

2022 年度  
技術部活動報告集

Vol.28



福井大学工学部技術部

## 2022 年度 技術部活動報告集 (Vol.28) の刊行に際して

技術部長 福井 一俊

2023年3月9日に今年度の工学部技術部の技術発表会が開催されました。専門研修 6 件、日常研修 2 件の発表が行われ、極めて充実した内容の発表会となりました。本報告集は工学部技術部の 2022 年度の活動をまとめたものです。技術職員の意識向上にも支えられ、技術部全体の活動が質・量ともに向上したことが伺える内容となっています。個々人の専門性に応じた複数のグループに職員を配置し、それらの業務グループが組織として活動する制度を技術部が取り始めてから、また個人として研究プロジェクトを担当する教育・研究プロジェクト派遣制度も検討時期も含めてともに 11 年を越えています。これらのシステムは成熟期を迎えてきていますが、一方で、大学を取り巻く状況は、急激に変化してきており、技術部の強みを生かした大学内での役割が求められてきています。すでに幾つかの新たな取り組みが試み始められており、本報告書の専門研修、日常研修においても報告されています。技術部活動報告は発刊して 28 年の歴史を持っており、技術部に係るこのような資料を長年に亘って発行し続けてきたのは貴重な財産です。この貴重な財産に新たな報告を加えることが出来たことを嬉しく思っています。

# 目 次

## 専門研修報告

ビジュアルプログラミング言語による初等教育向けプログラミング学習企画の検討 -----	2
第三技術室 道幸 雄真	
第三技術室 小澤 伸也	
第三技術室 廣木 智栄	
熱処理並びにその評価手法に関する技術習得 -----	8
第一技術室 東郷 広一	
第一技術室 高澤 拓也	
第一技術室 竹内 利幸	
$\mu$ TCA 及び DAQ-Middleware を用いたデータ収集機構の開発 -----	12
第二技術室 戸澤 理詞	
第二技術室 伊藤 雅基	
溶液 NMR による生体・合成高分子の構造解析 -----	16
第二技術室 山田 美空	
第二技術室 宮川しのぶ	
第二技術室 井波 真弓	
第二技術室 山口 綾香	
レーザー加工機を用いた平面及び多軸加工技術の修得 -----	20
第一技術室 橘 和希	
第一技術室 山森 英智	
第一技術室 内山 裕二	
第一技術室 川崎 孝俊	
第三技術室 青山 直樹	
スペクトラムアナライザによる電磁ノイズ測定技術修得の試み -----	24
第三技術室 小林 英一	
第三技術室 道幸 雄真	

## 日常研修報告

作業環境の暑さ指数の測定とその環境が及ぼす人体へのリスク検討 -----	31
第一技術室 内山 裕二	
PHP を用いた簡易的な実験室予約システムの構築 -----	33
第一技術室 川井 康督	

## 合同研修参加報告

令和4年度 東海・北陸地区国立大学法人等 技術職員合同研修(物理・化学コース) -----	36
第二技術室 山口 綾香	

令和4年度 東海・北陸地区国立大学法人等 技術職員合同研修(情報コース) -----	38
第三技術室 小澤 伸也	
第三技術室 廣木 智栄	
<b>技術研究会等参加報告</b>	
低圧電気取扱業務特別講習 受講報告 -----	41
第三技術室 小林 英一	
2022年度 機器・分析技術研究会 参加報告 -----	43
第二技術室 川井 康督	
2022年度 機器・分析技術研究会 参加報告 -----	45
第一技術室 山田 美空	
実験・実習技術研究会 2023 広島大学 参加報告 -----	47
第二技術室 宮川しのぶ	
第6回 大学技術職員組織研究会 金沢会議 参加報告 -----	49
第二技術室 川井 康督	
<b>活動報告</b>	
令和4年度 技術部特別講演会 -----	52
特別講演 「スーパーコンピュータと数式処理ソフトウェア技術」	
研修委員会	
2022年度公開講座「ガラスを溶かしてオリジナル作品を作ろう」 -----	53
第二技術室	
原子力の科学館あつとほうむイベント	
「チャレンジサイエンス」でのガラスワークショップ開催報告 -----	54
第二技術室	
<b>工学部技術部グループ業務報告</b>	
・令和4年度 実験・実習グループ業務報告 -----	56
実験・実習グループ	
・令和4年度 安全衛生管理推進グループ業務報告 -----	57
安全衛生管理推進グループ	
・令和4年度 共同利用施設グループ業務報告 -----	58
共同利用施設グループ	
・令和4年度 技術相談・プロジェクトグループ業務報告 -----	59
技術相談・プロジェクトグループ	



令和4年度 工学部技術部 業務（活動）日誌 .....	60
令和4年度 技術発表会・特別講演会 プログラム .....	63
編集後記 .....	64

# 專門研修報告

# ビジュアルプログラミング言語による初等教育向けプログラミング学習企画の検討

道幸 雄真\* 小澤 伸也\*\* 廣木 智栄\*

## 1. はじめに

近年、新型コロナウイルスの流行によりデジタル化が急速に進展しているが、このデジタル化の進展に伴って 2020 年度から小学校ではプログラミング教育が必修化され、小学生の時点でプログラミングに触れるようになった。我々は必修化される前年の 2019 年に、本学の地域貢献事業にて、小学生を対象としたプログラミングをテーマにした企画をおこなった。この企画では小学生にわかりやすいよう、ビジュアルプログラミング言語の一種である Scratch を使用し、プログラムした内容に合わせてモニタ上でオブジェクトを移動させたり、回転させたりといったことを行ってもらったが、その際に PC のモニタ上で完結する Scratch だけでなく、プログラミングした内容で実際に物などを動かすような内容も企画内にあると良いと感じた。

そこで本研修では、ビジュアルプログラミング言語を利用してプログラミングに触れることができる Studuino, micro:bit, toio を用いて、実際に物の動きを制御することが可能な初等教育向けのプログラミング学習企画の検討をおこなった。

## 2. ビジュアルプログラミング言語とは

一般的にプログラミングと聞くと図 1 のように文字（英語や記号など）を羅列させていく作業をイメージされることが多いと思われるが、ビジュアルプログラミングは用意されているブロック同士をドラッグして組み合わせることでプログラミングをすることが可能な言語である。そのため、ビジュアルプログラミング言語は、直感的にプログラムを組むことができ、初心者や子どもが最初に触れるプログラミング言語としておすすめである。ちなみにこのビジュアルプログラミング言語の中で最も有名なものは Scratch であるが、Scratch はオンライン環境さえあれば無料でプロ

グラミングでき、図 2 に示すようにブロックをドラッグとドロップによって組み合わせることで、プログラミングした内容の処理をオブジェクトに行わせることができる。

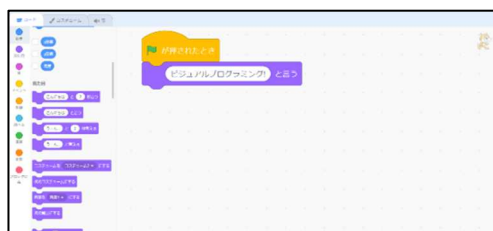
```

//フロントページのフロアリストを読み込む
const door_list_array = await axios.get(door_list_path);
const floor_list_array = await axios.get(floor_list_path);
const floor_group_list_array = await axios.get(floor_group_list_path);

//ここからメインの処理
//スクリーンに描き出すためのコンストラクタ
function main_page_open() {
  //描き出すための準備
  let exist_flag = false;
  for(i = 0; i < door_list_array.length; i++){
    if(document.getElementById("door").value === door_list_array[i][0]){
      exist_flag = true;
    }
  }
  if(exist_flag === false){
    alert("指定がありません");
    return;
  }
  window.open("about:blank","new_window","width=1000,height=800");
  const reform = document.getElementById("room_select_form");
  reform.target = "new_window";
  reform.method = "get";
  reform.action = "make_schedule_main.php";
  reform.submit();
}

```

図 1 プログラムの例



(a) Scratch でのプログラミング



(b) Scratch でのプログラムの実行画面

図 2 Scratch について

## 3. ビジュアルプログラミング言語を利用した企画の検討

本研修では、物の動きを体験できる教材として Studuino をさらに初心者向け用にした Studuino Lite, micro:bit, toio を使用してプログラミング学習企画を検討したため、それぞれを用いて本研修で実施したことについて下記する。

\* 第3技術室 システム制御班

\*\* 第3技術室 システム設計班

### 3.1 Studuino Lite について

Studuino はマイコンボードとして有名な Arduino の互換基板として Artec 社に開発されたものであるが、この Studuino をベースとして作られたのが Studuino Lite である。Studuino Lite には初心者向けのパーツが多く付属しており、また温度センサ、人感センサ、照度センサなどのセンサも備わっている。

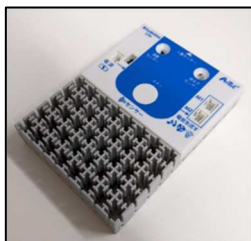


図 3 Studuino Lite

Studuino Lite では WEB ブラウザにて WEB アプリケーションを利用するかあるいは Windows か Chromebook の場合は専用ソフトウェアを利用するとプログラムを作成することができる。プログラミング環境は前述した Scratch をベースとして開発されているため、Scratch と同じような操作感でプログラミングすることが可能となっている。

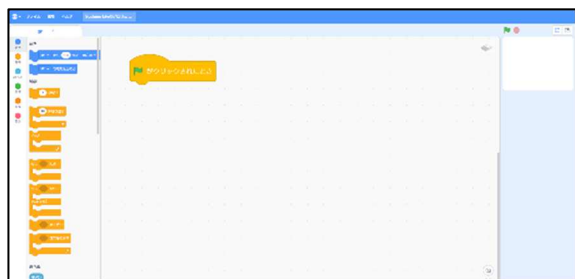


図 4 Studuino Lite のプログラム作成画面

プログラムを作成した後、そのプログラムを Studuino Lite に書き込むには Studuino Lite を PC と USB ケーブルで接続する必要がある。接続後、図 5 に示すように WEB アプリケーションあるいは専用ソフトウェアにて「接続」をクリックし、接続が確認されたら「転送」をクリックすることでプログラムの書き込みが完了する。

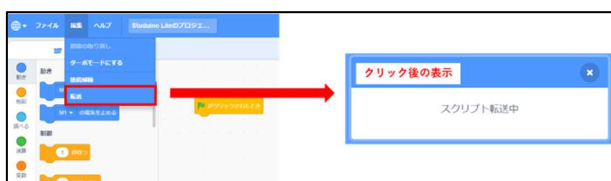


図 5 Studuino Lite でのプログラムの書き込み

#### 3.1.1 Studuino Lite を用いた基本動作の確認

まず、簡単なブロックの組み合わせのみでできる豆電球の点灯、ブザーを鳴らす、モータを回転させる、といった基本的な動作をするプログラム作成に取り組んだ。実際に作成したプログラムを図 6 に示す。このプログラムは「M1 から 100% で順方向に電気を流す」と書かれているブロックで Studuino Lite の M1 コネクタ部に最大 5V までの電圧をかけるといった処理をおこなうことができるため、例えば図 6 のようなシンプルなブロックの組み合わせで豆電球の点灯、ブザーを鳴らす、モータを回転させるといった動作すべてをおこなうことができる。



図 6 M1 に電圧を出力するプログラム

図 6 のプログラムでは、3 秒ごとに M1 コネクタの出力をオンオフする処理となっているため、M1 コネクタに豆電球を図 7 のように接続し場合には、豆電球が 3 秒ごとに点灯と消灯を繰り返すという動作を確認することができる。また、100% と記載されている部分は 1~100 の範囲で任意の数字にすることができ、これによって出力電圧を調整できるため、豆電球の場合はこの数字を変更することで明るさの調整も可能になっている。

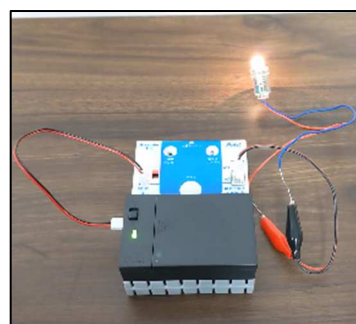


図 7 豆電球の接続と点灯

また、豆電球の接続と同様に、ブザーやモータを M1 コネクタに接続することでブザー音量の変更や、モータの回転速度の変更、モータを逆回転させるといった動作も本研修では確認することができた。

### 3.1.2 Studuino Lite を用いた製作物

本研修では Studuino Lite に備わっている人感センサと付属品のモータなどのパーツを使用し、「①前進、②物体を感知したら衝突せずに停止、③ある程度後退、④①に戻る」を繰り返すロボットを製作する学習企画を検討した。

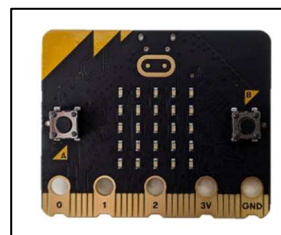
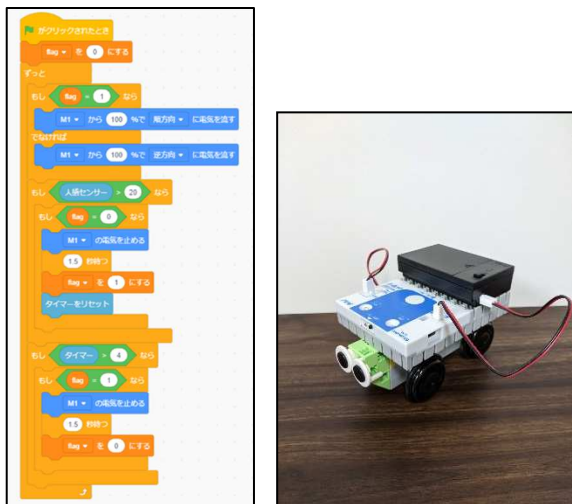


図9 micro:bit



(a) プログラム (b) 製作したロボット  
図8 プログラムと製作物

プログラムは図 8(a)に示すように作成したが、前述した基本的な動作のブロックに加えて、条件分岐や比較演算子のブロックをいくつか使用して作成している。その処理内容としては「①初期値が 0 の変数“flag”を用意し、時間を測定するためのタイマーを開始。② flag の値が 0 の場合はロボットが前進する方向にモータを回転、flag の値が 1 の場合はロボットが後退する方向にモータを回転。③人感センサの値が 20 より大きい場合かつ flag の値が 0 の場合は、モータの回転を止め、1.5 秒待った後に flag の値を 1 にし、タイマーをリセットして①へ戻る。④ flag の値が 1 であり、タイマーで 4 秒以上になった場合、モータの回転を止め、1.5 秒待った後に flag の値を 0 にして①へ戻る。」というようになっている。このように条件分岐のブロックをいくつかは使用しているが、複雑なブロックの組み合わせをすることなく製作でき、意図していたように動作する様子を確認することができた。

### 3.2 micro:bit について

micro:bit はイギリスで教育用として開発されたマイコンボードで、25 個の LED、2 個のボタンスイッチ、加速度センサ、磁力センサを搭載している。

micro:bit は WEB ブラウザにて WEB アプリケーションを利用してプログラムを作成することができ、開発画面は図 10 に示すようになっている。micro:bit の場合はやや開発画面が Scratch や Studuino とは異なっているが、それらと同様にドラッグやドロップでプログラミングを作成することができる。



図10 micro:bit のプログラム作成画面

プログラムを作成した後、そのプログラムを micro:bit に書き込むには micro:bit を PC と USB ケーブルで接続する必要がある。接続後、図 11 に示すように WEB アプリケーション上で「ダウンロード」をクリックすることでプログラムの書き込みが完了する。



図11 micro:bit でのプログラムの書き込み

#### 3.2.1 micro:bit を用いた基本動作の確認

micro:bit に備わっている LED とセンサを用いた基本動作の確認のため、本研修ではまず LED で文字列を表示させるプログラムと照度センサにて明るさを感じ、明るさに合わせて LED の表示を切り替えるプログラムを作成した。

LED で文字列を表示させるプログラムについて



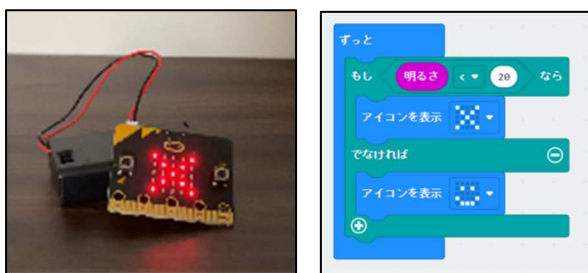
では、図 12 に示すように「文字列を表示」という入力した英数字を順々に LED に表示することができるようになるブロックを使用し、「Hello!」という文字列が H から!まで順番に一文字ずつ LED 部に表示される動作を確認することができた。



(a) 文字列の表示 (b) プログラム

図 12 LED での文字列表示とそのプログラム

照度センサにて明るさを感じし、明るさに合わせて LED の表示を切り替えるプログラムについては、図 13 に示すように「明るさ」というブロックを使用することで作成した。この「明るさ」というブロックは照度によって値が変わる変数として扱うことができるため、例えば条件分岐や比較演算子のブロックと組み合わせることで、「明るさ」を数値と比較し、比較した結果に合わせて動作を分岐させることが可能である。研修では「明るさ」が 20 より小さい場合は LED で×を表示し、20 以上の場合は顔文字を表示するプログラムを作成し、その動作を確認することができた。



(a) 明るさ 20 未満のときの LED 表示 (b) プログラム

図 13 照度センサの使用

また、micro:bit では拡張基板を用いることにより、標準で備わっているセンサ以外も簡単に制御することが可能である。そこで本研修では超音波センサを使用したプログラムの作成もおこなった。作成したプログラムでは図 14 に示すように「距離 (cm) を読み取る 端子 P0」というブロックを利用して、このブロックを利用すると拡

張ボードの P0 端子に接続した超音波センサからアナログ信号を受け取り、その信号を障害物までの距離にした変数として読み取ることができるようになる。読み取った距離を LED 部に表示するといった動作を確認することができた。



図 14 超音波センサを使用するプログラム

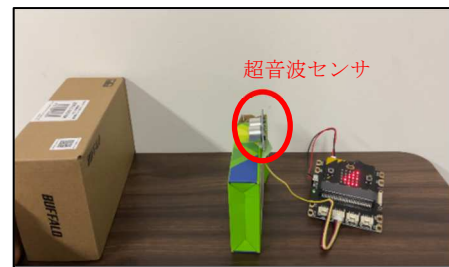


図 15 超音波センサを用いた製作物

### 3.2.2 micro:bit を用いた製作物

本研修では、モータ用の端子および光センサが備わっている拡張基板を用いて、ライントレースするロボットを製作する学習企画を検討した。製作に使用した拡張基板の場合には、モータと光センサを制御するための専用のブロックをダウンロードして追加する必要があり、micro:bit 上の拡張機能から検索して専用のブロックの追加をおこなった。この作業により追加されたブロックは使用した拡張基板に合わせて作られたブロックであるため、図 16 に示したように光センサでの白黒判定結果を判断するブロックや、モータの制御をおこなうブロックなどが使用できるようになり、これらを使ってプログラムを作成することで、ライントレースするロボットを簡単に製作することができた。



図 16 製作物のプログラム

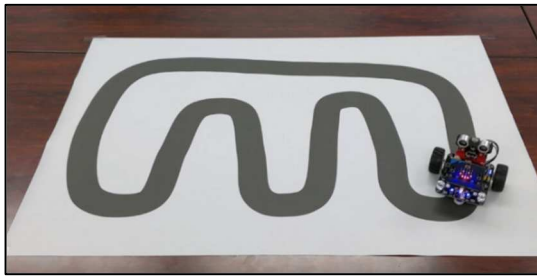


図 17 ライントレースするロボット

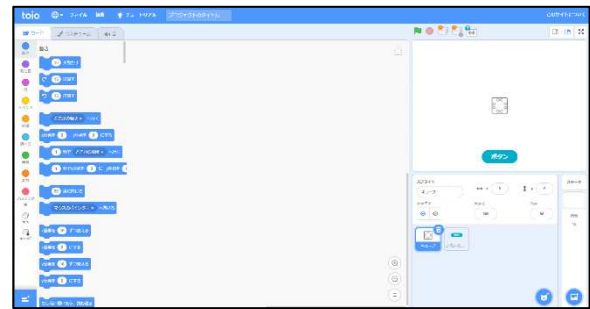


図 19 toio Do でのプログラム作成画面

### 3.3 toio について

toio はソニー・インタラクティブエンタテインメントが開発した図 18 に示すコアキューブと呼ばれる小型ロボットを中心とした知育玩具である。このコアキューブには専用マットの上での光学センサを使った絶対位置の高精度な検出や 3 軸加速度センサ・3 軸ジャイロセンサを使った動きや衝突の検出をできる特徴がある。また、toio にはコンソールと呼ばれる制御端末があり、これに専用コントローラーや専用のゲームカートリッジを接続することでロボットトイとして遊ぶことができるという特徴もある。



図 18 toio コアキューブ

toio は toio Do と呼ばれる Scratch をベースとした Web アプリケーションを用いることにより、Web ブラウザ上でプログラムを作成することができ、開発画面は図 19 に示すようになっている。toio Do では Bluetooth を用いて toio コアキューブと接続するため、Studuino Lite や micro:bit のように作成したプログラムを書き込む必要がなく、Bluetooth 接続中であれば作成したプログラムを開発画面上で実行するだけでコアキューブに反映することができる。

#### 3.3.1 toio を用いた基本動作の確認

toio の基本動作の確認のため、本研修ではまず toio の特徴であるコンソールと専用コントローラーを用いて図 20 に示すように toio を操作した。知育玩具であることもあり、コンソールと専用コントローラーは簡単に接続することができ、専用

コントローラーも直感的な操作が可能であるため、特別な知識等がなくても気軽にロボットに触れることが可能であることを確認することができた。

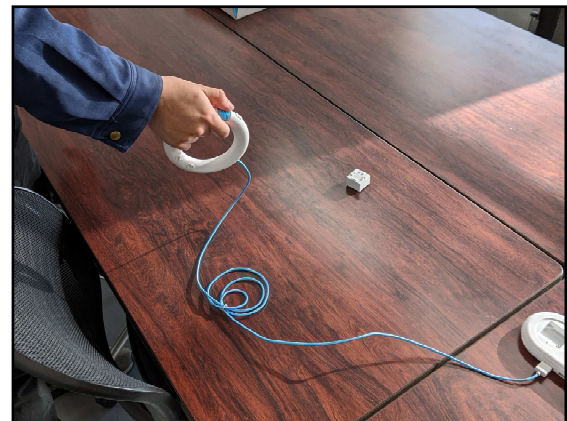


図 20 専用コントローラーによる toio の操作

#### 3.3.2 toio を用いた製作物

本研修では、専用マットを用いて迷路探索をおこなう学習企画を検討した。この専用マットは 9×9 のマス目になっており、toio は現在自分がどこにいるかが中央を(0,0)とした XY 座標形式で取得することができる。また迷路は視覚的にもわかりやすくするために専用マット上に物理的な壁を設置することを考慮し、自動ランダム生成ではなく、あらかじめ決められたスタート位置を(0,0)、ゴール位置を(-4,-4)とした固定迷路を用いることとした。本研修で検討した学習企画は以下の流れとなっている。

1. あらかじめ用意してある toio Do 上のボタンを使ってスタート位置からゴールを目指す。
2. 同じスタート位置からゴールまでを 1 ボタンでいけるように、「みぎ」「ひだり」「前進」の 3 つのブロックを並べてもらう。
3. 迷路探索の代表的な手法である左手法のプログラムを作成してもらう。

検討した学習企画では、内容を簡単にするため

にあらかじめいくつかのプログラムを事前に用意することとした。まず動作の安定のため、迷路の壁は toio の衝突検出を用いるのではなく、あらかじめデータとしてどこに壁があるかを用意することとした。用意するデータはゴール位置を除いた 80 マス分の配列を用意し、それぞれのマスにおいて「左, 上, 右, 下」が通行可能の状態を示す y/n 値 4 文字を入力した。例えば左と下に壁がなく通行可能である場合は「ynny」が入力されている。toio Do ではインデックスが 1 から始まる 1 次元配列しか作成できなかったので、

$$(\text{列番号}+4) + (\text{行番号}+4) \times 9$$

をインデックスとなるようにし、図 21 に示すインデックスを返す「座標取得」の関数を用意した。またこの y/n 値に合わせて、「前進」時に前進可能かを判定するために変数「向き」を用意した。この変数は現在 toio が左上右下のどちらを向いているかを順に 1 から 4 の数字で保持しており、図 21 に示す関数「みぎ」では右回転するため、toio の向きを変えるだけでなく、変数「向き」を 1 から 4 の範囲内で+1 している。この変数「向き」は配列の何番目の文字を参照すればよいかを表しているため、壁が無く前進可能かを判定する関数として図 21 に示す「進行チェック」を作成した。

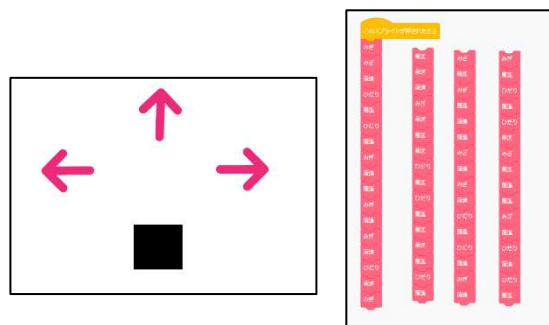


図 21 事前に用意するプログラムの一部

「前進」時はこの進行チェックを呼び出し、前進可能であればその方向へ 1 マス移動し、壁があり前進不可能である場合は、少し前進しようとして後退することで壁があって動けないように見えるようプログラムを作成した。

図 22 は検討した企画内容 1 および 2 の内容となっている。左図は企画内容 1 におけるボタンを表しており、それぞれ左回転, 右回転, 前進をおこなう。右図は企画内容 2 における実際に「みぎ」「ひだり」「前進」を並べたものとなっている。図では全体を見せるために途中で切っているが、実際にはこれらをすべて繋げたものを作ってもらうことになる。あらかじめ関数として「ひだり」

「みぎ」「前進」を用意しているので、3つのブロックだけを用いて簡単に作成可能であることが確認できた。また図 23 は左手法を本企画で事前に用意したプログラムを用いて作成したものを示している。こちらについてもあらかじめ準備したプログラムがあるため、少ないブロック数で簡単に作成可能であることが確認できた。



