

装置開発

光技術

機器分析

計算情報

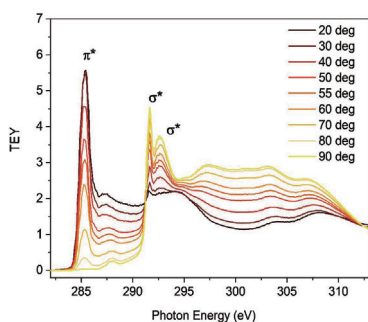
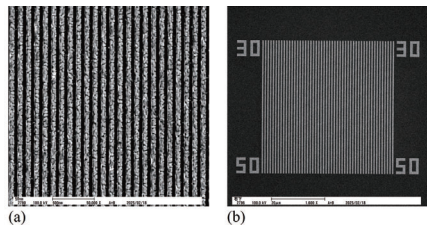
学術支援

分子科学研究所 技術推進部

Activity Report 2024



ISSN 2434-1940



1 Activity Report 2024 発刊にあたり

2024 年度ハイライト

- 2 装置開発ユニット
- 3 光技術ユニット
- 4 機器分析ユニット
- 5 計算情報ユニット
- 6 学術支援

7 技術推進部活動報告

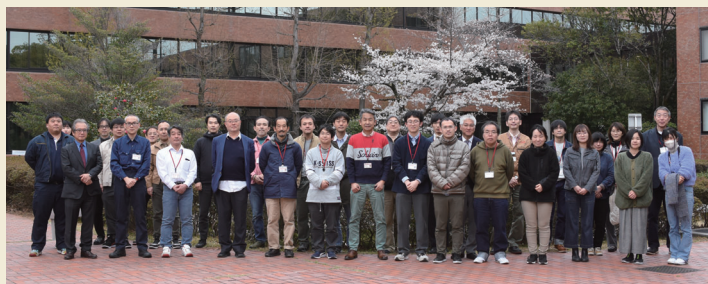
技術レポート

- 10 **No.1** 蒸着装置の立ち上げと微細パターン製作への活用 高田 紀子
- 12 **No.2** AOFSSR 2024 & 教育加速器KETAセミナー参加 清水 康平
- 14 **No.3** 新装置 EPMA-SXESの紹介 平野 佳穂
- 16 **No.4** 電子証明書の有効期限短縮と自動更新化の推進 澤 昌孝

18 スタッフコラム

分子科学研究所 技術推進部について

分子科学研究所(愛知県岡崎市)は、1975年に創設され、同時に、技術分野での研究支援を目的として技官を組織した技術課が発足しました。2021年、技術推進部に改組されました。ライン制ではなく職員の技術力を生かした組織形態に変更されています。技術推進部は所長直属の技術者組織であり、各個人のもつ高い専門的技術により支援しています。



分子科学研究所長

技術推進部 技術職員計 37 名(2025 年 4 月時点)

装置開発ユニット

光技術ユニット

機器分析ユニット

計算情報ユニット

学術支援

Activity Report 2024 発刊にあたり

2022年2月24日に始まったロシア連邦によるウクライナ侵攻と、それに伴うロシアへの国際的な経済制裁の影響により、化石燃料価格が高騰し、その結果、日本でも電気料金の高騰が続いています。特に、液化天然ガスの価格は、2021年の標準価格の4倍以上に急騰しており、また、円安が進んだことで輸入コストがさらに上昇し、電気料金の高騰を加速させました。分子研の年間の電気使用量は、2021年度から大きな変動はありませんが、2024年度の電気料金は2021年度の約1.5倍にもなっています。2023年度と2024年度は、補正予算による電気料金の激変緩和措置が施されたため事なきを得ましたが、激変緩和措置が無ければ、大型設備の運転時間短縮など研究活動への負の影響が懸念されます。何よりもまず、多くの尊い命が失われ続けている現状に鑑み、一日も早く戦争が終結することを祈るばかりです。

2024年度の新規職員採用については、前号にて予告した通り、装置開発ユニットに磯谷俊史氏が名古屋大学から、また、機器分析ユニットに南田悠氏が秋田大学から、両名とも7月1日付で着任されました。磯谷氏には装置開発室にて主に機械加工を担当していただいています。また、南田氏には機器センターにてNMR及び質量分析装置の担当と安全衛生管理室業務に従事していただいております。

2024年度中に3名の技術職員が退職されました。機器分析ユニットの高山敬史氏が2024年度末をもって定年退職されました。2025年度以降、高山氏には引き続き機器センターにて再雇用職員としてご勤務いただいています。寒剤を担当する技術職員として長年に亘りご貢献いただいた高山氏に感謝の意を表します。光技術ユニットの太田紘志氏が、2024年6月末をもって退職され、高輝度光科学研究センターの研究員として転出されました。2019年11月の着任以来、UVSOR加速器グループの一員として、光源加速器の安定運用のみならず、光源開発用ビームラインの整備にもご尽力いただきました。また、機器分析ユニットの南田悠氏が2024年度末をもって退職され、旭川高等専門学校の助教として転出されました。お二人の新天地でのご活躍を祈念いたします。

2025年2月に決まった南田氏の転出により、機器分析ユニットで欠員補充が必要となりました。2025年3月中に公募を行い、筆記試験や面接試験を4月10日に実施した結果、大学で技術補助員として勤務されている即戦力1名の採用に至りました。7月1日付で着任予定です。研究所の発展に資する技術的な研究支援のみならず、技術推進部の活性化にも大いに貢献していただきたいと思います。なお、太田氏の転出に伴う光技術ユニット技術職員1名については、現在公募中となっています。

2025年5月
技術推進部長 繁政 英治

装置開発 ユニット

担当施設：装置開発室
http://edcweb.ims.ac.jp/

スタッフ Information

近藤 聖彦	KONDO, Takuhiko
豊田 朋範	TOYODA, Tomonori
松尾 純一	MATSUO, Junichi
高田 紀子	TAKADA, Noriko
木村 幸代	KIMURA, Sachiyo
磯谷 俊史	ISOGAI, Toshifumi
木村 和典	KIMURA, Kazunori
宮崎 芳野	MIYAZAKI, Yoshino
澤田 俊広*	SAWADA, Toshihiro
石川 晶子*	ISHIKAWA, Akiko
菅沼 光二*	SUGANUMA, Kouji

* 技術支援員



装置開発ユニットの紹介

装置開発ユニットは、メカトロニクス、リソグラフィ、エレクトロニクス、デジタルエンジニアリングに関する技術を有する職員が所属しています。これらの技術を活用して、分子科学研究に必要とされる実験機器の設計製作、ナノ・マイクロレベルの微細形状を有するデバイス作製、電子機器の制御、設計過程で重要となる、信号、構造、熱等に関する解析、タンパク質などの3D造形を行っています。さらに、このような技術支援は所内研究者に限らず、全国の大学および分子科学分野を中心とした研究機関の研究者を対象としています。また、研究者のさまざまな要求に応えられるよう、新規設備の導入と新技術の取り組みを推進しています。

各技術に関する活動内容

【メカトロニクス】

依頼件数は217件でした。主な依頼は（1）部品製作：依頼者から提供される部品形状の手書き図面、簡単な絵、要求される仕様を参考にして製作図面を作成した後に加工する内容、（2）装置製作：設計・開発要素を含み、部品を組み合わせて製作を行う内容の2つに分類できます。

装置製作は、力学、熱学、真空、冷却、光学に関する高度な技術が必要とされました。放射光施設で使用する真空容器、レーザ実験で使用する結晶の冷却機構、電気的評価が可能な電気化学セル、高温加熱炉の水冷ホルダ、レーザ結晶を接合する装置等がありました。

【リソグラフィ】

依頼件数は36件でした。スタッフが作業を行った内容が21件、それ以外は依頼者がユーザーとして作業ができるように、各装置の操作手順等についてレクチャーを実施しました。スパッタや蒸着による成膜、段差計による測定等、比較的短時間で終了する内容に関しては、依頼者が作業するケースが増えています。

新規の依頼内容としては、電鍍による蒸着用メタルマスクと、EBリソグラフィの重ね合わせ描画を含む微細構造の製作があります。メタルマスクはこれまでフォトエッチングで製作を行ってきましたが、数10 μm レベルのパターンを製作するには寸法精度が不十分であった点から、より加工精度が高い電鍍で製作を行っています。

その他、所外からの「施設利用」の件数は計5件（うち新規が2件）、「製作受託」は計4件（うち新規が3件）でした。

技術レポート P.10 高田

【エレクトロニクス】

依頼件数は146件でした。主な依頼は、（1）実験の進捗や生じた課題に応じた機器開発や改良、（2）過去の成果の展開やリピート、（3）高電圧回路（4）実験現場で破損あるいは急に必要となったケーブルの製作や修理、でした。

研究者の要求に応えるために、日頃から基盤となる回路技術の習熟と共に最新デバイスや新しい回路技術の情報収集に心掛け、それらをいつでも応用できるように技術の習得に努めています。特に「エレクトロニクス技術の3本の柱」として、FPGAに代表されるプログラマブルロジックデバイスの製作技術、機器組み込み用マイコンの応用技術、アナログ回路製作技術に重点を置いて取り組んでいます。

【デジタルエンジニアリング】

依頼件数は205件でした。3D造形の主な依頼は、機械部品と光学部品の試作でした。

3Dデータ編集用ソフトウェア（Magics）を使用することで、複雑なSTLデータを細かく編集することができ、例えば造形物にマグネットを埋め込むための空間を作成するなどの修正を加えて造形することで、構造体の脱着が容易な模型を作製できます。また、色分けするとわかりやすくなる模型は、樹脂製フルカラー 3Dプリンターで対応しています。

2024年度ハイライト

光技術 ユニット

担当施設：

極端紫外光研究施設（UVSOR）

<http://www.uvsor.ims.ac.jp/>

メゾスコピック計測研究センター

スタッフInformation

林	憲志	HAYASHI, Kenji
中村	永研	NAKAMURA, Eiken
酒井	雅弘	SAKAI, Masahiro
手島	史綱	TESHIMA, Fumitsuna
矢野	隆行	YANO, Takayuki
近藤	直範	KONDO, Naonori
牧田	誠二	MAKITA, Seiji
岡野	泰彬	OKANO, Yasuaki
湯澤	勇人	YUZAWA, Hayato
太田	紘志	OTA, Hiroshi
清水	康平	SHIMIZU, Kohei
枚本	泰伸*	SUGIMOTO, Yasunobu
水川	哲徳**	MIZUKAWA, TETSUNORI
山崎潤一郎**		YAMAZAKI, Jun-ichiro
水口	あき***	MINAGUCHI, Aki

*特任専門員 **再雇用短時間勤務職員 ***技術支援員



光技術ユニットの紹介

光技術ユニットは、極端紫外光研究施設（UVSOR）およびメゾスコピック計測研究センターに所属する技術職員11名と特任専門員1名、技術支援員3名によって構成されています。

UVSORでは、シンクロトロン光（放射光）の発生装置である電子加速器の運転・保守・管理とシンクロトロン光共同利用支援業務に従事しています。また、光源の開発研究の技術支援並びに分光器や測定系の開発・研究の技術支援も行っています。メゾスコピック計測研究センターでは、所内の研究グループや各施設への技術支援をしています。また、各種機器開発・研究に従事しています。

2024年7月に太田氏がJASRIに転出しました。10月には特任専門員の枚本氏があいちSRへ転出しました。お二人の今後のご活躍が期待されます。

2024年度技術トピックス

《軟X線照射ダメージ》

UVSORのような放射光施設では、強い光を照射するため、測定中に試料が変性してしまうという難しい課題があります。湯澤氏は、標準的な試料に様々な条件で軟X線を照射しそのスペクトル変化を考察しました。光技術ユニットでは、より良い条件で研究者が測定を行えるよう、日々改善に努めています。

技術コラム P.25 湯澤

《Asia-Oceania Forum for Synchrotron Radiation Research 参加》

清水氏が8月にオーストラリアで開かれた標記のschoolに参加しました。放射光を使用した実践的な講習での学びに加え、国際色豊かな受講者間での交流の機会としても得難いものであり、大いに刺激となったようです。また、清水氏は9月には「IINAS-NX 教育加速器(KETA)を用いた加速器技術セミナー」も参加し、加速器の原理や設計の技術

を学びました。このように光技術ユニットでは、海外も含めた若手の研修の機会を今後も積極的に設けていきたいと考えています。

技術レポート P.12 清水

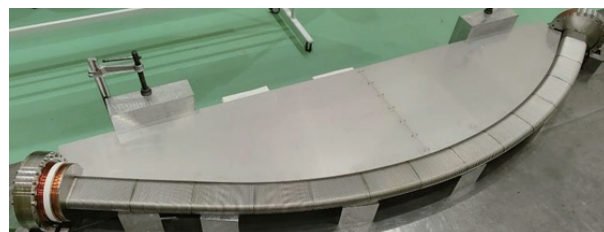


Asia-Oceania Forum for
Synchrotron Radiation
Research にて



設備更新とトラブル

UVSORは運転開始から40年が経過し老朽化が深刻になっており、対策を進めています。これまで5度にわたリブースターシンクロトロンのベローズ偏向ダクトで真空リーク事故が発生しています。ブースターシンクロトロンを調査や改造のために大気開放することも難しくなっていたことから、全数予備品の調達を進めました。2025年春の長期メンテナンス期間に更新を予定しています。



