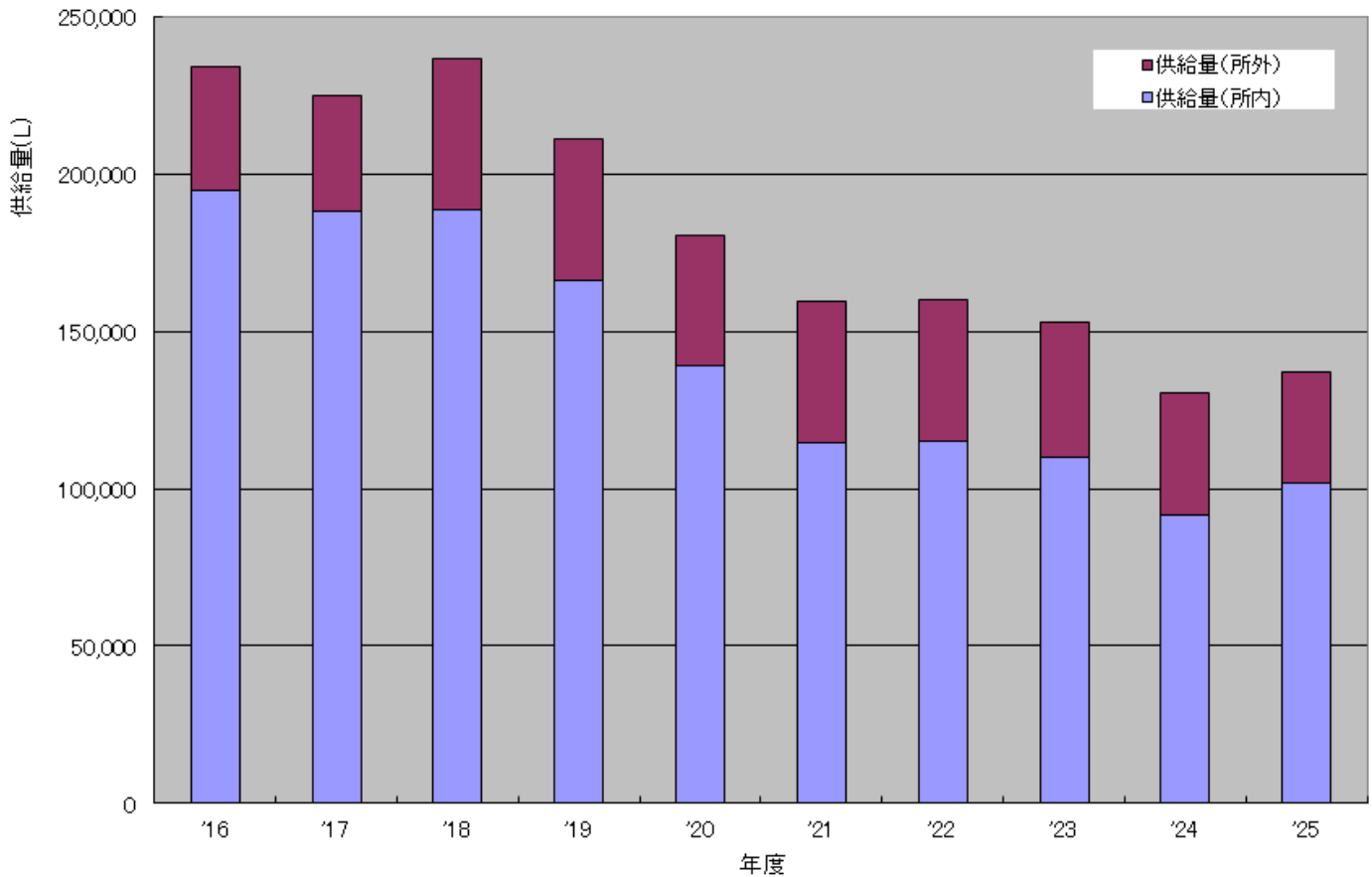


図1. 液体ヘリウム年度別供給量（供給量＝持出量－回収量）

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7年度	136,955 L	1,991 本 (2,094 本)	1,340.3 時間	114 回
令和6年度	130,421 L	1,845 本 (1,932 本)	1,649.8 時間	124 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・クリーン化作業は概ね終わり、今後は、調べたい時や、研究室が暖めてしまった容器を再生(真空引き・LN2 予冷等)し、LHe を再度充填した時などに、水素チェックをすることになると思われる。

○2025 年度の LHe 容器の水素チェックは、延べ 16 台ほど行った。

[2] 設備整備の状況

2025 年度も設備維持のために、様々な整備・改修等を行った。また、移動式圧縮装置を新たに設置し、既存圧縮機のトラブル時のバックアップ体制を構築しただけでなく、ヘリウムガスの回収設備を持たない大学内外でのヘリウムリサイクル体制を構築していく予定である。

