



東北大学

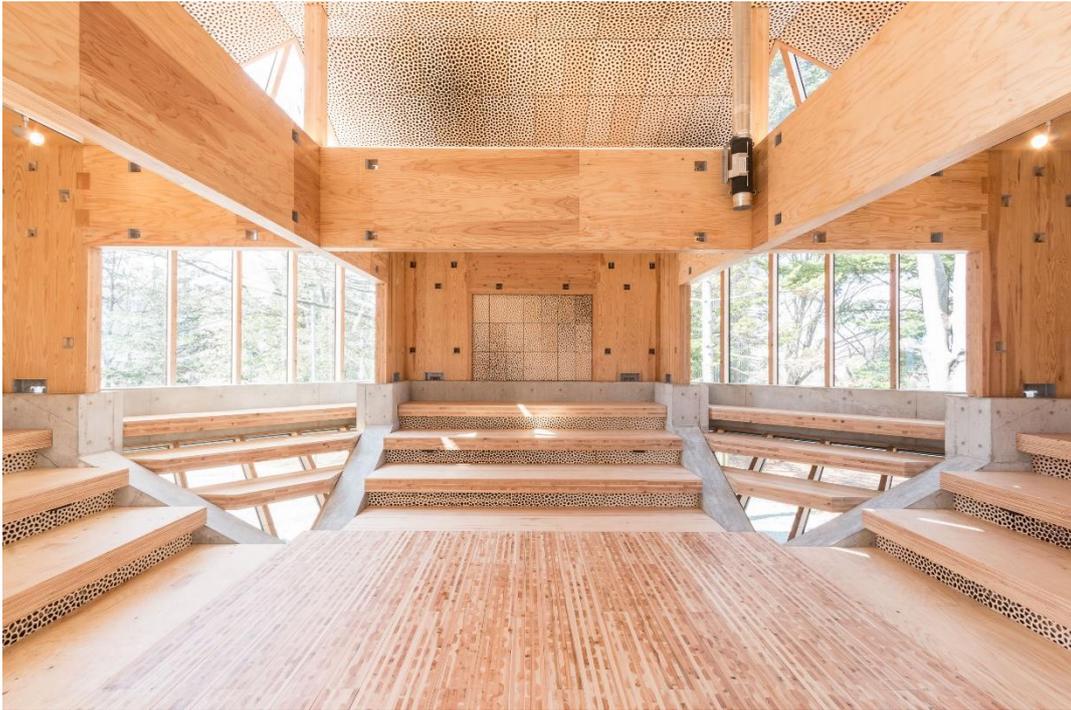
東北大学工学部・工学研究科

令和2年度

技術部報告



第 16 卷



表紙の写真

建築 CLT モデル実証棟

宮城県 CLT 等普及推進協議会の事業として人間・環境系教育研究棟の敷地内に建設されたセミナー棟です。CLT 材の生産・加工の実践、CLT 材を用いた設計・施工の推進、そして県内木材の利用拡大へ繋がる木質材料の性質及び工法の検証を目的として実施された事業であり、本学が施策として掲げる「産学官連携」に基づくところでもあります。講義や研究室ゼミ、設計課題講評会の場として学内で使用されている他、学外の方々にも開かれた会議室としても利用されております。

CLT (Cross Laminated Timber) とは

ひき板を並べた板状の層を、材の繊維方向が直交するように積層し接着した木質材料です。厚みを有した大きな板面を成形でき、また開口の作成が容易であることから、住宅はもちろん、建築の構造材や橋等の土木用材、そして家具などにも広く使用されています。

監修 前田匡樹研究室（東北大学大学院工学研究科都市・建築学専攻）

▽詳細はこちら

<https://www.maedalab-tohoku-u.com/clt-8>（前田研究室ホームページ）

▽お問い合わせ・使用申し込み

E-mail : clt-tu@rcl.archi.tohoku.ac.jp

Tell : 022-795-7872（前田匡樹研究室）

目次

巻頭言『令和2年度 技術部報告』(第16巻)の刊行にあたって	1
技術部長 阿部茂樹	
1年を振り返って	2
副技術部長 本宮憲一, 船水和義	
東北大学工学部・工学研究科技術部 組織図	3
技術部関連各委員会委員一覧	4
技術部運営委員会, 技術部組織委員会, 技術部評価委員会	
年間活動報告	6
令和2年度 技術部 会議および行事報告, 総合支援班, 総務班, 安全衛生管理班, 合同計測分析班, 製作技術班, 系支援班	
今年度の主な活動業績	20
補助金・助成金採択状況, 表彰・受賞, 資格等取得者, 学会・技術研究会等での発表者, その他	
令和2年度 一般研修報告	23
〔令和元年度 東北大学工学研究科・工学部技術職員技術開発助成採択課題成果報告〕	
イオンビーム照射チャンバーの真空系及びターゲットステージ系の整備・開発.....	24
遠山翔(総合支援班 放射線安全管理・放射線高度利用室)	
非対角熱電発電素子のための簡易熱流体解析ツールのプラットフォーム構築.....	26
清水嘉(系支援班 電子情報システム・応物系)	
ガラス加工用カーボンローラーの開発.....	28
石澤茂(製作技術班 第3製作)	
顕微 IR 用液体窒素自動供給ユニットの作製.....	30
高階卓哉(合同計測分析班 微量物質)	
ICP-MS 測定におけるメモリー効果低減のための洗浄条件の検討.....	32
中野陽子(合同計測分析班 微量物質)	
学生実験「材料の変形・破壊」における破断試験片計測用治具の開発.....	34
菊池裕人(系支援班 機械・知能系) 杉澤久道(製作技術班 第2製作)	
屋内濃煙体験訓練を独自開催するための体制整備.....	36
渡邊武(安全衛生管理班 健康安全管理室) 大村安幸(系支援班 電子情報システム・応物系)	
見て, 触って, 実験できるミニ下水処理実験装置の開発.....	38
丸尾知佳子, 小山田康紀(系支援班 人間・環境系)	

無機元素分析におけるマイクロ波分解法の前処理技術の検討.....	40
渡辺壮(系支援班 機械・知能系 MNC)	
玉木俊昭(系支援班 マテリアル・開発系)	
丸尾知佳子(系支援班 人間・環境系)	

TOPICS	42
今年度の技術部職員の受賞等.....	42
技術部一般研修オンライン開催.....	43
電子情報システム・応物系 新棟完成.....	45

編集後記

巻頭言

『技術部報告』（第16巻）の刊行にあたって

東北大学総合技術部 工学部・工学研究科技術部
技術部長 阿部 茂樹



2020年度は、工学部・工学研究科技術部が自立運営するため、技術職員のみで構成された組織として新たな一歩を踏み出した年となりました。これまでは工学部・工学研究科の職員として位置付けられていましたが、2021年度からは総合技術部直下の職員という形に移行するために、新しい体制を構築することが必要であったということも要因となっています。2011年3月の東日本大震災から10年が経過し、青葉山東キャンパスでは電気情報物理工学科の改修も終わり一段落したところですが、新型コロナウイルスの影響で個々の日常生活様式はもとより技術支援業務形態の変化など様々なところでパラダイムシフトが余儀なくされた1年でもありました。技術部も変革の最中にあり、2009年に発足した総合技術部や2014年に導入された職群制度の下で、既に実施されている評価制度とそれに伴う賞与・昇給・昇格の推薦、種々の受賞・表彰の申請も総合技術部に移行しています。そのため業務内容やその評価については、これまでの工学部内での活躍だけでなく学内外支援や複数業務兼務など職群を超えて幅広く貢献することによる全学的な視点での評価となっています。

工学部・工学研究科技術部は、総合技術部最大の部局組織であるだけでなく個々が様々な技術を有しており、教育および研究はもとより情報・ネットワークや安全衛生のインフラに関して学内外の支援活動に関わっています。その成果として今年度は、合同計測分析班極微量物質分析室 ICP-MS グループが令和2年度総長研究支援技術賞を受賞しています。

2021年度以降は、第4期中期目標（2027年まで）として技術職員の人員（人件費）削減が求められており、現在の支援業務を維持するためには全学的な視点で適切な人事配置を見直すことが必要であり、職群で構成するチームを中心としてバックアップできる体制の構築を進めています。工学部・工学研究科技術部も総合技術部の動向に対応できるように、これまでの班構成から職群に合せた構成への移行を考えており、まずは部局内でのバックアップ体制の構築とより高いレベルでの支援が継続できるように人材の育成を図ることに注力していきたいと考えています。

2021年に入っても新型コロナウイルス感染症の終息は見えませんが、このような状況の中では、教員・事務職員・技術職員がより強く連携することが重要であり、世界をリードする先端技術開発への支援あるいは社会で即戦力となる人材育成を進めていく上で、少しでも高いレベルの支援ができる技術部として役割を担うことができるように邁進していきたいと思えます。

本誌は、コロナ禍の状況であり活動としては少ないかもしれませんが、この状況に対応したコロナウイルス感染症防止対策やオンライン授業への支援、参加が容易になったオンライン研修の受講をはじめ今後の研究・教育に役立つ技術などを身につけることができた準備期間でもあり、その活動について報告していますのでご一読いただけると幸いです。

最後になりましたが、技術部を取り巻く環境も変革の時期を迎えておりますが、研究・教育支援への取り組みはこれまでと変わりませんので、今後とも教職員の皆様からのご支援・ご鞭撻を賜りますようよろしくお願い申し上げます。

1年を振り返って

東北大学総合技術部 工学部・工学研究科技術部
副技術部長



本宮 憲一



船水 和義

2020年度（令和2年度）は、工学部・工学研究科技術部がこれまで数年間かけて進めてきた自立運営として、技術職員が技術部長を担う最初の年となりました。

そのような工学部・工学研究科技術部にとって大きな変化の年にも関わらず、年度当初より新型コロナウイルス感染症のパンデミックというこれまで経験したことが無い1年の始まりで、すべてがバタバタした状態でのスタートとなりました。

日常生活に始まり、業務のやり方についても多くのことがこれまでとは違う方法へ変更することを余儀なくされ、授業はオンライン授業へ、学生実験・実習もオンライン化へ変更され、それらの対応のため実習テキストの修正や動画作成などこれまでの業務とは違うことの連続でした。

他にもオンライン安全巡視やアルコール消毒・三密防止による感染予防対策実施の徹底など、今できる最善の対策をとり大学の教育・研究活動ができるよう支援してきました。

また、4月は国内や県内での急速な感染拡大により、ゴールデンウィーク前からの工学研究科ロックアウトの実施、時差出勤・在宅勤務の活用など働き方においても大きな変化があった時期でした。技術部運営委員会をはじめとする主要な会議は、オンライン会議へと変わり慣れない会議運営に戸惑うことの連続でした。

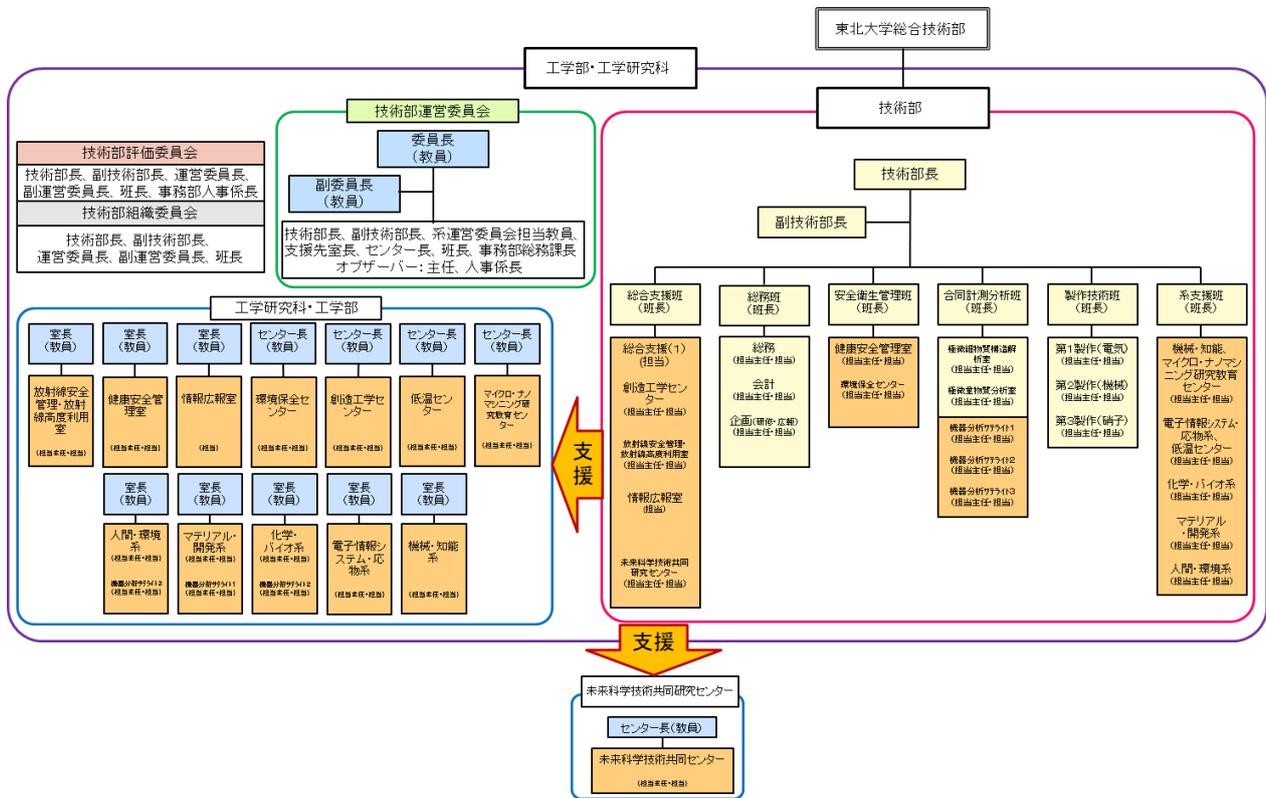
技術部の研修においてもこれまで通りの開催とはいかず、いろいろな制限がある中で様々なアイデアや取り組み方を考えて活動しました。

8月5日、6日に実施された一般研修は、例年では技術職員が一堂に会する絶好の機会であり、業務に関連した専門研修の報告や技術開発助成課題の成果報告に対して、活発な質疑応答が行われるのですがそれは叶いませんでした。オンラインで研修を行うにあたり、研修を担当する総務班・企画担当のメンバーも大変な苦勞があったと思いますが、これまでの経験を活かしながら運営にあたっただけでした。一般研修が開催でき無事に終了しことは、企画担当メンバーの活動並びに皆さま方のご協力があったからこそ改めて感謝申し上げます。

これらの経験が、2020年度同じくオンライン開催となった8月25日～27日開催の「国立大学法人等東北地区技術職員研修」や3月3日～5日開催の「総合技術研究会2021 東北大学」における皆さまの活躍にも繋がったのではないかと考えております。

コロナ禍という厳しい状況の中でも皆で協力しやりぬくことが出来ました。未だ先行き不透明な状況が続いていますが、引き続き皆さまにご協力いただきながら、技術部の活動に精進したいと思っております。

令和2年度 東北大学工学部・工学研究科技術部 組織図



工学部・工学研究科 技術部関連各委員会委員一覧

技術部運営委員会

運営委員長： 服部 徹太郎
 副運営委員長： 安藤 康夫 木村 祥裕
 技術部長： 阿部 茂樹
 副技術部長： 本宮 憲一 船水 和義
 教 員： 水谷 正義 (機械・知能系) 長谷川 晃 (放射線安全管理・放射線高度利用室)
 松浦 祐司 (電子情報システム・応物系) 青木 秀之 (化学・バイオ系)
 佐藤 裕 (マテリアル・開発系) 木村 祥裕 (人間・環境系)
 金森 義明 (マイクロ・ナノマシニング研究教育センター) 高橋 信 (情報広報室)
 李 玉友 (健康安全管理室) 平塚 洋一 (未来科学技術共同研究センター)
 安藤 康夫 (低温センター) 服部 徹太郎 (環境保全センター、総合技術部)
 猪股 宏 (合同計測分析) 陳 強 (創造工学センター)
 技術職員： 菊池 裕人 (総合支援班長) 菊池 都士 (総務班長)
 本間 誠 (安全衛生管理班長) 望月 俊介 (合同計測分析班長)
 亀田 一彦 (製作技術班長) 斉藤 宏秋 (系支援班長)
 総務課長： 佐藤 政行 (事務部)

〔オブザーバー〕

人事係長： 照井 朝子 (事務部)
 担当主任： 沼澤 みどり (総合支援班 総合支援(1)) 菅原 勇 (総合支援班 創造工学センター)
 櫻田 喬雄 (総合支援班 放射線安全管理・放射線高度利用室) 前田 桂史 (総合支援班 未来科学技術共同研究センター)
 中野 陽子 (総務班 総務・会計) 根本 真奈 (総務班 企画(研修・広報))
 三上 恭訓 (安全衛生管理班 健康安全管理室) 富樫 晋 (安全衛生管理班 環境保全センター)
 宮崎 孝道 (合同計測分析班 極微細物質構造解析室) 高階 卓哉 (合同計測分析班 極微量物質分析室)
 大比良 由紀絵 (合同計測分析班 機器分析サテライト1) 茅森 俊介 (合同計測分析班 機器分析サテライト2)
 早尾 純二 (製作技術班 第1製作) 沖山 研二 (製作技術班 第2製作)
 笠原 哲也 (製作技術班 第3製作) 石川 一夫 (系支援班 電子情報システム・応物系)
 木浪 常利 (系支援班 マテリアル・開発系) 丸尾 知佳子 (系支援班 人間・環境系)