その他活動報告

ー参加研究会等ー

研究会参加（日本放射光学会、日本加速器学会、各種技術研究会、UVSORシンポジウム）、非常勤講師（中部大学）

2024年度ハイライト

機器分析 ユニット

担当施設：機器センター

<http://ic.ims.ac.jp/>

スタッフInformation

繁政 英治 * SHIGEMASA, Eiji
高山 敬史 TAKAYAMA, Takashi
賣市 幹大 URUICHI, Mikio
岡野 芳則 OKANO, Yoshinori
上田 正 UEDA, Tadashi
藤原 基靖 FUJIWARA, Motoyasu
浅田 瑞枝 ASADA, Mizue
宮島 瑞樹 MIYAJIMA, Mizuki
長尾 春代 NAGAO, Haruyo
平野 佳穂 HIRANO, Kaho
南田 悠 MINAMIDA, Yu
伊木 志成子 * IKI, Shinako
内田 真理子 ** UCHIDA, Mariko
久保田 亜紀子 ** KUBOTA, Akiko
今井 弓子 ** IMAI, Yumiko

* 特任専門員 ** 技術支援員



機器分析ユニットの紹介

機器分析ユニットの技術職員は機器センターに配属され、センターの所有する実験装置や設備の維持管理、利用者の受入・測定支援等の業務を行っています。2007年4月に発足した機器センターは、分子スケールナノサイエンスセンターと分子制御レーザー開発研究センターが統合されたものであり、所内の研究者が共通で利用可能なNMRやESR等の汎用分析機器を有しています。更には、新たに低温冷媒の供給施設も加わり、充実した研究支援体制が構築されています。これらの研究設備・機器については、所内はもとより、所外からも「施設利用」「協力研究」の形で利用されています。装置によっては元素分析等の様に、所内限定ですが依頼測定を受け付けているものもあります。

機器センターの所有する研究設備・機器は、(1) 化学分析、(2) 磁気・物性、(3) 分子分光、(4) 電子顕微鏡、(5) 寒剤供給、に大別され、それぞれの分類中の主要な研究設備・機器は次の通りです。

(1) 化学分析 高磁場NMR (400,600MHz)、質量分析計 (MALDI - TOF-MS型)、有機微量元素分析装置、熱分析装置

(2) 磁気・物性 ESR、SQUID、単結晶X線回折装置、粉末X線回折装置、15T超伝導磁石付希釈冷凍機

(3) 分子分光 ピコ秒パルス光波長可変レーザー、高感度蛍光分光光度計、顕微ラマン分光装置、円二色性分散計、紫外可視近赤外分光光度計、遠赤外分光器、各種小型機器

(4) 電子顕微鏡 走査型電子顕微鏡、走査型プローブ顕微鏡 (AFM)

(5) 寒剤供給 液体ヘリウム供給装置、液体窒素供給装置、全館対応窒素ガス供給装置

※最新情報は<http://ic.ims.ac.jp/>をご覧ください。

機器センターには、2021年度より文部科学省マテリア

ル先端リサーチインフラ (ARIM) プログラムのスポーク機関、2007年度より大学連携研究設備ネットワーク事業 (設備NW) の主体機関・事務局並びに自然科学研究機構大学間連携推進機構の分子研対応部署としての機能が付加されています。特に、設備NWは、全国の大学の所有する各種汎用研究設備・機器を相互に利用することで、研究設備・機器の有効活用を目指すものであり、現在、文部科学省がガイドラインを策定し、推進しようとしている大学等における研究設備・機器の共用化の先駆けとして注目されています。

機器センターでは、明大寺地区および山手地区において液体窒素・液体ヘリウムの供給を行っています。明大寺地区においては、2023年度の寒剤供給量は、液体ヘリウム49,118ℓ、液体窒素29,109ℓ、山手地区においては、液体ヘリウム3,588ℓ、液体窒素16,044ℓをそれぞれ供給しています。なお、両地区ともに、寒剤の供給システムは完全に自動化されており、初心者でも簡単に扱うことができます。なお、2024年5月末から7月下旬にかけて山手地区のヘリウム液化機の更新作業が行われました。

明大寺地区では、2020年度までに附属施設棟の改修工事が全て完了し、装置開発及び機器分析ユニットの技術系職員居室が一部屋に集約されています (共同研究棟C棟203号室)。また、機器センター所有の研究設備・機器の多くは、2021年度中に共同研究棟A棟での運用を開始しています。

2024年度トピックス

Malvern Panalytical社製示差走査型カロリーメーター MicroCal PEAQ-DSCが新たに導入されました。

その他活動報告

ー機器センター共同利用装置導入ー

・「新装置 EPMA-SXESの紹介」担当：平野

技術レポート P.14 平野

2024年度ハイライト

計算情報 ユニット

担当施設：計算科学研究センター、
岡崎情報ネットワーク管理室

<https://ccportal.ims.ac.jp/>

スタッフ Information

岩橋 建輔	IWAHASHI Kensuke
内藤 茂樹	NAITO Shigeki
神谷 基司	KAMIYA Motoshi
澤 昌孝	SAWA Masataka
長屋 貴量	NAGAYA Takakazu
木下 敬正	KINOSHITA Takamasa
鈴木 和磨	SUZUKI Kazuma
金城 行真	KANESHIRO Ikuma
宇野 明子*	UNO Akiko
矢崎 稔子**	YAZAKI Toshiko

*技術支援員 **特定技術職員



計算情報ユニットの紹介

計算情報ユニットは、共同利用の計算機に関する計算科学研究センター業務、所内のネットワークやサービスに関する分子科学研究所ネットワーク業務、岡崎地区共通の情報インフラの整備やセキュリティに関する岡崎情報ネットワーク管理室業務を担当しています。

計算科学研究センター業務

計算科学研究センターでは、分子科学、基礎生物学および生理学の研究のための計算機資源を提供しています。採択された申請情報を基にアカウントの作成やCPU点数とディスク容量の設定、ハードウェア障害に関連したことから科学技術計算に関することまでの幅広い質問に対するヘルプデスク業務、ベンダーへの問い合わせや設定提案など、システムエンジニアと研究者の中間的な立ち位置で業務を行っています。

分子科学研究所ネットワーク業務

メールアカウントやネットワークに接続された機器の管理、所内ネットワークに関するヘルプデスク業務といった基本的な業務だけでなく、研究室やプロジェクトで運営する公開サーバーの管理、インシデントの予防、参加登録サイトの作成、会議室予約サイトの運営などの業務を行い、研究者ができるだけ多くの時間を研究に割けるように各種サポートをしています。

岡崎情報ネットワーク管理室業務

分子科学研究所の上流のネットワークは岡崎地区にある自然科学研究機構の3研究所で共用しています。岡崎地区のネットワークの整備や仮想サーバーの管理などのインフラに関する業務、ファイアウォールの管理、怪しい通信の監視などのセキュリティ業務などを行っています。万一、セキュリティインシデントが発生した際は、自然科学研究機構本部との窓口となります。また、情報に関する業務も範疇となり、情報インシデントの対応なども業務に加わっています。

2024年度トピックス

計算科学研究センターのスパコンの節電対応

2024年度も電気代が高止まりしており、節電対応として11月にターボブースト機能を無効化して運用しても、スパコンの電気代は過去最高の年額約1.4億円となりました。

さらに節電するため電力を消費している箇所を解析したところ、内蔵ファンの消費電力が想定以上に多いことが判明しました。現在導入されているスパコンは空調機を使用しないで運用できますが、空調機を稼働させた方が結果として節電となりました。

DNSサーバーとLDAPサーバーの移管

DNSサーバーは分子研単独運用から3研究所共通運用に変更されました。DHCPでIPアドレスを取得している機器は管理者側でDNSサーバーの設定変更が可能です。手動でIPアドレスを設定している機器は各自で設定してもらう必要がありました。

LDAPサーバーは分子研独自サービスのアカウント共通化のために使用されていますが、3研究所共通運用から分子研単独運用になり、アカウント管理システムを作成しました。

一般公開の展示物やイベント企画

一般公開における計算科学研究センターの体験型展示「氷を溶かしてみませんか?」「分子の仲間発見パズル」および映像展示「計算センター紹介ビデオ」とタッチラリーイベントは計算情報ユニットの技術職員によって企画作成されました。

その他活動報告

—技術発表—

- 第27回共同利用機関におけるセキュリティワークショップ (NII)
澤 昌孝「岡崎3機関等サイトレポート」
- 総合技術研究会2025筑波大学
鈴木 和磨「AIとの対話によるプログラミング実践
—一般公開展示用3D分子パズルゲームの開発—」
- 内藤 茂樹「サーバ証明書の有効期限を調べるプログラムの作成」
- 岩橋 建輔「スパコンの消費電力の温度依存性と節電への応用」

学術支援

スタッフ Information

内山 功一 UCHIYAMA, Koichi
原田 美幸 HARADA, Miyuki

担当施設：研究所全般、広報室

令和3年度の組織改編によりユニット制となった技術推進部において、旧学術支援班員は部長直下となりました。所外に向けた広報業務や、所内向け共通業務を通じて、日々研究所をサポートしています。

広報室

広く一般の方々に分子研の研究活動や役割を分かり易く伝えることの重要性が益々増加しています。このような広報活動を進める組織として、分子研には広報室が設置されており、技術職員が1名配置されています。主な業務内容は以下のとおりです。

情報発信：分子研ホームページ運営、
展示会出展等
アウトリーチ：市民公開講座企画・運営
各種作成：出版物、ポスター・ホームページ等
その他：SNS 発信、写真撮影等

2024年度は、分子科学研究所一般公開を開催いたしました。前々回のリアル開催時には多数の来場者で廊下も人であふれるほどでしたが、安全面を考慮し、今回は初の事前申込制としました。その結果、会場の混雑を緩和し、来場者の皆様に快適にお過ごしいただけたと考えております。クイズ大会も開催しましたが、申込開始後すぐに定員に達し、当日も非常に活況を呈しました。このような参加型のイベントは、来場者の皆様にとって貴重な体験となり、研究所への関心を高める上で有効であると感じられました。今後、同様のイベントを複数企画することも検討に値すると考えられます。



分子科学研究所一般公開2024 (2024年10月19日開催)
<https://www.ims.ac.jp/koukai2024/>

研究所共通業務

研究所の職員が利用する大判プリンターなどの各種共用機器や備品の管理、研究所主催イベントへの人員配備などの支援、建物の改修工事やインフラ整備などにおける現場監理などが主業務です。また最近では、オンサイトやハイブリッドなど各種開催形式の会議や研究会に対応した機材準備やそれらの操作、会場設営についても支援しています。

その他、担当部署が不明な案件などについて、所員からの相談対応を行っています。これらの業務を通して、研究所の職員が快適に仕事できるよう環境整備を行っています。



2024年度の技術推進部について

技術推進部長 繁政 英治

ここでは、各ユニットや研究施設ごとの技術的なレポートではなく、分子科学研究所技術推進部として実施した活動を報告します。研究所の共通的な運営業務も技術職員が協力しながら担っていますので、それについても併せて紹介します

■ 各種技術研究会への参加

大学や研究機関の技術職員が主体となって企画し開催する技術研究会・研修会は近年多くの大学および研究機関で開催され、その内容は専門分野の学会とは異なり、研究・教育支援の中での技術開発や、その現場での技術諸課題に対する解決策など、広い分野に渡って技術職員が活動している事が紹介されています。研究所創設の頃から実施されている「技術研究会」は、現在、大学と研究機関の持ち回り開催となっています。今年度の機器・分析技術研究会は、9月に広島大学が主催しましたが、ハイブリッド開催となりました。また、筑波大学が主催した総合技術研究会は、2025年3月にオンラインで開催されました。これら持ち回り開催の技術研究会以外に、自然科学研究機構内で技術職員による研究会として法人化以降開催されている「機構技術研究会」があります。第18回目当たる機構技術研究会は、核融合研が主催し、2024年7月にオンライン開催されました。2025年度は基礎生物学研究所が主催することになっています。

■ 技術職員研修等

受入研修

全国の大学や研究機関の技術職員を受け入れ、技術課職員との相互の技術向上および交流を目的として実施されてきた受入研修ですが、2024年度については、電子回路技術研修と光技術研修を実施しました。前者には名古屋大学及び岩手大学から各1名、後者には高輝度光科学研究センターから1名の技術職員が参加しました。

受入研修については全国の大学・高専・大学共同利用機関の技術職員に向けて、それぞれの専門技術について実施しています。この研修は受入側の分子研技術職員に対しても研修となるよう、相互の課題解決型の企画に重点を置いています。

その他の研修

例年、技術職員の研修として、前述した研究会等以外に「東海・北陸地区国立大学法人等技術職員合同研修」にも参加しています。また、奨励研究（科学研究費補助金）の採択、所長奨励研究費（所内制度）による研究活動で必要とされる専門技術について、他機関や民間が開催する講習会等へ参加し、技術の研鑽に努めています。詳しくは本誌の技術レポート等をご参照下さい。

