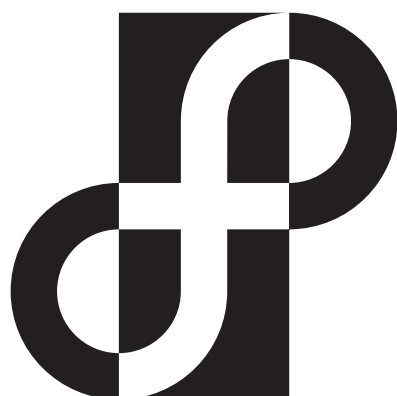


2019 年度
技術部活動報告集

Vol.25



福井大学工学部技術部

2019 年度 技術部活動報告集 (Vol.25) の刊行に際して

技術部長 福井 一俊

本報告集は工学部技術部の 2019 年度の活動をまとめたものです。なお、この中には新型コロナウイルス感染拡大防止のため開催を延期している 2019 年度の工学部技術発表会の専門研修 3 件、日常研修 5 件の報告も含まれています。技術職員の意識向上にも支えられ、技術部全体の活動が質・量ともに向上したことが伺える内容となっています。

個々人の専門性に応じた複数のグループに職員を配置し、それら業務グループが組織として活動する制度を技術部が取り始めてから 10 年が過ぎました。一方、個人として研究プロジェクトを担当する教育・研究プロジェクト派遣制度は 8 年目となり、検討時期も含めればともに 10 年を越えてきています。これらのシステムは成熟期を迎えてきていますが、一方で、大学を取り巻く状況は、特にここ数年大きく変化してきており、技術部も対応を求められています。すでに新たな試みも幾つか行われ始めており、報告集にも反映されていくと思っています。

技術部活動報告は発刊して 20 年を越える歴史を持っており、貴重な資料となっていることは間違いありません。最後に、この貴重な財産に新たな報告を加えることが出来たことを嬉しく思っています。

目 次

専門研修報告

機械工作実習の新規テーマの検討及び技術指導書の作成 -----	1
第一技術室 内山 裕二	
第一技術室 川崎 孝俊	
第一技術室 山森 英智	
第一技術室 青山 直樹	
第一技術室 東郷 広一	
第一技術室 竹内 利幸	

IC カードと SBC を用いた複合制御技術の修得 -----	5
第三技術室 小林 英一	
第三技術室 小澤 伸也	
第三技術室 廣木 智栄	
第三技術室 道幸 雄真	
第一技術室 内山 裕二	

硬質材料の体系的材料分析手法の修得 -----	11
第一技術室 高澤 拓也	
第一技術室 竹内 利幸	
第二技術室 宮川しのぶ	
第二技術室 山口 綾香	

日常研修報告

LabVIEW を用いたヘリウムガス回収監視用プログラムの開発 -----	15
第二技術室 戸澤 理詞	

顕微鏡を題材とした公開講座などにおける低学年向け教材開発 -----	21
第一技術室 東郷 広一	

鋼管における Tig 溶接技術の習得 -----	25
第一技術室 山森 英智	

偏光ラマン分光法による配向評価技術の修得 -----	29
第二技術室 山口 綾香	

CNC 工作機械を用いたパニシング加工による自由曲面処理法の開発 -----	33
第一技術室 青山 直樹	

合同研修参加報告

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（物理・化学コース）参加報告 -----	37
第一技術室 竹内 利幸	

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）参加報告 ----- 39

第三技術室 廣木 智栄

技術研究会等参加報告

2019年度 分子科学研究所 機器・分析技術研究会 参加報告 ----- 41

第三技術室 小林 英一

2019年度 分子科学研究所 機器・分析技術研究会 参加報告 ----- 45

第一技術室 竹内 利幸

第 68 回表面科学基礎講座 参加報告 ----- 47

第一技術室 高澤 拓也

第 78 回全国産業安全衛生大会 2019 参加報告 ----- 49

第三技術室 伊藤 雅基

LTspice&電源設計 1Day セミナー 参加報告 ----- 51

第三技術室 小林 英一

若狭湾エネルギー研究センター 科学機器研修 参加報告 ----- 53

第一技術室 竹内 利幸

日立材料解析新技術セミナー2019 参加報告 ----- 55

第一技術室 東郷 広一

活動報告

2019年度公開講座「ガラスを溶かしてオリジナル作品を作ろう」 ----- 57

技術部第二技術室

令和元年度 福井大学きてみてフェア 2019

・工作機械による“不思議なコマ”づくり体験 ----- 59

技術部第一技術室

・ガラスとのふれあい ----- 61

技術部第二技術室

・プログラミング体験 ～スクラッチで遊ぼう～ ----- 63

技術部第三技術室

原子力の科学館あっとほうむイベント

「えれめんと・サイエンス」でのガラスワークショップ開催報告 ----- 65

技術部第二技術室

工学部技術部グループ業務報告

・令和元年度 実験・実習グループ業務報告 ----- 67

実験・実習グループ

・令和元年度 安全衛生管理推進グループ業務報告 ----- 68

安全衛生管理推進グループ

・令和元年度 共同利用施設グループ業務報告	69
共同利用施設グループ	
・令和元年度 技術相談・プロジェクトグループ業務報告	70
技術相談・プロジェクトグループ	
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（物理・化学コース）主催校における企画・実施についての報告	71
令和元年度 工学部技術部 業務（活動）日誌	73
定年退職者からの一言	
退職にあたって	76
技術部 水野 広治	
編集後記	

專門研修報告

機械工作実習の新規テーマの検討及び技術指導書の作成

内山 裕二** 川崎 孝俊* 山森 英智** 青山 直樹** 東郷 広一*** 竹内 利幸***

1. 概要

機械・システム工学科の1年次後期に行われる機械工作実習は、学生が様々な工作機械の使い方や加工方法を理解し、ものづくりの基本的原理を把握することを目標とする。その目標を達成できるように実習のものづくりのテーマを決める必要が在るが、テーマは先端科学技術育成センター(以下、育成センター)に派遣された技術部の職員が提案し、採用されたものを実習として行っている。これまでの実習はスマホスタンドの製作というテーマであったが、学生の実習に対する意欲及び関心の度合いがもっと高まるように、よりよく実習を行うことができるテーマの検討を行う。



図1 スマホスタンド

実習の内容としては目的を満たすように行っているが、実習は学生自身が学ぶものであり、学生がその意欲を持つことができているというのは実習を担当している者として良くないと考え、実習内容を改めることにした。

2. 機械工作実習の内容について

まず、機械工作実習の授業概要として、基本的で利用度の高い切削加工と溶接に関して実習を行い、機械工作法の基本的概念を体験的に理解し、目的に応じた切削加工法の選択、コスト、品質向上、被削性と切削条件の選定、溶接条件の選定など環境と調和したモノづくりの加工概念を修得することを目的とする。この内容に沿うように以前行っていた実習内容として、ボール盤、フライス盤、旋盤、溶接を各3週に分けて、ボール盤ではけがき、穴あけ加工、雌ねじ加工、座繰り加工、フライス盤では2面加工、斜面加工、溝加工、旋盤では端面加工、外形切削、面取り加工、穴あけ加工、突っ切り加工、雌ねじ加工、溶接ではビード、継手、開先、本溶接を行っていた。これら12週をかけて製作していたものがスマホスタンド(図1参照)であった。

しかし、完成したのを見て、少数の学生はあまり達成感を感じていないように見受けられ、作ったものをそのまま置いていく学生もいた。

3. 実習内容の検討

実習内容の検討をする上で、育成センター及び実習に係わる職員と担当の教員と話し、満たさなければならないものを以下に示す。

- ①製作した学生自身が面白く達成感があったと思ってもらえるようなものにする
 - ②各機械3週以内の内容でできるものであること(時間も実習時間内に終わるようにすること)
 - ③福井大学のシラバスに乗せた内容と同じになること
 - ④材料費・工具費は以前までかかっていた120,000円以下とすること(学生80名として1人当たり1500円)
- これらを満たすものとして、今回はスマホスピーカーを提案した。

①に関して、これを満たせなければ実習内容を変更する意味が無いので、まずは育成センターの職員で製作物を提案し、検討した。その結果、家でも使用できるようなスマホスピーカーが良いのではないかという結論に達した。

* 第1技術室

** 第1技術室 機器開発・試作班

*** 第1技術室 機械システム班

②に関して、まず、実習は機械1台にあたり多くて3人1グループで行う。また、実習の時間は3時間であり、説明時間(10-20分)、片付け時間(10分)を考えると1人当たりの作業時間はおよそ50分までには終わるようにしなければならない。また、学生は工作機械を使ったことがない初心者であり、安全にも気を付けるように余裕を持った作業をさせなければならない。そのため、加工形状を工夫した。

③に関して、福井大学の機械工作実習のシラバスを見て、到達目標を達成できるように指導書を書き直し、授業の流れを検討する。また、授業内容も変わるため、シラバスの授業内容を変更してもらい、それと同様に授業を進めた。

④に関して、以前までのスマホスタンドは120,000円ほど掛かっており、それ以上は予算の都合上厳しくなるとのことであり、それ以下にする必要があった。また、今後は実習の費用を学生から徴収するかもしれないという話も上がり、それならば、お金を出してもよかったと思ってもらえるようなものが製作できるよう心掛けた。

4. スマホスピーカーについて

今回、スマホスピーカーを設計するにあたり、バックロードホーン型スピーカー(図2参照)を参考にした。バックロードホーン型の仕組みは、スピーカーの背面の音の通り道(ホーン)を長く曲がったものにし、かつ少しずつホーンを広げていく形状に設計することにより、ラッパのように効率よく低音を増幅させ、音に響きを持たせるというものである。

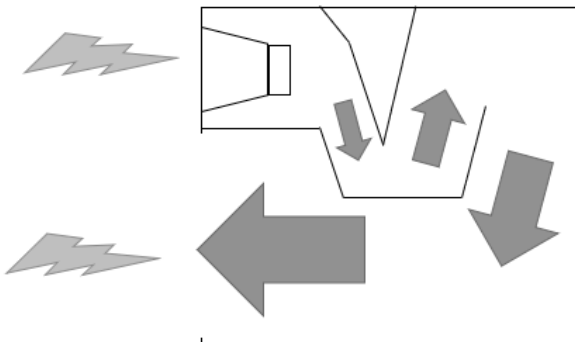


図2 バックロードホーン型スピーカー

この仕組みを用いて設計したものが、スマホスピーカー(図3参照)である。どれくらいホーンの幅を広げればよいかというのは調べた限りでは仕様はなく、自分の設計仕様として②が①の

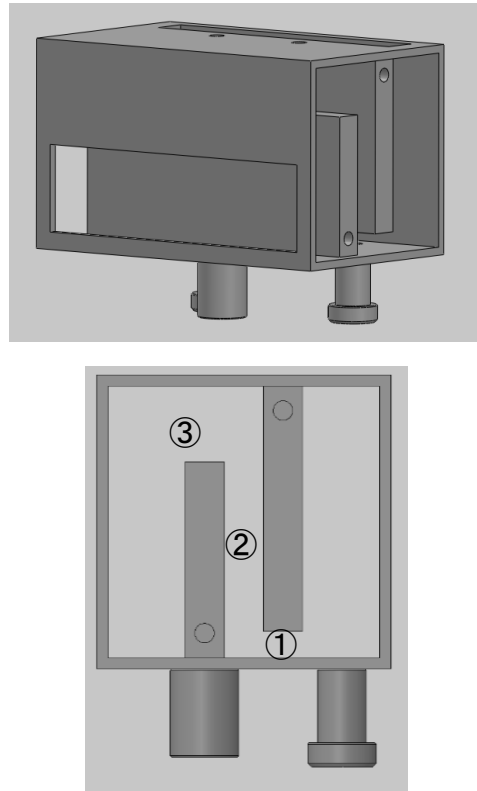


図3 スマホスピーカー(上:俯瞰,下:横面)

1.5倍、③が②の2倍という広げ方で設計した。これで試作してみたところ、音が響いたように聞こえるようになった。また、音響解析ソフトでスマホスピーカーのありなしで比較したところ、音の強さであるdBがおおよそ1.2倍程度となった。(図4参照)実際に聞いてみても、音は大きくなっているが、単純な増幅ではなく、響きがあるような音で聞こえてくるため、面白さはあると感じた。

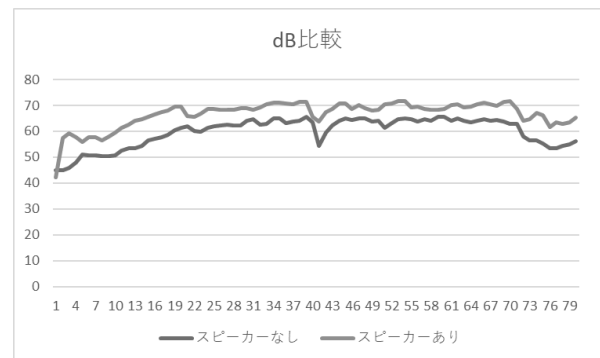


図4 スピーカーのdB比較

また、ボール盤(図5参照)、フライス盤(図6参照)、旋盤(図7参照)を各3週行えば、加工の基礎を学ぶとともに、スマホスピーカーが出来上がるような構造に設計した。

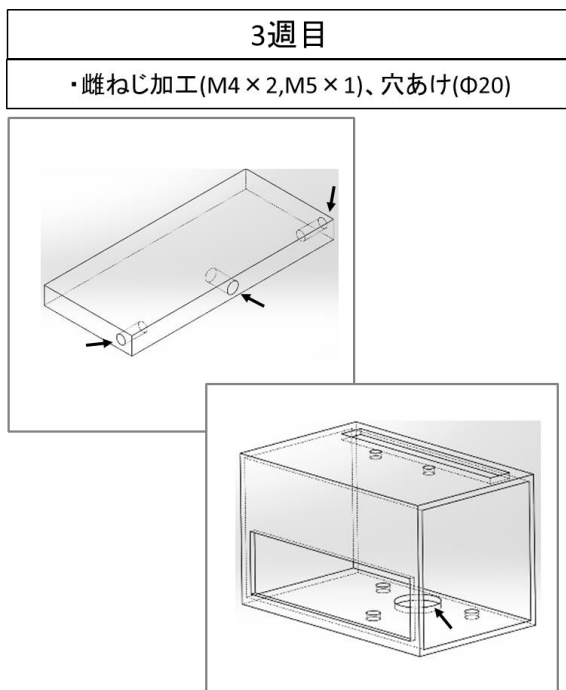
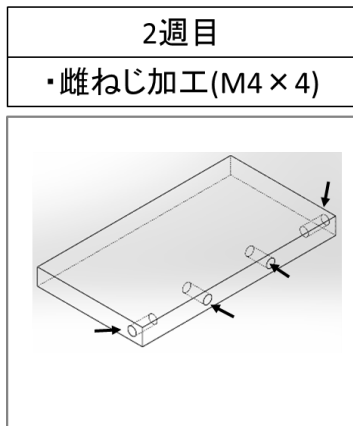
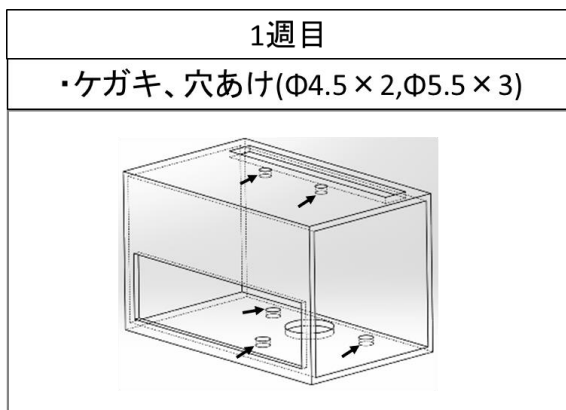


図5 ボール盤実習内容

ボール盤の工夫点として、同じ作業の繰り返しになりやすいため、各週で新規の加工工程を入れることによりできるだけ飽きさせないようにした。1週目はケガキと穴あけを行い、2週目は雌ねじ加工を行い、3週目では雌ねじ加工と大きな穴をあけるためドリルスリーブの付け替えというようにした。

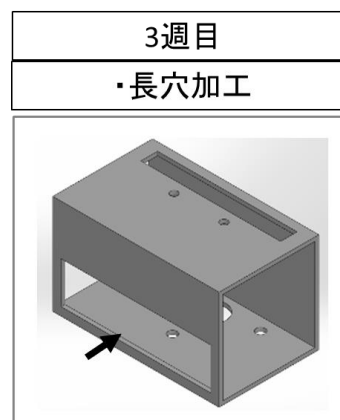
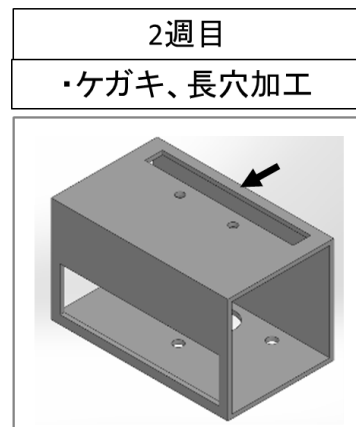
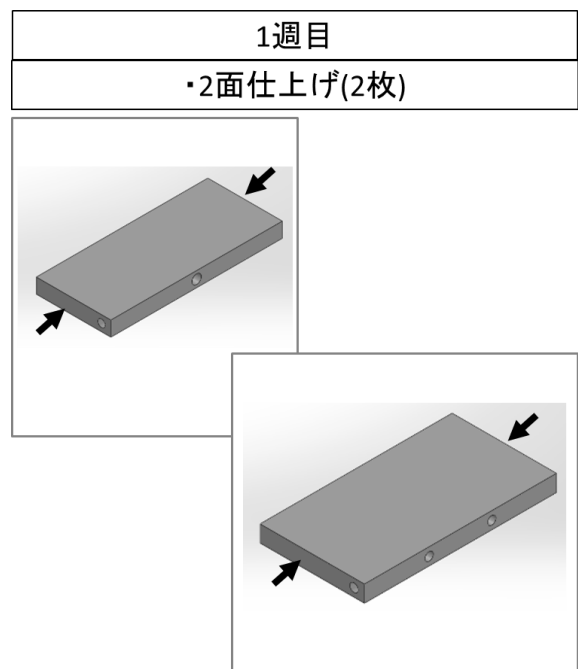


図6 フライス盤実習内容

フライス盤の工夫点として、これまでは単方向の切削であったが、長孔加工にすることにより、X軸Y軸ともに動かして、より緊張感をもって作業を行ってもらうようにした。また、スマホの挿入口は各自のスマホの寸法をノギスで測定し、それに合わせた加工をすることで自分のものを加工している意識を持たせるようにした。

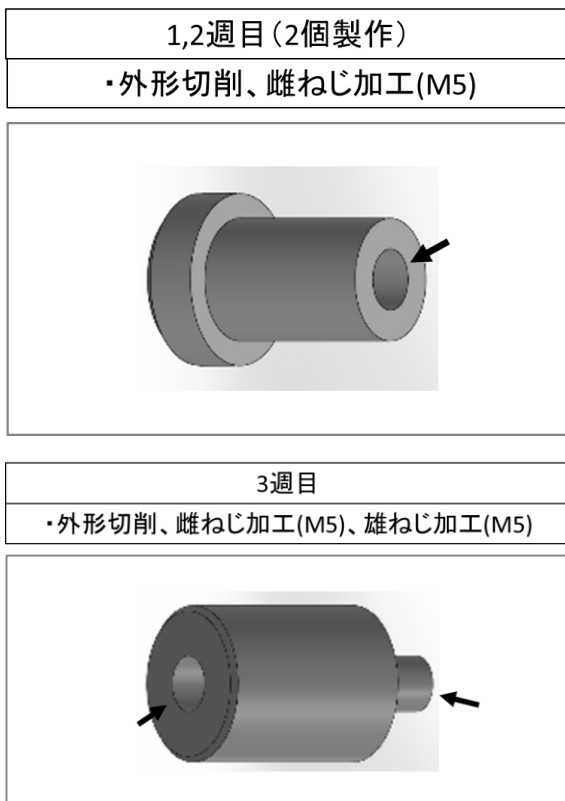


図7 旋盤実習内容

旋盤の工夫点として、加工内容はこれまでと違いはないが、実習中の手引きを変え、より自分で加工方法を覚えてもらうように1,2週目はそのまま手引き通りやってもらい、3週目のものは詳細すぎないように1,2週目の加工は省くようにした。

コストとしては、初期費用として、切削工具を新規にそろえる必要があったが、それは専門研修で購入し、それ以降に必要な工具購入費と材料費は107,415円となり、これまでよりコストダウンにも成功した。これらにより、要件は満たすことができたと考え、後は後期の実習に向けて指導書の作成及び実習中の手引の作成を行い、実習が開始するまでに準備を行った。また、今年度は竹内技術職員が採用されたが、工作機械を扱った経験が無かったため、機械操作を学んでもらい、実習指導も行うことができるよう研修を行った。

5. 実習の様子について

令和元年度の機械工作実習は、後期の水曜日1-2限、3-4限で行われ、79名が受講した。準備をしっかりと行ったことにより、大きな問題はなく実習を行うことができた。受講した学生の実習中の様子としては、これまでと同様かそれ以上に実習に取り組んでいたように感じた。(図

8参照)特に、スマホスピーカーを組み立てるときは楽しそうしているように見え、すべての学生が持ち帰っていた。また、実習の最終日にアンケート調査(5点満点)を行ったところ、「機械加工への理解度」は平均4.4点、「ものづくりへの興味関心が深まったか」は平均4.6点、「スマホスピーカーへの満足度」は平均4.06点とおおむね高い評価を得られた。(図9参照)



図8 実習中の様子

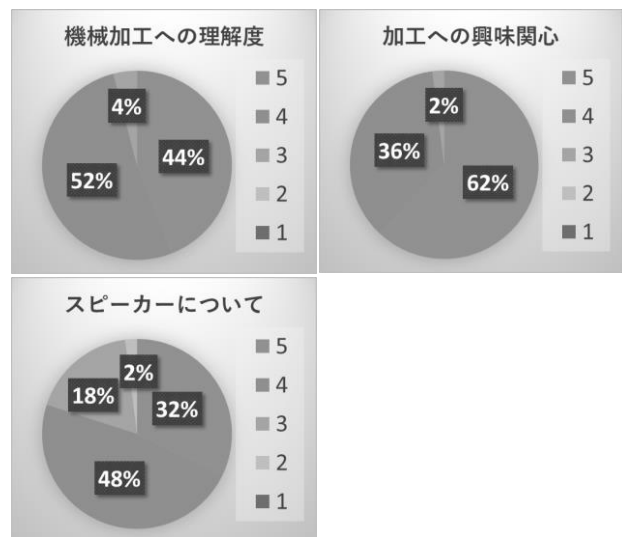


図9 アンケート結果

6. まとめ

実習を終えて感じたことは、学生が思った以上に楽しんでくれたことであった。大学は教育機関である以上学ぶことは大事であるが、それと同時に楽しさもあるとより学生は学びに向き合ってくれると感じた。実習へのテーマ検討はこれで終わらずに、これからも引き続き学生がどうすれば楽しんで学んでもらえるかを考えて実習を行いたいと思う。

ICカードとSBCを用いた複合制御技術の修得

小林 英一* 小澤 伸也* 廣木 智栄* 道幸 雄真* 内山 裕二**

1. 背景と目的

本研修では SBC (Raspberry Pi 等の Single Board Computer) 制御技術を発展させ、IC カード読取や各種センサ、マイコン等とネットワークを介し連携することで、様々な業務に応用可能な複合制御技術の修得を目指す。現在、文京地区構内にある入退室管理システムが老朽化し故障が相次ぐ中、既存メーカーが事業撤退し、代替品は非常に高価という問題がある。そのため本研修の応用例として、新たな入退室管理システムを設計開発し提案する。工学部に関わる日常業務や地域貢献事業等のほか、工学部内の課題解決にも応用可能な実力を身につけることができることを期待する。

2. 進め方

開錠インターフェイスは磁気方式から IC カード (Mifare 規格) 方式に変更し、読取はマイコン、判定・開錠制御は SBC が担当する。登録用 PC は学内ネットワークから Web ベースで登録ができるよう新規に開発する。各部の呼称について、IC カードリーダ部は C、カードゲート制御部は CG、電気錠は K と表記する。

完成後の保守作業について、我々がどこまで担当するかまだ明確ではないが、メンテナンス・交換・修理・ソフト更新などの頻度を極力少なくするため、設計段階から以下2点をコンセプトに加え、取扱いやすさや信頼性・完成度にもこだわった。

- ・交換従事者も含めたユーザ目線で設計する (もし判断に迷うことがあれば、使う立場だったらどう感じるかを、判定の指標とする)
- ・メンテナンスやアップデート作業を実施しやすい構造とする

3. 研修の概要

3-1. ハードウェア (主に回路)

* 第3技術室

** 第1技術室

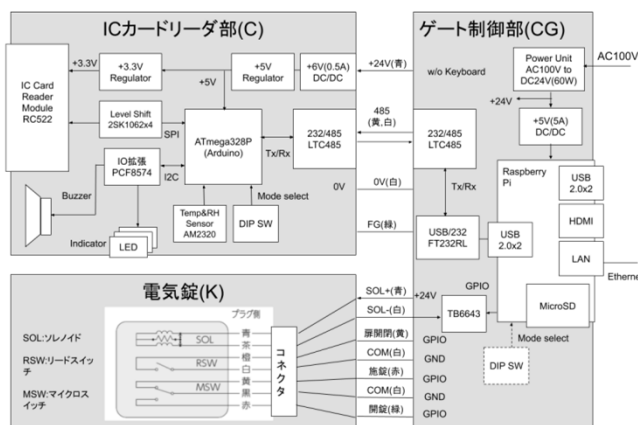


図1 C,CG, K のブロック図

3-1-1. 主要部品選定

CG 心臓部の SBC には Raspberry Pi を採用した。C は以下理由から Arduino マイコン (Uno ではない IC 単品, 以下 ATmega328P と表記) を採用した。

- ・C に Raspberry Pi はオーバースペック (贅沢)
- ・Raspberry Pi は消費電力が約 3W あり, 明らかに非エコ (低炭素社会化に逆行)
- ・Raspberry Pi ZERO はデリバリ上の問題あり
- ・ATmega328P は設計資産や Web 情報が豊富
従来設備を利用し, 出っ張り少なく壁内に収めるには, 短辺 40mm 以内でなければならない。NTT ACR1251CL や Sony RC-S380 はどちらもサイズ超過で, Web 記事^[1]を参考に, RFID-RC522 モジュール (以下, RC522 と略) を採用した。

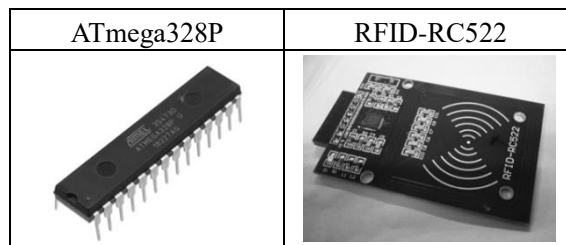


図2 マイコンと RC522

3-1-2. 電気錠 (K)

美和ロック社の電気錠 ALA, AU, AFE シリーズを各 1 台ずつ用意し, 検討に使用した。ソレ

ノイド錠, モーター錠とともに DC+24V 駆動かつ消費電流は 0.3~0.4A 程^[2]である.

表 1 検討に使用した電気錠^[2]

シリーズ名	特徴	錠の種類
ALA	住宅玄関用, BS 64	ソレノイド錠
AUT/AUTA/ AUR/AURA	通用口/非常口用, 4 モードを 1 台で 検証可, BS 76, 流通量多い	ソレノイド錠
AFE	引戸用, BS 51	モーター錠

電源/制御用 9 ピンコネクタについて, 信号配置以外の詳細は不明だったが, 線を切らずに検討するため適合する品を探索した. Molex 1625-09R (端子は 1561T) と接続可であった.

3-1-3. 回路基板 (C,CG)

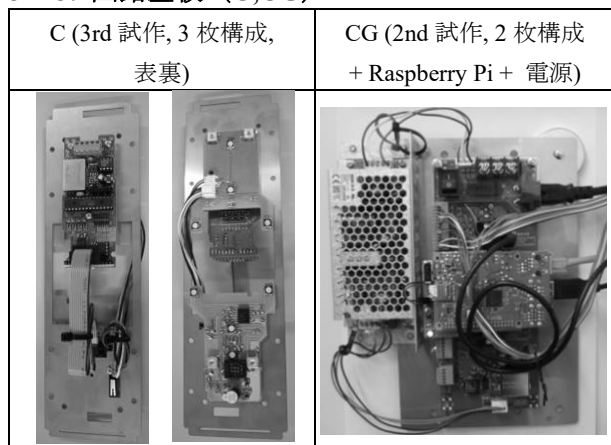


図 3 C, CG 回路基板の外観

回路基板は PCBCAD の EAGLE で設計したデータを元に中国 Elecrow 社へ注文, 製造委託した. C は両面 1 枚+片面 2 枚, CG は両面 2 枚+片面 1 枚の 3 枚構成とした. 普段は発注してから約 1 週間後に届くが, 春節および新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) の影響を受け, 1 月 18 日に発注した C の 3 次試作基板が 2 月 27 日まで届かないというトラブルがあった. そのため, C 3 次試作の LED 基板(片面)だけ急遽エッチングで製作した. 部品手配および実装は手作業であり, スピード感が求められる本案件のネックとなっていた. 今後は汎用 CR 部品が実装される PCBA サービスを前向きに検討したい.

故障 CG の電源回路が無事だった場合は, 従来電源回路も接続できるよう考慮している.

3-1-4. RS-232C / RS-485 通信

RS-485 は ANSI/TIA/EIA-485 (以下 485 と表記) として規格化されている長距離・高速伝送が可能な差動通信規格である. RS-232C (以下 232 と表記) の性能向上を目的に開発され, 高

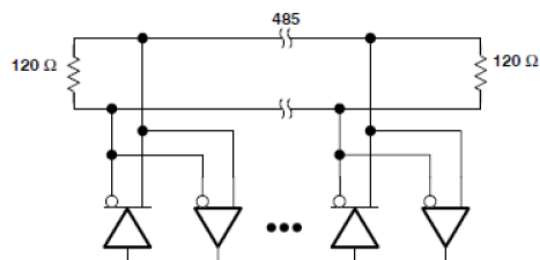


図 4 485 の通信形態^[3]

い信号速度 (最大 50Mbps), 長い伝送路長 (最大 1.2km), 差動伝送方式 (ノイズ放射が少ない), 最大 32 個の単位負荷を接続可能, といった長所を持つ^[3]. 壁内では階をまたいだ長い線になることも多く長距離伝送可能な 485 通信を用いた.

今回, ATmega328P の 232 - 485 変換 IC には LTC485 (SN75176, LT1785 でも可) を用いた. CG 側 USB - 232 変換 IC には FT232RL を採用している. 開発初期は通信が不安定で時間が経つにつれ通信が崩れる等の症状あり, 安定した通信には TX, RX だけでなく, 表 2 のように DE, /RE も接続する必要があった.

表 2 232 と 485 制御 IC 間の接続

FT232RL 側 pin	LTC485 側 pin
1 (TXD)	4 (DI)
5 (RXD)	1 (RO)
13 (CBUS2-TXDEN)	3 (DE)
14 (CBUS3-PWREN#)	2 (/RE)

3-1-5. 耐久性について

1 月 31 日に試験設置し連続通電動作を開始した. 2 ヶ月経過したが, 特に異常は出ていない.

3-1-6. 電波性能について

今回扱う RC522 は Bluetooth / Wi-Fi / ZigBee などいわゆる技適対象機器と違い, 13.56 MHz で動作^[4]する「誘導式読み書き通信設備」である^[5]. 本システムが微弱無線設備として認定されれば電波法に関する許可申請は不要. この微弱無線の国内規格許容値は“3m の位置で周波数に依らず 500 μ V/m (=0.5mV/m) 以下”である^[6]. 1 [V/m]未満も測定できる電磁波計 (TM-196, 10 MHz - 8 GHz) を使い, 試験設置した場所で

システムを測定した結果を以下の表 3 に示す。

表 3 TM-196 で簡易測定した結果

対象	距離[m]	測定値[mV/m]
C(RC522+Arduino)	3	0.5 (検出限界値)
CG(ラズパイ搭載、開放状態)	3	約 600
(参考)無線 LAN 親機	1	約 5000~7000

C,CG とも散発的に高い値を示すこともあるが時間幅は短いため、無線 LAN 等の影響が考えられる。CG は C に比べ高い値を示すが、最終的に金属筐体内に収納され、実際にはかなり低減する見込みである。また CG は一般人が立ち入らない壁内に設置されるので、測定対象にならないと予想する。C は無線方式のため、電波に関しては磁気より条件が悪く、規格を超える値を示すと懸念していた。厳密には工業試験場等にある電波暗室で確認しなければいけないものの、何か追加対策することなく、問題ないレベルに収まっている公算が高いと期待する。

3-2. ハードウェア (主に機構)

3-2-1. デザイン含め 5 層構造

C の筐体は故障品と交換する際、作業に従事する方にとっての変更点を極力少なくするため、従来使われていた既存設備、バックシャーシ(以下、B/C と表記)や壁内の電気配線をなるべく流用する構造とした。



図 5 C 筐体組図(左)と C 筐体現物(右)

図 5 は右から順に、SUS 板(L1)、スペーサ(L2)、LED 導光板(L3)、デザイン(L4)、保護板(L5)と並んでいる。C 回路基板は SUS 板(L1)の表裏に取り付ける。壁面および B/C には SUS 板(L1)が接し、ユーザは保護板(L5)側から IC カードをかざす。この L1~L5 をまとめて C 筐体とする。

今回は全てレーザー加工した平板で設計製作したが、金型を使った樹脂成形技術なら部品点数を削減、かつ曲面も製作でき、もっと柔軟な条件下で設計することができるため、将来もし製造依頼数が 100 を超えるような事態になれば検討してみたい。

B/C にはこの C 筐体を固定できる金具と出っ張りが各 1 箇所あり、SUS 板(L1)の穴位置を何度か試作して調整、スムーズに嵌合するように作り込んだ。金具は若干の位置補正が必要なものの、既存 B/C に取り付け可能とした。

CG には既存の金属筐体をそのまま流用する。

3-2-2. IC カード読取性能の検討

読取性能に限れば、RC522 は検討時のむき出し状態が最も優れていた。しかしそれでは強度や電波性能に問題あると考え、回路基板に SUS 板(L1)を取り付けたところ、カードを読み込めなくなった。この症状は RC522 用の開口面積を拡張することと、RC522 の表面だけでなく裏面からも C 回路基板を遠ざけ、導電性を有するものから距離を取ることで解決し、RC522 から 2-3cm 浮いた位置で読み込めるまで改善した。

3-2-3. 検討用の扉を 3D プリンタで製作

電子錠の制御系を検討する上で、実際の扉と同様の動きをする扉が必要となったため、検討用の扉も製作した。電子錠には開き戸タイプ(図 6 左)、引き戸タイプ(図 6 右)の 2 種類あり、各種用途に合わせた動きができるように設計した。製作には 3D プリンタ(Zortrax M200)を使用した。

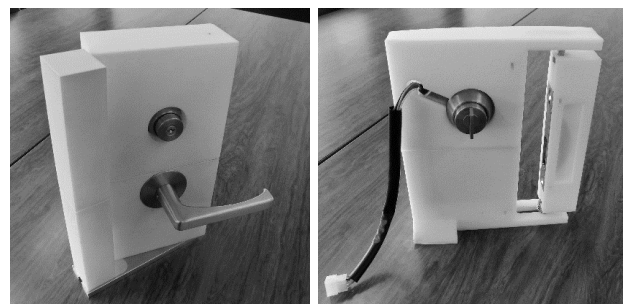


図 6 試作扉 (左:開き戸用、右:引き戸用)

3-2-4. LED 導光板(L3)素材の検討

LED を均一に光らせるため、透明両面マット、乳半両面マット、ガラス両面マットの 3 種類を用意し比較検討した。これらの中では乳半両面マットが LED 導光板として最適だった。

3-2-5. Illustrator を使ったデザイン(L4)作成

EAGLE から出力された DXF データを元に Adobe Illustrator (以下, Illustrator と表記) を使ってデザイン(L4)の ai データを作成した. 当初このデザイン(L4)は, 加工にレーザーカッターを用いるサインプレート・表示板 (二層板, t=1.5mm) を採用する方向で検討していたが, 単価が約 5 千円と高価な上, 数量割引がないこと, 標準納期は土日祝を除き 7 日であること等から不採用とし, 印刷通販デジタ社の POP カードへ仕様変更した. Illustrator の操作に不慣れな上, EAGLE から出力される DXF データは特にコーナー部に余計なカットパスデータが多数含まれており, Web サイトから注文できる上限を超えていたため, データ作成に余計な時間を要した. 最終的に, 抜き加工数とカットパス数のどちらもアップロード可能な上限を超過していたが, これ以上削減できない状態にしたのち個別対応していただいた. Illustrator の操作方法を習得する必要性を感じた.

