

2026 年度
東北地区国立大学法人等技術職員研修
技術発表要旨集

主 催：一般社団法人 国立大学協会東北地区支部
期 日：令和 8 年 9 月 16 日（水）～18 日（金）
当番校：国立大学法人 東北大学 事業支援機構 総合技術部

目次

1. ご挨拶.....	3
-------------	---

東北大学 理事兼事業支援機構総合技術部長 橋爪 淳

2. 会場案内.....	4
--------------	---

会場への交通手段

3. ポスター発表 次第	6
--------------------	---

4. 口頭発表 次第.....	10
-----------------	----

5. ポスター発表 要旨	12
--------------------	----

6. 口頭発表 要旨.....	46
-----------------	----

7. あとがき	59
---------------	----

東北大学 総合技術部副部長 桑野 龍

8. 実行委員・協力者一覧.....	61
--------------------	----

ご挨拶

東北大学 理事兼事業支援機構総合技術部長 橋爪淳

東北地区 6 県の国立大学法人および高等専門学校の技術職員の皆様には、「2026 年度（令和 8 年度）東北地区国立大学法人等技術職員研修」の開催にあたり、多大なるご協力とご参加をいただき、誠にありがとうございます。また、日頃より各機関において、教育・研究支援の最前線で多大なるご貢献をいただいておりますことに、深く敬意を表します。

今年度、当番校を務めます東北大学では、本学発祥の地であり、豊かな歴史と緑に包まれた片平キャンパスを会場として本研修を実施いたします。メイン会場となる電気通信研究所をはじめ、歴史ある研究環境と最先端の設備が融合する片平キャンパスの息吹を、ぜひ時間の許す限り肌で感じていただければ幸いです。皆様が、実り多く、かつ快適に研修に臨めるよう、実行委員会一同、万全の準備を進めてまいりました。

今回の研修プログラムにおける特別講演では、現代の学術・技術領域の最先端を牽引する二名の先生方に登壇いただきます。国際放射光イノベーション・スマート研究センター（SRIS）の中村哲也教授からは、今まさに世界的な注目を集める NanoTerasu を舞台とした「装置開発を楽しむ ― 磁性材料研究と NanoTerasu」について、また、電気通信研究所の大塚朋廣准教授からは、次世代の知を拓く「半導体量子コンピュータ研究と研究基盤技術」というテーマでご講演をいただく予定です。最先端の研究活動を支える「装置開発」や「研究基盤技術」の重要性や醍醐味に触れ、皆様の今後の業務やキャリアにおける大きな知見といただければと願っております。

現在、東北大学は国際卓越研究大学の認定を受け、世界トップレベルの研究大学として新たな変革期を歩んでいます。世界基準の研究成果を持続的に生み出し、社会へ還元していくためには、研究者だけでなく、最先端の環境を支え、ともにイノベーションを創出する技術職員の存在が不可欠であり、両者が協働して取り組むことが重要です。このような関係・環境をどのように構築し、発展させていくか、これは、激動する社会環境の中で、教育・研究の質的向上を目指すすべての高等教育・研究機関に共通する極めて重要なテーマだと考えます。

そのための原動力となるのは、やはり「人」にほかなりません。本研修は、皆様ご自身の技術力を高め、新たな高度専門技術を獲得する絶好の機会です。それと同時に、機関や専門領域の垣根を越えて一堂に会し、日頃の課題や知見を共有し合えるネットワーク構築の極めて貴重な場でもあります。本研修が、皆様にとって新たな挑戦への契機となり、ひいては東北地区全体の教育・研究環境のさらなる発展と充実に資することを強く願っております。

最後に、本研修の開催にあたりご尽力いただきました実行委員会をはじめとする関係各位に心より感謝申し上げますとともに、皆様にとって実り多き研修となりますことを期待いたしまして、私の挨拶とさせていただきます。

会場案内

メイン会場：東北大学 電気通信研究所 本館（G10）

口頭発表会場：本館6階大会議室（M601）

ポスター発表会場：本館1階アトリウム・談話交流スペース

情報交換会会場：本館1階オープンセミナールーム（M153）

所在地：宮城県仙台市青葉区片平 2-1-1

https://www.tohoku.ac.jp/map/ja/?f=KH_G10



会場への交通手段

○徒歩

仙台駅西口より約 15 分

○タクシー

仙台駅西口より「東北大学片平キャンパス」で約 10 分

○地下鉄

仙台市地下鉄南北線にて「五橋駅」下車。

北 2 番の出入口より地上へ、徒歩約 10 分

○バス

仙台駅前西口 11 番のりばより

市営バス 701 系統『八木山動物公園行』

市営バス 704 系統『緑ヶ丘三丁目行』

市営バス 706 系統『西高校入口行』

に乗車『東北大正門前』下車。徒歩 7 分。

※所要時間は交通状況等により異なります。

※可能な限り公共交通機関等のご利用をお願いいたします。

※特別に配慮を必要とする場合、構内駐車場の利用も可能です。

(事前に研修実行委員会までご相談ください。)

【連絡先】

東北地区国立大学法人等技術職員研修実行委員会

メールアドレス：tech-tohokukenshu [at] grp.tohoku.ac.jp

([at]は@に置き換えてください。)

※17 日に実施する実技研修の会場について、ご質問がある場合には各実技研修担当まで直接ご連絡をお願いいたします。

ポスター発表 次第

実施日時：令和8年9月16日（水）15：30 ～ 17：15

会 場：東北大学 電気通信研究所本館1階アトリウム・談話交流スペース

※動画配信なし、現地開催のみとなります。

機械・材料系、製作技術分野

P-1 「微小試験片引張・圧縮試験機の改造事例」

○太田 敏貴

岩手大学 理工学系技術部ものづくりグループ

P-2 「琥珀への5軸裏彫り加工技術の開発」

○武田 洋一

岩手大学 技術部理工学系技術部

P-3 「meviy 板金設計標準を活用した設計支援ツールの作成と研究支援事例」

○佐々木 大輝

岩手大学 理工学系技術部

P-4 「工具研削盤の改良とエンドミル再研磨の有効性評価」

○齋藤 直樹

東北大学 工学研究科

P-5 「形彫放電加工における高硬度材に最適な加工条件の構築」

○片倉 健司※1、豊田 将※2

※1 東北大学 工学研究科

※2 東北大学 工学研究所

P-6 「既存小型電気炉を活用した内製熱処理技術構築に向けた取り組み」

○杉澤 久道

東北大学 工学研究科

P-7 「電気通信研究所 研究基盤技術センター工作部の紹介」

○阿部 健人、前田 泰明、末永 保

東北大学 電気通信研究所

生命科学技術分野

P-8 「イネの地表根形成を制御する SOR 関連因子のプロテオーム解析」

○半澤 栄子^{※1}、佐藤 伸一^{※2}

※1 東北大学 生命科学研究科

※2 東北大学 学際科学フロンティア研究所

分析・評価技術分野

P-9 「トランスファーベッセルを用いた軟 X 線分光器による Li 金属の評価」

○田代 公則、佐藤 勝彦、雁部 祥行

東北大学 多元物質科学研究所

P-10 「クライオ電子顕微鏡の紹介」

○海原 大輔

東北大学 多元物質科学研究所

特殊・大型実験・自然観測技術分野

P-11 「流下型センサーユニットによる水質の時空間連続モニタリングシステムの開発」

○根本 真奈

東北大学 工学研究科

施設管理・安全衛生管理技術分野

P-12 「IoT デバイスを用いた警報音検知とチャット通知による運用の自動化

ー共通設備におけるガス警報遠隔監視システムの構築ー」

○堀江 真未^{※1}、児玉 孝憲^{※1}、一條 肇^{※1}、相澤 信吾^{※2}、前田 桂史^{※2}

※1 東北大学 農学研究科

※2 東北大学 未来科学技術共同研究センター

P-13 「研究施設向けクリーンルームの課題へのアプローチ」

○小野 力摩

東北大学 電気通信研究所

P-14 「他機関と連携したヘリウム回収」

○中村 光輝^{※1}、千葉 寿^{※1}、早川 勸^{※2}

※1 岩手大学 理工学系技術部

※2 岩手医科大学

P-15 「既存設備に後付け可能な遠隔監視システムの構築」

○堂守 佑希、渡辺 壮、横山 梨香、八桁 一平

東北大学 工学研究科

情報系技術分野

P-16 「放射線業務従事者管理におけるデジタル化の取り組み」

○川原 隆爾^{※1}、佐藤 和則^{※1}、結城 秀行^{※1}、小玉 航史^{※2}、高橋 隼之介^{※2}

日尾 彰宏^{※3}、高村 美穂^{※1}、長倉 友理江^{※1}、渡部 浩司^{※1}

※1 東北大学 先端量子ビーム科学研究センター青葉山事業所

※2 東北大学 多元物質科学研究所

※3 東北大学 農学研究科

地域貢献・技術者養成活動分野

P-17 「地産地消を目的とした庄内産大麦の発芽と糖化に関する取り組み」

○志村 良一郎

鶴岡工業高等専門学校 教育研究技術支援センター

P-18 「感震ブレーカー実演装置「YURASUPE」の開発」

○工藤 響、佐藤 風雅、羽入田 信吉

仙台高等専門学校 教育研究技術支援室

実験・実習技術分野

P-19 「メンデル遺伝の基本を体験するプログラム」

○中西 啓

岩手大学 技術部

P-20 「3D プリンタを用いた NMR 安全教育教材の開発」

○田口優佳

東北大学 大学院農学研究科・農学部

口頭発表 次第

実施日時：令和8年9月18日（金）9：00 ～ 12：00

会 場：東北大学 電気通信研究所本館 6 階大会議室（M601）

（Web 会議ツール（Zoom）を使用したハイブリッド形式）

・発表時間は発表15分、質疑応答5分の合計20分とする。

・予鈴は 12 分経過/1 鈴、15 分経過/2 鈴、20 分経過/3 鈴とする。

9：00 ～ 9：20

機械・材料系、製作技術分野 座長 東北大学 工学研究科 高階 卓哉

O-1 「資格試験を通した専門スキル獲得の取り組み

ー3次元CAD利用技術者試験1級取得までの経緯ー」

○若杉 圭

秋田大学 教育文化学部

9：20 ～ 9：40

地域貢献・技術者養成活動分野 座長 東北大学 工学研究科 高階 卓哉

O-2 「外来種ブラックバス魚粉肥料の開発と実証試験

ー多様な主体が関わった地域課題解決型研究の実践ー」

○伊藤 眞子

鶴岡工業高等専門学校 教育研究技術支援センター

9：40 ～ 10：00

特殊・大型実験・自然観測技術分野 座長 東北大学 工学研究科 高階 卓哉

O-3 「2026 年熊本地震臨時観測の技術支援

ーモバイル SINET を用いたオンライン臨時地震観測システムー」

○平原 聡^{※1※2}、岡田 知己^{※1}、高木 涼太^{※1}、吉田 圭佑^{※1}、松本 圭晶^{※1}

木村 洲徳^{※1※2}、2026 年熊本地震合同地震観測グループ（仮称）

※1 東北大学 大学院理学研究科 地震・噴火予知研究観測センター

※2 分析・評価・観測群 自然観測試料作製グループ 地震・火山観測チーム

10：00 ～ 10：20 休憩

10：20 ～ 11：00

分析・評価技術分野

座長 東北大学 流体科学研究所 井上 浩介

O-4 「マイクロからナノイオンビームに向けた新ビーム評価方法の開発」

○三輪 美沙子^{※1}、遠山 翔^{※1}、松山 成男^{※2}

※1 東北大学 工学研究科

※2 東北大学 工学部・工学研究科量子エネルギー工学専攻

O-5 「光電子顕微鏡への He 放電管の導入と評価試験」

○嶋田 浩三

東北大学 多元物質科学研究所

11：00 ～ 11：20 休憩

11：20 ～ 12：00

分析・評価技術分野

座長 東北大学 加齢医学研究所 石橋 崇

O-6 「歯学研究科における透過電子顕微鏡受託業務の成果報告」

○唐島田 かおり

東北大学 歯学研究科

O-7 「国際卓越研究大学助成金によるマイクロ X 線 CT の導入」

○知識 麻友子

東北大学 歯学研究科

ポスター発表 要旨

微小試験片引張・圧縮試験機の改造事例

太田 敏貴

岩手大学技術部理工学系技術部第二技術室ものづくりグループ

1. 目的

引張圧縮試験機は、測定対象となる材料から試験片を製作し、その試験片に引張力または圧縮力をゆっくりと加えて変形量や応力を測定することで、材料の機械的性質を評価するための装置である。

本件では、この既存の引張圧縮試験機を、湿潤空気・真空・液体中など多様な環境での試験に対応できるように改造することを目的とする。

2. 対象装置

改造対象となる装置は DEBEN 社製 CT500 である。

CT500 は放射光照射下で引張・圧縮試験片を観察するため、スリーブがウルテム製に変更されている。本試験機のロードセルは上部固定・下部可動の構造で引張・圧縮を行う。

3. 改造点について

多様な気体・液体を試験機内部に充填して実験を行うため、送気および排気を行う治具を新規に製作した。治具の接続部には O リングを追加し、漏洩対策を施した。また、試験機とスリーブの間に充填した気体・液体がロードセル側へ漏洩しないよう、O リング溝を新たに追加した。オリジナル部品を保存する方針から必要な部品は新規製作とし、依頼者からの要望により軽量化も実施した。また、液体充填時の漏洩による試験機破損を防ぐため、試験機を逆さに設置する運用案を依頼者へ提案した。

4. 問題点と対策

4.1 気密性向上による摺動抵抗の増大

ロードセル保護のために O リングを追加したが、スリーブと試験機のクリアランスが過小となり、摺動抵抗が増大してロードセルの測定レンジオーバーが発生した。対策としてスリーブを再製作し、内径寸法を調整することで漏洩対策と摺動抵抗低減を両立した。

4.2 薄肉部の変形

軽量化のため材質をステンレスからアルミへ変更した結果、引張・圧縮試験時に薄肉部で変形が発生した。対策として材質変更ではなく、強度に影響の少ない部分の薄肉化を行った。薄肉化箇所の選定には CAE 解析を用い、試験機の最大作動力でも変形しないことを確認しながら進めた。

5. 結果

送排気治具および新規部品の製作により、多様な環境下での引張・圧縮試験が可能となった。また、気密性向上や軽量化に伴う問題点に対して適切な対策を施すことで、安定した試験環境を構築することができた。



図 1 引張圧縮試験機 CT500

琥珀への 5 軸裏彫り加工技術の開発

ー 切削ドリームコンテスト受賞報告 ー

○武田 洋一

岩手大学 技術部 理工学系技術部 第2技術室 機械工学グループ

1. はじめに

琥珀は天然樹脂が数千万年かけて化石化した希少な天然素材であり、装飾品等に広く用いられてきた。本学では 2023 年より久慈琥珀株式会社と連携し、琥珀製品の量産化に向けた加工治具開発および 5 軸制御マシニングセンタを用いた切削技術の共同研究開発を進めている。本報では、従来は熟練職人の手作業に依存していた伝統技法「裏彫り加工（インタリオ彫刻）」を、工作機械によって高精度かつ安定的に再現する工法開発に取り組み、その試作結果およびコンテストにおける受賞結果を報告する。

2. 加工素材・使用機械

- 使用工作機械：5 軸マシニングセンタ / NMV5000 DCG (DMG 森精機製 図 1)
- 加工素材：久慈琥珀株式会社製「リファインドアンバー」(図 2)
(天然琥珀の端材等を再精製・成型し、個体差を低減して加工性を向上させた新素材)。
- CAM ソフトウェア：Mastercam (5 軸モジュール)
- 加工時間：1 個あたり約 30 分 (初品加工までのプログラミングや治具・段取り等は除く)



図 1 加工機械

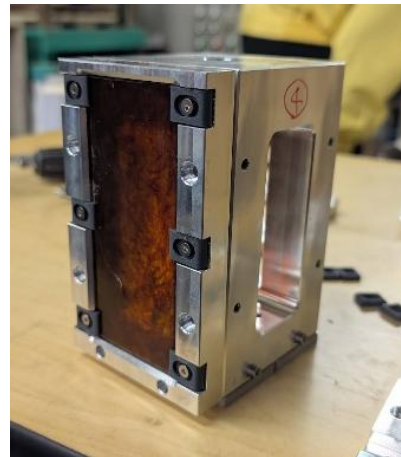


図 2 量産治具と加工素材

3. 形状とデザイン

宝飾品（ペンダント・ボタン用途）を想定した意匠設計を実施した。先行試作において、裏彫り部が透過して表面から立体感が認識しにくくなる課題が確認されたため、以下の設計的工夫を施した。

- 立体感の確保：彫刻の深さを十分に確保できるよう厚みを持たせたデザイン。
- モチーフ選定：視線角度や光の屈折によって陰影と奥行きが際立ちやすい「花模様（3 輪の花）」を採用。

4. 工法開発

本加工にあたっては、まず彫刻部の輪郭を白濁させて際立たせるため、本研究用に刃先を独自に調整したハイス製の特殊工具を製作した。素材の保持には、脆弱な琥珀の変形やチッピングを防止しつつ自由な工具進入角度を確保できるワックス固定治具を採用した（図3）。内部の加工においては、微小な開口部から内部を削り広げて「水中花」のように花卉が浮遊して見える立体形状を創出すべく、同時5軸スワーフ加工（工具側面による創成加工）を適用した（図4）。CAM上で工具姿勢と同期ラインを最適化することで干渉を回避し、切削熱による熱影響を考慮しながら素材内部に3輪の滑らかな花卉形状を削り出した。最後に、旋盤およびマシニングセンタを併用して表面を、光を集める水滴状（ドーム形状）に仕上げることで、内部の意匠が美しく浮かび上がる構造を完成させた（図5）。

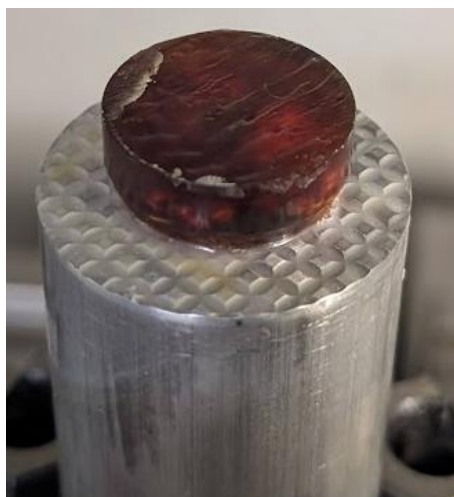


図3 ワックス固定治具による素材保持



図4 5軸スワーフ加工の様子

5. 評価および受賞結果

本作品を「第20回切削加工ドリームコンテスト」（DMG森精機主催）に出展し、アカデミック部門「銀賞」を受賞した（図6）。「琥珀の内部構造を巧みに加工し、花びらを浮かび上がらせる技術が素晴らしく、この素材ならではの面白さを感じました。デザインの完成度も高く、見た目も非常に美しい作品です。」との講評^[1]をいただいた。

6. 終わりに

本研究開発を通じて、天然由来素材である琥珀に対して5軸マシニングセンタによる内部空洞・裏彫り加工の自動化および高精度化が可能であることを示した。また、特殊工具や保持方法、同時5軸加工を組み合わせることで、従来の手作業による加工とは異なる意匠表現を実現し、琥珀加工における新たな加工手法の可能性を示した。

参考文献

- [1] 第20回切削加工ドリームコンテスト作品集 2025, DMG森精機株式会社, 2026.



