

名古屋大学工学研究科・工学部

技術部

# 技報

Vol.22

2020年3月

## 名古屋大学工学研究科・工学部「技報」Vol.22 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

愛知県を核として形成される中京工業地帯は、自動車、航空機、工作機械などの機械製造産業、さらには石油化学産業、製鉄業などが発達し、我が国最大の製造品出荷額を誇る有数な工業地帯です。名古屋大学はその中心にあるこの地方の基幹総合大学であり、なかでも工学部、大学院工学研究科は、最先端の研究成果の社会への還元、優秀な人材の産業界への供給を通して、この地方の発展に大いに貢献しているところであります。今後も引き続き、教育研究を着実に推し進め、地域ひいては我が国の産業に貢献していくことが肝要と考えます。

そのためには、従来の研究、産業を大事にすることはもちろん大切なことですが、新しい社会の変化に対応していくことも重要かと思えます。我々を取り巻く社会は大きくそしてダイナミックに変化しています。まもなく実用化しそうな自動運転、人工知能の目覚ましい発展、そして **Society 5.0** とよばれる超スマート社会の幕開け、など枚挙にいとまがありませんし、これからもさらに新しいことが次々と現れるのではないかと思います。その一方では、環境問題がこれまで以上にクローズアップされるようになり、**SDGs** を見据えて研究を行うことも同時に求められています。

さて、そのような社会変革の中、足元では1法人2大学となる東海国立大学機構の設立が間近に迫っています。わが国初の試みであり、その成否に国内の注目が集まっています。そのスタートアップビジョンで謳われていることの 하나가「世界最高水準の研究の展開による知の拠点化」です。さらにそれを実現するための重要拠点として、「航空宇宙融合教育研究拠点」が挙げられています。ここでは航空宇宙産業における国際競争力の向上が目的に掲げられています。この拠点は、工学部・工学研究科にも大いに関係するものであり、その目的達成にあたっては、機械工学、情報学といった技術部が得意とする分野の貢献が必須となります。今後技術部がどのようにかかわっていくのかは定かではありませんが、変貌する社会、組織に対応するためにも技術職員は研修、研究支援、資格取得などを通して、一層の能力向上に努めておくことが重要であろうと考えます。

この技報は、平成31年度・令和元年度における工学研究科・工学部技術部に所属する技術職員が教育研究支援業務を通して得た成果や、技術力向上を目指した研修活動によって得られた成果をまとめた報告書です。ぜひともご一読いただきたく存じます。技術部では、今後もこれら教育研究の支援活動や技術力向上に積極的に取り組み、体得した技術のさらなるレベルアップと新技術への果敢な挑戦を続けてまいります。皆様方におかれましては、今後も技術部へのご支援ご鞭撻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 瓜谷章

## 「技報」の発刊に寄せて

令和元年（2019年）5月に、国立大学法人岐阜大学と国立大学法人名古屋大学を統合して、「国立大学法人東海国立大学機構」を設立するために必要である法律（国立大学法人法）の一部改正を規定する「学校教育法等の一部を改正する法律」が成立致しました。今回の法律改正により両大学の目指してきたことの重要な条件が満たされ、令和2年（2020年）4月1日に、いよいよ国立大学法人東海国立大学機構が設立されることとなりました。

世界と日本がかつてない規模とスピードで激変していく中で、未来に向けて教育研究機能を抜本的に強化し、地域創生への貢献と国際的な競争力向上を両輪とした発展を目指して、達成すべき基本的な目標3つを「スタートアップビジョン」としています。その3つとは、世界最高水準の研究の展開による知の拠点化、国際通用性のある世界水準の教育の実践、社会・産業の課題解決を通じた国際社会と地域創生への貢献で、東海国立大学機構設立後目指す目標となります。

工学部・工学研究科の基本方針としては、産官学の連携をさらに強化し、基礎および応用にわたる先端的研究、人材育成に取り組むとともに、社会実装につながる成果を生み出すとあり、今後の発展の方向性を示しております。今年度末にはオークマ株式会社出資による教育研究棟が完成致します。このような企業、研究機関と積極的に産学の研究体制を強化することは、我々技術職員にとっても研究支援体制を維持することができるとともに、東海国立大学機構の枠組みを活用できれば研究支援組織の更なる強化にも繋がると考えます。

今年度は日本にとって大きな転換の時期であったと思います。平成という時代から令和という新しい時代が幕を開けました。昭和、平成と時代が変わるごとに技術革新が起り、コンピュータや通信機器等が飛躍的に発展したことは公知のことです。令和という新時代にどのような革新的技術が出てくるのかわかりませんが、その先端技術を活用するためにも技術職員は研修、研鑽、資格取得等、日々において技術力の向上を怠ってはならないと考えます。工学研究科・工学部技術部としても個々の能力向上に重点をおき尽力していく所存です。

本「技報」は、工学研究科・工学部技術部内の平成31年度・令和元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。

令和2年3月

工学研究科・工学部技術部

技術長 澤木 弘二

（全学技術センター環境安全技術支援室長）

## 目 次

序 文	工学研究科・工学部技術部 技術部長 瓜谷 章
「技報」の発刊に寄せて	工学研究科・工学部技術部 技術長 澤木 弘二

### I. 技術部技術研修会

(技術系研修発表)

1. 「PHP フレームワークの習得」	1
中村成美、太田芳博、伊藤康広、牧野 輝、伊藤大作、島田啓史、藤原富未治	
2. 「個人サンプラーを活用した作業環境測定に関する法令改正の理解と検証」	7
松浪有高、齋藤 彰、橋本明宏、河内哲史、後藤光裕、舟橋 朋、日影達夫、 都築賢太郎、神野貴昭	
3. 「装置製作における各種接合法についての知識・技術の習得」	11
足立勇太、坂井優斗、山本 遼、川崎竜馬、鴨下 哲、磯谷俊史、後藤伸太郎、齋藤清範、 岡本久和、長谷川達郎、森木義隆、中木村雅史、中西幸弘、山本浩治	
4. 「フーリエ変換型赤外分光光度計を用いた各種測定手法の習得」	17
西村真弓、伊藤広樹、都築賢太郎、神野貴昭、林 育生、鳥居実恵、日影達夫、 森野慎一、永田陽子	

(個別研修発表)

1. 「コンテナ型仮想化アプリケーションの展開・管理自動ツール Kubernetes の学習」	23
島田啓史	
2. 「作業環境測定のマングン分析手法の検討」	30
舟橋 朋	
3. 「光学技術の基礎」	38
神野貴昭	

### II. 研究会等への投稿論文

1. 技術研究会 2020 千葉大学	
1) 「スパーク音の周波数解析を用いたワイヤ放電加工のモニタリング」	45
長谷川達郎	

2. 第 15 回名古屋大学技術研修会	
1) 畳み込みニューラルネットワークを用いた微粒子触媒の双晶構造の識別……………	48
山本悠太	
3. 実験・実習技術研究会 2020 鹿児島大学	
1) 「名古屋大学局所排気装置等定期自主検査者養成講習における技術職員の役割」…	56
後藤光裕、松浪有高、永田陽子、日影達夫、都築賢太郎、林 育生、神野貴昭、 伊藤康友、阿部英嗣、三品太志、錦見 端、富田賢吾、林留美子	
2) 「学生実験「円管内流動」の実験装置新規製作」……………	58
後藤伸太郎	
3) 「フーリエ変換型赤外分光光度計の測定技術の共有」……………	59
伊藤広樹、西村真弓	
4) 「液体試料のラマン測定を、より簡単に」……………	60
西村真弓	
III. 専門技術報告	
1. LED 照明によるヒトへの影響について ……………	61
松浪有高、岡本和士、田上恭子、中谷こずえ、宮地清和、高田誠一郎、北川邦行	
IV. 全学技術センター関連 (技術職員研修)	
1. 令和元年度名古屋大学技術職員研修 (分析・物質コース)	
「汎用分析機器を用いた分析技術の基礎と応用」……………	65
伊藤広樹、西村真弓、鳥居実恵	
2. 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) ……………	68
伊藤大作	
V. 学外研修・交流 (平成 30 年度分)	
1. 総合技術研究会 2019 九州大学 参加報告	
1) 情報通信技術系 ……………	71

牧野 輝、島田啓史、中村成美	
2) 環境安全技術系 .....	73
舟橋 朋	
3) 装置開発技術系 .....	76
白木尚康、山本浩治	
4) 分析・物質技術系 .....	78
日影達夫	

(令和元年度分)

2. 2019 年度 分子科学研究所 機器・分析技術研究会 参加報告	
分析・物質技術系 .....	80
鳥居実恵、日影達夫、西村真弓、林 育生、神野貴昭、都築賢太郎、伊藤広樹	

## VI. 技術部公開講座

### 創造工学センター公開講座

1. 令和元年度 創造工学センターものづくり公開講座 .....	83
----------------------------------	----

## VII. 技術部だより

### 1. 活動報告

1) 令和元年度 工学技術部活動報告 .....	85
2) 令和元年度 情報通信技術系活動報告 .....	88
3) 令和元年度 環境安全技術系活動報告 .....	90
4) 令和元年度 装置開発技術系活動報告 .....	92
5) 令和元年度 分析・物質技術系活動報告 .....	96

### 2. 研修会等報告

1) 令和元年度 技術部特別講演会および研修報告会報告 .....	98
-----------------------------------	----

### 3. 講習会報告

1) 令和元年度 情報通信技術系講習会報告 .....	101
2) 令和元年度 環境安全技術系講習会報告 .....	102
3) 令和元年度 装置開発技術系講習会報告 .....	105
4) 令和元年度 分析・物質技術系講習会報告 .....	106

編集後記 .....	107
------------	-----





# 技術部 技術研修会

技術系研修発表

個別研修発表



# PHP フレームワークの習得

中村成美、太田芳博、伊藤康広、牧野輝、伊藤大作、島田啓史、藤原富未治  
工学研究科・工学部技術部 情報通信技術系

## はじめに

現在、工学部情報通信技術系が管理しているサーバには、古くから稼働し続けている Web アプリケーションが複数存在している。これらは当時の担当者が独自に開発を行っていたため、プログラムコードの書き方が統一されておらず、後任の担当者がプログラムの内容を理解するのに時間を要することが想定されている。そこで我々は、PHP フレームワークを用いた Web アプリケーション開発技術の習得に取り組むことにした。フレームワークとは、アプリケーションを開発するときの土台として機能するソフトウェアのことである。フレームワークを導入することで、開発担当メンバー内でコーディングルールを統一化できるため、業務効率の大幅な向上が見込める。

本報告では、開発環境と作成した Web アプリケーションについて報告を行う。

## 1. 開発環境

本研修では開発環境として、プログラム言語は PHP7.3、フレームワークは Laravel5.5 (LTS)、パッケージ管理システムは Composer、データベースは MySQL 系を使用した。

フレームワークとして Laravel を採用した理由は以下のとおりである。

- ◆ 無料・オープンソースのフレームワークである。
- ◆ 古くから実績があり、高い信頼性を持つ **Symfony** のコンポーネントを実装の一部に利用している。
- ◆ 日本語のドキュメントが豊富なため、学習コストが低い。
- ◆ 新しいバージョンが定期的にリリースされており、今後も長期的なサポートが見込める。

## 2. 作成した Web アプリケーションの概要

本研修で作成した ToDo リストアプリケーションの画面を図 1 に示す。作成した ToDo リストアプリケーションは、ユーザが登録したタスクを、一覧で表示する機能をもつ。ユーザはタスクを編集及び削除することもできる。

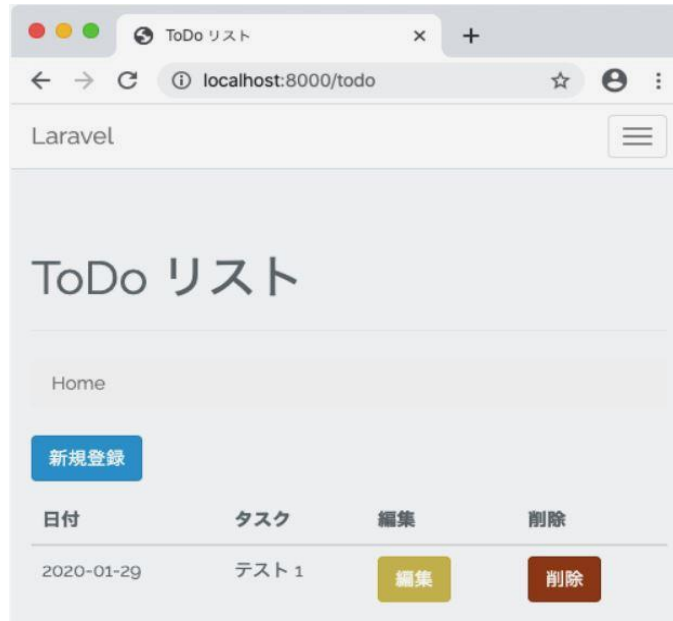


図 1. ToDo リスト表示画面

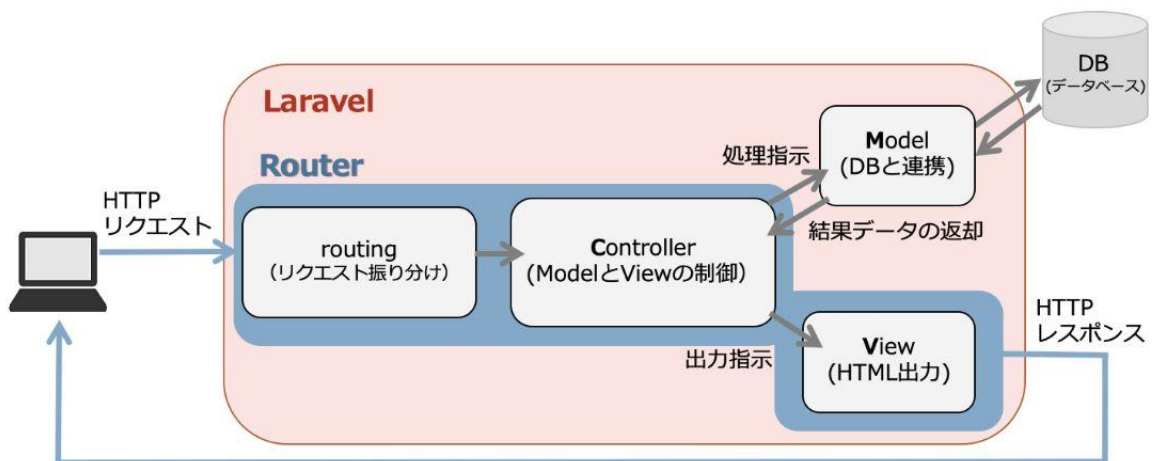
### 3. アプリケーションの開発について

#### 3.1 Laravel における MVC モデル

今回、GUIアプリケーション実装のためのデザインパターンとして、MVC (Model / View / Controller) モデルを採用した。MVC モデルにおける、データ処理の流れを図 2 に示す。

ユーザからの HTTP リクエストは、URL、アクセスしてきた HTTP メソッド及びルート定義に基づいて適切な Controller が選択され、処理が振り分けられる。

Controller は、routing から受け取ったリクエスト情報を処理するよう Model に指示する。Model はデータベースとの連携を行っており、必要なデータをデータベースから受け取り Controller へ返す。Controller は Model から返却されたデータを受け取り、View へ出力を指示する。View はユーザに対し、HTTP レスポンスを返す。



※リクエストからレスポンスまでの動作は  
Illuminate¥Routing¥Router が制御している

図 2. データ処理の流れ

### 3.2 プロジェクトの作成

PHP 向けのパッケージ管理ツールである Composer を使い、Laravel のバージョンを指定してプロジェクト keikenshu\_2019 を作成した。作成されたプロジェクトフォルダの vendor 以下には、開発と実行に必要なライブラリがインストールされる。

```
$ composer create-project --prefer-dist laravel/laravel keikenshu_2019 "5.5.*"
```

### 3.3 Controller と View の作成

ToDo リストを扱う Controller として、TodoListsController を下記のコマンドで作成した。--resource オプションをつけて Controller を作成することにより、リソース操作に関するメソッドが自動で定義される。

```
$ php artisan make:controller TodoListsController --resource
```

次に、Controller と View の動作を理解するため、/todo にアクセスした時、Controller から渡される値を View で受け取り、表示する単純な機能を実装した。具体的には、TodoListsController に定義されたデータ表示用メソッド (index メソッド) の返値として、View 名と View に渡す文字列を代入した変数名を指定した。また、別途 View 名で指定したデータ表示用ファイルを用意した。

/todo という URL にアクセスした場合、TodoListsController が処理を行うようにルート設定を行った。プロジェクト内で下記のコマンドにより PHP 組み込みの Web サーバを起動した後、ブラウザから /todo にアクセスし、View に渡した文字列が表示されることを確認した。

```
$ php artisan serve
```

### 3.4 データベースとの連携

実際に作成する ToDo リストアプリケーションでは、データベースにタスクを保存する必要がある。この節ではデータベース連携について説明する。

#### 3.4.1 データベースとの接続設定

データベースとの接続設定は、プロジェクト内の .env ファイルに記述した。図 3 にデータベース接続に関連する設定例を示す。

```
DB_CONNECTION=mysql ※データベースの種類
DB_HOST= (データベースサーバの IP アドレス)
DB_PORT=3306 ※ポート番号
DB_DATABASE= (データベース名)
DB_USERNAME= (データベースに接続するユーザ名)
DB_PASSWORD= (データベースに接続するユーザのパスワード)
```

図 3. .env ファイル (一部)

### 3.4.2 Model とマイグレーションの作成

Laravel のマイグレーションは、データベースのテーブル作成や定義変更を管理する機能である。マイグレーションファイルにテーブル構造を定義し、マイグレーションを実行すると、データベースに定義が反映される。また、実行したマイグレーションはデータベースの `migrations` テーブルで世代管理されるため、ロールバックすることも可能である。

まず、Model とマイグレーションファイルを同時に作成する。下記コマンドを実行した場合、Laravel の規約により、Model は “`TodoLists`”、マイグレーションファイルは “`日付_create_todo_lists_table`”、データベースのテーブルは “`todo_lists`” という名前になる。

```
$ php artisan make:model TodoLists --migration
```

作成されたマイグレーションファイルに `todo_lists` テーブル構造 (表 1) を記述し、下記コマンドでマイグレーションを実行しデータベースにテーブルを作成した。

表 1. `todo_lists` テーブル構造

カラム名	カラムタイプ	MySQL のデータ型	備考
<code>id</code>	<code>increments</code>	<code>AUTO_INCREMENT</code>	主キー
<code>date</code>	<code>string</code>	<code>VARCHAR</code>	日付
<code>message</code>	<code>string</code>	<code>VARCHAR</code>	タスク
<code>created_at</code>	<code>timestamp</code>	<code>TIMESTAMP</code>	作成日時
<code>updated_at</code>	<code>timestamp</code>	<code>TIMESTAMP</code>	更新日時

```
$ php artisan migrate
```

### 3.4.3 Seeder

Seeder は、データベースに初期値を投入するための機能である。以下のコマンドで `TodoListsTableSeeder` ファイルを作成し初期値を記述した。

```
$ php artisan make:seeder TodoListsTableSeeder
```

次に、下記のコマンドを実行してデータベースの `todo_lists` テーブルに初期値を投入した。

```
$ php artisan db:seed
```

## 3.5 CRUD 操作

CRUD とは、Web アプリケーションの基本操作であり、**Create** (新規登録)、**Read** (データ取得)、**Update** (更新)、**Delete** (削除) を表している。

まず、図 1 で示した `ToDo` リスト表示画面 (`Read`) について解説する。`/todo` に `GET` メソッドでアクセスすると、`TodoListsController` の `index` メソッドが呼び出される。`index` メソッドは、データベースから `ToDo` リストを全件取得し、`View` に渡す。`View` は受け取ったデータを `HTTP` レスポンスとしてブラウザに返す。図 1 に表示されているタスクは、`Seeder` で投入した初期値

である。

次に、新規登録（Create）について解説する。`/todo/create` に GET メソッドでアクセスすると `TodoListsController` の `create` メソッドが呼びだされ、新規登録用のフォーム画面（図 4）が表示される。入力フォームにタスクを入力し、新規追加ボタンを押すと、POST メソッドにより `/todo` にデータが渡され、`TodoListsController` の `store` メソッドが呼び出される。呼び出された `store` メソッド内では、入力したタスクが `todo_lists` テーブルに登録される機能を実装している。

編集（Update）と削除（Delete）についても同様に、それぞれの機能に対応した `TodoListsController` 内のメソッドが呼び出され、処理が行われる。

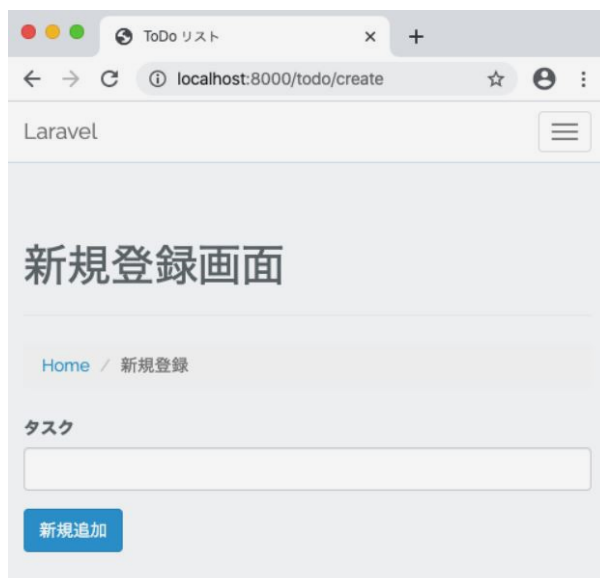


図 4. 新規登録画面

### 3.6 認証機能

Laravel では、ローカルのデータベースを用いた認証機能を標準で提供している。今回、特定の利用者のみが ToDo リストアプリケーションにアクセスできるようにするため、認証機能を実装した。

下記の認証機能実装用コマンドを実行することで、ログイン画面とユーザ登録に必要な View、Controller 及びルート定義が自動で生成される。

```
$ php artisan make:auth
```

次に、`TodoListsController` のコンストラクタに “`$this->middleware('auth');`” と記述し、`TodoListsController` 内の全ての処理に対して認証をかけた。認証をかけた後、`/todo` にアクセスすると、認証が行われていないため、ToDo リストにアクセスできず、ログイン画面に転送されることを確認した。Middleware とは、アプリケーションへ送信される HTTP リクエストに対し、フィルタリングを行う仕組みである。auth Middleware は、認証済か否かの判断を行う。

`TodoListsController` に関連するルート定義一覧を表 2 に示す。`TodoListsController` に認証をかけたため、「Middleware」の項目に「auth」が表示されている。

表 2. ルート定義一覧

Method	URL	Name	Action	Middleware
POST	todo	todo.store	App¥Http¥Controllers ¥TodoListsController@store	web,auth
GET   HEAD	todo	todo.index	App¥Http¥Controllers ¥TodoListsController@index	web,auth
GET   HEAD	todo/create	todo.create	App¥Http¥Controllers ¥TodoListsController@create	web,auth
DELETE	todo/{todo}*	todo.destroy	App¥Http¥Controllers ¥TodoListsController@destroy	web,auth
PUT   PATCH	todo/{todo}*	todo.update	App¥Http¥Controllers ¥TodoListsController@update	web,auth
GET   HEAD	todo/{todo}*	todo.show	App¥Http¥Controllers ¥TodoListsController@show	web,auth
GET   HEAD	todo/{todo}*/ /edit	todo.edit	App¥Http¥Controllers ¥TodoListsController@edit	web,auth

(\*) todo\_lists テーブルの「id」が入る。例えば「id」が 10 番で登録されたタスクを削除した場合、HTTP レスポンスとしてブラウザに戻る URL が /todo/10 となる。

#### 4. まとめ

ToDo リストアプリケーションの開発を通して、Laravel の基本的な仕組みや操作手順を理解することができた。また、フレームワークは、コーディングルールの統一化に役立つだけでなく、開発時間の短縮に繋がることも実感できた。さらに、MVC モデルやデータベース連携、CRUD 操作、認証機能を実際のアプリケーション開発に適用することで、これらに関する知識を深めることができたことも有意義であった。今後は、Laravel を用いた開発のルール整備を行い Web アプリケーション開発・運用の効率化を実現したい。

#### 参考文献

- 1) PHP フレームワーク Laravel Web アプリケーション開発 バージョン 5.5LTS 対応  
竹澤 有貴、栗生 和明、新原 雅司、大村 創太郎【共著】
- 2) Laravel5.5 [https://readouble.com/laravel/5.5/ja/]



# 個人サンプラーを活用した作業環境測定に関する

## 法令改正の理解と検証

松浪有高\*、齋藤 彰\*、橋本明宏\*、河内哲史\*、後藤光裕\*、舟橋 朋\*、  
日影達夫\*\*、都築賢太郎\*\*、神野貴昭\*\*

\*工学研究科・工学部技術部 環境安全技術系

\*\*工学研究科・工学部技術部 分析・物質技術系

### はじめに

名古屋大学工学部・工学研究科での有機の作業環境測定は、工学部の環境安全管理室を中心に、自前測定を実施、そのデータを研究室でのリスクアセスメントや安全衛生管理等に活用頂くよう提供・協力している。近年、作業環境測定の実施方法について、平成 30 年 2 月に第 13 次労働災害防止計画において、作業環境測定の実施方法に「個人サンプラー」による測定方法の追加方針が示され、「個人サンプラーを活用した作業環境管理のための専門家検討会<sup>1)</sup>」が発足、報告書が提示されるなど、法改正や制度改正準備が進んでいる。この個人サンプラーを使用した方法は、主に欧米で行われている管理手法であるが、日本でもこれを活用した管理方法について検討されるようになった。このような状況に対応するため、法令の改正への動向についての情報収集をするとともに、現在、発売されている個人ばく露計を用いて、動作の確認や大学への適応が可能かどうかなどの検証を行ったのでその報告をする。

### 1. これまでの経緯と法令改正について

#### 1.1 これまでの経緯とこれから<sup>1),2)</sup>

現在実施している作業環境測定は、昭和 55 年(1980 年)6 月にその方法が確立した。この時採用されたのは、測定対象物質を使用している作業場において、決められた方法でサンプリングする点を決め(デザイン)、それぞれの箇所での濃度測定をし、統計処理して管理状況を割り出す、「場の測定」方法である。その後、平成 22 年(2010 年)7 月、「職場における化学物質管理の今後のあり方に関する検討会報告書<sup>2)</sup>」により、個人サンプラーによる測定の導入に向けての検討をする必要があると提言がなされた。以降議論が重ねられ、平成 30 年(2018 年)11 月に「個人サンプラーを活用した作業環境管理のための専門家検討会<sup>1)</sup>」において、個人サンプラーを使用した作業環境測定方法について提言があり、今後、省令の改正作業が進められることになった。

#### 1.2 法令改正

平成 24 年(2012 年)ある業種において、若年層における胆管がんによる症例、被害が明るみになり、その原因物質は当時作業環境測定の規制対象外物質であることが判った。これを受け、厚生労働省は、平成 25 年(2013 年)に当該物質を特定化学物質障害予防規則(以下「特化則」)第 2 類対象物質に指定し、管理を徹底することになった。その後、有機溶剤中毒予防規則(以下「有機則」)に該当していた物質を一部特化則に移動させるなど、管理の強化、徹底化を進めた。また、多大な被害が発生した後での法令による規制には、

限界があるため、以前より進められていた、化学物質についてのリスクアセスメントの実施を平成 28 年(2016 年)6 月より義務化することとなった。

## 2. 個人サンプラー

今回の検証には新コスモス電機製 XV-389 (図 1) を用いた。本機は、拡散方式の熱線型半導体式で、トルエンを基準とした測定器で、これを基にプリセットとして 17 種類の揮発性有機化合物を 0~500ppm まで(指示精度はフルスケールの±10%以内)検知することができる。本装置は、15 秒ごとに測定し、これを 1 分単位で平均化、記録している。

まず、本機での操作性、トルエンでの測定濃度誤差等を確認した。図 2. に示すように、サンプルバック内に本機を入れて、水素炎イオン化型検出器付きガスクロマトグラフ(GC-FID)でサンプルバック内の濃度測定したものと比較したところ、表 1. に示すような表示値となり、誤差内であることを確認した。



図 1. 新コスモス電機 XV-389



図 2. 測定の様子

表 1. 表示濃度と濃度差

サンプルバック内濃度(ppm)	表示濃度(ppm)	差(ppm)
123.22	91	32.22
107.59	77	30.59
86.71	61	25.71
70.09	48	22.09

## 3. 結果と考察

### 3.1 機器使用と結果

本機を、作業環境測定用の検量線を作成するための標準ガスを作製する作業において作業者の有機溶剤のばく露を測定した(図 3)。この時測定した、アセトン、イソプロピルアルコール、ヘキサン、トルエン等全ての物質において検出限界以下となった。局所排気装置内での作業であったため、ばく露することが無いと推定でき、局所排気装置内で作業する有用性が確認できた。

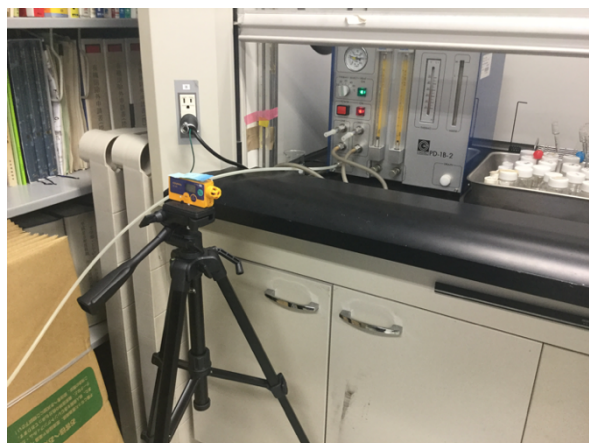


図 3. 標準ガス調整中(左)、標準ガスをサンプルバックに注入(右)

次に実際の作業環境測定作業場(実験室)で検証した。サンプリング時には、n-ヘキサンを主とする混合溶媒を用いた HPLC 測定を行っており、操作でラインを外したりする作業を行っていた。これらが要因となり、n-ヘキサン蒸気が気中に発散していることが疑われる状況を目視で確認した。状況確認の後、作業環境測定士が 13:45 から XV-389 を胸部に装着し、この実験室の測定を継続した。その時の本機による濃度測定結果を基に、本実験室で使用している n-ヘキサンへと変換した結果を図 4.に示す。室内にいる時は、200ppm 以上ばく露しており、瞬間値として 230ppm という結果であった。GC-FID による測定では、複数の物質が確認され、主に n-ヘキサンが検出されたが、これほどの高濃度ではなかった。このことは、本機を複数の有機溶剤を使用している場所での濃度測定では、高めに検出される傾向にあると考えられ、実際に使用するには、しかるべき機器による併行測定を必要としたり、測定結果を十分に積み重ねてから定量するなど、更なる検証が必要であると考えられる。しかしながら、時間と濃度の経時変化を得ることができるのが、本機を始めとするリアルタイムロガーの特徴であり、今回この効果は確認できた。これは、通常の個人ばく露測定で主に用いられる、パッシブサンプラーでは、得られることのできない情報であり、本機を使用することにより、ばく露の経時変化を知り得ることで、作業の改善にも繋げられる可能性が期待できる結果ではあった。

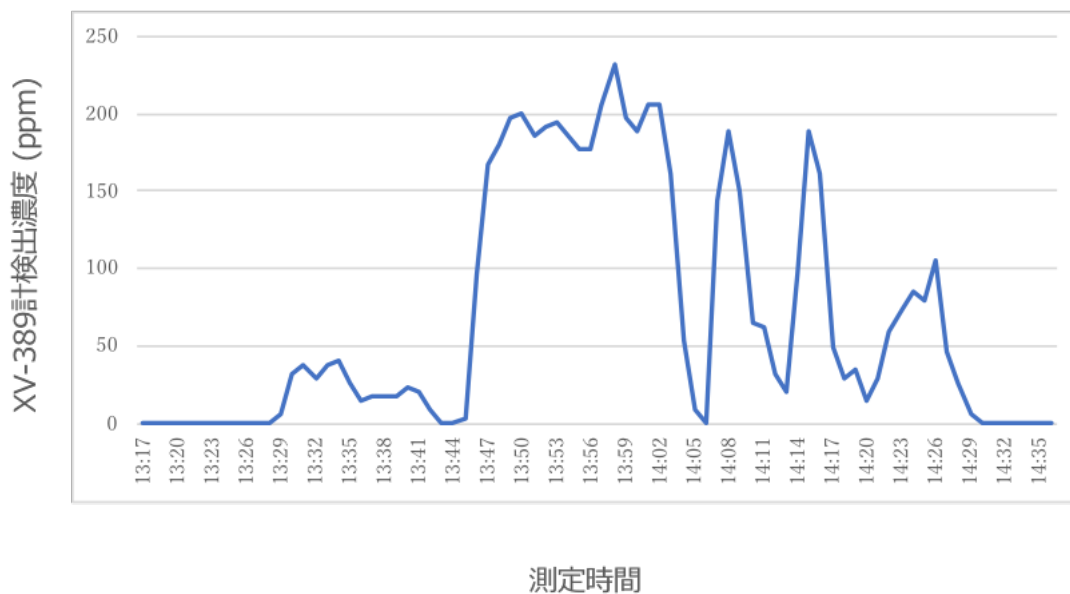


図 4. 測定結果の一例(トルエンモード測定→ヘキサン濃度換算後)

### 3.2 作業の見える化によるばく露管理

このように「状況が見える化」して、作業者のばく露管理もできることが、本機を使用するメリットであることが判った。これについては、中央労働災害防止協会により、さらに発展したウェアラブルカメラを組み込んだ管理手法「作業の見える化」システムが開発されている<sup>3)</sup>。濃度の経時変化だけでなく、実際にどのような作業を行い、何処を移動したかなど、正確な作業記録が求められるが、カメラを用いて映像とともに経時変化状況を見るため、ばく露管理、職場改善などが大いに期待できる手法である。今後の省令の改正、先行導入事例からのフィードバックより、測定手法の変更や作業の見える化の導入等について継続して調査等を進めておく必要がある。

#### 4. まとめ

作業環境測定の実施方法に関し、近年サンプリング手法について大きな変換点を迎えている。工学技術部の作業環境測定士有資格者と、最近の状況についての情報収集、現在の方向性の理解、確認等を行った。現状では、先行導入が実施されておらず、今後の動向を注視している状況にある。2020年度には、実施者養成講習会の開催や先行導入方法の決定が予定されるため、継続して情報収集を行い、必要となる装置等の準備を検討しておかなくてはならない。

#### 5. 謝辞

本検討は、令和元年度名古屋大学工学研究科・工学部技術部の技術研修での成果をまとめたものである。本研修実施にあたり、ご理解、ご尽力賜りました関係者の方々には、ここに記してお礼申し上げます。また、貴重なデータのご提供や意見交換、示唆に富んだご指摘を賜りました名古屋大学環境安全衛生管理室 錦見特任准教授ほか関係者の方々にも併せてお礼申し上げます。

#### 6. 参考文献

- 1) 個人サンプラーを活用した作業環境管理のための専門家検討会 報告書, (2018)
- 2) 職場における化学物質管理の今後のあり方に関する検討会報告書, (2010)
- 3) 宮内裕介, “化学物質のばく露を「見える化」する技術”, 第78回 全国作業安全衛生大会 研究発表集, pp.628-630, 京都, (2019)

# 装置製作における各種接合法についての知識・技術の習得

○足立勇太、坂井優斗、山本遼、川崎竜馬、鴨下哲  
磯谷俊史、後藤伸太郎、齋藤清範、岡本久和  
長谷川達郎、森木義隆、中木村雅史、中西幸弘、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

