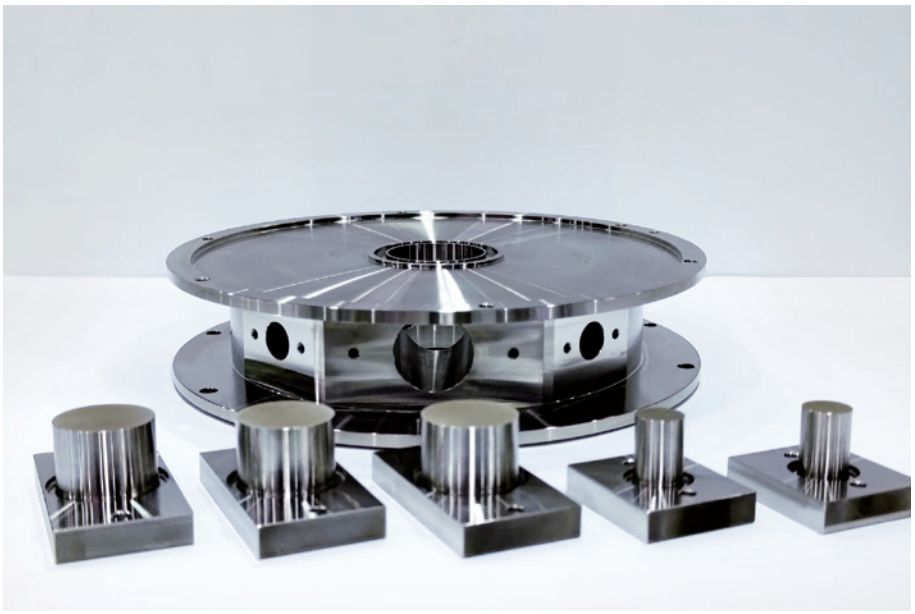
筑波大学
University of Tsukuba

Tsukuba

工作ニュース

No.14　2023.4



筑波大学研究基盤総合センター
工作部門
http://www.kou-c.tsukuba.ac.jp/

筑波大学　工作ニュース　No.14（2023）

Contents 目次

巻頭言
研究基盤総合センター　副センター長（工作部門担当）　文字　秀明 …… 1

研究ノート
「走査電子顕微鏡の試作品開発と工作部門」…… 2
関口　隆史（数理物質系）
「オリジナルな実験設備から見える新しい世界」…… 6
木下奈都子（生命環境系）
「野外での不かく乱土壌試料採取とその分析について」…… 9
浅野　眞希（生命環境系）

フォトギャラリー
……13

利用の手引き
……15

運営報告
利用状況……20
主なイベント……21
運営委員一覧……22
職員紹介……22

編集後記
……23

巻頭言

副センター長（工作部門担当）　文字　秀明

コロナ禍にあっても工作部門への依頼件数に落ち込みはなく、学内では盛んに研究活動が継続されています。先端研究で使用される一点物の機材の工作は、工作部門の大事な業務の一つですので、これからもたくさんご依頼いただきますようお願い致します。加えて、工作部門では単に製品を作るだけではなく、工作の相談や検討、また学生に対する教育的助言も大事な業務と考えています。作りたい物の機能は決まっているが、どのような機構にすれば良いか分からないとか、作りたい形はあるが実際に作れるか分からないなど、工作に関する懸念事項や知りたいことがあればご相談ください。設計図がなくても、頭の中にある物の大体の形をイメージ図で示していただければ、対応した教職員がいろいろお聞きし、設計図にすることもできます。加えて、本「工作ニュース」で報告していますように、3D プリンタやターニングセンタなどの工作機械も新たに工作部門に設置されました。このような新しい工作機械により、これまで難しかった工作もできるようになり、それも加味した工作の検討ができるものと思います。

学生からの相談でよくあることですが、設計図には描けるけれど実際に作るのは難しい場合があります。そのような場合は他の部品形状や機構にすることなどを提案します。これにより製作方法も含めて設計する観点を持つようになります。多分、筑波大学／大学院を卒業／修了すると、自分で加工して製品を作るより、提案や設計し製作を依頼する側の業務につく場合が多いと思います。そのような時に製作・加工方法も考慮した設計ができると、新人にしては良く分かっているねと、一目置かれることになるでしょう。このように工作過程での教育的効果もあり、依頼する学生との対話は教育機関の部門としての大事な役割と考えています。

製作後の情報として「工作ニュース」の研究ノートには、依頼いただいた製品に関する紹介を含めた記事を掲載しています。工作部門の製品に関する情報を共有し、皆様から更なる工作依頼や要望が寄せられることを願っています。今後も工作部門に工作依頼や相談・要望をお寄せください。

走査電子顕微鏡の試作品開発と工作部門

数理物質系　関口　隆史

我々の研究室では、走査電子顕微鏡の開発と新たな応用をテーマとして研究を行っている。本稿では、工作部門の援助を頂いて開発した検出器や評価治具を使った研究について紹介する。

1. はじめに

走査電子顕微鏡（SEM）は、物質・材料の微細な構造、組織を高倍率、高分解能で観察する装置として広く普及しているが、電子ビームを使って試料を観察することでいくつかの制約がある。主なものは、試料を真空に置かなくてはならないことと、電子ビーム照射で帯電するような絶縁物は観察しにくいことである。したがって、生体や有機物試料の観察では真空乾燥や導電コーティングなどの前処理が必要になってくる。最近普及し始めた低真空 SEM は、水分を含んでいる材料でも装置に負荷をかけずに観察できたり、絶縁体の帯電を解消したりと、これまでの困難を解消できる能力がある。我々は、この機能を利用した新しい観察法を開拓することを研究目的としている。

一方、電子顕微鏡をはじめ、最近の計測装置は高度化して、改造の自由度が低くなる傾向にある。例えば、光学顕微鏡の対物レンズは、倍率が高くなると焦点距離が短くなって、対物レンズを試料に接触するくらい近づけないと像が見えなくなる。電子顕微鏡もこの傾向があり、分解能を高くするためには、試料と対物レンズの距離を3 mm 程度に抑えなくてはならず、観察できる試料の大きさや観察範囲に制約がかってしまう。概して高度化した装置は研究者の手が入れにくく、改造の自由度も低い。我々はこの制約に挑戦して、あえて限界に近い使い方をするために装置を傷つけてしまうことがある。

電子顕微鏡の場合、装置の心臓とも言える対物レンズが試料の上部に設置されているが、これに試料や試料台を接触させないことは必須の条件であるが、概して不注意なユーザーはやって欲しくないことをやり、対物レンズを破損させてしまったことがこれまでに数回起こっている。そのたびに工作部門の吉住さんにお願いして、へこんだ対物レンズの下部を直していただいた。勿論これで完全には性能が回復した訳ではないのだが、新品への交換を待っている期間に、装置を分解能が必要ない実験に充てられたことで多くの修士学生や卒研生が研究を完遂でき、彼らを危機から救って頂いた。

閑話休題。これまで、工作部門でいろいろな治具を試作していただき、電子顕微鏡の特性評価や新しい応用を開拓してきたので、その数例を紹介させていただく。

2. 二次電子放出率の測定

帯電する材料を SEM で観察するのは至難の業であり、これまで絶縁体にはカーボンや金などを蒸着して観察するのが普通であった。ところが、低真空 SEM では試料から放出された二次電子が試料室内のガス分子をイオン化し、これが試料の帯電を解消してくれるため、絶縁体をそのままの状態で観察できる。コーティングが不要になれば試料準備の手間が省けるだけでなく、組成分析や極表面観察時の制約が解消される。しかし、この現象は物理学的にも不思議なものである。というのは、一般的に無機

