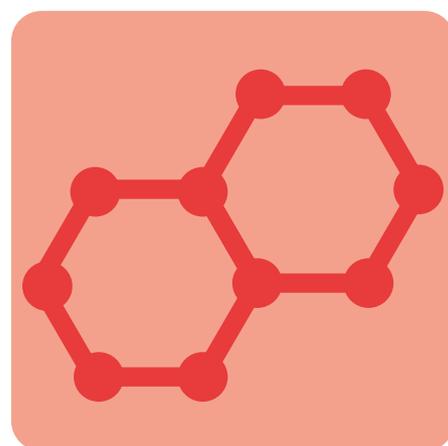
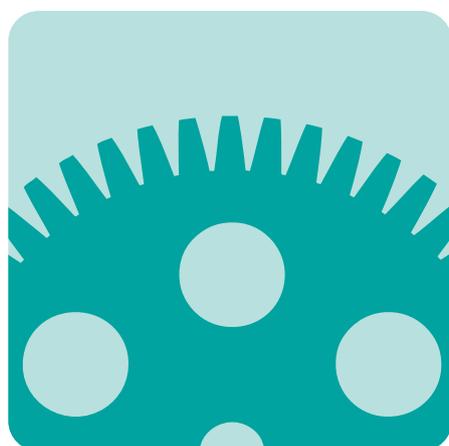
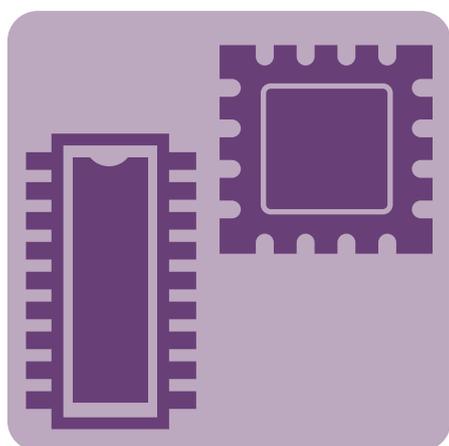


Annual Report 2020



Equipment Development Center

【ミッション】

「研究者にとって一番身近な技術者集団となる」

【ビジョン】

・学ぶ ・挑戦 ・貢献 ・リーダーシップ

【バリュー】

- ・自然科学に興味を持ち、科学的考え方と発想を身につけ、分子科学研究所の発展につながる次世代技術に挑戦します。
- ・研究機器の設計製作および関連する技術分野において、室員一人ひとりが主体的な心構えを持ち高度な技術力を身につけます。
- ・研究者と協働する意識を持ちディスカッションを重ね、要望に近づく装置づくりを目指し、所内の先駆的な研究を支援します。
- ・所外の大学・研究機関からの設計製作依頼に応え、自然科学研究に関する技術ネットワークを拡充し、分子科学研究に役立つ技術ノウハウを集約するハブとしての役割を担います。

アイコンについて

本号では、「技術報告」「トピックス」「特集」に、上記ミッション・ステートメントのバリューに対応するアイコンを付加しました。バリューとアイコンの対応は以下のとおりです。



・・・学ぶ



・・・挑戦



・・・貢献



・・・リーダーシップ

昨年来、新型コロナウイルスの感染拡大で大変な状況が続いています。毎日ニュースやウェブを見ていると、科学的に正しいこと、間違ったこと、どちらも言えないことが入り混じって、情報の取捨選択の難しさが感じられると同時に、正しいか正しくないかよりも、得か損か、自分の支持している人が話しているか嫌いな人が話しているかで情報を選ぶ方も多く見受けられ、複雑な思いに駆られます。また、自分が感染している可能性をゼロと思ひ込み、他人が熱を出したと聞くと、まるでその人に非があるかのように振る舞う人もいるように思います。ニュースでは、無症状の感染者がたくさんいる、とあれだけ報道して居るのに、なぜ自分はそれに該当しないと思えるのでしょうか。このように、自分だけは大丈夫、という意識は「正常性バイアス」と呼ばれており、多くの人が知らず知らずのうちに思い込んでしまう心理的な落とし穴となっています。我々科学者でもそうした正常性バイアスに囚われることはよくありますから、まして一般の方はさらに頻繁にそうしたことがあるでしょう。正常性バイアスは、見方によっては我々の日常で必要以上の心配事を増やさないための防御機能なのでしょうが、これが悪い方向に働くと差別や事故、災害の拡大につながる危険な心理状態であるということが今回の感染拡大を見ているとも言えるように思います。

新型コロナの流行に前後して、働き方改革ということも盛んに言われるようになってきました。長時間労働の是正や、柔軟な働き方を目指した、必要とされている改革であり、分子研にもその波が来ています。テレワークをする機会も増えてきて、これからますます多様なライフスタイルが可能になってくるでしょう。このような機会が増えてくると、気になることが2つあります。ひとつは、勤務時間が減ることで全体の生産量が下がらないか、という心配で、おそらくこのような心配がこれまで働き方の変革を妨げてきた主要因のひとつとも言えます。海外諸国で、今の日本人より遥かに強い競争心で働いている人たちと、果たしてこの後ちゃんと渡り合っていけるのだろうか、という心配と言っても良いでしょう。欧米ではより少ない勤務時間で仕事ができていると言いますが、朝来るのが早かったり、狩猟民族としての？集中力の高さがあったりして、果たして同じ議論をして良いものか不安になります。一方でもう一つの心配は、周りの人が自分と違う働き方をすることに對する不満によってモチベーションが下がる人が出てくるのでは無いかということです。病気の治療や育児/介護との両立をしている人に対して、なんであの人だけ、と思う人も出てくるのではないのでしょうか。こうした不平不満の前提として、自分は常に正常な働き方をしている、という「正常性バイアス」がここでもありますので、本当は自分もいつ逆の立場になるか分からない、ということが見えていれば、そうした不平不満も制御出来ると思うのですが、先に指摘したように、日常で自分の持っている正常性バイアスに気付かない人の何と多いことか。働き方改革自体は必要なことであり、長期的には子育て環境等の改善にも繋がり社会の持続性向上に寄与すると思うのですが、我々は改革の途中で出てくるこうした不安に、これから答えを見出しながら進んでいかなくてははいけません。特に同じアジア人でも、もっと合理的に仕事を取捨選択しているケースはたくさんありますから、もう少し日本人も本来の仕事の目的/仕事のコアが何であったかを、しっかり見極めて行動して行くことは必要でしょう。また、多様な働き方が生み出す多様なアイデアを稼ぎ力として活かせる組織作りもしていかななくてははいけません。

序文

折しも技術課では組織改編が計画されており、4月から技術推進部になることが決まりました。組織の構造も変わり、今までとは少し違う人事制度の下での活躍とメンバーの役割分担が求められているようです。装置開発室のメンバーには、組織の仕組みが変わっても、これまで通りお互いの立場を思いやりながらの業務遂行をぜひ続けて欲しいと願っています。

昨年は装置開発室に長年多大な貢献をされてきた青山さんが名城大学に異動されました。新天地で、後進の指導に当たられるとのことで、ご活躍を期待したいと思います。松尾さんには、計算科学研究センターから装置開発室へ異動して頂き、戻ってきた3Dプリンター技術と回路通信技術とをさらに発展させて頂くことになりました。また、技術支援員として菅沼さんに加わって頂きました。高い技術力を発揮して頂いて、金属加工メンバーは大変助かっています。改修の完了した新しい共同研究棟と新たなメンバー構成で、装置開発室は今年も色々なことにチャレンジして行きたいと思いますので、ご指導ご鞭撻のほど、よろしくお願いいたします。

2021年1月

山本浩史

構成スタッフ	1
イベント in 2020	2
セクション報告	4
主要設備	8
研究会発表一覧	9
利用者報告	10
申請課題一覧	17
活動レポート	18
トピックス	30
特集 施設改修完了	32
2020 年 製作品	33
2020 年 工作依頼リスト	37

構成スタッフ



(前列左から) 石川晶子、山本浩史、木村幸代、浦野宏子
 (後列左から) 水谷伸雄、近藤聖彦、豊田朋範、澤田俊広、松尾純一、
 菅沼光二、菊地拓郎、吉田久史、木村和典

装置開発室長 (併任)

山本浩史	YAMAMOTO, Hiroshi	協奏分子システム研究センター	教授
------	-------------------	----------------	----

技術職員

機械グループ

青山正樹	AOYAMA, Masaki	技術専門員	(※ 2020年9月まで)
------	----------------	-------	---------------

近藤聖彦	KONDO, Takuhiko	技術班長	
------	-----------------	------	--

水谷伸雄	MIZUTANI, Nobuo	係長	
------	-----------------	----	--

高田紀子	TAKADA, Noriko	主任	
------	----------------	----	--

木村幸代	KIMURA, Sachiyo		
------	-----------------	--	--

菊地拓郎	KIKUCHI, Takuro		
------	-----------------	--	--

電子回路グループ

豊田朋範	TOYODA, Tomonori	係長	
------	------------------	----	--

松尾純一	MATSUO, Junichi	主任	
------	-----------------	----	--

木村和典	KIMURA, Kazunori		
------	------------------	--	--

技術支援員

澤田俊広	SAWADA, Toshihiro		
------	-------------------	--	--

吉田久史	YOSHIDA, Hisashi		
------	------------------	--	--

石川晶子	ISHIKAWA, Akiko		
------	-----------------	--	--

菅沼光二	SUGANUMA, Kouji		(※ 2020年11月より)
------	-----------------	--	----------------

事務支援員

浦野宏子	URANO, Hiroko		
------	---------------	--	--

2月

- 14日 出張(産業技術総合研究所臨海副都心センター)
(青山、水谷、近藤、木村幸、菊地、豊田、木村和)
- 20日 第42回生理学技術研究会・第31回生物学技術研究会
～21日 (岡崎コンファレンスセンター)(豊田)
- 28日 セミナー「公的研究機関・大学等における知的財産のチェックポイント」
(豊田・木村和) **(記事 30 ページ参照)**

3月

- 4日 第21回岐阜大学技術報告会(岐阜大学)(豊田) ※報告書の公開により開催成立
- 5日 技術研究会 2020 千葉大学(千葉大学)(豊田、木村和)
～6日 ※報告書の公開により開催成立
- 16日 第14回情報技術研究会(九州工業大学飯塚キャンパス)
～17日 (豊田、木村和) ※報告書の公開により開催成立
- 18日 実験・実習技術研究会 2020 鹿児島大学(鹿児島大学)
～19日 (豊田、木村和) ※報告書の公開により開催成立
- 23日 日本化学会第38回化学技術有功賞受賞(近藤)
- 26日 開発打ち合わせ並びに施設見学(大阪大学産業科学研究所)
(菊地) **(記事 30 ページ参照)**

8月

- 31日 機器製作(国立天文台先端技術センター)(青山、菊地) **(記事 30 ページ参照)**
～9月2日

9月

- 3日 FPGA トレーニングコース 2020(豊田)
～4日
- 9日 2020年度機器・分析技術研究会(奈良先端科学技術大学院大学)
～10日 (豊田、松尾) ※オンライン開催(写真1)
- 9日 ナノテクノロジープラットフォーム令和2年度技術スタッフ交流プログラム
～11日 (物質・材料研究機構)(石川)
- 30日 青山正樹氏 退職(名城大学へ)(写真2)



写真1：巡回する講師に質問しながら演習課題を進める受講者



写真2：花束を抱えた青山氏を囲んで記念撮影

10月

6日 出前授業 (岡崎市立南中学校)(豊田)(写真3)
(記事31ページ参照)

6日
~8日 ナノテクノロジープラットフォーム令和2年度
技術スタッフ交流プログラム
(名古屋大学先端技術共同研究施設)(石川)



写真3：中学生にデモ機を披露しながら講演する豊田氏

11月

1日 菅沼光二氏 技術支援員採用

4日
~5日 岩手大学防災・地域創生シンポジウム (盛岡市)(豊田)(写真4) (記事31ページ参照)

19日 出前授業 (岡崎市立甲山中学校)(豊田)(写真5) (記事31ページ参照)

19日
~20日 出張 (北海道大学)(近藤)



写真4：事例紹介を担当した岩手大学の学生も交えての記念撮影に加わる豊田氏(左から2人め)



写真5：マスク姿で熱心に講演する豊田氏

12月

1日
~4日 ナノテクノロジープラットフォーム令和2年度技術スタッフ交流プログラム
(京都大学学際融合教育研究推進センター)(石川) (記事31ページ参照)

25日 科学三昧 in 愛知 (岡崎コンファレンスセンター)(豊田)(写真6)



写真6：「肉眼では見えない電光掲示板」も配置したブース

メカトロニクス・セクション報告

近藤 聖彦 木村 幸代

メカトロニクス・セクションは、メカニカルエンジニアリング技術、フォトソグラフィ技術、デジタルエンジニアリング技術を有する職員が所属している。これらの技術を活用して、分子科学研究に必要とされる実験機器の設計製作、マイクロレベルの微細形状を有するデバイス製作、設計過程で重要となる構造、磁場等に関する解析をおこなっている。さらに、このような技術支援は所内研究者に対してだけでなく、全国の大学および分子科学分野を中心とした研究機関の研究者を対象としている。また、制定したミッションステートメントの達成を目指し、技術で貢献する技術者集団として活動をおこなっている。

1. 製作依頼件数

図1に5年間の製作依頼件数の推移を示す。2020年1月～12月の所内製作依頼は268件で、コロナ禍の影響もあり、実験に使用する部品加工の依頼が多く、例年の件数よりも増加した。4月から3Dプリンターを移管し3D造形の依頼受けを開始した。3D造形は、工作機械加工が困難である複雑な形状を有する部品が製作可能、金属加工と比べて短納期、樹脂材料を使用すれば低価格で製作可能等の長所があり、試作に適しているため利用者が多い。また、今年から民間企業と社会連携研究部門に対して装置開発室有償利用が始まり、数件の依頼を受けた。



図1：製作依頼件数の推移

依頼内容については、1週間以内で完了する部品製作が9割程度、設計製作、試作など開発要素が含まれ、完了までに2週間以上必要な依頼が1割程度であった。

分子研で培ってきた技術（真空技術、光学技術、低温技術等）を有効に広く活用でき、さらに職員の技術向上をはかるため、所外の研究機関、大学から申請ができる制度（ナノテクノロジープラットフォーム協力研究）を設けている。ただし、所内外の effort の比重を考慮することが重要となり、事前に製作内容を確認し、分子科学分野の技術的貢献、装置開発室の技術向上等を十分に考え引き受けている。2020年の所外技術支援は26件であった。

その他、ナノテクノロジープラットフォーム施設利用にある3次元光学プロファイラーシステムは民間企業から利用申請がある。分子科学分野と異なる企業の測定は、我々の測定経験がない内容が多く、測定機メーカーに測定方法を確認する等の仲介をおこない、利用者が迅速に測定できるように支援をおこなっている。

2. 主な製作依頼内容

●メカニカルエンジニアリング

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

(1)は、放射光施設で使用する真空部品、極低温環境で使用する部品、金属めっきで製作したメタルマスク等、様々な部品製作があった。

図2に光電子分光実験で使用するFIBで穴加工した金めっき製スキマーを示す。このような部品製作については、納期と依頼件数の状況を考慮しながら内作と外作を振り分けている。



図2：光電子分光用スキマー

(2)は、図3に示すようなモリブデン電極を成型するプレス機、真空環境で使用する可変スリット機構、炉心管を冷却する水冷ユニット、レーザ結晶の接合力を評価するユニット等、力学、熱学、真空、冷却、光学に関する高度な技術を必要とする設計製作依頼があった。これらの依頼は、全般に制限された空間内で装置を組み込む設計が多く、設計の自由度が制限されるため、培ってきた経験が役立っている。

その他、新設したクリーンルームに使用しているFFU（ファンフィルターユニット）を遠隔で起動、停止ができるように、スイッチ操作ボックスの試作を電子機器開発技術班と協力し進めている。



図3：モリブデン電極を成型する専用プレス機

●フォトリソグラフィ

所内の製作依頼は、昨年と同様にスリット、ミラー等の光学素子があった。ナノテクノロジープラットフォーム施設利用は、新規利用申請が増加し、利用者が例年より多くなった。ナノテクノロジープラットフォーム協力研究はPDMSを用いたマイクロ流路デバイス製作の申請があり製作途中である。

施設改修がおこなわれ、共同研究棟C棟(旧レーザーセンター棟)1Fにクリーンルームが新設された。追加工事や装置運搬等の作業に多くの日程が必要になり、本格的な運用は9月頃からとなった。

装置移設後は、分散していたリソグラフィ関連装置が1カ所に集約され、サンプルをクリーンルーム外に持ち運ぶ必要がなくなった。また、利用頻度の多いユーザーが薬品や器具をクリーンルーム内外に運搬する回数を減らす対策として、貸出用ワゴンと棚、薬品冷蔵ショーケースを設置した。

局所排気装置は作業内容ごとに使い分けられるように5台設置している。例えば、現像を行う場合は酸処理の飛沫などが混入して現像の条件に影響しないよう、酸処理用のドラフトではなく現像用ドラフトを使用する等、各々に役割があるため、詳細はスタッフに確認いただきたい。

一昨年に導入した電子ビーム描画装置は、作業効率を考慮した環境整備をおこないながら、装置利用の対応を始めている(図4)。サンプル依頼は、試作を繰り返しながら取り組んでいる段階である。

維持管理において、前室はロボット掃除機を設置し清掃回数を増やす等の対策をおこない、室外からの埃や衣類から落ちた塵、髪の毛などをクリーンルーム内に持ち込まないための工夫をおこなっている。また、電子機器開発技術班と協力し、パーティクルセンサーで検知した微粒子の数、クリーンルーム内外の差圧がリアルタイムで確認可能なシステムを構築した。図5に示すように無人時に浮遊する $0.3\mu\text{m}$ の微粒子数のピークは、およそ50個未満であるが、使用したセンサーは1立方フィートあたりの数を表示するので、(個/ m^3)の単位に換算する際は33倍程度に積算する必要がある。

その他、安全衛生に関して、新型コロナウイルス対策は、ウェア使用後に消毒をおこなって、感染予防に努めている。ただし、9月に実施された3機関合同の安全管理に係る特別相互巡視で、停電時の対応が指摘され、災害時等のルールを決める等の課題はあるが、今後は利用者数の増加が予想されるので、利用しやすく、合理的な運用を目指している。

