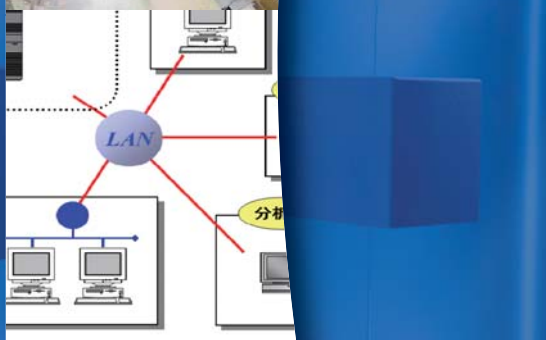
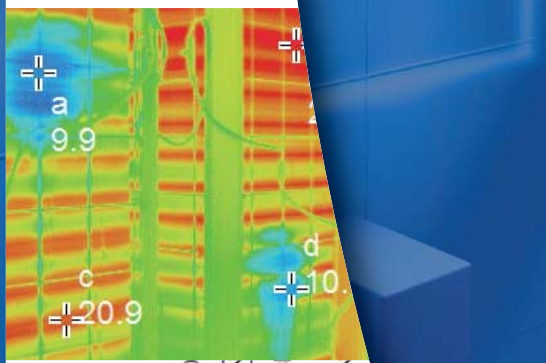
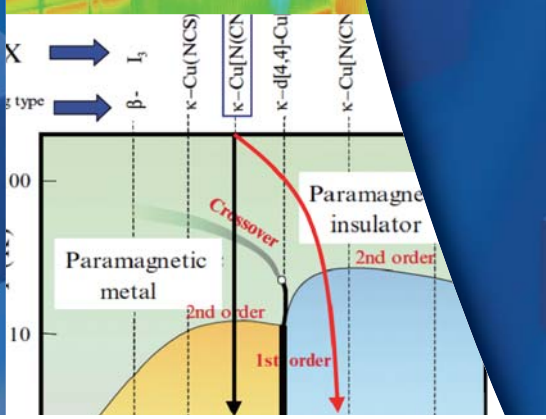



機器開発

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 2015

KANAE

ISSN-0919-9233

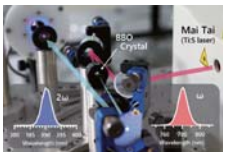
# 分子科学研究所　技術課
# Activity Report 2015

CONTENTS

1 巻頭言

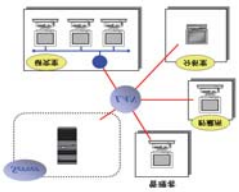
## 2015年度ハイライト


2 機器開発技術班
4 電子機器開発技術班
5 光技術班
6 機器利用技術班
7 計算科学技術班
8 学術支援班



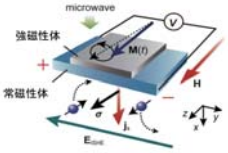
9 技術課活動報告

## 技術レポート

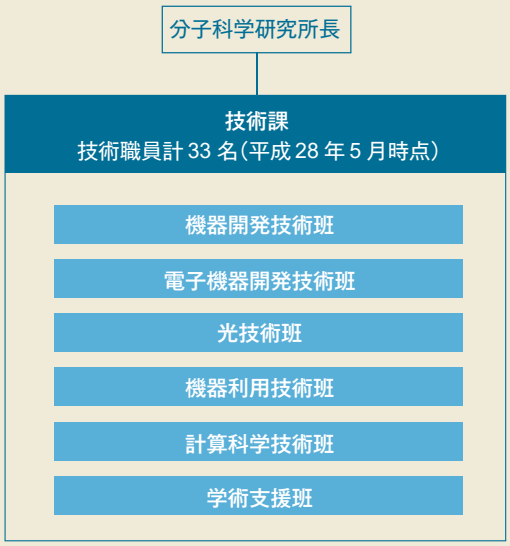

12 No.1 3Dプリンタで作るタンパク質模型　近藤　聖彦
14 No.2 長いディレイと短いパルスを両立する！ CPLDとARMマイコンを用いたTTLダブルパルサーの開発　豊田　朋範
16 No.3 軟X線吸収分光用励起光源の整備～研究に寄り添った対応を～　岡野　泰彬
18 No.4 業務の効率化を目指しサーバを統一化、データの一元管理へ　牧田　誠二
20 No.5 サーモグラフィーでスパコンの熱対策　松尾　純一
22 No.6 分子研は大学共同利用機関です！スピントロニクス分野への応用　売市　幹大

24 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。



富永 圭介
とみなが　けいすけ
［神戸大学大学院理学研究科・教授］

私はどうも手作業が雑というか、不器用で、工作が苦手であったが、だからと言ってそういったことが嫌いではなかった。そのためというわけではないが、研究の世界に入ってからは、工作が必要なとき、自分一人で作業するというよりは、よく金工室とか、装置開発のテクニシャンがいる部屋に行っては、いろいろとアドバイスをもらったり工作をお願いしたりしていた。思い出話になってしまうが、学生時代４回生で研究室に入ると、まず、金属工作やガラス細工、またはんだごてを使った電気回路の作成など、研究室で必要になるテクニックの初歩を、それぞれ、その担当のテクニシャンの方から教わった。それまでそういった”手作業”をあまりやったことがなかったので、それはなかなか面白いもので、ガラス細工など、少し思い通りでき始めると、ついついのめりこんでしまい、人形などを作ろうとするのだが、そんな簡単にはできなかった。今考えると、自分の研究生活のスタートの時期に、こういったモノづくりに接することができたのはたいへんよかったと思っている。その後、ポストドクとして米国に行ったが、そのときのボスは、電気回路など装置開発に非常に精通していて、研究室のホワイトボードには複雑な電気回路の図面がよく書かれていた。私もマシンショップのテクニシャンの方に教わりながら、単純な形をした光学機器などは自分で作ったりもした。あのころが一番自分で工作をしたかもしれない。モノづくりをしながら次の研究のステップ、アイデアを考えるという研究スタイルで研究室が動いていた。

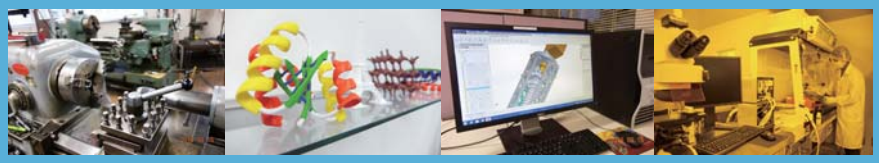
以前分子研で助手をしていた松下道雄君（現東工大）がライデン大学でポストドクとして働いているとき、90年代終わりだったと思うが、彼をライデンに尋ねたことがある。ライデン大学といえば、ヘリウムの液化に最初に成功したカメルリング・オネスがいたところでもある。松下君が、所属していた研究室に保管してある、ライデン大学のマシンショップが製作した様々な手作りの装置を見せてくれた。いろいろな歴史的な装置があり、さながら博物館といった感じであったのを覚えている。特に感銘を受けたのは、私の理解と記憶が正しければの話だが、液体ヘリウムのクライオスタットの中で使用するためのサンプルホルダーで、多くの細かな部品が複雑に組み上げられていて、上部についたいくつかのノブを回すと任意の向きにサンプルを向けることができた。このサンプルホルダーを使って極低温における結晶試料の発光の角度依存性を測定したものと思われる。熟練した技術を持った金工のテクニシャンがこの装置の設計と製作を担当したであろうことは容易に想像できた。おそらく、オネスの時代もこういった技術者と研究者が日夜議論を重ね、当時としては最先端の冷却機を開発したのだろうと勝手に想像していたわけである。

研究者にとって装置開発室は単に工作を依頼するところ以上の場所であるということは言うまでもない。装置開発室でいろいろと話をしていると、「そんなこともできるのか」と新しい発見があり、そこから「じゃ、こんなこともできないものだろうか」と次のアイデが浮かんでくる。そこでまた次の工作依頼に行くわけである。その繰り返しである。装置作りから研究の新しいアイデアが出てくる場合が多々ある。おそらく、私と同じ感覚を持っている分子研の研究者、元研究者は大勢いらっしゃるのではないかと思う。私のところに分子研から定期的にいくつかの刊行物を送ってもらっている。毎回、ありがたく拝見しているが、その中で『かなえ』を一番、目を通していると思う。想像力を膨らませて、何か自分の研究に使えるものがないか、そんな目で『かなえ』を読んでいる。

私は以前から分子研の装置開発室の方が分子科学討論会などにブースを出して他の研究機関の研究者と交わりを持ったらどうかと提案してきた。これは、もちろん装置開発室のアクティビティを外部に知ってもらうという広報活動的な意味もあるが、研究者にとっても装置開発の専門家とインフォーマルな雰囲気で意見交換を行うことができれば、次のアイデアを考えるうえで大きくプラスになることもある。今は大学をはじめ研究機関に勤めている研究者は研究・教育以外に組織の管理運営に大幅な時間と労力を割かなければいけない時代になった。おそらく装置開発室も例外ではないかと思う。そのなかで、研究者との“接点”を大切にしていただき、今後も様々なアイデアをインスパイアしてほしいと思っている。

2015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/

機器開発技術班では、機械設計、機械加工、リソグラフィ、デジタルエンジニアリングを基盤技術として、実験機器の製作依頼に対応しています。所内だけでなく全国の大学・研究機関からの依頼にも応えており、分子科学研究を「ものづくり」により支援しています。

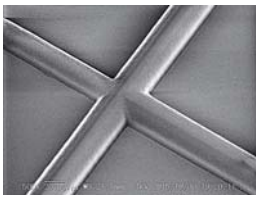
## 2015年度技術トピックス

2015 年度の所内製作依頼は256 件で、過去10 年ほぼ同件数で推移しています。また所外研究者からの製作依頼は23 件ありました。依頼内容については、所内製作依頼では２週間以内で完了する比較的単純な部品製作が約７割、設計および試作などの開発要素を伴い、完成までに２週間以上要する依頼件数が約３割でした。

所外からの依頼はそのほとんどが開発的要素を含む依頼であり、23 件の内約8 割に当たる19 件がリソグラフィによるデバイス製作の依頼となっています。

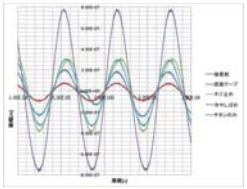
以前製作した回転と上下運動を同時に与えてサイン波の軌跡を描画させる回転セルを改造。窒素パージボックス内でサイン軌跡により基板上に試料をスポット塗布するための装置を製作。（水谷）

**回転セル用試料スポット装置**



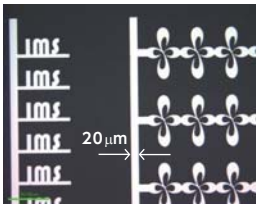
グレースケール露光による３次元形状レジストパターンを試作。写真は、半径20μmの半円断面の十字パターン。これにPDMSで型を取り２つ組み合わせることで、円形断面のマイクロ流路とする。（高田）

**グレースケール露光による３次元形状製作**



超音波振動を付加したナノインプリント加工用モールドの固定方法について産業技術研究所と共同で開発。加振時に発熱が少なく、かつ着脱可能な構造を設計し、当施設の超音波加工装置を使って検証を行っています。（矢野）

**超音波加工装置の工具固定方法の検討**

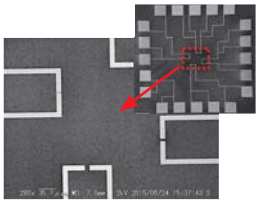



有機結晶を成長させるための白金電極パターン。微細な分子研ロゴマークやIMS の文字はイラストレータからCAD データに変換。マスクレス露光装置により高分解能露光を行い数umの滑らかなパターンを製作。（中野）

**ナノワイヤー成長用基板**

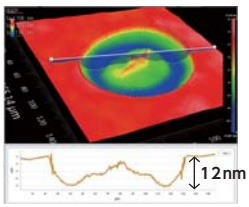
有機単結晶に歪を与え、発光特性の実験を行うための装置。サンプルプレート両端に曲げモーメントを与える機構となっています。また曲げ負荷によりプレート中央部が移動しない構造のため、レーザー光の照射位置が一定になります。（近藤）

**結晶歪印加曲げ装置**



新規有機物の電気特性を調べるための電極パターン。基板は、□15mmのSrTiO3（ｔ0.5mm）に絶縁膜$Al_2O_3$ (t30nm)をALD成膜。パターンは窒化ニオブと金を用い、最少幅は10μm、最少ギャップは1μm。（高田）

**FET 用金属パターニング**




３次元光学プロファイラーによる形状測定依頼に対応。深さ10nm程度のレーザー加工痕の評価、フィルム面の微細突起などを測定しました。他にもレーザプローブ式３次元測定機やAFM によるサブミクロンの形状測定にも対応しています。（青山他）

**形状測定依頼**

既存真空チャンバーへのポート増設改造や水冷ジャケットの製作を行った。これらは狭いスペースへのリークの無い溶接やロウ付け箇所など経験と技能が要求される。技術伝承を行い、今後もこのような要求にもしっかりサポートできる体制を整えていく。（水谷）

**真空チャンバー改造**

製作例の詳しい内容については、装置開発室HP http://edcweb.ims.ac.jp/publication.html（Annual Report 2015 年度号）をご覧ください。
製作についてのお問い合わせ、機器開発技術班（装置開発室）の活動についてのご意見コメント、は souchi＠ims.ac.jp までお寄せください。

## スタッフInformation

青山　正樹　AOYAMA, Masaki
水谷　伸雄　MIZUTANI, Nobuo
矢野　隆行　YANO, Takayuki
近藤　聖彦　KONDO, Takuhiko
高田　紀子　TAKADA, Noriko
中野　路子　NAKANO, Michiko
杉戸　正治*　SUGITO, Shouji
田中　　隆*　TANAKA, Takashi
*技術支援員

