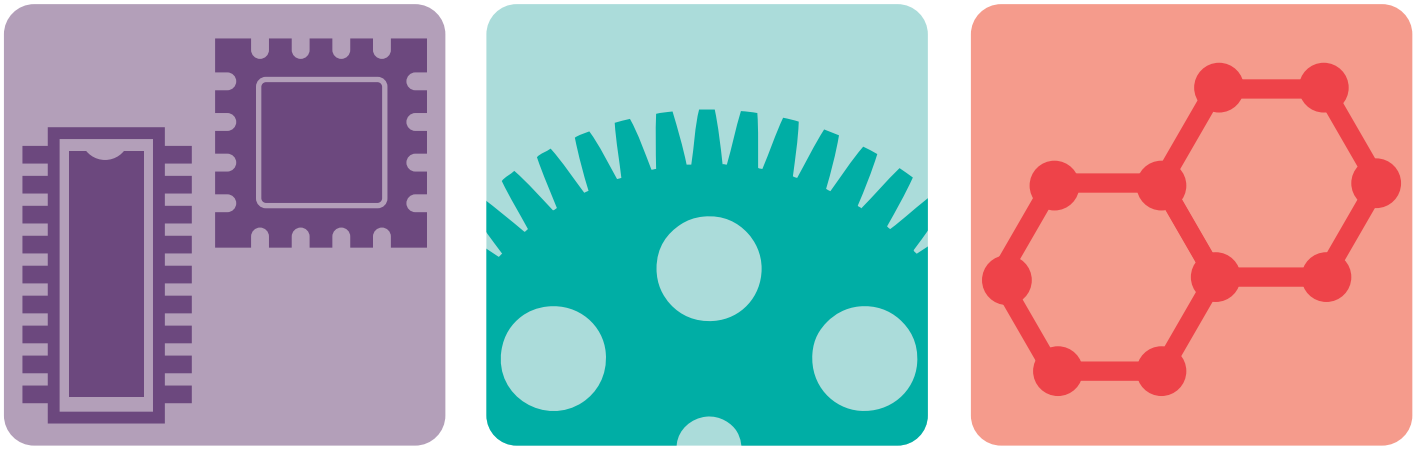
装置開発室 Equipment Development Center ISSN 1880-0440

Annual Report 2025



Equipment Development Center

自然科学研究機構　分子科学研究所
National Institutes of Natural Sciences(NINS)
Institute for Molecular Science

【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、
要望に近づく装置つくりを目指し、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

序　文

昨年は分子研の 50 周年とともに、装置開発室も 50 周年を迎えました。私が子供だった 50 年前には、21 世紀というのはずいぶん先のことに感じたものですが、こうして 21 世紀も 4 分の 1 が過ぎてみると、当時の人が思っていたより便利になったこと、それほどでもないこと、などが入り混じっているように思います。その中で最近特に進歩が著しいのが、生成 AI の開発状況でしょうか。今後はロボットにも AI が搭載されるようになりますので、社会の構造や職業が大きく変わると思います。そのような中で人間がするべき仕事は何か、ということが改めて問われてくると考えられます。一歩先に AI が導入された領域として例えば将棋が挙げられますが、果たして棋士の仕事はなくなったでしょうか？実際には、人間は AI に勝てないという暗黙の前提がありつつ、AI を活かして学習した人間同士の対局を、ファンは以前よりも楽しみながら観戦している、というのが実態ではないでしょうか。思い返せば、人間より機械が勝っている領域はたくさんあり、自動車で走ればなんということのない距離を、人間が走って競争することにより、オリンピックを始めとする競技が成り立っているわけです。同じようなことが研究などの知識集約型の仕事について成り立つか、それは分かりませんが、少なくとも AI を活用できる人とできない人の差はどんどん広がるということは言えるように思います。

既に画像・動画の作成やプログラムのコーディングは生成 AI がだいぶ出来るようになってきましたが、金属部品の設計や電子回路の設計も、いずれ AI の支援が活用できるようになってくるでしょう。そうした時に、装置開発のサービスと提供できる価値が、これまでよりも広がってくる可能性が出てくるのではないかと思いますが、その具体像はまだはっきりとはしていません。50 年後の、分子研と装置開発室の 100 周年に向けて、常に調査と勉強をしながら進んでいけたらと思います。今年も装置開発室をよろしくお願いいたします。

2026 年 1 月

山本浩史

目　次

構成スタッフ ・・・



（後列左から）木村和典、菅沼光二、磯谷俊史、松尾純一、豊田朋範、稲垣いつ子、宮崎芳野、高田紀子
（前列左から）木村幸代、澤田俊広、山本浩史、近藤聖彦、石川晶子

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				
メカトロニクス・セクション				
	近藤聖彦	KONDO, Takuhiko	主任技師	装置開発ユニット長
	磯谷俊史	ISOGAI, Toshifumi	主任技術員	
	宮崎芳野	MIYAZAKI, Yoshino	技術員	
エレクトロニクス・セクション				
	豊田朋範	TOYODA, Tomonori	主任技師	
	松尾純一	MATSUO, Junichi	主任技術員	
	木村和典	KIMURA, Kazunori	主任技術員	
リソグラフィ・セクション				
	高田紀子	TAKADA, Noriko	主任技術員	
	木村幸代	KIMURA, Sachiyo	技術員	
技術支援員				
	澤田俊広	SAWADA, Toshihiro		
	石川晶子	ISHIKAWA, Akiko		
	菅沼光二	SUGANUMA, Kouji		
事務支援員				
	稲垣いつ子	INAGAKI, Itsuko		

イベント　in 2025

2月

5 日　中西電機工業 受入研修 (豊田)

12 日 ～ 14 日　回路工作受入研修 (豊田)(写真 1)

20 日 ～ 21 日　第 47 回生理学・生物学技術研究会 (豊田)

26 日　サトーパーツ Private Show 2025 (豊田)

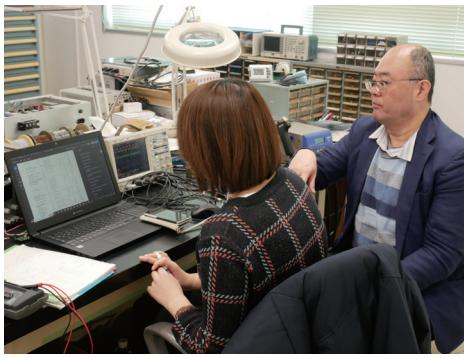


写真 1：回路工作受入研修

3月

5 日 ～ 8 日　総合技術研究会 2025 筑波大学 (近藤、磯谷、豊田、松尾、宮崎、木村 (幸))

7 日　ARIM・設備ネットワーク共催「真空技術セミナー」(木村 (幸))

14 日　あいちの名工 受賞報告会 (菅沼、木村 (和))(写真 2)

18 日　第 4 回東海国立大学機構 技術発表会 (豊田)



写真 2：あいちの名工受賞報告会

4月

22 日　分子科学研究所創立 50 周年式典 **（記事 30 ページ参照）**

5月

15 日　ナカネット展示会 (豊田)

24 日 ～ 27 日　ICCF26 (豊田)(写真 3) **（記事 30 ページ参照）**

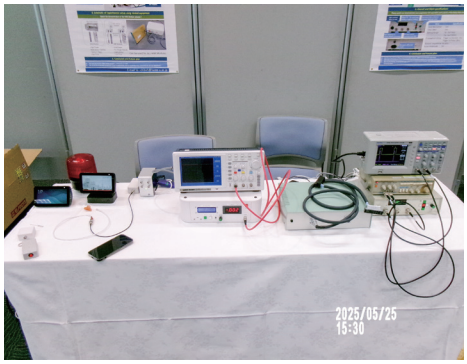


写真 3：ICCF26

6月

18 日　大学連携研究設備ネットワーク分析装置総覧講習会（近藤、木村 (幸)）

26 日 ～ 27 日　第 19 回自然科学研究機構技術研究会 (オンライン)
(近藤、豊田、高田、木村 (和)、宮崎、木村 (幸)、松尾)

7月

11 日　東陽テクニカ 低温セミナー (近藤、豊田、松尾、高田、木村 (幸)、磯谷、木村 (和)、宮崎)

23 日 ～ 24 日　機械工作安全講習会 (近藤、磯谷、宮崎)

8月

7 日　技術推進部セミナー (自動化)(豊田))

27 日 ～ 28 日　第 9 回ものづくり岡崎フェア 2025　**（記事 30 ページ参照）**

9月

4 日 ～ 5 日　2025 年度 埼玉大学 機器・分析技術研究会
(木村 (和)、松尾)(写真 4) **（記事 31 ページ参照）**

9 日　岡崎市立竜海中学校 職場体験学習 (豊田)(写真 5)

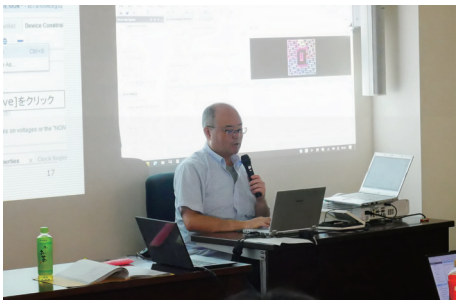
11 日 ～ 12 日　Open-It FPGA トレーニングコース 2025
(豊田)(写真 6)

25 日 ～ 26 日　Fusion オンライントレーニング (磯谷)



写真 4：機器分析技術研究会


写真 5：竜海中学校職場体験


写真 6：FPGA トレーニングコース

イベント　in 2025

10 月

20 日　(オンライン) 手計算でできる応力集中部の強度評価方法 (宮崎)

22 日　メカトロテックジャパン 2025(磯谷) **（記事 31 ページ参照）**

11 月

11 日
～ 13 日　マテリアル先端リサーチインフラ 2025 年度
技術スタッフ個別研修プログラム（高田、石川）(写真 7)

28 日　日本商工会議所青年部 第 43 回
全国リーダーズ研修会 愛知岡崎会議 見学



写真 7 : 2025 年度技術スタッフ個別研修プログラム（北海道大学）

12 月

4 日　豊田工業大学 産学官向けオープンラボ（高田、石川）

24 日　第 31 回静岡大学技術報告会 (豊田)

メカトロニクス・セクション報告

近藤　聖彦

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、デジタルエンジニアリングの技術・技能を有する職員が所属している。メカニカルエンジニアリングに関係する主な依頼は、分子科学研究に必要とされる実験機器の設計製作と試作部品の加工などである。デジタルエンジニアリングに関係する主な依頼は、金属部品の試作として樹脂部品または樹脂製タンパク質の3D造形、設計過程で重要となる構造、伝熱等に関する解析などである。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。

「研究者にとって一番身近な技術者集団となる」および「人々のくらしや環境などが持続的に発展する社会の実現」を目指し、技術や知見を活用して研究開発に貢献する研究所のものづくり集団として活動をおこなっている。

1. 製作の依頼件数

図1に6年間の所内外の製作依頼件数の推移を示す。2025年1月～12月の機械工作関係の所内依頼は225件で、実験に使用する部品加工の依頼が多い。2020年4月から3Dプリンタを計算科学研究センターから移管し3D造形の依頼受付けを開始した。3D造形は複雑な形状を有し、工作機械で加工が困難な部品の造形に適している。さらに、金属加工と比べて短納期かつ樹脂材料を使用すれば低価格で製作が可能である等の長所があり、試作段階における依頼が多い。今年の3D造形の所内依頼は207件であった。

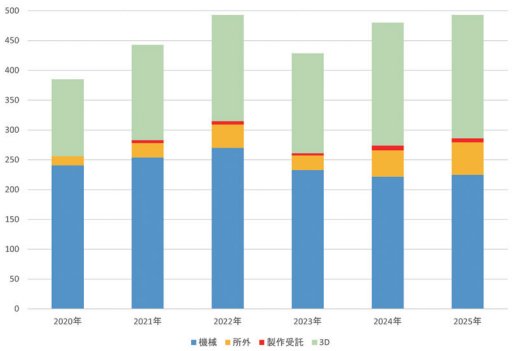


図 1：製作依頼件数

所内の依頼内容は、1週間以内で完了する部品製作が9割程度、開発要素が含まれ、完了までに2週間以上必要な設計製作または試作の依頼が1割程度であった。

2019年に社会連携研究部門が発足し、所外依頼として扱っている。2020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を開始、2021年7月に自然科学研究機構分子科学研究所装置開発室装置製作受託規則（以後、製作受託と記す）が施行され、民間企業と所外公的研究機関の依頼を受付けている。今年の機械と3Dに関する製作受託は7件であった。

製作受託の注意点は、所内外のエフォート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慮して引き受けている。

その他、マテリアル先端リサーチインフラで3次元光学プロファイラーシステムの施設利用があった。

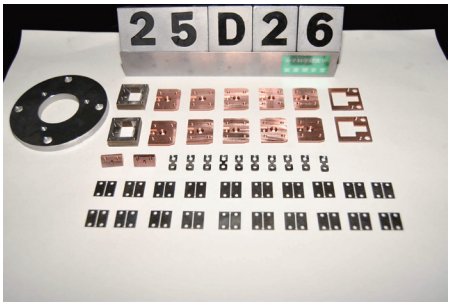


図 2：試料に歪を印加するセル部品

2. 主な依頼内容

● 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、要求される仕様を反映して図面を作成後に加工する内容、(2)装置製作：開発要素を含み部品を組み合わせて、設計から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スキマー等、様々な部品製作があった。近年は小型で薄い部品の加工依頼が増加傾向である。図2に真空環境の実験で試料に歪を印加するセル部品を示す。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。

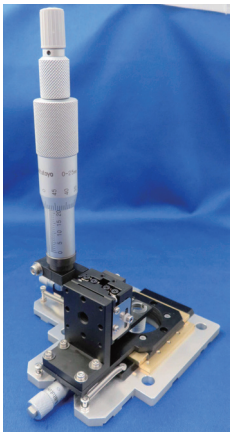


図 3：XYZ 軸薄型ステージ

(2)は、図3に示すような細胞に圧力を負荷する部品の位置決めに使用するXYZ軸薄型ステージ、レーザ実験で使用する冷却機構、放射光施設で使用する検出器固定治具、機器用水冷ホルダ、レーザ結晶を接合する装置等、力学、熱学、真空、低温、光学に関係する高度な知識と技術を必要とする設計と製作依頼があった。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。

● デジタルエンジニアリング

近年導入した5軸加工機は3次元の複雑な動作になるため、制御プログラムの作成は難解になる。これをサポートするのにCAMソフト(hyperMILL)を使用している。従来は工具軌跡だけを表示する機能で工具とワークの干渉チェック(図4参照)をおこなっていたが、加工シミュレーションでチェックできるようにアップグレードした(図5参照)。加工シミュレーションは、PC上で5軸加工機の動作を再現し、工具やホルダの干渉チェックのほか、機械干渉やオーバートラベルを正確に検出することが可能である。また、原点からの移動動作や割出動作など、ツールパス以外の早送り動作に関しても検証が可能で、実機での確認作業やエラーは大幅に削減され、安全に加工を行うことができる。図6に5軸加工機で加工した時の様子を示す。(参照URL:https://www.ai-sols.co.jp/products/hypermill/)

タンパク質の3D模型を造形する際は、Magicsと呼ばれている3Dデータ編集用ソフトウェアを使用することで、複雑なSTLデータを細かく編集することができる。例えば、造形物にマグネットを埋め込むための空間を追加して造形することで、構造体の脱着が容易なタンパク質模型を造形することができる。

タンパク質模型は構造体ごとに色分けするとわかりやすくなるため、フルカラー造形の希望が多く、2021年度に樹脂材料でフルカラー3D造形が可能なプリンタを導入した。カラー造形以外にも透明な模型を造形することができ、空間にボールが浮いているような造形も可能となった。

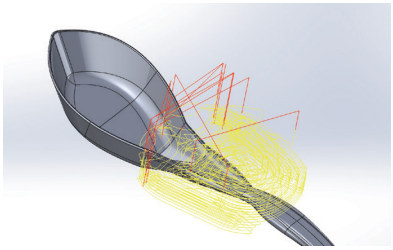


図4:工具軌跡の様子

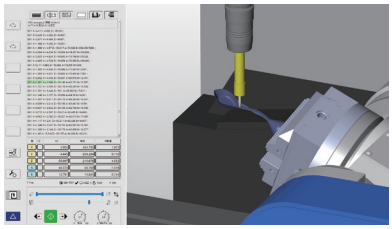


図5:加工シミュレーションの画面



図6:5軸加工機で加工した時の様子

3. 総合技術研究会2025発表

総合技術研究会2025が筑波大学で開催された。プログラムは特別講演2本と口頭発表12分野、ポスター発表12分野で構成されていた。

機械工作・ガラス工作技術分野で口頭発表をおこなった。図7に装置開発室で実施した技術研修の中から真空技術の研修に関する発表をおこなった様子を示す。



図7:発表の様子

4. ものづくり岡崎フェア2025

2025年8月27日－28日、岡崎中央総合公園　総合体育館で開催された。岡崎商工会議所・岡崎市・岡崎ものづくり推進協議会が主催し、8つの出展メリットを謳っていた。主に5軸加工機で加工した歯車、図4に示すレンゲなどを展示した。この展示した歯車と同形状の加工経験がある来場者から色々と質問を受けた。その場限りの質問に留まらず、展示会の閉会後、その来場者に連絡し、加工方法の詳細について意見交換の場を設け、技術を深めることができた。普段、交流の場を広げる機会が少ないため、良いきっかけができ、非常に有意義な参加になった。

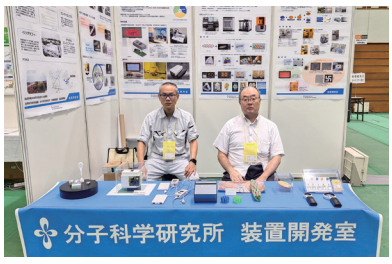


図8:展示の様子

5. その他

近年は見学対応が増加している。見学人数の増加は装置開発室をより広く知っていただける良い機会である。B棟1階に設置している5軸加工機周辺にて加工品を説明している様子を図9に示す。また、B棟2階のショーケース上に電光表示板を設置し、展示物が目につくようにしている。さらに、3Dプリンタで造形した実験装置、5軸加工機で切削した部品など立体的な展示品を多く配置し、平面的な写真の展示よりもわかりやすい工夫をしている。



図9:見学の様子

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ィ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)

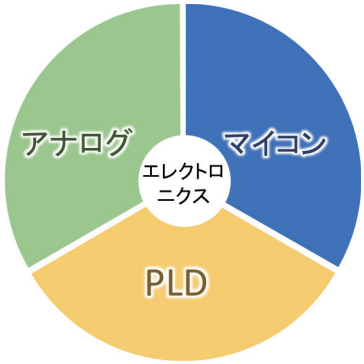


図1：エレクトロニクス技術の3本の柱

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。2025年は129件を受注し、史上3位の受注件数となった。昨今の件数増加の要因としては、(1)実験の進捗や生じた課題に応じた機器開発や改良の増加 (2)過去の成果の展開やリピートの増加 (3)高電圧回路の需要の復活 (4)実験現場で破損あるいは急遽必要になったケーブルの製作や修理の増加ーの4点が挙げられる。

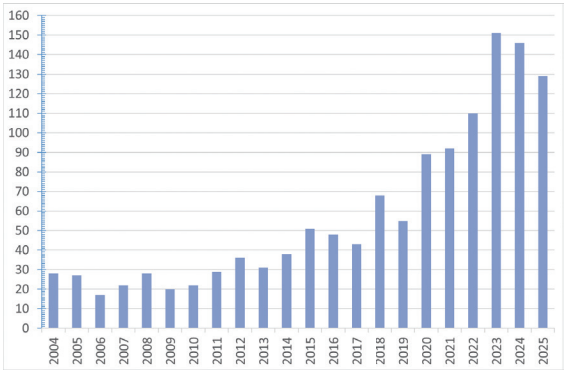


図2：エレクトロニクス・セクションの工作依頼件数の推移

工作依頼の内訳は、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82件(63.6%)、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47件(36.4%)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多く、技術分野を明確に区分することは難しいため、このように分類している。

依頼元を所内と所外で分類すると、所内が114件(88.4％)、所外(社会連携部門を含む)が15件(11.6%)である。2025年は製作受託制度に基づく受注はなかったものの、MTA(成果有体物譲渡)制度に基づく有償譲渡を複数受注した。今後もエレクトロニクス･セクションは、装置開発室や分子研内外において一定の存在感を維持できる見通しである。

近年の特徴として、実験の進捗に応じて仕様を変更しながら製作･改修することや、1件の工作依頼における複数台製作の機会が増加していることが挙げられる。また、ピン間が狭小な表面実装部品が主流であり、所有するプリント基板加工機では製造が困難、あるいは製造効率が低下する場合は、P板.com(https//www.p-ban.com)やFusion PCB(https://www.fusionpcb.jp/)などの基板製造サービスを活用しての対応を進めている。更に、(1)使用頻度が多い回路のモジュール化 (2)Pmodなど著名な共通インターフェース仕様に準拠したプリント基板設計 (3)機械CADとの連携による筐体配置の検証と最適化 (4)卓上CNCフライスや3Dプリンタを活用したパネルやケース加工の内製ーの4項目を推進することで、パネルやケース全体を含めた製作工程の効率化や、複数案件の並行処理を進めている。特に(3)(4)はエレクトロニクス･セクションが誇るに値する内製化･並列化であると思われる。その結果、工作依頼件数の増加傾向が続くのに対して、完了率は2025/12/31現在で90.7%と比較的高い水準にある。