●デジタルエンジニアリング

設計時に重要となる構造、熱解析、流体解析等については、ANSYS、磁場解析はFemtetを使用している。昨年度に導入した5軸加工機は3次元の複雑な動作になるため、制御するプログラム作成は難解になる。これをサポートするのにCAMソフト(hyperMill)を使用している。工具とワークの自動干渉チェックをおこなえる等、優れたソフトである。図6にテスト加工に使用したプログラミング作成時のモニタ画像を示す。



図4：電子ビーム描画装置を利用するユーザーの様子

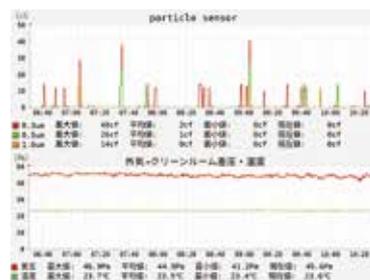


図5：リアルタイムで確認できる差圧とパーティクルカウンターのグラフ

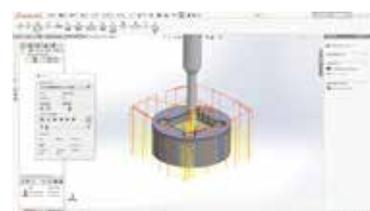


図6：hyperMillの画面

3. 共同研究棟B棟、C棟の完成

施設改修が完了し、B棟1Fは工作機械の配置変え、配線の新設、工作機械の精度点検等、改修前の工作機械の撤去、移動よりも多くの作業があった。また、クレーンとエアコンの配管が接触していた箇所が修繕されていない等、引き渡し後も色々と修繕がおこなわれた。B棟2Fは、実験棟5階の製図室と受付、旧化学試料棟の組立室と測定室に分散していた什器等の移動があり、移動後は荷解き等、整理整頓に多くの時間が必要であった。C棟1Fはクリーンルームとストックルームが新設され、ストック部品等の移動があった。C棟2F(203室)は、機器センターの職員と同じフロアの新居室(図7)となり、実験棟5階の居室から移動をおこなった。このように、メンバーの活動拠点多くあるため、各箇所の様子をカメラで撮影し、1つのモニタで視認が可能なシステムを構築した。



図7：C棟203室の様子

4. その他

<受賞・研修>

- (1) 日本化学会第38回化学技術有功賞受賞(近藤)、(2) 国立天文台先端技術センター技術研修(菊地、青山)
- (3) ナノテクノロジープラットフォーム令和2年度技術スタッフ交流プログラム(菊地、石川)

エレクトロニクス・セクション報告

豊田 朋範

1. エレクトロニクス・セクションの基本方針

エレクトロニクス・セクションでは、所内外からの工作依頼を受け、研究者と協力しながら分子科学の先端的な研究に必要な実験装置の設計・製作を行っている。

製作する電子回路はアナログ回路からデジタル回路およびそれらの複合回路まで、ソフトウェアはハードウェアに付随したハンドラープログラムから実験に必要な計測・制御のためのアプリケーションに至るまで、広範な回路技術で支援を行っている。

研究者の要求に応えるために、技術職員は日頃から基盤となる回路技術の育成と共に最新デバイスや新しい回路技術の情報収集に心掛け、それらをいつでも応用できるように技術の習得に努めている。特に「エレクトロニクス技術の3本の柱」として、FPGAに代表されるプログラマブルロジックデバイスの製作技術、機器組み込み用マイコンの応用技術、アナログ回路製作技術に重点を置いて取り組んでいる(図1)。

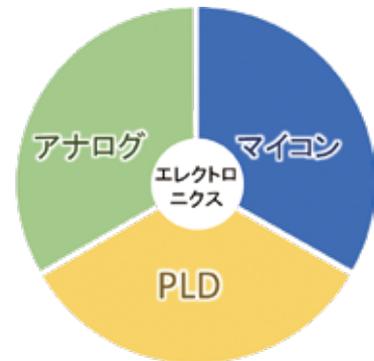


図1：エレクトロニクス技術の3本の柱

2. 工作依頼件数の推移と状況

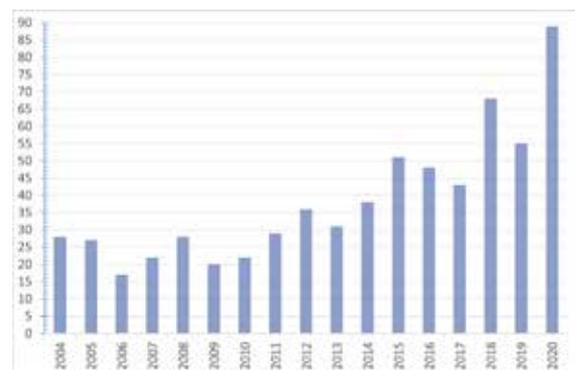
図2は2004年からの工作依頼件数の推移である。2020年は89件の受付を行い、過去最高だった2018年を大きく更新した。施設改修の竣工とクリーンルームの集約に伴い、関連工作依頼を多数受注したことが大きな要因である。

内訳は、回路やプリント基板・ソフトウェアの設計・製作を伴うものが67件(75.3%)、故障・破損した機器の修理やケーブル製作など突発的・改修的なものが22件(24.7%)である。近年の工作依頼は複合的な技術要素を要するものが殆どで、技術分野を明確に区分することは難しいため、このように分類した。

近年の特徴として、実験の進捗に応じて仕様を変更して複数回製作することや、1件の工作依頼で複数台製作することが増加していることが挙げられる。

依頼元を所内と所外で分類すると、所内が85件

(95.5%)、所外が4件(4.5%)である。2020年は新型コロナウイルス対策による活動制限もあって所外の依頼件数は減少したが、エレクトロニクス・セクションにおける所外依頼は近年増加傾向が続いており、装置開発室の工作技術支援はエレクトロニクス分野においても一定の存在感を得ていると推察される。

図2：エレクトロニクス・セクションの
工作依頼件数の推移

3. 松尾純一氏の異動と「見える化」の推進(関連記事 p26)

2020年4月1日付で、松尾純一氏が計算科学技術班から異動された。松尾氏は分子研着任以降10数年間培ったネットワーク技術をはじめ、エレクトロニクス分野の基本的な知見を有する。松尾氏は着任間もなく多点観測カメラネットワークを開発し、C棟クリーンルームやB棟工作工場に配置され、分散した作業環境でも職員の所在を把握することが容易になった(図3)。

奇しくも2019年末以降、新型コロナウイルスの感染拡大が懸念され、在宅勤務や時差出勤が進められることで、実験室や装置の近くに人がいない機会が急増している。結果、万一の事故発生時に発見が遅れ、被害の拡大や事態の深刻化の恐れがある。多点観測ネットワークは複数の地点を映像で同時に観測できるため、「見える化」による事故の早期発見・被害の拡大防止に寄与できる。

松尾氏はこの他、山崎優一・東京工業大学准教授の協力研究課題である多重同時計測回路のアナログフロントエンド部を担当いただいている。アナログ回路構築と検証の過程を習得し、さらなる飛躍が期待される。



図3：稼働中の多点観測カメラネットワーク

4. 工作伝票システムの更新 (関連記事 p28)

工作依頼の情報を集約・管理する工作伝票システムは、2004年の稼働開始から15年以上が経過した。この間、Webアプリケーションは飛躍的な進歩を遂げ、工作伝票システムのインターフェースが陳腐化してきた。また、データベースやWebアプリケーション開発が未経験の状態から構築したため、試行錯誤の痕跡が随所に残り、保守管理が困難な面があった。

附属3棟施設改修開始と時を同じくして、(1)インターフェースの改良(2)サーバー内ファイルの整理・統合の2点を柱とする、工作伝票システムの更新に着手した。複数のページを遷移していた設計・製作時間や使用部品の入力は、工作依頼伝票を模した1ページに統合され、操作性と視認性が大幅に改善した(図4)。現在も引き続き改良を進めている。

かつてWebを席卷したFlash Player(Adobe社)が2020年12月末でサポート終了を宣言されたように^[1]、Webアプリケーションの進歩や変遷は著しい。一方、前掲の「見える化」やクリーンルーム統合制御システムのように、Webアプリケーションとの連携が重要な開発が増加することが予想される。特定の技術分野にとらわれず、図1の「3本の柱」を中心に、広範にアンテナを巡らせて技術の研鑽と知識の獲得に努める所存である。



図4：改良された工作伝票システムの入力画面

5. 研究会発表・セミナー開催・アウトリーチ活動

2020年は11件(共著含む)の研究会発表を行った(関連記事p9)。2020年9月には、FPGAトレーニングコースを開催した。新型コロナウイルス感染拡大防止が叫ばれる中、所外から6名、所内から2名が受講し、2日間の全課程を無事修了した。

岩手大学と共同開発を進めている一斉警報通知防災システムは、2019年度自然科学研究機構産学連携支援事業に採択され(課題名『一斉警報通知防災システム』構想の実現に向けた社会実験) 研究代表者: 繁政英治・分子研技術課長)、LoRa無線モジュール搭載のコア基板(図5)の開発と量産、全国一斉の試験電波放送を用いた実証試験(岡崎市と盛岡市)の成功など、多数の成果を挙げた。2020年も岩手県の公立学校や企業において実証試験が続けられており、その成果は岩手日報で大きく報道された。開発したコア基板は、C棟に集約されたクリーンルームの風量・差圧を総合的に制御するクリーンルーム統合制御システムに適用し、クリーンルームの環境構築と運用に寄与している(関連記事p24)。

この他、研究力強化戦略室と共同で赤外線LEDを用いた「(肉眼では)見えない電光掲示板」を開発し(図6)、2件のアウトリーチ出前授業で生徒に体験していただいた(関連記事p31)。「(肉眼では)見えない電光掲示板」は生徒の強い関心を集め、職場体験とは異なる、エレクトロニクス分野による新たなアウトリーチ活動の第一歩になりうると考えられる。

6. 参考・引用文献

[1] たとえば、Adobe社の告示 <https://www.adobe.com/jp/products/flashplayer/end-of-life.html>



図5：2019年度自然科学研究機構産学連携支援事業で開発したコア基板



図6：「(肉眼では)見えない電光掲示板」の表示デモと、それに見入る中学生

メカトロニクス・セクション

工作機械

種別	形式
精密旋盤	RBL-50 (理研製鋼)
普通旋盤	LR-55A (ワシノ機械)
	LEOG-80A (ワシノ機械)
	LS 450 × 550 (大隅鐵工所)
	TAL-460 (滝澤鉄工所)
NC 旋盤	SUPER QUICK TURN 100MY (Mazak)
ボール盤	TYPE DD-4300 (日立工機)
	KID-420 (KIRA)
	NRD-340 (KIRA)
フライス盤	KSAP (牧野フライス)
	VHR-SD (静岡鐵工所)
	RUM-5 (碌々産業)
NC フライス盤	BN5-85A6 (牧野フライス)
	SBV400 (遠州工業)
	AEV-74 (牧野フライス)
ワイヤ放電加工機	α -C400iB (FANUC)
形彫放電加工機	A35R (Sodick)
切断機	ファインカット HS-100 (平和テクニカ)
抵抗溶接機	NRW-100A (日本アビオニクス)
ノコ盤	HB-200 (フナソー)
コンターマシン	VA-400 (AMADA)
シャーリング	SHS3 (コマツ産機)
ダイヤモンド	VW-55 型 (LUXO)
カッティングマシン	UT-3 (三和ダイヤモンド工業)

測定機

種別	形式
電子顕微鏡	VE-8800 (KEYENCE)
測定顕微鏡	STM6 (オリンパス)
マイクロスコープ	VHX-1000 (KEYENCE)
非接触三次元測定装置	NH- 3SP (三鷹光器)
表面粗さ計	SURFTTEST SV-400 (ミツトヨ)
三次元光学プロファイラー	ZYGO Nexview
段差計	KLA-Tencor P7

設計・解析

種別	形式
2D CAD	Advance CAD (伊藤忠テクノソリューションズ)
3D CAD	SolidWorks (ソリッドワークス)
CAM	hyperMill (Ai ソリューションズ)
CAE	ANSYS DesignSpace (アンシス・ジャパン)

フォトリソグラフィ

種別	形式
スピニングコート	MS-A100 (ミカサ)
	MS-B100 (ミカサ)
マスクアライナー	MA-10 (ミカサ)
プラズマクリーナー	PDC-32G (HARRICK PLASMA)
	PDC-001-HP (HARRICK PLASMA)
	PR200(ヤマト科学)
精密手動スクライバー	SC-100 (ムサシノ電子)
超純水製造装置	アリウムプロ UV-DI (ザルトリウス)
	PURELAB Flex3(ELGA)
マスクレス露光装置	DL-1000(ナノシステムソリューションズ)
クリーン恒温恒湿室	イエロー クラス 1000 (アイテックス)
小型 2 源 RF スパッタ装置	デボダウン式 RSP-4-RF3x2(クライオバック)
電子ビーム描画装置	ELS-G100(エリオニクス)

エレクトロニクス・セクション

計測器

種別	形式
デジタル オシロスコープ	6200A(LeCroy)
	354(LeCroy)
	TDS2014(Tektronix)
	DS-5354(IWATSU)
	DS-5624A(IWATSU)
ミックスドシグナル オシロスコープ	MSO2024(Tektronix)
ロジックアナライザ	TLA5201(Tektronix)
ネットワーク / スペクトラム / インピーダンス アナライザ	4396B(Agilent)
データロガー	GL900(GRAPHTEC)
マルチメータ	2001(Keithley)

計測器

種別	形式
エレクトロメータ	6513(Keithley)
LCR メータ	ZM2353(NF)
ユニバーサルカウンタ	53132A(Agilent)
ファンクション ジェネレータ	AFG3251(Tektronix)
パルスジェネレータ	Model8600 (Tabor Electronics Ltd.)
直流電源・電流モニタ	6243(ADCMT)

加工機

種別	形式
プリント基板加工機	A427(Accurate CNC)
卓上 NC フライス加工機	KitMill SR200(ORIGINAL MIND)
レーザーマーカ	LP-GS051-L(Panasonic)

2020年 研究会発表一覧

研究会等名称	発表項目	発表者氏名
第21回岐阜大学技術報告会 2020年3月4日	BIN 電源アダプタの開発 - 専門分野の最適解で需要に応える-(口頭発表)	○豊田朋範 木村和典 千葉寿 古館守通 藤崎聡美
技術研究会2020千葉大学 2020年3月5日～6日	分子科学研究所装置開発室におけるエレメカ連携とその効果(口頭発表)	○豊田朋範 木村和典
	高電圧パルスジェネレータ用電源制御におけるトラブル事例(口頭発表)	○木村和典
第14回情報技術研究会 2020年3月16日～17日	クリーンルーム統合制御システムの開発とインターフェース共通化の試み (口頭発表)	○豊田朋範 木村和典 千葉寿 古館守通 藤崎聡美
	任意次元画像処理ソフトウェアのためのファイルシステム操作と実装事例 (口頭発表)	○木村和典
実験・実習技術研究会2020 鹿児島大学 2020年3月18日～19日	学習・開発用途としてのARMマイコン基板開発とインターフェースの汎用化 (口頭発表)	○豊田朋範 千葉寿 木村和典 古館守通 藤崎聡美
	実験機器・教材開発における電気回路・機械設計の連携(口頭発表)	○木村和典
	自治体と共同で進める災害に強い街づくりへの社会貢献～既存の緊急告知 防災ラジオを活用した防災システムの展開～(口頭発表)	○千葉寿 豊田朋範 木村和典 古館守通 藤崎聡美
	長距離無線モジュール(LoRa)を使った汎用通信システムの開発(口頭発表)	○古館守通 豊田朋範 千葉寿 木村和典 藤崎聡美
	プレゼンテーションを紐解く～俯瞰する体験型セミナーの試み～(ポスター発表)	○修行美恵 藤崎聡美 奥村由香 一條肇 豊田朋範
	技術職員の「伝える技術」の向上のために(ポスター発表)	○奥村由香 修行美恵 藤崎聡美 一條肇 豊田朋範

雰囲気光電子分光用ノズルの開発

分子科学研究所 小板谷貴典

1. はじめに

動作中の触媒の電子状態を測定することにより、触媒表面の化学状態や吸着した反応中間体の検出が可能となる。電子状態測定のため一般的な実験手法として光電子分光法が挙げられるが、電子分光器部を高真空に保つ必要があるため、気相雰囲気中に置かれた触媒の測定には電子分光器の真空度の悪化を抑制する工夫が必要となる。固-気界面で起こる触媒反応のその場観測を実現するため、高輝度放射光施設 SPring-8 BL07LSU において雰囲気光電子分光装置の立ち上げおよび実験を行っている [1,2]。図1に雰囲気光電子分光の概略図を示す。測定試料は気体を導入するガスセルの中に置かれ、そこに窒化ケイ素窓を介して軟 X 線を照射し、試料から放出された光電子を電子分光器で計測する。電子分光器側の圧力悪化を抑制するため、差動排気型の電子分光器を用い、加えて試料と電子分光器の間に開口径の小さなノズル（アパチャーノズル）を装着することにより、ガスコンダクタンスを絞っている。従来は開口径 300 μm のノズルを使用していたが、これだとガスセル内の圧力上限は 2000 Pa であった。そこで、今回開口径のより小さなノズルを新たに開発することにより、さらに高圧の気相雰囲気下で光電子分光測定ができるように改良を行った。

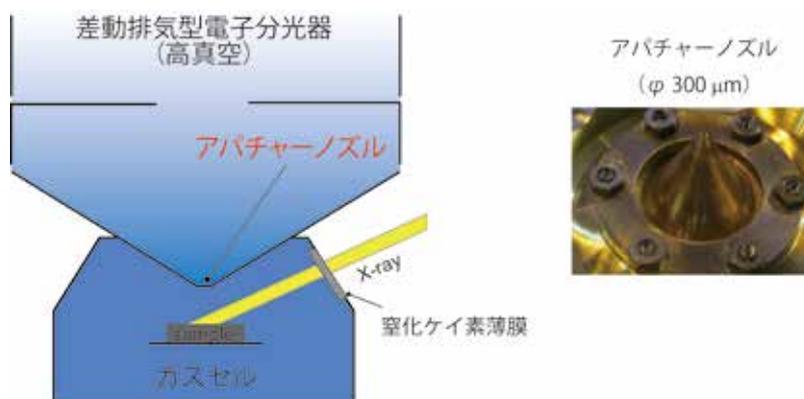


図 1：雰囲気光電子分光測定法の概略図、および従来使用していた ϕ 300 μm アパチャーノズルの写真

2. アパチャーノズルの開発

開発を行ったアパチャーノズルの写真を図 2(a) に示す。まず、電気鋳造にて銅製ノズルの作製を行った。そして、機械研磨で形を整えた後、大阪大学ナノテクノロジー設備供用拠点にて収束イオンビーム（FIB）装置を用いて先端に ϕ 50 μm の微細孔をあけた。図 2(b) にノズル先端部の SEM 画像を示す。FIB 加工後にノズル先端部を微細研磨し、最後に化学的安定性を高めるためノズルに金メッキを施した。