## 技術開発

装置開発室では、製作依頼に対し常に新しい技術で対応できるよう、また研究現場での新しい需要への対応を意識しながら、以下の技術に取り組んでいます。

### レーザーアブレーションによる微細加工

機械加工では製作が難しい形状および材質に対応するため、分光実験用ピコ秒レーザーを使った加工を機器センターと共同で行っている。今年はアブレーション条件の基礎的な検討およびスペイシャルフィルターの設置を行い、ビームプロファイルの改善を試みました。

その結果、石英ガラスや金属・樹脂材料への微細で熱影響の少ない高品質な加工が可能となりました。

### デジタルエンジニアリング

装置開発室の新たな支援サービスの柱の一つとして、分子模型を3Dプリンタで造形するためのモデルデータの作成や造形テクニックを他部署と協力して進めています。また構造解析や伝熱・磁場解析などのCAE 技術の適用による、機器設計作業の効率化や最適化を推進しており設計業務に取り入れつつあります。さらに研究発表などに使用される実験装置の3Dモデルイメージや CG 製作などの需要もあり、装置開発室の重要な将来技術として積極的に展開していく予定です。

## その他活動報告

### －一般公開－

平成27年10月17日に分子科学研究所一般公開が開催され、装置開発室からは「作ろう♪オリジナルプレート！～基板加工＆ガラスエッチング体験～」と題して、回路基板加工機やガラスエッチング技術を使ったプレートづくり体験を行いました。

### －セミナー企画開催－

【微細加工に関する技術サロン会】
平成27 年11 月24、25 日 分子研研究棟201 号室
【ANSYS 利用者セミナー】
平成28 年3 月23 日、24 日 分子研UVSOR 棟3 階

### －技術発表－

(1) 青山正樹、「新しい装置開発室技術の取り組みについて」(口頭発表) 第10 回自然科学研究機構技術研究会、2015 年6 月18-19 日
(2) 銘苅春隆、矢野隆行、「Evaluation of mold fixing methods in ultrasonic nanoimprint lithography aimed at low energy loss」(ポスター発表)、第28 回マイクロプロセス・ナノテクノロジー国際会議、2015 年11 月11-13 日
(3) 高田紀子「マスクレス露光装置によるグレースケール露光の検討」(口頭発表)、第4 回微細加工に関する技術サロン会 2015 年11 月24-25 日
(4) 中野路子「白金のエッチング条件の検討」(口頭発表)、第4 回微細加工に関する技術サロン会 2015 年11 月24-25 日
(5) 高田紀子「スパッタ成膜による窒化ニオブ超伝導薄膜の製作条件の検討について」(口頭発表)、ナノテクノロジープラットフォーム技術支援者交流プログラム報告会2016 年3 月3 日
(6) 上田正、矢野隆行、青山正樹、中野路子「分光実験用超短パルスレーザーによる微細加工への取り組み」(ポスター発表) 平成27年度KEK技術研究会2016 年3 月17-18 日

## 新規装置の紹介

小型2源RF スパッタ装置を導入しました。ターゲットは3インチを2基使用でき、積層膜の成膜が可能です。現在は金、チタン、ニオブの成膜が可能となっています。今後は、所内外で需要の多い窒化ニオブなどの超伝導薄膜やITO などの透明電極の成膜に取り組む予定です。

| | |
|---|---|
| RF電源 | 300W |
| ターゲットサイズ | φ3インチ×2基 |
| 基板ステージサイズ | φ120mm |
| 基板加熱温度 | 600℃ max |
| 膜厚分布 | φ45mm 内で±10%程度 |
| スパッタリング方式 | マグネトロン |

ご利用についてのお問い合わせ・ご相談は、souchi@ims.ac.jp (担当：高田、中野) まで。

2015年度ハイライト

# 電子機器開発技術班


スタッフInformation
吉田　久史　YOSHIDA, Hisashi
豊田　朋範　TOYODA, Tomonori

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

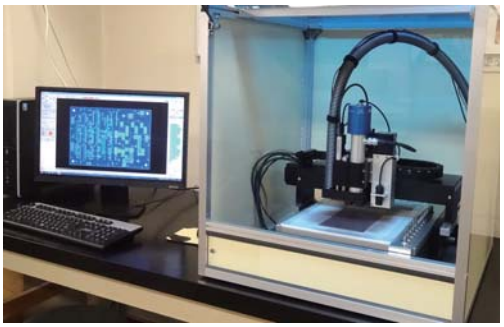
電子機器開発技術班は、分子科学研究所の研究施設・装置開発室にあって、所内外の分子科学分野の先駆的な研究に必要な実験装置の開発を行っています。

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。近年では、HDL言語によるカスタム・ロジックIC設計技術、機器組み込みマイコン応用技術、シミュレータを用いた回路設計技術に重点を置いた取り組みを行っています。

## 2015年度技術トピックス

昨年3月、プリント基板加工機の更新を行いました。これは1986年に初めて導入したLPKF101から数えて3世代目になります。CADによる回路設計とCAMを用いたミーリング加工方式のプリント基板の製作手法は、当時にあっては他に類を見ない先端的なツールでしたが、現在ではプリント基板を試作する際の汎用的なものとなりました。私達のところでも、研究室からの多様な工作依頼に迅速に対応するための欠かせないツールとなっています。特に、最近のLSIやICは表面実装パッケージで提供されることが多く、プリント配線による精細な回路基板の製作が求められています。

新しい加工機はツールの自動交換機能や高速回転スピンドルの採用により、加工精度の向上に加え加工時間が大幅



に減少しました。さらに、切削深さ方向の位置制御が可能になったことで、今まで加工できなかったアルミケース・パネルの穴加工に応用する試みも始めています。10月に開催された一般公開では、本機を使って“オリジナルネームプレート作り”の体験イベントを開催しました。

2016年2月にはAltium Designerのバージョンアップを行い、CAD/CAM/シミュレータの回路開発環境を最新のものへと整備することができました。

### その他活動報告

**－2015年度施設利用－**

施設利用課題名：「光イオン・光電子断層画像観測装置の開発」
申請機関名：東京工業大学

**－講演会・セミナー－**

回路工作に関する講習会参加者：4名
実施日：2015年6月3日、6月5日

**－発表報告－**

(1) 豊田朋範　「ARMマイコンを用いた簡易LCRメータの開発」
平成27年度山形大学機器・分析技術研究会 2015年9月10日～11日
(2) 豊田朋範　「ARMマイコンを用いたシンプルなTTLレベルパルスジェネレータの開発」平成27年度実験・実習技術研究会in西京
2016年3月3日～4日
(3) 豊田朋範　「CPLDとARMマイコンを用いたTTLダブルパルサーの開発」平成27年度高エネルギー加速器研究機構技術研究会
2016年3月17日～18日

2015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/

分子制御レーザー開発研究センター
http://groups.ims.ac.jp/organization/LC/

**スタッフInformation**

中村　永研　NAKAMURA, Eiken
蓮本　正美　HASUMOTO, Masami
山崎潤一郎　YAMAZAKI, Jun-ichiro
酒井　雅弘　SAKAI, Masahiro
林　憲志　HAYASHI, Kenji
近藤　直範　KONDO, Naonori
手島　史綱　TESHIMA, Fumitsuna
岡野　泰彬　OKANO, Yasuaki
堀米　俊夫*　HORIGOME, Toshio
禿子　徹成**　TOKUSHI, Tetsuzyou
林　健一**　HAYASHI, Kenichi
水口　あき**　MINAGUCHI, Aki
稲垣　裕一**　INAGAKI, Yuichi
*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）と分子制御レーザー開発研究センターに所属する技術職員８名と特任専門員１及び技術支援員３名によって構成されています。２０１６年度には１名の技術スタッフが増える予定です。

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・維持・保守管理とシンクロトロン光共同利用支援業務をしています。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っています。

分子制御レーザー開発研究センターでは、センター所有の共通機器管理やセンターに関わる業務全般を担当しながら、光分子科学研究領域及び所内研究グループへのレーザー関連の技術支援をしています。また、凝縮系におけるコヒーレント制御を目指した計測システムをはじめ各種開発と研究に従事しています。

### 昨年度の提言から　――柔軟性をわすれない――

技術職員が研究所に寄与できる支援形態や求められる人材は時代とともに変化してゆきます。研究現場に技術を提供しやすい支援組織と技術職員の能力が十分発揮できる組織へ向かって、光技術班員の各々が意識し始めました。常に柔軟性を持ち続けて、『技術』の追求と継承を念頭に、各業務に対して個々の仕事だけと受け止めず光技術班一丸となり対応します。

### その他活動報告

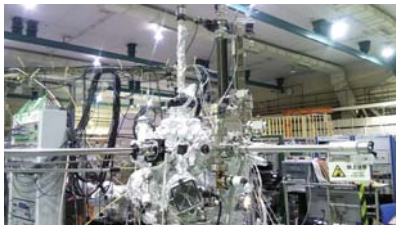
**－セミナー企画開催－**
ANSYS入門セミナー（装置開発室と合同）

**－参加研究会－**
加速器学会、放射光学会、技術研究会、UVSORシンポジュウム、分子研研究会

## 2015年度技術トピックス

### ≪冷却型マニュピュレーターの開発≫

角度分解光電子分光測定に使用される、「液体ヘリュウム冷却型超高真空６軸マニュプレーター」の開発を行い本年度完成しました。これまでの６軸マニュピュレーターでは低温側で１２K前後の冷却であったが、５Kまで冷却できるようになりました。また、１２０度のサンプル面内回転と面内チルトにおいても５度からマイナス４５度の動作ができる装置となりました。この開発は、長年における実験装置への改良を積み重ねた技術の集積から生まれたものであり、昨年度まで班長として活躍されていた堀米利夫特任専門員が教職員とともに共同開発されました。



### ≪赤外ビームラインの放射光安定化≫

UVSORの赤外ビームラインであるBL6Bは赤外放射光を利用できる実験ステーションです。

しかしながら、熱負荷等により光軸が時間とともに変動してしまう課題を抱えていました。これまでは、光学素子の冷却を重視した手法で対応してきました。本年度は、光学素子からの光位置を観測して、光学素子の姿勢フィードバックを行うことで光軸の時間変動を抑える方法に着手しました。この開発は、これまでの一方向の考え方から、見方を変えた発想を実施することで成功した例です。開発を担当したのは手島史綱技術職員です。共同利用者の声に耳をかたむけ、計算科学技術班で培った技術からの発想も応用し生かしたものです。この光学素子のフィードバックは、他のビームラインへの応用にも十分適用できる技術開発であり、今後に期待される手法です。

2015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
牧田　誠二　MAKITA, Seiji
藤原　基靖　FUJIWARA, Motoyasu
長尾　春代*　NAGAO, Haruyo
伊木　志成子*　IKI, Shinako
*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。機器利用技術班は平成25年度に低温技術班と合併されて、現在の機器利用技術班となりました。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平成19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（400,600,800,920MHz)、質量分析計（MALDI - TOF-MS)、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**　ナノ秒および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、可視紫外分光光度計、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、平成26年度の寒剤供給量は、液体ヘリウム42,553 ℓ、液体窒素21,122 ℓ、山手地区においては、液体ヘリウム13,668 ℓ、液体窒素26,989 ℓをそれぞれ供給しています。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。

## 2015年度トピックス

機器センターが所有する、共同利用装置である分光実験用ピコ秒レーザーを微細加工に応用できないかどうか、装置開発室と共同で加工機の開発に取り組んでいます。

開発の途中ではありますが、現状では、理論計算値に迫る微細加工を実現しています。また、透明材料や機械加工では困難なPDMS（シリコーンゴム）の加工も可能となっています。

### その他活動報告

－技術発表－
上田　正「分光実験用超短パルスレーザーによる微細加工への取り組み」平成27年度 高エネルギー加速器研究機構 技術研究会
2016年3月17日～18日

2015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（前列左から）
澤　昌孝　SAWA, Masataka
岩橋　建輔　IWAHASHI, Kensuke
内藤　茂樹　NAITO, Shigeki
松尾　純一　MATSUO, Junichi
長屋　貴量　NAGAYA, Takakazu
水谷　文保　MIZUTANI, Fumiyasu

## 機器利用技術班とは

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6名の班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。

## 2015年度トピックス

10月17日（土）に一般公開を開催しました。計算科学研究センターでも、スーパーコンピュータを運用しているマシンルームを公開し、2000名を超える見学者を迎えることができました。節電対策のカーテン内外での温度差を体感して頂き、スパコンモニタによる利用状況確認、またサーモグラフィーのデモや 3D CG から最新の研究発表展示などを行いました。

### その他活動報告

－技術発表－

2016年3月に開催された高エネルギー加速器研究機構技術研究会で以下の発表をしました。

岩橋建輔　分子科学研究所一般公開におけるタッチラリーイベントの課題について
澤昌孝　標的型攻撃対策システムの評価・導入・運用
松尾純一　計算科学研究センターにおける空調消費電力削減対策結果
長屋貴量　3Dプリンターを用いたタンパク質分子模型の造形

2015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名の技術職員が日々研究所をソフト面より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

2015年度は３年に一度開催される一般公開の年でした。ご当地キャラのオカザえもんを起用、ポスターに大きく掲載しました。また、岡崎市教育委員会のご協力を頂き、岡崎市内の小中学校にチラシを配布することが出来、過去最高の来場者数を記録しました。広報的には大成功でしたが、想像以上の来場者に対応が遅れ、多くのお客様にご迷惑をお掛けいしてしまったことは大きな反省でした。