- ・ 液化機 No1 用圧縮機整備 → モーターコイル巻き替え、オイルセパレーター(2, 3, 4) 交換、軸封部開放点検、クランプオン式流量計取付など
- ・ ガス分析装置点検整備 → 純度計や露点計の追加交換、液化機用分析装置 2 セット整備ほか
- ・ CE-A, B 整備 → 役割変更及び液取り配管更新
- ・ 回収用圧縮機整備 → シリンダー交換、オーバーホールなど
- ・ ガスドライヤー整備 → フィルター交換及び高圧ガスドライヤー機能強化
- ・ 液化機制御用 PC 更新 → Windows 11 へのアップデート含む



(a) 液化機 No1 用圧縮機 モーター取外後



(b) 取り外したモーター



(c) クランプオン式流量計
※配管を切断せずに取付可能



(d) 移動式圧縮装置



(e) ガス分析装置(純度計と露点計)

図 2. 設備整備の状況

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、液化用圧縮機のオーバーホール、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、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）を研究室の責任で行い、登録データの修正等を行っている。

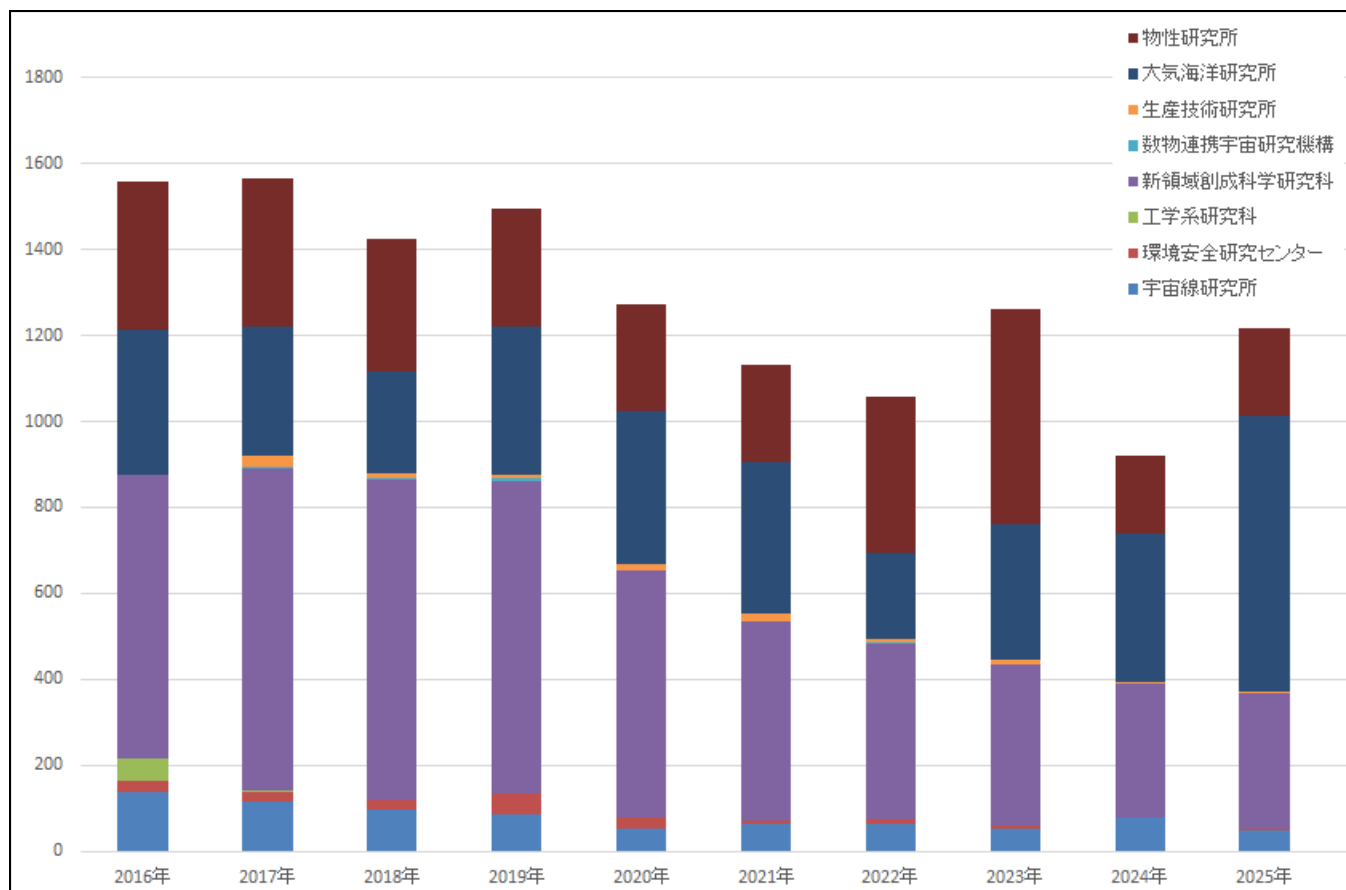


図 3. ガスボンベ使用量の推移（年別・管理システム登録数）

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)】

今年度は依頼がなかった。再液化事業の実績は、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
2025	0	0	0	---