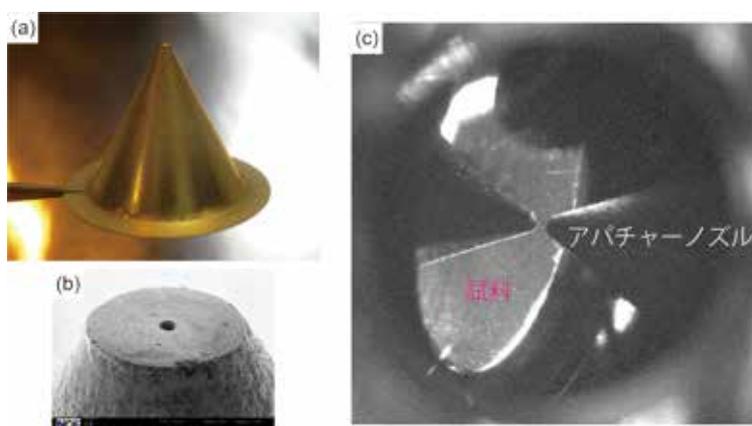


図 2：(a) 今回作製した開口径 ϕ 50 μm アパチャーノズル写真、(b) 開口部 SEM 画像、および (c) 光電子分光測定時の CCD 画像。

完成したノズルを電子分光器先端部に取り付け、雰囲気光電子分光測定を実施した（実際の測定時の試料およびアパチャーノズルの CCD 画像を図 2(c) に示す）。新しく開発したノズルを用いることにより、従来と比べて 5 倍の圧力（10000 Pa）の窒素雰囲気下で光電子分光測定に成功した。

3. おわりに

新しくアパチャーノズルを開発することにより、雰囲気光電子分光装置の高圧化に成功した。現在の装置性能は同様の軟 X 線雰囲気光電子分光装置（例えば文献 [3]）の中でもトップクラスであり、今後改良した装置を用いることによって、今まで測定ができなかった反応環境での触媒のその場分光研究が可能となった。

ノズルの作製には、装置開発室の方々から多大なご支援・ご協力をいただきました。特に、菊地拓郎氏には電気鋳造による成型から金メッキ加工の手配まで実際の作製業務をご担当していただきました。また、水谷伸雄氏には機械加工で先端の細孔を開ける試作品を作製して頂きました。心より感謝申し上げます。一方、大阪大学ナノテクノロジー設備供用拠点の法澤公寛氏には FIB 加工を行っていただきました。この場をお借りして御礼申し上げます。

4. 参考・引用文献

[1] T. Koitaya et al., Top. Catal. 59, 526 (2016).

[2] T. Koitaya et al., ACS Catal. 9, 4539 (2019).

[3] S. Kaya, H. Ogasawara, L.-Å. Näslund, J.-O. Forsell, H. S. Casalongue, D. J. Miller, and A. Nilsson, Catal. Today 205, 101 (2013).

量子シミュレータのための大型対物レンズ用マウントおよびステージの製作

分子科学研究所 光分子科学第二領域 富田 隆文

1. はじめに

我々の研究室では、「量子シミュレーション」と呼ばれる実験を行っている。世の中の物質は一般には、電子や原子・分子といった量子力学に従って運動する粒子が多数集まって相互作用する「量子多体系」と呼ばれる系であるが、その中には、解析的計算や従来のコンピュータによる数値計算でダイナミクスや基底状態のふるまいを計算することが困難なケースがしばしば存在する。そこで、解きたい量子多体系の状況を、制御性が極めて高い別の量子系を用いて人工的に再現し、実験的に「シミュレート」することで明らかにしようという研究が「量子シミュレーション」である。具体的には、原子1つ1つをレーザー光を用いて真空チャンバー中の所望の位置に整列させ、それらの電子状態を制御し、相互作用させ、その様子を観測する^[1]。ただし、人間のような大きなスケールの世界の住人が、桁違いに小さい対象である原子1個1個の量子的なふるまいを制御・観測するには、実験屋としての多少の工夫が必要である。

我々の行う実験では、レンズやミラー、音響光学素子といった光学機器を配置し、レーザー光の形状や強度、周波数を適切に制御し、原子へ照射することで、その状態を操作する。そのためにカギとなる光学部品が、対物レンズである。真空チャンバーの窓に近接して、開口数(NA)の高い対物レンズを取り付け、レーザー光によりチャンバー内部に捕獲された単一原子からの微弱な蛍光を対物レンズを通して観測したり、逆にレーザー光を対物レンズを通して強く集光して単一原子に照射し、原子内部の電子状態を個別に制御する。マクロな世界とマイクロな世界を繋ぐ窓口である対物レンズは、安定かつ十分な自由度を持って固定される必要がある。本稿では、装置開発室の協力のもと製作した、対物レンズを保持するためのマウントおよびステージについて報告する。

2. 設計について

真空チャンバーに固定する対物レンズは、NA=0.75、作動距離15mmの特注品(Special Optics社製)で、直径は74mm、質量約1kgと通常の製品と比べ大型である。レンズ群を固定しているハウジングはULTEM2300と呼ばれるガラス強化ポリアーテルイミドのエンジニアリングプラスチックで、外壁にM73x0.75のネジが切られている。対物レンズは、真空チャンバー上部にあるウインドウから2mmの距離に保持され、ステージにはレンズ位置調整のための並進XYZ自由度と、光軸角度調整のための θ_x 、 θ_y 自由度が必要である。

今回製作した対物レンズマウントおよびステージの3D CAD図と実際に真空チャンバーに取り付けられた状態の写真を示す(図1)。最下部にある円形の真空チャンバーのフランジに4本の支柱を立て、その上にステージを固定する。対物レンズ(中央茶色)はZ軸位置調整を兼ねた筒型のアダプターを介して上部の板状のステージと接続される。材質は、残留磁場により原子の共鳴周波数がシフトするのを避け、また温度変化による対物レンズ位置のドリフトを最小限にするため、非磁性でかつ熱膨張率の低いSUS316を用いた。将来レンズ位置のnmレベルの微調が必要となることを想定し、既成品のピエゾステージを追加でマウントできるようにしている。

通常、光学系の角度調整にはミラーマウントやゴニオステージ等が用いられるが、今回はチャンパー周囲の電極との干渉を抑える必要があるほか、ステージ中央を貫くように大型の対物レンズが存在するため、既製品の導入が難しい。このため、単純かつ小型な部品の挿入により角度調整ができる機構を設計した。スリットを入れ、厚みを調整できるようにした10mm厚のステンレス板材を、チャンパーとマウントの間に4箇所、スペーサーとして挿入する。4つのスペーサーの厚みを独立に調整することにより、対物レンズの角度を約10 μ radの精度で調整することができる。簡素な機構ながらも、実際にこれを用いて原子からの蛍光画像に生じるコマ収差を取り除くことに成功している(図2)。

XY軸位置調整は、板材2枚を重ねる単純な機構とした。板材の側面を光学部品用の調整ネジで押すことで、XY

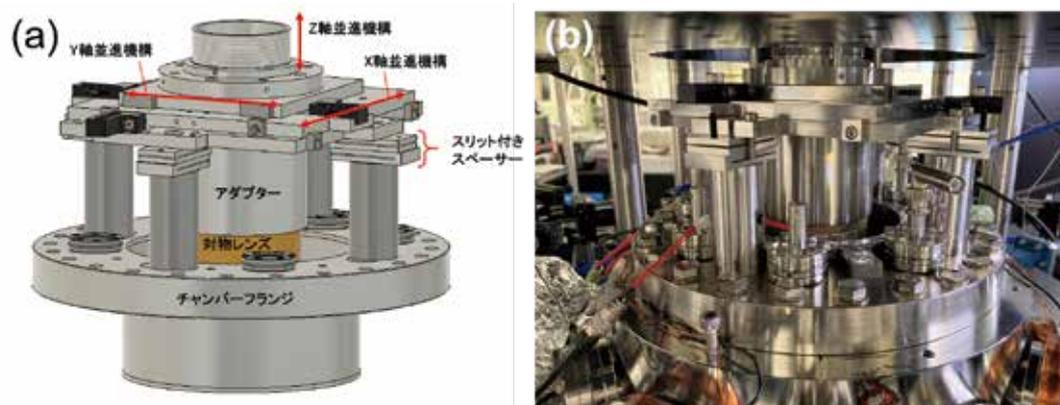


図1：対物レンズマウントおよびステージの3D CAD図(a)と真空チャンパーに取り付けられた様子(b)

各軸方向に対物レンズをスライドさせる。また、Z軸位置調整は、対物レンズアダプター—ステージ間接続部に切ったネジの回転機構により実現されている。対物レンズ本体は筒型のアダプターに固定され、アダプターはXY並進用のステージ部に接続される。接続部に切ったネジにより、アダプター自体を回転させることでZ軸方向の位置調整ができるようにした。

3. 製作について

ステンレス部材の機械工作は全て装置開発室に依頼した。筒型の対物レンズアダプターの内壁には、特注品の対物レンズに合わせてM73x0.75のネジを切る必要がある。緩みが無く、かつ強い締め付けによるエンジニアリングプラスチック製ハウジング部の損傷や内部レンズの変形を抑えるため、程よい嵌め合いが求められる。装置開発室の青山氏には、事前にテストパーツを製作していただき、嵌め合いの具合を検討したのち、実際に使用する本番パーツを製作していただいた。本番パーツについても、最適な嵌め合いになるよう何度も微調整を繰り返し加工していただいた。また、Z軸方向の調整機構のために設けたネジ部については、可能な限り細かい調整ができるように、最終的に0.25mmという極めて短いピッチでの製作を引き受けていただいた。部品点数は30点近くになったが、全てにおいて高い精度で工作をしていただいた。

4. おわりに

装置開発室の高い工作技術によって、安定かつ十分な自由度を持つ対物レンズマウントおよびステージを製作することができた。装置開発室の青山氏には、設計の段階から親身に相談に乗っていただき、細かな寸法まで検討させていただいた。また、実際に製作したステージを設置する我々の実験室に何度も足を運んでいただき、製作中の装置の使用用途や背景の共有をしたうえで、部品の微調整をしていただいた。このような深いレベルでの相談をしながら装置開発ができる点は、分子科学研究所装置開発室の大きな魅力であると感じている。

5. 参考・引用文献

[1] A. Browaeys *et al.*, “Many-body physics with individually controlled Rydberg atoms”, *Nature Physics* **16**, 132 (2020).

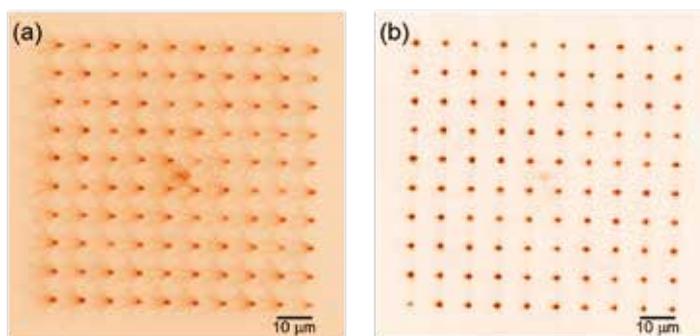


図 2：スリット付きスペーサーの調整による、コマ収差の除去。色の濃い点がレーザー光により配列された原子からの蛍光。(a) 調整前。光軸角がずれていることにより各点の左側に筋のような光が見える。(b) 調整後。左側に伸びていた筋が消え、原子からの蛍光を点として撮影することができている。

円偏光光誘起力顕微鏡の実現に向けた AFM 用高速演算回路の製作

分子科学研究所 メゾスコピック計測研究センター 山西 純介

1. はじめに

光誘起力顕微鏡は、金探針と試料に光を照射し、互いに生じる双極子間の相互作用力(双極子間力)を観測することで、試料の光学応答を観測する顕微鏡である。^[1]この顕微鏡は原理的に数ナノメートル以下の空間分解能が期待される。一方で、光誘起力顕微鏡には、探針と試料に光を照射したときに生じる熱膨張による力が双極子間力の信号に混在してしまうという問題点がある。双極子間力と熱膨張による力を分離するためには、高速で光強度の変調を行うヘテロダイン FM 法が必要である。^[2]一方で、ヘテロダイン FM 法の実現には高速な探針の変位検出が必要不可欠である。ヘテロダイン FM 法を実現するような高速で低ノイズな変位検出回路は、市販品としては存在していない。そこで卓越した技術と豊富な経験を有する分子研装置開発室(回路室)とともに、高速で低ノイズな変位検出回路の設計・製作を行った。

2. 電子回路及び電源回路の製作

変位検出回路を構成する演算回路と、演算回路の IC に必要な電源を供給する電源回路の製作を依頼した。演算回路は4分割フォトダイオードとそれに続く IV 変換回路からの信号を受け取る入力バッファ回路と、各バッファ回路からの出力の足し算引き算を行うメイン回路(図1)、メイン回路からの十分な出力を得るための出力バッファ回路から構成されている。入力バッファ回路は、探針の振動を検出するためのハイパスフィルタを通した回路と、4分割フォトダイオードに対するレーザースポットの位置を調整するためのローパスフィルタを通した回路で構成されている。メイン回路は高速で低ノイズな FET 型の IC を用いることで、帯域を 4MHz 程度にまで向上させることができた。

電源回路は、スイッチング電源を避けて一般的なトランスとレギュレータを用いた DC 電源を実現することで、低ノイズな電源供給を実現した(図2)。この低ノイズな電源の供給により、高感度な探針の振動検出が可能になる。

3. 結果と考察

開発した演算回路に交流電圧を印可し、その応答を観測した結果を図3に示す。この結果から、演算回路が低周波から 4MHz 程度にまで帯域が広がっていることがわかる。そのため、高周波な探針の振動を検出することが可能になった。これは以前の演算回路の帯域 80kHz より 50 倍広いものとなっている。さらに図4には、実際に光テコ変位検出系を用いて、出力される信号の FFT スペクトルを示す。この際、探針は励振されていないため、FFT スペクトルの示すものは変位検出系のノイズフロアである。黄線で示すものが、以前の変位検出系を用いた場合で、赤線で示したものが、今回開発した変位検出系である。このことから、おおよそ 1/2 倍のノイズ密度になっていることがわかる。これによって、さらに高精度高感度で双極子間力の検出が可能になった。また、参考に演算回路を介さない IV 変換器のみからの FFT スペクトルを青線として示す。今後、IV 変換器や DC 電源の改良によって、さらに高感度な検出系の実現を目指す。

4. 謝辞

検出回路系の作製を進めていくにあたり、分子研装置開発室の方々には多大なご協力をいただいたことを深く感謝いたします。特に豊田朋範氏、菊地拓郎氏、青山正樹氏、松尾純一氏の方々には大変お世話になり、ご親切にご対応いただいたことを心より感謝申し上げます。

5. 参考・引用文献

- [1] I. Rajapaksa, K. Uenal, and H. K. Wickramasinghe, "Image force microscopy of molecular resonance: A microscope principle", *Appl. Phys. Lett.* 97, 073121 (2010).
 [2] J. Yamanishi, Y. Naitoh, Y. J. Li, and Y. Sugawara, "Heterodyne frequency modulation in photoinduced force microscopy", *Phys. Rev. Appl.* 9, 024031 (2018).