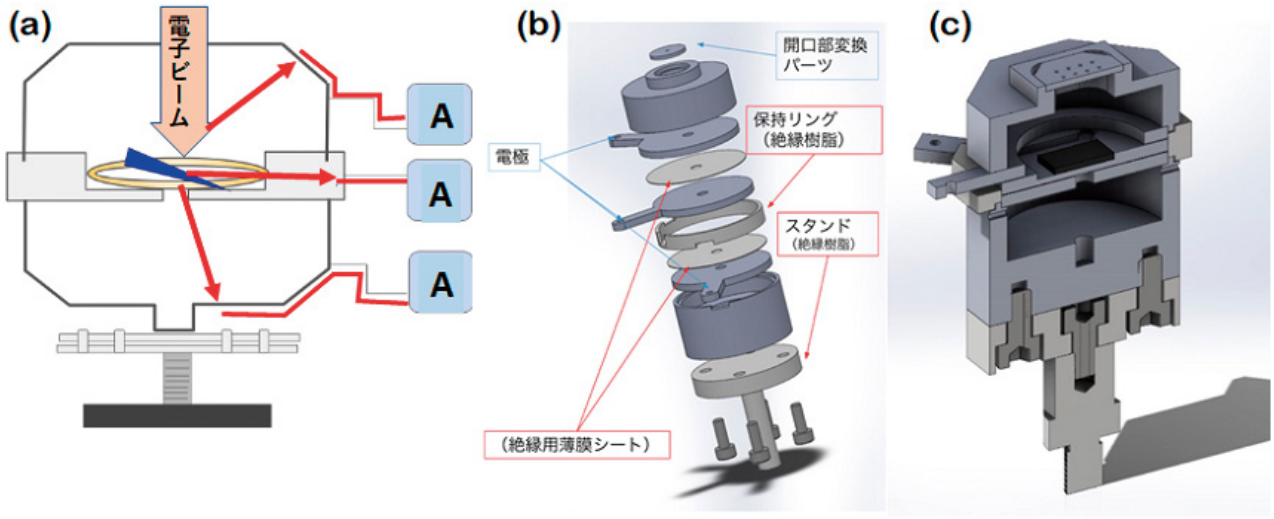


図１．（a）積分球による電流検出のイメージ図、（b）積分球の構成とパーツ、（c）積分球内部の構造。

物絶縁体からの二次電子放出量 σ は 1 より大きく、絶縁体は正に帯電するはずなのに、SEM 観察時は負に帯電すると考えると現象がうまく説明できる。SEM 観察時の試料帯電は（入射電子量）―（二次電子量）で表される過渡応答信号なので、これをうまく検出するためには、光学測定で使われるような積分球を製作するのが良いと考え、設計の江並先生に相談をした。初めはマグデブルグの半球のようなお椀の内側にカーボンを塗り、電子を吸収するものを構想していたが、最終的には、薄膜試料を透過、吸収、反射される電子をそれぞれのパーツで検出することにより 3 分割の構造とした。さらに、工作部門が混んでいたために、外注で試作することになり、期待していた半球ではなく 8 角柱を分割するような形状に落ち着いた。

図 1 に、試作した 3 分割積分球を示す。積分球の内側にカーボンコートを施して散乱電子を抑制したり、電子ビームが透過する開口部のスリットを目的に応じて製作することで、実験データの信頼度が上がり、この研究を担当した学生はめでたく修士論文をまとめることができた。試作品が完成してからも小さな手直しを何度も行い、最終的に満足のいくデータが得られたことは、工作部門があればこそできたことだと考える。

3. 液体セルの製作

我々は、液体と固体の電子散乱の違いを明らかにするため、低融点金属を SEM 内で観察している。Ga は30℃で液体になるが、一旦液体にすると過冷却が起こって室温では固化しなくなる。逆に In は融点が157℃のため、ヒーターがないと液体状態を保持することは難しい。このため、比熱の高い SUS で熱浴を作り、液体と固体の状態をセルの中に同時に実現させて、反射電子強度の比較を行っている。図 2 に液体セルの図面と、試作機の写真、及びこれを用いて得た反射電子像を示す。この実験では、液体と固体の反射電子強度の微妙な違いを測定するために、同一視野に液体と固体を置いて観察することが重要であったので、参照用固体セルを後から加工した。

また熱浴の大小でGa, Inの液体保持時間を制御して、Ga と In の実験条件が同じになるように努めた。このような OJT（On job training）による実験セルの改良は、実験系研究室に所属する学生の経験値を上

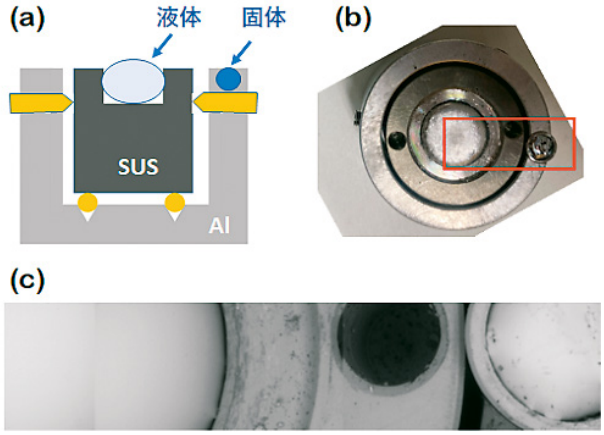


図２．（a）液体セルの見取り図と、（b）現物写真、（c）反射電子像。

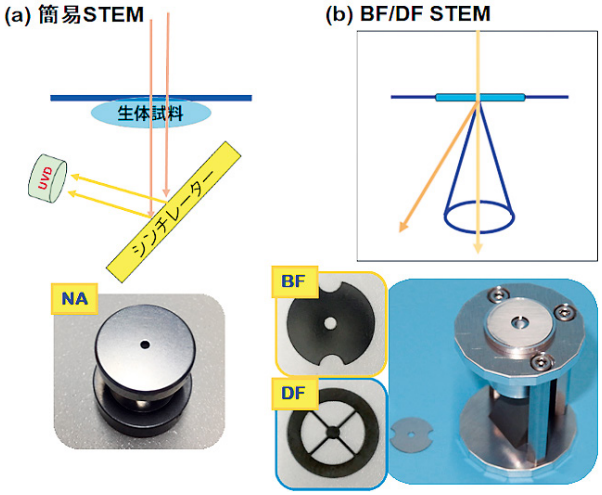


図３．（a）簡易STEM検出器の原理とSTEMホルダー、（b）BF（明視野）/DF（暗視野）STEM検出器の原理とBF/DF STEMホルダー。

げるのに貢献したと考えている。

4. 暗視野 STEM 法による微量金属マッピング

工作部門と同様、SEM をオープンファシリティーに登録して学内のユーザーに広く利用いただいている。おかげさまで生命系や医学系の利用者が増えている。時々、利用者から X 線分析で生体内の金属元素の同定ができないかという依頼を頂く。無機材料では、EDX（エネルギー分散型 X 線）分析は最も普及している分析手法であるが、生体応用となると話が変わってくる。現在共同研究を行っているコリネ菌中の鉄の観察では、期待される Fe 原子の数は、ベシクル（小胞） 1 個あたり高々300個程度であるとの予測である。無機物だと直径10nm の Au ナノ粒子でさえ約30,000個のAu原子からできているのに、その 1 /100の量をどうやって検出したら良いのであろうか？いろいろ悩んだ末、結論に達したのは電子の散乱である。大雑把に言えば、電子散乱強度は物質の電子数に比例するので、密度が大きければそれだけ散乱が大きくなる。「生体は密度がほぼ 1 であるから、金属の散乱は有意の差として検出できるのではないか。」そんな希望を持って、シミュレーションを行ったところ、散乱角を適当に取れば信号が検出できる可能性があることが分かった。そこで、再び工作部門にお願いして、暗視野 STEM 検出器を試作していただいた。幸いにも、我々の SEM には低真空で動作する UVD 検出器があり、この検出器を光電子増倍管とみなして、電子を薄片試料に照射し、透過した電子をシンチレーターの蛍光板で光に変換して UVD 検出器の信号で像を作れば STEM（(Scanning Transmission Electron Microscopy）像となる。STEM セルは既に使っているが、このセルの試料とシンチレーターの間に絞りを置いて透過電子を弁別すれば目的が達成できるではないか！透過部分だけ選択すれば明視野像（Bright Field)、高角度に散乱された電子を選択すれば暗視野像（Dark Field）が得られる。後者、即ち散乱電子だけを選択して増幅すれば金属が検出できると考えた。この方法は、金属の種類までは同定できないが、最も感度良く金属元素をマッピングする方法ではないだろうか。