- ・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ていると推測

5. 学会・研究会・研修などへの参加、技術職員研修の実施

- ・2025年5月28日 低温工学・超伝導学会に鷺山が参加
- ・2025年12月9日 冷凍部会環境安全委員会合同WG(川崎重工業本社)に鷺山が参加
- ・2026年3月5日-6日 核融合科学研究所技術研究会に鷺山(口頭発表)、佐々木が参加
- ・2026年3月16日-17日 第6回東京大学技術発表会に土屋が参加
- ・土屋：第6回東京大学技術発表会実行委員
- ・鷺山：低温工学・超伝導学会の環境・安全委員会委員

6. 2026年度の年間予定

2026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。

水素インターカレーションで形成されたナノグラフェンの電子状態

飯盛 拓嗣

物性研究所 ナノスケール物性研究部門

1. はじめに

SiC(0001) 表面を高温で加熱すると、Si 原子が表面から脱離し、グラフェンシートと同じ 2 次元構造を持つ C 原子のみからなる単原子層構造が形成され、これはバッファ層と呼ばれる。このバッファ層はグラフェンと同じ結晶配列を持ちながら、C 原子の一部が基板の Si 原子と結合しているため、グラフェンのような線型なバンド構造を持たない。このバッファ層を高温で水素処理を行うと水素がインターカレートし、基板とバッファ層の結合が切れて、単層グラフェンが形成されることが知られている[1]。しかしながら、バッファ層への水素インターカレーションの詳細な過程は、よく知られていない。そこで、このインターカレーションの初期過程とその時に形成されるナノグラフェンに注目して、その電子状態を光電子分光によって調べた。

2. 実験と結果

試料は九州大学・田中研究室で作成し、その作成過程を図 1 に示す。試料は清浄化した SiC(0001) 表面を $C_2H_4 \cdot Ar$ ガス雰囲気において $1370^\circ C$ で加熱することでバッファ層を作製し、水素ガス雰囲気において数分間 $500^\circ C$ で加熱することによって部分的に水素インターカレーションにより、バッファ層の一部に局所的に微小領域のナノグラフェンを形成した。この微小領域のグラフェンはバッファ層で囲まれているため、完全なマクロ単層グラフェンとは異なる格子歪みや電子ドーピングを持つことが顕微ラマン分光により分かった。このような試料を高エネルギー研究機構・フotonファクトリーに大気輸送で持ち込み、超高真

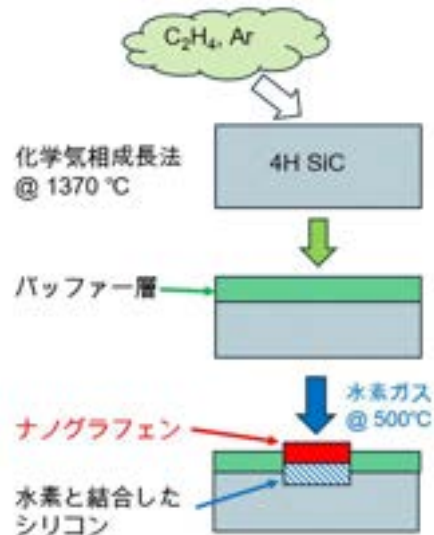


図 1 試料作成の模式図

空下において $300^\circ C$ で加熱することで、表面の不純物を除去し、その電子状態を X 線光電子分光と角度分解光電子分光を用いて調べた。発表では水素インターカレーション時間の変化に対してナノグラフェン分布密度や価電子帯トップの変化について、原子間力顕微鏡や顕微ラマン分光の結果と合わせて議論する。

参考文献

- 1) C. Riedl, *et al.*, *Phys. Rev. Lett.* **103**, 246804 (2009).

放射光施設での技術職員の役割

原沢 あゆみ
物性研究所

1. 放射光施設と施設職員

東京大学は 1974 年、世界に先駆けて放射光専用リング (SOR-Ring) に電子を蓄積し、放射光の取り出しに成功した。以降、放射光は物質科学、生命科学、材料工学など多様な分野の研究を支える基盤技術として発展し、国内外に放射光施設が整備されてきた。これらの施設では、加速器・光源系からビームライン、観測実験装置に至るまで、高度な装置群が一体となって機能しており、その安定運用が研究活動の前提となっている。