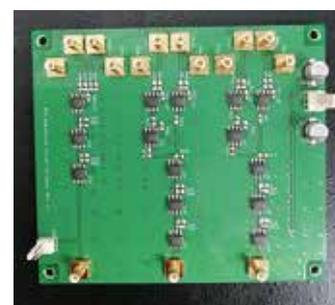


図1 演算回路(メイン回路)



図2 電源回路

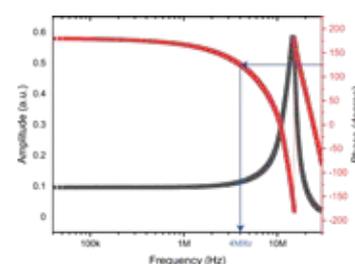


図3 新しい変換系の帯域測定結果

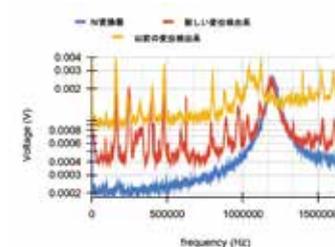


図4 変位検出系のノイズ測定結果

「無機系キラル結晶微細デバイスの作製」 —分子科学研究所でのデバイス作製の体験—

大阪府立大学 大学院博士前期課程 2年 塩田 航平 松島 陽介

1. はじめに

分子科学研究所・ナノテクノロジープラットフォームに整備されている電子線描画装置やマスクレス露光装置などの精密微細加工装置を用いて、キラル無機結晶を用いた微細デバイスの作製を進めている。秋以降に行った2回の出張でのデバイス作製の体験を報告する。

2. 使用した装置とその感想

●マスクレス露光装置 (ナノシステムソリューションズ DL-1000/IMC)

所属する研究室ではフォトリソグラフィや電子線リソグラフィを用いて様々な微細パターンを作製して実験を進めている。デバイス作製コストを下げるためにはフォトリソグラフィを多用したいが、デバイス構造が多様で、マスクパターンを確定させるまで試行錯誤を重ねている。その間は電子ビーム描画装置を使ってのリソグラフィを多用することになる。しかし、電子ビームを使用してサブミリサイズ以上の大面積を描画するには時間がかかるデメリットがある。その点、マスクレス露光装置はその名の通りマスクを用いないため、試作したいデザインをすぐに露光できる。これによりデバイスの作製効率が格段に向上した。電子線リソグラフィで2時間かかる露光が数秒で終わった際にはあまりの速さに驚きを隠せなかった。

そのうえ、マスクレス露光装置はフォトリソグラフィでは困難なサブマイクロメートルサイズの描画が可能であるため、電子線描画装置とフォトリソグラフィ露光装置の中間的な装置と位置付けることができる。ただ露光後の現像工程ノウハウがあるようで、失敗すると露光したパターンが歪んでしまう。特に高アスペクト比のパターンを露光する際はレジストが歪みやすく、現像作業により一層の注意が必要であった。大学ではマスクレス露光装置を利用する機会がなく、実験条件を詰めるに十分な時間が確保できなかったことも一因である。経験を積んで、今後さらに活用していきたい。

●電子ビーム描画装置 (ELIONIX ELS-G100)

集束イオンビーム (FIB) 加工装置を用いてあらかじめ微細加工した試料にサブマイクロメートル以下の誤差で電極などを取り付ける。そのため電子線描画装置を用いて電極パターンを描く。大学で用いている装置 (ELS-7500) よりも新しい機種 (ELS-G100) を利用することができた。これまで ELS-G100 を使用したことがなく、初回訪問時にはパターンを設計した CAD ファイルを様々な形式で持参した。CAD ファイルを所定の形式に変換する作業に時間がかかると懸念していたが、パターン設計のソフトウェア (WecaS) が同じものであったため、円滑に移行することができた。

装置利用時に、選択できる Field Size が異なっていることに気づいたのは初歩的なミスであった。Field Size に合わせてパターンを設計することは日常的に行っている。この点は事前に確認しておくべきであった。

実際の描画作業では、ELS-G100 は ELS-7500 に比べて、フォーカス・スティグマ調整や明るさ・コントラストの調整など多くの部分が自動化されていた。また、フィールドコレクションなどの調整時間も劇的に短く、非常に使い心地がよかった。

描画ソフトウェアもその仕様が普段から使用しているものとほとんど同じであり、特に戸惑うことなく作業を進めることができた。そうはいつても、事前にマニュアルをいただければ、ファイル変換時の懸念や実際の操作における不安を解消した状態で訪問することができたのではないかと思う。時間の限られた中での実験だったので、この点は反省事項である。個人的には、大学で用いる装置と比較しながら装置利用することで、装置自体のさらなる理解につながったと感じている。

●ターボ・スパッタコーター (Quorum Q300T D)

電極用の Au の成膜に使用した。スパッタコーターを用いたリフトオフは日常的に行っており、レジストなどは普段と同様のレシピにて実験を進めた。パターンがマイクロメートルサイズまで細かくなるとうまくリフトオフしなかった。時間が限られていたが、条件出しを行うべきであったかもしれない。次回訪問時に実験条件を詰めていく。

●小型 2 源 RF スパッタ装置 (Cryovac RSP-4-RF3 × 2)

電極には Pt や W 薄膜などを用いる。膜厚は数 nm 程度であり、その厚みが信号の大きさに直結するため、精密制御が必要となる。用いたスパッタ装置は低レートでの蒸着条件がわかっており、その利用が必要不可欠である。注意すべき点として、真空引きに要する時間が最低でも 6 時間ほどかかる事である。実験計画を立てる際、この待ち時間を念頭に置いておかななくてはならない。また、チャンバーのねじを締める際に装置特有の癖がある。その癖を理解しきれておらず、うまく真空が引けないことがあった。今後使用するには、装置特有の癖にも留意していきたい。

以上の装置を用いて作製したデバイスの例を図 1(a)、図 1(b)、図 1(c) に示す。

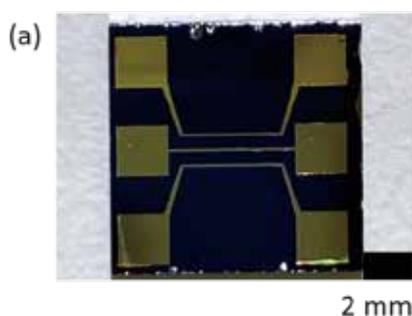


図 1 (a) : FIB 加工用基板

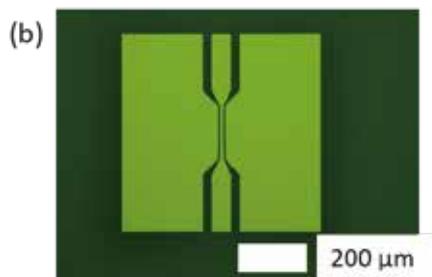


図 1 (b) : 高周波用平面導波路

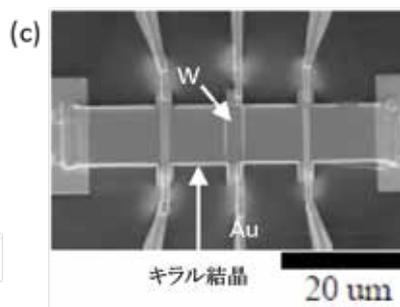


図 1 (c) : 偏極スピン検出用デバイス

3. クリーンルーム利用

訪問初日にクリーンルームの使用に関する各種の注意事項を説明していただいた。実験器具の使用方法や洗浄方法などが細かく規定されていた。大学との違いに多少のとまどいはあったが、大半の事はすぐに慣れることができた。

一方、なかなか慣れなかったこととして、廃液の処理がある。大学での分類に比べて処理方法が細分化されており、廃液タンクの数も多く、目的のタンクを探すのに少し苦勞した。要望としては、電子ビーム描画装置付近のドラフトの下に適切な種類の廃液タンクを置いていただけるとありがたい。こぼれないように移動する手間が省けて作業効率の向上につながると思われる。

4. 今回の経験を受けて

今回はコロナ禍の最中での訪問ということもあり、特に事前に詳細な研究計画を立て、事細かに相談させていただいた。その結果、分子科学研究所のスタッフの方々との連携がうまくいったと思う。特に、こちらの目的を明確に伝えることができ、数多くのアドバイスをいただくことができた。しかし、時間的に厳しかったこともあり、本来ならもっと試行回数を増やすべきである条件出しの部分がおざなりになってしまった。リフトオフに成功した基板もあったが、失敗も多く、デバイス作製の成功率としては満足いくものではない。これらの反省を踏まえ、次回以降訪問させていただく際は 1 日程度の余裕を持った計画にて研究を進めていこうと思う。

5. 謝辞

昨年来のコロナ禍のため、大学では春より数か月入構が制限された。加えて、制限明けの夏以降も、大学のクリーンルームの空調故障や装置不良が重なり、研究活動が大きく制限される 1 年となった。そのような中、分子科学研究所において様々な装置を利用させていただきデバイスを完成させることができた。また、装置開発室室長の山本浩史先生には事前相談させていただき、前もって準備を進めていただいた。伺った際にはとても親切に対応いただいた。木村幸代氏・石川晶子氏にはクリーンルーム内の設備を明瞭に説明していただいた。この場を借りて厚く御礼申し上げます。

申請課題一覧

2020年 施設利用申請課題一覧

申込者名	所属	研究課題
宇理須恒雄	(株)NANORUS	パッチクランプ増幅回路の計算機シミュレーション
宇理須恒雄	(株)NANORUS	パッチクランプ増幅回路の計算機シミュレーション
宇理須恒雄	(株)NANORUS	神経細胞機能超解像解析装置の開発
宇理須恒雄	(株)NANORUS	培養型プレーナーパッチクランプ装置設計図のCADによるトレース
宇理須恒雄	(株)NANORUS	パッチクランプ増幅回路のLtpiceによる計算機シミュレーションの指導

2020年 ナノテクノロジープラットフォーム施設利用申請課題一覧

申込者名	所属	研究課題
非公開	民間企業	
日野和之	愛知教育大学 教育学部	フラーレン誘導体 LB 薄膜の表面観察と評価
宇理須恒雄	(株)NANORUS	神経細胞ネットワーク機能超解像解析装置の開発
非公開	民間企業	
非公開	民間企業	
非公開	民間企業	
宇理須恒雄	(株)NANORUS	神経細胞ネットワーク機能超解像解析装置の開発
非公開	民間企業	
日野和之	愛知教育大学 教育学部	フラーレン誘導体 LB 薄膜の表面観察と評価
非公開	民間企業	
神永真帆	豊田工業高等専門学校	がん細胞特異的結合分子探索効率を向上させるマイクロ流路デバイスの開発
非公開	民間企業	
非公開	民間企業	
非公開	民間企業	

2020年 ナノテクノロジープラットフォーム協力研究申請課題一覧

申込者名	所属	研究課題
山崎優一	東京工業大学 理学院	原子・分子クラスターの電子軌道可視化法の開発
山下翔平	高エネルギー加速器研究機構	物質構造科学研究所 PDMS 製マイクロ流路の作製

オペランド ESR セルの製作 - ポリスチレン樹脂の加工



水谷 伸雄

1. はじめに

新潟大学 古川氏の依頼によりオペランド ESR セルの製作を行った。全長 100mm、幅 3mm、厚さ 1.7mm の一面に長さ 10mm、幅 2mm、深さ 1mm のポケット穴とそれにつながる幅 0.5mm 深さ、0.5mm の溝が掘られている。材質は、ポリスチレン樹脂 (PS) である。(図 1、図 2)

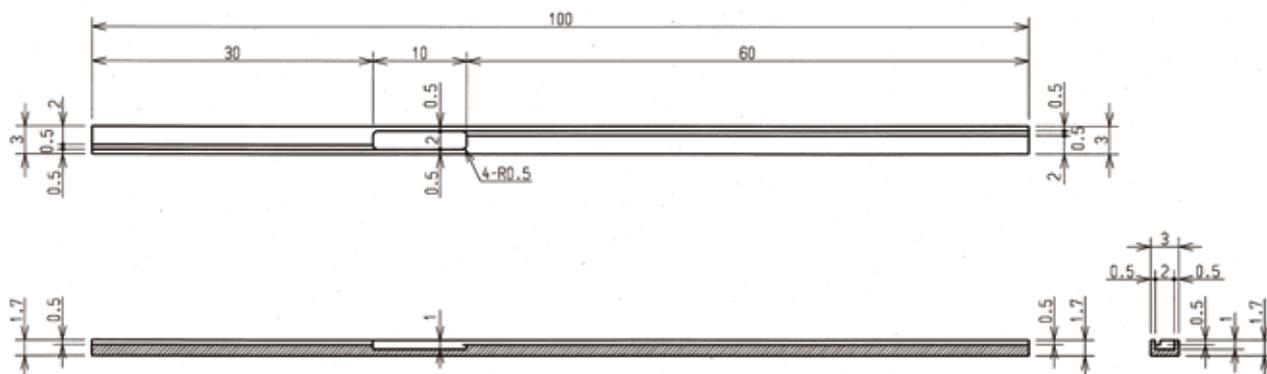


図 1 : オペランド ESR セル図面

2. 加工手順

汎用フライス盤と、一般的な鉄鋼用のエンドミルを用いて加工したが、この形状を直接マシンバイスに 1 本ずつ固定して加工するのは寸法精度も出しづらく、かつ複数本の製作依頼でもあったため以下の手順で製作した。

- * 土台となるアルミ板をマシンバイスに固定し、表面を切削して基準面とする。(図 3)
- * 両面テープで 1.7mm 厚の PS 板を貼付 (図 4、図 5)
- * ϕ 1.0mm のエンドミルで外形とポケット穴加工 (図 6)
- * ϕ 0.5mm のエンドミルで深さ 0.5mm の溝加工 (図 6)
- * アルミ板からの剥離、分割 (図 7 ~ 9)

両面テープは、事務用品としてもよく使われる紙両面テープを使用した。外形加工の際には、素材厚さ 1.7mm に対し 1.55mm の深さまで加工し、底面側を 0.15mm 程度残すことで隣り合うパーツと連結したままとし、全体の接着面積を確保した。これにより、加工中に素材がずれたり剥離するのを防いだ。加工後の各パーツは、アルミ板からの剥離後、板チョコを割る要領で分割した (図 7)。

アルミ板からの剥離には、両面テープを溶剤で軟化させる方法もあるが、溶剤の処理や素材への影響、洗浄の時間なども必要になるため直接引き剥がすことにした。初めは、カッターナイフの刃をくさびのように滑り込ませてみたが、素材に僅かな跡が残ったため竹串を使用した (図 8、図 9)。竹串を両面テープと素材の間で転がすように移動することで、傷付くことなく剥離できたが、慌てると素材表面に細かいクラックが生じるので注意が必要だった。



図 2 : オペランド ESR セル部品

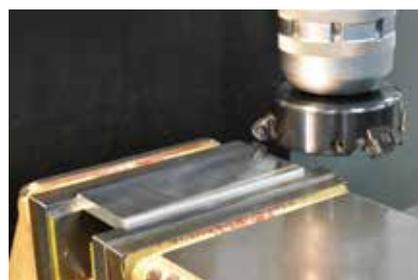


図 3 : 基準面の加工



図 4 : 両面テープ貼付

図 5 : ポリスチレン板貼付

図 6 : ポケット穴周辺

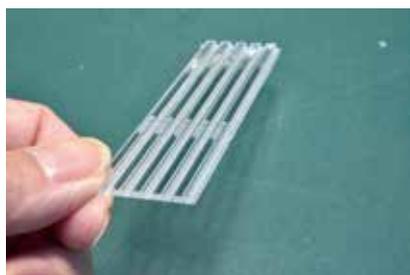


図 7：分割前のセル

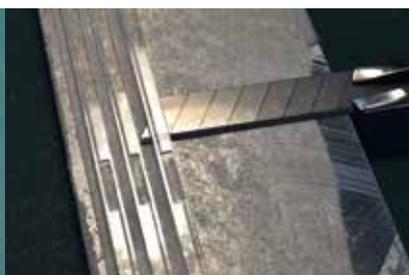


図 8：ナイフによる剥離

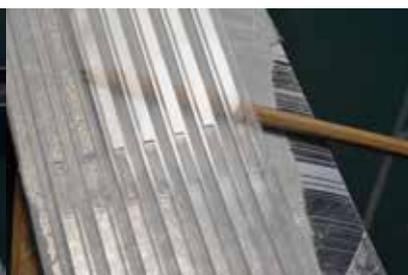


図 9：竹串による剥離

3. ポリスチレン樹脂 (PS) とアクリル樹脂 (PMMA) の加工性について

私はこれまで、透明樹脂の加工では、アクリル樹脂 (PMMA) をよく使用したが、PMMA は角が欠けやすい印象がある。今回 PS を加工した際に、細溝加工、段差部分ともに欠けが生じることもなく、むしろ PMMA よりも加工性が良いような印象を持った。そこで、PS と PMMA について細溝加工による違いを試してみた。

加工条件 (乾式切削)

*溝寸法：幅 0.5mm、深さ 0.5mm、長さ 120mm

*工具：2 枚刃エンドミル φ 0.5mm (EDS0.5)

*回転数：4000rpm

*送り速度：150mm/min、200mm/min、300mm/min、400mm/min



図 10：溶けた PS 切粉

初めに、送り速度 150mm/min で、2 回ずつ溝加工をしたが PS, PMMA とも良好な切削状態だった。この時の 1 刃当たりの切込量は約 0.019mm の計算になる。

次に、送り速度 200mm/min にしたところ、PS は 25mm 進んだ付近から切粉が軟化しはじめ、40mm 付近から溶けた切粉が、エンドミルにまとわりつくようになり、溝の縁には溶けた切粉が残り (図 10) エンドミルに溶着した切粉は手では取り除けなかった (図 11)。これに対し PMMA は、加工の終わり頃に切粉の軟化は見られたものの切削に問題はなかった。しかし、送り速度を 300mm/min に上げたところ、軟化した切粉が溝の縁やエンドミルの先に樹氷のように成長して行き、送り速度 400mm/min では、もはや切粉と呼べる状態ではなかったがエンドミルは折れることなく最後まで進んだ (図 12、図 13)。



図 11：刃先に溶着した PS 切粉



図 12：樹氷のような PMMA 切粉



図 13：刃先に付着した PMMA 切粉

4. まとめ

PS 材によるオペランド ESR セルの製作に問題はなかった。また、PS と PMMA の加工性については、PS 加工時の印象とは違い PMMA の加工性の良さを再認識する結果となった。理由としては、PMMA が PS に比べ約 1.7 倍の熱伝導率の良さや約 1.4 倍の強度の高さによるものかも知れない。一方、硬度も約 1.3 倍高いためこれが欠けやすさの一因と考えられる。

今回は、紙両面テープを用いて材料の固定をしたため切削液を使用しなかったが、切削液の使用や刃先の冷却方法を工夫すれば加工効率は向上すると考えられる。

PS は、加工素材として入手できるサイズが少なく、PS に限定した加工依頼もまだだが今後の参考として活かして行きたい。

ピペティングロボットの試作経過報告（第2報）



近藤 聖彦

装置開発室のメンバー数名で試作をおこなった内容を昨年の annual report で報告（第1報）をおこなった。本報告はその後におこなった内容になる。

図1に示すAタイプの把持力が小さかったので、図2に示すようなモータの回転軸に歯車を固定したBタイプの把持力に期待したが、ロードセルで測定しAタイプ程度かそれより小さい把持力であることがわかった。このように既成品では把持力が満たないことがわかったので、図3に示す小型のX軸ステージを利用してロボットグリッパーCを3Dプリンタで製作した部品と組み合わせて、小型の万力のような構造を製作した。このステージのハンドルに継手を介してトルクレンチを接続し、ロードセルを把持してトルクと把持力を測定した。この測定値からピペットが滑ることなくピペットコントローラに挿入できる把持力は54N以上であることがわかった。

それから、ピペットの電動挿入について検討をおこなった。ロボットグリッパーCの把持力調整にステッピングモータ、ピペット挿入に市販のX軸ステージを使用し、図4に示す電動挿入装置を製作した。ステッピングモータのパルス数で把持力の決定、X軸ステージの移動量でピペット挿入位置の決定をおこなっている。ピペットコントローラの挿入口中心とピペットの中心位置を一致させるために、ピペットコントローラを上下移動機構、ロボットグリッパーCを左右移動機構に固定し、中心位置を上下左右に調整できる構造としたので、比較的容易にピペットが電動挿入できることがわかり、自動挿入の見通しを立てることができた。また、この装置製作から、ロボットアームに要求される剛性、位置決め精度、力学的条件の知識を得たので、ロボットアームを選定するための判断基準の目安がわかるようになった。

