機器開発

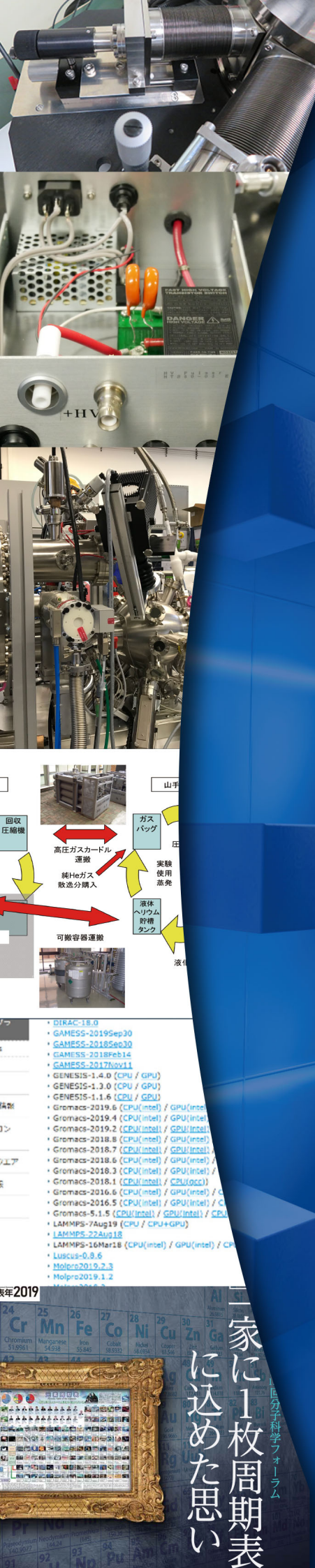
電子機器開発

光

機器利用

計算科学

学術支援



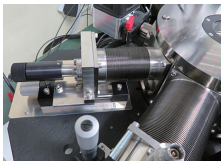
分子科学研究所　技術課
Activity Report 2019

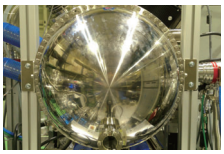
KANAE

ISSN 2434-1940

分子科学研究所　技術課 Activity Report 2019

CONTENTS





1 Activity Report 2019 発刊にあたり

2019 年度ハイライト

2 機器開発技術班
3 電子機器開発技術班
4 光技術班
5 機器利用技術班
6 計算科学技術班

8 技術課活動報告

技術レポート

12 No.1 治具製作から電鋳までの一貫製作　菊地　拓郎
14 No.2 異常や危険を捉えて広範囲に通知！一斉警報通知システムの開発　豊田　朋範
16 No.3 ベルリン訪問記　牧田　誠二
20 No.4 ヘリウムリサイクルについて　賣市　幹大
22 No.5 スパコンのソフトウェア　神谷 基司

26 スタッフコラム

分子科学研究所　技術課について

分子科学研究所（愛知県岡崎市）は、昭和 50 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。技術課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。技術課の役割は研究の動向により変化していくので、これからも幅広く柔軟に技術支援体制を構築していきます。

分子科学研究所長

技術課
技術職員計 36 名（2020 年 4 月時点）

- 機器開発技術班
- 電子機器開発技術班
- 光技術班
- 機器利用技術班
- 計算科学技術班
- 学術支援班

Activity Report 2019発刊にあたり

昨年度のかなえの巻頭言は、確かゴールデンウイーク明けに執筆中でしたが、1年後にまさかこんな未曽有の事態が待っていようとは。2019年12月に、中国・武漢市の医療機関より原因不明の肺炎患者が初めて報告されてから、瞬く間に世界中に広まった新型コロナウィルス感染症。その対策として、日本でも、2020年4月17日、非常事態宣言が全国に拡大されました。分子科学研究所では、特別休暇の取得や在宅勤務を進めつつ、最小限の研究活動を継続している状況です。共同研究の受入も、既に採択され進行中の研究以外の新たな申請は、留め置くことになっています。また、さらに状況が悪化した場合に備えて、研究所の閉鎖を視野に入れた準備を進めているところです。一日も早くこの事態が終息し、平穏な日常生活が取り戻すこと、また、分子研においては、活発な共同利用研究が復活することを祈るばかりです。

さて、今回のかなえに関してですが、年度中の改元により、元号で年度を表すと、とてもややこしくなってしまうので、西暦で記すことにします。2019年度、分子科学研究所では、川合所長のリーダーシップの下、本研究所と企業などからの資金によって運営するオープンイノベーション拠点、「社会連携研究部門」が新たに設置されました。これに併せて、社会連携研究部門の支援企業などによる「小型集積レーザー（TILA：Tiny Integrated Laser）コンソーシアム」が発足しました。新たな研究の創出と研究成果の社会実装が、TILAコンソーシアムの目標となります。また、施設の2019年度概算要求事項であった附属施設三棟（極低温棟、装置開発棟、及びレーザー棟）の機能改修に予算措置がなされ、大規模な改修工事が年度末まで行われました。このような研究所の動きの中、分子科学研究所技術課では、班長４名の内、３名を交代する人事異動を行いました。2019年4月1日付で、計算科学技術班計算科学技術一係の岩橋建輔係長、機器開発技術班機器開発技術二係の近藤聖彦係長、光技術班極端紫外光技術一係の林憲志係長を各班の班長に起用しました。班毎に技術分野が大きく異なるので、様々な技術支援形態があるでしょうが、各班が分子科学研究の発展に貢献できるOne teamとなれるようご尽力いただければと思います。また、本年度も２名の新人職員を採用しました。着任順に、太田紘志氏（極端紫外光技術一係）、木下敬正氏（計算科学技術三係）です。太田氏には、UVSOR加速器グループの一員として、また、木下氏には、岡崎ネットワーク管理室のメンバーとして、ご尽力いただくことになります。分子科学研究所の発展に対する技術支援のみならず、技術課組織の活性化にも大いに貢献していただきたいと思います。

分子研では、2019年度より、技術職員の待遇改善策について検討を開始しています。研究所設立当初は、日本初の組織化された技術者集団であり、最も進んでいた分子研技術課ですが、技術支援に求められる業務内容の高度化・専門化が進み、博士号を有する技術職員が増えるなど、高度化・高学歴化が進んだ一方で、彼らの待遇については、長い年月の間、何の変化も無く現在に至っています。他機関の技術職員に目を向けると、実態を伴ったものは未だ多くないものの、技術職員を組織化することが近年の大きな流れになっています。併せて、一部の国立大学法人や大学共同利用機関法人では、国立大学等の法人化の際に、技術職員を含む職員の待遇改善に成功しています。運営費交付金の削減が続く中、技術職員の待遇改善を実現するには、所長や主幹・施設長を始めとする執行部の先生方はもとより、所内外の研究者の方々のご理解とご支援が必要不可欠です。2019年秋に日本学術会議から出された第6期科学技術計画基本法に向けた提言には、日本の研究衰退の一因として、技術職員の縮小に関する言及が有り、高度技術職員ポストの拡充や技能向上を適切に反映する給与制度の導入などが効果的な方策として挙げられています。分子研技術課は、幸いなことに、大きな人員削減措置を受けておらず、大学共同利用機関として充実した技術支援体制を維持することが出来ており、これらの方策を直ちに実施可能な状況にあります。2020年度は、2021年からスタートする第6期科学技術計画に向けて、分子研技術課が再び全国的に注目される活力ある最先端の技術者組織として復活できる絶好の機会と捉えています。読者の皆様からも、忌憚の無いご意見を頂戴できれば幸甚です。

2020年5月
技術課長
繁政 英治

2019年度ハイライト

機器開発技術班

担当施設：装置開発室
http://edcweb.ims.ac.jp/

スタッフ Information

青山 正樹	AOYAMA, Masaki		菊地 拓郎	KIKUCHI, Takuro	
水谷 伸雄	MIZUTANI, Nobuo		木村 幸代	KIMURA, Sachiyo	
近藤 聖彦	KONDO, Takuhiko		澤田 俊広*	SAWADA, Toshihiro	
高田 紀子	TAKADA, Noriko		石川 晶子*	ISHIKAWA, Akiko	*技術支援員

機器開発技術班の紹介

機器開発技術班は、主に機械加工・設計技術、フォトリソグラフィ技術、デジタルエンジニアリング技術を有する技術職員の集団です。これらの技術を利用して、分子科学研究に必要とされる実験機器の設計製作、マイクロデバイスなどの微細な形状製作、CAEソフトによる構造、伝熱、磁場解析などに対応できる体制を整えています。さらに、このような技術支援は所内研究者に対してだけでなく、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も対象としています。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、新技術の取り組みをおこなっています。

2019年度技術トピックス

【機械設計・製作】

開発要素を含み部品を組み合わせて製作する依頼内容は、図1に示す極低温用プローブステーションに設置して使用する水平磁場印加装置、真空環境で使用する冷却アダプタ、メタルマスク製作に使用するめっき装置、真空容器用シャッターフランジ、分子の蒸気圧制御用容器などがありました。

【フォトリソグラフィ】

昨年、東京大学の北森研究室で教示いただいた「ガラス同士の低温接合」を利用し、図2に示すようなガラス製マイクロ流路を有するデバイス製作をおこなっています。これまでガラス同士の接合は接着剤を用いておこなっていましたが、溶液の種類によっては、接着剤が劣化し液漏れの原因となることがありました。接着剤を使用せずにガラス同士を接合することで、耐薬品性に優れたデバイス製作ができるようになりました。ただし、北森研究室の接合技術で製作したデバイスを使用し成果を公開する際は、引用論文に関する取り決めをおこなっています。

昨年導入した電子ビーム描画装置に関しては、基板の前処理、描画後の金属膜の成膜を含めた条件出しをおこなっています。また、より高精細で安定したパターニングをおこなうために、作業効率を考慮しつつ実験環境の整備を進めています。

附属三棟施設改修ではレーザー棟にクリーンルームが新設され、2020年度には、電子ビーム描画装置を始め、分散していたリソグラフィ関連装置が1か所に集約されます。ユーザーが利用しやすく、合理的に管理ができる運営を目指しています。

【デジタルエンジニアリング】

Murata SoftwareのFemtetを使用し、永久磁石の水平方向の磁場強度の解析と実験結果について比較しました。磁場以外で設計時に必要となる構造、熱解析、流体解析については、ANSYSを使用しています。本年度はクリーンルーム設計時に空気の流れなどの解析をおこないました。

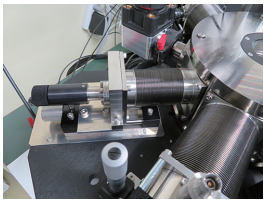


図1　水平磁場印加装置

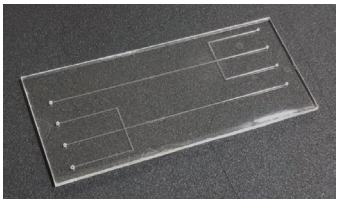


図2　ガラス接合を利用して製作したマイクロ流路デバイス

その他活動報告

－受賞・発表－

日本化学会第37回化学技術有功賞受賞	水谷
令和元年度愛知県優秀技能者表彰	澤田
自然科学研究機構技術研究会発表	近藤

－研修・トレーニング・資格－

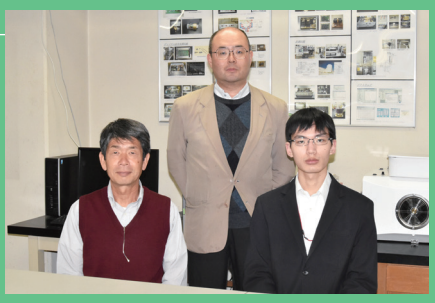
玉掛け講習、クレーン講習、電鋳技術関係セミナー	菊地
精密工学会秋季大会	青山
ANSYS Fluent 体験セミナー	近藤

2019年度ハイライト

電子機器開発技術班

担当施設：装置開発室
http://edcweb.ims.ac.jp/

スタッフInformation
豊田　朋範　TOYODA, Tomonori
木村　和典　KIMURA, Kazunori
吉田　久史＊　YOSHIDA, Hisashi
＊技術支援員



電子機器開発技術班の紹介

電子機器開発技術班は、分子科学研究所の研究施設・装置開発室にあって、所内外の分子科学分野の先駆的な研究に必要な電子機器の開発を行っています。

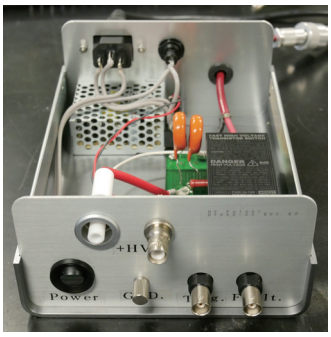
私達は、基盤技術の育成および先端的な新しい回路技術の導入の両面から技術向上に努めています。近年は、HDLを用いたカスタム・ロジックIC設計技術、機器組み込みマイコン応用技術、各種アナログ回路技術、シミュレータを用いた回路設計・検証技術に重点を置いて取り組んでいます。

2019年度技術トピックス

本年度の工作依頼の中で特徴的な開発要素を含む装置について紹介します。

1つは、メゾスコピック計測研究センター平等グループの依頼で製作した回転磁場発生装置用のインバータ電源の改良版です。インバータ電源回路の基本構成は2017年度に製作したものと同様ですが、コイルを励磁する駆動回路をパワーMOSFETからIGBTに変更することで、高耐圧化と大電流化を図りました。また、電源装置のインターロック機構としては、駆動回路の過電流や異常加熱に加え、チャンバー内の圧力異常や励磁コイルおよび冷却液等の温度上昇にも対応するように改良しています。

もう1つは、東京工業大学大島研究室の水瀬助教の依頼で製作した、正極性高圧パルスジェネレータです。定常時は0Vで、外部から入力されるTTLトリガ信号を受けて10nsほどで最大8kVまで立ち上がります。過去に多くの使用実績があるBehlke社製のスイッチングモジュールを中心に、安定駆動のための充放電回路と電源、コネクタ類を小型の金属製ケースにまとめました。また筐体と基板・モジュールのセットは、基板にマウントしたBNCコネクタにより篏合するよう、機械CADも併用して設計しました。



その他活動報告

－2019年度施設利用－

「無人航空機の誘導制御機構の開発」基礎生物学研究所
「振動分解電子運動量分光に向けた超高分解能電子分光器の開発」東北大学

－講演会・セミナー－

2019年5月23日、5月31日　回路工作に関する講習会
2019年12月20日　2019年度技術課セミナー「『伝える技術』向上のために」
2020年2月28日「公的研究機関・大学等における知的財産のチェックポイント」　※2019年度自然科学研究機構産学連携支援事業採択プロジェクト 技術レポート P.14 豊田

－発表報告－（総数9件。筆頭著者分4件を抜粋。）

(1)Tomonori Toyoda, Hisashi Chiba, Nobuyuki Takei, Kenji Ohmori「Development of a Delay Pulse Generator」第35回化学反応討論会 2019年6月5日～6月7日
(2)豊田朋範他「国立研究機関におけるエレメカ連携の事例とその効果－SOLIDWORKS PCBを用いた研究用電子機器開発－」(依頼講演) SOLIDWORKSユーザーミーティングFY19 in 名古屋 2019年12月4日
(3)木村和典他「高電圧パルスジェネレータ用電源制御におけるトラブル事例」技術研究会2020千葉大学 2020年3月5日～3月6日
(4)豊田朋範他「クリーンルーム統合制御システムの開発とインターフェース共通化の試み」第14回情報技術研究会 2020年3月16日～3月17日

