機器開発

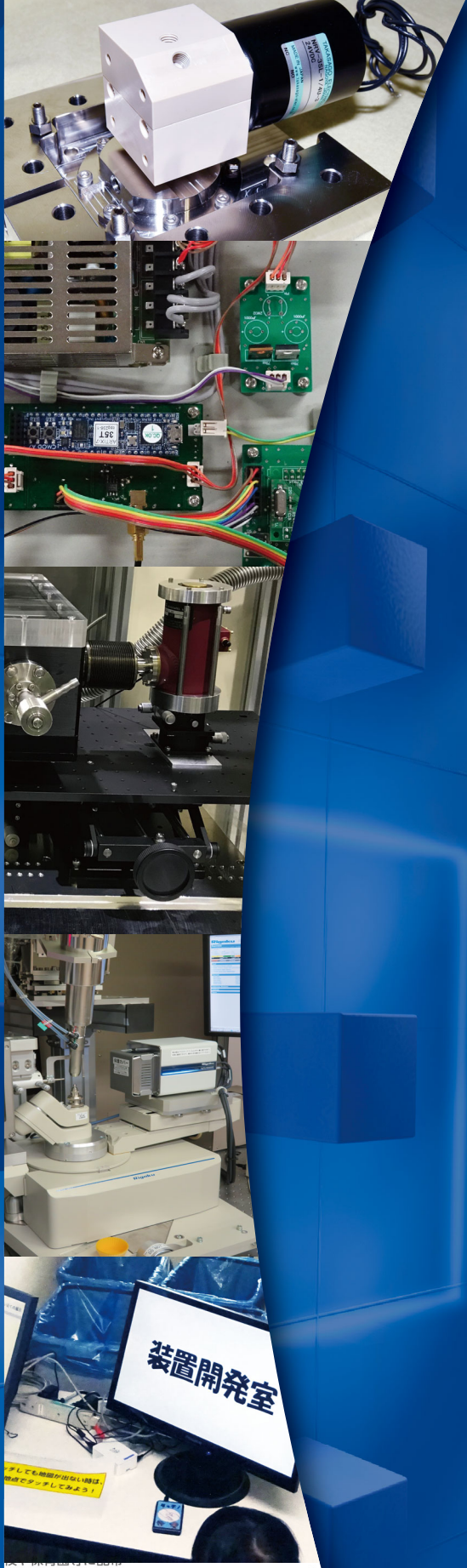
電子機器開発

光

機器利用

計算科学

学術支援



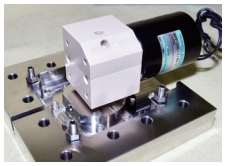
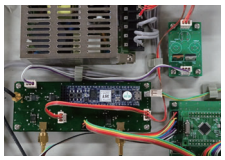
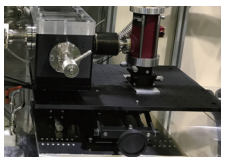
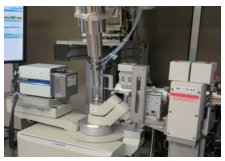
分子科学研究所　技術課
Activity Report 2018

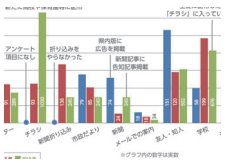
KANAE

ISSN 2434-1940

分子科学研究所　技術課
Activity Report 2018

CONTENTS



1 Activity Report 2018 発刊にあたり

2018 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
7 学術支援班

8 技術課活動報告

技術レポート

12 No.1 工作技術の将来について考える　青山　正樹
14 No.2 長いディレイと短いパルス幅を両立！ ディレイゲートパルサーの開発　豊田　朋範
16 No.3 赤外用長焦点放物面鏡の製作と検出器の真空対応　手島　史綱
20 No.4 微結晶 X線回折装置の検出器更新　岡野　芳則
22 No.5 分子科学研究所一般公開の「タッチラリー」イベント　岩橋　建輔
24 No.6 一般公開の宣伝活動と来場者数について　原田　美幸

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 34 名（2019 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 2018発刊にあたり

平成30年度は、川合所長が着任されて3年目にあたります。分子科学研究所では、所長のリーダーシップのもと、平成30年度の特別研究部門の設置に続き、社会連携研究部門の新規設置に向けて、機構本部も巻き込んでのかなり大きな動きがありました。社会連携研究部門は、近年の社会の研究環境変革の中、分子科学研究における切り口を増やし、研究の裾野を広げる取組の一つとして、複数の民間企業等の外部機関からの会費により運営するオープンイノベーション拠点です。組織改革以外の特筆すべき事柄としては、施設整備の概算要求事項であった附属三施設（極低温棟、装置開発棟、及びレーザー棟）の機能改修工事に対する予算措置が平成30年末に内示されたことが上げられます。築40年以上となり、老朽化が進んでいる附属三施設をどのように改修･整備して行くのか､各施設を代表する技術職員を含むワーキンググループを組織し、議論を重ね、年度内に整備計画を立案しました。単年度予算のため、非常にタイトなスケジュールとなりますが、令和2年4月には改修された建物への引越が始まり、初夏を迎える頃には、新たな環境での共同利用がスタートすることになります。読者の皆様には、是非一度足を運んでいただき、新しくなった附属三施設をご活用いただければと思います。

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、本年度も活発な人の動きがありました。前年度に採用された特任専門員が技術職員として採用される可能性に鑑み、平成30年度は、異例の5名の新規採用を予定していると前号に記載しました通り、5名の技術職員を新たに採用することが出来ました。着任順に、木村和典氏（電子機器開発技術)、神谷基司氏（計算科学技術第一)、湯澤勇人氏（極端紫外光技術第二)、菊地拓郎氏（機器開発技術第二)、浅田瑞枝氏（機器利用技術第一）の5名です。分子科学研究所の発展のために、また、技術課組織の活性化に、大いに貢献していただけると期待しています。なお、採用された職員の年齢分布は、20代前半から30代後半までとなっており、技術職員全体の平均年齢を2.5歳押し下げたことを申し添えます。

分子研技術課では、研究力強化戦略室や広報室と連携して、技術職員の採用方法について検討を開始しています。社会人経験がある即戦力の若手人材の採用を目指して、先ずは特任専門員として採用し、一定期間現場で働いて貰うことにより、本人の技術職員としての適性を判断し、年齢に応じて法人試験を受験して貰うか、或いは、選考採用に進むか、施設長やセンター長からのご意見を参考にしつつ、技術課長が最終判断するのがこれまでのやり方です。技術職員の欠員の補充は、平成30年度で一段落しましたが、新たな人員配置に伴う各施設の業務量の多寡について継続的に調査し、人員の補充が必要と判断される部署については、現存の技術職員の配置転換や、新規採用を検討したいと考えています。新規採用については、従来の採用方法以外にも、インターンシップの実施や民間企業の内定が出るよりも早い時期に独自の採用試験を行うなど、様々な方法が議論されています。構成員の高齢化が進んだ状況を直ちに変えることは出来ませんので、継続的に優秀な若手を採用し続けられる方策について、引き続き検討して行きたいと思います。また、分子研技術課のあり方についても、所内の教員の方々との議論を深めて行かなければなりません。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。

平成31年4月
技術課長
繁政 英治

2018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
水谷　伸雄　MIZUTANI, Nobuo
近藤　聖彦　KONDO, Takuhiko
高田　紀子　TAKADA, Noriko
菊地　拓郎　KIKUCHI, Takuro
木村　幸代　KIMURA, Sachiyo
澤田　俊広＊ SAWADA, Toshihiro　＊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。

2018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に示す赤外線装置に設置して使用するソレノイドバルブ式溶液交換流路ベース、連続でサンプルを接合する装置、サンプルをスパッタする装置、真空環境で使用する冷却アダプタ、磁場発生装置の試作、レーザ装置、光化学反応セルなどがありました。

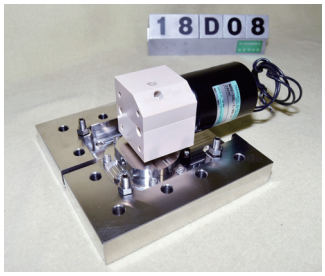


図1　ソレノイドバルブ式溶液交換流路ベース

【フォトリソグラフィ】

ガラス基板の接合は、ガラス板に加工したマイクロ幅の凹み（溝）を平らなガラス板で密閉しマイクロ流路を製作するときに必要になります。そこで、ガラスを融かさずに接合する技術（低温接合）を有する東京大学の北森研究室と共同研究契約を締結し、接合技術の習得をおこないました。

その他、厚さ20～50 μmのチタン箔に両面からウェットエッチングすることで、図2に示すような貫通した微細形状を有する薄板の試作をおこないました。

【デジタルエンジニアリング】

Femtetを使用し、円錐形状コイルを複数組み合わせた場合の磁場強度などについて解析をおこなっています。さらに、真空環境内で使用するコイルの解析について相談があり、今後この解析をおこなう予定があります。これ以外に、設計時に必要となる構造、熱解析については、ANSYSを使用しています。

新規設備は、5軸加工機を導入しました。これまでに3軸加工のNCプログラムを作成した経験はありましたが、5軸加工プログラミングは、工具とワーク位置関係が複雑になり、イメージすることが困難になります。そのため、5軸加工機を制御するには、CAMソフトウェアが必要になります。そこで、hyperMillと呼ばれるCAMソフトウェアを用いることに決めました。このソフトを活用するため、メーカーが開催している講習会に参加するなど、5軸加工プログラミングの習得を目指しています。

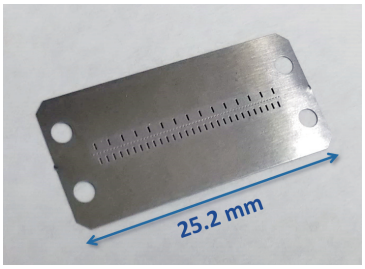


図2　フォトエッチングで製作した微細形状を有する薄板

その他活動報告

－口頭発表－　自然科学研究機構技術研究会　青山

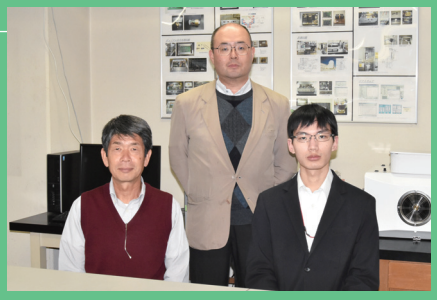
－研修・トレーニング・資格－

自然科学研究機構初任者研修	木村
ガス溶接技能講習	菊地
CAM講習会	青山、近藤、菊地
アーク溶接特別教育	菊地
ANSYS Mechanical Pro体験セミナー	近藤、木村
電鋳技術セミナー	菊地

2018年度ハイライト

電子機器開発技術班

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



担当施設：装置開発室
http://edcweb.ims.ac.jp/

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。

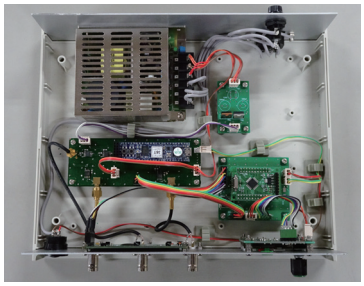
2018年度技術トピックス

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、大森グループの周氏の依頼で開発した、ディレイゲートパルサーです。これまでも報告したディレイパルスジェネレータの課題解決と機能向上を目指して開発しました。

パルスレーザーを用いた実験で、数ms以上のディレイ時間と数μs程度のパルス幅を両立するディレイパルスが必要とされます。これまでも何度か開発しましたが、時間分解能の向上に課題がありました。

今回、FPGAとVHDL記述を刷新して時間分解能5nsを実現すると共に、インターフェースを洗練し、使い勝手を向上しました。技術レポート P.14 豊田



もう1つは、平等グループからの依頼で開発中の回転磁場発生装置の冷却機構で必要な、8ch温度表示器です。複数個所の温度を同時にモニタするため、開発しました。多数の採用実績があるARMマイコンと熱電対アンプ回路、そしてカラー液晶を基に、最大8ch同時測定と簡易グラフ表示が可能です。

温度測定範囲は、K型熱電対で0℃～400℃を標準としています。フロントパネルのボタンで摂氏表示と絶対温度を切り替えられます。簡易グラフ表示は緩やかにスクロールするので、時間経過による温度変異を観察できます。

この他、PC接続用USB端子と警報出力用BNCも備え、拡張も可能です。

その他活動報告

－2018年度施設利用－

「Paul型四重極イオントラップによる質量選別のための電気回路開発」広島大学
「ループ型光量子プロセッサのためのプログラマブルタイミング制御器の開発」東京大学

－講演会・セミナー－

回路工作に関する講習会　2018年6月20日～6月21日
第20回分子科学研究所技術研究会　2019年2月7日～8日
平成30年度神戸大学分野別研修　2018年9月21日

－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 TTL level Frequency Divider」
第34回化学反応討論会 2018年6月6日～8日

(2)豊田朋範他 「分子科学研究所装置開発室とその開発事例」（招待講演）
第7回アライアンス技術支援シンポジウム　2018年11月1日～2日

(3)豊田朋範他 「高速ディジタル回路とアナログ回路の共存におけるクロストークとその検討」他1件
第20回分子科学研究所技術研究会 2019年2月7日～8日

(4)木村和典他 「レーザー実験用機器開発におけるインターフェース実装事例とその汎用化」
平成30年度総合技術研究会2019九州大学 2019年3月6日～8日

2018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
http://groups.ims.ac.jp/organization/LC/

スタッフInformation

中村　永研　NAKAMURA, Eiken
山崎潤一郎　YAMAZAKI, Jun-ichiro
酒井　雅弘　SAKAI, Masahiro
林　憲志　HAYASHI, Kenji
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
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10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。

意識改革　－海外出張－

技術職員に求められる最先端の研究と技術水準の動向を知るために、今年度は3名の光技術班員が海外出張の機会を得るとともに、それぞれが発表参加させて頂きました。優秀な技術職員であれ、長く同一の環境下に身を置くと、多くの場合に日常がパターン化し外の景色が見えなくても気にしないようになります。

この様な事状況に陥らない良い機会となりました。

その他活動報告

－参加研究会－

加速器学会、放射光学会、各種技術研究会、分子研研究会、電子情報通信学会

APS（米国物理学会）、SRI（放射光国際会議）

－非常勤講師－

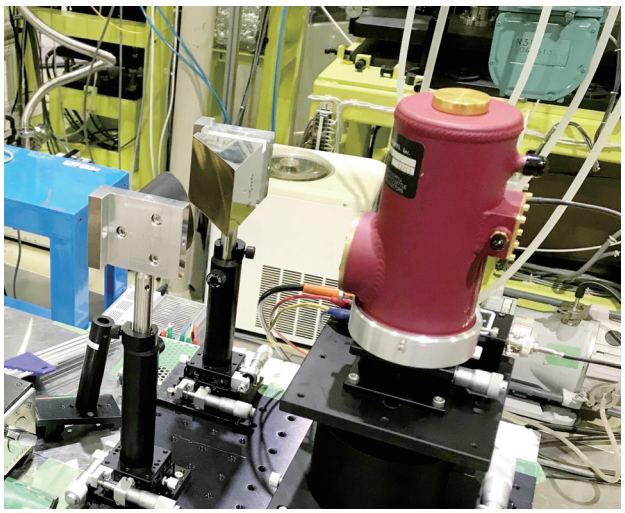
中部大学

2018年度技術トピックス

≪遠赤外ビームライン集光用ミラーの製作≫

UVSORのBL6Bでは、放射光の高輝度・高指向性や偏光特性を活用した赤外・テラヘルツ分光実験が行われている。大型実験装置をエンドステーションに持ち込むユーザーに対応するため、持ち込み装置の試料位置に放射光を集光するべく新たに光学系を設計開発した。特に重要となる光学系の一つである赤外用長焦点軸外放物面鏡（焦点距離300 mm、400 mm、500 mmの3種）を研磨製作した。製作した鏡の面精度は波長635 nmレーザー光反射の回折パターンにて評価し、放射光の集光像は半値全幅で0.5 mmを得ている。また、遠赤外域の分光では大気の吸収が無視できない。この事への対策も考慮した設計とし、光学系と検出器（MCT）の素子は真空下に設置する設計とした。この光学系の開発は、手島史綱技術職員が中心となり整備した。

