

機器開発

電子機器・
ガラス機器

光

機器利用

計算科学

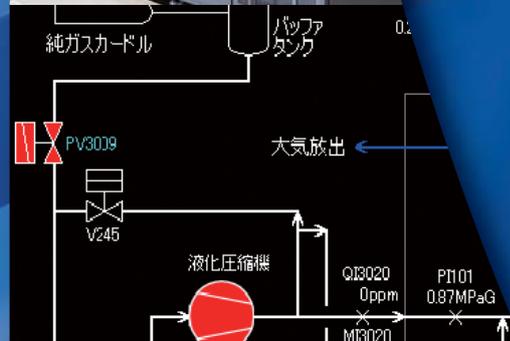
低温

学術支援

分子科学研究所 技術課 Activity Report 2012



KANAЕ
ISSN-0919-9233



CONTENTS

巻頭言 1

2012年度ハイライト

機器開発 2
電子機器・ガラス機器 4
光 6
機器利用 8
計算科学 10
低温 12
学術支援 13

技術課活動報告 14

技術レポート 17



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 35名(平成25年5月時点)

機器開発技術班

電子機器技術班

光技術班

機器利用技術班

計算科学技術班

低温技術班

学術支援班

富宅喜代一

ふけ きよかず

【神戸大学 名誉教授】



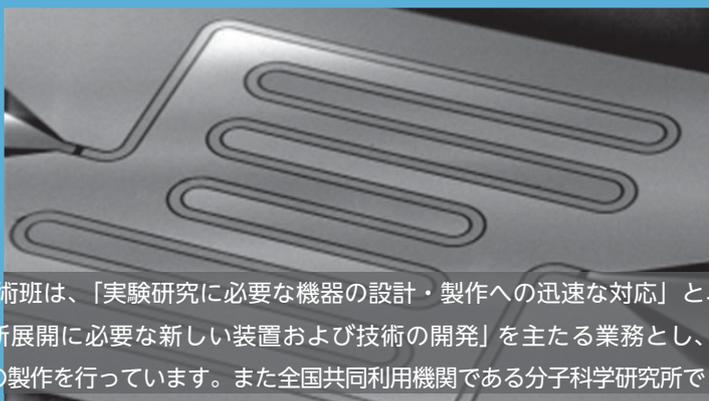
実験室風景（気相イオンNMR装置）

筆者は分子科学研究所を経て長らく大学に勤め、今再び協力研究で技術課の機器・電子機器開発室のお世話になっておりますが、技術課について思うことをと執筆依頼を受け、筆を執っている次第です。この機会に研究支援体制を内外から眺め、今後への期待を一言述べさせていただきます。

分子科学研究所技術課は研究所創設とほぼ同時にスタートしています。以降、国際的に十分に認知されるようになった分子科学研究所の現在に至る発展を縁の下で支え、所内外の研究、開発を支援してきたことは言うまでもありません。筆者も1988年に研究所にお世話になって機器センターの運営等に携わる傍ら、当時の装置開発室には大変お世話になりました。技術課の支援体制の恩恵の具体例として、筆者の研究所での研究で最初に手掛けた光解離分光装置の開発を支援して頂いた例を少し述べさせていただきます。この装置の開発に当たって、分子線とレーザー光の交差精度を上げる必要があり、製作が困難であった角型の真空装置を短期間で試作して頂き、金属イオンの水和クラスターの研究を世界に先駆けて進めることが可能になりました。当時、米国でも類似の研究が進められていたことを論文受理後に知り、改めて先人の深慮で設置された技術課の存在の有難さを感じたことを思い出します。また製作精度の高い本装置のお蔭で、光路長の非常に長い真空紫外レーザーを組み合わせたシリコンクラスターの光イオン化実験が実現できました。この実験で得られたイオン化ポテンシャル値は20年後の今でもシリコンクラスターの標準値として引用されております。大学に移ってから新しい装置の開発時にはいろいろご相談頂きましたが、特に最近進めている気相イオンのNMR分光装置の開発では、装置の要のNMRセルの製作にご協力頂きました。本研究所で研究を進められた所内外の諸先輩の中には、所内研究、協力研究や施設利用等を通して技術課のこのような研究支援の恩恵を受けられたことを思い起こされる方が多くおられると思います。

元来、分子科学の研究では、新しい原理に基づく手法の開発が重要な柱であり、また研究が黎明期であればあるほど市販品が無く手作りの手法開発から始まります。また極端紫外光分光や計算科学等、大型機器を必要とする分野では、絶えず最新の機能を維持した設備が不可欠です。研究所の創設に関わられた諸先輩は、このことを先見して研究系とあわせて十分な研究支援体制を整えられました。筆者が在職した大学では、かつてのささやかな研究支援体制もすでになくなり、工作室は荒れ果てていました。現在支援体制がまだ残っている大学でも人員削減の波にのまれて脆弱化しつつあります。幸い、分子科学研究所では昔と陣容は変わってきていますが、今も確固とした支援体制が残されております。今後も共同利用機関の技術課として所内外の分子科学の発展を支える重要な役割を果たし続けることが期待されます。特に研究所にあっては今後さらなる独創的な研究の発展と展開を求められており、技術課は今まで以上により機能的に研究支援の役割を果たすことが重要になってくるように思われます。これまでに蓄積された技術と情報の継承も重要であり、また支援に当たる人材の育成も欠かせません。さらにこれらの支援を通して国内外に誇れる研究所独自の技術の創出と発信が望めます。このような研究支援体制の活性化には、分子研技術課が世界的な研究所の研究を支えているという自覚と誇りを持ち、日頃から要となる技術の向上に努められることが肝心ですが、構成員の努力だけでは研究所の方針に合致した活性化は出来ません。このような研究支援体制を新たに創ることの至難さを鑑みて、所内の研究者が各自の研究活動を通して分子研の芽となる研究を立ち上げ、この支援体制をより盛り上げるさらなる尽力が望めます。分子科学研究所の今後の発展と併せて技術課の役割がさらに大きくなっていくことを期待して止みません。

機器開発 技術班



機器開発技術班は、「実験研究に必要な機器の設計・製作への迅速な対応」と、「分子科学の新展開に必要な新しい装置および技術の開発」を主たる業務とし、実験研究機器の製作を行っています。また全国共同利用機関である分子科学研究所で展開される施設利用を通して、分子科学分野を中心とする全国の研究者からの製作依頼も受けて、広く研究者への支援を行っています。

担当施設：装置開発室
http://edcweb.ims.ac.jp/

製作依頼

2012年の製作依頼件数は例年並みの250件の利用がありました。スピーディーな対応が求められる部品製作や装置部品の改良のほか、実験装置の構想段階から研究者と

綿密な打ち合わせを行いながら長期にわたり設計・試作を行いながら、技術開発を伴う以下のような製作課題もっています。



先端レーザー開発部門で進められている各種レーザー機器開発に協力しています。詳細設計から組み立て調整、ヒートシンクの設計・製作、性能評価やLDとレーザー結晶の位置調整および動作テストなど、各種レーザー研究機器を製作しました。(水谷、近藤)

レーザー開発研究機器の設計・製作



核融合科学研究所からの施設利用により高性能超電導線材開発のための臨界電流特性測定用プローブの開発を行っています。ボア径52 mm内で動作可能な引張・曲げ動作機構の設計を行っています。(近藤、杉戸、青山)

技術レポート P.18 近藤

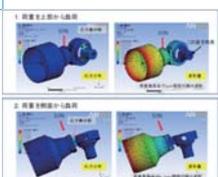
高磁界超電導線材の臨界電流特性における曲げ歪み印加効果測定プローブの製作



生体分子情報研究部門からの製作依頼により、2液混合によるタンパク質の構造変化を、蛍光強度の変化から予想するために使用されるマイクロ流路ミキサーを、フォトソングラフィーにより製作しています。(高田)

技術レポート P.19 高田

タンパク質の構造変化に関する研究用マイクロ流路ミキサー製作



東北大学多元研からの施設利用による時間分解電子運動量分光装置の開発に協力しています。移動可能な超音速分子線源の製作を、依頼者および多元研工作場の技術職員と詳細な打ち合わせを行いながら実施しています。(青山、全員)

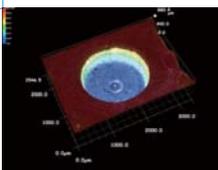
時間分解電子運動量分光装置の製作



生体分子情報研究部門からの製作依頼により、光エネルギー変換系における水分子の関わりを時間分解偏光赤外分光法で解明するための試料駆動装置の製作を行いました。(水谷、内山)

技術レポート P.21 水谷

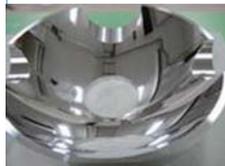
時間分解FTIR用回転セルの製作



産業総合研究所からの技術相談に応じて、グラッシーカーボン(GC)の放電加工特性について検討を行っています。GC製モールドはガラスのナノインプリントに使用されるが、機械加工が困難な素材のため加工技術開発を行っています。(矢野)

技術レポート P.24 矢野

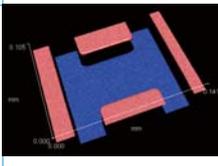
ナノインプリントモールド用グラッシーカーボンの放電加工評価



UVSORからの依頼により、テラヘルツSR集光用非球面非対称ミラーやIPES用回転楕円面鏡を製作しました。要求精度を満たすため製作工程を工夫し、ハンドラッピングや国立天文台の設備を利用した超精密加工により製作を行いました。(青山)

技術レポート P.23 青山

IPES用楕円ミラー製作



ドイツ シュツットガルト大学から製作依頼を受けて、高圧下で試料と高周波を共鳴させるための、アンビル表面への超伝導窒化ニオブ蛇行パターン成膜技術の開発を行っています。アルミナ製アンビルセルの製作を試みています。(高田)

窒化ニオブ蛇行パターンニング高圧アンビルセルの製作



神戸大学からの製作依頼で、以前、施設利用により製作協力した当装置の改良に協力しています。主にRF(Radio Frequency)コイルやNMRセル支持フランジおよびドリフトチューブなどの製作や技術相談に対応しています。(矢野、青山)

質量分析機能を備えた気体核磁気共鳴分光装置開発への協力



核融合科学研究所からの施設利用により、マイクロ波イメージング装置の開発に協力しています。世界にも例の無い幅350 mm、縦200 mmの大型マイクロ波ビームスプリッター板やホーンアンテナの製作を行っています。(杉戸、青山)

マイクロ波イメージング装置の製作

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
宮下 治美* MIYASHITA, Harumi
杉戸 正治* SUGITO, Shouji

*技術支援員



技術開発

日々進歩する最前線の研究に対して、常に新しい工作技術で対応できるように装置開発室独自で技術開発を進めています。

超精密加工

国立天文台などと共同で光学結晶材料の超精密加工技術開発を実施しています。真空紫外放射光を使用したサブミクロンスケールの顕微分光用MgF₂非球面レンズの製作および評価を行い、ナノレベルの要求精度に応えられる精密加工および精密測定技術の腕を磨いています。(近藤)



MgF₂非球面レンズ

レーザー加工機開発

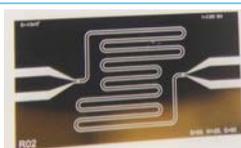
光を扱う技術の習得を目的として一歩一歩実施してきた本課題も、改良を重ね加工装置としてほぼ完成しました。金属板への微細な穴あけやスリット加工だけでなく、今後は光硬化性樹脂への造形加工や、電気鋳造などと組み合わせた微細形状創成など、新たな技術への展開を目指しています。(矢野)



レーザー加工装置

フォトリソグラフィ技術の推進

従来の機械加工では困難なデバイス製作要求が増えてきていることから、装置開発室の新しい支援技術の一つとしてフォトリソグラフィを推進しています。十分な設備はまだ整備されていませんが、ドライエッチングや成膜などの加工技術に対しても、東工大、北大、名大など他機関の協力、連携を取りながら技術習得を行っています。(高田)



NbN蛇行パターン基板

その他活動報告

受け入れ研修

1. 「ワイヤ放電加工技術」研修(2012年8月27日～31日)
担当者：矢野 隆行
受講者：阿部 慶子 (一関工業高等専門学校)
2. 「フォトリソグラフィーによるマイクロ流体デバイスの製作」研修 (2012年8月20日～31日)
担当者：高田 紀子
受講者：今村 逸子 (北海道大学電子科学研究所)

セミナー企画開催

1. 共同開発セミナー「超精密加工」
2012年8月30日 分子研研究棟301号室
2. 微細加工に関する技術サロン会
2012年11月29日 分子研研究棟305号室

技術発表

○口頭発表

1. 近藤聖彦「MgF₂非球面レンズの製作」第7回自然科学研究所機構技術研究会 分子科学研究所2012年5月
2. 近藤聖彦「MgF₂非球面レンズの実施計画について」共同開発セミナー「超精密加工」2012年8月
3. 矢野隆行「分子科学コミュニティに貢献する装置づくり」第8回東大駒場キャンパス技術発表会2012年10月
4. 矢野隆行「グラッシーカーボンの放電加工について」第10回放電加工技術ネットワーク研究会2012年11月
5. 高田紀子「マイクロ流路ミキサーを製作して」微細加工に関する技術サロン会2012年11月
6. 青山正樹「マイクロミキサー製作用モールドの洗浄について」微細加工に関する技術サロン会2012年11月

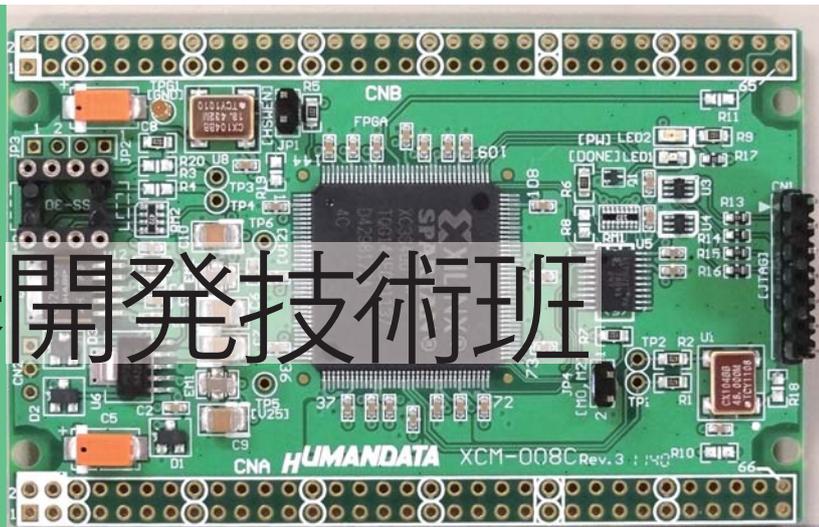
○ポスター発表

7. 近藤聖彦「超精密切削加工によるMgF₂非球面レンズの製作」第26回日本放射光学会年会2013年1月
8. 同上 平成24年度愛媛大学総合技術研究会2013年3月
9. 高田紀子「フォトリソグラフィーによるマイクロ流路ミキサーの製作」平成24年度愛媛大学総合技術研究会2013年3月

2012年度ハイライト

電子機器・ガラス機器開発技術班

担当施設：装置開発室
http://edcweb.ims.ac.jp/



電子機器・ガラス機器開発技術班の紹介

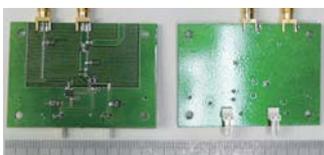
電子機器・ガラス機器開発技術班は、分子科学研究所の研究施設・装置開発室にあって、所内外の分子科学分野の先駆的な研究に必要な実験装置の開発を行っています。

電子機器開発技術係は、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、大規模集積回路設計製作技術、機器組み込みマイコン応用技術、カスタム・ロジックIC設計技術に重点を置いて取り組み、その成果は本誌の技術レポートや技術研究会等で報告されています。

微小容量測定回路の製作

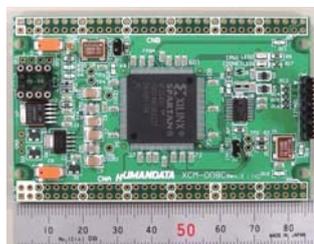
富宅神戸大名誉教授等によって開発されている気相イオンの核磁気共鳴分光装置では、並進速度が非常に遅く（運動エネルギー < 10 meV）速度分布幅の非常に狭い（< 1 m/s）極低温のイオン束（温度に換算で < 1 mK）の発生と制御が必要になります。極低温のイオン束の発生方法は、多段の円筒電極にパルス電圧を印加するポテンシャルスイッチを用いて、減速とイオン束幅の圧縮を同時に実現する方法が用いられます。この方法では、イオン束のエネルギーと分布幅と同程度の数十 mV のパルス電圧を円筒電極対に印加する必要があります。この時、イオンの運動エネルギーが極めて小さいために、できる限り低ノイズかつ高精度なパルス源が求められます。

ここでは微小電圧で使用可能な2種類の半導体スイッチについて性能評価を行い、その結果を基に微小電圧パルス発生器の製作を行いました。 **技術レポート P.26 吉田**



FPGAを用いたデジタルフィルタの製作

ノイズや不要周波数の除去、あるいは抽出に用いられるフィルタ回路は、抵抗・コイル・コンデンサで構成するパッシブフィルタと、OPアンプを中心に構成するアクティブフィルタに大別できます。これらは近年、各種の設計ツールの登場により比較的容易に設計できるようになりました。



光分子科学研究における円偏光変調測定では、変調周波数 4.2 kHz に 0.2 kHz のランダム直線偏光を重ねさせた際の和周波 (42.2 kHz) と差周波 (41.8 kHz) を分離検出するため、-50 dB/oct. 以上の急峻な遮断周波数特性のフィルタが求められます。このような特性は前掲2種類の従来型のフィルタ回路では複数のフィルタを連結させる必要があり、特性の調整は困難です。

大容量のプログラマブルロジックであるFPGAは、これまで専用ICやソフトウェアで行われてきた複雑な演算をIPコアとして組み込めるようになりました。そこで、急峻な遮断周波数特性を実現すると共に、ハードウェアの変更なしにフィルタの種類や特性を変更できるデジタルフィルタを、FPGAを用いて製作しました。 **技術レポート P.29 豊田**

発表報告 2012年度の研究会発表は以下のとおりです。

International Beam Instrumentation Conference 2012

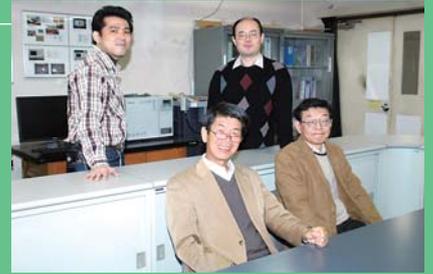
「Turn-by-turn BPM system using coaxial switches and ARM microcontroller at UVSOR」 **豊田 朋範**

愛媛大学総合技術研究会

- 「微小電圧 (mV) パルス発生器の製作」 **吉田 久史**
- 「CMOS アナログ LSI の製作」 **内山 功一**
- 「ARM マイコンを用いた LAN 接続 BPM 切替器の開発」 **豊田 朋範**

スタッフ Information

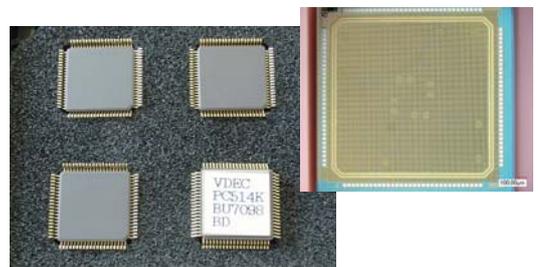
吉田 久史 YOSHIDA, Hisashi
 内山 功一 UCHIYAMA, Koichi
 豊田 朋範 TOYODA, Tomonori
 永田 正明 NAGATA, Masaaki



CMOSアナログLSI設計技術の習得

我々は、CMOSアナログ集積回路設計技術を習得するための取り組みを4年前から進めてきました。昨年度までの経過については、過去2回にわたり技術課Activity Reportで報告してきました。

これまでに2度の試作LSIの製作を行い回路として動作することを確認しましたが、設計通りの仕様を完全に満たすものではありませんでした。昨年度VDEC主催のアナログ集積回路設計演習セミナーに参加し、使用するプロセスのトランジスタ特性を理解して行う設計手法を学んだことで、これまでのシミュレータに依存した設計が問題の一つであることがわかりました。



今年度はセミナーで学んだ設計手法に倣い、基本的な7トランジスタ構成で特性の異なる2種類の差動入力オペアンプとそれらにソースフォロワ回路を追加し出カインピーダンスを低下させたオペアンプを製作しました。また、動作試験のためにオペアンプで使用しているものと同等の差動入力回路とバイアス電源回路も別途製作しました。

技術レポート P.31 内山

共同利用機関として 他大学から製作の依頼を受け入れています。

高電圧高速パルススイッチの製作

自由電子レーザー SACL A およびSCSSを用いた原子の多光子イオン化の研究において、生成した光電子とイオンの検出を行う飛行時間型分析器で使用する高速高電圧パルス電源の製作依頼です。



製作したパルス電源は、パルスの立ち上がり時間：約10 nS、振幅：最大6 KV、パルス幅：最小約6 uS、繰り返し：最大約100 kHzのパルス出力を得ています。

イオンファネルを利用した、効率的イオン輸送システムの開発

イオンファネルーPaul型イオントラップ装置に使用するイオンファネル駆動のための高周波電源の開発です。イオンファネルは、100枚の電極が1.27 mmおきに積層された構造をしており、この電極に、1枚おきに位相が180度異なる振幅：数十～数百V、周波数：数百Hz～数MHzの高周波電圧を印加する必要があります。



2012年度製作依頼実績 2012年度は3大学より5件の製作依頼を受けました。

【前期】	
施設利用申請課題名	申請機関名
多チャンネル光神経電子集積回路素子の電子回路開発	名古屋大学
高電圧高速パルススイッチの製作	名古屋大学

【後期】	
施設利用申請課題名	申請機関名
イオンファネルを利用した効率的イオン輸送システムの開発	広島大学
分子読み取りグラフェンデバイス	横浜国立大学
光神経電子集積回路素子の20ch電子回路を含むシーケンス制御機構の開発	名古屋大学

2012年度ハイライト

光技術班

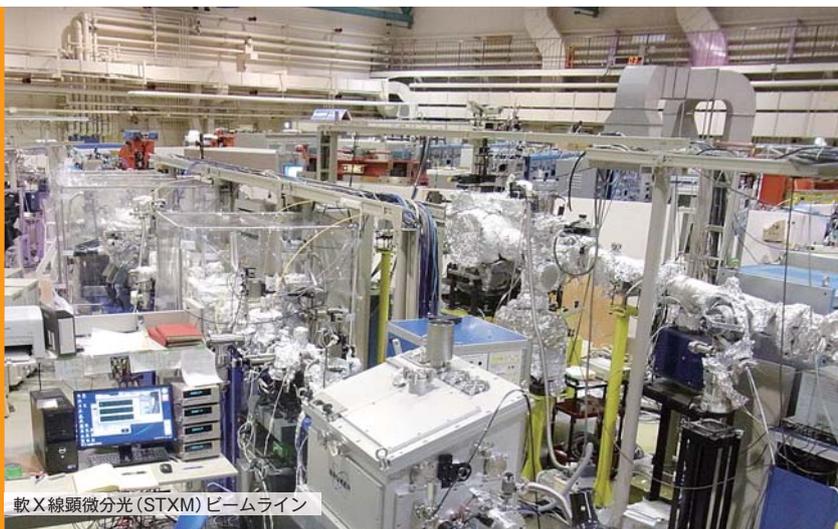
担当施設：

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/>



軟X線顕微分光 (STXM) ビームライン

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7名によって構成されています。主な業務は放射光の供給支援、利用支援、レーザー技術支援です。

《放射光供給支援》安定したシンクロトロン光を供給するための加速器の運転、管理、保守を主な業務としています。コヒーレントシンクロトロン光発生・自由電子レーザー実験などの光源開発研究の技術支援も行っています。真空技術・制御技術・維持管理技術などが要求されます。

《放射光利用支援》シンクロトロン光を利用し、質の高い観測実験に関与できるように維持、保守、改良、開発、技術支援を主な業務としています。共同利用ビームラインにおいては各担当者がユーザ実験の世話をし、スムーズに実験が行われるようにサービスを提供しています。また、液体ヘリウムなど寒剤準備、真空機器・観測計器の管理・更新や観測用プログラムなどの製作・更新・実験機器の開発・製作などの業務を行っています。真空技術・制御技術・放射光ビームライン光学技術・低温技術・機器設計技術などが必要とされます。

《レーザー技術支援》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の研究グループに対してレーザー関連の技術支援を行っています。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、各種開発業務も行っています。

2012年度活動報告

2011年5月	機構技術研究会参加 (分子研)
6月	国際学会IBIC2012参加 (つくば市)
8月	SACLAの見学と意見交換 (Spring-8)
8月	大学等における放射線安全管理研修会 (東京大学)
8月	職場体験 (岡崎市立竜海中学生2名)
9月	放射線遮蔽国際会議 (ICRS-12) (奈良市)
9月	機器分析技術研究会参加 (大分大学)
11月	放射線安全取扱部会年次大会参加 (松山市)
2012年1月	レーザー学会学術講演会参加 (姫路市)
1月	放射光学会参加 (名古屋市)
2月	技術課セミナー開催
3月	総合技術研究会参加 (愛媛大学)
3月	九州工業大学情報技術研究会参加 (飯塚市)

出張報告 IBIC 出張報告

技術レポート P.43 林

10月1日から10月4日まで、つくばで開かれたIBIC (International Beam Instrumentation Conference) に林が参加してきました。これは、加速器のビーム診断に関する国際カンファレンスで、今回はTurn-By-Turn BPMに関するポスター発表を装置開発の豊田氏とともに行いました。カンファレンスの内容は施設のビーム診断系全体の話から小さな電極の詳細設計の話まで多岐にわたり、また発表形式も通常の口頭発表に加えて特別招待講演やチュートリアルなどもあって多様で、4日間にわたり様々な刺激を受けることができました。最終日には大強度陽子加速器施設J-Parcの見学に参加し、UVSORと比べてはるかに大型のこの施設を興味深く拝見しました。

転出報告 中村永研係長が転出

4月に長年UVSORで活躍された、中村永研係長が名古屋大学 (中部シンクロトロン放射光施設) に異動されました。



スタッフInformation

堀米 利夫 HORIGOME, Toshio
蓮本 正美 HASUMOTO, Masami
山崎潤一郎 YAMAZAKI, Junichiro
酒井 雅弘 SAKAI, Masahiro
林 憲志 HAYASHI, Kenji
近藤 直範 KONDO, Naonori
岡野 泰彬 OKANO, Yasuaki
禿子 徹成* TOKUSHI, Tetsuzyou

*技術支援員



TOPICS 【UVSOR Ⅲ】誕生に貢献

技術レポート P.34 山崎

技術レポート P.38 近藤

UVSORでは2012年4月から7月にかけて、大規模な高度化改造が行われました。その内容は、1. 複合機能化された偏向電磁石設置、2. パルス6極電磁石の設置、3. 真空封止アンジュレーター（U4）設置と軟X線顕微分光ビームライン（BL4U）の設置です。特に、技術職員は偏向電磁石更新に伴う偏向部真空ダクトの入れ替え作業、リング真空の立ち上げ作業、真空計の更新など改造作業と顕微分光ビームライン設置に於いては、立ち上げ作業を担当しました。また、今回の改造に当たり偏向電磁石設計や新ビームライン設置では、真空インターロックシステム・分光器制御プログラムの作成などに貢献しました。ここに、2003年から始まった一連の加速器高度化改造は、今回の改造作業でストレージリングのほぼ全てが更新されたことになり、【UVSOR Ⅲ】が誕生しました。

今回の改造

1. 偏向電磁石の複合機能化（偏向電磁石で二極磁場に加えて四極磁場と六極磁場も発生させる）によって、電子蓄積リングにとって最も重要なパラメーターの一つであるエミッタンスが27 nmradから17 nmrad程度に小さくなります。
2. パルス6極電磁石の導入により入射方式が高度化され、電磁石の中心付近を通る蓄積ビームには偏向作用を与えずに、中心から大きく外れた位置を通る入射ビームに必要なキックを与えることが出来るようになります。これによりトップアップ運転において、ビーム入射時の放射光強度が乱れる問題が緩和され、放射光の品質を向上させることができます。
3. 真空封止アンジュレーターの導入により、ストレージリングにある8本の直線部の内、挿入光源に利用できる6か所全てにアンジュレーターが設置されることになります。同時に、このアンジュレーターと組み合わせて使用される、軟X線顕微分光(STXM)ビームラインが設置され、元素分析や高分解能での生物観察など広い分野での利用が期待されています。

TOPICS 【ビームライン技術（光検出器）】

技術レポート P.41 蓮本

UVSORでは、分光器を使って分光した光や分光した光を試料に照射した後の光を検出するのに、実験の目的や種類に応じて、いろいろな種類の光検出器が使われます。主に電子増倍管、光電子増倍管、シリコンフォトダイオードを使用していますが、これらの検出器の特徴および測定する波長範囲の違いや測定の目的や種類に応じて使い分けます。