金属を多く取り込む環境で生育した菌と参照菌

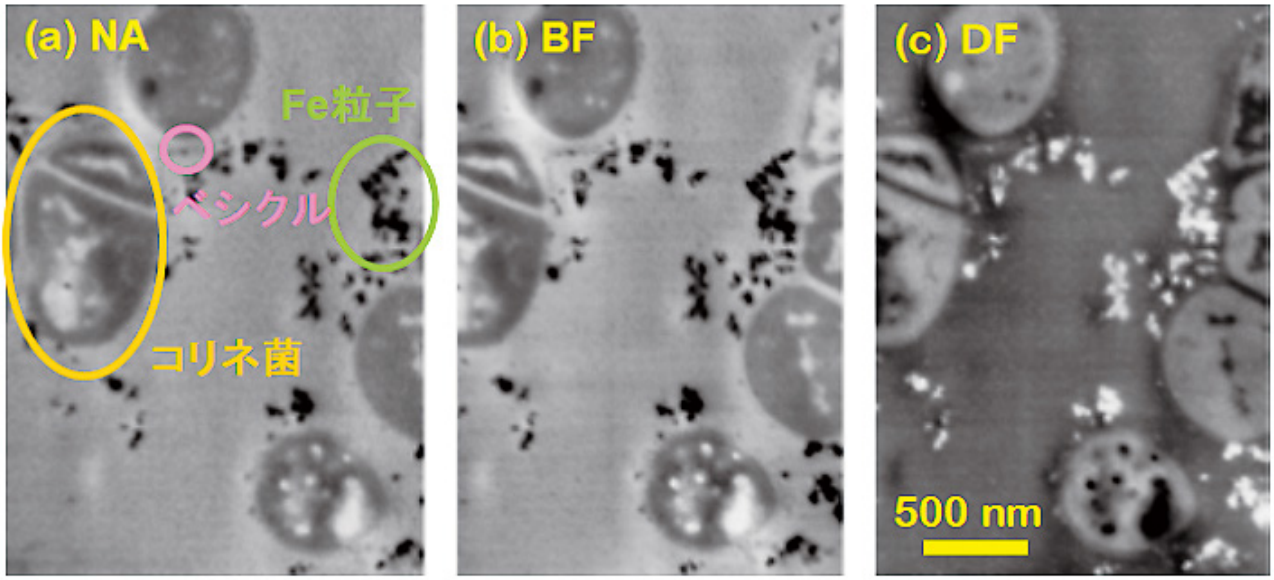


図４．鉄を添加したコリネ菌の（a）簡易STEM像、（b）BF（明視野）と（c）DF（暗視野）STEM像。

との差を取ることで、金属のマッピングを試みた。生命系の野村暢彦教授と学生の川島花雪さんに、鉄を多く含んだ環境でコリネ菌を培養してもらって STEM 観察を行い、図 4 の結果を得た。図には STEM の各モードで撮影したコリネ菌試料が映っている。背景にある Fe を含んだ粒子は、絞りなし（NA; No Aperture）や明視野（BF）像では暗く、暗視野（DF）像では明るくなる。散乱電子が増えて透過電子が減ったためのコントラストである。コリネ菌の近傍にある Fe 含有粒に比べて小さく薄いコントラストは、コリネ菌が放出したベシクルであろう。このベシクルも NA, BF で暗く、DF で明るくなっている。従ってこの写真は、ベシクルに Fe が取り込まれたことを示唆している。これを検証するためには、参照菌との比較や、加速電圧や散乱角度範囲を変えてデータを吟味する必要があり、現在研究は継続中である。いずれにせよ DF-STEM 法は、生体内の微量の重元素を検出するには適した方法であろう。

現在、この手法をいろいろな研究者に使っていただき、応用範囲を広げる努力をしている。

5. おわりに

新しい計測法や計測装置が開発されると、それを評価対象にうまく適用するために、実験セルや試料ステージなどを新規に開発する必要がある。頼りになる工作部門が大学内にあると、頭の中に思いついたことを簡単に実現することができ、また、その後の改良や最適化も容易である。これからも、工作部門にお世話になりながら新しい計測技術の改良に取り組んでいきたい。

謝辞

工作部門の江並和宏准教授、機械工作の吉住昭治様、小川祐生様、内田豊春様、ガラス工作の門脇英樹様、明都茂様に感謝いたします。

研究ノート

オリジナルな実験設備から見える新しい世界

生命環境系　木下奈都子

2014年に筑波大に着任して、程なく工作部門の存在を知ることになった。以前から「オリジナルな」実験設備を組んで、他の研究者が真似のできない手法で解析する研究を模索していた。工作部門の存在を知りチャンスだと感じたのを覚えている。

私のラボでは揮発性有機物質、つまり「匂い」を介した植物と植物、または植物と昆虫とのコミュニケーションの研究を進めていた。この「匂い」を介したコミュニケーションに関する研究は世間では余り進んでいなかった。その理由は気体という目に見えなくて漏れていてもわからない様な物体を介した情報交換だからではないかと思っている。個体や液体と違い、扱いが一筋縄にはいかないのである。

筑波大学へ着任し、この様な分野に進もうと考えていたので、独自の設備の重要性に薄々気づいていた。実験器具のスタンダード化が進んでいる今だからこそ、他の研究者が持っていないツールで彼らに見えていないものを見たかった。

私たちの実験は実体蛍光顕微鏡で植物を観察するというものであったため、気体を通すけれども虫は通れない様な微細な穴が必要だった。実験に使っている鱗翅目の幼虫は、伸縮して動くことはよく知られているが、余り知られていないのは伸びた際にかなり細くなるということである。この様に体の長さと幅が著しく変化することから、体のサイズに体長は使用されていないぐらいである。実験のやり難さは隙間から逃げ出しやすいということである。

そのほかにも、いくつか課題はあった。匂いを介したコミュニケーションであるため、匂いが出る接着剤を使わず製作する必要がある。接着剤はその性質上、匂いの出る有機溶媒を使っている場合がほとんどである。更に、蛍光顕微鏡でタイムラプス撮影するため、蛍光を発する素材も使用することができない。植物体は長期に渡って無菌的に栽培しているものを使用することから、準備段階で必須な高温高圧の殺菌条件に耐える素材である必要がある。

この様な課題を一つずつ克服して製作していただいたものが今でも実験室で大活躍している。

いくつかの試作品を製作していただき実験を進めた。虫の脱走が 1 番の問題で、その解決策にも協力していただき、虫が脱走しない実験系を確立する

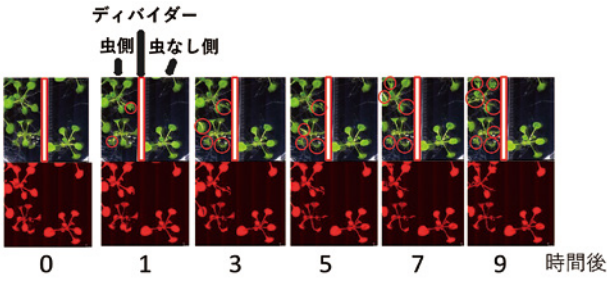


図 1　実験部品の効果
上段が可視光、下段が紫外線照射下におけるクロロフィルの自家蛍光を利用してみた植物の形である。虫側と虫なし側を区切るディバイダーを設計・製作いただいたことで虫が虫なしの区域に逃げずに揮発性成分の影響を解析することができた。

ことができた（図１）。これらの準備が功を奏して、初めのから、かなり手応えのあるデータを取得することができた。その後もこの設備を用いて実験を続けていたある日、NHK から連絡があり、植物をテーマにした大型企画番組へ実験協力することになった。今までは実験室レベルの解像度とサイズで考えていたが、今回はテレビ映えする必要があった。そこで NHK ディレクターとの打ち合わせに江並先生も参加いただいて番組用の撮影を行う準備を進めた。

様々な大きさと素材の仕切りを作成いただき、岡崎の基礎生物学研究所で NHK の撮影チームと共同で撮影を行った。大型スペクトログラムを用いて植物が放出する微細な蛍光シグナルを検出するという映像を得るための実験である。岡崎の大型スペクトログラフは、世界最大の超大型分光照射設備である。1979年度に設置されたものである。私自身、インターネットの写真でイメージするだけで見たことがない装置で、３週間無菌状態で生育した植物と虫を持ち込んでの実験だった。様々な状態を想定して工作部門と撮影チームと打ち合わせを重ねて生物側の実験装置を準備いただいた。

