

新潟大学工学部
技術部報告集
第 16 号



新潟大学工学部技術部

2020年9月

目次

1 巻頭言

- 第16回技術部報告集の刊行にあたって・・・技術部長（工学部長）小椋一夫・・・3

2 挨拶

- 今年度の活動報告・・・技術長 福嶋康夫・・・5

3 活動報告

- 3.1 研修委員会（製作技術班）活動報告・・・大泉 学、星 勝広・・・7
3.2 安全委員会（製作技術班）活動報告・・・伊藤 告、阿達 透・・・12
3.3 広報委員会（開発技術班）活動報告・・・弦巻 明、石渡宏基・・・13
3.4 地域貢献委員会（実験技術班）活動報告・・・川上貴浩、今井純一・・・15
*夏休み工作教室
望遠鏡の製作・・・萱場龍一・・・20
ミニ4駆をソーラーカーに改造しよう！・・・弦巻 明・・・21
Arduino でプログラミング・・・川上貴浩・・・22
夏休み工作教室の詳細・・・川上貴浩・・・25
3.5 報告集委員会（分析技術班）活動報告・・・柳沢 敦、松平雄策・・・27
3.6 教材開発チーム活動報告・・・籙町 剛・・・28
3.7 Webチーム活動報告・・・南部正樹・・・29

4 技術報告・技術紹介

- 4.1 マイクロガスタービンの開発と産業への応用・・・松平雄策・・・31
4.2 『t-メソッド』用の標準吸着等温線推定法の模索・・・籙町 剛・・・37
4.3 有機微量分析法の紹介とその分析例・・・佐藤大成・・・47
4.4 NPO 新潟の科学・自然探偵団事業
サイエンス・サーカスについて・・・齋藤 浩・・・51
4.5 機械工作実習Ⅰ・Ⅱ・Ⅲに関する報告・・・羽鳥 拓・・・52

5 出張・研修

- 5.1 三大学技術職員連携会議への参加報告・・・柳沢 敦・・・55

6 退職者の一言

6. 1 定年にあたり 大泉 学 57

6. 2 定年退職にあたって 伊藤 告 58

7 新採用者の一言

7. 1 着任のご挨拶 加藤平蔵 59

8 備考

8. 1 新潟大学工学部技術部名簿 61

8. 2 報告集委員会・編集後記 62

1 「第 16 回技術部報告集の刊行にあたって」

技術部長（工学部長） 小椋 一夫

ここに第 16 回技術部報告集が発行されることは大変喜ばしいことと存じます。新潟大学工学部は、日本海側における高等工学教育の中核的役割を果たしており、技術部はその教育研究活動の技術支援を担っております。本報告集は技術職員の皆様の活動を年度毎に纏めるものであります。その成果は一朝一夕で得られるものではなく、技術職員の皆様の継続的な研磨と努力の賜物であることは疑う余地もありません。

新潟大学工学部は、融合科学としての新しい工学教育を目指し、平成 29 年度に、伝統的な工学分野を力学、情報電子、化学材料及び建築の 4 分野に再編し、新たに文理の枠を超えた融合領域分野を加えた 1 学科体制としております。「情報」と「融合」を核とした改組により定員を 50 名増やして 530 名とし、初年次の転換・導入教育により「学びに対する確固たる動機」を形成し、「大局的な視点から学ぶ力」を身に付けていきます。そして 2 年次以降の主専攻プログラムにおいて多様な社会に対応した専門知識を修得していきます。新しい工学部では、これまで培ってきた学年縦断型・分野横断型の「ドミトリー型教育」により「出る杭を伸ばす工学教育」を取り入れています。そして「ドミトリー型教育」を発展させて、大学の世界展開力強化事業「メコン諸国と連携した地域協働・ドミトリー型融合教育による理工系人材育成」を実施しています。メコン諸国の著名 4 大学の学生と本学学生のチームが地域企業と連携して実施する「グローバルなドミトリー型教育」です。このような教育のグローバル化においては、これまで以上に「ダイバーシティ」は欠かせない要素であり、今後の工学教育に積極的に取り入れていく必要があります。

融合科学としての新たな工学教育を開始してから 4 年目を迎えます。この間も大学を取り巻く状況は刻々と変わり、時代も令和となりました。技術進化によるイノベーションが急激な社会変化をもたらしていることを鑑みますと、工学部の果たすべき役割がいかに大きいかが理解できます。学生が自らの学びに誇りと自信もてる工学教育、そして地域と連携した特色あるグローバルな工学教育を着実に実施していく上で、技術部としてこれまで培ってきた地域との繋がりや技術支援を大切にしながら、工学部と密接に連携して人材育成に積極的に関わっていくことが肝要となります。

本技術部報告書が工学部技術部の教育研究に対する支援活動や社会貢献活動を理解する上で役立つことを願っております。今後も、技術部へのご支援、ご助言を宜しくお願い致します。

2 今年度の活動報告

技術長 福嶋 康夫

今年度の技術部委員会は、副技術長の交代があり新規体制で技術部運営を行った。技術部委員会の会議は月二回の定例で行い、技術部の運営についての検討、各委員会からの報告、検討事項について議論しながら進めてきた。

各委員会、チームの活動、研修、出張等についてはそれぞれの報告をご覧くださいこととし、ここではこの1年の技術部活動の主要な点と、活動実績を時系列で示す。

技術職員の評価については、例年通り年2回の評価者（協力者）による面談を実施した。

技術部予算について

今年度も技術部に通常予算として30万円、旅費予算として21万円を配分していただき、通常予算（30万円）については、技術部報告集、技術部の地域貢献活動、夏休み工作教室、備品、消耗品などに使用した。

また、旅費予算については、鹿児島大学で予定されていた「実験・実習技術研究会2020」、に使用する予定だったが、新型コロナウイルスの影響で中止になったため使用することが出来なかった。

技術職員の研修について

全学の教室系技術職員対象の研修は、従前の9月の基本研修、3月の技術発表会・講演会（新型コロナウイルスの影響で中止）、放送大学、e-ラーニング、英語研修（TOEIC受験）など昨年同様に行われた。なお、工学部の技術職員研修については、研修委員会の報告に譲る。

2019年

- 4月10日 第1回技術部委員会（以降月2回開催）
 - 17日 技術部長（工学部長）と新技術部委員会メンバーの顔合わせ
 - （中旬）各班会議の開催
 - 22日 第1回安全巡視の実施（安全委員会）（以降、定例で巡視を実施）
 - 24日 第1回技術部会議
- 6月10日 附属長岡小学校 工学部見学（羽田）工学力教育センター、理科実験教材開発PJ（センター内）
 - 13日 小千谷南中学校 工学部内見学（広報委員会）
 - 18日 新規採用者歓迎昼食会

- 7月27日 小針中学校区まちづくり協議会からの依頼事業 約20名
「夏休み工作体験教室」実施(6テーマ、スタッフ13名)
- 8月3日 坂井輪中学校区まちづくり協議会からの依頼事業 約90名
「夏休み子ども工作・実験教室」実施(7テーマ、スタッフ15名)
- 21日 「夏休み工作教室」開催 (30名)(保護者全体で80名)
《テーマ1:望遠鏡(児童48名)》
《テーマ2:ソーラー4×4(児童24名)》
《テーマ3:プログラムを作って音の出るイルミネーションを作ろう(児童24名)》
- 9月12日 工学部技術職員研修会 (西蒲土地改良揚排水機操作場および新川排水機場見学
:23名参加)
- 24日 附属長岡中学校の工学部見学(宮本、安中)
- 27日 平成29年度教室系技術職員研修(基本研修)
- 10月26-27日 科学技術へのいざない出展(郡山市)(3名)
テーマ:偏光板を用いた万華鏡
中間面談(10月下旬~11月中旬)
- 11月30日 3大学工学部技術職員連携会議(於:富山大学工学部、2名参加)

2020年

- 2月1-2日 青少年のための科学の祭典新潟県大会出展(於:アオーレ長岡)(18名)
《テーマ:LEDを用いた通電チェッカーを作ろう》
- 3月10日 令和元年度教室系技術職員研修(講演会・技術発表会)(中止)
- 13日 工学部技術職員新人研修「機械、電気」(永野、安中)
- 18-19日 実験・実習技術研究会2020 鹿児島大学(中止)
評価面談(16日~27日)
- 第2回技術部会議および技術部慰労会は新型コロナウイルスの影響を考慮し中止とした。

活動報告

3.1 研修委員会（計測技術班）活動報告

副技術長 大泉 学
計測技術班班長 星 勝広

今年度の計測技術班の活動について下記の通り報告する。

(1) 構成メンバー

副技術長 大泉 学（環境安全推進室）
技術班長 星 勝広（人間支援感性科学プログラム）
副技術班長 南部 正樹（建築学プログラム）
副技術班長 齋藤 浩（材料科学プログラム）
技術主任 山下 将一（社会基盤工学プログラム）
技術員 安中 裕大（電子情報通信プログラム）
技術職員 石橋 邦彦（社会基盤工学プログラム）

(2) 活動報告

1. 西蒲原排水中央管理所及び新川河口排水機場見学会

新川河口排水機場は、国営西蒲原排水農業水利事業で造成された土地改良施設で、県農地部管理施設です。西蒲原排水中央管理所において新川排水機場を含めた県農地部管理施設 3 施設、県土木部管理施設 3 施設、市町村管理施設 6 施設、西蒲原土地改良区管理施設 47 施設が一元的に監視・制御されています。今回の見学では、西蒲原土地改良区の方々にご説明いただきました。

9月12日（木）参加者 24 名、公用車 3 台に分乗し 13 時工学部を出発。西蒲原排水中央管理所には、西蒲原土地改良事業展示室が併設されており、かつてこの一帯は鎧潟・田潟・大潟（通称三潟）を始めとする数多くの潟や沼・窪地であったこと、江戸時代には西川に合流していた新川（当時の早通川）を西川の用水路としての機能維持のため、立体交差させ日本海へ直接放流する工事（1820 年完成）がなされたこと、その他、治水事業の映像説明などを受けた。明治 29 年の横田切れ（中の口川の洪水）の際には、2m 以上水に浸かった地域がこの土地改良区内であったことなども説明されました。

操作室では、監視カメラによる揚排機や水路の状況の確認、用排水路の水位状態などの表示モニターについて説明を受けました。その後新川河口へ移動。

新川河口排水機場は、口径 4.2m、排水量 40m³/秒の横軸円筒型ポンプを 6 台備えた国内最大級の排水機場で、ポンプは新川の水底に在り、見学でも水面下まで降りてモーターの見学を行ったこ

とになる。排水機は平成 30 年までの水利事業で更新され、自然排水樋門の工事が今後行われるとのことであった。



(西蒲原排水中央管理所)

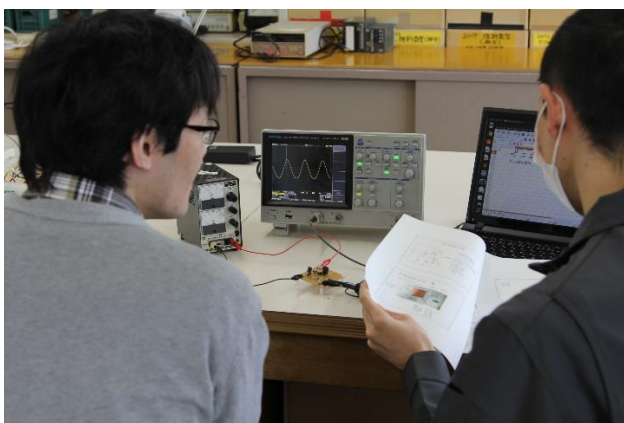
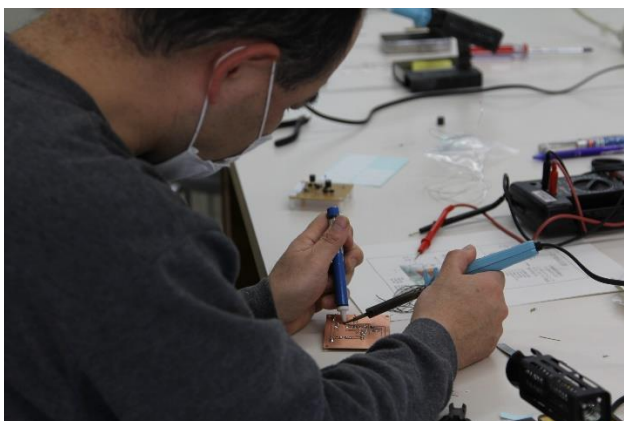
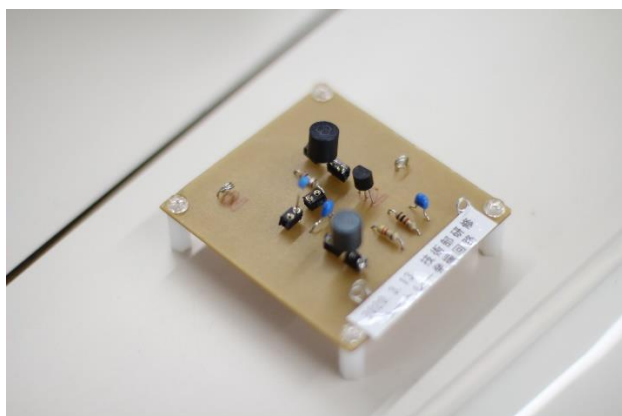


(新川河口排水機場)

2. 発振回路の製作 工作実習

令和2年3月13日の午前10時から、工学部A棟4階のA415実験室にて工学部技術職員研修「発振回路の製作」が開催された。4名の技術職員が研修に参加した。研修の講師は計測技術班の安中裕大が務めた。

この研修は電子回路製作を通して、半田づけのやり方や、回路素子について学ぶことを目的としたものだ。製作したのは、コイル、コンデンサ、トランジスタなど様々な回路素子で構成された、ハートレー型発振回路と呼ばれる回路である。ハートレー型発振回路は直流電圧を印加すると交流電圧を発生させる。製作の後はオシロスコープを回路に接続し、実際に回路によって発生した交流電圧の波形を確認した。



(発振回路の製作)

3. 難削材のねじ切り加工

日時：3月13日(金)

研修会参加者：4名

講師・会場：工学部創造工房技術職員 4名・工学部創造工房

これまでの技術職員研修における機械工作（工作機械を使つての金属加工技術）をテーマとしたものでは、一般工作機械を使用しての汎用性のある金属加工を行ってきました。そこで使用した加工材料は一般的によく使われる被加工材料としての鉄を対象としての技術研修を行ってきました。

そこで今回の技術研修においては被加工材用として様々な技術分野に応用できる（工学部内での様々な専門分野で使用されている）被加工材料を対象としての機械工作・応用工作を行うことをテーマとして行った。

技術研修のテーマ：難削材および建設材料のメスねじ加工

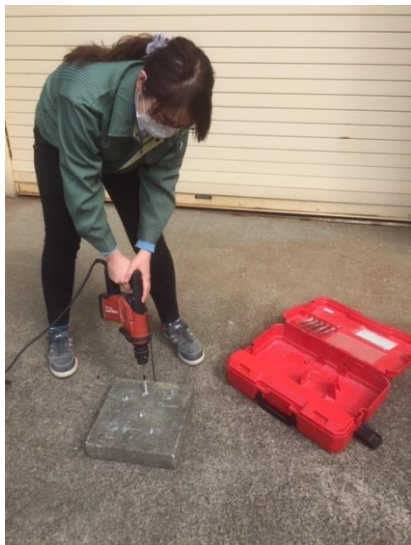
目的：工学部内での様々な専門分野で使用されている被加工材料を対象としてのねじ切り加工（メスねじ加工）の習得。

被削材：ステンレス、塩化ビフェニール、アクリル、コンクリート

研修会においては創造工房の技術職員の方々からネジについての基礎的な技術知識についての講義を行った後にネジの製作を行った。



加工実習：ステンレス、塩化ビフェニール、アクリル加工



加工実習：コンクリート材へのアンカー基礎ボルト埋め込み

参加者の声

- ・ためになった。
- ・これからの仕事に役立てたい。
- ・重たくて自分に出来るかなあ～。

活動報告

3.2 安全委員会（製作技術班）活動報告

副技術長(安全担当) 伊藤 告
製作技術班班長 阿達 透

安全委員会は工学部環境安全衛生管理室の安全管理業務の補佐を主に行い、本年度は製作技術班が委員会を担当した。環境安全衛生管理室の構成員である小坂事務室長および星衛生管理者とともに月2回の職場安全巡視を2チームに分けて交代で行った。なお、環境安全衛生管理室は小椋学部長・鈴木副学部長・小坂事務室長・星衛生管理者・伊藤副技術長(安全担当)から構成されている。