技術レポート P.16 手島



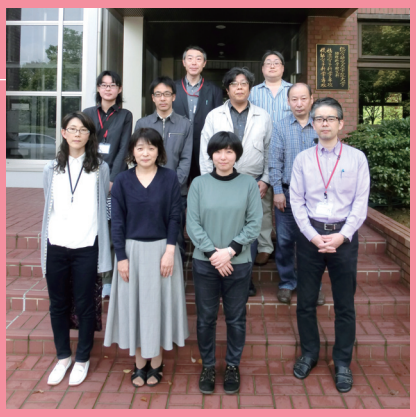
大気中での赤外用長焦点軸外放物面鏡とMCT

2018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
岡野　芳則　OKANO, Yoshinori
上田　　正　UEDA, Tadashi
藤原　基靖　FUJIWARA, Motoyasu
浅田　瑞枝　ASADA, Mizue
長尾　春代*　NAGAO, Haruyo
伊木志成子*　IKI, Shinako
藤川　清江*　FUJIKAWA, Kiyoe
*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　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

※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、2017年度の寒剤供給量は、液体ヘリウム49,366ℓ、液体窒素22,242ℓ、山手地区においては、液体ヘリウム4,256ℓ、液体窒素18,801ℓをそれぞれ供給しています。なお、山手地区の液体ヘリウム供給量が激減したのは、920MHzNMRの停止に伴うものです。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年度は新規導入する機器があり、年度後半からは施設棟改修工事も始まります。これに伴い、機器センターの所有機器が集約され、なお一層使い勝手の良いセンターとして生まれ変わる予定です。

2018年度トピックス

年度末となる2019年3月に明大寺地区の寒剤供給・ESR・SQUIDを主に担当する浅田瑞枝技術職員が、低温業務に至っては約30年ぶりに新規採用されました。

詳細はコラムの該当ページを参照して下さい。

スタッフ・コラム P.35 浅田

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
・「真空型グローブボックス」更新　　担当：藤原

2018年度ハイライト

計算科学技術班

スタッフInformation（左から）

岩橋　建輔　IWAHASHI, Kensuke
内藤　茂樹　NAITO, Shigeki
長屋　貴量　NAGAYA, Takakazu
澤　　昌孝　SAWA, Masataka
水谷　文保　MIZUTANI, Fumiyasu
松尾　純一　MATSUO, Jun-ichi
宇野　明子*　UNO Akiko
神谷　基司　KAMIYA Motoshi
*技術支援員

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

計算科学技術班とは

計算科学技術班は、計算科学研究を支えるHPC(High Performance Computer)や研究活動に不可欠なICT(Information and Communication Technology)機器の運営およびソフトウェア開発を始めとして、システムの立案、調査、分析、研究に携わる情報工学系技術集団であり、現在7名の技術職員と1名の技術支援員によって構成されています。主な業務を以下に示します。詳細は各コラム等をご覧ください。

計算科学研究センター業務

岡崎共通研究施設である本センターでは、分子科学にとどまらず、生理学、基礎生物学にも開かれた計算科学研究の共同利用に供しているHPCの管理・運用を主軸として、ハードウェア環境およびオペレーションシステム、ミドルウェア等のソフトウェア環境における技術調査、アプリケーションのプログラミング、チューニング、ライブラリ、可視化、通信ツール等のソフトウェア開発や支援を行っています。

岡崎情報ネットワーク管理室業務

自然科学研究機構岡崎キャンパス全体の情報ネットワークインフラの運用管理を行っている当室において、SINETや民間プロバイダ等の外部ネットワークとの接続、Firewallを始めとしたセキュリティ管理や対策、情報通信サービスなどの整備およびコンテンツ提供環境の運用、ネットワーク網管理に関わるソフトウェア開発などを行っています。

分子科学研究所ネットワーク業務

分子科学研究所職員の情報通信に関する相談や調査の窓口となり、情報通信サービスの運営管理を始めとして、TV会議やビデオ配信の様な応用技術への積極的な取り組みなど、コンピュータと情報通信に関わる幅広い技術支援を行っています。また共同利用研として重要なサービスである共同利用申請をWebで行うためのソフトウェア開発や、技術課の活動として技術職員の研鑽の場でもある技術研究会報告集のデータベース開発、所内情報提供サービスへの支援なども行っています。

3Dプリンタ出力サービス業務

分子等の模型や部品類など、3Dプリンタを使った出力支援を行っています。

2018年度トピックス

2018年7月より3Dプリンタ出力サービスを開始しました。複雑な形状のタンパク質のリボンモデルをはじめとした分子構造や植物の細胞骨格などの模型の出力、あるいは実験器具に使用する部品類の出力など、これまでに培った3Dグラフィックス技術を応用して、所内外からの要望に対応しています。

2018年10月に分子科学研究所一般公開が行われました。今回もICカードを使ったタッチラリーイベントを企画しました。過去2回実施した反省を生かした工夫を行っています。またタッチされた情報を収集することで、リアルタイムに混雑状況の把握や、後日来客者の動向分析などにも活用できました。

技術レポート P.22 岩橋

その他活動報告　－技術発表－

2019年2月に開催された第30回生物学・第41回生理学技術研究会で以下の発表をしました。

水谷文保　3Dプリンタ出力サービスの紹介

2019年3月に開催された総合技術研究会2019九州大学で以下の発表をしました。

水谷文保　3Dプリンタ出力サービスの開設について
澤　昌孝　公開Webサーバに対する攻撃傾向と対策の検討
岩橋建輔　分子科学研究所一般公開における Raspberry Pi 3を活用したタッチラリーイベントの実施
長屋貴量　Raspberry Pi を用いたコンソールサーバーの構築試作
松尾純一　FDM方式の3Dプリンタで作るタンパク質のリボンモデル

2018年度ハイライト

学術支援班

スタッフ Information

内山　功一　UCHIYAMA, Koichi
賣市　幹大　URUICHI, Mikio
原田　美幸　HARADA, Miyuki

担当施設：研究所全般、広報室、研究室

学術支援班は３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

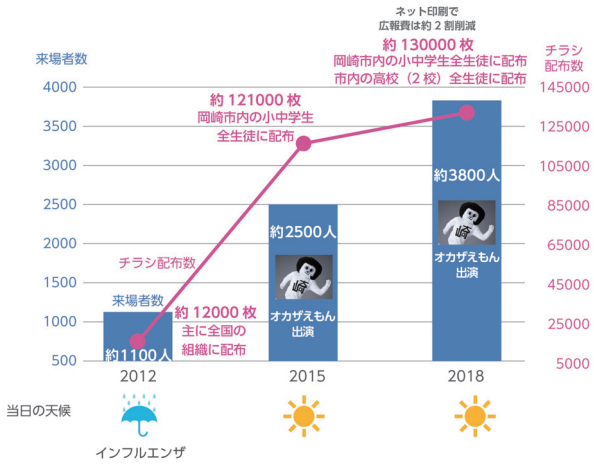
広く一般の方々に分子研の研究活動や役割を分かり易く伝えることの重要性が益々増加しています。このような広報活動を進める組織として、分子研には広報室が設置されており、技術職員が１名配置されています。主な業務内容は以下のとおりです。

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

2018年度は３年に一度の一般公開を開催、過去最高の4000名近くの来場がありました。今までの広報経験の蓄積が花開いたと思っています。

来年度は新規業務として研究会サポート業務や分子研HPリニューアル等を検討しており、業務の拡大を行いたいと思っています。

技術レポート P.24 原田



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。

研究室

学術支援班では様々なテーマで各大学との共同研究・協力研究を行い、大学共同利用機関として分子研の果たすべき役割を担っております。分子研・研究室では赤外およびラマン分光装置、Ｘ線結晶構造解析、磁性測定など、一つの大学や研究室ではすべてを負担するのが困難な機器を相互に補完して利用に供することで多くの研究者達の物性解明につながる研究をサポートしております。さらに平成２４年度よりナノテクノロジープラットフォーム事業が始まり、上で挙げた装置以外も支援要素として機器センターから移行しております。機器センターとナノプラットの有機的な運用により、分野領域を超えて若い研究者達がそれまで触れたことのない測定機器や分析法に対する知見を広げる役も果たしております。それによって得られた成果は国内外での学会で発表されております。

平成30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、平成30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、平成30年度は、秋田大学で「機器・分析技術研究会」が、また、九州大学で総合技術研究会が開催されました。その他に、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。平成30年度は、「管理」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。これまで毎年開催してきた「技術課セミナー」は、平成28年度に引き続き、平成29年度も開催することが出来ませんでした。平成29年度に開催された第19回分子科学研究所技術研究会において、セッションテーマを一つ増やしたためです。「技術課セミナー」をどうするかについて、技術課内での議論が必要だと思われます。

開催日　研究会	参加状況　講演タイトル
H30年6月7日～8日 核融合科学研究所	□頭発表２件 1．研究所最新動向 2．宇宙研との国交流人事、先端工作技術グループ立ち上げ協力について ポスター発表４件 1．分子研における放射線管理
第13回自然科学研究機構技術研究会	2．自然科学研究機構の情報セキュリティ体制 3．分子科学研究所の入退管理システムについて 4．スパコン運用における電気代管理

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、平成28年度、平成29年度に引き続き、平成30年度も開催することが出来ませんでした。分子科学研究所技術研究会でのセッションの設け方との関係ですが、「技術課セミナー」をどうするかについて、技術課内での議論が必要です。

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、平成30年度は４件（延べ７名）の受入研修を実施しました。

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。

その他の研修

平成30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。

受入研修実績		
国立天文台	岡田　則夫	他機関との人事交流および人材確保に関する意見交換
国立天文台	鈴井　光一	他機関との人事交流および人材確保に関する意見交換
国立天文台	鈴井　光一	チタン銅製造圧力セルの製作研修
国立天文台	鈴井　光一	チタン銅製造圧力セルの製作研修
神戸大学	松本　香	C言語とARMマイコンを用いたFMラジオ受信機の開発（演習）
国立天文台	鈴井　光一	チタン銅製造圧力セルの製作研修
北陸先端科学技術大学院大学	宇野　宗則	24bitADコンバータを用いた熱電対測定回路と基板の設計・製作
岩手大学	千葉　寿	第20回　分子科学研究所技術研究会
神戸大学	松本　香	第20回　分子科学研究所技術研究会
東京大学	谷田貝　悦男	第20回　分子科学研究所技術研究会
北海道大学	武井　将志	第20回　分子科学研究所技術研究会
名古屋大学	立花　健二	第20回　分子科学研究所技術研究会
高エネルギー加速器研究機構機	保住　弥紹	第20回　分子科学研究所技術研究会
北陸先端科学技術大学院大学	宇野　宗則	第20回　分子科学研究所技術研究会

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。平成30年度に技術課で対応したものを以下に示します。

表　平成30年度職場体験受入状況

日　程	受入学校	担当部門/施設
6/5～6/6	豊田市立若園中学校 豊田市立上郷中学校	UVSOR 機器センター
6/12	岡崎市立南中学校	計算科学研究センター
11/16	岡崎市立美川中学校 岡崎市立額田中学校	装置開発室（機械工作）

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。平成30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。

平成30年度は、明大寺キャンパスでは手つかずの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、平成30年末に内示があり、2019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、ここ数年に亘り、定年退職者及び自己都合退職者により、5名の欠員が生じておりましたが、平成30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。その内訳は、平成29年度に特任専門員に採用されてから、平成30年度に技術職員に採用された者が4名、選考採用で新規採用に至った者が1名です。これにより、技術職員の平均年齢は、新規採用者が無かった場合の49.1歳に対して、46.6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、9名の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。

分子科学研究所技術研究会 開催報告

平成31年2月7日、8日の日程で分子科学研究所技術研究会を岡崎コンファレンスセンターにて開催いたしました。今回で20回を迎えました分子研技術研究会ですが、開催形式を変更してからすでに2回目となりました。プレ研究会も加えると討論形式での開催としては3回目を数えます。これまでの経緯や昨年度の様子につきましては、技術課報告集のバックナンバー（KANAE32、33号）に記事を掲載しておりますのでそちらをご覧ください。

今年度は昨年より1つ少ない2テーマでの開催となりました。そもそも昨年の第19回の準備段階では2テーマの予定でしたが、前技術課長からの要請により急遽3テーマによる開催となった経緯があります。1番目のテーマは引き続き回路分野となりますが今回は2年続いたFPGA（Field-Programmable Gate Array）から一旦離れ、異なる技術分野の方でも参加しやすい「研究教育現場におけるエレクトロニクス技術の現状・経験・課題」と設定しました。また工作分野も同様に「教育研究を支える先進工作室の姿と技術の継承」という討論に参加しやすいテーマといたしました。各テーマの形式について回路分野は、これまでの基本スタイルと同様に基礎セミナーと講演者の発表に対する討論、テーマ討論といった構成で実施しました。また工作分野も昨年同様、パネルディスカッションとテーマ討論という回路分野とは異なる形式での開催となりました。今回の技術研究会もそれぞれのセッションにて活発な討論が行われました。

参加申込数は、大学や共同利用機関と民間企業含めて57名でしたが、当日受付も含めると最終的に60名の参加者となりました。また内訳は初日に47名、2日目が48名となっております。次年度の開催については現時点で未定ですが、今後も同様の形態ないし新たな形態を模索しつつ技術研究会を開催していきますので、興味がございましたら是非ご参加ください。

（分子科学研究所技術研究会実行委員長　内山 功一）

受賞者紹介

分子科学研究所技術課の高山敬史氏および水谷伸雄氏が平成30年度日本化学会化学技術有功賞を受賞されました。会員約3万名のわが国最大の化学の学会である日本化学会は、装置・器具の開発・改良、特殊技能などにより、特に貢献があり、化学および化学技術に関連する研究支援の業務をもっぱらとする者に対し、毎年若干名を化学技術有功賞の対象としています（本年は2名受賞）。

高山氏は、1982年4月に文部技官として東京大学低温センターに採用され、1990年1月に岡崎国立共同研究機構分子科学研究所極低温センター（現分子研機器センター）に異動されました。高山氏は、これまで一貫して、極低温実験に不可欠な寒剤（液体窒素・液体ヘリウム）の安定自動供給・管理技術の開発に尽力されました。全国共同利用装置である低温物性測定機器の使用において、安定した寒剤供給システムの確立に中心的な役割を果たされました。高山氏の長年に亘る寒剤供給の安定した運用管理技術開発および極低温技術の研鑽や、低温技術の化学分野への普及、回収率の格段の向上による有限な資源であるヘリウムの有効利用など、「極低温技術の開発および寒剤安定供給の実現」が高く評価され、今回の受賞となりました。

水谷氏は、1979年に分子研技術課に文部技官として採用され、機械工作を専門として40年近く実験装置の開発・製作に関わってこられました。同氏は、所内外の研究者と共同して数多くの実験装置の開発に携わってこられましたが、中でも、特筆すべきものとして、UVSORにおける分光器の開発が上げられます。開発当時、分光器で使用する可変スリット機構やグレーティング調整機構において、真空中でのベアリングの使用は動作不良の原因とされていましたが、独自の発想と適切なレイアウトにより問題を克服し、1台の分光器に二種類の分光器の機能を持たせた、画期的な分光器の開発に成功されました。この分光器は、20年近くの長くに亘り、数多くの共同研究者に利用されました。今回、水谷氏の「分子科学研究を推進する実験装置の設計製作」に対して化学技術有功賞が授与されました。

今回のお二人の受賞に対して、心からの祝福をお送りしたいと思います。なお、授賞式は、日本化学会第99春季年会・会期中の2019年3月に甲南大学　岡本キャンパスに於いて行われました。

授賞式にて（左より高山氏、川合所長、水谷氏）

技術レポート

No.1

機器開発技術班

工作技術の将来について考える

青山　正樹
機器開発技術一係

3DCAD/CAM、5軸加工、電子ビームやレーザーによる金属3D造形など、最近の工作技術の進歩はまさに日進月歩という感じです。それら先進的な技術の導入が必要とされる一方で、実験研究で求められる試作機器の製作においては、溶接、ロウ付け、汎用工作技術など、経験と勘所が求められるケースも多くあります。