■ 共通支援業務

中学生の職場体験学習

職場体験学習は、学校教育の活動として文部科学省が推奨しており、分子研技術推進部は、体験先の事業所として協力しています。岡崎市を中心とした多くの中学校から毎年受入希望が寄せられ、研究所での体験学習に技術職員が対応して来ました。2019年度から、研究グループでも職場体験を受け入れることになりましたが、2024年度は、豊田市2校から中学生2名、岡崎市3校から9名、名古屋市1校から1名を受け入れて職場を体験してもらいました。なお、研究グループでの職場体験の際に、機器センターの施設見学を技術職員が対応しています。

労働安全衛生

法人化以降、研究所の安全衛生に関する実務を行うために、安全衛生管理室が設置されています。そこには専任の研究員と教員が配置されていますが、技術職員は所属していません。しかし、安全衛生管理業務には、化学物質、放射線、高圧ガス、電気、機械といった内容が含まれますので、それら専門知識を有する技術職員が、安全衛生管理室の兼任メンバーとして実務を行っています。

研究環境の整備

技術推進部は、分子科学研究に関する直接的な技術支援や、研究施設の維持・管理・運用に関係した技術的支援を担う役割の他に、事務方との協力体制の下、研究所の業務を行う事が多くあります。2024年度も研究室・実験室の研究環境整備や、インフラの老朽化改善のための多くの改修工事が生じました。この様な整備事業には、施設課の建築関連の事務部署が大きく関係しますが、技術推進部も研究所マネジメント業務の一つとして、深く関わり取り組んでいます。

2024年度に実施した主な環境整備としては、中庭遊歩道改修工事及び共同研究棟空調機更新工事が上げられます。近年、山手地区の空調機に老朽化に伴う故障が多発しており、順次更新を進めています。

■ その他技術推進部に関すること

分子研技術推進部では、2017年度以降、退職予定者の欠員を補充するための新任者採用を進めています。前号でお知らせしたように、2024年7月1日付で即戦力の技術職員2名が着任し、総勢39名となるはずでしたが、光技術ユニットの太田氏が、2024年6月末をもって退職され、さらに南田氏が2024年度末で退職されました。定年退職された高山氏の欠員補充はしないことになっており、結果として、2025年4月現在、36名となっています。2023年度より定年延長が開始されており、今年度の退職年齢は62歳です。2年毎に1歳退職年齢が引き上げられ、2031年度には定年退職年齢が65歳となります。今後10年で半数近くの技術職員が定年退職を迎えるという事態は先送りされることになりましたが、先を見越した計画的な新規採用の重要性に変わりはありません。インターンシップ制度の導入など若手技術職員の採用に向けた新たな取り組みの検討を進めています。

技術レポート

蒸着装置の立ち上げと 微細パターン製作への活用



高田 紀子

2022年度、他研究グループから譲り受けたULVACの小型蒸着装置DEPOXシリーズ「VTS-350M/ERH（カスタム品）」がクリーンルームに新たに導入されました。蒸着装置の立ち上げから電子ビームリソグラフィと組み合わせた微細パターンの製作に至るまでについて紹介します。

キーワード 蒸着、電子ビームリソグラフィ、リフトオフ

蒸着装置の立ち上げ

蒸着装置を移設するにあたってまずは、業者による装置解体時に私たちリソグラフィスタッフも立ち会い、可能な限り各部品のクリーニング作業を行うところから始まりました。移設後もターボ分子ポンプが故障していたりチラーが付属していなかったりとすぐに使える状況ではなかったので、装置開発室のメンバーで協力して少しずつ立ち上げ作業を進めました。ターボ分子ポンプおよびチラーの購入と接続、リークガスの配管、直流安定化電源の配線作業を終え、初めて金の蒸着ができたときはとても嬉しかったことを思い出します（図1）。その後、大気開放することなく積層膜が蒸着できるように、膜厚計と直流安定化電源を増設し、2源目からも蒸着を行うことが可能となりました。現在は、金に加えチタンの蒸着ができることを確認しています。

並行してユーザーへの貸し出しも開始しています。蒸着作業に関する操作手順書の作成や、各バルブやスイッチ等へのラベリング作業等、ユーザーが作業しやすいよう環境づくりを心がけています。

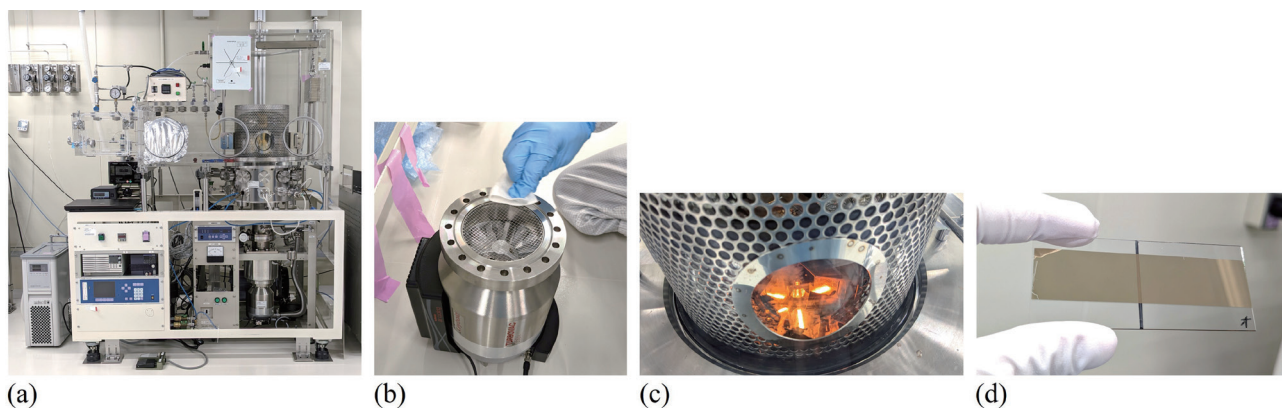


図1 蒸着作業の立ち上げ

- (a) 新しく導入された蒸着装置 (b) ターボ分子ポンプの取り付け作業
(c) 蒸着源を加熱している様子 (d) 金を蒸着後のガラス基板

AOFSRR 2024 & 教育加速器 KETA セミナー参加レポート



清水 康平

UVSORで担当している加速器やビームラインの原理・技術を学ぶべく、オーストラリアで開催された国際スクール AOFSRR 2024、ならびに高エネルギー加速器研究機構のKETAセミナーへ参加してきました。その様子をお伝えいたします。

キーワード

海外研修、国際交流、セミナー、加速器

はじめに

「ハイライト」にあるとおり、光技術ユニットでは極端紫外光研究施設（UVSOR）にてシンクロトロン光（放射光）を生成する電子加速器の運転・保守、および光を用いた測定・分析を行うビームラインの利用支援をしています。

私は配属2年目で、おもに加速器を担当しています。業務を通じて技術的な知識は徐々に身につけているかなと思う一方、加速器の動作原理の理解が断片的である、施設を全体像で／利用者の観点でとらえていない、という場面がありました。このたび、集中的な学びの機会として、2つの講習会へ派遣いただきました。

AOFSRR School 2024 @ Australian Synchrotron

2024年8月11日（日）～16日（金）、オーストラリア・メルボルンで開催されたAsia-Oceania Forum for Synchrotron Radiation Research (AOFSRR) School 2024に参加しました。このスクールでは、放射光とその利用についての基礎から応用までを扱う講義・実習を約1週間、合宿スタイルで行います。

飛行機を下りれば、連日35℃を越す日本の猛暑から一転、夜は10℃を切る南半球。冬物の準備はしていても身体にこたえました。

初日はウェルカムパーティーで、翌日から授業が始まります。まず放射光の原理について1日、つづく3日間でAustralian Synchrotronが擁する14本のビームラインを題材に、放射光を用いた多様な測定手法やその応用へと進みます。

実習では、軟X線を用いた吸収分光実験に参加しました。鉛筆でおなじみ黒鉛の高純度版、熱分解性グラファイト（HOPG）に光（X線）を照射します。HOPG表面に垂直な向き＝90°から光を入射すると、光の電場が表面に平行となるため水平に広がった電子群（ σ 軌道）での光吸収が強まり、逆に浅い角度で入射すると垂直に分布する π 軌道での吸収が強まることが実測できました（図1下）。

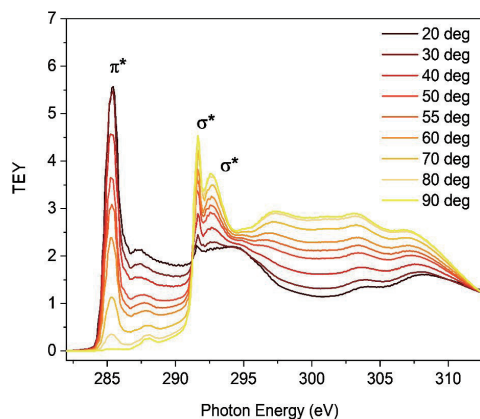


図1 上: 正門にて 下: 実習で測定したHOPGのNEXAFSスペクトル

スクールには日本のほか、韓国・中国・台湾・インド・タイ・ベトナム・インドネシア・オーストラリア・ニュージーランドなどから45名の参加があり、国際色豊かな交流の場となりました。また日本の他施設からの3名とも、慣れない異国の地でよく話をしました。実習のあとには観光（エクスカーション）の時間があり、自然保護区でウォンバットやカモノハシといった当地ならではの生き物を見られましたし、ミートパイやチキンパルマといった名物料理、自由時間に連れ立って観光したメルボルン市街など、思い出も尽きません。

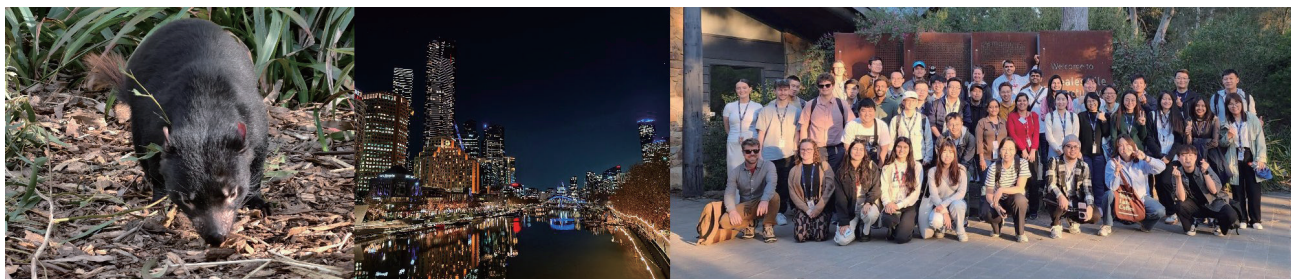


図2 左: メルボルン市街・ヤラ川の夜景 中: タスマニアデビル(望遠で撮影) 右: エクスカーションでの集合写真

KETA セミナー @ 高エネルギー加速器研究機構

2024年9月9日～13日には、つくばの高エネルギー加速器研究機構にて行われた「教育加速器（KETA）を用いた加速器技術セミナー」に参加しました。電子加速器は、電子を放出する電子銃、電子レンジにも使われるマイクロ波を用いて電子を加速する加速管、電子の進行方向を微調整する電磁石など、数多くの要素や技術で成り立っています。KEKのKETAセミナーは、各技術の専門家による講義に加え、マイクロ波の分析や、加速器の各要素を調整して運転するなどの実習も充実した講習会となっています。

講義の中で、「加速管をマイクロ波がどう伝わり、どのような定在波が立つか」「電子を効率よく加速するには、どのような形状に設計すべきか」などを電磁気学や伝送工学の、なじみのない数式を通して学んでいくのは骨が折れました。それでも初学者へ向けて丁寧に教えていただき、非常に実りの多い講義だったと感じます。電子銃から発射される電子の軌道やマイクロ波のシミュレーション演習も新鮮でした。

最終日には運転実習がありました。毎日のように運転業務はやっていますが、安定していればチューニングの機会は少ないのが実情です。今回はそれをイチから立ち上げ、参加者5人で調整します。最終的に電子が正常に加速され、ターゲットへ命中したときは一同ホッとした心地でした。



図3 上: 実習で運転した、教育加速器KETA
下: 運転実習の“成果物”美しいリヒテンベルク図形が現れる

おわりに

以上2つのセミナーを通じて、放射光に関する体系的な知識、放射光利用の経験など、日常の業務では得難い学びを得ることができました。とりわけ、日本や世界の放射光にかかわる人々と寝食をともにして交流ができたことや、加速器の構成要素ならびに設計について深掘りして学ぶことができたのは、貴重な経験となりました。



平野 佳穂

新装置 EPMA-SXES の紹介

共同利用機器として、EPMA（日本電子株式会社製 JXA-8230）が導入されました。EPMAは固体試料表面の元素分析を行う装置であり、EDSに比べてエネルギー分解能が1桁高くなっています。また、本装置には軟X線分光器（SXES, 同社 JS50XL, JS200N）が搭載されており、Liまでの分析が可能です。2024年1月より所内・所外に公開しています。



▲ EPMA-SXES

キーワード 元素分析、軽元素、エネルギー分解能、固体

EPMA-SXES とは？

電子プローブマイクロアナライザー（Electron Probe Micro Analyzer; EPMA）は、元素分析を行う装置です。固体試料に電子線を照射し、表面（1 μm 程度）から発生したX線を検出して、元素同定を行います。高いエネルギー分解能（10 eV程度）、低い検出限界（0.01 ～ 0.05 wt%）といった特徴があります。標準試料を用いて定量分析を行うことも可能です（要相談）。