## 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。

### その他活動報告

－技術発表－

内山 功一「電子回路工作から研究所共通業務へ」
第10回自然科学研究機構技術研究会　2016年6月18～19日

# 平成27年度の技術課について

技術課長　鈴井　光一

平成27年度の技術課に配置された7つの技術班の業務実施の状況や成果等を報告しています。以下では各技術班や研究施設ごとの技術的なレポートではなく、分子科学研究所の技術課として実施した主な活動を報告します。また、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おり、その部分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違い、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話し合われています。研究所創設の頃から実施されている「技術研究会」は現在、大学と研究機関が持ち回りで開催となっており、平成27年度は高エネルギー加速器研究機構主催で開催されました。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実施している「機構技術研究会」があります。そこでは各技術職員が取り組んでいる技術業務の紹介が主テーマでしたので、研究会では新たな部署への異動や新たな業務を担う事になった4名の職員からの報告と、かつて分子研の技術職員から岩手大学へ転出した職員による発表を企画しました。それぞれ技術的業務の側面よりも新たな環境に移り変わったことで受けた刺激など内面的な部分について報告してもらいました。

| 開催日　研究会 | 参加状況　講演タイトル |
|---|---|
| H27年6月18日～19日<br>機構技術研究会<br>(岡崎コンファレンスセンター) | □頭発表4件<br>1．職場移動…覚悟と決意をもってでたものの<br>2．新たな技術分野で！<br>3．電子回路工作から研究所共通業務へ<br>4．新しい装置開発技術への取り組みについて<br>5．研究所における技術職員経験が大学での業務に与えるもの |
| H28年3月4日～5日<br>高エネルギー加速器研究機構<br>技術研究会（KEK） | □頭発表4件<br>1．CPLDとARMマイコンを用いたTTLダブルパルサーの開発<br>2．標的型攻撃対策システムの評価・導入・運用<br>3．分子科学研究所一般公開におけるタッチラリーイベントの課題について<br>4．計算科学研究センターにおける空調消費電力削減対策結果<br>ポスター発表2件<br>1．分光実験用超短パルスレーザーによる微細加工への取り組み<br>2．3Dプリンターを用いたタンパク質分子模型の造形 |
| H27年9月10日～11日<br>機器・分析技術研究会（山形大学） | □頭発表1件<br>1．ARMマイコンを用いた簡易LCRメーターの開発 |
| H28年3月3日～4日<br>実験・実習技術研究会（山口大学） | □頭発表1件<br>1．ARMマイコンを用いたシンプルなTTLレベルパルスジェネレータの開発 |

## 技術課セミナー

技術職員研修の一環で実施している「技術課セミナー」は3Dプリンターを用いた造型技術をテーマとしました。近年、3Dプリンター技術の発展はめまぐるしく様々な分野で応用され今後もさらに進化し続ける技術です。これらを分子研の技術支援の1つとして利用することを目的として技術課内のプロジェクトと位置づけ技術職員5名で活動しています。技術課セミナーではこの分野で活躍している方を講師として、所外から3名、所内から1名招き、講演をお願いしました。また、セミナーには所外からの受講も受け入れ、多くの方に新技術に触れて頂きました。

技術課セミナー「３Ｄプリンタ造型技術の基礎と応用」
開催日：平成28年3月30日（水）

「次世代ツール『３Ｄプリンター』の魅力を引き出すために」
株式会社スタジオミダス　中村昇太　氏

「科学・医学と３Ｄプリンター」
山形大学　川上　勝　准教授

「３Ｄプリンターの今後の可能性」
株式会社デザインココ　千賀淳哉　氏

「私が欲しいタンパク質分子模型」
分子科学研究所　古賀信康　准教授

## 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、技術課の職員と互いの技術向上および交流を目的として、平成27年度は3件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。

| 所　属 | 氏　名 | 内　容 |
|---|---|---|
| 岩手大学 | 千葉　寿 | 機構技術研究会口頭発表及び電子回路技術研修 |
| 大阪大学 | 田中高紀 | 技術職員の研修企画の手法について |
| 国立天文台 | 岡田則夫 | 超精密加工技術研修 |

近年、この受入研修者を積極的に募集していないので次年度は広く声かけしていく予定です。

### その他の研修

平成27年度の技術課の職員は研修として、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

職場体験学習は文部科学省でも学校教育の活動として推奨しており、分子研も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を技術職員が対応することにしています。平成27年度の状況を下記表に示します。

### 労働安全衛生

法人化以降には研究所の安全衛生に関して実務を行うための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と事務支援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、安全衛生管理業務の実際の執行には化学物質、放射線、高圧ガス、電気、機械といった数名の専門の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支援や、研究施設の管理・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で研究所の業務を行う事が多くあります。平成27年度も研究室・実験室の研究環境整備や、インフ

表　平成27年度職場体験受入状況

| 日　程 | 受入学校 | 担当部門/施設 | 内　容 |
|---|---|---|---|
| 6/9～6/10 | 岡崎市立翔南中学校 | UVSOR<br>機器センター | 光を作る、鏡を作る。<br>極低温実験ほか。 |
| 8/26～8/27 | 岡崎市立竜海中学校 | 計算センター<br>機器センター | コンピュータネットワークを敷いてみよう。<br>極低温実験ほか。 |
| 10/7～10/8 | 岡崎市立東海中学校 | 装置開発室（機器開発）<br>計算センター | 実験機器製作物の測定および観察。<br>コンピュータネットワークを敷いてみよう。 |
| 11/11～11/12 | 岡崎市立竜南中学校 | 装置開発室（電子回路）<br>UVSOR | 簡易デジタル・アンプの製作と動作試験。<br>光を作る、鏡を作る。 |

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建築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１つとして深く関わり取り組んでいます。

平成27年度は第２期の中期目標・中期計画の最終年度のため積み残し分を含め施設整備の区切りを付ける計画で進めてきました。ただ、分子研は創設から40年を経てかなり老朽化が進んでいる部分が多く、引き続き改修整備を順次行っています。また、岡崎キャンパスでは手つかずの最も古い付属施設棟群の改修計画について教員や事務職員と緊密な連携をとりながら概算要求を進めています。

## その他技術課に関すること

技術課は40年前に全国に先駆けて教室系技術職員（当時は技官）が組織化され、今日に続いている部署です。その頃から研究を支える技術者の技術向上や他機関の技術者との技術交流を目的に「技術研究会」を開催してきました。本稿の「１．各種技術研究会への参加」で紹介している、全国規模の「技術研究会」です。この研究会は分子研で開催した当時から、所外を含め技術的諸問題の解決や成果を話し合う研究会として、技術課が取り組む大きな位置づけのものでした。研究会はその後長い年月を経て、現在のように大学や研究機関が持ち回りで開催する形式となり、さらに技術分野ごとに新たな研究会が立ち上がるなど、参加する技術職員や機関を見ても全国的な広がりとなっています。この技術研究会を振り返って見ると、研究会で取り上げられる内容や開催規模・形式など、創設当時の姿から見るとずいぶん変化しています。これはその時代の要請に応え十分機能し発展しているからだと思います。一方、創設当時の技術者への思いや考え方を基盤とした研究会も変わらずどこかで受け継がれている様な場があっても良いのではと常々考えていました。そのような状況の中で、持ち回り開催として次に分子研で開催する当番となるのは平成29年度となっています。

平成27年９月に、山形大で技術研究会の今後について話し合う協議会に出席し、２年後の分子研開催時には研究会の内容を大幅に見直しすると表明しました。この「技術研究会」は他機関の多くの技術職員の方々には、技術成果の発表と交流の場として毎年期待されているようで、その見直し発言に際して戸惑いが広がったことと思います。しかし、今までの流れを大きく変える方向へと舵を切ったわけですから、次年度は技術研究会の内容刷新に向けて具体案を練る事になります。この新企画が期待外れにならないよう努めていきたいと思います。

### 技術課親睦会

技術課には親睦会があり、任意参加ですが現状は技術職員全員が会員となっています。全体から選出の会長と、各班から選出の幹事が運営にあたります。本年度は林が会長を務めました。親睦会では、慶弔に際して祝い金等を贈与するほか、忘年会や歓送別会その他のイベントを催すことを通じて、会員相互の親睦を図るとともに福利厚生に資することを目的としています。本年度は、親睦会史上初の会員同士の結婚という、大変おめでたいこともありました。この慶弔や忘年会等の基本業務（？）のほかに、前任者の岡野泰彬氏の提唱で始められた通称「夜セミナー」を行っています。毎回個別の技術または業務に関わりのあるテーマについて会員の中で演者を依頼し、お酒もたしなみながらざっくばらんな話に花を咲かせるという斬新なもので（写真）、これを引きついで軌道に乗せることは会長を引き受ける際の公約に掲げました。本年度も３回開催と実績を積み重ねることができたのはよかったと思っています。なお、本年度のテーマは、「業務紹介を中心に……」（機器センター）、「３Dプリンタで作るタンパク質模型」、「共通業務四方山話」でした。他に、長い間行われていないスポーツ系のイベント（ボウリング大会など）を企画することを目論んでいましたが、これは林の力不足により果たせませんでした。本年度の幹事さん達のご協力に感謝するとともに、来年度以降の幹事さんのご活躍を期待したいと思います。

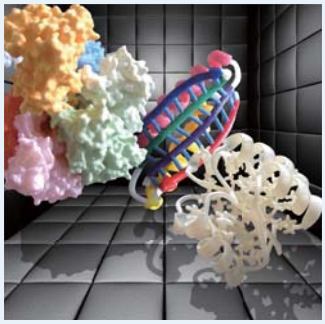
（平成27年度親睦会長　林 憲志）

技術レポート

No.1

機器開発技術班

# 3Dプリンタで作るタンパク質模型



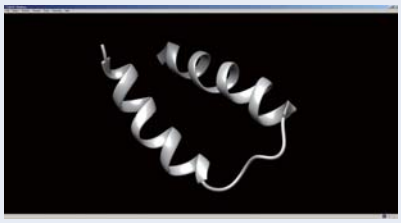
近藤　聖彦
機器利用技術術一係

生クリームを絞り出してケーキを立体に作るように、ノズルから射出される糸状の柔らかい樹脂を積み重ねて造形する方式の3Dプリンタを使用し、タンパク質の3D造形に挑戦しています。このような樹脂の模型があると、研究に寄与するだけでなく、中学生の職場体験、一般公開などでタンパク質の説明を行うときに、手にとってその構造を確認することができるため、理解の一助になることが期待されます。

キーワード
熱溶解積層方式、タンパク質、3D造形

## 作製プロセス

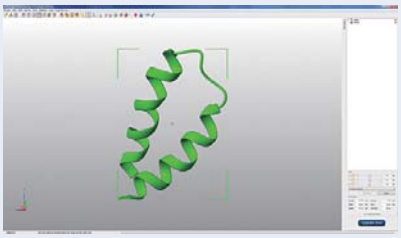
タンパク質データ（原子座標データ：PDB）を3Dプリンタで使用できるデータ（三角形の集合体で表現される表面データ：STL）に変換する。



STEP 1

使用ソフト：「Chimera」

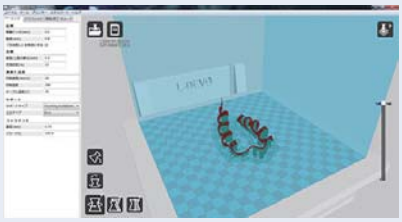
STLデータのエラー診断（重複、厚み不足、不連続など）と修復を自動でおこなう。



STEP 2

使用ソフト：「netfabb」

修正したデータを3Dプリンタで出力するための造形条件（サポート形状、充填率、拡大縮小）などを決める。

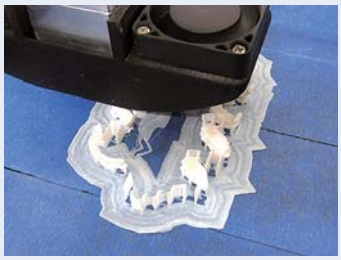


STEP 3

使用ソフト：「Cura」

3Dプリンタにデータを転送し、0.2mmの積層ピッチで、樹脂を積み上げて造形をおこなう。造形時間は造形面積もさることながら、積層方向の高低の方がより重要な要因となる。

STEP 4



STEP 5

造形物と同時に造形したサポートを除去し、除去後の表面の凹凸をヤスリなどで仕上げて完成。
着色が必要なときは塗料を使用する。

## 3Dプリンタの紹介

### L-DEVO　M2030

**特徴**

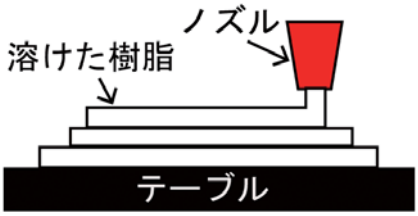
・少ないサポートでも造形可能
・限定されないフィラメントの種類
・印刷中に造形条件の変更可能

**仕様**

| | |
|---|---|
| 本体サイズ | W360 mm × D360 mm × H540 mm |
| 本体重量 | 18 kg |
| ノズル直径 | 0.4 mm |
| ノズル数 | 1 |
| フィラメント直径 | 1.75 mm |
| 積層ピッチ | 0.05-0.3 mm（選択） |
| 最大造形寸法 | W200 mm × D200 mm × H300 mm |
| 最大プリント速度 | 100 mm/s |

熱溶解積層方式

線状に溶けた柔らかい状態の樹脂をノズルから射出しながら積み重ねて造形する方式

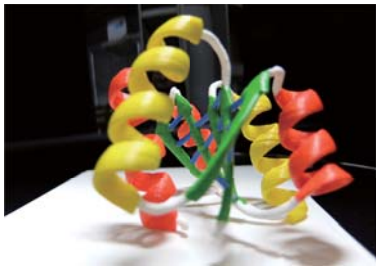



## 3D造形に王道なし！

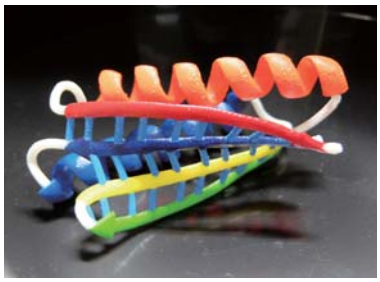
近年、所内外でのタンパク質模型の造形需要は高まっている。タンパク質といっても色々な形状があり、それぞれに応じた３Ｄデータの作成が重要となる。さらに、造形を成功させるには、造形物を支持するサポート形状の工夫、最適な造形プリント速度の選択など、様々なノウハウが必要となる。一般に、3Dプリンタは「魔法の機械」というような言葉で表現されることもあるようだが、特に熱溶解積層方式の3Dプリンタに関しては、試行錯誤し色々な経験を積み重ねることで、ようやく適した造形条件がわかる。このように決して簡単に造形ができることはなく、時間と労力が必要になる。

