

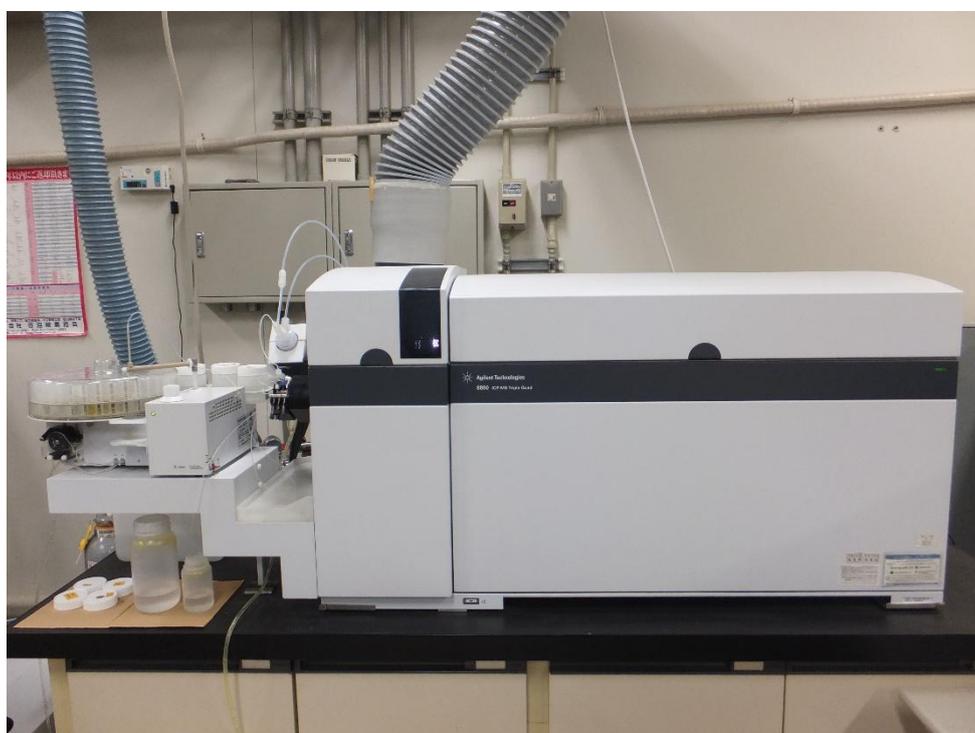


東北大学

東北大学 工学部・工学研究科

2024 年度

技術部報告



第 20 卷

表紙の写真

Agilent Technologies 社製 Agilent 8800 ICP-QQQ(トリプル四重極 ICP-MS)

ICP-MS (誘導結合プラズマ質量分析法) は, Ar ガスに高周波電力を印加して生成した誘導結合プラズマ (Inductively Coupled Plasma, ICP) をイオン源に用いて, ICP に液体試料を霧状にして導入させ, Ar プラズマによってイオン化された試料中の元素を質量分析計によって分離, 検出する元素分析の手法です. Ar プラズマは, 6000~10000 K の高温となるため, プラズマ内では多くの元素が高効率でイオン化され, 定性分析, 定量分析, 同位体比分析など高感度な多元素一斉分析が行えます. トリプル四重極 ICP-MS は, コリジョンリアクションセルの前後に四重極マスフィルタを配置した装置であり, 2つの四重極マスフィルタとコリジョンリアクションセルを連動させることで同重体, 二重荷電, 隣接質量の重複, 強い多原子干渉などのスペクトル干渉を解決でき, 半導体材料や地球化学試料, 生体試料などの高マトリックス中の微量成分 (ppt (※) まで) の分析も可能です.

※ppt=1 兆分の 1

目次

巻頭言「技術部報告」(第 20 巻)の刊行にあたって	1
技術部長 本宮憲一	
1 年を振り返って	2
副技術部長 船水和義, 菊池裕人, 丸尾知佳子	
工学部・工学研究科技術部 組織図	3
工学部・工学研究科技術部関連各委員会委員一覧	4
技術部運営委員会, 技術部評価委員会, 技術部組織委員会, 系技術室運営委員	
年間活動報告	6
2024 年度 技術部 会議および行事報告, 総務班, 安全衛生管理班, 合同計測分析班, 情報・ネットワーク班, 製作技術班, 教育支援班	
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, 学会・技術研究会等での発表, その他	
2024 年度 一般研修報告	25
[令和 5 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]	
ガラス研削用ハンドリユーター固定用スタンドの開発	26
佐々木貴康 (製作技術班 第 3 製作)	
汎用フライス盤の改良 フライス盤における自動数値制御機能の付加による開発	28
納富勇太 (製作技術班 第 1 製作)	
CFRP の転削加工による切削工具摩耗と切削面の評価	30
熊谷琢 (製作技術班 第 2 製作)	
ハードウェア設計技術の向上および性能評価可能な教育プログラムの開発	34
阿部茂樹 (教育支援班 学生実験)	
開水路実験装置のリアルタイム一元流量観察システムの開発	40
会田俊介 (教育支援班 大型装置管理)	
カラーユニバーサルデザインに配慮した印刷物等のチャート開発	42
丸尾知佳子 (教育支援班 微細装置管理) 玉木俊昭 (安全衛生管理班 健康安全管理室)	
技術部 DX 推進!	44
原谷奈津子 (情報・ネットワーク班 ネットワーク管理) 門脇正徒 (情報・ネットワーク班 ネットワーク管理) 安齋あいり (情報・ネットワーク班 ネットワーク管理) 耿錚 (情報・ネットワーク班 ネットワーク管理) 佐々木真人 (情報・ネットワーク班 ネットワーク管理) 真野健介 (情報・ネットワーク班 ネットワーク管理)	

工学研究科 通電確認システムの構築	46
門脇正徒 (情報・ネットワーク班 ネットワーク管理)	
耿錚 (情報・ネットワーク班 ネットワーク管理)	
佐々木真人 (情報・ネットワーク班 ネットワーク管理)	
原谷奈津子 (情報・ネットワーク班 ネットワーク管理)	
アルミニウムハードマスクを用いた3次元ナノ構造体作製プロセスの開発	48
渡辺壮 (教育支援班 微細装置管理)	
堂守佑希 (教育支援班 微細装置管理)	
学生実験に向けた模擬不攪乱試料作製装置の開発	50
山口潤 (教育支援班 大型装置管理)	
株木宏明 (安全衛生管理班 健康安全管理室)	
TOPICS 今年度の技術部職員の受賞等	52
2024 年度 学外専門研修等報告	53
東北能力開発大学校セミナー「ICにおける機能回路の実用技術」	54
八桁一平 (教育支援班 学生実験)	
CAD/CAM ソフトウェア「MYPAC DESIGNER 3次元CAM教室」受講報告	58
片倉健司 (製作技術班 機械工作第2分室)	
ステンレス鋼のTIG溶接技能クリニック板材編 受講報告	60
納富勇太 (製作技術班 機械工作第1分室)	
令和6年度東北地区国立大学法人等「中堅職員・主任のための指導力・企画力アップ研修」受講報告	62
鎌田恵子 (教育支援班 創造工学センター)	
八桁一平 (教育支援班 学生実験)	
渡辺壮 (教育支援班 微細装置管理)	
令和6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」	70
河内海奈 (教育支援班 創造工学センター)	
2024年度東北地区国立大学法人等「若手職員のための社会人基礎力養成研修」受講報告	72
古屋智佳子 (安全衛生管理班 健康安全管理室)	
編集後記	74

巻頭言

「技術部報告」(第20巻)の刊行にあたって

工学部・工学研究科技術部
技術部長 本宮 憲一

本報告集は、工学部・工学研究科技術部が過去一年間にわたり、それぞれの専門性を活かして業務に取り組んだ多岐にわたる活動の集大成です。各技術職員は、日々の教育・研究活動の支援はもとより、高度な実験装置の設計・製作、最新技術の導入・運用、そして安全な実験環境の維持に至るまで、幅広い分野でその専門性を発揮し、工学研究科・工学部の発展に大きく貢献してきました。

本報告集では、これらの活動から生まれた数々の成果、技術的な課題への挑戦、そして未来に向けた新たな取り組みについて詳細に報告しています。これらの成果が、今後の工学分野の発展に寄与し、社会に貢献することを確信しております。

工学部・工学研究科技術部は、総務班、安全衛生管理班、合同計測分析班、情報・ネットワーク班、製作技術班、教育支援班の6班体制で、工学研究科・工学部の学部5学科、大学院18専攻、創造工学センター、マイクロ・ナノマシニング研究教育センターなどの施設、および工学研究科全体の管理部門において、円滑かつ効率的な教育・研究活動を支援してまいりました。

この一年間の大きな変化として、ナノテラスの運用開始が挙げられます。ナノテラスでの実験開始に伴い、今後は技術部においても関連する支援業務に関わる職員が増えていくと思われまます。各班の技術を生かし、ビームラインに設置された分析装置で使用される部品製作から、測定サンプルの調整や測定・解析支援といった業務まで幅広い分野で貢献してまいります。

分析装置や加工機械などの更新についても、工学研究科共通機器検討委員会において中長期的な更新計画が策定され、工学研究科をはじめとする学内外の先生方や学生の皆様の要望に応えられるよう、装置類の導入・更新が進められています。今後は、これらの装置の性能を最大限に引き出し、効率的かつ有効に運用することで、研究・教育への貢献という理念をより一層意識して業務に取り組んでまいります。

工学部・工学研究科技術部は、「豊かな社会と自然環境を実現するための科学技術の創成と発展に貢献する」という工学研究科・工学部の目的に向け、教員・事務職員と共に誠実に取り組み、技術的な側面から多様な教育・研究活動を支えていきます。日々技術の研鑽に励み、研究用設備機器、工作機械等の研究資源の効率的活用・管理や共同利用の促進、ならびに情報通信設備、安全衛生管理等の教育・研究基盤の安定的運用を通して高品質の技術支援を提供することで大学の教育・研究力向上に貢献するよう努めてまいります。

今後とも、皆様からのご支援・ご鞭撻を賜りますよう、心よりお願い申し上げます。

1年を振り返って

工学部・工学研究科技術部

副技術部長 船水 和義 菊池 裕人 丸尾 知佳子

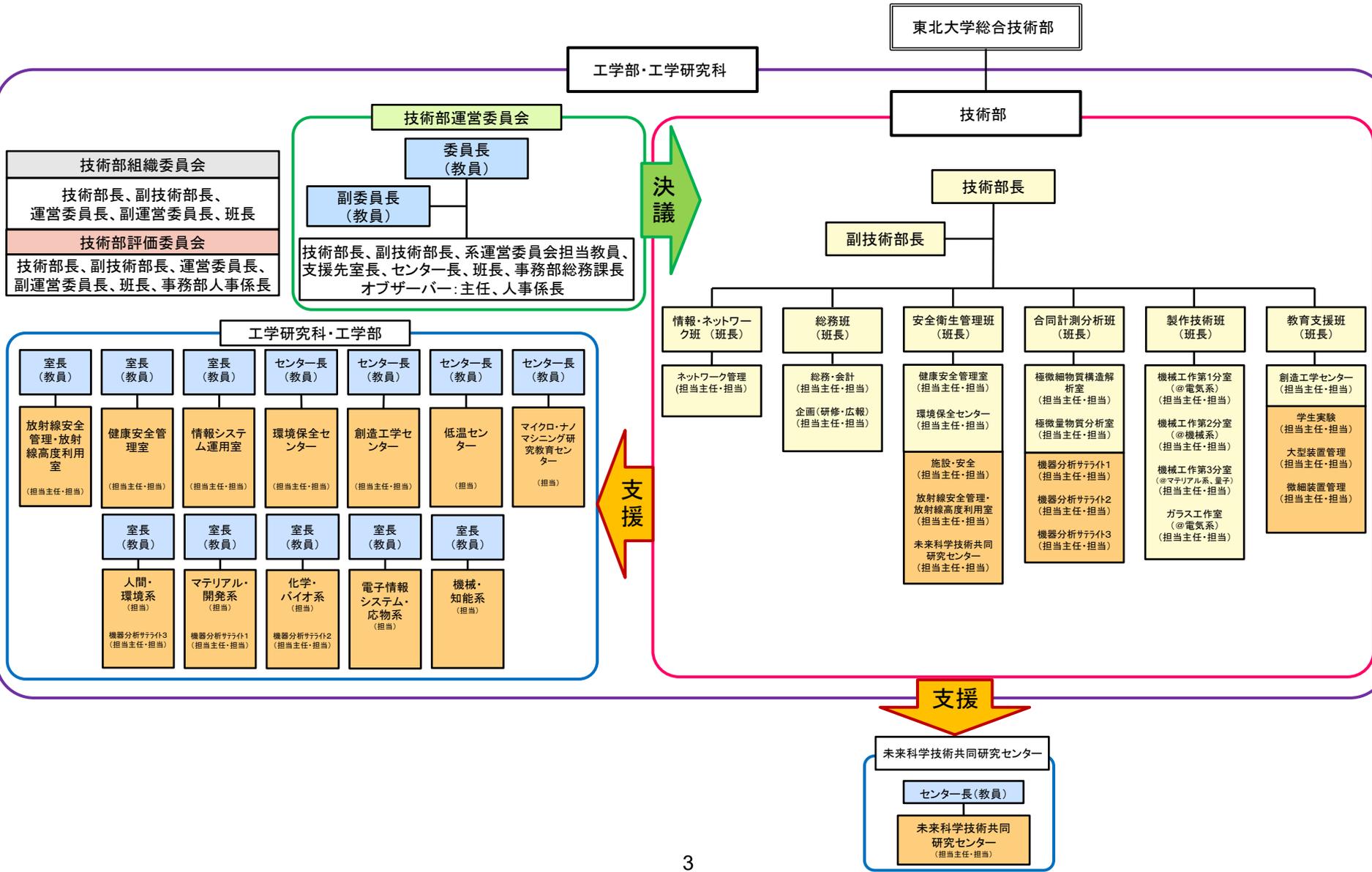
2024年度は本学が国際卓越研究大学に認定され、世界に伍する研究大学に向けて歩みを進めることとなった大きな1年でした。工学部・工学研究科技術部（以下、技術部）におきましても、研究者のより高度な技術支援要請に応えるべく、さらなる支援体制強化に取り組む必要性を再認識した1年となりました。従来、技術部では個々の技術力強化を目的とした技術部経費による資格取得支援や技術専門研修支援に対し、希望者が必要時に申請を行う制度を採用していました。2023年度からは、自ら計画立案して自発的に取り組めるよう、春と秋の2回、公募による経費支援を行う制度に切り替えております。この2年で多くの技術部職員が本制度を活用して技術の高度化や新たな技術習得に取り組み、2024年度は担当等のグループを単位とするOJT研修を実施する等の動きが見られました（3件に経費支援）。切磋琢磨できる環境が整うことによって担当等の技術水準底上げが期待でき、将来的な支援体制強化やバックアップ体制構築にもつながる有益な取り組みとなりました。

また、2024年度は、技術部が2005年4月に設置されてから20年という節目の年を迎えました。本年度は、本宮技術部長を中心にこれまでの部内取り決め文書等の再点検を行い、中野総務班長、遠山企画担当主任を中心に全体研修の在り方を見直した1年でもありました。一例を挙げますと、本学では東北大学コアファシリティ統括センターの下で研究設備等の共用化の動きが加速しており、技術部でも管理する設備の共用登録を推進しております。同センターの設備統合管理システムを通じた登録設備の利用申請や委託分析、製作依頼に対応できるよう関連内規の改正を行いました。全体研修においても一例を挙げますと、例年8月に実施してきた一般研修は、近年は工学研究科・工学部技術職員技術開発助成の成果報告の場としてその役割を果たしてきました。しかし、工学部内に限らず、より多くの技術職員と技術交流を図ることを目指し、一般研修を発展的に解消して東北大学総合技術部研修や東北地区国立大学法人等技術職員研修で行われる技術研究会を開発助成の成果報告の場とすることとなりました。これらの技術研究会で技術部職員が本開発助成の成果報告を行う機会に立ち会われました際は、ぜひとも有益なご助言等をおかけくださいますようお願いいたします。なお、次年度当技術部は青葉山東キャンパスの一員として総合技術部研修の運営を担当します。参加者にとって有意義な技術研鑽の場となるよう万全の準備を進める所存です。

冒頭でも述べた通り、2025年度は国際卓越研究大学が本格始動します。今後本学に対してどのような貢献ができるのか、自らの強みをどう成長・進展させて業務の質向上につなげていくか、ひとりひとりがしっかり意識していくことが求められます。まずは数年後、自分自身が一技術職員としてどうなっていたいか、そこに向かってどう進めていくかをイメージしていただくことが最初の一步となります。自ら描いた道を歩む若手職員や中堅職員に対し、先輩職員がそっと背中を押してサポートできる、当技術部がそんな持続的な組織になるべく運営体制の強化を図ってまいります。

末筆となりますが、日頃より工学部・工学研究科技術部の活動へのご理解をいただき、この場をお借りし感謝申し上げます。引き続きご支援ご指導を賜りますようお願い申し上げます。

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:	高村 仁				
副運営委員長:	佐藤 裕	大兼 幹彦			
技術部長:	本宮 憲一				
副技術部長:	船水 和義	菊池 裕人	丸尾 知佳子		
教員:	水谷 正義	(機械・知能系)	山口 健	(創造工学センター)	
	大兼 幹彦	(電子情報システム・応物系)	西山 大樹	(情報システム運用室)	
	青木 秀之	(化学・バイオ系)	長尾 大輔	(健康安全管理室)	
	佐藤 裕	(マテリアル・開発系)	千葉 一美	(未来科学技術共同研究センター)	
	前田 匡樹	(人間・環境系)	大兼 幹彦	(低温センター)	
	松山 成男	(放射線安全管理・放射線高度利用室)	壹岐 伸彦	(合同計測分析)	
	小野 崇人	(マイクロ・ナノマシンング研究教育センター)	松本 祐司	(環境保全センター)	
	高村 仁	(総合技術部運営委員)			
技術職員:	中野 陽子	(総務班長)	富樫 晋	(安全衛生管理班長)	
	高階 卓哉	(合同計測分析班長)	沖山 研二	(製作技術班長)	
	河内 海奈	(教育支援班長)	門脇 正徒	(情報・ネットワーク班長)	
総務課長:	木皿 卓郎	(事務部)			
〔オブザーバー〕					
人事係長:	南 光二	(事務部)			
担当主任:	遠山 翔	(総務班 企画(研修・広報))	玉木 俊昭	(安全衛生管理班 健康安全管理室)	
	櫻田 喬雄	(安全衛生管理班 施設・安全管理)	斉藤 宏秋	(安全衛生管理班 放射線安全管理・放射線高度利用室)	
	上石 正樹	(安全衛生管理班 未来科学技術共同研究センター)	高橋 真司	(合同計測分析班 微量物質)	
	宮崎 孝道	(合同計測分析班 物質構造)	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)	杉澤 久道	(製作技術班 機械工作第1分室)	
	齋藤 直樹	(製作技術班 機械工作第2分室)	今井 優多	(製作技術班 機械工作第3分室)	
	笠原 哲也	(製作技術班 ガラス工作室)	横山 梨香	(教育支援班 学生実験)	
	鎌田 恵子	(教育支援班 創造工学センター)	会田 俊介	(教育支援班 大型装置管理)	
	安東 真理子	(教育支援班 微細装置管理)	耿 錚	(情報・ネットワーク班 ネットワーク管理)	

技術部評価委員会

運営委員長:	高村 仁				
副運営委員長:	佐藤 裕	大兼 幹彦			
技術部長:	本宮 憲一				
副技術部長:	船水 和義	菊池 裕人	丸尾 知佳子		
班長:	中野 陽子	(総務班)	富樫 晋	(安全衛生管理班)	高階 卓哉 (合同計測分析班)
	沖山 研二	(製作技術班)	河内 海奈	(教育支援班)	門脇 正徒 (情報・ネットワーク班)
人事係長	南 光二				

技術部組織委員会

運営委員長： 高村 仁
副運営委員長： 佐藤 裕 大兼 幹彦
技術部長： 本宮 憲一
副技術部長： 船水 和義 菊池 裕人 丸尾 知佳子
班長： 中野 陽子 (総務班) 富樫 晋 (安全衛生管理班) 高階 卓哉 (合同計測分析班)
沖山 研二 (製作技術班) 河内 海奈 (教育支援班) 門脇 正徒 (情報・ネットワーク班)

系技術室運営委員

機械・知能系： 水谷 正義 中田 俊彦
電子情報システム・応物系： 松浦 祐司 齊藤 伸 篠原 歩 住井 英二郎 大兼 幹彦
船水 和義 横山 梨香 大村 安幸
化学・バイオ系： 青木 秀之 長尾 大輔
マテリアル・開発系： 佐藤 裕 野村 直之 鞠古 秀幸 木浪 常利 赤尾 昇
人間・環境系： 小林 光 前田 匡樹 西村 修

年間活動報告

2024 年度 技術部 会議および行事報告

ここでは、2024 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	班長会議顔合わせ(4/1)	<ul style="list-style-type: none"> 工学研究科・工学部技術開発助成募集 第1回資格取得希望調査
	第1回班長会議(4/11)	
	職群代表会議(4/17)	
	総合技術部統括技術専門員会議(4/24)	
5	第1回技術部運営委員会(5/15)	<ul style="list-style-type: none"> 第二種衛生管理者受験対策講座募集 東北大学自己啓発研修(eラーニング)第2期募集
	職群代表会議(5/22)	
	総合技術部統括技術専門員会議(5/29)	
6	職群代表会議(6/19)	<ul style="list-style-type: none"> 科学技術分野の文部科学大臣表彰研究支援賞募集 TOEIC 団体受験(6月期)
	第1回総合技術部運営委員会(6/26)	
	総合技術部統括技術専門員会議(6/26)	
7	第2回班長会議(7/3)	<ul style="list-style-type: none"> 科学技術分野の文部科学大臣表彰 創意工夫功労者賞募集 科学研究費補助金(奨励研究)募集
	職群代表会議(7/17)	
	総合技術部統括技術専門員会議(7/24)	
8		<ul style="list-style-type: none"> 技術部一般研修(8/5) 東北大学英語スキルアップ研修募集 東北大学自己啓発研修(eラーニング)第3期募集
9	第3回班長会議(9/4)	<ul style="list-style-type: none"> 東北地区国立大学法人等技術職員研修(9/18-20) 東北地区国立大学法人等「中堅職員・主任のための指導力・企画力アップ研修」
	職群代表会議(9/13)	
	総合技術部統括技術専門員会議(9/25)	

月	会 議	そ の 他
9		<ul style="list-style-type: none"> ・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」 ・工学研究科教育賞等表彰募集 ・TOEIC 団体受験（9 月期） ・東北大学スピーキング研修募集
10	職群代表会議（10/16）	<ul style="list-style-type: none"> ・東北地区国立大学法人等「若手職員のための社会人基礎力養成研修」 ・第 2 回資格取得希望調査
	第 2 回技術部運営委員会（10/17）	
	総合技術部統括技術専門員会議（10/23）	
11	職群代表会議（11/20）	<ul style="list-style-type: none"> ・東北大学自己啓発研修(e ラーニング) 第 4 期募集
	総合技術部統括技術専門員会議（11/27）	
12	第 1 回技術部組織委員会（12/5）	<ul style="list-style-type: none"> ・東北大学総長業務功績賞表彰募集 ・TOEIC 団体受験(12 月期)
	第 4 回班長会議（12/5）	
	職群代表会議（12/18）	
	総合技術部統括技術専門員会議（12/25）	
1	第 2 回技術部組織委員会（1/9）	
	職群代表会議（1/22）	
	第 3 回技術部組織委員会（1/23）	
	第 5 回班長会議（1/23）	
	総合技術部統括技術専門員会議（1/29）	
	第 2 回総合技術部運営委員会(1/30)	
2	第 3 回技術部運営委員会（2/13）	<ul style="list-style-type: none"> ・東北大学自己啓発研修(e ラーニング) 2025 年度第 1 期募集
	職群代表会議（2/19）	
	総合技術部統括技術専門員会議（2/26）	
3	職群代表会議（3/19）	<ul style="list-style-type: none"> ・技術部活動報告会（3/10）
	第 3 回総合技術部運営委員会(3/21)	
	第 6 回班長会議（3/21）	
	総合技術部統括技術専門員会議（3/26）	

- 総務・会計 3名
- 企画(研修、広報) 10名

1. 総務班について

総務班は、総務・会計担当と企画担当より構成されています。総務・会計担当は、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、専任の非常勤職員2名がそれぞれ総務担当および経理担当として、担当主任と連携を図り業務に従事しています。

企画担当は、技術部研修の企画・運営、技術部報告やパンフレットの編集、Web更新等の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)に分かれ、各リーダーおよび担当主任を中心に、連携して業務に従事しています。

2. 2024年度の主な業務

◇総務担当

- ・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
- ・フレックスタイム制勤務表の確認(勤務時間管理システム処理の反映等)
- ・休業者の各種事務手続き
- ・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
- ・各種健康診断等に関する通知と受診取りまとめ・結果送付
- ・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
- ・運営委員会の通知および出欠取りまとめ
- ・令和6年度工学研究科・工学部技術開発助成の採択に関する通知
- ・科学研究費助成事業(奨励研究)に係る各種通知および取りまとめ
- ・TOEIC団体受験に関する取りまとめ
- ・兼業に関する手続き
- ・年末調整取りまとめ
- ・年次有給休暇取得状況調査(年間・月間)集計および回答

◇経理担当

- ・製作加工料金および分析利用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、予算管理
- ・予算照会・旅費業務・購買業務システム閲覧権限の登録および所管権限の設定
- ・会計に係る事務連絡および各種手続き
- ・2024年度物品実査業務の取りまとめ
- ・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
- ・減損会計適用資産の減損調査取りまとめ
- ・研究費不正コンプライアンス教育実施に関する通知および受講の確認作業