筑波に戻ってからも撮影を続け、テレビに映える映像を撮影することができた。この番組はコロナ禍の影響で延期されて、数年に渡って準備を行った。撮影などのロジスティックに加えて、番組の取材チームがコロナの番組を作成する必要があったのもその一因である。結果としてそれが昨年 NHK スペシャル超・進化論「植物化からのメッセージ」（NHK 総合11月６日、図２と図３）と同日の「ダーウィンが来た！」（同日、図４）で放映された。実験場面では、工作部門で製作いただいた部品が大きくクローズアップされたカットも入れられていた。同じく、「超・進化論　特別版　第１集植物からのメッセージ～地球を彩る驚異の世界～」としてオール　ドキュメンタリーで放映された（12/29　BS プレミアム、2023年元旦 BS4K）。キッズ & ティーンズ特別編として、生き物「超•進化論」ワールド（１/７ NHK 総合）でも放映されている。来年度は国際版が放映される予定です。又、「取材班が語る番組の裏話」として白川裕之ディレクターが執筆した記事でも製作の裏話が記載されている（https://www.nhk.or.jp/campaign/mirai17/shinkaron_02.html）。ディレクターの目線からの実験への熱い想いが語ら

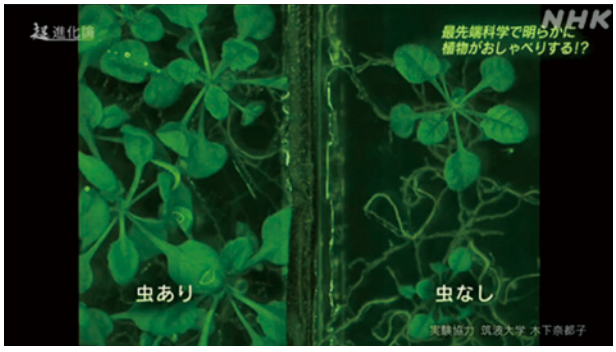


図２　植物間コミュニケーションの実験を行う装置を可視光で撮影した。「虫あり」と「虫なし」の区画を隔てているのが工作いただいた部品である。この実験系を構築できたことで「虫に食べられた植物」と「虫に食べられていない植物」の間で繰り広げられる植物間のコミュニケーションを可視化できる。サンプルに近いため、部品自体から接着剤などによる揮発性有機物質が出ないことが重要である。

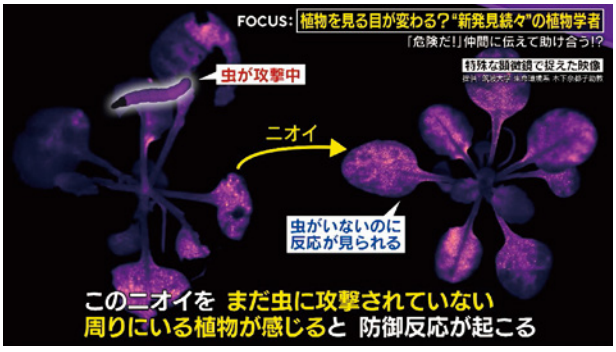


図３　可視光での撮影と平行して紫外線を照射し、植物が放散する蛍光画像も取得した。紫外線を照射しても自家蛍光を発することがない（ほとんどない）ことが重要である。

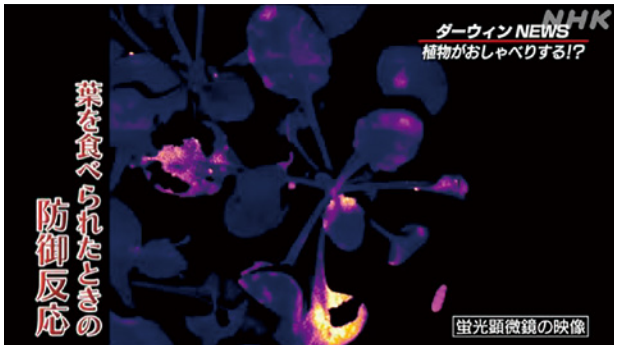


図 4

図 5

れている。

後日、TBSからも問い合わせがあり、TBSテレビ「情報7daysニュースキャスター」でも紹介された。(図５)

最後に、この設備で可能になったデータで特許申請し、先日権利化された。またこれらの実験に関する論文は現在投稿中である。

広く日本全国の皆様に NHK の電波を借りて、筑波大学で行われている研究を紹介することができたのも、工作部門のこの協力のおかげです。なければ実験系さえ確立できていませんでした。そのプロフェッショナルな仕事に感謝しております。実験の難しさを理解いただき、忍耐強く相談に乗って下さったのも成功への鍵であったと感じております。江並和宏先生、明都茂様、門脇英樹様、前任の堀三計先生に深く感謝申し上げます。

野外での不かく乱土壌試料採取とその分析について

生命環境系　浅野　眞希

1）はじめに

生命環境系の土壌環境化学研究室では、農耕地および山岳、森林、草原などの自然生態系における土壌生成過程、土壌機能の解明と持続的な利用などを目指して研究を行っています。研究手法として、野外で土壌断面調査を行い、目的に応じた土壌試料を深度別に採取し、実験室に持ち帰って様々な理化学性試験を行うのですが、亜高山地域から砂漠地帯まで、様々な場所で目的に合わせて土壌を採取し実験を行うために、試料採取と実験器具に試行錯誤が必要になります。これまで、土壌試料を採取するための道具や試料の加工、実験を行うためのガラス器具、カラム、機器の部品などなど、工作部門で数々の実験器具を作成していただいてきました。本稿では、特に野外での不かく乱土壌試料採取とその分析について報告させていただこうと思います。

2）野外での土壌断面調査と不かく乱土壌試料の採取の重要性

土壌とは「地殻の表層において岩石・気候・生物・地形ならびに土地の年代といった土壌生成因子の総合的な相互作用によって生成する岩石圏の変化生成物であり、多少とも腐植・水・空気・生きている生物を含みかつ肥沃度をもった、独立の有機－無機複合体である」と定義されています（大羽･永塚、1988）。岩石・気候・生物・地形・時間に加え、今日では人為も土壌生成因子として含められるようになり、これらの土壌生成因子が異なると、例えば、地形がなだらかで火山灰が堆積し、ススキなどの草原が維持されているような場所では、真っ黒な厚い表層土壌が形成され（黒ボク土）、火山が無い沖縄などの亜熱帯地方には、表層は淡い褐色で、粘土に富む赤い土が分布する（赤色土）など、土壌断面形態に特徴的な違いが表れます。また、土壌は粘土鉱物や一次鉱物を主体とする土壌粒子と、土壌有機物（腐植）によって形成された土壌構造を形成しており、保水性、透水性、通気性を獲得し、土壌生物にハビタットを提供し、土壌有機物蓄積や分解作用、養分供給能などの様々な土壌機能を発揮することができるようになります。そのため、野外で土壌断面調査を行い、土壌層位の特徴や、根の分布、土壌構造の発達、土壌水の移動に伴う物質の移動集積、酸化還元反応によってできる鉄の形態（斑紋）などを観察することが非常に重要になります（図１）。また、土壌の微細な構造や形態を分析することが、固体分析技術の進展とともに可能となり、今まで不明だった土壌機能の解明が可能になると期待されています。そのような分析のためには、その土壌の特徴を捉えられ