更に軟X線分光器（Soft X-ray Emission Spectroscopy; SXES）が搭載されており、50 ～ 210 eVの低エネルギー領域の分析も可能です。SXESは更にエネルギー分解能が高く（0.3 eV）、状態分析を行うことができます。

EDS とは何が違う？

EPMAと同じ表面分析手法として、EDS（Energy Dispersive X-ray Spectroscopy）がよく知られていますが、WDS（Wavelength Dispersive X-ray Spectrometry）という手法を採用したEPMAでは、EDSと比べてエネルギー分解能が1桁高く、EDSでは重なってしまうピークも分離することができます。また、微量元素の検出も検出限界が低いEPMAが有利です。

両者とも、固体試料に電子線を照射し、発生したX線を検出するという点では同じです。違うのは、X線検出の機構です。EDSは半導体の電流パルスを計測することで、他元素を同時測定する手法です。一方で、EPMAは分光結晶を用いてブラッグの回折条件を満たすX線のみが検出器に届くようにします。この違いにより、EPMAはより精度よく測定できますが、各元素に対して分光器を動かす必要があるため、測定時間が長くなるというデメリットがあります。また、EPMAの方がより大電流で測定する傾向にあり、試料の電子線ダメージの影響が大きくなります。

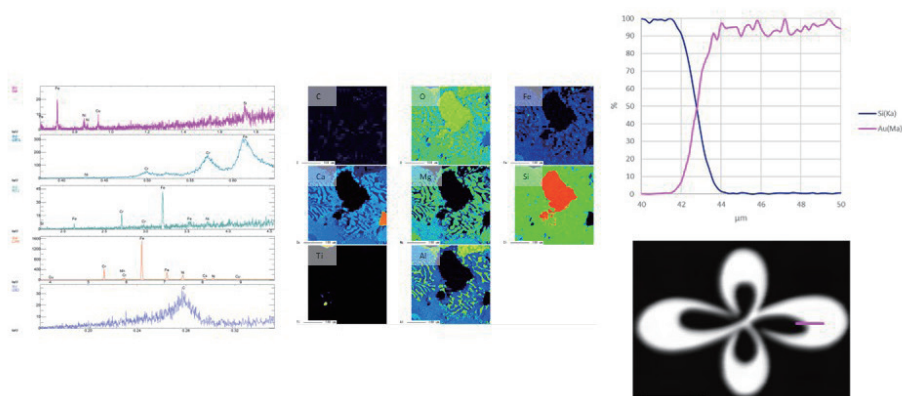
長所・短所を鑑みて、どちらを採用するか考える必要があります。本所のEPMAにはEDS検出器も搭載されているため、EDSでまずは測定し、更に詳細に測定するのにWDS分光器で調べる、といった合わせ技が可能です。

また、当所のEPMAにはSXESが装着されています。SXESは低エネルギー領域のX線を測定できる装置です。EPMAやEDSでは測定できないLiまでの軽元素が測定可能です。EPMAより更にエネルギー分解能が高いため、化学状態を反映したスペクトル形状を得られます。化学状態に関する解析手段として有効です。

実際の測定例

◆多様な分析手法

SEM-EDS等と同様に、全元素定性や、定性マップ・線分析といった多様な分析ができます。



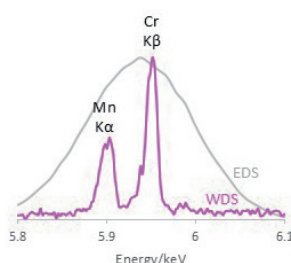
▲SUSの全元素定性

▲エクロジャイトの定性マップ

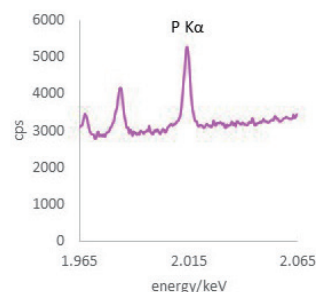
▲Siウエハ上Auパターンの線分析

◆高エネルギー分解能と低検出限界

EDSでは区別できないMnとCrのピークを分離できました(左図)。また、合金鋼中に微量に含まれるPのピークも検出できました(右図)。



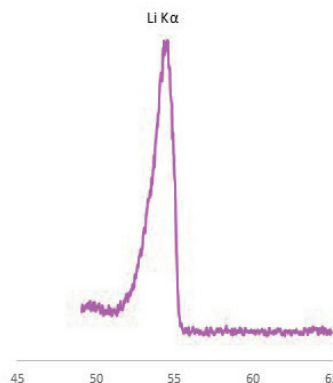
▲Cr/Mnの分離



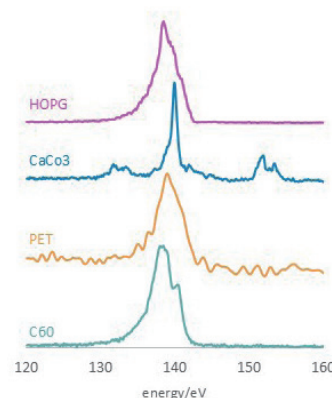
▲合金鋼中の微量元素Pを検出

◆SXESによる超軽元素検出・状態分析

SXESで実際にLiを測定できました(左図)。また、各種有機物のCピークを測定したところ、異なる形状のピークが得られました(右図)。これは化学状態の違いによるものです。これを利用し化学状態マッピング等が可能です。



▲Liの検出



▲化学状態により異なるCピーク

主な仕様

電子銃：W (LaB₆も使用可能)

加速電圧：0.2～30 kV (0.1 kVステップ)

照射電流：1 pA～10 μA

最大試料寸法：100 mm×100 mm×50 mmH

試料室真空度：<10⁻³ Pa程度

WDS分光結晶：TAP,TAPL,LDE 1 L,LDE 2,LDEB,LIF,LIFH,PETJ,PETH

SXES回折格子：ラミナー型収差補正不等間隔溝回折格子 JS50XL, JS200N

測定範囲：WDS:約90 eV～約13.6 keV、JS50XL:50～170 eV、JS200N:70-210 eV

分解能：WDS:6 eV(30kV)、SXES:0.3 eV(Al-L,73 eV)

検出限界：WDS:0.01～0.05 wt%、SXES:20 ppm



澤 昌孝

電子証明書の有効期限短縮と自動更新化の推進

近年はWebサーバなどで使用されている電子証明書の有効期限がより短くなる傾向があり、電子証明書を使用しているシステムの管理者の負担増加が見込まれます。対策として行い始めた電子証明書の自動更新化について紹介します。

キーワード

電子証明書、自動更新化、Let's Encrypt

電子証明書の有効期限短縮の歴史と今後想定される流れ

2024年10月、暗号化通信に欠かすことができない電子証明書について、Apple社から、有効期限を現行の約1年間で45日間に短縮する提案が、CA/B フォーラム（電子証明書のガイドラインを策定する団体）に出されました。これまでも電子証明書の有効期限の短縮の提案はGoogleなどからもされていますが、2019年に証明書の有効期限を2年間で約1年間に短縮する提案をフォーラムで否決されたにもかかわらず、Apple社は2020年3月、自社開発のブラウザSafariにおいて、2020年9月以降有効期限が399日以上を証明書を信頼しないと宣言し、それに他のブラウザ（Chrome、Firefox）が追従したことで、有効期限を短縮させた「実績」があります。電子証明書の有効期限短縮の歴史と、Apple社が2024年11月に再提案してきたスケジュール（黄色背景になっている箇所）をまとめてみました。今までの傾向を見ると約3年に1度のペースで短縮されており、現状の有効期限が約1年間になってから約5年経過していることも鑑みると、今回のApple社の提案が実施される可能性は決して低くないと思われます。

電子証明書が発行された時	フォーラムで認められた電子証明書の最大有効期限
2012/7/1～2015/3/31	5年間（60か月）
2015/4/1～2018/2/28	約3年間（39か月）
2018/3/1～2020/8/31	約2年間（825日）
2020/9/1～現在（2025/2月）	約1年間（397日）
2026/3/15～	200日
2027/3/15～	100日
2028/3/15～	47日

表1 電子証明書の有効期限短縮の歴史とApple社の再提案したスケジュール（2024年11月時点）

ただ、最終的に約1ヶ月までに有効期限を短縮するApple社の提案は、今までの短縮ペースと比べると、ペースが早くなっているように見えます。この一因として実験レベルではありますが量子コンピュータが存在していることが考えられます。現在の電子証明書で利用されている暗号化通信は量子コンピュータが実用化されると容易に解読できるようになる可能性があると言われており、2030年ごろに量子コンピュータが実用化されるとの予測があります。量子コンピュー

タが実用化されるまでに、暗号化通信は量子コンピュータでの解読が困難な暗号方式（耐量子暗号方式）に置き換える必要があります。予め旧来の暗号方式を用いている電子証明書から切り替えやすい環境にするために、有効期限を短くする必要がありますと考えられます。

電子証明書を使用するシステムの対応例

では、電子証明書を運用しているシステムで約1ヶ月ごとに証明書更新作業することを想定すると、現状の約1年ごとの更新に比べ運用コストが非常に上がります。そのため、私が管理・運用しているシステムにおいて、電子証明書の自動更新化を進めています。手段として、ACMEという証明書管理を自動化するためのプロトコルがあり、これを使用している有名なものとして、無償で電子証明書を提供してくれるLet's Encryptがあります。Let's Encryptの証明書を自動更新化するための認証は、一般的にHTTPもしくはDNSで行われます。HTTPを用いた認証方法（HTTP-01）は、Apacheなどで外部に公開しているWebサーバなどで容易に構築することができます。DNSを用いた認証方法（DNS-01）は、DNSサーバにTXTレコードを追加することで、外部公開しないLAN内の電子証明書を用いるサーバなどでも使用することができます。ただし、HTTP-01およびDNS-01はいずれの場合も、Let's Encryptが提供しているツールであるcertbotが電子証明書を使用するサーバなどでインストールされている必要があります。私が管理しているシステムの中には、certbotがインストールできず、電子証明書の設定がACMEに対応していないものがいくつかありました（アプライアンスなど）。アプライアンスの中にはLinuxで動作しているものは多くあります。下記の条件を満たしていれば、証明書更新を自動化することができました。

- ・DNS-01で証明書を取得しているサーバがあり、アプライアンスとSSH公開鍵認証ができる
- ・アプライアンスでrsyncもしくはscpコマンドが利用できる
- ・アプライアンスでcronが設定できる
- ・アプライアンスで証明書の更新がCLI上のコマンド、もしくはスクリプトで実行できる

下図は、上記の環境で証明書更新を自動化した際の流れを簡易に示したものです。

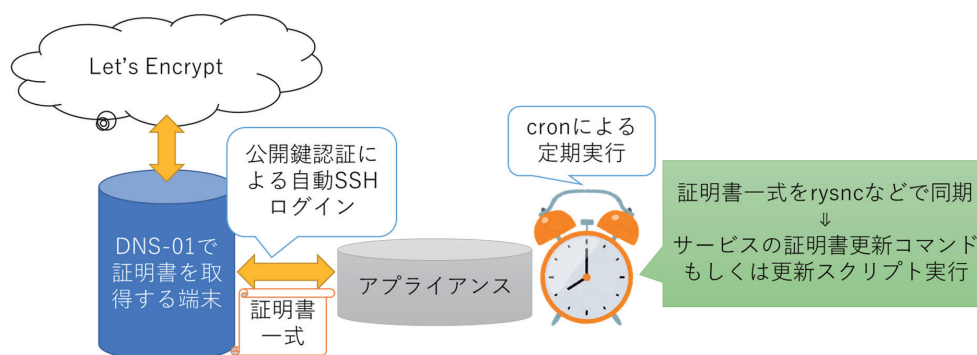


図1 certbotがインストールできない環境での電子証明書更新自動化例

なお、Let's Encryptから取得できる証明書一式は証明書、中間証明書、証明書+中間証明書、秘密鍵の内容がそれぞれ記載されたpem形式の4つのファイルとなっています。アプライアンスの電子証明書として4つのファイルがそのまま利用できない場合は、利用できる形式に変換するコマンドまたはスクリプトの実行を追加する必要があります。また、上記の設定では証明書の有効期限に問題ない状態があってもサービスの証明書更新ジョブが定期的に起きるため、意味のないサービス再起動などが起きる可能性があります。アプライアンスでopensslコマンドおよびシェルスクリプトが利用できれば、証明書の有効期限が指定時間（日数）を下回った時に更新を実行させるようにすることができます。さらにメール送信コマンド（telnetでも可）も実行できる場合は更新した際にメール通知させることも可能です。

スタッフコラム



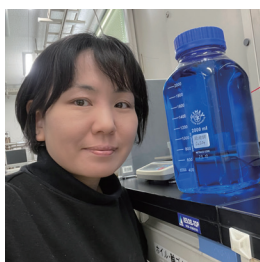
装置開発ユニット

理想（回路図）と現実（プリント基板）の乖離は どうして起こるのか？ 第3回 豊田 朋範

2回にわたってプリント基板の設計のコツをお話しました。改めて列挙すると、(A) 配線は出来るだけ太く短く (B) 電源の配線と信号の配線が平行になるのを出来るだけ避ける (C) GNDのスルーホールを部品の端子近くに配置—の3点です。(A) (C) とお話したので、今回は (B) についてお話します（順番……）。

