

名古屋大学工学研究科・工学部

技術部

# 技報

Vol.27

2025年3月

## 名古屋大学工学研究科・工学部「技報」Vol.27 表紙説明

表紙の題字は、平成9年度まで発行していた「名古屋大学工学部技術部職員研修技術発表報告集」の発刊内容変更に伴い、平成10年度から名称を改め、「技報」としました。その当時、名古屋大学工学部・工学研究科長兼技術部長でありました稲垣康善 教授にお願いし、揮毫いただいたものであります。

## 序 文

工学を辞書で調べると、「基礎科学を工業生産に応用するための学問」と書かれています。また技術は「物事を取り扱ったり処理したりする方法や手段。また、それを行うわざ」と書かれています。技術は、工学の目的を達成するための、具体的な方法や手段であり、基礎科学とされる数学・化学・物理学等とともに、工学を支えているものと理解されます。

私の専門は土木工学で、道路、鉄道、港湾、上下水道、発電施設、通信施設などの社会インフラの建設や維持管理の役割を担っています。日本のような成熟した社会では、インフラは使えて当たり前と思われていますが、定期的な維持管理をすることでその機能を維持しています。逆に言えば、何もしなければ必ず早期に劣化をします。適切な維持管理で劣化の速度を遅くし、現状維持するためにはかなりの労力を投入するとともに、新たな技術の開発と導入が不可欠です。インフラの利用者にはこのような努力は見えませんが、できるだけ努力を見える化して情報発信すべきであると考えています。多くの方に見え難い努力を理解していただくことで、サポートが得られ、継続的な取組みだけでなく新たな取組みも行い易くなります。

技術は工学を支えていることから、工学のインフラと位置づけられると思いますが、社会インフラと同様に維持するのは容易なことではありません。方法や手段は、それを行うための「わざ」に支えられています。特に大学の技術は学生がノウハウを持つことが多いため失われやすいものです。したがって、技術の蓄積・維持だけでなく、技術の向上を組織的に行うことが、大学の教育研究機能を維持するための基本となります。工学インフラの基盤の役割を果たすのが、工学研究科・工学部技術部です。そのため、技術部内での技術職員の知識やスキルの蓄積と伝承、スキルアップによる新たな展開と活用は、名古屋大学の教育研究活動を支え、更に強くするものと大いに期待されます。また、日々の努力を見える化して、技術部の活動や技術職員の取り組みについて学内外の方に理解いただくことが、技術の一層の活用と技術職員のスキルアップのモチベーションに繋がります。

この「技報」は、令和 6 年度における工学研究科・工学技術部に所属する技術職員が教育・研究の支援業務を通じて得られた成果ならびに技術力向上を目的とした研修活動によって得られた成果をまとめて見える化したものです。ご一読いただき、ご意見等がございましたらご遠慮なくお寄せいただけましたら幸いに存じます。技術部では、今後もこれらの教育・研究の支援活動や社会貢献活動に積極的に取り組み、体得した技術を継続的に活用できるように蓄積するとともにさらなるレベルアップを着実に続けてまいります。皆様方におかれましては、今後も技術部への一層のご理解ならびにご支援・ご協力を賜りますようお願い申し上げます。

工学研究科副研究科長、工学研究科・工学部技術部長 中村 光

## 「技報」の発刊に寄せて

2020年4月に、東海国立大学機構がわが国初の一人複数大学制度による国立大学法人として発足し、同年に統括技術センターが設置されました。このセンターは、名古屋大学と岐阜大学の技術職員で構成されており、両大学にはそれぞれ全学技術センターが存在します。名古屋大学の全学技術センターと工学研究科・工学部技術部（以下、工学技術部）は別の組織ですが、同じ技術職員が所属しており、工学技術部は技術支援の最前線として機能しています。

現在の工学技術部は全学技術センターの改組に伴い工学研究科における内規を改定して2017年10月に発足しました。当初は4技術系（情報通信、環境安全、装置開発、分析・物質）から始まり、2020年には計測・制御が加わり、現在は5技術系で活動しております。技術支援については工学研究科・工学部ならびに関連施設だけでなく、名古屋大学、東海国立大学機構および学外への技術支援も行っております。また、地域共同利用施設のあいちシンクロトロン光センターでの技術支援も行っております。

組織の動きとしましては、令和6年度東海北陸地区国立大学法人等技術職員合同研修（電気・電子コース）、2024年度機器・分析研究会、第3回機械工作技術研究会および第11回ガラス工作技術シンポジウムへの出席と、3月には総合技術研究会2025筑波大学に参加予定など学外の技術職員との技術交流を深めるとともに、積極的に技術の向上に努めてきております。また、今年度の特別講演会および技術部研修報告会については、会場とWebでのハイブリッド開催といたしました。工学技術部としては、これからも全学技術センターおよび東海国立大学機構統括技術センターの動向を見極めながら、工学研究科・工学部で必要とされる技術支援やサービスの維持向上と共に、新しく高度な技術習得のための技術研修・研鑽、講習会を行って参りたいと思っています。

東海国立大学機構の動きとしましては、今年度の技術発表会は岐阜大学を会場として開催を予定しています。また、2026年度には総合技術研究会を東海国立大学機構で開催することになっており、岐阜大学との協力関係が益々深まります。中部大学との交流については、装置開発と環境安全分野での交流を行いました。令和3年度に採択されたコアファシリティ構築支援プログラムは4年目となり、機器共用やコアファシリティ関連の情報発信、技術職員の人材育成等も行われていて、最終年度に向けて取り組んでいます。

本「技報」は、工学技術部内の令和6年度における技術報告をはじめとする様々な活動をまとめたものです。ご高覧頂ければ幸いに存じます。なお、本誌の発刊にあたり、多大なご尽力とご支援を頂きました工学研究科長、副研究科長、教員、事務職員、そして関係者の方々には、ここに心より厚くお礼申し上げます。

最後に私事で恐縮なのですが今年度末で技術長職が終了します。在任中はお世話になりました今後とも皆様方には、工学技術部にご厚意を賜りたく何卒宜しくお願い申し上げます。

令和7年1月24日

工学研究科・工学部技術部 技術長 白木 尚康  
(全学技術センター 装置開発技術支援室 室長補佐)  
(東海国立大学機構 統括技術センター 装置開発技術支援室 室長補佐)

## 目 次

序文	工学技術部 技術部長 中村 光	
「技報」の発刊に寄せて	工学技術部 技術長 白木 尚康	
I. 令和6年度 技術部技術研修会		
(技術系研修発表)		
1. 「スクリプトを用いたスパムメールフィルタの管理」	.....	1
伊藤康広、中村成美、島田啓史、伊藤大作、石垣佐、吉本翼、雨宮尚範、太田芳博		
2. 「取替え式呼吸用保護具のマスクフィットテストの導入について」	.....	8
舟橋 朋、松浪有高、河内哲史、後藤光裕、木村麻衣、小田哲史		
3. 「放射線施設の保安に関する品質管理」	.....	12
下山哲矢、近藤茂実、森本浩行、今井重文、橋本明宏		
4. 「新人職員のガラス加工関連技術習得を目的とした技術研修」	.....	17
古田紘己、森木義隆、岡本久和、川崎竜馬、長谷川達郎、足立勇太、松本大輔、花田洋樹、 中西幸弘		
5. 「MALDI TOF MS を用いた低分子有機化合物とポリマーの測定」	.....	25
鳥居 実恵、日影 達夫、森野 慎一、神野 貴昭、都築 賢太郎、伊藤 広樹		
(個別研修発表)		
1. 「IEEE 802.11 MAC フレーム解析」	.....	30
石垣 佐		
II. 研究会等への投稿論文		
1. 「2024 年度機器・分析技術研究会参加報告」	.....	41
鳥居 実恵		
2. 「スパーク音解析によるワイヤ放電加工の効率向上に向けたパラメータ設計	.....	43
動特性によるロバスト設計 (第2報)」 長谷川達郎		
III. 専門技術報告		
1. 「第11回ガラス工作技術シンポジウムへの聴講参加」	.....	47
森木義隆、古田紘己		
2. 「第63回 NMR 討論会参加報告」	.....	49
鳥居実恵		

IV. 全学技術センター関連 (技術職員研修)	
1. 2024年度東海国立大学機構技術職員研修(計測・制御コース)参加報告.....	51
後藤伸太郎	
2. 令和6年度東海・北陸地区国立大学法人等技術職員合同研修(電気電子コース)参加報告.....	53
後藤伸太郎	
V. 学外研修・交流	
1. 第3回機械工作技術研究会参加報告.....	55
松本大輔、渡邊雄亮、藤村太磯、山本浩治	
 (令和5年度技術研究会：高エネルギー加速器研究機構)	
1. 令和5年度高エネルギー加速器研究機構技術研究会参加報告.....	57
山本浩治、森木義隆、渡邊雄亮、藤村太磯、松本大輔	
2. 令和5年度高エネルギー加速器研究機構技術研究会参加報告.....	58
立花一志	
 (総合技術研究会 2025 筑波大学)	
1. デスクトップ型放電加工機の開発と放電状態評価の新たなアプローチ.....	60
音圧レベルとコンデンサ放電回路の構成部品の関係(第2報)	
長谷川達郎	
VI. 技術部公開講座 創造工学センター公開講座	
1. 令和6年度創造工学センターものづくり公開講座.....	65
中木村雅史、森木義隆、真野篤志、後藤伸太郎、山本浩治	
VII. 技術部だより	
1.活動報告	
1) 令和6年度 工学技術部活動報.....	67
2) 令和6年度 情報通信技術系活動報.....	69
3) 令和6年度 環境安全技術系活動報告.....	73
4) 令和6年度 装置開発技術系活動報告.....	75
5) 令和6年度 分析・物質技術系活動報告.....	78
6) 令和6年度 計測・制御技術系活動報告.....	80
2.研修会等報告	
1) 令和6年度 技術部特別講演会および研修報告会報告.....	85
3.講習会報告	
1) 令和6年度 情報通信技術系講習会報告.....	88
2) 令和6年度 環境安全技術系講習会報告.....	89
3) 令和6年度 装置開発技術系講習会報告.....	91
4) 令和6年度 分析・物質技術系講習会報告.....	93
編集後記.....	94

# 技術部 技術研修会

技術系研修発表

個別研修発表



# スクリプトを用いたスパムメールフィルタの管理

伊藤康広、中村成美、島田啓史、伊藤大作、  
石垣佐、吉本翼、雨宮尚範、太田芳博  
工学研究科・工学部技術部 情報通信技術系

## はじめに

工学研究科情報支援室で管理しているメールサーバは現在 30 台以上ある。管理対象のメールサーバに届くスパムメールは増加傾向にあり、その対策として令和 5 年度から送信元ドメインや件名などメールの内容に基づいてスパムメールフィルタ（以下ではフィルタと省略する）をかけるようになった。しかし、手作業で 1 台ずつサーバにログインしてフィルタを更新しているため、すべてのサーバで定期的に更新するのは手間がかかるという問題があった。また、管理対象すべてのメールサーバに届くスパムメールの全体的な傾向について、情報支援室として把握できていないという問題もあった。

令和 6 年度の系研修では、最初にこれらの問題を解決するために必要となる技術要素について議論した。議論の結果、フィルタの一括更新を実現するために構成管理ツール Ansible を、サーバに届くスパムメールの全体像を把握するためのデータ分析ツールとして Pandas を利用することが適切であると判断した。Ansible と Pandas はいずれもスクリプト言語 Python で実装されている。本稿では、議論後に管理対象のメールサーバのフィルタを一括更新するために構築した仕組み、およびスパムメール対策の効果測定の結果について報告する。

## 1. 系研修開始時点における学内のスパムメール対策

工学研究科情報支援室では MTA (Mail Transfer Agent) に Postfix を採用しており、スパムメール対策として以下のフィルタ設定を行っている。

- header\_checks で特定の件名にマッチした場合のメール受信拒否
- smtpd\_sender\_restrictions で特定の送信者名 (Envelope-From) にマッチした場合のメール受信拒否

従来、これらのファイルの更新は手動で 1 台ずつ行っていた。具体的には、SSH ログイン、サーバのログ確認、メールの件名のデコードと迷惑メールか否かの判断、迷惑メールと判断した場合のフィルタへの記述、Postfix のサービス再起動を情報支援室員が手分けして各サーバで実施していた。

また、情報連携推進本部が導入している迷惑メール判定システム<sup>[1]</sup>では、学外から届いたメールをスパムメールと判定すると、メールの件名の先頭に[NU-Spam]という文字列を追加する。よって、学内のメールサーバでスパムメールを効率的に調べるには、まずメールの件名を確認すればよい。Postfix のログに[NU-Spam]がついた件名を記録するために、図 1 のように header\_checks を設定している。

```
# less /etc/postfix/main.cf
header_checks = regexp:/etc/postfix/header_checks

# less /etc/postfix/header_checks
/^Subject: ¥[NU-Spam¥].*/i WARN
```

図 1. スпамメールをログに記録するための設定（関係箇所のみ抜粋）

## 2. 系研修における目標の設定

これまでに述べたフィルタ更新における問題点を解決するため、以下の目標を設定した。

- ・どのようなパターンをフィルタに設定するかを素早く意思決定できるツールの作成
- ・管理対象のメールサーバのフィルタを一括更新できるようにする仕組みの構築

管理対象のメールサーバでどのようなスパムメールが届いているか、全体像を素早く把握できれば、フィルタ作成時間の短縮が見込める。また、すべてのメールサーバのフィルタを一括更新できるようになれば、省力化が見込める。

## 3. 目標達成のために利用するツールの検討

目標達成のために利用するツールを議論した結果、以下のツールを使うことになった。

### 3.1. 構成管理ツール Ansible

Ansible は管理対象の機器（今回はメールサーバ）の設定をスクリプトとして扱えるツールである。管理対象の機器の設定に変更が発生した場合、スクリプトを変更すれば設定を一括で変更できる。また、Ansible は Chef などと異なり、エージェントプログラムのインストールが不要であり、既に稼働中のメールサーバの変更を最小限にできるため、採用することにした。

### 3.2. データ分析用ライブラリ Pandas

Pandas は Python のデータ分析用ライブラリである。スパムメールの状況を把握するために、正規表現を用いて収集したログからスパムメールに関係した箇所のみ抽出し、データフレームに格納する。データフレームは Pandas で使われる 2 次元の表形式で、列属性が異なっても構わないという特徴がある。データフレームに格納できれば、その後の分析や集計はデータフレームに付随するメソッドを用いて容易に実行できる。

## 4. フィルター一括更新のフロー

フィルター一括更新のフローを図 2 に示す。

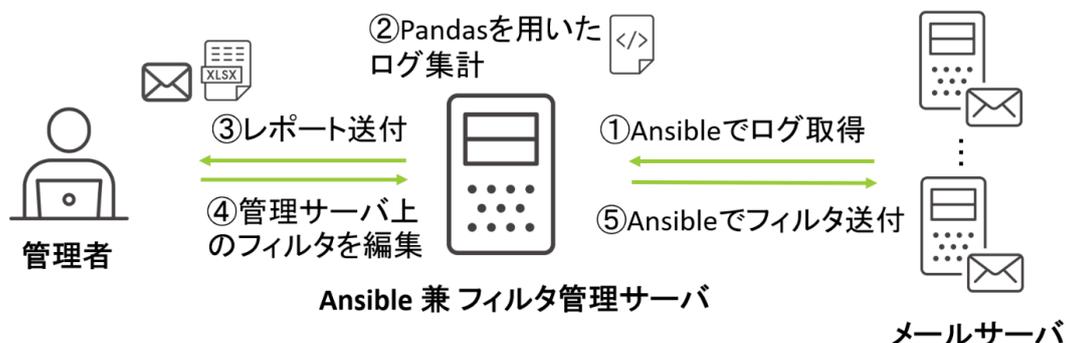


図 2. フィルター一括更新のフロー

以降の節では、フローの各ステップでどのような処理を行っているかについて述べる。

#### 4.1. ①Ansible でログ取得

スパムメールの全体像を把握できるようにするため、Ansible を用いて管理対象の各機器に SSH ログインしてログを収集するコマンドを図 3 に示す。

```
# ansible -i inventory.ini mail_servers -m shell -a "ls -lt /var/log/maillog* | head -n 2 | xargs cat | grep -E ¥"^(LC_ALL=C date --date '1 day ago' '+%b %_d')` (0[6-9]|1[0-9])2[0-3]:|^` (LC_ALL=C date -date 'today' '+%b %_d')` 0[0-5]:¥" | grep from | grep ¥"¥[NU-Spam¥]¥"" > $1
```

図 3. スパムメールのログ収集コマンド（一部抜粋）

始業時間直前までの状況が把握できるよう、コマンドを実行する前日の午前 6 時から当日の午前 6 時までの 24 時間を対象に、件名に[NU-Spam]がついたメールのログを収集する方針とした。また、始業時間前にレポートが届くよう、cron を利用して図 2 のステップ①～③は毎日午前 8 時に開始することにした。

inventory.ini には mail\_servers というグループに属する管理対象のメールサーバの IP アドレスや、各サーバにログインして root 権限でコマンドを実行するために必要なパスワードを記載している。root 権限は Postfix のログファイルの読み込みに必要である。また、\$1 には取得したログを置く Ansible サーバ内のファイルパスを、コマンドの呼び出し元のスクリプトで設定している。

#### 4.2. ②Pandas を用いたログ集計

##### 4.2.1. データの抽出

前節のコマンドで収集されたスパムメールのログは図 4 のような形式になっている。実際は 1 日のうちに複数のスパムメールが届くため、スパムメールに関するログの行は繰り返し出現する。

```
(メールサーバの IP アドレス) | CHANGED | rc=0 >>  
(メールの処理時刻) mail postfix/cleanup[ (プロセス ID) ]: (メールサーバのキューに入れた際に割り当てられたキューID) : warning: header Subject: [NU-Spam]? =? (件名をエンコードした文字列) ?= from (中継元メールサーバ) [ (IP アドレス) ]; from=< (送信元メールアドレス) > to=< (宛先メールアドレス) > proto=ESMTP helo=< (中継元メールサーバが名乗ったホスト名) >
```

図 4. 日本語の件名で届いたメールのログの例

ログからスパムメールに関連した箇所のみ正規表現を用いて抽出し、データフレームに格納する。抽出対象は図 4 において太字で表記している 1)メールの処理時刻、2)メールサーバのキューに入れた際に割り当てられたキューID、3)件名をエンコードした文字列、4)送信元メールアドレス、5)宛先メールアドレスの 5 項目である。中継元メールサーバはスパムメールの発信元に関係がないため抽出不要である。また、日本語の件名がエンコードされているのは、SMTP の動作が ASCII コードを前提としているためで、一般的には Microsoft Outlook などの MUA (Mail User Agent) がメール送信時にエンコードを行っている。

次に、作成したデータフレームに対し、6)送信元メールアドレスのドメイン、7)宛先メール

アドレスのドメイン、8)デコードした件名を付加する。日本語で書かれた件名は Base64 や Quoted-Printable でエンコードされており、そのままでは読めないため、スパムメールであるかを判断できるようにするためにデコードした結果を追加している。

#### 4.2.2. ランキングの作成

前項で作成したデータフレームを用いて、件名と送信元ドメイン、宛先ドメインについて value\_counts メソッドを用いてランキング形式のデータフレームを作成する。件名のランキング表はエンコード前後の両方を掲載するようにしている（図 5）。

	A	B	C	D
1		Subject	Subject decode	count
2	0	?=?utf-8?B?44CQ6YeN6Ka【重要なお知らせ】アカウント情報の確認をお願いいたします		951
3	1	?=?ISO-2022-JP?B?GyRC 論文投稿の悩み解決！3月納品のチャンス！		153
4	2	?=?UTF-8?B?44CQ6YeN6H【重要なお知らせ】お客様のお支払い方法が承認されません		41

図 5. 件名のランキング形式のデータフレームの例

#### 4.2.3. レポートの生成

Pandas のデータフレームには to\_excel メソッドが用意されており、データフレームを Excel ファイルや Excel シートに変換することができる。今回は、ログとランキング形式のデータフレームを、to\_excel メソッドを用いて 1 つの Excel ファイルにまとめて保存することにした。

#### 4.3. ③管理者へのレポート送付

Python にはメールを送付するためのライブラリとして、smtplib と email.mime がある。smtplib は利用するメールサーバの設定とメール送信に用いる。また、email.mime は MIME タイプを扱うことができ、メールの作成に使われる。今回構築した仕組みでは、email.mime.multipart メソッドをメールヘッダの作成、email.mime.application メソッドを 4.2.3 項で作成した Excel ファイルのメール添付に用いた。

#### 4.4. ④管理サーバ上でのフィルタ編集

管理者である情報支援室の室員は、届いたメールに添付された Excel 形式のレポートに基づいてフィルタを編集する。情報連携推進本部の迷惑メール判定システムの精度は高いが、誤判定がまったく無いとは言えないため、一度室員が確認した上でフィルタに記述することにした。ログ集計の結果でランキング上位になったスパムメールは連日届くことが多いため、それらを中心にフィルタに記述すべきか検討を行う。

フィルタは件名あるいは送信元メールアドレスに基づいて記述する。件名についてはエンコードされた文字列で記述する必要がある。4.2.2 項で述べたように、レポート作成時にエンコード前後の結果を載せているため、フィルタ作成にかかる手間を削減することができる。

#### 4.5. ⑤Ansible でフィルタ送付

フィルタの編集が完了したら、Ansible のコマンドを実行して、各メールサーバのフィルタを更新する。更新コマンドを図 6 に示す。

```
# ansible-playbook -i inventory.ini playbook.yml
```

図 6. Ansible のフィルタ送付コマンド

playbook.yml ではメールサーバの構成変更を手続き的に記述している。具体的には、管理対象のメールサーバをまとめたグループ mail\_servers に対し、

- ・作成したフィルタを読み込むように Postfix の設定ファイルの書き換え
- ・メールサーバに対して、作成・更新したフィルタのコピー
- ・設定ファイルやフィルタを再読み込みするための Postfix サービスの再起動

を順番に行うように記述している。

## 5. フィルター一括更新フローの効果測定

作成した仕組みが意味のあるものか確認するために効果測定を行った。着目した測定対象は定期更新開始前後での 1) スпамメール破棄率の変化、2) キューに溜まるメール数の変化の 2 つである。

### 5.1. スпамメール破棄率の変化

管理対象のメールサーバの中でも比較的スパムメールがよく届く、とある学科のメールサーバにおいて、件名に[NU-Spam]がつけられたメールをどの程度フィルタで破棄できたかを調べた結果を表 1 に示す。

2024 年 9 月 17 日夕方から毎日フィルタを更新するようにしたことで、不定期に更新していた 9 月 17 日以前と比較して、9 月 18 日以降はフィルタによるスパムメールの破棄率が 20% 程度向上していることが確認できた。

表 1. スпамメールの破棄率の推移

日付 (2024 年)	[NU-Spam] がついてサーバに届いたメールの通数	作成したフィルタにより破棄できたメールの通数	破棄率
9/12~13	883	359	41%
9/13~14	1278	489	38%
9/14~15	1027	342	33%
9/15~16	801	165	21%
9/16~17	1136	467	41%
9/17~18	1129	351	31%
9/18~19	1168	643	55%
9/19~20	1152	658	57%
9/20~21	1079	659	61%
9/21~22	980	658	67%
9/22~23	1058	793	66%
9/23~24	1153	707	61%

### 5.2. キューに溜まるメール数の変化

メール転送を行った際に、転送先のメールサーバにスパムメールの転送元と判断されると、すぐにメールを受け取ってもらえず、転送元のメールサーバのキューにメールが溜まることもある。そこで、キューに溜まるメール数を調べた。

情報支援室では Zabbix を用いてメールサーバを監視しており、メールサーバのキューの状況を把握できるようになっている。図 7 は 2024 年 8 月中旬から 11 月上旬にかけて約 3 か月間にわたり、2 台のメールサーバのキューに溜まるメール数を監視した結果である。

フィルタの定期更新を開始したことにより、図 7 (上) のサーバではキューに溜まるメールの数が大きく減り、フィルタの効果が確認できる。それに対し、図 7 (下) のサーバでは大きく減少していない。その理由として、フィルタの内容が共通になったことで、従来個別に作成していたフィルタでは破棄されていた広告メールが破棄されなくなっていたことが挙げられる。また、11 月上旬にキューに溜まるメールの数が増えているが、レポートではスパムメール送信件数が少なかったため、フィルタへの追加を見送っていたメールアドレスからの広告メールが急増したことが原因であった。

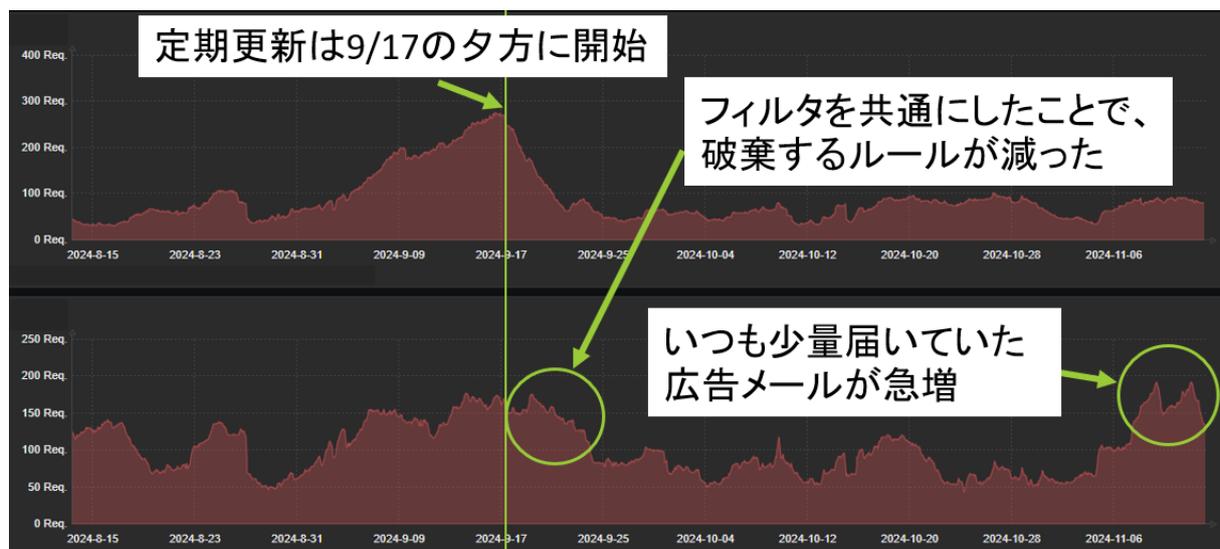


図 7. キューに溜まるメール数の推移

ただし、キューに溜まるメールはスパムメールだけが原因ではない。例えば、以下の理由によりキューにメールが溜まることもある。

- ・ 転送先のユーザのメールボックスが一杯になっている
- ・ 転送先のサーバがメンテナンスを行っている

したがって、キューに溜まるメールの数は、スパムメールを転送せずに破棄できているかの目安にはなる。しかし、キューに溜まるメールの数の増加原因がスパムメールによるものかを知りたい場合は、キューの内容を調べる必要がある。

## 6. フィルタ作成における対処の難しいケース

レポートにより、管理対象のメールサーバでどのようなスパムメールが届いているかを把握し、フィルタに即日反映できるようになったが、スパムメールによっては対処が難しいことがある。例えば以下のケースが挙げられる。

### 1) 外国語の件名

例えば教員に関係がありそうな学会名が件名に含まれると、フィルタに記述してよいか判断に迷う場合がある。

## 2) エンコードされた文字列が長い件名

図 1 にある通り `header_checks` を利用して件名を記録するように設定しているが、Postfix の仕様により、1 件のログにつき ASCII コードで 180 文字程度しか記録されない。Quoted-Printable 形式でエンコードされた文字列は日本語にデコードすると 20 文字弱しかログに記録されないことになるため、件名の文字列をすべて使ったフィルタを作成できないことがある。

## 3) 短すぎる件名

例えば「XXX カードご利用の確認のお願い」と「確認のお願い」という件名でスパムメールが届いた場合を比較すると、前者は大学のメールアドレスを用いてクレジットカードを契約する人はほぼいないという理由でフィルタに追記できると考えられる。一方、後者はレポートなどの提出物に対する確認であるとしたらフィルタに追記すべきでないと考えられるため、別途送信元メールアドレスによるフィルタ設定が可能か検討しなければならない。

## 4) 実際の利用者があるサイトのメールアドレスを騙っている

例えばオンライン通販サイトのように、利用者が学内にいるサービスのメールアドレスを騙ってメールが送られてきた場合、単純に送信元メールアドレス情報だけを用いてフィルタを作成することは困難である。

## 7. まとめ

系研修を通じて、Pandas を用いたデータエンジニアリングの基礎、正規表現の使い方、構成管理ツールの使い方を学ぶことができた。また、成果としてはフィルタ作成に必要なログ収集と集計を自動化でき、効率的なスパムメール対策の基本的な仕組みを構築できたことが挙げられる。

## 参考文献

- [1] 情報セキュリティ室. “迷惑メールに関する情報”. 名古屋大学情報連携推進本部.  
[https://icts.nagoya-u.ac.jp/ja/security\\_office/aboutSpam.html](https://icts.nagoya-u.ac.jp/ja/security_office/aboutSpam.html), 閲覧日 2024 年 12 月 20 日
- [2] Daniel Y. Chen. pandas ライブラリ活用入門 [第 2 版]. 吉川邦夫 訳. 福島真太郎 監修.  
インプレス, 2023.
- [3] 北山 晋吾ほか. Ansible 実践ガイド第 4 版 [基礎編]. インプレス, 2023.