◇企画担当

【技術部初任者研修の開催】

- ・2024年5月21日（火）8時50分～11時50分
- ・4月1日付採用の新任職員1名を対象に、各班業務紹介、施設見学を実施

【技術部一般研修の開催】

- ・2024年8月5日（月）9時00分～15時30分（68名参加）、オンライン開催（Google Meet）
- ・特別講演 講師：大兼 幹彦 教授（応用物理学専攻）

題目：量子スピンスенсаの開発とユースケース開拓

- ・令和5年度専門研修報告（2件）、令和5年度技術開発助成課題成果報告（9件）
- ・優秀技術発表賞 受賞者：納富 勇太（製作技術班）

題目：フライス盤における自動数値制御機能の付加による開発

授賞式：2024年10月18日（金）開催（会場 技術部会議室）

【技術部活動報告会の開催】

- ・2025年3月10日（月）13時15分～17時15分（73名参加）、オンライン開催（Google Meet）
- ・事業・会計報告、各班活動報告
- ・2024年度専門研修報告（1件）、令和5年度技術開発助成課題成果報告（1件）、一般発表（5件）
- ・2024年度定年退職者講演：高田 修司（安全衛生管理班）
- ・技術部から：「総合技術部のいま」 伊東 久美子 総合技術部副部長

【広報活動】

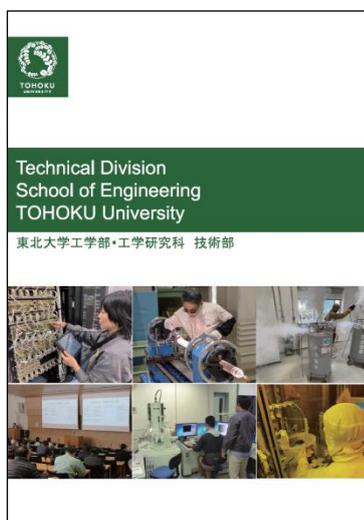
- ・2023年度技術部報告第19巻（2024年7月発行）
- ・技術部パンフレット（2024年11月発行）
- ・技術部Webの更新作業

技術部報告第19巻は技術部Web（<http://www.tech.eng.tohoku.ac.jp/>）への掲載や、他大学機関等への公開通知、教職員グループウェア全教職員向け掲示板および総合技術部Webサイトにも掲載し、技術部職員の活動に関する情報発信に努めました。また、班編成の変更に伴い、技術部パンフレットの作成や技術部Webの更新作業を行いました。

末筆ながら、皆様には日頃より総務班活動へのご支援およびご協力を賜り厚く御礼申し上げます。



技術部報告第19巻



技術部パンフレット



技術部Web

- 健康安全管理室 4名
- 環境保全センター 3名
- 施設・安全管理 8名
- 放射線安全管理・放射線高度利用室 5名
- 未来科学技術共同研究センター 2名

1. 体制

安全衛生管理班は健康安全管理室、環境保全センター、施設・安全管理、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の5つの担当で構成しており、技術職員20名が配置されている。2024年度では施設・安全管理へ低温センター担当（1名）が加わった一方で、環境保全センター担当（1名）が片平地区へ異動となった。安全衛生管理班員は安全衛生分野での関わり方は様々であるが、各々の技術的背景をいかながら職場や研究室等の安全を支えている。以下に2024年度の活動を抜粋し報告する。

2. 各担当業務

(1) 健康安全管理室

- ・工学研究科等事業場安全衛生委員会の幹事
- ・化学物質や実験機器に関する管理, 取りまとめ
- ・防災体制の構築や防火防災訓練の立案
- ・研究室の安全衛生活動の支援
- ・実験事故・火災の対応（再発防止策の検討）
- ・作業環境測定の日程調整, 結果の整理とフォローアップ
- ・局所排気装置, エックス線装置等研究設備の設置・移動・廃止等に伴う届出手続き
- ・工学研究科・工学部の安全マニュアルの改訂の取りまとめ, 原稿の執筆
- ・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
- ・安全衛生教育の立案・実施
- ・健康安全管理室ホームページの運用による安全衛生に関する情報の周知・共有
- ・仙台市消防局の立入の対応
- ・工学系安全管理担当者交流会の企画・開催（2024年度幹事校）

(2) 環境保全センター

- ・全学事業場等を対象とした実験廃液の管理, 排水管理等業務
 - 学内廃棄物規程の見直し, 廃液相談対応, 廃液管理システム運用支援
 - 排水検査、機器分析装置の維持管理, 排水分析料金の改定対応, 設備更新対応等
- ・全学における安全衛生活動の支援
 - 全学を対象とした安全教育教材（薬品・廃液・高圧ガス）の企画・運営
 - 法令対応に伴う教育教材の作成及び講習会の企画・運営
 - 金属溶接作業者を対象としたマスクフィットテストの実施
- ・各系組織における安全衛生管理
 - センタースクエア及び環境科学研究科の安全衛生活動の立案と推進

(3) 施設・安全管理

- ・各系組織（機械・知能系, 電子・応物系, 化学・バイオ系, 総合研究棟）における安全衛生管理及び施設設備の管理, 寒剤供給（低温センター）業務等
 - 安全衛生委員会開催, 職場巡視, 事故対応, 防災訓練等の安全衛生活動の立案, 推進

寒剤供給及び液体ヘリウムトランスファー（低温センター）

【派遣依頼・その他業務】

危険物総合管理システムの統括担当（派遣依頼），工学研究科ネットワーク統一保守及びPCヘルプデスク（派遣依頼），人間環境系・社会環境工学実験の支援（派遣依頼），計算機管理室業務支援，創造工学センター「匠の心」講師対応（派遣依頼），化学・バイオ系生物化学 RI 実験室改修工事の対応等

(4) 放射線安全管理・放射線高度利用室

・放射線安全管理業務

-法令に基づく報告書作成，規定類の作成，監督官庁による法令検査の受検，放射線量測定，作業環境測定，法令に基づく教育訓練および従事者管理対応，関連委員会への出席等

・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および実験装置の維持管理・環境整備，学内外の実験装置利用者対応，研究実験支援，技術指導等

・その他活動

-施設内の安全衛生管理，学生実習・実験支援（機械知能・航空実験Ⅱ量子サイエンスコース），放射線教育支援（量子フォーラム支援），国際原子力人材育成イニシアティブ事業対応（講師）

(5) 未来科学技術共同研究センター

・センター管理業務

-施設内の機器・付帯設備の保守・管理，ネットワークインフラ整備，セキュリティシステム管理，建物改修工事対応，安全衛生業務等，オンラインセミナー配信等

・プロジェクト支援

-研究実施環境の構築・整備，研究室主催セミナー及び展示用の動画撮影・映像編集作業

・その他活動

- IOT センサを利用した各種システムの構築，実験事故対応

3. 発表・受賞・資格取得等

(発表)：第 36 回タンデム加速器及びその周辺技術の研究会（ポスター発表：三輪・遠山），第 5 回日本放射線安全管理学会・日本保健物理学会合同大会（ポスター発表：遠山），第 42 回大学等環境安全協議会総会・研修発表会（発表：菊池），2024 年度技術部活動報告会（発表：上石），第 20 回労働安全衛生に関する情報交換会（発表：熊谷）

(資格取得)：第一種衛生管理者免許（熊谷），高圧ガス製造保安責任者・乙種化学（古屋），特定化学物質及び四アルキル鉛等作業主任者（熊谷），酸素欠乏・硫化水素危険作業主任者（熊谷）

(講習修了)：保護具着用管理責任者選任時研修・上級コース（玉木），応急手当普及員講習（熊谷），2024 年度東北大学職員英語研修（熊谷）

(学内講習会)：保護具着用管理責任者講習会（富樫、菊池、株木、門馬、富田、古屋、熊谷）

- 極微細物質構造解析室(総合研究棟) 1名
- 極微量物質分析室(総合研究棟) 4名
- 機器分析サテライト1(マテリアル・開発系) 4名
- 機器分析サテライト2(化学・バイオ系) 4名
- 機器分析サテライト3(人間・環境系) 1名

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。班が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、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（<https://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
- ・ ウェブサイトを通じた装置・利用法に関する最新情報の発信
- ・ 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）
- ・ 各種のセミナーや技術研究会等への参加（2024年度：受講（学内研修を除く）19件、発表2件）
- ・ 総合技術部や職群の研修への参加・企画
- ・ 技術部支援業務（2024年度：会計、企画、創造工学センターへの支援等）
- ・ 学術指導の実施（2024年度：7件）

合同計測分析班のスローガン

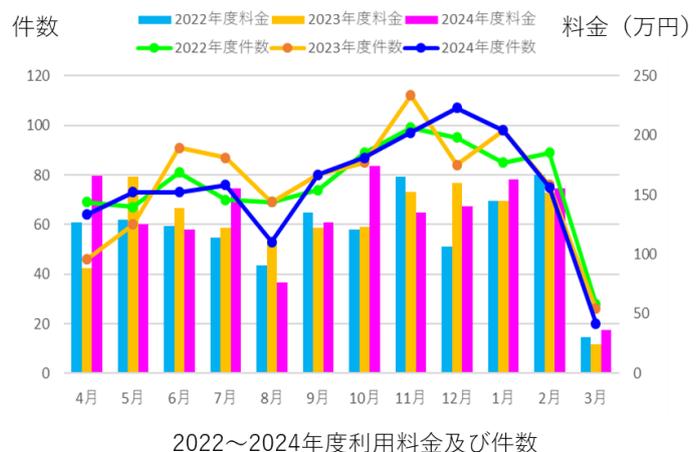
学内の分析装置の安定した運用や分析に関する技術指導等を通して、教育研究のための技術支援を適切に行うこと。

2. 2024年度の活動

2-1. 利用件数及び相談件数

利用件数・料金

右図は2022年度から2024年度までの3年分の収入と利用件数をまとめたグラフです。今年度の分析依頼申請書を基準とした利用件数は近年と同じ程度（約900件）、利用料金は微増（約1,600万円）となっております。夏季休暇の8月と卒業シーズンの3月に利用が減少するのは毎年同じ傾向となっておりますが、3月については会計上の理由で外部資金が利用できないことも影響しています。なお、運営費自体の利用率も年々減少してきており、今年度は全体の1割弱となっております。



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、62件（2023年度：45件）となっております、工学研究科だけでなく、他部局や学外からも寄せられました。なお、今年度は工学研究科内からの相

談が多く、例年に比べ 1.5～2.0 倍ほどの件数となっていました。また、学術指導契約は 7 件（2023 年度：8 件）で、企業 5 件、他大学 1 件、財団法人 1 件でした。

2-2. 共用設備の持続可能な運用について

工学部・工学研究科の共用設備（合同計測分析班、MNC、製作技術班（2023 年度追加））に関して持続可能な運用を検討する「共通機器委員会」では、利用状況等の情報更新や 12 月に会議（メール審議）が開催され、機器更新計画の見直しが行われました。なお、テクニカルサポートセンター青葉山東サテライトの運営に関する検討を行う「テクニカルサポートセンター青葉山東サテライト企画推進 WG」では、メンテナンス支援等の情報収集や取りまとめ等に各部署で対応しました。また、1 月に研究推進・支援機構コアファシリティ統括センター（CFC）から全学的コアファシリティ強化に資する共用設備の整備について要求設備の照会がありましたので、班全体で 18 件の申請を行いました。

2-3. 研究科長戦略的経費の申請状況

共通機器委員会で選定された機器更新計画に基づき、昨年度申請していた極微細物質構造解析室の走査電子顕微鏡更新（申請額：75,075,000 円）が採択されたため、機種選定～契約に関する対応を関係部署と協力して行い、1 月下旬に導入されましたので、運用開始に向けて準備を進めております。

2-4. 受賞・発表・資格取得

- ・令和 6 年度科学技術分野の文部科学大臣表彰受賞（st2：古内）
- ・2024 年度 機器・分析技術研究会（B02：中野）
- ・応用生態工学会第 27 回さいたま大会（B02：高橋）
- ・工学部・工学研究科技術部活動報告会（st2：茅森）

2-5. 科研費（奨励研究）採択

- ・難溶解性 SiC の酸分解工程ハイスループト化による高効率化手法の開発（B02：中野）
- ・亜熱帯島嶼河川における陸水生態系内の物質循環プロセスの解明（B02：高橋）

2-6. 組織改編について

機器分析サテライト 3 は、2011 年度より長らく教育支援班との兼務扱いとなっておりましたが、技術部内の組織改編により、2024 年度末をもって廃止されることとなりました。なお、当該部署の管理装置については、引き続き設備統合管理システム（SHARE）から利用可能となっております。

2-7. 分析班の内規について

分析班の内規に SHARE からの料金徴収の項目を追加することとなり、これに伴い内容が重複する部分が多かった「工学部・工学研究科技術部合同計測分析班依頼機器測定内規」及び「工学部・工学研究科技術部合同計測分析班機器利用規程」を統合し、依頼機器測定内規の全部改正として新たに「東北大学工学部・工学研究科技術部合同計測分析班設備等利用内規」が制定されました。

3. 今後の展望・課題

これまで学外からの設備利用については、SHARE 経由以外では学術指導契約を締結する形で対応してきましたが、工学部技術部における学術指導契約の対応方法の変更に伴い、SHARE 経由での学外対応を進めていくことが今後の課題となっています。また、2022 年度の共通機器委員会発足に伴い、研究科長戦略的経費による機器更新・保守へのハードルは以前より下がりましたが、他部署との調整や物価高による導入費用の増額、億を超えるような高額な設備には対応が困難であること等から、引き続き概算要求や CFC からの設備要求による更新を模索していきたいと考えております。さらに、担当者の年齢構成や装置習熟に必要な期間を鑑みると、後継者育成も視野に入れなければならない時期に差し掛かってきており、どのように技術継承していくかを総合技術部とも連携して検討していく必要があります。

■ネットワーク管理(情報・ネットワーク室 4名、電子情報システム・応物系 計算機管理室 2名、機械系 広報推進室 1名)**1. 情報・ネットワーク班について**

情報・ネットワーク班は令和 5 年度より新設されました。主な業務として、工学研究科・工学部等の情報・ネットワーク利用に関すること、大学の教育研究活動及び管理業務を円滑に遂行するための技術支援に関することを担当しています。当班の今年度の活動を報告します。

2. 各担当の業務

7名の班員が工学研究科・工学部内外から寄せられた業務依頼や技術相談対応、技術支援依頼を担当しました。

[今年度の主な業務・技術支援]

- ・ 情報ネットワークの保守・管理
 - 工学部ネットワーク統一管理
 - 系ネットワーク
 - 農学部 NW 保守サポート業務
- ・ 情報システムの開発・運用
- ・ Web ページの作成・更新
- ・ 各種サーバ管理
- ・ 情報処理室等の PC メンテナンス
- ・ PC 等のトラブル対応・修理
- ・ 授業・実習等の支援
- ・ 技術開発助成
- ・ CFC スマート・リモート化 WG
- ・ 広報業務
- ・ 東北大学 DX プロジェクト
- ・ 青葉山キャンパスグループ業務

3. 班の 1 年の記録

[発表] 4 件

- ・ 工学部・工学研究科技術部一般研修 2 件 (口頭発表 2 件)
- ・ 工学部・工学研究科技術部技術部活動報告会 1 件 (口頭発表 1 件)
- ・ 総合技術研究会 2025 筑波大学 1 件 (口頭発表 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] 1 件 (グループ 1 件)

[主な受講研修・聴講] ※紙面の都合上、報告を受けた主なものを抜粋

- ・ 2024 年度技術部一般研修
- ・ 2024 年度技術部活動報告会
- ・ 東北大学職員英語研修
- ・ 情報・ネットワーク群 職群全大会
- ・ 総合技術部広報グループ研修
- ・ 情報・ネットワーク群 配信ソフトウェア研修

- ・情報・ネットワーク群 広報グループ研修
- ・青葉山キャンパスグループ研修（スイッチ講習会）
- ・技術職員向け知財に関するセミナー聴講
- ・部局技術担当者向け情報セキュリティ対策研修
- ・TAMARIBA 合同イベント
- ・CFC マネジメント研修
- ・CFC プレーヤー研修担当部会「若手職員のためのスキルアップ研修」講師
- ・ノーコードアプリ活用 AppSheet 入門編
- ・生成 AI セミナー
- ・SNMP セミナー
- ・研究費不正防止等オンライン研修
- ・KEK 技術セミナー伝える技術
- ・ワークライフバランス研修(総合技術部 男女共同参画部会)

情報・ネットワーク班は、全メンバーが工学系研究科・工学部ネットワーク統一管理（情報システム運用室）の業務を担当し、互いに連携しながら年間約 300 件以上の業務対応を行いました。また、工学系研究科・工学部の系支援業務や部局の情報関連業務も遂行しました。一部のメンバーは東北大学 DX プロジェクトや CFC スマート・リモート化 WG に積極的に参画しています。2024 年度は班員 1 名の退職という残念な事態がありましたが、設立から間もない班として、今後も確実に業務を遂行し、実績を積み重ねていく所存です。

業務風景



サーバ管理



系支援業務



スイッチ講習会



口頭発表@総合技術研究会



無線 AP 設置作業



NW 機器定期点検



NW 機器交換作業

- 機械工作第1分室(電子情報システム・応物系機械工作室) 6名
- 機械工作第2分室(機械・知能系試作センター) 6名
- 機械工作第3分室(マテリアル・開発系機械工作学生実習室2名&量子エネルギー工学専攻機械工作室2名) 4名
- ガラス工作室(電子情報システム・応物系ガラス工作室) 3名

1. 2024年度の取り組みについて

主となる業務内容

- 機械加工・ガラス加工における製作業務および依頼・相談等の受付対応
- 工作機械や機器などの設備や施設の保守管理
- 製作依頼利用料金の集計および振替手続き
- 機械工作実習や学生実験などの技術指導や機械操作の支援、工作安全教育支援
- 総務班企画担当の兼務(担当:2名)

これまでの第1製作・第2製作・第3製作の班構成を見直し、2024年4月より「機械工作第1分室」「機械工作第2分室」「機械工作第3分室」「ガラス工作室」の4つの分室・工作室体制へと再編しました。技術職員19名が、金属・樹脂・ガラスなどの加工業務に従事し、研究・教育に必要な実験装置や部品・試験片の製作を通じた技術支援に加え、学生実習での技術指導や工作機械の安全教育など、加工に関する教育支援を主業務とした活動を行いました。

製作による技術支援では、「一点もの」や「柔軟かつ精密な加工」といった高度な技術を要する製作依頼が増加する一方で、機械・知能系およびマテリアル・開発系の2学科における学生実習では、加工の基礎を学ぶ機械工作実習など、「ものづくり」の基本を重視した教育支援にも注力しました。

また、今年度からは製作依頼の申請方法を電子フォームに変更し、各工作室の依頼状況をオンライン上で一括管理できる体制を整えました。これにより、作業進捗の共有や依頼内容の集計業務が大幅に効率化されました。さらに、2025年度からは東北大学コアファシリティ統括センターの設備統合管理システムを通じた受託利用の開始に向け、各工作室の登録も進めました。

2. 2024年度の製作業務および部署別依頼件数内訳について

各工作室では、それぞれの特色を活かした加工業務を行い、多くの製作依頼に対応しました。依頼における作業時間の合計は15,000時間を超え、近年の作業時間では最も多い作業時間となります。表の部署別依頼件数及び作業時間内訳の通り、工学研究科に限らず部局外の依頼も多く対応しました。



旋盤による鋼管の加工



石英ガラスの加工

2024年度部署別依頼件数及び作業時間内訳（合計 841件 15,147時間）

No.	部署	件数	作業時間	No.	部署	件数	作業時間
1	機械・知能系	232	4,621	12	国際文化研究科	6	91
2	マテ・開発系	192	2,354	13	学際科学フロンティア研究所	7	81
3	電子・応物系	128	1,778	14	教育・学生支援部	1	75
4	量子エネルギー工学専攻	53	1,377	15	東北大学病院	1	74
5	人間・環境系	34	1,339	16	技術部	8	63
6	化学・バイオ系	79	1,329	17	国際集積エレクトロニクス研究開発センター	4	44
7	環境科学研究科	43	885	18	マイクロ・ナノマシニング研究教育センター	1	33
8	未来科学技術共同研究センター	21	454	19	工学系研究企画室	2	19
9	医工学研究科	11	264	20	理学研究科	1	12
10	流体科学研究所	1	133	21	農学研究科	1	4
11	金属材料研究所	15	117				

3. 業務依頼による対応

- 機械知能・航空工学科 機械工作実習（対面形式）支援（期間：2024年4月～7月）
支援内容：対面形式（動画コンテンツ編集含む）での技術指導
担当職員：14名（教育支援班4名、安全衛生班2名との合同により計20名）
- 材料科学総合学科 学生実験_機械工作実習（対面形式）支援（期間：2024年4月～7月）
支援内容：対面形式（動画コンテンツ編集含む）での技術指導
担当職員：3名（教育支援班2名との合同により計5名）
- 学科における学生実験「設計製図の基礎」テーマ新設に伴う技術支援
業務内容：製図に用いる作例品の製作、実習テキスト・講義スライド作成における技術支援
支援部署：化学・バイオ系学生実験対応委員会 担当職員：3名
- 機械系自動車過去未来館のクラシックカーの動態保存におけるメンテナンスおよびオープンキャンパス時の展示対応 担当職員：1名

4. 委員会、職群の取り組み等の担当

- 電子情報・応物系、マテリアル・開発系、機械・知能系の安全衛生委員
- 加工・開発群青葉山キャンパス地区機械加工グループ長補佐、AならびにCチームリーダー
- 総合技術部 CFC 地区研修担当部会(B)1名、総合技術部 CFC プレーヤー研修担当部会(C)1名

5. 講師対応、研修開催および参画

- 総合技術部 CFC プレーヤー研修担当部会主催の技術専門職員研修（11/14, 15開催）
職群横断型実習①「加工特性と精密加工体験による関連技術の基礎」において、実習の講師（3名）および工場見学対応（4名）を担当
- 青葉山キャンパス地区機械加工グループCチーム研修「旋盤加工における加工条件に関する研修」11/21：開催および出席 10名
- 青葉山キャンパス地区機械加工グループBチーム研修「フライス加工における樹脂系材料の精度向上に向けた意見交換会と施設見学」11/26：開催協力および出席 7名
- 青葉山キャンパス地区機械加工グループAチーム研修「3Dプリンターにおける基礎操作を学ぶ」12/12：開催および出席 6名
- ガラス加工グループ（チーム）研修「専門技術研修報告会」3/6：出席 2名
- 教育支援班学生実験担当研修（3/27開催）において、加工実技の講師を担当 5名

- 学生実験 4名
- 創造工学センター 3名
- 大型装置管理 5名
- 微細装置管理 7名

1. 教育支援班について

教育支援班は、学生実験、創造工学センター、大型装置管理、微細装置管理の4担当で構成されており、工学部・工学研究科の各学科・専攻・附属施設において教員と連携し、授業や研究、学生の課外活動の支援や施設・設備の運用・保全・利用に関する支援・指導などを行っており、班員は学生実験・実習、演習等の授業支援、分析・実験・工作などで使用する装置・機器の利用指導や管理業務、施設・設備・装置・設備の保全や共同利用の支援等を通し、学生・教職員に対し様々な技術を提供し、また通常業務以外にも研修や学会等へ積極的に参加し、技術力の向上に努めています。

以下に今年度教育支援班各担当が行った活動の一部を記載します。

2. 各担当の業務

(1) 学生実験

4名の班員が学生実験、機械加工実習、各種演習等の授業支援や実験・実習で使用する装置等の維持管理・操作方法の指導、工学部における教育プログラムや課外プログラムの支援等を行いました。通常支援業務以外にも、技術相談やStep-QIスクールの支援等にも対応いたしました。

(2) 創造工学センター

3名の班員が工学部・工学研究科創造工学センターにおいて施設利用者への講習会実施や技術指導、製作相談、施設・設備管理、小・中学生向けの体験型科学教室での運営補助業務を行っています。通常業務以外にも学外からの視察対応や工学部ネットワーク運用室支援等を行いました。

(3) 大型装置管理

5名の班員が工学部内の各学科において、大型実験装置の保守・管理・操作方法の指導や学生実験・実習等での技術支援や学科ごとに所有している大型装置や設備の共同利用に関する支援や安全衛生管理等を行っています。通常業務以外にも、総合技術部部会への参加や施設見学対応を行いました。

(4) 微細装置管理

7名の班員が工学部内の学科・施設において微細加工や分析装置などの保守・管理・操作方法の指導や各学科・施設で所有している分析機器の共同利用に関する支援も行っています。通常業務以外にも機械工作実習、クラシックカーのメンテナンスを含むオープンキャンパス対応、仙台市最終処分場の水質分析など多岐に渡る業務を行いました。

3. 発表、主催、講師依頼、出展など

- 土木建築環境系技術研究会 2024 岩手大学 発表：小山田
- 令和6年度東北地区国立大学法人等技術職員研修
 - 実技研修「フォトリソグラフィによる微細加工体験担当」 講師：渡辺、堂守
 - 全体運営：丸尾、安東
- 第41回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム技術展示出展：渡辺、堂守
- 日本水環境学会シンポジウム@岩手大学 口頭発表：丸尾

- 令和6年度土木学会全国大会 第79回年次学術講演会 「中学高校生の水理現象に対する興味関心向上に向けた取り組みーサイフォン式排水模型の活用事例紹介ー」：会田
- 若手職員のためのスキルアップ研修「重量試験体の加力フレーム・圧縮試験機への設置に関する業務紹介」：会田
- 技術職員コンソーシアム(TAMARIBA)・東北大学総合技術部・大学技術職員組織研究会合同イベント～技術職員組織の役割と職員のキャリアパスを考える～ 主催・実行委員長：安東
- 第21回ものづくり・創造性教育に関するシンポジウム「ものづくり系サークルの施設利用への支援の現状と課題」発表：鎌田、河内
- 総合技術部 加工・開発群 青葉山キャンパス地区機械加工グループ研修「3Dプリンタにおける基礎操作を学ぶ」 講師：鎌田
- 総合技術研究会 2025@筑波大学 ポスター発表：安東、小山田 口頭発表：会田
- 第1回 電子回路・測定・実験群全体研修 発表：会田
- 教育支援班人間・環境系担当者研修「ミニチュア建機を活用したICT施工に対する理解向上のための研修」 主催：会田
- 教育支援班学生実験担当者研修「直流電源回路の製作及び今更聞けない測定装置・工具の使い方」 主催：横山
- 電子回路・測定・実験群 青葉山キャンパスグループ研修「業務中におけるヒヤリハット」 主催：山口 発表：鞠古、小山田

4. 受賞

- 日本水処理生物学会論文賞 (2024年11月2日)：丸尾
- 令和6年度土木学会全国大会 第79回年次学術講演会優秀講演者 (2024年10月17日)：会田

5. 資格

- 第3種電気主任技術者：八桁
- 電気通信主任技術者：八桁
- 第一種衛生管理者：小山田
- フルハーネス型墜落制止用器具特別教育：小山田
- エックス線作業主任者：渡辺

6. 論文掲載

- Testing combined effects of environmental trace metals/arsenic and marine trophic status on the bioaccumulation in Pacific oysters: Insights from 22-site field sampling, Zhongcheng Wang, Takeshi Akimoto, Tingting Yue, Yuji Hatakeyama, Chikako Maruo, Gissela Pascual, Megumu Fujibayashi, Takashi Sakamaki, Marine Pollution Bulletin 207(2024), 116827.
- The Detail Matters: Unveiling Overlooked Parameters in the mechanochemical Synthesis of Solid Electrolyte. Abdulkadir Kızılaslan, Mustafa Çelik, Yuta Fujii, Zheng Huang, Chikako Moriyoshi, Shogo Kawaguchi, Satoshi Hiroi, Koji Ohara, Mariko Ando, Kiyoharu Tadanaga, Saneyuki Ohno, and Akira Miura. *ACS Energy Letters* 2025, 10, 156-160.