検出器の種類	測定可能波長	測定の種類	測定可能な強度
電子増倍管	1 nm ~ 180 nm	透過、反射	微弱光~弱い光
光電子増倍管 MgF ₂ 結晶窓	115 nm ~ 320 nm	透過、反射	微弱光~弱い光
光電子増倍管 合成石英窓	160 nm ~ 930 nm	透過、反射、発光	微弱光~弱い光
光電子増倍管 UVガラス窓	185 nm ~ 1100 nm	透過、反射、発光	微弱光~弱い光
光電子増倍管 硼硅酸ガラス窓	300 nm ~ 650 nm	透過、反射、発光	微弱光~弱い光
サリチル酸を塗った光電子増倍管	1 nm ~ 650 nm	透過、反射	微弱光~弱い光
MCP内蔵型光電子増倍管	160 nm ~ 850 nm	発光（時間分解）	単一フォトン
シリコンフォトダイオード	0.02 nm ~ 1100 nm	透過、反射、発光	弱い光~強い光

2012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/>



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・測定支援などの業務を行っています。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、所全体で共通で利用するNMRやESR等の汎用測定装置を有しています。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、に大別出来、それぞれ以下のような設備を備えています。

(1) 化学分析

NMR(400, 500, 600MHz)、質量分析計(MALDI-TOF-Mass)、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

※詳しくは <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きます。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。

出張報告 ETとの遭遇

マイコンと聞いて、MZ-80というものが頭の片隅を掠められた方は、その当時、機械語と悪戦苦闘した我が戦友であろう。その後、実験室における各種制御やデータ収集はマイコンからパソコンへ変遷し現在に至っている。では、マイコンは何処へ。筆者が毎年出張しているEmbedded Technology (ET) に出かけると、その多くと出会うことができる。最近では32ビットでLinuxも走り、簡単なC言語でさまざまな装置への組み込みが可能で、計測装置を開発する技術者の1人として、まさに懐刀である。これまでパソコンで制御していた分光器をマイコンに置き換え、波長及びスリット幅の制御に用いている。今後も、ETをはじめ最先端テクノロジーの展示会で収集した情報を分子科学研究のための計測技術開発に活かしてゆきたい。

(Embedded Technology 2012 / 組み込み総合技術展)

(山中 孝弥)

出張報告 レーザー安全公開シンポジウムに参加

1月30日、姫路市にて開催されたレーザー学会主催の「レーザー安全公開シンポジウム」に参加しました。レーザーが人体に与える影響やレーザーの安全に関する講演が6題あり、眼に対する事故例や安全対策だけでなく、形成外科、眼科の先生方からは医療現場でのレーザーの有用性についても紹介がありました。あらゆる場面に急速に普及しているレーザーですが、眼に対する事故例の多くは、大学等の研究室において、レーザーの性質を熟知し使い慣れた研究者が、光路調整中というっかりビームをのぞきこんでしまうことによるものだそうです。極めて高輝度な光であるレーザーが眼に入った場合、その症状は特異的でそれを診ることのできる眼科医は少ないとのこと。また、レーザー製品の安全基準として日本工業規格JIS C 6802がありますが、これは国際規格IEC 60825-1を翻訳したものです。IECの改正に伴ってJISも2011年に改正され、その改正点についても説明がありました。「安全」は重要ですが、つい軽視しがちです。今後この種の会合には積極的に参加し、「安全」を意識しながら日々のレーザー業務を遂行していきたいと思えます。

(上田 正)

スタッフ Information

山中 孝弥 YAMANAKA, Takaya
岡野 芳則 OKANO, Yoshinori
上田 正 UEDA, Tadashi
牧田 誠二 MAKITA, Seiji
藤原 基靖 FUJIWARA, Motoyasu
中野 路子 NAKANO, Michiko
齊藤 碧 SAITO, Midori



TOPICS

有機微量元素分析装置 (担当：牧田 誠二)

有機微量元素分析装置は、試料をPregl-Dumas法に基づいて熱分解し、有機物を構成する主要元素である水素、炭素、窒素を定量的に水、二酸化炭素、窒素に変換し、これらを熱伝導度法によって検出する装置であり、研究所内では主に合成された化合物の同定や純度の確認のために使用され、年間数百におよぶ試料を測定しています。

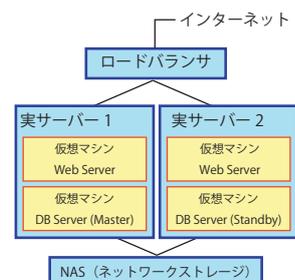
平成24年3月、当センターで長年使用していた従来機の老朽化に伴い、J-SCIENCE LAB社製のMICRO CORDER JM10に更新を行いました。機器センターでは、各種汎用機器の共同利用の支援を行っており、所外からも「施設利用」「協力研究」の形で利用されていますが、本装置は所内専用装置として取り扱っており、利用者は装置担当者に依頼する「依頼測定」の形式を採用しています。 **技術レポート P.46 牧田**



予約システムハードウェア更新 (担当：岡野 芳則)

大学連携研究設備ネットワークとは各大学の所有するNMR, Mass, X線回折装置といった各種測定機器を相互に提供しあい、大学を越えての利用を促進するプロジェクトです。2012年12月、予約システムに使用しているサーバー一式の更新を行いました。

プロジェクトは2007年5月にスタートしましたが5年目に入った2011年後半あたりからアクセスの増加やデータの増大の影響でシステムのレスポンスが悪くなりハングアップしたりする現象が頻発しました。これに対処する為ハードウェアの更新を計画しました。極力システムのダウンタイムを作らないよう、予約システムを複数動かし、1つの予約システムがハングアップしても残りのシステムで運用を続けられるようにしました。ハードウェアとしてロードバランサを導入し、またサーバーは2台用意、サーバー上では仮想マシンで複数のOSを稼働させ予約システムを同時に2つ動かすようにしました。 **技術レポート P.48 岡野**



齊藤 碧さん退職

2013年3月末をもちまして当班技術職員、齊藤碧さんが退職されます。3月の機器センター会議では送別お茶会が催され大島機器センター長より饗別の品が贈られました。齊藤さんは4月から民間の会社に勤められます。



2012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/>



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の技術集団であり、現在7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。

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、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。

TOPICS

計算科学研究センターのHPCシステムの更新

本年度のトピックは、3つあります。1番目は、計算科学研究センターのHPCシステムの更新です。センターには2つのシステムが存在しており、昨年度はスパコンの更新を行いました。今年度は通称汎用コンと呼んでいるシステムの更新を行いました。汎用コンは、規模は小さいものの、ユーザがインターネットから直接ログインする会話処理サーバやファイルサーバ、さらに各種Webサービスを運用するクラウドを演算サーバ以外にも装備しており、このシステムだけで共同利用サービスが完結します。これに比べてスパコンは、演算サーバのみであり、システム全般に渡る多機能性という点で、汎用コンは複雑なシステムになっています。1年以上の期間がかかる調達手続きの間には、各社提案の検討から仕様書策定、導入時の調整やその後の検証など長期間に渡り様々な対応が必要ですが、スパコ



搬手前のラック群は演算サーバで、全部で368台、5888CPUコアのPCサーバです。奥のラック群はファイルサーバなどの運用系のサーバで、半分以上ディスクが占めています。

スタッフ Information

水谷 文保 MIZUTANI, Fumiyasu
手島 史綱 TESHIMA, Fumitsuna
内藤 茂樹 NAITO, Shigeki
岩橋 建輔 IWAHASHI, Kensuke
澤 昌孝 SAWA, Masataka
松尾 純一 MATSUO, Junichi
長屋 貴量 NAGAYA, Takakazu



ン更新に関わる調達手続きや導入後の立ち上げと汎用コン導入時期と重複していたことで非常に多忙を極めたほか、特にシステム運用全体に関わるシステムであるため、システム入れ替え時のサービス停止期間を極力減らす対応や、導入後の安定運用のために細心の注意を払ってきました。

タッチラリーシステムの開発 技術レポート P.52 岩橋

2番目のトピックは、10月に開催された一般公開への対応です。一般公開では、非接触型のICカードを使ったタッチラリーシステムを開発し、利用者全員にICカードを配布することで、参加者が楽しみながら各展示会場への誘導と、アンケートに対する見学場所や所要時間の詳細分析のための情報収集を行いました。こちらの詳細は、活動レポートをご覧ください。



さらに計算科学研究センターの企画として、インタラクティブな分子シミュレーションを3次元で楽しめるシステムを開発して展示を行いました。これは水分子の集合体を分子動力学により計算しながら3次元表示をしているもので、今回は身振りによって水分子の投入を実現可能なインターフェイスを使用することで、複数人が同時に楽しめる展示になりました。本展示は、12月に開催された「科学三昧inあいち2012」でも出展しました。

共同利用電子申請システムの開発 技術レポート P.55 手島

最後のトピックは、分子科学研究所の全ての共同利用申請を電子申請に置き換えるシステム開発です。この共同利用申請システムは、ごく一般的な Web を使ったシステムですが、次年度前期・通年の申請種類が13種もあったことから分かる通り、システム開発当初に各施設や事務職員にヒヤリングを行って仕様を決定する段階で、申請書が多岐に渡り、さらに申請内容が年々変化していくことや新規申請追加がある（次年度は募集直前に3件増えました）など、申請書毎にプログラム開発を行う従来の方法では時間的にも予算的にも破綻することが明確になりました。そこでこの問題を解決するために、XML形式のデータとして各申請書の構造を定義し、このXMLデータから多種申請フォームを汎用的に対応する機構を考案し、これを実現するエンジン（申請メニュー表示、申請書フォーム表示、申請データ受理の一連の処理を行う1本のプログラム）を開発しました。こちらの詳細も、活動レポートをご覧ください。

2012年度発表一覧 2013年3月に開催された愛媛大学総合技術研究会で以下の発表をしました。

水谷文保 vSMPによるジョブ単位の高SMP環境構築

澤 昌孝 低遅延ライブ配信とマルチプラットフォーム対応配信環境の構築

手島史綱 XMLを利用した共同利用申請システム

松尾純一 無線LAN端末の試作

岩橋建輔 OpenNIを用いたインタラクティブな体験型展示の作成

長屋貴量 ICカードを使ったタッチラリーシステムの開発

低温技術班

寒剤供給
 高圧ガス保安管理

スタッフ Information

高山 敬史 TAKAYAMA, Takashi
 水川 哲徳 MIZUKAWA, Tetsunori



担当施設：機器センター

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

分子研では、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。平成23年11月、明大寺地区のヘリウム液化機が更新され、これまで行われていた山手地区からのバックアップ体制は終了し、各地区独立して液体ヘリウムの供給が再開されました。明大寺地区では、平成23年度の寒剤供給量は、それぞれ液体ヘリウム41,744ℓ、液体窒素20,920ℓ、山手地区では、液体ヘリウム11,692ℓ、液体窒素34,908ℓを供給しています。

寒剤の供給

寒剤の供給業務は主に以下に掲げる項目があります。

液体ヘリウムの供給——高分解能核磁気共鳴装置・電子スピン共鳴装置・各種物性機器など、超電導マグネットを有した実験機器の運転には必要不可欠な冷媒です。

液体窒素の供給——主にサンプルの冷却用に用いますが、液体窒素トラップによる不純物の除去、あるいは低温実験装置内部への輻射熱を抑える断熱を目的とした用途に用いられるなど使用用途は幅広いです。

高圧ガス製造施設の管理——寒剤は高圧ガス保安法の対象となる物質なので、高圧ガス製造施設としての保安の管理も重要な業務となっています。

液体ヘリウムの供給

各地区独立して液体ヘリウムを供給する体制に戻りました。

明大寺地区の供給体制——現在は、更新されたヘリウム液化機リンデ社製L280により製造された液体ヘリウムを研究者へ安定的に供給しています。共通容器はパソコンを介してフリーに使用できる体制を取っています。また、研究室専用容器は使用者自ら液を汲み出すセルフサービスの体制を整えて研究者の利便性を図っています。

山手地区の供給体制——9年目を迎えるヘリウム液化機リンデ社製TCF20は大きな故障もなく安定的な供給を担っています。軽故障については、本号において個別の報告を掲載しています。NMRへの液の供給が9割を超えるため供給ロスも少なく、ヘリウムガス回収純度低下によるトラブルも皆無です。明大寺地区同様、共通容器の持ち出しはフリーの体制で利便性を図っています。 技術レポート P.62 水川

液体ヘリウムの持ち出し自動化システム——ヘリウム容器の持ち出しは、『液体ヘリウム供給自動システム』によりパソコン制御で行うため完全に全自動で管理されています。システムに付随するタッチパネルとスキャナで必要な情報の読み込みを行うだけで、初心者でも簡単に扱うことができるのが特徴です。

液体窒素の供給

セルフサービス方式——ユーザー自身が液体窒素を汲み出すシステムとなっています。

供給の予約は特に必要なし——勤務時間内であれば好きな時間に汲み出すことができます。

液体窒素の汲み出しは完全自動化——分子研ではすでに25年ほど前から自動化に対応しています。両地区共通のバーコードによる管理情報の読み取り方式を採用。操作画面にタッチするだけの簡単操作で初心者でも取り扱うことができるのが特徴です。

高圧ガス製造施設の管理

液体ヘリウム製造装置、ヘリウムガス回収装置、液体窒素貯槽は何れも高圧ガス保安法に則り有資格者が管理をしています。

ヘリウム液化機の更新

両地区のヘリウム液化装置は、液体窒素予冷を必要としない液化運転が可能で、運転コストを低く抑えられるという特徴があります。更に、膨張タービンや圧縮機の効率が良くなり省エネ型の液化機となります。

2012年度ハイライト

学術支援班

担当施設：広報室、史料編纂室、研究室

スタッフ Information

賣市 幹大 URUICHI, Mikio

南野 智 MINAMINO, Satoshi

原田 美幸 HARADA, Miyuki

中村 理枝* NAKAMURA, Rie

* 技術支援員



学術支援班は3名の技術職員が広報室、史料編纂室、研究室にて、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2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、学会発表ポスター印刷、写真撮影等

今年度は3年に一度開催される一般公開の年であり、広報室ではポスター作成、当日の配布物作成、プレスリリース等を担当しました。

新しい試みとしては、今回初めて地元有名新聞に告知広告を掲載しました。メリットは、西三河地区に配布されるため、今まで広報活動が難しかった豊田市や安城市、刈谷市等岡崎市近郊の市にアピール出来ることでした。しかし、残念ながら大きな効果は得られませんでした。例年行っている折込チラシの方が広報範囲は狭いですが、効果は高いことがわかりました。そして、やはり地元有名新聞に記事として掲載されることが非常に重要で、今回は掲載されなかったことが大きな反省点です。

プレスリリースの重要性は高く、広報室として今後の大きな課題です。

史料編纂室

平成18年1月、分子研・史料編纂室が設けられ、分子研創設に至る十数年にわたる長い歴史を物語る多数の資料(史料)が失われないよう、関連史料をできるだけ収集・

保存するため、アーカイブズ活動を進めています。学術支援班では、史料目録の作成やホームページの作成等技術的サポートを行っています。

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・研究室では赤外反射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電子物性の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、支援要素が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。

技術レポート P.64 売市

TOPICS イベント情報配信メール登録者数^増

市民公開講座・分子科学フォーラムや一般公開等のイベントをメールでご案内する情報配信メールですが、昨年度ご報告した登録者数がこの1年で約80名から140名となり、約1.8倍増加となりました。またメール配信を解除された方は6名と大変少なく、登録者の科学イベントに対する関心の高さが伺えます。市民公開講座・分子科学フォーラムの問い合わせや常連の方も増えつつあり、メール配信の効果が現れつつあります。大変嬉しい結果です。

今後も地道に続けて行き、多くの方に科学セミナー(岡崎市では貴重!)への関心を持っていただきたいと思います。

(原田 美幸)

平成24年度の技術課について

技術課長 鈴木 光一



技術課は技術分野に応じて7つの技術班があります。本誌「かなえ」は平成24年度の各班の業務実施の状況や成果等を報告していますが、ここでは技術班や研究施設ごとの技術レポートではなく、技術課として実施した主な活動を紹介します。また、研究所の共通的な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。

機構技術研究会

自然科学研究機構の5研究機関に所属する技術職員のための研究会で、法人化以降毎年続き、今年度の第7回目を分子研技術課が担当し開催しました。この研究会は機構内の様々な技術分野に携わる技術職員の「相互理解」が主眼となっています。それぞれの専門業務を異分野の技術者に伝えて理解し合うために、発表内容などを工夫していただき、各機関から合わせて21件の講演となりました。研究会では慣例で担当研究機関より特別講演を企画します。今回は分子研の秋山修志教授により生物の体内時計に関係したタンパク質の研究を紹介していただき、参加した技術職員にも興味深く解りやすい内容でした。分子研の施設見学なども含め、全体として有意義な研究会とすることができたと思います。以下に研究会の概要と分子研技術課からの研究発表を示します。



第7回自然科学研究機構技術研究会

会期：2012年5月23日～24日 会場：岡崎コンファレンスセンター

特別講演

生物の時間をはかるタンパク質時計 秋山修志
～分子の概日運動をとらえるための工夫～ (分子研 教授)

技術セッション (分子研技術課)

電子増倍管・光電子増倍管・シリコンフォトダイオードの特徴と使い分け 蓮本正美 (UVSOR)

電子顕微鏡と分光装置 何が分かるか 齋藤 碧 (機器センター)

岡崎3機関のネットワーク 松尾純一 (計算科学研究センター)

MgF₂非球面レンズの超精密加工 近藤聖彦 (装置開発室)

技術セッション

国立天文台 4件 核融合科学研究所 5件
基礎生物科学研究所 4件 生理学研究所 4件

施設見学

スーパーコンピューター He液化装置 放射光施設 (UVSOR)

ものづくり岡崎フェアへの出展

従来から技術課と岡崎市商工会議所との関係は深く、商工会議所を介して岡崎市内の中小企業との交流や技術的な連携関係を推進しています。岡崎市には商工会議所が中心となって活動する「岡崎ものづくり推進協議会」があり、分子研の教員も学識委員として協力しています。この協議会が隔年で開催する「ものづくり岡崎フェア2012」へ岡崎市内の研究機関・教育機関の一つとして出展しました。出展ブースには、機器開発班が進めている超精密加工技術、マイクロ加工技術、フォトリソグラフィ技術の紹介と、平成24年度から始まった文部科学省ナノテクノロジープラットフォーム事業に分子研が実施代表機関となったため、研究所が提供する主な研究設備等について紹介しました。



技術課セミナー

定例の行事として定着してきた「技術課セミナー」ですが、平成24年度は放射光のビームライン技術 (UVSOR) にスポットをあて、「放射光ビームライン技術の最前線」として、所内外から6名の講師の方々に、放射光関連以外の人にも理解できる内容での講演をしていただきました。

ビームライン技術は、色々な技術が集まった総合的技術であり、今回は、UVSORに関連がある放射光軟X線ビームライン周辺技術を中心として、「真空」・「分光」・「ビームライン設置」などについて基本から最近 (最前線) の技術を通して、放射光



ビームライン技術の知識を深めました。

今年度は所外・所内合わせて約60名の参加を得て、小規模ではありますが充実したセミナーとなりました。

所外の参加機関としては、中部シンクロトロン施設、広島大学、KEK、名古屋大学など放射光施設を保有している機関からの参加が目立つと共に、岡崎市内・関東圏などの一般企業からも参加をいただきました。

なお、各機関・岡崎商工会所にはポスターの掲示をお願いし、開催を呼びかけました。



技術課セミナー「放射光ビームライン技術の最前線」 開催日：2013年2月6日（水）

「放射光の作り方・使い方」

加藤政博（UVSOR施設長）

「軟X線分光技術の基礎と最近の進展」

雨宮健太（高エネルギー加速器研究機構 物質構造科学研究所）

「ナノビーム利用のためのビームライン技術の最前線」

大橋治彦（高輝度光科学研究センター）

「ビームラインの超高真空技術、光学素子の炭素汚染除去」

間瀬一彦（高エネルギー加速器研究機構 物質構造科学研究所）

「ビームライン建設における機器製作とアライメント」

原 玲丞（(株)トヤマ）

「UVSORの最前線～走査型透過X線顕微鏡とその展望～」

大東琢治（UVSOR）

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24年度は下表の受入研修を実施しました。

所 属	氏 名	内 容
一関工業高等専門学校	阿部慶子	ワイヤー放電加工機の取り扱い
北海道大学	電子科学研究所 今村逸子	マイクロ流路の製作
舞鶴工業高等専門学校	能勢嘉朗	ネットワーク管理マネジメント
国立天文台	三ツ井健司 岡田則夫	共同開発[MgF ₂ 超精密加工]

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。このような外部職員向けの研修制度は核融合

科学研究所や高エネルギー加速器研究機構（KEK）でも同様に行われていましたが、近年は実施例が少なくなっているようです。分子研は受入側の職員に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。これも実施例としては多くありません。別の方法として、専門技術分野に応じて講師を招きセミナー（技術課セミナー）を開催し、そこに他機関の技術職員にも参加していただき、研修とすることも行っています。

従来のような受入研修についてKEKでは今後積極的に復活させるとのことで、平成24年度の「KEK技術職員シンポジウム」での講演を依頼され、研修制度について分子研の状況を紹介し、併せて「受入研修」の内容など今後の方向性について意見交換を行いました。

技術研究会

全国規模の技術研究会として「総合技術研究会」が愛媛大学、「機器・分析技術研究会」が大分大学で開催されました。この2つの技術研究会は分子研と特に関係が深く、研究会での発表については技術職員の研修の一つとしているので、積極的に参加しました。愛媛大学へは口頭4件、ポスター8件の発表を行いました。大分大学へはポスター発表1件を含め2名出席しました。内容は本誌の技術レポート等で詳しく紹介されています。

その他

平成24年度の技術課の職員研修として、前述した研究会等以外に「放送大学による職員研修」「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）による研究活動も行われました。さらに、研究施設ごとに必要とされる専門技術について、例年どおり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。

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、研究所も体験先の事業所として協力しています。毎年多くの学校から受入希望が寄せられ、特に岡崎

市を中心とした中学生の職場体験は、年間4校までに限定し、技術職員が対応することにしました。平成24年度の状況を下表に示します。

研究所一般公開

分子研の一般公開は3年ごとの開催で今年度は2012年10月20日に行われました。研究室、付属施設などの公開展示や体験型展示を研究所の職員が総出で準備します。研究室公開のみならず、会場となる建物内や研究所キャンパス全体についても様々な準備が必要で、この部分は学術支援班（広報室）が中心となり活躍しました。また技術課長は実行委員会の副委員長に選任されるのが通例で、そのため技術課は公開の準備に協力する場面が多くあります。特に今回は計算科学技術班が電子版スタンプラリーとしてICカードを使った「タッチラリー」を企画しました。来場者に磁気カードを持たせることで、会場内では景品付きのスタンプラリーを楽しんでもらう一方、運営側は来場者の状況をリアルタイムで把握することができる情報システムです。一般公開のように人が多く集まるイベントなどでの情報機器の活用例として大変有効でした。開発の詳細は本誌の技術レポートに紹介されています。

共同利用申請システム

分子研は大学共同利用機関として大学等の研究者の利用に供し、共同研究などで学術研究を発展させる使命があります。その共同利用の実務として共同研究や施設利用などを公募し、申請内容の審査・採択などを行っていますが、未だ申請や審査は紙書類で行っていました。これらは早急

に電子化することが望まれ、平成24年度後期の共同利用申請からWeb申請をスタートさせています。この申請システムは一昨年度から計算科学技術班が中心となって開発に貢献しました。仕様変更や将来の追加オプションなども柔軟に対応可能で、かつ経済的な運用や維持が可能なシステムを目指して開発しています。詳しくは本誌の技術レポートを参照して下さい。

安全衛生・防火防災

労働安全衛生は法人化以降に研究所の支援業務として強化するため安全衛生管理室が設置され、技術職員も安全巡視をはじめ様々な業務に担当者として関わっています。また、防火防災関係でも、東海・東南海・南海の連動型大型地震の懸念から、防災対策の重要性が高まり技術課でも対策の実務を業務として取り組んでいます。

例年、3機関で防災訓練を実施していますが今年度は分子研独自の企画で業務用無線を準備し使用しました。岡崎3機関には1.5kmほど離れて「明大寺地区」と「山手地区」と2つのキャンパスがあります。この2カ所の連絡手段の1つとしてデジタル無線機の導入を技術課で進めました。



(左) 防災意識を高める訓練により多く参加していたくよう遊び心も入れた消火訓練の実施
(右) 山手地区防災訓練で明大寺地区の分子研の研究総主幹と無線交信する岡田生理学研究所長（右端）

表 平成24年度職場体験受入状況

日程	受入学校	担当部門/施設	内容
8/22～8/23	岡崎市立電海中学校	機器センター UVSOR	液体窒素・液体ヘリウムの取り扱い。ヘリウム液化運転、液体ヘリウム汲出、液面測定（機器センター）。金の厚さによる色の変化の観察（UVSOR）。
8/23～8/24	岡崎市立岩津中学校	錯体物性研究室	化学反応を体験する。光る物質を作ってみる、水を分解してみる。
10/4～10/5	岡崎市立美川中学校	計算センター 装置開発室	CATケーブル自作作業、OAフロア下へのファイバー敷設作業およびネットワークスイッチを使ったネットワーク作業（計算センター）。回路工作および動作検証（装置開発室）。
11/20～11/21	岡崎市立額田中学校	機器センター 計算センター	結晶作成の体験（硫黄）およびX線解析装置のデモンストレーション（機器センター）。CATケーブル自作作業、OAフロア下へのファイバー敷設作業およびネットワークスイッチを使ったネットワーク構築作業（計算センター）。

技術レポート

機器開発技術班

高磁界超伝導線材の臨界電流特性における曲げひずみ印加効果測定プローブの製作	近藤 聖彦	18
マイクロ流路ミキサーの改良	高田 紀子	19
時間分解FTIR用回転セルの製作	水谷 伸雄	21
高精度金属ミラーの製作について	青山 正樹	23
既存放電加工機の加工特性測定とグラッシーカーボンの加工	矢野 隆行	24

電子機器・ガラス機器開発技術班

微小電圧(mV)パルス発生器の製作	吉田 久史	26
FPGAを用いたデジタルフィルタの製作	豊田 朋範	29
CMOSアナログLSI設計技術の習得	内山 功一	31

光技術班

UVSOR 加速器高度化改造～UVSOR IIからUVSOR IIIへ	山崎潤一郎	34
真空インターロックシステムと分光器制御プログラムの作成	近藤 直範	38
光検出器の特徴と使い分け	蓮本 正美	41
UVSORにおけるTurn-By-Turn BPMシステムの開発	林 憲志	43
コラム あの白いテントは何？ 堀米 利夫 出射部真空計の更新 酒井 雅弘 体験展示か実演展示か？ 岡野 泰彬		45

機器利用技術班

有機微量元素分析装置（J-SCIENCE LAB MICRO CORDER JM10）	牧田 誠二	46
大学連携研究設備ネットワーク予約システムのハードウェア更新	岡野 芳則	48
コラム 施設利用者による研究会に参加 藤原 基靖 コミュニケーションの壁 齊藤 碧 新型プローブ 中野 路子		51

計算科学技術班

ICカードを使ったタッチラリーの開催	岩橋 建輔	52
汎用システムの開発を目指して（共同利用申請システム開発）	手島 史綱	55
コラム CPU内蔵GPUは高品質ライブ配信のエンコード処理に実用的か？ 澤 昌孝 WWWページの改竄について 内藤 茂樹 新スパコンの利用統計 長屋 貴量 マイコンのネットワーク対応 松尾 純一		60

低温技術班

山手地区ヘリウム液化システムのトラブルとその解決	水川 哲徳	62
--------------------------	-------	----

学術支援班

赤外・ラマン分光法による電子状態の研究	売市 幹大	64
---------------------	-------	----

高磁界超伝導線材の臨界電流特性における 曲げひずみ印加効果測定プローブの製作

近藤 聖彦 機器開発技術二係

キーワード：高磁界、超伝導マグネット、臨界電流特性、曲げひずみ

将来のエネルギー問題の一つの解決策として、核融合が考えられている。この方法は、海水から取り出した水素を燃料として高温を作り出すため、これが実現できれば、資源不足に悩まされることはない。さらに、この核融合を起こす炉内で生成されるプラズマを利用することにより、タービンを回転させるなどの方法で発電し、電気が作り出せると考えられている。ただ、このプラズマを長時間維持することは、非常に難しく様々な方法が提案されている。その一つに、ヘリカル型という方法があり、ねじれた超伝導コイルを使用して、磁場を発生させ、炉内にプラズマを“閉じ込める”方法が行われている。このコイルの導体は、超伝導材で作られた線が使用されている。しかし、この線材は僅かなひずみによって、臨界電流（超伝導状態で通電できる電流量）特性が劣化することが知られている。このため、高磁界マグネットの設計・製作は、コイルに使用する線材の許容ひずみ量で制約されているのが現状である。