なお、本タンパク質造形は、技術課の手島氏、中野氏、澤氏、長屋氏と協力しておこなったことを申し述べておく。

## タンパク質造形ギャラリー


f168のリボンモデル

ATP-aseのsurfaceモデル


lfr11のリボンモデル

1e79のsurfaceモデル

SmChiBのリボンモデル

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を両立する！

# CPLDとARMマイコンを用いたTTLダブルパルサーの開発

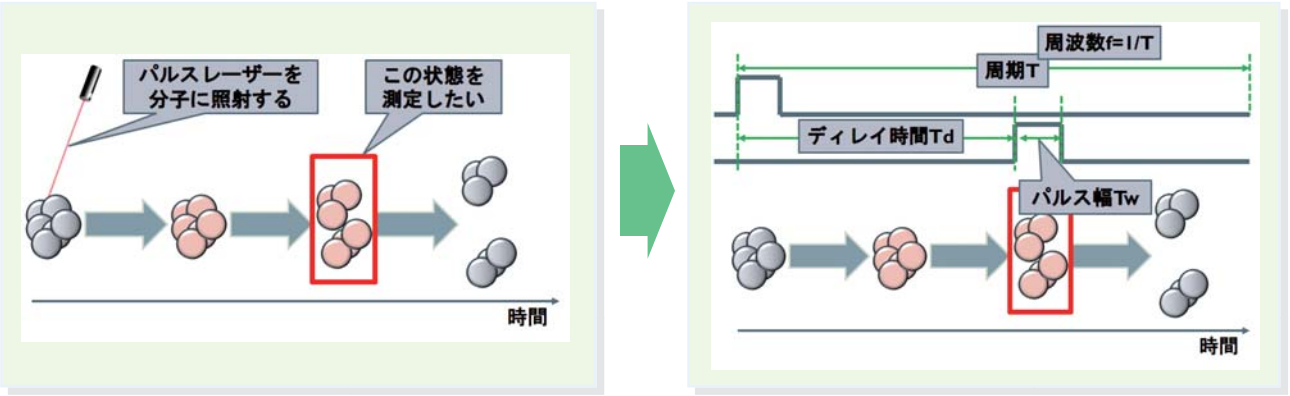
豊田 朋範
電子機器開発技術係

分子にレーザーを照射して反応過程を調べる実験では、数msec～数百msec、時にはsec単位の長いディレイと数μsec～数百μsecの短いパルスを両立する必要があります。長いディレイと短いパルスの生成をCPLDに、高い操作性のインターフェースをARMマイコンに分担して、分解能100nsecを実現、長時間ディレイの正確な計測を可能としました。

キーワード　CPLD、ARMマイコン、VHDL

## レーザーを用いた実験と装置の必要性

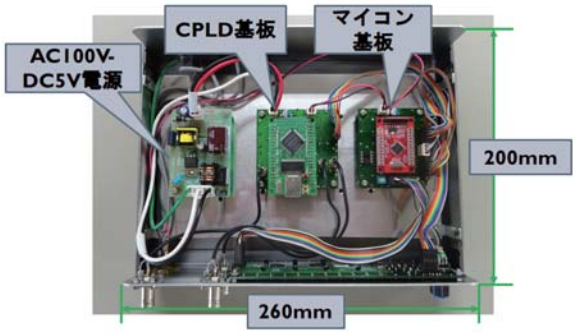
分子が大きくなると目的の反応までの時間Tdが長くなります（数msec以上。時にはsec）。一方、測定する時間Twは短く（数μsec～数百μsec）、かつジッタ（波形の時間的な揺らぎ）が小さいことが求められます。時間分解能（どちらも100nsec）と比較して、数十倍～数百万倍の時間を正確にカウントする必要があります。




## 装置の外観と内部

開発した装置は、電源ケーブル以外のコネクタやスイッチをすべてフロントパネルに集め、使いやすさを考慮しました。カーソルキーの上下でTdかTwを選び、左右で桁を選んでロータリーエンコーダを回すと、その桁の数値が増減します。この操作性により、時間分解能100nsecに対して非常に桁が多いTdとTwを効率よく調整できます。

外観

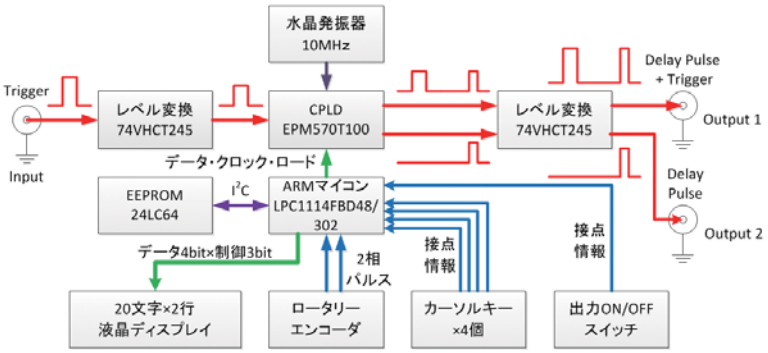



内部

## 装置のブロック図

開発した装置は、(1)トリガ入力を受けてTdとTwを持つパルス出力1と、トリガ入力とパルス出力1の論理和を出力するパルス出力2を生成する回路、(2)スイッチやロータリーエンコーダの操作を調べてパルス出力に反映する回路に大別できます。

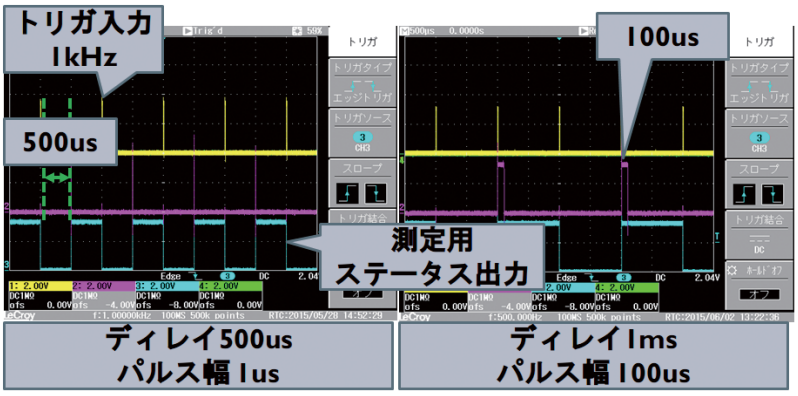
(1)は高速かつ時間的に安定な回路に適したCPLD(Complex Programmable Logic Device)が担当し、(2)はARMマイコンが担当します。CPLDの回路構築には、VHDLを採用しました。

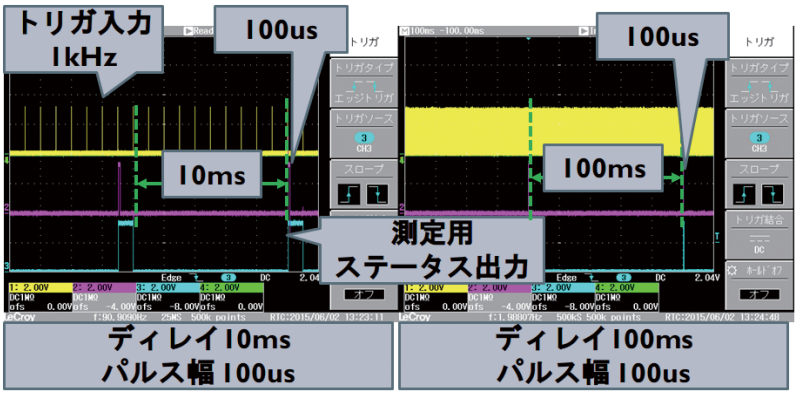



ロータリーエンコーダでTdやTwを調整すると、EEPROMにそれらの値を記録します。次回の電源ON時に自動的に読み出して反映します。

## 装置の出力例

1kHzのトリガ入力に対して、4とおりのディレイ（Td）とパルス幅（Tw）を設定して、パルス出力1を測定しました。ディレイとパルス幅が大きく異なっても、正確に時間をカウントして出力していることが分かります。




## 今後の展望

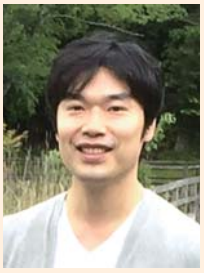
時間分解能より非常に桁が多いディレイとパルス幅を正確にカウントして出力するロジック回路と、使いやすさを考慮した操作系の両立を実現できました。この装置を基礎として、出力の多チャンネル化や時間分解能の向上などの改良を行い、より高性能なディレイ・ゲートシステムの開発を進めています。

技術レポート

No.3

光技術班

# 軟Ｘ線吸収分光用励起光源の整備
## ～研究に寄り添った対応を～



岡野　泰彬
光計測技術係

分子制御レーザー開発研究センターに所属する光計測技術係では、所内向けにセンター共通機器の貸し出しをはじめ、これから光学実験を始めたいと考えている研究者に向けた技術的なサポートを行っております。ここでは、光分子科学研究領域の長坂将成助教向けに行った光源整備を中心に、技術対応について紹介します。内容によっては研究に踏み込んだ対応も可能です。現場目線での対応を心がけていますので、気になることがあれば気軽に声をかけてください。

キーワード
光検出、光源開発、レーザー応用

## 現場目線で共に検討

依頼者である長坂助教は、極端紫外光研究施設（UVSOR）のビームラインBL3Uにて液体を対象とした軟Ｘ線吸収分光装置の開発と応用研究を進めています。依頼のきっかけは、吸収分光用の微弱軟Ｘ線検出器開発に使用しているファイバーの改善対応について相談を受けたことです。その後、実験手法について議論を深めていく過程で、高輝度の紫外光源や波長可変分光光源など、溶液中の光化学反応研究に用いる励起光源の整備に関わることになりました。

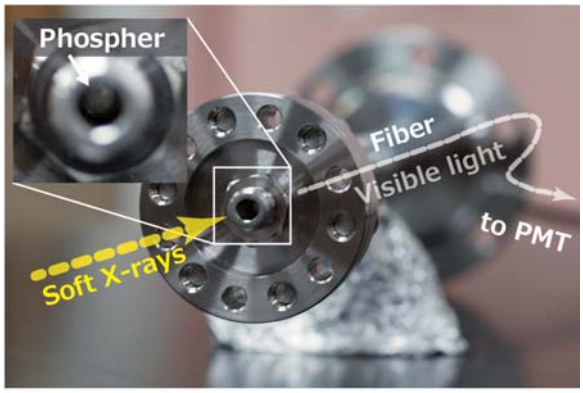
微弱光検出器開発における対応では、検証用の測定系を組み、疑いのあるファイバーの問題点を共に明らかにすることから始めました。さらに検出器の構成について見直しを進め、蛍光物質を直接ファイバー端面に塗布する方法を提案するなど、単純化と高効率化に寄与しました。

### 微弱光用軟Ｘ線検出器

軟Ｘ線吸収分光用の検出器として使用します。極低濃度の溶液試料では、軟Ｘ線の吸収量を確保するため厚い液体層が必要になります。透過した軟Ｘ線は溶媒でも強く吸収されるため、高感度・低ノイズの検出器が求められます。

本検出器では、軟Ｘ線を蛍光物質で可視光に変換後、ファイバーで光電子増倍管（PMT: Photomultiplier）に伝送し信号を記録します。これまで用いられてきたフォトダイオードに代わる検出器としての活用が期待されます。

※参考：UVSOR Activity Report 2015




**検出器の軟Ｘ線ー可視光変換部。試料チャンバーの観測ポートに取り付けるため、CFフランジ直管内にファイバーを配置している。ファイバー先端に塗布された蛍光物質により軟Ｘ線は可視光に変換されファイバーを経由してPMTに導かれる。**

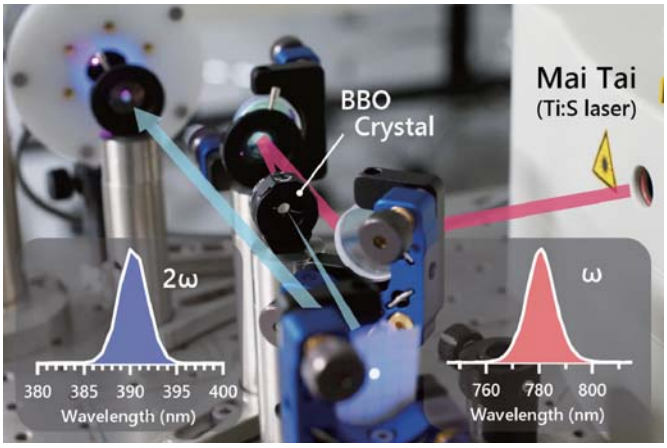
## 光学系設計や機器アレンジへの対応

依頼や研究の目的に合わせ、光学素子の選定から光学系の設計・アレンジ、機器の導入など、提案や製作を通じて様々なレベルで柔軟に研究をサポートします。

光源整備課題の一つである高輝度紫外光源の導入においては、非線形結晶を用いた波長変換型の紫外光源の製作を提案し、同時にセンター設備としてフェムト秒オシレーターレーザーの貸し出し整備を進めました。現在、このレーザー装置を用いた紫外レーザーシステムの設計および製作を終え、H28年度にはビームラインに設置する予定です。

## 高輝度紫外光レーザー

鉄錯体溶液における光化学反応を励起する光源として用います。吸収波長との兼ね合いから硬Ｘ線吸収分光測定では得られる情報は金属中心に限られていましたが、UVSORの軟Ｘ線吸分光装置と組み合わせることで鉄イオンの価数変化に加えて炭素や窒素の微細吸収構造スペクトル変化を同時に捉えることが可能になります。金属－配位子間電荷移動などの観点から金属錯体の光化学反応研究への寄与が期待されます。