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
会田 俊介	教育支援	大型装置管理	ICT を活用した水理実験教材の製作と教育効果検証
安東 真理子	教育支援	微細装置管理	酸化物ガラスの ^{29}Si -CPMAS、MQMAS、NMR による局所構造解析
高橋 真司	合同計測分析	微量物質	亜熱帯島嶼河川における陸水生態系内の物質循環プロセスの解明
中野 陽子	合同計測分析	微量物質	難溶解性 SiC の酸分解工程ハイスループット化による高効率化手法の開発

〔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】			
沖山 研二	製作技術	機械工作第 3 分室	旧型工作機械を活用した加工技術の原点回帰と新たな加工法の構築
小山田 康紀	教育支援	大型装置管理	建築構造免震シミュレーション 3DCG の AR 映像化システムの構築
熊谷 琢	製作技術	機械工作第 2 分室	CFRP 転削加工における切削温度の可視化及び切削条件選定
根本 真奈	教育支援	微細装置管理	環境試料の分析対応に向けた藻類のアミノ酸分析の検討
丸尾 知佳子	教育支援	微細装置管理	藻類産生毒素「ミクロシチン」直接迅速分析手法の開発
八桁 一平	教育支援	学生実験	myRIO を使用した LabVIEW と組込みプログラミングについての製作課題の作成

氏名	所属班	担当	技術開発名
【グループ】			
納富 勇太 ¹ 遠藤 洋樹 ²	製作技術	¹ 機械工作第1分室 ² 機械工作第3分室	大型材料に対応した可搬式切断機の開発
原谷 奈津子 安斎 あいり 門脇 正徒	情報・ネットワーク	ネットワーク管理	部署間共通プラットフォームの開発

表彰・受賞

氏名	所属班	担当	内容
会田 俊介	教育支援	大型装置管理	公益社団法人 土木学会 令和6年度土木学会 全国大会 第79回年次学術講演会優秀講演者
納富 勇太	製作技術	機械工作第1分室	令和6年度東北大学工学部・工学研究科技術部 一般研修 優秀技術発表賞
古内 有希	合同計測分析	機器分析サテライト2	令和6年度科学技術分野文部科学大臣表彰 研究支援賞

資格等取得

氏名	所属班	担当	資格等
遠藤 洋樹	製作技術	機械工作第3分室	電気取扱業務（低圧）の特別教育 修了 第2種電気工事士
沖山 研二	製作技術	機械工作第3分室	プレス機械作業主任者
小山田 康紀	教育支援	大型装置管理	第一種衛生管理者 フルハーネス型墜落制止用器具特別教育 修了
熊谷 琢	製作技術	機械工作第2分室	有機溶剤作業主任者
玉木 俊昭	安全衛生管理	健康安全管理室	保護具着用管理責任者選任時研修 （上級コース）修了

氏名	所属班	担当	資格等
古屋 智佳子	安全衛生管理	健康安全管理室	高圧ガス製造保安責任者（乙種化学責任者）
八桁 一平	教育支援	学生実験	第3種電気主任技術者 電気通信主任技術者（伝送交換）
渡辺 壮	教育支援	微細装置管理	エックス線作業主任者

学会・技術研究会等での発表

氏名	所属班	担当	内容
会田 俊介	教育支援	大型装置管理	令和6年度土木学会全国大会 第79回年次学術講演会 （2024年9月5日～6日開催、東北大学） 「中学高校生の水理現象に対する興味関心向上に向けた取り組みーサイフォン式排水模型の活用事例紹介ー」 総合技術研究会 2025 筑波大学 （2025年3月5日～7日開催、筑波大学） 「水理実験教育におけるデジタル技術の活用～タブレット端末とARによる視覚的理解の促進～」
安東 真理子	教育支援	微細装置管理	総合技術研究会 2025 筑波大学 （2025年3月5日～7日開催、筑波大学） ポスター発表「高磁場NMRを用いたガラス材料の0-17NMR局所構造解析」
小山田 康紀	教育支援	大型装置管理	土木建築環境系技術研究会 2024 岩手大学 （2024年8月29日～30日開催、岩手大学） 「建築設計用3DCADデータの立体映像化システムの構築」 総合技術研究会 2025 筑波大学 （2025年3月5日～7日開催、筑波大学） ポスター発表「建築設計用3DCADデータの立体映像化」

氏名	所属班	担当	内容
熊谷 琢	製作技術	機械工作第2分室	<p>第3回機械工作技術研究会 (2024年9月12日～13日開催、広島大学) ポスター発表「CFRP加工におけるエンドミルの評価」</p> <p>総合技術研究会 2025 筑波大学 (2025年3月5日～7日開催、筑波大学) ポスター発表「CFRP加工におけるエンドミルの評価」</p>
中野 陽子	合同計測分析	微量物質	<p>第30回機器・分析技術研究会 2024 広島大学 (2024年9月5日～6日開催、広島大学) 「湿式酸分解処理による炭化ケイ素粉末の前処理効率化手法の検討」</p>
三輪 美沙子	安全衛生管理	放射線安全管理・放射線高度利用室	<p>第36回タンデム加速器及びその周辺技術の研究会 (2024年6月27日～28日開催、理化学研究所) ポスター発表「東北大学マイクロビームライン高レートデータ収集システムの開発」</p> <p>19th International Conference on Nuclear Microprobe Technology and Applications (2024年7月14日～19日開催、スペイン) ポスター発表「New Data Acquisition System for Tohoku Micro-beamline System」</p>
原谷 奈津子 門脇 正徒	情報・ネットワーク	ネットワーク管理	<p>総合技術研究会 2025 筑波大学 (2025年3月5日～7日開催、筑波大学) 「部局横断型の技術支援－東北大学 総合技術部 情報・ネットワーク群青葉山キャンパスグループの活動－」</p>
納富 勇太 ¹ 遠藤 洋樹 ²	製作技術	¹ 機械工作第1分室 ² 機械工作第3分室	<p>第3回機械工作技術研究会 (2024年9月12日～13日開催、広島大学) ポスター発表「大型材料に対応した可搬式切断機の開発」</p>

その他

氏名	所属班	担当	内容
安東 真理子	教育支援	微細装置管理	<p>技術職員コンソーシアム(TAMARIBA)・東北大学総合技術部・大学技術職員組織研究会合同イベント～技術職員組織の役割と職員のキャリアパスを考える～ (2024年10月3日～4日開催、東北大学) シンポジウムファシリテーター</p> <p>研究基盤 Expo' 2025 岡山大学 日本学会議 若手アカデミーシンポジウム 多様な人財が拓く 学術の未来に関するシンポジウム (2025年1月23日～30日開催、岡山大学) 「研究とコアファシリティのマネジメント人財の役割」 パネリスト登壇</p>
玉木 俊昭	安全衛生管理	健康安全管理室	<p>工学系安全管理担当者協議会 (2024年10月30日～11月1日開催、東北大学) 企画、運営、司会、進行</p>
渡辺 壮	教育支援	微細装置管理	<p>令和6年度東北地区国立大学法人等技術職員研修 (2024年9月18日～20日開催、東北大学) 「フォトリソグラフィによる微細加工体験」 実技研修講師</p>

2024 年度 一般研修報告

- 令和 5 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

ガラス研削用ハンドリユーター固定スタンドの開発

佐々木 貴康

製作技術班

1. はじめに

ガラスの板材や管材に穴をあける作業では、ハンドリユーターという電動工具を使用している。工具先端に電着ダイヤモンドバーという研削工具取り付け、ダイヤモンドが電着された部分で加工を行う。加工する時は穴をあける箇所へ慎重に工具の先を押し当て、水を付けながら作業を行う。水を付けながら加工を行う事で工具先端の目詰まりが抑制される。電着ダイヤモンドバーは主にΦ0.3mm～Φ5.0mmの工具径の物を使用し穴あけ作業を行い、作業はフリーハンドで行ってきた。

2. ハンドリユーターでの加工

作業する際はガラスの表面に傷がつかないようにテープ等で養生する。フリーハンドでの加工である事からリユーターと材料を手で支えながら加工するが、刃先の当て方や力の入れ具合によって工具先端に不具合が生じる事がある。工具は細い径のΦ0.3mmやΦ0.5mmの物になると先端が非常に折れ曲がりやすく根元から折損を起こす確率が高くなる。折損せずにはいたとしても電着した箇所が摩耗し金属の素地がむき出し状態になり研削がそれ以上進まなくなる。Φ1.0mm以上の大きさの物でも素地が露出している事に気が付かないまま加工を進めると穴の周辺に大きな欠けや割れが発生し、当てすぎると摩擦で工具先端の電着面が焼けつき、研削した表面に黒い跡として残り加工面が汚くなる。

これらの問題を解決するためハンドリユーターを固定し安定した穴あけが出来るよう今回固定スタンドの開発に取り組む事とした。

3. 固定スタンドの構想

はじめに固定スタンド全体の大きさ、材質から検討した。作業機の上で加工ができ、扱いやすいサイズとして縦 300mm×横 300mm×高さ 300mmの寸法で図面を作成した。

使用する主な素材はアルミニウム、ステンレスの2種類を使用した。土台となる部分はアルミニウムと

ステンレスの板材を組み合わせて製作し、土台の四隅にはアジャスターを取り付けて高さを調整出来る設計とした。

次にハンドリユーターを上下に摺動させる機構、保持する方法について設計を行った。上下に摺動する部分は、アルミニウムのブロックを組み合わせて製作する。摺動するブロックが外れないように両脇を板や別なブロックで抑えて固定する方法で考えた。加工の際にリユーターを押し込んだら元の高さまで戻ろうとする動作の事も考え、バネの力を利用し元の位置まで戻ってくる機構にした。

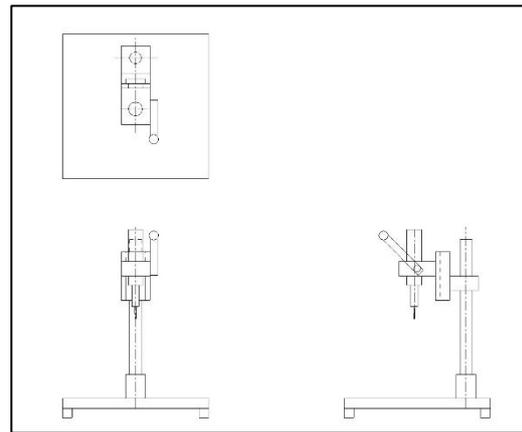


図1:固定スタンド図面

ハンドリユーターの固定方法としてはスリ割りの入ったアルミニウムのブロックで保持出来る形状で設計を行った。スリ割りが入った近くにネジ山を切り、ネジを締めるとすり割りの入った穴が縮みリユーターを固定する事が出来る。

穴あけを行う以外に固定したリユーターの向きを90°回転させる事で、ガラスの板や管をカットが出来るよう設計を進めた。その状態で使用する工具は電着ダイヤモンドバーではなく、電着ダイヤモンドカッティングディスクとなる。円盤状になっており外周には切れ刃であるダイヤモンドが電着されている。円盤状で厚みが薄くなっているため加工途中万が一破損する事も考え、作業する際はカバーを取り付ける事とした。またカット等行う際は穴あけの時

より多く水をかけての作業になるため、本体側にもリユーターの配線や本体に水がかからないようにカバーを取り付ける事とした。

4. 固定スタンドの加工・組み立て

設計をもとに固定スタンドの加工に取り組み、最初に土台の部分を作成する事とした。土台の寸法は縦 300mm×横 300mm のアルミニウムとステンレスのプレートを用意し支柱を立てて固定するための穴をあけてから、土台の傾きを調整するためのアジャスターを 4 か所に取り付けた。その後アルミニウムのプレートの上にステンレスのプレートを重ね、ネジで固定すると土台の厚さは 15mm 程になる。プレートを固定するネジは皿ネジを使用し作業の際に引っかからないようにした。

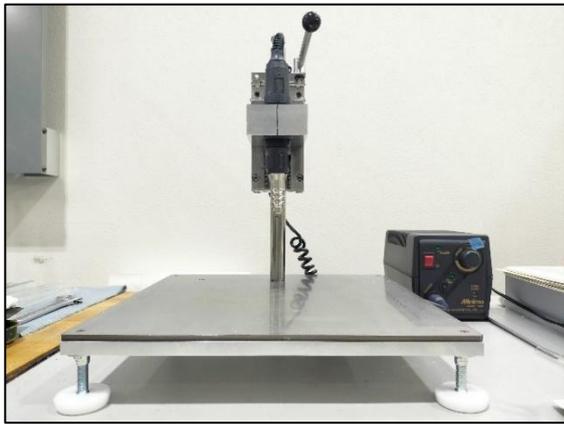


図2:完成した固定スタンド

上下機構の部分は、凸凹のブロックを使用した。凸型と凹型のブロック、それを抑えるためのプレートを組み合わせ、摺動面にしっかりと当たるか調整しながら作業を行った。プレートで凸型のブロックが抜け落ちないように加工を施し、バネを組み合わせる事で、ブロックを押し込んだら戻る機構も製作出来た。ハンドリユーターを保持するためのブロックはネジを締めるとリユーターをしっかりと保持する事ができ、がたつきも無くとても良好であった。

5. 研削加工

完成した固定スタンドで実際に加工を行った。工具はΦ0.3mm からΦ5.0mm のダイヤモンドバーを使用し板ガラスとガラス管に穴あけを行った。Φ0.3mm とΦ0.5mm は途中で折損することなく貫通穴をあけることが出来た。ガラス管での穴あけでは

Φ1.0mm の大きさを超えると貫通した際内側にバリが発生する事があった。そのため最終的な直径に仕上げる際は、工具先端がテーパや R 形状のもので仕上げる事で発生を軽減する事が出来た。

板ガラスへは加工する物の下敷きとして捨て板を張り付ける事で先端が直角形状のダイヤモンドバーで貫通させても欠けのリスクを低減する事が出来た。またフリーハンドの加工では穴の形状が不均一になりがちだったが、固定スタンドを使用する事で楕円形状にならず加工が出来るようになった。

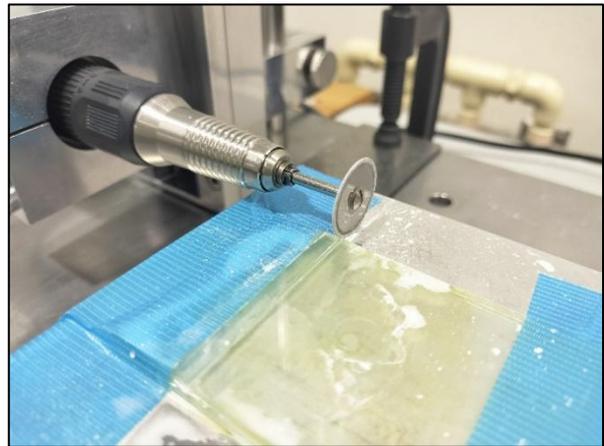


図3:ガラス板切断の様子

6. まとめ

リユーター固定スタンドを開発した事で今まで以上に安定した穴あけ加工が出来るようになった。Φ0.3mm、Φ0.5mm の穴あけを行う際工具の摩耗や折損がとても気がりであったが、加工中の折損や曲がり無く、加工後も工具先端の電着の剥がれもみられなかった。ディスクカッターでの加工もガラスカッターと同じく大きな割れ等無く切断する事が出来た。今回アクリルでディスクカッターの保護カバーを製作したが、安全性を高めたい為今後は金属製の物へ変更を検討している。ガラス材料以外でアルミナ等の同じ脆性材料にも対応できるか今後検証していきたい。

7. 謝辞

本開発助成は、令和 5 年度東北大学工学研究科・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。

汎用フライス盤の改良

フライス盤における自動数値制御機能の付加による開発

納富 勇太
製作技術班

1. はじめに

複雑な形状の加工や多数の穴あけ加工をする上で自動数値制御(NC)機能を有するNCフライス盤は必要不可欠である。(図1)近年、工学部での加工依頼件数は増加傾向にある中、現状では依頼件数に反してNCフライス盤の台数が不足している状況にある。また、職員の減少が懸念されていることからNCフライス盤による作業の効率化は非常に有効である。しかしながら高額な機械となるため機械工作室への導入は検討されているが容易に進む案件ではない。

そこで本技術開発では廃棄予定であった既存の汎用フライス盤(手動)を有効活用し、自動数値制御機能を付けてNCフライス盤(自動)として機能させることを試みる。改良したフライス盤はNCフライス盤としての有効性を検証し機械加工業務への実用化を目指す。



図1 フライス盤加工品の例

2. 開発の過程

概略図を以下に示す。(図2)

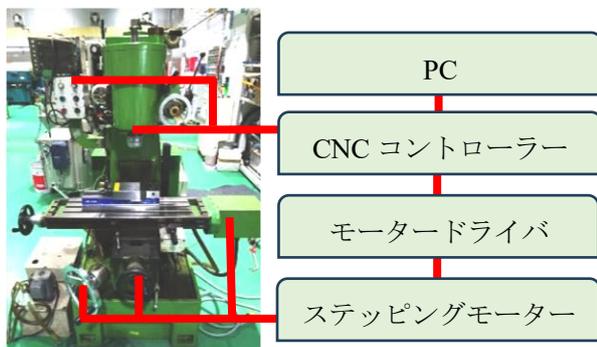


図2 NCフライス盤の構成

本開発では既存の汎用フライス盤(井上工機 IQIVQ-7)を使用する。XYZ 各軸のハンドルを取り外し、代わりに駆動用のステッピングモーターを取り付ける。コントローラーを介して PC から CNC ソフトにより操作を行い、その他スピンドルやクーラント、安全装置の制御も行う。

2.1 オーバーホール

はじめに機械の可動部を解体し洗浄を行う。各 부품の寸法を確認後、元の状態に戻す。(図3)

軸ねじは抵抗が少なく位置決め精度の高いボールねじに変更する。



図3 フライス盤のオーバーホール

2.2 設計・加工

配線図の作成と必要部品の設計・加工を行う(図4)

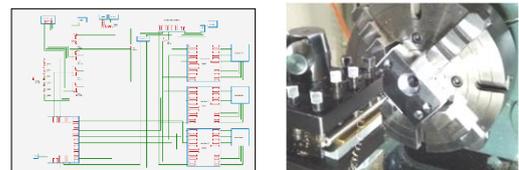


図4 設計と加工

2.3 ステッピングモーターの組込み

加工した部品を使用してステッピングモーターを組込み、配線する。(図5)

モーターブラケットは軽量で強度のあるアルミフレームで代用し、カップリングにて各軸に接続する。



図5 接続したモーターと配線

2.4 安全対策

安全機能を施し事故を防ぎ、作業者と機械を保護する。(図6)

- ・ブレーカーの設置
- ・アース付き電源ケーブルの使用
- ・リミットスイッチによる可動範囲の制限
- ・非常停止スイッチによる緊急停止
- ・シグナルタワーによる稼働状況の把握



図6 安全対策

2.5 設定

CNC ソフト(図7)でモーターの制御や各種機能の設定を行い調整する。



図7 Mach3 CNC Demo

2.6 動作確認・完成

動作確認の結果、最も負荷がかかるZ軸モーターのトルク不足が懸念されたため、対策として反発するダンパーの設置とカウンターウェイトの取り付けによりトルク不足を改善させた。

改良を終えたフライス盤を以下に示す。(図8)



図8 改良されたフライス盤

3. 有効性の検証

CAD/CAM(図9)で作成したNCプログラムにより角型と丸型の加工を行い、加工精度を確認する。

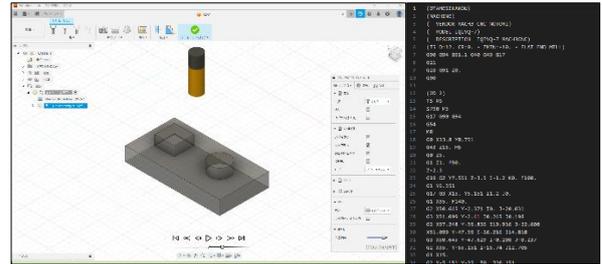


図9 Autodesk Fusion360 CAD/CAM

材料：A5052

測定部：□20×20×10 ○φ20×10 (図10)

測定方法：マイクロメータ デプスマイクロ

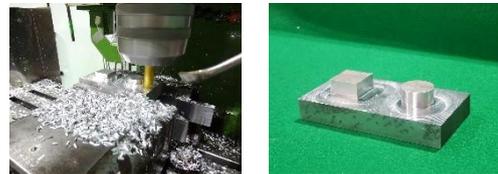


図10 測定部の加工

表1 測定部寸法測定結果

	寸法(mm)
四角 X 方向幅	20.009
四角 Y 方向幅	20.008
丸 X 方向径	19.997
丸 Y 方向径	19.992
Z 高さ	9.991

加工・測定の結果±0.01mm程度の加工精度を確認することができた。(表1) 荒-中仕上げ加工を行う上で十分な加工精度を確認できたことから実際の機械加工業務への導入を開始している。

4. まとめ

廃棄予定であった汎用フライス盤(手動)に自動数値制御機能を付加することによりNCフライス盤(自動)として稼働させることに成功した。改良されたフライス盤は現在、機械加工業務にて実用されており、NCプログラムによる自動運転によって作業者の負担の軽減や別機械との同時稼働による作業の効率化が実現している。

謝辞

本開発は、令和5年度 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る。ここに謝意を表す。

CFRP の転削加工による切削工具摩耗と切削面の評価

熊谷 琢
製作技術班

1. はじめに

近年、炭素繊維と樹脂を掛け合わせた CFRP (Carbon Fiber Reinforced Plastics) という複合材料は、航空・宇宙、自動車産業で多く利用されており、私が所属する機械加工第 2 分室に於いても加工依頼が年々増加している。CFRP は金属材料と比較して高強度で軽量という機械的性質に優れている一方で、加工中は大きな摩擦や断続切削などによる工具摩耗を引き起こし、転削工具の不良により作業時間の増加や品質低下を招くことになる。本開発助成では、材質や表面処理の異なる転削工具で CFRP を実際に加工し、転削工具の摩耗状態と加工後表面の仕上がりを比較する。また CFRP の加工に対する技術と知識を習得して加工品質を向上し高度な研究支援に繋げることを目的とする。

2. 評価手順

日常的な CFRP 材料の加工を想定した検証に必要な切削工具と被削材 (CFRP) の選定を行った。切削工具は使用頻度の高い工具 $\phi 3\text{mm}$ のエンドミルとする。また日常使用している工具とは異なる材質やコーティング (表面処理) を用いられているエンドミルを選定した。CFRP 材料に関しては、依頼を受ける加工の中で工具摩耗が大きかったことから熱硬化性樹脂であるエポキシ樹脂を複合された CFRP 材料とした。板厚は 3mm で繊維方向は一方向材ではなく 0° 、 90° 交互に積層してある CFRP 材料を選択した。評価手順を以下に示す。

2.1 CFRP の加工

3DCAD (Fusion360) を用いて図 1 に示す通りに図面を作成した。図面形状に加工するため NC プログラムを作成して加工を行う。図 2 に NC フライス盤を用いて材料を加工している様子を示す。