安全巡視においては工学部共通管理区域の非常口・消火栓・消火器のチェック、廊下・階段・建物周辺の安全確認を主に行った。あわせて構内・建物周辺の吸殻チェック・清掃を行った。巡視結果はその都度事務室長に報告し、問題箇所について対応してもらった。また、全学で同時に行われるキャンパスクリーンデーにおいても清掃を兼ねて禁煙巡視を行った。

本年度における安全巡視は22回、キャンパスクリーンデーにおける禁煙巡視は10回であった。

【本年度の主な安全巡視結果】

- ・廊下および非常口周辺の放置物品の撤去要請および有効通路幅1.6mの確認
- ・屋上出口の未施錠
- ・非常口のドアノブカバーの破損

【禁煙巡視により吸殻が多かった箇所】

- ・北門周辺および工学部西側市道からのバイク入口周辺および側溝内
- ・西側駐車場およびバイク置場

【工学部環境安全衛生管理室と本部施設管理課による研究室巡視】

今まで実施していなかった研究室巡視を施設管理課と協働で2/13～21の間に行った。工学部から小坂事務室長・星衛生管理者・伊藤副技術長が帯同した。巡視結果については施設管理課が取りまとめ中であり、後日事務部から報告があると思われるので省略するが、安全対策が不十分な研究室・実験室が多く見受けられた。

来年度以降は工学部独自で研究室巡視を行うことが考えられ、工学部環境安全衛生管理室と技術部安全委員会の協働での対応になると思われる。

【安全委員会からのお願い】

廊下の物品撤去・転倒防止処置に御協力いただきありがとうございました。おかげさまで廊下に関しては通路幅も確保され安全な状態になっています。今後は研究室内や実験室内においても教員と技術職員および研究室の学生が協力しあって安全確保に努めていただきたいと思います。

活動報告

3.3 広報委員会（開発技術班）活動報告

技術部副技術長 弦巻 明

開発技術班班長 石渡 宏基

今年度開発技術班は広報委員会として活動した。

【令和元年度活動計画】

1. 小中学校の工学部見学への対応
2. 技術部ホームページ更新の実施

【令和元年度活動報告】

1. 小中学校の工学部見学へのスムーズな対応のため広報見学先リストの更新作業を行なった
2. 小中学校の工学部見学への対応

6月10日（月）附属長岡小学校5年生 20名（保護者含）

受入時間 12:55～13:35 及び 13:45～14:25

第一ターム定期試験期間中のため工学力教育センターの見学と体験工作を実施した

担当：羽田卓史 技術専門職員

見学内容：工学力教育センターの概要，学生フォーミュラー参加紹介，
NHK 学生ロボコン参加紹介

体験工作：水に浮かべると光るライト

工作協力：理科実験教材開発グループ



工学力教育センターの見学



理科実験教材開発グループによる体験工作

6月13日(木) 小千谷市立南中学校3年生 16人, 引率教員3人

工学部の特徴的な施設の見学を希望 見学時間 35分

担当: 技術部広報委員会

見学内容: 計算機演習室見学, 創造工房見学, コンクリート実験室見学, 工学力センター見学



創造工房の見学



工学力センター3Dプリンターの見学

9月26日(火) 附属長岡中学校1年生 20名

受入時間 12:55~13:35 及び 13:45~14:25

担当: 安中裕大 技術職員「プラズマボールを用いた電気的実験」

宮本直人 技術職員「分光光度計による銅の比色定量」



プラズマボールを用いた電気的実験



「分光光度計による銅の比色定量」

3. 令和年度小中学生大学見学の様子を技術部委員会と広報委員会で議論し技術部ホームページに掲載した

活動報告

3.4 地域貢献委員会（実験技術班）活動報告

地域貢献委員会担当 副技術長 川上 貴浩
実験技術班 班長 今井 純一

1. 地域貢献委員会（実験技術班）メンバー

地域貢献担当は実験技術班で、8名の構成で地域貢献を計画して行く事となった。

今井 純一，高橋 勝己，富岡 誠子，野本 隆宏，長谷川 佳奈子，宇田 秀樹，
坂井 淳一，地域貢献担当：川上 貴浩

2. 本年度の活動報告

以下のように述べる，5事業を行った。

● 西地区まちづくり協議会事業（1）

2019年7月27日（土）8：30-12：30 小針小学校区コミュニティー協議会協賛

担 当 長谷川 佳奈子，坂井 淳一 スタッフ 13名

参加テーマ 工作：分光万華鏡，紙トンボ，ストロー笛，LED ライト
体験：ホバークラフト，液体窒素を用いた極低温

参加人数 子供・20名 保護者・7名 スタッフ(コミ協)・5名(合計 32名)



毎年夏休みの始めに行っている。1年生から6年生まで参加するので，毎年テーマを，少しずつ変えて行っている。

● 西地区まちづくり協議会事業（2）

2019年8月3日（土）8：30-12：30 坂井輪公民館

担 当 高橋 勝己，坂井 淳一 スタッフ 15名

参加テーマ 極低温の世界を体験しよう，プラコップコースター
UV チェックストラップを作ろう，偏光万華鏡，ストロー笛，
CD ごま，紙トンボを作ろう

参加人数 小学生 90名＋保護者



毎年大変多くの子供たちが参加している。公民館のスタッフも入れると 25名くらいのスタッフで開催している。

● 夏休み工作教室

2019年8月21日（水）

担当者 富岡 誠子，坂井 淳一 スタッフ 計 30名

テーマは 3件

- ・ 望遠鏡の製作 担当：松平
- ・ ソーラーカーの製作 担当：弦巻
- ・ プログラムを作って，音の出る イルミネーションを作ろう！
担当：川上

各テーマの詳細は，最後のページで報告する。

● 科学技術へのいざない

2019年10月26（土）～27（日）

担 当 宇田 秀樹，阿達 透，石渡 宏基，川上 貴浩

テーマ 偏光板を用いた万華鏡

参加人数 80名

台風 20 号は全国に多くの災害をもたらし、郡山市内にも床上浸水の影響を残したままであった。両日とも小学生、幼稚園児の小さな子供達が 80 名参加、午前中はすくなくかったが、午後からはまずまずの参加者数であった。昨日来ていた子供たちが、今日もリピーターとして多く来てくれた。



●科学の祭典

2020年2月1日（土）2日（日）

担 当 野本 隆宏, 川上 貴浩

スタッフ 18人（1日9人）

テ ー マ LED 通電チェッカーを作ろう

人 数 入場者数 1日目 7,755人 2日目 9,065人 合計来場者数 16,820人

技術部で対応した人数 400人

インフルエンザ流行と、コロナウィルスが広がり始めた2月始めに、イベントが行われた。マスクの入手が困難になる時期でもあった。いつもより来場者は少ないのではないかと思っていたが、予想外に多くの参加者で、会場は溢れかえっていた。

報告の詳細は以下の新潟大学工学部技術部ホームページより、ご覧頂けます。

<http://tech.eng.niigata-u.ac.jp/activity/pdf/saiten2020.pdf>

以下は HP の内容

【開催日時】 令和2年2月1日（土）午前10時から午後5時
2日（日）午前10時から午後4時

【会場】 アオーレ長岡

【開催内容】 （1）小中学生向けの実験・工作教室（常設ブース）
（2）科学マジックショー（特設ステージ）
（3）県内科学技術振興企業・団体等PRコーナー

【出展団体】

大学 6校 12ブース 高等学校 5校 5ブース
企業・団体 10社 12ブース 計 21団体 29ブース

【報告】

技術部のブースは、「LED 通電チェッカーを作ろう」で、

写真のものを作りました。

技術部が対応できた個数は、

2日間で約400個でした。

写真はその時の様子です。

作ったものを用いて、

簡単な実験を行っている様子です。



以下は、その時の様子です。



【来場者数は、1日目 7,755人、2日目 9,065人 合計 16,820人】
スタッフは1日目、2日目ともに9人体制で、対応させていただきました。
スタッフの皆様、本当にご苦労様でした。

夏休み工作教室

望遠鏡の製作

開発技術班 萱場 龍一

夏休み工作教室で望遠鏡の製作を行いましたのでご報告いたします。

望遠鏡の製作は、厚紙、レンズ、三脚などを使用し、子供達が簡単に出来るものとししました。その結果、定員を大幅を超える 50 名以上の応募がありました。(嬉しい悲鳴です。) 対象を 1~6 年生としたことにより低学年の応募がほとんど望遠鏡に集中してしまったのが原因と思われます。定員のバランスを考えて高学年の方で望遠鏡を希望した人もいましたが他のテーマに変更してもらいました。最終的に 47 名(低学年が 44 名)になりました。予定では四角い望遠鏡と少し難しい六角形の望遠鏡を準備していましたが、あまりの人数の多さに全員で四角い望遠鏡の製作を行いました。

望遠鏡のつくり方は、厚紙にけがいてある線をはさみで切り、望遠鏡の筒を 2 組作ります。中心を丸くくり抜いた厚紙 2 枚でレンズをはさみ、テープで留め組み立てます。レンズと筒をつなげて、筒の周りにシールを張ります。最後にクルーガンを使用して三脚を取り付けて完成です。



子供達が楽しそうに望遠鏡を覗いている姿がとても印象的です
何が見えるのかな？

最後にスタッフとしてお手伝いして頂きました、松平雄策さん、羽鳥拓さん、富岡誠子さん、永田向太郎さん、南部正樹さん、坂井淳一さん、高橋百寿さん、大泉学さん、津田峻平さん、山下将一さん、篠町剛さん、厚紙のレーザー加工でお世話になりました弦巻明さん、羽田卓史さん、ありがとうございました。その他、工作教室に携わった全てのスタッフの皆様に深く感謝申し上げます。

夏休み工作教室

ミニ4駆をソーラーカーに改造しよう！

技術部 弦巻 明

今年のモーターで動く工作は、いつものソーラーカー。タミヤのミニ4駆を改造してソーラーカー化しました。

幾種類かのミニ4駆を地域貢献委員長から仕入れてもらい、ソーラーミニ4駆に改造しました。問題はミニ4駆のシャシーに太陽電池の架台をどう取り付けるかでした。

昨年と違い、車体が小さいため工夫が必要です。電池ケース部の上にレーザー加工機で切り抜いたアクリル板を取り付けることにしました。また昨年度のワールドミニ4駆は、モーターが付属していましたが、本年度のミニ4駆にはモーターが付属していません。モーターも含め価格が安く、期日までに数を揃えられる物を選ぶことにしました。

ミニ4駆のモデルを4種類と決め、工作の順番がそれぞれ違うため統一した解説書が作れないことから各モデルの担当責任者4名とボディーの加工や、組み立て方を工夫しました。

ミニ4駆を組み立てられる参加者を募集したのですが、やはり時間が掛かってしまう参加者も見受けられました。終了時間までには参加者全員、完成できることが出来ました。ただし、車体へのシール張りは時間の都合で後回しにすることにしました。

最後に、夏休み工作教室のために事前準備や当日運営にご協力いただきました皆様に御礼申し上げます。



夏休み工作教室

Arduino でプログラミング

川上 貴浩

スタッフ 阿達 透, 安中 裕大, 石渡 宏基, 川上 貴浩, 土田 淳慈, 福嶋 康夫 6名
参加者 子供 23名, 同伴者は 18名
所用時間 約 2時間 30分

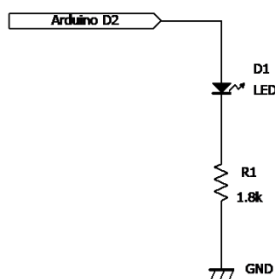
ArduinoUno を用いて, 簡単な回路とプログラムを作り, 音楽を鳴らしたり, 楽譜にあった音階で LED に表示にすることを今回行った。

手順としては,

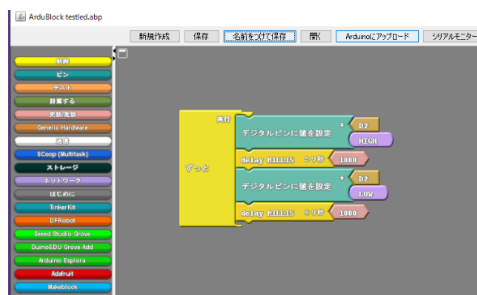
3_1.LED を制御する回路とプログラムを作る。

ArduinoBlock という, 子供でもできるように, カードをつなぎ合わせてプログラムを作っていくという言語を用いた。

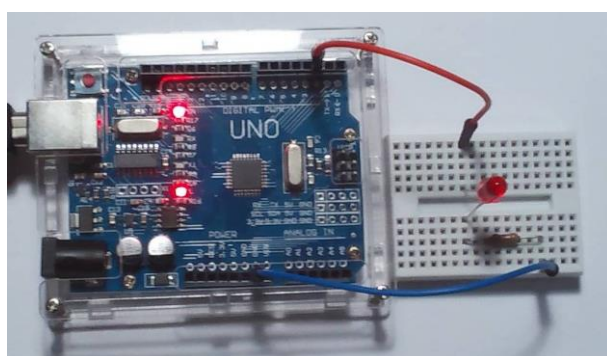
以下は, 作製例である。



1.回路



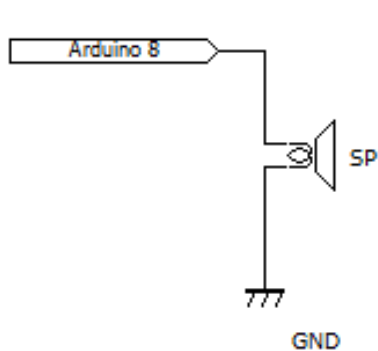
2.ArduinoBlock プログラム



3.実際の回路

3_2.圧電ブザーを用いて、音階を出す回路とプログラムを作る。

3_1と同じように、回路を作り、プログラムを作り、プログラムを実行し、動作確認を行った。



4.回路

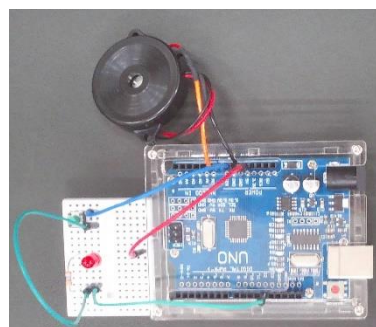
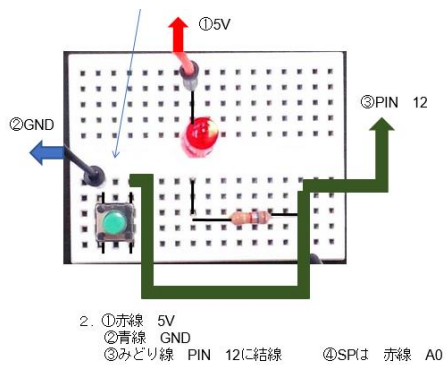