ここ数年、アナログ回路の比重が高まっている。2025年は高電圧回路と電流制御の需要増加が顕著で、マイコンを用いたディジタル制御を高精度･高分解能で行なう傾向が色濃く出た。一方で、純然たるアナログ回路の需要も根強く存在している。信号の検出や増幅、負電圧や高電圧、大電流の取り扱いではアナログ回路が、分子分光実験やピエゾ素子駆動では高電圧回路が不可欠である。分子科学のみならず広くサイエンスに資する技術支援を推進するため、「3本の柱」のうち、特にアナログ回路技術の取得と向上に注力する必要があると考える。

3. 研究会発表・共同開発・アウトリーチ活動

2024年は7件(共著含む)の研究会発表を行った(関連記事p11)。研究会は対面方式もしくはハイブリッド方式のいずれかであるが、開催形式に拘らず、成果発表や課題の提案と討論、人と人との繋がりやそこからの新しい共同を目指して、各種研究会への積極的な参加と発表を推進している。

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、Jアラートや緊急地震速報と連携する防災システムとしては盛岡市や矢巾町で引き続き実証試験が継続されている。共同開発を展開する民間企業の1つであるアステム社(大阪市)の視覚障碍者用受信機「アイ・ドラゴン4」と連携させ、災害発生時に視覚障碍者や外国人、高齢者らに迅速な情報伝達を図る取り組みも継続して進められている。

装置の異常や警報を周知するWAN-WAN(Wireless Alarm Network for Wide Area Notification)としては、2025年度はMTAで東北大学や徳島大学に複数台が有償譲渡された。2025年12月現在、12大学3研究機関(分子研と岩手大を含む)で長期実証試験が続けられており、居室から離れた場所にある装置の監視や異常発生の通知などに活用されている。

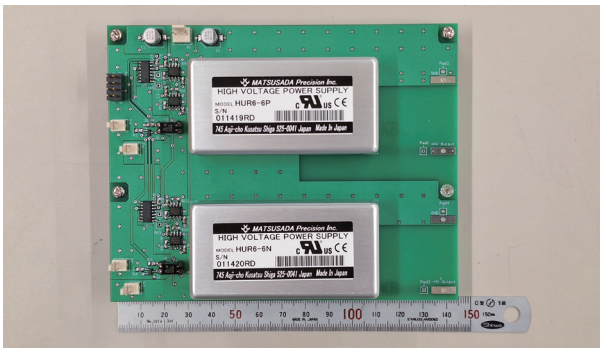


図3： OMLプロジェクトで開発した
オンボード型高電圧電源回路のプリント基板

岩手大学との共同開発では、OPEN MIX LAB(OML)の2025年度公募プロジェクトの技術開発型に応募し、採択された(課題番号OML052502 プロジェクト名「プログラマブルな多出力高電圧電源の基盤技術開発」)。これまでに、正極負極のオンボード型高電圧モジュールを各1台、18bit A/Dコンバータを搭載したプリント基板を製作し(図3)、基本的な特性評価で高電圧出力の良好な直線性を確認した。2025年12月現在、分子研では出力の極性切り替えを行なう機構、岩手大学では図3のプリント基板の詳細な特性評価とLAN接続並びに遠隔制御を中心に開発を進めている(関連記事p14)。

2020年より研究力強化戦略室と連携して、各種アウトリーチ活動を推進している。2025年は、岡崎市立竜海中学校の職場体験受入を行った。短時間ではんだ付けを理解し、規定時間内に余裕をもって完了させたのは勿論、授業における数学や理科との関連性の説明を真剣に聞き入る様子は、喧伝される「理科離れ」が生徒の傾向や気質によるものではなく、大人が顧みるべき課題であると痛感した。今後も職場体験を受け入れ、生徒の理解促進やエレクトロニクスへの興味の涵養を図る所存である。

リソグラフィ・セクション報告

木村　幸代

リソグラフィ・セクションは、主要メンバー3名（技術職員2名、技術支援員1名）で、フォトリソグラフィ、電子ビーム（Electron Beam：EB）リソグラフィをはじめとした微細加工に関する製作依頼と施設利用者への対応、および共用クリーンルームと加工・測定機器の維持管理を主な業務としている。

1. 利用状況

2025年の依頼件数は、計37件中、フォトリソグラフィが10件、EBリソグラフィが11件、その他（成膜、測定等）が16件であった（図1）。37件のうち、スタッフが製作等を行った内容が25件、それ以外は各装置の操作手順等について、レクチャーを実施した。レクチャーの内訳は昨年と同様、成膜、段差計、酸素プラズマ装置等、比較的短時間で作業ができる内容が多くを占めた。また、電子ビーム描画装置の利用が増加傾向であり、新たに7名のユーザーに対して初回講習を実施した（図2）。

リソグラフィ設備および関連装置を利用した所内グループは7グループで、所外利用グループは6グループであった。「装置開発室装置等製作受託」は2件、「クリーンルーム初回講習」（初めてクリーンルームに入室される際に必ず受講）は22名を対象に実施した。

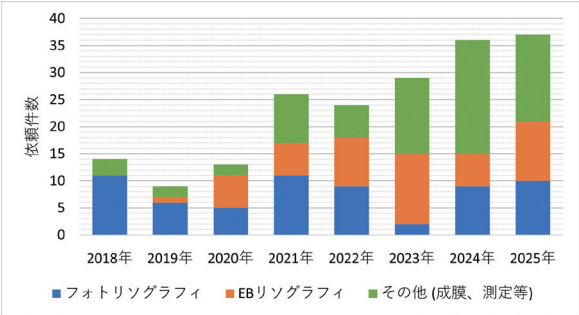


図1：依頼件数の推移



図2：電子ビーム描画装置 初回講習の様子

2. 新規装置の導入準備

今年度は、菅製作所の複合成膜装置の導入準備を進めた（図3）。本装置はALD装置、トランスファーユニット、スパッタ装置から構成されている。ALD装置は基板表面に対して1原子層ずつ、均一の厚さでピンホールフリーの成膜が可能とされている。また、段差被覆性に優れているため、凹凸の表面形状や3次元形状の成膜に適している。

一方、スパッタ装置は多様な材料に対応可能で、幅広く応用できる。さらに、トランスファーユニットにより両装置を接続することで、基板を真空環境で受け渡すことが可能となる。これによりコンタミネーションを抑制し、膜質や界面品質を保持した多層構造の作製が期待される。電気設備やガス配管工事は計画停電に合わせて実施済みで、現在は最終的な配置検討やガス供給ラインの整備を進めている。今年度内に納品・組立が行われ、来年度から運用開始を予定している。



図3：菅製作所 複合成膜装置
（出典：株式会社菅製作所公式サイト）

3. その他

・一昨年立ち上げた蒸着装置では、AuとTiに加えてCrの成膜に対応し、Cr密着層の形成が可能となった。
・スパッタ装置のターゲット取付固定ボルトの根元で破断が発生したため、締め付けすぎ防止を目的にトルクドライバーを導入し、簡易講習を実施した。さらに、講習内容の編集動画をユーザーチャットに配信し、新規ユーザーには必ず視聴していただく運用とした。
・リソグラフィ・セクションでは3か月に1度、定例会議を実施して関係スタッフ全員で懸案事項を出し合い、対策を協議している。これらの取り組みにより、ユーザーがクリーンルームを安定して利用できる環境の維持に努めている。

4. セミナー受講・研修

・ARIM・設備ネットワーク共催「真空技術セミナー」受講（木村）
・ARIM技術スタッフ個別研修プログラム「電子線描画装置を用いた金属ナノパターン作製」受講（高田・石川）
・豊田工業大学「産官学向けオープンラボ・クリーンルームツアー」参加（高田・石川）

主要設備

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）
5 軸同時加工機	α-D21LiB5（FANUC）
抵抗溶接機	NRW-100A（日本アビオニクス）
ノコ盤	H-250SA Ⅱ（アマダマシナリー）
コンターマシン	VA-400（AMADA）
シャーリング	SHS3（コマツ産機）
ダイヤソー	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	SURFTEST SV-400（ミツトヨ）
三次元光学プロファイラー	Nexview（ZYGO）
段差計	Tencor P-7（KLA）

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）

3D プリンタ

種別	形式
FDM 型 3D プリンタ	CreatorPro（FLASHFORGE）
	Pro2（RAISE3D）
	Guider2（FLASHFORGE）
	L-DEVO（フュージョンテクノロジー）
	Creator3Pro（FLASHFORGE）
	Creator4s（FLASHFORGE）
	FUNMAT HT（INTAMSYS）
	P2S（Bambu LAB）
SLA 型 3D プリンタ	Form2（formlabs）
UV 硬化インクジェット型 3D プリンタ	3DUJ-2207（ミマキエンジニアリング）

エレクトロニクス・セクション

計測器

種別	形式
ディジタルオシロスコープ	WaveRunner 6200A(LeCroy)
	WaveJet 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	34465A(Keysight)

計測器

種別	形式
LCR メータ	ZM2353(NF)
	ZM2371(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)
	AFG1062(Tektronix)
パルスジェネレータ	Model8600(Tabor Electronics)
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)
レーザーマーカー	LP-GS051-L(Panasonic)

リソグラフィ・セクション

種別	形式
スピンコーター	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-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）

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）
小型 2 源 RF スパッタ装置	デポダウン式 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）
結晶基板切断機	ファインクリスタルカッターⅢ（クリスタルベース）
リアクティブイオンエッチング装置	RIE-10NR（サムコ）
真空蒸着装置	VTS-350M/ERH(ULVAC)

2025 年　研究会発表一覧

研究会等名称	発表項目	発表者氏名
第47回生理学技術研究会 2025年2月20日～2月21日 岡崎コンファレンスセンター	クリーンルーム環境構築4年の軌跡と機器開発(口頭発表)	○豊田朋範 千葉寿 古舘守通 藤崎聡美 松尾純一 木村和典
総合技術研究会2025筑波大学 2025年3月5日～3月7日 筑波大学	真空技術の研修(口頭発表)	○宮崎芳野
	LoRa無線搭載コア基板開発とプリント基板設計ノウハウ(口頭発表)	○豊田朋範 千葉寿 古舘守通 藤崎聡美 木村和典
	あらゆる装置をDX化！汎用警報通知システム(WAN-WAN)の活用事例(口頭発表)	○千葉寿 古舘守通 藤崎聡美 豊田朋範 木村和典
第4回東海国立大学機構技術発表会 2025年3月18日 名古屋大学	ARMマイコンを用いたシンプルなステッピングモータ用パルスジェネレータの開発(口頭発表)	○豊田朋範 千葉寿 古舘守通 藤崎聡美 木村和典
第19回自然科学研究機構技術研究会(オンライン)	3Dプリンタ造形について	○松尾純一 宮島瑞樹
2025年度埼玉大学機器・分析技術研究会 2025年9月4日～9月5日 埼玉大学	マイコンとDAコンバータを用いた高電圧制御(口頭発表)	○木村和典 庄司愛子 千葉寿 古舘守通 藤崎聡美 豊田朋範
	機器稼働状況モニタリングシステムの構築～離れた場所の装置も一括管理しよう～(口頭発表)	○千葉寿 紺野亮 古舘守通 藤崎聡美 豊田朋範
第31回静岡大学技術報告会 2025年12月24日 静岡大学浜松キャンパス	定電流回路をディジタル制御するー16bit DAコンバータとマイコンを用いた機器開発ー(口頭発表)	○豊田朋範 千葉寿 古舘守通 藤崎聡美 木村和典

ガンマ線の空間偏光分布測定装置の開発

分子科学研究所 平　義隆

1. はじめに

分子科学研究所 UVSOR では、高エネルギー電子ビームとレーザーの散乱によって最大エネルギー 6.6 MeV の超短パルスガンマ線の発生を行っている。この手法は、レーザーコンプトン散乱 (LCS) や逆コンプトン散乱 (低エネルギー領域では逆トムソン散乱) と呼ばれるが、ここでは LCS ガンマ線と呼ぶ。ガンマ線といえば、セシウム 137 などの放射性同位元素 (RI) から発生するガンマ線を思い浮かべる方が多いかもしれない。RI ガンマ線は、滅菌や非破壊検査、検出器のエネルギー校正などに利用されている。RI の核種によってガンマ線エネルギーは決まっているため、エネルギーを変える場合は複数種の RI を用意する必要がある。また、RI は全立体角に常時ガンマ線を放出している。それに対して、LCS ガンマ線は、エネルギー可変かつ準単色であり、発散角の小さいビーム状のガンマ線が発生する。LCS ガンマ線の発生は、レーザーまたは電子ビームによって完全に制御可能であり、どちらかの運転を停止すれば発生する事はあり得ない。また、パルスのレーザーと電子ビームを使う事で 1 兆分の 1 秒間 (ピコ秒) の瞬間的に光る超短パルスガンマ線の発生も可能である。LCS ガンマ線を発生しているユーザー施設は世界に 4 か所のみであり、UVSOR[1] と NewSUBARU 放射光施設 (兵庫県)[2]、SSRF 放射光施設 (中国)[3]、Duke 大学 (米国)[4] であり、世界的に見ても貴重な光源である。UVSOR では LCS ガンマ線の優れた特徴を活かして、原子核物理実験 [5] や陽電子消滅分光を用いた材料内部の原子スケール欠陥分析 [6]、天体観測用のガンマ線検出器評価などのユーザー利用が行われている。

LCS では、偏光ガンマ線が発生する事も重要な特徴である。直線や円の偏光レーザーを使うと、直線偏光及び円偏光ガンマ線が発生する。LCS の興味深い特徴として、たとえ一様な偏光分布をもつ直線や円偏光のレーザーを電子ビームに当てたとしても、発生する LCS ガンマ線の偏光分布は一様にはならない。つまり、LCS ガンマ線ビーム断面の位置によって直線偏光軸及び円偏光度は変化する。UVSOR の場合、LCS ガンマ線は測定場所で直径 10 mm 程度に広がっている。レーザーの直線偏光と LCS ガンマ線のそれは、水平軸と垂直軸上で一致するが、それ以外の場所では変化する。そのため、コリメータなどを用いて LCS ガンマ線の中心軸近傍だけを切り出して利用する場合は、偏光の非一様性をほとんど気にする必要は無い。しかしながら、コリメータ位置を外側に移動 (UVSOR であれば 5 mm 以内) し LCS ガンマ線のエネルギーを変えて利用する場合には、偏光の変化を理解しておく必要がある。天体観測用のガンマ線検出器評価のユーザー利用では、コリメータ位置を変えることでエネルギー可変の偏光ガンマ線の照射が行われているため、ユーザー利用にあたって LCS ガンマ線の偏光特性の理解が重要である。直線偏光軸や円偏光度の変化は理論的に計算できるが、LCS ガンマ線の 2 次元偏光分布を実際に測定した例は無い。本研究では、LCS ガンマ線の直線偏光分布を測定し、理論計算が示すように偏光軸が変化するのかを確かめた。

2. 直線偏光ガンマ線の測定方法

可視光であれば、偏光子を回転することで、その直線偏光軸を測定することは容易である。それに対してガンマ線領域で有効な偏光子は存在しない。MeV ガンマ線の直線偏光を測定する方法はいくつか存在するが、本研究ではコンプトン散乱を採用した。図 1 に示すようにガンマ線が直線偏光の場合、コンプトン散乱の微分散乱断面積は方位角方向に非対称な分布を示す。したがって、コンプトン散乱を起こすためのターゲットに直線偏光 LCS ガンマ線を照射し、その下流側に設置した検出器でコンプトン散乱ガンマ線の方位角分布を測定することで、ターゲットに入射する LCS ガンマ線の偏光軸を測定できる。前述したように LCS ガンマ線は直径 10 mm に広がっているので、直径 1 mm の鉛コリメータを用いて一部だけを切り出したガンマ線をターゲットに照射することでそのコリメータ位置での偏光軸を測定できる。さらに、鉛コリメータの位置を 2 次元スキャンすることで、LCS ガンマ線の空間偏光分布を測定することが可能である。装置設計のため理論式やシミュレーションコード EGS5 を用いて計算を行い、使用するターゲットの大きさや検出器の数、大きさ、設置角度を決めた。

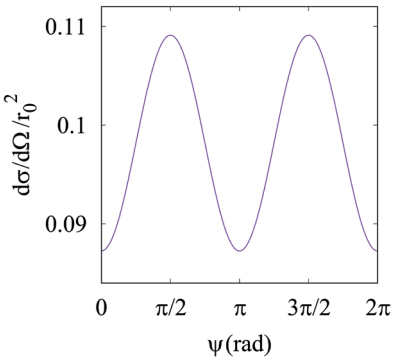


図 1：コンプトン散乱の微分散乱断面積。入射ガンマ線エネルギー 6.6 MeV、散乱角 45 度、ガンマ線が ϕ = 0 度方向に直線偏光している場合の計算結果。文献 [1] の図 3(b) より引用

3. ターゲットと NaI 検出器固定治具の設計製作

ターゲットと NaI シンチレーション検出器の固定治具は、装置開発室の宮崎氏と近藤氏に設計と組み立てを依頼した。固定治具の外観を図 2 に示す。直径 5 mm、長さ 50 mm の鉄ターゲットの中心を向くように 7 個の NaI 検出

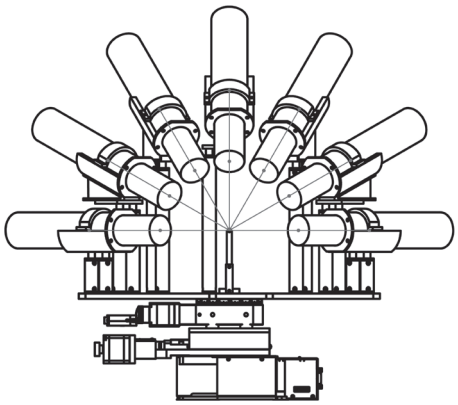


図 2：ターゲットと NaI 検出器固定治具。装置開発室宮崎氏製図。LCS ガンマ線は、紙面に対して垂直な方向からターゲットに入射し、ターゲットから発生するコンプトン散乱ガンマ線の方位角強度分布を検出器で測定した。

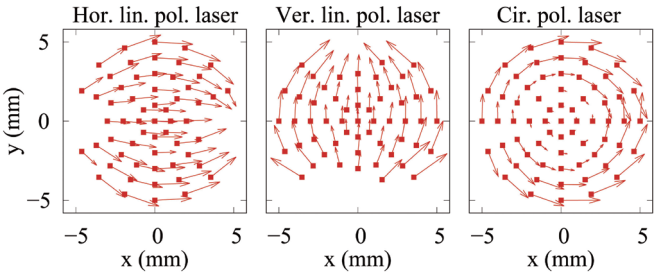


図 3：開発した空間偏光分布測定装置で測定した LCS ガンマ線の偏光軸分布。左から水平直線偏光、垂直直線偏光、円偏光レーザーを用いて発生する LCS ガンマ線の偏光軸分布。直線偏光の結果において、データが存在しない点があるのは、LCS ガンマ線の強度が低く測定しなかったためである。円偏光の場合、中心軸近傍の矢印の長さが短くなっているのは、偏光が直線ではなく円であるため。

器を固定した。ターゲットに対する検出器の設置角度は全て 45 度であり、方位角方向には 30 度毎に配置し 0 度から 180 度の範囲を測定した。コリメータだけでなくターゲットと検出器も 2 次元スキャンするために、治具全体を自動ステージに固定した。

4. 測定結果

開発した空間偏光分布測定装置で測定した LCS ガンマ線の偏光軸分布を図 3 に示す。

直線偏光の場合、レーザーの偏光軸の変化 (水平または垂直) に伴い LCS ガンマ線の水平軸と垂直軸上の偏光軸も 90 度変化した。さらに、水平軸と垂直軸上以外の位置では LCS ガンマ線の偏光軸は変化することを測定できた。このような LCS ガンマ線の偏光軸の空間分布は、理論式を用いて計算される分布を良く再現することも分かった。

円偏光の場合、中心軸近傍は直線偏光ではなく、外側の領域で直線偏光になることを測定できた。円偏光レーザーを用いて、直線偏光ガンマ線が発生する事を、にわかには信じがたいかもしれないが、このような偏光特性も理論計算が示す通りの結果である。また、この直線偏光成分は方位角方向を向いておりアジマス偏光であることも実験的に示せた。

直線と円偏光レーザーに加えて、開発した装置を用いて軸対称偏光と呼ばれる特殊な偏光状態のレーザーを用いて発生する LCS ガンマ線の偏光測定も行った [1]。測定結果より、軸対称偏光レーザーを用いても、LCS ガンマ線ビーム全体が軸対称偏光ではないことが分かった。測定結果は、偏光軸の変化した直線偏光ガンマ線の重ね合わせであると理解でき、外側の領域では軸対称偏光状態となることが分かった。

5. 謝辞

ターゲットと NaI シンチレーション検出器の固定治具を設計・組み立てて下さった装置開発室の宮崎芳野技術職員と近藤聖彦装置開発ユニット長に深く感謝致します。組み立てられた治具は見た目も良く仕上がり、有意義な実験ができ論文発表に繋がりました [1]。測定データの取得及び解析は、Yuxuan Yang 氏 (Zhengzhou University, CSC-IMS で分子研に滞在)、静間俊行上席研究員 (量子科学技術研究開発機構)、Mohamed Omer 研究員 (日本原子力研究開発機構) の多大なる協力を得て実施しました。