(a) 企画内容 1 のボタン (b) 企画内容 2 で作成するプログラム

図 22 検討した企画内容 1 と 2

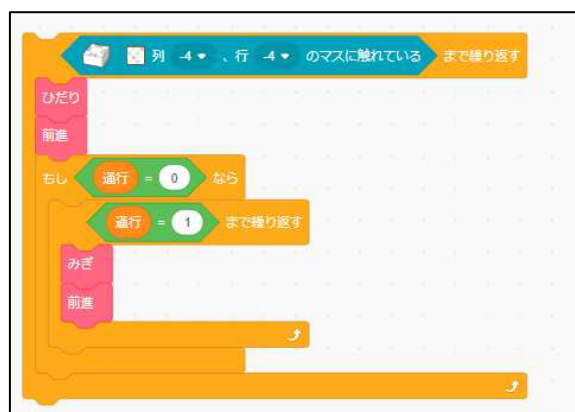


図 23 左手法のプログラム

#### 4. まとめ

本研修では Studuino Lite, micro:bit, toio を用いて、それぞれで初等教育向けのプログラミング学習企画の検討をおこなった。検討をおこなった教材のなかでは、micro:bit は拡張性に優れており、様々なことをプログラミングで実行できそういため、最もコストパフォーマンスが良いように感じた。しかし、どの教材も物の動きを楽しめる教材となっており、初等教育向けの企画としては魅力的なものができるそういため、今後はこれらの教材を地域貢献事業に参加する際の企画に活かしていきたいと思う。



## 熱処理並びにその評価手法に関する技術習得

東郷 広一\* 高澤 拓也\* 竹内 利幸\*

### 1. 研修の背景・目的

日常業務にて硬さ試験や材料評価分析を行う際、分析試料の前処理として材料のひずみ除去（熱処理）を求められることがある。また技術部職員がこのような試料の熱処理装置を保有することで業務の効率化に繋がる。

本研修では今後の業務の効率化、技術部職員の分析スキルの向上なども兼ね、真空熱処理装置の製作、並びに熱処理後の材料物性の変化を調べ、分析スキルの向上を図った。

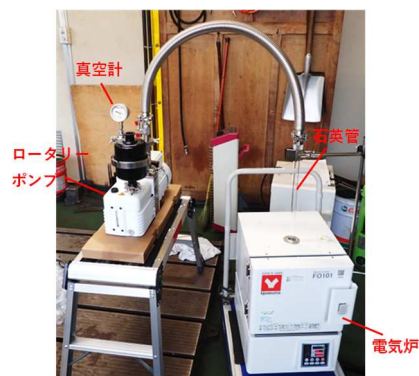


図1 熱処理装置（外観）

### 2. 熱処理装置の製作、評価

本研修では電気炉や真空ポンプなどを用いて、真空熱処理装置の製作を行った（図1参照）。その後、熱処理効果を確認するため、熱処理前後の試料にて硬さ試験やX線回折（XRD）分析を行い、材料物性値の変化を調べた。

表1 冷却速度と得られる効果<sup>[1]</sup>

種類	得られる効果	加熱温度	冷却方法	速度	状態
焼き入れ	硬質化、強度向上など	800℃程度	水冷	大	—
焼き戻し	内部応力の緩和、焼き入れ後の硬さの調整	400℃程度	空冷	中	②
焼きなまし	内部応力の除去、材料の軟化	700～900℃	炉冷など	小	③、④
焼きならし	微細組織の均一化、微細化	700℃程度	空冷	中	⑤

### 3. 熱処理の種類

主に炭素鋼を対象としたものではあるが、熱処理後の冷却速度と、得られる効果についてまとめたものを表1、図2に示す<sup>[1,2]</sup>。熱処理には大きく分けて、焼き入れ、焼き戻し、焼きなまし、焼きならしなどがあり、冷却方法、冷却速度の違いに伴い、得られる効果も変わってくる。焼き入れは材料の硬質化、焼き戻しは焼き入れとセットで行われることが多く、焼き入れ後の硬さ調整に用いられる。また焼きなましは材料の軟化処理に用いられ、焼きならしは金属組織の微細化・均質化を行う際に行われる。熱処理と微細組織の関係を表1の「状態」欄、図2の①～⑤項に示す。本研修では熱処理時の試料の酸化状態の確認の他、②回復（ひずみ除去）や③再結晶（結晶子の拡大）を伴う熱処理（焼きなまし）を行い、硬さ試験等の材料物性評価を行った。

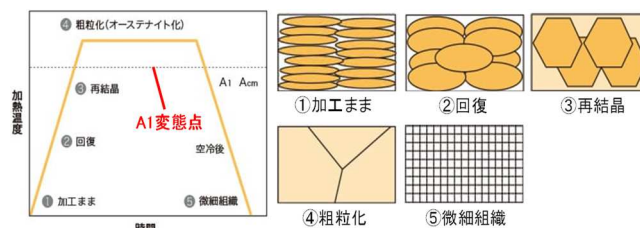


図2 炭素鋼による微細組織変化<sup>[2]</sup>

表2 熱処理条件（大気中）

材質（寸法）	熱処理条件	冷却方法（速度）
純Ti (20×20×t1mm)	600℃×1h	空冷（中）
	900℃×1h	空冷（中）

化を調べるため、純チタン（純Ti）を表2の条件で熱処理した後、外観確認、X線回折（XRD）分析を行った。図3には熱処理に伴う純Tiの外観写真を、図4にはXRD分析結果を示す。図3、4の結果より、600℃×1hの熱処理（表面が茶色）ではTi（PDF 00-044-1294）のピークが発生しており、900℃×1hの熱処理（表面が白色）ではTiO<sub>2</sub>（PDF 01-089-0554）のピークが発生した。参考文献<sup>[3]</sup>では、700℃からTiO<sub>2</sub>由来のピークが発生すると報

### 4. 大気中での熱処理

大気中での熱処理（酸化）に伴う材料物性の変

\* 第1技術室 機械システム班

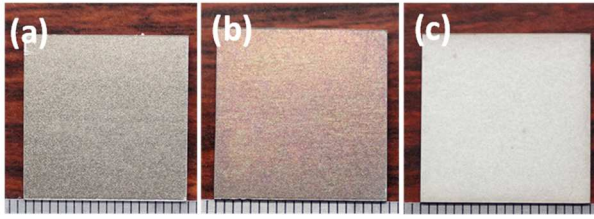


図3 純Tiの外観写真  
(a).熱処理前, (b).600°C×1h, (c). 900°C×1h

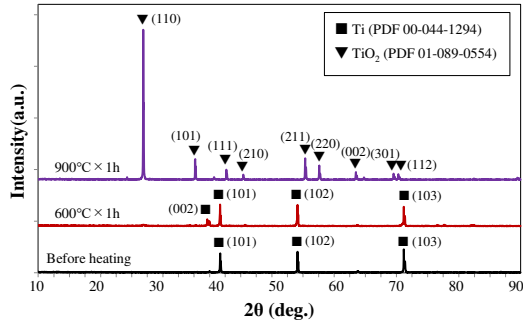


図4 純Tiの熱処理前後におけるXRD分析結果

告されている。本研修においても同じ傾向が確認された。

### 5. 真空熱処理

真空熱処理装置の検証を行うため、本研修では純アルミニウム（純Al）と炭素鋼（S50C）の焼きなまし処理を行った。表3には純AlとS50Cの焼きなまし条件を示す。

表3 焼きなまし条件

材質（寸法）	熱処理条件	冷却方法（速度）
純Al (8×8×t8mm)	350°C×1h	炉冷（小）
S50C (8×8×t8mm)	600°C×2h	炉冷（小）

純Alの焼きなまし（再結晶）温度は350°C程度<sup>[4]</sup>、またS50Cの焼きなまし（再結晶）温度は760~950°C程度で、ひずみが除去される回復の温度は450°C程度と報告されている<sup>[5]</sup>。従って、本研修における熱処理温度は、純Alでは再結晶温度である350°C、S50Cは再結晶と回復の中間温度である600°Cの条件で真空熱処理を行った(表3参照)。また焼きなまし中の試料の酸化を防ぐため、図5のように純AlとS50Cにジルコニウム箔（Zr箔）とタンタル箔（Ta箔）を巻いて、真空熱処理を行った。図6、図7に純AlとS50Cの焼きなまし後

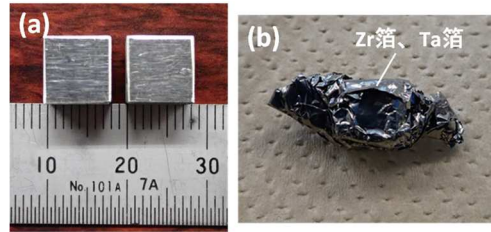


図5 試料の前処理  
(a).前処理前, (b).Zr箔とTa箔で包んだ状態

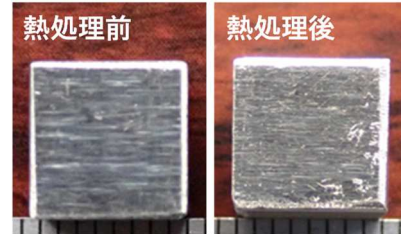


図6 純Al表面

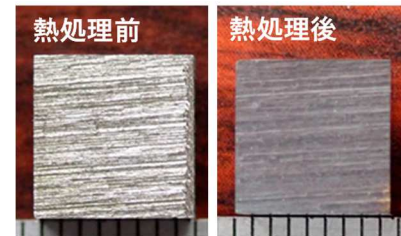


図7 S50C表面

の外観確認の結果を示す。純AlとS50CにZr箔とTa箔を巻いて焼きなましを行ったが、外観確認では純Alには特に変化が見られず、またS50Cのほうは試料表面が若干灰色に変色していた（酸化していた）。本研修ではロータリーポンプのみで真空引きを行い、熱処理を行っている。従って、ロータリーポンプの中真空（ $10^2 \sim 10^{-1}$ Pa）程度では600°C未満の温度でしか酸化せずに熱処理できないことが分かった。

### 6. XRD分析

真空熱処理後の試料のひずみ状態を確認するため、純AlとS50Cの焼きなまし前後のXRD分析を行った。図8、図9には、純AlとS50CのXRD分析結果を示す。純Alの場合、350°C×1hの焼きなましでは熱処理前と比べ、XRD分析結果に変化は見られなかった。一方でS50Cは600°C×2hの焼きなましに伴い、試料表面の酸化が認められたが、XRD分析ではFeのピーク（PDF 00-006-0696）が確認された。従って、S50Cの酸化はX線回折への影響が少ない試料表面深さ（ $\mu\text{m}$ オーダー）で起こっていると考えられる。また焼きなまし前後におけるXRDのピーク幅を確認すると、600°C×2hの焼きなまし後はXRDのピーク幅（半値幅）が細くなっていた。参考文献<sup>[6]</sup>では半値幅

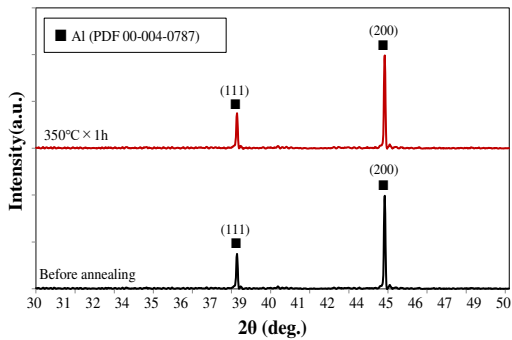


図8 純Alの熱処理前後におけるXRD分析結果

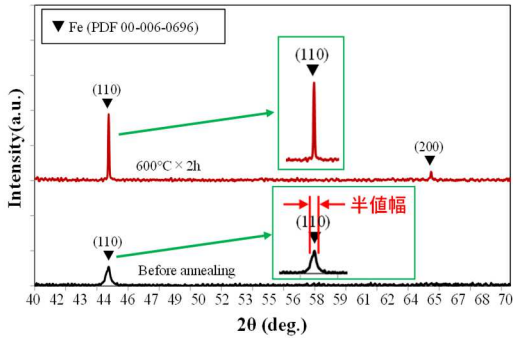


図9 S50Cの熱処理前後におけるXRD分析結果

は結晶子の大きさに影響し、結晶子サイズが小さいほうが半値幅は広がると報告されている（結晶子サイズが大きいと半値幅は小さくなる）。熱処理では②回復（ひずみ除去）の後、③再結晶（結晶子の拡大）が起こるため（図2参照）、半値幅の拡大から材料の軟化（再結晶）が起きていることが分かる。

## 7. ビッカース硬さ試験

純AlとS50Cの焼きなましの効果を確認するため、焼きなまし前後の試料をSiCペーパーによる研磨、並びにバフ研磨した後、表4の条件でビッカース硬さ試験を行った。図10にはビッカース硬さ試験時の圧痕写真を示すが、圧痕形状がはっきりと識別できることより、得られたビッカース硬さ値の信頼性が高いことが分かる。

表5には本研修にて得られた純AlとS50Cのビッカース硬さ値を、また図11、図12にはグラフ化したものを示す。表5、図11、図12の結果より焼きなましに伴い、純Alは約4割程度の硬さ値の減少が認められ、またS50Cは微減ではあるが約4%程度の硬さ値の減少が認められた。これらの結果より、本研修にて製作した真空熱処理装置により焼きなまし処理がうまく出来ていることを確認することができた。

表4 ビッカース硬さ試験条件

項目	数値
試験荷重 (kgf)	1
保持時間 (sec)	15
評価点数	5

表5 ビッカース硬さ試験結果

材質	焼きなまし前	焼きなまし後
純Al	31.8±0.04	19.3±0.12
S50C	200.2±1.22	193.6±1.48

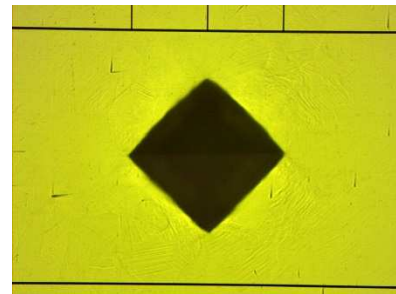


図10 ビッカース硬さ試験時の圧痕写真

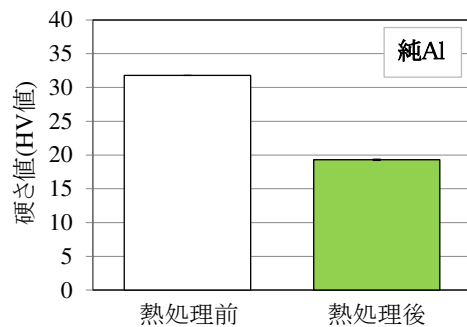


図11 純Alのビッカース硬さ値

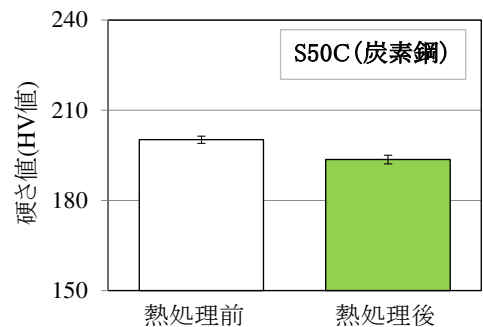


図12 S50Cのビッカース硬さ値

## 8. まとめ

今後の業務の効率化、技術部職員の分析スキルの向上なども兼ね、電気炉、真空ポンプを用いた真空熱処理装置の製作、並びに熱処理後の試料の外観確認、XRD分析、ビッカース硬さ試験を実施した。また熱処理効果に関する体系的な理解、そ

の後の評価手法について知識を深めることができた。

今後は本研修にて製作した熱処理装置を活用して、試料の前処理工程の高度化、分析業務の効率化を図る。

## 9. 参考文献

- [1]. KEYENCE, “ゼロから学ぶ熱処理の基礎 熱処理入門”.
- [2]. MISUMI, 技術情報 “炭素鋼の性質” .
- [3]. 近藤千尋, 奈良県産業振興総合センター 研究報告 No.46, (2020), p.21-23.
- [4]. <https://www.toishi.info/metal/yakinamashi.html>
- [5]. <http://sugahara-netsushori.net/yakinamashi.html>
- [6]. 早稲田嘉夫など, “X線構造解析”, 内田老鶴圃, p.122-123.



## μTCA 及び DAQ-Middleware を用いたデータ収集機構の開発

戸澤 理詞\* 伊藤 雅基\*

### 1. 研修背景・目的

μTCA は、コンピュータの物理的・論理的仕様を定めた規格である ATCA 規格から派生した、小型のボードの仕様を定めた規格であり、高エネルギー物理分野で広く使用されている。派遣先研究室である素粒子・原子核実験グループでは、これまでも μTCA 規格に準拠したハードウェアによるデータ収集が行われてきたが、セットアップの一部を変更したことにより、プログラムの更新が必要となった。

本研修では、ソフトウェアとして DAQ-Middleware を利用し、放射線検出器からのデータ収集機構を開発することを目的として、プログラムの作成を行った。

### 2. データ収集環境

#### 2.1 ハードウェア

##### 2.1.1 ATCA と μTCA

通信事業者向けコンピュータの物理的・論理的な仕様を定めた規格である ATCA (Advanced Telecommunications Computing Architecture) 規格は、データ転送の並列化や回路の多チャンネル

化が可能といった特長がある。一方で、サイズや消費電力の大きさのため、導入に係る初期コストが大きいという問題があった。そこで、小型のボードのみでシステムを構成できるように、μTCA (Micro Telecommunications Computing Architecture) 規格が策定された。

ATCA と μTCA の構成を図 1 に示す。ATCA シェルフは、ATCA ブレードを挿入できるように設計されており、ATCA 向けメザニンカードの規格である AMC (Advanced Mezzanine Card) を使用する場合は、キャリアブレードに装着した上で挿入する。μTCA は、この AMC を、キャリアブレードを介さずに直接シェルフに挿入できる規格である。

##### 2.1.2 ハードウェアセットアップ

今回、開発を行ったハードウェアのセットアップを図 2 に示す。μTCA シェルフは、MCH (MicroTCA Carrier Hub) 1 台と AMC モジュールを最大 6 台まで挿入できる。MCH は、Shelf Management Controller 機能と LAN スイッチ機能を備えたもので、これにより、シェルフの制

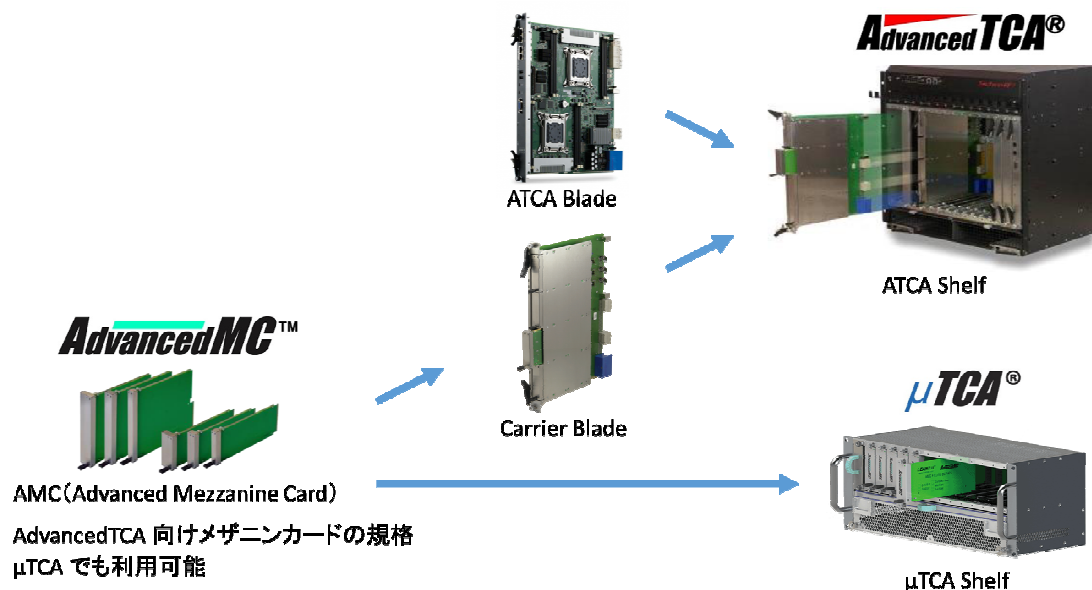


図 1 ATCA と μTCA の構成

\* 第 2 技術室 物理計測班

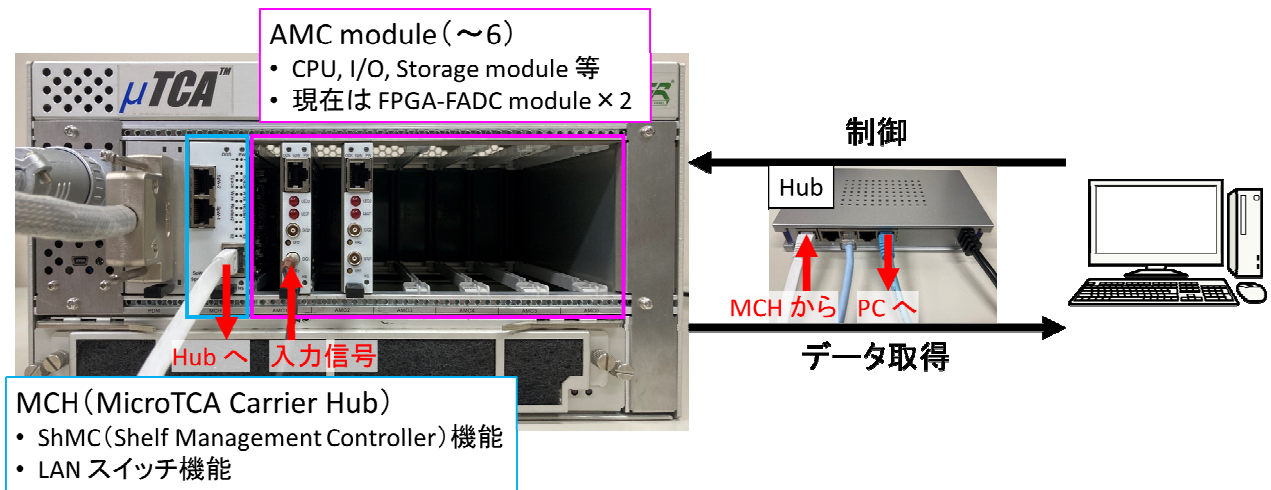


図2 ハードウェアセットアップ

御及び PC との通信を行う。AMC モジュールとしては、現在は FPGA-FADC モジュールを 2 台挿して、最大 4ch の信号を同時に取得できるようになっている。

## 2.2 ソフトウェア

### 2.2.1 DAQ-Middleware の概要

DAQ-Middleware は、DAQ コンポーネントと呼ばれるソフトウェア・コンポーネントを組み合わせることで、容易にシステムを構築することができるソフトウェア・フレームワークであり、起動後に取りうる状態や状態間の遷移で呼び出される関数を、各コンポーネントに実装することで構築していく。

DAQ-Middleware の概要図を図 3 に示す。DAQ-Middleware では、複数の DAQ コンポーネントでデータ収集を行い、DaqOperator でコンポーネントを統括する。DaqOperator は、XML 形式で書かれたシステムコンフィギュレーションファイルを読み込むことで、使用するコンポーネントやコンポーネント間の接続情報を把握し、他の上位システムからの指示によって動作する。ラン毎に変わるパラメータは、コンディションファイルとして XML 形式で記述した後、コンポーネントにかかる構文解析処理の負荷を軽減するため、JSON 形式に変換しておく。各コンポーネントは、JSON 形式で書かれたファイルを読み込み、パラメータを取得する。

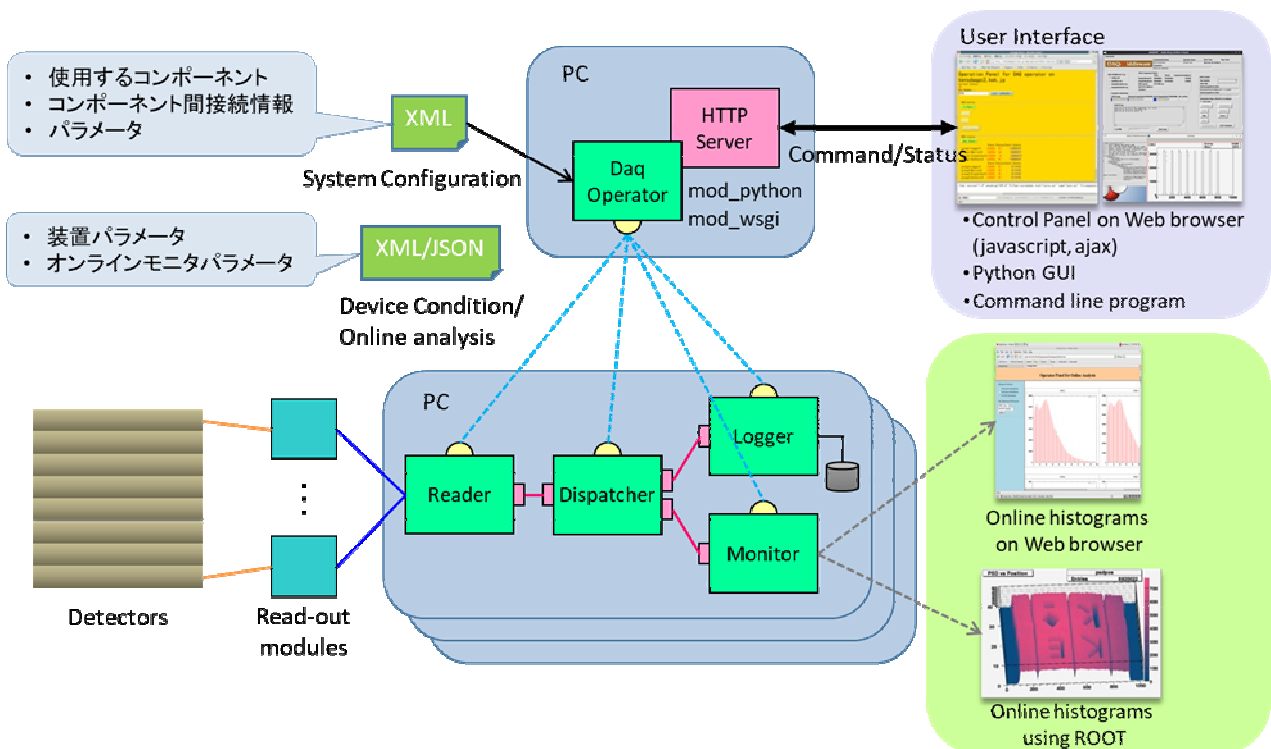


図3 DAQ-Middleware 概要図

## 2.2.2 DAQ コンポーネントの構成

現在、派遣先研究室で組んでいる DAQ コンポーネントの構成図を図 4 に示す。

FADC で取得したデータを読み取る MtcaReader, データを Logger (全データ) と Monitor (best effort) へ送る MtcaDispatcher, データをファイルに書き込む MtcaLogger, データから図を作りオンラインモニターに表示する MtcaMonitor の 4 つのコンポーネントで構成されており, 各コンポーネントに接続された DaqOperator から, データ収集開始, 終了等のコマンドを送ることで, ランコントロールを行う。