このような背景から、次世代の核融合装置における高磁界超伝導マグネットの実現に向けて、臨界電流特性に対する超伝導線材の機械的ひずみの感受性の鈍化に向けた新材料開発が重要となっている。そこで、この研究に、高磁界中で超伝導線材に曲げひずみを印加した時の臨界電流を測

定する装置が必要となる。一般に、ひずみ印加機構は非常に複雑で大型装置が主流であるが、装置開発室においては、簡易的な曲げひずみ印加機構をもつスリムな臨界電流測定装置を製作したので報告する。

始めに、「曲げ印加機構」の構造設計から議論を行い、図1に示すリンク機構式の「曲げ印加機構」の試作を行った。これは、曲げ発生軸が上下運動することで、板バネ構造の線材固定部品が凹凸に変形する機構になっている。この機構は、半径20 mmまでの曲率を線材に印加することができ、線径がφ0.8 mmにおいては最大2.0%の曲げひずみ量を印加できる。このようなことから、線材固定部品の材質は、弾性領域が大きい熱処理済みのBe-Cu合金を使用した。Be-Cu合金を熱処理するのは、引張り強度を増大させ、本仕様の曲げ応力に耐える強度にするためである。さらに、この曲げ機構はボア径φ52 mmの超伝導マグネットに挿入し、極低温環境で可動させるため、最大外径をφ50で設計し、ひずみ測定には極低温用のひずみゲージを使用した。また、最大磁場が作用する位置は、ボア入口から約1700 mm下方であるため、装置の全長は図2に示すように約2 mとなった。



図1 試作した曲げ印加機構

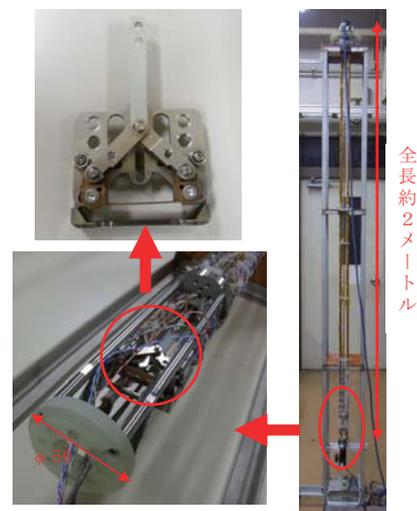


図2 曲げひずみ印加機構を備えた臨界電流測定装置

マイクロ流路ミキサーの改良

高田 紀子 機器開発技術二係

キーワード：マイクロ流路ミキサー、フォトリソグラフィー、PDMS、層流、分子拡散による混合

昨年度に引き続き、タンパク質の構造変化を調べるために用いるマイクロ流路ミキサー（以下、ミキサー）の製作をフォトリソグラフィーで行った。昨年度は、2液を混合する流路部分（以下、混合部分）の幅が10 μmのミキサーを製作した。送液テストの結果、2液の反応によって起こる輝線の幅が5 μm程度と流路幅に比べ細かったことから、混合が十分行われないうちに次の観察部分に到達してしまっていることが分かった。製作したミキサーの構造

を図1、製作工程を図2、送液テストの写真を図3に示す。マイクロサイズの流路内では基本的に溶液は層流で流れるため、混合は分子拡散によってのみ起こる。分子拡散によって濃度が均一になる時間は流路幅の2乗に比例するため、混合部分の幅を、前回の10 μmから5 μmに細くした改良型の製作を行った。ここでは、製作したミキサーのレジストパターンとPDMSパターンのSEM画像、また断面形状について確認を行ったので、それについて報告する。

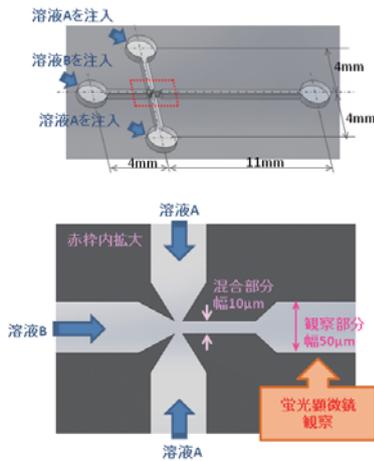


図1 マイクロ流路ミキサーの構造

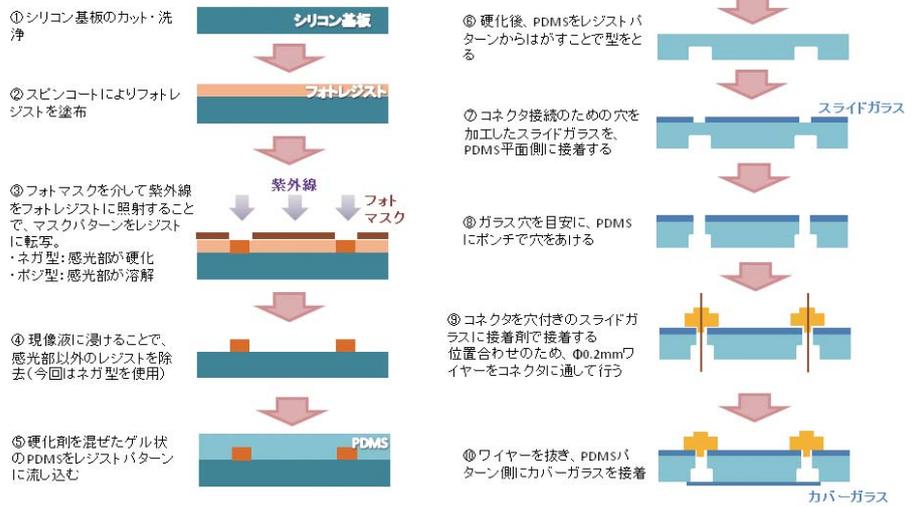
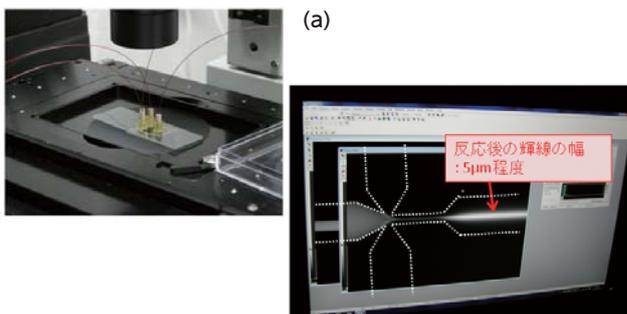


図2 マイクロ流路ミキサーの製作工程



(b)

図3 送液テストの様子
(a) 倒立型の蛍光顕微鏡で観察
(b) 蛍光顕微鏡画像
2液の反応により幅5 μm程度の輝線が確認された

マイクロ流路ミキサーの改良

これまでの経験から、原版となるフォトマスクと比較して、レジストパターンの幅が約1.5 μm太くなることが分かっている（フォトマスク上でパターン幅が4 μm、レジスト厚が50 μmの場合）。そこで、今回改良型を製作するにあたって、最終的な流路幅が5 μmになるようフォトマスクの設計値は3.5 μmで行った。

また、実験を行う際、蛍光顕微鏡での観察位置が分かるように目盛があると望ましい。今回は、幅4 μmの数字パターンを凸で製作した。この場合、高さはレジスト厚と同様50 μmなので、アスペクト比が10以上の突起が立つことになる。当然強度が弱くなるので、PDMS樹脂で成型を行いはがす時に、数字パターンがとれたり倒れたりしてしまうことが分かった。そしてこれらによって、次の工程であるガラスとの接着が阻害される部分も見られた。この点を踏まえ改良型では、流路に沿って凸になるようレジストで目盛パターンを製作し、その中に数字パターンを凹で掘りこむ形に変更した。

製作したレジストパターンとPDMSパターンのSEM画像を図4に示す。また、断面形状を確認するために、流路部分で切断しSEM観察を行った（図5）。レジストにおける突起の断面形状は先が太い逆テーパ型になっており、根元部分がフォトマスクとほぼ同じ寸法であるのに対して、先端部分は3 μm程度太くできていた。それに従いPDMSにおける溝の形状は、流路入口部分よりも底部分の方が3 μm程度太かった。ちなみに、今回はネガ型のレジスト（照

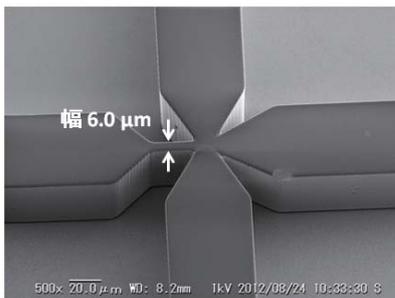
射部分が硬化し凸型に残るもの）を使用しているが、以前別件でポジ型レジスト（照射部分が溶解し凹型の溝になるもの）を使用した時の断面形状は、先が細いテーパ型となる傾向が見られた。これらの原因としては、露光時における光の回折の影響がレジスト上部で強く出ていることが考えられる。対策には、露光をより短時間で行うことが挙げられる。

今後の予定

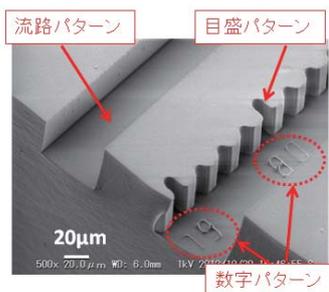
流路幅を変更することで、混合の程度にどのように影響するかを確認したい。また、流体解析を用いてあらかじめシミュレーションを行うことができれば、時間やコストの低減につながると共に、依頼者に対して説得力のある提案をこちらからもできるようになる。今年度は7月に、流体解析ソフト「ANSYS CFD」のセミナーを受講したが、流体に関する基礎的な知識もなく、まだまだ実践には至っていない。今後も引き続きセミナーの受講や情報収集などを続けていくようにしたい。

謝辞

マイクロ流路ミキサーの製作依頼にはじまり、研究内容やそれに適した流路パターンについてアドバイスくださり、また、送液テストのご協力をいただいた分子科学研究所 生体分子情報部門 木村哲就助教に、紙面を借りてお礼申し上げます。

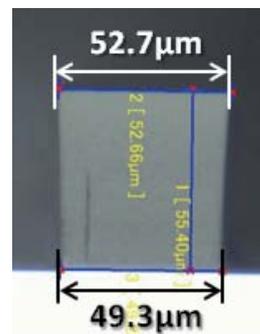


(a)

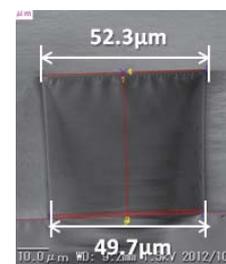


(b)

図4 レジストパターン(a)とPDMSパターン(b)のSEM画像



(a)



(b)

図5 レジストパターン(a)とPDMSパターン(b)における断面形状の観察

時間分解FTIR用回転セルの製作

水谷 伸雄 機器開発技術一係

キーワード：時間分解偏光赤外分光、回転セル、スウィングアーム、水冷ジャケット

はじめに

本回転セルは、光エネルギー変換系における水分子の関わりを時間分解偏光赤外分光法で解明する為の試料駆動装置として、生体分子情報部門古谷准教授、木村助教らの依頼により設計製作した。同時に製作したフィルターホルダーと駆動装置を図1に示す。なお、制御回路の設計製作は、エレクトロニクスセクションの内山氏が行った。

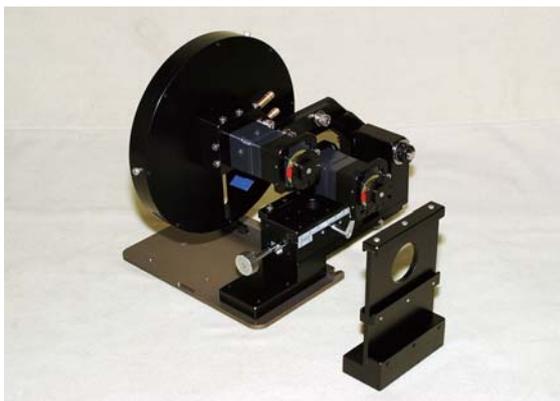


図1 回転セル駆動部,フィルターホルダー

設置条件

駆動装置は、BRUKER VERTEX80型分光器内のクイックロックベースプレート (166 mm × 100 mm) 上に固定される。回転セル (試料部分) 以外の駆動系は分光器の外に出ても良いが、その場合、サンプルコンパートメントカバーの大幅な改造が必要となり、クイックロックベースプレートのロック機構への負担も増え好ましくない。そのため、出来る限りの小型軽量設計を試みた。

基本動作機構

求められる動作は、直径 Φ 140 mm 厚さ 3 mm の CaF₂ 円板 2 枚に封じ込まれたフィルム状試料を独立したモーターにより回転運動 (0.11 Hz ~ 1 Hz 程度) と上下運動 (0.5 Hz 程度) を同時に制御させることである。こ

の動作により照射する励起光は試料全面にサイン波状の軌跡を一定のタイミングで描き続けることになる。この時、照射する励起光を渦巻模様のような連続した円周状の軌跡にすると最後の照射点から最初の照射点に戻る時に空白時間が出来てしまうが、サイン波状の軌跡を描くことで最後の励起点から最初の励起点への移動空白時間を無くすることができる。これにより一度励起された試料部分 (一定時間後には、励起前の状態に戻っている。) にも繰り返し励起光を照射でき、連続的にデータを蓄積することが可能となる。

試料の冷却

CaF₂ 円板に封じ込まれた試料は励起光による温度上昇が考えられるため、中心部には水冷ジャケットを設け恒温循環水を通す事で温度上昇を防ぐ。この水冷ジャケットは、試料回転モーターの発熱を抑える働きもする。試料回転モーターと水冷ジャケットを図2に示す。

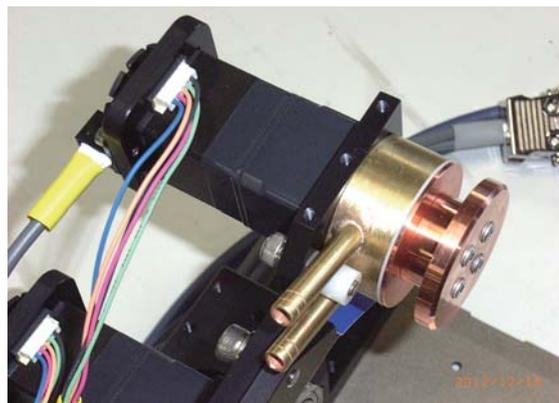


図2 試料回転モーター,水冷ジャケット

試料回転部

CaF₂ 円板を回転させるモーターは、 \square 28 mm × 28 mm の 5 相ステッピングモーターと減速比 100 のハーモニックドライブギアとの組合せで、低速回転 (0.11 Hz

～1 Hz) で、高出力(励磁最大静止トルク 2.4 N・m) な運転を可能にしている。回転数は、モーター後部に取付けたチョッパーで読取っている。CaF₂円板は、黒色アルマイト処理を施したアルミ製のカバーで覆われ、外部の光や反射光の影響を受けにくくしている。他のアルミ製部品も黒色アルマイト処理を施し反射光の低減を図っている。

上下駆動部

回転する試料の上下動は、励起光の軌跡を計算する上では垂直運動が望ましいが、機構が複雑になり重量も増す事から、スウィングアーム式とした。スウィングアームの動きは、試料回転用モーターと同じユニットを使用し、外周にベアリングを装着した偏芯軸(偏芯量 10 mm)により上下動する。この偏芯軸付モーターは、スウィングアームと平行に取付けられたステージの移動により振れ幅の調製を行う(図3)。減速ギアにハーモニックドライブを使用する事で、バックラッシュを無くすと共に振動の低減を図った。

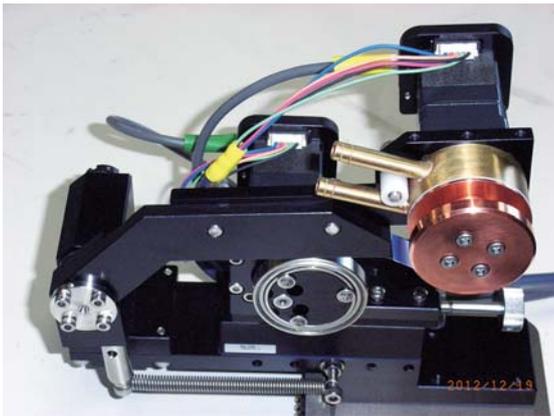


図3 偏芯軸,スウィングアーム,調製ステージ

現状

回路工作室での試運転後、赤外分光器に取付け駆動部が干渉しないか確認した(図4)。

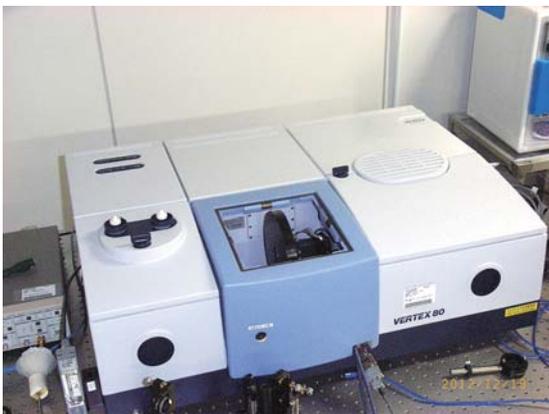


図4 動作確認の様子

サンプルコンパートメントカバーを閉じた状態での動作に問題はなかったが、設計段階で確認されていた試料カバーの上方への突出し(図5)は、サンプルコンパートメントカバーのトップリッドを箱形にして高あげする事で対応した(図6)。



図5 試料カバーの突出し量確認



図6 箱形トップリッドの製作

この時の試運転では、振動やノイズは問題にならないレベルであった。今後、光路確認、スウィングアームの振れ幅微調製の後実験に使用される。

高精度金属ミラーの製作について

青山 正樹 機器開発技術一係

キーワード：超精密加工 非球面ミラー

装置開発室ではアルミ製のミラーの製作依頼が度々あり、要求精度に応じて次のような製作対応を行っている。数ミクロン程度の形状精度で良い場合は、通常のNC旋盤やフライス盤による加工を行った後ピカールなどの研磨材により表面粗さRa数十nm程度の鏡面に仕上げている。また1 μm以下の形状精度が必要な場合は、超精密加工機によりRa数nm程度の鏡面加工を行っている。それぞれの方法で最近製作した2件のミラーについて紹介する。

図1は、線光源である放射光（SR）を1点に集光するための非球面・非対称の集光鏡である。テラヘルツSRの集光で利用されるもので10 μm以下の形状精度が求められている。前回製作した形状に、新たに冷却用パイプを埋設するための溝をミラー中央部に配置した形状となっている。材料にはあらかじめ残留応力除去のための熱処理を施されたアルミ合金5052材を使用している。加工には一般的なNCフライス盤を使用し、加工後にピカールによるハンドラッピングを行った。図3はレーザープローブ式の

非接触3次元測定器による、ミラー長手方向の形状誤差量の測定結果である。X軸方向距離25 mm付近の大きな形状誤差はボールエンドミル工具中心部での加工の影響であり、その部分を除いた形状誤差量は±4 μmであった。

図3はIPES用楕円面鏡の製作写真である。形状精度は1 μm以下が理想であるため、国立天文台先端技術センターの超精密加工機により、単結晶ダイヤモンド工具を使用して切削加工を行った。図4はミラー面の表面粗さである。このようにミラー表面の粗さはRa5nmの良好な鏡面が得られている。形状精度はミラーの形状が深い凹状となっているため、測定用対物レンズと測定物が干渉するために測定することができなかった。接触式の3次元形状測定器なら測定可能であるが、ミラー表面に測定痕が付くため測定を行うことができない。このような製作ミラーの形状測定をどのように行うかについては、装置開発室の今後の技術課題である。

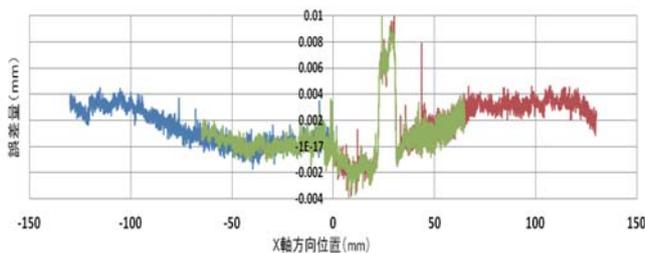


図1 非球面非対称集光鏡

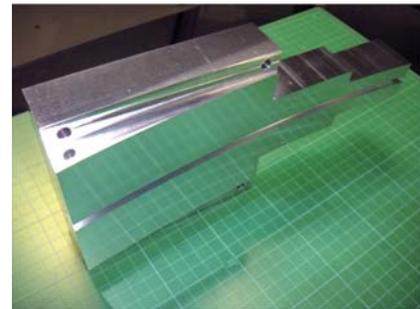


図2 形状誤差量測定結果



図3 IPES用楕円面鏡の製作写真

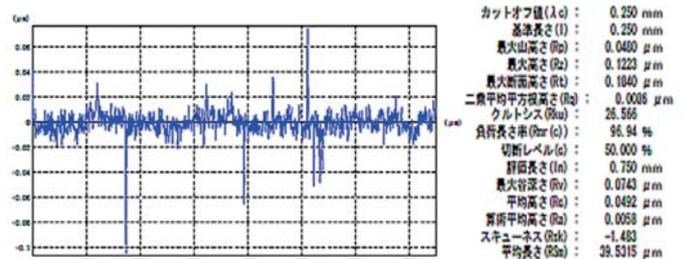


図4 表面粗さ測定結果

(JIS B 0601:2001 準拠)

既存放電加工機の加工特性測定と グラッシーカーボンの加工

矢野 隆行 機器開発技術一係

キーワード：電気加工、新素材、加工特性

はじめに

最近装置開発室に持ち込まれる材料にグラッシーカーボン（表1）と呼ばれる材料がある。グラッシーカーボンは、黒色ガラス状のガス不透過性炭素素材で、耐熱性や耐薬品性に優れており、電気伝導性が高く、熱伝導率が低いことが特徴である。また、気体や溶液が透過することなく、カーボンの粉が出にくいこと、さらに非常に高純度であるため半導体製造工程の基板ホルダーや遮熱板、燃料電池のセパレータなどに利用されている。

このようにグラッシーカーボンは優れた性能を持った素材であるが、ガラスと同じような加工方法をとらなければならないため、旋盤やフライス盤などを使用した切削加工は非常に困難である。

しかし、ガラスと大きく違う点として「電気伝導性が高い」ということから、放電加工に代表される電気加工が可能であるため、装置開発室が所有する形彫放電加工機を使用してグラッシーカーボンのテスト加工を行ったので報告する。

またテスト加工に使用する加工機が1992年に導入され20年以上経過しているため、現在の加工特性に関して確認したので加えて報告する。

既存放電加工機加工実験

装置開発室が所有する放電加工機はSodick社製A35Rである（図1）。

工具電極としてタフピッチ銅（φ10 mm）を用意し、加工対象として分子科学研究所でよく使用される、ステンレス（SUS304）とアルミニウム合金（A5052）を用意して形彫放電加工を行った。



図1 Sodick A35R

表1 主な材料の物性値

	黒鉛	グラッシーカーボン	石英ガラス	モリブデン
使用限界温度 [°C]	3200	3000	1200	2620
電気伝導度 [1/(Ω m)]	1.4 × 10 ⁵	2.2 × 10 ⁴	1.0 × 10 ⁻¹⁶	1.79 × 10 ⁷
線熱膨張係数 [1/K]	6.97 × 10 ⁻⁶	2.60 × 10 ⁻⁶	5.10 × 10 ⁻⁷	5.20 × 10 ⁻⁶
熱伝導率 [W/(mK)]	200	6.3	1.38	140
発塵性	有	無		
ガス透過性	有	無		

実験方法としては、電極の無消耗加工と有消耗加工の中からそれぞれ3種類の加工条件を選択し、タフピッチ銅の電極を加工物表面から深さ0.5 mmまで加工する工程により、できあがった穴の径、深さ、表面粗さを測定し、加工時間から加工速度を、加工物の除去体積と電極消耗体積から電極消耗比を算出した。結果を表2、3に示す。加工対象を鉄としたときの加工速度について、Sodickから提供を受けた値との比較を図2に示す。

表2 加工結果（ステンレス）

	加工条件	穴径 [mm]	穴深さ [mm]	加工速度 [mm ³ /min]	面粗さ [μ mR _{max}]	電極消耗比 [%]
無消耗加工	1	10.15	0.55	0.99	15.8	0.1
	2	10.18	0.57	8.3	38.8	0.1
	3	10.39	0.69	48.2	42.1	0.2
有消耗加工	4	10.02	0.33	0.05	3.6	53
	5	10.07	0.38	0.22	8.8	35
	6	10.06	0.4	1.07	18.3	38

表3 加工結果（アルミニウム合金）

	加工条件	穴径 [mm]	穴深さ [mm]	加工速度 [mm ³ /min]	面粗さ [μ mR _{max}]	電極消耗比[%]
無消耗加工	1	10.15	0.55	0.99	15.8	0.1
	2	10.18	0.57	8.3	38.8	0.1
	3	10.39	0.69	48.2	42.1	0.2
有消耗加工	4	10.02	0.33	0.05	3.6	53
	5	10.07	0.38	0.22	8.8	35
	6	10.06	0.4	1.07	18.3	38

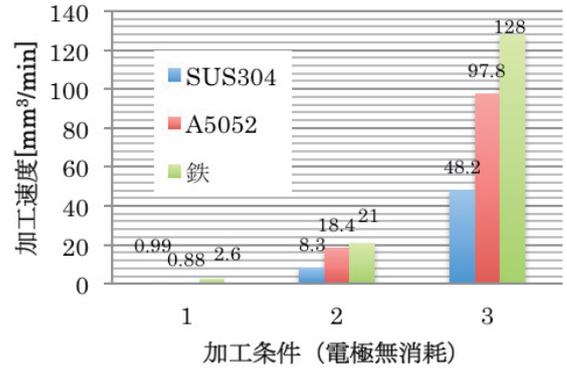


図2 材質別加工速度比較

加工機性能のまとめ

今回、メーカーから提供されている鉄を加工対象とした場合の検証を行っていないので経年変化による比較はできなかったが、加工条件別、材料別の指標の傾向を確認することができ、仕上げ加工用の条件1、4を除いて、ステンレスは鉄の75～80%、アルミニウム合金は鉄の40%程度の加工速度で加工可能であることを確認した。

グラッシーカーボン加工試験

放電加工においてカーボンは通常工具電極として使用されるため、加工条件には電極成形用の条件¹3つ（荒加工用・中仕上げ加工用・仕上げ加工用）を用い、工具電極に銅－タングステンを使用した。加工テスト内容は、円筒電極の先端を直径2 mmに成形し、深さ1 mmの止穴加工を行った。このとき、実際に加工された除去体積と加工時間、工具電極の消耗量を計測し、加工速度と電極消耗比を算出する。結果を表4に示す。

グラッシーカーボン加工試験のまとめ

今回の加工結果から、グラッシーカーボンが金属材料と同じように放電加工できることが確認できた。荒加工用の条件に関しては加工速度がそれほど上昇しなかったが、仕上げ加工用の条件に関しては通常の金属加工と同等の加工速度で加工できることが確認できた。工具電極に銅－タングステンを使用していることもあるが、電極消耗比も低く、精度の必要な加工も充分可能であると判断した。

表4 加工結果

加工条件	電極消耗比 [%]	加工時間 [min]	加工深さ [mm]	除去体積 [mm ³]	加工速度 [mm ³ /min]	加工対象が金属の場合の加工速度 [mm ³ /min]
荒加工	0.0031	6.883	0.960	2.751	0.400	2.92
中仕上げ加工	0.0152	14.683	1.071	2.650	0.180	0.19
仕上げ加工	0.0228	17.867	0.881	2.360	0.132	0.04

¹形彫り放電加工は基本的に転写加工であるため、電極の形が加工物に反映されます。その電極を形づくる為の加工条件のことです。

微小電圧 (mV) パルス発生器の製作

吉田 久史 電子機器・ガラス機器開発技術班

キーワード：CMOSアナログスイッチ、フォトMOSリレー、PICマイコン

はじめに

気相イオンの核磁気共鳴分光に必要な極低温のイオン束発生装置のために、数mV～数百mVの微小電圧パルスの発生器が必要となる。この時、イオンの運動エネルギーが極めて小さいために、パルス発生器のパルス出力には高精度な安定性が求められる。そこで、表1に示す仕様の微小電圧パルス発生器の開発を行うことになった。製作する電子回路はTTLレベルの外部トリガ信号に同期し、トリガ信号と同等のパルス幅で振幅がmV単位で設定可能なパルス電圧源である。

表1 パルス発生器の仕様

振 幅	5~100mV
パルス幅*1	0.1~1mS
周 期	~100mS
外部トリガ	TTL
負荷抵抗	∞

*1:トリガ・パルス幅に準拠

半導体スイッチ素子の評価試験

パルス発生回路の設計に先立ち、mVオーダーの微小電圧で使用できそうなCMOSアナログスイッチとフォトMOSリレーの2種類の半導体スイッチについて性能評価を行った。図1は、アナログスイッチとフォトMOSリレーのテスト回路を示している。いくつかのデバイスで試験を行ったが、ここでは代表としてFSA1156 (Fairchild) とAQY211 (Panasonic) についてのみ結果を示す。図