2.2 工具刃先・材料加工面の観察・評価

工具刃先の摩耗具合や加工した CFRP 材料の加工表面を観察することで、比較評価を行う。

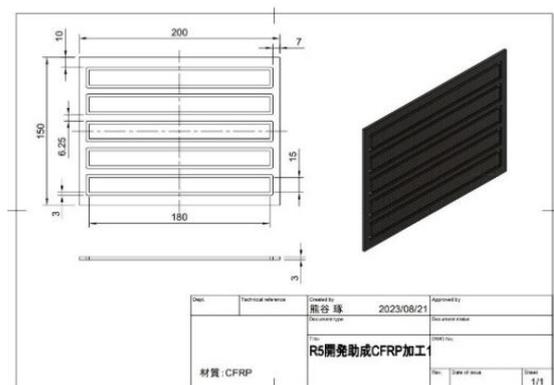


図 1: 比較加工用の図面



図 2: 加工の様子

3. 選定工具について

評価には 8 種類の工具を使用した。日常 CFRP 加工に使用している切削工具である超硬合金の表面に AlCrN コーティングが施されているエンドミルを中心に選定した。選定した工具を表 1 に示す。ダイヤモンドコーティング (以下 DC と記す) の工具は CFRP 材料を加工する場合に推奨されている。その一方で、DC のエンドミルは、価格が高価なため入手しやすく比較的安価な工具に関しても選定した。ま

た、DC のエンドミル以上に高価な PCD 素材のエンドミルは硬度や耐摩耗性が非常に高いことから比較加工に加えた。

表 1 選定工具一覧表

No	材質	コーティング	刃数	刃長(mm)
1	超硬	Cr 系(AlCrN)	4	6.0
2	超硬	ノンコート	4	6.0
3	超硬	CrN	2	9.0
4	超硬	DLC	3	9.0
5	超硬	DC	2	9.0
6	超硬	DC	3	9.0
7	超硬	DC	4	9.0
8	PCD	ノンコート	2	5.0

4. 加工条件

比較には、機械加工第 2 分室で所有している NC フライス盤 AEV4A-85 (牧野フライス社製) を使用した。切削条件に関しては、使用する NC フライス盤の最高主軸回転速度が 4000 min^{-1} となっている。しかし各工具メーカーの推奨条件は上回る設定であるため機械の最高主軸回転速度を超えないよう設定している。また 1 刃あたりの送り量に関しては、日頃使用している条件に近い値で設定した。材料の固定はベースプレートを土台に用いてクランプバーで固定して加工を行った。依頼を受ける加工で頻繁に行う試験片の切り抜きを想定して $180\text{mm} \times 15\text{mm}$ の試験片を 5 枚切り抜く加工を行った。加工の手順は、図 3 に示す通りで CFRP 材料を固定する都合上 ①、②と分割している。①、②の間ではクランプバーの付け替えを行っている。図 4 には加工後の CFRP 板を示す。切削中は、冷却と潤滑目的に使用する加工液（切削クーラント）の塗布は材料に対する影響の懸念があるため行っていない。そのために日頃から加工している条件に合わせてエアブローに限定して比較を行った。

加工条件について以下の通りに設定した。

- 被削材 : CFRP (熱硬化樹脂)
繊維方向 $0^\circ, 90^\circ$
寸法 $t 3 \text{ mm} \times 200 \text{ mm} \times 150 \text{ mm}$
- 工具刃径 : $\phi 3 \text{ mm}$
- 主軸回転速度 : 3900 min^{-1}
(切削速度 36.74m/min)
- 1 刃あたりの送り : 0.0375 mm/tooth
- 切込み深さ : $1.5 \text{ mm} \times 2 \text{ 回}$
- 加工方向 : アップカット
- 冷却 : エアブロー (圧縮空気)

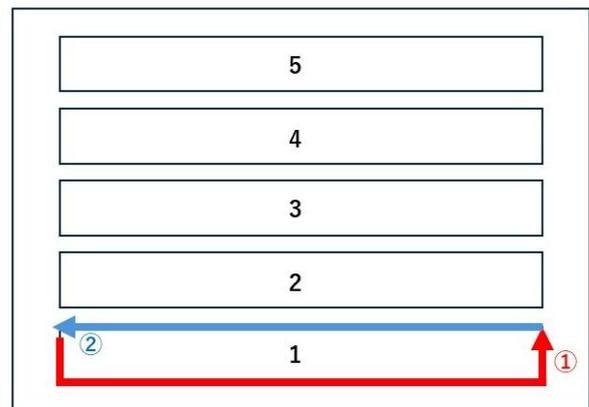


図 3: 加工の手順

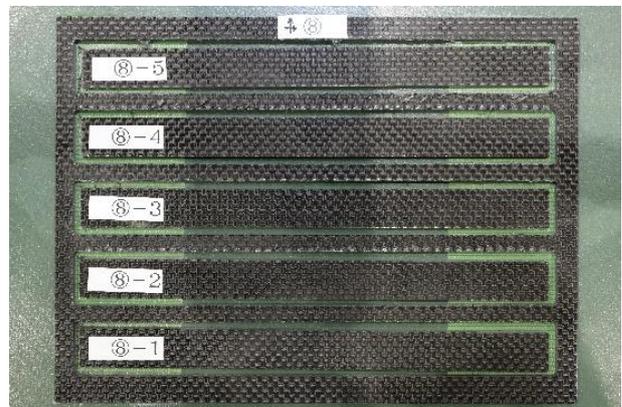


図 4: 加工後の CFRP 板

5. 工具摩耗と切削面の比較

切削条件は本開発助成の目的として全て同一条件で CFRP 材料を切削した。送り速度に関しては、選定した工具によって刃数が 2~4 枚と異なっている。そのために刃一枚に対する送り量を一定にするため刃数によって変更している。加工後のエンドミルと CFRP 加工面の観察を測定顕微鏡 (ミットヨ社製 MF-UA1010C) とデジタル一眼レフカメラ (Nikon 社製 Z7 II) を使用して行った。加工前後における

表 2 加工前後のエンドミル別刃先一覧

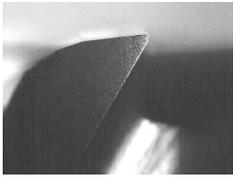
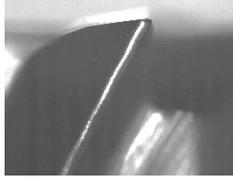
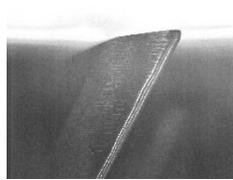
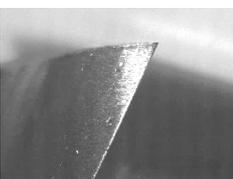
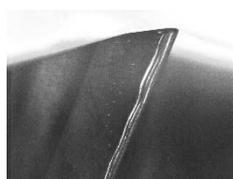
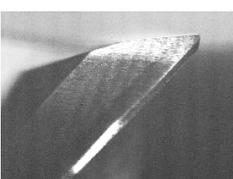
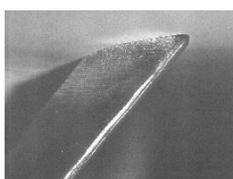
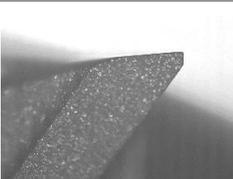
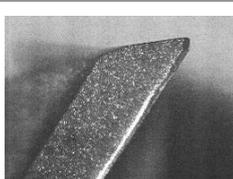
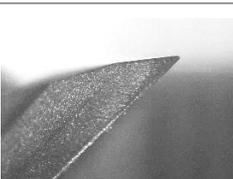
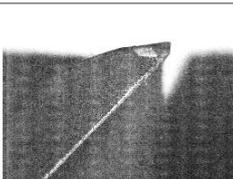
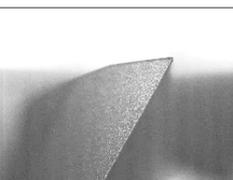
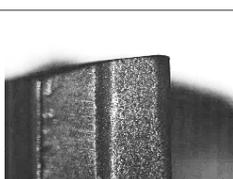
No	材質	コーティング	刃数	外周刃 新品	外周刃 使用后
1	超硬	AlCrN ※日常使用	4		
2	超硬	-	4		
3	超硬	CrN	2		
4	超硬	DLC	3		
5	超硬	DC	2		
6	超硬	DC	3		
7	超硬	DC	4		
8	PCD	-	2		

表 3 試験片の仕上がり比較表

No	材質	コーティング	刃数	1 枚目	2 枚目	3 枚目	4 枚目	5 枚目	段差(μm)
1	超硬	AlCrN	4	◎	○	△	△	×	50
2	超硬	ノンコート	4	◎	○	△	△	×	53
3	超硬	CrN	2	△	×	×	×	×	67
4	超硬	DLC	3	○	△	△	×	×	-
5	超硬	DC	2	◎	◎	○	○	○	74
6	超硬	DC	3	○	○	○	○	○	-
7	超硬	DC	4	◎	◎	○	◎	○	44
8	PCD	ノンコート	2	◎	◎	◎	◎	◎	-

※切削面角部の状況(不良:バリやデラミネーション等)

◎:不良がない ○:不良がほとんどない △:不良が少しある ×:不良が多くある

工具刃先の比較を表 2 に示す。結果は、DC 4 枚刃の刃先消耗が最も少なかった。また日常的に使用している工具も比較的少なく感じられた。加工した試験片角部のバリやデラミネーション等の不良に関しては、表 3 に示す。それぞれ特徴があり 1 枚目から不良が存在しているものや徐々に存在しているものなどバラツキがあった。推測としては、1 枚目から不良があるものはそもそも CFRP の切削に向いていないと思われる。2 枚目以降変化があるものに関しては、エンドミルの CFRP 加工に対する耐久性の差になると推測される。全ての工具を比較した結果として PCD 素材のエンドミルを使用した場合が 5 枚全ての試験片に対して加工面や角部にバリやデラミネーション等の目立った欠損がなかった。また加工した CFRP 試験片についての加工面に発生した段差に関して評価を行った。切込み深さ (Z 方向) を 1.5mm ずつ 2 回に分けて加工しているため上下で段差が付く場合がある。この差に関しても比較に加えた。原因として考えられるのは、切削工具の著しい摩耗による影響である。全工具で最大で 74μm の切削面の段差が発生した。選定したエンドミルの中では、DLC, DC, PCD のエンドミルで加工した試験片の加工面にはほとんど段差はみられなかった。

6. 成果

表 2, 表 3 での結果の通り、全体的にはダイヤモンドコーティングのエンドミルが刃先の消耗と切削面の不良も少ない。また PCD 素材のエンドミルは加工した試験片が優れている結果であった。しかし

PCD 素材のエンドミルに関しては、加工後の刃に摩耗があるため今回の加工における切削距離以上の耐久性には心配がある。また一番懸念されることが工具自体の価格が高価であることだ。日頃使用している工具の 50 倍程価格が高い。そのため求められる加工精度や仕上がりを十分に考慮して費用対効果を見極めなければならないと思われる。

7. まとめ

今回本技術開発助成で目的としていた CFRP 材料を切削工具で加工した場合の工具摩耗や加工面の比較・評価をすることができた。今まで工具選択の判断材料がないために消耗しやすい工具を複数回交換して効率を落とすことや加工物に高い寸法精度を必要とする場合などに本開発助成の比較結果を状況に応じて工具選定に利用することが可能となった。このことで加工効率と品質の向上に繋がり今後の教育・研究支援に対する貢献になるであろうと思われる。また、今回はエンドミルの切削条件を工具比較の観点から一定にしていた。だが適切な条件を見つけることでより良い結果を得られる可能性がある。今後は切削条件によつての変化も比較検証して行きたい。

謝辞

本開発は、令和 5 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、ご指導ご鞭撻いただいた皆様に謝意を表します。

ハードウェア設計技術の向上および性能評価可能な教育プログラムの開発

阿部 茂樹
教育支援班

1. はじめに

デジタル回路技術は、あらゆる分野を構築する基盤技術となっており、学生実験、教育・研究だけでなく社会的ニーズも高く即戦力としての技術者育成が急務となっている。本稿では、短時間で習得が可能なプログラマブルデバイス（FPGA: Field-Programmable Gate Array）を用いた回路設計実習および性能評価が可能なシステムを構築し、ハードウェアとソフトウェア両面の基礎から応用までの回路技術が習得できる実験環境の構築を目的としている。

FPGA を用いた本開発では、以下の内容のシステムの構築及び評価を行うとともに最新の FPGA 開発環境や学生実験として必要な測定システムについての適用可能性についても紹介する。

1. ソートアルゴリズムによる演算速度評価
2. LED-Cube を用いた制御技術
3. PYNQ-Z1 ボードを用いたシステム設計
4. Discovery3 を用いた測定器の実験適用

2. ソートアルゴリズムによる演算速度評価

演算アルゴリズムをハードウェア化する実習としてソートアルゴリズムを取り上げ、ハードウェア記述言語（HDL: Hardware Description Language）によるプログラム開発、論理シミュレーションおよび演算速度評価、FPGA に実装しての動作確認可能なシステムを構築した。ソートアルゴリズムは、よく知られているバブルソートとクイックソートを用い、演算速度比較による評価を行った[1]。

(1) バブルソートアルゴリズム

バブルソートは、図 1 に示すように I が初期値で左端から隣り合うデータを比較し、今回は大きい方のデータを右側に移動させるアルゴリズムとして初期値 I の①から順に⑦まで比較演算を繰り返し、II の結果を得る。この演算を繰り返すことにより最終的に VI のように整列される。

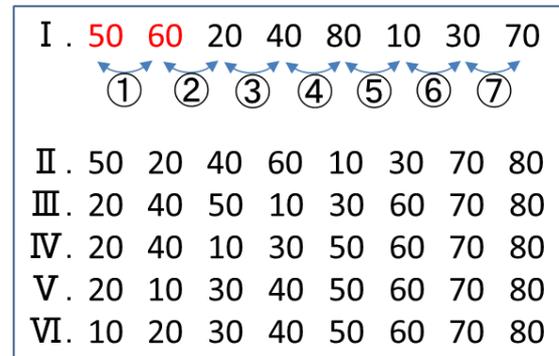


図 1: バブルソートアルゴリズム演算例

基本アルゴリズムは、I から VI までの処理すべてにおいて I の処理のように 7 回比較と入れ替えを行う単純なプログラムであり、計算時間が $O(n^2)$ と低速であるがアルゴリズムが単純で実装が容易であることや並列処理との親和性が高いという利点がある。

このアルゴリズムでは、演算回数を減らすアルゴリズムを設計者が工夫することができる。例えば 1 行の処理を終えると少なくとも右端に最も大きい数が、次に処理すると右から 2 番目に 2 番目に大きい数が配置される。したがって、1 行の処理を行うたびに比較するデータを少なくとも 1 つ減らすことができる。さらに、1 行の比較結果の中で何回か入れ替えがあるか、あるいは入れ替え処理をしたのが何番目の比較の時かなどの情報を使うことで、より少ない演算回数でアルゴリズムを考案することができる[2]。

(2) クイックソートアルゴリズム

ソーティングアルゴリズムの中で高速アルゴリズムとして知られているクイックソートについて説明する。クイックソートは、データの分割法をソートアルゴリズムに取り入れたものであり、その手順を以下に示す。図 2 に示すように初期設定を I の状態とする。

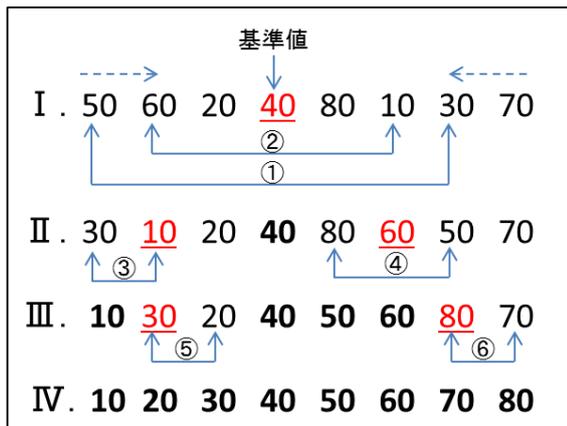


図 2 :クイックソーティングアルゴリズム例

- 1) 与えられたデータ列の中央付近の値（この場合は 40）を基準値と設定する。
- 2) データ列の左端から順に基準値と比較し、基準値よりも大きい数字を探す。逆に、データ列右端から順に基準値より小さい数字を探す。ここでは、50 と 30 が条件に合うため入れ替えを行う。さらに同様の処理を進めると 60 と 10 が条件に合い、入れ替えを行う。この操作を基準値と交差するまで行うことによって、基準値の左側には基準値より小さい値、右側には大きい値となる II の状態に分割される。したがって、基準値である 40 のデータの位置は確定となる。（確定した値を太字で表す）
- 3) 次に、40 より左側の 3 つのデータおよび右側の 4 つのデータのそれぞれにおいて 1) と同様の処理を行う。ここでの基準値を 10 と 60 とし、2) の処理を行うと III のデータ列となる。ここで、基準である 10 と 60 より左側のデータが小さいということがわかるため、10 と 50、60 の位置が確定する。さらに確定していないデータ列について同様の処

理を行うことにより最終的に IV の状態になり、ソーティングが終了する。

```
quicksort(int data[ ], int high, int low)
{ int mid, temp i, j;

  i= high;
  j= low;
  mid=data[(low+high)/2];
  do {
    while(data[i] < mid) i++;
    while(mid < data[j]) j--;
    if ( i <= j)
      { temp = data[i];
        data[i] = data[j];
        data[j] = temp;
        i++;
        j--;
      }
  } while(i <= j);
  if (high < j ) quicksort(data, high, j);
  if ( i < low) quicksort(data, i, low);
}
```

図 3 :C 言語によるクイックソートアルゴリズム例

このアルゴリズムは、データの比較と交換回数が少ないため平均計算量は $O(n \log n)$ であり、効率よく並べ替えを実行することができる。

図 3 にクイックソートアルゴリズムの C 言語での基本的なプログラムを示しており、ソフトウェア計算向け特有の再帰的プログラムとなっている。すなわち、メインプログラムの quicksort() の中で自分自身を下から 2、3 行目で呼び出し実行している。このプログラム手法は、HDL では使うことができないので、ハードウェアを意識したプログラムを工夫して作成することが必要になる。図 4 と図 5 は、バブルソートとクイックソートの論理シミュレーションであり、処理に必要なクロック数で比較すると、それぞれ 79 クロックと 11 クロックで演算できることがわかる。

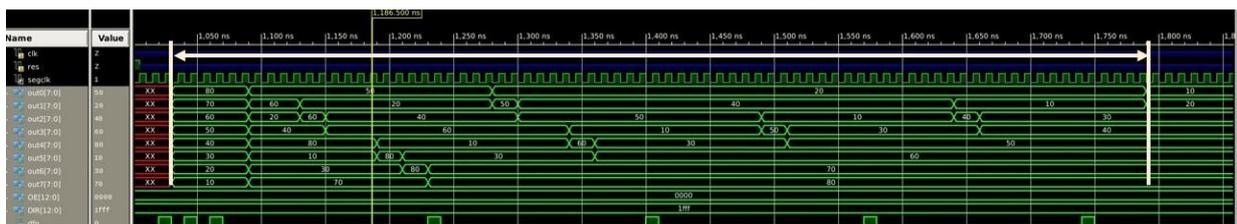


図 4 バブルソートの論理シミュレーション結果

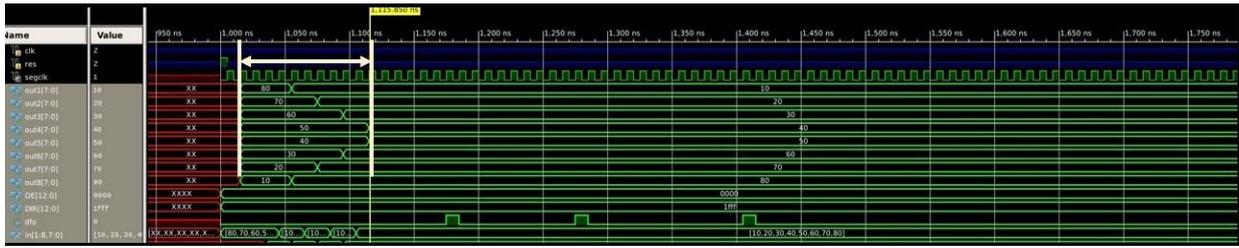


図5 クイックソートの論理シミュレーション結果

3. LED-Cubeを用いた制御技術

LED(Light Emitting Diode)は、発光ダイオードの1つで、アノードからカソードに電流が流れるときに発光する半導体素子である。この素子を、立体的に接続し、様々なパターンや文字の表示、また回転などの動きのある表示が可能であり、全視野角から見る事ができる3Dディスプレイの機能を有して

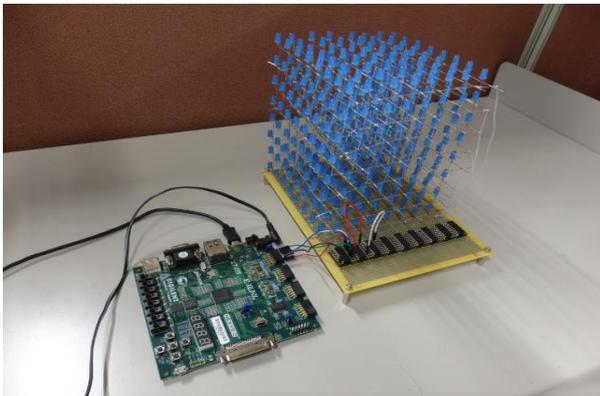


図6 LEDキューブとFPGA制御ボード

いる簡易版が図6に示すLEDキューブである。

今回は、LEDキューブを用いて表示パターンの作成方法、表示や回転などの制御方法などを学習するためのツールとして検討すると共にFPGA, Arduino, Raspberry Piを用いて制御した場合の特徴について比較を行った。

LEDキューブの接続方法はいくつかあるが、今回は8×8×8の立体構造とし、アノードは高さ方向に、またカソードは平面共通とした。したがって、実際の構造では1度に1平面ずつ順に制御することになるが、ある程度の速度での制御することにより、同時に全てのLEDを制御しているかのように表示させることができる。表示する1平面ごとのデータは64ビット+制御面の8ビットとなが、FPGAの入力ポートの数に制限があるため、このデータを並列に入力させる配線はできない。そこで、配線数削減のため

SPI(Serial Peripheral Interface)と呼ばれる通信方式を採用し、専用のIC(8ビットのシフトレジスタを9個直列接続し、一旦データを蓄えてからLEDキューブにデータを入力)を用いてデータ線1本と制御線3本のみで制御できるように構成しており、この方式での制御方法も学習することができる[3]。

制御の手法として、一つの平面だけを点灯させ、それをX, Y, Z軸それぞれに回転させた場合の注意点を考える。LEDの接続方法にも依存するが、同じ回転でも回転軸が異なればプログラミング(座標変換)も異なるので、入力データは回転軸ごとに生成する必要がある。また、LEDの光の強さも制御することができ、動作周波数(数百kHz~数百MHz)が速ければ光が弱く、遅ければ明るくなるため、光の強度を考えたながらプログラムする必要がある。

この制御をFPGAとArduinoやRaspberry Piで構成した場合での性能比較をする。制御速度では、動作周波数がArduino Megaで16MHz, Raspberry Piで600MHzと速いものもあるが、ハードウェア的に順序回路を構成し並列処理が可能となるFPGAが圧倒的に早く、さらに大規模なキューブを構成しても制御が可能となる。制御するソフトウェアに関しては、ArduinoやRaspberry PiがSPI等のライブラリーを使ってプログラムを作成できるため、ハードウェアをしっかりと理解しなくても構築しやすいという利点はあるが、ブラックボックス化しているため制御を学習するという意味では細かな制御まで把握することはできない。一方、FPGAでの制御は詳細を知らないとプログラムを作成できないので、ハードウェアとソフトウェア両方の知識があって初めてシステムの構築が可能となり、1クロック単位での詳細な回路設計を学習することができる。

今回は、8×8×8規模のキューブの構成となったため簡単な表示パターンや英字のみの表示となったが、基本的な回路や制御学習するためのツールとし

ては十分なシステムであると考えている。

さらに LED キューブを拡張することで漢字表示ができることや、フルカラーLED を用いることによる MATLAB のような 3 次元グラフ表示が可能となる。

4. PYNQ-Z1 ボードを用いたシステム設計

FPGA は、基本的には論理回路を構築するデバイスであるが、最近回路の複雑化・大規模化が進んでおり、設計を容易にするために FPGA に ARM アーキテクチャのプロセッサ Cortex シリーズが搭載されたデバイスが出現し、システムクロックも 600MHz から 2GHz 程度の周波数で動作するものがある。その一つが図 7 に示す PYNQ-Z1 という FPGA ボードである。この FPGA は、プロセッサ上でアプリケーションソフトウェアを直接的に実行させることはもちろん、オペレーティングシステムとして Linux を動作させることもできる。また、通信のためのイーサネット、ディスプレイ出力のための HDMI、USB ホストやシリアルポートなどの入出力装置 が搭載されてい



図 7 PYNQ ボードの外観

る。そのため、ネットワーク経由でプロセッサ内蔵 FPGA を利用し、Raspberry Pi (ARM プロセッサを搭載するシングルボードのコンピュータシステム) のような小型の Linux 実行環境ボードとして利用することもできる。この FPGA は、プロセッサとプログラマブルロジックが一つの LSI にパッケージされていて、しかも高速なインターフェースで接続されているためデータの共有も容易にでき、プロセッサとプログラマブルロジックのそれぞれ得意とする処理を分担処理することが可能となる。

プロセッサのソフトウェアとプログラマブルロジックを協調して動作させるスタイルは、次の 3 つに

大きく分けることができる。

1. ソフトウェアの一部の処理をプログラマブルロジックにオフロードして高速化する。この開発では OpenCL (アプリケーションを開発するためのインターフェースの 1 つ) を使った開発環境が FPGA ベンダによって整備しつつある。また、アクセラレータの部分の開発に Halide (画像処理に強いプログラミング環境) などのドメイン固有言語 (Domain Specific Language) を活用できることから今後注目されている分野となっている。
2. プログラマブルロジックがメインで、複雑な設定やユーザーインターフェースをソフトウェアで実装する。
3. ソフトウェア処理がメインで、複雑あるいは制御間隔がクリティカルな I/O 操作をプログラマブルロジックに実装する。この手法は、ロボット制御の活用が考えられ、画像処理のなどの制御のための分析や判断にかかる処理はソフトウェアで実装し、実際の制御にはプログラマブルロジックを使うなどの利用方法がある。また、ロボット制御用のフレームワーク ROS (Robot Operating System) を使ってプログラマブルロジック上のモジュールを制御することも可能となっている。

