

2025 年度
技術部活動報告集

Vol.31



福井大学工学部技術部

2025 年度 技術部活動報告集 (Vol.31) の刊行に際して

技術部長 永井 二郎

本報告集は、工学部技術部の2025年度の活動を総括したものです。そこには、技術職員が工学部の教育研究支援と技術力向上のために高い意識を持ってチャレンジした専門研修6件、日常研修1件の報告が含まれています。その一部は、2026年3月13日に工学部技術部の技術発表会で発表され、技術職員のみならず参加した工学部教員も交えて活発に議論されました。

技術部では、高い技術力をもった技術職員が工学部の幅広い分野の教育と研究に貢献するために、これまで組織と支援体制を継続的に改善してきました。2012年には技術職員の研究室派遣を廃止し、教育・研究プロジェクトに派遣する制度へ移行しました。現在の技術部は、技術職員の専門分野によって3室6班で構成され、また、室と班を横断する4つの業務グループを編成しています。このうち「技術相談プロジェクトグループ」は、工学部の全ての教員に平等に支援できる体制を整備することを目的として、教育・研究プロジェクトよりも小さな単位で教育研究を支援する「技術相談」を行っています。また、技術部は、公開講座、出前講座、福大未来キャンパス（前身は「きてみてフェア」）にも積極的に参画することで福井大学の地域貢献活動にも貢献してきました。

近年国は、大学の研究力強化や更なる地域貢献のため、大学のURA機能や技術部組織の強化や待遇改善の方針を出しています。本巻頭言執筆時点では、福井大学としてどのようにURA・技術部の強化等を行う方針なのか、またそのためにどのような申請を国に行うのか決まっておりません。ただ、技術部としてそれらを視野に入れつつ、技術部業務の改善に資するため、業務グループの見直しを検討しております。個々の技術職員およびグループとしてのスキル・能力向上と、技術部組織の継続的な改善を行うことで、工学部の教育研究支援がよりよい方向に向かうことを期待して、巻頭言といたします。

目次

専門研修報告

チームプログラミングにおける最適手法の検討 -----	2
第三技術室 小澤 伸也	
第三技術室 廣木 智栄	
第三技術室 道幸 雄真	
第三技術室 清水 尚希	
XRD, EBSD 分析を用いた結晶構造解析に関する技術修得 -----	6
第一技術室 東郷 広一	
第一技術室 竹内 利幸	
第二技術室 川井 康督	
新型多機能 FE-SEM を用いた体系的分析技術の修得 -----	9
第一技術室 高澤 拓也	
第一技術室 東郷 広一	
第一技術室 竹内 利幸	
異種金属接合技術の修得 -----	13
第一技術室 木内 恒聡	
第一技術室 青山 直樹	
第一技術室 山森 英智	
第一技術室 内山 裕二	
X 線顕微鏡を用いた多様な材料の内部構造評価技術の習得 -----	19
第二技術室 山口 綾香	
第二技術室 井波 真弓	
第二技術室 宮川 しのぶ	
第二技術室 山田 美空	
寒剤供給施設における日常点検業務スマート化への試み -----	23
第二技術室 戸澤 理詞	
第三技術室 小林 英一	
第三技術室 廣木 智栄	
第二技術室 山口 綾香	

日常研修報告

レガシーな電子機器の IT 化によるリメイク -----	28
第三技術室 清水 尚希	

2025 年度公開講座「ガラスを溶かしてオリジナル作品を作ろう」	61
第二技術室	
2025 年度公開講座「USB 駆動&充電式の 7 色イルミネーションを作ろう」	62
第三技術室	
工学部技術部グループ業務報告	
・令和 7 年度 実験・実習グループ業務報告	64
実験・実習グループ	
・令和 7 年度 安全衛生管理推進グループ業務報告	65
安全衛生管理推進グループ	
・令和 7 年度 共同利用施設グループ業務報告	67
共同利用施設グループ	
・令和 7 年度 技術相談・プロジェクトグループ業務報告	71
技術相談・プロジェクトグループ	
令和 7 年度 工学部技術部 業務（活動）日誌	72
令和 7 年度 技術発表会・特別講演会 プログラム	76
編集後記	77

專門研修報告

チームプログラミングにおける最適手法の検討

小澤 伸也*** 廣木 智栄* 道幸 雄真** 清水 尚希***

1. はじめに

現在、DX や AI など、情報系技術の業務利用が注目されており、それらを利用できる大規模なシステムの需要が高まっている。しかし、大規模なシステムを外注する場合、導入や運用にかかる金銭的成本が非常に大きく、また、営業日のずれなどから不具合時の対応が後手に回りやすいため、安易に導入することは困難である。この問題に対して自社内で開発する内製システムはコスト軽減や不具合時に柔軟な対応が可能などのメリットから、近年では多くの企業で内製システムの開発・導入が進んでいる。

これに対して本学技術部は、システム開発は可能であるが、チームとしてのプログラミング業務経験の蓄積が無く、各自がそれぞれでシステム開発を行っている状態のため、大規模なシステムを開発することが困難な状態にある。

本研修では、これら背景をふまえた上で、技術部における最適なチームでのプログラミング手法の検討をおこない、大規模なシステム開発ができるような環境づくりを目指した。

2. 本学技術部の現状と問題点

本学技術部にはプログラミングにおける高い専門性を有している技術職員が数名在籍しており、その高い専門性を生かして入退室管理システム (ICEEMS) をはじめ、様々な内製システムの開発を行っている。これらシステムは市販されているシステムと比較して、デザイン面においては劣るが、実情に合わせた調整やアップデートをしているため機能としては優れている。

しかし、これらシステムは各技術職員が個人で作っているものしかなく、例えば ICEEMS は全体で見れば数名の技術職員で開発したシステムであるが、実際にはシステム内の独立した各部分をそれぞれ 1 名の技術職員が個人で開発し

たものである。

そのため、システムに不具合が発生した場合に開発した本人以外は、どう修正すれば良いかがわからず修正できない、修正した結果別の不具合が発生した等の問題が発生している。さらに、不具合が深刻なものではなければ開発者本人が時間にゆとりのある時に実施すればよいが、緊急を要する場合にはそういうわけにもいかず、超過勤務の増加や長期休暇が取得しづらい等の問題も発生している。

また、近年では DX や society5.0 など、情報系技術を各方面で利用していくことが注目されていることもあり、本学でも大規模なシステムの開発需要が高まっている。しかし、本学技術職員の業務範囲は多岐にわたっており、システム開発だけに専念ということはできず、各技術職員のシステム開発に割けるエフォートは、個人やその時の状況によって異なるが、平均するとそこまで大きくはない。そのため、個人で開発が可能なのは小～中規模なシステムぐらいであり、現状では大規模システムの開発は困難である。

3. チームプログラミングと問題点

本学技術部のシステム開発におけるこれら問題を解決するシンプルかつ強力な方法に複数人でプログラミングをするというものがある。複数人で開発することにより、不具合発生時の修正対応可能な人数が増えるだけでなく、分散して開発することにより、大規模システムの開発も可能となる。

しかし、複数人のチームでプログラミングをするのは容易ではなく、本学技術部でも過去に何度かチームでプログラミングを試みたことがあったが、多くの場合で失敗に終わっている。これは、これまで各自がそれぞれでプログラミングをしてきたため、各技術職員のプログラミングやシステム開発におけるスタイルが大きく違っていることが原因である。

例えば、「ある部品の名前」を保持する変数の

* 第3 技術室

** 第3 技術室 システム制御班

*** 第3 技術室 システム設計班

名称は、明確に決まり等が無いいため、プログラミングする人によって異なる。本学技術部においても各技術職員によって異なり、

- item_name
- parts_name
- itemName

などとなる。このとき、item_name と parts_name のような「部品」をどう呼ぶかの違いであれば問題は無いが、文字の区切り方が item_name のようなアンダーバー付（スネークケース）と itemName のような大文字（キャメルケース）の違いは、人によってクラス内変数だったり、ローカル変数だったりを使い分けがある程度決まっている。そのため、チームでプログラムする際に各自が自由に変数名をつけると、これらが混在することとなり、プログラムの可読性が低下し、意図しないバグにつながってしまう。

他にも、プログラミングでは、再帰処理やアーリーリターン、クラス化等、様々なテクニックがある。これらテクニックは利用しなくても動作上は問題が無い上に、どれを利用する（しない）かはプログラミングする人によって異なるため、正しく利用することで可読性の向上やバグの減少につながれば良いが、普段使わないテクニックや意識的に避けているテクニックが多用されてしまった場合には可読性が低下するだけでなく、意図しないバグを作りやすくなってしまう。

これらは一つ一つは大した問題ではないが、積もり重なることにより、プログラムを著しく可読性の低い物としてしまう。本学技術部でもチームでプログラムした際に、この問題の積もり重ねが原因でプログラム全体を理解している人がいなくなってしまう、結果としてプログラム作成の継続が困難となってしまう。そこで本研修では、これら問題の解決のため、チームプログラミングをする際の最適な手法を検討することとした。

研修ではまず変数等の命名規則を統一し、それをを用いて3つのチームプログラミング手法について実践し、フィードバックとして、それぞれ良かった点および反省点の意見交換を行った。その後、フィードバックを参考に最適なチームプログラミング手法の検討を行った。

4. 変数等の命名規則の統一

変数等の命名規則については、先述のとおり、利用シーンに応じた文字の区切りが統一されて

いないことが一番の問題である。そこで本研修では、以下表1のように各利用シーンにおける命名規則のパターン決めを行った。

表1 命名規則のパターン

対象	形状
ローカル変数	スネークケース
グローバル変数	スネークケース
定数	アッパースネークケース
関数	スネークケース
クラス	アッパーキャメルケース
メソッド	キャメルケース
プロパティ	キャメルケース
メソッド内変数	スネークケース
インスタンス	キャメルケース

これにより、普段利用している規則と異なる場合に多少可読性は下がるものの、従来の混在しているものと比べると可読性はこちらの方が上であった。

この他、data や test 等の意味が広いものは使用せずに itemData 等の具体的な名前にすること、itemData1, itemData2, ... のような連番は一目で見れる範囲で完結しない場合以外は使用しないことや、省略しすぎない、長くしすぎない等の避けるべき内容についても検討を行った。

研修では検討した命名規則等については、今後いつでも参照できるように例付きでテキストとして残すこととした。これによって、普段利用している規則と異なる場合にもテキストを参照することで可読性が下がりにくくなった。

5. プログラミング手法の実践

研修では統一した命名規則を用いて、3つのチームプログラミング手法の実践し、それぞれについてフィードバックとして、良かった点と反省点の意見交換を実施した。チームプログラミング手法としては、

- 完全個人分業制
- モブプログラミング
- ペア制

の3つの手法を実践した。

5.1 完全個人分業制

完全個人分業制は研修参加者4名が設計担当1名とプログラム担当3名に分かれ、設計担当が設計した内容についてプログラム担当は作成

分担を行い、各自で担当部分を作成し、作成したプログラムについては設計担当が挙動に間違いがないか等のレビューを行い、必要に応じてプログラム担当に修正を依頼することでプログラムを完成させる手法である。また、他の手法でも同様であるが、作成するプログラムに対する認識を統一するために参加者全員で事前打ち合わせを実施した。

完全個人分業制でプログラムを作成した際の参加者のフィードバックを以下に示す。

○良かった点

- ・統一感があった
- ・作成担当の負担は少なかった

○悪かった点

- ・設計担当の負担が大きかった
- ・設計担当のレビューにおいて、どの程度から修正依頼を出せばよいか不明瞭だった
- ・具体的なレビュー内容の開示が無かった
- ・作成担当が自分の作った箇所以外を把握できてなさそう
- ・指揮系統がはっきりしていなかった
- ・フォロー体制がなかった

○改善点/その他

- ・大がかりなシステムの時は全体で1つではなく、かたまり毎にした方がよさそう
- ・1つの役割をずっとではなく、かたまり毎に役割をローテーションした方がいい
- ・定期報告会をしてはどうか

フィードバックからもわかるとおり、本手法は設計担当の負担こそ軽減できなかったものの、作成担当の負担分散には成功した。また、作成するプログラム内容について事前に打ち合わせを実施した事や命名規則を統一したことにより、プログラミングスタイルの違いによる問題点を解決することが確認できた。一方で、各個人での作業であるため、誰か一人が他業務に時間を取られてしまうと進捗が遅れてしまうことや、それらに気づくべき全体の進捗を管理する人の不在、進捗遅れの解決のためのフォロー体制が無い等の問題点もあった。

5.2 モブプログラミング

モブプログラミングは一般に知られているチームプログラミング手法の1つで、図1のよう

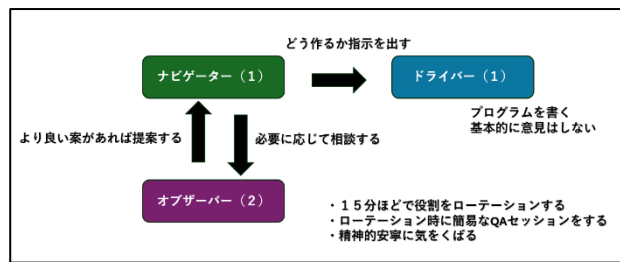


図1 モブプログラミングにおける役割

にナビゲーター、ドライバー、オブザーバーの3つの役割に分かれ、その役割を短い時間間隔でローテーションしながらプログラミングを行う。各役割の内容としては、ナビゲーターはどのプログラムを作成するかを必要に応じてオブザーバーと相談しながら考え、その内容をドライバーに指示する。ドライバーはナビゲーターの指示通りにプログラムを書く。オブザーバーはナビゲーターからの相談に回答するだけでなく、適宜ナビゲーターへ提案を行う。モブプログラミングは指示系統と役割がはっきりしており、ドライバー以外はプログラムを書かない、オブザーバーはドライバーに指示を出さない、ドライバーは意見をしない。本研修では役割のローテーションを15分前後の切りの良いタイミングで実施することとし、ローテーションする前に現在作成中の内容についての簡易なQAセッションを実施した。

モブプログラミングでプログラムを作成した際の参加者のフィードバックを以下に示す。

○良かった点

- ・意思疎通がしやすかった
- ・細かい部分まで共有ができた
- ・技術面での交流ができた

○悪かった点

- ・時間がかかる
- ・自分の意思と異なる案が採用された場合に頭の切り替えが大変
- ・4人揃わないとできない
- ・体力的な違いから、終了するタイミングが難しい

○改善点/その他

- ・事前相談をした方がよい
- ・ナビゲーターが停止した際にオブザーバーがナビゲーターとして働いてはどうか

テクニックや考え方等の交流ができたことや意思疎通のしやすさが良かった点としてあったが、コミュニケーションが十分取れたかについては、不十分だったと感じた人もおり、参加者によって異なる結果となった。また、4人いて1人しかプログラムを書く人がいないことや、ナビゲーターがどのように作成するかを一人で長考した場合に全体が停止してしまう等、通常の作成と比較して多くの時間を必要とすることが確認された。

5.3 ペア制

ペア制は設計担当とプログラム担当に分担し、それぞれが実施する内容は完全個人分業制と同様であるが、個人で分担するのではなく、2人1組のペアで設計担当とプログラム担当に分かれる手法である。また、ペア内は片方が他業務に時間を取られたとしても進捗が停止しないようにお互いにフォローをすることとした。

ペア制でプログラムを作成した際の参加者のフィードバックを以下に示す。

○良かった点

- ・スムーズだった
- ・分担のバランスは良かった

○悪かった点

- ・お互いが忙しくなった際に十分な協議ができず、いつの間にか進んでしまった
- ・設計がどこまで決めて良いかが不明だった
- ・ペア内、ペア間におけるコミュニケーションが不足していた

○改善点/その他

- ・適材適所に気をつけてペアを決めた方がよい

ペアで取り組むことにより、完全個人分業制で問題となっていた、設計担当だけ負担が軽減されていない問題や、進捗が部分的に遅れてしまう問題は解決されたが、ペアにした事でペア内およびペア間のコミュニケーションが必要となるという結果となった。

6. 最適案の検討

本研修では3つの手法の実践の後で、得られたフィードバックから最適案の検討を行った。最適案は業務分担のバランスが良かったペア制をベースとし、ペア制で問題とされていた点に

ついて、以下の内容を追加することとした。

- ・ペアは業務状況と適材適所を考えて組む
- ・ペア内でリーダーを決めておく
- ・ある程度のかたまりが完成する毎にペアをローテーションする
- ・かたまり完成毎に打ち合わせを実施する
- ・作成中は週1で進捗報告を実施する

追加内容としては、まず、ペアを業務状況や適材適所を考慮して組むことで、ペアの両名が他業務に時間を取られ進捗が停止することの改善が期待される。また、これだけだと長期間の開発となる大規模システム等の場合に状況が変化しうる可能性があるため、定期的にペアをその時の状況に合わせて組みなおすこととした。次に、完全個人分業制でも問題となっていた指揮系統を明確にさせるために、ペア内でリーダーを決めることとした。さらに、設計担当とプログラム担当では設計担当の方が上とすることで、設計担当ペアのリーダーがモブプログラミングにおけるナビゲーターのような立ち位置で動けるようにした。最後に、どの手法でも問題となっていたコミュニケーションエラーについては、ペアローテーションの際に打ち合わせをすることと、作成中は週1で進捗報告することとした。この進捗報告では、進捗が無くても実施することで、進捗状況を全員で共有できるようにし、進捗報告時には説明用の資料をテキストとして用意することにより、開発状況の記録およびペアローテーション後の開発継続が容易になるようにした。

7. まとめ

本研修では、今後増加することが予想される大規模システムの開発依頼に対応できるよう、チームでのプログラミング手法を実践とフィードバックを繰り返しながら検討を行った。検討した最適なチームプログラミング手法は実践により露呈した問題点のすべてを解決する内容となっており、本手法によって今後の大規模システム開発が容易になることが期待される。

なお、本手法は現状最適な手法ではあるが、システム開発が可能な人員の増加や社会情勢の変化等によって本手法が最適じゃなくなる可能性は十分に考えられる。そのため、本研修で検討した手法に固執せず、実践の中で都度フィードバックを実施し、状況に合わせた手法にアップグレードしていきたい。

XRD, EBSD 分析を用いた結晶構造解析に関する技術修得

東郷 広一* 竹内 利幸* 川井 康督**

1. 研修の背景・目的

材料評価分析には様々な分析方法があり、調べたい内容に合わせて適切な手法を選択、組み合わせる必要がある。また各種分析の一長一短を把握することは、分析手法の高度化に繋がる。

本研修では結晶構造情報に焦点を当て、X線回折(XRD)分析、電子線後方散乱回折(EBSD)分析から得られる情報を体系的に整理し、分析スキルの向上、並びに技術部職員の分析技術の継承を図った。

2. 実験方法

2.1 試料作製

本研修では金属試料の結晶構造情報を得るために、純アルミの板材と二相ステンレス鋼(SUS329J4L)の丸棒から、それぞれ8×30×8mm(XRD用)、8×8×3mm(EBSD用)に試料を切り出した。その後、試料のひずみ除去を行うため、ジルコニウム箔とタンタル箔で試料を包んだ後、電気炉と真空ポンプを用いて、表1の条件にて真空熱処理を行った。加えて、コンクリート材を用いたXRD分析を行うために、鉄筋コンクリート柱から骨材を取り出し、メノウ乳鉢で指頭に粒度を感じない程度まで微粉砕した。

表1 試料の熱処理条件

材質	熱処理条件	冷却方法 (速度)
純アルミ	350°C×1h	炉冷(小)
二相ステンレス鋼	1050°C×15min	ファンによる炉外空冷(大)
コンクリート	----	----

2.2 実験装置

XRD分析には「Bruker社製 D8 Advance」を用い、加速電圧は40kV、電流は40mAの条件にて測定を行った。またEBSD分析は「ZEISS社製

* 第1技術室 機械システム班

** 第2技術室 物理計測班

表2 材料毎の実施分析一覧

材質	XRD分析	EBSD分析
純アルミ	実施 ^[1]	実施
二相ステンレス鋼	実施	実施
コンクリート	実施	----

GeminiSEM 560」を用い、加速電圧は15kV、Step数は0.2~1μmの条件で行った。本研修にて実施した材質毎のXRD分析、EBSD分析の一覧を表2に示す。

3. 実験結果

3.1 金属試料のXRD分析

XRD分析におけるX線の照射範囲は、mmオーダーと広い範囲であることが報告されており^[2]、XRDピークはひずみが無い・結晶粒サイズ(結晶子)が大きいと半値幅は小さくなり、金属にひずみが存在する・結晶粒サイズが小さいと半値幅は広がる^[3]。真空熱処理に伴うひずみ除去の効果を調べるため、純アルミと二相ステンレス鋼の熱処理前後でのXRD分析を行い、半値幅の違いを調べた。図1は以前の技術研修にて報告した純アルミのXRDピーク^[4]、図2には二相ステンレス鋼のXRDピークを示す。図1, 2の結果より、純アルミではAl(PDF 00-004-0787)のピークが発生しており、二相ステンレス鋼ではα相であるFe(PDF 00-001-1262)とγ相であるFe-Ni(PDF 03-065-5131)のピークが発生していることがわかる。

図3には二相ステンレス鋼の(110)の結晶方位を持つXRDピークを拡大したものを示す。本研修では純アルミ、二相ステンレス鋼のいずれも半値幅に大きな違いは見られなかった。

3.2 金属試料のEBSD分析

EBSD分析では、金属の結晶粒毎の結晶方位に加え、結晶粒の大きさやひずみの状態も調べることができる。本研修では純アルミと二相ステンレス鋼の熱処理前後でのEBSD分析(Hough変換)を行い、結晶方位分析と併せて、結晶粒の大きさ

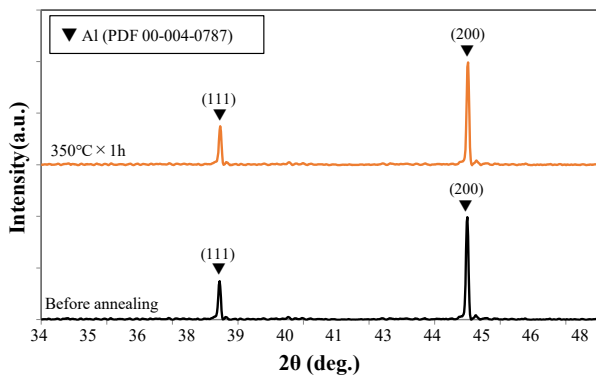


図1 純アルミのXRDピーク[1]

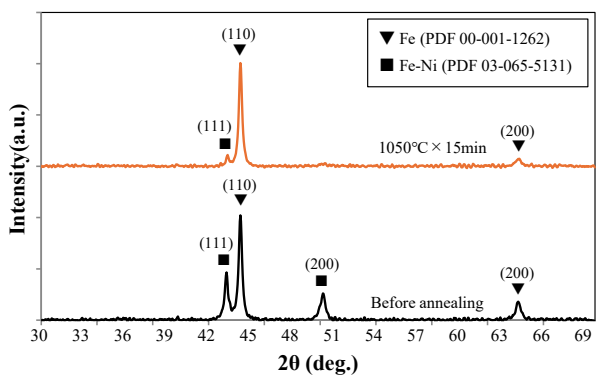


図2 二相ステンレス鋼のXRDピーク

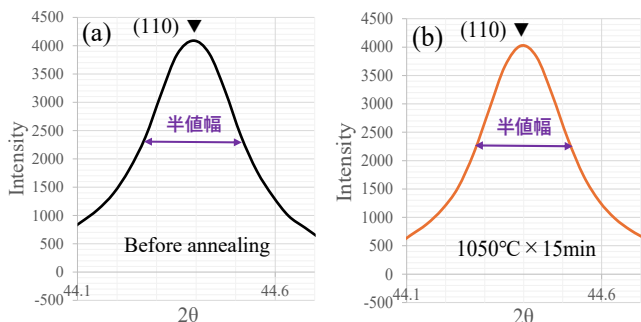


図3 XRDピーク (拡大図)

の違いを調べた。図4, 5には純アルミの熱処理前後の(a)逆極点図 (IPF) マップ, (b)イメージオリエンティ (IQ) マップを示す。ここで IPF マップは結晶粒の結晶方位 (原子配列) の違いを色分けして表示したもの, IQ マップは結晶粒のデータの信頼性を白黒表示で示したものである。図4, 5から熱処理をするに従い, 純アルミの結晶粒が大きくなっていることがわかる。従って, XRD 分析では分からなかった細かい部分が EBSD 分析にて分かった。

一方で純アルミに 350°C×1h の熱処理を施すと, 熱処理前後で硬さ値が約 4 割程度減少し^[1], また結晶粒と降伏応力の相関式を表すホール・ペッチの式では, 結晶粒径の増加に伴い, 降伏応力の減少が報告されている^[4]。従って, 図4, 5の結果はこれらの知見を支持する。

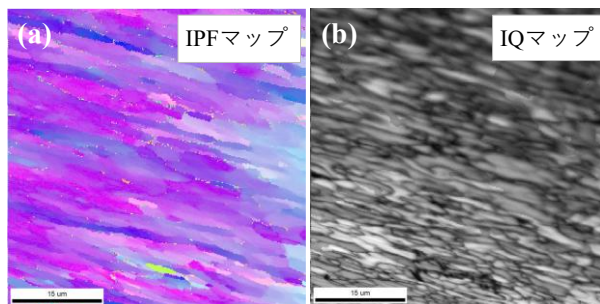


図4 純アルミ (熱処理前) のEBSD

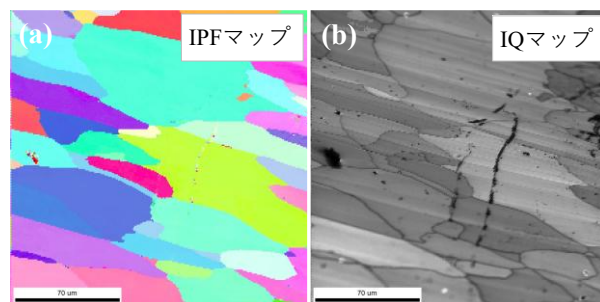


図5 純アルミ (熱処理後) のEBSD

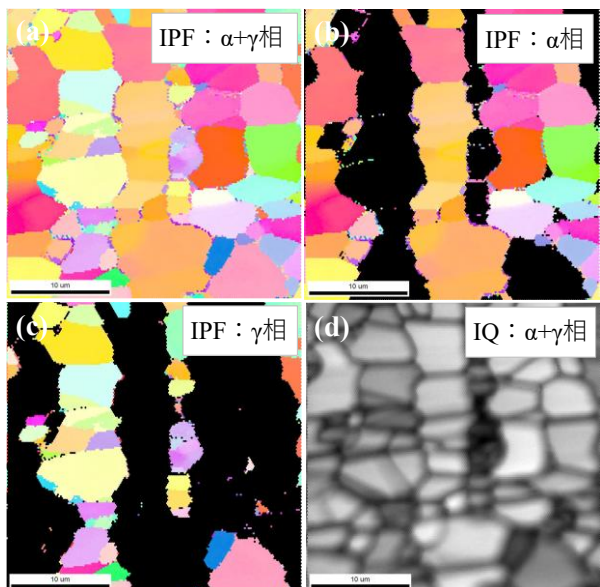


図6 二相ステンレス鋼 (熱処理前) のEBSD

二相ステンレス鋼には BCC 構造である α 相 (Fe) と, FCC 構造である γ 相 (Fe-Ni) が混在している。図6, 7の(a)には $\alpha+\gamma$ 相, (b)は α 相のみ, (c)は γ 相のみの IPF マップを, また(d)は $\alpha+\gamma$ 相の IQ マップを示す。これらの結果より, α 相と γ 相を分離して測定出来ており, 純アルミ同様, 熱処理に伴い結晶粒サイズが大きくなっていることが分かる。また図8には, 二相ステンレス鋼の菊池パターンを示す。(a)は菊池パターンに α 相のプログラムを, (b)は γ 相のプログラムを当てはめたものである。図8は α 相のプログラムと一致しており, 菊池パターンは α 相であることが分かる。

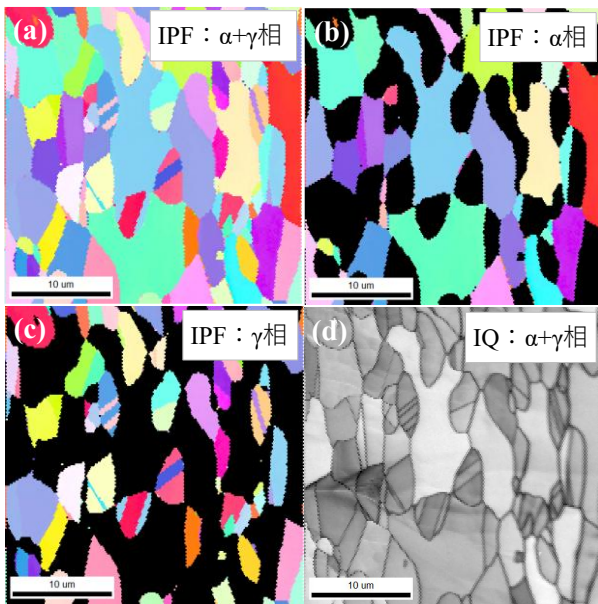


図7 二相ステンレス鋼（熱処理後）のEBSD

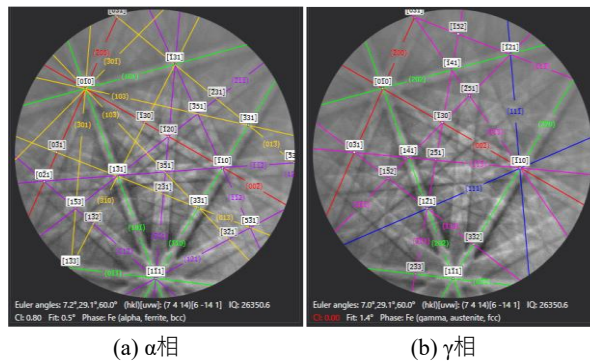


図8 菊池パターン

3.3 コンクリートのXRD分析

技術継承の一環で、アルカリシリカ反応（以下、ASR）の可能性のあるコンクリート骨材についてXRD分析を行った。図9にはコンクリート骨材のXRD分析結果を示す。図9より、一般的な骨材の成分である長石（Feldspar）に加え、ASRの原因となる石英（SiO₂, JCPDS 5-0490）のピークを確認することができた。従って、本研修からコンクリートにおいても、結晶構造の違いにより含有物の同定を出来ることが分かった。

4. 考察

本研修にて得られた結果を基にXRD分析、EBSD分析にて得られる情報の違いや測定範囲、測定精度、分析までの前処理工程の違いを表3にまとめた。表3より、XRD分析は広い範囲を測定できるメリットがあるが、測定精度はEBSD分析よりも悪く、またEBSD分析の測定精度はXRD分析よりも良いが、測定範囲は狭いことが分かる。

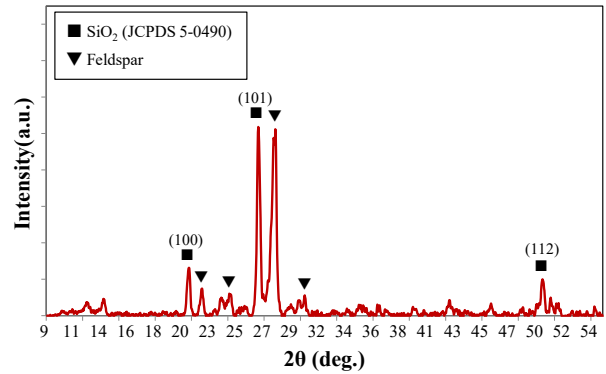


図9 コンクリートのXRDピーク

表3 XRD分析、EBSD分析の違い

	線源	得られる情報	測定範囲	測定精度 (空間分解能)	前処理工程 (表面粗さ)
XRD分析	X線	半値幅、 ピーク高さ	mmオーダー	数μm	圧延面程度の 粗さで分析可
EBSD分析	電子線	結晶粒毎の 方位情報	μmオーダー	100nm以下	鏡面仕上げが 必要

また前処理（表面粗さ）はEBSD分析では鏡面仕上げ程度が必要であるが、XRD分析では圧延材の表面粗さでも分析が可能のため、簡易的に測定するならXRD分析のほうが有利であることが分かる。

5. まとめ

本研修では分析スキルの向上、技術継承も兼ね、金属やコンクリートを用いたXRD分析、EBSD分析を行い、得られる情報の違いや測定範囲・測定精度の違いを体系的に理解することができた。今後は本研修にて得られた情報をもとに、技術職員合同研修の実習テーマや分析機器講習会での説明資料などに活用していく。

6. 参考文献

- [1]. 東郷広一他, 福井大学工学部技術部 2022 年度技術部活動報告集 P8-11.
- [2]. 大森雅志, リガクジャーナル テクニカルノート 51 (2) 2020.
- [3]. ブルカー・エイエックス, TOPAS User's Mtg. 2015 DIFFRAC.TOPAS Hands on 資料 P5, 6.
- [4]. B.B. Wang et al., Materials Science & Engineering A 820 (2021) 141504.