5.ArduinoBlock プログラム

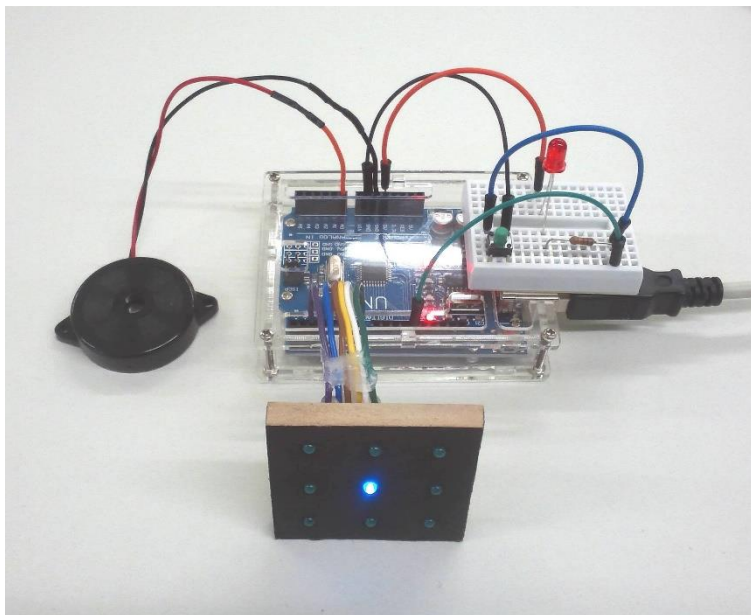


6.実際の回路

3_3.SW を押すと LED が光り、音楽が流れる回路



3_4.上記回路を一緒にして、音を鳴らして、LED を光らせる回路とプログラムを作ってもらった。



完成した回路



プログラム作成の様子

当日は大変暑く、受付、車誘導係、その他ご協力いただきましたスタッフの皆様に、感謝申し上げます。

夏休み工作教室の詳細

毎年、夏休み工作教室を開催している。今年を対象を、1年生から6年生までとしたので、参加者人数が過去最大となり95名の参加となった。ホームページでは抽選によりと記載したが、今回は、すべての子供たちを受け入れた。駐車場なども考慮すると、今後は抽選しなければならない。

工学部長、総務課、教務課のご協力により、多くの子供たちを呼ぶことができました。お忙しいところ誠にありがとうございました。

また、工学部技術部の多くの方々に御協力を頂き、大変熱い中、熱心に対応していただき誠にありがとうございました。

夏休み工作教室のスケジュールとスタッフ配置

| 工作 | 望遠鏡 | ソーラー4x4 | プログラムを作って、音の出るイリュージョンを作ろう! | | |
|------------------|----------------------|----------|----------------------------|----|----|
| 実施場所 | 203/204 | 107 | A415 | | |
| 受付人数 | 48 | 24 | 23 | | |
| 学年内訳 | 6 | 6 | 2 | 6 | 18 |
| | 5 | 1 | 5 | 8 | 5 |
| | 4 | 1 | 4 | 14 | 4 |
| | 3 | 24 | | | 3 |
| | 2 | 9 | | | 2 |
| | 1 | 13 | | | 1 |
| 同伴者数※ | 35 | 20 | 17 | | |
| 工作担当者 (○は責任者) | ① 齋藤 龍一 | ① 弦巻 明 | ① 川上 真浩 | | |
| | 2 松平 雄策 | 2 長谷川佳奈子 | 2 石渡 宏基 | | |
| | 3 羽鳥 拓 | 3 野本 隆宏 | 3 阿達 透 | | |
| | 4 富岡 誠子 | 4 柳沢 敦 | 4 安中 裕大 | | |
| | 5 永田向太郎 | 5 永野 裕典 | 5 福岡 康夫 | | |
| | 6 南部 正樹 | 6 宮本 直人 | 6 土田 淳哉 | | |
| | 7 坂井 淳一 | 7 須佐 昂太 | | | |
| | 8 高橋 百寿 | 8 佐藤 大成 | | | |
| | 9 大泉 学 | 9 山田 拓哉 | | | |
| | 10 津田 峻平 | 10 加藤 平蔵 | | | |
| | 11 山下 将一 | | | | |
| | 12 旗可 剛 | | | | |
| 写真撮影 | 斉藤浩、HPアップ(長谷川・富岡・今井) | | | | |

※工作教室スタッフは除く、()は別テーマの保護者を兼ねる人数(内数)

| 運 営 | | |
|---------------|------------------------------------|----------------------|
| 9:00 技術部室 | 屋外看板の設置 | 駐車場案内担当の方 |
| | 受付・講義室の張り紙、飲み物・お土産の準備等 作品展示の手伝い | 地域貢献委員会 |
| | 作品展示 | 川上、岩野(準備) |
| 12:45 107室 | 駐車場案内 | 羽鳥、坂井、川上、阿達、永田 |
| | 受付、お土産と飲み物配布 | 福岡、永野、高橋(百)、斎藤、富岡、加藤 |
| | 展示品対応 | 斉藤 |

| 項 目 | 使用金額 |
|---------|---------|
| 望遠鏡 | 58,264 |
| ソーラー4×4 | 32,720 |
| プログラム | 26,260 |
| その他 | 6,530 |
| 合 計 | 123,774 |

夏休み工作教室のホームページの URL

<http://tech.eng.niigata-u.ac.jp/activity/index.html>

夏休み工作教室のスタッフ配置 30名

活動報告

3.5 報告集委員会（分析技術班）活動報告

副技術長 柳沢 敦

班長 松平 雄策

分析技術班は今年度 6 名で構成され、担当委員会は柳沢副技術長の下、報告集委員会でした。委員会活動は、昨年度の技術部活動内容等を報告書にまとめ、体裁を整え 7 月に「2018 年度新潟大学工学部技術部 15 号」を発行しました。以下に本年度の活動内容を報告します。

【分析技術班メンバー】

| | | | |
|------|----------------|-------|----------------|
| 技術班長 | 松平雄策(機械システム工学) | 副技術班長 | 籾町 剛(化学システム工学) |
| 技術主任 | 宮本直人(化学システム工学) | 技術員 | 佐藤大成(材料科学) |
| 技術員 | 加藤平蔵(化学システム工学) | 技術職員 | 土田淳慈(人間支援感性科学) |

※0内はプログラム名

【活動内容】

報告集発行に際して

- ◎昨年度寄稿いただいた原稿のチェック。班員で手分けをし、誤字、脱字、レイアウトの統一化を行う。
- ◎校正原稿を著者に再確認、再提出して頂き、目次に従いページを付随。
- ◎7 月 1 日印刷開始。
- ◎製本業者に発送。
- ◎製本終了、学内に配布。
- ◎他大学に発送。
- ◎次年度の原稿依頼。

【班員の研鑽状況】

教室系技術職員研修(基本研修)5 名、技術部研修(新人研修含む)4 名、e ラーニング 2 名、放送大学 5 名、地域貢献参加(延べ人数)7 名、高圧ガスの安全な取り扱いについて 1 名、新潟大学化学薬品管理規定 1 名、メンタルヘルス研修 1 名、TOEIC 試験 1 名

技術部報告集の発行にあたり関係いただいた皆様さらに、一年間の活動にご尽力いただきました分析技術班の皆様に深く感謝申し上げます。

活動報告

3.6 教材開発チーム活動報告

籾町 剛 (チーム代表)

本組織は、教材などの開発や改良等に興味をもった有志集団です。定例の会合で情報交換をおこない、業務等にかんする見識をひろげるとともに、個人レベルで興味をもった教材などのガジェットを(日ごろの業務の片手間程度ですが)製作したり関連した会話を楽しんだりしています。定まったタスクは設けてはいませんが、教材の製作等についての相談窓口としての面も有しております。

本年度の活動について、以下項目ごとに言及します。

(通常の活動)

会合そのものを情報交換や関連した雑談をおこなう機会として意義あるものと位置づけ、とくに用が無くとも、長期休みなどの比較的時間的な余裕のある時期をメインに定期的な集まりをもつよう心がけました。年度初めに設定した開催回数にじっさいのが及ばなかったのですが、今年度の場合は開催時期をチーム代表者が独断で決定しているため、一個人の都合で中止にしてしまったのが理由でした。かかる事態を避けるため開催時期を年度初めに設定すべきでした。

検討事項としましては、技術部委より、地域の公民館からの要請でおこなわれる小学生対象の工作体験等のテーマ(工作にかぎらず簡単な実験や興味をひきそうな展示物などを含めて)を提供してほしい旨の申し出があり、会合時にはそれにかんする話題が多く挙がりました。この件については普段から会合のつど主要な話題になっているもので、できるだけ多数のテーマをストックしておきたいという意向であるとのことですが、残念なことに今年度かかる要請に対してのわたくしたちのできた答酬が満足ではありませんでした。つきましてはこの場を借りた学内職員に向けてのお願いになりますが、好ましいネタをお持ちの方は軽い気もちでご提言くだされば助かります。使えそうな題材であれば、必要に応じてチーム内で適宜デザイン等の検討をして、技術部の持ちネタに発展させていきたいと思えます。とまれ、この件にかんしては来年度以降もひきつづき討議していく予定です。

なお、本報告執筆段階でほかに教材製作にかんする相談は受けておりません。依頼の無い間は、従来どおり大学教育や地域貢献といった用途を限定せずにさまざまな教材等の開発を各自のペースで無理の無い範囲で進めていくことにしています。とくに催事もとりおこなっていませんが、とくに無理をせず次年度以降もおなじスタンスでよろしかろうと思えます。

(工学部祭への参加)

技術部ブースの展示については、慣例的に本チームに参加不参加の判断が委ねられており今年度も出展の予定でありましたが、主催者側の都合で中止になったため、技術部紹介用の原稿(1ページ)を提供したのみにとどめました。なお、この原稿は冊子にまとめられ、工学部祭に来られた方がたに配布されたとのことでした。

活動報告

3.7 Web チーム活動報告

計測技術班 南部 正樹

Web チームは、新潟大学大学院自然科学研究科ホームページの管理をおこなっており、頻繁に要求されるサイト更新や合格発表、バックアップ、さらに事務部の様々なルートからの更新依頼に対して窓口を一本化し、チーム内で情報を共有しながら、迅速で正確な対応を心がけ更新作業に努めている。

また、この他にも「ダブルディグリープログラム（国際的教育プログラム）」、「食づくり実践型農と食のスペシャリスト養成プログラム」等のいくつかのページの更新も行なっている。

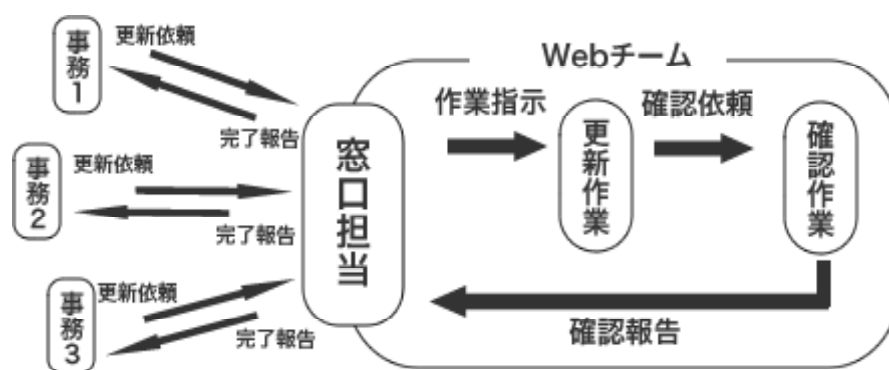


図1 更新業務の流れ

【更新業務の流れ】

事務部からの更新依頼は原則メール（更新依頼専用）で受け、Web チーム全員で依頼内容を把握する。

窓口担当はメンバーに対し、「作業者」と「確認者」を指名する。

作業者は更新完了後、確認を依頼し、確認者は窓口担当に確認報告をおこなう、これらチーム内の連絡はメーリングリストを使い情報を共有する。

このように作業を行うための一連の流れ（フロー）があり、ミスを最小限に抑える

※ 窓口担当は、Web チーム内で1年交代に担当している。

【活動報告】

本年はサイトの更新や自然研博士課程合格発表も含め、50件ほどの更新依頼があり全て滞りなく完了した。また作業手順を把握するための期間を終えた2名が、正式にWeb チームメンバーとなり、計9名で活動することができた。

責任問題の曖昧さやセキュリティの問題から複数人によるサイトの管理は難しい、

複数人でファイルを共有する場合、窓口担当者は重複してファイルの更新が起こらないよう更新指示するなどメンバー内サイト制作のルール作りが必要となる。

今後も大学改革等で更新頻度や管理サイトの増大が考えられるが、業務のフローと更新のルールを徹底してミスや無駄のない作業で安全なサイト管理を行いたい。



図2 自然科学研究科 HP

【メンバー】

| | |
|--------|-------|
| 南部正樹 | 計測技術班 |
| 富岡誠子 | 実験技術班 |
| 永田向太郎 | 計測技術班 |
| ◎齋藤 浩 | 分析技術班 |
| 野本隆宏 | 製作技術班 |
| 佐藤大成 | 分析技術班 |
| 安中裕大 | 計測技術班 |
| 長谷川佳奈子 | 実験技術班 |
| 津田峻平 | 開発技術班 |

◎印は令和元年度の窓口担当

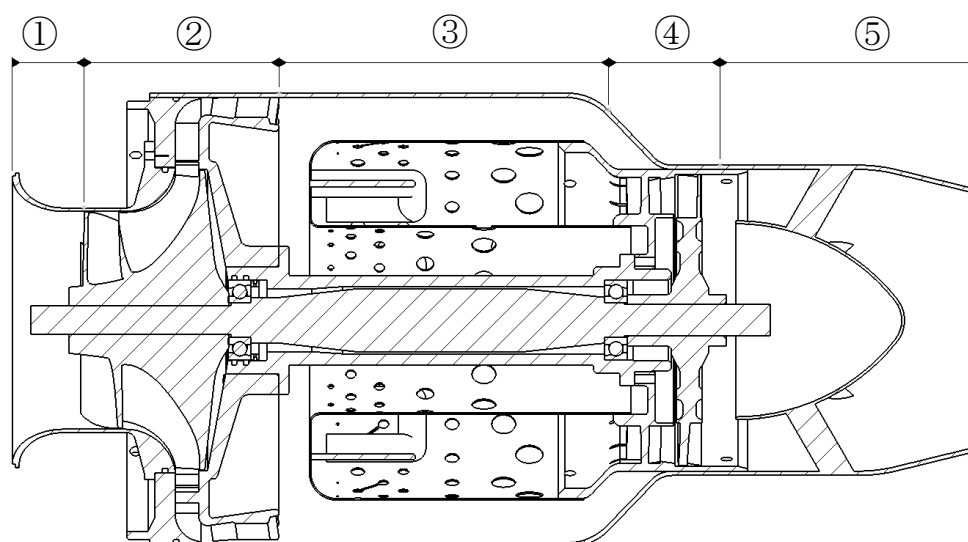
技術報告

4.1 マイクロガスタービンの開発と産業への応用

分析技術班 松平 雄策

私が所属する、機械システム工学プログラム熱工学研究室(松原幸治 教授)では、2011 年より YSEC 株式会社(新潟市西蒲区)を中核とした県内企業、新潟市、産業総合研究所、長岡技術科学大学との共同体制(NSP:NIIGATA SKY PROJECT)によって、出力 30kW 以下の超小型(マイクロ)ガスタービンエンジンの研究開発を進めてきた。筆者もスタッフとして参加させて頂き、さらに科学研究費補助金基盤 C 平成 26 年度～平成 28 年度『浮遊粒子採取ターボジェット UAV システム構築に向けた要素技術の開発』、基盤 C 平成 29 年度～平成 31 年度『マイクロターボシャフトエンジン燃焼安定化のための旋廻、急加速型燃焼法の研究』を頂いて、NSP 製マイクロガスタービンの性能、燃焼実験等を行ってきたのでここに紹介します。

図 1 はマイクロジェットエンジンの構造である。図の左が吸気側、右が排気側である。



- ①エアインテーク：空気の流速を下げて圧縮機の回転による衝撃波の発生を防ぎ、同時に空気を圧縮する。
- ②コンプレッサー：エアインテークからの空気を圧縮し加圧する。
- ③燃焼器：圧縮された空気に燃料を噴射・混合し、燃焼させることで高温・高圧のガスに変化させる。
- ④タービン：高温・高圧のガスを膨張させて、コンプレッサー等を回すのに必要な動力を発生させる。
- ⑤排気ノズル：十分なエネルギーを持つガスを速度エネルギーに変えた後、後方にジェットとして噴出し、推進力を発生させる。

図 1. マイクロジェットエンジンの構造図

図2はNSP製6号機(約4500g, φ158mm, 全長337mm)。オランダAMT社製の模型飛行機用小型ジェットエンジンOlympus HPをモデルとして, NSPの関係各社が主要部品を製作し(製作過程では, 例えばタービン材料をインコネルからチタン合金に変える等の工夫も有。), ベアリングなどの部品も国内メーカーのものを使用, 純国産のプロトタイプエンジンである。