図5 完成品（琥珀インタリオペンダント）



図6 銀賞受賞盾

meviy 板金設計標準を活用した設計支援ツールの作成と研究支援事例

佐々木 大輝

岩手大学 理工学系技術部 理工学系第二技術室 機械工学グループ

1. はじめに

近年、研究装置や実験設備の製作において、3D CAD データから直接見積り・発注が可能な株式会社 ミスミの部品調達サービス「meviy」の利用が拡大している。板金加工においても短納期かつ比較的低コストで部品製作が可能であり、研究支援業務における有効な製作手段となっている。

一方、meviy では板金設計に関する設計標準^[1]が公開されているが、設計条件に応じて複数の表やデータを参照しながら設計可否を判断する必要がある。そのため、板金設計の経験が少ない利用者にとっては、適切な設計条件の把握や設計判断に時間を要するという課題があった。

そこで本取組では、meviy の設計標準を整理し、利用者が簡単な条件選択によって設計条件を確認できる設計支援ツールを作成した。また、本ツールを研究支援業務に活用した事例について紹介する。

2. 設計支援環境の構築

2.1 Excel を用いた設計支援ツールの作成

設計支援ツールは Microsoft Excel を用いて作成した。

meviy の板金設計では、材質、表面処理および板厚に応じて、最小穴径、穴と曲げ部の離隔距離、フランジ長さなどの設計条件が変化する。このため利用者は設計標準書内の複数箇所を確認しながら設計を進める必要がある。

そこで、本ツールでは設計時に特に参照頻度の高い項目について整理を行い、「材質」、「表面処理」、「板厚」の3条件を選択することで、対応する設計条件を表示できる仕組みを構築した。図1に作成した設計支援ツールの概要を示す。

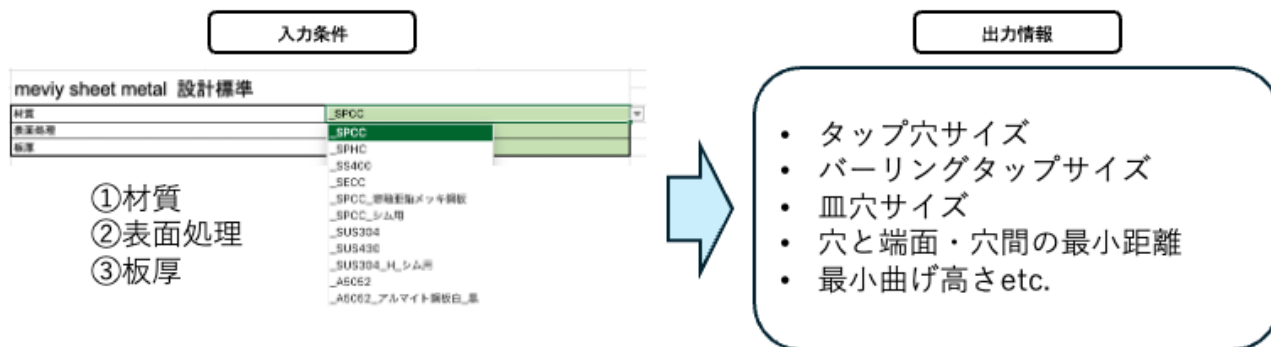


図1 Excel を用いた設計支援ツールの概要

2.2 Design Library を活用したバーリング形状の標準化

板金設計では、ねじ加工部の強度確保を目的としてバーリング形状を使用する機会が多い。一方で、バーリング径や高さは板厚などの条件によって適切な寸法が異なるため、設計時には設計標準を確認しながら形状を作成する必要がある。

そこで、meviy の設計標準に適合したバーリングフィーチャーを SOLIDWORKS の Design Library へ

登録した。設計時には登録済みのフィーチャーを呼び出すことで、設計標準を満たしたパーリング形状を容易に作成できるようにした。

以上のように、Excel を用いた設計条件確認支援と、SOLIDWORKS Design Library を活用したモデリング支援を組み合わせることで、設計者が設計標準を容易に確認できる環境を構築した。図 2 に、本取組による設計プロセスの改善イメージを示す。

3. 研究支援における活用事例

研究室から依頼のあったロボットツール用ブラケットおよび安全柵の設計支援に本ツールを適用した。

ロボットツール用ブラケットの設計では、曲げ加工部近傍に配置する取付け穴の寸法条件を事前に確認し、適切な離隔距離を確保することで、見積り時のエラー発生を防止した。

また、安全柵に設置するドアハンドルおよび安全スイッチ用ブラケットの設計では、曲げ条件やフランジ長さを確認しながら設計を実施した。その結果、設計修正回数の削減および発注までのリードタイム短縮が図られた。

4. 成果と課題

本取組により、設計標準書に分散していた情報を利用者が活用しやすい形へ整理することができた。また、熟練者が設計時に行っている判断プロセスの一部を可視化することで、利用者間における設計品質の均一化および技術継承への活用が期待される。一方で、meviy の加工条件や対応仕様は更新される可能性があるため、設計支援ツールについても継続的なメンテナンスが必要である。今後は作製事例を蓄積するとともに、対応可能な設計条件の拡充を進めたい。

5. おわりに

meviy 板金設計標準を活用した設計支援ツールを作成し、研究支援業務への適用事例について紹介した。本ツールにより、設計標準に基づく設計条件を効率的に参照できる仕組みを構築することができた。

今後は本ツールの活用を推進し、職員の設計業務の効率化を図るとともに、meviy を活用した板金部品製作を促進することで、加工業務の負担軽減や研究支援業務の円滑化につなげていきたい。

参考文献

- [1] 株式会社ミスミ 板金部品の全技術情報「使い方ー詳細マニュアル（PDF 版）」

https://jp.meviy.misumi-ec.com/help/ja/technical_info/shm/

（参照日：2026 年 8 月 24 日）



図 2 設計支援環境導入による設計プロセスの改善

工具研削盤の改良とエンドミル再研磨の有効性評価

齋藤 直樹

東北大学 工学部工学研究科 技術部

1. はじめに

機械加工において切削工具は必要不可欠なものであり、品質・加工時間に影響を及ぼす重要な要素となっている。切削工具は使用するにしたがい切れ刃が摩耗していき、それにより加工時間の増加や寸法精度の低下に繋がる。

マシニングセンタやフライス盤にて高頻度で使用される超硬エンドミルは、底刃と呼ばれる刃先の先端部分が特に摩耗しやすく、加工品質低下の主な要因となるため、頻繁な工具交換を余儀なくされている。しかし、底刃の摩耗のみで工具を廃棄することは、近年の原材料価格の高騰や資源の有効活用の観点から見直しが必要である。そこで摩耗した切れ刃を再生させる「再研磨」に着目した。再研磨はある程度の技術や専門知識が必要となることから、その場合は専門業者に依頼することが一般的である。コストの面では新品の工具を購入するよりも再研磨をする方が費用は抑えられるが、数週間のリードタイムが生じるため、小ロットかつ急を要する学内の加工現場においては運用上の制約が多く新品の工具を購入しているのが現状である。

そこで、既存の工具研削盤をベースとして、マイコン制御による測定・補助システムを組み込むことで、コストを削減し、現場で即座に再研磨を行えるようにエンドミル再研磨機の開発に取り組んだ。

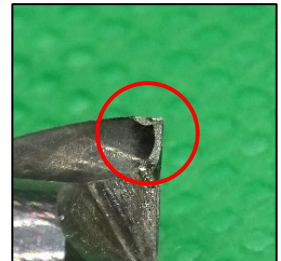


図1 摩耗した刃先

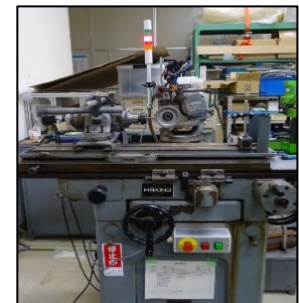


図2 改良した工具研削盤

2. 改良した工具研削盤の概要

エンドミルの再研磨において重要となるのが、位相(角度)を正確に合わせることである。そこで、正確な位相測定と半自動化を可能にするため、モータとタッチセンサーを用いたマイコン制御による測定システムを既存の研削盤へ組み込んだ。装置の主な構成要素は以下の通りである。

- (1) 回転軸へのモータ取付け：ワーク(エンドミル)の正確な回転角制御を実現する。
- (2) タッチセンサーの搭載：エンドミルの刃先に接触させ、正確な位相(角度)を検出する。
- (3) ディスプレイモジュールの搭載：測定された角度情報を出力し、視覚的な調整を支援する。
- (4) パトライトシグナルの設置：装置の動作状態(正常・エラー・完了)を一目で確認可能とする。
- (5) スイッチボックスの製作：起動スイッチに加え、安全性を優先した非常停止スイッチを配置。

※これらのコンポーネントは、電源ボックス内に集約されたマイコンおよび電源ユニットによって一括制御される。

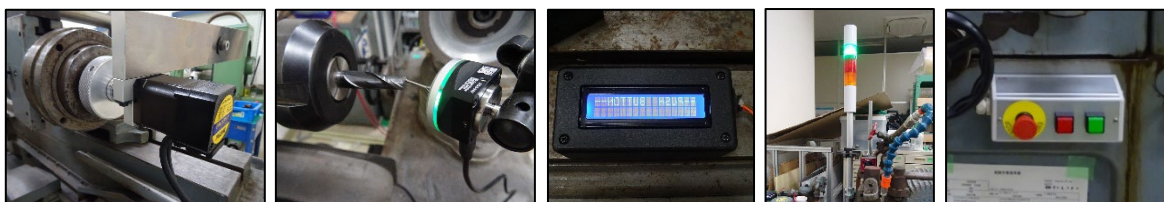


図3 構成要素 ①モータ ②タッチセンサー ③ディスプレイ ④パトライト ⑤スイッチボックス

3. 仕様および成果

改良した工具研削盤による再研磨についての仕様および成果を以下に示す。

- ・位相測定可能サイズ： $\phi 6\text{ mm}$ ～ $\phi 32\text{ mm}$ のエンドミルに対応可能。
- ・位相測定精度：繰り返し精度等の問題なく測定可能。
- ・底刃の振れ精度： $2\text{ }\mu\text{m}$ 以内。
- ・2 番幅のバラつき： $5\text{ }\mu\text{m}$ 以内。

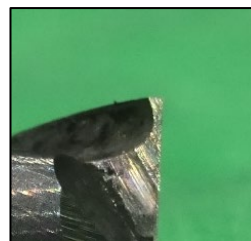


図 4 再研磨後の底刃

実際に再研磨をした結果、高精度な位相測定が可能となり、底刃の振れ、2 番幅のバラつきはいずれも、外注での再研磨と同等の精度で研磨を行うことができた。ただし、エンドミルの形状により 2 番角・3 番角、ギャッシュ等の寸法が異なるので、それに合わせてアプローチ角や適切な切込み量を調整する必要があるため、再研磨するエンドミルの測定とそれに対する補正方法が今後の課題として挙げられた。

4. 加工検証による性能評価

改良した工具研削盤を用いて再研磨を施したエンドミルの実用性を評価するため、加工頻度の高い SUS304 を用いてテスト加工を実施した。加工検証の結果、再研磨品は新品のエンドミルと同等の切れ味を発揮することを確認した。これにより、本装置で再研磨されたエンドミルが十分に実加工に耐える性能を有していることが実証された。



図 5 テスト加工

5. 経済性の評価

本取組みによる経済的効果について、専門業者へ外注再研磨した場合との比較を表 1 に示す。

表 1 外注再研磨との比較

評価項目	外注再研磨	本装置による再研磨	改善効果
再研磨費用(1 本あたり)	約 1,500 円 ～	数百円以下 (砥石等消耗品)	コスト約 1/10 抑制
リードタイム	1 週間 ～ 2 週間	即日	加工のダウンタイム大幅削減

6. 結言

本取組みにより、既存の工具研削盤をマイコン制御システムによって高度化することができた。それにより外注と同等の再研磨が可能になった。加工検証においても予想以上の結果が得られただけでなく、外注費用対比での高い経済的メリット（工具費・時間的損失の抑制）も明確となった。当工場内には、刃先が軽微に欠損したものや、摩耗により使用されなくなった古いエンドミルが多数保管されている。これらを本装置によって計画的に再研磨することで、工具費の無駄を徹底的に排除し、限られた資源を有効活用することが可能となる。今後の改良点としては、より精密な研磨を行うために微細な角度調整機構の追加、他軸の NC 化、多様な形状に対応するための砥石の拡充などが挙げられる。今後も継続してシステムの機能向上および運用の定着化に努めたい。

謝辞

本取組みは、東北大学工学研究科・工学部技術開発助成を受けて行ったものでありここに謝意を表します。また、技術支援いただきました納富技術職員に感謝申し上げます。

形彫放電加工における高硬度材に最適な加工条件の構築

○片倉 健司^{a)}、豊田 将^{b)}

^{a)}加工開発群（東北大学工学研究科）、^{b)}加工開発群（東北大学工学研究所）、

1. はじめに

形彫放電加工機は、電圧をかけた電極を加工物に接近させ、放電現象を発生させることで電極の形状を加工物に転写し、目的の形状を得る加工方法である。電極形状が加工精度に影響するため、電極がとくに消耗しやすい極高硬度材の放電加工では、適切な加工条件および電極材質の使い分けなどの加工条件が重要となる。

研究室からの製作依頼業務で加工を行った際に、従来の加工方法では加工が困難であったため、適切な極材質と加工条件を構築することを目的とした。

本発表では、極高硬度材料の炭化チタン（以後、被削材）に対する最適な電極材質を調査した内容を報告する。

2. 作業手順

三菱電機社製の形彫放電加工機（図 1）を使用し、被削材に対し貫通穴（直径 2 mm）加工を行った。被削材のサイズは、直径 30 mm 板厚 1.2 mm とした。材料を固定するための治具と電極を固定するための治具をそれぞれ製作した。（図 2、図 3）材料は、マシンバイスで固定できる形状とした。



図 1. 形彫放電加工機

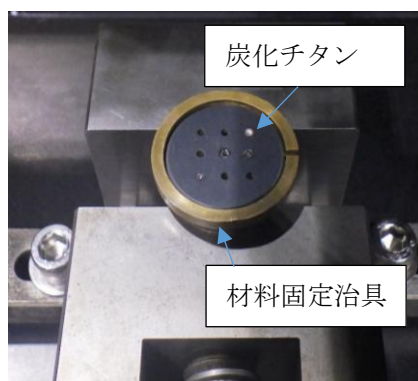


図2. 材料固定治具

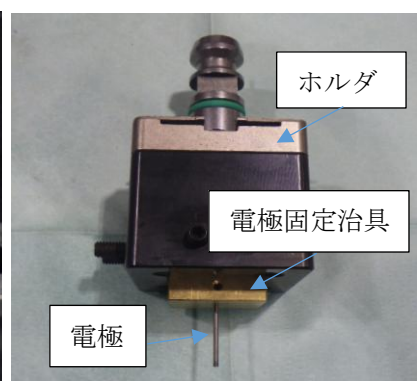


図 3. 電極固定治具とホルダ

3. 検証内容

電極材質は、銅、真鍮、グラファイト、1%酸化トリウムタングステン、2%酸化トリウムタングステン、純タングステン、2%酸化セリウムタングステン、0.8%ジルコニアタングステン、2%ランタンタングステンの 9 種類の材質を用意し、1 穴ごとに電極材質を変え電極の消耗度合、加工時間を検証した。

加工条件については、貫通ロッド、円揺動、液処理噴流ありで行った。

スラッジによる 2 次放電を防ぐために、加工穴に対して加工液ノズルの向きを垂直に行い、効率良くスラッジを排出した。

4. 検証成果

加工後の結果を表 1 に示す。

電極の消耗長さについての測定は、加工前に電極と素材上面を接触させ基準をつくり、加工後に消耗した電極を素材上面に接触させ、誤差を測定した。加工穴の状態を図 4 に、加工後の電極と加工穴の状態を図 5 に示す。

	電極種類	1 穴加工時間 [min]	1 穴消耗長さ [mm]	結果
1	1%酸化トリウムタングステン	7:40	0.268	良好
2	2%酸化トリウムタングステン	7:05	0.15	特に良好
3	純タングステン	20:51	0.74	電極消耗大 穴空かない
4	2%酸化セリウムタングステン	7:46	0.294	良好
5	銅	29:02		電極が消耗し続ける
6	真鍮	16:02	1.62	電極消耗大
7	グラファイト	27:42		電極が消耗し続ける
8	0.8%ジルコニアタングステン	7:50	0.28	良好
9	2%ランタンタングステン	7:25	0.33	良好

表 1. 加工結果



図 4. 加工穴の状態

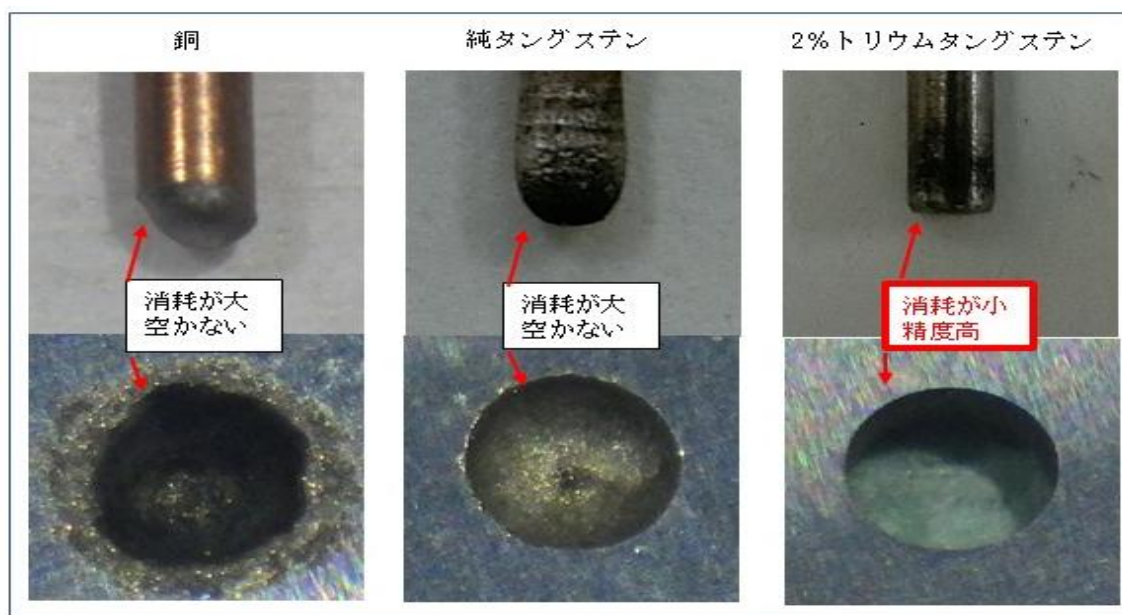


図 5. 加工後の電極と加工穴の状態

5. まとめ

電極材質の違いによって、電極だけが消耗し穴を貫通することができないものや、貫通できても穴精度が低いものがあることがわかった。また、耐熱性が高いタングステン電極の中でも種類によって相性があり、炭化チタンに対しては、2%酸化トリウム入りタングステン電極が穴精度、加工時間が優れている。電極が消耗しにくいいため、特に複数穴の加工を行う際に最適であると考ええる。今回は穴形状の加工であったが、今後は複雑形状の加工に対応できるようにタングステン電極の加工法の構築を行ってきたい。

謝辞

本発表は、令和 7 年度東北大学工学研究科・工学部技術職員技術開発助成を受けて行ったものであり、ここに謝意を表す。

既存小型電気炉を活用した内製熱処理技術構築に向けた取り組み

杉澤 久道

東北大学総合技術部加工・開発群

1. はじめに

東北大学工学部技術部製作技術班では、多種多様な試作・実験装置の製作依頼を受けている。近年、機械部品の高強度化や耐摩耗性向上を目的とした、加工後の熱処理（焼入れ・焼き戻し）を伴う依頼が増加傾向にある。従来、これらの熱処理工程は専門の外部業者へ委託していたが、外注による納期の問題やコスト高が課題となっていた。そこで本取り組みでは、製作技術班機械工作第1分室に設置されている既存の小型電気炉（アズワン製ガス置換マッフル炉 HPM-0G、図1）を有効活用し、熱処理技術を内製化することで、納期の短縮および製作コストの削減を図ることを目的とした。



図1. アズワン製ガス置換マッフル炉

2. 熱処理について

2.1 検証材料および試験片形状

熱処理対象として、当分室で機械加工依頼の多い冷間ダイス鋼「DC53」およびマルテンサイト系ステンレス鋼「SUS440C」の2種類を選定した。試験片形状は、①20×20×20mm および②20×20×10mm（薄型ブロック）の2形状を用意した。



図2. 熱処理前の材料



図3. 焼入れ直後の材料

2.2 熱処理手順

(1) 事前測定：熱処理前の素地硬さをビッカース硬さ計（HV）にて測定した。測定には簡易ポータブル硬度計（Mxmoonfree 製 金属硬度計 B0CZHMKRRG）を使用した。測定結果を表1に示す。

(2) 焼入れ工程：電気炉内にて常温からオーステナイト化温度である 1020℃まで加熱昇温し、保持時間（1時間／2時間）および冷却方法（油槽での油冷／大気中での空冷）を変化させて焼入れを実施した。