物性研究所軌道放射物性研究施設は放射光リングの運用を行い、共同利用を展開してきた。1997 年の東京大学放射光リング運用終了後も、KEK-PF や SPring-8 の施設内にビームラインと測定装置を整備し、共同利用研究を続けてきた。2023 年以降は、東北 NanoTerasu に測定装置を建設し提供している。東京大学としての役割は変遷してきているが、これらの現場では、装置の点検や保守作業、実験前後の準備や確認、突発的なトラブルへの対応など、日々さまざまな業務が発生する。利用者の実験内容やスケジュールは多様で、また必ずしも想定どおりに進むとは限らない。その中で施設職員は装置の状態を見守りながら、利用者や施設全体の状況に応じた調整を行い、実験が滞りなく行われる環境を整えてきた。近年では、大学等間の共同利用に加えて共用利用や産業利用といった形態にも対応している。

2. KEK-PF 東京大学ビームラインでの実務

KEK-PF の物性研究所ビームライン (BL18A および BL19) では、アンジュレーター光源やビームライン機器の建設・保守・調整、実験装置の開発などが継続的に行われた。共同利用実験では、施設職員が利用者の

研究目的に応じて測定条件や装置構成を調整し、安全性や運転上の制約を踏まえて準備から実施、終了後の対応までを進めた。技術職員は利用者と施設運営の間に立ち、実験が円滑に進むよう支えてきた。また、スピン分解光電子分光装置の開発や放射光 STM の試みなどの新規装置の開発の一端を担うことも重要な業務であった。

3. 技術職員のこれから

技術職員は、装置と人、施設と研究の間に立ち、状況に応じた調整や対応を行ってきたが、こうした業務は必ずしも定型化された手順として整理できるものではなく、現場での経験や工夫の積み重ねによって支えられてきた。今後も研究分野の拡大や装置の高度化が進む中でも、装置操作や保守と並行して、施設全体の状況を見ながら関係者の間の調整を行う日常的な業務は引き続き求められ、研究環境を安定して支える基盤として活かされていくだろう。こうした経験の蓄積は、特定のビームラインや装置、また放射光施設に閉じたものではなく、研究基盤全体で活用可能な性質を持っている。共同利用にとどまらず、共用利用や産業利用など多様な利用形態が進む中、研究目的や条件の異なる利用者への対応も増えていく。さらに、放射光光源に加え、自由電子レーザー (FEL) や高次高調波レーザーといった新たな光源も対象に含まれる中で、放射光施設の技術職員としての経験や知見は、分野や研究の違いを越えた共通基盤として活かされていくことになるだろう。こうした基盤をもとに、新しい装置や利用者の多様なニーズへの対応など、幅の広い場面で新たな実務にも貢献できると考えている。

微細加工共通施設 量子物質ナノ構造ラボ（研究室から共通施設へ）

橋本 義昭
物性研究所

1. 量子物質ナノ構造ラボ

物性研究所の量子物質ナノ構造ラボ（量子ナノラボ）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 2022 年 3 月に設立され、試料の微細化・素子化から先端計測までを物性研究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。

量子ナノラボは、所属していた研究室が所有していた微細加工・評価装置を共有化することでスタートしたが、4 年目の現在、多くの方に利用される共通施設となってきている。本発表では当施設の概要について紹介する。

2. 量子ナノラボの主な装置

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、その他構造評価のための装置類（SEM、AFM、段差計など）やアニール炉、配線用のボンダーなどを有している。

また測定面に関しては低温強磁場環境下での電気伝導測定のための装置と技術を提供している。

3. 加工に関する相談、装置利用者への講習

量子ナノラボでは所内、所外を問わず、試料の微細加工や測定に関する相談、装置の利用希望をホームページ上で随時受け付けている。利用相談のページは、当ラボホームページの Q-NanoLab 利用方法からアクセスできる。

装置利用に関しては、所内の方はユーザー登録を行

い規定の講習を受講することで、各機器を自身で予約して使用できるようになる。講習も Web ページから申し込めるようになっている。

所外の方が装置利用を希望する場合には、共同利用の申請を行っていただいたうえで講習を実施し、装置利用を認めている。（共同利用：物性研究所は、全国の大学・公的研究機関の教員、研究者のための共同利用研究所であり、物性研が有する装置や設備、大型施設の利用を無償で提供する制度。年間約 1,000 件の研究課題を受け入れている。）

4. 装置の利用状況

年度の集計が完了している 2024 年度のデータで見えていくと、所内では 4 部門 12 研究室の方が利用されており、低温実験装置と管理の関係上別枠として扱っている FIB 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、前年度（507 回、2,454 時間）と比べて倍以上に増加している。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年々増えてきており、量子ナノラボの担う役割がある程度浸透してきた結果と考えられる。図 1 に、2023、2024 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、前年と比べると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。明示していないが、2025 年度も昨年度程の極端な伸び率はないものの、1 月末ですでに利用回数は 1,293 回、利用時間のトータルは 5,517 時間に達しており、着実な増加が見られる。