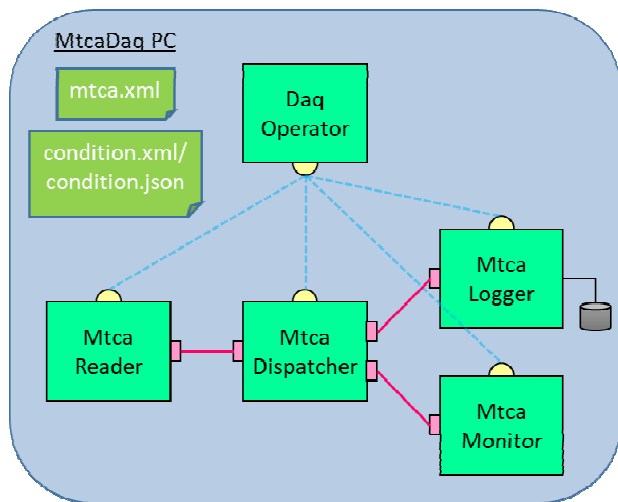


図 4 DAQ コンポーネント構成図

## 2.2.3 コンポーネントの状態及び遷移

DAQ-Middleware における状態遷移図を, MtcaReader で呼び出す関数とともに図 5 に示す。各コンポーネントは起動している間, 図 5 中央に示した状態 (LOADED, CONFIGURED, RUNNING, PAUSED) の内のいずれかの状態にあり, DaqOperator からコマンドを送ることによ

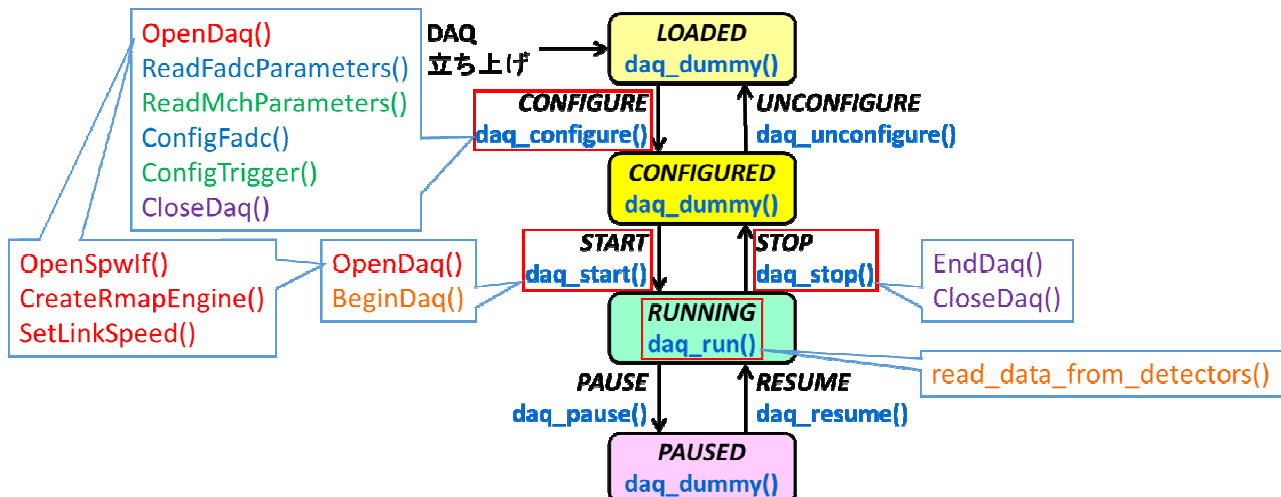


図 5 DAQ-Middleware 状態遷移図

り, 状態間を遷移する。

各状態及び状態間の遷移には関数が定義されている。一つの状態にある間は, その状態における関数が繰り返し実行され, 遷移する際は, その遷移に定義された関数が一度だけ実行される。

例えば, コンポーネントがプロセスとして走り出した直後は LOADED 状態であり, CONFIGURE コマンドを送ると daq\_configure() 関数が一度だけ実行され, CONFIGURED 状態に遷移する。START コマンドを送ると RUNNING 状態に遷移し, 次に PAUSE または STOP コマンドを送るまで, daq\_run() 関数が繰り返し実行される。

DAQ-Middleware では, 各コンポーネントにこれらの関数を実装することで, プログラムを構築していく。

## 3. プログラムの編集

図 4 に示した 4 つのコンポーネントの内, 今回のセットアップ変更に関係するのは MtcaReader と MtcaMonitor であり, プログラムの編集は主にこの 2 つのコンポーネントについて行った。

### 3.1 MtcaReader コンポーネント

FADC で取得したデータを読み取る MtcaReader については, データ取得を行うサンプルプログラムの内容を関数の形にして, 図 5 の吹き出しで示す位置で呼び出すようにプログラムを作成した。

サンプルプログラムの内容は, ①ルーターの設定, ②FADC の設定, ③トリガーモジュールの設定, ④データ収集, ⑤データ収集の停止で

あり、それぞれで行っている内容を細分化した上で関数化し、各呼び出し位置に振り分けた。

プログラムとしては、一つの波形データに対して、DAQ コンポーネントのシーケンス番号、Request Trigger, Accept Trigger, タイムスタンプ等の情報をヘッダーに入れ、後段のコンポーネントへ送るようにした。限られたデータ量の中で必要な情報を効率的に送るため、波形データに関して、前半は1点2nsecのデータ、後半は複数点の和のデータとして取得している。前半の点数及び後半の足し合わせる点数については、パラメータとして変更可能であり、現在は、前半を256点(512nsec)分、後半を32点(64nsec)の和のデータとして取得するように設定している。

### 3.2 MtcaMonitor コンポーネント

データから図を作りオンラインモニターに表示する MtcaMonitor については、以前のセットアップで使用していたプログラムの内容解読と計算方法の確認を行い、オンラインモニターで表示していたものを再現するようにプログラムを作成した。オンラインモニターの描画には、CERN によって開発が行われている、データ解析環境及び関連するライブラリ群である ROOT を採用した。

以前のプログラムについて内容解読を行ったところ、オンラインモニターには、①波形データの前半(細かい波形データ(2nsec/点))、②波形データの全体(細かい波形データ+粗い波形データ(複数点の和))、③トリガーレート、④イベント間の時間差、⑤ADC値を表示していたことがわかった。それぞれについて計算方法の確認を行い、図6に示すようにオンラインモニター画面を再現した。

①波形データの前半及び②波形データの全体については、2nsec/binのヒストグラムに、取得した波形データの値を詰めていくことで再現した。複数点の和としてデータを取得している後半については、足し合わせている点数で割ることで平均値を求め、その値を点数分詰めるようにした。

③トリガーレート及び④イベント間の時間差については、ヘッダーに入れた Request Trigger, Accept Trigger, タイムスタンプの情報を使用し、それぞれ一つ前のイベントとの差を計算することで値を求め、トリガーレートは時間変化に対する値、時間差はヒストグラムに詰めた結果と

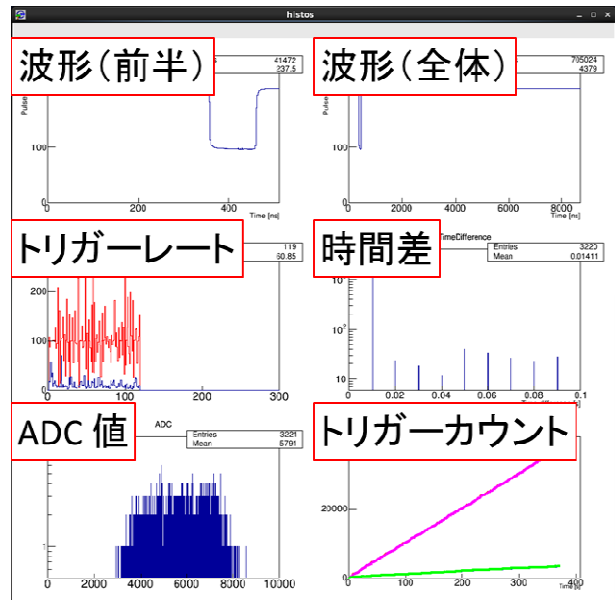


図6 オンラインモニター画面

して表示した。

⑤ADC値については、波形の取り始めから50点目までの平均値をペダスタルとして求めた上で、波形の前半と後半それぞれで、ペダスタルとの差の積分値を計算し、その和をヒストグラムに詰めることで表示した。

また、③トリガーレートについて、より詳細に調査できるようにするため、トリガーカウンタ(Request Trigger, Accept Trigger)の時間変化も表示するようにした。

## 4. まとめ

$\mu$ TCA規格に準拠したハードウェアによるデータ収集機構において、新しいセットアップに対応したプログラムの開発を行った。ソフトウェアとしてはDAQ-Middlewareを利用し、主にMtcaReaderコンポーネントとMtcaMonitorコンポーネントについて、以前のプログラムに編集を加えることで、新しいセットアップでのデータ収集を実現することができた。

## 謝辞

本研修を実施するにあたり、データ取得を行うサンプルプログラムを作成いただいた、大阪大学放射線科学基盤機構 能町正治特任教授に深く感謝申し上げます。

## 参考文献

- [1] 千代浩司, DAQ-Middleware 1.4.4 開発マニュアル, 2019年7月  
<https://daqmw.kek.jp/docs/DAQ-Middleware-1.4.4-DevManual.pdf>



## 溶液 NMR を用いた生体・合成高分子の構造解析

山田 美空\* 宮川 しのぶ\* 井波 真弓\* 山口 綾香\*

### 1. はじめに

有機化合物・高分子化合物の構造決定には、赤外分光法や質量分析法など様々な分析手法が用いられており、核磁気共鳴 (NMR) 分光法もそのひとつである。NMR は測定できる試料の状態によって溶液 NMR と固体 NMR があり、溶液 NMR は本学でもよく利用されている。NMR 装置は測定方法が多岐にわたり、得られる情報量も多いことから幅広い分野での使用が可能であるが、同時に測定・解析が複雑である測定方法も多い。今後の様々な分析依頼業務において、本装置の測定・解析技術の習得は有用である。

そこで本研修では、溶液 NMR の学習と多様な試料に対する測定・解析技術の習得を目的とし、低分子の有機化合物をはじめ、生体・合成高分子を用いた構造解析を行った。

### 2. NMR 装置の概要

NMR 装置は、Nuclear Magnetic Resonance の略であり、原子核が持つ核スピンのエネルギー (電磁波) の吸収と放出現象を観測する装置である。たとえば、 $^1\text{H}$  核や  $^{13}\text{C}$  核を磁場におくと、核スピンは2つのエネルギー準位へ分裂する。

このとき、エネルギー準位の差に相当する電磁波が照射されると共鳴が起こって、エネルギーが吸収される。この共鳴周波数は、同じ核でも置かれる環境によってわずかに変化する。そのため、基準物質の核の共鳴周波数との差を化学シフトで表し、相対的な位置情報を読み取ることによって、構造情報を得ることができる<sup>1)</sup>。

図1に一次元 (1D) NMR と二次元 (2D) NMR の概要を示す。最も簡単で、よく使用されている 1D NMR スペクトルは、単数の核種の化学状態の情報を取得する。化学シフト (測定核の化学的な環境情報)・積分強度 (測定核の存在比)・スピン結合 ( $J$  値) などの情報から構造解析を行う。

一方、2D NMR スペクトルは、1D NMR では取り出せない、あるいは可視化できない情報を二次元平面に移して分かりやすくするものである<sup>1)</sup>。とくに、複数の核種間の化学的関係性に関する情報 (化学結合を介したカップリング ( $J$ )・空間を介したカップリング (NOE)・化学交換)の取得に有利である。しかし、2D NMR 法の測定・解析方法は、理解が難しく、検討しなければならない要素も多いため複雑である。

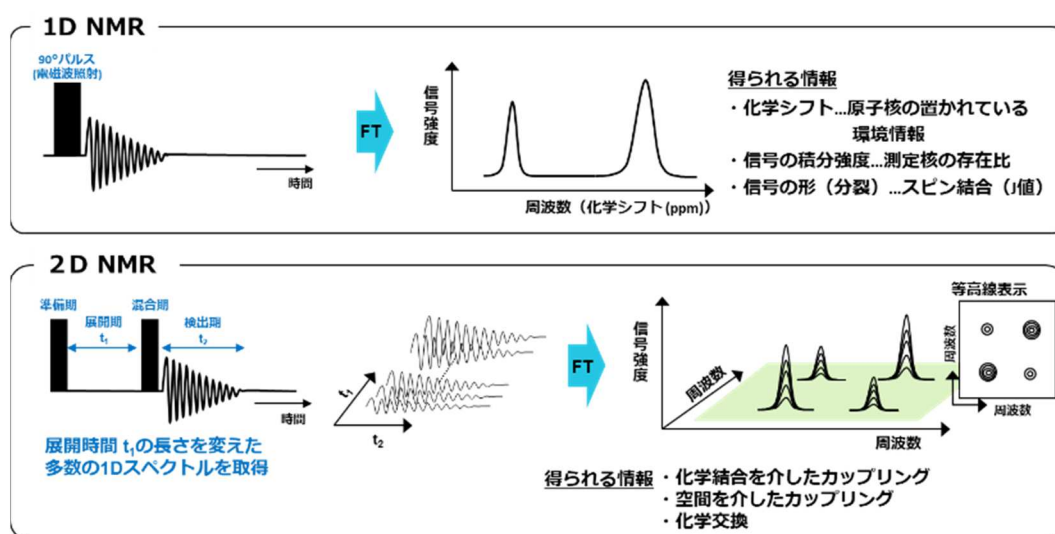


図1 一次元(1D) NMR および二次元(2D) NMR の概要<sup>1, 2)</sup>

\* 第二技術室 化学計測班

そのため、よく測定される代表的な 2D NMR の分析技術ならびに測定データの構造解析技術の習得ができれば、今後の分析業務の幅が広がる。そこで本研修では、以下に示す 3 つの試料にて NMR 測定と構造解析を行った。

1. 低分子量の有機化合物の構造解析
2. 生体高分子 (家蚕絹) の溶液中の構造解析
3. 合成高分子の立体規則性評価

### 3. 実験方法および試薬

本研修で使用した NMR 装置は、JEOL 社製 JNM-ECA-600 である。プローブは 5 mm 溶液測定用を使用した。

使用した試薬および測定条件などを以下に示す。溶液 NMR 測定では、試料を溶かす溶媒として分子中の水素原子 ( $^1\text{H}$ ) が重水素  $\text{D}$  ( $^2\text{H}$ ) に置換された重水素化溶媒を用いる。これは測定を行った際、溶媒のピークも観測されるのを防ぐためである。重水素化溶媒に溶かした各試料溶液を試料管に約 0.6 mL 加え、装置内へ導入し、測定を行った。

#### 試料調整条件

- メントール
- リナロール

溶媒：重クロロホルム ( $\text{CDCl}_3$ )

濃度：100 mg/mL

測定手法：1D NMR ( $^1\text{H}$ ,  $^{13}\text{C}$ , DEPT),

2D NMR (HSQC, COSY, NOESY, HMBC)

- 家蚕絹再生スポンジ

溶媒：DMSO ( $d_6$ ), HFIP ( $d_1$ ), ギ酸 ( $d_1$ )

濃度：50 mg/mL

測定手法：1D NMR ( $^1\text{H}$ ,  $^{13}\text{C}$ ),

2D NMR (HSQC, COSY, NOESY, HMBC)

- ポリプロピレン (PP)

溶媒：重 *o*-ジクロロベンゼン ( $d_4$ )・*o*-ジクロロベンゼン混合溶液 (25/75 v/v)

濃度：100 mg/mL

試料調整条件については検討できたが、装置の都合により測定は実施できていない。

本研修で用いた 2D NMR 測定法の概要を以下に示す<sup>2)</sup> (図 2)。

#### $^1\text{H}$ - $^{13}\text{C}$ HSQC

(Heteronuclear Single Quantum Correlation) :  
H-C の直接結合の相関を取得する。結合情報を直感的に把握しやすく、構造解析の起点によく用いられる。

#### $^1\text{H}$ - $^1\text{H}$ COSY (CORrelation SpectroscopY) :

*J* 結合を介した 2 つの H 間の相関を取得する。主に隣接水素の解析に利用される。

#### $^1\text{H}$ - $^{13}\text{C}$ HMBC

(Heteronuclear Multiple Bond Correlation) :  
2~3 結合離れた (ロングレンジ) C-H 間の相関を取得する。

#### $^1\text{H}$ - $^1\text{H}$ NOESY

(Nuclear Overhauser effect and Exchange SpectroscopY) :

結合数とは無関係に空間的に近接している (~5Å) 核間の共鳴を観測する。分子の立体配置を決定する上で有用な情報を与える。

HSQC		1 bond CH
COSY		3 bonds HH
HMBC		2 or 3 bonds CH
NOESY		HH NOE

図 2 本研修で用いた 2D NMR 測定法

### 4. 低分子量の有機化合物の構造解析

NMR 測定による構造解析を行うにあたり、低分子有機化合物であるメントールを用いて研修を行った。測定ごとにパラメーターの最適化を行うことで、1D NMR 3 種、2D NMR 4 種の計 6 種類の測定から良好な NMR スペクトルを観測することが出来た。パラメーターの最適化が行われていない状態での測定でもスペクトルは得られるが、目的のピークが観測されないことがあったため、最適化の必要性を感じた。得られたスペクトルは、図 3 に示す手順にてパズルアサイメント解析を行った<sup>3)</sup>。

まず、 $\text{C}_{10}\text{H}_{20}\text{O}$  という分子式の情報のみが与えられているとして、不飽和度を求めた。不飽和度から環や二重結合などの数を推定した。この

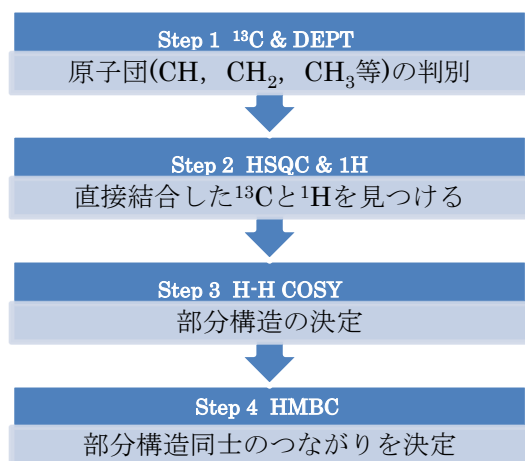


図3 構造解析法の流れ

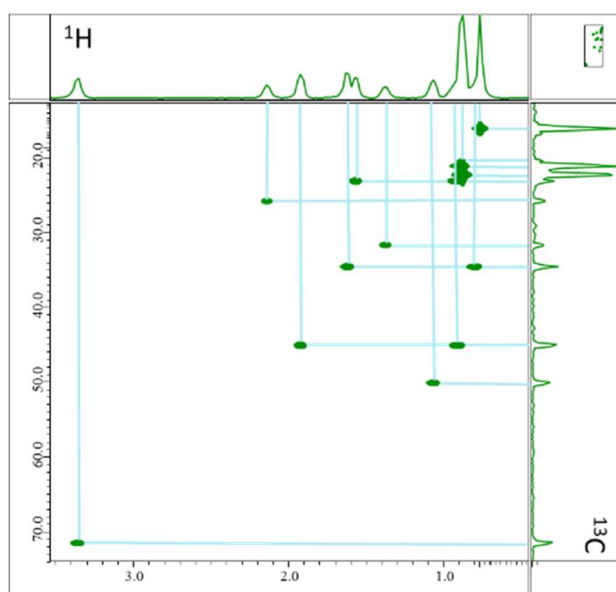


図4 <sup>1</sup>H-<sup>13</sup>C HSQC スペクトル

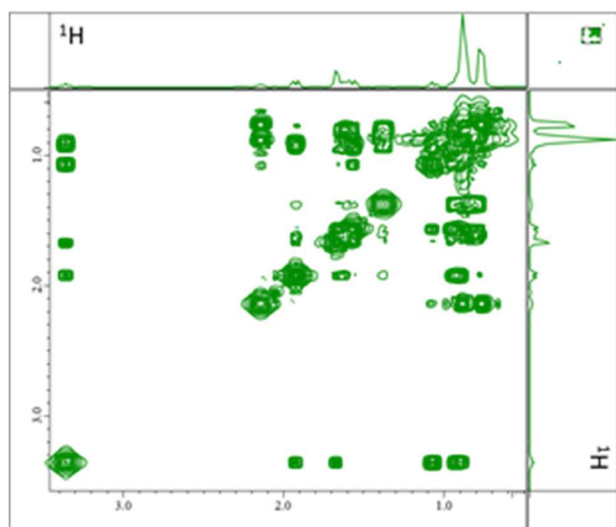


図5 <sup>1</sup>H-<sup>1</sup>H COSY スペクトル

化合物の不飽和度は1であったため、環が1つまたは二重結合が1つ含まれる構造であると推

定できる。次に、原子団の判別を <sup>13</sup>C NMR と DEPT にて行った。DEPT では、水素原子の結合数を区別した測定ができるため、得られた結果から原子団の判別を行った。その後、2D NMR スペクトルで直接結合した <sup>1</sup>H と <sup>13</sup>C を関連づけるため、HSQC 測定を行った。

図4に示すように、<sup>1</sup>H と <sup>13</sup>C NMR スペクトルにてそれぞれのピークを関連付けた。その後、COSY 測定にて炭素骨格をつなぎ、部分構造を推定した。実際に測定した COSY スペクトルを図5に示す。想定していた3結合の相関ピークだけでなく、より離れた結合間の相関ピークも出現したため、直接結合に由来する相関ピークとの判別が困難であった。最後に、部分構造同士をつなげるため、ロングレンジの <sup>1</sup>H-<sup>13</sup>C 相関を観測する HMBC 測定を行った。HMBC では、2 または 3 結合離れた結合の相関ピークが観測される。COSY スペクトルから部分構造の決定に至らなかったため、HMBC スペクトルと <sup>1</sup>H NMR スペクトルの情報から部分構造とそのつながり、そして最終構造の決定を行った。

手順にそって解析を進めていく中で、想定よりもピークが多く観測される、またはピークが観測されない測定もあり、最終構造の決定を行うのが困難であった。また、測定の際のパラメーター設定が適切ではなく、きれいなスペクトルが得られず、測り直しを行った測定方法もあった。これまで、未知試料の構造解析を目的とした測定と解析を一から行う機会があまりなかったが、今回の研修を通して構造解析の手順や、測定の際に注意すべき点などを身に付けることが出来た。

### 5. 生体高分子(家蚕絹)の溶液中での構造解析

生体高分子は、低分子量の有機化合物と比較して複雑な NMR スペクトルを示すとともに、溶解する溶媒によって示す立体構造が異なる特徴をもつ。本研修では、家蚕絹に着目し、溶媒の種類によってどのような二次構造を示すか比較検討した。家蚕絹の二次構造の推定には、以下に示す2種類の解析法を用いた。1つ目は、1D NMR にて <sup>13</sup>C NMR 測定を行い、文献を参考に化学シフトの変化から二次構造を予想する方法である。核の周りの電子の状態は化学的な環境の変化により変わるため、構造や官能基によって周波数すなわち化学シフトのずれとして観測される<sup>1)</sup>。つまり、各溶媒中で二次構造が異

なる場合、化学的に異なる状態で存在していることになるため、化学シフト値の変化として観測される。本研修では、各溶媒中における  $^{13}\text{C}$  NMR にてアミノ酸残基の主鎖由来の化学シフト値の文献情報を基に、二次構造を解析した。その結果、ギ酸中では二次構造を取らずランダムコイル構造、HFIP と DMSO 中では  $\alpha$ ヘリックス構造をとっていると推定された。

2つ目は、2D NMR 測定を行い、相関ピークから二次構造の推定を行う解析方法である。まず、 $^1\text{H}$  NMR スペクトルのそれぞれのピークについて帰属を行った。帰属の際に HSQC と HMBC の測定も行った。その後、COSY と NOESY を比較して、直接結合による相関ピークなのか、空間的に近くに存在しているための相関ピークなのかを判別した。この時、 $\alpha$ ヘリックス構造をとっている場合、アミノ酸配列の  $i$  番目と  $i+3$  番目のアミノ酸が空間的に近い構造をとるため NOESY にのみ相関ピークが現れる。

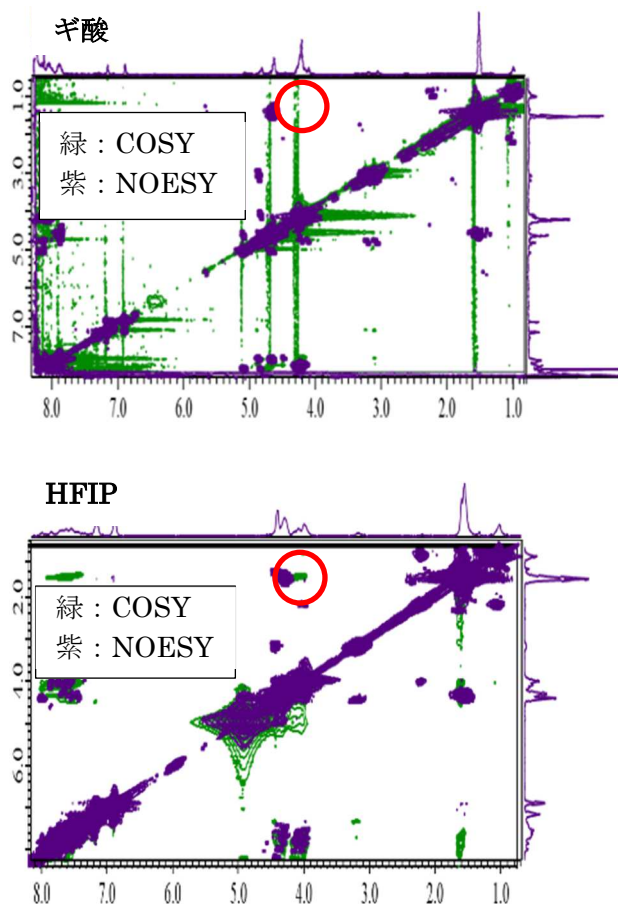


図6 溶媒ごとのスペクトル比較

以上の解析を3種類の溶媒でそれぞれ測定・解析を行った。ギ酸とHFIPについて結果を図6に示す。ギ酸中ではNOESYにのみ得られるピ

表1 家蚕絹の溶媒ごとの二次構造

溶媒	二次構造
ギ酸(FA)	ランダムコイル
HFIP	$\alpha$ ヘリックス
DMSO	$\alpha$ ヘリックス

ークが検出されず、HFIPでは検出された。HFIP中にて観測された空間的に近接している相関ピークは、SerとAla、GlyとAlaであり、家蚕絹のアミノ酸配列の  $i$  番目と  $i+3$  番目の関係をもつアミノ酸残基であった。このことから、表1に示すように、ギ酸中ではランダムコイル構造、HFIP、DMSO中では $\alpha$ ヘリックス構造を取ることが示され、これは1つ目の解析法での結果とも一致した。