どのような先進技術を取り入れ、また勘所が必要とされる技術をどう継承するか？

分子研技術研究会において2017、2018年度の2回にわたりこれらをテーマとして取り上げ、工作技術の将来について考えました。

キーワード　溶接、ロウ付け、技術継承、5軸加工

2017年度技術研究会

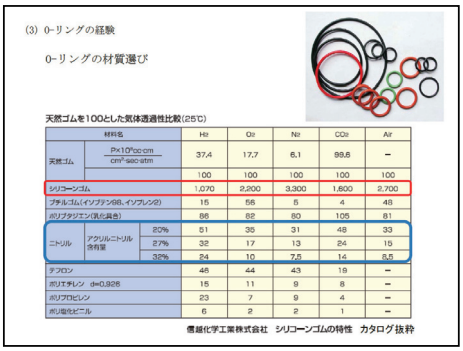
「次世代に継ぐ基盤技術」と題して研究会を行った。ここでは溶接、ロウ付け、汎用工作など熟練技が必要とされる技術を基盤技術と位置づけ、20代の若手から60代のベテランまでの各年齢層から所属機関における基盤技術の必要性、その継承について現状や方向性について発表いただき意見交換を行った。

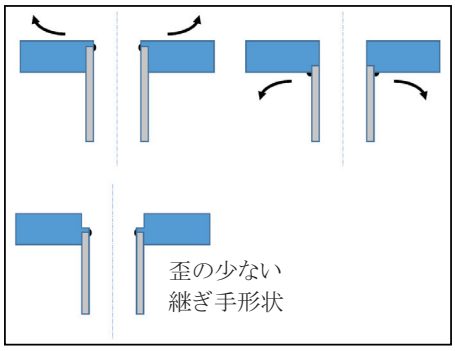
- 定年退職などで熟練職員が少なく、教科書に載っていない経験的要素の多い溶接などの習得が難しい。
- 必ずしも熟練する必要はなく、基盤技術についてある程度詳しい知識をもち、形状設計の勘所を教えられることが必要。
- 以前に比べ基盤技術を業務で経験できる場面が少なく、習得するには自己研鑽が必要。
- 外注業者にお願いすればよいが、だれにも頼れないときに、テスト的にできる程度の基本技能は身につけておく必要がある。
- 備えておく必要はあるが、自信がないと依頼を受けられない。量をこなし熟練する必要があるが、そのような環境にない。
- 民間企業において20年前にはできていたものが今はできないケースもある。公的な組織で基盤技術を残してほしい。

こんな意見がありました（抜粋）

このように人員の減少、新たな技術への取り組みへの必要性などから、基盤技術に熟練する環境がなく継承も困難との意見が多く挙げられ、深い熟練度は必要ないが技能の存在を知識ベースで持ち、最低限の技は獲得しておくべきとの見解で締めくくられた。

また国立天文台の岡田氏からは、基盤技術に関するこれまでの失敗経験を紹介いただき、経験の浅い職員にとっては貴重な発表となった。各機関において技術継承が困難となっている現状では、このような機会を設けることは、今後より一層必要であると感じた。





左図：真空封止のためのOリングの材質の選定について　右図：溶接継ぎ手形状と溶接歪
（岡田氏発表資料より抜粋）

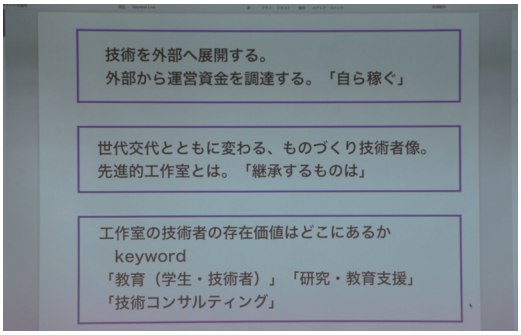
2018年度技術研究会

2018年度は「教育研究を支える先進工作室の姿と技術の継承」と題して、装置開発・工作技術に必要とされる「新たなものづくり技術」とは？ 今後必要とされる身につけるべき技術とは？をテーマに各機関での取り組み・現状について紹介いただき、教育研究を支える大学研究機関の工作室の将来像、技術者像について意見を交わした。

5軸加工機を活用するための詳しい技術解説から、民間企業の試作部門を窓口とした製作を受諾する試み、AR（拡張現実）を取り入れた設計ツールの活用事例、本格的に運用が始まったJAXAの工作室の取り組み、さらには分子研初代技術課長の高橋重敏氏が記した名言の数々まで、参加者それぞれが工作技術および技術者の将来像について思いを巡らせる良い機会となった。

テーマ2：工作分野「教育研究を支える先進工作室の姿と技術の継承」	
9:00-10:15	パネルディスカッション(座長：東京大学生産技術研究所　谷田貝悦男) パネラー ・高エネルギー加速器研究機構　保住弥紹 「5軸加工機の有効活用と基礎知識」 ・北陸先端大学院大学　宇野宗則 「JAIST工作室の紹介と設計試作、学生教育における現状について」 ・北海道大学　武井将志 「GFC試作ソリューション事業の取り組みについて」 ・宇宙航空研究開発機構（JAXA）　中坪俊一 「JAXA宇宙研先端工作技術グループの紹介と今後の展開」 ・名古屋大学　立花健二 「歴史から考える、大学技術者の"これまで"と"これから"」
10:15-10:30	休憩
10:30-12:00	フリーディスカッション（座長：国立天文台　鈴井光一）

2018年技術研究会工作分野プログラム



フリーディスカッション論点　鈴井氏資料

eDrawing Pro のAR機能を紹介するJAIST宇野氏

技術研究会

「自分自身が何かを学ぶ時、昔の人は「盗む」という言葉を使った。これは自ら積極的に学ぶと言う強い意思や欲望があって、はじめてものを学び、吸収できる事を言ったものである。」
「この自覚なしに「何とか技術研修会」なぞに体だけ出席しても、技術の向上にはさして役に立たず、いずれ技術研修会も形骸化してしまう。」

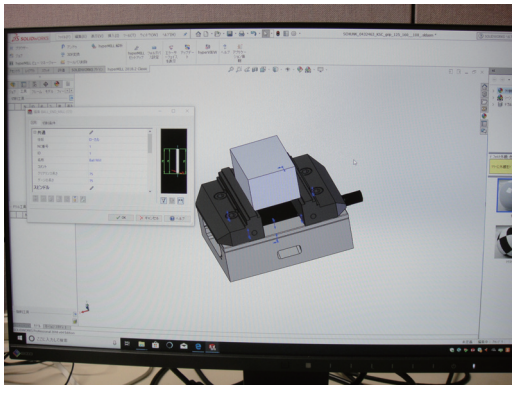
高橋重敏氏
（昭和６２年８月２７日　第二回技術研修企画記録より）

高橋重敏氏の言葉　立花氏資料より抜粋

装置開発室の新規工作設備について

装置開発室では今年3月にマシニングセンターが導入されました。通常の3軸の加工機に付加軸ステージを搭載し、同時5軸加工まで行える仕様となっています。また加工プログラムを作成するためのCAMソフトウエアも新たに導入しました。

マシニングセンター　FANUC　RoboDrill



hyperMill（CAMソフトウェア）

技術レポート

No.2

電子機器開発技術班

長いディレイと短いパルス幅を両立！ディレイゲートパルサーの開発

豊田 朋範
電子機器開発技術係

パルスレーザーを用いた実験では、レーザーパルスをトリガとして数ms以上のディレイと数μs～100 μs程度のパルス幅を両立するディレイゲートパルスを必要とします。

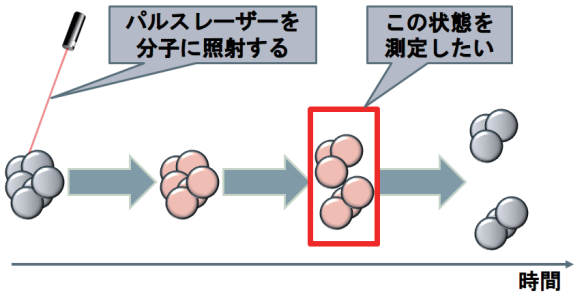
実験現場の課題を解決し、時間分解能10 nsの壁を超えるべく、ディレイゲートパルサーの開発に着手しました。

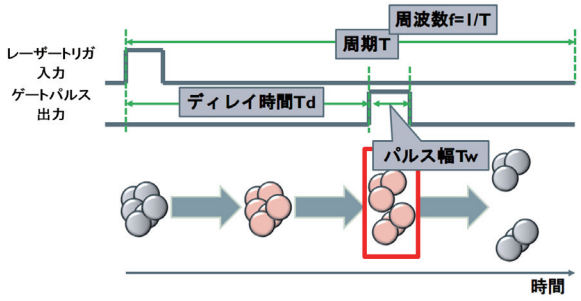
キーワード　ARMマイコン、FPGA、VHDL

レーザー実験では、タイミングが重要

パルスレーザーを用いた実験－たとえば分子にレーザーを照射して反応過程を調べる実験では、下の図のように、レーザーパルスをトリガとして長時間のディレイ(時間Td)と短時間のゲート幅(時間Tw)を両立するディレイゲートパルスが必要です。

分子が大きくなると、Tdは数ms以上と長くなる傾向があります。一方、必要な反応の情報だけを測定系に取り込むため、Twは数μs～100 μs程度と、Tdと比較して非常に短い時間です。



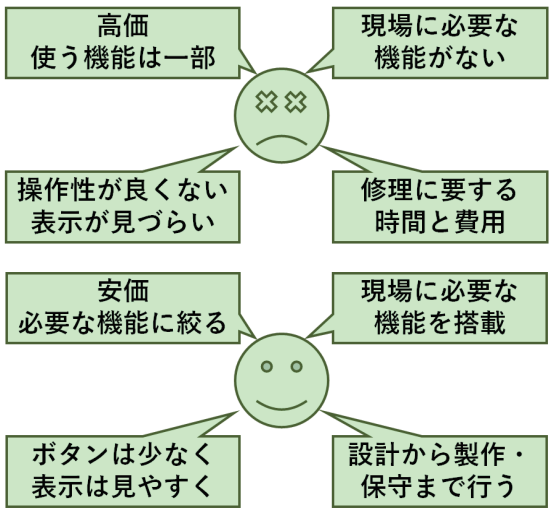


これまでのディレイゲートパルサーの課題

ディレイゲートパルサーは市販機器が存在しますが、多くのボタンがあって操作が分かりづらい、パラメータを一望できないなど操作性に課題があります。また、通信機能など多くの実験では使用しない機能が多く、実験現場で必要な機能に絞ったディレイゲートパルサーの要望が複数寄せられました。

一方、筆者はこれまでもディレイゲートパルサーを開発してきましたが、時間分解能10 ns以上の実現に課題がありました。

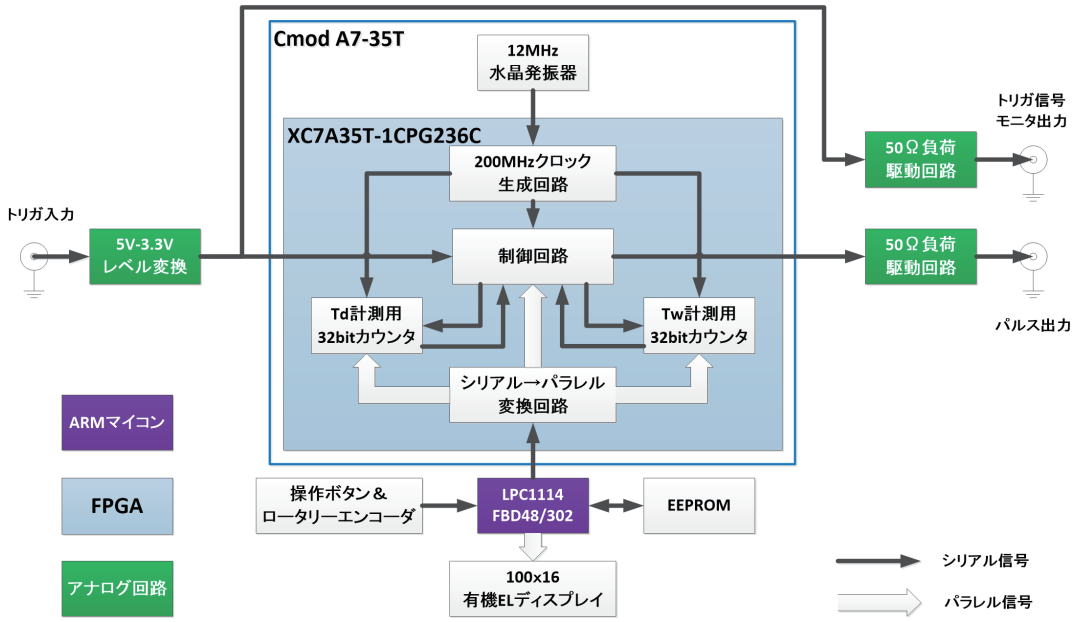
大森グループの周氏から製作依頼を受け、「時間分解能10 ns以上」「実験現場に必要な機能を絞り込む」をコンセプトとして、開発に着手しました。



装置のブロック図

開発した装置は、ARMマイコンがインターフェースを担当し、TdとTwをFPGAとEEPROMに送ります。FPGAは12 MHz水晶発振器から200 MHzクロックを生成し、それに同期して動作します。このため、時間分解能は5 nsになります。

実験現場の要望に即した機能としては、(1)BNCコネクタのT型アダプタを使用しなくてもトリガ信号を分配できるモニタ出力(2)電源ON時に前回の設定を復元－などがあります。



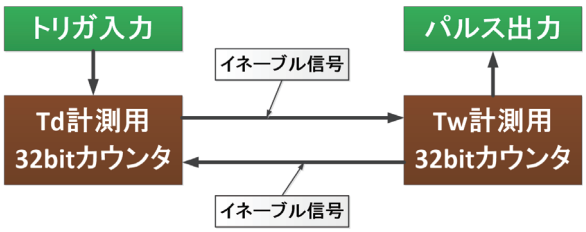
確実に動くディジタル回路を、FPGAで作る

これまでは、2つのカウンタが交互に動作する、右図の(A)の方式で回路を構築していました。

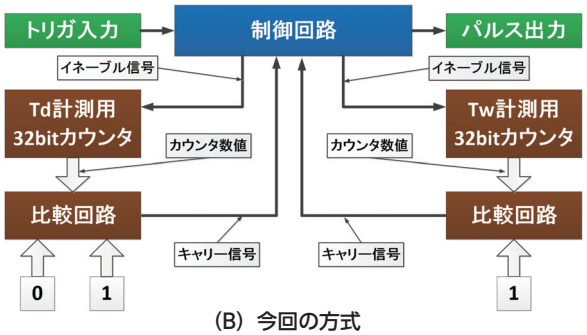
この方式だとVHDLの記述は比較的平易ですが、Td計測用32bitカウンタで生成したイネーブル信号が想定どおりに伝搬できない回路が構築されて、不規則にディレイゲートパルスが出力されない場合がありました。

今回は、右図の(B)の方式で回路を構築しました。トリガ入力や計測用カウンタの値に応じて、制御回路が信号や動作を切り替えていく方式です。

この方式では、複数の回路ブロックを適切に組み合わせる必要があるのでVHDLの記述は複雑になりますが、確実にディレイゲートパルスを出力できるようになりました。



(A) これまでの方式



(B) 今回の方式

まとめ

パルスレーザーを用いた実験現場の課題を解決するため、ARMマイコンとFPGAを用いて、長時間のディレイと短時間のパルス幅を両立するディレイゲートパルサーを開発しました。これまでのディレイゲートパルサーの課題だった、時間分解能10 nsの壁は、FPGAとVHDLを刷新することで解決しました。

本装置は、(1)出力を独立2chに増やす(2)すべての出力のパラメータを一望できるようにカラーグラフィック液晶を導入する(3)ケーブル検出機能を追加する－の3点を中心に拡張を進めていて、2019年中の完成を見込んでいます。