図 2 は 2024 度の装置利用の内訳を示したグラフであるが、最も利用率が高いのは電子線リソグラフィー

(EBL) 装置で、全体の 43%を占める。次いでイオンビームスパッタ (IBS) 蒸着装置が 34%と続く。IBS は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 μm 程度までのパターンニングに用いられるマスクレスフォトリソグラフィ装置が続き、EBL と併せて利用量の半分を占めていることがわかる。

共同利用による装置使用に関しては、昨年度は 11 件の申請を受け入れた。また FIB 装置の利用状況については、4 部門 5 研究室の所内利用があり、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。

5. 量子ナノラボの運営等

量子ナノラボの運営方針は運営委員会で決定され、実務は主に常勤スタッフ 2 名で行っている。

前述したように、当ラボは研究室の装置を共有化することでスタートしており、実験室も研究室仕様から共通施設仕様へと環境を整える必要があった。また装置も導入からだいぶ年数が経っており、メンテナンスや更新、消耗品の補充等も行っていないかなければならないため、2024 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となった。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できるようになり、EBL や FIB などの大型装置のメンテナンス、段差計の購入や SEM の移設なども実施することができた。引き続き利用者の希望に寄り添った形で、設備や環境を充実させていきたい。

また、マンパワー不足を補うため、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) の制度を活用している点にも触れておく。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、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の業務にあたってもらっている。

6. おわりに

当ラボの概要を紹介してきたが、ラボ利用率の急激な増加は微細加工に対する潜在的な需要があることを意味している。来年度の物性研究所の改組に伴い、量子ナノラボもセンター附属の施設となる予定である。技術職員の一元化との関連もあるが、柏地区の微細加工拠点として他地区の拠点とも連携しながら、研究活動をサポートしていけるよう努めていきたい。

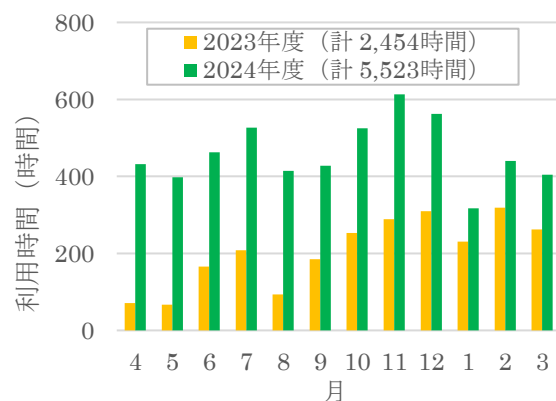


図 1 装置利用時間の年間推移 (2023, 2024 年度)

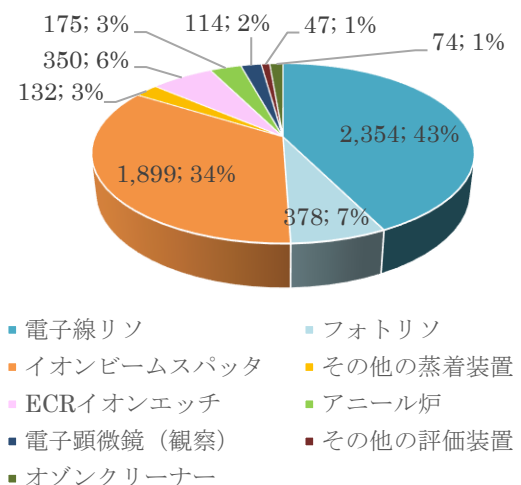


図 2 装置の利用内訳 (2024 年度、数値単位は時間)

走査プローブ顕微鏡に関連した技術開発

浜田 雅之

物性研究所 ナノスケール物性研究部門

1. はじめに

私は、物性研究所ナノスケール物性研究部門の長谷川研究室で業務を行っている。主な業務としては、原子間力顕微鏡(AFM)や走査トンネル顕微鏡(STM)の維持管理とそれらを用いた新しい測定手法の開発である。以下にそれらについて報告する。

2. 走査トンネル顕微鏡 (STM)、原子間力顕微鏡 (AFM)

走査トンネル顕微鏡(STM: Scanning Tunneling Microscope) は図1のように先端の鋭利な金属探針と試料の間に、バイアス電圧を印加しながら探針を試料表面から1 nm 程度まで接近させたときに両者の間に流れるトンネル電流を利用して、表面の凹凸や原子構造などの実空間像を高い空間分解能で得られる装置である。一方、原子間力顕微鏡 (AFM: Atomic Force Microscope) は、走査トンネル顕微鏡 (STM) では観察することができなかった絶縁体の表面も原子スケールで観察することができるため、表面観察や

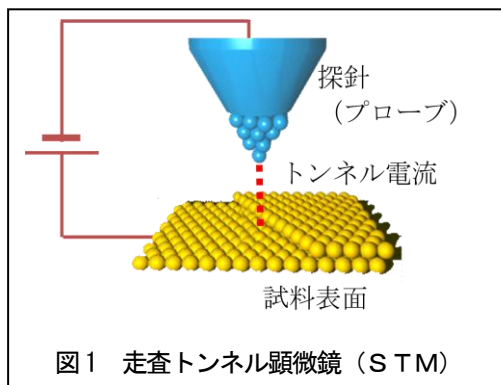


図1 走査トンネル顕微鏡 (STM)