**製作した紫外レーザー光源の波長変換部。レーザー装置から出射する波長780nmの近赤外光である基本波（ω）を非線形結晶（BBO: β-$BaB_2O_4$）にて第二次高調波（2ω）である390nmの紫外光に変換する。**

## 所内のネットワークを活用したアプローチ

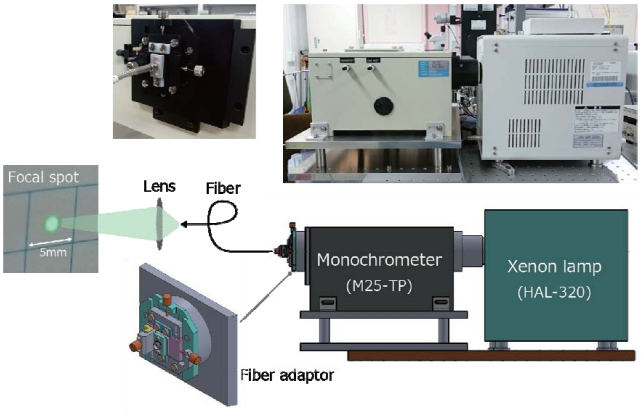
依頼の内容に応じて、適任者に助言を求めたり依頼の橋渡しをしたりするなど、技術課や所内のネットワークを活用したアプローチをとることが可能です。必要に応じて既存装置のカスタマイズを行うこともあります。

波長可変の単色分光光源の整備にあたり、レーザーセンター所有の分光器をベースにした分光ユニットの製作を提案しました。交換可能な入射および出射スリット部を新たに設計・製作し、依頼者所有のキセノンランプ白色光源と組み合わせた構成としました。スリット周辺の駆動機構を中心に設計と加工を装置開発室に依頼したことで、使い勝手を考慮したシステムを短期間に製作することが可能となりました。

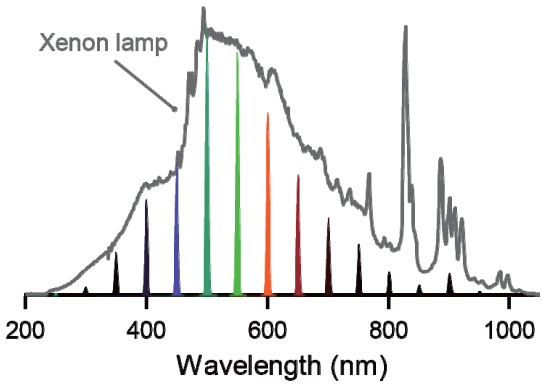
## 波長可変単色分光光源

軟Ｘ線吸収分光装置と組み合わせ、色素増感太陽電池における固液界面の光励起過程を調べるために使用します。可視から紫外領域にわたって任意の波長の光を取り出せるため、励起波長依存性を調べることが可能になります。

現状では数ミリメートル径に集光照射できますが、ファイバー出射後の照射光学系を改善し照射強度を向上することが今後の課題です。




**製作した波長可変単色分光光源（上）と装置開発室による調整機構3D設計図（下）**




**キセノンランプ光源のスペクトルと分光後の出射スペクトル**

技術レポート

No.4

機器利用技術班

# 業務の効率化を目指し サーバの統一化、 データの一元管理へ

牧田　誠二
機器利用技術術一係

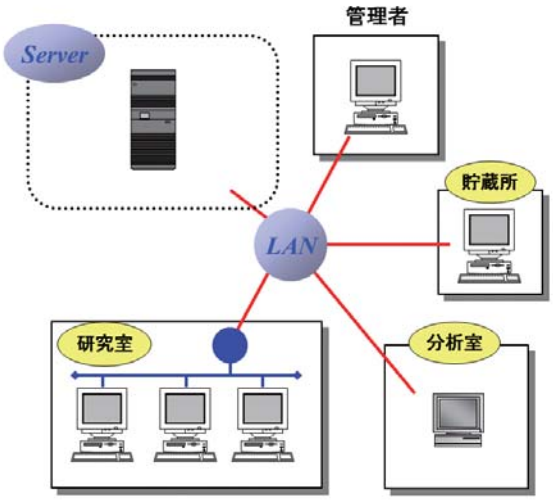
従来からWEBサーバとして使用してきた2台のパソコンが老朽化したため、更新の機会に1台に集約しました。その結果、電気代の削減や日々のメンテナンスの軽減を達成しています。

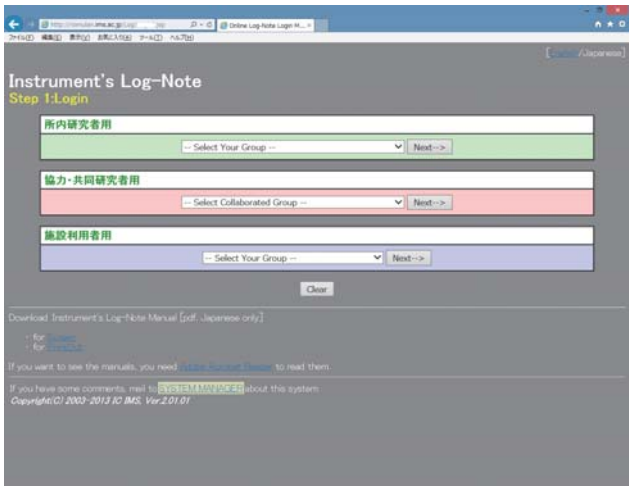
また、無料のオペレーティングシステムであるLINUXを有効活用し業務の効率化を目指しています。

キーワード
サーバ、LINUX、データ

## はじめに

機器センターでは、機器使用記録の電子化を目指し、WEBの利用を古くから進めてきました（オンライン機器使用記録簿※1）。また、山手地区に設置されている危険物貯蔵所の薬品の出し入れの管理も同様に行っています（オンライン危険物管理システム※2）。




オンライン機器使用記録簿画面

オンライン危険物管理システム画面

## 古くなった2台を1台に

2台とも同じWEBアプリケーションサーバ（サーバサイド処理環境としてJSP）を使用しており、既存プログラムをそのままで1台に集約可能です。

## 不便さを無くすために

URLの変更は利用者に戸惑い（不便さ）を与えます。そこで、バーチャルホスト機能を使うことにより、利用者にはサーバが変わったことも気が付かないまま、今までの様に利用できます。

## もっと便利に、より効率的に

無料のオペレーティングシステムであるLINUXの機能を利用することで業務の効率化を目指しています。

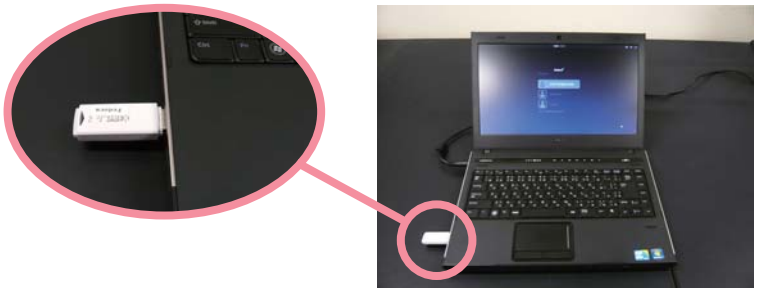
sambaを使用しファイルサーバとして活用

分析機器の測定データは日々溜まっていき、その管理が大変になります。ファイルサーバの機能を追加することで、各機器からのデータの一元管理ができています。

分析機器側からのデータ転送は、robocopyコマンドを使用しネットワーク経由で煩わしさを軽減。さらにバッチファイルを作成してあるので、1クリックで面倒なデータのバックアップを可能にしています。

## トラブル対策に

トラブルなどでも、長い間サーバを止めることがないように、Live USBを作成してあります。使用していないパソコンなどを使って一時的に代用が可能です。




### 参考文献紹介

※1　酒井雅弘，牧田誠二，"Apache＋Java＋Tomcat＋MySQLを用いたオンライン機器使用記録簿の構築"，　平成16年度佐賀大学機器・分析技術研究会

※2　牧田誠二，酒井雅弘，"Apache+Java+Tomcat+MySQLを用いたオンライン危険物管理システムの構築"，　平成17年度大阪大学機器・分析技術研究会

技術レポート

No.5

計算科学技術班

# サーモグラフィーでスパコンの熱対策

松尾　純一
計算科学技術二係

計算科学研究センターのスパコンから出る熱量は400[kW]と、一般家庭にある石油ファンヒーター約70台分に相当します。

その大きな熱は適切に処理してやらないと冷房の効率が下がったり、スパコン本体に悪影響を与えたりすることになってしまいます。当センターではサーモカメラを導入しスパコンルーム内の熱を見る事で、それに起因するトラブルの原因を特定したり空調の効率化を進めたりすることに活用しています。

キーワード
サーモグラフィー、環境データの見える化

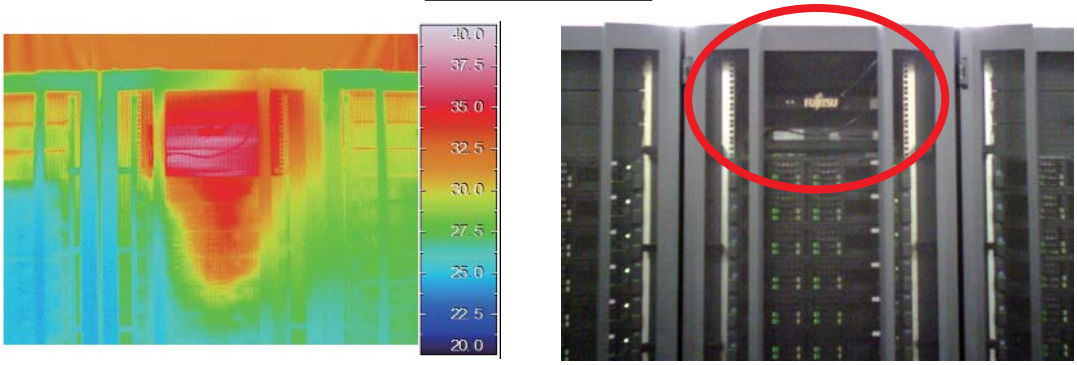
## 熱気が漏れ出ている個所の特定

スパコンの一部で内部温度がいつも高くなってしまっている個所が見つかりました。温度が上がりすぎると計算が遅くなったり、止まってしまったりというトラブルにつながります。その個所をサーモカメラで観察してみると、ラック上下の未使用スペースから熱気が漏れ出ていてそれをスパコンが吸い込んでしまっている様子が見えました。

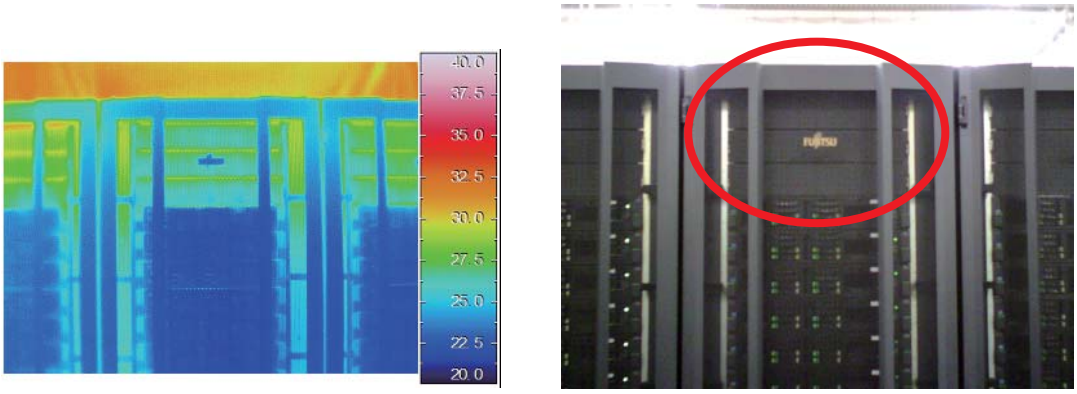
## ブランクパネルの設置例

ラックの未使用スペースをブランクパネルでふさいでやると熱気の漏れがなくなり、吸気温度も10℃位下がって内部温度が正常に戻りました。

**ラック上部の例**

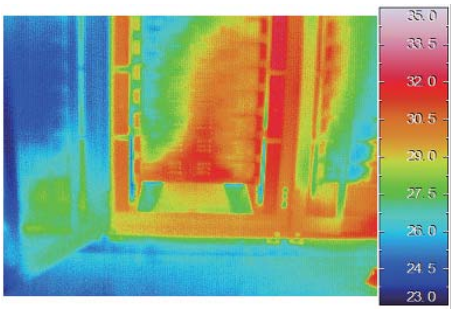


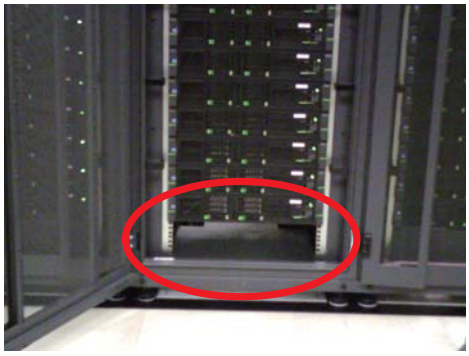

ブランクパネル無し



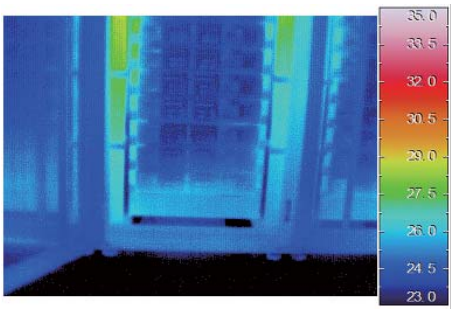

ブランクパネル有り

ラック下部の例



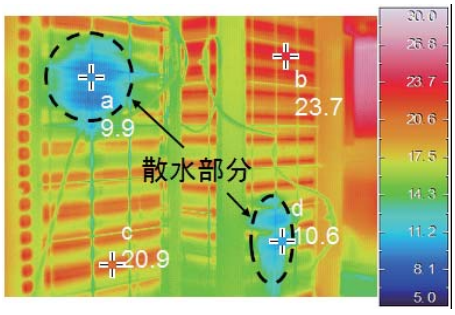
ブランクパネル無し



ブランクパネル有り

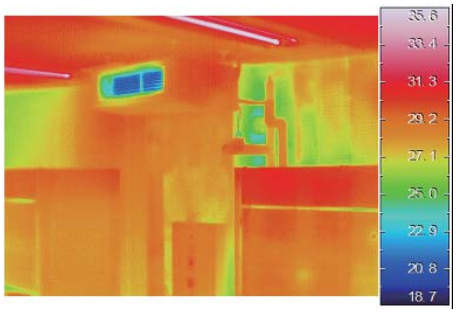
## 空調機の電力効率改善

空調室外機に水をかけてやるとフィンの温度が１０℃以上下がることが分かりました。散水装置を作成し使用してみたところ空調機の消費電力量を２割減らすことができました。



## 発見Point ！

スパコンルーム内に設置されている気化式の加湿器を観察してみると前面の排気側で温度が気化熱により下がっていることがわかりました。計算してみると家庭用のクーラー程度の冷房能力（２～３[kW]）があるようです。