2は、トリガのパルス幅=5mS, Voltage Source=10 mVの時の入出力波形である。また、図2-(1)はパルス全体を(2)~(3)はパルス・エッジ部分を観測したものである(下段の(4)~(6)についても同様)。

テスト回路の構成の違いで、出力パルスの極性は反転しているが、両素子共に振幅=10 mVのパルス出力を得た。また、設定電圧が10 mV以下でも動作することを確認している。

アナログスイッチに関しては、スイッチング時に100 mVを超える大きなスパイク状のノイズとリングングが観測された。一方、フォトMOSリレーについては、前者に比較して応答速度が極めて遅いことがあるが、スイッチング時のノイズに関しては良好なパルス出力が得られることが分かった。

微小電圧可変電源回路

パルス発生回路には、mVオーダーでパルス電圧を設定するための高精度な可変電源が必要となる。図3は、そのための可変電源のブロック図である。温度係数5 ppm/°Cの2.5 V基準電圧を内蔵する16ビットのDA変換器であるAD5660-2 (Analog Devices) を用いることで、フルスケール5 V、分解能76.3 uVのプログラマブル電圧

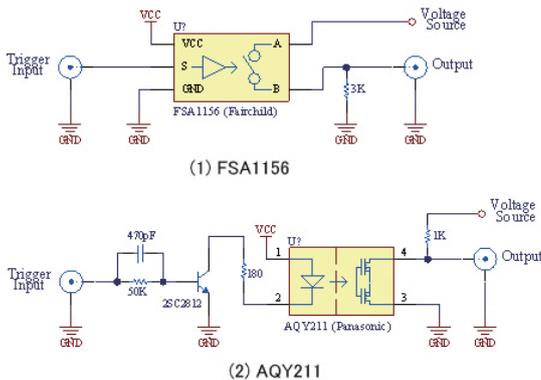


図1 スイッチ素子のテスト回路

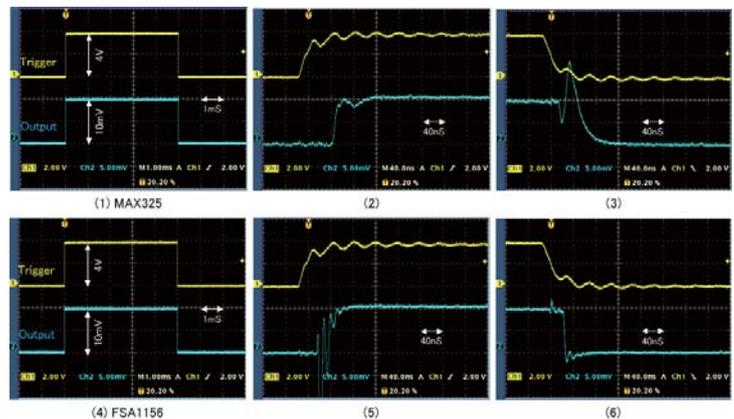


図2 テスト回路の出力波形

源とした。出力電圧は、3桁のサムホイールスイッチによりmV単位(最大999 mV)で設定する。この設定値の読み取りとDA変換器へのデータ送信のために、8ビットのPICマイコンであるPIC16F1827 (Microchip Technology) を使用した。PICマイコンは、設定値(3桁のBCDコード)とDA変換器の分解能からDAに送る16ビットのバイナリデータを求める。そして、SPI互換のシリアル通信でDA変換器の出力電圧を設定する。

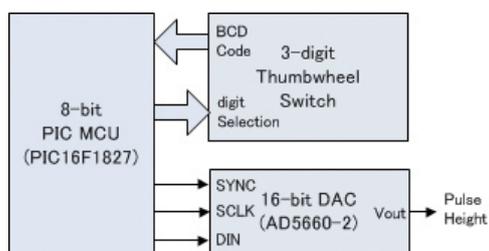


図3 高精度可変電源のブロック図

微小電圧パルス発生回路

アナログスイッチを使った場合、スイッチング時のノイズを低減するための工夫が必要であることが分かった。テスト回路は伝送路のインピーダンス整合について考慮を欠いたものだったので、その点を改良したパルス発生回路を設計することにした。図4はその回路図である。この回路は、伝送路の特性インピーダンスを50 Ωに整合する回路である。1.6 mm厚のガラスエポキシ両面銅張基板を用い、片面は全体をグラウンド(アース)とした。そして、表面実装部品を使用し、部品の実装面に特性インピーダンス:50 Ωのマイクロストリップラインを形成し配線を行った。マイクロストリップラインの線幅は、計算ツールを使って求めた。誘電率 $\epsilon_r=4.8$ 、銅箔の厚さ $t=35 \mu\text{m}$ の条件で、線幅は2.84 mmであった。また、

信号の入出力は、プリント基板に実装したSMAコネクタで行うようにした。

図5は評価した3つのデバイスについての回路の入出力波形である。図5の(1)~(3)はパルスの立ち上がり部分、(4)~(6)は立ち下がり部分を拡大したもので、パルス振幅=0 mV, 4 mV, 10 mVの時の波形を重ねて表示している。テスト回路と比較して、パルス出力はリングングの無いかなり改善された波形となった。しかしながら、パルスのエッジ部分では振幅は小さくなったもののやはりスパイク状のノイズが観測される。このノイズ振幅の減衰はインピーダンス整合のために挿入した抵抗分圧回路によるものであり、内部で発生するスイッチング・ノイズ自身を抑制したものでは無いと考える。これはデバイスの構造に起因して発生するものであり、ノイズを完全に抑えることは

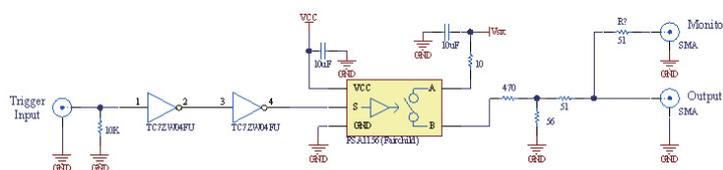


図4 アナログスイッチを用いたパルス発生回路

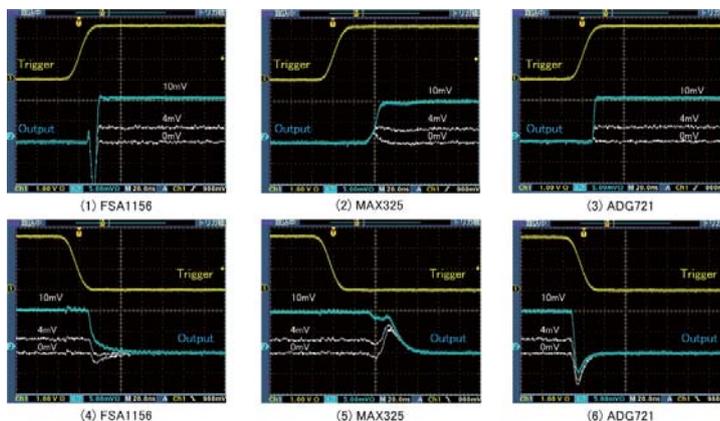
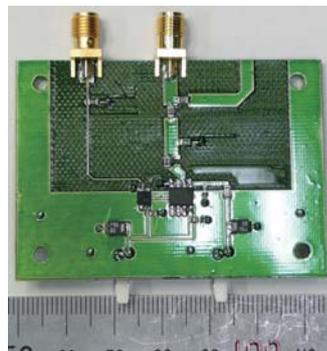
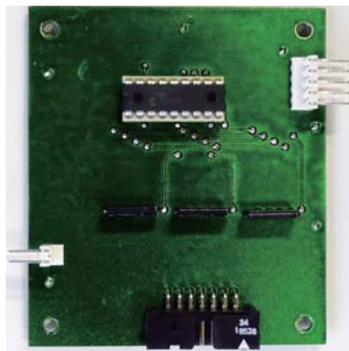


図5 パルス発生回路の出力波形



(1) パルス発生回路基板



(2) 可変電源基板



(3) パルス発生器の外観

図6 製作した微小電圧パルス発生器

困難であると考え。従って、本装置のように高精度の微小電圧を扱う用途では、よりノイズの小さなデバイスを選定することが重要になると考える。製作した微小電圧パルス発生器の写真を図6に示す。

おわりに

CMOSアナログスイッチおよびフォトMOSリレーは、mVオーダーの微小電圧のスイッチング素子として十分利用できることが分かった。特に、フォトMOSリレーは応答速度が遅いことを除くと、ノイズの少ない良好なパルスを得ることができる。一方、アナログスイッチを使用すれば、nSオーダーの高速パルスを作成することができる。しかしながら、スイッチング・ノイズは数百mVにもなることがあるので、微小電圧を扱う場合にはデバイスの選定や伝送回路のインピーダンス整合等に注意を払う必要がある。

製作したパルス発生器は、現在開発が進められている極低温のイオン束の発生装置で使用する予定であり、その試運転の結果に基づき今後も改良を加えて行くつもりである。

FPGA を用いたデジタルフィルタの製作

豊田 朋範 電子機器開発技術係

キーワード：デジタルフィルタ、FPGA、IP コア、VHDL、DSPLinks

はじめに

円偏光変調測定において、変調周波数 42 kHz に 0.2 kHz のランダム直線偏光を重畳させた際の和周波 (42.2 kHz) と差周波 (41.8 kHz) を分離検出するために、急峻な遮断周波数特性を有するローパス (もしくはハイパス) フィルタが必要である。

フィルタを回路構成で大別すると、受動素子である抵抗・コイル・コンデンサで構成されるパッシブフィルタと、OP アンプを中心に構成されるアクティブフィルタに分類できる。これらは現在では各種の設計支援ツールによって比較的容易に構築できるようになったが、急峻な遮断周波数特性を実現するには、複数のフィルタを連結させる必要があり、回路規模が大きくなる。また、特性の変更は困難である。

今回製作依頼のあったフィルタは、以前筆者が製作した -24 dB/oct のアクティブフィルタより急峻な -50 dB/oct 以上の遮断周波数特性を必要とする。一時は前述した従来型フィルタの多段構成を考えたが、(1) 従来型フィルタでは困難な急峻な遮断周波数特性を容易に実現できる (2) はんだ付け作業なしにフィルタの種類や特性をパラメータの修正で変更できる一などの理由から、FPGA を用いてデジタルフィルタを製作することにした。

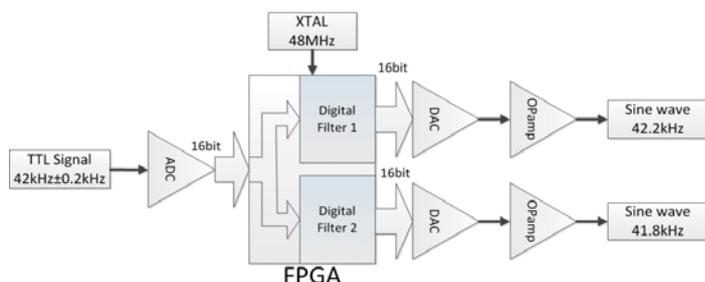


図1 デジタルフィルタのブロック図

回路構成

FPGA を用いたデジタルフィルタのブロック図を図1に示す。

FPGA は、Xilinx 社の 40 万ゲート、8064 ロジックセル、16 乗算器の Spartan-3 (XC3S400-4TQG144C) を搭載したブレッドボード XCM-008-400 (ヒューマンデータ社製：図2) を使用した。Spartan3 を採用した理由は、デジタルフィルタの機能ブロックである IP コア (後述) を無償で使用できることである。また、異なる特性のデジタルフィルタを 2 回路実装するために、ある程度大規模なロジックセルを有する FPGA が必要であった。

FPGA の開発環境は、Xilinx 社の ISE Webpack 14.1 を、ハードウェア記述言語は VHDL を用いた。デジタルフィルタの設計には DSPLinks (デジタルフィルタドットコム社製) を用いた。

A/D コンバータは 16bit、逐次比較型、1MSPS、シリアル/パラレル出力選択可の AD7671ASTZ を、D/A コンバータは 16bit、2MSPS、パラレルデータ入力の AD5546BRUZ (ともに Analog Devices 社) を採用した。パラレル入出力を選択した理由は、IP コアの入出力データバスがパラレルであるためである。

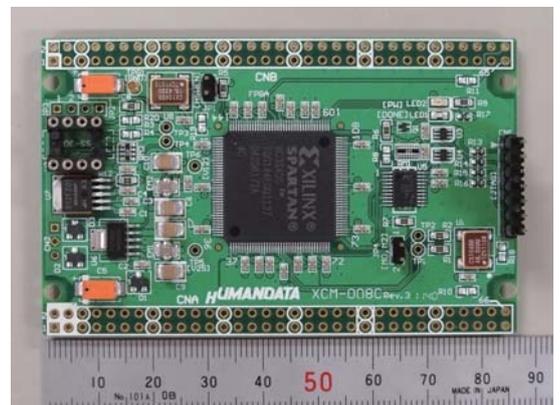


図2 Spartan3搭載ブレッドボード XCM-008-400

IP コアを用いたデジタルフィルタの構築

デジタルフィルタの基本は、量子化した信号を順次遅延させつつ係数を乗算することである (図3)。演算自体は比較的単純だが、これらの機能ブロックをVHDLで1から構築するのは困難である。そこで、FPGA メーカーなどから提供されているIP (Intellectual Property:知的財産) コアを利用することにした。ISE Webpackでは付属の構築ツールであるCore Generatorを使用することで、様々なデジタル信号処理機能のIP コアを導入できる。

使用方法は、初めにDSPLinksでフィルタを設計する (図4)。必要なパラメータを入力・調整してフィルタの特性を確認した後、係数をファイルとして保存する。続いてISE WebpackのCore Generatorで「FIR Filter」を選択し、「Coefficients File」で係数ファイルを読み込む。以降、他のパラメータを設定してコンパイルすることで、デジタルフィルタのIP コアが完成する。これを他のVHDLファイルにコンポーネント (部品) として接続することで、入力データといくつかの制御信号を用意すればデジタルフィルタを使用できる。

結果とまとめ

30 kHz、40 kHz、50 kHzのTTLレベル信号 (黄色: 2 V/div) 入力時の、遮断周波数40 kHzのLPF (青色: 500 mV/div) と遮断周波数30 kHzのHPF (紫色: 1 V/div) の入出力特性を図5-1 ~ 5-3に示す。HPFの出力段には遮断周波数42 kHzのアクティブLPFとアンプを付加している。これら2個のデジタルフィルタを実装したFPGAのロジックセル使用率は36%であった。はんだ付け作業なしにフィルタの種類や特性を容易に変更できることを実証するために、HPFを実装した。

Core Generatorが求める係数とDSPLinksで設計・出力した係数には若干の食い違いがあり、設計通りのフィルタを実現するのは難しいことが判明した。これを解決するには、Core Generatorに適合した係数を出力する設計ツールを搜索するか、自分で係数を算出する必要がある。

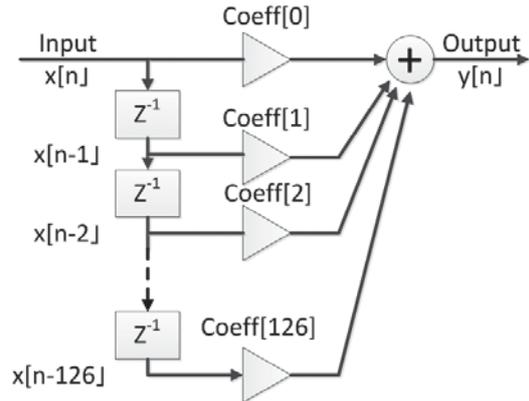


図3 デジタルフィルタのブロック図 (図は係数127個)

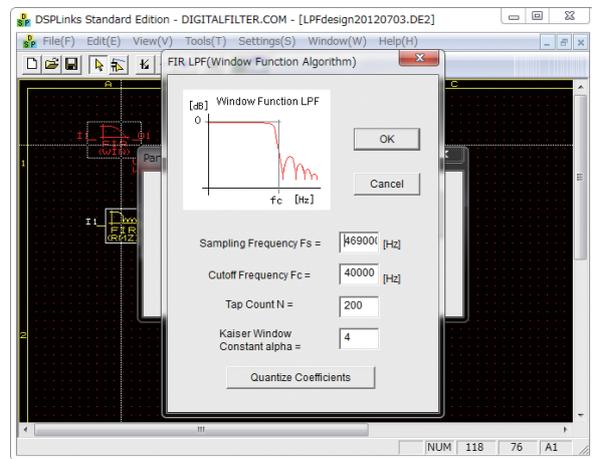


図4 DSPLinksにおけるフィルタ設計画面

製作したデジタルフィルタは実験システムにおいて試験・調整を行い、最適値を決定する方針である。

FPGAを使用することで、音声帯域以上の周波数領域に対応できるデジタルフィルタを構築できた。IP コアを利用することで、ハードウェア構成をシンプルに出来た。

IP コアは、無償で利用できる範囲でもFFTや乗除算・浮動小数点演算、DDS (Direct Digital Synthesizer) など様々なものが存在する。IP コアも活用して高速高機能なデジタル回路構築を進めていく所存である。



図5-1 30kHz入力時

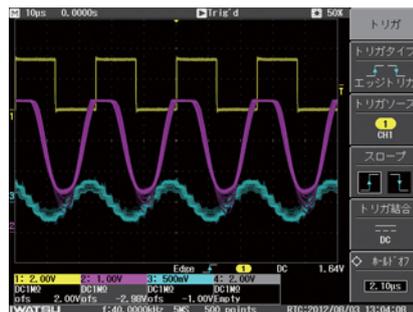


図5-1 40kHz入力時

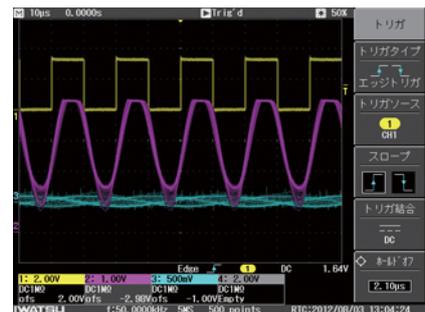


図5-1 50kHz入力時

CMOS アナログ LSI 設計技術の習得

内山 功一 電子機器開発技術係

キーワード：VDEC、試作LSI、オペアンプ

はじめに

我々はCMOSアナログLSIの設計技術習得のための取り組みを4年前から行っている。この取り組みについては、これまでの技術課Activity Reportで紹介している。今回は、前号で紹介した試作LSI2号機（デジアナ混載回路）の評価試験を行ったので報告する。また、これまで製作してきたLSIの試験結果を元に、3回目のCMOSアナログLSIの設計を行ったので合わせて報告する。

試作2号機の仕様

前回報告した通り、試作1号機に組み込んだオペアンプ回路は駆動能力不足と極端なパラメータ設定による不安定動作による問題があった。そのため、この問題を解消するように試作2号機の設計を行った（図1）。試作2号機は、特性の異なる2種類のオペアンプと、インバータ、NANDといったロジックゲート回路と、それらを組み合わせさせた三角波発振器を集積したデジアナ混載回路として設計した。オペアンプは、同軸ケーブルなどの数百pFの容量性負荷にも対応できるように出力段のトランジスタ数を増やして駆動能力を強化した。また、もう一つの問題であった安定動作についても条件を満たすようにトランジスタの設計を行った。それに加えて、テイル電流源へのバイアス電源回路を新たに設計し、LSIに組み込むことにより1号機で使用した外部電源が要らなくなった。オペアンプの仕様を表1に示す。オペアンプは共にDCゲイン70dB程度で、回路1は帯域幅が12KHzでMIMキャパシタによる位相補償回路を内蔵している。それに対し回路2は帯域幅が90KHzで、外部に20pFの位相補償用キャパシタを必要とする。三角波発振器のブロック図を図2に示す。三角波発振器は、積分回路、位相補償内蔵型のオペアンプを用いて三角波の上限及び下限を識別する二つのコンパレータ、充放電の状態を維持するためのロジックゲートによるRSラッチ、積分回路の充放電を切り替えるスイッチング回路で構成されている。

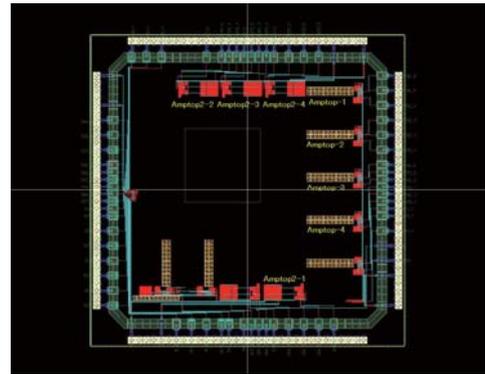


図1 試作2号機レイアウト図

表1 試作2号機オペアンプ仕様

	ゲイン (dB)	帯域幅 (KHz)	位相余裕 (°)
オペアンプ 1	73	12	72
オペアンプ 2	72	92	50 (20pF)

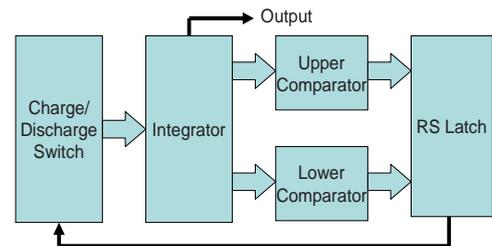


図2 三角波発振器ブロック図

試作2号機の結果

まず初めに、ロジックゲート回路であるインバータ、NANDゲートについての動作試験を行った。これらの回路は図3に示す動作波形図からわかるように、問題なく入力信号に対しての応答出力を得ることができた。インバータ出力は、立ち上り5nsec、立ち下り5nsec、動作遅延5nsecと良好な結果を得た。またNANDゲートに関しては、立ち上り5nsec、立ち下り8nsec、動作遅延5nsecとインバータ同様にこちらも良好な結果となった。実際にま

ともに動作したのはここまでであり、オペアンプやそれを利用した三角波発振器に関しては正常な動作を確認することができなかった。オペアンプ回路の動作波形を図4に示す。動作波形は一応入力信号にตอบสนองしているように見えるが、実際は減衰した出力波形が観測された。LSIに組み込んだオペアンプは、回路1、2それぞれ4回路ずつ計8回路製作し、全ての回路について動作確認を行ったが、全てのオペアンプ回路がまともに動作していないことがわかった。次に、入力を1/2VDDに固定することでオフセット電圧の測定を行った。その結果を表2に示す。数十mVから数百mVの間でばらつき、無視できないレベルであった。また、無作為に抽出した3つのLSIのオペアンプで誤差分布が類似の傾向を示すことが観測された(図5)。何故このような結果になったのかいくつかの原因を推測した。ひとつは、電流駆動能力を増強したにも関わらず配線の許容電流を考慮しなかったことである。また、デジタル回路や発信器と混載しているにも関わらずガードリングなどのノイズ対策をまったく行っていないことも挙げられる。動作不良の原因が、これらの要因のみかどうかは判断できない。これは基板上の電子回路と異なり、LSIの内部状態を確認する術が無いために原因の特定が難しいからである。通常、内部動作確認用のテストピンやテスト用の要素回路ブロックを用意するが、試作2号機ではこれらを作製しなかった。最後に、三角波発振器の動作波形を図6に示す。三角波発振器は、上記のオペアンプを利用しているためにコンパレータが動かず出力信号がローまたはハイレベルにはりつくと思われたが、何故か発振波形が観測された。しかし、この発振は不安定であり最初から動作しないことや、動作していても急に停止してしまうことがあった。これは、やはりオペアンプの動作不良が要因ではないかと考える。

試作3号機の設計

今年度行った試作3号機の設計は、これまでの失敗の反省から正しい設計手法を学び、今後のLSI設計に流用可能なレベルのオペアンプを設計することを目標とした。最初に、これまでのシミュレータのみに頼った設計から脱却するために、VDEC主催のアナログ集積回路設計演習セミナーに参加し、利用するプロセスで使用するトランジスタ特性の導出方法、オペアンプに使われるトランジスタサイズの導出方法、レイアウト時に注意すべき事項及び方法を学んだ。次に、今回試作する2種類のオペアンプの設計をセミナーの手法に習って行った。新たに設計したオペアンプの仕様を表3にレイアウト図を図7に示す。今回は、スルーレートと周波数帯域の異なる2種類のオペアンプの設計を行った。1号機であった駆動能力不足に対しては、単

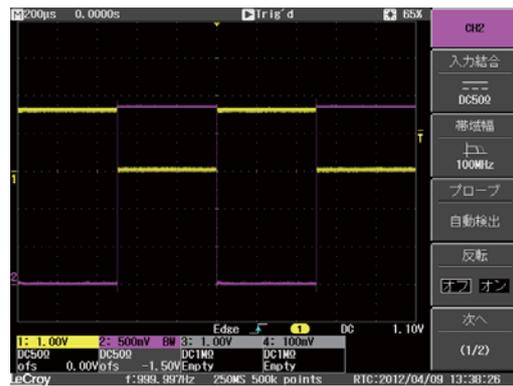


図3 インバータ動作波形

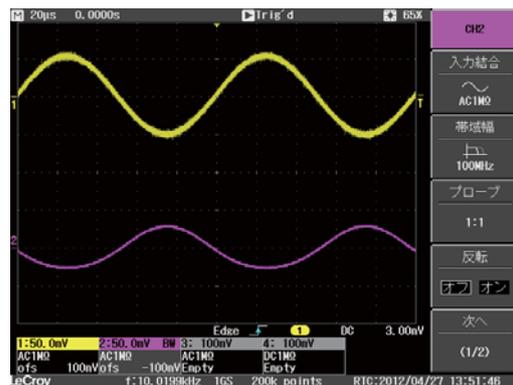


図4 オペアンプ動作波形

表2 オフセット電圧

	アンプ	アンプ	アンプ	アンプ
	1-1	1-2	1-3	1-4
LSI1	0.214V	-0.136V	-0.586V	-0.97V
	0.384V	0.814V	0.134V	-0.166V
LSI2	0.243V	-0.077V	-0.287V	-0.76V
	0.343V	0.823V	0.134V	-0.166V
LSI3	0.274V	-0.036V	-0.256V	-0.732V
	0.344V	0.834V	0.144V	-0.136V

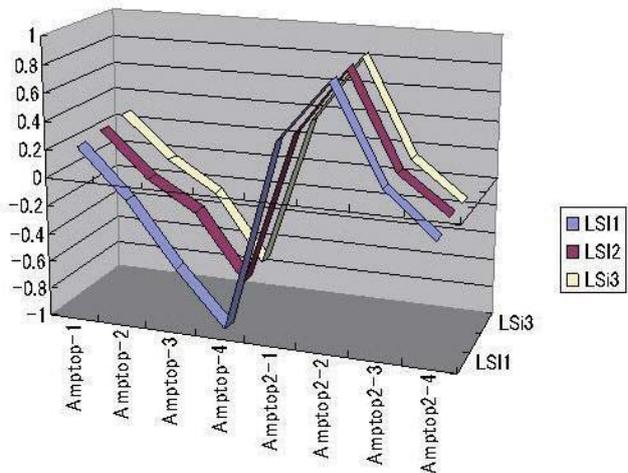


図5 オフセット電圧分布グラフ

純に出力段（増幅段）のトランジスタ数を増やすことはせず、後段にソースフォロワを設けることで駆動能力を確保している。また、2種類のオペアンプ共にソースフォロワ付きと無いものを用意した。レイアウトに関しては、プロセスによるトランジスタのばらつきを抑えるための重心を考慮に入れた素子配置やガードリングによる回路の切り分けを行い、前回の失敗から電流密度を考慮した配線を用いた。また、試作3号機は、オペアンプの差動入力段、バイアス電源を独立したテスト回路として用意し、個々に動作確認できるようにしている。残念ながら試作3号機は、本稿執筆中に納品されたため評価試験を行っていない。本LSIの評価結果については次号で報告を行いたいと思う。

おわりに

これまで4年に渡り、CMOSアナログ回路設計技術習得を目標に取り組んできた。その結果、設計ツールのオペレータを理解し設計からデータ提出までをスムーズに行えるようになった。LVSやDRCなどのルールチェックにおいても、エラーの対処を的確に行うことができるようになった。また、正しいCMOSアナログ回路の設計方法を習得することで、これまでのシミュレーションに依存した設計により非現実的な回路を製作してしまうことから脱却することができた。今回試作したオペアンプについて設計通りの性能が確認できれば、当初目標として掲げたLSI設計技術の習得を達成することになる。今後の展望としては、当初予定されていたバイオセンサや、化学反応をダイレクトに電気信号として取り出すようなピックアップなど分子科学に貢献できるようなLSI製作ができるように取り組んでいきたい。