技術レポート

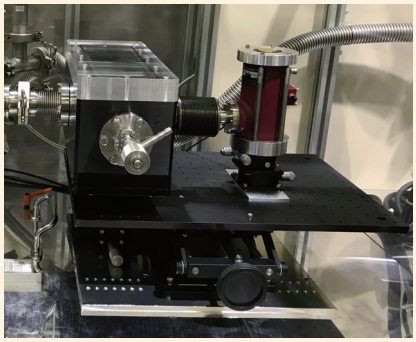
No. 3

光技術班

赤外用長焦点放物面鏡の製作と検出器の真空対応

手島　史綱
光技術班極端紫外光技術一係

キーワード
放物面鏡、MCT



検討の概要

UVSORの赤外線ビームラインBL6Bにおいて、大型実験装置（幅1580 mm×奥行850 mm×高さ1530 mm）をビームラインに接続して実験を行いたいという依頼が入った。この実験を行うためには、装置内部の試料位置に正確に赤外放射光を集光する必要があるため、500 mm以上の焦点距離を持つ軸外放物面鏡（以後、ミラーと記述）が必要だが、既製品のミラーでは最長の焦点距離のものでも200 mm程度しかない。そこで、焦点距離の異なる3つの金蒸着ミラーを製作した（焦点距離300 mm、400 mm、500 mm、非軸角度90°）。また、光の集光位置を鉛直方向に変化させて試料を測定したいという要望もあったため、製作した集光ミラーの設置位置と集光位置との関係を調べ、集光位置を制御可能であることを確認した。完成した光学系でユーザーが実際に実験を行った結果、光学系中のガス成分の吸収が問題となったため、検出器と光学系を接続するベローズニップルを製作し、測定系全体を真空環境下で測定できるようにした。

金蒸着ミラーの土台設計と製作

ミラー土台の金蒸着面の形状は放物線の定義式$y = x^2/4f$（f: 焦点距離(mm)）および非軸角度90°の条件により決定した（図1）。

土台の形状は、光軸合わせのしやすさや工作精度を考慮して四角柱（素材：アルミ合金A6061）とした。機械工作の加工依頼条件は下記の通りである。

製作　：蒲郡製作所
工作機械：マシニングセンター
加工具：超硬ボールエンドミル
　　主軸回転数　25000 rpm
　　送り速度　　1500 mm/min

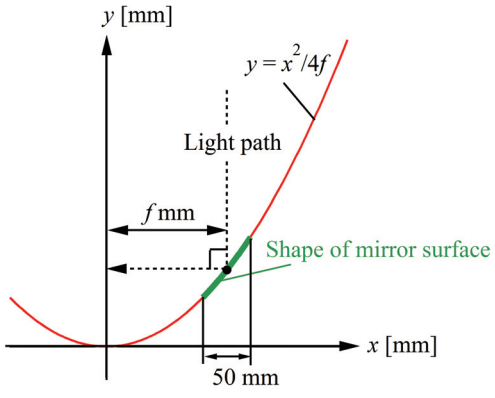


図1　ミラー土台の設計条件

ミラー土台の凹凸評価

製作したミラー土台の金を蒸着する面にレーザー（波長635 nm）を照射して、反射光の像の形状から凹凸を評価した。製作された直後のもの（図2）は、切削加工によって残った表面の周期的な凹凸の構造による回折パターンが観察された。そこで、この表面の研磨を行うことによって、この周期構造の除去を試みた。研磨はサンドペーパーと市販の研磨剤を用いて、次の4段階に分けて行った。

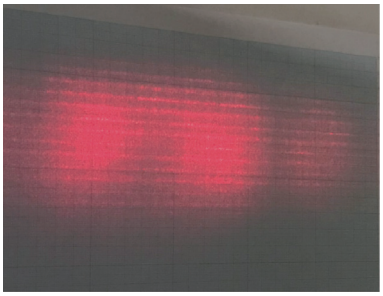


図2　製作された直後のミラー土台表面によるレーザー光（λ = 635 nm）の反射像

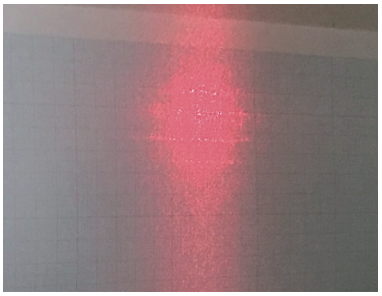


図3　ミラー土台表面の研磨過程におけるレーザー光（λ = 635 nm）の反射像

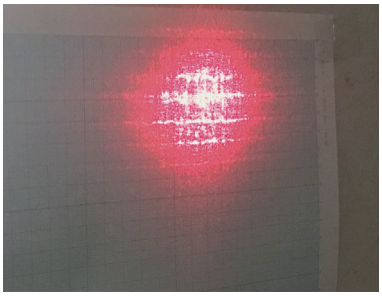


図4　ミラー土台表面の研磨終了時におけるレーザー光（λ = 635 nm）の反射像

＜研磨工程＞

1. サンドペーパー（1200番）　2. 粒度　10 μmの研磨剤
3. 粒度　2 μmの研磨剤　　4. 粒度　1 μmの研磨剤

1～4の工程を行い、レーザー光を照射して回折パターンが残っているかを確認しながら(図3)、3～4の工程を何度か繰り返し行った。その結果、長周期の回折パターンは完全に取り除くことができなかったが(図4)、評価に使用したレーザー光の波長は実際に使用する赤外領域の10分の1以下であるため、十分に使用可能であると判断した。研磨の完了したミラーの土台に金を蒸着し、3種類（f = 300、400、500 mm)の金蒸着ミラーが完成した(図5)。

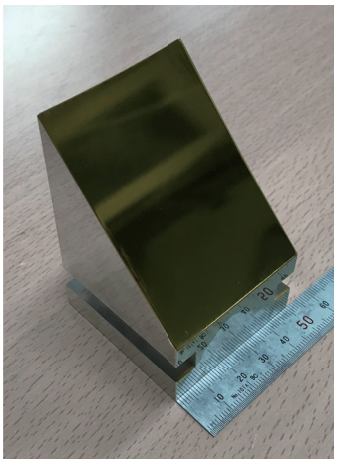


図5. 完成した金蒸着ミラー（写真はf = 500 mmのもの）

集光点のサイズ評価

実際のビームラインでは、製作した金蒸着ミラーへの入射光が完全な平行光ではないため、設計時に想定した焦点距離と実際の焦点距離がずれる。そこで、製作した3種類の焦点距離の金蒸着ミラー（f = 300、400、500 mm)にビームラインで赤外光を照射し焦点距離を測定したところ、今回の実験に適したものは焦点距離400 mmに設計したものであることが分かった（実際の焦点位置は600 mm)。次に、f = 400 mmの金蒸着ミラーの焦点位置にナイフエッジを設置して図6のような光学系を組み、ナイフエッジの高さをスキャンして集光点のサイズを測定した。その結果、図7に示すように金蒸着ミラーからのナイフエッジの距離を± 20 mm変化させても半値全幅0.5 mmに集光できていることが分かった。さらに、図7の結果からミラーの高さに対する集光点の高さの変化をまとめたものを図8に示すが、この結果から集光点の高さを実験に影響のない範囲で10 mm動かせることが分かった。以上の検討から、当初のユーザーの要望を満たす光学系を完成させることができた。

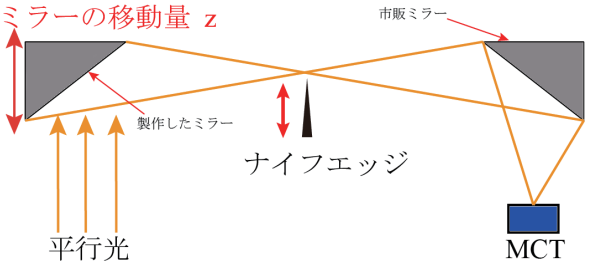


図6　集光点のサイズ評価のための光学系（側面図）

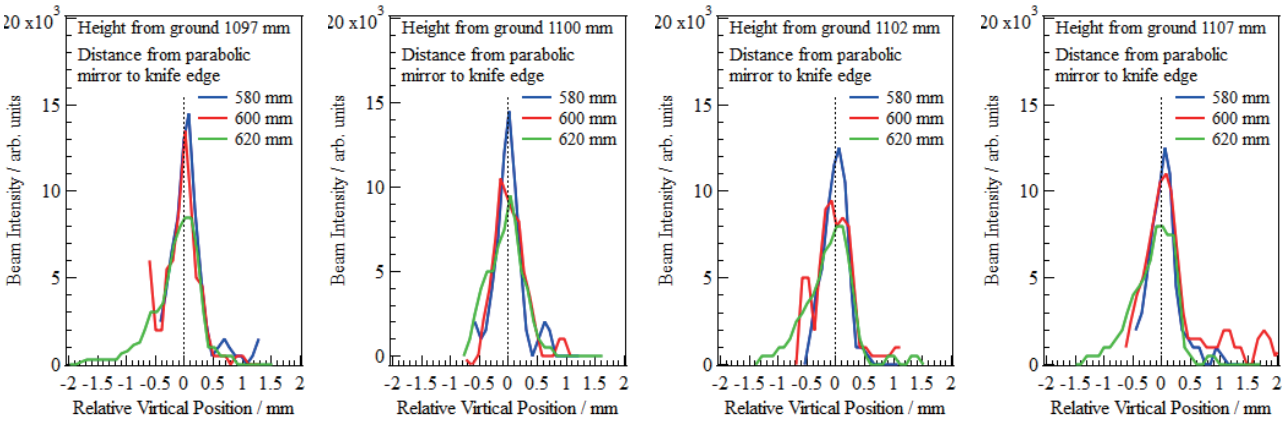


図7　種々の放物面鏡の高さ（1097－1107 mm）におけるナイフエッジの高さ方向のスキャン（f＝400 mmの金蒸着ミラーを使用）

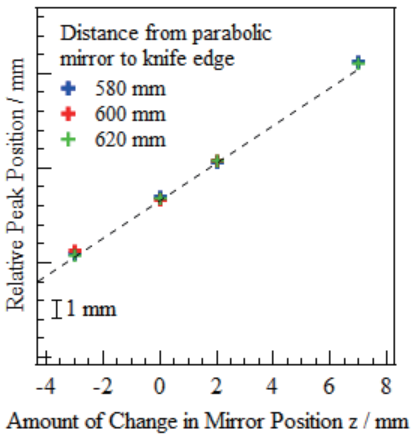


図8　ミラー移動量に対する鉛直方向集光位置の変化

検出器と真空雰囲気の光学系との接続

平成30年度前期のビームタイムで、完成した光学系とユーザーの持ち込んだ装置を接続して実際に実験内容を検討してみた。このとき、光学系と計測装置系を窒素パージ（窒素発生装置を使用）して測定を行ったが、図9のように水蒸気のH-O-H伸縮振動（3400～4000 cm^{-1}）およびH-O-H変角振動（1300～2000 cm^{-1}）と二酸化炭素のO=C=O非対称伸縮振動（2300 cm^{-1}）による吸収が強く、測定物質の吸収ピークの分離が困難であった。そこで、後期測定時は、通常大気圧で使用するMCTに図11のベローズニップルを製作して接続し、完全真空下での測定を行えるよう改善を試みた。その結果、図10のように水蒸気、二酸化炭素由来の吸収がほぼ検出されなくなるとともに、800 cm^{-1}以下の波数領域の吸収も観察できるようになった。

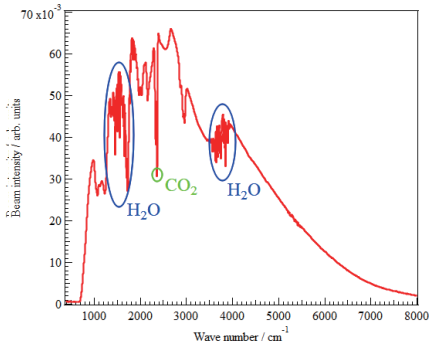


図9　窒素パージ条件下での赤外吸収スペクトル

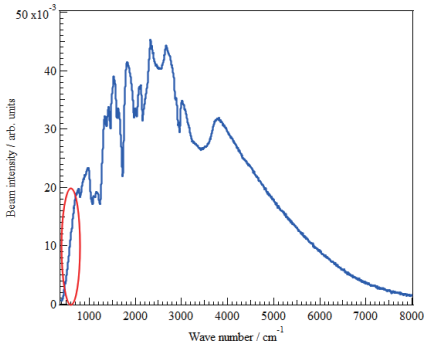


図10　真空条件下での赤外吸収スペクトル

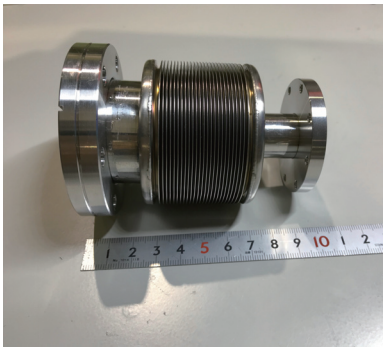


図11　真空接続用ベローズニップル

まとめ

大型の実験装置を持ち込んで測定を行いたいというユーザーの要望
(1)長焦点距離（600 mm）の金蒸着軸外放物面鏡を用いた集光光学系の実現
(2)集光点位置の鉛直方向の制御（可動量10 mm）
を満たす測定条件を実現することができた。

また、MCTの検出窓を真空下の光学系に直接接続できるようにすることで、水蒸気などの吸収による測定への影響を大幅に減らすことができた。今回の検討で得られた知見を基にして、既存のチャンバーでも同様の測定ができるよう新たな接続用ベローズニップルの製作も計画している。

技術レポート

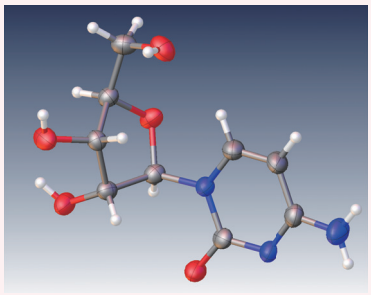
No.4

機器利用技術班

微結晶X線回折装置の検出器更新

岡野　芳則
機器利用技術術二係

機器センター所有の微結晶X線回折装置（センター内略称：CCD-3号機）の検出器を「CCD Mercury」から最新の半導体検出器「Hypix-6000」に更新しました（2018年1月）。合わせてゴニオメータも更新し、新しい測定ソフトウエア「CrysAlis Pro」を利用できるようになりました。



キーワード　X線回折装置、半導体検出器

はじめに

機器センターの所有する微結晶X線回折装置（CCD-3）は低温吹き付け装置を備えHeガスを使用することでサンプルを24K程度まで冷却して測定できる単結晶X線回折装置で、X線源も集光ミラーを備えることで強力なX線が得られ、微小な結晶の測定ができる、所外からの利用が多い装置です。検出器はCCD検出器（リガク社製 Mercury）を備えていましたが、2017年度予算により、最近登場した、より高性能な半導体検出器に更新しました。

単結晶X線回折装置の構成

X線回折装置は（1）X線源（2）ゴニオメータ（3）検出器　から構成されます。ユーザーのニーズにより各パーツはある程度自由に組み合わせられるようになっています。この為、パーツごとの新製品が出た時に（互換性があれば）その部分だけ交換することで機能向上を図ることが可能です。

■X線源

X線源は文字通りX線を発生される部分です。金属に高電圧（当装置で50 kV）で加速した電子を当てることでX線が発生します。初期のものはターゲット金属(Cu, Moなど）の裏側に水を流して冷却するだけのもので管球と呼ばれています。その後、より高出力のX線を出すため、回転する円筒に電子を当て、電子の当たる部分が常に変わることでより多