7. 謝辞

本研修において、様々、ご助言、ご協力を頂きましたカーボンニュートラル推進本部 西村文宏様にこの場を借りて、深く感謝申し上げます。

新型多機能 FE-SEM を用いた体系的分析技術の修得

高澤 拓也* 東郷 広一* 竹内 利幸*

1. はじめに

走査型電子顕微鏡は機器分析の基本となる機器であり、重要度、使用頻度共に高く、学内外からの機器操作指導依頼も非常に多い。そのような中、本学では分散型 X 線分光器(以下、EDS)、電子線後方散乱回折(以下、EBSD)および各種像検出器を搭載した新型の電界放出形走査電子顕微鏡(以下、FE-SEM)が導入された。本研修では同 FE-SEM の各機能を体系的に学び、操作技術を習得することで、分析技術を向上することを目的とする。

2. 研修に用いた装置および供試材料

2.1 研修に用いた装置

装置は Carl Zeiss 社製 FE-SEM : GeminiSEM 560 を用いた。図 1 に装置の外観を示す。本装置はショットキー電界放出型電子銃を備え、加速電圧は 0.02~30 kV、プローブ電流は 3pA~20nA、分解能は加速電圧 0.5kV で 1.0nm、15 kV で 0.5nm である。また、各種二次電子および反射電子検出器に加え、EDAX 社製 EDS : EDAX Octane Elite および、EDAX 社製 EBSD : EDAX Velocity を搭載している。その他、試料室(以下、チャンバー)内の真空度を下げた状態で観察を可能とする VP(Variable Pressure)モード、チャンバー内のクリーニングや観察試料のコンタミネーション除去が可能なプラズマクリーナ等を備える。



図 1 装置外観

2.2 供試材料

供試材料は、各検出器および機能の特徴を把握するうえで適した材料計 4 種を用いた。本研修で使用した供試材料の一覧を表 1 に示す。

表 1 供試材料一覧

試料名	詳細	対象検出器
ラウタル	Al-Cu-Si 系の鋳物	SE2, InLens, BSD, EsB
旋盤用チップ	超硬合金の基材上に TiCN, Al ₂ O ₃ , TiN の順番で成膜したもの	EDS
純 Al	熱処理によりひずみを除去した純 Al	EBSD
PET キャップ	ペットボトルキャップ (PP/PE 樹脂)	VP モード

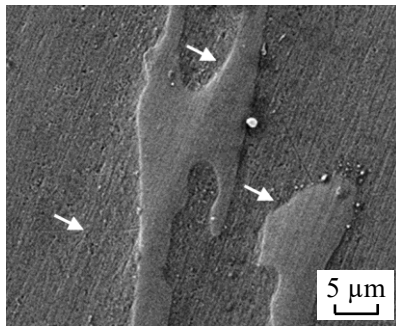
3. 各検出器および機能について

3.1 二次電子検出器について

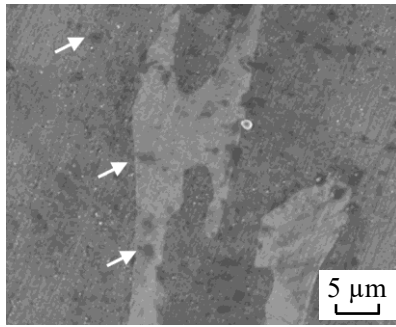
本装置は、二次電子検出器として SE2 検出器、InLens 検出器、VPSE 検出器を備えている。SE2 検出器は鏡筒外部に設置されており、高エネルギーかつ低角度で放出された二次電子を取得する。そのため比較的ノイズに強く、立体的な像が得られる。他方、InLens 検出器は鏡筒内部に設置されており、低エネルギーかつ高角度で放出された二次電子を取得する。そのため高感度で、低加速電圧でも良好な像が得られ、表面の付着物の可視化などに向く。図 2 にラウタルの SE2 像および InLens 像を示す。SE2 像では組成の異なる領域の境界が立体的な像として得られているのに対し、InLens 像では立体感が減少し、SE2 像では確認できなかった付着物が観察されている。両検出器は共に試料の表面形状把握のために用いられるが、より表層に特化した情報を得たい場合は InLens 検出器の使用が適する。

なお、VPSE 検出器は後述する VP モードで二次電子像を得るための検出器であり、SE2 検出器と同様な機能を備える。

* 第 1 技術室 機械システム班



(a) SE2 像_HT 5kV



(b) InLens 像_HT 5kV

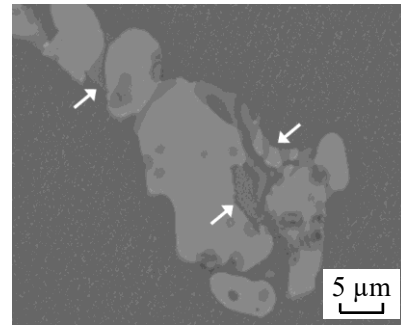
図2 SE2 像と InLens 像の比較

3.2 反射電子検出器について

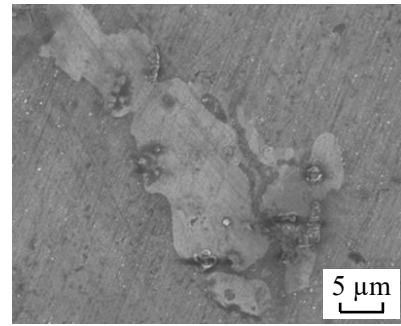
反射電子検出器については、aBSD-LH 検出器（以下、BSD 検出器）、EsB 検出器、VP-BSD 検出器を備えている。BSD 検出器は内側の同心円と 4 象限に分割された外側の円状素子から構成されており、観察時に鏡筒下部に挿入され使用される。素子から得た情報の組み合わせを変えることで、原子番号コントラストを反映した画像（以下、組成像）あるいは、表面の凹凸や形状を反映した画像（以下、凹凸像）を取得することができる。ただし、2kV 以下の加速電圧では反射電子を十分に収集できず、画像を得ることができないため、主として 5kV 程度以上の加速電圧の条件で使用される。図 3 に BSD 組成像と InLens 像の比較を示す。InLens 像では均一なコントラストが得られていた領域について、組成像ではコントラストの異なる領域が混在している。組成像では原子番号の大きい元素程白く、原子番号の小さい元素程黒く表示されるため、観察領域は複数の元素から構成されていることがわかる。

EsB 検出器は鏡筒内部の InLens 検出器の上部に設置されており、検出器の前に設置されたフィルターグリッド（以下、グリッド）を通過した特定の電圧以上の二次電子と反射電子を取得する。その際、グリッド電圧の閾値を任意に変化させることで、形状を反映した像ならびに組成像を得ることができる。また、2kV 以下の加

速電圧でも画像を得ることができるため、主に BSD 検出器では画像が得られない低加速電圧の条件で使用される。図 4 にグリッド電圧を変化させた際の EsB 像と InLens 像の比較を示す。グリッド電圧を上げることで表面形状の情報が少なくなり、徐々に組成像に近い画像へと変化している。また、加速電圧が低い状態では表層の情報が強調されるため、図 3 の組成像と比較して試料表面に付着している軽元素成分が黒く表示され、より明確になっている。一方でグリ

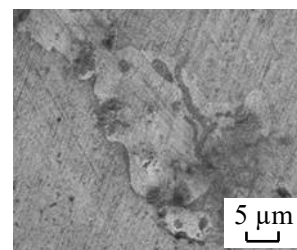


(a) BSD 像_HT 10kV

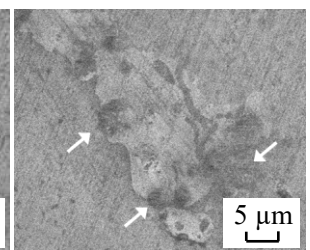


(b) InLens 像_HT 10kV

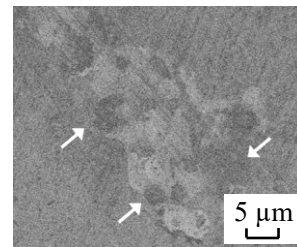
図3 BSD 像と InLens 像の比較



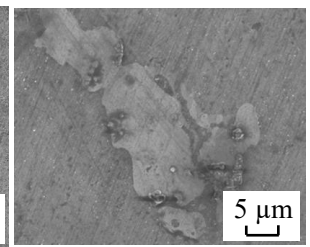
(a) EsB 像_HT 1kV,
Grid 0V



(b) EsB 像_HT 1kV,
Grid 100V



(c) EsB 像_HT 1kV,
Grid 200V



(d) InLens 像_HT 5kV

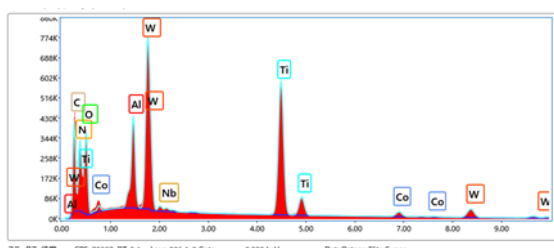
図4 EsB 像と InLens 像の比較

ッド電圧を必要以上に高くすると解像度が低下し画像の精細さが失われるため、観察対象に応じた適切なグリッド電圧の設定が重要となる。

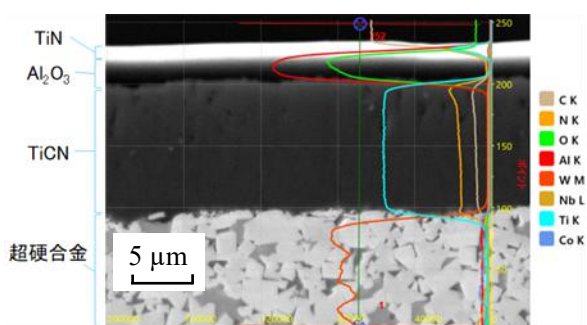
なお、VP-BSD 検出器は VP モードで使用される反射電子検出器であり、BSD 検出器と同様の機能を備える。

3.3 EDS について

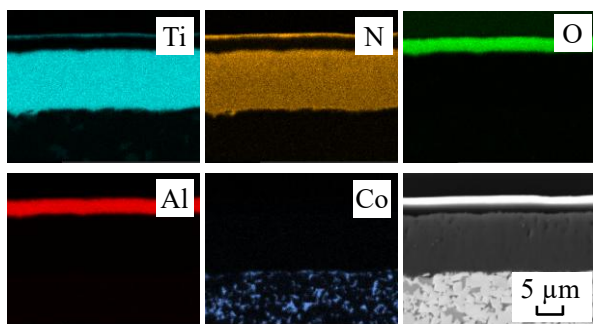
EDS は試料に電子線を照射した際に発生する特性 X 線を測定することで試料が含む元素の同定などを行う。特性 X 線は発生源となった元素に応じた特定のエネルギーをもつという性質があるため、測定した特性 X 線のエネルギー分布を調べることで元素の定性分析が可能となる。本装置に搭載された EDS 検出器も一般的な EDS と同様な解析が可能であり、特性 X 線のエネルギー分布と強度をグラフとして可視化するスペクトル分析、画像上の特定点を分析する点分析、任意の線上における各元素の特性 X 線強度の変化を可視化する線分析、各元素の分布を画像上に可視化するマッピングなどの機能を備



(a) スペクトル分析結果



(b) 線分析結果



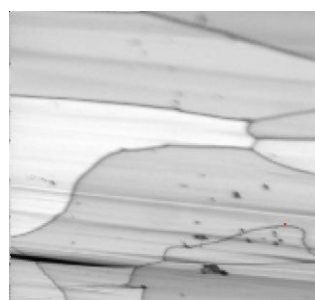
(c) マッピング分析結果

図 5 EDS 分析結果_旋盤用チップ_HT 10kV

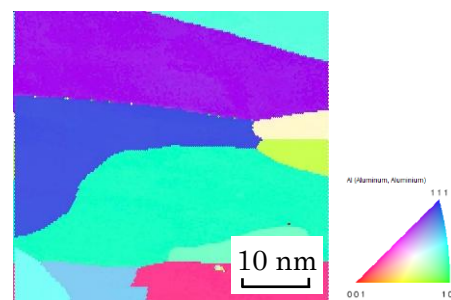
えている。図 5 に旋盤用チップのスペクトル分析、線分析、マッピング分析の例を示す。スペクトル分析からは試料を構成する元素である Al や Ti, N, C, W, Co 等が検出されていることがわかる。線分析では基材部分から膜部分にかけて各元素の強度が材質に応じて変化していること、マッピング分析からは各元素が画像上のどの位置に分布しているかを読み取ることができる。最初にスペクトル分析により存在する元素を把握し、続いて線分析やマッピング分析により各元素の存在量の変化や分布を把握するという手順が元素分析の一般的な流れとなる。

3.4 EBSD について

EBSD は、70° に傾斜させた試料に電子線を照射した際に発生する電子の回折パターン（以下、菊池パターン）に基づき、結晶情報を得る。菊池パターンは結晶構造や結晶方位によって異なるため、既知の結晶系情報と照らし合わせることで結晶方位の同定や結晶粒の方位分布の可視化ができる。本装置の EBSD は学内の従来機種に比べ処理速度が速く、比較的短時間で測定結果を得ることができる。図 6 に、純 Al 材に対し EBSD 分析を行った際の IQ マップ、IPF マップを示す。IQ マップは菊池パターンの鮮明さを表したものであり、データの信頼性が高い領域は白く表示される。画像から概ね良好な測定が行えていることがわかる。IPF マップは結晶面の向きをカラーマップ化したものであり、画像内に多数の色が存在していることから、解析領域内には複数の結晶方位が存在していることが



(a) IQ マップ



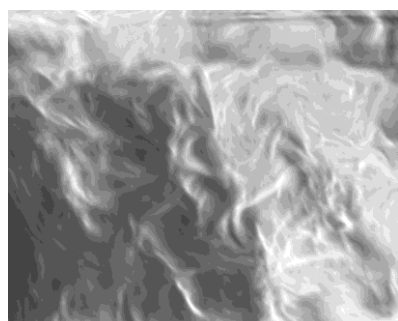
(b) IPF マップ

図 6 EBSD 分析結果_純 Al_HT 15kV

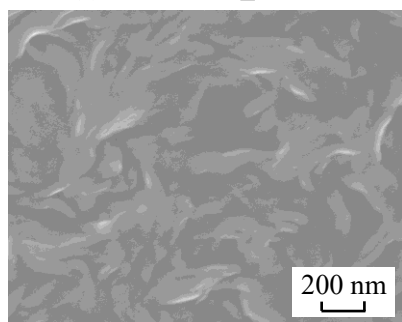
わかる。以上の様に、EBSD では μm オーダの領域における結晶方位の同定や分布を調べることができる。なお、本装置では多相材料のEBSD分析ならびにEDSとの同時分析機能を備えているため、より複雑な組成を持つ複合材料等の解析にも対応が可能である。

3.5 VP モードについて

本装置には、チャンバー内の真空度を低下させることで、前処理無しに非導電性試料、強ガス性試料、湿潤試料等の観察を可能とする VP モードが搭載されている。低真空下で電子線を安定させるための専用スリーブを鏡筒先端に装着することで最大 150 Pa まで真空度を低下させることが可能である。図 7 に通常の真空度 (HV モード) および VP モードで観察した樹脂試料



(a) HV モード HT 3kV



(b) VP モード HT 3kV

図 7 真空モード比較 PET キャップ InLens 像

の InLens 像を示す。通常の真空度では帯電現象 (以下、チャージアップ) により正常に画像が観察できていないのに対し、VP モードでは像の乱れもなく精細な画像が取得できている。InLens 像は高感度であるため、チャージアップの影響を特に受けやすいが、VP モードを用いることで不導体試料を前処理無しに観察できている。なお、VP モードでは真空度が低いため通常の SE2 検出器が使用できない。また、専用のスリーブと機械的に干渉するため通常の BSD 検出器も使用できないことから、SE2 像の観察には VPSE 検出器、反射電子による組成像や凹凸像の観察には VP-BSD 検出器を使用する。

4. まとめ

本装置に搭載された各種検出器および機能について主な用途の一覧を表 2 に示す。分析の主な目的が形状把握の場合は SE2 や InLens, 組成の把握の場合は BSD や EsB, 元素分析の場合は EDS, 結晶方位解析の場合は EBSD を使用する。また、単一の画像からは判断が難しい場合は、複数の検出器から得た各画像から総合的に検討することも重要となる。本研修の成果を以下に示す。

- (1) GeminiSEM 560 について、各検出器と VP モードの操作方法と使い分けを体系的に学ぶことができた。
- (2) GeminiSEM 560 の基本操作を研修メンバーが習得し、分析技術の底上げができた。

5. 謝辞

本研修には本学産学官連携本部の装置を使用させていただいた。また、機器操作等の指導を本学カーボンニュートラル推進本部 西村文宏助教に行っていただいた。記して謝意を表す。

表 2 各検出器および機能の使い分け

検出器・機能	みているもの	用途
SE2	二次電子	・立体的な形状の把握
Inlens	二次電子	・高感度観察 (表層の付着物把握など)
BSD	反射電子	・加速電圧 5kV 程度以上における組成差または凹凸情報の可視化
EsB	反射電子 + 二次電子	・低加速電圧 (2kV 程度未満) における組成差または凹凸情報の可視化
EDS	特性 X 線	・構成元素の同定, 分布の可視化
EBSD	菊池パターン	・結晶方位の可視化
VP モード	-	・不導体, 強ガス, 湿潤試料等の観察 ・チャージアップの抑制

異種金属接合技術の修得

木内 恒聡* 青山 直樹* 山森 英智* 内山 裕二*

1. はじめに

異種金属を接合させる技術に、溶接やろう付け、摩擦熱を利用した摩擦圧接や摩擦攪拌接合、金属用接着剤を用いる方法等がある。学内の装置試作ニーズの中に、非磁性体かつ高い気密性が必要とされる真空管がある。この真空管は銅とステンレスで構成され、これらの材料を接合する技術に銀ろう付けが適用される。銀ろう付けは、ガスバーナーで材料に熱量を加え、十分に熱量が加えられている箇所にろう材を挿入し、異種金属間を接合する。原理は簡単であるが、材料の熱し方やろう材を流し込むタイミングにノウハウがあり、これは繰り返し訓練の中で体験的に獲得する必要がある。そこで、本研修では、銀ろう付けによる異種金属接合実験を繰り返し実施し、良品質な接合部品を安定的に製造できるろう付け技術の修得を目指す。

2. ろう付けとは

ろう付けとは金属接合の技術の1つであり、母材を溶かさずに溶加材(以下、ろう材)を接着剤のように接合面の隙間に供給し接合する方法である。図1にろう付けの様子を示した模式図を示す。ろう材は熔融状態(液相点)で毛細管現象によって母材間に浸潤・拡散していく。その後、冷却により、ろう材が固化し母材同士を接合する。また、母材間にフラックスを塗ることによって、金属表面の濡れ性の確保やろう材の浸潤・拡散を妨害する酸化被膜を除去し、ろう付け環境を良くしている。母材の種類によって濡れ性や融点異なることから、母材の性質に合わせて、ろう材やフラックスを選定する必要がある。図2に銀ろうの対応表を示す。図に基づき、銅×黄銅や銅×ステンレスなどのいくつかの金属と接合可能な流動性に優れた銀ろうを選定した。本研修では、ろう付け温度 650~760°Cでろう付け可能な新富士バーナー RZ-107 (JIS.Z.3261 :1998 BAg-7 相当品)を用いた。ろ

う付け温度が銅やステンレスの融点より低いため、ろう付けは母材を溶かさず接合でき、アーク溶接と比べ熱による歪みが少なく異種金属同士の接合が容易といった利点がある。

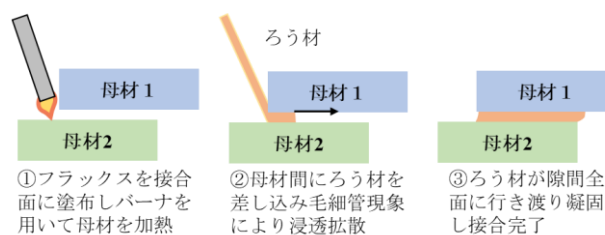


図1 ろう付け模式

品名・品番	一般用	細工用	強力タイプ	板
	銀ろう RZ-100 RZ-110	銀ろう RZ-107 RZ-117	銀ろう RZ-108 RZ-118	銀ろう RZ-114
対応フラックス	RZ-200			
■鉄 × ■鉄	○	○	○	○
■鉄 × ■ステンレス	○	○	○	○
■鉄 × ■真鍮	○	○	○	○
■鉄 × ■銅	○	○	○	○
■ステンレス × ■ステンレス	○	○	○	○
■ステンレス × ■真鍮	○	○	○	○
■ステンレス × ■銅	○	○	○	○
■真鍮 × ■真鍮	○	○	○	○
■真鍮 × ■銅	○	○	○	○
■銅 × ■銅	○	○	○	○

図2 銀ろう対応表²⁾

3. 各種金属のろう付け

3.1 実験方法

厚さ 2.5 mm の銅×銅の同一金属、銅×黄銅、銅×ステンレスの異種金属の銀ろう付けを行った。はじめに、サンドペーパーを用いてろう付け対象である母材表面に表面処理を施し、酸化被膜の除去や濡れ性の改善を行い、フラックスの拡散性を向上させた。その後、母材表面に洗浄剤を噴霧し、付着する塵や油分を除去し、フラックスを塗布した。次に、ろう付けする材料を組み合わせて、小型プロパンガストーチを用いて、材料を加熱した。なお、同一金属同士は全体を均一に加熱し、異種金属同士は熱伝導率の

* 第1技術室

違いを考慮し、熱伝導率が低い金属を集中的に加熱した。図3に異種金属同士を加熱している様子を示す。また、表1に各金属の熱伝導率を示す。ろう付け後、フラックスの除去並びに加熱により生じた酸化膜を除去するため酸洗いをを行った。さいごに、ろう付けした材料の外観観察及び水漏れ試験を行い、接合部の品質を評価した。



図3 銅×ステンレス加熱様子

3.2 実験結果

図4に各金属組み合わせ別のろう付け様子を示す。どの組み合わせにおいてもパイプ-板間に隙間は無く、ピンホールやろう付け部の割れ等の不良は見られなかった。円筒内部に注水したところ、すべての組み合わせで水漏れがないことが確認された。また黄銅を含む組み合わせでは、ろう付け部を中心に薄赤色になっていることが観察された。これは加熱により脱亜鉛したためと考えられる。

4. バーナーろう付け隙間条件検討

4.1 実験方法

ろう付けは毛細管現象によって、ろう材が接合部に浸潤・拡散するため、材料間の隙間設計は重要となる。そこで、フランジ-パイプ間のろう付け部における隙間条件を検討した。隙間はJIS.Z.3162:ろう付け手順作業に基づいて設計を行った。

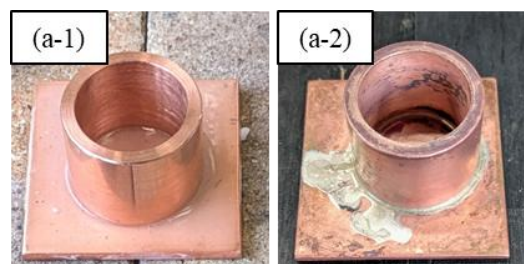
図5に示すようにろう材が浸潤する“ろう付け部”と部品同士の位置決めを行う“はめ合い部”の2段構造で隙間設計を行った。ろう付け部の隙間を検討し、条件を100 μm 及び150 μm とした。なお、はめ合い部は約20 μm とした。ろう材の量を一定にするため、図6に示すようにリング状に加工したろう材をろう付け部に設置し、ろう付けを行った。

ろう材の量は隙間体積から算出し十分な量で行った⁴⁾。金属の組み合わせは学内の需要に基

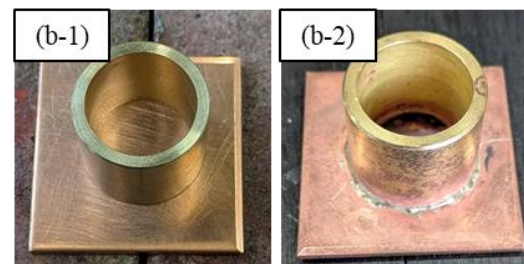
表1 各金属の熱伝導率 (W/(m・K))³⁾

銅	黄銅	ステンレス
398	121	16.0

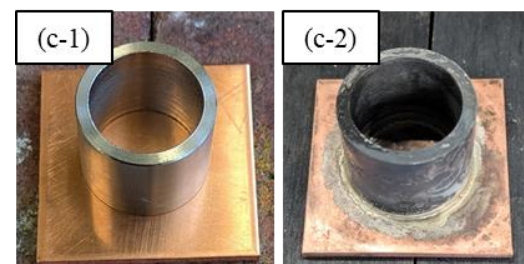
(300Kの値である)



(a) 銅×銅 (左:ろう付け前, 右:ろう付け後)



(b) 銅×黄銅 (左:ろう付け前, 右:ろう付け後)



(c) 銅×SUS (左:ろう付け前, 右:ろう付け後)

図4 各金属組み合わせ別のろう付け様子

づき銅×銅、銅×ステンレス、銅×黄銅とした。ろう付け前処理は節3.1と同様に行い、加熱源も同様にプロパンガストーチを用いた。外観観察を行った後、ワイヤー放電加工機でろう付け部から深さ方向1mmで水平方向に切断し、断面を観察し溶け込みの評価を行った。

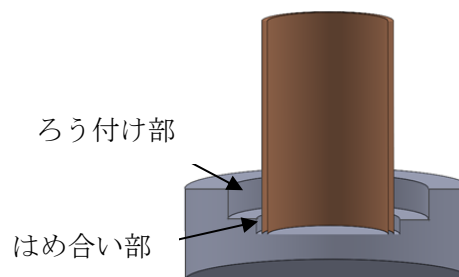


図5 隙間設計イメージ図



図6 ろう付け段取り様子

4. 2 実験結果

図7にろう付け後の外観を示す。外観観察からいずれの条件においてもパイプ-フランジ間に隙間は無く、ピンホールや割れ等のろう付け不良は見られなかった。

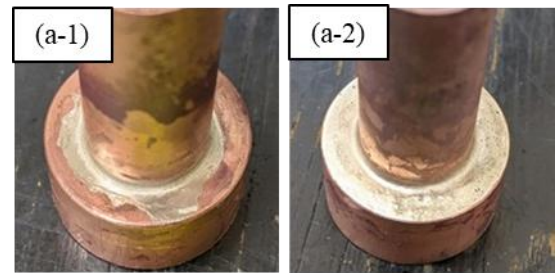
図8に水平断面図を示す。図の矢印で示した部分で隙間が観察された。これは加熱にムラがあり、パイプ-フランジ全体がろう付け温度650℃まで上がらず、温度の低いところに隙間が発生したと考えられる。また、溶け込みはどの条件でも7~8割であった。これらのことからろう付け隙間条件は100 μ mと150 μ mで大きな差は見られず、両条件は同程度のろう付け性と考えられる。

5. 電気炉ろう付け条件検討

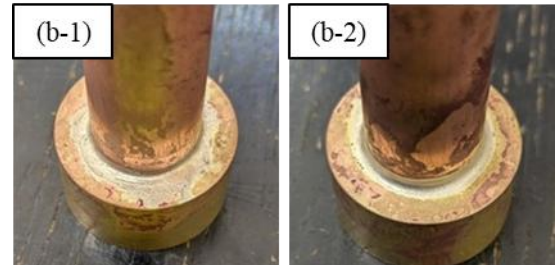
5. 1 実験方法

バーナーを加熱源としたろう付けは火炎による局所的な加熱となるため温度管理が難しく、温度のムラが生じやすい。このような問題を解決するため、電気炉を用いた加熱方法に着目した。電気炉では一定速度で加熱できるため、炉内温度は均一に保たれる。またピーク温度も設定できるため、ろう材の熔融に必要な温度を安定して確保できる。これらよりバーナー加熱で生じやすい問題が軽減され作業者の熟練度に依存しない安定したろう付け品質が期待できる。

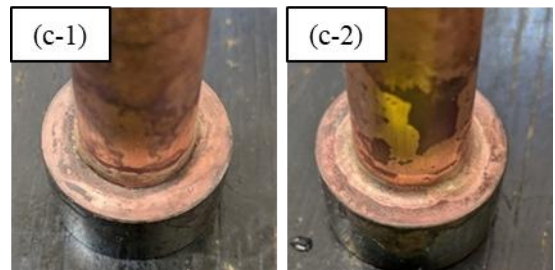
本章のろう付け条件の検討に電気炉 Pro Six2000 (城田電気炉材株) を用いた。図9に電気炉内の様子を示す。加熱条件は昇温速度を10℃/min、ピーク温度は700℃、ピーク時間は5分とした⁵⁾。図9に示すようにサンプルをセラミックボード上に並べ、電気炉内中央に設置した。加熱後電気炉内で一晚かけ徐冷を行った。ろう付け部は隙間を100 μ m及び150 μ mと条件を設定した。その他のろう付け方法及び評価法は節4.1と同様に行った。



(a) 銅×銅 (左 : 100 μ m, 右 : 150 μ m)

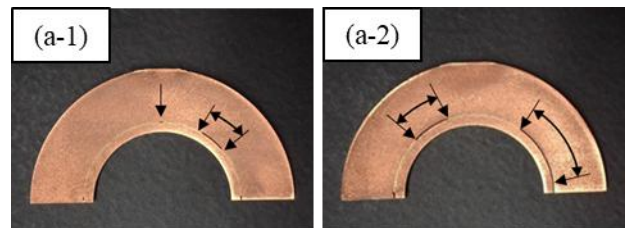


(b) 銅×黄銅 (左 : 100 μ m, 右 : 150 μ m)

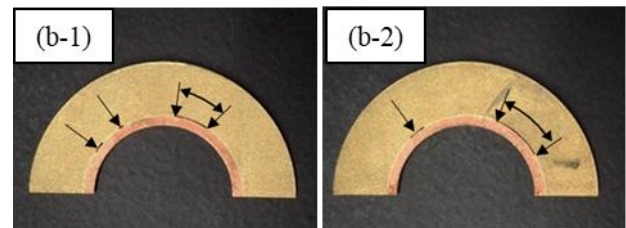


(c) 銅×SUS (左 : 100 μ m, 右 : 150 μ m)