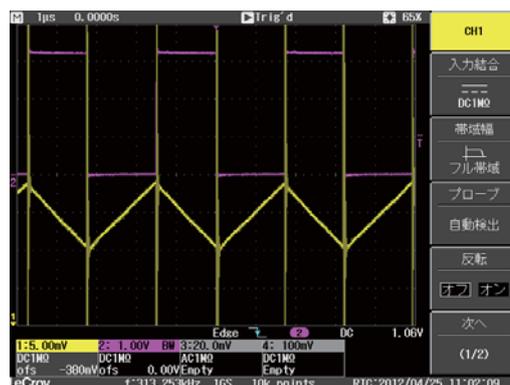


図6 三角波発振器波形図

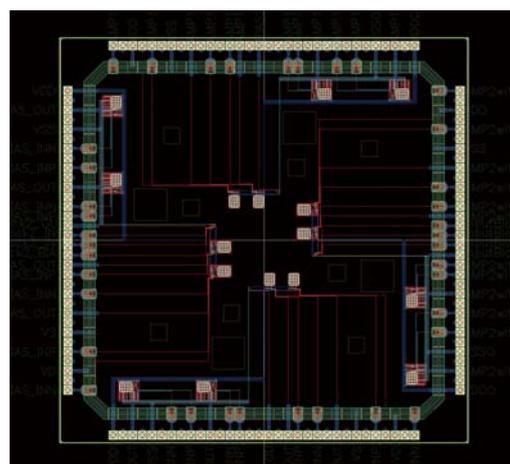


図7 試作3号機レイアウト図

表3 試作3号機仕様

	オペアンプ 1	オペアンプ 2
電源電圧	±1.65V (3.3V)	±1.65V (3.3V)
最大負荷容量	10pF	10pF
直流利得	65dB	63dB
単位利得周波数	6.7MHz	18MHz
スルーレート	3.3V/μs	11V/μs
位相余裕	76°	87°
オフセット電圧	13μV	100μV
入力雑音	2nV/√Hz	11nV/√Hz
消費電力	0.25mW	1.1mW

UVSOR 加速器高度化改造 ～UVSOR II から UVSOR III へ

山崎 潤一郎 極端紫外光技術二係

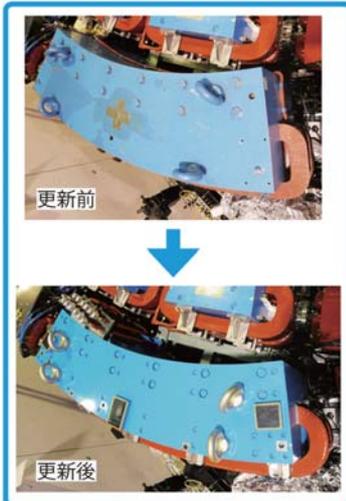
キーワード：エミッタンス、真空封止型アンジュレータ、複合機能型偏向電磁石、パルス六極電磁石、高周波加速空洞

はじめに

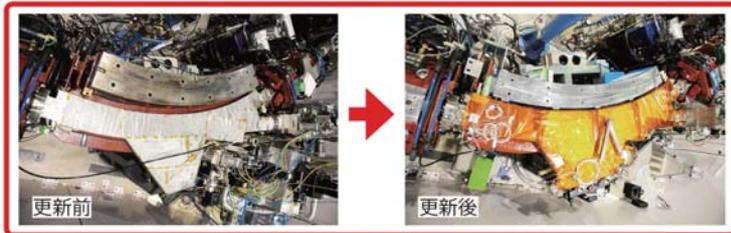
UVSOR施設では、光源リングにおいては更なる低エミッタンス化、トップアップ運転の高度化、6台目となるアンジュレータの設置、共同利用ビームラインにおいては、軟X線で高いエネルギー分解能と高フラックスが得られる顕微分光ビームラインの建設をそれぞれ目的として、

2012年春に約4ヵ月間共同利用運転を停止し、施設の高度化を行った。加速器改造後の立ち上げおよび調整は順調に進み、7月下旬からユーザー運転を再開した。改造後、加速器はUVSOR IIIと改名された。本報告ではこれら高度化改造の詳細について述べる。また改造後の加速器の立ち上げ調整の状況についても報告する。

「新偏向電磁石設置」



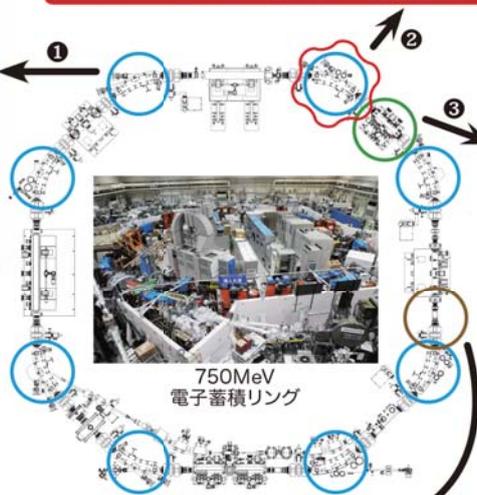
「B4 偏向部真空ダクト高度化」



「真空封止型アンジュレーター設置」



※「パルス六極電磁石を用いた入射テスト」



750MeV 電子蓄積リング



※仮設置にて入射テストを2012年9月に実施。本設置は来年度を予定。

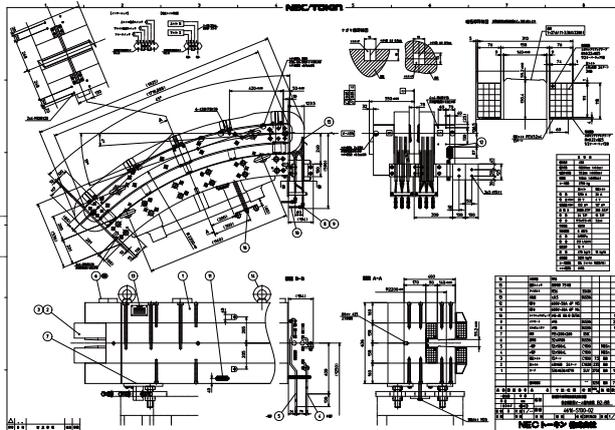
2012年度に行った電子蓄積リング改造工事

2012年春に行った電子蓄積リング改造について

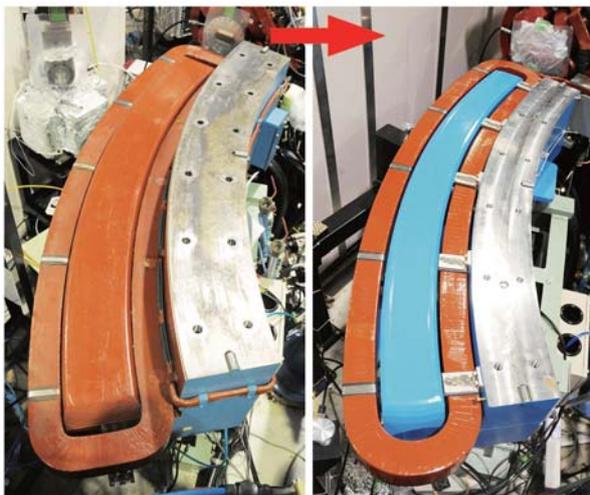
2012年4月から2012年5月末にかけて、偏向部（B1～B8）電磁石の高度化、B3～B4短直線部において真空封止型アンジュレータの設置、新ビームライン建設に伴うB4偏向部真空ダクト更新を行った。改造は計画通り完了し、工事後の加速器コミッションングにおいても順調に進み、2012年7月末に予定通りユーザー運転を再開した。

① 偏向電磁石の高度化

更なる低エミッタンス化を目指して、偏向電磁石を複合機能型偏向電磁石に一新した。本電磁石導入によりエミッタンスを現在の27 nm-radから15 nm-radにする計画である。



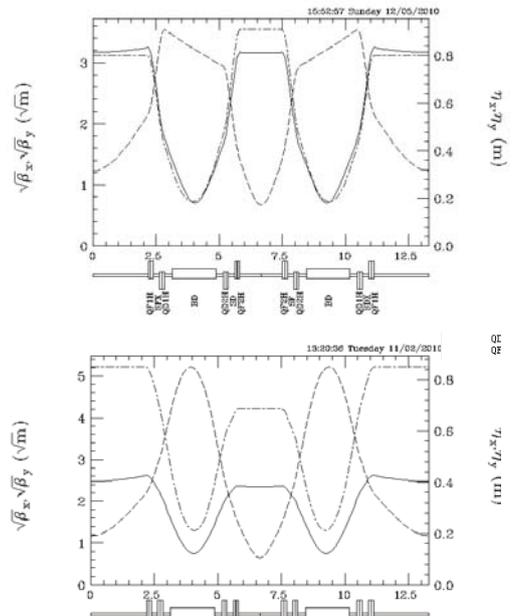
複合機能型45° 偏向電磁石展開図



半割にした更新前の偏向電磁石（左）と更新後の偏向電磁石（右）。この上に偏向部真空ダクトを設置する。

	UVSOR II	UVSOR III
Bending radius	2.2m	2.2m
Magnetic length	1.728m	1.728m
Bending angle	45deg	45deg
K1(by pole shape)	0.0m ⁻¹	1.2m ⁻¹
K2(by edge shape)	0.0m ⁻¹	2.43×2m ⁻¹
Pole gap	48mm	55.2mm
Pole width	180mm	140mm
Emittance	27nm-rad	15nm-rad

偏向電磁石基本パラメータの比較



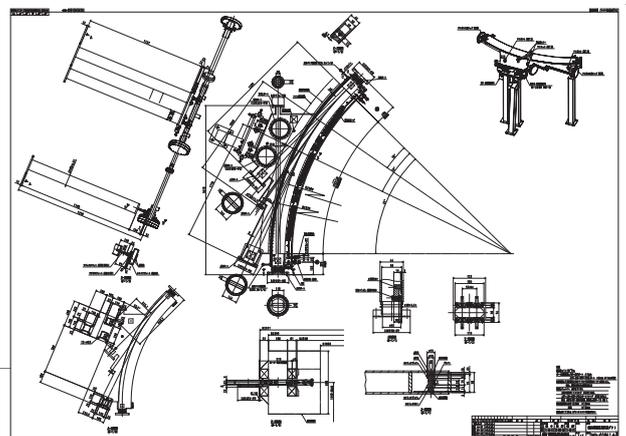
高度化前のLattice（上）と高度化後のLattice（下）

② B4 偏向部真空ダクトの更新

BL4Uビームラインの新設に伴いB4偏向部ダクトを一新した（写真上）。排気系はこれまでの内蔵型イオンポンプセルから内蔵型NEGポンプセルに変更し、更にICF203ハウジング付きNEGポンプおよびイオンポンプを追加して排気能力を強化した。



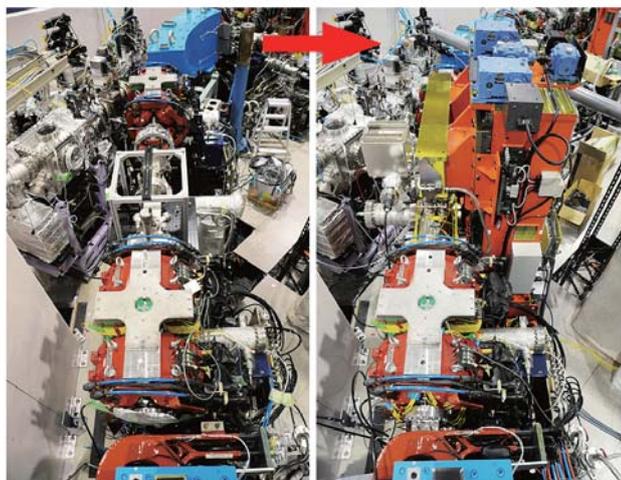
新規に製作したB4 偏向部真空ダクト



新B4 偏向部真空ダクト展開図

③ 真空封止型アンジュレータの設置

顕微分光ビームライン専用のアンジュレータとして設置した。本装置は永久磁石部が真空槽内に装着される真空封止型である。来年度より共同利用実験を開始する予定である。



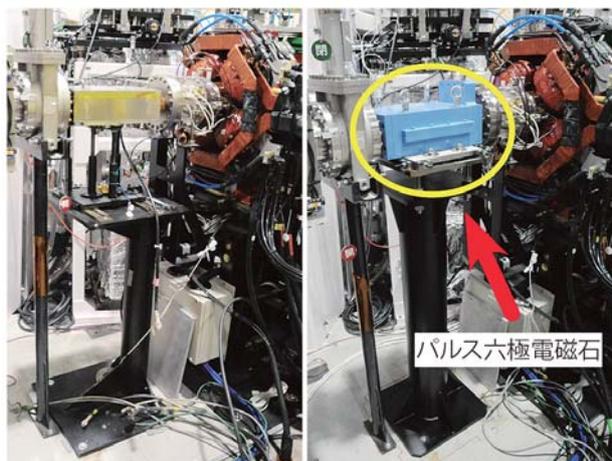
アンジュレータ設置前（左）と設置後のB3-B4 短直線部



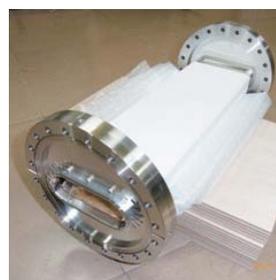
建設した顕微分光ビームライン (BL4U)

④ パルス六極電磁石を用いた入射テストの実施

2012年9月末に既設キッカー電磁石からパルス六極電磁石に置き換えて、一時的ではあるがビーム入射試験を行った結果、入射速度はこれまでより遅いものの本システムにより電子が蓄積されることを確認した。現在は再度キッカー電磁石に戻しユーザー運転を行っているが、本格的な設置は来年度を予定している。このキッカー電磁石を用いた入射システムでは入射時にビーム振動が発生してしまうので、トップアップ運転時において、蓄積ビームが振動しないようにするためにもこのシステムの導入が急務となっている。



既設キッカー電磁石（左）の場所に導入予定の
パルス六極電磁石を設置した様子（右）



新規に設計・製作したパルス
六極電磁石用セラミックス真空ダクト

加速器改造後の加速器稼働状況について

○共同利用運転について

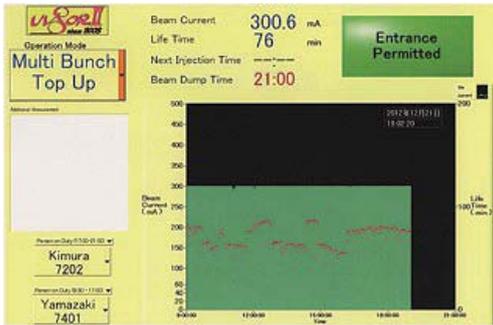
加速器は年間40週以上運転され、毎週月曜日は加速器・光源開発のためのマシンスタディ、火曜日から金曜日までがユーザー利用である。土日も不定期ではあるがマシンスタディを行っている。マルチバンチでの運転が80%を占めているが、シングルバンチ運転増設の要請に対応するため、暫定的にマルチバンチ運転とシングルバンチ運転の両モード運転を行う週を設けている。この場合運転モードの切り換えが必要になるため、トップアップ運転を一時停止する必要がある。マルチバンチ運転時のビーム入射は20分程度で完了する。一方、入射器においては、線型加速器の高周波電力の変動によるビームエネルギーのばらつき、パルス電磁石電源系のジッターにより発生するシンクロトロン周回電荷量ばらつきを補正するため、我々マシングループはフィードバックシステムを開発し運用を開始している（次ページ写真）。これによりジッターを抑制し比較的安定した入射が可能となっている。電子蓄積リングのバンパ形成用キッカー電磁石電源にもこのシステムを用いており、出力ドリフトを抑えて総合的に安定したトップアップ運転が可能となっている。なおビーム蓄積時における電子蓄積リングの平均真空圧力は、 9.0×10^{-8} Paで、オフビーム時は 4.0×10^{-8} Paである。

(土)	マシンスタディ又は停止	
(日)	マシンスタディ又は停止	
(月)	マシンスタディ	9:00-21:00
(火)	トップアップ運転	9:00-21:00
(水)	トップアップ運転	9:00-21:00
(木)	トップアップ運転	9:00-
(金)	トップアップ運転	-21:00

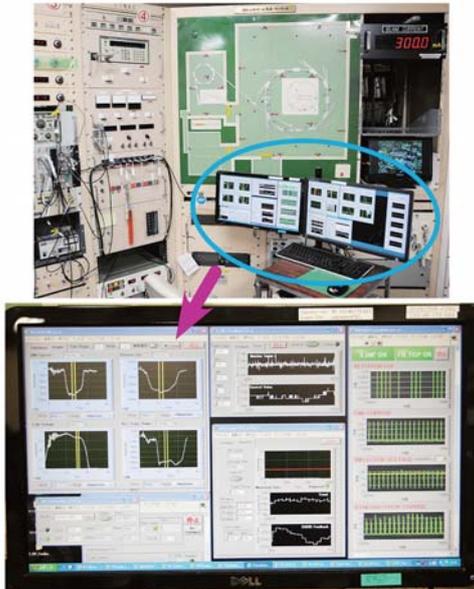
マルチバンチ時の運転形態

(土)	マシンスタディ又は停止		
(日)	マシンスタディ又は停止		
(月)	マシンスタディ	9:00-21:00	
(火)	トップアップ運転	9:00-24:00	マルチバンチ
(水)	トップアップ運転	9:00-17:00	シングルバンチ
		17:00-	マルチバンチ
(木)	トップアップ運転	9:00-17:00	シングルバンチ
		17:00-	マルチバンチ
(金)	トップアップ運転	10:00-21:00	シングルバンチ

マルチバンチ+シングルバンチ時の運転形態



ユーザー向け電子蓄積リング運転状況画面



入射系フィードバックシステム

共同利用運転における今後の課題について

○共同利用運転中に発生する蓄積ビームのロス対策について
共同利用運転においては、300 mAでトップアップ運転を行っているが、電子ビーム入射中または電子ビーム蓄積状態のいずれにおいても、蓄積ビームが数mA～150 mA程度突然失われる現象が頻発しその対策が急務となっている。ベータートロン振動の不安定性などが主な要因と考えられるが早急にビームロスの起源を特定したい。



ビームロス前(左)とビームロス発生中のビームプロファイル(右)

○電子蓄積リング高周波加速空洞稼働時に発生する空洞部真空圧力悪化対策について

2011年末に共同利運転時において、高周波加速空洞の真空圧力が突然悪化し始めている状況が確認され、真空圧力の悪化を抑えるために運転電力を数%増加させれば一時的に悪化を防ぐことが可能であったが、真空圧力の悪化速度が上昇し始めたため、運転電力も更に上げなければならず、最終的に高周波増幅器の能力に接近したため、2012年春期のシャットダウン期間中に空洞本体の真空リーク試験、更にカプラー部も交換したが改善されず、真空圧力の悪化を抑えるために、悪化前の1.4倍の投入電力が必要となっている(図1)。

このまま空洞の運転を継続した場合、更に状況が悪化して共同利用実験への影響が懸念されるため、2013年4月～5月に共同利用実験を停止し恒久対策を実施する予定である。

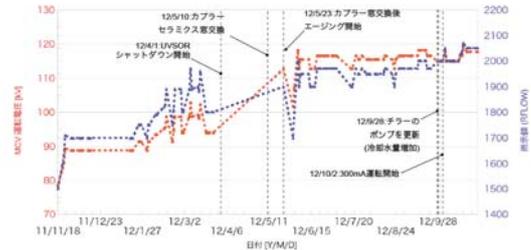
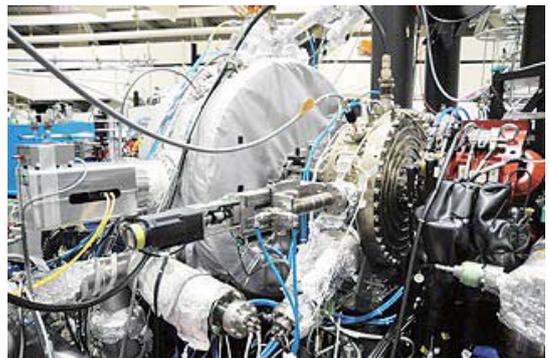


図1 2011年11月から2012年11月までの高周波加速空洞の真空圧力と運転電圧の遷移



2013年春期に調査を予定している高周波加速空洞

【UVSOR ロゴの変更】

今回の加速器改造によりUVSOR ロゴを変更した。



変更したUVSOR ロゴ

真空インターロックシステムと分光器制御プログラムの作成

近藤 直範 極端紫外光技術二係

キーワード：STXM、Monk-Gillieson型分光器、偏角可変

はじめに

UVSORでは2012年春のシャットダウンで蓄積リングの改造が行われた。この改造の一環として真空封止型アンジュレーターを導入し、それを光源として利用する走査型軟X線顕微鏡 (STXM) ビームラインのBL4Uを建設した。そのビームラインの真空インターロックシステムと分光器制御プログラムを作成したので報告する。

BL4Uについて

BL4Uの配置図を図1に写真を図2に示す。

BL4Uは不等刻線間隔回折格子を用いたMonk-Gillieson型分光器(偏角可変)分光を行う。この出射スリットをSTXMの仮想光源として用いてFresnel Zone Plateによって $\phi \sim 30$ nmマイクロビームとして試料上に集光し、その透過光強度を検出して2次元試料走査を行う。100~700 eVのエネルギー領域をエネルギー分解能($E/\Delta E$) 最大~10000で利用することを可能としており、試料上のフォトンフラックスはおおよそ $\sim 10^8$ photons/s ($E/\Delta E$) と見積られている。

真空インターロックシステム

BL4Uの真空インターロックシステムを作成したので報告する。今回は真空(圧力値)によりインターロックだけでなく、光学素子の温度(アンジュレーター光が照射されたことによる温度上昇)によるインターロックを作ることを目的とした。

PLCへステータスを取り込む機器、PLCで制御する機器は以下の通りである(入出力はPLCからみた場合)。

○PFEIFFER製 真空計		
TPG261 (入力2点)	7台	
○VAT製 圧空作動式ゲートバルブ		
(入力2点、出力1点)	7台	
○熱電対 (温度入力1点)		最大8個

PLCの構成は以下の通りである。

○三菱電機製		
基本ベースユニット	Q38B	1台
電源ユニット	Q61P	1台
CPUユニット	Q02CPU	1台
Ethernetユニット	QJ71E71-100	1台
入力ユニット	QX42	1台
出力ユニット	QY42P	1台
熱電対入力ユニット	Q68TD-G-H01	1台
タッチパネル	GT1695-XTBA	1台



図2 BL4U

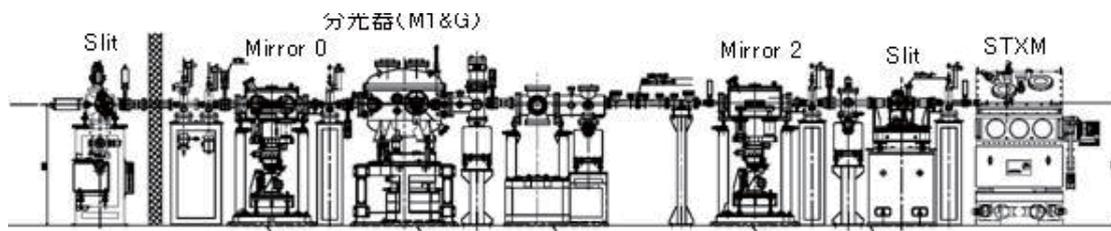


図1 BL4U配置図

PLCプログラム開発には三菱電機製のシーケンサ設計・保守ツールGX Developer、タッチパネルの画面作成には三菱電機製のGOT画面設計ツールGT Designer3を使用した。

タッチパネルの画面を図3にシーケンスの一部を図4に示す。

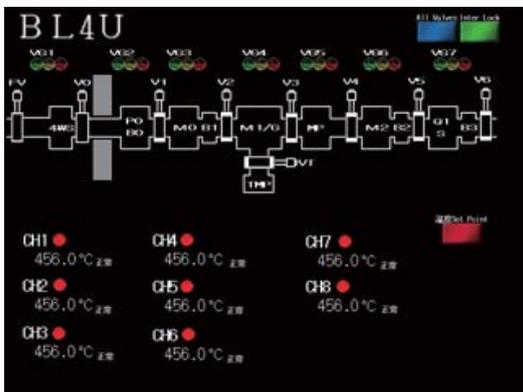


図3 タッチパネルの画面

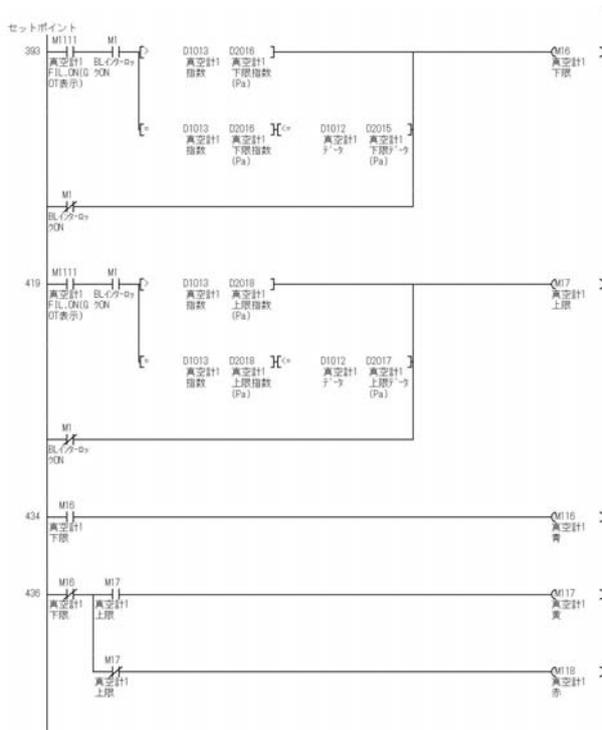


図4 シーケンスの一部

ゲートバルブ開閉のインターロックは真空計、熱電対の測定値による。今回使用する真空計は2点Set Pointを設定することができ、測定値と設定値の大小により接点が開閉する。その接点のステータスをPLCに読み込みバルブ開閉のインターロックとする。

このビームラインは各所に熱電対を装備している。ミラーなどの光学素子にも熱電対を装備しており、光学素子

が設定した温度以上ではバルブが開かない（開いているバルブは強制的に閉じる）というインターロックを作成するように依頼された。

真空、温度インターロックはいずれも一ヶ所異常があれば全てのバルブが閉じる（開かない）というシーケンスにした。

現在、真空インターロックは既に動作中で特に問題なく動いている。今後、フロントエンドバルブ、ビームシャッターのステータスを取り込み、タッチパネルに表示することを予定している。温度によるインターロックは調整中である。

分光器制御プログラム

プログラムは主に分光器の平面鏡Mirror1 (M1) と回折格子Grating (G) の回転を制御し、測定器のデータを取り込むことを目的としている。

プログラムはLabVIEWで作成した。

BL4Uは偏角可変の分光器を用いているので、M1とGの両方が回転する。M1とGはある方向に回転すると衝突することがあり、衝突を回避するためのリミット・スイッチが付いていない（構造上付けられない）。よって、プログラムによってリミットをかける必要がある。作成したプログラムでは $(Gの回転角) - (M1の回転角) < 5.5度$ を満たすように動作するようにした。

また、M1の回転角とGの回転角が等しくなると0次光が導かれ、検出器によっては破損する恐れがあることも注意すべき点である。この点に関しては、 $(Gの回転角) \neq (M1の回転角)$ を常に満たすように動作するようにし、やむを得ず $(Gの回転角) = (M1の回転角)$ になる場合は、動作を開始する前に警告のメッセージを出すようにした。

上記を注意して偏角同期（指定したエネルギーに応じて最適な偏角にする）のプログラムを作成した。M1、Gの回転はパルスモータにより行われ、ツジ電子製16CHパルスモータコントローラPM16C-04XDLにより制御する。パルスモータコントローラとPCとはTCP/IPで繋ぐ。また、M1、Gの位置はHeidenhain製リニアエンコーダで測定し、同社製のエンコーダ値表示器ND287とPCをRS-232Cで繋ぎ、測定値を取り込んだ。この測定値を基に偏角、分光光のエネルギーを計算し制御する。

アンジュレーター4 (U4) とも同期している（指定したエネルギーに応じて最適なU4ギャップにする）。U4制御PCとはTCP/IPで通信している。現在、U4との通信で時々問題が起きており、マシングループ、U4制御プログラムを制作した業者と調査中である。

偏角、U4ともに「同期して測定」、「固定して測定」の

2つのモードを設けた。

BL4Uでは測定器としてKeithley製エレクトロメータ6514を4台配備し、これらはGPIBで制御した。ストレージリングのビームカレント（電圧信号）、Top Up入射中を示す信号（TTL信号）はNational Instruments製のデータ集録ボードPCI-6221を使用してPCに取り込んだ。測定プログラムでは、Top Up入射中信号を利用して、入射中に測定を行うか行わないか設定できるようにした。