図１　モンゴル草原での土壌断面調査の様子

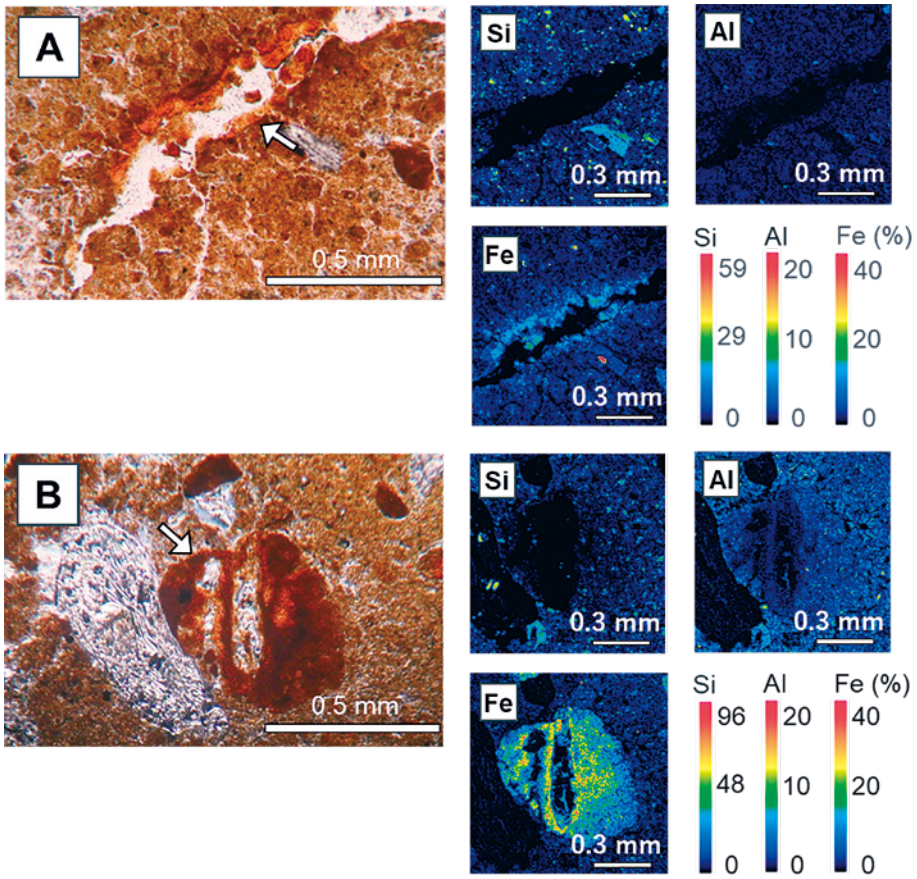


図２　斜面上部のハイマツ・ササ草原のBg1層の薄片画像と元素組成。矢印は鉄斑紋を示している。右図はEPMAで測定したSi、Al、Feの元素分布。（A）孔隙に形成された膜状の斑紋、（B）根の周囲に形成された斑紋。

るような土壌構造をいかに破壊せずに土壌を採取するか、が大きな課題となります。私たちの研究室では、ステンレス容器で採取した土壌を用いて土壌微細構造を顕微鏡下で観察したり、切断した塩ビ管を打ち込んで採取したコア試料でX線CT画像を取得したり、さらに分画してKEKやSPring-8などの放射光施設を用いたサブミクロスケールでの土壌構造観察を行っています。

3）不かく乱土壌試料を用いた分析事例

100mL容のステンレス円筒コアを打ち込んで採取した不かく乱土壌試料は、凍結乾燥後、または有機溶媒での置換法により、樹脂で含浸します。ステンレスコアごと含浸し、工作部門で一次切断によってステンレスコアを切断していただいたあと、実験室の切断機と研磨機を利用して、土壌薄片を作成しています。土壌薄片を用いて効果的にとらえられる土壌中の物質移動として、地下水や表層水環境によって生じる酸化還元反応に伴う鉄の移動集積があります。水田などでは研究例が多くありますが、豪雪地域の山岳地域で積雪と雪解けによっておこる鉄の移動と地形や植生との関連は着目されておらず、研究事例がありませんでした。そこで、当研究室に所属する学生が修士論文として、鳥海山の亜高山帯で微地形にそって出現するハイマツ、ササ、雪田草原と、その下に分布する土壌について土壌薄片を作成して形態観察とEPMAによる元素マッピングを行いました（小林、2022）。その結果、一般的に乾燥して

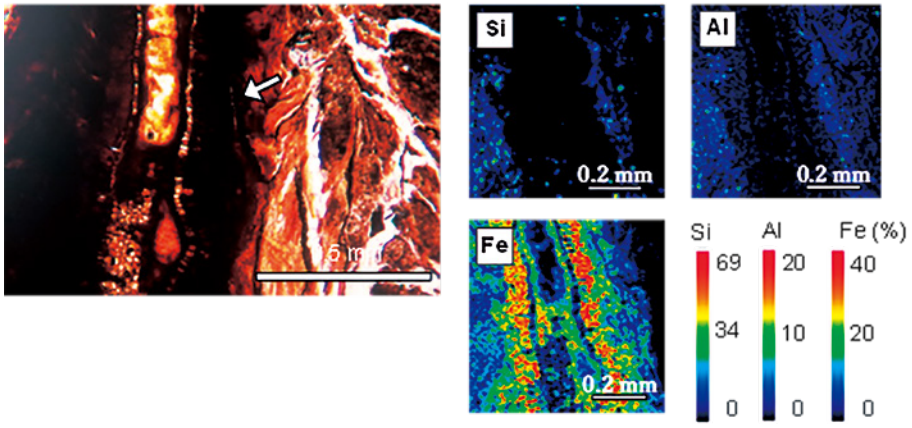


図 3　斜面下部の雪田草原のABg層の薄片画像と元素組成。矢印は鉄斑紋を示している。右図はEPMAで測定したSi、Al、Feの元素分布。白い矢印根の周りに形成された糸根状の斑紋。

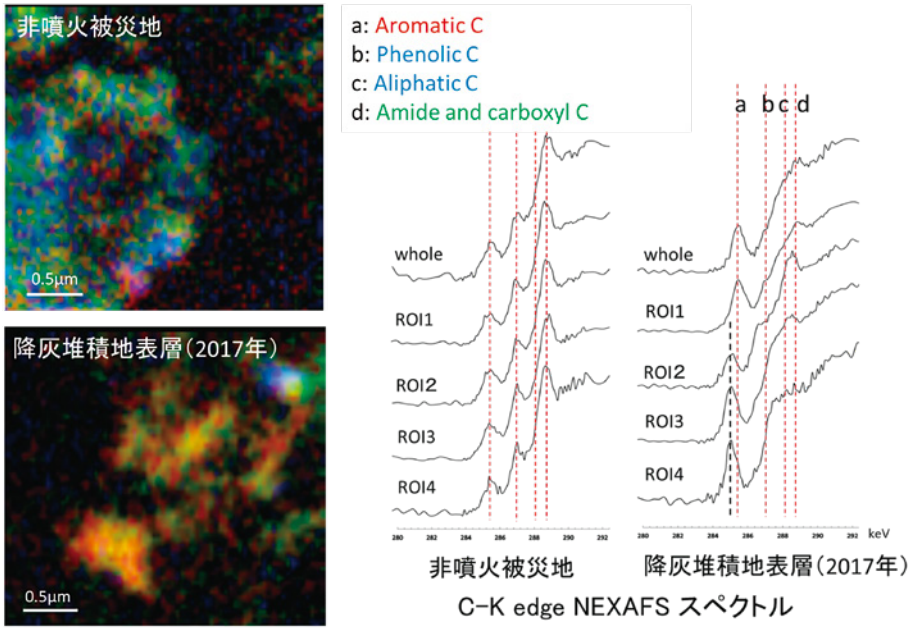


図 4　三宅島2000年噴火降灰堆積地と非被災地の表層土壌における<2μm粒子のSTXM-NEXAFS分析の結果

いると考えられる尾根部に近いハイマツ・ササ群落であっても、膜状斑（図2A）や糸根状の鉄斑紋（図2B）が存在することが明らかとなりました（小林ら、2022）。膜状斑（図2A）は酸化的な土壌孔隙に土壌鉱物から溶解した Fe^{2+} が土壌水とともに移動し、Fe^{3+} に酸化されて析出したと考えられます。一方、根の周りの斑紋（図2B）は植物根から供給される酸素や、根が枯死した後にできた孔隙に通気される酸素によって、周辺の Fe^{2+} が Fe^{3+} に酸化されて形成されたと考えられました。また、斜面下部の雪田草原では、斜面上部より発達した糸根状の斑紋が観察され（図３）、より強い還元環境下にあることが示唆されました（小林ら、2022）。このような研究は、これまで注目されていなかった高山帯の土壌生