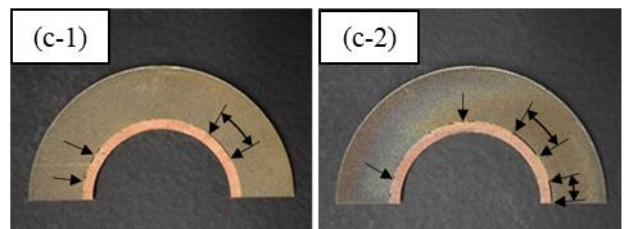
図7 バーナーろう付け条件検討 外観様子



(a) 銅×銅 (左 : 100 μ m, 右 : 150 μ m)



(b) 銅×黄銅 (左 : 100 μ m, 右 : 150 μ m)



(c) 銅×SUS (左 : 100 μ m, 右 : 150 μ m)

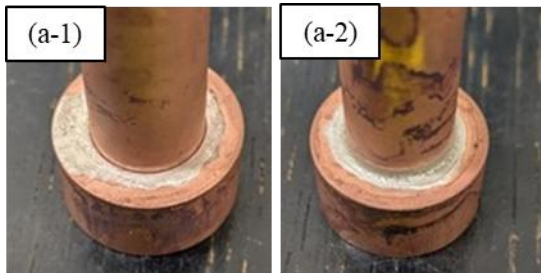
図8 バーナーろう付け条件検討 水平断面図



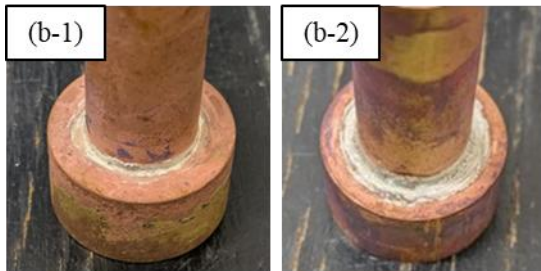
図9 電気炉内の様子

5.2 実験結果

図10にろう付け後の外観を示す。外観観察の結果、銅×銅の組み合わせでろう付け部100 μm の条件でパイプ-フランジ間全周にわたり隙間が確認された。さらに、図11に示すように接合部を観察したところ、接合表面が黒色の酸化膜に覆われていることが確認された。これはろう付け時にフラックスが接合部に濡れ広がらなかったことで形成されたものと考えられる。その結果、銀ろうの浸潤が阻害され、隙間が生じたと推察される。その他の条件ではパイプ-フランジ間に隙間は無く、ピンホールや割れ等のろう付け不良は見られなかった。



(a) 銅×銅 (左：100 μm , 右：150 μm)



(b) 銅×黄銅 (左：100 μm , 右：150 μm)



(c) 銅×SUS (左：100 μm , 右：150 μm)

図10 電気炉ろう付け条件検討 外観様子

図12に水平断面図を示す。図の矢印で示した部分で隙間が観察された。銅×黄銅の組み合わせで隙間が100 μm の条件で大きい空隙が確認されたが、その他の条件では空隙が小さいことが確認された。このことから加熱源に電気炉を用いることで炉内温度が均一に保たれ、ろう付け温度が十分に確保できたと考えられる。また、ろう付け部の隙間条件は100 μm より150 μm が適しているといえる。以上の結果を踏まえ、これ以降の研修では、ろう付け部隙間を150 μm とした。

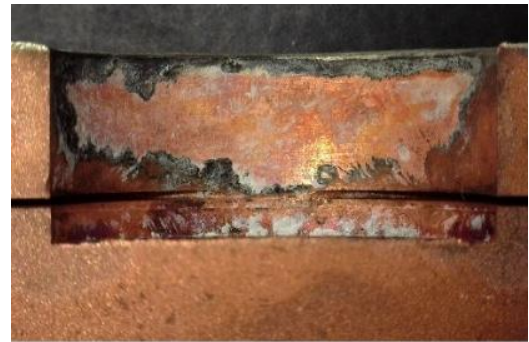
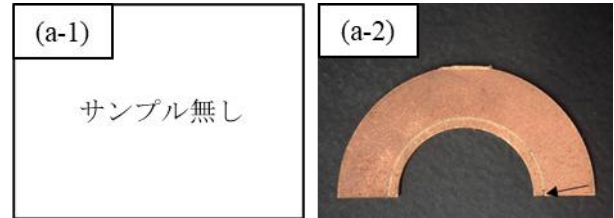
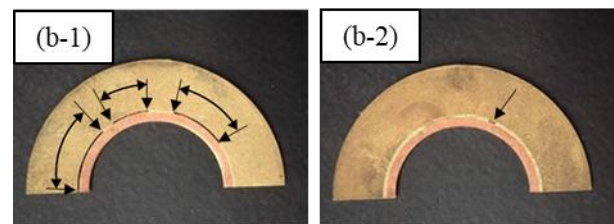


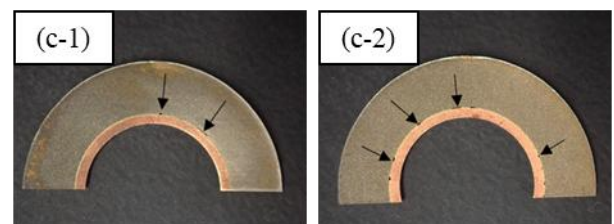
図11 銅×銅ろう付け部隙間100 μm 接合部



(a) 銅×銅 (左：100 μm , 右：150 μm)



(b) 銅×黄銅 (左：100 μm , 右：150 μm)



(c) 銅×SUS (左：100 μm , 右：150 μm)

図12 電気炉ろう付け条件検討 水平断面図

6. ろう付け加熱方法比較

ろう付け加熱方法を定量的に比較するため図13に示すように光学顕微鏡画像をパイプ-フランジ間の隙間部で二値化処理を行い隙間形状の抽出を試みた。抽出した隙間形状から面積を計測し、式(1)を用いてろう材の充填率を求めた。最大空隙面積はパイプ径とろう付け部隙間幅から幾何学的に求めた。

$$\text{充填率} = (1 - \frac{\text{計測した空隙}}{\text{最大空隙面積}}) \times 100 \quad (1)$$

表2に充填率、図14に光学顕微鏡画像を示す。バーナーによるろう付けは、銅×銅の同金属間と比べ、銅×黄銅、銅×ステンレスの異種金属間において充填率が低下する傾向が確認された。これは熱伝導率による影響と考えられ、ステンレスは銅に比べ約1/25と低いため、加熱時表面近辺のみがろう付け可能温度まで上がっており、表面と内部で温度差が要因であると考えられる。電気炉によるろう付けは、いずれの組み合わせも同程度の値となった。これはサンプル全体が均一に加熱され温度のムラが小さかったためと考えられる。以上より異種金属のろう付けでは均一に加熱のできる電気炉がより適した加熱方法と判断した。



図13 二値化処理

(左：光学顕微鏡画像，右：二値化画像)

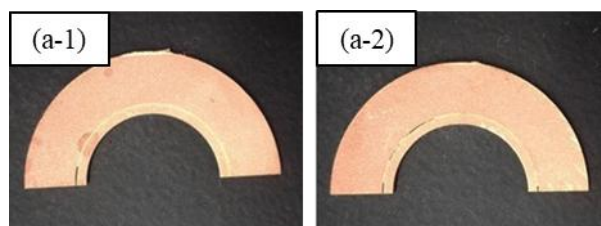
7. ヘリウムリークテスト

7.1 実験方法

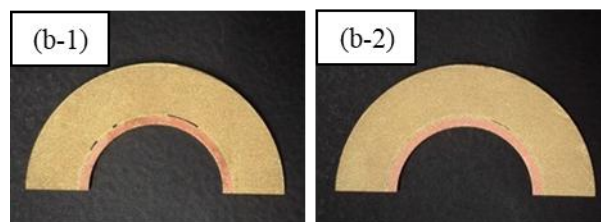
ろう付けの気密性を測定するために、真空管等の漏れ試験に用いられるヘリウムリークテスト(以下、リークテスト)を実施した。リークテストではヘリウムリークディテクター(以下、ディテクター)を用いた⁶⁾。ディテクターはターボ分子ポンプと質量分析器で構成しており、まずポンプにより試験体内部を高真空にする。次に外部からヘリウムガスを吹き付ける。仮にピンホールなどの細孔が存在する場合、圧力差により細孔から内部にヘリウムガスが侵入する。侵入したヘリウムガスは質量分析器によって検出され、リーク箇所が特定される。ヘリウムガスを用いることによって、気泡試験などでは検出

表2 ろう材充填率 (n=3)

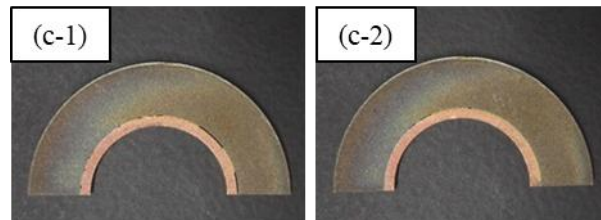
	バーナー	電気炉
銅-銅	89.7	90.0
銅-黄銅	83.1	88.8
銅-ステンレス	77.1	89.4



(a) 銅×銅 (左：バーナー，右：電気炉)



(b) 銅×黄銅 (左：バーナー，右：電気炉)



(c) 銅×SUS (左：バーナー，右：電気炉)

図14 ろう付け加熱方法比較

できないレベルの漏れを検出でき、漏れ量を数値として測定できるため、定量的に評価できる。本研修では、図15に示す HELIOT 710 (ULVAC) を用いた。真空試験体は加熱源をバーナー及び電気炉とし、ろう付けを行った。製作物を図15に示す。製作した試験体のろう付け部にピンホール等の細孔は観察されなかった。

7.2 実験結果

図16にリークテスト結果を示す。バーナーによるろう付けでは、真空試験体全体での漏れは検知されず十分な気密性が確認された。一方、電気炉によるろう付けでは、ろう付け部周辺での漏れは認められなかったものの、試験体と機

械本体を繋ぐフランジ部で漏れが検知された。
 この結果を受け、接続部の観察を行った。図17に接続部であるフランジのエッジ及びガスケットを示す。観察結果として、フランジのエッジ部分で黒色の酸化物が堆積しており、ガスケットにも同様の酸化物が付着していることが確認された。このことからエッジ部に堆積した酸化物によってフランジとガスケットの密着性が低下し、漏れが発生したと考えられる。改善案としてアルゴン等の不活性雰囲気下でのろう付けやろう付け温度の条件等のろう付け環境の条件検討が必要と考えた。



図15 ディテクター及び真空試験体
 (左：バーナー，右：電気炉)

8. まとめ

加熱源にバーナー及び電気炉を用いたろう付けの技術修得を行った。ろう付け部の条件検討を行い、最適な隙間を見出すことが出来た。しかし、電気炉を用いた真空試験体では漏れが検出され、ろう付け環境の検討と課題も出てきた。今後は日常業務を通じてろう付け技能の向上を図る。

謝辞

本研修のリークテスト実施にあたり、ヘリウムリークディテクターの借用ならびにご指導いただいた遠赤外領域開発研究センター藤井裕教授、福成雅史講師に深く感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 才田一幸, 材料接合の原理と金属接合技術, 精密工学会誌 vol.77, No.3, 2011, p273-277
- 2) 新富士バーナー, SFB 2025 Flame tools General Catalogue 炎の工具総合カタログ 2025, p16 一部抜粋
- 3) 機械技術ノート, 熱伝導率一覧(金属・ステンレス・アルミ・空気・樹脂など), <https://tec-note.com/652> (2026/3/10 参照)
- 4) 恩沢忠男ら著, ろう付・はんだ付入門(ようせつの入門シリーズ 3), 産報出版, 1999
- 5) A.Khorram, M.Ghoreishi, Comparative study on laser brazing and furnace brazing of Inconel 718 alloys with silver based filler metal, Optics&Laser Technology, 68, 2015, p165-174
- 6) ULVAC, ヘリウムリークディテクターの原理と構造, <https://showcase.ulvac.co.jp/ja/how-to/product-knowledge07/principle.html> (2026/3/10 参照)



図16 リークテスト結果
 (左：バーナー，右：電気炉)

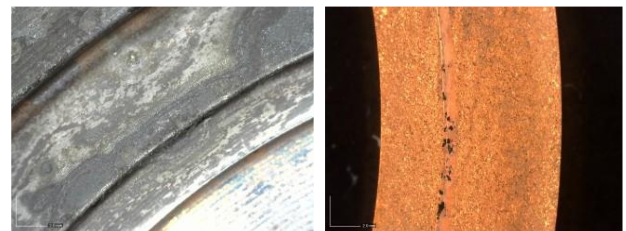


図17 ディテクターと真空試験体の接続部
 (左：フランジのエッジ，右：ガスケット)

X線顕微鏡を用いた多様な材料の内部構造評価技術の習得

山口 綾香* 井波 真弓* 宮川 しのぶ* 山田 美空*

1. はじめに

2025年附属テクニカルイノベーション共創センターにX線顕微鏡（以下、XRM）が新たに導入された。XRMを用いた評価技術は、化学分野にとどまらず、機械・生物・建築・建設など多岐にわたる分野への応用が可能である。一方、導入から日が浅いこともあり、現時点における学内での利用率は低い水準にとどまっている。学内の教職員にヒアリングを実施した結果、XRM評価に対する潜在的ニーズがあることがわかった。XRM評価技術をうまく活用することで、学内における研究成果創出への貢献が期待されるとともに、研修参加者の分析業務に対する対応力の向上にも寄与すると考えられる。

そこで本研修では、XRM装置を用いた内部構造評価の体系的技術習得を目的として、「XRM分析技術の基礎習得」、「多様な材料への適用性の理解」、「画像解析による定量評価技術の習得」を実施した。

2. X線CTについて

X線CTは、X線源から発生したX線を試料に照射し、試料を透過したX線の強度分布を検出することで試料の内部構造を非破壊で可視化できるイメージング手法である（図1）。その中でも、XRM（マイクロX線CTとも呼ばれる）装置は、 μm オーダーの空間分解能で内部構造を観察できる点に特徴を有する。

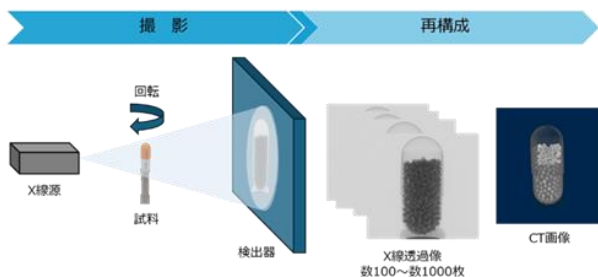


図1 X線CTの概要

XRMによる評価は、「透過像の取得（撮影）」と「3次元画像の再構成」の工程を経て行われる。得られた再構成画像は、断面像や3D像として可視化されるほか、画像解析による定量評価に用いられる。

3. 実験方法

3.1. 装置仕様

測定にはBruker社製SKYSCAN 1272を使用した。XRM装置の基本仕様を表1に示す。本装置は卓上型XRM装置であり、X線源には封入型マイクロフォーカスX線源が採用されている。導入できる最大サンプルサイズには制限があるものの、他のSKYSCANシリーズの中でも比較的高分解能観察に特化した仕様である¹⁾。

表1 SKYSCAN 1272 基本仕様

X線源	40 – 100 kV
X線フィルター	なし, Al, Cu
検出器	16 Mp CMOS
サンプルサイズ上限	ϕ 75 mm, H 100 mm
最小解像度	< 0.45 μm

3.2. 測定試料

研修を通してXRM評価を行った試料一覧を表2に示す。本報告では、これらの試料のうち、一部の測定結果について報告する。

表2 測定試料一覧

分野	測定試料
材料・複合材	ポリマー膜, 不織布, FRP
生体関連	水晶体, 薬剤カプセル
食品・農産物	りんご, トマト, 米, 冷凍食品
電子部品	コンデンサ, モーター駆動IC
建築・土木	モルタル

* 第2技術室 化学計測班

4. 実験結果

4.1. 薬剤カプセルの内部構造

はじめに、薬剤カプセル試料の XRM 評価を通して、装置の基礎操作の習得を行った。試料は、粘着ラバー、またはワックスを用いて試料ホルダー上に固定し、導入室へセットした。透過像の撮影では、試料を回転させながら各角度における透過像を取得する。得られた多方向からの透過像データは、Bruker 製の再構成ソフトウェア (NRecon) を用いて計算処理を行い、試料内部の CT 像 (断層像) として再構成した。

薬剤カプセルの 3D 像を図 2 (a) に示す。カプセルシェル内部には、直径約 0.9 mm の顆粒が充填されていることが確認された。図 2 (b) の拡大像においては、低密度成分が最外層と核部に存在し、その間に薬剤領域が高密度成分として可視化された。このように、XRM を用いることで、カプセル内部の顆粒を切断することなく内部成分の分布を観察できることが示された。

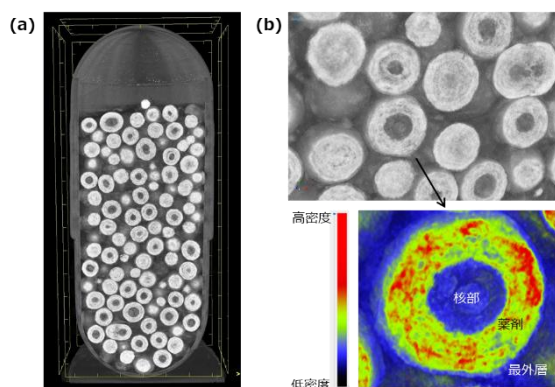


図 2 薬剤カプセルの 3D 像
(a) 全体像, (b) 拡大像

4.2. りんごの内部構造 (水分含有試料の評価)

1 時間を超える長時間測定を行う場合、測定中に試料中の水分が揮発して体積収縮や位置ずれが生じ、正確な CT 像が得られない場合がある。そのため、水分を保持した状態で長時間測定を行うための試料固定の工夫が必要となる。研修では、水分を含有する試料としてりんごを用いた検討を行った。

X 線評価に先立ち、水分保持に有効な試料固定法を検討するため、「パラフィルム被覆」「チューブ封入」「湿紙+パラフィルム被覆+チューブ封入」の 3 種類の方法について水分保持効果を評価した (図 3)。図 4 に時間経過と減少率の変化を示す。未処理試料では、時間とともに減少率が明らかに増大したのに対し、上記 3 方法は 22 時間経

過後においても減少率の増加はほとんど見られなかった。すなわち、いずれの手法も水分保持に有効であることが示された。

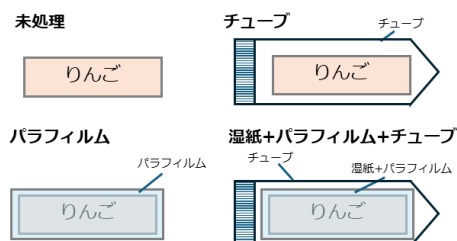


図 3 試料固定法の検討

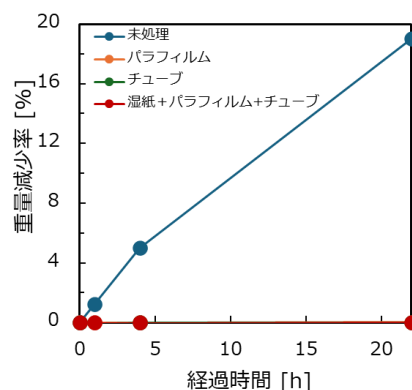


図 4 りんごの重量減少率挙動

未処理試料およびパラフィルムを巻いた試料について、同一条件にて XRM 評価を実施し、再構成によって得られた断面像を比較した結果を図 5 に示す。りんごの果肉は多孔質構造であるため、黒色の低密度領域は空隙に相当する。未処理試料では、空隙に対応する領域がぼやけて観察されたのに対し、パラフィルムを巻いた試料では、これらの領域が明瞭に観察された。以上の結果より、未処理試料で観察された像の不鮮明化は、測定中の水分損失に起因する試料の収縮やドリフトが原因であると考えられる。

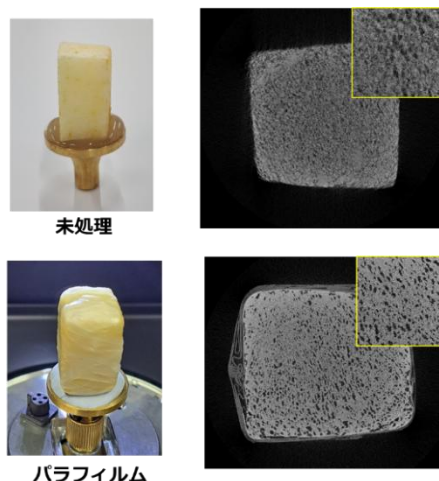


図 5 りんごの測定: (左) 外観, (右) 断面像

一方、パラフィルムによる被覆は水分保持に有効であり、長時間測定における像劣化を抑制できることがわかった。

4.3. 水晶体の内部構造（造影剤利用の効果）

生体試料の X 線評価では、形状保持や構造維持を目的として、ハイドロゲル中に包埋する方法が用いられている。しかし、前処理を行わずに包埋した場合、試料と周囲のハイドロゲルとの密度差が小さいため、構造の識別が困難となる。そこで研修では、ルゴール液（ヨウ素ヨウ化カリウム溶液）を造影剤として用い、ラット水晶体へのコントラスト付与効果を検証した。水晶体はパラホルムアルデヒドにより固定処理を行った後、ルゴール液にて染色した。測定時には、試料をアガロースゲル中に包埋して撮影を行った（図 6 (a)）。

未処理試料および染色試料の 3D 像を図 6 (b) に示す。未処理試料では、周囲のアガロースゲルと水晶体との間に明瞭なコントラスト差は認められなかった。一方、染色試料では、水晶体表面近傍にルゴール液染色に由来する高輝度領域が観察され、造影効果が確認できた。最終的には、もう少し深い領域まで染色を施すことを目標としているが、染色条件によっては染色ムラやクラックが発生してしまうため、最適染色条件の確立が今後の課題である。

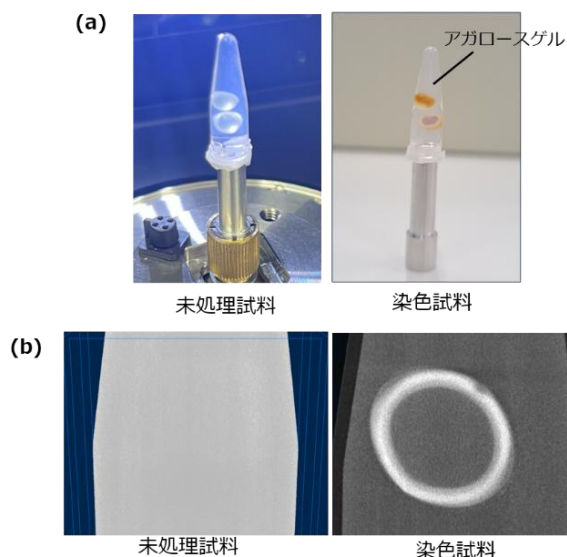


図 6 水晶体の測定：(a) 外観，(b) 3D 像

4.4. 使い捨てマスクの評価（担体への固定が必要な材料への対応）

フィルムのような自立が困難な試料の場合、担体への固定が必要となる。そこで研修では、3D プリンターを用いてフィルム試料用のホルダーを

製作し、それらの X 線評価を可能とした。製作したホルダーは図 7 に示すような門型と板型の 2 種類であり、フィルム試料等をテープで固定して X 線撮影を行った。試料には、一般的な不織布マスクと活性炭入りマスクを用い、両者の構造比較も実施した。

2 種類のマスク試料の 3D 像を図 8 に示す。本測定では門型のホルダーを使用した。板型のホルダーでも十分な評価は可能であったが、データ表示時にホルダーと試料の境界を識別するには、門型ホルダーの方が有用であった。図 8 上段は試料全体の 3D モデルであり、試料外側には固定に用いたテープも確認できる。そこで、下段にはマスク領域のみをトリミングした像を示し、2 種類の構造を比較した。その結果、不織布マスクでは、同一密度と考えられる 3 層の不織布から構成されているのに対し、活性炭マスクでは図の左側から 2 層目に活性炭層に由来する高密度層が存在する 4 層構造であることがわかった。以上より、ホルダーの製作および X 線撮影を通じて、自立が困難な試料に対しても XRM 評価が可能であることを確認した。

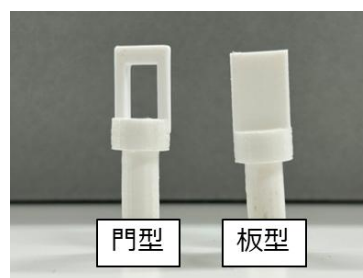


図 7 フィルム試料用ホルダー

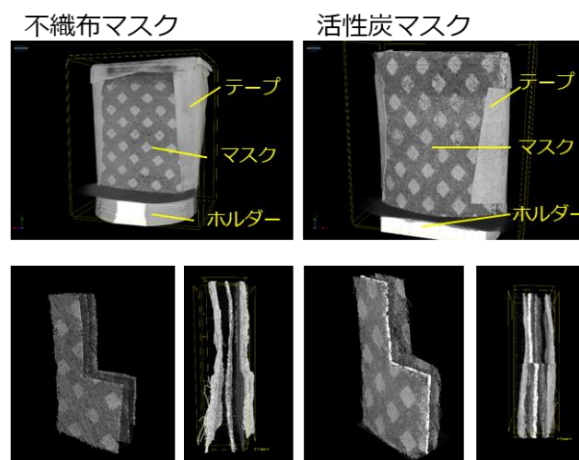


図 8 使い捨てマスクの 3D モデル

4.5. 繊維強化複合材料の繊維体積含有率，繊維配向分布解析

本装置には，再構成された 3D データの解析および定量化を可能とするソフトウェア CTAn が付属している．本ソフトには，関心領域の選択や各種画像処理機能が搭載されており，これらを用いることで定量評価が可能である．研修では，CTAn を用いた体積分布および配向分布などの定量評価を行うための基本的な解析手法を習得した．

炭素繊維/ポリプロピレン射出成形試料を対象に，画像解析による繊維体積含有率 (V_f) および繊維配向角度分布評価を行った．解析ではまず，試料以外の領域を除外するために関心領域を設定した．次に，炭素繊維を抽出するために 2 値化処理を行い，炭素繊維をオブジェクト画素として定義した．さらに，閾値ボクセル数を設定し，閾値未満のオブジェクトをノイズとして除去した後，定量解析を行った．

3D 統合解析の結果， V_f は 10.9% と算出された．本試料の設計 V_f (10%) と概ね一致しており，本解析の妥当性が示唆された．一方で，設計値は目標値で真値ではないため，絶対値の整合性については他手法との比較を含めた検証も必要であると考えている．

繊維配向分布は個別解析により算出した．図 9 に射出試料中心部の繊維配向角度の累積頻度分布を示す．ここでは，解析対象繊維長を約 50 μm 以上とし，未満は除外した．比較のため，断面観察による評価結果（対象繊維長約 50 μm 以上）も併せて示す．画像解析，断面観察の分布挙動は概ね一致しており，本解析手法の妥当性を支持する結果となった．また，個別解析で得られた配向分布の 3D モデルを図 10 に示す．中心部を確認すると，配向分布は低配向度のコア層と，その両側に高配向のスキン層が立体的に可視化されており，配向状態の把握に有用であることが確認された．

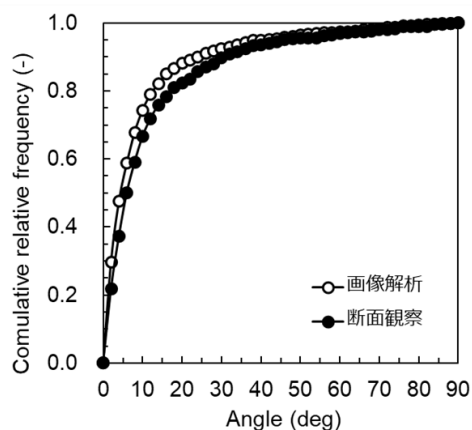


図 9 繊維配向角度の累積分布

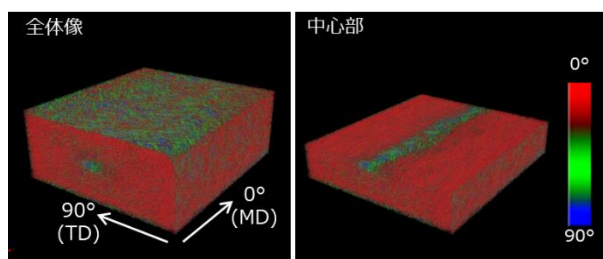


図 10 繊維配向分布の 3D 像

5. まとめ

本研修を通して，XRM 装置の基本操作から多様な材料への適用，さらに画像解析による定量評価までを体系的に習得した．これにより，研修参加者が XRM 分析業務に対応可能な体制を構築することができた．

謝辞

本研修の実施にあたり，XRM 装置の使用許可を頂きました産学官連携本部 本部長 米沢晋教授をはじめ産学官連携本部のスタッフの皆様，試料ホルダーを製作いただきました技術部 安藤誠統括技術長，試料提供にご協力いただきました工学部の皆様に感謝申し上げます．

参考文献

- 1) 中山 悠，高杉早苗，ぶんせき，666-672 (2021).