今回、家蚕絹を用いて生体高分子のNMR測定・解析を行った。高分子であるため、低分子の構造解析とは異なる捉え方であることを改めて実感した。

## 6. まとめ

本研修を通して、NMR法の概要や2D NMR法を用いた測定・解析手法を修得した。低分子量の有機化合物やタンパク質について測定・解析を行うことで、測定の際の検討事項の最適化や、そのデータを用いた構造解析が可能となった。また、高分子のNMR構造解析は応用範囲が広いと、今後、さらに研修を行い技術の向上に努めたい。

## 謝辞

本研修の実施にあたり、NMR装置の使用許可を頂きました産学官連携本部 本部長 米沢晋教授をはじめ産学官連携本部のスタッフの皆様、ご指導いただきました工学系部門生物応用化学講座 鈴木悠准教授に感謝申し上げます。

## 参考文献

- 1) 安藤喬史ら，“これならわかるNMR”，化学同人(1999)。
- 2) (株)東ソー分析センターHP，“【技術資料】NMR入門講座” <http://www.tosoh-arc.co.jp/techrepo/files/tarc00737/t2210n.html>
- 3) JEOL ウェビナー資料，“基礎型NMRユーザーミーティング”(2021)



## レーザー加工機を用いた平面及び多軸加工技術の修得

橋 和希\* 山森 英智\* 内山 裕二\* 川崎 孝俊\*\* 青山 直樹\*\*\*

### 1. 研修背景

先端科学技術センターの精密工作部門では、福井大学内の各研究室、機関等から設計・製作の依頼を委託作業という形で受けている。年々、高度な加工技術を要するものや、短納期のものが増えてきており、当センター所有の炭酸ガスレーザー加工機の使用が求められている。炭酸ガスレーザー加工機を用いた委託作業の内容は、平面加工が主ではあるが、中には多軸加工を要するものもあり、特に福井大学フォーミュラカー製作プロジェクト(以下、FRC)から毎年短納期で大量の製作の依頼を受けている。しかし、現在炭酸ガスレーザー加工機にて多軸加工を行える人材に限られている。この結果、技術支援に僅かではあるが支障をきたしている。これを解決するためには、炭酸ガスレーザー加工機を活用できる人材を育成し、持続可能な技術支援体制を構築することが不可欠である。

本研修では若手職員への技術・技能継承を主たる目的とし、炭酸ガスレーザー加工機に関わる動作プログラム作成技術、操作技術等の技術修得を行った。

### 2. 炭酸ガスレーザー加工機とは

炭酸ガスレーザー加工機の原理は、発振器においてCO<sub>2</sub>を励起させ、レーザー光を発生させる。その光を反射鏡によって90°曲げた後、レンズで収束させ、熱エネルギーを集中させる。その状態で機械を動かすことで目的の形状に切断する。

(図1)また、加工する際はアシストガスを吹き付ける。アシストガスの役割は、主に熔融物の除去、酸化反応熱の生成等である。

炭酸ガスレーザー加工機の特徴は、高速で切断加工が行えるだけでなく、従来の切削加工では困難な形状の加工が容易にできることである。

本研修で使用する炭酸ガスレーザー加工機は、

直交軸3軸(前後/左右/上下)と回転軸3軸(回転/傾斜/回転)を有する機械である。制御軸が多いため、板材の平面加工以外にも、切断面を斜めにすることやパイプの切断加工も可能である。その一方、機械・治具等の干渉リスクが高まり、加工の難易度は上昇する。そのため、レーザー加工機の動作プログラムは、PC上で機械や機器の干渉をシミュレートしながら加工プログラムを作成する必要性があり、CAM(Computer Aided Manufacturing)やシミュレータを用いる。

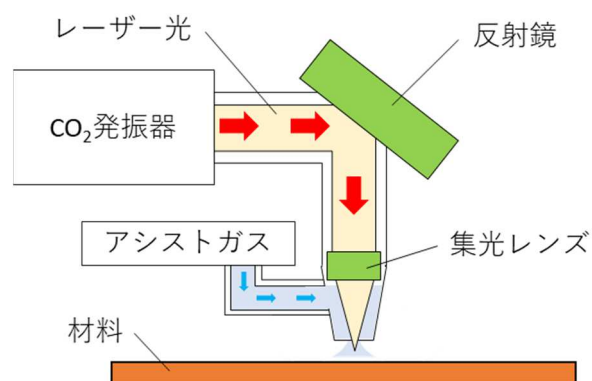


図1 炭酸ガスレーザー加工機の仕組み

### 3. 研修内容

#### 3.1 2D-CAD/CAMの使用法の習得

はじめに、2D-CAD/CAMの基本操作ならびに板材を用いた平面加工を習得するため、実践研修を実施した。その内容は、2D-CADを用いて作成した独自の2Dモデルを対象に、2D-CAMを用いて加工プログラムを作成し、実加工を行った。作成した独自の2Dモデルは、ABCDという文字が入ったカード型のデザインである。加工は、ABCDの文字の線に沿って文字の切り抜きを行い、外側の枠の線に沿って板からカード型に切り抜きを行った。製作した工作物を図2に示す。図2に示すように、2D-CADで設計したモデルと実機にて製作した工作物で形状が異なった。加工の際、設計したモデルの線に沿ってレーザーを照射して切断を行うため、図2に示すような設計では加工時に囲まれた部分がすべて切り落ちてしまう。そ

\* 第1技術室 機器開発・試作班

\*\* 工学部技術部

\*\*\* 第3技術室 システム設計班

のため、レーザー加工用に作成する 2D モデルは、加工時に図形がすべて切り落ちないように、それぞれを閉じた図形要素（一筆書きで描ける図形）の集合体にする必要がある。2D モデルを修正し、再度実加工を行った。製作した工作物を図 3 に示す。

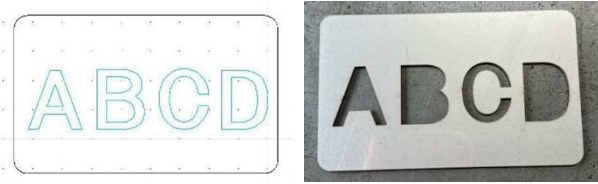


図 2 2D-CAM 加工用モデル  
(左：2D モデル，右：工作物)

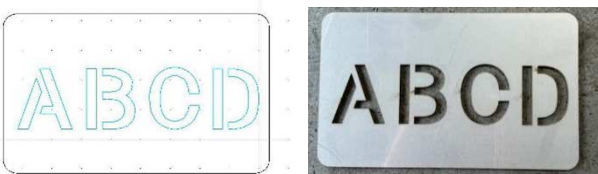


図 3 修正後 2D-CAM 加工用モデル  
(左：2D モデル，右：工作物)

### 3.2 多軸加工の習得 角パイプ

多軸加工は、丸パイプ及び角パイプ材の切断や、円周上及び複数の面の加工を一回の段取り作業で行うことが可能である。また、工作物を載せ替える段取り作業を削減し、段取り時間を含めた総加工時間を短縮することができる。本項の研修では、角パイプ材料における多軸加工を習得するため、実践研修を実施した。内容は、3D-CAD を用いて作成した独自の 3D モデルを対象に、3D-CAM を用いて加工プログラムを作成し、実加工を行った。作成した独自の 3D モデルは、材料の各面に丸、長穴が開いたデザインである。加工は、チャックを 90°毎に回転させ面を割り出し、各面においてレーザーを垂直に照射させて丸、長穴の切り抜きを行い、チャックを 360°回転させながらレーザーを照射させて切断を行った。実際に製作した工作物を図 4 に示す。ここで、角パイプ材の加工における平面加工と多軸加工の違いについて、図 4 に示す工作物を用いて説明する。本加工を平面加工で行おうとした場合、加工する面をそれぞれレーザー方向に向けさせるために段取り替えを複数回行う必要があり、また段取り替えによる取付け誤差の影響から加工精度も悪化してしまう。多軸加工では、回転軸を回転させ、加工する面をレーザー方向に向けさせて加工することが可能であるため、効率よく加工ができる。



図 4 角パイプ加工用モデル

### 3.3 多軸加工の習得 丸パイプ

本項の研修では、丸パイプ材料における多軸加工を習得するため、実践研修を実施した。内容は、3D-CAD を用いて作成した独自の 3D モデルを対象に、3D-CAM を用いて加工プログラムを作成した。作成した独自の 3D モデルは、材料の円周上に FUKUI という文字と福井大学の学章が入っており、両端はそれぞれフラットな切断面と斜めの切断面のデザインである。加工はチャックを回転させながら円周上にレーザーを照射させて文字と学章の切り抜きを行い、チャックを 360°回転させながらレーザーを照射させて片方の端をフラットに切断、もう一方はチャックを 360°回転させながらレーザーヘッドを傾けてレーザーを照射させ断面が斜めになるように切断を行った。実際に製作した工作物を図 5 に示す。多軸加工において、CAM 上で加工方法を設定して加工プログラムを作成することは非常に重要で、この作業を適正に行うことが実機で加工を円滑に進めることにつながる。一方、この作業に手抜きが生じてしまうと、実機で加工する際、機械の干渉が発生し機械に大きな損傷をもたらす可能性があるため、注意が必要である。本加工では、図 6 に示すようにレーザーヘッドを傾けながら加工している。そのため、実加工の前に CAM 上でレーザーヘッドの傾斜角度を正しく設定し、シミュレータを用いて干渉確認を実施した。



図 5 加工用モデル

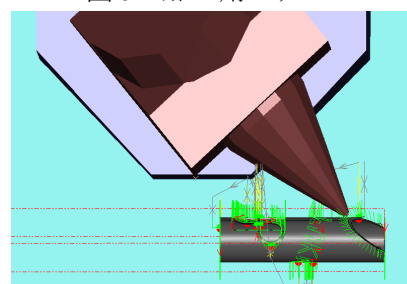


図 6 加工シミュレーション

### 3.4 作業台の製作

本研修では、平面加工と多軸加工を用いて作業台の製作を実施した。まず、3D-CAD を用いて各 부품の 3D モデルを作成した。次に、2D、3D-CAM を用いて各 부품の加工用プログラムを作成し、実加工を行った。加工後、仕上げ作業として、ヤスリ、グラインダーを使用し、ドロスを除去した。その後、各部品を組み合わせ、溶接作業にて接合を実施した。製作した部品を図 7 に、製品を図 8 に示す。本研修の部品の加工では、板の加工と角パイプの加工を行った。加工の結果、角パイプの加工において長穴加工の位置がずれてしまうという不具合が発生した。該当モデルは、外径サイズ角 21×21mm、全長 700mm と細長い製品である。加工は、材料をチャックから約 800mm 突き出した状態でクランプし、材料の先端付近とチャック付近の 2 箇所的位置で長穴の切り抜きを行い、その後工作物の全長が 700mm になるように切断を行った。加工不良が発生した箇所は材料の先端付近の部分であり、チャックから約 780mm 突き出した位置である。

(図 9) 実際に製作した工作物を図 10 に示す。設計モデル通りの加工であれば幅の中央に長穴が開いている部品であるが、図 10 に示すように、長穴の位置が幅の中央からずれている。材料の突き出し量が長い状態で加工する場合、材料の先端側が自重で下がり、材料がまっすぐになりにくく、加工をする際に芯ずれによって同軸度を満たさない恐れがある。そこで、専用の治具を用いて材料の保持を行い、その状態でダイヤルゲージにて高さと側面の平行を確認、確認後チャック及び専用治具の調整を行い、芯出しを行った。芯出し後、再度実加工を行った。製作したモデルを図 11 に、芯出しの様子を図 12 に示す。芯出しの結果、図 11 に示すように幅の中央に長穴をあけることが可能であった。



図 7 部品



図 8 組み立て

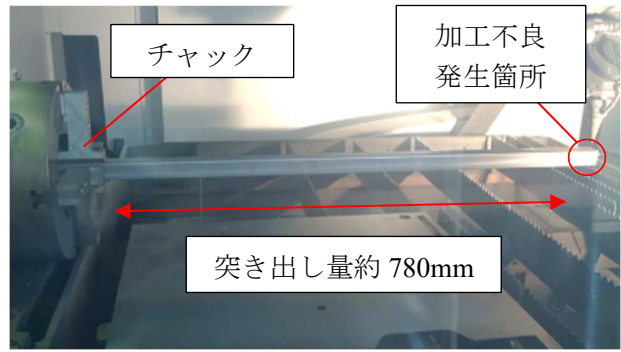


図 9 段取りの様子

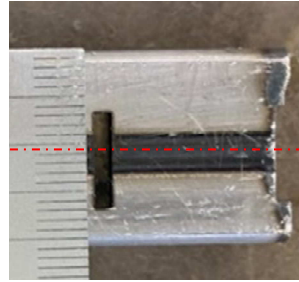


図 10 加工不良

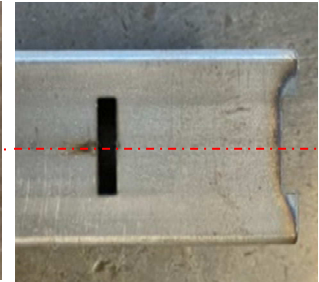


図 11 芯出し後

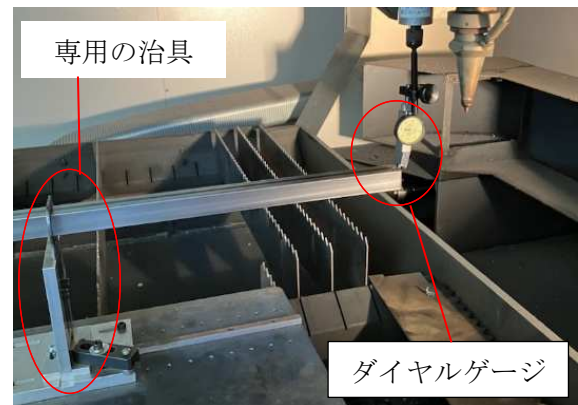


図 12 芯出しの様子

### 3.5 FRC からの委託作業対応

研修のさいごに、これまでの研修で習得した技術を用いて、FRC からの委託作業を実施した。FRC にて設計した 2D、3D-CAD モデルを対象に、2D、3D-CAM を用いて加工用プログラムを作成し、実加工を行った。実際に製作したモデルの一部を図 13、14 に示す。また、製作した部品を用いて FRC にて組み立てた車体の写真を図 15 に示す。



図 13 部品(板)



図 14 部品(角パイプ)



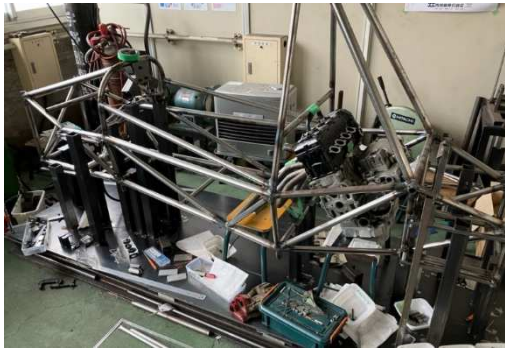


図 15 組み立て



図 20 ゴミ箱



図 21 名刺入れ

### 3.6 加工事例

本研修で製作した部品及び製品を図 16～23 に示す。図 16 はフライス盤のテーブル用カバーである。1mm 厚の鉄板を図 17 に示すように切り抜き、カバーがテーブルから落ちないように該当箇所を折り曲げてストッパーを施した。図 18 に示すように、フライス盤のテーブルには溝があり、加工時に切りくずが溝の中に入ってしまう。そのため、掃除の際に時間がかかっていた。そこで、レーザー加工機でテーブル用カバーを製作し、溝の中に切りくずが入らないように対策を行った。実際にフライス盤のテーブルにカバーを取り付けた状態を図 19 に示す。



図 16 カバー(完成品)



図 17 カバー(加工後)



図 18 カバー取付け前



図 19 カバー取付け後

図 20 はゴミ箱である。12mm 厚の合板を加工したあと、組み立てた。板に切込み部及び角穴を設けことで従来よりもビスの使用量が半減し、組み立ても容易になっている。図 21 の名刺入れは、4mm 厚のベニヤ板を加工したあと、木工用ボンドで接着して組み立てたものである。

図 22 及び図 23 は板材収納スタンドの仕切りの部品及び組み立てた完成品である。従来の材料収納スタンドでは仕切りがないため材料の分別が難しい。また、材料がスタンドの中で倒れた状態で収納されているため、必要な材料を取り出す際は上に載っている材料を全て取り出した後に取り出す必要がある。そこで、レーザー加工機で角パイプ材を加工したあと、既存の板材収納スタンドに溶接作業にて接合を実施した。



図 22 部品



図 23 組み立て

### 4. まとめ

本研修を通して、若手職員の炭酸ガスレーザー加工機や平面及び多軸加工技術に関する知識は深まり、CAD を用いたモデリング技術、CAM を用いたプログラム作成技術、パイプ加工特有の操作技術を修得した。また、製品の組み立て作業を通して、溶接の技術も習得することが可能であった。今後も日々研鑽を続け、高度化する技術支援の要請に応えていきたい。



## スペクトラムアナライザによる電磁ノイズ測定技術修得の試み

小林 英一\* 道幸 雄真\*

### 1. 背景と目的

電気電子機器は適切に機能するだけでなく、国内および国際的な EMC (電磁両立性) 規格と製品安全規格を満足する必要がある。電気電子機器は自己の意図した性能を維持しながら、他の機器に妨害 (エミッション,EMI) を与えず、また他の機器から妨害を受けても意図した性能を維持 (イミュニティ,EMS) しなければならない<sup>[1]</sup>。この性能は一般的な動作試験やオシロスコープでは評価できない。また、EMS が弱く動作不具合として顕在化したとしても、発生頻度は著しく低く規則性も無いことが多い。2000 年頃からデジタル回路の高速化が急速に進んだことに伴い、特に近年は EMI が問題となりやすく、EMC の知識と測定技術は電気電子機器の完成度を最終段階に押し上げるためにも、電気電子系技術者にとって必須の素養となってきた。

本研修では、入門用スペクトラムアナライザ (以下、スペアナと略) およびアンテナを購入し、150 kHz~3 GHz の電波を可視化、ならびに電子工作物から発せられる EMI を簡易評価する測定技術の修得を試みる。例えば、IC カード入退室管理システム<sup>[2]</sup> (以下、ICEEMS と略) といった製作物における EMI は通常、EMC サイト (電波暗室) に置いた状態で、国や地域ごとに定められた国際規格を満足しているか評価する。EMC サイトの利用料金は測定器群を自身で操作した場合でも 1 時間あたり約 1 万円と安くはなく、出張旅費・手間も発生し、そう何度も現場に出向いて検討することはできない。スペアナを使用する測定項目は EMC の一部にしか過ぎないが、EMC サイトで測定する場合に比べ、たとえ精度は高くなくても、EMC のプリテストを自前でできるようになれば、製品の設計完成度の向上ならびに開発コストの低減に役立てることができる。

#### 1.1. EMC とは

全ての電気電子機器が、他の機器に電磁妨害を

与えず (ロー・エミッション)、電磁妨害を受けても本来の性能を維持できる耐性 (ハイ・イミュニティ) を有していれば、全てが共存できるという概念である<sup>[3]</sup>。エミッションの EMI とイミュニティの EMS (電磁感受性) で構成される。

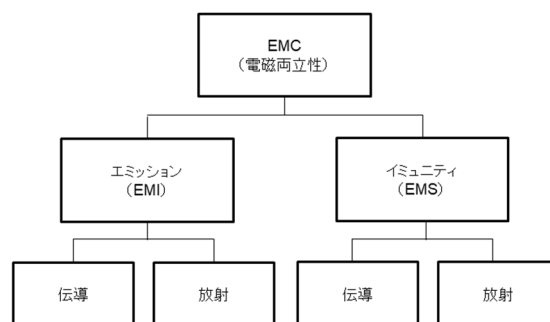


図 1. EMC の構成<sup>[4]</sup>

各地域や国毎に異なるが、ベースは CISPR (一般にシスプルと読む) で策定。「法的に厳しく規制」(米国) や「規格に適合しない機器の輸入・販売はできない」(欧州) など厳格に規制している国や地域は多い。

#### 1.2. 電波と電磁波について

電磁波は、マクスウェルの提唱した電磁波理論による紫外線、可視光線、赤外線、それ以下の振動数を有する電磁界振動を指す<sup>[5]</sup>。電波は電磁波の一部で、電波法の第二条第一項では 3 THz 以下の周波数の電磁波を電波と定義する。

#### 1.3. 技適と EMC の違い

Web 検索では技適と EMC を比較した記事が見つからなかったため、独自に調査した結果を対比表にまとめようと試みた。ただ制度や法の意図が異なり、非常に複雑で単純比較できない点が多く、公的機関による精査も受けていないため、比較結果の公表は差し控えたい。概要として、EMC (電気用品安全法や VCCI) は無線機能の有無は問わず商用電源に接続する機器が対象で、基準値以下であることを確認する。対する技適・認証は Wi-Fi や Bluetooth など電波を積極利用する機能を持

\* 第3技術室 システム制御班

つ機器（DC 駆動のモジュール製品も対象）について、認可した周波数範囲内で規定以下の電波レベルになっているかを確認し許可する。

## 1.4. EMC 測定項目

表 1. EMC 測定項目の例<sup>[6]</sup>

分類	試験項目	試験規格の一例
エミッション (EMI)	* 放射妨害波測定	CISPR 11
	* 伝導妨害波測定 (雑音端子電圧測定)	CISPR 32 FCC Part15B VCCI 等
	妨害電力測定 (雑音電力測定)	CISPR 14-1
	ラージループアンテナによる放射妨害波測定	CISPR 11 CISPR 15
	高調波・フリッカ測定	IEC 61000-3-2, 3
イミュニティ (EMS)	静電気放電試験	IEC 61000-4-2
	放射高周波電磁界イミュニティ試験	IEC 61000-4-3
	ファーストトランジェント/バースト試験	IEC 61000-4-4
	雷サージ試験	IEC 61000-4-5
	伝導妨害イミュニティ試験	IEC 61000-4-6
	電源電圧変動試験	IEC 61000-4-11
	雷インパルス耐電圧試験	JEC 0103, JEC0202
	周波数磁界イミュニティ試験	IEC 61000-4-8

今回の研修では、表 1 の一部 (太字および\*を付した測定項目のみ) を実施した。

## 2. 使用機器

### 2.1. スペクトラムアナライザ

オシロスコプの横軸は時間であるのに対し、スペアナの横軸は周波数である。GSP-730 は約 10 万円 (2022 年 7 月時点) と安価ながら同調掃引型



図 2. GW Instek GSP-730 の外観

のスペアナであり、スーパーヘテロダイン方式により、入力信号を周波数解析できる<sup>[7]</sup>。

表 2. スペアナの主な電気的特性<sup>[8]</sup>

項目	仕様
ブランド	GW Instek (TEXIO)
型番	GSP-730
周波数範囲	150 kHz ~ 3 GHz
分解能帯域幅 (RBW)	30 kHz, 100 kHz, 300 kHz, 1 MHz
振幅表示単位	dBm, dBV, dBμV

同調掃引型スペアナは高速フーリエ変換技術を使う FFT アナライザと比べ、広帯域および高い周波数 (MHz, GHz) の解析が得意である。入力端子は N 型コネクタであり、BNC ケーブルや SMA ケーブルを接続するには、秋月電子で購入した変換コネクタ (C-01927, C-00106) を使用する。RBW を下げるとノイズフロアが下がり細かく分析できるが、その代わり掃引時間が延びてしまう<sup>[7]</sup>。また、規格によっては周波数毎に RBW が指定されているため RBW の値は使い分ける必要がある。

なお、日本国内では「スペクトル」(supectrum, フランス語) と「スペクトラム」(spectrum, 英語) の 2 通りあり、意味は同じ。英和辞書でも「スペクトル」の表記が多いものの、本測定器に限っては「スペクトラム」が一般的なため、それに倣う。

### 2.2. アンテナ

スペアナを使うには電波を受けるアンテナが必須となるが、アンテナのタイプによって得意とする周波数帯が異なる。そのため、広帯域の測定には複数のアンテナを使い分けることになる。EMC 測定で多用されるアンテナは表 3 に示した 3

表 3. EMC で多用するアンテナの種類

種類	形状	周波数特性 (代表例)
ループアンテナ		9 kHz ~ 30 MHz
バイコニカルアンテナ		30 MHz ~ 300 MHz
ログペリオディック (ログペリ) アンテナ		250 MHz ~ 2.4 GHz

種類である<sup>[1]</sup>。それぞれ、試験所等で採用実績のある型番を選定し見積を取ったところ、スペアナ本体よりも高価であった。そのため、振幅測定値の信頼性はおそらく低いが、放射妨害波の有無や周波数の確認は可である PCB 型ログペリオディック（以下、ログペリと略）アンテナを選定した。他、ループアンテナやバイコンカルアンテナは予算等の都合で購入できなかった。

### 3. 研修内容

#### 3.1. EMI (600 M~3 GHz) の簡易評価

EMI は本来なら山里離れた EMC サイトや電波暗室で測定するものだが、簡易評価であるため、最初に定常ノイズを把握した。509, 876 (周辺), 1835, 2140, 2400, 2620 MHz 付近にピークが確認できた。509 MHz については、今回使用したログペリアンテナの周波数帯域外であるが、明らかにピークが存在するため取り上げる。