配線には時に高速で複雑な信号が伝搬するので、何となくノイズが出そうと感じるかもしれません。一方、基本的に直流である電子回路の電源は常時直流かと言えば、実はそうではありません。たとえば高速動作のFPGA（Field Programmable Gate Array）やマイコンでは、電源端子に向かって間欠的に大量の電流が流れ込みます。「デカップリングコンデンサを電源端子の出来るだけ近くに配置する」のは、電源端子に流れ込む電流をすぐ供給できるようにするためです。

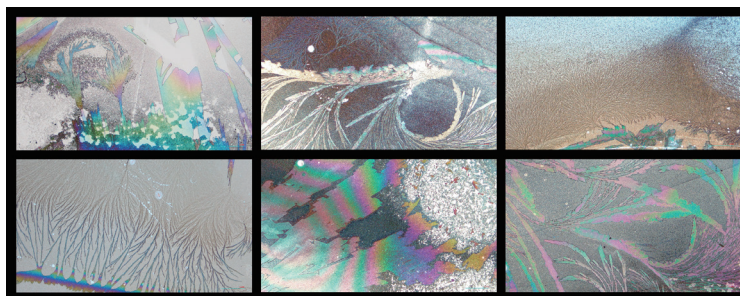
直線の導体に電流 I が流れる時、電線から半径 r の場所に $H=I/(2\pi r)$ で表せる磁界 H が生じます。このことから、電源と信号の配線が近いと、電源配線で発生する瞬間的な強い磁界の影響を受けて、信号波形が歪んだりノイズが重畳して誤動作を引き起こしたりする恐れがあることが分かります。回路設計では電圧だけに着目しがちですが、電流にも着目すると、より良いプリント基板設計が可能になると思います。



装置開発ユニット

めっき中に出会った美しい世界 木村 幸代

めっきで厚さ0.03 mm程度の銅のメタルマスクを製作しています。薄膜を基板や試料などに蒸着で成膜する際に、マスクとして使用します。マスクを使用して必要な部分にのみ成膜する様子は、身近な例として、ケーキの上にレース模様に粉砂糖を振るためのレースペーパーと似ています。このメタルマスクは硫酸銅溶液中でめっきを行うことで製作しています。銅板を陽極に、シリコン基板にクロムと白金を順に成膜したものを陰極につないで電気を流すと、銅が基板の表面に析出します。この銅を基板から剥離してマスクとして使用します。マスクの型になる部分は、光を当てると硬化する感光性樹脂（レジスト）を用いてリソグラフィ技術で作製しています。このマスクをめっき後に型から剥離した際、一部に汚れが見られました。めっき後の乾燥が不十分だったため、腐食かもしれないと顕微鏡で覗いてみると、美しい樹木状の構造が観察され、驚きました。調べてみたところ、銅がランダムな方向に析出して成長した、“金属樹”と呼ばれるものではないかと考えています。顕微鏡の中には見たことのない美しく不思議な光景が広がり、しばし息を飲みました。



顕微鏡で観察した樹木状の構造



装置開発ユニット

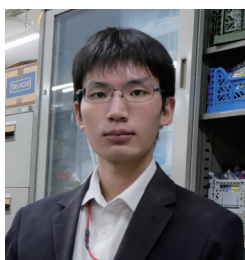
Raspberry PiはHDMI-CECが使えます 松尾 純一

TVとディスプレイの違いは何でしょうか？TVはチューナーが付いているもの、ディスプレイはDisplayPortやDVIといったPC向けの入力端子があるものということになるかと思います、他にも違いがあります。

その1つがON/OFFさせる時の制御の違いです。TVはリモコンを使って信号を送る他にHDDレコーダなどの連動機能によりON/OFFさせることができます。この機能はHDMI-CEC（HDMI Consumer Electronics Control）と呼ばれるHDMIケーブルで接続された機器間で通信や操作を行う規格により実現されています。一方ディスプレイは映像信号の入力が無くなっている間はOFFするように作られているだけで連動するような機能は持っていません。ほとんどのPCやグラフィックカードについても同じです。また画面の大きさの違いとして、TVは大勢で見るために大型のものがたくさんありますが、ディスプレイは一人で使用されることが多いので大型のものはあまりありません。

そのようなことから大きなデジタルサイネージを製作しようすると大型TVにPCという組み合わせになりがちですが、連動してON/OFFできないので夜中も煌々と表示し続けるといったことになります。

このような場合にちょうど良いのが、シングルボードコンピュータであるRaspberry Piです。Linuxが動作するPCの部類のものであるにもかかわらずハードウェアレベルでHDMI-CECに対応しています。これとTVでデジタルサイネージを構築すれば昼間はブラウザやプログラムで生成した画面を表示しておき、夜間や休日は画面をOFFさせることができます。



装置開発ユニット

既存の資産を流用した製作品紹介スライドの半自動生成 木村 和典

装置開発室のある共同研究棟B棟2階にはいくつかのデジタルサイネージがあり、筆者はこのうち装置開発室を紹介するスライドショー^[1]とこれを流用して作った工作依頼の進捗状況表示のプログラムを管理しています。これらは2020年ごろの付属3棟施設改修工事の完了後に順次設置され、現在も使用されています。また過去の依頼製作品を展示しているスペースがいくつかありますが、

基本的に完成品は依頼者に引き渡されているため手元に残っておらず、設計時のデータを3Dプリンターで出力して展示しているものもありますが展示できる品は多くありません。そこでユニット長の近藤氏より「装置開発室ホームページに掲載している製作品の最新5年分を、装置開発室紹介スライドのあとに付け加えたい」という要望がありました。2021年の開発時点で本システムは複数のPDFファイルを順番に表示できるようにしてありましたから、PDFを作りさえすればよいことになります。1年につき30件ほどの製作品を掲載しており、今後も毎年作成するであろうことを考えると、手作業での作成は避けたいところです。

さて、近藤氏の要望にある装置開発室ホームページの管理は筆者が担当しており、掲載内容は装置開発室活動報告集Annual Reportから製作品とその説明文や画像を抽出してJSONファイルにまとめてあります。またMarkdownテキストからスライドショーを作成するツールはいくつか存在します。今回はMarkdownからスライドへの変換にMarp^[2]を使用することにして、JSONファイルからスライド用のMarkdownを作成し、PDFに変換する簡単なスクリプトを作成しました。説明文の改行こそ手動で調整した部分がありますが、既存の資産を流用したため、構想開始から半日程度で完成しました。変換処理も1分以内に完了します。

[1]木村和典, 分子科学研究所技術課 Activity Report 2021, P.29

[2]Marp-Markdown Presentation Ecosystem <https://marp.app/>



生成されたスライドPDFの一部



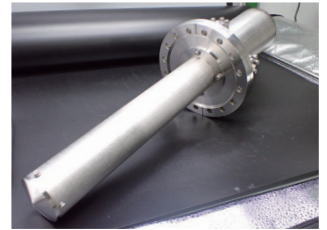
装置開発ユニット

真空技術研修の口頭発表 宮崎 芳野

液体窒素を使用して冷却する容器を、溶接で作製する依頼があり、真空技術研修の課題としました。溶接箇所が多く、ヘリウムリークテストを実施しながら作製しました。また、ヘリウムリークテストに使用していた真空システムが故障したため、超高真空実験に使用していた既存の真空試験システムを、新しく組み直し利用しました。

この容器を作製する際の溶接や、リークテスト（接合部の漏れがないか確認する作業）について、本年度の技術研究会で発表する機会を得ました。分子研に着任してから2年が経ちますが、初めての口頭発表で緊張の連続でした。開催場所は茨城県にある筑波大学で、予想以上に遠く感じました。

この研修を通して学んだことや、難しかったところをどう乗り越えたかなどを説明しました。意外と発表内容についての質問よりも、新人教育に関する質問が多かったです。まだまだ人前の発表は慣れませんが、今後もこういった場で他機関の技術職員の方々と交流していきたいと思っています。



溶接した真空容器



装置開発ユニット

分子研へ赴任して 磯谷 俊史

約12年間勤務した名古屋大学装置開発室から分子研の装置開発室へ所属が変わり、仕事をする環境が大きく変わった年でした。主な業務の内容については変わらずこれまで通り機械工作が主軸ではあるものの使用する工作機械が変わり、特にNC機に関しては長年使用してきた使い慣れたものから初めて触る不慣れなものへと変化したため赴任当初は工作をする中で少なからずの制約を感じていました。そのためおのずと汎用機での工作が増えたことによって、基本に立ち返ることで結果的には自分自身の工作技術を見つめ直すとてもいい機会となりました。赴任して半年以上が経ち分子研のNC機にも随分慣れてきたため工作仕事のペースもこれまでと変わらないくらいにまで戻りました。現在はより複雑形状加工を実現するための5軸加工機へのアプローチとしてCAD/CAMを用いたトレーニングを始めています。



中村 永研

ミラーで反射集光される光の途中形状を測定するには、CCD検出器などを用いて測定する必要がある。しかし、真空や高圧・高温容器内での形状を測定することは容易ではない。そこで提案したいのが望遠鏡を用いた目視計測である。望遠鏡は焦点位置での形状を提供し焦点を変えることで移動形状変化まで見せてくれる。角度と測



3m先のφ10mmアパーチャー(土木測量機像) レーザーセオドライト



酒井 雅弘

今回 Windows 11 をベースとして

- 1: 機構岡崎地区の職員等に貸与される職員証（非接触・近接型のフェリカカード）による 管理区域への入退室

2: 個人線量測定具（ガラスバッジ）に埋め込まれた Tag の固有 ID を用いた管理区域への入退室

3: 外来研究者用カードも職員証と同じ型式とし、管理区域へ入退室のみならず、明大寺B地区東門及び UVSOR 1 階玄関の開錠権限を付与して時間外入館の利便性の向上。

4: 一定時間おき日本語／英語 と表記が切り替わる入域者一覧画面の実現を図った。

新機能である入域者一覧 英語画面を図1に示す。

2024年6月にガラスバッジによる入退室環境整備が完了したため。現在はフェリカカードもしくはガラスバッジのいずれかをかざせば入退室できるようになっている。

図1 英語表記の入域者一覧画面の例
5秒ごとに日本語表記のものと画面が自動的に切り替わる。



光技術ユニット

ボロメータのBIAS電池が半田付けされている理由とは？

手島 史綱

遠赤外線測定に用いられるボロメータは、微弱な信号を捉えるため、プリアンプにBIAS用電池を必要とします。今回、電池の電圧低下により交換作業を行った際、電池がリード線で直接半田付けされており、容易に交換できない仕様であることに気づきました（写真1）。

そこで、メンテナンス性向上のため電池ボックスを取り付け（写真2）、今後の交換を容

易にしました。しかし、なぜメーカーは当初から電池ボックスを使用せず、半田付けしていたのでしょうか。考えられる理由は、信頼性（電圧安定性）の向上です。電池ボックスは構造上、接触抵抗が発生しやすく、微弱信号を扱うボロメータではノイズの原因となり、信号が埋もれる可能性があります。リード線の半田付けは、接触抵抗を最小限に抑え、ノイズ低減を図るための設計と考えられます。

今後は、同一のボロメータとプリアンプを用いて、半田付けと電池ボックスそれぞれの測定を行い、データにおけるノイズを比較検証したいと考えています。

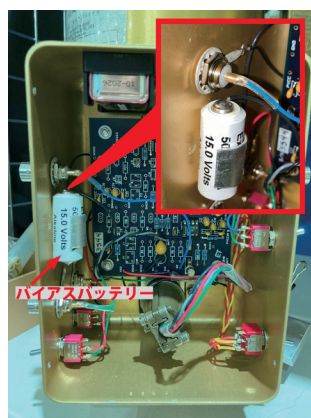


写真1

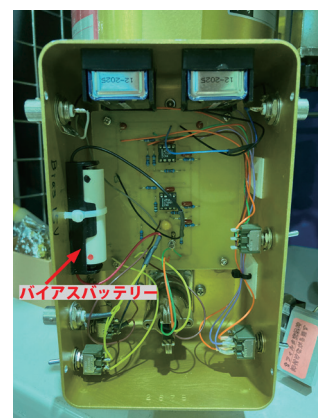
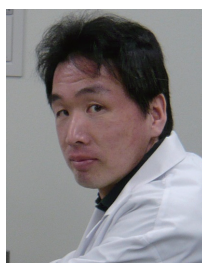


写真2



光技術ユニット

眠れぬ夜 牧田 誠二

UVSORでは、火曜日から金曜日の毎日AM9時からPM9時まで運転し、木曜日はAM9時から翌金曜日まで終夜運転（36時間）にて、利用者の長時間測定ニーズに応えています。運転中は職員が交代で見守る必要があり、夜勤として月に1回程度の割合で従事することになります。運転は自動制御で行われますが、状況を逐一UVSORのホームページで、職員ならびUVSOR利用者に提供しています（図1）。実際、何か問題が発生した際には、ページ内の【Beam Current】が減少します。このことは実験に影響を及ぼすため、職員は原因究明と復旧に即座に対応する義務が生じます。