6. 参考・引用文献

[1]Y. Taira et al.,“Generation and measurement of gamma rays with axially symmetric polarization states via Compton scattering”, Physical Review Research, 7 (2025) 033130

[2]T. Ari-Izumi et al.,“Spatial profiles of collimated laser Compton-scattering γ -ray beams”, J. Instr. 18 (2023) T06005

[3]H. -W. Wang et al.,“Commissioning of laser electron gamma beamline SLEGS at SSRF”, Nucl. Sci. Tech., 33 (2022) 87

[4]J. Yan et al.,“Precision control of gamma-ray polarization using a crossed helical undulator free electron laser”, Nature Photonics, 13 (2019) 629

[5]H. Ohgaki et al.,“Linearly polarized photons from Compton backscattering of laser light for nuclear resonance fluorescence experiments”, Nucl. Instrum. Methods A, 353 (1994) 384

[6]Y. Taira et al.,“Gamma-ray-induced positron annihilation lifetime spectroscopy at UVSOR”, J. Phys.: Conf. Ser., 3029 (2025) 012022

プログラマブルな多出力高電圧電源の共同開発を通じた技術研修
-Arduino と D/A コンバータを用いた高電圧モジュールの特性評価と開発 -

岩手大学　庄司愛子

1. はじめに

粒子検出やイメージングに用いられる Micro Channel Plate (MCP) や Gas Electron Multiplier (GEM) 検出器など、DC の高電圧を印加する信号増幅器では、複数チャンネルの電圧制御が求められている。例えば筆者の研究支援で使用される GEM は、実験で図 1 のような多段構成を取り各電極にそれぞれ異なる高電圧を印加する。放電による検出器損傷のリスクを避けるため、各電極の電圧を数十 V 単位で段階的に上げ、全電圧比を維持する必要がある。しかしながら、手動操作では誤操作のリスクが高く、また抵抗による分圧方式では電圧値を変更するたびに回路を再構成する必要があるなどの課題があった。また、印加する電圧値は実験条件や検出器構造に応じて都度計算される必要がある。そのため、計算ミスや入力ミスのリスクを減らす工夫も重要となる。

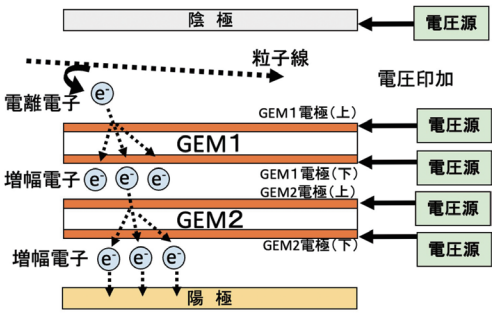


図 1：GEM を用いた実験装置の多段構成例

そこで、上記のような課題を解決する多チャンネルのプログラマブルな高電圧電源システムの開発を進めている。本稿では、開発の前段階として、制御用マイコンに簡易かつ利便性の高い Arduino を用いた電源基本要素部（1ch 仕様）を構成し、その電圧出力特性の評価、ならびにモジュール化および出展に至るまでの結果について報告する。なお、本開発は 2025（令和 7）年 2 月 12 日～ 14 日に実施した、分子科学研究所受入技術研修「プログラマブルな多出力高電圧電源の共同開発を通じた技術研修」の一環として行われた。

2. 電源基本要素部分の構成

図 2 に本開発における高電圧電源の基本要素部分構成の概略図を示す。本開発では Arduino から Serial Peripheral Interface (SPI) 通信によってデジタル値を D/A コンバータに送信し電圧値に変換する方法を採用した。SPI は Universal Asynchronous Receiver Transmitter (UART) や Inter IC (I2C) より高速通信が可能で、特に 16 bit 以上の分解能で数 kHz ～ 100 kHz 程度の A/D コンバータや D/A コンバータ、各種センサ IC に用いられている。電源構成の後段部分では、D/A 変換回路から出力されるアナログ電圧を高電圧出力モジュールへ入力し、入力電圧に比例した高電圧を出力する構成とした。



図 2：高電圧電源の基本要素部分構成の概略図

D/A 変換回路は、豊田氏らが開発した 16 bit D/A コンバータ搭載ペリフェラル（以降、D/A 変換ペリフェラルと記す）を使用した。D/A 変換ペリフェラルには、SPI インターフェースの AD5683RBRUZ(Analog Devices 社) が搭載されている。Arduino 用の AD568X シリーズの D/A コンバータライブラリは公開されており、Arduino 開発環境（Arduino IDE）にて使用可能である。図 3 に本開発で使用した D/A 変換ペリフェラルを示す。下側の基板は、筆者が技術研修にてはんだ付けを行ったものである。

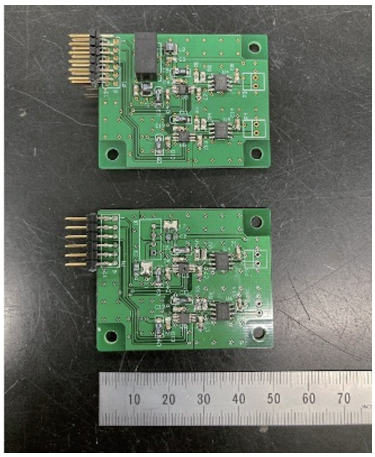


図 3：16 bit D/A コンバータ搭載ペリフェラル

3. 特性評価試験

特性評価試験ではまず、電源構成の前段部分にあたる Arduino → D/A 変換ペリフェラルの入出力特性を評価した。D/A 変換ペリフェラルは、電源電圧 5 V 駆動で最大 5 V 出力の基板と、電源電圧 3.3 V 駆動で最大 10 V 出力の基板を用いた。電源電圧は回路におけるロジックレベルにも影響するため、以下 (1)(2) の各 Arduino の組み合わせで測定した。Arduino Mega はロジックレベル 5 V に対して、Arduino Due は Arduino ボードの中で唯一 3.3 V のロジックレベルとなっている。

(1) Arduino Mega → D/A 変換ペリフェラル（5 V 駆動・最大 5 V 出力）
(2) Arduino Due → D/A 変換ペリフェラル（3.3 V 駆動・最大 10 V 出力）

Arduino からデジタル値 0 ～ 65535 として D/A 変換ペリフェラルに入力し、デジタルマルチメーター (DMM) で出力電圧を測定した。測定実験は2回（#1、#2）実施した。本稿では、(2) のデジタル入力に対するアナログ電圧出力特性の結果を図 4 に示す。入出力特性はほぼ正比例の関係を示した。また、DC 出力は最大 9.98 V であることを確認した。

次に、電源構成前段部分を (2) とし、図 2 の構成で、高電圧出力モジュールに接続し出力電圧を測定した。本特性評価において、高電圧出力モジュールは DC+ 9 V の制御入力電圧に対して最大 1.5 kV を出力するモジュール（負極性、松定プレシジョン製 HPMR-1.5N）を用いた。図 5 に高電圧出力モジュールのデジタル入力に対する電圧出力特性を示す。高圧プローブで出力電圧を測定し、kV 台においても良好な直線性を示した。また、デジタル入力値 58822 に対して、-1.5 kV の DC 出力（最大値）を確認した。

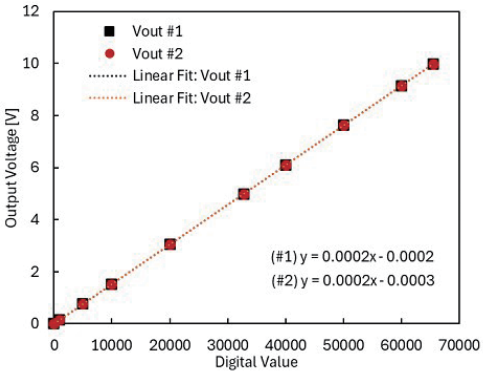


図 4：(2)Arduino Due → D/A 変換ペリフェラル（3.3 V 駆動・最大 10 V 出力）のデジタル入力に対するアナログ電圧出力特性

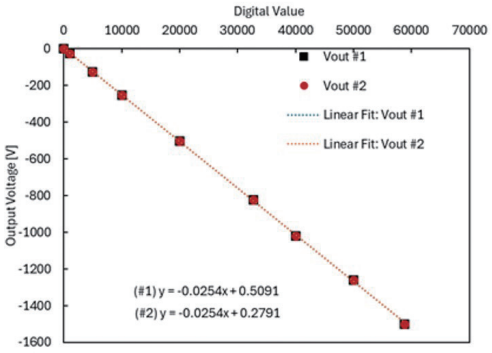


図 5：Arduino Due → D/A 変換ペリフェラル（3.3 V 駆動・最大 10 V 出力）→ 高電圧出力モジュールのデジタル入力に対する電圧出力特性

4. モジュールの製作および出展

図 6 に製作した 1ch 仕様のプログラマブル高電圧モジュールを示す。本モジュールには、特性評価試験で用いた Arduino Due と D/A 変換ペリフェラル（3.3 V 駆動・最大 10 V 出力）に加え、電圧モニタや設定画面、各種操作ボタンを実装した。筐体には難燃性 ABS 樹脂ケースを用い、各部品に対応した穴加工を施した上で取り付けた。

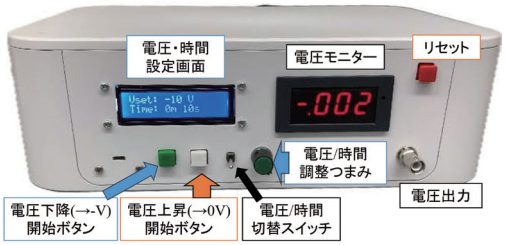


図 6：1ch 仕様の高電圧モジュール

左側には電圧・時間設定画面（LCD）を配置した。LCD の上段では到達させたい電圧値を、下段ではその電圧値まで到達するまでの時間を表示する。これらの設定は、画面右下に配置した切替スイッチおよび調整つまみにより行うことができる。例えば、目標電圧を− 10 V、到達時間を 10 秒に設定した場合、出力電圧は 1 秒あたり− 1 V ずつ変化し、10 秒後に− 10 V へ到達する。この動作はオシロスコープにより確認した。LCD 下部には電圧上昇／下降用の操作ボタンを備えており、動作中に同ボタンを再度押下することで一時停止が可能である。電圧出力端子として筐体右下に SHV 端子を配置した。また、電圧モニタには実際の出力電圧の 1000 分の 1 の値が表示される。筐体右上にはリセットボタンを配置した。

本モジュールは国際会議（The 26th International Conference on Condensed Matter Nuclear Science: ICCF26、2025 年 5 月 26 日～ 30 日、盛岡にて開催）にて出展し、複数の来場者から関心を得ることができた。

5. おわりに

本研修の受講および開発を通して、SPI による電圧制御手法をはじめとする制御技術について理解を深めることができた。また、モジュール化に取り組む中で、設計および実装の難しさを実感すると同時に、多くの知見を得ることができた。今後は、多チャンネル仕様への拡張を行い、GEM や MCP などへの適用を見据えたプログラマブルな UI の設計・実装を進める予定である。なお、本稿の内容は岩手大学技術部報告第 18 巻（2025）に掲載した内容に一部加筆・修正を行ったものである。

謝辞

本研修の実施および開発にあたり、分子科学研究所の豊田朋範氏、木村和典氏、岩手大学の千葉寿氏には、多大なるご指導とご支援を賜り、心より感謝申し上げます。また、本研修および開発にご協力いただいた関係各位に、深く御礼申し上げます。

円二色性顕微観測法の確立に向けたナノ構造体の製作

大阪大学　山西絢介

1. はじめに

物質は、その立体的・量子的・磁気的構造に応じて、入射する円偏光の偏光方向（右回り・左回り）に対して異なる吸収特性を示す。この現象は円二色性（circular dichroism, CD）と呼ばれ、物質の特徴を表す基本的な光学応答の一つである。そのため古くから、さまざまな物質や分子構造を解析する手段として、円二色性分光法が広く利用されてきた。一般にこのような円二色性分光法は、溶液中に分散した分子や微粒子、あるいは基板上の物質に対して一様に光を照射した場合にのみ、物理的に解釈可能な平均的測定結果を得ることができる。そのため、空間的に点在する個々の分子・微粒子・微結晶・構造体・タンパク質分子などの局所的な円二色性を観測するには、円二色性をイメージングできる顕微観測手法（円二色性顕微鏡法）の確立が必要である。私たちの研究では、その観測を実現するため、円二色性光学顕微鏡法および円二色性光誘起力顕微鏡法（CD-PiFM）の開発を進めている。これらの顕微測定技術の性能を検証する目的で、卓越した技術と豊富な経験を有する分子科学研究所・装置開発室に依頼し、電子線描画リソグラフィを用いて金ナノ構造体を作製していただいた。

2. 金ナノ構造体の作製

円二色性光学顕微鏡と円二色性光誘起力顕微鏡では、観測に最適なガラス基板の種類が異なる。そのため、それぞれの観測系に適した基板上に金ナノ構造体を用意する必要があった。円二色性光学顕微鏡用の試料では、風車型や卍型の金ナノ構造体を設計・作製していただいた（図 1）。高開口数レンズを用いた観測時に、個々のナノ構造体の円二色性応答を分離して観測できるよう、構造体間隔は 1 μm に設定した。一方、円二色性光誘起力顕微鏡では、探針に働く光誘起力を検出する原理により、回折限界を超えた空間分解能で観測が可能である。このため、個々の構造体を密接に配置した試料を作製していただいた（図 2）。得られた構造体は、密集配置であっても高い精度で形成されていることが確認できた。

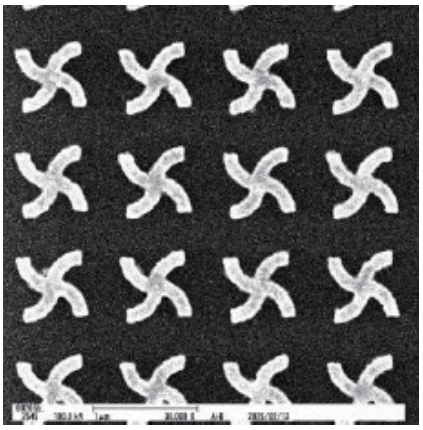


図 1：風車型金ナノ構造体 SEM 像

3. 観測結果

上記の金ナノ構造体を用い、円二色性光学顕微鏡および円二色性光誘起力顕微鏡による実測を行った。円二色性光学顕微鏡では、分光分析で得られるピーク波長付近において、各ナノ構造体が顕著な円二色性応答を示すことが確認された（in preparation）。また、光誘起力顕微鏡では、十数 nm 程度の高い空間分解能で、ナノ構造体周辺に局在する円二色性信号を観測することに成功した [1]。今後は、金ナノ構造体を用いた観測をさらに発展させ、多様な円二色性を示す物質系のナノ顕微観測へと展開していく予定である。



図 2：卍型金ナノ構造体 SEM 像

4. 謝辞

ナノ構造体の作製に際し、分子科学研究所・装置開発室の皆様に多大なるご協力を賜りましたことを深く感謝申し上げます。特に石川晶子氏には、実際のナノ構造体の作製に多大なご尽力をいただき、親切かつ丁寧にご対応いただきました。ここに厚く御礼申し上げます。

5. 参考・引用文献

[1] Yamanishi, Junsuke, Hyo-Yong Ahn, and Hiromi Okamoto. "Nanoscopic observation of chiro-optical force." Nano Letters 23.20 (2023): 9347-9352.

2025 年　製作受託一覧

申込者名	所属	研究課題
梅本篤宏	高エネルギー加速器研究機構	Diamond MKID
重田翼	東京科学大学物質工学院	光反応用アルミブロック
永井隆之	東京大学大学院工学系研究科	GND スイッチ付き端子ボックス
矢口寛	理化学研究所開拓研究本部 小林固体化学研究室	電気化学デバイスのパーツ
矢口寛	理化学研究所開拓研究本部 小林固体化学研究室	電気化学デバイスのパーツ
宇理須恒雄	㈱ NANORUS	神経細胞ネットワークプレス装置
宇理須恒雄	㈱ NANORUS	神経細胞ネットワークプレス装置
熊木文俊	高エネルギー加速器研究機構 物質構造科学研究所	in-situ 放射光分析用 Pt-CeO2 微細構造試料
竹澤悠典	芝浦工業大学 工学部	DNA ナノチューブの 3D 模型
竹内裕子	大阪大学大学院生命機能研究科	薬物刺激圧力制御装置

2025 年　マテリアル先端リサーチインフラ申請課題一覧

申込者名	所属	研究課題
宇理須恒雄	㈱ NANORUS	培養型プレーナーパッチクランプ基板の微細加工
高田紀子	分子科学研究所 装置開発室	リソグラフィによる微細構造の製作および評価
八井崇	豊橋技術科学大学大学院工学研究科	フォトニック結晶ナノ構造を用いた量子情報デバイスの開発
四方明格	基礎生物学研究所 植物環境応答研究部門	植物の細胞成長を評価するマイクロ流体デバイスの作製
小林政弘	核融合科学研究所 プラズマ・複相間輸送ユニット	アミノ酸薄膜試料表面の形状分布計測
AHN Hyo-Yong	Institute for Molecular Science	Fabrication and Characterization of plasmonic chiral Nanostructure
湊丈俊	分子科学研究所 機器センター	電極調製
湊丈俊	分子科学研究所 機器センター	Preparation of substrate for the thin-film electrode
原島崇徳	分子科学研究所生体分子機能研究部門	金ナノレールの作製
佐藤拓朗	分子科学研究所 協奏分子システム研究センター	スピン軌道相互作用に立脚しない有機スピントロニクスデバイスの作成
神永真帆	豊田工業高等専門学校 機械工学科	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
林健太郎	基礎生物学研究所 バイオイメージング解析室	組織・細胞における 3 次元温度イメージングを通して知る生体物質の熱動態制御
川椙義高	東邦大学理学部	分子性物質における非対角熱電効果の研究
日野和之	愛知教育大学	フラーレン誘導体 LB 薄膜の表面観察と光電気化学測定
岡野泰彬	分子科学研究所 極端紫外光研究施設	顕微画像評価用テストパターン作成
清水亮太	分子科学研究所 物質分子科学研究領域	無機薄膜材料を利用した新奇電子物性・イオン輸送特性の探索
坂田諒一	分子科学研究所 物質分子科学研究領域	マイクロストラクチャーを活用した 2 次元半導体の研究
田所大輔	京都大学 生存圏研究所	PET フィルムに対する高強度赤外レーザー照射効果

真空内搬送の機械要素について

近藤　聖彦

1. はじめに

真空容器内で物体を搬送する必要があった。搬送機構と言えば、コンベアを思い浮かべる。コンベアの駆動は、ベルト、チェーン、歯車などが使用される。しかし、これらの機械要素は、摩耗、潤滑油、粉塵の発生などが考えられ、メンテナンスの容易性とクリーンな環境が重要となる真空容器内における使用は不向きである。そこで、株式会社エフ・イー・シーが開発した非接触駆動伝達機構「歯のない歯車　マグトラン」を使用した。マグトランは「Magnetic Transmission」からネーミングされ、世界主要各国の登録商標となっている。



図 1：ホルダータイプの形状

2. マグトランの種類と駆動伝達の仕組みについて

販売品はリングタイプと図 1 に示すリングにホルダーを取り付けたホルダータイプがある。使用できる最高温度は標準型が 60℃、耐熱型が 150℃になる。さらに真空用と大気用があるため、用途によって選定する。

マグトランはギアと同じように駆動を伝達する際に使用される。ギアの凹凸の代わりとして、リング状に成型（焼結）した特殊マグネットに「多極着磁」が施されている。これにより相互の各極の引き合う力を伝達トルクとして、相互に噛み合うことなく非接触で回転しつつ、力を伝達することができる。それぞれの極（歯）の動きは全くギアと同じであり、ギアモジュールと同様に「外径と歯数」の関係によって得られる「伝達トルクと回転のスムーズさ」が変化する。ギアと同じく外径を変えることにより増速・減速が可能である（[1]）。

3. 物体の搬送機構について

本搬送機構は、図 2 に示すようにマグトランを交差させて配置（クロス型配置）した。水平方向に設置したマグトランの回転を直交方向に設置したマグトランの回転として駆動を伝達した。相互に接触せず近接した状態で伝達するため、この部分からの発塵は少ない。また、接触しないので、摩擦による摩耗はなく、従って潤滑油は不要である（[1]）。

物体を搬送する際は、図 3 に示すように複数のマグトランを搬送距離分だけ等間隔に配置して使用した。水平方向のマグトラン A が CW（CCW）回転すると直交方向のマグトラン B と搬送ローラが同時に CW（CCW）回転し、搬送ローラ上の搬送物が動作する。

真空容器内に本搬送機構を設置後、真空中で搬送物が滑らかに移動することを確認した。また、搬送物に過負荷がかかった場合、マグトランが空転し、搬送物に与えるダメージは小さいことがわかった。

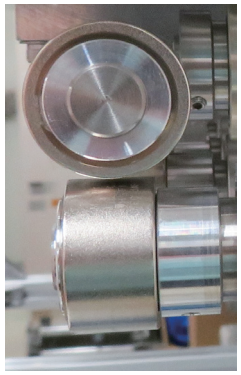


図 2：クロス型配置の様子

4. おわりに

大気中で動作する可動機構でも、真空中で動作が困難になることは多い。また、真空装置内で物体を搬送する際、浮遊微細ゴミ（パーティクル）対策のためにクリーンルームのクリーン度は重要になるが、それ以上に真空容器内における搬送時の発塵、発ガスなどが問題となる。事実、この対策に悩まされる。このため、真空中で物体を搬送する場合、摩擦係数の増大を減じるためにマグトランを考慮する設計は重要である。また、マグトランは真空中で自由に活用できる非接触伝達機構として極めて応用範囲が広い。実際、様々な利用例が紹介されている。

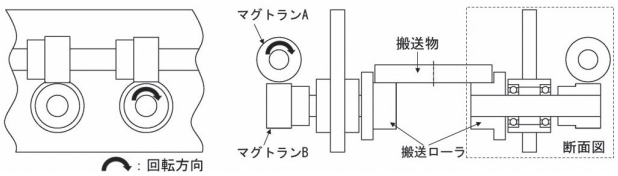


図 3：搬送機構の模式図

参考文献

［1］ Kashiwabara 他 「真空内可動部の低発塵化に向けて、高性能マグネットの活用」
J.Vac.Soc.Jpn,pp.760-762.