2019年度ハイライト

光技術班

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
山崎潤一郎　YAMAZAKI, Jun-ichiro
酒井　雅弘　SAKAI, Masahiro
手島　史綱　TESHIMA, Fumitsuna
近藤　直範　KONDO, Naonori
矢野　隆行　YANO, Takayuki
牧田　誠二　MAKITA, Seiji
岡野　泰彬　OKANO, Yasuaki
湯澤　勇人　YUZAWA,Hayato
太田　紘志　OTA, Hiroshi
堀米　利夫*　HORIGOME, Toshio
水口　あき**　MINAGUCHI, Aki
*特任専門職員 **技術支援員

光技術班の紹介

光技術班は、極端紫外光研究施設(UVSOR)と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名及び技術支援員1名によって構成されています。

UVSORでは、シンクロトロン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います。

メゾスコピック計測研究センターでは、所内研究グループ並びに所内の各施設への技術支援をしています。また、各種開発と研究にも従事しています。

≪新人着任≫

UVSORの今後を見つめると、建設以来35年以上を経た加速器整備の老朽化の問題への対処と将来の次期計画へ向けた検討など、業務量の大幅な増加が見込まれます。そのような状況の中、11月1日に太田紘志技術職員が着任しました。純増となる新人の採用は久しぶりで、今後の活躍に大変期待が集まっています。

その他活動報告

－参加研究会－

放射光学会、各種技術研究会、分子研研究会、
The 3rd AOFSRR School スタッフコラム P.31 湯澤
日本放射光学会放射光基礎講習会

－非常勤講師－

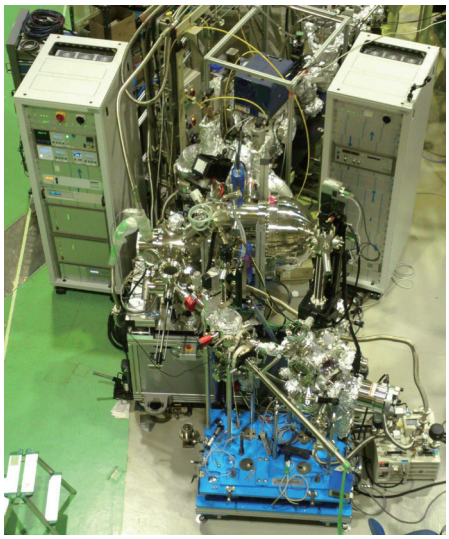
中部大学

2019年度技術トピックス

≪Momentum Microscope 計画≫

UVSORで盛んに用いられている手法の一つに光電子分光があります。光電子分光は、放射光を試料表面に照射し飛び出す光電子を計測し、試料の組成や電子物性を解明する分析法です。2020年2月にBL6Uに導入されたMomentum Microscope は最新の光電子分光測定装置で、不均一試料の微小部分を拡大して観察できる顕微(microscope)機能と試料の物性を決定づける電子のふるまい(運動量momentum)を可視化する機能を1つの装置で実現します。本計画は観測系の最重要課題の一つとして松井主任研究員のグループが進めているもので、2020年1月には技術課から牧田誠二主任がドイツに2週間滞在し、現地工場性能試験を実施するなど、深く関わりながらサポートしています。引き続き、所内スタッフ及び外部パワーユーザーの協力も得ながら調整・改良を進めていく予定です。

技術レポート P.16 牧田



UVSOR BL6Uに導入されたMomentum Microscope。

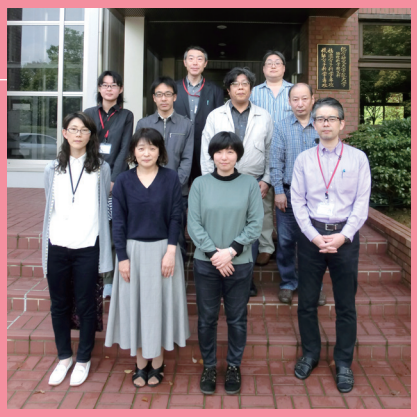
2019年度ハイライト

機器利用技術班

担当施設：機器センター
http://ic.ims.ac.jp/

スタッフ Information

高山　敬史　TAKAYAMA, Takashi
水川　哲徳　MIZUKAWA, Tetsunori
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
伊木志成子*　IKI, Shinako
長尾　春代**　NAGAO, Haruyo
藤川　清江**　FUJIKAWA, Kiyoe
* 特任専門員 ** 技術支援員



機器利用技術班の紹介

機器利用技術班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装置の維持管理、利用者の受入・測定支援等の業務を行っています。また、機器センターと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の汎用機器が統合されて2007年4月に発足した研究施設で、所全体において共通で利用するNMRやESR等の汎用測定装置を有しています。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を構築することが出来ました。これらの設備、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装置もあります。

機器センターの所有する設備は(1)化学分析、(2)磁気・物性、(3)分子分光、(4)寒剤供給、に大別出来、それぞれ以下の様な設備を備えています。

（1）化学分析　高磁場NMR（400,600,800MHz)、質量分析計（MALDI－TOF-MS型)、有機微量元素分析装置、蛍光X線分析装置、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、遠赤外分光計、各種小型機器

（4）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。

また、2007年度よりスタートしたプロジェクト「大学連携研究設備ネットワーク」の全国事務局としての業務も行っています。このプロジェクトは全国の大学の所有する各種汎用測定設備を相互に利用することで設備の有効活用を目指すものでコンピューターネットワークを利用した設備の予約システムを構築しています。

さらに、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。両地区の寒剤供給体制は統合的に確立されており、非常に使いやすいものとなっているのが特徴です。明大寺地区においては、2018年度の寒剤供給量は、液体ヘリウム41,882 ℓ、液体窒素20,929 ℓ、山手地区においては、液体ヘリウム3,724 ℓ、液体窒素17,839 ℓ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、初心者でも簡単操作で取り扱う事が出来るのが特徴となっています。

2019年度はまた新たに導入する機器もあり、年度内には施設棟改修工事が完了して、機器センターの所有機器が新しく生まれ変わった建屋に移ることで、なお一層使い勝手の良いセンターとして動き出す予定です。

2019年度トピックス

新年度となり2019年4月に山手地区の寒剤供給・分子分光・化学分析を主に担当する賣市幹大技術職員が転任され機器利用技術班に配属されました。 技術レポート P.18 賣市

その他活動報告

－機器センター共同利用装置更新－

・「電子スピン共鳴装置」更新　　担当：藤原
・「オペランド多目的X線回折装置」導入　　担当：藤原

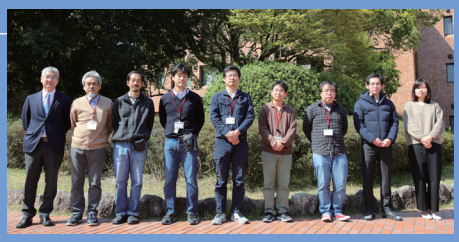
→簡単な紹介は各コラムをご覧ください。

2019年度ハイライト

計算科学技術班

担当施設：計算科学研究センター
https://ccportal.ims.ac.jp/

スタッフInformation（左から）
岩橋　建輔　IWAHASHI, Kensuke
水谷　文保　MIZUTANI, Fumiyasu
内藤　茂樹　NAITO, Shigeki
澤　　昌孝　SAWA, Masataka
松尾　純一　MATSUO, Jun-ichi
長屋　貴量　NAGAYA, Takakazu
神谷　基司　KAMIYA, Motoshi
木下　敬正　KINOSHITA, Takamasa
宇野　明子＊ UNO, Akiko
＊技術支援員



計算科学技術班とは

計算科学技術班は、共同利用の計算機に関することから所内のネットワークやサービスに関することまで、情報サービスやセキュリティーに関することを担当しています。近年セキュリティーに関する業務が増大していることから1名増員され、技術職員8名と技術支援員1名で構成されています。

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利用できる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なっています。

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つなぐコンピューターの管理、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、セキュリティーインシデントの予防などの業務を行い、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他の自然科学研究機構の2つの研究所と共用しています。岡崎地区のネットワークの整備や仮想サーバーのホスト機の管理などのインフラに関する業務、ファイヤーウォールの管理、怪しい通信がないかの監視などのセキュリティー業務などを行なっています。万一、セキュリティー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。

3Dプリンタ出力サービス業務

実験で使用する部品類や分子模型の作成を3Dプリンターを使った出力支援を行なっています。2020年度からは3Dプリンター出力サービス業務は機器開発技術班に移管されます。

2019年度トピックス

2019年度の技術レポートは、計算科学研究センターの業務の「スパコンのソフトウェア」についてです。計算科学研究センターで行なわれた2019年度の計算の内、約3分の1は計算科学研究センターで用意したプログラムが使われています。ユーザーに安心して使ってもらうためには、用意したプログラムが正常に動作しなければなりません。しかし、それを実現するためには多大な労力と困難が……。

技術レポート P.20 神谷

その他活動報告　－技術発表－

2020年3月 千葉大学技術研究会
澤 昌孝「フィッシングメールの傾向と対策の検討」
松尾 純一「3D プリンタによる脱着可能なモデルの作成」

2019年度ハイライト

学術支援班

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

学術支援班は２名の技術職員が属し、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：プレスリリース、分子研ホームページ運営、展示会出展等
各種作成：出版物、ポスター・ホームページ等
その他：見学対応、写真撮影等

2019年度は自然科学研究機構技術研究会で久しぶりに発表を行いました。技術職員の中で広報は異業種ですが、ご質問も多くいただき、とても有意義な時間となりました。

来年度は９月に開催する分子研主催の自然科学研究機構シンポジウムの成功、分子研HPリニューアルを目標としています。

その他活動報告　－技術発表－

2019年６月に開催された自然科学研究機構技術研究会で以下の発表を行いました。
原田美幸　広報でのフリー画像の取り扱い
――フリー画像ってここまですごい

研究所共通業務

学術支援班では、2014年７月より所内の特定部署に属さない共通業務に従事するための人員が配置されました。これまで共通業務は、技術課長がその都度技術課職員から人員を割いて行ってきましたが、専任職員を配置することにより所内のさまざまな要望に迅速に対応できるようになりました。

業務内容は、研究所の職員が利用する大判プリンターなどの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。

2019年度の技術課について

技術課長　繁政　英治

「KANAE」は、技術課に配置された6つの技術班について、2019年度分の業務実施状況や成果等を報告しています。ここでは、各班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課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おり、2019年度は、分子研で「機器・分析技術研究会」が実施されました。これについては、別に報告が掲載されています。一方、3月に開催が予定されていた、千葉大学での技術研究会、及び鹿児島大学での実験・実習技術研究会は、新型コロナウィルス感染拡大の影響に伴い、開催が中止となりました。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に開催されている「機構技術研究会」があります。2019年度は、「データの取り扱い」をテーマとして、各技術職員が取り組んでいる業務に関する討論が行われました。

開催日　研究会	参加状況　講演タイトル
2019年6月20日～21日 岡崎コンファレンスセンター 第14回　自然科学研究機構技術研究会	口頭発表2件 1．最新動向報告 2．「3Dプリンタ出力サービス」で行う3Dデータの加工 ポスター発表4件 1．スパコンと湿度 2．スパコンにあるユーザー所有ファイルのバックアップについて 3．分子研の3D造形プロジェクト 4．広報でのフリー画像の取扱－フリー画像ってここまですごい

技術課セミナー

従来、毎年開催してきた「技術課セミナー」は、ここ数年未開催でしたが、2019年度は、『「伝える技術」向上のために』というタイトルで開催されました。効果的なスライドやポスターを作るために、情報の抽出や整理、表現の方法などを、演習を交えて習得することを目指したもので、講師とサポーターとして、4名の技術職員を招聘しました。分子研以外の機関からも参加者を募り、限られた時間と参加者ではありましたが、非常に有意義なセミナーとなりました。

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、2019年度は、1件（9名）の受入研修（機器・分析技術研究会の実施に伴う受入）を実施しました。

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課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。

受入研修実績		
国北陸先端科学技術大学院大学	東嶺　孝一	2019年度分子科学研究所　機器・分析技術研究会
埼玉大学	徳永　誠	2019年度分子科学研究所　機器・分析技術研究会
愛媛大学	鎌田　浩子	2019年度分子科学研究所　機器・分析技術研究会
北海道大学	大久保　賢治	2019年度分子科学研究所　機器・分析技術研究会
鳥取大学	丹松　美由紀	2019年度分子科学研究所　機器・分析技術研究会
富山大学	平田　暁子	2019年度分子科学研究所　機器・分析技術研究会
佐賀大学	森　加奈恵	2019年度分子科学研究所　機器・分析技術研究会
東北大学	玉木　俊昭	2019年度分子科学研究所　機器・分析技術研究会
東京工業大学	江端　新吾	2019年度分子科学研究所　機器・分析技術研究会
九州工業大学	修行　美恵	分子科学研究所　2019年度技術課セミナー
岩手大学	藤崎　聡美	分子科学研究所　2019年度技術課セミナー
大阪大学	奥村　由香	分子科学研究所　2019年度技術課セミナー
東北大学	一條　肇	分子科学研究所　2019年度技術課セミナー

その他の研修

2019年度の技術課職員の研修として、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（科研費）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参照して下さい。

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、分子研技術課は、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。今年度からは、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。2019年度に技術課で対応したものを以下に示します。

表　2019年度職場体験受入状況

日　程	受入学校	担当部門/施設
6/6	岡崎市立矢作中学校	UVSOR（協力：メゾスコピック計測研究センター）
6/19	岡崎市立葵中学校	装置開発室
8/20	岡崎市立六ッ美中学校	装置開発室、計算科学研究センター
8/20～21	岡崎市立額田中学校・岡崎市立六ッ美中学校	計算科学研究センター、研究力強化戦略室広報担当

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

技術課は、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。2019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、技術課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。

2019年度は、明大寺キャンパスで最も古い附属施設棟群の内、極低温棟、装置開発棟、及びレーザー棟の附属3施設について、改修工事が行われました。改修後、棟名称を共同研究棟とすることとし、北側から順にA棟、B棟、及びC棟となります。また、残された化学試料棟（改修後はD棟）の改修計画について、施設整備事業の概算要求を進めたところ、2019年末に内示があり、2020年度単年度で予算措置されることになりました。

その他技術課に関すること

分子研技術課では、2018年度中に、法人試験合格者を含めて、5名を新規採用しています。2019年度については、ネットワーク管理室及びUVSORに各1名を新規採用しました。前者は、選考採用、後者は法人試験合格者からの採用です。これにより、技術職員は総勢36名となり、その平均年齢は、ここ数年の新規採用者がゼロだった場合の49.1歳に対して、45.9歳に低下しました。定年延長の可能性はあるものの、今後10年で10名近い技術職員が定年退職を迎えることになっています。技能・技術の継承について最大限に配慮し、計画的に新規採用を進めてゆくことが重要であると考えています。

人事交流は、名古屋大学および北陸先端科学技術大学と行われていた実績がありますが、法人化以降は事例がなく、休止状態です。分子研技術課では、技術研究会や受入研修での交流を通じて、他大学等の技術職員との協力体制の萌芽を期待しています。その芽が、やがて本格的な人事交流へと発展できればと考えています。

2019年度 分子科学研究所 機器・分析技術研究会　報告

トークセッション風景

ポスター発表風景

2019年8月29日午後より、2019年度 分子科学研究所 機器・分析技術研究会（以下、「技術研究会」と表記する）が、岡崎コンファレンスセンターにて開催されました。本研究会は、第15回　分子科学研究所技術研究会(1995年度）第5分科会《化学分析》として開催され、翌年度の大阪大学産業科学研究所での開催からは全国持ち回りの独立した研究会として毎年開催されてきました。