さて、夜も更けてくると眠気に襲われ、単調な画面を見続けること、他の業務と並行して集中力が低下すると、トラブルの兆候を見逃す可能性があります。そこで、提供されているこのページを解析し設定した値を下回った際に、**大音量で警報を発するプログラムを構築しました**（図2）。基本原理はページ内（JPEG画像）を解析し、表示される数字を機械学習によって判定、デジタルに変換することが決め手になります。

このプログラムによって、明け方に眠気でうつらうつらしている際にも叩き起こされるようになりました。

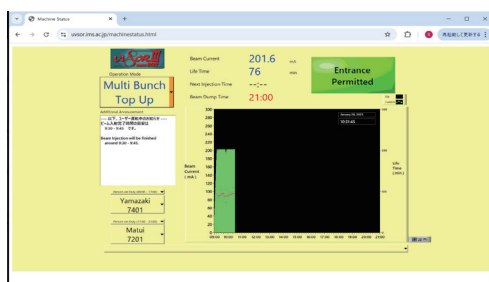


図1 運転状況ページ

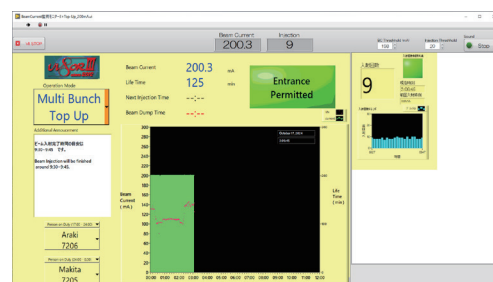
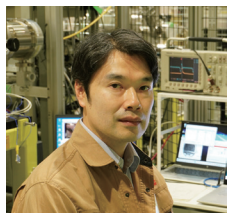


図2 運転状況ページ監視システム



光技術ユニット

水漏れ懸念箇所でのバッテリーレス漏水センサの活用 岡野 泰彬

機器の老朽化が進む中、漏水は多くの施設で避けられない課題です。昨年度40周年を迎えたUVSORも同様に、頻繁に漏水対応に直面しています。電子蓄積リングとビームラインとの間には放射光を遮断する「ビームラインシャッター」がありますが、私が担当するビームラインBL6Uでは、

このシャッターを冷却するためのホースの継手部分に水漏れが生じていました。応急処置でしばらく様子を見ていましたが、再発の懸念があるため、昨年度より試験的に導入を進めてきた「バッテリーレス漏水センサ」を設置しました。このセンサは、水濡れによる発電で無線タグが信号を発信し、IoT中継器を介して漏水情報をリアルタイムで通知することができます。センサ部は電源や信号線の配線が不要で長期間メンテナンスフリーであり、機器の入り組んだ場所にも設置が容易な点が大きな特長です。実際に設置後間もない2週間で漏水検知のメールを受信し、水滴程度の初期段階で迅速に水漏れに対応することができました。導入にはコスト面での課題もありますが、IoT技術を活用した効率的な管理と高い拡張性が期待されるため、今後も適材適所でのさらなる導入を計画しています。

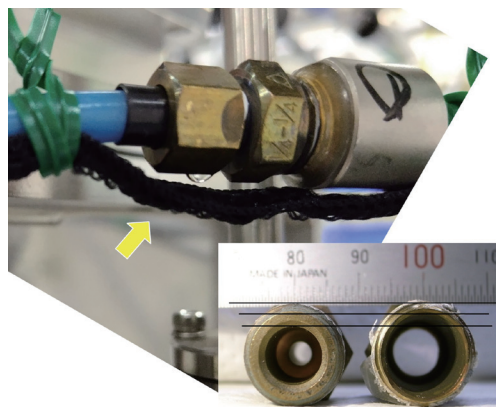


図1 漏水箇所とリボン状のセンサ部（矢印）。継手の薄肉化により漏水が生じた（右下図）。



光技術ユニット

ビームラインの引越 矢野 隆行

私がUVSORに異動して今年度で8年になります。最初に担当したビームラインが前年に完全閉鎖となり、末端の実験機器を別のビームラインで使用する事になりました。それにともない実験機器を支える架台等を再製作して移動することになり、これを担当することとなりました。このように書くと、ただ作って、載せ替えて、移動して接続しなおす、という単純な作業に思えますが、実際には複雑で、むしろすべてを最初から作り直した方が担当するものにとっては簡単だと思う作業になりました。

た。解体作業は、非常にデリケートで慎重に取り扱わないといけない部品が数多くあるので集中力を要します。移動作業は、地上走行を視野に入れていましたが、通路の幅が狭く難しいことがわかったので、クレーンを使用しました。クレーンの使用に関しては、揚程と走行時の周りの障害物の位置関係に気を使いました。再設置作業は、接続する光軸の位置と角度に注意しつつ、正確な位置調整が求められました。このように柔軟な発想による架台設計とすべての工程において正確さ、慎重さが求められる作業となりました。

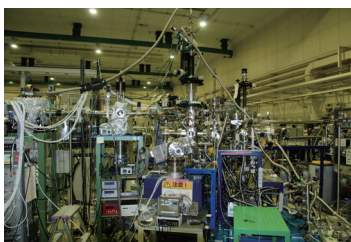


図1 引越し前

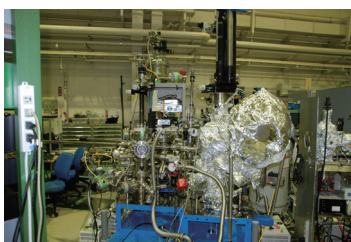


図3 引越し後



図2 運搬中



光技術ユニット BL7Bの現状把握 近藤 直範

新規のユーザーからビームラインのスペックについて問い合わせがあった。毎年光の強度分布は測定しているが、今回は1.集光点に試料が置かれているか、2.集光点でのビームサイズ、3.波長スキャンして光軸が動かないか、を観測した。

今回の測定で集光点に試料が置かれることを確認した。図1.に集光点でのビーム形状を示す。集光点でのビーム形状は底辺3 mm、高さ3 mmに三角形のような形だった。図2.にピンホールサイズによる光の強度分布の変化を示す。グラフは黒:ピンホール無し、赤:ピンホールの直径4 mm、緑:直径2 mm、青:直径1 mm、水色:直径0.5 mm、紫:直径0.25 mmである。ピンホールのサイズを変更してもグラフの形状は変わらないことから、波長スキャンしても光軸が大きく動かないことが確認できた。

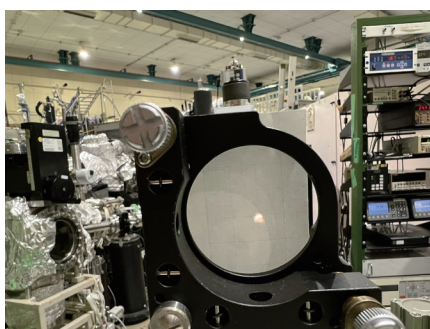


図1 集光点でのビーム形状

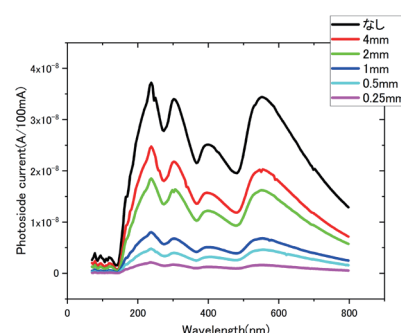


図2 強度分布の変化



光技術ユニット 軟X線照射ダメージ 湯澤 勇人

UVSORで私が担当するビームラインのユーザーから軟X線吸収スペクトル測定で再現性が取れないという相談を受け検討した結果を紹介します。試料は試薬のDNA^(※1)を水に溶かし窒化シリコンの薄膜(厚さ100 nm)に滴下して乾燥させたもので、試料に軟X線を照射して透過したX線強度を測定しました。

図1はDNA中の炭素による軟X線吸収測定を同じX線照射位置で9回繰り返したスペクトルデータ(a)、および(a)の横軸の低エネルギー側の拡大図(b)です。測定を繰り返すと280-296 eV程度までの吸収量が吸収ピークによって増減する事が分かります(図1(b))。これは、X線の照射で特定の化学結合が異なる物に転換されてしまう事を示唆しています。一方、300 eVよりエネルギーの大きい領域では、スペクトルの強度変化はほぼありません(図1(a))。これは、測定中にDNAに含まれる炭素の総量が変化しない、つまりX線照射によるDNAからの炭素の脱離はないことを示しています。このように試料によっては、軟X線の照射によるダメージが顕著なため測定時間を最小限にする等の最適化が必要です^(※2)。

(※1) 試料は東海大学の伊藤先生より提供して頂きました。

(※2) 再現性が取れなかった要因は、これだけではありません。あくまでダメージに焦点を当てたコラムです。

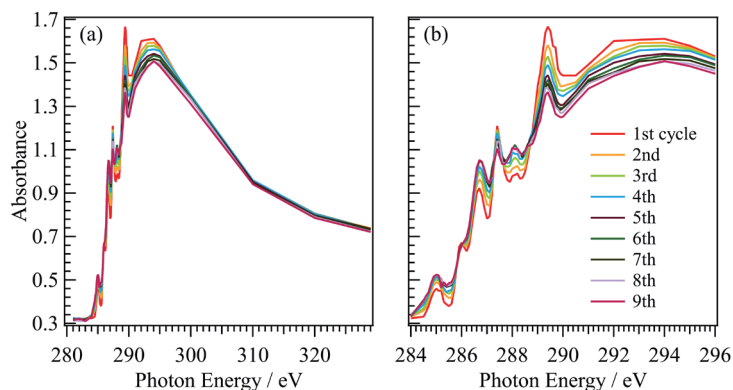


図1 (a) DNAの炭素のK殻吸収端軟X線吸収スペクトル、(b) (a)の低エネルギー吸収領域の拡大図。



機器分析ユニット

無線ビーコンを使用した 液体ヘリウム容器位置検出システムの紹介 高山 敬史

以前、所長奨励研究により開発した無線ビーコンを使用した液体ヘリウム容器位置検出システムは、装置開発ユニットの松尾さんから、「かなえ2022」の技術レポートにて紹介されました。内容の詳細に関しては該当する報告書を確認して下さい。ここでは簡単に概要を説明すると、液体ヘリウム容器に貼り付けたBLEタグ（Tile）を用いて実験室に設置したRaspberry PiとBluetooth通信を行い、ヘリウム容器がどこで使用されているかオンラインで確認するシステムとなります。

松尾さんが開発したシステムは図1のようにRaspberry Pi側にテキストデータ（信号受信年月日・タグ番号・電波強度）が記録されます。これはデータ容量を制限するため1日分のデータはわずか数KBとなりますが、位置検出装置の稼働は年中無休となるためできる限りRaspberry PiのSDカードの劣化を避けなければなりません。ただ、図のようなテキストデータでは直感的に位置の把握がしづらいため建物の平面図マップに表示する「見える化」機能を新たに開発しました。プログラミング言語はLabVIEWを使用して、どこの棟に液体ヘリウム容器が置いてあるのか分かりやすくなっているのが特徴です（図2）。

終わりに、定年延長という公務員の制度改革により1年延期となりましたが、今年度で定年退職する運びとなりました。分子研へ転任して35年と3ヶ月という月日が流れましたが、低温研究の一助になれたことに感謝申し上げます。これからもよろしくお願いいたします。

```
1740668520,2025/02/28 00:02:00,No.89-81 uvsor,No.86-81 uvsor,No.85-61 uvsor
1740668580,2025/02/28 00:03:00,No.89-81 uvsor,No.86-81 uvsor,No.85-60 uvsor
1740668640,2025/02/28 00:04:00,No.89-80 uvsor,No.86-83 uvsor,No.85-61 uvsor
1740668700,2025/02/28 00:05:00,No.89-78 uvsor,No.86-79 uvsor,No.85-53 uvsor
1740668760,2025/02/28 00:06:00,No.89-81 uvsor,No.86-79 uvsor,No.85-67 uvsor
1740668820,2025/02/28 00:07:00,No.89-80 uvsor,No.86-78 uvsor,No.85-52 uvsor
1740668880,2025/02/28 00:08:00,No.85-59 uvsor,No.86-78 uvsor,No.89-80 uvsor
```

図1 位置検出用テキスト

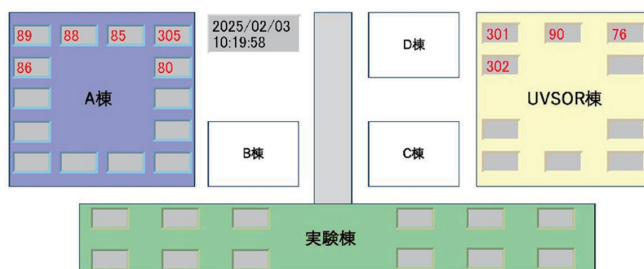


図2 液体ヘリウム容器のマップ表示



機器分析ユニット

安全衛生管理室での仕事 上田 正

平成20年4月から安全衛生管理室を併任し、レーザー作業主任者として、所内のレーザー装置の現状把握や取扱い相談、安全指導などの業務も行っています。レーザーは、安全基準を定めたJIS規格の中でクラス分けされており、この基準を基にした「岡崎3機関レーザー障害防止規則」において、高出力レーザー、中出力レーザー、低出力レーザーに分類され、それぞれ対策をして使用して頂いています。特に危険な高出力レーザーを使用する場合は、レーザー機器管理者を選任し、安全衛生管理室へ届け出を行う必要があります。また、管理区域の設定や使用者への安全教育、安全対策、定期的な点検（年1回以上）など、厳しい対応をお願いしています。ひと昔前は多くの研究グループがレーザーを用いた実験を行っていましたが、現在は減少傾向にあります。それでも、現在でも150台を超えるレーザーの届け出があります。目に入ると失明する可能性があるレーザーで、散乱光であっても危険です。そのため「高出力レーザー発振中 立ち入り禁止」の標識の掲示がされており、十分に注意が必要です。ご不明な点などありましたら、ご相談ください。