このプロセッサ内蔵 FPGA では、Linux が動作するので Python や Ruby, node.js といったスクリプト処理系を実行でき、ソフトウェア処理を Python で記述しておいて、プログラマブルロジックで実行したい処理を呼び出すこともできる。また、Python でプログラムする場合は、Jupyter Notebook を使って Web ブラウザで FPGA を利用することもできる。

さらに、ソフトウェア開発のように、手軽に FPGA 開発ができるように、ソフトウェアをハードウェアロジックに変換できる高位合成が可能であり、特に C/C++ で記述されたプログラムから変換できるツールも使うことができる。特徴的なのは、C/C++ での単精度、倍精度などのような固定された有効桁数ではなく、ハードウェアの最小化を考えた任意精度型で取り扱うことができる特長を有している。

5. Analog Discovery3を用いた測定器の紹介

Analog Discovery 3 (図8) は、FPGA を搭載した小型・軽量な測定器であり、デジタルオシロスコープ、ロジックアナライザ、波形発生器、パターン発生器などの機能を備えている[4][5]。専用の WaveForms ソフトウェア (Windows, Mac, Linux に対応) を使用することで、従来別途購入する必要があったテスト機器の機能をこれ1台で兼用できるため安価であり、研究室をはじめ様々な環境で使用することができる。

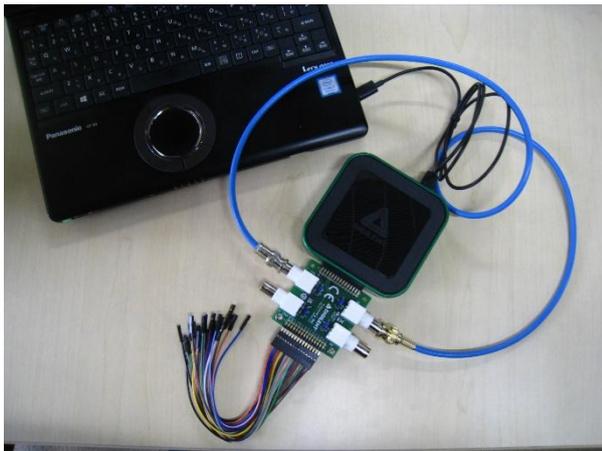


図8 Analog Discovery3の外観

WaveForms は、無料のソフトウェアであり、外部接続されたアナログおよびデジタル機器の使用が可能であり、ユーザーフレンドリーなインターフェースとなっている。このハードウェアデバイスは、USB を介してコンピュータに接続して WaveForms と通信し、混合信号および混合ドメインの波形をキャプチャ、記録、分析、生成することができる。アプリケーションの計測器の使用に加えて、WaveForms にはスクリプトエディタがあり、JavaScript で計測器のカスタムスクリプトも作成できる。

図9は、例として Analog Discovery3 の発振器から 30kHz の周波数を出力し(上段波形)、WaveForms のスペクトラムアナライザ機能を使い、周波数成分が 30kHz (下段波形) である実験結果を示している。さらにカスタマイズの可能性を高めるために、WaveForms ソフトウェア開発キット (SDK) を使用して、Python, C, および追加の言語でカスタムアプリケーションとスクリプトが作成できる。

WaveForms アプリケーションでは、オシロスコープ

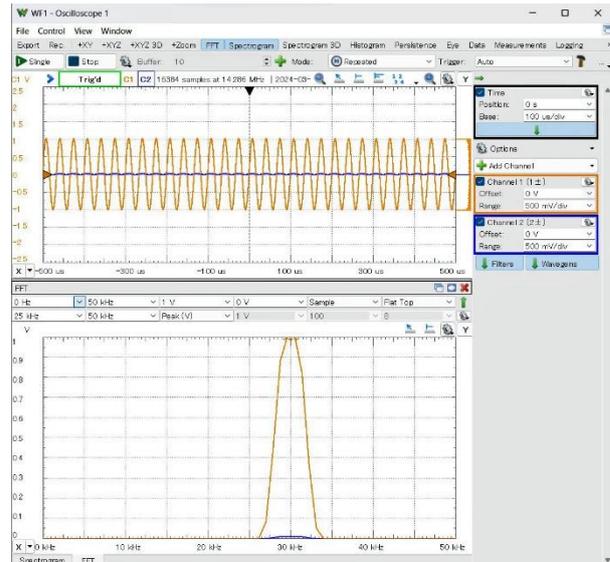


図9 WaveForms 画面のスペクトラムアナライザ測定

プ、波形発生器、電源、電圧計、データロガー、ロジックアナライザ、パターン発生器、スタティック I/O、スペクトラムアナライザ、ネットワークアナライザ、インピーダンスアナライザ、曲線トレーサ、プロトコルアナライザなどの機器を利用することができる。

Analog Discovery 3 は、LabVIEW および MathWorks の MATLAB データ収集ツールボックスとの互換性を実現できる Digilent ツールボックスを有している。また、Analog Discovery 3 はバッファサイズが大きく、より多くのデータを波形発生器で送信し、混合チャンネル (アナログとデジタル) のオシロスコープで受信することができる。全チャンネルで最大 125MS/s のサンプリングレートを実現し、より強力な電源 (~800mA) を搭載している。また、高解像度の AM/FM 帯域と AWG 位相変調、加算、内部ループバックによるパフォーマンスの向上も実現できる。

以下では、各アプリケーションの仕様を示す。

●オシロスコープ

- ・チャンネルあたり最大 125MS/s で 14 ビット分解能で、オプションの BNC アダプタ使用時は ±25V 入力範囲、30+MHz 帯域幅の差動 2 チャンネル
- ・ユーザー設定可能な入力フィルタとロックインアンプ
- ・FFT、スペクトログラム、アイダイアグラム、XY プロットビューなど

- ロジックアナライザ, パターン発生器
 - ・デジタル I/O 16 チャンネル (1 チャンネルあたり最大 125MS/s)
 - ・個別に設定可能な 3. 3V デジタル入力および出力, 5V 許容入力
 - ・SPI, I²C, UART, CAN, JTAG, ROM ロジック, カスタムプロトコルなど
- プログラム可能電源
 - ・0. 5V~5V および-0. 5V~-5V の可変電源
 - ・補助電源を使用した場合, チャンネルあたり最大 800mA
- 任意波形発生器
 - ・2 チャンネル, 14 ビット分解能, 1 チャンネルあたり最大 125MS/s, ±5V 出力範囲, 12MHz 帯域幅, BNC アダプタ付き
 - ・標準波形, 振幅変調信号, 周波数変調信号, アナログ入力からの直接再生, カスタム波形, その他
- 追加のソフトウェア機器:
 - ・ペクトラムアナライザ, ネットワークアナライザ, インピーダンスアナライザ
 - ・プロトコルアナライザ, ボタン, スイッチ, LED などの仮想デジタル I/O
 - ・データロギング, 電圧計, アプリ内スクリプティング

Analog Discovery と PC があれば上記のような様々な測定が可能であり, 安価であることや操作が簡単であることから学生実験向け機器であるとともに, 様々なアダプタが用意 (自作することも可能)

参考文献

- [1] すすたわり, “FPGA 入門 回路図と HDL によるデジタル回路設計“, 秀和システム, 2012.
- [2] 小林優 “FPGA プログラミング大全 Xilinx 編”, 秀和システム, 2022.
- [3] 小林優 “FPGA ボードで学ぶ組込みシステム開発入門 Xilinx 編”, 技術評論社, 2013.
- [4] 遠坂敏明, “Analog Discovery USB 測定器 活用入門“, CQ 出版社, 2023.
- [5] 川田, 天野他 “私のサイエンスラボ テスタ/オシロ/USB アナライザ入門”, トランジスタ技術 SPECIAL No. 145, CQ 出版社, 2019.

されており利用範囲が広がりつつある.

6. まとめ

今回は, 学生実験向けのハードウェア設計教育プログラムとして, FPGA を使ったソートシステムの開発と性能評価, LED キューブの制御回路設計を画集できるシステム構築を行った. これは, 今年度 4 月から行われた FPGA 講習にデモンストレーション機器として利用している. 今後は, 構築したシステムを使った実験プログラムを考える予定である.

また, PYNQ ボードは様々な機能があり, 回路・設計の知識少ない人でも容易に回路構築できるが, ツールの操作手順が複雑化しているため, 手順マニュアルの作成が必要になると考えられる.

Analog Discovery については, 安価で様々な機能を有しているため, 学生各自で操作ができるような実験環境とすることができると考えている.

今回, 技術開発助成の採択により, FPGA を用いた教育・研究向けの回路設計, 制御技術に関する教育プログラムを開発し, 今年度の学生実験においてデモンストレーション用として利用することができた. また, 学生実験で活用できるとされる新たな FPGA システムの使用方法, 計測・測定機器についても実際に使用し, 機能が充実していて使い方も容易であるため学生実験向けであることが確認でき, 今後の導入を検討する材料とすることができた. ここに謝意を表します.

開水路実験装置のリアルタイム一元流量観察システムの開発

会田 俊介

教育支援班

1. はじめに

水理実験において、流量を計測し実験の基準とすることが一般的であり、多様な流量計測方法が存在する。「社会環境工学実験棟・水理実験室」には全長 20m の実験用水路が設置してある。この実験用水路の各所において、最適な方法により流量計測を行うが、流量値の確認には、各計測場所への移動が伴う状況であり、同時刻に一画面で観察するシステムは整備できていない。そこで、学生実験等で活用することで、水理学の基本である流量データの正しい扱い方を学ぶ一助となることを目指して、表題のシステムを開発した。

2. 跳水実験における流量測定

東北大学土木工学専攻では、学部 3 年生を対象とした社会環境工学実験の実験授業がある。その中に跳水実験 (図 1) が設定されており、水理実験室の可傾斜水路を用いて実施されている。実験内容は、跳水を発生させ、水深・跳水長・流量を測定、実験値を理論式と比較するものである。流量は水路下流部に設けた三角堰による測定と、水路への供給用配管に設置した超音波式流量計 (キーエンス社製) により測定を行う。学生がレポートに使用する流量値は三角堰により測定した値である。しかし、流量計算時に単位を間違える学生が多いため、超音波式流量計により測定した大まかな流量値を参考資料として与えている。

3. リアルタイム一元流量観察システムの整備

跳水実験における測定項目は、流量の他に跳水長・跳水共役水深があるが、それらの測定はすべて使用水路の同一側面において行っている。そのため、データロガー (キーエンス社製) と各計測機器を繋ぐ配線は、学生が計測作業する側面とは反対側に配置した。

流量測定は三角堰・超音波式流量計による測定に、水路上流部に電磁式流速計 (ケネック社製) と超音波式水位計 (オムロン社製) を設置し $Q=AV$ 式により求める測定方法に加え、3種類の流量測定を行った。このうち三角堰による流量測定は、フックゲージにより測定した水位から基準水位を引いた値 (Δh) を三角堰の流量公式に代入することで求める。しかし、この方法ではデータロガーに電圧値としての入力できないため、別の水位観測箱を製作し、超音波式水位計により Δh を計測できるよう整備した。

計測データは、超音波式流量計は電流値、その他は電圧値で出力され、データロガーに集約する。それぞれキャリブレーションを行い、流量値として表示されるように設定した。この流量値は、Duet Air (Duet 社製) を用いて iPad (Apple 社製) で確認・操作できるよう設定した。Duet Air とは、タブレット端末を Windows PC のサブディスプレイとして利用できるアプリである。図 2 にシステム概要を示す。

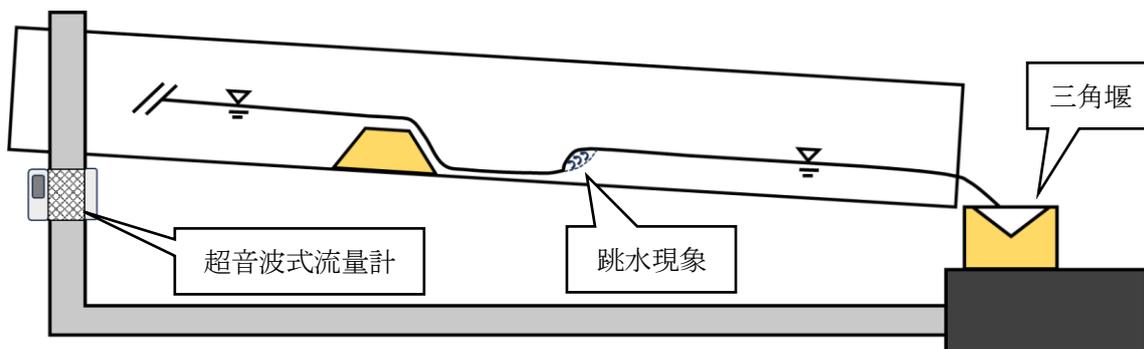


図 1 跳水実験概要

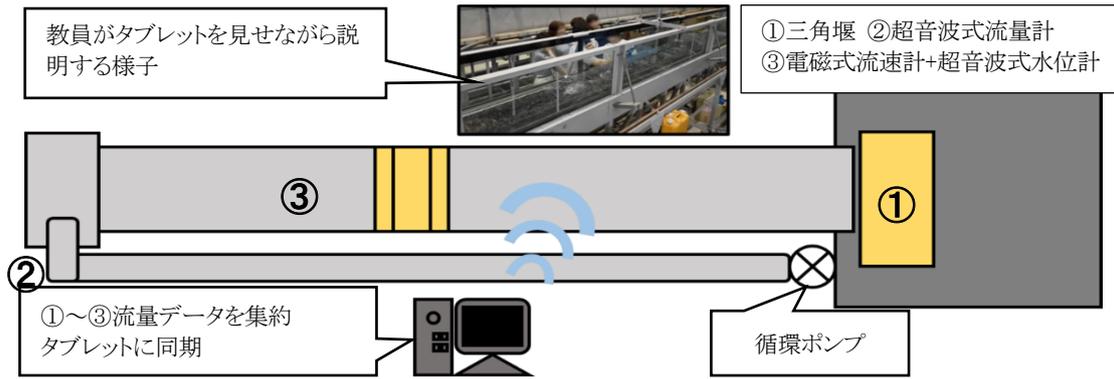


図2 リアルタイム一元流量観察システム概要

4. 実験授業への活用

令和6年度の跳水実験において、リアルタイム一元流量観察システムを用いて流量に関する説明を行い、その効果を調べるためのアンケート調査を実施した。本報告書には実験授業7回分のアンケート結果を記載する。アンケートの内容は表1に示すとおりであり、質問①②は選択式、質問③④は記述式とした。

表1 アンケートの質問事項

①	タブレットで測定データを可視化することで流量測定について理解が深まりましたか？
②	タブレットを活用して実験を行うことで、実験への関心が高まったと感じますか？
③	タブレットを使用して実験データを観察する中で、特に興味深いことや気づいたことがありますか？詳細を教えてください。
④	今後取り入れてほしいデジタル技術があれば教えてください。

質問①②のアンケート結果を図3に示す。全員が肯定的な評価を示しており、「とても思う」と「思う」が合わせて100%を占めているため、タブレットの活用が学生の流量測定に関する理解を深めるのに非常に効果的であり、実験への関心を高める効果も高いことがわかる。ただし、理解の深まりに対する効果がわずかに上回っていることから、特に教育内容の理解促進においてタブレットが有用であると評価できる。

質問③のアンケート結果について、アフターコーディングを行った(図4)。この結果から、特に測定方法の多様性と比較に関心を持っており、異なる方法の特徴や長所・短所を理解することに価値を感じ

ていることがわかった。また、リアルタイム性と具体的な学習内容の可視化も重視されるべきポイントである。

質問④に関しては、具体的なデジタル技術の回答はなかったが、「いろいろ触れてみたい」という回答があったことから、引き続き最新技術に対する情報収集の必要性を感じた。

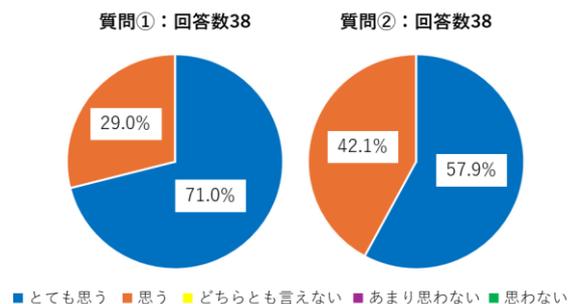


図3 質問①②のアンケート結果

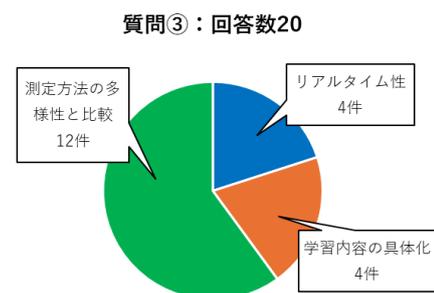


図4 質問③のアフターコーディング結果

5. おわりに

タブレットを活用した実験教育は、学生の理解促進と関心向上に非常に有効であり、今後の教育方法に、ICT技術などを取り入れ、学生が自ら比較しながら学べる環境を整えることが重要と考える。

カラーユニバーサルデザインに配慮した印刷物等のチャート開発

○丸尾 知佳子¹, 玉木 俊昭²

¹教育支援班, ²安全衛生管理班

1. はじめに

現在, 日本国内の約 320 万人, 日本人男性の 20 人に 1 人 (5%), 女性の 500 人に 1 人 (0.2%) の割合で先天性色覚異常を有しているとされている。また, 北欧の男性ではより多く, 10 人に 1 人 (10%) の割合で先天性色覚異常を有している。先天性色覚異常とは, 網膜の色を感じる視細胞 3 種のうち, いずれかの細胞の異常により起こる。従来, 小学 1 年生の健康診断において石原式色覚検査などで色覚検査が行われていたが (図 1), 2002 年から 2013 年の期間に健康診断の必須項目から削除され, 現在では希望者のみの検査となっている。そのため, 自身の色覚異常の特性を知らないままの生活を送っている世代も存在している。色覚異常には, 赤感受性, 緑感受性, 青感受性に対して障害のある 3 タイプがある。色覚障害のうち, そのほとんどは赤や緑感受性など, 3 種類の視細胞のうちどれか一つが欠けている第 2 色覚障害である。現在, 学内で様々な印刷物などの「色」は, 色覚異常を有している人に対して配慮されているとは言えず, 重要な表示でも見分けが困難な色や色の組み合わせが使用されている。そこで, 本技術開発助成では, 色覚異常を体験できる模擬眼鏡やユニバーサルカラーに関する書籍を参考にし, 視認性や可読性の高いカラーユニバーサルデザインに配慮した印刷物などを作成するためのカラーチャートガイドを作成することを目的とした。

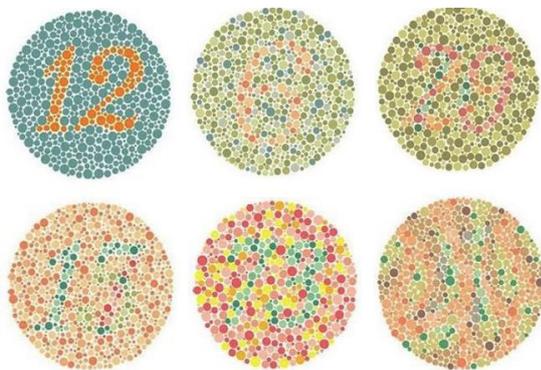


図 1: 石原式色覚検査の一例

2. 掲示物の配色

2.1. 色覚の多様性についての理解

赤感受性と緑感受性は, 障害のある光受容細胞の感受性波長がそれぞれ 565nm と 545nm と類似しており, 色の見え方も似ている。代表的な組み合わせとして赤と黒, 赤と緑, 黄色と黄緑に対して色の見分けが難しいことがある。例えば, 機器の ON (緑) と OFF (赤) の LED ランプがランプを共有して点灯色が変わる場合に判別しにくい。また, カレンダーで平日 (黒) と祝祭日 (赤) が同じ色に見えるため, 祝祭日を平日と間違えてしまうことがある。

2.2. 既存印刷物の視認性向上

学内で配布されている印刷物, 特に安全衛生に関する印刷物について, 模擬眼鏡を用いて見え方を確認し, 視認性の悪い印刷物についてカラーチャートおよび表示方法の工夫により視認性向上を試みた。現在, 工学研究科で使用されている非常時連絡フローは, 黄色の背景に黒字と赤字, 緑字が用いられている。そのため, 色覚障害者には重要な赤色部分がほとんど認識できない状態である (図 2)。本技術開発では, 非常時連絡フローを対象に, 「色」の組み合わせやフォントの選定について検討した。

2.2.1 色の選定

色覚障害者にとっては, 色の明るさや彩度よりもコントラストが重要となる。また, 色の違いが明確で, 色合いが似ている組み合わせを避けることも大切となる。見分け難いとされている色の組み合わせは, 色相環で対称の位置にあり, この組み合わせを避けた色相を選択した。また, 同じ色相を使



色覚障害なし

色覚障害あり

図 2: 非常時連絡フローの見え方

いたい場合には彩度を変えることで視認性を向上させた。

2.2.2 フォントスタイルの選定

色覚障害を有していると、赤と黒の見分けが困難である。そこで、強調したい部分についてフォントサイズや太さを変えることが重要となる。また、色の見分けをしやすくするためには、明度、彩度に差をつけることが有効である。図3のA, B, Cに示したように、背景色と文字色の組み合わせ次第では、明度が類似していると視認性が悪い。しかし、図3のA', B', C'に示したように背景色と文字色において明度・彩度に差をつけると視認性が向上する。また、視認性が悪い組み合わせの場合、外枠付きのフォントに変更することも効果的である。

2.2.3 非常時連絡フローへの反映

前節までに示した内容を用いて非常時連絡フローの新しいデザインを考案した。現行デザインからの大きな変更点として、赤線で囲まれていた部分について、背景を塗り潰し、白抜き文字を採用したことである。配色に関しては、ここ1年で学内掲示物に青と黄を用いたものが増加してきている。色覚障害に配慮した配色が増えたと予想される一方で、掲示物が一様に見えてしまい、重要な掲示物が情報に埋没する懸念がある。そこで、「青と黄」を避けた配色として、橙と緑を配色に使用した。

3. Office 配色

ワードやエクセルなど、Office 関連ソフトウェアでは最適と考えられる配色パターン（標準色）が用意されている。しかし、このデフォルト配色には、同色に見える色の組み合わせが含まれている。そ



通常の見え方 色覚障害者からの見え方

図3:背景と文字色の改善例

こで、同じ色味でありながら、色覚障害を有していても見分けられる配色パターンを作成し、図5に示した。図5中列には採用した色のカラーコードを示した。このカラーコードを色設定のテーマにおいて登録しておくだけで、誰にでも見分けやすい配色での資料作成が簡単に可能となる。

4. まとめ

視認性の良い掲示物を作成するためには、明度・彩度・コントラストに差を付けることが有用であるとともに、フォントや背景色に工夫をすることが重要である。これらに注意を払いつつ、今回用いた模擬メガネによる確認を行うことで、カラーユニバーサルに配慮した掲示物を作成することが可能となった。

謝辞

本開発助成は、令和4年度工学研究科技術開発助成により支援を受け行なった。ここに謝意を表す。

現行版	改善案	
救急 Ambulance Service 119 消防 Fire Department 警察 Police 110	救急 / 消防 Ambulance/fire 119 警察 / Police 110	救急 / 消防 Ambulance/fire 119 警察 / Police 110
東北大学病院高度 救命救急センター Tohoku University Hospital Emergency Center 022-717-7499	東北大学病院高度 救命救急センター Tohoku University Hospital Emergency Center 022-717-7499	東北大学病院高度 救命救急センター Tohoku University Hospital Emergency Center 022-717-7499
保健管理センター Student Health Care Center 022-795-7829 (9:00-11:30, 13:00-16:15)	保健管理センター Student Health Care Center 022-795-7829 (9:00-11:30, 13:00-16:15)	保健管理センター Student Health Care Center 022-795-7829 (9:00-11:30, 13:00-16:15)

※左列と右列が色覚障害者からの見え方

図4:非常時連絡フローの改善案



通常の見え方 色覚障害者からの見え方

図5:Office カラーチャートの改善案

技術部 DX 推進！

○原谷 奈津子¹，門脇 正徒¹，安斎 あいり¹，耿 錡¹，佐々木 真人¹，真野 健介¹

¹情報・ネットワーク班

1. はじめに

東北大学では 2020 年に「オンライン事務化宣言」を発出し、全学の事務職員を中心としたチームで、DX を推進する取組みがある。一方で、多様な業務・働き方のある技術部において、そのまま適用できるものは多くないと言える。

技術部に適した DX を検討し、職員の業務効率アップ、煩雑な手続きの削減、シームレスなデータの取り扱いを実現することを目標に本取組を行なった。本グループは情報・ネットワーク班員で構成され、システムやアプリ開発の経験のある職員が一丸となり、迅速な開発を行った。

2. DX とは

DX とは、ビジネス環境の激しい変化に対応し、データとデジタル技術「D」を用いて、顧客（研究室・教員、学生）のニーズを元に、製品やサービス、ビジネスモデルを変革するとともに、業務そのものや組織、プロセス、組織の文化・風土を変革「X：トランスフォーメーション」し、競争上の優位性（技術力 Up、業務依頼数 Up）などを確立することである。