装置開発技術系では、主業務として実験装置の設計・製作を行っている。特に接合を伴う装置においては、材料・用途・設計に則した最適な接合方法を判断する幅広い知識、技術が必要不可欠である。しかし当技術系において、基本的に装置製作を個別に行っており、知識や技術を独自に備えている現状にある。そこで本研修では、依頼業務の中でも特に需要の高い TIG 溶接・ロウ付け・ガラス接合に焦点を当て、それぞれにおいて経験豊富な者が講師となり座学および実技講習を行い、知識・技術の習得およびその共有化を行うことで、装置開発技術系全体の技術力の底上げを図った。また温度差を利用した接合方法として、焼きばめの経験はあるが、冷やしばめの経験がなかったため併せて行った。なお本研修は、機械系・ガラス系・回路系問わず様々な分野の職員が参加して実施した。

## 1. TIG 溶接

TIG 溶接は不活性ガス雰囲気中で行う溶接で、溶接表面が清浄で高品質な溶接を行えるメリットがあり、真空容器の製作には必須な接合方法である。しかし、異種金属の接合が困難であるといったデメリットもある。本研修では TIG 溶接でよく用いられる SUS304 材の基本的な溶接技術を共有した。

### 1) 共付け溶接

母材の溶け方やトーチ送り等の感覚をつかむため、TIG 溶接で最も基礎となる共付け溶接を行った。共付け溶接は母材同士を溶かし合わせる接合方法であり、厚さ 2mm の板を突き合わせて溶接した。



図 1. 共付け溶接の様子



図 2. 突き合わせ溶接した試験片

## 2) 肉盛り溶接

構造物等のより強度を要するものに用いる肉盛り溶接を行った。肉盛り溶接は溶加棒を添加しながら溶接する接合方法で、両手を使う難易度の高い溶接であるため、板の上に直接溶接するビードオンプレートで練習した。



図 3. 肉盛り溶接の様子



図 4. ビードオンプレート

## 3) 溶接ひずみを軽減する方法

溶接を行う際、ひずみが生じてしまう。ひずみを軽減させる措置として、シャコ万等を用いて作業台に固定しながら溶接を行い板の反り返りを抑える方法や、溶接を小分けに行い入熱を抑える方法を学んだ。



図 5. 作業台への固定



図 6. 左：固定無し、右：固定あり

## 4) 真空容器の製作

溶接研修のまとめとして、NW25 フランジのパイプ側に蓋を溶接し、簡単な真空容器を製作した。最終的に完成した製作品は、昨年度新たに導入されたヘリウムリークディテクターを用いてリークチェックを行い、一連の操作技術を共有した。なおリークディテクターについて、研修内で付帯環境を整えた。



図 7. 溶接前の部品および完成品



図 8. リークチェックの様子



## 2. ロウ付け

ロウ付けとは、母材を加熱し母材よりも融点の低いロウ材を流し込む接合方法である。異種金属や複雑な形状であっても接合可能といったメリットがあるが、TIG 溶接と比較して局所的な接合ができない点や、母材全体を加熱する必要があるといったデメリットが挙げられる。本研修では SUS304 と銅の基本的なロウ付け技術を共有した。

### 1) SUS304 のロウ付け

ロウを流し込む感覚をつかむため、10×10mm の角棒と外径 3mm のパイプの基本的なロウ付けを行った。熱容量の差が大きいため溶接は困難であり、接合方法の選択としてロウ付けが最適であることを学んだ。



図 9. ロウ付けの様子



図 10. ロウ付け後

### 2) SUS304 パイプと銅のロウ付け

外径 20mm の銅丸棒と外径 3mm の SUS304 パイプのロウ付けを行った。異種金属であるためロウ付けが最適であること、熱容量の大きさや熱伝導率の違いを考慮して、温まりにくい銅から加熱するのがポイントであることを学んだ。

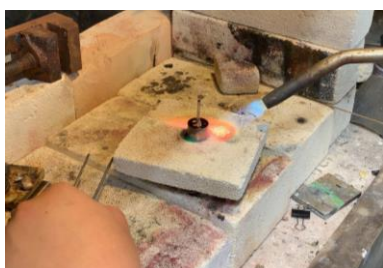


図 11. ロウ付けの様子



図 12. ロウ付け後

### 3) SUS304 円盤と銅のロウ付け

40×40×10mm の銅ブロックと外径 15mm 厚さ 0.7mm の SUS304 円板のロウ付けを行った。フラックス中の水分の沸騰で円盤が動いてしまうため、ロウ棒で押さえながら作業を行うといった技術を学んだ。これは、講師が実際に行った業務を模擬した題材であり、その中で養った独自のノウハウを共有した。



図 13. ロウ付けの様子



図 14. ロウ付け後

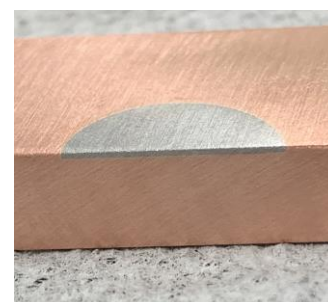


図 15. ロウ付け後の断面

### 3. ガラス接合

ガラス接合はガスバーナーを用いた理化学系ガラス材の溶融接合である。引き伸ばしや曲げ加工が容易に行えるといったメリットがある。本研修では、いくつかのパイレックスガラス管の基本的な加工法を共有したので、それぞれの内容を紹介する。

#### 1) 引き伸ばし・芯出し

まず初めに、ガラス加工の基礎となる足場を作るため、ガラス管を引き伸ばす。その後ガラス管と足場の芯を合わせる。



図 16. 引き伸ばし



図 17. 芯出し

#### 2) 誘導切り

ガラス管にヤスリで傷を入れ、焼玉を押し付けて熱ショックで切断する。



図 18. 誘導切り

#### 3) 吹き破り

局部的にガラス管を溶かし、空気を入れ吹き破る手法。次に繋げる管と同程度の直径の穴になるように吹き破る。

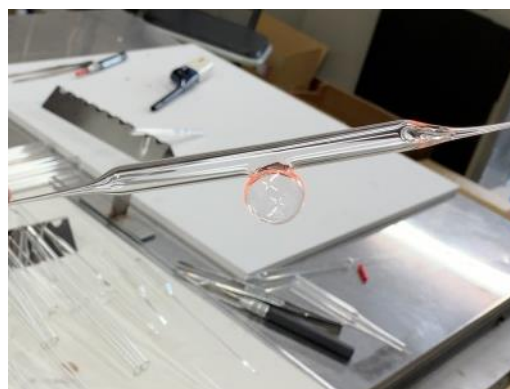


図 19. 吹き破り



#### 4) 同径管つなぎ

ガラス管の繋ぎ面を溶かして接合し、空気を吹き入れ、穴がないか確認する。その後、加熱と吹き入れを繰り返し、繋ぎ目が消えるまで加工する。

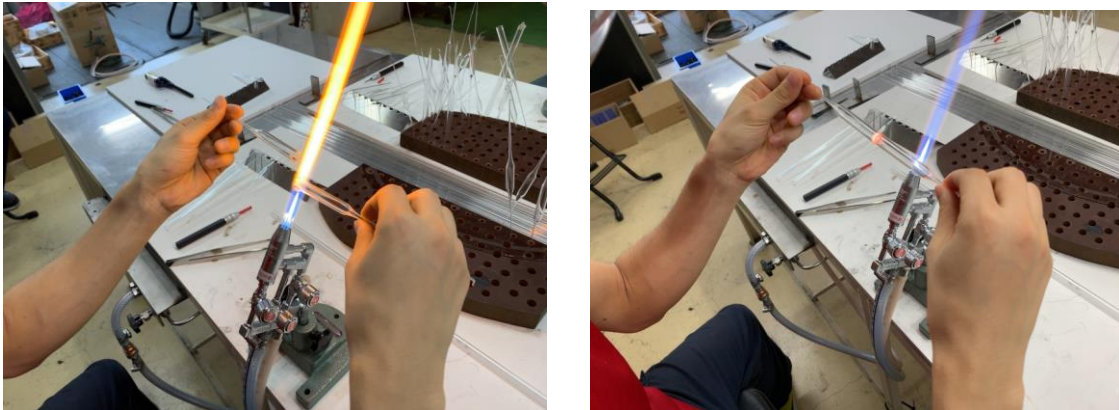


図 20. 同径管つなぎ

#### 5) 真空封入管の製作

ハンドバーナーを用いてガラス管を真空ラインに取り付け、真空引きを行う。



図 21. 真空ラインへの取り付け

その後、テスラコイルを用いてリークチェックを行う。図のように放電が一点に集中している場合、そこがリーク箇所となる(図 22. 左)。ハンドバーナーで再加工を行い、リークチェックが完了したらガラス管を封じ切り真空封入管の完成となる。



図 22. リークチェック (左：リークあり 右：リーク無し)



図 23. 完成品

#### 4. 冷やしばめ

これまで当技術系では、熱膨張を利用した接合方法である焼きばめを行うことはあったが、熱収縮を利用した冷やしばめの経験がなかったため、本研修の内容に取り入れることにした。通常冷やしばめは、軸部品を液体窒素に浸け冷却収縮させ、常温の穴部品に接合させるが、さらに穴部品を加熱膨張させることで、より大きな縮まり代で接合できると考え、加熱と冷却を組み合わせで行った。

手順として、液体窒素を用いて軸部品を冷却し、ホットプレートを用いて穴部品を加熱した。一般的に SUS304 材は 300℃を超えると変質するため、加熱は材料に大きな性能変化を与えない 250℃程度に設定した。試験片の縮まり代は 0.02mm で行い、接合することができた。



図 24. 液体窒素を用いて冷却



図 25. ホットプレートを用いて加熱



図 26. 試験片



図 27. 接合後

#### 5. まとめ

装置製作における接合の中で特に需要の高い 3 テーマ（TIG 溶接・ろう付け・ガラス接合）の研修を行い、知識・技術の共有化を行うことで装置開発技術系全体の技術力の底上げができたと考える。また冷やしばめについては時間の都合上、実験的に接合を行うところまでで留めたが、今後はめ合い強度の測定を行い、実用性等を検討したいと考えている。

# フーリエ変換型赤外分光光度計を用いた各種測定手法の習得

西村真弓、伊藤広樹、都築賢太郎、神野貴昭、林 育生、  
鳥居実恵、日影達夫、森野慎一、永田陽子  
工学研究科・工学部技術部 分析・物質技術系

## はじめに

分析・物質技術系の主な業務として共用機器の管理を行っており、技術職員 11 名が担当している機器の数は計 60 台以上におよぶ。基本的に共用機器の担当者は主・副各 1 人で運用しており、担当外の機器については測定経験がない職員もいるのが現状である。学生・研究者・教員ら利用者から寄せられる技術相談は、自身の担当機器以外のことも多いため、分析機器に対する幅広い知識が求められている。そこで本研修では汎用性の高い装置であるフーリエ変換型赤外分光光度計（FT-IR）に焦点を当て、測定技術に関する研修を実施したのでその内容について報告する。

## 1. 研修の目的

FT-IR は物質に赤外光を照射し、透過または反射した光を測定し試料の構造解析や定量を行う赤外分光法の一つである。測定の歴史も長く化合物の同定ライブラリも充実しており比較的短時間で結果が得られることから共用機器の中でも多くの利用がされている。このような汎用性の高い装置について学ぶことは技術職員としての基本的な技術力の向上に直結するため、FT-IR の測定技術共有を本研修の目的とした。

一方、近年の利用者対応において、結果の考察ができていない利用者が散見されるようになった。分析機器の操作が非常に簡便になった反面、原理や操作の意味を理解しないまま測定ができてしまい、その結果正確なデータを得られていない可能性があることが懸念されている。そこで、利用者の理解度向上のため、新規利用者向けに行っている講習会の改良を考えた。一般的な使用方法を教える従来の講習会から、装置や結果の理解度を深めるための内容を追加することを本研修のさらなる目的とした。

## 2. 研修の内容

### 1) 構成

FT-IR の測定技術共有のために、研修を企画し分析・物質技術系職員を対象に実施した。講師は、研修を企画した装置に詳しい 2 名の技術職員が行った。参加者は、講師を含めて計 8 名であった。

### 2) プログラム

研修内容は、理解度に応じて未経験者・経験者 3 名ずつの 2 グループに分け、それぞれに合わせた内容とした（図 1 および表 1）。未経験者に対しては、装置の使用方法など新規利用者講習会と



図 1. 研修の様子

同様の説明に加えて、FT-IR の原理や装置内部の光学配置など装置使用方法以外の項目についても取り入れて説明を行った。経験者に対しては、装置の使用方法など基礎的な内容は省略し、別の課題を行ってもらえるなどの内容とした。各グループ共通の内容として、測定条件の決定方法の説明や、試料の形状や材質の違いによる測定に適した試料調製方法の実演などを行った。

表 1. 研修プログラム

測定手法	項目	未経験者向け	経験者向け	結果
透過法	測定方法（原理・使用方法）について	○	-	-
	試料の準備（ポリエチレン 3 種）	○	○	1)
	試料の準備（ポリビニルアルコール）	-	○	-
	測定：ポリエチレン 3 種	○	○	2)
	測定：ポリビニルアルコール	-	○	-
	測定パラメータの検討：分解能の設定	○	○	3)
	測定：食品用ラップ	○	○	4)
	使い捨て測定ディスク Clear Disk 作成法	-	○	-
	測定：シリコン基板	○	○	5)
	小さな試料測定時の注意点について	-	○	6)
ATR 法	測定方法（原理・使用方法）について	○	-	-
	測定：ポリエチレン 3 種	○	○	-
	測定：ポリビニルアルコール	-	○	-
	プリズム種の違いによる結果への影響について	○	○	-
	測定：食品用ラップ	○	○	4)
	測定：マニキュア	○	-	-

### 3. 測定結果

表 1 の結果欄に数字で記載した項目について以下に結果を示す。

#### 1) ポリエチレン 3 種の試料調製

分子構造の異なる 3 種類のポリエチレン（HDPE、LDPE、LLDPE）のペレットを各参加者それぞれに 1 種類ずつ用意し、測定に適したフィルム状にするよう課題を与え、試料調製から測定までを各自で行ってもらった。手順として、180 °C 程度に熱したホットプレートでスライドガラス 2 枚を温め、1 枚の上にペレット 1 粒を置く。ペレットが溶融したところで他方のスライドガラスを上からかぶせ、ピンセットで押しつぶすことでフィルム化し、室温で放冷後、試料をはがしとった。加工前後のポリエチレンを図 2 に示す。



図 2. 使用したポリエチレン（左）加工前（右）加工後

#### 2) ポリエチレン 3 種の測定結果（透過法）

ポリエチレン 3 種を透過法で測定した結果を図 3 に示す。同一の分子式で分岐度の異なる 3 種は、末端  $\text{CH}_3$  基の対称変角振動 ( $1375 \text{ cm}^{-1}$ ) に違いが現れることが分かっており<sup>23)</sup>、測定

したスペクトルによって分子構造の違いを確認することが出来た。なお、測定したいピークが飽和してしまっていた場合、すなわち透過率が0%となった場合は、試料が厚すぎるため、再度厚さ調製を行ってもらい、再測定を行い結果を得た。

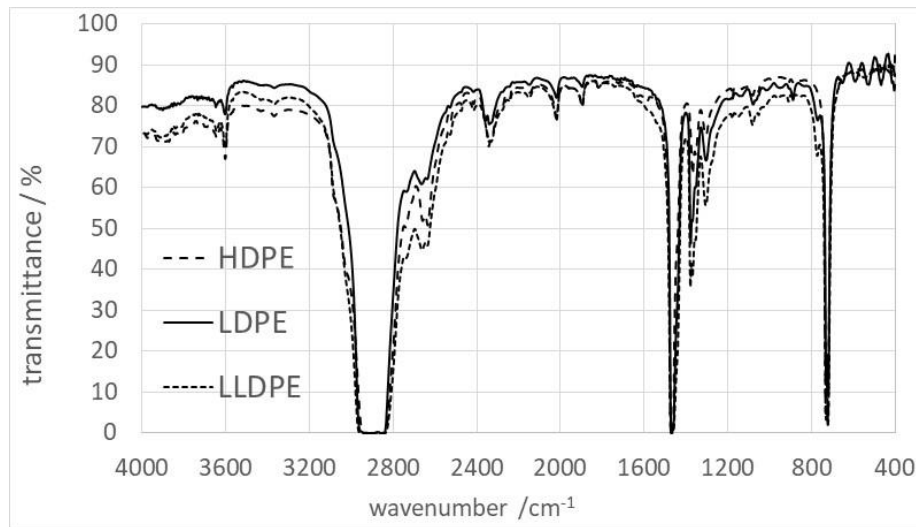


図3. ポリエチレン3種のIRスペクトル(透過法)

### 3) 測定パラメータの検討：分解能の設定

測定パラメータの影響を考察するため、分解能の設定値を $1.0\sim 16.0\text{ cm}^{-1}$ まで変化させ、スペクトルへの影響を確認した。フィルム化したLDPEを試料とし、測定結果を図4に示す。

設定値を大きくする、すなわち低分解能にしたがってスペクトル全体はブロード化し、2つに分かれるはずのピークは分離されず1つのピークとなって検出された。低分解能での測定はより短時間で測定が完了するという利点があるが、測定したいピークが正確に検出できない可能性があることに注意が必要である。一方、最も高分解能である設定値 $1.0\text{ cm}^{-1}$ ではシャープなピークが得られるものの、測定時間が長くなりノイズも多く検出してしまいスムーズなスペクトルが得られない。利用者に講習をする際には、分解能の設定は $4.0\text{ cm}^{-1}$ を推奨するとともに、設定値を変更するとどのような影響があるか本結果を伝えるようにした。

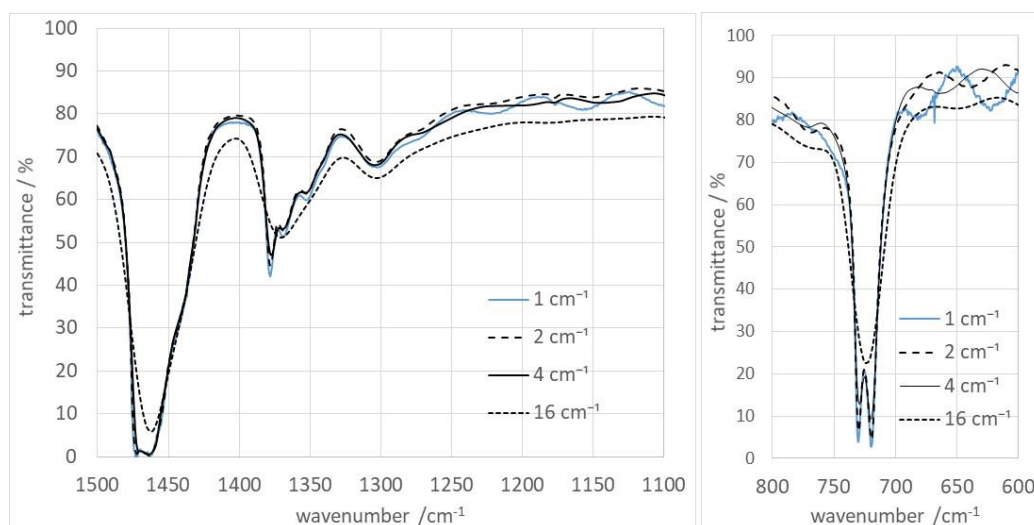


図4. LDPEのIRスペクトル(透過法)

#### 4) 食品用ラップの測定結果（透過法、ATR 法）

非常に薄い試料を透過法で測定した場合、干渉縞と呼ばれる周期的な波がスペクトル上に現れる。干渉縞の影響を除いたスペクトルを得るにはどのような対策を講じればよいか、参加者に考えてもらい実践してもらった。今回薄い試料として食品用ラップを用い、測定を行った。その測定結果を図 5 に示す。対策として、ラップの表面と裏面で起こる光の干渉状態を変えれば干渉縞の発生を抑えられるのではと考え、紙やすりを用いて片面あるいは両面を軽く（図 5 の soft 表示）または強く（図 5 の hard 表示）擦ってみたが、多少の効果は見られたものの光が散乱してしまい、きれいなスペクトルが得られなかった。一方、ATR 法での測定では干渉縞が全く見られず、干渉縞対策として最も効果的な測定方法であることが分かった。KBr 板を使用して作成した Clear Disk での測定では干渉縞の影響が軽減されており、透過法での測定の場合には Clear Disk を用いた測定が良いことが分かった。

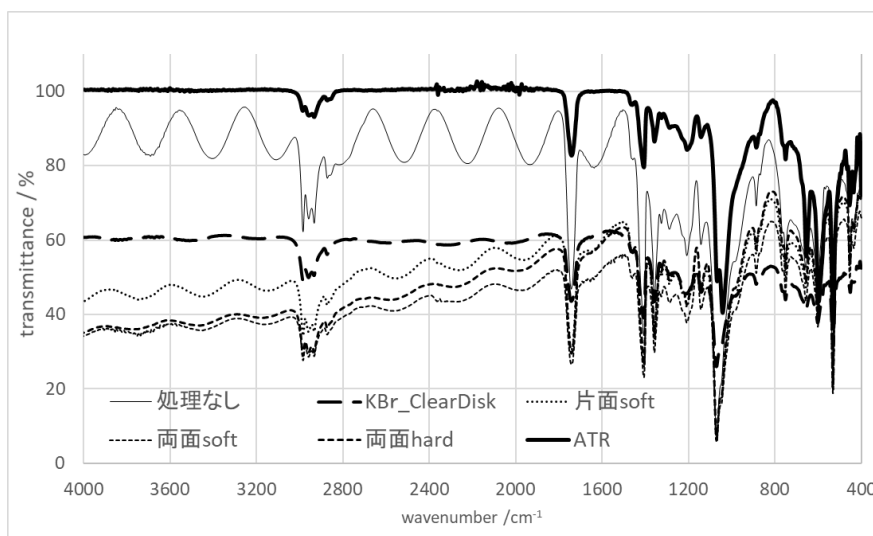


図 5. 食品用ラップの IR スペクトル（透過法、ATR 法）

また、この干渉縞を利用して膜厚計算をすることもできる<sup>4)</sup>。式 1 に当てはめて計算したところ、今回用いた食品用ラップの厚みは 10.6 μm と算出することができた。

$$d = \frac{\Delta m}{2\sqrt{n^2 - \sin^2\theta}} \times \frac{1}{\left(\frac{1}{\lambda_2} - \frac{1}{\lambda_1}\right)} \quad \dots\dots\dots \text{(式 1)}$$

d：膜の厚さ、Δm：計算波長範囲の間の山の数、n：屈折率、θ：試料への入射角  
λ<sub>1</sub>、λ<sub>2</sub>：計算波長範囲の始点と終点の波長

#### 5) シリコン基板の測定結果（透過法）

表面コーティングされたシリコン基板を試料として測定を行った。その結果を図 6 に示す。シリコン基板は赤外線を透過するため、基板上に成膜した薄膜等を透過法で測定することで膜成分を測定できることから、測定試料として持ち込まれることが多い試料である。利用者からの問い合わせに対応できるよう研修課題に取り入れた。

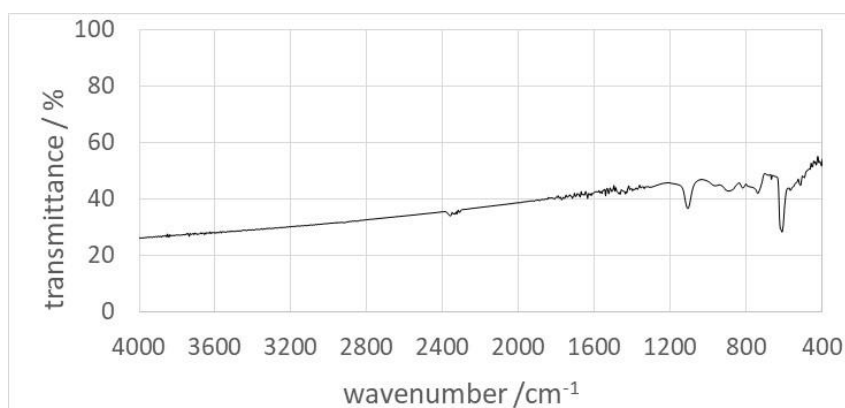


図 6. シリコン基板の IR スペクトル (透過法)

#### 6) 入射赤外光の径より小さい試料の測定

透過法において、赤外光が通過する部分の試料ホルダー径よりも小さい試料を測定した場合、どのような結果になるかを検証した。図 7 はフィルム状試料を測定するとき用いる試料ホルダーであり、通常の測定では赤外光の通過部 (図 7 (a)部) 全面を試料で覆い測定を行う。今回、フィルム化 LDPE を小さくカットし、(a)部の半分のみ覆った状態でセットして測定を行った。測定結果を図 8 に示す。

2900  $\text{cm}^{-1}$  付近の  $\text{CH}_2$  対称伸縮振動由来ピーク群に着目すると、通常の大きさの LDPE では透過率 0% となっており試料が厚すぎて光が透過していないことがわかる。これに対して同じ試料を試料ホルダー径よりも小さくカットした試料では透過率は 45% 程度となっているが、ピーク先端の形状は潰れてしまっており飽和状態のスペクトル形状のままであった。この結果だけを見るとスペクトル形状を誤認する原因となってしまうので、信頼できるスペクトルを得るためには、試料サイズがホルダー径より大きい必要がある。試料サイズがホルダー径より小さい場合は、試料サイズより小さな径の試料ホルダーを用意することが重要であると分かった。



図 7. 試料ホルダー

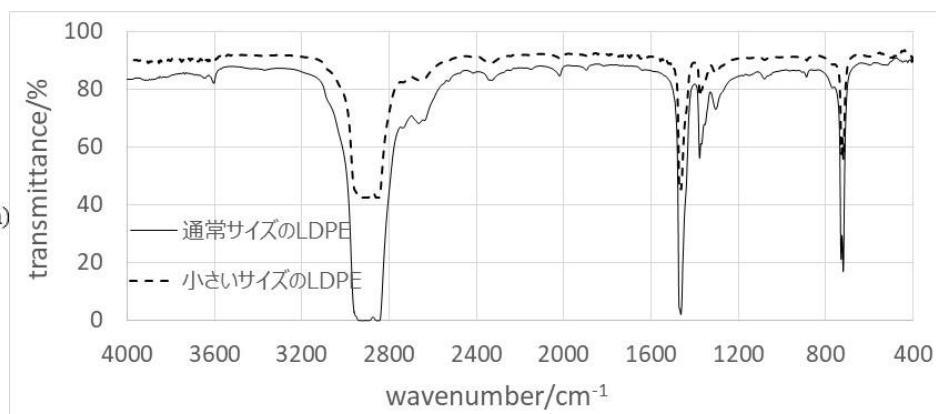


図 8. サイズの異なる LDPE の IR スペクトル (透過法)

以上のとおり、本研修で試料調製から実際の測定までを経験したことによって、利用者からの技術相談への対応力を養うことができたと考えられる。

### 3. 利用者講習会の改良

研修後に申し込みがあった新規利用者講習会において、本研修で得られたデータとして分解能の違いにおけるスペクトルへの影響（図 4）や、注意すべき小さな試料の IR スペクトル（図 8）、そのほか ATR 法の補正方法について等を利用者に展開することで、利用者から理解が深まったとの声を得られており、その効果を実感することができた。また、いつでも利用者が内容を確認できるように本研修における IR スペクトル結果を装置近傍の壁に掲示し、情報共有を行った。

### 4. おわりに

技術職員間での測定技術の共有および利用者講習会の改良を実施し、技術力の向上ならびに利用者の理解度向上に貢献できた。共用機器を管理する職員として利用者と接していると、より簡単な装置ほど利用者が理解しないまま利用しているのではないかと不安を感じる場面は少なくない。どの部分の理解をサポートすれば良いのか、利用者に声をかけ相談にのりつつ、他の装置についても利用者講習会の見直しを進めていきたいと思う。

### 5. 謝辞

本研修は、ナノテクノロジープラットフォーム主催平成 29 年度技術スタッフ交流プログラム「赤外ラマン振動解析の基礎と応用講座」の内容を参考に実施させていただきました。プログラム主催者である豊田工業大学 田代孝二教授に深くお礼申し上げます。

### 6. 参考文献

- 1) 古川行夫 編：赤外分光法, pp. 226-229 (2018), (講談社).
- 2) L. M. Harwood 著：有機化合物のスペクトル解析入門, pp. 31-47 (1999), (化学同人).
- 3) M. Hesse, B. Zeeh, H. Meier 著：有機化学のためのスペクトル解析法 第 2 版, (2010), (化学同人)
- 4) 島津製作所：島津アプリケーションニュース, A335, (2002).



# コンテナ型仮想化アプリケーションの展開・管理自動化ツール

## Kubernetes の学習

島田啓史

工学研究科・工学部技術部 情報通信技術系

### はじめに

情報通信技術系では多くの仮想サーバを管理しており、今後もさらなる集約化により仮想サーバが増え、管理が煩雑になる可能性がある。このような傾向に対応する手段として近年、コンテナ型仮想化を用いて、効率よくサーバ管理・構築を行う仕組みが注目を集めている。そこで今回、コンテナのデプロイ（展開）、管理システムである Kubernetes について学習し、コンテナの大規模展開について研修を行ったので報告する。

### 1. コンテナ型仮想化について

現在広く使用されているサーバ仮想化と、コンテナ型仮想化との比較を図 1 に示す。コンテナ仮想化ソフトウェアにより、アプリケーションが利用する領域がコンテナ単位に分割される。サーバ仮想化に比べて、ゲスト OS が存在しないため、アプリケーション実行時に必要なメモリ容量・CPU 負荷が軽減され、システム資源の使用効率が良くなる。

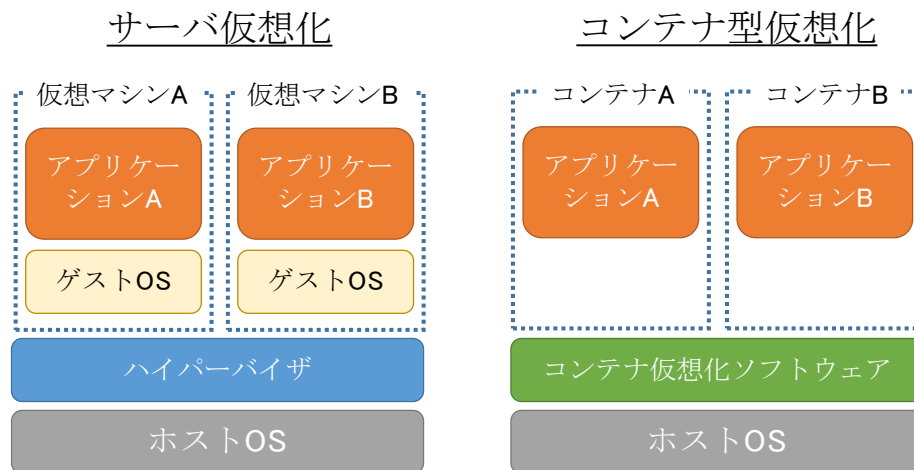


図 1. サーバ仮想化とコンテナ型仮想化

最もよく利用されているコンテナ仮想化ソフトウェアとしては Docker が挙げられる。しかし、Docker だけではコンテナの大規模な展開に対応していないことから、効率的にコンテナを管理・デプロイするためのプラットフォームとして近年利用されているのが Kubernetes である。Kubernetes はホスト OS 上で動作し、内部で Docker を呼び出す。また、複数のサーバ上で連携して稼働し、同じコンテナを分散実行することも可能である。次章では、Kubernetes について簡単に説明する。

## 2. Kubernetes について

### 2.1. マニフェスト

Kubernetes では、YAML 言語で記述されたマニフェストを用いてコンテナのデプロイを行う。マニフェストの種類として、1) Deployment (デプロイ設定: コンテナの定義)、2) Service (ポート番号情報の設定)、3) ConfigMap (環境変数、及び設定ファイルの定義)、4) PersistentVolumeClaim (ストレージ領域の確保) 等があり、複数個のマニフェストを組み合わせることでコンテナをデプロイする。

一例として、Web サーバコンテナ(nginx)をデプロイするための Deployment マニフェストを図 2 に示す。

```
apiVersion: apps/v1
kind: Deployment
metadata:
  creationTimestamp: null
  labels:
    app: example1
    name: example1
spec:
  replicas: 1
  selector:
    matchLabels:
      app: example1
  template:
    metadata:
      creationTimestamp: null
      labels:
        app: example1
    spec:
      containers:
        - name: nginx
          image: nginx
          volumeMounts:
            - mountPath: /usr/share/nginx/html/
              name: hello-world-html
          volumes:
            - name: hello-world-html
              configMap:
                name: hello-world-configmap
                items:
                  - key: index.html
                    path: index.html
```

起動するコンテナ名を指定

下記の volumes: でマッピングした index.html をコンテナ内の /usr/share/nginx/html/ に置く

ConfigMap マニフェストで定義した内容を、index.html ファイルにマッピングする

図 2. Deployment マニフェストの例

### 2.2. Pod

Kubernetes では、1 つ以上のコンテナの集合を Pod という単位で表し、1 つのデプロイは 1 つ以上の Pod で構成される。Pod 内では IP アドレスが共有され、ポート番号を重複しないように設定することで、コンテナ同士で通信することが可能である。負荷分散のために、同じ構成の Pod を複数稼働させたい場合は、Pod のレプリカ数を定義することができる。デプロイ、Pod、コンテナの関係を図 3 に示す。

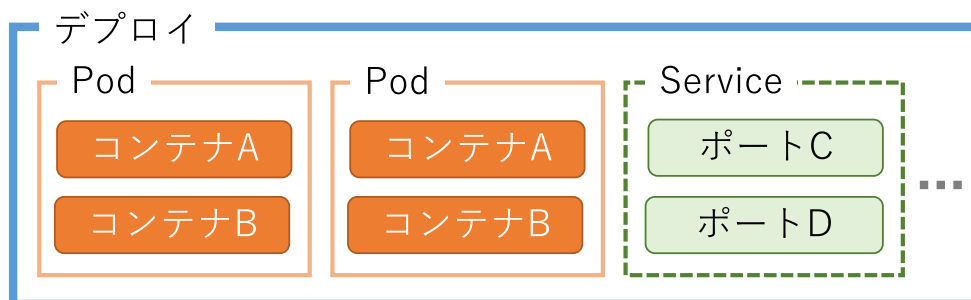


図 3. デプロイ、Pod、コンテナの関係

Pod のデータは、ホスト OS から分離された仮想ファイルシステムに格納される。デプロイの終了時に仮想ファイルシステムは削除されるため、データの永続化が必要な場合は、あらかじめ永続的なストレージ領域を確保し、コンテナにマウントするためのマニフェストを作成する必要がある。

### 3. Kubernetes の学習

#### 3.1. Minikube 環境の構築

今回の研修では、練習・開発検証用 Kubernetes 実装である Minikube を使用した。また、物理サーバを複数台用意できなかったため、サーバ仮想化を用いて検証環境を構築することにした。具体的には、1 台の物理サーバに VMware ESXi ハイパーバイザをインストールし、Minikube 用・NFS 用・Docker プライベートリポジトリ用の 3 つの仮想サーバを作成した。コンテナイメージは通常、インターネット上の Docker Hub からダウンロードされるが、Docker Hub にアップロードすることができないカスタムコンテナを使用することを想定し、Docker プライベートリポジトリサーバを構築した。NFS サーバは、コンテナが利用する永続的なストレージ領域を提供するために構築した。