成過程や新たな土壌分類システム構築に寄与するほか、気候環境変動によって影響を受けやすい生態系応答や物質循環の変化解明に貢献すると期待されます。

また、そのほか、土壌構造を形成している土壌の有機無機集合体を、土壌構造のサイズによって分画し、どのような鉱物と有機物が集合体を形成しているのかなどを、固体分析によって明らかにしようとしています。土壌構造を超音波で完全に分散させた土壌懸濁液を作成し、土壌構造の接着物質として働いていると考えられる2μm以下の有機無機集合体について、KEKの軟X線顕微鏡（STXM）とX線吸収微細構造（NEXAFS）スペクトルの解析により、炭素分布マップ取得と炭素官能基組成の分析を行っています。三宅島2000年噴火後、17年経過して土壌構造が発達した土壌を用いた実験結果では、火山被害を受けていない場所と比較して、土壌有機炭素含量は同程度に回復していましたが、有機無機集合体の大きさが大きく、官能基分布に不均一性が多いなどの結果が認められ、土壌有機物の物理的隔離などが不十分な状態にあることが示唆されました（図4（浅野、2018））。現在博士課程および修士課程の学生が、塩ビ管で採取したコア試料を用いたX-CT分析を行い、三宅島2000年噴火以降の土壌構造の発達について研究を進めています。土壌構造が作り出すマイクロハビタットという視点から、土壌の生成や、生態系の回復過程における土壌 - 植物 - 土壌動物の相互関係について、研究を進展させることができると期待されます。

4）終わりに

不かく乱土壌試料の採取容器について、一般的な土壌物理性試験用以外には市販品はありません。測定に必要なサイズと測定機器に合わせて、いつでも工作部門に依頼できる、という安心感は非常に大きく、私たちの実験を支えていただいています。また、採取したい試料の大きさや、容器の素材を、土壌タイプや分析手法によって変更したいことが多々あり、野外調査前にドタバタで時間に余裕がない中で駆け込んでも、工作部門のみなさんに「大丈夫、これなら間に合いますよ。」と材料を加工していただき何度救われたかわかりません。また、試料を採取した後の含浸操作や土壌粒経サイズ分画でも、微妙に市販品では適合しないサイフォンや、ガラス器具、通常より長時間の超音波処理を行うため、試料溶液を効果的に冷却できるように特注したステンレスチャンバーなど、工作部門で作成を依頼した器具を数多く利用しています。また、土壌カラム試験についても、試行錯誤をしていただきました。試料採取計画、実験計画の段階で生じる、「こういうものがあったらなぁ。」に答えていただける工作部門の存在は、研究の遂行になくてはならない存在です。心から、センターの技術職員のみなさま、先生方にお礼を申し上げます。そして、これからも、何卒よろしくお願いいたします。

引用文献

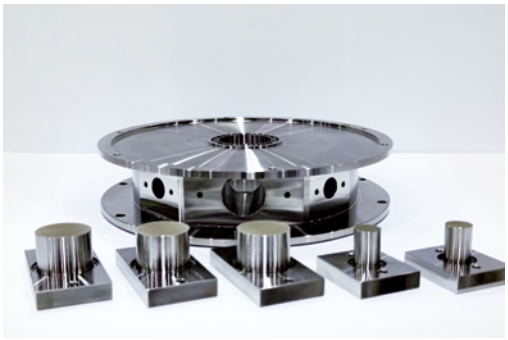
浅野眞希ほか（2018）三宅島2000年噴火火山灰堆積地における有機物集積の経時変化．日本土壌肥料学会講演要旨集，64巻，p80

小林耕野・浅野眞希・田村憲司（2022）鳥海山の高山生態系に発達する土壌の鉄斑紋の形態と元素分布．日本土壌肥料学会講演要旨集，68巻，p68

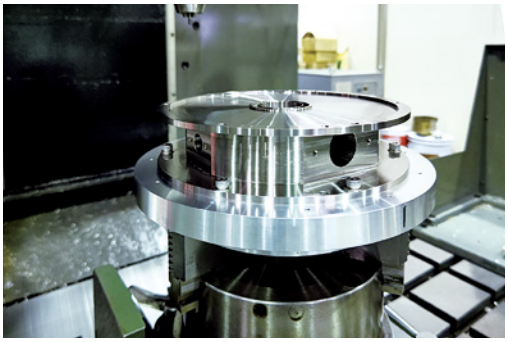
小林耕野（2022）鳥海山西部の森林限界以上に分布する土壌の特性．筑波大学大学院理工情報生命学術院生命地球科学研究群山岳科学学位プログラム修士（山岳科学）学位論文，pp61

大羽裕・永塚鎮男（1988）土壌生成分類学．養賢堂，pp338

フォトギャラリー

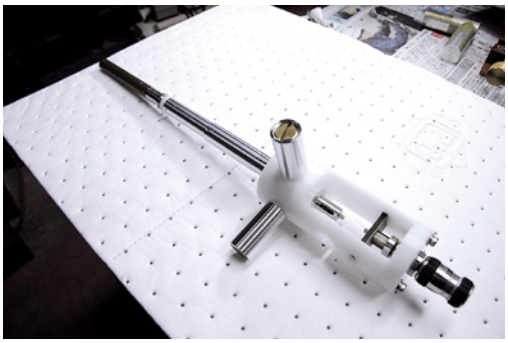


HF5000用ブランカーフランジと
ビューポート塞ぎフランジ



HF5000用ブランカーフランジと
ビューポート塞ぎフランジの設置

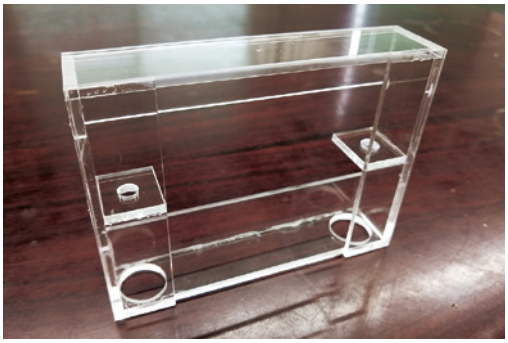
蒸着マスク用基板ホルダ



HF5000用TEMホルダー

液体セルホルダ

除雪用排土板の支持器具

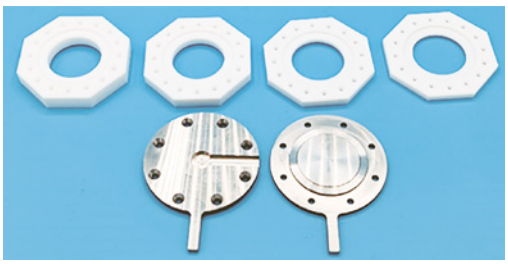


サンプルホルダ

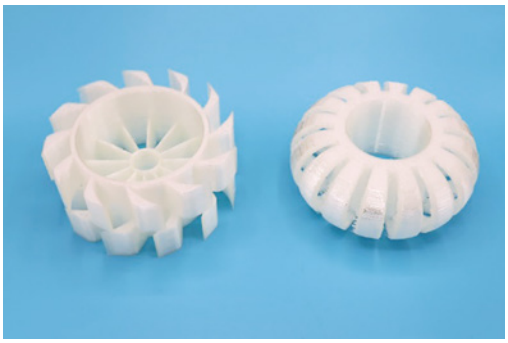
磁石ホルダ

フォトギャラリー

脱着可能倒立顕微鏡用サンプルホルダ

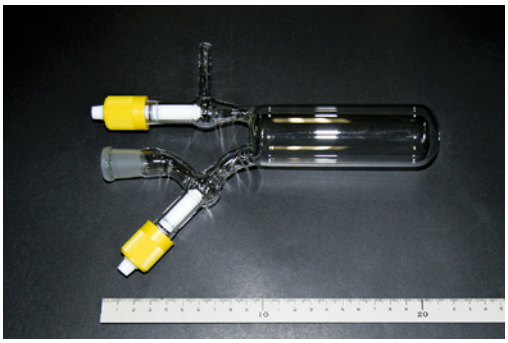


定常熱流化測定用セル

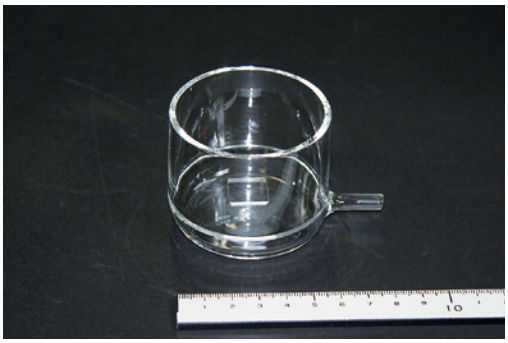


TPUタイヤ

ガラスセル



グリースレスバルブ付反応容器



二段シャーレ

利用の手引き

国立大学法人筑波大学研究基盤総合センター工作部門は学内共同教育研究施設の一つで、実験機器・装置の設計・製作やものづくりの相談、実習を通して本学の研究・教育の向上に寄与することを目的としている。