今回の技術研究会では、いくつかの新しい試みとして、大学連携研究設備ネットワークの協力を得て「キャリアパス」及び「技術継承」についてのトークセッションを開催しました。

第1日目(8月29日)は、川合研究所長の特別講演を皮切りに「安全衛生」・「技術継承」をテーマにした企画講演・トークセッション・ポスター発表を行いました。企画講演では、2018年9月に発生した北海道胆振（いぶり）東部地震及びそれに伴い発生したブラックアウトについての講演を行っていただき、対策の重要性を再認識させられました。「技術職員のキャリアパスについて」 のトークセッションでは、携帯端末を利用して登壇者の発言に対してリアルタイムで参加者の質問・ コメントを受けるシステムを導入したので、会場で一体感のある議論ができました。

第2日目（8月30日）は、「機器分析」をテーマにしたトークセッション・ポスター発表を行いました。「5大機器分析分野の最先端分析と維持管理の技術継承」のトークセッションでは、技術職員を中心とした専門的な研究会（有機微量元素分析、質量分析、NMR、X線回折、電子顕微鏡）から推薦いただいた方を登壇者に、現在その業務にあたっていない方にもわかるようにそれぞれの最新の分析情報を講演いただきました。各登壇者の方には「5分程度のプレゼンで」とお願いしていましたが、皆さん熱が入ってしまい、参加者とのクロストークの時間が少なくなってしまいました。

今回「報告集」という冊子の研究会当日配布をやめ、事前にWeb公開・ダウンロード形式にしたため、ポスター会場での議論がいつもに比べ白熱していたように感じられ、多くの方から「ポスター時間が短い」とお叱りを受けました。

参加者総数　215 名、ポスター発表件数60 件の技術研究会であったが、特に大きなトラブルもなく盛況のうちに閉会しました。

（分子科学研究所　機器・分析技術研究会　実行委員長　酒井雅弘）

技術レポート

No.1

機器開発技術班

治具製作から電鋳までの一貫製作

菊地　拓郎
機器開発技術一係

昨年度から取り組み始めためっき技術の導入は小規模なラボサイズにまで整ってきました。電鋳を使った工作依頼も入り、完成に向けて試作を行っています。今回は電鋳とその治具（母型）について紹介します。

キーワード　表面処理、電鋳、機械加工

はじめに

昨年度に所長奨励研究費ではじめためっき技術の導入も少しずつ装置を整えていき、現在は基本的なめっき浴種（ニッケル、銅）のめっきをラボサイズで行うことが出来るようになってきました。今回、厚さ150μmの円錐ノズルの工作依頼を受けましたが、機械工作では難しい仕様だったため電鋳での製作を選択しました。それに伴って、専用の電鋳治具が必要になり、治具（母型）の設計から製作と電鋳までを一貫して行うことになりました。

電鋳技術の概要

電鋳は、電気鋳造の略で日本工業規格(JIS)では、“電気めっき法による金属製品の製造・補修又は複製法”と規定されています。金属イオンを含む水溶液を電解により母型に所定の厚さで金属を析出させます。それを離型すると電着層が母型と真逆の形で成型されます（図１）。ちょうど石膏やシリコン樹脂で型を取るような操作を電気めっきで再現している形になります。電鋳は、形状・表面状態を正確に転写できる、大きさ・形状に制限がないなどの利点が挙げられ、金型などの工業製品に幅広く利用されています。

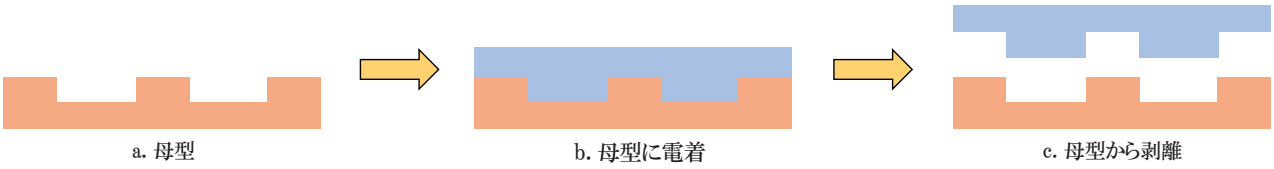


図１　電鋳加工の工程概略図

母型の製作

電鋳の母型は目的に合わせて、形状、素材、剥離方法などを検討しますが、大きく分けて耐久型と消耗型の２種類があります（表1）。

今回は円錐形状の電鋳品を複数個製作するので、剥がしやすくかつ繰り返し使用できるステンレス鋼で製作しました。母型を設計する際の注意点は、めっき後に電着層を外すためにアンダーカット（逆テーパー）にならないようにすること

です。また、剥離し易くするために電着面は鏡面仕上げであることが望ましいです。これは表面が粗いとアンカー効果により凹凸に析出金属が物理的に引っ掛かり、母体と電着層が密着し、剥離が難しくなるためです。

母型はSUS304の丸棒から旋盤加工で円錐形状に切削をし、エメリーペーパーの#400から#1500まで順番に研磨していきました（図2）。

表1　母型材料の例

材料	耐久型母型			消耗型母型		
	アルミニウム	ステンレス鋼	ガラス	アルミ亜鉛	低溶融金属	プラスチック
機械加工性	○	△	×	○	（鋳造）	◎
仕上り状態	○	○	○	○	◎	△～○
損傷性	△	○	×	△	△	△
費用	○	△	△	○	◎	△
導体化処理	—	—	必要	—	—	必要
剥離性	△～○	◎	○	△	○	△

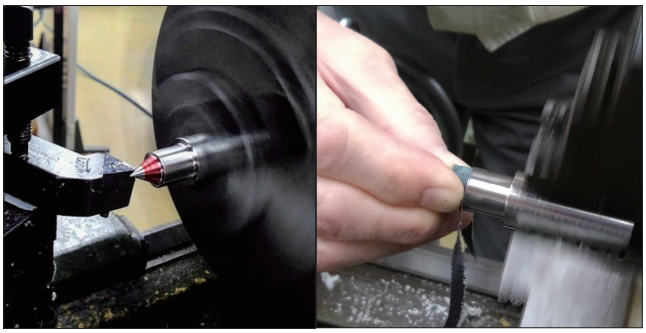


図2　旋盤での加工の様子

めっき工程

作製した母型に所定の時間だけ銅めっきを施しますが、このままでは不要な範囲にまでめっきが析出してしまい、剥離するのに余計な労力を払うことになってしまいます。そのため、絶縁テープを用いて必要な分だけがめっきされるようにマスキングをしました（図3）。

めっきの厚さは、ファラデーの電気分解則より単位面積当たりの電流値と時間の積で求められます。電流値と時間を調整しながら、目標のめっき厚（150μm）と表面状態になる条件を探りました。

以前、めっき面積が数倍大きい母型をニッケル浴で電鋳した際は、母型から剥離するのに金属の熱膨張の差を利用する冷熱サイクルを用いて離型した経験があり、少し苦労しました。しかし、今回はそれらを使用することなく、電鋳直後に少し捻るように引っ張るだけで外すことができました。考えられる要因としては、母型の表面研磨の仕上がりが良かったこと、めっき面積が小さく密着強度が大きくなかったことが考えられます（図4）。

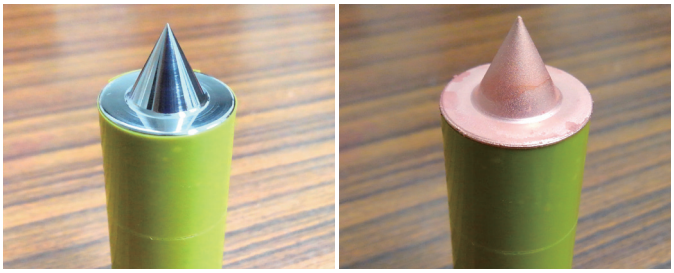


図3　母型のマスキング（めっき前（左）とめっき後（右））

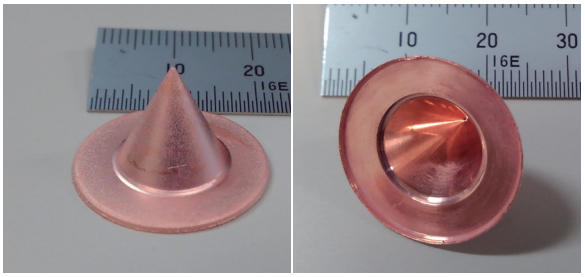


図4　離型した電鋳品の外観と内側

装置開発室の新規工作設備について

今回、初めて母型の設計および機械加工での製作から電鋳までを一貫して装置開発室で行うことが出来ました。また、製作したひとつの母型で連続して複数個の電鋳が可能なことも確認ができました。電鋳に対する経験と知見が深まりましたので、今後は品質と精度の向上を目指していきたいと考えています。

また、5軸加工機を用いたより複雑な形状の母型で電鋳の製作にも挑戦してみたいと考えております。

技術レポート

No.2

電子機器開発技術班

異常や危険を捉えて広範囲に通知！一斉警報通知システムの開発

※本件は千葉寿氏、藤崎聡美氏、古舘守通氏（いずれも岩手大学）、木村和典氏（分子研）との共同開発です

豊田 朋範
電子機器開発技術係

2013年4月から、岩手大学の技術職員と、親機が防災ラジオや住宅用火災警報器の起動を検出して、無線で子機に動作指示を出し、子機が所定の動作を開始する防災システムを開発しています。議論と試作の結果、装置や測定器の異常、各種災害情報を電話やメール、LINEで広範囲かつ一斉に通知するシステムへと汎用化しました。

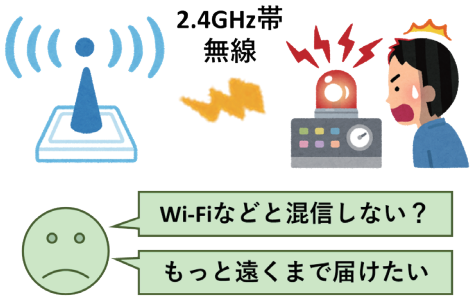
キーワード　LoRa、スマートスピーカー、ARMマイコン

特許出願済み

これまでの防災システムの課題

これまで開発してきた防災システムは、2.4GHz無線モジュールを使用していました。2.4GHz帯はWi-FiやBluetoothなどで使用される周波数帯域のため、混信が懸念されました。また、通信距離は実測100mほどで、通信距離の伸長が課題でした。

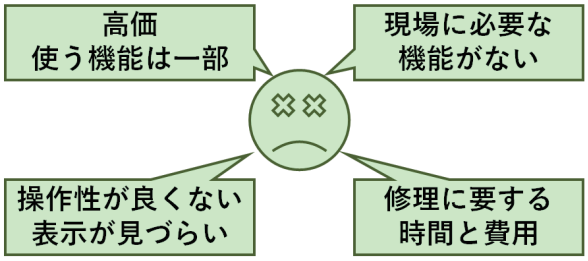
開発を進める中で、メールやLINEでも通知できるようにしてほしいという要望が多く寄せられました。メールの送受信には専用のサーバ構築が必要となり、コストを押し上げます。



異常や危険は、実験現場にもたくさんある

大学や研究機関における実験では、しばしば高電圧や大電流、高温や真空、液体ヘリウムやフッ化水素酸など特殊な条件や材料を使用します。それらは、取り扱いを誤ると重大な事故に至る恐れがあります。また、貴重な資源を損失したり、復旧に長い時間と多くの費用を要することもあります。

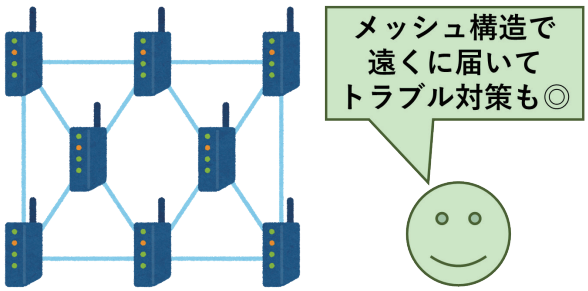
勿論、実験現場ではインターロック装置を導入して危険を防止していますが、その通知はライトやブザーによるもので、早期の対処が必要な場合に、近くに人が居ないこともあります。



システムのブレイクスルーの立役者、LoRa

近年、センサなど様々なものをインターネットに接続して、情報交換や制御を行うIoT(Internet of Things)が提唱されています。

IoTを実現するために、様々な通信方式が提案されていますが、私達は長距離通信が可能で、低消費電力を特徴とするLoRa(Long Range) に着目し、バケツリレーのようにデータを転送でき、トラブルに強い、右図のようなメッシュ構造と合わせて導入に取り組みました。

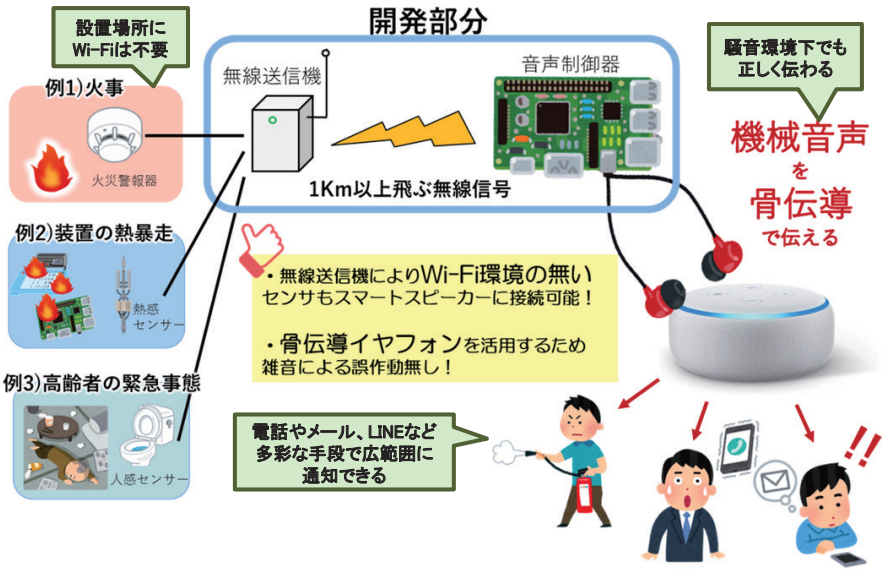


システムブロック図

開発したシステムは、防災ラジオや住宅用火災警報器だけでなく、様々なセンサを接続できます。これにより、冷却水の停止や水漏れ、酸素濃度低下など、実験現場における異常も起動トリガにできます。また、LoRa無線を使用しているので、Wi-Fi環境がないところでも設置できます。

音声制御器は、無線の内容に応じた指令をWi-Fi環境下にある市販のスマートスピーカーに通知します。骨伝導イヤホンを介することで、騒音環境下でも誤認識や誤作動の恐れがありません。