3-3. ソフトウェア

本研修では, 入退室管理システムで動作するソフトウェアの開発もおこなった. 入退室管理システムでは管理用 PC と CG 間, CG と C 間で通信をおこなっており, 管理用 PC と CG 間の通信には LAN を, CG と C 間の通信にはシリアル通信を利用した. 図 7 は入退室管理システムのつながりを示している.

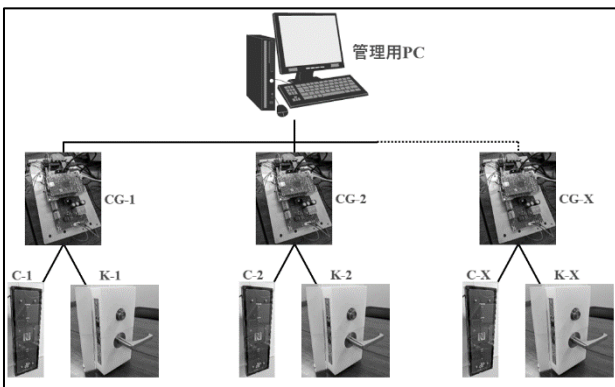


図 7 システム系統図

3-3-1. C と CG のソフトウェアと通信

C は Arduino を用いているため, 専用の Arduino IDE を用いて開発をおこなった. また, 後述する CG がより高性能な Raspberry Pi を用いていることから, C では複雑な処理をおこなわないようにシステムを設計した.

本研修で C と CG 間の通信に用いたシリアル通信は受信と送信とを切り替えながら通信する

必要がある. そのため, C と CG がお互い受信 (送信) 状態になった場合はシステムが停止してしまうこととなる. また, 送信後に受信されるまでに再度送信をしてしまった場合には受信したメッセージが文字化けするという動作不良が確認された. そこで, 本研修では C と CG 間の通信は対話形式を採用した. これは片方がメッセージを送信した後は, それに対する応答が来るまでは受信状態で待つという形式である. さらに, 対話の最初は CG 側からの専用メッセージ, 対話の終了は C からの専用メッセージとすることで, 対話のずれを無くすることができた. これにより, C と CG 間の通信での動作不良がほぼ無くなり, 安定したシステムとなった.

また, C には温湿度計やブザーなど様々な機能が付与されているが, C での複雑な処理を避けるため, これら付与された機能はすべて CG で管理をおこない, 必要に応じて CG から C へ機能を使うようメッセージを送ることにし, C では CG から来たメッセージに対応した応答のみをするように開発をおこなった. このとき, さらなる安定化のために, C では CG から想定していないメッセージが送られてきた際にはリセットをするように開発した. 以下は主な CG と C 間の通信で用いられているメッセージの一覧となっている.

コマンド一覧表				
CGから送るコマンド	CG側から送るコマンド	C側で行う処理	CGに送るコマンド及び文字列	備考
StartR	対話開始の合図を送るためのもの	Cに付属している温度センサーもしくはカメラ一部に接続しているLEDの点灯やブザーを鳴らす処理を行う(C: WarningSta, CoverOP)コマンドを送る. 前回のスイッチがオフの場合はCGにStartを送る.	Start, WarningSta, CoverOP	
Open	自動検知モードでないときに扉が開いているという状態を伝えるためのもの	扉の状態に応じて送/消すLED(LP-LED)を送行させる. フラッシュさせる.	End	いまだこのコマンドの対応が不十分であるため, コマンドを付与して開発している.
OpenAL	自動検知モードのときに扉が開いているという状態を伝えるためのもの	扉の状態に応じて送/消すLED(LP-LED)を送行させる. フラッシュさせる.	End	
CloseLock	自動検知モードでないときに扉が閉まっているという状態を伝えるためのもの	扉の状態に応じて送/消すLED(LP-LED)を送行させる. 扉の状態に応じて送/消すLED(LP-LED)を送行させる.	End, ICカードの情報	
CloseUnlock	自動検知モードでないときに扉が閉まっているという状態を伝えるためのもの	扉の状態に応じて送/消すLED(LP-LED)を送行させる. 扉の状態に応じて送/消すLED(LP-LED)を送行させる.	End, ICカードの情報	いまだこのコマンドの対応が不十分であるため, コマンドを付与して開発している.
CloseALock	自動検知モードのときに扉が閉まっているという状態を伝えるためのもの	扉の状態に応じて送/消すLED(LP-LED)を送行させる. 扉の状態に応じて送/消すLED(LP-LED)を送行させる.	End, ICカードの情報	
CloseALUnlock	自動検知モードのときに扉が閉まっているという状態を伝えるためのもの	扉の状態に応じて送/消すLED(LP-LED)を送行させる. 扉の状態に応じて送/消すLED(LP-LED)を送行させる.	End, ICカードの情報	
CardOK	Cからカード情報を読み取った際にそのカード情報がC内のリスト(CSVファイル)内に無い場合に送るもの	検知可能なカードを読み込んだ際に点滅するLED(OK-LED)を点滅させ, ブザーを鳴らす.	End	
CardNG	Cからカード情報を読み取った際にそのカード情報がC内のリスト(CSVファイル)内に無い場合に送るもの	検知可能なカードを読み込んだ際に点滅するLED(NG-LED)を点滅させ, ブザーを鳴らす.	End	
ScheSta	自動検知モードに切り替わったときに送るもの	扉を解放状態にする.	End	
ScheEnd	自動検知モードから一定時間経過後に切り替わったときに送るもの	扉を解放状態にする.	End	
BzOn	自動検知モード中に一定時間経過後に切り替わったときに送るもの	ブザーを鳴らす.	End	
Thermo	温度検知情報を取得する際に送るもの	温度検知情報をCGに送る.	温度検知情報	
Reset	何らかの不具合でエラーが起きているとき	初期化する.	N/A	

図 8 CG-C 間の通信で用いられるメッセージ

CG では, Raspberry Pi であることと, GPIO を利用することから, Raspberry Pi で一般に利用されており, GPIO に関するライブラリも豊富な Python を用いて開発をおこなった. また, 開発した Python プログラムの制御用に C 言語も利用した. 開発は専用の IDE は利用せず, Vim, nano, emacs などの標準のテキストエディタを

用いておこなった。なお、Raspberry Piは3B、3B+と、現在主流である4Bで動作検証をおこなった。検証の結果、Raspberry Piの違いによる動作の不具合等は見られなかった。

開発したPythonプログラムは、Cと通信をしながら入退室管理システムの各制御をおこなっている。具体的には、Cからカード情報が送られてきた場合の処理、時間による自動施錠の処理、利用情報の管理などがある。

カード情報の処理については、Cとの対話形式での通信の際、図9で示す主となる対話ではCにカードの接触があった場合はCからカード情報が送られてくる。この時、CGでは送られ

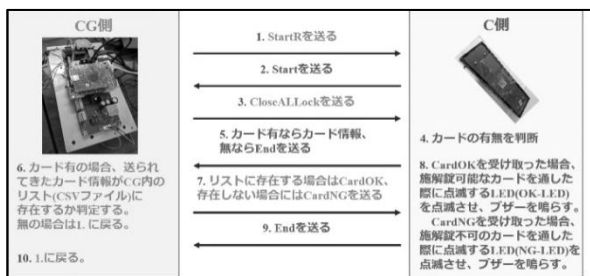


図9 CG-C間での主となる対話

てきたカード情報を整理し、あらかじめ保有している登録情報の中に、該当するユーザ情報があるかどうかの調査をする。調査の結果、該当するユーザ情報があれば、対応する電子錠を解錠（施錠）する権限が付与されたユーザかどうかを調べ、権限が付与されているならば解錠（施錠）する信号をKへと送る。登録されていない、または、権限が付与されていないカード情報であった場合には、Kには信号を送らない。その後、結果をCへと送信し、カード情報とその結果についてログに残す。

時間による自動施錠の処理については、あらかじめ各電子錠が何時から何時まで自動施錠するかどうかのデータを保有している。CGではCとの対話形式での通信の合間に時間の確認をしており、自動施錠の時間内であった場合には、自動施錠するモードへと切り替わる。自動施錠時するモードでは、扉が開放状態の場合、一定時間後にCにブザーを鳴らすメッセージを送信する。また、自動施錠モード時にはいくつかのオプションが設定できる。以下はその例である。

- ・自動施錠モード終了時に解錠するかどうか
- ・開放時ブザーをどのタイミングで止めるか
- ・自動施錠失敗時の再試行回数

この他、CGでは基板上に電源スイッチがあり、これを長押しした際に電源が切れるような

プログラムも開発した。

さらなる安定化のため、開発したpythonプログラムは外部C言語プログラムにより制御し、なにかしらのエラーによりプログラムが終了した時には自動で再起動するようにした。さらに、これらプログラムはRaspberry Piの起動時に自動起動するように設定もおこなった。

3-3-2. 管理用PC動作とWebアプリケーション

管理用PCでは、各電子錠に対する自動施錠の時間帯の管理、登録されているユーザ情報の管理などをおこなっている。管理用PCは、運用時に開発者以外が操作することとなるため、利便性向上の面からも、Webアプリケーションとして開発をおこなった。Webアプリケーションの開発は、HTML、PHP、JavaScriptを用いて開発した。また、管理用PC内部で動くプログラムではシェルスクリプト、pythonも用いた。

自動施錠の時間帯の管理では、各電子錠の閏日を含めた366日分のデータを1つのCSVファイルとして管理している。1日のデータは10個までの開放時間を設定でき、設定されたCSVファイルはCGへと送信することができるように開発をおこなった。図10は開発したWebアプリケーションである。

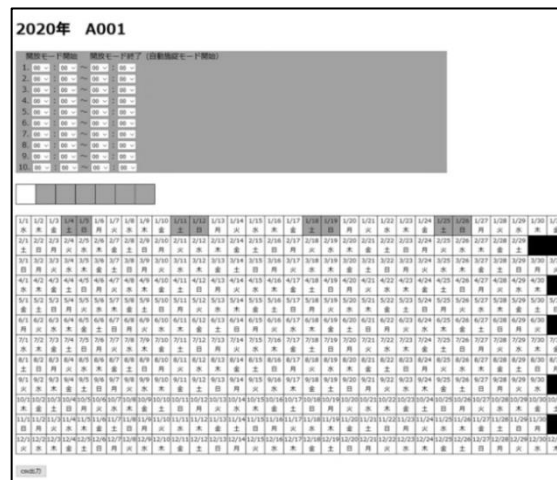


図10 時間帯の管理画面

開発したWebアプリケーションは、7つのスケジュールパターンを設定でき、それぞれのパターンを任意の日にワンクリックで設定することができる。設定された日はスケジュールパターンの色で塗られ、視覚的にもわかりやすく開発した。ここで設定したスケジュールパターンはCSVファイルとして保存されているため、再度設定する際にも以前設定したスケジュールパターンを利用することができる。またドアごと

にデータが保存されている。

ユーザ情報の管理では、各ユーザのカード情報と利用可能な電子錠などを1つの CSV ファイルで管理している。

CSV ファイルにはユーザごとにカード情報とどの電子錠を利用することができるかの情報、その他ユーザを管理する情報が入っている。

図 11 はユーザを1人新規追加することができる Web アプリケーションとなっている。ここで入力した情報に基づき、CSV ファイルに新規ユーザを追加することができる。どの電子錠を利用できるかは、直接チェックボックスで指定することができる。また、あらかじめ利用できる電子錠の指定をグループとして用意することで、そのグループを指定することによっても利用できる電子錠を一括で指定できるように設計した。

ユーザーの新規追加

カード番号: 12345678
名前: 福井 太郎
身分: 0:学生
グループ: グループ1
期限: 2022/3/31
個別にドア設定する
新規追加

ドアを指定
 A001
 A002
 A003
 A004

図 11 ユーザの新規追加

図 12 はユーザを一度に新規追加、変更、削除までできる Web アプリケーションとなっている。設定する専用の CSV ファイルを用意し、アップロードすることでその設定に合わせて CSV ファイルを更新することができる。

使用者リスト関係

追加・削除用csvファイル(add.csv)をアップロードしてlist2.csvに反映させるまでのフォーム

参照... ファイルが選択されていません。 アップロード

図 12 時間帯の管理画面

本研修では、管理用 PC から CG への通信は全ドアの自動施錠スケジュールの書かれた CSV ファイルと全ユーザの情報が書かれた CSV ファイルの2つを全 CG に配布するのみのシンプルな仕組みとした。CG では送られてきた CSV ファイルを受け取るだけなので、前述した CG の動作とは独立している。そのため、管理用 PC に障害が起こった場合でも CG では障

害発生前に送られてきたデータをそのまま使い動き続けることが可能となり、不測の事態でもシステム全体が停止しないようになっている。

この通信は管理用 PC から scp によるリモートでの配布操作を行っている。本研修では scp をパスワード認証ではなく、鍵認証方式とし、さらにリモートで行える操作1つごとに鍵を用意することとした。これによって、たとえこれらの秘密鍵が漏えいした場合でも CG に対して行える操作としてはごく限られた操作に限定されることとなり、安全性を高めることができた。

4. まとめ

実際に必要とされる案件を研修成果の応用例に据え、専門分野を横断した設計開発チームを編成して開発を進めた。結果として、チーム個人の能力を高めながら、一般に披露できるレベルの試作品一式を年度末までに用意することができた。また、動作するだけに留まらず、品質にこだわり安定性・信頼性を向上させるなど、例年にないかなり踏み込んだ貴重な経験と設計資産を得ることができた。

5. 謝辞

株式会社キーセンター 池端義雄 会長には、美和ロック社電気錠カタログの提供、電気錠の種類や特徴、新しい電源/制御線等について、丁寧にご対応およびご説明下さり、開発が加速する契機となりました。ここに感謝の意を表します。電波法および微弱無線設備について、説明および助言下さったオリオン株式会社 瀬川泰業氏にも感謝致します。先端科学技術育成センターの山森英智 班長には C 筐体の設計製作に関し、レーザー加工を何度も快く引き受けて頂きました。IC カード入退室管理システムという実用的で学内にとっても影響力があると予想される開発案件を紹介、ならびに開発費を提供して下さいました福井一俊 技術部長に感謝致します。

6. 参考文献等

- [1] Web 情報 (<https://dotstud.io/blog/arduino-use-rfid-reader/>)
- [2] 美和ロック株式会社 総合カタログ
- [3] TI, TIA/EIA-485(RS-485)のインターフェイス回路 JAJA179 (2009)
- [4] NXP, MFRC522 データシート (2016)
- [5] Web 情報 (<https://dotstud.io/blog/arduino-use-rfid-reader/>)
- [6] 総務省 HP | 電波監視 | 微弱無線局の規定 (<https://www.tele.soumu.go.jp/j/ref/material/rule/>)

硬質材料の体系的材料分析手法の修得

高澤 拓也* 竹内 利幸* 宮川 しのぶ** 山口 綾香**

1. はじめに

材料の性質を把握することは、産業界での設計・開発・評価をはじめ、学術研究の分野などで非常に重要である。本学においてもセラミックスなど無機系をはじめとする様々な材料に関する研究が行われており、関連企業との交流(共同研究・装置利用など)も多いため、材料分析に関する知識と技術を修得することは、分析評価業務による学内外への貢献度と質の向上の点で重要な意義を持つ。

そこで、本研修では、主に無機系、金属系の硬質材料を対象として、ビッカース硬さおよび破壊靱性値の測定と組織観察による材料特性の把握を行い、その過程で必要となる機器の操作ならびに各手法の技術修得と向上を図る。

2. 実験装置および試料

2.1 実験装置

ビッカース硬さおよび破壊靱性値の測定にはフューチュアテック社製ビッカース硬さ試験機 FV-810e を用い、荷重 50 kgf、荷重保持時間 15 sec の条件で試験した。また、組織観察には JEOL 社製卓上型 SEM JCM-6000Plus を使用し、二次電子像観察および EDS による元素分析を行った。装置の外観を図 1 に示す。



図 1 装置外観

(左:ビッカース硬さ試験機, 右:卓上 SEM)

* 第 1 技術室 機械システム班

** 第 2 技術室 化学計測班

2.2 試料

試料にはアルミナ (Al_2O_3)、ジルコニア (ZrO_2)、窒化ケイ素 (Si_3N_4)、サイアロン ($\text{Si}_3\text{N}_4 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$) の計 4 種のセラミックスおよび、性質の異なる切削工具用の超硬合金チップ 4 種を用いた。試料の一覧を表 1 に示す。試料は、回転式研磨機を用いてダイヤモンド研磨パッドおよびダイヤモンド砥粒で表面を鏡面研磨した後、試験に供した。

表 1 試料一覧

試料名	材質	備考 (化学式など)
A1	アルミナ	Al_2O_3
Z1	ジルコニア	ZrO_2
SiN1	窒化ケイ素	Si_3N_4
Sia1	サイアロン	$\text{Si}_3\text{N}_4 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$
C1	超硬合金	WC-Co 系
C2	超硬合金	WC-Co 系
C3	超硬合金	WC-Co 系
C4	超硬合金	WC-Co-TiC 系

3. 実験結果

3.1 ビッカース硬さおよび破壊靱性値

ビッカース硬さ試験機は角すい型のダイヤモンド圧子(対角面 136°)を一定の荷重を付加することで測定対象に押し込み、除荷後のくぼみ(圧痕)から得られる圧子と試料の接触面積と、荷重の関係から硬さを算出する装置である。ビッカース硬さの計算式を式 1 に示す。

ここで HV : ビッカース硬さ, F : 荷重 (N), A : 圧子と試料の接触面積 (m^2), d : 圧痕の対角線長さの平均値 (m), θ : 圧子の対面角 (136°) である。

$$HV = 0.102 \times \frac{F}{A} = 0.102 \times \frac{2F \sin(\theta/2)}{d^2} \quad (1)$$

また、破壊靱性値はビッカース圧痕を元に Indentation Fracture 法¹⁾(以下、IF 法)により測定した。IF 法はビッカース圧痕および圧痕から発生するき裂の長さを元に破壊靱性値を測定す

る方法であり、き裂が進展しにくいほど破壊靱性値が大きいと判断する。IF 法による破壊靱性値の計算式を式 2 に、ビッカース圧痕の一例を図 2 に示す。

ここで C : き裂長さの平均値の 1/2 (m), E : ヤング率 (Pa) である。

$$K_C = 0.018 \left(\frac{E}{HV} \right)^{1/2} \left(\frac{F}{C^2} \right) \quad (2)$$

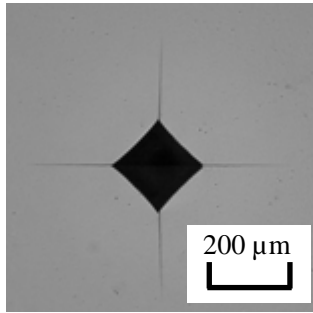


図 2 ビッカース圧痕の例 (試料 C2)

各試料のビッカース硬さと破壊靱性値の値を図 3 に示す。いずれの試料も 1200~1800HV という値を示した。装置校正用の焼入れ鋼試験片のビッカース硬さが約 800HV であるため、一般的な材料に比べて、セラミックスや超硬合金は硬さが非常に大きいことが分かる。破壊靱性値については、超硬合金の値が 10~15 MPam^{1/2} 程度であり、セラミックス (4~7 MPam^{1/2}) と比べて 2~3 倍程度大きい値を示した。これはセラミックスに比べて超硬合金の方が耐衝撃性や耐欠損性などに優れていることを示唆している。また、超硬合金では試料 C4 を除きビッカース硬さが大きい試料ほど破壊靱性値が小さいという傾向がみられた。そこで以降は、ビッカース硬さと破壊靱性値に特徴的な挙動が見られた超

硬合金に着目して組織観察を行うこととした。

3.2 組織観察 (SEM および EDS)

前節で得られた超硬合金 4 種のビッカース硬さと破壊靱性値の挙動の原因について調べるため、試料 C1~C4 について SEM による組織観察および EDS 分析を行った。試料 C1~C4 の二次電子像を図 4 に示す。試料 C1~C3 では特定のサイズの粒子状の組織が存在し、その隙間を別の組織が充填する構造であった。一方、C4 では C1~C3 の構造にさらに別の組織が加わった構造であった。EDS 分析結果の例として C2 および C4 のスペクトルを図 5 に示す。試料 C1~C3 では C, Co, W が、C4 では同元素に加えて、Ti, Nb が検出された。超硬合金は主として硬質な WC 粒子を助剤 (以下、バインダ層) の Co で保持する構造であり、切削工具用の超硬合金の代表的なものとして WC と Co のみで構成される WC-Co 系、TiC などに加えた WC-Co-TiC 系が存在する。今回使用した超硬合金は切削工具用の市販品で、C1~C3 は WC-Co 系、C4 は WC-Co-TiC 系であるため、それらの構造を SEM および EDS により確認できたといえる。また、WC-Co-TiC-系は耐熱性を重視しており、WC-Co 系に比べて弾性係数や強度が劣るとされている²⁾ため、C1~C3 に比べ、C4 ではビッカース硬さに対して破壊靱性値が小さい値を示したものと考えられる。

3.3 組織観察 (エッチングおよび m.f.p. の計算)

WC-Co 系の超硬合金の特性に影響する要素として、一般的に WC の粒径や Co の含有率が挙げられるが、それらを複合して一義的に扱う指標として、隣合う WC 粒子間のバインダ層の厚みである平均自由行程 (mean free path 以下、m.f.p.) がある³⁾。C1~C3 においてビッカース硬さの増大に伴い破壊靱性値が減少した原因を考察するため、試料 C1~C3 の m.f.p. を計算し、

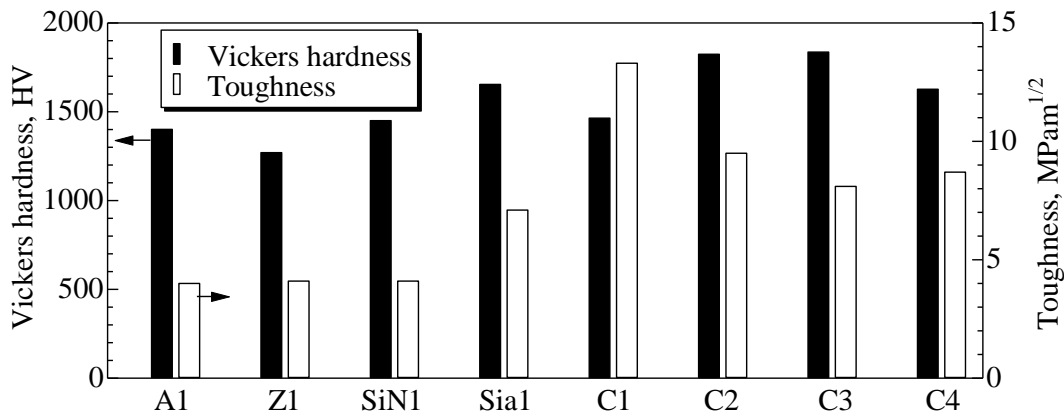
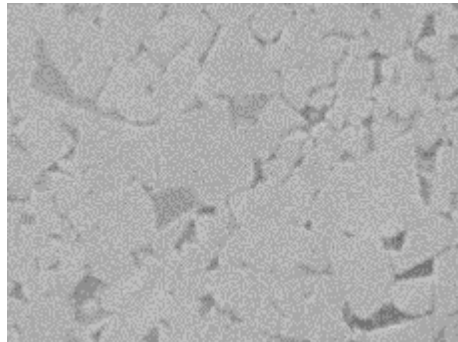
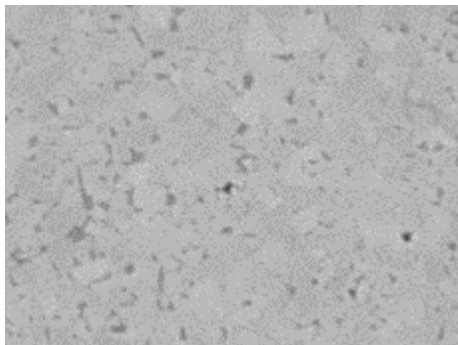


図 3 各試料のビッカース硬さおよび破壊靱性値の値

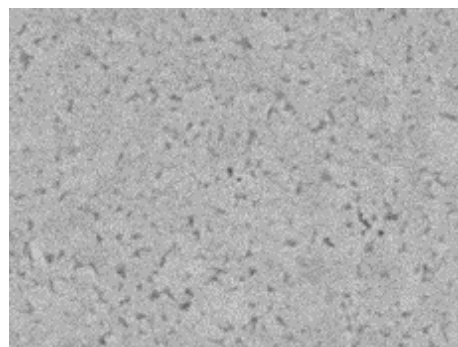
ビッカース硬さおよび破壊靱性値との関係を調べた。なお、m.f.p.の値は、エッチング処理により粒界を現出させた試料を SEM 観察し、得られた二次電子像を画像処理することで算出した。エッチング後の C1 の二次電子像を図 6 に、m.f.p.



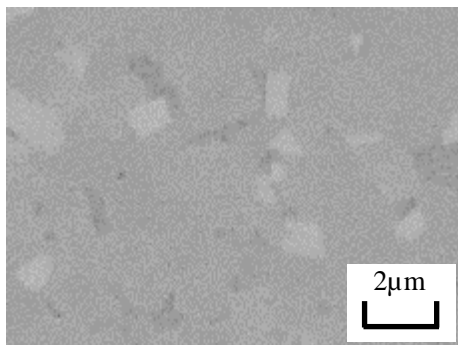
(a) C1 二次電子像



(b) C2 二次電子像



(c) C3 二次電子像



(d) C4 二次電子像

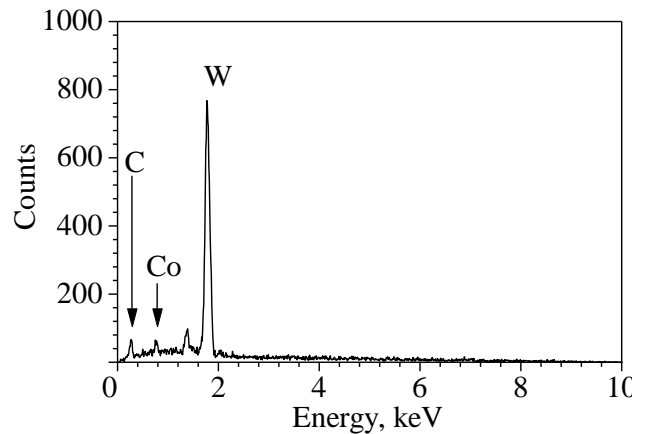
図 4 超硬合金試料 SEM 画像

の計算式を式 3, 4 に示す。

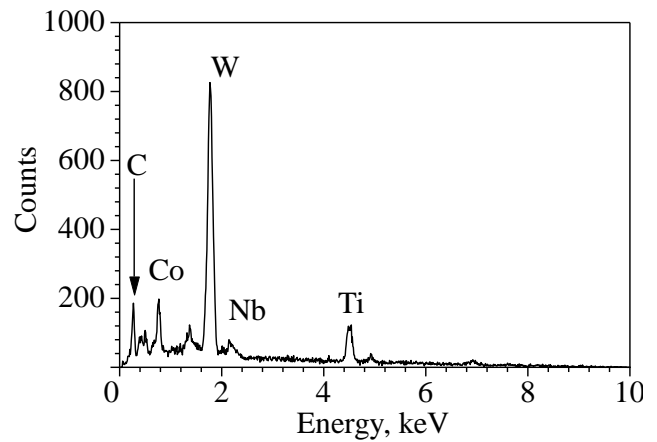
ここで λ : 平均自由行程 (m), f : 粒子体積率 (%), N_L : 単位長さ当たりの粒子数 (1/m), N_S : 単位面積当たりの粒子数 (1/m²) である。

$$\lambda = \frac{1-f}{N_L} \quad (3)$$

$$f = \frac{8}{3\pi} \cdot \frac{N_L^2}{N_S} \quad (4)$$



(a) C2 EDS スペクトル



(b) C4 EDS スペクトル

図 5 超硬合金試料 EDS スペクトル

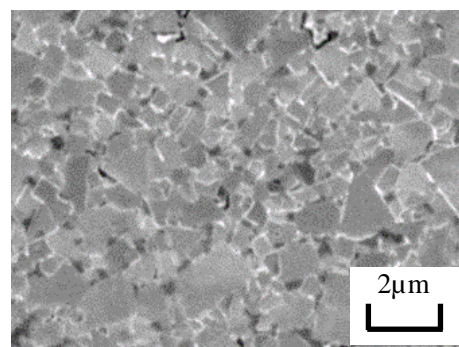


図 6 エッチング後の C1 の SEM 像

m.f.p とビッカース硬さおよび m.f.p と破壊靱性値の関係を図 7, 図 8 に示す. m.f.p の大きい試料ほどビッカース硬さは小さく, 破壊靱性値が大きいことがわかる. すなわち, バインダ層の厚みが大きくなったことで, 荷重に対する塑性変形量が増大しビッカース硬さが減少, 一方で, き裂の進展性が低下したため破壊靱性値が増大したものと考えられる. これらの結果より試料 C1~C3 間のビッカース硬さならびに破壊靱性値の差がバインダ層の厚みに起因したものであること, ならびに, ビッカース硬さの増大に伴い破壊靱性値が減少する理由を明らかにすることができた.

以上, 3.1~3.3 節の結果より, 材料間の差をビッカース硬さと破壊靱性値の観点から数値的に比較することができた. また, その差の原因について, 組織観察を通して定性的, 数値的に分析することができた.

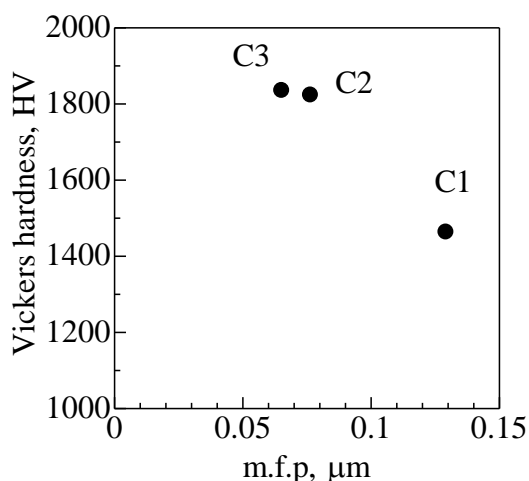


図 7 m.f.p. とビッカース硬さの関係

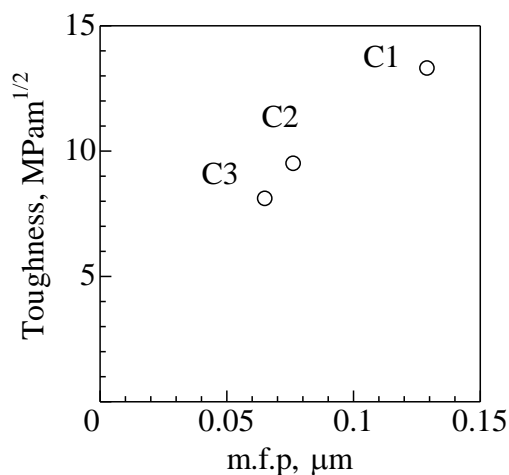


図 8 m.f.p. と破壊靱性値の関係

4. まとめ

硬質材料に対してビッカース硬さおよび破壊靱性値の測定と組織観察を行い, 以下の成果を得た.

- (1) ビッカース硬さと破壊靱性値による評価と組織観察を組み合わせた体系的な分析手法を修得できた.
- (2) 各種機器の操作技術ならびに試料前処理に関する知識とテクニックを向上させることができた.

5. 謝辞

本研修には本学産学官連携本部の装置を使用させて頂いた. また, 試料の前処理に関して本学産学官連携本部の岩井善郎特命教授より装置を使用させて頂いた. 記して謝意を表す.

参考文献

- 1) 日本工業規格 JIS R1607, (2010).
- 2) 鈴木寿 : 超硬合金と焼結硬質材料, (丸善, 1986)128.
- 3) J. Sheikh-Ahmad, J. Bailey, The wear characteristics of some cemented tungsten carbides in machining particleboard, *Wear*, 225-229, (1999) 256.