体制図として参考にした、RICOH Japan の社内体制（図 1）としては、DX をすすめる際には、経営部門、事業部門、現場、IT 部門が目的を理解し、ベクトルを合わせて取り組むことが必要となると考えられている。

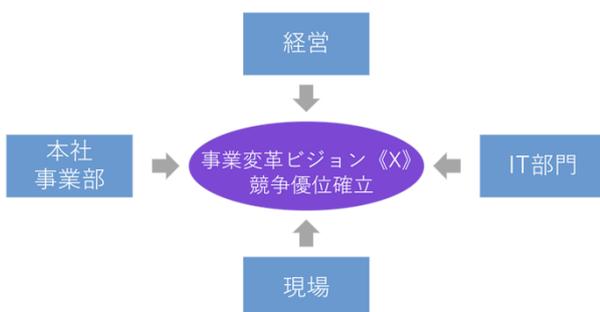


図 1 DX 体制図の例

2.1 技術部運営委員長、執行部へのヒアリング

経営部門や事業部門等について、工学部技術部での体制に落とし込むと、どうなるのか、高村運営委

員長及び執行部へそれぞれヒアリングを行った。

ヒアリングの中では、運営委員長の考えるビジョンや戦略、執行部の考えるビジョン・体制について話を伺った。技術部の DX 体制として、経営部門、事業部門がどの担当になるのか明確な答えは出なかったが、令和 5 年度の開発助成では、現場でデジタルを用いて改善したい業務をピックアップし、現場担当者と IT 担当で業務改善を行うことを第一目標とした。

3. 業務ヒアリング

各班での業務について、「業務効率化をしたいことがあるが手をつけられていないこと」や「潜在的な改善ポイントがないか」などを班長に取りまとめでいただき、班長や各担当者へヒアリングを行った。これにより、技術部内で 47 件と数多くの業務改善希望があることを把握した。

改善したい点として、多くは紙媒体や個別のエクセルファイル、個別メールで管理しているものを集約管理・自動化の要望だった。それぞれデジタル化は可能なものも多いが、紙媒体等で障壁となるのが「署名・捺印」となる等、プロセスの変革が必要になるということを実感した。

3.1 ヒアリング結果の検討

ヒアリングから得られた各業務をすべて対応することは不可能であるため、「効率化の度合いが高く且つ技術部内外への効果がより見込まれるもの」、「年度内での実現可能性が高いもの」について本プロジェクトで対応するよう、グループ内で点数化し、スコアの高いものに対して年度内のサポートを行うことにした。

検討の結果、技術部内外への影響が大きく、より効果が得られる可能性があるとして、健康安全管理室の業務について深掘りし取り組むこと、製作技術班の依頼申請方法の変更に対して、実際のツールの作成や設定等は班内で行うが、DX に関するアドバイスをさせていただくこととなった。

本報告では、健康安全管理室業務の DX の取組みに

について紹介する。

4. 健康安全管理室業務の DX

健康安全管理室及び健康安全管理系の業務の中で、特に学内で行う健康診断については、コロナ禍以降、受診者が分散されるよう各日程に30分毎の枠を設け各々の不可日程以外の枠に割り振る作業を手作業で行っていた。また、予約変更は健康安全係へ電話やメールで連絡があり、都度対応する必要があった。

4.1 要件定義、仕様検討、プロジェクト管理

大学で行われる健診の種類と通知から申し込み、受診実施までの流れについて打ち合わせを行なった。健康安全管理係だけでなく、各系総務担当、受診者と利用者が広範囲に渡るため、システム化の範囲について、Step 1, 2, 3 と無理のない範囲で段階的に対応し、Step 毎に事務担当のフィードバックを得て、進めていくこととした。

ガントチャートを作成し、作業分担と開発スケジュールについて当グループと健康安全管理係で共有した。

4.2 アプリ開発

以下の2つのアプリを作成した。

(1) 自動割り当てアプリ

Google Apps Script で開発。割当先のリストに対し、割当元のリストをランダムに割り当てることが可能。受診者の不可日程を避け、各日程が定員以下となるようにランダムに割当。

(2) 健康診断予約管理アプリ

AppSheet で開発。東北大メールでログインし、自分の受診日時をアプリから確認・変更することが可能。



図2 アプリ画面

4.3 テスト

4.1 で作成した仕様書に基づき、約70項目についてアプリ及びブラウザからの動作のテストを行なった。予約の表示と受診者による変更が主な機能ではあるが、中央管理者、各系総務担当、受診者とロールが複数あることと、人事情報を含むため、入念に

テストを行なった。

4.4 評価

Step1 の特殊健診の後、事務担当者とフィードバックを行った。表1のように、健診に関わる各業務で工数がかなり削減された。特に受診キットへの受診日時の封入と受診者名簿についてアプリ化により工程がなくなり100%削減となった。また、受診者からは、健診前日の自動リマインドメールの送信により、忘れずに受診できた等の意見もいただいた。

表1 DXによる業務時間の削減効果

業務時間削減の目安 (R6年度第1回特殊健診)				
	アプリ導入前	アプリ導入後	削減時間	削減率(%)
受診日時の割り当て	4h	30m	3h30m	87.5
受診日時通知	2h	15m	1h45m	87.5
受診キットへの封入作業	6h	0	6h	100
日程変更対応	8h	4h	4h	50
受付名簿の作成	2h	0	2h	100
当日受診しなかった者へのリマインド	3h30m	10m	3h20m	95.2
合計及び系列の受診者数の算出	2h	5m	1h55m	95.8
合計時間	27h30m	5h	22h30m	81.8

5. 今後の展望と課題

令和5年度には、技術部の理念が提示された。大学の教育・研究力向上に貢献するためには、技術部のDXが加速し、業務依頼に対応可能な時間を増やすことや、技術力を高める時間を確保することが必要である。

昨今、GAS や AppSheet など、簡単にアプリ開発ができる環境が整ってきている。各業務のデジタル化において、IT部門が開発を行うのではなく、現場担当者が自ら開発することで、現場の状況を熟知し、随時改善が可能となる。技術部内でも個々に効率化のための検討が行われており、アプリの作成に取り組む方々が見受けられる。当班は、IT部門として適したツールの紹介やアドバイスを行うなど、今後もサポートを続けていきたいと考えている。

謝辞

本技術開発は、令和5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。

また、高村運営委員長、執行部、技術部の皆様には、貴重なご意見とご協力をいただき、心より感謝申し上げます。

工学研究科 通電確認システムの構築

○門脇 正徒¹, 耿 錚¹, 佐々木 真人¹, 原谷 奈津子¹

¹情報・ネットワーク班

1. 開発の背景と目的

本開発助成を検討した背景は、休日にエッジルータというネットワークの大本の機器が使えなくなる事態が発生したからであった。ある系全体のネットワークが使えない事案が発生した場合、機器の故障なのか、停電なのか、すぐに判断できず、また休日であれば施設係や系の事務にも連絡はつかないが、本学のネットワーク係からは問合せがあるというような、大変困った状況が発生する。

本開発助成は、ユーザー(特に技術職員)が平日や休日に関わらず、学内外から工学研究科の主要な建物の通電状況が分かる環境を構築することを目的とした。災害時等、装置等の管理を行っている技術職員は、通電状況を把握したいと考える。夜間や休日では、通電状況は、特に懸念される事項であり、早急な確認をできる環境がある事は、大変有効であり、担当職員が次の行動を決める重大な要素となるため、本環境を構築することは、装置等を管理する技術職員にとって、休日の無駄な出勤も不要にする事も見込まれ、業務の効率化を期待できる。

2. システムの詳細

本開発では、google サイト等で可視化し、状況をスムーズに確認できるシステムを構築する。システムは、エッジルータがある各系のネットワーク拠点にPCを設置し、そのPCの動作状況によって、通電状況を把握することを想定する。

2.1 エッジルータとは

エッジルータは、工学研究科の各系や主要な建物に設置されているネットワーク機器で、工学研究科には8台、設置されている。各箇所の本になる機器であり、例えば、機械系のエッジルータが故障すると、機械系全体のネットワークが使えなくなってしまう。エッジルータは、本学の情報部デジタル基盤整備課が管理する TAINS (東北大学総合情報ネットワークシステム) の機器であり、工学研究科では機器の状況は把握できない。しかし、エッジルータの障害が考えられる場合、工学研究科の停電等の環境要因によることも考えられるため、情報部も、工学研究科の情報システム運用室に問合せを行わざるを得ない状況となる。

2.2 通電確認対象箇所

本システムで確認できる主な箇所は、工学研究科内の【センタースクエア】・【機械系】・【量子工学専攻】・【マテリアル・開発系】・【総合研究棟】・【電気・応物系】・【化学・バイオ系】・【人間・環境系】・【レアメタル】のそれぞれ本棟とする。通電確認システムのため、本来、各箇所の分電盤にシステムを入れる事が適当であるが、分電盤に入れることで、他の利用者に影響を与える恐れがあるため、一般的なコンセント周りに構築する。構築する箇所は、ネットワークの大本であるエッジルータ付近とする。通電状況を確認するためには、ネットワーク環境がある事が必須であるため、適切な位置である。システムの構築イメージを以下の図1に示す。

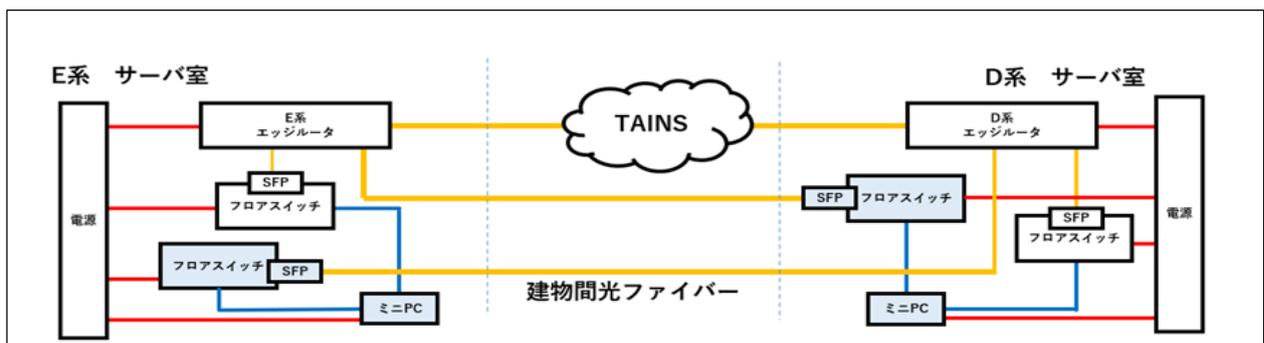


図1.システム構築イメージ

2.3 システム構築内容

現状の環境に、通電判定用のフロアスイッチとミニ PC を追加設置する。ミニ PC に対して、その系からのネットワークと、近隣の系から建物間の光ファイバーにより延伸した別ネットワークを設定することで、その系の建物（サーバラック内）の電源が断となれば停電と判断し、もしくは、その系のネットワークの応答が無いが、別ネットワークからの応答があれば、エッジルータの故障等と判断することができる。

システムの電源断と判断する方法は、ミニ PC への「ping（おもにネットワークの疎通を確認するために使用されるコマンド）」による通信確認で判定する。図 1 より、E 系の本棟で停電が発生した場合、ミニ PC を含む、全ての機器が電源断となるため、ping の応答はなくなり、E 系の停電と判断できる。エッジルータの故障等の不具合が発生した場合は、E 系側のエッジルータ配下の応答は無くなるが、ミニ PC の電源が通電しており、D 系から延伸しているネットワークからの ping 応答はあるため、E 系の停電は発生していないと判断できる。この ping による死活監視の状態情報をメールで送り、メールの内容をスプレッドシートに保存する。メールの送信は、大学ネットワークの障害に影響されないように、モバイルルータからの送信を行う。スプレッドシートの情報は、google サイトに表示する。公開するウェブサイトは、google サイトで構築するため、大学の停電状況に影響される事は、まず無いため、この通電確認システムはユーザーに安定したサービスを提供できる。この情報を、ウェブサイトにアップし情報共有することで、停電状況、さらに、系ネットワークの死活状況も短時間で判定できる。各系のみではなく、工学研究科全体も可能としている。

3. システムの構築

テスト環境では、想定した動作を確認することができた。しかし、令和 5 年度、全学規模のエッジルータの交換があり、エッジルータの交換後も、エッジルータ側の機器や設定等が原因と思われる不具合が重なったため、現在、システムの一部稼働のみとしている状況である。（本学ネットワーク係には相談済み。）今後、接続環境の調整を行い、本格稼働することで、通電状況を確認することができ、想定外のネットワーク断が発生した場合の早期判断情報になることが期待できる。状況やシステムに不備が無い事を見分けながら、段階的に公開対象を広げることで、工学研究科内のユーザーに役立つツールになることを期待している。

4. 今後の課題と展望

まず、接続環境を調整し、ユーザーに公開できる準備を整える。この通電確認システムは、技術職員全体、さらに工学研究科研究科内の教職員の停電時対応業務の効率化を望める有効なツールとなると考えられるが、ユーザーの重要な判定ツールの位置づけになる可能性もあるため、バグ等の不備がなく稼働できるよう、引き続き、開発を継続することを想定している。

また、本環境の本格稼働後は、技術職員等の教職員が希望すれば、各系のフロアにスポットをあてた構築を行うことも可能であるため、希望者と相談を重ねながら、対応を行っていきたいと考えている。

謝辞

本技術開発は、令和 5 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。

拠点		状態
電気系1号館2Fサーバ室	機械知能系共同棟3F計算機管理室	up
人間環境系1Fサーバ室	マテリアル開発系2Fサーバ室	up
総合研究棟1F情報機器室	量子本棟1F EPS	down
化学バイオ系1F EPS	レアメタル	up
中央棟2F EPS		down
		up

図 2. 各拠点の状態表示例

アルミニウムハードマスクを用いた 3 次元ナノ構造体作製プロセスの開発

○渡辺 壮, 堂守 佑希

教育支援班

1. はじめに

シリコン深掘りエッチング (DeepRIE) による 3 次元ナノ構造体を作製するためには, 耐久性が高く, 極微細パターンを有するマスク (保護膜) 作製が必要不可欠である. 本技術開発では, 安価で且つプラズマエッチングの保護膜として耐久性が高いアルミニウムマスクに着目した.

アルミニウムマスクは様々な利点がある一方で, パターン作製時にアンダーカットと呼ばれる現象により, 微細パターンを作製する上での問題を有している. 加えて, ナノメートルオーダーでのアルミニウムマスクのパターン作製方法についての報告事例はほとんどない.

本開発では, 経験が浅い利用者でも高価な装置を使わず簡単に作製できるように, 一般的なポジレジスト用現像液である TMAH (Tetramethyl ammonium hydroxide) を用いて, 図 1 に従いハードマスク作製方法の検討を行い, それを用いてナノ構造体を作製した.

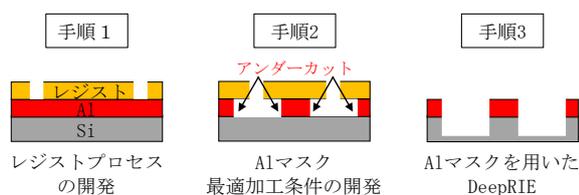


図 1 本開発の手順

2. アルミニウムマスク用レジストプロセスの開発

品質工学の手法を用いて, 電子線描画装置によるレジストプロセスの開発を行った. レジストは ZEP520A とアニソールを重量比で 1:1 希釈したものをを用いた. 直交配列表に従って実験を行い, それによって得られた要因効果図より, 各パラメータの最適条件を導いた. 評価方法は, 走査型電子顕微鏡 (SEM) を用いてレジスト表面の縦横長さを測長し, その長さのばらつきをできばえの度合である SN 比に変換し比較した.

図 2 にレジスト表面の SEM 画像を示す. 既存条件

では, SN 比 26.12 であったのに対し, 最適条件では SN 比 35.20 と改善された. 加工条件の良し悪しが SN 比で評価されていることを確認するため最悪条件 (SN 比: 17.92) を示す.

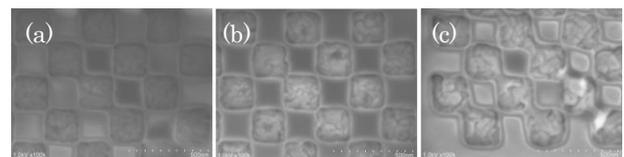


図 2 レジスト表面形状比較

(a) 既存条件, (b) 最適条件, (c) 最悪条件

3. アルミニウムマスク最適加工条件の開発

浸漬時間, TMAH 温度, 攪拌の影響がアンダーカットに与える影響について調査した. 図 3 のとおり, 適切な浸漬時間によりアンダーカットが抑制され, TMAH 温度や攪拌は浸漬時間の短縮や形状に影響があることがわかった. アンダーカット量は, TMAH 温度 25°C, 浸漬時間 4 分 30 秒, 攪拌なしの場合が最も小さく, 500 nm のライン幅に対して 110.6 nm であることがわかった. また, 反応温度を上げることで浸漬時間の大幅な短縮 (60°C の場合, 浸漬時間 30 秒) が可能であるが, ハンドリングが非常に難しくなることもわかった. さらに加工形状は攪拌することで, 逆テーパから楕円に形状が変化することがわかった.

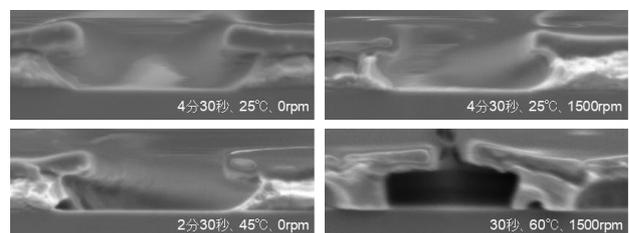


図 3 アルミニウムマスクの形状比較

4. アルミニウムマスクを用いたシリコン深掘りエッチング

開発したアルミニウムマスクと一般的に用いられるレジストマスクを比較するため DeepRIE を行った.

評価に用いた設計時のレジストの開口幅は 50nm である。図 4 に DeepRIE 加工結果を示す。加工材に対する保護膜の除去比である選択比がレジストマスクの場合は 10 であるのに対し、アルミニウムマスクでは 1323 の選択比が得られた。しかし、シリコン断面は上部が大きく抉れ、それによりテーパが促進され良好な形状が得られなかった。文献調査^[1]の結果、マスク中の渦電流とイオン衝撃により、アルミニウム近傍のシリコンの局所温度が上昇し断面形状が変化することがわかった。

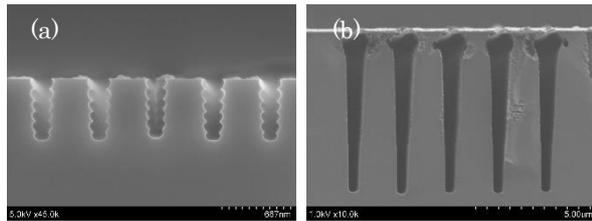


図 4 マスク材料の違いによるシリコン断面形状比較
(a)レジストマスク, (b)Al マスク

5. 冷却レシピの考案と断面形状の評価

本開発で使用している DeepRIE 装置は、ヘリウムガスによってシリコンウエハ裏面を冷却しながら加工を行っている。ウエハを冷却させることでレジストへのダメージ抑制と加工再現性に寄与している。

本開発では 20 mm 角の試料を使用しており、装置に搬入できるウエハサイズの都合上、レジストを成膜した 4 インチウエハ上に試料の貼り付けを行っている。図 4(b)の試料は、ポリイミドテープで貼り付けを行っており、試料と 4 インチウエハの間に空間が生じたため冷却状態が悪化し、形状異常が発生したと推察される (図 5)。

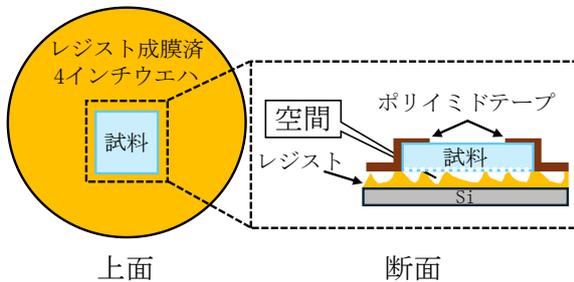


図 5. 試料と 4 インチウエハ間に生じる空間の概略図

試料と 4 インチウエハ間の密着性を向上させるため、レジスト成膜済みウエハ表面に試料接着を目的

としたレジストを塗布し、そこに試料を貼り付け、レジストを固化させた。この試料を DeepRIE した結果、図 6 のとおり形状の改善が確認された。

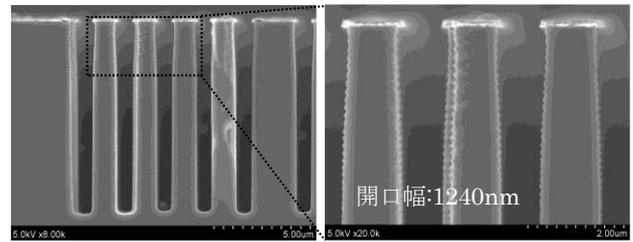


図 6 ポジレジストで貼り付けたシリコン断面形状比較

試料の冷却効果をさらに向上させるため、加工中に試料を冷却させるステップを加えたレシピを作成し DeepRIE した写真を図 7 に示す。冷却レシピを使用しない場合と比較して開口部の後退量を 436nm 減少させることができた。

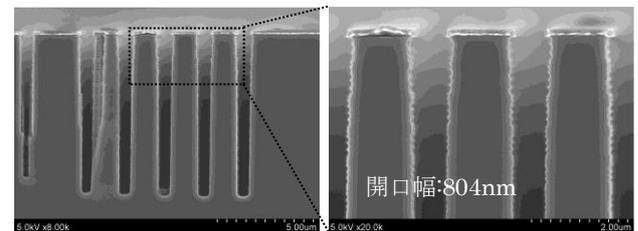


図 7 冷却レシピで加工したシリコン断面形状比較

5. まとめ

アルミニウムハードマスクを用いて 3 次元ナノ構造体を作製する方法を開発した。その結果、既存手法と比較して、マスク選択比を約 100 倍向上させることができた。また、今回得られた成果を活用することでこれまで実現できなかったデバイスの作製が期待できる。

謝辞

本技術開発は、令和 5 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] M. エルベンススポーク, H.V. ヤンセン, “シリコンマイクロ加工の基礎”, シュプリンガー・フェアラーク東京株式会社 (2001) pp. 313-316

学生実験に向けた模擬不攪乱試料作製装置の開発

○山口 潤¹, 株木 宏明²

¹教育支援班, ²安全衛生管理班

1. はじめに

筆者らが支援している学生実験のテーマの1つに土の一軸圧縮試験がある。このテーマでは土の一般的な力学挙動を学ぶことを1つの目的としており、一軸圧縮試験の結果において明確なピークが認められかつせん断破壊となる供試体が理想的である。試験の供試体は現場から採取したままの状態の試料（不攪乱試料）を使用していたが、実際の現場試料を入手することは容易ではない。近年では、含水比を調整した粘土試料を締め固めたものや塩ビ管で作製した即席の予圧密装置で作製した試料を用いていた。しかし、これらの方法では一度に1体の供試体しか作製できないうえに、不十分な締め固め具合や試料漏れが原因で失敗することもあり、試料作製は大きな負担であった。

そこで、学生実験の試料作製の簡便化を目的とし、模擬不攪乱試料作製装置の開発および試料作製条件の検討を行った。

2. 装置概要および試料作製方法

本装置は大量の水と混合した粘土試料（スラリー試料）をコンプレッサーで加圧して予圧密試料を作製するものである（図1）。アクリル製のセルをアルミ製の天板と底板で挟み込む構造となっている。セルの寸法は1回の試料作製につき4体の供試体が採取可能となるよう内径148mm、高さ400mmとした。天板には圧力調整用のレギュレーター、底板には排水用の溝および排水口をそれぞれ設けた。試料作製の際、排水口から間隙水だけでなく、粘土粒子が流出してしまうため底板には濾紙を敷いて圧密を行った。また、スラリー試料を直接空圧すると間隙水のみが加圧され粗な試料となる可能性があったため、加圧板を設けることで試料全体を均等に加圧できるよう工夫した。

試料には市販されているNSF粘土を使用し、NSF粘土2.5kgと水4.5kgをミキサーで10分間混合してスラリー試料を作製した。作製したスラリー試料は本装置で所定の最大圧密圧力まで50kPaずつ



図1 試料作製の様子

段階的に加圧して間隙水を排水し、予圧密試料を作製した。加圧時間は各圧力下において、5時間当たりの試料高さ変化量が1mm以下となった時点で次の段階の圧力に移行した。圧密が完了した試料はセル内を大気圧に戻した状態で底板を取り外し、再加圧することで試料が押し出されるため試料の取出しが容易である。

3. 試料作製条件の検討

試料作製に最も重要な最大圧密圧力を200kPa、250kPa、300kPaの3種類に設定して予圧密試料を作製した。また、スラリー試料は試料中に大量の気泡を含むことから脱気処理を施して300kPaまで圧密した試料も作製した。この4種類の試料に対して一軸圧縮試験を実施し、密度や含水比の結果から装置の圧密性能の確認を行い、応力-ひずみ線図から学生実験の供試体として最適な試料作製方法の検討を行った。

一軸圧縮試験はJIS A 1216に準拠し、予圧密試料から成形したφ50×100mmの円柱供試体に対して1mm/min（圧縮ひずみ毎分1%）で載荷を行った。試験は次のいずれかの条件に達した時点で終了となる。