Minikube 用仮想サーバには、以下のソフトウェアをインストールし、ファイアウォール設定を行った後、Minikube を起動した（図 4）。

- Docker : Docker リポジトリを yum に追加し、docker-ce パッケージをインストール
- kubect1 : Kubernetes リポジトリを yum に追加し、kubect1 パッケージをインストール
- Minikube : 実行ファイル(minikube)をダウンロードし、/usr/local/bin にコピー

```
## iptablesの設定を変更
## sysctl net.bridge.bridge-nf-call-iptables=1
## sysctl net.bridge.bridge-nf-call-ip6tables=1
## Minikubeが使用するポートを開放
# firewall-cmd --permanent --add-rich-rule='rule
family=ipv4 port port=8443 protocol=tcp accept'
# firewall-cmd --permanent --add-rich-rule='rule
family=ipv4 port port=10250 protocol=tcp accept'
# firewall-cmd --permanent --add-rich-rule='rule
family=ipv4 port port=30000-32767 protocol=tcp accept'
# firewall-cmd --reload
## Minikubeを起動
# /usr/local/bin/minikube --vm-driver=none start
```

図 4. Minikube のファイアウォール設定と起動

図 5 に検証環境のシステム構成図を示す。仮想サーバのゲスト OS には、いずれも CentOS 7 を使用した。

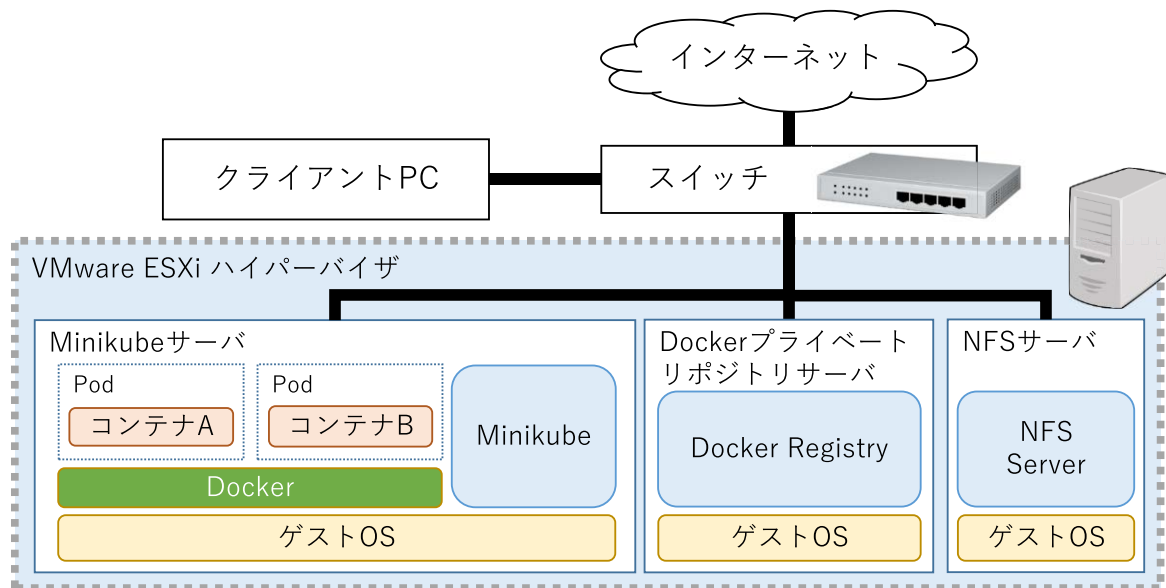


図 5. 検証環境のシステム構成

### 3.2. Web サーバコンテナ(nginx)のデプロイ (検証 1)

マニフェストの記述方法と Minikube のコマンドを理解するために、まず Web サーバコンテナ(nginx)を 1 つだけデプロイした。

Web サーバ自体の設定ファイルや表示する HTML ファイルについては、ConfigMap マニフェストファイル(example1-hello.yaml)に定義を行い、別途用意した Deployment マニフェストファイル(example1.yaml)から参照させることで、コンテナの稼働時にあらかじめ配置することにした。同様に、開放するポート番号については、Minikube 用仮想サーバの TCP 30812 番ポートにアクセスがあった場合、Pod に割り当てられたプライベート IP アドレスの TCP 80 番ポートにアクセスさせるよう、Service マニフェストファイル(example1-service.yaml)に定義した。

次に、作成したマニフェストファイルを指定して kubectl コマンドを実行し、Web サーバコンテナ(nginx)が正常に稼働したことを確認した(図 6)。その後、クライアント PC の Web ブラウザを用いて、コンテナに正常にアクセスできることが確認できた。

```
## デプロイを実行
# kubectl create -f example1.yaml -f example1-hello.yaml -f example1-service.yaml
deployment.apps/example1 created
configmap/hello-world- created
service/example1-service created
## デプロイ状況の確認
# kubectl get deployments
NAME                READY   UP-TO-DATE   AVAILABLE   AGE
example1            1/1     1             1           33s
## Podの確認
# kubectl get pods
NAME                READY   STATUS    RESTARTS   AGE
example1-6db8d95948-fpqld  1/1     Running   0          40s
## サービスの確認
# kubectl get services
NAME                TYPE        CLUSTER-IP      EXTERNAL-IP   PORT(S)          AGE
example1-service   NodePort    10.108.155.160  <none>        80:30812/TCP     50s
```

図 6. デプロイの実行とコンテナの稼働確認

### 3.3. スケーリングと複数コンテナのデプロイ（検証 2）

次に、Kubernetes が持つスケーリング機能の検証を行った。具体的には、検証 1 で作成したマニフェストファイルを基に、Pod のレプリカ数を 10 として、負荷分散の状態を検証することにした。この時、Web サーバコンテナ(nginx)のみでは負荷分散の状態を確認することが難しいため、PHP スクリプトを用いて、各 Pod の内部 IP アドレスを表示することにした。検証構成を図 7 に示す。

1 つの Pod 内に、Web サーバコンテナ(nginx)と PHP スクリプトエンジンコンテナ/php-fpm)を作成するように Deployment マニフェストファイルを変更し、2 つのコンテナが連携する設定を記述する ConfigMap マニフェストファイルを定義した。

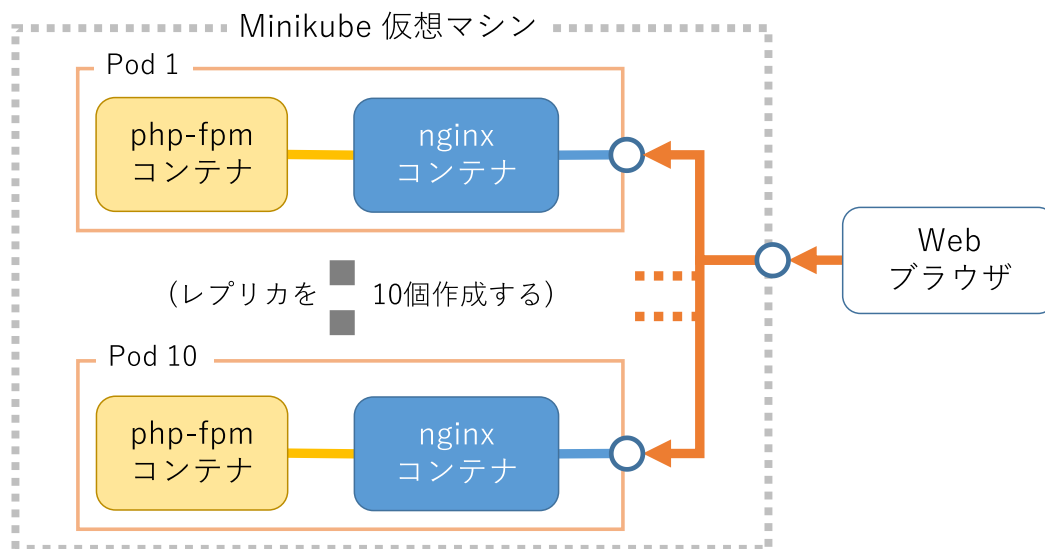


図 7. スケーリング機能の検証構成

検証 1 と同様に、作成したマニフェストファイルを指定して kubectl コマンドを実行し、コンテナをデプロイした後、Web ブラウザからアクセスを行った。結果として、リロード毎に表示される IP アドレスが変化し、ブラウザからのアクセスが 10 個の Pod に分散されている事が確認できた。

### 3.4. 永続的なストレージを使用したコンテナのデプロイ（検証 3）

検証 2 で作成したマニフェストファイルを基に、実際のホスティングサービスを想定し、NFS サーバのストレージ領域を使用した Web サーバコンテナ(nginx)を構築した。

コンテナをデプロイする前に、Minikube から NFS サーバに接続するための設定を行った。Kubernetes 標準の NFS クライアントドライバは、デプロイ毎に領域を分割するダイナミック・プロビジョニング機能に対応していないため、NFS Client Provisioner アドオンを Minikube 用仮想サーバに別途インストールした。次に、表 1 に挙げる 4 つのマニフェストファイルを作成し、コンテナのデプロイを行った。このとき、Web 管理者が Web コンテンツをアップロードするための接続経路として、SFTP サーバコンテナ(atmoz/sftp)も同時にデプロイした。検証構成を図 8 に示す。

表 1. 用意したマニフェスト

マニフェストの種類	設定の内容
PersistentVolumeClaim	NFS サーバからストレージ領域を確保する
ConfigMap	Web サーバコンテナ(nginx)と PHP スクリプトエンジンコンテナ (php-fpm)を接続する
Service	Minikube 用仮想サーバの TCP 30001 番ポートにアクセスすると Pod 内の TCP 80 番ポートに、TCP 30022 番ポートにアクセスすると Pod 内の 22 番ポートにアクセスする
Deployment	他のマニフェストの内容をコンテナ内に設定し、1)Web サーバコンテナ(nginx)、2) PHP スクリプトエンジンコンテナ(php-fpm)、3) SFTP サーバコンテナ(atmoz/sftp) の 3 つを稼働

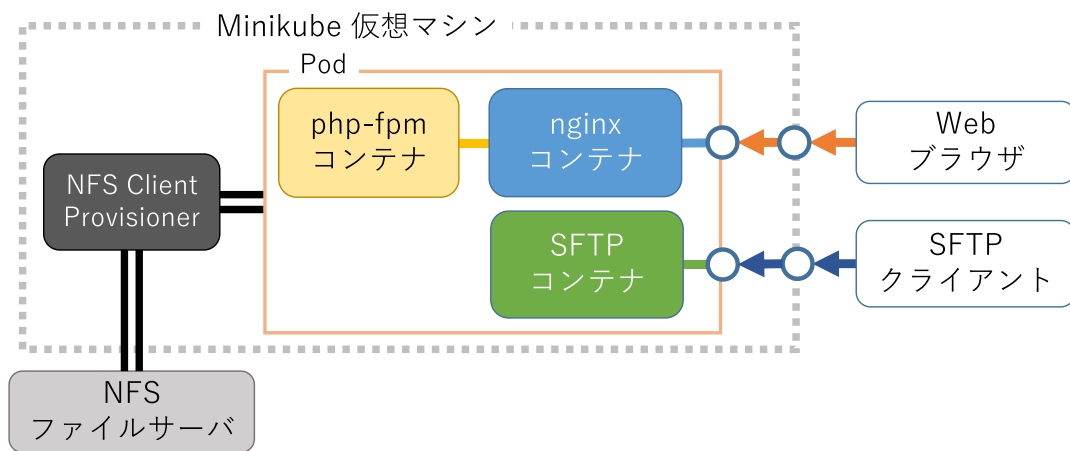


図 8. 永続的なストレージと検証構成

コンテナをデプロイした後、SFTP クライアントで SFTP サーバコンテナ(atmoz/sftp)に接続してファイルのアップロードを行い、NFS サーバ上にファイルができていることを確認した。次に Web ブラウザでアクセスし、アップロードしたファイルを閲覧できることが確認できた。

### 3.5. カスタムコンテナのデプロイ (検証 4)

最後に、実際の業務を想定し、カスタムコンテナをデプロイする検証を行った。本検証で作成、使用したカスタムコンテナは、Web サーバコンテナ(nginx)イメージ内の設定ファイル server.conf を変更しただけの簡単なものとした。server.conf を用意し、カスタムコンテナを作成し、Docker プライベートリポジトリサーバにアップロードした (図 9)。

```
$ # 以下の内容をDockerfileに入力
$ cat <<EOF > Dockerfile
FROM nginx:latest
MAINTAINER etech-shimada
ADD server.conf /etc/nginx/conf.d/server.conf
EOF
$ # Dockerfileからコンテナを作成
$ sudo docker build -t etech-shimada/nginx .
$ # Dockerプライベートリポジトリサーバにアップロード (IPアドレスは例)
$ sudo docker tag etech-shimada/nginx:latest
    192.168.100.222:31333/etech-shimada/nginx:latest
```

図 9. カスタムコンテナの作成とアップロード手順

Docker プライベートリポジトリサーバ内のカスタムコンテナを指定するために、Deployment マニフェストファイル内で、カスタムコンテナ名の前に IP アドレス情報を追加した。次に Docker 側の設定ファイルで、Docker プライベートリポジトリサーバからの非 SSL アクセスを許可し、デプロイした。その後、クライアント PC の Web ブラウザを用いて、カスタムコンテナに正常にアクセスできることが確認できた。

## おわりに

本研修を通して、Kubernetes の基礎的な使用方法を学習した。具体的にいくつかの場面を想定したマニフェストを作成してデプロイすることで、近年のシステム開発のトレンドである、インフラのコード化を体感することができた。

今後の課題として、以下の事項が挙げられる。

- マニフェスト作成時、記述誤りを即時に検出するツールの調査
- 実環境により近い、他の Kubernetes 実装の検証
- 高度なマニフェストの検証（パスワード格納、ロードバランサ等）

## 参考文献

- [1] 石澤基，五十嵐綾，大塚元央，須田一輝，稲津和磨，九岡佑介，坂部広大，青山真也，池添明宏，上岡真也 著『みんなの Docker/Kubernetes』技術評論社，2019 年
- [2] 須田一輝，稲津和磨，五十嵐綾，坂下幸徳，吉田拓弘，河宜成，久住貴史，村田俊哉 著『Kubernetes 実践入門 プロダクションレディなコンテナ&アプリケーションの作り方』技術評論社，2019 年
- [3] 青山真也 著『Kubernetes 完全ガイド』インプレス，2018 年
- [4] 中井悦司 著『Docker 実践入門—Linux コンテナ技術の基礎から応用まで』技術評論社，2015 年

# 作業環境測定のマングアン分析手法の検討

舟橋 朋

工学研究科・工学部技術部 環境安全技術系

## はじめに

労働安全衛生法に基づき、工・環境安全管理室では工学部・工学研究科内の作業環境測定を自前で行っている。昨年度の系研修では、作業環境測定の調査票にて測定依頼のあるマンガンに関して、吸光光度分析法と原子吸光分析法（電気加熱原子化法）を用いた作業環境測定の手法の習得を行った。厚生労働省の「平成 30 年度化学物質による労働者の健康障害防止措置に係る検討会」<sup>[1]</sup>にてマンガンの管理濃度を下げる検討が行われたように、今後は現在よりも低い濃度での分析や高い測定精度が求められると考えた。そこで、本研修では前述の 2 つの手法に加えて、測定精度が高く近年分析法として一般的に用いられている誘導結合プラズマ原子発光分析法（Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectroscopy:ICP-AES。以後 ICP-AES とする）を用いた手法の 3 つに関して測定手法の検討を行ったので報告する。

## 1. 目的と計画

吸光光度分析法、原子吸光光度法（電気加熱原子化法）、ICP-AES を用いた分析法の、3 つの手法について比較を行い、本学の事情に適した測定手法を明確にすることを目的とした。本研修では、作業環境測定ガイドブック金属編<sup>[2]</sup>（以後ガイドブックとする）に沿って実施した。操作の比較と気中濃度の計算のため、後述の模擬サンプルを用意し、それを各手法において前処理—定量操作を行い、操作内容等を比較することにした。

## 2. 使用する水の選定

今回用いる分析法では、試薬・サンプルの調整に精製水を使用する。その水についてはガイドブック<sup>[3]</sup>に記載されており、当室の純水製造装置（ヤマト化学株式会社、オートスチル WG250B）から採水できる蒸留水が、使用可能な条件に適合するため、本研修ではその蒸留水を使用することとした。

## 3. 測定方法の検討

本研修では前述のとおり 3 つの測定方法の検討を行った。昨年報告<sup>[4]</sup>より、吸光光度分析法と原子吸光分析法（電気加熱原子化法）では感度が異なる。この 2 つの手法を比較すると、吸光光度分析法は感度が悪く、原子吸光分析法（電気加熱原子化法）では感度が高いため希釈操作を必要とする特徴がある。ガイドブックには、今回使用する ICP-AES を用いた手法は“感度はフレーム原子吸光法と同程度もしくはそれ以上”<sup>[5]</sup>と記載されているため、後述の模擬サンプルについては検出感度の低い吸光光度分析法のサンプリング条件に合わせたものにする事とした。

昨年報告<sup>[4]</sup>の検量線データを用いると、定量下限である吸光度 0.03 に対応する最終試料液濃度（測定試料液濃度）は 0.146  $\mu\text{g/mL}$  であり、マンガンの管理濃度（ $E = 0.2 \text{ mg/m}^3$ ）の 1/10 である気



中濃度  $0.02 \text{ mg/m}^3$  の測定を担保するために必要な吸引量は  $852 \text{ L}$  となる。そこで、当室にあるローボリウムエアサンプラー（GLサイエンス製、SP208LV-30L）を用いた場合のサンプリング条件は  $30 \text{ L/min}$  で  $30$  分間吸引、総吸引量  $900 \text{ L}$  とした。

作業環境測定評価基準第2条の3項より、測定を行う上で管理濃度の  $1/10$  の測定ができることが必要最低限の条件であると考え、前述の条件において、グラスファイバーフィルター（SIBATA 製、AP-2005500、 $\phi 55 \text{ mm}$ ）上に  $0.02 \text{ mg/m}^3 \times 900 \text{ L} = 18 \mu\text{g}$  を捕集すると試算した。今回は市販の標準試料  $100 \mu\text{g/mL}$  を  $0.18 \text{ mL}$  とりフィルター上に含浸させ、1時間ほど風乾したフィルターを模擬サンプルとし、各手法5枚ずつ用意して（表1.）前処理及び測定を行った。

表1. 模擬サンプル一覧

	吸光光度分析法	原子吸光分析法 (電気加熱原子化法)	ICP-AES を用いた手法
サンプル名	吸光 1	原吸 1	ICP1
	吸光 2	原吸 2	ICP2
	吸光 3	原吸 3	ICP3
	吸光 4	原吸 4	ICP4
	吸光 5	原吸 5	ICP5
各模擬サンプルは、全て別のフィルターに市販の標準試料（ $100 \mu\text{g/mL}$ ） $0.18 \text{ mL}$ をとり、1時間風乾させた。この模擬サンプルの気中濃度は、 $0.02 \text{ mg/m}^3$ である。			

### 3-1. 吸光光度分析法<sup>[4]</sup>

本分析法では、当室にある紫外可視分光光度計（日本分光製、V-550）を使用した。本機はダブルビーム方式の測定方法を採用しており、対照試料とブランクによる測定値の揺らぎを少なくすることができる。今回の測定では検量線の濃度  $0$  の試料を対照試料とした。

### 3-2. 原子吸光分析法<sup>[4]</sup>

本分析法では、本学物質科学国際研究センターの化学測定機器室にある偏光ゼーマン方式の原子吸光光度計（HITACHI 製、Z-5710）を使用した。本機はゼーマン効果を用いた補正方法を採用しており、磁場に平行な偏光特性を有する輝線の線分が吸収を示し、磁場に直角に偏光した輝線の成分は吸収を示さない、といった特性<sup>[6]</sup>を利用している。

### 3-3. ICP-AES を用いた手法

本分析法では、本学の未来材料・システム研究所の共通機器室にある ICP-AES（HITACHI 製、SPS7800）を使用した。ICP-AES は高温の誘導結合プラズマ中で励起された原子からの発光強度を測定して、金属元素および若干の非金属成分を測定する方法である。<sup>[5]</sup> 前述の2つの方法と異なり、発光スペクトルの発光強度を測定する。

## 4. 前処理と測定

### 4-1. 吸光光度分析法

模擬サンプルを酸で溶かし高温で熱し、緩衝液を加えた後煮沸させ、ろ過を行い、ろ液の pH を調整し、精製水で 100 mL に定容した。定容した試料から 15 mL を分取し、ホルムアルドキシム法で発色するために発色試薬等を計 2.5 mL 加え測定試料とし、紫外可視分光光度計で、波長 450 nm の吸光度を測定した。

### 4-2. 原子吸光分析法（電気加熱原子化法）

模擬サンプルを酸で溶かし、高温で熱した後過酸化水素水を加え、吸引ろ過し、1.2%硝酸で 100 mL に定容した。今回は更に、50 倍希釈したものを測定試料とし、原子吸光光度計（電気加熱原子化法）にて、波長 279.6 nm の条件で測定試料をそれぞれ 5 回測定し、平均吸光度を算出した。

### 4-3. ICP-AES を用いた手法

酸と過酸化水素水を入れたビーカーに模擬サンプルを入れ一晩浸して溶かし、水浴で加熱した後に吸引ろ過し 1.2%硝酸で 50 mL に定容したものを測定試料とし、ICP-AES で波長 259.373 nm の発光強度を測定した。

## 5. 結果

### 5-1. 吸光光度分析法の結果

#### 5-1-1. 吸光光度分析法の検量線

表 2. にあるデータの検量線を得た。その測定値をもとに、表 2. の下に記載の検量線を得た。

表 2. 吸光光度分析法の検量線作成用測定値

測定試料液濃度 ( $\mu\text{g/mL}$ )	吸光度
0.00	0.00
0.286	0.0545
0.573	0.109
0.859	0.163

$$\text{検量線 } y = 0.190x + 0.000110 \quad R^2 = 0.999$$

#### 5-1-2. 吸光光度分析法の定量下限値

吸光光度分析法の定量下限値は、吸光度 0.03 に相当する最終液濃度である<sup>[7]</sup>。得られた検量線から吸光度 0.03 に相当する試料液濃度は 0.157  $\mu\text{g/mL}$  であった。昨年<sup>[4]</sup>の報告に記載の式を利用し、気中濃度を求めたところ、今回の吸光光度分析法で得られた検量線の定量下限値に対応する気中濃度は 0.0204  $\text{mg/m}^3$  となった。管理濃度の 1/10 のマンガンを測定するために必要な総吸引量は 918 L であり、吸引流速 30 L/min におけるサンプリング時間は 30.6 分となった。

#### 5-1-3. 吸光光度分析法による模擬サンプルの測定結果

用意した模擬サンプルの測定を行い、得た吸光度からブランク試験の吸光度の値を引き、表 3. の結果を得た。

表 3. 吸光光度分析法の模擬サンプルの測定値

測定試料名	吸光度
吸光 1	0.0363
吸光 2	0.0305
吸光 3	0.0325
吸光 4	0.0313
吸光 5	0.0319

## 5-2. 原子吸光分析法（電気加熱原子化法）

### 5-2-1. 原子吸光分析法（電気加熱原子化法）の検量線

標準試料液をそれぞれ 5 回測定して得られた平均吸光度は表 4.のとおりである。その測定値をもとに、表 4.の下に記載の検量線を得た。

表 4. 原子吸光分析法（電気加熱原子化法）検量線作成用測定値

測定試料液濃度 (μg/L)	平均吸光度	標準偏差
0.00	0.0051	$4.65 \times 10^{-4}$
2.00	0.104	$2.13 \times 10^{-3}$
3.01	0.151	$3.40 \times 10^{-3}$
5.01	0.248	$2.22 \times 10^{-3}$

$$\text{検量線 } y = 0.0485x + 0.00571 \quad R^2 = 0.999$$

### 5-2-2. 原子吸光分析法（電気加熱原子化法）の定量下限値

原子吸光分析法（電気加熱原子化法）の定量下限値は、ガイドブック<sup>[8]</sup>より、図 1.のように求めることと記載されている。ブランク試験の結果と、検量線作成時の最低濃度の標準液である 2.00 μg/L の濃度の標準液の測定結果から求めた標準偏差 (σ) の 10 倍 (10σ) の値は表 5.のとおりである。

表 5. 原子吸光分析法（電気加熱原子化法）の標準液 2.00 μg/L とブランク試験の測定結果

測定試料名	吸光度	測定試料名	吸光度
2.00 μg/L	0.107	ブランク	0.0145
	0.102		0.0132
	0.102		0.0142
	0.104		0.0111
	0.106		0.0129
10σ = 0.439		10σ = 0.247	

得られた 10σ を比較し、値の大きい方を用いて、前処理後の希釈やサンプリングの条件を考慮するために昨年の報告<sup>[4]</sup>に記載されている式を利用し、30 L/min の流速で 30 分間のサンプリングを行う場合の気中濃度を求めたところ、原子吸光分析法（電気加熱原子化法）の定量下限値に対応する気中濃度は 0.00244 mg/m<sup>3</sup> となった。また、30 L/min の流速で 10 分間のサンプリングを行う場合の気中濃度についても同様に求めたところ、原子吸光分析法（電気加熱原子化法）の定量下限値に対応する気中濃度は 0.00731 mg/m<sup>3</sup> となった。

“管理濃度の 1/10 に相当する測定対象物質を含む空気を標準的な吸引流量で、10 分間捕集して得られる最終試料液濃度になるよう調製した標準試料について、繰り返し 5 回分析し、その標準偏差 ( $\sigma$ ) の 10 倍 ( $10\sigma$ ) を定量下限とする。なお、管理濃度の 1/10 の濃度で得られる最終試料液濃度が分析機器の標準的な定量下限よりかなり高い場合には、検量線作成時の最低濃度の標準液を用いて、定量下限を求めることが望ましい。また、ブランク値がある場合にはブランク試験用の溶液について同様の操作を行い、標準溶液から求めた標準偏差とブランク試験用の溶液から求めた標準偏差のいずれか大きいほうを定量下限の算出の計算に用いる。”

図 1. 原子吸光分析法、ICP-AES を用いた手法の定量下限値の求め方<sup>[8]</sup>

### 5-2-3. 原子吸光分析法（電気加熱原子化法）の模擬サンプルの測定結果

用意した模擬サンプルについてもそれぞれ 5 回測定を行い、得られた測定結果の平均吸光度からブランク試験の平均吸光度を引いた結果は表 6.のとおりである。

表 6. 原子吸光分析法（電気加熱原子化法）における模擬サンプルの測定値

測定試料名	平均吸光度
原吸 1	0.188
原吸 2	0.190
原吸 3	0.186
原吸 4	0.183
原吸 5	0.191

### 5-3. ICP-AES を用いた手法

#### 5-3-1. ICP-AES を用いた手法の検量線

表 7.にあるデータの検量線を得た。その測定値をもとに、表 7.の下に記載の検量線を得た。

表 7. ICP-AES を用いた手法の検量線作成用測定値

測定試料液濃度 ( $\mu\text{g/L}$ )	発光強度
0.00	-19
120	$119 \times 10^3$
200	$195 \times 10^3$
401	$394 \times 10^3$

検量線  $y = 981x + 203$   $R^2 = 0.999$

#### 5-3-2. ICP-AES を用いた手法の定量下限値

原子吸光分析法の定量下限値の算出と同様に図 1.の記載内容にて算出する。ブランク試験の結果と、管理濃度の 1/10 のマンガンを含む相当する空気を 30 L/min の吸引流量で、10 分間捕集して得られる最終試料液濃度である標準液 120  $\mu\text{g/L}$  の測定結果から求めた標準偏差 ( $\sigma$ ) の 10 倍 ( $10\sigma$ ) の値は表 8.のとおりである。

表 8. ICP-AES を用いた手法の標準液 120 µg/L とブランク試験の測定結果

測定試料名	発光強度	測定試料名	発光強度
120 µg/L	119×10 <sup>3</sup>	ブランク	204×10 <sup>2</sup>
	117×10 <sup>3</sup>		211×10 <sup>2</sup>
	119×10 <sup>3</sup>		211×10 <sup>2</sup>
	116×10 <sup>3</sup>		209×10 <sup>2</sup>
	117×10 <sup>3</sup>		210×10 <sup>2</sup>
10σ = 13.3		10σ = 3.00	

得られた 10σ を比較し、値の大きい方を用いて、前処理後の希釈やサンプリングの条件を考慮するために以下の式 (1) を利用し、30 L/min の流速で 30 分間のサンプリングを行う場合の気中濃度を求めたところ、定量下限値に対応する気中濃度は 0.000740 mg/m<sup>3</sup> となった。また、30 L/min の流速で 10 分間のサンプリングを行う場合の気中濃度についても求めたところ、定量下限値に対応する気中濃度は 0.00222 mg/m<sup>3</sup> となった。

$$C = ac/Q \cdots (1)$$

$a$  : 最終試料液量 (今回は 0.05 L)

$C$  : 気中濃度 mg/m<sup>3</sup>

$c$  : 最終液濃度 µg/L

$Q$  : 総吸引量 L

### 5-3-3. ICP-AES を用いた手法の模擬サンプルの測定結果

用意した模擬サンプルを測定し、ブランク試験の平均発光強度の値を引いた結果は表 9. のとおりである。

表 9. ICP-AES を用いた手法における模擬サンプルの測定値

測定試料名	発光強度
ICP1	313×10 <sup>3</sup>
ICP2	296×10 <sup>3</sup>
ICP3	293×10 <sup>3</sup>
ICP4	296×10 <sup>3</sup>
ICP5	289×10 <sup>3</sup>

### 5-4. 各手法における模擬サンプルの測定結果のまとめ

各手法で得た模擬サンプルの結果から、それぞれの検量線を用いて測定試料液濃度の値を求め、模擬サンプルの設定条件である総吸引量 900 L の時の気中濃度を 5-1-2、5-2-2、5-3-2 で述べた式を用いて算出した。模擬サンプルの前処理から測定にてフィルター上にひたしたマンガガンが全て測定試料液に回収できたとした場合の収率を 100 % とし、得られた模擬サンプルの気中濃度から収率を求めた結果は表 10. のとおりであった。

表 10. 模擬サンプルの結果一覧

	サンプル名	気中濃度 mg/m <sup>3</sup>	収率 %
吸光光度分析法	吸光 1	0.0247	123
	吸光 2	0.0207	104
	吸光 3	0.0221	110
	吸光 4	0.0213	106
	吸光 5	0.0217	108
原子吸光分析法 (電気加熱原子化法)	原吸 1	0.0209	104
	原吸 2	0.0211	105
	原吸 3	0.0206	103
	原吸 4	0.0203	101
	原吸 5	0.0212	106
ICP-AES を用いた手法	ICP1	0.0177	88.4
	ICP2	0.0168	83.7
	ICP3	0.0166	82.6
	ICP4	0.0168	83.7
	ICP5	0.0164	81.7

## 6. 考察

吸光光度分析法においては、30 L/min の流速での 30 分間サンプリングを行ったと仮定した吸光光度分析法の定量下限値に対応する気中濃度は 0.0204 mg/m<sup>3</sup> となり、管理濃度の 1/10 を上回ったため、管理濃度の 1/10 を担保するためにサンプリング時間を 31 分以上にする必要があることが分かった。模擬サンプルの収率が 100 % を超えた (表 10.) 理由として、ホルムアルドキシム法は鉄イオンの妨害があり、本研修では使用した精製水や試薬内に含まれる鉄成分が反応したこと、鉄イオン錯体の分解が不十分ではなかったこと、などの可能性がある。また、値にばらつきが生じた理由として、突沸が起きてしまったことが要因であると考ええる。

原子吸光分析法 (電気加熱原子化法) では、定量下限値に対する 30 L/min の流速での 10 分間サンプリングにおける気中濃度は 0.00731 mg/m<sup>3</sup> となったので、管理濃度 1/10 の 0.02 mg/m<sup>3</sup> を下回る結果となり、管理濃度の 1/10 を測定できることが分かった。この手法では、装置の検出範囲に合わせて前処理で定容した溶液を 50 倍希釈したことを考慮した定量下限値であるため、希釈率を下げた場合は、気中濃度が低い場合でも測定が可能であると考ええる。模擬サンプルの収率においてばらつきが少ない結果であった (表 10.) のは、これは煮沸時に酸濃度が一定になっていなくても、50 倍希釈をしたことにより、測定時の最終試料液の酸濃度がほぼ一定になったからと考える。

ICP-AES を用いた手法では、原子吸光分析法 (電気加熱原子化法) と同様に、定量下限値に対する 30 L/min の流速での 10 分間サンプリングにおける気中濃度が 0.00222 mg/m<sup>3</sup> となったので、管理濃度 1/10 の 0.02 mg/m<sup>3</sup> を下回る結果となり、管理濃度の 1/10 を測定できることが分かった。模擬サンプルの収率は上述のとおりであり (表 10.)、「マンガン及びマンガン化合物の新たな測定法の検討結果報告書」<sup>[9]</sup>には回収率が 87-99 % であったと記載されており、この値に近い値を得ることができた。

## 7. 結論

吸光光度分析法、原子吸光光度法 (電気加熱原子化法)、ICP-AES を用いた分析法の、3 つの手法について、定量下限値が管理濃度の 1/10 を下回るために必要な条件を確認し、それぞれの測定方法を習得できた。

吸光光度分析法は他 2 つの方法と比べて総吸引量が多く必要であり、サンプリング時間が 31 分以上かかってしまうこと、ホルムアルデヒドやアンモニアといった揮発性があり、かつ特化物にも指定されている劇物を扱うこと、などのデメリットがあることが分かった。

原子吸光分析法（電気加熱原子化法）においては、サンプリング時間が 10 分間でも管理濃度の 1/10 の値を測定することができることが分かったが、検量線の幅が狭いため、未知濃度を測定する際には何度も希釈操作を繰り返す必要がある。

ICP-AES を用いた手法は原子吸光分析法（電気加熱原子化法）と同様に、10 分間のサンプリング時間で管理濃度の 1/10 の値を測定することができることが分かり、現行の作業環境測定基準において希釈等の特別な操作なしで良好な結果を得られた。

これらの結果より、現行においては、前処理において煮沸させる必要がなく、特別な操作なしで分析できる ICP-AES を用いた手法が本学の作業環境測定に適していると考えられる。今後は測定依頼がある、マンガンを使用している作業場で実際にサンプリングを行い、実務での導入を検討していく所存である。

## 8. 謝辞

本稿は 2019 年度名古屋大学工学研究科・工学部技術部個別研修の成果をまとめたものです。本研修の機会を与えて頂きました、工学研究科・工学部技術部ならびに環境安全技術系の皆様に深く感謝申し上げます。また、研修実施において、機器の操作や技術指導等、ご尽力賜りました名古屋大学物質科学国際研究センター 尾山公一技術職員、未来材料・システム研究所共通機器室 鈴木綾子氏、工学研究科・工学部技術部 都築賢太郎技術職員、神野貴昭技術職員にも深く感謝申し上げます。

## 9. 参考文献

- [1] 厚生労働省 平成 30 年度化学物質による労働者の健康障害防止措置に係る検討会“「マンガン及びその化合物」の管理濃度等の見直しについて”。厚生労働省. 2018-08-03.  
<https://www.mhlw.go.jp/content/11201000/000358557.pdf>, (参照 2020 年 1 月 20 日) .
- [2] 公益社団法人 日本作業環境測定協会. 作業環境測定ガイドブック 4 金属類. 第 5 版第 5 刷, 公益社団法人 日本作業環境測定協会, 2016, p147-p153.
- [3] 公益社団法人 日本作業環境測定協会. 前掲. p85.
- [4] 舟橋朋, 松浪有高, 河内哲史, 後藤光裕, 木村麻衣, 都築賢太郎, 神野貴昭. 作業環境測定—金属系物質の測定手法の習得. 名古屋大学工学研究科・工学部技術部 技報. 2019, Vol.21, p.11-16.
- [5] 公益社団法人 日本作業環境測定協会. 作業環境測定ガイドブック 4 金属類. 前掲. p63.
- [6] 公益社団法人 日本作業環境測定協会. 作業環境測定ガイドブック 4 金属類. 前掲. p56.
- [7] 公益社団法人 日本作業環境測定協会. 作業環境測定ガイドブック 4 金属類. 前掲. p87.
- [8] 公益社団法人 日本作業環境測定協会. 作業環境測定ガイドブック 4 金属類. 前掲. p87-88.
- [9] 厚生労働省 平成 29 年度第 1 回管理濃度等検討会参考資料“マンガン及びマンガン化合物の新たな測定法の検討結果報告書”。厚生労働省. 2018-05-23.  
<https://www.mhlw.go.jp/file/05-Shingikai-11201000-Roudoukijunkyo-Soumuka/0000165747.pdf> , (参照 2020 年 1 月 20 日) .