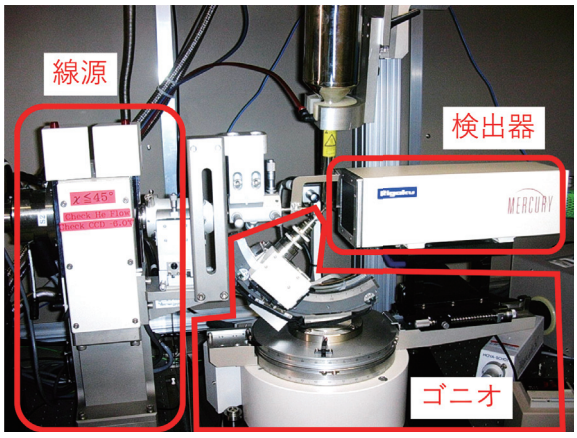


図1　装置更新前

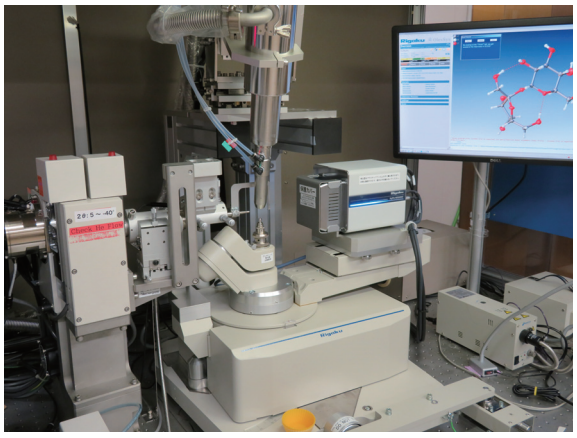


図2　装置更新後

くの電流を流すことを出来るようにしたロータ型と呼ばれる線源が出来、現在の主流となっています。X線は電子の当たった部分から四方八方に放出され、線源に開けた窓からその一部を取り出して利用しています。この状況を劇的に改善するわけではありませんが、X線を集光するミラーが開発され、これにより数倍の強力なX線が得られるようになりました。

メーカーからは管球型／ロータ型含め、複数のグレードの製品がラインナップされており、価格と性能を勘案して製品を選ぶことになります。

■ゴニオメータ

サンプルと検出器を乗せる台で検出器を乗せるアームは１軸回転、サンプルは３軸回転の自由度を持ちサンプルを様々な方向に回転させて測定を行います。サンプル回転に幾らかのバリエーションがありますが初期のものは全て回転機構で出来ていた為、4軸型ゴニオメータと総称されます。最近は２次元検出器が主流で検出器のサンプルからの距離（カメラ長）もサンプルにより調整しますが、このカメラ長をPCから制御できる製品も出ています。

■検出器

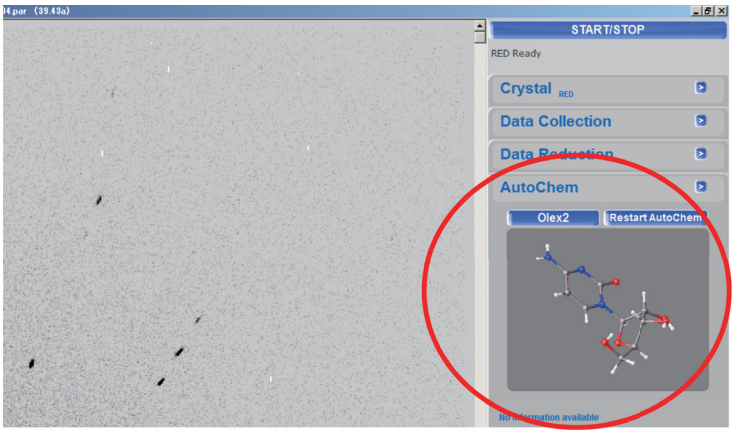
大昔の検出器は計数管で３次元球面の１点の反射X線の強度を測定するものでした。この為ゴニオメータの検出器を乗せるアームを回転して目的位置に検出器を移動させていました。その後、出たものがCCDを利用した２次元検出器で２次元の蛍光板にX線が当たることで発生する光をCCDカメラで測定するもので、改修前の本装置に備わっていたものです。ここ３年くらいでメーカーから単結晶用に新しく出てきた検出器が半導体型検出器。調べたところSi, Geなどの真性半導体に放射線が当たることにより電子が飛び出しホールが出来て電気が流れるようになることを利用したもののようで、詳しい仕組みは理解していませんが「1光子検出型ハイブリッドピクセル検出器」「X線光子係数型ピクセルアレイ半導体検出器」などとメーカーのカタログには記載されています。このタイプの特徴は（1）原理的にノイズが発生しないので長時間露光が可能（2）データの読み出しが高速な為、従来イメージ測定後シャッターを閉じてデータの読み出しをしていたところ、シャッターを開いたまま連続測定が可能（3）反応するエネルギー域が狭い為宇宙線の影響を受けず、CCD型の長時間露光で必要だった複数回のイメージ測定が不要になる（4）ダイナミックレンジが広く実用範囲内で飽和しない為、長時間露光が可能、などが挙げられます。

機器更新

メーカーのエンジニアの方に「新しい検出器が出て感度が現行の2-4倍、現行装置にも取り付けられる」との情報をいただき、センターで予算措置をしていただき装置の更新をしました。当初は検出器のみ交換すれば2-4倍に感度が上がる、と単純に考えていたのですが、既存のAFC-8型ゴニオメータでは新しいソフトウエアが対応していないなどの話が出てきて、ゴニオメータも一緒に交換することにしました。ただゴニオメータは最新のものである必要はなくAFC-10κ型のゴニオメータを導入しています。

終わりに

当初、感度が上がり測定時間が短縮される（だけ）と単純に考えていたのですが、ゴニオを更新することで新しいソフトウエアCrysAlis Pro を測定に使用できるようになり、このソフトウエアの恩恵が非常に大きいことを後から認識しました。最適な測定時間（露光時間）を決定できる為、必要以上に長い測定をする必要がなくなり、また、測定中に同時進行でそれまで測定したデータを使って構造解析を進めてくれ、綺麗な結晶であれば測定終了時にはほとんど分子の形が出ている状態になります。（図３の赤丸内）



技術レポート

No. 5

計算科学技術班

分子科学研究所一般公開の「タッチラリー」イベント

岩橋 建輔
計算科学技術一係

2012年、2015年に続き2018年10月の分子科学研究所一般公開において「タッチラリー」イベントを開催し、今回初めてタッチラリー端末にRaspberry Pi 3を使用しました。その開発秘話やタッチラリーデータ解析した結果をお知らせします。

キーワード
一般公開、タッチラリー、Raspberry Pi 3

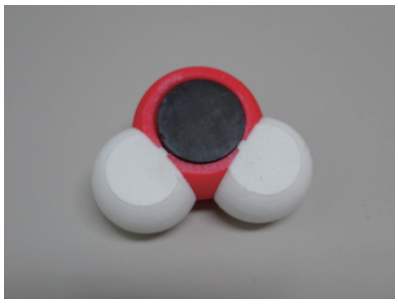
タッチラリーイベントの概要

タッチラリーはスタンプラリーのICカード版です。来場者の方が多くのタッチラリー地点に行ってみたくなるような仕掛けを施しました。一方、運営者にとっては来場者数や各タッチラリー地点の混雑状況をウェブページからリアルタイムに知ることができるシステムでもあります。

今年のテーマは「分子の謎解き大迷宮　君は分子研を脱出できるか?!」で、タッチラリーイベントもテーマと連携するようにしました。そこで企画としては、ばらばらになった分子研の地図の断片を集めることを目的とし、すべて揃えば出口がわかるので脱出できる、という設定にしました。タッチラリー地点は8カ所あり、その内の4カ所で地図の断片を得る（図1）ことができ、完成した方にはクラフト紙に印刷した地図を記念品として配布しました。

また、探索の途中には、お宝を発見するという偶発的イベントを加えて、人数限定のグッズとして水分子のマグネットやオカザえもんのエコバッグ（図2）の配布を行いました。

（図1）実際のタッチラリーの画面



（図2）水分子のマグネットとオカザえもんのエコバッグ

タッチラリー端末としてのRaspberry Pi 3

今回のタッチラリーイベントでは事前に準備ができるようにするため、研究室からパソコンを借りずに実施することになりました。そのため、手元にある旧式のパソコンだけでは台数が足らないため、安価に入手できるRaspberry Pi 3（図3、図4）を活用することにしました。

Raspberry Pi 3は簡単に言うと「名刺サイズの安価な低消費電力の組み込み向けコンピューター」です。しかし、その潜在能力は高く、ソフトウェア開発者から見たら使い勝手があります。体感的な演算性能は10年くらい前のコンピュー

ターである一方、HDMI出力、USBポートが４つ、アナログオーディオ出力、有線LAN、無線LAN、Bluetoothがあり、現在のコンピューターに必須なものが揃っています。普通のパソコンとの最大の違いはCPUの種類がARMアーキテクチャーであり、現状WindowsやMac OSは動作しません。しかし、LinuxはARMやx86-64アーキテクチャーでも動作し、CPUの違いを隠してくれます。そのため、Linuxで開発を行えば、通常のパソコンでも動作し、Raspberry Pi 3でも動作することが期待されます。

ところが現実はそんなには甘くありませんでした。最大の試練はソフトウェア開発が終わりに近づいた頃に耐久テストを行ったところ、通常のパソコンでは何の問題もなく動作するのに対し、Raspberry Pi 3の端末ではICカードをタッチしたときに1%以下の確率でフリーズしてしまったのです。おそらくカードリーダーライターを制御するライブラリーソフトのバグだと思われますが、原因を見つけることはできませんでした。この回避方法を探しているとき幸いにも、デバッグ用のコマンドを実行すればフリーズが解除されることを発見しました。この回避策を外付けで実装したことで一般公開の間、動作し続けることができました。

図3　モニターを除いたタッチラリー端末一式

図4　当日のタッチラリー端末の様子

タッチラリーデータの解析結果

円グラフ（図5）は来場者の方がタッチした地点の数をまとめたものです。なんと半数以上の方が全地点を回ってタッチして頂いたことが判明しました。入場時間と人数のグラフ（図6）からは、開場予定時刻の10時にピークがあったのと昼食後の14時頃にピークがあったことが分かります。タッチラリーでは退場時刻も記録しているので、ある時刻における滞在者数の推移（図7）も解析することができました。時間帯によっては1600人近くの方が滞在していることが今回初めて明らかになりました。

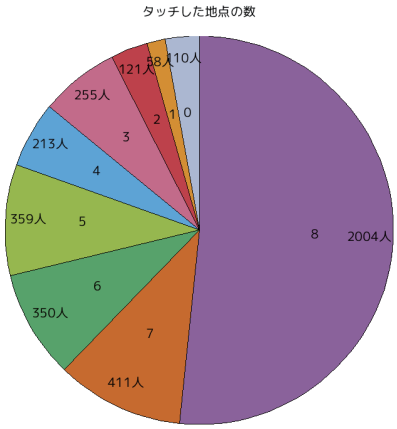


図5　タッチした地点の数

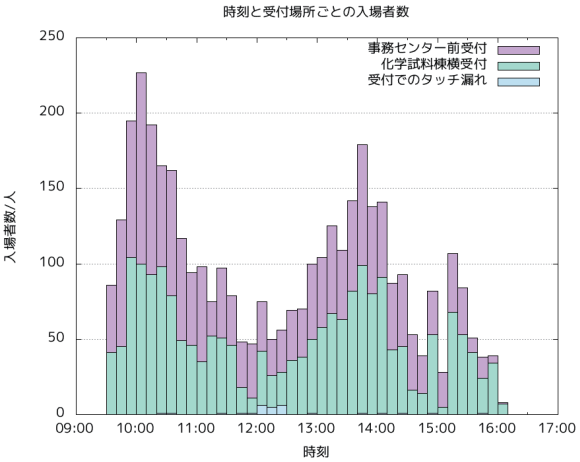


図6　入場時間と人数

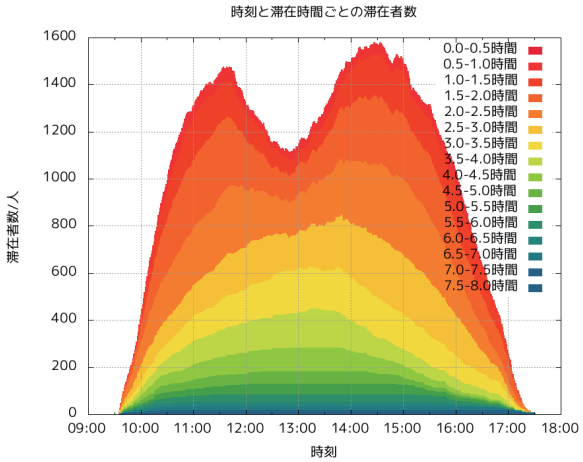


図7　時刻と滞在者数

技術レポート

No.6

学術支援班

一般公開の宣伝活動と来場者数について

原田　美幸
学術支援二係

分子研では3年に一度、一般公開を行っています。例年の来場者数は千数百人ですが、3年前の一般公開2015は2500人、今年の一般公開2018は4000人近くの方が来場してくださいました。

何故増えているの？と疑問をお持ちの方もいらっしゃるようですので、ここで広報の観点から来場者が増加した要因についてご報告させていただきます。

キーワード　一般公開、集客、広報

ポスター配布先の見直し

私が初めて一般公開のポスターやwebサイトを作ったのが2006年、企画段階から携わるようになったのは2009年あたりでしょうか。まだその時はこなすことが精一杯で来場者数を気にした記憶はありません。次の2012年の一般公開が、企画だけでなく広報活動のことまで考えるきっかけになりました。鈴井技術課長（当時）と企画を行い、この企画内容なら多くの方々に楽しんでいただけると思っていたのですが、蓋を開けてみると、その年の一般公開の来場者数は1000名少々……。天気も悪く、インフルエンザが猛威を振るい学級閉鎖にもなっていたのですが、企画は気合いが入っていましたので、何故？という疑問だけが残りました。ご協力いただいた多くの方々に申し訳ない気持ちでいっぱいでした。そして、多くの方々に来ていただきたいとはじめて強く思いました。

そこで、次の2015年の一般公開では岡崎市民に人気のあるオカザえもんを呼ぶことから考えました。オカザえもんに出演依頼をしたところ快く引き受けて下さいました。そして、オカザえもんなら子供もよく知っているはず！との思いから、オカザえもんを載せたチラシを岡崎市内の小中学生全生徒に配布することを検討しました。問題は予算と配布手段でしたが、予算は特色1色刷りにし大きさもA5サイズにして何とか押さえました。配布は岡崎市の教育委員会に相談したところ、教育委員会を通じて各学校全生徒に配布していただけることになりました。その数なんと35000枚！また、2012年の一般公開ではやめてしまった折り込みチラシも復活させたので合計で130000枚ほどのチラシを配布することになりました。これらの効果により2015年は2.5倍の2500名まで増えたのです（図1）。

ここまで来場者が増加した要因として、アンケート結果では、チラシを見てきた方がかなり増加しています（図2）子供達一人一人の手にチラシが届き、家に持ち帰り保護者が見る、これが重要であるように思います。一般公開直前に行った岡崎市内の小中学生が集まる展示では「あっ、このチラシ見ましたよー」「行きたいと思っています」等保護者の方からもかなりのお声をいただきました。親子でチラシを共有していただいたことはとても大きな要因だと思います。

今年の一般公開2018でも小中学生全生徒にA5サイズのチラシを配布し、A4サイズのチラシは前回の約2倍配布したところ、4000名近くの方が来て下さいました。多くても3000名かなあと思っていたので、この人数はかなりの想定外でした。チラシの配布増加分に比べ、来場者数が