日常研修報告

LabVIEW を用いたヘリウムガス回収監視用プログラムの開発

戸澤 理詞*

1. はじめに

学内には、NMR（核磁気共鳴装置）や ESR（電子スピン共鳴装置）など、液体ヘリウムを利用する装置が多数存在し、工学部附属超低温物性実験施設（以下、超低温）では、研究室に向けた液体ヘリウムの供給業務を行っている。ヘリウムは希少で高価な資源であるため、利用後のヘリウムガスは、回収・精製・液化の工程を経て、液体ヘリウムとして再利用される。超低温では、ヘリウムの効率的な再利用のため、回収配管を通るヘリウムガスのモニタリングを行っているが、システム不良により、装置の一部を交換し、新しいプログラムが必要となった。

本研修では、グラフィカルプログラミング言語の一種である LabVIEW のプログラミング技術を修得するとともに、新たな装置に対応したシステムを導入することを目的として、プログラムの開発を行った。

2. 研修背景・内容

2.1 ヘリウムの供給不足

ヘリウムは天然ガスから採取される希少な資源であるが、近年、世界的な供給不足に陥っており、日本でも輸入価格が高騰している（図1）。一方で、液体ヘリウムを多量に利用する多くの教育・研究機関では、利用者に対し、液体ヘリウムを低価格で安定して供給することが求めら

れている。これを実現するには、ヘリウムの再利用が不可欠であり、本学では超低温で、ヘリウムのクローズドサイクル利用を行っている。

2.2 クローズドサイクル利用

ヘリウムを有効活用する方法として、利用後の蒸発ヘリウムガスを回収・精製・液化して、再度液体ヘリウムとして利用する、クローズドサイクル利用がある（図2）。

超低温には、液体ヘリウム貯槽（1000L）があり、供給する際は、小型容器に充填して、利用者が研究室まで運ぶ。液体ヘリウムは、利用すると蒸発してガスの状態になるため、研究室から超低温まで続く配管によって回収を行い、不純ヘリウムガスとして超低温のガスバッグに溜められる。超低温では、回収した不純ヘリウムガスを圧縮し、長尺カードルに貯蔵しており、ガス中に含まれる水分などの不純物を取り除き、高純度化した上で、再び液化して貯槽に溜めている。

ヘリウムのクローズドサイクル利用を行う上で重要となるのが、回収の部分であり、ヘリウムガスをできるだけ高純度で、大気に放出することなく回収することが求められる。超低温では、この回収がきちんと行われているかどうか確認するため、回収配管を通るヘリウムガスのモニタリングを行っている。

学内には 32 箇所のモニタリングポイントがあり、ヘリウムガスの純度と回収量（積算流量）を常時記録している。超低温では、各地点で記録されたデータの一括管理を行っており、異常値が確認された場合、速やかに対処できるようにしている。

この監視システムは、これまでもヘリウムの効率的な再利用に役立てられてきたが、システム不良により、装置の一部を交換し、新たな装置に対応したプログラムが必要となった。今回は、グラフィカルプログラミング言語の一種である LabVIEW を用いて、新たな監視用プログラムの開発を行った。

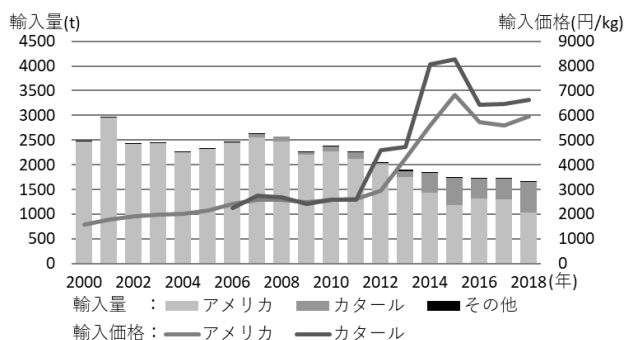


図1 ヘリウム輸入量・輸入価格の推移^[1]

* 第2技術室 物理計測班

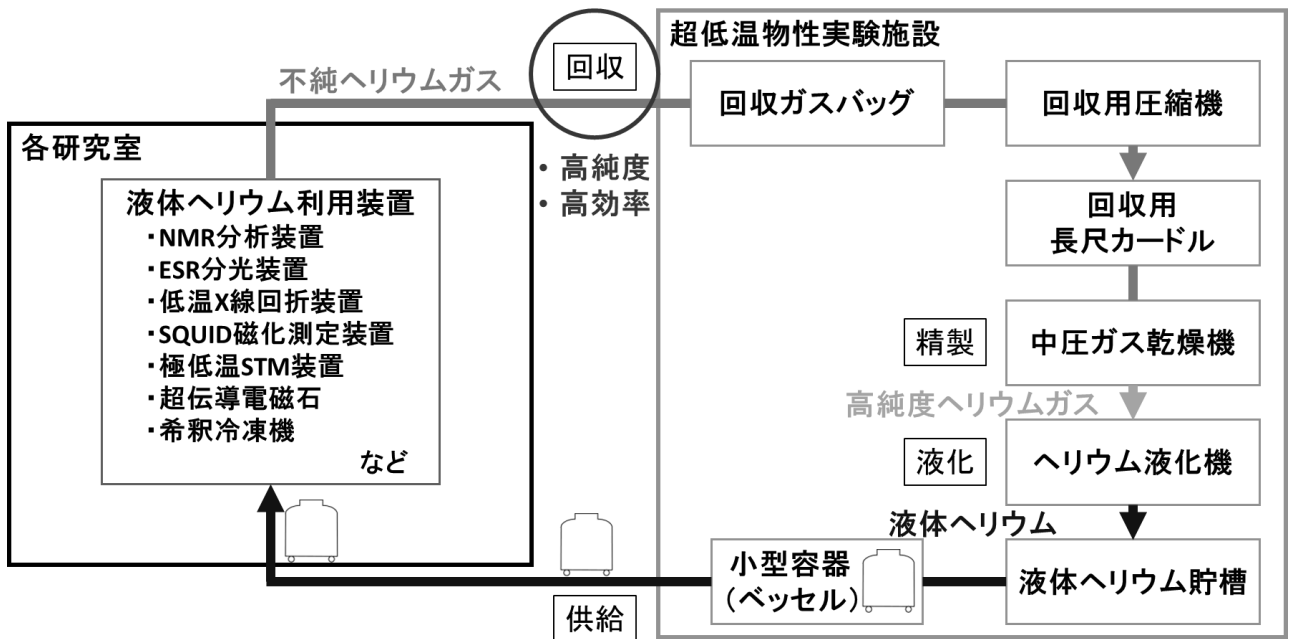


図2 ヘリウムのクローズドサイクル利用

2.3 研修の流れ

研修の流れを図3に示す。

本研修では, LabVIEW でプログラムを作成する前に, 各モニタリングポイントに設置された純度計と流量計の値を, 正しく取得することの確認を行った。

LabVIEW プログラムについては, 要求項目(グラフ作成, データファイル作成, その他の制御)に対応するプログラムを構築し, 正常に稼働するかどうか確認を行った上で, 現行のシステムに導入した。導入後に問題が発生した場合や, 新たな要求項目が出てきた場合は, その都度対処し, プログラムの編集作業を行った。

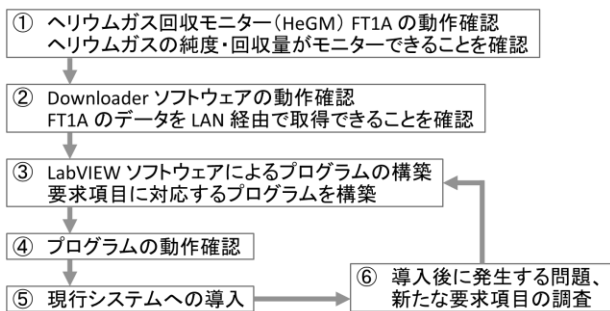


図3 研修の流れ

3. データ収集環境

3.1 ヘリウムガス回収監視システム

ヘリウムガス回収監視システムの概略図を図4に示す。

超低温まで続く配管は, 建物毎に引かれているため, 複数の研究室がある建物には, 各研究室で発生したヘリウムガスを回収するサブステーションが設けられている。

ヘリウムガス回収モニター (HeGM) は, 液体ヘリウムを利用する各研究室およびサブステーションに設置されており, 各地点におけるヘリウムガスの純度と回収量を監視している。

旧システムでは, 超低温に設置したFTPサーバ装置で各モニターの値を読み出し, PCで解析していたが, 新システムでは, PCに入ったDownloaderソフトウェアとLabVIEWソフトウェアで, データの収集・解析を行う。

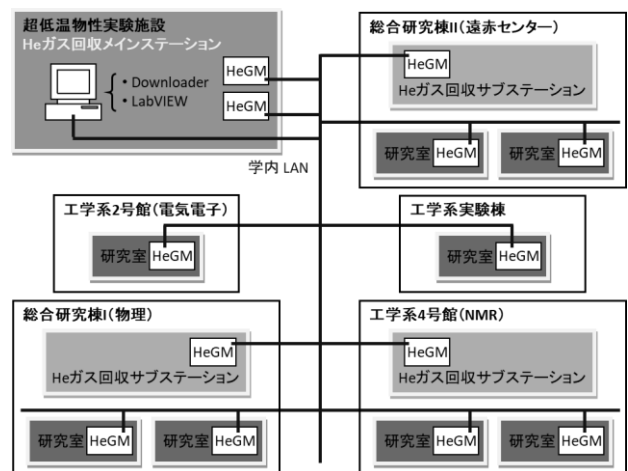


図4 ヘリウムガス回収監視システムの概略図

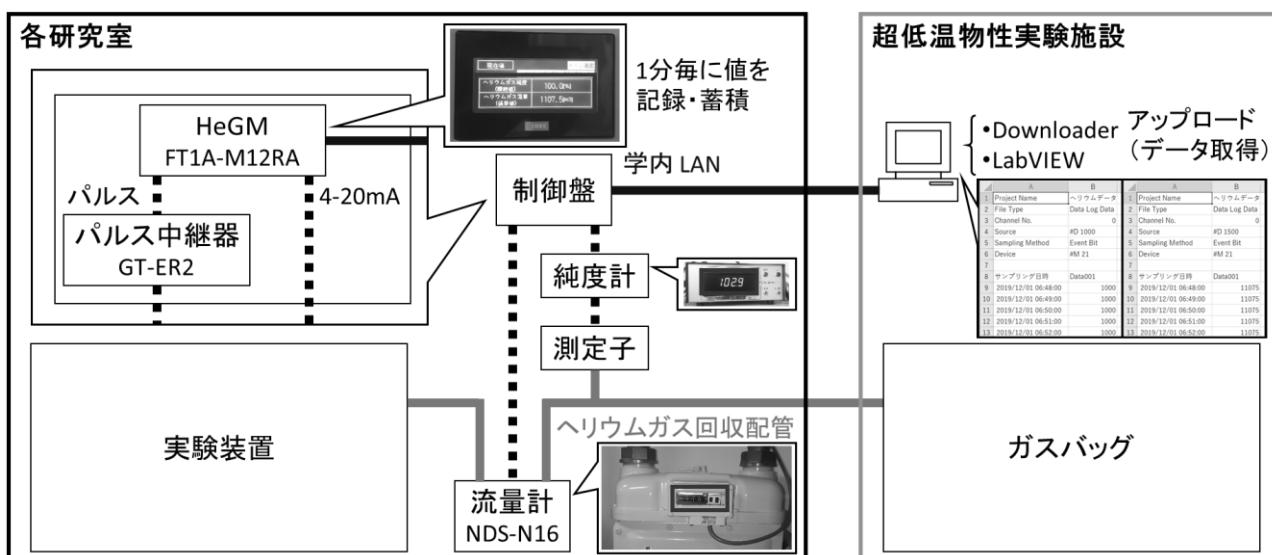


図5 ヘリウムガス回収監視システム(新)の詳細

新システムの詳細を図5に示す。

新システムでは、モニターとして SmartAXIS FT1A 形コントローラを使用する。純度計および流量計で得られた測定値は、コントローラに送られ、ディスプレイに表示しつつ、1分毎に値を記録する。Downloader ソフトウェアでアップロードを実行すると、コントローラに溜められた一定量のデータを取得して、csv 形式で保存する。LabVIEW ソフトウェアでは、Downloader ソフトウェアによるデータ取得を含め、データ解析を行うプログラムを構築する。

3.2 SmartAXIS FT1A 形コントローラ

SmartAXIS FT1A 形コントローラ(図6)は、IDEC 社製の表示器一体形コントローラであり、多様な入出力に対応したインターフェイスや通信機能を備えている。

今回、ディスプレイには、純度計および流量計の測定値を表示し、1分毎の値を内部メモリに記録・蓄積する。蓄積したデータは、Ethernet 経由で、Downloader ソフトウェアが入った超低温の PC に転送する。



図6 SmartAXIS FT1A 形コントローラ¹²⁾

3.3 Downloader

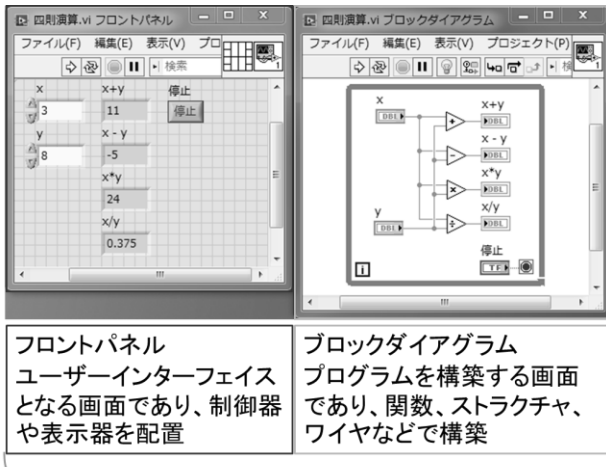
Downloader は、IDEC 社製のアプリケーションソフトウェアであり、SmartAXIS FT1A 形コントローラと通信を行う。データ履歴のアップロードを行うと、コントローラに蓄積したデータを取得し、PC に csv 形式で保存する。

Downloader の機能は、実行ファイルとパラメータをコマンドラインに入力することで、他のアプリケーションソフトウェアからも利用することができる。今回は、LabVIEW ソフトウェアから、Downloader のアップロード機能を利用する。

3.4 LabVIEW

LabVIEW は、National Instruments 社によって開発された、計測・制御システム構築のための統合開発環境である。C 言語のようなテキストベースの言語と異なり、アイコンとワイヤでフローチャートを作成するだけで、直感的にプログラムの構築が可能な、グラフィカルプログラミング言語である。

LabVIEW プログラムは、ユーザーインターフェイスとなるフロントパネルと、プログラムを構築するブロックダイアグラムで構成され、VI とも呼ばれる。プログラムは、アイコンを配置してワイヤでつなげるだけで作成でき、データは左から右に流れる(データフロー形式)。ワイヤが分岐する箇所では同じデータがコピーされ、複数の入力がある関数では、データが揃うまで待機する。図7に、フロントパネルで入力される値に対して、四則演算した結果を表示する LabVIEW プログラムの例を示す。



LabVIEW プログラム = VI (Virtual Instrument) (拡張子 .vi)

図 7 LabVIEW プログラムの構成

4. LabVIEW プログラミング

4.1 要求項目

プログラムを構築する上で、どのような機能が
必要か確認するため、要求項目の調査を行っ
たところ、主として、以下に示すものが挙げら
れた。

- ① 自動で(1日1回) / 手動でアップロード(デ
ータ取得) を開始する
 - ② 複数のヘリウムガス回収モニターからアッ
プロードを行い、データをまとめる
 - ③ 純度・流量の時間変化をグラフに表示、ファ
イルに保存する
 - ④ FTP サーバ (旧システム) からデータをダウ
ンロードし、新システムのデータとマージす
る
 - ⑤ プログラム終了後にメールを送信する
- 本章では、各項目について、構築したプログ
ラムの対応箇所を示す。

4.2 アップロードの開始

要求項目①の対応箇所を図 8 に示す。

囲っているのは While ループであり、ループ

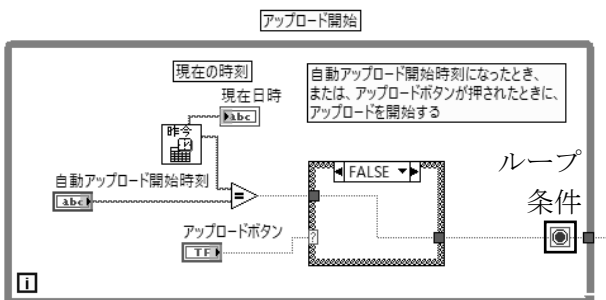


図 8 アップロードの開始

条件に True 信号が入ったときに、ループを抜け
出し、アップロードを開始する。ケースストラ
クチャにより、自動 / 手動の場合分けを行った。

自動の場合は、フロントパネルで入力した自動
アップロード開始時刻になったときに、手動
の場合は、アップロードボタンを押したときに、
アップロードを開始する。

4.3 データの取得・読み出し

要求項目②の対応箇所を図 9, 10 に示す。

図 9 に示すように、アップロードは、コント
ローラに割り当てられた IP アドレスを指定し、
コマンドを入力することで実行される。今回、
新システムに切り替えた装置は 3 箇所であるた
め、For ループで囲い、IP アドレスを変えて 3
回繰り返す。

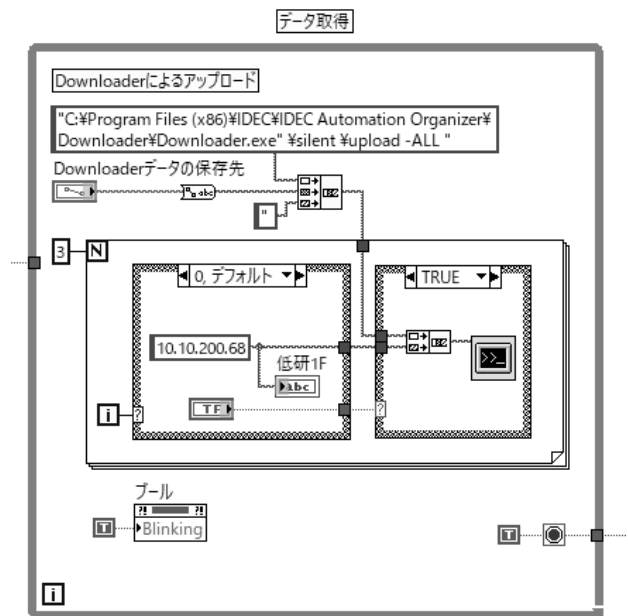


図 9 データの取得

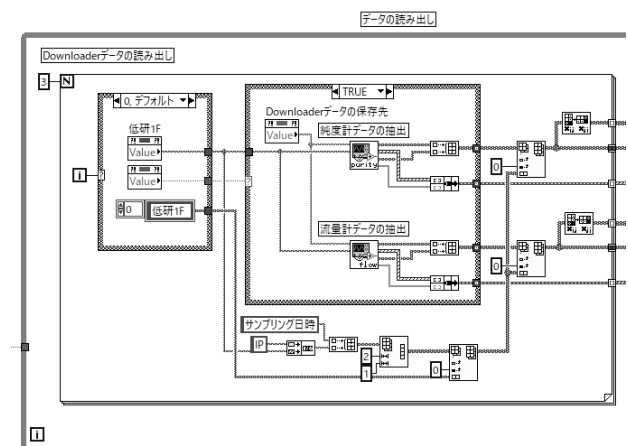


図 10 データの読み出し

アップロードが終了すると、コントローラ毎にフォルダが生成され、別々にデータファイルが保存されるため、図 10 では、ファイルからデータを読み出し、純度と流量それぞれで 1 つにまとめている。

4.4 グラフ表示・ファイル保存

要求項目③の対応箇所を図 11 に示す。

図 11 左側では、4.3 節で 1 つにまとめたデータを、グラフおよび表形式で表示している。フロントパネルに表示した、純度・流量の時間変化のグラフを図 12 に示す。このデータは、アップロードをした時点でコントローラに蓄積されていた数日分のデータであるが、アップロード

は 1 日 1 回実行することを想定しており、そのまま保存すると、データ値の重なりが生じる。これを防ぐため、図 11 中央で前日 1 日分のデータを取り出した上で、csv 形式で保存する。

また、4.5 節で使用するため、前日の最終データ値、すなわち、23:59 時点でのデータ値も、同時に取り出している。

4.5 新・旧システムデータのマージ

要求項目④の対応箇所を図 13 に示す。

32 箇所のモニタリングポイントの内、新システムは 3 箇所のみで、その他 29 箇所については、旧システムの FTP サーバ装置でデータを取得している。

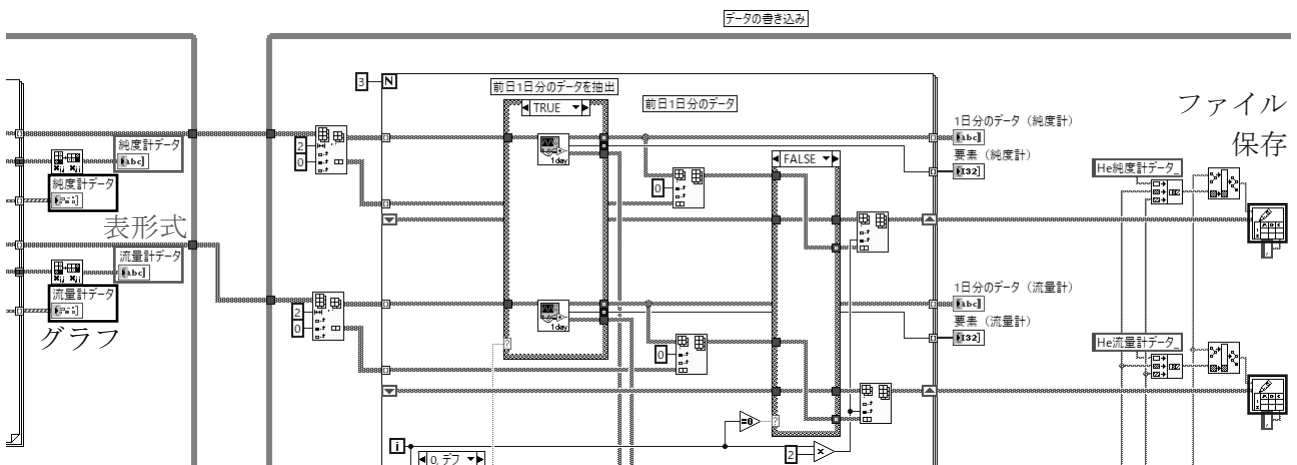


図 11 グラフ表示・ファイル保存

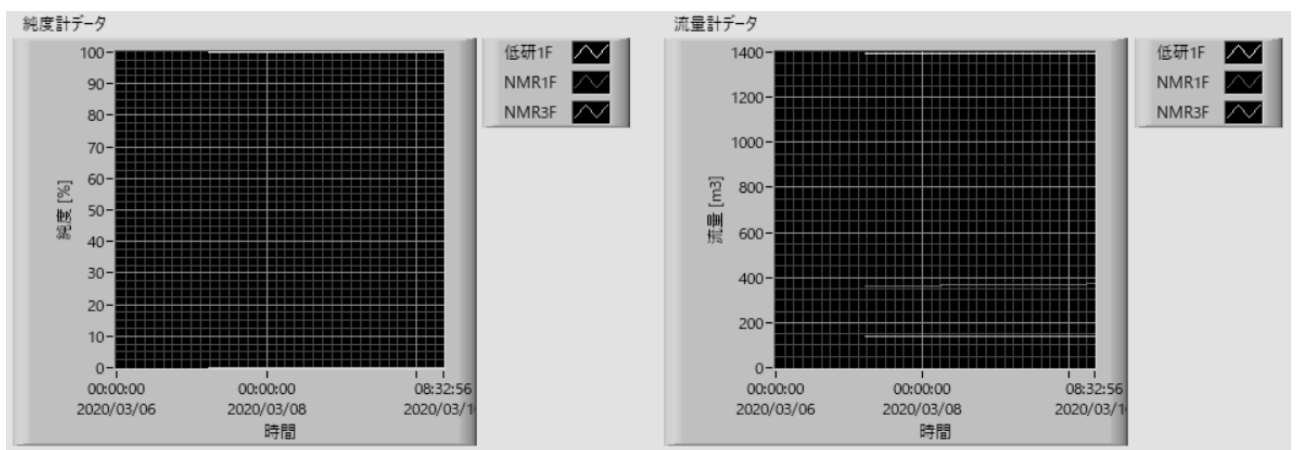


図 12 純度計・流量計データのグラフ表示

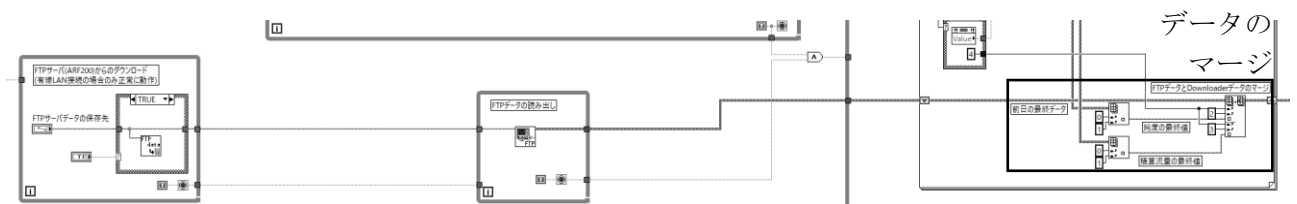


図 13 新・旧システムデータのマージ

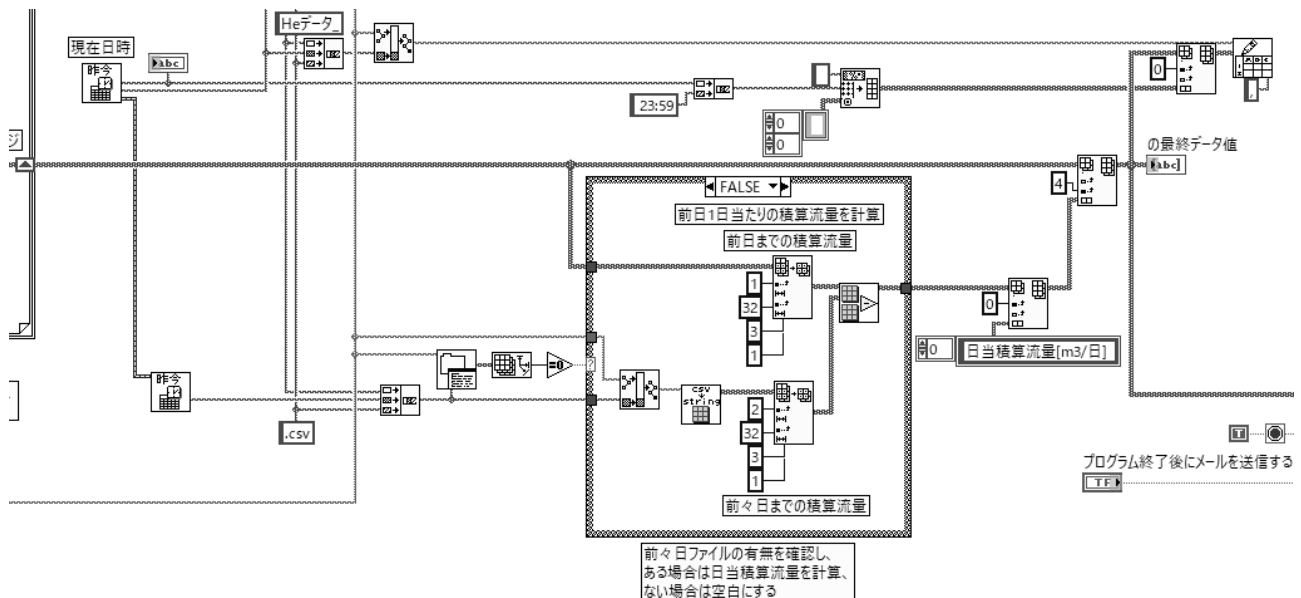


図 14 日当積算流量の計算

図 13 では、FTP サーバからデータをダウンロードし、前日の最終データ値を取り出した後、新システムで取得した3箇所のデータ（4.4節）とマージしている。

その後、図 14 に示すように、前日 1 日当たりの積算流量を計算し、最終データ値とともに、csv 形式で保存する。

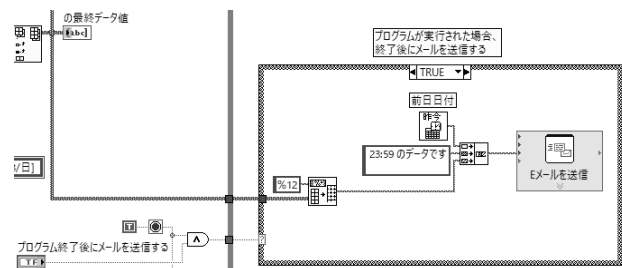


図 15 メール送信

4.6 メールの送信

要求項目⑤の対応箇所を図 15 に示す。

プログラムは、毎日定刻に自動でアップロードするように、常に動かされるが、エラーなどが原因で停止した場合、すぐに対処する必要がある。そこで、正常に終了した場合、メールを送ることで知らせるようにした。

また、各地点で異常値を示していないか確認するため、メッセージとして前日の最終データ値を送るようにした。

図 16 に、実際に送られるメールの内容を示す。

5. まとめ

超低温におけるヘリウムの効率的な再利用のため、新システムに対応したヘリウムガス回収監視用プログラムの開発を行った。言語として LabVIEW を採用することで、開発時間が短縮し、要求項目に順次対応することができた。

開発したプログラムは、すでに現行システムに導入されており、問題なく稼働している。

今後は、新システムに切り替える装置への対応や、超低温内のヘリウム保有量を計算する LabVIEW プログラムの構築を考えている。

装置番号	流速[L/min]	純度[%]	積算流量[m3]	日当積算流量[m3/日]
1	0.0	107	1091.7	4.9
2	0.0	105	916.8	28.7
3	0.0	COM ER	0.0	0.0
4	0.0	100.0	1394.0	0.0
5	0.0	-10	0.0	0.0
6	0.0	108	4.7	0.0
7	0.0	COM ER	0.0	0.0
8	0.0	-10	0.0	0.0
9	0.0	-10	0.0	0.0
10	0.0	100.0	370.6	2.8
11	0.0	107	427.0	0.0
12	0.0	0.0	138.7	0.0
13	0.0	-10	0.0	0.0
14	0.0	104	659.8	4.9
15	0.0	COM ER	0.0	0.0
16	0.0	99	426.7	0.9
17	0.0	COM ER	0.0	0.0
18	0.0	-10	0.0	0.0
19	0.0	-10	0.0	0.0
20	0.0	-10	0.0	0.0
21	0.0	-10	0.0	0.0
22	0.0	-10	0.0	0.0
23	0.0	-10	73.7	0.0
24	0.0	-10	0.2	0.0
25	0.0	-10	0.0	0.0
26	0.0	COM ER	0.0	0.0
27	0.0	COM ER	0.00	0.0
28	0.0	106	785.4	28.6
29	0.0	COM ER	0.0	0.0
30	0.0	COM ER	0.0	0.0
31	0.0	COM ER	0.0	0.0
32	0.0	COM ER	0.0	0.0

図 16 受信メール

参考文献

- [1] 財務省「貿易統計」,
<https://www.customs.go.jp/toukei/info/index.htm>
- [2] http://us.idec.com/Catalog/ProductSeries.aspx?SeriesName=10_SmartAXIS_Touch

顕微鏡を題材とした公開講座などにおける低学年向け教材開発

東郷 広一*

1. 研修の背景

近年、技術職員の地域貢献（公開講座、きてみてフェアなど）への参画機会が増えつつある。必要な経費はその催しもの事で支給されるが、企画段階では主に業務中に余った部材などを活用して簡易的に試作・検討することが多く、そのためか企画段階でなくなるものも多い。

2. 研修の目的

本研修では公開講座向けに主に小学校低学年を対象とした顕微鏡を用いた題材を検討した。当初は光学顕微鏡や電子顕微鏡を活用した題材、教材開発を考えたが、技術部にて電子顕微鏡を所有しておらず、また公開講座の度に他部門に借りる必要があるため、身近な光学顕微鏡や望遠鏡を題材にし、スマートフォンで遊べるテーマを検討した。

3. ベンチマーク

本研修を行うに当たり、市販の望遠鏡や顕微鏡の性能等について調べたのでそのまとめを表1に示す。表1の中で一番高いものはコルキットスピカ^[1]の3,700円程度であるが、望遠鏡入門機ということもあり、35倍の倍率は月のクレーターを観察するには十分な倍率である。

一方で望遠鏡や顕微鏡の倍率はレンズの焦点距離に影響を受けるが、市販されている数百円の安価なレンズではせいぜい3~10倍程度の性能しか出せない。従って、性能面では市販品に太刀打ちできないことから、本研修では主に顕微鏡や望遠鏡の原理を学ぶことを念頭に題材検討を行った。またその中で出来たのが、図1(a)~(c)に示すガラス玉顕微鏡、塩ビパイプ望遠鏡、ポリカ3Dホログラムである。レンズの組み合わせにより倍率は変化するが、本研修における顕微鏡、望遠鏡の倍率は表2のようになる。性能面では市販の顕微鏡、望遠鏡には及ばないがとりあえず拡大画像をスマートフォンで撮影す

るには十分な倍率である。

表1 市販の望遠鏡，顕微鏡

製品名	倍率(用途)	金額
ハンディ顕微鏡(レイメイ藤井) ^[1]	250倍(顕微鏡)	約2,400円
2WAYポケットスコープM-T830 ^[2]	8倍(望遠鏡), 30倍(顕微鏡)	約2,000円
コルキットスピカ ^[3]	35倍(望遠鏡)	約3,700円
望遠鏡工作セット ^[4]	3.6倍(望遠鏡:ガリレオ式)	約1,000円
望遠鏡工作セット ^[5]	5倍(望遠鏡:ケプラー式)	約1,000円

表2 研修にて試作した顕微鏡，望遠鏡

製品名	倍率	金額
ガラス玉顕微鏡	140倍(最大:顕微鏡)	約200円
塩ビパイプ望遠鏡	3.6倍(望遠鏡:ガリレオ式)	約400円



(a) ガラス玉顕微鏡



(c) ポリカ3Dホログラム

(b) 塩ビパイプ望遠鏡

図1 試作した顕微鏡，望遠鏡他

* 第1技術室 機械システム班

4. ガラス玉望遠鏡

ガラス玉顕微鏡の原理図を図 2、光の光線図を図 3 に示す。顕微鏡の倍率は式 (1) のガウスの結像式^[6]により計算することができる。式 (1) におけるパラメータは「m:倍率, a:観察物からガラスビーズまでの距離, b:ガラスビーズにより物体が結像するまでの距離, f:焦点距離」である。図 4 はカナリアの羽の標本をスマートフォンで撮影したものであるが、0.1mm のクラックスケールの幅をもとに画像の拡大率を把握すると、ガラス玉の直径 (Φ1mm, 2mm, 4mm) の違いで倍率 (画像の拡大率) も異なることが分かる。

それぞれのガラス玉を用いた倍率を計算すると、Φ1mm の場合は m=45 倍、Φ2mm の場合は m=85 倍、Φ4mm の場合は m=140 倍であり、式 (1) を基に焦点距離 f を求めると、Φ1mm の場合は f=0.99mm (≒1mm)、Φ2mm の場合は f=1.98mm (≒2mm)、Φ4mm の場合は f=3.91mm (≒4mm) となり、ガラスビーズの直径と一致する。

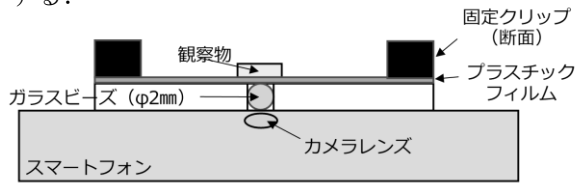


図 2 ガラス玉顕微鏡の原理図

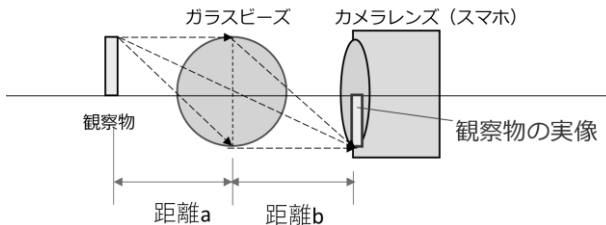


図 3 ガラス玉顕微鏡の光線図

$$m = \frac{b}{a} \quad \frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f} \quad \dots \text{式(1)[6]}$$

5. 塩ビパイプ望遠鏡

望遠鏡には、大きく分けて屈折望遠鏡と反射望遠鏡の 2 種類があるが、本研修では屈折望遠鏡を主に取り扱うことにした。また屈折望遠鏡にもガリレオ式とケプラー式の 2 種類が存在し、凹レンズと凸レンズの組み合わせの違いにより、主にガリレオ式は正立像、ケプラー式は倒立像 (上下逆さま) になるという特徴がある。図 5(a), (b) にガリレオ式、ケプラー式の原理図を、図 6(a), (b) には約 3 倍程度で作製したガリレオ式とケプ

ラー式望遠鏡の外観図を記載する。

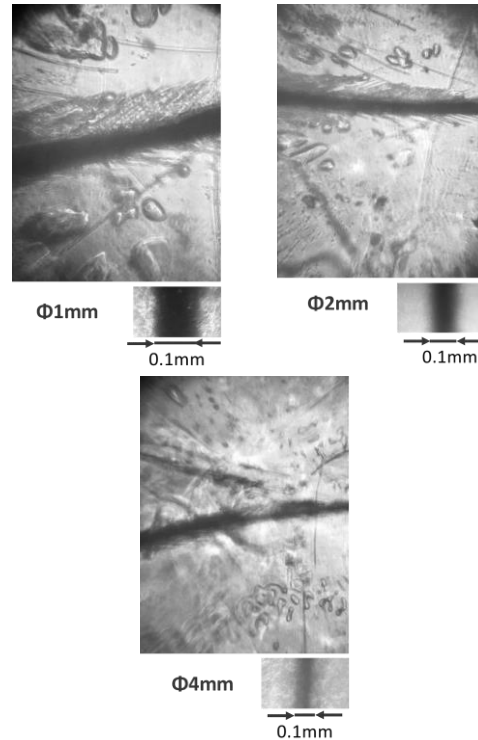


図 4 カナリアの羽の写真

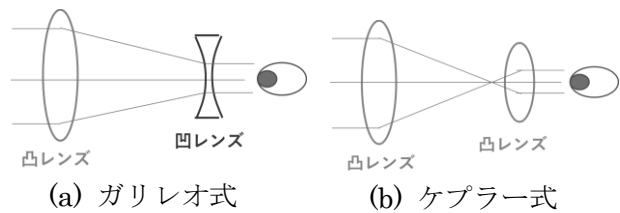


図 5 原理図 (ガリレオ式, ケプラー式)



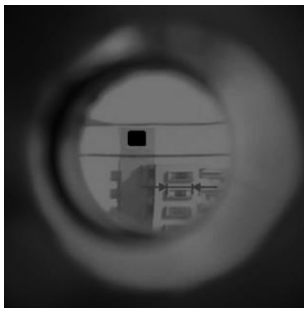
(a) ガリレオ式 (b) ケプラー式

図 6 望遠鏡外観図 (ガリレオ式, ケプラー式)

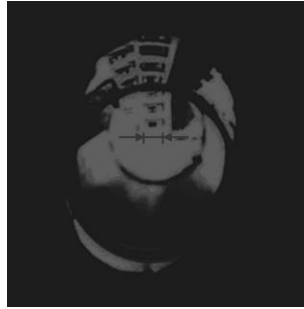
また図 7(a)~(c)にはこれらの望遠鏡を用いてスマートフォンにて撮影した写真を記載する。図 7(a)は対象物をそのままスマートフォンで撮影したものであり、図 7(b)は対象物をガリレオ式望遠鏡を用いて拡大させたもの、図 7(c)はケプラー式顕微鏡を用いて拡大させたものである。観察像がいずれも 3 倍程度になるよう調整しているため、画像の大きさはほぼ同じぐらいの大きさになっている。一般的にガリレオ式は正立像を得ることができるが倍率を上げると視野が



(a) 対象物 (等倍)



(b) ガリレオ式にて撮影



(c) ケプラー式にて撮影

図 7 撮影画像 (ガリレオ式, ケプラー式)

極端に狭くなる欠点があることから、天体望遠鏡に用いられているのは倒立像ではあるが倍率を上げて視野が狭くならないケプラー式が採用されている^[6] (図 7 ではレンズ間の距離の関係でケプラー式のほうが狭く見えている)。

式 (2) にはケプラー式の 2 枚のレンズを用いた際のレンズ間距離とレンズ 1, 2 の合成焦点距離 (レンズ同士の間隔が狭い場合)^[7] と倍率の関係式を、図 8 には原理図を示す。また表 3 には実際に作製したケプラー式望遠鏡の倍率とは異なったが、表 3 のパラメータを用いて計算を行った場合、レンズ間距離が異なる「ケース 1」と「ケース 2」ではレンズ間距離が遠いほう (凸レンズ 1 と 2 の間の距離) が倍率 m は小さくなる傾向にあることが分かる。

$$m = \frac{b}{a} \quad , \quad -\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$$

$$f = \frac{f_1 \cdot f_2}{f_1 + f_2 - d} \quad \dots \text{式(2)[7]}$$

ここで式 (2) におけるパラメータは「 m :倍率, a :観察物から凸レンズまでの距離, b :凸レンズにより物体が結像するまでの距離, d :凸レンズ 1, 2 間の距離, f_1 :レンズ 1 の焦点距離, f_2 :レンズ 2 の焦点距離, f : f_1 と f_2 の合成焦点距離」

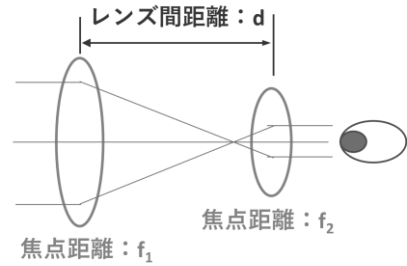


図 8 ケプラー式望遠鏡の原理図

表 3 レンズ間距離と倍率の関係

	ケース 1	ケース 2
レンズ 1 の 焦点距離 : f_1	340mm	
レンズ 2 の 焦点距離 : f_2	100mm	
距離 : a	1km	
レンズ間距離 : d	350mm	500mm
凸レンズ 1 と 2 の間の 距離	25.5 倍	16.6 倍

である。ここで合成焦点距離は 2 枚のレンズを合成した焦点距離を持つ 1 枚のレンズと考え、距離 a, b などはその 1 枚のレンズからの距離と考えると分かりやすい。

6. ポリカ 3D ホログラム

近年、ホログラフィックを利用したバーチャルリアリティ (VR) シアター^[8]があるが、本研修では VR シアターの原理を利用したホログラフィックの基礎といえる「ペッパーズ・ゴースト^[9]」と呼ばれる映像の反射を利用した手法を用い 3D 画像の取得を行った。原理は 2 次元の画像をプラスチック板などを利用して反射させることで立体的な画像表現を行うものである。

図 9 に本研修にて作製した投影機の外観図を示す。本研修ではポリカードネット板を利用して投影機の作製を行った。図 10 は Youtube に登録されているホログラム用の動画^[10]を使って再生させた 3D 画像である。



図 9 3D ホログラム投影機^[10]



(a) 画像 1



(b) 画像 2

図 10 ホログラムにより得られた画像^[10]

7. まとめ

本研修では、公開講座向けに主に小学校低学年を対象とした顕微鏡を用いた題材を検討し、「ガラス玉顕微鏡」「塩ビパイプ望遠鏡」「ポリカ 3D ホログラム」の試作や説明用資料を作成した。

今後は関係者と相談しながら、公開講座等に活用していく。

8. 参考文献

[1]. amazon.co.jp/ ハンディ顕微鏡 DX-グリーン-RXT300M

[2]. amazon.co.jp/ 高性能 2WAY ポケットスコープ-M-T830

[3]. <http://www.orbys.co.jp/kolkit-jp/index.html>

[4]. ケニス 望遠鏡組立キット (BK: 55535847)

[5]. ケニス 望遠鏡組立キット (NS: 55535874)

[6]. 齋藤晴司, 日刊工業新聞社 “トコトンやさしいレンズの本”, P20, P69.