- a. 最大圧縮力以降ひずみが 2%以上生じた場合
- b. 圧縮力が最大値の 2/3 程度に減少した場合
- c. ひずみが 15%に達した場合

4. 実験結果

それぞれの物性値を比較すると A, B, C において最大圧密圧力が高いほど密度が大きく、含水比が小さくなった (表 1)。これは、最大圧密圧力が高いほど間隙水が排水されやすく、粘土粒子が密になったためである。脱気処理を施した D では、密度は 4 試料中で最大となっているが含水比は 2 番目に高い結果となった。D は脱気処理により、試料中の空隙が少なく、粘土粒子がより密な状態となったために密度が最大となった。また、粘土粒子が密になったことで間隙水の排水流路を抑制したために間隙水の排水速度が遅くなり、含水比が高くなったと考えられる。

圧密圧力の違いにより、密度や含水比に明確な差異がみられたことから本装置における圧密性能は十分であることが明らかとなった。

一軸圧縮試験では、脱気処理を施した D の圧縮応力が最大となっており、次いで最大圧密圧力が大きい順に最大圧縮応力が大きい結果となった (図 2)。一方で、A および B ではピークが認められたのに対して、C および D では最大圧縮応力に達する前に圧縮ひずみが 15%に達していた。破壊形態をみると、A では側方への膨張変形はほとんど見られず明瞭なせん断破壊であった (図 3)。これに対して、D は側方への膨張変形が顕著であり、含水比が最大であった C も同様の破壊形態であった。このように含水比が比較的高い供試体は圧縮した際に膨張変形が生じたためにピークに達しなかった。これらの結果から明確なピークが確認でき、さらにせん断破壊となった A の試料作製方法が学生実験用供試体として最も適していることが明らかとなった。

5. まとめ

本装置の開発により、一度に複数の一軸圧縮試験用供試体の作製が可能となり、準備に要する時間を大幅に削減することができた。また、一軸圧縮試験の結果から本装置は十分な圧密性能を有しており、最大圧密圧力を 300kPa に設定した試料作

表1 試料の作製条件および物性値

試料	最大圧密圧力 [kPa]	密度 [g/cm ³]	含水比 [%]
A	300	1.707	43.6
B	250	1.676	45.4
C	200	1.345	48.2
D (脱気)	300	1.764	46.5

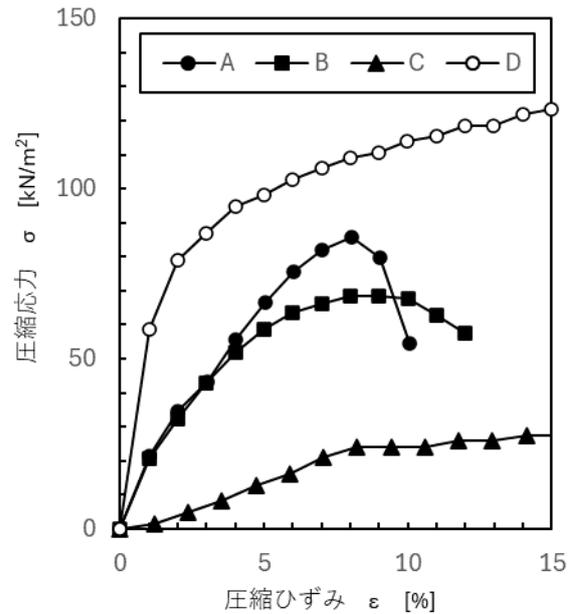
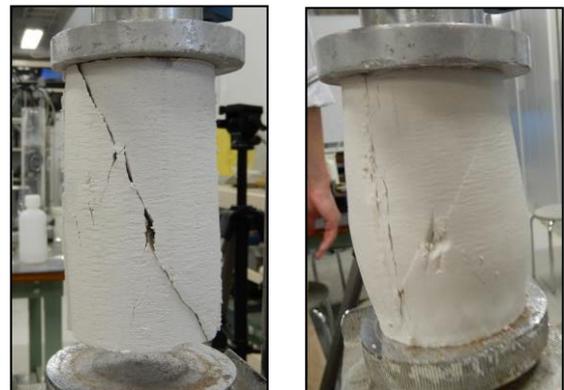


図2 一軸圧縮試験の結果



(a) 試料 A (b) 試料 D
図3 破壊形態

製方法が学生実験用供試体として最も適していることが明らかとなった。

謝辞

本技術開発は、令和 5 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。

■令和6年度科学技術分野の文部科学大臣表彰 研究支援賞
「有機溶媒中の微量元素分析法の開発による材料研究への貢献」
合同計測分析班 古内 有希

研究支援賞は高度で専門的な技術的貢献を通じて研究開発の推進に寄与する活動を行い、顕著な功績があった者を表彰する制度です。

誘導結合プラズマ発光分光分析法（ICP-OES）は、無機水溶液試料を対象とした元素分析法であり、有機溶媒試料の直接測定はプラズマが不安定化するため困難でした。そのため従来は、加熱や酸分解などの前処理を施し、無機水溶液に置換した間接的な測定が行われてきました。古内技術職員は、導入系の改良やプラズマ条件の最適化により直接測定手法を確立し、課題であった試料の変質やコンタミネーションを低減した高精度な分析を実現しました。本手法は多様な有機溶媒に対応可能であり、高分子材料、触媒、ナノ材料などの材料研究における反応溶液の評価や残留金属分析に活用されています。これらの技術支援により ICP-OES を利用する研究分野は拡大し、本学の研究成果の創出に貢献しています。

受賞された古内さんご本人から以下のようなコメントをいただいております。

「このたびは研究支援賞を頂戴し、誠に光栄に存じます。日頃よりご指導くださる先輩、同僚の皆様のご支援あっての受賞であり、心より感謝申し上げます。本支援では、有機溶媒を用いた元素分析において生じる分析精度の低下という課題に対し、溶媒置換を行わずに高精度な測定を可能とする有機溶媒直接測定法の確立に取り組んでまいりました。この技術により測定の迅速化と信頼性の向上を実現し、幅広い分野の研究支援に活用しております。今後も技術職員として技術の研鑽に努め、研究の発展に貢献できるよう一層精進してまいります。」



■公益社団法人 土木学会 令和6年度土木学会全国大会第79回年次学術講演会優秀講演者
「中学高校生の水理現象に対する興味関心向上に向けた取り組み
ーサイフォン式排水模型の活用事例紹介ー」
教育支援班 会田 俊介

■令和6年度工学部・工学研究科技術部一般研修 優秀技術発表賞
「フライス盤における自動数値制御機能の付加による開発」
製作技術班 納富 勇太

優秀技術発表賞は工学研究科・工学部技術職員技術開発助成の成果報告及び一般公募発表を対象に、成果の内容が優れていることは勿論、研究会での発表そのものについて優秀と認められた技術職員に対して贈られます。

2024年度 学外専門研修等報告

- 東北能力開発大学校セミナー「ICにおける機能回路の実用技術」
- CAD/CAMソフトウェア「MYPAC DESIGNER3 次元 CAM 教室」受講報告
- ステンレス鋼の TIG 溶接技能クリニック板材編 受講報告
- 令和6年度東北地区国立大学法人等「中堅職員・主任のための指導力・企画力アップ研修」受講報告
- 令和6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」
- 2024年度東北地区国立大学法人等「若手職員のための社会人基礎力養成研修」受講報告

専門研修報告

東北能力開発大学校セミナー「IC における機能回路の実用技術」

八桁 一平

教育支援班

1. はじめに

この度、Off-JT として、東北能力開発大学校により開催のセミナー「IC における機能回路の実用技術」を2日間にわたり受講したことについて報告する。受講の理由は、自身の所属である学生実験管理室では基板加工機も使用しており、電子回路製作の依頼もあることから、これに使用されるソフトウェアと、電子回路設計についての習熟を目指すためである。

2. セミナーの概要

受講するセミナーの調査・選定は web 検索により行った。東北能力開発大学校には機械系、電気系、電子情報系、建築系の4つの学科があり、セミナーもそれに関連したものが開催されている。下図にその HP に掲載されているセミナーのカテゴリー一覧を示す。

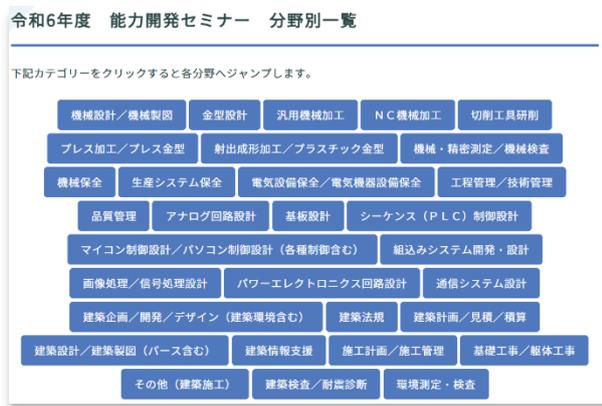


図 1. セミナーのカテゴリー一覧

セミナーごとに確認の必要があるが、定員は基本的に少数であり、開催日はあらかじめ設定されており、2日間など複数日にわたり開催されるものが多い。問い合わせ先のアドレスもあるため、事前に内容の詳細を確認することも有益である。

今回受講したものは「IC における機能回路の実用技術」であり、2/21 および 2/22 の 9:00~16:00 に現地にて受講した。参加者は定員 10 名のところ全員

で 4 名であり、民間企業の技術系職員であった。

本セミナーの内容としては、1 日目に回路シミュレーションソフトウェアの「LTspice」の使用方法的の紹介と、ソフト上での回路製作演習を行い、2 日目にはその続き、また、実際に回路を作成しそれについてオシロスコープを用いて動作解析を行った。実施環境として、各自に PC とオシロスコープや信号発生器といった測定器や回路素子が貸与され、説明を受けながら個人で作業を行った。

なお、配布された資料は主に下記 3 点である。

- ・ IC における機能回路の実用技術 (55 ページ)
 - ・ LTspice の主な操作方法と設定アドバイス (35 ページ)
 - ・ LTspice の 3 つの解析方法とその手順 (35 ページ)
- 以下、LTspice を紹介し実施内容について報告する。

3.1 LTspice について

LTspice は無料でインストールして使用することができ、導線や素子、またその定数を設定することで、電子回路の動作をシミュレーションすることができる。利点として下記が挙げられる。

- ・ 回路変更、定数変更が容易
- ・ ばらつきや温度特性の確認が容易
- ・ 過電圧、過電流を与えても壊れない。

しかし、下記のようなデメリットもある

- ・ 実際に製作しなければ再現できるかわからない。
- ・ モデルが無い部品も多い
- ・ シミュレーションが実際とずれる特性がある。

LTspice でシミュレーションをした結果、次には回路を実際に試作することになる。これにはブレッドボードを使用すると、回路を容易に作成・変更ができ動作確認に簡便である。続いて素子定数の確定した回路を製作する。このとき、ユニバーサル基板で導線・素子をはんだ付けにより作成することも可能だが、基板加工機で作成する方法も可能である。これには回路図エディタである無料ソフトウェアの

KiCadを使用する。LTspiceとの連携としては、一方で作成した回路図データを他方で呼び出すことができる点がメリットである。基板加工機では、KiCadで作成した基板加工データファイルを読み込むことで、プリント基板をドリル加工して回路基板を（複数）製作することができる。

3.2 回路の解析

回路動作を解析するにあたって、その前には回路を機能ごとに分けて把握することが必要であり、これは回路の設計に応用される。本セミナーにおいても、回路を機能ごとに分析し、次にその動作（電圧変化）をシミュレーションで観測し、最後に回路を製作してその入出力の関係をモニタリングした。以下、同様に回路の分析、シミュレーション、製作・観測の順で説明をおこなう。

まず、分析する回路として、下の図2のような回路を例に挙げる。

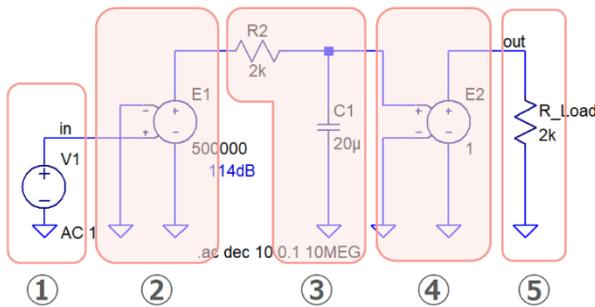


図2. オペアンプのモデル回路

この回路はオペアンプの動作をシミュレーションするためにモデル化しているものだが、その動作は以下の①～⑤のようにブロックで分けることができる。

① 入力信号部

ここでは、交流1Vを信号源としている。

② 差動増幅部

E1は電圧制御電圧源であり、入力からの信号の電圧を、50万倍にして③へ出力している。

③ ローパスフィルタ

コンデンサと抵抗によるローパスフィルタで、周波数の低い信号を通してはいる。

④ 出力部

上記の②と同じく差動増幅回路だが、バッファとして動作するもの。これがない場合、⑤の抵抗R_LoadとコンデンサC1とでフィルタ回路となってしまう

ため、E2はそれを防ぐ役割である

⑤ 負荷

出力を受ける負荷として抵抗が配置されている。

以上①～⑤のように、複雑な回路も動作のブロックとして分析することで、ある程度は動作を理解し予測することができる。

次に、シミュレーションについて、LTspiceでは下記の3つのシミュレーション方法がある。それぞれ、下記のような観測例がある。

1. DC解析

直流電圧や直流電流、抵抗値のうちいずれかを変化させて、他方の変化を観測する。

2. AC解析

信号源（入力）の周波数を変化させ、位相や利得の変化を観測する。

3. 過渡解析

時間を経過させたときの電圧の変化を観測する。

以上3つの解析方法のうち、実際にLTspiceでシミュレーションした例として、図3は、図2についてAC解析を行ったときの画面である。

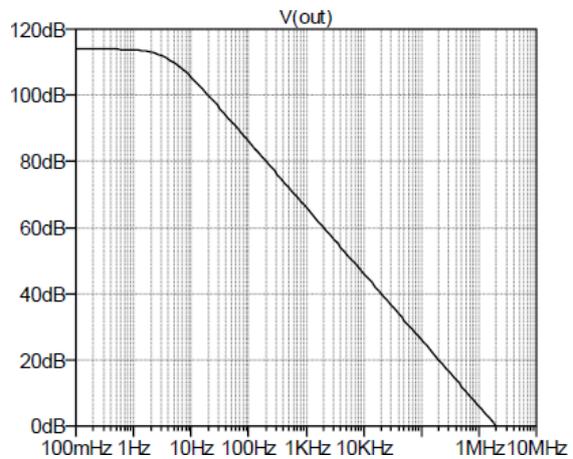


図3. 図2のAC解析画面

なお、図3の動作はオペアンプ μ PC4558（回路は図4）のデータシートに掲載されている動作（図5）をおおよそ再現している。

セミナーでは、このほか電子回路によく使用される回路の例をいくつか挙げ、その動作の分析とLTspice上でのシミュレーションを行った。

このようにして、LTspiceでは回路の作成と動作解析のシミュレーションすることが可能である。

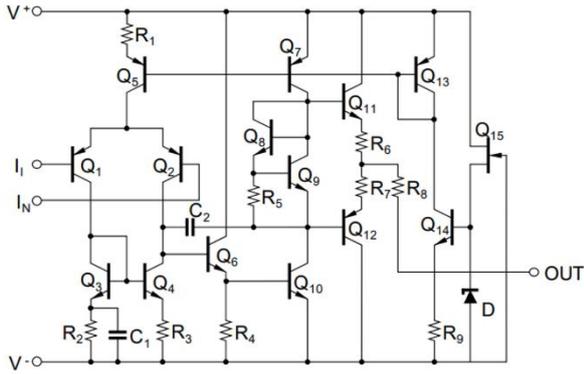


図 4. μ PC4558 回路図

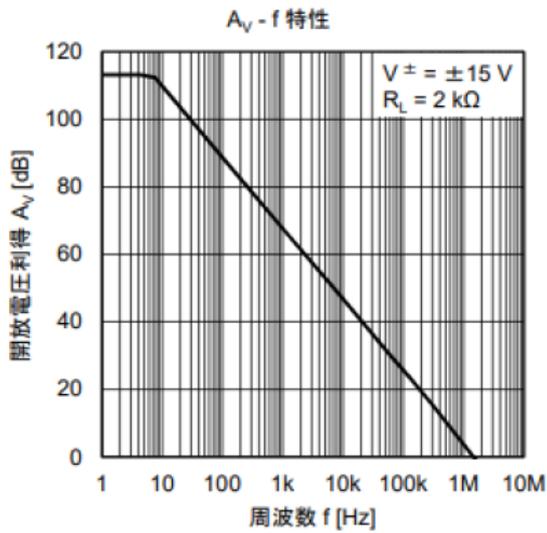


図 5. μ PC4558 データシート特性図

3.3. 回路の設計・製作

セミナーの最後の項目として、分析とシミュレーションを行った回路のうち2つについて、実際に素子を用いて回路を組み、その動作を観測した。作成した回路は以下のものである。共通して、オペアンプはNJM072Dを使用した。(μ〜との関係)

・1次オールパスフィルタ

回路は図6のようになる。動作としては、入力波形の周波数が2 kHz のとき、出力波形が90°遅れて出力されるものである。その入出力の波形をオシロスコープで観測したものが図7である。

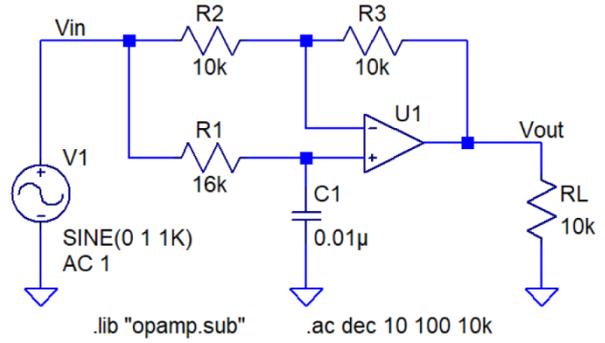


図 6. 1次オールパスフィルタの回路図

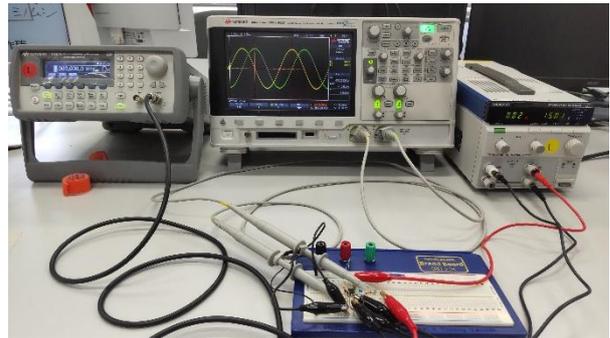


図 7. 1次オールパスフィルタの出力観測

・定電流回路.

回路は図8のようになる。動作としては、入力の直流電源から一定の電流値を取り出すものである。定電流が流れていることの確認として、LEDを回路に組み込み、一定の明るさで光るような回路を作製した。その動作の様子が図9に示すものである。

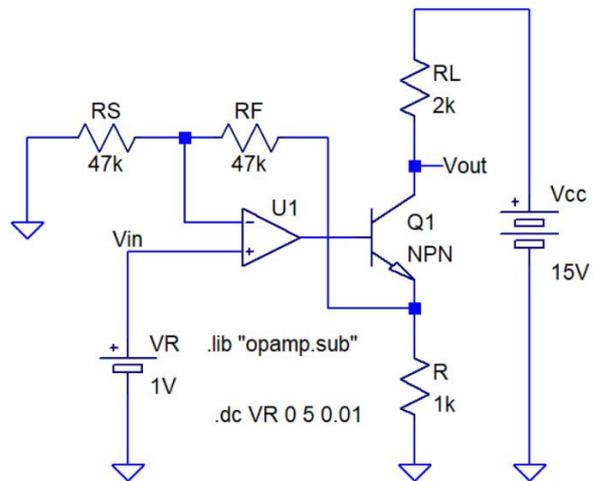


図 8. 定電流回路の回路図

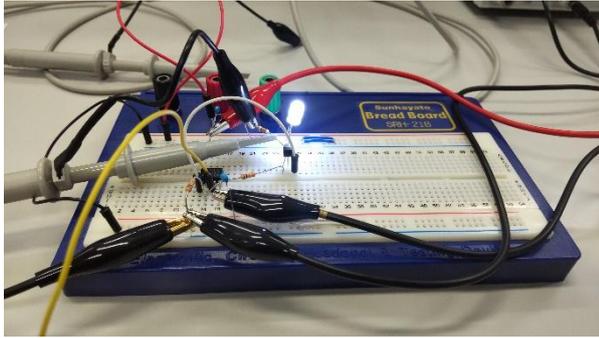


図9. 定電流回路でのLED点灯の観測

この回路設計の作業では、シミュレーションの波形と同様の出力を観測することができた。また、実際の回路素子の定数が異なることから、シミュレーションでの出力波形とは多少の差異があることも確認できた。

3.4 まとめ

今回のセミナーでは、LTspiceを中心に使用して、電子回路でよく用いられる回路のシミュレーション方法を習得することができた。また、そのための準備として、回路の動作を機能ごとに分析すること、そして以上を確認したのちに回路を実際に製作することで、シミュレーションである程度実際の回路と同様の結果を確認できること、ただしシミュレーションの通りには必ずしも製作されないことも確認することができた。

今後の目標として、電子回路製作の依頼に対しLTspiceをより積極的に活用していきたい。

4. 謝辞

今回の受講は、OJTとOff-JT希望調査へ応募し、技術部の費用支援を受け受講したものです。この場を借りて感謝申し上げます。

CAD/CAM ソフトウェア 「MYPAC DESIGNER 3 次元 CAM 教室」受講報告

片倉 健司
製作技術班

1. はじめに

本報告では、倉敷機械株式会社製 CAD/CAM ソフトウェアの操作研修である「MYPAC DESIGNER3 次元 CAM 教室」を受講したので、その内容について報告する。

CAD とは、Computer Aided Design の略で、コンピューター支援による設計という意味を持ち、コンピューター設計や製図を行うツールである。

CAM とは、Computer Aided Manufacturing の略でコンピューター支援による製造という意味を持ち、製品や部品の製造・加工を行う際、CAD で作成した図面を基に、工作機械での加工に必要な NC (数値制御) プログラムなどを作成するツールである。

CAD/CAM ソフトウェアは各社様々な製品があり、製作技術班でも様々な CAD/CAM ソフトウェアを使用し製作依頼加工に対応している。

私は、製作依頼の業務と機械工作実習 (NC フライス盤) の際に倉敷機械株式会社製の CAD/CAM ソフトウェア「MYPAC DESIGNER」を使用しているため、知識を深めることで、近年増加している複雑形状 (3 次元) 加工への対応と、学生を指導する際に役立てることを目的に受講した。

2. 研修概要

主催：倉敷機械株式会社 東京支社

場所：東京都中央区日本橋室町 4 丁目 2-16 楠和日本橋ビル 3 階会議室

日程：2024 年 2 月 15 日 (木) ~2 月 16 日 (金)

実施方法：対面形式

受講者数：2 名

講師：倉敷機械株式会社 柳澤 悠太 氏

主なスケジュール

1 日目 (10 : 00 ~ 17 : 10)

・基本操作、コマンド説明、2D 加工設定、形状を抽出から NC 出力、荒取り加工設定、等高線加工設定、

サーフェイス形状を走査線加工、形状入力設定、CL データの確認など。

2 日目 (10 : 00 ~ 17 : 15)

・操作実習、ペンシル加工設定、隅取り加工設定、水平面加工設定、波状加工設定、輪郭切削加工設定、面沿い加工設定、複数面の面沿い加工、制限面の基本と応用、最適化機能、シャンク干渉設定、ホルダー干渉設定、テンプレート呼出、テンプレート保存、プランジ加工設定、コンタリング加工設定、まとめ、受講者アンケートの記入。

3. 研修内容

本研修では、一人 1 台「MYPAC DESIGNER ver21」がインストールされたパソコンが用意され使用した。私は普段「MYPAC DESIGNER ver17」がインストールされているパソコンを使用し作業しているが、基本的な操作方法に関して大きな違いはなく作業することができた。

研修の基本の進め方としては、講師の方が操作するパソコン画面をホワイトボードに投影し同様の作業を行い、わからないことがあればその都度、質問するというスタイルで進化した。



図 1 研修室の様子

本研修では、2 日間を通して基礎的な操作説明から応用編として様々な複雑形状の加工設定方法まで

広範囲に学んだ。次項では、本研修で学んだ機能の一部を紹介する。

3.1 制御面の設定方法

図2に示すワーク形状の凸部を加工する際に、ワークの上面から治具を使用して固定するという制限がある場合、治具を考慮せず加工プログラムを作成してしまうと、切削工具が移動する際に切削工具と治具の接触が起きてしまう。制御面設定では、予め干渉する範囲を選択しておくことで、削り残しや切削工具と治具の接触を防止して加工プログラムを作成できる。

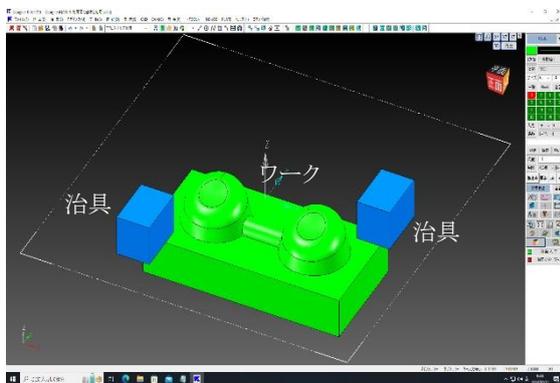


図2 制御面の設定

3.2 傾斜と面沿いの設定方法

図3に示す形状を加工する場合では、初めに粗取り加工、等高線加工、走査線加工の順で加工を行う。前工程でできた削り残し部分の仕上げを面沿い加工を使い効率良く高精度の加工ができることを学んだ。