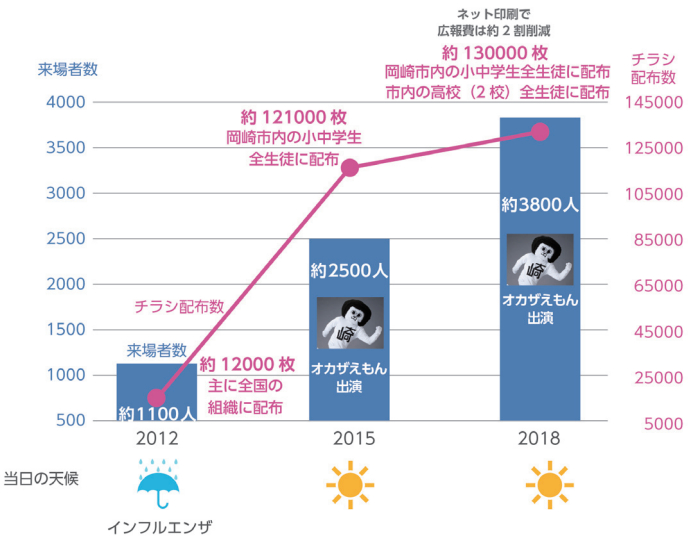


図1　来場者数とチラシ配布数

爆発的に増えた背景には、研究所に興味を持って下さっている方が潜在的にかなりいて、さらに前回来て下さった方が「楽しかったよ」と伝えてくださった可能性もかなりあると思っています。

また、毎回一般公開では特別講演会も同時開催していますが、こちらも2015年ははやぶさ、2018年は近大マグロと認知度が高い内容だったため、展示会等でチラシを配布する際に「おっ、近大マグロの話が聞けるの？」等かなり多くの方に反応を頂きました。認知度が高い講演会をポスターに掲載することで更に興味を持っていただけることを改めて確認出来ました。分子研が年4回（2008年までは年6回）開催している市民公開講座もチラシの配布数の増加とともに、来場者数は確実に増えています（当初は100枚弱でしたが今は3500枚前後配布しています）。そして常連の方も確実に増えています。やはり内容の話題性や広報活動により、来場者数は増えるのではないかと感じています。配布部数の増加とコストはいつも悩みでしたが、ネット印刷に切り替えることで、配布部数が増えても費用は削減できるようになり、新たな配布先も躊躇なく開拓が出来るようになりました。

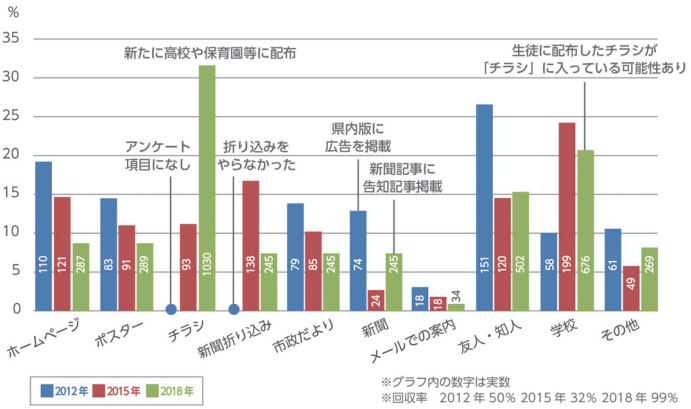


図2　一般公開を知った媒体（複数回答）

ポスターデザインの見直し

一般公開のポスターは、毎回テーマを決めてからデザインを決めています。前々回の2012年のテーマは「行こう！分子探しへの旅へ」でした。小中学生にも来て欲しかったので、子供をよぶためにはアニメキャラクターが良いのではないか？と思い、広報室長に提案しました。例えばハウジングセンターのチラシは、アニメキャラクターが必ずと言っていいほど掲載されています。大島康裕広報室長（当時）に了承を得たので、テーマにそってアニメのワンピース風のデザインにしました（図3）。ところが……、研究所の施設の写真は一枚も掲載しなかったため、研究所のポスターであることがわかってもらえず「あれって、研究所だったの？」と言われる始末でした。

上：ポスター（A2とA4サイズ）
下：小中学生に配布したA5サイズのチラシ

図3　一般公開ポスター

そこで2015年版では、ポスターにUVSOR等の施設写真、岡崎市の人気キャラクターオカザえもんを掲載、さらに小中学生向けのチラシにはオカザえもんを大きく配置しました。これが大ヒット！　子供から大人までチラシに興味を持っていただけ、オカザえもんに関する問い合わせも多く頂きました。2018年も同様に施設の写真とオカザえもんを掲載しました。今年は小中学生向けのチラシをフルカラーにしたため、小中学生への効果は更に高かったと思われます。もちろん最終的には子供たちにも分子科学に興味を持ってもらいたい訳ですが、気にとめてもらう契機として、オカザえもんの威力は絶大です。

今後の課題

広報としては、市民の方々に興味を持っていただけることが大変有り難く、今後も来場者数を増やしていきたい気持ちは強くあり、また、研究所を一般向けに説明していくのは責務だと思っています。来場者数を増やすためには岡崎市内にチラシを多数配布、学生には一人一枚配布すると効果が高いことがわかりました。しかしながら、スペースとスタッフには限界がありますので、どこまで対応すべきか検討する段階に来ています。今年も想定以上の来場者数で、長蛇の列になったり、満足に見て頂くことが出来なかったり……。せっかく来ていただいたなら、楽しんで帰っていただきたいと思いますし、スタッフの皆様は前回に続き大変な一日になったと思います。また、来場者数が増えるほど事故防止の対策をしっかり取らなければなりません。

来場者数増加で考えなければいけない問題は多くなりますが、アンケート結果では、「楽しかった！」のお声も多く頂きました。企画班や設営班等と協力し、次回は来場者もスタッフも満足度がさらに上がる一般公開となるよう努めていきたいと思います。

最後になりますが、広報活動にご協力いただいた所内外の多くの皆様、当日多くの来場者に対応してくださった職員の皆様に心よりお礼を申し上げます。

機器開発技術班

コンフラットフランジ用ガスケット取外し工具の試作　水谷　伸雄

コンフラットフランジに、きつく食い込んでしまった銅ガスケットを外す時に、マイナスドライバー等でこじってエッジに傷を付けてしまう事があります。銅ガスケットが外れない原因としては、チャンバー製作時の溶接歪みによるフランジの変形、エッジ周辺部の形状不良、また、ボルト締結時の過剰なトルクや過度なベーキングなどが考えられます。一旦付けてしまった傷は、漏れの原因になり修復にも手間がかかるので出来れば避けたいものです。

図1　試作したガスケット取外し工具

そこで、このような傷のトラブル解消を願い２つの専用工具を作ってみました（図1）。１つは、厚さ1.1㎜の鋼材を加工した工具で、てこの原理でガスケットを持ち上げます（図2-1～3）。もう１つはラジオペンチの改造品です。ラジオペンチの先端を約半分の長さにして剛性を高め、片側のくちばしを薄く削ることでリークテスト用の溝に深く入るようにしました。これでガスケットをがっちりつかみ持ち上げます（図3-1～3）。ちなみに、ラジオペンチは100円ショップの商品、鋼材は使い古しのジグソーの刃から試作しました。

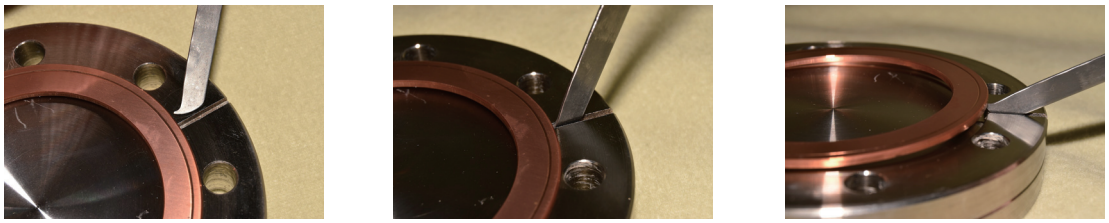


図2　リークテスト用の溝に工具先端を差込み、てこの原理でガスケットを持ち上げる

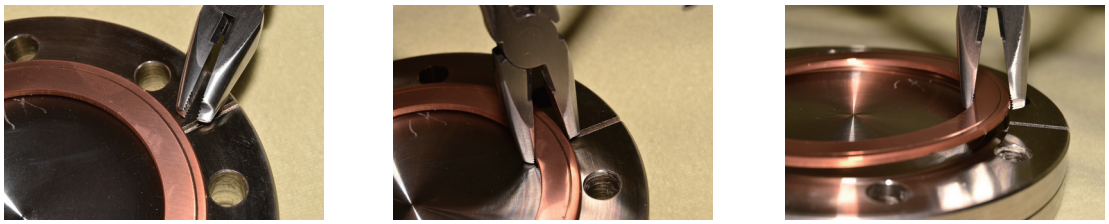
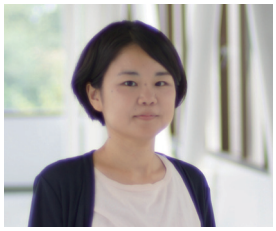


図3　片方の先端をリークテスト用の溝に入れ、がっちりつかんで引き剥がす



機器開発技術班

電子ビーム描画装置が納入されました　高田　紀子

2018年度は新たに電子ビーム描画装置が納入され、これまでの光を使ったマイクロレベルでのパターニングに加え、ナノレベルでのパターニングが可能となりました。

今回納入されたのは、株式会社エリオニクスの「ELS-G100」です。装置の写真と仕様を図1に示します。電子ビーム描画装置は、電子線に反応するレジスト上に細く絞った電子線を用いてパターンを描いていきます。以前の装置と比較すると描画速度が格段に速くなっており、300nm幅のライン＆スペースを100mm□全面に描くのに機種によっては120日を要するところを、この装置は3日で描くことができるそうです。さらに、描画フィールドの端の部分でもビームの歪が少

ないため、広範囲でかつ高精度な描画が可能です。

電子ビーム描画装置は搬入とメーカーによる調整を終え、4月からは何回かに分けて取扱講習を受ける予定となっています。様々な内容の製作に対応できるよう、基礎的なデータをとりつつ操作を習得していきたいと考えています。

電　子　銃　　：ZrO / W熱電界放射型
加 速 電 圧　　：100kV, 50kV, 25kV
最小ビーム径　　：1.8nm（於 100kV）
最小描画線幅　　：6nm（於 100kV）
ビーム電流強度　：20pA～100nA
描画フィールドサイズ：最大3,000μm×3,000μm（於25kV）
1,500μm×1,500μm（於50kV）
1,000μm×1,000μm（以下於100kV）
500μm×500μm,250μm×250μm
100μm×100μm
ビームポジション　　：最大1,000,000×1,000,000
ビーム位置決め分解能：0.1nm
最大試料サイズ　　：6インチΦウェハー又は6インチ□マスク

図1　電子ビーム描画装置の写真と仕様

機器開発技術班

実験用めっき装置の製作　菊地　拓郎

装置開発室では、めっき技術の導入を検討しています。今回は、実験用小型めっき装置（2L サイズ）を製作したので紹介します（図1）。

めっき設備の基本構成は、めっき槽、めっき液、電極、安定化電源です。これらにめっきの仕様に合わせ、必要な設備を追加します。今回はスルファミン酸ニッケルめっきを行うことにしました。そのため、液温を60℃に保つ石英ヒーターと温調機器を追加しました。エアーポンプも設置し、空気攪拌でめっき槽内の液を循環させます。空気攪拌でめっき液がミスト（霧）となって飛散するためフィルター付き吸煙機を使用します。また、被めっき物が円錐形のため、通常の電極配置ではめっき厚のムラが発生してしまいます。このムラを抑えるため、被めっき物そのものを揺動する回転機構を設計しました。被めっき物を保持するための治具は、給電機能を持たせると同時にモーターとプーリを介して回転機構を成すよう、SUS304の丸棒で製作しました。濾過装置はめっき液が少量なので省きました。

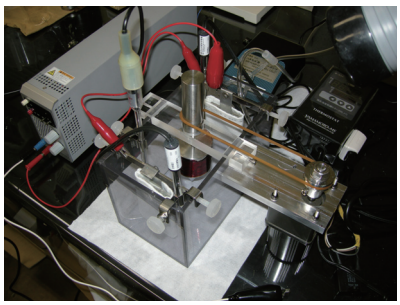
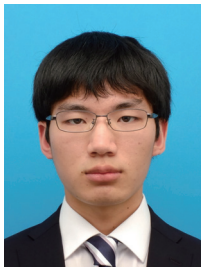


図1　めっき設備

上記の装置は、ニッケル電鋳を目的としていますが、同じ装置で異なる形状へのめっきや銅めっきなどのカスタマイズが可能です。今後は、MEMS で使われるような微細パターンの転写技術などにも挑戦したいと考えています。



電子機器開発技術班

回路基板データのバージョン管理　木村　和典

電子機器開発技術班では回路設計CADとしてAltium Designerを採用していますが、このソフトウェアには標準でバージョン管理機能が搭載されています。これにはSubversion(以降“SVN”)というシステムが利用されており、正しく使用すれば、「誰が」「いつ」「どの様な意図で」「どの様な」変更を加えたのかを明確に出来ますし、その変更を合議の上で取り消す事も容易です。またファイル自体に変更を加えることなく管理可能であることも利点の一つと言えます。昨年まではほぼ不使用の機能でしたが、所長奨励研究の開発品で試験的に管理を始め、問題なく運用されています。また開発した回路の中には汎用性の高い物、量産や中長期的な改良が求められる物が出てきています。これらについて、同じくバージョン管理システムの一種であるGitを併用した管理を行えないか試験しています。一般にGitは分散型管理である点、SVNと比べbranch機能が扱いやすい点などから並行開発(元となるデータを共有しながら、何か別の機能を付け加えたり不要な機能を削ったりしたクローン品を作成し、クローン間で共通の修正事項は共有する、等)に優れると言われており、特注品ともいえる従来の工作品と量産・汎用の工作品の管理を両立させることが十分可能との見通しです。所内外の研究会などで各種成果物を公開する機会も増加しており、場合によっては設計データの公開・共有も想定しています。GitやSVNといったバージョン管理システムは既に世界中に広く浸透しており、GitHubをはじめとするこれらを用いたWebサービス等も発展してきていますので、データの公開、複数人での共有・開発が比較的容易に行えます。

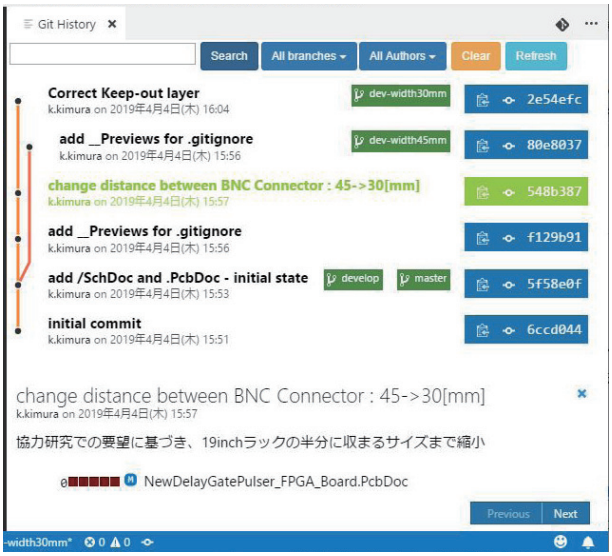


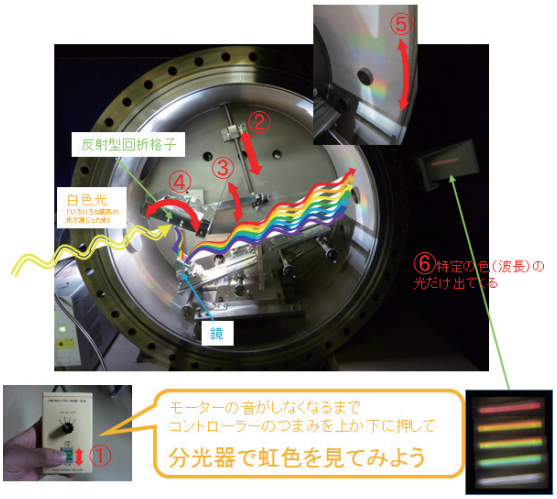
図1　Gitによる並行バージョン管理例
同一機能で寸法にバリエーションのある基板