# 光学技術の基礎

神野貴昭

工学研究科・工学部技術部 分析・物質技術系

## はじめに

2019年7月から9月にかけて、個別研修として、光学に関する研修を実施したので、その報告を行う。

## 1. 目的と背景

本研修は、昨年度の個別研修「温度・熱技術の基礎」に引き続き、多くの装置に共通する基礎的な技術を理解し、身に付けることを目指したものである。本研修には、三つの目的がある。

一つ目の目的は、現在の業務の質を向上させることである。分析・物質技術系では、共用実験装置の管理を行っており、装置利用者への取り扱い講習や技術相談、トラブル対処などを主な業務としている。これらの業務を適切に行うためには、装置の仕組みや原理に加え、それらの背景となる基礎技術の理解が重要となる。基礎技術を理解しておくことによって、通常の測定とは少し異なる測定への対応や、トラブルへの対応、装置利用者からの質問への対応などの質がより高くなると考えられる。

二つ目の目的は、新規業務への対応能力の向上である。基礎技術に対する理解を深めることは、現在担当している装置だけでなく、将来新たに対応すべき装置が増える場合にも役立つと考えられる。扱った経験のない新規装置の依頼を受けた際に、装置ごとに研修を行って習熟度を高めていくことも必要であるが、どうしても対応が遅れがちになってしまう。あらかじめ多くの装置に共通する汎用性の高い基礎技術を身に付けておくことは、新規装置の習熟度を比較的短時間で高めることにつながると期待される。

三つ目の目的は、技術面でのコミュニケーション能力の向上である。業務で多くかかわることになる大学の学生や教員は、基礎技術や基礎科目あるいはそれらを応用したものに対する興味が強い人が多い。そのため、これらの知識を充実させておくことにより、より深い技術面でのコミュニケーションが可能になり、技術職員としての信用も上がることを期待される。

基礎技術に関する知識は、意識的に勉強しないと身に付けることができないことも、本研修を計画した理由である。近年の装置は、特にブラックボックス化が進んでおり、動かすだけであれば簡単に動いてしまう。そのため、単に装置を動かすことを繰り返すだけでは、十分な知識を得ることは難しい。研修によって、基礎技術に対する意識を高めることができればよいと考えている。

本研修では、光に関する技術をテーマとして選択した。光に関する技術は、各種分光計や光学顕微鏡などのほかにも電子顕微鏡や原子間力顕微鏡、元素分析装置などでも利用されており、非常に応用範囲の広い技術である。



## 2. 研修の計画

本研修では、電磁気学の復習や光学の学習から始め、光源や光の検出器、光学素子などの調査を行った。その後、学習や調査した内容をいくつか実践するという流れで研修を行った。本報告では、主に実践した内容について報告する。

## 3. フォトダイオードによる光の検出器の製作と評価

光の強度を測定する検出器は、光の波長ごとに様々なものが存在する。本研修では、フォトダイオードを利用した光の検出器を製作した。フォトダイオードは半導体を利用した光の検出素子であり、比較的安価で扱いやすいため、本研修の題材とした。

### 3.1. 製作

フォトダイオードは光を電流に変換する素子である。出力される電流は光の強度に比例するため、電流を測れば、光の強度が測定できることになる。フォトダイオードの電流を測定するには、オペアンプによる電流電圧変換回路がよく使用される。

本研修では、フォトダイオードに S6775(浜松ホトニクス)、オペアンプに LF411CN を使用した検出器を製作した。図 1 が製作した光の検出器である。図はふたを外した状態であるが、使用の際はふたを閉じて、左側面にある穴から入射した光の強度を測定する。オペアンプによる電流電圧変換回路は回路に使用する電気抵抗の大きさで変換の係数を定めることができる。今回はおおよそ 250 lx まで測定できるレンジと 25,000 lx まで測定できるレンジを切り替えられるものを製作した。

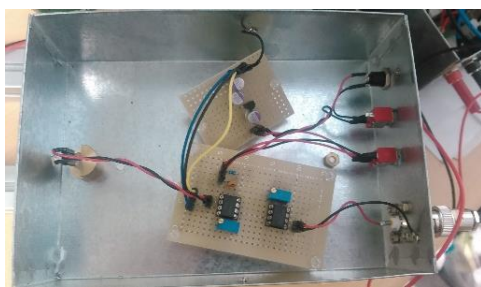


図 1. 製作した光検出器

### 3.2. 評価

製作した検出器の動作確認のために、各種 LED を図 2 のように配置し、光の強度を測定した。LED は 940, 624, 525, 470, 365 nm にそれぞれ発光波長のピークを持つものを使用した。

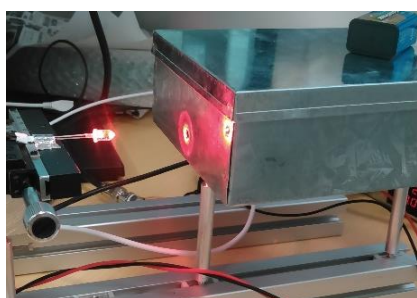


図 2. LED 強度測定配置

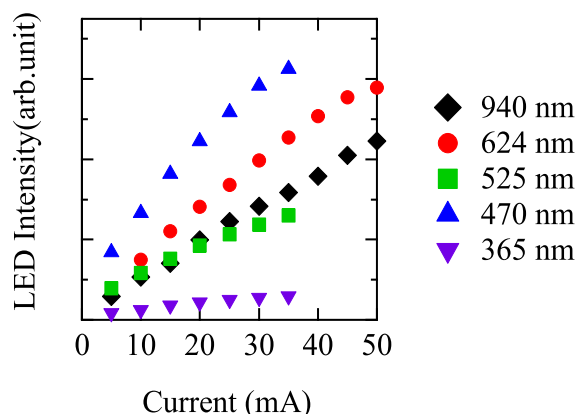


図 3. 電流に対する LED 強度

図 3 が各 LED に対して流す電流値を変化させて、光の強度を測定した結果である。どの LED についても電流値が大きくなると光の強度も大きくなっており、検出器が正常に動作していることが確認できた。

## 4. Python による画像の取得と画像解析

光による二次元の画像データは、単純に外観写真として利用されることもあれば、画像解析により何らかの情報を得ることもある。本研修では、USB カメラと Python、OpenCV を利用して、画像データの取得と簡単な画像解析に取り組んだ。

### 4.1. USB カメラの制御

Python と OpenCV を利用して、USB カメラ(BSWHD06M)を制御して、画像を取得できるようにした。製作したプログラムの外観が図 4 である。GUI 部には Qt を利用した。このプログラムでは、動画モニター、画像の保存、画像コントラストとブライトネス調整、画像の強度ヒストグラム表示ができるようになっている。

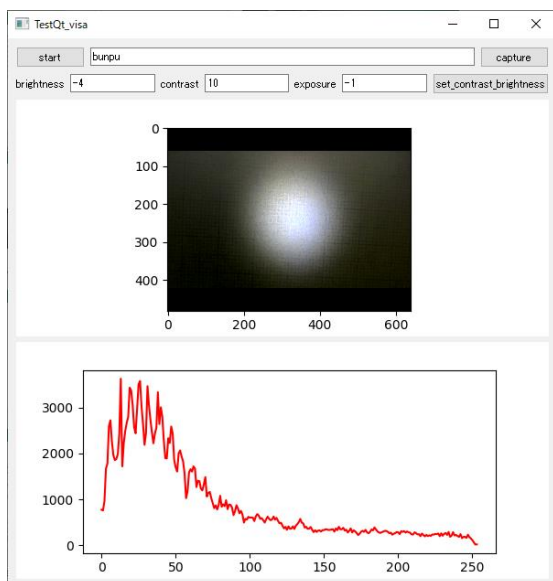


図 4. USB カメラ制御プログラム

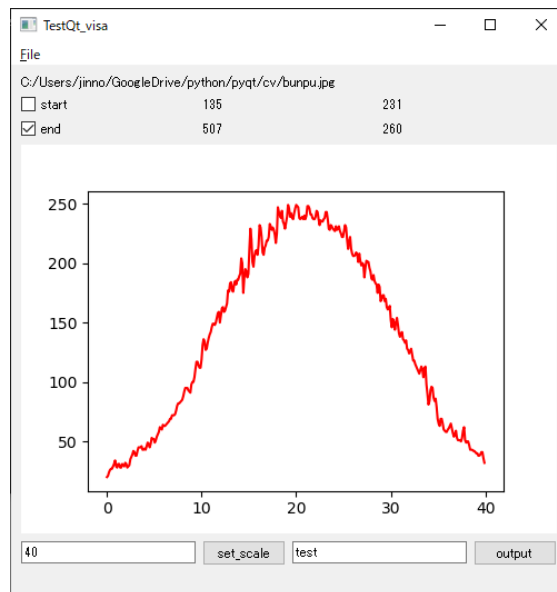


図 5. ラインデータ抽出プログラム

### 4.2. LED の半値角評価

画像解析の簡単な例として、画像データの抽出ができるプログラムを作成した。図 5 が製作したプログラムの外観である。このプログラムでは、保存された画像ファイルをグレースケールで読み込み、画像の 2 点を指定すると、2 点間の画像強度のデータを抽出することができる。抽出したデータはプログラムの GUI に描画され、テキストデータとしても出力することができる。

このプログラムを利用し、LED(NSPW500CS)の半値角の評価を行った。図 4 に描画されているスクリーンに映った LED 光の画像を保存し、解析プログラムで、LED 光の中心を通る線分の画像強度データを抽出した。図 5 のグラフが抽出したデータである。このデータから光強度の半値幅を評価し、半値角に換算すると約  $19^\circ$  という結果を得た。LED のデータシートでは半値角は  $15^\circ$  となっており、ある程度近い値を得ることができた。

## 5. 光学素子を使った実験

光学素子には様々なものがあり、光の利用目的に応じて、光を制御することができる。本研修では、光学素子の性質を学ぶため、いくつかの簡単な実験を行った。

### 5.1. ミラー

ミラーは光の反射の性質を利用することにより、光路の変更や光の集光、平行化などを行うことができる光学素子である。

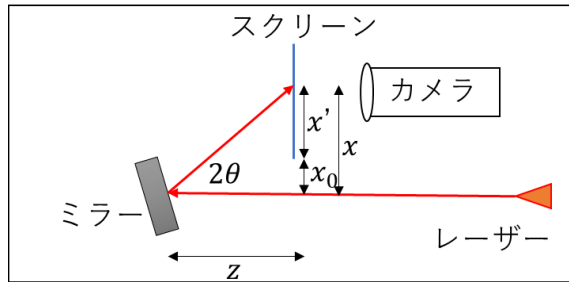


図 6. ミラー実験配置

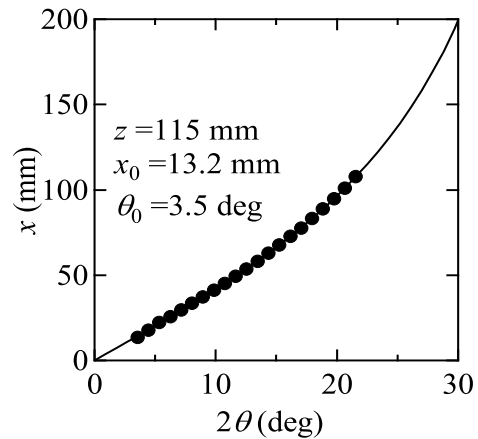


図 7. ミラー実験結果

本研修では、図 6 のように、アルミ平面ミラー、レーザー、スクリーンを配置し、ステッピングモーターでミラーに対するレーザー光の入射角を変化させ、スクリーン上のレーザー光点の位置を記録する実験を行った。

ミラーの角度  $2\theta$  ( $\theta$ :レーザーの入射角)と、レーザー光軸から測ったスクリーン上の光点の位置  $x$ 、ミラーからスクリーンまでの光軸方向の距離  $z$  の関係は、 $x = z \tan(2\theta)$ となる。実験で測定した光点の位置はスクリーンの端からの距離  $x'$ であり、光軸からスクリーンまでの距離  $x_0$ と  $x = x' + x_0$ の関係にある。また、ミラーの角度については、角度の原点ずれを  $\theta_0$ とすると  $2\theta = 2\theta' - \theta_0$ の関係にある。 $x = z \tan(2\theta' - \theta_0) - x_0$ という関数形で、実験結果をフィッティングすると図 7 のようになり、 $z = 115 \text{ mm}, x_0 = 13.2 \text{ mm}, \theta_0 = 3.5 \text{ deg}$  という値を得た。

### 5.2. レンズ

レンズは光の屈折の性質を利用することにより、光の集光や平行化、像の結像などを行うことができる光学素子である。

本研修では、図 8 のように LED、レンズ、スクリーンを配置し、LED の光をレンズで集光させ、スクリーンに映るスポット径  $R'$ を測定する実験を行った。レンズは焦点距離  $f = 20.8 \text{ mm}$ 、直径  $15 \text{ mm}$  のもの(S-SLB-15B-20P)を使用し、LED は半径  $R = 2.5 \text{ mm}$  のもの(NSPW500CS)を使用した。スクリーンはレンズから約  $2f$  の位置に固定し、レンズ-LED 間の距離  $d$  を変化させ、 $R'$ を測定した。 $R'$ の測定は、USB カメラで取得した画像を、OpenCV の Hough 変換による円検出関数によって評価することで行った。

図 9 の黒丸のデータが LED のスポット径  $R'$ を評価したものである。レンズ-LED 間の距離  $d$  が約  $35 \text{ mm}$  で  $R'$ は極小値になった。

この結果の妥当性を評価するために、近軸近似を用いた簡単な光線追跡の計算を行った。光線追跡は、幾何光学において、光線ベクトル  $\vec{v}$ に対して光線行列  $M$  を作用させ、光の道筋を求める手法である。近軸近似では光線ベクトルに作用する光線行列  $M$  が簡単な形になり、容

易な計算が可能である。今回の計算では、光源からレンズまでの移行行列  $M_d$ 、レンズの行列  $M_l$ 、レンズからスクリーンまでの移行行列  $M_{2f}$  を考えた。スクリーンに到達した光線ベクトル  $\vec{v}'$  はこれらを用いて、 $\vec{v}' = M_{2f}M_lM_d\vec{v}$  と計算できる。計算する光路として、LED 中心から出てレンズ上端を通る光路 (図 8 赤矢印)、LED 上端から出てレンズ下端を通る光路 (図 8 緑矢印)、LED 上端から出てレンズ上端を通る光路(図 8 青矢印)の 3 つを考えた。それぞれの光路に対して、 $d$  を変化させたときの計算結果が図 9 の線のデータである。この計算では、光の強度について考慮していないが、光のスポットの大きさはこれら 3 つの計算結果の最大値になると予想される。計算結果の最大値は  $d = 30\sim 40$  mm 付近で小さくなっており、実験結果とおおむね一致している。

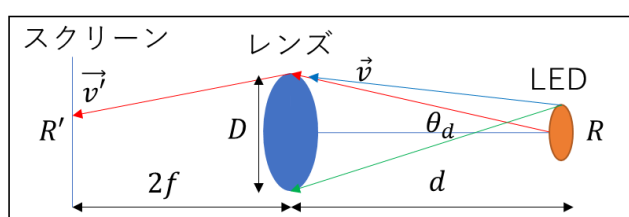


図 8. レンズ実験配置

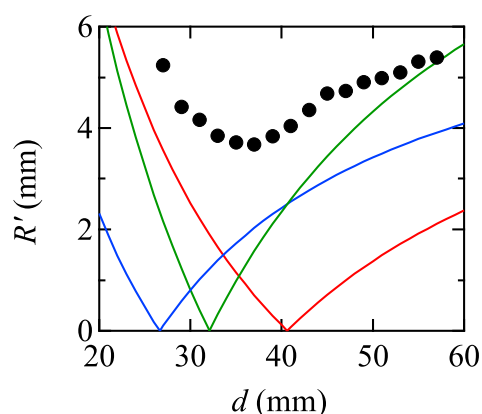


図 9. スポット径評価

### 5.3. プリズム

プリズムはガラスなどの物質でできた多面体の光学素子である。代表的なプリズムは、光の全反射を利用して光路の変更を行う直角二等辺三角柱のプリズムや、光の屈折率が波長によって異なることを利用して分光を行う正三角柱のプリズムがある。

本研修では、正三角柱のプリズムを使って白色 LED の光の分光を試みた。今回使用したプリズム(DPTIH11-20-4H)に図 10 のような角度で平行光を入射すると、プリズムから光が出てくる際には波長 400 nm と 700 nm で屈折角に約  $10^\circ$  の差が生じる。使用した白色 LED(NSPW500CS)は平行光ではなく、半値角で  $15^\circ$  程度の広がりを持つ。よって、プリズムによる分散効果よりも光源の広がりが大きく、そのままでは分光できない。そのため、LED の光を平行化するために平凸レンズ(S-SLB-15-30P)を使用した。図 11 のように素子を配置し、スクリーンの裏側から分光の様子を撮影したものが図 12 である。図 12 の左側が光軸で屈折角の小さい側であり、右側が屈折角の大きい側である。波長の長い光(赤色)の屈折角が小さく、波長の短い光(青色)の屈折角が大きくなっていることがわかる。

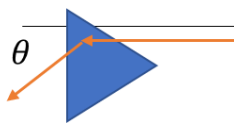


図 10. プリズムによる屈折

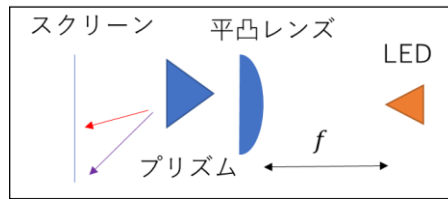


図 11. プリズム実験配置

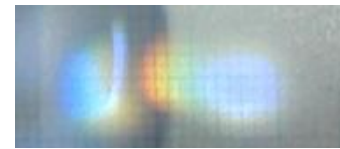


図 12. 分光結果

#### 5.4. 回折格子

回折格子はガラスなどに一定の周期で溝がつけられている素子である。周期構造による回折現象を利用し主に分光を行うことができる。

本研修では、回折格子の代用品として CD の破片を利用した分光を試みた。CD にも約  $1.6 \mu\text{m}$  の周期で溝がつけられているため、簡易的に回折格子の代用品として利用できる。 $1.6 \mu\text{m}$  の回折格子に光を垂直に入射すると、波長  $400 \text{ nm}$  と  $700 \text{ nm}$  の一次回折線には約  $10^\circ$  の差が生じる。プリズムの実験と同様に白色 LED の光を平凸レンズで平行化して、回折格子に入射し、スクリーンの裏側から分光の様子を観察した。図 14 がその結果である。図の左側が 0 次の光であり、右側が回折角の大きい側である。プリズムとは逆に波長の長い光(赤色)の回折角が大きく、波長の短い光(青色)の回折角が小さくなっていることがわかる。

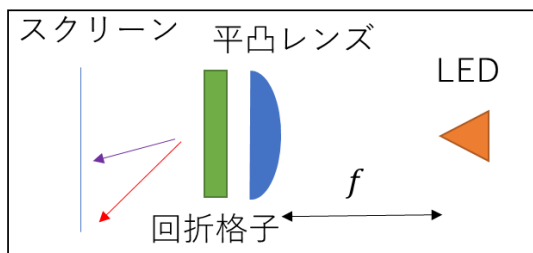


図 13. CD 分光実験配置

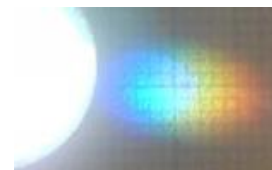


図 14. CD による分光結果

#### 6. まとめ

光学技術の基礎を習得するために、光学の学習や調査などを行った。また、それらの知識の確認及び定着を図るために、いくつかの簡単な実験に取り組んだ。

本研修の経験は、現在の業務の質の向上や新規業務への対応能力の向上、技術面でのコミュニケーション能力の向上などに役立つことが期待される。



# 研究会等へ投稿論文

技術研究会 2020 千葉大学

第 15 回名古屋大学技術研修会

実験・実習技術研究会 2020 鹿児島大学





# 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

長谷川 達郎

工学研究科・工学部技術部 装置開発技術系

## 1. はじめに

一般的にワイヤ放電加工では、効率を求めるには放電時間（パルス幅）を長くして放電エネルギーを強くする。それに対して高品質な仕上がりを求める場合、放電時間を短くして安定させた方が良くとされている。実際の現場では、早く良い製品を作ろうと Fig. 1 に示すように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、長年の経験から予測して放電エネルギーを微調整している。そこで本研究ではスパーク音の周波数特性に注目して放電状態をモニタリングする手法を開発することを目的とした。検証方法はワイヤ断線とアーク接触のエラーが出るまで放電時間を変化させ、そのときのスパーク音をマイクロフォンで収録し周波数解析を行った。結果、加工時間とスパーク音の高周波帯の音圧レベルに相関があることがわかり、放電状態を把握することで加工時間の短縮につながることを期待される。

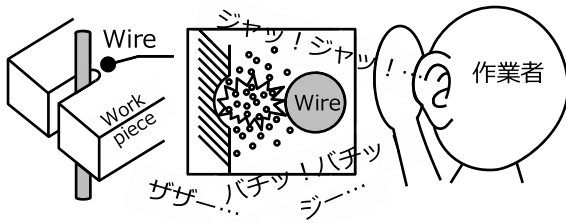


Fig. 1 Spark sound for discharge area.

## 2. 実験装置および実験方法

### 2.1 実験装置

Fig. 2 に実験装置の概略図を示す。ワイヤ放電加工機（Sodick AQ327L）の台上にテストピースとしてアルミ板（A2017-JIS, T=50 mm, W=30 mm）を設置した。ワイヤは真鍮線  $\phi 0.2$  mm を用いてテストピースの端面から 0.1 mm をカットするように設定した。また、ワイヤ放電加工機は放電条件が変化しない様にパラメータ値を変更した。スパーク音の収録には加工槽の側壁に USB マイクロフォン（Sanwa supply400-MC010）を放電部に向けて集音できるように設置した。

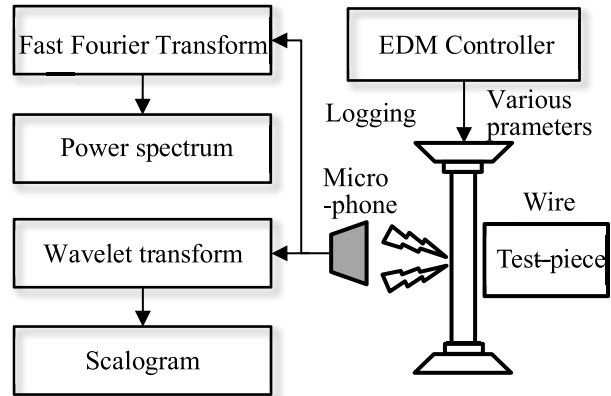


Fig. 2 Experimental setup for the sound of wire EDM.

### 2.2 実験方法

放電条件の内、放電をする時間のパラメータである“On time”をワイヤ接触と断線のエラーが出るまで変更し、そのほかの条件は同一とした。接触エラーは“1以下”，断線エラーが“5以上”となりこの範囲の条件で比較実験を行った。このときの様子を Fig. 3 に示し、それぞれ Case A～C とした。収録した音には周囲の雑音（水流音，ポンプ動作音，その他の工作機械の動作音など環境音）が混じっている。雑音の収録はテストピースにワイヤを接触させずに空運転をさせ、そのときの音を録音して雑音とスパーク音の分離を行った。

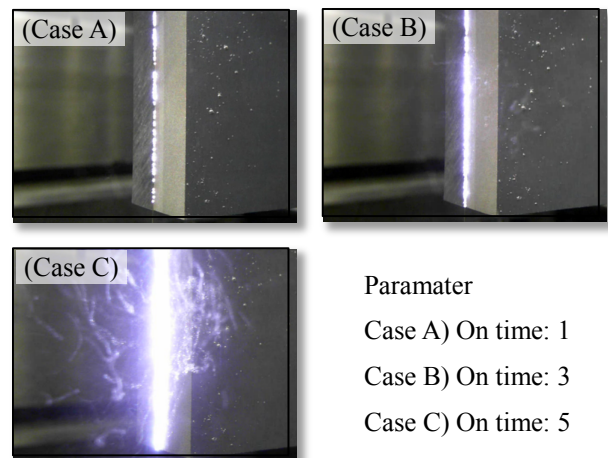


Fig. 3 Water in discharge mode.

### 3. 周波数解析

#### 3.1 フーリエ変換

次に収録したスパーク音は周期性があると仮定すると、その信号は正弦波と余弦波で表現できる理論からフーリエ変換 (Fourier Transform) の式 (1) は

$$X(f) = \int_{-\infty}^{+\infty} x(t) e^{-j\omega t} dt \quad \dots (1)$$

と表せる。ここでは時間  $t$  の関数から角周波数  $\omega$  の関数への変換を行っている。本実験では計算負荷を減らした高速フーリエ変換 (Fast Fourier Transform) することで時間信号を窓関数毎に分解し、横軸を周波数、縦軸を信号の強度に分解することができる<sup>1)</sup>。しかし、FFT は前述の通り収録したスパーク音が周期的な音に対してのみ得られるのでここではFFTによる周波数解析は各条件によって広域の周波数帯に影響があるかのみを考察した。

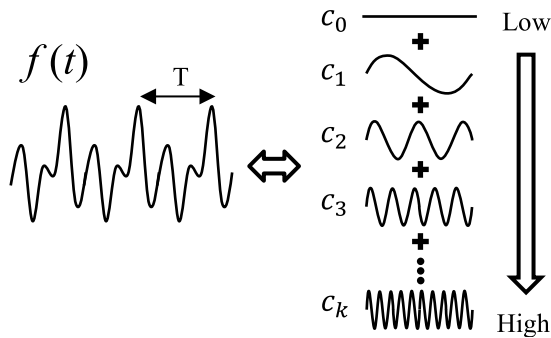


Fig. 4 Fourier transform of the cycle wave.

#### 3.2 ウェーブレット変換

次にFFTでは得られない非周期性の信号処理に用いられるウェーブレット変換を行った。このウェーブレット変換はウェーブレット関数から生成される信号と対象とするスパーク音の信号との内積で式(2)のように定義される。

$$W_{\psi}(a, b) = \frac{1}{\sqrt{a}} \psi\left(\frac{t-b}{a}\right) \quad \dots (2)$$

ここで Fig. 5 に示すように、 $a$  は時間軸方向に幅が変化させることができ、これをスケールパラメータと呼ぶ。 $b$  は時間軸上を水平移動させることができ、これをトランスパラメータと呼ぶ。これらの  $a$  と  $b$  は「スケール」、「位置」を決めるものでそれぞれ「周波数」、「時間」に対応する。本研究では、式(2)に示したマザーウェーブレットに下記に示す式(3)のメキシカンハットタイプを用いた。

$$W_{\psi} = -\frac{2e^{-\frac{t^2}{2}}(-1+t^2)}{\sqrt{3}\pi^{1/4}} \quad \dots (3)$$

ウェーブレット解析におけるスケールは値が小さくなると高周波数となり大きくなると低周波数となる特徴がある。また式(4)によってスケール値との関係を表すために疑似周波数として表わすことができる。

$$f = \frac{f_c f_s}{a} \quad \dots (4)$$

$f_c$  はサンプリング周波数、 $f_s$  はメキシカンハットウェーブレットの中心周波数である<sup>2)</sup>。

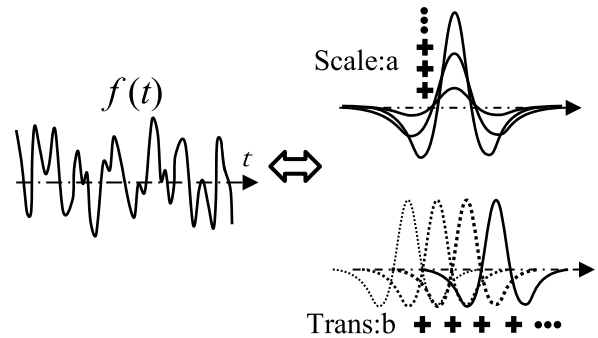


Fig. 5 Wavelet transform of the non-cycle wave.

### 4. 実験結果と考察

#### 4.1 フーリエ解析 - パワースペクトル

Case A~C のパワースペクトルグラフを Fig. 6 に示す。1000 Hz 以下の低周波数帯では大きな差がない。図中の 1000~10000 Hz を拡大したグラフを Fig. 7 に示す。これより 1500~6000 Hz の高周波数帯で On

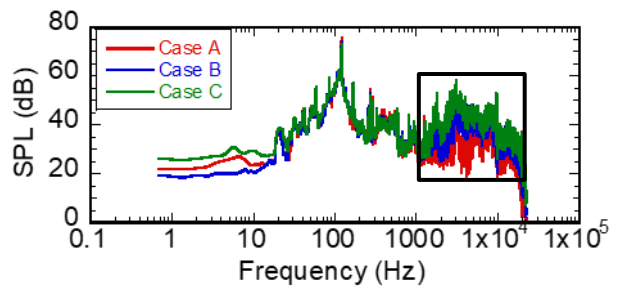


Fig. 6 Relationship between frequency and SPL.

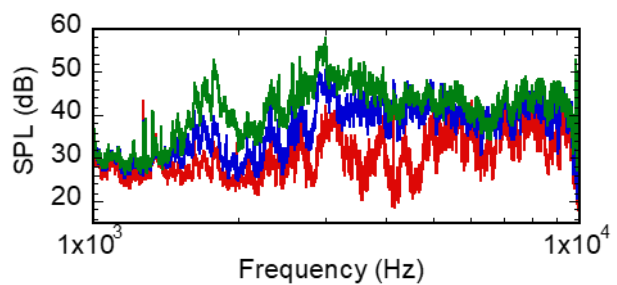


Fig. 7 Relationship between frequency and SPL(1000~10000Hz)

time 値により音圧レベル (Sound Pressure Level) が上昇することがわかる. つまり On time 値を大きくするとスパーク音が大きくなるといえる. 次に, On time 値と加工時間の関係を Fig. 8 に示す. On time 値が大きくなれば加工時間は早くなるが, 逆に On time 値を小さくしすぎると加工時間は大幅に遅くなるのがわかる. 2 つのグラフからスパーク音の高周波数帯の音圧レベルが約 50 dB に近づけるように加工条件を変更することで加工時間の短縮につながる. また 50 dB 以上でワイヤ断線が起きるのでこの点も注意が必要である.

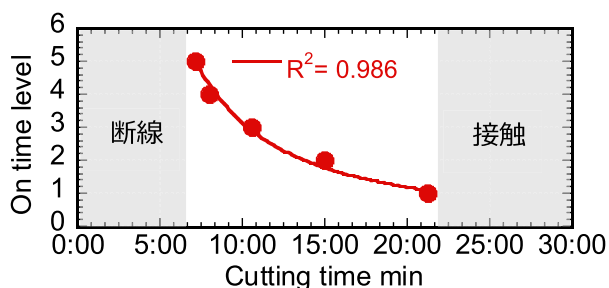


Fig. 8 Relationship between frequency and on time level

#### 4.2 ウェーブレット解析 - スカログラム

上記の式(3)から Case A~C のスカログラムを Fig.9 に示す. スケール値 9 以上では前出の Fig.7 の 170 Hz 付近で 80 dB 程度のピーク値が読み取れる. また On time 値が変化すると図中の矢印に示すスケール値で 4~5 付近の場所で反応があり疑似周波数で 6400 Hz 程度でスパーク音が大きくなるといえる. またその間隔は不規則ではあるが 0.0025 sec ごとに出現してことがわかる.

#### 4. 結論

本研究ではワイヤ放電加工機による加工中のスパーク音に注目して, その周波数特性を解析的に調査して得られた主な結論を下記に記述する.

- (1) スパーク音の高周波数帯の音圧レベルが約 50 dB に近づけるように加工条件を変更することで加工時間の短縮につながる.
- (2) ワイヤ断線が起きるので 50 dB 以下に抑えた加工条件にすることが望ましい.
- (3) ウェーブレット解析により疑似周波数で 6400 Hz 程度でスパーク音が大きくなるといえる. またその間隔は不規則ではあるが 0.0025 sec ごとに出現している.

最後に身近にある様々な音が周波数と音圧レベルがどのような関係があるか Fig.10 に示したグラフである. 今回の実験結果から 50 dB の音圧レベルで周波数が 6400 Hz の範囲を赤破線で示す. ワイヤ放電加工ではこの範囲に注目してスパーク音をモニタリングすることで放電状態を把握することができ加工時間の短縮につながる事が期待される.

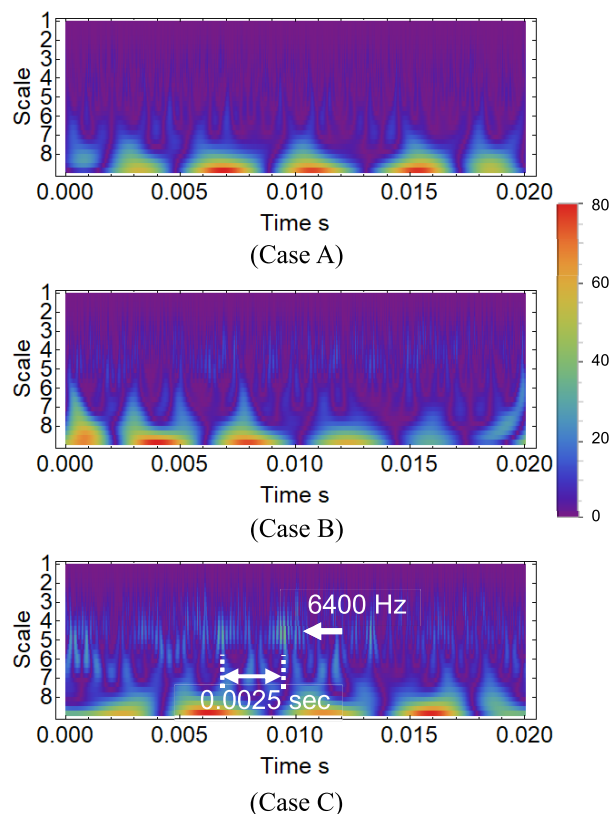


Fig. 9 Relationship between scale (frequency) and time.