制御プログラムの画面を図5、制御プログラムの一部を図6に示す。

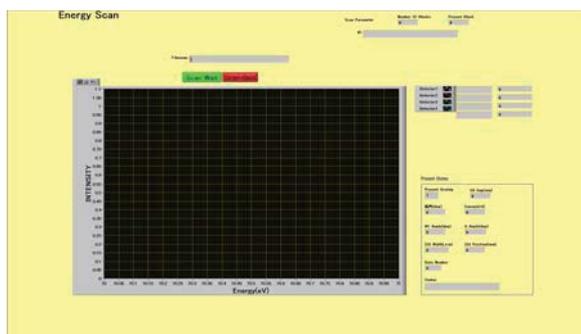


図5 制御プログラムの画面

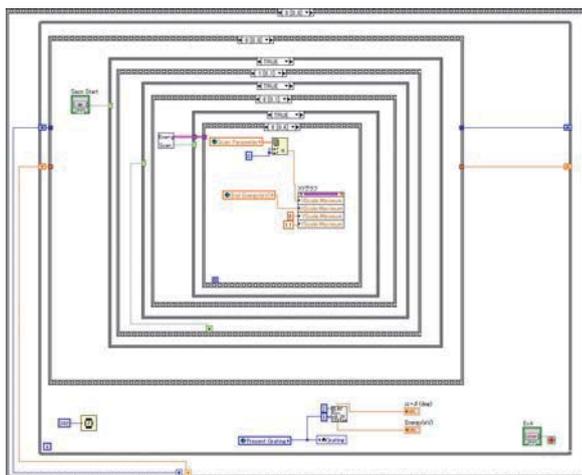


図6 制御プログラムの一部

まとめと今後の課題

インターロックシステムに関して、温度によるインターロックを完成させることが課題である。また、インターロック制御ラックと測定PC（常時測定者がいる場所）とが離れているので測定PC付近でステータスを確認できるようにすることも必要である。バルブ、真空計、熱電対のステータスのログに加えて真空計の測定値（圧力値）のログを取ること検討中である。

分光器制御プログラムはU4との通信以外は特に問題なく動いている。

光検出器の特徴と使い分け

蓮本 正美 極端紫外光技術一係

キーワード：電子増倍管、光電子増倍管、シリコンフォトダイオード、サリチル酸ナトリウム

はじめに

極端紫外研究施設（UVSOR）はシンクロトロン光（放射光）を用いて研究する施設であり、光を取り出して実験装置に供給するためのビームラインが15本設置されており、そのうちの10本は共同利用のビームラインであり所外の研究者が利用することができる。各ビームラインでは、分光器を使って分光した光や分光した光を試料に照射した後の光を検出するために、実験の種類や目的に応じて、いろいろな種類の検出器を使って実験を行っている。共同利用のビームラインの中で、BL3B, BL5B, BL7Bのビームラインを担当しており、そこで光の検出器として主に、電子増倍管、光電子増倍管、シリコンフォトダイオードを使用している。これらの検出器をその特徴および測定する波長範囲の違いや測定の種類や目的に応じて使い分けている。

BL3B, BL5B, BL7Bの概要

BL3B, BL5B, BL7Bの分光器は、それぞれ3枚の回折格子を内蔵しており、使用する回折格子を切り替えることによって、表1に示す波長範囲の光をビームラインの後方に設置した試料室内の試料に照射することができる。

電子増倍管の概要

電子増倍管はイオンマルチプライヤー（EM）とも呼ばれ、電子・イオン・荷電粒子・真空紫外光・などの検出に用いられ、BL5BおよびBL7Bでは真空紫外光（波長が約1 nmから180 nmの領域の光）の検出に使用している（表2）。空気は180 nm以下の波長の光を吸収するので、真空中で使用している。BL5B

ではR596を標準のヘッドオンタイプで使用しているが、BL7Bでは試料室が小さいのでR595をサイドオンタイプに改造したものを使用している。初段のダイードは交換可能で、金やCs-IやK-Brなどを蒸着したものが販売されている。BL5BやBL7BではCu-Beまたは金を蒸着した初段のダイノードを使用している。

光電子増倍管の概要

光電子増倍管（Photomultiplier: PMT）はサイドオン型とヘッドオン型があるが、寸法が小さくて使い勝手が良いのでサイドオン型を使用している。測定可能な波長範囲の短波長側は窓の材質によって、長波長側は光電面材料によって制限されている。光電面材料は10種類程あり、窓材質との組み合わせによって多数の製品があり、表3はよく使用しているものである。また、サリチル酸ナトリウムが真空紫外光から紫外光を照射すると青色で発光するので、光電子増倍管の光電面上の窓に塗れば、真空中で真空紫外光を可視光に変換して検出することができる。また、MCP内蔵型光電子増倍管を用いれば、単一のフォトンの検出ができる。

表1

ビームライン	分光器の型	回折格子の刻線数（本/mm）	波長範囲	スリット幅
BL3B	直入射	G1 1200	20~170nm	0.01~0.5mm
		G2 600	30~320nm	0.01~0.5mm
		G3 300	60~700nm	0.01~0.5mm
BL5B	斜入射	G1 1800	2~20nm	0.1~0.5mm
		G2 1200	5~60nm	0.1~0.5mm
		G3 800	10~200nm	0.1~0.5mm
BL7B	直入射	G1 1200	40~250nm	0.01~0.5mm
		G2 600	60~500nm	0.01~0.5mm
		G3 300	150~1000nm	0.01~0.5mm

表2 浜松フotonix社の電子増倍管

型名	段数	ダイノード材質	開口部寸法	印加電圧	ゲイン
R595	20	Cu-BeO	12×12mm	3000V	4×10 ⁷
R596	16	Cu-BeO	12×12mm	2400V	1×10 ⁶

表3 浜松フォトニクス社の光電子増倍管

型名	波長範囲	光電面材料	窓材質	ゲイン	暗電流(Max)
R8486	115~320nm	Cs-Te	MgF ₂ 結晶	1×10 ⁷	10nA
R7154	160~320nm	Cs-Te	合成石英	1×10 ⁷	10nA
R955	160~900nm	マルチアルカリ	合成石英	1×10 ⁷	50nA
R4220	185~710nm	バイアルカリ	UV ガラス	1.2×10 ⁷	2nA
R636-10	185~930nm	GaAs	UV ガラス	4.5×10 ⁵	2nA
R105	300~650nm	Sb-Cs	硼硅酸ガラス	4.8×10 ⁵	10nA

シリコンフォトダイオードの概要

シリコンフォトダイオードはIRD社や浜松フォトニクスなど数社が販売しているが、IRD社以外のメーカーが販売しているものは、大気中で保存している時の性能の劣化を防ぐためにフォトダイオードの表面を合成石英の窓で覆って保護しているため、波長が180 nm以下の光を測定することが出来ないため、保護用の窓なしで大気中に長時間保存しても性能が劣化しないことが保障されているIRD社のフォトダイオードを使用している。

IRD社のフォトダイオードにはAXUシリーズ、SXUVシリーズ、UVGシリーズの3つのシリーズがあり、AXUVシリーズは、連続光源の低パワー、低エネルギーの光に適してお

り、連続光源の低光量の検出に使用される。SXUVシリーズはパルス光源の高パワー、高エネルギーに光に適しており、EUVパルス光源やUVランプの光の検出に使用される。UVGシリーズは130nm以下の波長の光には感度がないため紫外光の連続光源やパルス光源である紫外線レーザーや紫外線ランプの光の検出に使用される。また、受光面のサイズの違いや金属薄膜フィルターの付いたものなど数十種類の型番があり、その一部を表4で示している。

表4 IRD社のシリコンフォトダイオード

型名	受光面サイズ	金属フィルター	波長範囲
AXUV-300	22×15mm	なし	0.02~1100nm
AXUV-100	10×10mm	なし	0.02~1100nm
AXUV-100Al	10×10mm	Al	17~80nm
AXUV-100Sn	10×10mm	Sn	53~74nm
AXUV-100In	10×10mm	In	76~105nm
SXUV-576	24×24mm	なし	0.02~1100nm
UVG-100	10×10mm	なし	130~1100nm

ビームラインでの光検出器の使い分け

担当しているビームラインBL3B, BL5B, BL7Bでは、電子増倍管、光電子増倍管、シリコンフォトダイオードを測定する波長範囲や測定の種類や光量の違いなどによって表5に示すように使い分けしている。

BL3Bでは試料室内に常時シリコンフォトダイオード (AXUV-100) を設置しており、分光器で分光した光や、分光した光を試料に照射した時の透過スペクトルや反射スペクトルの測定に使用している。試料室の隣の大気中に発光測定用の分光器を設置しており、それに液体窒素冷却CCD検出器を取り付けて発光スペクトルを測定している。また、発光測定用の分光器に光電子増倍管を取り付けて発光の励起スペクトルの測定やMCP内蔵光電子増倍管を取り付けて発光寿命 (発光の時間分解測定) を測定することができる。BL5Bでは試料室内にシリコンフォトダイ

オード (AXUV-100) または電子増倍管のどちらかを取り付けて、真空紫外光 (波長2 nm ~ 160 nm) の透過スペクトルや反射スペクトルの測定を行っている。BL7Bでは試料室内に常時シリコンフォトダイオード (AXUV-100) とサリチル酸を塗った光電子増倍管を設置しており、分光器で分光した光や試料の透過スペクトルや反射スペクトルの測定に使用している。またBL3B同様に、試料室の隣に発光測定用の分光器を設置しており、液体窒素冷却CCD検出器で発光スペクトル、光電子増倍管で励起スペクトル、MCP内蔵光電子増倍管で発光寿命の測定を行っている。

表5 検出器の使い分け

検出器の種類	測定可能波長	測定の種類	測定可能な強度	環境
電子増倍管	1nm~180nm	透過、反射	微弱光~弱い光	真空
光電子増倍管 MgF ₂ 結晶窓	115nm~320nm	透過、反射	微弱光~弱い光	真空、大気
光電子増倍管 合成石英窓	160nm~930nm	透過、反射、発光	微弱光~弱い光	大気
光電子増倍管 UV ガラス窓	185nm~1100nm	透過、反射、発光	微弱光~弱い光	大気
光電子増倍管 硼硅酸ガラス窓	300nm~650nm	透過、反射、発光	微弱光~弱い光	大気
サリチル酸を塗った光電子増倍管	1nm~650nm	透過、反射	微弱光~弱い光	真空
MCP内蔵型光電子増倍管	160nm~850nm	発光(時間分解)	単一フォトン	大気
シリコンフォトダイオード	0.02nm~1100nm	透過、反射	弱い光~強い光	真空
液体窒素冷却 CCD	190nm~1100nm	発光	微弱光~弱い光	大気

UVSORにおけるTurn-By-Turn BPMシステムの開発

林 憲志 極端紫外光技術二係

キーワード：BPM、コミショニング、マイクロコントローラー、同軸スイッチ

はじめに

UVSORは分子科学研究所が擁する全国共同利用の放射光施設であり、年間のべ約800人の全国からの研究者に放射光を供給しています。UVSORでは2012年の4月から7月にかけて、大規模な高度化改造を行いました。その内容は、1. 偏向電磁石の複合機能化（偏向電磁石で4極磁場と6極磁場も発生させる）2. 真空封止アンジュレーター（U4）と専用顕微分光ビームライン（BL4U）の建設 3. パルス6極電磁石の導入による入射方式の高度化、です（詳しくは、山崎氏の技術報告を参照）。

このような大改造後のコミショニングにおいては、初めはビームを蓄積リングに蓄積できない（数周回っている間にビームダクトに衝突してしまう）のが普通です。したがって、ビームが何周回ったか、どのような軌道を通ってどのあたりでビームダクトに衝突して失われているか、といった情報をもとに、周回数が増えていくように入射調整を続けていくことになります。このような周回ごとのビームの位置に関して有益な情報を与えてくれるのが、Turn-

By-Turn Beam Position Monitor（以下、TBT-BPM）です。今回、我々は分子科学研究所装置開発室と共同で、TBT-BPMシステムを構築しました。

UVSORのBPM

BPM（Beam Position Monitor）とは、真空ダクト中をかたまり（バンチ）になって周回する電子ビームの位置を検出するものです。電子バンチの通過にともなって4つのボタン型電極に誘起される電圧の比から位置を換算します。UVSORのストレージリングには24組のBPM電極があり、通常の運転用に、ビームの平均軌道を得る検波式BPM信号処理系をリング中央に備えています（図1、2）。

開発したTBT-BPMの概要

TBT-BPMは、できるだけシンプルにするため既存の信号経路を流用し、リング中央で24のBPMから1つのBPMを選択してオシロスコープにてパルス波形信号を取得、そのデータを当面オフラインで解析してビーム位置情報を得るものとしました（図3）。システムの要となる電極信号切替器は新たに開発しました（図4）。TCP/IPを用いた通信・制御にはマイコン（NXP社のmbed）を使用しています。信号切替素子は半導体スイッチより挿入損失の小さい同軸スイッチを用いました。

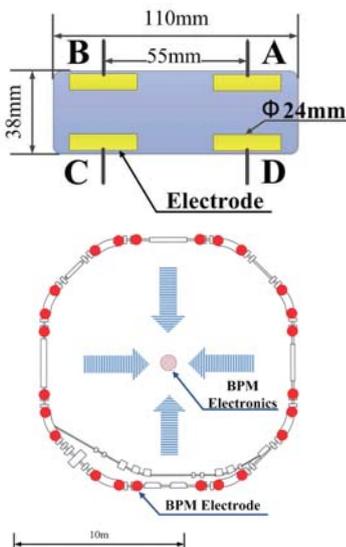


図1 BPM電極構成（上）
BPM信号フロー（下）



図2 BPM中央処理系

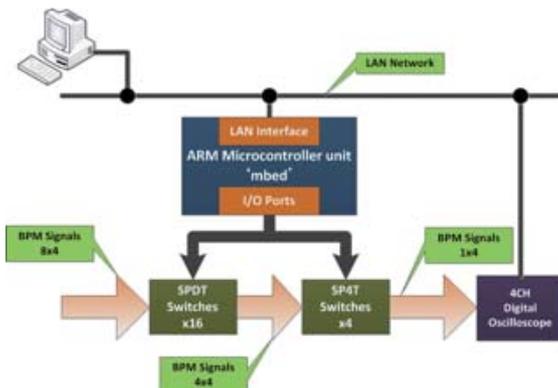


図3 TBT-BPMシステム構成



図4 電極切替機外観 (左) 電極切替機内部 (右)

TBT-BPMで得られた結果

TBT-BPMで得られる信号の例を示します (図5左)。BPMの4電極 (オシロの4チャンネル) から得られるパルス高を解析することにより、電子ビームの位置を周回ごとに算出します。ビーム入射直後 (1周目) の軌道の例を示します (図5右)。

今回の加速器立ち上げ (コミッショニング) においては、

このような入射ビーム軌道データから、入射ビームのベータatronチューンやエネルギーといった重要な数値についても情報が得られました。一方で、データの取得・解析をより容易にすること等さらに改善できる余地もあることがわかりました。本システムはコミッショニング後にも既に使用されており、これからも活用されることが見込まれています。

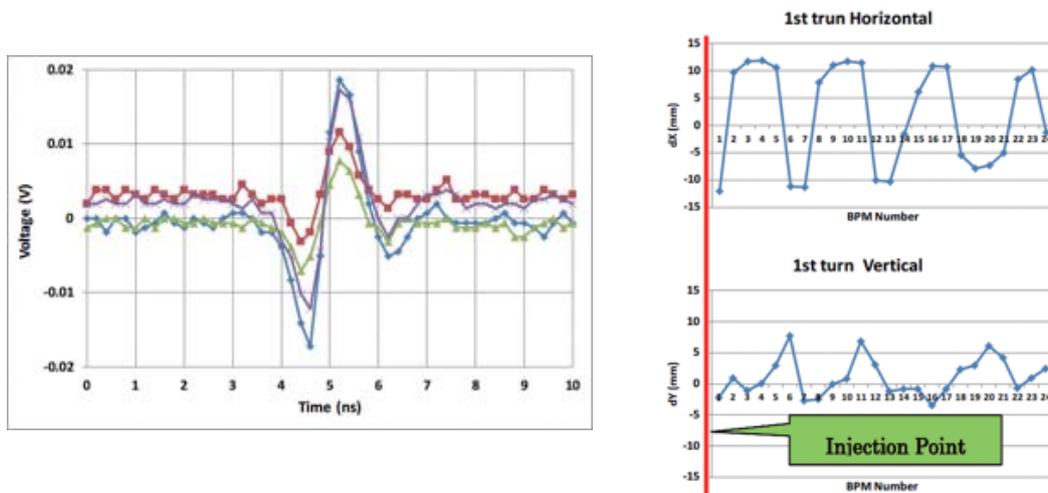


図5 電極信号 (左) 入射ビーム軌道 (右)

コラム 出射部真空計の更新

極端紫外光技術三係 酒井 雅弘

出射部のフロントエンドバルブ制御システムの真空度インターロックとして ULVAC社 GI-N5真空計および GI-N5用Set Pointコントローラが使用されていたが、GI-N5および後継機種である GI-N7, GI-N8が生産中止から数年経過したため一部修理部品の入手が不可能となってきた。このため各ビームラインの出射部真空計システム16台の更新要求を行っていたが、2012年3月末にAgilent社 XGS-600が導入された。UVSOR-IIIへのアップグレード工事に合わせて、各出射部にAgilent社 UHV-24pヌードイオンゲージ (真空測定子) の取り付けとケーブル引きを行った。真空引きが行われ真空度を測定したところ、① ULVACの表示値より1桁から2桁良い真空値を表示する②真空値がふらつくものがある③別に取り付けたフルレンジ真空計で 10^{-3} Pa以下の真空値を表示しない④フルレンジ真空計のSet Pointとして 10^{-3} Pa以下を設定できない等の問題が発覚した。またバルブ制御のため、GI-N5では2つの独立したSet Pointがc接点で出力されていたが、XGS-600ではオープンコレクタ出力のためそのままでは制御システムに接続することはできなかった。従来のバルブ制御システムとのマッチングをとるため、オープンコレクターリレー出力変換回路を組

コラム あのかいテントは何！

光技術係 堀米 利夫

UVSOR棟と実験棟の間に白いテントがあります。この中に何がはいっているのかご存じですか？ 3年ほど前に突然現れた白テントの中には電動台車が収納されています。この電動台車は実験棟南出口とUVSOR棟搬入口の間で運行されます。実験棟のUVSOR関連の実験機器をUVSORストレージリング内に持ち込む時や、大きさの関係からUVSOR棟に設備されているエレベーターに乗らないような物を運搬する時に活躍します。2012年11月～2013年1月のUVSOR棟エレベーター改修時には活躍しました。この台車は、積載量約2000 kg、荷台サイズ2 m×2.5 m、上下稼働約0.8 m（台車最低高さ）から1 m程度可変可能な仕様を有しています。使用前にはバッテリーの充電をする必要があります。ただし、この台車はUVSOR棟西側のエリア内での使用のみとなり、自力でこのエリアを出ることは出来ません。その理由は、明大寺地区東門近くの保育園や所長官舎前の坂を登る登坂力を有していないからです。



白いテント



ある運搬風景（実験棟南出口）
（黄色の車体が電動台車です）

コラム 体験展示か実演展示か？

光計測技術係 岡野 泰彬

分子研が担当だった今年度の一般公開では、レーザーセンターとして体験展示を一つ請け負った。担当したテーマは“光のスピードを測る”。職場体験にて同じテーマを行なったこともあり白羽の矢が立ったようだ（※）。今回はまさらの部屋の一角に機材を持ち込むため、光領域のグループが以前製作した機器を借りることになった。そんな流れもあり当初は気楽に構えていたが、いざ準備を始めると“体験”ものの難しさに直面した。一般公開への来場者は職場体験とは対照的で多数かつ千差万別、説明にかけられる時間も多くはない。ましてや使える装置は一つである。しかし折角の体験展示、説明だけでなく“光のスピード”を体感してもらいたいと思うのが展示側の欲である。



そのためのお膳立てはした。小学生を意識した資料、安全性とスムーズさを考慮した測定系。実演用に加え自由に触れられる測定器を用意し、測った値をその場でグラフにできるよう図を配布資料に組み込んだ。また、解答例も用意し、先を急ぐ人にも疑似体験できるよう配慮した。

こんな感じで準備をして迎えた当日、途切れなく来場者が訪れてくる。息つく暇もなく対応を続けた。タッチラリー集計では最終的に1000人ほどが展示脇のPCに触れていったようだが、配った資料は300枚くらい。鼻目に見て100人以上には対話を交えて説明を聞いてもらった。この中で、筆者の意図を汲んで“体験”をしてくれたのは女子大生2組と親子連れ2組の計10人。今回の体験展示は、むしろ実演展示と言うべきか。しかし、数ある展示やイベントの中、アンケートでは人気投票7位と健闘した。“体験”せずとも実演を楽しんで頂けたようである。

※技術課 Activity Report 2010, No.26, p.64.

- み込んだ19インチラックマウント用パネルの作製を依頼し、そこにXGS-600を収めることにした（写真1）。真空計の問題点に関してはメーカーと連絡を取り合って1つずつ解決を図り、フィラメント電流および感度係数の最適化を行い、12月末に加速器真空Webの出射部真空値をXGS-600の表示値に切り替えることができた。4月にはすべてのビームラインのバルブ制御をGI-N5からXFS-600のSet Point制御に変更することになっている。

今回の更新にあたって、技術補佐員の禿子さんをはじめUVSOR技術職員の多大なるサポートを頂いたことを感謝いたします。



写真1 ビームラインBL2A（上段）およびBL2B（下段）用に設置した出射部真空計XGS-600システム。表示用液晶の左側にある赤ランプ点灯は、真空度がそれぞれ設定された値（Set Point）以下であるためビームライン側でバルブ開閉スイッチでバルブ開閉可能なことを示す。

有機微量元素分析装置 (J-SCIENCE LAB MICRO CORDER JM10)

牧田 誠二 機器利用技術一係

キーワード：元素分析、定性、定量

はじめに

有機化合物(ゆうきかごうぶつ、英語:organic compounds)は、有機物質(ゆうきぶっしつ)あるいは有機物(ゆうきぶつ)とも呼ばれる、炭素を含む化合物である。有機化合物は、一般に無機化合物に比べて多様な構造および性質を持つ。主な理由としては、炭素骨格の長さおよび分岐の多様性に関して制限が無いため、ならびに水素、窒素、酸素、硫黄、リン、またはハロゲンなどが炭素に結合した多様な官能基が形作られ、各官能基が特有の性質を示すためである。ほとんど無限といつてさしつかえのないほどの有機化合物の多様性はまた、生物の構成要素としての化学物質に必要な性質ともいえる。また、実験室で作られる医薬品、染料、高分子、プラスチック、食品添加物等の生活に欠かせない物質は全て有機化合物であり、その主たる構成元素である水素、炭素、窒素を定量する装置としての役割を担うのが、有機微量元素分析装置である。

平成23年度、当センターで長年使用していた従来機からJ-SCIENCE LAB社製のMICRO CORDER JM10に更新を行ったので紹介する(図1)。



図1 MICRO CORDER JM10概観

装置の概要

試料をPregl-Dumas法に基づいて熱分解し、有機物を構成する主要元素である水素、炭素、窒素を定量的に水、二酸化炭素、窒素に変換し、これらを熱伝導度法によって

検出する。実際の分析では水素、炭素、窒素の含有率が既知の標準試料を分析し、その検出感度から未知試料の含有率を決定する。

流路原理図を図2に示す。試料を約2mg程度、ウルトラマイクロ天秤(図3)で量り取り、ヘリウムに適量の酸素を混合した気流中に試料を挿入する。試料は加熱分解され、さらに酸化銅と接触させて水素を水に、炭素を二酸化炭素に変換する。また、試料に妨害元素(硫黄、ハロゲンなど)が含まれている場合は吸収除去される。一方、還元炉では窒素酸化物を窒素に、余剰な酸素を除去する。最終的に還元炉からは水、二酸化炭素、窒素ならびヘリウムが流出する。

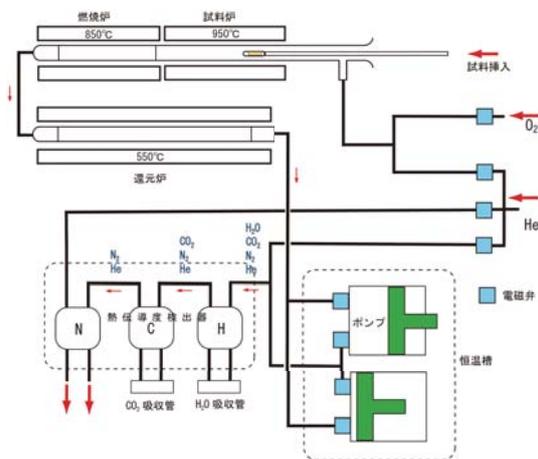


図2 流路原理図



図3 ウルトラマイクロ天秤

検出方法は直列に接続された3対の熱伝導度検出器を用いた自己積分方式である。還元炉から出た4成分の燃焼ガスは、定量ポンプに採取、混合され検出器に送られる。各検出器の参照側と試料側は水吸水管、二酸化炭素吸水管が接続してあり、H検出器では水吸水管により除去された水濃度分、C検出器では二酸化炭素吸水管により除去された二酸化炭素濃度分、N検出器では窒素濃度分が熱伝導度セルの熱伝導度差として測定され、それぞれ試料中の水素、炭素、窒素の含有量に対応した信号として得られる。

■主な仕様 [1,2]

メーカー：J-SCIENCE LAB Co.,Ltd.

型式： MICRO CORDER JM10

測定元素	水素、炭素、窒素
測定方式	自己積分方式
測定精度	絶対誤差 ±0.3%以内
測定範囲	水素 0.5~400 μg 炭素 3~2600 μg 窒素 1~1000 μg
試料量	約2mg

オプション等

<オートサンプラー> パソコン制御により安全で無人運転が可能。

メーカー：J-SCIENCE LAB Co.,Ltd.

型式： JMA10

<ウルトラマイクロ天秤>

メーカー：Mettler Toledo International Inc.