そのほか、安全衛生巡視、安全ガイダンス、所内外の安全衛生関連会議への出席に加え、今年度からは廃棄物回収の対応や危険物倉庫管理者も担当しています。まだまだ勉強不足な点もありますが、できる限りお役に立てるよう努めて参ります。

安全衛生の基本は、5S（整理・整頓・清掃・清潔・しつけ）です。安全衛生巡視では、かつての実験室の風景から大きく改善され、整理整頓が行き届いた環境が整備されつつあります。レーザーや試薬などに対する直接的な安全対策は勿論のこと、環境改善は安全性を高めるだけでなく、実験をよりスムーズに進めるためにも重要な要素です。分子研で大きな事故があまりみられないのも、実験室環境の改善が大きな要因です。皆様のご協力に感謝申し上げます。引き続き、どうぞよろしくお願いいたします。



機器分析ユニット

新・ヘリウム（液化機）危機 その後 賣市 幹大

前号では運び込むルートが狭くて通れないというコントのような事態に、窓をくり抜いて外から運び込む力技で臨む、というところで続く、でした。

その後も危機は続き、組み立ててみたら内部の温度センサーが正しく測られていない。どうも導線プローブなどが途中でしなるのを考慮に入れずに測定部までの長さきっかりに作ったため、挿入してみたら先端が届いていないというポカがあり、ケーブルを延長するのにまたしばらくかかりました。

夏場になると部屋の暑さでやられました。新しい液化機と同じ部屋に回収ガスをボンベに詰める圧縮ポンプがあるのですが、稼働すると室温が夏場は60℃以上となり、He汲出しなどで運転が続くとさらに上昇します。部屋に大型換気はありますが温度調節機能はなく、さらに今年の夏は外の気温が既に40℃以上でした。以前の装置では文句も言わず動いていましたが、新しい装置は取り込むガスの温度が40℃以上で停止する安全設計とされたため、設定温度以上の外気を取り込んで圧縮機の熱と共に吹き付ける形となり詰んでしまいました。

一方冬場は部屋が4℃以下まで寒くなるとアラームが出る親切設計となりました。これは逆に換気を止めて圧縮機を動かして部屋を暖めてやればクリアでしたが、今度は2階の液化機部屋が冬も‘冷房’にしかならないことが発覚しました。他所の研究室にある業務用空調の親機が2階も含めて一括で冷房としていたため、冬も冷房が必要な部屋には家庭用空調を取り付けてもらい我々は暖房運転できるようになりました。

問題はまだまだ完全に洗い出されておらず、さらなるトラブルが予想されます。予算減少により金で解決というわけにもいかないため心配の種は尽きません。



機器分析ユニット

アルミホイルのX線回折像 岡野 芳則

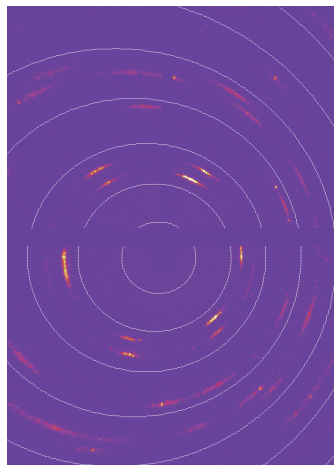
所内のユーザーから金属のX線回折像を撮れないかとの相談を受けました。私の管理する単結晶用の装置（リガク XtaLAB Synergy-R/DW）で撮りたいようでしたが、金属のサンプルを透過法の装置にかけて像が得られるのか、金属ならば反射法で背面ラウエか粉末・薄膜の装置になるのではないかということをしてその場は終わりにしました。

ただちょっと自分でも興味があつたので単結晶用の装置で測定することを考えてみました。金属というとFCCとか六方最密格子とか聞きますが自由に曲がる金属のマクロな物体で結晶構造は保たれるのでしょうか？ 例えば針金をクルッと360度巻いて輪状にすることもできます。マクロなバルクの物体としてのX線回折像がどうなるのか、皆目見当がつきません。

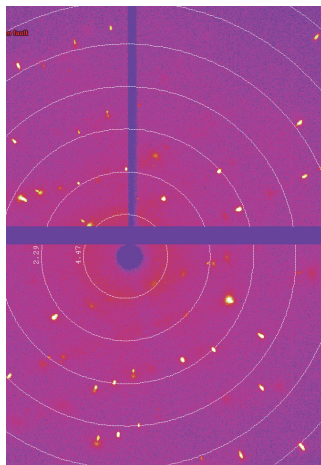
単結晶測定時に検出器の金属カバーを外し忘れたまま測定して、うっすらとですがカバーを透過した回折像が見えることがあります。サンプルを薄くすれば透過像も得られるのではないかと思います 1 mm 角程度のアルミホイルをなるべく曲げないよう気を付けて測定してみました。

結果が図の (a) になります。通常の単結晶では (b) のようなスポットが得られ、無配向の粉末では (c) のような同心円状のパターンが得られます（適切なサンプルがなかったのでアルミホイルの回転写真で代用しています）。なるほど、アルミホイルでは同心円とスポットの中間的な像が得られるようで、なかなか興味深い結果が得られたと思います。

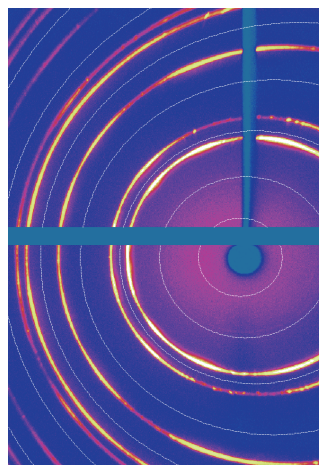
利用者に結果を伝えましたがサンプルを薄く加工することが難儀なようで、パナリティカルオペランド多目的X線回折装置を勧めておきました。



(a) アルミホイル



(b) 有機物単結晶（シチジン）



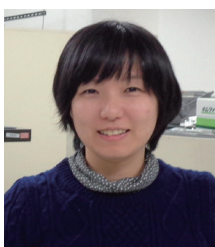
(c) アルミホイルの回転写真



機器分析ユニット

電子スピン共鳴 (ESR) ソフトウェアの隠しパラメータ 藤原 基靖

ESR測定では、制御ソフトウェア (Xepr等) でExperiment (X軸やY軸、パラメータ等の定義) を作成後、パラメータ (磁場やマイクロ波パワー等) を設定して測定を行います。パラメータは、過去の測定ファイルを読み込んで同じ値を反映させることも可能です。またXeprAPIというツールも提供されており、pythonスクリプトから制御ソフトウェア操作、データ解析等が可能です。これらを組み合わせることで、測定や解析等を自動で行うことが可能です。基本的には、制御ソフトウェアで設定したパラメータは測定ファイルに記録されるのですが、何故か残らないパラメータがあり、説明書やWebを探しても、どうやってアクセス・設定するのか見つけられませんでした。メーカーのアプリケーションエンジニアに何度も問い合わせ、ついに！通常のExperimentからでは表示・アクセス不可のパラメータはAcqHiddenに格納されているということが分かりました。パラメータが500個以上、触らない方が良さそうなパラメータもありました。EMXの自動ゴニオメータの角度情報は、ファイルに残らず、これまでpythonスクリプトから設定出来ないパラメータでしたが、単結晶試料の1次元スペクトル測定→ファイル保存→角度移動を繰り返し、最後に全ファイルから2次元スペクトルへの変換、をスクリプトから自動で行うことが出来ました。この他にも色々活用できそうなので、利用者が便利になるようなスクリプトを作成していきたいと思っています。



機器分析ユニット

デジタル数字を読む・その3 浅田 瑞枝

今年度は山手地区の液化機が更新され、夏頃から本格的に運転開始しました。液化用圧縮機に関連したエラーが発生したため、以前作成したデジタル数字を読むプログラムを実戦投入して圧縮機内の配管温度等をモニターしました。

やったこと：(1)ラズパイ+カメラで毎分画像撮影 (2)別のPCでAruco マーカーによる画角補正

(3)数字読み取り。

反省点：(2)圧縮機の振動の影響か、長時間の撮影で画像範囲がずれてしまった。マーカーの画角補正は必須 (2)ラズパイ内で画像処理をすべて完結させたかったが、マーカー検出用ライブラリをラズパイにインストールできず、ラズパイは撮影・保存のみ→あとで別のPCで画像処理、という流れになった (3)数値を正確に読めたのは8割程度で、読み取り失敗時 (前後と顕著に差がある値) は目視手動入力した (4)7セグメントでないデジタル数字 (しかも画像が粗い) を読む必要が出たため、専用の読み取りプログラムを別途組んだ。

コラム執筆のため3か月振りにプログラムのソースコードを開いたところ、スパゲッティ状態で解読が大変でした。もっとわかりやすい書き方を心掛けたいです。





機器分析ユニット

液体酸素 (O₂) の実験@分子研一般公開 宮島 瑞樹

酸素 (O₂) は空気中にもあるごく身近な分子ですが、液体が青色を示し、磁石にくっつくといった変わった性質を持っています。また、O₂ガスが液化する温度が-183℃であり、液体窒素(N₂) (-196℃) で容易に液化させることができるため、低温実験でよく液体O₂の実験が行われます。御多分に洩れず、今年度の分子研一般公開で液体O₂の実験を行ったので紹介します (固体N₂、ボール割り、液体He観察も行いました)。

一般公開では液体N₂デュワーに入れやすく、液化時に十分な液量になるO₂ガスを入れられる傘袋 (800 × 100 mm HDPE 製) を使用しました。実験は以下の手順で行いました。

①傘袋を液体N₂デュワーの中に入れて傘袋が萎んでいく様子を観察する (図1)。②液体N₂から傘袋を取り出し、傘袋内に溜まっている液体O₂の色を観察する (図2)。③参加者に (革手袋着用の上) 磁石を持ってもらい傘袋内の液体O₂が磁石に吸い付く感触を体感してもらう。液体O₂の実験が参加者に楽しんでもらえるか不安でしたが、反応を見るに楽しんでもらえたようです。特に③の磁石の実験は見るだけではなく体感できるため、参加者の反応が良かったと感じました。

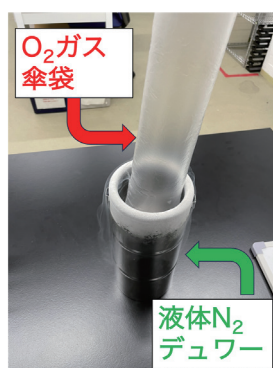


図1



図2



機器分析ユニット

NMRマグネットのクエンチ 長尾 春代

2022年夏にNMR用超電導マグネットのクエンチを経験しました。ほとぼりが冷めてきましたので、簡単に報告させていただきます。

件のマグネットはJASTIC 2005年製600MHzNMRマグネットです。2020年にコロナ禍の補正予算により冷媒の蒸発防止装置を設置し、ヘリウム及び窒素の再凝縮を行っておりました (写真1)。

クエンチの原因は解明できておりませんが、人的被害や室内の物損はなく、その点は不幸中の幸いでした。



写真1 NMRマグネットと液体ヘリウム蒸発防止装置



写真2 マグネットの搬出
(専用治具を組み立ててマグネットを吊り下げて扉付近まで移動させた後、クレーン車へ積み込み)

クエンチには自宅からリモートにて気が付き、現場にて消磁を確認しました。土曜日の早朝にも関わらず、機器センター長の横山教授や山手寒剤担当の売市さんに駆けつけていただいたり、翌月曜日に予定していた民間企業様の測定のキャンセルや代替機関への紹介についても、関係者の方々にご協力いただきました。

利用の多い装置であったため、すぐに予算をいただき、オーバーホールを行えることになりました。重量があり粗略な扱いもできないため、運び出し・運び入れは、手間のかかる作業となりました（写真2）。励磁作業ではとても高価なヘリウムガスを大気放出してしまうのが通常ですが、寒剤担当の高山さんが作成した回収装置により、多くを回収することができました。その後の磁場のドリフトは2か月程度でほぼ収まり、2023年6月には利用を再開することができました。

この場をお借りして、ご協力いただいた皆様にお礼申し上げます。



機器分析ユニット

NMR（核磁気共鳴分光法）を用いた化学物質の構造解析と 安全衛生管理室業務 南田 悠

入職してから7か月間、山手地区にて機器分析装置（核磁気共鳴装置及び質量分析装置）の利用者対応とメンテナンス作業を行ってきました。これら装置の主な利用目的は、化学物質（低分子有機化合物）の定性分析を行うことが目的です。