セキュリティは、128bit AESや複数のID、パスワードなどで強固に構築しました。

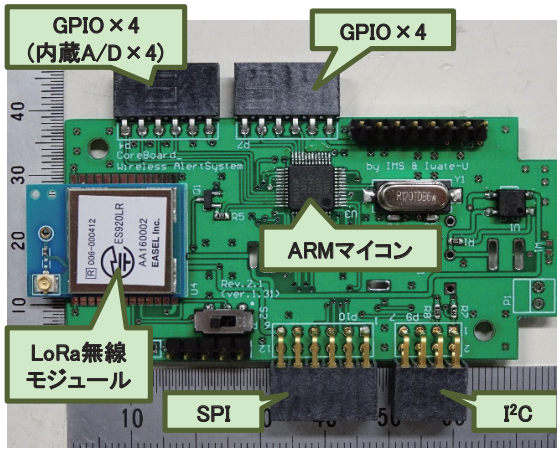


様々なセンサや信号を接続できるコア基板

本システムは、様々な起動トリガに対応する必要があります。これまでARMマイコンの使用実績を重ねてきましたが、インターフェースは独自仕様で、汎用性に課題がありました。

今回、LoRa無線モジュールとARMマイコンを基本構成として、インターフェースにPmod (Peripheral Modules)を採用したコア基板を開発しました。

Pmod対応のインターフェースは4系統搭載しています。接続する装置やセンサに応じてレゴブロックのようにモジュールを差し替えたり、市販のPmod対応モジュールを試したり、新たなモジュールを開発することが容易です。



まとめ・今後の展開、謝辞

本システムは、起動トリガの発生源を限定しない、しかもWi-Fi環境に依存しない高い汎用性を有します。適用例として、クリーンルーム統合制御システムを構築し、2020年4月から稼働開始予定です。

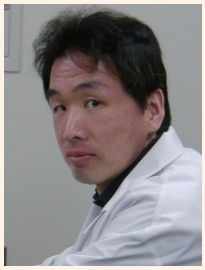
本システム並びにコア基板の開発は、2019年度自然科学研究機構産学連携支援事業(課題名：「一斉警報通知防災システム」）構想の実現に向けた社会実験)並びに2019年度川合所長奨励研究費の助成を受けて行われました。

技術レポート

No.3

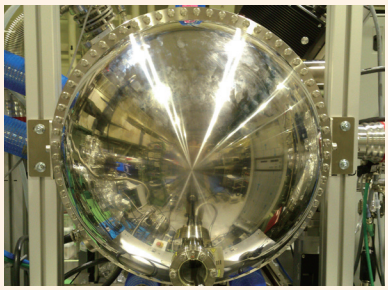
光技術班

ベルリン訪問記



牧田　誠二
光技術班極端紫外光技術一係

UVSORでは軟X線ビームライン（BL 6U）を担当しています。今年度、新たにPhotoelectron Momentum Microscope（光電子波数顕微鏡装置）の導入にあたり、ドイツのベルリンに訪問しました。



キーワード
BL6U、ベルリン、Photoelectron Momentum Microscope

はじめに

UVSOR BL6Uは、直線偏光アンジュレータ・軟X 線可変偏角不等間隔平面回折格子分光器を備え、軟X線領域（45-700 eV 程度）をカバーしています。これまで、電子・イオン同期計測器を用いた、気相の原子・分子、或いは分子クラスターを観測対象とした研究、また固体・表面角度分解光電子分光装置（図1）を用いた、結晶・薄膜表面や有機半導体分子の電子状態に関する研究を所内および国内外研究者を招聘して共同で進めてきました。

令和2年2月、様々な固体物性を理解する上で重要な価電子の振舞いを研究できる有力な装置で、微小領域を選択し広い波数空間で詳細に観察することも可能な、Photoelectron Momentum Microscope（光電子波数顕微鏡装置）（図2）の導入を行いました。今後、大きな成果が期待される本装置の導入にあたり性能評価テスト(FAT: Factory Acceptance Test)のため製造メーカーのSPECS Surface Nano Analysis GmbH（所在地　ドイツ　ベルリン）を訪問した際の記録をお伝えします。

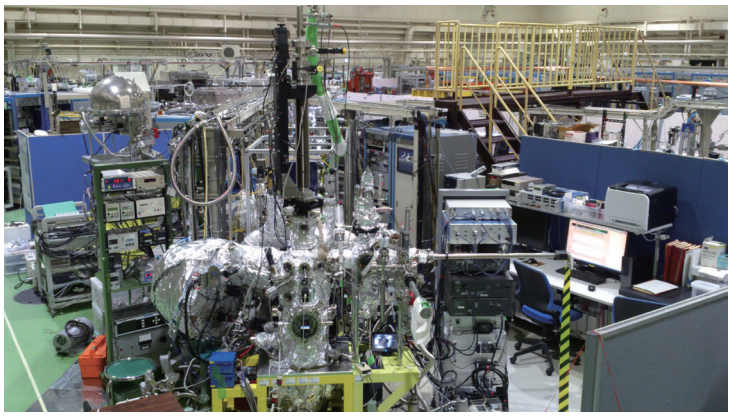


図1　固体・表面角度分解光電子分光装置

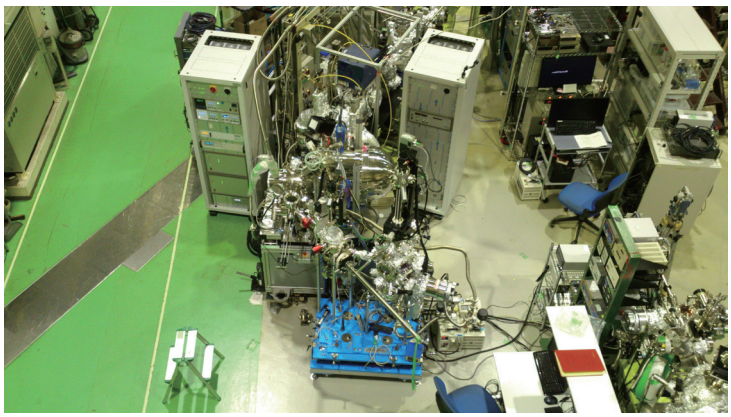


図2　Photoelectron Momentum Microscope（光電子波数顕微鏡装置）
上図と同じ位置に設置。比較的、コンパクトに収まっている。

初めてのヨーロッパへ

出発は1月20日から約2週間。私にとって海外渡航経験は米国（ハワイ、グアム）のみ、しかも6年ぶりの海外とあって準備は念入りに行いました。下調べの段階で気になったのは、ヨーロッパの中でドイツは比較的、治安が良いこと。首都ベルリンの最寄り空港であるベルリン・テーゲル空港へは直行便が無く、日本でいうところの福岡空港並みであること。公衆トイレが有料であること。飲料水に炭酸が入っていることなど。同行したメンバーと比較してもスーツケースは一回り大きく重い物でした。

空路（中部国際空港―ヘルシンキ・ヴァンター国際空港―ベルリン・テーゲル空港）

Factory Acceptance Test at SPECS in Berlin

性能評価テスト(FAT: Factory Acceptance Test)は、SPECS社（図3）にて、納入予定の実機を使ってのテストです。入札仕様書に記載された性能（波数分解能、空間分解能、エネルギー分解能、冷却温度など）をメーカーエンジニア立会いの下、行われました（図4）。

図3　SPECS社（建物の外観と裏腹に内部は最先端の設備と開発が行われている。）

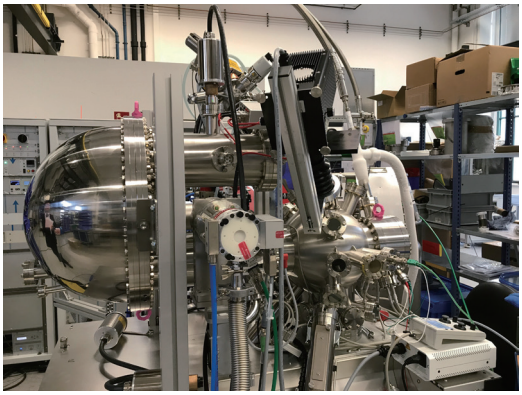


図4　実機による冷却テスト（液体ヘリウムを使い極低温下まで冷却する。）

Stay in Berlin

ベルリン滞在中、同市内にあるフリッツ・ハーバー研究所を訪問させていただきました。同研究所の初代所長でノーベル賞を受賞したフリッツ・ハーバー氏のハーバー・ボッシュ法（アンモニア合成方法として、大学受験問題？としても有名　$N_2+3H_2 \rightleftarrows 2NH_3$　$\Delta H=-92.4$kJ/mol）の実験装置（図5）が展示してあり驚き、他にもベルリンの壁といった歴史的な建造物をはじめ、貴重な経験を得る機会となりました（図6）。

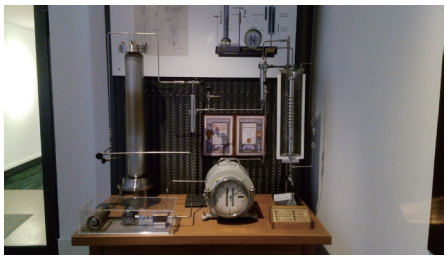


図5　ハーバー・ボッシュ法実験装置

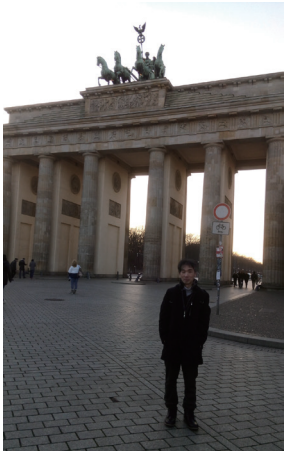


図6　ブランデンブルク門の前で

技術レポート

No.4

機器利用技術班

ヘリウムリサイクルについて

賣市　幹大
機器利用技術二係

世界的にヘリウム不足が広がっており、各研究機関にも対策が求められている。ヘリウムを取り巻く状況と分子研のヘリウムリサイクルへの取り組みについて述べる。

キーワード　ヘリウム、リサイクル

世界的ヘリウム危機について

日本物理学会の緊急声明や新聞の記事などでもご存知のとおり、ヘリウムガスが世界的な供給不足に陥っている。大半を産出する米国が自国での消費を優先したこともあり価格の高騰、日本への輸入が激減している。

日本はヘリウムを100％輸入していて、6割強を米国に頼っていた。その輸入が大きく減ったため今やヘリウムガスは取り合いの状態にある。

2012年にも同様のヘリウム危機があり、ヘリウム風船が消えたとして注目されたことがあるが、現在では娯楽だけでなく病院のMRIや半導体製造などの使用が増え、さらに中国など世界中でその需要が大きく増大している。この需給の差はしばらく続くと見られ、ヘリウムを利用する施設に対して、ヘリウムを大気に放出せず出来る限りリサイクルを促すよう求められている。

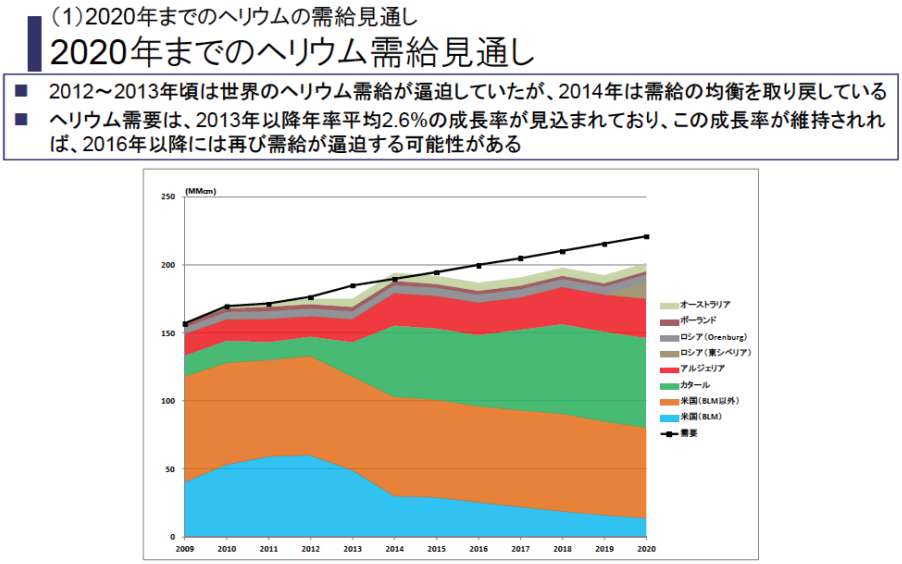


図　2020年までのヘリウム需給見通し
(出典)BLM, "Mineral Commodities Summaries 2015: Helium"、ヒアリング結果等を基に作成
※2009～2013年：実績値、2014年～：推計値(ただし、2013年の需要は推計値)

経済産業省　依託調査報告書より　https://www.meti.go.jp/topic/data/e90622aj.html

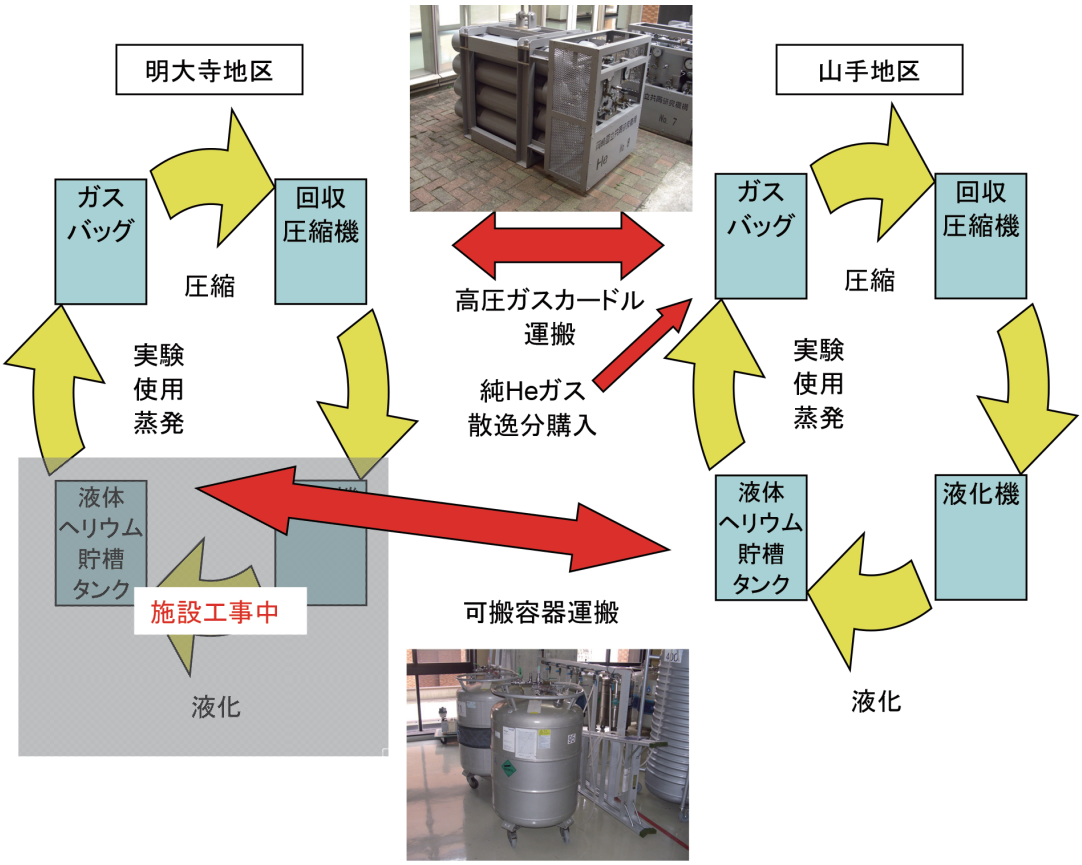
分子研におけるヘリウム液化回収システム

分子研では皆様のご協力により、明大寺地区及び山手地区ともほぼ完全な回収リサイクルが行われている。

しかし2019年度は極低温棟の施設改修工事のため明大寺地区の液化機が使用できなくなった。そのため明大寺地区で生じたヘリウムガスを高圧ガスカードルに詰めて山手に送り、山手の液化機で液化した後容器に詰めて運搬し空の容器を返すという作業を行うこととなった。