そこで、ピペット挿入に必要な剛性、耐久性を満足するロボットアームをレンタルし、昨年度に挑戦できなかった①「ロボットアームを使用し、ピペットコントローラにピペットを挿入すること」並びに②「ピペットに溶液を自動分注（吸引・排出）」し、指定した溶液量を容器に取り分けること」を課題とした。

課題①について、ピペット挿入用ロボットアームは6自由度で高精度位置決めが可能な製品とピペットを把持するためのロボットグリッパーをレンタルして挿入テストを実施した。

ピペットを挿入するノズピース（ピペットコントローラの先端）はロボットアームの稼働範囲内に設置するため、ロボットアームと同一のテーブル上に固定した。この際、ノズピースの内部にピペットを保持するための柔軟性樹脂で製作されたピペットアダプターを装着した。ロボットアームの制御は教示ペンダントのグラフィカルユーザインタフェース（GUI）でプログラムを実行しておこなうこともできるが、ティーチング機能を備えているので、ノズピースまでの軌跡をティーチングして挿入実験をおこなった。この機能は便利で、XYZ座標値の入力等が必要なく、自動で移動プログラムが作成されるため、短時間で挿入可能なことを確認できた。図5にロボットアームがピペットアダプターを装着したノズピースにピペットを挿入している様子を示す。

課題②について、出力信号端子付きの電子天びんの計量皿に溶液入り容器を設置し、吸引量を電子天びんの数値で判断する方法を試みた。最初に電子天びんの出力特性を知るため、変換ケーブルを使用してPCと接続し確認をおこなった。特性を理解してから、PCを使用することなく、マイコンで電子天びんの数値判断ができるようにした。また、市販のピペットコントローラを参考にして、溶液の分注がおこなえる専用のコントローラを自作した。これらを組み合わせて、電子天びんの計量皿に設置した溶液入りの容器にロボットアームでピペットを挿入し、指定した容量だけ手動で吸引できることを確認した。

今後はロボットアームの制御盤から出力される信号を利用して、ピペット挿入から溶液の自動分注ができるシステムを構築する予定である。



図1：ロボットグリッパー A



図2：ロボットグリッパー B



図3：ロボットグリッパー C



図4：電動挿入装置の外観



図5：ピペット挿入時の様子

スパッタで製作したアルミミラーの膜厚による反射率の測定



木村 幸代

1. はじめに

所内から、アルミニウムをガラスに成膜したミラーの製作依頼がありました。このミラーは波長405nmと532nmのレーザーを用いてタンパク質の動きを解析する実験に用いるものです。アルミ平面ミラーは光学部品として販売されていますが、今回製作したものは成膜後、エッチングしてアルミニウムの無い部分を作る必要がありました。

2. 白く光沢感のないミラー

膜の厚さは光が透過しなければ良く、アルミニウムはおおよそ100nmでほぼ透過しないと聞いていましたので、ガラス基板にスパッタで200nmの厚さに成膜しました。しかしこのサンプルの表面は白っぽく、一般的なミラーと比較して光沢感のない様子になりました(図1a,c)。

その様になるのは不純物による密度の減少や、表面の荒れなどが原因と一般的に言われますが、アルミ薄膜に関して調査し、光沢には膜の作製時間が影響し、時間を短くすると光沢のある薄膜が成膜できたという情報を得ました^[1]。そこで新たに作製時間の少ない20、50、100nmの厚さでテストピースを製作し、白くなったミラーと比較して光沢が得られるか試してみることにしました(図2)。その結果、3種ともに目視では光沢感を得ることができ(図1b)、透過率と使用波長での反射率がどのくらいか、機器センターの紫外・可視・近赤外分光光度計を用いて測定しました。

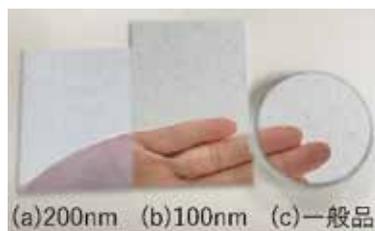


図1：光沢感の比較

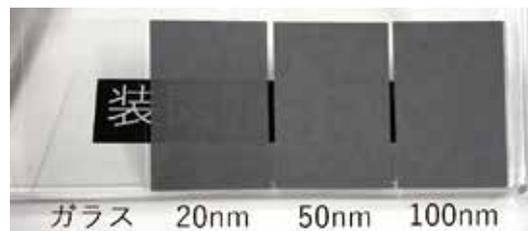


図2：製作したテストピース

3. 膜厚による透過率と反射率

波長405nmから532nmの範囲での膜厚20、50、100、200nmの透過率を示します(表1)。20nmでは7～10%程度、50nm、100nmでは1.3～1.7%程度、200nmでは0.02%程度の透過率になりました。続いて50、100、200nmで反射率を比較したところ(表2)、波長405nm付近で50nmが最も高い96.7%になりました。50～200nmの範囲では膜厚に関して透過率と反射率は相反する関係となり、双方のバランスをみて、今回の場合は50nmが高い反射率を得るのに最適な厚さと考えました。ただし測定した反射率の値は測定器のベースラインを100%とした時の相対値であるので、実際に利用できるか判断するには、今まで問題なく利用できていたミラーとの比較が必要になります。

表1：アルミミラーの膜厚別透過率

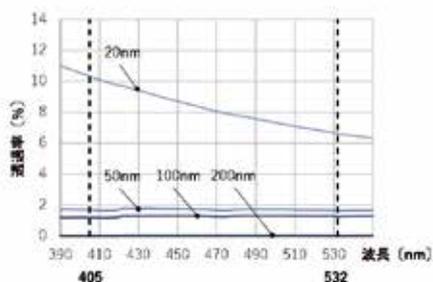
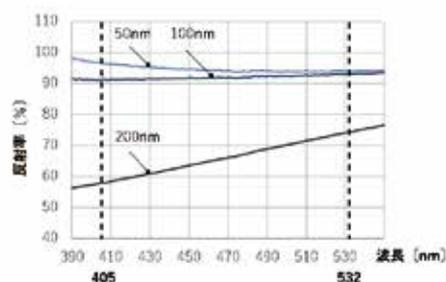


表2：アルミミラーの膜厚別反射率



4. まとめ

膜厚200nmのアルミ平面ミラーを製作した際、表面が白く光沢感が無くなりました。膜の作製時間が光沢に影響する情報^[1]をもとに、20、50、100nmのテストピースを製作して透過率を比較したところ、50、100、200nmでは透過率が2%以下となり、50、100、200nmでの反射率は50nmが最も高い値で、光沢感を得ることもできました。

5. 参考文献

[1] 吉村幸雄、中村俊一、松田豪彦、「スパッタ法によるアルミ薄膜の制御技術」、P24-25、鹿児島県工業技術センター研究成果発表会予稿集、2008

極小径穴の分光用ノズルの製作

菊地 拓郎

1. はじめに

電鍍技術の製作をはじめてから、所内での工作依頼はメタルマスクのような薄膜の製作を行っていた。今回、初めて立体形状の製品を製作したので、その加工工程を紹介する。

2. 母型の作製

電鍍で製品を造る場合、最終形状と逆の形状をした母型が必要である。過去に装置開発室で取り組んでいた分子線スキマーの電鍍加工で製作していた母型を参考に、今回の依頼に合わせたサイズの母型をSUS304の丸棒から旋盤加工で作上げていった(図1a)。

この時、加工面は可能な限り鏡面であることが望ましい。表面粗さは、電鍍後の離型の作業性に影響を与える。また、めっき面以外の部分へのめっき析出を防ぐため、電子工作でよく使われる絶縁テープでマスキングを施してある(図1b)。

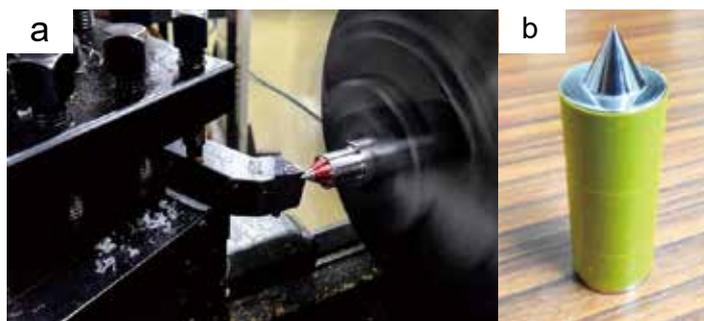


図1 母型製作

3. めっき液の調整

電鍍に使用する金属は、ニッケル、銅、鉄などが挙げられる。今回の依頼品は、直進する光電子の分光に使用されるため、光電子が磁場の影響を極力受けないようにする必要がある。したがって、非磁性である銅めっきが適している。銅めっきのなかでも、硫酸銅めっきは組成が単純で、管理も比較的容易である(表1)。加えて、厚めっきも可能なため、電鍍にも向いている。

めっき金属は、ファラデーの電気分解の法則に則って析出するため、被めっき物の表面積(dm^2 ※)、電流値(A)および時間(sec)の積で計算される。また、めっき液の液温も析出金属の硬度や光沢、内部応力に影響を与える重要な要素である。一般的に電流密度が小さく、かつ液温が高いと内部応力の小さいめっきになる。今回は、 $150\mu\text{m}$ の膜厚を狙ってめっきを行うため、事前に条件を振り分け、実際の膜厚を測定し、狙いの膜厚になるよう調整を行った(表2)。めっき技術については、Annual Report(2019)や技術課活動報告かなえ(2019)など、過去の記事でも紹介しているので参考にして頂きたい。

表：1 めっき液組成

組成	分量	効果・働き
硫酸銅	250g/L	銅イオン供給源
硫酸	40g/L	硫酸根供給
1次光沢剤	適量	内部応力減少
2次光沢剤	適量	平滑化作用

表：2 めっき条件

項目	条件
電流密度(A/dm^2)	1.0
時間(h)	2.5
温度($^{\circ}\text{C}$)	常温
pH	4~5

4. 穴開け

母型から取り外した電鍍品は、カラーコーンのような円錐形状であるが、先端に孔は空いていない(図2)。また、断面からも見て取れるように先端は狙いの膜厚よりも厚くめっきされている(図3)。これは、先端形状やカド部に電流が集中し、より多くの金属イオンが析出するめっきの性質によるものである。

先端の穴は、 $\phi 0.05\text{mm}(50\mu\text{m})$ 程度の貫通孔を要求されている。

まずは、 $\phi 50\mu\text{m}$ の小径ドリルを使用して、手加工での穴開けを試みた。しかし、このままでは厚すぎて加工が困難なため、先端の厚さが $50\mu\text{m}$ 程度になるまでやすり掛けをしていった。小径ドリルを使用した結果、穴を開けることは出来たが、バリが残ってしまう状態になった(図4)。



図2：電鍍品

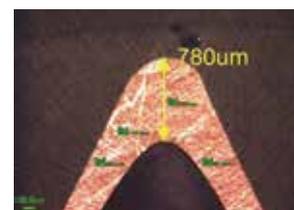


図3：電鍍品の断面

他に方法が無いかわかるところ、FIB(集束イオンビーム)を用いた微細加工方法があることがわかった。しかし、分子研では保有していない装置であった。そこで、ナノテクノロジープラットフォームを経由して、大阪大学産業科学研究所ナノテクノロジー設備供用拠点のFIB装置をお借りして、加工することとなった(図5)。加工方法は、Ga⁺ガリウムイオンを線源としたイオンビームで、空けたい穴の円周上に外堀を掘るように照射していった。最終的には、きれいな穴がくり抜かれて仕上がった(図6)。



図4：小径ドリルで開けた穴



図5：集束イオンビーム装置
(大阪大学産業科学研究所)



図6：FIBで加工した穴(50um)

先端の穴開け加工は出来たが、依頼者の実験はノズル先端と試料との距離および、光線の入射角が重要で、“肩”を落とさなければならなかった。

最後は顕微鏡を覗きながら、優しくやすり掛けするという何ともアナログな手法で仕上げることになった(図7)。

5. さらに表面処理

実はこれで完成ではなく、実験の使用環境が反応性ガスで満たされているため、銅素地のままだと腐食してしまう恐れがあり、銅が腐食されないために貴金属である金めっきも施してほしいという依頼であった。しかし、銅素地に直接金めっきをすると、金が銅に拡散して金表面が損なわれる現象が起きる。それを防ぐため、通常はニッケルめっきの上に金めっきをする。しかし、前述のとおり非磁性の条件では磁性体であるニッケルめっきを使うことが出来なかった。そこで、非磁性の貴金属であるロジウムめっきの上に金めっきを施すことで要求を満たした(図8)。

6. まとめ

大きさ10mm程度の小さな部品であるが、機械加工、めっき、ナノテクノロジーと複数の加工技術を駆使して作り上げたものとなった。今後も依頼者の要求に応えられる、付加価値の高いものを作っていけるように技術を磨いていきたい。



図7 先端の肩を落とす



図8 完成した分光用ノズル

※ めっき分野で面積は、平方デシメートルが使われる。1dm² = 100cm²

のDC-DCコンバータCRE1S0305S3C(Murata Power Solutions社)で生成する。D/AコンバータはSPIで制御し、16bitデータで0～2.5Vを出力する。これをオペアンプで2倍増幅し、0～5Vとする。FFUの接点出力の検出は、GPIOを用いたシンプルな接点入力モジュールでARMマイコンに取り込む。制御電圧や16bitデータの値、FFUの運転状況は、I2Cで制御する0.96インチ128x64ドットOLEDモジュール(秋月電子通商)で表示する。これら3種類のモジュールを、前回報告したコア基板^[4]のPmodコネクタに接続し、AC200V→DC9Vの絶縁型AC-DCコンバータIRM-02-9(Mean Well社)で電源を供給するユニットとして集約したものが、図3のFFU制御ユニットである。FFU制御ユニットは図2のマスターユニットを介して16台すべて、あるいは個別に風量を調整できる。

4. FFU 制御ユニットの運用トラブルと対策

FFU制御ユニットの開発は、FFUの実機と同じサンプル機で試験を行った。大きな問題もなく、16台分を製作・配置して運用を開始したところ、FFUの接点出力を異常(ON)と誤認して停止するトラブルが頻発した。検証したところ、コア基板やモジュール、FFUの接点出力と接続するケーブルに異常はなく、クリーンルームに設置されたFFUで稼働した時のみ発生することが分かった。

検討を重ねた結果、(1)ケーブルが長く、ARMマイコンのプルアップ抵抗が大きいことで、入力インピーダンスが高く、ノイズを拾いやすい状況(図4)(2)FFUと制御電圧モジュールの間でグラウンドのループが構築されていたことで、アンテナとなってノイズを拾いやすい状況の2点が重なって発生したと推察した。

FFU制御ユニットの設置場所は変更できないため、ケーブルを短くすることは出来ない。そのため、プルアップ抵抗をマイコン内蔵から外付けにして、値を小さくすることでFFUの接点から見た入力インピーダンスを小さくし(図5)、制御電圧モジュールのD/AコンバータのアナログとデジタルのGNDを切断することでグラウンドループを切断した。これによりFFU接点の誤認は大きく減少したが、散発的に発生したため、マイコンで接点入力を調べる時間間隔を10msから100msに広げ、10回連続して同一の状態であれば、接点の状態が変化したと認識するようにして解決した。

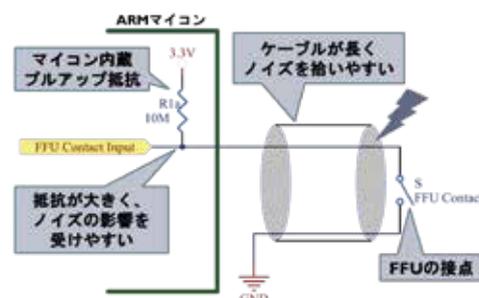


図4：FFU 接点誤認の原因

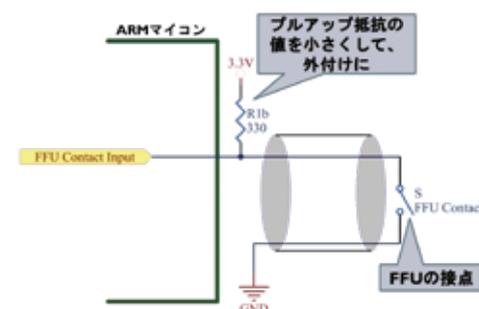


図5：FFU 接点誤認の対策

5. 今後の計画並びに謝辞

クリーンルームにおける風量調整・管理は、クリーンルームのクリーン度を維持するインフラと言える。風量調整・管理は24時間連続で行う必要があるが、開発時と大きく異なる環境、特にノイズに対して堅牢な設計が求められることが分かった。2020年12月現在で図2のユニットはほぼ全て配置完了し、LoRa通信による自動制御やLAN接続を開発する段階であり、来年以降、進捗などを報告する予定である。

コア基板の開発・製造並びに本システムの開発・拡張は、2019年度自然科学研究機構産学連携支援事業(課題名:「一斉警報通知システム」構想の実現に向けた社会実験)並びに2019年度～2020年度川合所長奨励研究費の助成を受けて行われた。本システム並びにコア基板は、千葉寿・技術専門員、古館守道・技術専門職員、藤崎聡美・技術専門職員(以上、岩手大学)、木村和典氏(分子研)との共同開発の成果であり、ユニットの配置・試験には近藤聖彦氏、木村幸代氏、石川晶子氏(以上、分子研)に協力いただいた。各位に深い感謝の意を表する。

6. 特許情報、参考・引用文献

- [1]特願 2019-214632「通知システム、通知システムにおける制御装置、及び通知システムにおける制御方法」千葉寿、豊田朋範、古館守通、藤崎聡美
- [2]特願 2018-156982「緊急防災ドッキングステーション」千葉寿、豊田朋範、古館守通、藤崎聡美
- [3]特開 2018-026807 特願 2017-137745 基礎出願番号:特願 2016-147674「警報連動型防災システム」千葉寿、豊田朋範、古館守通、藤崎聡美
- [4]豊田朋範「一斉警報通知システムの開発」装置開発室 Annual Report 2019 p28～29

多地点同時観測システムの開発

松尾 純一

1. はじめに

近年流行している COVID-19 の影響を受けリモート作業や無人運転化が進む状況に対応するため、人や機器の状態を遠隔地から観測できるシステムの開発を行った。主な対象は以下とした。