技術部組織委員会

運営委員長： 服部 徹太郎
 副運営委員長： 安藤 康夫 木村 祥裕
 技術部長： 阿部 茂樹
 副技術部長： 本宮 憲一 船水 和義
 班 長： 菊池 裕人 (総合支援班) 菊池 都士 (総務班) 本間 誠 (安全衛生管理班)
 望月 俊介 (合同計測分析班) 亀田 一彦 (製作技術班) 斉藤 宏秋 (系支援班)

技術部評価委員会

運営委員長：服部 徹太郎

副運営委員長：安藤 康夫 木村 祥裕

技術部長：阿部 茂樹

副技術部長：本宮 憲一 船水 和義

班長：菊池 裕人 (総合支援班) 菊池 都士 (総務班) 本間 誠 (安全衛生管理班)

望月 俊介 (合同計測分析班) 亀田 一彦 (製作技術班) 斉藤 宏秋 (系支援班)

人事係長：照井 朝子 (事務部)

年間活動報告

令和2年度 技術部 会議および行事報告

ここでは、今年度に実施した技術部関連の各種会議および主な行事について報告します。詳細については、これに続く各班の報告をご参照下さい。

月	会 議	そ の 他
4	コロナウイルス対策班長会議(4/9,4/13)	・技術部通知書交付式(4/1)
	総合技術部統括専門員会議(4/15)	
	職群代表者会議(4/15)	
	第1回班長会議(4/22)	
5	第1回技術部評価委員会(中止)	
	総合技術部統括専門員会議(中止)	
	職群代表者会議(延期)	
	第1回技術部運営委員会(5/22)	
6	総合技術部統括専門員会議(6/17)	
	職群代表者会議(6/17)	
	第2回班長会議(6/26)	
7	総合技術部運営委員会(7/2)	
	総合技術部統括専門員会議(7/22)	
	職群代表者会議(7/22)	
	適正配置部局長ヒアリング打ち合わせ(7/29)	
8	総合技術部統括専門員会議(8/19)	・技術部一般研修(8/5～6) ・東北地区技術職員研修(8/25～8/27)
	職群代表者会議(8/19)	
	適正配置部局長ヒアリング(8/31)	
9	職群代表者会議(9/16)	
	第3回班長会議(9/18)	
	総合技術部人事小委員会(9/25)	
10	総合技術部統括専門員会議(10/2、21)	・技術部新人研修(10/8)
	第2回技術部運営委員会(10/6)	
	職群代表者会議(10/21)	

11	総合技術部人事小委員会(11/9)	
	総合技術部統括専門員会議(11/18)	
	職群代表者会議(11/18)	
12	第1回組織会議(12/3)	
	第4回班長会議(12/3)	
	総合技術部人事小委員会(12/4)	
	総合技術部統括専門員会議(12/16)	
	職群代表者会議(12/16)	
	総合技術部運営委員会(12/18)	
1	第2回組織会議(1/13)	
	総合技術部統括専門員会議(1/20)	
	職群代表者会議(1/20)	
	第3回組織会議(1/21)	
	第5回班長会議(1/21)	
2	第3回技術部運営委員会(2/5)	
	総合技術部統括専門員会議(2/17)	
	職群代表者会議(2/17)	
3	第6回班長会議(3/12)	<ul style="list-style-type: none"> ・技術部活動報告会(3/17) ・総合技術研究会 2021 東北大学(3/3-3/5)
	総合技術部統括専門員会議(3/17)	
	職群代表者会議(3/17)	

- 総合支援(1), (2)
- 創造工学センター
- 放射線安全管理・放射線高度利用室
- 未来科学技術共同研究センター

1. 総合支援班について

総合支援班は、工学研究科各系等への横断的な技術支援を行う総合支援(1)、再雇用職員から構成される総合支援(2)、共用施設である創造工学センター、放射線安全管理・放射線高度利用室、未来科学技術共同研究センターにてそれぞれ技術支援を行う3担当の合計5担当から構成されます。以下に総合支援班の2020年度の活動を報告します。

2. 各担当の業務

2.1 総合支援(1)

当技術部の総合支援室を拠点に、6名の班員が工学研究科内外から寄せられた技術支援依頼や技術相談対応、さらには1年を通じた長期の技術支援依頼を担当しました。

[総合支援(1)の今年度の主な業務]

- ・ 技術支援および技術相談対応
情報ネットワークの保守・管理、情報システム開発・運用、Web ページ作成・更新、各種サーバ管理、情報処理室等運営の技術的支援、オンライン技術に関する相談・運用支援、学生実習等での技術的支援、入試広報室の支援 など
- ・ 1年を通じた長期の技術支援 8件
マテリアル・開発系 NMR 室支援 (NMR ; Nuclear Magnetic Resonance (核磁気共鳴装置))
情報広報室支援 (工学研究科ネットワーク統一管理および広報)
各部署・施設の情報システムの保守・管理支援 (化学・バイオ系、マテリアル・開発系、土木工学専攻、都市・建築学専攻、環境保全センター、工学教育院)

2.2 総合支援(2)

再雇用職員の組織的枠組みとなります。再雇用職員はそれぞれの配置先の業務を担当しました。

2.3 創造工学センター

本センターは創造性豊かな学生の育成や、学生・教職員が基本的実験技術・技能を習得する場として設置されています。各種装置等の操作に関する講習会や小中学生向け科学教室も開催しております。4名の班員がこれらの取り組みが円滑に実施されるよう支援を行いました。

[創造工学センター担当の今年度の主な業務]

- ・ センター管理業務 (利用者対応・技術相談対応、各種装置・PC のメンテナンス、Web ページ管理、センター受付システムの開発など)
- ・ センター主催講習会の運営・指導 (工作機械操作に関する講習会「匠の心」での指導など)
- ・ 機械加工室利用者への技術指導
- ・ 東北大学サイエンスキャンパス支援 (小・中・高校生向け体験型科学教室)
- ・ 電気情報理工学科 応用物理学コース支援 など

2.4 放射線安全管理・放射線高度利用室

量子エネルギー工学専攻 (量子サイエンスコース) に位置する大規模な放射線施設は、研究目的あるいは放射性物質の取扱いに関する教育などに広く活用されています。6名の班員が施設の維持管理や安全管理、研究支援や技術指導などを担当しました。

[放射線安全管理・放射線高度利用室担当の今年度の主な業務]

- ・ 放射線安全管理業務
放射線施設の報告書作成 (法令対応、核燃料物質等の使用変更承認申請)、規定類の作成、放

- 射線量測定, 作業環境測定, 核燃料物質保障措置検査対応, 学内関連委員会への出席 など
- ・実験施設管理業務
 - 放射性同位元素実験室, 高速中性子実験室, 臨界未満実験装置室等における施設の維持管理・環境整備, 学内外の装置利用者対応, 研究支援, 技術指導, 安全衛生管理 など
- ・放射線およびエックス線の安全取扱いに関する全学講習会の検討WG, 研究実験支援, 量子フォーラム支援 など

2.5 未来科学技術共同研究センター(NICHe; New Industry Creation Hatchery Center)

本センターは東北大学と産業界等との共同研究推進を目的に設置されました。2名の班員が研究基盤の整備, 研究活動支援, 施設の維持・管理などを担当しました。

[未来科学技術共同研究センター担当の今年度の主な業務]

- ・センター管理業務 (施設内の装置の保守管理, ネットワーク管理, セキュリティシステム管理, 薬品管理システムの管理, 安全衛生管理など)
- ・プロジェクト支援 (既存プロジェクトへの技術支援, 新規プロジェクト立ち上げ・基盤整備支援, 技術指導 など。今年度は創・蓄・充電システムのデータ収集システム製作, 5G ネットワークに関するプロジェクトなどを支援)

※ 今年度は2020年8月に東北地区国立大学法人等技術職員研修, 2021年3月に総合技術研究会2021東北大学がそれぞれ本学主催でオンライン開催されました。班員の多くがこれらに運営スタッフとして参加し, 研修および大会の成功に大きく貢献しました。

3. 班の1年の記録

[発表]

- ・学外の技術職員研究会 4件 (機器・分析技術研究会, 高エネルギー加速器研究機構技術職員シンポジウム各1件, 総合技術研究会2021東北大学2件)
- ・工学部・工学研究科技術部主催 4件 (一般研修4件)

[学術指導] 1件 (株式会社TAANE)

[科学研究費補助金・奨励研究採択] 1件

[東北大学工学研究科・工学部技術職員技術開発助成採択] 個人(継続)1件, グループ1件

[主な受講研修・聴講] ※紙面の関係上10点のみ掲載

- ・CSSC 第2回制御システムセキュリティ研修
- ・NEDO モノづくり日本会議「TSC Foresight」
- ・NII 大学等におけるオンライン教育とデジタル変革に関するサイバーシンポジウム
- ・日本核磁気共鳴学会主催 NMR 討論会2020
- ・計算科学研究センター・ナノテクノロジープラットフォーム事業合同ワークショップ
- ・日本原子力学会主催 南東北原子力シンポジウム
- ・ZOOM アカデミージャパン主催 Zoomで撮影した動画の徹底活用法, およびZoom主催者セミナーアドバンス
- ・G Suite 活用研修
- ・総合技術部主催研修 (分析・評価・観測群 micro ED 講習会, 情報・ネットワーク群全体会, 男女共同参画部会研修, 電気通信研究所 研究基盤技術センター技術講演発表会など)
- ・学内講習会 (工作機械取扱, レーザー機器取扱, 化学物質リスクアセスメントなど)

本学においても新型コロナウイルス感染症の影響を大きく受けた一年でした。これまで実験・実習の指導や実験装置の操作・管理などを通して教育研究活動支援を行ってきた我々技術職員にとっても, 少し異なる形態での技術支援が求められた一年でもありました。班員は実際にこのコロナ禍で, 通常業務で確認されていた課題改善や新たな視点での業務に取り組みました (実験装置の制御プログラム等の更新, 分析機器集約・共通化のための検討, オンライン技術習得と業務への活用, 遠隔監視システムの構築など)。逆境と呼べる状況であったと思いますが, 技術職員としての強みは何か, 今後どのような技術支援で本学の教育研究活動に貢献していくかを各々が見つめ直し, 踏み出す大事な機会になったのではないかと考えます。

- 総務・会計
- 企画(研修, 広報)

○総務班について

◇総務・会計担当

技術部組織の事業活動が円滑に進むよう事務全般を通して技術部の運営を支えております。本担当は専任の非常勤職員2名が総務担当と会計担当に分かれて業務にあたり、事務手続きなどの確認作業は担当主任と連携を図りながら業務に従事しております。

◇企画担当

技術部の企画・運営(各研修など)、広報活動を担っており、3つのワーキンググループ(研修, 報告集, Web)の各リーダーと企画担当主任を中心に、連携を図りながら業務に従事しております。

○総務担当

◇総務担当の今年度の主な業務

- ・勤務時間管理システムによる出勤・超過勤務・休暇の管理・処理
- ・事務連絡および各種提出書類等に関する手続き・処理
- ・研修および出張に関する手続き・処理(旅費業務システム)
- ・各種健康診断等に関する通知と受診取りまとめ
- ・各種技能講習および安全教育等に関する通知と受講取りまとめ
- ・電気設備点検等の取りまとめ
- ・運営委員会の通知および出欠取りまとめ
- ・TOEIC 団体受験に関する取りまとめ
- ・科学研究費助成事業(奨励研究)公募, 交付申請など取りまとめ
- ・技術開発助成の申請など取りまとめ
- ・旅費業務システムによる手続き・処理
- ・年度末(年末調整), 新年度に向けた各種取りまとめ

○会計担当

◇会計担当の今年度の主な業務

- ・分析利用料金および製作加工料金の振替依頼に係る作業
- ・支払い手続きに関する問い合わせ対応
- ・購入物品等の支払い処理
- ・コンプライアンス教育実施に関する通知と受講および誓約書の取りまとめ
- ・(TSC) 設備の共同利用に関する調査および貸付に関する単価算出等についての取りまとめ
- ・会計に係る事務連絡および各種手続き
- ・予算照会・旅費業務・購買業務システム閲覧権限の登録及び所管権限の設定

- ・予算管理

○企画担当

◇企画担当の今年度の主な業務

【技術部一般研修の開催】

- ・8月5日（水）9時～11時20分、6日（木）9時～11時15分
- ・中央棟2階の大会議室を配信場所としてオンライン開催（Google meet）
- ・出席者：8月5日は78名、8月6日は82名の方に出席していただきました。
- ・技術開発助成課題成果報告9件と専門研修報告5件があり、発表者が事前に撮影した動画を配信して、後日にアンケート形式で質問を受け付けました。

【技術部初任者研修の開催】

- ・10月8日（木）9：00～17：00
- ・研修会場は中央棟4階中会議室で開催
- ・施設見学（11施設）
- ・AED研修として基本学習（基礎的な応急手当の知識、応急手当の重要性（動画）と実技講習（心肺蘇生法、AEDの使用法などの体験）を実施しました。

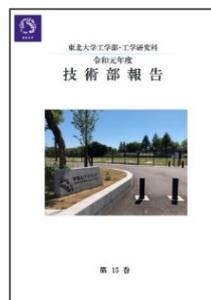
【技術部活動報告会の開催】

- ・令和3年3月17日（水）14時～16時10分
- ・オンライン開催（Zoom）、参加者74名
- ・事業・会計報告、各班の活動報告、総合技術部の動向

【広報活動】

- ・令和元年度の技術部報告第15巻の発行
- ・技術部ニュースレター WAZA Vol.12 の発行
- ・技術部パンフレット更新版の発行

本年度は新型コロナウイルス感染症の影響もあり、様々な活動が制限されました。その中で広報活動において技術職員の皆様には本当にご支援やご協力を賜りましたこと感謝申し上げます。次年度も企画担当の企画・運営、広報活動にご協力いただきますようお願い申し上げます。



技術部報告第15巻



WAZA Vol.12



技術部パンフレット

- 健康安全管理室
- 環境保全センター

1. 体制

安全衛生管理班（令和2年度）は、工学研究科の安全衛生管理を推進する健康安全管理室と、東北大学の実験廃液、排水の管理を行う環境保全センターに派遣されて技術的業務を行う職員から構成されている。班員（令和2年度）は安全衛生と環境保全の管理業務に専任し、健康安全管理室、環境保全センターから構成されている。

安全衛生活動や環境保全活動は、研究室の学生、教職員一人ひとりの活動の積み重ねである。研究室の支援を担当する各系・組織担当の安全・衛生管理者と連携・協力して業務を行っている。

2. スローガン

「安全衛生教育を充実させ、研究室の安全衛生活動の支援を推進する。」

3. 各担当の主な業務

(1) 健康安全管理室

- ・工学研究科等安全衛生委員会に関する技術的事項
 - 化学物質や実験機器に関する管理取りまとめや安全教育の立案、運営
 - 防災体制の構築や防火防災訓練の立案、運営
 - 職場巡視をはじめとした研究室の安全衛生活動の支援
- ・作業環境測定結果のフォローアップ、結果の整理
- ・局所排気装置、エックス線装置等の設置・移動・廃止に伴う届出手続き
- ・工学研究科・工学部の安全マニュアルの改訂
- ・電子情報システム・応物系 新南実験等の建て替えに伴う高圧ガス管理の対応
- ・化学物質管理、IASO システム、防災管理に関する大学の検討部会における委員
- ・各種安全衛生教育のオンライン化検討・教材作成
- ・オンラインによる職場巡視の対応
- ・新型コロナウイルス感染症対策の対応

(2) 環境保全センター

- ・全学の研究室を対象とした廃液処理管理、排水分析管理業務等
- ・廃炉作業に向けた準備などの対応
- ・化学物質管理に関する大学本部、他部局への支援、廃液管理システムの運用支援
- ・IASO システムに関する大学の検討部会における委員
- ・廃液管理システムにおけるオンライン教材の作成
- ・他部局学生実験ガイダンスの支援

(3) 総合研究棟安全衛生管理

- ・工学研究科等安全衛生委員会の審議事項を総合研究棟で実施、運営
- ・総合研究棟の安全衛生活動の立案、推進
- ・少量危険物貯蔵所や高圧ガス集合配管など設備の管理

4. 班全体・班共通の今年度の主な活動

- ・安全衛生管理班ミーティング 6月3日、10月22日
- ・安全衛生管理室技術打ち合わせ 毎月の第1週

5. 総合技術部における活動

- ・安全・保守管理群の全体研修参加（2月10日）
- ・総合技術研究会 2021 の準備・運営・参加（3月3日～3月5日）

6. 安全教育のオンライン化の推進

今年度は新型コロナウイルス感染拡大に伴い、従来は対面で行っていた安全教育の多くはオンライン化した。受講時間の融通のしやすさ、繰り返し視聴することができる等の利点があり、従来からの課題であった教育教材のオンライン化が一気に進んだ。

オンライン化、あるいは動画の利用等を行った主だった教育を以下に示す。

- ・化学物質安全衛生教育 → classroom・オンデマンド
- ・高圧ガス保安教育 → Google drive・オンデマンド
- ・化学物質 RA → Google drive・資料配布
- ・工作機械安全教育 → Google drive・オンデマンド
- ・レーザー機器安全教育 → MS live event・準リアルタイム
- ・学生実験ガイダンス → リアル講習（オンデマンド教材の準備）
- ・廃液管理支援システム説明会 → 自動音声 PPT・オンデマンド