図2 NSP製6号機マイクロガスタービン

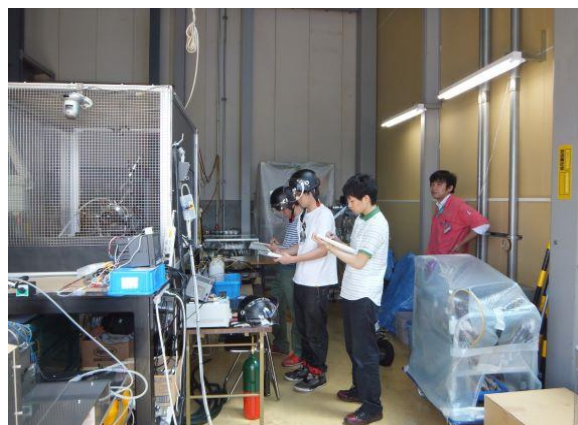


図3 YSEC社での実験風景

図3はYSEC社で性能実験等行った時の風景である。研究室の学生と出向き, エンジン出力, 燃料消費率, 耐久時間等の計測を行った。また筆者の所属する研究室ではこのNSP6号機を基に, 燃焼可視化実験と数値解析の両立という面から, マイクロガスタービン開発の更なる高効率化を目指し研究を行ってきた。

【数値解析】

図4はNSP6号機に使用されているアニュラ型燃焼器の数値解析結果である。数値解析には, 汎用性のあるANSYS Fluentを用いた。

数値解析についてはこの場では著さず, 別の機会にと考えています。

図4は例として, ほんの一部を掲載しました。

これらの解析結果を基に, 燃焼可視化実験を行ったので, 以降に述べます。

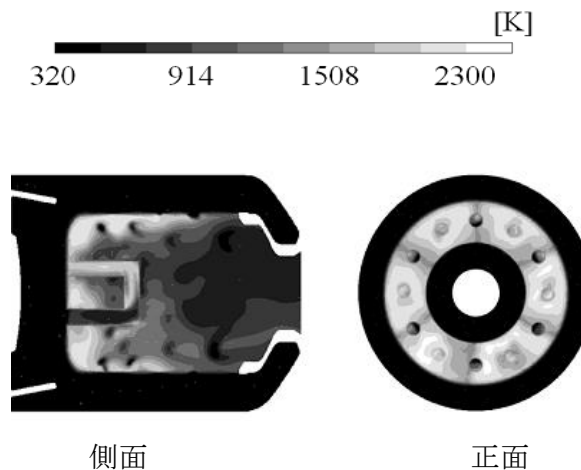


図4 アニュラ型燃焼器の数値解析(ex)

【燃焼可視化実験】

実験装置の簡略図を図5に示す。図5は, マイクロガスタービン用燃焼器の内部における燃焼温度や圧力測定と, 燃焼状態の可視化に焦点を当て設計したものである。

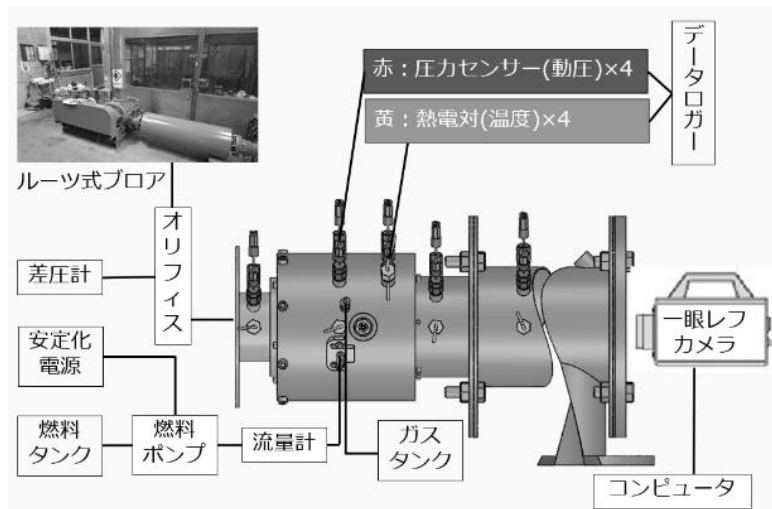


図5 燃焼可視化実験装置

この装置が実際のエンジンと異なる点は、空気を送風して燃焼させる方式となっていることである。空気源にはルーツ式ブロワ(Max698.9g/s)を用い、送られた空気はダクトを通して吸気部、テスト部へと導かれる。テスト部はコンプレッサー、排気静翼、タービン以外は NSP6 号機を再現したものである。

図6に実機と実験装置(テスト部)の比較断面図を示す。

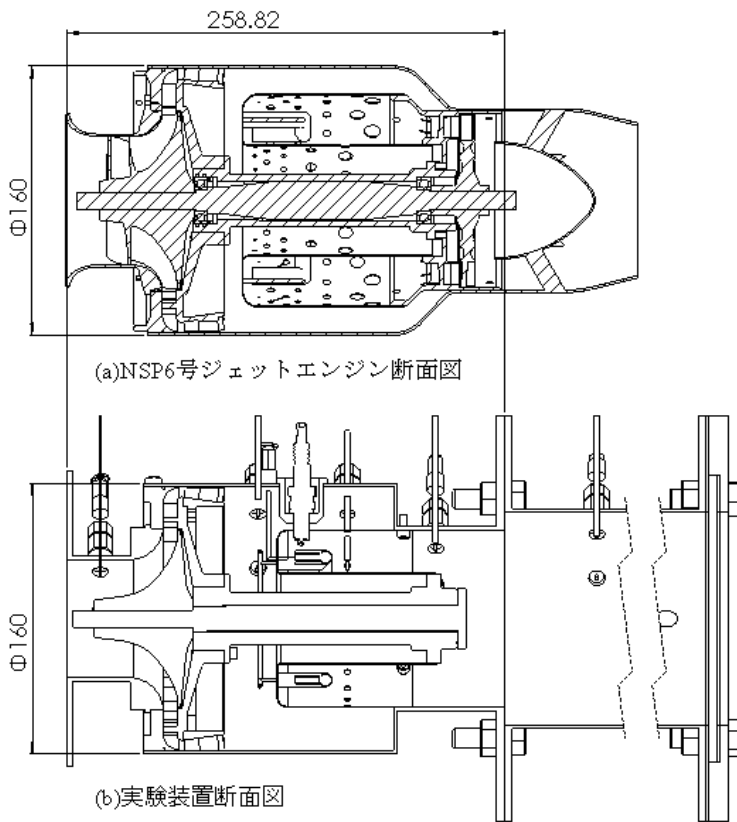


図6 NSP6号機と実験装置(テスト部)断面図 比較

テスト部ではブタンガスにより予熱を行った後、主燃料の Jet-A(灯油)に切り替え、空気と燃料を混合させ燃焼させる。

ブロアによる吸気のため、コンプレッサーはフィンがない形状に変更、燃焼器に至るまでの空気の流路の再現を可能な限り行った。排気静翼、タービンは多少燃焼に影響を及ぼすものの、排気側からのカメラ(一眼レフカメラあるいはハイスピードカメラ)による燃焼観察ができなくなるため排除した。

観察窓には、ネオセラム(超耐熱結晶化ガラス)を用いた。

燃焼器は NSP6 号機マイクロガスタービンで実際に使用していたアニュラ型燃焼器を採用した。

【実験結果および考察】

燃焼実験により判明したマイクロガスタービンの燃焼特性を「火炎安定限界」「燃焼効率」の2点に絞り、掻い摘んで報告します。

◎火炎安定限界

図7は燃焼の状態を一眼レフカメラで撮影したものである。燃料流量を0.5g/sで一定の条件で、空気流量を徐々に増加させて、空燃比を上げた時の燃焼変化を示す。(d)では炎が消えた状態で、この状態を「失火」と名付けた。

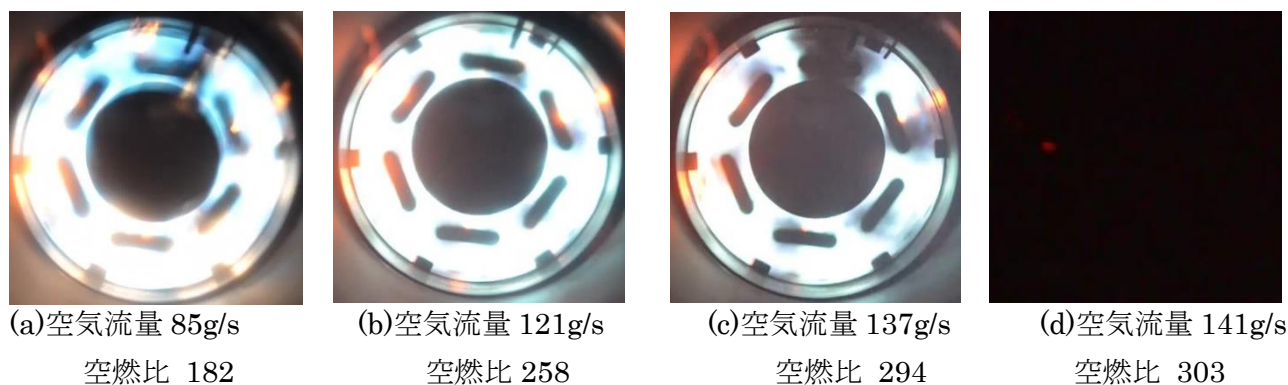


図7 燃料流量0.5g/s付近の燃焼画像(抜粋)

さらに空気流量を変化させたり、燃料流量を変化させたりしながら実験を行ったが、ここでは省略する。

これらをグラフ化し、火炎安定限界を考察した。図8に火炎安定限界のグラフを示す。

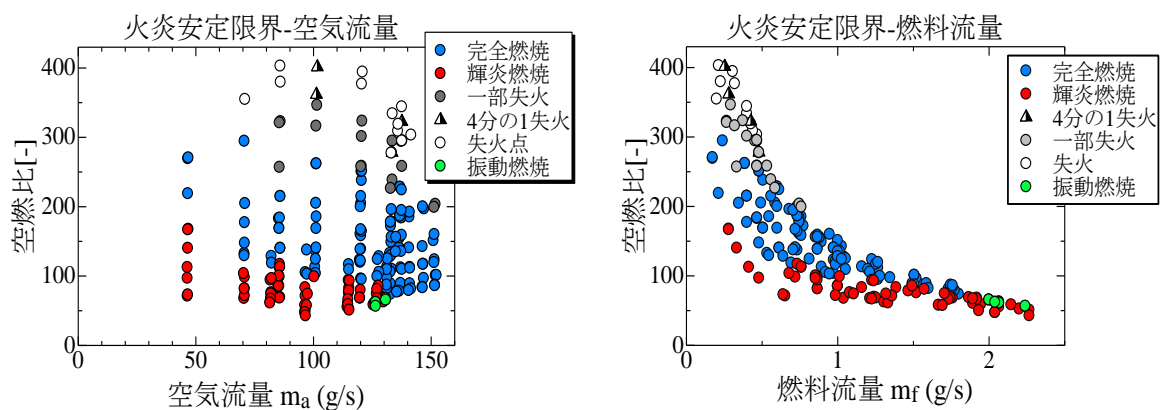


図8 火炎安定限界グラフ

これらグラフより、完全燃焼条件や失火条件等を知ることが出来た。

◎燃焼効率

完全燃焼に対し、実際に燃焼が完了した度合いを示す燃焼効率については様々な求め方があるが、我々は温度を用いて(実際の温度上昇/温度上昇の理論値)で求めた。

ここに抜粋で示すが、図9は燃料流量 1.0g/s での燃焼効率である。燃焼器の燃焼効率はグラフからも分かるように 100%に近い値を示した。

実験データはその他に、「燃焼振動」「圧力損失」「出口温度分布」等も実験条件を変えて測定し、グラフ化したがここでは割愛させていただきます。

実験で得られた結果等は、NSP のマイクロガスタービンの開発に反映できるものと考えている。

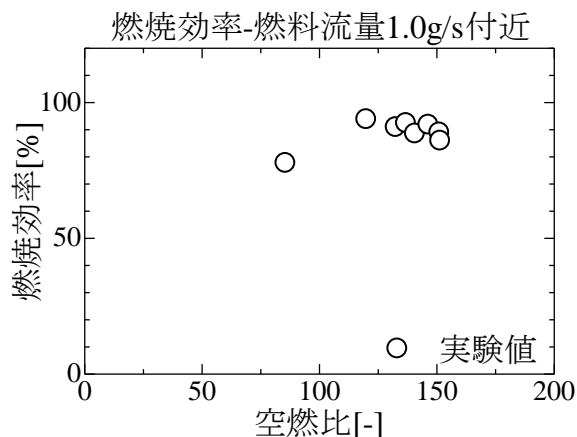


図9 燃焼効率のグラフ(流量 1.0g/s 抜粋)

【産業への応用(1 例)】

最近の UAV(Unmanned Aerial Vehicle)通称ドローンの民生利用には、目を見張るものがある。



例 ドローン(dji 製 PHANTOM3)

とりわけ、農業分野における活用は、「従事者の高齢化」、「人手不足」、「作業が厳しい」という状況の中で人手に変わる「農薬や肥料散布」、「害獣対策」、「収穫物運搬」、「水管理」、「生育状況確認」等に使用されている。

農業用ドローンの特徴は、広い圃場や人が侵入できないような場所が対象となるため、飛行高度はそれほど高く飛ぶ必要はないが(せいぜい 30m くらい)、飛大型化の傾向にある。すなわち、搭載するリチウムイオンバッテリーが大きく、重くなるのである。

そこで我々が研究開発しているマイクロガスタービンと、高速発電機を組み合わせた発電システムをドローンに搭載し、ドローンを稼働している小型バッテリーに接続、充電しながら飛行するというハイブリットシステム電源として用いる事を考えている。また、マイクロガスタービンをエンジンとして搭載した UAV は言うまでもない。

ドローンによる産業への活用は、社会基盤分野を軸として今後も増えると予想される。その時、新潟発のマイクロガスタービンを搭載したマルチコプター(ドローン)が大空を飛行していることを願っている。

NIIGATA SKY PROJECT のスローガン『新潟は、空に恋してる。』Niigata loves the SKY.