# 取替え式呼吸用保護具のマスクフィットテストの導入

舟橋朋、松浪有高、河内哲史、後藤光裕、木村麻衣、小田哲史  
工学研究科・工学技術部 環境安全技術系

## はじめに

令和5年度に実施した使い捨て式防塵マスクのマスクフィットテスト<sup>[1]</sup>において、取替え式防塵マスクを利用していると学内の溶接業務従事者から申し出があった。現在、法律によってマスクフィットテストは年に1度実施することとなっており、取替え式防塵マスクにおいてもマスクフィットテストの実施体制を整えることが急務であった。また、令和6年度より作業環境測定で第三管理区分に区分され改善されない事業場で呼吸用保護具を使用することとなった<sup>[2]</sup>場合、同様にフィットテストを年に1度実施することが義務付けられた。この場合は防毒マスクを使用する対策を取る可能性が高いことから、取替え式防塵マスクと同様の仕組みを持つ防毒マスクにおいてもマスクフィットテストの手順を検証した。その結果を以下の通り報告する。

## 1. 呼吸用保護具の選定と使用する器材

取替え式呼吸用保護具は、顔と接触する部分である呼吸用保護具本体と、ろ過材の2つのユニットから構成されている。ろ過材には防塵フィルタと吸収缶の2種類があり、防塵マスクとして使用する場合は防塵フィルタを、防毒マスクとして使用する場合は該当する吸収缶を選定し、取替え式呼吸用保護具本体に装着する。

本研修では学内で使用実績のある以下の半面形面体の防塵マスク、防毒マスクにおいて、フィットテストの検討を行った。取替え式呼吸用保護具はマスクフィットテスト用のアダプターがメーカーより販売されており、それぞれ取替え式呼吸用保護具本体に適合するアダプターを準備した。

呼吸用保護具①R-5-08型 興研 適合アダプター：FTA-8

呼吸用保護具②TW-01C 重松製作所 適合アダプター：FT フィルタ#1

このアダプターは、防塵フィルタにプローブと呼ばれる穴が開いている構造をしているため、実作業時には使用できないことについて注意が必要であった。

## 2. フィットテストの実施方法

マスクフィットテストはJIS T 8150 (2021) に沿って実施する必要がある<sup>[3]</sup>。JIS T 8150 (2021) には定性的フィットテスト、定量的フィットテストの2種類が規定されており、本研修では前年度同様に定量的フィットテストを実施することとし<sup>[1]</sup>、環境安全衛生管理室が保有する、柴田科学製マスクフィッティングテスターMT-05U型(図1)を使用した。JIS T 8150 (2021) に規定されている大気塵を用いた定量的フィットテストには、標準のフィットテスト(標準法)と短縮定量的フィットテスト(短



図 1.MT-05U 型

縮法)の2つがあり、MT-05U型は短縮法が可能な凝縮核カウンタ方式ではないため、標準法にて実施した。MT-05U型はマスク内外の粉塵を交互に計測しており、測定モードがフィットテストモード、フィットチェックモード、トレーニングモードと複数あるのが特徴である。以下の計算式(式1)においてフィットファクタ(FF)を得ることができる。

$$\text{フィットファクタ (FF)} = \frac{\text{呼吸用保護具の外側の測定対象物質の濃度(粒子数)}}{\text{呼吸用保護具の内側の測定対象物質の濃度(粒子数)}} \quad \dots \text{式 1}$$

標準法では、呼吸用保護具を装着し、マスクフィッティングテスターと繋いだ状態でマスクフィッティングテスターからの指示に従い順に次の表1にある指定の動作を行い、各動作をしている間のフィットファクタを測定する。

表1. 定量的フィットテスト標準法の動作

1	普通の呼吸
2	深呼吸
3	顔を左右に
4	顔を上下に
5	話す
6	前かがみ
7	普通の呼吸

各動作のフィットファクタ値より、以下の計算式(式2)において総合的なフィットファクタ( $FF_{\text{overall}}$ )を求めることができる。

$$\text{総合的なフィットファクタ (FF}_{\text{overall}}) = \frac{7}{\frac{1}{FF_1} + \frac{1}{FF_2} + \frac{1}{FF_3} + \frac{1}{FF_4} + \frac{1}{FF_5} + \frac{1}{FF_6} + \frac{1}{FF_7}} \quad \dots \text{式 2}$$

半面形面体の要求フィットファクタは100と定められているため、本研修で取替え式呼吸用保護具のフィットテストを検証する際には総合的なフィットファクタ( $FF_{\text{overall}}$ )が100を超えることができるか確認した。

### 3. フィットテストの検証

本研修者の中から被験者1、2を選定し、被験者1は呼吸用保護具①と適合するアダプターを、被験者2は呼吸用保護具②と適合するアダプターを装着した状態で、前章に記載した方法にて定量的フィットテスト(標準法)を実施し、表2の結果を得た。

表2. フィットテストの検証結果(フィットファクタ)

	被験者1	被験者2
総合的なフィットファクタ( $FF_{\text{overall}}$ )	656	1828

被験者1、2共に総合的なフィットファクタが100を超える値を得ることができたため、この方法でテストを実施できることを確認した。

#### 4. フィットテストの実施

学内の溶接業務従事者で取替え式呼吸用保護具を使用している業務従事者に、前章に記載の内容で定量的フィットテストを実施した。フィットテスト実施の前準備として、使用している取替え式マスク本体の型番（重松製作所：DR77SR）を調査し、適合する定量的フィットテスト用のアダプター（重松製作所：FT フィルタ#4）を準備した。FT フィルタ#4（図2）は側面にプローブが付いている構造をしており、マスクフィッティングテスターに繋がるチューブと干渉しないように注意する必要がある。業務従事者の定量的フィットテストでは、総合的なフィットファクタが 27811 という値を得ることができ、フィットテスト合格となったことを確認した。



図 2.FT フィルタ#4

#### 5. 考察とまとめ

取替え式呼吸用保護具の定量的フィットテストの総合的なフィットファクタにおいて、本研修では総合的なフィットファクタとして 656～27811 の値を得ており、それぞれ要求フィットファクタ 100 を超えることができた。

取替え式呼吸用保護具は、マスクの密着面がシリコン等の素材でできており、顔面に合わせて多少変形する構造をしていること、頭部分に接触する紐の形状が異なり、取替え式呼吸用保護具の方が、紐がずれにくい構造をしていることが特徴として挙げられる。また、取替え式呼吸用保護具のマスク本体には密着状態を確認できるフィットチェッカー搭載のものがあり、今回検証した2つの呼吸用保護具（①②）と、前章において業務従事者が使用していた呼吸用保護具はフィットチェッカーが搭載されているものであった。フィットテスト前にフィットチェッカーを利用して密着状態を確認させたことで、呼吸用保護具と顔面との密着性の向上に繋がりを、フィットテストが合格となったと考えられる。

取替え式呼吸用保護具は、防塵フィルタや吸収缶は交換時期に交換するが、マスク本体は使い回すこととなる。そのため、頭に固定するために使う紐や、排気弁等の部品の消耗に留意する必要がある。取替え式呼吸用保護具の消耗部品の状態を保護具着用者が確認しているかどうか、年一回のフィットテスト時に確認することで、適切な保護具の利用促進に繋がると考える。

本研修において半面形面体において取替え式呼吸用保護具のマスクフィットテストの検証を行ったことにより、使い捨て式防塵マスク、取替え式呼吸用保護具において対応できる体制が整った。今後も呼吸用保護具使用者へのマスクフィットテスト実施を通じて、学内の安全衛生へ貢献していきたいと考える。

#### 6. 謝辞

本研修は、工学技術部の系研修として実施させていただきました。この研修を実施する機会を頂きました工学部技術部の関係者の皆様にお礼申し上げます。また、本研修では名古屋大学環境安全衛生管理室が保有するマスクフィッティングテスターを使用させていただきました。多大なご協力をいただいた環境安全衛生管理室の皆様へ感謝申し上げます。フィットテスト実施に際し、被験者としてご協力いただいた理学部技術部西村副技師に深く感謝申し上げます。

## 7. 参考文献

- [1] 後藤光裕.「工学部における呼吸用保護具のフィットテスト実施の検討」.名古屋大学工学研究科・工学部「技報」,Vol.26,2024,p7-10
- [2] 厚生労働省「第三管理区分に区分された場所に係る有機溶剤等の濃度の測定方法等の適用等について」（基発 1130 第 1 号,令和 4 年 11 月 30 日公示）
- [3] 日本工業規格 JIS T 8150（2021）

# 放射線施設の保安に関する品質管理

下山哲矢、近藤茂実、森本浩行、今井重文、橋本明宏

工学研究科・工学技術部 環境安全技術系

## はじめに

近年、放射線施設の保安管理に関する品質管理（品質保証）の導入が始まっている。RI 規制法にかかる放射性同位元素等の使用に関しては、「放射線障害予防規程」において、施設の保安に関する品質管理部分を充実させた。原子炉等規制法にかかる核燃料物質の使用に関しては、法令により、品質管理に必要な体制の整備に関する事項に係る届出を提出し、施設管理方針、施設管理目標の制定から施設管理実施計画の策定、施設管理の実施、施設管理の評価・改善の PDCA の記録が必要である。これらは、放射線施設の保安管理に関するいわゆる保安検査（巡視）等に係る品質管理であるが、放射性同位元素等の規制に関する法律にかかる放射性同位元素等の使用に関して、加えて放射線施設の放射線量の測定の信頼性（測定結果の品質管理）に関しても導入された。核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律に関しては、まだ定められていないが、個々の事業所の承認の際に追加事項として資料提出が要求されており、今後、放射性同位元素等の規制に関する法律同様の法令上の規制が行われると予測される。今回は、特に保安に係る品質管理の内、昨年度導入された放射性同位元素等の規制に関する法律の放射線測定に関する信頼性について調査検討を行った。

## 1. 放射線施設の規制について

ここでは、放射性同位元素等の規制に関する法律に定められた施設と核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律で定められた施設の規制の違いを法令等に関して比較することで確認する。放射性同位元素等の規制に関する法律に定められた施設を RI 規制施設、核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律で定められた施設を核物質規制施設とし、工学研究科の保安関連に関してまとめると表 1 になる。

表 1 各規制施設における法令上の規制など

	RI 規制施設	核物質規制施設
法令	放射性同位元素等の規制に関する法律	核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律 国際規制物資の使用等に関する規則
	電離放射線障害防止規則（労働安全衛生法）	
責任者	放射線取扱主任者（国家資格）	計量管理責任者（資格なし）
法令上の第三者機関による定期的な検査等	定期検査・定期確認	なし
規制側の査察	5～10 年毎	5～10 年毎（量の規制は 2～4 年毎）
法令上必要な保安規則	放射線障害予防規程（届出）	なし ※核物質の計量管理は、計量管理規定（承認）
承認上の放射線測定器	非密封用 1 台（型番なし）	汚染検査 3 台 シンチレーションサーベイ 1 台（型番なし）

施設保安に関する規制側の考えかた等がよく分かる。核物質規制施設に関して、法令ではより厳しい規制がかかる施設が存在し、それらの施設の規制が主となっており、工学研究科レベルの施設は規制反映が遅れる印象がある。今回調査を行った放射線測定器は核物質規制施設では申請書等で型式等が書かれている測定装置もある。

## 2. 放射線測定器の測定値の信頼性

IAEA の総合規制サービス (IRRS) の勧告<sup>1)</sup>を原子力規制委員会が受けて、放射線測定器の測定値の信頼性確保に基づき、RI 規制施設において、法令改正が行われ放射線障害予防規程において点検・校正等を定めることになった。核物質規制施設に関しては、法令改正の検討が行われている。しかしながら、多くの核物質規制施設では、法令等に記述はないが、点検・校正方法等を承認申請書へ参考資料として添付が求められている。工学研究科では、査察の改善項目として放射線測定器の点検・校正方法等を提出している。

放射線測定器の測定値の信頼性の一つの指標として放射線測定器校正のトレーサビリティが考えられる。トレーサビリティが保証される制度として、JCSS 制度がある。国家標準により校正された標準機器を持つ校正機関を第三者機関である製品評価技術基盤機構 (NITE) が審査及び登録する制度であり、JCSS ロゴ付きの校正証明書を登録された校正機関は発行できる。また、実際の測定機器を扱うユーザーからは、直接この登録された校正機関に校正を依頼する以外に、校正機関により校正された照射場や放射線源を用いて校正を行うことも JCSS 制度内ではないが国家標準からトレーサビリティがある校正と言える。そのため、工学研究科では、登録された校正機関である日本アイソトープ協会から購入した照射線量率が校正されている線源を使用することとした。

工学研究科の各規制施設の従事者管理や施設の保安に法令上必要な放射線測定に関する測定器をまとめると表 2 のようになる。法令改正により RI 規制施設においては放射線障害予防規程で各種測定器の点検と校正に関して定められた。核物質規制施設では、申請書に汚染検査機器のみの記述がある。また、査察の際の改善項目として提出した各種サーベイメータの点検及び校正方法が定まっている。

表 2 各規制施設における放射線測定器扱い (工学研究科)

	RI 規制施設	核物質規制施設
業務従事者被ばく線量	放射線障害予防規程に点検及び校正方法等を定義	なし
立入者被ばく線量	放射線障害予防規程に点検及び校正方法等を定義	なし
排気設備、排水設備、汚染検査	放射線障害予防規程に点検及び校正方法等を定義	承認申請書に機器の型式等記述。
区域線量	放射線障害予防規程に点検及び校正方法等を定義	なし

放射線障害予防規程で定められたことは、法令上の記録が必要な事項となり、結果として法令を遡及するような形で放射線測定器の測定値の信頼性確保の点検校正記録が必要となった。そのため、工学研究科の RI 規制施設の 4 施設では、予算の都合上サーベイメータは各 1 台、立入者の被ばく測定用のポケット線量計は各 1 台、汚染検査用の機器は点検費用が高額のため、隔年で点検校正を行うこととした。点検校正を行えない放射線測定器は、JIS Z4511「X 線及び

γ線用線量(率)測定器の校正方法」の附属書 JB「実用測定器の簡素化した校正及び機能確認」の方法を使うことで信頼性の確保が可能ではないかと思われる。

### 3. 機能確認と比較測定

JIS Z4511 の附属書 JB に定められている機能確認は、以前は確認校正として JIS Z4511 で規定されていた。確認校正のマニュアル<sup>2)</sup>によれば、実施方法として、決まった測定体系及び放射線源で毎年測定を行い、前回の測定との差の許容範囲は±10%として合否を判断する。また、5年毎の校正機関での再校正を推奨している。測定には、環境条件として、周囲温度が $20\pm 10^{\circ}\text{C}$ 、湿度 85%以下及び気圧が $85\sim 106\text{kPa}$ であり、測定回数(指示値の読み取り)は、測定を開始してから測定器の時定数の3倍以上時間において、適切な間隔で4~5回行うこととなっている。前回の測定との差の確認のため、機能確認開始時の測定値の信頼性が必要である。

一方、附属書 JB 実用測定器の簡素化した校正では、実用標準測定器はトレーサビリティが確保された測定器で実用測定器(校正対象の測定器)と同一形式である必要があるとされており、同一形式であると判断するには形式検査や測定器の重要部分の設計が同じであるなどを用いることになっている。環境条件は確認校正と同様であり、同一測定体系における実用標準測定器と実用測定器の同時測定か同一測定体系かつ同一線量の比較測定を用いて校正する。

### 4. NaI シンチレーションサーベイメータ

NaI シンチレーションサーベイメータに関して、機能確認及び比較測定のテストを行った。使用したサーベイメータはアロカ製 TCS-161・1台と TCS-172・2台である。登録機関により校正された線源は $^{137}\text{Cs}$  ( $0.662\text{MeV}@^{137}\text{mBa}$ ) 照射線量率  $8.07\times 10^{-9}\text{C}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$  (2007/2/16) であり、図1のように線源とサーベイメータの表間の距離100cmを基準として、50cm及び25cmとサーベイメータを近づけて、各サーベイメータの指示値を確認した。

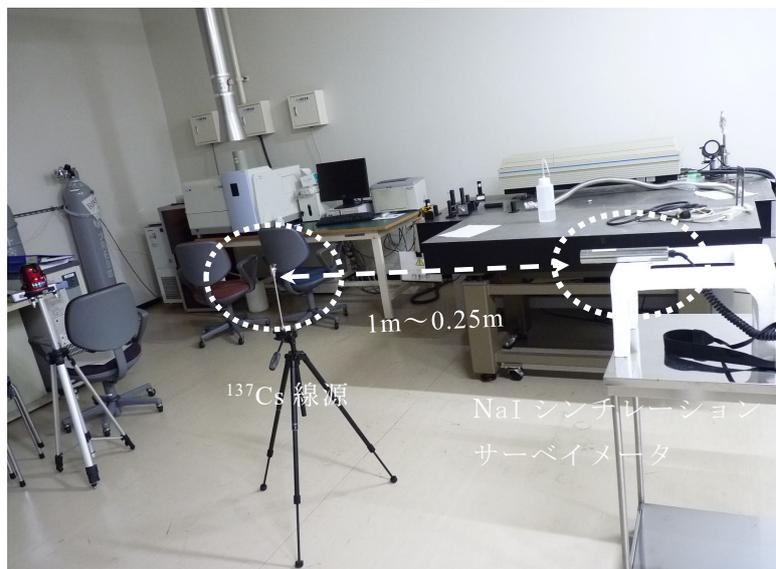


図1 NaI シンチレーションサーベイメータ測定外観

バックグラウンド及び測定は、7回行いその平均値の差を実測値として表3に示す。TCS-172-2を実用標準測定器とすると、TCS-161とTCS-171-1は比較測定とすることが可能で、仮に校

正時の差の許容範囲±15%を用いるとすると、TCS-161は範囲を超えており、メーカーによる点検校正が必要であるとなった。実際にメーカーに点検校正を依頼した結果、NaI結晶の経年劣化による検出効率の低下によるものであろうと結論づけられ、結晶の交換及び校正を行った。工学研究科の場合、照射線量率が既知の線源のため、実際の基準線量（吸収線量）が算出できる。そのため比較測定以外にもJIS Z4511に従った校正方法を用いれば個別のサーベイメータのみで校正が可能であることが分かった。また、次の測定においても、例えば100cmの位置で同一線源を用いて測定を行い、今回の測定と比較することで、個々のサーベイメータのみでも機能確認を行うことができる。核物質規制施設では、サーベイメータが1台のため、RI規制施設のサーベイメータと合同で比較測定を行うか、定期的な校正機関による校正と機能確認による測定値の信頼性の確保が考えられる。

表3 NaIシンチレーションサーベイメータ測定結果

線源と測定器の距離	基準線量線源 (μSv/h)	TCS-161 (μSv/h)	TCS-172-1 (μSv/h)	TCS-172-2 (μSv/h)
100cm	0.31	0.26	0.34	0.32
50cm	1.13	0.82	1.19	1.14
25cm	4.20	3.41	4.22	4.27

## 5. ポケット線量計

ポケット線量計は従事者等の被ばく線量を測定する個人線量計である。被ばく線量が表示されるため、放射線施設管理区域の一時立入者の被ばく線量測定に使われることが多い。JIS Z4511の附属書JB 実用測定器の簡素化した校正では、個人線量計を校正する場合、ファントムを用いることが定められている。そのため、JIS Z4331「個人線量計校正用ファントム」で定められているファントムを作成することとした。ここで、ファントムとは一般的な「亡霊、幻」などを示す言葉ではなく、人体における放射線の散乱及び吸収を模擬する物体を意味し、3種類のファントムがJIS Z4331では定められている。表4にファントムの種類及び形状・寸法を示す。P-30及びP-40は板状のものを重ねて必要な厚さにしてよい。個人線量計の設置場所は、ファントムの前面で範囲はPW及びP-30は中央の10cm×10cm、P-40は20cm×20cmの範囲内である。PWはX線・γ線及び中性子線用の個人線量計の校正に使用でき、高エネルギーγ線(<sup>137</sup>Cs、<sup>60</sup>Co)はP-30及びP-40を使用してもよいとなっている。今回は、工学研究科の照射線量率が既知の線源が<sup>137</sup>Csであることに加え、作成が容易で比較的安価だったため、P-30を30cm×30cm厚さ3cmの板を5枚重ねることで作成することとした。

表4 ファントムの種類及び形状・寸法

種類	名称	形状・寸法
PW	水槽形	個人線量計装着面が30±1cmの正方形、厚さ15cmで個人線量計装着面が壁厚2.5mm、それ以外の面が壁厚10mmのメタクリル樹脂板
P-30	平板形	個人線量計装着面が30±1cmの正方形、厚さ15cmのメタクリル樹脂板
P-40	平板形	個人線量計装着面が40±1cmの正方形、厚さ15cmのメタクリル樹脂板

図2にポケット線量計の校正外観を示す。線源とポケット線量計表面までの距離を25cmとしてバックグラウンドと線源による線量測定をそれぞれ24時間の測定を行った。表5に登録機関から送られてきた点検校正報告書における項目及びその点検校正項目に関して実際に今回行った点検校正の結果を示す。今回の校正は、基準となる実用標準測定器を借用できなかったが、

点検校正の各項目について点検校正が可能であり、比較測定を行うことなしに測定値の信頼性確保の点検校正は可能であろうことが分かった。

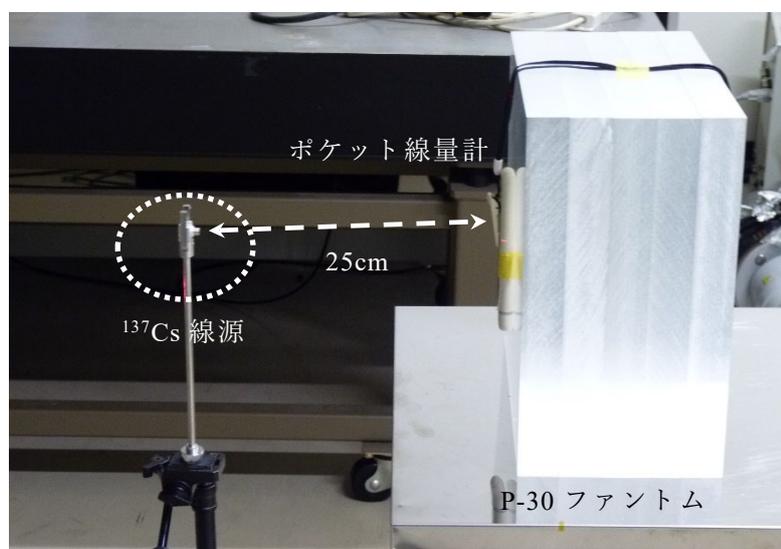


図2 ポケット線量計校正外観

表5 ポケット線量計の点検校正項目及び結果

型式製造 番号	外観	電源 ON/OFF 動作	リセット動 作	線源校正 ( $\mu\text{Sv}$ )	総合判定
PDM-102 41103	良	良	良	82 (2.1%)	合
PDM-112 61152	良	良	良	78 (-2.9%)	合

基準線量：80.3 $\mu\text{Sv}$

## 6. まとめと考察

昨年度導入された放射性同位元素等の規制に関する法律の放射線測定に関する信頼性について調査検討を行った。今回は特に放射線施設の空間線量を測定する NaI サーベイメータと立入者の被ばく線量を測定するポケット線量計について JIS Z4511 の附属書 JB に規定されている機能確認及び比較測定の有用性の確認及び点検校正ができるか否かの検討を行った。結果として NaI サーベイメータは機能確認及び比較測定が可能であり、ポケット線量計についてはその2つの校正に加え点検校正まで可能であることが分かった。核物質規制施設に関しても放射線測定の信頼性に関する規制が導入される際には参考になるであろう。

## 7. 参考文献

1. 「日本への総合規制サービス (IRRS) フォーローアップミッション報告書」令和2年3月17日 原子力規制委員会
2. 「確認校正マニュアル」平成17年3月20日 (財)原子力安全技術センター

# 新人職員のガラス加工関連技術習得を目的とした技術研修

古田紘己\*、森木義隆\*、岡本久和\*\*、川崎竜馬\*、長谷川達郎\*、  
足立勇太\*、松本大輔\*、花田洋樹\*、中西幸弘\*

\*工学研究科・工学部技術部 装置開発技術系

\*\*装置開発技術支援室（理学部）

## 1. はじめに

令和6年度、装置開発技術系においてガラス加工業務を担当することとなった新人職員を対象に、「ガラス加工技術基礎の習得」、「金属加工技術基礎の習得」および「装置開発系職員との交流」を目的とした研修を実施した。

## 2. 研修内容

ガラス加工技術にはいくつかの基礎的な加工があり、それらを組み合わせることさまざまな修理や製作が可能となる。そのため、本研修では4月から11月の期間中において習熟度に応じて段階的にガラス加工の基礎練習を実施した。そして、9月下旬からは並行してガラス加工用バーナーの固定台製作を題材として、旋盤やフライス盤加工などの金属加工の基礎技術を学んだ。

4月	→			11月
<b>ガラス加工技術①</b> 手折り ひっぱり (Φ10) センター出し 曲げ加工 吹き破り 枝つけ	<b>ガラス加工技術②</b> 同径管つなぎ (Φ10) 玉吹き ゴム止め	<b>ガラス加工技術③</b> ひっぱり (Φ7、Φ15、Φ20、Φ30) 枝つけ (上記の管径の組み合わせ) 同径管、異形管つなぎ 曲げ (Φ15、Φ18) 旋盤つなぎ (Φ40)	<b>金属加工</b> バーナー固定台の製作 (旋盤、フライス加工の基礎)	

図1. 研修内容

## 3. ガラス加工技術①

4月当初から実施したガラス加工技術①はガラス加工の中でも基礎中の基礎であり、様々な修理・製作の基本となる加工技術である。これらの技術を効率的かつ体系的に習得するための課題としてY字管の製作練習を実施した。



図2. ストレート管とY字管

具体的にはφ10mmのストレート管からY字管を製作する課題(図2)で、製作時にはガラス加工技術①をすべて必要とする。

継続的な練習により製作技術が向上し、Y字管の品質も向上した(図3)。



図3. 製作技術が上達した様子

#### 4. 練習の振り返り

研修期間は8か月にも及ぶ長期的な取り組みとなったが、その中の大半は練習をしており、その時間をより実りあるものにするため、練習中の集中力を維持するための一日のスケジュールやモチベーション低下への対処法を工夫した。また、技術力を大きく向上させる発見などもあった。

##### 4.1 一日のスケジュールについて

研修当初は午前と午後の両方で最大限の練習を行っていたが、次第に疲労が蓄積し翌日も疲労が残り練習のパフォーマンスが低下したため、スケジュールを見直すことにした(図4)。長時間の練習では集中力が持続しないため、一回で連続して行う練習時間を最大二時間までとして合間に事務作業などのサブ業務を挟むことで、一時的に練習から離れて集中力を回復する時間を設けた。また今日の練習の振り返りや、明日の計画を立てるための反省会の時間も取り入れた。

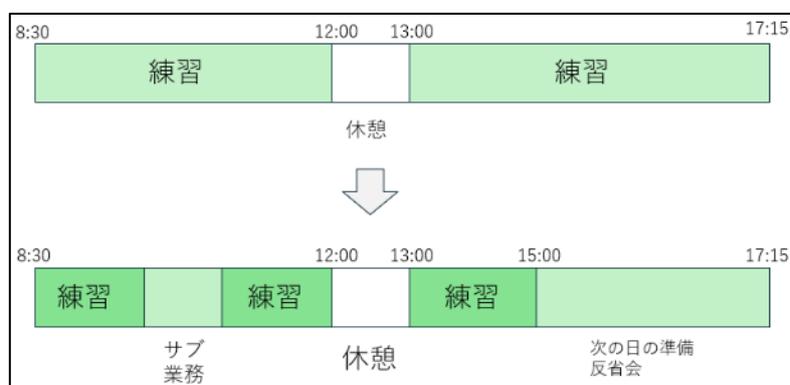


図4. スケジュールの変化

## 4.2 データ取り

研修期間中に実施しているガラス加工技術基礎を習得するための練習は研修終了後も継続していくが、これは一定の修理および製作依頼を遂行できる水準に達するまでを計画している。その期間中の、練習内容を記録することにより、ガラス加工技術者の育成に資する指標を構築できる可能性があると考え、各工程の試行回数等の記録を開始した。具体的には私が指導する立場になったとき、新人職員に対してガラス加工技術を習得するのにどのくらいの練習が必要かを、この記録により目に見える形で示すことが出来るかもしれないということであり、この記録については今後も継続していく予定である。

使用ガラス管(1.5m) 本数	
8mm管	2
10mm管	58
12mm管	2
15mm管	1
45mm管	2

工程	回数
ひっぱり	977
センター出し	1328
曲げ加工	152
吹き破り	466
枝付け	162
誘導切り	302
同径管繋ぎ	45
玉吹き	256

Y字管製作本数	70本
累計作業時間	422.5時間

図 5. 統計の一例

## 4.3 モチベーション低下に対して

長期間にわたり単一の練習を続けるとモチベーションの低下が生じることがあり、本研修期間中においてもモチベーションが度々低下した。これに対して無理に抗うことなく小休止を取ったり、別の課題に切り替えたりすることで対処した。また、課題とは直接関係のない自分が作りたいと思ったものを試作する（図 6）ことで、ものづくりの楽しさを再認識することができモチベーションを回復することが出来た。さらに試作を行う中で思うようにいかないことがあり、自分に基礎的な技術が不足していることを改めて認識する機会となった。



図 6. 水差しやトラップフィルタなど自由製作品

#### 4.4 技術力が大きく向上した出来事その1

研修期間中に技術力向上に大きく寄与した出来事として、業務依頼を受けたことがある。8月初旬に、図7中央に示されているh管を10本納品するという依頼があった。大まかな製作手順は、 $\phi 10\text{mm}$  のストレート管に垂直に別の $\phi 10\text{mm}$  管を枝付けし、枝の部分を曲げ加工して試験管状に先端を整えるというものである。基礎練習で習得した技術を組み合わせて製作することが可能であったため、依頼を受けることとなった。まずは見本を基に試作(図7左)を行ったが、細部において詰めが甘い部分があったものの概ね良好であったため、そのまま練習を重ねた結果、図7右に示されているように上達し、最終的に10本を製作して納品することができた。練習では多少のズレや歪みは許容されるが、納品する製品においてはそれが許されない。このように、普段の練習とは異なるプレッシャーの中での作業は辛いものであったが、その分大きな成長を実感することができた。このことから今後も先輩職員と相談しながら業務依頼に挑戦することでより早く成長できると考えられ、今後の方針の検討に大いに役立つ経験となった。

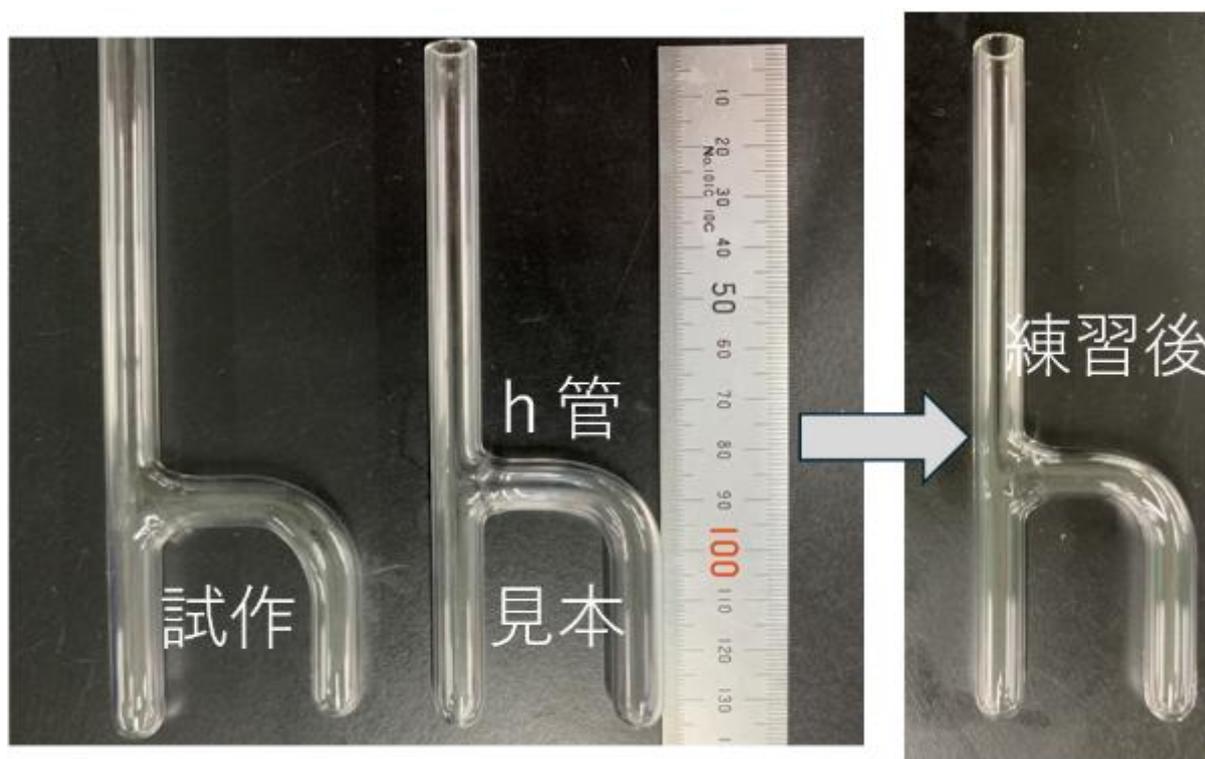


図7. h管の見本と試作品

#### 4.5 技術力が大きく向上した出来事その2

二つ目は高負荷に挑戦したことである。普段は $\phi 10\text{mm}$  管で練習していたが、一度手加工の中でもかなり難しい部類の径である $\phi 45\text{mm}$  管で引っ張りやセンター出しなどを行った(図8)。同じ工程でも管が重くなることで回し辛くなり、管の径が太くなることでより広範囲を加熱しなければならず、難易度が圧倒的に高くなる。しばらく $\phi 45\text{mm}$  管で慣れるまで練習してから、再び $\phi 10\text{mm}$  管を手を持った時には、以前とは明らかに異なる感覚で $\phi 10\text{mm}$  管の扱いが非常に楽に感じられた。