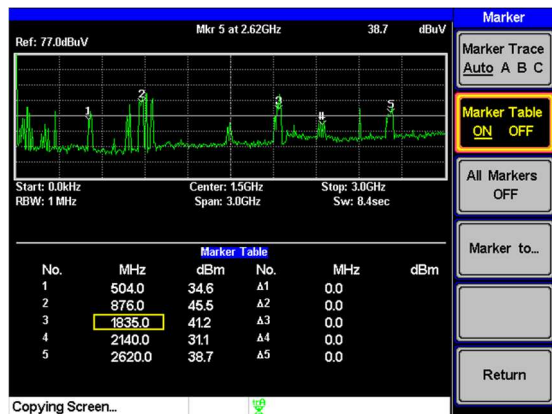


図 3. 定常ノイズの確認（超低温 3F）

総務省が公開している電波の使用状況一覧<sup>[9]</sup>から正体を調査したところ、以下と推測する。

表 4. 定常ノイズの正体（超低温 3F）

周波数 [MHz]	用途
509	地デジ放送（NHK 総合）
876 (周辺)	携帯電話
1835	携帯電話
2140	携帯電話
2400	学内無線 LAN or WiMAX
2620	広域移動無線（衛星通信）

エミッション EMI 測定項目の一部である「放射妨害波」を電子レンジや IC カード入退室管理システム<sup>[2]</sup>（以下、ICEEMS と略）で確認した。まず ICEEMS のカードリーダー部（略称 C）

およびカードゲート制御部（略称 CG）とも、電源 Off と On とで画面に差は現れず、600 MHz ~ 3 GHz の範囲内に放射妨害波は存在しないか著しく小さいとわかった。

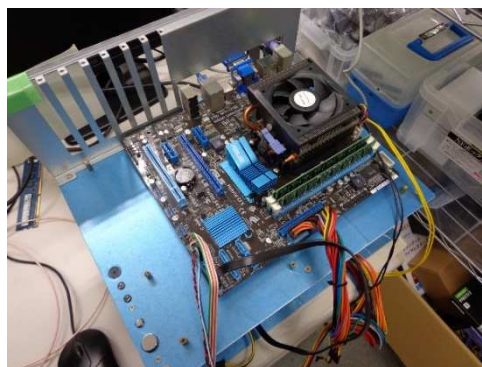


図 4. 開放 PC（ケース無し）の EMI 確認（AMD Phenom II X6 1090T + ASUS M4A88T-M）

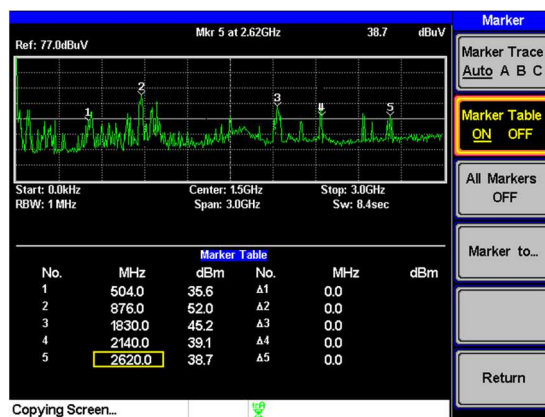


図 5. 開放 PC（ケース無し）の EMI

次に図 4 の開放 PC を確認した。AMD Phenom II X6 1090T 3.2 GHz + ASUS M4A88T-M（Micro ATX）に 8 GB の DDR3-1333 メモリを積んでいいる。400 M ~ 1.8 GHz 辺りの広い範囲で放射ノイズを出していることは確認できた。やはり、デスクトップ PC のケースを開けた状態で利用することは望ましくないこととわかるものの、予想よりそのレベルは大きくはなかった。



図 6. EMI を確認した電子レンジ

その一方、試しに確認した電子レンジについて

ては動作 On/Off で明確な違いが現れた。

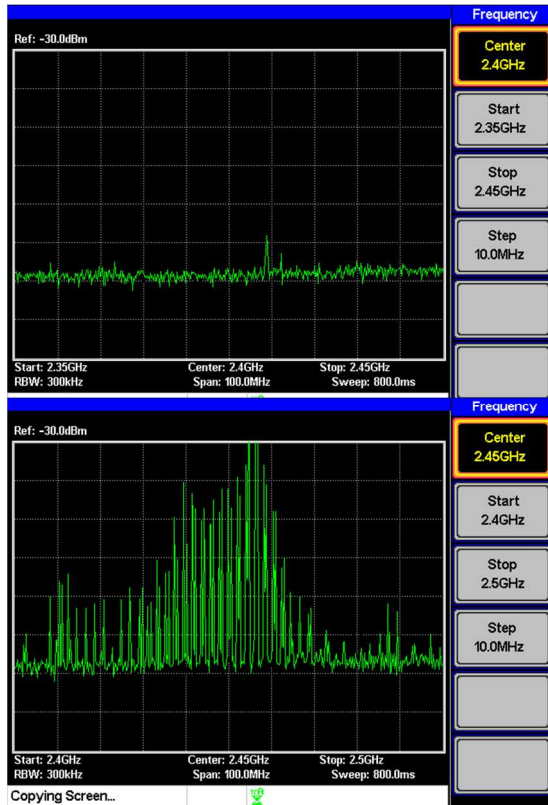


図 7. 電子レンジの EMI

(上が動作前, 下が動作中, 中心は 2.45 GHz)

EMI を確認した電子レンジは古い機種だったため, 比較的新しい 2 機種 1 台ずつでも同様に確認したところ, 視認できるような差はなかった. 電波による加熱という機能実現のため仕方ないとはいえ, やはり EMI はとても大きい. 電子レンジの動作中は近づかず, できるだけ離れた方がよいことがわかる.

### 3.3. 水晶発振器の評価

ものづくり工房・電子クラフト<sup>[10]</sup>2015 (USB DAC) 試作機のクロック周波数をスペアナおよび非接触で評価した.



図 8. ものづくり工房・電子クラフト 2015

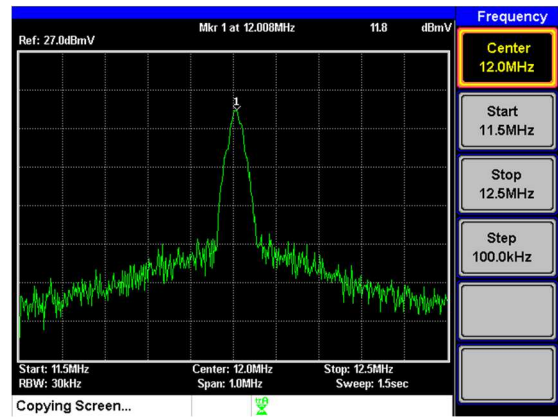


図 9. クロック周波数の確認

通常オシロスコープでは, プロブの持つ容量等のためにクロック波形を直接見ることは難

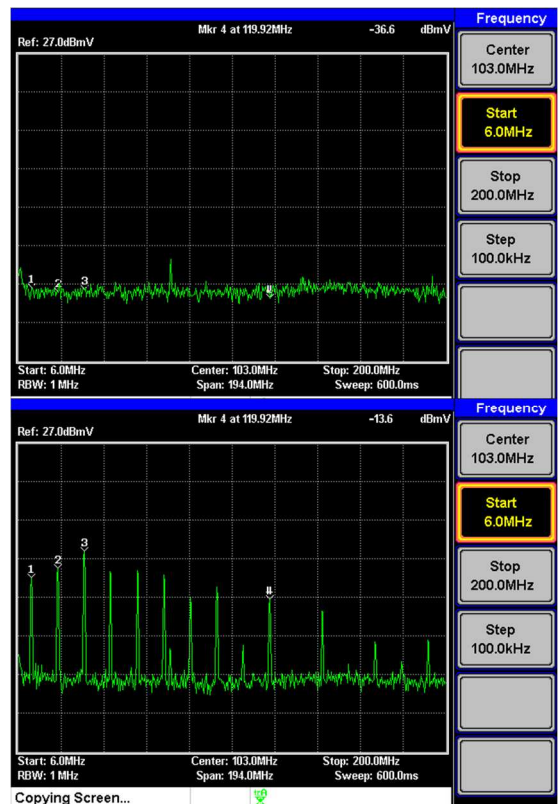


図 10. 高調波の確認

(上が電源 Off, 下が動作中, 中心は 103 MHz)

しい. そのため, スペアナでセンター周波数を非接触で確認する手法を用いた. USB DAC IC (PCM2704C) が要求するクロック周波数 (12 MHz  $\pm$  6 kHz) に入るよう負荷容量を調整する. 12 MHz を拡大すると一見問題ないが, 高調波 (基本波の整数倍で発生するノイズ) も確認すると, 200 MHz あたりまで高調波が発生していた. USB DAC としての動作に問題はなかったが, クロック波形が歪んでしまい, 正弦波でなく方形波になっており調整が必要とわかる.



### 3.4. アナログフィルタの特性評価

R4 年度 技術相談 (22-02) で 10 MHz ハイパスフィルタ (以下, HPF と略) を設計・製作した。7 段 LC フィルタとし, コンデンサは全て CH 特性を採用, 周囲温度や入力信号 DC バイアスによる特性変化が少ないものとした。周波数特性を評価する際, 最初はオシロスコープ LeCroy 324A を利用したが, オシロスコープ自身が発するノイズに HPF の出力信号が埋もれてしまい, 製作直後は肝心の 5 MHz 以下の遮断特性を十分評価できずにいた。

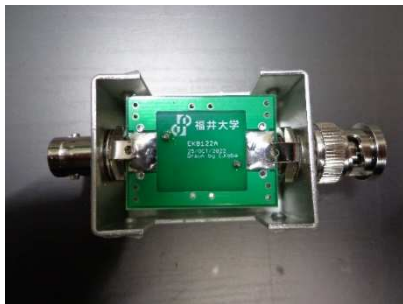


図 11. 10 MHz HPF

表 5. 10 MHz HPF の主な特性・仕様

項目	標準値
カットオフ周波数	9.5 MHz
減衰量 (5 MHz)	-56 dB
挿入損失 (10 MHz)	-2.4 dB
外形寸法	約 60×35×25 mm

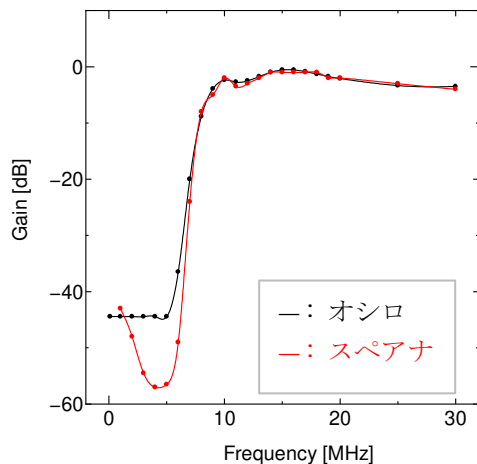


図 12. 10 MHz HPF の周波数特性

8 MHz 以上ではオシロスコープとスペアナでほぼ同じ結果が得られているが, 5 MHz 以下では明確な差があり, スペアナ測定値に優位性が有る。ただし 2 MHz 以下においてはスペアナ測定値もノイズフロアが支配的になり信頼性に乏しくなっている。

### 3.5. 擬似電源回路網を使った雑音端子電圧測定

雑音端子電圧とは, 被試験機 (EUT) の電源ラインから外部に伝導するノイズである。擬似電源回路網 (Line Impedance Stabilization Network, LISN) は価格帯や納期は不明で, どの製品も「お問合せください」になっているため, Web 記事<sup>[1][12]</sup>をもとに設計・製作した。近くにある電子機器に対し約 3 時間置きに通信エラーを誘発していた, いわくつきの冷蔵庫 (SANYO SR-155R 型, 製造年不明) で伝導妨害波 (雑音端子電圧) を確認した。

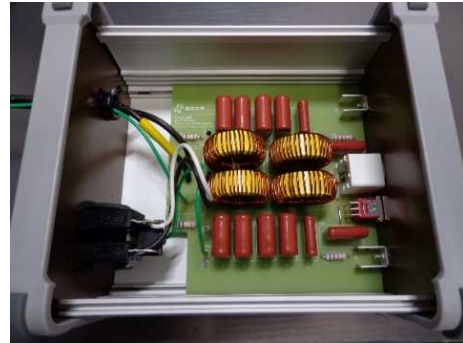


図 13. 設計製作した LISN の中身



図 14. 古い冷蔵庫の雑音端子電圧 (上が電源 Off, 下が動作中, 中心は 15 MHz)

表 6. 設計製作した LISN の電气的特性

項目	仕様
入出力電圧	100 ~ 240 Vac
電流	2 × 6 A
周波数	30 k ~ 30 MHz
タイプ	50Ω/50μH V-LISN

1.5 MHz で 25.9 dBm も悪化した。やはりこの冷蔵庫の雑音端子電圧は大きく、電源側を汚してしまう製品だとわかった。

#### 4. まとめ

EMC の測定に必要なスペアナおよびアンテナ等は非常に高価なため、これまで入手できずにいたが、今回の研修により、入門用の安価な機種を入手することができた。まだまだ基本操作に慣れる必要あり、EMI 測定項目の一部ではあるものの、簡易評価(プリテスト)もできるようになり、EMC に対する理解と知識を深めることができた。

超低温 3F 管理室にて試験運用している ICEEMS C,CG の電源をオンオフし、スペアナで簡易評価したところ、変化は確認できなかった。つまり 600 MHz~3 GHz の範囲においては EMC サイトにおいても良好な結果が得られると期待できる。しかし、まだ 600 MHz 以下は評価できておらず、バイコンカルおよびループアンテナを使った 600 MHz 以下の測定も必要である。また、イミュニティ (EMS) 項目の中で NG が起きやすい静電気放電 (ESD) 試験も評価できるようにしたい。

近年、2000 年頃以降は電子機器内部デジタル回路の動作クロック周波数が急速に上昇したため、EMC が電子回路ハードウェア開発における最終課題となりやすい傾向があり、EMC を意識した設計開発が必要である。金属シャーシの筐体で包んで抑え込むより、最初からプリント回路基板 (PCB) 内部で RF エネルギーを抑圧するほうが望ましい<sup>[13]</sup>ことは明らかである。開放 PC の EMI (図 4.5) が高くなかったことは EMC に対する認識が現役の電子回路技術者にとって普遍的な標準要素になっていることを示している。EMC の理解は電子技術者の必須素養であり、回路基板の試作設計段階における EMC の考慮は不可欠である。

#### 5. 謝辞

アンテナ選定時の助言、測定項目の例、ならびに技適・認証と EMC の対比や電波法・電気用品安全法に関する疑問等について、快く相談に乗っ

ていただいたオリオン株式会社 瀬川泰業氏に感謝致します。10 MHz HPF を設計開発する機会、ならびに製作費を提供して下さった原子力安全工学講座の松田直樹 准教授に感謝致します。

表 7. 研修日誌

回次	実施日	研修内容
-	7/29	GSP-730 発注
1	8/31	2022 サマーセミナー (JIEP/電磁特性技術委員会) 聴講
-	9/22	GSP-730 納品
2	12/16	ORIST 技術セミナー『EMC 基礎セミナー』(大阪産業技術研究所) 聴講
3	2/27	スペアナ実機操作演習
4	3/7	V-LISN(擬似電源回路網)を使った雑音端子電圧測定
5	3/29	日清紡マイクロデバイス社セミナー「アナログ半導体の EMC 影響と対策の重要性/半導体 EMC 性能評価の業界動向」聴講

#### 6. 参考文献等

- [1] 鈴木茂夫, EMC と基礎技術, 工学図書 (6 版, 2007)
- [2] 技術部活動報告集 Vol.25, pp5-10 (2019)
- [3] 山田 和謙, 佐野 秀文, 池上 利寛, EMC 入門講座, 電波新聞社 (2008)
- [4] ウルト・エレクトロニクス・ジャパン 2022/12/16 EMC 基礎セミナー資料
- [5] 谷腰欣司, トコトンやさしい電波の本, 日刊工業新聞社 (2003)
- [6] ORIST 2022/12/16 EMC 基礎セミナー資料
- [7] 坂巻佳壽美・大内繁男, 知っておきたい計測器の基本, オーム社 (2014)
- [8] GSP-730 マニュアル (2022/12/13 版)
- [9] 総務省/使用状況の一覧 (R4/3/1 時点)
- [10] 福井大学工学部先端科学技術育成センター CIRCLE News 第 16 号 (2015.3)
- [11] 疑似電源回路網(LISN)の種類・等価回路・インピーダンス (<https://detail-infomation.com/lisn-types/>) (2023/2/21 確認)
- [12] WTI #040 EMI 対策 ~伝導エミッション(雑音端子電圧) V 型電源インピーダンス安定化回路網~ (<https://www.wti.jp/contents/hint-plus/hint-plus040.htm>) (2018/11/21 の記事)
- [13] Mark I.Montrose(著), 出口博一・田上雅照(共訳), プリント回路の EMC 設計, オーム社 (2 版, 2010)

# 日常研修報告

## 作業環境の暑さ指数の測定とその環境が及ぼす人体へのリスク検討

内山 裕二\*

### 1. 概要

近年の温暖化による気温の上昇とコロナ禍によるマスクの装着により、工場での作業や学生への指導中に体調へのリスクを感じるが多くなった。これは職員だけでなく工場の利用者にもリスクがあるため、工場の作業環境の早急な改善を求めたいが、工場の改善（エアコン設備の導入等）を行うには多大な費用が掛かるため、実施はされていない。しかし、これからも環境は悪くなることが考えられるため、現環境の暑さ指数（温度・湿度による指標）がどれだけ人体へのリスクがあるのか調査・検討を行い、作業環境の改善につながるよう取り組む。また、今回用いるセンサが温度・湿度を計測可能な無線センサであり、100個まで同センサを置いて並列に計測可能なもののため、多数のデータ取得に関する技術の向上につながる。

本研修では、複数の無線センサから複数のデータ取得を行い、そのデータから人体へのリスクとなるかどうかの検討を行う。

### 2. 作業環境

リスクが懸念される作業場は、機械工作室（図1参照）及び溶接室（図2参照）である。

機械工作室はボール盤やフライス盤、旋盤といった多くの工作機械があり、育成センターの職員は委託加工を行うときに使用し、学生や教職員は授業や研究活動、またはサークル活動といった様々なところで機械加工が必要となった時に利用する。機械工作室の建築構造として、壁はコンクリート、下はアスファルト、上は仕切り無しの屋根までがらんどである。

溶接室は溶接を行うときに使用するが、主に建築建設工学専攻 PBL 受講生及びフォーミュラカー製作プロジェクトに所属する学生が7-9月に集中的に利用する。溶接室の建築構造として、機械工作室の中の一部屋であり、下はコンクリートで、他はパーティションに囲われている。

2022年度の作業場の利用者は授業を含めると205名となり多くの教職員及び学生が利用している。今年度の利用者で作業環境による体調不良を起こすことは無かったが、過去には暑さによる体調不良を訴えた学生を救護するという事もあった。そのため、この2つの作業場の暑さ指数を測定し、リスク評価を行う。



図1 機械工作室



図2 溶接室

### 3. 暑さ指数 (WBGT)

ISO で国際的に規格化されたものであり、作業者の労働環境で容易に測定可能な熱ストレスを表す経験的な指数であり、この指数に基づいて作業者の作業指針を示すものである。この基準値を超える場合は熱中症にかかる可能性が高くなるため、冷房などにより WBGT 値の低減を図る等の対策を講じるよう努める必要がある。

\*第1技術室 機器開発・試作班



WBGT 値は以下の式で計算する。

(i) 屋内、及び屋外で太陽照射が無い場合

$$\text{WBGT}[\text{°C}] = 0.7 \cdot \text{Tnw} + 0.3 \cdot \text{Tg}$$

(ii) 屋外で太陽照射がある場合

$$\text{WBGT}[\text{°C}] = 0.7 \cdot \text{Tnw} + 0.2 \cdot \text{Tg} + 0.1 \cdot \text{Tg}$$

Tnw：自然湿球温度[°C]

Tg：黒球温度[°C]

Ta：乾球温度[°C]（通常の気温）

今回測定する作業場は屋内のため i の式を用いる。

自然湿球温度は、自然な対流中で、すなわち強制通風することなく環境に置かれた濡れたガーゼで覆った温度センサによって示す値であり、

「JIS Z8504 熱環境の人間工学」に製作する温度センサの特性がまとめられている。また、黒球温度は、ある特性をもつ中空黒球の中心に位置する温度センサが示す値であり、こちらも JIS Z8504 にその特性がまとめられている。これらの特性を満たすよう製作した WBGT 計測器を図 3 に示す。この計測器を作業場の床面からおよそ 170cm のところに設置し、計測を行う。



図 3 WBGT 計測器

#### 4. 温度・湿度センサ

WBGT 計測器にはモノワイヤレスから提供される温湿度センサ「TWELITE ARIA」を使用した。センサの特徴として、無線マイコン、温度・湿度センサ、磁気センサが組み込まれており、コイン電池で動作する。また、モノワイヤレスから専用ソフトウェアアプリが提供されており、すぐに評価を開始することが可能である。無線規格は ZigBee を使用しており、最大 100 個のセンサのデータを並列に取得可能であり、数十メートルから数百メートルの通信が期待できる。

#### 5. 測定

WBGT 計測器を機械工作室、溶接室、玄関、精密工作室の 4 つに設置し、8 月～2 月までのデー

タを取得した。玄関のデータ取得は外気温を想定し、作業場と外気温の比較をするために行った。

7 月は計測器の製作にかかり、8 月からデータ取得を開始したが、初めのうちは無線データをうまく取得することができず、改善が必要であった。改善としてはアンテナをつけることが一番効果があったが、今回使用した「TWELITE ARIA」自体が期待していたほど強い無線通信ではなく、データの受信は安定しないことが分かった。そのため、センサーの通信設定は 10 秒に 1 回送信とし、1 時間毎に 1 つでもデータが取得できていれば、それをその時間のデータとすることにした。それを 9 時から 17 時までに行い、1 時間毎のデータ 9 つを取得できれば、その日のデータを評価し、1 つでもできなければ計測失敗とした。

計測結果を表 1 に示す。機械工作室の 8 月は出勤日 16 日のうち 10 日計測でき、そのうち 5 日は WBGT 値が基準値を超え、熱中症のリスクがあった。9 月は出勤日 19 日のうち 19 日計測でき、熱中症のリスクがある日は無かった。溶接室の 8 月は 16 日のうち 9 日計測でき、そのうち 7 日、9 月は 19 日のうち 17 日計測でき、そのうち 7 日は熱中症のリスクがあった。

また、玄関の WBGT 値と作業場の WBGT 値を比較すると、ほぼ±1°C未滿に収まっており、作業場は室内にあるものの、直射日光のない外と同等の暑さ環境であることが分かった。

表 1 計測結果（基準超の日/計測できた日）

計測箇所	8 月	9 月
機械工作室	5 日/10 日	0 日/19 日
溶接室	7 日/9 日	7 日/17 日

#### 6. まとめ

作業場の WBGT 値を計測したところ、8 月は機械工作室と溶接室どちらも熱中症になるリスクがある日が少なからずあり、溶接室は 9 月も熱中症のリスクがあることが分かった。また、直射日光のない外の環境と変わらぬ環境であることが分かった。対策として、扇風機やスポットクーラーによる対策だけではなく、建物への冷房設置といった根本的な環境改善を大学に切に願うが、まずはリスクの可視化が可能な WBGT 計測器を設置し、利用者へさらなる熱中症への注意を促したいと考える。

# PHP を用いた簡易的な実験室予約システムの構築

川井 康督\*

## 1. はじめに

派遣先である構造材料試験室では技術職員が外部受託試験を実施している他、複数の研究室が材料試験を実施している。しかし試験室には予約システムが無いので、試験日当日に試験室に来ないと空き状況が分からず、先約がある場合、待機時間が発生してしまう状況である。

そのため、プログラミング言語の PHP を利用し、試験室予約システムを開発することで、試験室の待機時間を減らし、研究活動や受託試験業務の効率化を図ることとする。



図1 構造材料試験室使用状況

## 2. 研修のねらい

予約システムの構築はプログラミングの技術が必要となるため、本来は専門外の業務であるが、今回の研修では自身でシステム開発を行うことで、最低限のプログラミング技術を習得することがねらいである。

その背景として、建築・建設分野では DX 化が進んでおり、それに伴い近年、研究活動の IT 化や技術の DX 化が進んでいると感じる。また、2025年には大学入学共通テストで情報科目が必須となることから、どの学生も最低限の IT の知識を持ち合わせていることが予想され、研究活動の DX 化は加速すると考えられる。

そのため、技術職員として今後も様々な研究活動をサポートしていく上で、最小限の情報系技術は習得しておくことが望ましいと考える。

## 3. 研修の概要

### 3.1 基礎知識の学習

今回の研修を実施するにあたり、書籍にて基礎知識を学習した。書籍は第3 技術室の技術職員にも相談した結果、「いきなりはじめる PHP」(谷藤賢一)を選定した。

### 3.2 開発環境の整備

今回の研修では、オフラインであってもパソコン内に仮想サーバーを構築できる「XAMPP」を利用した。また、データベースは XAMPP 内に格納されている「mySQL」を利用することとした。

## 4. 研修結果

### 4.1 全体設計

今回、作成したプログラムは

- ・ reservation\_form.php
- ・ reservation\_calender.php

の2つである。予約システムは

- ① 入力フォームに予約情報を入力
  - ② 予約情報をデータベースに格納
  - ③ 格納された予約情報をカレンダーに表示
- という流れで作成する。

プログラム構成については、図1 のとおりである。

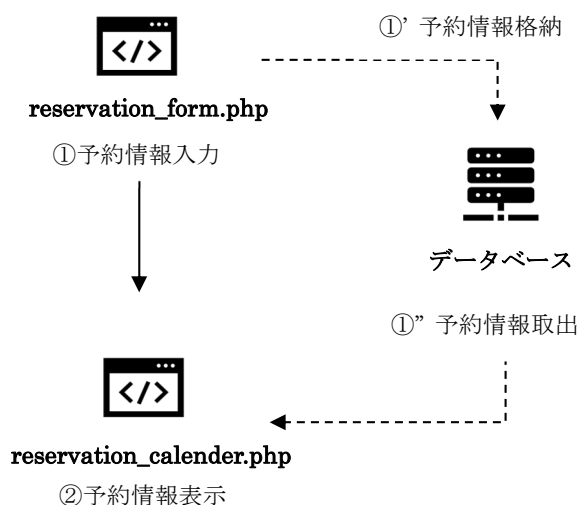


図2 予約システムの構成イメージ

\* 第2 技術室 物理計測班

## 4.2 reservation\_form.php

このプログラムは入力フォームである。入力項目は①名前、②研究室、③利用日、④時間帯、⑤使用目的の5項目とした。入力が煩わしくならないよう③利用日については `input_type` を `date` にすることで、日時をカレンダーから選択するようにした。また、時間帯や利用目的はラジオボタン形式とし、テキストによる入力項目をなるべく少なくした。