- ▶ 人の所在と状況（リソース管理、安全管理）
- ▶ クリーンルームの清浄度（大気圧に対する差圧、パーティクル量）

2. システム概要

観測端末には Raspberry Pi を用い、接続したカメラやセンサーからの情報を Raspberry Pi の中で処理した後、Ethernet 経由でテキスト、グラフとして参照出来るようにした。また、それらの URL をまとめて表示する Web ページを各端末が内蔵することでサーバを介することなく多数の情報を一画面で参照できるようにしている。現在表示させている情報は下記の通り。

- ▶ カメラによる現場画像
- ▶ BLE(Bluetooth Low Energy) Beacon を元に特定した人の所在位置
- ▶ 自作差圧計の差圧と室温の時系列グラフ
- ▶ パーティクルセンサからのパーティクルカウント値の時系列グラフ

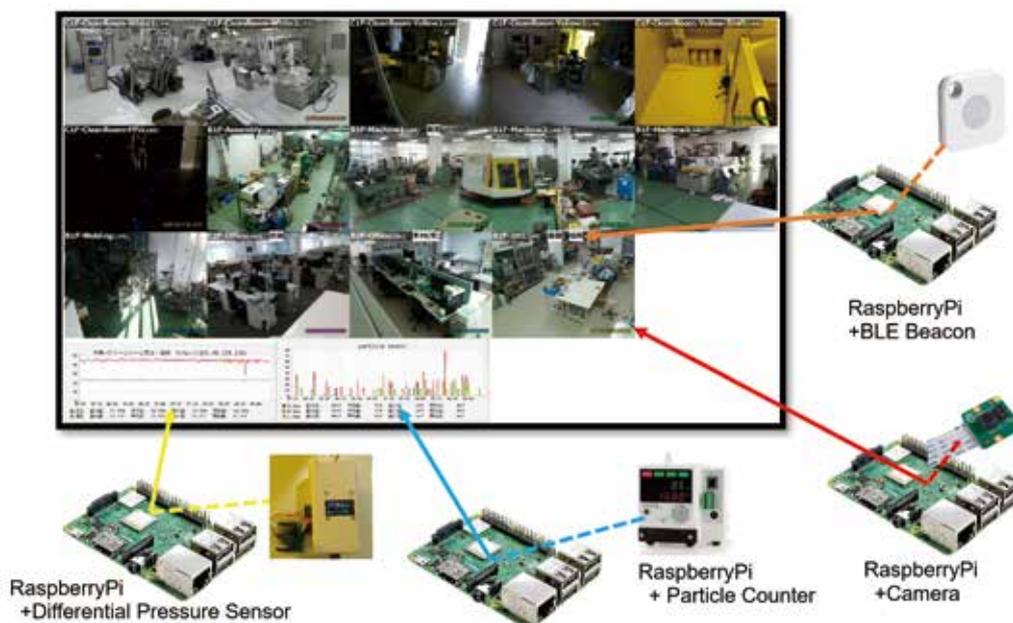


図 1：システム構成図

カメラ画像は raspistill コマンドにより任意の時間間隔（現在は 1 秒間隔）で RAM ディスクに画像を書き出すようにしている。その後、ImageMagick を用いてタイムスタンプを付与し、居室の画像はプライバシーに配慮しモザイク処理を施している。基本的に撮影した画像は上書きされるが、実験の記録などの用途を鑑み Network File System (NFS) や Server Message Block (SMB) といったプロトコルを使用し Network Attached Storage(NAS) に画像を蓄積できる機能を持たせている。

差圧やパーティクル量などのデータの蓄積とグラフ化の処理には Round Robin Database Tool (RRDtool) を用いている。データの用途や特性に合わせて 1 ～数十秒程度の間隔で記録し、1 分毎にグラフを出力するようにしている。

所在位置は BLE Beacon の電波がどの観測端末のあたりで強いかを計測することで場所を特定している。Bluetooth の信号を Python モジュールの bluepy を使用して取得し、Bluetooth Device Address(BD_ADDR) と Received Signal Strength Indicator(RSSI) を 10 秒ごとに記録し、複数回分のデータを元に対象と場所を決定する。

Raspberry Pi には長期安定運用を考え、WDT(Watchdog timer) の設定、SD カードの劣化を防ぐためにログやテンポラリ領域の RAM ディスク化や、ログ記録先の syslog サーバ化といった対策を行っている。また、増設時や設定変更時には設定ファイルを Raspberry Pi 同士で同期し、プログラム側も設定ファイルの再読み込み処理を行うようにしている。

Web ページ上の画像の更新は画面全体ではなく、JavaScript を使用し画像のみリロードを行うようにしている。こうすることにより読み込み途中における画像の抜け (図 2) が無くなり、読み込みエラー時にも代替画像を表示させることができる。また、Web 画面の更新処理全体の停止 (図 3) を防ぐことができる。



図 2 : 読み込み中における画像抜け



図 3 : 読み込みエラーにより停止した画面

3. 結果とまとめ

観測端末に Raspberry Pi を用いたことで標準機能として SPI,I2C,UART,Ethernet,Bluetooth といった様々なインターフェースが使用できるため接続するセンサーを選びやすくなっている。また、表示画面の構成が自由に変更できるため用途に応じた画面を用意するなど柔軟な運用が出来る。

基本的にサーバが不要なシステム構成となっており、観測端末からの情報を Raspberry Pi 内で処理させ Web ブラウザに観測端末からの情報収集を任せることで、1 端末の障害時にもそれ以外の部分に影響を与えることが無い。また、中継分のタイムラグが無いため遅延時間は有線接続時で 1 ~ 2 秒 (図 4) とリアルタイムな表示となっている。この遅延発生原因は撮影を実行してからファイルへの書き出しが完了するまでの遅延が約 0.76 秒 (図 5) と Web ブラウザが画像をリロードするタイミングによる遅延 0 ~ 1 秒 (現在リロード間隔が 1 秒) が含まれる。現在、14 台の観測端末の画像と 2 つのグラフを 1 画面に表示させて複数個所から観測しているが、端末が接続されているネットワークが貧弱 (Wi-Fi の電波強度不足) な個所を除きほぼ 1 秒間隔で画像の更新ができています。

室員が不在となる夜間や休日の記録用に別建てサーバにてカメラ画像を収集・記録する仕組みを作成した。すべての画像を保存するのではなく、前回からの差分量を ImageMagic で算出し多い場合のみ保存するようにしている (図 6) 。

現在の問題点は観測端末がオリジナル情報を持っているため、故障時にデータが消失する恐れがあることだ。自動的にバックアップを取得しデータの保護と復旧処理を簡便化するような仕組みを考えていきたい。

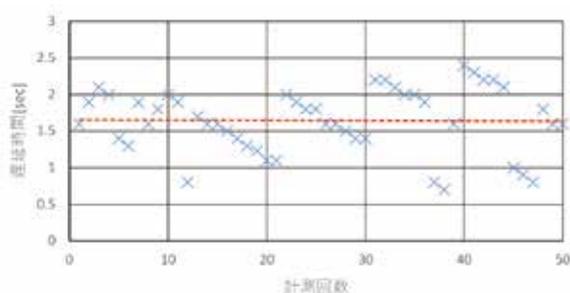


図 4 : 撮影から表示までの遅延時間

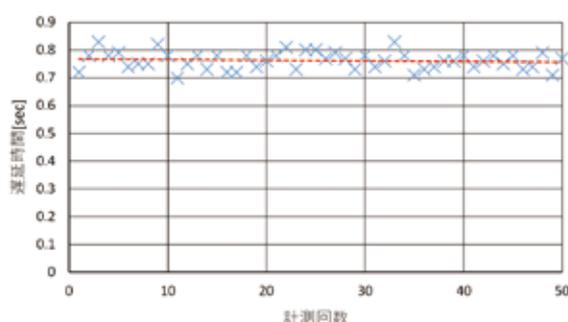


図 5 : 撮影から記録完了までの時間



元画像 1



元画像 2



差分画像

図 6 : カメラ画像の差分処理

工作伝票管理システムの改良

木村 和典

1. はじめに

装置開発室では、例年 300 件程度の工作依頼に対応している。これらは依頼者や担当者により記載される工作伝票をもとに、内製した伝票・ストックルーム管理システムに登録される。半期ごとの移算報告は、このシステムに登録された部材使用額や外注立替額、ストック使用額などを研究グループ・工作分類ごとに集計して行われる。本システムは 15 年以上に亘って使用されているが、開発者の異動などにより、近年は不具合が生じたときに最低限のメンテナンスを行うのみであった。

2019 年度には OS サポート終了に伴いサーバー機を更新し、また本年度より 3D プリンターが装置開発室に移管された。これに伴い同システムの拡張が必要となったため、拡張作業及び細かな不具合の修正を並行して改良を行った。ここでは古くなっていった同システムの状況および筆者が行った改良作業の一部について紹介する。

2. 工作伝票管理システム概要

伝票システムは Web ブラウザから使用する Web アプリケーションであり、サーバー側のプログラムは VBScript を使用した Active Server Pages(以後「Classic ASP」)^[1] である。これを用いたシステムの形態はさまざまなものが考えられるが、本システムにおいては一つの Classic ASP ファイルが一つのページを担当する形で記述される。この動作環境の都合上、サーバー側の OS が Microsoft Windows に限定される。またデータベース管理システムには一時期 Microsoft Access を使用していたが、現在は Microsoft SQL Server を使用している。

本システムの利用には簡易ながら認証が必要であり、装置開発室外からはアクセスできない。ログイン後、以下のような機能が利用できる。

- ・ 工作伝票の新規登録、更新
- ・ 各工作依頼の作業データ登録 (作業時間、外注料金、部材使用料など)
- ・ 工作依頼の検索、リスト表示 (依頼者の所属研究部門、品名、依頼年月日、工作分類などの条件指定可)
- ・ 研究グループデータの管理
- ・ 研究グループごとの移算集計表示

3. API 方式の導入

従来の工作伝票編集フローの例を図 1 に示す。主な編集対象は作業時間や部材使用額、外注立替額であり、①の画面で確認できる。これを編集する場合は②に遷移し、登録・削除・更新いずれかを選択する。すると対応したページ③に遷移し、確定・送信すると④の結果表示画面に推移して完了となる。このように、伝票編集を行うには複数のページを行き来する必要がある。図 1 の例は作業時間登録であるが、これと同様の処理が部材使用額、外注立替額で、また削除・更新でもそれぞれ存在する。このようなものが組み合わさり、編集処理だけでおおむね 40 近い ASP ファイルが用意されていた。

そこで、登録・削除・編集機能を Web API (Application Program Interface) として切り出し、登録したいデータを送信すると処理結果を JSON (JavaScript Object Notation) で返すようにした。JSON は JavaScript 上で容易に処理できるデータ構造であり、代表的な Web ブラウザの殆どがこれを処理できる。JavaScript はクライアント側で、ボタン押下時の処理やページ内要素の変更などを容易に行える。

これにより、ページを切り替えることなく伝票の各要素の編集を行えるようになった。

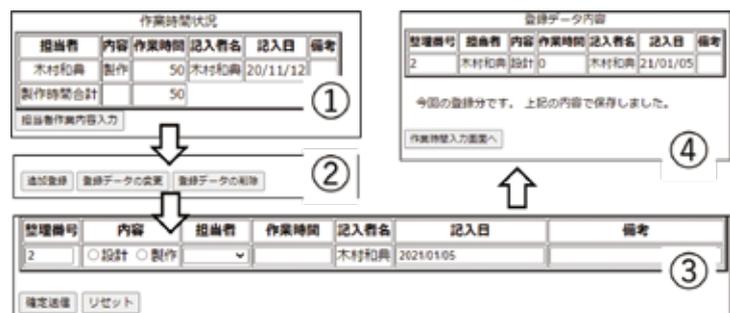


図 1：従来の伝票編集の例 (作業時間データの新規登録)

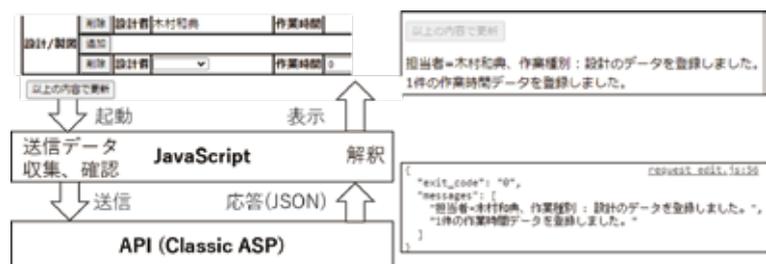


図 2：API 方式で作直した伝票編集の例 (作業時間データの新規登録)

4. 一画面で完結する伝票編集画面の構築

装置開発室の工作伝票は紙で用意されており、依頼者・作業者が記入したものを事務担当者もしくは作業者がシステムに入力する。そのため、入力画面は紙の伝票を模したものであると入力時に確認がしやすい。

そこで、伝票編集画面を再構築した。図3に完成形を示す。各要素を表形式でまとめ、Classic ASP ファイルに直書きされていたレイアウト・スタイル指定は CSS ファイルに書き出した。

また編集する対象が4要素(工作依頼の基本データに加え先に API 化した3要素)であるが、ボタン一つで編集を完了できるようにしたいとの要望が寄せられた。これは JavaScript の機能である Promise^[2] を用いて実現された。ボタンの押下をトリガに各 API にデータを送信・応答を受信する Promise オブジェクトが生成され、並行して処理が行われる。その後すべての API から応答があったことを確かめ、結果を表示して更新完了とする形で実装した。以上より、一画面完結型の伝票編集画面へと改良された。

工作伝票

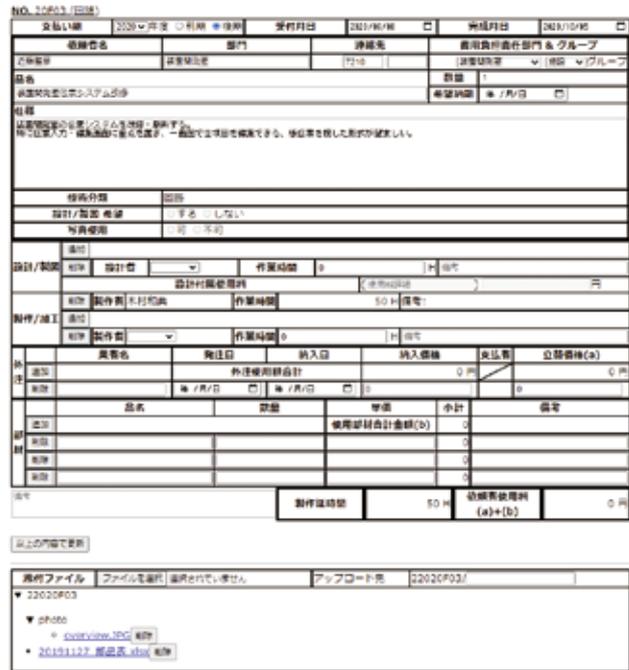


図3：一画面完結になった伝票編集画面

5. コンテンツの整理

管理を開始した時点で本システムは、大量のファイルが単一ディレクトリに配置される形で構成されていた。しかし開発当初の資料とソースコードを確認したところ、それぞれ20ファイル以上ある JavaScript や CSS は使用されておらず、200ファイル以上ある ASP ファイルの大半はテスト用であった。

そこで上記の改修と並行してコンテンツの整理を行った。完了後のページ遷移・API 呼出しフローを図4に示す。12のAPI(図中の緑)と11のページ(図中の黄)にまとまった。

また画像ファイルが680ほどあったが、うち20ほどは使われていないアイコンなどで、他は工作依頼の資料であった。資料は重要ではあるがシステムとは別に管理されるべきであるため、工作依頼ごとに集約するよう変更した。



図4：整理後の伝票システムのページ遷移・API 呼出しフロー (API のうち右下3つは編集要素ごとに設けたため実際は9つ)

6. おわりに

装置開発室で使用している工作伝票システムとその改良作業から3点を紹介した。一連の作業で不要なコンテンツを整理したことで機能が明確になった。またレイアウト・動作・データベース処理の担当を明確に分けたことで、主にデータベースとのやり取りを担当する Classic ASP 部分のメンテナンスも容易となった。

本システムで使用されている Classic ASP はいわゆる「枯れた」技術であり、安定して動作する。殆どメンテナンスされないまま10年以上に亘って運用されるなど、システム開発・維持が本業ではない筆者らの環境では一定の効果を上げてきた。もちろん問題なく動作しているシステムであれば積極的に置き換えるべきではないが、紹介した以外にも本システムは多数の不具合を抱えている。利便性と作業コストを考慮しつつ、必要であれば別の開発言語で再構成することも検討したい。

7. 参考・引用文献

- [1] Microsoft Developer Network (MSDN), “Active Server Pages”
[https://docs.microsoft.com/en-us/previous-versions/office/developer/server-technologies/aa286483\(v=msdn.10\)](https://docs.microsoft.com/en-us/previous-versions/office/developer/server-technologies/aa286483(v=msdn.10))
- [2] Mozilla Developer Network (MDN), “JavaScript :: Standard Built-In Object :: Promise”
https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/JavaScript/Reference/Global_Objects/Promise

知的財産に関するセミナー開催報告

豊田 朋範

2020年2月28日に、BS国際特許事務所の阿部伸一所長・弁理士を招聘して知的財産に関するセミナー「公的研究機関・大学等における知的財産のチェックポイント」(図1)を開催し、所内外から16名が受講した。

阿部弁理士の講演では、特許など知的財産の基本事項から、「知らなかったでは済まされない」特許侵害の注意点などを、ワークショップ形式も交えて分かりやすく解説され、受講者は熱心に受講した。筆者らは複数の特許を出願しているが、公的機関における知的財産は、業務成果を正当に保護し、安全に活用するためのものであるという立脚点を堅持し、開発中の防災システムの展開に生かしていく所存である。

本セミナーは2019年度自然科学研究機構産学連携支援事業「一斉警報通知システム」構想の実現に向けた社会実験」の助成を受けて行われたものである。困難な情勢の中、本講演を快諾いただいた阿部伸一弁理士に厚く御礼申し上げます。



図1：セミナーのポスター
(岩手大学・藤崎聡美氏作成)

大阪大学産業科学研究所出張報告

菊地 拓郎

2020年3月26日、大阪大学ナノテクノロジー設備供用拠点の法澤公寛氏を訪ねた。目的は、FIB(集束イオンビーム)装置を用いて、電鋳製のノズル先端に $\phi 50\mu\text{m}$ の小径孔加工をするためである。分子研では保有していない設備であったため、実際の加工の様子を見ることで微細加工技術への理解を深めることができた。