寒剤供給施設における日常点検業務スマート化への試み

戸澤 理詞* 小林 英一** 廣木 智栄** 山口 綾香***

1. 目的

文京地区にある超低温物性実験施設（以下，超低温）では，高圧ガス製造施設危害予防規程に基づき，液体窒素供給およびヘリウム液化運転日は製造設備の点検が義務付けられている．これまで日常点検は各種計器のアナログメーターや7セグメントディスプレイ（以下，7セグ）の値を目視で確認しているが，これらの値を監視カメラ等でデジタルデータに変換し，既存の LabVIEW モニタシステム¹⁾を拡張して集計・記録する方式を検討する．点検作業の負荷軽減だけでなく測定頻度を高めることで，精度向上も期待できる．

また，令和 5（2023）年 12 月に高圧ガス保安法が改正・施行となり，テクノロジーを活用したスマート保安が推進され，新たな認定制度が新設された．この新たな認定制度の主な対象は連続運転を行う中堅事業者であり，われわれのような小規模事業者は対象でないが，この制度に認定されれば，特例として「定期自主検査は免除」などのメリットが大きいため，将来的な対象拡大を期待して，スマート保安の素地を準備したい．

2. 背景と目標

超低温には数多くのアナログメーターや7セグがあり，日常点検では各種計器のアナログメーターや7セグの値を目視で読み取り，記録用紙に手書きで記入している．理想的には，すべてのメーターを毎日 15 分程の間隔で自動計測したいが，実際には一部のメーターを平日のみ目視で 1 日 3 回確認し，記録用紙に手書きで記入している．

本研修の目標は以下に設定した．

- ・汎用 Web カメラを配置し，遠隔監視および画像保存
- ・監視対象のアナログメーター値をデジタルデータに変換
- ・既存の LabVIEW モニタシステム（図 1）を拡張して集計・記録する

張して集計・記録する

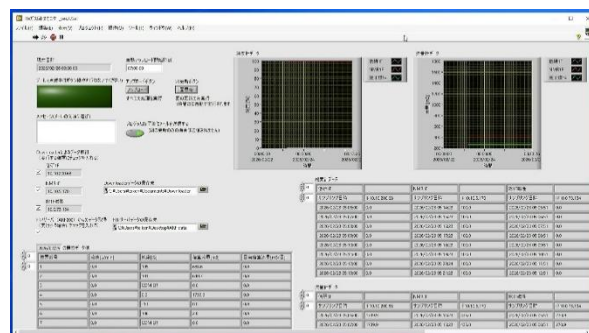


図 1 LabVIEW モニタシステムの画面¹⁾

3. 使用するデバイス

以下利点のある Raspberry Pi 4B 2 GB（以下ラズパイ）を採用した．

- ・Web カメラデバイスを自由に選定でき，HDMI 出力もできるなど柔軟性が高い
- ・OpenCV や画像認識 AI を使って，メーター値を読み取る仕組みを構築しやすい
- ・LabVIEW 連携に向けた通信環境構築も可能
- ・安価な製品は専用アプリをスマホやタブレットに入れて使う方式が多く，カメラ映像やデバイス情報を外部（海外）に送信されるセキュリティ上の懸念がある
- ・技術部製 IC カード式入退室管理システム（以下 ICEEMS）で多数の使用実績があり，扱いやすく信頼性も高い．また ICEEMS 用の在庫と貸し借りが可能

4. 研修内容

4.1. 進め方

本研修は以下の流れで進めた． 1)~4) については，超低温の業務歴は長いですが，ソフトウェア開発経験は浅い小林が，ラズパイの活用スキル向上を狙って，生成 AI の助言を得ながら実施した．

1)まずラズパイに慣れるため，公式 OS のインストール，初期設定，CUI (CLI) の操作，ネットワークプロキシ設定，テキストエディタ

* 第 2 技術室 物理計測班

** 第 3 技術室 システム制御班

*** 第 2 技術室 化学計測班

(nano) の使用法, ファイアウォール設定, 普段使いの Windows PC から SSH を使った開発手法を習得

- 2) ラズパイ+Web カメラでメーターの写真, またはラズパイ+PC 画面入力 (制御 PC からの DVI 出力を HDMI に変換し USB ポートから入力) のスクリーンショットを数分置きに撮影, かつ超低温 Web サイト上の教職員限定領域にリアルタイムモニターページを設置
- 3) ラズパイ上で OpenCV や画像認識 AI により, 撮影写真または画像を解析して, アナログメーターや PC 画面の表示値を数値データ化
- 4) 得られたデータを LabVIEW で扱える形式に整えて, 学内ネットワークに送信

以下の段階では, 2 手に分かれて実施する.

- 5-a) 現在の LabVIEW モニタシステム側の仕様を拡張し, アナログメーターや PC 画面の値を組み込む
- 5-b) 3D CAD と 3D プリンタで筐体を設計開発し, 照明用 LED も組み込み, 位置を固定

4.2 ラズパイ開発の流れ

今回は生成 AI を用いた対話型プログラミングをベースとして, Windows 11 (以下, Win) PC 上の PowerShell から SSH 接続を使ってラズパイのコーディングを進めた. 最初は OpenAI ChatGPT Plus を利用していたが, 技術的な質問の場合に長い回答時間を要したため, 途中から Google Gemini (以下, Gemini) に切り替えている. 以下の流れで進めた.

- ・ラズパイ公式 OS のインストール
- ・ラズパイ実機側の初期設定 (SSH 有効化等)
- ・普段使いの Win PC から SSH でログイン
- ・プロキシ設定
- ・必要なツール (mjpg-streamer, Nginx 等) のインストール
- ・自動起動など各スクリプト (プログラム) の作成
- ・ファイアウォール設定
- ・WordPress サイト上にモニターページを追加

なお, 後述する PC 画面入力 (raspi-cam001 系) とアナログメーター読み取り (raspi-cam002 系) はラズパイのソフトウェアは共通であり, 接続されているデバイスによって自動切換となり, 両方

接続されている場合は PC 画面と Web カメラ映像を 1 分間隔で交互にモニタ出力する仕様とした. なお, 切り替わりのタイミングで 1 秒ほど黒画面になる現象があったため, 両方接続の場合は HDMI 側に EDID 保持器を付ける必要があった.

今回採用した Web カメラはフォーカス固定で調整不可ということもあってか, 7 セグの数値はぼやけて読めなかったため, 一旦保留し, その代わりに PC 画面入力へ方針変更している.

4.3 PC 画面入力モニター

映像信号は液化機制御 PC の DVI 出力→DVI/HDMI 変換→(EDID 保持器→) HDMI/USB 変換 (UCP-HD31) →ラズパイ USB 入力, という流れでラズパイに入力している (図 2). この構成により, Win XP,7 などの旧 OS を搭載し, ネットワークに接続できない古い制御 PC の画面についても監視が可能である. 一般に, このような用途には IP-KVM が用いられるが, 1 台あたりの導入費用は通常 10 万円以上する. 対して本機は材料費は 2 万円ほどで済むため, 遠隔操作不要かつモニターだけで足りる場合は良い選択肢となる. また, 不正アクセスの標的に狙われやすい TeamViewer を使用しなくても良く, セキュリティ上の懸念が少ないというメリットもある.



図 2 液化機制御 PC の画面入力を担当するラズパイ (raspi-cam001)

4.4 アナログメーター読み取り

カメラには安価なエレコム製 200 万画素の Web カメラ (UCAM-C520FBBK) を採用した. こちらの接続はシンプルで, 変換器を介さず, Web カメラ→ラズパイ USB 入力, としている.

これまで, 回収用圧縮機の動作時間は液化機制御 PC のログで 1 時間おきにしかわからなかったが, スナップショットを確認することで, 直近 2 週間以内および 15 分毎という制約はあるものの, 動作時間をより正確に把握できるようになった.

超低温内にあるガスバッグは過去にヘリウム漏れ（以下、リーク）を起こし、令和4（2022）年2月に補修した経緯がある。回収圧縮機の稼働間隔（実験がない場合、1回あたり15～17時間）をガスバッグからのリーク有無を判断する目安の一つとしているが、その確認は制御PCのログデータを参照することでしか行えなかった。そのため、今後は稼働と停止を検知した時刻情報をメールで自動配信する機能の追加を予定している。



図3 回収圧縮機用アナログメーターのモニタを担当するラズパイ（raspi-cam002）

4.5 モニタページの仕様

モニタページは超低温 Web サイトの教職員限定ページ（パスワード付き）に追加した。モニタページとサムネイル画像だけなら、学外からでも閲覧可となっている。スナップショットは15分おきに保存され、14日経過したものから順次削除される。



図4 モニタ画像一覧

4.6 OpenCVで指針情報を取得

回収圧縮機における日常点検項目の自動化を試みた。判定基準は各メーターの指示値が緑テープで示された範囲内に入っているか、ならびに潤滑油圧力の指示値を記録することである。

今回のケースでは、まず動作が軽いOpenCV（画像処理）を採用し、プログラムはPython3 + OpenCV 4.10.0を使った。

表1 OpenCVと画像解析AIの特徴比較

比較項目	OpenCV (画像処理)	深層学習AI (CNN/TensorFlow 等)
仕組み	数学的な計算	大量データによるパターン学習
得意なこと	直線・円検出	顔認識, 欠陥検出
学習の必要性	不要	必須
処理速度	非常に高速	高速 (GPU 推奨)
柔軟性	低い	中
信頼性・根拠	数式なので明確	ブラックボックス

分析・生成：Google Gemini (2026年3月時点)



図5 OpenCVのPythonスクリプト実行結果（左：回収圧縮機オフ時、右：オン時）

OpenCVのPythonスクリプトを何度も試行し実行した結果、一部では図5のようにメーターの指針を直線として認識できた。しかし、角度の抽出には失敗しており、現在（2026年3月27日時点）も調整中となっている。この要因の一つとして、Webカメラが正面でなく、少し斜めから撮影していたことが影響していたと考えられた。そのため、真正面から撮った学習用写真を用いて再検討を行ったが、わずかにパラメータを振っただけで異なる値を返すなど難航しており、現時点では実用化に至っていない。

したがって、まずは5-b)に示した照明用LED付きの筐体を設計開発し、撮影位置の固定を優先的に進める必要があると考えている。

4.7 画像認識AI

前述の通り、OpenCV を利用した指針情報の読み取り機能は難航し、実用化できていない。また、位置や明るさ等の条件が変わると各パラメータの設定見直しが発生するなど、柔軟性が低いことから画像認識 AI の導入も検討した。

現在、一般に AI と呼ばれている技術は深層学習 (Deep Learning) をベースにした技術であり、GPU を持たないと現実的な時間での計算は難しいものが多い。ラズパイは GPU を有していないため、AI の中でも軽量とされるものしか動作しないと考えた。Gemini から画像認識を行うための軽量 AI として紹介された Moondream2 (Vision-Language Model, VLM 用の比較的軽量のモデル) は、導入直後は動作せず、スワップを 4 GB 増やしメモリを計 5.8 GB に拡張したことで動作したものの、指針および指示値を認識できなかった。圧力計 0.335 MPa の学習用写真を使って 1 種類のコードのみ 0.33 を返したが、他の画像に変えても同じ値を返しており、期待した動作は得られなかった。

画像認識 AI には少なくとも、Raspberry Pi 5 4 GB 以上が必要と予想され、ラズパイの能力不足を疑い Win PC (Ryzen 5 4500, 16 GB DDR4, GeForce GT 730 2 GB) に Ollama と Moondream2 および LLaVa をインストールし実際の演算を任せ、その結果を受け取る方式も試したが、結果はさほど変わらなかった。これら画像認識 AI は汎用的に使用できるよう広く浅く学習されており、針の指し示す先の値を得るといった深い概念までをこのモデルは学習できていないためと考えられ、現時点でアナログメーターの針を読む用途には向いていないと予想する。一方で、OCR (文字・数値認識) 機能は強いとのことなので 7 セグの値を読み取る場合には有効かもしれない。

今回使用した画像認識 AI は Moondream2 (1.6B) および LLaVa (7B) である。実行環境は Ollama (ラズパイ : v0.18.3, Win : v0.19.0) を用いた。

5. まとめ

本研修を実施することで、ラズパイの初歩的な操作はできるようになった。

読み取り対象の検討を進めるうちに 7 セグの値の取得は難しいとわかったため一旦保留し、アナログメーターと PC 画面入力に方針を変更するなど、当初の計画を修正する必要があった。

本報告を作成している時点で、指針の値を読み取る OpenCV の処理に時間を要しており、4) 「データを LabVIEW で扱える形式に整えて送信」に

は至っていない。一見成功したように見えた後も、実用化に向けた改善を Gemini に指示しコードを修正すると改悪し、成功時の結果に戻らない、というループを何度も繰り返した。ソフトウェア開発経験に乏しく、OpenCV を理解しないままでは、生成 AI を用いた対話型プログラミングを用いても効率よく開発が進められないことを痛感した。

この段階を越えたあとは 3D CAD および 3D プリンタを使い、ラズパイおよび Web カメラを一体的に収納でき、角度調整も可能な筐体の設計開発・製造に進む予定であった。進捗は十分とは言えず、肝心の 5-a) 「LabVIEW モニタシステム側の仕様拡張」は次年度以降に持ち越しとなった。

今年度は業務の増加により、研修が当初の計画通りに遂行できなかった点が課題として残った。

ただ、現時点のシステムでも普段の点検作業の負荷軽減 (遠隔監視) ならびに測定頻度を上げる (15 分毎) ことは達成できており、次のステップとして、LabVIEW との連携ならびに更なる自動化・省力化が期待できる。

表 2 研修日誌

実施日	研修内容
2025/10/23	技術的な調査と検討等
10/28	使用する物品の選定と発注
2026/1/8~9	液化機制御 PC 画面入力 (raspi-cam001) のラズパイコーディング
1/20~21	raspi-cam001 を液化機制御 PC 近くに設置。WordPress のモニタページにて学内外から確認可になった
1/30	アナログメーター読み取り (raspi-cam002) を回収圧縮機近くに設置
2/4	raspi-cam003 を LHe 小分け容器が一望できる位置に設置
2/12	raspi-cam004 を超低温 3F 管理室に設置 (LabVIEW モニタ PC 用)
2/19	第 1 回 専門研修
2/26	第 2 回 専門研修
3/11~12	OpenCV の調整と検討
3/18	raspi-cam005 を中圧ガス乾燥機が一望できる位置に設置
3/25~26	OpenCV の調整と検討
3/27, 30	画像認識 AI を使用、失敗

6. 参考文献

[1] 技術部活動報告集 Vol.25, pp15-20 (2019)

日常研修報告

レガシーな電子機器の IT 化によるリメイク

清水 尚希*

1. はじめに

電子機器を長期間使用すると、動作停止や処理速度の低下などの不具合が生じる場合がある。また、電子機器の中には製造終了品や特注品など代替が困難なものも存在し、これらが故障した場合には修理が困難となることがある。このような課題に対する対応策の一つとして、既存機器の IT 化が挙げられる。

IT 化を行うことで、PC 上で既存機器と同等の動作を実現できるだけでなく、新たな機能の追加も可能となる。さらに、従来必要であったハードウェアの保守作業を軽減できるほか、操作性の統一により利用者の利便性向上も期待される。

本研修では、既存の電子機器を IT 化することでリメイクを行い、ハードウェア機能のソフトウェア化に関する知見の習得を目的とする。対象として、既存のプレゼンタイマーを IT 化したシステムについて検討する。

2. 既存のプレゼンタイマー

プレゼンタイマーとは、技術発表会や学会発表において使用されるタイマーであり、発表時間、予鈴時間、および質疑応答時間を設定可能な装置である。図 1 に既存のプレゼンタイマーを示す。

本装置は、本体に搭載されたアナログスイッチにより時間設定や音声のオン/オフ切替が可能であり、付属のリモートコントローラーを用いてタイマーの開始および停止を操作する。しかし、当該プレゼンタイマーはハードウェアのみで構成されており、製作から長期間が経過しているため、故障時の修理が困難である。

そこで、本研修では使われなくなった機器を再利用し、IT とリメイク技術を駆使した新たなプレゼンタイマーを作成した。



図 1 既存のプレゼンタイマー

3. リメイク版プレゼンタイマー

図 2 にリメイク版プレゼンタイマーの外観を示す。再利用した機器はディスプレイおよび Raspberry Pi 400 である。プレゼンタイマー用プログラムを実装した Raspberry Pi 400 をディスプレイに HDMI 接続することで、タイマー機能を実現した。

操作用コントローラーには、Bluetooth 接続のマイクロコントローラーを用いた。当該コントローラーのボタン入力により、既存のプレゼンタイマーと同様にタイマーの開始および停止が可能である。さらに、本リメイクでは既存機の機能に加え、グループ名の変更や初期設定の更新などの設定機能を追加した。また、コントローラーからプレゼンタイマーの再起動およびシャットダウン操作を実行可能とした。



図 2 リメイク版プレゼンタイマー

* 第 3 技術室 システム設計班

4. リメイク版プレゼンタイマーの機能と利用方法

Raspberry Pi 400 の電源を投入すると、プレゼンタイマーが起動する。図 3 に示すように、プレゼンタイマーの画面が表示される。コントローラーの「A」ボタン、またはキーボードの「S」キーを操作することで、タイマーの開始および停止が可能である。

タイマー開始時には、開始を示す長めの警告音が出力され、計測が開始される。予鈴時間に到達した際には、短い警告音が 1 回出力され、表示時間のフォントカラーが青色に変化する。発表時間終了時には、短い警告音が 2 回出力され、フォントカラーが橙色に変化し、質疑応答時間へ移行する。さらに、質疑応答時間終了時には、短い警告音が 3 回出力され、フォントカラーが赤色に変化する。以上が本プレゼンタイマーの一連の動作である。



図 3 プレゼンタイマーの画面

プレゼンタイマーには、既に述べた機能に加えて、以下の付加機能が実装されている。

まず、発表番号の操作について述べる。コントローラーの「R」ボタン、またはキーボードの「N」キーにより次の発表番号へ進み、「L」ボタンまたは「B」キーにより前の発表番号へ戻る。発表番号を変更した場合、タイマーはリセットされる仕様とした。

次に、設定機能について述べる。設定操作はキーボード入力のみに対応しており、「C」キーにより設定画面を表示する。図 4 に設定画面を示す。設定項目の移動は、「Tab」キーまたは「↓」キーで次項目へ、「↑」キーで前項目へ移動する。

設定画面には「初期設定を更新」のチェックボックスがあり、初期状態で有効となっている。本項目を有効のまま設定を更新した場合、次回起動時以降も当該設定が反映される。なお、設定画面表示中もタイマーは動作を継続しており、発表時

間、予鈴時間、または質疑応答時間を変更して更新した場合には、タイマーがリセットされる。

画面操作については、「Esc」キーにより各画面を閉じることが可能である。設定画面表示中に操作した場合は、設定画面のみが閉じられる。

さらに、終了および再起動操作について述べる。プレゼンタイマーの終了時や不具合発生時には、コントローラーの「+」ボタンの長押しによりシャットダウン、「-」ボタンの長押しにより再起動を実行する。

表示機能として、画面右上に時間設定情報、下部にキーボード情報を表示する。これらはコントローラーの「X」ボタンおよび「Y」ボタンにより、時間設定情報およびキーボード情報の表示・非表示の切替が可能である。この機能により、図 5 に示すように、グループ名および時間のみを表示する簡易表示が実現される。



図 4 設定画面



図 5 情報非表示の場合のプレゼンタイマー

5. まとめ

電子機器の IT 化によるリメイクの一例として、本研修ではプレゼンタイマーの IT 化を実施した。本稿ではプレゼンタイマーを対象としたが、IT 化の手法は他の機器にも適用可能であると考えられる。今後は、対象を拡張し、さまざまな電子機器への応用について検討を進める予定である。

合同研修参加報告

令和 7 年度 東海・北陸地区国立大学法人等 技術職員合同研修（物理・化学コース）参加報告

山口 綾香* 山田 美空*

1. 目的

本研修は、東海・北陸地区の国立大学法人等に所属する技術職員に対し、その職務遂行に必要な専門的知識及び技術等を修得させ、技術職員としての資質向上を図るとともに職員相互の交流に寄与することを目的として参加した。

2. 研修概要

東海・北陸地区の大学や高専より 15 名の受講者が参加し、表 1 に示す日程にて研修が行われた。実習については、A～G コース（全 7 コース）が設けられており、B コース「有機合成と MS 測定」と C コース「走査型デュアル X 線光電子分光分析装置による XPS 測定」をそれぞれ受講した。

日時：令和 7 年 8 月 27 日（水）～29 日（金）

会場：国立大学法人名古屋工業大学

表 1 研修日程

日程	研修内容			
8/27 (水)	開講式	講義1 「技術職員が知っておくべき知的財産権～著作権と秘密保持～」 講師：設備共用部門 山本義哉 准教授	講義2 「TCカレッジ遠隔分析 DX系TCコースによる人材育成の取り組み」 講師：長岡技術科学大学 近藤みずき 主任副技術長	受講者職務紹介 「研修受講者プレゼンテーション」
8/28 (木)	実習			
8/29 (金)	講義3 「地球上のどこでも誰でも数時間で建てられて離業でも離業でも快適なインスタントハウス」 講師：北川啓介 教授	施設見学 「STATION Ai ガイドツアー」	閉講式	

3. 研修内容

3.1. 講義 1

「技術職員が知っておくべき知的財産権～著作権と秘密保持～」

設備共用部門の山本義哉准教授より、著作権の定義や権利侵害の要件等について講義を受けた。著作権法は、「著作権」という 1 つの権利で構成されているとの認識だったが、実際には著作人格権や財産権など複数の具体的な権利が形態ごとに規定されていることを学んだ。また、

著作権の侵害に該当するか否かの判断は必ずしも明確ではなく、最近身近になった生成 AI によるイラスト等の取り扱いについても、法整備が追いついていない現状があるとの説明を受けた。講義を通じて、著作権は身近でありながら複雑な制度であり、今後の業務においても正しく理解しておく必要性を認識した。

3.2. 講義 2

「TC カレッジ遠隔分析 DX 系 TC コースによる人材育成の取り組み」

TC カレッジ遠隔分析 DX 系 TC コース担当の長岡技術科学大学 近藤みずき氏より、担当コースの概要および遠隔分析を活用した教育支援の成果について紹介があった。遠隔分析の方法としては、テレビ会議システム（Zoom）を用いた半遠隔操作と、VPN 回線を利用した完全遠隔操作の 2 種類があり、講義内では半遠隔操作の体験も行われた。自身は操作を行わなかったが、操作の様子を観察すると、円滑に操作できている印象を受けた。講義を通じて、TC カレッジのような人材育成の場が技術職員のスキル向上に重要であることを理解するとともに、遠隔操作における課題と利点を把握することができた。

3.3. 実習

3.3.1. 「有機合成と MS 測定」

本コースでは学生実験で行っているテーマを体験した。本学でも学生実験支援業務があるため、他大学の支援や設備について情報交換を行った。MS 測定では作製した試料を、Waters 製の LC-Q-TOF-MS にて測定を行った。私自身、MS-MS の装置を使用した経験があまりなく、有意義な経験であった。結果より、合成が出来ていることが確認できたが、原料と同じ位置にピークが出ており、同定のため条件を変えて何度か測定した。マススペクトルの解釈について、非常に勉強になった。

* 第 2 技術室 化学計測班

3.3.2. 「走査型デュアル X 線光電子分光分析装置による XPS 測定」

本コースでは、Si ウエハおよび Cu 加熱板の XPS 測定を行った。名古屋工業大学には、Cr K α 線と Al K α 線の 2 種類の線源を備えた XPS 装置が設置されており（図 1）、両線源は深さ分解能が異なる特徴を有する。Si ウエハを用いた分析実習では、2 種類の線源で得られる表面情報を比較し、各線源における IMFP の計算値と実測データを照合することで、結果の整合性を確認した。本学の XPS 装置には Cr K α 線はないため、実測を通して Cr K α 線の特性を理解できたことは有意義であった。

日常業務においても XPS 装置を使用するが、取り扱う試料が限定的であるため、今回の研修を通して普段扱わない試料の分析を行うことで測定結果の解釈に関する理解を一層深めることができた。



図 1 XPS 装置外観

3.4. 講義 3

「地球上のどこでも誰でも数時間で建てられて酷暑でも極寒でも快適なインスタントハウス」

名古屋工業大学北川啓介教授より、インスタントハウスが出来るまでの経緯についてご講演頂いた。先生自身、これまで活動的に研究・人道支援をされており、ご自身が自然災害の被災地に出向いた際、3ヶ月から6ヶ月かけて仮設住宅が出来るまで過ごす避難所の生活環境の劣悪さを実感し、すぐにできるインスタントハウスの開発に取り組みされた。開発後も自然災害が起きた際は世界各地の被災地へ出向いている。この開発に取り組んだ際に、今の仮設住宅建築の特徴を書き出し、その対義語を考え、その共通点から、空気を利用するという発想に至ったそうだ。現状の課題から新しいものを生み出す考え方や、常に自分には何が出来るか考えながら研究に取り組む姿勢が非常に勉強になった。



図 2 インスタントハウス外観(左)と内観(右)

3.5. 施設見学

「STATION Ai ガイドツアー」

名古屋市鶴舞にある STATION Ai の見学をした。まず、STATION Ai とは愛知県とソフトバンクによる日本最大級のオープンイノベーション施設で、具体的には会員向けのオフィスの提供や、新規事業創出の支援を行う場であり、2024年の開業以来700社を超える企業・銀行・大学・官公庁が参画している。中には学生や社会人向けの起業家育成プログラムや、交流しやすいオフィスの作りから、アイデアの創出や会社同士のコラボレーションを推進している。また、一般開放ゾーンもあり、ホテルや飲食店も併設され、気軽に立ち寄れる場となっていた。



図 3 STATION Ai

4. おわりに

本研修では、機器分析装置の専門的な測定技術の習得を行った。さらに、他大学の職員との情報交換等を行い大学間のつながりを作ることが出来た。ここで得た経験をもとに今後の業務に活かしていきたい。

本研修を企画・運営いただきました名古屋工業大学技術部瀧様をはじめ技術部・運営委員の皆様さに深く感謝申し上げます。

令和7年度東海・北陸地区国立大学法人等 技術職員合同研修（情報コース）参加報告

清水 尚希*

1. 目的

東海・北陸地区の国立大学法人等に所属する技術職員に対し、その職務遂行に必要な専門的知識及び技術等を修得させ、技術職員としての資質の向上を図るとともに職員相互の交流に寄与する事を目的とした研修に参加した。

2. 研修概要

日時：令和7年8月28日（木）～29日（金）

会場：名古屋大学 東山キャンパス

スケジュール：

8月28日（木）

13:00～13:30 受付

13:30～14:30 一般講義

14:45～16:00 受講者職務紹介

16:15～17:00 施設見学

8月29日（金）

08:30～09:00 受付

09:00～10:20 講義・ワーク (1)

10:30～12:00 講義・ワーク (2)

13:30～15:00 講義・ワーク (3)

15:15～16:45 講義・ワーク (4)

16:45～ 閉講式

3. 研修内容

3.1 一般講義「工学研究科情報支援室における迷惑メール対策の紹介」

上記の題目の一般講義を受講した。講師は、名古屋大学の伊藤康広技師であった。本講義では、まず、DKIM や SPF, DMARC といった送信ドメイン認証についての説明があった。その後、名古屋大学の迷惑メール対策についての説明があった。スパムフィルタと呼ばれるもので、送信元アドレスと件名でソートを行い、極端に件数が多いものにフィルタをかけ、ブロックするというものであった。しかし、名古屋大学には、複数のメールサーバがあり、スパムフィルタを各メールサーバに設定しなければならず、各メールサーバに担当者を設定し、スパムフィルタを設定していたとのことだった。そのシステムを更新し、一人で全てのメールサーバのスパムフィルタを更新できるようにしたとのことであった。また、設定やトラブルシューティングを行うのは「人」であるため、人材育成によるセキュリティ対策も不可欠であるとのことだった。

3.2 施設見学

施設見学として、名古屋大学の情報基盤センター内にあるスーパーコンピュータ「不老」の見学を行った。情報基盤センターの方々より、不老の各システムについて説明があった。不老に使用されているCPU, GPU, ストレージ, クラウドシステムなどのシステムのスペック、動作原理についての説明があった。このとき、各システムの実物も拝見させていただいた。不老の各システムを見るだけでなく、配線などの普段触ることのないような部分についても細かく見せていただいた。また、可視化室と呼ばれる部屋も見せていただき、そこでは、不老を用いた具体的な研究内容の紹介や、不老の全体的なシステムの構造についての説明があった。



図1 会場（名古屋大学 東山キャンパス）

* 第3技術室 システム設計班



図2 スーパーコンピュータ「不老」

3.3 講義・ワーク「情報セキュリティとサイバーセキュリティ」

研修2日目は、上記の題目の講義・ワークを受講した。講師は、株式会社インソースデジタルデミーの東條理様であった。本講義では、まず、情報セキュリティについての説明があり、情報の「機密性」、「完全性」、「可用性」の3つだけでなく、「証拠性」、「原本性」も重要であるとのことだった。ここでグループワークがあり、自分が経験したことのある情報セキュリティの事故・事件について話し合いを行った。企業を装った偽メールが送られた、メールのbccを間違えてccにしてしまったなど様々な意見が出た。次に、セキュリティ上の脅威について説明があり、セキュリティ上の脅威には、サイバー攻撃や自然災害などの外部の脅威、操作ミスやメールの誤送信などの内部の脅威があるとのことだった。また、サイバー攻撃の歴史と手法について説明があった。サイバー攻撃は、かつては、マニアの個人的な趣味だったものが、国家機関が実行するまでに規模が大きくなっており、PCとインターネットの普及と並行して進展したとのことだった。サイバー攻撃の手法として、ウイルスやトロイの木馬、ランサムウェアなどのマルウェア型といわれる悪意のあるソフトウェアによる攻撃手法や、DoS攻撃やフィッシングなどの標的型といわれる特定の企業や個人を狙った攻撃手法、SQLインジェクションやクロスサイトスクリプティング攻撃などのWEBアプリケーション型といわれるWEBサイトのソフトウェア関連の攻撃手法、辞書攻撃やリスト攻撃などのパスワード攻撃型といわれるパスワードの不正取得を狙った攻撃手法といったように4種類の攻撃手法があるとのことだった。その

後、情報セキュリティのマネジメントについて説明があり、情報セキュリティ対策として、定期的に全員に対して研修や訓練を行ったり、採用時にセキュリティ研修を実施したりといったような人的な対策、部屋の入口で不法侵入者の防止、私物の持ち込み防止などといったような物理的な対策が必要とのことだった。情報インシデントについての説明もあり、情報インシデントは、起こさないことが一番であるが、起こってしまった場合の対応が重要であり、個人で無理に対応するのではなく、組織で役割を分担し、対応する必要があるとのことだった。ここでグループワークがあり、自身の組織のセキュリティインシデント予防に関する課題について話し合いを行った。Windowsのアップデートができていない、学生がセキュリティ研修を受講しないなど様々な意見が出た。最後に、情報セキュリティの技術について説明があり、ユーザー認証、クライアント認証などのアクセス管理技術やファイアウォールなど様々なセキュリティ技術があるとのことだった。ここでグループワークがあり、学んだセキュリティ研修について自組織ではどの技術を活用するかについて話し合いを行った。多要素認証を追加する、人の研修をしっかりと行うなど様々な意見が出た。最後に、まとめとして、グループで研修の感想について話し合った。

4. おわりに

今回の合同研修は、情報セキュリティに特化した研修であったため、情報セキュリティについての知見が広がったように思う。今後は、今回得た情報セキュリティについての知識を業務に活かしていきたい。また、有名はスーパーコンピュータ「不老」を見学するという貴重な経験ができた。今回の合同研修は、自分にとって講義、施設見学ともに有意義なものであったように思う。

技術研究会等参加報告

北陸先端科学技術大学院大学 定期自主検査実技見学会 参加報告

小林 英一* 山口 綾香** 戸澤 理詞***

1. はじめに

北陸先端科学技術大学院大学（以下、JAIST）では、定期自主検査に係る各検査を寒剤供給業務担当の技術職員が実施している。本見学会は、各検査工程の見学および情報交換を通じて、相互の技術向上を図ることを目的として実施された。本学からは寒剤供給業務に従事する技術職員3名が参加した。以下にその概要を報告する。

2. 研修概要

日時：令和7年6月26日（木）～27日（金）
場所：JAIST ヘリウム液化室
講師：JAIST 技術職員2名
参加者：福井大学 技術職員3名
金沢大学 技術職員1名

3. 検査工程の実技見学

3.1. 液体ヘリウム製造装置の検査

研修1日目は、回収圧縮機に搭載されている安全弁の作動確認を目的として、安全弁作動検査を実施した。検査に先立ち、検査台に高圧ボンベおよび標準圧力計を接続し、He デテクターおよび標準圧力計の指示値に圧力降下がないことを確認することでリークチェックを行った。漏れがないことを確認した後、回収圧縮機から



図1 検査台準備（高圧ガス接続時）
および安全弁作動検査の様子

安全弁を取り外し、検査台に装着した。その後、昇圧過程における作動圧（吹出開始圧）および降圧過程における復帰圧（吹止圧）を測定・記録した。昇圧前に安全弁の吹き出し口に水で濡らしたキムワイプを取り付け、設計圧力を目標として徐々に昇圧した。キムワイプの膨張が確認された時点を作動圧として記録した。なお、昇圧速度が速い場合には圧力値の正確な読み取りが困難となるため、測定時は圧力を緩やかに上昇させることが重要であるとの説明を受けた。