CAD/CAM によるマシニングセンタの運用

磯谷　俊史

1. はじめに

装置開発室の機械工場には FANUC 製のマシニングセンタであるロボドリルが配備されている (図 1)。この工作機械は NC プログラムを入力することにより自動でミーリングやドリリングが可能となる。NC プログラムを作成するための支援ツールとして hyperMILL を導入している。しかしながらこれまで業務における活用実績が少ないため今後の積極的な活用を見据えて集中的に加工経験を積むための取り組みを行ってきた。本項ではその実績について紹介する。



図 1：ロボドリル

2. 複数穴加工と加工工程の集約 (割出加工)

穴あけ加工が多数に及ぶ場合、座標間の移動やドリルの上下送りの回数が増えるため汎用機での加工では非常に時間と手間がかかる。そういった場合に NC プログラムを組むことによってほとんどの工程を自動で行うことができ、省力化や時間短縮に繋がる (図 2)。またミーリングとドリリングが混在する場合、機械に複数の工具を格納できるためオートツールチェンジ (ATC) が可能となり多くの工程が集約できる。さらにオプションの旋回軸を搭載しているため材料の側面への加工や傾斜を付けた加工など割出加工も可能である (図 3)。

※赤線と黄色線は工具経路

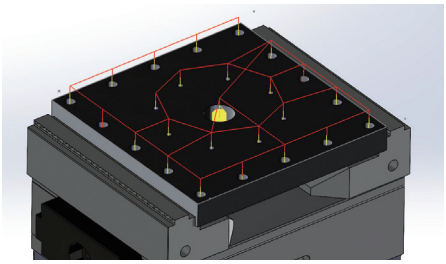


図 2：多孔穴加工の工具経路

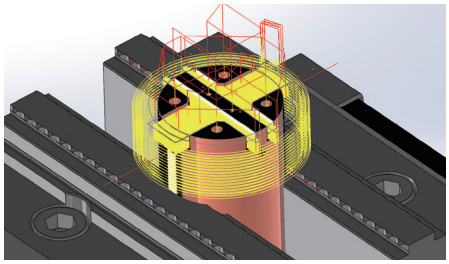


図 3：割出加工など加工工程を集約した工具経路

3. 同時多軸制御による複雑形状加工

直線や曲線が入り混じった複雑な形状を加工する場合、XYZ の直交 3 軸に加えて旋回 2 軸を同時に制御することで加工を実現することができる。同時多軸加工をする場合、CAD/CAM を用いた NC プログラミングが必須であるが工具やワーク、バイスなど様々な要素との干渉を避ける必要があり、工具経路が非常に複雑になるため、多くの経験が必要であると考えている。しかし同時多軸加工が必要となる加工は日々の業務で経験を積むことが難しい。そこで複雑形状加工の経験を積むために業務とは別にまとまった時間と課題を設けて製作に取り組んだ。今回製作した課題名は『れんげ』(図 4、6) でありφ 30 × 150 のジュラコン丸棒から一体の削り出しで製作した。一度の加工でこの形状を加工しようとすると削り出しにより肉厚の薄い部分や剛性の低い部分が折損することが考えられる。対策として段階的に仕上げていく工程にした (図 5)。そのため非常に複雑な経路にはなるが剛性を確保しつつ加工を進めることができた。

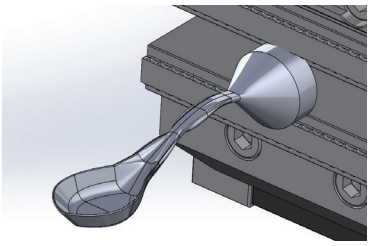


図 4：加工課題『れんげ』3D モデル

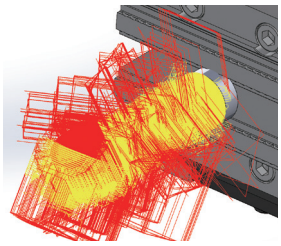


図 5：複雑な工具経路



図 6：加工課題『れんげ』

4. おわりに

今回、CAD/CAM やマシニングセンタを使った加工を熟知するために課題を設けて集中的に操作することで同時多軸加工をはじめとする様々な加工を経験することができた。また、加工をしていく中で工具やホルダなど現段階で足りないと感じるものをピックアップすることができた。今後はこれまでの経験を活かして積極的にマシニングセンタを活用し、さらなる技術向上に努める。さらにツールの充実や定期的なメンテナンスでマシニングセンタを運用するためのより良い作業環境を整備することにも力を入れたい。

電鋳ニッケルへの挑戦

宮崎　芳野

1. はじめに

フランジ付円錐形状で、先端に開口を有する部品 (以下、スキマーとする) は、真空容器内における分子線の実験などに使用される。これまでめっきを用いた銅製スキマーの製作をおこなってきたが、より高い剛性を有するニッケル製スキマーの製作相談があった。その際、国内で製作する会社が見つかり難いことを知り、試作に挑戦した。

2. 電鋳について

電鋳は、電気めっきによって母型の表面に金属を厚く析出させ、それを母型から剥離して独立した金属部品として取り出す方法である。今回のスキマー製作では、目標とする厚みが 100μm 以下と非常に薄く、切削加工による製作が難しいと判断したため、電鋳を用いて精密かつ再現性を重視した。

電鋳に先立ち、形状の基準となる母型を加工した。母型の材質には、めっき被膜が過度に密着せず、電鋳後の剥離が行いやすくなるのではないかと考え、難めっき材であるステンレスを使用した。母型の加工には NC 旋盤を使用し、スキマーに必要な形状を精密に切削した。母型のストレート部分はめっきが不必要なため、マスキングテープを巻き絶縁状態にしてめっきをおこなった。

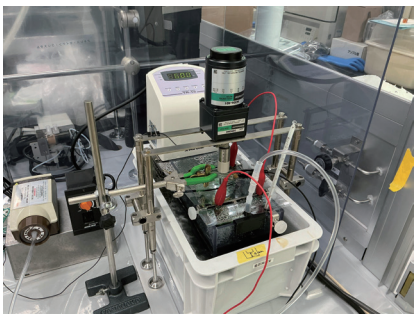


図 1：自作した電鋳装置

ニッケルめっきは、50℃程度の温度でおこなう必要があるため、めっき液の保温・蒸発対策などを考慮した電鋳装置を自作した (図 1)。めっきをおこなうためには主に、①めっき液を入れる浴槽、②めっき液に電気を流す陽極板、③陰極を兼ねる母型が必要である。膜厚の偏りを防ぐため、母型に対して 2 枚の陽極板を両側から挟み込むように配置し、母型をモーターで回転させながらめっきする。ただし、めっき液や回転している母型には電流を供給する必要があるため、電気的に接続する構造には工夫が求められた。実際に回転軸の絶縁や、軸電圧への対策を図 2 に示す。

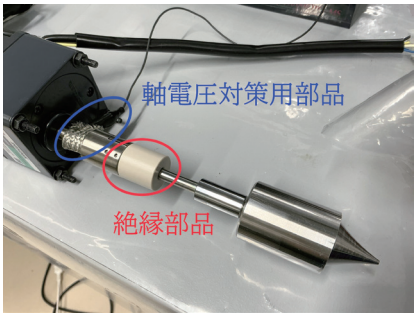


図 2：対策部品

なお、加熱しためっき液の飛散は装置周辺の金具を腐食させやすい。腐食片がめっき液に混入すると、再現性を損ない、析出不良の原因となる。そのため、可能な範囲で飛散対策や材料選定をおこない、めっき環境を安定させるよう配慮した。

3. めっきの条件について

めっき液には、市販されているスルファミン酸ニッケル浴を使用した。電気ニッケルめっき液には、主にスルファミン酸浴とワット浴の 2 種類が存在するが、今回は微細なめっき処理が可能で、電子部品や精密機器などに適している点から、スルファミン酸浴を使用した。めっき液の液温は、バスタブとヒーターによる湯煎や、エアバルブによるめっき液自体の撹拌により、50℃程度に保ちながらめっきをおこなった。

何度もめっき作業を繰り返していると、黒い汚れが付着したり、ピット (小さな大量の穴) がめっき膜の表面に出現したりすることがわかってきた。これにより、めっき膜に穴があいてしまい、母型も黒ずんで汚れてしまう (図 3)。これらの原因がめっき液の劣化によるものか、pH の偏りによるものかはまだ不明であるが、この現象が起こり始めた際は、めっき液の pH を調整し、それでもピットが無くならなければ、めっき液を新品に交換している。蒸発により液の量が減ってきた場合にも、適宜新品のめっき液を追加している。なお、母型の汚れを除去する際には、図 4 のように希硝酸に数時間漬けた。

実際にめっきをするときは、目標とするめっきの膜厚や電流密度、電流をかける時間等から、電流値を算出する。最初に算出した電流値の 2 倍程度の大きさの電流を数十秒だけかけて、多めにめっきを析出させる。その後算出した電流値に戻すことで、析出しためっきを基として、そこから均一にめっきをおこなっていく。めっきをした後の様子を図 5 に示す。

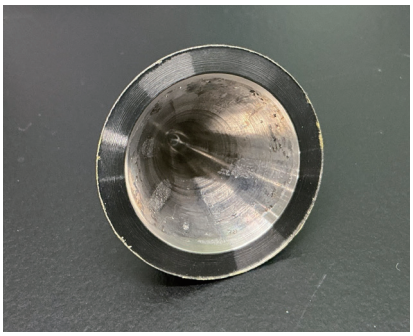


図 3：ピットや汚れの発生している
スキマーの様子

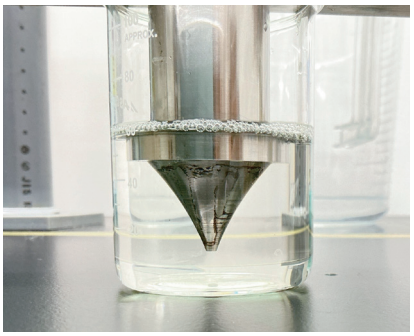


図 4：汚れた母型を
希硝酸に漬けている様子

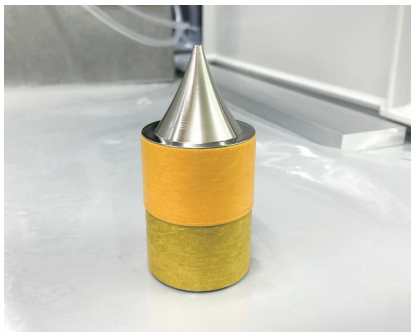


図 5：めっき直後のスキマーの様子

4. 剥離作業について

先述したとおり、めっきをおこなった後は母型から剥離する必要がある。ニッケルの内部応力により母型にスキマーが張り付いているため、常温での剥離は難易度がかなり高い。そこで、母型を液体窒素 (77K) に漬けたあと剥離した。室温での線膨張係数は、ステンレス (SUS304) が約 17.3 × 10^{-6}[/K] に対して、ニッケルが約 13.3 × 10^{-6}[/K] である。この差を利用することで、温度を下げるとステンレス (母型) は大きく収縮するのに対し、ニッケル (スキマー) はわずかしか収縮しないため、張り付いていた箇所に隙間ができると考えられる。

また、より剥離しやすくするため、めっきをおこなう前に母型に酸処理を施している。この工程により、剥離作業の時間が短縮される。

5. おわりに

今回、ニッケルめっきに関するノウハウをひと通り学び試作を繰り返したことで、ある程度スキマーの作製方法を確立させることができた。完成したニッケル製スキマーを図 6 に示す。本来このスキマーの先端は開口を有している必要があるため、最終的には穴を開ける必要がある。しかし、穴加工については現在検討中であるため、本報告では割愛した。

今後は穴加工とフランジ部分の仕上げまでおこない、より良いスキマーの製作方法を確立させていきたい。

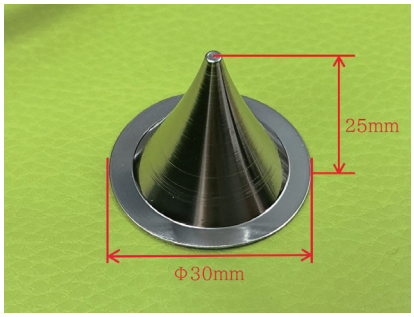


図 6：完成したニッケル製スキマー

16bit D/A コンバータを用いたディジタル制御定電流回路と活用事例

豊田　朋範

1. はじめに

LED の明るさを調整する場合、負荷に電圧を印加する時間比率を調整する PWM(Pulse Width Modulation) 回路を使用することが多い。近年普及している LED 式の交通信号機はこの方式を採用している。別の方式として、負荷に一定値の電流を流す定電流回路を使用することもできる。定電流回路はアナログ回路の知見が必要であるが、スイッチングによる電磁ノイズの発生を抑制でき、微妙な調整が可能である。

筆者らは分子科学研究所クリーンルームに設置された FFU(Fan Filter Unit) の風量制御のため、LoRa(Long Range) 無線モジュールと ARM マイコンを中心としたコア基板と、それに直結可能な Pmod(Peripheral Module) ペリフェラルを複数開発した [1]。今回、これまでに開発した 16bit D/A コンバータ搭載ペリフェラル [1] と、オペアンプと FET を用いた定電流回路を組み合わせて、数 A クラスの電流を精密に制御できる定電流出力機器として、電子衝突型試料加熱装置を開発した。

2. 分子科学研究所における定電流回路の歴史と現在

筆者は、電荷移動錯体結晶生成用微小定電流電源 (以下「微小定電流電源」) を複数製作した経験を有する。微小定電流電源の 1ch 分の回路図を図 1 に示す。

図 1 の定電流回路は、U1A ～ Q1 ～ R2 で負帰還を構成し、オペアンプ U1 の 2 つの入力端子の電位が等しくなる (バーチャルショート) ように動作することを利用する。非反転入力端子に入力電圧 Vin を印加すると、もう 1 つの入力端子である反転入力端子の電圧も Vin に等しくなる。すると抵抗 R3 の両端に電位差 12-Vin が生じ、(12-Vin)/R3 で生じる電流を負荷に向けて流す。R3 を 100k Ω など比較的大きな値とすることで、電荷移動錯体の結晶生成に必要な最大 20μA 程度の微小電流を生成できる。

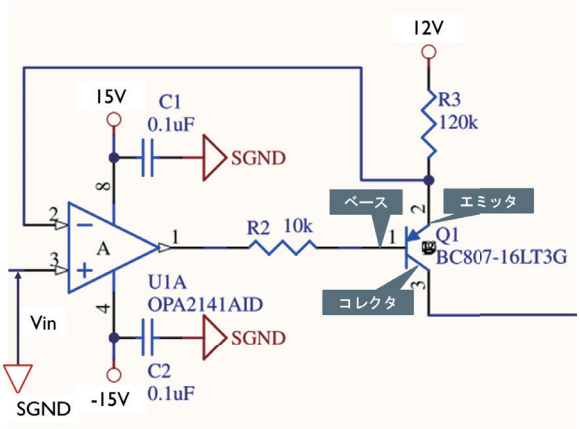


図 1：微小定電流電源回路の 1ch 分の回路図

図 1 の回路は少数の部品で構成でき、コネクタ端子の 1 つを GND に接続できる。一方、Vin の最大値は通常 12V と比較的高く、Vin が 12V の時に Iout が 0A になるため、オペアンプ回路の知識がないと動作の理解が難しい。また、Q1 は製品の選択肢が少ない PNP トランジスタを必要とする。

ディジタル制御では 0V から扱えると利便性が高い。そのため、Web で捜索した回路情報 [2] を基に、制御電圧が 0V の時に出力電流が最小、制御電圧が最大値の時に出力電流が最大になる定電流回路を設計した (図 2)。

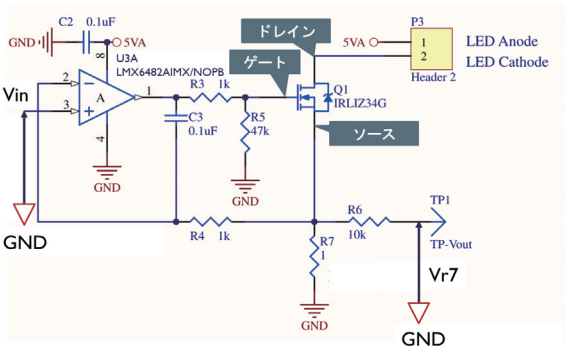


図 2：開発した定電流回路

図 2 の定電流回路も、U3A ～ R4 ～ Q1 ～ R3 で負帰還を構成することで、U3A の 2 つの入力端子の電圧が等しくなるように動作することを利用したものであるが、図 1 における Q1 が PNP トランジスタから N チャンネル型 MOSFET に置き換わる。トランジスタではベースへの入力電流 Ib によってコレクターエミッタ間の電流量 Ice を制御する。しかしベース電流はエミッタに流れ込むため、図 1 の定電流回路における出力電流は Ice+Ib となり、誤差の原因となる。一方、MOSFET はゲートへの電圧入力でドレイン～ソース間に流れる電流を制御する。ゲートの入力インピーダンスは数 M Ω 以上と非常に高く、ゲートに流れる電流はほぼ 0 である。このため、ゲートから流れ込む電流によるドレイン～ソース間の電流値の誤差は無視できる。

図 2 の回路は図 1 の回路より部品点数が多く、出力コネクタの端子の 1 つを GND に出来ない。しかしながら、制御電圧が 0V の時に出力電流が最小、制御電圧が最大値の時に出力電流が最大であるため、制御電圧をボリュームにした場合、左に絞った状態が最小値、右に回し切った状態が最大値とすることができ、直感的に理解しやすい。また、制御電圧は 0V から 3V 程度と、ディジタル回路で扱いやすい範囲であることも大きな利点である。

3. 電子衝突型試料加熱装置への適用

電子衝突型試料加熱装置 (図 3)[3] は、フィラメントに定電流を流して生じる電子をサンプルに印加した最大 2kV 程度の正極高電圧で引き寄せ、サンプルに衝突させて加熱させる。フィラメントに流す電流は最大 3 ～ 4A で、PWM を用いた電圧制御は電磁ノイズ発生の面で適さない。更に、電子衝突型加熱装置では、将来的に PC で制御したいとの要請があり、電流値のディジタル制御は必須である。

図 2 の回路の制御電圧をディジタル制御すれば、大電流を高分解能で制御できることは容易に想像できる。一方、制御電圧のディジタル制御には D/A コンバータが必要であり、D/A コンバータの選定からインターフェースの構築など新規開発には課題が多い。

筆者は岩手大学との共同開発の過程で、16bit D/A コンバータ搭載ペリフェラル (以下、「16bit D/A ペリフェラル」) を開発し、分子科学研究所クリーンルームの FFU の風量制御に導入した実績がある [1]。この 16bit D/A ペリフェラルの出力を図 2 の回路の Vin に適用し、短期間で電流値のディジタル制御を実現した。

開発した電子衝突型加熱装置を図 4 に示す。

本装置は高電圧制御も並行して行うため、高電圧モジュール HSR-2P(松定プレシジョン社) も内蔵している。高電圧モジュールの制御も、16bit D/A ペリフェラルで生成した電圧を HSR-2P の制御電圧入力に入力することで行なう [4]。

本装置の開発後、フィラメント電流値と高電圧モジュールの出力電流値の高精度な読み取りを要請され、別途開発した Pmod 16bit 2ch A/D コンバータ搭載ペリフェラル (以下「16bit A/D ペリフェラル」) を含めて 1 枚のプリント基板に集約した V2 を開発している。16bit D/A ペリフェラル× 2、16bit A/D ペリフェラル× 1、ARM マイコンモジュール、フィラメント電流用定電流回路を 1 枚のプリント基板に集約し、限られたスペースに収納することが出来た。本稿執筆時点で、フィラメント電流出力と高電圧出力の制御を確認し、16bit A/D ペリフェラルを用いたフィラメント電流値と高電圧モジュールの出力電流読み取り処理を構築中である。