評価装置として普及しつつある。その原理は、試料表面に非常に小さなてこ (カンチレバー) を近づけて、試料表面とカンチレバーとの間に働く力 (原子間力) を検出することによって、試料表面の形状を観察する装置である (図2)。そのため探針、試料ともに導電性の必要がなく、絶縁体試料の観察が可能であり、こ

れがAFMの大きな特徴の一つとなっている。

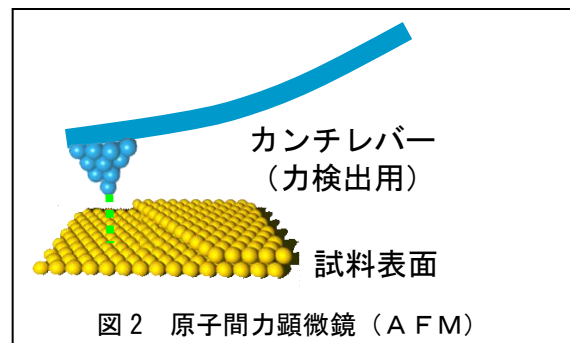


図2 原子間力顕微鏡 (AFM)

3. AFM を利用したナノリソグラフィー

表面を観察するだけではなく、AFMの探針と半導体や金属の表面の間に電圧を加えて起こる陽極酸化や電界蒸発という現象を利用して、ナノスケールの構造物やデバイスを作ることが行われている。この機能を所属研究室で保有していたAFM装置 (島津製作所製SPM-9500) に、制御プログラムやAFMの動作モードを変更する大規模な改造を行うことによって、図3(a), (b) ¹⁾のようなナノスケールのパターン作成に成功した。

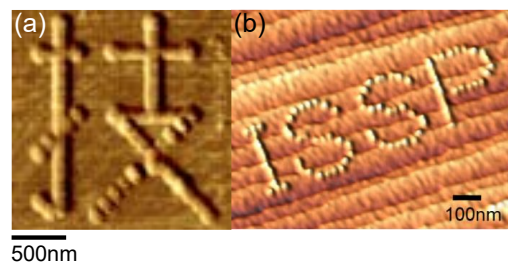
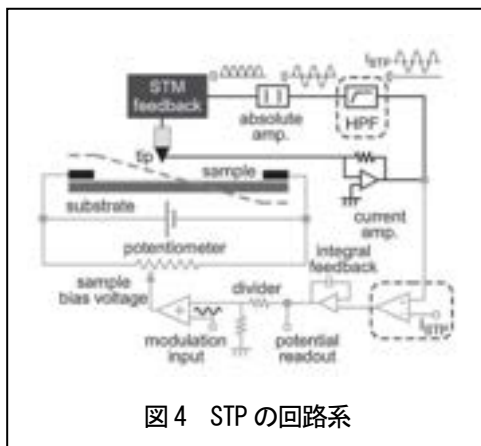


図3 AFM を利用したナノリソグラフィー

(a) 陽極酸化 (b) 電界蒸発によるパターン形成のAFM像

4. 走査トンネルポテンシオメトリー (STP)

走査トンネルポテンシオメトリー (STP: scanning tunneling potentiometry) は、電流が流れている領域



での表面電位分布を、走査トンネル顕微鏡 (STM) によるトポグラフィ像と同時に描き出す手法である。ナノスケールでの空間分解能と μV レベルの電位分解能を有しており、ナノデバイスにおける電気伝導評価の極めて有効な手段の一つと言える。この手法では、ゼロバイアス電圧でトンネル電流がゼロになる条件から電位を決定しており、そのため、金属的な試料を測定するのに適している。私は、この機構を大気中動作型 SPM 装置において、図4のような回路系を構成して、Si 酸化膜基板上に蒸着した金薄膜を試料としてテストしたところ、図5に示すように、数 μV の分解能で電位分布を測定できることが確認できた²⁾。しかし、STM をベースとした手法でありながら、その空間分解能を存分に発揮できるような表面、例えば、清浄表面上での異種元素の吸着により誘起される超周期構造の中で、金属的な性質を持つ系に対しての測定はあまり行われていない。通常の STM 装置では、超高真空 (UHV) 中で作成した超周期構造を壊さずに表面上に2つの電極を作成するのが困難なためか、STP 測定例は非常に少ない。そこで、表面科学分野で興味が持たれる超周期構造上での STP 測定を実現するために、これまで開発した STP 装置の回路系を室温・超高真空中や低温超高真空中 STM 装置に導入したところ、それぞれ Si(111)- 7×7 ³⁾ や Pb/Si(111)⁴⁾ の清浄表面上の STP 測定に成功した。