特に核磁気共鳴分光法は、物質中に含まれる測定核種（主に、水素原子・炭素原子）のつながりを測定し、化学構造の解析を導き出すことで、物質の定性を行える方法です。しかし、複雑な構造を有する物質を解析する場合、各原子のピーク同士が重なることが多々あり、解析が困難・煩雑になることもあります。現在まで利用者の方から、自ら合成した物質の構造解析を行ってほしいとの依頼があり、解析に励んでいました。様々な測定手法を駆使して測定・解析し、利用者の方と共に議論しつつ、化学構造を導き出すことができた経験は、私の糧にもなりました。今後も様々な方と議論を行いつつ、業務に励んでいければと思います。

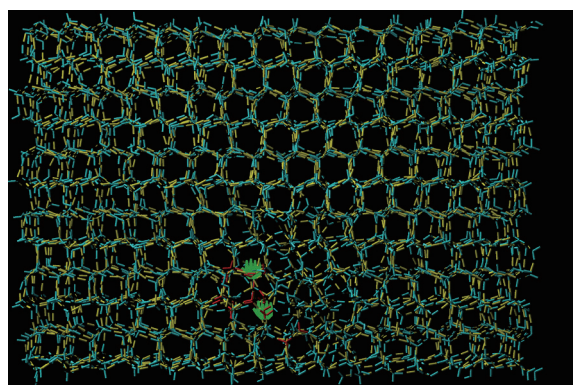
一方、安全衛生管理室に配属し、労働安全衛生法に基づく職場内巡視や化学廃液の処理業務に携わり、所内の労働環境の改善・監視を実施してきました。衛生管理者となり、初めての業務でしたが適切な労働環境の提案や的確な廃液処理を実施することで、所内で働く労働者・学生を守る責任があることを実感できたかと思います。職場内巡視において、指摘内容にご対応頂いた教職員の皆様には本当に感謝致します。



計算情報ユニット

リアルタイム描画の氷融解シミュレーション展示 神谷 基司

2024年度の一般公開向けにリアルタイムで氷の融解シミュレーションを行う展示を作成しました。分子動力学シミュレーションを実際に実行し、AIを使ってカメラで見学者の「手」を認識し、その場所の水分子を暖めることで氷を溶かし、その様子をリアルタイムに描画するという形で作成しました。分子動力学シミュレーションはOpenMM、AIによる手の認識についてはYOLOv8を使用することでかなり容易に機能を実現することができました。一方で水分子や手をスクリーンに描画する部分は機能面と速度面で実用に足るソフトやライブラリを見つけられなかったため、最終的にはほぼ自力でOpenGLを使って描画することになりました。プログラム言語については当初Pythonのみで作っていたものの、速度面でどうにもならない部分が発生したため、一部C++とOpenMPを利用しています。加えて、個々の機能の「間」となる部分での無駄をできるだけ削るなどすることで動作速度を向上させています。作成したソフトは実際に一般公開で展示を行い、丸一日の間フル稼働という状況でも安定に動作し、来場者の方々に楽しんでいただくことができました。



スクリーンショット



計算情報ユニット

ドローンによる屋外撮影に関する考察 内藤 茂樹

私のところに2台のドローン（マルチローター形式の無人回転翼航空機）があります。1台は航空法の規制がかからない100g未満の機体で、もう一台は規制のかかる200gの機体です。どちらもカメラを搭載していますが、200g機はジンバルに取り付けられているのに対し、100g機は機体に直付けです。そのため100g機で撮影した映像は、機体の揺れが映像に出てしまいます。

2024年度の一般公開時の計算科学研究センターの紹介ビデオ用にドローンでの屋外撮影を試みました。航空法の規制により100g以上のドローンを屋外で飛行させるには機体の登録や飛行許可が必要であることから、100g機での撮影を行いました。しかし、やはり機体の揺れが映像に出てしまい（図1参照）、結局撮影した映像は使えませんでした。

安定した映像を撮影するにはジンバル等の装置が必要です。しかしその装置を組み込むと機体の重量が100gを超えてしまい、航空法等の規制の対象となります。それでも今回の結果から考えると、たとえば法律等に基づく手続きが必要だとしても、屋外でのドローン撮影にはジンバル等の安定装置のある機体を使うべきかと思われます。



図1 ドローン映像のタイムライン



計算情報ユニット

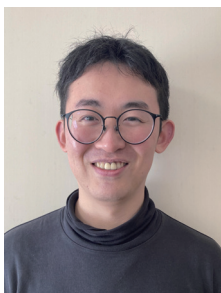
CentOS7マシン置き換えの振り返り 長屋 貴量

昨年の本コラムでは、センターでよく利用していたLinux系OSであるCentOS7のサポート終了（2024年6月末）が近付いているため新OSに切り替えている、と書きました。

その後ですが、手慣れたApache + PHP + WordPress マシンは予定通りに切り替えを完了しました。

その他、難航したものは何台かありましたが、一番困難だったものはJavaベースのWebサーバーでした。セットアップは、CentOS7用の導入方法を参考に試みましたが、サイトを表示するとエラーが表示されました。Javaは不慣れなため何が問題なのかわからず、Javaシステムを構築した経験を持つ上司に協力を仰ぎました。結果、Webサーバーソフトとバックエンドのソフトを連携させる部分の設定が、バージョンアップのため変わっていたことが判明し、該当部分を修正いただく事で前と同様に動作するようになり、助かりました。

結果、CentOS 7のサポートが終了した7月頭時点では、2台運用中のマシンが残っていましたが、夏休み中にサービスを置き換えることができ、（移行に慣れないマシンもありましたが）速やかにCentOS 7を駆逐することができたと自負しています。



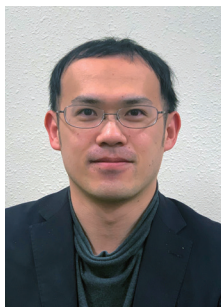
計算情報ユニット

統合ファイアウォールログの検索webアプリを作成 金城 行真

分子研の構成員が利用する岡崎三機関内部のネットワークでは、外部ネットワークとの通信は統合ファイアウォール（以下統合FW）を経由するようになっています。故に内部と外部の通信記録を調査する際、統合FWのログファイルは有用な情報源となります。しかしその情報量の多さが災いし、検索に時間を要する、負荷を抑えた検索にはコマンドの知識を要する、等のハードルがありました。そこで直近1か月の統合FWログを高速に検索できるWebアプリを作成し、計算情報ユニットの職員向けに公開しました。より具体的には、PythonによるWebフレームワークであるDjangoにPHP、データベース（MariaDB）、Webサーバ（Apache）を組み合わせで作成しました。統合FWログの取得やデータベースへの格納等をPHPスクリプトで定期実行し、データベース上のデータをDjangoでWebアプリ化、それをWebサーバで提供します。これにより、直近1か月には限られますが、内部と外部の通信ログを高速、低負荷、かつ技術的ハードルが低い状態で検索できるようになりました。

Log ID	Datetime	Source IP Address	Destination IP Address	Source port number	Destination port number
44209461	2025-03-11 10:04:55	133.46.199.159	193.171.250.100	8080	80
44209561	2025-03-11 10:04:56	133.46.199.159	193.171.250.100	8080	80
44209720	2025-03-11 10:04:58	133.46.199.159	193.171.250.100	8080	80
44209899	2025-03-11 10:05:58	133.46.199.159	193.171.250.100	8080	80
44235331	2025-03-11 10:11:06	133.46.199.159	193.171.250.100	8080	80
44236649	2025-03-11 10:11:20	133.46.199.159	193.171.250.100	8080	80
44240077	2025-03-11 10:13:31	133.46.199.159	193.171.250.100	8080	80

スクリーンショット



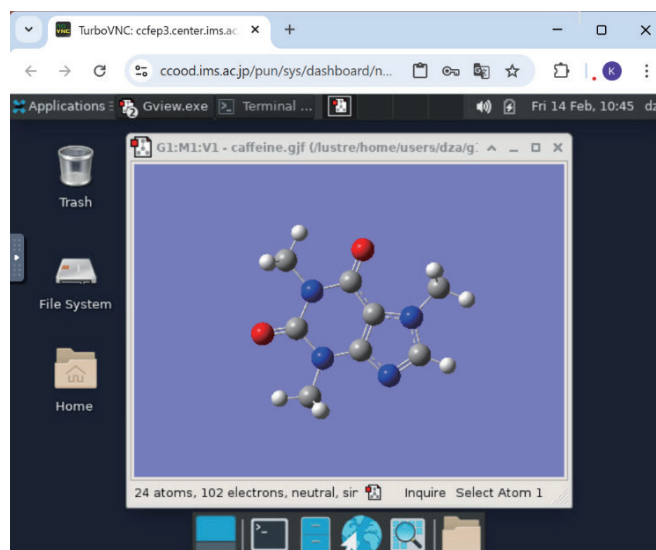
計算情報ユニット

ブラウザから使えるスパコン—Open OnDemandの導入 鈴木 和磨

皆さんは「スパコン」と聞くと、専門的で難しいイメージをお持ちではないでしょうか。私は技術職員として、研究者の皆さんがスパコンを使いやすくする橋渡し役を担っています。最近「Open OnDemand」という、Google Chromeのようなウェブブラウザからスパコンを利用できるサービスを導入しました。これにより、従来の複雑な接続環境準備が不要になりました。さらに、研究者がよく使う Jupyter Notebook や VS Code といったプログラミングツールも、ブラウザから直接使えるようになりました。

導入時は機能確認と環境調整に注力しました。例えば、計算投入コマンドを Open OnDemand 環境で利用できるようにするプログラムを開発しました。また、既存の認証システムとの連携やマニュアル作成にも取り組みました。サービス開始後、利用者が増えていく様子を見るのは大きな喜びです。今後はユーザーのフィードバックを活かし、さらに機能を追加していく予定です。

私たち技術職員は最先端研究を縁の下で支えています。これからもユーザー視点で、技術の壁を低くする取り組みを続けていきます。



ブラウザでスパコン上の分子可視化ソフトを動かす様子



学術支援班

過去から未来への遊歩道 内山 功一

分子研の実験棟と共同研究棟（旧装置開発棟、レーザーセンター棟）の間には、南北に連なる遊歩道があります。この遊歩道は実験棟から共同研究棟に続く渡り廊下を境に、北側は白いタイル張り、南側は歩道などで見かけるインターロッキング（コンクリートブロックの組鋪装）でできています。

この遊歩道ですが、雨の時期になると大きな水たまりが出来て迂回しなければ靴に水が染みてしまうほどでした。いつ頃から水たまりが出来ようになったか記憶にないのですが、もうかなり以前（20年前とか30年前とか？）からではなかったかと思います。

またインターロッキングの部分は、下地が転圧した地面にブロックが組み置かれているだけで周りも囲われていない為、陥没箇所が発生して水が溜まりやすくなっていたと推測されます。

こちらの遊歩道は、正門側から共同研究棟のB、C、UVSOR棟に向かう職員やユーザーが利用しています。水たまりの発生については、以前からなんとか解消してほしいと強い要望がありました。このため数年前から遊歩道の架け替え工事を予定していましたが、本年度ようやく実施することができました。

今回実施した遊歩道の架け替えについては、南側も北側に合わせて白いタイル張りで施工し統一感を出しました。来年度早々には、分子研50周年の記念式典が執り行われます。来場される分子研に所縁のある皆様には、新しくなった遊歩道を歩き以前のままの実験棟と4年前に改修された新しい共同研究棟を眺めながら、これまでの分子研に思いを馳せ、またこれからの分子研に期待をしていただければと思います。



学術支援班

おかげさまで20年 原田 美幸

分子研に着任以来、20年の月日が流れました。根っからモノづくりが好きで、法人化直後にweb作成等の広報担当として採用していただきました。着任後はプレスリリース、ノーベル賞対応、イベント企画・運営など、新たな分野にも積極的に挑戦してまいりました。

20年という歳月の中で、広範な業務経験を通じて自身の成長を実感する一方で、憧れていた「職人」の域には遠く及ばないと感じています。残念な気持ちもありますが、常に新しいことに挑む冒険のような日々は、私にとってかけがえのない経験となっています。

このような挑戦を続けることができたのは、広報チームの存在があってこそです。互いを尊重し、助け合いながら業務を推進する素晴らしい仲間たちと共に働くことが出来、心から幸運だと感じています。また、私は技術職員と少し違う感じではありますが、技術推進部の一員であることも大変嬉しく感じています。大きなイベント等での技術職員皆様からの手厚いサポートも、日々の業務を支える大きな力となっています。

これまでご支援いただいた全ての皆様に心より感謝申し上げます。今後とも、持ち前のチャレンジ精神を活かし、業務に邁進してまいります。引き続きご指導ご鞭撻のほど、よろしくお願い申し上げます。

分子科学研究所技術推進部 Activity Report 2024

発行年月 2025年5月
発行 大学共同利用機関法人 自然科学研究機構
分子科学研究所 技術推進部
〒444-8585
愛知県岡崎市明大寺町字西郷中38番地
デザイン 原 田 美 幸

本誌記載記事の無断転載を禁じます