型式： XP2U

ひょう量	2.1g
最小表示	0.0001mg
繰り返し性	0.0002mg
直線性	0.001mg
偏置誤差	0.0025mg
感度誤差	1.5×10^{-5}
感度 温度ドリフト	0.0001%/°C
感度 長期安定性	0.0001%/a

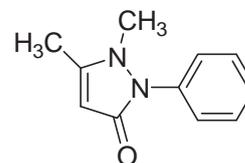
最後に

機器センターでは、各種汎用機器の共同利用の支援を行っており、所外からも「施設利用」「協力研究」の形で利用されているが、本装置は所内専用装置として取り扱っており、利用者は装置担当者に依頼する「依頼測定」の形式を採用している。詳細については、機器センターホームページ内 (<http://ic.ims.ac.jp/>) の所内専用ページを参照していただきたい。

測定例

図4に測定例を示す。

試料名) Sample A



$C_{11}H_{12}N_2O$
Mol. Wt.: 188.2258
C, 70.19; H, 6.43; N, 14.88; O, 8.50

** Analytical Data ** 2012/04/13 18:32:23

ファイル名: C:\JMCData\2012.3.29.D1P

Aポンプ

サンプル No. 10

試料名: Sample A

試料量: 1868.0 [μg]

気圧: 1021.2 [hPa]

分析時: 2012/03/29 16:21:34

	H	C	N	
検出感度 [μg/100counts]	0.44906	3.22275	1.42045	
シグナル [counts]	28399	43875	24514	
ベース [counts]	2660	3102	4416	
分析値 [μg]	119.10	1312.98	279.16	1711.24
分析値 [%]	6.38	70.29	14.94	91.61
推定値 [%]	6.43	70.19	14.88	
Δ [%]	-0.05	+0.10	+0.06	

2012/03/29

No. 10	Sample name	Sample A	
Sample (μg)	H%	C%	N%
1868.0	6.38	70.29	14.94

図4 測定例

参考

- [1] J-SCIENCE LAB Co.,Ltd. 製品情報
- [2] Mettler Toledo International Inc. 製品情報

大学連携研究設備ネットワーク予約システムのハードウェア更新

岡野 芳則 機器利用技術二係

キーワード：機器予約システム、冗長化・二重化、仮想マシン、ロードバランサ

はじめに

2007年5月化学系研究設備有効活用ネットワークとしてスタートした当プロジェクトは2012年で6年目を迎え累積予約件数は2012年3月末現在で15万件近くとなった(図1)。アクセス数にハードウェアの能力が追い付かずwebページのレスポンスが非常に悪くなる事態が頻発するようになった。これに対処する為、2012年12月、ハードウェア一式の更新を行った。

プロジェクトの概要

大学連携研究設備ネットワークとは各大学の所有するNMR, Mass, X線回折装置といった各種測定機器を相互に提供しあい、大学を越えての利用を促進するプロジェクトである。設立当初72の国立大学と分子研でスタートし、2013年3月現在では公・私立大学17、公的研究機関2、民間・企業9が参加するプロジェクトとなっている。登録ユーザー数は9,000名弱、全登録設備数(含学内専用設備)は550台を数える。

利用状況

当予約システムでは「相互利用」、「依頼測定」という二種類の予約形態を扱う事が出来る。相互利用とはユーザーが装置を自分で操作して測定を行う形態、依頼測定はサンプルを設備管理者に送付し、設備管理者に測定をしてもらう形態である。両者合わせた予約の累積件数を図1に示す。2013年3月末現在で22万件を越えている。

毎月の月あたりの予約件数をグラフにしたものが図2で最近では月あたり9,000件を越える利用のある月も出て来た。

図中に示した「学内専用設備」であるが、これは学内にしか解放していない設備もこのシステムで運用できるようにしたものである。プロジェクトスタート当初は大学間で利用する事を前提として設備を登録し運用していたが、各大学で設備ネット提供機器と、それ以外の設備で予約シス

テムが違くと利用者に混乱が生じると思われた為、学内専用設備は他大学利用者から見えないような措置を施し学内設備も扱えるようにした。これにより利用件数が顕著に伸び始めた。

サーバー負荷増大状況

2011年度下半期あたりからサーバー負荷増大による予約システムの不安定性が顕著になって来た。ユーザーから見た場合、ページを開く操作をしてもサーバーからレスポンスが帰って来ず画面が更新されない状態となる。サーバーを見ていると予約システムの使用メモリが日々増大していき、ある値を越えたあたりからレスポンスが悪くなり、そのままにしておく最終的にはメモリ不足によりシステ

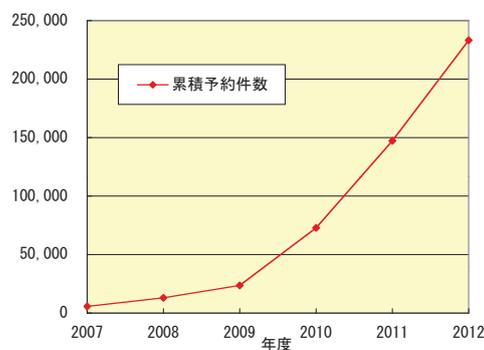


図1 予約システム累積予約件数

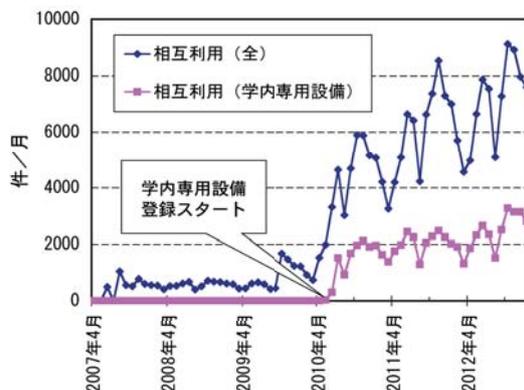


図2 月毎の相互利用予約件数

ムがハングアップする。症状的にはメモリリークの様相を呈しているが、ディスクの空き領域も少なくなっており、原因は特定出来なかった。しばらくは予約システムに割り当てているメモリの増大や定期的な再起動でしのいでいたが抜本的な対策が必要と判断され、サーバー一式を更新する事とした。

サーバー構成

更新前のシステムはサーバー 2 台と UPS（無停電電源装置）の構成でサーバー A にウェブサーバーソフトウェア、サーバー B に予約システムとデータベース管理システムを置いている。サーバー A をフロントエンドとしてユーザーからの要求を受け、サーバー B で処理をし、結果をサーバー A から返す構成である。

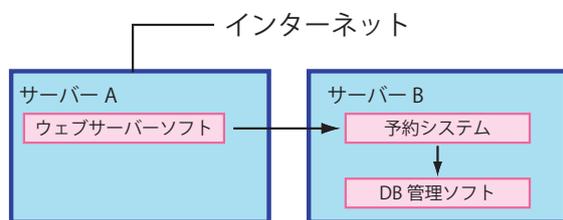


図3 更新前サーバー構成図

NMR等、日常的に短時間の予約で頻繁に使用される装置の予約システムとして各大学から利用されている為、利用者側からの要求は厳しく、平日、日中にシステムが停止するなどは厳に避けなければならない。この為、新しいシステムでは冗長性を考慮し、各所を二重化した以下のようなシステム構成とした。

- ・ロードバランサ 1 台
- ・サーバー 2 台
- ・NAS（ネットワークストレージ） 1 台
- ・UPS（無停電電源装置） 1 台

ロードバランサ

ロードバランサとはユーザーからの要求を複数のサーバーに振り分ける事で負荷の分散を行う装置である。同じプログラムが入って同じ動作をするサーバーを複数並べておき、このサーバー群のフロントエンドにロードバランサを配置するのが一般的な構成である。ロードバランサにはグローバルIPが振られており、ユーザーはこのロードバランサにアクセスする（chem-eqnet.ims.ac.jp はロードバランサに割り当てられている）。ロードバランサは受け取った要求をプライベートアドレスの振られたバックエンドのサーバーのどれかに送る事で処理を行い、戻って来た

処理結果をロードバランサからユーザーに返送する。

ロードバランサはバックエンドのサーバーの死活監視を行っており、システムダウンしているサーバーには要求を送信しないようになっている。複数あるサーバーの内いくつかダウンしていても他のサーバーが応答するので、ユーザーから見るとシステムは正常に動作しているように見える。

サーバーの割り振りアルゴリズムはいくつか種類がある。負荷の少ないサーバーを探して要求を送るようなアルゴリズムもあるが、とりあえず一番単純な、サーバーを順番りに使っていく「ラウンドロビン」という方法を使用する事にした。

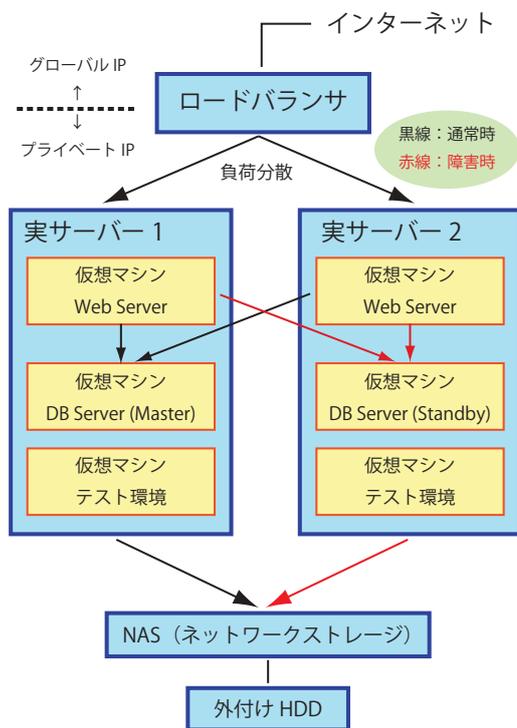


図4 新しいサーバー構成概略

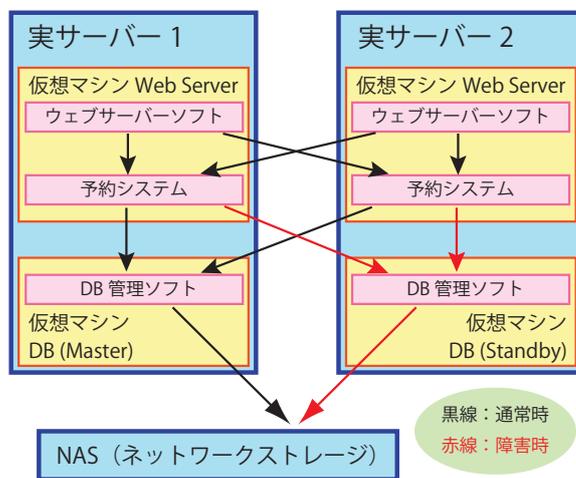


図5 新しいサーバー構成詳細

■サーバー

仮想化プラットフォームの技術を利用すると1台の実サーバーで同時に複数のOSを稼働させる事ができる。それぞれのOSが稼働している環境を仮想マシンと呼び、インストールするOSはゲストOSと呼ばれる。更新前のシステムでは予約システムがハングアップしてシステムが使用不能になってしまったが、これに対処すべく2つの予約システムを同時に走らせる事とした。各、実サーバーに3台の仮想マシンをインストールし、それぞれ(1) ウェブサーバーソフトウェア & 予約システム用 (2) データベース管理システム用 (3) テスト環境用 として使用する事とした。予約システムやウェブサーバーソフトは常時2個が稼働、データベース管理システムは1つをMasterとし、正常時は専らこれを使用し、障害が起きた場合 Standby のデータベースサーバーに切り替えて使用する。

実サーバーが2台あり、1台だけでも運用可能なのでハードウェア障害で1台の実サーバーが故障しても無停止で運用可能である。

■NAS (ネットワークストレージ)

NASはネットワークに直接接続して使用するファイルサーバー専用機である。サーバーのリプレイスが容易になるようにデータベースの実データはサーバーには置かず1台のNASに置くようにしている。1台の実サーバーがハードウェア障害を起こした場合、(もう1台で運用を継続させておき)代替機に予約システムを構築して接続すれば(予約システムを停止してデータを同期したりすることなく)無停止でサーバーのリプレイスが可能である。

■RAIDなど

サーバーはRAID1 (ミラーリング) 構成、NASはRAID5 構成である。また、ロードバランサはHDDを持たない装置である。NAS、サーバーは電源が二重化されており、NASのデータは定期的に外部HDDにバックアップされる。

■データの流れ

上記の構成により以下の部分が二重化されている。

- ・ウェブサーバーソフトウェア (常時2つ稼働)
- ・予約システム (常時2つ稼働)
- ・データベース管理システム (Master/Standby)

これによりデータは以下のような流れとなる。

ロードバランサに届いた要求は2つのウェブサーバーソフトウェアに交互に振り分けられる。

↓

ウェブサーバーソフトウェアは2つの予約システムの状態を監視しどちらか負荷の低い方に要求を投げる。

↓

予約システムは正常時はMasterのデータベース管理ソフトへ要求を出して処理を行う。

↓

データベース管理ソフトはNAS上にデータを格納する。

停電対策

分子研では年に1度、規則で定められた電気設備定期点検の為、2日間の計画停電がある。通常、日程は土~日に設定されるが土曜日でも予約システムは全国から利用されている。フロアスイッチ、HUB、サーバーの電源を確保すればフロアスイッチよりも上流のネットワークは機構側で電源確保してくれているので予約システムを稼働させ続ける事ができる。レンタルの発電機で電源を確保し計画停電時にも予約システムが停止しないように運用している。

サーバー更新後の運用状況

更新前のサーバーでの不具合の原因は特定出来なかったが、新しい環境では特に使用メモリの上昇等発生せず順調に稼働を続けている。時折動作の遅くなる時に状況を見てみるとCPU使用率はかなり低く、データベースのI/Oあたりがボトルネックになっていると思われる。この症状はデータベースの vacuum などを行うと回復する。

終わりに

サーバーの能力向上等により、取りあえず危機的な状況は回避出来たがデータベース上のデータは日々増大している。この事によるシステムの負荷増大が今後起きてくると考えられる。これに対処する為には過去の予約データを別形式のデータとして保存し直し、通常利用する予約データ部分を軽くする等の措置が必要と考えられる。

※セキュリティの都合上、具体的な製品名やスペック等は省略させていただいた。あしからずご了承ください。

7月に分子研で開催された、「レーザー分光および磁気測定による分子構造探求の新展開」に参加しました。副題が「施設利用・共同利用者による研究会」ということで、参加者は機器センター装置の利用者でした。普段、利用者の方々とは装置や測定の話をする程度で、研究内容の話をする機会はあまりありませんでした。研究内容自身は様々で分からない部分も多々ありましたが、研究に対する問題意識や今後の方向性など、まとまった形で話を聞くことができ、貴重な機会となりました。

今回のキーワードは、光・磁気・構造でしたが、機器センターには多様な装置・機器があり、通常の使い方をされる方以外に、機器類を組合せたり工夫したりと特殊な測定を希望される方もいます。今後も測定環境の整備や新たなニーズへ対応し、研究者をサポートしたいと思いました。

2013年3月末日を以って、5年間お世話になりました分子科学研究所技術課を退職致します。博士前期課程を終えたばかりで、分子科学とは何なのか、技術職員はどうあるべきか、ほとんど何もわからないままの着任でした。5年経った今はどうかと聞かれても、明確な答えを示せる自信は正直ありません。とにかく、周囲の皆さまから、全てを教えてもらいながらなんとか今に到るというのが、感謝の意も含めた現在の想いです。

5年間の分子研での生活で一番思い出されるのは、英語で苦戦したことです。もともと英語に強い苦手意識を持っていた私にとって、業務で外国人と英語でやり取りをしなければならないというのは本当に胃が痛くなる状況でした。しかし、ただの単語の羅列であった英語に辛抱強くお付き合いいただいたり、語学研修への参加の機会をいただいたりしたことで、まずはコミュニケーションの手段として英語に接することができるようになりました。今になると、英語に対する苦手意識を克服するのはとても良い環境であったような気がしています。

ただ、語学研修で英会話スクールに通っても、いわゆる科学技術英語を身につけることは難しいと感じています。会話英語やビジネス英語も重要ですが、科学技術英語の重要性も増してきていると思いますので、それらを学べる機会ができることより良いのではないかと考えます。

機器センターで管理しているJEOLの600MHz NMRに新しいプローブを導入することになったので、そのメリットを中心に次年度の運用を紹介する。

利用者自身が測定できる共通のNMR装置としては、JEOLの400MHz (ECS400)、500MHz (LA500)、600MHz (ECA600)がある。ECA600はこれまで測定対象を主に生体高分子に特化した構成で運営を行ってきたが、Brukerの2台のNMRの移設に伴い、ECA600を老朽化したLA500の後継と考え、来年度から測定対象を主に合成化合物に移行することになった。そこで、ソフトウェアのアップグレードおよび新型のプローブ (Royalプローブ) を導入することになった。Royalプローブの特徴は、これまでどちらかを犠牲にしなければならなかった¹Hと多核の観測感度を同時に保持し、1本のプローブで¹H観測の2次元測定 (特に感度の悪いNOESYや、HSQCのような異種核相関測定) も、多核測定も感度よく測定できるようになったことである。このプローブを使用すると、ECS400と比較して¹³Cで1.5倍、¹Hで3倍もの感度が期待できる。そのため今後も1日単位での利用を予定しており、固体測定やECS400では長時間かかってしまうような測定に多く活用してもらいたい。また、ソフトウェアはDeltaのver. 4をECS400と同じver. 5にするため、ECS400を利用している所内9グループのメンバーが違和感なく利用できるだろう。

ICカードを使ったタッチラリーの開催

岩橋 建輔 計算科学技術二係

キーワード：ICカード、タッチラリー、一般公開

2012年度の分子科学研究所の一般公開のイベントの一つとして、ICカードを使ったタッチラリーを開催しました。以前行われた一般公開でのスタンプラリーは、主に子供が対象で、全地点のスタンプを押すと賞品がもらえるというものでした。それに対し、今回のタッチラリーは6×6のビンゴ形式で、展示箇所と受付を36個のタッチラリー地点とし、一列揃うと賞品がもらえるものです。図1は当日の受付地点の様子、図2は実際のタッチラリー地点の端末を写したものです。

このイベントの意義について改めて振り返ってみることにします。スタンプラリーとタッチラリーでは来場者を離れた展示場所へ誘導することができますが、今回のタッ

チラリーでは、さらに別の利点を付け加えました。来場者に対しては、ビンゴゲームを楽しんでもらうだけでなく、図3のようにタッチした時に近くの未訪問地点が表示される機能をタッチラリー端末に加えました。このことにより、単なるビンゴゲームによる賞品の獲得とICカードの活用という好奇心だけでなく、実用的な点もあるということで大人も参加しやすくなりました。運営者に対しては、図4と図5のようにタッチラリーの地点ごとの人数と時刻の情報をウェブページでリアルタイムに提供しました。このことにより、開催本部において来場状況を把握することができ、現場の係員に比較的空いた展示会場に人の流れを向けさせることができました。また、アンケートとICカードの情報を紐付けることで統計調査の精度を向上させることができました。



図1 一般公開当日の受付の様子



図2 タッチラリーの端末



図3 タッチラリーの途中では近くの未訪問展示を表示

入場者数

	全時間帯								
	9:30	10:30	11:30	12:30	13:30	14:30	15:30	16:30	
全受付	1076	221	142	111	203	207	150	37	5
明大寺受付	714	158	117	66	105	156	93	19	0
OCC受付	263	45	16	37	77	33	41	12	2
UVSOR受付	99	18	9	8	21	18	16	6	3

退場者数

	全時間帯								
	9:30	10:30	11:30	12:30	13:30	14:30	15:30	16:30	
全受付	1049	12	38	121	134	106	147	258	233
明大寺受付	289	8	15	27	45	24	36	67	67
OCC受付	456	2	9	38	58	67	65	117	100
UVSOR受付	304	2	14	56	31	15	46	74	66

図4 運営者に送られるリアルタイムな入退場者数の表示

展示来訪者数

occゾーン	全時間帯	9:30	10:30	11:30	12:30	13:30	14:30	15:30	16:30
金属錯体研究の最前線 紙でつくる立体構造	390	2	28	52	54	107	65	62	20
光るインクと見えないインクで絵を描こう 分子で作る太陽電池	432	2	36	47	68	104	84	64	27
二次元高分子の謎	425	2	34	45	66	101	82	65	30
人工分子を使って光合成系を組み立てる	423	3	34	45	64	103	85	62	27
分子のリングを作る	421	3	32	48	64	95	81	68	30
植物に学ぶ人工光合成/鉄の色ってどんな色？	426	3	30	44	73	103	77	71	25
未来の有機反応を目指して	418	1	23	53	65	105	74	73	24
お薬型分子を作る サッカーボールを組み立てる	554	13	39	59	117	95	100	92	36
液体窒素を使ったひびりマジック	582	13	34	60	133	100	93	100	29
金属やしろべすを作ろう 「未来の科学者賞」	603	31	26	71	130	110	99	108	28
市民公開講座分子科学フォーラム特別版	190	0	2	5	87	48	31	11	6

図5 運営者に送られる各展示の訪問者数の展示

次に、このタッチラリーシステムについて説明したいと思います。一番の肝となる部分はICカードを読み書きする部分です。ハードウェア的には安価に入手でき、ソフトウェア的にはフリーな実装を使いたかったのとカードに書き込むことができるものという制約を課すと選択肢は1つしか見つけれませんでした。筆者が見つけたものは、ソフトウェアにはlibnfc、ICカードリーダーにはSony製Pasori RC-S370 (残念なことに現在入手不可)、ICカードにはISO14443 Type Aの規格のMifare Ultralightという組み合わせでした。ここで注意したいことは、現在入手可能なPasori RC-S380は今のところlibnfcでは利用することができないことです。Mifare Ultralightはカード識別番号を含めると64バイトしかないのですが、暗号化なしに自由に読み書きできる領域が48バイトあります。今回のタッチラリーでは、通過した地点をカードに記録することにより万が一インターネットが使えない状況でもタッチラリーを行えるようにしました。

次に重要な部分は、CDもしくはUSBメモリーで起動できるKnoppixというLinuxのディストリビューションを採用した点です。これには3つの利点があります。1つ目はlibnfcが容易に使えるプラットフォームであることです。2つ目は全てのタッチラリー地点の端末のOSやバージョンを同一にできるため、システムの開発時に単一の環境を想定すればよくなります。また、Windows搭載機だけでなく一部のMacOS X搭載機も利用することが可能になります。3つ目はハードディスクに何も書き込みを行わないので、パソコンを貸してもらいやすくなります。タッチラリー地点で残すべきデータはUSBメモリーに書き込むこととネットワーク上のサーバーに書き込むことで対応しました。

そのほかにも、いくつか工夫した部分があります。カードの読み取りが不完全な場合があり、再度タッチしてもらうために、正常なタッチのときには爽やかな音を鳴らし、異常があったときには不安にさせる音を鳴らすようにしました。イーサーネットが使えないことも考慮し、一次データはSQLiteというデータベースソフトウェアを使ってロー

カルのUSBメモリー上に残し、別プロセスのプログラムでネットワーク上のMySQLデータベースサーバーに送信するようにしました。プロセスを分けたことにより、タッチラリー自体はネットワークを使わずに行えるようにしました。

今回のタッチラリーの企画は、技術課の課長や他の班の方々とも連携して進められました。広報の方には、ビンゴのキャラクター (図6)、タッチラリーのやり方を記した紙とカードホルダー (図7)、ビンゴの賞品を用意していただきました。また、装置開発の方からは、人数限定の工作キットの抽選をタッチラリーのシステムと連携して行いたいという依頼があり、そのタッチラリー地点に対しては特別仕様をしました。

さて、このようなタッチラリーを行うにはどのような機材が必要でしょうか。実は当初筆者が想定していた規模よりも大規模なイベントになったため、機材集めも大変なものになりました。タッチラリーの地点は展示場所の35か所と各分散会場毎の受付3か所ので、各受付は混雑緩和のため複数台 (5台+5台+3台) 用意することになりました。また、予備機 (4台) も含めると合計52セット分の機材が必要でした。タッチラリー地点の機材一式は、パソ



図6 一般公開の公式キャラクター



図7 タッチラリーの遊び方とICカードの入ったネームホルダー

コン、モニター、ICカードリーダーライター(*)、イーサネットケーブル、USBメモリー(*)、Knoppix(Linux)の入ったCD-R(*)、スピーカーで、キーボード、マウスは起動時のみ必要なため共用しました。また、設置場所によっては、ネットワークのハブ、電源タップなども用意しました。図8は用意した(*)のついた全てのものを並べたものです。計算科学技術班だけでは52台のパソコンを用意することができなかったため、展示を行う研究室の方でタッチラリー用のパソコンを準備してもらい、準備できない展示と受付のパソコンはこちらで用意しました。

タッチラリーの設営は一般公開前日から行いました。ソフトウェアの開発が遅れこんだこともあり、各研究室でテストしてもらう時間が取れず、公開前日にすべての動作確認を行うことになりました。実際にテストしてみると様々なトラブルに見舞われました。通常使用していないパソコンを用意してもらったところでは、所内で未登録のため所内LANに接続できず、ネットワーク担当者に臨時登録をしてもらいました。また、新しいMacOS X搭載機はKnoppixが起動できず、別のパソコンを用意してもらうことになりました。これとは逆に、連絡不徹底のため、一

般公開当日までタッチラリー用端末がないところがあり、急遽予備機を手配することになったところもありました。一般公開当日になっても、いくつかのトラブルに見舞われました。イーサネットケーブルの爪が折れていたため情報がサーバーに送られてこなかったり、ハードウェアの不良と思われるが異常な人数をサーバーに送信したりした地点もありました。

タッチラリーを実際に行ってみて、当初の予想と異なることがありました。それは大人の方の行動でした。予想では、強制的に受付で入退場時にタッチする以外はタッチラリーに参加してもらえないと思っていたのですが、受付でお願いしたこともあり、ほとんどの方に参加して頂きました。また、ビンゴの賞品は一例揃うだけでもらえるのですが、全地点のタッチを目指す傾向が見られました。このことより、展示会場を集約しなくても多くの展示を見てもらえるのではないかと推測されます。

様々なトラブルに遭遇しましたが、最終的には多くの来場者楽しんで頂き、また、運営者の方々にもリアルタイムの情報を伝えることができ、当初の目的は達成したと思います。



図8 タッチラリーに用いたカードリーダーライターとUSBメモリーとCD-R

汎用システムの開発を目指して (共同利用申請システム開発)

手島 史綱 計算科学技術一係

キーワード：XML、XML Beans、Struts 1.3、Spring 1.2、iBatis 2.1

概要

自然科学研究機構 分子科学研究所は、大学共同利用機関として課題研究、協力研究、各種研究会、各種施設利用等の共同利用申請募集を行っている。今までは、書類と郵送による申請手続きや審査手続きが行われていた。しかし、最近ではインターネットの通信速度が高速となり、WEBを利用した申請システムは一般化してきている。この様な中、分子科学研究所長の号令のもと、研究所全ての共同利用申請をWEB化することが決まった。研究所には各種利用申請があり、それぞれにおいてフォームが違い、年度ごとに見直しが行われていた。このことから、プログラムの変更なし申請フォームの修正のみで対応できる汎用的なシステムを構築したので報告する。

1. 動機

自然科学研究機構 分子科学研究所は、大学共同利用機関として、日本全国の分子科学研究分野の研究者に共同研究や施設利用の場を提供している。共同利用申請の種類は、下記のように複数ある。

- ① 課題研究
- ② 協力研究
- ③ 研究会
- ④ 若手研究会等
- ⑤ 分子科学国際研究集会（岡崎コンファレンス）
- ⑥ 極端紫外光研究施設 施設利用
- ⑦ 極端紫外光研究施設 長期施設利用
- ⑧ 機器センター 施設利用
- ⑨ 装置開発室 施設利用
- ⑩ 計算科学研究センター 施設利用
- ⑪ 協力研究 ナノテクノロジープラットホーム
- ⑫ 極端紫外光研究施設ナノテクノロジープラットホーム
- ⑬ 機器センター ナノテクノロジープラットホーム

と全部で13種類の申請がある。上記申請の中で、計算科学研究センター以外は書類による申請と審査が行われてい

た。最近では、WEBによる申請が一般化してきている。研究所所長の号令のもと、全ての申請と審査をWEB化することが決まった。既に利用申請をWEB化している計算科学研究センターにその開発が依頼された。WEB化に際して、申請受付から、審査員による審査回覧、そして採択結果までが対象となり、共同利用申請WEB化プロジェクトが発足した。プロジェクトには、計算科学研究センター技術職員の他、岡崎統合事務センターの国際研究協力課共同利用係（以下、共同利用係とする）や各施設の実務担当者、施設長が入り、検討を重ねることになった。

WEB化するにあたり、次の問題点が上がった。

- ① 新しい申請種別が増えることがある。
- ② 申請フォームは毎年見直しがされている。
- ③ 各申請種別において、過去の申請データは、その時の申請フォームで閲覧できる必要がある。
- ④ 毎年プログラム修正を行っていたのでは、コスト的に破たんする。

これらの問題点をクリアするために、どのようなしくみが良いかを計算科学研究センター技術職員間で議論を重ねた。考慮した点は次の通りである。

- ① 申請フォームの変更や新規申請種別の増加に対して、容易に対応できる必要がある。
- ② リレーショナルデータベース中心のシステムでは、申請フォームの変更、増加に伴いプログラムの変更が必ず生じる。過去の申請フォームに対応しきれないことになる。

これらのことを踏まえて、XMLを使ったテキストベースのタグによる申請フォームを使用するのが、今後の申請フォームの変化に柔軟に対応できると考えた。

2. XMLによる制御機構

XMLを利用するメリットとして、

- ① 過去の申請データにおいて、対応する申請フォームがあれば、WEB画面上で閲覧やPDFファイルが作

成できる等データの再現が容易である。

- ② 申請フォームの変更が容易である。
- ③ 新たな申請フォームの作成が容易である。
- ④ データの視認性が良い。

等があげられるであろうか。デメリットを考えた場合、

- ① バイナリデータと比較して、データサイズが大きくなる。があげられる。

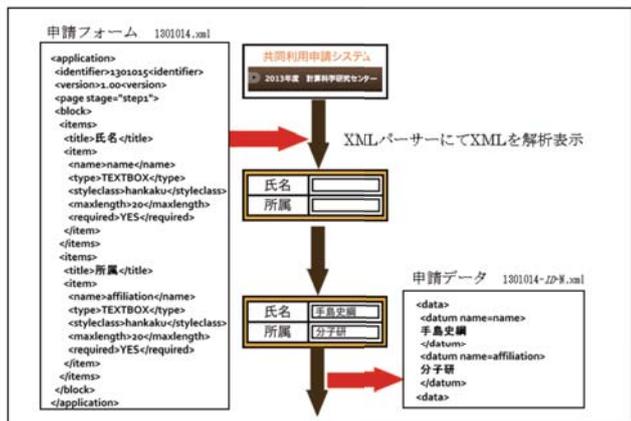


図1 制御処理の流れ

実際の制御処理の流れを簡単な申請フォームを使って説明すると図1のようになります。まずは、HTMLタグの様に、申請書として必要なタグを考案しそれらのタグを解析できるようにXMLパーサ (XMLBeans) に設定する。設定されたXMLタグを使用して申請フォームを作成する。図1の「2013年度 計算科学研究センター」というボタンをクリックすると、該当する申請フォームが読み込まれ、XMLパーサーが解析してWEB画面表示を行う。そして、入力画面に従って入力されたデータもXMLタグと一緒に保存され申請書が作成できる。審査に関しても同様で、各申請に関する審査フォームを作成し、その審査に対する入力データをタグと一緒に保持することにより審査表を作成できる。

申請フォームのファイル名は次の通りである。

申請識別番号.xml

この申請識別番号を使って、申請フォームと入力された申請データ、審査データ等を紐付けしている。毎年、申請フォームが変更されたとしても、過去の申請データを表示したい場合は、申請識別番号が同一のXML申請フォームがあれば、プログラムの変更を行わずに表示することが出来る。XMLタグには、リレーションタグも用意しているので、「ある条件 (ある値以上なら等) を満たした場合は、この入力欄は必須である」や選択リストで「これ、もしくはこれが選択されたら、この入力欄は必須である」等、条件定義によって入力必須を動的に変更することが出来る。ファイルアップロードの指定も出来、HTMLで表現できる