参考文献 等

- 1) 松原,平元,松平 等著 「超小型ガスタービンの研究開発と産業応用」(研究だより)
日本ガスタービン学会誌 Vol.46.No4.2018.7
- 2) 津金,松平 等著 「蒸発管付きアニュラ型燃焼器内の火炎安定性と振動特性」
第46回日本ガスタービン学会定期講演会(函館)講演論文集,2019.9
- 3) HIH Saravanamuttoo・GFC Rogers・PV Straznicky (藤原仁志訳),
ガスタービンの基礎と応用 ―発電用からジェットエンジンまで―, 第1刷(2012), 東海大学出版会
- 4) NIIGATA SKY PROJECT 新潟市
http://www.city.niigata.lg.jp/smph/business/growing/kokukisangyo/sky_project/index.html

技術報告

4.2 『 t -メソッド』用の標準吸着等温線推定法の模索

分析技術班 簗町 剛

本稿は、固体触媒キャラクタリゼーション等の分析でひろく用いられる吸着試験の解析法の1つ「 t -プロット」のルーチン簡略化にかんする報告者の思いつきを記したものです。

t -プロット解析¹は、吸着挙動を示すデータをまとめる手法の1つです。一般的に用いられている吸着等温線では吸着量を吸着質の平衡濃度(気体の場合は圧力)に対して示すのですが(図1左)、 t -プロット法では吸着層の平均厚みに対して示すので(同図右)、挙動を数値的にとらえやすい利点があります。しかしこの解析をおこなうには、測定した試料と化学的におなじ性状の標準試料を用意してその吸着等温線と比較を、あるいは標準試料の吸着等温線の近似データとの比較を要します。前者の方法はたいへん手間ですし、後者は試料の種類によらず特定の1つの近似式にあてはめるといふ乱暴な手法であります。

報告者は、後者の方法で、セラミクス試料の種類によらずいつもおなじ近似式を用いるという明らかにおかしな処理が気になり、いくぶんでも材料の違いを補正する方法を考えましたので、本報告集で言及します。式の用いかたなどは他の方法もあろうと思いますが。機会があれば他の方法や妥当性を踏まえた検証ができればと考えております。現状の中途半端な内容での公開である点をご容赦ください。

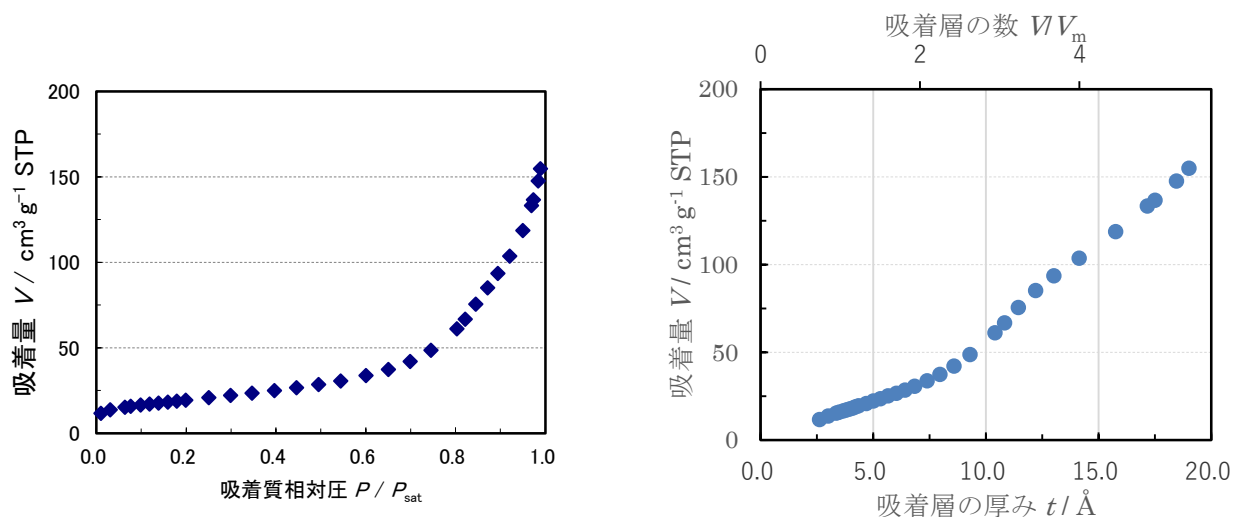


図1 吸着等温線(左)を t -プロット曲線(右)に変換した例

(t -プロット用の標準吸着線は Harkins-Jura 経験式²を基礎とした de Boer の近似式³によった。) 右の吸着等温線は一見 II 型(無孔性)のようでマイクロ～メソ孔の存在が読みとりづらいが、 t -プロットで作図し直すと孔に起因する勾配の変化を捉えやすい。

なお、本報告はやや専門性の高い内容を含んでおりますので、本稿の内容に沿った最低限の用語説明を最終項に添えておきます。吸脱着分析をご存じでない方は先にそちらにお目通しくださったほうが内容を把握しやすかろうと思います。

t -プロット解析は、試料の吸着等温線を、無孔性で同素材の吸着等温線(以降「標準吸着等温線」と呼称することにします)と対比する比較プロットであるため、ほんらいのルーチンで解析をおこなうとなると作業コストが高くなります(後述の図5参照)。そのため、標準吸着等温線データは近似式が提唱されています。幸いなことにセラミクスなどよく分析される試料については標準試料の多くが似た挙動を示すのです。標準吸着等温線の近似式は吸着モデルあるいは材料ごとに複数提唱されています。代表的なものを図2に示しました。これらは多くの酸化物系セラミクス材料に適用可能とされますが(“[Carbon Black]”のみ例外)、選定する式により対応する厚みがいくぶんか変わってしまうことがわかります。つまり、用いる近似式によって t -プロットの結果が変わってしまうことになってしまいます。真実の挙動について吸着データから説得力のある主張をするには、やはり標準試料との比較が必要じゃないかという話に戻ってしまいそうです。

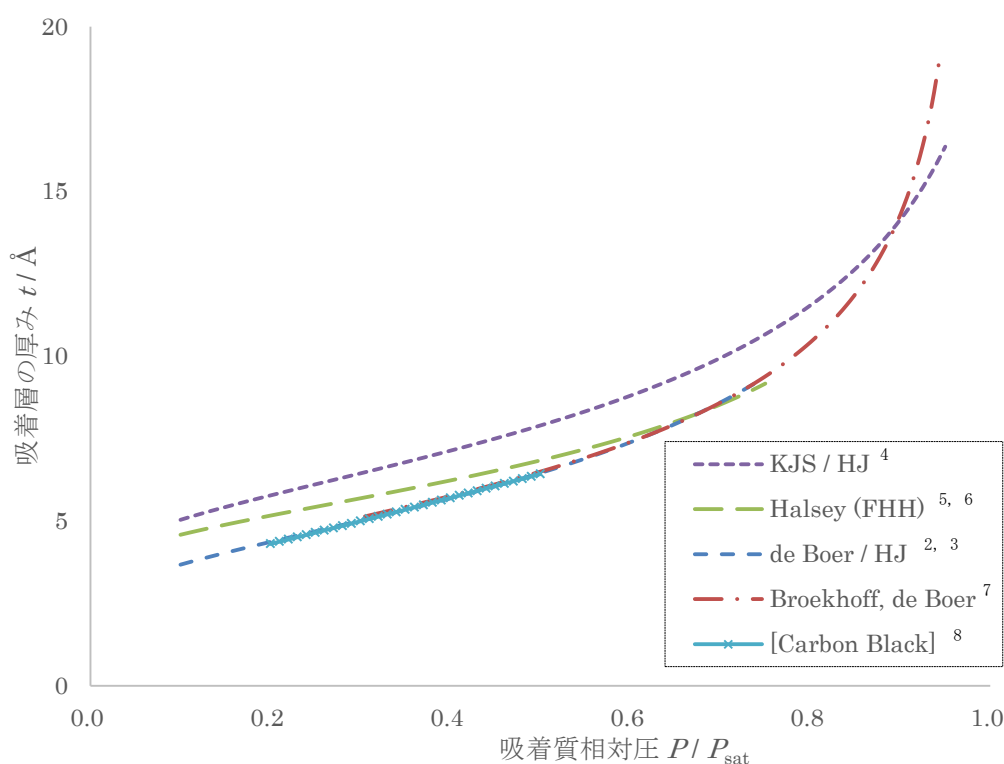


図2 種々の近似式による標準試料の吸着等温線

それぞれの式は以下の材料について適用可能とされている:

KJS / HJ: メソポーラスシリカ類,

Halsey (FHH): 酸化物(シリカ, アルミナ)

de Boer / HJ: 酸化物, 水酸化物, ゼオライト, 架橋粘土類, Broekhoff - de Boer: 酸化物, 水酸化物

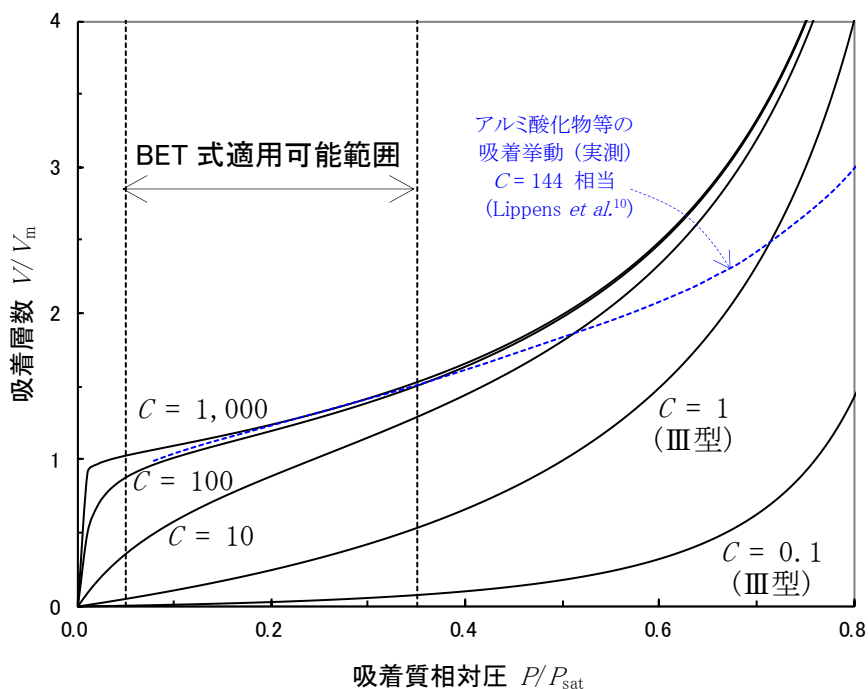


図3 BET理論から導いた標準吸着等温線の形状

標準試料での実測値とBET理論から逆算した値。BET理論が成立するなら標準吸着等温線はC値によってのみ決定するが、良好なフィッティングをする領域は標準試料でさえかぎられた圧力域のみ。

標準とする吸着材ではどのような吸着挙動を示すのでしょうか？ 比較すべき標準の吸着材は、多層吸着を妨げない構造が必要なので、表面にデコボコが無く孔の開いていないものです。これは吸着等温線でいうところのII型あるいはIII型吸着であることが必要という意味であると同時に、よく知られたBET理論⁹が成立する条件なのです。図3は、BET理論に基づいた吸着等温線です。この理論にしたがえば、図のようなタテ軸をとった場合の吸着等温線の軌跡はC値ただ1つによって決定します。(記号の意味は本稿末に言及。)

$$\frac{V}{V_m} = \frac{Cx}{(1-x)\{1+(C-1)x\}} \quad x = P/P_{sat}, \text{ ただし } 0.05 < x < 0.35$$

本報では定義まで言及しませんが、CはBET式にでてくる無次元の定数で、その値は吸着質と吸着材の組み合わせによって変化するものですからどんな材料でもおなじ標準吸着等温線になるというわけにはいきません。つまり、これまでに提唱されてきている近似式がじっさいオールマイティではないということが式で示されているという意味でもあります。

ですが、反対の視点からとらえてみると、BET理論にしたがうかぎりは標準吸着等温線が V_m 、Cの2値によってのみ決定することになります。吸着層の厚みは V/V_m に比例するので、 t -プロット用の比較データに必要な標準吸着等温線はC値のみで決定するわけです。試料のC値は標準試料をわざわざ用意せずとも解析によりえられる数値ですので、BET式と実測のC値から標準吸着等温線を導くことはできます。ただ、図3にも示したとおりBET理論がじっさいの吸着等温線を

良好に説明できる区間はかぎられています。じっさいに t -プロットに用いるにはもっと広域でも用いるデータが必要なのです。

とはいえ、BET式との関連性は興味ぶかいものです。適用域の狭さゆえにそのままじっさいの吸着等温線に適用はできないでしょうが、単純な視点で観察すると、たとえばじっさいの吸着等温線は吸着量に限りがあるのにBET式では高压域で無限吸着にいきつくような式になっています。これはBET理論の構造的な欠陥であって、 C 値の違いによって生じるエラーでは無いはずで、これは一例ですがちょっと想像してみてください。BET式を複数組み合わせうまくその理論由来の欠陥をキャンセルできるような構成にすれば C 値を組み込んだ標準吸着等温線にいきつけそうな感じがするように思いませんか？

ここで報告者は、上述の思いつきをどうにか適用させるべく、以下の仮定を措きました。

- ・標準吸着等温線は C 値により形状が決まる
- ・BET理論非成立の圧力域でも $[V/V_m]_A$ と $[V/V_m]_B$ の吸着量の差をBET式で説明できる
(A, Bはそれぞれ材質の異なる標準試料を指す)

1つめの仮定について補足しておきましょう。 t -プロット法で比較するのは「吸着材とおなじ材質の標準試料」です。これを第1の仮定で説明できるようにしたということは、「第1層めの吸着エネルギーが等しくなるよう選んだ吸着材ではおなじ標準吸着等温線になる」という意味になりましょう。それほど飛躍した仮定ではなさそうです。なぜなら、BET式における C 値は、吸着質と吸着材の間に発生する吸着エネルギー(吸着熱)の関数と定義されているからです。つまり同条件下で C 値は定義上吸着材の材質によって決定します。

さて、ここで、 t -プロット解析にあたって、

ほしいデータ：標準試料Aの吸着等温線データ $[V/V_m]_A$

所有データ：標準試料Bの吸着等温線データ $[V/V_m]_B$

としましょう。BET式が以下のように部分分数分解できることを利用することにします。

$$\begin{aligned} \frac{V}{V_m} &= \frac{Cx}{(1-x)\{1+(C-1)x\}} \\ &= \frac{1}{1-x} + \frac{-1}{1+(C-1)x} \end{aligned}$$

右辺の第1項はすべての吸着等温線に共通で、第2項が材料によって変化する因子です。ほかにBET式から C を切りだす変形方法はあるでしょうが、本稿では両等温線の共通項として消去する箇所を上式の右辺第1項に設定しました。なぜならば、第1項は $x \rightarrow 1$ の極限たる高压で $+\infty$ に発散しますが、第2項は収束します。BET式を発展させ、飽和吸着層を n 層までとの制約を設け

た“ n 層”BET式¹⁾は、 $n \rightarrow +\infty$ を仮定している通常のBET式より正確です。これをみると吸着質が高圧の場合にズレが大きいのが理解できます。

$$\frac{V}{V_m} = \frac{Cx\{1-(n+1)x^n + nx^{n+1}\}}{(1-x)\{1+(C-1)x - Cx^{n+1}\}}$$

じっさいには n が 10 近辺に過ぎない場合でも、通常のBET式では無限大を仮定しているのですから高圧域ではとうぜん大きくズレます。上述の部分分数分解は形が美しいだけでなく、高圧域に含まれているエラーが第1項に含まれていると考え、その項を消去しうる形とみなせます。

さて。BET理論が成立する場合は

$$\left[\frac{V}{V_m} \right]_A = \frac{1}{1-x} + \frac{-1}{1+(C_A-1)x} \quad \left[\frac{V}{V_m} \right]_B = \frac{1}{1-x} + \frac{-1}{1+(C_B-1)x}$$

したがって

$$\left[\frac{V}{V_m} \right]_A = \left[\frac{V}{V_m} \right]_B + \frac{1}{1+(C_B-1)x} - \frac{1}{1+(C_A-1)x}$$

ほんらいであれば、ここでこの方法の妥当性を検証した結果を記述すべきところですが、あいにくそれに足るだけのデータが用意できていません。1例を挙げるのみにとどめます(図4)。簡単のために、前項の標準試料Bに相当するのデータは実測のものでなく、Harkins-Jura 経験式²⁾に基づいた de Boer らによる近似式³⁾(以下HJと略)を用いました。このデータを用いたのは、定式化されているので計算時に補間を要さないうえ、よく使用されているという意味である程度信頼がかけられると判断したためです。

$$\left[\frac{V}{V_m} \right]_{HJ} = \frac{1}{3.57/\text{\AA}} \sqrt{\frac{13.99}{0.034 - \log x}}$$

(文献上は窒素吸着層の厚みは 3.54 Å/層ですが、この近似式に適用させるため 3.57 Å/層と補正してあります。)

この式をもとに作成したBETプロットからは、 $C=135$ が導かれました。ゆえに

$$\frac{V}{V_m} = \left[\frac{V}{V_m} \right]_{HJ} + \frac{1}{1+(135-1)x} - \frac{1}{1+(C-1)x}$$

こうして得られた標準吸着等温線による t -プロット解析の結果を(図4)に示します。この場合は C 値による変動がおおきく効いてこないのがあまり差はありません。たんに C 値の違いによるわずかな差があらわれることが確認できる程度です。本報で提唱した思いつきが有効か否かを評価するには、標準吸着等温線のちがいが明瞭にあらわれる C 値をもつ試料を用い、標準試料も用意したうえで同様の考察をおこなう必要があるでしょう。いずれ機会があればそれについても報告できるかもしれません。