技術レポート

No. 6

学術支援班

## 分子研は大学共同利用機関です！

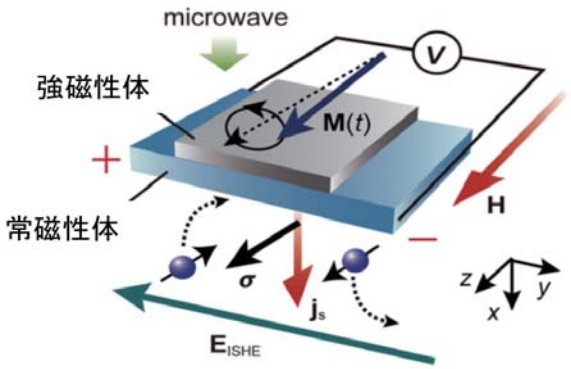
# スピントロニクス分野への応用

賣市　幹大
学術支援一係

分子研山本研と東北大齊藤研の協力研究の課題に連携してスピントロニクス分野最前線の材料研究を行いました。分子性導体の合成とスピンポンピング素子の作製を行いスピン波（磁気の波）スピン流特性を調べることができました。

キーワード
スピントロニクス、スピン流、有機導体

## 磁性層からのスピンポンピングと逆スピンホール効果による起電力

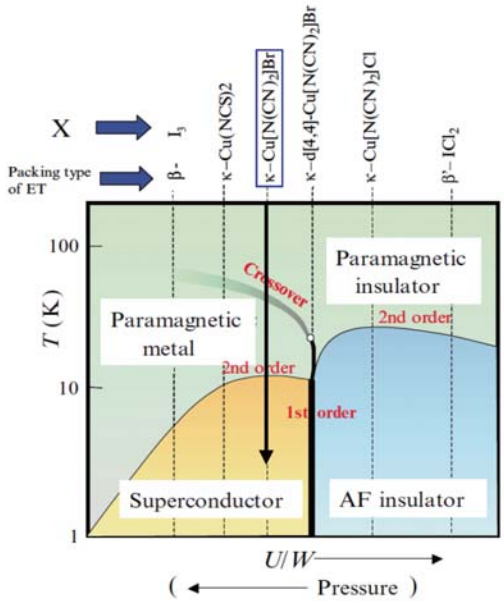



○磁場中で強磁性体にマイクロ波を照射するとスピン波共鳴状態でスピンが定常的な歳差運動をするようになります。
強磁性体と常磁性体を接合しておくと界面でスピン流Jsが誘起されます。→（スピンポンピング）

○強いスピン軌道相互作用を持つ物質中にスピン流が注入されると上向きスピンと下向きスピンが同じ方向に曲げられ、物質の両端に起電力Eを生じます。→（逆スピンホール効果）

これまで下の表にある組み合わせで、この現象を起こすことが確認されていました。

| | 強磁性金属 | 強磁性絶縁体 |
|---|---|---|
| 金属 | $Ni_{81}Fe_{19}$/Pt | $Y_3Fe_5O_{12}$:YIG/Pt |
| 半導体 | $Ni_{81}Fe_{19}$/GaAs | **This Work!** |




## 有機導体 κ-(BEDT-TTF)$_2$Cu[N(CN)$_2$]Br

κ-(BEDT-TTF)$_2$Cu[N(CN)$_2$]Br(κ-Br)は圧力あるいは低温で絶縁体、半導体、金属、超伝導体と多彩な物性の振舞いが現れるため、スピントロニクス分野に応用するにあたって興味深い物質です。

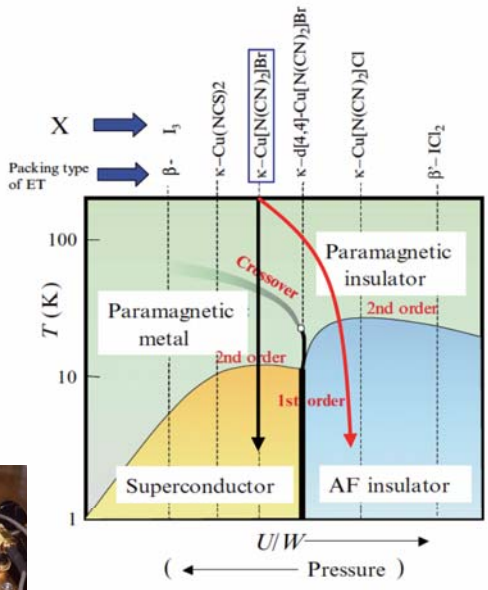
強磁性絶縁体YIGと有機分子導体κ-Brを接合したスピンポンピング素子を作製すると、電子状態が変わるごとに異なる振る舞いを示すようになることが期待されます。

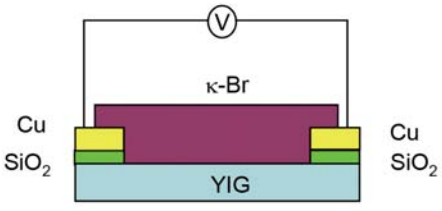
## スピンポンピング素子作製と物性測定

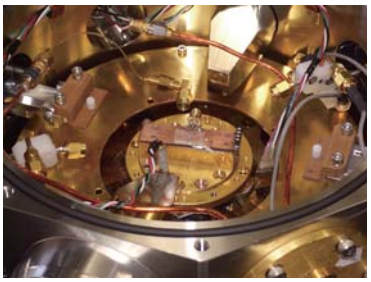
山本研究室で結晶電析を行い厚さ100～200nm程度の薄い単結晶を作製し、YIG基板の上に分子間力のみで貼り付けることで接合面のしっかりした素子が得られます。

この素子を東北大に送り、齊藤研の低温マイクロプローバーで逆スピンホール効果に起因する起電力を系統的に評価することで、スピン流注入によるκ-Brの物性への影響を測定・評価しました。

冷やすとκ-Brの方がYIGより縮むため引っ張り圧を受ける形となり、赤矢印の挙動をとることが示されました（右図）。





**東北大齊藤研究室**
**低温マイクロプローバー２号機**
**（マイクロ波/DC仕様、磁場 ～0.9 T、7K冷凍機）**

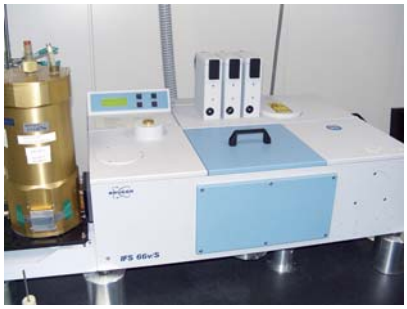
## スピントロニクス分野への応用が広がりました！

低温領域における輸送特性の調査はスピンポンピング素子の質に大きく左右されます。分子性導体の合成とデバイス化する技術を持つ我々と新しい素材を探求している研究室がお互いに研究結果をフィードバックさせながら協力して研究を行うことで、新機能デバイスの実現化に答えることが期待されます。

### 参考文献紹介

Z. Qiu, M. Uruichi et al., AIP ADVANCES, 5, 057167 (2015).

### 装置紹介



#### フーリエ変換赤外（FTIR）分光光度計

UVSORのビームラインのような高輝度光や顕微分光装置は用いられておりませんが、検出感度と波長安定性に優れた研究用フーリエ変換赤外分光器（FT-IR）です。光学系全体を真空排気できる筐体の採用により、汎用装置では検出困難な遠赤外領域の信号を含めた広い波長領域のスペクトルを最高の精度で測定することが可能です。今後クライオスタットを組み込み、低温での測定を可能にすることを検討中です。

機器開発技術班

## ICF70用スリット100mmブレード型の製作　水谷　伸雄

このスリット機構は、光分子科学第一,大島グループの水瀬賢太助教（現:東京工業大学大学院理工学研究科化学専攻）の依頼により製作しました。水瀬助教の所属する大島教授らのグループは、分子の回転運動を動画撮影することで分子運動を支配する量子力学的な波の動きを観測することに成功しています。この実験装置には、超高真空中で球状に広がりながら飛行する光電子の中心平面のみを切断するスリットが組込まれており、これまでの実験ではスリット幅は固定されていました。今回、より高度な計測のためにスリット幅可変機構を製作しました。スリット機構はICF70のポートから組込むだけで機能するように、すべての部品を一体構成しました。全長349.2mm（大気圧側116.7mm 真空側232.5mm)、スリットブレード長100mm、開口幅0.1mm～3mmは、手動マイクロメーターヘッドにより動作します。大気圧側は､放射光施設用スリットとして実績のある方式を採用し、溶接ベローズで真空遮断されたロッドの先端はテーパー加工とリンク機構の組合せでスリット幅の調整を行います。

機器開発技術班

## 画像ファイルのマスクレス露光　高田　紀子

今年度初めて、所内の方を対象に「リソグラフィに関する講習会」を行いました。その時の題材として、画像ファイルのマスクレス露光を試みたので紹介します。

マスクレス露光とはリソグラフィ技術の一つで、波長405nmのLEDを使って、レジスト上に直接マイクロレベルの微細パターンを描くことができます。通常は、CADで作成した図面をビットマップファイルに変換し露光を行いますが、今回画像ファイルを露光するにあたって、Photoshopとフリーソフト E-cutterを用いて、図1に示すような変換作業を行いました。講習会では、クロムのエッチング技術と組み合わせることで図2のようなキーホルダーを製作しました。今回は分子研の建物の写真から製作を行いましたが、どんな画像でも製作可能です（白黒画像への向き不向きはあるようです)。このような機会を通してリソグラフィを身近に感じていただくのと同時に、所内でどのような要望があるのか知る機会にしていきたい思います。

図1　画像ファイル変換の流れ

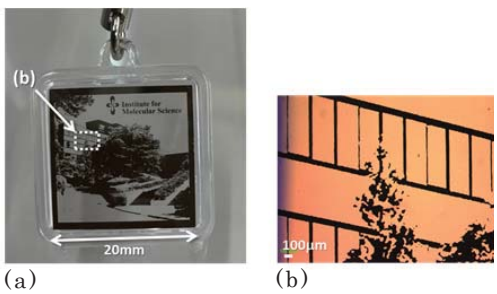



図2　(a) 製作したキーホルダー
□20mmの石英基板上にクロムでパターニング
(b) 光学顕微鏡画像（透過光）
黒い部分がクロム

機器開発技術班

## 資格取得の年　矢野　隆行

今更ながらですが、今年度はいくつかの資格を取得しました。本来であれば、独立行政法人化の前後で取得しておくべきだったのですが、時間と費用の面で都合がつかなかったのでこのタイミングになってしまいました。８月の「ガス溶接技能講習」を皮切りに、１２月には「自由研削砥石の取替え等の業務に係る特別教育」、３月には、「床上操作式クレーン運転技能講習」の資格を取得しました。特別教育以外は２～３日の講義と実技、一応試験もあるので久々の緊張感を味わいました。

機器開発技術班

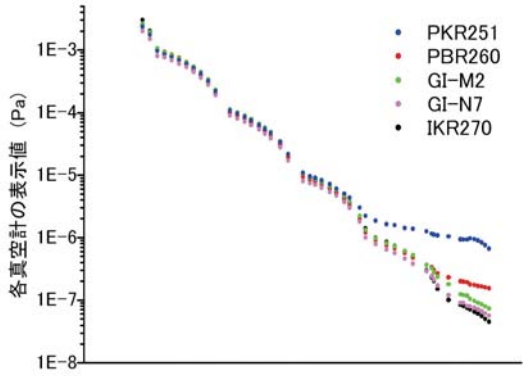
## おでん鍋製作！　中野　路子

昨年装置開発室に異動し、装置開発室のみなさんに毎月異なるテーマで様々な技術の研修をしていただきました。最後の研修テーマは「溶接」ということで、ステンレスのTIG溶接を行い、おでん鍋を製作しました。2枚のステンレス板の境界線を溶接していくのですが、最初はどこが溶けているかもよくわからず、トーチの先端がすぐに板にくっついてしまったり、四苦八苦しながら徐々に箱を作っていきました。かけすぎた熱で形が歪んでしまった部分もありますが、それも学んだことです。完成したおでん鍋を囲み、装置開発室のみんなでおでん会を楽しみました。１年間CAD、工作機械、計測技術など週１回のペースで少しずつですが、研修を通して装置開発室の仕事全体を見渡すことができました。