(3) 中間測定：焼入れ後の表面硬さを測定し、加熱時間や冷却方法の違いが硬度へ与える影響を検証した。熱処理条件は、材料番号1、5、6、7は、1時間保持後油冷、材料番号2、3は、2時間保持後油冷、材料番号4は、1時間保持後空冷とする。測定結果を表2に示す。

表1 熱処理前の表面硬さ（単位 HV）				
材料番号	DC53①	DC53②	SUS440C①	SUS440C②
1	184	231	145	159
2	144	141	152	158
3	160	174	158	166
4	157	173	149	168
5	140	136	142	163
6	146	178	145	190
7	172	178	149	173

(4)焼き戻し工程：焼入れ後の残留応力除去と靱性向上を目的として、510℃での高温焼き戻し（1回処理／2回処理）を行った。材料番号5は1回処理、材料番号6は2回処理とし、測定結果を表3に示す。また、処理後の表面硬さ測定に加え、内部の硬化状態（深部焼入れ性）を確認するため、ワイヤー放電加工機にて試験片を切断し、中心断面の硬さを測定した。測定は、各材料切断面ごとに行った。中心部の表面硬さの測定結果を表4に示す。

3. 結果及び考察

3.1 硬度変化と焼入れ性

いずれの条件においても、焼入れ前の素地硬度に対し、焼入れ後は目標値を超える大幅な硬度上昇が確認できた。また、ワイヤー放電加工後の切断面（中心部）の硬さ測定結果から、試験片内部まで均一に焼入れが行われており、小型電気炉での加熱・冷却プロセスでも十分な硬度が得られることを実証した。

3.2 歪みと焼き戻しの影響

焼入れ直後の状態では、特に薄型形状（20×20×10mm）において熱応力および組織変態に起因する歪みが観察された。これに対し、510℃での高温焼き戻し処理を施すことで、硬度を大きく低下させることなく残留応力を緩和し、歪みを大幅に低減できることを確認した。

3.3 表面状態と課題

今回の取り組みでは設備上の制約により大気雰囲気下で加熱を行ったため、処理後の試験片表面に酸化皮膜の発生が見られた。これにより、熱処理後に表面研磨などの仕上げ加工や切削等による追加工が必要となる課題が判明した。

表2 熱処理後の表面硬さ（単位 HV）				
材料番号	DC53①	DC53②	SUS440C①	SUS440C②
1	356	391	536	523
2	320	357	386	329
3	354	296	368	390
4	361	607	511	569
5	415	364	529	398
6	490	453	452	483
7	471	383	388	415

表3 高温焼き戻し後の表面硬さ（単位 HV）				
材料番号	DC53①	DC53②	SUS440C①	SUS440C②
5	394	454	354	476
6	467	517	428	452

表4 材料中心の表面硬さ（単位 HV）				
材料番号	DC53①	DC53②	SUS440C①	SUS440C②
5	479	438	458	488
	499	547	428	513
6	422	427	432	416
	382	598	421	364
7	524	529	471	492
	574	644	448	460



図4. 油槽での急冷作業

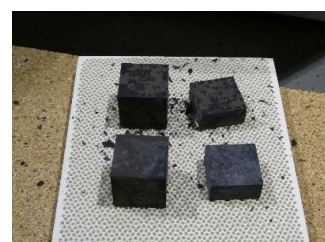


図5. 熱処理後の材料

4. まとめと今後の課題

既存の小型電気炉を用いた熱処理条件の最適化により、DC53 および SUS440C における基本熱処理技術を確認し、内製化への見通しを得た。現状の運用では、酸化皮膜の除去が可能な治工具類の製作や、熱処理後に研磨・追加工を行う製作依頼業務には対応可能である。今後は、炉内へ窒素等の不活性ガスを導入する制御環境を整え、表面の酸化・脱炭を抑制する熱処理技術を構築することで、完成品への直接熱処理など対応可能な依頼範囲をさらに拡大させていく予定である。

謝辞

本取り組みは、令和7年度東北大学工学研究科・工学部技術部技術職員開発助成を受け実施したものであり、ここに謝意を表します。

電気通信研究所 研究基盤技術センター工作部の紹介

○阿部 健人、前田 泰明、末永 保

加工・開発群（電気通信研究所 研究基盤技術センター）

1. はじめに

電気通信研究所 研究基盤技術センター工作部は2026年3月に新棟（GCH：Global Connect Hub）に移転が完了し、現在は通常稼働となっています。移転の際、保有設備（工作機械等）の見直しがされ、老朽化して性能落ちしている装置等を廃止する等して、設備のラインナップが変更となっております。さらに、全国共同利用の観点から、所内研究室主催の研究グループや共創研究拠点などからの利用を見据えた見学のオファーも多くなりました。こうした理由で、現状の通研工作部の機械設備的なハード面の能力を再確認するべく、対外的な発信を視野に取り纏めるものです。

2. 電気通信研究所 研究基盤技術センター 工作部

2. 1 概要

工作部は、実験機器の設計・製作を行っており、「工作」という側面から研究支援にあたっています。用途別に数種の工作機械を保有していますが、主となる機械群は旋盤、フライス盤、溶接機であり、我々の業務のほとんどを占めます。金属加工は勿論、樹脂材の加工にも対応し、それぞれの特性・目的に適した工作方法を模索しながら、多様化するニーズに応えています。



図1 工作棟外観（左図）と内観（右図）

工作棟は約34（南北）m×9.5（東西）m×天井高さ5mで、天井に手動式クレーン（荷重5t、揚程3.6m）を設置しています。

2. 2 保有設備（旋盤）



図2 旋盤 (1):TAKISAWA TAL-560 (2):TAKISAWA TAL-460 (3):WASINO LR55A (4):EGURO GL-120

2. 3 保有設備（フライス盤）

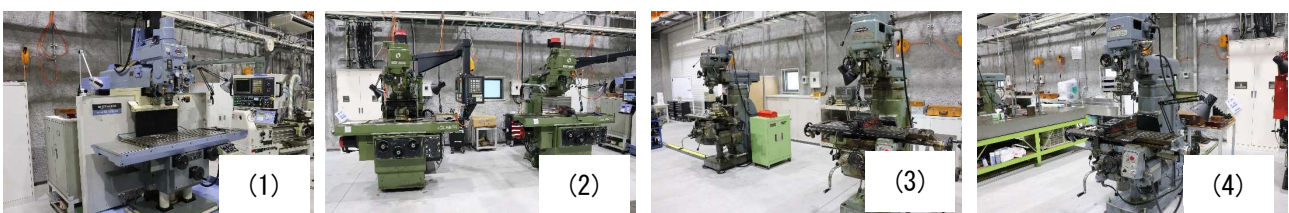


図3 フライス盤 (1):SHIZUOKA R-5VN (2):MAKINO AE74 (3):MAKINO KJP-70 KSJP (4):MAKINO KSAP

2. 4 溶接及びリークディテクタ

金属ヒューム（蒸気）は特定化学物質に指定され、その取り扱いには安全衛生管理上、特別な方策が必要となりました。当工作部では、特化則に基づき、溶接作業中に溶接ヒュームを排気するための換気扇を設備し、さらに隔離した環境で作業が行えるよう、扉を設置しております。



図4 (1):溶接室 (2):リークディテクタ ANELVA ASM110 ULVAC HELIOT 710

2. 5 その他

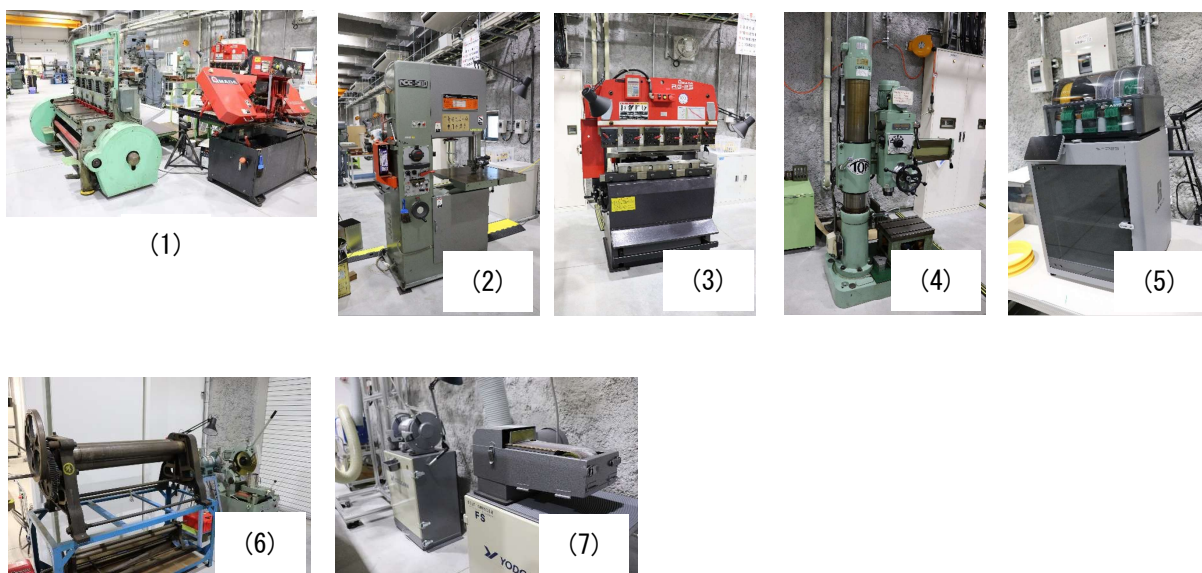


図5 その他の設備 (1):シヤーリング (相沢)、帯鋸盤 (AMADA H250-SA)
(2):コンターマシン (Connecticut NCC500)
(3):油圧プレス (AMADA RG-25)
(4):ラジアルボール盤(TOA TRD-600C)
(5):3D プリンター (Bambu Lab P2S)
(6):3本ロール、メタルソー (富士精機 KCM370NESC)
(7):吸塵機付グラインダー、ベルトサンダー

イネの地表根形成を制御する SOR 関連因子のプロテオーム解析

○半澤 栄子^{a)}、佐藤 伸一^{b)}

^{a)}分析・評価・観測群（生命科学研究科）、^{b)}学際科学フロンティア研究所

1. はじめに

本研究では、技術職員としての専門技術の向上を目的の一つとして、プロテオーム解析に必要となるサンプル調製からタンパク質同定までの一連の解析技術の習得を目指した。

作物の根系構造は、土壌中での養分や水分の吸収、環境変化への適応に重要な役割を果たす形質である。浅い根系は表土から養分を優先的に吸収し、深層土壌の不利な環境を回避するのに役立つ。我々は先行研究 (Kitomi et al. 2020, 半澤 2025) に加え、地表根形成系統 *qsor-NIL* および地表根を形成する *sor1* 変異体を Nipponbare 変異集団から選抜した。さらに、地表根形成の原因遺伝子 *sor1* を同定し、当該遺伝子の VWA (von Willebrand factor type A) ドメインに DNA 欠損が存在することを明らかにした (Hanzawa et al. 2013)。地表根形成は、DNA 欠損によって SOR タンパク質の構造が変化した結果、植物ホルモンの生合成および輸送に影響を及ぼしたことによると仮説を立て、関連するタンパク質群の探索を試みた。

2. *sor1* 変異体について

sor1 変異体と野生型における表現型の比較は、各種栽培方法（栽培ポットによるバスケット法、カップ法、Agar による試験管法）で比較した。*sor1* 変異体は地表根の形成が顕著であり、重力応答試験では、発芽直後の種子根は野生型に比べて重力反応が弱く、根の伸長方向の制御が不規則であることが分かった（図 1）。

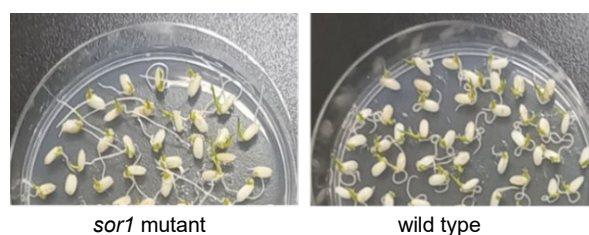


図 1. 本実験に用いた種子根（吸水から 36 h 後）
wild type の種子根は Agar 培地内の重力方向に伸長するのに対し、*sor1* mutant の種子根は培地内には挿入することなく重力に対し不規則な方向に伸長しており、重力応答が弱い表現型を示した。

3. 方法

3.1 サンプルングおよびタンパク質抽出

発根に用いる種子は、除穎後、5%次亜塩素酸ナトリウムで 40 min 殺菌処理を行い、滅菌水で 3 回洗浄した後、1/2 MS 培地プレートに 50 粒ずつ播種した。播種後 24 h で発根率を確認し、36 h 後に根冠細胞を含む Sample 1（先端部、<1 mm）および Sample 2（伸長細胞領域、先端 1–5 mm）に分離し、それぞれ約 5 μ g ずつ 2 反復採取した。ジルコニアビーズ入りチューブにサンプルを挿入し、液体窒素で凍結後、PreOmics iST Kit 付属の LYSE buffer を 100 μ L 加え 95 $^{\circ}$ C で 10 min 処理し、Low Bind チューブに移して 30 sec $\times$ 10 cycle で細胞を破碎した。その後、室温で最大 300 rcf、10 sec 遠心分離したペプチド断片サンプルをプロテオミクス解析に用いた。すべての操作は、コンタミネーション防止のため、手袋およびマスクを着用して行った。

3.2 ペプチドマス測定用サンプルの前処理法

タンパク質の前処理は、時間、汚染、試料の損失という課題があり、今回それらを解決する有効な方法として開発された PreOmics iST Kit を用いた。前処理は一般的に約 20 h かかるところを約 2 h に短縮することができる。また、スタート時の推奨タンパク質量が 1 - 100 μ g であるのに対し、今回は約 5 μ g と微量であったが、質量分析に十分な精度およびサンプル量を確保できるかを検証し、本 Kit の有用性を評価した。

3.3 MS 測定およびデータ解析方法

MS 測定は、Thermo Fisher Scientific 社製の Orbitrap Fusion および EASY-nLC 1000 を用いた。LC 条件は、Flow rate : 300 nL/min, Injection volume : 2 μ L とし、MS 条件は、Scan range : 375 - 1,600 m/z, Collect mode : Data-dependent analysis mode とした。

また、取得した MS データは、同社の Proteome Discoverer によりタンパク質検索および同定・定量処理を行った。

○LC 条件

Flow rate : 300 nL/min, Injection volume : 2 μ L

○MS 条件

Scan range : 375 - 1,600 m/z,

Collectmode : Data-dependent analysis mode

解析ソフト : Proteome Discoverer 3.0

Database : *Oryza sativa* Japonica Group
(TaxID 39947) on Feb. 5th, 2025

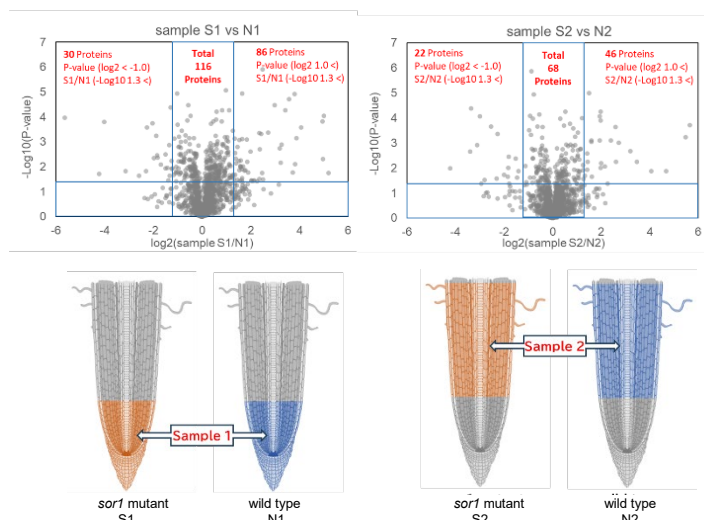


図 2. 根の細胞組織と全タンパク質発現の増減の比較
伸長細胞由来の Sample 2 (S2/N2) では 68 種のタンパク質で発現量の変動が認められたのに対し、根冠および分裂細胞由来の Sample 1 (S1/N1) では 116 種と、より多くのタンパク質で発現量の変動が検出された。

4. 結果および考察

4.1 MS データの解析による全タンパク質発現の増減

伸長細胞から抽出した Sample 2 の S2/N2 で増減したタンパク質は 68 種だったのに対し、根冠および分裂細胞から抽出した Sample 1 の S1/N1 では、116 種のタンパク質の増減が認められた (図 2)。上記のとおり根の細胞組織を分離することで、部位特異的に局在するタンパク質の発現や *sor1* 変異体において発現量が変動するタンパク質を同定する上で有効であることが明らかとなった。

4.2 根の重力に関わるタンパク質の増減

Sample 1 における発現量 (S1/N1) の増減を解析した結果、植物の根の重力応答に関わる植物ホルモンオーキシンの勾配や輸送に関わるタンパク質である PIN, ILL3 の増加、ILL5 の減少の他、細胞壁の切断・再結合に関わるタンパク質である XTH8 の増加、膜輸送・極性制御に関わるタンパク質である ABCG48 増加が認められた。以上の結果から、*sor1* 変異体の根の根冠細胞では植物ホルモンの輸送や勾配形成が正常に機能しておらず、「方向情報 (重力)」と「成長実行 (伸長)」が切り離され、根の伸長方向を制御するシステムが正常に機能しない可能性が示唆された。

5. まとめと今後の予定

今回解析を行った結果より、*sor1* 変異体に認められた重力応答変異の要因が重力に関わる植物ホルモンであるオーキシン関連タンパク質の増減によるものであり、SOR タンパク質は、その上流で機能していることが示唆された。SOR タンパク質をはじめ、今回新たに同定された各タンパク質の細胞内局在を明らかにすることは、その機能解析を進める上で重要な情報となる。

より詳細な組織間のタンパク質発現量の比較解析として、網羅性と定量性の向上を目的として、東北大学コアファシリティ統括センターの共有機器として導入された Orbitrap Astral Zoom (Thermo Fisher Scientific 社) を使った DIA 解析を今後検討している。本解析によってタンパク質発現量のより高精度な定量が可能となり、低存在量のペプチドや微量なタンパク質の検出につながることが期待される。

参考文献

- [1] Hanzawa E, Sasaki K, et al. (2013) Isolation of a novel mutant gene for soil-surface rooting in rice (*Oryza sativa* L.). Rice, 6: 1-11.
- [2] Kitomi Y, Hanzawa E, et al. (2020) Root angle modifications by the DRO1 homolog improve rice yields in saline paddy fields. Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS), 117 (35): 21242-21250
- [3] 半澤栄子 (2025) モニタリングシステムを用いた塩害水田における地表根イネ系統の評価 第 47 回生理学技術研究会 第 36 回生物学技術研究会

謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP525H02300 (奨励研究) の助成を受けたものである。

トランスファーベッセルを用いた軟 X 線分光器による Li 金属の評価

○田代 公則、佐藤 勝彦、雁部 祥行

東北大学 事業支援機構 総合技術部 分析・評価・観測群（多元物質科学研究所）

1. はじめに

東北大学産学連携先端材料研究開発センター(MaSC)の共通機器である電界放出型電子プローブマイクロアナライザ(FE-EPMA: JXA-8530F、日本電子製)に、オプション機能として 2026 年 1 月トランスファーベッセルが導入された。本装置の導入によって、これまで困難であった大気中で酸化等の反応を起こしやすい試料の測定が可能となった。特に、軟 X 線分光器(SXES: SS-94000SXES、日本電子製)が 2021 年 3 月に導入されて以来、本分光器の特長の一つであるリチウム系化合物の化学結合情報の測定が望まれていたが、従来の環境ではその要望に応えることができなかった。本報告では、トランスファーベッセルを用いて大気非暴露下でサンプリングしたリチウム(Li)金属を測定した結果について報告する。

2. 実験方法

Ar 雰囲気グローブボックス内^[1]で Li 金属の表面酸化膜を、光沢が出るようにプラスチック製の器具で削り落とした。Li 金属と比較用に表面酸化膜を削り落としていない Li 金属をそれぞれ大気非暴露ホルダーに固定し、トランスファーベッセルを使って FE-EPMA の試料室に挿入した。FE-EPMA に付属した SXES の回折格子には JS50XL を用いて分析を行った。また、Casino ver.2.4.8.1 を用いて、Li に対する電子線の侵入深さと散乱についてモンテカルロシミュレーションにより計算した。