[7].

http://fnorio.com/0134combination_lens/combination_lens.html

[8]. <https://vr-theater.dmm.com/about>

[9]. Wikipedia “ペッパーズ・ゴースト”

[10].

<https://www.youtube.com/watch?v=zp7SLdhBQ6I>

9. 謝辞

本研修を行うにあたり、「ガラス玉顕微鏡」や「塩ビパイプ望遠鏡」などの試作、並びに説明用資料の作成についても様々、ご助言・ご協力を頂きました第一技術室 竹内利幸様に深く感謝申し上げます。おかげでとても有意義な教材開発を行うことができました。有難うございました。

鋼管における Tig 溶接技術の習得

山森 英智*

1. はじめに

先端科学技術育成センターでは委託作業という形式で学内の研究室等からの依頼に対応している。その中において溶接作業も行っているが、被覆溶接棒を用いた交流アーク溶接及び半自動溶接だけでは対応が難しい肉厚の薄い鋼管の溶接依頼が増えている。鋼管は重量が軽い割に高強度を得やすいため、実験装置の架台、作業台等に頻繁に利用され、特に肉厚が薄い場合は、Tig 溶接での接合が適している。このことから、本研修では Tig 溶接を行う際に使用するジグ及びクランプ機能付きの作業台を製作し、それらを用いて薄肉鋼管における Tig 溶接の技術習得を行い、工具運搬台車などの製作を行えるようにする。

2. Tig 溶接について

Tig とは Tungsten inert gas の略称で、Tig 溶接はタングステンを電極にし、不活性ガスを吹き付けながら行うアーク溶接の一種である。尚、アーク溶接とは電極（溶接棒等）と材料の間にアーク（放電）を発生させ、その熱を用いて材料同士をつなぎ合わせる溶接方法のことである。図1に Tig 溶接の概略図を示す。

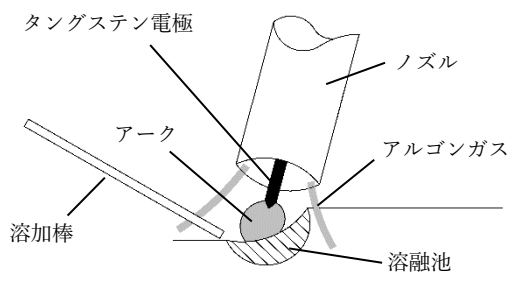


図1 Tig 溶接概略図

また、本研修では、Tig 溶接機としてパナソニック製 TIG STAR WX-200 (図2)、不活性ガスにはアルゴンガスを用いた。



図2 Tig 溶接機 WX200

3. 研修内容

3.1 直角出しジグの製作

材料同士を直角に溶接する際、直角度が出ていないジグを用いて固定しないと、溶接熱の影響で傾いて接合されてしまう。本研修以前は、先端科学技術育成センターで市販の直角固定バイス及び直角溶接マグネットを所有していたが、数量が少ないこと、価格が高額なこと、使い勝手が悪いことを考慮して、直角出しのジグを製作し、市販の安価なC型クランプと組み合わせて使用することとした。

ジグに使用する材料は 20×200×800 (mm)アルミ板材 (A2017) で、加工はワイヤー放電加工

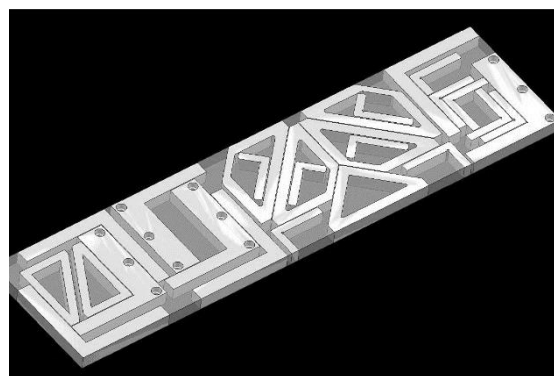


図3 ジグ切り出しイメージ

*第1技術室 機器開発・試作班

機で切り出すこととした。図3のようになると捨て部分の量を減らすように作図し、切断加工を行った。切り出したジグを図4に示す。また、ステンレスフランジとステンレス管のTig溶接時、このジグを固定に使用した様子を図5に、溶接後のフランジ底面を図6に示す。

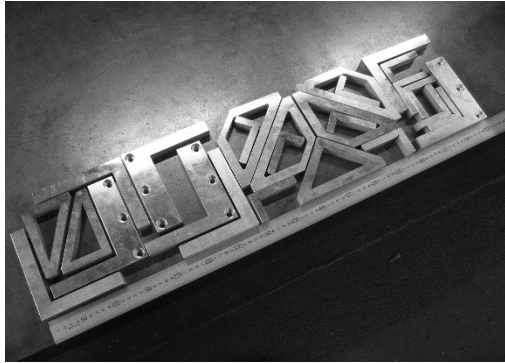


図4 直角出しジグ

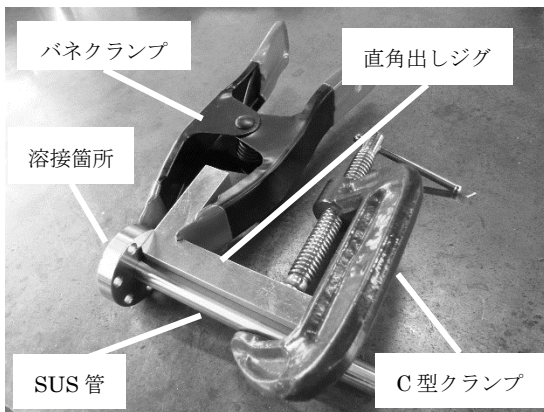


図5 ジグ使用の様子

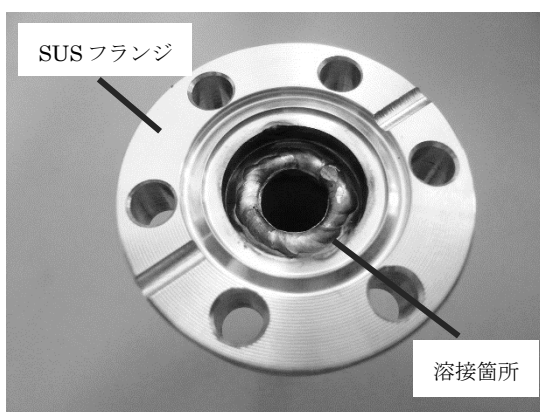


図6 Tig溶接後のフランジ底面

3.2 クランプ機能付きの作業台の設計・製作

先端科学技術育成センター内には溶接作業台が複数あるが、いずれもクランプ機能はついておらず、重量が重くキャスターもついて

いないため持ち運びし難い。また、台の高さが30cm程度と低く、溶接時には椅子に座って作業している。そのため、材料の持ち運び、溶接機のスイッチ操作、溶接部品の取り換え等、頻りに立ち上がる必要があり、個人的にはあるが、長時間溶接作業する際は立った状態のほうが疲れにくいと感じた。上記の不満点を解消するため、新たに溶接作業台を設計・製作することにした。

作業台に使用する主な材料は断面寸法が30×30(mm)、30×60(mm)のいずれも肉厚が2.3mmの角型鋼管、15×400×450(mm)鉄板(S50C)である。角型鋼管を溶接で接合してフレームを製作し、上面に鉄板2枚をボルト締結する構造である。

製作について、まず、角型鋼管を炭酸ガスレーザー加工機で切断した(図7)。



図7 レーザー加工後の角型鋼管

これは、角型鋼管を精度良く切断する目的の他に、鋼管端にプラグ形状(図8)、鋼管中ほどに角穴(図9)を設けるためである。フレームを組む際、角穴にプラグ形状を差し込むことで位置決め及び仮組が容易になる。溶接は作業台の形状に組み上げてから半自動溶接機を用いた。

次に、鉄板2枚にボルト締結用の座繰り穴をボール盤で、クランプに使用するM8のネジ穴をマシニングセンタで開けている。マシニングセンタでの加工の様子を図10に示す。また、クランプ用のパーツは、12×20×100(mm)のブロック材10ヶ(S45C)をフライス盤等にて図11に示す形状に加工した。

完成したクランプ機能付き作業台を図12に示す。また、大きさは約45×80×100(cm)である。尚、加工後の鉄板とクランプ用パーツは外注業者にて黒染め処理(四酸化三鉄被膜)が施されている。



図 8 端面のプラグ形状

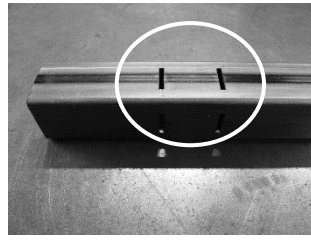


図 9 角穴

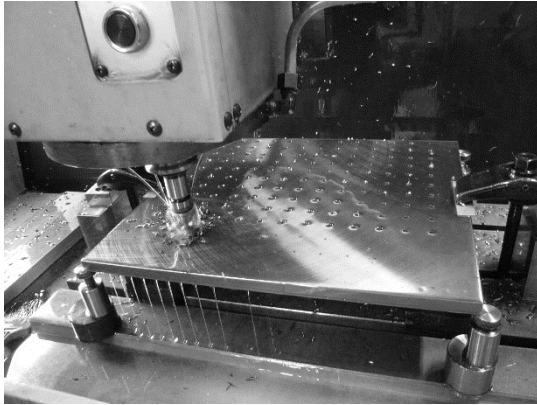


図 10 マシニングセンタ M8 ねじ穴加

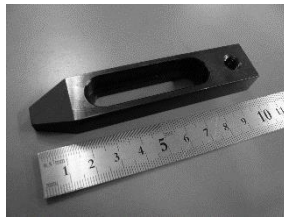


図 11 クランプパーツ



図 12 溶接作業台

3.3 鋼管の Tig 溶接

Tig 溶接で工具運搬台車を作製する事前準備として、直径が 2.4mm の Tig 溶接用のタングステン電極をベルトサンダーで先端角が約 60 度になるように研磨した (図 13)。尚、先端角が 60 度よりも鋭角に研磨すると熱が溶接箇所以外にも広がりやすくなるため、穴が開きやすい。

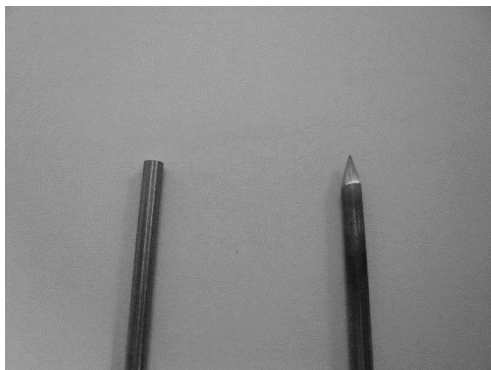


図 13 タングステン電極
研磨前 (左) 研磨後 (右)

使用する角型鋼管の断面寸法は $t1.6 \times 25 \times 25(\text{mm})$ で作業台作成時と同様に炭酸ガスレーザー加工機で切断した (図 14)。

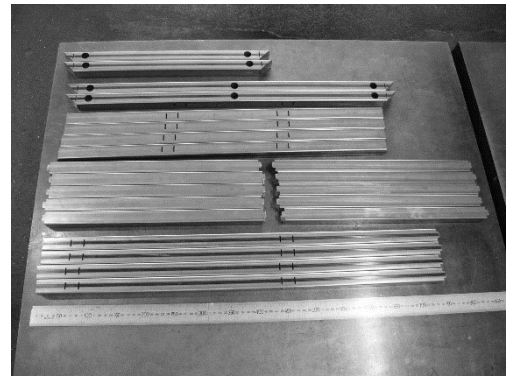


図 14 レーザー切断後の角型鋼管

次に、余分な鋼管同士を電流の値を変えながら溶接し (図 15)、最適な電流値設定を 60A 前後とした。

溶接作業は、角型鋼管を台車の形状に組み上げた状態で、パーツクリーナーで脱脂洗浄を行った後、ジグで鋼管と鋼管の交差角度がジグを用いて直角となるよう、作業台に図 16 のように固定し、仮付けを行った (図 17)。仮付けとは、本溶接に入る前に行う重要な作業で、本溶接中に材料が動いたり歪んだりしないように行う。



図 15 Tig テスト溶接風景

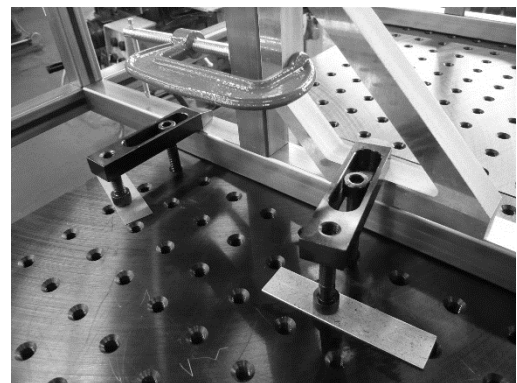


図 16 鋼管を固定した様子

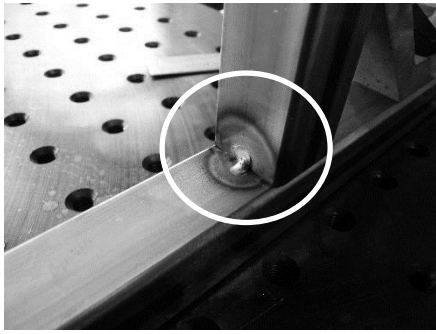


図 17 仮付け

仮付け箇所が冷えたら固定を解除し、同様に鋼管の交差部分の全箇所仮付けを行った。その後、作業台から外し、本溶接を行った。天板や棚板を乗せる部分は溶加棒を使用しない「なめ付け」を行い、そのほかの部分は直径 1.6mm の溶加棒を使用した (図 18, 図 19)。これは溶加棒を使用すると溶接箇所が盛り上がり、天板や棚板が傾いたり不安定になってしまったりするからである。

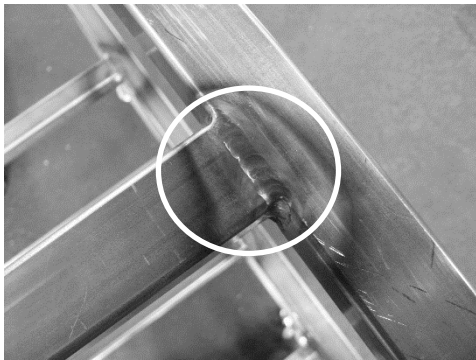


図 18 なめ付け



図 19 溶加棒使用

なめ付け時に鋼管と鋼管に隙間があると穴が開きやすく、穴が開いた場合は溶加棒差し込みながら溶接し、穴をふさいだ。尚、なめ付けは溶加棒を使用した溶接と比べると強度が下がるため、行う場所には注意が必要である。

最後に作製したキャスター接続用のアダプタ

ー (図 20) を鋼管にはめ込んで溶接し (図 21), Tig 溶接を終了させた。図 22 に完成した工具運搬台車のフレームを示す。

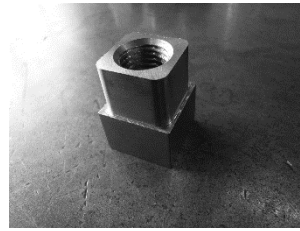


図 20 アダプター

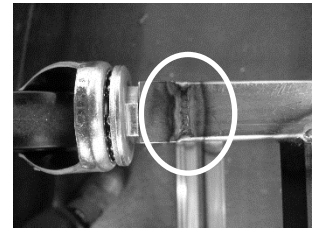


図 21 接合部



図 22 工具運搬台車フレーム

4. まとめ

Tig 溶接用の直角出しジグとクランプ機能付き作業台を作製し、それらを利用することで、歪みの少ない製品を製作することができ、さらには Tig 溶接時の直角出し作業の効率化及び、溶接作業負荷軽減につながった。これらは鋼管以外の鋼材の Tig 溶接にも利用できるため、活用していきたい。

薄肉鋼管の Tig 溶接なめ付け作業では電流値、溶接速度がシビアであり、また、同種、同形状の材料でも継ぎ方次第では熱の伝わり方が異なり、その際は接合ラインを中心から熱の伝わりにくい方向に少しずらして溶接すると穴が開かずに溶接できる場合があることが理解できた。

反省点は、ジグと作業台製作に時間をかけすぎてしまい、研修期間中に Tig 溶接の作業時間を十分に取れなかったことである。今後、Tig 溶接技術の習熟に努めたい。

偏光ラマン分光法による配向評価技術の修得

山口 綾香*

1. はじめに

派遣先業務において、繊維/樹脂の界面構造解析のため顕微ラマン分光装置を用いた分析評価を行っている。ラマン分光法とは、試料に光を照射して、光と物質との相互作用によって発生するラマン散乱光の性質を調べることにより、物質の分子構造や結晶性（結晶化度）などを知ることができる手法である¹⁾。また、試料の観察と分析に光学顕微鏡を用いているため、微小部位（空間分解能 約 1 μm ）の分析にも適している。

本学では最近、顕微ラマン分光装置に偏光ユニットが導入され、分子構造や結晶性に加えて分子配向性の評価ができるようになった。配向性の評価技術を有していれば、派遣先業務での繊維/樹脂の界面構造解析にも応用が期待できる。

本研修では、偏光ラマン分光法による配向性評価の技術や知識の修得を目的として、ポリマーの配向評価を試みた。

レーザーが極めて特性の良い直線偏光であり、また、ラマン散乱強度は入射光による誘起双極子モーメントと分子の固有振動の方向に影響される。たとえば、二原子分子の場合、分子の長さ方向に平行な偏光が照射されると励起効率は大きくなるが、垂直な偏光が照射されるとほとんど励起されない（図1）。したがって、偏光を制御しながらラマンスペクトルを取得することにより、試料の配向性を知ることができる。

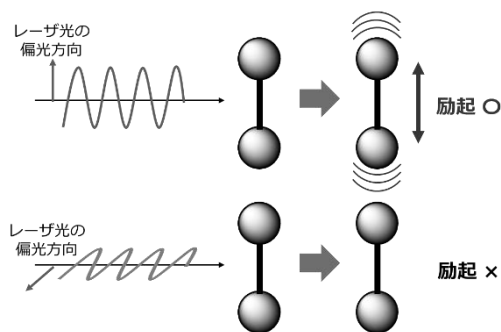


図1 励起効率と偏光方向の関係¹⁾

2. 偏光ラマン分光法

ポリマーの配向性を評価できる手法としては、偏光ラマン分光法のほかに X 線回折、広角および小角 X 線散乱、固体 NMR、赤外分光法などが挙げられるが、その中でも偏光ラマンは比較的短時間で簡単に評価が行えるといった特徴がある²⁾。また、顕微を用いることにより、微小部位の配向情報を取得できる面も大変有利である。

ラマン分光法は、光源として用いられている

3. 実験装置

ラマンスペクトルの測定には、顕微ラマン分光装置 (HORIBA-JOBIN-YVON 製 LabRAM HR-800) を使用した。励起源に波長 633 nm の He-Ne レーザを用い、倍率 50 倍の対物レンズにより約 2 μm の試料領域に照射した。図2に装置の外観および光学系模式図を示す。

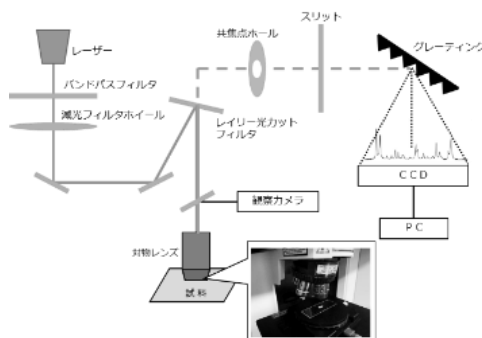


図2 顕微ラマン分光装置の外観（左）と光学系模式図（右）

* 第2技術室 化学計測班

LabRAM HR-800 用偏光ラマンユニットを図 3 に示す。λ/2 板 (ポラライザ) は、レーザの光路に設置することで、レーザ光の偏光を任意の角度に回転させることができる。λ/2 板を 45°回転させると偏光面を 90°回転させた横方向の偏光方向を有する入射光を試料に照射することができる。検光子 (アナライザ) は集光されたラマン散乱光に対して、特定の偏光を持ったラマン散乱光を透過させる。研修で用いた検光子は角度固定タイプであり、垂直方向と水平方向を選択できる。偏光解消板 (スクランブラ) は、分光器の反射効率に偏光依存性があるため、スクランブラで無偏光にしてラマン散乱強度の偏光依存性を正しく評価するために用いられる。研修では、スクランブラをレーザの光路に設置することで、非偏光ラマン分析の評価に用いた。



ポラライザ アナライザ スクランブラ
図 3 偏光ラマンユニット

4. 実験結果

4.1. PET (ポリエチレンテレフタレート) ボトルの分子配向性

はじめに、PET ボトル胴体のラマン分析を行った。PET ボトルは 2 軸延伸ブローにて成形されており、その際に PET ボトルの縦 (垂直) 方向と横 (水平) 方向への延伸が作用し、PET 分子鎖が配向することが知られている。研修では、PET ボトルの胴体箇所を一部採取し、入射光の偏光方向と胴体の垂直方向が成す角度を 0° とした。そして、入射偏光方向と検出側の偏光方向を平行に固定し、試料角度 0° および 90° における PET ボトルの外側箇所の偏光ラマンスペクトルを取得した (図 4)。スペクトル取得後は、ベースライン補正ならびにスムージング処理を行った。図 5 にベースライン補正ならびにスムージング処理後の PET ボトルの偏光ラマンスペクトルを示す。以降、全てのラマンスペクトルは、ベースライン補正およびスムージング処理後のスペクトルを示す。試料角度 0° と 90° のスペクトルを比較すると、同じ箇所、条件で分析を行っているのにも関わらず、試料の置く向きによって、特に 1615 cm⁻¹ (芳香環 C=C 伸縮振動) と 1730 cm⁻¹ (C=O 伸縮振動) バンドのラマン散乱強度が大きく異なった。これは、PET ボ

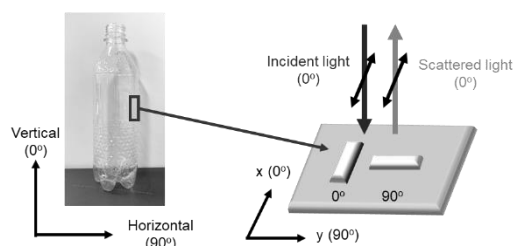


図 4 PET ボトルの偏光ラマン分析模式図

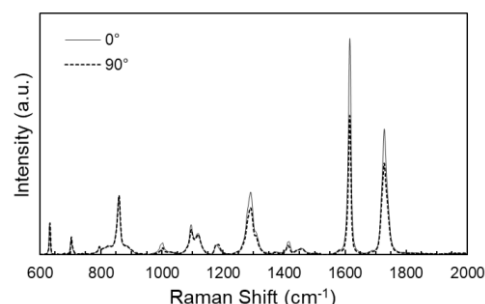


図 5 PET ボトルの偏光ラマンスペクトル

トルが配向性を有することを示す。また、PET ボトルをプレス機にて 280 °C で加熱熔融後に再び急冷することによって PET フィルムを調整し、同様に偏光ラマン分析を行った結果を図 6 に示す。1615 cm⁻¹ と 1730 cm⁻¹ バンドのラマン散乱強度は、図 5 のラマン散乱強度と比較して試料の置く向きが異なっても明らかな違いは見られなかった。このことから、再熔融によって PET ボトルの配向性が除去されたことがわかった。

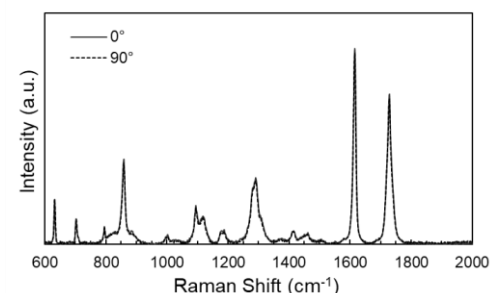


図 6 PET フィルムの偏光ラマンスペクトル

PET では、1615 cm⁻¹ バンド強度が複屈折に対する相関性が最も高く、配向性を示すパラメータとして使用されているとの報告がある³⁾。そこで、ラマンバンド強度比 $[(I_{1615}/I_{703}(0^\circ, \text{Vertical})) / (I_{1615}/I_{703}(90^\circ, \text{Horizontal}))]$ より、Vertical (0°) 方向の配向パラメータを算出した。703 cm⁻¹ バンドは内部標準バンドとして用いた。他にも、図 7 に示す分析条件 (②および③) にて配向パラメータを算出し、比較検討を行った。表 1 に各分析条件で求めた PET の配向パラメータを示す。①~③はそれぞれ図 7 に示された条件に対応する。また、PET ボト

ルを引張試験機にて、さらに一軸延伸した試料 (PET ボトル_延伸) も同様に偏光ラマン分析を行い、配向パラメータを求めた。すべての分析条件にて得られた配向パラメータは、PET フィルム、PET ボトル、PET ボトル_延伸に従って大きくなるのがわかった。しかし、非偏光ラマン分析である③は、PET ボトル延伸と PET フィルムの配向パラメータの差 (0.53) が、①②の条件よりも明らかに小さく、また、①と②においても①の方が配向パラメータの差が若干大きかった。入射偏光および検出側の偏光方向を固定した条件を用いることで、わずかな分子配向の差も敏感に捉えることができると考えられる。

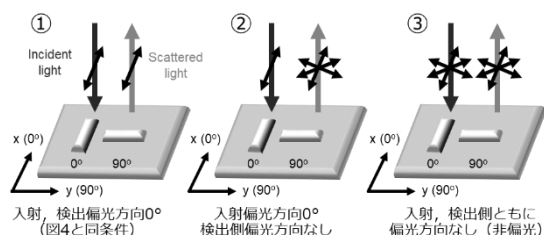


図7 ラマン分析条件

表1 PET 試料の配向パラメータ
 $((I_{1615}/I_{703}(0^\circ, \text{Vertical}))/I_{1615}/I_{703}(90^\circ, \text{Horizontal}))$

試料	分析条件		
	①	②	③
PET フィルム	1.01	0.93	0.92
PET ボトル	1.56	1.30	1.21
PET ボトル_延伸	2.74	2.42	1.45

4.2. ポリプロピレン (PP) の分子配向性

2種類の一軸延伸 PP フィルム (ひずみ $\epsilon=0.5, 2.0$) を調整し、未延伸 PP フィルムと比較することで偏光ラマン分光による PP 分子配向性を評価した。フィルムの延伸方向と入射光の偏光方向とがなす角度を 0° または 90° とし、入射偏光方向と検出側の偏光方向を平行に固定した条件にて偏光ラマン分析を行った。図8および図9に未延伸ならびに延伸後 PP フィルムのラマンスペクトルを示す。まず、各試料のスペクトルを比較してみると、図8では 841 cm^{-1} バンド強度が PP フィルムのひずみが増加するにつれて大きく減少した。一方、図9では 808 cm^{-1} バンド強度がひずみの増加につれて減少した。 841 cm^{-1} バンドは CH_2 変角振動、そして 808 cm^{-1} バンドは CH_2 変角と C-C 伸縮に由来し、PP 分子配向との相関があり配向性を示すパラメータとして用いられている^{1,2)}。そこで、ラマンバンド強度比 (I_{808}/I_{841}) より、PP フィル

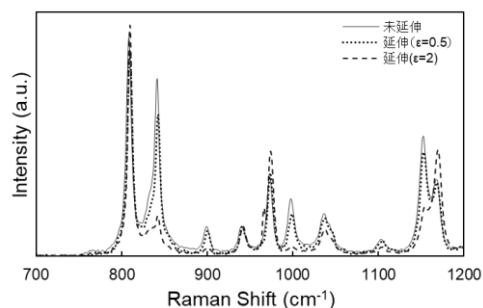


図8 未延伸および延伸 PP フィルムの偏光ラマンスペクトル (試料角度 0°)

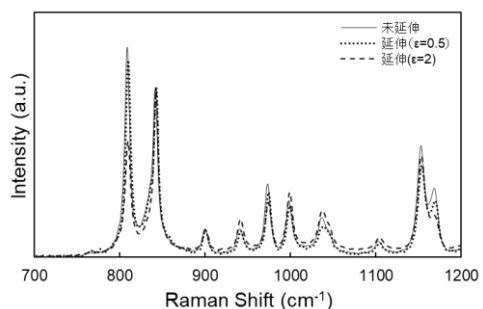


図9 未延伸および延伸 PP フィルムの偏光ラマンスペクトル (試料角度 90°)

ムの配向パラメータを算出した。配向パラメータを表2に示す。未延伸フィルムでは、試料角度 (0° または 90°) に依らず、配向パラメータはほぼ同等であったが、延伸フィルムについては両者とも試料角度によって配向パラメータは異なった。また、ひずみが増大するに従って、試料角度 0° では増加、 90° では減少する傾向であった。 808 cm^{-1} の振動モードは、PP 主鎖方向に対応する。フィルムが延伸されることにより、PP 分子鎖は延伸方向への分子配向性が増加するため、以上で得られた結果は妥当であると考えられる。

次に、延伸 PP フィルムの偏光方向依存性を評価した。偏光方向依存性を評価する方法としては、試料を回転させる方法と光学的に偏光方向を回転させる方法の2種類がある⁴⁾。後者も試みたが、評価がうまくできなかったため、前者の試料回転により偏光依存性評価を行った結果を報告する。検出側の偏光方向を試料角度 0° と平行固定し、各試料角度におけるラマンバンド強度比 (I_{808}/I_{841})

表2 PP フィルムの配向パラメータ (I_{808}/I_{841})

試料	試料角度	
	0°	90°
未延伸	1.23	1.24
延伸 ($\epsilon=0.5$)	1.38	1.19
延伸 ($\epsilon=2.0$)	5.78	0.70

を図 10 にプロットした。未延伸フィルムのバンド強度比は、試料角度に依らずほぼ一定であった。一方、延伸フィルムでは 20°~ 60°あたりで高いピーク値を示した。延伸方向である 0°において最も高いバンド強度比を示すと示唆されたが、今回の測定箇所では 20°~ 60°方向に PP 分子鎖が強く配向していることがわかった。

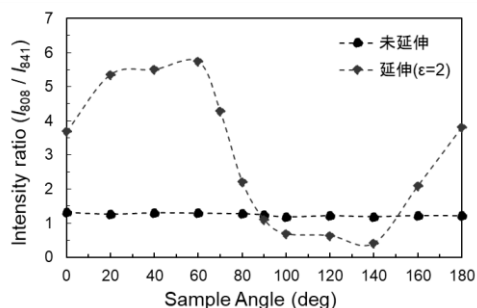


図 10 未延伸および延伸 PP フィルムの偏光方向依存性

顕微ラマン分光装置に装備されているマッピング機能を用いて、炭素繊維 (CF) 周りの PP 分子配向性の可視化を試みた。試料は、CF を PP フィルムで挟み、プレス機にて 200 °C で加熱溶解し、徐冷により繊維周りにトランスクリスタル構造を発現させたものを使用した、トランスクリスタル構造では、CF 表面に対して垂直方向にラメラが成長することが知られているため、PP が CF 表面に対して垂直配向しているイメージング像が得られると予想される (図 11)。トランスクリスタルのラメラ成長方向と入射光の偏光方向とが成す角度 0°とし、入射偏光方向と検出側の偏光方向を平行に固定して、CF/PP 界面付近 (分析領域 150 $\mu\text{m} \times 60 \mu\text{m}$, ステップ 8 μm) におけるマッピング分析を行った。図 12 に測定領域のラマンイメージング像 (強度比 I_{808} / I_{841}) および偏光顕微鏡像を示す。イメージング像の強度比軸は、未延伸 PP の配向パラメータである 1.23 を下限とすることで、垂直方向に配向性をもつ領域を像に取り出した。ラマンイメージング像より、図の左側に強い垂直配向を示す領域が確認された。この領域は、偏光顕微鏡像で示されるように近傍の核から

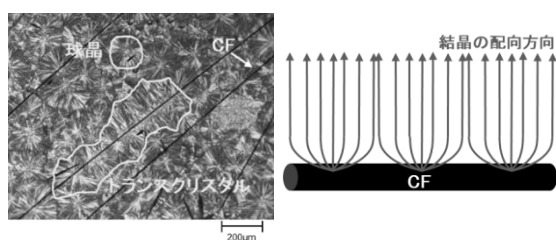


図 11 炭素繊維回りの PP 結晶の配向 ; (左) 偏光顕微鏡像, (右) 模式図

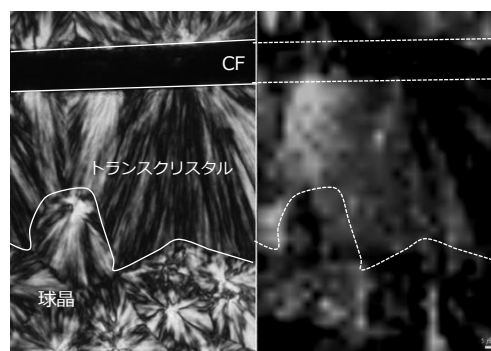


図 12 マッピング分析結果 ; (左) 測定領域の偏光顕微鏡像, (右) ラマンイメージング像 (I_{808} / I_{841})

成長したトランスクリスタルのラメラ同士が干渉し合っているため、干渉の影響によって、より高い配向性を示したと示唆される。また、トランスクリスタル領域と球晶領域の境界を偏光顕微鏡像からイメージング像にトレースしたところ、境界線を軸にコントラストの違いが出ていることから、マッピング分析によりトランスクリスタル構造の配向性を評価できていると考えられる。

5. まとめ

2種類のポリマー試料 (PET, PP) を用いて、偏光ラマン分光法による配向性評価の技術習得を行った。複屈折に対する相関性が高いラマンバンド (PET: 1615 cm^{-1} , PP: 808 cm^{-1} ・841 cm^{-1}) の強度を用いることで、配向性を評価でき、また、試料回転による偏光方向依存性やマッピング機能を用いて配向性を可視化できることもわかった。しかしながら、研修を通して再現性の取得に苦労させられた。より信頼性の高いデータ取得を目指して、さらなる技術研鑽に努めていきたい。

参考文献

- 1) 西岡利勝・編著, 「高分子赤外・ラマン分光法」, 講談社, 2015.
- 2) サーモフィッシャーサイエンティフィック株式会社, Application Note AN52791, <http://tools.thermofisher.com/content/sfs/brochures/AN52791.pdf>
- 3) 寺田堂彦ら, 繊維学会誌, 2002, 58 (9), 342-345.
- 4) 藤井康裕, 日本結晶学会誌, 2015, 57, 285-291.