液体ヘリウム及び高圧ヘリウムガス運搬は高圧ガス保安法に適合した安全管理が求められるため非常に手間のかかる方法である。また、運搬途中でヘリウムガスのロスが発生し回収率が下がってしまう。液化機の老朽化が話に出るたび別の方法がないか議論に上がる。蒸発した常温常圧のガスであれば回収配管を長く伸ばせが良いが、液体ヘリウムを移送するには断熱する必要があり、両地区の間に繋ぐのは現実的ではない。完全クローズドサイクルな小型の循環冷凍機の導入も考えられるが個別に取り付けることとなり機器の数が多いとメリットが小さくなる。

結局利用者の皆様には、これまで同様ヘリウムガスのロスが極力出ないようこれからも使用していただくようお願いする次第です。



技術レポート

No. 5

計算科学技術班

スパコンのソフトウェア

神谷 基司
計算科学技術一係

計算科学研究センターで運用しているスパコンでは様々なソフトウェアが動いています。安定した運用、利用のためにはそれらソフトウェアの整備、管理が大事です。本稿ではスパコン運用に関わるソフトウェア管理、運用の現状を報告します。

キーワード
スパコン、ソフトウェア、GitLab、テスト

スパコンのソフトウェア

科学計算用のスパコンには当然ですがたくさんのソフトウェアが入っています。研究者やその卵がスパコンに投入する計算（ジョブ）を捌くジョブスケジューラもソフトウェアですし、科学計算を実際に行うプログラムもソフトウェアです。本稿はそんなソフトウェアの中でも我々技術職員が管理しているソフトウェアの話題なのですが、それらをざっくり分類すると、以下の二つに分けられます。

●システム管理用ソフトウェア

●科学計算用ソフトウェア

前者はジョブ投入用のプログラムだったり、ユーザー支援用のツールだったり、利用統計情報を取得するようなソフトで、基本的に自前で開発する類のものです。バグがあるとシステム全体に影響が及ぶようなものもありますし、ユーザーに中身を見られると困るようなものもあったりします。そんなわけで重要度は高いですし、高めの機密性も要求されます。また、数もそれなりにあるので、できるだけ一所にまとめておいて、全体を把握しやすくしておきたいところでもあります。それらの要求に応えるため、最近、センターではGitLabというソフトを使ってプログラムを管理しています（図1）。これにより、機密性高めのデータそのものはクラウドを使わずに所内サーバに置いてセキュリティに配慮しつつも、現代的で高機能なソフトウェア管理を利用できています。

一方、後者の科学計算用ソフトウェアはGaussian, Amber, Gromacsのように基本的にはどこか別のところで作られたソフトウェアで、有償のものも無償のものもあります。通常、大がかりなソフトウェアになるため、技術職員が片手間で作れるようなものではありません。そう聞くと、既に出来上がったソフトだから技術職員自作のものよりまっとうに整備されているだろう、だから導入とか利用もそれなりに簡単だろう、と思うかもしれません。しかし、実際はそんなに楽ではありません。以下はそんな話題というか愚痴です。

科学計算用ソフトウェアを「正しく」動かす

昨年度の早い時期から、科学計算用の導入は主に私が担当しています。そんな科学計算用のソフトウェアをスパコンで動かす上で大事なことの一つは速度です。計算速度が上がれば、成果を早く出せることはもちろん、計算規模を大きくするとか、詳細な解析を行う余地が生まれる可能性もあるので、速ければ速い方が望ましいということになります。この手のプログラムはソースコード(Fortran, C, C++, CUDA等)からコンパイラ(ifort, g++, nvcc等)を使って実行ファイルを作成することが多いですが、できるだけ新しいコンパイラを使うようにしつつ、ベンチマークも適宜取りながらでき

るだけ良い条件で導入するように心がけています。そしてもう一つ、速度以上に大事なことは「正しく」動作することです。科学技術計算用のソフトウェアはその性質上、正しく動作することが当然要求されますが、どういうわけか、利用するコンパイラの種類やバージョン、ライブラリの組み合わせや最適化のレベルによって動作がおかしくなることがあります。それ以前に、そもそも実行ファイルの作成に失敗する条件もあったりします。ちなみに、モノにもよりますが、このようなことは割と頻繁に起きます。そのためか、多くのソフトウェアではテストが用意されており、それらを正常にパスできるかどうかである程度の検証ができるようになっています。しかし、このテストをパスするというのが中々に大変です。癖の強いプログラムの場合、実行ファイルを20パターン以上作り、それぞれについてテストやベンチマーク計算を行うようなこともあります。挙句にテストを通るパターンが非常に少ないとか、速度と正しさが両立しないとかも起こるので、ある程度妥協するしかないこともあります。そのようなソフトウェアについては複数の実行ファイルを提供するなどして、できるだけの対応するようにしています、

以上のように地味な努力をこっそりと積み重ね、センターではソフトウェアを利用者の方々に公開しています。加えて、私の着任以前より行われていた取り組みではありますが、より広い意味で分野に貢献するため、導入方法を https://ccportal.ims.ac.jp/how_to_configure（図2）以下に誰でも閲覧できる形で公開しています(英語版もあります)。テスト等についての情報も何かの参考になることもあると思うので、最近はそれらもできるだけ記載するようにしています。まぁ、これには試行錯誤結果の供養とか単なる愚痴みたいな側面もあったりもするかもしれませんが……。

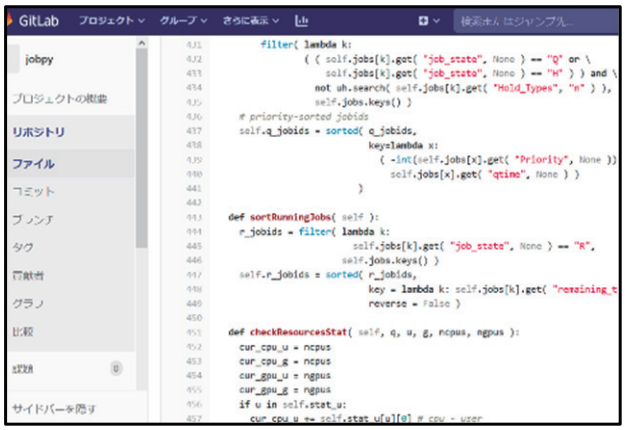


図1　GitLabでの表示例

図2　導入方法の紹介ページ

機器開発技術班

両面テープを使ったテフロン板の固定と機械加工

水谷　伸雄

実験装置の部品をテフロンやPEEKなどの樹脂材料を使って製作することがあります。しかし、小さい部品の場合、材料を直接バイス等に固定すると簡単に変形してしまい正しい寸法に加工できない時があります。また、薄い板の場合は、固定すること自体に苦労します。そこで今回は、両面テープやエポキシ系接着剤で材料を固定した機械加工の例を紹介します。図１は、厚さ２ミリのテフロン板を両面テープでアルミ円盤に貼り付け、旋盤加工とフライス盤加工をした例です。仕上がり寸法は、外径φ113mm、内径φ87mmと外径φ76mm、内径φ50mm、厚さは共に0.3mm～0.7mmの段付き加工です。中央付近には、2mm×2mm×2mmの六面体が４個あり、中心に0.5mmの穴が貫通しています。一般的に、テフロンにテープは付かないと言われていますが、今回の例では機械加工に耐える十分な接着力が得られ、加工後、剥がす時に苦労した程です。また、両面テープでの接着はSUS316板の加工にも有効でした（図１右）。図２は、PEEK材を両面テープで貼り付けフライス盤加工した例です。後日、図３（左）のように部品両側の穴位置を外側に修正する必要が生じ、その時の固定にはエポキシ系接着剤を使いました（図４）。これは、両面テープでは十分な接着力が得られないことと、エポキシ系接着剤を穴周辺に盛り上げ保護することで、機械加工による部品両端の欠落を防ぐためです。エポキシ系接着剤は、完全に硬化してしまうと部品を取り外すことが難しいため、完全硬化する前の接着力が弱いうちに加工し剥離することで必要な形状に仕上げることができました。なお、加工の詳細は、装置開発室Annual Report 2019で報告しています。

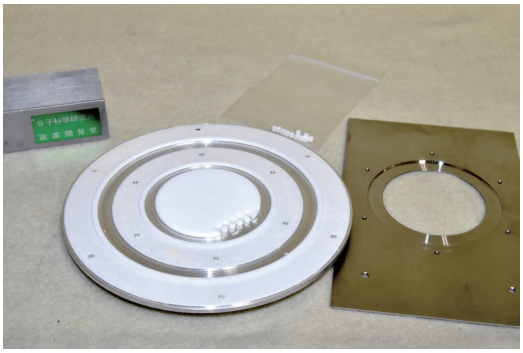


図１　両面テープ固定によるテフロン板、SUS板の加工例

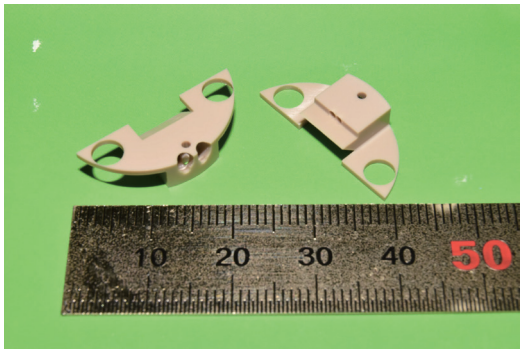


図２　両面テープ固定によるPEEK材の加工例

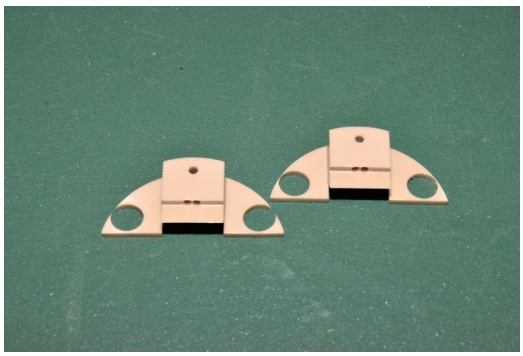


図３　穴位置修正（左）、両側の穴は外周と交差している

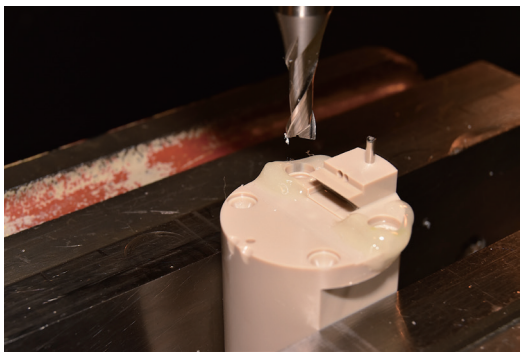


図４　エポキシ系接着剤によるPEEK部品の固定と加工

機器開発技術班

トポロジー最適化による形状設計　青山　正樹

装置開発室では装置設計の際、構造や伝熱などの解析にANSYSを使用しています。ANSYSには2018年度版からトポロジー最適化解析が搭載されました。そこで図1のようなアルミ合金製モーターブラケットについて解析を行ってみました。約0.5Kg程度のモーターが搭載されるモーターブラケットで、モーターを搭載した時の変形量が0.1㎜以下になるような形状となっています。図2はANSYSのプロジェクト画面です。静的構造解析の結果をトポロジー最適化解析に転送します。トポロジー最適化では、最適化する領域や除外する領域、質量の保持割合や応力の上限値、製造制約（薄くなったり細くなったりすると製作が困難となる寸法値）などを設定します。今回は質量の保持割合は50％に設定してあります。図3はトポロジー最適化で得られたブラケット形状です。このような形状を製作するとなると3Dプリンターでしか製作できないですね。使い方やトポロジー最適化の考え方など詳しくは理解していませんが、今後このような設計ツールも少しずつ業務に取り入れていければと思っています。

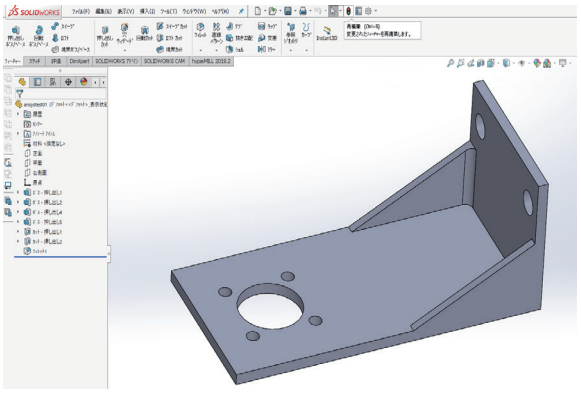


図1　モーターブラケット

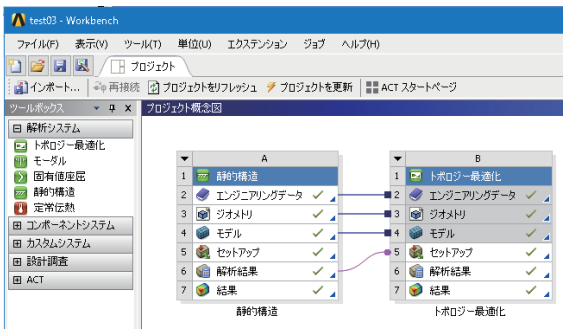


図2　ANSYS　プロジェクト画面

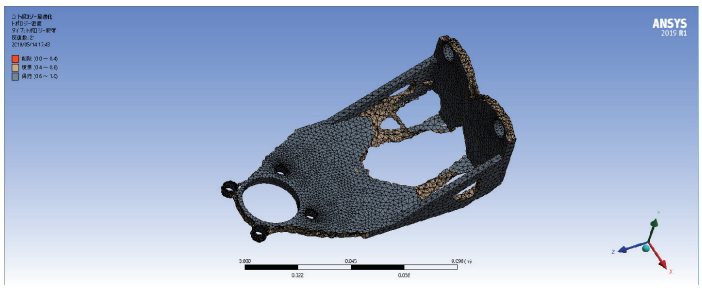


図3　トポロジー最適化結果

機器開発技術班

新クリーンルーム運用に向けて　木村　幸代

１月よりクリーンルーム管理の担当となりました。年初は２週間に渡ってクリーンルームの維持管理の他、フォトリソグラフィに関するスパッタリング、マスクレス露光、エッチング、その他ガラスの取り扱いなどについて高田技術職員から引継ぎました。２ヵ月目にはそれぞれ個々の作業を行えるようになり、３ヵ月目に入って依頼に着手することができるようになりました（図）。クリーンルーム内の作業に関しては石川技術支援員に様々なところでアドバイスをいただいております。緊張するのは真空装置や薬品の取り扱いで、少しの気の緩みが装置の故障や事故の元となると思い、焦らないように気を付けて作業を行っています。一方、CADでの設計や、露光機変換用のデータを作成するところは今までの設計業務と変わらず、露光用のソフトの操作方法を覚えるのもさほど苦にはなりませんでした。何をやるにもすべて１からだと膨大な時間がかかりますが、一つできることがあれば他でも役立つことがあると実感しました。今後の課題は依頼に応えて製作数を増やしていくことに加え、作業者の立場に立ったクリーンルームの維持管理を行うことです。来年度、レーザー棟の１階に新クリーンルームが完成します。ユーザーが利用しやすい運用を目指しています。