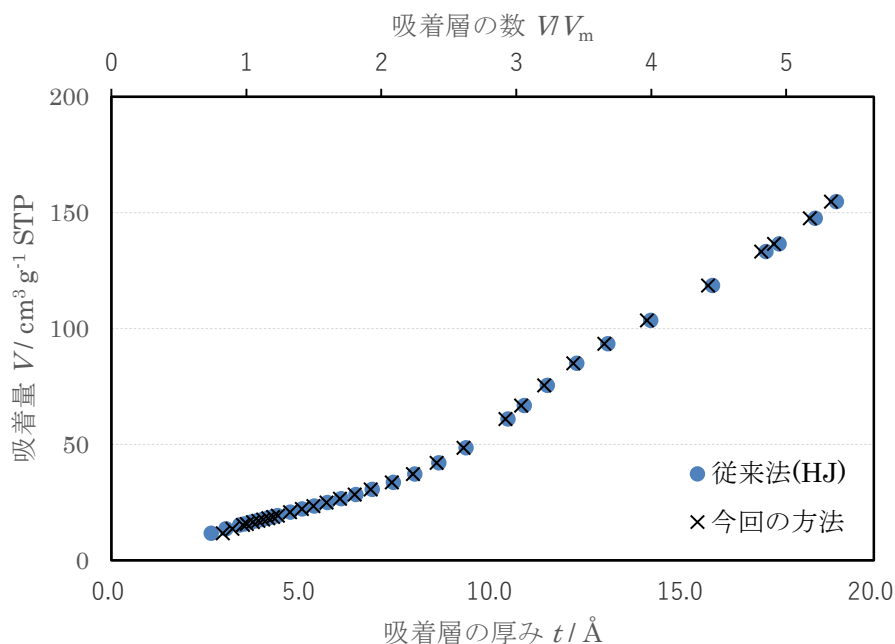


図4 C値で補正したH J式による t -プロットの例

このデータは図1に示したものと同一。試料については $C = 199$ であった。 $C_{HJ} = 135$ と値が近いため、従来の方法と大きな差が現れていない。(現時点では標準試料のデータ準備が無いので妥当性の評価は不可能。)



仮に、本報で提案している方法(あるいはそれを修正した方法)の有用性が認められた場合は、向後は t -プロット解析を図5(右)のように簡略化できるでしょう。 t -プロットは吸着等温線より情報を伝えやすいので、こういったアプローチが成功した場合の意義は決して小さくないと考えます。

とはいえ。提案したものの、問題が無いわけではなさそうです。

本アイデアの構想中に見つけた論文¹²ですが、 C 値はほんらい吸着質と吸着材の材質にのみ依存するはずの値ですが、見かけじょう現れる値が吸着材の構造に依存する場合がある旨の言及がありました。そういった点まで考慮が必要になれば補正を要します。

第2の欠点は、BET式の部分分数分解の必然性にかんするものです。今回は前掲のとおり分解をおこないましたが、それぞれの項の分離のしかたに必然性が乏しく、物理的な解釈が満足ではありません。BET等よく受け容れられている理論から標準吸着等温線の一般化はわるくない案だと思いましたが、今回のはいちばん肝心な箇所が不満足な状態での報告なのです。

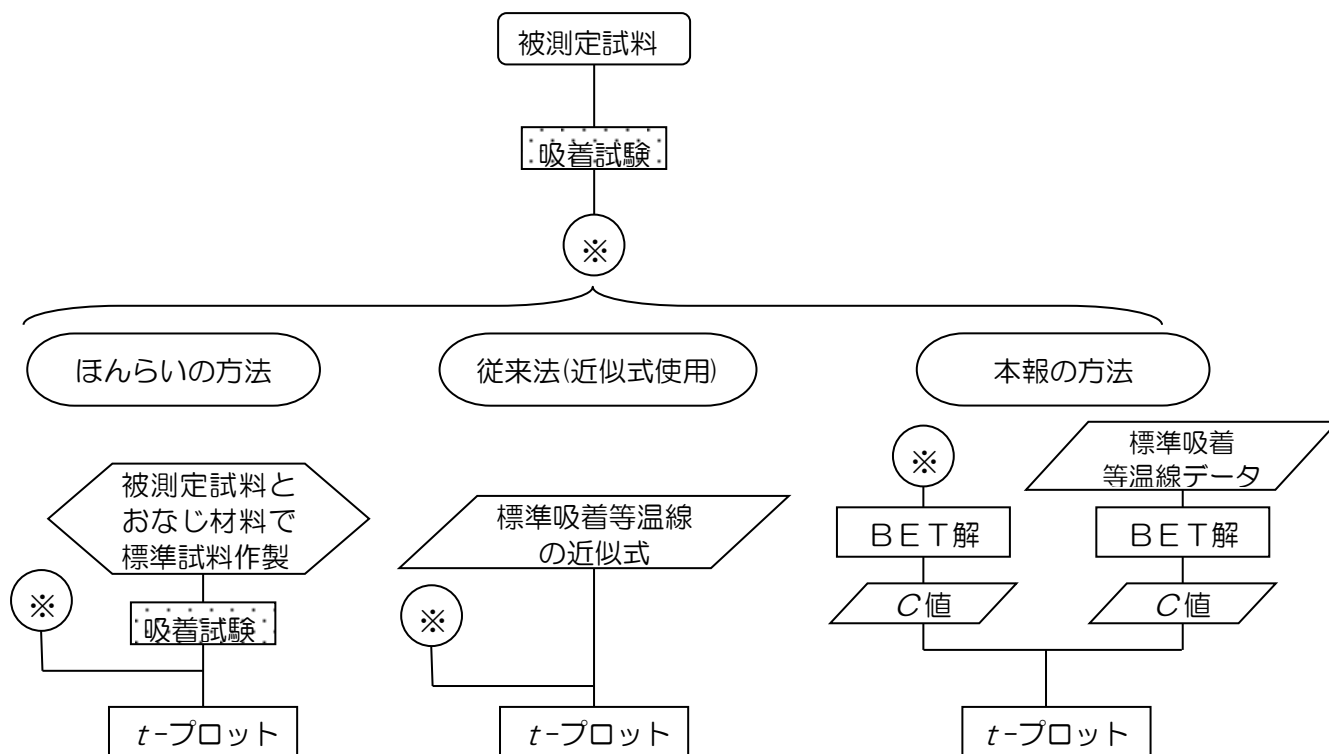


図5 t -プロット解析ルーチン(方法別の比較)

報告者の提案するルーチン(右)では近似式を使用する従来法のインプルーブで、めんどろな標準試料の作製・吸着試験を必要としない利点をそのまま引き継いでいる。

本稿は、3月におこなわれる予定であった全学研修の技術発表のためにおこなった考察をまとめたものです。報告者がかかる発表要請の打診を1月に受けた際には弱りました。と言いますのは、語るべき話題が無かったうえ、発表用になにかしらの仕事をしようにも研究用の予算さえも持っていなかったためです。今回は考えたすえ、「カネを使わずにまとめることができ」かつ「2ヶ月後の発表に間に合わせうる」ものというタイトな制約下でまとめえそうということで本テーマに行き着きました。考案した方法をじっさいのデータで検証しないとサマになりませんが、前者の制約のためそのようなものが存在しません。本稿内で用いたデータは、学科にある吸脱着試験用のコンピュータのハードディスク内に保存されていた過去の学生のデータを拝借しています。

文献調査や構想もまだ途中であればデータもじゅうぶんなものが揃っていない段階である点をかながみるに、まだ公表すべき段階に無いのですが、報告集委の要請もあり、中途ながら紹介という形で公開させていただきました。吸着分析について満足な知識が無く、付け焼き刃で始めた学習と急な文献調査に基づいた内容であるため、あるいはおかしい記述等があるかもしれません。お気づきの箇所があればご指摘くだされば幸甚に存じます。

[参考] 補足とかんたんな解説

吸着

本報で述べた吸着は固体(吸着材,あるいは吸着剤とも呼称)表面で接している周囲の気体(吸着質)の濃度が変化する気相吸着を指すものに限定しています。

吸着は,吸着質が吸着材表面との相互作用により安定化するものですが,それが強固な化学結合による化学吸着とファンデルワールス力による物理吸着に大別されます。表面積測定などを目的とする吸着試験(後述)は通常では物理吸着であるので,本報で言及するのは後者のみとなっています。物理吸着は吸着と脱着が可逆的に進行しうること,吸着層の上にも吸着をおこす“吸着サイト”の存在を認めるといふ点がとくに大きな違いです。吸着時は,吸着質の物性はもはや気体よりも液体状態のそれに近いことが知られています。

蛇足ながら,吸着は,物質が固体内部まで拡散していく「吸収」と区別されるものです。

吸着試験

本報で言及するものは,可逆吸着である物理吸着をおこす吸着質と吸着材の組み合わせで,定温下で吸着質濃度(分圧)を変化させながら吸着量を見積もっていく分析方法を指します。そのデータは吸着等温線(後述)としてまとめられるもので,固体試料の表面積や細孔分布の情報を内包しており,適切な解析によりそれらの評価に用いえます。

吸着は固体の表面でのみおこりますので,吸着量は表面積に依存します。また,多層の吸着がおこる場合は吸着質層の厚みで孔が閉塞するので表面の孔も吸着量に影響するのです。被測定固体を吸着材に据えて吸着量を計測すれば,上記にかんする知見が得られます。固体触媒などは,その活性が表面積に大きく依存します。また,表面に孔が開いている場合には,その孔のサイズに応じて反応分子などが入り込めなかったりしますので,単位量あたりの表面積や孔径の分布の調査はキャラクターゼーションの重要な内容なのです。

吸着等温線

物理吸着の場合,平衡吸着量は,吸着材の形状,温度,吸着質の種類や濃度(分圧)によって変化します。吸着材の物性を評価する場合の吸着試験としては,適切な吸着質を選定して決まった温度条件下で吸着量を調べる分析が比較的簡便でよくおこなわれます。吸着等温線とは**吸着量を吸着質濃度(分圧)に対してプロットしたもので**,図1(左)がその1例です。このデータには吸着材についてのさまざまな情報が内包されています。

たとえば等温線はその形状から5つ(BDDT分類)¹¹あるいはそれを拡張した6つ(IUPAC分類)¹³のいずれかのタイプに大別されます。吸着質に窒素を使う場合,通常はI型,II型,IV型と呼称されるいずれかの形状を示しますが,これは試料がマイクロあるいはメソ多孔性であるかで決まるものです。とくにIV型の場合などでは毛管凝縮にともなう吸着量の急増が確認されるポイントから吸着材表面に存在する細孔の大きさやその体積等がわかります。また吸着量が表面積に比例することから吸着材の表面積も推定可能で,この情報は固体試料キャラクターゼーションの場合などで

はとりわけ重宝されています。

通常、ガス物理吸着の吸着等温線ではタテ軸に吸着量 V をとるのが常なのですが、本報では現段階で吸着材の表面積を問題とせず、 C 値の影響に着眼します。そのために吸着等温線のタテ軸は吸着量を単層形成時の吸着量 $[V_m]$ で割った V/V_m でプロットしました。これは吸着層の平均層数に相当します。つまり吸着層の厚みを吸着質相対圧の関数で示したグラフというわけです。

t -プロット法 (吸着等温線の解析法の1つ)

吸着等温線ではヨコ軸が吸着質濃度に相当しますが、物理吸着層の平均厚みは濃度に対応した値になることがわかっていますので、**ヨコ軸を吸着層の厚みに変換することが可能**です。II型やIII型の吸着等温線は吸着の際に表面の孔の影響が無い場合の挙動ですが、I型(マイクロ多孔性の場合が多い)やIV型(メソ多孔性)の吸着材でも表面の窪みを完全に無くせばそういった標準吸着等温線になるはずですが。要するに、非II型、非III型の吸着材でも、おなじ材質の細孔をもたない試料の吸着等温線と対応させれば、つまりこの場合に吸着層数 V/V_m が吸着層の平均厚み t に比例する点をかながみれば、吸着層の厚みを吸着質相対圧の関数として示すことが可能になるはずですが。吸着材の材質ごと標準吸着のデータを用意し、得られた関数を持ちいてじっさいの吸着材の吸着等温線を変換したグラフは t -プロットと呼称され、吸着材の孔径や孔のサイズごとの表面積の情報をわかりやすく与えてくれます。しかし、試料の吸着データと別に吸着質の分圧を吸着層の厚みに変換するためのデータが必要という点は作業コスト面で大きな欠点です。 t -プロット法でデータ整理をおこなうには通常以下いずれかの方法が採られます。

- ① 上述の方法：測定した試料と同成分でありかつ表面にほとんど凹凸の無い試料を用意し、それについての吸着試験データを採取する。
- ② 近似式を利用する方法：凹凸の無い試料の吸着等温線はみな似かよっており、相対圧と対応する吸着層の厚みは、多くの材料ではおおむねどれもおなじ関係にある点をかながみて提唱された変換式を使う。

B E T 法

物理吸着理論の解析法の1つ。吸着を1層めと2層め以降のものとは区別し、吸着サイトあたりの吸着熱(液化熱)を2層め以上で同値とする等いくつかの仮定を措くことで、吸着質分子数を単純な無限級数に書き換え、単純な式で吸着挙動をあらわすことに成功しています。その温度条件下の吸着量 V は相対圧 x のほかわずかに2つの変数(V_m , C)で示されます。

$$\frac{V}{V_m} = \frac{Cx}{(1-x)\{1+(C-1)x\}}$$

これは吸着モデルを極端に単純化しているためにできることで、これら2変数は吸着等温線データから導き出すことができます。ただし全吸着域で成立するものでなく、II型吸着等温線では通常 $0.05 < P/P_{\text{sat}} < 0.35$ 程度でのみの合致といったところです。吸着材が多孔性のとき(他の吸着型になります)はB E T法が適切といいがたいですが、この場合さえ比表面積の評価には適用域を調整しながらもやはり用いられることが多いです。

原理的な欠点が指摘されている点や多孔性試料への適用がむずかしい等の難点こそありますが、吸着等温線から容易に表面積を導出できる点が評価されているのででしょう、本法は発表されて以来ずっと表面積評価法のデファクトスタンダードとなっており、こんにちでは IUPAC 推奨の方法とされています。今回この方法をベースに選んだのは、変数の個数が少ないうえ、ひろく世間に認められているためです。(理論がしょうしょう乱暴でも、それでも B E T 理論をベースにしているのだと主張すればある程度は納得してもらえそうなフシがありそうでしたので。)

記号 (単位はよく用いられるもの)

- P 吸着平衡時における吸着質圧力。 / atm
 P_{sat} 吸着質の飽和圧力。気液平衡が成る。 / atm
 x 平衡時における吸着質の相対圧。 P/P_{sat} に相当
 V 吸着質の量。吸着質が気体の場合は標準状態での気体体積換算することが多いので体積を示す記号を用いている。通常は吸着材単位量あたりに規格化されている。 / $\text{cm}^3\text{STPg}^{-1}$
 V_m 吸着材表面の吸着サイトを閉塞して単層吸着を完成させるだけの V
 t 吸着層の厚み。吸着質が窒素の場合 $3.54 \times V/V_m [\text{\AA}]$ となる。³
 C B E T 式で吸着等温線の形状を決める無次元数。(詳細は文献 9, c の定義を参照。)
 n 飽和吸着時の最大層数