化学物質安全衛生教育



高圧ガス保安教育



廃液管理支援システム

7. 科研費の採択

令和2年度科研費助成事業 奨励研究1件（渡邊）

研究課題：火災時の現象を体験する実践的な居室を用いた煙体験訓練の改良

8. 研修会、講習会、セミナー等

- ・新型コロナウイルス感染症シンポジウム（参加）
- ・第38回大学等環境安全協議会，第36回大学等環境安全協議会 技術分科会（聴講）
- ・令和2年度東北地区国立大学法人等技術職員研修（聴講）
- ・アズワン株式会社・帝人株式会社 共催特別セミナー（参加）
- ・土壌汚染対策セミナー（受講）
- ・化学物質に関するリスク評価とリスク管理の基礎知識（聴講）
- ・第36回大学等環境安全協議会 技術分科会（聴講）
- ・局所排気装置等定期自主検査者養成講習（受講）
- ・ZOOMで作る動画撮影・編集セミナー（参加）
- ・生物・生命科学群専門研修（参加）
- ・理学研究科・理学部技術研究会（参加）
- ・安全衛生防災 ML 第2回オンライン講演会（参加）
- ・個人用保護具オンラインセミナー（参加）
- ・総合技術研究会 2021 東北大学（準備・運営）

- 極微細物質構造解析室（総合研究棟 B01 室）
- 極微量物質分析室（総合研究棟 B02 室）
- 機器分析サテライト 1（マテリアル・開発系）
- 機器分析サテライト 2（化学・バイオ系）
- 機器分析サテライト 3（人間・環境系）

1. 合同計測分析班について

合同計測分析班は、工学研究科内の大型分析装置の維持・管理・運用と化学分析に関する技術提供を通し、全部局を対象として学内の研究活動を支援しています。また、産学連携推進を目的として設立された学術指導制度により、学外の研究機関や民間企業に対する技術指導や分析相談にも対応しています。班の運営するウェブサイトでは、管理装置の紹介や装置故障・メンテナンスなどの最新情報の発信とともに、装置の利用方法や注意事項なども掲載しています。また、学内外からの分析相談に対応する窓口も開設しています（<http://www.tech.eng.tohoku.ac.jp/sosiki/goudou/index.html>）。

主な業務内容・活動

- ・ 機器分析装置の維持・管理・運用、依頼分析業務対応と利用料金集計
- ・ 学術指導の実施（2020年度：7件）
- ・ 各種のセミナーや技術研究会等への参加
- ・ 総合技術部や職群の研修への参加・企画
- ・ 学生実験・委員会活動・オープンキャンパス対応などの系支援作業（機器分析サテライト）

合同計測分析班のスローガン

学内の分析装置の安定した運用や分析に関する技術指導等を通して、教育研究のための技術支援を適切に行うこと。

2. 2020年度の活動

2-1. 新型コロナウイルスの影響

在宅勤務について

BCP レベル 4 までの引き上げに伴い、4 月中旬から 6 月まで在宅勤務の対応を行いました。6 月以降に感染状況が落ち着いた頃から通常の対応に戻りましたが、12 月頃から再び感染が増加し、1 月からは BCP レベルが上がって、再び在宅勤務の要請がなされました。しかし、この時期は卒論・修論の関係で業務依頼が多く、在宅勤務は困難なため、感染対策を徹底して業務対応しました。

学外への移動など

職員の出張は BCP に従って対応しました。学外者の来学については特に規制がないため、相手方の機関の対応に頼らざるを得ないところがありました。県外からの来学者に対しては、健康チェックシートを作成して対応する部署もありました。

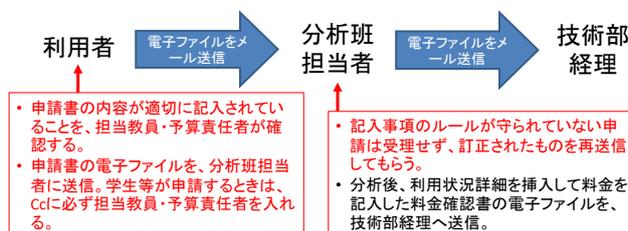
2-2. 研究科長戦略的経費の申請状況

1. 液体クロマトグラフ質量分析計用ロータリーポンプの更新
配分額：1,736,000 円
2. 極微量物質分析室におけるマイクロ天秤の更新
配分額：2,868,000 円
3. 収差補正走査透過型電子顕微鏡高圧タンク及び集束絞り交換
配分額：3,013,000 円
4. 同時角度分解型 X 線光電子分光分析装置（XPS）における検出器交換
配分額：2,810,000 円

申請時のヒアリングでは、更新・修理に係る費用を技術部として賄うことが出来るような体制整備を至急進めるべきである、などのコメントがあり、現在以上の自主的な予算運用と機器管理の整備が求められました。

2-3. 電子申請への移行 (2020年10月～)

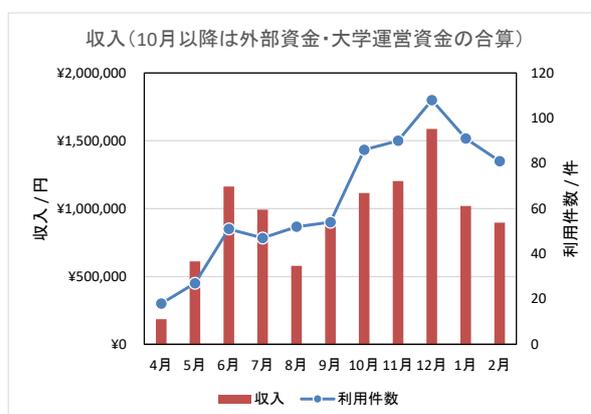
2020年6月に東北大学はオンライン事務化を宣言し、学内申請手続や決裁手続は原則印鑑フリーとして完全オンライン化を推進することになりました。これを受けて、紙媒体で行われていた分析班の利用申請も押印を廃止し、電子ファイルによる電子申請の方式に移行しました(「若手研究者に係る共用設備利用支援制度」にも対応)。右図の流れで対応しており、トラブルなく移行が進みました。



2-4. 利用状況など (2020年4月～2021年2月集計分)

利用件数

分析依頼申請書を基準とした利用件数は、班全体で毎年1,000件近くに達します。今年度は新型コロナウイルスの影響で、研究活動に制限が伴った影響から4～5月は例年より利用件数は少なめでしたが、6月以降は例年通りになりました。利用者の割合は、工学研究科の五系(機械・知能系、マテリアル・開発系、電子情報システム・応物系、人間・環境系、化学・バイオ系)が全体の約60%で、残りが他部局からの利用となり、全学的な技術支援となっています。右図は今年度の収入と利用件数の推移をまとめたもので、増減の傾向は例年通りです。



相談件数

合同計測分析班の問い合わせ窓口寄せられた相談は、34件でした。相談は工学研究科だけでなく、他学部や学外からも寄せられ、今年度は学外機関からの相談が5件あり、例年より多めでした。また学術指導契約は7件(2019年度:5件)でした。

2-5. 受賞等

- ・ 公益社団法人日本金属学会 第52回研究技能功労賞(赤尾)
- ・ 令和2年度 東北大学総長研究支援技術賞(極微量物質分析室、ICP-MSグループ:中野、高橋)

3. 班運営の展望

大型分析装置のメンテナンス費用の予算獲得は厳しい状況が続いており、装置更新の予算獲得はさらに困難となっています。当班の管理装置には、本学導入後に10年以上経過したものやメーカーサポートが終了したものが複数あります。装置はいずれ老朽化して使用不可になりますが、大学本部や部局からの支援がない場合、利用料金の収入だけでは更新できず、運営に限界があります。大学・部局として共用機器の運用を続けるために、抜本的な改革が必要と考えられます。

- 第1 製作(電子情報システム・応物系およびマテリアル・開発系)
- 第2 製作(機械・知能系)
- 第3 製作(電子情報システム・応物系)

● 通常業務

1. 工作機械での試験片や部品・装置などの製作
2. 工作機械や機器などの設備や施設の保守管理
3. 工作実習や実験などの技術的指導や機械操作の支援
4. 総務班企画担当の兼務(2名)

● 業務依頼

1. マテリアル・開発系 機械工作実習支援(オンライン授業用動画撮影)
2. 機械・知能系 機械工作実習支援(オンライン授業用動画撮影と対面授業)
3. 機械・知能系 クラシックカー整備とエンジン始動支援
4. 機械系教職員親睦会(機友会)主催の試作センター施設見学への対応
5. 機械・知能 「航空実験Ⅱ 研削加工」 工作機械操作支援
6. 創造工学センター 「匠の心」 実技指導支援

● 委員会への出席

1. 電子情報システム・応物系 安全衛生委員会
2. マテリアル・開発系 防災衛生委員会
3. 機械・知能系 安全衛生委員会

● 資格取得

- ① 粉じん作業特別教育 4名受講取得
- ② 低電圧電気取り扱い業務特別教育 1名受講取得

● 研修会受講など

- ① 東北地区国立大学法人等技術職員研修
日時：令和2年8月25～27日(オンライン)
専門研修「柔らかい樹脂材料の機械加工コース」
受講者：1名
- ② 加工・開発群 工学機械チーム1
日時：令和3年1月18日
研修題目：「新工場移設時に関する安全作業研修」
受講者：8名
- ③ 加工・開発群 工学機械チーム2
日時：令和3年2月16日
研修内容：「対面業務における新型コロナウイルス感染予防対策セミナー」
受講者：10名 (講師を迎えての講演と質疑応答)
- ④ 加工・開発群 ガラス加工チーム
日時：令和3年1月22日
研修内容：「異種ガラス同士の間接ガラスによる段継ぎ加工実技研修」
受講者：3名(オンライン)

● 製作依頼時提出書類の改訂(令和2年10月1日～)

「製作依頼申請書兼料金確認書」および「製作依頼内訳書」の依頼者および会計担当の押印廃止と「若手研究者に係る共用設備利用支援制度」に対応した書式に改訂

- 今年度の製作依頼受付状況について
 今年度は、4・5月がコロナ禍による影響で製作依頼件数が減少となった。
 また、1・2月は、第1製作および第3製作の新棟移設に伴う作業のため、
 製作依頼受付や加工を停止したために減少となった。
 令和2年4月1日～令和3年3月31日までに696件の依頼があった。



- 第1および第3製作の新棟移設について
 令和元年7月より、第1製作の機械等はマテリアル・開発系プレハブ棟・マテ系工場・
 電子情報システム・応物系3号館・機械系試作センターなどに、第3製作の機械等は、
 電子情報システム・応物系北研究棟と別館倉庫に分散して仮移設した。これは機械を運び入
 れる間口の大きさや設置スペース・高さが制限され配置先が限定されたためであった。
 その後、令和3年1月14日に完成した教育実験研究棟には2月中旬から3月上旬までに
 すべての機械設備の移設が完了した。仮移設と合わせ2回の移設と分散した場所の整理など
 手間のかかった移設のほか、新棟に入る研究室も同時期に引越しているため大変過密な
 作業であった。
 新しい工場は、空調設備がしっかり完備されていることや天井が高いので
 大変広く感じ作業がしやすくなっている。
 今後は、30年以上経過している工作機械がまだまだ多いため、先進的な研究に対応できるよ
 うに、これらの工作機械を早く最新に更新できるように活動していきたいと思います。



第1製作機械工作室



第3製作ガラス工作室

- 機械・知能系(機知)
- 電子情報システム・応物系(電応)
- 化学・バイオ系(化バ)
- マテリアル・開発系(マテ)
- 人間・環境系(人環)

系支援班について

系支援班は工学部・工学研究科の機械・知能系、電子情報システム・応物系、化学・バイオ系、マテリアル・開発系、人間・環境系の5系それぞれを担当する技術職員31名と、再雇用職員3名の計34名で構成されます。担当する系では、学生実験・実習・演習とそれらを行うための環境の維持・管理も含めた支援や、安全衛生管理の面から系の学生に対して行われる各種安全教育やセミナーの企画・運営等、広範囲にわたる教育・研究支援をはじめ、必要とされる様々な業務への対応および支援が基本的な活動となっています。その他、工学部内外から技術部へ寄せられる問い合わせや依頼に対しても、他班との連携を図りながら個々の技術も活かして対応しています。

また、総合技術部の各職群で企画される専門研修や学外で開催される研究会への参加等で、各自スキルアップのための自己研鑽に励んでいます。

以下に、今年度系支援班各系担当で行われた活動の一部を記載致します。

【教育・研究活動支援】

(機知)：機械・知能系実験実習支援、マイクロ・ナノマシニング研究教育センター実験装置管理・指導、創造工学センター支援(万能試験機講習会講師)、展示用クラシックカー整備、機械系広報業務支援、安全衛生管理者・危険物質等総合管理システム運用支援、総合技術研究会2021東北大学関連支援、コロナ感染症対策支援

(電応)：電気系学生実験・教育用計算機システム演習・応用物理学専攻学生実験支援、共通実験室・スーパークリーンルーム運用管理支援、低温センター運用管理支援、Step-QIスクールロボティクスコース講師、11)城南高校東北大学連携実習の対応、共通実験室維持保守管理支援、実験研究用デバイス作成支援、電子回路設計製作技術支援、安全衛生管理者・危険物質等総合管理システム運用支援、耐震固定支援、電気配線等技術支援、総合技術研究会2021東北大学関連支援、コロナ感染症対策支援

(化バ)：系学生向け安全教育・環境安全マネージメント講習会(企画・運営・講師)、化学バイオ工学学生実験支援、オープンキャンパス支援(オンライン機器分析体験コース)、放射線施設(生物化学RIB)管理支援、危険物質総合管理システム全学システム統括運用担当者、化学系高圧ガスボンベ管理、耐震固定支援、安全衛生管理者、コロナ感染症対策支援

(マテ)：マテリアル・開発系学生実習・実験支援、共通実験室(化学分析室, X線室, 材料加工室)装置管理運用支援、液体窒素充填支援、加工依頼対応(圧延, スウェーピング, サーボプレス)、加工装置使用方法教育、技術部初任者研修 AED 講習実技講師、耐震固定支援、安全衛生管理者・危険物質等総合管理システム運用支援、総合技術研究会2021東北大学関連支援、コロナ感染症対策支援

(人環) : 社会基盤デザイン演習・建築材料学演習・建築設計教育支援、教育研究棟および実験施設の共通設備等管理運用支援、都市・建築学専攻 WEB サイト更新支援、系共通自家発電機定期稼働支援、サイクロトロン六ヶ所分室分析支援、酸欠危険作業監督業務、安全衛生管理者・危険物質等総合管理システム運用支援、総合技術研究会 2021 東北大学関連支援、下水中 Covid-19 モニタリング分析支援、コロナ感染症対策支援

【学会および研究会，研修，セミナー等】

(機知) : 技術部一般研修(口頭発表)、令和 2 年度安全保守管理群全体会(参加)、東北地区国立大学法人等技術職員研修(参加)、総合技術研究会 2021 東北大学(参加)、局所排気装置自主点検者養成講習(受講)、低圧電気取扱い特別教育(受講)

(電応) : 機器・分析技術研究会(発表)、2020 年度東北地区国立大学法人等「係長級職員のためのラインケア研修」(受講)、技術部一般研修(発表)、令和 2 年度東北地区国立大学法人等技術職員研修(発表, 講師, 参加)、第 4 回大学技術職員組織研究会琉球会議(参加)、総合技術研究会 2021 東北大学(参加, 発表, 座長)、令和 2 年度技術交流会「有限要素法を用いた解析技術」(参加)

(化バ) : 技術部一般研修(参加)、技術部活動報告会(発表)、東北地区技術職員研修、総合技術研究会 2021 東北大学(参加)、総合技術部安全保守管理群全体会(参加)

(マテ) : 第 38 回大学等環境安全協議会シンポジウム(参加)、東北地区国立大学法人等技術職員研修(参加)、技術部一般研修(発表, 参加)、自己啓発研修(受講)、応急手当普及員再講習(受講)、2021 安全・保守管理群交流企画報告会(幹事)、技術部活動報告会(企画運営, 参加)、総合技術部安全保守管理群全体会(参加)、総合技術研究会 2021 東北大学(参加)

(人環) : 技術部一般研修(参加)、総合技術部 グローバル環境部会研修(参加)、自己啓発研修(受講)、東北地区技術職員研修(参加)、日本水環境学会オンラインシンポジウム(発表)、2020 年度機器・分析技術研究会(参加)、土木学会環境工学フォーラム(発表)、技術部活動報告会(参加)、総合技術研究会 2021 東北大学(運営, 参加)

【資格取得】

(人環) : 酸素欠乏危険作業主任者技能講習(株木)

【科研費および技術開発助成】

『科研費』(奨励研究 : 1 件)

研究課題名 : 「海の基礎生産力に応じた環境自立型養殖技術の最適化手法の構築」(丸尾^{人環})

『技術開発助成』(個人申請 : 4 件、グループ申請 : 1 件)

技術開発名 : 「汎用性集塵装置の開発」(山口^{人環})

技術開発名 : 「PIV 実験における安全な装置使用のための環境整備・開発」(会田^{人環})

技術開発名 : 「液晶セル製作における配向膜塗布の最適化とのスピンドーターの開発」(横山^{電応})

技術開発名 : 「演算アルゴリズムのハードウェア実装と評価に関する教育教材の開発」(阿部^{電応})

技術開発名 : 「膜厚均一性の向上を目的としたスピンドーター試料台の開発」(○渡辺^{機知}, 堂守^{機知})

今年度の主な活動業績

補助金・助成金採択状況

〔科学研究費補助金 奨励研究 採択課題一覧〕

氏名	所属班	担当	研究課題名
渡邊 武	安全衛生管理	健康安全管理室	火災時の現象を体験する実践的な居室を用いた煙体験訓練の改良
安東 真理子	総合支援	総合支援(1)	固体 NMR 法による酸素欠陥構造定量解析と材料開発に向けた指針構築
高橋 真司	合同計測分析	微量物質	ショットガンプロテオミクスによるアユ由来環境 DNA の起源解明
丸尾 知佳子	系支援	人間・環境系	海の基礎生産力に応じた環境自立型養殖技術の最適化手法の構築