光技術班

## 真空計の表示値について　蓮本　正美

担当しているビームラインBL3B,BL5B,BL7Bでは、ビームラインの真空度(圧力)を測定するためにPFEIFFER　VACUUM社製のコールドカソード(CC)ゲージIKR270,フルレンジCCゲージPKR251、フルレンジBAゲージPBR260、日本真空社製の電離真空計GI-N7,メタル電離真空計GI-M2を場所や目的によって、またフィラメントが切れた時の予備として、そして表示値に疑問が生じた時に相互に比較できるように、１つの真空槽になるべく複数の真空計を設置している。圧力が高い領域ではそれぞれの真空計の表示値の差は小さいが、圧力が低くなると差が大きくなるようだと感じていたので、上記５種類の真空計を１つのテスト用の真空槽に取り付けて同時に真空度(圧力)を測定した結果は図のようになった。



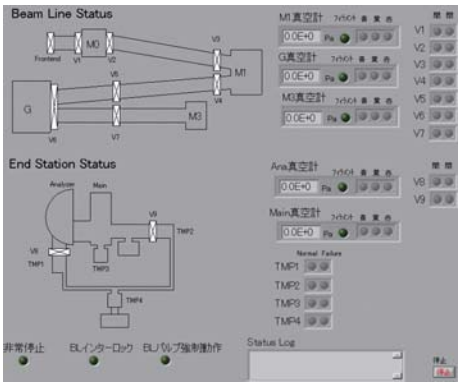

1E-3Paから2E-6Paの範囲では各真空計の表示値の差は10%程度であった。カタログではPKR251の測定下限は5E-7Paと記されているが、2E-6Pa付近より誤差が拡大していた。他の真空計も1E-7Pa付近から差が大きくなる傾向であった。低い圧力領域(特に1E-7Pa以下の領域)では、絶対値を正しく較正するのに必要な計量標準と言えるものが存在しないので、真空計を正しく較正できないのが現状であり、この領域では真空計の表示値には数十%もしくはそれ以上の誤差を含んでいる可能性があると認識しておく必要がある。

光技術班

## 安全と利便性　近藤　直範

本誌で何度か報告させていただいたことがあるが、私はPLCを用いて真空インターロックシステムの製作をしている。これまではPLCと直接接続しているタッチパネルでニューマティック・バルブの開閉を行うシステムを製作してきた。現在システムを製作中のビームラインの責任者から「PCでバルブの開閉ができるシステムにしてほしい」という依頼を受けた。そのビームラインは測定方法によってエンドステーションの位置が変わるので、場合によってはタッチパネルとエンドステーションが離れてしまうからである。

PCでの制御は技術的にはそれほど難しいことではないが、これまであえて行わなかった。真空インターロックシステムを初めてPLCで製作したとき、そのビームラインの責任者からも同じような依頼を受けたことがあった。このときにPCでの制御をテストし、特に問題なくできることを確認した。そのときの依頼者は「居室から制御できるとありがたい」とも話していた。依頼者の居室はUVSOR棟の3階、実験ホールは地下2階である。何人かのスタッフ、依頼者と話し合い「実験をする際は現場にいるべきだ」という結論に至った。トラブルがあった場合に現場に人がいないと対処が遅れ被害を拡大させる恐れがあると考えたからだ。結局、ステータスを遠隔から確認できるが操作は現場でないとできないシステムにすることにした。




今回、製作中のシステムは「現場のPCでしか制御できない」という制限を設けて遠隔の操作を可能にしようと考えている。今後このような依頼が増えると思われるが、安全に留意しつつ使用者の使い易さに配慮していく必要があると思われる。

光技術班

## 新しいビームラインを建設しています　山崎　潤一郎

平成28年度の稼働を目標に新ビームライン（BL1U）の建設を進めているところです。当ビームラインでは自由電子レーザーや次世代非破壊検査用光源として期待されるレーザーコンプトンガンマ線の光源開発、アンジュレータ光を用いた照射実験、渦光観測など様々な用途を予定しています。27年度においては、自由電子レーザー真空槽用の御影石架台の設置および共振器キャビティの設置（下流側のみ）を行いました。更にFEL共振器キャビティより下流側に光学系真空槽およびアナライザーを近日中に配置する予定です。また先行してレーザーコンプトンガンマ線の発生実験を既に開始しておりますが、これに関連し電子蓄積リングを周回する電子ビームに直接レーザー光を導入するためのレーザー光導入用ポートを電子蓄積リングのビームダクトに新設しました。なおポート内部には高周波滞留および放電防止用のRFコンタクト設置が必要で、その設計・製作を行いました。微力ではありますが、当ビームラインで良い成果が生まれるように更に努力していきたいと思います。

製作したRFコンタクト

電子蓄積リングに新設したレーザー光導入用ポート

設置したBL1U FEL下流部御影石架台および共振器キャビティ（左）と上流部御影石架台（右）

光技術班

## マイクロカロリメータ高エネルギー分解能元素分析装置の技術研修　酒井　雅弘

平成27年10月26日から10月28日まで、ナノテクノロジープラットフォームの要望提案型プログラム「マイクロカロリメータ高エネルギー分解能元素分析装置の技術」研修を九州大学超顕微解析研究センターで受講した。

講義0.5日、実習2日で行われ、実習では、TES（Transition Edge Sensor）型マイクロカロリーメータを装備した走査型電子顕微鏡(SEM)による高分解能X線スペクトル収集を行った。この検出器で研修を受けるにあたり、①エネルギー分解能、②検出器が動作させるために必要な～100mKを実現する冷却システムが簡単に取り扱えるか、③冷却システムの振動でSEM像に影響が出ないかという点にも注視した。

実習で得られたスペクトルを図1に示す。(a)はKMgF$_3$黒色変色部を現在主流となっているシリコンドリフト検出器(SDD)での収集、(b)は(a)と同じ場所をTESで収集、(c)はMgF$_3$白色部をTESで収集、(d)は（炭素確認のための）ダイヤモンドをTESで収集した結果である。縦軸は全てLogスケールで表示している。(a),(b),(c)において観測されている280eV, 530eV, 680eV付近のピークは、それぞれ炭素，酸素,フッ素である。TESのピーク幅は、SDDと比較して格段に狭くなっていて、TESのエネルギー分解能は非常に優れていることがわかる。SDDのピークに隠された他元素（不純物）のL線、M線がTESで観測できれば、KMgF3変色の違いが特定できると期待していたが、変色によるスペクトル変化を見出せなかった。冷却システムの取り扱いは意外と簡便で、振動に関してもSEM像に影響が出ているとは思えなかった。

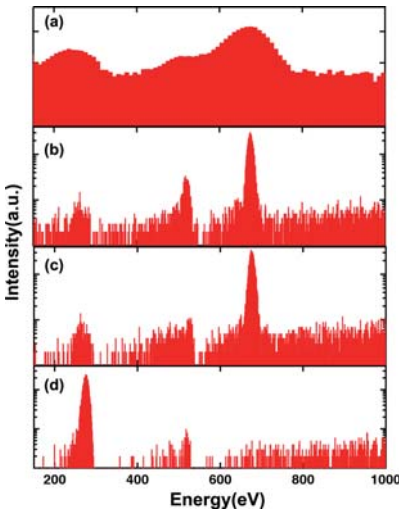



**図1　特性X線スペクトル**
**(a) KMgF$_3$黒色変色部をSDDで観測、**
**(b) KMgF$_3$黒色変色部をTESで観測、**
**(c) KMgF3白色変色部をTESで観測、**
**(d) ダイヤモンドをTESで観測**

TES型マイクロカロリーメータは、検出効率や扱いやすさではまだSDDに劣っているが、マルチアレイ化により5年先10年先にはSDDに置き換わるパワーを感じた。

ホスト役の品野俊治様をはじめ超顕微解析研究センターの皆様には大変お世話になりました。この場を借りて感謝したいと思います。

光技術班

## ミラー制御　手島　史綱

現在、UVSORにある赤外放射光を利用して測定を行うビームラインBL6Bでは、朝の電子ビーム入射からその日の夕方19時頃まで、ベンディング内の温度変化によって放射光の光路（ミラー位置）が刻々と変わってしまうため、安定した測定ができなかった。前任者の飯塚さんがミラー制御プログラム(Labview使用)を作成してくれた。このプ制御ログラム、USBカメラとレーザーを使って、レーザー光の重心を算出し、移動していればパルスコントローラーに制御信号を送って、ミラーを動かし放射光の光路を元に戻すというものである。しかし、当初、思ったように光路（ミラー位置）が戻らず、どんどんと横方向にずれていってしまう（発散)。放射光は、ベンディング内のマジックミラーに当たって、並行光できているが、この光をよく見ると左下から右上に傾いた形になっており、X軸に相当するパルスモーターを動かすと、光がXとY両方向に動いてしまう（Y軸に相当するパルスモーターも同様である)。まずはこの傾きを最小限に抑えれば意図した動きになるのではないかと考え、目視ではあるが光が垂直になるようにミラーを合わせた。すると、前よりも光が強くなったのと、制御プログラムを動かして、X軸パルスモーターを動かしても、Y軸ずれていくことがほぼなくなり、概ね元の位置に戻ってくるようになった（収束)。来年度は、早い時期に完成度を高めてユーザー利用ができるようにしたい。

光技術班

## ANSYS講習会開催　林　憲志

３月２３，２４日の２日間にわたって、解析ソフトウエアANSYSの講習会がUVSORを会場にして行われました（写真）。同ソフトは、装置開発室とUVSORでライセンスを所有しています。本講習会はサイバネット社による有償の講習会であり、ANSYSの利用拡大を狙って装置開発室とUVSORで所長奨励研究費を申請することによって実現されたものです。両班と業者持ち込み合わせて１０台のPCを用意し、１２名が参加しました。講義の間に実際にソフトウエアで実習を行っていくという形式です。実際に受講してみると、盛りだくさんな内容で、ずっと集中して参加していると、１日が終わるころには頭が真っ白です。このようなある程度複雑なソフトウエアは、使えるようになるまでにはハードルがあるものだと思いますが、これを受講した方々はそれを超えることができたのでは？と期待されます。２日間もかける本格的な講習会が催されることはUVSORでは前例のなかった事であり、新しい経験ができたと思っております。今後も積極的にこのようなイベントが催されるとよいのではないか、と感じました。

機器利用技術班

## ヘリウム液化機内部精製系ニードルバルブ開度再調整　水川　哲徳

ヘリウム液化機の内部精製系には多くのニードルバルブがついており、それらの開度を最適化することにより、バランスよく液化運転することが可能となる。通常これらの開度はヘリウム液化施設設置時に最初に調整し、その後は通常触らない。しかしながら、長期間（10年超）のうちには、開度がずれている可能性がある。そこで、今回、ニードルバルブの開度を再調整してみた。以下のバルブを全閉した後、その右に記載の開度に調整した。

V164…1+3/4、V183…2、V184…2、 V185…1/2、V186…1/2、 V187…1/2、V188…3/4 、V189…9+1/2

この再調整により、ニードルバルブの開度のずれの心配は消失した。

機器利用技術班

## サーバーなしのスクリプティング　岡野　芳則

古典的なUNIXのメーリングリスト（メールのエイリアス）の設定法のひとつにファイルを参照する方法があります。メーリングリストの参照先としてファイルを指定しておき、リストの変更があった場合には直接ファイルを編集するだけでよいというもので、リストの管理をメールシステム全体の管理者と分離出来る使い勝手の良い方法です。

機器センターのメーリングリストもこの方法で管理しており、ファイルのコピーを機器センター共用NASに置き、いつでも現状を確認出来る様にしています。しかしファイルの中身はメールアドレスを改行で区切って書き並べただけのテキストファイルなのでメンバーを把握しづらいのは事実です。

webサーバーであればサーバーサイドでリストの内容を取り込んで図のような表に整形したHTMLを吐き出すのは容易なのですが、使っているのは唯のNAS、ファイルサーバーです。NASで同様の事が出来るのか調べた所、どうやらJavaScriptを使えば可能そうなので試してみました（図中の名称は架空のものです）。

ポイントはファイルの読み込み。ネット上を検索してJavaScriptでファイルを読み込む方法を探すと手順が何やら複雑でバラバラの部品として再構築しようとするとうまく行かず、結局以下のように読込部分とテーブルに○印を書き込む部分を合わせた関数を作りました。

```
function filltable(filename, mlistname) {
  var httpObj = new XMLHttpRequest();
  httpObj.open("GET", filename, true);
  httpObj.onreadystatechange = function() {
    if (httpObj.readyState == 4) {
      var 読込文 = httpObj.responseText;
      for (var i=0; i < member.length; i++) {
    if (読込文.match(member[i][1])) {document.getElementById(member[i][1] + '-' + mlistname ).
      innerHTML = "○"; }}}}
  httpObj.send(null); }
```

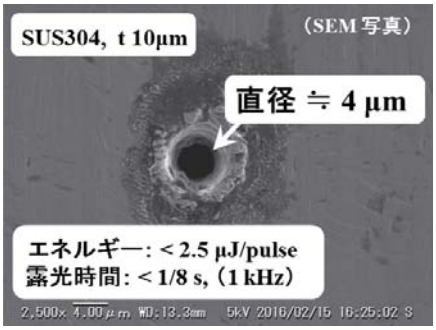
テーブルの各セルに id= で名前をつけ innerHTML で○印を張り込んでいます。表自体の出力も各セルに個別の名前を付ける為、スクリプト側から生成しています。この関数にメーリングリストのテキストファイルの場所を順次渡して表の縦方向に○印を埋めていきます。メンバーの名前、メールアドレスは配列として直接HTMLのスクリプト内に書き込んであります。(var member = [ [ "沖田十三" , "juzo"] , [ "佐渡酒造" , "sado"] , ...]; のような形)