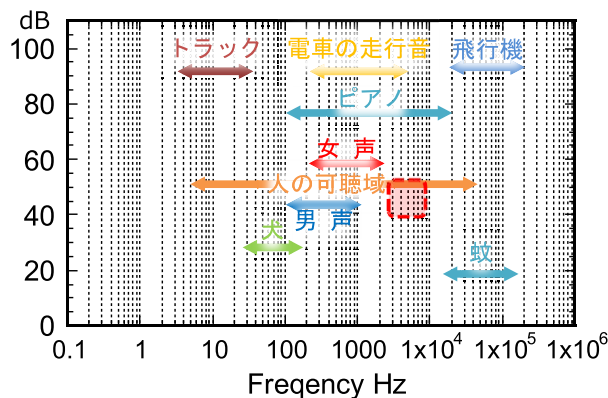


Fig. 10 Relationship between frequency and dB.

#### 参考文献

- 1) 和田成夫. よくわかる信号処理: フーリエ解析からウェーブレット変換まで. Morikita Shuppan Kabushiki Kaisha, 2015.
- 2) 板垣昌幸, et al. "ウェーブレット変換とチャンネルフロー電極法を用いた鉄電極の電気化学ノイズ解析." Electrochemistry 76.7 (2008): 471-479.

# 畳み込みニューラルネットワークを用いた微粒子触媒の双晶構造の識別

山本悠太

工学研究科・工学部技術部 分析・物質技術系

## 概要

原子分解能 STEM(走査透過電子顕微鏡)で撮像した金微粒子触媒の双晶構造の有無を識別するために、CNN(畳み込みニューラルネットワーク)を活用した。特に、画像をハフ変換したパターンによる CNN の学習と識別においては、STEM 像そのものによるそれよりも、はるかに高い正答率を示した。提案する方法は、触媒活性に影響のある金微粒子の双晶構造の統計的な評価において、非常に有効であることを示した。

## 1 背景

5nm 以下の金微粒子が触媒活性を示すことは良く知られており[1]、その活性は他の微粒子金属触媒と同様に粒子径と相関があるとともに、構造中の双晶構造など結晶構造の影響を受けることも知られている[2][3][4]。透過電子顕微鏡(以下 TEM: Transmission Electron Microscope)を用いた、金微粒子の構造中の双晶構造を確認する方法としてよく知られているものは、暗視野(以下 DF: Dark Field)TEM 像中のバタフライコントラストから識別する方法である[5]。しかしこの方法は、カーボン支持膜など均一で薄い支持体に金微粒子が載っている試料には有効である一方で、分散性を上げるために厚い金属酸化物などに担持した微粒子触媒の試料では、担体由来のコントラストが微粒子のバタフライコントラストよりも強く出てしまい、上手く識別することができない場合がある。TEM を用いた担体と微粒子を識別する有効な方法として、原子分解能での高角度散乱暗視野走査透過電子顕微鏡法(以下 HAADF-STEM: High Angle Annular DF Scanning Transmission Electron Microscopy)により、原子番号に比例したコントラスト強度の画像である Z コントラスト像を得る方法がある[4][6-9]。しかし、触媒の評価では 1 試料当たり数百個以上の検体の評価が求められるため、観察で得られた像内の微粒子 1 個 1 個の結晶構造の同定を人間の手で行うと、1 つの実験系のみにおいても数千個以上の微粒子の結晶構造を同定することになり、あまりにも労力がかかる。そこで、人工知能(以下 AI: Artificial Intelligence)による自動的な像識別において近年注目を集めている、畳み込みニューラルネットワーク(以下 CNN: Convolutional Neural Network)に注目し、得られた HAADF-STEM 像から双晶のものを自動識別し、その割合を評価する方法に応用を試みた。

AI による画像識別問題は、従来のニューラルネットワークと、ディープラーニング(以下 DL: Deep Learning)がある。従来のニューラルネットワークは、画像を読み込み入力層と、識別する識別層の間に 1~2 層の隠れ層を挟んだ、3~4 層のネットワーク構造を取っている。それぞれの層はノードと呼ばれる人工ニューロンの集合から成っており、元の入力画像の空間座標と相関を持たせてノードを配列して可視化した図を特徴マップと呼ぶ。それぞれの層の各ノードは、前後の層の各ノードとある重みで結合しており、従来のニューラルネットワークでは、最終的な正答率が高くなるように、結合重みを人間の手で微調整する。これは、電子顕微鏡の分野においては、例えば電子線トモグラフィーの撮像時の追跡用マーカーの自動追尾などに応用されている[10-12]。一方で DL は、AI により最適化された多層ネットワークを識別モデルとして用いる。

CNN は 1980 年代に開発された DL の一種であり[13]、多層ネットワーク中に畳み込み層とプーリング層を

含むことが特徴のシステムである。CNN は、特徴マップに対して画像フィルターのよう働く演算層や特徴抽出において位置不変性を与える演算層を用い、最終的な回答率が上昇するようにノード間の結合重みを AI が繰り返し更新して、画像中の特徴を取り出す。CNN は既に 1980 年代に、手書き文字の自動認識に成功している[14]。

今回は、CNN を用いて、HAADF-STEM 観察で得られた金微粒子の Z コントラスト像から、結晶構造中の双晶構造の有無の識別を試みた。また、学習と識別において、Z コントラスト像のデータセットと、それをハフ変換したデータセットを用いたそれぞれの結果の比較をした。さらに、特徴マップにおいて、ネットワークが識別に用いている箇所について、検証を行った。

## 2 実験方法

金微粒子触媒の調製方法および観察方法については、自著の原著論文である文献[15]に詳細の記載があるため、ここでは割愛する。得られた金微粒子触媒の HAADF-STEM 像は、粒子が枠いっぱいになるようにトリミングし、 $180 \times 180$  画素<sup>2</sup>にリサイズした。397 枚の画像データを作成した。それぞれの画像データには、結晶構造に対応するよう、単結晶のものには”single”、双晶構造を含む双晶粒子や多重双晶粒子には”twin”とラベルを付けた。ラベル付けは、観察で得られた HAADF-STEM 像と、理論計算した金微粒子の HAADF-STEM 像とを対比させて行った。理論計算には、動力学的 HAADF-STEM 像シミュレーションソフトである KINE-HAADF[16]を用いた。KINE-HAADF には、理論計算により構造の最適化をした単結晶、双晶、多重双晶の 3 種類の結晶構造の金微粒子モデル[17]を用いた。単結晶には、金原子 147 個で構成された 8 面体構造のモデルを、双晶には、金原子 147 個で構成された 10 面体構造のモデルを用いた。多重双晶には、伊野モデル[18]と呼ばれる 181 個の金原子により構成された 10 面体構造のモデルを用いた。ガウシアン幅は、電子線プローブの幅に対応させて 0.07nm[6]とした。理論計算像は、x, y, z 軸それぞれを  $0 \sim 90^\circ$  の範囲を  $1^\circ$  ステップで回転させたものを全て画像ファイルとして保存した。観察で得られた HAADF-STEM 像と一致する理論計算像を探し、その理論計算像のモデルが単結晶の場合には HAADF-STEM 像に”single”と、その理論計算像のモデルが双晶および多重双晶の場合には”twin”とラベルを付けて、データセットにした。図 1 に典型的な HAADF-STEM 像と、それと対応させた理論計算像を示す。

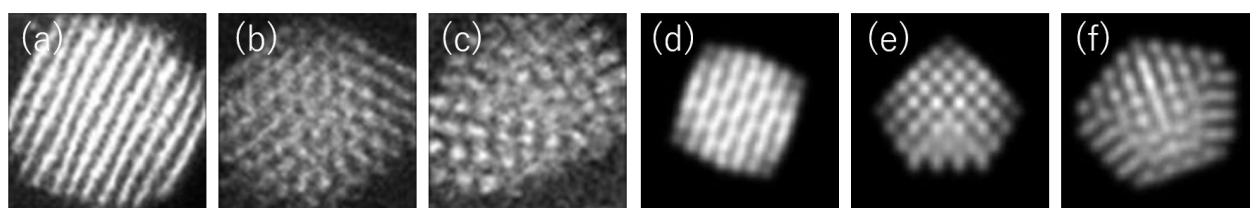


図 1 (a)-(c)観察で得られた HAADF-STEM 像。(a)単結晶。(b)双晶。(c)多重双晶。(d)-(f)それぞれ(a)-(c)に対応させた理論計算像。(d)単結晶。(e)双晶。(f)多重双晶。

比較のために、各 Z コントラスト像を、ソーベル輪郭検出[19]した後に、Hough 変換したもうひとつデータセットを準備した。Hough 変換は、画像中の直線を検出するために用いられるデジタル画像処理方法であり、電子顕微鏡の分野においては、走査電子顕微鏡を用いた電子線後方散乱回折法による結晶方位の同定において、菊池線を検出するために用いられている[20]。Hough 変換は、広く一般に用いられている x-y デカルト座標系を、原点から直線に引いた法線の長さ( $\rho$ )と、x 軸とその法線との角度( $\theta$ )に変換する方法であり、次の式で示すことができる[21]。

$$\rho = x \cos \theta + y \sin \theta$$

図 2 に、原子分解能の金微粒子の模式図と、それをハフ変換したパターンを示す。(a)-(c)はそれぞれ、一方向の格子縞が認められる単結晶の粒子、二方向の格子縞が単結晶の粒子、双晶の粒子であり、(d)-(f)はそれぞれ(a)-(c)をハフ変換したパターンである。(d)においては、一方向の格子縞から変換された縦に並んだ特徴的なパターンが認められる。(e)では、(b)の二方向の格子縞に対応して、(d)で認められた縦方向の特徴的なパターンが 2 つ認められる。(f)では、2 つの縦方向の特徴的なパターンが認められるが、(c)の格子縞が(a)や(b)よりも短いことに対応して、特徴的なパターンが弱く、広がっている様子が認められる。

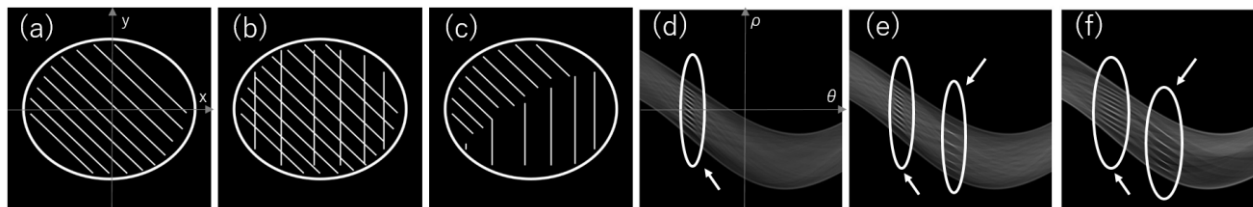


図 2 (a)-(c)HAADF-STEM の模式図。(a)一方向の格子縞の単結晶粒子。(b)二方向の格子縞の単結晶粒子。(c)双晶粒子。(d)-(f)それぞれ(a)-(c)を、ソーベル輪郭検出した後に Hough 変換して得られたパターン。

図 3 に、像のデータセット中の典型的な Z コントラスト像と、それを Hough 変換したパターンを示す。単結晶(a)を Hough 変換して得られたパターン(c)においては、模式図と同様に、縦に並んだ特徴的なコントラストが認められる。一方で、双晶(b)を Hough 変換して得られたパターン(d)においては、図 2(f)ほどはっきりとはしていないが、2 つの、縦方向に並んだ特徴的なパターンがわずかに認められる。

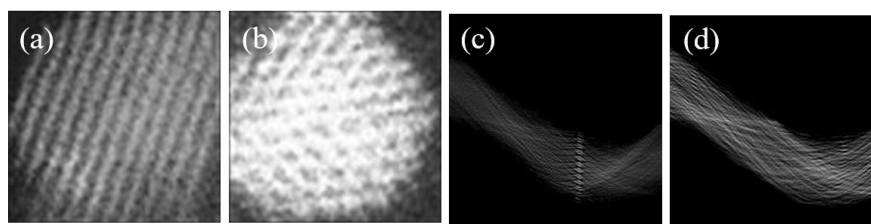


図 3 (a),(b)典型的な Z コントラスト像。(a)単結晶のラベルが付いているもの。(b)双晶のラベルが付いているもの。(c),(d) それぞれ、(a)と(b)をソーベル輪郭検出した後に Hough 変換して得られたパターン。

CNN の動作環境やソフトウェアに関しては、文献[15]に詳細の記載がある。文献[13]から進化して、ここ 10 年ほどの DL ブームの先駆けとなった現代的な CNN を、最も簡素なネットワーク構造にすると、入力層から始まり、畳み込み層、非線形化ユニット(以下 ReLU: Rectified Linear Unit)層、最大プーリング層、全結合層、ソフトマックス層、識別層の、学習層 2 層、全 7 層の構造となる。以下に、各層について詳細を示す。

入力層は、用いる Z コントラスト像のサイズである  $180 \times 180 \times 1$  画素<sup>3</sup>(8bit のグレースケールの像を用いているため x1、RGB カラー画像なら x3)の大きさと同じ数のノードで構成され、各ノードは入力画像の画素の各コントラスト強度値と同じ値を持つ。そのため入力層の特徴マップは、入力した画像と同じになる。

畳み込み層は、学習ごとに正答率が上がるように AI が更新するため、学習層の一種である。前の層の特徴マップに画像フィルターのように働く畳み込み演算を行い、自己学習して自動で特徴を探索する特徴抽出器のように働く。前の層の特徴マップにカーネルを当て、カーネル内の各ノードの値にそれぞれある係数を掛け算し、その後足し合わせ、畳み込み層のノードの値とする。前層ノードの値に掛ける係数は、AI が学習ごとに、正答率が上がると判断する方向に更新していく。ここでは、正方形のカーネルを用いカーネルサイズ F は 5、7、9、11、13、15 とし、フィルターの枚数に対応するチャンネル数 N は、40、70、100、130、160、190 とした。また、畳み込みの演算で特徴マップが小さくなるのを防ぐために、入力する特徴マップの外側

に 0 値のノードを仮想的に指定幅で配置するゼロパディング P には、デフォルトの幅値である 0 を用いた。入力する特徴マップに対してカーネルを当てる際の、カーネルの移動幅の大きさである移動量 S には、デフォルト値である 1 を用いた。結果として、得られる特徴マップの大きさは、 $(180+2P-F)/S+1$  の深さ N となる。フィルターの重みに対応する各カーネルの係数は平均 0、標準偏差 0.01 のランダムな数値から始まるものを使っている。

次の ReLu 層は、前の層の特徴マップ中の負の値を 0 とした特徴マップを作製する演算であり、計算の高速化に大きく寄与している[22]。

最大プーリング層は、前の層の特徴マップに、指定の大きさのカーネルを当て、カーネル内のノードの最大の値を最大プーリング層のノードにそのまま渡し、特徴抽出機能と特徴マップを小型化する効果があり、これが CNN の位置不変的な特徴抽出に大きく寄与している。ここでは、カーネルは 3x3 の大きさを、移動量を 3、ゼロパディングを 0 とした。

全結合層では、層内の各ノードが、前の層の全てのノードと、それぞれ異なる結合重さで結合しており、初めは畳み込み層と同じ条件のランダムな値から始まる。学習ごとに値が更新されるため、学習層の一種である。全結合層のノードの数は、クラス分けの数と等しいので、この問題の場合には単結晶と双晶を含む場合の 2 つに対応して、2 個である。

最後に、アウトプットを得るために、全結合層の後にソフトマックス層と識別層が配置されている。ソフトマックス層は、前の全結合層のそれぞれのノードの値を全ノードの値の合計値で割った確率のような値を与える。これらの値は識別層に渡され、最も値が大きいものがネットワークの回答だと認識して、その答えが正しいか間違っているかを判断する。そして、学習ごとに、正答に対応するソフトマックス層内のノードの値が 1.0 に近づくように、ネットワーク中の学習層の変数を更新する。

ミニバッチ学習は、全画像を使い変数を調整する方法と比較して、正答率が向上し、より良い結果が得られるため CNN に利用されている[23]。指定された特定の数の画像が学習用データセットからランダムに選択され(ここでは、ミニバッチ数は 16 とした)、その小集団で学習を行う。そしてその処理は、指定したエポック数まで複数回繰り返される。ここでは、エポック数は 120 とした。エポック数が小さい場合、学習が十分に行われなことが想定される。また、エポック数が大きいと、過学習と呼ばれる、トレーニングデータに対するオーバーフィッティングが起こってしまう。ここでは、エポック数 10-200 の間で事前検討を行い、120 に決めた。

データセットは、ネットワークごとに、ランダムに学習用 7 対検証用 3 に分割した。ここでの学習は、全て 10 分以内で終わっており、ノード数の少ないネットワークほど、より早く学習が終わる傾向にあった。その後、検証用のデータセットを用い、コンフュージョンマトリクスを作成した。また、畳み込み層のカーネルの大きさと深さに対応する正答率を、表として得た。

### 3 結果と考察

#### 3.1 ネットワークの設計

CNN の畳み込み層の大きさやチャンネル数を変え、Hough 変換したパターンを用いて学習した CNN から得られた正答率を図 4 に示す。得られた値はどれも、70%を超えていない。

画像の格子縞の角度は、画像の特徴の識別に用いる Hough 変換パターンの重要なパラメーターであるため、移動不変性を向上させるために、畳み込み層の後に配置された最大プーリング層の最大層数を 4 まで増やした。最大プーリング層の層数が 2-4 の時に得られた正答率を、図 5 に示す。それらの結果は、最大プーリング層を繰り返して層数を増やすほど、正答率が上がる傾向を示している。

Network I - C - R - M - F - S - Cf      Dataset Hough dataset

Accuracies

		Size of kernels					
		5	7	9	11	13	15
Number of channels	40	60.5	54.62	55.46	64.71	60.5	60.5
	70	63.87	60.5	57.98	59.66	57.14	63.03
	100	58.82	63.87	67.23	65.55	68.07	63.87
	130	63.87	63.03	67.23	67.23	62.18	68.07
	160	61.34	62.18	64.71	64.71	66.39	62.18
	190	61.34	67.23	65.55	65.55	66.39	69.75

図 4 Hough 変換したデータセットに、記載の通り構築されたネットワーク(I:入力層、C:畳み込み層、R:ReLU層、M:最大プーリング層、F:全結合層、S:ソフトマック層、Cf:識別層)の畳み込み層の大きさやチャンネル数を変えたものを適用し、得られた CNN の正答率。

Network

- (a) I - C - R - M - M - F - S - Cf
- (b) I - C - R - M - M - M - F - S - Cf
- (c) I - C - R - M - M - M - M - F - S - Cf

Dataset Hough dataset

Accuracies

(b)

		Size of kernels					
		5	7	9	11	13	15
Number of channels	40	71.43	73.11	73.11	79.83	79.83	76.47
	70	76.74	78.15	76.47	68.91	73.95	68.07
	100	73.95	78.99	73.95	75.63	75.63	73.95
	130	77.31	78.15	75.63	77.31	76.47	73.95
	160	75.63	73.11	77.31	79.83	74.79	73.95
	190	73.11	77.31	74.79	74.79	77.31	78.15

(a)

		Size of kernels					
		5	7	9	11	13	15
Number of channels	40	69.75	64.71	63.03	57.14	57.14	68.07
	70	64.71	69.75	67.23	64.71	61.34	65.55
	100	65.55	74.79	69.75	68.91	63.03	67.23
	130	68.91	68.91	66.39	63.87	63.87	61.34
	160	70.59	70.59	68.07	68.91	61.34	59.66
	190	66.39	66.39	67.23	63.03	67.23	68.91

(c)

		Size of kernels					
		5	7	9	11	13	15
Number of channels	40	79.83	81.51	78.99	79.83	76.47	79.83
	70	80.67	76.47	80.67	78.99	78.99	77.31
	100	75.63	81.51	81.51	80.67	79.83	79.83
	130	79.83	79.83	78.15	81.51	82.35	80.67
	160	78.15	79.83	80.67	80.67	77.31	79.83
	190	77.31	79.83	78.99	81.51	81.51	75.63

図 5 記載の通り構築されたネットワークの畳み込み層の大きさやチャンネル数を変えたものを適用し、得られた CNN の正答率。正答率が 70%を超えるものは太字、80%を超えるものは赤太字で表示している。

Network

- (a) I - C - R - M - C - R - M - F - S - Cf
- (b) I - C - R - M - C - R - M - C - R - M - F - S - Cf

Dataset Hough dataset

Accuracies

(a)

		Size of kernels					
		5	7	9	11	13	15
Number of channels	40	73.11	74.79	69.75	70.59	77.31	73.95
	70	72.27	70.59	75.63	73.11	74.79	72.27
	100	72.27	69.75	75.63	72.27	68.91	75.63
	130	72.27	74.79	75.63	68.07	74.79	74.79
	160	74.79	73.11	73.11	69.75	73.95	75.63
	190	70.59	72.27	70.59	79.83	69.75	80.67

(b)

		Size of kernels			
		5	7	9	11
Number of channels	40	65.55	77.31	80.67	74.79
	70	73.95	82.35	81.51	80.67
	100	80.67	84.87	81.51	77.31
	130	79.83	79.83	78.15	79.83
	160	81.51	79.83	81.51	81.51
	190	80.67	81.51	80.67	78.15

図 6 記載の通り構築されたネットワークの畳み込み層の大きさやチャンネル数を変えたものを適用し、得られた CNN の正答率。正答率が 70%を超えるものは太字、80%を超えるものは赤太字で表示している。



図 6 に、畳み込み-ReLU-最大プーリング層のセットを繰り返したものの結果を示す。層のセットを繰り返す回数が増えるほど、正答率が向上する傾向が認められる。特に、7x7 の大きさで 100 チャンネルの畳み込み層を用い、層のセットを 3 回繰り返したネットワークは、最も高い 85% の正答率が得られた。

比較として、学習および検証用のデータセットとして、Hough 変換をしていない、トリミングした金微粒子の原子分解能 Z コントラスト像を用いた結果のコンフュージョンマトリクス、および図 6 で最も高い正答率を示した結果のコンフュージョンマトリクスを、図 7(a)-(d) として示す。

Network		Dataset	
(a)	I - C - R - M - F - S - Cf	HAADF image dataset	
(b)	I - C - R - M - M - M - F - S - Cf	HAADF image dataset	
(c)	I - C - R - M - C - R - M - C - R - M - F - S - Cf	HAADF image dataset	
(d)	I - C - R - M - C - R - M - C - R - M - F - S - Cf	Hough dataset	

(\*C : size 7x7, number 100)

Confusion matrices							
(a)		(b)		(c)		(d)	
		Labeled by CNN				Labeled by CNN	
		single	twinned	single	twinned	single	twinned
Labeled in training dataset	single	17	31	0	48	0	48
	twinned	24	47	0	71	0	71
Accuracy (%)		53.8		59.7		59.7	
		Labeled by CNN				Labeled by CNN	
		single	twinned	single	twinned	single	twinned
Labeled in training dataset	single	38	10	38	10	38	10
	twinned	8	63	8	63	8	63
Accuracy (%)		84.9		84.9		84.9	

図 7 HAADF-STEM 像のデータセットと Hough 変換したデータセットの比較のコンフュージョンマトリクス

図 7(b),(c)では、分析した全ての画像を双晶として識別しており、用いたネットワークが、このデータセットに適していないことを示唆している。また、図 7(d)の結果では single を single、twinned を twinned と認識することに、高い率で成功している一方で、図 7(a)の結果はほぼ偏りが無いことから、画像識別が有効に働いていないことが分かる。従って、Hough 変換は、CNN を用いた金ナノ粒子の結晶構造の自動識別において、効果的に機能することが分かった。それは Hough 変換が、画像に全体的に広がった特徴を、縦に並んだ特徴的なスポットとして変換できるためだと考えられる。

本節において得られた高正答率 85% を評価するために、オンラインオープンアクセスの大規模データベースである ImageNet[24] の画像データを使った画像識別システムの競技会である、ImageNet Large-scale Visual Recognition Challenge(ILSVRC)の結果を軸に、CNN の開発の歴史とその年々の優勝モデルの正答率を議論した内容について、本誌では紙面に上限があり、詳細は文献[15]に記載されているため、ここでは割愛する。

総括して、CNN は、触媒合成条件毎に数百個の微粒子の結晶構造解析が求められる触媒研究分野において、STEM 像の高速スクリーニングに効果的である。また、解析されたデータ数は数百点に及ばないことから、85% という正答率はかなり高いと考えられる。さらに、CO 酸化触媒活性は 15% のエラーを考慮しても結晶構造と関連がある[4]ため、現在の正答率でも十分に機能すると考えられる。

### 3.2 ネットワークの検証

図 8 の左側に、最も正答率が高かった CNN のネットワークの構造を示し、右側に、単結晶および双晶構造の金ナノ粒子触媒の典型的な Z コントラスト像とそれを Hough 変換したパターンにより、入力層と各畳み込み層で最も強く活性化したもの(最も結果に影響を与えた特徴マップ)を可視化した画像を示す。

3 番目の畳み込み層において、単結晶金微粒子を Hough 変換した各パターンが、局所に特徴的な縦並びのスポットに由来する縦方向のストリークを示している。一方で、双晶構造の金微粒子を Hough 変換した各パターンは、そうしたストリークが認められないため、CNN はその特徴を認識して識別していると考えられる。対照的に、CNN は、金微粒子の Z コントラスト画像の単結晶/双晶構造を区別できない。元々の Z コントラスト像においては、単結晶と双晶とで格子縞の方向が異なるという特徴が認められるが、それらの情報が、ネットワークを通るにつれて失われてしまうためだと考えられる。

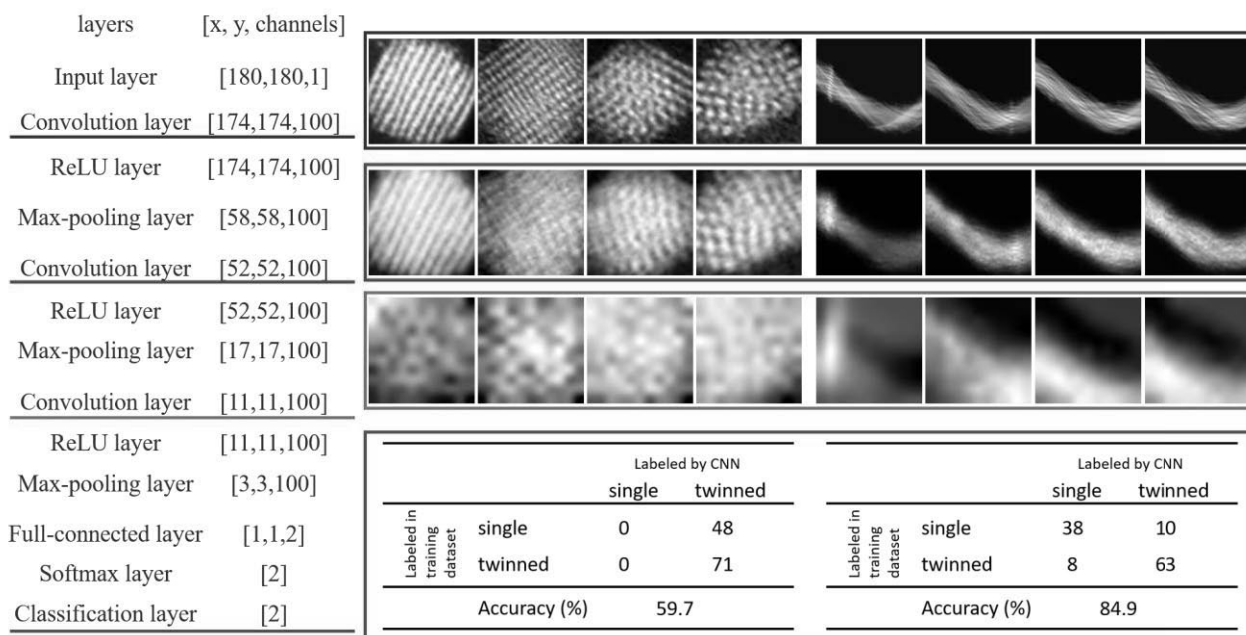


図 8 (左側)CNN のネットワーク構造。(中央)(右側)入力層および各畳み込み層における最も強い活性化パターン。(中央)Z コントラスト像による活性化。(右側)Hough 変換したパターンによる活性化。

#### 4 まとめ

ここでは、金ナノ粒子触媒の HAADF-STEM 画像数百枚に CNN を応用して、解析した構造の中の単結晶/双晶構造を自動的に検出した。データを Hough 変換したパターンを学習/検証に用いて得られた正答率は、変換前の元の Z コントラスト像を使用した場合よりも、ずっと高かった。最も高い正答率は、畳み込み層と最大プーリング層を可能な限り繰り返したネットワークを構築することで得られた。本手法は、ナノ粒子触媒の画像のスクリーニングに応用可能であり、様々な条件下で合成した触媒粒子の結晶構造と触媒活性の統計的相関を調査するために実際に有効と考えられる。

#### 5 謝辞

本研究は、名古屋大学未来材料・システム研究所の武藤俊介教授、名古屋大学工学研究科の薩摩篤教授、熊本大学先端科学研究部の大山順也准教授、名古屋大学の田中信夫名誉教授と共同で行いました。KINE-HAADF の MATLAB コードをご提供いただいた York 大学の Yuan 教授およびそのグループの方々、および金微粒子触媒のモデルをご提供いただいた名古屋大学工学研究科の沢邊恭一講師には御礼申し上げます。

#### 参考文献

- [1] M. Haruta et al., "Gold catalysts prepared by coprecipitation for low-temperature oxidation of hydrogen and of carbon monoxide". J. Catal. 115 (1989) 301–309.
- [2] D. A. H. Conningham et al., "Structural analysis of Au/TiO<sub>2</sub> catalysts by Debye function analysis." J. Catal. 183 (1999) 24–31.
- [3] A. D. Pandey et al., "Influence of the microstructure of Gold-Zirconia Yolk-Shell catalysts on the CO oxidation activity." J. Phys. Chem. C 114 (2010) 19386–19394.
- [4] J. Ohyama et al., (2015) "Preparation of TiO<sub>2</sub>-supported twinned gold nanoparticles by CO treatment and their CO oxidation activity." Chem. Commun. 51 (2015) 15823–15826.

- [5] Ino S “Epitaxial growth of metals on rocksalt faces cleaved in vacuum. II. Orientation and structure of gold particles formed in ultrahigh vacuum.” *J. Phys. Soc. Jpn.* 21 (1966) 346–362.
- [6] Y. Yamamoto et al., “Statistical distribution of single atoms and clusters of supported Au catalyst analysed by global high resolution HAADF-STEM observation with morphological image-processing operation.” *Microscopy* 63 (2014) 209–218.
- [7] J. Ohyama et al., “Atomic-scale insight into the structural effect of a supported Au catalyst based on a size-distribution analysis using Cs-STEM and morphological image-processing.” *J. Catal.* 335 (2016) 24–35.
- [8] C. Chen et al., “In-situ high-resolution transmission electron microscopy investigation of overheating of Cu nanoparticles.” *Sci. Rep.* 6 (2016) 19545.
- [9] K. Yoshida et al., “Atomic-resolution HAADF-STEM study of Ag/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> catalysts for borrowing-hydrogen and acceptorless dehydrogenative coupling reactions of alcohols.” *Top. Catal.* 59 (2016) 1740–1747.
- [10] T. Ogura et al., “An automatic particle pickup method using a neural network applicable to low-contrast electron micrographs.” *J. Struct. Biol.* 136 (2001) 227–238.
- [11] T. Ogura et al., “Automatic particle pickup method using a neural network has high accuracy by applying an initial weight derived from eigenimages: a new reference free method for single-particle analysis.” *J. Struct. Biol.* 145 (2004) 63–75.
- [12] T. Ogura et al., “Auto-accumulation method using simulated annealing enables fully automatic particle pickup completely free from a matching template or learning data.” *J. Struct. Biol.* 146 (2004) 344–358.
- [13] K. Fukushima, “Neocognitron: a self-organizing neural network model for a mechanism of pattern recognition unaffected by shift in position.” *Biol. Cybern.* 36 (1980) 193–202.
- [14] Y. LeCun et al., Backpropagation applied to handwritten zip code recognition. *Neural Comput.* 1 (1989) 541–551.
- [15] Y. Yamamoto et al., “Twinned/untwinned catalytic gold nanoparticles identified by applying a convolutional neural network to their Hough transformed Z-contrast images.” *Microscopy*, 67 ‘Editor’s Choice’ (2018) 321-330.
- [16] D. S. He et al., “Kinematic HAADF-STEM image simulation of small nanoparticles.” *Micron* 74 (2015) 47–53.
- [17] K. Sawabe, et al., “Theoretical Insight into Enhanced Catalytic Activity of Au by Multiple Twin Nanoparticles.” *Catalysts*, 7 (2017) 191.
- [18] S. Ino “Stability of multiply-twinned particles.” *J. Phys. Soc. Jpn.* 27 (1969) 941–953.
- [19] S. Gupta et al., “Sobel edge detection algorithm.” *Int. J. Comput. Sci. Manage. Res.* 2 (2013) 1578–1583.
- [20] D. J. Prior et al, “The application of electron backscatter diffraction and orientation contrast imaging in the SEM to textural problems in rocks” *American Mineralogist*, 84 (1999) 1741-1759.
- [21] R. O. Duda et al., “Use of the Hough transformation to detect lines and curves in pictures.” *Graph. Image Process.* 15 (1972) 11–15.
- [22] V. Nair et al.,, “Rectified Linear Units Improve Restricted Boltzmann Machines.” *ICML’10 Proceedings of the 27th International Conference on International Conference on Machine Learning*, (2010) 807–814.
- [23] A. Krizhevsky et al., “ImageNet Classification with Deep Convolutional Neural Networks.” *NIPS’12 Proceedings of the 25th International Conference on Neural Information Processing Systems*, 1 (2012) 1097–1105.
- [24] J. Deng et al., “ImageNet: A Large-Scale Hierarchical Image Database.” *In proc. (2009) CVPR09*.