〔工学研究科・工学部技術職員技術開発助成 採択課題一覧〕

氏名	所属班	担当	技術開発名
【個人】			
高階 卓哉	合同計測分析	微量物質	顕微 IR 用液体窒素自動供給ユニットの改良
山口 潤	系支援	人間・環境系	汎用性集塵装置の開発
会田 俊介	系支援	人間・環境系	PIV 実験における安全な装置使用のための環境整備・開発
佐々木 貴康	製作技術	第3製作	バーナー用カーボン治具の改良
横山 梨香	系支援	電子情報システム・応物系	液晶セル製作における配向膜塗布の最適化とスピコーターの開発
阿部 茂樹	系支援	電子情報システム・応物系	演算アルゴリズムのハードウェア実装と評価に関する教育教材の開発

【グループ】

原谷 奈津子 ¹ 沼澤 みどり ¹ 櫻田 喬雄 ² 堂守 佑希 ³	^{1, 2} 総合支援 ³ 系支援	¹ 総合支援(1) ² 放射線安全管理・ 放射線高度利用室 ³ 機械・知能系	タブレット端末の活用による安全巡視の効率化と巡視情報のシームレスな管理環境の構築
渡辺 壮 ¹ 堂守 佑希 ² 納富 勇太 ³	^{1, 2} 系支援 ³ 製作技術	¹ MNC* ² 機械・知能系 ³ 第2製作	膜厚均一性の向上を目的としたスピコーター試料台の開発

表彰・受賞

グループ名	内容
工学部・工学研究科 技術部 合同計測分析班 極微量物質分析室 ICP-MS グループ	令和2年度東北大学総長研究支援技術賞

資格等取得

氏名	所属班	担当	資格等
小山田 康紀	系支援	人間・環境系	研削といしの取替え等の業務（自由研削用）特別教育 修了 アーク溶接等の業務特別教育 修了
片倉 健司	製作技術	第2製作	粉じん作業特別教育 修了
株木 宏明	系支援	人間・環境系	酸素欠乏・硫化水素危険作業主任者
熊谷 琢	製作技術	第2製作	粉じん作業特別教育 修了
志賀 健士郎	製作技術	第1製作	粉じん作業特別教育 修了
高階 卓哉	合同計測分析	微量物質	応急手当普及員（資格更新）
玉木 俊昭	系支援	マテリアル・ 開発系	応急手当普及員（資格更新）
森合 裕樹	製作技術	第1製作	粉じん作業特別教育 修了
渡辺 壮	系支援	MNC*	局所排気装置等定期自主検査者養成講習 修了 低圧電気取扱業務特別教育 修了

※MNC:機械・知能系 マイクロ・ナノマシニング研究教育センター

学会・技術研究会等での発表

氏名	所属班	担当	題目等
株木 宏明	系支援	人間・環境系	総合技術研究会 2021 東北大学「土質試験に用いる乱さない試料の作製」、2021年3月3日～5日、東北大学（オンライン）
清水 嘉	系支援	電子情報システム・応物系	令和2年度東北地区国立大学法人等技術職員研修「非対角熱電発電素子のための簡易熱流体解析ツールのプラットフォーム構築」、2020年8月25日～27日、東北大学（オンライン）
			2020年度機器・分析技術研究会 in 奈良「非対角熱電発電素子のための簡易熱流体解析ツールのプラットフォーム構築」、2020年9月9日～11日、奈良先端科学技術大学院大学（オンライン）
玉木 俊昭	系支援	マテリアル・開発系	総合技術研究会 2021 東北大学「組織の中で行うメンタルヘルスケア-「係長級職員の為のラインケア研修」を受講して」、2021年3月3日～5日、東北大学（オンライン）
			2020年度機器・分析技術研究会 in 奈良「安全衛生防災メーリングリストの開設と活動報告」（連名）、2020年9月9日～11日、奈良先端科学技術大学院大学（オンライン）
古内 有希	合同計測分析	機器分析 サテライト2	令和2年度東北地区国立大学法人等技術職員研修「共通機器利用者の要望に応えるための取り組み」、2020年8月25日～27日、東北大学（オンライン）

その他

氏名	所属班	担当	題目等
清水 嘉	系支援	電子情報システム・応物系	2020年度東北地区国立大学法人等「係長級職員のためのラインケア研修」受講、2020年11月17日～18日、東北大学（オンライン）

令和2年度 一般研修報告

- 令和元年度 東北大学工学研究科・工学部技術職員技術開発助成採択課題成果報告

イオンビーム照射チャンバーの真空系及び ターゲットステージ系の整備・開発

遠山 翔

総合支援班 放射線安全・放射線高度利用室

1. はじめに

量子エネルギー工学専攻臨界未満実験装置室では、東日本大震災により学生実験に利用していた加速器が全損したことから、2014年度に1MV タンデムペロトロン静電加速器(米 NEC 社製)を新たに導入した。本加速器の主な特徴は、(1)軽イオンから重イオンまで加速することができる、(2)2段階加速のタンデム式のため数 MeV 級のイオンが容易に得られる、(3)電圧安定度が良いといったことが挙げられる。これまでに学生実験専用としてビームラインを1コース備え、2015年度から現在に至るまで本加速器を学生実験に利用してきた。

現在までに学内の複数の研究者や民間企業から本加速器を研究利用したいという声が出ていたことから、広範な研究に利用可能なビームラインを新設することが決まった。当実験室の限られた予算の中で整備を行う必要があったことから、新たに装置類を購入するのではなく、他施設から譲り受けた中古の装置やコンポーネント類(図1)を組合せて製作する必要があった。そこで本技術開発では、新たなビームラインの設置を目指し、特にターゲットチャンバの真空系とターゲットステージ系の整備・開発を目的とした。



図1 施設搬入直後のチャンバーの様子
機器の一部が取り外され計装配線が半分以上切断されてしまっている状態

2. ビームライン稼働までの整備・開発の流れ

予算の制約があったことから、今回はビームラインの立ち上げと関連する技術開発等の一連の作業を自前で行った。開発題目は真空系とステージ系に限定されているが、ビームライン稼働までの一連の作業に携わる機会は少ないことから、この機会を利用して今回行った整備・開発の流れを簡単にまとめる。

①中古ターゲットチャンバ及び周辺機器

- ・真空機器(TMP、バルブ、真空計等)のオーバーホール、交換、動作テスト
- ・ターゲットチャンバ単体のリークチェック
- ・真空制御系の整備・開発
- ・ステージ制御機器(モータ、コントローラ)のオーバーホール、動作テスト
- ・ターゲットステージ系の整備・開発
- ・その他(BPM、ファラデーカップ)の整備

②ビームライン及び周辺機器

- ・ビームラインの構成検討・設計、発注
- ・ビームライン設置、アライメント
- ・ユーティリティ(電気・圧空配管・制御/信号ケーブル)の配線
- ・完成検査

③ビームライン稼働

- ・ビームトランスポート
- ・ビームサイズ/強度測定
- ・イオンビーム分析装置テスト
- ・実験用ソフトウェア作成

④ユーザー利用開始

3. 真空制御系及びステージ系の整備・開発

真空制御系について述べる。真空制御系の開発にあたって、まずはチャンバ各真空機器の動作テストを行い、必要に応じてオーバーホールや交換を行った。特に、ターボ分子ポンプ(Balzers製, TPU-330)については既存の状態では回転数が

40%以上あがらなかった。ポンプの点検をするためにフランジを取り外したところ、ベアリングがバラバラになり、保持器を貫通するほど点動体が摩擦しているのが確認された。ベアリング交換を行ったが、それでも回転数は70%程度に留まった。コントローラの電源に原因があると推察しているが、今後の保守性を考慮してターボ分子ポンプごと交換をした。今回は低コスト化を図るために、既存の真空制御コントローラを利用しインターロックを組み込んだ真空制御系を開発した。

次にステージ系について述べる。ターゲットチャンバは中古の NEC 製 RC43 エンドステーションである。ステッピングモータ駆動の5軸ステージが備わっているが制御コントローラが故障していた。将来的にデータ収集系と連動をさせた測定システムを構築したいため、新たにモータ制御システムを開発することにした。図2に示すとおり、ステッピングモータの基本構成は PLC ユニット、モータドライバ、モータから成る。PLC ユニットからパルス信号をドライバに送り、さらにドライバで駆動電流に変換することでモータを動かすことができる。制御システムの開発は、ダイナミトロン加速器において運用実績のある横河電機製 PLC(FA-M3 Series)の位置決めモジュール(F3YP18-0N)とオリエンタルモーター製のモータドライバ(CRD5114P)を採用した。これは両加速器施設の仕様を標準化することで機器の相互融通を図るとともに、開発スピードを向上させる狙いがある。

図3(左)に既存のステッピングモータ(Superior Electric 製, M061-FD-6008E)を示す。モータを分解してコイルの結線状態を調べることで、2相バイポーラ駆動モータであることを確認した。基本的にモータドライバとモータは同じメーカー製品を利用する必要があるが、ドライバのピンアサインとモータのリード線を対応させることで動作させることができた。また、図2に示した構成以外のハードウェアとして、モータの可動範囲を決める機械的なリミットスイッチがある。万一スイッチに異常が生じた場合に備えて、PLC ソフトウェア内部にも仮想の可動範囲を定義するソフトリミットを実装した。実操作のための可動制限と機器保護のための可動制限により、2重の制限を有する安全性の高いシステムを実現した。

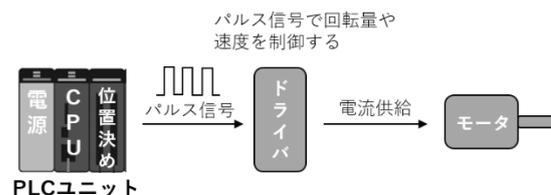


図2 ステッピングモータの基本構成



図3 ステッピングモータ外観(左)と内部の様子(右)

4. ビームライン設置とユーザー利用例

学生実験のマシントイムが終えた2019年12月に新ビームラインの設置作業を開始した。ビームライン設置時はトランシットを使ってマグネット中心を高さ基準としてアライメントを行った。また、ターゲットチャンバは水準器を使って微調整をして水平を出した。あわせてユーティリティ(電気・圧空配管・制御/信号ケーブル)の配線を行った。結果として設置作業は約2週間程度で終え(図4)、翌週にはビームトランスポートまで無事に終わることができた。同年12月中旬より、実験装置の立ち上げ調整と並行してユーザー利用を開始した。発表では本ビームラインの利用例として、微量ホウ素のイオンビーム分析事例を紹介する。



図4 新設45°ビームライン

謝辞

本開発は2019年度東北大学工学研究科・工学部技術職員技術開発助成を受けて行ったものです。また、本開発を遂行するにあたり、ご協力をいただきました三輪美沙子氏、藤澤政則氏、永谷隆男氏に心より御礼申し上げます。

非対角熱電発電素子のための簡易熱流体解析ツールのプラットフォーム構築

清水 嘉

系支援班 電子情報システム・応物系

1. はじめに

クリーンな電力源として注目されている熱電発電モジュールの開発には、モジュール内部の温度分布をシミュレーションし、出力因子 PF を最大にする形状を探索、実際に試作することを繰り返す必要がある。本技術開発では、非対角熱電発電素子のための簡易熱流体解析ツールのプラットフォームを構築し、シミュレーション上で熱電性能を算出し、最適な素子構造を導き出すことを可能にした。この開発により、熱電発電モジュールの開発が加速することが期待される。

2. 開発の背景

熱電発電モジュール(図(a))は、上端を工場などから発生する排熱で加熱、下端を冷却することで電気が得られるので、エネルギー利用率向上の観点から注目されている。熱電発電モジュールの開発においては、モジュール内部の温度分布をシミュレーションし、出力因子 $PF(=S^2/\rho, S$:ゼーベック係数, ρ :電気抵抗率)を最大にする熱電素子形状を探索し、実際に試作することを繰り返す必要がある。従来のシミュレーション法では、図(b)のように熱電素子内部の温度分布を線形近似する[1]。しかし、支援先で開発に取り組んでいる非対角熱電発電素子(図(c))においては、金属と熱電半導体

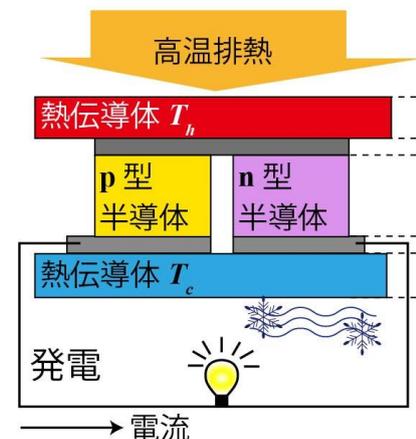
を積層比 $a=t_M/(t_M+t_{TE})$ (t_M :金属層の層厚, t_{TE} :熱電半導体層の層厚), 傾斜角 θ で積層させた構造をとるため適応できない。そこで本技術開発では、非対角熱電発電素子のための熱電発電特性シミュレーション法を確立することを目的とした。

3. 簡易熱流体解析ツールの開発

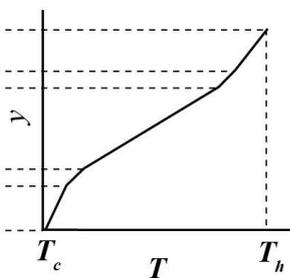
3.1 解析環境の構築

非対角熱電発電素子は、非対角熱電効果により上下方向(y 方向)に印加する温度差 ΔT_y に対して垂直方向(x 方向)に電圧 V_x (電流 I_x)を生じる。そのときの出力 P は、 $\Delta T_y, a$ および θ の値に依存し増減する。そこで、 ΔT_y を一定にし、 a および θ を変化させたモデルから最大の P を得られる構造を決定できる熱電発電特性シミュレーションツールの開発を行った。

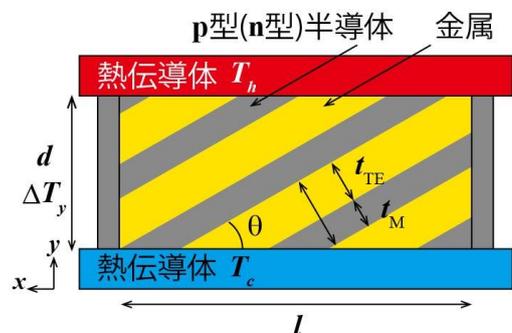
熱電発電特性の導出には、温度分布解析と熱電発電素子内部の電位分布解析が必要であることから、熱流体解析が行える CAE ソフトを用いることとした。64bit の Windows OS が搭載されたシミュレーション用パソコンを用意し、一般的な CAE ソフトの仕様に合わせてグラフィックボードは OpenGL に対応したものを選定した。CAE ソフトについて、有償、無償のソフトウェア併せて多数存在するが、解析を行うための素子モデルを作成す



図(a) 排熱源を利用して発電する熱電発電モジュール



図(b) 熱電素子の温度分布の線形近似



図(c) 非対角熱電発電素子模式図

る条件として、以下の項目を満たすものを選定した。

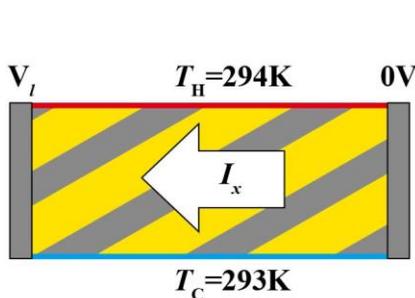
- 1) 解析モデル中で異なる材料を定義できること。
- 2) 異種材料間の接合面の状態を定義できること。
- 3) 積層させる角度、積層比を容易に変更できること。

また、厚さ方向(z 方向)の温度変化については一様であると考えて、2次元方向(2D)でモデルを作成し解析することにし、モデル作成および熱流体解析法を検証した。いくつかの CAE ソフトウェアでモデル作成を行った結果、今回は解析ソフトウェアとして『ANSYS』を用いることとした。

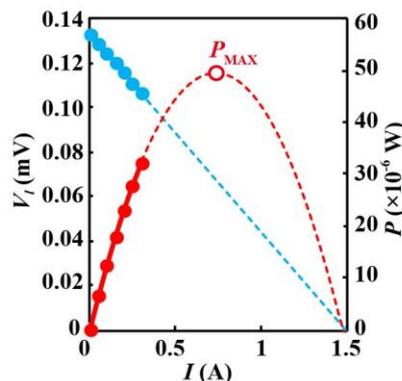
3.2 シミュレーション手法の確立

熱電効果による発電により、 $\Delta V = S\Delta T$ が得られる。解析に際しては、非対角熱電素子に印加する ΔT_y と、各層の物性値 S , ρ , κ (熱伝導率)の温度変化を入力し、発生する ΔV_x を得ることができる。計算を行うにあたり、短時間で多くの解析が行えるように、室温近傍での条件を考えることにした。図(d)に示すように、 $\Delta T_y = 1\text{K}$ となる解析条件を与え、 x 方向に印加する電流値 I_x を 0 から増加させたときの $x = l$ の電位 V_l の値を求めた。 V_l を図(e)のようにグラフにプロットすることで、 $P = V_l I_x$ と最大出力 P_{MAX} が得られることから、 a および θ を規則的に変化させたときの P_{MAX} を算出し、比較検討することを可能にした。

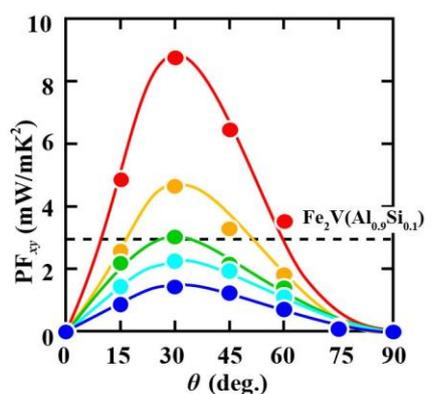
この一連のシミュレーションの手順を詳細に示したマニュアルを作成した。モデルの作成方法、解析条件の入力手順、解析の実施の仕方とデータの取得方法を明示し、CAE ソフトを操作したことのない人でも容易に解析が行えるようにした。



図(d)計算に用いた解析条件



図(e) 計算に用いた解析条件



図(f) 計算によって得られた PF_{xy} [2]

3.3. 成果

このシミュレーション手法を用いて、ホイスラ合金 $\text{Fe}_2\text{V}(\text{Al}_{0.9}\text{Si}_{0.1})$ と銅を積層した非対角熱電素子の熱電発電性能の計算結果を図(f)[2]に示す。 a および θ を規則的に変化させ、得られた解放電圧 V_0 より、ゼーベック係数 S の非対角項 $S_{xy} = d/l(\Delta V_0/\Delta T_y)$ (l : デバイス長さ, d : デバイス高さ, ΔT_y : y 方向の温度差), x 方向の ρ $\rho_{xx} = A/l(\Delta V_x/\Delta I_x)$ (A : デバイス表面積)を算出し、出力因子 $\text{PF}_{xy} (=S_{xy}^2/\rho_{xx})$ を求めた。この結果、 $a=0.9$, $\theta=30^\circ$ のとき最大の $\text{PF}_{xy} = 8.7\text{mW/mK}^2$ を得ることができ、この値は構成材料である $\text{Fe}_2\text{V}(\text{Al}_{0.9}\text{Si}_{0.1})$ の PF の約 3 倍の値となることが分かった。

参考文献

- [1] 小川吉彦, 熱電変換システム設計のための解析, 森北出版株式会社(1998).
- [2] N. Kodaira, et al., *J. Appl. Phys.* **126** (2019) 045108.