文献

- Lippens, B. C., de Boer, J. H., *Journal of Catalysis*, **4**, 319-323 (1965)
(その他, ガスの物理吸着について言及しているテキストに解説があるかもしれません。)
- Harkins, W. D., Jura, G., *Journal of the American Chemical Society*, **66**, 1366-1373 (1944)
- de Boer, J. H., Lippens, B. C., Linsen, B. G., Broekhoff, J. C. P., van den Heuvel, A., Osinga, Th. J., *Journal of Colloid and Interface Science*, **21**, 405-414 (1966)
- Kruk, M., Jaroniec, M., Sayari, A., *Langmuir*, **13**, 6267-6273 (1997)
- Halsey, G., *The Journal of Chemical Physics*, **16**, 931-937 (1948)
- BELSORP 社, BELMaster™/BELsim™ User's Manual Ver. 2.3.1 (2013)
- Broekhoff, J. C. P., de Boer, J. H., *Journal of Catalysis*, **9**, 15-27 (1967)
- Villarroel-Rocha, J., Barrera, D., Blanco, A. A. G., Jalil, M. E. R., Sapag, K., *Adsorption Science & Technology*, **31**, 165-183 (2013)
(なお, もと論文は下記の文献です。報告者は未読ですが参考までに。)
Magee, R. W., *Rubber Chemistry and Technology*, **68**, 590-600 (1995)
- Brunauer, S., Emmett, P. H., Teller, E., *Journal of the American Chemical Society*, **60**, 309-319 (1938)
(その他, ガスの物理吸着について言及しているテキストのほとんどに解説があります。)
- Lippens, B. C., Linsen, B. G., de Boer, J. H., *Journal of Catalysis*, **3**, 32-37 (1964)
- Brunauer, S. B., Deming, L. S., Deming, W. E., Teller, E., *Journal of the American Chemical Society*, **62**, 1723-1732 (1940)
- Nguyen, C., Do, D. D., *Langmuir*, **15**, 3608-3615 (1999)
- Sing, K. S. W., Everett, D. H., Haul, R. A. W., Moscou, L., Pierotti, R. A., Rouqu rol, J., Siemieniewska, T., *Pure and Applied Chemistry*, **57**, 603-619 (1985)

技術報告

4.3 有機微量分析法の紹介とその分析例

分析技術班 佐藤 大成

1. はじめに

化合物の同定を行う際、その構成元素の種類および割合を正確に分析することが重要である。無機化合物の元素分析では、原子吸光分光法、X線光電子分光法、ICP発光分光法などの分析方法があるが、有機物、金属錯体、天然物などの有機化合物の分析においては、燃焼法による有機微量元素分析法を用いることが一般的である。

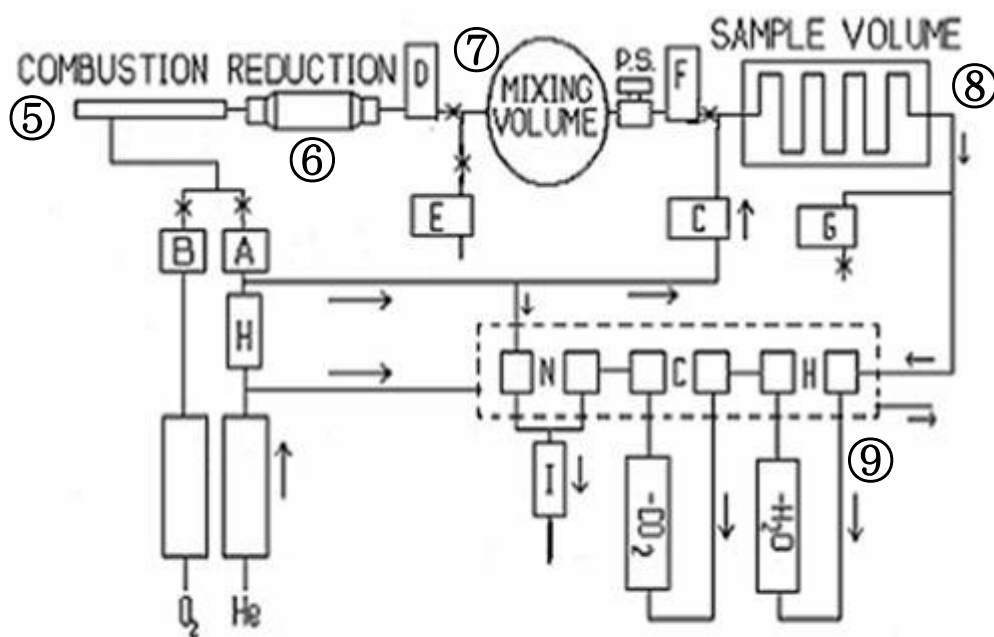
本報告では、2014年に材料科学プログラム八木研究室に導入された有機微量元素分析装置CE-440を用いた有機微量分析例を紹介する。

2. 概要および原理



図1. 装置の写真

本装置では、化合物に含まれている炭素(C)、水素(H)、窒素(N)の量をそれぞれ測定することができる。秤量された試料を導入部(①)より挿入し、試料は装置内部(②)に送られる。その後、酸素ガス(③)雰囲気下により完全に燃焼される。燃焼により生じた二酸化炭素(CO₂)、水蒸気(H₂O)、窒素分子(N₂)の量を測定することで、C,H,Nの量を決定することができる。詳細なメカニズムを次ページに示す。ヘリウムガス(④)はキャリアーおよびパージ用として使用する。



440 PNEUMATIC SCHEMATIC

図 2. 装置の回路図

挿入された試料は、燃焼管 (COMBUSTION, ⑤) に送られ、純酸素雰囲気下で完全燃焼される。燃焼温度は $1800^{\circ}C$ 以上になる。燃焼管にはタングステン酸銀/酸化マグネシウム/酸化銀等の試薬が充填されており、ハロゲン、硫黄、リン等が取り除かれる。その結果、燃焼管を通過する物質は CO_2 , H_2O , N_2 および窒素酸化物 (NO_x) のみとなる。

次に試料は還元管 (REDUCTION, ⑥) に送られる。還元管には銅が充填されており、ここで窒素酸化物 (NO_x) がすべて窒素ガス (N_2) に還元される。また、余分な酸素が取り除かれる。

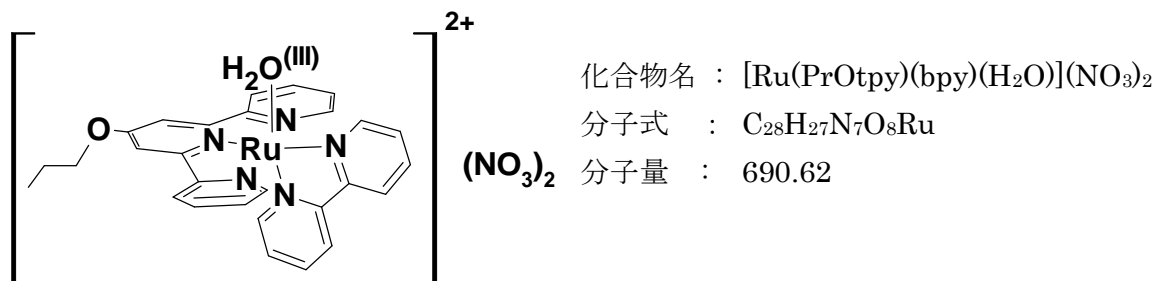
その後燃焼ガスは MIXING VOLUME (⑦) にて恒温高圧下 ($80^{\circ}C, 2$ 気圧) で均一化され、SAMPLE VOLUME (⑧) にて常圧に戻される。

試料は最後に熱伝導度検出器 (TCD, ⑨) に送られる。ここでは二つの TCD が対になったセルが 3 組直列に繋がれており、最初のユニットでは水蒸気 (H_2O) が取り除かれその信号の差が水素 (H) 含有量となる。同様に次のセルでは二酸化炭素 (CO_2) が取り除かれその信号の差が炭素 (C) 含有量となる。そして残ったガスはヘリウム (He) と窒素 (N_2) だけとなり、最後のセルではリファレンス側のヘリウムとの比較により窒素 (N) 含有量として検出される。

3. 研究室での分析例

本研究室で分析を行った中で、実際に論文投稿まで至った例を紹介する。論文投稿に際しては、各元素において測定誤差は $\pm 0.3\%$ 以内である必要がある。(投稿する論文により異なる)

測定例 1



元素分析の理論値(計算値)

C : 48.69 H : 3.94 N : 14.20

元素分析の測定値

C : 48.47 H : 3.79 N : 14.19

誤差

C : 0.22 H : 0.15 N : 0.01

元素分析測定における各元素の測定値(含有量)は、以下の式で計算される。

$$\bullet \text{ X の含有量} : \frac{1}{\text{KX}} \times \frac{1}{W} \times (\text{CX} - \text{XZ} - \text{BX}) \times 100$$

X = C or H or N, KX = キャリブレーションファクター
 W = 試料重量, CX = 試料検出値
 XZ = ベースライン値, BX = ブランク値

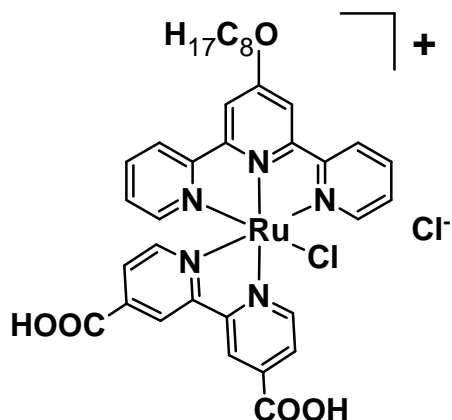
元素分析測定における各元素の理論値(計算値)は、高校化学でも習う方式で計算できる。近年では構造式作図ソフト等において自動で計算できるツールが備わっている。

- C の計算値 : $12.01(\text{C の原子量}) \times 28(\text{分子内の C の数}) / 690.62(\text{分子量}) = 48.69$
- H の計算値 : $1.01(\text{H の原子量}) \times 27(\text{分子内の H の数}) / 690.62(\text{分子量}) = 3.94$
- N の計算値 : $14.01(\text{N の原子量}) \times 7(\text{分子内の N の数}) / 690.62(\text{分子量}) = 14.20$

いずれの元素においても誤差は $\pm 0.3\%$ 以内であり、論文投稿に値する化合物の同定ができていると判断できる。以下の国際雑誌に本分析結果が掲載されている。

Ref) S, Watabe. et al., Critical Hammett Electron-Donating Ability of Substituent Groups for Efficient Water Oxidation Catalysis by Mononuclear Ruthenium Aquo Complexes, *Inorganic Chemistry*, 2019, 58 (19), 12716-12723.

測定例 2

化合物名 : $[\text{Ru}(\text{C}_8\text{Otpy})(\text{H}_2\text{dcbpy})\text{Cl}]\text{Cl}$ 分子式 : $\text{C}_{35}\text{H}_{34}\text{Cl}_2\text{N}_5\text{O}_5\text{Ru}$

分子量 : 776.65

元素分析の理論値(計算値) $[\text{Ru}(\text{C}_8\text{Otpy})(\text{H}_2\text{dcbpy})\text{Cl}]\text{H}_2\text{O}$ について

C : 52.86 H : 5.07 N : 8.81

元素分析の測定値

C : 53.00 H : 5.14 N : 9.14

誤差

C : 0.22 H : 0.15 N : 0.33

本例では、元素分析の理論値を分子そのものである $[\text{Ru}(\text{C}_8\text{Otpy})(\text{H}_2\text{dcbpy})\text{Cl}]\text{Cl}$ ではなく、水和物である $[\text{Ru}(\text{C}_8\text{Otpy})(\text{H}_2\text{dcbpy})\text{Cl}]\text{H}_2\text{O}$ について計算している。本例のような錯体分子においては、中心金属に水分子が付加しやすく、水和物として計算することが珍しくない。

本分析結果は、今年の1月に発行された雑誌に掲載された最も新しい測定例であり、以下の国際雑誌に掲載されている。

Ref) Y, Tsubonouchi. et al., Multi-potential-step chronocoulopectrometry for electrocatalytic water oxidation by a mononuclear ruthenium aquo complex immobilized on a mesoporous ITO electrode, *Dalton Trans*, 2020, 49 (5), 1416-1423.

4. おわりに

本分析は、数 mg 以上のサンプル量が必要な上、サンプルは燃えてしまい回収が不可能である。また、サンプルの純度は高い状態である必要があり、水を除くため場合によっては1週間程度乾燥し続ける必要がある。以上のことから、元素分析測定のハードルは高くなりがちである。しかし、化学情報のうち最も重要なものの一つは元素組成であることから、その重要性は高く、より広く活用されるべきである。

全学研修技術発表

4.4 NPO 新潟の科学・自然探偵団事業 サイエンス・サーカスについて

計測技術班 齋藤 浩

サイエンス・サーカスは本学名誉教授、坪川紀夫先生により NPO 新潟の科学・自然探偵団の一事業として、平成 24 年度から 80 回以上行われ、平成 30 年度までに約 5,000 名の方に参加していただいた。

目的としては、主に中山間地や離島の小規模校を対象として、科学マジックショー、科学実験教室、工作教室などを実施し、参加した小中学生や地域のお年寄りにイベントを通して科学技術への理解を深めるとともに、自然環境保護活動への積極的な参加の動機付けを目指している。

内容は第一部としてサイエンスショー、高いところから生卵を落としても割れない吸収材を使った「生卵落とし」、蒸気圧や空気圧を利用した「一斗缶つぶし」、空気の力を利用した「ホバークラフト」、液体窒素を使った「各種低温実験」、福島原発事故を模した「水素爆発実験」などを行った。

第二部は実験工作、体験教室と銘打って「止まっても倒れないコマ」「円筒飛行機」「偏光板を使った万華鏡」「手作りスーパーボール」「液体窒素を使った体験実験」「ホバークラフト体験」などを行った。



サイエンス・サーカスの様子

全学研修技術発表

4.5 機械工作実習 I・II・IIIに関する報告

工学部創造工房 羽鳥 拓

下記に本来技術職員研修会にて報告する予定であったプレゼンテーションの内容を示す。

本日の発表内容

- 機械システムプログラム2年生向け講義「機械工作実習 I・II・III」

「機械工作実習」

実習概要

- 受講学生 機械システム工学プログラム2年生 約80名
18班に分かれる(各班4,5名程度)
- 授業時間 第1~第3ターム 水曜3,4限
- 対応教員 機械システム工学プログラム所属2名
- 対応職員 機械システム工学プログラム所属7名
工学力教育センター創造工房所属3名
工学力教育センター所属1名
職員計11名
各テーマ、職員1~2名配置

「機械工作実習」

実習内容

- ・ 工作測定
- ・ NC言語
- ・ NCフライス盤による加工
- ・ 放電加工
- ・ 手加工
- ・ 旋盤加工
- ・ 溶接
- ・ 鋳造
- ・ 自動車用エンジンの分解組み立て
- ・ 平面研削盤による加工
- ・ 自動車用トランスミッションと駆動系

※計11テーマ

「工作測定」

- 全受講生、初回(第1タームの第1週目)に行う
- 物の測定を通してマイクロメータ、ノギスの使い方を覚える




工具及び測定物

「NC言語,NCフライス盤による加工,放電加工①」

- コンピューター室においてNC言語についての説明を行ない、学生の名前をプログラム化しNCフライス盤にて小径エンドミルを用いて2色プラスチック板に名前を彫る。




加工を終えたプラスチック板




実習に使用するNCフライス盤

「NC言語,NCフライス盤による加工,放電加工②」

- 学生が自分でデザインしたモデルのプログラムを組み、そのモデルを実際にワイヤーカットで削り出す
- 期間：上記3テーマ、連続でそれぞれ1回行う



NCプログラム、作成中



ワイヤーカットで切り抜いた材料

「手加工」

- ポール盤、平ヤスリ、弓ノコ、タップダイスを用いて小型ハンマーの製作を行い、各種工具の使用方法を習得する
- 期間：2回



手加工の実習風景

完成品(見本)と1週目終了後の材料

「旋盤加工」

- 一つの旋盤を3～4名が担当し(合計4台)、各々の班で端面加工、側面加工、中ぐり加工、溝加工、面取り加工、ねじ切り加工を行う。
- 期間：3回



旋盤使用方法について説明を受けてる様子

実習課題完成品

「溶接」

- 溶接原理の説明を受けた後にアーク溶接、TIG溶接を実際に作業行い溶接の工程を経験する。
- 期間：1回



溶接作業場

実習で溶接した部材

「鋳造」

- Vブロックや滑車を製作し、手工具による型込みの技能習得及び鋳造の構造を理解する。
- 期間：2回



鋳造作業場

実習の製作品

「自動車用エンジンの分解組み立て」

- 自動車用エンジンの分解組み立て作業を通してエンジンの原理を学ぶ
- 期間：2回



エンジン組み立て作業の様子

エンジン実習作業場全景

「平面研削盤による加工」

- 平面研削盤を用いて材料の研削を行うと共に、加工精度の測定を行う。
- 期間：1回



平面研削盤、実習風景

研削前後の材料

「自動車用トランスミッションと駆動系」

- 自動車用トランスミッションの分解・組み立て作業を通して基本的な機械要素の観察を行う。
- 期間：1回



トランスミッション

トランスミッションのカットモデル

まとめ

- この実習を通して学生は機械分野の多岐に渡る知識を習得する事が出来るが、職員も担当を数年事にローテーションしており、様々な担当をこなす事により私自身にとって知識を拡大し技能習得する為の一助となっていると感じている。私事になるが、来年度新たに溶接を任せられたのでまずは技能習得に務めたいと思う。