6. おわりに

走査プローブ顕微鏡は、物質表面を原子スケールで

観察するだけではなく、原子1個1個を自由に制御して新規な物質を作成する能力を有している。そのため、研究現場から産業の分野まで幅広く応用が期待される技術であるので、我々は、走査プローブ顕微鏡の持つ特性を生かした新たな技術開発を継続することは有意義であると考えている。

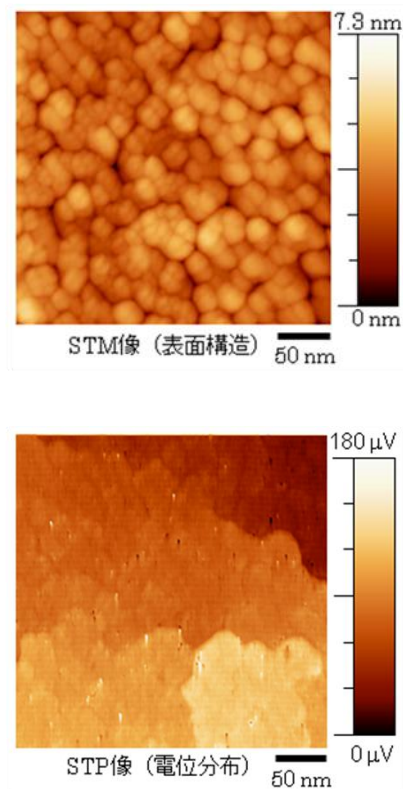


図5 STPの結果

参考文献

- 1) M. Hamada et al., Rev. Sci. Instrum. **79**, 123706 (2008).
- 2) M. Hamada et al., Japanese Journal of Applied Physics **51** (2012) 125202
- 3) M. Hamada et al., Phys. Rev. B **99**, 125402 (2019).
- 4) M. Hamada et al., Physical Review Applied **23**, 064051(2025).

連絡先

E-mail : mahamada@issp.u-tokyo.ac.jp

ヘリウムガス再液化事業概要 II

○鷺山 玲子、佐々木 貴子、土屋 光

東京大学 物性研究所 低温液化室

1. はじめに

東京大学物性研究所では、2019 年 10 月 1 日より「ヘリウムガスの再液化事業」を開始している。本事業は、ヘリウムの入手困難・価格高騰により困窮している研究者・学術機関^[1]の支援を主たる目的としたものだが、2024 年 4 月 1 日より容器冷却管理業務も加えるなどして事業内容の拡大を行った。この事業に関する概要説明および今後の課題等について報告する。

2. 事業概要

2019 年 10 月 1 日から開始した再液化事業の詳細は前回の報告^[2]他^[3]に譲るが、概要は学外の申請者が持ち込んだヘリウムガスを受け入れ、当学が所有するヘリウム液化システムで精製及び再液化した液体ヘリウム(以下、LHe)を申請者に提供する、という至ってシンプルな内容である。

3. 拡大の経緯と拡大事業内容

2019 年 10 月～2022 年 2 月までに計 13 件、17,232L の申請と利用があったが実際に再液化事業を行っていく上でいくつかの課題があげられたので 2024 年度からはそれらに対応する形で事業の拡大を行った。以下に経緯と拡大した事業内容を記す。

この再液化事業の申請者の多くはヘリウム液化・回収設備がない機関に所属していた。それらの多くの方は LHe の容器を保有していない。また、保有していたとしても大部分は LHe 不足から常温に戻っていた。LHe を速やかに容器に充填して供給・引き渡すためには十分に予冷された LHe 容器が準備されていることが大前提である。容器冷却には多大な時間と労力がかかるが、それらの作業は原則として LHe 輸入業者や供給業者が担っていたため一般ユーザーには知られていなかった。

我々が通常行う手順^[4]での容器冷却には、最短 2 週間(常温から・真空引き含む)程度かかるので、急な容器冷却対応はできない。また出来たとしても通常業務時間内では対応しきれず、超過勤務での対応等で労力が大きくなり、これらの作業は非常に負担となった。

そもそも、回収設備のない場所で LHe 容器を保管すると図 1 のように蒸発したヘリウムガス(以下、GHe)は大気放出される事となる。装置の冷却や容器を予冷する際に発生する GHe も同様である。LHe が安価で供給業者から潤沢に提供されていた時期には、何かしらの要因で蒸発し発生した GHe は回収するよりも大気放出の方が経済的なので、その手法が頻繁にとられていたし、現在でも回収設備がない場所や販売業者では同様に放出され続けている。

しかし、LHe も GHe も潤沢でない時期においては、この大気放出による損失は致命的であり、再液化事業の申込と共に GHe 放出削減目的で LHe 容器冷却と LHe 自体の長期保管の要請が非常に多く寄せられ、これらが想定外であったことと人的・スペースにおいてのリソース不足などから対応に非常に苦慮した。