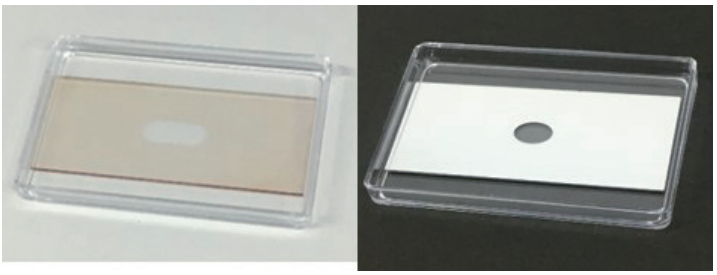
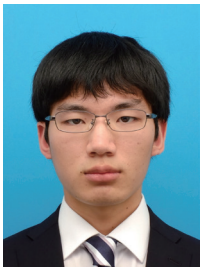


**図１　引き継ぎ後初めて製作したエッチング用マスク（左）と
アルミミラー（右）**



電子機器開発技術班

ストックルーム移設・更新に向けて

木村　和典

装置開発室では「ストックルーム」と称して、機械・回路・ガラス工作のための部品などを所内向けに提供してきました（ガラス工作ストックルームについては、履歴を調べた限りでは2008年11月を最後に出庫されておらず、また担当者も退職したため現在は廃止されています）。この度の付属三棟施設改修工事に伴い、従来は別々の場所にあった機械・回路それぞれのストックルームを合併する事となりました。

これに先立ち、ストック品の出庫状況を調査しました。カテゴリ別の出庫回数を集計した結果を図に示します。ここで出てきたデータは440品目ほどで、全体で約650品目ですから、ストック品のうち1/3程度は出庫されていなかったことが明らかになりました。データベースにある最初の出庫履歴は2004年ですから、物品の選定はそれ以前にされている事になります。回路部品、特に半導体部品の性能は大きく向上しており、定番の部品を除いて品揃えも変わってくることでしょう。

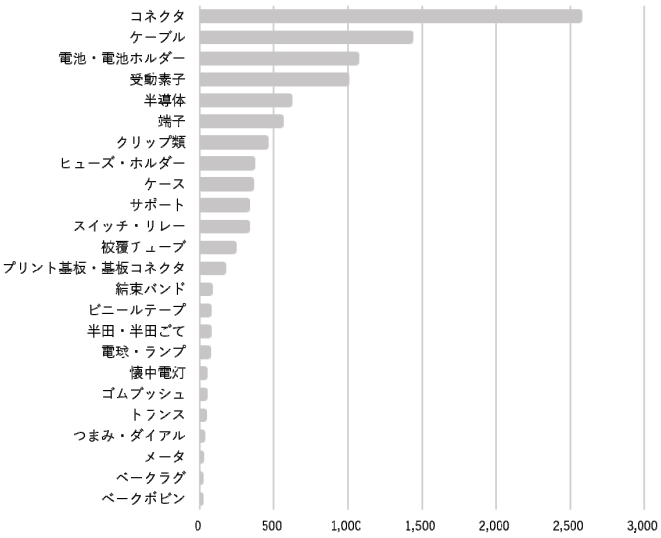


図　回路ストックルームのカテゴリ別出庫回数合計

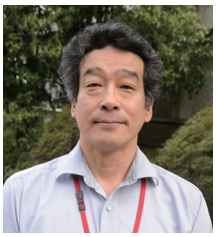
またデータベースを見てみると、改善の余地がある箇所が散見されました。たとえば部品一覧の中に「900番から999番は回路部品のカテゴリ」「3500番以降は機械部品のカテゴリ」といった別のデータが混入しており、部品番号からカテゴリを求める際にマジックナンバーを使用している箇所がありました。また列の名前が全て内容の略称になっていて解読の必要があったり(spid：stock parts ID、など)、部品データが特に必要もなく分割されていたりします。優先度の高い工作依頼の状況を鑑みつつ、ストックの内容刷新と併せて改修を行いたいと考えています。

光技術班

3棟改修－UVSORの立場から　林　憲志

広くなって改装されつつある共同利用者控室。

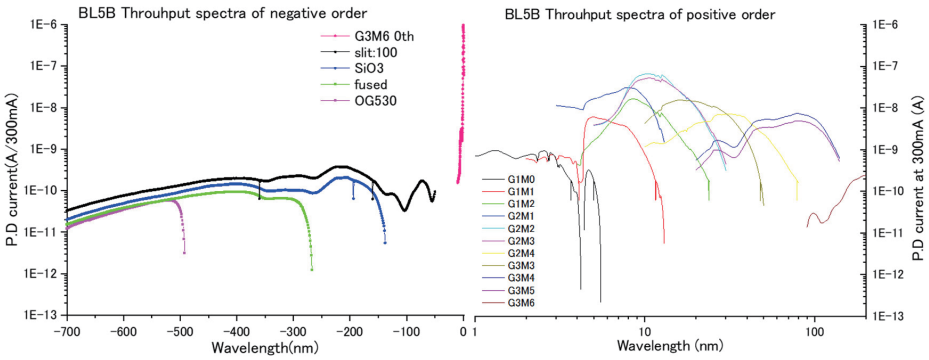
レーザーセンター棟、装置開発棟、極低温棟の3棟が老朽化に伴う改修工事を2019年度に受けました。UVSORの共同利用者控室がレーザーセンター棟にあったため、林が各棟の担当者とともに工事業者等との打ち合わせに参加しました。2019年4月に多くのスタッフの協力を得てUVSORのユーザー室の機能を仮住まいの部屋に移すことから始まり1年、工事期間中は研究棟へ向かう廊下が遮断されるなど UVVSORとしては大変な不便もありましたが、工事は順調に進んでおり、無事に終わりそうであることはホッとしています。一方で工事が終わった後のことを考えると、今回の施設改修にあたっては機能面の向上も必要とされることから、ユーザー室についても2スパンから3スパンに拡大して所全体の共同利用者を受け入れるように所の方針の変更がありました。ユーザーの利便性の向上と利用者間のコミュニケーションの促進、将来的にはユーザー対応の一元化などが見込まれます。当面は共同利用者を受け入れる3施設で協力して共同利用者控室を維持する必要があり、担当者間での打ち合わせを行っています。一方で、それぞれ事情の異なる施設をまたいで協調をとることには難しい面もあるため、施設長間で統一された方針を示していただき、スタッフ全体が連帯感をもって携わっていけることが望ましいと思います。ユーザー対応の一元化や共同利用研究成果の発信の強化などについて所全体として必要性が認められつつある中、共同利用者控室もユーザーにとってよりいっそう使いやすいものになっていけばよいなと思っています。



光技術班

VUV分光器の逆次数掃引によるUV波長の導出　中村 永研

UVSORのBL5B分光器は、PGM（平面回折格子分光器）でありサインバーを用いて通常2nm～200nmまで正次数方向の波長掃引をしている。試しに負次数方向での波長掃引による分光を試みた。計算では、800nmまで導出可能である。回折格子は800本/mmのエシェレット型回折格子でブレーズ角4度である。実験では、700nm付近まで分光可能であった。分光強度は改善の必要があるものの、簡易な改良で使用範囲を可視域まで拡大できることが確認された。



光技術班

第33回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウムへ発表参加

山崎　潤一郎

毎年１月に開催される日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウムにおいてポスター発表を行うため今年も参加しました。昨年に引き続きUVSORの現状についての発表を行いました。名古屋市内で令和２年１月10日から１月12日までの３日間開催され、多数の参加者および企業展示ブースにおいては67の出展があり大変活気のある学会でした。自身の発表においては、UVSORビームライン高度化として、Momentum Microscopeと呼ばれる空間分解能と運動量分解能を併せ持つ新しい高効率光電子分光装置を今年度中に導入することなどをアピールしました。東北地区に官民地域パートナーシップによる次世代放射光施設の推進として整備が進められている放射光施設についての進捗報告もあり、報告によると建設予定地は東北大学青葉山新キャンパスで、施設の特徴として、軽元素を感度良く測定でき、従来の物質構造に加え機能に影響を与える電子状態、ダイナミクス等の詳細な分析が可能という特徴を持ち、磁石やスピントロニクス素子等の研究や創薬、新たな高活性触媒等の開発など基礎から応用まで多様なニーズに対応可能とのことでした。加速器周長349m、エネルギー4GeV、ビームラインは最大26本設置可能とのことで、2023年度中の運用開始を目指しているとのことです。これにより施設間競争が更に激化していくものと感じました。他講演で興味深かったのは、今年度で定年退職される先生が現役に伝えたいこととして、「解くべき課題がある場合適した光源を選ぶ」「使うべき光源がある場合適した課題を選ぶ」「年寄りの言うことはあまり聞かない方が良い（自分で考える。わからない事は分かっている人に聞く）」「若い研究者・学生の言う事はよく聞いた方が良い（新しいアイデアは若い人から）」「研究仲間を大切に（競争よりも協調を）」「理論家との議論は宝」と題して熱く講演されていたのが印象的でした。一方、全体を通して気になった点として、加速器系の発表が年々減少しているように感じられ、ポスター９件（全体の４%）、口頭発表は３件（全体の３%）のみでした。

第33回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウムでの発表の様子

光技術班

試料マニピュレータと光電子アナライザーとの連携による測定位置決め サポートシステム II

酒井　雅弘

UVSOR BL5U は アンジュレータ（挿入光源）、回折格子を利用して 21 eV ～ 200 eV の光（放射光）と偏光面を指定して試料に照射できるビームラインである。また試料直前の後置鏡にはマイクロフォーカスミラーも装備され、より微小な領域への照射が可能となっている。今回は、前回紹介した測定位置決めプログラムを利用して、マイクロフォーカスミラーによって集光した光でリソグラフ上のパターン（文字）をスキャンした。リソグラフで作成された金(Au)パターンを試料マニピュレータに取り付け、マイクロフォーカスミラーで集光された光(エネルギー 120 eV)を照射する。光電子アナライザーは、Au 4f (運動エネルギー Ekin:30 eV 付近)を取り 込むようにセットした。《マニピュレータ駆動》→《Au 4f 光電子スペクトル強度取得》→ を繰り返し強度マップを取得する（図１参照）。図２に、10 μmステップで彫られた強度マップを示す。パターン（文字）の大きさは、上からそれぞれ 30, 40, 50, 60 μm である。30 μmのパターンが認識できているので、マイクロフォーカスミラーにより30 μm程度に絞れていると思われる。

現在のセットアップでは、（紙面の）左右および奥行方向の最小ステップは10 μmなので、モータードライバの設定変更などより細かいステップで駆動するよう変更する予定である。

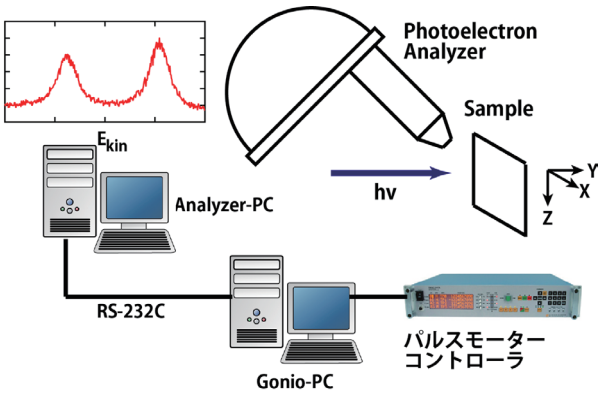


図１　配置図。マイクロフォーカスミラーで集光された光（120eV）をマニピュレータ上のAuパターンに照射し、放出された光電子スペクトル強度でマッピングする。

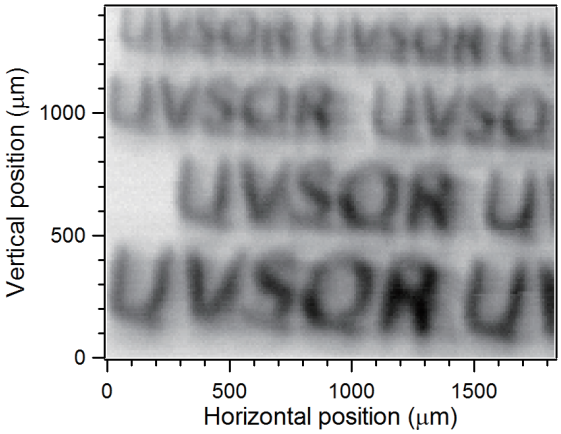


図２　リソグラフで作成されたAuパターンの２次元スキャン結果。パターン（文字）の太さは、上からそれぞれ30, 40, 50, 60 μm である。

光技術班

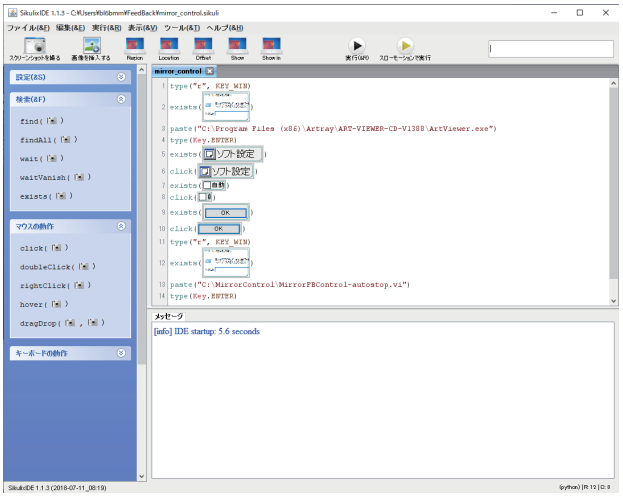
RPA を使った自動化

手島　史綱

UVSORのビームラインの１つである赤外線を利用したBL6Bでは、ベンディング内のミラーを制御するシステムを構築して放射光の光軸安定を行っている。

制御には、ミラーに照射したレーザーの反射光をCCDカメラで取り込む（10秒に１回）付属ソフトとレーザー反射光の移動量に応じてパルスモーターを動かすソフト（Labview）の２つを利用している。これらのソフトを放射光利用時間に応じて、起動、終了の自動化を行った。自動化するにあたり、RPA（Robotic Process Automation）の１つであるオープンソースのSikuliXを利用した。これは、キーボード入力やマウス操作をスク

リプトに記述して実行できるものであり、マウスクリックしたいところのスクリーン画像を指定することにより、画像認識処理でマウスが勝手に動きクリックするしくみである。作成したスクリプトをOSのタイムスケジューラで起動して自動化を行った。図1は、今回作成したSikuliXのスクリプトである。



光技術班

冷却の必要性　近藤　直範

担当しているビームライン（BL）2Aでユーザーから測定を続けていると「エネルギーがシフトする」、「強度が変動する」などの指摘があった。これらの原因として、熱の影響が考えられる。BL2AはTop Up運転が始まる前に作られた古いビームラインなので、熱対策があまり考慮されておらず分光結晶（二結晶分光器の第一結晶）の冷却機構がない。冷却機構を準備するとともに、現状把握のために何分か毎に測定を行ってみたのでその結果を図に示す。

図1、図2に分光結晶Berylで銅の吸収端を測定した結果、分光結晶InSbでモリブデンの吸収端を測定した結果をそれぞれ示す。エネルギーシフトはほとんどないが、強度の減少が見られる。

3月、4月のシャットダウンで冷却機構を導入する予定である。それによって強度の減少がなくなるか確認する予定である。また、第一結晶のシンクロトロン光によるダメージが冷却によって軽減されるかも確認したい。