図 8.  $\phi 45\text{mm}$  管での加工練習の様子

当初は $\phi 10\text{mm}$  管も満足に扱えないのに $\phi 45\text{mm}$  管はまだ早いと思い、径の太い管での練習を避けていたが実際に行ってみるとその難しさに見合うだけの経験値を得ることができた。このことから現在の自分の技量よりはるかに上の課題に挑戦することは一概に無謀なことではなくどんどん挑戦した方が良いと考えるようになった。そこで今後の方針として基礎練習に加えて高度な技術を要する課題に挑戦することにした。例えば、ジムロート冷却管、コールドトラップ、玉入り冷却管、漏斗など(図 9)である。これらは本来、数年後に挑戦する課題として予定されていたが、もっと早く挑戦することで何かしらの良い刺激が期待できる。



図 9. 製作難易度の高いガラス器具

## 5. ガラス加工用バーナー固定台の製作

図9左に示されている研修初期から使用しているバーナーから、図9右に示されている一回り大きめのバーナーを取り付けるための固定台の製作を行った。まず、どのような固定台にするかのアイデアを出し、機械加工の担当者と相談しながら全体像および各パーツの図面を作成した(図10)。



図9. 初期バーナー(左)と  
新たに取り付けるバーナー(右)

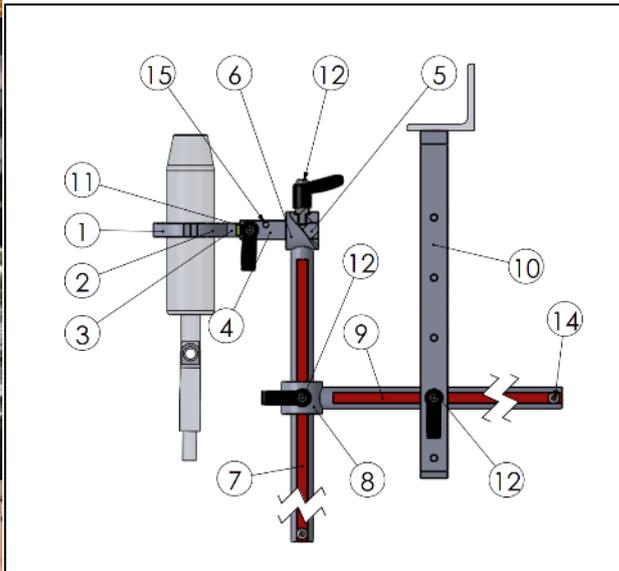


図10. 固定台の全体像

その後、ワイヤー放電加工、ボール盤加工、旋盤加工、フライス盤加工などの基礎を学びつつ、可能な部分は指導を受けながら実際に自分で加工を行った(図11,12,13,14)。最後に組み立てを行い、バーナーを問題なく取り付けることができた(図15)。当初の目的通り、金属加工の基礎を学ぶことができ、さらに装置開発系の職員との交流も図ることができた。

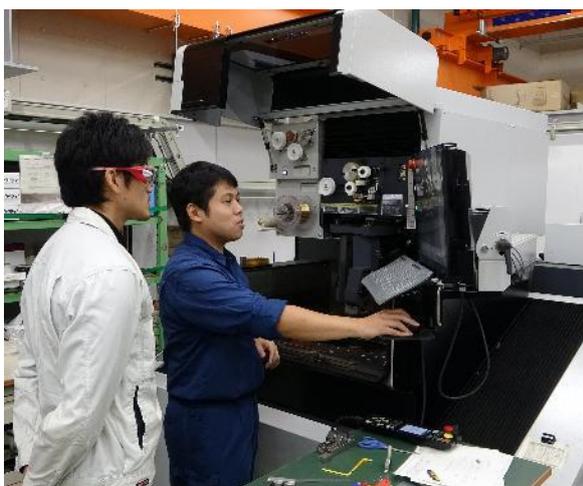


図11. ワイヤー放電加工



図12. ボール盤加工→タップ切り加工



図 13. 旋盤加工



図 14. フライス盤加工



図 15. バーナー固定台組付け後

## 6. おわりに

約 8 か月にわたるガラス加工練習を実施した。Y 字管の製作を通じて、ガラス加工基礎の技術力を向上させることができた。また、練習を行う中で、練習ルーティーンやモチベーション低下への対処法の確立、記録の開始や技術力向上に関する発見など、今後の練習に繋がる成果を得ることができた。

今回のガラス加工基礎技術向上は、装置開発技術系のガラス加工職員の皆様のご指導のおかげであり、この場を借りて感謝申し上げます。また、ガラス加工用バーナー固定台の製作において、装置開発技術系の機械加工職員の皆様にはご支援いただき、深く感謝申し上げます。

# MALDI TOF MS を用いた低分子有機化合物とポリマーの測定

鳥居実恵、日影達夫、森野慎一、神野貴昭、都築賢太郎、伊藤広樹  
工学研究科・工学技術部 分析物質技術系

## はじめに

分析・物質技術系では、分析機器の管理、測定指導、依頼分析などを行っている。装置の種類が多岐にわたるため、管理担当者の専門分野は細分化していることが多い。本年度の系研修では、質量分析装置の一種であるレーザー脱離イオン化飛行時間型質量分析装置 (MALDI TOF MS) を取り上げた。本装置の得意とする測定対象や特性についての理解を深め<sup>[1-4]</sup>、ユーザーからの多様な要望に対応するため、低分子有機化合物とポリマーの測定および解析を行った結果を報告する。

## 1. 測定装置について

質量分析装置は、様々な手法で分子に電荷を付与し運動性を与える (イオン化) ことで、生成したイオンを分離・検出する装置である。今回使用した MALDI TOF MS は、マトリクス (レーザーエネルギーを吸収し、試料のイオン化を助けるイオン化促進剤) を試料に混和し、プレートに滴下または塗布乾燥してからレーザー照射によって脱離イオンを生成し、これを検出する測定装置である<sup>[5] [6]</sup>。この手法では、マトリクスと試料の組み合わせや結晶化状態がイオン化に大きく影響するため、マトリクスの選定が極めて重要である。レーザーには、N<sub>2</sub>レーザー (波長 337nm) や YAG レーザー (波長 355nm) が多用される。マトリクスとしては、350nm 付近の波長領域に吸収帯を持つものが使用されることが一般的である<sup>[7]</sup>。溶媒を使用する場合、難揮発性の溶媒 (例: DMSO、DMF) は真空度を低下させ装置にダメージを与えるため使用できない。また、揮発性が極めて高い溶媒も良質な結晶が得られない傾向があるため適さない。今回の試料調製には、すべて Dried Droplet 法を用いてターゲットに滴下した。

使用装置は、Bruker 社製の autoflex maX である。本装置の質量分離部には、試料の極性に応じた電圧モード (Positive, Negative) と、分子量や目的の分解能に応じた分析モード (Linear, Reflectron) が備わっている。今回測定した試料は、分子構造からプラスイオン化しやすいと判断されたため、カチオン化剤を添加し Positive モードで測定した。また、分子量が 3,000 以下の化合物であるため、分解能向上を考慮し Reflectron モードを選択した。

## 2. 低分子有機化合物の測定について

試料調製法および解析手法の習得を目的に、イオン化が容易で解析しやすい低分子有機化合物を測定対象として選定した。測定化合物として、分子量がマトリクスのピークと重ならないよう  $m/z = 300$  以上の有機化合物を選び、プロピオン酸ベクロメタゾンを用いた。この化合物はステロイド薬として軟膏剤などに含まれる成分であり、同位体ピークパターンが特徴的である。このパターンは化合物同定の際に重要な根拠となる。

試料は MeOH に約 1 mg/mL で溶解し、必要に応じて希釈した。マトリクスとして 2,5-DHB および DCTB を使用した。2,5-DHB は TA30 (CH<sub>3</sub>CN:0.1%TFA aq. = 30:70) に約 20 mg/mL で溶解し、DCTB は THF に約 20 mg/mL で溶解した。カチオン化剤として NaI (約 2 mg/mL) の

MeOH 溶液を用いた。試料 (1  $\mu$ L) とマトリクス (5  $\mu$ L) を混合し滴下乾燥したもの、ならびにこれに NaI (1  $\mu$ L) を添加し混合して滴下乾燥したものを比較した。図 1 にプロピオン酸ベクロメタゾンの構造式と測定結果を示す。NaI を添加した場合、 $[M+Na]^+$  の  $m/z = 543$  のピークが観測された。また、2,5-DHB を用いた場合、カチオン化剤を添加しなくても微量の Na イオン付加体が検出された。これは、サンプルや試料調製時に混入した微量の Na イオンによるものと推察される。得られたスペクトルは、いずれも同位体シミュレーションデータと一致することを確認した。

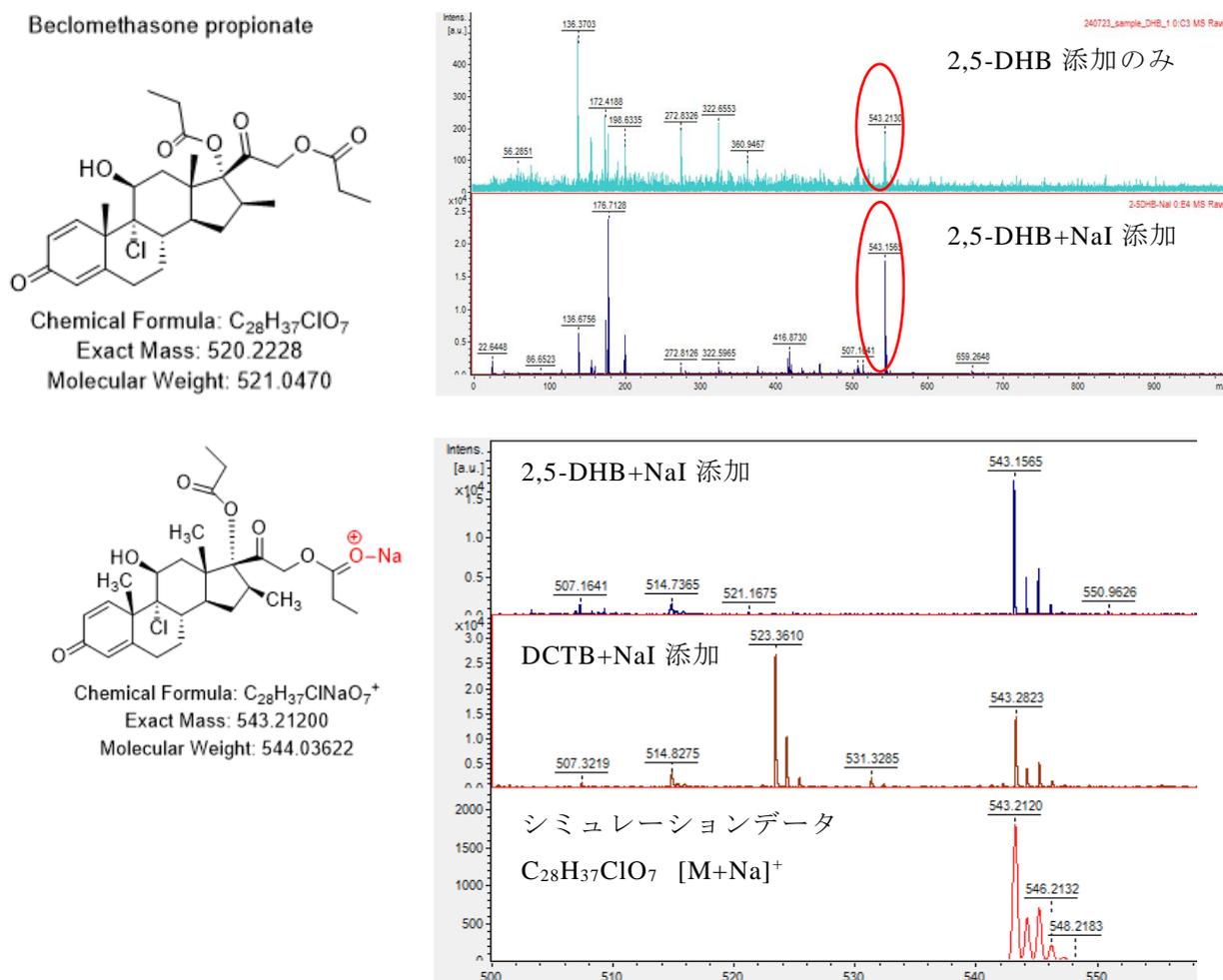


図 1. プロピオン酸ベクロメタゾン構造式（下部は Na 付加イオンの一例）と測定結果

### 3. ポリマーの測定について

ポリマーは有機化合物の一種であり、規則的な繰り返し単位であるモノマーが多数重合した構造を持つ化合物（重合体）である。重合度や分子量分布によって物性などの特性が影響を受ける。ポリマーのマススペクトルの解析手法として、Kendrick Mass Defect (KMD) 解析法<sup>[8]</sup>が頻繁に用いられている。昨年度、名古屋工業大学技術部が開催した質量分析講習<sup>[9]</sup>で KMD 解析法について学んだ知見を応用し、当学の機器を用いて測定および解析を試みた。

試料としては、Polyethylene glycol (PEG)および Polypropylene glycol (PPG, diol 型・triol 型)の混合物試料と、乳化剤として一般的に使用される Tween 20 を用いた。試料は約 1 mg/mL で MeOH に溶解し、必要に応じて希釈した。マトリクスには CHCA を用い、MeOH に約 10 mg/mL で溶解した。カチオン化剤として NaI (約 2 mg/mL) の MeOH 溶液を用いた。測定サンプルの調整は、試料 (1  $\mu$ L) にマトリクス (5  $\mu$ L) および NaI (1  $\mu$ L) を添加して混合し、サンプルプレートに滴下乾燥することで行った。

本報告では、Tween 20 の測定結果について報告する。図 2 に Tween 20 の構造式と測定結果の一部を示す。スペクトルデータから分子量および分子量分布の推測はある程度可能であるが、KMD プロットを用いることで複数の成分が含まれていることを視覚的に把握できる。異なる繰り返し構造を持つポリマーが含まれる場合、分子量が大きくなるほど基準となる Kendrick Mass からのずれが大きくなり、斜めにプロットされる。また、末端基が異なる場合、メインプロットに並行した別系列のプロットが現れる。今回の Tween 20 の測定では、それぞれのプロットが水平であり、メインプロット以外にもいくつかの並行したプロットが観測された。プロットが水平である理由は、Tween 20 の繰り返し構造単位が PEG のみで構成されているためである。一方、並行成分が観測されるのは、末端基が異なる成分が複数存在していることを示していると考えられる。

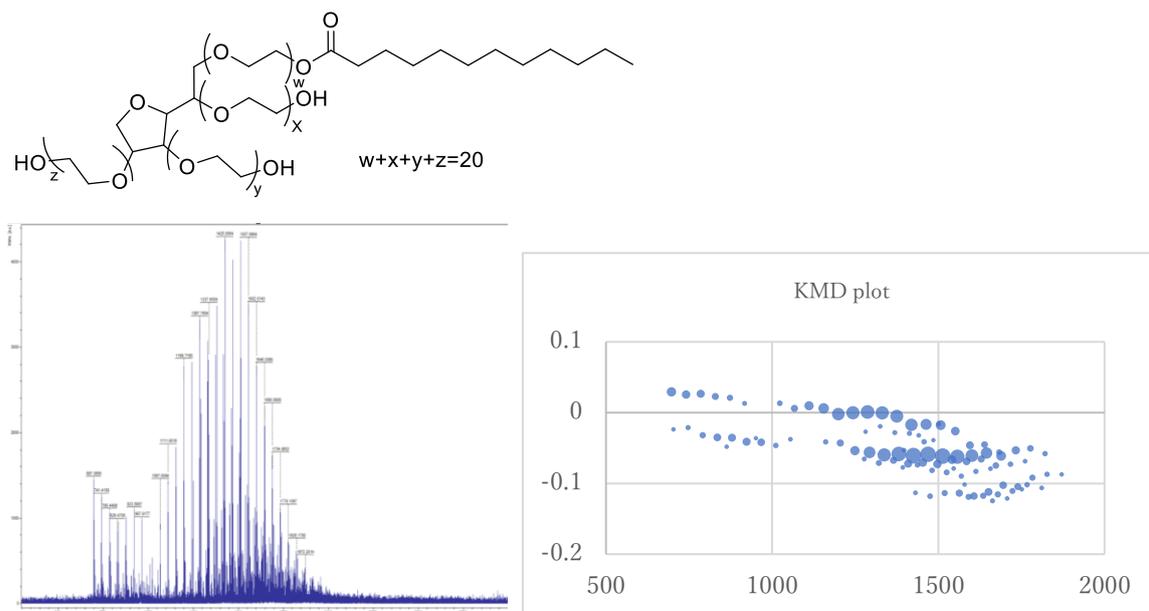


図 2. Tween 20 の構造式および測定結果と KMD 解析結果

次に、装置メーカーが提供しているソフトウェア「PolyTools」を用いて解析した結果を図 3 に示す。ポリマー解析において、各装置メーカーが提供する KMD 解析ツールを使用すると、プロットがグループごとに色分けされ、さらに末端基の解析なども行えるため、非常に有用である。一方で、メーカー提供のソフトウェアを使用せずに、図 2 のデータから手で末端基を解析することは、非常に時間がかかる。これに対して、PolyTools を利用することで、図 3 に示した解析結果のように、平均分子量や分子量分布、さらには末端基の提案までが瞬時に自動計算される。これにより、ポリマーの構造解析が大幅に効率化され、大変役立つことが確認できた。

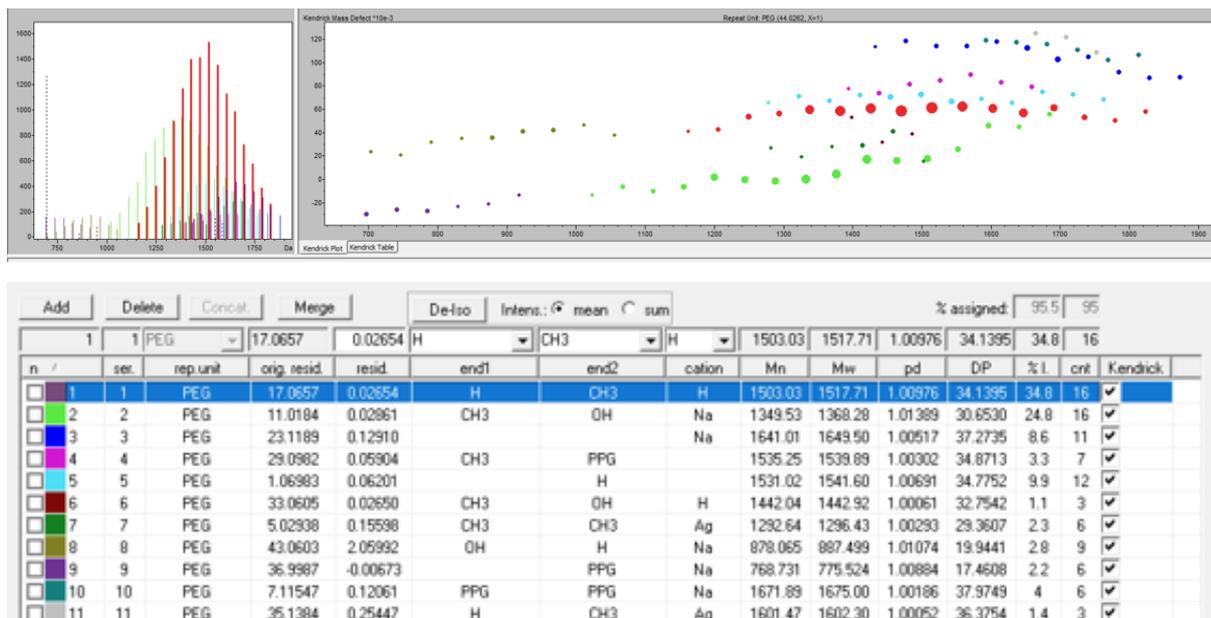


図 3. Tween 20 の Polytools での KMD 解析結果

## おわりに

MS の測定では、試料を直前に調製することが非常に重要である。それぞれの試料の調製条件をさまざまに変えて測定を行うことの重要性や、測定モードなどの条件検討の必要性を改めて認識し、深く理解することができた。また、名古屋工業大学技術部の講習会をきっかけに、本研修で KMD 解析の手順を検証し平準化する機会を得ることができたのは、大変有意義であった。

## 謝辞

質量分析講習会においてご指導およびご助言をいただきました名古屋工業大学技術部技術課の石川敬直様に厚く御礼申し上げます。また、試料をご提供いただきました名古屋大学大学院工学研究科有機・高分子化学専攻高分子化学講座高分子物性学研究グループの田中春佳様、物質科学国際研究センター化学測定機器室の尾山公一様、PolyTools での解析を行っていただきました鳥取大学技術部の水田敏史様に、心より感謝申し上げます。

## 参考文献

- [1] 横山泰他, 「有機スペクトル解析入門」東京化学同人, (2022)
- [2] 山口健太郎著, 日本分析化学会編, 「有機質量分析」共立出版, (2009)
- [3] 丹羽利充, 野村文夫編「医用と質量分析ガイドブック」診断と治療社, (2013)
- [4] 日本質量分析学会用語委員会編「マススペクトロメトリー関係用語集第 4 版(www 版)」, [https://www.mssj.jp/publications/pdf/MS\\_Terms\\_2020.pdf](https://www.mssj.jp/publications/pdf/MS_Terms_2020.pdf) (2024/12/18 参照)
- [5] ブルカージャパン株式会社「2024 MALDI 基礎オンデマンドウェビナー」, <https://www.bruker.com/en/news-and-events/webinars/2024/ja/maldi.html> (2024/12/18 参照)
- [6] 日本電子株式会社「ポリマー分析の新常識第 1 弾 MALDI-TOF MS の装置活用方法-基礎と装置モードの使い分け-」(2021)

[https://www.jeol.co.jp/events\\_seminars/webinars/](https://www.jeol.co.jp/events_seminars/webinars/) (2024/12/18 参照)

- [7] 島津製作所「MALDI Matrix List Ver.2.8」(2015)
- [8] H.Sato et al., *J.Am.Soc.MassSpectrum.*,**2014**, 25, 1346-1355.
- [9] 名古屋工業大学 産学官金連携機構,「2023 年度 機器分析技術講習会 受講者募集のお知らせ」, <https://kiki.web.nitech.ac.jp/eq123/>, (2024/12/18 参照)

# IEEE 802.11 MAC フレーム解析

石垣 佐

工学研究科・工学部技術部 情報通信技術系

## はじめに

Wi-Fi 技術の進展とともに Wireless Local Area Network (WLAN) を活用する機会は増加しており、WLAN は欠かせないインフラとなっている。Ethernet を使用した LAN と比較して、WLAN では利便性が高まる一方で、トラブルの発生率も高くなる傾向にあり、場合によっては Wi-Fi 接続ができない状況さえ起こりうる。Wi-Fi に起因するトラブルの原因を追求するためには、IEEE 802.11 規格に関する知識が不可欠である。また、Wi-Fi 接続の失敗に焦点を当てた場合、データリンク層の一部である MAC 副層において組み立てられるフレーム (MAC フレーム) を解析する技術が必要となる。

そこで、Wi-Fi トラブルシューティングの技術レベル向上を目的として、IEEE Std 802.11-2020<sup>[1]</sup>で規定されている MAC フレームおよび State Machine に関する学習と、Wi-Fi 接続のために重要な役割を果たす Management フレームと 4-Way Handshake フレームの解析を実施した。本稿では、その内容を報告する。

## 1. IEEE 802.11 MAC フレーム

Wi-Fi 通信で使われる MAC フレームのフォーマットは、IEEE Std 802.11-2020<sup>[1]</sup> 9.2 節で規定されている (図 1)。また、Frame Control フィールドに関しては、Type サブフィールドや Subtype サブフィールドなどを構成要素とすることが定められている (図 2)。

MAC フレームは、Type サブフィールドの値によって、Management・Control・Data・Extension の 4 つのタイプに分類される。Management フレームは無線クライアント (STA: Client Station) とアクセスポイント (AP) の接続や切断などの目的で使用され、Control フレームはフレームの配送を制御するなどの目的で使用される。Data フレームは主に上位層のデータを含むフレームである。Extension フレームは IEEE 802.11ad (Wi-Fi WiGig) や IEEE 802.11ah (Wi-Fi HaLow) で使用される。MAC フレームのタイプ・サブタイプ一覧は、IEEE Std 802.11-2020<sup>[1]</sup> Table 9-1 に示されている。

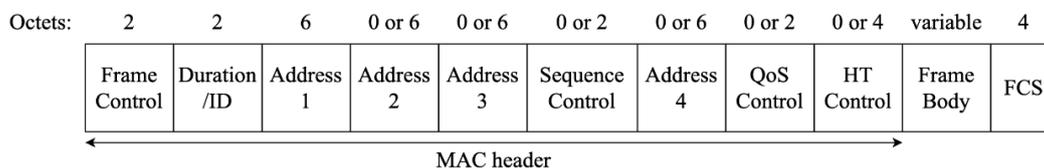


図 1. MAC フレームのフォーマット

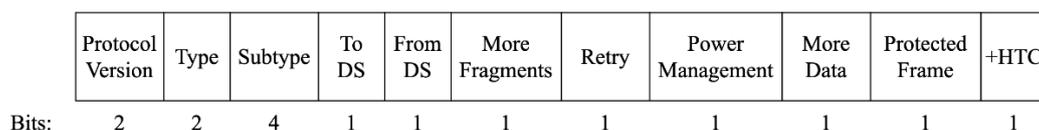


図 2. Frame Control フィールドのフォーマット

## 2. IEEE 802.11 State Machine

IEEE Std 802.11-2020<sup>[1]</sup> 11.3 節では、Wi-Fi 機器の接続性の関係に基づいた 4 つの状態を規定しており、これらの状態は IEEE 802.11 State Machine と呼ばれる (図 3)。さらに、すべての MAC フレームを 3 つのクラスに分類しており、各状態において使用できるフレームのクラスを定めている。

STA と AP は、それぞれの状態で使用できる Management フレームをやり取りしながらデータリンクを確立していく。その後、4-Way Handshake によって Wi-Fi 通信の暗号化などに使用する鍵を共有し、Wi-Fi 接続を完了させる。IEEE 802.11 State Machine の状態遷移の際にやり取りされる MAC フレームを、WPA2-Personal の認証プロセスを例として図 4 に示す。

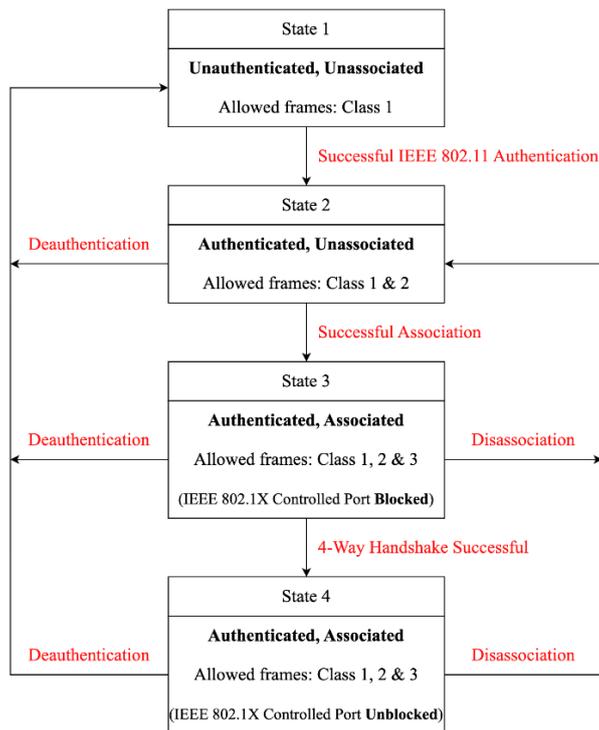


図 3. IEEE 802.11 State Machine

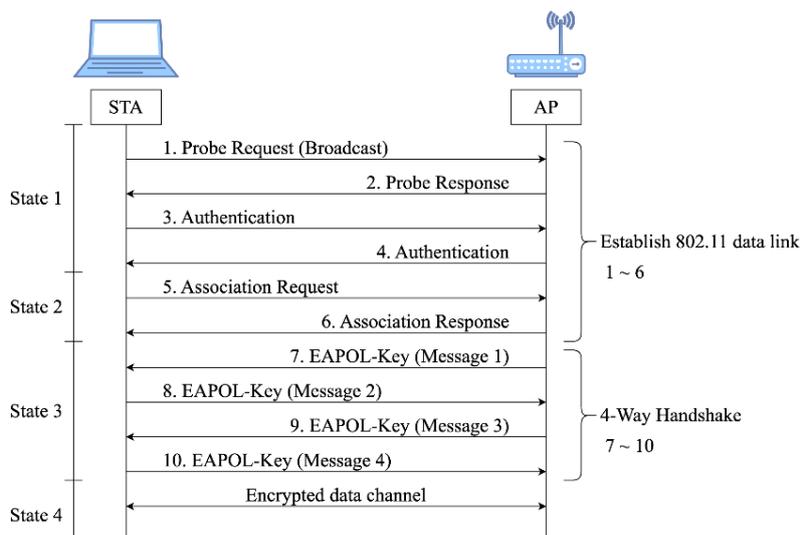


図 4. WPA2-Personal の認証プロセスと状態の遷移

### 3. Management フレーム解析

STA が AP に Wi-Fi 接続する際には、接続プロセスの初期フェーズとしてデータリンクが確立される。ここでは、フレームキャプチャを実施して解析を行った、データリンク確立の際にやり取りされる Management フレームを紹介する。

なお、解析に使用したフレームは、Wi-Fi 6E の WLAN (帯域: 6GHz, SSID: ishigaki-wlan\_cnsa, セキュリティ: WPA3-Enterprise 192-bit mode) に STA が接続した時のものであり、STA として Apple iPad Pro 11 インチ (第 4 世代) を、AP として Aruba AP-615 を使用している。また、フレームのキャプチャには MacBook Pro (14 インチ, M3 Pro, Nov 2023) のスニファ機能を使用し、フレームの表示には Wireshark 4.2.6 を使用している。