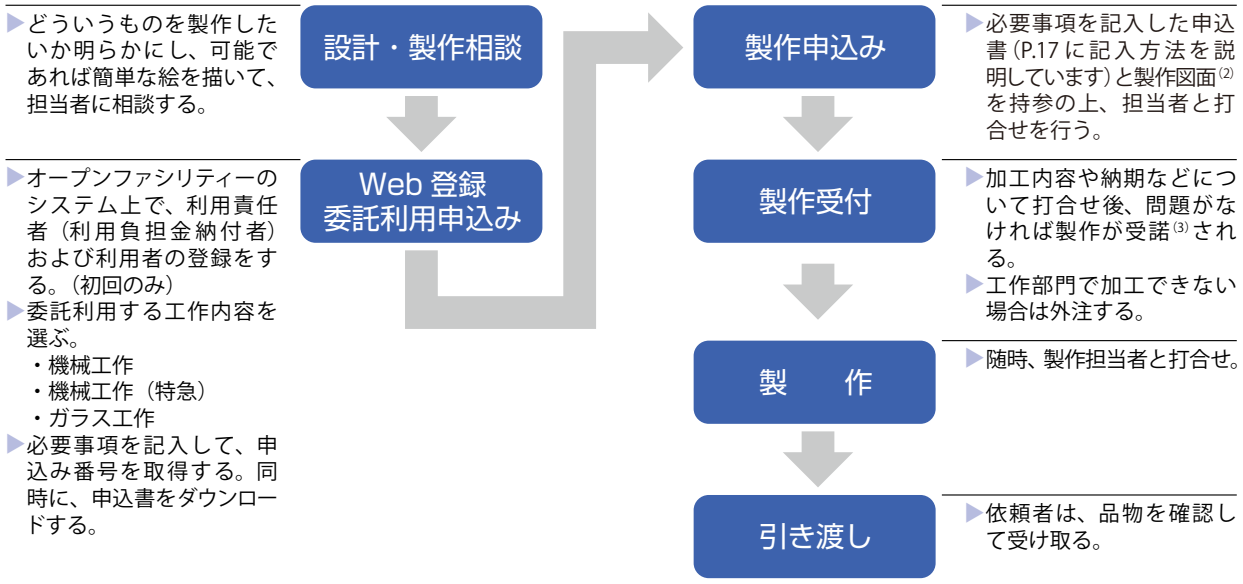
工作部門には、機械工作室、ガラス工作室、公開工作室がある。機械工作室では、汎用工作機械や数値制御（NC）工作機械による直線形状や曲線形状の機械加工、TIG溶接や銀ろう付などの溶接作業等を行っている。ガラス工作室では、手作業やガラス旋盤などによる加工や修理、精密切断機や卓上CNCフライス盤による切断作業や溝加工などを行っている。公開工作室では、利用資格を持った教職員、学生が自由に機械加工をすることができる。

また、利用方法には委託利用と共同利用がある。委託利用は、実験機器・装置の製作を工作部門に委託する利用方法である。共同利用は、オープンファシリティーに登録されている機器（主に公開工作室の機器）を自身で操作して加工する利用方法である。

工作部門の円滑な活動を確保し、できるだけ多くの人が公平に利用できるよう、ご協力をお願いしたい。

委託利用

実験機器・装置の製作を工作部門に委託する利用方法である。委託する場合は、所定の手続きに従って工作依頼の申請を行う。先ず、本学オープンファシリティーのシステムから委託利用 (1) を申し込む。委託利用の流れを以下に示す。



利用の手引き

（1）オープンファシリティーの利用

オープンファシリティーとは、国立大学法人筑波大学が保有する研究設備の有効利用を図ることにより、最先端の機器を容易に利用できるようにするシステムである。利用マニュアルは、オープンファシリティー推進機構のホームページにあり、以下の URL で参照できる。

http://openfacility.sec.tsukuba.ac.jp/wp/riyou1/

（2）製作図面

工作部門ホームページ（http://www.kou-c.tsukuba.ac.jp/）の学内向けページに図面の描き方があり、参照できる。

（3）委託利用のルール

利用者への公平性の確保、工作部門内にある機器の効率的運用の立場から、次のルールにより製作業務を実施する。

①容易に市販品で代替えできるものや規格品に準ずるものの製作は、原則として受けない。

②原則的には、受付日時の順番で製作する。

③数量が非常に多いものについては、外注扱いとする場合がある。

④工作部門の機器で製作できないものは依頼者と相談の上、外注とする。

依頼申込書(記入例)

押印は不要です

※オレンジ色の欄にご記入ください.

※支[illegible]任者の押印は廃止いたしましたが, 必ず事前に支払責任者の許可を得てください.

申込番号	1234567[illegible]	受付日	令和　・　・	受付番号	
所属部局名	○ × 系　　△ □ 域				
支払責任者 (押印廃止)	筑波　太郎	依頼者	工作　花子		
工作名	センサ保持具	工作数	3 個	支給品	なし
工作図, 仕様を添付の[illegible]出願います					
金額	加工費				
	材料費		開始日	年　月　日	
	外注費			月　日	
	その他			月　日	
経費合計		受領者氏名			
備考					

部品数が多い場合は,「1 式」
等の表記でも大丈夫です

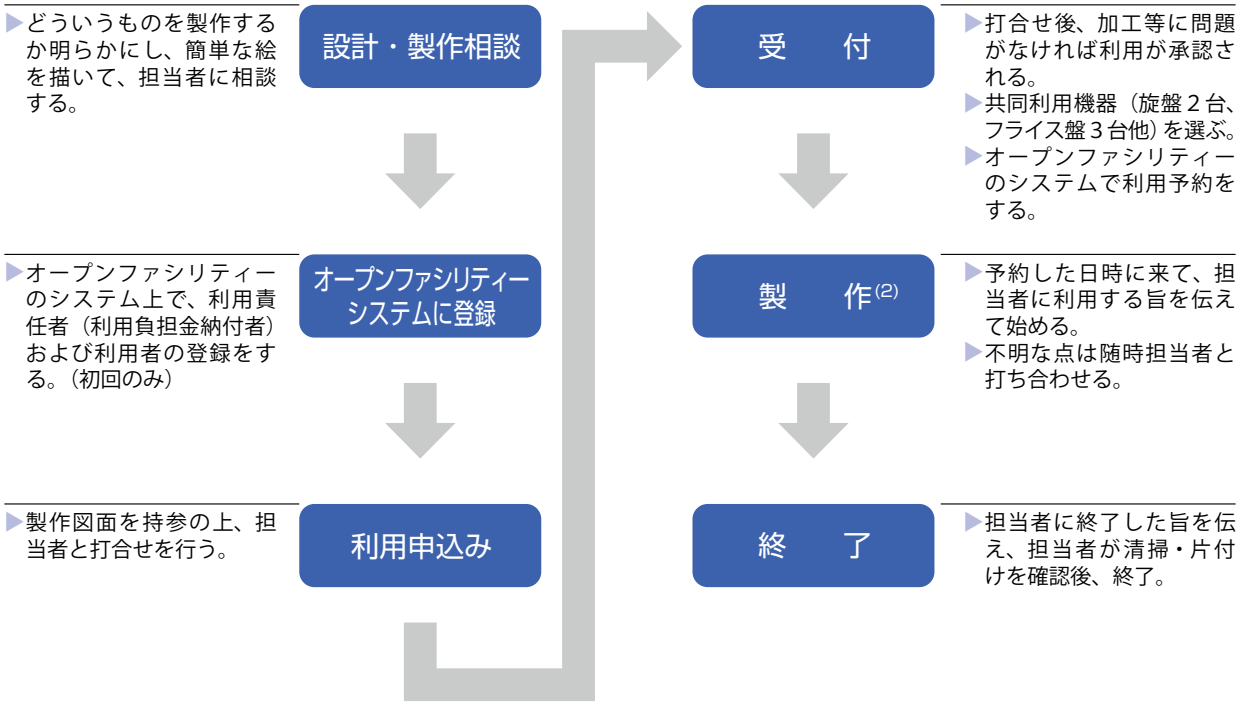
材料・部品の持ち込み等がございましたら
数量をご記入ください

依頼者連絡先			
TEL	1234	E-mail	X1234@YZ.tsukuba.ac.jp

筑波大学研究基盤総合センター工作部門

共同利用

共同利用は、オープンファシリティーに登録されている機器（主に公開工作室の機器）を自身で操作して加工する利用方法である。先ず、本学オープンファシリティーのシステムを利用してオープンファシリティー登録機器の利用を申請する。共同利用は、利用者資格登録(1)をした教職員、学生が使用できる。その具体的な手順を以下に示す。