# 名古屋大学局所排気装置等定期自主検査者講習

## における技術職員の役割

後藤光裕\*、松浪有高\*、永田陽子\*\*、日影達夫\*\*、都築賢太郎\*\*、  
林育生\*\*、神野貴昭\*\*、伊藤康友\*\*\*、阿部英嗣\*\*\*\*、  
三品太志\*\*\*\*\*、錦見端\*\*\*\*\*、林瑠美子\*\*\*\*\*、富田賢吾\*\*\*\*\*

\*工学研究科・工学技術部 環境安全技術系

\*\*工学研究科・工学技術部 分析物質技術系

\*\*\*全学技術センター 分析物質技術支援室

\*\*\*\*工学研究科 附属材料バックキャストテクノロジー研究センター

\*\*\*\*\*環境安全衛生管理室

### はじめに

局所排気装置は有害業務を実施する上で有害因子を除去するための重要な役割を果たす装置である。大学や研究機関においては主にドラフトチャンバーがこれにあたり、本学には 1000 台以上が設置されている。局所排気装置には労働安全衛生法第 45 条等により年一回の定期自主検査が義務付けられている。本学では外注による定期自主検査の他に、学内で局所排気装置等定期自主検査者の養成を行い、修了者が自らの研究室のドラフトチャンバーの定期自主検査を行っている。著者らは、この養成講習会に講師として参加しているのでその取り組みについて報告する。

### 1. 講習会の概要

本学における局所排気装置等定期自主検査者養成講習会は名古屋大学局所排気装置等定期自主検査者講習要領において講習 A から講習 D まで 4 種類に分類されている。以下に講習会ごとの概要を記載する。

講習 A は局所排気装置に関する知識を習得するカリキュラムとなっており、講習会合計時間 3 時間 45 分である。また、講義の最後には確認テストがあり一定以上の点数が得られない場合、修了の資格を得ることができない。なお、名古屋大学化学物質等安全管理規程では、講習 A の受講修了者を各研究室に 1 名以上置かなければならないと定めている。

講習 B は、局所排気装置のうち、大学に多く存在するドラフトチャンバーに関する技術を習得するカリキュラムとなっており、講習会合計時間 3 時間 55 分で、検査に使用する測定器等の解説の後、実機のドラフトチャンバーによって実技講習を実施する。

上記講習の他、現在計画中の講習 C（プッシュプル型換気装置に関する知識・技術、講習会合計時間 4 時間）、講習 D（除じん装置に関する知識・技術、講習会合計時間 5 時間 20 分）がある。

講習 A に加え、講習 B を修了することで「名古屋大学局所排気装置等定期自主検査者認定証」が発行され、本学内のドラフトチャンバーについて定期自主検査を行うことができるようになる。また、講習 C または講習 D をさらに受講することで、プッシュプル型換気装置また

は除じん装置の定期自主検査を行うことができる。

上記講習会は学外者も受け入れており、近年は大学等環境安全協議会実務者連絡会ホームページ上にも告知を行っている。

## 2. 実施状況と技術職員の役割

令和元年度は講習 A を 1 回、講習 B を 2 回開催した。技術職員は講習 B の全てを担当しており、現在は 9 名の局所排気装置等定期自主検査インストラクターの資格を有する技術職員が、名古屋大学総長によって講師に任命され講習を実施している。

実技講習では、本学の「ドラフトチャンバーの定期自主検査記録」様式を用いて検査項目を 1 つずつ解説し、受講者が実際に測定、模擬検査を行う（一部模擬検査を実施しない項目を含む）ことができるようにしている。特筆する点として、絶縁の状態を確認する検査項目において、模擬的に漏電状態を作り出す装置を作成し、絶縁抵抗計を用いた漏電状態の確認を体験できるようにしている。

このように安全衛生業務に携わる技術職員が講習会において講師をすることで受講者との交流が生まれ、意見交換等によって研究室の現状を把握する場としても役立っていると考えている。



図 1. 講習 B 実施風景（屋外機の点検項目）

# 学生実験「円管内流動」の実験装置新規製作

後藤 伸太郎

工学研究科・工学部技術部 装置開発技術系

## 1. はじめに

名古屋大学マテリアル工学科3年生の学生実験において、平成30年度まで使用してきた実験室は建物の建替え計画により移転することになった。それに伴い実験テーマを刷新することになり、新規テーマ「円管内流動」の立上げ担当教員からの業務依頼により実験装置の設計製作を担当した。

## 2. 実験装置設計製作

新しい実験装置は旧来の装置の転用が考えられていたため、まず旧実験室にある装置の視察を行った。その装置から流用できる部品を確保し、構造も大いに参考にして新実験装置の設計製作を行った。

図1、2に製作した装置を示す。この実験装置は層流・乱流の様子を可視化観察する実験流路と、流量を変化させつつ圧力損失の計測を行う実験流路で構成される。装置上部に設置したヘッドタンクにポンプで水を汲み上げ、各実験流路へ配水する。

各実験流路ではポンプの送水圧ノイズが入らないようにする必要があるため、ヘッドタンク内には複数の仕切り板を設けて構造を工夫した。実験流路の管内径やポンプ容量は計算により決定するため、流体力学を復習する必要がある。部品の購入に当たっては部品同士が適合するように選定したはずが、知識不足のため不適合の部品を選定していた失敗もあった。



図1 圧力損失計測実験装置

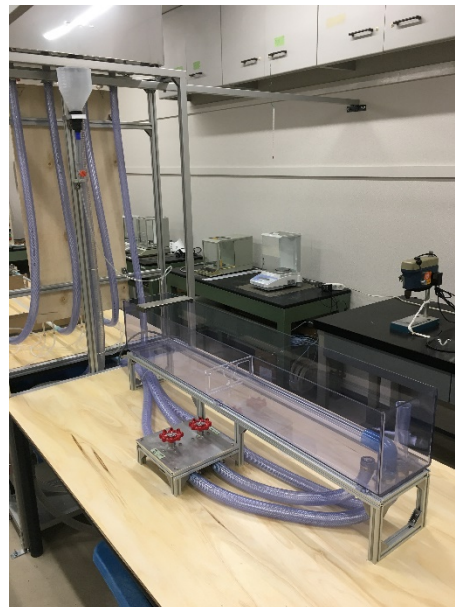


図2 層流乱流可視化実験装置

## 3. おわりに

この業務においては初めて経験したことが多々あり、著者としては非常に大変な業務であった。しかしその分、流体を扱う装置製作に関する知識と経験が得られた貴重な機会となった。本発表では工夫点や苦勞した点、失敗したことなどを多数まとめて紹介する。

# フーリエ変換型赤外分光光度計の測定技術の共有

○伊藤 広樹, 西村 真弓

工学研究科・工学部技術部 分析・物質技術系

## 1.概要

名古屋大学大学院工学研究科共用化委員会では、平成 28 年度に採択された先端研究基盤共用促進事業の助成によって集約した機器を共用機器として提供しており、現在 18 台が稼働中である。その中でもフーリエ変換型赤外分光光度計 (FT-IR) は、汎用性の高さや測定結果が簡単に得られることから多くの利用がされている。基本的に共用機器の担当者は主・副各 1 人で運用しており、担当外の機器については測定経験がない職員もいるのが現状である。そこで、技術職員の分析機器に対する知識を広げることを目的に、FT-IR の測定技術に関する研修を企画・実施したので、その内容について報告する。また、FT-IR は簡便であるが故に、原理や操作の意味を理解しないまま測定を行っている利用者の場合、正確なデータを得られていない可能性があることが懸念されていた。今回、FT-IR の新規利用者に対して行っている利用者講習会に、当該機器に対する理解度を向上させるための内容を追加するため、研修で行った内容を基に検討を行った。

## 2.内容

FT-IR の測定技術共有のために、研修を企画し分析系技術職員を対象に実施した(図 1)。講師は、研修を企画した装置に詳しい 2 名の技術職員が行った。参加者は、講師を含めて計 8 名であった。研修内容は、理解度に応じて未経験者・経験者 3 名ずつの 2 グループに分け、それぞれに合わせた内容とした。未経験者に対しては、装置の使用方法など新規利用者講習会と同様の説明に加えて、FT-IR の原理や装置内部の光学配置など装置使用方法以外の項目についても取り入れて説明を行った。経験者に対しては、装置の使用方法など基礎的な内容は省略し、別の課題を行ってもらうなどした。各グループ共通の内容として、測定条件の決定方法の説明や、試料の形状や材質の違いによる測定に適した試料調製方法の実演などを行った。また、参加者への課題として、分子構造の異なる 3 種類のポリエチレン (HDPE, LDPE, LLDPE) のペレットを各参加者それぞれに 1 種類ずつ用意し、試料調製から測定までを各自で行ってもらった。さらに、分子構造の違いがどのようにスペクトルの違いとして現れるか測定結果の比較を行った。

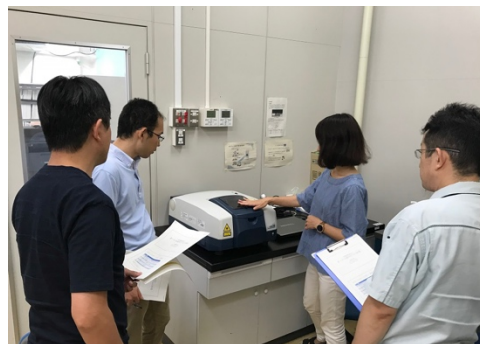


図 1. FT-IR 研修の様子

## 3.まとめ

FT-IR の研修を実施したことで、技術職員間で測定技術の共有ができた。参加者の課題の進み具合で研修内容を調整できるようにスケジュールを組み、少人数で実施したため、研修中に質問があれば実際に試料調製して測定したりなど柔軟にそれぞれの質問を解決しながら進めることができた。

研修後に申し込みがあった新規利用者講習会では、本研修で得られたデータを含めて説明を加えることにした。その結果、実際に利用者から理解が深まったとの声が返ってきており、効果を実感することができた。また、現在の利用者に対しても情報が行き渡るように、研修で得られたスペクトルデータなどを装置本体付近の壁に掲示するなどを行ったことで、情報の共有化ができたと思われる。

# 液体試料のラマン測定を、より簡単に

○西村 真弓

工学研究科・工学部技術部 分析・物質技術系

## 1. はじめに

名古屋大学工学部機器分析室では共用機器として顕微ラマン分光光度計(日本分光, NRS-1000)を提供しており、直接測定の指導および依頼分析を行っている。物質の振動スペクトルを測定する実験手法として発展してきたラマン分光は、物質の状態に関係なくそのままの状態且つ非破壊で分析が可能なることから、物質の同定や構造の解析を行う場面で多く利用されている。機器分析室におけるラマン測定対象物の9割は基板上的薄膜や粉体、繊維等の固体試料である。固体試料の測定では、適度なレーザー照射面積を選択し試料表面に焦点を合わせ適切な出力でレーザーを照射することが重要であり、これらのことに留意しながら効率的な測定を実施しているが、持ち込まれることが少ない液体試料に対しては効率的な手法が確立されていなかった。今回、液体試料の依頼測定の増加に伴い、より簡便な測定手法が求められたため本検討を行った。

## 2. 背景

従来の液体試料の測定準備は下記2つの手法より行っていた。①スライドガラス上に液体試料を一滴滴下したもので、もしくは②無色透明な容器に封入して容器ごと測定するものであった。①の手法は簡単ではあるものの、試料表面が露出していることから対物レンズに試料が付着する恐れがあり、それを防止するため試料上面にカバーガラスをかける必要がある。この場合液滴の液量、粘度や表面張力等によって膜厚が変わるため、その都度焦点位置を確認し装置のステージ高さを調整する必要がある。一方、②の手法では試料が容器に封入されているため対物レンズに試料が付着する恐れがなく、測定をスムーズに行うことができる。しかし、容器内に空気が入り込むことがない程度まで試料を充填する必要があり、少量試料の測定には不向きである。より簡単な試料準備およびスムーズな測定を実現することが本検討の課題であった。

## 3. 検討内容

上述した2つの手法の欠点を克服するために、ガラスキャピラリーを用いることを考えた。ガラスキャピラリーは先端を液体試料に浸すだけで数 $\mu\text{L}$ が毛細管現象で吸入されるため試料量は少量となり、中に入った液体は外に漏れ出すことはないため装置を汚染しにくいという利点がある。

まず、ガラスキャピラリーを自作して測定に用いたところ、肉厚が均一にならず焦点位置の調整が測定毎に必要なことがわかった。そこで、肉厚が均一な市販のガラスキャピラリー(図1)を用いると、測定毎の高さ調整も不要となりスムーズに測定を行うことができた。なお、ガラスキャピラリーは内径1.15mm、長さ75mmのものを使用した。



図1. ガラスキャピラリー

## 4. まとめ

液体試料の効率的な測定手法を確立できたため、短時間でより多くの試料の測定ができるようになり、コスト・労力面でも簡単に液体試料のラマン測定が可能になった。今後の展望として、円柱型のガラスキャピラリーを現段階では簡易的な方法で装置のステージ上に設置しているため、試料台の形状等について検討を重ねる予定である。



# 專門技術報告



# LED 照明によるヒトへの影響について

松浪有高<sup>1</sup>、岡本和士<sup>2†</sup>、田上恭子<sup>2</sup>、中谷こずえ<sup>3</sup>、宮地清和<sup>4</sup>、  
高田誠一郎<sup>4</sup>、北川邦行<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 工学研究科・工学部技術部 環境安全技術系

<sup>2</sup> 愛知県立大学看護学部

<sup>3</sup> 岐阜保健大学看護学部

<sup>4</sup> ミヤチ株式会社

## はじめに

2019年12月にCOP25(気候変動枠組条約第25回締約国会議)が開催され、かつてCOP3において先導的な役割を果たした日本が、石炭火力発電を推進していることで、逆の立場で世界から注目を集めている姿が印象的であった。近年の日本においては、照明に使用されるエネルギーは総発電量の約15%<sup>1)</sup>を占める中で、消費電力削減のため蛍光灯からLED照明機器への更新を積極的に進めることで、温暖化対策の一つとして取り組んでいる。しかし、LED照明等の機器普及に伴い、これらから発せられるブルーライトが人に与える影響についても指摘され、話題になっている。

## 1. LED 照明

### 1) 白色 LED に含まれる青色光

青色LEDが発明・開発されたことを機に、色の3原色が揃ったことや、青色LEDと黄色色素による白色LED照明システムが開発された。この青色LEDを使用した白色LED光源には、図1に示すように460nm付近の青色波長が含まれている<sup>2)</sup>。一般にブルーライトと言われる光の波長域は、380-500nmの範囲で、これは可視光の紫色から青色まで含まれる波長域となる。この波長域の光による眼へのダメージが言われ、これらをカットするメガネを始めとするフィルター類が出回っているが、反対に380nm-450nm辺りの紫色は、近視の進行を抑制する光であるため、積極的に取り入れる必要があると近年の研究で報告され<sup>3)</sup>ている。今後、この波長域での研究や開発が盛んに行われると考えられる。

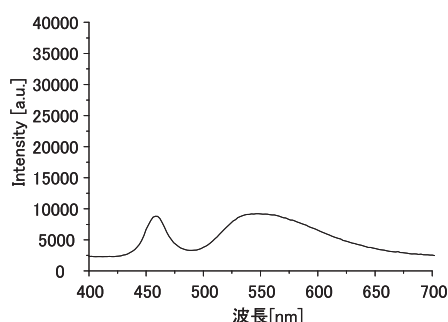


図1 白色LED照明光に含まれる波長<sup>2)</sup>

† 2020年2月14日ご逝去

## 2) メラトニンと青色光

生物は24時間周期の体内時計をもち、その周期の調節(リセット)には、朝日を浴びる必要があることが一般的に知られている。ヒトの体内にはメラトニンというホルモンが存在し、これが日光に含まれる青色光を浴びることにより分泌が抑えられ、青色光が減る夕方-夜間に分泌が活性化され、概日リズム(サーカディアンリズム)を刻んでいる。図2に示すようにメラトニンは、464nm付近の青色光を浴びることで、分泌が抑制される、という結果も報告されている<sup>4)5)</sup>。よって、サーカディアンリズムをコントロールするには、青色光をコントロールすることで可能であるとも考えられる。また、メラトニンとセロトニンは、トレードオフの関係があり、メラトニンを減少させることで、セロトニンの分泌量が増え、日中の活動を活発化させることも可能である。

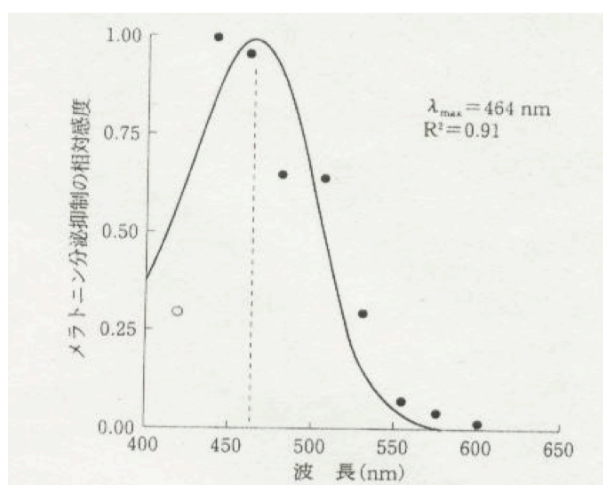


図2 メラトニン分泌抑制感度の波長特性<sup>4)5)</sup>

## 2 LED照明によるメラトニンの分泌<sup>2)</sup>とその利用について

暗室内に3原色LEDパネルと白色LEDパネルを卓上に設置し、LED照明色の条件をRGB電球色・RGB合成白色・LED白色の各色で、ヒトの目辺りで150 lxになるよう調整し、45分間光照射し、その前後のメラトニン分泌の変化を測定した結果を紹介する。各条件での波長を図1及び図3、図4に、その結果を表1に示す。メラトニンの分析には、被検者の唾液をサンプルとし、ELISA法を用いて測定している。今回の被検者は、20-40代の男性の結果である。

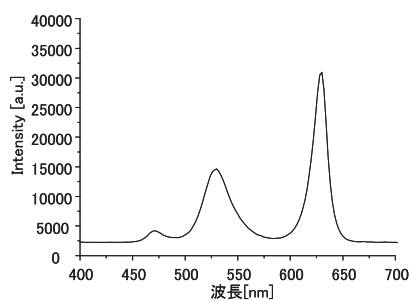


図3 RGB合成電球色  
スペクトル

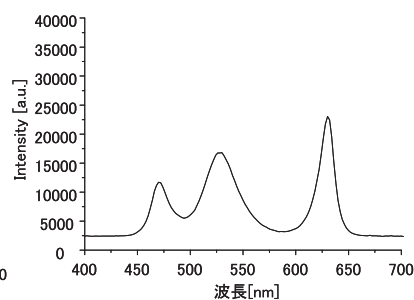


図4 RGB合成白色  
スペクトル

表1 メラトニン減少率<sup>2)</sup>

	RGB 合成電球色	RGB 合成白色	白色 LED 色
減少率[%]	4.55±9.04	14.2±9.74	20.5±8.38

本実験は、昼間に行っており、青色という特定の波長を有する光を浴びることによって、更にメラトニン抑制を起こすことができることが判った。そして青色が多ければ多いほどその減少率も上がることも確認された。ただし、減少率やメラトニンの絶対量は個人差があるため、この手法を確立していくには、より多くのサンプル数を用いて検証しなくてはならないとは言える。

今回は、直視した結果であり、本来照明装置は、長い時間直視することは無いため、効果はこの結果より少なくなることも考えられる。しかしながら、もともと高齢化や白内障により光の取り込み量が減少した分を照明器具によって青色光を選択的に補うことができれば、非侵襲により、睡眠の質の向上や、精神を安定させるなど、スペクトルセラピーにより快適な生活を送ることが期待できる<sup>6)</sup>。今後は、更にヒトへの検証が進められる、画期的な照明システムが開発、市販化されることを期待するものである。

### 3. 参考文献

- 1) 社団法人 照明学会，照明ハンドブック，オーム社，2006
- 2) 石田純一，「LED 照明色のメラトニン分泌への作用」，平成 21 年度卒業論文，名古屋大学，2010
- 3) 坪田一男・根岸一乃・栗原俊英・鳥居秀成，「バイオレットライトが成人の強度近視患者に対しても 近視進行を抑制する可能性を発見— 強度近視による失明予防に一步前進か—」，慶応義塾大学プレスリリース，  
<https://www.keio.ac.jp/ja/press-releases/2017/11/22/28-37413/>，2017/11/22（最終閲覧日 2020/1/20）
- 4) 本間研一，環境生理学，北海道大学出版会，2007
- 5) Brainard et al., Action Spectrum for Melatonin Regulation in Humans: Evidence for a Novel Circadian Photoreceptor, *The Journal of Neuroscience*, 2001
- 6) 岡本和士ら，「照明が認知高齢者の睡眠・認知状況に及ぼす影響」，2019 年度中部地区医療・バイオ系シーズ発表会，2019



# 全学技術センター関連

技術職員研修





# 令和元年度名古屋大学技術職員研修（分析・物質コース）

## 「汎用分析機器を用いた分析技術の基礎と応用」

伊藤広樹、西村真弓、鳥居実恵

工学研究科・工学部技術部 分析・物質技術系

### はじめに

令和元年9月3日から5日の3日間にかけて行われた、令和元年度名古屋大学技術職員研修（分析・物質コース）に参加した。参加者は10名、内工学系からは3名が参加した。本研修の目的は、本学の技術職員に対し、その職務に必要な専門的知識及び技術を修得させ、技術職員の資質の向上と応用能力の育成を図ることとしている。今回は「汎用分析機器を用いた分析技術の基礎と応用」をテーマに、ライフサイエンス研究で用いられる機器分析技術に関して、基礎的な分析手法を習得し、その応用例について学んだのでその内容について報告する。

### 1. 研修日程

本研修は、下記のとおり開催された（表1）。

表1. 令和元年度名古屋大学技術職員研修（分析・物質コース）研修日程

開催日		研修内容	
9月3日(火)	午後	一般講義(1) 「がん研究最前線」	講師：日野原 邦彦
		一般講義(2) 「遺伝子の発現を定量・解析するには：定量 PCR、 RNA - Seq、ChIP - Seq を中心に」	講師：紅 朋浩
		専門講義(1) 「質量分析が切り拓くライフサイエンス」	講師：瀧 健太郎
		専門講義(2) 「エクソソーム RNA 分析の基礎」	講師：伊藤 康友
9月4日(水)	午前	実習(1) 「食の安全をはかる - 試料調製 -」	講師：瀧 健太郎
	午後	実習(2) 「食の安全をはかる - LC/MS/MS 測定 -」	講師：瀧 健太郎
9月5日(木)	午前	実習(3) 「セルソーティング」	講師：田中 稔
		実習(4) 「エクソソームの電顕観察」	講師：板倉 広治
	午後	実習(5) 「エクソソーム totalRNA の抽出と分析」	講師：伊藤 康友

## 2. 研修概要

### 2-1. 一般講義

#### 「がん研究最前線」

今年度本学に着任された日野原特任准教授による研究の内容、以前在籍されていたダナファーマーがん研究所での技術職員のサポートについて紹介があった。アメリカでは個々の技術職員が高いモチベーションを持っており、教授よりも装置に詳しく技術力のあるスペシャリストが集まったセンターを組織しているため、高額な費用を出して外注しなくても安価に解析まで行ってもらえると話があった。

#### 「遺伝子の発現を定量・解析するには：定量 PCR、RNA - Seq、ChIP - Seq を中心に」

RNA の発現を調べる方法として、現在よく行われている PCR、RNA - Seq、ChIP - Seq について各方法の概要や使い分けの基準などを学んだ。

### 2-2. 専門講義

#### 「質量分析が切り拓くライフサイエンス」

質量分析計について、分析の原理や解析方法、定量解析における標準添加法などの方法について注意点や不確かさについて学んだ。また、ライフサイエンス分野への応用として、プロテオミクスや食品中の残留農薬の分析に利用されていると紹介があった。

#### 「エクソソーム RNA 分析の基礎」

RNA の種類、役割について、超遠心機でエクソソームを分離精製し分析を行う方法について学んだ。またエクソソーム中の RNA は様々な疾患のバイオマーカーであり、血液中のエクソソームを分析することでがん診断に用いられているという話があった。

### 2-3. 実習

#### 「食の安全をはかる - 試料調製 -」

市販のハウレンソウとレモンに含まれる農薬の残留量を質量分析計で分析するため、試料調製を行った。ハウレンソウとレモンそれぞれ 1 分間の熱湯洗浄後及び未洗浄をサンプルとし、レモンは皮及び果汁を分けて準備し、計 6 種類のサンプルの調製を行った (図 1)。

農薬成分の抽出処理では、液体窒素で試料を凍結後、粉碎機で粉碎、遠心、溶媒抽出後、破砕機による振盪、遠心、塩析脱水、振盪、遠心という工程を行った。その後、精製処理として、

上清を精製用チューブに入れ、色素等分析に不要な物質の除去を行い、振盪、遠心、希釈し濃度調製を行い、攪拌、遠心濾過を行い、濾液を分析用試料として分取した。10 数工程ある各工程全てが分析結果に直結するため、操作に注意が必要であることや、正しい定量値を出すための操作の工夫が良く考えられていると感じた。



図 1. 実習 (試料調製) の様子

### 「食の安全をはかる -LC/MS/MS 測定-」

試料調製した各サンプルを三連四重極型質量分析計 LC-MS(QTRAP6500) (図 2) を用いて測定した。標準添加法+内部標準法または、標準添加法を用いて主な農薬成分について解析を行った。

レモン果汁と皮、ハウレンソウ全てのサンプルで洗浄後の農薬残留量に減少がみられた。レモンの皮には果汁の 50 倍程度の濃度が含まれている成分もあったが、農薬成分によっては果汁の方が濃度が高い成分もあり、果汁に溶けやすい成分が存在していることが分かった。検量線の引き方や検量線作成に使用する値によっては定量値が大きく変わる場合があったため、前日の講義で聞いていた定量解析における不確かさについて実感できた。



図 2. LC-MS(QTRAP6500)

### 「セルソーティング」

フローサイトメトリーによって個々の生細胞を選別し、蛍光標識したそれぞれの細胞種ごとに分取するセルソーティングの原理、方法を実際の装置や測定解析画面を見ながら学んだ。細胞にストレスがかかるため、生細胞の回収率は 50-80%程度という話があった。

### 「エクソソームの電顕観察」

染色したエクソソームを透過型電子顕微鏡 (TEM) 観察用のグリッドにマウントを行い、TEM 観察を行った。TEM 観察の操作は一人一人行い、それぞれエクソソームと思われる細胞を見つけて像を撮影した (図 3)。マウントの仕方次第で細胞がきれいに観察できるかが決まるとのことで、参加者が撮影した TEM 像と、見本として撮影された TEM 像とを比べると像質に差があると感じた。

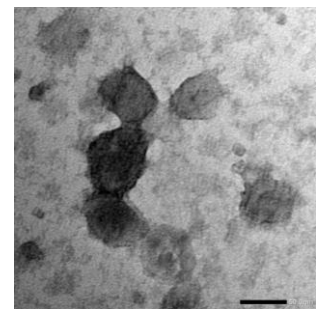


図 3. エクソソームの TEM 像

### 「エクソソーム totalRNA の抽出と分析」

エクソソームから抽出した RNA を微量吸光度測定器 (Nanodrop) で測定を行った。また、マイクロチップ電気泳動装置で RNA 分布の測定を行った。測定方法はマニュアル化されているが、RNA 分布の測定は操作の手順や注意点が多く感じた。

## 3. まとめ

分析・物質技術系支援室が主催する研修であったが、生体試料の分析が主である医学系グループが主催であったため、生体試料の分析手法を学んだり、普段扱うことのない分析機器に触れられたのは良い経験であった。

最後に、参加する機会を与えていただいた、工学研究科・工学技術部及び医学系研究科医学教育研究支援センター分析機器部門の皆様にご挨拶申し上げます。

# 令和元年度東海・北陸地区国立大学法人等技術職員合同研修

## (情報コース) 受講報告

伊藤大作

工学研究科・工学部技術部 情報通信技術系

### はじめに

岐阜大学サテライトキャンパスで行われた研修に参加し、様々なデータの集計・分析手法と、分析結果を将来予測につなげる知識・技術を身近にあるツールを使用して習得した。今回の研修は、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ことを目的としたものである。

### 1. 研修日程

研修の日程を下記に示す。

表 1. 研修日程

日時	研修内容
令和元年 8 月 28 日	開講挨拶・オリエンテーション 特別講演 講義 データ分析による将来予測 演習準備 演習環境構築 情報交換会
令和元年 8 月 29 日	演習 1 (BI ツールを用いたデータ分析) 演習 2 (AI ツールを用いたデータ分析) 施設見学 ミライデータセンターパーク 修了授与・閉講挨拶

研修に先立ち、岐阜大学情報連携統括本部の村上茂之教授による、橋梁工学に関する特別講演があった。

### 2. 講義について

特別講演に続き、岐阜大学研究推進本部研究推進部門研究推進・社会連携機構の利光哲哉特任講師による、データ分析の基礎についての講義が行われた。AI を活用したデータ分析の方法や大学における情報活用の目的に関する内容であった。

### 3. 演習について

今回の研修では、Excel2016、Power BI、Azure Machine Learning を使用してデータ分析演習を行った。

### 3.1 演習 1 (BI ツールを用いたデータ分析)

Power BI、Excel2016 を使用し、オープンデータの視覚化およびデータの転置を行った。具体的には、総務省の家計調査データ（都市別の肉類の支出金額）を用いて、項目別の都市名順位データを都市名別の項目順位データへ変換し、日本地図に分析結果をマッピングした（図 1）。また、出身高校の所在地県別入学者数データを使い、データの転置を行う方法についても学習した。

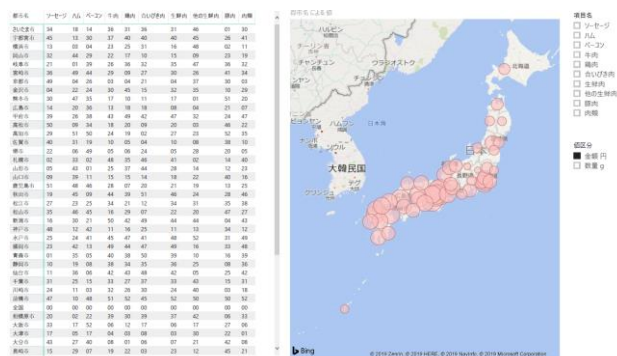


図 1. Power BI を用いたデータの視覚化

### 3.2 演習 2 (AI ツールを用いたデータ分析)

Microsoft 社のクラウドサービスである Azure Machine Learning を利用し、データ分析を行った。大学等における産学連携等実施状況データを用いて機械学習、トレーニングを行った後、受託研究および共同研究の件数と金額でタイプの似た大学をグルーピングする方法を学んだ（図 2）。

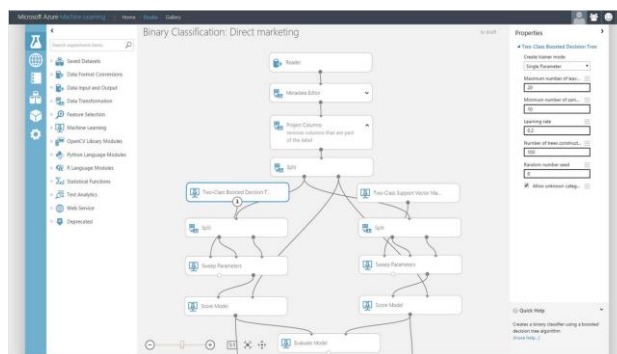


図 2. Azure Machine Learning を利用した機械学習

## 4. 施設見学

岐阜県大垣市のミライデータセンターパークを訪問した。大垣市の豊富な地下水を利用した機器の冷却設備や、建物の免震構造を見学し、データセンターにおける省エネ・環境対策や災害対策についての知識を得ることができた。

## 5. おわりに

研修を通して、データ分析の基礎知識、演習で BI ツールや AI ツールを用いたデータ分析の方法を習得することができた。今後、業務でビッグデータの分析等を行う際に、今回の研修で学んだことを活かしたい。

最後に今回の研修を企画・運営して下さった岐阜大学関係者の皆様に深く感謝いたします。



# 学外研修・交流





# 総合技術研究会 2019 九州大学に参加して

牧野輝、島田啓史、中村成美  
工学研究科・工学部技術部 情報通信技術系

## はじめに

平成 31 年 3 月 6 日～8 日に開催された総合技術研究会 2019 九州大学に聴講参加した。技術研究会会場では、発表者や参加者と意見交換を行い、他大学の情報通信技術業務に関する取り組みについても情報を収集することができた。

## 1. 技術研究会の概要

技術研究会の参加スケジュールを表 1 に示す。我々は 7 日の開会式から参加した。

表 1. 技術研究会参加スケジュール

日時	内容
3 月 7 日 (木)	13:05-13:20 開会式
	13:20-14:20 特別講演
	14:20-14:50 次期技術研究会開催案内
	15:20-16:20 口頭発表 1
	19:00- 情報交換会
3 月 8 日 (金)	9:30-11:30 ポスター発表
	12:50-17:00 口頭発表 2



図 1. 総合技術研究会ポスター

## 2. 印象に残った発表について

### 2.1 特別講演「新元素の探求」

新元素 113 番「ニホニウム (nihonium)」を発見し、日本発の新元素認定・命名という偉業を達成された森田 浩介教授 (九州大学大学院理学研究院) が特別講演の講師であった。本講演では、ニホニウムの命名秘話やこれまでの研究過程、実験の詳細について知ることができた。また、仕事をする上の心構えとして、「謙虚であることを意識し、他人からのアドバイスを大切にしている」という話があった。仕事に向き合う姿勢が大きな成果に繋がるのだと思い、深く印象に残った。

### 2.2 口頭発表「ログイン機能を持つ Web アプリケーションセキュリティ対策の検討」

本発表は、ログイン機能をもつ「課題論文投稿システム」の作成を通じ、Web セキュリティの中核といえるセッション管理の方法について検討した記録の報告であった。普段の業務においても、セッション管理機能をもつシステムを扱っているため、関心をもった。発表者が検討

したセッション管理の内容は、1) GET メソッドによるセッション ID 管理の脆弱性、2) Cookie によるセッション ID 管理の運用、3) Django によるセッション管理の実装についてであった。1) は、GET メソッドだけでなく、POST メソッドにおいてもセッション ID が漏えいする危険性があるという内容であった。これらのメソッドを用いる場合、セッション ID に限らず外部へ漏れてはならない情報を URL やコード内に含めないような配慮が必要であると感じた。2) と 3) は、共に Cookie によるセッション ID の管理方法についての内容であり、Cookie だけでなくセッション変数についてもセキュリティを考慮する必要があると感じた。また、Python の Web フレームワークの中でも人気の高い Django についての情報が得られたことは大変有意義であった。

### 2.3 口頭発表「公開 Web サーバに対する攻撃傾向と対策の検討」

Web サーバに対する攻撃通信への対応についての事例紹介であった。最近は多数の IP アドレスから分散型攻撃が行われることが多いため、複数のログから IP アドレスベースの遮断リストを自動生成し、Firewall に登録する事例を紹介していた。しかし、攻撃に使用される IP アドレスは使い捨てが多く、遮断リストに登録しても、翌日以降その IP アドレスからの攻撃が来ないケースがほとんどとのことだった。また、Web 通信の大部分を占める SSL 通信については、「攻撃である」と Firewall で判定することは難しく、代わりに復号化を行う Web サーバ側で検出・遮断するのが好ましいとのことであった。

我々が管理する Web サーバにおいても、日常的に攻撃と思われるアクセスがあり、セキュリティアップデートや Firewall による対策を行っている。ログから攻撃の検出・遮断を行っている本発表は今後のサーバ管理手法を検討する上で参考になった。

### 2.4 口頭発表「総合技術研究会 2019 九州大学 Web サイトの開発」

本技術研究会の発表・聴講申し込みを行う Web アプリケーションを作成した職員による、Web サイト構築時のさまざまな課題や、構築後に報告された不具合等の話題であった。具体的には、Internet Explorer でレイアウトが崩れる不具合や、Microsoft Word から Web フォームへコピー&ペーストした際に文字カウントがずれる等の事例紹介があった。また、コミュニケーション能力と、即座に不具合を修正するための能力が必要であると強調していた点が印象に残った。

本発表では、Web アプリケーション作成の際、PHP のフレームワークとして Laravel を採用していた。今後、Laravel を導入することで、開発期間の短縮化と、その後のシステム管理・運用の効率化を進めようと考えている。

### おわりに

総合技術研究会 2019 に参加し、他大学の情報通信技術業務に関する取り組みについて知ることができた。今後の業務を実施する際に参考になる有益な情報を得ることができ、貴重な経験であった。また、技術発表の資料において、発表する内容をわかりやすく伝えるための工夫がされていることが大変印象に残った。今回の経験を無駄にせず、今後の業務に生かしたいと考えている。

# 総合技術研究会 2019 九州大学 参加報告

舟橋 朋

工学研究科・工学部技術部 環境安全技術系

## はじめに

2019年3月6日-8日に九州大学で開催された総合技術研究会 2019九州大学に聴講参加した。本研究会は九州大学伊都キャンパスを会場として、12分野について開催された。筆者は第11分野の「施設管理・安全衛生管理技術分野」に参加した。今回は講演会や口頭発表の聴講、及びポスターセッションでの意見交換を行うことにより、安全衛生巡視や作業環境測定、安全教育手法等の安全衛生業務に関連する情報収集をすることを目的とした。