#### 3.1. Probe Request/Response

Probe Request フレームは、AP の情報を収集するために STA からブロードキャストで送信される。図 5 に示すフレームでは、Destination address としてブロードキャストアドレスが指定されており、SSID エlement で SSID: ishigaki-wlan\_cnsa が指定されている。このフレームを受信し、指定された SSID をサポートする AP は Probe Response フレームを返さなければならない。また、図 5 では 4 バイトの FCS (Frame Check Sequence) フィールドも確認できる。FCS フィールドの値は、ヘッダーのすべてのフィールドとフレームボディ全体から計算され、フレームの完全性を検証するために使用される。フレームの完全性が損なわれていた場合、受信側はそのフレームを破棄する。なお、宛先がユニキャストアドレスのフレームの完全性が損なわれ

```
> Frame 497: 190 bytes on wire (1520 bits), 190 bytes captured (1520 bits)
> Radiotap Header v0, Length 36
> 802.11 radio information
> IEEE 802.11 Probe Request, Flags: .....C
  Type/Subtype: Probe Request (0x0004)
  Frame Control Field: 0x4000
    ....00 = Version: 0
    ....00.. = Type: Management frame (0)
    0100 .... = Subtype: 4
  > Flags: 0x00
    .000 0000 0000 0000 = Duration: 0 microseconds
  Receiver address: Broadcast (ff:ff:ff:ff:ff:ff)
  Destination address: Broadcast (ff:ff:ff:ff:ff:ff)
  Transmitter address: 66:26:28:3b:81:93 (66:26:28:3b:81:93)
  Source address: 66:26:28:3b:81:93 (66:26:28:3b:81:93)
  BSS Id: HewlettPacka_ (48:b4:c3: )
  .... .... 0000 = Fragment number: 0
  0111 0111 0010 .... = Sequence number: 1906
  Frame check sequence: 0x1735aa7d [correct]
  [FCS Status: Good]
  [WLAN Flags: .....C]
> IEEE 802.11 Wireless Management
  Tagged parameters (126 bytes)
  > Tag: SSID parameter set: "ishigaki-wlan_cnsa"
  > Tag: Supported Rates 6(B), 9, 12(B), 18, 24(B), 36, 48, 54, [Mbit/sec]
  > Tag: Extended Capabilities (11 octets)
  > Tag: Interworking
  > Ext Tag: HE Capabilities
  > Ext Tag: HE 6 GHz Band Capabilities
  > Tag: Vendor Specific: Apple, Inc.
  > Tag: Vendor Specific: Microsoft Corp.: Unknown 8
  > Tag: Vendor Specific: Broadcom
```

図 5. Probe Request フレーム

ていた場合は、受信側がフレームを破棄し、送信側へ Ack フレームを送信しないため、フレームの再送が発生する。

Probe Response フレームは、Probe Request フレームに対する応答として AP から STA に送信され、接続方式や対応規格などの情報を含む。なお、6GHz 帯の WLAN では AP からブロードキャストで送信される場合もある。図 6 の Auth Key Management (AKM) List フィールドでは AKM 方式として SHA384-SuiteB のみを使用できることが示されており、Management Frame Protection Required サブフィールドと Management Frame Protection Capable サブフィールドでは Protected Management Frames (PMF) が必須であることが示されているため、WPA3 Specification<sup>[2]</sup>で規定されている WPA3-Enterprise 192-bit mode の仕様への適合が確認できる。

```
> Frame 498: 299 bytes on wire (2392 bits), 299 bytes captured (2392 bits)
> Radiotap Header v0, Length 36
> 802.11 radio information
> IEEE 802.11 Probe Response, Flags: .....C
> IEEE 802.11 Wireless Management
  > Fixed parameters (12 bytes)
    Timestamp: 143970976
    Beacon Interval: 0.102400 [Seconds]
  > Capabilities Information: 0x0111
  > Tagged parameters (223 bytes)
    > Tag: SSID parameter set: "ishigaki-wlan_cnsa"
    > Tag: Supported Rates 6(B), 9, 12(B), 18, 24(B), 36, 48, 54, [Mbit/sec]
    > Tag: DS Parameter set: Current Channel: 5
    > Tag: Country Information: Country Code JP, Environment All
    > Tag: Power Constraint: 0
    > Tag: TPC Report Transmit Power: 15, Link Margin: 0
  > Tag: RSN Information
    Tag Number: RSN Information (48)
    Tag length: 26
    RSN Version: 1
    > Group Cipher Suite: 00:0f:ac (Ieee 802.11) GCMP (256)
    Pairwise Cipher Suite Count: 1
    > Pairwise Cipher Suite List 00:0f:ac (Ieee 802.11) GCMP (256)
    Auth Key Management (AKM) Suite Count: 1
  > Auth Key Management (AKM) List 00:0f:ac (Ieee 802.11) WPA (SHA384-SuiteB)
    > Auth Key Management (AKM) Suite: 00:0f:ac (Ieee 802.11) WPA (SHA384-SuiteB)
      Auth Key Management (AKM) OUI: 00:0f:ac (Ieee 802.11)
      Auth Key Management (AKM) type: WPA (SHA384-SuiteB) (12)
  > RSN Capabilities: 0x00e8
    .... = RSN Pre-Auth capabilities: Transmitter does not support pre-auth...
    .... = RSN No Pairwise capabilities: Transmitter can support WEP default...
    .... 10.. = RSN PTKSA Replay Counter capabilities: 4 replay counters per PTKS...
    .... 1100.. = RSN GTKSA Replay Counter capabilities: 4 replay counters per PTKS...
    .... 1... = Management Frame Protection Required: True
    .... 1... = Management Frame Protection Capable: True
    .... 00000000 = Joint Multi-band RSNA: False
    .... 00000000 = PeerKey Enabled: False
    ..0. .... = Extended Key ID for Individually Addressed Frames: Not supported
    .0.. .... = OCVC: False
    PMKID Count: 0
    PMKID List
  > Group Management Cipher Suite: 00:0f:ac (Ieee 802.11) BIP (GMAC-256)
  > Tag: Supported Operating Classes
  > Tag: Extended Capabilities (11 octets)
  > Tag: Tx Power Envelope
  > Tag: Tx Power Envelope
  > Tag: Tx Power Envelope
  > Ext Tag: HE Capabilities
  > Ext Tag: HE Operation
  > Ext Tag: MU EDCA Parameter Set
  > Ext Tag: HE 6 GHz Band Capabilities
  > Tag: Vendor Specific: Microsoft Corp.: WMM/WME: Parameter Element
```

図 6. Probe Response フレーム

## 3.2. Authentication

Authentication フレームは、STA と AP の IEEE 802.11 認証を行うために送信される。AKM 方式が SHA384-SuiteB (Suite type: 12) の場合、IEEE 802.11 認証のアルゴリズムは Open System authentication となることが IEEE Std 802.11-2020<sup>[1]</sup> Table 9-151 に示されている。Open System authentication では、STA から AP へのフレーム (図 7) がリクエストとなり、AP から STA へのフレーム (図 8) が認証結果を伴ったレスポンスとなる。実効的な認証は行われず、Status code フィールドの値が Successful となったレスポンスを STA が受信できれば、STA と AP の接続性の関係は図 3 の State 2 となる。

なお、WPA3-Personal では Simultaneous Authentication of Equals (SAE) が導入され、Authentication フレームのやり取りで Pairwise Master Key (PMK) を共有できる。SAE では、互いに SAE Commit メッセージを送信し、Scalar および Finite Field Element を交換した後、共有シークレットや PMKなどを計算する。その後、互いに共有シークレットなどからハッシュ値を計算し、SAE Confirm メッセージでハッシュ値を交換して検証することにより、互いに認証を行う。

```
> Frame 500: 105 bytes on wire (840 bits), 105 bytes captured (840 bits)
> Radiotap Header v0, Length 36
> 802.11 radio information
> IEEE 802.11 Authentication, Flags: .....C
v IEEE 802.11 Wireless Management
  v Fixed parameters (6 bytes)
    Authentication Algorithm: Open System (0)
    Authentication SEQ: 0x0001
    Status code: Successful (0x0000)
  v Tagged parameters (35 bytes)
    > Tag: Extended Capabilities (8 octets)
    > Tag: Vendor Specific: Apple, Inc.
    > Tag: Vendor Specific: Broadcom
```

図 7. Authentication フレーム (STA から AP へ)

```
> Frame 502: 70 bytes on wire (560 bits), 70 bytes captured (560 bits)
> Radiotap Header v0, Length 36
> 802.11 radio information
> IEEE 802.11 Authentication, Flags: .....C
v IEEE 802.11 Wireless Management
  v Fixed parameters (6 bytes)
    Authentication Algorithm: Open System (0)
    Authentication SEQ: 0x0002
    Status code: Successful (0x0000)
```

図 8. Authentication フレーム (AP から STA へ)

## 3.3. Association Request/Response

Association Request フレームは、STA が AP に対して、対応するデータレートや接続する SSID やその他の仕様などを通知して、データリンクの確立を要求するために送信される (図 9)。

Association Response フレームは、Association Request フレームに対する応答として AP から STA へ送信される (図 10)。Status code フィールドの値が Successful であれば、STA と AP の間でデータリンクの確立が完了した状態 (図 3 の State 3) となる。

```

> Frame 504: 241 bytes on wire (1928 bits), 241 bytes captured (1928 bits)
> Radiotap Header v0, Length 36
> 802.11 radio information
> IEEE 802.11 Association Request, Flags: .....C
v IEEE 802.11 Wireless Management
  v Fixed parameters (4 bytes)
    > Capabilities Information: 0x0111
      Listen Interval: 0x0014
  v Tagged parameters (173 bytes)
    > Tag: SSID parameter set: "ishigaki-wlan_cnsa"
    > Tag: Supported Rates 6(B), 9, 12(B), 18, 24(B), 36, 48, 54, [Mbit/sec]
    > Tag: Power Capability Min: -14, Max: 18
    > Tag: Supported Channels
    > Tag: RSN Information
    > Tag: Supported Operating Classes
    > Tag: Extended Capabilities (8 octets)
    > Ext Tag: HE Capabilities
    > Ext Tag: HE 6 GHz Band Capabilities
    > Tag: Vendor Specific: Apple, Inc.
    > Tag: Vendor Specific: Broadcom
    > Tag: Vendor Specific: Microsoft Corp.: WMM/WME: Information Element

```

図 9. Association Request フレーム

```

> Frame 506: 189 bytes on wire (1512 bits), 189 bytes captured (1512 bits)
> Radiotap Header v0, Length 36
> 802.11 radio information
> IEEE 802.11 Association Response, Flags: .....C
v IEEE 802.11 Wireless Management
  v Fixed parameters (6 bytes)
    > Capabilities Information: 0x0011
      Status code: Successful (0x0000)
      ..00 0000 0010 0001 = Association ID: 0x0021
  v Tagged parameters (119 bytes)
    > Tag: Supported Rates 6(B), 9, 12(B), 18, 24(B), 36, 48, 54, [Mbit/sec]
    > Tag: Extended Capabilities (11 octets)
    > Ext Tag: HE Capabilities
    > Ext Tag: HE Operation
    > Ext Tag: MU EDCA Parameter Set
    > Ext Tag: HE 6 GHz Band Capabilities
    > Tag: Vendor Specific: Microsoft Corp.: WMM/WME: Parameter Element

```

図 10. Association Response フレーム

#### 4. 4-Way Handshake フレーム解析

WPA2 や WPA3 が有効な WLAN であれば、データリンクの確立が完了した後、4-Way Handshake が実行される。認証方式によっては、データリンク確立後に IEEE 802.1X/EAP 認証が必要となる。4-Way Handshake では、STA と AP の間で Data フレームとして EAPOL-Key フレームがやり取りされる。EAPOL-Key フレームのフォーマットは IEEE Std 802.11-2020<sup>[1]</sup> Figure 12-33 に示されている。STA と AP が PMK を共有できていれば、4-Way Handshake は成功し、Pairwise Transient Key (PTK) ・ Group Temporal Key (GTK) ・ Integrity Group Temporal Key (IGTK) などを共有できる。なお、PTK ・ GTK ・ IGTK は Data フレームと一部の Management フレームを保護するために使用される。ここでは、フレームキャプチャを実施して解析を行った、4-Way Handshake の 4 つのメッセージを紹介する。

## 4.1. Message 1

1 番目のメッセージは AP から STA に送信され、主な目的は乱数 (ANonce) の通知である。1 番目のメッセージフレームを図 11 に示す。WPA Key Nonce フィールドの値が 32 バイトの ANonce を示している。Key Type サブフィールドの値は、この 4-Way Handshake では PTK を作成することを示しており、Key Length フィールドの値は、PTK に含まれる Temporal Key (TK) の長さが 32 バイトであることを示している。なお、TK は Data フレームと一部の Management フレームのフレームボディを保護するために使用される。また、Key Ack サブフィールドがセットされているため、このメッセージを受け取った STA には Replay Counter フィールドを同じ値にした応答 (Message 2) が求められている。

```
> Frame 595: 179 bytes on wire (1432 bits), 179 bytes captured (1432 bits)
> Radiotap Header v0, Length 34
> 802.11 radio information
> IEEE 802.11 QoS Data, Flags: .....F.C
> Logical-Link Control
> 802.1X Authentication
  Version: 802.1X-2001 (1)
  Type: Key (3)
  Length: 103
  Key Descriptor Type: EAPOL RSN Key (2)
  [Message number: 1]
  Key Information: 0x0088
    .... .000 = Key Descriptor Version: Unknown (0)
    .... 1... = Key Type: Pairwise Key
    .... ..00 .... = Key Index: 0
    .... .0.. .... = Install: Not set
    .... 1... .... = Key ACK: Set
    .... ..0 .... = Key MIC: Not set
    .... ..0. .... = Secure: Not set
    .... .0.. .... = Error: Not set
    .... 0... .... = Request: Not set
    .... ..0 .... = Encrypted Key Data: Not set
    .... ..0. .... = SMK Message: Not set
  Key Length: 32
  Replay Counter: 1
  WPA Key Nonce: aacf39f65e1b620094695555e793923f38c8c1149b57d485de27f7679414fb5
  Key IV: 00000000000000000000000000000000
  WPA Key RSC: 0000000000000000
  WPA Key ID: 0000000000000000
  WPA Key MIC: 0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000
  WPA Key Data Length: 0
```

図 11. 4-Way Handshake Message 1

## 4.2. Message 2

2 番目のメッセージは STA から AP に送信され、主な目的は乱数 (SNonce) と Message Integrity Code (MIC) の通知である。2 番目のメッセージフレームを図 12 に示す。WPA Key Nonce フィールドの値が 32 バイトの SNonce を示している。STA は ANonce を受信した後に PTK を作成し、MIC を計算して AP へ送信する。なお、MIC は、WPA Key MIC フィールドの値を 0 としたフレームボディに対して、PTK に含まれる Key Confirmation Key (KCK) を使って計算される。IEEE Std 802.11-2020<sup>[1]</sup> Table 12-10 では、AKM 方式が SHA384-SuiteB の場合、KCK の長さは 192 ビット、MIC サイズは 24 バイトであることが示されている。図 12 の WPA Key MIC フィールドの値は 24 バイトであるため、適切な MIC サイズで計算されていることが確認できる。また、WPA Key Data フィールドに含まれる RSN Information エレメントでは、Group Cipher Suite

type および Pairwise Cipher Suite type は GCMP-256 であることと、Group Management Cipher Suite type は BIP-GMAC-256 であることも確認できる。

AP は SNonce を受信した後、PTK を作成して MIC の検証を行う。もし STA と AP で PMK を共有できていなかった場合は、この時点で MIC の検証に失敗するため、AP は 2 番目のメッセージを破棄する。

```

> Frame 597: 207 bytes on wire (1656 bits), 207 bytes captured (1656 bits)
> Radiotap Header v0, Length 34
> 802.11 radio information
> IEEE 802.11 QoS Data, Flags: .....TC
> Logical-Link Control
> 802.1X Authentication
  Version: 802.1X-2001 (1)
  Type: Key (3)
  Length: 131
  Key Descriptor Type: EAPOL RSN Key (2)
  [Message number: 2]
  Key Information: 0x0108
    .... .000 = Key Descriptor Version: Unknown (0)
    .... 1... = Key Type: Pairwise Key
    .... ..00 .... = Key Index: 0
    .... .0.. .... = Install: Not set
    .... 0... .... = Key ACK: Not set
    .... ..1 .... = Key MIC: Set
    .... ..0. .... = Secure: Not set
    .... .0.. .... = Error: Not set
    .... 0... .... = Request: Not set
    .... ..0 .... = Encrypted Key Data: Not set
    .... ..0. .... = SMK Message: Not set
  Key Length: 32
  Replay Counter: 1
  WPA Key Nonce: 5227407dc1b728ff79dec56998c4c51bab9dbccfb3ae6440c48c4a936edcee0b
  Key IV: 00000000000000000000000000000000
  WPA Key RSC: 0000000000000000
  WPA Key ID: 0000000000000000
  WPA Key MIC: 4b63244dd9aed7bdbe8a2e2c0856b5dbc98cca426559bc70
  WPA Key Data Length: 28
  WPA Key Data: 301a0100000fac090100000fac090100000fac0ccc000000000fac0c
  Tag: RSN Information
    Tag Number: RSN Information (48)
    Tag length: 26
    RSN Version: 1
    Group Cipher Suite: 00:0f:ac (Ieee 802.11) GCMP (256)
      Group Cipher Suite OUI: 00:0f:ac (Ieee 802.11)
      Group Cipher Suite type: GCMP (256) (9)
      Pairwise Cipher Suite Count: 1
    Pairwise Cipher Suite List 00:0f:ac (Ieee 802.11) GCMP (256)
      Pairwise Cipher Suite: 00:0f:ac (Ieee 802.11) GCMP (256)
        Pairwise Cipher Suite OUI: 00:0f:ac (Ieee 802.11)
        Pairwise Cipher Suite type: GCMP (256) (9)
      Auth Key Management (AKM) Suite Count: 1
    Auth Key Management (AKM) List 00:0f:ac (Ieee 802.11) WPA (SHA384-SuiteB)
      Auth Key Management (AKM) Suite: 00:0f:ac (Ieee 802.11) WPA (SHA384-SuiteB)
        Auth Key Management (AKM) OUI: 00:0f:ac (Ieee 802.11)
        Auth Key Management (AKM) type: WPA (SHA384-SuiteB) (12)
    RSN Capabilities: 0x00cc
    PMKID Count: 0
    PMKID List
    Group Management Cipher Suite: 00:0f:ac (Ieee 802.11) BIP (GMAC-256)
      Group Management Cipher Suite OUI: 00:0f:ac (Ieee 802.11)
      Group Management Cipher Suite type: BIP (GMAC-256) (12)

```

図 12. 4-Way Handshake Message 2

### 4.3. Message 3

3 番目のメッセージは AP から STA に送信され、主な目的は GTK や IGTK の配送と MIC の通知である。3 番目のメッセージフレームを図 13 に示す。Encrypted Key Data サブフィールドがセットされており、WPA Key Data フィールドの値は PTK に含まれる Key Encryption Key (KEK) によって暗号化されていることを示している。GTK や IGTK は、WPA Key Data フィールドに格納される。また、Install サブフィールドがセットされており、STA に対して、このメッセージを受信した後に PTK をインストールするよう通知していることを示している。

なお、Replay Counter フィールドの値がすでに使用されているか、ANonce の値が 1 番目のメッセージと異なるか、または MIC の検証に失敗した場合、STA は 3 番目のメッセージを破棄する。

```
> Frame 599: 307 bytes on wire (2456 bits), 307 bytes captured (2456 bits)
> Radiotap Header v0, Length 34
> 802.11 radio information
> IEEE 802.11 QoS Data, Flags: .....F.C
> Logical-Link Control
v 802.1X Authentication
  Version: 802.1X-2001 (1)
  Type: Key (3)
  Length: 231
  Key Descriptor Type: EAPOL RSN Key (2)
  [Message number: 3]
  v Key Information: 0x13c8
    .... .000 = Key Descriptor Version: Unknown (0)
    .... .1... = Key Type: Pairwise Key
    .... ..00 .... = Key Index: 0
    .... .1.. .... = Install: Set
    .... .1... .... = Key ACK: Set
    .... ...1 .... = Key MIC: Set
    .... ..1. .... = Secure: Set
    .... .0.. .... = Error: Not set
    .... 0... .... = Request: Not set
    .... ...1 .... = Encrypted Key Data: Set
    .... ..0. .... = SMK Message: Not set
  Key Length: 32
  Replay Counter: 2
  WPA Key Nonce: aacf39f65e1b620094695555e793923f38c8c1149b57d485de27...
  Key IV: 00000000000000000000000000000000
  WPA Key RSC: 0000000000000000
  WPA Key ID: 0000000000000000
  WPA Key MIC: 748c78ffcee246e1e92373eb17abbc895724a1ce68918e39
  WPA Key Data Length: 128
  WPA Key Data [truncated]: 6fb1b1aab1594db2549e04a732686688fe6d669cd1...
```

図 13. 4-Way Handshake Message 3

### 4.4. Message 4

4 番目のメッセージは、3 番目のメッセージに対する応答として STA から AP に送信され、STA が PTK や GTK などをインストール済みであることを示す通知となる。4 番目のメッセージフレームを図 14 に示す。このメッセージを受信した後、AP は PTK をインストールし、STA と AP の間でやり取りされる Data フレームは PTK および GTK で保護されたものとなり、Wi-Fi 接続が完了した状態 (図 3 の State 4) となる。なお、PMF が有効な場合は、STA と AP の間でやり取りされる一部の Management フレームは PTK および IGTK で保護される。

```

> Frame 601: 179 bytes on wire (1432 bits), 179 bytes captured (1432 bits)
> Radiotap Header v0, Length 34
> 802.11 radio information
> IEEE 802.11 QoS Data, Flags: .....TC
> Logical-Link Control
v 802.1X Authentication
  Version: 802.1X-2001 (1)
  Type: Key (3)
  Length: 103
  Key Descriptor Type: EAPOL RSN Key (2)
  [Message number: 4]
v Key Information: 0x0308
  .... .000 = Key Descriptor Version: Unknown (0)
  .... .1... = Key Type: Pairwise Key
  .... ..00 .... = Key Index: 0
  .... .0.. .... = Install: Not set
  .... .0... .... = Key ACK: Not set
  .... .1 .... = Key MIC: Set
  .... .1. .... = Secure: Set
  .... .0.. .... = Error: Not set
  .... 0... .... = Request: Not set
  .... 0 .... = Encrypted Key Data: Not set
  .... 0. .... = SMK Message: Not set
  Key Length: 32
  Replay Counter: 2
  WPA Key Nonce: 0000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000...
  Key IV: 0000000000000000000000000000000000
  WPA Key RSC: 0000000000000000
  WPA Key ID: 0000000000000000
  WPA Key MIC: 9d15e4ac1f0b23602cafb0a09e8828097836bc1621a4894a
  WPA Key Data Length: 0

```

図 14. 4-Way Handshake Message 4

おわりに

IEEE 802.11 MAC フレームおよび State Machine について学習し、Wi-Fi 接続プロセスの基礎を理解できた。また、IEEE Std 802.11-2020<sup>[1]</sup>を参照しながら MAC フレームを解析し、Wi-Fi トラブルシューティングに関する技術レベルを向上させることができたと考える。これからも Wi-Fi フレーム解析技術の研鑽に努めたい。

## 参考文献

- [1] IEEE 802.11 Working Group (2020), *IEEE Standard for Information Technology -- Telecommunications and Information Exchange between Systems Local and Metropolitan Area Networks -- Specific Requirements Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications*
- [2] Wi-Fi Alliance, “WPA3 Specification Version 3.3”, <https://www.wi-fi.org/file/wpa3tm-specification> (参照日: 2024 年 11 月 1 日)
- [3] David Westcott, et al. (2011), *CWAP: Certified Wireless Analysis Professional Official Study Guide: Exam PW0-270*, Wiley
- [4] Tom Carpenter, et al. (2021), *Certified Wireless Analysis Professional (CWAP) Official Study Guide (CWAP-404)*, CertiTrek
- [5] 竹下恵 (2024), 『パケットキャプチャ無線 LAN 編 第 2 版』、リックテレコム



# 研究会等への投稿論文



# 2024 年度機器・分析技術研究会参加報告

鳥居 実恵

工学研究科・工学技術部 分析物質技術系

## 1. はじめに

令和 6 年 9 月 5 日（木）、6 日（金）の 2 日間にわたり、「第 30 回機器・分析技術研究会 2024 広島大学」が開催された。各機関での分析装置運用方法や機器に関する幅広い技術情報の収集を目的として参加した。また、会期前日に行われた大学連携研究設備ネットワーク主催「NMR&MS”相互”活用講習会-第 2 弾-未知試料の化学構造同定と解説」にも参加したので、併せて報告する。

## 2. NMR&MS”相互”活用講習会-第 2 弾-未知試料の化学構造同定と解説

核磁気共鳴装置（NMR）及び質量分析装置（MS）は、有機化合物の構造解析のみならず、多様な分野の研究に利用されている。前年度に行われた装置管理担当者向けの相互活用講習会では、既知化合物であるインドメタシンを事例に、NMR および MS 測定データから構造解析の手順を解説いただき、各装置の得意不得意な部分や検出された結果の妥当性についての知見が得られ好評を博した。

今回は、参加した NMR または MS の管理担当者が世話人の準備した各装置のスペクトルデータを用いて、グループワーク形式で構造解析を実習し、解析のノウハウを学ぶ講習会であった。日頃、測定相談を受ける際には有機合成により分子構造の予測ができていたものが多いため、今回のように分子組成が未知の段階から取り組むことは予想以上に難しかった。測定に用いた MS 装置は大変高精度な検出器であるため、各イオン化法で検出しやすい分子種の傾向がつかめること、ノミナル質量と精密質量の差の情報から構成元素を予測できることなど、多角的な情報が得られる点を理解できた。NMR においても、汎用的な二次元スペクトルデータから推定できる構造情報量が、自身が推定できた情報量より網羅的であったため、解析における経験不足を痛感するとともに、今後も相互の装置について継続して学習したいと考えた。

## 3. 日程について

機器・分析技術研究会は表 1 のような内容で開催された。

表 1. 第 30 回機器・分析技術研究会 2024 広島大学 日程

日時		内容
9 月 5 日(木)	10:00-10:30	開会式
	10:30-11:30	特別講演 広島大学大学院先進理工系科学研究科 藪田教授
	11:30-11:45	研究会開催地 PR
	13:00-16:00	ポスター発表（奇数番号、偶数番号）
	16:00-17:30	コアファシリティ推進室企画
9 月 6 日(金)	9:00-9:20	10 年振り返り
	9:30-11:40	口頭発表 1,2
	13:00-15:10	口頭発表 3,4
	15:10-15:30	閉会式

## 4. 講演内容

### 1) 特別講演

はやぶさ 2 が 2020 年に持ち帰った小惑星リュウグウから採取した貴重な試料のうち、わずか数十 mg 分の固体有機物試料を最先端の顕微鏡装置 ( $\mu$ -FTIR、STXM、AFM-IR 等) で計測し、その結果から推定されるリュウグウの起源についてご講演いただいた。リュウグウは太陽と似た原始惑星系の元素組成を持つことが判明しており、顕微鏡観察によって地球上では形成できないほど重い同位体が濃縮していることから、地球外で惑星が形成されたことが分かった。また、微粒子中の硫化鉄結晶の空孔に水や CO<sub>2</sub> 等が確認されたことから、木星よりさらに太陽から離れた場所で誕生した可能性が高いという解説をいただいた。これらの結果は、小惑星から直接採取され、真空環境下で保管されたからこそ得られた貴重なものであることを知ることができた。

### 2) コアファシリティ推進室企画

コアファシリティ構築支援プログラムの採択機関である広島大学および東京科学大学(旧・東京工業大学)から、中国地方ファシリティネットワークや TC カレッジなどの取り組みについてご紹介いただいた。

## 5. ポスター発表 (54 件)

主に業務と関連する NMR、MS に関する発表を聴講した。固体 NMR で禁水性物質を取り扱う際にインナーセルを用いるが、できるだけ簡便かつ加工処理と耐薬品性に優れたインナーセルの開発に取り組んだ発表があった。他にも、固体 NMR を用いた緩和時間測定による絹フィルムのドメインサイズの評価や分子鎖の架橋密度の見積もりに関する報告があり、固体 NMR への大きな期待を感じた。また、新たに管理することになった装置の研鑽方法として身近な試料を使って測定した事例もあり、迅速な技術習得の良い手法だと感じた。

## 6. 口頭発表 (12 件)

超伝導 NMR 装置の維持には液体ヘリウムの継続的な充填が必須だが、今回は供給側である極低温実験室の技術職員の視点からヘリウム収支についての発表を聴講できた。装置管理者側との入念な議論の末、クエンチの危険性を回避しながら回収した話を伺い、両者の苦勞が偲ばれた。その他、機関をまたいだ共同学習による人材育成の発表や、同一試料を用いた各担当装置の相互理解に関する発表など、技術職員間での連携が活発化している様子が印象深かった。

## 7. おわりに

今回の研究会では、準備された名札に登録番号が記載された 2 次元バーコードシールが 2 枚入っており、読み取り機にかざすことで受付とクロック対応を行っていた。シールを提出し、白紙のタグに貼ることで参加者の手荷物を紐づけており、運営方法として合理的だと実感した。

## 8. 謝辞

本研究会の開催にあたり、主催されました第 30 回機器・分析技術研究会の実行委員の皆様には厚く御礼申し上げます。また、研究会参加の機会をいただきました工学研究科・工学技術部の皆様に深く感謝申し上げます。

# スパーク音解析によるワイヤ放電加工の効率向上に向けた

## パラメータ設計

### 動特性によるロバスト設計（第2報）

長谷川達郎

工学研究科・工学技術部 装置開発技術系

#### 1. 緒言

一般的にワイヤ放電加工では早く良い製品を作ろうと作業者はワイヤと加工物との間で発生するスパーク音『バチバチ音』からその音が「良い状態」か「悪い状態」を聞き分け放電エネルギーを微調整している。放電加工は加工部が大きな閃光を放しながら液中で行われるので直接見ることができないためトラブルが発生した場合、断線しているかもしくは停止しているときによろやく作業者はその異変に気付く。この問題を解決する方法として前報（2020）では「スパーク音は放電状態の良否を判断する重要な指標である」<sup>[1]</sup>としており、特定の周波数帯の音圧レベルに注目することが有効であるとした。本研究では、より詳細な加工条件パラメータを自由に設定できる自作放電加工機を開発し、個々のパラメータが加工効率に与える影響を明らかにする。さらにそれらの組み合わせから、ばらつきが少なく加工効率が向上する最適なパラメータを設計することを目的とする。

#### 2. 実験方法

図1のシステム・チャートに示すように入力である放電エネルギーが“0”のとき、出力である加工効率も“0”となるはずなので本研究では原点を通るゼロ点比例式であると仮説を立てた。しかし作業現場では放電エネルギーをオシロスコープ等の測定器で電流・電圧から感覚的に測定することは困難である。そこで前出通りスパーク音の音圧レベル（音の強さ）を入力として評価することとした。そこで、前報（2025）では図2に示すコンデンサ放電回路による電