この様に作ったHTMLファイルがNASに置いてありこれをwebブラウザで開けば表が表示されます。今回は表示だけですが手を入れれば逆にweb画面上で編集してメーリングリスト用の設定ファイルを出力できる様になるかなと思います。

| NAME | MAIL | yamato-all 大和組員全員 | combat 戦闘班 | aid 救護班 |
|---|---|---|---|---|
| 沖田十三 | juzo | ○ | ○ | |
| 佐渡酒造 | sado | ○ | | ○ |
| 古代　進 | kodai | ○ | ○ | |
| 島　大介 | shima | ○ | | |
| 森　雪 | yuki | ○ | | ○ |

機器利用技術班

## 分光実験用のピコ秒レーザーを微細加工に　上田　正




機器センターの共同利用装置の中に、波長可変ピコ秒レーザーシステムがあります。15年以上前に導入された比較的大型の設備で、分光実験のためのレーザーです。かなり古いこともあって、故障や不具合も多く、ビームの安定度もイマイチ？……色々と手を加えて何とか共同利用に供しています。そんな中、このレーザーを使って装置開発室と共同で微細加工に取り組んでいます。前号でも紹介していまして、ある工夫（割愛）で厚み10 μmのステンレス板に約9 μmの貫通穴を開けることができました。今年度、それを更新して約4 μmの貫通穴を開けることに成功しました。簡単な理論式では、レーザーのスポット径は3.6 μmと計算できますので、理論値に迫る加工ができたと満足しています。当初、レーザーを突っ込めば簡単に加工できる！ビームが不安定でもあまり関係無いだろう！と思って始めましたが、分光実験よりレーザーの調整は難しいかもしれません。現在は、機械加工では難しいとされる材料の加工も始めています。ガラスや軟材料の加工も可能です。例えばシリコンチューブの切断は、ハサミでの切断と比較するとその差は歴然、切断面は驚くほどキレイです。

最近のレーザーは高性能化が進み、もしかすると加工専用のレーザーを購入すれば簡単に加工ができるかもしれませんが、予算の面で難しいです。老朽化も進み、分光実験の利用の場合でも、レーザーの不具合があると利用頂いている先生方にはご迷惑をお掛けしてしまいますし、装置管理者としても大変です。反面、装置トラブルは、装置のことを深く知るよい機会でもあり勉強になります。技術職員としては、その積み重ねが技術力を深めていくためにも必要なことと考えています。今回は、全く素人の機械加工の分野から装置利用に取り組んでいますが、装置の有効利用だけでなく周辺知識も得られますし、レーザーに関して改めて勉強になることもありました。普段の業務とは別に、違ったことにチャレンジすることも必要だと感じています。

機器利用技術班

## 汎用測定装置の拡張　藤原　基靖

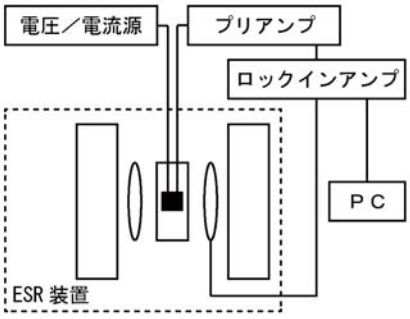


図. 電流検出 ESR 測定

汎用測定装置は、誰でも使えるようにパッケージ化・ブラックボックス化されていることが多く、拡張としてオプション品しか接続出来ない、ごく限られた制御しか認めない仕様だったりすることも少なくありません。そのためオプション品を購入して取付けるのが一般的です。ただ後から追加する場合、取付費・調整費、場合によって特注扱いとなり、どうしても費用が掛りがちになります。基本スペックも最新機種に及ばず、どこまで費用を掛けて拡張を行うか迷うところですが、そのまま放っておくと陳腐化してしまいます。昔であれば定期的に予算配分があり、オプション品の整備なり、装置自体の更新も可能だったかと思いますが、現在では難しい状況にあります。その中でも、今あるものを再構築し有効活用したり、オプション品と同等のものを自分で構築したり、研究の現場で汎用装置を用いて開発された新たな測定手法を取り入れたりする等ができると考えています。具体的には、電子スピン共鳴（ESR）装置を用いた電流検出ESR測定や、SQUID型磁化測定装置を用いた高周波ESR測定などに取り組む予定です。汎用装置の『共用』・『再生』といった方向性の中で、常に自分に出来ることは何かを考えていく必要があると思っています。

計算科学技術班

## 計算機クラスターの利用状況モニターの開発　岩橋　建輔

計算科学の世界では、少数精鋭のベクトルコンピュータというスパコンが主流だった時代から大量のコンピューターを高速ネットワークで接続した計算機クラスターが全盛の時代となっています。コンピューターの台数が少ない頃は数字や文字の情報だけで利用状況の全貌を理解することができていましたが、数百台あるような計算機クラスターの利用状況を把握することは難しくなってきました。

計算機クラスターの導入時、システム管理者向けに最新時刻や指定した時刻のCPUの使用状況を表示するウェブページを作成し、格段に利用状況が把握しやすくなりました。しかし、この方法は管理者が能動的にウェブページを開かなければならなかったり、表示上の問題でスクロールが必要であったり、利用状況の時間変化を追うのが難しいのが欠点でした。

それらの欠点を解消するために、スタンドアローンのアプリケーションとして利用状況モニターとして再開発しました。過去1日の10分毎の利用状況をFull HDの画面全体を使ってアニメーションで見ることができるようになりました。この利用状況モニターは計算科学研究センターの2階の入り口にも常時設置されています。また、分子研の一般公開などでも随時展示していますので、お越しの際は一度ご覧ください。

計算科学技術班

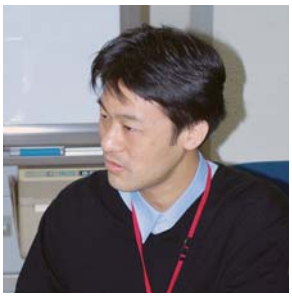
## シリアルコンソール　内藤　茂樹

分子研のネットワークを構成しているスイッチはリモートで設定変更が可能です。

UNIX等でおなじみのsshというプロトコルを使って接続し、所謂コマンドラインで色々な設定が行えます。従って原則としてスイッチを設置してある場所に赴くことはありません。ところが、極々希にスイッチそのものがネットワークから孤立してしまうことがあります。例えばポートの障害であるとか。そういう場合には仕方が無いので設置場所まで行って作業を行います。その際に使うのがシリアルコンソールです。

主にRS-232cという規格のケーブルを使い、手持ちのNotePC等とスイッチを接続して、スイッチにログインします。通信速度はそれほど速くは無いですが、コマンドライン・インターフェースなので、作業に支障が出ることはありません。他の接続手段は全て駄目でもシリアルコンソールだけは繋がると言うことがあるため、管理者にとっては最後の砦とでもいうべきものです。今後ともスイッチ類から無くなることは無いだろうと思われます。

ところで、今ではスイッチのような機器類との接続に使われるシリアルコンソールですが、昔は汎用計算機を利用するための端末として使われていました。その頃は専用のシリアルコンソール端末が有り、代表的なものがDEC製のVT100です。画像のVT100は私のところで保存しているもので、現在でも電源が入ります。



計算科学技術班

## MACアドレスランダム化機能と端末のネットワーク認証　澤　昌孝

岡崎３機関ネットワーク（ORION）での一般端末認証は、NIC固有のMACアドレスで行っている。しかしモバイル端末をFreeWiFiなど外部の無線ネットワークサービスで使用する機会が多くなってきたことから、別のランダムなMACアドレスで接続する機能（以下、ランダム化機能）がOSに搭載されるようになってきた。ランダム化機能がある代表的なOSはiOS（Ver8以降）とWindows10がある。

iOSのランダム化機能は、GPU機能OFFでかつスリープモードになっていることが条件で、接続できるAPを探すときのみ機能する。実際にiPhone6（iOS9.2.1）で同条件にしてORIONのWiFiで接続を試みたが、普通に登録済みのMACアドレスで接続ができた。

Windows10の場合、ランダム化機能は初期設定で無効となっている。また、ランダム化機能をサポートしているハードウェアが必要で、現時点（2016年3月）ではIntel 7265 AC（Ver18以降ドライバ）かIntel 7265 AC 用のドライバを適用したIntel 7260 ACぐらいしかランダム化機能を有効にできた情報が見つからない。

こういった状況もあり、ランダム化機能によりORIONのWiFi接続に支障が出たという情報は聞こえてこない。

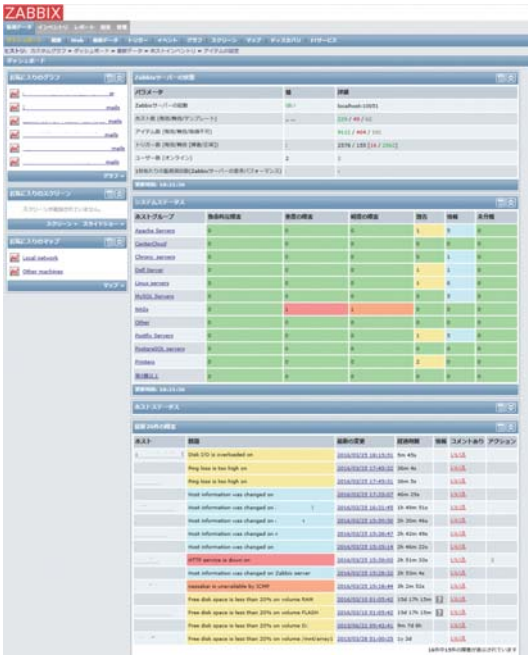
しかし、IEEEの802委員会でランダム化の議論がされていることもあり、今後標準化され、デフォルト有効になる可能性がある。将来的にクライアント証明書などの別の認証方法も検討が必要と考える。

計算科学技術班

## サーバーの監視環境　長屋　貴量

所内に設置してあるWebサーバーやメールサーバーが、正常に稼働しているのか監視するのは重要な業務の１つである。

このサーバーを監視するシステムのうち、オープンソースではNagios、Hinemos、Pandora FMS、Munin、cactiといったものが知られているが、その中でも日本語書籍が販売されている／Webブラウザー越しに概要を確認できる／グラフ描画をマウス操作で調整できる　といった利点を持つ、Zabbixを手に取って現在利用している。




Zabbixを用いることで、対象サーバーのサービスポートが開いているか、Webページで期待する文字列が含まれているかといった死活監視が行えるが、対象サーバーにエージェントというソフトウェアを組み込むと、さらにCPUの負荷状況、メモリやディスクの使用状況、ディスクI/Oの負荷といった情報も得られるようになる。サーバーによって異なる、ディスクパーティションの違いを自動的に取り込む点は便利である。

対象サーバーで問題が見つかった場合は、メールで通知しZabbixのフロントページに問題箇所が表示される（図）。この機能により、問題を事前に察知する、あるいは問題発生を速やかに把握することができるようになった。

現在は、メールサーバーで送受信したメールが何通あるのか、ログファイルより値を拾うように調査している。

学術支援班

## トラブルの連鎖　内山　功一

施設や設備関連の業務においても、他の業務と同様に思いもかけない突発的なトラブルがつきものです。そんなトラブルに見舞われた事例をご紹介いたします。

最初の事件は７月も半ばを過ぎた頃に起きました。この日、南実験棟の職員から３階の火災報知器が鳴り止まないとの連絡を受けたため現場に急行しました。現場に到着すると、施設課の職員がすでに対応したらしく警報は鳴り止んでいました。そこで担当者に状況を聞いたところ、どうやっても警報が鳴り止まないため一時的に報知機をオフにしましたとの報告を受けました。原因について施設課と話をしていたところ、再度別件で連絡が入りました。今度は南実験棟の４階で水漏れが発生したとのことでした。すぐさま階段を上って現場に向かうと、南東の１室に設置された天井の感知器からまるで滝のように水が流れ落ちていました。火災報知器が鳴り止まなかったのは、この漏水により感知器が誤動作し続けたことが判明しました。さて漏水した原因は一体何だったのでしょうか。どうやら施設課に依頼した屋上防水シート取替工事でシート固定用の穴を深くあけすぎたため、コンクリートに亀裂が入りその隙間に雨水が大量に溜まりそれが溢れて漏水したとのことでした。

今回の事例のように、トラブルの裏側にいくつもの原因が積み重なっていることを考慮することは重要です。そして目に見える部分のみの対処では不十分なケースが往々にあるのではないか、といった考え方をもつことの有用性を再認識しました。

学術支援班

## 一般公開初勝利！？　原田　美幸

私が分子研に着任してから４回目の一般公開が行われました。企画から広報活動まで幅広く携わっていますが、なかなか思うように集客できませんでした。しかし、今年は過去最高人数のお客様が分子研を訪れてくれました。勝因としては、ポスターと広報活動　だと考えています。

▼ポスター

前回はアニメにしたにも関わらず、お客様が少なく、硬すぎても、柔らかすぎてもダメ、であることが判明。そこで、岡崎市民なら誰でも知っているご当地キャラクター『オカザえもん』をポスターに起用しました。認知度があるため、ポスターを見たよー、という方が多く来場してくださいました。またオカザえもんファンの多さにもびっくり！県外からもSNSの情報をもとにご来場いただきました。

▼広報活動

岡崎市が家康公400年祭を行っていたので、岡崎市に後援に入っていただき岡崎市発行の広報誌に大きく掲載して頂こう！ともくろんでいましたが、無理なことが判明。岡崎市教育委員会に後援に入って頂き、市内小中学生全員（約３万人）に配布してくださる約束を取り付けました。A４の半分のサイズのチラシにオカザえもんを大きく掲載、目に留まってもらえるデザインにしました。その効果は大きく、例年より多くの小中学生が遊びに来てくれました。

来場者数的にはやっと広報活動が実った一般公開となりました。次回は、どうしようかな？と少しワクワクしています。

**分子科学研究所技術課**
**Activity Report 2015**

発行年月　平成28年7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
デザイン　原　田　美　幸
印　　刷　株式会社コームラ

**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 2015

No.31

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 2015**
〒444-8585　愛知県岡崎市明大寺町字西郷中 38 番地　http://www.tech.ims.ac.jp/