## 1. 技術研究会プログラム

本研究会のプログラムは、下表(表1)のとおりである。

表 1.総合技術研究会 2019 九州大学のプログラム

3月6日(水)		化学実験実習技術交流会 ナノテクノロジー技術交流会 機械工作技術及びガラス工作技術交流会 芸術工学部見学会 国際宇宙天気科学・教育センター見学会 筑紫キャンパス分析機器見学会 附属農場見学会 附属演習林見学会 佐賀県立九州シンクロトン光研究センター見学会 大型実験施設・設備見学会
3月7日(木)	10:00-	受付
	10:40-	開会宣言
	10:50-	安全衛生技術講演会
	13:05-	開会式
	13:20-	特別講演「新元素の探索」
	14:20-	次期技術研究会開催案内
	15:20-	口頭発表1
	19:00-	情報交換会
3月8日(金)	9:30-	ポスター発表
	12:50-	口頭発表2

## 2. 講演内容

### 2-1. 化学実験実習技術交流会

本研究会では3月6日(水)に表1にある分野の交流会・見学会が開催されており、筆者は「化学実験実習技術交流会」に参加した。そこでは、九州大学工学部応用化学部門における安全教育の紹介、色素の酸化還元による色の変化、などテーマが開かれており、筆者は前述のテーマに参加した。

安全教育の紹介では、安全についてまとめた手引きを毎年更新し、それには試薬・ガスの使い方、SDS、化学物質リスクアセスメント、廃棄方法や、冊子の後ろには過去に該当部門で発

生じた事故について掲載していること、学外の労働コンサルタントの方からアドバイスを頂き活動していること、教員の協力のもと独自のリスクアセスメントシートを作成していることについて説明があった。防災への取り組みとして、二酸化炭素消火器を構成員（学生）に体験させる消火訓練を実施していることや、安全衛生巡視には学生代表にも参加してもらうといった取り組みについて知見を得た。

色素の酸化還元の実験では、色素が水溶液中のグルコースの還元末端によって還元されることが、そして容器を振ると空気中の酸素が溶けることで酸化されて緑色に変化し、静置すると赤色を経て黄色に変化すること、これら色素の応答を目視で観察することで化学反応が起きていることを体験できる実験であった。

## 2-2. 安全技術講演会

神戸大学、東北大学、熊本大学より、各大学が被害を受けた震災の被害状況等について講演があった。神戸大学では、震災時に大学内が避難場所として活用されたこと、技術職員は教員と共に研究室の被害状況を確認したこと、震災を受けて避難経路のデザインや転倒防止マニュアルの作成を行ったことについて紹介があった。東北大学では、地震の揺れの被害として、ボンベ台の固定がネジの根元部分から切れていたこと、上に重量物が乗っている実験台は台が潰れるように倒壊していたことなどの事例紹介や、避難時の注意事項として、可能な限りサンダルなどから靴へ履き替えること、建物への立ち入り制限がされた場合、後から物品等を回収できない可能性があるため貴重品や携帯電話は日ごろから持ち歩くこと、といった内容の発表であった。熊本大学では、地震により、ネジの引き抜けや固定棒が外れてしまったこと、など事例の紹介があり、ガスボンベの固定ではアンカーボルトのサイズを大きくすること、軽いものは上へ重いものは下へという考えが大切であること、などのアドバイスがあった。講演内容の中で、震災下では、みんな誰もが被害者になるということ、ストレス反応による感情のトラブルが起きてしまうこと、自分を被害者だと認めること、という内容が印象に残った。

## 2-3. 特別講演

九州大学大学院理学研究院の森田教授より、新元素「ニホニウム」発見の道のりについての講演会を聴講した。約 40 年にわたる研究では、新元素ができたのは  $3/400,000,000,000,000$  の確率であったこと、原子番号が大きい中で安定している物質であるビスマスと亜鉛を用いたこと、などについて拝聴した。

## 2-4. 口頭発表＋ポスター発表

口頭発表では、大阪大学の太倉様よりブランド訓練（避難訓練）を実施したところ、小走りになる、防火戸の大きい扉を開けてしまう、防火戸が閉まっていない場合の煙の動きについて実験を行ったこと、などの事例が報告された。また、横浜国立大学の小柴様から、引火の危険性を体験できる体験型安全教育講座を実施したと報告があった。高エネルギー加速器研究機構の田嶋様からは、安全衛生巡視において、好ましい点を発見するようにしていること、巡視の標準化のためにチェックリストを用いていることについて発表があった。ポスター発表では、富山大学の郡様から、ルールなどの注意喚起の掲示物が風景化してしまっていること、対応として TA を担当する学生ヘルパー等をまとめた資料を配布したこと、実験器具の使い方を説明

する座学では実演の動画を作成していることについて紹介があり、誤った操作でどのようなことが起きるのかを伝えた方がより危険性が伝わるのではないかという内容について意見交換を行った。長岡技術科学大学の高柳様から、640物質全てのリクスアセスメントシートを用意し、ダウンロードできるようにしたこと、について発表があった。

### 3. まとめ

本研究会への参加により、安全衛生業務に関する様々な知見を得ることができた。安全教育として、上述のような取り組みを知ることができた。この分野では、図や写真を用いて分かりやすく伝えること、実際に体験させる機会を作ること、より危険性を伝えるには誤った操作の結果としてどういうことが起きるのかを伝える方法があることといった工夫点について知見を深めることができた。本学での安全教育業務のうち、筆者は新入時、学生実験前の安全教育の一部を担当しているが、座学中心の講義であるため危険性を伝えきれていないと考えているため、これらの工夫点を取り入れていきたい。また、安全衛生巡視に係る内容として、チェックシートを用いて統一化を図ったこと、学生にも巡視に参加してもらおうといった取り組みを知ることができた。本学における工学部の巡視では、人によって指摘の内容が異なるという意見があるため、統一化を図る手段としてチェックシートを活用する取り組みは参考になった。

本会に参加して得られた情報を今後の業務において活かしていきたいと考える。

### 4. 謝辞

研究会に参加する機会を与えて下さった、工学部技術部ならびに環境安全技術系の皆様に深く感謝申し上げます。

# 総合技術研究会 2019 九州大学参加報告

白木尚康、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

平成 31 年 3 月 7 日～8 日の日程で九州大学伊都キャンパスにおいて開催された「総合技術研究会 2019 九州大学」に聴講参加した。会場案内看板を図 1 に示す。本総合技術研究会は 12 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。また、前日 3 月 6 日に開催された機械工作技術及びガラス工作技術交流会にも参加したので併せて報告をする。

## 1. 研究会のスケジュール

本研究会の参加したスケジュールを表 1 に示す。



図 1. 会場案内看板

表 1. 研究会のスケジュール

平成 30 年 3 月	
6 日	14:30 機械工作及びガラス工作技術交流会
7 日	10:40 開会宣言・安全衛生技術講演会
	13:05 開会式・特別講演
	14:50 次期開催案内・諸連絡
	15:20 口頭発表 1
	18:30 情報交換会
8 日	9:30 ポスター発表
	12:50 口頭発表 2

## 2. 聴講内容

### 1) 機械工作及びガラス工作技術交流会

この交流会は製作業務を行う技術職員に対して、より実践的な技術の向上を図ること及び技術情報の共有により製作技術における知見を得ることを目的として開催された図 2。製作課題「ベーゴマ」が事前に出されプレゼンテーション及び製作されたコマの鑑賞と実演が行われ、参加者全員の投票による表彰が行われた。希望者には理学部ガラス及び機械工作室の施設見学が行われた。

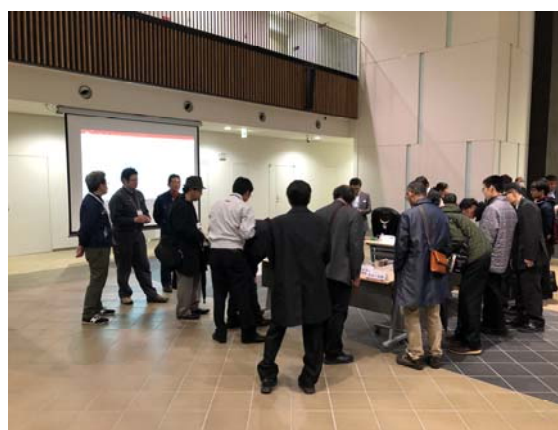


図 2. 機械工作及びガラス工作技術交流会

## 2) 安全衛生技術講演会・特別講演

防災意識の啓発を目的として、神戸大学、東北大学、熊本大学の各大震災被災機関における被害状況とそれを踏まえての具体的な耐震方法や対策基準に関する共通テーマに沿った招待講演であった。どの講演も実体験からの話なので説得力があり参考になることばかりであった、今後の対策に活かしていきたい。

特別講演は森田浩介教授により「新元素の探索」の題目で行われた。講演では、113番目元素「ニホニウム」の発見に至るまでの研究の話をつかりやすく紹介された。質疑応答で、先生は物事に対して謙虚であることを説かれた。そうでないとアドバイスを逃すことになるからだとおっしゃられたことが印象に残った。

## 3) 口頭発表

口頭発表は188件あり、聴講は機械・材料系製作技術分野、実験・実習技術分野、地域貢献・技術者養成活動分野を中心に行った。所属技術系発表者の発表での他機関からの質問は、違う視点での事柄が多く発表者に新たな気づきを与えてくれるものがあり、今後の改善につながる事柄があった。

## 4) ポスター発表

ポスター発表が252件あり会場も2か所に分かれて行われた。分野的には口頭発表聴講と同じ分野を中心に情報収集をした。ポスター発表の利点は疑問に思ったことを即座に聞けることや技術的な意見交換などがあり有意義なものであった。

## 5) 情報交換会

情報交換会はソラリア西鉄ホテル福岡で行われ、九州大学久保総長の挨拶から関係者による鏡割りで始まった図3。多くの参加者が会場の中を歩いて移動するのも大変でしたが、以前の研究会や出張で親交のある大学や高専の方々と旧交を温めることができた。



図3. 情報交換会

## 6) 工学系工作室見学

工学部技術部製作技術室松川室長のご厚意により工学系の工作室を見学させていただいた。工作室移転が数年先に決まっているので、他の工作室を見て聞くことは多くのことで参考になった。

## おわりに

本技術研究会への聴講参加をしたことで、業務で参考になる事柄が多くあり大変有意義なものであり今後活かしていきたいと考えています。

最後に総合技術研究会2019九州大学の関係者みなさまには、準備や受け入れでお世話になり心より感謝いたします。総合技術研究会参加者のみなさまにも、発表会場・情報交換会や技術交流会を通じて意見交換させて頂き感謝申し上げます。

# 総合技術研究会 2019 九州大学参加報告

日影達夫

工学研究科・工学部技術部 分析・物質技術系

## はじめに

平成 31 年 3 月 6、7、8 日に九州大学伊都キャンパスで開催された「総合技術研究会 2019 九州大学」に聴講参加したので、このことについて報告する。総合技術研究会は技術職員が職務遂行上有益な知識を取得すること、及び意識の啓発と資質の向上を図ることを目的とした全国規模の研究会で、今回 823 名の参加登録があった。また、本研究会は 12 分野の専門分野で構成されており、専門業務以外の広範囲な知識と技術を得ることが可能な研究会である。

## 1. スケジュールについて

下記スケジュールで総合技術研究会 2019 九州大学は開催されたが、都合により 7 日午後からの参加となった。

3 月 6 日(水)

13:00- 技術交流会・見学会 各会場

3 月 7 日(木)

10:00- 受付開始 場所:椎木講堂(8 日はセンター2 号館)

10:40-10:50 開会宣言 場所:椎木講堂

10:50-11:50 安全衛生技術講演会 場所:椎木講堂

13:05-13:20 開会式 開催挨拶 久保千春 九州大学総長 場所:椎木講堂

13:20-14:20 特別講演「新元素の探索」森田浩介 理学研究院教授 場所:椎木講堂

14:20-14:50 次期技術研究会開催案内 場所:椎木講堂

15:20-16:20 口頭発表 1 場所:センター2 号館

3 月 8 日(金)

9:30-11:30 ポスター発表 場所:ウエスト 1 号館、2 号館

12:50-17:00 口頭発表 2 場所:センター2 号館

## 2. 聴講内容等について

### 2.1 特別講演について

「新元素の探索」と題して、森田浩介理学研究院教授が日本発アジア初の新元素「Nihonium(Nh):原子番号 113 番の元素」を発見・命名できるまでについて講演された。

質疑応答の中で、新元素の探索はどのような社会貢献があるかという主旨の質問に対して、日本の子供たちが元素周期表にある Nh をみて日本人が発見・命名したことを知り、科学について興味を持つ子供たちが増える事により日本の科学レベルの底上げになる事が主旨のような返答をされたことが印象深かった。



## 2.2 口頭発表について

分析・評価技術分野の口頭発表は9件と少なく、施設管理・安全衛生管理技術分野の発表で事前にチェックしていた興味深そうな内容を聴講した。

分析・評価技術分野での発表では、「X線回折における反射強度シミュレーション実習システムについて」が興味深かった。現在の粉末X線回折による定性分析は、測定結果を専用のソフトウェア等に入力するとその結果が出力されるため、初心者でも分析が可能である。しかし、初心者にはどのような計算・処理をしてその結果が出力されたか、またその結果が妥当であるかについて判断が難しい。発表内容はMicrosoft Excelなどの表計算ソフトにおいて、数式等を学生（受講者）に入力させたのちに、測定したい結晶情報を入力させて回折パターンをシミュレーションした結果をグラフで表示する。これにより、式ごとにおける段階を踏む手順となっている事と、実際の粉末測定を行った結果と比較する事で、受講者に数式等を理解させるのに効果があった事が示された。

施設管理・安全衛生管理技術分野において「実践研究セミナーにおける安全衛生教育」の発表は、ドラフトチャンバーのスクラバー付近において水素爆発が起きたために取り組んだ内容や3年生への研究・実験における安全教育等についてで、今後の安全関係の業務を行う上で非常に興味深い内容であった。

## 2.3 ポスター発表について

事前にチェックしていた発表を全て聴講しようとしたが、コアタイムの時間外やタイミングがあわず発表者が不在となりディスカッションができなかった発表が何件かあった。その中で「生体材料学におけるX線観察のための簡便なユニバーサルゴニオメーターの開発」は、骨を測定するために市販のボールジョイントやX・Yステージを組合せたサンプルホルダーを製作し、測定を行っている主旨の発表であった。マウス等の比較的小さい骨ならば、我々が通常使用している傾斜角は小さいが微調整が可能なゴニオメーターヘッドについて紹介した。その後サンプルホルダー等についてディスカッションを行うなど、情報交換ができた。

## 3. まとめ

事前に興味深い発表を選び聴講に望んだが、タイムスケジュールの都合等で聴講できなかった発表もあったが、これからの業務を行う上で有意義な情報を得ることができた。また、ホテルに戻りNHKのニュース845福岡に本研究会で森田浩介教授が講演されていたことが話題となっており、貴重な経験ができた事をあらためて実感した。最後に工学研究科・工学部技術関係者の皆様には、このような研究会に参加する機会を与えて頂きましたこと、深く感謝申し上げます。

## 2019年度 分子科学研究所 機器・分析技術研究会参加報告

鳥居実恵、日影達夫、西村真弓、林育生、神野貴昭、都築賢太郎、伊藤広樹

\*工学研究科・工学部技術部 分析・物質技術系

### はじめに

令和元年8月29日、30日に分子科学研究所主催の「機器・分析技術研究会2019」が岡崎コンファレンスセンターにて開催され聴講参加した。本研究会は全国の大学・高専及び大学共同利用機関に所属する技術系職員が、機器・分析の技術に関連した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いる<sup>[1]</sup>。

### 1. 日程

[1日目] 2019年8月29日(木)

13:15~13:30	開会式
13:30~14:30	特別講演 「技術開発と先端研究」 川合真紀 分子科学研究所長
14:40~15:40	トークセッション(I) 「技術職員のキャリアパスについて」
15:40~16:05	企画講演 「ブラックアウトを経験して～他人事ではない自然災害からの教訓～」
16:05~16:30	次期開催機関案内、協賛企業 PR
16:30~17:15	ポスターセッション(I) 安全衛生関連・組織化関連・機器共用等
18:30~20:30	情報交換会

[2日目] 2019年8月30日(金)

9:00~10:20	トークセッション(II) 「5大機器分析分野の最先端分析と維持管理の技術継承」
10:25~11:45	ポスターセッション(II) 分析機器関連・装置開発関連等
11:45~12:00	閉会式

### 2. 特別講演・企画講演

特別講演の川合分子科学研究所長は触媒化学、銅酸化物の研究、表面化学・分子、単一分子の科学(振動・スピン)、二分子反応など多様なテーマで研究者としてのキャリアを積み重ねてこられた。また、その研究テーマの中で様々な装置に触れられ、高度な測定が可能となるような技術開発なども行った事が深く印象に残った。

企画講演は2018年9月に発生した北海道胆振東部地震の影響でブラックアウトを経験された北海道大学の技術職員が、機器の災害対策をテーマに災害時の状況・復旧までの道のりなどを発表された。大規模な停電が何日も続いた事から連絡手段や情報源がなく、建物内の酸素濃度計も機能しない状態であったため被害状況確認を慎重に行う必要があった事、メーカーによる点検が終了し引き渡しを行う前日に震度5強の余震が起こり2度目の点検を余儀なくされた事など苦勞が偲ばれた。装置の耐震対策などが進んでいた箇所は被害が比較的軽微であったことから実験機器の地震対策の重要性を改めて認識した。

### 3. トークセッション

新たな試みとして2つのテーマをもとにトークセッションが行われた。セッション(I)では大学連携設備ネットワークが中心となり、登壇者に技術職員のキャリアパスについての考え方など議論を展開した。会場にいる参加者全員が意見を発信しやすいように、スマートフォンなどから入力したコメントがスクリーンに表示される「パパパコメント」と呼ばれるアプリケーションが用いられた。活発な意見交換が行われ中には機器に関する情報交換もあった。

セッション(II)では「NMR, 質量分析, X線回折, 元素分析, 電子顕微鏡」の分析分野で活躍しているベテランの技術職員が登壇し、まずは装置・分析事例の紹介などをしていただいた。同じ分野に長く携わっていても扱う試料や主流となる装置の変遷が著しいためそれに対応すべく常に研鑽が必要な事を述べられた。その他、装置管理・環境維持のための工夫している点など培った技術について有益な情報をいただいた。



図1. トークセッション(I)の様子

### 4. ポスターセッション

ポスター発表は60件の報告があり、テーマに分けてセッションが行われた。発表内容については、同じ装置の中でも各大学における特徴のある技術及び研鑽という話題以外にも、装置の新規導入の際の注意点、特殊な測定法の利用拡大を目的とした取り組み、ネットワークを用いたデータの取得方法や経年を得たPCに対する保守の仕方、温度校正に関する情報提供、装置の維持に重要な液体ヘリウムの回収ラインについての話題など大変幅広く、技術職員に求められる技術が多岐にわたる事を改めて実感した。

また、トークセッションでも話題に上がったキャリアパス及び技術継承についての各大学での取り組みも多数紹介されており、このテーマへの技術職員の関心が非常に高まっている事がうかがえた。

### 5. 謝辞

本研究会に参加する機会をいただきました工学部技術部の皆様に深く感謝申し上げます。

### 6. 参考資料

[1] 2019年度 分子科学研究所機器・分析技術研究会 HP <https://kiki2019.ims.ac.jp/>



# 技術部公開講座

創造工学センターものづくり公開講座



## 令和元年度 創造工学センターものづくり公開講座

中木村雅史\*1、後藤伸太郎\*1、磯谷俊史\*1、足立勇太\*1、坂井優人\*1、山本浩治\*1、  
中西幸弘\*1、森木義隆\*1、岡本久和\*1、川崎竜馬\*1、永田陽子\*2、西村真弓\*2

\*1 工学研究科・工学部技術部 装置開発技術系 \*2 工学研究科・工学部技術部 分析・物質技術系

今年度のものづくり公開講座は、前年度同様「模型用小型エンジン分解・組立実習」(図1)、「ガラス工作実習(小型フラスコ・トンボ玉)」(図2)を開催した。

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(小川精機製)



図2. 小型フラスコ・トンボ玉

### 1. 第1期高大連携・ものづくり公開講座

令和元年8月6日(火)において、高校生を対象に「小型エンジン分解・組立実習」を開催した。参加者数は高校生8名、引率教員3名であった。エンジンの分解・組み立て・実演に加え、ジェットエンジンのデモンストレーションが行われた。

### 2. 第18回留学生向けものづくり公開講座

令和元年7月4日(木)において、世界展開力事業JUACEPに参加している短期留学生4名を対象として模型用小型4サイクルエンジンに関するものづくり実習を行った。本講座はJUACEPの協力のもと、技術職員とJUACEP担当職員およびTA主体で行われた。

### 3. 第19回留学生向けものづくり公開講座

令和元年12月11日(水)、17日(火)において、海外からの留学生を対象にガラス工作に関するものづくり公開講座を開催し、6名ずつ計12名の参加があった。本講座は英語を使って実施した。昨年度同様、トンボ玉製作に加えて、小型フラスコの製作を行ったが、無事に全行程を終了し、事後のアンケートにおいては、おおむね良好な感想が得られた。

#### 4. 学内向けものづくり公開講座

令和元年10月25日（金）において、学内の学生を対象に「小型エンジン分解・組立実習」を開催した。参加者数は8名であった。こちらで用意しているエンジンが5台のため、一部2人1組となってもらって実習を行った。内容は7月に行われたものと同様である。

#### 5. 今後の予定

令和2年3月24日（火）において第2期高大連携ものづくり公開講座（ガラス工作）を行う予定である。

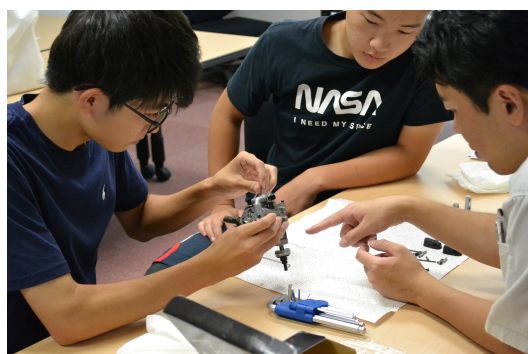
#### 6. 学会誌掲載について

令和元年6月に発行された砥粒加工学会誌63巻6号において、以下の特集記事が掲載された。

タイトル：先駆的日米協働教育プログラム（Japan-US Advanced Collaborative Education Program: JUACEP）での「ものづくり講座」について

執筆者：中木村雅史，酒井康彦，田中 雅，加藤智子

掲載の経緯を述べると、2年前に参加した「第17回ものづくり・創造性教育に関するシンポジウム（静岡大学）」において JUACEP に関する発表を行った際、聴講していた砥粒加工学会の先生から後日推薦を受け、記事を執筆する運びとなった次第である。今後も外部に向けて名古屋大学創造工学センターを積極的にアピールしていければと考えている。



第1期高大連携ものづくり公開講座の様子



第19回留学生向けものづくり公開講座の様子



# 技術部だより

活動報告

研修会等報告

講習会報告



## 平成 31 年度・令和元年度 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

- ・設備・機器の共同利用促進のため、設備・機器の登録を進め利用料金モデルの適用
- ・不在部局等への業務依頼対応
- ・人材育成プランの計画的実施、技術交流による技術支援強化
- ・岐阜大学との技術研修の企画・実施
- ・設備・機器アドミニストレーターの人選

#### ○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する。）
- ・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）
- ・技術系専門員会：技術系に関する事項について教員委員を含めた技術系会議（随時開催）

活 動 内 容 （技術的依頼業務を除く会議等報告）
<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 50 回 H31/3/19、第 51 回 R2/1/21、第 52 回 R2/3/3）</li> <li>・全学技術センター運営専門委員会 （第 1 回 R1/11/7、第 2 回 R1/12/16、第 3 回 R2/2/28）</li> <li>・全学技術センター人事委員会 （第 1 回 R1/11/7、第 2 回 R1/12/16、第 3 回 R2/2/28）</li> <li>・全学技術センター企画室会議 （第 46 回 H31/4/11、第 47 回 H31/4/25、第 48 回 R1/5/9、第 49 回 R1/5/23、 第 50 回 R1/6/13、第 51 回 R1/7/11、第 52 回 R1/8/8、第 53 回 R1/9/12、第 54 回 R1/10/10、 第 55 回 R1/11/14、第 56 回 R1/12/12、第 57 回 R2/1/9、第 58 回 R1/2/13、第 59 回 R2/3/12、）</li> <li>・全学技術センター実務委員会 （第 175 回 H31/4/19、第 176 回 R1/5/16、第 177 回 R1/6/20、第 178 回 R1/7/18、 第 179 回 R1/9/19、第 180 回 R1/10/17、以降、随時開催となった。 R2/3/19 コロナウイルス感染懸念で中止）</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） （H31/4/5、H31/4/19、R1/5/17、R1/5/30、R1/6/6、R1/6/27、R1/7/4、R1/7/25、R1/8/1、R1/8/22、 R1/9/26、R1/10/3、R1/10/24、R1/10/31、R1/11/28、R1/12/5、R1/12/26、R2/1/23、R2/1/30、 R2/2/20、R2/2/27、R2/3/5）</li> <li>・室長会議 （R1/9/26、R1/10/10、R1/11/7、R1/11/28、R2/1/30、R2/2/27、R2/3/5）</li> </ul>
工学研究科・工学部技術部関連会議

- ・企画・財務委員会教育研究支援専門委員会
  - 第1回 R1/6/10 (技術部活動報告・方針及び予算報告等)
  - 第2回 R1/11/25 (後補充対応、主席技師等選考委員会、予算執行状況等)
  - 第3回 R2/2/19 (工学研究科・工学部技術部の組織改編、後補充対応等)
- ・主席技師等選考委員会
  - 第1回 R1/12/10 メール審議 (主席技師等選考委員会委員構成について)
  - 第2回 R1/12/23 候補者書類選考 (技師書類選考、主任技師面接者選考、主席技師書類選考)
  - 第3回 R2/1/8 主任技師面接選考
- ・安全・厚生委員会 (8月除き月1回開催)
  - (第159回 H31/4/18 ~ 第169回 R2/3/17)
- ・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)
  - (第1回 H31/4/11 ~ 第11回 R2/3/13→R2/3/16に変更、R2/3/16コロナウイルスで中止)
- ・調整連絡会議 (月に1回~2回開催、工学研究科・工学部技術部内の予算、行事等の運営)
  - 第1回 H31/4/1、第2回 H/31/4/22、第3回 R1/5/13、第4回 R1/5/27、第5回 R1/6/3、
  - 第6回 R1/7/1、第7回 R1/8/2、第8回 R1/9/2、第9回 R1/10/7、第10回 R1/10/28、
  - 第11回 R1/11/18、第12回 R1/12/9、第13回 R2/1/6、第14回 R2/2/3、第15回 R2/3/9
- ・先端基盤促進共用促進事業額の確定調査 7/29
- ・工学部共用会委員会
  - 第1回 R1/5/17 メール審議 (令和元年度共用化委員会委員について、  
H30年度新共用事業報告、H30年度予算執行報告)

#### 研修講習会等

##### 【職員課主催 (地区国立大法人含む)】

- ・平成31年度名古屋大学新規採用職員研修 2名参加 H31/4/1~H31/4/10
- ・平成31年度・令和元年度新規採用サポート制度に係る交流会 3年目職員
- ・平成31年度東海地区国立大学法人等職員基礎研修 2年目職員
- ・TOEIC IPテスト (第1回~第5回) の受験
- ・令和元年度 名古屋大学・岐阜大学主任研修 (R1/7/3 名古屋大学)
- ・令和元年度 東海地区国立大学法人等 係長研修 (R1/7/18~R1/7/19 名古屋大学)
- ・令和元年度 東海地区国立大学法人等 新任課長補佐研修 (R1/7/18~R1/7/19 岐阜大学)
- ・英会話研修 実践 (中上級の代わり)、
- ・自己学習支援制度 (スピードラーニング貸出)
- ・英会話オンライン研修 (DMM) 第1回 (7~9月)、第2回 (10~12月)
- ・英会話オンライン研修 (産経オンライン)
  - 第1回レベルチェック (7, 11月) 第1回 8~10月、
  - 第2回レベルチェック (10, 2月) 第2回 11~1月
- ・令和元年度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)
  - (R1/8/28~R1/8/29 岐阜大学)
- ・令和元年度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)
  - (R1/8/26~R1/8/28 福井大学)
- ・令和元年度名古屋大学技術職員研修 (分析・物質コース)
  - (R1/9/3~R1/9/5 名古屋大学医学教育研究支援センター 分析機器部門)

##### 【全学技術センター主催】

- ・専門技術研修 (生物・生体コース) 「先進ゲノム支援」情報解析講習会
  - (R1/10/9~R1/10/11 国立遺伝学研究所)
- ・専門技術研修 (情報通信コース) 情報処理技術セミナー (クラウド編)
  - 「LC4RI(Literate Computing for Reproducible Infrastructure) による情報システムの構築・運用」
  - (R1/9/9 国立情報学研究所 学術総合センター)
- ・マネジメント研修 (R2/2/20 NIC館3F 大会議室)
- ・リスクアセスメント講習 (R2/2/21 NIC館3F 大会議室)

- ・名古屋大学技術研修会 R2/3/13 名古屋大学全学教育棟、名古屋大学 IB 館中棟  
 -特別講演：タイトル「アインシュタインの奏でる重力波のメロディー」  
 理学研究科 川村静児 教授

【工学研究科・工学部技術部主催】

- ・工学研究科・工学部技術部平成 30 年度技術部特別講演および研修報告会  
 (R1/12/3 VBL3 階 ベンチャーホール)  
 -講演題目：「自動運転のための運転知能と今後の展開」  
 工学研究科 機械システム専攻 未来社会創造機構モビリティ社会研究所所長  
 鈴木達也 教授

(工学研究科・工学部技術部系研修)

- ・PHP フレームワークの習得 (情報通信技術系) (R1/6/1~R1/11/22)
- ・個人サンプラーを活用した作業環境管理に関する法令改正の理解と検証 (環境安全技術系)  
 (H31/4/26~R1/11/29)
- ・装置装置における各種接合法についての知識・技術の習得 (装置開発技術系)  
 (R1/5/7~R1/11/29)
- ・フーリエ変換型赤外分光光度計を用いた各種測定手法の習得 (分析物室技術系)  
 (R1/6/1~R1/10/31)

(工学研究科・工学部技術部個別研修)

- ・コンテナ型仮想化アプリケーションの展開・管理自動ツール Kubernetes の学習  
 (情報通信技術系) (R1/8/15~R1/11/15)
- ・作業環境測定のマングン分析手法の検討 (環境安全技術系) (R1/7/1~R1/9/30)
- ・光学技術の基礎 (分析・物質技術系) (R1/7/1~R1/9/30)

(工学研究科・工学部技術部系講習会)

- ・ネットワークのセキュリティ事情と対策 (情報通信技術系)  
 (R1/7/23 13:45~ 工学部 7 号館 B 棟 3 階技術部会議室)
- ・安全対策へのドローン活用 (環境安全技術系)  
 (R1/11/8 14:10~ 工学部 6 号館 1 階 127 号室および原子核第 1 特別実験棟の近辺屋外)
- ・レーザー加工機の基本操作習得 (装置開発技術系)  
 (R1/10/16 9:30~ 実験実習工場 2F ガラス加工室)
- ・岐阜大学科学研究基盤センター機器分析分野の見学 (分析・物質技術系)  
 (R1/11/13 9:30~ 岐阜大学科学研究基盤センター機器分析分野)

【外部研修・研究会・講習・出張関連】

- ・2019 年度 分子科学研究所 機器・分析技術研究会  
 (R1/8/29~R1/8/30 岡崎コンファレンスセンター)

下記の 2 つの研究会は、新型コロナウイルス (COVID-19) 感染拡大を早期終息させる防止策のため開催中止となった。

- ・技術研究会 2020 千葉大学 (R2/3/5~R2/3/6 千葉大学 西千葉キャンパス)
- ・実験・実習技術研究会 2020 鹿児島大学 (R2/3/5~R2/3/6 鹿児島大学 郡元キャンパス)

# 令和元年度 情報通信技術系活動報告

藤原 富未治

工学研究科・工学部技術部 情報通信技術系

## 1. はじめに

令和元年度の情報通信技術系では、昨年度内定辞退による1名と自己都合による退職者1名の後補充として4月1日付で2名が新規採用された。

現在当技術系の構成は、技術系長1名、グループ長2名、グループ員11名（第1グループ5名、第2グループ6名）となり、総勢14名体制となっている。

## 2. 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12月末段階で総計46件であり、その大部分はサーバやWebの管理などの年間を通した継続性が必要な依頼業務が中心となっている。またアプリケーション開発などの業務相談も多くなっている。具体的には、東海国立大学機構に向けた事務高度化のアプリケーション開発業務相談やインシデントによる技術相談に対応し業務効率の向上に貢献している。当技術系では、工学研究科以外の業務依頼にも対応しており、情報学研究科、環境学研究科及び関連研究所、本部事務部などで7件の業務にも対応している。サーバの集約のために仮想化技術は必須項目であるため、工学研究科で管理する仮想サーバ担当業務の強化を行っている。本年度は新規採用者2名を迎え、業務効率化のための長期的な観点から新人育成に取り組んでおり、研修内容の充実も図っている。さらにサーバ管理業務やネットワーク管理業務など複数人体制での取り組みも一部実施中である。また、これら依頼業務のほか技術部サーバの管理・メンテナンス等も行い工学研究科・工学部技術部技術職員のインフラ環境も提供している。

## 3. 技術専門委員会

技術専門委員会は、技術系内で検討すべき項目の中で、専門的なアドバイスを必要とする事柄等を解決するため、当技術系をサポートして頂いている教員と技術職員が協議を行う場である。本年度における技術専門委員会委員は、情報系教員を含め4名、技術職員はグループ長以上の3名で構成され、新規採用職員の法人採用において、専門試験の実施、面接などで協力を得ている。その結果2名の採用に至り第1グループ、第2グループにそれぞれ1名ずつを配置し、定員数を充足することができている。

## 4. 業務調整会議・技術系打合せ・技術系グループ会議

### 4.1 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名の技術職員で「業務調整会議メンバー」を構成している。このメンバーで、技術系内の業務調整・技術力の向上や企画等の審議を行うために「業務調整会議」を開催している。「業務調整会議」は、年末年

始及び夏季休暇が含まれる8月を除き毎月隔週の火曜日に開催し、12月末までに15回開催している。本会議で審議した内容については会議メモとして、当技術系で管理するグループウェアに掲載し、情報共有に努めている。

#### 4.2 技術系打合せ

「技術系打合せ」は、「業務調整会議」の未開催火曜日に不定期で開催し、「業務調整会議」で審議すべき事項をあらかじめ検討することで「業務調整会議」を補足する役目を果たしている。これにより審議事項の迅速な決定や会議メンバー間の意思の疎通が可能となっている。

#### 4.3 技術系グループ会議

技術系グループ内の依頼業務の推進や技術系内運営等の情報交換を行う目的で「グループ会議」を開催している。グループ会議は、毎月開催される技術部系会議終了後に引き続き開催し、議論内容はグループ長が会議メモを作成し「業務調整会議」に反映している。この会議メモはグループウェア上に掲載し、技術系に周知している。

### 5. 技術研修・研鑽

学外研修では、岐阜大学主催の「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）」に伊藤大作副技師が参加し他大学職員との交流を深めた。