3. 測定結果

Li 金属の特性 X 線スペクトルを取得し、加速電圧を変えた際の試料への電子線侵入深さの影響を調査した。まず、加速電圧 5 kV で測定を行った結果、Li 金属に由来するスペクトルがピークトップ: 54 eV 付近^[2]で強く観察された。続いて、加速電圧 1 kV で測定を行ったところ、Li 金属に由来するスペクトルに加え、49 eV 付近に Li₂O 由来^[2]のスペクトルも観察された。また、酸素(O)や炭素(C)の K α 高次線や不純物由来のピークが、加速電圧 5 kV の測定の際に比べてより強く観察された。なお、モンテカルロシミュレーションによる Li 金属に対する電子線の侵入深さは、加速電圧 5 kV で約 1.5 μ m、加速電圧 1 kV で約 100 nm であった。

さらに、金属の表面酸化膜と金属面の界面における面分析を加速電圧 5 kV で測定し、Li、O、C の元素分布像を得ることができた。

4. まとめ

トランスファーベッセルを用いることで、SXES によりこれまで困難であった Li 金属の化学結合状態に関する情報を取得することが可能であることが示された。

参考文献

- [1] 雁部. 走査型 XPS の紹介—大気非暴露での Li 金属の化学結合状態分析—. 東北大学多元物質科学研究所 技術室報告. **15**, 25–26 (2016)
- [2] 向井他. 軟 X 線発光分光法によるリチウム化合物と液体リチウム用窒素吸着材の化学状態の分析. 日本電子 news **54**, 10–14 (2022)

謝辞

グローブボックスの使用許可および試料を提供していただいた多元物質科学研究所の本間格教授に深く感謝申し上げます。

クライオ電子顕微鏡の紹介

海原 大輔

東北大学多元物質科学研究所

1. はじめに

クライオ透過型電子顕微鏡法（TEM：Transmission Electron Microscopy）では、試料を急速凍結し、極低温下で観察することにより、溶媒を保持しつつ電子線損傷を抑制し、試料本来に近い姿を捉えることが可能である。本手法は、タンパク質をはじめとする生体高分子の構造研究において大きく発展してきた。2022年6月より、東北大学多元物質科学研究所で運用されているクライオ TEM 装置（CRYO ARM 300 II, JEOL、図 1）では、生体試料に加え、非生体試料にも観察対象を拡大し、学内外の幅広い研究を支援するとともに、多岐にわたる成果を創出している[1-8]。本発表では、クライオ TEM 装置の特徴や技術支援業務などについて紹介する。

2. クライオ TEM 装置および技術支援業務の紹介

本装置には、冷陰極電界放出型電子銃、オメガ型エネルギーフィルター、電子直接検出型カメラ（K3, AMETEK Gatan）、CMOS カメラ（XF416ES, TVIPS）などが搭載され、単粒子構造解析、電子線トモグラフィー[2]、電子線三次元結晶構造解析[3]など、多様な測定手法に対応している。また、データ収集を支援する人工知能（AI: Artificial Intelligence）システム（yoneoLocr）を実装しており、単粒子構造解析および電子線三次元結晶構造解析の自動撮影において効率的なデータ取得が可能となっている[4]。凍結グリッドは、専用の試料浸漬凍結装置（EM GP2, Leica）を用いて作製している。

技術支援業務では、液体窒素充填などの装置維持・管理に加え、試料調製（試料凍結）や TEM オペレーションを担当し、利用者へのデータ提供を行っている。これまでに、ナノ粒子分散状態の定量評価[4]、ナノ粒子被覆ゲル層の膨潤観察[5]、核酸修飾金ナノ粒子間距離の評価[6]など、乾燥状態では分析が困難であった各種溶液分散試料について、溶液中に近い状態での観察・評価を実現してきた。さらに、電子エネルギー損失分光法（EELS: Electron Energy Loss Spectroscopy）を基盤とした凍結溶媒内ナノ材料の元素マッピング法の開発[7,8]や、有機溶媒試料に適した試料凍結・観察法の開発[2,8]など分析技術の高度化にも取り組んでいる。これらを通じて、クライオ TEM 法の適用範囲を拡張し、幅広い材料・物質研究への応用を進めている。



図 1 クライオ TEM 装置
(CRYO ARM 300 II, JEOL)
高さ約 4 m のエンクロージャー
に TEM が収められている。

参考文献

- [1] A. Baba *et al.*, *Commun. Chem.* **2026**, 9, 234.; [2] T. Yachi *et al.*, *Small* **2025**, 21, 2502573.;
[3] J. Guan *et al.*, *Nat. Chem.* **2026**, 18, 1053.; [4] M. Iwasawa *et al.*, *ACS Meas. Sci. Au* **2026**, 6, 340.;
[5] Y. Maejima *et al.*, *Langmuir* **2025**, 41, 29730.; [6] M. Taspika *et al.*, *Langmuir* **2025**, 41, 28811.;
[7] D. Unabara *et al.*, *Anal. Chem.* **2025**, 97, 18055.; [8] D. Unabara *et al.*, *Microscopy* **2026**, in press

謝辞

新規技術開発は、JSPS 科研費奨励研究（課題番号：23H05219、25H00211、26H00206）などの助成を受け実施しました。多大なご指導をいただいている米倉功治教授、濱口祐准教授、佐藤庸平准教授をはじめとするご関係者の皆様に深く感謝申し上げます。

流下型センサーユニットによる 水質の時空間連続モニタリングシステムの開発

○根本 真奈
東北大学 工学研究科

1. はじめに

筆者は現在、東北大学工学研究科人間・環境系において、土木環境系分野に関する技術支援や共用分析機器の管理運用を行っている。流域環境の評価において求められる河川水質のモニタリングは、流域における水質汚濁の把握や土地利用、気象の影響を評価するうえで重要である。濁度や pH などの様々な水質項目の変動は、土砂の流入や生活・農業排水などの環境負荷の指標となる。これらの変動を連続的かつ空間的に把握することで、流域の実態をよりの確に捉えることが可能になる。しかし、従来の定点観測では特定地点における時間的変動の追跡に限られ、空間的な変動や連続的な変化を十分に把握することは困難であった。

そこで、本開発では河川に流下させながら複数の水質パラメーターを計測できるセンサーユニットを試作し、位置情報 (GPS) および時刻情報 (RTC) を組み合わせることで、水質の時空間的分布を可視化する基礎的なシステムを構築した。本稿では、開発したシステムの概要について報告する。

2. システム構成と搭載モジュール

センサーユニットの制御には、拡張性を備えた Arduino Mega 2560 (図 1) と、配線ミスを防ぎコネクタの着脱のみで接続可能な Grove-Mega Shield を採用した。

計測機能として、防水型温度センサーおよび濁度センサーに加え、水質の化学的・物理的特性を分析するため pH センサーおよび電気伝導率 (EC) センサーを搭載した。また、GPS モジュールによる位置データおよび RTC モジュールによる時刻情報を組み合わせ、全データを microSD カードへ記録・保存する機能を構築した。

電源には、低消費電力による自動停止を防ぐ IoT 機器専用モバイルバッテリーを選定し、安定した連続稼働を実現した。さらに、稼働状況を視覚的に識別できる RGB LED を導入し、起動 (青)、記録正常 (緑)、GPS 測位中 (黄)、エラー (赤) を一目で判別可能とした。

本ユニットの内部構成を図 2 に、LED による稼働状況の識別を図 3 に示す。



図 1 Arduino Mega 2560

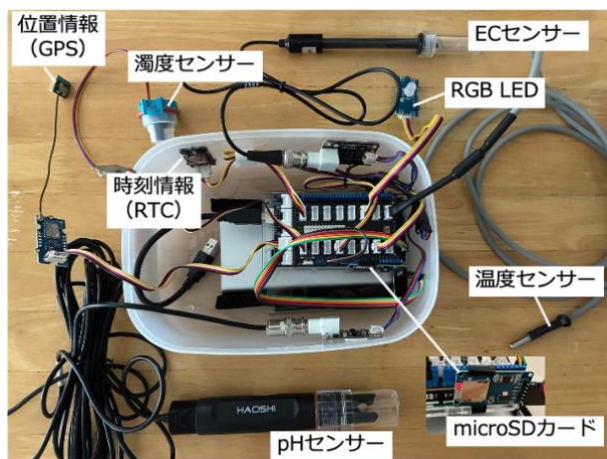


図 2 センサーユニットの内部構成と各モジュール



記録正常 (緑)



GPS測位中 (黄)



エラー (赤)

図 3 LED の色による稼働状況の識別

本システムの制御プログラム作成には Arduino IDE を用いた。濁度、pH、EC センサーにおいては、得られるアナログ電圧値を物理量へ換算するため、事前に校正を行い、導き出した校正式を制御プログラムへ反映させた。制御プログラムの一部を図 4 に示す。

3. 筐体構造とセンサー配置の工夫

ユニットを収納する筐体は、内部機器の保護および防水性確保のため二重構造とした。内側ケースの底部にバッテリーを配置し、その上部に Arduino Mega 2560 を設置した。外側ケースへの各構成要素のレイアウトにあたっては、電波を受信する GPS モジュールをケースの上部に取り付け、水流と直接接触する温度センサーおよび濁度センサーはケース底面から露出させて固定した。一方、pH センサーおよび EC センサーは、センサー形状の都合上底面への装着が困難であったため、外側ケースの側面に取り付けた。濁度センサーおよび pH センサーの配置状態を図 5 に示す。なお、ケース加工部には防水固定処理を施した。さらに、水面での安定した浮力確保と水平姿勢の維持を目的として、外側ケースの周縁にスタイロフォーム（浮力材）を装着した（図 6）。

```

141
142 // 1. 日時文字列
143 char dateStr[11], timeStr[9];
144 sprintf(dateStr, "%04d/%02d/%02d", now.year(), now.month(), now.day());
145 sprintf(timeStr, "%02d:%02d:%02d", now.hour(), now.minute(), now.second());
146
147 // 2. 温度取得 (前回のrequest結果を読み、次をrequest)
148 float tempC = sensors.getTempCByIndex(0);
149 sensors.requestTemperatures();
150 if (tempC != DEVICE_DISCONNECTED_C) {
151   lastTempC = tempC;
152 }
153
154 // 3. 濁度取得 (10回平均+校正式)
155 long turbiditySum = 0;
156 for(int i = 0; i < 10; i++) {
157   turbiditySum += analogRead(TURBIDITY_PIN);
158   delay(5); // わずかなウェイトで安定化
159 }
160 float turbidityV = (turbiditySum / 10.0) * (5.0 / 1023.0);
161
162 // *** 濁度校正式適用 ***
163 // エクセル式: y = 742.13x^2 - 5779x + 11240
164 float turbidityDeg = 742.13 * sq(turbidityV) - 5779.0 * turbidityV + 11240.0;
165

```

図 4 Arduino IDE プログラムの一部



図 5 外側ケースへのセンサー配置状態



図 6 浮力材装着後のセンサーユニット外観

4. まとめと今後の課題

本開発により、水温、濁度、pH、EC の多項目を同時計測し、GPS および RTC による時空間データを連続記録できる基礎システムを確立した。なお、本システムによって得られた水質実測データについては、当日のポスター発表にて詳述する予定である。

今後は、フィールド試験を通じた流下挙動や耐久性の詳細な検証を進めるとともに、以下の課題に取り組みたいと考えている。

- (1) 筐体の小型化と内部配線の最適化：現在は基板やセンサーの配線が煩雑化しているため、配線の整理やモジュール構造の見直し等により、ユニットの軽量・小型化および接続信頼性の向上を図る。
- (2) 無線通信機能の実装：現在は SD カードへのローカル記録・回収方式となっているが、遠隔でもリアルタイムで水質データや位置情報を把握・監視できるシステムへと拡張する。

謝辞

本内容は、令和 7 年度東北大学工学研究科・工学部技術職員技術開発助成を受けて行ったものであり、ここに謝意を表する。

IoT デバイスを用いた警報音検知とチャット通知による運用の自動化

ー 共通設備におけるガス警報遠隔監視システムの構築 ー

○堀江 真未^{a)}、児玉 孝憲^{a)}、一條 肇^{a)}、相澤 信吾^{b)}、前田 桂史^{b)}

^{a)}東北大学大学院農学研究科、^{b)}東北大学未来科学技術共同研究センター

1. はじめに 背景と経緯

近年、大学をはじめとする研究機関では、多種多様な事故が発生しており、安全管理や設備管理の観点から夜間休日など時間帯に依存せずに効率的かつ確実に実験室や関連施設の状況を確認できる体制の構築が求められている。その実現手法の一つとして、小型・低価格な IoT デバイスを活用した遠隔監視システムが注目されている。

東北大学農学研究科では、執務室から離れた機械室に、複数の高圧ガスボンベを設置し、これらから各実験室にガスを供給している。ガスの残量が減少すると、機械室にある警報盤から警報音及びランプによって通知される仕組みとなっている。しかし、機械室は常時無人のため、警報の有無やその内容を確認するには、担当職員が現地に赴く必要があった。加えて、既存の遠隔監視システムは高価で大規模なものが多く、既存施設への後付け設置が困難であることに加え、専用端末やサーバーの維持管理を必要とするなど、継続的な運用に課題があった。

そこで本研究では、低価格で小型な IoT デバイスを用いた、専用サーバーを必要としない警報音の検知・通報システムを構築したので報告する。

2. システム概要

構築したシステムの概要を図 1 に示す。監視対象は、機械室にある既存の警報盤とした。警報盤は警報音とランプの点灯で異常を通知している。しかし、機械室内は常時暗所環境であることから、本システムは、警報盤からの警報音を自動認識して異常を通知する方式を採用した。警報音の認識用デバイスには、小型かつ入手が容易な M5STACK 社製の Atom VoiceS3R を採用した。システム開発には Arduino IDE を使い、音響処理及び通信ロジックを実装した。音響処理は、演算負荷の小さいゲルツェルアルゴリズムを採用し、警報音の検知後は Webhook を介して、Google Chat に通知を行う仕組みとした。

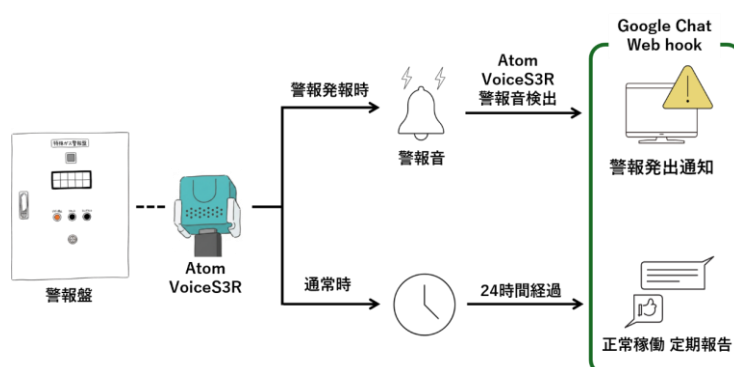


図 1 警報音検出システムの概要

警報確認後は、現地対応が必須となるため、デバイスの物理ボタンを押下することで通常監視状態へ復帰するリセット機能を実装した。また、システムの安定稼働の担保のため、ウォッチドッグタイマー（WDT）による異常時の自動復旧機能に加え、24 時間おきに正常稼働を伝える定時通知機能を実装した。

3. 現場設置前の動作検証

本システムでは警報音のみを検出させるため、警報音の周波数及び音の長さを確認し、警報音をデバイスに設定して監視した。ターゲットとする警報音は、周波数 3000Hz、パルス幅 1.5 ms の間欠音であった。本システムでは警報の間欠音が 3 回連続で検出された場合に、警報音として認識する設定とした。デバイスを設置する前に、音の周波数、間欠音の鳴動時間を自由に設定できるプログラムを作成し、動作テストを行った。動作テストでは、話し声や生活音などで誤検知が発生しないこと、また設定した警

報音を3回検出した際には、Webhookを介してGoogle Chat通知を送信できることを確認した。一方で、警報音の音量が小さい条件下では、検出感度が低下する傾向が見られ、実環境での設置位置や感度の調整が必要であった。

4. 結果

4. 1 デバイスの設置状況と運用環境について

図2にデバイスの設置場所である、機械室の配置図と警報盤周辺の写真を示す。機械室には高圧ガスのボンベ($N_2 \cdot CO_2 \cdot O_2 \cdot H_2$)が集約されており、設置スペースは限定的である。よって後付けの監視システムを設置する際は、小型で簡便に設置できることが求められる。図3に設置したデバイスの状態を示す。Atom VoiceS3Rは小型で、電源供給のみで稼働可能であることから、既存設備への影響も最小である。なお、デバイスは3Dプリンター(Bambu Lab A1 mini)でホルダー(PLA製)を作成し、ホルダー裏面に磁石を取り付け、警報盤に設置可能な形態とした。

4. 2 実証実験の結果

警報盤に本システムを設置し、実環境における動作検証を行った。図4にデバイスによる警報音の監視状況を通じたGoogle Chatの一例を示す。警報音を正常に認識すると、Google Chatへ情報が送信され、遠隔から警報の把握できることを確認した。これは、デバイスを警報盤の音源近傍へ設置したことで、音量低下や周囲環境の影響を受けにくい条件を確保できたためと考えられる。

システムによる通知記録と警報盤の発報状況を照合した結果、評価期間中に警報音の見逃しは認められなかった。また、ウォッチドッグタイマー(WDT)および24時間ごとの定時通知機能により、システムが継続して正常動作していることを確認した。定時通知は24時間間隔で安定して送信され、通知時刻のずれは認められなかった。

さらに、警報音検出後のリセット動作時も、物理ボタンによる監視状態への復帰およびGoogle Chatへの通知が正常に動作することを確認した。

本システムによる通知記録と警報盤の発報状況を照合した結果、現段階では警報音の見逃しは確認されていない。以上により、本システムは専用サーバーを必要としない、低コストな遠隔監視システムとして有効に機能することが確認された。

5. まとめ

本研究では、小型IoTデバイスを使用し、無人環境の警報を遠隔で検知することができた。構築したシステムは、事前のプログラム開発が必要だが、設置現場では電源供給とWi-Fi環境を確保するだけで運用可能であり、コンパクトかつ簡便なシステムとすることができた。加えて、WebhookおよびGoogle Chatにより担当職員への通知までの一連を自動化することができた。専用サーバーや管理端末を必要としないため、人事異動時や新規採用職員への教育時など、運用に関する引継ぎがスムーズになることが期待される。今後は、複数デバイスの連携による監視対象の拡大を検討するとともに、音響検知に加えて光学的な異常検知やAIを用いた画像解析を組み合わせた、より高度で迅速な対応が可能な遠隔監視体制の構築を目指す。さらに、成果をGitHub等で公開・共有し、同様の課題を持った部局および関係組織への普及を図る。

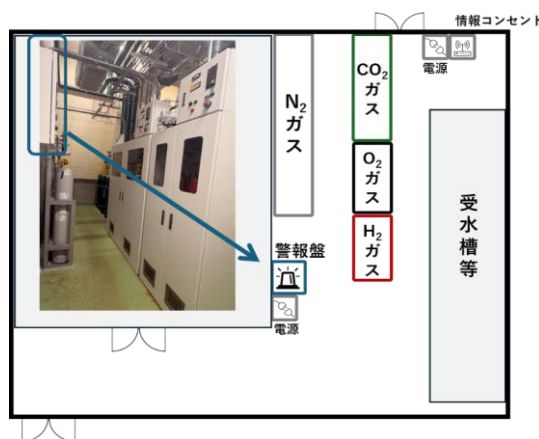


図2 機械室の配置図と写真



図3 警報盤とデバイスの状態

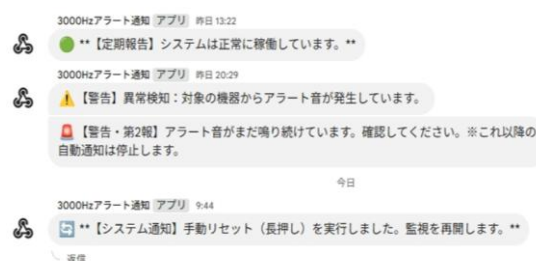


図4 Google Chat での通知の様子

研究施設向けクリーンルームの課題へのアプローチ

ー 「省エネ」で「メンテナンスフリー」なクリーンルーム ー

○小野 力摩

東北大学 電気通信研究所 ナノ・スピンの実験施設

1. はじめに

近年、AI 半導体への巨大投資や多くのプロジェクトの発足など、国内外で半導体分野の重要性が再認識されている。これらを実現するためには、大学等の研究施設における基礎研究と、その基盤となるクリーンルームが不可欠である。しかし、現状のクリーンルームは企業の工場基準に合わせた過剰な設計により維持費が高騰しており、研究施設では運用が敬遠される傾向にある。