謝辞

本報告を作成するにあたり、ご助言を賜りました東北大学大学院工学研究科応用物理学専攻宮崎教授、林准教授に、心より御礼申し上げます。測定データをご提供いただきましたこと、心より感謝申し上げます。

本報告は令和元年度東北大学工学研究科・工学部技術職員技術開発助成を受けて行った成果であり、ここに謝意を表します。

ガラス加工用カーボンローラーの開発

石澤 茂

製作技術班 第3製作

1. 開発の目的

ガラスの加工にはガラスを溶かして加工する火加工と、ガラスを削ったりする研削加工がある。今回開発する治具は火加工時に使用するカーボン治具で、現在使用しているカーボン治具（図1）はガラスの板貼りなど加工方法によっては均一にガラスに力をかけられず、加工部が凹凸になり易く、それが原因で破損しガラスが床に落ちる可能性もあり危険である。今回カーボンローラーを開発する事により、ガラスにかける力を均一にできるため加工部が滑らかになり破損のリスクも小さくなり、より安全な加工技術の向上を目的とする。



図1 現在使用しているカーボン治具

2. 開発の背景

ガラスの加工方法には、製品の形状により様々な加工方法がある。その中の一つにパイプの端面を塞ぐ加工があり、半球状に加工する丸封加工と平らに加工する平封加工がある。二つの加工方法とも、手加工やガラス旋盤を使用して行っているが、外径が大きくなり、ガラス旋盤に入らない時や、パイプの内側や外側に色々な部品を取り付け回せない時は、パイプを立てた状態で回転台にセットし、丸封加工は予め製作した半球状のガラス

を溶接し、平封加工は丸板を板貼りし製作する。板貼りは溶かしたガラスをカーボン治具で押しながらガラス同士を着ける方法（図2）で、今回開発するカーボンローラーはこの板貼りの時に使用する治具である。現在使用しているカーボン治具は丸棒や板状の物を使用しているため、力の入れ具合で押した加工部が凹凸になりやすく、使いこなすのが難しい治具である。加工部が凹凸になると、ガラスが馴染みづらくなるため破損しやすくなる。今回ガラス加工用カーボンローラーを製作することにより、溶かしたガラスを均一に押せるため加工部が滑らかになり破損のリスクも小さくできるため、安全に作業をする上でも早急な対応が必要である。

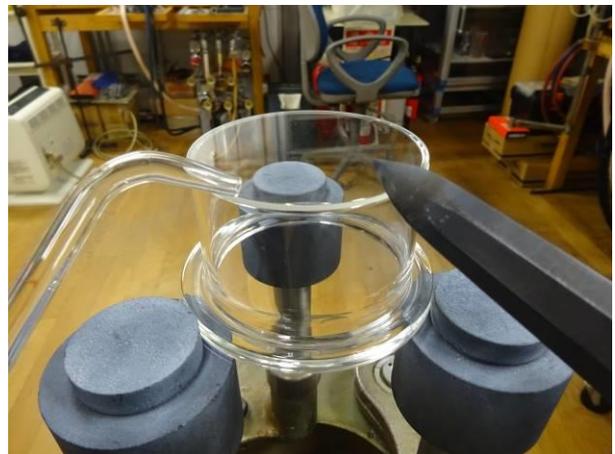


図2 現状のカーボン治具を使用した板貼り作業

3. 開発計画

板貼りをする工程（図2）ではカーボン治具の使い方によって破損しやすくなるため、作業者の感覚が重要になり熟練の技術が要求される作業である。今回、開発の重要項目として以下の点に重点を置き開発した。

(1) カーボンローラーの構造

現在使用している治具は、カーボン自体が動かないため、カーボン自体が動くように改良し、同じ力で加工部を押せるようにする。またカーボンの大きさもバーナーの熱で熱くなり加工中にガラスに着いてしまう可能性があるため適度な大きさが必要である。カーボン自体も熱で劣化し使用出来なくなるため、メンテナンスも考慮し本体はそのまま使用しカーボンのみ簡単に取り外しが出来る形状にする。

(2) 安全性・安定性

取手部には熱対策、重量、バランス、持ちやすさ等を考慮し、熱に強く不純物も少ない石英ガラスを使用する。またスムーズにカーボンが回転するように熱膨張も考え、ガラスとカーボンのクリアランスを取る必要がある。



図3 開発したカーボンローラー

4. 開発成果

開発したカーボンローラーは各条件を考慮した。

- ①カーボンのサイズは基本Φ40×35 mmを使用し狭い所は小さなカーボンが必要なため、Φ25×20 mmの二種類を製作
- ②ガラスとカーボンのクリアランスを 0.3 mm
- ③取手部の本体は石英ガラスの重量を考えムク棒とパイプを組み合わせて製作
- ④本体とカーボン部は交換に時間がかからないように 2 点止で固定

今回開発したカーボンローラー (図 3) を使用することにより、カーボン自体を回るようにしたため溶かした部分を均等に押せるようになった。(図 4) その為凹凸が少なくなり (図 5)、馴染みやすく破損のリスクが小さくなった。また時間も短縮出来、

危険性も低くなり安全に作業が出来るようになった。またカーボンローラーも製品によって交換が出来る様に、角度や長さの違う物を複数本用意した。これにより今までは熟練の技術者しか出来ない作業だったが、経験の少ない作業でも安全に板貼り作業が出来るようになった。

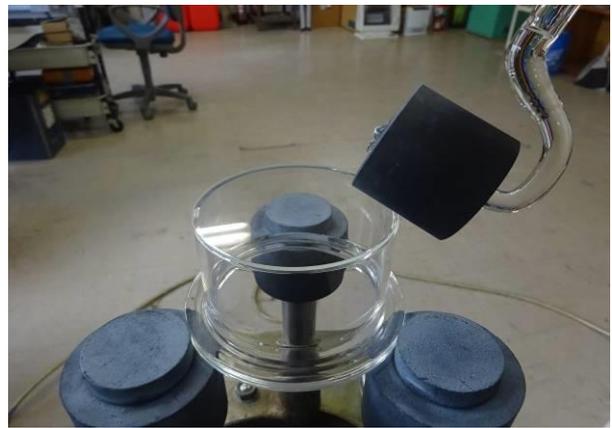


図4 カーボンローラーを使用した板貼り作業

5. まとめ

今回開発したカーボンローラーは安全性、加工精度、効率の向上を得ることが出来大変有益だった。今後もこの取組みを生かし、他の工程でも治具の開発を行い加工技術や効率の向上に取り組んで行きたい。



図5 カーボンローラーで板貼りした製品

謝辞

本開発助成は、令和元年度東北大学工学研究科・工学部技術職員技術開発助成を受けて行ったものであり、ここに謝意を表す。

顕微 IR 用液体窒素自動供給ユニットの作製

高階 卓哉

合同計測分析班 微量物質

1.背景

極微量物質分析室所有の赤外顕微鏡（顕微 IR）は、微小部位の赤外分光測定を行う装置であり、化学物質や各種材料等の定性・定量に利用されている。この装置の検出器は、使用する際に液体窒素での冷却が必須であるが、5～6 時間程すると検出器内の液体窒素は無くなってしまふ。このため、広範囲精密マッピング測定等の長時間測定時では、5 時間毎位に液体窒素を補充しなければ測定途中でスペクトル検出不可となり、その測定は失敗となる。よって、上記のような要望には、夜間や休日の継続的な補充が実質的に困難な現状では、残念ながら対応できていない。本技術開発助成では、この問題を解決するため、液体窒素を自動的に補充するユニットの作製に取り組んだ。

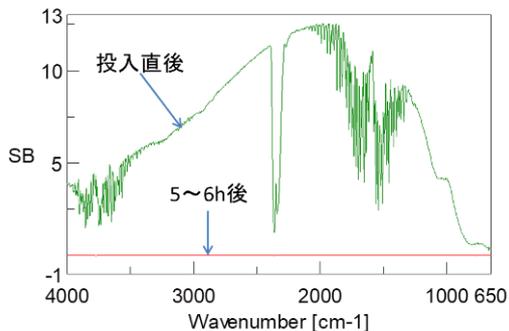


図 1. 液体窒素の有無によるスペクトルの差

2.結果

2-1. ユニットの構造検討及び製作

ユニットの基本構造として、安全性を考慮し、液体窒素の汲み上げ、及びデュワー瓶への接続部分は既製品の液体窒素手動ポンプを改造して使用することとした。なお、基本構造以外の部位の詳細は、以下のとおりである。

○装置接続部：顕微 IR への接続部については、当初 L 型コネクタを使用した形状としていたが、液体窒素供給時に内圧が上昇し、デュワー瓶からユニットが外れてしまうことが動作

確認時に判明した。このため、ステンレス管を依頼加工にてカーブ形状とし、配管にかかる負荷を軽減させた（配管の位置固定はマグネットベースを使用）（図 2）。接続部カバーは、顕微 IR 本体への荷重による負荷を考慮し、発泡スチロールを検出器カバーに合わせた形状に依頼加工にて作製した。なお、この接続部カバーについては、発泡スチロールの剥離防止のため、耐冷性のテープで表面を覆った上、装置本体への固定用に下面にラバーマグネットを張り付ける仕様とした。

○送気及びブロー機構：本ユニットは、ブロー弁が閉の状態デュワー瓶内に空気が送気されることにより内圧が上昇し、液体窒素が押し出される仕組みになっている。この送気については、基本構造部との接続後の動作確認において、送気量が低すぎると基本構造部内の弁に阻まれてデュワー瓶内へ送気できないことが判明したため、15L/min 程の送気能力を持つダイヤフラムポンプを使用した。また、ブロー弁として通電時のみバルブが閉となるノーマルオープン型のソレノイドバルブを使用し、依頼加工にて作製した専用のコネクタにて基本構造部へ接続した。

○自動供給制御部：液体窒素の自動供給制御については、送気用のポンプ及びブロー弁を連動させた上で、電源の ON/OFF を制御する形で行うこととした（ポンプ作動時はブロー弁が閉）。なお、方法としては、一定時間毎に液体窒素が供給される時間制御型（タイムスイッチ（図 3 左）による制御）、検出器内の温度が設定値まで上昇した場合に供給が開始され、設定値以下に下がると停止する温度制御型（温度調節器（図 3 右）による制御、センサーは液体窒素投入口付近に配置）の 2 つの方法を検討した。

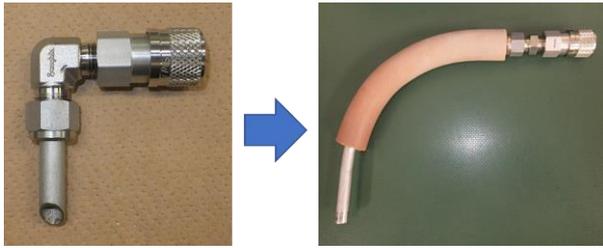


図 2. 顕微 IR への接続部の加工



図 3. タイムスイッチと温度調節器

2-2. ユニットの性能確認結果

完成したユニットの外観は、図 4 のとおりである。長時間マッピング測定でユニットの性能確認を行った結果、時間制御及び温度制御の双方とも 1 晩相当（12 時間）の連続測定が可能であることが確認できた。しかし、時間制御型については、タイムスイッチの仕様上、供給時間が最短で 1 分間となるため、液体窒素が供給過剰になる、温度制御型については、温度調節器の温度設定やセンサー位置の調整が難しく、かつ供給回数が多くなるといった問題が判明した。さらに、デューワー瓶内の残存液体窒素量が減少するに従い、供給能力も低下するため、検出器の冷却状態を維持することができず、スペクトル検出が困難になってくることも確認された。このため、これらの問題を解決する方法を検討する過程で、タイムスイッチと温度調節器を組み合わせた複合制御型を試したところ、液体窒素の消費量を抑えることができた。

図 5 の右側は、直径 4~5mm のインク（写真は左側）を顕微反射法で 25 時間程の長時間マッピング測定を行った結果をピーク強度でイメージング（色分け）している。右端の矢印で示した塗りつぶされたようになっている部分は、液体窒素が切れてピーク検出ができなくなった時間帯となっている。それまでの 20 時間位までに

については、正常にピーク検出可能であることが確認されており、時間制御、及び温度制御単体での運用よりも連続測定時間を延長することができた。

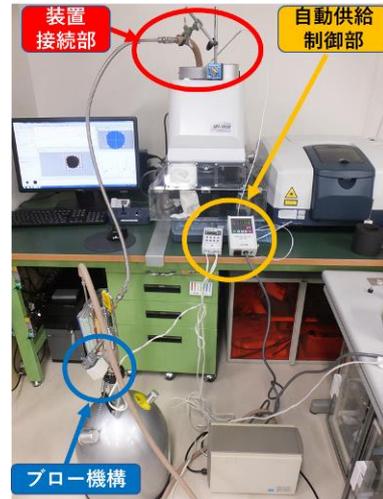


図 4. ユニットの外観

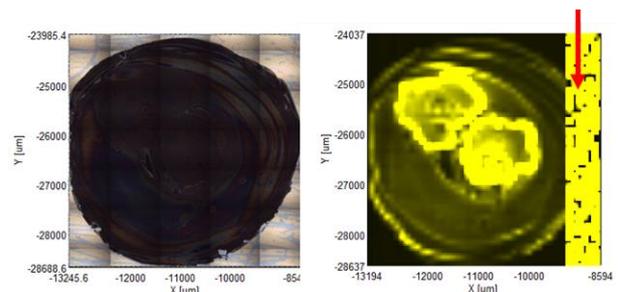


図 5. 長時間マッピング測定の結果

3.まとめ

本技術開発助成では、顕微 IR 用液体窒素自動供給ユニットの作製を行った。その結果、目的としていた 1 晩（12 時間）以上の連続測定が可能となった。現在の連続測定時間は、最長 20 時間程であるが、今後も継続して制御機構の調整を行い、最適な条件を検討していきたい。

謝辞

本研究は、令和元年度 工学研究科・工学部技術職員開発助成を受けて行ったものであり、ここに謝意を表します。また、本制作にあたりご協力いただいた第一製作班の早尾技術職員、森合技術職員、嶋田技術職員に感謝申し上げます。

ICP-MS 測定におけるメモリー効果低減のための洗浄条件の検討

中野 陽子
 合同計測分析班

1. 背景・目的

誘導結合プラズマ質量分析計 (ICP-MS) は、液体試料中の微量金属元素の測定に優れており、金属材料、環境、化学等、多様な研究分野で活用されている装置である。ICP-MS 測定試料中に、装置内に残存しやすい元素 (ホウ素等) が含まれている場合、試料溶液の導入経路内に高濃度の元素が残存し、バックグラウンドを増加させる現象が生じる (メモリー効果)。メモリーした元素が測定対象元素であった場合、定量値に影響を与え、正確な定量分析が困難となる。そのため、元素がメモリーした場合は導入経路内に洗浄試薬を導入して内部洗浄を行い、バックグラウンドを低下させる必要がある。

そこで本技術開発では、メモリー効果の可能性のある元素を特定し、元素毎に適した洗浄試薬の検討を行い、最適な洗浄条件を確立させることを目的とした。

2. 方法

2.1 装置, 試薬

測定には、合同計測分析班微量物質が所有する ICP-MS (Agilent 8800, Agilent Technologies 社製) を用いて時間分析を行った。

今回洗浄条件を検討するにあたって、通常の測定時に使用している超純水 (PURELAB Ultra, オルガノ社製)、試薬として硝酸 (EL61%, 関東化学社製) の他に、塩酸 (EL35%, 関東化学社製)、ふっ化水素酸 (原子吸光分析用 49%, 関東化学社製)、炭酸ナトリウム (特級, 関東化学社製)、水酸化ナトリウム (特級, 関東化学社製) を使用した。

2.2 洗浄方法

初めに、メモリー効果の影響が見られる元素を特定するため、本装置で測定可能な全ての元素について、 $5,000 \mu\text{g l}^{-1}$ に調製した標準液 (JCSS 化学分析用, 関東化学社製) を 10 分間装置内に導入し、残存濃度の確認を行った。次に、残存濃度が確認された数種類の元素の標準液を試料溶液として $5,000$