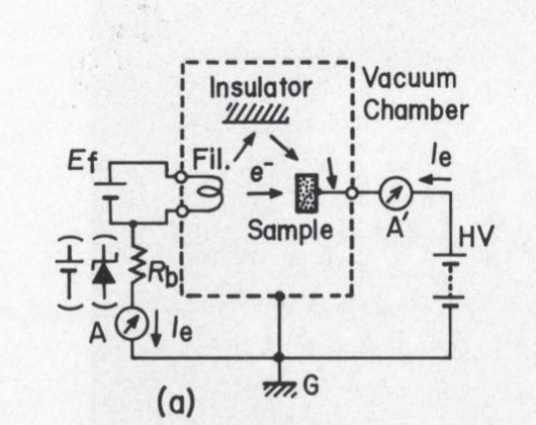
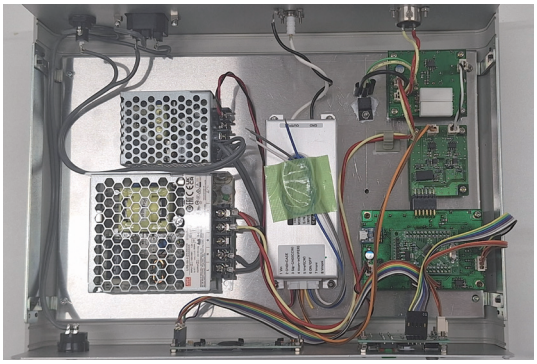


図 3：電子衝突型加熱装置のブロック図 [2]


図 4：電子衝突型試料加熱装置への適用事例

4. まとめと展望、謝辞

オペアンプと N チャンネル型 MOSFET で構成される定電流回路と、共同開発の成果の 1 つである 16bit D/A ペリフェラルを融合して、ディジタル制御の定電流回路を構築し、複数の機器開発に適用した。使用頻度が高い、需要が見込める回路は、インターフェースを Pmod など既存の規格に準拠してモジュール化することで、効率的な試作評価が可能であり、他の装置への転用が容易にできる。電子回路開発に際しては、汎用性や以降の開発効率も意識することが望ましい。

コア基板の開発と量産、16bit D/A ペリフェラルの開発は、2019 年度自然科学研究機構産学連携支援事業 (課題名 :「一斉警報通知システム」構想の実現に向けた社会実験) 並びに 2019 年度～ 2025 年度分子科学研究所所長奨励研究費の助成を受けて行われた。

電子衝突型加熱装置の開発にあたっては、分子科学研究所　熊谷崇准教授に多大なご協力をいただいた。深い感謝の意を表する。

5. 参考・引用文献

[1] 豊田朋範，千葉寿，古舘守通，藤崎聡美，木村和典 :「マイコン開発における Pmod インターフェースの採用と活用事例」令和 6 年度 (第 30 回) 静岡大学技術報告会

[2] マルツオンライン :「基準電圧 IC 使用レポート「簡易定電流装置の製作」」,< https://www.marutsu.co.jp/contents/shop/marutsu/mame/123.html >

[3] 後藤敬典 :「電子衝撃型試料加熱法」表面科学 19 巻 (1998)9 号 p612-613 <https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsssj1980/19/9/19_9_612/_article/-char/ja/>

[4] 松定プレシジョン :「HSR/HSL シリーズ」, < https://www.matsusada.co.jp/product/power-supplies/high-voltage-modules/hsr/>

大電流電源の極性切り替え機

松尾　純一

1. はじめに

大電流電源の極性を外部信号入力に従い切り替える装置を製作した。今回プリント基板の製造を外注し、回路部品の安定した実装を可能とした。また、基板加工機での切削とは異なる回路設計ノウハウが必要になるので、その獲得も目指した。

2. 装置の概要

切り替える電源は電圧が 20[V]、電流が 10[A] 程度で、それを安全に満たすことができる部品を選定した。切り替え時にスパークノイズが出ないようメカニカルリレーではなく、半導体によるリレー回路を用いた。電圧を可変させながら極性を切り替えることで出力を＋から－まで無段階に調整できるよう、半導体リレー回路には MOSFET によるフルブリッジ回路を採用した。ただ、この回路は電源を誤って逆接続するとショートが発生してしまうため、逆接続防止回路を内蔵した。主な使用部品を表 .1 に示す。今回使用した Gate Driver IC のパッケージが VQFN であり、端子がチップから出ていない上に端子幅が 0.3mm 端子間の間隔が 0.2mm と、とても狭く半田付けが困難であるため、基板を外注で製作した (図 .1)。これにより、基板加工機で削り出した基板で頻発するはんだ付け中のパターン剥がれが起こりにくくなるため部品の実装が容易になる (図 .2)。

表 1：主な使用部品

部品名	メーカー名	型式
Nch-MOSFET	Infineon Technologies AG	IRFB7434PbF
Gate Driver IC	Texas Instruments	DRV8701

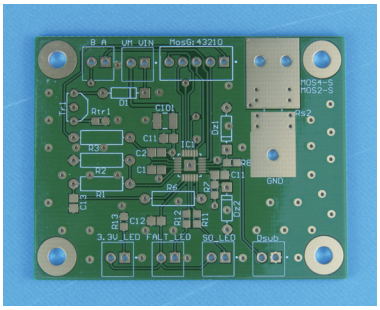


図 1：外注で製造した基板

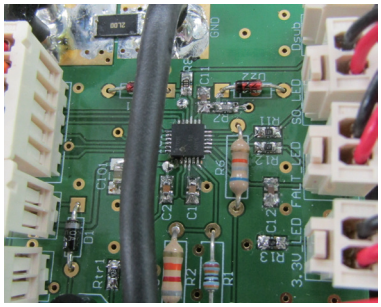


図 2：実装した Gate Driver IC (中央の黒い IC)

3. 動作

今回製作した回路の外部入力信号に対する出力の様子を図 .2 に示す。切り替え時間は 2[μsec] 程度であった (図 .3)。

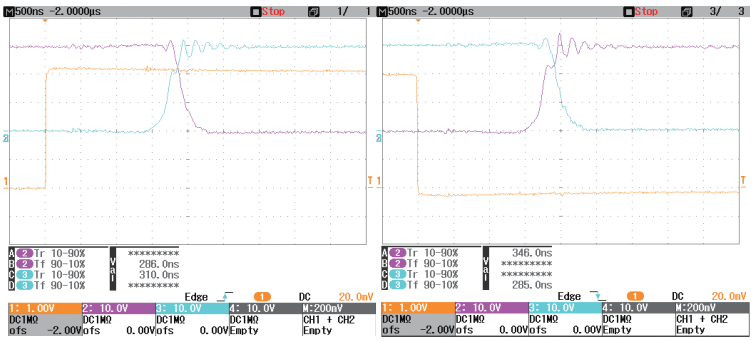


図 3：入出力波形 (CH1：外部入力信号、CH2：出力1、CH3：出力 2)

4. まとめ

大電流の電源を切り替えられる装置を開発した。今回は半導体によるリレー回路を使用したが、電圧降下などの影響を受けないメカニカルリレーという選択肢もあり、要件に合わせて使い分ける必要がある。また、過電流抑止や高電圧対応、高速応答など同じような回路でも重視する点に応じていろいろな構成が考えられる。今後はそういった回路についても引き続き取り組んでいきたい。

ARM マイコンを用いたパルスジェネレータの出力パルス数精度改善

木村　和典

1. はじめに

回路工作室では ARM マイコンを用いた電子機器を数多く製作してきた。 中でもマイコンに内蔵された 4 系統のタイマーとカウンター、およびカウンターの値に応じてプログラム的に挙動を変更できるマッチレジスタの出力を用いた機器は少なくない。Annual Report 2023 の筆者の活動レポートでは、一定周期で UV-LED を駆動するためのパルスジェネレータを例に出力周波数の精度改善について述べた [1]。今回は出力パルス数に焦点を当てて精度改善を試みる機会があったので報告する。

2. パルスジェネレータ回路と ARM マイコン

2023 年の報告に引き続き、ARM マイコンを用いたパルスジェネレータ回路 (図 1、以降「本回路」とする) を用いる。本基板は 2016 年ごろに装置開発室の豊田氏らによって基本的な設計が完成されたもので [2]、以降いくらかの改良を経て現在に至っている。

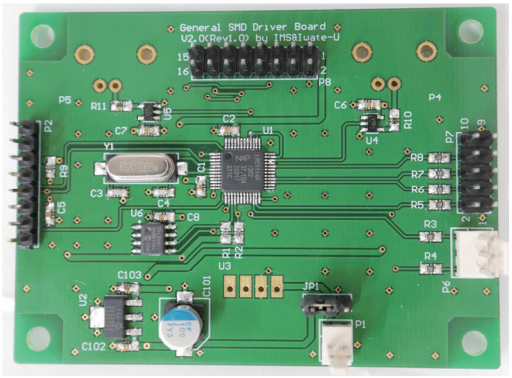


図 1：ARM マイコンを用いたパルスジェネレータ回路

ARM 社が設計した 32bit プロセッサの一種である Cortex-M0 をベースにした LPC1114FBD48/302,1 (NXP 社) を使用している。シングルコア MCU であり、外付けの水晶発振器の入力を逓倍することにより 48MHz で動作する。数百 MHz 程度で動作するマルチコアマイコンの開発キットが数千円程度で容易に入手できるようになった 2025 年現在の基準では高性能とは言い難いが、小型・低価格であることを売りにした Cortex-M0 の特性は簡単な実験装置用途には十分である。

本回路はこれを中心に、100 × 16 ドットの有機液晶、4 つのタクトスイッチと 1 つのロータリーエンコーダによる操作系、USB-UART 変換モジュールによる PC との通信機能、64 Kbit 容量の EEPROM などを搭載している。回路工作室ではこれを用いて部品を共通化しており、都度周辺回路やプログラムに手を加えることで多様な装置を製作してきた。

前回報告ではパルスジェネレータとして一定周波数でパルスを出力し続けるような用途を紹介したが、開発当初に想定されていた主な用途はステッピングモーターの駆動であった。測定対象となる試料の位置調整や角度調整を行いながら実験をする研究者との会話の中で「市販されているステッピングモータードライバーにも外部からパルスを入力することでモーターを駆動できるものが多くみられるが、そのためだけにファンクションジェネレーターなどを使用するのは大仰な感が否めない」といった意見があり、開発が行われた。

LPC1114FBD48/302,1 は汎用入出力 (General Purpose Input/Output, GPIO) ピンに対する Interrupt 機能を有しており、特定の入力ピンの電圧が規定値を上回った・下回った・それら両方などの条件でメインの処理に対して割り込み処理を実行することができる。本回路ではパルス出力用のピンがパルス検出入力用のピンに接続されており、所定の割り込みハンドラープログラムを作成することで出力パルスの数を数えることができる。これを用いれば「10000 パルス分だけモーターを回転させる」といった柔軟な駆動を行うことができる。

3. 高速駆動時の移動誤差発生

従来の用途では微調整を行うことが多く、出力パルスの周波数も 1kHz 以下と比較的低いものであった。今回、研究者から「シリンジに対して溶液を充填し、一定時間内に混合しながら吐出するような装置を製作したい」との相談を受けた。高速な直線運動というとエアシリンダーを思い浮かべるが、移動量を制御することが難しいため、電動リニアアクチュエーターを高速に駆動する方針で開発を進めることとなった。依頼者が希望する溶液の量とシリンジの寸法からおよそ 10mm 程度を 0.5 秒以下で動かす必要があり、選定したリニアアクチュエーター (オリエンタルモーター社 DRSM42RG-04A8AZAK) のスペックから逆算すると、モータードライバーに入力するパルス数は 10000 程度、周波数は 100kHz 以上となることが想定された。

出力パルス数を 30000(往復) とし、周波数を 1kHz、10kHz、100kHz の順に切り替えるプログラムを作成してデモンストレーションを行い、付属ソフトウェア MEXE02 での位置モニター値とパルスジェネレータに搭載された液晶画面に表示されたパルス数とを比較した。すると、周波数が高くなるにつれて移動前後の位置に誤差が生じるようになった。



図 2：付属ソフトウェア MEXE02 でのステータス表示 (原点 =0 から開始、100kHz 往復終了時点)

100kHz 駆動時での往復終了後の MEXE02 のステータスモニタ画面を図 2 に、アクチュエーターのストッパー付近の画像を図 3 に示す。指令位置 32bit カウンターは -975step、検出位置 32bit カウンターは -972step を指しており、開始位置 (0) から 1mm 程度ずれていることが確認できる。

また場合によっては 1 秒ごとのカウントの増加量が設定した周波数から想定される半分以下であったり、そもそもカウントが全くされずにオーバートラベルを起こしてアラートとともに停止したりと、不具合が多発した。

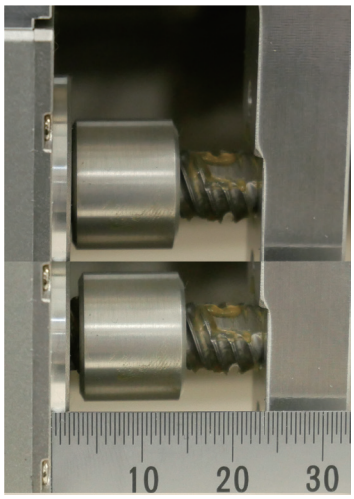


図 3：アクチュエーターの根本付近
上 : 往復移動前、下 : 往復移動後

4. プログラムの改修

先述の通り、本回路では GPIO Interrupt を用いた割り込み処理によってパルス数を数えている。しかしながら改めてプログラムを確認したところ、割り込み処理内では「interrupt が発生した」というフラグが立てられるのみで実際にカウンターの値が変化するのはメイン処理内でこのフラグが立ったことを検知した時点であった。この処理ではメインループが一周するごとに 1 ステップしか内部カウンターの値が変更されない。メイン処理には液晶画面の更新が含まれており、人間の認識できるリフレッシュレートがどんなに高くとも数百 Hz であることから、メイン処理の動作周波数は数十ヘルツ、場合によっては数 Hz オーダーで実行されることが想定される。メインループの実行周波数に応じて内部カウンターの対応周波数が決まってしまうことになり、割り込みの周波数が高くなるにつれて誤差の原因となりうる。先述の通り従来の用途では微調整を目的としてモーターを駆動することが多く問題にならなかったが、今回の用途ではメインループの繰返し速度が割り込み処理の頻度に追いつかなかったものと推測した。

以上の推測をもとに①割り込み処理内で内部カウンターを更新する、②メインループ中では画面更新後に遅延を入れることで液晶画面のリフレッシュレートを調整できるようにする、といった変更を加えた。これにより動作が改善し、執筆時点では 10 日間程度の連続稼働を経ても誤差は積算しておらず、また毎回の往復動作において停止位置は目標値± 10 ステップ程度に収まっていることが確認できている。

5. まとめ

本報告では ARM マイコンを用いたパルスジェネレータについて、これまで受け継がれてきたプログラムで発生した高周波駆動時の不具合をきっかけにプログラムの構造を見直し、出力パルス数の観点から出力精度を改善した事例を紹介した。開発開始時点では ARM マイコンの知見が十分でなく、過去の慣習を踏襲していた部分が多々あるため、依然として改善の余地は残されているものと思われる。

一方で今回用いた回路のコンセプトはあくまで安価かつ簡易な構成でシンプルな機能を有するものであり、たとえば速度の台形制御といった機能が必要であれば専用のパルスコントロール LSI を用いる選択肢も出てくる。引き続き既存品の改良は行いつつ、研究現場が必要とする装置を迅速に提供するための取り組みを続ける所存である。

6. 参考・引用文献

[1] 木村和典 ,” ARM マイコンを用いたパルスジェネレータの出力周波数精度改善” , 装置開発室 Annual Report 2023, p30-31, 2024 年 3 月発行

[2] 豊田朋範、千葉寿、藤崎聡美、古舘守通 , “ARM マイコンを用いたシンプルな TTL パルスジェネレータの開発” , 平成 27 年度 実験・実習技術研究会 in 西京 , 2015 年

ガラス基板への Au ナノパターンの製作

高田　紀子

1. はじめに

研究者から依頼を受けて、ガラス基板上に線幅が数 10nm のラインパターンを Au で製作した。

ガラス基板は大きさが 32 × 24mm、厚さが 0.17mm と比較的薄い基板に相当する。製作したパターンは、線幅が 40nm、60nm、80nm、ピッチが 3μm、長さが 1mm であり、3 種類の線幅のパターンはそれぞれ□ 1mm の領域に敷き詰めている。

製作方法は、電子ビーム（Electron Beam：EB）リソグラフィで製作したレジストパターンの上に Au を成膜し、レジストを除去することで Au のパターンを得る「リフトオフ」により行った（図 1）。このサンプルを製作するにあたって、試作検討を行った内容や直面した課題について報告する。

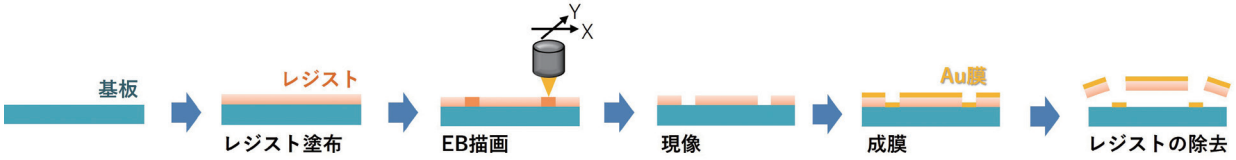


図 1：リフトオフプロセスの模式図

2. 成膜手法とコンタクトメタルの種類

Au でパターンを製作する場合、基板との密着性向上のために下地として Ti や Cr を薄く成膜することが多く、これをコンタクトメタルと呼んでいる。今回の製作を行うにあたり、成膜手法には蒸着とスパッタ、コンタクトメタルには Ti と Cr で比較を行った。製作したサンプルのリストを表 1 に示す。Au の厚さは 10nm、コンタクトメタルの厚さは 5nm を目標に成膜している。レジストには ZEP520A（ZEON Co.）を使用し、厚さは 300nm 程度である。

表 1：製作サンプルのリスト

	成膜手法	コンタクトメタル	成膜材質
Sample ①	蒸着	Ti t5nm	Au t10nm
Sample ②	スパッタ	Ti t5nm	Au t10nm
Sample ③	スパッタ	Cr t5nm	Au t10nm

「リフトオフ」は、最後のレジスト除去の作業が非常に難しく、最終的なパターンの出来を決める重要な工程だと考えている。特にスパッタは、蒸着と比べてプロセス圧力が高い分、成膜材料がレジストパターンの側面に回り込みやすく、その結果レジスト除去が難しくなる傾向がある。ただ、今回の製作条件においては、蒸着でもスパッタでもレジスト除去のしやすさに大きな差がなく、いずれのサンプルも超音波洗浄を行うことなく容易にレジスト除去ができた。これは、レジストの厚さ 300nm に対して金属膜（Au およびコンタクトメタル）の厚さが 15nm であり、厚さの差が大きいこと、また、ガラス基板とレジストとの密着性が弱かったことが理由と考えている。一方で、コンタクトメタルの種類による差は顕著であった。図 2 に示すように、コンタクトメタルに Ti を用いた場合は、パターンがきれいな膜状とならずにまだらである箇所が目立つのに対して、Cr の場合は同じ膜厚でもきれいな膜状になっていた。ちなみに、コンタクトメタルに Ti、その上に Au を成膜した場合でも、Au の膜厚が厚くなるとこのようなまだら模様は目立たなくなる。

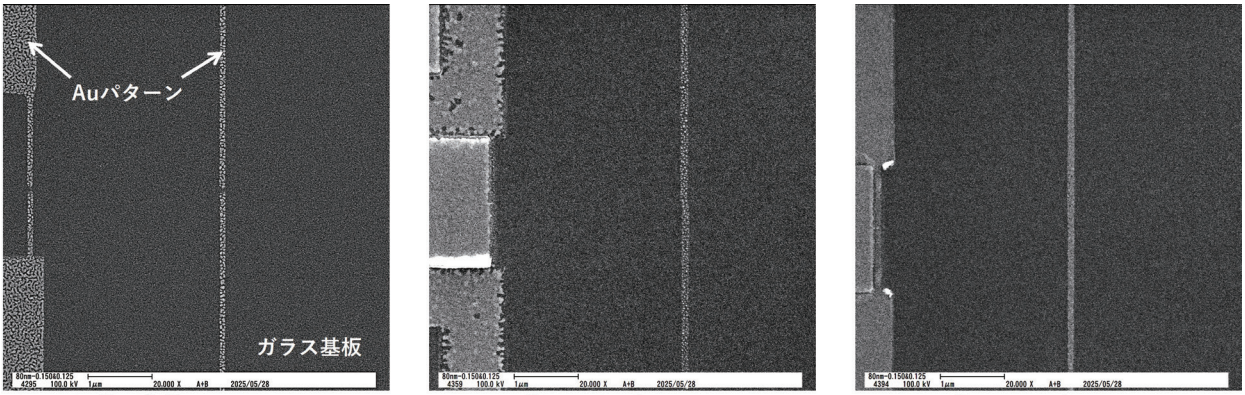


図 2：Au パターンの SEM 画像
成膜手法とコンタクトメタルの種類の検討

3. ガラス基板への EB 描画

今回の製作で問題となったのが、EB 描画後のレジストパターンに、フィールド単位でパターンが抜ける箇所が所々に見られることであった（図 3）。この原因を探るために、EB 描画後の Log から各フィールドの Z 位置の座標を抽出したところ、3.30 付近と 3.38 付近の 2 パターンに分かれることがわかった。抽出した Z 位置の座標とサンプルの顕微鏡画像を照らし合わせてみると、Z 位置が 3.38 付近の時にパターンの抜けが生じていた。これは、ガラスのような透明な基板に対して描画する際に、フォーカスが合わせづらいことで起こる現象と考えているが、ハイトセンサーエラーとして Log が残らないので注意が必要である。