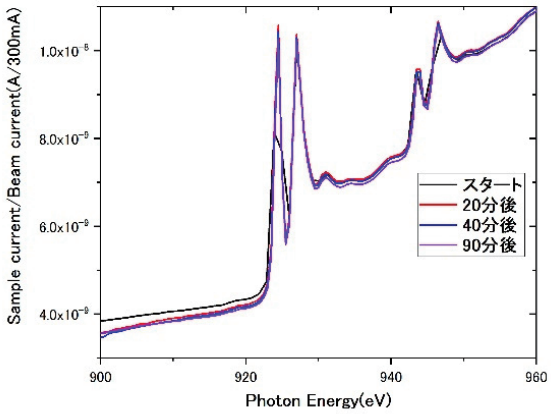


図1　銅の吸収端

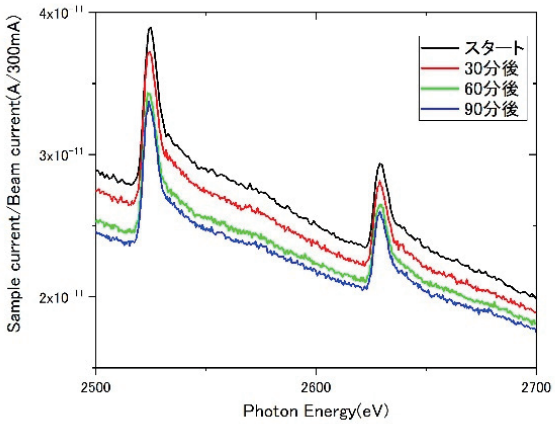


図2　モリブデンの吸収端

光技術班

BL2B回折格子の洗浄　矢野　隆行

私が担当するビームラインであるBL2Bで最近サンプルに照射される光の強度が低下したと言われるようになったので、回折格子の洗浄を行うことにした。対象になるのは3枚の回折格子で取り外すことなく、装着した状態で洗浄を行う方法を選択した。洗浄に使用した装置はibss社の「GV10x DS Asher」で、大気中から取り入れた酸素をプラズマ化し、回折格子表面の汚れを除去する。これを断続的に合計128時間行った。図1に特にユーザー利用の多い回折格子の光の強度分布（洗浄前・後）を示す。これはサンプルに一番近いところに設置しているフォトダイオードで測定した値である。他の2枚の各回折格子を含め、およそ1桁程度強度が向上する結果となった。

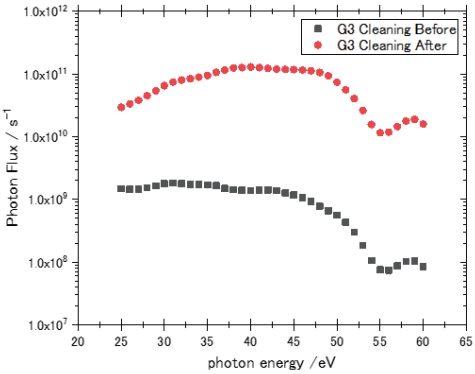


図1　洗浄前後の光の強度分布（回折格子3番）

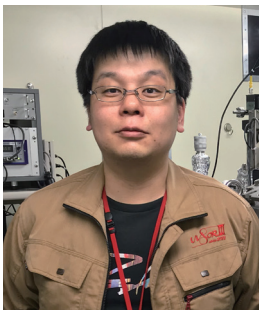
光技術班

密なコミュニケーションを　岡野　泰彬

令和元年の8月末、分子研にて機器・分析技術研究会が開催されました。これまで参加者や会場のスタッフとしてしか関わることのなかった技術研究会ではありますが、今回は副実行委員長という役割をいただき、初めて運営側として携わることになりました。企画をはじめ外部業者とのやり取り、当日の進行まで運営の表と裏の双方を担当しましたが、振り返ってみると、大部分は所内の調整に奔走していたように思います。各個人とコミュニケーションを密にとることで、助言を得たり全体の意思疎通を図ったりと、人とかかわることの大切さを感じた機会でもありました。

このコラムを書いている3月末、コロナウイルスの蔓延は一向に衰える気配すらありません。国内外の学術講演会も相次いで中止となりました。今後早い段階で収束し、今秋、来春の技術研究会は無事開催されることを願います。

研究会風景



光技術班

The 3rd AOFSRR Schoolへの参加　湯澤　勇人

UVSORの解良施設長に薦めて頂き、11/4-8に台湾新竹の放射光施設NSRRCで行われたThe 3rd AOFSRR Schoolに日本放射光学会の推薦で参加することができました。この講習は、若手の放射光利用研究を促進するためにアジア、オセアニア地域の放射光施設で開催されており、今回は10カ国から48名（日本からは5名）が参加していました。内容は1-3日目が、放射光の基礎的な内容から各種測定手法の講義で、4,5日目が、放射光施設の各ビームラインでの実習と各実習のグループによる結果報告会でした。実習では、私はTLS24Aビームラインで「Ambient XPSを用いたTiO_2(110)表面での光触媒作用によるCO_2還元反応のその場観察」を行うグループに入りました。TLS24Aでは、光電子検出系に差動排気システムと静電レンズを組み合わせることにより、通常のXPSの測定条件より試料チャンバーを低真空(～10 mbar)にしても測定が可能です（図1）。この特徴を利用して、チャンバー内に前処理をしたTiO_2とCO_2（0.1 mbar)と水蒸気（0.1 mbar）を導入し、外部からビューポートを通して紫外光を照射しながらXPS測定を行いましたが、残念ながら反応前後で望むスペクトルの変化を得ることができませんでした（試料の扱い方が悪すぎた)。しかし、海外の様々なバックグランドの人と議論しながらデータを解析（図2）したり(失敗したのでどうやってつじつまを合わせるか)、意見をまとめて報告会のために夜中までグループのプレゼンテーションをしあげるプロセスは貴重な経験だったと感じています。このような経験をUVSORでのユーザーサポートの業務に活かせるよう精進していきたいと思います。

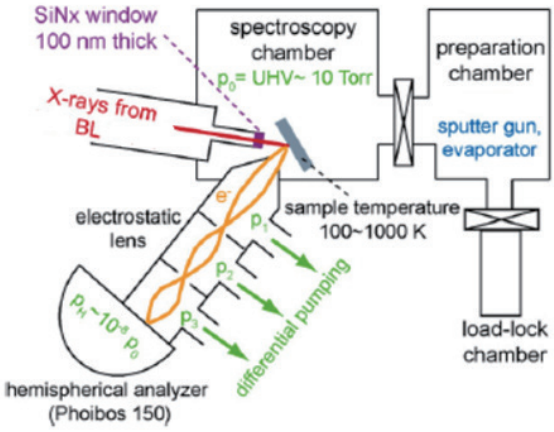


図1. TLS24Aの試料チャンバー周りの概略図
（実習の資料より引用）

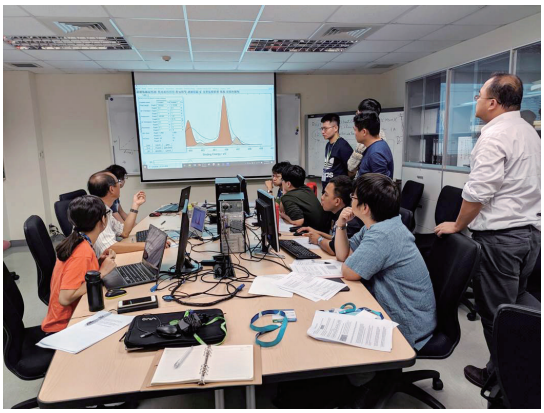
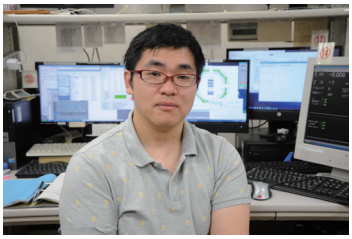


図2. データ解析の様子（恐らくデータ解析に行き詰って講師陣から助言を受けているところ）



光技術班

安定した運転を目指します　太田　紘志

19年の11月から、UVSORの光源加速器グループの技術職員として勤務しております。

主な業務としては、光源加速器の管理保守と運転であり、現在のテーマとしては、光源加速器運転の安定性向上です。加速器の運転において電子ビームの安定性は、大きな課題です。電子ビームはときたま不安定になり、寿命の光量の減少や光の輝度の低下を招きます。そのため、初めに新規に作成したソフトウェアを用いて、通常時と異常時のビーム形状データを比較解析し、原因の究明と対策を行い、より安定した加速器の運転を目指しています。

機器利用技術班

機器センター（山手地区）装置の耐震固定

水川　哲徳

山手地区、4号館4階403号室と406号室にある質量分析装置は縦長タイプである。これらは地震対策をしなければ地震発生時に測定者に危害が及ぶ可能性がある（写真1：Bruker社 microflex（403号室）、写真2：Bruker社 maXis（406号室））。

写真1

写真2

そこで、メーカーと相談して次のような対策を講じた。

1. microflex

床に実験台を固定して、その実験台に装置をベルトで固定した（写真3、写真4）。

2. maXis

①本体　床にベルトで固定した（写真5）。

②液クロ部　カートを床に固定して、液クロラックをカートにベルトで固定した（写真6）。

以上の対策により測定中に大地震に遭遇しても被害を受ける前に避難することができる。

写真3

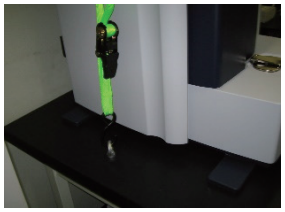


写真4

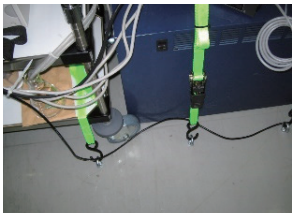


写真5

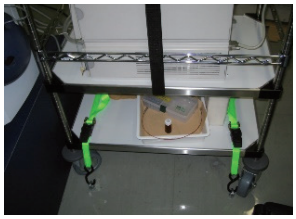


写真6

機器利用技術班

分子研で20年……

上田　正

2000年3月1日、分子研技術課に採用されちょうど20年が経ちました。化学に全く関係の無い民間企業から、国家公務員採用試験を経て、29歳で転職して参りました。分子制御レーザー開発研究センターに配属され、見たこともない大掛かりなレーザー：ピコ秒波長可変レーザーシステムの担当となりました。当然全く何も分かりません。ミラーの表か裏かも分からず、購入したばかりのミラーのおもて面を素手で触ってしまったり……。レーザー＆実験のプロフェッショナルな方々ばかりの中で、ド素人の私は大変なご面倒をお掛けしていたことを思い出します。センター長をはじめ、助手の方やグループの方々には大変お世話になり、そんな私でも翌年には学会発表できるまでにご指導頂きました。正直大変でしたが、今も仕事ができているのは当時の先生方のお陰と深く感謝しております。

忘れることの出来ない大きな失敗もありました。レーザーが少し触れるようになり、また別のレーザーシステムを任せて頂いたのですが、調子に乗って？最も複雑である波長可変装置（今でもメジャーな装置：TOPAS）の中も積極的に調整して（イジって）いました。そんな中、核となる結晶にダメージを与えてしまいました。勿論、実験が出来ず、交換・メー

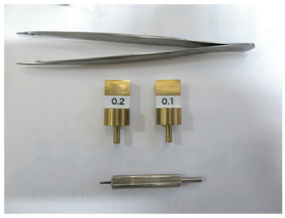
カー修理が必要となり、費用がおよそ？？？万円……かなりビビりました。当時のセンター長に謝りに行ったところ、全く怒られることもなく、「交換してください……」と。特に理由を聞かれることもありませんでした。しばらく経った飲み会の席で「お金はこっち（先生）が心配すること。思うように実験したらいい。」というお話を頂いたこと、今でも忘れません。信頼して頂いていることに応えなければとの思いで仕事に取り組みました。今思うと、とても恵まれた環境であったと思います。

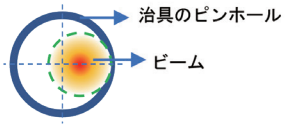
現在は、機器センターに所属し、相変わらずレーザー中心の仕事ですが、分光装置関係は勿論のこと、TEMやSEM、研究所の安全衛生関係、来年度からはAFMも担当させて頂きます。

20年、色々な経験から、それぞれの装置の特徴や関係性も分かってきて、装置の利用に来られる研究者の方々との実験・打ち合わせも楽しく、やりがいも感じています。ひとえに、今までお世話になりました方々のお陰と心からお礼を申し上げます。とりわけ、技術課のこと、研究所のこと、研究者のこと、様々ご教示頂きました技術課の山中班長（一昨年度、定年退職）、歴代の技術課長に感謝の念は堪えません。残りあと10年余りでしょうか……。これまでの経験を活かして、研究者の方々に信頼され、お役に立てるよう、頑張って参る所存です。

機器利用技術班

微結晶Ｘ線回折装置の光軸調整治具　岡野　芳則



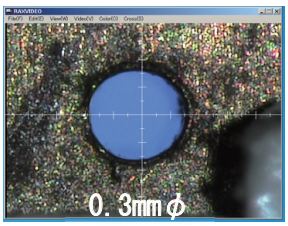


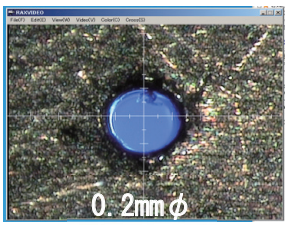
微結晶Ｘ線回折装置の光軸調整用の治具を装置開発室に相談し、外注で作成していただきました。

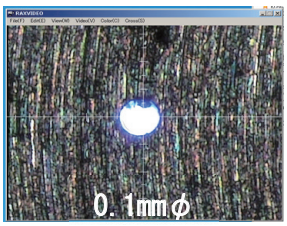
装置付属の治具は真鍮製の円柱を縦半分に割った様な形状で直径0.3 mmのピンホールが開いています。それに対してビーム径は0.2 mmなので完全に調整しきれません。ある時ユーザーから反射が出ないと言われ、見ると非常に小さな結晶を測定していました。

光軸調整は治具をゴニオメータにセットし、集光ミラーの角度などを調整してＸ線ビームがピンホールを通る様にします。ピンホールの後ろに強度計を置いて強度最大になる様に調整するのですが、この時どうやらビーム強度を最大にしようとするとビーム中心が回転中心から外れるのではないかと推測しています（ビームは均一ビームではなく中心に行くほど強度が強いと言われています）。メーカーに相談したところ、回転中心から左右均等に離れた位置にピンホールが来る様にして２箇所の強度が同じになる様に調整するという方法を教えていただいたのですが、それよりも径の小さい治具があれば楽だと考え装置開発室に工作依頼を出しました（メーカーにはこれより小さい径の治具はないとの事です）。現在の治具が0.3mmφなので0.2mmφと0.1mmφの２つを作成していただきました。

0.3 → 0.2 → 0.1と順に治具を変えて最大強度が出る様に調整したところ、最後の0.1mmφで、治具をつけない時の50％以上の強度が出ました（回転中心から直径0.1mmの範囲内にビームの50％以上が来ている状態にできた）。







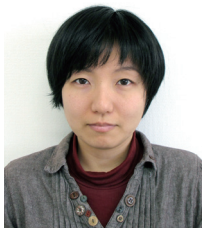
機器利用技術班

新規X線回折装置の導入および既存ESR装置の更新　藤原　基靖

2019年度、オペランド多目的X線回折装置（Malvern Panalytical社製Empyrean）の新規導入、および電子スピン共鳴装置の更新（デジタルアップグレード）を行うことが出来ました。