謝辞

本研修に関して、産学官連携本部 西村文宏助教, 繊維・マテリアル研究センター 植松英之准教授に多大なるご支援を頂きました。心より御礼申し上げます。

CNC 工作機械を用いたバニシング加工による自由曲面処理法の開発

青山 直樹*

1. 緒言

射出成型用金型や強磁場用光学部品等の製作において、表面性状向上や表面改質効果が得られるバニシング加工が期待されている。青山等が検証した先行研究で、以前より行われていた球状型切削工具を用いて仕上げ面を創製する方法より、独自開発ツーリングシステム（以下、ツーリング）を用いたコーテッド超硬工具バニシング加工を仕上げ面の創製プロセスに適用した方が、仕上げ面の表面粗さ及び光沢度が改善することを報告した¹⁾。しかし、先行研究では試験体の平面を対象とした検証しか行っておらず、様々な形状を呈する3次元造形物への適用は未検証である。したがって、一般社会で流通する鏡面化が要求される製品の多くは3次元造形物であるため、先行研究の平面を対象とした検証結果だけでは製品への適用は限定的である。付け加えて、平面を対象とする鏡面化技術に専用機械を用いた研削や研磨といった代替技術が存在し、ツーリングを用いた加工法の優位性を示すことが困難である。一方で、3次元造形物の表面を鏡面にする安価な機械化技術は存在しておらず、一般的に技能者の手磨きにより処理されていることが多い。それゆえ、技能者の技量依存による品質の不安定化を招いている。この解決策として、切削型 CNC 工作機械（以下、工作機械）を用いたバニシング加工が挙げられる。工程の集約化と自動化による製造時間の短縮並びに品質の安定化が期待され、従来工法と比較し大きな優位性を示せる。

そこで、本研修では先行研究を参考に、工作機械に適用可能なバニシング加工用ツーリングを開発した。また、ツーリングを適用したバニシング加工で製作した試験片の表面粗さ及び形状精度を計測評価し、ツーリングの製品への適用可否について検討した。なお、面品質及び形状品質の合否判定において、JIS で定義されている鏡面の定義の表面粗さ Ra0.2 かつ Rz0.8 以下、形状精度は公差±0.005mm 以内と基準を設けた。

2. バニシング加工

2.1. バニシング加工とは

バニシング加工は、滑らかな表面を有する工具を工作物に押し付けながら移動させ、工作物表面の微小な凹凸を塑性変形させて、表面粗さの低減や表面硬度の向上等の工作物の機械特性を改善させる加工方法である。（図1）

バニシング加工の種類は、ローラバニシング、チップバニシング、ボールバニシング加工がある。この中で、ボールバニシング加工は未だ技術的な課題が多く、未解明な部分の多い加工技術である。しかしながら、ボールバニシング加工は、球状型工具を工作物に局所的に接触させながら形状創製を行うことが可能なため、3次元造形物の表面仕上げの効果的な工法として期待されている。

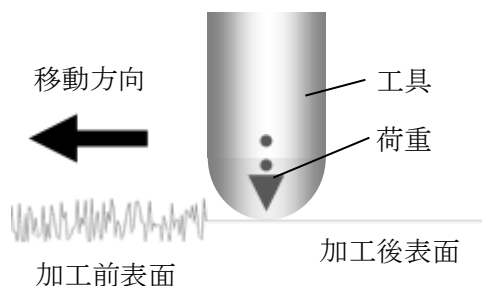


図1 バニシング加工

2.2. バニシング加工の特徴

バニシング加工は、塑性加工の一種であり、切り屑を生成しない特性を有している。したがって、切削や研削等で生じる微細な切り屑を除去する機構が不要であり、環境負荷の低減や追加設備費の削減ができる。また、バニシング加工専用の工作機械でなければならないといった制約がなく、汎用的な工作機械で加工が可能であり、容易に導入することができる。なお、バニシング加工は、研削と切削の中間に位置しており、加工能率と面品質のバランスを考慮し適用される。（図2）

2.3. バニシング加工用工具

バニシング加工用工具（以下、バニシ工具）の材質に、一般的に高硬度である単結晶または多結

* 第1技術室 機器開発・試作班

晶人工ダイヤモンド（以下、ダイヤモンド）が適用されている。切削加工の分野では、切削工具の硬度は切削温度下で被削対象物の硬度の4倍以上が要求される。バニシング加工が適用される製品は、高硬度であり高耐摩耗性が要求される金型や油圧シリンダー等である。それゆえ、バニシ工具に被削対象物よりも十分に硬度が高いダイヤモンドが採用されることが多い。しかし、ダイヤモンドは高価であり、加工用工具に適用すると生産コストが増加する。この課題を解決するため、新谷等が安価なコーテッド超硬工具を用いたバニシング加工を提唱し、仕上げ面の表面粗さ及び光沢度が改善することを報告している²⁾。この中で、バニシ工具にダイヤモンドと黒鉛との中間的な物性を持つ非晶質の硬質炭素膜である DLC (Diamond-Like-Carbon) コーティング（以下、コーティング）を塗膜した超硬を適用している。表1にコーティングの特性表を示す。また、このコーテッド超硬工具は再生利用に優れており、加工で生じる摩耗をコーティング膜内に留めることができれば、コーティングの除膜と再塗膜を行い、何度も使用が可能である。ただし、コーティングを塗膜している母材の超硬まで損傷が到達してしまうと、工具形状の精度不良となり工具の再利用が不可能になってしまうので、注意が必要である。しかしながら、従来使用されているダイヤモンドより環境性能やコスト面で優れていることは明らかである。以上の特性を有していることから、本研修でも同様の工具を実験に使用した。

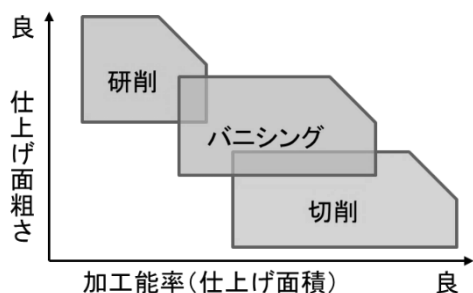


図2 バニシング加工の位置付け

表1 コーティング特性表³⁾

	ビッカース硬さ	摩擦係数	膜厚
DLC	HV2000-2200	0.1	1-2 μm

3. 実験

3.1. ツーリング及び実験装置

本研修では、バニシング加工の実験に使用する独自のツーリングを開発した。そのツーリングを図3に示す。ツーリングは、ボールバニシング超

硬ピン（以下、超硬ピン）、インナーホルダー、アウターホルダーの3要素で構成されている。アウターホルダーを固定軸に超硬ピンを把握したインナーホルダーがスラスト方向に可動する機構となっている。そして、ツーリング内にバネが内蔵されており、フックの法則に基づきバネの縮み量に応じた反力を制御できる機構となっている。また、インナーホルダーの摺動機構に、グリスを封入したすべり軸受けを適用した。すべり軸受けは、柔軟に設計変更が可能な性質を有しているため、工具ホルダー全体のサイズを縮小化することに寄与している。さらに、インナーホルダーとすべり軸受けの隙間を極小化することで、主軸回転数が7,000 min⁻¹時の回転動的振れ精度を15μmと小さくすることができた。先端部の超硬ピンは通常の切削工具と同様に交換可能な設計とし、作業性も考慮している。

図4に実験装置を示す。実験装置は、駆動分解能0.1μmの全軸リニアモーター駆動である高精度5軸マシニングセンタ LX-0 5AX（榊松浦機械製作所）を使用した。なお、工具ホルダーであるミーリングチャック (BBT30-MEGA20N-60, 大昭和精機株) に開発したツーリングを把握し、試験片は精密バイスで固定した。

ボールバニシング超硬ピン

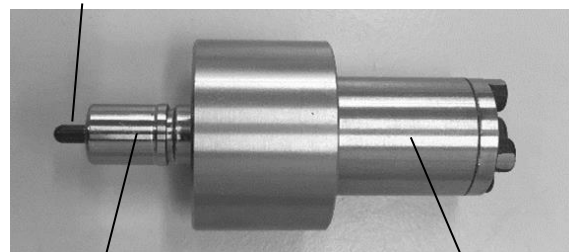


図3 ツーリングシステム

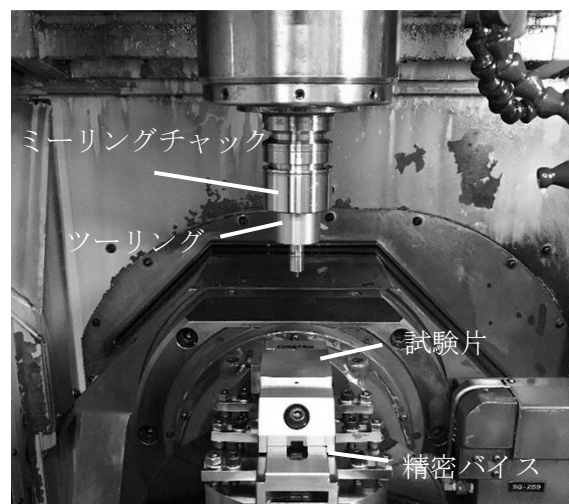


図4 実験装置

3.2. 実験方法

実験方法および実験条件をそれぞれ図 5、表 2 に示す。前加工で球状型切削工具である R1.5 ボールエンドミル (EPDBE2030-8-P, 三菱日立ツール(株)) を使用し, X 方向に走査線加工を行いピックフィード量に従った規則的な表面粗さを形成した。その後, 切削工具による仕上げ加工で前加工と同様の球状型切削工具を, バニシング工具による仕上げ加工で刃の付いていない球状型工具である DLC コーティングされた R1.5 超硬ピンを使用し, Y 方向に走査線加工を行った。なお, 本実験で検証する試験片は, 材料に非磁性体・非鉄金属であるアルミニウム合金 A7075 を選定し, 表面形状は球面とした。図 6 に試験片表面の球面モデルを示す。

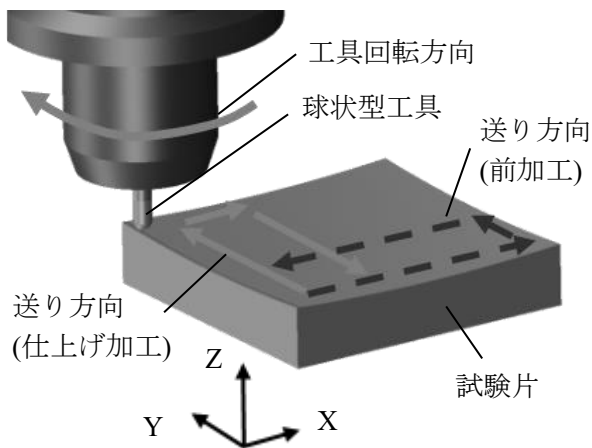


図 5 実験方法

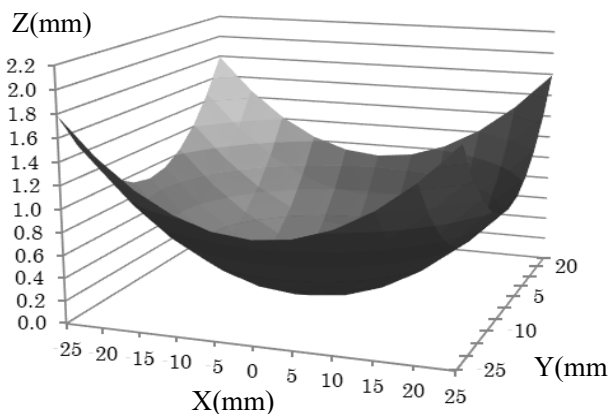


図 6 試験片表面の球面モデル

表 2 実験条件

	前加工	仕上げ加工
主軸回転数[1/min]	20,000	7,000
送り速度[mm/min]	1,000	1,000
ピックフィード[mm]	0.11	0.05
負荷[N]	-	20
切削油	Hysol MB50	Hysol MB50

4. 実験結果

4.1. 表面観察及び表面粗さ計測結果

図 7(a), (b)に試験片の外観を示す。これは, 文字の記載された用紙の上に, 切削加工及びバニシング加工で製作した試験片を置き, 切削工具による仕上げ加工面 (以下, 切削面), 並びにツーリングを用いたバニシング仕上げ加工面 (以下, バニシ面) の鏡面反射の様子を示した写真である。写真より, 切削面に比べバニシ面の方が文字を反射しているのが明らかであり, 面品質が向上していることがわかる。

図 8(a), (b)にマイクロスコープ (VHX-500F, 株式会社キーエンス) を用いて切削面及びバニシ面を観察した結果を示す。図 8(a)切削面の観察結果より, Y 軸送り方向に切削痕が明確に認められた。また, 切削痕はピックフィード量の 0.05mm に対応しており, ボールエンドミル刃先輪郭が試験片に転写している。これに対して, 図 8(b)バニシ面からは切削痕は認められない。これは, 前加工で創製された規則的な表面粗さをツーリングで塑性変形させ, 表面を平滑化したことを示している。

次に, 触針式粗さ計 (SURFCOMNEX1, 株式会社東京精密) を用いて, 試験片の表面性状を定量的に評価した。図 9 に切削面及びバニシ面の表面粗さの計測結果を示す。図 9 より, バニシ面の表面粗さ R_a 及び R_z は切削面より低減されている。しかし, バニシ面の表面粗さは計測平均で $R_a0.14$ かつ $R_z0.89$ であった。したがって, 目標である表面粗さ $R_a0.2$ かつ $R_z0.8$ 以下は未達成となった。

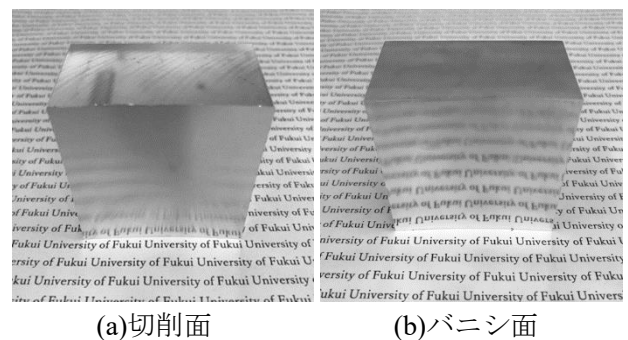


図 7 試験片の外観

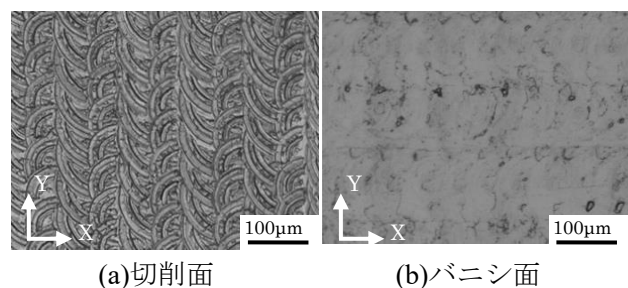
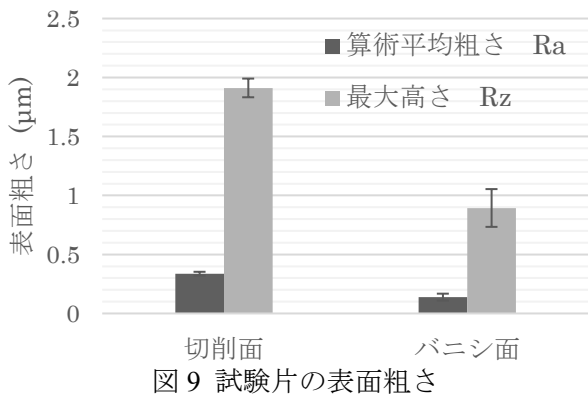


図 8 試験片の表面形状



4.2. 形状計測結果

形状計測は、X軸に平行で試験片の中心を通るX-Z平面、並びにY軸に平行で試験片の中心を通るY-Z平面で行った。なお、計測機器に電気マイクロメータ(DTH-P40S, シチズンファインデバイス㈱)を用いた。図10(a), (b)に試験片切削面の計測値と試験片モデルである球面の設計値を減算した誤差の平均値を示す。また、図11(a), (b)に前述同様の算出方法で計算したバニシ面の誤差の平均値を示す。

形状品質の評価は、誤差の平均値が標準正規分布に従うと仮定し、 $\pm 0.005\text{mm}$ 以内になる確率を算出し、 3σ 法で品質の合否判定を行った。図10(a), (b)より、切削面において最もバラツキの大きい計測箇所の標準偏差 σ は $0.6\mu\text{m}$ であり、 $\pm 0.005\text{mm}$ に収まる確率は99.9%であった。したがって、 $\pm 3\sigma$ 以内であり品質は合格であった。図11(a), (b)より、切削面と比較しバニシ面の誤差平均のバラツキは大きいことがわかる。なお、バニシ面において最もバラツキの大きいプロット点の標準偏差 σ は $1.4\mu\text{m}$ であった。この結果から、 $\pm 0.005\text{mm}$ に収まる確率を計算すると99.7%であり、この値は $\pm 3\sigma$ 以内であるため形状品質は合格であった。

5. 結言

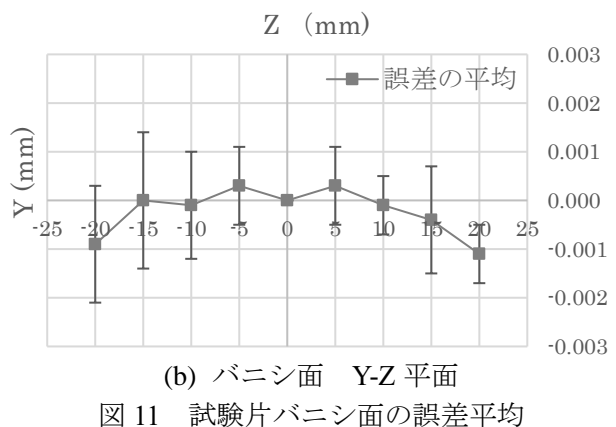
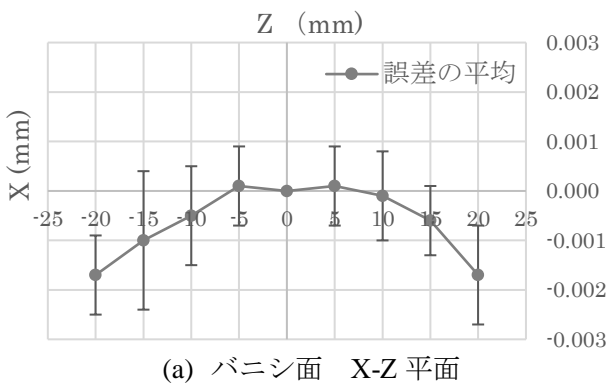
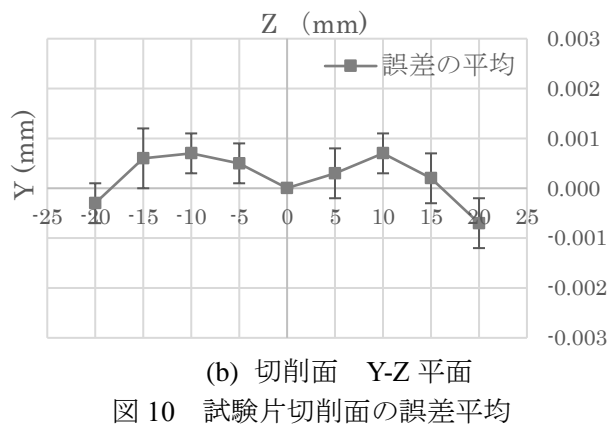
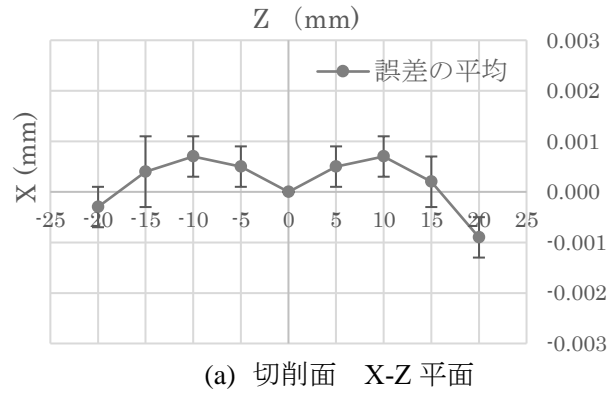
本研修で開発したツーリングを適用した場合の表面性状並びに形状精度を、従来工法と比較した。バニシング加工を施した試験片の品質評価の結果は、形状精度は許容値以内であったが、表面粗さはJISで定義されている鏡面の基準を満たさなかった。したがって、ツーリングを製品に適用するのは困難である。

参考文献

- 1) 青山直樹他, コーテッド超硬工具バニシング加工を用いた鏡面加工の試み, 福井大学工学部技術部 2018年度技術部活動報告集, Vol.24,

pp. 15-18

- 2) 新谷正義他, 工具回転機能を有したバニシング加工の基礎的検討—コーテッド超硬工具の適用—, 2016年度精密工学会春季大会学術講演論文集
- 3) ㈱北熱, 技術資料, コーティング一覧表



合同研修参加報告

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（物理・化学コース）参加報告

竹内 利幸*

1. 目的

本研修は、東海・北陸地区の国立大学法人等の技術職員に対し、その職務遂行に必要な基本的、一般的知識及び専門知識、技術等を習得させ、技術職員としての資質の向上を図るとともに職員相互の交流に寄与する事を目的としている。今回は研修の一環として知見を広げる為に、物理コースを受講した。

2. 研修概要

本研修は以下の日程で行われた。

日時：2019年8月26日（月）～28日（水）

会場：福井大学アカデミーホール、

産学官連携本部 他

参加者数：13名

表1 研修日程表

	第1日目 8月26日（月）	第2日目 8月27日（火）	第3日目 8月28日（水）
9:00		8:30 受付【アカデミーホール】	8:30 受付【アカデミーホール】
9:30		9:00 実習 物理コース B科目 【電子カ・エネルギー安全工学専攻実習室】 「有機PET装置の作製を主とした原理体験実習」 協力教員：玉川 洋一 教授 工学部技術部：戸塚、小林	8:45 講義 Ⅰ 【アカデミーホール】 「福井の産学官連携について」 産学官連携本部 勝木 一雄 教授
10:00			10:15 休憩
10:30			10:30 講義 Ⅱ 【アカデミーホール】 「先進的な繊維加工技術開発と機能性繊維材料創出への取り組みについて」 繊維先端工学専攻 廣田 和正 准教授
11:00		9:00 実習 化学コース C・D共通科目 【アカデミーホール】 「化学物質リサイクルシステム」 工学部技術部：豊川、田嶋、小塚、廣木	
12:00		昼食（休憩）	昼食（休憩）
12:30	受付【アカデミーホール】		
13:00	13:00 開講式【アカデミーホール】 講師：福井大学工学部技術部 副井 一俊 技術部長 写真撮影、オリエンテーション	13:00 実習 物理コース A科目 【機械台実験室】 「地震波再現装置を用いた液状化実験」 工学部技術部：伊藤、安藤	13:00 施設見学移動 「福井県産学官連携センター」 〒910-0102 福井市川合館理61北福田10 0776-55-0664
13:45	13:45 講義 Ⅲ 【アカデミーホール】 「極低放射能環境での宇宙・素粒子実験」 物理学専攻 小川 泉 准教授		
15:00		13:00 実習 化学コース C科目 【オープンR&Dラボラトリー、R&M実習室】 「有機化合物の合成（液体・固相）測定」 協力教員：鈴木 悠 准教授 工学部技術部：井原、森田	
15:15	15:15 休憩		
15:30	15:30 研修受講書プレゼンテーション 【アカデミーホール】		15:30 移動
16:00		D科目 【産学官連携本部 E-205】 「オージェ電子分光装置による表面分析」 工学部技術部：山口、宮本、高澤	16:00 閉講式 【アカデミーホール】
16:30	16:30 休憩		
17:00	17:00 事務連絡・移動		
17:30	17:30 意見交換及び懇親会 【福井大学 玉輪】	17:15 2日目終了	

3. 講義

3.1 「極低放射能環境での宇宙・素粒子実験」

福井大学物理工学専攻の小川泉先生より、極低放射線環境での宇宙・素粒子実験という題目で講義があった。宇宙には粒子と反粒子が等しく存在していたはずが、現在では反粒子が消えて存在していない。この問題を解き明かす手法として二重ベータ崩壊の研究が進められている。また、宇宙における質量の大半を占めながら観測されていない暗黒物質（ダークマター）を探索する研究も進められている。今回の講義では宇宙物理学の未解決問題である二重ベータ崩壊やダークマター探索実験について講義をして頂いた。自分の専攻する分野とは違う分野の講義の内容だった為、初めて聞くキーワードが多く勉強になり、自分の知見を広げる良い機会になった。

3.2 「福井の産学官連携について」

福井大学産学官連携本部の勝木一雄先生より、福井の産学官連携についてという題目で講義があった。福井県のモノづくりは他県と比べ規模は小さいが工業県であり、ほとんどの企業が中小企業である。しかし、一般的には開発基盤が脆弱で研究開発型の人材が不足している。また近年、地域貢献推進のため共同研究など積極的に展開しているが、未開拓の技術シーズが多く開発インフラが不足している。その課題に対し、ふくいオープンイノベーション推進機構が設立された。講義の中でふくいオープンイノベーション推進機構についての方針や取り組み内容を説明して頂き知見を広げる事が出来た。また、産学官共同開発事例をいくつか紹介して頂き、その中でもレーザー技術は興味が沸く内容だった。レーザー技術は幅広い分野で技術展開されており、福井県の特産品である眼鏡にその技術が使われている。技術的な話は聞けなかったが、どのような機関が携わって連携しているのか知ることができた。

* 第1技術室 機械システム班

3.3 「先進的な繊維加工技術開発と機能性 繊維材料創出への取り組みについて」

福井大学繊維先端工学専攻の廣垣和正先生より、先進的な繊維加工技術開発と機能性繊維材料創出への取り組みについてという題目で講義があった。繊維を染色するには大量の水を必要とし、水不足や環境汚染に拍車をかけている。今回講義の中で非水型の低環境負荷の染色方法である超臨界流体技術を用いた染色方法について説明して頂いた。従来の手法と比較して、柔らかさや肌触り等の仕上がりに差は無く、染色時間を短縮出来て廃液がでないメリットがある。デメリットとしてはインシヤルコストが高いということがあるが、将来的には環境負荷低減の為に主流の染色方法になって欲しいと思った。

4. 実習

4.1 「模擬 PET 装置の作製を通じた 原理体験実習」

PET (Positron Emission Tomography ; 陽電子放射断層撮影) とはがんを発見するための検査方法である。実習ではこの PET の模擬的装置を作り PET の原理を学んだ。実習に先立ち、福井大学原子力・エネルギー安全工学専攻の玉川洋一先生より放射線の講義をして頂いた。その後、実際に自分たちで模擬装置を作り、オシロスコープで波形を確認し、角度・距離の依存性を測定して検出の原理を深める事が出来た。また、模擬 PET 装置でがん細胞を見立てた放射線源 (^{22}Na) がどの場所にあるか模擬 PET 装置を動かし場所を特定することで、動作原理を体験することが出来た。

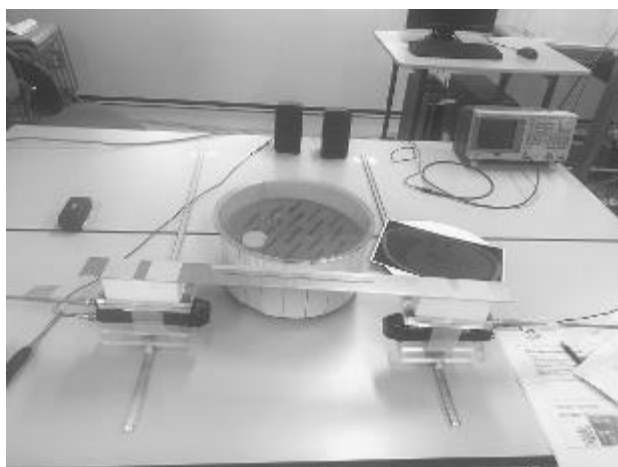


図1 模擬 PET 装置

4.2 「地震波再現装置を用いた液状化実験」

液状化についてはニュースでよく見かける程度だったが、今回の実験で液状化現象のメカニズムについて理解を深めることが出来た。実験では杭あり、杭なしの模型用いてそれらと比較して液状化時にどのように沈み込むのか観察する事が出来た。自分が想像していたよりも杭ありの模型は沈み込みが浅く、液状化対策に有効な手段であると実感できた。

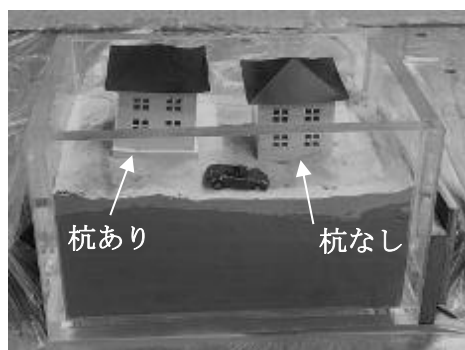


図2 再現実験模型 (液状化前)

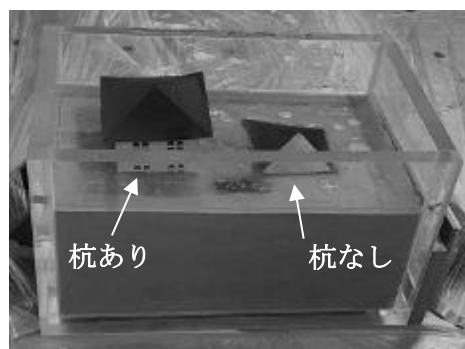


図3 再現実験模型 (液状化後)

5. 施設見学

施設見学では福井県工業技術センターに行った。センターの概要と取り組み事例を説明して頂いた後、センター内を見学した。入口付近には、福井県のモノづくり企業の製品を紹介するブースがあり、普段の生活で目にする製品が数多く並んであり驚いた。センター内には大型設備や、分析機器、加工機等様々なニーズ応えられるよう充実した環境が整っていた。

6. まとめ

初めての合同研修会参加且つ、自分の専攻している分野とは違う分野だったので講義の内容や実習について知見を広げることが出来た。また、他大学他高専の技術職員がどのような業務に携わっているのか情報収集でき非常に参考になった。

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）参加報告

廣木 智栄*

1. 目的

東海・北陸地区国立大学法人等の情報系技術職員等に対して、その職務遂行において必要となる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・技術の習得機会を提供し、国立大学法人等の運営の重要な担い手としての職員の資質向上を図ることを目的として参加した。

2. 研修概要

東海・北陸地区の大学，高専，研究所より15名の参加があった。

日 時：令和元年8月28日（水）～29日（木）

会 場：岐阜大学サテライトキャンパス

ミライデータセンターパーク（施設見学）

研修日程は表1のとおりであった。

表1 日程

令和元年(2019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）日程表																			
<p>テーマ：BIツール・AIツールを用いたデータ分析</p> <p>研修目的：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・技術の習得</p> <p>対象者：東海・北陸地区国立大学法人等に勤務する技術職員で、各機関の長が推薦するもの</p> <p>参加人数：15名程度</p> <p>会場：岐阜大学サテライトキャンパス</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">2019年8月29日（木）</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">8:30～9:00</td> <td style="text-align: center;">受付</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">9:00～10:00 演習1</td> <td style="text-align: center;">BIツールを用いたデータ分析</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">10:00～11:30 演習2</td> <td style="text-align: center;">AIツールを用いたデータ分析</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">11:30～12:00</td> <td style="text-align: center;">質疑応答</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">13:00～13:45</td> <td style="text-align: center;">施設見学先へ移動</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">13:45～15:45</td> <td style="text-align: center;">施設見学 （ミライデータセンターパーク）</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">15:45～16:15</td> <td style="text-align: center;">終了記念会・閉講挨拶</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">16:15～17:00</td> <td style="text-align: center;">サテライトキャンパスへ移動後解散</td> </tr> </tbody> </table>	2019年8月29日（木）		8:30～9:00	受付	9:00～10:00 演習1	BIツールを用いたデータ分析	10:00～11:30 演習2	AIツールを用いたデータ分析	11:30～12:00	質疑応答	13:00～13:45	施設見学先へ移動	13:45～15:45	施設見学 （ミライデータセンターパーク）	15:45～16:15	終了記念会・閉講挨拶	16:15～17:00	サテライトキャンパスへ移動後解散
2019年8月29日（木）																			
8:30～9:00	受付																		
9:00～10:00 演習1	BIツールを用いたデータ分析																		
10:00～11:30 演習2	AIツールを用いたデータ分析																		
11:30～12:00	質疑応答																		
13:00～13:45	施設見学先へ移動																		
13:45～15:45	施設見学 （ミライデータセンターパーク）																		
15:45～16:15	終了記念会・閉講挨拶																		
16:15～17:00	サテライトキャンパスへ移動後解散																		
2019年8月28日（水）																			
13:00～13:30	受付																		
13:30～14:00	開講挨拶・オリエンテーション																		
14:00～15:00	特別講義																		
15:00～15:15	休憩																		
15:15～16:30	講義 データ分析による将来予測																		
16:30～17:15	演習環境構築																		
17:15～17:30	研修連絡																		
18:00～19:30	情報交流会																		



図1 岐阜大学サテライトキャンパスの会場

3. 研修内容

3.1. 講義

「データ分析による将来予測」
 岐阜大学 情報連携統括本部
 教授（副本部長，CIO 補佐，情報環境整備室長）
 村上茂之 氏

岐阜大学の情報連携統括本部の役割とは、岐阜大学の将来のビジョンという枠組みの中、すべての部門をつなぐための役割をはたす役目をしていると教えていただいた。

次に人工知能（AI）についての歴史と、現在はコンピュータの性能向上に伴った3回目のブームとなっていることについての説明があり、AIを勉強する意義を理解できた。

村上教授の研究では橋梁をはじめとする鋼構造物に関する設計や維持、修理に関することを専門としているとのことだった。橋梁の強度を調べる実験ではコンピュータによるシミュレーションを行うことが多く、また最近ではスマートフォンの加速度センサーのデータからAIを使用した研究も行っているとのこと、コンピュータとの関わりの多い研究をされていることを知ることができた。

* 第3技術室 システム制御班

3.2. 演習

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」

研究推進本部 研究推進部門

特任講師 利光哲哉 氏

どちらの演習も Microsoft が作成したアプリケーションを用いた演習だった。

最初に Power BI と呼ばれる無料で使用できるアプリケーションについて学んだ。データの集まりから、データを整理、分析、視覚的に見やすい結果を表示するためのツールとなっており、その操作方法を演習で学んだ。

データ自体の扱いは同じ Microsoft 社のソフトで MS Office の Excel に近いと感じた。実際 Excel で作成されたデータを Power BI に直接データを取り込むこともできる。それをデータベースとして使用するイメージだった。演習では Power BI のインストール方法、データを視覚的に見やすい形で見せる方法、また使用するデータを厳選し、新たな見解を見やすくする方法について学んだ。データはネットで一般公開されているデータ（家計調査や各大学へ進学した地域の情報）を用いた。

次に Microsoft Azure という Web サービスの内、Machine Learning Studio を用いた機械学習の方法について学んだ。Web ブラウザの操作のみですべて完結できるものだった。今回は使用可能時間が 2 時間までの代わりにフリーで使えるプランを用いて演習を行った。

機械学習では、データに新しい分類基準を作らせるという使用方法があり、今回は産学連携実施状況のデータから K-Means クラスタリングを行い 20 グループに分けることを行った。

行える処理はブロックとして用意されており、それを画面上に設置、設置したブロック同士をマウス操作による線でつなげる、どのデータを使用するかを選択する、というほとんど簡単な操作のみの使いやすいものであった。クラス分けされたデータは csv ファイルとして出力できるため、結果を Excel や Power BI で使用する、などが可能となる。

3.3. 施設見学

ミライデータセンターパーク

データセンターとは契約した会社のサーバのハード面の設置、運用をする会社だということを知った。充実した通信網があり、災害時の安定した運用についても考慮されているため、自

社内でのサーバ運用に比べ、全体を通してみるとコストが下がる場合があることが分かった。

サーバの物理的な保守に関しては地震、洪水、火災など、考えられるものについてはすべて対応できるようにしており、安心できるものだと感じた。建物に関しては、客の出費が少なくなるよう、可能な限りコストを抑えた作りを目指していることが分かった。その案の一つとしてサーバの冷却システムに地下水を利用することで大幅なコストカットができたことに興味をひかれた。建物の冷却にかかわることは全てそれで行われているとのことだった。外は夏の暑い日であったが、中はサーバルームを含め、非常に涼しく、快適だった。さらにその排熱をサーバの利用者が気軽に使用できる足湯用のお湯（図 2）として利用することも試みるというユーモアもある会社であることが分かった。

サーバ利用者側の建物内での作業環境に関するストレスを減らすことについても考えており、静かで落ち着く作業スペースや休憩スペース、足湯もある、など充実しており、利用者目線にも立っていている会社であることが分かった。連日の作業となると、そういう面が非常に大事になるとのことだった。