今回の対策としては、EB 描画時はハイトセンサーを切り、Z 位置の座標を 3.30 付近で固定して描画することで、パターンの抜けを回避することができた。

完成した Au パターンの SEM 画像を図 4 に示す。試作の結果を受け、コンタクトメタルには Cr を厚さ 5nm、その上に Au を厚さ 10nm になるようにスパッタで成膜している。40nm、60nm、80nm のいずれの線幅においても、途切れのないラインパターンを製作することができた。

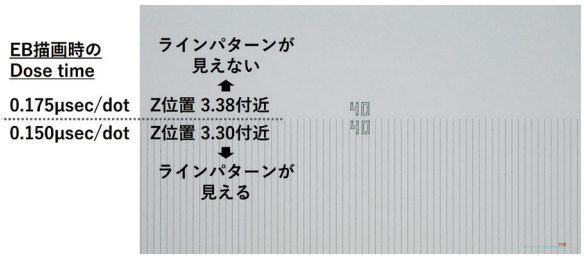


図 3：レジストパターンの顕微鏡画像
画像上側における EB 描画時の Dose time が下側に比べて大きいにも関わらず、パターンの抜けが生じている

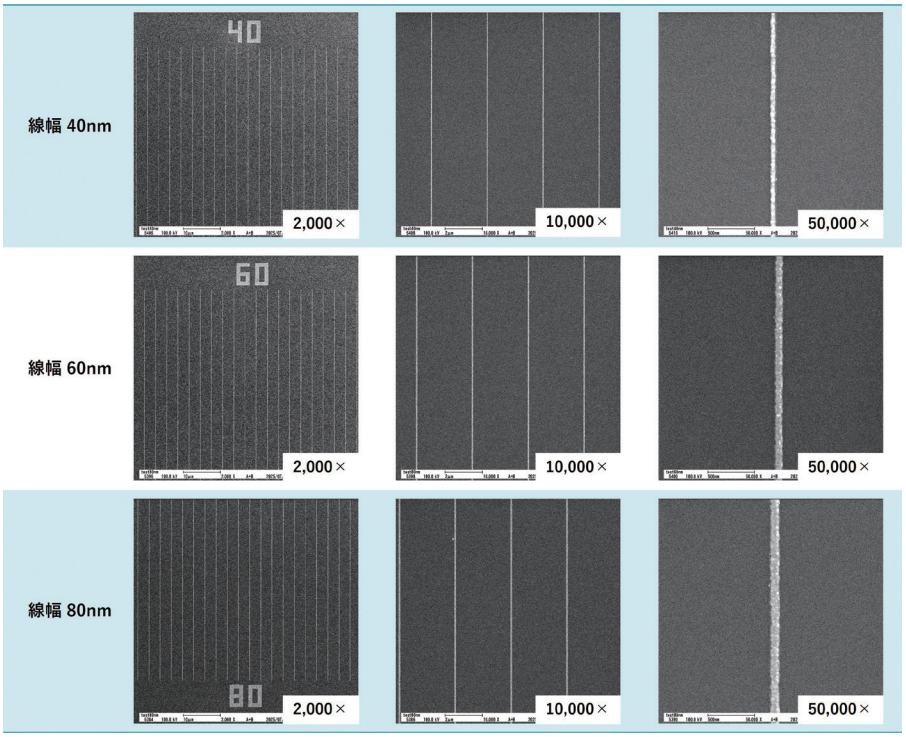


図 4：完成した Au パターンの SEM 画像

4. 今回の結果を受けて

今回の試作では、コンタクトメタルの種類が Ti よりも Cr の方が、Au パターンが膜状できれいに製作できることがわかった。Cr を成膜するにはこれまでスパッタで行ってきたが、これを機会に、クリーンルーム内の蒸着装置でも Cr が成膜できるように環境整備と条件出しを行った。今回とは違うパターン形状にはなるが、成膜手法が蒸着でも、コンタクトメタルに Cr を使って、今回と同様のリフトオフプロセスにより Au パターンが製作できることを確認している。レジスト除去のしやすさに関しては、スパッタよりも蒸着の方が若干有利な傾向がみられた。この傾向は、金属膜の厚さが厚いほど顕著になってくると予想される。今後も、基板の種類、製作するパターンの材質や厚さ、サイズに合わせた手法を選択できるように、データやノウハウを蓄積していきたいと考えている。

目盛付きガラスの製作

木村　幸代

1. はじめに

研究者の要望により、一辺約 20mm のガラス基板の中央に、ピッチ 200μm の格子状の目盛線と、縦・横方向に 0 から 50 までの目盛、および 5 目盛おきの座標をアルミで製作した（図 1）。原点付近の目盛、および縦 25・横 35 の位置を示す座標を図 2 に示す。

以下に、このパターンの製作方法を報告する。

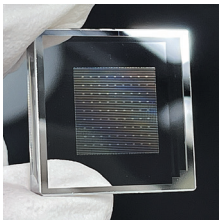


図 1：目盛付きガラス

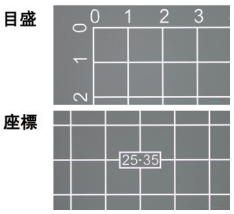


図 2：顕微鏡画像

2. 目盛り付きガラスの製作方法

格子状の目盛線・目盛、および座標パターンはリソグラフィで作製し、露光工程で用いるパターンデータを作成する CAD は、AutoCAD を用いた。目盛や座標の数字はマルチテキスト機能で 1 文字を作成し、それを縦・横方向にそれぞれ 50 個、200μm ピッチで配列複写した。その後、Explode 機能で分解し、各数字を編集して 0 から 50 までの目盛を作成した。データ変換の際、一部の数字で輪郭形状の崩れが発生したため、該当箇所のみ線分機能を用いてトレースし、補正を行った。格子状の目盛線や座標の枠についても、同様に配列複写を用いて作成した。

次に目盛付きガラス製作（リソグラフィ）の流れを図 3 に示す。基板は依頼者より支給されたガラス基板を使用した。①洗浄したガラス基板上に、② RF スパッタ装置を用いて厚さ 50nm のアルミを成膜した。続いて、③スピンコーターでレジスト（AZP1350）を厚さ約 500nm で塗布し、④マスクレス露光装置を用いて目盛線などのパターン以外の領域を露光した。その後、⑤現像液中で露光領域のレジストを除去し、⑥露出したアルミをアルミエッチング液中で除去した。最後に、⑦レジストリムーバーを用いて残存レジストを除去し、目的とするパターンを製作した。外周部分はガラスの端面まで露光してアルミを除去することが困難だったため、あらかじめ 1mm 程度非露光領域を設け、枠としてアルミを残すようにした。また、パターンの右下に目印として階段状の形状を作製した。

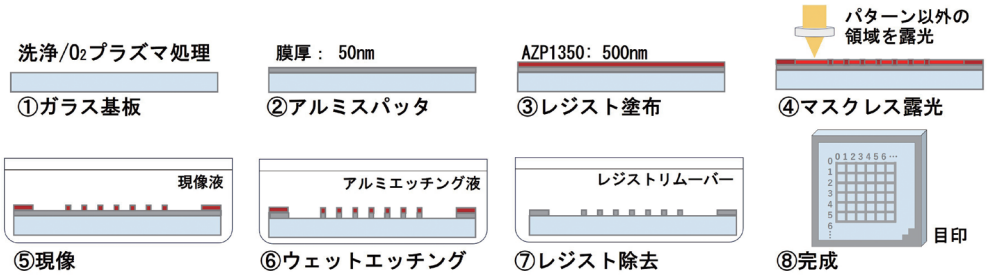


図 3：目盛付きガラス製作（リソグラフィ）の流れ

3. レジストの選定と線幅

初回はレジストの現像後に、目盛線と座標の基板からの剥離が発生した（図 4）。剥離した目盛線を顕微鏡で観察したところ、露光用データで 5μm として設計した線幅が約 2μm と設計値より細くなっており、3μm 程度の線幅の縮小を確認した（図 5）。

そこで、まず露光用データの線幅は、5μm から 10μm に変更することにした。さらにレジストは、膜厚約 2μm で塗布した AZ1500（38 cp）から、より薄く塗布することが可能で、レジスト倒れによる剥離の防止が期待できる AZP1350（膜厚約 500nm）に変更した。この結果、レジスト剥離は発生せず、約 8μm の線幅でマスクを作製することができた。その後のエッチング工程でもレジストは剥離することなく、欠損のないパターンを得ることができた。



図 4：レジスト剥離

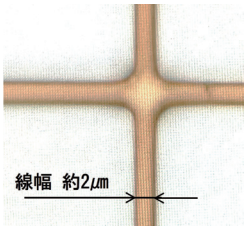


図 5：線幅の縮小

4. おわりに

今回の製作では、現像後にレジスト剥離が発生し、設計データの修正やレジストの変更を行った。加えてアルミはアルカリ現像液中で溶解してしまうことから（図 4）、再製作の際に、基板からのレジストおよびアルミの除去作業と、アルミの再スパッタ成膜も必要となった。これらの経験を踏まえ、より確実な製作プロセスの構築に努めていきたい。

クリーンルーム見学（創立 50 周年記念事業　施設フリーツアー）

木村　幸代

2025年4月22日、分子科学研究所創立50周年記念事業 施設フリーツアーにて、クリーンルーム見学を開催しました。クリーンルームに入室できるツアーは40分ごとに計3回実施し、リソグラフィ関連装置、イエロールーム、ファンフィルターユニット（ULPAフィルター仕様）を用いた空調システムなどを紹介しました。廊下では依頼を受けて製作した微細な構造物の加工手順を説明し、実際に製作したサンプルの展示を行いました。さらに、廊下からもクリーンルーム内の様子がわかるように、各部屋と装置の写真を載せたパネルを大きく掲示しました。

初めてクリーンルームに入室されたお客様からは、“クリーンルーム内に浮遊する粒子数がどのくらいであるか”を説明した際に、感嘆の声が上がり印象的でした。





ICCF26 共同出展

豊田　朋範

2025年5月26日～5月30日にアイーナ（岩手県盛岡市）で開催されたThe 26th International Conference on Condensed Matter Nuclear Science（以下「ICCF26」）に、共同開発中のプログラマブル高電圧電源の試作機1号機など、岩手大学との共同開発機器を出展した（写真1）。

ICCF26は核融合科学や新エネルギー研究などの研究者が集う国際会議で、特に共同開発中のプログラマブル高電圧電源の試作機1号機への見解や意見を重視した。参加者が扱う電圧は数十万Vなどと非常に高いため、プログラマブル高電圧電源は電圧が低すぎたが、「研究現場に必要な機能を集約する」方針は一様に強い賛同を得た。

講演中などに岩手大学の技術職員と集中討議し、「小型化」「カスケード接続による出力増設」を基軸に開発を進めることで合意した。

本開発と旅費は、大学共同利用機関法人自然科学研究機構OPEN MIX LAB事業（課題番号OML052502）の助成を受けたものである。



写真 1：共同出展したブースの様子

ものづくり岡崎フェア 2025

豊田　朋範

2025年8月26日～8月27日に岡崎中央総合公園　総合体育館で開催された、第9回ものづくり岡崎フェア2025（以下「ものづくり岡崎フェア」）に、装置開発室として出展した。装置開発室のすべてのセクション、すなわちメカトロニクス、エレクトロニクス、3D、リソグラフィが製作品を出展し、ポスターとブースのクロスを分担して製作した（写真1）。

ものづくり岡崎フェアには、出展企業やその関係者だけでなく、学生や一般市民も多く来場し、装置開発室のブースにも多数の来場者があった。実際に手に取ったり、操作を体験したりできる出展品は特に強い関心を集め、時には製作工程の詳細についての質問もあり、盛況な2日間であった。

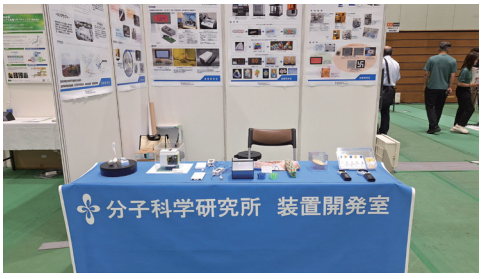


写真 1：出展したブースの様子

機器分析技術研究会

木村　和典

2025年9月4日～5日に開始された埼玉大学　機器・分析技術研究会に参加し、「マイコンとDAコンバータを用いた高電圧制御」と題して口頭発表を行った。本発表は自然科学研究機構 Open Mix Laboratory事業の採択課題である「プログラマブルな多出力高電圧電源の基盤技術開発」(課題番号 OML 0522502) に関するものである。当初は申請代表者である豊田氏が発表を行う予定であったが、体調不良により参加を断念したため、同課題の共同申請者である筆者が代理で発表を行う運びとなった。

研究会の性質から、本研究会への参加者約170名の大半が測定装置の維持管理に従事する技術職員であった。発表内容と専門分野の違いもあり発表後には「全くわからなかった」といった声も聞こえたが、質疑ではアナログ回路技術の情報公開についての要望があるなど、潜在的な需要を感じた。

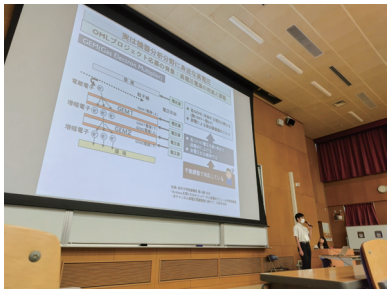


図1：発表の様子

メカトロテックジャパン2025

磯谷　俊史

2025年10月22日～24日にかけて金城ふ頭のポートメッセなごやで開催された『メカトロテックジャパン2025』を見学した。主な目的は工作機械やツールの情報収集である。特に国内の主要メーカーが一堂に会し、実機の展示・デモが行われるため現在の加工業界のトレンドを知ることができる。今回はメーカーの多くが『自動化』を掲げているのが散見された。分子研においては多品種極小ロットを加工するため、自動化といった面ではあまり向いていないと感じた。しかしながら出展の中でDMGブースでは、メーカー主催のコンテストの入賞作品が展示されていた(図1)。展示作品の多くは複雑形状を切削で加工されており、自分自身も現在複雑形状の切削加工に挑戦しているため非常に参考になる展示であった。また切削工具メーカーのブースを周り所内の工作機械を業務でより活用するために使えそうな工具の情報収集や、Solidworksのブースを訪れCADの操作について質問することができ、非常に有意義な時間を過ごすことができた。



図1：切削ドリームコンテスト作品展示ブース

25B02　STM 用探針ホルダー



市販品の Scanning Tunneling Microscope 用探針ホルダーを改良するため、所内にて製図後、切削加工などで作製した。探針を固定する部分を工夫しているが、その箇所は細く加工が困難であった。

25C11　WAAEL 入口角度測定ジグ



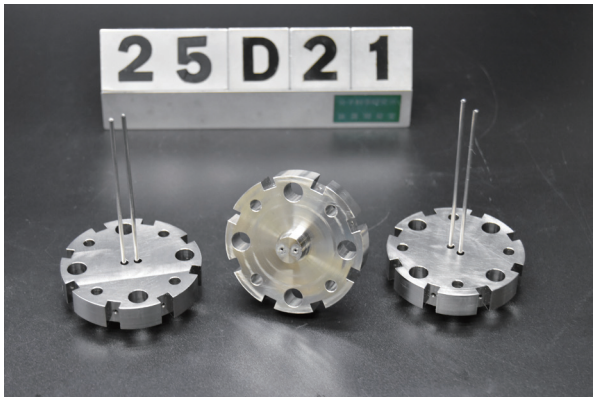
Wide-Acceptance-Angle Electrostatic Lens に使用する部品。穴数 161 個と多いため、ロボドリルを使用して自動加工でおこなった。最小 0.5 ㎜から最大 1.2 ㎜の 6 パターンの穴径を有している。剛性を向上させる工夫を施し実験に耐える部品とした。

25D13　中継ターミナルボックス



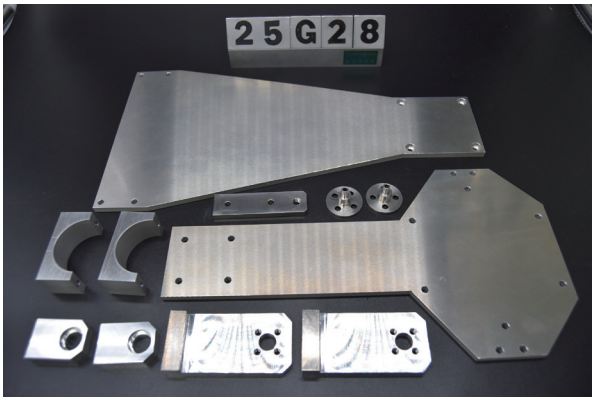
信号線、スイッチを集約する中継ボックス。既製品のボックスで適合サイズが無かったため、必要最小限の形状になるように設計製作した。

25D21　電気化学測定セル交換部品



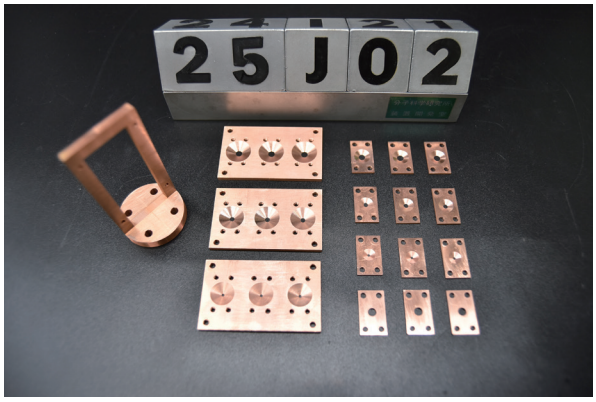
装置開発室で製作した電気化学測定セルに取り付ける部品である。スペースの制約から 1/16インチパイプを使用している。TIG溶接でこのパイプとフランジ部を接合した。

25G28　低温顕微赤外用スイベルステージ



低温顕微赤外実験に使用する部品。多角形状の部品が含まれている。軸受けを挿入するザグリ穴形状は加工精度が要求された。

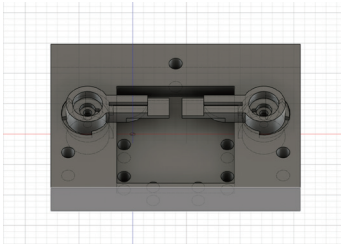
25J02　BL6B クライオスタットサンプルホルダー

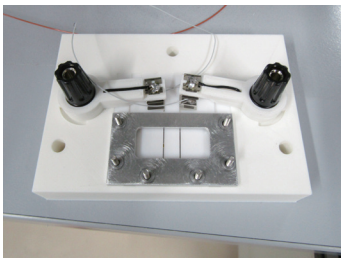


放射光施設のビームラインに使用するサンプルホルダー。薄板にテーパ形状の穴を加工している。左の部品は熱伝導を考慮して一体加工をおこなった。

25D03　電解合成セルステージ

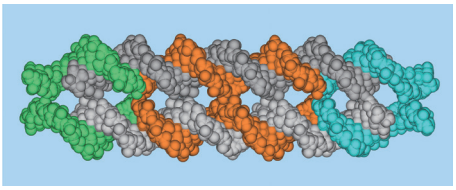
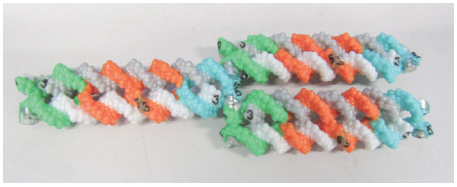
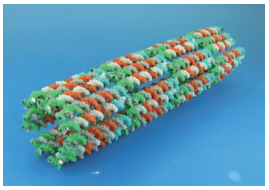
電解合成を行うためのガラス基板を固定し電極への通電を行うためのステージ。ガラス基板を押さえるための回転式ステーの先を板バネ式の電極として柔軟性と通電を担う。軸はバナナプラグ接続端子を使用して、外部電源に接続可能





25H14　DNA Nano Tube V4

sphere形状のDNA Nano Tube模型。タイルはDNA鎖毎に着色し3’末端と5’末端に「3」「5」のマークを付与。末端にφ 3x2mmの磁石を埋め込んでTube形状に組み立て可能

25I05　S-G マグネット

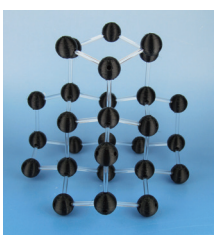
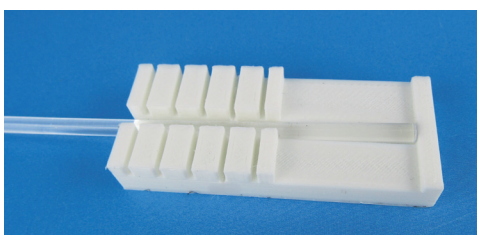
斎藤Gの20周年記念品。水分子模型で大きさは246 x 116 x 185mm。色別に造形し組み立てることで色の境界ににじみがない






25K11　Si_mp-149_symmetrized 模型

ダイヤモンド構造の結晶模型。 φ 3mmの30mmアクリル棒とφ 15mmのゴムライクフィラメントで作成した玉を組み合わせて自由な規模の大きさまで拡張可能、アクリル棒を均等な長さで切り出せる治具も作成

24L09　電子衝突型資料加熱装置 (関連記事 p22 ～ 23)