ことはXMLとして定義済みである。ちなみに入力された申請書データのファイル名の命名規則は次の通りである。

申請識別番号-アカウントID-同一申請通し番号.xmlである

申請された内容を表示する場合は、「XML申請データ」をXMLパーサーが解析してHTML化し表示することになる。使用するXMLをXMLパーサーに登録すれば、HTMLの様に比較的簡単に申請フォームを作成することができる。計算科学研究センター以外の申請は11月から受付開始する予定で準備を整えていたが、10月末ごろになって、「●●と△△の申請フォームが見直しされた」とか「これとこれが選択されたら、ここを入力必須にして欲しい」等と言われ、急遽、XML申請フォームを作り直すことになったが、これがデータベース中心やプログラム埋め込み型であったら、簡単にはいかなかったはずであり、さっそくXMLを利用したメリットが生かされた。

3. 構成

システムの構成は、下記のとおりである。

OS	CentOS
メモリ	2 GB (Tomcat は Max1GB)
WEB サーバー	Apache+Tomcat6 (SSL : NII)
プログラム言語	JAVA
使用ライブラリ等	フレームワーク : Struts1.3、Spring1.2、iBatis2.1 汎用テンプレートエンジン : velocity1.7 (メール本文) PDF 作成 : iText XML パーサ : XMLBeans メール : JavaMail データベース接続 : mysql-connector-java5.1 ログ : log4j1.2 等

これまで、利用してきた計算科学研究センターのWEBによる申請システムでは、トップ画面で「新規利用申請」か「継続申請」を選択し、「継続申請」の場合のみに、当センターが発行するアカウントを使用してシステムにログインする形態であった。今回作成する申請システムでは、研究所の各種申請に申請出来る必要があり、申請者を特定 (全国の大学所属者であるかどうか) する必要があることから、申請を行う前にアカウントを登録する形態にした。アカウントとしては、所属機関で発行する電子メールアドレスを使用し、代表申請者のみに作成させることにした。

代表申請者がアカウントを作成する手順は、図2のとおりである。

- ① 申請者は申請システムにアクセスする。トップページの「アカウント作成」ボタンをクリックして、必要項目を入力し「登録」ボタンをクリックする。
- ② 申請システムから、登録内容とパスワード発行用URLが記述された電子メールが送信される。
- ③ 内容に問題がなければ、URLをクリックしてパスワード発行を依頼する。
- ④ 申請システムは、URLから該当申請者のパスワードを発行し、電子メールで申請者に送信する。

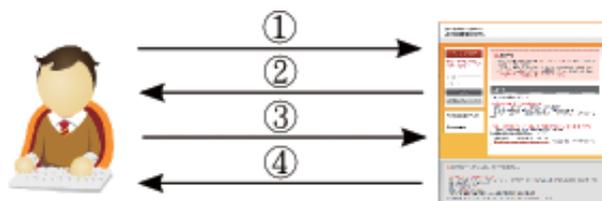


図2 アカウント作成

3.1 申請機能

アカウント作成後は、申請システムにログインすることにより、各種申請をすることが出来る。ログイン後のトップメニューページは図3の通りである。「申請メニュー」に表示される各申請ボタンは、受付締切前の申請が表示されており、受付締切をすぎたものはメニューに表示されない。「申請状況」には、既に申請を行った申請が表示され、それぞれの申請に対して（申請内容の）「変更」、「取消」、「閲覧」や（PDF ファイルの）「申請書出力」が行える。受付期間内であれば、同じ申請を複数（重複）申請することが出来る。

計算科学研究センターの申請システムでは、入力項目の中に2000字程度等の長文を必要とする箇所があり、こ



図3 トップメニュー画面

れまでは、途中で保存が出来なかったため、申請者にはかなりの負担がかかっていた。このため、申請者からは、「途中で保存出来るようにしてほしい」や「図式も入力出来るようにしてほしい」という要望があり、今回の申請システムでは、これらの要望に応えるために、各ページの下部には、「途中保存」というボタンを用意した。このボタンをクリックするとこれまで入力した内容をファイルに保存して、申請を終了出来る。終了すると、メニュートップページ（図3）に戻る。また、申請入力は、4ページほどに及ぶものばかりなので、次のページに遷移した時点で自動的にそれまでの入力内容をファイル保存することにした。また、図式の入力に関しては、PDF ファイルのアップロードを選択出来るようにして対処した。

図4を見ていただくと、灰色の部分、これから何の項目であるかを示すガイドで、その下に入力項目欄があり、1行ずつで示されている。その入力項目は3つに分かれており、左は、その項目のタイトル列、真ん中は、実際の入力列、右はヘルプ列となっている。

図5例（XML申請フォームによる抜粋）では、研究目的等は審査時に非常に重要であるため申請者は詳細に記述する必要がある。ここでは、申請者が「テキスト入力」もしくはカラーで図表が使用出来る「ファイルアップロード(PDF)」のどちらかを選択出来る。「テキスト入力」を選択した場合は、下部のテキスト入力欄が必須となり、「ファイルアップロード」を選択した場合は、下部の「ファイルアップロード」が必須となる。これは、XMLにおいて、図5のようにリレーション設定をすることにより、選択項目や条件に応じて必須項目を変えることが出来る。

このほか、1つの申請において、メンバーを複数人登録出来る。特に研究会となると、20人等の多人数を登録する必要があるが、WEBブラウザ上で1つ1つ入力していたのでは大変であるから、CSVファイルをファイルアップロードして、メンバー登録出来るようにした（雛形ファイルのエクセルファイル（入力註釈付き）をダウンロード出来るように用意している）。全ての入力が終わる

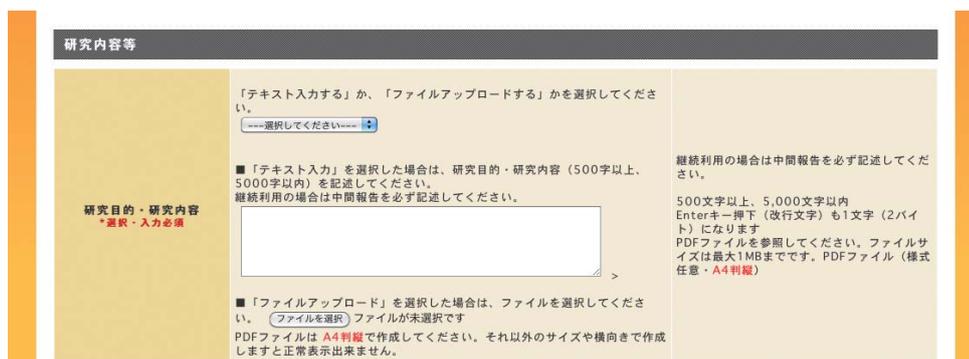


図4 リレーション機能

と、最終確認画面となり、問題なければ申請を「登録」する。登録時には、代表申請者に申請が登録された旨の電子メールが自動送信される。その際、添付ファイルとして、所属

長の氏名と職印が必要な「申請承諾書」が一緒に送信されるので、代表申請者は、その書類を印刷し、所属長の職印を押印してもらい、共同利用係に郵送する。

```

<page stage="step2"> . . . . . ステップ (ページ) 番号
<block>
<htmlform prev="step2" next="step3" enctype="multipart/form-data">
<div>
<guide tag="h2">研究内容等</guide> . . . . . 項目群のガイド
</div>
<div>
<formtable styleclass="normal">
<items> . . . . . 1項目を表す
<title>研究目的・研究内容</title> . . . . . 項目のタイトル
<titlecomment styleclass="font-red font-s">*選択・入力必須</titlecomment> . . . . . タイトルに対するコメント
<item> . . . . . 入力項目
<text position="TOP">&lt;br /&gt;「テキスト入力する」が、「ファイルアップロードする」かを選択してください。</text>
<name>PurposeSelect</name> . . . . . 入力項目の名前
<type>SELECT</type> . . . . . 入力項目の形式
<required>YES</required> . . . . . 入力項目が必須である場合はYESとする。
<select></select> . . . . . 「-----選択してください-----」を表示する。
<select>テキスト入力</select> . . . . . セレクトメニューで表示する項目
<select>ファイルアップロード</select>
<text position="RIGHT" print="ON">&lt;br /&gt;</text> . . . . . 入力列へのテキスト表示 print=onで申請書(PDF)にも表示
</item>
<item>
<text position="LEFT">&lt;br /&gt;&lt;br /&gt;■「テキスト入力」を選択した場合は、研究目的・研究内容 (500文字以上、5000文字以内) を記述してください。&lt;br /&gt;■「ファイルアップロード」を選択した場合は、研究目的・研究内容 (500文字以上、5000文字以内) を記述してください。&lt;br /&gt;■「テキスト入力」を選択した場合は、研究目的・研究内容 (500文字以上、5000文字以内) を記述してください。&lt;br /&gt;■「ファイルアップロード」を選択した場合は、ファイルを選択してください。</text>
<name>Purpose</name>
<type>FILE</type> . . . . . ファイルアップロードを指定
<filename>1</filename> . . . . . ファイルアップロード番号
<filetype>PDF</filetype> . . . . . ファイル種別
<maxfilesize>1000000</maxfilesize> . . . . . ファイル最大容量
<relation type="REQUIRED">
<discriminant>
<object>PurposeSelect</object> . . . . . リレーション先
<condition>SELECTED</condition> . . . . . 条件 (この例では選択したもの)
<compare>ファイルアップロード</compare> . . . . . 条件対象 (この例ではテキスト入力を選択した場合となる)
</discriminant>
</relation>
</item>
<item>
<text position="LEFT">&lt;br /&gt;&lt;br /&gt;■「ファイルアップロード」を選択した場合は、ファイルを選択してください。</text>
<name>Purpose</name>
<type>FILE</type> . . . . . ファイルアップロードを指定
<filename>1</filename> . . . . . ファイルアップロード番号
<filetype>PDF</filetype> . . . . . ファイル種別
<maxfilesize>1000000</maxfilesize> . . . . . ファイル最大容量
<relation type="REQUIRED">
<discriminant>
<object>PurposeSelect</object>
<condition>SELECTED</condition>
<compare>ファイルアップロード</compare>
</discriminant>
</relation>
<text position="BOTTOM">PDFファイルは &lt;font color=FF0000 /&gt; A4判縦&lt;/font&gt;で作成してください。それ以外のサイズや横向きで作成しますと正常表示出来ません。</text>
</item>
<help>継続利用の場合は中間報告を必ず記述してください。&lt;br /&gt;</help> . . . . . ヘルプ
<help>500文字以上、5,000文字以内</help>
<help>Enterキー押下 (改行文字) も1文字 (2バイト) になります</help>
<help>PDFファイルを参照してください。ファイルサイズは最大1MBまでです。PDFファイル (様式任意) &lt;font color=FF0000 /&gt; A4判縦&lt;/font&gt; &lt;br /&gt;</help>
</items>

```

図5 リレーション機能XML

図5 リレーション機能XML

ユーザー階層

管理者アカウント	システム保守管理者に交付する。 全ての機能が使用出来る。
担当者アカウント	共同利用申請の窓口となる事務担当者に交付する。 概ねほとんどの機能が使用出来る。
施設担当者アカウント	各申請 (共同利用施設) の実務担当者に交付する。 担当申請の申請、審査、管理機能のみ使用出来る。
広報委員会アカウント	広報委員等に交付する。 申請情報の閲覧のみ出来る。
審査員アカウント	各申請の審査担当者、運営委員に交付する。 該当申請の審査、閲覧のみ出来る。
提案代表者アカウント	申請の提案代表者に交付する。 各申請の提出、変更が出来る。 申請提出後の申請書閲覧、印刷が出来る。
申請アカウント	受理された申請毎に交付する。 提案代表者以外は、このアカウントを使用して申請内容を閲覧出来る。

3.4 申請フォームXML仕様（一部）

<application>	申請フォームブロック識別 <application> </application>内は申請フォームであることを示す。
<identifier>	申請識別番号 申請入力データファイル名にも使用される。
<version>	申請書バージョン番号
<contents>	申請書で使用する言語系を指定する。
<lang>	言語(HTML の言語制限に使用する)
<charset>	文字コード(HTML の文字コード制限に使用)
<division>	申請種別の識別に使用する
<name>	申請種別の識別名を示す。
<value>	申請種別名を示す。
<term>	申請期間(前期 or 後期 or 通年)を示す
<year>	申請年度(yyyy 形式)を示す
<applydate>	申請メニュー表示期間(募集期間)設定用に使用する。
<start>	申請受付開始日(yyyy-MM-dd 形式)
<end>	申請受付終了日(yyyy-MM-dd 形式)
<header>	HTML の header 内指示
<include>	HTML の header 内でインポートする JSP ファイル名
<title>	HTML の header 内のタイトル
<footer>	HTML の footer 領域でインポートする JSP ファイル名
<navigation>	申請のナビゲーション
<title>	申請ページサブタイトル
<step stage="*">	ナビゲーションステージ名 stage 属性は、後述の page タグや htmlform タグに記述して遷移元や遷移先を表す。 stage 属性の値を「members」とした場合、その画面でのデータは複数登録可能になる。 確認画面の場合は「confirm」、完了画面の場合は「complete」と stage 属性に記述する。
<text>※	申請ページジョブのナビゲーション表示用
<page stage="*">	ページ区切り stage 属性の値は前述の step タグの stage 属性の値を記述する。
<block>	区切りタグ
<template>	プログラムにて自動でコンテンツを作成し表示する。 「COMFIRM」自動で確認画面が表示される。 「COMPLETE」自動で DB 登録処理が実行され、完了画面が表示される。 「MEMBERS」自動でメンバーリストの表が更新される。
<htmlform prev="*" next="*" enctype="multipart/form-data">	prev 属性には、遷移元ページの stage 値を記述する。 next 属性には、遷移先ページの stage 値を記述する。 enctype 属性は、ファイルアップロードがある場合のみ記述する。
<div>	区切りタブ
<guide tag="*">	項目群のガイド (タイトル) tag 属性には、HTML のタグ種類を記述する。
<formtable styleclass="*">	テーブル
<items>※	

コラム

CPU内蔵GPUは高品質ライブ配信のエンコード処理に実用的か？

計算科学技術一係 澤 昌孝

最近GPUを統合したCPUが多く、IntelではSandyBridgeやIvyBridgeプロセッサ等でHD Graphicsという名称で導入されている。GPUは動画再生処理だけではなく、ExpressionEncoder4Pro(EE4)等の動画・配信ソフトでエンコード処理も可能である（IntelではQuickSyncVideo (QSV)と呼ぶ）。効果としてCPU負荷軽減と処理時間短縮があり、データ送信等も同時処理するライブ配信のエンコードPCには都合よい。エンコードによるCPU負荷が高いと、配信した映像にブロックノイズ等の影響が出るため、解像度や帯域を落とす必要があったが、GPU側で処理できる場合は妥協が不要になる。

そのためには、HD品質・ブロードバンド帯域以上の動画を再生時間未満の処理時間でエンコードできる性能は欲しい。QSVでこの性能を満たせるか調査した。ビデオ動画(解像度720p、ビットレート20Mbps、フレームレート60fps、再生時間26:22、ファイルサイズ3.99GB)を、EE4でIntel i5-2400(HD Graphics2000)を用いてビットレート1MbpsのMPEG4にエンコードした。

結果、QSV無効で28:20、有効でソースの約半分の13:52で処理できた。実際、QSV有効でEE4でのライブ配信は安定してできているので、実用的であると考えます。

キーワード：ライブ配信、GPUエンコード、HD（高精細度）

コラム WWWページの改竄について

計算科学技術一係 内藤 茂樹

ネットワークセキュリティ上の事件で良く耳にするのがWWWページの改竄です。最近では政治的なページへ書き換えられた事件を報道で目にした方も多いかと思えます。ただしこの事例は、別に訴訟を起こされたり損害賠償を請求されたりするものではありません。

一方、WWWの改竄でも損害賠償を請求される事例もあり得ます。例えば研究会のお知らせのページの一部を書き換えられ、参加登録の所にフィッシングサイトへのリンクが埋め込まれたとします。参加希望者が何も知らずにリンクをたどり、行き着いたページにクレジット番号等の入力フォームがあったらどうでしょうか。多くの人は入力を止めるかも知れませんが、1人でもクレジットカードの情報を入力してしまったら。その被害者はクレジットカードを不正に利用された損害賠償を、WWWページの作成者に請求する可能性があります。同じWWWページの改竄でも、その内容によっては作成者自身が加害者となってしまうこともあり得るのです。したがってWWWページの同一性を常に注意することが必要です。喩え未知の脆弱性を突かれたとしても、WWWページの改竄に気がつきサービスを停止するなどの対策を取れば、第三者が被害に遭う可能性を下げる事が出来ます。そして作成者自身が加害者となることも未然に防ぐことが出来ます。これは作成したWWWページを定期的に見て回るだけで、ある程度は達成出来ます。

キーワード: WWW改竄、同一性の保持

コラム 新スパコンの利用統計

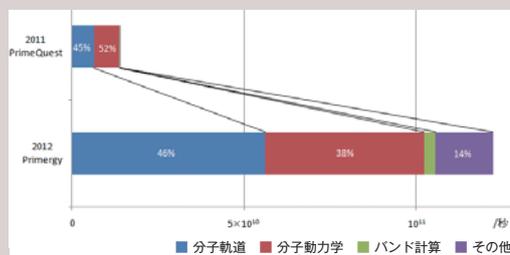
計算科学技術二係 長屋 貴量

昨年度末にスパコンを更新して以降、富士通の計算マシンの台数が大幅に増えたことにより利用の規模もそれまでよりも桁違いに膨れ上がった。

この利用統計を取るべく、昨年度と同様に解析を行おうとした。昨年は5万件の利用を解析するだけで1日かかっていましたが、今年の利用は既に40万件を越えており、昨年ものを流用することは時間とメモリの面から困難であった。

そのため、今回は解析スクリプト内でデータを溜め込んで配列を作るのではなく、データベースソフトのSQLiteを使ってデータを保存するようにし、さらに並列化で同時に複数データを集めるように変更した。その結果、データベースソフトの処理の速さが予想以上に速かったこともあり、元データを集める時間は一日程度で済んだ。

こうして得られた、昨年度と今年度の解析結果の一部を図に示す。



ユーザーの合計利用時間が8倍以上に増えたばかりではなく、新規に実行されたプログラムの数も大きく増加していた。また同時使用するCPU数として128並列の計算が目立って増加していた。

現在、解析部分も並列化するようスクリプトの高速化/シェイプアップを続けている。

キーワード: ビックデータ、解析、データベース

コラム マイコンのネットワーク対応

計算科学技術三係 松尾 純一

今時のマイコンのトレンドといえばネットワーク対応である。

初めから有線ポートを有しているものや、モジュージャックを結線すると使えるようになるものなどがある。プログラムを行う際にもネットワークライブラリを組み込むだけでPING応答などの処理は特に書かなくても処理してくれるようになっているものが多い。

せっかくコンパクトなマイコンなのだからネットワークは無線接続としたいところだが、現状で対応しているものは無いように思う。しかし、前述の有線対応マイコンに少々手を入れてやると無線ネットワーク対応となものがある。

例えば、昨年登場した3000円程度でLANポートを備えるLinuxベースのマイコンRaspberry Piや、5000円程度でLANポートをを備えるArduino系マイコンのGR-SAKURAだ。

Raspberry PiはUSBポートを備えており、通常はキーボードやマウスを接続するために使用するが、そこへUSB無線LANモジュールを挿せばよい(図1)。

GR-SAKURAはXBeeWIFIという無線モジュールをさせるように基盤にコネクタが装備されているので、亀の子状にXBeeWIFIを接続すると比較的簡単に無線LANの機能が追加できる(図2)。

また別な方法として無線有線ブリッジを別途用意し、それを通して有線機器を無線化する方法もある。

無線対応のマイコン。なんだか、ムズムズしますね。



図1



図2

キーワード: 無線LAN、マイコン

山手地区ヘリウム液化システムのトラブルとその解決

水川 哲徳 低温技術係

キーワード：ORS、ガスマネージメントパネル、トラブル

はじめに

山手地区のヘリウム液化システムは平成16年に導入され、10年目に突入しようとしている。大きなトラブルは導入後2年以内に集中した。24年度には液化機起動に影響を与えるトラブルが2件発生したので、それについて報告する。

ORSのトラブル

(1) 状況

液化機起動直後、ORS(1)油面Hというアラームが出て停止した。このORSは液化圧縮機から油とともに送られてきたヘリウムガスを分離し、ガスをヘリウム液化機に送り、油を液化圧縮機に戻す働きをしている。

今回のトラブルは実際に油面が上昇したのではなく、センサーに油が付着しているだけと判断した。何故ならば同じ高さにあるORS(2)のセンサーは異常を検知していないからである。



写真1 ORS

(2) 対応

液化圧縮機を単独で運転しORS内部を充圧した状態でドレインバルブを手動で開き、センサーに付着している油

を吹き飛ばす事を試みた。

その結果、エラーが消え、正常に運転が再開できた。

液化圧縮機の昇圧トラブル

(1) 状況

液化圧縮機の吐出圧(図1のPI101)が所定の圧力(約0.87 MPa)に速やかに到達せず、異常に時間を費やすようになった。通常、起動後5分程度で所定の吐出圧に到達するのだが、30分以上、場合によっては1時間かかるようになった。

図1に示すように一旦バッファー圧(PI203)まで昇圧し、そこでかなりの時間とどまり、その後、所定の値まで昇圧するという挙動を示している。図1よりPI100の挙動と関係あるようである。

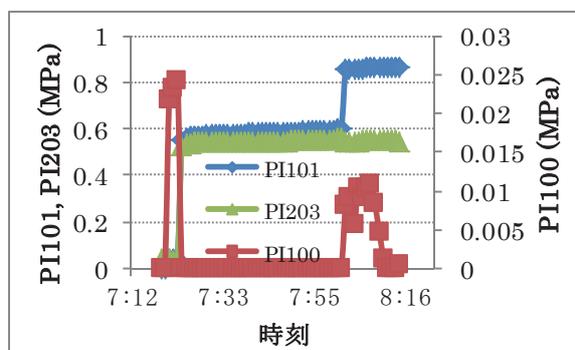


図1 トラブル時の昇圧状況

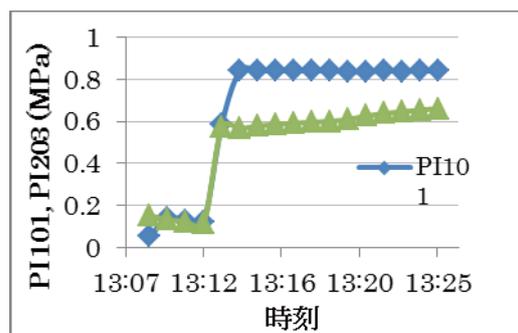


図2 正常時の昇圧状況

PI100の圧力は液化のフロー図（図3）より、PRV242及びV245（写真2）の設定に依存する。

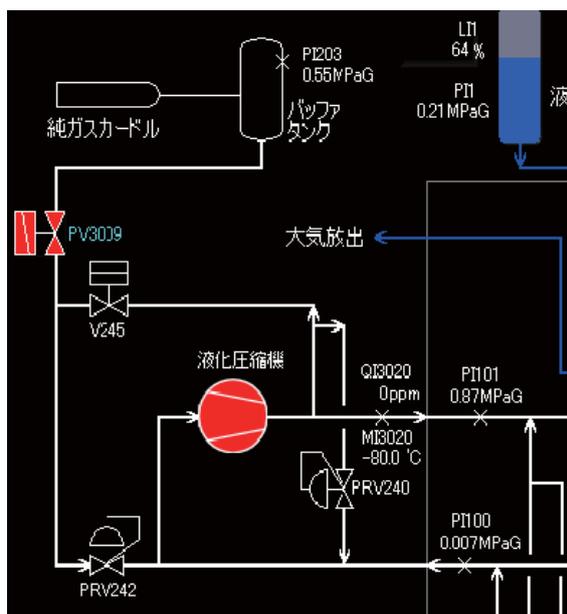


図3 液化機フロー図

V245（バネ式ストップ弁）は系内のガスをバフファタンクに逃がす際に用いられる。また、PRV242（ダイヤフラム式減圧弁）はバフファタンクから吸入ラインへガスをチャージする際に用いられる。

(2) 対応

液化運転開始後PRV242及びPV245の挙動をチェックした。すると、PRV242の設定値を示すPI202が、本来0.07 barであるところが-0.2 barを示していた。またV245の設定値を示すPI200の値も本来の設定値から大きくずれていた。これらの調節をしたところ速やかに液化圧縮機の吐出圧が昇圧し所定の圧力に到達した。



写真2 PRV242とPV245

おわりに

液化機設置後、現在までに発生したトラブルのほとんどはデータを細かく考察することにより原因の究明が可能であった。今後もデータを重視して行きたいと思う。

赤外・ラマン分光法による電子状態の研究

売市 幹大 学術支援係

キーワード：分光法、電荷移動塩、相転移、電子状態

はじめに

様々なテーマで他大学との協力研究を行った。赤外反射およびラマン分光法、X線結晶構造解析、磁化率測定を用いて電荷移動塩の電子状態を明らかにした。それらの成果は国内の学会および国際学会ISCOM2011やICSM2012で発表され、あるものは論文誌に掲載された。

アルカリ-TCNQ系電荷移動塩のヨウ素吸蔵

持田（神戸大）らはアルカリ金属ヨウ化物とTCNQの固相反応を適用し、ヨウ素を含む3成分系のTCNQ塩の合成と、ヨウ素の脱着に基づく物性転換の実現を行ってきた。3成分系の電荷移動塩（M-TCNQ-I）のラマン測定によりTCNQおよびヨウ素の電荷を見積もり、ヨウ素脱着反応における挙動を明らかにした。¹⁾（持田ら、2012年化学会春季年会。持田ら、2012年分子科学討論会。）

非局在型一重項ビラジカルの強い分子間相互作用の実験的解明

久保（阪大）らはこれまでにフェナレニルという不對電子と π 共役系を融合させることで高い非局在化能を有する安定な一重項ビラジカル種の研究を行ってきた。その中でも結晶中で π - π 次元鎖を形成した化合物は分子間の不對電子環相互作用の働いていることが構造解析の結果予測された。電子スペクトルの測定を共同研究で行い、溶液中よりも大幅な低エネルギー領域に吸収を与えることを明らかにした。また π 共役系の長さを変えた類縁体と比較することで固体中の分子集合体としての長波長シフトとビラジカル性の関係が明らかになった。^{2,3)}

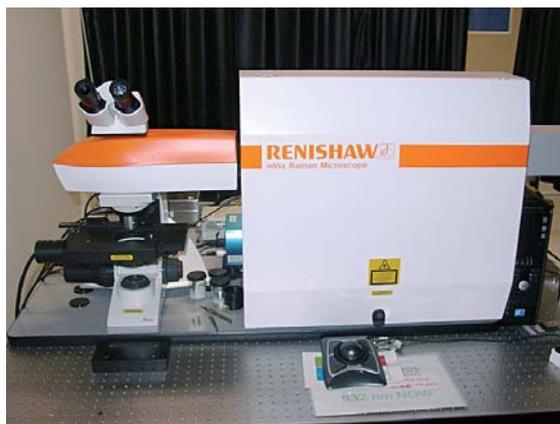
TTFおよびTTP類縁体の振動スペクトル

TTFやTTPの類縁体およびそれらのラジカル塩について分子振動に関する情報を得るためラマンスペクトルを測定した。この結果に対し中野、石川（京大）らおよび森（東大物性研）らのグループが振動解析に基づき振動スペクトル

の帰属を行った。スペクトルの温度依存性と合わせることでそれぞれのドナーの電荷分離の状態と相転移の関係について明らかにした。⁴⁾（平松ら、2011年ISCOM。石川ら、2011年ISCOM。中野ら、2011年ISCOM。石川ら、2012年化学会春季年会。中野ら、2012年化学会春季年会。森ら、2012年化学会春季年会。石川ら、2012年ICSM。中野ら、2012年ICSM。石川ら、2012年分子科学討論会。森ら、2012年分子科学討論会。）

ナノテクノロジープラットフォーム

ナノプラット事業の立ち上げに伴い、これまで機器センターの管理していたFT赤外と顕微ラマン分光装置を支援要素として担当することになった。また、これまで機器センターの施設利用者の対応もナノプラットの施設利用者に移行してきた。新規ユーザーの拡大に努めており、ラマン分光器の利用者数は順調に増加している。



参考文献

- 1) A. Funabiki et al., J. Mat. Chem., **22**, 8361 (2012)
- 2) T. Kubo et al., JACS, **133**, 14240 (2011)
- 3) A. Shimizu et al., Chem. Commun., **48**, 5629 (2012)
- 4) S. C. Lee et al., Chem. Commun., **48**, 8623 (2012)

分子科学研究所技術課 Activity Report 2012

発行年月 平成25年5月
発行 大学共同利用機関法人 自然科学研究機構
分子科学研究所 技術課
〒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