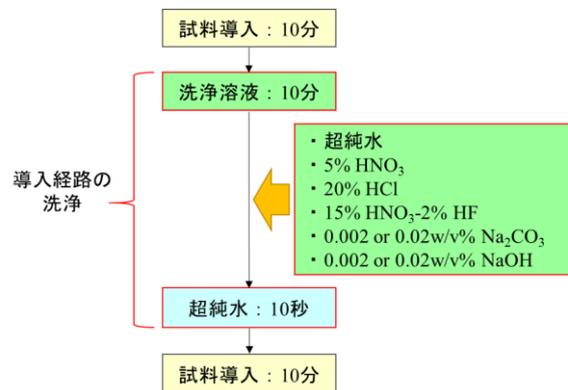


図1 洗浄プログラム

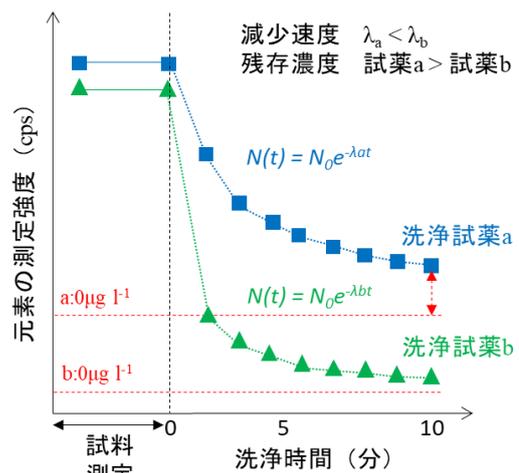


図2 洗浄効果の比較

測定強度の変化を指数関数で近似し、減少速度定数 λ を算出した。洗浄後の残存濃度は、10 分間の洗浄後の測定強度から濃度を算出した。

$\mu\text{g l}^{-1}$ に調製し、装置に導入した。続けて各種洗浄溶液を導入して経路の洗浄を 10 分間行った (図1)。

2.3 洗浄試薬の検討

各試薬の洗浄効果は、洗浄溶液導入中の測定強度 (cps) の減少速度と洗浄後の残存濃度の 2 つのパラメーターを用いて評価した。減少速度は、洗浄開始から 10 分経過するまでの測定強度の変化を以下の指数関数式で近似し、減少速度定数を求めた。

$$N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$$

ここで、 $N(t)$ は時刻 t における測定強度 (cps)、 N_0

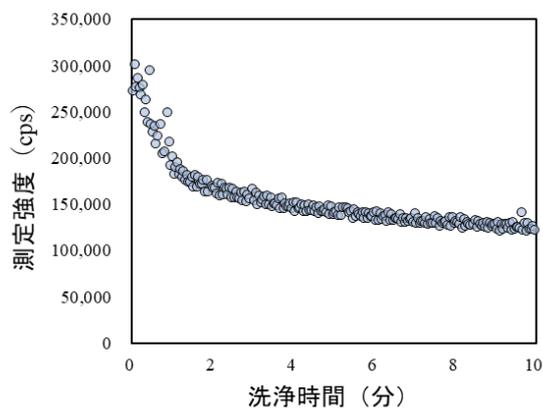


図3 時間分析の測定結果の例
(測定元素:Li, 洗浄溶液:超純水)

は初期値, λ は減少速度定数とした. 非線形回帰分析には, R ソフトウェアの `minpack.lm` パッケージ内の `nls.lm` 関数を使用した.

洗浄後の残存濃度は, 各元素における 0mg l^{-1} の測定強度をベースラインとし, 洗浄試薬を導入して 10 分後の測定強度との差分から求めた (図 2). 求めた減少速度と残存濃度は, 各元素の洗浄条件ごとに順序付けを行い, それぞれパラメーターの順位を足し合わせた値に基づいて総合的な洗浄効果を評価した.

3. 結果・考察

ICP-MS で測定可能な全 71 元素を測定し, 通常 の洗浄プログラム条件下においてメモリー効果が認められた元素は, Li, B, Mo, Sb, Te, W, Ir, Au の全 8 元素であった. そこで, 上記 8 元素を対象に各種洗浄溶液を用いてメモリー効果低減のための洗浄効果の比較を行った. 各元素について, 各洗浄条件で時間分析を行い, 図 3 の様な測定結果に基づいて, 減少速度と残存濃度を算出した. 各洗浄条件における減少速度を比較した結果, 超純水のみ の条件では, 多くの元素で洗浄効果が見られ, 特に Ir, Au では最も大きな減少速度が確認された (図 4 (a)). その他の洗浄条件では, 元素によって洗浄効果がばらつく結果となった. 洗浄後の残存濃度は, $\text{HNO}_3\text{-HF}$ や $\text{Na}_2\text{CO}_3\ 0.002\text{w/v}\%$ の条件で洗浄効果が高まる結果となった (図 4 (b)). また, HNO_3 , HCl 及び $\text{NaOH}\ 0.02\text{w/v}\%$ の条件では, 元素のメモリーを低減させる効果が低かった. 減少速度と残存濃度の結果を併せた洗浄条件の総合順位から, 超純水による洗浄が Li と Mo の低減に最も

各条件の順位

1 2 3 4 5 6 7 8

(a)

	超純水	HNO_3	HCl	$\text{HNO}_3\text{-HF}$	$\text{Na}_2\text{CO}_3\ 0.002\text{w/v}\%$	$\text{NaOH}\ 0.002\text{w/v}\%$	$\text{Na}_2\text{CO}_3\ 0.02\text{w/v}\%$	$\text{NaOH}\ 0.02\text{w/v}\%$
Li	2	5	1	4	3	6	7	8
B	5	6	4	2	3	8	1	7
Mo	2	1	5	8	3	6	4	7
Sb	3	1	6	7	2	8	5	4
Te	4	7	2	6	5	8	3	1
W	3	2	4	6	1	7	5	8
Ir	1	8	7	6	5	2	3	4
Au	1	7	8	3	2	4	5	6

(b)

	超純水	HNO_3	HCl	$\text{HNO}_3\text{-HF}$	$\text{Na}_2\text{CO}_3\ 0.002\text{w/v}\%$	$\text{NaOH}\ 0.002\text{w/v}\%$	$\text{Na}_2\text{CO}_3\ 0.02\text{w/v}\%$	$\text{NaOH}\ 0.02\text{w/v}\%$
Li	1	3	8	1	3	5	6	7
B	5	7	8	1	2	3	4	6
Mo	2	7	1	8	6	5	4	3
Sb	6	8	4	1	2	3	4	7
Te	4	7	8	3	1	2	5	6
W	5	7	8	3	2	3	4	6
Ir	5	7	8	1	2	3	4	6
Au	6	7	8	1	2	5	3	3

(c)

	超純水	HNO_3	HCl	$\text{HNO}_3\text{-HF}$	$\text{Na}_2\text{CO}_3\ 0.002\text{w/v}\%$	$\text{NaOH}\ 0.002\text{w/v}\%$	$\text{Na}_2\text{CO}_3\ 0.02\text{w/v}\%$	$\text{NaOH}\ 0.02\text{w/v}\%$
Li	1	4	5	2	2	6	7	8
B	4	7	6	1	2	5	2	7
Mo	1	3	2	8	5	7	3	6
Sb	2	2	6	2	1	8	5	6
Te	3	8	6	5	1	6	3	2
W	3	4	7	2	1	6	4	8
Ir	2	7	7	3	3	1	3	6
Au	3	7	8	1	1	5	4	6

図4 元素毎の洗浄効果の比較

表内の数字は洗浄効果の順位を表す(1:洗浄効果高, 8:洗浄効果低).

(a) 減少速度, (b) 残存濃度, (c) 総合順位

貢献していた. $\text{HNO}_3\text{-HF}$ は B と Au, $\text{Na}_2\text{CO}_3\ 0.002\text{w/v}\%$ は Sb, Te, W, Au, また, $\text{NaOH}\ 0.002\text{w/v}\%$ は Ir の低減に最も貢献していた (図 4 (c)).

今回実験対象とした 8 元素は, 超純水や Na_2CO_3 による洗浄を実施することで, 効率的にメモリー効果を低減出来る可能性があることが示された. 通常 の洗浄プログラム内においても超純水による洗浄は組み込まれているため, 洗浄時間を長めに取る, または測定試料として超純水を定期的に導入することでメモリー効果の低減が図られると考えられる. 一方, Na_2CO_3 による洗浄を行う場合, 試薬に Na が含まれるため, 測定元素に Na が含まれる場合は, 使用することができない. また, Na による干渉イオンの生成 (例: $^{23}\text{Na}^{32}\text{S} \rightarrow ^{55}\text{Mn}$, $^{23}\text{Na}^{37}\text{Cl} \rightarrow ^{60}\text{Ni}$, $^{40}\text{Ar}^{23}\text{Na} \rightarrow ^{63}\text{Cu}$) が予想されるため, 試料マトリックスや測定元素への影響を考慮した上で使用する必要がある.

謝辞

本技術開発は, 令和元年度 東北大学工学研究科・工学部技術職員技術開発助成を受けて行ったものであり, ここに謝意を表します.

学生実験「材料の変形・破壊」における破断試験片計測用治具の開発

菊池 裕人¹, 杉澤 久道²
¹総合支援班, ²製作技術班

1. はじめに

機械知能・航空実験 I (機械知能・航空工学科, 5セメスター必修) の実験テーマの一つ「材料の変形・破壊」では, 金属材料の力学的特性への理解を深めることを目的に, 金属材料を試験片とした万能試験機による一軸引張試験を実施している。

本実験の後半では, 治具を用いて破断した試験片を復元し変形量の計測を行う。しかしこの治具において, 復元時の不安定さや, 読取顕微鏡による計測作業時の一部不具合などがこれまで確認されており, 円滑な実験実施の障害となっていた。そこで本技術開発では, 材料の変形・破壊実験における試験片の変形量計測環境改善を目的として破断試験片計測用治具の開発を行ったので報告する。

2. 学生実験「材料の変形・破壊」

材料の変形・破壊実験は次の流れで進められる。(1)脆性 (FC200, 図 1(a)) と延性 (SS400, 図 1(a) と同サイズ) の 2 種類の金属材料を試験片とする。事前準備として, 試験片に対し母線および標線けがき作業, ひずみゲージ貼付などを行う。



図 1 (a)試験片 (180mm×平行部 φ14mm, 掴み部 φ20mm). 破断試験片: (b)脆性材料 FC200, (c)延性材料 SS400. 下: フレーム型復元治具.



図 2 破断試験片固定用ブロック (上) と固定ブロック用ルール (下).



図 3 開発した治具による読取顕微鏡での変形量計測.



図 4 試験片の倒れこみに関する評価実験. (ブロック長さ 30mm 時)

(2) SHIMADZU 製 UH-300kNI 型万能試験機を用い, 試験片が破断に至るまで軸方向に引っ張る。この間, 変形の観察, 荷重値やひずみ値などの取得を行う。(3)最後に破面観察や, 破断試験片 (図 1(b, c)) を復元し読取顕微鏡で標線間の変化などを確認する。

さて, (3)破断試験片の復元には現在フレーム型復元治具 (以降, 現治具, 図 1 下) を使用している。しかし現治具は, 破面同士を合わせ, 試験片の両端からねじで締めて固定する構造のため安定性を欠き, 破面接合面を境に破断試験片が「く」の字形状にわずかに曲がって復元される様子や, 些細な衝撃で固定がほどけ復元をやり直す様子などがしばしば確認されていた。加えて現治具はフレーム幅が広く, 変形量計測時にフレームが読取顕微鏡の支柱に接触してしまい位置調整が制限される問題も指摘されていた。これらの解決に向け,

- ・同一直線上での破断試験片の復元の実現
 - ・固定が簡単にほどけずコンパクトな設計
- の 2 点が本実験の破断試験片計測用治具に備えるべき要件として不可欠であるとの考えに至った。

3. 開発

3.1 破断試験片固定用ブロックとレールの開発

前節の 2 要件を満たす破断試験片固定用ブロック (以降, ブロック) と固定ブロック用レール (以降, レール) を試作した (図 2)。本開発では加工のしやすさと重量感に着目して真鍮を材料とした。

試験片の掴み部をブロックで覆うように固定することで現治具の固定時の不安定さを改善し, 破断試験片のはめあいを効率良く実現するためレールを用いてブロックの動きを同一直線上に限定した。また, レール幅は読取顕微鏡のステージと同等の 45mm 幅とし, 現治具で見られた治具の一部が顕微鏡に接触する事態を回避した (図 3)。操作は, 破断試験片をブロックに挿入後, レール上で破面同士がはめ合うよう調整を行い, 最後にブロック上部のボルトを締めて試験片を固定する。

本試験片の平行部の長さは 60mm である (図 1(a))。

図 1(b)の例のように破断位置が極端に偏るケースもしばしば発生するため、ブロックは破断試験片 60mm の突き出しの重みにも倒れこみ安定性が要求される。そこで掴み部と同径 20mm、試験片よりやや重い丸棒ステンレス鋼を用いて倒れこみ評価実験を行った(図 4)。ブロック長さを 30mm と 40mm で行ったところ、前者は 60mm の突き出しに、後者は 80mm 以上の突き出しに成功した。本結果から本番製作時はブロック長さを 40mm とした。

また、本評価実験の過程でブロックの空洞加工部分の前面と後面の高さに 0.06mm の差が確認された。レールについても部分的に反りやレール凸部の幅に差が見られた。これらは加工時の材料固定の圧力が影響したと考えた。このため本番製作の仕上げ加工時、材料固定の力加減を幾分抑え気味にして、固定治具を添えるなど材料のひずみが最小となるよう注意しながら加工作業を行った。

3.2 固定ストッパーと可動式ストッパーの開発

担当教員から破断試験片同士をかしめる機構の希望を受け、固定ストッパーとノブ、および可動式ストッパーをレール端部に設置した(図 5)。操作は、まず破面同士がはめあうよう調整して試験片を固定する。続いて可動式ストッパーをスライドさせて試験片の端部に押し当て、ストッパー上部のボルトを締めてレール上での位置の固定を行う。最後に固定ストッパーのノブを回して破断試験片同士をかしめる(押し込む)仕組みとした。

3.3 復元評価実験

完成した破断試験片計測用治具(以降、新治具)の有効性を確認するため、技術職員 6 名に協力いただき新治具による復元評価実験を行った。学生実験と同様の流れで、定盤上で治具(現治具、新治具)を使って破断試験片(脆性、延性材料)を復元

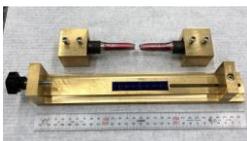


図 5 固定ストッパーとノブ(レール左端部)、可動式ストッパー(右端部)。



図 6 けがき台(左上)とVブロック(左下)を開発ブロックに置き換えた場合(右下2つ)。右上:ハイトゲージ。

し、読取顕微鏡のステージに設置する作業を行った。条件ごとに作業平均時間を求めたところ、現治具で脆性材料を復元した時 75 秒、延性 91.7 秒、新治具で脆性材料を復元した時 43.5 秒、延性 36.7 秒であった。また、現治具では作業途中で合計 5 回固定がほどこける様子が確認された。以上の結果から、現治具と比較して新治具は復元作業を効率的かつ安定的に実施できる可能性が示された。

3.4 けがき作業への開発ブロックの活用

2 節(1)のけがき作業は定盤上にハイトゲージや重量物のけがき台を設置し、やや窮屈な状態で作業が行われていた。加えて実験中、これらを学生のそばを通して保管場所まで持ち運びしていたことから事故等のリスクも高い状態にあった。幸いにもこれまで事故や怪我等の事例はなかったが、窮屈な作業スペースによる事故や、重量物落下などのリスクを軽減するため、これまでのVブロック、けがき台に代えて開発ブロックを活用したけがき作業を提案した(図 6)。2020 年度実施分から本提案手法を採用していただけることとなった。

4. おわりに

本技術開発は材料の変形・破壊実験の試験片変形量計測環境の改善を目的に実施した。2つの評価実験を経て、開発した新治具は安定した復元や作業の効率化に貢献する可能性が高いことを確認した。以上から、当初の目的である変形量計測環境の改善はおおむね計画通りに達成できたと考える。

2020 年度実施分(オンライン)から新治具を本実験で活用いただいている。2021 年度以降は実際に受講学生に使用してもらおう予定で、その様子をよく観察してさらなる改善を目指していきたい。

謝辞

橋田俊之教授、佐々木裕章助教をはじめとする材料の変形・破壊担当の皆様、燈明泰成教授をはじめとする 2019 年度機械知能・航空実験 I 実施委員の皆様には多くのご指導とご助言を賜りました。工学部・工学研究科技術部 製作技術班第 2 製作の皆様には様々な面でご配慮いただきました。評価実験には技術職員の皆様にご参加いただきました。お世話になった皆様にご心より感謝申し上げます。

屋内濃煙体験訓練を独自開催するための体制整備

○渡邊 武¹, 大村 安幸²

¹安全衛生管理班, ²系支援班

1. はじめに

防災訓練と呼ばれている消防訓練は毎年実施することが義務付けられており、工学部・工学研究科では系・組織単位で行う避難訓練、事業場全体で行う総合防災訓練を実施している。特に総合防災訓練では独自訓練を通じて教育する機会があり、その内容は系・組織が計画する。しかし、独自訓練の内容は消火器訓練が最も多く、独自訓練の内容が単調化していた。また、起震車体験や濃煙ハウス体験は仙台市へ予約が必要なため、毎年1か所しか実施できなかった。このため、各系・組織は数年に1回しか起震車体験や濃煙ハウス体験を実施できなかった。本開発では、濃煙ハウスの内容を改良し、屋内で容易に実施できる訓練内容を検討した。