また、入力された予約情報はデータベースに格納されるようプログラムした。

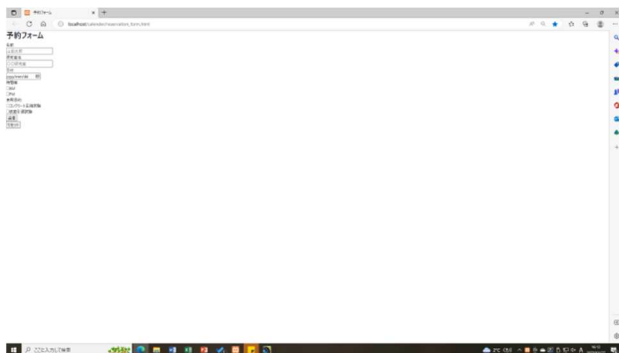


図 3 reservation\_form.php の表示画面

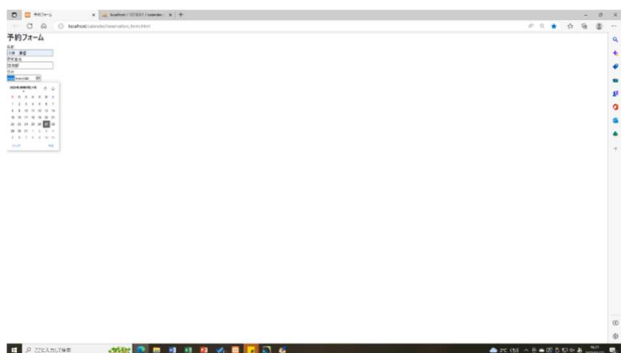


図 4 reservation\_form.php の日付選択画面

## 4.3 reservation\_calender.php

こちらのプログラムはカレンダーの表示プログラムと予約情報を反映させるプログラムである。

データベースに格納してある予約情報の内、予約日とカレンダーの日付を紐づけし、カレンダーの日付欄に予約した研究室と時間帯を表示させるようプログラムを組むことで、予約状況の確認をしながら、試験室を予約できるプログラムとした。

カレンダーは見やすさを重視するため、CSS フレームワークである「Bootstrap 5」と-google フォント「Noto Sans JP」を利用した。また、日付を分かりやすくするため、今日の日付のテーブルデータには `class` 属性を設け、着色するよう工夫した。

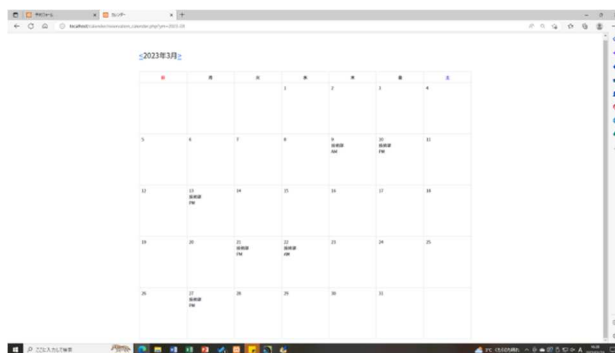


図 5 reservation\_calender.php の予約表示画面

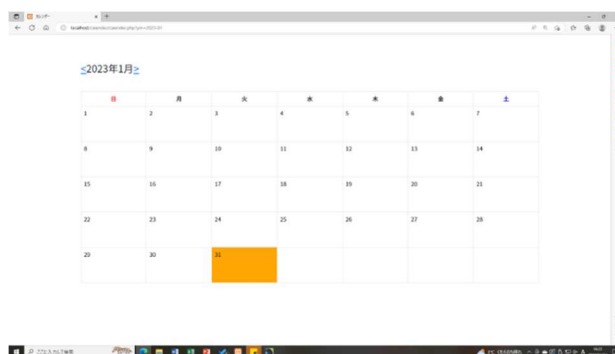


図 6 reservation\_calender.php の着色画面

## 5. まとめと今後の課題

今回の研修で構築したシステムは、構造材料試験室における予約システムとして、運用可能な機能を盛り込めたのではないかと考える。

また研修を通じて私自身、書籍や web の情報を参考にしながら、予約システムを構築することができ、最小限のプログラミング技術は習得できたのではないかと思います。

今後の課題としては、予約システムの運用に当たり、ネットワークへの接続や実験室を利用する教員へのアナウンスなどを実施していきたい。

また、将来的には人員削減に対応すべく、受託業務などをネットワーク上で行えるシステムを構築し、業務の省力化を図りたいと考える。

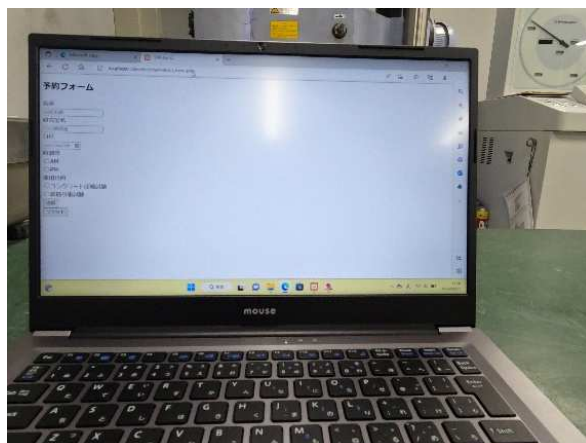


図 7 予約システム開発状況

# 合同研修参加報告



## 令和4年度 東海・北陸地区国立大学法人等 技術職員合同研修（物理・化学コース）参加報告

山口 綾香\*

### 1. 目的

東海・北陸地区の国立大学法人等に所属する技術職員に対し、その職務遂行に必要な専門的知識及び技術等を習得させ、技術職員としての資質向上を図るとともに技術職員相互を目的とした研修に参加した。

### 2. 研修概要

本研修では東海・北陸地区の大学より5名の受講者が参加し、実験実習を主とした研修内容となっていた。実験実習では、Aコース（電子スピン共鳴）とBコース（顕微ラマン分光装置）の2コースからAコースを受講した。研修日程表を図1に示す。

日時：令和4年9月8日（木）～9日（金）  
会場：自然科学研究機構分子科学研究所

令和4年度東海・北陸地区国立大学法人等技術職員合同研修(物理・化学コース) 日程表  
会場：自然科学研究機構分子科学研究所 機器センター（共同研究棟A棟）

9月8日（木）		9月9日（金）	
研究棟3階301セミナー室 共同研究棟A棟各実験室		共同研究棟A棟各実験室 研究棟3階301セミナー室	
9:00		受付	
9:15		実験実習 Aコース：電子スピン共鳴法を用いた測定、パラメータ最適化や低温測定等 Bコース：ラマン分光法を用いた材質識別測定	
12:00		昼食・休憩	
13:00	受付	講義・実習を考察しまとめ、プレゼンテーションの準備（適宜、追加実験）	
13:30	開講式 事務連絡		
13:45	受講者自己紹介		
14:30	講義：湊丈俊主任研究員 「ナノレベル解析手法の最前線」		
15:00		研修まとめのプレゼンテーション、ディスカッション	
15:15	休憩		
15:30	講義 ① 機器センター紹介 ② Aコース：電子スピン共鳴装置の概要と実習内容 ③ Bコース：顕微ラマン分光装置の概要と実習内容		
16:00	明日の実験実習準備	閉講式 解散	
16:20		見学（希望者のみ）	
16:30		見学者解散	
17:15	終了		

図1 日程表

### 3. 研修内容

#### 3.1. 受講者自己紹介

研修に先立ち、受講者自己紹介が行われた。業務内容については、自身を除く4名のうち3名は、担当の分析装置をもっており、分析・保守管理が主な業務であるとのことであった。他1名は、研究室などでの研究支援や学内の安全衛生関連などの業務をしており、安全衛生では本学で開発された化学物質リスクアセスメントマルチツールを利用しているとの紹介もあった。

#### 3.2. 講義

題目：「ナノレベル解析手法の最前線」  
講演者：湊 丈俊 主任研究員

ナノレベル解析手法の最善線という題目で講義があり、はじめに走査プローブ顕微鏡（SPM）の原理について説明があった。実際に、受講者の1人が、何が入っているかわからない箱の中の物体を手でなぞり、感じた形状をイラストに描くことでSPMの原理を理解するという面白い内容であった。その後、表面界面科学についてお話し頂いた。産業用途において、表面界面科学が活躍できる分野は、触媒、半導体、生体・医療など多岐であり、表面界面科学の必要性・実用性など、わかりやすく紹介頂いた。

#### 3.3. 実験実習（Aコース：電子スピン共鳴）

##### 3.3.1 実習

電子スピン共鳴（ESR）の実習の中で「固体測定」と「溶液測定」の2つの実習があり、私は「溶液測定」の実習を選択した。

1日目の実習では、ESRの原理・実習内容の講義を受けた後、分析室で基本的な操作を見学した。操作手順として、「装置の起動」→「試料管の装置へのセット」→「マイクロ波チューニング」→「最適パラメータの設定」と説明があった。「最適パラメータの設定」では、決定するパラメータが多く、とくに未知試料の測定条件の決定には、ノウハウが必要であると感じた。

\* 第2技術室 化学計測班

2日目の午前中は、溶液試料の測定実習を行った。ESRの標準物質としても用いられる2,2-ジフェニル-1-ピクリルヒドラジル(DPPH)をエタノールに溶かした試料を用いた。また、緑茶にはフリーラジカルを消去できる成分が含まれており、実習では、DPPHに含まれるラジカルが、緑茶の添加によって減少するか検証した(ラジカル消失能の効果)。水やエタノールといった極性溶媒を用いる場合、直径4mm程度の石英管に試料溶液を直接入れると、誘電損失が大きいため測定ができない。そのため、誘電損失が大きい試料を用いる場合は、試料量を減らすなどの対応が必要となる。実習では、細いキャピラリーに試料溶液を注入する方法を教わった。キャピラリーの片端に手動式マイクロピペットを取り付けて試料溶液を吸い上げ、その後、粘土で封じることで測定試料を調整した(図2)。ESR分析を行った結果、緑茶を添加した試料では、DPPHのラジカルが減少していることが確認された。

実習以外に、超低温測定のための液化ヘリウム移充填や最新型ESR装置のマッピング機能などを紹介頂いた。講師の方々から懇切丁寧にご指導頂き、充実した内容であった。

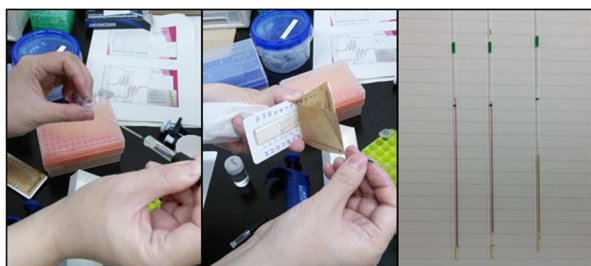


図2 キャピラリー試料の調整

### 3.3.2 プレゼンテーション

2日目の午後から、実験実習の内容をまとめ、得られた成果や感想などをプレゼンテーションした。測定したDPPHのラジカルが緑茶を添加することによって減少・消失した結果が得られたので、その検証結果を報告した(図3)。

他の実習コースでは、固体試料のESR分析やラマン分析の実習成果に関する報告があった。ラマン分析は、各種模造ダイヤモンドをラマン分析した報告内容であり、得られるラマンスペクトルは使用するレーザー波長によって異なることが示されていた。

### ②お茶(緑茶)による消去能の追跡結果

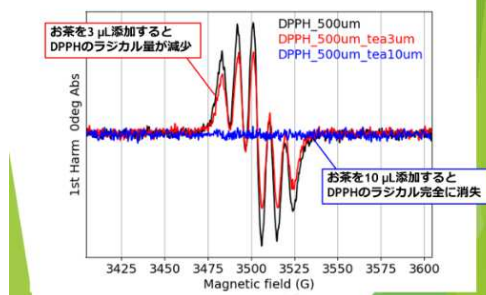


図3 報告した実験結果のスライド(抜粋)

### 3.4. 超低温施設見学

閉講式後に超低温施設の見学をさせて頂いた。明大寺地区には、Linde社ヘリウム液化機が設置されており、貯槽は4,000L規模である(図4)。施設は、建物の地下1階にあり、液化室の周辺に液体ヘリウムを利用する分析機器が集約されているとのことだった。液体ヘリウムの持出などは夜間や休日にも対応し、ユーザー自身で持出返却処理を行うなど、利便性に優れた運用であると感じた。他施設のヘリウム液化機を見学する機会がこれまでなかったので貴重な体験をすることができた。



図4 ヘリウム液化機の外観

### 4. おわりに

実習のESR分析は、実業務で扱い始めるタイミングでの受講であったため、基礎から学ぶ機会が得られて大変よかった。ほかにも、ラマン分析の実習成果の聴講や超低温施設の見学など、業務に関連した内容についての知見を深めることもできた。本研修での経験を今後の業務に活かしていきたい。

## 令和4年度 東海・北陸地区国立大学法人等 技術職員合同研修（情報コース）参加報告

廣木 智栄\* 小澤 伸也\*\*

### 1. 目的

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

### 2. 研修概要

本研修は令和4年10月13日(木)、14日(金)に北陸先端科学技術大学院大学にて開催され、東海・北陸地区の大学・研究所・高専より12名の技術職員が参加した。研修は実習が主となっており、COVID-19感染拡大防止のため、情報交換会等はおこなわれなかった。

### 3. 研修内容

本研修ではネットワークに接続された機器を監視する用途で古くから利用されているプロトコルであるSNMP (Simple Network Management Protocol) について、基礎的な知識習得を目指すため、講義および実習をおこなった。実習のた

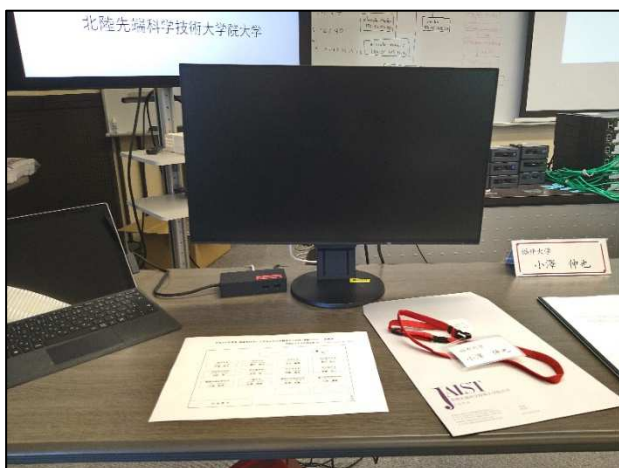


図1. 実習環境

めに各参加者に下図1. のSurface, ディスプレイ, 奥に見える Intel NUC 小型 PC, 希望者にマウス, キーボードがそれぞれ貸出された。

### 3.1. 講義「ネットワーク監視プロトコル SNMP の基本動作」

講義では、SNMP の歴史とその基本的な動作の仕組みについて学習した。SNMP はエージェントとマネージャで構成されており、エージェントがシステムの監視や管理をおこない、マネージャは各エージェントに対してリクエストをおこなうことで管理操作をおこなうというモデルとなっている。SNMP は MIB (Management Information Base) におけるアクセスプロトコルであり、Set, Get, Trap を用いた簡単な変数問い合わせと設定をおこなう。SNMP の歴史は古く、現在までに様々なバージョンが存在するが、現在はv2cとv3を利用するのが一般的であるとのことであった。

### 3.2. 実習1「Net-SNMP, ネットワーク警告灯を使用した SNMP の動作確認」

図2は本研修におけるネットワークの構成図である。本研修の実習は Debian Linux マシン

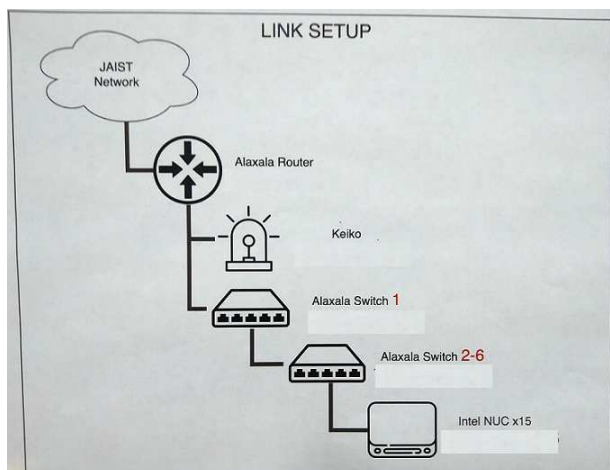


図2. 研修におけるネットワーク構成

\* 第3技術室 システム制御班

\*\* 第3技術室 システム設計班



である Intel NUC 上でおこなった。NUC へのアクセスは手元の Surface から JAIST の無線環境を利用して SSH によってアクセスをおこなった。

### 3.2.1. SNMP 環境の構築と Get

まず、NUC に SNMP マネージャとしての環境構築をおこない、snmpget、snmpset 等のプログラムがインストールされているのを確認した。次に、NUC に SNMP エージェントの構築をおこない、snmpget を用いて NUC 自身の情報の取得をおこなった。SNMP では MIB で定義された OID と呼ばれるオブジェクト識別子を用いており、システム名、ネットワークインターフェース数、ストレージ情報等、さまざまな情報が定義されている。例えばシステムの稼働時間を表す OID は、1.3.6.1.2.1.1.3.0 である。また、研修ではビジュアル MIB ブラウザである tkmib をインストールし、GUI ベースでも情報が取得できることを確認した。この他、SNMPv2c の脆弱性として Wireshark を用いて通信傍受をおこない、キャプチャされた SNMPv2c のトラフィックに傍受者が SNMP を用いて同じ情報を取得するのに十分な情報が plain text で記載されていることを確認した。これに対して研修では SNMPv3 を用いて暗号化および認証パスワードの機能を実装し、ユーザ名+パスワードによる snmpget をおこなった。

### 3.2.2. Set と外部機器へのアクセス

研修では、SNMP による情報の書き込みとして、NUC に対してメールアドレスなどの情報を snmpset を用いておこない、書き込んだ情報が取得できることを snmpget にて確認した。また、外部機器へのアクセスとしてネットワークスイッチである Alaxala に対しても同様の操作をおこなった。さらに、Alaxala に対して複数名で書き込みをおこない、書き込みが上書きされることを snmpset により確認した。

### 3.2.3. Trap と警子ちゃん

SNMP では、ある OID の情報の変更に対してあらかじめトラップをしかけることで、重要なイベントに対してエージェントからマネージャに情報送信等を行うことが可能である。研修では簡単なトラップとその際にログを残してメールを送信する設定をおこない、正しく動作していることを確認した。また、研修では SNMP ト

ラップを利用している外部機器としてネットワークの異常を検知して視覚・聴覚的に伝える製品である警子ちゃん（図 3.）の動作についてデモンストレーションがおこなわれた。



図 3. 警子ちゃん

## 3.3. 実習 2 「Zabbix による可視化」

本研修では、オープンソース分散監視ソリューションである Zabbix の利用についても実習をおこなった。Zabbix はネットワーク上のサーバ、仮想マシン、サービス、データベースなどの健全性と完全性を監視するソフトウェアで、ほぼ全てのイベントに対してメールベースのアラートや、保存されたデータを用いたレポートおよびデータの可視化機能を提供する。研修では NUC に Zabbix と Zabbix を利用するのに必要な Web サーバの機能をインストールし、Alaxala や NUC の SNMP による情報取得および表示をおこなった。Zabbix は機能が多い分設定が複雑であるが、ベンダーによってあらかじめ各機器のテンプレートファイルが用意されている場合があり、テンプレートファイルがある場合はそれを読み込ませることで簡単に設定することができた。

## 4. おわりに

本研修はサーバ構築やシステムの構築等、実践的な内容であったが、実習に用いた資料や説明が丁寧であり、SNMP とその利用方法について不明な点なく理解することができ、有意義な研修であった。SNMP および Zabbix は現在おこなっている各種業務において利用できる可能性があり、今後の業務における選択肢の幅が広がったと感じている。



# 技術研究会等参加報告

## 低圧電気取扱業務特別講習 受講報告

小林 英一\*

### 1. 目的

労働安全衛生法第59条の3項により、低圧(直流 750V 以下, 交流 600V 以下)の充電電路の敷設若しくは修理の業務又は充電部分が露出している開閉器の操作の業務に労働者を就かせるときは、当該労働者に労働安全規則第36条に基づく「低圧充電電路等取扱業務」の特別教育を実施する必要がある。例えば、ICカード入室管理システムのカードゲート制御部(CG)を設置する場合、業務として分電盤内部にアクセスし、電気配線工事を実施することになる。この場合、電気工事士(作業者)や電気主任技術者(監督者)の資格も必要であるが、十分ではなく、電気を原因とした労働災害を防止するため「低圧電気取扱業務特別教育」(学科7時間+実技1時間以上または7時間以上)を修了する必要がある。なお、実技について、活線作業をすることはないため、7時間以上は必要なく、1時間以上に相当する開閉器操作のフォローアップ研修(2日目)を受講した。

### 2. 開催概要

主催：福井県労働基準協会嶺南支部

参加費：11,770円(非会員価格)

<1日目(学科)>

日時：令和4年7月6日(水) 9:00~18:15

会場：若狭湾エネルギー研究センター



図1. 若狭湾エネルギー研究センター

科目：

- ・低圧の電気に関する基礎知識

- ・低圧の電気設備に関する基礎知識
- ・低圧用の安全作業用具に関する基礎知識
- ・低圧の活線作業及び活線近接作業の方法
- ・関係法令

<2日目(実技)>

日時：令和4年7月7日(木) 9:00~15:00

会場：敦賀産業技術専門学院



図2. 敦賀産業技術専門学院

### 3. 内容

学科・実技ともオンラインではなく、健康観察票提出やアルコール消毒液設置、マスク着用を徹底した上で、対面形式で実施された。今回、1日目の学科を受講し初めて知った内容も多く、とても参考になった。次にその一部を抜粋する。

- ・最近5年間(H27~R1)の労働災害統計によると、感電による死亡率は9.4%もあり、このうち64.4%は低圧に起因したものの<sup>[1]</sup>
- ・皮膚の抵抗値は印可電圧や接触面の濡れ具合で変化し、人体内部の抵抗値は手-足間で約500Ωしかない<sup>[1]</sup>ため、皮膚が濡れている場面はもちろん、ケガをしている箇所に感電しても非常に危険である
- ・人体の絶縁抵抗を高め感電事故を防ぐため、電気工事をする際の作業着は長袖必須
- ・作業時は保護具(絶縁用手袋、ヘルメット、安全靴)を必ず使用する
- ・ヘルメットにも種類があり、電気用を選ぶ
- ・低圧電気の分電盤内部にアクセスし、電気配線工事を業務として実施するには、電気

\* 第3技術室 システム制御班

工事士と電気主任技術者のほか、低圧電気取扱者特別教育を修了した者が傍にいる必要がある



図 3. 学科の会場

2 日目の実技（フォローアップ研修）では、一人ずつ保護具の取り付けや検電器、開閉器の開閉操作方法等について、作業手順書に沿って、作業手順チェックシートに実施者と実施時刻を記入しながら確認試験を実施した。



図 4. 実技で使った回路



図 5. 確認試験の様子

#### 4. まとめ

第二種電気工事士の免状を有していれば、小規模かつ低圧受電設備の電気配線工事は問題なく担当できると勘違いしていたが、業務として

行うには、低圧電気取扱業務特別教育の修了も必要であり、また電気主任技術者（監督者）も必要であるとわかった。また、作業時は必ず長袖の作業着で行い、絶縁用手袋や電気用長靴といった保護具も用意する必要がある。

電気配線工事は感電といった危険性を有するだけに留まらず、施工不良や経年劣化による漏電や火災が起こらないよう、作業できる担当を有資格者に限定するなど育成コストも大きい業務である。本来、専門業者に依頼し施工してもらうべき作業であるため、電気配線工事を技術部で実施できる業務とは位置付けず、今後は基本的に電気配線工事の技術相談も引き受けないことにしたい。

学生実験では電気電子情報工学実験 Ia「絶縁抵抗測定と高電圧設備」（学部 2 年・後期）を担当しており、内容もかなり重複しているため、その際の説明に役立つもので、大変勉強になった。誰でも受講できる特別教育だが、第二種電気工事士の取得と同時に、取得後に受講すると理解も深まって良いと感じた。

学生時代および前職では電子工学（弱電）一筋であり、電気工学（強電）に関するスキルは誰かから指導を受けて身に付けたものではなく、独学の資格勉強で得たものである。そのため、知識も経験も浅いという不安があったが、今回は労働安全衛生法の観点から、電気配線工事や受配電設備、保護具、事故の危険性に対する認識や理解を深めることができ、大変有意義だった。

#### 5. 参考文献等

[1] 低圧電気取扱者安全必携 -特別教育用テキスト-

## 2022年度 機器・分析技術研究会 参加報告

川井 康督\*

### 1. はじめに

2022年9月1日(木)から9月2日(金)において、2022年度 機器・分析技術研究会が大阪大学 豊中キャンパス基礎工学国際棟シグマホールにて開催された。なお、開催はオンサイトおよびオンラインの両形式で開催された。

本研究会は、国立大学法人、独立行政法人国立高等専門学校機構、および大学共同利用機関法人に所属する技術系職員により、機器分析・化学分析に関わっている全国の技術系職員が、技術研究発表や活発な討論を通じて、自己研鑽と技術の向上、技術職員相互の交流を図ることを目的として開催されている。

近年、機器共用をはじめ、研究・実験の多様化により技術職員の専門技術の向上および技術の多専門化が必要とされている中、『安全衛生関係』分野にてポスター発表を行うとともに、他分野の技術発表を聴講するため、当研究会に参加したので、その内容について報告する。

### 2. 研究会の開催スケジュール

■9月1日(木)

13:00～	開会式
13:15～	特別講演「新型コロナウイルスの性状とその制御法」 松浦善治氏
14:20～	特別講演「電気化学的手法によるCO <sub>2</sub> の還元的資源化」 中西周次氏
15:30～	協賛企業PR
16:00～	ポスター発表
17:30～	次期開催案内
18:00～	情報交換会

■9月2日(金)

9:00～	特別講演「研究設備・機器の共用推進に向けたガイドライン」について 渡辺隆之氏
9:30～	口頭発表-1
11:50～	休憩(昼休み)
13:10～	口頭発表-2
15:50～	閉会式