3.2. 液体窒素 CE の検査

研修2日目は、液体窒素貯槽（Cold Evaporator、以下、CE）に係る定期自主検査工程として、安全弁作動検査、圧力計比較検査、不同沈下測定および真空度測定の実技見学を行った。

安全弁作動検査は基本的には研修1日目に実施した回収圧縮機の安全弁作動検査と同様の手順で行われた。CE に接続されている安全弁はテーパねじ構造となっているため、検査台へ取り付ける際には漏れ防止のためテフロンシーリングを3～4周程度巻きつけて装着し、測定・記録を実施した。検査終了後は安全弁を CE へ取り付け、石鹼水を用いた気密検査を行い、漏れがないことを確認した。

圧力計比較試験は、CE に設置されている圧力計の指示値が標準圧力計と比較して許容範囲内にあるかを確認する検査項目である。ここでは検査台に検体となる圧力計を接続し、標準圧力計を基準として段階的に昇圧した。昇圧過程において各基準圧力に対する検体圧力計の指示値を測定・記録し、判定基準内に入っているかを確認した。基準外となった場合は、業者への校正依頼が必要であるとの説明を受けた。

不同沈下測定では、基礎地盤上に設置された CE に不均一な沈下が生じていないかを確認することを目的として、水盛り管を用いた測定方法を見学した。まず、基準点とホース先端の水位が同一高さとなるようにバケツの水量や設置位置（高さ）を調整した。その後、各測定点にホース先端を合わせ、水面位置と測定点の高低

* 第3技術室 システム制御班
** 第2技術室 化学計測班
*** 第2技術室 物理計測班

差を確認することで不同沈下の有無を測定した。

最後に、真空度測定の実技見学を行った。CEは内槽と外槽の間に真空断熱層を有しており、真空度が維持されていることを確認する必要がある。そのためにCEには真空計接続用の測定子が設けられており、その端子にピラニ真空計を接続して真空度を測定する検査項目である。本見学では実際に真空計を接続して、その指示値が判定基準内に入っていることを確認した。



図2 CE外観および不同沈下測定の様子

4. 検査結果のまとめ、情報交換

実技見学会終了後、各検査項目の比較および整理を行うとともに、保安検査に関する情報交換を行った。本学では、定期自主検査および保安検査をそれぞれ隔年で実施しており、これらの検査は専門業者へ委託して実施している。これらに係る費用については大学からの予算措置がなく、利用者負担となっていることから、寒剤料金が高額となる要因の一つとなっている。一方、他大学においても同様に専門業者へ委託して検査を実施している例が多いが、本学と比較して検査費用が低額である場合がある。今回各大学間で検査項目を比較したことにより、検査内容の整理および必須項目の確認を行うことができた。また、実技見学を通して、一部の検査項目については本学においても対応可能であると考えられた。以上で得られた知見を基に、今後、検査内容の見直しを行い、検査費用負担の低減について検討していく必要がある。

その他、保安検査に係る事務手続き、Heガス回収配管等の施設仕様、避難訓練の実施内容等について情報交換を行った。事務手続きの実施方法は大学ごとに異なっており、技術職員が対応している場合、事務担当が対応する場合、専門業者へ委託する場合があることが確認された。技術職員がすべて対応する場合は手続きが煩雑となる一方、外部委託とする場合には追加費用を要する等、それぞれに課題があることが確認

された。本学では外部委託としているため費用増加が懸念事項となっている。業務負担および費用面を考慮しながら実施体制についても検討する必要があると考えられる。

また、金沢大学およびJAISTではHeガス回収設備は地下ピット内に配管が設置されており、これを通して回収が行われていることが共有された。本学においても地下ピットに配管が設置されているが、これまで配置状況を十分に把握できていなかった。そこで、実技見学会終了後の7月10日に地下Heガス回収配管の入口や通路の位置を確認し、目視点検を実施した。これにより、本学施設仕様に関する理解を深めるとともに事故災害対策訓練を兼ねた確認作業を実施することができた。



図3 情報交換の様子

5. おわりに

今回の見学会では、安全弁作動検査や圧力計検査、不同沈下測定等の実技を通じて、各検査工程の具体的な手法について理解を深めることができた。また、各大学における検査項目や実施体制を比較することで、本学においても一部の検査は対応可能であること、および検査内容の整理・見直しの余地があることを認識した。

今後は、本見学会で得られた知見を踏まえ、各検査項目の精査および実施体制の見直しを進めることで、業務負担と費用の両面を考慮した効率的な運用を検討していきたい。

本見学会およびこれに先立つ意見交換を通じて、寒剤供給業務および関連設備への理解が一層深まり、有意義な機会となった。

6. 謝辞

本見学会の企画・調整ならびに実技見学においてご指導いただきましたJAISTの木村様、村上様に深く感謝申し上げます。また、本見学会に参加し、有益な情報交換の機会をいただきました、金沢大学の布村様にも感謝申し上げます。

NMR 講習会～三重共鳴 (HFX) プローブを用いた測定講習～ 参加報告

山田 美空*

1. 目的

本講習は、大学連携研究設備ネットワークのシステムを利用する大学の技術職員、技術スタッフの技術力向上や人的ネットワーク構築のため実施されており、今回は NMR 装置について専門的知識及び技術等を修得し、技術職員としての技術向上を図るとともに職員同士の交流に寄与することを目的として参加した。

2. 研修概要

本講習は、12名の受講者が参加し、以下に示す日程で研修が行われた。

日時：令和7年9月12日（金）

場所：国立大学法人大阪大学 豊中キャンパス

講師：吉田恵一氏（日本電子株式会社）

スケジュール

9:00～10:00 三重共鳴装置に関する座学

10:00～12:00 測定実習（基本編）

12:00～13:00 昼休憩

13:00～17:00 測定実習（応用編）

3. 研修内容

3.1. 座学

「三重共鳴装置に関する座学」

日本電子株式会社の吉田様より、ROYAL プローブ HFX を用いたフッ素含有化合物の測定、解析についての講義があった。プローブの特徴や、注意点、また ^{19}F を測定する際の手順、測定手法など基本的な事項を中心にご教授いただいた。日本電子製の HFX プローブの特徴である2本のコイルでありながら二重共鳴と三重共鳴を切り替えることが可能なシステムについて説明があり、従来のモデルでは三重共鳴を行うためには追加しなければならない設備などが多くあったのに対し、現行モデルでは追加設備なしで切り替えが可能になったようだ。これにより、新たに利用可能となった測定手法などの紹介があった。また、三重共鳴モードの使い方や、タ

イムシエアカップリングについて、測定の際のパラメータ調整など詳細にご教授いただいた。

3.2. 実習

「フッ素含有化合物の測定実習」

まず標準化合物を使って一通り測定を行った。設定箇所が普段使用している二重共鳴よりも多く複雑に感じたが、一度設定すればオートで測定準備がされる仕様になっていた。また、フッ素含有化合物の構造解析を行う場合に ^1H の 1D スペクトルでカップリングの相手を探すよりも ^1H - ^1H COSY や ^1H - ^{19}F HETCOR を測定することでより簡便に解析が出来ることを学んだ。本研修で、本学の装置も日本電子製であるが十分に活用できていない部分も多く感じた。今後は、今回習得した有用な機能やノウハウを活かし、測定の効率化および精度向上に努めていきたい。



図1 NMR 測定実習の様子

4. おわりに

本研修では、NMR 装置の ^{19}F 測定に関する専門的な測定技術の習得を行った。さらに、他大学の職員との情報交換等を行い大学間のつながりを作ることが出来た。ここで得た経験をもとに今後の業務に活かしていきたい。本研修の開催に際し、ご尽力いただきました大学設備連携ネットワークの皆さま、大阪大学理学研究技術部の皆さまに感謝申し上げます。

* 第2技術室 化学計測班

九州地区総合技術研究会（琉球大学） 参加報告

道幸 雄真*

1. はじめに

2026年3月16日および17日に琉球大学千原キャンパスにて、九州地区総合技術研究会が開催された。本研究会は、主に九州地区の国立大学法人、国立高等専門学校および大学共同利用機関等に属する技術職員が、技術課題の解決や技術力の向上を図るとともに、所属機関を越えた人的交流を深めることを目的とした研究会であり、参加者が多岐にわたる技術分野の発表・意見交換をおこなうことで技術の研鑽や向上を図る場である。研究会には情報・ネットワーク技術分野でポスター発表をおこない、有益な情報を得ることを目的として参加したため、発表の概要について報告する。

2. 発表概要

発表題目:「モブプログラミングによるチームでのソフトウェア開発の検討」

2.1. チームでのソフトウェア開発の検討

福井大学工学部技術部ではコスト軽減や不具合時の柔軟な対応が可能といった点から、IC式入退室管理システムの導入・運用ならびに安全衛生業務等に関するソフトウェアの開発・アップデートをおこなっている。しかしながら、これらのシステムはシステムごとに決められた担当者が各々で開発やアップデートをおこなう体制となっているため、担当者不在時には不具合の対応が困難となり、アップデートは基本的に担当者頼りになるほか、新しい担当者への引継ぎに時間を要するといった問題もある。そこでチーム開発をおこなうことで前述の問題を解決できないかと考え、本学技術部において主にソフトウェア開発を担っている技術職員で最適なチームでのプログラミング手法を検討した。本報告では、検討した手法のひとつであるモブプログラミングについて研究会で発表したため、その内容について報告する。

2.2. モブプログラミングについて

モブプログラミングとはソフトウェア開発をチームでおこなう際に、チーム員それぞれに役割を持たせ、その役割を時間経過とともにローテーションさせてプログラミングを進めていく開発手法である。今回検討をおこなった際は、「ドライバー」、「ナビゲーター」、「オブザーバー」の3つの役割に分担したが、それぞれの役割は表1に示す内容となっている。

表1 モブプログラミングにおける役割一覧

役割名	役割
ドライバー	ナビゲーターの指示に従ってコードを書く。コードを書く際は自分の判断でコードを書くことは禁止される。
ナビゲーター	ドライバーにコードを書くための明確な指示を出し、積極的に他の参加者とコミュニケーションを取ることで、意見や現状、問題などの情報共有をおこなう。
オブザーバー	ナビゲーターに意見を求められた際、批判するのではなく、提案するような形で意見を述べる。

2.3. 作業内容と方法

モブプログラミングをはじめるとは、まずはやり方に慣れるために FizzBuzz 問題に関する簡単なプログラミングをおこなった。その後、毎年技術相談として作成・更新依頼のある教育訓練用の申し込み Web フォーム（図1）の改良作業に取り組んだ。改良内容については Web フォームの見目については変更せず、プログラムの中で同じような記述が何度もあったり、コードの書き方に統一感がなかったりといったコードに関する部分のみを改良した。具体的には新たに設定をまとめたコンフィグファイルを新たに作成したり、プログラム自体を簡潔になるように書き直したりしたが、これらの改良により、あとからプログラムを確認したときに理解しやすい作りにする

* 第3技術室 システム制御班

ことができた。このときの作業方法としては、ドライバーに1人、ナビゲーターに1人、オブザーバーに2人を割り振り、15分経過ごとに役割をローテーションする方式で作業を進めたが、ローテーション前に不明点や疑問点があればディスカッションする時間も設けており、都度チーム員同士で意思疎通ができるようなやり方で実施した。

図1 改良した申し込みフォーム

2.4. チーム開発をするにあたってのルール決め

モブプログラミングはチーム開発であるため、参加者全員がのちほどプログラムを容易に確認できるよう、あらかじめファイル名や変数名などに関する命名規則をチーム員で作成した。具体的には、「ファイル名についてはすべて小文字で単語を連結する形とすること」、「変数名や関数名などについては表2に示す規則に従うこと」、「命名する際は最大20文字以内にすること」、「命名する際に単語を短縮したものを使用する場合、変数や関数の意味が想定し易いように短縮前の単語もコメントとして残しておくこと」といった規則を作成し、プログラミングをする際にはその規則に従うように徹底した。

2.5. モブプログラミングについての所感

モブプログラミングによるチーム開発の一環としてフォームの改良を実施した結果、本手法は参加者同士の意思疎通を円滑にし、細部に至るまでの情報共有を可能とするため、ソフトウェアに関する引継ぎは容易になると感じた。一方で、参加者の考え方やモブプログラミングの場に参加できる頻度を考慮すると開発の進行が遅延すると予想されるため、例えばナビゲーターが考え混むことで進行が停滞する場合には、オブザーバーに対して積極的に意見を求めるなどの工夫をすることで停滞時間を最小化するなどの対策が必要であると考えられる。

2.6. 発表内容に関する意見交換

発表内容についてポスターを見に来られた

方々と意見交換をおこなったところ、他機関においてもチームでのソフトウェア開発をすることは難しいと感じているとの意見が多かった。その中で、チーム開発をするならば変数名や関数名のつけ方は非常に重要なのでルール化することは良いと思うといった意見や、開発ツールとしてGitは活用すべきといった意見をいただくことができた。また、今後はAIにプログラムを生成させる形でソフトウェア開発することも増えると思うので、今後のチーム開発はAIに対しての適切なプロンプトを設計することが重要になるのではないかという興味深い意見をいただくこともできた。

表2 命名規則

対象	形状	例 (item search)
ローカル変数	スネークケース	item_search
グローバル変数	スネークケース	item_search
定数	アッパーケース	ITEM_SEARCH
関数	スネークケース	item_search
クラス (抽象クラス含む)	アッパーキャメルケース	ItemSearch
クラス内メソッド	キャメルケース	itemSearch
クラス内プロパティ	キャメルケース	itemSearch
クラス内メソッド内変数	スネークケース	item_search
インスタンス	キャメルケース	itemSearch

3. おわりに

今回の九州地区総合技術研究会ではポスター発表を通じて閲覧者との意見交換をおこなうことができ、参考となる意見をいただいた。また、他の発表の閲覧や聴講もおこない、自分の業務に活かせると感じた内容もいくつか見受けられ、今回の研究会を通して様々な知見を得ることができたと感じている。今後は研究会で得られた知見をフィードバックし、業務に役立てていきたい。

九州地区総合技術研究会 2026 in 琉球大学 参加報告

清水 尚希*

1. はじめに

令和8年3月16日～17日に琉球大学にて開催された「九州地区総合技術研究会 2026」に参加した。本研究会は、技術職員が一堂に会し、報告や討論を通じて、さまざまな技術課題の解決および技術力の向上を図るとともに、所属機関を越えた人的交流を深めることが目的である。情報・ネットワーク分野にて、ポスター発表を行った。発表だけでなく、特別講演会、その他発表を聴講した。

2. 研究会概要

日時：2026年3月16日，17日
場所：琉球大学千原キャンパス

スケジュール

3月16日

9:00～ 受付
10:00～10:20 開会式
10:20～11:50 特別講演Ⅰ
13:00～14:50 ポスター発表
15:00～17:10 口頭発表
17:40～19:30 技術情報交流会

3月17日

9:00～ 受付
10:00～11:30 特別講演Ⅱ
13:00～16:20 口頭発表
17:00～ 閉会式



図1 会場

3. 特別講演

「沖縄における食資源循環社会実現に向けた取組」

琉球大学農学部亜熱帯生物資源科学科の平良東紀教授より上記題目でご講演があった。食資源循環では、微生物・植物・動物による窒素循環が成り立っており、ハーバー・ボッシュ法による活性窒素により世界人口増加が可能となったが、循環しきれない活性窒素が海洋土壌汚染などの環境破壊が起こっており、問題は深刻である。そこで、大量のエネルギーを投資して作った食品を有効に活用することで、エネルギー損失を減らす循環型を目指しているということだった。そのために、食品残渣の飼料化（エコフィード）といった取り組みを行っているとのことだった。

4. 発表

発表題目：「レガシーな電子機器のIT化によるリメイク」

4.1 はじめに

電子機器を長期間使っていると、動かなくなったり、処理が遅くなったりなどといったように故障が起こる。電子機器の中には、古すぎて販売していないものや、特注品などの替えの利かないものがあり、そのような電子機器が故障してしまうと、修理できない場合がある。そこで、既存の電子機器のIT化という対処法がある。IT化を行うことで、PC上で既存の電子機器と同様の動作が可能となるだけでなく、機能を追加することも可能となる。また、IT化により、電子機器には必要であったメンテナンスが不要となったり、誰でもPC上で同様の操作が可能となったりといった多くのメリットが生まれる。

本研修では、既存の電子機器のIT化によるリメイクを行う。実際に電子機器のIT化を行うことで、ハードウェアのソフトウェア化について知見を深める。今回は、既存のプレゼンタ

* 第3技術室 システム設計班

イマーを IT 化したものについて紹介する。

4.2 既存のプレゼンタイマー

プレゼンタイマーとは、技術発表会や、学会発表で使われているタイマーであり、発表時間、予鈴時間、質疑応答時間を設定することができる。図 2 に既存のプレゼンタイマーを示す。

本体についているアナログスイッチで、時間の設定、音声のオンオフを切り替えることができ、付属のリモコン（コントローラー）を用いて、プレゼンタイマーのスタートストップを行うことができる。既存のプレゼンタイマーは、ハードウェアのみで作成されたものであり、作成されてから数十年の年月が経過しているため、故障時の修理が困難である。そのため、今回は、プレゼンタイマーを IT 化し、リメイクすることにした。



図 2 既存のプレゼンタイマー

4.3 リメイク版プレゼンタイマー

プレゼンタイマーの IT 化によるリメイクということで、今回は、使われていないものの再利用をし、プレゼンタイマーの作成を行った。図 3 にリメイク版プレゼンタイマーを示す。

再利用したものは、ディスプレイと Raspberry Pi 400 であり、プレゼンタイマーのプログラムを組み込んだ Raspberry Pi 400 をディスプレイに HDMI 接続することで、プレゼンタイマーとして機能するようにした。プレゼンタイマー操作のコントローラーとして Bluetooth 接続のマイクロコントローラーを用いた。コントローラーのボタンで入力を行うことで既存のプレゼン

タイマーと同様に、プレゼンタイマーのスタートストップを行うことができる。既存のプレゼンタイマーでできる機能だけでなく、リメイクということで既存のプレゼンタイマーのグループ名変更、初期設定の更新などの設定機能を追加し、コントローラーからプレゼンタイマーの再起動、シャットダウンなどの機能を使えるようにした。



図 3 リメイク版プレゼンタイマー

4.4 リメイク版プレゼンタイマーの機能と利用方法

Raspberry Pi 400 の電源を入れると、プレゼンタイマーが起動する。図 4 のようにプレゼンタイマーの画面が表示される。コントローラーの「A」ボタン、またはキーボードの「S」キーでプレゼンタイマーのスタートストップを行うことができる。プレゼンタイマーは、スタートと同時に、長めの「ピー」という音声流れ、計測が始まる。予鈴時間になった際は、短めの「ピー」という音声流れ、時間のフォントカラーが青に変化する。発表時間が終了した際は、短めの「ピー」という音声流れ、時間のフォントカラーが橙に変化し、そのまま質疑応答時間に移行する。質疑応答時間が終わった際には、短めの「ピー」という音声流れ、時間のフォントカラーが赤に変化する。これらの動作がプレゼンタイマーの一通りの動作となっている。



図4 プレゼンタイマーの画面



図5 設定画面

プレゼンタイマーには他にも様々な機能があるため説明する。コントローラーの「R」ボタン、またはキーボードの「N」キーで次の発表番号へ進み、コントローラーの「L」ボタン、またはキーボードの「B」キーで前の発表番号に戻ることができる。発表番号を変更した場合、プレゼンタイマーはリセットされるようになっている。設定については、キーボード操作のみ対応しており、「C」キーで設定画面を開くことができる。設定画面を図5に示す。設定画面については、キーボードの「Tab」キーまたは「↓」キーで次の項目へ、「↑」キーで前の項目に戻ることができる。「初期設定を更新」のチェックボックスにチェックがデフォルトで入っているが、ここにチェックを入れたまま、設定の更新を行うと、次のプレゼンタイマー起動時以降その設定が反映されるようになる。設定画面表示中もプレゼンタイマーは動作したままになっており、発表時間、予鈴時間、質疑応答時間のいずれかを変更し、更新すると、プレゼンタイマーがリセットされる。設定画面、プレゼンタイマー画面のいずれも「Esc」キーで閉じることができ、設定画面が出ている状態の場合は、設定画面のみ閉じる。プレゼンタイマー終了時、または、不具合が起こった際は、コントローラーの「+」ボタンの長押しで、プレゼンタイマーのシャットダウン、「-」ボタンの長押しでプレゼンタイマーの再起動ができる。プレゼンタイマーの画面には、右上に時間設定情報、下にキーボード情報が表示されているが、コントローラーの「X」ボタンで時間設定情報の表示・非表示、「Y」ボタンでキーボード情報の表示・非表示を切り替えることができる。そのため、図6のように、グループ名、時間のみの表示も可能である。



図6 情報非表示の場合のプレゼンタイマー

5. まとめ

今回の技術発表会におけるポスター発表は盛況であり、多くの方々に発表を聞いていただいた。全く異なる分野の方々にも足を運んでいただいたことで、自身とは異なる視点から多くの質問や助言を頂くことができ、非常に参考になった。また、他分野の発表も聴講する機会があり、他大学等で行われている業務や取り組みについて把握できただけでなく、自身の業務に参考となる話も多数あった。今回のポスター発表や聴講により得られた知見を今後の業務で活かしていきたい。

土木建築環境系技術研究会 2025 琉球大学 参加報告

川井 康督*

1. 目的

土木建築環境系研究会は、国立大学法人および独立行政法人国立高等専門学校機構に所属する土木建築環境系技術職員が技術研究発表、討論、見学会や最新技術に触れることを通じて技術の研鑽、向上を図り、さらには相互の交流と協力により技術の伝承を踏まえ、所属機関の技術支援に寄与することを目的として開催されている。今回、本研究会に参加し、技術発表を行うことで、他大学の職員と業務や技術について情報共有を行うことを目的とした。

2. 研究会概要

2026年3月18日(水)19日(木)において、土木建築環境系技術研究会2025が琉球大学 琉球大学千原キャンパス工学部2号館にて開催され、28名が参加した。

1日目は口頭発表が行われ、当方を含む12件の発表が実施された。発表内容は、日常業務の紹介、研究成果の報告、外部資金獲得に向けた取り組みなど、多様なテーマが取り上げられていた。

2日目は見学会が実施され、首里城復元工事現場の工事説明および見学(図1)を行った。見学会に際し、復元事業の一旦を担った株式会社国建より復元工事の概要および経緯の説明があった。



図1 東のアザナから望む復元した首里城正殿

3. 口頭発表内容について

3-1.背景と目的

近年、高度経済成長期に構築された多くのコンクリート建造物が経年とともに老朽化しており、国内ではこれらのメンテナンスを図っていくことが必要不可欠となっている。さらに、大学技術部を取り巻く環境として、機器共用化を推進する流れとなっており、技術職員においても分析機器等の操作技術の習得が重要となっている。そのため、今後はコンクリートメンテナンスにおける研究や分析機器の学外利用が増加する傾向にあり、建築・土木・環境分野においてもコンクリート試料を分析する機会が増えると考えられる。

しかし、当大学技術部の土木・建築・環境分野においては近年、分析機器を扱うような業務はなく、コンクリート試料の観察および分析方法において技術継承がなされていない状況である。そこで今回、部内の研修制度を利用し、走査電子顕微鏡(以下、SEM)およびX線回折装置(以下、XRD)を用いたアルカリシリカ反応(以下、ASR)診断を実施することで、コンクリート試料の分析技術を習得し、建築・土木・環境分野においても、学内分析機器の活用方法を見出すことを試みた。

3-2.研修概要

3-2-1.試料製作

ASRは、二酸化ケイ素(SiO_2)を含む反応性鉱物がセメント中のアルカリと反応し、アルカリシリカゲルが発生し、それが吸水膨張することでコンクリートにひび割れが発生する劣化現象の一つである。今回の研修では、骨材に反応性鉱物が使用されている可能性が高いRC柱の一部を試験体とした。

まずは、SEM用試料として柱中央部よりこぶし大ほどのサンプルを無作為にたがねで採取し、バンドソーで5mm角に切断した。その後、表面を耐水研磨材(#320, #800, #2000)にて研磨し、有機溶剤に浸しながら超音波洗浄を行い、3日間真

* 第2技術室

表 1 主な反応性鉱物の X 線回折データ (3 強線)

鉱物名	I_1		I_2		I_3	
	回折角 2 θ (°)	相対強度 I_1/I_2	回折角 2 θ (°)	相対強度 I_1/I_2	回折角 2 θ (°)	相対強度 I_1/I_2
α -クリストバライト	21.9	100	36.0	20	31.5	13
トリジマイト	21.7	100	20.6	65	23.3	50
α -石英	26.7	100	20.8	35	50.1	17

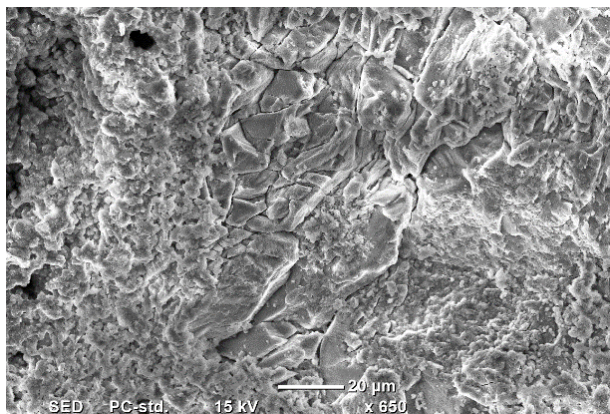


図 2 化学過程の反応生成物

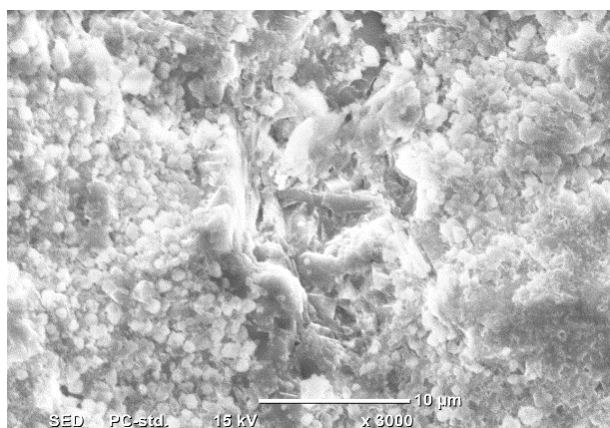


図 3 反応性鉱物の微小結晶

空乾燥を行った上でデシケーター内にて保管した。また SEM 観察直前に、試料に誘電性を付加するため、オスミウムにて蒸着を行った。

XRD 用試料としては、分析後の SEM 用試料をハンマーで粗粉碎し、骨材のみを取り出した。その後、メノウ乳鉢で指頭に感じない程度の粒度まで微粉碎し、ホルダーに凹凸が無いよう均し入れた。

3-2-2.測定方法および測定項目

SEM については、機器は JCM-6000 (JEOL) を使用し、加速電子は 15 kV とした。ASR による反応生成物であるアルカリシリカゲルは -SiO-Na や -Si-OK と示される¹⁾。そのため、まず 30 倍程度の倍率でエネルギー分散型 X 線分析装置 (以下、

EDS) による元素マッピングを行い、Si, O, Na もしくは K の分布が高い箇所を選定した。当該箇所においては、500 倍程度の倍率で試料表面を観察し、アルカリシリカゲルや反応性鉱物結晶の有無を確認し、さらに EDS にて詳細な元素分析を行った。

XRD については、機器は D8 ADVANCE (BRUKER) を使用し、走査範囲を $2\theta=3\sim 70^\circ$ とした。代表的な反応性鉱物であるクリストバライト、トリジマイト、微小石英の各 3 強線の回折角 (2 θ) を表 1¹⁾ に示す。試料の X 線回折ピーク値 (2 θ) と表 1 を比較し、反応性鉱物の種類を確認した。

3-3.分析結果・考察

SEM による観察では、ひび割れの直接的な要因となる吸水膨張したアルカリシリカゲルは確認できなかった。一方、骨材とセメントペースト部の境界部分において、図 2 のようなクラックが発生している物質が確認できた。SEM 内は真空であるため、アルカリシリカゲルのような柔らかい物質はその影響でクラックが生じる¹⁾。また当該物質を元素分析した結果、Si, O, K の分布が高かったことから、吸水膨張前である初期のアルカリシリカゲルであると推察できた。さらに、骨材部においては図 3 のような微小結晶を確認することができた。元素分析した結果、Si および O が高い分布を示したことから、反応性鉱物であると推察できた。

XRD による分析結果を図 4 に示す。同図より、試験体の回折ピーク値 (2 θ) が石英とほぼ等しいことから、試験体に石英が含有していることが確認できた。ただし、ASR の反応性鉱物となる石英は、結晶の大きさが極めて微小な微小石英に限定される¹⁾。SEM による二次電子像 (図 3) では 10 μm 以下の結晶の集合体を確認できることから、試験体には微小石英が含入されていると考えられる。

以上より、今回の試験体は反応性鉱物を含んでおり、さらに初期の ASR であると診断できる。試

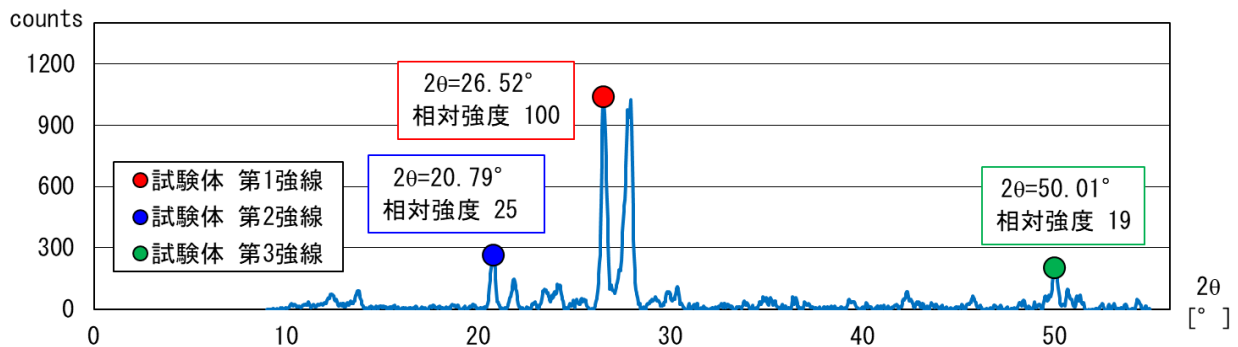


図 4 XRD の分析結果

験体の RC 柱は竣工より 50 年ほど経過しており、反応性珪物が含まれていれば、吸水膨張したアルカリシリカゲルによりひび割れが発生している状況が一般的である。しかし、今回の RC 柱の周囲には被覆モルタルが施工されており、水分の供給が RC 柱まで至らなかったことで、ASR の進行が中断されていたと推察される。

3-4.まとめ

本研修では、学内分析機器にて ASR 診断を実施することで、SEM および XRD を用いたコンクリート試料の分析手法を習得することができた。このことにより、コンクリートメンテナンス分野における研究の増加や学内分析機器の外部利用の推進についても対応することが可能となった。また、SEM の分析結果については関係機関に対し成果を発表することで、学内分析機器の外部利用の促進を図った。今後は XRD での分析成果においても外部関係機関へ発表したり、操作できる分析機器の種類を増やしたりすることで、土木・建築・環境分野における学内分析機器の活用方法を見出していきたい。