実習中の創造工房

出張・研修

5.1 三大学技術職員連携会議への参加報告 (富山大学工学部にて開催)

副技術長 柳沢 敦

令和元年 11 月 30 日（土）に富山大学工学部で三大学技術職員連携会議が開催され、新潟大学工学部技術部より技術職員 3 名が参加した。この時の参加報告を代表して報告する。

この会議は平成 20 年度の三大学（長崎大学、富山大学、新潟大学）工学部教育連携会議に於いて、技術職員を交えて連携会議を行うことが決まり、平成 21 年 3 月に初めての三大学技術職員連携会議が開催された。以降、学生ものづくり・アイデア展開催に併せて各大学の技術職員が集まり情報交換を継続して行っている。

会議の目的は三大学で順次開催する学生ものづくり・アイデア展の現地に於いて、技術職員情報交換会を開催し、今年度の三大学工学部教育連携会議及び技術職員交流事業の総括と次年度の取り組みを決めるものである。

今回の会議は下記の日程、内容にて行われた。

- 参加者 : 長崎大学（久田さん、鬼塚さんの 2 名）、富山大学（中村さん、高村さん、田村さんの 3 名）、新潟大学（伊藤さん、羽鳥さん、柳沢の 3 名）、計 8 名
- 開催期日 : 令和元年 11 月 30 日（土）
- 開催場所 : 富山大学工学部 総合教育研究棟・テレビ会議室
- 参加対象 : 三大学工学部所属の技術職員
- 開催日程 : 12:00～12:50 技術部・社会貢献事業等の取り組みの報告（昼食会）
13:00～14:00 学生ものづくり・アイデア展 開会式及び講演会参加
14:10～15:30 技術部・社会貢献事業等の取り組みの報告
三大学連携事業の検討、富山大学工学部施設見学
15:30～16:30 学生ものづくり・アイデア展 ポスターセッション見学
16:30～17:00 学生ものづくり・アイデア展 表彰式及び閉会式参加
- 報告内容 : 技術部・社会貢献事業等の取り組みの報告（1 大学約 15 分程度）
三大学連携事業の検討
富山大学工学部施設見学

技術部・社会貢献事業等の取り組みの報告では、富山大学の田村さんよりコマ対戦について報告があった。コマ対戦は学生フォーミュラーやロボコンと同様にプロジェクトの一つであり、大会名称は全日本製造業コマ対戦・とやま特別場所 2019 である。今回は惜しくも予選リーグで敗退となったが次回に向けて意欲的に製作を行っているとの事である。新潟大学の羽鳥さんからは工学部工学科機械システム工学プログラムの機械工作実習内容の報告があった。

技術職員組織の現状を各大学から順次報告し討議した。長崎大学の久田さんからの報告では、平成 28 年長崎大学総合技術部となり現在 40 名の技術職員が在籍している。また、人事評価はスキルアップシート、勤怠情報や勤勉さ、研究等の発表、表彰や業務改善、社会貢献活動、研修受講や資格、特許取得、職務行動評価など上述のデータをもとに相対評価で技術部から推薦し研究科長の承認を経て事務局人事課で学長の最終承認となる。

また、平成 31 年には九州地区国立大学法人技術長等協議会が発足し、教育研究系の技術職員組織の管理運営を担う技術職員相互の情報交換を行い、組織を効率よくかつ活発に運営することを目的にこの協議会を設置したとの事である。(構成大学 9 校：九州大学、九州工業大学、佐賀大学、長崎大学、大分大学、熊本大学、宮崎大学、鹿児島大学、琉球大学)

富山大学からは高村さんが富山大学技術部の現状を報告した。五福地区技術部 27 名（工学系）、医薬系技術部 34 名、高岡キャンパス 1 名の計 62 名の技術職員が在籍している。

五福地区技術部運営委員会は年 6 回程度開催され、技術部長、技術長、室長、班長が構成員である。(この会議は新潟大学工学部技術部会議と技術部委員会の間位置すると思われるが、技術部長を交えての会議回数が多いことに感心した。)

最後に新潟大学の伊藤さんより工学部技術部の現状を報告した。工学部技術部組織図、工学部技術部組織内規、目標設定・評価シート、学位・資格等の取得状況調査書、技術専門員・技術専門職員選考に関する申し合わせ、技術専門員候補者推薦調書などを掲示し現状を報告した。長崎大学との相違点は勤怠情報や勤勉さを評価データとして用いてなく、新潟大学では実績評価に重点が置かれていることである。

富山大学工学部の施設見学は工学部機械工場と創造工学センターを見学し説明を受けた。これは新潟大学工学部工学力教育センター附属創造工房と同様、富山大学工学部創造工学センター附属工学部機械工場という位置づけであり、工学部全体の製作業務を受託する大事な部門である。

今回、三大学技術職員連携会議に参加して各大学の現状を報告していただいた。この討議内容を報告することで今後の新潟大学技術部組織の発展に少しでも寄与できればよいと思う。

6.1 定年にあたり

環境安全推進室 大泉 学

私が新潟大学工学部に採用されたのは昭和 57 年でした。前年 8 月に竣工した廃棄物処理施設職員としての採用で、現在の工学部技術部に所属したもの 8 年ほど前のことです。

出来立ての廃棄物処理施設には、新しい分析機器が並び研究室とは別世界のように感じたことを思い出します。処理装置の運転は外注であり、最初の頃の業務の中心は廃液中の水銀と処理水の分析でした。水銀は排水基準も 0.005 mg/l と当時最も厳しい値であり一般的な重金属廃液とは別途に処理を行う必要があったのですが、廃棄物処理施設ができるまでの間は分別などの考えは不十分で、「とにかく貯めておく。」ことだけが決められていた実験廃液は、毎回 60 個ほど集められる無機系廃液タンクの半数以上には水銀が含まれているような状況でした。

その後、昭和 62 年から無機系廃液処理装置の運転も行うようになった。廃棄物処理施設は、平成 12 年有機系廃液の焼却処理を中止し外部業者での委託処理とし、平成 21 年に重金属廃液のフェライト法による処理も中止となりました。ここで大泉は水処理屋・分析屋からゴミ屋になってゆくことになる。

廃棄物処理施設は、環境安全推進室と改称された。入口の立て看板の横文字を見ると「環境と安全のための事務所」らしい。分析屋と安全ではかけ離れているようですが、分析屋として一般的な環境計量士の資格があると、ほぼ受験することなく作業環境測定士(有機、特化物、粉塵など)になれます。すると衛生工学衛生管理者を 2 日間の講習で取得できてしまいます。ということで、大泉も安全についての資格だけは持ち合わせてしまいます。

実験系の廃棄物として、種々の廃棄物の収集を開始したのは、新潟市の事業系廃棄物処理ガイドライン(平成 26 年 4 月発行)がきっかけでした。この時に建物内のゴミ箱も分別が細かくなっているのです。大学から出されるゴミで新潟市が処理してくれる所謂一般廃棄物は、「汚れて再生できない紙類」くらいでそれ以外は産業廃棄物です。(すでにご承知かとは思いますが。) そんな中、環境安全室では、「一般の人が、薬品の付着を疑う廃棄物」の回収を始めました。

近年特に試薬の管理が問題になっています。「不用な試薬は処分しなさい。」ということで年間 150 万円ほどの処分費をかけていますが、薬品の回収は有機系廃液の焼却処理を中止した平成 12 年から始めていました。「ゴミを集めている時代じゃない」と言われながらも、「使わない薬品はすぐに廃棄しろ」の号令のおかげでゴミ屋は大繁盛です。もう少しの間、ゴミ屋さんで雇用してもらおう予定です。もうしばらくお付き合いください。



6.2 定年退職にあたって

副技術長 伊藤 告

昭和 53 年 4 月に採用されてから 42 年間工学部にお世話になりました。長岡校舎(大会議室に飾ってある絵の建物です)で 1 年、五十嵐校舎で 41 年になります。工学部の五十嵐キャンパスへの移転・統合のため退職される職員と入れ替わりで佐藤孝雄さんとともに勤めることになりました。電気工学科から始まり、電気電子工学科、工学科電子情報通信プログラムと工学部の学科改組の度に学科の名称も変わりましたが、42 年間「電力・高電圧分野」の仕事をさせていただきました。高卒で入ったため、最初の頃は自分より年上の学生に学生実験の指導を行うのは違和感がありました。しかし、いつの間にか自分の子どもより若い学生が入ってくるようになり自分の年を感じるようになってきましたが、気持ちだけは毎年若い時のままでいられました。定年あたり再雇用を希望しもう少し働くことも考えましたが、諸々の事情により退職の道を選びました。

技術職員(法人化前は技官と呼ばれてました)の人数も昔から見ると少なくなっています。電気電子工学科時代は最大 8 人いたのが現在のプログラムでは 4 人になり、私の退職後は補充なしで 3 人体制のようです。他の学科・プログラムでも同様かと思えます。実験や演習では技術職員の不足分は大学院生の TA で補っているのが実情です。しかし、指導経験の乏しい彼らの教え方には余裕が感じられません。とにかく早く終わらせようとして教えすぎたり、時には自ら手を出して実験を手伝ってしまうこともあります。もう少し学生に考えさせて、自分たちだけで実験を進めることが出来るように指導してほしいのですが…。時には間違えるのも大事です。間違えたらどこを間違えたのかを考えて修正していくのも勉強になります。ただし、人体への危険や実験装置の破損に至らない範囲ですが。

技術職員として働いた最後の数年間は工学部技術部の運営スタッフとして参加させていただきました。長い長い試行期間を経て本施行となった技術部ですが、まだまだ全学的な組織への再編が残されています。技術部の活動を通して、それまではあまり無かった他分野の方々との交流や、三大学連携会議での富山大学・長崎大学の技術職員との交流、地域貢献活動による子どもたちや地域の方々との交流など得られたものが多かったです。

退職し工学部を去るにあたり、いろいろな面で御協力・御指導いただきましたことに心より感謝いたします。また、新型コロナウイルスの感染拡大により新年度への対応に皆さんが苦慮されている時にひとり退職して去っていくことに申し訳ない気持ちでいっぱいです。

最後に皆様の御健康と御活躍をお祈り申し上げます。 42 年間、ありがとうございました。

7.1 着任のご挨拶

化学システム工学プログラム 加藤 平蔵

令和元年 6 月から、化学システム工学プログラムの技術職員として勤務することになりました、加藤平蔵と申します。

生まれも育ちも秋葉区のさつき野です。私が小さいころは周りに田んぼが広がっていましたが、今では開発が進み、住宅やスーパーマーケットなどが立ち並んでいます。田んぼだった土地のため、地盤が緩んでいることや、雨が降ると川の水位よりも低くなることを考えると、少し心配です。

学生時代は化学工学を専攻していました。化学工学は目的に応じて、可能な限り単純に考えます。複雑な現象を簡単な数学モデルに置き換えます。簡単な数学モデルですが、本質を見失わないことが面白いです。

現在は化学工学を勉強しながら、高橋勝己さんや先生方から、学生実験の補助や SEM など装置のメンテナンスなどを教えていただいています。さらに、フィルターを入れる容器を製作するために、創造工房の方々から、旋盤の使い方を教えていただきました。学ばなければならないことが多く、職員の方々に助けていただくことで、ここまでやってこられました。心よりありがたくお礼申し上げます。

また、学生実験で発生した問題を解決しています。担当している実験で、結果の数値にバラツキが見られました。サンプルが入ったシャーレを乾燥機に入れてから、電子天秤で重量を測定していました。乾燥機から出してすぐに測ると、シャーレが温かいため、天秤内の空気が温まり、重量が軽くなることがわかりました。サンプルの重量が軽いため、空気の密度変化の影響を無視できないと考えられます。そのため、シャーレを室温になるまで冷ましてから、重量を測定するように実験方法を変更し、バラツキを抑えました。

今後は実験装置の製作・改良・補修を行うことで、研究・教育活動に貢献していきたいと考えています。これらの業務を行うためには、様々な分野の知識や経験が必要になります。現在、第二種電気工事士と甲種危険物取扱者の資格を取るために、勉強をしています。さらに、新しい分野にも挑戦していきたいと考えています。

頑張りますのでご指導をよろしくお願い致します。

8.1 <新潟大学工学部技術部名簿> (2020.3)

技術部

| | | | |
|-----------|------|-------------|------|
| 技術長 | 福嶋康夫 | 副技術長 (地域貢献) | 川上貴浩 |
| 副技術長 (研修) | 大泉 学 | 副技術長 (広報) | 弦巻 明 |
| 副技術長 (安全) | 伊藤 告 | 副技術長 (報告集) | 柳沢 敦 |

製作技術班 (安全)

| | |
|-------|-------|
| 技術班長 | 阿達 透 |
| 副技術班長 | 高崎 操 |
| 副技術班長 | 永田向太郎 |
| 技術主任 | 永野裕典 |
| 技術員 | 羽鳥 拓 |
| 技術員 | 山田拓哉 |
| 技術職員 | 岩野春男 |

分析技術班 (報告集)

| | |
|-------|------|
| 技術班長 | 松平雄策 |
| 副技術班長 | 籾町 剛 |
| 技術主任 | 宮本直人 |
| 技術員 | 佐藤大成 |
| 技術員 | 加藤平蔵 |
| 技術職員 | 土田淳慈 |

開発技術班 (広報)

| | |
|----------|------|
| 技術班長 | 石渡宏基 |
| 前任技術専門職員 | 笠原浩二 |
| 副技術班長 | 高橋百寿 |
| 技術主任 | 萱場龍一 |
| 技術主任 | 羽田卓史 |
| 技術員 | 津田峻平 |
| 技術員 | 須佐昂太 |

計測技術班 (研修)

| | |
|-------|------|
| 技術班長 | 星 勝広 |
| 副技術班長 | 南部正樹 |
| 副技術班長 | 齋藤 浩 |
| 技術主任 | 山下将一 |
| 技術員 | 安中裕大 |
| 技術職員 | 石橋邦彦 |

実験技術班 (地域貢献)

| | |
|-------|--------|
| 技術班長 | 今井純一 |
| 副技術班長 | 高橋勝己 |
| 副技術班長 | 富岡誠子 |
| 技術主任 | 野本隆宏 |
| 技術員 | 長谷川佳奈子 |
| 技術職員 | 宇田秀樹 |
| 技術職員 | 坂井淳一 |

8.2 <報告集委員会・編集後記>

<報告集委員会>

2019年度 分析技術班：松平雄策、籾町 剛、宮本直人、佐藤大成、加藤平蔵、
土田淳慈、柳沢 敦

2020年度 実験技術班：高橋勝己、富岡誠子、羽田卓史、長谷川佳奈子、宇田秀樹、
坂井淳一、阿達 透

◎報告集の企画、原稿執筆の依頼および原稿の収集を2019年度の委員が担当し、原稿の編集および印刷・発行を2020年度の委員が担当しました。

<編集後記>

新潟大学工学部技術部報告集 第16号では2019年度の活動報告を行いました。

3月にはコロナウイルスの影響で中止になったイベントもありましたが、概ね通常通りの活動が行えました。新年度になってからは出勤抑制などの措置もあり編集・発行が例年よりも遅れてしまいました。

第16号作成のために原稿をお寄せ戴いた方々に厚くお礼申し上げます。

(文責 高橋)

新潟大学工学部技術部報告集 第16号
令和2年9月発行

編集 新潟大学工学部技術部報告集委員会
発行 新潟大学工学部技術部

〒950-2181
新潟県新潟市西区五十嵐2の町8050番地
TEL 025-262-6703
URL <http://tech.eng.niigata-u.ac.jp>