### 3. 特別講演

特別講演3「研究設備・機器の共用推進に向けたガイドライン」については、文部科学省 渡辺隆之氏より講演にて、各大学における設備について共用化をすすめることで、限りある資源を有効活用していく必要があるとお話されていた。共用化にあたっては、各大学における経営戦略に盛り込むこととなり、大学内における全施設(工作機械等も含む)が対象となることであった。

### 4. ポスター発表

#### 4.1 発表の背景

福井大学工学部建築・都市環境工学科は、平成25年度に大型構造物実験室および構造材料試験室が新設され、実物大の構造実験を行うことが可能となった。これらの施設には、私を含めた2名の技術職員が派遣され、安全管理を実施している。

大型構造実験室および構造材料試験室では、学生実験の他、いくつかの研究室による研究活動も行われているが、近年では民間企業との共同研究も増え、実験内容もより多様化してきており、それに応じて安全管理もよりきめ細かな体制へと日々改善を図っている。

そこで今回は、ここ数年で行った安全管理体制の改善事例について紹介する。

#### 4.2 安全管理の3本柱体制

派遣先実験室では、以前より大型構造実験室および構造材料実験室の安全管理を行ってきたが、

\* 第2技術室 物理計測班



前述したとおり実験が多様化し研究室を使用する機会も増える中、学生が器具を間違った使用方法により破損させたり、用具の老朽化に気付かず使用し続けていたりと事故の原因となる事例も発生しており、安全管理体制を改善させる必要性があった。

そこで、実験室ではより効果的に安全衛生管理を実施できるよう、安全管理業務を下記の3つに体制化している。

1. 点検業務
2. 安全教育業務
3. リスクアセスメント業務

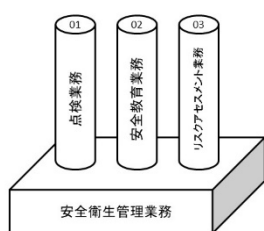


図 1.安全管理 3 本柱体制イメージ

## 4.3 各業務の主な改善事例

### 4.3.1 点検業務

大型構造物実験室では天井クレーンについての定期点検を行っているが、吊り具や手動荷揚げ機などについては、目視での使用前点検のみを実施していた。

しかし、前述したとおり実験の多様化による使用頻度の増加や用具の老朽化がありながら使用し続けていた事例などもあり、①チェンブロック、②レバーブロック、③ワイヤロープ、④スリングベルト、⑤ラウンドスリングについても、定期点検を追加した。定期点検実施の効果として、老朽化した用具の廃棄基準が明確となり、安全性の維持が確実となった。また、吊り具（特にワイヤロープ）に関しては、管理番号に使用荷重を使用し貼付けすることで、使用時に一目で荷重を確認でき、過荷重となることを防ぐ効果もあった。

### 4.3.2 安全教育業務

大型構造物実験室では、学生が実験や試験体作製などを単独で行うことがあるため、毎年4月に実験室を利用する建築構造系研究室の学生に対し、安全教育説明会を実施することとした。説明会の内容としては、①大型構造物実験室を利用する際のルール、②電動工具の使用方法和安全上の留意事項、③重量物取扱い時の注意事項、④高所作業時の注意事項の4項目について説明している。

安全教育については、各研究室で教員が実施し

ていた時期もあったが、教員が業務過多で十分に教育が行えなかったり、研削砥石の交換や試運転など特別教育の受講が必要な項目もあつたりすることから、技術講習を受講している技術職員が対象学生に一括して安全教育を行うことで、安全上必要な事項を漏れなく学生に伝えることができるようになった。

### 4.3.3 リスクアセスメント業務

大型構造物実験室での事故を未然に防止するため、リスクアセスメント評価を行い、必要に応じて対策を講じている。リスクアセスメントは、①金属加工、②鉄骨の組み立て、③材料試験、④クレーン運転、玉掛け、⑤溶接の5つの作業について実施している。

これまでにリスクアセスメント評価の結果、グラインダーやボール盤使用時の注意喚起ラベルの設置や材料試験時の飛散防止カバーの製作などの予防措置を行った。

### 4.3.4 質疑応答

セッション中に何人かの参加者から安全教育業務における説明会開催に関する質問を受け、説明会開催のきっかけなど回答した。同じ技術職員として安全管理業務に携わる中で、個別に説明会をすることは非常に有意であり、今後の業務の参考にしたいという意見を多くいただいた。

## 5. おわりに

今回、当研究会にてポスター発表を行うことや他の発表を聴講することで、普段交流することが無い他大学の職員がどのように業務を遂行しているか、また業務内での懸念事項やその改善方法を知ることができ、非常に有意義な機会となった。特に、大学職員として着任期間3年未満の自分にとっては、今後、自分がどのように技術を伸ばしていくべきか指標となる発表が多く、日ごろの業務のやり方の参考となった。



図 2.帰路に着く前の新大阪駅にて

## 2022年度 機器・分析技術研究会 参加報告

山田 美空\*

### 1. 目的

機器・分析技術研究会は、主に機器分析や化学分析等に関わっている全国の技術系職員が技術研究発表等を通して技術の共有、意見交換など技術職員同士の交流を図るための会であり、毎年開催されている。本研究会に参加し、他大学の職員と交流や情報共有を行い、今後有益な情報を得る事を目的とした。

### 2. 研究会概要

本研究会では、全国の国立大学法人、独立行政法人高等専門学校などに所属する技術系職員の参加があり、オンライン170名、オンサイト100名、合わせて270名が参加した。以下に本研究会のプログラムを示す。今回は、特別講演3件、口頭発表15件、ポスター発表51件の発表があった。

日時：令和4年9月1日（木）、9月2日（金）

場所：大阪大学 豊中キャンパス

基礎工学国際棟 シグマホール 他

#### スケジュール

##### 9月1日（木）

10:00~12:00	特別企画「第4回女技カフェ」
12:00~	受付
13:00~13:15	開会式
13:15~14:15	特別講演1
14:20~15:20	特別講演2
15:30~16:00	企業PR
16:00~17:30	ポスター発表
17:30~18:00	次期開催案内

##### 9月2日（金）

9:00~9:20	特別講演3
9:30~11:50	口頭発表1
13:10~15:50	口頭発表2
15:50~16:00	閉会式

\* 第2技術室 化学計測班

### 3. 特別講演

#### 3.1 特別講演1「新型コロナウイルスの性状とその制御法」

大阪大学感染症総合教育研究拠点の拠点長の松浦善治様より、上記題目のご講演があった。新型コロナウイルスの流行によって、感染症が身近に感じている昨今、感染症とは何なのか、ウイルスとは何かを改めて学び、新型コロナウイルスの性状とそれに対する制御法やワクチンなどの予防法開発の現状についてご講演があった。

感染症のうち、約60%が人獣共通の感染症であり、そのため、ヒトの健康、動物の健康、環境の健康それぞれが密接に関係しており、人的要因が動物や環境に与える影響は大きい。また、その影響によって人の感染症の様相は大きく変容している。私たちの行いが環境や動物へ影響し、さらにそれが人の健康に影響を与えていることが分かった。

また、コップ1杯の海水には約10億個のウイルスが確認されるが、そのほとんどは人に感染しない。人にとって恩恵をもたらすものもある。その中で病気を引き起こす種はほんのわずかであり、こうしたウイルスと共生するにはウイルスの性状を把握し、対策を行っていくことが大切である。また、大阪大学では、オール阪大メンバーで感染症対策に力を入れており、大阪大学内で研究チームなどを複数設置し活動している。

今回のご講演で、新型コロナウイルスの細胞への感染経路や、ワクチンの開発について課題となっていた部分など、普段見えていないところを分かりやすく講演していただき、知識の幅が広がった。

#### 3.2 特別講演2「電気化学的手法によるCO<sub>2</sub>の還元的資源化」

大阪大学基礎工学研究科太陽エネルギー化学研究センターの中西周次様より、上記題目のご講演があった。近年の人間活動におけるCO<sub>2</sub>排

出量は、自然活動の約 80 倍であると言われており、年間で 25~36 Gt 排出している。そのため、人間活動による CO<sub>2</sub> の排出は、植物の光合成による二酸化炭素の分解では追いつかない。そこで、私たちがやるべきは、排出される CO<sub>2</sub> を減らすことと、光合成の効率を上げることにより炭素の循環を行うことである。中西様の研究では、CO<sub>2</sub> を出発物質に、CH<sub>4</sub>、CO、や C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> などの燃料・化学原料、および糖などの“食料”を生産する電気化学触媒材料・システムについてご講演があった。人工光合成の触媒として銅を用いる場合のみ酢酸やエタノールなど炭素が 2 つの化合物を生産できることが分かっている。しかし、このような材料は低付加価値であるため、ここで生産された材料を微生物に与えてバイオ燃料とすることで、ブタノールなどさらに炭素数を増やし付加価値を高めた材料の生産が可能である。

また、CO<sub>2</sub> を出発物質に糖の化学合成を行う技術の紹介もあった。現在は植物の光合成に依存したサイクルでの糖の生産を行っているが、再エネルギー由来の電力を用いるシステムである。

このように、炭素を循環させるカーボンニュートラルの考えに加え、CO<sub>2</sub> から付加価値の高いものを生み出す技術について触れることができた。

### 3.3 特別講演 3「研究設備・機器の共用推進に向けたガイドラインについて」

文部科学省科学技術・学術政策局研究環境課の渡辺隆之氏より、上記題目でご講演があった。研究力の総合的・抜本的な強化へ向けて「人材」「資金」「環境」の三位一体改革が重要である。そのうちの「環境」の政策として研究インフラの高度化・共用化が掲げられている。研究設備や機器には継続的かつ専門的なメンテナンスを行う技術職員が必要であり、研究者とともにあればその能力が最大限に発揮されるとされている。そのため、研究設備・機器の共用システムの構築を行い、研究者、技術職員、URA、事務職員、役員の協力（チーム共用）を推進している。このガイドラインに沿って研究設備・機器の共用化が推進されることで、研究の効率化に加え、技術職員もより多くの活躍の場が広がるのではないかと感じた。また、そのためにも自分の専門性や、さらに高度な技術の習得を目指していきたい。

## 4. ポスター発表・口頭発表

バーチャルサイト「oVice」を用いて、ポスター発表が行われた。一人一人にアバターが設けられており、自分の興味があるポスター発表ブースに近づくと、ポスターを見ることが出来る。さらに、音声やカメラを ON にすることで、自由にコミュニケーションをとることが可能になっていた。発表者の中で、現在私も使用している NMR 装置に関する発表があり、情報交換を行った。発表者は新規採用職員の方で、装置について知識や技術を得るために輪読会に参加したり、測定の際のパラメーターを変えて同じ試料で測定し、測定結果を比較したりすることで技術習得を行っていると同様だった。また、どのようにして研修や技術習得を行っているか、普段どのような業務を行っているかなど他大学の職員と交流を行った。

他には、新規採用職員への技術継承の実施内容に関する発表や、新規採用職員が自身で装置を用いて技術習得を行った発表、新しい測定技術の習得に関する発表などがあった。普段使用している装置だけでなく、使用したことがない装置もたくさんあり、有意義な情報が得られた。また、個人個人で試行錯誤して技術習得に励んでおりとても刺激になった。

## 5. まとめ

今回、機器・分析技術研究会に初めて聴講で参加した。他大学の技術職員の業務の成果を共有でき、新たな知見を得ることが出来た。また、同様な分野の職員と交流を持つことが出来た。今回の研究会を受けて、さらに技術習得等に励んでいきたい。

## 6. 次期開催案内

2023 年度 機器・分析研究会

開催場所：熊本大学

開催日：2023 年 9 月

九州地区総合技術研究会

開催場所：大分大学

開催日：2024 年 2 月下旬~3 月上旬

## 実験・実習技術研究会 2023 広島大学 参加報告

宮川 しのぶ\*

### 1. はじめに

本研究会は、全国の大学、高等専門学校及び大学共同利用研究所などの教育・研究機関に所属する技術系職員が集まり、各分野において発表・意見交換を行うことで、技術の研鑽や向上を図り、学術振興における技術支援に寄与することを目的としている。

2023年3月2日（木）から3日（金）にオンラインで開催された実験・実習技術研究会2023広島大学では全国85機関、486名が参加した。発表分野は情報・電気系、機械系、建築・土木・農学・水産学系、化学・医学・理学系、地域貢献、安全衛生の6分野において口頭発表46件、ポスター発表30件あった。

### 2. 研究会概要

2023年3月2日（木）

9:30 開会式（ウェビナー会場）

開会宣言

学長挨拶

特別講演 1

特別講演 2

13:10 ポスター発表（DOOR）

2023年3月3日（金）

9:50 口頭発表（ZOOM）

13:30 口頭発表（ZOOM）

15:15 閉会式（ウェビナー会場）

### 3. 発表概要

発表題目：化学物質リスクアセスメントツールの新機能～法改正に合わせた追加機能の検討と実装～

#### 3.1. はじめに

本学では平成27年より化学物質リスクアセスメント（CRA）を簡便に行うためのツールを作成し、学内外に公開してきた。平成30年5月からは「少量・低頻度向け」のCRA手法を

追加し、名称をCRAマルチツールとして運用している（Fig.1）。安衛法改正により、令和5年4月から化学物質管理が大きく変わるため、その対応に必要な新たな機能について検討ツールに実装したので報告する。



Fig. 1 CRA 化学物質入力画面

#### 3.2. CRA マルチツールの構成

現在、学外公開しているCRAマルチツールでは以下の5手法を使用できる。

1. 少量・低頻度向け手法（厚労省方式）
2. 半定量的手法（中災防方式）
3. 定性的手法（中災防方式）
4. 準精細手法
5. 精細手法

このうち、少量・低頻度向け手法については、厚生労働省とみずほリサーチ&テクノロジーズ（株）が共同開発した化学物質リスクアセスメントツール、「CREATE-SIMPLE」を基に大学独自の改良を加えて、平成30年5月より公開している。この手法は、取扱量の少量側を拡張し、1～10、10～100、100～1,000[g or ml]の3つに区分することで少量使用時のリスク評価精度の向上が期待できるため、本学の推奨手法としている。このツールは、1842物質の職業ばく露限界（OEL）を内蔵しているため、実験条件から推定したばく露濃度との比較によるリスクレベルを容易に評価できる。また、OELの情報がない物質については、内蔵するGHS分類データから見積もった管理目標濃度をOELの代わりに用いて、リスク評価を行えるようにしている。

\* 第2技術室 化学計測班



### 3.3. 新機能追加の検討

安衛法の改正により、化学物質の管理が法令準拠型からリスクアセスメントを基本とした自律的な管理へと移行することになり、令和5年から6年にかけて段階的に様々な対応が必要となる。リスクアセスメントの実施・記録作成・保存はもちろんであるが、「適切な保護具の着用」、「気中濃度の濃度基準値以下での管理」、「小分け容器等へのラベル表示」などが義務化されるため、大学での化学薬品を使用する実験・実習においても、これらへの対応が必要となる。そこで、これらの事項に対応するために必要なツールの改修について検討を行い、保護手袋選定機能や容器ラベル作成機能など新たな機能を追加したので報告する。

#### 3.3.1. 容器ラベル作成機能

安衛法改正により、令和5年4月からラベル表示対象物を他の容器に移し替えて保管する場合も、当該物質の名称及び人体に及ぼす作用について、ラベル等で明示することが義務付けられることになった（安衛則第33条の2）。そこで、様々な容器に対応したラベル出力機能の追加を検討した。出力する内容は、物質名、注意喚起語、GHS 絵表示、安全対策・応急措置など

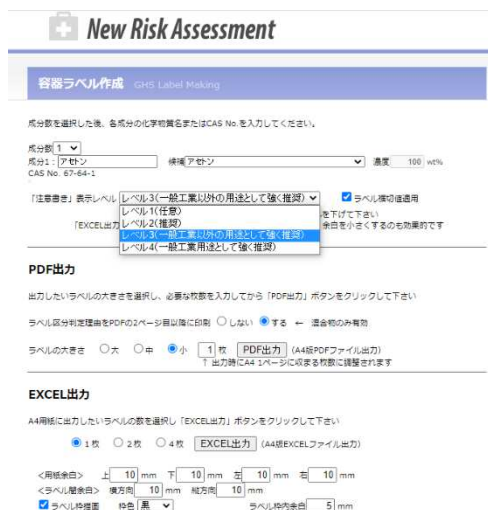


Fig. 2 容器ラベル作成画面

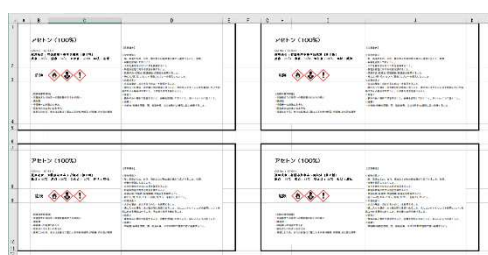


Fig. 3 容器ラベル\_Excel 形式

の注意書きとしたが、注意書き等の内容が多い場合は、NITE-Gmiccs の別紙「注意書きフレーズの絞り込みについて」を参考にして、表示レベルを調整することも可能な仕様とした（Fig.2）。出力形式は PDF と、出力後に自由に整形することができる Excel の 2 種類とした（Fig.3）。混合物の GHS 分類区分は NITE-Gmiccs 分類ロジックに基づいて行うこととし、必要に応じて判定理由を PDF 出力できるようにした。

#### 3.4. 最後に

今回の法改正により、化学物質管理が大きく変化し、大学は早急に対応していく必要がある。しかしながら、少量・多品種の試薬を取り扱う大学の性質上、対応には多くの労力を要する。今回の CRA マルチツールへの機能追加が、多くの教育・研究機関等での化学物質管理の一助となれば幸いである。

### 4. まとめ

今回のポスター発表では、オンライン上に自身のアバターを設定する DOOR を使用した（Fig.4）。私自身初めての試みであり、接続テストを経て発表を行ったが、当日には参加者が多く、接続不良が発生し、オンライン会場での十分な意見交換が出来ず残念であった。しかし、配信トラブル時のバックアップとして Slack も活用していたため、発表後に参加者からの質問や意見を確認することができた。この方法では、ポスター発表時間が重なった場合でも Slack に質問を記載しておけば、後から回答を得たり、交流したり出来たためとても有意義であった。得られた知見は今後の業務に活かしていきたい。



Fig.4 ポスター会場 (DOOR)

## 第6回 大学技術職員組織研究会 金沢会議 参加報告

川井 康督\*

### 1. はじめに

2023年3月27日(月)において、2023年第6回 大学職員組織研究会が金沢大学 角間キャンパスにて開催された。

大学技術職員組織研究会とは、多くの大学で技術職員は組織化されているが、組織運営における標準モデルは示されておらず、運営体制や人員構成、技術の継承、若手の育成などは各機関で大きく異なり、それぞれの機関にて試行錯誤しながら運営されている現状があり、そのため、全国各地の大学技術職員が組織研究会を構成し、技術職員の組織のあり方や課題について情報共有したり、議論したりすることで、より良い組織の構築の一助とする研究会である。

本学技術部では技術研究会のような技術共有やブラッシュアップを目的とした発表会への参加はこれまでもあったが、組織運営についての情報共有の場への参加は少なかつたため、今回、他大学の運営状況を知ることで、技術部運営に還元できるのではと思い、当研究会に参加した。



図1 研究会会場 (自然科学本館)

### 2. 研究会の開催スケジュール

#### ■第一部(大学技術職員組織研究会 2022年度総会)

11:00～	開催挨拶
11:10～	総会 1. 2022年度活動報告 2. 企画について 3. 次年度開催について
12:00～	休憩

#### ■第二部(シンポジウム)

13:30～	挨拶
13:40～ シンポジウム1	講演「これまでの5年間」 ○上村 実也氏(熊本大学) ○修行 美恵氏(九州工業大学) ○渡邊 政典氏(山口大学) ○古賀 和司氏(東海国立大学機構) ○白石 昌武氏(金沢大学) ○高木 裕治氏(早稲田大学)
15:10～	休憩
15:30～ シンポジウム2	パネルディスカッション 「これからの5年」技術職員の成長を考える ○パネリスト 上記講演者 ○モデレーター 杉山 博則氏(金沢大学) ○講演 屋比久 祐盛氏(琉球大学)
16:50～	講評
17:00～	閉会挨拶

### 3. シンポジウム1

各大学にて技術職員がキャリアパスの確立、人員の計画的な確保、管理職の増設などを実現する

\* 第2技術室 物理計測班

ため、事務局や教授会に対し、理論的に協議できるよう努力していることが分かった。具体的には、技術部の大学への貢献を可視化するため、大学の目標の一部と技術部での業務目標と整合したり、業務分担を見直したりしている事例が紹介され、印象的であった。

また、文部科学省は大学・研究機関における装置や設備の共用化を図っており、今回講演された大学においては、当省のコアファシリティ構築支援プログラムを受けて、工学部だけでなく全学的に技術部を統合しているとのことであった。

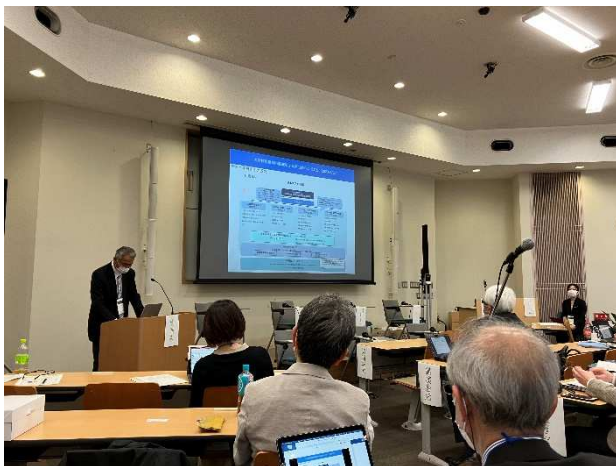


図2 シンポジウム1 講演状況

#### 4. シンポジウム2

パネルディスカッションでは、組織化のメリット・デメリット、技術職員の意識改革、次の技術職員の役割などについて議論が交わされた。下記に各議題について、特に印象的であった意見を述べる。

##### 4.1 組織化のメリット・デメリット

(メリット)

- ・ キャリアパスの確立（大学運営に関わる管理職が増）
- ・ 人材の計画的な確保
- ・ 技術部への明確な業務評価

(デメリット)

- ・ 自由なことができる時間が減ってしまう
- ・ 会議や運営業務が増える

(その他)

- ・ 組織化の有無に関わらず、大学という組織に雇用されている以上、個人としても大学運営に貢献する責務が当然ある

##### 4.2 技術職員の意識改革

- ・ 大学組織に雇用されているという事実を忘

れがち

- ・ 個人として大学運営および社会に貢献するという意識を持つことは必須
- ・ 教員に従属するのではなく、対等な関係性を目指す

##### 4.3 技術職員の今後のステップ

- ・ 技術支援ができていない教員に対し、どう技術支援を進めるか
- ・ 大学の研究力強化につながる人員のマネジメントが必要

#### 5. まとめ

大学技術職員組織研究会では、学部を超えた技術部の全学的な組織化に向けての議論が活発であった。技術部の全学組織化は大学全体の組織改革となるため、ボトムアップで実現した例は少なく、大学主導のトップダウンで進んだ事例が大多数ではあるが、技術部としての業務方針を統一したり、大学運営への貢献の可視化を目指したりと組織運営について学ぶことが多かった。

今後はこの研究会で学んだことを活かし、技術部内で問題提起や情報共有を図っていきたいと考える。



図3 金沢大学 角間キャンパス全景

# 活動報告



## 令和4年度 技術部特別講演会

### 研修委員会

#### 1. 緒言

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

2023年3月9日(木)に福井大学産学官連携本部3階研修室にて、「令和4年度技術部特別講演会」を開催した。学内講師1名、学外講師1名の計2名の講師を招いて開催されていたが、COVID-19の影響により、今年度も学内講師1名のみでの開催となった。

対象者は福井大学工学部技術部職員と主とし、参加人数は26名(技術部長、常勤職員17名、嘱託職員5名、当日参加者3名)であった。

#### 2. 特別講演

福井大学工学部電気・電子工学講座 木村欣司准教授から「スーパーコンピュータと数式処理ソフトウェア技術」という題目で講演していただいた(図1)。ハードウェアの特性を意識したデータサイエンスの研究を主な研究テーマとされており、2011年6月には数式処理による16次方程式の判別式(約38億項)の計算に世界で初めて成功したとの報道あり。それまでの15次方程式の判別式の計算(約6億6000万項)の世界記録も木村先生によるものである。



図1 特別講演 木村欣司 准教授

まず、数学者が設計した数式処理ソフトウェアは  $\sin$ ,  $\cos$  を扱わないものが多い。計算機で  $\sin$ ,  $\cos$  を数式として扱うことは困難で、数式を処理する操作よりも数値計算と相性が良く、 $\sin$ ,  $\cos$  と比べて式を展開し整理したとき標準形が存在する多項式の方が扱いやすいとのこと。

なお、「数学もいいけどハードウェアをわかっていないと良いプログラムにならない」という後藤和茂先生(早稲田大学の先輩)の言葉が紹介された。その余談として、AMDがx86命令の64bit化に早く成功したことや、x86\_64には64bitの整数レジスタを2つ利用し128bitとして扱う仕組みが備わっており、x86のCPUの64bit化が始まった初期の頃は64bitレジスタ接合部における桁上げ(carry)付き加算がAMD製CPUはIntel製CPUに対して2倍の性能を持っていたというお話はとても興味深かった。

木村先生の考案した補間法は可積分系を数式処理ソフトウェアに応用している。それに加え、スーパーコンピュータ(以下、スパコン)は並列計算が得意で、上手に使うには各計算が独立している中国剰余定理の利用が不可欠になっている。その成果物として、他の計算法では実現できなかった13次を超える高次方程式の判別式の計算ができるようになり、更には17次方程式の判別式(約219億項)の高速計算(終結式の高速計算)を、京都大学のスパコンで達成し、現在の世界記録になっている。次の世界記録の更新が期待される18次方程式の判別式はいつごろ計算可能か?という課題について、名古屋大学にあるスパコンを利用し時間と電気代等コストをかければ、現代においても計算可能だが、日本国内の電気代が高騰するなか、他の研究者のリソースも奪うことになるため納得のいく新しい解法を見出すまで、スパコンは安易に使うつもりはない、とのご意見があった。

#### 3. 謝辞

本技術部特別講演会実施にあたり、ご協力を頂いた諸氏に感謝いたします。

## 2022 年度公開講座 「ガラスを溶かしてオリジナル作品を作ろう」

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

### 1. はじめに

令和4年7月23日(土)に工学部技術部第2技術室で公開講座を開催し、今年の本講座には抽選で当選した小学生以上の子供とその保護者の5家族(11名)が参加した。参加者には「熱で溶かしてみよう」、「薬品で溶かしてみよう」の2テーマで、ガラスの「溶ける・溶かす」を体験してもらうとともに、オリジナル作品を制作して頂いた。以下に、各作品作りの概要を示す。