3-5.参考文献

- 1) 小林一輔, 丸 章夫, 立松英信, アルカリ骨材反応の診断, 森北出版株式会社, p.5, pp.46-47, p.91, p.156, 1995

4. おわりに

令和 6 年度および令和 7 年度の専門研修で習得した、SEM および XRD を用いたコンクリート試料の分析技術について口頭発表を行った。質疑応答や情報交換会を通じて、他大学におけるコンクリート分析業務の実施状況や課題を共有することができた。現状、当大学では SEM や XRD を用いたコンクリート試料分析の依頼はないものの、他大学では同様の分析業務が実際に依頼されている状況を知ることができた。また、コアファミリー構築支援プログラムを採択している大学

や、技術部を全学的組織として位置付けている大学の事例について情報を得ることができた。これらの事例は、当大学における技術部の組織体制を今後検討していく上で、有益な参考となった。

現場見学会においては 2019 年の火災で焼失した首里城正殿の復元事業の工事状況や用いられている工法などの説明があった。特に、基礎梁と柱の接合工程において、従来のように柱を 1 本ずつ基礎梁へ本接合する方法では、手戻りが生じ建方作業に時間を要する。そこで、柱脚を基礎梁に仮接合した状態で上部構造を先行して組み立て、架構の安定性を確保した後に柱脚を一括して本接合する工法を採用することで、建方工程の効率化を図っていた。この工程は、大型構造実験の鉄骨フレームの組立工程と共通するものがあり、業務効率化の観点から非常に参考となった。

以上のとおり、この 2 日間で得られた情報や知見を業務へ適切にフィードバックし、今後の実務に活かしていきたい。

5. 謝辞

本研修の口頭発表において、様々なご協力をいただきました工学部技術部 第一技術室 東郷広一様、竹内 利幸様、高澤 拓也様に、この場をお借りして深く感謝申し上げます。



図 5 情報交換会後の記念撮影

令和 7 年度 核融合科学研究所 技術研究会 参加報告

小林 英一*

1. 目的

本研究会は、大学、高等専門学校及び大学共同利用機関法人等の技術職員が、日常業務で携わっている実験設備・装置の開発、維持管理の話題から改善改良の話題にわたる広範囲な技術活動について発表する研究会である。発表内容も通常の学会とは異なった日常業務で生まれた創意工夫、苦労話、失敗談等も重視し、技術職員の交流と技術の向上を図ることを目的としている。

今回、福井大学工学部附属超低温物性実験施設における液化設備のトラブル事例紹介と題し、ポスター発表による報告と情報収集を行った。また、全国の大学・高専および研究機関の技術者と情報交換すべく講演や発表を聴講した。口頭発表が 25 件、ポスター発表が 32 件あり、33 機関から計 160 名の参加があった¹⁾。

2. 開催概要

日時：令和 8 年 3 月 5 日（木）～6 日（金）
会場：多治見市産業文化センター、大学共同利用機関法人 自然科学研究機構 核融合科学研究所

プログラム：

- 3 月 5 日（木）13:00～17:30
 - ・ 開会式、次期研究会 PR、特別講演
 - ・ 口頭発表（1 日目）
 - ・ ポスター発表
- 3 月 6 日（金）9:00～16:00
 - ・ 口頭発表（2 日目）
 - ・ 施設見学会



図 1 特別講演およびポスター発表会場



図 2 発表したポスター

3. 特別講演

「核融合研究の現在地と 2030 年代の展望」と題し、研究部長 坂本隆一教授からご講演をいただいた。核融合炉実現に向けた工学課題にはプラズマの閉じ込め、材料寿命、燃料（トリチウム）の自己充足などがある。エネルギー源の一つとすることが目標ではあるが、30 年先の目標になってしまうため、米国では難問は先送りにして核融合反応による発電実証を先に行う機運がある。それが世界的な潮流となっており、日本も追従する方針（「内閣府フュージョンエネルギー・イノベーション戦略」）とのことであった。現在の最優先事項は 7 極（日、欧、米、露、中、韓、印）の国際協力事業で南フランスに建設中の ITER による核融合反応で 500 MW の熱を発生させる DT（D=重水素、T=トリチウム）燃焼プラズマ実験の成功とされており、発電実証は 2050 年頃の核融合原型炉（DEMO）が担う構想との説明があった。

4. 発表内容

4.1 発表タイトル等

「福井大学工学部附属超低温物性実験施設における液化設備のトラブル事例紹介」 ○小林 英一（発表番号 P-4-3）

4.2 はじめに

本学文京地区の工学部附属超低温実験施設にはヘリウム液化機があり、技術部職員 3 名（兼務）

* 第 3 技術室 システム制御班

が交代制で液化運転を担当している。

4.3 液化設備

本学の液化設備データを表 1 に示す。特に注記のないものは令和 6 (2024) 年度～7 (2025) 年度初めにかけて確認した実績値である。

表 1 液化設備データ

項目	福井大学 超低温物性実験施設
液化機メーカーと型式	Air Liquide HELIAL SL (H26 年 3 月更新)
液体ヘリウム年間供給量 (液換算) [L]	5813 (R3～R6 年度の平均)
回収率 [%]	89.2
液化能力 [L/H]	41.6
液化機クーリング時間 [H] (運転初日)	7.6
液化機クーリング時間 [H] (2 日目)	3.6
液体ヘリウム貯槽容量 [L]	1,000
長尺 (液換算) [L]	1,440
液化機運転頻度 [回/月]	9.7
液化機運転頻度 [回/週]	2～3
液体窒素貯槽 [L]	8,000

4.4 液化設備トラブル事例の内容

トラブルは数多く存在するが、今回はその中から 3 つを紹介および報告する。メーカー側の不注意やミスによるもの、ならびに現時点で原因不明または未対処の事例は除外した。

4.4.1 ベビコン動作エラー (Err 5)

本学のベビコンは日立製 POD-1.5MNA6CSDX 162 である。令和 5 (2023) 年 5 月にエラーが頻発し、動作できなくなった。原因を調査したところ、マグネットスイッチの R 相接点がアーク放電で劣化・消失していた (図 3)。R 相接点が導通しない場合、電動機を動かす際に S 相、T 相のみ (実質的に単相 200 V) で動かそうとし、サーマルリレーの閾値 7A を超えてしまい、Err 5 となっていた。Err 5 はサーマルトリップを意味するが、本件では温度上昇が原因ではなかった。当初は空気弁を疑っていたが、ベビコン単体の漏れ確認では問題なく空気弁に異常は認められなかった。日立産機の技術者が来訪し、サーマルリレーを交換したことにより Err 5 は発生しなくなった。

なお、根本原因は計装空気の消費量が増加したことに伴いベビコンの稼働頻度が上がったことと予想されたが、この時点では計装空気の消費量

がなぜ多くなったか、原因は特定できていなかった。



図 3 R 相の接点が消失したサーマルリレー

4.4.2 液化用圧縮機の制御ケーブル修理

本学の液化用圧縮機は KAESER 製 CSDX162 である。令和 6 (2024) 年 9 月中旬から、液化運転中に不意に液化用圧縮機がアイドルモードへ移行し、液化運転が緊急停止する症状が始め、徐々に発生頻度が高くなっていった。10 月 28 日に AL 技術者が来訪するも、その場で解決はできず、10 月末から 11 月中旬まで、液化運転は全くできなくなっていた。11 月 13 日に KAESER 技術者が来訪し、デバッグモードを使った検証により、液化用圧縮機の入力段に位置する電磁弁の制御信号ケーブルが断線しかけていることが判明し、導通が確保される向きに固定する応急処置を施した。しかし 12 月 11 日に再発し、その後頻発して症状が悪化したため、信号ケーブルの断線が進行したものと判断した。よって、ケーブルの断線部 (コネクタ) を切断し、線端に圧着端子 (鉛蓄電池用の LTO-41T-187N-8) を付けて電磁弁の端子に直接接続した (図 4-b) とし、それ以降、同症状は再現していない。



図 4-a 液化用圧縮機の制御ケーブル修理前

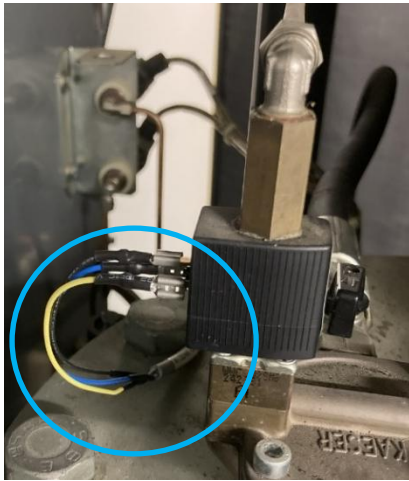


図 4-b 液化用圧縮機の制御ケーブル修理後

4.4.3 中圧ガス乾燥機のエアー弁の動作異常

本学の中圧ガス乾燥機は東洋テクノ製 DR60D である。窒素ガスによる加熱再生式かつ全自動制御であり、エアー弁の方が電磁弁よりも 2 次→1 次へ逆流しにくいことに加え、2 筒切り替え式であるため、エアー弁が計 11 個使用されている。

令和 7 (2025) 年 7 月末、B 筒→A 筒の切り替わり時に問題が発生し、B 筒脱圧モードで Close となるべきエアー弁が Open のままとなり、不純ガス入口がガスバッグへ直結する状態となり、ガスバッグレベル異常のサイレンが鳴った。

調査を進めると、2 方弁である KOGANEI 製 110E1-J61-83 (識別番号 3SV-2, 図 5) からの漏れが大きいと疑われる状況証拠が増えたため、3SV-2 をスペア品と交換した。交換後は 3SV-2 周辺に指を近づけると感じられた空気漏れがなくなり、症状も再現しなくなった。さらに、ベビコン起動間隔は 3SV-2 交換前の 6:07 から 9:27 へ大きく改善した。結果として、4.4.1 ベビコン動作エラーで懸案だった、中圧ガス乾燥機でのエアー消費量が大きくなっていた根本原因も除去することがで



図 5 2 方弁 3SV のエアー漏れ箇所

きた。なお、取り外した状態で外観を比較しても、故障品と新品との間に外観上の差異は認められなかった。3SV-2 は計 11 個のエアー弁の中で最も稼働率が高いものだったため、劣化が早かったものと推察される。

4.5 それ以外の問題

液化機本体を構成する Siemens 製シーケンサの劣化に起因する問題が徐々に増えてきている。外付けで放出弁を追加設置するなどの暫定対応を行っているが、根本解決にはシーケンサのソフトウェアおよび入出力端子の変更が必要であり、今後の重要課題となっている。

4.6 質疑応答および情報交換

ポスター発表は 1 日目に実施され、発表時間は 60 分で、発表者は 30 分で交替する予定であった。一方、極低温技術 (第 4 分科会) の口頭発表は 2 日目であり、ポスター発表も当方を含め 4 件と少数であったため、第 4 分科会参加者の多くがポスター会場に会場した。その結果、発表を 60 分間継続して説明することとなり、やや負担が大きかった。他大学では液化機不調を自ら修理する例は少ないようで質問が多く寄せられた。故障部品の現物を示しながら説明し、活発な情報交換ができた。

5. 発表に関する所感

平成 23 (2011) 年度の採用以降、超低温物性実験施設の業務に従事してきたが、今回、技術研究会の極低温技術分野で初めて発表するに至った。本学では設備更新の概算要求や寒剤料金等の重要事項は教員が担当しており、自身は液化機運転業務を中心に対応してきた。昨年 3 月以降、他大学の寒剤供給担当者との意見交換の機会を得たことで、業務への関与意識が高まり、重大な不具合についても自ら対応するようになった。兼務には利点と課題があり、3 つ以上では負担増の影響が大きい一方、2 つまでであれば一定の効果が見込まれる。一方の知見が他方の業務に活かされる場面も多く、今回の修理は電気電子分野の視点や経験が活かされたものと考えている。

6. 口頭発表の聴講

1 日目は計測・制御技術 (第 3 分科会) と情報・ネットワーク技術 (第 5 分科会) を聴講し、2 日目は極低温技術を聴講した。過去に参加した研究会では、計測・制御と極低温は別の部屋で同時進行していたが、今回は計測・制御と極低温の口頭

発表時間が重なっておらず、参加しやすかった。

計測・制御技術の発表では、分子科学研究所（以下、分子研）から2件の発表があり、分子研の装置開発室では最近、電子機器製作が年間150件ほどに増えており、電気電子系の職員数が特別多い訳ではないが、規模の違いに驚いた。同発表において、総合技術研究会2025筑波大学では計測・制御分野の口頭発表が2件に留まっていることが紹介され、本分野は危機的状況にあるとの認識が示されていた。その要因として、アナログ電子回路を指導できる人材の不足、学生実験と安全衛生に忙殺、技術向上や研鑽の停滞といった項目が挙げられ、現状に対する強い危機感が印象的だった。

極低温技術の発表では、ヘリウムガスリサイクルに関する発表が多く、外部からヘリウム液化を受託する事業を開始している大学もあった。国内のヘリウムはカタールへの依存度が高くLNG精製の副産物として得られるため、中東情勢の悪化はヘリウム危機に直結する。液体ヘリウムはNMRやMRIにも使われており、分析・医療に影響が及ぶため本学のヘリウム液化機が地域のセーフティネットとして機能することが求められる。寒剤供給担当者は学内に相談できる人が少ないこともあってか、機関の枠を超えたコミュニティがあり、活発な意見交換が行われていた。

7. 施設見学会

研究会終了後、世界最大級のプラズマ閉じ込め装置である大型ヘリカル装置（LHD、図6）の施設見学会に参加した。施設見学は無料で誰でも参加することができ、1年先まで予約可能とのこと。LHDは通常の見学コースでは見ることはできないが、今回特別に見学することができた。

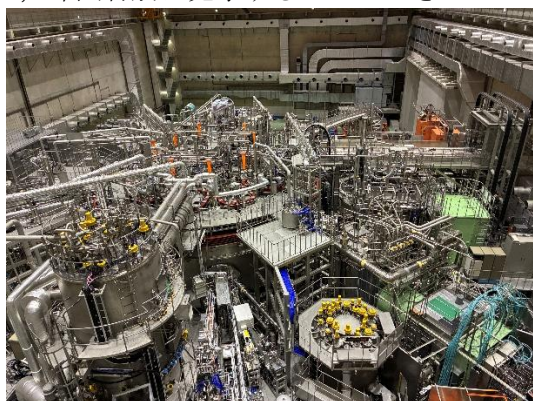


図6 核融合科学研究所内の大型ヘリカル装置（LHD）

ドラマ「下町ロケット」の撮影にも使用された制御室（図7）では、装置の運転状態の監視・調

整、プラズマ計測のデータ処理などを行っている。朝の打合せは毎日実施され、各担当のタスクや進捗状況が共有されているとのこと。



図7 核融合科学研究所内の制御室

超伝導コイルを冷やすための液体ヘリウムを製造している液化機室（図8）も見学した。LHDを丸ごと冷やすため、液体ヘリウムを満たして循環させている。小分け容器に移充填することがないため、基本的にロスがない。液化能力は650 L/hとの情報があった。なお、LHDによる実験は令和7（2025）年12月25日をもって完遂したことから、現在は使用されなくなっている。



図8 核融合科学研究所内の液化機室

8. 謝辞

本研究会を企画・運営いただいた令和7年度核融合科学研究所技術研究会実行委員の皆様にご感謝申し上げます。

9. 参考文献等

[1] 令和7年度核融合科学研究所研究会報告集

10. 次期開催案内

・総合技術研究会2027

日時：2027年3月10日（水）～12日（金）

会場：東海国立大学機構 名古屋大学 東山キャンパス

公開講座 固体核磁気共鳴分析の原理と応用 参加報告

宮川 しのぶ* 山田 美空*

1. 目的

本講座は、文部科学省マテリアル先端リサーチインフラ事業の一環として、公開講座が行われており、令和7年度は「固体核磁気共鳴分析の原理と応用」というテーマで開催された。今回は NMR 装置について専門的知識及び技術を修得することを目的として参加した。

2. 研修概要

本講座は 4 名の受講者が参加した。

日時：令和 8 年 3 月 24 日（火）

場所：北陸先端科学技術大学院大学

ナノマテリアルテクノロジーセンター

講師：後藤 和馬教授

關 凱主任技術職員

使用装置：Bruker AVANCE NEO (400 MHz)

3. 研修内容

3.1. 座学「固体 NMR の原理」

後藤先生より、溶液と固体で共通する NMR の基礎原理であるゼーマン分裂や各種相互作用などをはじめ、固体 NMR ならではの ^1H 高出力デカップリング、マジック角回転 (MAS)、交差分極 (CP) や多核測定 of 注意点など体系的にご教授いただいた。NMR の原理は非常に複雑であるが、分かりやすく説明をしていただいた。短時間でより良い測定データを取得するためには最適なパラメータ調整や、測定核種の特性など基本原理を理解して操作することが重要であると改めて感じた。

3.2. 測定実習

今回は固体スリーブに試料を充填し測定するという一連の流れを体験させていただいた。使用したスリーブは 4 mm のもので、本学でも 3.2 mm を使用しているが、メーカーが異なるためか使用感が異なる印象を受けた。また、測定の



図 1 固体 NMR 試料充填の様子



図 2 固体 NMR 測定の様子

際に試料管を 8 kHz へと高速で回転させるため、粒子径が大きいものはメノウ乳鉢で細かくするなど、細心の注意を払い均一に充填することを心がけた。サンプル毎に、 ^{13}C と ^{29}Si の 1D スペクトルの測定を行ったが、それぞれの測定核に対して異なる注意点の説明があり、非常に勉強になった。これを機に今後は多核測定や 1 mm スリーブを用いた測定などより高度な測定技術を身に付けていきたい。

4. おわりに

本研修では、固体 NMR に関する測定技術の習得を行った。ここで得た経験をもとに今後の業務に活かしていきたい。今回ご指導いただきました後藤先生、關主任技術職員をはじめ関係者の皆様に感謝申し上げます。

* 第 2 技術室 化学計測班

第9回大学技術職員組織研究会 in 浜松会議 参加報告

小林 英一*

1. はじめに

大学技術職員組織研究会は「技術職員組織の在り方について、様々な側面から解析・考察して技術職員の将来を見据えた組織の構築に寄与する」ことを目的に設立された。この活動の一環として、年1回、活動報告および今後の活動方針を示す総会を開催しており、今年度は浜松医科大学を会場として開催された。午後の部では、文部科学省（以下、文科省）科学技術・学術政策局 室長補佐 大場亮平氏から技術職員の人事制度等に関するガイドラインについて講演があった。大学技術職員の人事制度改善に向け、今年度末に「技術職員の人事制度等に関するガイドライン」（以下、ガイドライン）が発出予定となっている。特別講演の後、技術職員の人事制度の在り方および今後の整備方針について議論するシンポジウムも開催された。なお、本報告において、技術職員とは教育研究系（旧教室系）のみを指す。本学技術部の組織および人事制度を見直すため、ガイドラインに関する詳細情報を得ることを主目的とし、人脈形成と拡大、更には本報告で学内の意識が変化し技術職員に対する理解が進むことも期待し参加した。

日 時：令和8（2026）年2月27日（金）
場 所：浜松医科大学（浜松市中央区半田山）臨床講義棟 大講義室

参加者：現地約50名、オンライン約130名
当日のスケジュール（参加した午後の部のみ）：
13:00～13:05 挨拶
浜松医科大学 技術部 部長 岩下寿秀氏



図1 浜松医科大学 会場の臨床講義棟

13:05～14:05 特別講演

「技術職員の人事制度等に関するガイドラインについて」 文科省 科学技術・学術政策局 室長補佐 大場亮平氏

14:30～16:30 シンポジウム

「技術職員の人事制度の改革」 名古屋工業大学 玉岡悟司氏、岡山大学 栗本有紀子氏、琉球大学 勢理客勝則氏、名古屋大学 古賀和司氏

16:30～16:45 講評

東京科学大学 戦略本部 教授 理事特別補佐(総合戦略担当) 一般社団法人研究基盤協議会 代表理事/会長 江端新吾氏

16:45～16:50 閉会の挨拶

浜松医科大学 技術部 副技術部長 佐々木健氏

2. 特別講演

2.1 講演内容

大場氏からガイドラインについて、作成の経緯および各章ごとの詳細説明があった。ガイドラインは3月中に公開予定であり、3月にある人事委員会で今の案がそのまま通る見通しである。大学執行部に共有してもらおうとよいとの話があった。

研究開発マネジメント人材（以下、URA）のガイドラインは令和7（2025）年6月に発行している。考え方は同じで、最初はセットで考えていたが、URAとは第4章（育成）が大きく異なり、分けることになったとのこと。

第1章（経営層のリーダーシップとコミットメント）

第5章（組織体制の強化に向けた財源確保）とともに経営者の方に見てほしい。経営マターであり、学長直下で考える必要がある。大学経営の話であり、経営側のリーダーシップとコミットメントが必要とのこと。第1章では主体的に関わってもらうよう、執行部や経営層という曖昧な言葉は使わず、あえて具体的な役職名を載せた。先進的な取り組みが紹介されている大学（北海道大、東

* 第3技術室 システム制御班

京科学大, 岡山大, 信州大, 山口大等) はすべて理事が積極的に関わり, 経営マターと捉え, 企画・立案しているとの説明があった。コストカットばかりでなく, 研究力向上のための「投資」という意識が必要, という言葉が印象的で感慨深かった。

第2章(技術職員の組織的・戦略的マネジメント)

(2) ①技術系部門の組織化と実効性ある体制の構築では, 技術系部門トップに理事や副学長を置くことを有効としている。②組織改革と人事制度改革の一体的な推進は特に重要。組織と人事を分けて実施した場合, 改革の目的や方向性が一貫性を欠き, 制度間の連携が損なわれる恐れがある。例えば, 組織を一元化したにも関わらず, 人事制度が旧来の枠組みに留まれば, 組織体系が形骸化し, 実効性のない運用が続く可能性が高い。特に組織体制の人事・財務に関する制度は相互に密接に関係しており, 箇別に解決するのではなく, 全体を俯瞰した上で, 統合的に議論する必要がある。経営層のリーダーシップにより制度の目的と運用が乖離しないよう改革の初期段階から一体的な方針を打ち出すことが重要と強調されていた。

(3) 研究支援体制や職務内容の可視化について, ①研究基盤や技術支援サービスの可視化(外部向け)と②職務内容の可視化(内部向け)のどちら

も重要と説明あり, 例えば①で外部資金獲得が得意目的積立金に回すことも可能と紹介があった。

第3章(人事制度の構築)

(1) 優秀な人材の確保では, 柔軟性のある処遇の実現について, 人事課は誤解しているかもしれないが, 承継職員とは退職手当清算時において当該職員が国家公務員であると仮定計算した退職手当額を上限に特殊要因経費が措置される対象職員を指すものでしかなく各法人独自の処遇設計を制限するものではない。研究大学等が求めるスキルと採用する人材の専門性経験を踏まえ, 柔軟な給与設計にして雇用することが可能で, 採用段階から上位級適用や, 法人独自で例えば高度技術支援手当も可能との説明があった。大阪大学はポイント制を導入し研究に専念できるようになった事例や, KEK はインターンシップ制を取り入れ, 採用率が上がったといった事例の紹介があった。ほか, 人事交流, クロスアポイントメント制度の活用や, 国大協から技術職員を紹介する動画が出ていることについて紹介があった。

(3) キャリアパスの構築では, 北海道大学などでは URA や研究者への転換も可としているダブルトラック制の紹介があり, 人材委員会資料^[1]にもダブルトラック制を基にしたキャリアパスの例

技術職員の人事制度等に関するガイドライン(案)(概要)		資料2-1 科学技術・学術審議会 人材委員会 科学技術人材多様化WG(第7回) 令和8年2月20日
<p>目的</p> <ul style="list-style-type: none"> 我が国の科学技術イノベーション創出には, 研究大学等がその研究力を最大限に発揮し, 社会課題の解決や新たな価値の創出に貢献し続けることが不可欠。 そのためには, 技術職員が研究者とは独立した高度専門人材として, 我が国の研究環境の向上に向けて果敢に取り組んでいくことが重要。 研究大学等が, 機関の研究戦略と運動させて, 技術職員の活躍を促進するための組織体制の整備, 人事制度の構築及び人材育成等の取組を進める際に活用するためのガイドライン。 	<p>対象 研究大学等</p> <ul style="list-style-type: none"> 研究力の更なる発展を志す機関 また, 産業界等と連携し社会課題の解決へ挑戦するなどのビジョンと実現のための経営戦略を有する又は構築する強い意志を持つ機関 	
<p>はじめに</p> <ul style="list-style-type: none"> 研究者, 技術職員, 研究開発マネジメント人材, 事務職員等といった多様なステークホルダーが, それぞれの専門性を発揮しながら連携できる組織を構築し主導することが, 研究大学等の経営層に求められる役割。 	<p>第3章 人事制度の構築</p> <p>(1) 優秀な人材の確保</p> <p>① 業務内容に応じた柔軟性ある処遇の実現</p> <ul style="list-style-type: none"> 業務の専門性, 必要とされるスキル, 実務経験, 人材市場の状況などを総合的に勘案した柔軟な給与決定が重要。専門性や市場ニーズに応じた柔軟な給与体系を導入することで, 安定的な人材確保・育成が可能に。 <p>② 多様な採用ルートの確保</p> <ul style="list-style-type: none"> 従来採用慣行にとらわれず, 実状に応じた柔軟な採用方法の活用が有効。例) キャリア採用, 機関間での人事交流, クロスアポイントメント制度の活用 <p>(2) 評価に基づく処遇と業績評価の在り方</p> <ul style="list-style-type: none"> 単に作業量や稼働時間といった定量的な指標にとどまらず, 業務の質や専門性, 組織への貢献度などを含む多面的な観点から行う必要。 <p>(3) キャリアパスの構築</p> <ul style="list-style-type: none"> 高度専門人材としての複雑なキャリアパスの構築が重要。 研究開発マネジメント人材や研究者への転換などを可能とする制度設計が重要。 <p>(4) 学内表彰制度</p>	
<p>第1章 経営層のリーダーシップとコミットメント</p> <ul style="list-style-type: none"> 研究大学等がミッションを実現させるには, 技術職員の活躍が不可欠。 そのためには, 技術職員の組織的・戦略的マネジメント, 人事制度の構築, 高度専門人材としての育成等が重要。 これらは経営上の重要課題であり, 経営層の主体的関与なしには実現不可能。 	<p>第4章 高度専門人材としての育成</p> <p>(1) 機関における技術研鑽機会の確保</p> <ul style="list-style-type: none"> 技術職員の業務エフォートの一定割合を技術研鑽に充てること等が重要。 <p>(2) 機関横断的な技術研鑽機会(ネットワーク)の構築・活用</p> <p>(3) 研修にかかる情報の共有と体系化</p> <ul style="list-style-type: none"> TCカレッジ(東京科学大学)における取組 大学共同利用機関における取組 	
<p>第2章 技術職員の組織的・戦略的マネジメント</p> <p>(1) 技術職員に求められる役割</p> <ul style="list-style-type: none"> 研究プロジェクトの大型化・国際化や AI for Science が進展。 これまで技術職員が担ってきた技術的研究支援を含め, 技術職員に期待される役割を研究大学等が戦略的に描く必要。 <p>① 研究基盤の確保</p> <p>② 研究者等との協働</p> <p>③ 技術力を生かした社会との連携</p> <p>(2) 技術職員の組織化</p> <p>① 技術系部門の組織化と実効性ある体制の構築</p> <ul style="list-style-type: none"> 研究基盤の現状や課題を経営層が把握し, 人材の確保・育成を含む研究基盤整備等を経営戦略として進める必要。 組織体制として技術系部門のトップに理事や副学長を置くことが有効。 <p>② 組織改革と人事制度改革の一体的な推進</p> <ul style="list-style-type: none"> 段階的に実施した場合, 制度の形骸化が懸念。 改革の初期段階から, 経営層が一体的な方針を打ち出すことが重要。 <p>(3) 研究支援体制や職務内容の可視化</p> <p>① 研究基盤や技術支援サービスの可視化</p> <ul style="list-style-type: none"> 研究力を持続的に強化していくためには, 技術職員の業務を体系的に整理し, 学内の研究基盤や技術支援サービスの内容を正確に把握することが不可欠。 <p>② 職務内容の可視化</p> <ul style="list-style-type: none"> 技術職員自身のモチベーション向上に資するとともに, 技術職員の専門性や貢献を適正に評価し, 処遇改善につなげるためにも有効。 	<p>第5章 組織体制の強化に向けた財源確保</p> <ul style="list-style-type: none"> 研究大学等が必要とする知識・技術を有する技術職員を安定的に確保し, 計画的に育成することは研究大学等の経営における重要課題。 <p><組織体制強化に向けた財源確保のための方策例></p> <ul style="list-style-type: none"> ① 競争的研究費や民間企業との共同研究及び委託研究における直接経費の活用 ② 人件費に対する目的積立金の効果的活用 ③ 民間企業との共同研究等におけるインセンティブの活用 	

図2 技術職員の人事制度等に関するガイドライン(案)(概要)^[1]

が示されている。

第4章（高度専門人材としての育成）

(1) 機関における技術研鑽機会の確保では、エフォートの一定割合を研鑽に充てることが重要。

(3) 研修にかかる情報の共有と体系化では、現場の課題やニーズを踏まえる。

本学技術部には「日常・専門研修」という独自の自己研鑽制度はあるが、研修テーマの選定は本人任せと言ってよい状態である。今回「現場の課題やニーズを踏まえる」、「本人の希望だけでなく、上司が指示することも必要」との見解が示されたことから、今後のテーマの選定では、本人の意欲に頼るだけでなく、技術部としても意見・要望・方針等を示し、場合によっては指示する仕組みが必要になってくると考える。また、機関横断的な技術研鑽ネットワークの構築も必要であり、地域や分野を軸に、機関を越えた取組が有効とのこと。

第5章（組織体制の強化に向けた財源確保）

雇用の安定を制度的に担保する方策を講じることが必要。研究プロジェクトの直接経費に技術職員の人件費を計画的に組み込むなど発想の転換が求められる。

① 競争的研究費や民間企業との共同研究及び受託研究における直接経費の活用では、競争的研究費の直接経費は設備だけでなく、研究代表者(PI)本人の人件費の支出が可能で、技術職員の人件費や活動資金の財源に充てることも可能。

② 人件費に対する目的積立金の効果的活用では、一定のインセンティブのもとで弾力的かつ効果的・効率的な業務運営の仕組みとして目的積立金が認められており、教育研究の質の向上及び業務運営の改善など各法人の中期計画に基づき、物件費・人件費に使用することができる。

③ 民間企業との共同研究等におけるインセンティブの活用では、成果に応じて終了後にインセンティブを受け取れるような契約を締結することも可能と示された。

参考（研究開発マネジメント人材のガイドライン）

URA のガイドラインにおいても各部門との連携の重要性を書いている。

2.2 質疑応答

・このガイドラインの浸透戦略について

1) 文科省→大学経営層に対して

まず、文科省→大学経営層に対しては、ガイ

ドラインに基づいた制度を中期目標・中期計画の中に作っていくことを1つの観点として入れる予定にしている。また国の事業の中で、ガイドライン整備を1つの要件とすることも検討している。当然、組織体制が整備されていなければ様々な国策がうまくいかない。お金を配って終わりでは困る。ガイドラインに基づき、組織体制を整備し、しかるべき人たちを集め、責任・権利を持って活躍してもらう必要がある。