●試料背面で2kV程度の高電圧を印加し、フィラメントから放出される電子を引き寄せ、試料を間接的に加熱する。
●3AのDC電流を分解能10mAで、2kVのDC電圧を分解能1Vでディジタル制御する。
●以前開発した16bit D/Aコンバータペリフェラルと定電流回路を融合し、短期間で基本機能を実現。

25A14　溶液自動交換装置



●サンプルを浸す約3リットルの生理食塩水を一定時間ごとに排出／吸入する。
●1サイクルで2回行う排出／吸入の時間間隔と、排出／吸入の時間は個別に調整可能。
●実績のあるARMマイコンと安価なポンプで、実験現場のDX化を小型・低価格で実現。

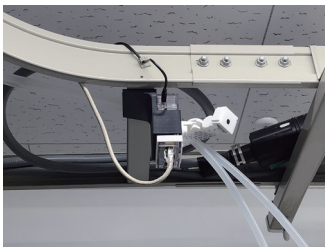
25D09　チューナブルコイル電流コントローラ



●3軸のコイルにそれぞれ最大3Aの電流を流して磁場を形成する。
●24L09と同様に、16bit D/Aコンバータペリフェラルと定電流回路を融合し、基本機能を実現。
●ARMマイコン内蔵の10bit A/Dコンバータを用いたリアルタイム電流監視により、コイル溶断や未接続時など、設定値と出力が大きく乖離する場合、該当出力を自動シャットダウンする保護機能を実現。

25A07　D1F クリーンルーム　多地点カメラシステム設置

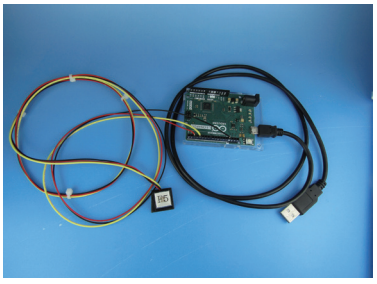
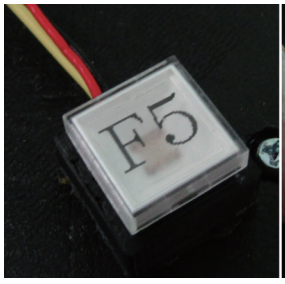
D1Fのクリーンルームに多地点カメラを設置。主な機器の状態を廊下のモニタから確認することができるようにした。カメラ端末と表示用端末はともにRaspberry Piを使用。実験室のラダーに合わせた治具を3Dプリンターで作成してカメラ端末やネットワークHUBを設置。HDMI-CECコントロールにより夜間はTVの電源をOFFさせるようにした

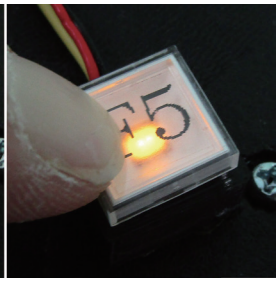





25D03　デジタルサイネージ端末用 F5 キー

デジタルサイネージ端末のWEB画面の更新が何らかの影響で止まった場合などの際に、ブラウザをリロードさせるためのキーボードのF5キーだけの機能を持ったUSB接続のボタンを製作。ボタンが押されて信号が送信されている間はキーを光らせることで信号の送信状況を確認できるようにした

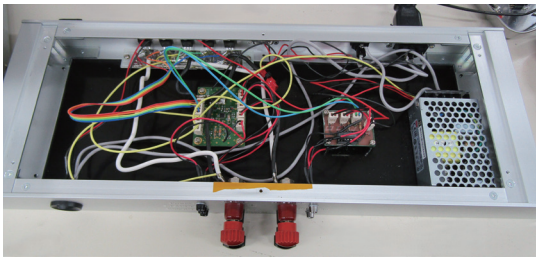




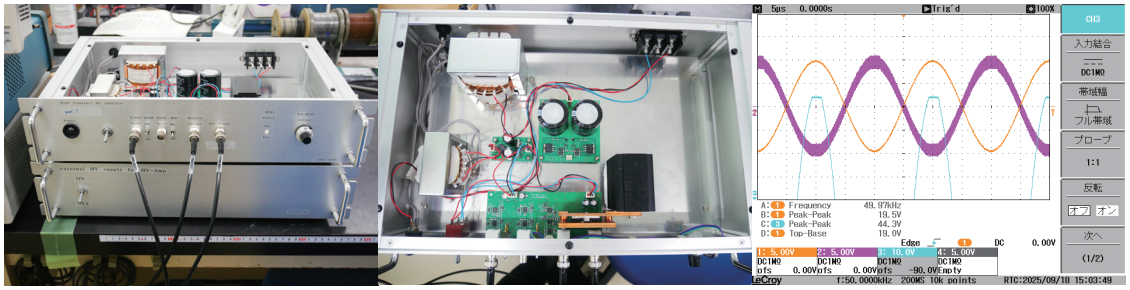
25E03　10A　大電流対応電源スイッチャー (関連記事 p24)

大電流電源の極性を外部入力信号に従って切り替える装置。切り替え時のスパークノイズが発生しないようにメカニカルスイッチではなくMOSFETを使用して切り替える。切り替え可能な電圧と電流は30V・20Aまで対応。



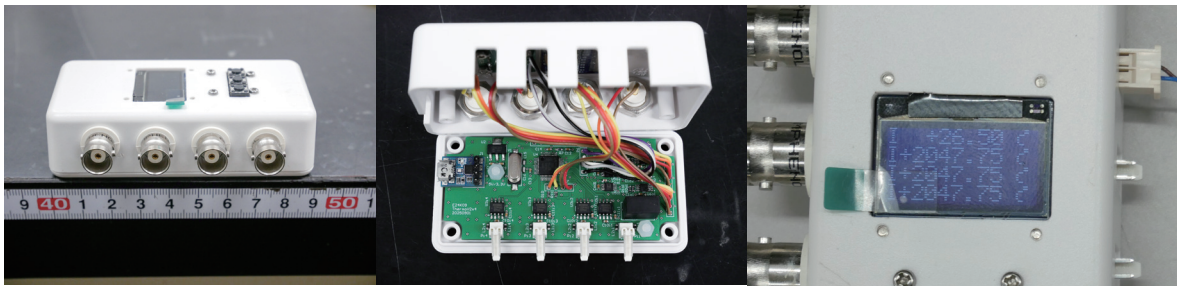


24E08　HV アンプ v1・v2 修理



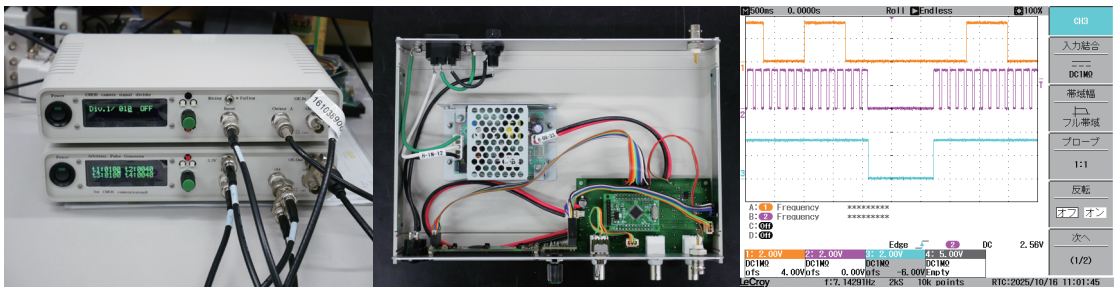
●過去複数台を製作してきたHVアンプの修理および故障対策のため回路基板を設計しなおした。
●高電圧アンプを保護するため、小型・高速動作のTVSダイオードで入力電圧を± 9.5V 程度に制限。
●動作条件：入力± 10Vpp、増幅 -10 倍、最大動作周波数 1MHz、モニター出力（増幅度 1）付き

24K09　広範囲熱電対モジュール改良



●広範囲K型熱電対モジュールを改良し、ケースのサイズは同一のまま4ch 入力にしたもの
●温度に応じた0~10V のアナログ電圧出力を4 系統搭載（温度範囲は自由に設定可能）
●搭載した有機液晶に4ch 分のデータを表示、測定温度は給電兼通信用USB ポートからPC に取り込み可

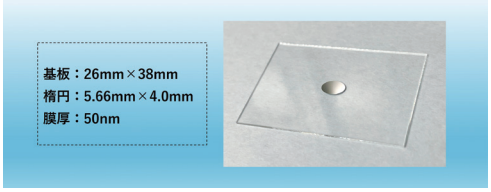
25I05　CMOS カメラ信号用分周期・パルスジェネレータ改修



●CMOS カメラ信号用の分周器と、これに入力するための任意パルスジェネレータの改良
●パルスジェネレータ側で出力がOn であることを表明する出力信号を設け、分周器に入力して出力On を同期
●バックアップとして一定時間入力がない場合は自動的に出力をoff にする機能も搭載

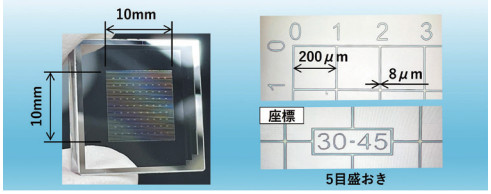
25A03　楕円ドットミラー

26 × 38mm のガラス基板上の中央に、長辺 5.66mm、短辺 4.0mm のアルミ楕円ミラーを製作した。ミラーは RF スパッタ装置でアルミを厚さ 50nm 成膜後、レジストスピンコート、マスクレス露光、現像、ウェットエッチングの工程で作製した。



25B03　目もり付きガラス (フォトリソ)

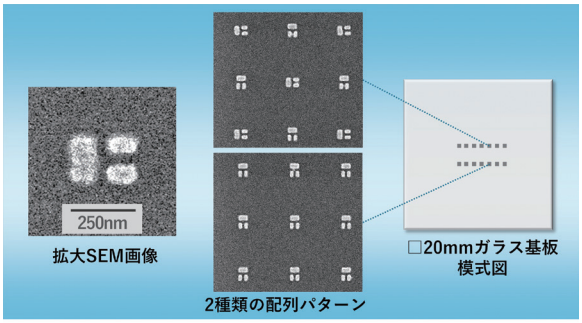
一辺約 20mm のガラス基板上の 10mm 四方の領域に、線幅 8μm、間隔 200μm の目盛を製作し、5 目盛おきに座標を配置した。目盛は RF スパッタ装置でアルミを厚さ 50nm 成膜後、レジストスピンコート、マスクレス露光、現像、ウェットエッチングの工程で作製した。



25D03　Gold nanostructure arrays

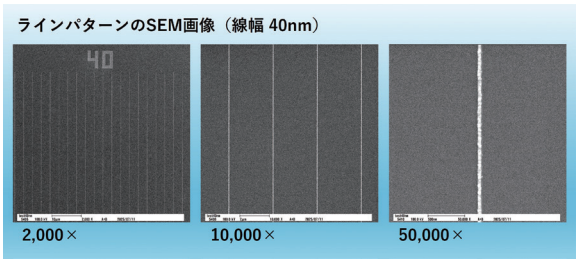
右の拡大 SEM 画像は、7 種類のサイズで作製した微細構造の一部である。
これらをサイズごとに 2 種類の配列パターンとなるよう、□ 20mm ガラス基板の□ 200μm 範囲 14 か所に作製した。

微細構造の素材は金、厚みは 52nm。



25D04　金ナノレール

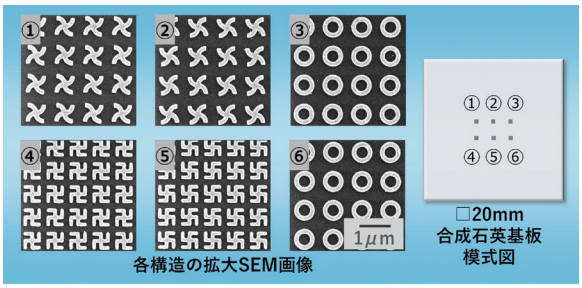
32 × 24mm のガラス基板上に、線幅が 40nm、60nm、80nm、ピッチが 3μm、長さが 1mm のラインパターンを製作した。3 種類の線幅のパターンは、それぞれ□ 1mm の領域に敷き詰めている。パターン材質は金で膜厚は 10nm とし、基板との密着性向上のため、下地にクロムを 5nm 成膜している (目標値)。



25F02　微細構造 5 種試料

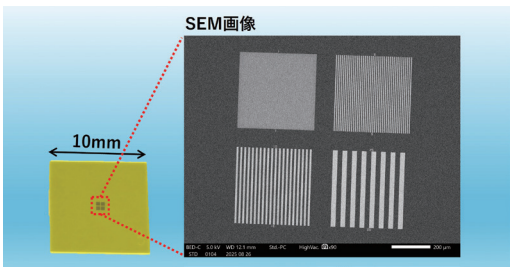
右①～⑥の SEM 画像は、風車型・卍型の鏡像関係にある微細構造、 およびドーナツ型構造である。
これらを□ 150μm 範囲に一様となるよう、 □ 20mm 合成石英基板上 6 か所に作製した。

微細構造の素材は金、厚みは 86nm。



25G02　YAG:Ce 基板上へのパターン作製

□ 10mm の YAG:Ce 基板中央の□ 900μm の領域に、線幅と間隔が同じライン＆スペースパターンを 4 種類 (1μm、5μm、10μm、25μm) 製作した。パターン材質は金で膜厚は 10nm とし、基板との密着性向上のため、下地にクロムを 5nm 成膜している (目標値)。



2025 年　工作依頼リスト

メカトロニクス・セクション（300 件）

伝票番号	品名
25A01	M4止めネジ追加工
25A02	アルミケース追加工
25A03	分光器用ファイバーアダプター
25A04	SUS 電極
25A05	O リング押さえ
25A06	ヒートシンク 6-NF バージョン
25A07	PD 固定用部品
25A08	カンチレバー
25A09	ハウジング加工
25A10	分散板
25A11	白金リングホルダー
25A12	耐薬板
25A13	銅部品追加工
25A14	アダプタ
25A15	銅棒切断
25A16	aom-mount
25A17	ホルダー追加工
25A18	SAB2 号機改良
25A19	ファイバーアダプター
25A20	Au スパッタ　SUS メッシュ電極
25B01	ボトム照射用プレート
25B02	STM 用探針ホルダー　[写真]
25B03	テフロン治具
25B04	銅パイプ追加工
25B05	アルミ L 型追加工
25B06	ミラーマウント
25B07	プローブ天板追加工
25B08	分光器用アダプター
25B09	パネル加工
25B10	試料　加熱冷却用サンプルホルダー
25B11	SUS ブロック
25B12	クレーン固定用プレート
25B13	Cube マウント
25B14	ベースプレートの追加工
25B15	ボトムイルミネーション用プレート
25B16	STM ホルダー
25B17	冷却用マウント
25B18	アクリル板追加工
25B19	アルミフレーム長穴追加工
25B20	固定用ポール
25B21	試料ホルダー一式
25B22	真空チャック追加工
25B23	14 Clamp d16 long r3
25B24	雰囲気下光電子分光装置用ノズル 2
25B25	アダプタ追加工
25B26	Cr:LiSAF DFC holder
25B27	EB セット用位置決めスロット
25B28	アクリル板追加工
25B29	アクリル板穴加工
25C01	加熱式真空チャック
25C02	Cube マウント long
25C03	テフロン基板洗浄治具
25C04	光ファイバーアダプタ - 中心穴拡張
25C05	DFC 25 ㎜角タイプ
25C06	結晶ホルダー 1 式
25C07	光反応装置
25C08	GM-adapter
25C09	ねじ外し
25C10	Mo 板t 1
25C11	WAAEL 入口角度測定ジグ　[写真]
25C12	SM1 取付アダプタ
25C13	回転導入器加工
25C14	アクリル板加工
25C15	2 号機用サンプルホルダー 3 種
25C16	4- ㎜直径結晶ホルダ
25C17	corner fix
25C18	SUS 円盤
25C19	蛍光板押えとガラス切り
25C20	DFC ホルダー l14 と l14.1
25C21	DFC ホルダー l38 Φ 25.4
25C22	DFC ホルダー l8 □ 15
25C23	接合装置サンプルガイド
25C24	自動ステージ固定用板
25C25	回転ステージ用アダプター
25C26	接合装置
25D01	MO 板
25D02	DFC ホルダー l29 Φ 25.4
25D03	L アングル追加工
25D04	光学部品のアダプター
25D05	多軸加工機サンプル製作
25D06	WGLJ 用ブロック
25D07	ブラケット追加工
25D08	プラ板穴あけ加工
25D09	THz キャビティ用光学マウント
25D10	磁化機構ホルダー保持部
25D11	アクチュエータ固定板
25D12	サンプルホルダー
25D13	中継ターミナルボックス　[写真]
25D14	角度調整ホルダー
25D15	THz 分光用 1 軸圧力セル
25D16	ケーブル支持アクリル板
25D17	ホルダー追加工
25D18	ICF152 単管プラス ICF34
25D19	AOM マウント　他
25D20	加熱式真空ホルダー追加工
25D21	電気化学測定セル 交換部品　[写真]
25D22	ガルバノミラーマウント
25D23	THz キャビティマウント
25D24	AFM 部品の追加工
25D25	電子レンズ
25D26	歪印加セル

25D27	SDD 検出器ホルダー部品
25D28	SUS 部品追加工
25D29	電気化学デバイス部品2
25D30	セラミック部品
25D31	角度再現部品
25D32	レーザーアラインメント用治具
25E01	サンプルホルダー保持用パーツ
25E02	Mo アダプターサンプルホルダー
25E03	ICF114 フランジ台
25E04	セラミックセル
25E05	モニター台
25E06	角型 DFC ホルダー　L22
25E07	円筒型 DFC ホルダー l32.5
25E08	gain module −adapter
25E09	Etching Parts
25E10	吊り下げ用治具 たわみ計算
25E11	DFC 小型ホルダー
25E12	SUS 板切断
25E13	回転導入器
25E14	AFM 液体セル
25E15	ダイヤモンド・YAG 用ジグ
25E16	ベローズ固定治具
25E17	ダイヤモンド・YAG 用ジグ Pt.2
25E18	ベローズ固定ジグ
25E19	キャスター修理
25E20	SAB5 号機
25E21	Sample pin の治具
25E22	ファイバーマウント
25E23	アルミ部品
25E24	ネジ変換コネクター
25E25	DFC ホルダ追加工
25E26	BBO ホルダー
25E27	SHG モジュールマウント
25E28	Panel
25E29	板バネ改良
25F01	Isolator　マウント
25F02	Muquan Panel Shutter
25F03	STM 探針ホルダー
25F04	低温ゴニオ修正部品
25F05	座金
25F06	Muquans Shutter
25F07	窒素トランスファーチューブ切断
25F08	アルミ板長穴加工
25F09	WAAEL 入口角度測定ジグ 2
25F10	NEG シートカッター
25F11	WGLJ 用ブロック変更版
25F12	アダプタプレート 2 種
25F13	ホルダー切削加工
25F14	天板（大）
25F15	プラザ池雨水孔仕切り板
25F16	ホルダー穴追加工

25F17	レーザー固定台
25F18	支給品の追加工
25F19	プローブ天板追加工
25F20	MO 板
25F21	Sample Holder Fixture
25F22	プレート追加工
25F23	アクリル板追加工
25F24	CCD カメラ設置台
25G01	Sample Holder Fixture(DA30-LAUE)
25G02	EPMA 用ホルダー
25G03	ペレットジグ
25G04	DFC 小型ホルダー (□ 3mm)
25G05	AFM 用パーツ
25G06	DFC ホルダー改良 φ 5.3
25G07	試料飛散防止容器
25G08	ブレッドボード追加工
25G09	アルミホルダー
25G10	追加工
25G11	ミラーマウント 改良版
25G12	テフロンステージ
25G13	アダプタ 3 種
25G14	フランジ加工
25G15	ばね電極絶縁支持部品
25G16	Z 軸ステージ用モーター取付部品
25G17	ブラケット　外
25G18	フローセルカバー
25G19	MICROSTAT 支柱台座加工
25G20	ソーラー台
25G21	サンプルホルダ修理
25G22	ラック用パネル
25G23	AFM 用ホルダー追加工
25G24	ホルダー追加工
25G25	光ファイバーマウント
25G26	STM 針ホルダー追加工
25G27	SUS 板
25G28	低温顕微赤外用スイベルステージ ［写真］
25H01	粉体用試料台
25H02	ラックパネル（リピート）
25H03	DFC 可変長ホルダー (30mm)
25H04	ミラーマウント追加工
25H05	作用極冷却押さえ板
25H06	LD ダミーロード
25H07	電気化学用電極
25H08	フランジ受け
25H09	アルミ箔固定治具
25H10	紛体試料用スペーサー
25H11	DFC ホルダ追加工
25H12	プリズム台
25H13	回転軸加工
25H14	アダプタ
25H15	るつぼ