粉末X線回折装置は、主に粉末試料の定性分析を行いますが、新規導入された装置は、【オペランド】反応中・素子動作中の計測、【多目的】粉末試料以外への対応、配向分析、結晶構造解析、二次元測定、の他、【局所構造解析】短波長への対応、をキーワードに、多目的運用性を持つ装置として導入されました。そのため多数の部品（入射光学系Cu用４種類･Mo用２種類、検出器３種類、ステージ７種類以上、多数の各種スリット等）が存在します。「何でもできる」が「何もできない」とならないよう、有効運用できるよう努めたいと思います。

電子スピン共鳴装置（Bruker社製E680）は、導入から20年以上が経過しましたが、高感度・高周波Q-band、任意波形発生器による広帯域／選択的励起、YAGレーザーによる時間分解測定等の先端計測への対応の機会にも恵まれ、今も稼働日30％を超える共同利用装置として活躍しています。とは言え、システム部分はそのままで、測定中にハングアップするなど、先端計測に堪えない状況が見受けられました。今回のデジタルアップグレードにより、主要部品の更新による高度化、および通信系（トランスピュータからイーサーネットへ）の更新により通信量増大・高速化に対応できるシステムになりました。より快適に利用していただけるよう、測定サポートも充実していけたらと思います。



機器利用技術班

高圧ガスの勉強　浅田　瑞枝

先日、高圧ガス製造保安責任者の資格試験になんとか合格しました。試験の内容はガスの圧縮（液化作業）に必要な法律や技術的な内容が主でしたが、実験室での寒剤の取り扱いに役立ちそうな項目もあったのでご紹介します。

・圧力計、安全弁、破裂板

寒剤容器のうち密閉可能な容器にはこれら安全装置が装着されています。内圧が一定以上になると安全弁が作動しガスを逃がし、さらに危険域になると破裂板が破れガスを放出します。安全弁は内圧が下がれば自動的に閉じますが、破裂板は不可逆に破壊され常時開放になってしまうため、内圧が上がりすぎないように圧力計を常に確認する必要があります。

・低温脆化

液体窒素温度以下の極低温では、体心立方格子の金属は延性が失われ脆くなります。そのため、極低温で扱う容器や装置には低温で脆くならない面心立方格子のアルミニウムやオーステナイト系ステンレス、銅が使われます。

・運転操作方法

エラーを予防する設備の運用方法や、緊急時の措置など。寒剤や高圧ガスに限らず様々な作業時に参考になります。

研究室で液体ヘリウムを使い始めた学部生のころ先輩から「ヘリウムタンク閉塞させたら東海一円吹っ飛ぶで*」などと脅されていたせいか、容器の昇圧が必要な操作はこわごわ行っていましたが、寒剤担当になって１年、なぜどんなとき危険か、どうすれば危険回避できるか知識を増やすことで緊急時もあわてず操作できるようになると実感しています。

* 実際には事故があっても東海地方は吹っ飛びませんが、建物は吹っ飛ぶかもしれません。ご安全に！

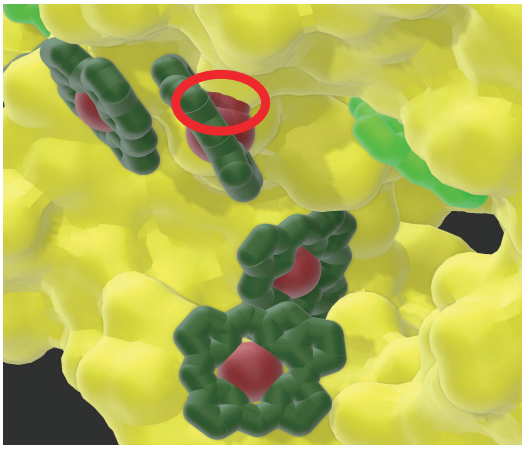
計算科学技術班

ばらばらに離れた分子模型は作れない　水谷　文保

3Dプリンタを使って分子模型を作る場合、補強目的以外に宙に浮いた部分に支持棒を付加することで、一体的な模型として出力できます。

今年は166万の分子量を有する巨大な光化学系II-集光装置超複合体の模型を作成しました。タンパク質の隙間に様々な分子が配置されたものです。タンパク質は主鎖のみをサーフェスモデルで描画し、２種のクロロフィルにヘムを加えた３種類の錯体分子のみを同時作成しました。それらは中心の金属原子と周辺の環構造のみをスティックモデルで描画させました。

各モデルは太めに設定すると相互に接近して宙に浮くことが防げるのですが、全部埋もれる条件設定はかなり困難で、今回の巨大模型では376個中58個が浮いている状態でした。これを手作業で探し出して支持棒を付加するのは容易な作業ではありません。



赤丸は付加した支持棒

そこで分子模型プログラムから出力させたVRML形式の３次元データを読み込んで自動的に支持棒を付加するプログラムを作成しました。これにより作業量の軽減と、分離する分子が無い一体化した模型が作成できました。

計算科学技術班

セキュリティを高める多要素認証　内藤　茂樹

サーバへのログイン等の認証に使う要素には３つあります。一つ目は「What you are」で顔や虹彩等の人そのもの、二つ目は「What you have」でスマートホンやUSBキー等の物理的な所有物、最後は「What you know」でIDやパスワード等の人が記憶しているものです。

多要素認証とは、これら三つの要素を複数組あせて認証を行う方法で、銀行のATM等が当てはまります。ATMを使う時にはキャッシュカード(What you have)と暗証番号(What you know)の二つの要素を使用します。カードがあっても暗証番号を知らなければ利用できません。クレジットカードも同様に暗証番号の入力を求められるようになってきているかと思います。このように多要素認証は今や生活に根付いています。

この多要素認証をログイン機能に用いたのがGoogleの二段階認証です。「What you know」であるIDとパスワードの入力後、「What you have」である携帯電話へのSMSによるG-codeの送付やスマートホンの認証アプリでの認証等、複数の要素を用います。これによりフィッシング詐欺でIDとパスワードが流出しても不正アクセスを防止でき、結果として情報漏洩等の重大な情報セキュリティインシデントに発展することを防ぐことができます。一手間かかりますが、その効果は絶大です。

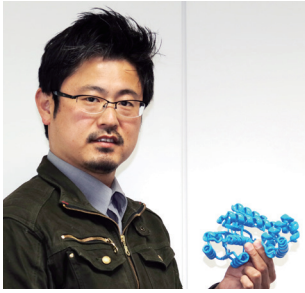
計算科学技術班

テレワークの需要と岡崎３機関での対応状況　澤　昌孝

昨今の育休・介護休業等の利用推進のため、それに伴う規程等改正の計画があることから、テレワーク（在宅勤務）に対応できる環境があるかについての話が年明けぐらいに岡崎情報ネットワーク管理室に回ってきました。岡崎３機関では教員や職員が出張等により遠隔で研究や職務をするためのVPNシステムを持っています。利用状況は平均で20～30接続ぐらい、最大能力の２割の帯域がごくまれにピークとして出るぐらいの利用でした。規程の改正後に想定される育休・介護休業等でテレワーク利用者数ぐらいが増えても、現行のVPNシステムで問題ないと予想していました。

しかし、新型コロナウイルス対応で３月初めからの休校要請等に伴うテレワーク需要でVPN利用の急増が予想されたことから、VPNシステムの利用状況を注目していました。

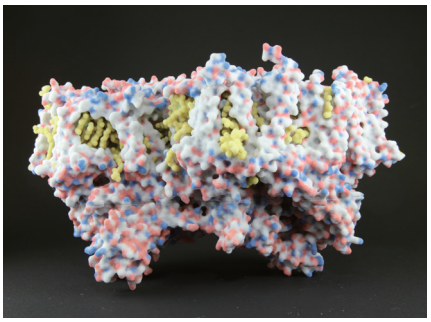
現時点（要請が出てから３週間ほど経過）の利用は以前からあまり増えていません。職務上なかなかテレワークが難しいのか、テレワークするための体制が間に合わなっていないだけなのかは不明な状態です。ただ今後、現行VPNシステムで支障が出るぐらい利用が増える可能性はあります。岡崎ネットワーク管理室では現行システムの約４倍のVPN処理能力を有するVPNシステムの評価を最近開始しました。評価しているシステムを導入するかについては、今後のVPNシステムの利用状況や評価システムの使い勝手などから判断していきたいと考えています。



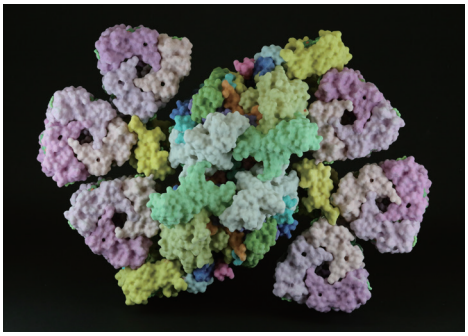
計算科学技術班

巨大タンパク質モデルの製作　松尾　純一

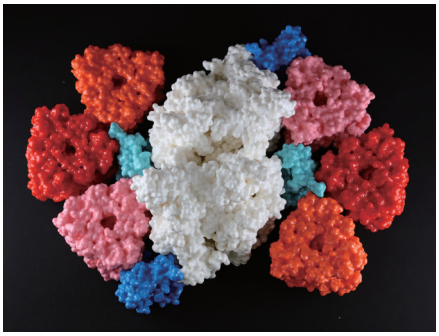
これまでも3Dプリンタを使用してさまざまな模型を製作してきましたが、2019年度は近年活発に研究されている光科学系Ⅱと呼ばれる巨大タンパク質複合体に関する製作を２件行いました。これまで製作してきた中でもけた違いに大きい数万原子を持つタンパク質であるため、3Dデータに変換すると数千万ポリゴン／1GByteほどのデータ量となり、１つの加工処理（重複部分の除去等）に１日以上かかる事態となってしまいました。事前に形状の単純化や統合処理を行って１／３までデータ量を減らしたり、3Dデータの加工プログラムを作成し手作業を自動化するなどの工夫が必要でした。



バインダージェッティング方式による
光化学系Ⅱタンパク質（1S5L）



バインダージェッティング方式による
光化学系Ⅱ-集光装置超複合体
（C2S2M2L2）



FDM方式による光化学系Ⅱ-集光装置超複合体
（C2S2M2L2）

計算科学技術班

メールサーバのファイルシステムのトラブル対応　長屋　貴量

年が明けてすぐに、所のメールサーバについて、メールボックスを開けない、という訴えが複数届いた。調べたところ、メールボックスにメールは届いているが、メール一覧情報を含むインデックスファイルの作成に失敗しており、このインデックスファイルの情報を使って表示していたメールボックスを開けなくなっていることが判明した。

日を追うごとに同じ不調の訴えが増え、さらに障害復旧したユーザーから半日で「再発した」との連絡もあった。システムログを確認した所「ファイルシステムの問題」が頻発していることが分かった。現在のOSでファイルシステムの問題が発生したことはなく、またストレージ側のログをチェックしていただいたが、問題を示すログもなかった。

原因の判明後、マシンのサービスを一時停止しファイルシステムの修復を行った所、30分で修復が完了し、ディスクは問題なく認識できたため問題は解消したと考えていた。しかし2か月後、ログファイルの移動に失敗しその影響でメールサービスが止まる事態が発生した。ログを見直すと前回と同じ問題だったことが判明し、ディスクにまだ問題が残っていると考えディスクをクローンして差し替えた。ディスク差し替え後、同じ症状は現在までに再発していない。

ファイルシステムの復旧は今までに経験がなく、不調に終わればディスク全体が利用不可になる恐れがあった。またユーザーには、サービス不調期間の間に届いているはずのメールのリストを送り、チェックするよう依頼した。ユーザーからは数件連絡があったのみで、メールの消失という最悪の事態は免れたと考える。

計算科学技術班

新人自己紹介　木下 敬正

2019年12月に計算科学技術班の岡崎情報ネットワーク管理室に着任いたしました。当管理室は、岡崎３機関が共通して利用する情報通信基盤の運用管理業務を行っております。業務の技術領域であるICT分野は進展するスピードが速く、それに伴い社会全体での利便性はますます向上しております。しかし、一方でサイバー空間での情報セキュリティ管理も複雑化し続けており、多くの組織がその対応に追われています。当管理室においても、情報セキュリティ管理を主軸として、岡崎３機関における情報セキュリティ実施手順書の策定からシステム構成、機器の選定、日々のインシデント対応を行っております。今後はこれらの業務の中で、情報セキュリティのインシデント対応を担うCSIRT(Computer Security Incident Response Team)要員として従事する予定です。大学では情報工学を専攻し、その後ICT系企業に勤務していたものの開発経験が無く、業務上必要な技術力が不足しているため、現在は先生や先輩方に実施していただいている技術研修に励んでおります。１日でも早く実務に着手し皆様のお役に立てるよう努めてまいりますので、何卒よろしくお願いいたします。

学術支援班

オープン化の波再び　内山 功一

私が学術支援班に異動した最初のコラム記事（第30号）はお読みいただいたでしょうか。「開放的なオフィス空間」というタイトルで分子研でのオープンオフィスについて紹介した記事です。当時は主に居室スペースの共有化が主流で、実験室についてはガラスパーティションで区切って見通しを良くする疑似オープンラボといった改修事例でした。この記事のまとめでは分子研に開放的なオフィス作りの流れが到来していると締めくくりましたが、その後オープン化の流れは停滞し今年度まで改修事例がありませんでした。

停滞した流れが動き出したのは、昨年度着任した教官からの居室スペースオープン化の要望があったこと。またそれに伴い今まで分散していた戦略室をオープンオフィスに集約する計画が立ち上がったためです。

今年度の改修事例としては、研究棟２階東ブロック（解良グループ）、同西ブロック（研究力強化戦略室）、共同研究棟Ｂ棟２階（装置開発室）、共同研究棟Ｃ棟２階（技術職員居室）、山手３号館４階西（瀬川グループ）とすでに５か所のオープン化が完了しております。次年度には、共同研究棟Ｄ棟（旧化学試料棟）が基本オープンラボとして改修する予定となっております。また研究棟３階東ブロックも今年度実施した２階同様、オープンオフィスとして改修する予定です。

５年前に増殖するかに見えて停滞したオープン化の流れですが、ここに来て再び波が到来し加速しつつあるようです。

学術支援班

技術研究会　原田 美幸

久しぶりに自然科学研究機構技術研究会で発表をさせて頂きました。

フリー画像を使ったポスターの作り方、フォントやネット印刷等についてご紹介させて頂きましたが、興味ある方が想像以上に多く、ポスター発表では多くのご質問をいただきました。私を含め皆様の悩みが共通していて、技術職員の方々の役に立ったことが大変嬉しかったです。

また、年度末に新しい居室のパースを作成しました。実際とは少し異なってしまいましたが（光の量が難しいです）、関係者への説明はパースがあることでスムーズに行うことが出来ました。

来年度は分子研企画担当の自然科学研究機構シンポジウムを企画・運営します。新しい取り組みにワクワクしつつ、研究所に貢献、市民の方に還元していきたいと思います（追記　コロナの影響で多くのイベントはキャンセルになりそうです）。

分子科学研究所技術課
Activity Report 2019

発行年月　2020年6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　技術課
〒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

分子科学研究所　技術課　Activity Report 2019

No.35

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　技術課　**Activity Report 2019**
〒444-8585　愛知県岡崎市明大寺町字西郷中 38 番地　https://tech.ims.ac.jp/