図 2 データセンター内休憩室の足湯

4. 終わりに

データ分析が、ただデータを見やすくするだけでなく、見ただけではわかりづらい新しい見解を見つけることだと理解できた。また昨今ブームとなっている AI について演習を通して実際に操作することで理解を深めることができた。施設見学ではデータセンターの役割や有用性についても学ぶことができた。今回の経験を今後の仕事に活かしていきたいと考えている。

技術研究会等参加報告

2019年度 分子科学研究所 機器・分析技術研究会 参加報告

小林 英一*

1. 目的

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。今回は、機器の修理報告と情報収集、全国の技術職員と情報交換すべく、講演や他大学・高専に所属する技術職員の発表を聴講、情報交換会に参加し、ならびにポスター発表を行った。発表件数は60件、参加人数は189名であった。

2. 研究会概要

日時：令和元年8月29日（木）～30日（金）

会場：岡崎コンファレンスセンター

プログラム：

8月29日（木）13:15～17:15

- ・ 特別講演「技術開発と先端研究」
川合眞紀 分子科学研究所長
- ・ トークセッション（Ⅰ）
「技術職員のキャリアパスについて」
- ・ 企画公演「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～」
- ・ 次期開催案内、協賛企業 PR
- ・ ポスターセッション（Ⅰ）

8月30日（金）9:00～12:00

- ・ 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」
- ・ ポスターセッション（Ⅱ）

3. 講演

3.1 特別講演

「技術開発と先端研究」と題して、川合眞紀 分子科学研究所長の講演を拝聴した。20世紀に人類を救った化学：アンモニア合成触媒（肥料、化学工業）の紹介、窒素・水素にまつわるお話、NO_xをへらすため尿素水が使われている件、Si



図1 会場の岡崎コンファレンスセンター

Si表面のダングリングボンドの化学反応性など半導体の範囲にも及び、大変興味深かった。

3.2 トークセッション（Ⅰ）

「技術職員のキャリアパスについて」と題し、キャリアパスに関するトークセッションがあった。東工大の江端新吾 教授（兼内閣府政策統括官付科学技術政策フェロー）を交え、技術職員は鳥取・佐賀・富山・東北ら各大学から数名の登壇者が議論した。その一部を紹介する。

- ・ 第6期科学技術基本計画に向けた重要課題等^[1,2]に「技術職員」が登場（第5期まで出てきたことがなかった）
- ・ 機器分析系技術職員を中心とした有志の会がキャリアパス等の意見^[3]を文科省へ提出
- ・ 海外では技術者は教員と対等（地位高い）
- ・ 教員から見て、何が出来るか、どういうプロなのか、大学にとって必要だと積極的にアピールしてほしい（見える化が必要）
- ・ 評価は難しい、など

3.3 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～」と題して、技術職員の防災意識を高めるため、北海道大学（2018年9月の北海道胆振東部地震）から、震災による大規模停電、耐震方法の在り方や、普段からの安全衛生巡視の効果が大きかったなど具体的かつ有効な対策の提案等について、講演があった。

* 第3技術室 システム制御班



図2 企画講演

4. 発表概要

4.1 題目

「経年劣化による実験・計測装置の故障修理」
(発表番号 I-PA-18)

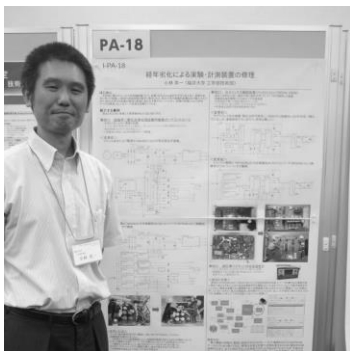


図3 ポスター発表の様子

4.2 紹介する事例

① 循環ポンプ制御電源

企業の関係部門が閉鎖され修理見積は 160 万円(直る保証なし)。多出力のサブトランスが故障し、その影響で電力供給用 IGBT モジュールも壊れていた。これらを BP5048-24 (5 個) に置き換えて修理することができた。

② 電磁波発生装置の 750W 出力トランス

カスタム品で、当時の設計担当者(ロシア)に問い合わせるも返答がなかった。故障原因は DC 300 V から 15 V / 50 A (750 W) を生成・出力するメイントランスの経年劣化であった。100A 出力可能な大型 DC Power Supply で装置を動作することはできるようになった。

③ 超伝導マグネット用低温温度計

電磁波発生装置の超伝導マグネット用温度計 (Model 1900, Scientific Instruments) は 11 台あり、最近 3 台が立て続けに故障した。廃盤であり仕様の違う新製品 (30 万円/台) へ変更するしか選択肢がなかった。マイコンやアナログ電

子回路部の故障を疑い検証を進めたが、意外にも EEPROM のデータ化けが原因であった。

4.3 発表内容とまとめ

昨年度「総合技術研究会 2019 九州大学」の発表をベースに、事例③の温度計修理を加えた。背景や①②は昨年度報告^[4]と重複し、③は後述別紙に詳細を掲載するため、ここでは割愛する。

5. 所感等

機器・分析技術研究会は専門だけでなく技術職員のキャリアパスを扱った発表も多い傾向あり、今回は調査も兼ねて初めて参加した。専門の異なる方々が殆どかと予想していた中、実験実習技術研究会で見かける電気系の方にもお目にかかることができた。発表では 10 名程から質問あり意見交換し、活発な交流ができたと考える。本研究会に参加して、やはり技術職員の将来に危機感を持った方は多いとわかった。トークセッション (I) の内容に関する資料^[1,2]や提言^[5]を見ると、今後、技術職員全体に以下のような流れが起き、地位向上に向けた議論が活発化すると期待する。

- ・能力/役割/重要性の見える化
- ・一層の組織化(脱研究室)
- ・能力に応じた人事評価体制の構築
- ・人的交流の促進

6. 参考文献等

- [1] 科学技術・学術審議会、第 6 期科学技術基本計画に向けた重要課題(中間とりまとめ)(2019.6)
- [2] 総合科学技術・イノベーション会議有識者懇談会資料(文部科学省説明資料)(2019.2)
- [3] 技術職員有志の会、技術職員の活躍促進について(第 6 期科学技術基本計画に向けて)(2019.1)
- [4] 技術部活動報告集 Vol.24, pp47-50 (2018)
- [5] 日本学術会議、第 6 期科学技術基本計画に向けての提言(2019.10)

7. 次期開催案内

- ・2020 年度 機器・分析技術研究会 in 奈良
日 時: 2020 年 9 月 10 日(木) ~ 11 日(金)
会 場: 奈良先端科学技術大学院大学
- ・総合技術研究会 2021 東北大学
日 時: 2021 年 3 月 3 日(水) ~ 5 日(金)
会 場: 東北大学川内キャンパス/仙台国際センター

(別紙) 超伝導マグネット用温度計の修理報告

1. 相談内容

1.1 概要

相談名称：マグネット用温度計の修理相談

申込者：遠赤センター 石川裕也 教員

受付番号：19-03

相談内容：遠赤センター共通で使用している超伝導マグネット用温度計（3台）の故障箇所及び原因特定，修繕対応。

対応者：第三技術室 小林英一

対応日時：5月20日（月）～7月19日（金）

結果：修理完了済み

1.2 背景

電磁波発生装置を構成する超伝導マグネット用温度計（Model 1900, Scientific Instruments）は11台あり，ここ1年以内に3台が立て続けに故障した。廃盤であり仕様の違う新製品（30万円/台）へ変更するしか選択肢がない。



図 1. Model 1900 の外観

1.3 症状

OK機1台およびNG機3台について，室温における各モードで表示される値を以下に示す。

表 1. OK/NG機4台 各モードで表示される値

	無入力	上釦押下	下釦押下
OK	常時 00.0	20.0	273.
NG1 (1336)	常時 555.	20.0	273.
NG2 (1364)	00.0 と 555. 交互表示	127.	273.
NG3 (1366)	常時 555.	30.2	273.

※NG機の（）内数字は製品シリアル番号

NG機は無入力で「555.」表示となる。下釦押

下時の値は同じだが，上釦押下時の値はそれぞれで異なっている。実地での検証は，低温を維持しながら装置を稼働させなければならず難しいため，まずは室温・無入力の状態でOK機と同じ挙動になることを当面の目標として進めた。

1.4 回路検証

まず基板パターンから回路図を起こしてもらい，その上でOK機とNG1機で波形比較を行ったが±15V電源の起動不具合以外に明確な差は認められなかった。そのため，部品毎に新品への交換を試みることにした。当然，基板に直接実装されているICも多く，基板パターンを傷めないよう慎重に交換を進めた。最初AFEやOPアンプICから交換を始めたが，汎用部品を交換しても症状は変わらず，マイコンを載せ替えると症状が変化し，結果として，症状はEEPROMに付いてまわることがわかった。

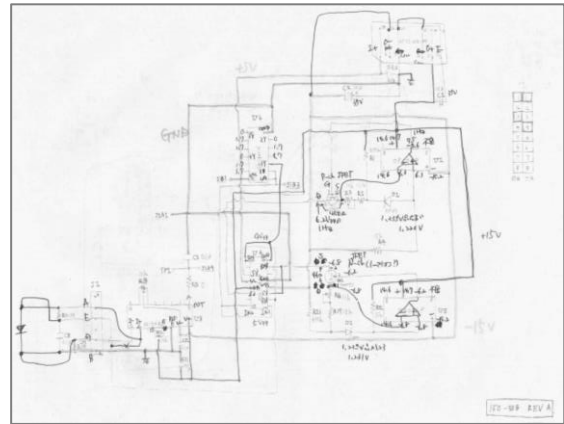


図 2. Model 1900 の手書き回路図(一部)

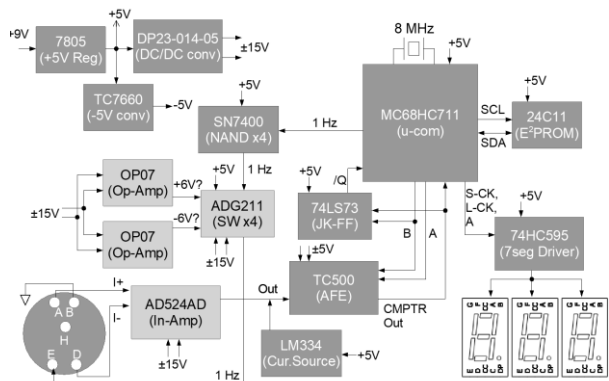


図 3. Model 1900 のブロック図

EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory) は不揮発性メモリの一種で、電源を切っても保持すべきデータを格納するために使われる^[1]。

EEPROM には「ATMEL 24C11」と刻印があり、ATMEL 製 1 KB EEPROM の AT24C11 と推定できた。なぜ一般的な 24C01 でないのか理由はわからない。通常 Write Protect (WP) 機能を有する 7 番ピンが TEST となっており、その影響が安価な ROM ライター (EZP2010) では読み込めず、約 3 万円もする Seeit 社のプログラマ FLYPRO-SP8B を購入しなければならなかった。



図 4. AT24C11(左)と FLYPRO-SP8B(右)

Data Buffer OK																	
Memory: 0000h - 007Fh																	
ADDRESS	+0	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7	+8	+9	+A	+B	+C	+D	+E	+F	0123456789ABCDEF
00000000	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	.....
00000010	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	.....
00000020	00	C8	0A	AA	30	5A	00	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	.....0Z.....
00000030	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	.....
00000040	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	.....
00000050	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	.....
00000060	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	.....
00000070	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	.....

Data Buffer NG																	
Memory: 0000h - 007Fh																	
ADDRESS	+0	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7	+8	+9	+A	+B	+C	+D	+E	+F	0123456789ABCDEF
00000000	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	.....
00000010	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	.....
00000020	00	C8	0A	AA	30	5A	00	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	.....
00000030	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	.....
00000040	27	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	.....
00000050	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	.....
00000060	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	.....
00000070	FB	FD	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	.....

図 5. EEPROM データ構造(上: OK, 下: NG1)

FLYPRO-SP8B で AT24C11 を読み込むと、OK 機では 0x20~0x26 の範囲だけ使用していて他は未使用 (FF)、OK/NG 計 4 台とも値に少しずつ差異あることがわかった。NG 機 3 台を全て OK 機と同じ値に書き換えたところ、NG 機の挙動が OK 機と同じになった。なお、EEPROM には低温測定時の機器毎のバラつき調整値も格納している可能性が高いため、同じ測定箇所でも 4 台とも確認していただいた。結果、全て同じ値を示したため修理完了と判断することができた。

2. 原因と対策

NG1 は±15V 電源の起動不具合、NG2 は計装アンプ AD524 に不具合あり交換を要したが、本件の根本原因は、意外にも EEPROM のデータ化けであった。この症状は、電源 On/Off の頻度が高い、または設定を頻繁に変更する、といった、データを書き込む頻度が高い製品で稀に起こると耳にしたことはある。しかし本品は通常何日も電源 On したままで、アラーム(上下釘)を設定することもないとのこと。製品構造を見ると、筐体は金属でなく樹脂製で、回路基板が差し込まれただけで電磁シールド効果は有していない。おそらく強力な電磁波に長年晒されていたために起こった不具合と考えられる。そのため、可能であれば、金属板 or 箔で上下左右の 4 面を囲ってはどうかと提案した。また、Write Protect (WP) 機能がない点も影響したと考える。

3. 終わりに

使用開始から 10 年超が経過し、製造元のサポートが受けられず、当初は仕様の異なる製品への交換に頼るほかなかった。もしマイコンが壊れていたなら、同じ仕様のもを新規開発することはほぼ不可能と思われたが、今回は EEPROM データの破損が原因であり、OK 機からコピーすることで運良く復活させることに成功した。

電子機器の故障は、電源に起因するものが多い一方で、今回のように EEPROM のデータ化けもあり様々である。修理は地道な作業で、時間を要するものの、潜在的な相談案件は多い。全てに対応することは到底できず、必ず直す訳でもないため、今後は目安として「汎用品ではない、代替できない特殊な装置」かつ「修理見積が 100 万円を超える」場合のみ優先し、それ以外(例:汎用品で代替可、修理費が 10 万円等)は断るか、優先度を下げて対応したい。

4. 謝辞

修理部品の費用負担を快く受け入れてくださった遠赤センター 立松芳典 教授、貴重な機会を与えてくださった石川裕也 助教、光藤誠太郎 教授、協力してくれた遠赤センター学生各位、ならびに基板パターンから回路図を起こす手間のかかる業務を担当してくれた道幸雄真 技術職員に感謝いたします。

5. 参考文献等

[1] Wikipedia 記事

2019年度 分子科学研究所 機器・分析技術研究会 参加報告

竹内 利幸*

1. 目的

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職員が、機器・分析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。今回は新人研修の一環として、他機関技術職員の職務取り組み内容や研究を聴講して専門知識・技術の知見を得る為、また人材交流を広げる為に参加してきた。

2. 研究会概要

本研究会は以下の日程で行われた。

日時：2019年8月29日～30日

会場：自然科学研究機構

岡崎コンファレンスセンター

参加者数：189名（内ポスター発表60名）

表1 研究会日程表

■ [1日目] 8月29日 (木)			■ [2日目] 8月30日 (金)		
時間	予定	会場	時間	予定	会場
12:00～	受付	エントランスホール	8:30～	受付	エントランスホール
13:15～ 13:30	開会式	大講ホール	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」 【登壇者】 有機微量元素分析：鎌田浩子(愛媛大学) 質量分析：岡 征子(北海道大学) NMR：藤高 仁(広島大学) X線回折：徳永 誠(埼玉大学) 電子顕微鏡：東嶺孝一(北陸先端科学技術大学院大学)	大講ホール
13:30～ 14:30	特別講演 「技術開発と先端研究」 川合眞紀 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～」 大久保賢二(北海道大学)				
16:05～ 16:30	次期開催校案内、協賛企業PR		10:25～ 11:45	ポスターセッション(II) A: 10:25～11:05 B: 11:05～11:45 ・分析機器関係 ・装置開発関係	中会議室
16:30～ 17:15	ポスターセッション(I) ・安全衛生関連・防災関連 ・キャリアパス、組織化関連 ・機器共用、産学連携関連 など ・その他	中会議室	11:45～ 12:00	閉会式	大講ホール
1日目終了・情報交換会場への移動					
18:30～ 20:30	情報交換会	岡崎ニューグランドホテル			

3. 講演会

3.1 特別講演

分子科学研究所長の川合眞紀様より「技術開発と先端研究」という題目で講演があった。川合眞紀様の経歴を元に研究してきた内容を説明して頂いた。1980年代は表面分析には欠かせない装置が無い厳しい環境だった為、当時はゼロから研究を始め自分たちで装置を設計・開発をしていた。表面・界面研究の難しさは、微量な検出をしなければならないので、表面厚さや空間分解能を広げる必要があるというところだ。話の中で印象的だったのは、反射吸収赤外分光法装置を自分たちで開発していた事に驚いた。装置開発・設計の考え方を聞くことができ、非常に興味が沸く内容だった。新しい研究には新しい技術が必要であり、無ければ自分たちで作っていくことも必要なのだと感じた。

3.2 企画講演

北海道大学の久保賢二様より「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～」という題目で講演があった。2018年9月の北海道胆振地域においてマグニチュード6.7の大地震が起きた時の状況を説明して頂いた。地震発生後には、発電所のトラブルによる大規模停電（ブラックアウト）が丸4日間発生した。夜の停電では何も見えなく、また情報源無いため被害状況を確認することが出来なかった。公共交通機関は運行停止となり、大学に出勤できる人は少なく、自宅待機命令が出た。しかし、出勤できない人には伝えられず緊急連絡網の必要性を感じた。大学施設では防振台の設置や、ベルト・アンカー固定がしてあった為、大きな被害は少なかった。北海道大学では安全衛生管理室による週1回の安全周回をしており、安全点検や改善命令による効果が大きかったと思われる。耐震固定の重要性を知ることができ、また1人1人が普段から災害に対する意識を高めておくことが大切だと感じた。

* 第1技術室 機械システム班

4. トークセッション

4.1 「技術職員のキャリアパスについて」

近年、技術職員を取り巻く環境は変化を続けている。特に文科省が提示した「研究力向上2019」には「技術職員のキャリアパス」という文言が明記されたことから、各機関が技術職員のキャリアパスに真剣に取り組む必要性は明白である。今回は機器分析系技術職員を中心とした、若手技術職員3名とベテラン技術職員3名で今後技術職員を取り巻く環境がどう変わるのか、またどう対応していくのかトークセッションが行われた。また、会場ではスマホやPCから投稿したメッセージがスクリーンにリアルタイムで流せるパパパコメントというツールが用いられ全員参加型のトークセッションとなっていた。

議論の中では様々な意見が飛び交った。共通意見としては、どの大学も技術職員を評価する体制が無い事だった。大学から求められるニーズに応えられるよう、柔軟に対応する必要があると感じた。技術職員は1つの専門分野だけでなく、幅広い知識を兼ね備えたジェネラリストになる必要がある為、キャリアパスの構築が必要であると感じた。

また、今後各大学における運行金は減少していく中で、外部から資金を確保するのに技術職員は有用であるとの意見が出た。技術職員の技術には価値があり、外部から資金を確保できる立場であることから技術職員の立場を確立できるのではないかと、という意見が出ていた。

4.2 「5大機器分析分野の最先端分析と維持管理の技術継承」

はじめに、各分野（有機微量元素分析、質量分析、NMR、X線回折、電子顕微鏡）における装置概要説明と分析例の紹介をして頂いた。トークセッションでは「測定試料・依頼から過去を振り返る」、「いいデータを得るための試料作成、装置管理、環境管理技術」、「測定の自動化・AI導入が進むことに対して、もつべき技術は？」の3テーマで議論が行われた。

いいデータを取得する為、コンプレッサーやポンプは別室に置き、壁には吸音材、放射式冷却パネル設置やアクティブ磁気キャンセラーなどの対策をしていると等の話が聞けて非常に参考になった。

5. ポスターセッション

様々な技術職員と技術交流することが出来た。中でも印象に残っている2つを紹介する。

1つ目は「圧電素子を用いた波エネルギー利用技術の開発」という題目で秋田大学大学院理工学研究科技術部の方からお話を頂いた。波の性質を利用して発電させる為に、圧電素子を使用した振り子発電装置を開発。発電時の波高、電圧、角度、角速度、角加速度の関係を説明して頂いた。私は電気系出身なので非常に興味が沸く内容だった。発表者の方は私と同じ電気系出身の方と思いきや、土木系出身だという事を聞いて驚いた。様々なスキルを持つことで、色んなテーマの研究に取り組む事が出来るのだと感じた。

2つ目は「FIB-SEMを用いた微細加工・TEM試料作製技術支援」という題目で東北大学研究基盤センターの方からお話を頂いた。集束イオンビーム（FIB）加工装置は技術職員しか扱うことが出来なく、加工依頼をすべて請け負っている。その為に、スキル向上の為に様々な講習会に参加して技術を習得したと伺った。福井大学産学官連携本部にも同装置があり、技術習得の難しさを共感した。

6. まとめ

他機関技術職員の職務内容や研究内容を知ることが出来て、様々な知見を得る事ができた。また、初めての研究会参加ということで今回は聴講のみだったが、次回開催までに自己のスキルを磨き成果を残せるよう努めていきたいと思った。

7. 次期開催機関案内

- ・2020年度 機器・分析技術研究会
会期：2020年9月10日（木）、11日（金）
主催：奈良先端科学技術大学院大学
会場：10日（木）
奈良県コンベンションセンター
11日（金）
奈良先端大学
- ・2021年度 機器・分析技術研究会
会期：2021年9月9日（木）、10（金）
主催：国立大学法人 山口大学
場所：山口県宇部市 山口大学

第 68 回表面科学基礎講座 参加報告

高澤 拓也*

1. 目的

本講座は主に表面・界面分析の初心者、若手研究者・技術者を対象として、表面・界面分析の基礎と応用について具体例を挙げるとともに最新のトピックスを交えて解説することを目的としている。表面・界面分析は自身の分析業務においても基本となる重要な分野であるため、関連する分析機器ならびに技術に関する知見を広めることを目的として、本講座に参加した。

2. 開催概要

本講座は表面真空学会が主催する講座であり、毎年2回開催されている。今回は2019年10月17日（木）から18日（金）の二日間、大阪大学豊中キャンパスにて開催された講座に参加した。参加者は約30名であり、受講後は修了証が授与された。本講座のプログラムを表1に、キャンパスおよび受講中の様子をそれぞれ図1, 2に示す。

3. 講座内容

3.1 概要

本講座は座学形式で進行し、表面・界面分析に関する機器ごとにスポットを当て、装置の原理や機能、測定例について紹介するものであった。講師は各機器に精通した大学教員や装置メーカーの方々が担当し、機器の基礎から実際の事例に基づいた実践的なテクニックなどの応用事例までを幅広く分かりやすく解説して頂いた。また、一部の機器では最新機種を紹介もあり、従来機種ではできなかった新たな分析の事例や、改良された点について知ることができた。なお、本講座は表1に示した計11テーマから構成されており、TEM, SEM, SIMS, XPSなどの装置に関するものに加え、講座の初めには、真空技術や表面特性など機器を扱う際に必要となる基礎知識に関するものも含まれていた。本報告では、これらのテーマの中から幾つかを抜粋して

報告する。

3.2 表面・界面分析概論, 真空技術基礎

表面・界面分析における機器分析では、電子や電磁波などの刺激を分析対象に与え、そこから得られる応答を観測・解析することにより情報を得る。本テーマは、それら各刺激と応答の種類と特徴について概要を解説するものであった。多くの機器で利用される電子の挙動については特に詳細な解説があり、散乱と回折の二つの現象に基づく考え方や、分析領域に影響する要素として非弾性散乱の平均自由行程が重要であることを学ぶことができた。また、真空技術

表1 セミナープログラム

10月17日（木）	
9:15~9:20	開会あいさつ
9:20~10:50	表面・界面分析概論, 真空技術基礎
11:00~12:30	透過電子顕微鏡 (TEM,STEM,EDS,EELS)
13:30~14:50	走査電子顕微鏡, 電子プローブマイクロアナライザ (SEM/EPMA)
15:00~16:30	イオンプローブ基礎, ダイナミック SIMS
16:40~17:50	二次イオン質量分析法 (スタティック SIMS)
10月18日（金）	
9:30~10:50	走査プローブ顕微鏡 (SPM)
11:00~12:30	X線光電子分光法 (XPS,AES)
12:35~12:45	放射光を利用した表面分析 概要
13:40~15:00	赤外分光法, ラマン分光法
15:10~16:20	界面分析としての電気化学測定 基礎
16:30~17:30	DLTS 法を中心とした電気計測 による界面評価
17:30~	修了証授与

* 第1技術室 機械システム班

基礎として、高真空、低真空などの真空度の度合いの定義や、真空ポンプと真空ゲージの種類と各特徴についての解説があった。電子顕微鏡をはじめとする表面・界面分析機器は試料を真空状態で取り扱うことが多いため、機器の状態の把握や適切な使用およびメンテナンスを行う上で非常に有用な内容であった。

3.3 透過電子顕微鏡 (TEM, STEM, EDS, EELS)

TEM を主として、装置の原理や特徴の解説に重点を置いた内容であった。原理説明では基礎に立ち返り、装置の光学系から順を追って解説して頂いたため大変理解しやすく、類似した原理を持つ SEM に応用できる内容も多数見られた。また、球面収差による像のボケが発生する理由など、現象としては知っていてもその理由や原因を把握していない事柄についても、原理の基礎をおさえたことで、理解を深めることができた。特に電子線回折像については、自身の理解が十分でないと実感していたが、本解説を通してこれまで疑問に思っていた点などを解決することができた。その他の内容としては、TEMに関連する機器としてSTEMやEELSについての紹介や、大阪大学が所有する大型 TEM の観察例の紹介などがあった。

3.4 X 線光電子分光法 (XPS, AES)

XPS と AES について、両者の共通点や違いを相互に比較する形で紹介する内容であった。XPS は刺激として X 線を用い、放出された光電子の運動エネルギーを応答として測定しており、AES では刺激として電子線を用い、Auger 電子を応答として測定していることの解説があった。また、XPS は実際には光電子に加えて Auger 電子も捉えて試料の特徴づけの情報として用いていること、両者は刺激の発生源が X 線か電子線かの違い以外はほぼ同じ装置構成であるため、両者の複合機が存在することなどの解説があった。XPS については装置利用の経験がなかったが、利用経験のある AES と比較する形で解説して頂いたため、装置の特徴について AES と関連付けながらスムーズに理解することができた。

4. 所感

本講座への参加を通して、既に業務で使用している表面分析機器への理解が深まり、使用経験のない機器についても装置の概要や特徴などの基礎知識を学ぶことができた。分析機器については実際の業務の過程で使い方や機能を学ぶことが多く、学術的な知識は各機器に通じた人

物から指導を受ける、あるいは独学で学ぶことが殆どだったため、今回のセミナーは普段の業務で得られない知識を補うという点で非常に有益であった。入手したテキストも多様な機器の要点を抑えた内容であったため、今回学んだこととあわせて効果的に利用しながら今後の業務に活かしていきたい。



図1 大阪大学 豊中キャンパス 入り口



図2 受講中の様子

第78回全国産業安全衛生大会 2019 参加報告

伊藤 雅基*

1. はじめに

令和元年10月23日～25日にかけて、中央労働災害防止協会主催による「第78回(令和元年度)全国産業安全衛生大会」が京都市内において、みやこめッセ、京都パルスプラザ、京都産業会館ホール、京都テルサなどで開催された(図1参照)。本大会では、全国の企業や官公庁、大学等の技術者や安全衛生の関係者が参加し、職場・事業所での安全衛生活動、安全対策、事故事例および改善事例など安全衛生に関する様々な講演が行われた。今回、技術部における安全衛生活動のさらなる向上を目的に、建築・土木分野および職務内容に関連する分科会に参加してきたので報告する。

2. 安全衛生大会の概要について

本大会は1日目に総合集会やポスターセッションがあり、2日目から15の分科会(図2)による講演が各会場で行われた(図3)。聴講した内容は以下の通りである。

10月23日 13:15～17:00

総合集会:安全衛生大会の開会式、功績者表彰、厚生労働省の講演「労働安全衛生行政の動向」、安全衛生に関するポスターセッション、指差し唱和など

10月24日 9:00～17:00

メンタルヘルス・健康づくり分科会、
ゼロ災害運動分科会

10月25日 9:00～17:00

AI・IoT等分科会、海外安全衛生分科会、
防災・危機管理分科会

2.1 メンタルヘルス・健康づくり分科会

仕事のミスや労働災害・事故を防ぐには、リスクアセスメントや危険予知活動などのソフト面も重要であるが、仕事に従事する者の健康状態が良好であってこそ安全に仕事を遂行することができると思われる。そこで、職員の健康維

持に関連した内容について以下に紹介する。メンタルヘルス対策の取り組みとして、職員参加型の職場環境改善活動(以下は職場ドックと呼称)がある。職場ドックとは、職員全員が参加して、職場のストレスとなる問題を抽出して改善し、働きやすい職場環境を作っていく取り組みであり、言い換えると人間ドックと同じように職場における健康点検で、福井大学においても職場ドックを導入することで、職員のストレスが軽減し、健康を高めると同時に労働災害防止にも繋がると感じた。



図1 安全衛生大会会場

分科会名	日程	分科会名	日程
製造業安全対策官民協議会特別セッション [会場]メルパルク京都 5F京橋・八坂	10/24(午前)	交通安全分科会 [会場]京都テルサ 西館1Fテルサホール	10/25(午前)
マネジメントシステム・リスクアセスメント分科会 [会場]みやこめッセ	10/24、10/25	防災・危機管理分科会 [会場]京都テルサ 西館1Fテルサホール	10/25(午後)
安全管理活動分科会(第1会場) [会場]みやこめッセ	10/24、10/25	中小事業場分科会 [会場]京都経済センター 2F京都産業会館ホール	10/24(午前)
安全管理活動分科会(第2会場) [会場]京都経済センター 2F京都産業会館ホール	10/24、10/25	第三次産業分科会 [会場]京都経済センター 2F京都産業会館ホール	10/24(午後)
安全管理活動分科会(第3会場) [会場]カラマツアザザ 8F京橋丸の内コンベンションホール	10/24、10/25	海外安全衛生分科会 [会場]京都経済センター 2F京都産業会館ホール	10/25(午前)
機械・設備等の安全分科会 [会場]メルパルク京都 5F京橋・八坂	10/24(午後) 10/25(午前)	ダイバーシティ分科会 [会場]京都経済センター 2F京都産業会館ホール	10/25(午後)
AI・IoT等分科会 [会場]メルパルク京都 5F京橋・八坂	10/25(午後)	労働衛生管理活動分科会 [会場]京都パルスプラザ 3F京橋ホール	10/24
安全衛生教育分科会 [会場]みやこめッセ	10/24、10/25	化学物質管理活動分科会 [会場]京都パルスプラザ 3F京橋ホール	10/25
ゼロ災害運動分科会 [会場]京都テルサ 西館1Fテルサホール	10/24	メンタルヘルス・健康づくり分科会 [会場]みやこめッセ	10/24、10/25

図2 安全衛生大会プログラム

* 第3技術室 システム設計班

2.2 ゼロ災害運動分科会

日本の労働災害は、機械を扱う製造業をはじめ、大型機械の操作や高所作業を伴う建設業の割合が多い。事故原因を分析した結果では、従事者の操作ミスや教育不足、長時間労働による不健康などによる人為的ミスを誘発しやすい状況を作っているといった報告などあった。

製造現場や建設現場などでは、労働災害をゼロにするため、危険予知活動やリスクアセスメント、安全見回り点検、安全管理者の設置など安全衛生取り組んでいるが、現状は、例年、事故が行っているとのことであった。これは安全管理者や作業従事者の「事故は何も起こらないだろう」という慢心な気持ちが安全に慣れてしまい、安全に対する様々な取り組みが形だけの点検や活動になっており、形骸化しているといった指摘がされていた。このような問題に対して、作業前の危険予知活動だけでなく、アフター危険予知活動を実施することで、再度リスクがなかったか、ヒヤッとしたり、ハッとしたりする危険な作業なかったかなどの情報をまとめ、後日、現場にフィードバックし、更なる安全推進に繋げる取り組みなどが紹介されていた。

2.3 AI・IoT等分科会

近年、AI（人口知能）やIoT（物をインターネットに接続）を利用した技術が、ものづくりを行う事業所や建設現場などで用いられてきているが、この技術を安全管理にも応用して、人為的なミスを減らす取り組みについて報告する。

AI画像認識技術では、作業風景を撮影して、AIに安全な作業、又は不安全な作業を学習させて、作業者の行動を映像で監視し、不安全な作業に対しては警報がなるようなシステムを作ることで、作業者自身の不注意やミスなどを減らすことができるとの報告があった。

2.4 海外安全衛生分科会

福井大学ではグローバル人材の育成を掲げているが、工学部技術職員においても、海外で野外実験や観測、研究プロジェクトに参加して現地の技術者と共同で作業に従事し、さらにプロジェクトに参加している学生のサポートなども行うなど、グローバルに活動している方がおられる。そこで、日本の企業が海外で工場や事業所で導入している安全マネジメントシステムや安全衛生活動に関する事例が、今後、福井大学が海外で安全に研究活動を行うための参考にな

ると思い、本分科会を聴講したので以下に報告する。聴講した事例報告は、主にアジアで工場を持つ企業の安全活動であったが、労働災害の中で8割を占めているのが通勤途中の事故であった。途上国では道路事情が悪いのもあるが、車道に自転車や歩行者が入り混るなど、交通ルールの不順守による通勤災害が多く発生していた。異なる文化を持つ国の人と接するには、管理者と従事者という枠に縛られず、対等な立場で接し、お互いを理解することが重要となる。

そこで、管理者が上から指示するような取り組みではなく、従事者自らが安全活動に参加するように企業と一体として活動できる体制を整えたことで、通勤災害だけでなく日々の業務の安全管理にも目を向けるようになり、著しい成果が得られたとの報告があった。



図3 安全衛生大会の様子

2.5 防災・危機管理分科会

本分科会では、自然災害の多い日本は、地震や台風、豪雨などが例年、どこかで発生し、それに起因した労働災害のリスクにも対処しなければならないということがテーマであった。実際、地震が起きた際の混乱した状況下では安全マニュアルなどは役に立たず、自分である程度のリスクを許容し、臨機応変に対応できるように、日頃から防災意識を高めていかねばならないと感じた。

3. 防災・危機管理分科会

本大会に参加して、官公庁や企業等の安全衛生に関する様々な取り組みや改善事例を学ぶことができ、安全衛生の知識の向上に繋がった。

今後は聴講だけでなく、安全衛生の取り組みについて研究発表を行うことも重要であり、活発な議論を交わすことは、是正や改善に繋がる情報が得られ、福井大学の更なる労働災害防止に役立つと思われる。

LTspice & 電源設計 1 Day セミナー 参加報告

小林 英一*

1. 目的

無償の回路シミュレータ LTspice の操作法のブラッシュアップや電源設計に対する理解を深めるために参加した。2012 年ごろ同様のセミナーに参加¹⁾して以来、約 6 年振りとなる同セミナー参加であり、LTspice バージョンも IV から XVII (セブentyーン) に上がっていた。

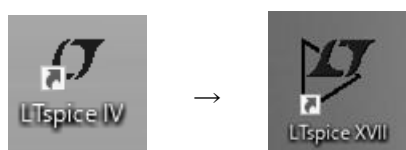


図 1. LTspice IV と XVII のアイコン

2. 開催概要

日時：令和元年7月25日(木) 10:00~16:30

会場：金沢勤労者プラザ(石川県金沢市)

参加費：無料

内容：

- LTspice の導入～応用編(演習)
 1. RC 回路を用いたトランジェント解析
 2. レギュレータのモデルを用いたトランジェント解析, FFT 解析
 他社 SPICE Model のインポート演習と注意点
- 不具合事例を題材にした電源設計ノウハウのご紹介



図 2. 会場の金沢勤労者プラザ

3. 内容

本セミナーは PC 持参が必須となっております。

* 第3技術室 システム制御班

演習に重きを置いた形式で実施された。

3-1. LTspice の導入～応用編(演習)

LTspice 導入編と応用編を1日で受講できる内容になっていた。電子負荷(PWL)、他社 SPICE モデルのインポート、step param コマンド(変数の使い方)、measure コマンド(汎用性の高い測定)などの例題を実際に PC 操作することで、理解を深めることができた。今までこんな使い方は知らなかった、普段あまり使っていない、というものの中から、以下何点かを紹介する。

・電子負荷(PWL)

負荷の値を変化させ、出力特性を解析する方法で、負荷 - 電流特性を見ることができる。実際の電源評価においても、頻繁に実施する試験である。下の図 3 では、リニアレギュレータ LT3065 (出力電流 500 mA, 電流制限値は高精度に設定可) の JIG ファイルを読み出し、Rload を電子負荷(load2)に変更させ、PWL のパラメータは time1 = 0, value1 = 0, time2 = 100 ms, value2 = 600 mA としている。演習では、過電流リミット値の現状確認(200 mA)をしたのち、C2 の Rpar 定数を 1.5k → 604 Ωに変更させることで、電流制限値が約 500 mA に変化することを確認した。