光技術班

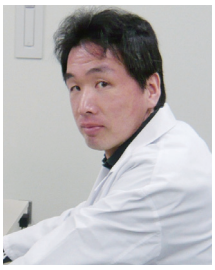
一般公開～UVSORから　林　憲志

２０１８年の分子研一般公開で、UVSORの準備取りまとめ役を仰せつかりました。

今回の新しい試みとして、実際に使っていた分光器の一部（回折格子チャンバー）を再利用した分光器展示を皆で製作しました（図）。本来は放射光が光源なのですが、展示では実験用ハロゲン光源またはLED懐中電灯が使えるようになっています（図の左側から入射）。波長（＝色）の混じった白色光は回折格子というプリズムのような働きをする素子によって色に分けられます。取り出される色の選択には、モーターがチャンバー上部に取り付けられており、サインバーと呼ばれる機構を使って直進運動が回転運動に変換されます（図の②～④）。光を切り出すためのスリット（隙間）を抜けて、赤色から紫色まで、色が移り変わっていくさまが見て取れます（図の⑥）。



一般公開が始まってみると、人、人、人、とにかく多くのお客様にお越しいただきました。そんな中、子供など皆にコントローラーを渡して「ぜひ動かしてみて！」と言って体験してもらえたのが良かったです（図の①）。苦労もありましたが、終わってみれば充実した一日でした。



光技術班

新しい挑戦　牧田　誠二

異動から半年が過ぎ、平成３０年４月からまた新しい体制でスタートを切りました。半年間、主に勉強をさせていただきました田中清尚准教授とビームライン（以下、BL）５Uから、新しく着任されました主任研究員の松井文彦先生の下、BL ６Uで学んでいます。幸運にも両エンドステーションには、角度分解光電子分光装置（以下、ARPES）が備わっていることから、BLやARPESの違いを理解しやすい環境にいます。当初は、言われるがまま、原理や理屈が判らないまま与えられた指示をこなすだけでしたが、この１年間は自分なりに考え、新しい何かを作る機会が増え、第３２回日本放射光学会年会･放射光科学合同シンポジウムに「UVSOR BL６Uの現状」としてポスター発表の機会を得ることができました。年号が変わってからのBL６Uは、次のステージへの計画が進んでおり、また興味深い１年になりそうです。

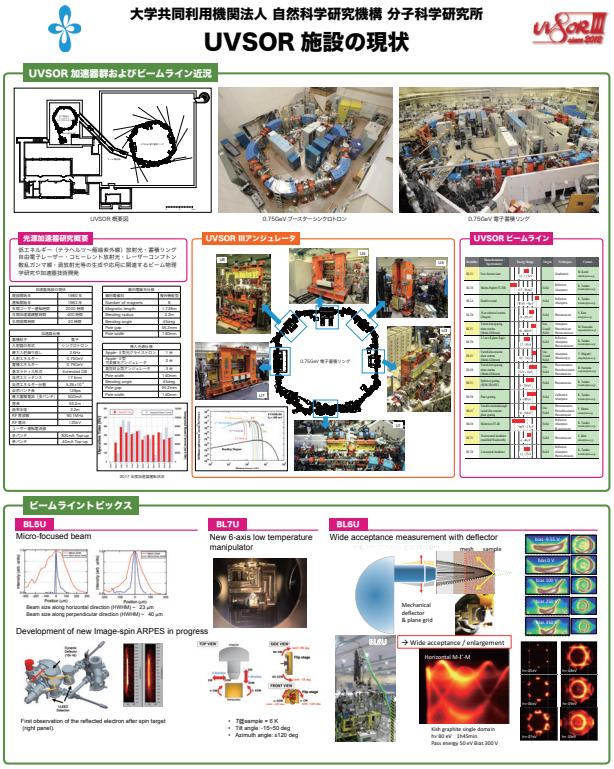
一方、機器センターの仕事として９２０MHzNMRの解体・廃棄を実施しました。当装置は、平成１６年度に設置された当時、世界最高レベルの超高磁場核磁気共鳴装置として共同利用研究等に供し、生体試料やナノマテリアルなどの液体・固体計測にも対応できるシステムとして高次構造や動的挙動の精密解析を支援してきました。解体にあたり汎用NMRと異って専用建屋（山手５号館）も保有していた当装置の解体は、とても大掛かりな作業となりました。将来的に当建屋の有効活用に期待したいです。

山手５号館内の今昔

光技術班

第32回日本放射光学会年会発表用ポスター作成　山崎　潤一郎

2019年1月に福岡県で開催された第32回日本加速器学会年会にポスター発表および最新情報・動向の取得を目的に参加を予定していましたが、都合により見送ることになり、作成したポスターは同学会に参加されたUVSOR職員の松井主任研究員に代理で会場に設置していただきました。松井主任研究員に大変感謝いたします。発表内容は、2017年度の加速器運転状況およびビームライン現状、またビームライントピックスとして、ARPES（Angle-resolved Photoemission Spectroscopy：電子のエネルギーと角度を計測することで物質中の電子状態を直接的に調べることができる角度分解光電子分光）の稼働状況、今後の展望について報告しました。



作成した第32回日本放射光学会年会発表用ポスター

光技術班

光軸調整　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（数10μm）への照射が可能となっている。今回は、試料マニピュレータを2次元（平面）駆動しながら光電子強度をプロットするプログラムを作成した。

試料マニピュレータを制御するPC (Gonio-PC) と光電子測定PC (A-1 PC) を RS232C でクロス接続し、A-1 PC 側で BeanOpt.vi というアプリを起動しておく。このアプリは、RS232C通信により、①取込開始、②取込んだ光電子のカウント数 (Total Counts) の返送　などができる。　あらかじめ取込エネルギーの中心値 (Center K.E.) を設定し、Gonio-PC で試料マニピュレータを所定の位置に駆動するたびに①→②を繰り返して強度imageを取得する。A.試料の実像と同じ向きで B.試料上を放射光が図1 のようにラスタースキャンするように　とのリクエストも実現している。図2は、2次元強度マップ取得パラメーターを設定するフロントパネルである。右上に直近の測定結果を、右下には過去の結果を選択して表示できるようにした。

将来的には、左右 (X軸)、上下 (Z軸)、前後 (Y軸) と試料マニピュレータを1次元スキャンして、それぞれのスキャンのカウント最大値の位置を自動で探す（最適な測定位置決めの自動化）へ応用する。

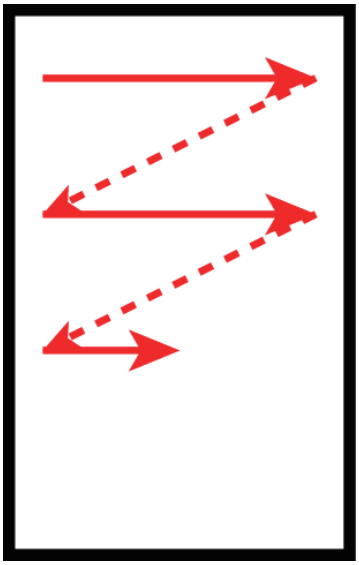


図1　試料上での放射光ラスタースキャン（試料左上から右下に向かって放射光が照射されるようにマニピュレータを駆動）

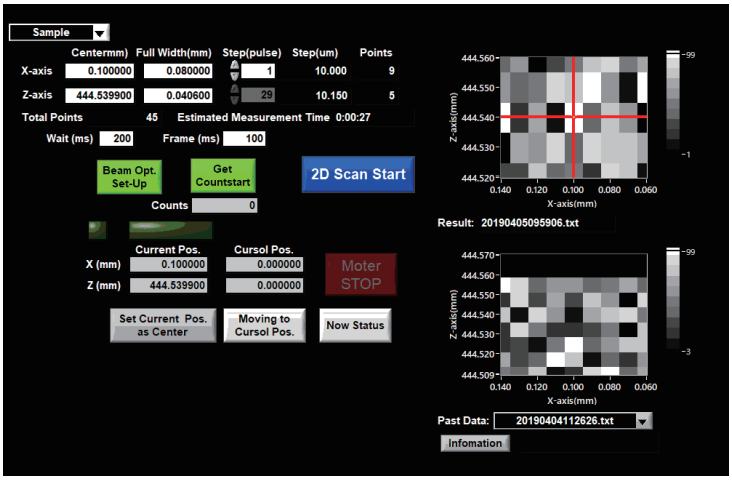
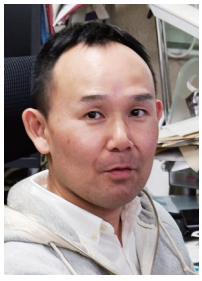


図2　2次元駆動及び光電子取込パラメータ設定パネル（右上に直近の結果を、右下は過去の結果を表示して比較することができる）



光技術班

老朽化対策　近藤　直範

今年度からビームライン（BL）2Aに加えてBL7Bも担当することになった。BL7Bは比較的古いビームラインである。制御・測定機器が古くなっていて、PCが時々立ち上がらなくなるなどのトラブルを抱えていた。3～4月のシャットダウン中に分光器制御・測定用PCの更新作業を行っている。旧PC（図2）はOSがWindows 2000、制御プログラムがLabVIEW6.1で書かれていて、それを新PC（OSがWindows 10でLabVIEW2018を使用）で稼働させる予定である。制御プログラムはLabVIEW2018でも問題なく読み込めたが、これまで使用していたNational Instruments（NI）の機器が古すぎてドライバーがWindows 10に対応していない。またNIのサポートも終了していて新PCでは使用できない。結局、NIの後継機種を購入し、その機器に関連したプログラムを新規に作成することになった。20年位前の機器を一気に最新の機器に更新することが難しいことが分かった。物を大切に長く使うということは大事なことではあるが、ある程度使用したら最新のものに更新してくことが必要だと感じた。

図1　分光器

図2　制御機器

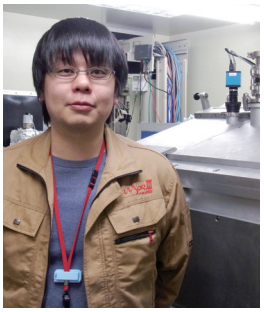
光技術班

真空落下実験装置　矢野　隆行

今年度は岡崎３機関で３年に一度当番になる一般公開の年となりました。私が所属する極端紫外光研究施設は「宇宙の光を作る、世界最先端装置を探検しよう！」というテーマで展示・公開を行い、私は来場者の方に、真空を使ったいくつかの実験を見て体験していただくコーナーを担当しました。特に「真空中では、羽と鉄球は同じ速度で落下する」を実際に目にしていただくコーナーに関しては、従来の実験装置を大幅に改良して一般公開に臨みました。実験装置の全長は架台も含め2200mm（内、真空槽Φ100×2000mm）。電磁石で鉄の玉と鳥の羽を取り付ける構造にして、電気のON/OFFで落下を真空内でできるように工夫しました。また羽の接続にはビニールタイに使用されている芯線を使用して、電磁石によって磁化しない程度の量に調整し、接着剤で封入することで対応しました。

川合所長にも「実際に見ると良いですね。」というお言葉をいただきました。何よりも真空にした後、鉄の球と鳥の羽がほぼ同時に落ちるのを見た来場者の「うぉっ～！」という声が快感になりました。

製作した真空落下試験装置

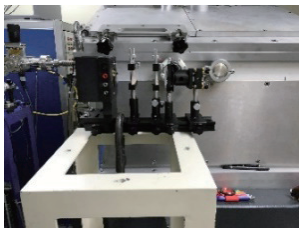


光技術班

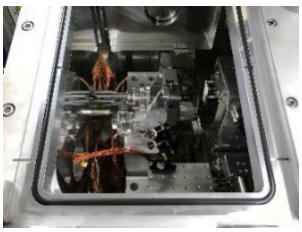
軟Ｘ線顕微分光　湯澤　勇人

平成30年４月より特任専門員として，また平成31年２月からは技術職員として引き続きお世話になることになりました。今後ともよろしくお願い致します。

技術課に来てからは，これまで使用していたBL3Uの実験支援も行いながら新たに軟Ｘ線顕微分光ビームライン(BL4U)の実験支援を担当している。このビームラインは，数十ナノメートルの空間分解能でXASスペクトルを取得できるため，試料の化学状態の二次元マッピングを詳細に行える点が魅力である。一方で，測定時の試料とゾーンプレートの間隔は通常１ mm未満と非常に小さいため，チャンバー内で試料を高温に加熱して測定すると大きく試料測定位置がずれたり，装置に悪影響を及ぼすという問題がある。そこで，試料チャンバーの外部から赤外レーザーを試料位置に集光，照射して加熱を行ってから測定を行うという方法を検討してみた(図1a，b)。その結果，試料を数百度に加熱できること，および加熱直後に測定しても位置ずれなどの影響が非常に小さいことは確認できたが，試料加熱により得られると想定していた変化は明確でなかった(変化はしたのだが)。今後，より条件を詰めてユーザーの実験で利用できるようにしていきたい。



(a)



(b)

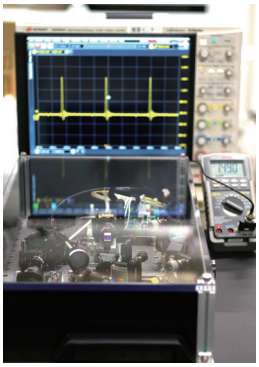
BL4U試料チャンバー外部(a)および内部(b)のレーザー照射光学系
(白点線はレーザーの光路を示した)

光技術班

キット製品活用のその後／ファイバーレーザー　岡野　泰彬

以前のActivity Report（2014）のコラムにて、キット製品の活用について触れました。それから大分時が経ちましたが、メゾスコピック計測研究センターにてキット製品を使用したファイバーレーザーを整備したので紹介します。導入したのは光響社製モード同期Ybファイバーレーザーキットで、波長～1040nm、平均出力～20mW、フェムト秒パルスを繰り返し周波数～65MHzで出射します。パルス幅については、自前で計測系の構築が必要なため先送りしているところですが、仕様によると典型値で670fsとなっています。調整に依りますが、バンド幅は8nm以上取れそうですので外部圧縮器を組めば100～200fs程度のパルス幅に圧縮も可能です。

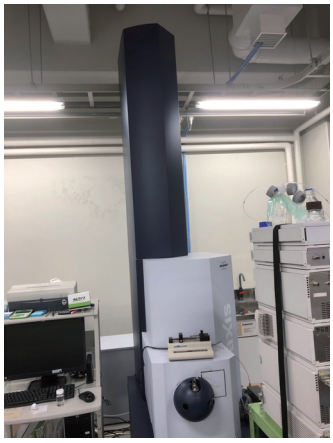
さて、キット製品の“売り”に「プラモデル感覚で」や「学習に最適」などが謳われています。そのため、今回の製作にあたっては総研大のテーマ型レクチャー「先端レーザー基礎演習」（藤准教授）の実習教材としても活用していただきました。また、この機会を利用して事前準備や組み上げをファイバーレーザーの専門家である野村助教とともに行いましたが、組み立てに必要な機器・工具だけでなくファイバーの扱いや融着、アライメントのノウハウなど初心者には分からないことも多く、技術的な面を実際に作業しながら習得できたのは幸運でした。キット製品は設計やパーツの選定が必要無いという点では「プラモデル感覚」なのですが、経験の有無で作業効率が大きく変わってくると思います。メゾスコピック計測研究センターでは分子制御レーザー開発研究センター時代から引き続き技術相談を受け付けています。気になることがありましたらお気軽にお声がけください。



後日、キット製品のパーツや配置を見直し、安定性やポータビリティを考慮して600mm×300mmのハニカムブレッドボード上に電子基板も含めてパッケージ化しました。オシロスコープ上の波形は、フォトダイオードでモニターしたレーザー出力のパルストレインです。所内貸し出しも可能ですので利用を希望される方はお問い合わせください。

機器利用技術班

機器センターの質量分析装置の拡充　水川　哲徳



質量分析装置には様々なイオン化法がある。サンプルの特性により適切なイオン化を選択することが望ましい。

現在、機器センターで管理している質量分析装置は、JEOLのJMS-777V(イオン化法：EI, CI, FAB、High-mass対応)とbrukerのmicroflex(イオン化法：MALDI)である。しかしながら錯体化学の分野で最もポピュラーであるESIの装置が機器センターにはなかった。

この度、brukerのmaXis（写真）が機器センターの管理で運用されることとなった。（運用開始は2019年秋を予定）この装置はイオン化法がESI（High-mass対応）である。