2025 年　工作依頼リスト

25I01	パネル加工
25I02	STM 探針ホルダー
25I03	プリズム板
25I04	DFC ホルダー追加工
25I05	穴追加工
25I06	プレート
25I07	DFC 可変長ホルダー (25.5mm)
25I08	耐震固定用穴あけ
25I09	BBO ホルダー (10 × 10mm)
25I10	プラスチック板加工
25I11	ケージシステムアダプタ
25I12	4 点曲げジグ
25I13	ヒーター用固定台＆治具
25I14	電気化学用電極 2
25I15	ポール
25I16	ロボット部品
25I17	パネル加工
25I18	OL プレート
25I19	スパナ工具
25I20	ラックパネル加工
25I21	ポール追加工
25I22	ホトベールカット
25I23	端子台用板
25I24	ペリスコープ
25I25	円盤結晶ホルダー
25J01	接合装置
25J02	BL6B クライオスタットサンプルホルダー [写真]
25J03	荷台用ワッシャー
25J04	垂直スタンド
25J05	高温試料ホルダー
25J06	アルミ板
25J07	He 熱交換器の溶接
25J08	プレートジグ
25J09	スペーサー 17.3
25J10	長穴追加工
25J11	DFC Holder
25J12	ステージ
25J13	AFM ホルダー
25J14	フィルター押さえ
25J15	サンプルホルダー
25J16	位置決め台
25J17	光学ポスト
25J18	Microstat サンプルホルダーヒーター溝
25J19	フィルターレンズ Cut
25J20	Microstat 架台用プレート
25J21	ヒーターカバー　v 2
25J22	インピーダンス用電極
25J23	プラ段ケース
25J24	STM Tips Hoder
25J25	低温試料プローブ
25J26	モーター支持台

25K01	20 ㎜角カット
25K02	M2 両キリねじ長さ 20　PEEK 製
25K03	DFC ホルダー追加工
25K04	Si ブロック対ホルダ
25K05	センサーステージとスペーサー台
25K06	低温顕微鏡咳概要スイベルステージ
25K07	MPPC 用アダプタ固定治具
25K08	STM ホルダー
25K09	固定用アングル
25K10	粗動ステージ変換ベースプレート
25K11	ペレット治具
25K12	サンプルホルダー and ミラーリング
25K13	水冷ヒートシンク
25K14	顕微鏡フレームの土台
25K15	石英板切断
25K16	アクリル板追加工
25K17	クランプ接続ブロック、ステージ接続プレート
25K18	Holder Objective Lens
25K19	温度可変台
25K20	ヘリウム液面計
25K21	ベースプレート追加工
25K22	ベースプレート追加工
25K23	スペーサ製作
25L01	AMF 試料おさえ
25L02	L 型光ファイバーマウント
25L03	工作室利用講習
25L04	工作室利用講習
25L05	MO 外し
25L06	コイルマウント
25L07	アルミフレーム追加工
25L08	M1.6 追加工
25L09	断熱板追加工
25L10	押さえ板　ver.1
25L11	アルミフレーム追加工 (M4)
25L12	ブレッドボードスタンド金具
25L13	M3 頭　切削
25L14	ペレットジグ 追加部品
25L15	CCover MNEG , Nipple
25L16	ゼーベックホルダー
25L17	モニターブラケット
25L18	ブレッドボード接続プレート
25L19	錠剤成型器
25L20	サンプル押え板追加工
25L21	レーザーパワーセンサーマウント
25L22	温度可変台改良版
25L23	角型用電極

3D プリンタ（228 件）

伝票番号	品名
25A01	transfer adapter parts1
25A02	THz 顕微平面ミラーホルダーミラー固定用 -test
25A03	THz 顕微平面ミラーホルダ -test
25A05	KON-SAB4-holder-20- 試作
25A06	THz 顕微平面ミラーホルダーミラー固定用 -test2
25A07	Rpi ラダー固定治具2
25A08	THz 顕微平面ミラーホルダ -test3
25A09	THz 顕微平面ミラーホルダ -test2
25A10	THz 顕微平面ミラーホルダ -test2
25A11	パーティクルセンサーの台
25A12	スイッチングハブのラダー用固定治具
25A13	THz 顕微平面ミラーホルダ -test2
25A14	MonopoleGear_jiku_3Dprint
25A15	Rpi カメラ設置用治具
25A16	日付ブロック用文字
25A17	日付ブロック　フルカラー3D プリンターで
25A18	ROBODRILL 模型製作
25A19	transfer adapter full
25A20	流量計用電源ケーブルアダプター用ケース
25A21	分子研50周年マグネット
25A22	board fastener
25B01	RaspberryPi ラダー固定治具2
25B02	He transfer adapter2
25B03	ラウエカメラセット
25B04	A/D コンバータ搭載 RaspberryPi 用カバー
25B05	ラウエカメラサポート
25B06	holder1 & holder2
25B07	holder
25B08	遮蔽版 -wide, 遮蔽版＋ 1m-wide
25B09	遮光板＋1mm、＋2mm
25B10	遮へい版
25B11	ホワイトボード抑え
25B12	アイリスシャッター3個
25B13	Microstat サンプルホルダー BL6B マクロ用
25B14	カメラサポート 2
25B15	カメラサポート 3
25B16	トレイ 100-30-RR- 底 R8-logo-BL6B
25B17	Dispo_cap holder
25B18	ホワイトボード押さえ
25B19	Dispo_cap holder v2
25B20	溶液自動交換装置用ポンプ固定治具
25B21	2016-part5
25C01	被服無しファイバー用横クリップ
25C02	IRT7000 圧力ステージ収納台
25C03	adapter cap2 & He transfer adapter3 parts
25C04	IRT7000 圧力ステージ収納台
25C05	IRT7000 圧力ステージ収納台
25C06	磁化機構先端部
25C07	IRT7000 圧力ステージ収納蓋＆台
25C08	DNA nanotube v2
25C09	Microstat サンプルホルダー BL6B マクロ用留め具
25C10	遮蔽版＋1mm、Wide，Redesign
25C11	溶液自動交換装置用ポンプ固定治具
25C12	KON-24I13-09
25C13	Microstat サンプルホルダー BL6B マクロ用 v3
25C14	測定ジグ _ 長＆短
25C15	Dispo_cap holder v3
25C16	Microstat サンプルホルダー BL6B マクロ用 蓋 v2
25C17	ドアストッパー
25D01	分子研ペン立て
25D02	磁化機構ホルダー保持治具試作
25D03	電解合成セルステージ [写真]
25D04	ArduinoREONARDO 用ケース
25D05	straw 一式
25D06	base stand D
25D07	磁化機構ホルダー保持治具試作 V2
25D08	HBCcage_10A　10 個
25D09	fixBraket F v2 & CornerBlock C3 v2
25D10	tBuHBCcage_
25D11	3mm step
25D12	holder & plate
25D13	3mm step
25E01	Step 各種
25E02	step3
25E03	114 window frame
25E04	Microstat サンプルホルダー BL6B マクロ用ケース
25E05	Microstat サンプルホルダー BL6B マクロ用ケース延長
25E06	TR Side_V4 & TR_Side_B V4
25E07	Microstat サンプルホルダー BL6B マクロ用ケース延長 & 蓋延長
25E08	electrode_circle
25E09	Microstat サンプルホルダー BL6B マクロ用ケース蓋 & 蓋延長
25E10	25E05 部品
25E11	meter_mae & dodai & sample
25E12	ETO hold
25E13	DNA NanoTube V2 増産
25E14	Q60-100_holder_L-angle
25E15	ETO hold　ゴムバージョン
25E16	cover & futa
25E17	He transfer adapter3
25E18	futa & cover　増産
25E19	sasae
25E20	sasae_ver2
25E21	sasae_ver3
25E22	Microstat サンプルホルダー BL6B マクロ用シールド
25E23	Coil Holder
25F01	DNA NanoTube V3
25F02	2L-Airpipe_ana_ver2
25F03	Microstat サンプルホルダー BL6B マクロ用ケース
25F04	BL3B_Grating_cap
25F05	ジャッキ台

2025 年　工作依頼リスト

25F06	ハニカム構造かさましボックス
25F07	SlopeA
25F08	Air valve holder
25F09	Slope A r2
25F10	Microstat 支持台座 – φ 35.2 用 -2
25F11	電動エアダスター用ステーション
25F12	cover
25F13	Coil & Objective holders
25F14	BEMCOT_box v4
25F15	郵送用ケース
25F16	cover2 & futa2
25F17	micrometer option parts_long & short
25F18	QPU Crate Etc.
25F19	BEMCOT_box v4　追加
25F20	BEMCOT_box v4　追加
25F21	futa_yokuso
25F22	Microstat 支持台座
25G01	Cap CR
25G02	モノづくりフェア用ノベルティ
25G03	cover_ver2
25G04	FS ベースプレート
25G05	KON-SAB5-guide-3D
25G06	SRM6-10　用結合治具
25G07	Bobin 3D coil_parts
25G08	Base Test
25G09	WaterContainer
25G10	メッシュトレージョイント v1
25G11	DSC & TG-DTA 用透明カバー
25G12	L30 Latch panel
25G13	特殊な真空機器を保管するときの保護用のフタ
25G14	KON-SAB5-guide-3D
25G15	Bobin & OLholder
25G16	joint v2 & Base rock
25G17	パネルロック
25G18	KON-SAB5-guide-3D-ver2-1
25G19	joint v3
25G20	joint v3 量産
25G21	cover_osae
25G22	Phase Frequency Comparator　用　キャップ＆プレート
25G23	LD 動作試験用ダミーロード固定治具試作
25G24	Panal_Lock_A & B & Base
25G25	SRM6-10-cover v2
25G26	蓋
25G27	ミラメッシュベース等
25G28	tube guide A
25G29	SRM6-10-cover v2　量産
25G30	ROBODRILL 模型台試作
25G31	ミラメッシュ Base & Base_rock2
25G32	shita_ver2
25G33	cover_osae_ver2
25H01	Tube_in v3　&　out

25H02	pin clamp
25H03	pin_clamp
25H04	S-G マグネット [写真]
25H05	STM32 mount
25H06	namePlate_ver3
25H07	namePlate_ver2
25H08	anzen-02
25H09	namePlate_ver4
25H10	ObjectiveHolder & Bobin
25H11	cover_osae
25H12	pin_clamp
25H13	PinClampV3
25H14	DNA NanoTube V4 [写真]
25H15	Holder v6 v1
25H16	Holder v5_bottom & Top
25I01	He Check
25I02	Coils holder Gen2
25I03	パネルロック
25I04	MAGEjig
25I05	S-G マグネット　追加
25I06	Coil holder final version
25I07	ICF114 フランジ
25J01	vessel_osae
25J02	支持板t 4
25J03	vessel_osae & syringe_osae
25J04	ベース板の修正版
25J05	Paper towel holder YK-type V1
25J06	Coil holder v5
25J07	Paper towel holder YK-type V2
25J08	保護カバー2種
25J09	保護カバー2種　量産
25J10	多核金属錯体の人口酵素モデル
25J11	cover 1inch V3 test
25J12	CD_Holder_modified_v2
25J13	251022_CD_Holder_modified_v2　2
25J14	KON-24D18-02
25K01	Transfer Adapter
25K02	保護カバー 4
25K03	joint MM
25K04	DNA ナノチューブ模型
25K05	固定台 ICF70
25K06	ETO_hold3 GB_cap4
25K07	カメラ固定具
25K08	組み換え可能ペプチド鎖模型（川上モデル）
25K09	the top of the box
25K10	Guider2 修理
25K11	Si_mp-149_symmetrized　模型 [写真]
25K12	KON- 洗浄ジグー ver1
25K13	Spring V2
25K14	EDWARDS_AIR_COOLING_UNIT_SQ140
25K15	heatsink and kotei

25K16	joint MM-WM and joint WM
25L01	flowmeter_cover
25L02	kotei_83.5
25L03	DNA Nano Tube V5
25L04	20251202_flowmeter_cover　4 種
25L05	WinMwsh Cap
25L06	flowmeter_cover2
25L07	Base ver2.4
25L08	Dynamicseal
25L09	waterbag3m & Dynamicseal
25L10	PDbeatmount
25L11	fiber guide v3
25L12	2DMOT_PDmount
25L13	flowmeter_cover & Dynamicseal_4
25L14	Distboardmount
25L15	stopper
25L16	3DP_din-rail_vertical_mount_block
25L17	Seebeck-design_40mm_left-Body
25L18	心筋トロポニン（6KN8）模型
25L19	ana_jig
25L20	顕微鏡サンプル台座
25L21	cabinet tray 等
25L22	分子研マグネット　50 周年記念モデル H2S タイプ
25L23	顕微鏡サンプル台座 1mm
25L24	Sflowmeter_cover2
25L25	CTL200case

エレクトロニクス・セクション（129 件）

伝票番号	品名
25A01	自動バルブスイッチング電源（2 台目）
25A02	セラミックヒーターコントローラ用各種ケーブル
25A03	電子衝突型加熱装置用集約ケーブル
25A04	BIN 電源アダプタ（AC100V 対応）
25A05	AFM 用 BNC ケーブル
25A06	クリーンルーム多地点カメラ　位置調整
25A07	D1F クリーンルーム　多地点カメラ設置 [写真]
25A08	電源用バナナ端子接続
25A09	CMOS カメラ信号用分周器
25A10	空冷ファン用スイッチ付き電源
25A11	電源インターロック用終端処理付きコネクタ
25A12	流量計用電源ケーブルアダプタ
25A13	BLT 対応　水漏れセンサー
25A14	溶液自動交換装置 [写真]
25A15	モーター運転電流計測システム（ケーブル）
25A16	真空装置用ケーブル各種
25A17	ネットワーク対応 4ch AD コンバーター修正
25B01	ピエゾステージ帯電防止用 BNC ジャック
25B02	レーザーダイオード用ケーブル
25B03	ピエゾステージ用 DC- 超低周波 LPF
25B04	AFM システム用 BNC ケーブル
25B05	ネットワーク対応 4ch AD コンバーター AP 修正
25B06	LD 電源用ケーブル（配線含む）
25B07	ピエゾステージ用 DC 電源ケーブル（動作検証含む）
25B08	自動バルブスイッチング電源 オフ時間延長
25B09	多地点呼び出しシステム修理
25B10	Ensemble ML 用両極性 DC 電源
25B11	フォトマルモジュールケーブル並びに端子処理
25B12	ペルチェコントローラ用各種ケーブル
25B13	LabView 1 秒間平均値表示プログラム
25C01	CMOS カメラ信号用分周器（改修）
25C02	LabVIEW 標準偏差計算と描画データ数の拡大
25C03	LabVIEW 1 か月表示・保存先自動切換・異常値除去
25C04	CMOS カメラ信号用任意パルス発生器
25C05	CMOS カメラ用分周期（改修 2）
25C06	延長ケーブル（15m）
25C07	CMOS カメラ信号用任意パルス発生器（改訂版）
25C08	マイクロ波増幅器用電源・出力ケーブル
25C09	Bruker 用トリガボックス基板化
25C10	トリガーレベルコンバーター
25C11	CMOS カメラ用分周器（2 台目）
25D01	レーザーダイオード制御用インターロックシステム
25D02	クリーンルームボンベ室カメラ
25D03	C 棟1F クリーンルーム前デジタルサイネージ用 F5 キー [写真]
25D04	ヘリウム純度計（回路図・プリント基板）
25D05	電子衝突型加熱装置 V2
25D06	イオンポンプ用モバイル高電圧電源 電流計修理
25D07	wifi 接続 4ch データロガー WiFi 設定初期化処理改良
25D08	LD 動作試験用ダミーロード
25D09	チューナブルコイル電流コントローラ [写真]

2025 年　工作依頼リスト

25D10	ヘリウム純度計 (回路・プリント基板) 改訂
25D11	高電圧印加用 SHV- バナナチップケーブル
25D12	高圧電源出力インピーダンス変換回路
25E01	実験棟1F 多地点カメラの画像録画
25E02	B1F 工場多地点カメラの有線化
25E03	大電流対応電源スイッチャー [写真]
25E04	クライオスタット用ヒーターセンサー半田付け (ピン・ソケット)
25E05	チタンゲッター出力コネクタ (接続含む)
25E06	ヘリウム純度計 (回路図・プリント基板) 改訂・量産準備
25F01	wifi 接続4チャンネルデータロガー本体 (所長奨励 2025)
25F02	wifi 接続4チャンネルデータロガー本体 v1.1
25F03	差圧計測ユニット V2
25F04	PCB manufacturing
25F05	ヘリウム純度計 (基板製造)
25F06	クライオスタット用ヒーターはんだ付け修理
25F07	シリコンダイオードのホルダー接合
25F08	AC 電源自動切替器
25F09	クライオスタット用配線 再修理
25F10	温湿度データの取り出し UI
25F11	ガルバノミラー駆動用電源
25G01	高電圧 DC フローティング電源 時間応答の改良
25G02	大森実験室環境モニタ CSV　API
25G03	ヘリウム純度計 (プリント基板改訂)
25G04	LaserDiode 用パルスバッファユニット (第 2 次)
25G05	ペルチェ素子再接続 (交換)
25G06	ヒーター中継用ピンソケット
25G07	ボロメーターアンプ (基板製作・差し替え)
25G08	Phase Frequency Comparator
25G09	クライオスタット用配線 再々修理
25G10	検出器トランジスタ修理 (再接続)
25G11	超低ノイズ低ドリフトバイポーラハイパワー電流源
25G12	実験棟 2F クリーンルームモニタ Rpi 故障対応
25G13	計装アンプ評価回路
25G14	単相三線電力測定
25G15	チラー用電源配線
25G16	クライオスタット用配線 修理 4
25H01	UV-LED 制御用矩形波発振器
25H02	プログラマブル多出力高電圧電源
25H03	電子衝突型加熱装置用ケーブル
25H04	AC 電源ケーブル - メタルコンセントはんだ付け
25H05	2 芯電源ケーブル
25H06	インターロック用各種ケーブル
25H07	高圧電源修理
25H08	マイクロ波増幅器用電源・出力ケーブル
25H09	ガルバノミラー駆動用電源修理
25H10	ガルバノミラー駆動用電源修理 (2 回目)
25H11	ガルバノミラー入力信号用 Hz オーダー LPF
25I01	BL5B ピコアンペアメータ用 BNC ケーブル
25I02	バッファアンプ
25I03	LD 用パルスバッファユニット修理・改良
25I04	CMOS カメラ用分周器 (改修 3)
25I05	CMOS カメラ信号用分周期・パルスジェネレータ改修 [写真]
25J01	ストップトフロー溶液混合射出装置
25J02	CMOS カメラ信号用分周器 (第 2 世代)
25J03	RaspberryPi Pico 2 W+LoRa 搭載コア基板
25J04	イオナイザ用インターロック
25J05	FFU 制御ユニット V2(第 5 次)
25J06	アンフェノールコネクタ交換
25J07	-200V パルサー修理
25J08	モーター駆動磁気結合回転導入器　コントローラ
25J09	ケーブル各種 (バルブ用など 2 本)
25J10	短絡用 SHV プラグ
25J11	エッチング用電流出力制御装置
25J12	大森 G 実験棟1F 多地点カメラ温湿度計データ取得間隔調整
25J13	D-sub25 - リボンコネクタケーブルピン修正
25J14	AFM 信号測定用 SMB-BNC ケーブル
25J15	UV-LED ヘッド用多芯延長ケーブル
25K01	電気化学アナライザー用ケーブル
25K02	配線差し替え用延長ケーブル
25K03	FFU 統括制御用マスターユニット V2(所長奨励)
25K04	溶液自動交換装置改訂
25K05	PCB manufacturing(Rev.2)
25K06	LPC マイコン汎用開発ボード (所長奨励)
25K07	HDMI-CEC-Controller 動作不良対応
25L01	チューナブルコイル電流コントローラ (2 台目)
25L02	イオンポンプモバイル電源修理
25L03	電源スイッチパネル
25L04	バッファアンプ (8ch)
25L05	薬物刺激圧力制御装置

リソグラフィ・セクション（37 件）

伝票番号	品名
25A01	分光計測用微細構造試料⑤
25A02	ガラス基板
25A03	楕円ドットミラー［写真］
25A04	石英基板への Ti&Au 蒸着（レクチャー）
25A05	ダイヤモンド基板への Al マイクロパターニング ver.2
25B01	Al 楕円ドットミラー
25B02	Zygo 紹介
25B03	目もり付きガラス（フォトリソ）［写真］
25C01	分光計測用微細構造試料⑥
25C02	d16 スペーサー
25C03	段差計によるエッチング深さ測定（レクチャー）
25C04	蒸着用メタルマスク
25C05	銅メタルマスク厚さ 0.1mm
25D01	金 /Si3N4 メンブレンの作製
25D02	卍型テスト試料
25D03	金ナノ構造配列 gold nanostructure arrays［写真］
25D04	金ナノレール［写真］
25D05	段差計の操作説明
25F01	銅メタルマスク厚さ 0.1mm_2
25F02	微細構造 5 種試料［写真］
25F03	PMMA ナノキューブ
25G01	酸素プラズマ装置の操作説明
25G02	YAG:Ce 基板上へのパターン作製［写真］
25H01	段差計による膜厚測定（レクチャー）
25I01	Ce:YAG 基板上へのパターン作製2
25J01	酸素プラズマ装置、蒸着装置、スパッタ装置の操作説明
25J02	レジスト塗布 Si 基板
25J03	アルミミラー（楕円形状除去）
25J04	スパッタ膜厚測定（レクチャー）
25J05	電子ビーム描画装置の操作説明と環境・ルール整備
25J06	フォトリソ、成膜、リフトオフの初回レクチャー
25K01	水素スピルオーバー実験用微細構造試料 ver.2
25K02	O 2プラズマ装置のレクチャー
25K03	結晶用マスク
25L01	EB 初回講習
25L02	フォトレジストの補充
25L03	Zygo 操作説明（レクチャー）

装置開発室　Annual Report 2025

2026 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