図 1 LHe の流通とその過程で気化し放出される GHe
物性研究所プレスリリース^[5]より引用

また、事業の申請希望者の対応をする上で対象エンドユーザーに関する要望が多かったのが病院の MRI 等で、事業拡大を機に公共性が高い病院の MRI 等も対象エンドユーザーに含める事とした。これは He 危機時には緊急性の高い MRI を利用する病院などへの流通を優先するために、大学・研究機関などへの供給をカットせざるを得ないケースが発生し、結果、学術機関への供給が滞ることが発生した。そこで病院の MRI への供給安定性を確保すれば、我々にも安定して LHe が流通される様になる互助的な流通構造の改革を狙ったものである。

これらの経緯をふまえ再液化事業の業務をより円滑に進められるよう、いくつかの設備投資と制度整備を行い、2024年度より図2のような「容器冷却管理」業務を追加し事業拡大を行った。

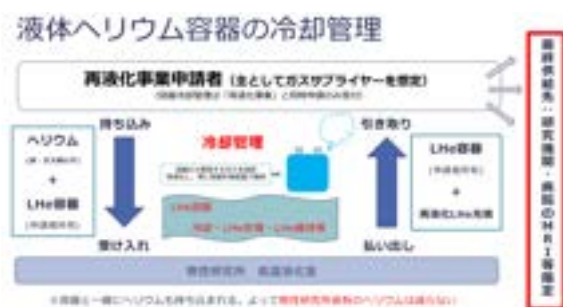


図 2 LHe 容器の冷却管理の概要

4. 実績

実績を図3に示す。事業拡大前の2023年度は液化量0Lだったのに対して、翌年度の2024年度は最終的に42,476Lの液化を行い大幅に供給量が増えた。これは病院のMRIをエンドユーザーに含めた事に大いに起因している。なお、2025年度は2026年2月現在、申込数も含めて0Lという結果となっている。この結果については、2024年頃よりヘリウムが潤沢に市場に出回るようになったことが要因と推測されている。の、容器冷却管理については2024年度も含めて現在まで実績は0件である。

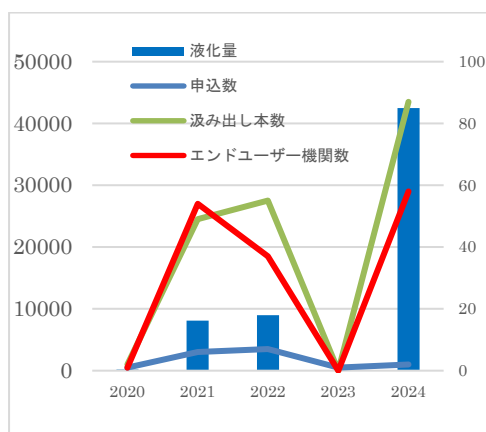


図 3 ヘリウム再液化事業実績推移

5. 今後の課題とまとめ

容器冷却管理の実績が0件となった原因としては費用が申請者の想定より高かったことが推測される。容器冷却管理業務の今後の課題としては現在の申請は年単位としているが要望があれば日・月・週単位での課金体制を整えることを検討している。他、2025年度は現時点で再液化事業への申請がないので今後も年度内は申請がないことが予想されるが、定期的な申請を確保する必要があるのであれば、積極的な

ガス回収を行う事と、それらを簡便に行える小型移動式 He 圧縮機の開発が必要と考えられる。

事業を始めてから5年ほど経過するが、収益が一切ない年度もあるが、困窮時には申込が増え、本来の目的である LHe のセーフティネットとして十分機能することは実証されたと考えられる。また、現在の様な世界情勢が不安定な状況下においてヘリウムの安定供給は安全保障面でも非常に重要なことなので、前述の課題を解決しつつ今後も継続して事業を行っていく予定である。

参考文献

- [1] 勝本信吾
2019年 日本における「ヘリウム危機」問題
<https://www.jps.or.jp/information/docs/seimeishiryo20191220.pdf>
- [2] 鷺山 玲子他
ヘリウムガス再液化事業概要
令和5年度高エネルギー加速器研究機構技術研究会
[3] 鷺山 玲子、ヘリウムガス 再液化事業概要、研究基盤協議会「共創の場」シンポジウム@岡山大学
https://www.jcore2023.jp/wp-content/uploads/2025/01/expo2025_kyosol_sagiyama.pdf
- [4] 東大 物性研 低温液化室 HP
液体ヘリウム容器について
-断熱槽の真空引き(再排気)について
-予冷について
https://www.issp.u-tokyo.ac.jp/labs/cryogenic/he_supply/he_youki.html#saihaiki
- [5] 物性研究所プレスリリース
ヘリウム再液化事業を拡大 容器冷却管理業務を開始 一流通過程で放出されるヘリウムガスを再液化リサイクル—
<https://www.issp.u-tokyo.ac.jp/maincontents/news2.html?pid=22130>