### 2. 熱で溶かしてみよう

#### 2-1 色ガラス棒を溶かして作品作り

セラシートを敷いた素焼きの板の上に、好みのガラス棒を組み合わせて置いて、これを電気炉で950°C以上に加熱することで、熔融成形を行った。溶けすぎると丸まってしまう、逆に十分溶けていないと冷却時に割れるなどで、炉から出すタイミングは難しいが、参加者は思い思いの作品作りに没頭し、たくさんの作品を制作した。また、作ったガラス玉などはストラップにしたり、フォトフレームに貼り付けたりした。

#### 2-2 粉ガラスを溶かして作品作り

事前に製作した型枠から、参加者が好みの型を選び、作品作りを行った。型枠に粉の色ガラスを入れ、さらに透明のガラスフリットで上部を覆い、電気炉で820°Cに加熱して熔融成形を行い、作品作りをした。型から取り出した作品はリョーターでバリ取りし、ペンダントやブローチなどの作品、または、フォトフレームへのデコレーションパーツとして使用した。

#### 2-3 バーナーを使って、曲げる・伸ばすを体験

バーナーで直接ガラス管を溶かして、「曲げる・伸ばす」を体験して頂いた。普段目にするガラスは固いが、溶かしたガラス管が飴のように伸びることを体験した参加者は歓喜を上げていた。

### 3. 薬品で溶かしてみよう

#### 3-1 エッチングでガラスプレートづくり

参加者は好きなデザインの下絵を紙に描き、その後、5cm角のガラス板に専用のマスキングペンで写し書きした。次に薬剤(エッチング液)を塗布し15分放置させて化学反応でガラス表面を溶かすエッチングを行った。出来上がった作品はコントラストが低いため、ガラス板の後ろに黒紙を添えることで、エッチング部が映えるようにした。黒紙とガラス板の固定には、様々な種類のマスキングテープを用意し、参加者が好きなものを選択できるようにすることで、さらにオリジナリティがある作品に仕上がった。

### 4. 最後に

今年の公開講座でも、全ての参加者が火傷やケガなどを負うような事故も起こらず、安全に制作して頂いた。講座終了後のアンケートでは、多くの家族が大変満足・満足の回答であった。参加者には講座を通して、身近なガラスの性質・モノづくりの楽しさを少しでも知って頂く機会を提供できたのではないかと思います。今後も活動を継続していきたい。

最後に今回参加者が作った作品の一例を図1に示す。



図1 制作した作品の一例

\* 第2技術室



# 原子力の科学館あっとほうむイベント「チャレンジサイエンス」での ガラスワークショップ開催報告

安藤 誠\*, 宮川しのぶ\*, 山口綾香\*, 山田美空\*, 戸澤理詞\*, 岡田文男\*

## 1. はじめに

福井原子力センター原子力の科学館あっとほうむで開催していたイベントは、COVID-19の感染拡大に伴い、この2年間自粛していたが、今年度は感染状況が落ち着いたこともあり、感染対策を徹底して開催することとなった。今回は「チャレンジサイエンス」の9月17日（土）の部に「カラフルガラス玉ストラップ&ガラスエッチング」と題したワークショップで技術部第2技術室の6名が担当した。ワークショップの内容は、本学の公開講座等で第2技術室が担当するガラスを使ったモノづくり体験の一部であり、あっとほうむで開催されるイベントを担当するのは今回で5回目となる。

## 2. ワークショップの内容

このワークショップは、色ガラス棒の小片を数個並べて溶融することで、ガラス玉を成形し、これに組み紐などのパーツを取り付けることで、

ストラップを作製するというものである。今年度は新たにガラスエッチングを追加した企画とした。予定していたイベント時間は、昼休みを除く9時から17時まで、受け入れ人数は、10名/回（1時間）×6回の計60名とした。電話による事前予約での参加としたが、我々の他にも種々の体験型イベントが予定されており、多くの人が参加していた。我々のワークショップの参加者人数は58名であった。

チャレンジサイエンスのチラシを図1に示す。ストラップ作りは小学校低学年の子供でも体験でき、非日常的なガラスの高温溶融も実感できる企画である。

これまでは、作業を共有スペースで行ってい



図2 最初の説明風景



図1 チャレンジサイエンスのチラシ



図3 ガラスを選んでいる様子

\* 第2技術室



図4 ガラスエッチング風景

たが、感染防止のため、参加者は各自の机ですべての工程を実施できるようにし、できるだけ密にならないよう対策を行った。

最初に作業工程や注意事項などの簡単な説明を聞いてもらった後(図2)、加熱溶融に時間がかかるガラス玉ストラップ作りから開始した。参加者は、色ガラス棒の小片を2~3個選び(図3)、専用のケースにピンセットでセットする。担当者は、これをセラシートを敷いたアルミナ板の上に並べ、980℃に設定した電気炉に入れた。使った色ガラス棒は900℃以下でも溶融するが、溶融時間を短縮させるため、高めの温度に設定している。ガラス棒を電気炉で溶融してから冷却して、次の加工ができるまで約30分の待ち時間がある。そこで、待ち時間の間に新たな工作としてガラスエッチングの作業をしてもらった(図4)。今回は時間に限りがあったため、好きな文字をマスキング用ペンで書いてもらうことにした。あらかじめテンプレートを用意することで短時間でも効率的に作業を行うことができるように工夫している。薬剤を塗布し、約15分待っている間にガラス玉ストラップ用のパーツ組立を行ってもらった。数種類あるストラップのパーツの中から、ストラップ紐・鈴・固定用プレートをそれぞれ選び、手順に沿って組み立ててもらった。冷えたガラス玉に、あらかじめ組み立てたストラップ紐と鈴を取り付けたペンダントトップを接着することで、ストラップを完成させてもらった。最後に、エッチングガラスの薬剤を洗い流し、ガラス板の周りを好みのマスキングテープで装飾して、すべての作業を終了した。

ストラップやエッチングガラスプレートを完成させた参加者からは「楽しかった」「やってみ

たかったので良かった」といった感想も頂き、大変好評であったと感じている。

### 3. さいごに

今回の実施はCOVID-19の感染拡大後初めてのイベント開催であり、あっとほうむの担当者とは相談し、個別作業スペースの確保・アクリル板の設置など、多くの事前対策を検討した。その上で、多くの人に参加していただけたことはとても良かったと思う。我々も、これまで共有していた色ガラス棒やストラップなどの小物を分割ボックスに小分けし、個人用作業セットを準備するなどの工夫を行い、限られた作業場・時間内で作業を行うことができた。また、新たな企画として、ガラスエッチングを追加したことで、待ち時間となっていたところを作業時間とし、2つのワークショップを体験していただけるよう時間配分を行った。各企画に慣れたスタッフにそれぞれ業務を分担することで、手際よく作業や指導・誘導を行い、円滑にイベントを進めることができた。

地域貢献につながるこのような活動については、今後もできるだけ続けていきたいところである。



## 令和4年度 実験・実習グループ業務報告

### 1. はじめに

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

### 2. 各学科からの業務依頼と各チームの対応

今年度の業務依頼はすべての学科から 17 件あり、科目数は 32 科目であるが、中止になった科目数が 2 科目あった。よって実績としては 17 件 30 科目となり、昨年度（32 科目）と比べて 2 科目減った。主な依頼業務は、学生指導に係る技術分担、安全管理、教育支援や機器・器具類の設計・製作・改良・保守・管理などである。昨年度に引き続き今年度も COVID-19 感染対策を徹底するとともに、感染防止のためにオンライン講義も併用しながら実施された。なお、部長決裁が必要な通知書等については電子決裁方式とした。

各チームが行った業務の概要は、機械・物理チームは、機械系では機械工学実験における金属の組織観察や片持ちはりの振動実験、物理系では金属の密度測定や水の比熱実験、ダイオードによる整流回路の原理やオシロスコープの使用法、電気抵抗測定などの指導を行い、今年度も引き続きオンライン授業への対応も行った。電気・電子・情報チームは、電気・電子系では電子回路や回路基板の製作、ロボット製作、情報系ではプログラ

ミングなど各自の専門分野を活かした技術指導を行った。建築建設系チームでは、測定の誤差計算や測定方法、建設材料等の物理試験、RC梁の配筋や型枠の製作など建築建設分野の基礎となる実験や現場同様の実習に対して技術指導を行うとともに、屋外で行う実習については危険も配慮した指導を行った。化学系チームでは、担当する実験は有害な薬品を使用するものが多く、化学実験での基本操作の指導に加えて実験中の安全監視なども不可欠で、高度な専門知識・経験を持つ技術職員が対応を行った。育成センター・学際実験チームでは、先端科学技術育成センターの職員が中心となり、汎用機による機械工作や溶接の技術指導、ならびに安全講習を行った。ブリッジコンペディション用の橋梁製作では、学生からの質問への対応や技術的なアドバイスをきめ細かにを行い、成果として2022年度のJapan Steel Bridge Competitionでは優勝することができた。

### 3. まとめ

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

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

## 令和4年度 安全衛生管理推進グループ業務報告

### 1. はじめに

本学の工学部は、化学系学科を中心に危険な薬品や高圧ガスを使用している研究室が多い。とくに、経験の浅い学生の安全を確保することがますます重要となる。当グループは、技術部職員16名で構成し、工学部での安全衛生管理を推進するために、薬品管理、高圧ガスボンベ管理、安全衛生システム管理の各チームを組んで、工学部全体の安全衛生管理業務を遂行している。今年度の主要な業務を以下にまとめる。

### 2. チーム別実施業務

#### 2.1 薬品管理チーム

工学部での薬品管理を適正に行うため、一般ユーザーを対象に薬品管理システム利用方法に関する説明会をオンデマンド型で6月と10月に開催した。受講者は計76名であった。また、危険・有害薬品を使用する際に発生しうるリスクレベルを事前に確認し、適切な防止策を講じることができるようにするため、化学物質リスクアセスメント(CRA)ツールの利用説明も同時期に実施した。受講者は、計63名であった。

薬品管理に関する日常的なサポート業務では、システムトラブル等に関して4件の問合せがあり、随時対応した。また、安全衛生システム管理チームと協働して運用しているCRAツールについては、各種データの更新に加えて、安衛法改正に合わせた機能追加の対応等を行った。

工学部には可燃性溶剤を多量に使用する化学系研究室のため、指定数量10まで保管可能な危険物倉庫が2箇所設置されており、管理責任者の指示のもと運用管理を行った。

#### 2.2 高圧ガス管理チーム

工学部のボンベ管理を適正に行うために、ボンベ管理システムの利用説明会をオンデマンド型で6月と10月に実施し、受講者は計65名であった。また、高圧ガスボンベ取扱講習会については、昨年度同様、オンデマンド型の講義と実技動画による講習会を実施した。10/11~21の期間に講義動画を公開し、希望者のみに対面実技講習会を開催した。受講者は65名で、内8名には技術職員による対面実技講習を行った。

10月にはボンベ納品データとシステムデータ

との照合を実施し、システムへの登録状況に不備がある研究室に対して、是正依頼を行うとともに、工学部の安全衛生管理推進委員会に報告した。今年度は是正依頼への対応率が初めて100%となり、学部内のすべてのボンベが適正にシステム管理されることとなった。

#### 2.3 安全衛生システム管理チーム

今年度は昨年度より計画していた学内仮想サーバ上のWebページおよびWebシステムの新仮想サーバへの移行作業を行った。今回の移行では、安全衛生関連Webシステムのプログラム言語であるPHPのver.5.4からver.7.3へのバージョンアップを伴うため、全てのWebシステムの改修を行った。また、新仮想サーバと類似な環境を技術部が管理するテストサーバ上に構築し、改修後の動作確認を実施し、更に新仮想サーバ上に設けたテスト用サイトでの動作確認作業等を経て、9/8~9に運用サイトへの移行を行った。これにより移行後も大きなトラブル等なく運用可能となった。

その他、各種Webシステムの維持管理、機能追加、安全衛生関連HPの管理および更新、薬品管理システムの稼働している物理サーバの保守・管理等を随時行った。薬品管理システムについてはデータのバックアップ方法の見直しも行った。

### 3. その他の安全衛生業務

4/18~5/13に学生対象の「レーザー安全教育」をオンデマンド型で実施し、受講者は57名であった。

### 4. おわりに

当グループでは、工学部でのリスク要因のうち、特に危険な薬品、高圧ガスボンベ、レーザーについて、正しく安全に使用するための取り組みを行った。今年度は、法令改正にあわせたWebシステムの機能強化や長年のボンベ管理不適者の解消がなされるとともに、安全衛生関連Webシステム運用サーバの更新にもチームが主体的に対応できたことは大きな成果である。今後も工学部での教育研究活動が安全に行えるよう、これらの活動を継続していきたい。

## 令和4年度共同利用施設グループ業務報告

### 1. はじめに

共同利用施設グループは、技術部職員が工学部関連の教育研究のための共同利用施設において、組織的に技術業務を遂行することを目的に設置されたグループである。当グループは各種共同利用施設を拠点とした4チームで構成され、各担当施設から要望があった業務に対し、関連する専門技術を持つ技術職員が複数名で対応している。チーム構成は、先端科学技術育成センターの業務を遂行する育成センターチーム、超低温物性実験施設の業務を遂行する寒剤供給チーム、大型機器等を利用した測定・分析業務を遂行する分析評価チーム、そして工学部等が利用する情報サーバ等の運用を技術的に支援する情報サーバチームである。以下、本年度の業務について報告する。

### 2. グループの技術業務

業務の円滑な遂行のため、年度当初にグループ運営部会（グループ長、副グループ長およびチーム責任者で構成）を開催し、チーム毎に1年間の業務計画書を作成している。業務は4種に分類され、①施設等に関連する技術業務、②施設の管理・運営業務、③施設等で行われる教育についての支援業務、④技術継承に関する業務がある。本年度の業務件数は、育成センターチーム8件（昨年7件）、寒剤供給チーム7件（同7件）、分析評価チーム15件（同13件）、情報サーバチーム5件（同6件）であり、全体で35件と、昨年度と比較して若干増となった。

グループの構成について、本年度はグループ長を含め13名で、協力者を含め、育成センターチーム6名、寒剤供給チーム6名、分析評価チーム11名、情報サーバチーム8名で対応を行なった。

### 3. 業務遂行における成果

各共同利用施設運用に重要な技術業務、施設ユーザへの設備利用に関する専門技術・保安教育、職員相互の技術継承に各職員が主体的に取り組み、施設から高い評価を得た。育成センターチームでは高品質な委託加工、HPやTwitterでのPR活動、オンラインと現場双方での安全教育など、各方面で成果を上げた。寒剤供給チームでは高圧ガス保安教育に加え、若手職員への液化関連業務の技術継承、ヘリウム漏れ確認工程の追加など技術継承および施設運営の面で特に成果を上げた。分析評価チームでは昨年度と同程度の分析・コンサル業務を実施したほか、学内外からの多数の受託試験の実施、講習会の講師担当など技術提供、教育面で成果を上げた。情報サーバチームでは情報機器施設管理運営業務に加え、技術部開発のICEEMSの増設および同システムの管理・保守など、施設の管理運営業務で成果を上げた。

### 4. まとめ

未だCOVID-19の影響が続く状況であったが、対面での業務も徐々に増え、昨年度に培った非対面向け技術も活用できた一年であった。技術提供面では、委託加工や分析・コンサル業務、受託試験件数の増など、対面時水準への回復の兆しが見えた。教育面では少数の講習会では対面、大規模なものはオンラインと使い分け、参加者・開催数共に増となった。また、ICEEMSの増設や寒剤供給の検査工程見直しなど、管理運営面での改善の試みもみられた。以上の様に、昨年度の非対面時に研鑽した技術をメンバーが徐々に発揮し始めた結果、業務の新設や技術提供件数の増加といった成果に繋がった。今後はこれらの成果を上手くPRすると共に、質の高い技術提供を行い、グループの価値を高めていくことが重要と考えられる。

表1 業務分類による各チームの業務件数（()は昨年度）

業務項目	育成センター	寒剤供給	分析評価	情報サーバ
共同利用施設の技術業務に関すること	1 (1)	1 (1)	5 (4)	0 (1)
共同利用施設の管理運営に関すること	3 (2)	4 (3)	5 (4)	4 (4)
教育に関すること	3 (3)	1 (1)	3 (3)	1 (1)
技術継承に関すること	1 (1)	1 (2)	2 (2)	0 (0)

## 令和4年度 技術相談・プロジェクトグループ業務報告

### 1. はじめに

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

### 2. 技術相談と短時間技術相談の報告

本年度の技術相談は4件と昨年度と比べ減少している（表1）。そのうち2件は事前協議にて担当者が確定しているため、グループでの調整等は必要ではなく、採用結果の通知及び報告の確認と記録のみ行った。残りの2件については、依頼者及び依頼内容が新規ということもあり、詳細な依頼内容の確認と対応可能かどうかの判断を行うため、依頼者、担当予定者及びグループ長で打ち合わせを実施している。

短時間技術相談は2月末時点の集計で45件（表2）と昨年度の63件より減少した。また、相談依頼者は11名少ない11名で、相談件数の

5割超が産学官連携本部の事務職員からであるが、本来の依頼先は教員が多いと推察される。技術室別対応件数では、第一技術室が37件と8割超であった。なお、依頼件数の9割近くが計測制御・分析評価技術である。その内訳で多いのが分析装置の操作指導及び材料の観察・分析である。

### 3. おわりに

技術相談及び短時間技術相談件数はともに昨年度より減少した。これは技術職員の派遣先異動があったことや、昨年度が例年より大幅に件数が多く、その反動が出たためと考えられる。

技術相談は、技術部ホームページに窓口を設けることで、相談者からの依頼手続きを容易にして技術相談の利用促進に努めている。また、短時間技術相談では、終了報告システムの提供により、報告処理の利便性を高め未提出報告の低減を図っている。

今後も、両技術相談を通して、派遣先以外の教職員に対する技術支援や技術協力の要請に応じていく必要がある。

表1 令和4年度技術相談一覧

No.	依頼月	対応月	実施者	所属室	相談分野	申込者	申込者職種	申込者 所属	相談内容	備考
1	6月	6～7月	廣木智栄	3室	ソフトウェア	福成雅史	教員	遠赤センター	温度監視プログラム	事前
2	10月	10～11月	小林英一	3室	電子工作	松田直樹	教員	原子力	ハイパスフィルタ設計製作	打合せ
3	11月	11月	小林英一	3室	その他	飯田和宏	事務職員	環境整備課	中央監視制御装置修理	打合せ
4	2月	2月～	道幸雄真	3室	ソフトウェア	古川泰弘	事務職員	産学官	受付フォーム修正	事前

表2 令和4年度の月別短時間技術相談件数

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	合計
相談件数	4	4	2	4	4	3	5	6	6	6	1	—	45



令和4年度 工学部技術部 業務(活動)日誌

令和4年	日	活 動 項 目
4月	1	人事異動辞令交付 第1回技術長・班長合同会議 第一技術室会議
	5	第1回安全衛生管理推進グループチーム長会議 第二技術室会議
	7	第三技術室会議 第1回実験・実習グループ運営部会
	12	第1回部長打ち合わせ
	14	第1回共同利用施設グループ運営部会（メール会議）
	15	第1回技術相談・プロジェクトグループ会議
	18	第1回執行部会
	18	レーザー安全WEB講習会（4/18～5/13まで）（安全衛生管理推進G）
	21	第2回活動報告編集委員会（メール会議 令和3年度委員会）
	22	第1回安全衛生管理推進グループ会議 第1回全体会（メール会議）
	26	第1回技術部ホームページ広報委員会（WEB会議）
	27	第2回共同利用施設グループ運営部会（メール会議）

	日	活 動 項 目
5月	10	第2回執行部会 第2回部長打ち合わせ 第1回共同利用施設グループ会議（メール会議）
	13	第1回技術部運営委員会
	16	第1回学術研究院工学系部門安全衛生管理推進委員会 第1回環境マネジメントシステム実施専門部会
	20	職務評価表中間面談
	23	第3回執行部会
	27	第2回全体会（メール会議） 第3回部長打ち合わせ
	27	第二技術室会議（公開講座打ち合わせ）

	日	活 動 項 目
6月	6	第4回執行部会
	8	第1回安全衛生WEBシステム（薬品管理・高圧ガスボンベ管理、CRAツール）利用説明会（6/8～6/30まで）（安全衛生管理推進G）
	17	第1回研修委員会
	20	第5回執行部会
	24	第3回全体会（WEB会議）
	30	レーザー安全WEB講習会（2回目、6/30～7/5まで）（安全衛生管理推進G）

	日	活 動 項 目
7月	4	第6回執行部会 第2回研修委員会 環境ISOユニット代表者研修（対面およびWeb講習）
	5	ISOユニット内研修（技術部・先端科学技術育成センター）
	6	第4回部長打ち合わせ
	16	環境ISOユニット代表者会議（メール会議）
	21	第3回活動報告編集委員会（令和3年度委員会）
	23	公開講座開催（第二技術室）
	25	第7回執行部会
	28	第4回全体会（WEB会議）

	日	活 動 項 目
8月	1 27	第1回技術職員選考委員会 第2回技術職員選考委員会

	日	活 動 項 目
9月	1 8 12 13 17 26 27 30	第二回技術部運営委員会 機器・分析技術研究会 参加2名 大阪大学 (～2日) 東海北陸地区技術職員合同研修物理・化学コース 受講1名 自然科学研究機構分子科学研究所(～9日) 第8回執行部会 第5回部長打ち合わせ 「あっとほうむ」にてガラス出前講座を開催(第二技術室6名) 第9回執行部会 第2回安全衛生管理推進グループチーム長会議 第5回全体会(メール会議)

	日	活 動 項 目
10月	11 17 24 25 28 28 28	高圧ガスボンベ取扱WEB講習会(10/11～10/21まで)(安全衛生管理推進G) 第10回執行部会 第11回執行部会 第2回安全衛生WEBシステム(薬品管理・高圧ガスボンベ管理, CRAツール)利用説明会(10/25～11/4)(安全衛生管理推進G) 第6回全体会(WEB会議) 高圧ガスボンベ取扱実技講習会(安全衛生管理推進G) 職務評価面談(予備 27日)

	日	活 動 項 目
11月	2 7 18,17 21 25	第6回部長打ち合わせ 第11回執行部会 フィードバック面談 第12回執行部会 第7回全体会(メール会議)

	日	活 動 項 目
12月	5 6 19 23	第13回執行部会 第7回部長打ち合わせ 第14回執行部会 第8回全体会(メール会議)

	日	活 動 項 目
1月	5 14 17 23 24 27	第8回部長打ち合わせ 大学入学共通テスト(～15日) 第3回研修委員会 第15回執行部会 第3回技術部運営委員会 第9回全体会(メール会議)

	日	活 動 項 目
2月	1	第3回安全衛生管理推進グループチーム長会議
	6	第16回執行部会
	8	第1回活動報告委員会
	8	第2回実験実習グループ運営部会
	17	第2回安全衛生管理推進グループ会議
	20	職務評価面談
	20	第17回執行部会
	24	第10回全体会(メール会議)
25	個別学力検査業務協力(前期日程)	

	日	活 動 項 目
3月	1	第4回研修委員会
	4	第3回共同利用施設グループ運営部会(メール会議)
	6	第18回執行部会
	6	第2回技術相談・プロジェクトグループ会議
	7	第2回学術研究院工学系部門安全衛生管理推進委員会
	7	第3回共同利用施設グループ運営部会(メール会議)
	9	令和4年度技術発表会・特別講演会(WEB開催)
	12	個別学力検査業務協力(後期日程)
	15	第2回共同利用施設グループ会議(メール会議)
	17	技術部就職説明会
	22	令和4年度技術部業務運営部会
22	第19回執行部会	
24	第11回全体会(WEB会議)	

令和4年度 工学部技術部

# 技術発表会・特別講演会プログラム

日時：令和5年3月9日（木）9時30分より

会場：WEB発表会（Google Meet）

主催：工学部技術部

## 開 会

9:30 挨拶 福井 一俊 技術部長

### 【技術発表会】（専門〇は、発表者）

9:40~10:40		座 長	東郷 広一	第一技術室
専門-1	ビジュアルプログラミング言語による 初等教育向けプログラミング学習企画の検討	〇道幸 雄真	小澤 伸也	廣木 智栄
専門-2	μTCA 及び DAQ-Middleware を用いたデータ収集機構の開発	〇戸澤 理詞	伊藤 雅基	
専門-3	溶液 NMR による生体・合成高分子の構造解析	〇山田 美空	山口 綾香	宮川しのぶ
専門-4	レーザー加工機を用いた平面及び多軸加工技術の修得	〇橘 和希	川崎 孝俊	山森 英智
			内山 裕二	青山 直樹
10:50~11:50		座 長	山田 美空	第二技術室
専門-5	スペクトラムアナライザによる電磁ノイズ測定技術修得の試み	〇小林 英一	道幸 雄真	
専門-6	熱処理並びにその評価手法に関する技術習得	〇東郷 広一	高澤 拓也	竹内 利幸
日常-1	作業環境の暑さ指数の測定とその環境が及ぼす人体へのリスク検討		内山 裕二	
日常-2	PHP を用いた簡易的な実験室予約システムの構築		川井 康督	

### 【特別講演会】

13:30~14:40 司 会 小林 英一 第三技術室

・講師紹介 川崎 孝俊 統括技術長

・特別講演：「スーパーコンピュータと数式処理ソフトウェア技術」

福井大学 工学系部門 電気・電子工学講座 准教授 木村 欣司 氏

## 閉 会

※聴講を希望される方は、産学官連携本部 3 階研修室にお越し下さい。



## 編集後記

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

令和4年度日常・専門研修の実施にあたり、予算配分にご高配賜りました工学研究科長・技術部長、技術部運営委員の方々に対して厚く御礼申し上げます。また、研修企画、運営に多大なるご尽力をいただきました令和4年度技術部研修委員、ならびに活動報告集を編集していただいた各委員の皆様に深く感謝いたします。

令和4年度 活動報告集編集委員会

委員長 伊藤 雅基  
竹内 利幸  
川井 康督  
小澤 伸也

令和4年度 技術部研修委員会

委員長 安藤 誠  
川崎 孝俊  
山森 英智  
宮川しのぶ  
小林 英一  
東郷 広一  
道幸 雄真  
山田 美空