（１）利用者資格登録

工作機械は不注意や操作ミスにより、利用者が大きな怪我を負うことがある。また、共同で利用する機器を破損して多くの利用者に迷惑を及ぼす。このため、共同利用機器の使用を希望する利用者は、安全に正しく使用することができるように、工作部門で実施する安全教育（半日）と操作実習（１日）を受講し、利用資格を得て登録する必要がある。

（２）利用上の注意

①利用者は、オープンファシリティーのシステム上で利用希望時間を予約する。なお、予約時間をキャンセルすることはできないので、工作部門担当者とよく相談する。

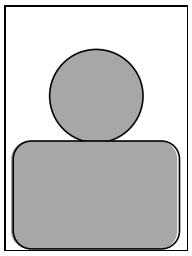
②機器の使用に当たっては、担当者の指示に従い、正しく操作するよう留意する。不明な点は、担当者に必ず問い合わせる。中途半端な使い方は、機器損傷や人身事故を引き起こす原因となる。

③作業終了後は、機器・工具及び周囲の清掃を十分に行う。切り屑は分別して廃棄する。

④共同利用に適応しない行為が認められた場合には、利用者資格登録を抹消する。

※利用資格登録申請書書式

令和　　年　　月　　日



利用資格登録申請書（記入例）

申込承認　　部局長名　**茨城　次郎**　茨
（或いは指導教官）

申 込 者　　所属部局名　**○×研究科△□専攻**

職　名 **博士前期１年**（学年）　氏名（ﾌﾘｶﾞﾅ）　**機械（キカイ）　硝子（ガラス）**　機

所属研究室　**茨城研**　　内線 **1234**　学籍番号 **123456789**

E-mail　**kikai5039@glass.tsukuba.ac.jp**

研究基盤総合センター工作部門の共同利用機器を利用いたしたく申込みます。

但し

工作機械使用実績　：　○印が該当事項です。

（イ）経　　験　　（有り）　　無し

（ロ）使用機械

旋　　盤　　フライス盤　　（ボ ー ル 盤）

（ハ）経験作業

旋　　盤　：　丸削　　内面削　　突切り　　ねじ切り　　ローレツト
フライス盤　：　平削　　ふち削　　すり割　　みぞ切り
ボ ー ル 盤　：　（穴あけ）　タップ立て　　リーマ作業
手 仕 上 げ　：　けがき　　やすりがけ　　きさげ作業　　板金

（ニ）取扱い工具

旋盤用バイト　：　ハイス付刃　　完成バイト　　超硬バイト
フライス　　：　エンドミル　　ドリル　　その他

（ホ）経験年数

旋盤：　　年、　フライス盤：　　年、　ボール盤：　**1** 年

特記事項：

※　研究基盤総合センター工作部門記入欄

受　付　：　令和　　年　　月　　日　　安全講習　：　令和　　年　　月　　日
実　習　：　令和　　年　　月　　日
認　定　：　令和　　年　　月　　日　　・登録番号：＿＿＿＿＿＿

利用状況

最近 4 年間の利用状況

令和 5 年 1 月 31 日現在

		令和元年度	令和 2 年度	令和 3 年度	令和 4 年度
［委託］機械工作	件数（件）	185（27）	181（25）	218（15）	159（20）
	時間（h）	2081.5	1834.5	2612	2454
［委託］ガラス工作	件数（件）	217	260	285	257
	時間（h）	745.0	929	1175	771.5
委託合計	件数（件）	402	441	503	416
	時間（h）	2826.5	2763.5	3787	3225.5
共同利用（公開工作室）	件数（件）	33	6	1	9
	時間（h）	73	14	3	20

※括弧内は特急件数

■教育支援

令和 5 年 1 月 31 日現在

科目名		期　間	内　容
機械工作	3 学系共用工作室利用者講習会	6 月	3 学系共用工作室を利用するにあたっての工作機械使用上の安全に関する講義
	大学院共通授業（機械工作序論と実習）	夏季集中講義	機械工作に関する講義と加工実習
	機械設計	秋 BC	製図・機械要素を担当
	機械工作安全教育と実技講習会	通年随時	工作部門の公開工作室利用資格取得のための安全講習と加工実習
ガラス工作	ガラス工作実技講習会	通年随時 新型コロナウイルス感染症のため休止中	ガラス細工の基本作業

■見学会

新型コロナウイルス感染症のため、本年度の開催はなし

研究基盤総合センター工作部門運営委員会委員名簿

令和５年１月31日現在

職　名	氏　名	任　期	内線電話番号
副センター長（工作部門） システム情報系 教授	◎文字　秀明	R3(2021).4.1～ R5(2023).3.31	内線 5061
工作部門 システム情報系 准教授	江並　和宏	R4(2022).4.1～ R6(2024).3.31	内線 2528
システム情報系 教授	西岡　牧人	R4(2022).12.1～ R6(2024).3.31	内線 5121
数理物質系 教授	木塚　徳志	R4(2022).4.1～ R6(2024).3.31	内線 4993
数理物質系 准教授	野村晋太郎	R4(2022).4.1～ R6(2024).3.31	内線 4218
数理物質系 准教授	山村　泰久	R4(2022).4.1～ R6(2024).3.31	内線 8243
数理物質系 准教授	蓮沼　　隆	R4(2022).4.1～ R6(2024).3.31	内線 5367

◎は委員長

工作部門教職員

令和５年１月31日現在

職　名		氏　名	内線電話番号
副センター長（工作部門）（併）		文字　秀明	5061
准教授		江並　和宏	2528
機械工作	技術職員	小川　祐生	2527（2526）
	シニアスタッフ	吉住　昭治	
	派遣職員	内田　豊春	
ガラス工作	技術専門職員	門脇　英樹	2523
	シニアスタッフ	明都　　茂	

編集後記

2022年度に入り、少しずつではありますが社会はコロナ禍の影響を脱しつつあります。大学においても同様で、工作部門関連の講義も対面授業にて行うことができました。これからは状況を見て、2020年度から大幅に減少していた実習及び見学の参加人数を増やしていく予定です。

しかし、昨今の世界情勢の変化により、材料や部品の価格高騰・不足のため、依頼加工業務も大きな影響を受けました。大学の研究活動へのこれらの影響を最低限に抑えるため、工作部門では設計の工夫や代替品の提案等を積極的に行い、これらの問題に対応していく必要があると考えます。

これからも大学の教育、研究に日々貢献していく所存でありますので、皆様からのご意見ご要望、ならびにご支援をお願いできればと存じます。

今回の「工作ニュース」の発刊に際し、執筆、編集に協力していただきました教職員や学生の皆様に心から御礼申し上げます。

また、この「工作ニュース」の主要な記事は研究基盤総合センター工作部門のホームページにも掲載致しますので、併せてご覧下さい。

令和５年３月31日

工作ニュース編集委員会
江並　吉住　門脇　小川

e-mail: kousaku-info@ml.cc.tsukuba.ac.jp
URL: http://www.kou-c.tsukuba.ac.jp/

令和 5 年（2023年）4 月発行

筑波大学研究基盤総合センター
工作部門

〒305-8577　茨城県つくば市天王台 1-1-1
TEL 029-853-2528
FAX 029-853-2525
E-mail: kousaku-info@ml.cc.tsukuba.ac.jp
URL: http://www.kou-c.tsukuba.ac.jp/