イオン化の選択肢が増えることは利用者に多大な恩恵を与えることであろう。

機器利用技術班

蛍光寿命を測定できるシステムを構築

上田　正

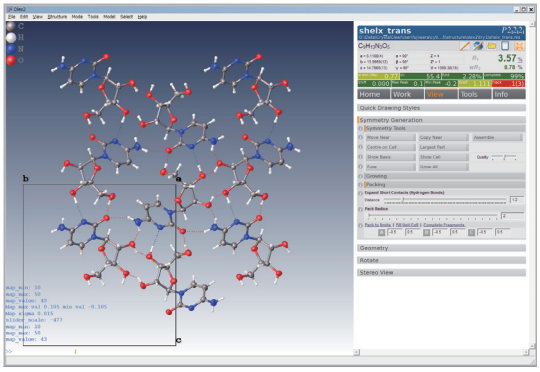
LED照明が急速に普及しています。節電に加え寿命がとても長いから……一般に40,000時間以上だそうです。1日5時間毎日使っても8,000日、20年以上使える計算です。でも、どうやって寿命がわかる（測定している）のだろうと思う人もいると思います。当然、実時間で評価しているわけではなく、加速試験なるある条件下で科学的に寿命を推定しているそうです。実際は、10年ももたないLED製品が殆どだとか……。LEDは（理論的には）光らなくなることはほぼ無く、周辺の電子回路や筐体等の不具合のようです。

さて、LEDの寿命とはちょっと意味合いが違いますが、「蛍光寿命」を測定できるシステムを構築しましたのでお知らせします。担当するピコ秒の波長可変レーザーを光源として有効利用するために、また近年、蛍光寿命測定装置は、太陽電池や有機ELの研究をはじめとする発光性物質の評価に不可欠な装置にもなっています。蛍光寿命とは「光によって励起された分子が蛍光を発光して基底状態に戻るまでの時間」のことで、一般にサブナノ秒からナノ秒のオーダーの短い時間です。直観的にその寿命より短い時間幅の光を当て（励起し）て、光らなくなるまでの時間を測ればよさそうですが、今度はとても時間が短すぎて……直接測ることが難しいです。そこで、時間相関単一光子計数法という計測法で測定しています。今回のシステムでは、ピコ秒レーザーのパルスで1回励起し、励起によって最初の光子1個が、そのレーザーパルスからどれだけの時間を経て発生しているかを観測します。それを何度も何度も繰返し（数100万回とか、それ以上)、光子1個の時間軸上での発生分布を作成して、蛍光減衰曲線を得て蛍光寿命を算出する方法です。市販品もありますが、試料によっては励起波長を変えたい場合があり、その度に光源を購入する必要が出てきます。機器センターの波長を変えられるピコ秒レーザーを使った当システムでは、その心配はありません！勿論、データの指数関数フィッティング、蛍光寿命演算も可能です。ただ、ピコ秒レーザーの寿命（平成10年度導入）があとどれくらいなのかは？？？

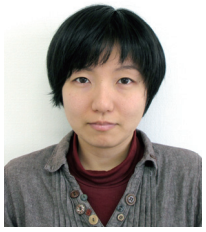
ご興味のある方、ご利用を希望される方はお知らせください！

機器利用技術班

単結晶X線回折装置／新ソフトウェアの学習　藤原　基靖



私の担当しているリガク社製の単結晶X線回折装置は10年以上前の機種で、測定・データ処理ソフトにCrystalClear、結晶構造解析ソフトにCrystalStructureを利用しています。2015年、リガクに旧Oxford Diffractionが統合されて以降、測定・データ処理ソフトにCrysAlis pro、結晶構造解析ソフトにOlex2が提供され、旧ソフトの使用経験がない方も増えてきました。幸いCrysAlis proはリガク社の単結晶X線回折装置を使用していれば追加費用なしで、Olex2はライセンスフリーで利用でき、ドングルも必要なく、測定パソコン以外でも利用可能です。CrysAlis proもOlex2もインストールは丁寧に書かれたマニュアルがあるため簡単に行うことができました。CrysAlis proでは、測定は出来ないものの、CrystalClearで測定した画像データさえあればオフラインデータ処理が可能で、ピークハンティング（スマート／3D）や全反射点を用いた逆格子ビューアーが非常に有用でした。Olex2では、旧測定ソフトCrystalClearから出力されたshlex.hklを読み込んで空間群などを決めxxxx.trans.insとxxxx.trans.hklを出力し、再度xxxx.trans.insを読み込むことで構造解析を行うことが出来ます。当初はコマンドがどこにあるのか戸惑いましたが、表示がカラフル＆グラフィカルで、慣れれば情報を認識しやすく使いやすいのではと感じました。測定ではCrystalClearを使わざるをえませんが、解析はOlex2をメインにしていきたいと思います。



機器利用技術班

新人自己紹介　浅田　瑞枝

3月1日付で機器センターの技術職員に着任しました。主な業務は寒剤供給とESR、SQUID（予定）の支援で、ただいま液体ヘリウム関連機材の扱い方について見習い中です。2016年4月から今年の2月まで、電子物性部門中村グループの特任助教として共同利用機器のESRを使った研究を行っており、それ以前からも機器センターの皆様には大変お世話になっていました。今度は私が皆様の支えになれるよう励みたいと思います。どうぞよろしくお願いいたします。

計算科学技術班

Web通信の暗号化利用の増加とそれに伴う影響　澤　昌孝

昨年10月1ヶ月間に岡崎3機関内外間に設置しているFirewallにて観測されたWeb通信のうち、およそ70～80%が暗号化（HTTPS）されていました。Googleが出している「Google透明性レポート ウェブ上での HTTPS 暗号化（※1）」でもほぼ同様な割合が出ており、年々HTTPS通信が増加していることが分かります。背景としては無償でSSL証明書を発行するLet'sEncryptなどにより、容易にHTTPS対応のWebサーバが構築できるようになったことなどが挙げられます。

通信が暗号化されることによって、通信経路上の通信の盗聴などが防げるメリットがありますが、悪意ある通信や攻撃が暗号化された場合も同様であり、悪意あるファイル、外部Webサーバへの暗号化通信や岡崎3機関に設置しているHTTPS公開サーバ宛の悪意ある攻撃の暗号化通信に対して、岡崎3機関ネットワーク経路上に設置したISP/IDP等による検出や遮断ができないケースが増えています。

岡崎3機関のFirewallは復号化機能を有しているので、管理している公開HTTPSサーバ宛の暗号化通信の復号化を試みましたが、ほとんどの復号化ができない結果となりました。これはHTTPSサーバ側の暗号化設定にて脆弱性検査等で見つかった弱い暗号化を使用しないようにしており、Firewall側で復号化機能の能力では対応できない暗号化通信が利用されているケースが多かったものと推測されます。

今後の対応として、経路上以外での復号化方法や検出する方法の模索しており、一例として端末側にEndpoint Detection and Response（EDR）等を用いてどれほど暗号化された悪意ある通信や攻撃の検知・遮断が実現できるかを検証したいと考えています。

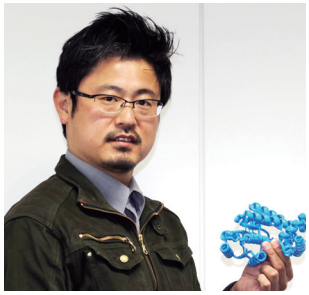
※1　Google透明性レポート ウェブ上での HTTPS 暗号化
https://transparencyreport.google.com/https/overview

計算科学技術班

SELinuxをenforcingにしてみよう　内藤　茂樹

LinuxにはSecurity-Enhanced Linux (SELinux)が搭載さていることが多いかと思います。多くの方は無効化(disabled)かログを取るだけ(permissive)にしているのではないかと思います。でも、ウェブサーバぐらいだったら、enforcingのままでも簡単です。

CentOS7とapacheでの例で説明します。SELinuxがenforcingになっていると、ドキュメントルートにコンテンツを置いてもブラウザからアクセスできません。理由はSELinuxによってコンテンツへのアクセスが拒否されているからです。そのためアクセスを許可する設定をSELinuxで行う必要があります。実を言うとOSに標準のテンプレートが用意されていますので、ファイル毎に設定する必要はありません。ドキュメントルート等が標準設定ままなら、“restorecon -R /var/www”を実行するだけです。WordPressを使う場合、WordPressをインストール後に上記を実行します。WordPressはコンテンツをDBに格納し新しいファイルを作らないので、コンテンツを作成する度に実行する必要はありません。ただしWordPressのアップデート時にはファイルが作成されるため、一時的にpermissiveにするか“chcon”コマンドでwrite権限を設定する必要があります。



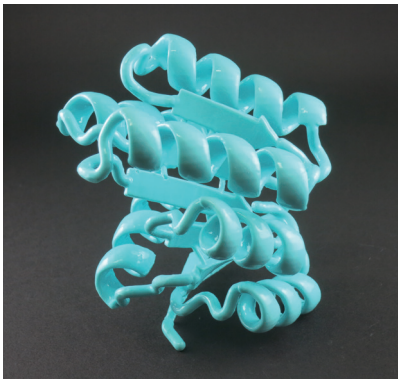
計算科学技術班

「3Dプリンタ出力サービス」開始　松尾　純一

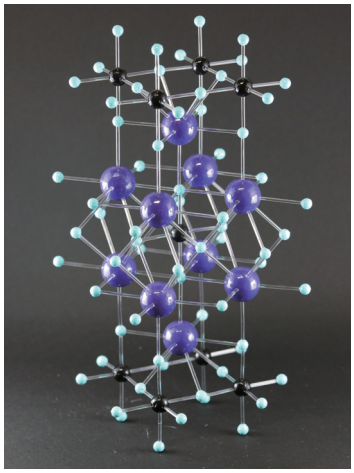
分子科学研究所内ではこれまでも3Dプリンタによるものづくりが行われてきましたが、その次の段階として「3Dプリンタ出力サービス」を2018年の7月より計算科学研究センターにて開始しました。3Dプリンタに投入する3Dデータは形状そのものを表現するCADデータと違って小さな面（ポリゴン）の集合として形が定義されるためスーパーコンピュータによる計算機環境を提供してきたノウハウがそういったデータ加工に生かされます。出力するものによって熱溶解積層（FDM）方式のプリンタ、光造形方式のプリンタ、バインダージェッティング方式のプリンタを特性に合わせて使い分け、場合によっては複数の方式での出力物を組み合わせます。現在では、水溶性フィラメントの使用や、中空化、VRMLフォーマットのバージョン変換といったノウハウや技術を蓄積し下記のようなものを作ることが出来るようになりました。

これからも3Dプリンタの活用方法や技術を模索し、もっと様々な出力依頼に応えられるようにしていきたいです。

バインダージェッティング方式によるタンパク質模型
光造形方式による台座



FDM方式によるタンパク質模型



FDM方式による結晶模型

光造形＋FDM方式によるタンパク質模型

バインダージェッティング方式による細胞模型

計算科学技術班

各Linuxマシン上にあるプログラムの一覧化　長屋　貴量

自分がログインできるLinuxマシンやRaspberri Piがさらに増えて100台近くになり、またWebサイトの数もDrupal ver. 7で構築したサイトが30サイト、Drupal ver. 8のサイトが15サイト、WordPressのサイトが数か所　存在するようになった。これらは何らかの更新が毎日リリースされるため、ほぼ毎日更新作業を行っていた。

このアップデート作業に関連し、アップデートの有無を把握するために各LinuxマシンにインストールされているプログラムおよびDrupal / WordPressのプラグイン・拡張モジュールのデータをリストアップしていた。このリストアップするスクリプトを転用することで、同様のリストを、各Linuxマシン上に存在するユーザーアカウントや、自動起動させるサービス、プログラミング言語であるPHPに付随する拡張モジュール(PEAR) のパッケージについても作成・可視化する事ができた。

リスト化すると、各マシンの差異が可視化され、必要・不要なプログラムの存在の有無や、マシン毎に若干異なる設定を認識しやすくなった。結果としてマシンのシェイプアップにつながった。

現時点ではリスト化できた対象はまだ数少ないが、対象を増やすことで、マシンの設定調整の統一化・確認につながると考える。

計算科学技術班

スパコン計算資源のさらに効率的な運用を目指して　神谷 基司

計算科学研究センターのスパコンにはおよそ2,000個のCPU(約40,000 コア)と200枚ほどのGPUが稼働しています。このように非常に多くの計算資源が存在するのですが、研究者の方々からの需要もまた膨大です。その結果、繁忙期になると計算が実行開始されるまでに数日待つようなことも起きてしまいます。一方で、そのような実行待ちが発生している状況でも、小規模計算用の領域は混雑しているのに大規模計算用の領域には余裕がある、といった場合があったりもしました。

そのような無駄を少しでも改善するため、小規模もしくは短時間の計算については本来の割り当て領域の外でも実行できるようにシステム設定の変更を行いました。この設定変更は簡単そうに見えると思いますが、実際は非常に大変です。狙った通りに制御するため、計算種別ごとの優先度設定のような標準的な設定はもちろん、実在しないダミーのノードが存在することにしてシステムをうまく騙すようなマニュアル非記載の半ばバグのような挙動まで利用しています（当然ですが、他のところに悪影響が出ないことは確認しています)。これにより、混雑時にも以前よりも少しは効率的に計算資源を利用できるようになっています。

せっかくのスパコンなので、少しでも効率的に利用できるようにさらなる改善を進めて行きたいと思います。もう少しくらいはがんばれそうな気もするので。

学術支援班

久しぶりの試験勉強　賣市 幹大

このたびヘリウム液化機を担当できるよう高圧ガス製造保安責任者の資格を得るようにとのお達しで久しぶりに試験勉強をすることになりました。大学を卒業して早幾年。すっかり勉強ともご無沙汰となり、脳みそは衰えるばかり。覚えるよりも忘れることの方が多い歳となってしまいました。

しかし資格なしで扱うには危険な装置であることは百も承知。覚悟を決めて申し込みました。しかもこの試験は有料の講習を受けると受験科目が免除されるのですが、例年合格率が自分の受けた乙種では全科目受験すると３割程度なのが、科目免除されると７割に伸びます。甲種試験だと２割から９割に跳ね上がります。何かあるのではと疑いたくなります。ただし話をいただいたのがすでに講習の申し込み締め切り日だったため全科目受験することとなりました。試験が年に１回なので合格できないとまた来年ということになってしまいます。

結果として乙種は甲種に比べれば簡単な方なので１ヶ月の詰め込み勉強で無事合格することが出来ました。しかしこれから山手に移るにあたりこれ以外の様々な資格も期待されており、この後も受験勉強は続くことになりそうです。

学術支援班

すぐやるか　内山 功一

私の所属する学術支援班二係は、主に研究所内の共通業務を行っています。しかしながらこれまで掲載していた記事は、改修工事など建物関連ばかりだったため施設系の業務がメインだと思われているかもしれません。この他にも、共通機器や備品の管理、イベントなどの人員支援、所員からの相談対応、トラブル等緊急案件対応といったことも行っています。

これらの業務を日々こなしておりますが、建物関連を含む業務全般で即時対応案件が多い事に気が付きました。雨漏りや空調機トラブルなど建物関連の対応や、パソコンの不調や故障の対応、重量物運搬など、これらの案件は年間を通してそれなりの件数があります。これら案件に対応しているときふと「ああ､この部署はすぐやる課なのか」と納得しました。すぐやる課とは､「すぐやらなければならないもので、すぐやり得るものは、すぐにやります」をモットーに1969年10月6日に千葉県松戸市で設立された市役所の部署です。この部署の発案者は当時の松本市長であり、マツモトキヨシの創業者でもある松本清氏だそうです。この取り組みが有名になり、その後各自治体などでも同様の組織が発足していきました。

実はこのすぐやる課が発足した1969年というのは私が生まれた年でもあります。私は運命論者ではありませんし少し大袈裟かもしれませんが、私にとって天職だったのかもしれません。

分子科学研究所技術課
Activity Report 2018

発行年月　2019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 2018

No.34

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 2018**
〒444-8585　愛知県岡崎市明大寺町字西郷中 38 番地　https://tech.ims.ac.jp/