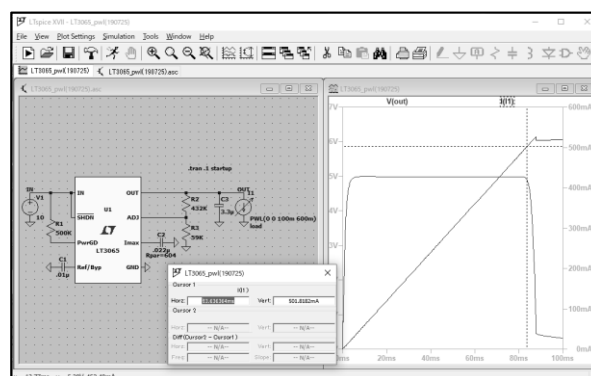


図 3. 電子負荷(PWL)の演習

・.step param コマンドで選択表示

図 4 は RC 回路に.step param を使った、繰り返しステップパラメータ掃引の演習画面である。

右クリック View → Select Steps を開き、Ctrl + クリックで、どのパラメータの波形を残すか選択表示することができる。

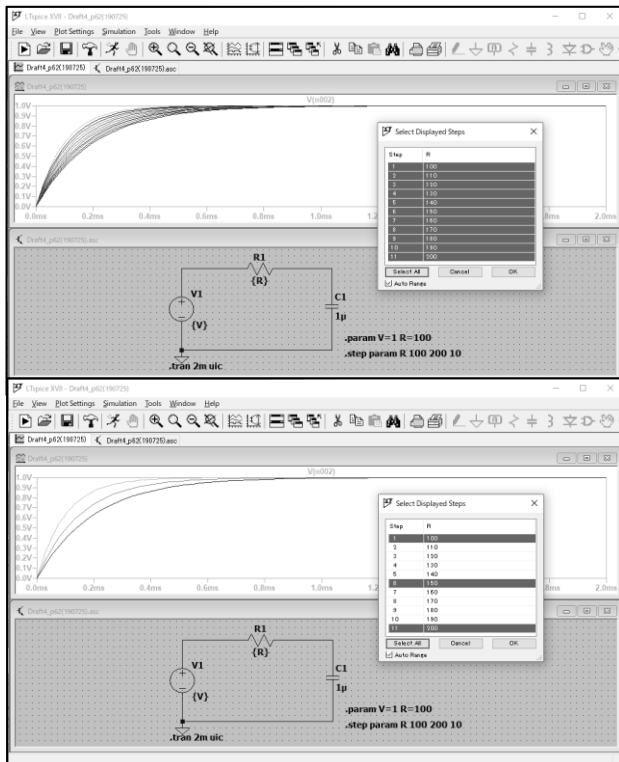


図 4. .step param 解析における選択表示

・DC/DC コンバータの電力変換効率

下の図5は高効率DC/DCコンバータLT8640S (1 MHz, Vin = 12 V, Vout = 5 V 時の最大効率 96%)のJIG回路と.measコマンドを使用した、電力変換効率の解析画面である。計算結果は「SPICE Error Log」に出力される。

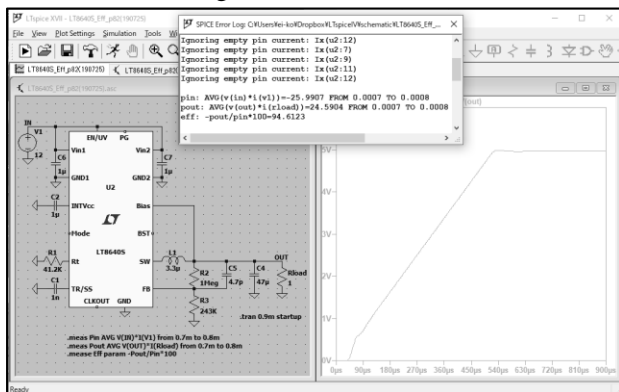


図 5. .meas による電力変換効率の解析

・FFT 解析波形の非圧縮化

図6は10 Hz正弦波を使ったFFT解析画面である。初期状態では圧縮データを使ったFFT解析になるが、".options plotwinsize=0"の記述を付けると、非圧縮データを使ったFFT解析となる。波形がシャープになるため、付けた方が良い。

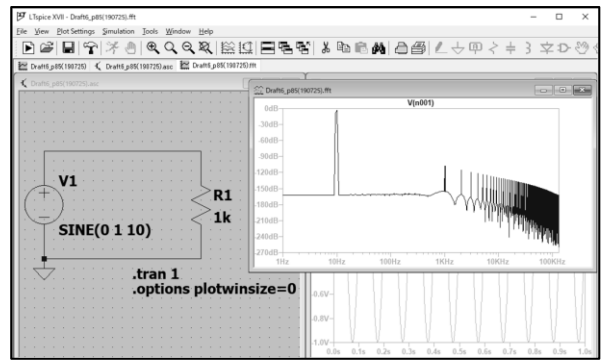


図 6. 非圧縮データによるFFT解析

3-2. 電源設計の注意点

クイズも交えて、不具合事例を題材にした電源設計ノウハウのご紹介があった。トラブル原因・対処法・基板パターンレイアウト等について、非常に興味深いお話を聞くことができた。その中から何点か紹介する。

- ・DC/DC コンバータはレギュレータと異なり、入力段のコンデンサが非常に重要
- ・BCD プロセスはSR(Slew Rate)を速くでき、CMOS よりも高耐圧を実現できる
- ・電源回路では基板設計、特に High di/dt のホットループを短くする点とGNDが重要
- ・設計が古いレギュレータ IC(78xx シリーズや1117 等)には電解コンデンサが必須で、セラミックコンデンサだけだと発振しやすい。(検証不十分のネット記事を鵜呑みにした若手社員が失敗するケース多い)
- ・FPGA Arria10 の要求仕様は 0.9 V±30 mV と厳しいため、Rdc の高いビーズコアを選んでもしまうとドロップ電圧が効いてしまう。

4. まとめ

LTspice のブラッシュアップならびに電源設計者の意見を拝聴することで、重要なキーワードや知識・技術を得ること、思い出すことができた。回路設計業務にも直接反映できる。トランジスタやOPアンプなど個別部品を使って設計資産のない新規回路を組む場合、机上検討におけるLTspiceの果たす役割は大きい。電源故障などの原因特定やDC/DCコンバータICを新規採用する場合もあるため、大変参考になった。

5. 参考文献等

- [1] 技術部活動報告集 Vol.18, pp15-18,41-42(2012)
- [2] ALTIMA, Analog Devises LTspice 1Day セミナー資料

若狭湾エネルギー研究センター 科学機器研修 参加報告

竹内 利幸*

1. 目的

本研修は、福井県内の技術者対象に商品開発やトラブル対応等に役立てることを目的に開催されている。今回は分析機器の理解と解析手法の技術を学ぶために参加した。

2. 研修概要

本研修は以下の日程で行われた。

会場：若狭湾エネルギー研究センター

1. FE-SEM 研修

日時：2019年9月10日（火）

2. 試料前処理研修

日時：2019年10月8日（火）～9日（水）

3. EPMA 研修

日時：2019年11月12日（火）～13日（水）

4. ICP-MS 研修

日時：2019年11月19日（火）

3. 研修

3.1 FE-SEM

午前中は走査型電子顕微鏡の原理と SEM, FE-SEM の違いについて講義を行い、その後は実習で使用する FE-SEM の操作方法を説明して頂いた。電子銃から照射された入射電子の軌道を動画で説明してもらい、発生する二次電子、反射電子、特性 X 線がどのように発生しているか非常に分かりやすく説明して頂き、理解を深める事が出来た。二次電子は試料表面の数 nm で発生し試料形状を忠実に反映しやすい特性がある。反射電子は試料表面から数 10nm~100nm で発生する為、検出深さが二次電子よりも深い。その為、二次電子像は原子番号が大きい高密度の試料の場合には放出信号が高く、明るく観察することが出来る。反射電子は試料の組成がコントラストに反映されやすい為、組成の違いを見る事ができる特性がある。また、加速電圧、照射電流、作動距離の違いによる画像の影響を説明して頂いた。

午後からの実習では、受講者の持ち込みサンプルを実際に観察して、二次電子像と反射電子像の違いを観察する事が出来た。また FE-SEM の操作方法や観察時の電圧値や電流値などのパラメータの設定方法についても学んだ。SEM の構造や原理、各パラメータがどのように画像に影響を与えるか知ることが出来て非常に参考になった。尚、実習で用いた装置は日本電子株式会社の JSM-6340F である。

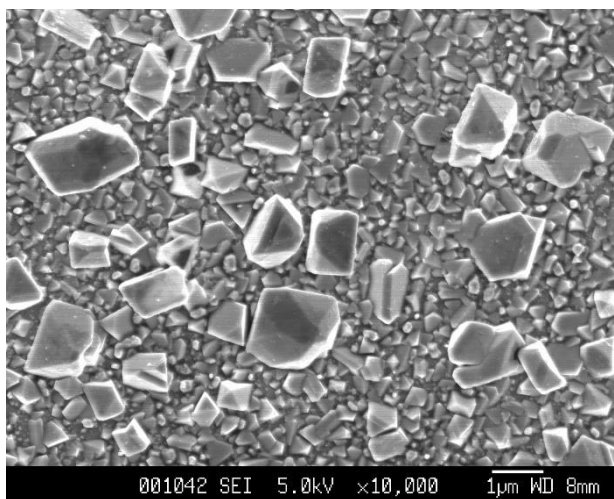


図1 SUS304 表面酸化状態（二次電子像）

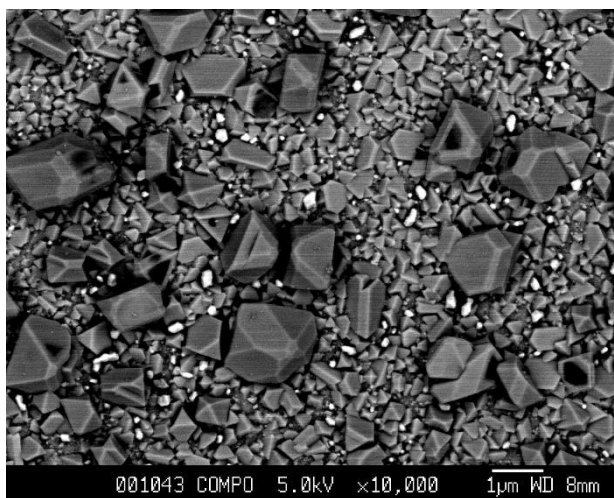


図2 SUS304 表面酸化状態（反射電子像）

* 第1技術室 機械システム班

3.2 試料前処理

断面処理方法として機械研磨法やマイクロトーム法、FIB 法等があるが今回は CP 法による断面処理について講義と実習が行われた。CP 法とは (Cross section Polisher) の略で、アルゴンイオンビームを用いて断面加工をする方法である。広域 (約 500 μ m) の加工が可能であり、機械研磨のダメージが無く、表面汚染がほとんど無いので SEM での反射電子像による組成の違いを見ることが出来る。しかし、加工付近では 100 $^{\circ}$ C 近くになる為、熱に弱い試料の場合は試料のサイズを小さくするか、電圧値を小さくする、熱を逃がす為放熱板を入れる等、工夫が必要である。また試料台に取り付けの際、追加処理が必要な場合があるのでいくつか紹介する。

・大きい試料の場合

約 8mm \times 8mm のサイズに切断後、厚さ 2mm 程度狙いで表面と側面を研磨して平坦化させる。

・小さい試料の場合

補助板 (Si) を用いて、接着剤にて試料を貼り付け、表面と側面を研磨して平坦化させる。

・線材場合

補助板 (Si) の上に線材を置き、スペーサー (Si, ガラス等) で線材を挟み込み、熱硬化樹脂で隙間を埋め脱泡する。硬化後は表面と側面を研磨して平坦化させる。

・粉体の場合

熱硬化樹脂と粉体試料を混ぜ、補助板 (Si) の上に包埋・脱泡する。硬化後は表面と側面を研磨して平坦化させる。

今回の実習では CP で試料を断面処理して、その後 FE-SEM にて加工断面を観察した。尚、実習で用いた装置は日本電子株式会社の SM-09020 である。

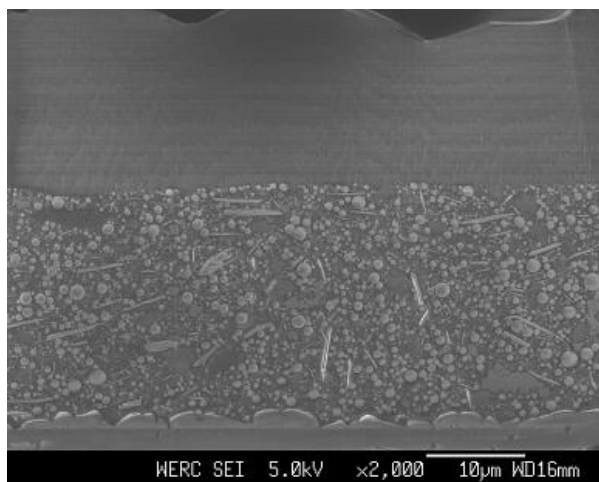


図3 チップ抵抗器 (保護膜) の断面

3.3 EPMA

元素分析手法の EPMA (Electron Probe Micro Analyzer) について講義と実習が行われた。EPMA の原理は SEM に搭載されている EDX 分析と似ており、電子線を当てて発生する特性 X 線を検出して元素分析を行う手法である。EDX は半導体検出を用いるエネルギー分散型検出に対し、EPMA に搭載されている検出器 (WDX) は特性 X 線の波長を分光結晶に經由して検出する波長分散型検出となる。WDX の方が EDX よりもエネルギー分解能が高く、ほとんどのピークを検出することが出来る。しかし、一つの分光結晶では全元素検出することは出来ない為、複数の分光結晶を用いて元素分析を行う。その為、装置が高額になるというデメリットがある。また、像観察では二次電子像や反射電子像も観察できるが SEM 観察の方が解像度は良い。今回の実習ではサンプルを投入し定性分析と定量分析を行い EPMA 装置の理解を深める事が出来た。尚、実習で用いた装置は日本電子株式会社の JXA-8900RL である。

3.4 ICP-MS

午前中は ICP-MS の概要と原理について講義が行われ、午後からは実際に装置を使用して分析を実施した。ICP-MS はプラズマによって試料をイオン化し質量分析法によって定性分析、定量分析が出来る分析装置である。高感度 (検出下限値 ppt 以下) 分析が可能であり、測定範囲が広く多元素一斉分析が出来るといった特徴がある。また、スペクトルがシンプルである為、定性分析が容易に出来る。実習では、内標準法で定量分析を行った。内標準法とは既知濃度の信号強度と一定量添加した内標準元素の強度との比で表した検量線で定量する方法である。半定量分析を実施して元素を確認した後、内標準溶液を作成し定量分析を行った。実際に溶液を準備し、定量分析するまでの一連の作業を体験することが出来た。尚、実習で用いた装置は日本電子株式会社の Agilent7500CX である。

4. まとめ

今回の研修で 4 種類の装置について学ぶ事が出来た。分析手法の原理や装置の構造、パラメータの設定方法等について理解を深める事が出来て、非常に参考になった。今後の分析・解析業務に役立てたいと思う。

日立材料解析新技術セミナー2019 参加報告

東郷 広一*

1. はじめに

令和元年12月10日に株式会社日立ハイテク ノロジーズ 中部支店 解析システム部殿主催の日立材料解析新技術セミナー2019（以下、本セミナー）が名古屋会議室プライムセントラルタワー名古屋駅前13Fにて開催された^[1]。本セミナーでは日立ハイテク ノロジーズ社製の最新分析機器や計測アプリケーションなどの紹介を中心とした講演が行われたため、本報告書ではその内容を記す。

2. セミナー概要

本セミナーの概要を下記に示す。また本報告書に記載されている内容は、参考文献1, 2の講演内容、並びに予稿集を基に作成していることを申し添えておく^[1, 2]。

○特別講演

- A. 材料解析を生かすための準備の話、あいち産業科学技術総合センター 杉本貴紀様
- B. 環境電子顕微鏡を用いた液中挙動の観察、一般財団法人ファインセラミックスセンター 川崎忠寛様

○一般講演

- C. 進化したFE-SEMならここまでわかる。相関観察から動的挙動観察まで、株式会社日立ハイテク ノロジーズ 宮木充史様
- D. EBSD法と最新のPegasus (EDS/EBSD) 検出器、アメテック株式会社 川畑正伸様、株式会社TSLソリューションズ 吹野達也様
- E. AI (Deep learning) を用いた異物検査・粒子解析自動化ソリューションのご紹介、株式会社日立ハイテク ノロジーズ 高木幸太様
- F. SEM/FIBとAFM/CSIを複合的に用いた相関解析 (SÆMic.) の紹介～加工・観察・元素分析から計測・物性評価へ展開する重要性と測定ノウハウ～、株式会社日立ハイテク ノロジーズ

栃本貴志様

G. 収差補正STEM/TEM HF5000を用いた材料評価のための解析技術、株式会社日立ハイテク ノロジーズ 白井学様

H. FIB-SEMによる解析の自動化に向けた取り組みについて、株式会社日立ハイテク ノロジーズ 和田博之様

上記講演の中で特に興味深かった講演の詳細を以下に示す。

○材料解析の準備に関して

これは上記A項の講演の報告になるが、まず分析を始める前に必要なことは、「①現状の正しい認識（課題の明確化）」であり、その後、順を追って「②仮説を立てる（調査項目の選択）」、「③仮説の検証（調査）」、「④検証結果のフィードバック」となり、当たり前であるかもしれないが最初に課題を明確にすることが、その後、分析を進める上で方向付けをしてくれることを再認識することができた。またサンプルの形状観察のみならず、成分分析などの分析結果を紐づけて蓄積することで貴重なデータベースになることや、適切な分析法の選択・組み合わせを行っても分析結果から物質同定に関する具体的な由来までは特定することが難しく、その場合は相談や調査で得られた手掛かりが役に立つなど、分析を行う上での心構えについて学ぶことが出来た。

○環境電子顕微鏡について

これは上記B項の講演の報告になるが、環境電子顕微鏡とは主にガス中、液中に試料を置きながらその場観察できる電子顕微鏡であり、この講演では主に透過型電子顕微鏡 (TEM) を対象とした説明が行われていた。この電子顕微鏡を用いることで今までは乾燥した試料しかTEM内で観察することが出来なかったが、溶液中の電気析出反応やタンパク質の直視観察などをその場観察できるなどの報告が行われていた。またこの環境電子顕微鏡には「開放型」と「隔

* 第1技術室 機械システム班

膜型」の2種類があり、開放型は主にガスの圧力差（差動排気）を利用し試料雰囲気中にガスを閉じ込めることで、そのガス雰囲気中での試料観察が可能となり、また隔膜型は試料ホルダーに隔膜を設置し、隔膜内にガス、液体を封じ込めることでガス、液中での試料観察が可能となるなどの説明があった。個人的には試料ホルダーを用いて液体を閉じ込めて観察する手法などは今までにも聞いたことがあったが、ガスの圧力差を用いたガス中観察はこれまでのやり方とは一線を画しており、とても興味深かった。

○SEM と AFM の複合解析について

これは上記F項の講演の報告になるが、走査型電子顕微鏡 (SEM) と原子間力顕微鏡 (AFM) を共通の試料ホルダーを用いることで試料の同一箇所での二次電子、反射電子、成分分析、表面形状や表面粗さ測定を行うことができ、また電子線後方散乱回折 (EBSD) 装置を用いることで、結晶方位分布の測定なども可能であるとの報告がなされていた。また共通の試料ホルダーを用いて装置間の試料の受け渡しを統一できることから、装置の違いに伴う影響（試料サイズの制約や同一試料の同一箇所での分析ができないなど）を解消することができるため、この手法は SEM と AFM に限らず他の分析機器でも統一化できればとても有意な手法であると感じた。

○FIB-SEM の自動化について

これは主にH項の講演の報告になるが、集束イオンビーム (FIB) 装置における TEM 観察用試料の作製を人工知能 (AI) を用いて行おうとする取り組みであり、AI を導入することで作業者のスキルに関係なく、誰がやっても同じ結果になるなどの利点が挙げられていた。またこれを実現することで作業のスキルレス（個人の熟練度に依存せず）や、予め登録したシーケンス等呼び出してコピーまたは編集等を行うことでより手軽に加工を行うことができるなどの報告がなされていた。個人的にも FIB を用いた TEM 用試料作製を行うが、加工の難易度の高さから失敗するケースがあるため、AI を用いた TEM 試料の作製は画期的であり、試料加工の成功率を上げるためにも、とても有意であると感じた。

3. まとめ

本報告書は本セミナーの中から、普段著者が



図 1. セミナーの会場風景

業務で取り扱っている分析機器を中心に、特に印象に残ったものを記載した。特にA項の講演では分析を行う上での心構え等について再認識することができ、またB項、F項、H項の講演では技術革新的な内容の話聞くことができ、とても有意義であった。今後の分析業務に活かせる内容も多数あったので、うまく活用していきたい。

4. 参考文献

[1].

https://www.hitachi-hightech.com/jp/science/news/event/2019/material_analysis_technology_seminar_2019_nagoya.html

[2]. 株式会社日立ハイテクノロジーズ 中部支店 解析システム部，“日立材料解析新技術セミナー2019（名古屋） 予稿集”

活動報告

2019年度公開講座

「ガラスを溶かしてオリジナル作品を作ろう」

安藤 誠* 宮川しのぶ* 井波真弓* 山口綾香* 戸澤理詞*
森田俊夫* 岡田文男* 田畑 功* 伊藤雅基** 川崎孝俊***

1. はじめに

第2技術室ではガラス細工の公開講座を毎年開催しており、今年度も標記講座を7月20日(土)に実施した。この講座は人気が高いため往復はがきによる抽選により、親子10組の参加者を選出している。図1に公開講座の案内ちらしの一部を示す。



図1 公開講座案内ちらしの一部

今年の本講座には小学生以上の子供とその保護者の10家族(20名)が参加した。参加者は、ガラスを「溶かす・伸ばす・曲げる・膨らます」を体験するとともに、電気炉によるガラス小物制作、バーナーによるガラスの花制作、粘土型枠による粉ガラス成形、フォトフレームへのガラスパーツの飾り付けを行った。

以下に、各作品作りの概要を示す。

2. 型ガラス製作

型枠は事前にいくつか製作し、講座当日に参加者が好みの型を選び、作品作りを行った。型枠のくぼみに色ガラスの粉を入れ、さらに透明のガラスフリットで上部を覆い820℃で熔融・徐冷することで作品を作った。型から取り出した作品は、電動サンダーでバリ取りを行った後、家族に渡した。出来上がった作品はペンダントやブローチなどの作品、または、フォトフレ

* 第2技術室

** 第3技術室

*** 技術長



図2 型ガラス製作

ムガラスアート作品のパーツとして使用して頂いた。図2に型ガラスの作業の様子を示す。

3. バーナーワークとガラスの花製作

バーナーを使ってガラス引き伸ばしなどの体験、並びに各自が膨らませたガラス玉に色水を吸い上げさせたガラスの花作りを行った。午前中にガラスを膨らますまでの作業を行った後、午後からガラスの花の組み立て作業を行った。

このバーナーワークは子供だけでなく保護者にも体験して頂き、共同作業でガラスの花のパーツを製作した。図3に膨らませたガラス、図4にバーナーワークの様子を示す。



図3 膨らませたガラス

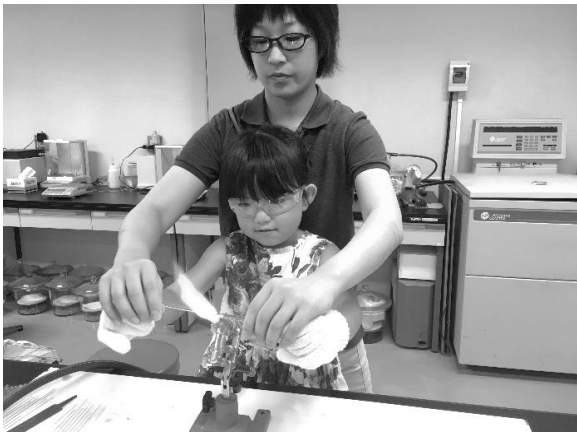


図4 バーナーワーク

4. ストラップ・ブローチ製作

セラシートを敷いた素焼きの板の上に、好みのガラス棒を組み合わせて置いて、これを電気炉で950℃以上に加熱することで、熔融成形を行った。溶けすぎると丸まってしまう、逆に十分溶けていないと冷却時に割れるなどで、炉から出すタイミングは難しいが、参加者は思い思いの作品作りに没頭し、たくさんの作品を製作されていた。図5に作品作りの様子を示す。

参加者はガラス棒を必要な長さに切って使用するが、その際に破片が飛ぶことがあり問題であった。そこで今年はガラス棒切り用カバーを製作し、より安全にガラス棒を切れるようにした。



図5 ストラップ等の製作

5. フォトフレームガラスアート

各家族にフォトフレームの台紙を配布し、この上に色鉛筆で下絵を書くなど、ガラスアートの構想を立ててもらった。午後から電気炉で作ったガラス作品や型ガラスで作った作品などをアクリル板へ貼り付けてフォトフレームガラスアート作品とした。作品の一例を図6に示す。



図6 フォトフレームガラスアート

6. さいごに

講座終了後のアンケートでは、参加した多くの家族が大変満足、満足と答えており、参加者に有意義な一日を提供することが出来た。

また、ガラス細工は900℃以上の高温を伴う加工が含まれるが、小学低学年も多く含む参加者はやけどをすることなく、安全に作業して頂くことが出来た。

最後に今回参加者が作った作品の一例を図7に示す。



図7 製作した作品の一例

令和元年度 福井大学きてみてフェア 2019 ～工作機械による”不思議なコマ”づくり体験～

内山裕二** 川崎孝俊* 山森英智** 青山直樹** 東郷広一*** 高澤拓也*** 竹内 利幸***

1.緒言

福井大学では、毎年「地域住民が大学で行われている教育・研究や学生の自主的な取組等に触れる場を提供し、地域の活性化や地域の発展・充実に資すること」を目的として「福井大学きてみてフェア」を開催している。技術部第1技術室は、先端科学技術育成センター所有の工作機械を使ったものづくりの企画を催している。本年度も、参加者に日常では体験できない、材料を削って「つくる」を体験して頂くことを目標として、企画を実施した。本報告では、実施した結果についてまとめる。

2.企画内容

今年度は、前年度に引き続き、地球ゴマと似た仕組のコマの作成を行った。地球ゴマは、一般的に図1のような形で市販されているコマのことであり、ジャイロ効果の原理を用いた玩具のことである。単純なコマのように見えるが、ジャイロ効果を用いているところがミソであり、知覚的にも科学的にも子供たちには興味を引かれるものがあるのではないかと考え、地球ゴマのような仕組のコマの製作を検討した。



図1 地球ゴマ

3.不思議なコマ

今回製作したコマ(図2)はベアリングを中に取り入れることで(図3)、ジャイロ効果を生むような仕組にした。これはハンドスピナーという玩具と同様な仕組である。更に今回のコマは、軸を伸ばし、くぼみをつけることで、不安定なところ、例えばペン先のようなところでも回転するような工夫を取り入れた。また、小学生が対象となるので、なるべく小学生が一人で製作出来るような形にするよう構造の簡易化を検討した。また、機械加工の部分では、旋盤を用いた軸のくぼみ加工、ネジきり加工をさせた。旋盤は利用方法によっては怪我をする可能性があるため、安全面を重点においたサポートを務めた。組み立て面ではハンマーを取り扱った工程があったため、指に当たらないよう指導した。加工時、組み立て時とでもできるだけ技術職員がマンツーマンで行えるように体制を検討した。

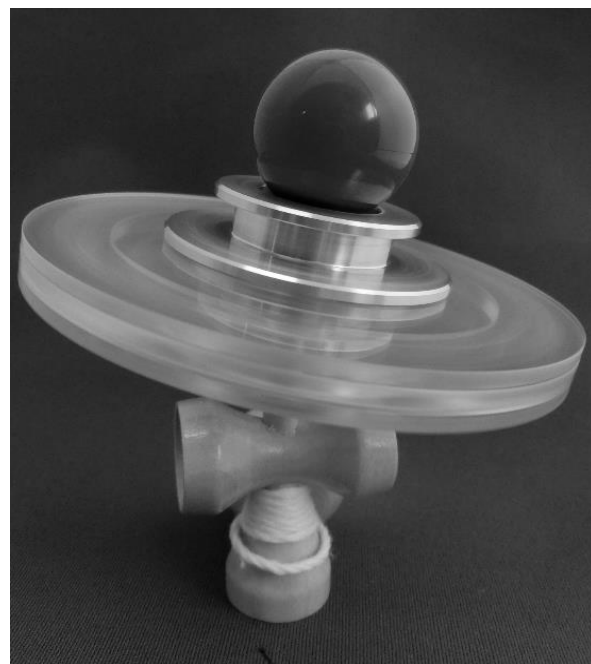


図2 不思議なコマ(けん玉の先端で回転)

* 第1技術室

** 第1技術室機器開発・試作班

*** 第1技術室機械システム班



図3 ベアリング組み込み



図5 旋盤加工体験

4.企画の実施

2019年10月20日(日)に計画通り実施された。実施時の様子を図4, 5, 6に示す。今回は参加者が事前予約を行う形であったため、待機する人が少なく良かったが、開始時間になっても来られない方が何組かいたため、実際の参加者は計38組となった。また、サポートして頂いた技術職員各位のおかげにより、怪我をすることなく無事に終えることができた。

参加者は旋盤を使った加工は皆初めてであり、始めは恐る恐る行っている感じはあったが、次第に楽しそうに行う雰囲気はあった。特にねじ切りに関してはネジがどのように作られるのかと興味心身だったように感じた。次に、コマの組み立てを行ったが、ハンマーを使う作業においては、子供は自分がやりたいという気持ちが強く見え、できるだけサポートに回ることを心がけた。その後、完成したコマを回して楽しく遊んでいる姿はこちらもやりがいを感じる光景であった。



図6 組み立て体験



図4 旋盤加工体験

5.結言

今回の企画は、子供たちが自分で作ることで、作る楽しさを知ってほしいという点を意識して実施した。実際に作り終わった後に子供たちは楽しく遊んでいたように感じた。その上で、このコマはどのようにして回っているのか、または、もっと安定して回すにはどうすればよいか等の思考に繋がってくれるとうれしく思う。しかし、まずはやってみないとそこに繋がることもないので、その点はコマに興味を持たせることで上手くできたのではないかとと思う。

今回の検討点として、大学からのアンケート結果を見ると、もっと仕組みをどうなっているか説明してほしいという意見があった。企画を始めるときに、簡単に施設の説明と工作機械を扱う上での注意事項を説明していたが、コマについての説明をもう一つ付け加えたほうが良いと考え、次年度に行うことがあればそれを反映したいと思う。

令和元年度 福井大学きてみてフェア2019 ～ガラスとのふれあい～

伊藤雅基**** 安藤 誠*** 宮川しのぶ** 山口綾香**
戸澤理詞*** 森田俊夫* 岡田文男* 田畑 功*

1. はじめに

令和元年度の福井大学きてみてフェア 2019 が10月20日(日)に開催され、第二技術室では「作って学ぶコーナー」として「～ガラスとのふれあい～」を企画した。普段から身の回りには、多くのガラスが利用されているが、高温で「溶ける・伸びる・膨らむ」ことを知っている子は少ない。この企画では、ガラスを電気炉やガスバーナーを使って「溶かす・伸ばす・膨らます」ことを体験して頂き、「ものづくり」の面白さや楽しさを実感して頂くとともにガラスに対する理解及び知識を深めて頂くことを目的に実施した。

これまで多くの方々に参加して頂く中で、受付時の混雑が課題となっていたが、今年度から事前にHPでの受付が可能となり混雑解消に繋がったので、その内容についても併せて報告する。

2. 企画内容

本企画では、小学生以上を対象とした「ガラス玉ストラップ」、小学生4年生以上を対象とした「ガラスの花」の2テーマを企画した。

また、ガラス片やバーナー等を使用するため、安全対策を十分に行い実施した。

以下に製作過程を説明する。

2-1 ガラス玉ストラップ製作

1cm程度にカットした色ガラス棒を2片選んで頂き、それらをセラシートに転がらないよう糊で固定する。次に電気炉で980度ぐらいまで加熱し、ガラス棒を溶融した。その後、十分に冷却させたのちガラス玉にカン付金具及び各自が選んだストラップや鈴を取り付けて完成とした(図1)。

様々な色ガラス棒の中から2片を選ぶのだが、

透明なガラス棒の中に淡い色合いのピンクやブルー、ライトグリーンが入っているガラス棒が人気であった。また、ガラスが溶融するところを実際に見えるように工夫をしたことで、色が変わっていく状態を観察して頂くことができ好評であった(図2)。

参加者には自分の作品を記念として持ち帰って頂いた。



図1 ガラス玉ストラップ説明風景



図2 溶けたガラスの観察風景

* 第2技術室

** 第2技術室 化学計測班

*** 第2技術室 物理計測班

**** 第3技術室 システム設計班

2-2 ガラスの花製作

ガラスの花は事前に作業内容のデモンストレーションをしながら説明した。参加者はバーナーで直接ガラス管を溶かして伸ばした後、さらに息を吹き込み直径1cm程度の球を作った。熱いうちに好みの着色液に浸け、気体の収縮を利用し球体内に着色液を吸い上げて「ガラスの花」を製作した(図3)。



図3 バーナーワーク風景



図4 ガラスの花の製作風景

その後、参加者が作成したものと担当者の方で事前に作成しておいたものとで5本組み合わせとし、長さを調整した後、発砲スチロールの土台に固定、着色した珪砂を選んだ後、それらをプラスチックケース内に納めて完成とした(図4)。参加者には作品を記念として持ち帰って頂いた。

参加者の中には、バーナーで溶かしたガラス管が鉛細工のように伸びる様子を体験し歓喜を上げる子供たちや、一所懸命にガラスを膨らませる子供たちがいた。ガラスを膨らませる作業は、1度目で成功させるのは難しいため、2~3回作業を行

った。大きく膨らませたガラスの花を手嬉しそうに組み立て作業を行う子供たちの姿が印象的であった。

3. 受付方法について

これまでは「ガラス玉ストラップ」及び「ガラスの花」の受付を当日に行っていたため、時間帯によっては混雑や行列ができて、待ち時間が長いことや、通路の妨げになるようなことが度々あった。そこで、今年度から試行的に大学ホームページから申し込みを行う事前予約制(図5)に移行したことから、当日は受付にて参加者に名前の確認と整理券を配るのみであったため、混雑や行列はさほど見受けられなかった(図6)。

35	～ガラスとのふれあい～(ガラス玉ストラップ)	予約	小学1年生以上	12名/回
35	～ガラスとのふれあい～(ガラスの花)	予約	小学4年生以上	6名/回

予約 このマークの企画は当日の飛び入り参加はできません(事前のHPでの申込みのみ)、空きがある場合は、総合受付にてご案内します。

図5 きてみてフェアのチラシ(一部抜粋)



図6 受付状況

4. まとめ

今回の参加者数は、「ガラス玉ストラップ」は91名、「ガラスの花」は48名となり、多くの方に初歩的なガラスの加工や小品作成を体験して頂くことができた。また、両作品共に、自身が作ったカラフルな作品を大事に手にする子供たちの姿が多く見られた。

このように本年度も、ガラスの「溶かす・伸ばす・膨らます」を自分自身で体験していただく事により「ものづくり」の面白さや楽しさを実感して頂くことが出来た。また、体験者の方々にはガラスに対する理解及び知識を知るための楽しい時間を提供することが出来た。

令和元年度 福井大学きてみてフェア 2019

プログラミング体験 ～スクラッチで遊ぼう～

小林英一* 道幸雄真* 廣木智栄* 小澤伸也* 水野広治* 白井治彦*

1. はじめに

10月20日(日)に実施された「福井大学きてみてフェア2019」に第3技術室では、昨年度までの電子工作体験から大きく企画を変更し、「プログラミング体験～スクラッチで遊ぼう～」の企画で参加した。この企画では、2020年から小学校で必修となるプログラミングについて、簡単なゲーム制作を通じて、プログラミングが何かということとプログラミングの基本的な考え方を楽しく学んでもらい、プログラミングに興味を持ってもらうことを目的としている。プログラミングはMITメディアラボが開発した初心者向けプログラミングツールであるスクラッチ(図1)を利用しておこなった。スクラッチは従来のプログラミング言語と違い、難しい知識が不要かつ直観的な操作でプログラミングすることが可能なため、初心者でも楽しくプログラミングすることが可能である。また、特別なソフト等も必要なく、Web上でプログラミングすることができる。