学内研修では、名古屋大学主催の「平成31年度名古屋大学新規採用職員研修」に石垣佐技術員、小林聖奈技術員の2名が参加した。また、技術部内の個人研修として島田啓史副技師が「コンテナ型仮想化アプリケーションの展開・管理自動化ツールKubernetesの学習」というテーマで研修を行った。系研修では申請代表者の中村成美副技師はじめ7名が参加し「PHPフレームワークの習得」というテーマに取り組み、今後のWebアプリケーション開発・運用業務における技術向上と同時に複数人開発方法の採用など当初の目的以外においても成果が得られた。

### 6. 技術講習会

本年度の当技術系の講習は、ネットワークセキュリティ対策をテーマに以下の通り実施した。

開催日時：令和元年7月23日（火）13:45～16:15

開催場所：工学部7号館B棟3階技術部会議室

講師司会：藤原富未治

講習題目：「ネットワークのセキュリティ事情と対策」

受講人数：情報通信技術系 14名

### 7. 技術部サーバ管理業務等

当技術系では、技術部の情報機器に関連した業務を担当している。本年度も、ネットワーク機器を使用した、ファイアウォールによるシステムの安定性を確保した。技術部ホームページ管理では最近の技術（マテリアルデザイン）を用いた新しいホームページの運用を開始した。

また、昨年度に引き続き名古屋大学設備・機器共用予約システム(NUESS)に対し、千代谷一幸技師、岡田佳浩技師の2名がシステム保守及び運用に協力している。

# 平成 31 年度・令和元年度環境安全技術系活動報告

澤木弘二

工学研究科・工学部技術部 環境安全技術系

## はじめに

昨年度 3 月に環境安全技術系においては 1 名の方が定年退職を迎えられた。定年退職後も再雇用形態を選ばれ環境安全技術系において引き続き業務を行って頂いている。環境安全技術系においては、再雇用者も含め今年度の構成人数も 15 人に変わりなく、技術系長 1 名、安全衛生担当の第 1 グループ長 1 名、第 1 グループ長補佐 1 名、第 1 グループ員 8 名、第 2 グループ長 1 名、第 2 グループ員 3 名で技術支援にあたっている。

## 1. 環境安全技術系の実施業務

今年度については 35 件の業務依頼がありこれを完了した。なお依頼件数は昨年度と比較して 8 件減少となっている。依頼件数は減少しているが年間の総業務時間数については大きな変化はなかった。依頼業務 35 件の内 30 件が年間業務、1 件が半期業務、4 件が短期業務であった。また業務時間数の比（年間依頼業務時間数／総時間数）が 97.6 パーセントであったことから、当系への依頼業務は年間業務を中心としており、昨年度より年間依頼業務時間数が増加している。年間業務の殆どが昨年度からの継続業務であり、その業務は基盤性が重要なもので、尚且つ、継続が必要なことから大きな要因となっている。

具体的な業務内容では、

- ・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）
- ・環境安全衛生管理室の業務（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）

となっており、学部内・大学内の共通的な業務への従事時間が近年増加傾向にある。その他の業務として、化学薬品管理用サーバーの管理、工作機器の管理、学生実験支援業務などの年間依頼業務も行っている。また、系構成員の中には、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の業務にあたっている者が多数存在する。

## 2. 業務調整会議

業務調整会議は、技術系長 1 名、グループ長 2 名、グループ補佐 1 名の合計 4 名で構成し、系内で業務振り分けなどの作業を担当する事になっている。しかし、個々、グループでの年間業務依頼が殆どとなっており、依頼業務に振り分けが必要となるものはなかった。一昨年度より引き続き系構成員の参加による朝の連絡会を開催し、業務に関する打ち合わせ、事務連絡等を行い、構成員からも意見を求め、意見等を反映できるように繋げている。

## 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、業務遂行に当たり問題となるものなく開催をしなかった。



#### 4. 出張報告会

実験・実習技術研究会は、新型コロナウイルス（COVID-19）感染拡大を早期終息させる防止策のため開催中止となった。出張報告会は下記の日時で開催することを決めていた。

開催日時：令和2年3月30日（月） 13：30～ 報告者：後藤光裕

出張先：実験・実習技術研究会 2020 鹿児島大学

（令和2年3月17日～20日 鹿児島大学 鹿児島市郡元1丁目21番40号）

#### 5. 技術研修

今年度の技術研修は、環境安全技術系として2件の系研修を行った。

開催日時：令和元年12月3日（火） 8：45～15：10

開催場所：VBL3階ベンチャーホール

##### 1) 「個人サンプラーを活用した作業環境管理に関する法令改正の理解と検証」

環境安全技術系 ○松浪有高、齋藤 彰、橋本明宏、河内哲史、後藤光裕、舟橋 朋  
分析・物質技術系 日影達夫、都築賢太郎、神野貴昭

研修期間：平成31年4月26日～令和元年11月29日

##### 2) 「作業環境測定のマングン分析手法の検討」

環境安全技術系 ○舟橋 朋

研修期間：令和元年7月1日～令和元年9月30日

#### 6. 技術講習会

近年、突然の豪雨により、屋上排水溝の落ち葉等による目詰まりで雨漏り被害が起こっている。その場合は、はしごを使用して建物に上ることとなる。また高所作業にもなり危険を伴う。

今回、対処方法としてドローンの空撮による、排水溝の整備が必要かの状況確認はできないかと考え、系講習会の題材とし実施した。

開催日時：令和元年11月8日（金）14：10～16：00

開催会場：工学部6号館1階127号室および原子核第1特別実験棟の近辺屋外

講習題目：「安全対策へのドローン活用」

# 令和元年度装置開発技術系活動報告

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

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、平成31年4月1日付で定年退職者2名を再雇用として引き続き採用を行なった。また令和4年度末退職予定者1名についても1年間の重複雇用により新規採用枠として運用することが認められた。現在、装置開発系職員数は19名（再雇用3名を含む）で構成している。別枠で、理学部よりガラス系技術職員1名が工学部へ派遣として加わっている。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る。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グループ長会議を随時開催し相互の連絡を密接に行っている。

設備・工作機械については、実験実習工場と赤崎館装置開発ファクトリーに分散配置されている。5軸複合加工機を機械系教室教員の協力のもとCAD/CAMシステム、ベリカット（NCシミュレーション）の取り扱い方法の習得に向けて、講習スクールへの派遣などを行なっている。新規の工作機器としてレーザー加工機（ユニバーサルレーザーシステムズ PLS 6.150D）が導入されアクリル加工が容易になった。また、これまで通り創造工学センターものづくり公開講座向けのイベントにも業務支援を行っており、「エンジン分解・組み立てコース」「ガラス工作コース」を各コース年2回程度企画開催している。

## 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。令和元年度1月末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361件、ガラス工作系98件、回路業務系4件、他に年間業務は8件となっている。

## 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、室長、グループ長・補佐、主任技師以上をメンバーとして開催している。ただし、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今年度より技師の者も一部加えて構成している。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分程度開催している。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 装置開発系方針と研修・出張関連報告等

当技術系の年齢構成は50歳代、40歳代、30歳代、20歳代が各4名となっている。年代的には良いバランスのように思えるが50歳代は年齢が一方に片寄っており今後の採用計画については、同年齢者が重ならない様に調整しながら計画的な人員補充を進める必要がある。2020年3月30日にオークマ株式会社出資のオークマ工作機械工学館が竣工される。最新のNC工作機械を操作できる機会が増えるため当技術部として20歳代から30歳代の職員には積極的に最新の工作機械を学んでほしいと思う。さらに再雇用職員が4名となり熟年者の持つ経験や技術力をいかに若手へ伝承していくかも重要と考えている。また、創造工学センターの機械加工オープン利用時の工作機械の操作指導や設備管理業務を担当してもらい学生、教員を対象として培ってきた経験を活かして活躍してもらいたいと思います。先にも述べたがオークマ工作機械工学館の最新の工作機械、新規導入が予定されている5軸マシニングセンターなど現役若手職員には難易度の高い業務対応や技術力向上のための研修時間が確保できる環境作りを進め、ガラス加工については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加工技術の指導を受けている。昨年度と比べて技術力も向上し、業務依頼件数も若干ではあるが増加傾向となっている。

次年度から東海国立大学機構として岐阜大学との連携が期待されている。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。

以下に令和元年度装置開発技術系の主な研修等の活動報告を示す。

- 1) 「令和元年度新規採用サポーター制度の実施」  
坂井優斗（3年目職員）年4回名古屋大学総務部職員課主催
- 2) 「装置製作における各種接合法についての知識・技術の習得」（工学技術部系研修）  
足立勇太 他13名 R01.05～R01.12
- 3) 「令和元年度東海地区国立大学法人等係長研修」  
森木義隆 R01.07.18～R01.07.19
- 4) 「工学研究科自衛消防隊向け防災講習【消火・工作班講習】自衛消防隊員」  
鴨下 哲、山本 遼 R01.09.12 10:00～
- 5) 「工学研究科自衛消防隊向け防災講習【情報伝達講習1】自衛消防隊員」  
坂井優斗 R01.09.18 13:30～
- 6) リスクアセスメント講習「機械（装置等）のリスクアセスメント」  
川崎竜馬、磯谷俊史、足立勇太 R02.02.21
- 7) 「第17回ものづくり・創造性教育に関するシンポジウム」（東北大学）  
後藤伸太郎、山本浩治 R01.11.21～R01.11.22
- 8) 「令和元年度 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 R01.12.03 8:45～15:10

- 9) 「NC シミュレーションソフト (VERICUT) ユーザー会」  
 オーエスジー (株) 本社・大池工場  
 長谷川達郎 後藤伸太郎 R01.10.18
- 10) 「NC シミュレーションソフト (VERICUT) 現地講習会」  
 (赤崎ファクトリー) R02.12.05
- 11) 「マネジメント研修 (管理職者研修)」  
 山本浩治、立花一志、白木尚康 (全学技術センター行事) R02.02.20 9:00～
- 12) 「岐阜大学技術報告会」 R02.03.04  
 山本浩治、立花一志 他
- 13) 「第 15 回名古屋大学技術研修会」 (全学技術センター行事) R02.03.13  
 発表: 「装置製作における各種接合法についての知識・技術の習得」  
 ○足立勇太  
 発表: 「学生実験装置「円管内流動」の新規設計製作」  
 ○後藤伸太郎  
 発表: 「断面プロファイルから統計分析を用いた L 寸法の同定」  
 ○長谷川達郎
- 14) 「千葉大学技術研究会」 3 名参加 (○は発表者) R02.03.05～03.06  
 発表: 「スパーク音の周波数解析を用いたワイヤ放電加工のモニタリング」  
 ○長谷川達郎  
 聴講: 中木村雅史、山本浩治
- 15) 「鹿児島大学実験・実習技術研究会」 3 名参加 (○は発表者) R02.03.18~R02.03.19  
 発表: 「学生実験 円管内流動の実験装置新規製作」  
 ○後藤伸太郎  
 聴講: 磯谷俊史、山本 遼
- 16) 令和元年度 創造工学センターものづくり公開講座
1. 第 1 期高大連携・ものづくり公開講座 (機械コース) R01.08.06  
 「小型エンジン分解・組立実習」 (高校生 8 名、引率教員 3 名)
  2. 第 18 回留学生向けものづくり公開講座 (機械コース) R01.07.04  
 「小型エンジン分解・組立実習」 (短期留学生 4 名)
  3. 第 19 回留学生向けものづくり公開講座 (ガラス工作コース)  
 「トンボ玉製作、小型フラスコの製作」 (長期留学生 12 名) R01.12.11 R01.12.17
  4. 学内向けものづくり公開講座 (機械コース)  
 「小型エンジン分解・組立実習」 (学内の学生 8 名) R01.10.25  
 ※雨天によりジェットエンジンのデモ中止
  5. 第 2 期高大連携ものづくり公開講座 (ガラス工作コース) 開催予定  
 「トンボ玉製作、小型フラスコの製作」 (高校生 8 名程度を予定) R02.03.24

### 3. 技術講習会

今年度の装置開発技術系の技術講習会は、2019年2月実験実習工場に設置されたレーザー加工機（ユニバーサルレーザーシステムズ製 PLS6.150D）の操作方法について行った。本機は名古屋大学卓越大学院プログラム予算で購入された。若手技術職員が操作方法を指導する形式で進めた。（詳細は装置開発技術系講習会報告を参照のこと）

講習題目：レーザー加工機の操作習得

開催日時：令和元年10月16日 9:30～12:00

開催場所：実験実習工場2階

講師：坂井優斗（装置開発技術系）

受講人数：装置開発技術系 8名

### 4. 機械系教室との交流

工学技術部装置開発技術系と関係の深い機械・航空宇宙工学専攻教室の教員や学生の方々と交流をはかることを目的として、修士論文発表会の終了後時間を利用して、装置系の新規導入工作機械の紹介や加工例・製作物の紹介、また、若手技術職員の発表練習も兼ねて技術発表を毎年開催している。今年度は複合加工機関連、学生実習の装置の刷新等、技術、技能の向上のために取り組んだ研修の成果を報告し、新しい業務依頼への対応も可能なことを紹介する予定である。教員の方から貴重なご意見や助言がいただけることを期待する。

以下に発表内容を示す。

開催日時：令和2年2月14日 18:15～19:15

1) 発表者：坂井優斗（精密加工技術グループ）

題目：レーザー加工機の紹介

2) 発表者：長谷川達郎（システム開発技術グループ）

題目：新たな教育支援業務から見た問題

－機械・航空宇宙システム研修の同時5軸加工事例－

3) 発表者：後藤伸太郎（精密加工技術グループ）

題目：学生実験装置「円管内流動」の新規設計製作

# 令和元年度 分析・物質技術系活動報告

永田陽子

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11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(技術系長と兼任)、技師2名）、第2グループ（グループ長1名、技師3名、副技師4名）の構成である。全学技術センター分析・物質技術支援室としては、当系は組成分析・構造解析グループ、表面分析・形態観察グループの2グループに分かれることになる。

## 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・大学院工学研究科およ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、超高压電子顕微鏡施設、超強力X線回折実験室の集まりからなっており、現在もそれらからの依頼が主となっている。主要な分析機器装置には、核磁気共鳴装置（NMR）の他に、粉末X線解析装置（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）、電顕系（TEM、SEMなど）、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、これら分析操作の前処理を行うことも重要な業務である。前処理として、試料分解、標準溶液の作成のほか、イオンミリング、マイクロトームなどがあり、依頼業務としても受け付けている。また、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1月末日現在60件であった。

他系からの業務として、環境安全技術系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ほか、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。また、今年度より装置開発系より依頼を受け「ものづくり講座」に協力している。特にこの「ものづくり講座」では留学生を対象にした講座も開催しており、日本語の他、英語での対応を行っている。

全学からの業務として、環境安全については特に工学部のみではなく、全学共通の業務も行っている。また、男女共同参画室から依頼を受け、12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。その他にも、動物実験支援センター、シンク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. 技術専門委員会

分析・物質技術系専門委員会は、教員3名、技術職員1名で構成しており、当技術系をサポートしている。本年は教育研究支援専門委員会と日程が近かったため、委員長との打合せの

みを行い、本委員会は5月にメールにて審議を行い、開催を省略した。

#### 4. 業務調整会議

系の運營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。今年度は系会議前後および必要に応じた日時にて、グループ長および分析・物質技術系業務調整会議メンバーの計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および研修や講習会などについて協議した。更に、全学技術センターの関わる中期目標についても多くの時間を費やした。

#### 5. 出張報告会

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、表現力等の向上のための発表、技術力向上に繋がる知識、情報を収集する目的で実施し、その成果を報告会にて報告している。今年度は機器・分析技術研究会が岡崎にある分子科学研究所で開催され、当系からは7名が参加し、その出張報告を行った。その他には3月に開催予定の鹿児島大学での実験・実習技術研究会への2名の発表参加を計画している。

#### 6. 技術研修・研鑽

今年度の系研修は、「フーリエ変換型赤外分光光度計を用いた各種測定手法の習得」という課題で、西村真弓、伊藤広樹を中心に全員で実施した。また個別研修では、神野貴昭が「光技術の基礎」という課題で研修を行った。それぞれ実施して成果が得られた。この他にも分析化学会主催の「基礎及び最新の分析化学講習会」に参加し、有機分析についての最新情報を収集した。また、中期目標にも挙げられている国際化を目指して英語能力について研鑽も行っている。今年度は大学主催の英語研修、大学連携研究設備ネットワークでの研修に参加し、TOEIC受験予定である。加えて学会発表も多数行っている。

#### 7. 技術系講習会

今年度の当系の講習会は、分析技術の向上を目的として以下の見学会を企画した。

開催日時：令和元年11月13日 14:00～16:00

開催場所：岐阜大学

機器センターではNMR、質量分析装置など、共通する機器を中心として見学を行った。岐阜大学では予算、人員の理由で多くの機器がセンターへ集約されている。それぞれの装置における測定、利用方法、メンテナンスなどについて情報交換を行った。また、装置の更新、維持費の捻出などのセンター運営についても教示いただき、大変有意義であった。

# 令和元年度 技術部講演会および研修報告会報告

齋藤 彰

工学研究科・工学部技術部 研修係

今年度は、令和元年 12 月 3 日（火）に工学研究科・工学部技術部の特別講演会および研修報告会を VBL ベンチャーホール（3F）において同時開催した。特別講演会および研修報告会の同時開催は今年度が 7 回目である。

今回は58名の参加者があり、その内訳は工学研究科・工学部技術部 情報通信技術系13名、環境安全技術系11名、装置開発技術系20名、分析・物質技術系10名であり、理学部装置開発系1名、教員2名、他部局1名であった。冒頭の開会の辞について副研究科長であり技術部長である瓜谷教授より、開会の挨拶を頂いた。内容としては、常日頃からの教育・研究面における技術部に対する御礼の言葉や、国立大学法人東海国立大学機構が設立されることに伴う組織改編について本学と岐阜大学との統合により、技術職員が担う役割に関する重要性について述べられた。



図1. 瓜谷教授のご挨拶

特別講演では、機械システム工学専攻／モビリティ社会研究所長である鈴木達也教授に「自動運転のための運転知能と今後の展開」という題目でご講演頂いた。まず初めにこれまでの経緯を説明された後、自動運転の現状について説明された。そこで大きなカギとなる「自動化されている機能」によって段階ごとに定義（レベル）付けされていること、またレベル1～レベル5までその状況に応じたドライバーによる監視からシステムによる監視までであることが分かりました。他に「運転に必要な知能」の構築に関することや実際に路上における「条件付きの自動運転」のテスト走行も実施されている状況にあることも映像を通して理解できました。近い将来において「完全自動運転」が実現する機会もそれほど遠くない話のようです。



図2. 鈴木教授のご講演

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、個別研修が3件、技術系研修が4件あり、それぞれについて報告された。研修報告の時間に関しては、発表時間20分、質疑応答時間5分と例年通りであり、活発な質問に加え、さまざまな意見交換・情報交換が行われ、有意義に報告会を終えることが出来た。最後に、澤木技術長より閉会の挨拶があり、研修会の総評として研修参加者に対して労いの言葉や、技術職員が有する技術のさらなる専門性の向上を推奨する言葉を頂き、終了となった。次ページにプログラムを掲載する。



## 令和元年度 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:令和元年12月3日(火) 8:45 ~ 15:10

場所:VBL3階ベンチャーホール

8:45~受付開始

1. 9:00~9:10 特別講演会・研修報告会開会の挨拶(司会・進行係:永田陽子)

工学研究科・工学部技術部長 瓜谷 章 教授

2. 9:10~10:10 令和元年度 特別講演(司会・進行係:藤原富未治)

演題 「自動運転のための運転知能と今後の展開」

工学研究科 機械システム工学専攻

兼未来社会創造機構モビリティ社会研究所長 鈴木達也 教授

3. 10:25~11:40 令和元年度 個別研修報告(○印:発表予定者)

(司会・進行係:澤木弘二、永田陽子、藤原富未治)

(1) 10:25 ~ 10:50 「作業環境測定のマングン分析手法の検討」

環境安全技術系 ○舟橋 朋

(2) 10:50 ~ 11:15 「光学技術の基礎」

分析・物質技術系 ○神野貴昭

(3) 11:15 ~ 11:40 「コンテナ型仮想化アプリケーションの展開・管理自動化ツール

Kubernetes の学習」

情報通信技術系 ○島田啓史

4. 13:10~15:00 令和元年度 技術系研修報告(○印:発表予定者)

(司会・進行係:藤原富未治、澤木弘二、山本浩治、永田陽子)

(1) 13:10 ~ 13:35 「PHP フレームワークの習得」

情報通信技術系 ○中村成美、太田芳博、伊藤康広、牧野 輝、伊藤大作、島田啓史、  
藤原富未治

(2) 13:35 ~ 14:00 「個人サンプラーを活用した作業環境管理に関する法令改正の理解と  
検証」

環境安全技術系 ○松浪有高、齋藤 彰、橋本明宏、河内哲史、後藤光裕、舟橋 朋、  
分析・物質技術系 日影達夫、都築賢太郎、神野貴昭

(3) 14:10 ~ 14:35 「装置製作における各種接合法についての知識・技術の習得」

装置開発技術系 ○足立勇太、坂井優斗、山本 遼、川崎竜馬、鴨下 哲、磯谷俊史、  
後藤伸太郎、齋藤清範、岡本久和、長谷川達郎、森木義隆、  
中木村雅史、中西幸弘、山本浩治

(4) 14:35 ~ 15:00 「フーリエ変換型赤外分光光度計を用いた各種測定手法の習得」  
分析・物質技術系 ○西村真弓、伊藤広樹、都築賢太郎、神野貴昭、林 育生、  
鳥居実恵、日影達夫、森野慎一、永田陽子

5. 15:00 ~ 15:10 閉会の挨拶

工学研究科・工学部技術部(工学系技術長) 澤木弘二

注)発表および質疑応答時間

◇技術系研修・個別研修(発表 20 分, 質疑応答 5 分)

予鈴:一鈴・2 分前, 二鈴・終了、三鈴・質疑応答終了

# 令和元年度 情報通信技術系講習会報告

藤原 富未治

工学研究科・工学部技術部 情報通信技術系

## はじめに

今年度の情報通信技術系技術講習会は、ネットワークセキュリティ対策をテーマに実施した。これは、サイバー攻撃が年々高度になり様々な攻撃手法により大学が狙われ、今後進化するサイバー攻撃への対応が不可欠になってくると考えたからである。

具体的な内容としては、キャノンマーケティングジャパン(株)主催のオンラインセキュリティセミナーを視聴した。セミナーは前編後編の2部構成で、前編でセキュリティ事情とサイバー攻撃、後編でサイバー攻撃の手口と対策という内容で行われた。また、セミナー終了後、実業務でのネットワーク環境の把握と今後についてのディスカッションを行った。本講習で実施した内容は次の通りである。

開催日時 : 令和元年7月23日(火) 13:45~16:15

開催場所 : 工学部技術部会議室(7号館B棟313号室)

講師(司会): 藤原富未治

講習題目 : 「ネットワークのセキュリティ事情と対策」

参加者 : 情報通信技術系 14名

## 講習概要

限られた時間内で有益な講習会とするため、予めセミナーにユーザ登録し、ネットワーク環境(無線回線チェックなど)、PCでの動作確認を行い、当日トラブルがないように事前準備をした。講習会当日は、PCを会議室大画面モニターに接続し、この画面を音声と共に全員で視聴する形でオンラインによるセミナーを受講し、次に従事しているネットワーク環境での問題点などを話し合う形で進めた。また本講習会のセミナーは前編、後編ともそれぞれ45分間であり、実際の講習内容は次のとおりである。

### 1) セキュリティセミナー前編(14:00 - 14:45)

画面資料を元にセキュリティ対策の基本、これからのサイバー攻撃対策のポイントと問題点、最近の代表的な脅威など中小企業を取り巻くセキュリティ事情、サイバー攻撃(ウイルス攻撃)の進化・脅威について説明が行われ、質疑等はチャットが用いられた。

### 2) セキュリティセミナー後編(15:00 - 15:45)

サイバー攻撃(ウイルス攻撃)の様々な手法を知ると共に新たな脅威に対する対策ソリューション(UTM)機能と特色について説明が行われた。最後に情報通信技術系職員各人の抱えているネットワーク環境について意見交換を行った。

今回は情報通信技術の要の一つであるネットワークについて最近の状況とサイバー攻撃の手法等を学習し情報通信技術系の職員で情報共有することができる機会となった。また、意見交換を通して個々が抱えている問題点も把握することができ、今講習により、今後のセキュリティ対策、対応の一つの指標になったと考える。

# 平成 31 年度・令和元年度環境安全技術系講習会報告

澤木弘二

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：令和元年 11 月 8 日（金）14:10～16:00

開催会場：工学部 6 号館 1 階 127 号室および原子核第 1 特別実験棟の近辺屋外

講習題目：安全対策へのドローン活用

講師：今井重文（環境安全技術系）

受講者：環境安全技術系職員 12 名、環境安全技術支援室職員 4 名、  
装置開発技術系職員 1 名、分析・物質技術系職員 1 名

## 2.概要

近年、ゲリラ豪雨等大きな災害に結び付く自然現象が頻繁に起きている。名古屋大学の建物においても、屋上排水溝の落ち葉等による目詰まりで雨漏り被害が起こったりしている。建物においては、無暗矢鱈に屋上に登れない構造になっており、その場合ははしごを使用して上ることとなる。2 人以上で行う作業であり、また高所作業にもなり危険を伴うこととなる。

今回、対処方法としてドローンの空撮により、排水溝の整備が必要かの状況確認はできないかと考えた。本講習会は、ドローン飛行に関する許可申請方法の流れおよびドローン空撮の実演を交えた内容で実施を行った。

## 3.ドローン飛行の許可申請

ドローンの操作について（電波法にも注意が必要）

ドローン操作に電波を用いる時「特定無線設備の技術基準適合証明（通称:技適）」を取得する事が電波法により義務付けられている。DJI や Parrot など大手メーカーが正規代理店販売するドローンは技適通過済のため問題ないが「ネットで格安ドローンを買った」「海外でドローンを買った」という場合は技適を取得していない機体の可能性があり注意が必要となる。

また、FPV（一人称視点）ゴーグルに映像を伝送する際に使用する電波帯は、一部利用にアマチュア無線の免許等が必要ケースもあるため、購入時は販売店で詳細確認をすることをすすめる。

### 1) ドローンの重さ 200g 以下

小型無人機等飛行禁止法（以下の場所および境界から周辺（300m）を飛ばす場合は事前に警察へ届け出）

#### (1) 国の重要な施設等

- ・国会議事堂、議員会館、衆参両院議長公邸など

- ・総理官邸、総理及び官房長官公邸など
- ・危機管理行政機関（内閣官房、内閣府、国家公安委員会、各省庁）
- ・最高裁判所
- ・皇居及び東宮御所
- ・総務大臣指定の政党事務所（公明党、自由民主党、日本共産党、民進党）

(2) 対象外国公館等

外務大臣指定の外国公館等

(3) 対象原子力事業所 以下の国家公安委員会指定の原子力事業所

- ・北海道電力株式会社 泊発電所
- ・東北電力株式会社 東通原子力発電所、女川原子力発電所
- ・東京電力ホールディングス株式会社 福島第一原子力発電所、福島第二原子力発電所、柏崎刈羽原子力発電所
- ・中部電力株式会社 浜岡原子力発電所
- ・北陸電力株式会社 志賀原子力発電所
- ・関西電力株式会社 美浜発電所、高浜発電所、大飯発電所
- ・中国電力株式会社 島根原子力発電所
- ・四国電力株式会社 伊方発電所
- ・九州電力株式会社 玄海原子力発電所、川内原子力発電所
- ・日本原子力発電株式会社 東海第二発電所、敦賀発電所
- ・国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 高速増殖原型炉もんじゅ、原子炉廃止措置研究開発センター
- ・日本原燃株式会社 再処理事業所
- ・国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 核燃料サイクル工学研究所、大洗研究開発センター

2) ドローンの重さ 200g 以上

小型無人機等飛行禁止法+航空法→国土交通省（名大エリアは大阪航空局へ申請）

上記ルールにプラス

- ・地上又は水面から高さ 150m 以上の空域
- ・人口集中地区の上空←名大エリアは該当のため申請
- ・空港周辺の空域

さらに以下のルールを守ること

- ・日中で飛ばすこと（夜間飛行不可）
- ・目で見える範囲で飛ばすこと
- ・人やモノから 30m 以上距離をあけて飛ばすこと
- ・イベントなど人の多くないところで飛ばすこと
- ・危険物の輸送に使用しないこと
- ・物の投下に使用しないこと

### 3) 国土交通省への申請方法

(1) 郵送による申請

(2) 持参による申請

(3) 緊急を要する場合の申請

(公共性が高く、かつ人道的な支援等による場合 災害等)

電話・FAX・電子メールでの申請が可能

(4) オンラインサービスによる申請

特別なソフトウェアは必要なし

右記アドレスより申請可能 <https://www.dips.mlit.go.jp/>

### 名古屋大学への申請方法（施設管理係に提出）

- ・国土交通省の許可証認証と名古屋大学飛行許可申請書を提出。
- ・期間の指定がなく指定日のみの申請となる。
- ・複数日上げる場合は都度申請書が必要となる。

## 4.まとめ

今回、国土交通省への申請はオンラインサービスによる申請で行ったということであるが、書類作成に数時間掛かり、許可をもらうまでに審査・差し戻しの繰り返しで3か月以上掛かったと講師から話があった。また、名古屋大学内での審査においても、許可が下りるまでに1か月掛かったということであった。屋外でドローンの飛行を行ったが、制御システムが洗練されており、取り扱いについては操作ミスを犯したとしても安全な方向への動作が行われる構造になっていることを実感し、万が一、制御不能の状況に陥ったときの対応方法についても皆で意見交換を行った。建屋屋上の排水溝の撮影画像においても確認できる状況であった。

我々、環境安全技術系の技術職員として、ドローンを活用することで安全に作業を進めることができる手立てを1つ入手することができたと考える。ドローンを活用した他の業務への応用についても検討を行い、危険回避のため無駄のない形態、やり方を得て行きたい。

# 令和元年度 装置開発技術系講習会報告

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

令和元年度の装置開発技術系では、新規で導入したレーザー加工機（ユニバーサルレーザーシステムズ PLS 6.150D）図1について講習会を開催した。このレーザー加工機はツインレーザーを搭載しており出力、精度も汎用のレーザー加工機の中でトップクラスの性能を持っている。幅広い職員に使用して頂けることを期待している。講習内容を以下に示す。

講習題目：レーザー加工機の操作習得

開催日時：令和元年10月16日 9:30～12:00

開催場所：実験実習工場2階

講師：坂井優斗

参加人数：8名（工学部装置開発）

購入予算：名古屋大学卓越大学院



図1. 使用したレーザー加工機

## 1. 講習内容

### 1) レーザーについての座学（30分）

レーザーについての基本的な知識・歴史・レーザー加工機の種類・現代の使い方についてスライド、動画を用いて解説を行った。

### 2) レーザー加工機（PLS6.150D）の説明（30分）

加工機と周辺機材の扱い方（電源を入れるところから加工を行って電源を落とすところまで）や加工データの作成について ※自作のマニュアルを用いて説明

### 3) レーザー加工機の実習（図2: 90分）

受講者各自が専用のソフト(Corel DRAW)で作図した後、加工データを作成し、アクリル板(2~3mm)の加工を行った。



図2. 加工機の説明中の様子

## 2. まとめ

今回の講習会により複数の技術職員が基本的な操作を学んだ。従来は、のこ盤で切り出した後フライス盤で加工を行っていたアクリル樹脂の加工効率が格段に向上すると思われる。また、アクリル以外の材料（木材、ゴム）の加工も可能であり、切断は不可能であるがガラス、金属への加工が可能となっているため幅広い用途に活用できると期待している。

# 令和元年度 分析・物質技術系講習会報告

森野慎一

工学研究科・工学部技術部 分析物質技術系

## はじめに

令和元年度の分析・物質技術系講習会は、岐阜大学と本学との統合による来年度発足の東海国立大学機構を見据え、岐阜大学科学研究基盤センター機器分析分野（以下、機器分析分野）を見学することにした。見学先の機器分析分野には多種多様の共用機器が設置されており、また、岐阜大学の分析系の技術職員が1名配置されていることから、共用機器のメンテナンス方法やセンターの運営方法等について情報収集を行った。

開催日時：令和元年 11月 13日（水）14:00～16:30

開催場所：岐阜大学科学研究基盤センター機器分析分野

参加者：分析・物質技術系職員 7名

開催スケジュール：

14:00～15:30 施設見学（総合研究棟Ⅱ 1階、生命科学棟 1階）

15:30～16:00 情報交換

## 1. 実施概要

最初に岐阜大学の沢田技術職員の案内により、生命科学棟1階の核磁気共鳴装置等の見学をした。続いて、計7室の機器分析室で構成されており、各室それぞれに質量分析装置、核磁気共鳴装置、各種分光装置等、走査型電子顕微鏡、透過型電子顕微鏡、X線分析装置が配置されている総合研究棟Ⅱ1階の見学を行った。施設見学後は、装置や運用方法等について参加者各自で意見交換ならびに情報収集を行った。

## 2. 得られた知見及び成果

生命科学棟1階の核磁気共鳴装置は高額な維持管理費が必要とのことであり、維持費として毎年予算措置がされているが、近年利用率は低迷しており、共用機器としてどのように維持し続けていくべきか課題になっていると伺った。総合研究棟Ⅱ1階では、各技術領域の共用装置が一つの建屋に集中配置されていた。本学には同規模の共用施設は見当たらず、機器分析分野の装置の充実度には目を見張るものがあった。施設の運営は、専任の助教1名、技術職員1名、技術補佐員2名に加え、協力員（教員）89名の体制で行っているが、技術職員がわずか1名しか配置されておらず、専任職員の増員が必要だと感じた。装置の利用料については、利用者の負担を考慮して、現在は低めに設定しているとのことであるが、昨今の予算状況から利用料を上げざるを得ないのではないかとというジレンマを抱えているとのことであった。同様の認識は、装置の支援業務に従事している技術職員であれば常に感じている所であり、両学ともに共用装置の運営において共通の課題を抱えている事がわかった。今回の訪問では、岐阜大学の分析系技術職員の職場環境や機器分析分野の体制等を知ることができ、大変有意義な講習会となった。最後に快く施設見学を承諾いただきました岐阜大学の沢田様には深く感謝申し上げます。



## 編 集 後 記

科学技術の発展とともに工学研究科及び関連研究科から求められている技術も刻々と変化しています。工学研究科・工学部技術部では、この期待に応えるべく、常に新しい技術・技能の習得のための研修・研鑽、情報収集、そして、技術の継承を行うなど日々精進しております。また、留学生を対象とした「ものづくり実習」や、技術支援を英語にて行うなど、活動の幅も広げて行っています。本技報は新しい技術に対応するための技術系の個人・グループとしての取り組みや、系の活動記録等を報告書として纏めたものです。教員の方々には、今後の依頼のご参考にして頂くとともに、技術職員の方々には、技術力向上の一助として活用にお役立て頂ければ幸いに存じております。

最後に、原稿をお寄せ頂きました執筆者ならびに発刊にご協力いただきました皆様に感謝し、お礼申し上げます。

令和 2 年 3 月

工学研究科・工学部技術部 広報係  
松浪有高 調整連絡会議委員(代表)  
中西幸弘 調整連絡会議委員  
中村成美 情報通信技術系  
長瀧宏弥 環境安全技術系  
川崎竜馬 装置開発技術系  
神野貴昭 分析物質技術系



## 技報 Vol.22

発行：令和2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: [gijutu@etech.nagoya-u.ac.jp](mailto:gijutu@etech.nagoya-u.ac.jp)

Tel./Fax.: 052-788-6167