本発表では、電気通信研究所で生み出された技術をもとに、研究施設に最適化された「省エネ」と「メンテナンスフリー」を両立するアプローチを紹介する。

2. クリーンルームの歴史と技術の変遷

日本にクリーンルームが導入されたのは 1965 年である。当時クリーンルームに用いられていた「ダイレクト方式」と呼ばれる循環方式(図 1 左)では、天井内の圧力上昇に伴う塵埃発生により、清浄度とランニングコストが両立できなかったため普及が進まなかった。

こうした中、東北大学 電気通信研究所にスーパークリーンルームが誕生した。1986 年に竣工したこのクリーンルームは、大学と企業が様々な知恵を出し合い作り上げた「クリーンルームの技術を開発するためのクリーンルーム」であった。この中で生まれた「ローカルレターン方式」と呼ばれる循環方式(図 1 右)により、ダイレクト方式の問題が解決され、清浄度とランニングコストの両立が可能となった。さらに、2004 年に竣工したナノ・スピン実験施設では諸条件の追求、および省エネ等の技術発展により、さらなる運転コストの低減を実現している。

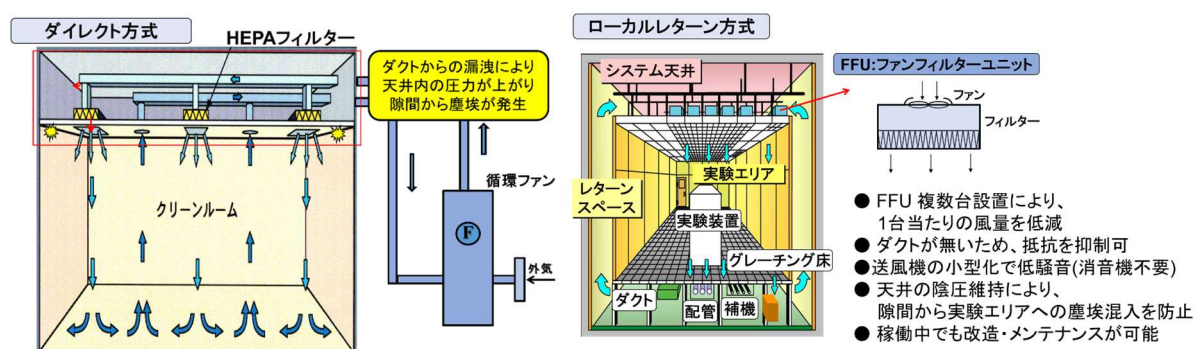


図1 クリーンルームの循環方式(左：ダイレクト方式、右：ローカルレターン方式)

3. 研究施設用のクリーンルームに必要な考え方

クリーンルームは質の高い実験を行うための「道具」であるため、それぞれの研究施設においてどのような道具が使いやすいかを考えて設計することが重要である。ナノ・スピン実験施設のクリーンルームは、主に以下の2点の考えをもとに設計されている。

- ① あらゆる汚染や外乱が排除され、安全性が確保された「バックグラウンドがきれいな空間」
- ② 省エネ、メンテナンスフリーを実現した「研究者が研究に専念できる環境」

本発表では、主に②の点について述べる。

4. 省エネへのアプローチ例

4.1 クリーンルーム内の実験で使用した純水の再利用

実験用器具洗浄等で発生したすすぎ水を地下タンクに回収し、pH 管理を行った上でスクラバーや冷却塔などの付帯設備へ再利用している。これにより、純水の廃棄量、および付帯設備に使用する市水量の削減を実現している。

4.2 クリーンルーム内温湿度条件の見直し

クリーンルーム内の温湿度条件として、一般的には「温度：23±2℃、湿度：50±10%」の恒温恒湿が必要と言われている。しかし、装置の排熱やドラフトチャンバーからの排気等のため、クリーンルーム内を恒温恒湿に保つのは難しく、実現には多大なコストがかかる。ナノ・スピンの実験施設では温湿度条件を「温度：25℃未満、湿度：60%以下の成り行き」と緩和することで、クリーンルームの運転費用を大幅に削減している。

4.3 「研究施設に必要な性能」の把握(諸元表の見直し)

企業の工場では装置・機器は常時稼働が前提である。しかし、研究施設では実験のプロセスごとに必要な装置・機器を都度運転させているため、同時使用率は企業に比べると相当低い。また、常時通電・冷却している装置・機器も基本的にはアイドル状態であることが多く、各装置・機器の仕様書に書かれた定格で動いている時間は少ない。そのため、研究施設のクリーンルームの性能は諸元表から算出される想定値の3割程度でも十分に運用可能である。

5. メンテナンスフリーの実施例

5.1 メンテナンススペースの確保

付帯設備周辺にメンテナンススペースを確保することで、設備機器の劣化を抑制でき(表1)、結果的にメンテナンスフリーを実現できる。

5.2 設備機器の環境整備

ナノ・スピン実験施設では以下に記すように設備機器の環境整備を行い、劣化を抑制している。

- 可能な限り設備機器を室内に設置する(例：純水設備、廃液設備)。
- 振動を嫌う機器を単独で設置し、他機器からの影響を排除する(例：装置冷却水ポンプ)。

表1 メンテナンススペース有無による設備機器への影響

スペースあり	スペースなし
点検を実施しやすい	機器交換が不可能
通気性が良い	湿気・熱がこもる
異常を発見しやすい	異常に気づけない
清掃がしやすい	ネズミ・虫の住処になる
劣化原因は主に物理的接触	腐食、環境悪化、放置による重症化

謝辞

本発表にあたり、クリーンルームの歴史や技術の変遷に関して、ナノ・スピン実験施設 学術研究員の西村 容太郎 氏より多大なご指導・ご協力を賜りました。厚く御礼申し上げます。

他機関と連携したヘリウム回収

○中村 光輝^{a)}、千葉 寿^{a)}、早川 勸^{b)}

^{a)}岩手大学技術部理工学系技術部、^{b)}岩手医科大学

1. はじめに

近年、ヘリウムガスを取り巻く状況は供給不足や価格高騰などにより極めて厳しく、ヘリウム資源の有効活用が重要な課題となっている。

岩手大学低温室ではヘリウム液化システムを導入しており、年間約 2,000～3,000 L の液体ヘリウムを学内に供給している。一方、学校法人岩手医科大学超高磁場先端 MRI 研究センターにおいて運用されている 7T MRI (GE Healthcare Discovery MR950) では、年間約 2,000 L の液体ヘリウムが使用されているが、運転に伴い気化したヘリウムガスはクエンチ管を通し、すべて大気中へ放出されていた。

これらのヘリウムガスを回収し、岩手大学低温室へ運搬・再利用することができればヘリウムガスの有効活用が可能となり、大幅なコスト削減が期待される。

本報告では岩手医大でのヘリウム回収方法や結果、付随する装置開発について報告する。

2. ヘリウムガス回収

本格的な回収システムを導入するには設備費や運用コストがかかるため、身近な機材を使用して少量の回収テストを実施した。

ガス回収には水用バック 1,000L を使用した。7T MRI を図 1 に示す。クエンチ管を図 2 に示す。岩手大学と岩手医科大学の移動時間は自動車で約 30 分程度の距離に位置しているため、回収したガスをガスバックに充填した状態で運搬することが可能であった。

一方回収した高純度のガスを十分に確保することが難しく、回収ガスの純度向上が課題であった。



図 1 7T MRI



図 2 屋上のクエンチ管

3. 液体ヘリウム回収

ヘリウムガス回収テストを進めているなか、岩手医大 MRI の運用停止が決定されたことから、停止した MRI からのヘリウム回収を目標とする方針へ転換した。

液体ヘリウムの回収については、岡山大学による「中四国・播磨ヘリウムリサイクルネットワーク (HeReNet)」および「使用済み設備からのヘリウム回収・再利用 (HeliGet)」事業、ならびに大阪大学の事例を参考に検討を行った。

7TMRI の消磁作業直後に残存する液体ヘリウムは最大 1,000L と想定される。通常であれば廃棄されるヘリウムであるが、本計画ではその場で液体のまま MRI から抜き出す方式を採用した。

回収に用いる容器は岩手大学で使用中の液体ヘリウム 100L 容器 5 台を準備し利用した。液体ヘリウム充填用のトランスファーチューブはレンタルで対応することとしたが、トランスファーチューブの規格が岩手大学の液体ヘリウム容器と適合しなかったため、液面計の取り外しおよびトップフランジの加工を行い使用した。

回収された液体ヘリウムは 100 L 容器 5 台分、さらに液体ヘリウムの移送作業と同時に発生するヘリウムガスについては 1 m³ バッグ 3 個分を回収した。

回収した液体ヘリウムは岩手大学へ輸送し、NMR 等で再利用した。回収したヘリウムガスも岩手大学へ運搬し、ヘリウム回収ラインへ接続、回収および再液化を行った。回収中の風景を図 3 に示す。



図 3 回収中の液体ヘリウムと NMR

4. ヘリウムリークディテクタ

継手部分やホース接続部のガス漏れを監視し、漏洩管理に必要となるヘリウムリークディテクタの開発を行った。

市販のガスセンサと Raspberry Pi Pico W を組み合わせて試作機を作製した。空気中でヘリウムガスの吹き付け試験を実施した結果、良好な感度が得られ、安価なヘリウムリークディテクタとして十分活用可能であることを確認した。仕様を表 1 に示す。

表1 リークディテクタ仕様

項 目	
制御	RaspberryPiPicoW
センサ	ガスセンサ
表示	LED Bar(8桁)
設定	プログラム側でキャリブレーション
検査ガス	ファン吸入式
外部出力	【緊急情報・警報広域周知システム】 WAN-WAN, メール, LINE, GoogleChatへの通知も追加可能

5. ヘリウム純度計

ヘリウム回収においてガスの純度管理が極めて重要である。しかし、既製品を複数台導入する場合、コストが高くなるという課題がある。そこで、ピラニゲージと Raspberry Pi Pico W を用いて試作を行った。その結果、既製品と同等の性能を有する試作機を製作することができた。仕様を表 2 に示す。

表2 ヘリウム純度計

項 目	
制御	RaspberryPiPicoW
センサ	ピラニゲージ WP-01
表示	OLED 1.3inOLEDディスプレイモジュール
設定	アラーム値（ボタン±1%調整）、100%リセット（2ボタン同時）
外部出力	【緊急情報・警報広域周知システム】 WAN-WAN, メール, LINE, GoogleChatへの通知, 遠隔バルブ制御可能

6. おわり

準備期間は限られていたものの、運用を停止した機器からの液体ヘリウムの回収に成功した。本プロジェクトにより、ヘリウム資源の有効活用が図られただけでなく、企業や大学との連携・協力を通じて人的・技術的交流を深めることができた。

今後は今回得られたノウハウを活用し、ヘリウム回収プロジェクトを展開することで、資源の有効活用をさらに推進していきたい。また、各種センサーについても改良を重ねていく予定である。

既存設備に後付け可能な遠隔監視システムの構築

○堂守 佑希、渡辺 壮、横山 梨香、八桁 一平
東北大学工学研究科・工学部（電子回路・測定・実験群）

1. はじめに

スマートシステム超集積化研究開発センターでは、半導体微細加工のため高度に管理されたクリーンルーム内で主に実験を行うが、この施設は竣工されてから 30 年近く経過しており、老朽化による深刻な破損や重大な事故の懸念があり、常時状況把握できるシステムが求められている。しかしながら、現在の管理システムでは中央監視盤があるクリーンルーム前室に入室する以外に状況把握する術がなく、重大事故の際は危険が伴う。そこで申請者らは、既存施設に後付け可能かつ安価な監視システムの開発を行う。

2. クリーンルームモニタ遠隔監視システムの開発

図 1 にデータ測定システムを示す。データ測定システムは、クランプ式 CT センサーで電流値を測定し、RaspberryPi、Ambient を用いて常時監視できるものとした。

図 2 に一例として施設に圧縮空気を供給しているコンプレッサの運転データを示す。図よりコンプレッサの待機電力はおよそ 3A、2 段式圧縮機となっているため、1 台稼働時は約 17A、2 台稼働時は約 27A の負荷がかかっていることがわかる。当センターの予約システムと照らし合わせたところ、2 台稼働の高負荷運転の時間は圧縮空気を大量消費するダイサー（シリコンウエハ切断用装置）を使用しており、これが原因と推察される。また、普段からコンプレッサが待機状態にならず連続稼働状態にあり、多大な負荷がかかっていることがわかった。

3. ガス圧力遠隔監視システムの開発

図 3 にガス圧力の検知方法を示す。ガス圧力は、圧力計にネオジウム磁石をセットし、その単針の動きにより変化する磁界をセンサーで検知し、そのデータを RaspberryPi を用いて Web ブラウザ上で取得した。このセンサーは圧力計カバーの上から被せるように取り付け可能で既存配管等の変更は必要としない。

図 4 にこのシステムを使用した際のガス圧の計時変化を示す。動作テストではレギュレータを用いてガス圧を変化させ、センサーの追従性について確認した。その結果、減圧時の圧力変化について適切に検知できていることが確認できた。

4. まとめ

今回既存施設に後付け可能とすることで安価な監視システムを導入することができた。今後中長期的にこのシステムを運用し、運用実態に合わせて細かなアップデートを行っていく。

謝辞

本開発は、2025 年度工学研究科・工学部技術職員技術開発助成を受けて実施されました。

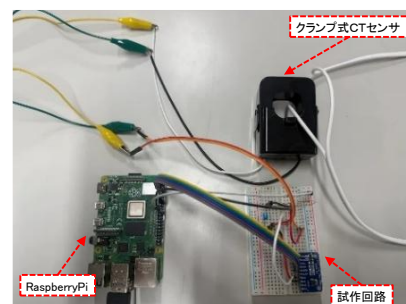


図 1 電流値監視センサー

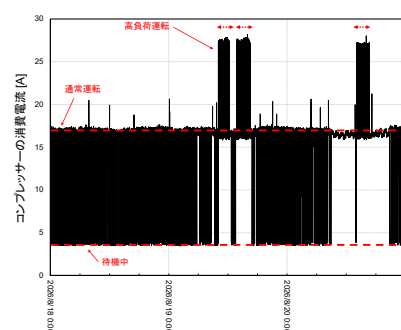


図 2 コンプレッサ稼働状況

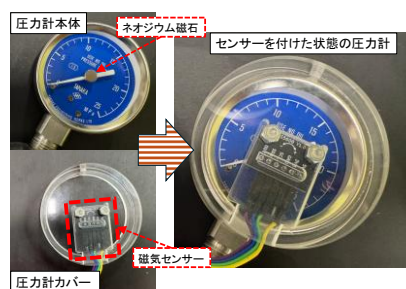


図 3 ガス圧力検知方法

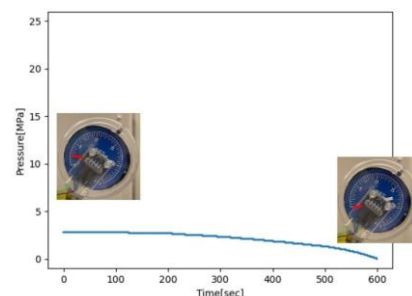


図 4 ガス圧力の計時変化

放射線業務従事者管理におけるデジタル化の取り組み

○川原 隆爾^{a)}、佐藤 和則^{a)}、結城 秀行^{a)}、小玉 航史^{b)}、高橋 隼之介^{b)}、日尾 彰宏^{c)}、
高村 美穂^{a)}、長倉 友理江^{a)}、渡部 浩司^{a)}

^{a)} 先端量子ビーム科学研究センター青葉山事業所、^{b)} 多元物質科学研究所、^{c)} 農学研究科

1. はじめに

放射線取扱施設等で作業を行う者には、法令に基づき「放射線業務従事者」としての登録・管理および定期的な教育訓練が義務付けられている。大学等の教育研究機関における従事者は、教職員のみならず学部生・大学院生、さらには学外研究者まで多岐にわたっており、その管理は非常に負荷の大きい業務となっている。

さらに本学では、従事者の管理を部局ごとに行っているが、近年は部局を横断して放射線施設を利用するケースが増加している。この場合、所属部局には「労働安全衛生法」、施設管理部局には「放射性同位元素等の規制に関する法律」に基づく管理義務がそれぞれ発生し、管理業務の複雑化が課題となっている。

本発表では、これらの課題を解決すべく、先端量子ビーム科学研究センター（RARiS）放射線管理研究部が中心となって運用を進めている「全学放射線従事者管理システム（MePHISTO）」の概要および現在の運用状況を報告する。あわせて、同部で独自に行っている業務デジタル化の取り組みについても紹介する。

2. 全学放射線従事者管理システム（MePHISTO）

2. 1 システムの概要

本システムは本学における放射線業務従事者の一元管理を目的として構築した Web システムである（図 1）。

本システムの主な機能は、「従事者の登録」と「従事者の個人管理」の 2 つである。まず「従事者の登録」は、従事者管理部局および利用施設による承認フローに基づいて行われる（図 2）。従事者本人がシステム上で申請を行い、担当者がその内容を確認・承認する形式である。承認条件には、従事者管理部局と利用施設のそれぞれが独自の基準を設定することが可能である。この承認フローを経ることで、部局をまたぐ施設利用や外部施設の利用時においても、各基準に応じた登録管理が可能となる。また、所属部局と施設管理部局の双方から従事者の情報を確認できるため、施設利用状況の把握が容易となっている。

次に「従事者の個人管理」について説明する。本システムでは、登録されている従事者の教育訓練受講歴、健康診断結果、被ばく線量記録などの個人記録を、従事者本人および管理担当者が参照できる。これにより複数の記録を一元管理することが可能となる。また、過去の記録も容易にさかのぼって参照できるため、記録管理業務の大幅な負担軽減につながる。



図 1 全学放射線従事者管理システム（MePHISTO）の Web 画面

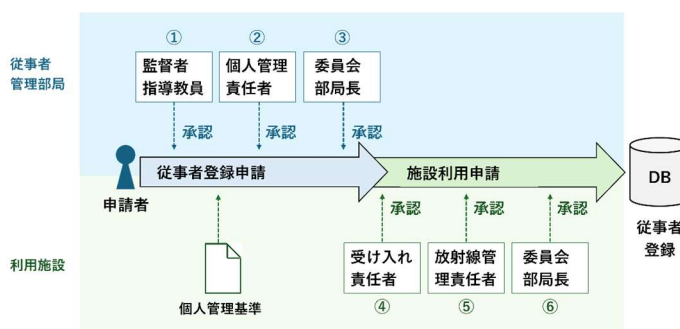


図 2 MePHISTO 従事者登録承認フロー

2. 2 現在の運用状況

本システムの運用状況を表1に示す。現在、当センターをはじめとして、学内の各部局への利用拡大が進んでいる（表1（a））。本システムは各部局固有の管理体制やニーズに応じた柔軟な設定変更が可能であるため、今後は全学的なシステムとしての導入・運用を目標としている。また、個人記録はRARiS放射線管理研究部にて全学分を一括登録しているため（表1（b））、システムに従事者が登録されると、東北大IDを保有する者であれば自動で個人記録に紐づけられ、直ちに記録を確認することが可能である。

3. 問い合わせ業務サポートシステム

RARiS青葉山事業所は、本学における全学的な放射線安全教育訓練を担っている。教育訓練は複数のeラーニングコースが設けられ、受講目的に応じて選択する形式となっている。放射線管理研究部では、各種問い合わせ対応の効率化に向け、生成AIを活用した業務支援システムを構築した（図3）。まず、問い合わせおよび回答内容を要約・カテゴリ分類する“要約エージェント”を実装した（図3①）。出力データはWeb上の共有フォルダへ格納し、データベース化した（図3②）。このデータベースと学内資料を知識ベースとして生成AIに参照させ、“Q&Aチャットボット”を構築することで、問い合わせ対応の自動化を図った（図3③）。ランダムな質問100個を用いた動作テストにおいても、基本的な質問に対する回答精度は概ね高く（図4）、現在、学内公開に向け準備を進めている。

4. 結論

MePHISTOの導入により、複雑化していた従事者管理の一元化と現場の業務負担軽減を実現した。また、生成AIの活用を含めた業務のデジタル化をあわせて進めることで、管理業務のさらなる効率化を図っていく。今後はMePHISTOの全学的な利用拡大を推進するとともに、引き続きシステムの高度化に取り組み、安全かつ円滑な研究教育環境の支援に努めたい。