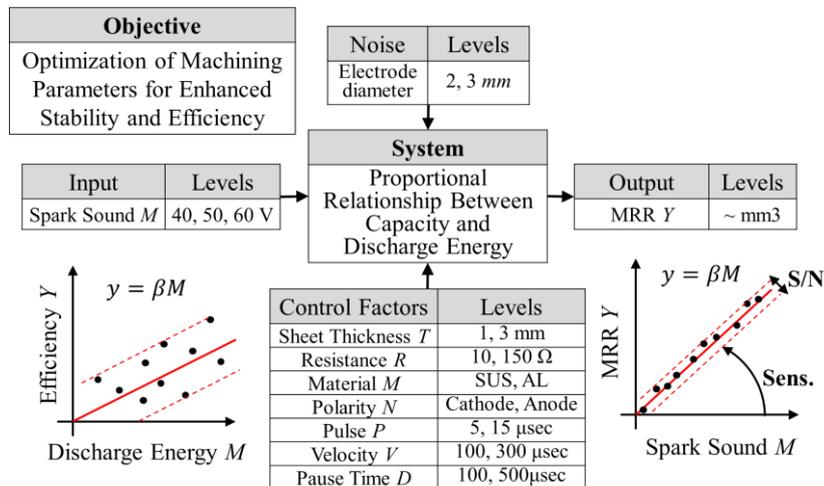


Fig. 1 ワイヤ放電加工を高効率化するシステム・チャート

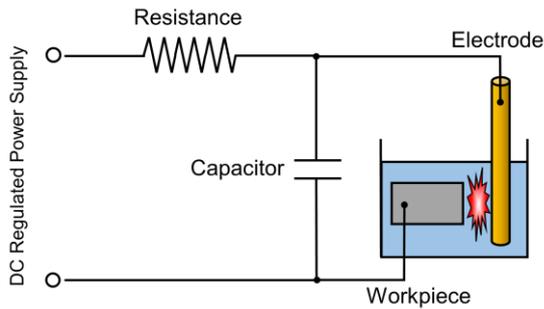


Fig. 2 コンデンサ放電回路

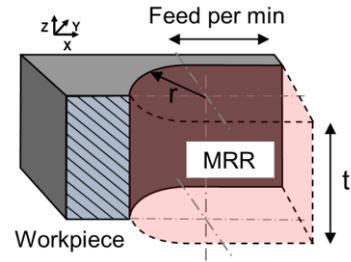


Fig. 3 材料除去率 (MRR) のモデル

圧・電流・コンデンサ容量・抵抗値の組み合わせと音圧レベルの関係性を調べる予備実験を実施した。その結果、「電圧の大きさが音圧レベルにもっとも影響していることがわかった」<sup>[4]</sup>。これより入力を電圧，出力を単位時間当たりの加工効率である材料除去率（以下 **MRR** とする）とした。**MRR** は図 3 に示すように実験後の試験片をマイクロスコップで面積を計算して材料板厚を掛けた体積である。これらの入力・出力に対して実加工を考慮した板厚・材質のパラメータとステッピングモータ等の加工動作に関連するパラメータを制御因子とした。さらにワイヤ電極太さを実験結果のばらつきになるノイズ因子とし，このシステムの基本機能がさまざまな使用条件や外乱の影響を受けない実験を表 1 にあるように L8 直交表を用いて効率的にデータを収集する計画を立てた。

Table 1 実験表 (L8 直交表)

Exp. Run No.	Thickness <i>T</i>	Resistance <i>R</i>	Material <i>M</i>	Polarity <i>N</i>	Pulse <i>P</i>	Velocity <i>V</i>	Pause <i>D</i>
1	1	10	SUS	Cathode	5	100	100
2	1	10	SUS	Anode	15	300	500
3	1	150	AL	Cathode	5	300	500
4	1	150	AL	Anode	15	100	100
5	3	10	AL	Cathode	15	100	500
6	3	10	AL	Anode	5	300	100
7	3	150	SUS	Cathode	15	300	100
8	3	150	SUS	Anode	5	100	500

評価方法として，このシステムの基本機能である比例式は入力である電圧と出力である **MRR** の関係がノイズによって変化する度合いを **SN** 比で評価する。**SN** 比の算出は式(1)より求めることができる。また比例式の出力の変化量の度合いを感度で評価する。感度の算出は式(2)より求めることができる。

$$SN \text{ ratio } \eta = 10 \log \left( \frac{\beta^2}{\sigma^2} \right) \quad (1)$$

$$Sensitivity \ S = 10 \log \beta^2 \quad (2)$$

ただし， $\beta$  は直線の傾きであり， $\sigma$  はノイズ因子の効果を表す誤差分散である。

### 3. 実験装置

近年のワイヤ放電加工機はユーザーが簡単に操作できるように加工条件のデータベースが用意されているが、その中身はブラックボックス化している。そこで基礎的実験を行うために図 4 に示すように加工条件パラメータを自由に設定できる自作放電加工機を開発した。図 5 に示す台上にテストピースを設置して端面をカットした。このとき、スパーク音は加工槽の上部に設置したマイクロホンにより収録した。

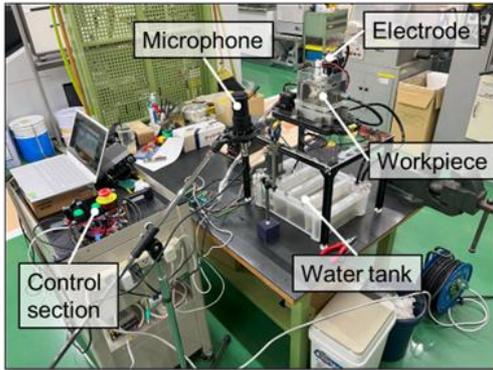


Fig. 4 自作放電加工機

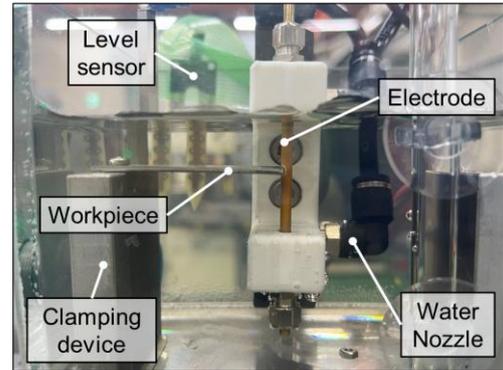


Fig. 5 放電加工部の詳細

### 4. 実験結果・考察

図 6 は信号因子と誤差因子の影響を表している。No.6 のように 2 線間の面積が小さいものがノイズ因子の影響を受けにくい実験条件である。また No.3 のように面積が大きき場合は信号因子の影響で出力が変化しやすい条件であり、出力を目標値にチューニングするときに有用な条件である。

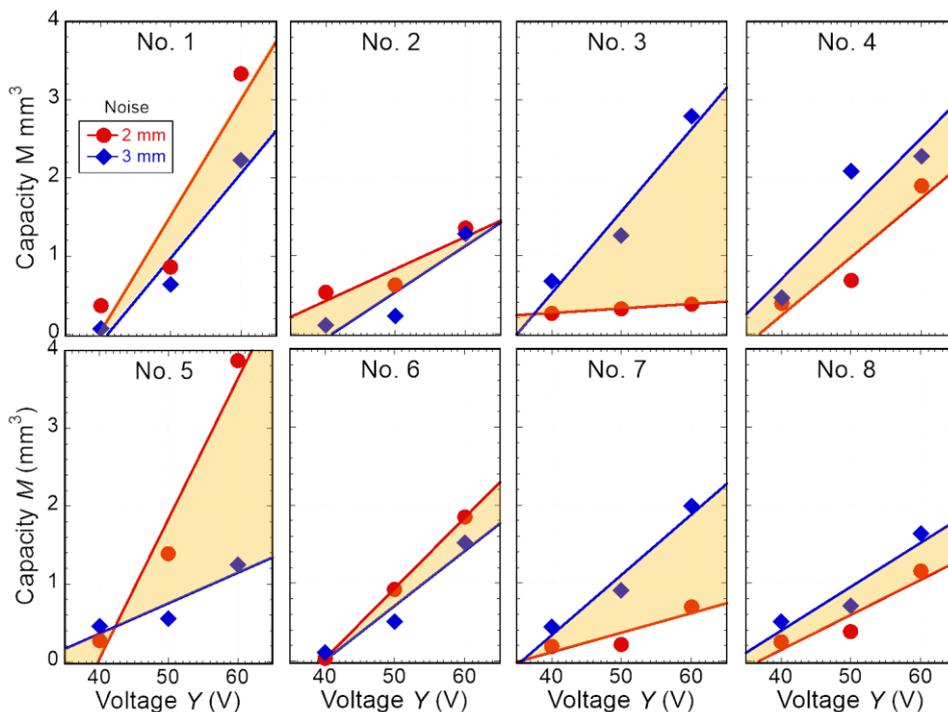


Fig. 6 実験番号ごとの信号因子と誤差因子の影響

図7はスパーク音の音圧レベルに最も影響する電圧を入力因子としたときのSN比と感度の結果と示す。最適パラメータの選択方針として、ばらつきが小さく安定したシステムを求めているのでSN比の大きい条件を優先し、次にSN比に差がない場合は感度が大きいものを採用する。これらを考慮して最適なパラメータを選択するとグラフ中の黒丸で囲んだ条件となる。最もSN比が大きいのは電極極性が負の場合で次に抵抗値150Ωの条件である。また、ステッピングモータ等の加工動作に関連するパラメータであるパルス数、速度、休止時間については、ばらつきを改善する効果は少ない。

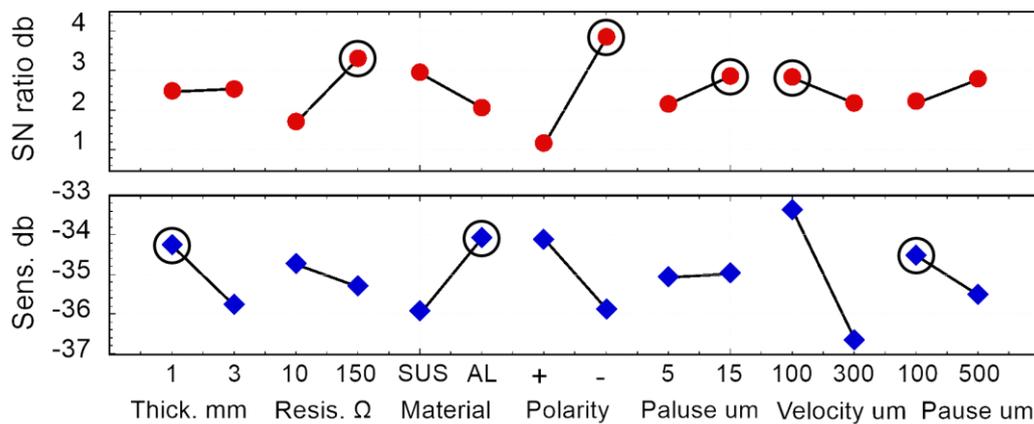


Fig. 7 ばらつきを考慮した最適パラメータの選択

## 5. 結論

本研究では、スパーク音の音圧レベルと個々のパラメータが加工能率に与える影響を明らかとなり、ばらつきが少なく加工能率が向上する最適なパラメータを設計した。この方法により、効率的かつ安定的なワイヤ放電加工が可能となることを示した。本研究で得られた成果を下記にまとめる。

- (1) スパーク音の周波数特性を用いた放電状態の指標を提案した。
- (2) 音圧レベルは電極極性が最も影響を与え、次に抵抗が影響する。
- (3) ステッピングモータなどの加工動作に関連するパラメータの影響は少ない。
- (4) 効率的かつ安定的なワイヤ放電加工を実現するために、最適なパラメータを選択した。

謝辞 本研究は JSPS 科研費 JP23H05181, JP24H02550 の助成を受けたものです。

### 参考文献

- [1] 長谷川達郎, スパーク音の周波数特性を用いたワイヤ放電加工のモニタリング, KEK Proceedings (Web), 2020年03月, 2019-13, P6-8
- [2] 長谷川達郎, デスクトップ型放電加工機の開発と放電状態評価の新たなアプローチ, 総合技術研究会 2025 筑波大学, 2025年03月

本報告は日本機械学会東海支部第74期総会・講演会 TOKAI ENGINEERING COMPLEX 2025 (TEC25)にて「スパーク音解析によるワイヤ放電加工の効率向上に向けたパラメータ設計」のタイトルで報告する内容に新たな知見を追加して投稿する。

# 專門技術報告



# 第 11 回ガラス工作技術シンポジウムへの聴講参加

森木義隆、古田紘己

工学研究科・工学部技術部 装置開発技術系

令和 6 年 9 月 12 日（木）～13 日（金）にかけて富山大学 五福キャンパスにて第 11 回ガラス工作技術シンポジウムが開催された。本シンポジウムはガラス加工技術に特化したものであり、近年、大学・研究機関や民間企業を問わずガラス加工技術者は減少の一途をたどっている中、多くの技術者が集い交流できる場として貴重である。今回のシンポジウムには加工技術の情報収集はもちろんのこと、今年度採用された新人職員が他大学の技術者と繋がりを作ってもらえればと考え、2 名で参加したので報告する。

## 1. 日程

今回のシンポジウムは下記のようなスケジュールで実施された。

表 1. 第 11 回ガラス工作技術シンポジウムの日程

	日時	内容
9/12(木)	13:00-13:15	【開会式】
	13:15-14:05	【特別講演】 「アルミノケイ酸塩（ゼオライト）と水素同位体の分離」 富山大学 研究推進機構 水素同位体科学研究センター 田口明
	14:05-17:00	【技術報告】
	17:15-20:30	【記念撮影・親睦会】
9/13(金)	9:00-9:40	【協議事項・参加企業様紹介】
	9:50-12:20	【技術交流会】
	12:20	【事務連絡・閉会式】
	13:50-16:20	【見学会】 グラスアートヒルズ富山、富山ガラス造形研究所

※技術報告など詳細についてお知りになりたい方は下記の URL よりご確認下さい。

<https://www2.tagen.tohoku.ac.jp/tech/glass/connect/sym-log/24toyama.pdf>

## 2. 技術報告（口頭発表 8 件）

全ての発表を大変興味深く聞かせていただいた。その中でも特に興味を持ち、発表者の方々に個別に質問をさせていただいた発表について紹介させていただく。

まず、題名「輻射熱による金属線とガラスの封着に関する研究」で東北大学の方からの発表である。こちらは金属線（Pt）を膨張係数が同じぐらいのガラスである並ガラスへの封入方法についての研究発表である。東北大学のガラス加工室に同様の製作依頼をしていた先生が数年前に名古屋大学工学研究科に移られて、名古屋大学のガラス加工室にも製作依頼があった。我々は製作方法に困り、東北大学のガラス加工室に相談をして Teams などアドバイスをいただいた経緯がある。なので、発表内容について非常に興味深く聞かせていただき、個別に様々な質問などもさせていただいた。

次に、題名「PM2.5 暴露チャンバーの製作」で広島大学の方からの発表である。こちらは非常に複雑な形状のチャンバーを石英ガラスもしくはホウケイ酸ガラス（旧パイレックス）の板

材を多く用いて製作するという非常に難易度の高い加工である。石英ガラスやホウケイ酸ガラスは耐熱ガラスに分類されるため、熔融加工も比較的容易に可能であると思われることが多いがこれは管材料の場合である。板材の場合は熔融加工中にその周辺部分も高温にキープしておかなければ、すぐにひずみで割れてしまう非常に難しい加工である。こちらの発表についても個別に苦労話など聞かせていただいた。

最後に、題名「5年間のガラス加工業務を振り返って」で九州大学の方からの発表である。こちらは前任の職員から技術継承がなされず一度途絶えたガラス加工室において、新規採用された技術職員が外部講師の協力を仰ぎながら技術習得に励んだ5年間の報告である。この発表者もガラス加工経験年数がまだ浅くその歩みも参考になるかと思い、お声かけして一緒に参加した古田氏と若い技術者同士で交流してもらった。

### 3. 記念撮影

国公立大学、民間企業からの参加者、約40名での記念撮影を行った（図1）



図1. 記念撮影の様子

### 4. 技術交流会

技術交流会では事前に参加者が挙げられた疑問（ガラス加工技術や加工中に使用する器具・保護具などに関する）について各大学ではどのようにしているかの紹介や、参加されたガラス関連企業のブースでの展示などがあった。私が特に参考となったのは保護メガネの情報や各社のバーナーを試用できた点である。バーナーに関しては多くの技術者が使用してきた木下式ブルーバーナーが近年販売中止となったため、バーナーも消耗品であるためいずれ交換時期が来ることもあり各社のバーナーを試せる機会は非常に有難かった。

### 5. おわりに

シンポジウムの開催にご尽力いただいた connect 事務局の皆様、および富山大学の実行委員の皆様へ深く感謝いたします。また、シンポジウム参加の機会をいただきました工学研究科・工学部技術部の皆様に厚くお礼申し上げます。

# 第 63 回 NMR 討論会参加報告

鳥居 実恵

工学研究科・工学技術部 分析物質技術系

## 1. はじめに

令和 6 年 10 月 30 日（水）～11 月 1 日（金）に、日本核磁気共鳴学会主催の第 63 回 NMR 討論会が北海道大学学術交流会館にて開催された。本討論会は、タンパク質などのバイオ系高分子、有機・無機化合物からなる多様なマテリアル素材の基礎研究だけでなく、NMR 装置の開発を含む幅広い研究テーマを対象としている。前日の 10 月 29 日（火）には装置メーカーによる技術紹介セミナーおよびチュートリアルコースが行われ、オンサイトで参加したので報告する。

## 2. チュートリアルコース

### 1) NMR メーカー技術紹介セミナー

NMR メーカー 2 社による装置およびアプリケーションの紹介セミナーが開催された。

Bruker 社からは、600MHz のマグネットサイズが 400MHz NMR と同等になったことで、測定室の省スペース化が可能となった点や、固体 NMR において溶液 NMR と互換性のある試料ホルダーを用いた自動化の試み、さらに各種プローブ（検出器）の特徴とアプリケーション事例について紹介された。

JEOL 社からは、構造解析支援ソフトウェア「JASON」、固体 NMR の「ROYALPROBE AUTOMAS」、および株式会社リガクと共同開発した「Synergy ED」に関して、試料適性を交えながら先端技術の特徴が紹介された。

### 2) 「NMR を創った人たち:[3] Bloch と Purcell による NMR の開発 -ブロッホの選択-」

京都大学名誉教授の寺尾武彦先生による講演で、NMR の創世記における人物に焦点を当てた内容であった。今回は Bloch の学生時代（1920 年代から 1936 年頃まで）を中心に、当時の研究室生活や Pauli、Fermi、Bohr など著名な物理学・量子力学研究者との交流エピソードが語られた。

### 3) 「化合物 X の構造を推定せよ in Sapporo」

北海道大学大学院農学研究院の福士様による講座では、低分子化合物の溶液 NMR を用いた構造決定演習が行われた。NMR 解析手順として「パズルアサイメント」を参考にしつつ、HSQC、HMBC、NOESY の測定結果を用いて部分構造の推定を進める方法や、推定が難しい場合の追加測定手法について学んだ。さらに、分子模型を使用することで視覚的な理解が深まり、有意義であった。

## 3. NMR 討論会

### 1) 口頭発表(38 件)

口頭発表は学術交流会館の 2 階講堂で行われ、サテライト会場として 1 階の小講堂でライブ配信が行われるなど、分散聴講対策が取られていた。

当学でも研究が行われている MOF に関する発表があり、CO<sub>2</sub>の吸着状態や圧力変化に伴う構造転移メカニズムについて、固体<sup>13</sup>C NMR と DFT 計算を用いて解明が試みられていた。装置外部から試料管内に直接ガスを導入できる自作の検出器を使用しているとのことで、自機関での実施が難しいものの、波形分離によって CO<sub>2</sub>の吸着と未吸着が線形の変化で判別できることが理解できた。また、圧力依存だけでなく、温度可変の必要性について質問があった。

メタボロミクス分野からは、清酒を対象に<sup>2</sup>H 測定および<sup>13</sup>C 測定を行い、エタノール中の安定同位体比 (D/H または δ<sup>13</sup>C) を定量することで、コメ由来やサトウキビ由来などの原材料植物種の判別や産地、酒類の分類に関する傾向が明らかにできるとの発表があり、非常に興味深く拝聴した。

さらに、パルスシーケンスの改良についての発表もあり、メーカーによってパルスを打つベクトルが異なるという話から、測定手法の多様性と奥深さに多くの学びを得ることができた。

## 2) ポスター発表(100 件)

ポスター発表は学術交流会館の 1 階会議室およびロビーで行われ、ロビーには休憩スペースや周辺の展示ブースも設けられ、開放的な空間の中で意見交換が行われた。

難溶性高分子の末端構造解析に関する発表があり、溶液 NMR と MALDI-TOF MS を用いて、末端構造情報が乏しい高分子の生成過程や末端基の種類を推定している内容が紹介されており、興味深く拝聴した。

有機合成分野では、反応条件で切断しづらい結合の理由を探るため、<sup>1</sup>H NMR で確認した微小ピークについて、<sup>1</sup>H-<sup>29</sup>Si HMQC 測定を行い反応中間体の構造を推定して反応機構を解明する発表があり、わずかな情報から深い考察が得られる研究内容に感嘆した。

また、固体 NMR を用いた二次電池の正極材測定に関する発表も多数行われており、特に正極材として検討されるマグネシウムや硫黄などは低周波核かつ低感度であるが、非晶質でも NMR 測定が可能であることから、局所構造解析への期待が高まっていると感じた。

その他、卓上 NMR や TD-NMR、片側開放 NMR など、数多くの永久磁石型 NMR の測定事例も増えており、維持コストが少ない装置への移行傾向があることを実感した。

## 4. おわりに

討論会後に、先端生命・次世代物質生命科学研究センターの NMR 装置 (500~800MHz) の見学会が開催された。学術専門職の方から装置運営における工夫やパーツ類のストック確保の重要性について伺い、貴重な知見を得た。期間中のシンポジウムでは高磁場 NMR (1GHz 超) の導入に向けた提言もあり、日本での導入に必要な課題として、利用者コミュニティの拡大や多様な検出器・高出力アンプの整備が挙げられた。

## 6. 謝辞

本討論会のプログラム委員会の皆様に深く感謝申し上げます。また、参加の機会をいただきました大学連携研究設備ネットワークの皆様、工学部技術部の皆様に厚く御礼申し上げます。

# 全学技術センター関連

技術職員研修



# 2024 年度東海国立大学機構技術職員研修（計測・制御コース）

## 参加報告

後藤伸太郎

工学研究科・工学部技術部 装置開発技術系

### はじめに

この研修は技術職員の有する専門的知識及び技術や経験を共有することにより技術職員の資質向上と応用能力の育成を図る目的で、毎年分野を変えて実施されている。今年度は計測・制御コースとして 11 月 27、28 日の日程であった。研修内容は遠隔地観測における取得データの伝送と電源確保をテーマとして、屋外の遠隔地で取得されるデータや運用状態の伝送及び太陽光独立電源による電源確保に関することであった。

筆者の担当する業務において、モーターや各種のセンサーを必要とする実験装置製作が増えている。これまで既製品のモーターやコントローラを用いてきたが、研究者の要求仕様を満たすには充分でないことが多々ある。例えば、複数のモーター、ヒーター、温度センサー、などを必要とする場合には、これらの機器間で通信ができないため制御しきれない問題や、装置内に搭載するスペースが足りない問題が起こる。これらの問題を解決するためには、マイコン、センサー、アクチュエーターを用いた制御装置を開発することが有力である。

筆者はこれまで積極的に技術習得を行ってきたが、まだ力不足である。そして、本研修で扱う携帯電話回線などの既存インフラを利用した通信に関しては全く経験がなかった。遠隔地の装置の状態や実験データ取得を行いたいという要望が過去にあり対応できなかったが、既存インフラを利用できれば対応できるようになる。遠隔地装置とのデータ通信に関する技術習得をしたいと思い本研修に参加した。

### 1. 研修概要

日程と研修内容を表 1 に示す。

表 1. 日程と研修内容

日程		研修内容
11/27 (水)	午前	開講式、オリエンテーション、参加者業務紹介 一般講義① 地震火山研究における遠隔地観測の変遷 講師 地震火山研究センター 伊藤武男准教授 一般講義② 小型大気環境計測器の海外での運用 講師 宇宙地球環境研究所 山崎高幸技師
	午後	専門講義・実習① 太陽光独立電源と通信 講師 地震火山研究センター 松廣健二郎技師 堀川信一郎技師
11/28 (木)	午前	専門講義・実習② マイコンを使った遠隔地監視 講師 地震火山研究センター 堀川信一郎技師 小池遥之技師
	午後	専門講義・実習② マイコンを使った遠隔地監視（引続き） 講師 地震火山研究センター 堀川信一郎技師 小池遥之技師 閉講式

## 2. 一般講義

### 2.1 地震火山研究における遠隔地観測の変遷

遠隔地観測の手法の変遷と、全国の大学や研究機関の観測データを相互に活用できる仕組みの紹介いただいた。昔は遠隔地にある観測所までデータ収集に回り、手作業でデータ整理をしていたことや、現代では電子機器やネットワークを利用して瞬時にデータ収集整理ができることなど、興味深い内容であった。

### 2.2 小型大気環境計測器の海外での運用

講師自身が開発した小型大気環境計測器を海外観測点に設置して運用している近年の業務について写真を交えながら紹介いただいた。風雨や日射から観測機器を守る工夫、設置に際して日本では起こらないトラブルへの対応など、遠隔地観測におけるノウハウを学べた。

## 3. 専門講義・実習

### 3.1 太陽光独立電源と通信

ソーラーパネル、チャージコントローラ、バッテリーの仕組みや設営方法、注意事項などの講義と、遠隔地に設置する観測セットの実物の展示があった。また、地震火山研究で利用されている通信手段やネットワークの紹介と、モバイルルータを使用した IPsec-VPN による拠点間ネットワーク接続を体験する実習を行った。

### 3.2 マイコンを使った遠隔地監視

2日目の午前と午後を使った専門講義・実習であった。はじめに、遠隔地の太陽光発電監視を想定された Arduino (ESP32) の実習機材セット (図1) が与えられた。午前は Wi-Fi、Bluetooth、UART、I2C の各機能の解説の後、研修用に用意されたサンプルプログラムを使って動作を確認した。さらに午後は、Sigfox、LINE Notify、研修用 API サーバーの操作説明の後、実習教材セットを使い卓上で仮想的な遠隔監視を体験する実習を行った。

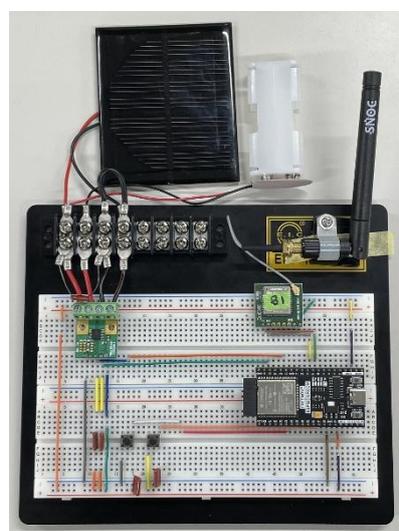


図1. 実習機材セット

## 4. おわりに

これまで屋外でかつ遠隔地に機器を設置する業務を経験したことが無いので本研修の内容はどれも新鮮で興味深いものであった。また、Sigfoxなどの既存ネットワークを自力で勉強して利用することは困難に思えるが、丁寧な解説と指導のおかげで使うことができた。そして、一緒に受講したメンバーの業務内容について初めて知ることができて関りが持てた上、筆者の業務で必要と感じてきた知識と経験が豊富にある方々であった。今後、交流を持つことにより計測制御に関する知識と技術を身につけさせていただきつつ、屋外に対応した筐体の開発ではお手伝いするような協力体制を構築していきたい。

本研修の講義及び実習を担当して下さった講師の皆様、企画・運営してくださった堀川氏はじめ全学技術センター関係者の皆様に感謝申し上げます。

# 令和6年度東海・北陸地区国立大学法人等技術職員合同研修

## 「電気・電子コース」参加報告

後藤伸太郎

工学研究科・工学部技術部 装置開発技術系

### はじめに

この研修は東海・北陸地区の国立大学法人等に所属する技術職員に対して、その資質向上を図るために業務に必要な専門知識や技術を修得する機会であり、また所属法人の枠を超えて職員が相互に交流できるきっかけを生む機会でもある。分野を変えて毎年実施されており、今年度は電気・電子コースとして8月19日から21日の日程であった。

筆者は研究室や授業で使用する実験装置を設計製作することが主な業務である。以前は部品製作が中心であったが、近年では実験装置の構想段階から担当することが多くなっている。実験装置には必ずと言ってよいほどモーターや各種センサーなどを組み込む必要があり、そのため電気・電子の知識と技術が必要となる。そして、担当業務に必要な技術をOJTで学んできたが到底まだ充分とは言えない。この研修において、半導体製造の座学や工場の見学、ロジック回路の演習を通して、電気・電子分野の知識と技術の習得につなげたいと考え参加した。

### 1. 研修概要

日程と研修内容を表1に示す。

表1. 日程と研修内容

日程	研修内容
1日目	一般講義(1)「技術支援室 ～高度な技術で教育研究をサポート～」 一般講義(2)「次世代半導体・センサ科学研究所 LSI 工場紹介」 受講者職務紹介
2日目	専門講義「集積回路技術の基礎」 実習(1)「SPICE とレイアウト」 実習(2)「集積回路製造の前工程 -微細加工技術-」 実習(3)「集積回路製造の後工程 -パッケージング-」 施設見学 (教育研究基盤センター 工作支援部門 実験実習工場)
3日目	実習(4)「作製した集積回路の電気測定 1」 実習(5)「作製した集積回路の電気測定 2」 実習(6)「作製したパッケージを使った電子回路の試作」 一般講義(3)「半導体集積回路技術による光波長計測デバイスの開発と応用」

### 2. 一般講義

豊橋技術科学大学の成り立ちや歴史も含めて、技術支援室の業務と LSI 工場紹介の紹介があった。設計、製造、電気測定・評価など LSI 製造に必要な一連の工程について、網羅的に知識を付けて体験できる日本に唯一の大学であることを知った。豊橋技術科学大学の特徴と必要性をよく理解できた。

### 3. 専門講義

集積回路に使われる半導体素材の種類、n型・p型の仕組み、MOSFETの構造と動作原理の説明の他、洗浄、酸化、成膜、イオン注入などLSI製造に必要な一通りのプロセスの説明があった。さらに具体的な説明として後に見学するLSI工場で実際に製造するn-MOS集積回路チップの製造プロセスの紹介があった。これまでも半導体製造の説明を受けたことはあるが、本研修の詳しく具体的な説明で初めて知ったことも多く理解が深まった。

### 4. 実習

回路シミュレータソフト「SPICE」を用いてMOSFETの特性とインバータの伝達特性を理解する実習と、レイアウトエディタ「KLayout」を用いて集積回路のレイヤ構造を理解する実習を行った。

次に、LSI工場に移動して前述の専門講義で説明されたフォトリソやエッチングの実演を見学し、完成チップを割った断面のSEM観察も行った。その後、一人1個のLSIが配布され、チップをパッケージに金線で接続するワイヤボンディング作業も体験した。これにより完成したLSIは最終日の実習で使用し、電気特性測定やフリップフロップのカウンタ回路の製作を行った。電気特性測定では安定化電源と電圧計、電流計を使用して測定を行い、測定結果からExcelを使い特性曲線を描いて前述の「SPICE」を用いたシミュレーション結果と比較してほぼ一致することを確認した。さらに、LSIのピン配置と回路図を見ながらブレッドボード上でフリップフロップのカウンタ回路（図1）の製作を行った。