今回の企画参加者は保護者を含め91名、うち40名の小中学生が実際にプログラミングを体験した。

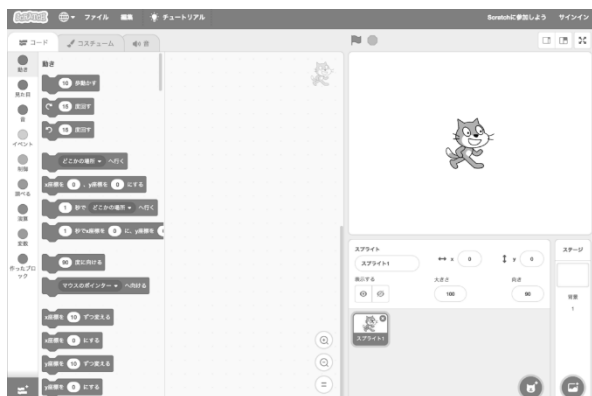


図1. スクラッチ

2. 企画の実施内容

プログラミング体験は小学4年生以上を対象に、午前1回と午後2回の計3回に分けておこなった。企画では、最初に10分程度プログラミングに関する説明をおこない(図2)、スクラッチの基本操作について実際に操作をしながら説明した。基本的な操作を覚えてもらった後は、プログラミングの基本的な考え方の1つである「ループ処理」を「猫にリンゴを食べさせる」というプログラミングを通して学んでもらった。



図2. プログラミングに関する説明の様子

ここまでのプログラミングが全員完成したことを確認した後、少し休憩をはさみ後半は簡単なゲーム制作ということで「1対1のだるまさんがころんだ」の制作をおこなった。この「1対1のだるまさんがころんだ」は一部を除いてここまでに学んだスクラッチの操作と「ループ処理」の考え方で制作することができるようになっている。また、音声出力に応じて7色に光るLED装置(図3下部)を用いて自分の制作したプログラムが画面外のものに反映されることを体験してもらった。企画は初心者が多い事を想定して、前のスクリーン上で少しずつ作り方

* 第3技術室

を説明しながら，企画参加者全員がおおよそ同じぐらいのペースで制作できるようにした．また，10分から15分程度時間が残るように企画を進め，余った時間は各自が自由にスクラッチを使ってプログラミングをする時間とした．

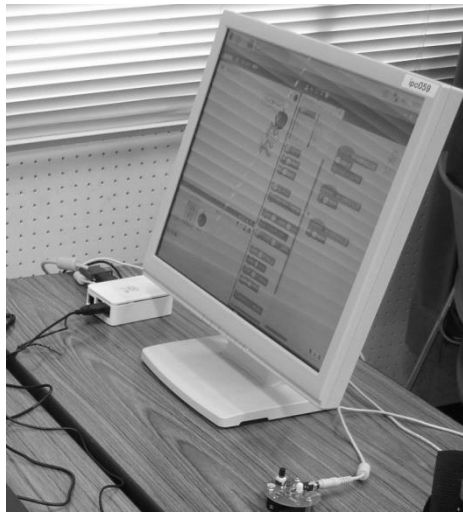


図3. 演習に使用した機器

プログラミングに関しては，企画に参加している体験者の半数が初心者(表1)であり，初めてのプログラミングで苦戦している体験者もいたが，スタッフが個別で丁寧に説明するなど適切に対応したため，企画に参加した体験者全員が時間内に最後までプログラミングすることができた(図4, 5)．また，今回スクラッチはラズベリーパイで動かしたが，数台ラズベリーパイの不具合でスクラッチが動作しない事があったが，スタッフが迅速かつ適切に対応した．



図4. 演習風景

表1. 体験者のプログラミング経験

プログラミング経験	人数
初めて	21
1回	11
2回	2
3回以上	6



図5. 演習中の会場の様子

3. まとめ

今回の企画は，昨年までおこなっていた電子回路製作から大きく変更し，あらたにプログラミング体験をおこなった．はじめての企画であったが，体験者にはプログラミング経験者も多く，困っている体験者にはスタッフが個別に丁寧に説明するなどしたため，大きな問題もなく無事終了し，体験者が楽しくプログラミングできているように感じた．

今年度から従来までの受付制から事前予約制になったが，2020年からプログラミングが小学校で必修科目となることもあり，早い段階で予約いっぱいになり，当日もキャンセルが無いか尋ねてくる方や見学希望者もいた．

第三技術室では，毎回きてみてフェアに体験型の電子工作を企画してきたが，今回の企画が成功に終わったことや，世間の注目の高さから，今後は今回の企画のようなプログラミング体験も企画していきたいと考えている．今後同様のプログラミング体験を企画した際には，プログラミングの楽しさや自分の作ったとおり動いたときの感動を機に，少しでも，プログラミング，ものづくりに興味を持ってもらいたい．

原子力の科学館あっとほうむイベント「えれめんと・サイエンス」での ガラスワークショップ開催報告

川崎孝俊*, 安藤 誠*, 宮川しのぶ*, 山口綾香*, 戸澤理詞*

1. はじめに

昨年に引き続き、福井原子力センター原子力の科学館あっとほうむで開かれたイベント「えれめんと・サイエンス」の10月12日（土）の部に、「カラフルガラス玉ストラップに挑戦」と題したワークショップを技術部第2技術室の5名が担当した。ワークショップの内容は、本学の公開講座やきてみてフェアで第2技術室が担当するガラスを使ったモノづくり体験の一部であり、あっとほうむで開催されるイベントを担当するのは今回で4回目となる。

2. ワークショップの内容

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

ストラップを作製するというものである。予定していたイベント時間は、昼休みを除く9時15分から17時15分まで、受け入れ人数は、毎回16名（1回1時間）×7回の計112名とした。電話での事前予約と当日受付での参加となるが、我々の他にも種々の体験型イベントが予定されていたが、台風19号の影響により、午後のイベントが中止となったため、実際の参加者人数は58名であった。

えれめんと・サイエンスのチラシを図1に示す。ストラップ作りは小学校低学年の子供でも体験でき、非日常的なガラスの高温融解も実感できるため、これまで好評の企画である。

最初に作業工程や注意事項の簡単な説明を聞



図1 えれめんと・サイエンスのチラシ

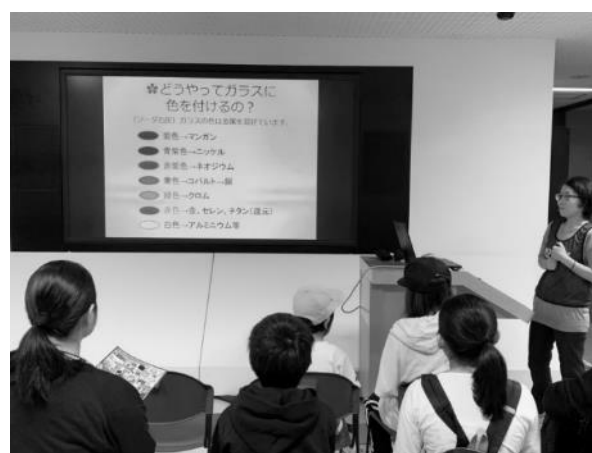


図2 最初の説明風景



図3 ガラスを選んでいる様子

* 第2技術室



図4 ストラップパーツ組立風景



図5 電気炉からの取り出しを見守る様子

いてもらった後（図2），色ガラス棒の小片を2～3個選んでもらった（図3）。これをセラシートを敷いたアルミナ板の上に並べ，980℃に設定した電気炉に入れた。

使った色ガラス棒は900℃以下でも熔融するが，出来るだけ短時間で熔融させるため，高めの温度を設定している。

ガラス棒を電気炉で溶かしている間に，参加者には数種類あるストラップのパーツの中からストラップ紐・鈴・固定用プレートをそれぞれ選び，手順に沿って組み立ててもらった（図4）。組み立て終わった子供さんから，順次，電気炉から取り出す瞬間を見てもらうようにした。参加者は，灼熱色に輝く熔融物が，次第に冷えて元のガラス棒の色が見えてくる様子を興味深く見ていた（図5）。なお，昨年度より電気炉前の床にはベニア板を敷き，参加者の立ち入りを禁止し，見学の際の更なる安全対策を施した。

冷えたガラス玉に，あらかじめ組み立てたストラップ紐と鈴を取り付けたペンダントトップを接着することで，ストラップを完成させても

らった。ストラップを完成させた参加者からは「楽しかった」「やってみたかったので良かった」といった感想も頂き，大変好評であったと感じている。

3. さいごに

今回の実施は台風19号の影響によりイベントが午前中で中止となってしまったが，それでも午前中にたくさんの参加者に我々のワークショップに参加していただけた。午前中だけの開催ということで，各回の受け入れ予定人数である16人を20名に引き上げることで，より多くの参加者に我々のワークショップを体験していただけるよう対応した。この企画に慣れたスタッフが担当することで，手際よく作業や指導・誘導を行ったことにより，円滑にイベントを進めることができた。その一方で，電気炉の扉の建付け不良でセラシートの粉がガラス玉に付着したり，冷却を早くしすぎてガラス玉が割れたりしたケースもあったため，今後の課題として検討し，より安全かつ楽しいイベントに発展させていきたいと思う。

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

令和元年度 実験・実習グループ業務報告

1. はじめに

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

2. 各学科からの業務依頼と各チームの対応

令和元年度の業務依頼はすべての学科から 20 件あり、新規依頼は、機械、建築から 2 件あった。新カリキュラム変更後 2 年目であるが、担当した科目数は 39 科目となり、昨年よりも 1 件増えた。主な依頼業務は、学生指導に係る技術分担、安全管理、教育支援や機器・器具類の設計・製作・改良・保守・管理である。なお、昨年同様に部長決裁が必要な通知書等については電子決裁方式とした。

各チームが行った業務の概要は、機械・物理チームは、機械・システム工学科と応用物理学科の学生実験を担当し、機械系では熱工学や金属密度測定など、物理系では放射線計測や電気回路などの実験指導を行った。電気・電子・情報チームは、電気系では電子回路や回路基板の製作、ロボット製作、情報系ではプログラムやワイヤレス通信など各自の専門を活かした技術指導を行った。建築建設系チームでは、測量、水理、材料試験など建築建設の基礎となる実験や現場同様の実習に対して技術指導を行うとと

もに、屋外で行う実習については危険も配慮した指導を行った。化学系チームでは、担当する実験は有害な薬品を使用するものが多く、化学実験での基本操作の指導に加えて実験中の安全監視なども不可欠で、専門知識・経験を持つ技術職員が対応を行った。育成センター・学際実験チームでは、先端科学技術育成センターの職員が中心となり、汎用機による機械工作や溶接の技術指導、ならびに安全講習、新規依頼となった鋼材ジョイント製作作業指導を行った。また、学科を横断して実施される学際実験は、スチールブリッジコンテスト参加学生への鉄を用いた橋の製作指導やエンジン分解・組立の技術指導を、知能ロボットプロジェクトでは、知能システム技術を有する職員がドローン開発における飛行や画像処理・音声信号処理の技術指導を行い、学生の自主的な活動を円滑に行うための必要不可欠な技術支援を行った。

3. まとめ

今年度の業務依頼はすべての学科から 20 件 39 科目あり、昨年度よりも 1 件増え、技術部職員の知識・経験を活かした技術支援への期待が大きく感じられる。平成 30 年度に多くの科目が新カリキュラムへ変更してから 2 年目であるが、各学科からは引き続き多くの業務依頼があることから実験・実習において技術職員の必要性が感じられる。

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

令和元年度 安全衛生管理推進グループ業務報告

1. はじめに

当グループは技術部職員 11 名で構成し、工学部での安全衛生管理を推進するために、薬品管理、高圧ガス管理、安全教育のチームを組んで、工学部全体の安全衛生管理業務を遂行している。今年度の主要な業務を以下にまとめる。

2. チーム別実施業務

2.1 薬品管理チーム

工学部での薬品管理を適正に行うため、毎年 6 月頃に薬品管理システム利用方法に関する説明会を実施している。今年度は 6 月 14 日に開催し、一般ユーザー対象の説明会には学生 68 名、教職員 2 名が、管理者対象の説明会には教職員 2 名が参加した。この説明会に合わせて、化学物質リスクアセスメントツールの利用説明会も実施し、学生 77 名、教員 3 名が参加した。

薬品管理システムの利用者に対する日常的なサポートも行っており、正しい使い方の指導やパソコン利用環境の構築支援などを適宜実施した。更に、薬品管理システムが正常に稼働するように、システムを搭載しているサーバの管理、不具合の修正対応、適用法令／カタログデータの更新等を行った。

工学部の化学系研究室では可燃性溶剤を多量に使用するため、工学部に指定数量 10 まで保管可能な危険物倉庫が 2 箇所設置されている。この危険物倉庫が適切に使用されるように、チーム内の担当者が定期的に利用状況をチェックし、必要があれば、ユーザーへ是正依頼を行った。また日常的に倉庫に設置された監視カメラの動作確認を行い、不具合等の対応を行った。

2.2 高圧ガス管理チーム

工学部のボンベを適正に管理していただくために、ボンベ管理システムの利用説明会を 6 月 14 日に実施した。新規にシステムを利用するユーザーを対象とし、学生 74 名、教職員 2 名が参加し、担当教員が、各種法令から危険性、利用法等の説明を行った。

1 月にはボンベ管理システムに登録された工学部のボンベを対象に、集計を行った。各建物

での高圧ガス貯蔵量、返却期限切れ・耐圧検査切れボンベ数、一部屋当たりのボンベ数量等について、工学部ボンベ管理ガイドラインとの対比による問題点の抽出を行い、工学部内に周知した。また、「ボンベ管理状況が特に危険」と認められる研究室には 2 か月に 1 回の頻度で是正依頼を行った。更に 10 月にはボンベ納品データとシステムデータとの照合を実施し、システムへの登録状況に不備がある研究室に対して、是正依頼を行うとともに、工学部の安全衛生管理推進委員会に報告した。最終的に残った未是正ボンベ数が昨年より大きく減少したことは大きな成果である。

通年の活動としては、工学系 1 号館にあるボンベ仮受け場所 6 ヶ所について、2 週間ごとに安全確認の巡視を行った。ボンベの長期間放置など問題を見つけた場合は、関係者に改善を求めた。

2.3 安全教育チーム

5 月 10 日に学生対象に「レーザー安全教育」を実施した。48 名の参加者に対して、レーザーの正しい使用方法やレーザー障害についての具体的説明や注意事項を説明した。

また、9 月 27 日に、宇野酸素株式会社から 4 名の講師を招いて、ボンベを使用する教職員・学生を対象に「高圧ガスボンベ取扱講習会」を実施した。今年で 9 回目の開催となり、学生 51 名が参加した。この講習会は、講義と実習からなり、ガスの特性・危険性や事故事例や、減圧弁の原理・取付・使用方法、ガス漏れチェック方法に至るまで、ボンベを使用するうえで必要な知識・技術を十分習得できる内容になっている。また、今年度から事前申請を受講者本人が HP 上で行えるように受付環境を整備した。

3. おわりに

当グループでは、工学部でのリスク要因のうち、特に危険な薬品、高圧ガスボンベ、レーザーについて、正しく安全に使用するための取り組みを行った。今後もこれらによる事故等を発生させない活動を継続していきたい。

令和元年度 共同利用施設グループ業務報告

1. はじめに

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

2. グループの技術業務

業務の円滑な遂行のため、年度当初にグループ運営部会（グループ長、副グループ長およびチーム責任者で構成）を開催し、チーム毎の年度業務計画書を作成している。業務内容は大きく4種に分類され、①施設等に関連する技術業務、②施設の管理・運営業務、③施設が主に行なう教育についての支援業務、④技術継承に関する業務がある。本年度の業務件数は、育成センターチーム5件（昨年5件）、寒剤供給チーム4件（同4件）、分析評価チーム13件（同13件）、情報サーバチーム5件（同5件）であり、全体で27件と、計画件数および実際の実施件数ともに昨年度と同数であった。

グループの構成について、本年度はグループ長を含め11名で、協力者を含め、育成センターチーム5名、寒剤供給チーム5名、分析評価チーム9名、情報サーバチーム4名で対応を行なった。

3. 業務遂行における成果

年間を通し、主として各共同利用施設運用にとって重要な技術業務、施設ユーザへの設備利用に関する専門技術教育および保安教育に各職員が主体的に取り組み、施設から高い評価を得た。

育成センターチームでは品質不良クレームのない委託加工、職員主体の講習・実習、職員の相互連携による技術研鑽、長期的な予算計画立案などを実施し施設運営において重要な役割を果たした。寒剤供給チームでは年間を通じ安定した寒剤供給、保安教育などを行い、運営・教育に関して重要な役割を担った。分析評価チームでは学内外からの分析依頼業務および各種講習会、個別指導とOJTによる新規職員育成などを行い、技術提供に加え技術研鑽にも務めた。情報サーバチームでは教育用計算機の運用と管理、工学部および技術部サーバの管理、障害によるサーバ停止への対応などを実施し、教育と施設管理に貢献した。

4. まとめ

いずれのチームも計画書に沿って業務を遂行し目標を達成できた。技術研鑽も行われ、日々、職員相互のスキル向上が図られた結果といえる。また一部の業務では、受託試験や共同研究等の学外企業への技術提供、機器講習会や高校生向け講座の開催等の学外への教育活動といった、社会貢献も積極的に試みられた。一方、職員の定年退職に伴う人材不足および中堅・若手層への業務負担増加等の課題もある。計画的な職員採用と技術継承に加えて、業務改善による効率化を進めることが重要と考えられ、本年度では書類手続きの簡略化を試みた。今後は各チームの実務とグループ運営の両面を精錬し、学内の施設運営と対外的な活動をより効果的に推進することによって、大学および社会の発展に貢献していく次第である。

表1 業務分類による各チームの業務件数（()は昨年度）

業務項目	育成センター	寒剤供給	分析評価	情報サーバ
共同利用施設の技術業務に関すること	1 (1)	1 (1)	7 (7)	0 (0)
共同利用施設の管理運営に関すること	1 (1)	2 (2)	4 (5)	3 (3)
教育に関すること	2 (2)	1 (1)	1 (1)	2 (2)
技術継承に関すること	1 (1)	0 (0)	1 (0)	0 (0)

令和元年度 技術相談・プロジェクトグループ業務報告

1. はじめに

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

2. 技術相談と短時間技術相談の報告

本年度の技術相談は11件である(表1)。10件は、事前協議にて担当者が確定しているため、グループでの調整等は必要ではなく、採用結果の通知及び報告の確認と記録のみ行った。残り1件は、相談内容の確認と調整により実施担当者を選定した。

短時間技術相談は43件(表2)で昨年度の53件より少ないが、実施担当者数は6名から7名

に増えている。相談依頼者は6名多い20名である。また、36件が学内の研究センター及び共同教育研究施設等からであり、依頼者の8割以上が教員職種である(表3)。相談対応時間は2時間未満と半日が多く(表4)、技術室別対応件数では、第一技術室が多い(表5)。なお、依頼件数の約7割は、その他(分析評価技術)である。

3. おわりに

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

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

表1 令和元年度技術相談一覧

No.	依頼月	依頼者所属	相談分野	担当者氏名	所属室	相談内容	備考
1	4月	機械工学講座	機械工作・設計	川崎 孝俊	第一室	公開講座でのエンジン分解	事前
2	4月	機械工学講座	機械工作・設計	川崎 孝俊	第一室	公開講座でのエンジン分解	事前
3	7月	遠赤センター	電子工作・設計	小林 英一	第三室	マグネット用温度計の修理相談	事前
4	8月	機械工学講座	機械工作・設計	川崎 孝俊	第一室	オープンキャンパスの技術的サポート	事前
5	10月	繊維先端工学講座	電子工作・設計	小林 英一	第三室	圧電性評価装置の改造	事前
6	10月	建築設工学講座	電子工作・設計	小林 英一	第三室	微動計とデータロガーの接続装置の製作	事前
7	12月	遠赤外センター	その他	宮川しのぶ、山口綾香	第二室	タングステン封管の技術相談	事前
8	12月	繊維先端工学講座	機械工作・設計	山森英智、内山裕二	第一室	学生実験で製作する装置の製作についての相談	選出
10	2月	建築設工学講座	電子工作・設計	小林 英一	第三室	微動計とデータロガーの接続装置の製作	事前
11	2月	研究推進課	ソフトウェア	道幸 雄真	第三室	放射線・エックス線教育訓練受付フォーム等の修正	事前
12	3月	電気電子工学講座	電子工作・設計	小林 英一	第三室	学生実験に使用する回路基板の電子工作依頼	事前

※No.9 は短時間技術相談に振り替え

表2 平成30年度の月別短時間技術相談件数

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	合計
相談件数	0	3	3	8	2	2	1	4	10	4	3	3	43

表3 職種別依頼件数

依頼者の職種	依頼件数
教員	36
技術職員	5
事務職員・その他	2

表4 対応時間別件数

対応時間	件数
2時間未満	18
半日	17
1日	8

表5 技術室別対応件数

対応者の所属	対応件数
第一技術室	32
第二技術室	2
第三技術室	9

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 (物理・化学コース) 主催校における企画・実施についての報告

川崎 孝俊* (代表報告)

1. はじめに

毎年、東海・北陸地区の国立大学等において輪番で主催している同地区の技術職員が対象の合同研修(物理・化学コース)を、本学の主催で令和元年8月26日から28日の3日間の日程で開催した。

この合同研修は、同地区の技術職員に対し、その職務遂行に必要な基本的、一般的知識及び専門的知識や技術等を修得させ、技術職員としての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に開催される研修である。対象期間は、12国立大学法人、5大学共同利用機関法人、8国立高等専門学校、及び2国立青少年教育振興機構の計27機関で、受け入れ数は、そこに従事する技術職員約20名である。

本稿は、我々技術部が主催校として同研修について企画段階より研修当日の実施まで主体的に取り組んできた内容について報告する。

2. 合同研修実施委員会及び実習のためのWGの立ち上げチーム別実施業務

合同研修をスムーズに実施できるよう、4月より実施委員会及び実習ワーキング・グループ(以下WG)を立ち上げ、技術部職員が中心となって企画段階より取り組んだ。

2.1 合同研修実施委員会

統括技術長をはじめ、執行部会4名、班長1名、および人事労務課労務管理担当主査1名を構成メンバーとした実施委員会を立ち上げ、研修における講義や実習、施設見学やそのほかの行事等、合同研修期間3日間に必要な全体的な企画・立案を行った。

2.2 実習企画実施作業WG

実施委員会とは別に担当班長を中心に物理コースで実施予定の各実習(2科目)と化学コースで実施予定の各実習(3科目)の担当でWGを立ち上げ、内容や当日の手順及び必要物品に

係る予算、会場の手配等、実習に係る企画・立案等すべてについて検討した。

3. 研修日程

実施委員会及びWGにおいて、研修の日程は表1のように立案し、研修当日の実施となった。

表1 合同研修日程

1日目(8/26):	
午後	開講式, オリエンテーション
	講義Ⅰ 「極低放射能環境での宇宙・素粒子実験」 物理工学専攻 小川 泉 准教授
	研修受講者プレゼンテーション
	意見交換会, 懇親会
2日目(8/27):	
全日	実習A科目 「地震波再現装置を用いた液状化実験」
	実習B科目 「模擬PET装置の作製を通じた原理体験実習」
	実習C・D共通科目 「化学物質リスクアセスメントマルチツール利用実習」
	実習C共通科目 「有機化合物のNMR(液体・固体)測定」
	実習D共通科目 「オージェ電子分光装置による表面分析」
3日目(8/28):	
午前	講義Ⅱ 「福井の産学官連携について」 産学官連携本部 勝木 一雄 教授
	講義Ⅲ 「先進的な繊維加工技術開発と機能性繊維材料創出への取り組みについて」 繊維先端工学専攻 廣垣 和正 准教授
午後	施設見学
	閉講式

4. 実習の企画・準備と実施

今回の研修における実習は2日目に1日をかけ実施することにし、A, B科目は受講者各5名で午前午後入れ替えとし、C・D科目は10名で午前共通科目を受講した後、午後からC・D

* 第1技術室

各科目に分かれて受講とした。当日の実習を行うにあたり、あらかじめ数日を費やし、各科目について技術部の職員を受講者に見立てた予行演習を実施した。この予行を通して講習内容や時間配分、問題点等の検討を重ね、当日の研修実施に際して可能な限り受講者が満足するように努めた。

4.1 地震波再現装置を用いた液状化実験 (A 科目)

本実習では、地震波再現装置を用いて、土層内に液状化しやすい地盤を形成し、加速度計および間隙水圧計を設置して液状化現象を観察した。計測したデータを考察して液状化のメカニズムの理解を深め、杭有り・杭無し住宅模型の沈下量や実験結果から液状化対策の検討などを行った。

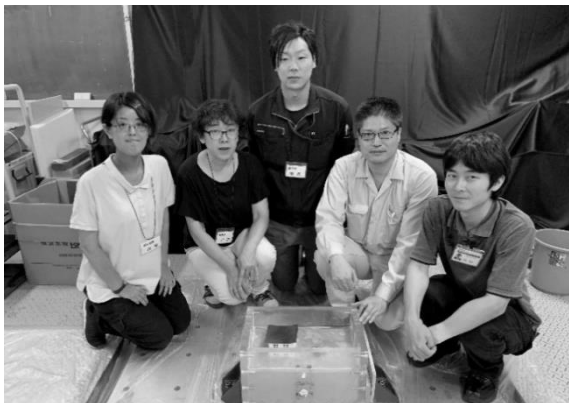


図1 液状化実習 (A 科目)

4.2 模擬 PET 装置の作製を通した原理体験実習 (B 科目)

本実習では、放射線の医療分野での利用として、がん検査法の一つである PET 検査を取り上げ、基本的な放射線計測技術を身につけるとともに、公開講座等のイベントで大学の研究内容を一般向けに公開するためのノウハウを習得することを目的として実施した。



図2 模擬 PET 実習 (B 科目)

4.3 化学物質リスクアセスメントマルチツール利用実習 (C・D 共通科目)

本実習では、本学で公開している化学物質リ

スクアセスメント (CRA) マルチツールの利用に関する実習を行った。

4.4 有機化合物の NMR (液体・固体) 測定 (C 科目)

本実習では、固体 NMR 及び溶液 NMR による基本的な測定を行い、得られたデータの解析を行った。固体 NMR 測定では L-アラニンの粉末及び家蚕のシルク繊維を試料として用い、試料調製やプローブへの試料管の挿入、NMR 本体へのプローブの挿入方法を実施し、 ^{13}C CP/MAS 測定を行った。



図3 固体 NMR 実習 (C 科目)

4.5 オージェ電子分光装置による表面分析 (D 科目)

本実習では、AES 装置を用いて試料の定性・定量分析を行い、AES の基礎知識を理解して頂くことを目的とした。また、分析操作と並行して、粉末試料と絶縁物試料の調整作業を体験して頂き、最後に、測定結果から波形分離法による定量解析を行った。



図4 AES による分析実習 (D 科目)

5. おわりに

準備から研修当日までの約 5 か月間、実施委員及び実習を担当した職員については、本業とは別の付加業務を負わせることになり大変であったが、我々技術部職員主体で自律的に企画・実施することができ今後の業務遂行にとっても大きな成果があったと思われる。

令和元年度 工学部技術部 業務(活動)日誌

2019年	日	活 動 項 目
4月	1	第1回技術長・班長合同会議
	2	第1回実験・実習グループ運営部会
	3	人事異動辞令交付
	4	第1回安全衛生管理推進Gチーム長会議
	5	第三技術室会議
	8	新規採用職員対象研修
	8	第1回部長打ち合わせ
	8	第1回技術相談・プロジェクトグループ会議
	9	東海北陸地区合同研修事前打合せ
	10	第一技術室会議
	10	第二技術室会議
	10	第1回共同利用施設グループ運営部会
	12	第1回安全衛生管理推進グループ会議
	15	第1回執行部会
	19	第1回全体会
19	2019年度技術部職員就職説明会	
23	第1回東海北陸地区合同研修実行委員会	
25	第1回技術部ホームページ広報委員会	
25	第2回部長打ち合わせ	
26	第2回活動報告編集委員会	

	日	活 動 項 目
5月	7	第2回執行部会
	9	第1回技術部運営委員会
	10	レーザー安全教育(安全衛生管理推進G)
	15	第1回工学部及び大学院工学研究科安全衛生管理推進委員会
	20	第3回執行部会
	24	第2回全体会
	27	職務評価表中間面談
	31	第1回東海北陸地区合同研修実習企画実施作業WG
	31	竹内利幸歓迎会

	日	活 動 項 目
6月	3	第4回執行部会
	4	第3回部長打ち合わせ
	7	第1回技術部選考委員会
	10	第2回東海北陸地区合同研修実行委員会
	13	第1回日常・専門研修実施委員会
	14	薬品・高圧ボンベ管理システム, CRAツール利用説明会(安全衛生管理推進G)
	17	第3回活動報告集編集委員会
	18	第二技術室会議(公開講座打合せ)
	24	第5回執行部会
28	第3回全体会	
28	環境ISOユニット代表者会議	

	日	活 動 項 目
7月	2	第2回日常・専門研修実施委員会
	8	第6回執行部会
	9	第4回部長打ち合わせ
	20	公開講座開催(第二技術室)
	21	第2回技術部選考委員会および技術職員採用2次試験
	22	第7回執行部会
	23	第1回研修企画実施委員会
	26	第4回全体会 ISOユニット内研修
	30	第2回技術部運営委員会
	30	第3回東海北陸地区合同研修実行委員会

	日	活 動 項 目
8月	1	第三技術室会議(きてみてフェア打ち合わせ)
	2	第2回安全衛生管理推進Gチーム長会議
	5	第8回執行部会
	14	全学一斉休業(~16日)
	19	第9回執行部会
	23	第4回東海北陸地区合同研修実行委員会
	26	東海北陸地区技術職員合同研修物理・化学コース 受講1名 福井大学(~28日)
	28	東海北陸地区技術職員合同研修情報コース 受講1名 岐阜大学(~29日)

	日	活 動 項 目
9月	2	第二技術室会議(きてみてフェア打ち合わせ)
	2	第一技術室会議(きてみてフェア打ち合わせ メール審議)
	13	第5回部長打ち合わせ
	13	第二技術室会議(あつとほうむ打ち合わせ)
	20	第10回執行部会
	20	第三技術室会議(きてみてフェア打ち合わせ)
	27	東海北陸地区技術職員代表者会議(岐阜大学、2名)
	27	高圧ガスボンベ取扱講習会(安全衛生管理推進G)
	27	第5回全体会

	日	活 動 項 目
10月	7	第11回執行部会
	11	第一技術室会議(きてみてフェア最終確認)
	12	「あつとほうむ」にてガラス出前講座を開催(第二技術室5名)
	20	きてみてフェア2019
	21	第12回執行部会
	25	第6回全体会
	28	評価面談
31	第6回部長打ち合わせ	

	日	活 動 項 目
11月	5	第13回執行部会
	18	第14回執行部会
	22	第7回全体会
	22	第2回安全衛生管理推進グループ会議
	25	フィードバック面談
	26	第7回部長打ち合わせ

	日	活 動 項 目
12月	3	第15回執行部会
	10	第3回技術部運営委員会
	16	第16回執行部会
	20	第8回全体会
	20	第三技術室会議(きてみてフェア打ち合わせ)

2020年	日	活 動 項 目
1月	6	技術部長年頭の挨拶
	9	第三技術室会議
	17	合同企業説明会等打ち合わせ
	18	大学センター試験(～19日)
	20	第17回執行部会
	21	第3回日常・専門研修実施委員会
	24	第9回全体会
	24	第2回研修企画実施委員会
	28	第8回部長打ち合わせ

	日	活 動 項 目
2月	3	第18回執行部会
	3	第2回実験・実習グループ運営部会
	6	第1回活動報告編集委員会
	19	第3回安全衛生管理推進グループ会議
	20	官公庁限定学内合同説明会
	21	第19回執行部会
	25	前期日程試験
	28	第10回全体会

	日	活 動 項 目
3月	1	学内合同企業説明会(新型コロナウイルス感染症対策により中止)
	2	第4回日常・専門研修実施委員会
	4	第9回部長打ち合わせ
	9	第20回執行部会
	9	第2回工学部及び大学院工学研究科安全衛生管理推進委員会
	9	第2回共同利用施設グループ運営部会
	10	共同利用施設グループ会議(メール審議)
	11	技術部報告会(新型コロナウイルス感染症対策により延期)
	11	特別講演会(新型コロナウイルス感染症対策により中止)
	12	後期日程試験
	13	第2回技術相談・プロジェクトグループ会議
	13	送別会(新型コロナウイルス感染症対策により中止)
	23	業務運営部会
	23	第21回執行部会
	27	第11回全体会
27	令和2年度技術部職員就職説明会	
30	離任式	

定年退職者からの一言

退職にあたって

水野 広治

1. はじめに

情報工学科に教育研究用計算機が導入されるのに伴い昭和53年3月10日に技術職員として入職以来、主に計算機の運用、維持管理等の業務に42年余り携わってきました。情報工学科は、平成11年に情報・メディア工学科となり、28年には電気電子情報工学科に改組しますが、この間、計算機は初代を除き4～6年毎に更新され、現在は7代目が稼働しています。これら関わった計算機を中心に振り返りたいと思います。

2. 初代教育用計算機

強く印象に残っているのは最初に導入されたMELCOM COSMO700II（三菱）です。億超えの高額な中型メインフレームの最新鋭計算機で、プログラム入力が紙テープ等によるバッチ処理の時代にあって、端末から会話型でプログラム開発が可能でした。12台の端末、1.5MBのコアメモリ、200MBのディスク装置2台、オープンリールのテープ装置2台及びラインプリンタ等から構成されていました。運用開始時にはオープニングセレモニーがあり、学長によるテープカットに続き多くの来場者が見守る中、計算機を立ち上げるため入職間もない私がコンソールの操作で困っていると、陰に隠れたSEからの指示でどうにか稼働させたことを今でも思い出します。この時のSEとは今でも連絡を取り合っています。このシステムでは、起動/停止に20分程を要し、日々の稼働情報収集や障害対処などユーザー管理を含めた運用管理および教育研究のための開発ツール等を作成していました。

3. 計算機の更新

初代システムの利用は13年間にも及び性能や機能面で教育研究に支障が出ていました。平成3年に漸く更新された2代目は、ミニスーパーコンピュータに100台のX端末、UnixWS14台、それらをネットワークで接続する構成でした。この規模のシステムとしては全国で初めて導入されたことが新聞に写真入りで紹介されま

した。Unixとネットワーク接続による構成は、現在まで基本的な利用環境として続いています。複数端末環境での統一IDやファイル共有機能等、初代と管理・運用が異なるため様々な機能や仕組み、設定方法の習得に大変苦労しました。

その後、8年にDECサーバー、12年にはSunサーバーとMS-Windowsが導入され、UnixとMS-Windows環境での運用管理が始まりました。ID認証の統合、相互ファイルのアクセス、両OSの利用情報取得など調整設定が必要でした。17年にはSunサーバーとデュアルブートのPC端末に、23年はHPサーバーに共有ディスクアレイ導入、そして29年の7代目では、HPサーバー1台に4台のWS、PC端末135台、ノートPC120台となり、リソースの有効活用や障害対策として仮想サーバー構成に移行しました。

4. 派遣業務

平成5年に技術部が発足し教育用計算機の業務は学科・専攻、大型機器等関連への派遣業務になりました。更に20年から6年間は、新しいデータベースシステムの実装方式の研究プロジェクトとして研究室でのシステム開発に関りました。また、HP関連としては、工学部および留学生（国際）センターのHPに18年から10年近くコンテンツ更新管理を中心にシステム構築等も手掛けました。

5. おわりに

教育用計算機は、更新毎に最新の技術、機能による新たな環境構築、最善の運用管理のために知識と技術の修得が必要ですが、定期的に新システムに携われる大変恵まれた業務環境により貴重な経験をさせていただきました。

最後になりますが、これまでに情報・メディア工学科の先生方、技術部の方をはじめ多くの方にご指導をいただき、多くのことを学ばせていただきました。また大変お世話になりました。お礼と感謝を申し上げます。

長い間本当にありがとうございました。

編集後記

本報告集は、コロナウイルス感染拡大防止のために開催を延期している日常研修や専門研修の成果、並びに合同研修の開催報告や技術研究会への参加報告、公開講座の参加報告などが掲載されています。また各グループ業務についても、1年間の技術部活動として報告しております。

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

令和元年度 活動報告集編集委員会

委員長 東郷 広一
青山 直樹
戸澤 理詞
小澤 伸也

令和元年度 日常・専門研修実施委員会

委員長 安藤 誠
高澤 拓也
山口 綾香
井波 真弓
小林 英一
水野 広治
川崎 孝俊

技術部活動報告集 Vol.25

発行者 〒910-8507 福井市文京3丁目9番1号
福井大学工学部技術部
技術部活動報告集編集委員会

印刷 株式会社エクシート