表1 MePHISTO 運用状況

(a) 従事者登録状況

学部・学科・研究所	登録数[名]
理学研究科	242
金属材料研究所	204
RARiS青葉山	73
RARiS三神峯 (学外者含む)	78
医学系研究科	1

(b) 個人記録登録状況

個人記録	登録数[件]
被ばく管理	620989
千代田テクノロ 2008/04~	
長瀬ランダウア 2021/09~	18290
健康診断	8735
職員 2024/04~	
学生 2023~	10808
教育訓練	3775
講義コース 2020/06~	
実習コース 2026/06~	1938
X線コース 2020/06~	3572

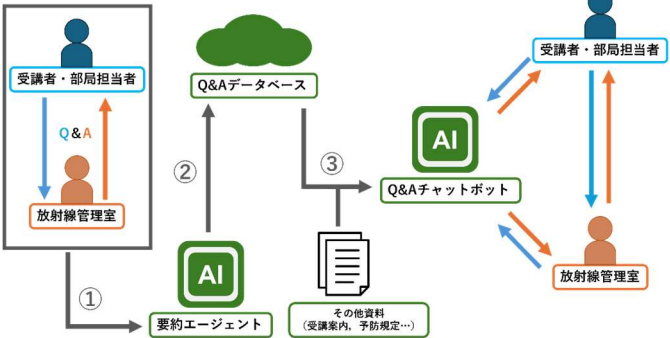


図3 生成AIを用いた問い合わせ業務支援システム概要図

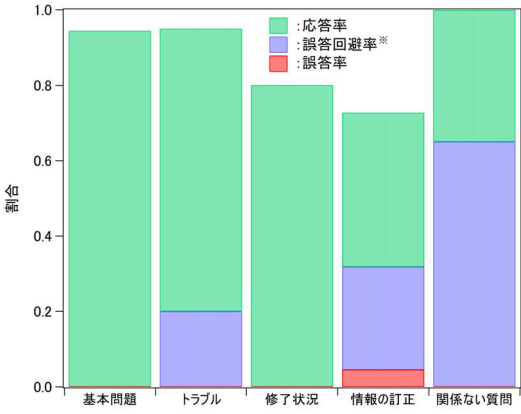


図4 Q&Aチャットボット動作テスト結果

※誤答回避率とは生成AIによる誤答出力を回避するため、あらかじめ設定した指示が動作した割合を示すものである。

地産地消を目的とした庄内産大麦の発芽と糖化に関する取り組み

志村 良一郎

鶴岡工業高等専門学校 教育研究技術支援センター

1. はじめに

近年、農産物の自給率の向上や輸送に伴う環境負荷の低減などの観点から、地域で生産された農産物をその地域内で加工・消費する地産地消の取組みが重要視されている。山形県庄内地域においても水稲や多様な農産物が生産されているが、それらの特性を活かした新たな利用技術の開発が求められている。

一般的に大麦は比較的栽培しやすく、食物繊維や機能性成分を豊富に含む穀物である。一方で、庄内地域における大麦は用途が限定的であるため、高付加価値化に向けた加工利用技術の確立が課題となっている。大麦を発芽させて製造する麦芽は、糖化酵素を豊富に含むことから飲料や菓子類、発酵食品など幅広い食品加工への応用が可能であり、新たな地域資源としての活用が期待される。

本研究では、庄内産大麦の発芽条件および糖化特性を明らかにし、食品原料としての利用可能性を検討する。さらに、本研究の成果を基盤として、「栽培」「収穫」「麦芽加工」「食品への応用・消費」までの一連の工程を鶴岡市内で完結させる地域循環型モデルの構築を目指している。

具体的には、鶴岡市内で栽培された大麦を原料として麦芽を製造し、その麦芽を糖化原料とした麦芽糖などの食品や飲料へ活用する。本発表では大麦の発芽および糖化条件を検討し、麦芽原料としての適性を評価するとともに、地域内完結型の食品利用に向けた基礎的知見を得ることを目的とした。特に大麦の発芽条件における諸条件（気温、時間、水分など）が与える影響について調査した結果を報告する。

2. 実験と取り組み

原料には庄内産大麦（春播大麦）を用いた。大麦の発芽には、1) 浸水工程、2) 脱水工程、3) 発芽工程の3工程があるため、それぞれに条件を振り行なった。発芽工程においては1週間を最大とし発芽の過程を記録した。（詳細についてはポスターにて報告。）発芽後の大麦を用いて麦芽糖の作製を試みた過程を以下に示す。図1は実際に発芽後の大麦である。根が十分に伸びており、芽が約3cm程度まで成長していることが確認できる。図2は発芽後の大麦を煮ている様子である。温度は60～80℃を保持することで酵素を失活させることなく澱粉からアミロースへの糖化反応が進んでいく。図3には、図2後の全液を濾した濾液を煮詰めた様子である。この褐色がかった透明な液体が一般的な麦芽糖液である。



図1 発芽後の大麦



図2 麦芽の糖化工程(煮る)



図3 完成した麦芽糖

3. まとめと今後の展望

鶴岡産の大麦を用いた発芽実験により、一般的な環境下および設備下においても十分な発芽が可能であることが分かった。気候条件等により夏季における発芽には課題が見受けられたため今後の解決課題とする。また、発芽した麦芽を用いた麦芽糖の作製では、完成品に甘味が確認できたため食品への応用の可能性を感じることが出来、麦芽としての商品価値も十分に有していることが分かった。まだまだ基礎的な知見を集めている段階ではあるが今後の展開に向けて計画的に進めていきたい。

感震ブレーカー実演装置「YURASUPE」の開発

○工藤 響、佐藤 風雅、羽入田 信吉

教育研究技術支援室（仙台高等専門学校 広瀬キャンパス）

1. はじめに

大規模地震の発生後は火災等の二次災害の危険性が高まる。地震時に発生した火災のうち電気が原因であるものは、阪神・淡路大震災で 139 件中 85 件（約 61%）、東日本大震災で 108 件中 58 件（約 54%）と、どちらも過半数を占めている¹⁾。このような地震による電気火災の対策には、感震ブレーカーが効果的である。感震ブレーカーとは、大きな揺れを感知した際にブレーカーを落とし電気を遮断する装置の総称である。停電からの復旧時はブレーカーが落ちたままとなるため、電気火災の予防につながる。

本キャンパスの所在地である旧宮城町地区では宮城消防署が感震ブレーカーの普及啓発活動を行っている。しかし、パンフレットを用いた口頭での説明では聞き手の理解が乏しいという課題があり、実際の動作をデモンストレーションする装置の開発について相談を受けた。そこで、本キャンパス技術職員の若手 3 名が主体となり、実演装置「YURASUPE（ユラスペ）」の開発を行った。本稿では、開発の流れと装置の構成、及び啓発イベントでの実演について報告する。

2. 実演装置「YURASUPE」の開発

2.1 開発方針

開発の目標を定めるため、令和 7 年 10 月 15 日に宮城消防署予防係へヒアリングを行った。視覚的に分かりやすくするために、「家屋での電気の流れを可視化する」、「感震ブレーカーの必要性についてストーリーに沿った説明ができる」、「地域のイベントへ向けて持ち運びができる（A1 サイズを目安）」ことなどが目標として挙げられた。以降、完成までの約 4 か月間、月 1 回の打合せを重ね開発を進めた。

感震ブレーカーは、分電盤タイプやコンセントタイプなど複数の種類が市販されている。本稿では YAMORI GV-SB1（リンテック 21）を採用した。これは簡易タイプに分類され、ばねの張力を利用してブレーカーを落とし電力を遮断する。動作が簡便で実演装置を作りやすいことや、他のタイプに比べ安価であることから選定した。加えて、付け外しが容易であるために、感震ブレーカーの有無による変化を示しやすいことも理由である。電気火災を引き起こす原因についても様々あるが、「電気ストーブから洗濯物等の落下物へ引火する」パターンは多くの人が想像しやすいと考え採用した。

2.2 装置の構成

装置の外観を図 1 に示す。高さ 850 mm×幅 600 mm（突出部除く）のアルミフレーム内に厚さ 2.5 mm の MDF 板をはめ込み、各部品を固定している。屋外の電線・引き込み線や、屋内の電気配線を表現するためテープ LED を配置し、点灯・消灯を連続的に変化させることで電気の流れを可視化した。表面には感震ブレーカーをはじめとした実演用部品を設置し、裏面を配線やコントローラー、回路ボックス等の収納スペースとしている。これらを奥行き 230 mm の台座部分に収めた。実演時にはコントローラーを取り出すことで、説明しやすい位置から操作できる。重量は 6.7 kg（コントローラー、回路ボックスを除く）である。

システム構成を図 2 に示す。各部品の制御には、Arduino Pro Mini 互換機である AE-ATMEGA328-MINI（秋月電子通商）を採用し、Arduino 言語を用いてプログラムした。コントローラーにはスイッチが 3 つ取り付けられており、それらとブレーカーの状態を用いて、次の通り出力系の各ユニットを動作させる。

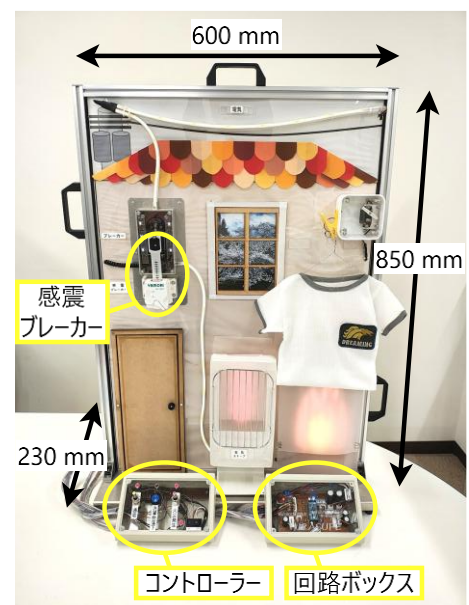


図 1 YURASUPE の外観

- スイッチ①：商用電源ユニットが動作
(電気の供給を表現)
 - ブレーカーが ON の場合は電気ストーブユニットも動作
- スイッチ②：洗濯物ユニットが動作
(ミニ T シャツを電気ストーブのそばへと落下させる)
- スイッチ③：火災ユニットが動作
(復電時の電気ストーブから洗濯物への引火を表現)

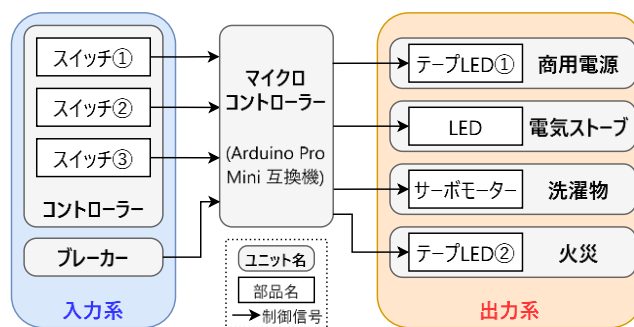


図 2 YURASUPE のシステム構成

システム全体の電源は、5V 出力のモバイルバッテリーを使用した。これにより、イベント実施場所の電源の有無を気にせず実演を行える。

2.3 実演手順

実演の際は、説明者がコントローラーと感震ブレーカーを操作する。まずは感震ブレーカーを取り外しておき、スイッチを順に操作して、地震による停電と洗濯物の落下、復電後の火災を実演する。その後、感震ブレーカーを取り付け、地震を表現する。その際、装置を実際に揺らすことで感震ブレーカーが作動し、ブレーカーが OFF になる。以降は同様に行うが、ブレーカーが OFF の場合は電気ストーブも点灯しないため、復電しても火災が発生しないことを実演できる。

3. 防災啓発イベントでの実演

令和 8 年 3 月 27 日に仙台市科学館にて宮城消防署・仙台市消防局と共同で防災啓発イベントを開催した。YURASUPE のイベントでの利用はこれが初めてとなる。地震での電気火災や感震ブレーカーの役割についてスライドショーを用いて説明した後、図 3 のように実演を行った。未就学児や小学校低学年の参加者が多かったため、スライドショーを復習しながら時折問いかけも行い、興味を逸らさない工夫をした。テーブル LED の流れる光や感震ブレーカーの作動時は歓声も聞こえ、特に興味を引いたようだった。イベント後には希望者へ向けた操作体験を行い、動作について理解を深めてもらった。



図 3 YURASUPE を使った実演

当日は子どもから大人まで約 60 名が参加した。感震ブレーカーの認知度は低かったものの、実演を通してその必要性を伝えることができ、参加者の購入意欲も高まったようだ。また、当日は新聞社 2 社とテレビ局 3 社から取材があり、イベントの様子や感震ブレーカーの重要性が報道された。

4. まとめ

宮城消防署からの依頼を受け、約 4 か月かけて感震ブレーカー実演装置「YURASUPE」の開発を行った。外部からの依頼による技術協力・教材開発は、本キャンパスの技術職員にとってあまり経験がなく、手探りでスタートとなった。学内の実習支援や機材管理等の通常業務もある中だったが、各職員の得意分野を活かして筐体の製作、回路の設計、プログラミング等を分担し、装置の完成に至った。上記の実演以降も宮城消防署では YURASUPE を活用しており、イベントでの評判も上々である。

しかし、感震ブレーカー以外にも防災に必要な知識は様々あり、それらの普及啓発活動も十分には行えていないのが実情のようだ。今後も宮城消防署をはじめとする地域社会と協力しながら、電子・情報系専門のキャンパスとして特徴を活かしたものづくりで貢献していきたい。また、本校学生にもその意識を波及させ、研究・開発を通じた地域貢献について意識を育てられれば技術職員として幸いである。

参考文献

- [1] 総務省消防庁, 「令和 6 年版消防白書」, 2025.

メンデル遺伝の基本を体験するプログラム

中西 啓

岩手大学技術部（農学部附属寒冷フィールドサイエンス教育研究センター滝沢農場）

1. はじめに

岩手大学農学部附属寒冷フィールドサイエンス教育研究センター滝沢農場（施設面積 43.8ha）は、岩手大学上田キャンパス（盛岡市）から北へ約 10 km離れた滝沢市菓子に位置し、教員 2 名、技術職員 7 名が教育研究および管理運営、農場実習を行っている。

本発表では、2 年生が履修する「農場実習Ⅰ」の新しい取り組みである、「メンデル遺伝の基本を体験するプログラム」について紹介する。

2. 目的

農業生産を支える品種改良や遺伝学への理解と関心を深めることを目標として、令和 4 年から滝沢農場で独自に育成した 4 種類のミニトマト品種を使用して、「メンデル遺伝の基本を体験するプログラム」を実施した（表 1）。

表 1 供試品種

品種名	世代	葉色	果実色
みのりレッド	雌親（純系）	淡緑	赤
けんたイエロー	雄親（純系）	緑	黄
F ₁ だいちゃんオレンジ	上記の F ₁	緑	橙
F ₂ ゆうとシックス	上記の F ₂	緑 3 : 淡緑 1	赤 1 : 橙 2 : 黄 1

（葉色と果実色は独立遺伝子）

3. 実習方法と観察

4 月上旬に播種したミニトマト 4 品種（両親・F₁・F₂）を 4 月下旬に学生が黒丸ポットに鉢上げし、6 月上旬に圃場に定植し同時に葉色の観察を行った。この段階で F₁の葉色は緑色（雄親）の形質が発現し、F₂は葉色が 3 : 1 に分離し、メンデルの「優性の法則」と「分離の法則」を確認できる。

果実色の識別が明瞭となる 7 月下旬の観察では、遺伝分離が期待される F₂集団において果実色は赤色・橙色・黄色の個体が出現し、2 形質（葉色と果実色）の組み合わせでは緑色・橙色、緑色・黄色、緑色・赤色、淡緑色・橙色、淡緑色・黄色、淡緑色・赤色の個体に分離し、「独立の法則」が確認できる（図 1）。



図 1 ミニトマト F₂集団の観察

4. 本実習の教育効果

遺伝の実験には手間と時間がかかるため、実際に遺伝現象を観察したことのある人は大学生物系出身者を含めてきわめて少ないのが現状である。本実習においてミニトマトの両親・F₁・F₂各世代を観察することは、遺伝学の基本を学ぶ貴重な体験となり、教育効果は大きいと考えられる。

3D プリンタを用いた NMR 安全教育教材の開発

田口 優佳

東北大学大学院農学研究科・農学部 技術部

1. はじめに

核磁気共鳴装置(NMR : Nuclear Magnetic Resonance)の超伝導マグネットは強力な磁場を発生しており、その磁場を維持するために多量の冷媒(液体ヘリウム・液体窒素)が使用されている。このため、磁性体の吸引、クエンチによる酸欠、閉塞による真空容器の爆発など、様々な危険性を有している。NMR は大学等で広く利用されている分析装置であるが、これらの危険性を普段はあまり意識せずに使用しているユーザーも少なくない。

筆者は共通機器の NMR を管理しており、毎年新規利用者への安全教育および操作説明を行っている。しかし、NMR マグネットの内部構造を実際に見ることはできないため、従来の講習ではマニュアルの模式図等を用いて説明していたが、それだけでは初めて利用する学生にとって具体的なイメージを持ちにくいという課題があった。そこで本発表では、3D プリンタを用いて NMR マグネットの構造を再現した立体模型を作製し、学生が視覚的かつ体験的に装置の仕組みや注意点を学ぶことができる安全教育教材の開発に取り組んだため、これについて報告する。

2. NMR マグネット簡易模型の作製

2.1 設計・3D データの作成

NMR マグネットの内部構造は、外側から液体窒素槽→液体ヘリウム槽→超伝導コイル、という“入れ子”のような多層構造になっている。これを簡略化したモデルとして、マグネット全体の模型と、断面が見えるよう縦半分にカットした模型を作製することとした。模型の設計には 3D CAD ソフト Autodesk Fusion を用いて、各パーツの 3D データを作成した(図 1)。

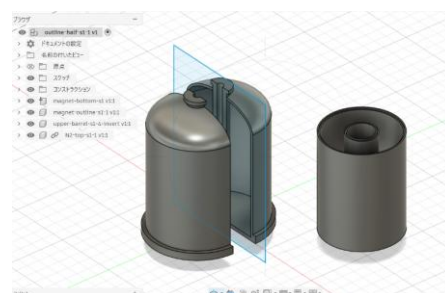


図 1 Autodesk Fusion によるデータ設計の一例

2.2 3D プリンタによる造形

3D プリンタは、技術部所有の FDM 方式(熱溶解積層方式)の Bambu Lab A1 mini を使用した。作成した 3D データを、スライスソフト Bambu Studio にインポートし、PLA フィラメントを用いて出力した。各パーツを重ね合わせ、NMR マグネットの構造を再現した模型を作製することに成功した(図 2)。また利用者講習の際、実際の測定操作をより具体的にイメージできるよう、プローブなど周辺のアクセサリも合わせて出力した。当日はこれら作製した模型の展示を合わせて行う。



図 2 NMR マグネットの全体および断面図の簡易模型

3. まとめ

3D プリンタを用いて、NMR マグネットの構造を再現した立体模型の作製に成功した。NMR 装置の模型は市販品としての例がなく、今回作製した模型は一般的な NMR 装置の仕組みを学ぶことができる教材として、高い教育効果が期待される。今後は、実際の利用者講習において模型を活用することで、学生の理解を促すとともに、安全意識の向上にもつなげていきたい。

口頭発表 要旨

資格試験を通した専門スキル獲得の取り組み

－ 3 次元 CAD 利用技術者試験 1 級取得までの経緯 －

若杉 圭
秋田大学 教育文化学部

1. はじめに

技術系職員は従来、研究室等の固定された場所で支援業務に従事してきた。このような業務形態は、一つの専門分野に必要な専門スキルを向上させるためには都合が良い一方、外部への支援や配置換えの機会においては支障が出やすい。現在、技術系職員が特定の場所にこだわらずに支援するための仕組みを構築することは、多くの大学にとっての課題と言える。

これまで、技術系職員が普段とは異なる場所で業務を行うきっかけは、主に専門性を理解した教員等による紹介だった。しかし、技術部が自律的に機能するためには、組織が個々の専門スキルを適切に把握し、公開していく必要がある。そこで、技術系職員が専門スキルを向上させ、その能力を保証するための有効な手段の一つとして、資格の取得が考えられる。