また、産業科学研究所が保有するクリーンルーム施設および種々のナノ加工装置を見学した。



産業科学ナノテクノロジーセンター



FIB (集束イオンビーム)装置



加工の様子

国立天文台出張報告

菊地 拓郎

2020年8月31日～9月2日の3日間にわたり、国立天文台先端技術センターの三ツ井健司氏を装置開発室メンバー2名(青山、菊地)で訪ねた。目的は、軸外し放物面ミラーを超精密加工機で製作するためである。分子研のNC旋盤で前加工をした素材を持ち込み、精密NC旋盤で仕上げ加工を行った。

また、センター内にある大型5軸加工機D500や種々の加工機、台内の施設などを見学した。



精密NC旋盤での加工の様子



加工前と加工後

出前授業と教材開発 

豊田 朋範

筆者は、2020年10月6日に岡崎市立南中学校、2020年11月19日に岡崎市立甲山中学校で、「世界は光に満ちている—光の不思議と謎に触れてみよう—」なる題目で出前授業を担当した。

中学1年生を対象としたこれらの出前授業では、光の性質、特に反射や屈折が虹や陽炎など様々な自然現象として見られることなどを紹介するとともに、戦略室の片柳英樹助手の依頼で開発した、16×16個の赤外LEDを用いた「見えない電光掲示板」を展示した(図1)。肉眼では見えないが、書画カメラやスマートフォンのカメラを通すと文字やイメージが見えることで、生徒の関心は高く、出前授業後のアンケートでも「自宅でリモコンの赤外光を観測した」という報告が多数寄せられた。片柳助手からは、学校現場における理科教育の苦心と技術協力への期待が話され、「見えない電光掲示板」のプログラミング対応など、アウトリーチ活動に引き続き協力する所存である。本授業に協力いただいた岡崎市立南中学校の蜂須賀教諭、岡崎市立甲山中学校の今井教諭に御礼申し上げます。

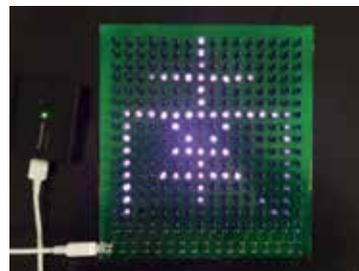


図1:「見えない電光掲示板」の表示例
赤外LEDを検出できるカメラではこのように見える

岩手大学防災・地域創生シンポジウム 

豊田 朋範

2020年11月4日に、岩手大学が主催し、分子科学研究所、国立大学協会、岩手県、盛岡市、大船渡市が共催、大槌町、山田町が後援する岩手大学防災・地域創生シンポジウムが開催され、筆者が参加した(写真1)。

本シンポジウムでは、小沢喜仁・福島大学特任教授・福島県イノベーション・コースト構想推進機構理事と、眞瀬智彦・岩手医科大学教授・災害時地域医療支援教育センター長が特別講演を行い、痛苦の経験を活かして大規模災害に備え、地域に貢献する構想や活動が紹介された。岩手大学の事例紹介では、筆者が岩手大学の技術職員と共同開発を進める一斉警報通知防災システムが紹介され、パネルディスカッションでは他のパネリストから実現に向けた期待が寄せられた。

本シンポジウムは昨今の情勢を受けて会場の受け入れ人数を50人に限定したが、オンライン聴講者80名あまりのうち、愛知県からは17名と20%を超える聴講者があつたと報告を受け、関心の高さと広報活動の重要性を感じた。

本シンポジウム参加にご理解ご協力いただいた繁政技術課長、分子研内外の広報活動に尽力いただいた原田美幸技術係長・URAに厚く御礼申し上げます。



写真1:シンポジウム会場前の案内表示

ナノテクノロジープラットフォーム技術スタッフ交流プログラムへの参加

グレースケール露光によるPDMS製マイクロバルブ/ポンプの作製 

石川 晶子

2020年12月1日～4日の日程で、京都大学で開催された表題の研修に参加した。研修内容は、フォトリソによってPDMS製マイクロバルブの組み込まれたマイクロ流体デバイスを作製するというもので、Siウエハ上にフォトレジストモールドを2種類作製し、それぞれのモールドを型にPDMSに写し取り、それらを合体してガラス上に貼り合わせることでデバイスを完成させ、バルブ開閉により液体の流れる経路を選択できることを確認した。(図)

以前より興味があったグレースケール露光を含んだフォトリソの工程を学ぶことができたのはもちろん、日々の業務に関しても参考になることも多く、有意義な体験となった。



図:動作確認中のPDMS製マイクロバルブ/ポンプ

施設改修を終えて

近藤 聖彦

2019年に開始された施設改修が2020年3月末に完了した。共同研究棟B棟、C棟1階(101室、105室)の施設改修を担当した。改修のコンセプトは(1)セキュリティ強化、(2)効率、(3)環境、(4)省エネルギー、(5)他部署との連携、であった。

(1)は定時になると外部から入室する際はIdentification Cardが必要になる。(2)は①改修前、機械と電気関係のストック部品を別部屋で在庫していたが、C棟1階101室に統合した。②リソグラフィで使用する装置は旧化学試料棟と実験棟218室に分散していたが、C棟1階105室(通称:クリーンルーム)に集約した。③B棟2階の受付に職員在席システムと安全監視カメラの映像モニタを設置し、職員の所在をすぐに判断できるようにした。④クリーンルームにパスボックスを設置し、器具の受け渡しを便利にした。⑤回路室と製図室の隔壁に扉を設置し、隣室へのアクセスを容易にした。⑥溶接後のリークチェックを別室でおこなっていたが、同室でおこなえるようにした。⑦分散していた3Dプリンタ関係の装置を集約した。⑧旧装置開発棟1階の組立室の入退は工場内を通過する必要があり、真空部品を扱う際は、切削油の蒸気が混じった空気に部品が触れないように配慮する必要があったが、直接組立室にアクセスできる出入口を新設した。(3)は、①回路基板加工機等の音が発生する装置を専用室に集約し、騒音対策をおこなった。②クリーンルームに酸処理用の専用室を設置した。(4)は、照明がLEDになった。(5)はC棟2階203室がワンフロアになり、機器センターの職員と同室になったことでコミュニケーションの機会が増えた。

その他、B棟1階は①安全対策として使用しなくなった工作機械を整理することで、通路の拡大をおこなった。②一般利用の工作機械を集約し一般利用エリアを設けた。B棟2階は①耐震壁以外の壁を撤去しワンフロアにすることで、視認性を向上させ職員の所在をわかりやすくした。②気軽に技術相談できるスペースを設置した。C棟クリーンルームは①面積を拡大し、作業スペースを確保した。②C棟クリーンルーム内外の差圧とクリーンルーム内の清浄度が監視できるようにした。③FFUを水平一方向流方式で設置し粉塵が舞うことを抑制した。④電子ビーム描画装置を独立基礎に設置し振動を抑制する工夫をおこなった。改修前から構想していた多くの事を実現できたので、利便性等が向上したことを実感している。



C棟101室ストックルームの様子



在席システムと安全モニタの様子



新設した組立室の出入口



一般利用の工作機械配置の様子

19J06 Mo 電極製作用パンチプレス



モリブデン電極は消耗品で、以前は手作業で切り抜いていたが、整った形状品を製作することが難しかった。市販のプレス機を改造して研究室が使用する形状の型を抜けるようにした。

20A06 光電子分光用スキマー



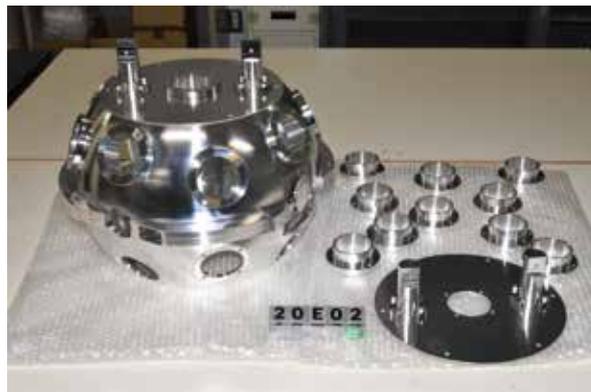
めっき技術を使用して製作したスキマー。先端にFIB加工をおこない微小な穴をあけることに成功した。母形状は内作、金めっきは外注でおこなった。

20D01 ユニバーサルジョイント



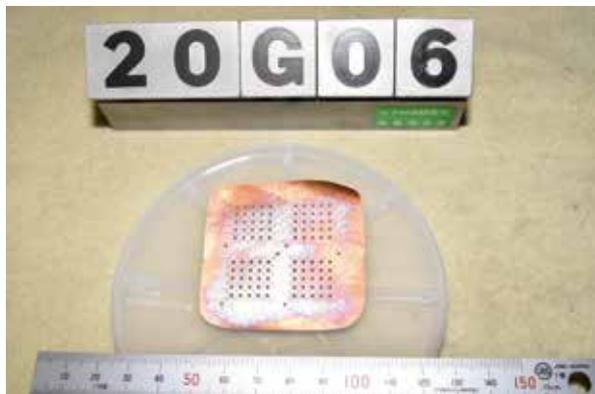
市販品がないため、溶接技術を使用し小型形状のユニバーサルジョイントの製作をおこなった。部品が小さいため、高度な溶接技術が必要とする。

20E02 アレイ検出器用治工具



極端紫外光研究施設で使用する検出器の外形状は外注加工しアレイを固定する部品製作をおこなった。

20G06 OFET ゲート電極用メタルマスク



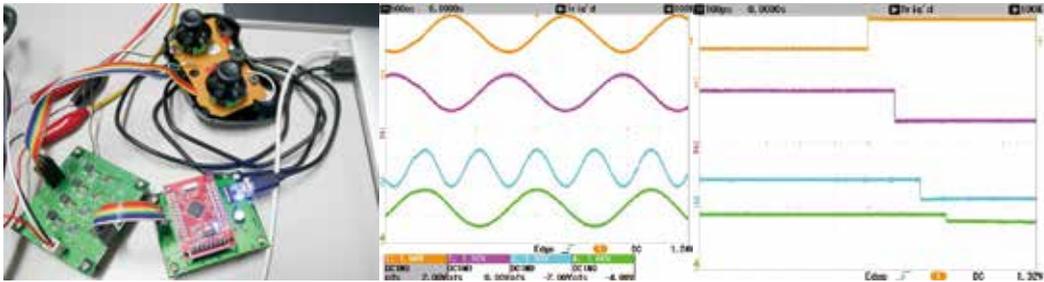
有機電界効果トランジスタのゲート電極を製作するためのメタルマスク。マイクロ構造を有するため、フォトリソグラフィ技術とめっき技術を使用して製作をおこなった。

20J10 サンプルステージ



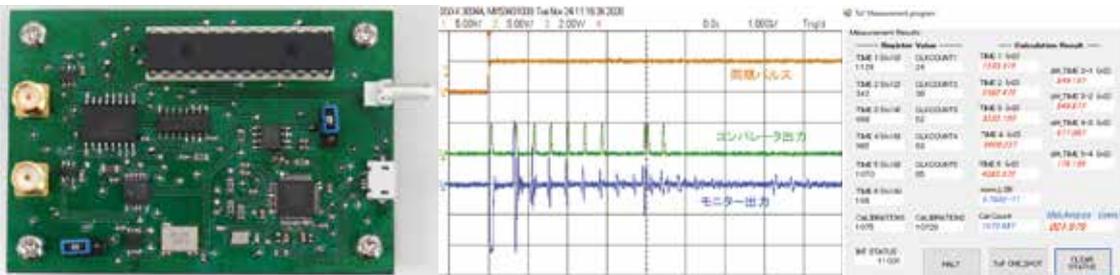
AFM に設置して使用するアルミ製板。3D プリンタで試作し形状を確認後に金属加工をおこなった。

19F01 無人航空機の誘導制御機構



- USB接続でコンピュータから値を受信し無人航空機の4軸(移動+水平回転)を制御する回路一式
- 制御出力電圧0~5V/16bit、通常送信レート100[Hz]@4ch同時出力、チャンネル間遅延75[us]

20A01 超音波肉厚測定装置



- Time-Digital変換IC : 分解能55pS, 測定範囲:250nS ~ 8mS, 最大5 stop signals
- 超音波探触子を用いた銅配管等の肉厚測定装置

20C02 クリーンルーム統合制御システム(第1期)(関連記事 p24)



- C棟1階に集約されたクリーンルームの風量を16bitで制御可能。
- LoRa無線モジュールとPmod規格コネクタ搭載のコア基板により、ハードウェア構成を効率化。
- 視認性が高い有機ELディスプレイと、FFUのステータスに連動する2色LEDにより、保守性を向上。

20D03 多点同時定点観測ネットワーク(関連記事 p26)



- 多地点のカメラ画像をEthernet経由で収集し1画面で表示するシステム
- 観測端末はRaspberryPiにRaspberryPi用カメラモジュールを3Dプリンタにて造形したカメラステーで固定

20E02 AFM プリアンプ用電源



- レギュレータ方式により、AFM 演算回路とプリアンプに、低ノイズの直流電源を供給する。
- $\pm 15V$ 、 $\pm 200mA$ (最大)と $\pm 2.7V$ 、 $\pm 1.5A$ (最大)を供給可能。プリアンプ用電源は最大 $\pm 5V$ まで調整可能。

20G01 抵抗セル



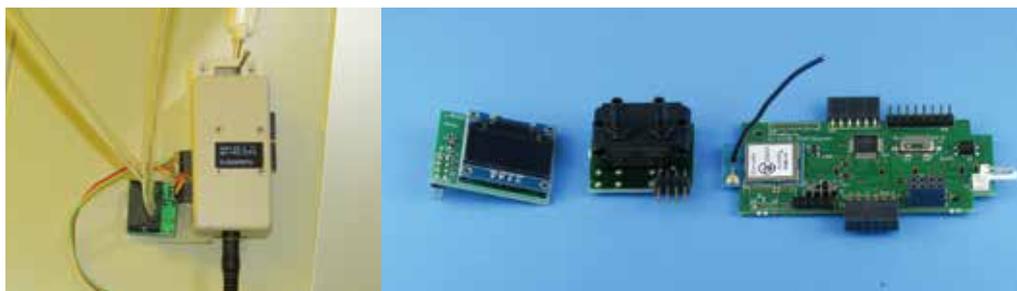
- 直径 10mm 厚さ 1 ~ 1.5mm の計測機校正用の円盤型抵抗、抵抗値は 100 Ω 、10k Ω 、1M Ω の三種類
- 光造形方式の 3D プリンタにて造形した外装(上下共に 0.5mm 厚)にリードを付けたチップ抵抗を埋め込んだ

20G04 AFM 演算回路 (関連記事 p14)



- 4象限フォトダイオードの信号をアナログ的に3種類((P1+P2)-(P3+P4)、(P1+P3)-(P2+P4)、(P1+P2+P3+P4))行う。
- 周波数 3MHz(typ)程度までフラットな周波数特性を実現。

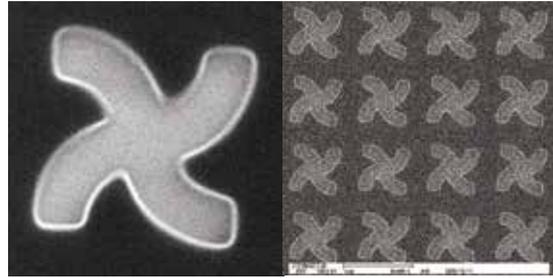
20H01 差圧センサ計測ユニット (関連記事 p26)



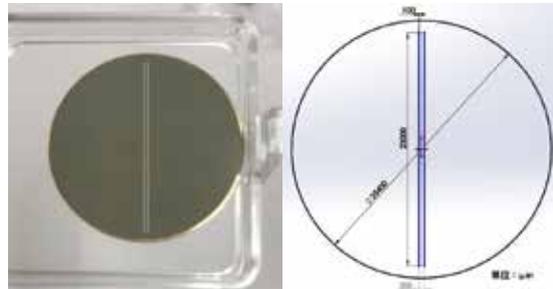
- 回路工作室で製作したコア基板(ARM マイコン)に有機EL 液晶と差圧センサを組み合わせて製作
- SPI プロトコルを用いた外部通信機能により多地点同時定点観測ネットワーク端末と連携可能

20H01 対称ナノ構造

20mm角のシリコン基板上にレジストを塗布し、設計線幅140nmのエックス字型微細構造を一定のピッチで150 μ m \times 150 μ m範囲に描画した。ピッチは3種類あり、ピッチにより線幅が異なるよう露光量を調整している。

**20K01 ϕ 1インチダブルスリット**

ϕ 25.4 \times t0.7(mm)の石英基板上にCrでパターンニングすることでスリット構造を製作した。Cr厚さは200nm程度、スリット幅は100 μ m、スリット間隔は500 μ mと1000 μ mの2種を製作した。図はレジストを塗布した状態。



2020年 工作依頼リスト

機械グループ (255 件)