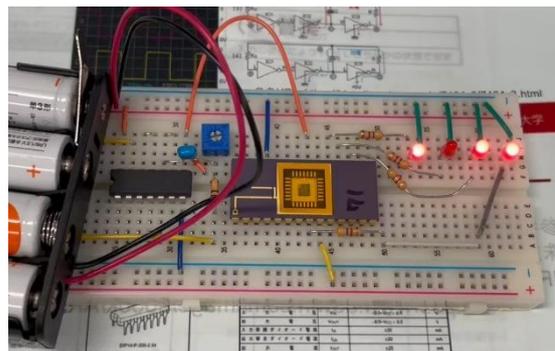


図 1. 製作したカウンタ回路

### 5. 施設見学

教育研究基盤センター工作支援部門の実験実習工場を見学した。ここでは教員および学生が安全に利用できるように工作機械の集中管理や取扱講習会を行っており、他にも工作の技術相談、委託加工、学生への実習教育、課外活動支援などを行っている。設備は汎用工作機械、NC工作機械が多数ある上、3Dプリンタやマイクロスコープは高機能な機種が揃えられている。また、実習エリアは広いスペースが確保されており、充実した施設であった。

### 6. おわりに

座学と実習で丁寧に詳しくご指導いただいて学んだ知識と体験は本研修に参加しなければ得られなかったと感じている。初めて知った事も多く、今後身に付けるべき技術の一端を学ぶことができた。また、他機関の技術職員との交流をもつきっかけ作りのための貴重な機会ともなった。

本研修に参加する機会を与えて下さった豊橋技術科学大学の皆様、その他関係の皆様、全学技術センターに感謝申し上げます。

# 学外研修・交流

令和5年度分



# 第3回機械工作技術研究会 参加報告

松本大輔、渡邊雄亮、藤村太磯、山本浩治  
工学研究科・工学部技術部 装置開発技術系

## はじめに

本研究会は、大学等の機関で機械工作及び工作実習を業務とする技術職員に対して、その職務に必要な実践的技術の向上を図ること、ならびに技術情報の共有により機械・工作分野における見識を育むため、開催機関の作業環境などの見学も踏まえた共有の場を提供することを目的とした研究会である。筆者は2023年9月に静岡大学で開催された同研究会に次いで2回目の参加であり、本研究会において広島大学技術センターの施設見学・他機関との交流を通じて、各機関における機械工場のレイアウトや治工具の有無・工夫点などの情報を収集し、装置製作業務におけるアイデア・ノウハウや各技術組織の課題を共有することで本技術部にとって有効的な情報収集を期待し参加した。

本稿では、2024年9月12日から9月13日に広島大学東広島キャンパスにて開催された第3回機械工作技術研究会について報告する。

## 1. 研究会概要

日程と研究会内容を表1に示す。

表1. 日程と研究会内容

日程		研究会内容
9/11 (水)	午後	オプション企画 大和ミュージアム 見学会
9/12 (木)	午前	開会式・挨拶 技術センター長 松木一弘教授 ダンドリ会議
	午後	技術発表（ポスター発表） 懇親会
9/13 (金)	午前	ものづくりプラザ施設見学 機械別分科会 閉会式
	午後	施設見学 延長

## 2. ダンドリ会議と技術発表

ダンドリ会議とは、4～6人で1グループを構成し、グループごとに決められた課題図面に対して汎用機を用いてどのように加工すれば製品となるか討論を行い、加工段取りを発表して意見交換を行う演習である。本演習は会場・オンライン合わせて15グループで行った。グループワークではグループ内の様々な機関・経歴・背景をもつ職員と意見交換することで、筆者にはない発想や機関ならではの取り組みやノウハウを知ることができた。また、他グループの発表聴講では鋭い指摘や、どのグループも共感する困難な技術課題を共有することができ、改めて加工の奥深さや楽しさを実感することができた。

技術発表では 15 件のポスター発表が行われ、オンライン参加の聴講者のために web カメラの中継による発表も行われた（図 1）。筆者は特に、東北大学の「CFRP 加工におけるエンドミルの評価」が興味深く、CFRP 加工の工具選定・切削条件や加工のコツを学ぶことができた。



図 1. ポスター発表会場とオンライン発表の様子

### 3. 施設見学と機械別分科会

広島大学技術センターでは機械・ガラス・木工・薄片・電気の加工設備と学生利用施設を保有しており、設備見学と機械別分科会による意見交換を行った。工場の中でも、鉋物から薄片を加工する職員や、ガラス加工職員の再雇用後は木工を兼務することなど、他機関にはあまりない設備や取り組みが行われていた。見学の様子と集合写真を図 2、3 に示す。



図 2. 工場見学・溶接保護具の写真



図 3. フェニックス工房前にて集合写真

### 4. おわりに

本研究会に参加し他機関との交流や施設見学を通じて、装置製作業務におけるアイデア・ノウハウを共有することができ、本技術部にとって有効的な情報収集を行うことができた。本研究会の実行委員長の広島大学技術センター林裕太様、運営関係者の皆様および、本研究会参加の機会をいただきました工学研究科・工学部技術部の皆様に厚くお礼申し上げます。

# 令和5年度 高エネルギー加速器研究機構 技術研究会 参加報告

山本浩治、森木義隆、渡邊雄亮、藤村太磯、松本大輔  
工学研究科・工学部技術部 装置開発技術系

## はじめに

2024年3月7日（木）から8日（金）に開催された高エネルギー加速器研究機構（以下、KEK）技術研究会（図1）に参加するため KEK つくばキャンパスを訪れた。本研究会は5つの技術領域・分野から構成されており、全国から集まる技術職員同士が日常業務における創意工夫を失敗談も含めて共有し、技術の研鑽を図るものである。



図1. 研究会の表示板

## 1. 研究会の概要

(1)口頭発表 (2)ポスター発表

第1分科会(機械工作)：口頭12件/ポスター4件

※名古屋大学発表：口頭4件（図1）

第2分科会(実験装置)：口頭11件/ポスター15件

第3分科会(計測制御)：口頭10件/ポスター7件

第4分科会(真空・低温)：口頭12件/ポスター4件

第5分科会(情報技術・ネットワーク)：

口頭10件/ポスター1件

(3)施設・装置見学



図2. 口頭発表の様子

## 2. まとめ

主に装置開発に関する分野の口頭発表、ポスター発表の聴講を行い、その中でも NC 工作機械の5軸加工機に関する発表が多かったことが印象に残っている。各機関で割り出し5軸加工についてのノウハウは持っているが、同時5軸加工に関しては垣根が高い印象を受けた。

装置開発技術系では、新人教育に関する口頭発表2件および実習工場移設に関する口頭発表、自己研鑽報告に関する口頭発表の合計4件を行った。同僚の発表を聴講し、他機関の方からの質疑応答を聞く良い機会となった。

また、同研究会で開催された技術研究会運営協議会にオブザーバーとして参加させて頂き、今後の総合技術研究会の動向に関して情報を得ることができた。

本研究会の開催にご尽力いただいた KEK の技術職員の方々および、本研究会参加の機会をいただきました工学研究科・工学部技術部の皆様に厚くお礼申し上げます。

# 令和5年度高エネルギー加速器研究機構技術研究会 参加報告

立花一志

工学研究科・工学技術部 計測・制御質技術系

毎年開催されている技術研究会に参加しました。この研究会は、全国の大学や研究所の技術部を中心に、国立大学法人や独立行政法人国立高等専門学校、大学共同利用機関法人などの技術職員が集まる場です。日常業務で携わっている実験設備や装置の開発、維持管理に関する話題から、改善や改良のアイデア、さらには日々の業務の中で生まれた創意工夫や失敗談といった実務経験が広く発表されます。

この研究会の魅力は、普段の学会とは異なり、実務の現場で培われた経験を共有し、互いに学び合えることです。技術職員同士の交流を深め、技術力の向上を目指す場となっています。今年度は3月7日・8日に高エネルギー加速器研究機構で開催され、私も聴講と運営協議会に参加してきました。今年度の研究会は2日間にわたって行われましたが、2日目の朝には雪が舞う寒いスタートとなりました。しだいに雪が雨に変わり、昼前には止んで大きな影響がなかったのは幸いでした。このように天候も変化する中での開催でしたが、研究会全体を通じて充実した時間を過ごすことができました。

以下に、今回の研究会でのスケジュールや口頭発表、施設見学会の様子をまとめます。

なお、今年度の参加者は対面 172 名、オンライン 161 名でした。

## 1. 日程等について

3月7日（木）

- 13：00～ ：開会式（研究本館1階小林ホール）
- 13：50～ ：口頭発表（研究本館1階、3号館1階、4号館1階・2階）
- 15：30～ ：ポスター発表（研究本館1階 会議室1&ラウンジ）
- 19：00～ ：情報交換会（美味コレクション イーアスつくば店）

3月8日（金）

- 9：10～ ：口頭発表（研究本館1階、3号館1階、4号館1階・2階）
- 13：20～ ：施設・装置見学会

開会式では、実行委員の方から「つくば市は“自転車の街・ロボットの街・パンの街”」と紹介がありました。しかし、残念ながら今回は街に出かける機会がなく、その魅力を直接感じることはできませんでした。次回訪れる際には、ぜひその特色を味わいたいと思います。続いて、次期研究会に関するPRが行われ、今後の開催予定が発表されました。以下のスケジュールで開催が予定されています。

2024年9月5日・6日：第30回 広島大学 分析研究会（動画での挨拶あり）

2024年度：筑波大学 総合技術研究会

2025年度：核融合科学研究所 技術研究会

2026年度：東海国立大学機構 総合技術研究会

なお、今回は発表時間を多く確保するため、特別講演は省かれたとのことです。

## 2. ポスター発表・口頭発表について

口頭発表 56 件、ポスター発表 31 件があり、私は第 1 分科会（機械工作）および第 3 分科会（計測制御）の 8 件の口頭発表を聴講しました。ポスター発表には協議会の時間と重なり残念ながら参加できませんでした。全体を通じて、発表者たちの経験や取り組みを共有することで、現場で直面する課題や解決策について学ぶ機会となりました。特に、失敗を含めたリアルな業務の話は、これからの技術力向上や工夫のヒントにつながると感じました。

## 3. 施設・装置見学会

分科会終了後に行われた施設・装置見学会には、事前申し込みが必要でした。私はグループ D の見学コースに参加しました。

広大な施設内をマイクロバスで案内していただき各所で貴重な説明を受けることができました。まず、筑波実験棟では、加速器が地下に建設される理由や最新設備の運転状況について詳細な説明を受けました。次の SuperKEKB 電源棟では、たまたま点検中だったため、普段は立ち入ることができないエリアにも入ることができました。そこで「沸騰時に蒸発するエネルギーが水冷よりも効率的である」という興味深い話も聞くことができました。最後に、超伝導リニアック試験施設（STF）では、ニオブ製 9 セル超伝導加速空洞の製作工程や、電解研磨装置などについて詳しい見学が行われ、実際の装置や工程を間近で見る貴重な機会となりました。

## 4. 2023 年度 技術研究会・総合技術研究会運営協議会

・3月7日（木）15:30～17:10 開催方式：ハイブリッド（Zoom）

今回の運営協議会では、2028 年度以降の技術研究会について、開催校や運営方法が話し合われました。参加者の増加に伴い会場確保が難しくなり、開催できる機関が限られてきている現状があります。このため、分担開催や分散開催の可能性が検討されました。

開催の形態については、対面（現地開催）、オンライン開催、オンデマンド開催、ハイブリッド開催といった選択肢が挙げられ、それぞれのメリット・デメリットが議論されました。また、運営方法としては、単一組織での開催だけでなく、運營業務を複数の機関で分担する案や、「総合技術研究会」という名称を外し、分野ごとに研究会を開催するという案も提案されました。これからの協議を通じて、より多くの人に参加しやすい形を模索していくことになりそうです。また、具体的な報告事項としては、2024 年度に筑波大学で予定されている総合技術研究会の準備状況について説明がありました。さらに、2025 年度に核融合研究所で開催予定の技術研究会についても報告があり、こちらはオンサイトでの開催を計画しているそうです。いずれの形式でも、技術研究会の大切な趣旨を引き継ぎながら、各機関の事情に合った柔軟な対応が求められています。

## 5. まとめ

今回の研究会参加を通じて、技術的な最新情報を取得し、2026 年度に開催予定の総合技術研究会の準備に向けた参考情報を得ることができました。運営面での知見も深まり、今後の活動に活かしていきます。

# デスクトップ型放電加工機の開発と放電状態評価の新たなアプローチ 音圧レベルとコンデンサ放電回路の構成部品の関係（第2報）

長谷川達郎

工学研究科・工学技術部 装置開発技術系

## 1. 緒言

一般的にワイヤ放電加工では早く良い製品を作ろうと作業者はワイヤと加工物との間で発生するスパーク音『バチバチ音』からその音が「良い状態」か「悪い状態」を聞き分け放電エネルギーを微調整している。放電加工は加工部が大きな閃光を放しながら液中で行われるので直接見ることができないためトラブルが発生した場合、断線しているかもしくは停止しているときにようやく作業者はその異変に気付く。この問題を解決する方法として前報（2020,2025）では「スパーク音は放電状態の良否を判断する重要な指標である」<sup>[1][2]</sup>としており、特定の周波数帯の音圧レベルに注目することが有効であるとした。本研究では、より詳細な加工条件パラメータを自由に設定できる自作放電加工機を開発し、音圧レベルとコンデンサ放電回路の構成部品の関係を明らかにする。さらに作業者が加工中の放電状態を評価することで効率的な作業をしようとする試みである。

## 2. 自作デスクトップ型放電加工機の開発

近年のワイヤ放電加工機はユーザーが簡単に操作できるように加工条件のデータベースが用意されているが、その中身はブラックボックス化している。そこで基礎実験を行うために図1に示す放電加工の基本的な構造をしているコンデンサ放電回路を用いたデスクトップ型放電加工機を自作した。図2の概要にあるように本体・放電回路ユニット・動作制御ユニットの3つに分けられ、図3にその詳細を示す。(A)は放電を発生させるコンデンサ放電回路ユニットで図左より安定化電源で電圧・電流を制御する。また抵抗とコンデンサは実験条件により交換できるようにコネクタ接続している。(B)は加工動作ユニットで放電加工の特徴である加工物に接近・後退を繰り返す動作を制御している。(C)はスパーク中の加工部から加工くずを除去するため、電極上下から脱イオン水を噴流している。また加工槽の水面レベル一定に保つための水ポンプを制御するユニットである。(D)は加工部で真鍮製電極が

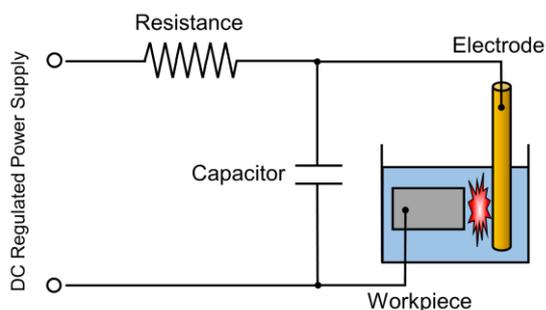


Fig. 1 コンデンサ放電回路

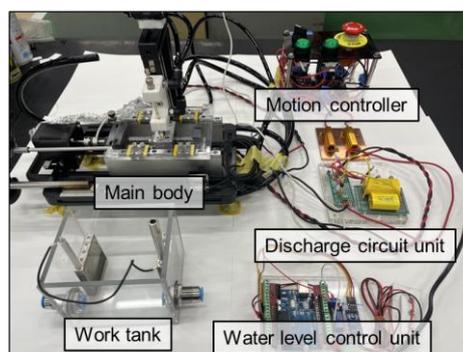
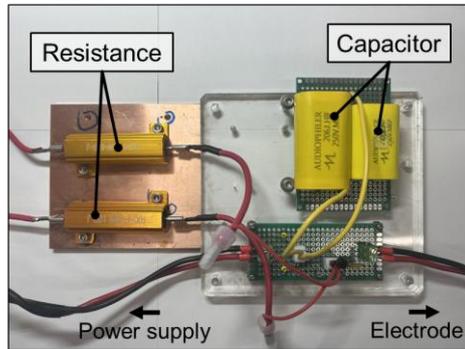
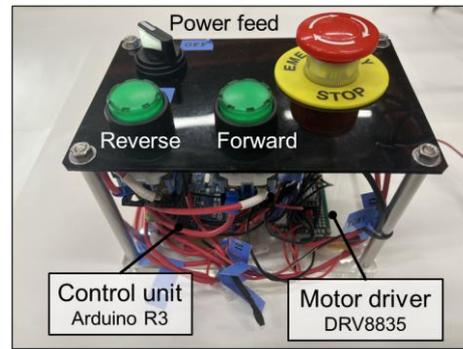


Fig. 2 自作デスクトップ型放電加工機の概要

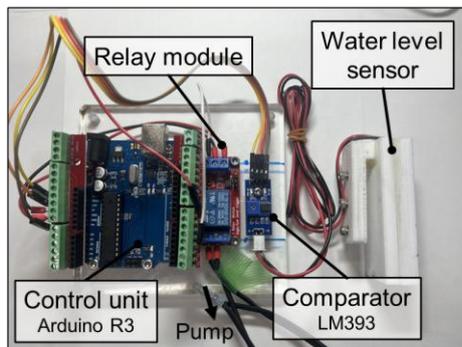
刺さるコの字の間で加工がおこなわれる。(E)は単軸の加工動作をする直動動作制御ユニットである。ボールねじは連結されたスッテピングモータによって制御され、その上に加工槽が設置される。これらのユニットは脱イオン水で絶縁されているが、万が一のため樹脂部品で接合しており、感電事故が起きないように工夫している。



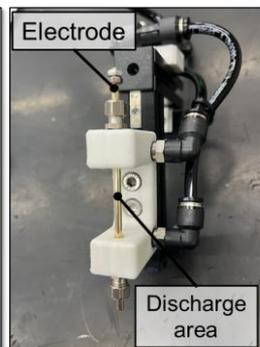
(A) コンデンサ放電回路ユニット



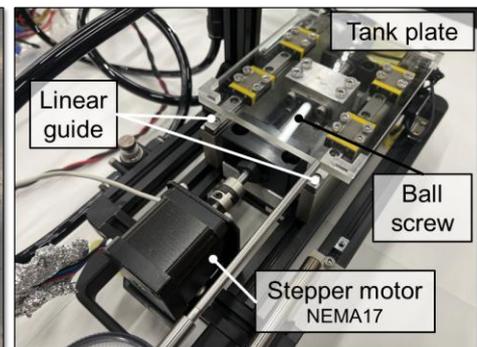
(B) 加工動作制御ユニット



(C) 水面レベル制御ユニット



(D) 電極（加工部）



(E) 直動動作制御ユニット

Fig. 3 自作デスクトップ型放電加工機の詳細

### 3. 実験装置・方法

図4に示すように加工槽台上に板厚1mmのステンレス製のテストピースを設置して直径3.0mmの真鍮製電極で端面をカットした。このときのスパーク音を加工槽の上部に設置したマイクロホンにより集音した。集音したスパーク音はオーディオインターフェースを通しPCで収録した。しかし、収録した音源には図5に示すようにポンプ動作音・水流音・環境音などの様々なノイズが混じっている。そこでスパークしていないときの音源から差し引くこと

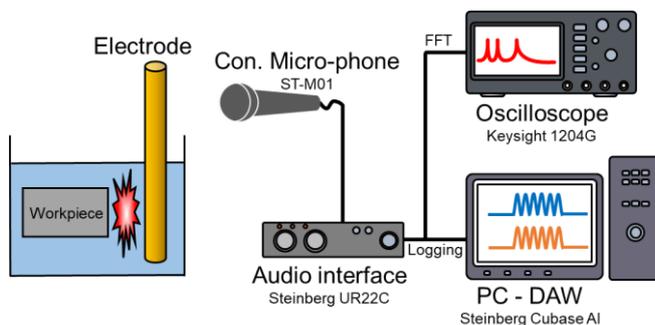


Fig. 4 スパーク音の収録装置

Table 1 4水準系直交表をカスタムした計画

Parameters	Levels
Voltage $V$	40, 50, 60 V
Current $A$	0.6, 0.8, 1.0 A
Capacitor $C$	7.1, 20, 25 $\mu\text{F}$
Resistance $R$	10, 60, 160, 220 $\Omega$

でスパーク音のみを分離した。この音を周波数解析（以下、FFT とする）した結果の一例を図 6 に示す。実験条件は電圧 40 V、電流 0.6 A、コンデンサ容量 7.1  $\mu$ F、抵抗値 10  $\Omega$  である。グラフからわかるように 3000~5100 Hz と 6600~20000 Hz の可聴域限界までの増加した 2 つの周波数域を平均して音圧レベルとした。実験条件は電圧・電流・コンデンサ・抵抗の 4 つの因子に 4 水準系直交表をカスタムした計画を用いて全 25 通りの組み合わせで実験を実施した。

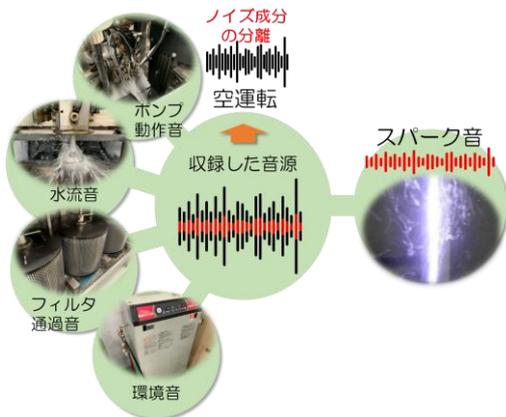


Fig. 5 ノイズの種類と分離方法

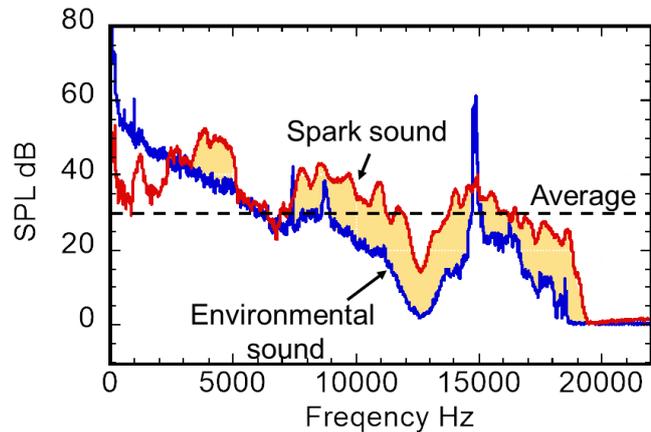


Fig. 6 スパーク音の平均音圧レベル

#### 4. 実験結果・考察

4 水準系直交表をカスタムした計画を用いた組み合わせで実験を実施した結果、平均した音圧レベルを応答出力に対して各因子がどのように影響しているか調べた。表 2 は最小二乗法によるモデルのあてはめを検定した結果である。Prob > F 値の※は偶然の結果やエラーによる誤差である帰無仮説を否定している。つまり応答値である音圧レベルに影響する因子を表していて、電圧が最も影響し、次に抵抗である。帰無仮説に肯定された因子は電流とコンデンサは影響されないという結果となった。図 7 に示すコンデンサ放電回路の各構成部品の水準がスパーク音の音圧レベルへ与える影響を表したグラフである。前出の検定結果からもわかるように音圧レベルとの関係は電圧が正の相関があり、反対に抵抗は負の相関がある。電流・コンデンサは音圧レベルに与える影響は少ない。つまり、音圧レベルを大きくするには電圧は大きく、抵抗は小さくした方が良くことがわかる。今回実験した水準内では電圧 60 V、電流 0.6 A、コンデンサ容量 20  $\mu$ F、抵抗値 10  $\Omega$  を設定したとき音圧レベルが最大となる。また、式 1 に最小二乗法によるあてはめから得られた音圧レベルの予測式を示す。

Table 2 最小二乗法による因子の検定

Source	N parm	DF	Sum of Squares	F Ratio	Prob > F
Voltage $V$	1	1	562.4181	45.1219	<.0001**
Current $A$	1	1	7.22891	0.58	0.4552
Capacitor $C$	1	1	2.61641	0.2099	0.6518
Resistance $R$	1	1	182.2577	14.6222	0.0011*

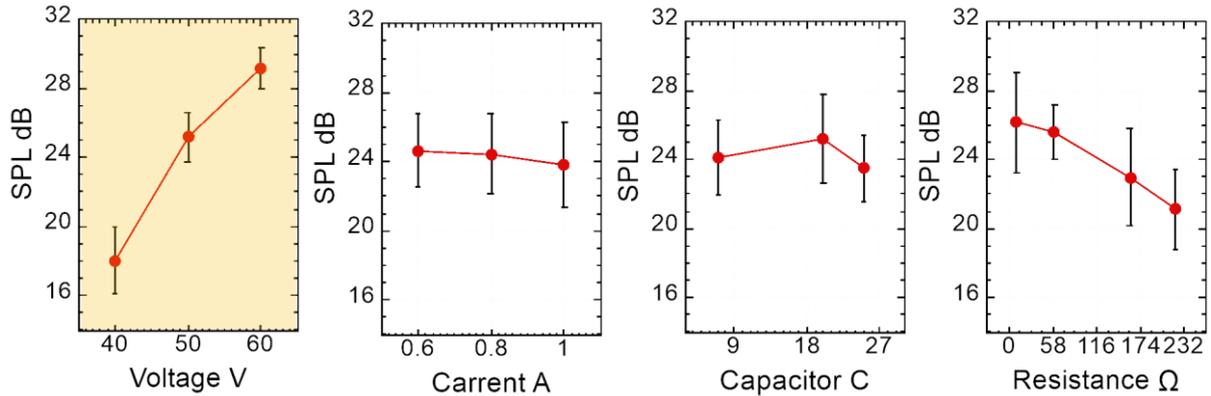


Fig. 7 放電回路の構成部品である因子と音圧レベルの関係

$$SPL \text{ db} = 25.0 + \left(5.87 \frac{V - 50}{10}\right) + \left(-0.65 \frac{A - 0.8}{0.2}\right) + \left(1.35 \frac{C - 37.9}{30.8}\right) + \left(-3.41 \frac{R - 115}{105}\right) \dots (1)$$

ただし、 $V$ は電圧、 $A$ は電流、 $C$ はコンデンサ、 $R$ は抵抗の値である。

## 5. 結論

本研究では、基礎的実験を行うためコンデンサ放電回路を用いたデスクトップ型放電加工機を自作し、個々の因子がスパーク音の音圧レベルに与える影響を明らかにした。得られた成果を下記にまとめる。

- (1) スパーク音をFFT解析した結果、3000~5100 Hzと6600~20000 Hzの可聴域限界までの2つの周波数域で音圧レベルが増加する。
- (2) 電圧は正の相関があり、抵抗は負の相関がある。電流・コンデンサは音圧レベルに与える影響は少ない。
- (3) 音圧レベルを評価することで作業者の経験に依存せず放電エネルギーの状況を判断することが可能である。

謝辞 本研究はJSPS 科研費 JP23H05181の助成を受けたものです。

### 参考文献

- [1] 長谷川達郎, スパーク音の周波数特性を用いたワイヤ放電加工のモニタリング, KEK Proceedings (Web), 2020年03月, 2019-13, P6-8
- [2] 長谷川達郎, スパーク音解析によるワイヤ放電加工の効率向上に向けたパラメータ設計, 日本機械学会東海支部第74期総会・講演会 TEC25, 2025年03月

本報告は総合技術研究会 2025 筑波大学にて「デスクトップ型放電加工機の開発と放電状態評価の新たなアプローチ」のタイトルで報告する内容に新たな知見を追加して投稿する。



# 技術部公開講座

創造工学センター公開講座



## 令和6年度 創造工学センターものづくり公開講座

中木村雅史\*、森木義隆\*、真野篤志\*\*、後藤伸太郎\*、山本浩治\*

\*工学研究科・工学部技術部 装置開発技術系

\*\*工学研究科・工学部技術部 計測・制御技術系

今年度のものづくり公開講座は、「模型用小型エンジン分解・組立実習（図1）」「ガラス工作実習（図2）」「AIフルカラーLEDライト製作（図3）」の3テーマで開催された。なお、3月に高校生を対象に「AIフルカラーLEDライト製作」の開催を予定している。

以下に主なイベントについて報告する。



図1. 模型用小型エンジン



図2. 小型フラスコ・トンボ玉



図3. AIフルカラーLEDライト

### 1. 留学生向けものづくり公開講座

令和6年7月5日（金）・8日（月）において、JUACEPの留学生14名を対象に「模型用小型エンジン分解・組立実習」を開催した。今回は14名の参加ということで、2日に分けて行った。今年度はこれに加え、12月11日（水）にG30の留学生11名を対象に同様のイベントを開催した。

### 2. 高校生向けものづくり公開講座

令和6年8月7日（水）において、愛知県下高校生女子6名を対象に「ガラス工作実習」を開催した。場所はEI館1F実験実習工場で行われた。今回は女子限定イベントということで、本学女子学生4名がTAとして参加した。

### 3. 学内向けものづくり公開講座

令和6年10月8日（火）において、学内学生5名を対象に「AIフルカラーLEDライト製作」をデモ開催した。今回の開催により反省点・改善点を洗い出し、今年度3月予定の高校生向けの開催に役立てる予定である。

### 4. 今後の予定

令和7年3月において、高校生向けものづくり公開講座「AIフルカラーLEDライト製作」を予定している。

## 5. 高大連携ものづくり講座（女子限定）について

現代におけるジェンダーギャップ解消の取り組みは世界規模で進められており、教育分野・健康分野など、部分的には一定の成果が確認されている。しかしながら、技術やものづくりに関する分野においては依然として男性が女性よりも圧倒的に多くを占めているのが現状である。これは潜在的に科学や技術に興味を持つ女性が、社会的な偏見やステレオタイプにより参加意欲や自信を阻害される可能性があるという意味で、早急に解決すべき問題であると考えられる。また、感性の多様性という視点から見ても、ものづくり分野におけるジェンダーギャップ解消は非常に価値の高い取り組みであると考えられる。今年度は工学部教員からの強い要請もあり、例年行われている高校生向けのものづくり実習を女子限定で行うこととした。

内容は以前より行ってきた「ガラス工作実習」を採用し、愛知県下高校生女子6名を対象に行われた。参加者は初めて触るバーナーに序盤は緊張感を漂わせていたが、時間が経つにつれてガラス加工に没頭していく様子を感じられた。また今回新たな試みとして、本学女子学生4名にTAとして参加してもらい、実習の合間に座談会形式のスライド紹介コーナーを設けて、TAの研究内容・生活などについて紹介してもらった。事後アンケートでは「とても楽しく有意義であった」「参考になった」などほぼ100%が肯定的な意見であった。一部提案としては、「司会進行も含めてすべてTAが担当した方が、もっと話しやすい雰囲気づくりができたのでは」との声があった。



図4. ガラス加工実習の様子

# 技術部だより

1. 活動報告
2. 研修会等報告
3. 講習会報告



## 令和 6 年度 工学研究科・工学部技術部活動報告

### 名古屋大学全学技術センター関連トピックス

#### ○全学支援サービスの強化と組織的な支援体制の構築

- ・令和 3 年度先端研究基盤共用促進事業コアファシリティ構築支援プログラムを継続中
- ・自発的技術研鑽プログラムを開始
- ・第 4 回東海国立大学機構技術発表会を岐阜大学で開催予定