本稿では、ここ数年著者が取り組んできた「3 次元 CAD 利用技術者試験」の受験を例として、スキル獲得の取り組みを紹介する。

2. 3 次元 CAD 利用技術者試験について

一般社団法人コンピュータ教育振興協会が主催する「3 次元 CAD 利用技術者試験」は、3 次元 CAD を利用するエンジニアや学生が身につけておくべき知識と技能が証明できる試験制度である。著者は、これまでの研究室内の業務において、主に化学分野を中心に支援を行ってきた。しかし、化学実験に必要な多様な操作のスキルを証明するための資格はほとんど存在しない。

そこで今回、機械系や建築系の技術者を対象とした 3 次元 CAD の資格の取得を目指した。このスキルは応用範囲が非常に広いため、資格取得によって能力を証明できるだけでなく、異分野と融合した新しい研究への寄与も期待できる。

3. これまでの経緯

このスキルの取得を目指すきっかけは、令和 3 年度総合技術部研究助成を受けて実施した「生体高分子を対象とした 3D プリンターの活用に関する検討」というテーマの研究だった。3D プリンターを使用して、オリジナルの造形物を製作するためには、3 次元 CAD のスキルが不可欠である。これらのスキルに関係する広範な知識や経験を得るため、以下の 4 つの試験を受験し、合格した。

2022 年 3 月	『3D プリンター活用技術基礎』合格
2022 年 4 月	『3 次元 CAD 利用技術者試験 2 級』合格
2023 年 7 月	『3 次元 CAD 利用技術者試験 準 1 級』合格
2025 年 7 月	『3 次元 CAD 利用技術者試験 1 級』合格

「3D プリンター活用技術基礎」や「3 次元 CAD 利用技術者試験 2 級」は、筆記試験の結果により合否が判定される。「3 次元 CAD 利用技術者試験」には 3 つの級があり、最初に 2 級を受験する必要がある。これに合格すると、準 1 級および 1 級の受験資格が与えられるという仕組みとなっている。

4. 試験内容（実技）

「3次元CAD利用技術者試験」の準1級および1級の実技試験では、持ち込みのパソコンにインストールされたCADソフトを使用してモデルを作成し、体積や表面積などを測定して記入する（試験時間はいずれも120分）。1級では、準1級よりも問題の種類と数が増え、問題自体の難易度もより高くなる。特に1級は、ベテランであっても制限時間内にすべての問題を解くことは難しい。試験中は正確に無駄なく操作する必要があるため、入念な準備が必要となる。1級では2度不合格となったが、3度目でようやく合格することができた。

5. 資格取得に関連した活動

上記の試験勉強と並行して、これまでに3次元CADを活用したいくつかの発表を行ってきた。例として、総合技術研究会（隔年で実施される技術系職員による全国規模の研究会）で行った2つの発表を以下に挙げる。

- ・「3DCADによる仮想的な分子モデル組み立てキットの開発」、2023年3月
- ・「ラマチャンドランプロットの理解を目的とした3DCADの活用について」、2025年3月

加えて、2025年3月には、全学の技術系職員を対象に「3DCADスキルアップセミナー」をオンラインで実施し、講師を務めた（図1）。

また最近では、秋田大学総合技術部が主催する地域貢献事業「第18回テクノフェスタ」で使用予定の簡易分光器の設計でも、このスキルを活用している。

6. おわりに

上記の取り組みを通じて、化学系の技術者にはなじみのない3次元CADのスキルを身につけることができた。このスキルを、異分野が融合した新しい研究に役立てていきたい。さらに、得られた知識と経験が、機械系などの技術者との交流の助けとなることも期待している。

3DCAD スキルアップセミナー

主催 : 秋田大学教育文化学部技術部・研修担当
日時 : 2025年3月26日(水)～28日(金)の期間のうち、日程調整の上決定(2時間程度)
形式 : オンライン(Zoom)を利用した実習
対象者 : 秋田大学の技術系職員

講師 : 若杉 圭 (3次元CAD利用技術者試験準1級)
演題 : 3DCADの学習を進める上で押さえておくべきポイント
概要 :
設計業務において、3DCADは主流となりつつあり、無料で利用できる3DCADがいくつかあります。しかし、いざ学習を進めようとしても、独特の操作方法に戸惑い、思うようにいかないケースが少なくありません。本セミナーでは、3DCADを始めて間もない方を主な対象として、オンライン形式で実際に手を動かして操作方法を学びます。また、問題解決のためのコミュニケーションを重視し、共に学んでいく形で進めていきますので、皆様には積極的な発言をお願いします。

図1 「3DCADスキルアップセミナー」のチラシの抜粋

外来種ブラックバス魚粉肥料の開発と実証試験

ー 多様な主体が関わった地域課題解決型研究の実践 ー

○伊藤 眞子^{a)}

^{a)}鶴岡工業高等専門学校（教育研究技術支援センター）

1. はじめに

令和4年4月に山形県白鷹町の任意団体である最上川229ネットワークより地域課題解決に関する技術相談を受けた。白鷹町では鮎の塩焼きが観光資源の一つだが、外来種であるブラックバスに食べられてしまうため釣り人より1匹300円で会員登録制で買い取っている。開始した令和2年度は買取り数が265匹だったが、令和3年度は800匹と倍以上に増えたとのことだった（令和4年度1633匹、令和5年度1800匹、令和6・7年度2000匹、令和8年度は1800匹で買い取りを終了するとのこと）。買い取ったブラックバスは産業廃棄物として廃棄しているのだが有効活用できないかという内容だった。ブラックバスを魚粉として活用することとし実践を進める中、現在も多く主体が関わって継続している当事例の活動について年度に分けて報告する。

2. 主な実践及び研究内容

2. 1 令和4年度 ブラックバスの魚粉化条件検討と魚粉を活用した簡易栽培試験

ブラックバスの乾燥は60～80℃程度が妥当ではないかと判断した。その温度によって必要以上に硬くならず粉砕が楽になることが示唆された。粉砕した魚粉を鶴岡市の農家に活用して頂いたところ、収穫状況が良かったとの感想を頂き最上川229ネットワークに報告した。白鷹町では、鶴岡高専でのブラックバスの乾燥条件を踏まえて真夏のビニールハウス内で乾燥し、数日で乾燥できたとの報告を受けた。

2. 2 令和5年度 月山高原ひまわり畑への魚粉散布と土壌分析およびGCON2023参加

令和4年度に白鷹町で乾燥したブラックバスを細かく乾式粉砕できるようウッドチップターの選定を行った。粉砕した魚粉を鶴岡市観光地の月山高原ひまわり畑へ散布した。ひまわりの育ち具合も観察しながら各種土壌の化学分析を学生と行い、pHや電気伝導度について違いを見出した。この研究について教員の勧めもありGCON2023へ参加させていただいた結果本選へ選出することができた（85チーム中12チーム）。9月には白鷹町で役場職員、漁協、観光協会を交えて今後の方針について会議が開催された。

2. 3 令和6年度 月山高原ひまわり畑への魚粉散布と土配布および芋煮会開催

月山高原ひまわり畑にブラックバス魚粉を昨年に引き続き散布させていただいた。ブラックバス魚粉を混合した土（500g）も観光者持ち帰り用に畑に50袋置かせていただいたところ、2時間程度でなくなったとのことだった。白鷹町では農家がブラックバス魚粉を用いて里芋を栽培し、これを用いて11月13日（水）に「ブラックバス魚粉を使った里芋でつくる芋煮会」が開催された。参加者は50名で1000円の会費としチケットは完売した。筆者は当取り組みについての説明を20分程度講演させていただいた。

2. 4 令和7年度 各種魚とトマトの分析、様々な活動の広がり

白鷹町でブランド化に成功しているトマト農家がブラックバス魚粉を活用してトマト栽培してくれることとなった。トマトの苗植えイベントでは多くのマスコミも同席した。秋にはトマトの他にトマトジュースも商品化された（写真1）。11月には昨年同様第2回芋煮会が開催された。昨年は50名だったが、規模が大きくなり80名の参加となった。



写真1 トマトジュースの販売
（白鷹町産地直売所）

鶴岡高専では、3 年生学生 2 名と共に学内でミニトマトの栽培を行った（写真 2）。様々な肥料でミニトマトを栽培し、育ったミニトマトの果汁について旨味成分などを分析調査した。第 16 回廃棄物資源循環学会東北支部学生発表会で学生がポスター発表したところ奨励賞を受賞した。他方、4 年生学生 2 名とも研究を進めた。置賜農業高校と連携し、農業高校で育てたトマトについて化学分析調査した。また、ブラックバスを含む 6 種類の魚の化学分析を行いブラックバスは骨の割合が高いことが示唆された。加えて鶴岡高専で魚粉処理したブラックバス全てについて魚の体格差と含有元素の相関を調査し、これを第 28 回化学工学会学生発表会で発表し優秀賞を受賞した。研究の結果、双方とも魚粉肥料を使用するとトマト果汁のグルタミン酸（旨味成分）が多く検出される傾向にあった。

鶴岡市月山高原ひまわり畑へのブラックバス魚粉散布は引き続き実施させて頂いた。多くの市民の方々に興味を持っていただけるよう畑にポスターを設置し、スタンプラリーを実施した。学生に開催の準備をもらい、後日白鷹町の有志の方々が月山高原ひまわり畑へ視察に来てくださった（写真 3）。11 月に KOSEN PARK in YAMAGATA が山形県山形市で開催され、教員の勧めもあり女子学生 2 名も加わって出展させていただいた（写真 4）。学生が学会やコンテストで発表できる機会を持つことやイベントに参加させていただけるという機会は、教員のバックアップが無ければできないことであり、鶴岡高専は技術職員にとって恵まれた高専だと感謝している。

2. 5 令和 8 年度 ブラックバス魚粉を使用したバラの栽培と更に広がる活動

ブラックバス魚粉について作物には比較的良い結果を得た。令和 8 年度は愛好者の多いバラを栽培している。月山高原ひまわり畑への散布も継続している。白鷹町でのトマト栽培などの活動では山形大学や東北芸術工科大学の学生も加わり、更に活動が活発化しているとのことだった。

3. 高等教育機関が連携するメリット

高等教育機関が連携に加わることで①コーディネーター的な役割により明確な方針が立てられる可能性がある。②研究により差別化が図られる可能性がある。③学生が関わることで連携している方々のモチベーションが上がる。④学生が関わることでマスコミへのアピールが得やすい。⑤連携内及びまわりへの信頼を得やすい等があげられる。

4. 最後に

鶴岡高専教職員のバックアップ及び学生の協力が十分にあったことで当実践が円滑に進んだと感謝している。当実践に係る研究費等は令和 6 年度受託研究費（美しい山形最上川フォーラム置賜地区部会）、令和 7 年度科研費奨励研究（25H00227）、GCON2023 研究費（鶴岡高専技術振興会）、令和 7, 8 年度受託事業費（月山高原エリア活性化委員会）、令和 6, 7 年度福祉学習助成金（鶴岡市社会福祉協議会）のお陰で実施することができました。この場をお借りしてお礼申し上げます。



写真 2 鶴岡高専でのトマト栽培の様子
（左：学生が研究、右：白鷹町で視察）



写真 3 月山高原ひまわり畑での活動
（左：学生が活動、右：白鷹町で視察）



写真 4 KOSEN PARK in YAMAGATA

2026 年熊本地震臨時観測の技術支援

ー モバイル SINET を用いたオンライン臨時地震観測システム ー

○平原 聡^{a)b)}、岡田 知己^{a)}、高木 涼太^{a)}、吉田 圭佑^{a)}、松本 圭晶^{a)}、

木村 洲徳^{a)b)}、2026 年熊本地震合同地震観測グループ（仮称）

^{a)}東北大学 大学院理学研究科 地震・噴火予知研究観測センター

^{b)}分析・評価・観測群 自然観測試料作製グループ 地震・火山観測チーム

1. はじめに

地震・噴火予知研究観測センターでは、令和 8 年（2026 年）熊本地震の発生機構等をより詳細に理解し、今後の地震活動の推移を評価することを目的として、九州大学をはじめとする全国の大学・研究機関と共同で臨時地震観測を開始した。本発表では、緊急で臨時地震観測を実施するための技術支援について報告する。

2. オンライン臨時地震観測システム

当センターは全国地震観測データ流通ネットワーク JDXnet に JGN 回線と SINET 回線で接続しており、各大学・関係機関と 24 時間連続でデータ交換を実施している。2019 年からはモバイル SINET 実証実験に参加して、閉域網を利用したオンライン臨時地震観測システム（図 1）の改良と通信試験を進めてきた。2022 年能登半島群発地震の臨時観測では、ソーラーパネルによる発電で、本システムを約半年間運用した実績がある。2026 年熊本地震臨時観測では、データロガー HKS-9700（テレメータボード内蔵）と、可動コイル型の地震計 KVS-300（固有振動周波数 2Hz）を使用した。モバイル回線は、ソフトバンクの SIM カードを利用しており、現地では地震の影響による通信障害は発生していなかった。

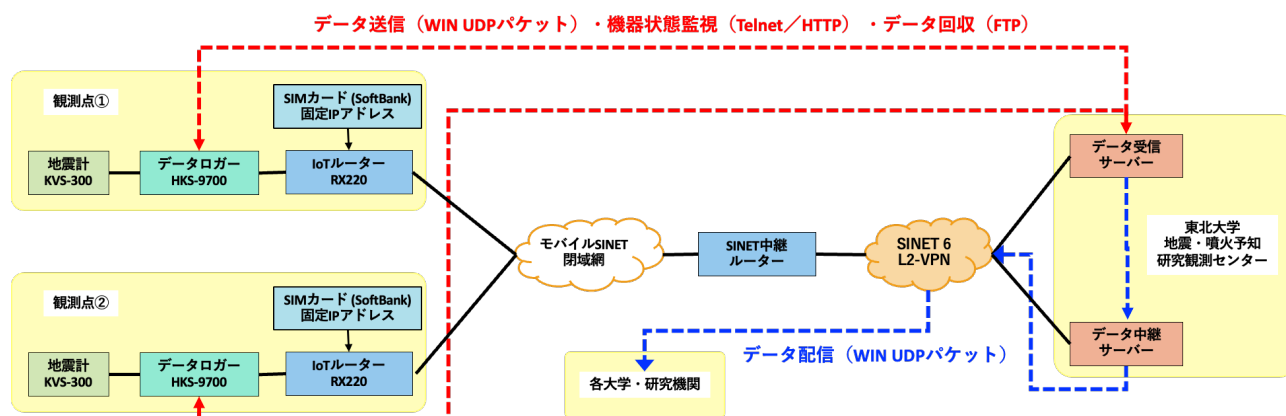


図 1 オンライン臨時地震観測システムのネットワーク構成図

3. 観測準備・機材発送

当センターでは、2016 年熊本地震臨時観測でもオンラインの地震観測点を設置した経験がある。2026 年熊本地震では、合同観測が実施された場合に対応できるように、本震発生の翌日の 7 月 29 日（水）から地震観測機材の在庫確認と動作確認を進めていた。当時、熊本県内では停電が発生していたため、鉛バッテリーとソーラーパネルによる非常用電源を用意した。一方で、観測が長期化する可能性を考慮して、商用電源に対応可能なバッテリー充電器と電源延長コードも用意した。7 月 31 日（金）に合同観測の実施と東北大学の参加が決定して、8 月 5 日（水）から現地入りするために航空機・レンタカー・宿泊先を手配した。熊本県内への荷物の輸送にかかる日数は、通常 2 日程度だが、九州自動車道の一部

が通行止めとなった影響で、運送会社では配達に遅延が生じていた。週末の8月1日（土）に機材の梱包・発送作業を実施して、現地入りの前日の8月4日（火）に配達完了を確認した。

4. 現地調査・設置作業

日奈久断層周辺では令和8年熊本地震の発生前から、九州大学によって臨時地震観測点が高密度に展開されていた。7月31日（金）に九州大学の呼びかけにより各大学の研究代表者による合同観測の打合せが行われて、主に日奈久断層の南部にオンラインの臨時地震観測点を設置する方針が決まり、東北大学は芦北町と津奈木町の2箇所の候補地を担当することになった。現地調査の前に、インターネットで公開されている航空写真・パノラマ画像等を参考にして机上調査を行い、複数の候補地を選定した。良質な地震波形データを取得するためには、観測点周辺のノイズレベルが小さいことが最も重要である。8月5日（水）からの現地調査では、ポンプ等の振動源が近くにはないか確認して、地震計を仮置きした状態でノイズレベルの予備調査を実施した。8月6日（木）と8月7日（金）には、御立岬キャンプ場と大泊地区金刀比羅神社の2箇所に臨時地震観測点（図2、図3）を設置して、SINET回線を用いたリアルタイムでのデータ配信を開始できた。設置完了後に、予備機材と工具等の梱包・発送作業を実施して、8月8日（土）に帰還した。



図2 地震計の埋設



図3 臨時地震観測点の外観

5. まとめ

オンラインの臨時地震観測点を短期間で設置して、各大学とのデータ共有を早期に開始することができた。これらの観測点は現時点では2026年度末まで運用を予定している。観測点では2箇所とも商用電源を使用しているが、停電・通信障害時にオフライン動作で現地収録が可能な期間を延長するため、今後は鉛バッテリーの増設を検討している。現地への移動途中には、損壊した多数の建築物や、今回の地震によって地表に現れた右横ずれ断層を見る機会があった。日奈久断層周辺では引き続き地震の発生確率が高い状態にあると考えられており、2026年熊本地震臨時観測によって取得されたデータが今後の地震活動の理解と災害の軽減に貢献できることを期待している。

謝辞

臨時地震観測の実施にあたり、御立岬キャンプ場 木倉様、大泊金刀比羅宮 佐々木様にご協力いただきました。記して感謝いたします。令和8年熊本地震で被災された皆様方に心よりお見舞い申し上げます。

マイクロからナノイオンビームに向けた新ビーム評価方法の開発

○三輪 美沙子^{a)}、遠山 翔^{b)}、松山 成男^{c)}

^{a)}電子回路・測定・実験群（工学研究科）、^{b)}安全・保守管理群（工学研究科）、^{c)}東北大学工学部・工学研究科量子エネルギー工学専攻

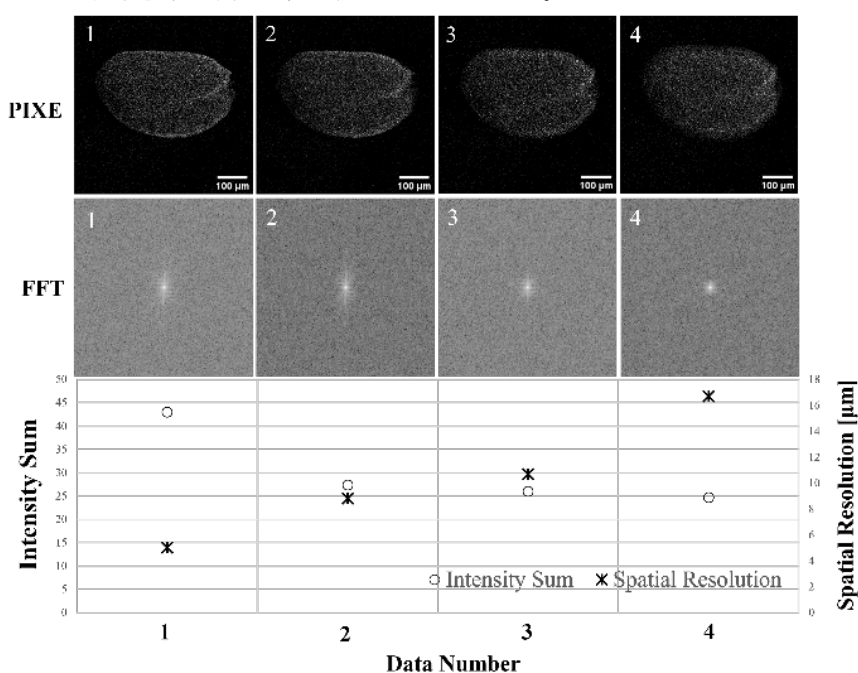
東北大学高速中性子実験室のマイクロビームラインにおいて、従来、ビーム径の評価には金属メッシュを用いたエッジスキャン法を標準的に用いてきたが^[1]、さらに高分解能なサブナノメートルでの評価においては、メッシュエッジ自体の傾斜構造が物理的な限界となり、 $1\mu\text{m}$ 以下の分解能を正確に評価できない課題があった。また、フォーカス調整用のメッシュ面と数百ミクロンの凹凸を持つ実試料面との間で焦点位置が一致しない実用上の制約も存在した。本研究では、これらの課題を解決するため、コントラスト法および高速フーリエ変換 (FFT) 法を用いた二次元画像解析手法を導入し、上記課題の解決への有効性を検証した。まず、シリコンテストパターンの電子顕微鏡 (SEM) 画像を用いて、コントラスト法および FFT 法を検証した。その結果、コントラスト法による画像の鮮明さを抽出する 2 種類のフィルタ **Variance** フィルタおよび **Sobel** フィルタのうち、特に **Variance** フィルタにおいて極めて高い合焦感度が得られた。また、FFT 法による周波数解析では、パワースペクトルの径方向プロファイルの強度がノイズレベルまで減衰するカットオフ周波数から実空間の解像度を算出することで、解像限界を定量可能であることが確認できた。次に、**3MeV** 陽子マイクロビームを用いて取得した特性 **X** 線マップ (**PIXE map**) に対しても本手法を適用した。ニッケルメッシュの特性 **X** 線マップ画像を用いた解析では従来のエッジ法と同等の分解能が算出され、解析手法の妥当性が示された。また、FFT 画像分布からは、空間分解能の算出だけではなく、**X・Y** 方向の集束異方性を個別に判定できる優位性を見出した。さらに、ビーム軸方向の高低差 $600\mu\text{m}$ 程度を持つ植物種子の観察への応用実験では、コントラスト法によりフォーカス調整用のメッシュを介さずに実試料画像から合焦判定および空間分解能算出が可能であることを確認できた。図に種子の **PIXE** 画像、FFT 画像、コントラスト法を用いて取得した輝度分散値の総和（第一軸）および空間分解能（第二軸）を示す。以上の成果から、迅速な合焦調整にはコントラスト法を、性能の定量評価には FFT 法を用いる相互補完的なプロトコルは、特定のエッジ形状や深度位置に依存しない汎用的なビーム集束の評価であることがわかった。東北大学高速中性子実験室で開発を行った既存の自動集束システムへの組み込みを行う技術要素を確立することができた。

参考文献

- [1] S. Matsuyama et al.,
Progress and application of
the Tohoku microbeam
system, Nucl. Instrum.
Methods Phys. Res. B 260
(1) (2007) 53–57.