2) 現場の立場として

現場の技術職員さんとしては、マネジメント層の上の方に対し、この件を5分でもいいから発表する。ガイドラインができた、文科省からこんなコメントあった、中期目標・中期計画にも入れる、事業の要件にするという話も出ていたことを報告する。技術職員さんはそこで役割終了になるが、報告を受けた上の方（研究担当理事など）は経営の場に話を持っていくはず。それが起きない場合、かなり問題があると思う。

- ・技術職員の立場で文科省へ出向する可能性は
国として必要なのは大学の現場でどんな課題があるのか、という情報収集になってくる。ジェネラリストの方がくるのは有効だと思う。国・文科省としても、やるべきかもしれないが、大学側で「文科省が何を考えているか探りを入れる、文科省に大学の現場を知ってもらいたい」という理由で出す、という発想はありだと思う。

3. シンポジウム「技術職員の人事制度の改革」

以下のタイトルで各大学から発表があった。

- ・「技術職員政策におけるこれまでの経緯の整理」
名古屋工業大学 玉岡 悟司 氏
- ・「岡山大学における技術職員キャリアパスの現状と課題」
岡山大学 栗本 有紀子 氏
- ・「技術職員の採用・育成・評価～琉球大学総合技術部の事例～」
琉球大学 勢理客 勝則 氏
- ・「名古屋大学全学技術センターの人事制度とキャリアパスの現状と課題」
名古屋大学 古賀 和司 氏

4. 総合討論

ガイドラインができて、技術職員の人事制度を

改革することで、単なる処遇改善に留まらず、教育研究や組織運営にどのような好循環をもたらすのか、パネリストの4名が中心となって議論していた。この中で大学内への浸透戦略、ガイドライン三位一体の話があった。今後は機器共用、URA、技術職員の3つとも順守しないと、先端研究基盤刷新事業（EPOCH、エポック）のような大型予算は取れなくなる。終わりの方で、パネリストおよび数名から決意表明がなされ、今後このガイドラインを活かして研究力強化やイノベーション創出等に結び付け、成果を上げていかなければならない、といった旨の発言が複数あった。また、ガイドラインがない中でこれまでその基礎を積み上げてきた先輩方へのお礼の言葉もあった。

5. 講評

大学技術職員組織研究会の特別顧問でもある、東京科学大学の江端教授より講評があった。少し前まで有識者会議で全く出てこなかった「技術職員」という単語が最近連呼されるようになったことに驚いている。最初、多くの職種のある技術職員を知ってもらい政策に組み込むには、機器共用化とセットにすることが効果的だったため、分析系から取り組みを始めたが、全職種の技術職員が対象との説明があった。各大学で絶対に必要とされているのに、それが当たり前で、皆さんの意識・感覚を麻痺させているとのご意見あり。同じ議論を40、30年前からしていたが、今回ガイドラインが得られたのはなぜか。江端教授のように、途中で諦めず、率先して動き、誰かが突破口を開くことの重要性を改めて認識した。

6. 所感

今回ガイドラインが正式発出される直前の絶妙な時期に、作成に携わった大場氏から間近で内容説明を受ける機会を得ることができ、大変ありがたく思う。特別講演・シンポジウム・総合討論では初めて耳にする言葉も多く、勉強不足を痛感した。情報交換会にも参加したことで、たくさんの方々と面識ができ、人脈を拡げることもできた。多くの方が感無量と仰っていたことが印象的で、当方もこれまで文京地区の技術職員の処遇改善に取り組んできた経緯もあり、感慨深い。

令和8（2026）年度は第7期科学技術・イノベーション基本計画および第5期中期目標・中期計画が始まる節目であり、今回ガイドラインの後ろ盾・錦の御旗を得たことで、技術職員をも巻き込んだ形で大学改革が急速に進み始めることが予

想される。国立大学の職員である以上、国の方針に多少の疑義があっても基本的には従う義務があり、これを無視して組織改革の検討を進めることはあってはならず、かつ非効率である。幸い、浸透戦略（ガイドライン三位一体）により、現状維持でよいとする改革に消極的な意見は、堂々と述べられなくなったと言える。

最近、地域や他大学との連携が重要視されている。今回ガイドライン案の作成にあたり、大場氏は鳥取大学勤務時代に丹松氏と接点があったことがモチベーションになっていたと体験談があり、人とのつながりは貴重な資産であり、そこから多様な発展や新たな価値が創出されることを再認識した。連携強化は今後の取組において不可欠な要素である。

今年度は昨年7月頃から本学技術部内において改組する場合に備えた組織案の検討を進めており、一つの組織案に意見がまとまった。一方で、人事制度・キャリアパスについては、当第三技術室が他大学の先行事例としてダブルトラック制を紹介し、本学技術部へ適用した場合の案を提示する段階に留まっている。理由は室毎に温度差があったためで、技術部としては検討未着手に近い状態にあり、この点は今後詰めていく必要がある。

ここで得た情報を大学に持ち帰り、組織および人事制度改革に活かし、大学に成果と好循環をもたらすことができるよう善処したい。

7. 謝辞

ガイドライン案の作成にご尽力いただきました、文科省の大場様、ならびに取りまとめに携われた関係者の皆様に感謝いたします。文科省の各委員会に様々な働きかけを行い、政策に結び付けることに成功した江端教授、ご審議くださった各委員会委員の皆様には感謝いたします。また、ガイドラインの基礎となった部分を積み上げてきた、名古屋工業大学の玉岡様、鳥取大学の丹松様、九州工業大学の井本様、琉球大学の屋比久様ら旧技術職員有志の会をはじめとする諸先輩の方々に敬意を表します。最後に、本研究会を企画・実行いただきました浜松医科大学 技術部副部長の佐々木様をはじめとする実行委員の皆様には感謝申し上げます。

8. 参考文献等

[1] 文部科学省 人材委員会 科学技術人材多様化ワーキング・グループ（第7回配布資料、令和8年2月20日）

活動報告

令和 7 年度 技術部特別講演会

研修委員会

1. 緒言

福井大学工学技術部では、「科学の進展を支える高度な技術職員として、その職務と責任の遂行に必要な知識・技術等の修得および資質向上を図ること」を目的として、技術講演会を定期的に計画・実施している。

2026 年 3 月 13 日（金）に工学部 100 周年記念館にて、「令和 7 年度工学部技術部特別講演会」を開催した。対象者は福井大学工学部技術部職員を主とし、参加人数は 20 名（常勤職員 19 名，当日参加者 1 名）であった。

2. 特別講演

福井大学 学術研究院工学系部門 情報・メディア工学講座 准教授 長谷川達人先生から「センサを用いた人の行動認識と深層学習に関する研究」と題して講演が行われた（図 1）。本講演では、生成 AI 等、近年話題の AI 技術である深層学習（Deep Learning）について、研究室での取り組み（図 2）と行動認識についてお話いただいた。

基盤モデルにセンサベースの行動認識を導入することを考えると、様々なセンサ入力を Embedding に変換するための Encoder が必要となる。そのため、センサの種類や個数等が変わるごとに別の Encoder を訓練する必要があり、基盤モデルの実現の障壁となっているが、ch-free であることを前提に、マルチモーダル



図 1 特別講演 長谷川達人 准教授

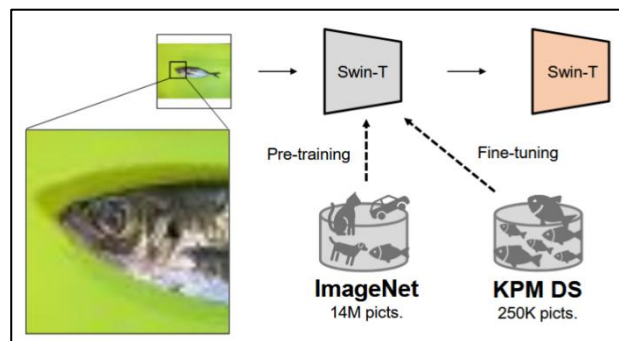


図 2 高精度な魚種判別モデル

行動認識で用いられる EF（Early Fusion）と LF（Late Fusion）が有する、モデルが持つ好みや前提である帰納バイアスを考慮して、EF と LF 両者の良いところを採用することで有効な手法となる。

行動認識において、事前に協力者の行動ラベル付きデータを収集するのは容易であるが、これにより作られた汎用データは未知のユーザ X に対する汎用性能は低下しやすく、X に特化したモデルを用意する必要がある。しかし、実運用を考えると、X のセンサ値を収集するのは容易であるが、行動ラベル付きデータを収集するのは X の負担が大きく高コストであるため、X 特化モデルを作るのは困難である。これに対して、既知のノイズ分布から、逐次的なデノイジング過程によって、高次元データをサンプリングする拡散モデルを導入し、行動ラベル付きの他人の波形と行動ラベルなしのユーザの波形を特徴ベクトルに変換して条件付けることで未知のユーザ X に対して行動認識だけでなく、人物認識も高精度で実施することができる。

講演は近年様々な学術分野で活用されている AI 技術について、その原理や考え方について知る事のできる大変興味深い内容であった。

謝辞

本技術部特別講演会実施にあたり、ご協力を頂いた諸氏に感謝いたします。

2025 年度公開講座 「工作機械でスターリングエンジンを作ってみよう」

竹内 利幸* 山森 英智* 青山 直樹* 内山 裕二*
橋 和希* 木内 恒聡* 東郷 広一* 高澤 拓也*

1. はじめに

令和7年6月21日(土)に小学5年生以上を対象とした「工作機械でスターリングエンジンを作ってみよう」というテーマで公開講座を開催した。スターリングエンジンは比較的構造が単純であり、熱エネルギーが運動エネルギーに変換される仕組みを目で見て理解できるものである。本講座では参加者にスターリングエンジンの作動原理に関する理解を深めるとともに、ボール盤および旋盤を用いて部品の加工を行い、モノづくりの楽しさを体験してもらった。当日は保護者を含め18名が参加し、教育的・体験的意義の高い講座となった。

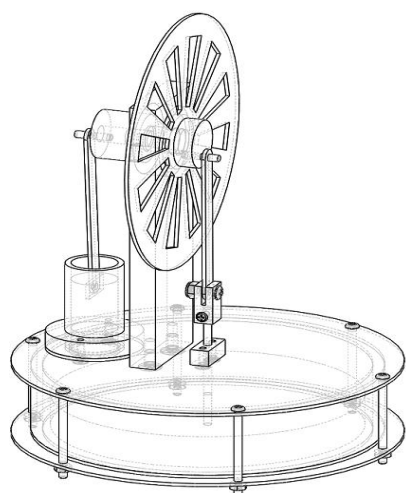


図1 製作するスターリングエンジン

2. 講座内容

2-1 講座の進め方

本講座は、スターリングエンジンの作動原理に関する講義と、ボール盤および旋盤といった工作機械を用いた部品加工実習の二部構成で行った。参加者の多くは工作機械を初めて使う人がほとんどなので、加工内容はネジ穴加工や端面加工、貫通穴加工といった比較的容易で高精度な加工

を要求しない工程のみ行う内容にした。なお、工作機械の操作には安全上の配慮が不可欠であるため、1組の参加者に対して1名の職員が個別に対応し、指導を行う体制を整えた。これにより、安全性を確保しつつ、参加者が安心して加工体験を行える環境を提供した。



図2 講義中の様子

2-2 ボール盤でネジ穴加工

事前に配布した図面に基づき、ネジ穴加工箇所的位置決めを目的とした「けがき」作業を実施してもらった。その後、ボール盤を用いてネジ穴加工に必要な下穴を空け、タップと呼ばれるねじ切り工具を使用して、ネジ穴加工を行ってもらった。



図3 ボール盤でネジ穴加工している様子

* 第1技術室

2-3 旋盤で端面加工と貫通穴加工

ノギスを用いて部品の長さを測定し、図面に示された寸法に準じて端面加工を行ってもらった。その後、ドリルを用いて部品の中心に対して貫通穴加工を行ってもらった。



図4 旋盤で貫通穴加工をしている様子

2-4 組立と動作確認

スターリングエンジンの組立作業は、事前に配布された組立手順書に基づいて参加者自身に行ってもらった。組立工程においては、パッキンの位置ずれやネジの締め付け不良が原因で気密性が損なわれると、スターリングエンジンは正常に作動しない。そのため、各工程において講師が適宜確認を行い、組立完了後には動作確認を実施した。動作確認には、ホットプレート（設定温度：90℃）および電気ポット（設定温度：100℃）による熱湯を熱源として使用した。動作が確認された後、参加者は事前に準備されたネームシールおよび福井大学のロゴマークシールを用いて、各自のスターリングエンジンを装飾し、オリジナル作品として仕上げた。完成品は参加者が持ち帰る形で配布した。



図5 組立している様子

3. さいごに

本講座は昨年度に引き続き開催されたものであり、昨年度も参加者による組立作業は概ね円滑に進行した。今年度はその経験を踏まえ、組立手順書の内容や講師による確認体制をさらに見直すことで、作業の精度と効率の向上を図った。その結果、今年度の講座においても組み直しを行う参加者は一人もおらず、全体の進行は非常にスムーズであった。

本講座は、理科教育と技術教育の両面において高い教育的効果を有しており、今後も継続的に開催することで、より多くの児童・生徒に科学技術への関心を喚起し、創造的な学びの場を提供していきたいと考えている。次年度以降は、参加者層の拡大や内容のさらなる充実を図りながら、地域に根ざした教育活動として発展させていきたいと思う。



図6 完成したスターリングエンジン

2025年度公開講座 「ガラスを溶かしてオリジナル作品を作ろう」

安藤 誠* 伊藤 雅基** 川井 康督** 戸澤 理詞** 宮川しのぶ** 山口 綾香** 山田 美空**

1. はじめに

令和7年7月26日(土)に工学部技術部第2技術室で公開講座を開催し、抽選で当選した小学生以上の子供とその保護者の5家族(10名)が参加した。参加者には「熱で溶かしてみよう」、「薬品で溶かしてみよう」の2テーマで、ガラスの「溶ける・溶かす」を体験してもらうとともに、オリジナル作品を制作していただいた。

以下に、各作品作りの概要を示す。

2. 熱で溶かしてみよう

2-1 色ガラス棒を溶かして作品作り

セラシートを敷いた素焼きの板の上に、好みのガラス棒を組み合わせて置いて、これを電気炉で950℃以上に加熱し、熔融成形を行った。溶けすぎると丸まってしまい、逆に十分溶けていないと冷却時に割れるなどで、炉から出すタイミングは難しいが、思い思いのガラス配置に没頭し、作品を制作した。また、参加者は炉から出したばかりのガラスが真っ赤に発光し、少しずつ冷えて色がでてくる様子を観察していた。

2-2 バーナーで溶かしてとんぼ玉作り

バーナーで色ガラス棒を溶かして、「とんぼ玉作り」をしていただいた。参加者は事前に剥離剤を塗布した芯棒に、色ガラス棒を溶かしながら巻き付ける作業を行った。参加者は溶かしたガラス棒が飴のように溶ける様子に驚きながら、初めての作品作りを楽しんでいた。できたとんぼ玉はビーズなどを組み合わせたストラップに加工した。

2-3 粉ガラスを溶かして作品作り

事前に制作した型枠から、参加者が好みの型を選び、作品作りを行った。型枠に粉の色ガラスを入れ、さらに透明のガラスフリットで上部を覆い、電気炉で820℃に加熱して熔融成形を行い、型か

ら取り出した。出来上がった作品はペンダントやブローチなどに加工したり、フォトフレームへのデコレーションパーツとして使用したり参加者がそれぞれ工夫を凝らしていた。

3. 薬品で溶かしてみよう

3-1 ガラス容器にエッチングで絵を描こう

昨年度までのガラス板への加工に代わり、今年度はガラス容器へのエッチング作品制作を実施した。参加者は、下絵を作成後、マスキングペンでガラス容器に写し書きした。薬剤(エッチング液)の液だれ防止を施した上で、エッチング液を塗布し、15分放置することで化学反応によりガラス表面を溶解させた。ガラス容器に対してもエッチングを施すことができたが、エッチング領域のコントラストが低いことが課題となった。今回は、加工面の後ろに黒紙を添えることで、エッチング部が視認しやすくなるよう対応した。

4. 最後に

今年度の公開講座でも、全ての参加者が火傷やケガなどを負わないよう、安全管理をしながら制作を行った。講座終了後のアンケートでは、大変満足との回答であった。参加者には講座を通して、身近なガラスの性質・モノづくりの楽しさを少しでも知っていただく機会を提供できたのではないかなと思う。今後も活動を継続していきたい。

最後に今回参加者が作った作品の一例を図1に示す。



図1 制作した作品の一例

* 工学部技術部

** 第2技術室

2025 年度公開講座

「USB 駆動&充電式の 7 色イルミネーションを作ろう」

小林 英一* 道幸 雄真* 清水 尚希* 廣木 智栄* 小澤 伸也*

1. はじめに

8 月 2 日（土）に実施された「令和 7 年度 福井大学公開講座」に第三技術室では、体験型電子工作として「USB 駆動&充電式の 7 色イルミネーションを作ろう」（講座番号 17）の企画で参加した。企画は、電子工作に必要なはんだこてなどの工具の使用方法や電子回路に興味を持ってもらうことを目的としている。製作する回路は、光の 3 原色である赤・緑・青の LED を用いたものである。ロジック IC や抵抗器などの電子部品をプリント基板にはんだ付けし、7 色の合成色を出す回路としている。電気二重層キャパシタによる充電機能を有し乾電池は用いない。回路を完成させ、USB Type-C ケーブルから充電すると、光ファイバーを通して輝くイルミネーション（図 1）となり、室内インテリアとしても楽しめることから、電子工作の楽しさを実感できる内容となっている。

今回の企画には、7 名の小中学生が参加し、電子工作を体験した。



図 1 完成品

2. 企画の実施内容

回路製作は小学 5 年生から中学 3 年生を対象

* 第 3 技術室

に、午前と午後の 2 回に分けて行った。製作前には、電子部品、電子回路（図 2）の動作についての概要や光の三原色と合成色、工具の説明、製作上の注意など 40 分程度行い（図 3）、その後の約 80 分は回路の製作時間とした。

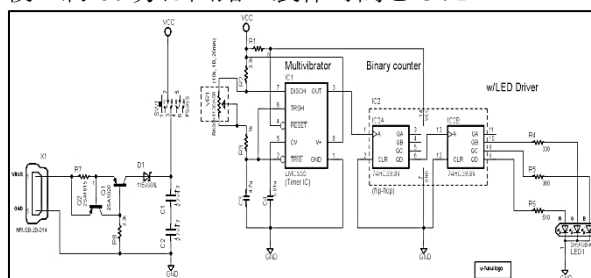


図 2 製作回路図

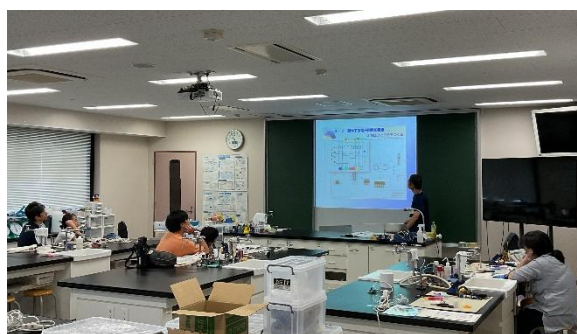


図 3 製作前の説明風景

製作に必要な電子部品は、あらかじめ一人分毎に袋に詰めて用意した。回路基板は、Elecrow 社にガーバーデータを送り外注した。外注基板は、レジストによりランド以外にはんだが付着せず、シルク印字で部品配置も明示できるため、準備工数の削減など、部材費以外にも多くの利点がある。基板外形は前回の平成 30（2018）年度と同じ円形かつ同じ面積とし、USB コネクタはマイクロ USB から Type-C へ変更、ならびに電気二重層キャパシタの手配が困難となっているため、外形が少し異なる性能同等品にも対応できるように設計変更を盛り込んだ。はんだには鉛フリーを採用し、はんだこてやこて台を刷新している。基板レジスト色は緑・青・赤・黒の

4通りとし、参加者が任意に選択できるカラーバリエーションを導入した。また、製作時の参考資料として、はんだ付けによる部品の取り付け順や配置を写真入りで図解した部品配置図(図4)を用意した。実際の製作時には、製作者1名に対しスタッフ1~2人が対応し、製作の指導を行うと共に工作上の注意喚起に努めた。

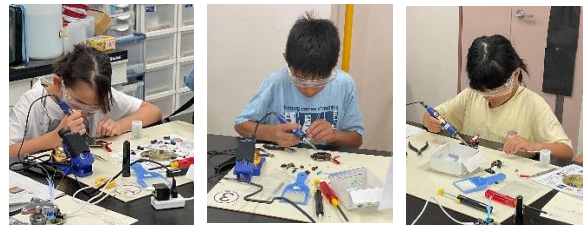


図5 製作風景

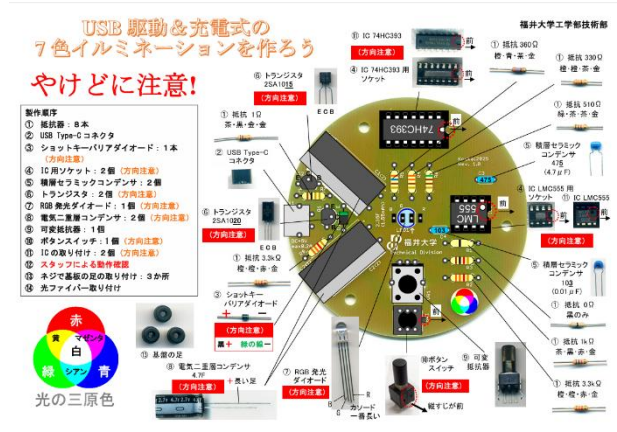


図4 製作手順と部品配置図

製作に関しては、製作時間内に完成することができた(図5, 6)。はんだ付け不良などにより、正常に動作しない回路が1~2件あり、スタッフが確実に動作するまで適切に対応した。

製作した回路には、最後の仕上げとして各自が自由に好みの太さや長さの光ファイバーを整形してLEDに取り付けることで、7色に輝く3原色イルミネーションを完成させた。参加者の多くは、この光ファイバーの取り付けが、好みの形を考えながら作り上げることができるため、時間をかけて楽しんでいた。

表1 製作体験者の内訳

参加者	人数
小学生	5
中学生	2

表2 公開講座の参加経験数

参加経験数	人数
初めて	0
2回目	2
3回目	2
4回以上	3

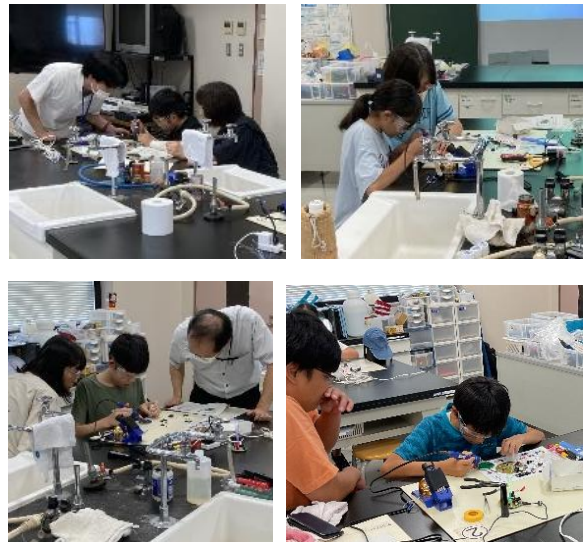


図6 製作中の会場の様子

3. まとめ

今回は、平成30(2018)年度と同じ電子回路製作をUSBコネクタのみ変えて復活させた企画である。7色に輝くイルミネーション機能により光の3原色を順番に点灯させ、合成光による色の変化が確認できる。久しぶりの地域貢献活動であり、また公開講座への参加も初めてであったため、トラブルが懸念されたが、スタッフの適切な対応により、大きな問題はなかった。

第三技術室では、平成31(2019)年度に開催された「きてみてフェア」以降、COVID-19の影響により、令和2(2020)年度から数年間は地域貢献活動の実施が困難な状況にあった。その後、令和5(2023)年度からは同フェアの開催がなくなり、本企画を提案・実施する機会がない状況となっていた。今年度は公開講座において本企画の電子工作体験を提案・実施した。本企画に参加した製作体験者が、自ら製作し完成させた回路が正常に動いた際の感動・達成感や、電子工作のものづくりの楽しさを体験することを通じて、ものづくりへの興味・関心の醸成につながることを期待される。

令和7年度 実験・実習グループ業務報告

1. はじめに

当グループは、5 専門分野（機械・物理系，電気・電子・情報系，建築建設系，化学系，先端科学技術育成センター・学際実験系）の技術職員で構成したチームが主体となり，工学部の各学科・専攻からの実験・実習に対する技術部への業務依頼に対して，組織的な対応を行っている。各チームには責任者を置き，業務依頼書や業務報告書等の取りまとめ，年度ごとの業務の総括等を行うとともに，グループ全般に関する課題についてはチーム責任者会議で協議している。各技術職員は，教育・研究プロジェクトやセンター等への派遣業務と兼務する形で実験・実習業務を遂行しているが，実験・実習のカリキュラムによっては半年または一年を通しての長期に渡る業務になるため，技術部としての教育への貢献度は大きく，また各人の経験や能力を教育現場で直接発揮できる業務でもある。

2. 各学科からの業務依頼と各チームの対応

今年度の業務依頼はすべての学科から 20 件あり，担当した科目数は 35 科目であった。主な依頼業務は，学生指導に係る技術分担，安全管理，教育支援や機器・器具類の設計・製作・改良・保守・管理などである。

各チームが行った業務の概要は，機械・物理チームは，機械系では機械工学実験における熱工学実験や引張・硬さ試験，物理系では基礎物理実験を指導するとともに，実験中の安全管理およびレポート指導も行った。電気・電子・情報チームは，電気・電子系では電子回路・回路基板の製作やロボット製作，情報系ではプログラミングなど各自の専門分野を活かした技術指導を行った。また，原子力安全工学講座の実験・実習については，実験内容が電気・電子分野ということもあり，電気・電子・情報チームが担当することとした。建築建設系チームでは，水準測量，角測量および地形測量の観測機器の操作・測定方法，測量結果の誤差計算，水理実験における流速測定や流量観測，マニングの粗度係数の算出方法，建設材料等の物理試験，RC梁の配筋や型枠の製作など建築建設分野

の基礎となる実験や現場同様の実習に対して技術指導を行った。また，屋外で行う実習については危険予知も配慮した安全指導を行った。化学系チームでは，担当する実験は有害な薬品を使用するものが多く，化学実験での基本操作の指導に加えて実験中の安全監視なども不可欠で，高度な専門知識・経験を持つ技術職員が対応を行った。育成センター・学際実験チームでは，先端科学技術育成センターの職員が中心となり，汎用機による機械工作や溶接の技術指導，ならびに安全教育を行った。ブリッジコンペティション用の橋梁製作では，学生からの質問への対応や技術的なアドバイスをきめ細かに行った。

その成果として 2025 年度アジアブリッジコンペティションで 2 年振り 2 回目の総合優勝，Japan Steel Bridge Competition(日本大会)においても総合優勝を果たし，2022 年から続く 4 連覇を成し遂げることができた。

3. まとめ

本業務では技術分野に適した職員を配置し，学生に対する技術指導や実験器材等の整備を行うとともに，経験が乏しい学生が安全に実験・実習を行うための指導・監視を行った。今年度も引き続き多くの学科から業務依頼があったことから，技術部職員の知識・経験を活かした技術支援への期待が大きく感じられる。

業務終了後に提出する実験・実習業務報告書への担当教員からのコメントには，何れも技術職員によるきめ細かな技術指導や学生への安全配慮に対する感謝が述べられており，技術部の技術支援の重みと期待が感じられる。今後も当グループが中心となり，各技術職員の知識・技術・経験を活かした技術支援を充実させ，学生の技術力アップに貢献するとともに，教育・研究が円滑に遂行されるよう技術職員としての責務を果たしていきたい。

令和7年度 安全衛生管理推進グループ業務報告

1. はじめに

科学技術の進歩に伴い、大学では多様な教育研究活動が行われるようになった。工学部では多くの研究室で危険な薬品や高圧ガスポンベを使用しており、経験の少ない学生の安全を確保することがますます重要になっている。当グループは技術部職員15名で構成されており、工学部での安全衛生管理を推進するために、薬品管理、高圧ガスポンベ管理、安全衛生システム管理の各チームを組んで、工学部全体の安全衛生管理業務を遂行している。今年度の主要な業務を以下にまとめる。

2. チーム別実施業務

2.1 薬品管理チーム

工学部での薬品管理を適正に行うため、5月および10月に薬品管理システム一般ユーザー向けの利用説明会をオンデマンド形式で実施した。今年度の受講者は計121名（学生115名、教職員6名）であった。あわせて、危険・有害薬品の使用に伴うリスクレベルを評価し、リスク低減対策を検討するためのツールである化学物質リスクアセスメントマルチツール（以下、マルチツール）についても同時期に利用説明会を実施し、受講者は計111名（学生105名、教職員6名）であった。マルチツールの利用説明にあたっては、説明動画の全体的な修正を行うとともに、今年度から動画視聴後に確認テストを実施し、CRA結果のPDFをアップロードすることで受講完了とする取り組みを導入した。これらの取り組みにより、理解度が深まったとの意見もあり、全体として良好な結果が得られたことから、来年度以降も継続して実施したい。

薬品管理システムについては、利用者に対する日常的なサポートを行っており、システムの不具合や操作方法に関する問い合わせに対して、計3件対応した。また、研究室等薬品管理者を対象とした動画資料を新たに作成し、技術部安全衛生管理推進グループHPに掲載した。さらに、本動画については、システム利用説明会の開催通知メールに掲載案内を添えることで周知

した。

マルチツールについては、GHS分類やばく露限界値などの各種データの更新（7, 8, 10月）、機能追加およびシステムの修正（18件）、ならびに学外からの問い合わせ対応（8件）を行った。機能追加としては、「作業時間・内容に応じて使用可能な耐透過性クラスを表示する機能」、および「HコードからGHS区分を割り当てる機能」を新たに実装した。

工学部の化学系研究室では可燃性溶剤を多量に使用するため、工学部には指定数量10まで保管可能な危険物倉庫が2箇所設置されている。この危険物倉庫の管理運営にあたり、昨年度3月に危険物倉庫利用申請者の受付を行い、指定数量の集計等を実施した。また、5月9日に危険物倉庫内にある危険物の棚卸作業を実施した。薬品管理システムに登録された保有量との照合を行い、不備が確認された場合には利用者に是正を依頼した。その他、倉庫内の利用状況確認や設置されている監視カメラの動作不具合の対応等を定期的に行い安全確保に努めた。

2.2 高圧ガスポンベ管理チーム

工学部のポンベ管理を適正に行うために、ポンベ管理システムの利用説明会をオンデマンド形式で5月と10月に実施した。5月の受講者は66名で10月の受講者は34名であった。さらに、放置ポンベが例年、一定数あることから10月の利用説明会ではポンベ受払手順の流れを説明する内容追加し、動画の修正を行った。

また高圧ガスポンベ取扱講習会については、ポンベの取扱いに関する講義や実技を動画配信（オンデマンド形式）により実施した。9/26～10/10の期間に動画を公開した後、希望者のみに対面形式にて実技講習会を開催した。対面実技講習会では高圧ガスポンベの取扱いの理解をより深めてもらうために、各研究室から最低1名は参加するよう依頼した。講習内容としては、宇野酸素(株)の方に講師を担当してもらい、より質の高い安全教育を提供することができた。今年度は講習会終了後にポンベ受払手順をまとめ