#### ○工学研究科・工学部技術部における会議およびトピックス

当技術部では、技術職員の組織の管理・運営のため、下記会議を開催している

- ・本部会議：技術長、技術系長で構成する会議（随時開催）  
（工学研究科教員、事務部との企画・財務委員会教育研究支援専門委員会委員も兼務）
- ・調整連絡会議：技術長、技術系長、室長・グループ長（補佐含む）、主任技師以上
- ・業務調整会議：技術長、技術系長の選任で行う（技術系ごと毎月 1～3 回開催）
- ・令和 6 年度技術部特別講演および研修報告会を会場とオンラインで開催

活 動 内 容（技術的依頼業務を除く会議等報告）（1/24 現在）
<p>全学技術センター関連会議</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・全学技術センター運営委員会（第 62 回）</li> <li>・全学技術センター運営専門委員会（第 1 回、第 2 回）</li> <li>・全学技術センター人事委員会（第 1 回開催予定）</li> <li>・全学技術センター企画室会議（第 108 回～第 116 回）</li> <li>・全学技術センター実務委員会（第 196 回、開催月以外は報告資料配布）</li> <li>・全学技術センター企画準備会議（企画室議案整理のため随時木曜開催） 室長会議（随時開催）</li> </ul>
<p>工学研究科・工学部技術部関連会議</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・企画・財務委員会教育研究支援専門委員会 第 1 回 書面審議（技術部活動報告・方針及び予算報告） 第 2 回 書面審議（予算執行状況、後補充対応） 第 3 回 書面審議（人事異動）</li> <li>・安全・厚生委員会（第 214 回～第 221 回：8 月を除く毎月 1 回開催）</li> <li>・系会議（8 月を除く毎月 1 回開催、4 月は全技術系合同で以外は技術系ごと開催、全員参加）</li> <li>・調整連絡会議（第 1 回～第 10 回：工学研究科・工学部技術部内の予算、行事等の運営）</li> </ul>
<p>研修講習会等</p> <p>【職員課主催（地区国立大法人含む）】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・令和 6 年度東海北陸地区国立大学法人等技術職員合同研修（生物・生命コース）</li> <li>・令和 6 年度東海北陸地区国立大学法人等技術職員合同研修（電気・電子コース）</li> <li>・令和 6 年度東海公立大学機構新規採用職員研修</li> <li>・令和 6 年度サポータ制度に係る交流会</li> <li>・令和 6 年度東海地区国立大学法人等職員基礎研修</li> <li>・令和 6 年度東海国立大学機構目的別研修（PC 講座：初級/中級）</li> <li>・令和 6 年度主任研修</li> <li>・令和 6 年度東海地区国立大学法人等 係長研修</li> </ul>

- ・令和6年度東海地区国立大学法人等 新任課長補佐研修
- ・語学研修 (TOEIC 対策、TOEIC\_IP)
- ・英会話オンライン研修 (DMM、スタディサプリ)
- ・令和6年度プロフェッショナル型大学職員養成 eラーニング研修
- ・2024年度国際業務トレーニング「英文Eメール研修」
- ・中国語会話入門 (初級編、サプリ編)
- ・令和6年度放送大学受講研修
- ・情報システム統一研修
- ・メンタルヘルス講習会
- ・2024年度職員の海外研修

**【全学技術センター主催】**

- ・令和6年度全学技術センター人事評価者研修
- ・全学技術センター自発的技術研鑽支援プログラム
- ・マネージメント能力育成のための研修 (開催予定)
- ・名古屋大学技術職員研修 (計測・制御コース)
- ・専門技術研修 (分析・物質コース)
- ・令和6年度 第4回東海国立大学機構技術発表会 (ハイブリッド開催予定)  
特別講演：「生成 AI とビジネス戦略」～正しく恐れ、正しく活用するために～  
岐阜大学工学部電気電子・情報工学科 鈴木 優 准教授

**【工学研究科・工学部技術部主催】**

- ・令和6年度技術部特別講演および研修報告会 (ハイブリッド開催)  
特別講演：「山間部におけるドローンを用いた自営無線ネットワークの研究・開発」  
名古屋大学電気電子情報工学科 情報・通信工学専攻 岡田 啓 准教授
- (工学研究科・工学部技術部系研修)
- ・スクリプトを用いたスパムメールフィルタの管理 (情報通信技術系)
- ・放射線施設の保安に関する品質管理 (環境安全技術系)
- ・取替式マスクのマスクフィットテストの導入について (環境安全技術系)
- ・新人職員のガラス加工関連技術取得を目的とした技術研修 (装置開発技術系)
- ・MALDI TOF MS における有機化合物・ポリマー測定 (分析・物室技術系)
- (工学研究科・工学部技術部個別研修)
- ・IEEE 802.11 MAC フレーム解析 (情報通信技術系)
- (工学研究科・工学部技術部系講習会)
- ・情報通信技術系業務紹介 (情報通信技術系) [技術部会議室]
- ・名古屋市港防災センター見学 (環境安全技術系) [名古屋市港防災センター]
- ・ガラス加工技術の習得 (装置開発技術系) [EI 創発工学館]
- ・先端技術共同研究施設の AFM の見学 (分析・物質技術系) [先端技術共同研究施設]

**【外部研修・研究会・講習・出張関連】**

- ・機器・分析技術研究会 2024 広島大学 (ハイブリッド開催)
- ・機械工作技術研究会 (広島大学 オンサイト開催)
- ・ガラス工作技術シンポジウム (富山大学 オンサイト開催)
- ・生理学技術研究会 (生理学研究所 開催予定)
- ・総合技術研究会 2025 筑波大学 (筑波大学 開催予定)

# 令和 6 年度 情報通信技術系活動報告

太田芳博

工学研究科・工学技術部 情報通信技術系

## はじめに

令和 6 年度情報通信技術系の構成は、技術系長 1 名、グループ長 2 名、グループ員は 11 名（第 1 グループは再雇用 2 名を含め 6 名、第 2 グループ）は 5 名の総勢 14 名の組織体制となっている。働き方改革の一環として、本年度中に見直しが行われた東海国立大学機構の在宅勤務制度を活用し、系内では次月の在宅勤務日を全体調整した上で、日々の業務支援を行っている。

## 1. 情報通信技術系の実施業務

本年度の当技術系への業務依頼件数は 2025 年 1 月中旬の段階で総計 62 件であり、既に昨年度の総業務依頼件数よりも増加している。うち、工学研究科にかかる業務としては、各学科・専攻のメールサーバや Web サーバ管理業務、講義室・実験室の端末管理などの年間業務依頼が中心となっている。近年はこれらのサーバ管理業務に加えて、全学技術センターのエフォート管理による、様々な部局からの依頼に基づく、1)プログラム作成、2)Web アプリケーション開発、3)インシデントに関する技術相談等についても、工学技術部員が対応することも多くなっている。具体的には、情報学研究科、環境学研究科、理学研究科、未来社会創造機構、環境医学研究所、言語教育センター、グローバルエンゲージメントセンター及び事務部からの依頼業務を遂行している。

工学研究科の各種サーバ管理業務については、仮想サーバ技術を用いた集約的な運用を行うことでハードウェア管理業務コストを抑え、新たな技術相談や依頼業務に対応するための時間を確保するなど、効率的な業務遂行を意識するよう心がけている。また、上に述べた通常の依頼業務の他に、工学技術部自体のサーバ管理・情報インフラ環境整備・大型プリンタの管理等も情報通信技術系にて行っている。

今年度は職員を 1 名新規採用したが、若手技術職員の人材育成の観点から、新人教育・指導を担当する技術職員を内部で 1 名選出した上で、事前に用意した新人研修カリキュラムに沿って新人研修を実施した（4 月～11 月までの 8 ヶ月）。12 月からは、先輩職員の指導、指示のもとで実業務を開始してもらっている。

## 2. 業務調整会議

当技術系の円滑な運営を目的として、技術系長 1 名、グループ長 2 名の計 3 名にて「業務調整会議メンバー」を構成し、技術系内の業務の全体調整・技術力の向上や企画等の審議を行う「業務調整会議」を定期的で開催している。コロナウイルス騒動のため、対面にて「業務調整会議」の開催ができなかった時期を経て、近年は全学技術センター情報通信技術支援室のグループ長以上がメンバーである情報連絡会（月 1 回程度）の終了後に、引き続き「業務調整会議」を実施する形としている。

### 3. 技術研修・研鑽

学外及び学内研修・研鑽については、今年度は以下の研修・研鑽に参加対応した。

#### 1)東海地区国立大学法人等係長研修

東海地区の国立大学法人，大学共同利用機関法人，独立行政法人国立高等専門学校機構及び独立行政法人国立青少年教育振興機構の機関（以下「国立大学法人等機関」）において，係長（専門職員）に昇格した職員に対して、職場リーダーとして必要なスキルを修得させるとともに、OJTの重要性を理解させ、係長（専門職員）としての役割を担うために必要な知識を修得させることを目的とした「東海地区国立大学法人等係長研修」に、牧野技師が他大学および他部局の職員（合計 85 名）とともに参加した。

研修名：令和 6 年度東海地区国立大学法人等係長研修

参加者：牧野 輝

開催期間：令和 6 年 7 月 18 日（木）～7 月 19 日（金）

開催会場：名古屋大学環境総合館レクチャーホール・第 1 会議室、文系総合館カンファレンスホール

#### 2)東海国立大学機構主任研修

東海国立大学機構職員の主任としての役割を自覚し、身につけておくべき態度や意識、リーダーシップ発揮に必要な諸能力を醸成することを目的とした「令和 6 年度東海国立大学機構主任研修」に、山田副技師が全学技術センター及び他部局の職員（合計 59 名）とともに参加した。

研修名：令和 6 年度東海国立大学機構主任研修

参加者：山田 新

開催期間：令和 6 年 10 月 24 日（木）

開催会場：名古屋大学環境総合館レクチャーホール

#### 3)工学技術部系研修

工学技術部系研修として、伊藤（康）技師を含め 8 名が「スクリプトを用いたメールスパムフィルタの管理」というテーマで研修を行った。

申請者：伊藤康広

連名者：中村成美、島田啓史、伊藤大作、石垣 佐、吉本翼、雨宮尚範、太田芳博

研修名：「スクリプトを用いたメールスパムフィルタの管理」

研修期間：令和 6 年 6 月 24 日（月）～令和 6 年 11 月 30 日（土）

#### 4)工学技術部個別研鑽

工学技術部個別研鑽として、石垣副技師が「IEEE 802.11 MAC フレーム解析」のテーマで、知識のスキルアップを図る目的で研修を行った。

申請者：石垣 佐

研修名：「IEEE 802.11 MAC フレーム解析」

研修期間：令和 6 年 8 月 19 日（月）～令和 6 年 11 月 15 日（金）

#### 5)情報システム統一研修

文部科学省大臣官房政策課サイバーセキュリティ・情報化推進室が主催する、各府省の橋渡し人材の育成及び一般職員の情報リテラシー向上等を目的とした「情報システム統一研修」に伊藤（大）技師、中村副技師、小林副技師、吉本技術職員が参加した。個々が受講した研修名については多岐にわたるため、ここでは割愛する。

#### 4. 技術講習会

本年度の当技術系の講習会は、「情報通信技術系業務紹介」と題して、情報通信技術職員の現在及び過去に行った業務紹介を中心としたディスカッションを実施し、その後、技術職員間で意見交換会を行った。

開催日時：令和6年11月7日（木）13:30～14:30

開催場所：工学部3号館5階578号室（技術部大会議室）

講師：伊藤大作

講習題目：情報通信技術系業務紹介

講習内容：情報通信技術職員の現在及び過去に行った業務紹介を中心としたディスカッション

#### 5. 工学技術部にかかる業務等

当技術系では、通常依頼業務の他に、下記に示す工学技術部や全学技術センターの情報通信分野にかかる関連業務も担当している。

##### 1)工学技術部サーバ（Web, Mail）管理

サーバの保守管理とメールアカウント発行、メーリングリスト追加・修正作業を行っており、本年度の担当は雨宮技師であった。

##### 2)工学技術部 Web ページ管理

本年度は雨宮技師が担当し、技術職員向け Web コンテンツの更新及び充実を図っている。

##### 3)工学技術部研修報告会の準備及び運用

令和6年度工学技術部研修会の準備及びネットワーク運用・メンテナンスを、本年度は石垣副技師が担当した。

##### 4)工学技術部広報活動

技術部の広報活動の一環として、工学技術部の技術報告（技報）の作成業務に、本年度は小林副技師が担当した。

##### 5) IP アドレス管理業務

工学技術部に割り当てられている IP アドレス管理を、藤原主任技師が担当している。

#### 6)業務依頼システム

現在の工学技術部業務依頼システムは令和3年度から運用を開始されたが、システムのメンテナンスを、システムの作成者である小林副技師と伊藤（大）副技師が担当している。

#### 7)グループセッションサーバ管理

各系の休暇スケジュール及びファイル管理について、グループセッションを用いて行なっているが、同システムの運用とメンテナンスを雨宮技師が担当している。

#### 8)全学技術センターWeb ページ

全学技術センターの Web ページのメンテナンスと更新作業を、昨年度に引き続き本年度も伊藤（大）副技師が担当（全学技術センター内の取り決めにて、任期は2年間）した。

#### 9)全学技術センター研修委員

東海国立大学機構技術研修発表会のための各種準備、及び Web ページや発表募集システムのシステム管理を、本年度は中村副技師が担当した。

# 令和 6 年度環境安全技術系活動報告

松浪有高

工学研究科・工学部技術部 環境安全技術系

## はじめに

工学研究科・工学部技術部 環境安全技術系(以下「環境安全技術系」とする。)においては、再雇用者も含め今年度の構成人数は 15 名(技術系長 1 名、安全衛生担当の第 1 グループ 8 名;グループ長 1 名、グループ員 7 名、放射線管理担当の第 2 グループ 5 名;グループ長 1 名、グループ員 4 名、および再雇用者 1 名にて技術支援にあたっている。以下に今年度の活動状況について報告する。

## 1. 環境安全技術系の実施業務

今年度については 28 件(2025.1.6 時点)の業務依頼があり、対応している。依頼件数・年間の総業務時間数は昨年度と比較して特に変動はなかった。依頼業務 28 件の内 22 件が年間業務、6 件が短期業務と、当系への依頼業務は年間業務が中心であり、また、その年間業務の殆どが従来からの継続業務でもある。その年間業務は、以下のような基盤性・継続性が必要な業務:

- ・放射線安全管理室の業務(学部内業務)
- ・環境安全管理室の業務(学部内業務)
- ・コバルト 60 ガンマ線照射室の業務(大学内業務)
- ・核燃料管理施設の業務(大学内業務)
- ・災害対策の業務(大学内業務)
- ・環境安全衛生管理室の業務(大学内業務)
- ・学生実験支援業務(学部内業務)
- ・工学部内工作室の管理(学部内業務)

で、技術支援等を行なった。

令和 5 年度から実施されている化学物質の管理に関する法令改正への対応も引き続き行い、学部内・大学内の共通的な業務、準備のための従事時間が増加傾向にあった。また、これらの管理に必要な法的知識・資格が必要な作業環境測定、安全衛生巡視、放射線取扱主任者等は、資格が必要な業務であり、これらを担当するに必要な資格取得を進め、担当者全員が有資格者にて業務を実施している。

## 2. 業務調整会議・系会議

業務調整会議は、技術系長 1 名、グループ長 2 名の合計 3 名で構成し、系内での業務の執行状況、系の運用等について、意見交換、報告や決定をしている。業務振り分けに関しては、個々、グループでの年間業務依頼が殆どとなっており、担当者不明の依頼業務として振り分けが必要となるものは殆ど無い状況ではあるため、業務に関する打ち合わせ、事務連絡等については、メールやオンラインによる系会議での連絡で対応を行うことができた。

## 3. 専門委員会

環境安全技術系の専門委員会については、新体制以降、業務遂行に当たる問題等特に無く、開催をしなかった。

#### 4. 出張報告会

新型コロナウイルス（COVID-19）が感染症としては5類となったのを受け、学外発表会・研修等も対面での実施が増えたが、環境系では出張者がいなかったため、報告会自体は開催しなかった。

#### 5. 技術研修

今年度の技術研修は、環境安全技術系として系研修件の申請・実施、令和6年度の工学研究科・工学部技術部の研修報告会等で発表報告した。

##### 1)系研修

##### ①「放射線施設の保安に関する品質管理」

放射線安全技術グループ ○下山哲矢、橋本明宏、今井重文、森本浩行、近藤茂実

研修期間：令和6年7月1日～令和6年11月30日

##### ②「マスクフィットテスター使用方法の習得とマスクフィットテスト実施方法の確立」

環境安全技術グループ ○舟橋 朋、松浪有高、河内哲史、後藤光裕、木村麻衣、小田哲史

研修期間：令和6年4月30日～令和6年10月31日

##### 2)令和6年度 技術部特別講演および研修報告会での報告

開催日時：令和6年12月5日(火)8:45～14:20のうち以下の2件

開催場所：名古屋大学 EI 創発工学館 FUJI ホールおよびオンラインのハイブリッド開催

発表内容：①「放射線施設の保安に関する品質管理」

○下山哲矢、橋本明宏、今井重文、森本浩行、近藤茂実

②「取替式マスクのマスクフィットテストの導入について」

○舟橋 朋、松浪有高、河内哲史、後藤光裕、木村麻衣、小田哲史

##### 3)令和6年度 第4回東海国立大学機構 技術発表会での報告

開催日時：令和7年3月12日(火)10:00～17:10(予定)

開催場所：岐阜大学全学共通棟イビデンイノベーションハブ(予定)

発表内容：定性的フィットテストの導入について

○舟橋 朋、松浪有高、河内哲史、後藤光裕、木村麻衣、小田哲史

#### 6. 技術講習会

開催日時：令和6年12月6日(金)13:00～16:00

開催会場：名古屋市港防災センター（名古屋市港区港明1丁目12-20）

参加者：工学技術部環境安全技術系職員12名

訪問体験概要：地震、伊勢湾台風、煙避難、東海・東南海・南海地震で想定される震度を模擬等にて体験等を通して、昨今の集中豪雨対策、地震防災および対策について気づきを含めた再認識、今後の活動への寄与を期待して訪問、体験した。

# 令和 6 年度装置開発技術系活動報告

中木村 雅史

工学研究科・工学部技術部 装置開発技術系

## はじめに

工学研究科・工学部技術部（工学技術部）の装置開発技術系では、前年度にお伝えした通り新規ガラス職員が 1 名加わり、さらに令和 5 年度の年度途中退職者 2 名のポストにより 2 名の新規採用活動を行った。結果公募枠と法人採用試験枠から 1 名ずつ合計 2 名の新規採用職員を獲得し、そのうち 1 名は令和 6 年度 11 月採用、もう 1 名は令和 6 年度 3 月採用となった。令和 6 年度末の時点で装置開発系職員数は 19 名で構成しており、別枠で理学部からガラス系技術職員 1 名が工学部へ派遣として加わっている。今後の採用計画として令和 6 年度の年度途中退職者のポストでの新規採用を予定している。運営体制は、全学技術センター装置開発技術支援室 4 グループの内、工学部として精密加工技術グループ、システム開発技術グループの 2 グループとして活動している。他の 2 グループとして研究機器開発グループ、極限環境機器開発グループは理学部となっている。各グループの交流は全学技術センター装置開発技術支援室室長の判断により相互の連絡を密接に行っている。また、コアファシリティ事業に参入して 4 年目となるが昨年度からコアファシリティアドミニストレーター（CFA）を 1 名担当させている。

工作機械・設備については、実験実習工場、赤崎記念研究館 1F 装置開発ファクトリー、工学部 3 号館 5 階の回路室に分散配置されており、汎用機から NC 工作機械、ワイヤ放電加工機、ガラス旋盤、ガラス加工器具一式、回路用機材が概ね整っている。昨年度 EI 創発工学館 1F に移転した実験実習工場については、作業環境もかなり整備され、加工業務に打ち込める体制が完成しつつある。また、昨年度から今年度にかけて新たに 5 軸マシニングセンタと簡易 NC フライス盤が導入され、機械のラインナップもかなり充実してきた。教育支援として創造工学センターものづくり公開講座に当技術系が主導となり企画・立案・実施している。今年度は機械工作コース（小型エンジンの分解組み立て・作動試験）、電子制御コース（AI フルカラー LED ライトの製作）、「ガラス工作コース（ミニフラスコの製作、トンボ玉の製作）」を実施した。

## 1. 装置開発技術系の業務実施状況

装置開発技術系は、機械工作・ガラス工作と電気回路工作の 3 部門で構成されており、短期・長期業務依頼に対応している。研究者・大学院生・学生の独創的なアイデアによる教育・研究に必要とされる装置開発に関する技術相談や実験装置の設計・試作・製作を行っている。

さらに、コールドエバポレータ設備管理、創造工学センターものづくり公開講座や世界展開力強化事業、留学生ものづくり体験などの教育支援（本技報掲載参照）、各学科・専攻の安全教育や工作実習支援業務、ナノテクプラットホームの半導体プロセス技術への支援を行っている。令和 5 年度 1 月中旬の業務依頼件数状況について、大部分を占めるのは短期業務であり、機械加工系 348 件、ガラス工作系 106 件、回路業務系 3 件、他に年間業務は 4 件となっている。

母体となっている東海国立大学機構名古屋大学全学技術センターに依頼された学内外の業務もエフォート管理のもと積極的に行っている。

## 2. 技術系運営について

### 2.1 業務調整会議

技術系の運営について協議する会議であり、技術系長、グループ長、技師以上から年齢構成のアンバランスや将来の運営メンバーの育成の観点から選抜したメンバーで構成されている。主に、工学技術部調整連絡会議開催後の火曜日午前に 1 時間 30 分程度開催しており、議題は、技術部調整連絡会議の報告、グループ会議の報告、業務の進捗状況および技術系内の検討事項（予算・支出、業務対応、人の配置、研修、etc.）について協議している。毎回の議事録は、輪番で書記を務め、次回会議の冒頭で読み合わせを行い、内容の承認を得て進めている。

### 2.2 装置開発技術系の方針と研修・出張関連報告

昨年度設置された立型 5 軸マシニングセンタ（オークマ MU400VA）については、若手技術職員を中心に名古屋大学理学部装置開発および分子科学研究所と合同で勉強会を行っており、常に技術研鑽に取り組んでいる。順次、装置開発技術支援室の構成員にはマシニングセンタの基本操作および CAD/CAM を学ぶように指導したい。

ガラス加工については今年度から新規職員が採用となり、3 名体制となった。現在はガラス加工職員としての基礎技術習得に注力しているが、今後は人員の増加により作業効率のさらなる向上が期待できる。加えて昨年から引き続き理学部から派遣で来ていただいている方に継続して加工技術の指導を受けており、組織全体の技術力も向上している。

創造工学センターオープン利用の担当者として、今年度からは定年延長者および若手を中心とした技術職員で学生の指導にあたっており、熟年者の持つ経験や技術力を学生、新規採用職員に伝えている。

東海国立大学機構として岐阜大学との連携、更には他の教育機関と技術交流を進め機械加工技術、ガラス加工技術、電子回路技術などで互いの技術力を向上させるような技術交流を推進して行きたいと考える。以下に令和 6 年度装置開発技術系の主な研修等の活動報告を示す。

- 1) 「新規採用職員研修」  
古田 紘己 R06.04.01～R06.04.03
- 2) 「新人職員のガラス加工関連技術習得を目的とした技術研修」（工学技術部系研修）  
古田 紘己、森木 義隆、岡本 久和 他 6 名 R06.04～R06.11
- 3) 「語学研修（TOEIC\_\_IP）」  
古田 紘己 R06.12.16～23（1 日）
- 4) 「主任研修」  
藤村 太磯、松本 大輔 R06.10.24
- 5) 「東海国立大学機構目的別研修（PC 講座中級）」  
長谷川 達郎 R06.11.22
- 6) 「令和 6 年度東海・北陸地区国立大学法人等技術職員合同研修（電気・電子コース）」  
後藤 伸太郎 R06.08.19～R06.08.21
- 7) 「第 11 回ガラス工作技術シンポジウム（富山大学）」  
古田 紘己、森木 義隆 R06.09.12～R06.09.13
- 8) 「機械工作技術研究会（広島大学）」  
山本 浩治、渡邊 雄亮、藤村 太磯、松本 大輔 R06.09.11～R06.09.13

- 9) 「令和 6 年度 技術部特別講演および研修報告会」 (工学技術部)  
 装置開発技術職員全員参加 R06.12.05 8:50～15:30
- 10) 「第 4 回東海国立大学機構技術発表会」  
 (全学技術センター行事)  
 口頭 発表：「複合的機械加工技術支援業務に必要な電子回路技術研修」  
 ○後藤 伸太郎 R07.03.18
- 11) 「令和 6 年度総合技術研究会 (筑波大学)」  
 口頭発表：「デスクトップ型放電加工機の開発と放電状態評価の新たなアプローチ」  
 ○長谷川 達郎 R07.03.05～R07.03.07
- 12) 「機会学会東海支部第 74 期総会・講演会 TEC25 (中部大学)」  
 口頭発表：  
 「スパーク音解析によるワイヤ放電加工の効率向上に向けたパラメータ設計」  
 ○長谷川 達郎 R07.03.13～R07.03.14
- 13) 「令和 5 年度 創造工学センターものづくり公開講座」
1. JUACEP 留学生向けものづくり講座 機械コース  
 「小型エンジン分解・組立実習」 (留学生 14 名) R06.07.5 および R6.07.08
  2. 第 1 期高大連携ものづくり公開講座 ガラス加工コース  
 「小型エンジン分解・組立実習」 (高校生 6 名) R06.08.07
  3. 地域貢献特別支援事業「学内ものづくり講座 電子制御コース」  
 「電子制御 LED ライトの製作」 (M1 学生 7 名) R06.10.08
  4. 高大連携ものづくり公開講座 電子制御コース  
 「電子制御 LED ライトの製作」 令和 7 年 3 月 26 日 (水) 開催予定

### 3. 技術講習会

令和 6 年度の装置開発技術系では、ガラス加工技術に関する技術講習会が行われ、7 名の職員を対象に行った。

講習題目：「ガラス加工技術の習得」

開催日時：令和 6 年 11 月 14 日 (木) 9:30～16:00

開催場所：EI 創発工学館 1F 実験実習工場

講師：森木義隆、岡本久和、川崎竜馬、古田紘己

参加人数：7 名 (工学部装置開発 7 名)

### 4. 機械系教室との交流

工学部技術部装置開発技術系では関係の深い機械・航空宇宙工学専攻教室の教員や学生の方々との交流をはかることを目的として技術発表会を開催してきた。コロナ禍ということもあり数年開催を見合わせてきたが、昨年度は令和 6 年 2 月 27 日 (火) 9:00～10:15 にオークマ工作機械工学館内オークマホールで開催することができた。今年度も同様に開催予定である。この発表会ではテーマを 3 件に設定し 1 テーマ 20 分程度で装置開発技術系の年間の主な取り組み (新規導入工作機械、新規採用職員の教育内容、加工例・製作物の紹介等) を行っている。今後も、このような教員、学生を交えた技術発表の場を大切にしていきたいと思っております。

# 令和6年度 分析・物質技術系活動報告

森野慎一

工学研究科・工学部技術部 分析・物質技術系

## 1. はじめに

当分析・物質技術系では、今年度は当初より1年を通じて10名で活動することができた。内訳は技術系長、第1グループ（グループ長1名、技師3名）、第2グループ（グループ長1名（技術系長と兼任）、技師4名、副技師1名）の構成である。全学技術センターの分析・物質技術支援室としては、組成分析・構造解析グループ2名、表面分析・形態観察グループ8名の2グループで構成されている。

## 2. 分析・物質技術系の主な業務内容

当技術系の主な業務としては、工学部・大学院工学研究科及び未来材料システム研究所の共通機器として設置されている各種分析装置のメンテナンスなどの性能維持・管理、試料の分析・観察・解析などを含めた依頼測定、装置の利用講習会など主に機器分析等に関わる技術支援業務であり、加えてこれらの装置を使った技術相談も受けている。もともと分析・物質技術系はマテリアル工学科関連の材料系技術室、化学生命工学科関連の機器分析室、超高圧電子顕微鏡施設、超強力X線回折実験室の集まりからなっており、現在もそれら関連部署からの依頼が主である。主に管理している分析機器装置としては、核磁気共鳴装置（NMR）、粉末X線回折装置（XRDなど）、吸光光度分析装置、発光光度分析、分光光度分析（FT-IRなど）、熱分析（DSCなど）、電子顕微鏡系（TEM、SEMなど）、AFM、有機物の微量元素分析装置、無機物の微量元素分析装置（ICP-AESなど）などがある。また、これらの分析・測定のために前処理を行うことも重要な業務である。前処理業務の内容としては、試料分解、標準溶液の作成のほか、イオンミリング、マイクロームなどによる試料成形があり、依頼業務としても引き受けている。その他にも機器の共用システムとして、運営システム上の機器についても支援を行っている。今年度の業務依頼件数は長期・短期業務を含め12月末日現在78件であった。

他系からの業務としては、全学の環境安全衛生管理室からの業務依頼を受けており、全学の実験系廃棄物回収業務、工学部における安全衛生管理業務などの環境安全業務内容を行っているほか、工学部環境安全管理室からの依頼に基づき作業環境測定や安全衛生巡視も支援している。特に局所排気定期自主検査者講習会では実習の講師も務めている。他にも全学からの業務としては、ジェンダーダイバーシティセンターから依頼を受け、13年ほど前から技術支援を行い、女性研究者のロールモデルをアピールする地域貢献事業に携わっている。これら以外にも、理学研究科、シンクロトロン光研究センター、低温プラズマ科学研究センターからも業務依頼を受けている。

## 3. 業務調整会議

系の運営業務を遂行する上で必要と判断した場合に業務調整会議を開催している。今年度はおもに工学部技術部調整連絡会議後に、グループ長及び分析・物質技術系業務調整会議メンバ

一の計4名のメンバーで開催した。年間運営方針として系の会計及び研修や講習会などについて協議した。

#### 4. 学外での活動

技術研究会・講習会等への参加のための出張等は、当系のメンバーの説明力、理解力、発表を行うことによる表現力等の向上、技術力向上に繋がる知識、情報を収集する目的で実施し、その成果を学会、研究会などに参加している。今年度は機器・分析技術研究会が熊本大学で開催され、当系からは1名が聴講参加した。また、鳥居実恵が北海道大学で開催された「第63回 NMR 討論会」、西村真弓と伊藤広樹が東京都立産業技術研究センターへ訪問し、共用装置の見学や意見交換を行い、他機関での管理体制や該当装置に関する測定技術などについて知見を得た。

#### 5. 技術研修・研鑽等

今年度の系研修は「MALDI TOF MS における有機化合物・ポリマー測定」という課題で鳥居実恵を中心に計6名にて系全体で実施した。

#### 6. 技術系講習会

今年度の当系の講習会は、近年、先端技術共同研究施設に新たに導入された AFM (NX20) の知見を深めることを目的に、都築賢太郎が講師として下記の通り実施した。

講習題目：「先端技術共同研究施設の AFM の見学」

開催日時：2024年12月10日（火）13:30～14:30

2024年12月10日（火）15:00～16:00

開催場所：先端技術共同研究施設 新館1階 155室

講習は実際に装置を確認しながら、装置の仕様や各種測定モード等の説明を行った後、カンチレバーの取り付け、レーザーアライメントなどを実際に行い、ノンコンタクトモードにて標準試料の測定を実施した。また併せて、旧機種 of AFM の見学を行った。