謝辞

本研究は、令和 7 年度東北大学工学部技術開発助成の助成を受けて実施されたものです。感謝申し上げます。



光電子顕微鏡への He 放電管の導入と評価試験

嶋田浩三

東北大学 多元物質科学研究所

1. はじめに

光電子顕微鏡 (PEEM) は、サンプルに励起光を照射することにより光電効果によって放出された光電子の空間分布を、電子レンズを通してスクリーン上に投影される。この像を観察・解析することでサンプル表面の情報を得ることができる。

これまでは励起光減として水銀ランプと Xe ランプの 2 種類の光を使い分けて実験を行ってきた。今回はサンプルの電子エネルギー状態をより深く測定ができるようにするため、光エネルギーが高い He 放電管 (図 1) を導入し評価試験を行ったので報告する。



図 1 He 放電管

2. 導入

装置本体にはすでに He 放電管を取り付けるだけの機能は備わっていたため、He 放電管をチャンバー内部に挿入し He ガス配管を行った。He ガスは背面をターボポンプで引きながらマスフローメーターを使い、ガスの流量調節を行う。

He 放電管に電流を流し正常に放電することを確認後、評価のため試験測定を行った。評価試験に使用したサンプルはニッケル板表面に蒸着させた Au (図 2) を用いた。蒸着装置は真空チャンバー内に搭載されており、蒸着後大気に晒すことなく測定ができるようになっている。



図 2 Au 蒸着サンプル

初めに水銀ランプと Xe ランプの両方を使い Au 蒸着されているかの確認と、アナライザー部分が大気暴露状態からの復帰が正常に行われているかの確認を行った。その後 He 放電管からの光を目視でサンプル表面に当たるように位置を合わせ、さらに光電子スペクトルを観察しながら Au ピーク強度が最大になるようにアライメントを行った。

3. 評価試験

金サンプルの表面観察と電子ピークの形状を測定した。サンプル表面の像は Au を蒸着で行ったのでなめらかな表面画像が観測できる (図 3)。

光電子スペクトルは半円球アナライザーの透過エネルギーを変化させて測定を行った。Fermi Edge がおよそ 16~17 eV 近傍にあり Au 3d ピークがそれぞれ 12.5 eV ($5d_{5/2}$) と 10.5 eV ($5d_{3/2}$) 付近に確認できた (図 4)。文献値と比較検証しピーク位置に大きな差がないことが確認できる。これにより He 放電管およびその他機器の正常な動作確認ができた。

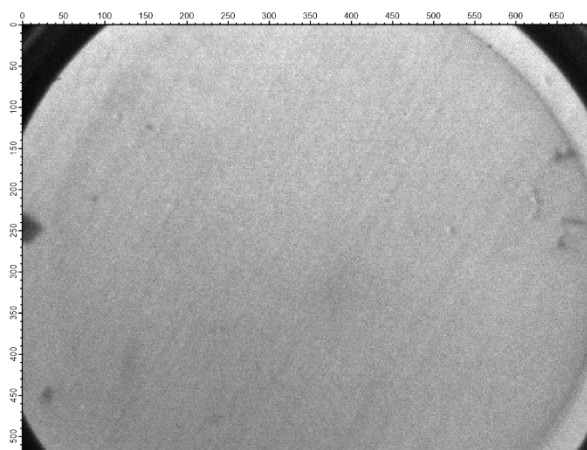


図3 Au表面観察像

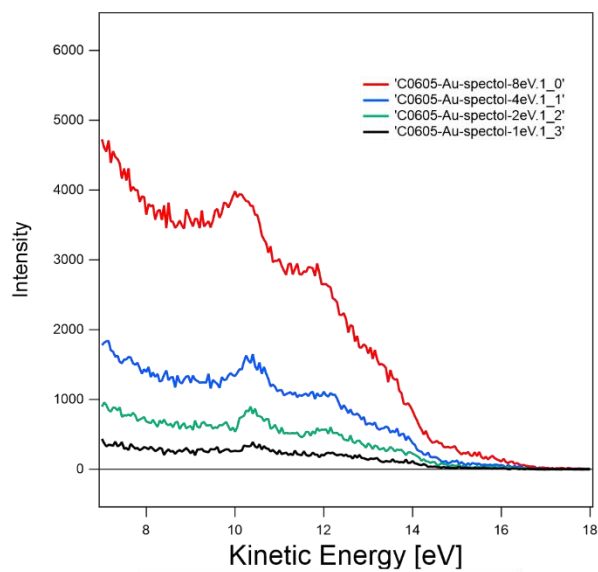


図4 光電子スペクトル

4. まとめ

今後は水銀ランプ・Xe ランプと併せてそれぞれ得意とする観察領域ごとに使い分けて測定することが可能となった。これらを組み合わせることで、現在進めている研究室の課題であるグラフェン薄膜を用いての実験のより深い知見を得られることに期待が持てる。

歯学研究科における透過電子顕微鏡受託業務の成果報告

○唐島田 かおり ^{a)}

^{a)}東北大学 総合技術部 分析・評価・観測群（歯学研究科）

1. はじめに

発表者は 2019 年に東北大学総合技術部に入職し、歯学研究科にて透過電子顕微鏡（TEM）のオペレート担当を務めることを目標として、片平キャンパス内の金属材料研究所や多元物質科学研究所、星陵キャンパス内の加齢医学研究所等を訪問し、材料系から生物系まで幅広い試料の作製や観察方法についての部局横断的な TEM 研修を受講した^[1]。

基礎的な技術と知識を習得したのち、歯学研究科の共同実験施設（共同実験ラボセンター）の TEM オペレータを担当するために 2021 年末から準備を開始し、2022 年 5 月より研究科内における受託業務を開始した。現在では全学を対象に生物系試料の受託試料作製・観察を実施している。本発表では、研修終了後の受託開始に向けた準備から、現在の受託状況などについて報告する。

2. 受託開始の準備

2-1. サポート内容と料金設定の検討

本受託ではどんな試料を対象とし料金をどのように設定するかといった点について、共同実験ラボセンターの技術職員、および TEM を管理していた研究室の教員とともに協議した。

まずは研究科内での受託を想定し、受け入れる試料は原則動物試料、かつ超薄切片法での試料作製に限定することとした。歯や骨といった硬組織の依頼が多いと予想されたが、非脱灰のものを薄切する技術習得は行っていないため、硬組織は脱灰済みのものに限るということとした。

生物の TEM 試料作製は前固定、脱灰、後固定、脱水、置換、樹脂浸透、包埋、準超薄切、超薄切と非常に工程が多いため、工程ごとの料金設定とするか、試料作製として一律料金とするかも議論となった。結論として、動物組織摘出時に技術職員が立会い、そのまま摘出組織を受け取り、前固定の段階から受託することを基本方針とし、工程ごとの料金設定ではなく試料作製として一律料金とすることに決定した。また共同実験ラボセンターにおいて受託項目の料金設定を行うのは初めてであったため、人件費を含めた料金算定は手探りで実施していった。

研修で指導してくださった講師の方々の標準的な作業手順を参考にし、手持ちの道具で行いやすい作業手順を定めて標準作業手順書とした。

料金案は共同実験ラボセンター運営委員会、ならびに歯学研究科教授会にて承認を得て、2022 年 5 月より TEM 用試料作製および観察の受託が運用開始となった。

2-2. 装置のメンテナンス

受託で使用する TEM やウルトラミクロトームはもともと教員管理の設備であったため、固定資産管理上の所有者変更手続きを行い、正式に共同実験ラボセンター管理の設備とした。これをもって修繕対応もセンターで行うこととなったが、2021 年度末で保守契約が満了となる装置であったため、以降は技術職員にて可能な範囲のメンテナンスを行うこととした。メーカー担当者による指導を受けて、フィラメント、ロータリーポンプ、チラー等のメンテナンス方法を習得した。

3. 受託内容

受託開始翌月の 2022 年 6 月、元 TEM 管理者の教員の共同研究者より、魚類の膜性骨周辺組織の観察依頼があり、これが最初の依頼となった。依頼者からはその後現在に至るまで継続的に試料作製および観察の依頼があり、試料作製のノウハウを得たり依頼者とのやり取りを円滑に行うにはどのような工夫をすればよいか考えるきっかけとなったりと、得るものが大変多かった。

その後は共同実験ラボセンターにて発信している各種通知やウェブサイト、東北大学設備統合管理システム（SHARE）に掲載している設備情報を閲覧したという研究科内・学内の先生方より度々試料作製や観察の依頼があり、複数の論文に撮影画像を使用いただくことができた。表 1 に受託開始後から現在までの受託数の推移を示す。

表 1 受託数の推移

項目		2022 年度	2023 年度	2024 年度	2025 年度	2026 年度 (8 月現在)
観察 (時間)	研究科内	11	21	0	14	0
	学内	※	7	18	17	9
試料作製 (ブロック数)	研究科内	4	4	0	11	0
	学内	※	6	5	6	8 (作製中含)

※2022 年度は研究科内限定運用のためデータなし

4. 受託開始後に生じた課題

受託運用開始後、実際の利用状況に応じた料金体系の見直しや、技術的トラブルへの対応が生じた。

(1) 料金・運用体系の改善

当初は 1 試料ブロックあたりの一律料金を設定していたが、実際には同一ブロック内で位置を変えて数か所 TEM 用グリッドを作製するケースが多く、作業時間や消耗品費が想定を超過した。また、動物組織の超薄切片法以外にネガティブ染色法の要望が多く寄せられた。これらを受け、グリッド 1 枚単位での課金項目の追加やネガティブ染色の受託項目を新設し、依頼者の要望に応じた柔軟な運用へ改定した。

(2) 技術的課題への対応

樹脂の重合不良や硬組織における固定・浸透不良、親水化装置の不具合などが発生した際には、部局横断的な研修でお世話になった講師の先生方や総合技術部内の TEM 管理者ネットワークへ相談することで、迅速な原因究明と解決を図ることができた。

5. 今後の課題

現在受託全体の件数で見ると安定しているが、研究科内からの依頼数が伸びていない状況にある。研究科内の TEM の利用を活発化していくため、高解像度観察や元素分析、学内の Cryo-TEM やナノテラスでの高度解析に向けた予備検討として利用するといった活用方法を積極的に発信していく必要があると考えている。

また免疫電顕や非脱灰の硬組織の試料作製、SEM の併用など、実施可能な試料作製の範囲を広げていき、全学的な研究基盤の推進に貢献したい。

参考文献

- [1] 唐島田かおり、「透過型電子顕微鏡の共用化を目指した部局横断的な職群研修」, 総合技術研究会 2021 東北大学 (2021)。

謝辞

部局横断的な透過電子顕微鏡研修にご協力いただきました講師の皆さま、またいつもの確なご助言を下さる総合技術部分析・評価・観測群 TEM チームの皆さまにお礼申し上げます。

国際卓越研究大学助成金によるマイクロ X 線 CT の導入

知識 麻友子

東北大学 総合技術部 生物・生命科学群（歯学研究科）

1. はじめに

東北大学は国内初の「国際卓越研究大学」に認定され、人材・設備・システム等、様々な取り組みが動き出している。学内にいてもその全容を把握することは難しいが、研究力強化の一環として共用設備の整備も進められており、これは実際の機器管理に携わる技術職員に大きく関与する施策である。

2025 年度の整備は学内から広く設備要求を募る方式が採られ、研究者グループだけでなく共用設備の管理組織単位での申請も可能であった。自身が所属する歯学研究科では研究者・管理組織双方から複数設備申請し、審査の結果、組織として要求したマイクロ X 線 CT が採択され導入に至った。今回、共用機器担当として申請段階から関わることであったため、その経緯や導入後の運用状況について報告する。

2. 採択に至る経緯

歯学研究科共同実験ラボセンター（以下、センター）は電子顕微鏡や多光子顕微鏡など、様々な実験機器・設備を設置し全学的に共用している。マイクロ X 線 CT はセンター内で最も利用頻度が高い設備であるが、2009 年導入のため経年劣化が進み、更新の要望が多く寄せられていた。

そうした背景の中、国際卓越研究大学認定後の 2024 年 12 月、共用設備の要求に関する照会が発出された。センターではマイクロ X 線 CT の更新が喫緊の課題であったため、運営委員会で審議のうえ、当該設備を第 1 希望として他 3 設備を含めた合計 4 設備を申請することとした。

本整備のために新たに組織された審査委員会により書面審査が行われ、4 設備のうちマイクロ X 線 CT のみ最終審査となるヒアリングへ進むこととなった。ヒアリングでは設備概要のほか、共用にあたっての管理体制や期待される効果等について説明し、2025 年 6 月に採択通知を受け取ることができた。

3. 運用状況

採択確定後、調達手続きを進め 2026 年 2 月にリガク社製 CT Lab HX100 が導入された。メーカーよりオペレーターとしての操作トレーニングを受け、ある程度操作に慣れたのち、試行期間として部局内限定で共用を開始した。この試行期間ではユーザーの実サンプルを用いて操作説明を行うことで自身のオペレートトレーニングに充てるとともに、サンプル種や撮像条件等のデータ収集を行った。得られたデータを参考に利用料金やルール等を整備し、2026 年 8 月から全学へ向けた正式運用を開始した。

部局内の従来装置のユーザーからは性能・操作性ともに非常に向上したと喜びの声を頂くなど、今後もコンスタントな利用が見込まれる。一方、部局外ユーザーへは共用を開始したばかりであり、まずは存在を知ってもらい必要性を感じ、基本性能やアプリケーション事例を紹介するオンラインセミナー（図 1）を開催することとした。こうした周知活動も行うことで、多様な研究分野での利用促進に繋げていきたい。

4. おわりに

共用機器の担当として国際卓越研究大学に寄せる期待は少なからずあったものの、ここまで直接的に関与するとは予想していなかったため、責任を感じつつも非常に良い経験となった。特に最終ヒアリングは参加者の人数制限が厳しく、研究科長と自身の 2 名で対応することとなり、事前準備から当日の質疑応答まで緊張感のある日々だった。結果として採択となり、ユーザーの声を良い形で生かすことができ安堵も大きかった。今後は導入効果を示せるよう、より高度な技術サポートに励んでいきたいと思う。



図 1 セミナーのポスター

あとがき

東北大学事業支援機構総合技術部副部長 桑野龍

片平キャンパスに満ちていた、あの三日間のほどよい緊張感と熱気と語らいが、今も耳の奥に蘇ります。

東北地区六県の国立大学法人および高等専門学校から、高い志を抱いて集ってくださった技術職員の皆様、本当にお疲れ様でした。そして、それぞれの教育・研究支援の最前線から皆様に温かく送り出し、この研修を支えてくださった各機関のご関係の皆様に、心より感謝を申し上げます。

この研修は、多くの方々の情熱と連携によって創り上げられたものです。特別講演において、世界的な新設備での最先端の装置開発や、次世代の知を拓く量子技術、そしてその根底にある研究基盤技術の真髄について情熱的に語り、私たちに大きな刺激を与えてくださった二名の講師の先生方。二日目の実技研修において、真空技術から微細加工、AIを活用したシステム開発、環境安全管理にいたる多彩なテーマを準備し、高度な専門技術を惜しみなく伝授してくださった指導職員や各部局の皆様。阻害のない円滑な運営のために、開催決定から日々の調整、研修期間中のきめ細やかな配慮に至るまで、見えないところで完璧なサポートを提供し続けてくださった事務局の皆様。そして、誰よりも受講者の皆様が主役となるよう、本気で企画と運営に向き合い、走り抜けてくれた当番校実行委員会のすべてのメンバーに、最大の敬意と感謝の拍手を送ります。また直接的には関与しないまでも、その周囲で支えていただいた方々にも深く感謝いたします。

全国的な大会に比べ、私たちの東北地区の研修規模は決して大きくはありません。しかし、研修中に皆様が見せてくださった探究心、技術発表会での白熱した議論、誠実な眼差しの数々には、規模の数字などは意味をなさなくなる圧倒的な何かがありました。この元気の東北が持つ熱量と一体感こそが私たちの誇りであり、地方から日本の、そして世界の教育・研究を支えていく揺るぎない土台であると確信しています。

本研修で得た新しい専門知や、組織や専門領域の垣根を越えて交わした仲間たちとの対話は、皆様にとって何物にも代えがたい無形の財産となったはずです。ここで得た経験を日々の現場へと持ち帰り、日々の課題を乗り越える糧としながら、さらなる飛躍と自己の成長へと繋げていただければ、これ以上の喜びはありません。

そして私たちは、この絆を三日間だけのイベントや今回限りの思い出として終わらせてはなりません。技術や社会の変革期だからこそ、機関を越えて日頃の悩みを打ち明け合い、互いの専門性を頼り、高め合える、持続可能で頼もしいネットワークを、これからも大切に育み、繋ぎ続けてまいりましょう。東北の技術職員がひとつの強固な結びつきとなって、いつでも手を携え合える未来をつくること。それこそが、東北全体の教育・研究水準を持続的に押し上げるための最も確かな道だと思います。

本研修に関わってくださったすべての皆様のこれからの挑戦に、心からのエールを贈ります。

それでは、次期開催担当校である岩手大学の皆様へ、この温かで確かな絆を、大切に繋いでまいります。また来年、岩手の地で、一回り大きくなったお互いの姿で再会しましょう。

実行委員・協力者一覧（所属・氏名 五十音順）

委員長	東北大学	電気通信研究所	末永 保
副委員長		多元物質科学研究所	渡邊 千香
担当代表		金属材料研究所	菅原 孝昌
委員・協力者	東北大学	金属材料研究所	安藤 幸輝
			石川 光
			井本 勇吉
			臼井 和也
			佐藤 史弥
		工学部	小山田 康紀
			杉澤 久道
			山口 潤
			渡辺 壮
		多元物質科学研究所	朝倉 和也
			鈴木 康広
			高橋 慶
			高橋 泰人
			渡辺 直子
		電気通信研究所	阿部 健人
			阿部 真帆
			太田 憲治
			小野 力摩
			丹野 健徳
			前田 泰明
			丸山 由子
			武者 倫正
			森田 伊織
			柳生 寛之
		流体科学研究所	佐藤 豊
			手塚 卓也
			涌井 佳佑

2026 年度 東北地区国立大学法人等技術職員研修 技術発表要旨集

令和 8 年 9 月発行

編集・発行：東北大学 事業支援機構 総合技術部

東北地区国立大学法人等技術職員研修実行委員会

E-Mail：tech-tohokukenshu@grp.tohoku.ac.jp

※本誌内容の無断での複製、加工、転載、再配布などを固くお断りします。