2. 訓練内容

一般に知られている濃煙ハウスは、屋外テントの中で無害な白煙を発生させ、テント内を通り抜ける内容である。この訓練は煙の恐怖を体験できる点で有効だが、火災初期の避難を学習する点や非現実感などに課題があった。そこで、近年、総合研究棟で実施していた屋内濃煙体験を基に、以下の項目に重点を置いて内容を見直した。

- ・実施場所をできるだけ制限しないこと
- ・訓練機材の購入および維持が安価なこと
- ・訓練機材の準備（運搬含む）が容易なこと
- ・訓練を通じて教育効果が見込めること

3. 訓練装置および備品

訓練内容に合わせ購入したものは表1のとおりである。訓練する上でスモークマシン（演出用）と熱風機（100V用）は最低限必要であるが、これらを連結しないと煙が天井に溜まらないため、廃材を利用して作成した中性帯用煙発生機の試作機が図1の左図である。しかし、この装置はダクト同士の連結部が弱く、ポリプロピレン樹脂のフレキホースが分解するなどの問題があり、運搬上におけ

る問題があった。さらに、設置時はダクト部が重いために転倒するのでそれを防止する重しが必要であった。これらの問題を解消するため、ダクトを床置きとする中性帯用煙発生機を作成した(図1右)。このダクトは排水用の塩ビ管を使用し、その重量と形状によって床置きでも自立する。また、管の長さを調整することで煙の吐出位置も変更でき、持ち運び時は分解するなどの利点がある。さらに場所を取らないように、熱風機とスモークマシンを上下に置き、省スペースを実現した。ただし塩ビ管は熱に弱いため、熱対策に課題が残っている。

表1 訓練装置に関する購入物品

	構成品	価格(円)
中性帯用煙発生機	熱風機 1.3 kW	133,000
	スモークマシン, 液剤	31,500
	排水用塩ビ管	10,000
	ラボジャッキ	14,000
排気用ファン	60 cm ファン	21,000
	50 cm ファン	12,000
非常口標識	電気式, 蓄光式	22,000
訓練用消火器	本体, マット等	27,000
その他	保護具, 消耗品	18,500



図1 中性帯煙発生機（左：金属管，右：塩ビ管）

さらに、水消火器訓練が的当てゲームになっていたことや、蓄光式の避難口表示が多いことを意

識し、噴霧型の訓練用消火器と避難口誘導灯の設置型スタンドを制作した。訓練用消火器の改良には橋本市消防本部が改良した水消火器¹⁾を参考し制作し、誘導灯スタンドは電源を100Vコンセントに変更して制作した。

4. 屋内濃煙体験の実施結果

図1の装置を用いて屋内濃煙体験訓練を実施した結果、表2のようにマテリアル・開発系の広い部屋を除き、2分～3分30秒で中性帯を再現できた。天井が高い総合研究棟では中性帯を確認するまでの時間は他よりもかかるが、再現はできていた。また、煙の排気に必要な時間は、最短でも約10分であり、マテリアル・開発系の広い部屋は排気用ファンを1台増やし、3台使用で約10分になった。

表2 屋内濃煙体験訓練の環境と所要時間

	床面積 ×天井高	中性帯ま での時間	排気の 時間
理学研究科	50m ² ×2.5m	2分30秒	10分
総合研究棟	42m ² ×3.7m	3分30秒	20分
マテリアル・開発系	146m ² ×2.4m	不完全	10分
電子・応物系	42m ² ×2.4m	2分	10分

理学研究科の訓練ではアンケートも集計しており、何メートル先まで人や誘導棒が見えるか測定した結果、4m以上離れて人を視認できたのは58人中16人、4m以上離れて誘導棒を視認できたのは58人中47人であった。平均で誘導棒の方が1m遠くでも視認できることがわかった。

5. 訓練用消火器と誘導灯スタンドの試行結果

水消火器訓練で使用している訓練用消火器を、空気と水を混合させた状態で噴射できるように改造し、屋内濃煙体験訓練で再現した中性帯に噴射した。その結果、図2のように中性帯をつくる温度差や煙などを乱し、中性帯が破壊された。また、噴射方向には防水シートと吸水マットを設置し、部屋への汚損は見られなかった。

屋内濃煙体験中にLED誘導灯と蓄光式非常口標識で見え方の差を検証した結果、中性帯が現れた時点で蓄光式標識は見えなかったが、図3のようにLED誘導灯は十分に視認できた。



図2 中性帯に水消火器を噴射した様子



図3 蓄光式標識とLED誘導灯の見え方の違い

6. まとめ

今回作成した中性帯煙発生機は146m²の部屋では中性帯を再現できなかったが、研究室の居室や小会議室程度の部屋ならば中性帯を再現できることを確認できた。また、水消火器や誘導灯スタンドは濃煙体験と相性が良く、間違った動作の検証や非常口の見え方を確認する上で有効なツールとなると期待される。なお、塩ビ管は熱に弱い問題があるため、塩ビ管の使用はこの弱点を解消してからにしたいと考えている。

今後は、各系・組織の独自訓練に屋内煙体験訓練を選択肢に入れて頂き、防災教育にご活用頂ければ幸いです。

7. 謝辞

本開発は、令和元年度東北大学工学研究科・工学部技術職員技術開発助成を受けて行ったものであり、ここに謝意を表します。

8. 参考文献

- [1] 芝浩民, 中谷英司, 桐原良威地, “訓練用消火器の改良について”, 消防機器の改良及び開発並びに消防に関する論文, pp.3-11, 2017.

見て、触って、実験できるミニ下水処理実験装置の開発

○丸尾 知佳子, 小山田 康紀

系支援班 人間・環境系

1. はじめに

現在、日本の下水道は約 80%の人口に普及している。一方で、汲み取り式トイレを知らない世代も増えており、水洗トイレが当たり前の環境下で生活していることや、下水管が地下に埋設されているということもあり、自分の排出した汚水がどのような処理を施されて環境中に放出されているかを考える機会が少ない。また、私達の生活を支える社会インフラは、IT の進歩などにより高度化しているが、下水処理の仕組みは 1930 年に始まった生物による原始的な処理が未だ主流である。そのため、下水処理システムを適切に維持管理するためには、下水道の仕組みに対する理解を利用者に深めてもらうことが必要である。しかし、本学では子供科学教室など啓発活動で利用できる教材はない。加えて、処理不足であった窒素・リンを除去するために高度処理法の検討が続き、処理水質の向上を目的として投入される担体の開発が進められるなど、現在でも下水処理技術は、土木分野の大きなテーマの一つである。上記背景より、本技術開発では、下水処理の普及啓発活動に利用でき、さらに、実際の下水処理技術を向上させる実験に使用できるミニチュア下水処理実験装置の製作を行った。

今回、課題解決のため、以下を実施した。

1. ミニチュア下水処理実験装置の設計
2. アクリル加工による装置の製作
3. 実験装置としての動作確認

2. ミニチュア下水処理実験装置の設計

2.1. ミニチュア下水処理実験装置の設計

連続式活性汚泥法の実験装置として、角形水槽をアクリル板で間仕切りし、曝気槽 4L、沈澱槽 3L となるように水槽のサイズを設計した (図-1)。沈澱槽の傾斜を 45 度とし、汚泥が曝気槽へ返送されるようにした。この水槽サイズで滞留時間 (HRT) 4~6 時間を実現できるようになっている。また、科学教室等での実演の際は、同じ槽に曝気槽と沈澱槽が混在すると、子供にとってイメージが難し

くなってしまう。そこで、実演時は、沈澱槽を別途付属し、完全独立の 2 槽式実験装置となるよう、ジョイントを作成した。2 槽式の場合、沈澱槽を自らの手により攪拌できるパドルを設置しており、汚泥が沈澱する様子を体験型で観察できるようにした。展示する際は、活性汚泥 (下水) を展示することは安全面において様々なリスクが危惧されるため、アクリル球を汚泥に見立てて攪拌棒を回すとアクリル球が上下して沈降する様子が観察できるようにした。

2.2 アクリル加工による装置の製作

2.1.1 アクリルの切断

専門的な技術や設備が無い条件の中でアクリルを切断するにあたり、最も安価で素人にも加工が容易なアクリルカッター (図 1 参照) を使用した。

切断線に沿ってアクリルカッターで繰り返し板を削るように溝を掘り、厚さの半分程度の深さまで溝が到達したらそのまま板を折って材料の切断

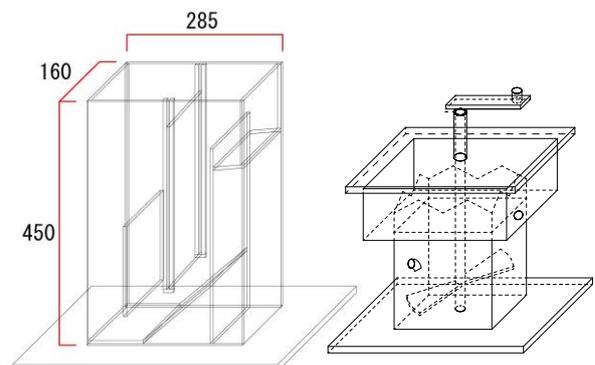


図 1: 実験装置の設計図



図 2: アクリルカッターとアクリル

が完了する。粗くなった切断面はサンドペーパーを用いて表面を均した。

2.1.2 アクリルの接着

強固な接着が瞬時に完了するアクリル専用の溶剤型接着剤を使用し、アクリル板同士を接着する。接着剤が接着箇所から周囲に広がるのを防ぐため、マスキングテープで養生して作業を行った(図2)。

2.1.3 工夫した点

2槽式にした際、曝気槽と沈殿槽を接続するためのホースを接続する必要がある。通常、チューブの接続部には、抜けを防ぐためにPP製のタケノコジョイントが使用される。しかし、PPとアクリルの接着は相性が悪く、簡単ではない。この接続部はアクリル製の細長い筒を加工して作成し、水槽本体と同様にして接着した。接続時にホースが外れることのないように、ハンドソーとヤスリを用いて返しとなる部分を設けた(図3)。

3. 動作確認

K 下水処理場から活性汚泥を分譲していただき、人工下水(BOD 10,000mg/L)を用いた下水処理実験を行った。この処理実験は、2槽式の反応槽側だけを使用して行った。流入水流量を1.2mL/分とし、BOD負荷量を $0.4\text{kg-BOD}/\text{m}^3 \cdot \text{day}$ 、エアポンプにて反応槽下部にエアレーションを行なった。下水処理実験開始から週に1度、BODを測定することによ



図3：アクリル接着時の様子

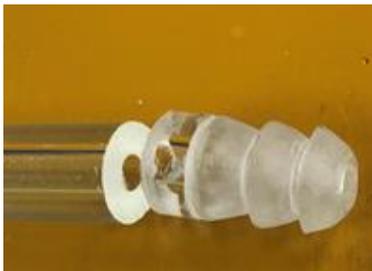


図4：ホース接続部の加工

り、処理槽内における活性汚泥の馴化状況をモニタリングした。初期濃度400mg-BOD/Lで馴化実験をスタートしたところ、4週目に56mg-BOD/Lとなり、BOD除去率が80%を超え、活性汚泥が順調に増えていることが示された。つまり、この実験装置は適切な水循環が起こせる仕様となっており、研究用の装置として十分に活用できることが確認された。

4. まとめ

ミニチュア下水処理実験装置の製作を経験することにより習得した、下水処理実験装置の設計技術やアクリル加工技術は、今後の教育研究支援活動に貢献できるものと考えている。また、子供科学教室などの啓発活動に利用することで、土木分野に興味を持つ未来の学生を生み出すきっかけの一つとなることが期待される。コロナ渦が収束し、実際に科学教室や高校生による見学会が再開した際には、広報活動に活用したい。

謝辞

本開発助成は、令和元年度工学研究科技術開発助成により、ここに謝意を表す。

参考文献

[1] 環境微生物実験法, 須藤隆一, 1988.

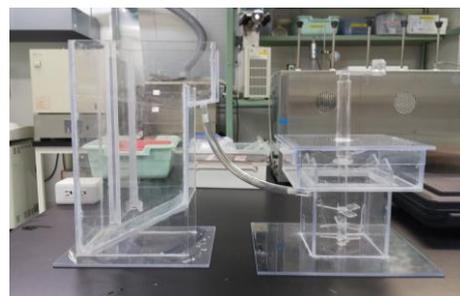


図5：完成した装置写真

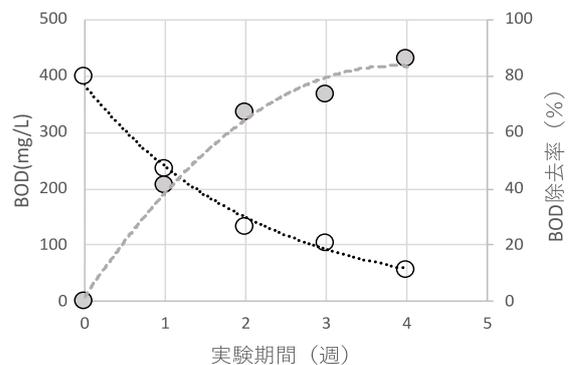


図6：活性汚泥の馴化実験

無機元素分析におけるマイクロ波分解法の前処理技術の検討

○渡辺 壮, 玉木 俊昭, 丸尾 知佳子

系支援班

1. はじめに

近年、マイクロ波分解装置による固体試料の溶液化法が普及しており、溶液化する必要のある固体試料について ICP-MS（誘導結合プラズマ質量分析装置）のような原子スペクトル分析装置を用いた測定が容易となった。この方法で定量分析を行う場合、通常、試料由来のバラツキを抑えるために、同じ試料を前処理した複数サンプルを測定し、その平均値を結果とする。しかし、砂のように様々な鉱物等の混合物を測定する場合、同じ試料を等量秤量した後、マイクロ波分解法によって溶液化した試料を測定しても、試料に由来するデータのバラツキが大きく、平均値から定量値を求めたとしても正しい数値とは言い難い状態にある。

今回、課題解決のため、

1. 試料粒径の違いによるデータバラツキ調査
2. マイクロ波処理後の試料残渣の調査
3. ハイブリット法の考案と定量分析を実施した。

2. 実験方法

2.1 装置

試料前処理に用いるマイクロ波分解装置は、マイルストーン社製 START D を使用した。試料の分析は、Agilent Technologies 社製 Agilent 8800 Triple Quadrupole ICP-MS を使用した。

2.2 試料

分析対象物として干潟の砂を用いメノウ乳鉢で粉砕する時間を変え、粒径が目視で大中小の3種

類になるようにした。マイクロ波分解用試薬として、 HNO_3 （硝酸）と HF （フッ化水素酸）を使用した。標準溶液は、コンタミネーション抑制のため23元素が予め混合されている ICP multi-element standard solution IV を使用して測定した。

3. 試料粒径の違いによるデータバラツキ調査

大中小（3種類）の粒径に粉砕した試料をマイクロ波分解後、ICP-MSによる定量分析を行った。

粉砕した砂は、粒径分布測定を行った。各試料の主たる粒径は、大：1970 μm ・290 μm 中：250 μm 小：80 μm である。

図1に分析結果を示す。粒径の違いによる濃度の差が統計的に意味のある差があるかどうか検定するため、得られたデータを元素毎に一元配置分散分析を行ったところK、Sr、Agの3元素は有意な差が見いだされたが、その他の元素からは有意な差は確認できなかった。粉砕し粒径を小さくすることで濃度に変化が生じる元素が存在する一方、大部分の元素は試料粒径の違いによるデータのバラツキに規則性があるとは言えないことがわかった。

さらに、マイクロ波分解後の全ての試料に残渣が確認された。残渣が存在するという事は試料が完全に溶解しておらず正確なデータを得られていないことを示している。また、生じる残渣量は試料毎に異なっておりこれがバラツキを大きくしている一因であると考えられる。

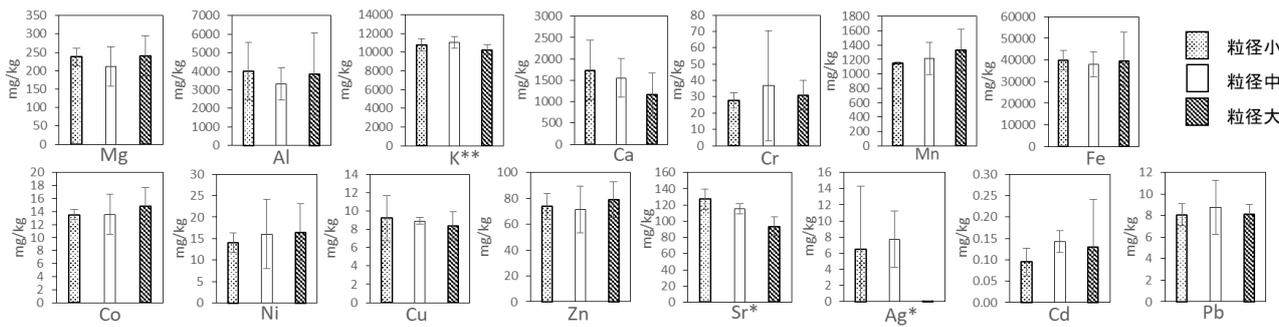


図1. 試料粒径の違いによる各元素濃度データの比較

エラーバーは±3RSD
* : $p < 0.05$ ** : $p < 0.01$

4. マイクロ波処理後の試料残渣の調査

SEM（走査型電子顕微鏡）で試料残渣表面の観察（図2）、XRF（蛍光 X 線分析装置）と EDX（エネルギー分散型 X 線分析装置）で試料残渣の定性分析を行った。両方の装置で Mg、Al、Ca 等が検出された（図3）。

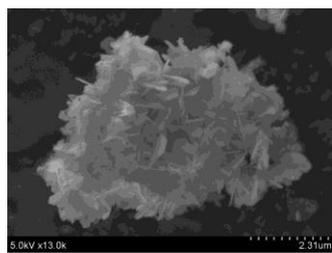


図2.残渣のSEM画像

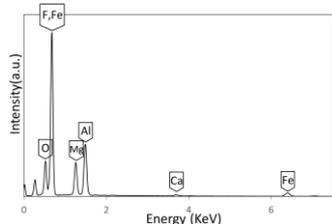


図3.残渣のEDXスペクトル

無機元素を分解する場合 HF が多く用いられている。特に砂のようなケイ酸塩を含む元素を溶解する場合は必要不可欠である。しかし、文献調査の結果、Mg-Al-Ca が混在する試料を HF で処理すると、フッ化物として安定した不溶物となることが分かった^[1]。

5. ハイブリット法の考案と定量分析

残渣を溶解させるためには、残渣に含まれている F イオンを各元素から切り離す必要がある。そこで HClO₄（過塩素酸）を添加した後、HNO₃ で処理を行った。得られた溶液は、ろ過による残渣の確認と遠心分離による沈殿の有無を確認した。共に、残渣は確認されなかったため完全に溶解したものと判断した。

今回我々が提案するハイブリッド法は、マイクロ波分解後の試料で得られたデータとマイクロ波分解後の残渣を HClO₄ 処理によって完全溶解した

試料から得られたデータを合算する手法である。

図5に、ハイブリッド法と既存手法（マイクロ波処理のみ）を比較した結果を示す。既存手法では少量しか検出されなかった元素がハイブリッド法による処理で多量検出された。得られたデータを元素毎に t 検定を実施した。Mg、Al、Cd 以外の元素で優位な差が見られた。この結果より、今回用いた試料について、マイクロ波分解処理後の残渣中に多くの元素が取り込まれていたことが分かった。また、完全溶解させた試料を定量分析することで既存の手法に比べて、より真の値を得ることができると考案できた。

6. まとめ

マイクロ波による分解と HClO₄ 処理を組み合わせた試料前処理方法を開発した。今回得られた成果について論文投稿を検討するとともに、業務の中で活用することで分析精度の向上に繋げ、ひいては学生・研究者支援に貢献する。

謝辞

本開発は、令和元年度東北大学工学研究科・工学部技術職員技術開発助成を受けて行ったものであり、ここに謝意を表します。

参考文献

[1] Akio Makishima, Ryuji Tanaka and Eizo Nakamura, "Precise Element and Isotopic Analyses in Silicate Samples Employing ICP-MS: Application of Hydrofluoric Acid Solution and Analytical Techniques "ANALYTICAL SCIENCES. OCTOBER 2009, Vol.25, (2009), pp.1181-1187.