# 令和 6 年度 計測・制御技術系活動報告

立花一志

工学研究科・工学技術部 計測・制御技術系

令和 6 年度の計測・制御技術系は、昨年度末に 1 名が他機関へ異動したため 6 名でスタートした。その後、10 月 1 日付けで 1 名を新たに採用し、現在は 7 名体制となっている。内訳は、系長 1 名、グループ長 1 名、グループ員 5 名であり、配置としては東山地区 2 名、名古屋大学シンクロトロン光研究センター・あいちシンクロトロン光センター（以下「センター」とする）5 名である。次年度には部局間異動により東山地区に 1 名が追加され、合計 8 名となる予定であり、これにより業務の幅がさらに広がることが期待される。

本技術系は、これまでシンクロトロン光研究センターの業務を中心に行ってきたが、現在の配置換えが実施されて 3 年目を迎え、引き続き東山地区での業務拡大と技術支援の強化を進めている

## 1. 計測・制御技術系の実施業務

令和 6 年度も引き続き、センターおよび東山地区の 2 拠点で業務支援を行っている。

センターでは、教職員・学生に対する技術指導や講習会、安全教育に関わる業務を行っている。また、情報機器の管理やビームラインに関するソフトウェアの開発・改良・保守、ビームラインユーザーの実験および解析支援、実験ホールの共有機械装置や器具备品の保守・管理に従事している。さらに、ビームラインおよび付随設備（ユーティリティ）の保守・改良、加速器の運転、光源加速器に関するソフトウェアの開発・改良・保守、ネットワーク環境の構築・装置運用、安全衛生管理業務を担っている。加えて、シンクロトロン光源加速器の性能向上を目的とし、電気・電子回路、機械部品、真空機器の設計・製作・保守を行い、安定かつ高性能な加速器の維持・管理に貢献している。ビームラインの運用・管理においては、日常的な保守やトラブル対応に加え、X 線吸収微細構造分光（XAFS）や光電子分光を含む各種実験支援を実施しており、企業や研究者に対する実験サポート、機器操作の指導、データ解析支援、新しい技術や手法の導入にも取り組んでいる。これにより、ビームラインの性能向上や新しい実験手法の開発を進めるとともに、安全な実験環境の維持と規制への適切な対応を行っている。

東山地区では、精密な電子制御技術を活用し、各種センサーおよび駆動回路の開発・評価を行っている。具体的には、センサーの動作検証やドライバー回路の評価を通じて最適な性能を確保し、高精度な位置決めが求められる電動アクチュエータの制御技術を開発しながら、安定した動作を実現している。さらに、ボイスコイルモーター（VCM）の駆動に必要なアンプの配線作業を行い、システムの効率的な動作をサポートするとともに、微小な電荷を正確に測定するための回路や装置を設計・製作し、各種実験や評価に貢献している。また、装置開発技術系と連携し、創造工学センター主催のものづくり講座の企画・実施を支援するとともに、同センターが所有する 3D プリンターの運用や技術指導を担当している。また、エフォートを活用し、工学研究科のみならず、他部局からの依頼業務にも柔軟に対応している。

## 2. 計測・制御技術系 第1グループ打合せ

本年度も8月を除き、毎月開催することができた。会議にはNUSR事務職員にも出席いただいております。事務連絡についてもその場で確認が可能となっている。上部組織の会議報告や事務連絡の確認を行いながら、あいちシンクロトロン光センターオフィスおよび東山地区から、それぞれTeamsを利用したオンライン打ち合わせを実施している。技術系の他の会議とは別日程で、月1回の協議対応として設定している。なお、欠席者がいる場合は、会議を録画・録音し、参加できなかった方に共有している。

## 3. 講習会・研修・学会発表等

各種講習会・研修・学会等への参加について下記の通り報告する。

### 【講習会】

技術系講習会のカテゴリとは別にあいちSRでは利用者向けやシンクロトロン光関係者に対して各種講習会を開催している。

#### ○2024年度XAFS入門講習会

- ・開催日時：2024年9月30日（月）
- ・開催場所：オンライン
- ・講師：陰地宏、須田耕平
- ・内容：名古屋大学シンクロトロン光研究センター主催で例年開催されているX線吸収微細構造（XAFS）測定の解析方法に関する講習会を今年度も開催した。  
本講習会の運営、および、XAFSスペクトルの解析ソフトウェア（Athena）の実習における講師を担当した。

#### ○2024年度EXAFS解析講習会

- ・開催日時：2024年12月16日（月）
- ・開催場所：オンライン
- ・講師：陰地宏、須田耕平
- ・内容：名古屋大学シンクロトロン光研究センター主催で例年開催されているX線吸収微細構造（XAFS）測定の解析方法に関する講習会を今年度も開催した。  
本講習会の運営、および、XAFSスペクトルの解析ソフトウェア（Artemis）の実習における講師を担当した。

（同受講）

- ・受講者：金木公孝
- ・内容：XAFS解析の解説講義を受講、  
スペクトルの解析のソフトウェア（Athena）の実習に参加

#### ○ネットワーク・サーバ管理者向け情報セキュリティ講習会

- ・開催日時：2025年1月24日（金） 13:15-14:45
- ・開催場所：Teamsによるオンライン研修
- ・受講者：金木公孝
- ・内容：最新の脅威の動向、最近発表された脆弱性の概要、サーバ等機器の適切な設定やセキュリティエンジニアによるデモンストレーションを受講

### 【学外研修】

○保護具着用管理責任者教育

- ・開催日時：2024年8月6日(火)
- ・開催場所：桜華会館（名古屋市中区）
- ・参加者：陰地宏
- ・内容：2024年度よりあいちシンクロトン光センターにおいて任命された保護具着用管理責任者の業務に関する知識を得るため本教育を受講した。学科科目4つ（「保護区着用管理」、「保護具に関する知識」、「労働災害の防止に関する知識」、「関連法令」）と実技科目1つ（「保護具の使用法等」）について学んだ。

○令和6年度技術職員専門研修「STARSによる機器制御（コマンドラインからWebアプリケーションまで）」

日程：2025年2月12日（水） 13時30分～16時30分  
2月21日（金） 13時30分～16時30分（全2回）

場所：Zoom オンライン（高エネルギー加速器研究機構）

受講者：金木公孝

内容：機器制御のミドルウェアである STARS システムの解説や STARS クライアントアプリケーションの開発、デスクトップ GUI/Web アプリケーションからの機器制御実習を行う

【東海国立大学機構 業務研修・階層別研修・キャリアアップ研修】

○令和6年度東海地区国立大学法人等職員基礎研修

- ・開催日時：2024年5月16日（木）～17日（金）
- ・開催場所：名古屋大学 東山キャンパス
- ・参加者：岡島康雄
- ・内容：これまでの成長を振り返り、職場で求められる役割を理解する。業務で感じる不安に対して、「知らないことが多い」「上手く質問できない」「仕事を回せない」「コミュニケーションが難しい」「前向きになれない」「今後が不安」といった悩みの解決策を学ぶ。最後に、3年後（または1年後）の目標を設定し、成長に向けた行動計画を考える。

【学会等発表】

○第63回表面分析研究会（予定）

- ・開催日時：2025年3月8日（木）～3月9日（金）
- ・開催場所：島津製作所 東京支社（東京都千代田区）
- ・発表：陰地宏
- ・内容：表面分析研究会が年2回開催している本研究会に今回は現地で参加した。今回はテーマ講演として「TOF-SIMSの不確かさ」と「XAFSの分析深さ」の2つが企画されたが、後者のテーマ講演について担当幹事として講演を3件依頼し、本テーマ講演冒頭の趣旨説明のための講演を自身で行った。XAFSの分析深さは測定条件により大きく異なりその理解は一筋縄ではいかないが、本研究会へ参加はXAFSの分析深さについての理解を深める上で非常に良い機会となった。

○第72回応用物理学会春季講演会（予定）

- ・開催日時：2025年3月14日（金）～3月17日（月）
- ・開催場所：東京理科大学野田キャンパス（千葉県野田市）&オンライン
- ・発表：陰地宏

- ・内容：同学会シンポジウム「放射光利用による先端材料研究開発」において、「あいち SR テンダーX線ビームライン BL6N1 の紹介とビームライン担当者目線でみたあいち SR の特色」と題して招待講演を行った。講演では担当ビームラインの詳細と複数の放射光施設での勤務経験がある発表者が日頃感じているあいち SR の特徴について述べた。同シンポジウムにおける他の放射光施設の職員や施設利用ユーザーらの講演および質疑応答から、今後のビームラインの高度化の方向性や今後施設の在り方を検討する上で有用な情報を得ることができた。

#### 【その他、シンポジウム】

##### ○KEK との技術交流会

- ・開催日時：2024 年 5 月 29 日（水）、30 日（木）
- ・開催方法：名古屋大学 NIC 館 2 階 小会議室
- ・参加者：立花一志、陰地宏、岡島康雄
- ・内容：KEK の技術職員と名大の技術職員との技術交流を図る本会合に参加した。両所属の技術職員の方々の業務紹介の発表を拝聴し、当技術系からも簡単な業務紹介を行った。交流会に参加された KEK の技術職員の方々が意欲的であったことと、KEK では技術職員の育成を組織的に実施されていることが特に印象に残った。また KEK の技術職員の方とのつながりが出来たことは収穫であった。

##### ○第 62 回表面分析研究会

- ・開催日時：2024 年 7 月 4 日（木）、5 日（金）
- ・開催方法：現地＋オンライン（オンラインで参加）
- ・参加者：陰地宏
- ・内容：表面分析研究会が年 2 回開催している本研究会をオンラインで聴講した。今回は「電子分光スペクトルデータの解析と解釈」がテーマ講演の主題であった。参加者が担当するビームラインで実施可能な分析手法の一つである電子分光についての有用な情報を得ることが出来た。

##### ○第 38 回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム

- ・参加日時：2025 年 1 月 10 日（金）～12 日（日）
- ・開催場所：つくば国際会議場（茨城県つくば市）
- ・参加者：陰地宏、高倉将一
- ・内容：日本放射光学会が年 1 回開催する本会合では、産官学の放射光関連の研究者が参集し、最新の放射光技術（光源加速器、ビーム輸送系、各種測定法、等）や放射光分析を利用した研究等について発表・議論される。今回、当技術系からは陰地と高倉の 2 名が参加し、それぞれ自身の業務に関連する発表を中心に、口頭発表を聴講し、ポスター発表において意見交換を行った。なお、陰地は本会合のプログラム委員及び産業利用セッションにおける座長役も務めた。企業展示では最新の実験設備に関する展示が行われ、テスト用の機械を実際に試すことが出来る展示もあった。

##### ○第 13 回 名古屋大学シンクロトロン光研究センターシンポジウム（13th NUSR Symposium）

- ・開催日時：2025 年 1 月 27 日（月）
- ・開催場所：名古屋大学 EI 創発工学館 FUJI ホール
- ・企画・運営：陰地宏、岡島康雄、須田耕平、高倉将一、金木公一

- ・内容：名古屋大学シンクロトロン光研究センターでは、あいちシンクロトロン光センターを利用する方々を中心に、放射光を利用した研究成果や、光源加速器、より高度な放射光利用を目指したビームライン開発に関するトピック等をご紹介いただき、放射光を利用した新たな研究の可能性や有効性について議論を深めることを目的に、毎年シンポジウムを開催している。今年度も開催された本シンポジウムにおいて、計測・制御技術系所属の陰地、岡島、須田、高倉、金木の5名は運営を担当した。また口頭発表を聴講し、ポスター発表で意見交換することにより、それぞれの業務に有用な情報を得ることができた。

## 令和 6 年度 工学技術部特別講演会および研修報告会

松浪有高

工学研究科・工学部技術部 研修係

令和 6 年度 技術部特別講演会および研修報告会を、12 月 5 日（木）に EI 創発工学館 FUJI ホールおよびオンラインとのハイブリッド開催で行った。参加者は、技術職員-情報通信系 13 名、環境安全系 15 名、装置開発系 17 名、分析・物質技術系 10 名、計測・制御技術系 4 名、技術部本部 2 名の 61 名と教員 3 名であった。冒頭、開会に伴い頂いた挨拶では、小橋工学部・工学研究科長、中村工学研究科副研究科長・工学技術部長より、個別研修、系研修を積極的、継続的に行い、工学技術部として更なる高度で、研究に必要な技術に対応し得るよう、技術力向上に努めて頂きたいとのご期待を頂いた。今後もこのご期待に応えるべく、最新の技術、工学研究科・研究室で望まれている技術を調査及び精査し、それを元にした研修・研鑽・スキルアップを計画的、継続的に続けていくことが必要であると存じております。今回の研修課題は、これらを念頭において、計画・実施したものであり、今後の業務に役立てられるよう各人臨んで頂けたと存じています。

特別講演会では、『山間部におけるドローンを用いた自営無線ネットワークの研究・開発』と題して、名古屋大学電気電子情報工学科 情報・通信工学専攻 岡田 啓 准教授より講演頂いた。日本には、山間部、過疎地などに住まわれている方々への情報、物質、交通の不便なところが多くあり、より良い生活を送って頂くための方法が検討されているが、その1つとして、ドローンの活用が検討されている。ドローンを自動で、定期的/必要に応じて運用するにあたり、ドローン自体の位置を正確に把握しないと目的を実行することができない。GPS情報や定点間距離情報などの位置情報をドローン自体が利用して、自律運用ができる手法開発を行なっているとのことであった。この技術は、日本のみならず、世界中の同様な箇所でも応用することができるため、その確立が待たれている技術である。工学技術部での計測制御系の職員もいるため、その方々による技術支援がどこまで可能なのか検証し、支援できればと考えられる。

特別講演会に引き続いて、研修報告会を行った。今年度の研修報告の内訳は、技術系研修が 5 件、個別研修が 1 件ありそれぞれについて報告された（当日のプログラムは、次ページの掲載）。研修報告では、発表時間 20 分、質疑応答時間 5 分で、時間一杯活発な質問、意見交換や情報交換が行われ、有意義な報告会を実施することが出来た。今後必要とされる技術に対し、素早く対応できるような研修を実施、準備することで、工学部・工学研究科の技術支援、研究協力へ寄与できるよう、今後も活動継続して行く必要がある。

最後になりましたが、本年度研修係を担当頂きました工学技術部の長嶋宏弥さん、伊藤康広さん、長谷川達郎さん、石垣 佐さん、舟橋 朋さん、藤村太磯さん、神野貴昭さん、ご協力有難うございました。

# 令和6年度 技術部特別講演および研修報告会

主催 工学研究科・工学部技術部

## プログラム

日時：令和6年12月5日（木） 8：45～14：20

場所：EI創発工学館2階 FUJIホール および Teams

1. 8：45～ 受付開始
2. 9：00～9：10 特別講演会・研修報告会開会の挨拶（司会・進行：松浪有高）  
小橋 眞 工学部長・工学研究科長  
中村 光 工学研究科・工学部技術部長
3. 9：10～10：20 令和6年度 特別講演（司会・進行：太田芳博）  
「山間部におけるドローンを用いた自営無線ネットワークの研究・開発」  
名古屋大学電気電子情報工学科 情報・通信工学専攻  
岡田 啓 准教授

=====15分休憩=====

4. 10：35～11：25 情報通信技術系報告(○印:発表者 以下同) (司会・進行：太田芳博)
  - (1)10：35～11：00 「スクリプトを用いたスパムメールフィルタの管理」  
系研修 ○伊藤康広、中村成美、島田啓史、伊藤大作、石垣 佐、吉本 翼、  
雨宮尚範、太田芳博
  - (2)11：00～11：25 「IEEE 802.11 MAC フレーム解析」  
個別研修 ○石垣 佐
5. 11：25～11：50 装置開発技術系報告 (司会・進行：中木村雅史)
  - (1)11：25～11：50 「新人職員のガラス加工関連技術習得を目的とした技術研修」  
系研修 ○古田紘己、森木義隆、岡本久和、川崎竜馬、長谷川達郎、足立勇太、  
松本大輔、花田洋樹、中西幸弘

=====昼休み=====

6. 13 : 00 ~ 13 : 50 環境安全技術系報告 (司会・進行 : 松浪有高)

(1) 13 : 00 ~ 13 : 25 「放射線施設の保安に関する品質管理」

系研修 橋本明宏、今井重文、森本浩行、近藤茂実、○下山哲矢

(2) 13 : 25 ~ 13 : 50 「取替式マスクのマスクフィットテストの導入について」

系研修 ○舟橋 朋、松浪有高、河内哲史、後藤光裕、木村麻衣、小田哲史

7. 13 : 50 ~ 14 : 15 分析・物質技術系報告 (司会・進行 : 森野慎一)

(1) 13 : 50 ~ 14 : 15 「MALDI TOF MS における有機化合物・ポリマー測定」

系研修 ○鳥居実恵、日影達夫、森野慎一、神野貴昭、都築賢太郎、伊藤広樹

8. 14 : 15 ~ 14 : 20 閉会の挨拶

工学研究科・工学部技術部 技術長 白木尚康

# 令和 6 年度 情報通信技術系講習会報告

太田芳博

工学研究科・工学技術部 情報通信技術系

## はじめに

今年度の情報通信技術系講習会は、「情報通信技術系業務紹介」と題して、情報通信技術職員の現在及び過去に行った業務紹介を中心としたディスカッションを実施し、その後、技術職員間で意見交換会を行った。

具体的には、講師 1 名が PowerPoint による発表形式で行い、発表後に意見交換を行う形で実施した。本研修で実施した内容は以下の通りである。

開催日時：令和 6 年 11 月 7 日（木）13:30～14:30

開催場所：工学部 3 号館 5 階 578 号室（技術部大会議室）

講師：伊藤大作

講習題目：情報通信技術系業務紹介

講習内容：情報通信技術職員の現在及び過去に行った業務紹介を中心としたディスカッション

参加者：情報通信技術系 13 名

## 講習概要

今年度の系講習会についてもコミュニケーションがとりやすく、活発なディスカッションを促す意味で、対面のみの実施とした。

講習会当日は、会議室に PC を用意し、会議室設置の大型モニター 2 台に接続して作成した PowerPoint 画面を共有する形で行った。講習は、講師役の技術職員が行なっている下記の業務や、構築・運用中のシステムについての現状と、システムを構成している技術手法についての説明を受けた。

1. 工学研究科の事務システムについて
2. 工学研究科の会議室予約システムについて
3. 最新のフロントエンドについて
4. 創造工学センターの業務について
5. 国際交流室の業務について
6. その他の業務について

特に事務システムについては、掲示板、教職員データベース、ニュース管理システム、ファイルアップロードシステムなどのサービスをひとまとめにし、工学事務部の業務効率化を念頭においたシステムとして構築されていることについて言及があった。使用している Web フロントエンド技術についても、現在のトレンドを踏まえ、コンポーネントベースの JavaScript ライブラリである React を採用し、作成されていることが述べられた。

質疑応答・意見交換を通して、他の技術職員の業務で用いられている技術情報を共有することで、個々の抱える業務においても更なる効率化を考えるための有益な機会となった。

# 令和 6 年度環境安全技術系講習会報告

松浪有高

工学研究科・工学部技術部 環境安全技術系

## 1. はじめに

今年度の環境安全技術系講習会を以下のように開催した。

開催日時：令和 6 年 12 月 6 日（金）13：00～16：00

開催会場：名古屋市港防災センター（名古屋市港区港明 1 丁目 12-20）

参加者：工学技術部環境安全技術系職員 12 名

## 2. 概要

地震、伊勢湾台風、煙避難、東海・東南海・南海地震で想定される震度を模擬等にて体験等を通して、昨今の集中豪雨対策、地震防災および対策について気づきを含めた再認識、今後の活動への寄与を期待して開催した。

## 3. 体験内容<sup>1),2)</sup>

### 1. 伊勢湾台風展示室

昭和 34 年 台風第 15 号は、1959 年（昭和 34 年）9 月 26 日（土曜日）に 929hPa にて潮岬に上陸した。上陸時の勢力は、史上最大の記録とされ、紀伊半島から北陸へ抜けその東側にある伊勢湾沿岸の特に愛知県西部と三重県での被害が特に甚大であった。また伊勢湾奥では、3.55m の高潮が発生、低平地であること、貯木場が多くあり、ここから木材が流出し家屋等への被害を与えた、夜間であったことも被害を拡大させた要因になったことを分かりやすく展示してあった。

### 2. 伊勢湾台風接近時をシミュレートした 3D シアター

伊勢湾台風接近時当日の昼頃からの様子を映像化、場所を昭和風の部屋にすることで、視聴覚等による当時の状況の臨場感、深刻さを体験することができた。

### 3. 煙避難体験施設

火災が発生した際、建物内廊下、階段避難時に必要なことは、煙をできるだけ吸わないように避難することである。そのため煙の移動する方向、拡散スピード（垂直 3m/s、水平 0.3m/s 程度）など煙の特性を考慮して、煙から離れる方向での避難をしなければならない。本施設では、充満した煙内の廊下を移動する体験ができ、煙を吸わない（模擬煙には、甘い匂いが付けられている→吸うと分かるようにしてある）体制、ハンカチ等での保護方法について経験することができた。

#### 4. 地震体験施設

東海・東南海・南海地震で想定される震度7を体験できる施設にて、地震中の姿勢、位置取りを含めての体験をした。1分程度と想定より短い時間ではあるが、揺れている間は、全く動作することができず、この間に如何に被災しないようにすることの重要性を理解できた。

#### 4. まとめ

2024年は、能登半島沖地震、能登半島豪雨と、能登方面の方々にとっては立て続きに広域災害が発生した年であった。いつ来るかわからない、他山の石とせず、防災意識、準備を行なって行かなくてはならないことを再認識することができた機会であった。

#### 5. 参考文献

- 1) 名古屋市港防災センター ホームページ (2024.12.30 確認)

<https://www.minato-bousai.jp>

- 2) 内閣府 ホームページ「防災情報のページ」-「災害史・事例集」-「災害教訓の継承に関する専門調査委員会」-「報告書」(1959年 伊勢湾台風) (2024.12.30 確認)

[https://www.bousai.go.jp/kyoiku/kyokun/kyoukunnokeishou/rep/1959\\_isewan\\_typhoon/index.html](https://www.bousai.go.jp/kyoiku/kyokun/kyoukunnokeishou/rep/1959_isewan_typhoon/index.html)

# 令和 6 年度 装置開発技術系講習会報告

中木村 雅史

工学研究科・工学部技術部 装置開発技術系

## はじめに

令和 6 年度の装置開発技術系講習会を以下のように開催した。

講習題目：ガラス加工技術の習得

開催日時：令和 6 年 11 月 14 日（木）9:30-16:00

開催場所：EI 創発工学館 1F 実験実習工場 ガラス加工室（102 号室）

講師：森木義隆、岡本久和、川崎竜馬、古田紘己

参加人数：7 名

## 1. 講習内容

本講習会は 2 つの製作テーマから参加者がいずれかを選択し、それぞれ時間を分けて行われた。ガラス加工技術は主にガラス旋盤を用いたものとバーナーを用いたものに大別され、いずれも相当な経験と技術が必要とされる。本来ガラス加工全般において、吹き付けやバーナーワークなど正確な手動操作が不可欠となるため、初心者にとっては敷居の高い加工技術ではあるが、製作テーマとして極力シンプルなもの選定し、講師とマンツーマンで丁寧に指導を受けることで、質の高い講習会を開催する事が出来た。

### 1) ガラス旋盤加工 午前 9:30～12:00

ガラス旋盤加工ではガラス旋盤を用いてコップや花瓶などガラス容器の製作を行った。

（図 1）

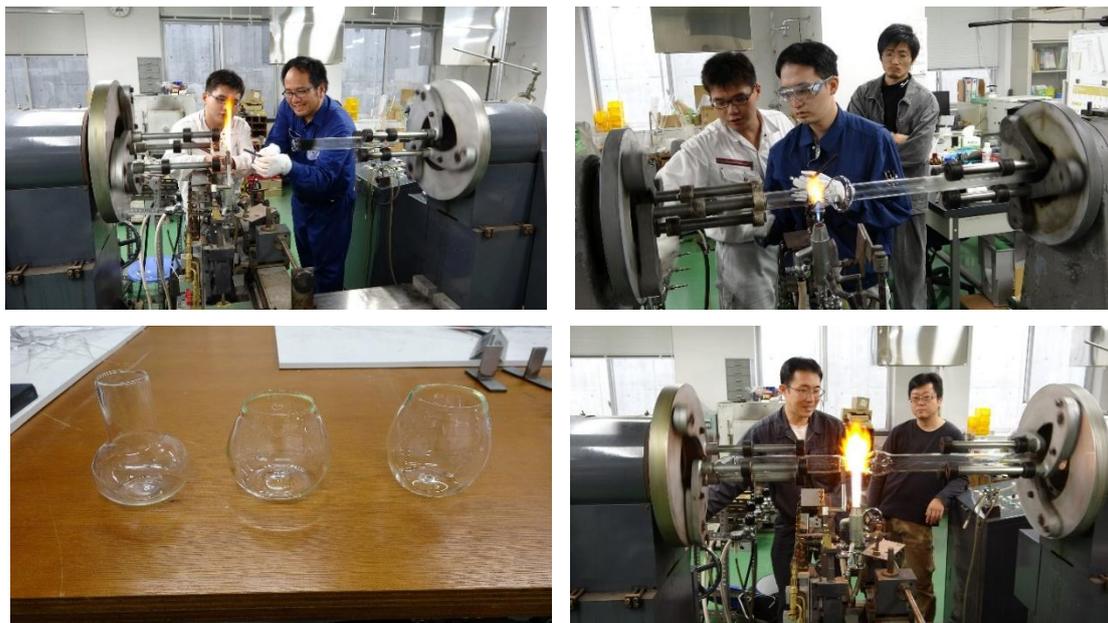


図 1. ガラス旋盤による製作の様子

## 2) バーナーワーク加工 午後 13:30～16:00

バーナーワーク加工ではバーナーを用いて風鈴・2口フラスコ・Y字管の製作を行った。

(図 2)



図 2. バーナーによる製作の様子

## 2. まとめ

本講習会は、ガラス加工技術という極めて専門性の高い技術を題材とし、初心者でもガラス加工を体感できるような講習会を目指した。ある程度定員を制限して講師の人数を増やすことで、参加者にとって有意義な講習になったと思われる。参加者は全員金属加工の専門であったが、同じ加工技術でも金属(あるいは樹脂)とガラスでは全く別物であることを知る事ができ、知見の幅が大いに広がったと予想され、今後の業務にも活かしていければと願っている。最後になりましたが、本講習の企画・立案・実行全てに携わっていただいた森木さん・岡本さん・川崎さん・古田さんに感謝の意を表します。

# 令和 6 年度分析・物質技術系講習会報告

森野 慎一

工学研究科・工学技術部 分析・物質技術系

## 1. はじめに

令和 6 年度の分析・物質技術系講習会を下記のとおり開催した。

講習題目：「先端技術共同研究施設の AFM の見学」

開催日時：2024 年 12 月 10 日（火）13:30～14:30

2024 年 12 月 10 日（火）15:00～16:00

開催場所：未来材料・システム研究所 先端技術共同研究施設

講師：都築 賢太郎

受講者：分析・物質技術系職員 7 名、装置開発技術系職員 1 名

## 2. 講習概要

AFM（原子間力顕微鏡）とは、試料の表面と探針の原子間にはたらく力を検出して画像を取得する装置である。分析・物質技術系では AFM 装置の技術支援を行っていることから、令和 5 年度末に先端技術共同研究施設に新規導入された NX20 の概要を把握することを目的に、本講習会を開催した。装置周辺のスペースが限られていることから、講習は 2 回に分けて実施した。講習では、実際に装置を確認しながら、装置の仕様や各種測定モード等についての説明を受けた後、ノンコンタクトモードを用いて標準試料の測定を行った。また、併せて旧機種の見学も行った。



図 1：NX20 装置全体像

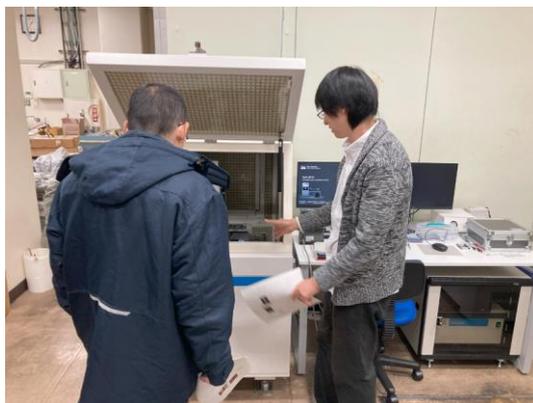


図 2. 測定ユニット部に関する説明

## 3. まとめ

NX20 は、チップキャリアとカンチレバーが一体となったプリマウントタイプのチップも発売されており、従来機種に比べてチップの取り付けが容易であること、画面上で確認しながらレーザーアライメントを行えることから、初心者でも扱いやすい装置であると感じた。また、SEM で観察した像と同視野で測定できる機能が備わっている点も優れている。本講習会を通じて、NX20 に関する知見を深めることができた。

最後に、本講習会の講師を務めていただいた都築さんに深く感謝申し上げます。

## 編集後記

今年度で国立大学が法人化されてから 20 年が経過しようとしております。また、東海国立大学機構として、2020 年 4 月より名古屋大学と岐阜大学という二つの国立大学法人による 県をまたいだ法人の統合により、我が国初の一法人複数大学制度による国立大学法人として設立され、発足から 5 年が経過しようとしております。

大学を取り巻く環境の変化は、時代の経過とともに従前に増してより高い研究成果を求められるようになりましたが、教育啓蒙活動も含めてこれまで技術部が取り組んで来た社会貢献活動が依然として重要であることから、我々技術職員も大学の構成員として協力を惜しまず、日々精進していく次第でございます。

この技術報告書は、工学技術部におけるの 1 年間の技術職員が培った様々な活動の状況や日常の業務や研修や研究会への参加を通して獲得した知識や技術を集積し、学内外へ発信するための情報源として報告書を発行しており、各技術職員におかれましては、おのおのの専門分野の技術研鑽を重ね、工学技術部技術研修、名古屋大学技術職員研修、東海・北陸合同技術職員研修などの他に技術研究会や専門研修、学会などに積極的に参加し、研究及び教育支援を通して技術成果の報告をまとめたものを投稿頂き、掲載しております。

よって、大学内外の多くの方々はこの技術報告書を通して技術職員の日々の自己研鑽状況と技術部の活動について少しでもご理解いただければ、幸いと存じ、今後の工学部・工学研究科の発展を考える上で、また、工学技術部の日頃の教育研究に対する支援活動や社会貢献活動を理解する上で役立つことを切に願っております。

本書の作成にあたり原稿の執筆に協力していただきました技術部関係各位及び編集作業等で御協力をいただきました広報委員の方々に対し、深く感謝を申し上げます。

令和 7 年 3 月

技報編集委員  
立花一志  
齋藤 彰  
日影達夫  
小林聖奈  
今井重文  
松本大輔  
林 育生

**技 報      Vol.27**

発 行：2025 年（令和7年）3月

発行者：名古屋大学 工学研究科・工学部技術部 広報係

〒464-8603 名古屋市千種区不老町

名古屋大学 工学研究科・工学部技術部

E-mail: [gijutsu@etech.nagoya-u.ac.jp](mailto:gijutsu@etech.nagoya-u.ac.jp)

Tel./Fax.: 052-788-6167