た資料を配布し、システムへの登録漏れ防止や、仮受払場所からのボンベ早期引き取りについて注意喚起を行った。講習会の受講者について、オンデマンド形式は 110 名で、対面形式は 40 名であった。

10 月にはボンベ納品データとシステムデータとの照合を実施し、システムへの登録状況に不備がある研究室に対して、是正依頼を行うとともに、工学部の安全衛生管理推進委員会に報告した。

1 月にはボンベ管理システムに登録された工学部のボンベを対象に集計を行った。また、「ボンベ管理状況が特に危険」と認められる研究室には 2 か月に 1 回の頻度で是正依頼を行った。

その他、通年の活動として工学系 1 号館にあるボンベ仮受払い場所 6 か所について、2 週間ごとに安全確認の巡視を行った。ボンベの長期間放置など問題を見つけた場合は、関係者に改善を求めた。今年度の払出ボンベについては、システム上での返却処理・回収連絡が確実に実施されていた。10 月のボンベ管理システム利用説明会および実技講習会で配布した資料が、登録漏れ防止や放置防止に一定の効果があったと考えられる。

2.3 安全衛生システム管理チーム

薬品管理システムについて、外部業者によるメンテナンス時のシステム一時停止などの維持管理業務を行った。また、安全衛生関係の Web システム等を運用している学内仮想サーバについて、仮想サーバおよび仮想サーバ上にある安全衛生関連システムの維持管理業務を実施した。

さらに安全衛生関係のシステム利用説明会並びに高圧ガスボンベ取扱講習会のための E-learning 用 Web 受付・教育システムについて、今年度から新たに受講後に理解度確認や利用結

果を提出できるようシステムの改良を行った。各種利用説明会並びに講習会の実施期間中は Web システムの維持管理を行った。マルチツールの新規追加機能については実施期間中に問題が発生したが、迅速に対応することで他に大きなトラブルなく運用することができた。また、次年度以降の教育システムの管理・運用における負担を軽減すべく、管理用ツールの開発およびシステム全体のプログラムの見直しを行った。

その他、各種 Web システムの維持管理、安全衛生関連 HP の管理および更新等を必要に応じて随時おこなった。また、各種 Web システム用のテストサーバの維持管理を行った。

3. その他の安全衛生業務

5/8～5/22 に学生対象の「レーザー安全教育」をオンデマンド形式で実施した。今年度は各種システム説明会の実施にあわせるため、例年より少し開催は遅くなったが、受講人数に大きな変化はなかった。計 67 名の受講者に対して、レーザーの正しい使用方法、レーザー障害についての具体的説明や注意事項に関する安全講習動画の視聴、講習内容に関する確認テストを実施した。

4. おわりに

当グループでは、工学部でのリスク要因のうち、特に危険な薬品、高圧ガスボンベ、レーザーについて、正しく安全に使用するための様々な取り組みを行った。今年度は、マルチツール説明動画の修正と確認テストにより受講者の理解が深まり、また高圧ガスボンベ講習会動画修正やボンベ受払手順資料の配布により放置ボンベを減少できたことは大きな成果である。今後も工学部での教育研究活動が安全に行えるよう、これらの活動を継続していく。

表 1 各システム説明会および講習会の受講者数

	受講期間	受講者／名
薬品管理システム(一般ユーザー向け)説明会	①2025.5.8～5.30	121
高圧ガスボンベ管理システム説明会		100
化学物質リスクアセスメントツール利用説明会	②2025.10.20～10.30	111
高圧ガスボンベ取扱講習会(対面実技講習)	2025.9.26～10.10(10.24)	110(40)
レーザー安全教育	2025.5.8～5.22	67

令和7年度 共同利用施設グループ業務報告

1. はじめに

当グループは、学内の各種共同利用施設を拠点とした4チームから構成されており、各施設と協働する形で工学部等の教育研究に関する業務を行っている。チームの内訳は、先端科学技術育成センターの業務を遂行する育成センターチーム、超低温物性実験施設の業務を遂行する寒剤供給チーム、工学部や産学官連携本部の機器を用いた測定・分析業務を遂行する分析評価チーム、そして工学部や技術部が利用する情報機器類の業務を遂行する情報サーバチームであり、それぞれ関連する専門技術を持つ技術職員が所属している。以下、本年度遂行した各業務の内容や成果、課題等について報告する。

2. 業務報告

2.1 本年度業務状況の概要

当グループの業務内容は、①施設に関連する技術提供等の業務（共同利用施設の技術業務）、②施設の管理・運営に関する業務（共同利用施設の管理運営業務）、③施設等で行われる教育についての支援業務（教育支援業務）、④職員間の技術継承に関する業務（技術継承業務）の4種に大別される。本年度の業務の総件数および構成メンバー数（グループ外の協力者含む）を表1に示す。業務総件数は昨年度に比べ3件増え、微増となった。次節以降に各チームの詳細な業務報告を示す。

2.2 育成センターチーム

（チーム責任者：青山 直樹）

工学部先端科学技術育成センター精密工作部門の主業務である委託加工作業を通じた研究支援、機械系学生を主とする機械工作実習や創成教

育・創成活動における教育支援、当センターの工作機械利用者に対する技術指導を行った。また、工作機械を安定的に運用するために適宜機械の保守・管理を行っている。これらに加え、実務で生じる課題を解決するため職員相互が協力し合い技術・技能の研鑽に励んだ。

研究支援業務である委託加工作業において、工学部以外にも遠赤外領域開発研究センターや国際原子力工学研究所、産学官連携本部、事務局等から分野を問わず幅広く試作業務を受託した。図1に本年度（2025年1月～12月）の委託加工作業の集計結果を示す。委託加工作業は210件（昨年度217件）の依頼があり、依頼件数は昨年度と比較し横ばいであったが、1件あたりの工数は増加しており過去最高の収益を上げた。この要因は、本年度の10月より、委託加工作業料の支払い可能な財源を、従来の自己収入・科学研究費以外に、共同研究費・受託研究費・学長裁量経費・寄附金を追加したことによるものだと考えられる。多様な財源を活用し、育成センターの運営基盤を強固にするとともに、今後も学内ニーズに対応できる体制を整えていきたいと考えている。そのほか、

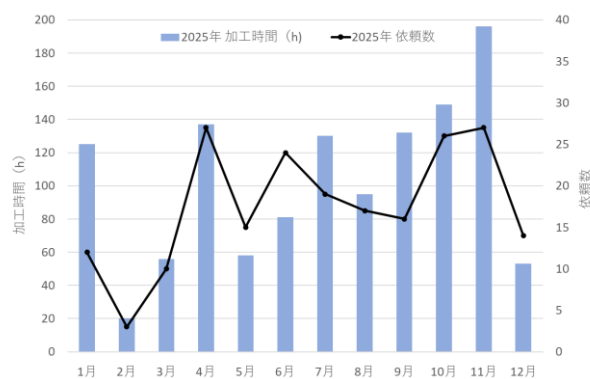


図1 委託加工作業の依頼数と作業時間

表1 各チームの業務件数およびメンバー数（括弧内は昨年度）

業務内容	育成センターT 6名	寒剤供給T 6名	分析評価T 10名	情報サーバT 7名	合計
①共同利用施設の技術業務	1 (1)	1 (1)	4 (4)	0 (0)	6 (6)
②共同利用施設の管理運営業務	3 (3)	6 (5)	5 (5)	6 (5)	20 (18)
③教育支援業務	3 (3)	1 (1)	4 (3)	0 (0)	8 (7)
④技術継承業務	1 (1)	0 (0)	1 (1)	0 (0)	2 (2)
合計	8 (8)	8 (7)	14 (13)	6 (5)	36 (33)

委託加工作業における過去の試作事例やものづくり技術による研究支援活動について、当センターHPに掲載しているCIRCLE Newsや精密工作部門のX(旧Twitter)をとおして適宜情報発信を行った。

教育支援業務は、実験・実習における技術指導や工作機械の取扱いに関する安全講習動画の提供等を4件、例年実施している工作機械安全講習会をオンデマンド方式で1件行った。工作機械安全講習会において、Google Workspaceを用いた利用登録申請システムを活用し、工作機械利用者の登録及び集計を行った。また、実際の利用加工作業において、工作機械の利用作業者が安全に機械操作・作業ができるよう随時技術指導を行った。なお、本年度の工作機械の利用加工作業者は100名(昨年度89名)であり、創成活動やPBLで利用する学生が増加した。

施設・設備の維持管理業務は、工作機械および付属機器・消耗品等の定期点検や修繕を行い、教職員および学生が安全に工作機械を利用できるよう努めた。本年度はCNC工作機械で1件の重度な故障が発生した。修理費用が多額になったが、工学部長や育成センター長、運営管理課の協力により工学部から資金援助があり、運営に支障をきたすことなく復旧させることができた。設備の懸案事項として、毎年のように工作機械の動作不具合が生じている。そのため、戦略的な設備更新支援制度を活用し、設備更新計画表を策定し、予算請求を行った。そのほか、育成センターの汎用機械工作室の空調設備設置の施設改善を要求していた案件では、劣悪な作業環境が教育や研究に悪影響を及ぼしていることが認められ、来年度に空調設備設置の工事が予定されている。

技術継承業務は、委託加工作業で生じる困難な製作課題を職員相互が協力し合い、OJTで技術・技能の向上を図った。

2.3 寒剤供給チーム

(チーム責任者：小林 英一)

チームの主な業務として、液体ヘリウムの製造と供給、液体窒素の供給、寒剤使用量の把握、高圧ガス保安教育、そして日常点検を行った。日常的に施設の各システムに関する安全確認を行いながら安定的な寒剤供給に努めた。当施設では、寒剤供給業務および設備の維持管理・点検等について、業務の重要性および安全性を考慮し、計画的に実施している。

本年度1月末時点での液体窒素および液体ヘリウムの供給量とユーザー利用率を図2,3に示す。供給実績は液体窒素5,338L、液体ヘリウム4,404Lであった。昨年同時期と比較すると、本年度の液体窒素供給量合計(ヘリウム液化用は除く)は3.5%増、液体ヘリウム供給量は9.1%増となった。本年度において液体ヘリウム供給量が増加した主な要因は、昨年度9~12月に長期間発生した液化機トラブルにより供給量が抑制されていたことによるものであり、本年度の供給量自体が例年と比較して特段多いわけではない。液体窒素供給量も近年減り続けていたが、本年度は一転して大口の利用量が増えており、供給総量も増えた。COVID-19の影響がなくなり、実験が増加傾向になったためではないかと予想する。

本年も寒剤を新規に取り扱う教職員および学生(計149名)に対し、寒剤取り扱いの注意点等について説明会(高圧ガス保安教育)を学外からも視聴可能なWebオンデマンド形式で計4回実施した。文京地区における寒剤使用に関する規則や遵守事項について説明し、安全な寒剤利用を呼び掛けた。これまで高圧ガス保安教育は、例年4~5月に実施してきたが、学部3年生後期に研究室配属となる学科があることに加え、令和10年

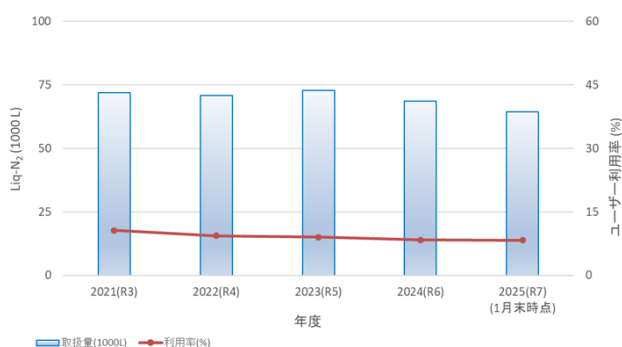


図2 液体窒素の取扱量とユーザー利用率の変遷

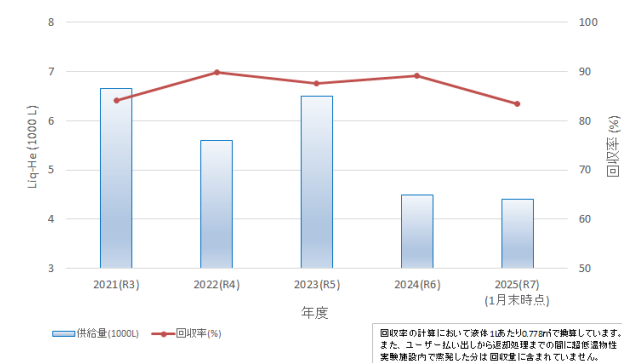


図3 液体ヘリウムの供給量と回収率の変遷

度の工学部改組後は学部3年生後期配属を全学科に拡大する方針が検討されている。これらを踏まえ、本年度より後期にも定期開催する方針とした。

6月に北陸先端科学技術大学で開催された「定期自主検査の実技見学会（気密・安全弁・圧力検査技術の研修）」に計3名（協力者2名を含む）で参加した。本学の定期自主検査および保安検査は外部業者に委託しており、これまでも検査報告書等を通じて各検査項目や作業内容を閲覧できたが、実際の検査工程を見学し体験する機会は限られていた。本見学会への参加により、検査技術に加え、寒剤供給業務や設備に対する理解を一層深めることができた。

2.4 分析評価チーム

（チーム責任者：川井 康督）

工学部の各研究室や構造実験室、産学官連携本部などの学内各所に設置された分析機器や大型実験装置に関連した業務を行った。本年度は主として共同利用施設の技術業務および管理運営業務を行い、多様な分析機器（レーザー顕微鏡、卓上SEM、FE-SEM、FIB-SEM、TEM、EBSD、XPS、XRM、XRD、NMR、DART-MS、MALDI-TOF MS、顕微ラマン分光装置、各種硬度計、引張試験機）を始め、各種コーティング装置やCPなどの周辺機器について、教職員、学生、企業など、学内外の利用者への機器操作指導（計192件）および技術相談（計25件）を行った。図4に本年度2月末時点での月別操作指導数を示す。また、構造実験室では万能試験機を用いたコンクリートなどの材料評価に関する受託試験（984本）、MSE研究センターではMSE試験装置を用いた材料評価に関する共同研究、受託試験（106サンプル）を実施し、学外への技術提供も積極的に行った。なお、上記機器および付随設備に加え、地震波発生装置と大型遠心分離機の保守・管理について点検や部品交換など各メンバーが対応し、安定した機器運用に努めた。

教育支援業務については、7件（卓上SEM、断面観察、MS、CLSM、NMR、XRM）の分析機器講習会を企画・開催し講師を担当したほか、高校生向けの電子顕微鏡講座において、SEM実習の講師ならびにMS体験会の企画・講師担当を行った。図5に講習会の様子を示す。また、MSE研究センターについて、施設を利用する学生への操作指導ならびに学外からの見学者に施設案内・紹介を行った。大型構造実験室や地震波再現装置を使用した授業では、万能試験機を使用した鉄筋の引張試

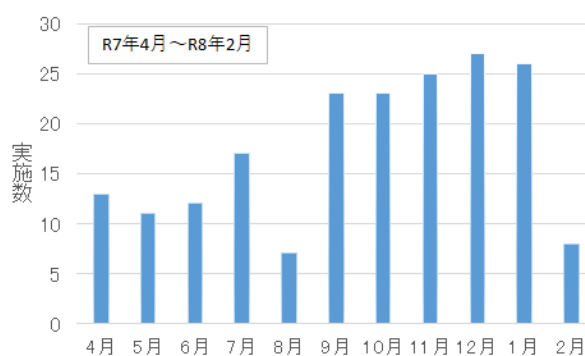


図4 月別操作指導数（R7年4月～R8年2月）



図5 講習会の様子

験やコンクリートの圧縮試験などの材料試験の指導をはじめ、実験装置の操作指導や解析技術、安全指導（計63件）を行い学内外問わず教育面にも大きく貢献した。

技術継承については、産学官連携本部所有機器の講習会や分析機器メーカーの主催webセミナーへの参加、専門研修やコンサルティング業務を介した職員相互の技術継承を実施した。

2.5 情報サーバチーム

（チーム責任者：廣木 智栄）

学生向け実験、演習で使用されている工学部教育用計算機、工学研究科機械学習用電子計算機システムの管理、工学部のホームページ（以下、HP）と工学部関連メーリングリスト、技術部HPを掲載している技術部のサーバ、環境整備課依頼の電力監視サーバおよび移行を行ったシステムの維持管理、技術部で開発したICEEMS（ICカード式入退室管理システム）に関する業務を行った。

工学部教育用計算機の業務について、サーバや接続端末の維持管理、アカウントの作成および維持管理、不具合や利用ユーザーからの要望への対応を行った。昨年度より知能システムが積極的に工学研究科機械学習用電子計算機システムを運

用しており、それに協力する形でシステムやアカウントの維持管理、不具合や利用ユーザーからの要望への対応を行った。今後は、来年度以降の運用に向け知能システムより配置された専門の人員と協力し維持管理を行う予定となっている。工学部 HP およびメーリングリストの業務について、工学部広報委員会等より依頼された工学部 HP および 100 周年 HP の管理・更新および、工学系運営管理課より依頼された工学部関連メーリングリストの管理・要望への対応に迅速かつ丁寧に対応した。技術部サーバの業務について、サーバの更新とログの管理、稼働状況の確認を行い、安定稼働に努めた。CMS による技術部 HP の運用管理およびコンテンツの更新に迅速に対応した。ICEEMS の業務について、設置数が年々増加しており、本年度は工学系 1 号館に 21 台、4 号館に 4 台、遠赤センターに 1 台の計 26 台の設置が決定し、昨年比 2.2 倍の台数となっている。2026/2/16 時点において 1 号館分の設置が全数完了し、年度内に 4 号館および遠赤センター分の設置を予定している。また、現在までに設置した全システムの保守・管理も行った。表 2 に ICEEMS の設置実績を示す。電力監視サーバの業務について、昨年度に引き続き安定した維持管理を行ったほか、将来のサーバ不具合を見据え、設備強化による対策も進めた。

3. まとめ

共同利用施設運用の要となる技術提供業務、管理運営業務に各チーム構成員が積極的に取り組んだことで、各施設への貢献度は向上し、施設関係者から高い評価を得ている。また、学生・教職員に対する専門技術教育および保安教育についても各チームが主体となって取り組み、さらに、企業社員を含む学内外の施設ユーザーに対する教育は分析評価チームが中心となって実施し、教

育面でも中心的な役割を担った。特に、本年度は委託加工の工数と収益、機器操作指導数、ICEEMS 設置台数が増加し、寒剤供給量も概ね前年度並みを維持するなど、各施設の活性化に貢献した。これは、委託加工作業料の支払い財源の種類拡張や高圧ガス保安教育開催期間の拡充などの積極的な改善の取り組み、ならびに長年継続している分析機器講習会の開催や ICEEMS の設置とその後の保守・管理などの地道な活動の継続による成果と考えられる。

現在の技術部では各種業務を実態に合わせてより円滑に実施するため、組織体制の見直しが検討されている。研究設備・機器の共用推進の方針等を踏まえ、次年度以降、当グループ内の業務(各チーム)のうち寒剤供給チームを除く 3 チームをそれぞれグループ相当の体制へと再編する方向で検討が進んでいる。学内外の広い範囲にわたる共同利用施設の業務は、本学の自然科学分野における研究力を支える重要な資産であるため、これからの技術部の中核業務として位置づけ、より効果的に実施できるよう、各職員が持つ専門技術と主体的な姿勢を基礎として、業務の継続的な改善と体制の高度化を図っていくことが望まれる。

表 2 ICEEMS 設置実績 (括弧内は予定数 R8(2026)/02/16 時点)

設置年度	超低温物性 実験施設	遠赤 センター	工学系 実験棟	工学系 1 号館	工学系 4 号館	産学官 連携本部	合計
R7 (2025)		(1)		21	(4)		21 (5)
R6 (2024)				11		1	12
R5 (2023)				12			12
R4 (2022)				4		4	8
R3 (2021)	2	1					3
R2 (2020)	1		1	1			3
計	3	2	1	49	4	5	59 (5)

令和7年度 技術相談・プロジェクトグループ業務報告

1. はじめに

本グループは、技術部に対する工学部・工学研究科、関連施設及び対応可能な学内各部署からの技術相談依頼に対し、依頼者への対応や技術部内での実施担当者選出などの調整・手続きに関する業務を行っている。また、技術相談には、依頼者による相談依頼手続きを必要としない、2時間から1日程度で相談対応可能な短時間技術相談がある。

2. 技術相談と短時間技術相談の報告

本年度の技術相談は2件と、昨年度と比較して半減している(表1)。2件ともに事前協議にて担当者が確定しているため、グループでの調整等は必要なく、相談内容が適切であるかの判断、採用結果の通知及び報告の確認と記録のみ行った。残りの1件は依頼内容が新規ということもあり、依頼者、担当予定者及びグループ長で打ち合わせを実施している。

短時間技術相談は2月末時点の集計で30件と、昨年度の34件と比較してほぼ同様であった(表2)。相談依頼者は昨年度より2名少ない17名で、7割超が教員である。依頼には6名の技術部職員が対応し、技術室別対応件数では、第一技術室及

び第三技術室の対応件数で、9割超を占めた。対応時間別では2時間未満が20件と7割近くを占めた。また、所属別では工学部技術部からの依頼が8件と多く、次いで電気電子工学講座の4件となっている。技術分野別の依頼件数では、計測・分析評価技術が13件と4割を超え、その依頼内容の多くは計測依頼及び、測定装置の技術指導であった。

3. おわりに

技術相談の依頼は、技術部ホームページに窓口を開設することで、相談者の依頼手続きを容易にし、技術相談の利用促進に努めている。また、短時間技術相談の課題である報告書未提出の削減を目的として、Web上で報告書を提出できるシステムを提供している。

本グループでは、派遣先での技術業務や研修を通して修得した多様な知識・経験を広く提供することを目的として、技術相談の依頼に対応している。

今後も、プロジェクト派遣業務等との調整を図りつつ、派遣先以外の教職員からの技術支援や技術協力の要請に対し、技術相談及び短時間技術相談を通して応えていく必要がある。

表1 令和7年度技術相談一覧

No.	依頼月	対応月	実施者	所属室	相談分野	申込者	申込者職種	申込者所属	相談内容
1	7月	7~10月	小林英一	3室	電子工作	山下順広	教員	機械	バイポーラ電源ユニットの設計製作
2	2月	2月~	清水尚希 道幸雄真	3室	ソフトウェア	齋藤由季	事務職員	研究推進課	教育訓練受付フォームの修正

表2 令和7年度月別短時間技術相談件数

相談月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
相談件数	2	3	6	2	4	5	2	3	2	1	0	-

合計相談件数：30件，相談依頼者数：17名，実施担当者数：6名

令和7年度 工学部技術部 業務(活動)日誌

	日	活 動 項 目
4月	1	人事異動辞令交付 第1回技術長・班長合同会議
	2	第1回実験・実習グループ運営部会
	7	第1技術室会議(第1回) 第3技術室会議(第1回)
	9	第1回安全衛生管理推進グループチーム長会議
	11	第2技術室会議(第1回) 第1回技術部ホームページ広報委員会 第1回技術相談プロジェクトグループ会議
	15	第1回共同利用施設グループ運営部会
	16	第1回部長打合せ 第2回活動報告編集委員会(メール会議 令和6年度委員会)
	17	環境ISO責任者及び代表者研修
	18	環境ISOユニット研修(メール講習)
	21	第1回執行部会
	24	第2回共同利用施設グループ運営部会(メール会議)
	25	第1回全体会 第1回安全衛生管理推進グループ会議
	28	第1回共同利用施設グループ会議(メール会議)

	日	活 動 項 目
5月	2	第1回学術研究院工学系部門安全衛生管理推進委員会
	8	各種システム・ツール(薬品管理・高圧ガスボンベ管理, CRAツール) 利用WEB説明会(5/8~5/30)(安全衛生管理推進G) レーザー安全WEB講習会(5/8~5/22)(安全衛生管理推進G)
	9	第2回部長打合せ
	12	第2回執行部会
	16	研究開発マネジメント業務・人材に係る今後の在り方についての報告会
	20	第1回技術部運営委員会
	23	第2回全体会(メール会議)
	26	職務評価表中間面談(一部 別日)
	28	第2技術室 公開講座打合せ
	29	第3回部長打合せ

	日	活 動 項 目
6月	2	第3回執行部会
	16	第4回執行部会
	17	第1回技術部研修委員会
	20	第3回全体会
	21	公開講座開催(第1技術室)
	30	第2回技術部研修委員会

	日	活 動 項 目
7月	4	第2技術室会議(第2回)
		第3技術室会議(第2回)
	7	第5回執行部会
	8	第1技術室会議(第2回)
	14	第4回部長打合せ
	22	第6回執行部会
	25	第4回全体会
		第1技術室会議(第3回)
		第2回技術部ホームページ広報委員会(メール会議)
	26	公開講座開催(第2技術室)

	日	活 動 項 目
8月	2	公開講座開催(第3技術室)
	8	第1技術室会議(第4回)
	21	第1技術室会議(第5回)
	25	第2技術室会議(第3回)
	27	第3技術室会議(第3回)
		東海・北陸地区合同研修 物理・化学コース 受講者2名 名古屋工業大学(～29日)
	28	東海・北陸地区合同研修 情報コース 受講者1名 名古屋大学(～29日)

	日	活 動 項 目
9月	8	第7回執行部会
	9	第1回環境マネジメントシステム実施専門部会
	10	第1技術室会議(第6回)
	19	第5回全体会
		第2技術室会議(第4回)
	25	第1技術室会議(第7回)
	26	令和7年度東海・北陸地区国立大学法人等技術職員合同研修に係る代表者会議 高圧ガスボンベ取扱WEB講習会(9/26～10/10)(安全衛生管理推進G)

	日	活 動 項 目
10月	6	第8回執行部会
	9	第1技術室会議(第8回)
	10	第3技術室会議(第4回)
	14	第5回部長打合せ
	17	第2技術室会議(第5回)
	20	第9回執行部会
		各種システム・ツール(薬品管理・高圧ガスボンベ管理, CRAツール) 利用説明会(10/20～10/31)(安全衛生管理推進G)
	23	職務評価面談(一部 別日)
	24	第6回全体会
		高圧ガスボンベ取扱実技講習会(安全衛生管理推進G)
	27	第1技術室会議(第9回)
	31	第1回窓口一本化WG

	日	活 動 項 目
11月	4	第10回執行部会
	13	第1技術室会議(第10回)
	14	第2回窓口一本化WG
	17	第11回執行部会
		第3技術室会議(第5回)
	18	職務評価フィードバック面談(一部 別日)
	20	第6回部長打合せ
	21	第2技術室会議(第6回)
	28	第7回全体会 第3回窓口一本化WG

	日	活 動 項 目
12月	2	第12回執行部会
	4	第1技術室会議(第11回)
	11	第3技術室会議(第6回)
	15	第13回執行部会
	17	第3回技術部研修委員会
	18	第2技術室会議(第7回)
	19	第8回全体会 第4回窓口一本化WG
	23	第7回部長打合せ
	26	第5回窓口一本化WG

	日	活 動 項 目
1月	13	第2回技術部運営委員会
	17	大学入学共通テスト(~18日)
	19	第14回執行部会
	23	第9回全体会
	30	第6回窓口一本化WG

	日	活 動 項 目
2月	2	第15回執行部会
	3	第3技術室会議(第7回)
	4	職務評価面談(一部 別日)
	5	第1回活動報告編集委員会 第1技術室会議(第12回)
	6	第2回実験・実習グループ運営部会
	9	第2技術室会議(第8回)
	13	第2回安全衛生管理推進グループチーム長会議
	13	第7回窓口一本化WG
	16	第16回執行部会
	17	第2回環境マネジメントシステム実施専門部会
	20	第2回安全衛生管理推進グループ会議
	24	第3回実験・実習グループ運営部会
	25	個別学力検査業務協力(前期日程)
	26	第2回学術研究院工学系部門安全衛生管理推進委員会
	27	第10回全体会

	日	活 動 項 目
3月	2	技術長・班長等会議 第17回執行部会 第4回研修委員会
	4	第2回共同利用施設グループ会議(メール会議)
	6	第8回窓口一本化WG
	12	個別学力検査業務協力(後期日程) 第2回技術相談プロジェクトグループ会議
	13	令和7年度技術発表会・特別講演会
	16	令和7年度技術部業務運営部会 第18回執行部会
	17	第8回部長打合せ
	19	技術部就職説明会
	23	東海・北陸地区合同研修(機械コース)事前打合せ 第1回人材委員会
	27	第11回全体会 業務委員会

令和7年度 工学部技術部

技術発表会・特別講演会プログラム

日時：令和8年3月13日（金） 9時30分より
会場：工学部100周年記念館
主催：工学部技術部

開 会

9：30 挨拶 永井二郎 技術部長

【技術発表会】（専門〇は、発表者）

9：40～10：40	座 長	戸澤 理詞	第二技術室
専門-1 チームプログラミングにおける最適手法の検討	〇小澤 伸也 廣木 智栄 道幸 雄真 清水 尚希	第三技術室 第三技術室 第三技術室 第三技術室	
専門-2 XRD, EBSD分析を用いた結晶構造解析に関する技術修得	〇東郷 広一 竹内 利幸 川井 康督	第一技術室 第一技術室 第二技術室	
専門-3 新型多機能FE-SEMを用いた体系的分析技術の修得	〇高澤 拓也 東郷 広一 竹内 利幸	第一技術室 第一技術室 第一技術室	
専門-4 異種金属接合技術の修得	〇木内 恒聡 山森 英智 青山 直樹 内山 裕二 橋 和希	第一技術室 第一技術室 第一技術室 第一技術室 第一技術室	
10：50～11：35	座 長	竹内 利幸	第一技術室
専門-5 X線顕微鏡を用いた多様な材料の内部構造評価技術の習得	〇山口 綾香 井波 真弓 宮川 しのぶ 山田 美空	第二技術室 第二技術室 第二技術室 第二技術室	
専門-6 寒剤供給施設における日常点検業務スマート化への試み	戸澤 理詞 〇小林 英一 廣木 智栄 山口 綾香	第二技術室 第三技術室 第三技術室 第二技術室	
日常-1 レガシーな電子機器のIT化によるリメイク	清水 尚希	第三技術室	

【特別講演会】

13：30～14：40	司 会	小林 英一	第三技術室
・講師紹介 安藤 誠 統括技術長			
・特別講演：「センサを用いた人の行動認識と深層学習に関する研究」 福井大学 工学系部門 工学領域 情報・メディア工学講座 准教授 長谷川 達人 氏			

閉 会

聴講を希望される方は、100周年記念館へお越し下さい

編集後記

本報告集は、日常・専門研修の成果を中心に技術研究会や各種セミナーへの参加報告、並びに技術部講演会に関する報告などが掲載されています。また各グループ業務についても、1年間の技術部活動として報告しております。

令和7年度 日常・専門研修の実施にあたり、予算配分にご高配賜りました工学研究科長・技術部長、技術部運営委員の方々に対して厚く御礼申し上げます。また、研修企画、運営に多大なるご尽力をいただきました令和7年度 技術部研修委員、ならびに活動報告集を編集していただいた各委員の皆様に深く感謝いたします。

令和7年度 活動報告集編集委員会

委員長 川井 康督
青山 直樹
井波 真弓
道幸 雄真

令和7年度 技術部研修委員会

委員長 山森 英智
安藤 誠
東郷 広一
宮川しのぶ
小林 英一
竹内 利幸
戸澤 理詞
小澤 伸也