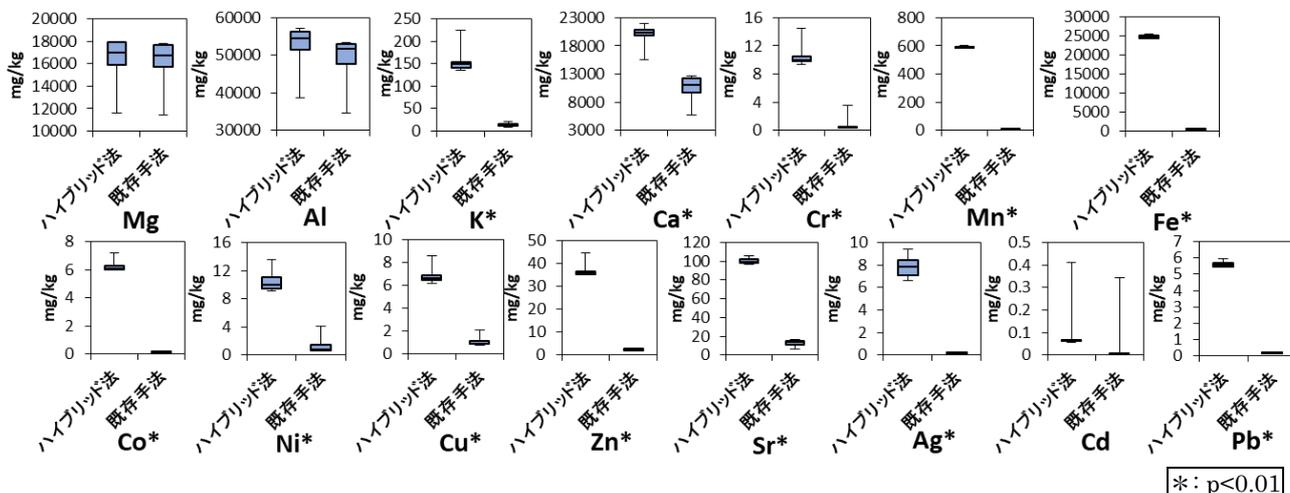


図5.ハイブリッド法及び既存手法で得られた各元素濃度データの比較

★令和2年度東北大学総長研究支援技術賞

「多様な研究分野を対象とした ICP-MS による全学的な研究支援」

工学部・工学研究科 技術部 合同計測分析班 極微量物質分析室 ICP-MS グループ※

※ 中野 陽子、高橋 真司

東北大学の伝統である「研究第一主義」に基づき、優れた研究支援を推進し、本学の研究を技術面から支援する職員の職務遂行意識の高揚を図ることを目的として、研究支援業務において特に高く評価できる成果を挙げた職員を表彰するものです。

コロナ禍における不安定な状況においても全学を対象として ICP-MS 測定における試料前処理、測定及びデータ解析までを行う包括的研究支援を継続しました。本グループは環境・リサイクル関連試料、生体試料、薄膜及び堆積岩等の多種多様な試料の依頼分析に対応しており、その測定データは学生及び教職員の研究の推進に大いに貢献しました。



工学部・工学研究科技術部では、毎年8月上旬に技術職員を対象とした技術部一般研修を開催しています。本研修は、日常業務において創意工夫し、努力している中から生まれた成果を報告し、技術の向上と継承に役立てると共に研修の場を通して技術職員の交流を図ることを目的としています。

主な研修内容として、研究科長などからの挨拶、技術開発助成採択課題の紹介、前年度の技術開発助成の成果報告や研修報告、優秀技術発表賞の表彰を行っています。また、特別講演として本研究科の先生方に研究に関してご講演を頂いたり、科研費取得のための勉強会なども実施しています。

例年、大会議室などの大きな会場に集まって実施してきましたが、令和2年度は新型コロナウイルスの影響により2020年4月下旬に工学研究科が閉鎖され、解除後も在宅勤務、会議、イベントなどはオンラインが推奨されました。6月中旬には状況が落ち着きましたが、感染リスクを考えると対面での研修は難しいという結論になり、今年度の一般研修は、Google meetを使用したオンラインで開催することが決まりました。内容を簡略化し、研究科長などの挨拶および技術開発助成採択課題の紹介はライブ配信、成果報告や研修報告の発表は事前録画でのオンデマンド配信にて実施し、発表に対しての質問は、研修後のアンケートにて受け付けることにしました。また、年度初めに行う予定であった初任者研修が開催できなかったため、本研修にて新任職員紹介も行うことにしました。

当時はオンラインに関する知識や必要な機器が十分にあるわけではなかったため、配信方法、機器などの設定やテストなどの準備、参加者と発表者への案内など検討事項が多くとても大変だったという印象が残っています。

以下に研修を企画・運営した企画担当メンバーからの感想と研修後に実施したアンケートの結果を記載しました。

<企画担当メンバーからの感想>



オンラインツールで画面を切り替えたり、動画の作成方法を考えたりと、オンライン会議に関する勉強が出来て良かったと思っています。

各自で録画してもらった発表を配信する方法は、動画ファイルによって音声のボリュームが異なったり、途中で動画が切れてしまうなどのトラブルがありましたが、人と人との接触を最小限にしたり、研修当日に発生しうる深刻なトラブルを回避できるといった点で、オンライン研修に不慣れな我々が当時できる精一杯の方法であったのかなと感じております。



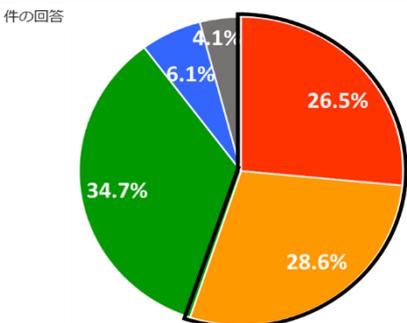
技術部一般研修をオンライン配信する方針で決まったとき、配信方法や準備など全く経験のないことだったので配信時にどんなアクシデントが起こるかが予想しづらく、臨機応変に対処できるかがとても不安だったが、オンデマンド形式での配信で大きな問題もなく研修を終えることができたので非常に満足している。

(※提供いただいた感想の中から一部抜粋)

<研修後のアンケート結果>

ライブ配信：新任職員および技術開発助成採択課題の紹介 録画配信：専門研修および技術開発助成採択課題成果の報告について

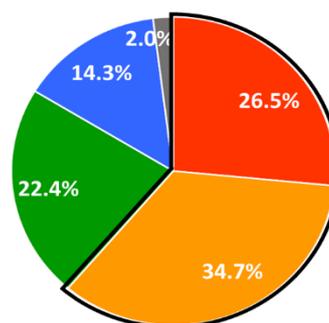
49件の回答



「満足した」、「まあまあ満足した」の回答者が過半数

49件の回答

- 満足した。
- まあまあ満足した。
- 普通。
- やや物足りない。
- 物足りない。
- 不参加。



「満足した」、「まあまあ満足した」の回答者が過半数

◆オンライン研修についてのご感想・ご意見

- ・動画配信だけだと、質問がしづらい、質問時間も設けてその場でやりとりができるとうよかった。発表も生配信したほうが、臨場感があってよかったように思う。
- ・技術開発助成採択課題の紹介について、ただ単に採択テーマと採択者を読み上げるだけではものたりなかったです。例えば、どのような点が評価され開発助成の採択につながったかなどを伝えてもらえると、今後申請を計画している方にとって有益のように思います。開発助成の成果報告については、最後に部長から講評をいただくなどがあってもよいのではないのでしょうか。
- ・先に動画を集めて配信する形の為、当日とてもスムーズでよかったです。報告する側としても、予め都合の良い時に収録できる方法は良いと思います。
- ・自席で受ける都合上、聴講中に電話や来訪者、業務の対応ができるというメリットもありますが、集中して聞けないというデメリットもありました。
- ・集合研修でない分、技術部としての一体感は無く感じました。
- ・配信方法はオンデマンドでも良いと思いますが、音質の均一化が必要かと思いました。

(※回答一部抜粋)

◆企画・運営へのご意見について

- ・初めての試みとあって、皆さんの準備もとても大変だったと思います。どうもありがとうございます。今回の規模であれば、1日開催でもよいのではと思いました。
- ・発表用向けにPowerPoint機能を使った動画の撮影方法の説明資料があったのが大変助かりました。

(※回答一部抜粋)

発表に関しては、質疑応答の時間を設けた方が良かったという感想や発表もライブ配信の方が良かったという意見が多くありました。また、オンデマンド配信では音質の均一化が必要など課題も見つかりました。研修当日はスムーズに進むか最後まで緊張と不安でいっぱいでしたが、アンケートでは半数以上の技術職員から「満足だった」という回答が得られ、無事に終了したことに安堵しました。初めてのオンラインによる開催は今後の企画・運営に繋がる良い経験となったと思います。最後に、一般研修にご参加いただいた皆様、アンケートにご協力いただいた皆様に改めて感謝申し上げます。

東北大学工学研究科・工学部 電子情報システム・応物系に、新低層棟「教育研究実験棟」と「復興記念教育研究未来館」が完成しました。

新低層棟と復興記念教育研究未来館（未来館）は、つながった一つの建物として建築され、教育研究実験棟は3階建て、未来館は2階建てです。教育研究実験棟1階にはクリーンルーム、共通実験室、工場、低温センターなどが集約されています。2階は学生実験のフロア、3階は研究室と講義室のフロアです。一方、未来館は、東北大学電子情報システム・応物系の東日本大震災からの復興に際して、企業の皆様からお寄せいただいた寄付金（東北大学電気・情報系復興記念教育研究未来館基金）をもとに建設された施設です。未来館1階には300人収容の「復興記念ホール」、2階には産学連携のためのスペースが設けられています。2階には、学生や企業の皆様がくつろぐことができるスペース（交流カフェ）を設け、また、1階・2階には寄附を頂いた企業各社による常設展示を設ける予定となっています。

（東北大学工学部電気情報物理工学科教育広報企画室提供：
電気系同窓会だより 2020 および復興記念教育研究未来館ホームページより引用）

参考 URL

復興記念教育研究未来館ホームページ：<http://www.ecei.tohoku.ac.jp/miraikan/index.html>



（手前）未来館
（奥）教育研究実験棟



教育研究実験棟



未来館

現在、電子情報システム・応物系の教育研究実験棟では14名の技術職員が働いています。

以前の建屋からの引っ越し作業、そして2021年1月の引き渡しから現在において、苦労したことや感じていることなど、技術職員の方々に感想を聞きました。特に新棟への引っ越し作業というものは携わる機会が減多に無いことから、実際に苦労した点や工夫した点などは今後の参考になるのではないのでしょうか。

<技術職員からの声>

◆引っ越しで苦労した事がありますか？



- ・スケジュール調整の難航： 移設作業は複数の運送業者が入っていることや引っ越し対象の研究室も多いことから、移設スケジュールが重なることもあり、日程や作業調整には苦労しました。
- ・荷物整理について： 引っ越し後に改めて荷物整理した際に廃棄となったものもあり、事前に廃棄できていれば運搬の手間が減らせたのではないかと感じました。
- ・仮置きに関する苦労： 低層棟を解体する際に機械・工具を各所（マテ系・機械系・体育館横の電気系倉庫）に仮置きさせてもらっていましたが、各所を移動するのが手間でした。
- ・引っ越し業者と運搬する時刻を前日に確認しましたが、現場に全然現れませんでした。そのため軽量物の運搬が予定時刻になっても始まりませんでした。担当業者と前から打ち合わせを行っていたが、当日運べない物品も出てきて予定通りにいきませんでした。
- ・引っ越しや新棟の設営の際、業者がどこまで作業を行うのか、きちんと両者の確認が必要なこと。また、引っ越し作業前に、梱包した段ボールが溜まるため、居室が狭い場合はしばらく不便になること。
- ・他の研究室等に比べて1回の引越しで済んだので、特に苦労はしませんでした。引越し後の棚等の組立てが大量にあり大変でした。

◆新棟で働く中で感じていることはありますか？

*以前の建屋と比べた時のメリット（デメリット）や新棟になって変わったことや業務（作業）のしやすさなど



- ・空調（エアコン・換気扇）が整備されたことで、温度・湿度が良好に保たれ作業環境・機械保守管理において以前よりも大きく改善されたこと。
- ・大扉が設置され大型の機械の搬入・搬出がしやすくなりました。
- ・工場の床面積が減ったので、稼働率の低い機械・機器を廃棄する必要性がありました。
- ・以前の工作室よりとても使いやすい環境で、安全で快適に作業を行うことが出来るようになりました。施設の方々と打ち合わせした通りの設備にして頂き感謝申し上げます。建物委員会や携わった先生方に心より感謝申し上げます。
- ・メリットは、不要物品を再確認できたので、全体として身軽になった印象があります。また、同じ建物内に、関係のある部屋（低温センター、工場等）があるため、快適になりました。
- ・デメリットは、天井、壁の一部が塗装など無く、まれに剥がれ落ちるので少々心配があります。
- ・全体として各部屋も広くなったため業務が行いやすく、満足しております。
- ・メリットは、収納場所が増えたこと、全体的に広がったことで作業がしやすくなったこと。デメリットは、外の作業（液体窒素汲出し）場所の庇が短いうえに雨樋もない為、雨が降った時の作業スペースが狭くなってしまうこと。

ご感想をお寄せいただいた皆様、ありがとうございました。

編集後記

令和2年度「技術部報告」(第16巻)をお届けいたします。

令和2年(2020年)は、1月に国内ではじめて新型コロナウイルスが確認されてから、私たちの生活は一変し、突如新しい生活様式を強いられ、繰り返し訪れる感染の波への対応に明け暮れる1年となりました。その猛威は変異株の登場でまだまだ収束の兆しが見えません。

最初は戸惑ったリモートでの会議や実習、各種情報交換やイベント、交流会等にもだぶ慣れ、それが当たり前となってきました。本書 TOPICS でも初めてオンラインで開催した技術部研修での苦労話や今後に向けてのアンケートの結果などを紹介させていただきましたが、このオンラインコミュニケーションの流れは日常となることが考えられます。更に、その流れは一気に加速し、現在の音声と画像中心のやり取りに加えて触覚や味覚・嗅覚なども伝えることが可能になるなど、それら技術が飛躍的に進化するかもしれない。そうなれば、人とのつながりが気薄になるなど、新たな問題が発生することへの不安はありますが、私たち技術職員もこれらの変化に対し、新たな技術やスキルを身に着けるなど、柔軟な対応と取組みが必要となるでしょう。本報告集がその取り組みの一助になれば幸いです。

本報告にご協力頂いた皆様に、この場を借りて改めてお礼を申し上げますと共に、一日も早い新型コロナウイルス感染症の終息と、皆様のご健康をお祈り申し上げます。
今後ともどうぞ宜しくお願い申し上げます。

【総務班企画担当】

東北大学工学部・工学研究科技術部 令和2年度「技術部報告」(第16巻)

発行 東北大学工学部・工学研究科技術部
編集 東北大学工学部・工学研究科技術部
総務班班長：菊池都士
企画担当・報告集WG：
根本真奈 斉藤宏秋 小山田康紀 遠山翔 鞠古秀幸(順不同)
連絡先 〒980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-04
東北大学工学部・工学研究科技術部
Tel：022-795-4920, 4921
Fax：022-795-5019
技術部HP <http://www.tech.eng.tohoku.ac.jp/>