伝票番号	品名	20C14	角度デバイススクリーン
20A01	MAS調整ネジ固定具一式	20C15	センターディスク押さえ
20A02	ヒンジ穴追加加工	20C16	ネジ加工
20A03	超音波肉厚測定装置の製作	20C17	キャパシターアダプター
20A04	ライトガイド固定用ジグ	20C18	BL5U用パネルプレート
20A05	試験管設置台	20C19	AOV用スパッタサンプルホルダー φ10用
20A06	光電子分光用スキマー 【写真】	20C20	蒸着用ホルダー追加加工
20A07	フォトダイオードソケット追加加工	20C21	蒸着用EBガンの修理
20A08	Pt0.6mm穴加工	20C22	APM光学遅延増加装置一式
20A09	5mm×5mmピンホール板	20C23	対物レンズマウント追加加工
20A10	ロッド用ホーク溝拡張	20C24	顕微鏡ターレット入射ポート追加加工
20A11	自作プローブ用ベアリングガス用柱など	20C25	光学レール追加加工
20A12	TOP MAS柱など	20C26	MMtランスファー固定スリーブ
20A13	KS3マウント	20C27	アウター電極接合
20A14	AOM6ベース	20C28	TCアダプター押さえジグ
20A15	スピコーターヘッド	20C29	端子アダプター
20A16	穴修正アダプター	20C30	スペーサー追加加工
20A17	ランスファーチューブ用延長管	20C31	AOVスパッタ用バックリングプレート
20A18	フォトダイオードソケットの製作	20C32	VTパイプ用留めネジ
20A19	ランスファーチューブ1.2m延長管	20C33	カーテンレール切断(暗室用)
20B01	試験管カット	20C34	ヒーター配線アダプタ/ネジ
20B02	電解研磨用カバー	20C35	M4低頭ネジ修正加工
20B03	アルミブレッドボード追加加工	20C36	光電子顕微鏡用校正Auパターン
20B04	赤外光検出器固定台	20C37	カメラの配線確認調整
20B05	段付き端子	20C38	AOV用スパッタホルダ
20B06	固定金具	20C39	上側対物レンズマウント一式
20B08	レンズホルダー高さ調整ブロック	20C40	スリット調整板
20B09	カンチレバーホルダー修正加工	20C41	カーテンレール穴あけ
20B10	超高真空AFM装置用ミラーホルダ	20C42	スライド式シールド板
20B11	スピコーターの部品(真空チャック)	20D01	ユニバーサルジョイント 【写真】
20B12	スペーサー	20D02	4mmプローブ用アダプタ追加加工
20B13	カンチレバーホルダー	20D03	調整ネジ追加加工
20B14	光ファイバーアダプター(改)	20D04	BNCパネル
20B15	TCケーブルアダプター	20D05	電解研磨針保持装置
20B16	ガラスエポキシ丸棒の加工	20D06	SABアダプタ
20B17	SABホルダー	20D07	パネルプレート
20B18	Cu製研磨板	20D08	EBガン絶縁カバー
20B19	コネクタレセプタクル固定ねじ	20D09	MAS柱
20C01	BL7U用クライオスタット固定金具	20D10	ヒーターホルダー
20C02	サンプルホルダー修正加工	20D11	遮光版取手取り付け穴加工
20C03	カンチレバーベース	20D14	BNCパネル追加加工
20C04	アウター電極はんだ付け	20D15	アレイ検出器用ジグ製作(技術相談)
20C05	サンプルホルダ水冷管溶接修理	20D16	アインチェルレンズ
20C06	オートマイクロ先端ユニット	20E01	スイッチボックス加工
20C07	電铸スキマー製作用母型	20E02	アレイ検出器用治工具 【写真】
20C08	ESRスペーサー追加加工	20E04	ローレットネジ修正加工
20C09	ESRスペーサー調整リング	20E05	テフロンアダプター
20C10	光学実験用遮光カバー	20E06	簡易対物用マウント
20C11	TCコネクタ修正加工	20E07	Auターゲット
20C12	対物レンズマウント用スプリングスペーサー	20E08	spm用軸外し放物面ミラー
20C13	アルミフレーム加工	20E09	PDケース

20E10	スぺーサー
20E11	BaF2非球面レンズ製作(技術相談)
20E12	アクリルパーティション
20F01	アルミ棒加工
20F02	JEOLプローブ用設置アダプタ
20F03	GaAs微小トランジスタ用位置決めステージ
20F04	AOVスパッタ用サンプルホルダー
20F05	ステージ支持用ロッド
20F06	FMP固定用45度マウント
20F07	ステンレスるつぼ
20F08	サーミキュライト加工治具
20F09	せん断テストジグ
20F10	金属探針ホルダー
20F11	電解研磨電極
20F12	マイクロメータマウント
20F13	オリジナルスピニングモジュール
20F14	3Fブレッドボード
20F15	LMR100用マウント
20F16	メタルマスク
20F17	モジュール取り付けプレート
20F18	ガラスビーカーのカット
20F19	ギア変換アダプター
20F20	固定ねじアダプター
20G01	AOVスパッタ用バックリングプレート
20G02	カメラ取り付け台
20G03	電解研磨ホルダー追加加工
20G04	カンチレバーホルダー試作
20G05	プローブ柱パイプ固定ねじ
20G06	OFETゲート電極用メタルマスク [写真]
20G07	IRヒーターの修理
20G08	スパッタ用サンプルホルダー
20G09	高さ調整用シム板(C2700)
20G10	アクリル遮蔽板追加加工
20G11	AOVスパッタホルダ
20G12	AOVスパッタホルダーリング
20G13	角度デバイススクリーン
20G14	分光用ノズルの改良
20G15	スピニングモジュール用ジグ
20G16	冷却ユニット修理
20G17	真空スリットICF70
20G18	πロメーター取り付け台
20G19	グリア細胞培養用セラミックス基板
20G20	銅支柱修正加工
20G21	固定フォーク
20G22	放射温度計固定具一式
20G23	オサエ板(タングステン)
20G24	ステンレス台座
20G25	3DCAD操作説明
20G26	Shaft Anchor
20G27	プローブ固定用治具追加加工
20G28	SUS O-ring銀めっき

20G29	SUSガスケット穴開け
20H01	ヘッド固定板
20H02	SLMベースプレート
20H03	ドライブガスパネル
20H04	トランスファチューブ部品
20H05	VUU capillaryホルダー
20H06	マウント設置プレート
20H07	光ファイバーアダプター II
20H08	ゴニオアダプタ
20H09	MAS軸ブッシュ
20H10	熱電対固定用治具
20H11	治具一式
20H12	オペランドESRセル
20H13	支柱溶接ICF70
20H14	ステンレス台座S
20H15	カンチレバー抑え
20H16	ニップル溶接(ICF70)
20H17	Wrist action shaker
20I01	IRMS加電圧ホルダー
20I02	X型固定プレート
20I03	CD分散計用マウント
20I04	レンズ固定治具加工
20I05	ブレッドボード
20I06	プリズムミラーマウント
20I07	アダプタ
20I08	部品追加加工①
20I09	部品追加加工②
20I10	光ファイバー末端アダプター
20I11	集光固定板3
20I12	治具ロッド
20I13	部品追加加工
20I14	アダプター・ベースマウント
20I15	クライオスタット現場溶接修理
20J01	カンチレバーホルダー改造
20J02	サンプルホルダー
20J03	真空容器フタ
20J04	真空ライン
20J05	SEM使用
20J06	探針ホルダー
20J07	カンチレバーホルダー改造 II
20J08	ネジ柱
20J09	SampleBase
20J10	サンプルステージ [写真]
20J11	PEEKネジ穴の補修
20J12	部品追加加工
20J13	SAB高さ調整アダプタ
20J14	レンズユニット、ヒートシンク製作
20J15	ミラーホルダー追加加工
20J16	アイソレータ台
20J17	部品追加加工
20J18	サンプル抑えプレート

2020年 工作依頼リスト

20K01	導配管アダプター
20K02	シリンジアダプター
20K03	SQUID用トランスファーチューブアダプタ
20K04	モーターマウント
20K05	コールドカソードピラニゲージ溶接
20K06	トランスファーロッドストッパー
20K07	自作プローブ用トッププレート
20K08	培養型プレーナーバッチクランプ装置製図
20K09	蒸着用サンプルホルダーリング
20K10	電気化学セル
20K11	A-1用ホルダー
20K12	VUV5000用ポール
20K13	キャピラリー先端
20K14	クライオミニ延長棒
20K15	非球面 CaF ₂ レンズ
20K16	スクロールポンプのねじ穴加工
20K17	電池セル
20K18	ESR 用トランスファーチューブフィルタ
20K19	サンプル押さえ 2 種
20K20	石英管アダプタ
20K21	PPMS 縦磁場プローブ
20K22	サンプル押さえ改良版
20K23	パイプ (段付)
20K24	光ファイバーアダプター
20K25	TOF 装置用電子レンズ
20L01	絶縁スペーサー
20L02	自作プローブ用 VT/ ベアリングガスライン柱
20L03	電気化学エッチング用電極
20L04	ステンレスるつぼ
20L05	パイプ柱追加工
20L06	パイプ柱
20L07	Cu 棒
20L08	サンプル押さえ 4
20L09	SEM 使用
20L10	鑄込み型治具
20L11	ホルダー追加工
20L12	SEM 用ホルダ
20L13	ICF70 ウルトラトール付き
20L14	マイクロメータ加工
20L15	電池セル
20L16	Wien filter
20L17	電池セル
20L18	サンプルホルダー
20L19	ペリスコープベース
20L20	ピエゾ用スペーサー
20L21	BBO ベース
20L22	追加工
20L23	石英管切断
20L24	Pt 線はんだ付け
20L25	電池セル

20L26	Pb コリメータ架台
20L27	ステージ制御ユニット

デジタルエンジニアリンググループ (129件)

伝票番号	品名	20G13	切り替え部品
20A01	パワーメーターホルダー(ゲージ)	20H01	回転止め
20A02	ロボットクリップ	20H02	トランスファーチューブ固定 3
20A03	パワーメーターホルダ (サーマル)	20H03	熱電対固定台
20B01	ブレード金具 (テスト)	20H04	Base 治具
20B02	FFU 回路基板	20H05	GaAs チップ吸着ピンセットホルダー
20B03	FFU 回路固定版	20H06	H型セル立て
20C01	Y19L01 試作部品	20H07	シャッターパーツ
20C02	Y19L01-0 試作	20H08	吸着ピンセットホルダ v2
20C03	パンチプレス機用受け皿	20H09	吸着ピンセットホルダ v3
20C04	TC アダプター治具	20H10	熱電対固定台 ver1_2
20C05	ピペット挿入テスト部品	20H11	スイッチ基板
20C06	BNC おさえ	20H12	スパッタ用カンチレバー固定具
20C07	自作 4.0mm プローブ用 To アダプタ試作	20H13	固定アダプタ
20C08	自作 4.0mm プローブ用ドライブガスアダプター試作	20H14	試作作業台
20C09	FFU 回路固定板	20H15	カバー試作
20D01	スぺーサー	20H16	スイッチ固定治具2
20D02	外枠	20I01	冷却ガイド試作
20D03	フランジ固定アダプタ v2	20I02	反射板
20D04	3D-F-Ver2 外枠	20I03	試作カバー ver5
20D05	FFU プレート v3	20I04	切り替え部品2
20D06	3D.P-BL5U 外枠と蓋	20I05	冷却ガイド試作2
20D07	軸接手	20I06	固定板
20E01	BL5U- 外枠	20I07	ピペット配管絞り
20E02	スロープ	20I08	集光固定板
20E03	FFU プレート v3	20I09	ブレッドボード試作
20E04	アレイ検出器用半球ジグ	20I10	RAISE3DPro2 修理
20F01	PDMS型	20I11	光学ボード試作
20F02	検証-Fブレード台	20I12	キーボックス固定具
20F03	フランジカバー	20I13	集光固定板・プリズムミラーマウント
20F04	自作プローブ用エアアダプタ	20I14	試作カバー
20F05	フランジカバー 253- 扉付用	20I15	BNCm ミニパネル
20F06	レンチアタッチメント	20I16	カーボンナノベルト模型
20F07	ギア・L 字マウント	20I17	サンプルベース試作
20F08	金ベースプレート・ブレード台	20I18	サンプルステージ試作
20F09	保護カバー・蓋	20I19	集光定板5 試作
20F10	ギア・モーターマウント	20I20	フランジ固定アダプタ
20F11	トレイ	20J01	サンプルステージ1v9 試作
20F12	固定台 mini2	20J02	サンプルステージ2v6 試作
20G01	固定台 mini 2-2	20J03	レーザーマーカ台
20G02	ロゴ入りトレイ	20J04	真空チャンバー模型
20G03	ICF70 固定治具	20J05	FFU プレート
20G04	モーターマウント等	20J06	Ver.2-30R-D.P-BL5U- 外枠
20G05	トレイ 100-logo2	20J07	サーボマウント
20G06	固定台 ICF70 (改)	20J08	FFU スイッチ切り替え部品
20G07	固定台 ICF70 (改)ver2	20J09	ビーカーカバー (中心空洞 12mm と 2mm)
20G08	15 mm厚ギア	20J10	カバー 2種と作業台
20G09	固定台 ICF70 -2	20J11	カバー v8 と作業台 v5
20G10	スピロサルフラワー	20J12	カンチレバーホルダー
20G11	シャッターパーツ	20J13	FFU 切り替え部品 v4
20G12	4点曲げ治具	20J14	FFU 切り替え部品 v5

2020年 工作依頼リスト

20J15	ホースアダプタ
20J16	水分子模型
20J17	BNC パネル
20J18	ビーカーカバー2
20J19	シールド、マウント
20K01	サポート部品
20K02	LUCK 用 BNC パネル
20K03	ピペットアダプタ用スペーサ
20K04	ネームプレート
20K05	FFU プレート
20K06	レンチアタッチメント
20K07	レンチアタッチメント v3
20K08	COTCOF 模型
20K09	高谷実験用サンプルホルダー
20K10	作業台_2_rev2
20K11	カバー等
20K12	水分子マグネット
20L01	cavity100
20L02	カバー2種
20L03	マイクロ波実験装置部品
20L04	支持材試作3
20L05	自作スピニングモジュール用ガスアダプター
20L06	3DIV ケース試作
20L07	ステッピングモータ用マウント及びギア
20L08	スイッチプレート
20L09	ストックルーム表示プレート
20L10	自作スピニングモジュール用ガスアダプター改良版
20L11	アダプター

電子回路グループ (89 件)

伝票番号	品名	20G09	He ガスフローシステム配線追加・修正
20A01	超音波肉厚測定装置の製作 [写真]	20G10	パッチクランプ回路シミュレーション
20A02	マスクレス露光装置用PCの自動バックアップシステム	20H01	差圧センサ計測ユニット [写真]
20A03	BL6B温調用ケーブル	20H02	DAQ パネル加工
20B01	Pmod対応ディスプレイモジュール	20H03	ESR 用ブリッジ修理
20B02	Pmod対応気圧センサモジュール	20H04	電流検出用 BNC-SHV ケーブル
20B03	VCOコントロール用アンプ	20H05	放電状態監視用ケーブル
20B04	Pmod対応圧力計等接点入力モジュール	20I01	AFM 演算回路改良
20B05	VCOコントロール用アンプ	20I02	フィラメント加熱用電源ケーブル端子接続
20B06	Pmod対応差圧計モジュール	20I03	レーザーダイオード端子修理
20C01	オージェ電子分光(AES)用MHVケーブル	20I04	多地点カメラ画面改修
20C02	クリーンルーム統合制御システム(第1期) [写真]	20I05	差圧センサ計測ユニット(2 台目)
20C03	Pmod対応EEPROMモジュール	20I06	AFM 演算回路用入力バッファ(ハイパス・ローパス)
20C04	AFM演算回路(シミュレーション)	20I07	パーティクルカウンターモニタリングシステム
20C05	Pmod対応LED・接点・スイッチモジュール	20I08	音声通知システムのスピーカー増設
20C06	ピエゾ用BNC変換ケーブル	20J01	赤外 LED 電光掲示板
20C07	インターロック変換ケーブル	20J02	HV アンプシミュレーション 2
20C08	カメラ用Cat6 LANケーブル	20J03	ElectronBombardment 加熱用 SHV/BNC ケーブル
20D01	FFU制御ユニット改修(第1次)	20J04	チラー故障箇所修理
20D02	クリーンルームインバータ制御用Pmodモジュール	20J05	イオンカレント測定用ケーブル
20D03	多点同時定点観測カメラネットワーク [写真]	20J06	多地点カメラ 休日画像保存改修
20D04	クリーンルーム緊急警報システム	20J07	BNC-SHV ケーブル
20D05	Pmod対応OLEDモジュール	20J08	高周波 HV アンプ(シミュレーション)
20D06	Pmod対応リアルタイムクロックモジュール	20J09	プリンター修理
20D07	FFU制御ユニット改修(第2次)	20J10	イオンポンプコントローラの修理
20D08	AOMドライバー	20J11	温度調整器
20D09	±15V電源ユニット	20J12	ネットワーク対応磁気計測ユニット
20D10	FFU制御ユニット緊急改修	20J13	BIN 電源アダプタ
20D11	高電圧パルサー用ローパスフィルター	20J14	QMS の端子修理
20E01	定点観測カメラネットワーク	20J15	イオンポンプ用の高電圧ケーブル
20E02	AFMプリアンプ用電源 [写真]	20K01	表面実装アッテネータ
20E03	AFM用プリアンプ回路解析	20K02	クリーンルーム磁場計測ユニット
20E04	HVアンプシミュレーション	20K03	ピペットコントローラ自動制御用システム開発
20E05	機械工作工場用AC200Vケーブル(プラグ付き)	20L01	多重同時計測回路(CPLD 部)
20E06	ドラフト用インバータ監視ユニット	20L02	多重同時計測回路(アナログフロントエンド部)
20F01	遠隔地への音声通知装置	20L03	AFM 電源 Ver2
20F02	Pmod対応OLEDモジュール	20L04	AFM 演算回路 V2
20F03	装置開発室伝票システム改修	20L05	モータードライバー修理
20F04	AFM用PD基板	20L06	N 型 -N 型ケーブル
20F05	高速切断機電源ケーブル換装		
20F06	クリーンルーム用機器電源ケーブル		
20F07	5軸加工機用電源ボックス		
20F08	ESR用マイクロ波発振器修理		
20G01	抵抗セル [写真]		
20G02	FFU 制御ユニット緊急改修(第2回)		
20G03	多点観測カメラシステム		
20G04	AFM 演算回路 [写真]		
20G05	クリーンルーム統合制御システムマスターユニット改修(第1次)		
20G06	AFMPreAmp 用電源		
20G07	ヘルムホルツコイル用電流検出器		
20G08	カメラ用ケーブル製作		

2020年 工作依頼リスト

リソグラフィグループ (14 件)

伝票番号	品名
20B01	ナノ構造
20D01	Pt 電極を用いた反応槽
20D02	アルミミラー
20E01	Beamer 演習
20F01	ナノ構造
20H01	対称ナノ構造 [写真]
20H02	1 μ mピッチナノ長方形
20I01	EB リソ大阪府立大戸川 G 対応
20K01	Φ 1インチダブルスリット [写真]
20K02	PDMS のレーザーカット
20K03	PDMS 樹脂を用いた μ 流路
20K04	ナノ構造の断面解析
20L01	PDMS製マイクロ流路
20L02	アルミミラーの反射率測定

装置開発室 Annual Report 2020

2021 年 3 月発行

編集・発行所 自然科学研究機構 分子科学研究所 装置開発室
444-8585 岡崎市明大寺町西郷中 38

ISSN 1880-0440