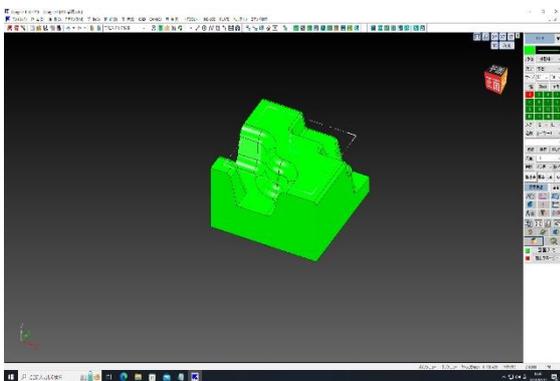


図3 傾斜面があるポケット加工

4. 研修後の成果

研修の際に、研修で使用した課題用のサンプルデータ(3次元用)をいくつか頂くことができたため、職場のパソコンを使用し課題に取り組んだところ問題なく動作しプログラムを作成することができた。

また、研修のタイムスケジュール上、時間内に行えなかった課題についても自身でプログラムを作成することができた。そして、そのプログラムをNCフライス盤に送信し実際に加工しサンプル部品を製作した。製作したサンプル部品を図4に示す。

機械工作実習のテーマの1つである「NCフライス盤」の実習の際に「機械工作実習で使用してるCAD/CAMソフトウェアとNCフライス盤」で製作した3次元加工のサンプルの1つとして紹介し、加工に興味がある学生に対しては、どのような手順でプログラムを作成したか、どのように加工をしたのかを詳細に説明することができた。

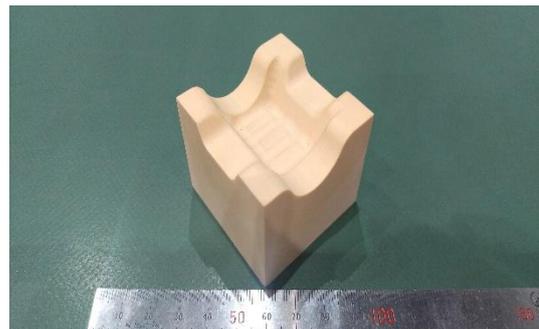


図4 製作したサンプル部品

まとめ

本研修を通して、CAD/CAMソフトウェア「MYPAC DESIGNER」3次元CAMの知識を深めることができた。学んだ知識を生かし、今後も様々な加工の対応や工作実習に対応していきたいと思う。

また、対面形式での受講は少人数ということもあり、講師の方や他の受講者と気軽にコミュニケーションを図ることができ大変有益であった。

謝辞

この研修は、工学部工学研究科技術部の支援を受けて行ったものであり、ここに謝意を示す。

ステンレス鋼の TIG 溶接技能クリニック 板材編受講報告

納富 勇太
製作技術班

1. はじめに

本報告では、令和6年12月に宮城県職業能力開発促進センターにて開催された「ステンレス鋼の TIG 溶接技能クリニック」を受講し、学んだ内容について報告する。

製作業務において経験が少なく苦手意識があった TIG 溶接を一から学ぶべく受講を希望した。

2. 研修概要

研修先：宮城県職業能力開発促進センター
(宮城県多賀城市明月 2-2-1)

研修期間：令和6年12月3日～4日

対象者：TIG 溶接作業に従事する技能・技術者等であって、指導的・中核的な役割を担う者又その候補者

研修内容：(1)直流 TIG 溶接概要

- ・直流 TIG 溶接機の機能
- ・ステンレス鋼の特性
- ・タングステン電極の特性
- ・電極形状の違いによる影響

(2)溶接施工実習

- ・各種姿勢溶接
- ・要求に応じた施工方法、段取り

(3)パルス溶接法

- ・パルス条件設定、各項目の役割

(4)評価と問題解決法

- ・製品の評価方法
- ・溶接欠陥とその対策

使用機器：フルデジタル交流/直流両用 TIG 溶接機
Panasonic：YC-300BP4(水冷トーチ)



図1 会場の様子

3. 研修内容

3.1 座学

配布されたテキストをもとに直流 TIG 溶接の概要を学んだ。溶接機の使用方法からはじまり、ノズルや電極の選定等の基礎知識を学び直すことができた。また、継手の形状や板厚ごとに目安となる条件を一つ一つ教わり今までの自分の溶接条件を見直す良い機会となった(図2)。



図2 座学の様子

3.2 実技

溶接場に移動し実際に TIG 溶接機を使用した溶接施工実習を行った(図3)。区画ごとに整理された溶接場があり局所排気装置や遮光カーテンが機能的に設置されていて非常に良い環境での実習であった。溶接の作業性も良く、溶接トーチホルダや工具等今後の環境整備の参考にしていきたいと思う。



図3 溶接場

3.2.1 各種継手の溶接

溶接練習として 3mm 厚のステンレス板を使用し平面で溶接練習後(図 4), 重ね継手(図 5)・T 継手(図 6)・角継手(図 7)の溶接練習を行った。



図 4 平面溶接練



図 5 重ね継手



図 6 T 継手



図 7 角継手

実際に行った溶接条件の例を(表 1)に示す。

材料：SUS304 t3mm

溶加棒有

表 1 溶接条件例

	電極突出(mm)	電流値(A)
重ね継手	7	80
角継手	5	70
T 継手	10	100

電流：状況に応じ±5A

突出し：状況に応じ±1mm

3.2.2 試験用圧力容器の作成

継手の溶接練習の後, 応用として用意された材料を図面通り溶接し耐圧試験用の圧力容器を作製した(図 8)。



図 8 作成した圧力容器

3.2.3 耐圧試験

作成した容器に水圧をかけ, 漏れが無い確認する。結果容器が膨らむほどの圧力をかけても水が漏れることはなかった(図 9)。



図 9 耐圧試験の様子

3.3 練習方法

溶接は溶加棒を加える手とトーチを送る手が左右別の動きをするため日常ではあまり行わない動作をする。慣れない動きをするため多くの練習が必要になるが消耗品を多用する溶接練習は費用の面でもなかなかできることではない。

そこで手軽な練習方法として, 右手で円を描くと同時に左手で四角を描くという方法を教わった。(図 10) どこでもできるうえに頭の体操にもなるため手が空いた時やってみると良い。



図 10 溶接イメージと練習方法

4. まとめ

本研修を通して TIG 溶接の基礎知識から実践的な内容を学ぶことで溶接技術のベースを築く良い機会となった。この経験を活かし今後より多くの溶接作業をこなせる様努めていきたいと思う。

また, 溶接作業場の環境面でも参考になる点が多くあったため今後取り入れていきたい。



図 11 研修後製作した溶接物

令和6年度東北地区国立大学法人等 「中堅職員・主任のための指導力・企画力アップ研修」受講報告

鎌田 恵子
教育支援班

1. はじめに

本報告では、「中堅職員・主任のための指導力・企画力アップ研修」を受講し、習得した内容について報告する。

本研修は、東北地区国立大学法人等の職員に対して、コミュニケーション技法と後輩職員への適切な指導法及び企画力を習得させることを目的としており、職員として必要な能力と適切な意識を身につけるために受講を希望した。

2. 研修概要

主催：一般社団法人国立大学協会東北地区支部

期間：令和6年9月12日（木）～13日（金）

会場：zoomによるオンライン

対象：中堅職員、主任程度の職員

受講者：48名

講師：(株) フォーブレーン 太田哲二氏

研修日程：

1日目 9月12日（木） 10:30～16:50

- ・ オリエンテーション
(チェックイン, 建設的な感情のシェア)
- ・ 信頼関係をベースとしたコミュニケーションの重要性
(信頼残高, 承認のスキル, コミュニケーションの難しさ)
- ・ アイスブレイク (マインドフルネス瞑想)
- ・ 傾聴のスキル (愛の栗ようかん)
- ・ 問いかけの技術 (質問ゲーム)
- ・ コーチングへの応用
- ・ 本日のまとめ
- ・ 発表・意見交換

2日目 9月13日（金） 10:00～16:15

- ・ 伝える技術 (PREP法, iメッセージ, 報連相とヒヤリハットへの対処)
- ・ リーダーシップとは (定義とセルフ・リーダーシップ)

- ・ リーダーシップ (動機づけとチームビルディング)
- ・ 企画書のまとめ方 (5W2H/ニーズの抽出とアイディアの創出)
- ・ 行動計画 (明日からできる一歩)

3. 研修内容

各セッションでは、いずれも講師の説明の後、グループまたはペアに分かれ意見交換を行い、その後全体で共有する形式で進行した。

以下、本研修にて得た学びと気づきについて、報告する。

3.1 信頼関係をベースとしたコミュニケーションの重要性

1日目は主にコミュニケーションに関することを学んだ。

コミュニケーションは、送り手である自分が受け手である他者に対して行動を変容させるために、刺激（通常は言語的記号）を伝達する過程であり、言葉・身振り・表情などを通じて知覚・感情・思考が双方向に交換されると定義される。この定義を改めて学び直すことによって、これまで漠然としていた自分のコミュニケーション方法を見直す貴重な機会となった。

コミュニケーションは、信頼感が土台にあることで円滑に成立する。これまでうまくコミュニケーションが取れなかった経験が何度かあったが、振り返ると、その場合は互いに十分な信頼関係が築けていなかったことが大きな要因であったと感じている。このセッションでは、信頼を築き、維持するための「信頼残高」、肯定的かつ建設的な感情が生まれ、内発的動機づけや自己効力感の向上に繋がる「承認」、そして対話を円滑に進めるための重要な技法である「傾聴」と「質問」について詳しく学ぶことができた。

「信頼残高」という概念は、信頼を貯金のように

積み上げていくことに例えられ、信頼を築くには時間がかかるが、それを失うのは一瞬であるという現実が示された。信頼を築くためには、日々の小さな努力を積み重ねることが非常に重要であることを再認識し、実践的な意識を持ち続けることが必要だと感じた。

「承認」は、相手の存在そのものを認め、その認めた気持ちを言葉にして相手に伝えることである。このセクションでは、ペアでのストローク練習を通じて、この承認を言葉で伝える技術を高め、相手に伝えることの大切さを実感した。

「傾聴」については、積極的傾聴のスキルを学んだ。相槌やアイコンタクト、非言語的メッセージ、要約などを用いることで、相手が安心して話しやすい環境を作り、より深い理解を得ることが分かった。特に中堅職員として、部下や後輩の話をしっかりと聴くことの重要性を再認識し、今後は相手が話している最中に口を挟まず、相手の思いを受け止めることが求められると強く感じた。

「質問」に関しては、クローズド質問とオープン質問の使い分けを学び、それぞれの特性やメリット、デメリットを理解した。クローズド質問は話の方向性をコントロールしやすく、情報を短時間で得ることができるが、相手に強制的な印象を与える可能性がある。一方、オープン質問は、相手が自由に考えを述べることを促進し、深い気づきを得る手助けになるが、時には話が思いがけない方向に進むこともある。この二つの質問技法を状況に応じてうまく組み合わせることで、より効果的なコミュニケーションを実現できることが理解できた。また、これらの技法を応用したコーチングの方法についても学び、目標達成の支援に有効な「GROWモデル」を実践的に学んだ。

3.2 伝える技術・リーダーシップ

2日目は、1日目に学んだコミュニケーション技法をさらに発展させ、実務での応用を目指した内容だった。「伝える技術」では、伝えたいことを簡潔かつ分かりやすく伝えるための「PREP法」が紹介された。PREP法は、「Point（ポイント）」「Reason（理由）」「Example（事例）」「Point（ポイント）」の順に構成され、明確で論理的な説明を行うための有

効な方法である。実際に参加者同士でこの方法を使って実践し、その効果を体験することができた。また、「Youメッセージ」と「Iメッセージ」の違いについて学び、伝える際の主語が相手か自分かによって、受け手の感じ方が大きく異なることを理解した。この違いを意識することで、今後は相手に対してより適切にメッセージを伝え、相手の感情や時間を大切にしながらコミュニケーションを行えるようになることを確信している。さらに「報連相（報告・連絡・相談）」の必要性と、その実践における5つの基本ルールについても学び、これらが日常業務の円滑な進行にどれだけ重要であるかを再認識することができた。

「リーダーシップ」のセクションでは、リーダーシップの要素として「セルフリーダーシップ」、「内発的動機づけを高める」、「チームビルディング」について学んだ。特にセルフリーダーシップとは、自分自身をしっかりとコントロールし、物事を主体的に捉え、選択肢を持つことの重要性を教わった。この考え方を日常業務に取り入れることで、業務への関わり方がより前向きになり、困難な状況にも積極的に対応できるようになると感じた。

最後に、企画書作成の基本である「5W2H」の手法を学び、具体的な事例をもとにその構成方法やニーズの把握方法を理解した。提案書作成時に重要な要素であるN（ニーズ）、P（プロポーザル）、B（ベネフィット）の明確化によりアウトプットの精度を高め、企画力を向上させるための手法を実践的に学んだ。

4. まとめ

2日間にわたる研修を通じて、人とのコミュニケーションに対する自分の行動や言動を再評価し、中堅職員としての適切な能力と知識を身につけることができた。また、本研修には東北大地区の大学・高専・関連施設等の職員が参加しており、2日間を通じて異なるメンバーで構成されるよう調整されていた為、多くの職員と意見交換をし、互いの立場や環境をふまえた議論や意見交換ができたことは大変有意義であった。今後は、この研修で得た知識や技法を日々の業務に生かし、職場の改善や後輩への指導に役立てることで、より良い組織作りに貢献していきたい。

令和6年度東北地区国立大学法人等 「中堅職員・主任のための指導力・企画力アップ研修」受講報告

八桁 一平
教育支援班

1. はじめに

この度、標記の研修を受講したため、その内容について報告する。本研修の目的は実施要項より、「東北地区国立大学法人等の職員に対して、コミュニケーション技法と後輩職員への適切な指導法及び企画力を習得させること」として開催された。

報告者の受講目的としては、技術的な内容のみならず、ひろく業務一般におけるコミュニケーションの習得と適切な指導法、ならびに中堅職員としての自覚を身につけることが今後の業務においても重要であると考えたため、本研修の受講を希望した。

2. 概要

主催：一般社団法人国立大学協会東北地区支部
 期間：令和6年9月12日（木）～9月13日（金）
 研修事務：宮城教育大学経営企画課人事係
 形式：オンライン（Web会議ツールZoomを使用）
 受講対象者：中堅・主任程度の者（実施要項より）
 受講者数：48人（本学20名、うち技術職員6名）
 講師：太田 哲二（（株）フォーブレン）
 その他：情報交換会はオンラインのため実施せず。
 日程：日程表より、下記の内容で実施した。

1日目（10:00～16:50）

- 信頼関係をベースにしたコミュニケーションの重要性
（信頼残高／承認のスキル／コミュニケーションの難しさ）
- コミュニケーションの技術
（傾聴のスキル・積極的傾聴のポイント／問いかけの技術・質問ゲーム／コーチングへの応用／伝える技術・PREF法）
- 各大学等の取組み事例の紹介（各機関5分）

2日目（9:45～16:15）

- リーダーシップとチームビルディング
（伝え方の応用・Iメッセージ／報連相とヒヤ

リハットへの対処／セルフリーダーシップとは・主体性を発揮すること・リーダーの役割／チームビルディングとリーダーシップ）

- 企画とアイデアの創出
（企画・ニーズの抽出とアイデアの創出プロセスの実習／企画書のまとめ方・3部構成法／行動計画・明日からできる第一歩）

3. 研修内容

研修にあたり資料が配布され、研修はその流れに沿って、課題ごとに講義→グループワーク→グループごとに発表の順で行われた。グループは、大学や高専、自然の家といった職場環境の異なる者や、技術職員や事務職員、図書系職員といった職種の異なる者が均等になるよう、1グループ4人で配置された。グループワークではそれぞれ司会や書記、発表者を分担して進めた。

また、事前課題として、あらかじめ記入する用紙が3点あり、図1から図3にそれぞれ示す。このほか、日程表の各テーマの重要箇所において、図4のようなメモ用紙も配布された。これらは本研修で自己分析のために活用し、グループでも互いに内容を共有しながら、テーマごとに課題を進めた。

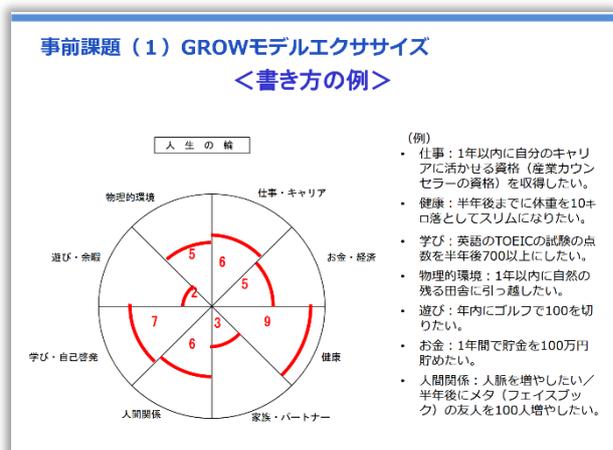


図1. 事前課題（1）

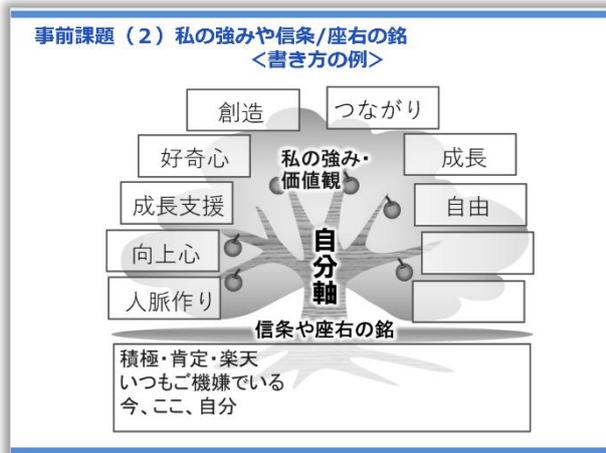


図 2. 事前課題 (2)

この図は、今抱えている問題や課題を1つお書きくださいという問いかけを、例文と共に示しています。例文は「出来る人に仕事が集中している。偏りが無いように仕事を割り振りたいが、そのためにはまず業務の棚卸し・引継ぎなど多くのことをしなくてはならない。普段の仕事に忙殺されてなかなか出来ない。」です。

図 3. 事前課題 (3)

企画案

提案先	
ニーズ (困りごと)	
提案の概要	
その他留意点	

図 4. 記録用の配布資料

3.1 信頼関係をベースにしたコミュニケーションの重要性

ここから、研修の内容について述べる。
まず、とくに工夫なく自分の意図を相手に伝える

とき、表現する時点ですでに意図の 80%しか表現することができず、相手が理解してもらえるのは 50%であり、さらに相手が行動に移してくれるのは 15%だという統計データが提示された。コミュニケーションの送り手と受け手がより正確に意思疎通を図るには、土台に互いの信頼感が重要であり、「信用残高」の考えがポイントになる。これは、信頼を得る行動と失う行動とによる信頼のプラスマイナスを例えたもので、日々の小さな「預け入れ」を心がけることが大事である。

次に「承認のスキル」として、上記の信頼関係にあたり、相手を褒めたり感謝したりする言葉を日頃から伝えることが、実践しやすいものに挙げられる。これは、毎日の挨拶であっても立派な存在承認であるため、積極的に行っていきたい。

また、「コミュニケーションの難しさ」に関して、メラビアンの法則が参考になる。これは感情（好意や反感）を調査する実験に基づくものであるが、意思伝達において相手に伝わる、あるいは印象に残るものの割合が、話の内容が 7%、声の調子が 38%、態度や身振り手振りが 55%だというものである。単に情報を正確に伝えるだけがコミュニケーションではないことに注意が必要となる。

3.2 コミュニケーションの技術

最初に、「人を動かす秘訣は、良い聴き手になることだ」というデール・カーネギーの言葉が引用された。「傾聴のスキル」について、自分の関心にかかわらず人の話を聞くためには意識や努力が必要になる。これを心がけるためのキーワードとして、「愛の栗羊羹」というものがあり、それぞれ下記ようになる。

- 【あい】アイコンタクト、相槌。
- 【の】ノンバーバル（ミラーリング、ページング）。
- 【くり】相手の言葉を繰り返す
- 【よう】自分の言葉で要約、表現する。
- 【かん】相手や自分の感情を言葉にする。

これを参考にするとともに、実際の業務にあっては、相手の言葉を遮らないことが重要である。

次に、「問いかけの技術」として、その場の目的に合わせて、オープンクエスチョン（答え方が決まっていない質問）とクローズドクエスチョン（Yes/No など答え方が限られる質問）の使い分けが必要である。また、問いかけには、相手に考えさせる目的で

するものもあるが、これには「インサイト」という概念が参考になる。これは、人は思ったことを話していることがある一方で、話しているうちに何を思っているかに気付く、というものである。例えばある返答に対して、「それができたらどうなりますか／それはどうしてですか」というような質問で深掘りをして、相手に考えてもらうようにすることも問いかけの方法に挙げられる。

ただし、問いかけについても信頼関係が重要である。初対面の人に対しては特に、世間話や相手の興味、共通の興味について話すことが信頼関係の最初を円滑にする。それを基にして、情報収集のための質問、さらには相手に考えてもらうための質問が成り立つことに留意するとよい。

さらに、「コーチング」の概念も、指導や目標達成のためには参考になる。ここでは聴き手がコーチとして、話し手の目標を聞き、その目標に対して、Goal（目標）から Reality（現状）・Resource（使えるもの）を確認し、それを元に Options（選択肢）を挙げていき、最後に Will（これをもとにどうするか）を明確にするという GROW モデルに沿って、目標を達成するための道筋を明らかにするものである。

質問ゲームでは、図1の事前課題に記入されていた各メンバーの目標に対して、インサイトおよび GROW モデルの質問方法を用いて、互いにコーチングにより深掘りしていくというレクリエーションを行った。

以上は質問のための技術だが、「伝えるための技術」として、PREP法がある。これは、伝える際に Point（要点）、Reason（理由）、Example（例）、Point（まとめ）の順で話すと、自分の意図を根拠とともに正確に相手に伝えることができるというものである。

なお、1日目の内容は以上であるが、「各大学の取り組み事例の紹介」として、本学では事務職員より、DX化に関する取り組みの紹介がなされた。

3.3 リーダーシップとチームビルディング

2日目の最初には、前日の続きとして伝え方の技術がいくつか挙げられた。

まず、「Iメッセージ」というのは、「“私は” いいと思った／心配している」のように、自分を主体であると明示した話し方である。一方、「この書類はよくできているね／君は最近調子が悪いね」といった、

相手を主体にした伝え方は You メッセージという。Iメッセージの方が感情が伝わりやすく、Youメッセージは場合により相手責めるニュアンスとなりうることに注意が必要である。

次に、「報告・連絡・相談（報連相）」については、以下のルールに沿うことが重要である。

1. 事実を正確に伝える。
2. 結論を先に、理由や例は後から話す。
3. 悪い情報ほど早く伝える。
4. 指示・依頼の内容を正しく理解する。
5. 状況を分析し自分なりの意見を述べる。

報連相に関連して、それが不足している場合にも起こるヒューマンエラーに関しても、留意すべきことが2点挙げられる。1つ目は、聞き間違いや見間違い、判断ミス、動作・操作でのミスは起こってしまうものということと、2つ目は、勝手に変更されたいわゆる裏マニュアルが作成されたり、関係性の上下関係から、下の立場から上の立場に意見が言いづらい（権威勾配が強い）環境であったりすると、ヒューマンエラーが起こりやすいことである。ヒューマンエラーの防止として、1つの重大な事件があった場合、300の障害の無い事故（ヒヤリハット）がすでに起きている、というハインリッヒの法則を参考に、ヒヤリハットの事例を共有し、また共有しやすい環境づくりも重要である。

本項目のテーマに戻ると、「リーダーシップ」は中堅職員として身につけたいスキルである。それには、自身の強みを把握する「セルフリーダーシップ」が基となり、図2の事前課題から自分のもつ強みを分析してグループで共有した。こうした自身の強みを活かして主体的に動くことが大切であり、主体的に動くためには、自身の動機付けを外発的なものから内発的なものにするのが良い。こうしたことを自身に限らず身近な他者にも実現できることがリーダーの役割である。ここで注意したいことは、強みに対する弱みは必ずしも克服すべきものではなく、業務上必要な弱みは克服しつつも、強みに焦点を当てる方が、それぞれの能力を活かし、伸ばすことができるということである。

リーダーはチームを率いる立場にあるが、チームビルディングにおいてはコミュニケーションをとり尊重し合うことを基本として、そのうえで、組織全体の目標に向かって、それぞれが主体的に動けるよ

うな関係性、目標づくりをすることが重要である。

3.4 企画とアイデアの創出

本研修の最後のテーマとして、図3に各自が記入した、業務において現状抱えている問題点を共有して、図4のように企画書としてまとめるというワークを行った。ここでは、5W1H (Why, What, How, Who・Whom, When, Where) に How much (コスト) を加えた 5W2H の要素を検討して、現状の問題点を解決するための企画案をいくつか作成した。

企画の立て方・説明の仕方には、企画のポイントを3部に構成する NPB 型 (解説型) が効果的である。まず、現状の不平・不満をもとに達成したい目標を掲げ (Needs)、次にどのようにその目標達成にアプローチするか具体案を出し (Proposal)、最後に、目標が達成された際のメリット (Benefit) を明確にするというものである。

また、本研修の最後にあたり、図1で作成した自身の目標について、あらためてどのように達成していくかを考え、これまで扱ったテーマをどの場面で実践できるかを挙げるワークを行った。

4 まとめ

本研修を通じて、中堅職員としての自分と後輩職員も想定した、コミュニケーションや目標設定・実践の方法について、ワークに沿って確認することができた。今回で学んだ事柄を、今後の業務についても積極的に活用していきたい。

5 謝辞

本研修は工学部・工学研究科技術部の支援を受けて受講したものであり、ここに謝意を表す。

令和6年度東北地区国立大学法人等 「中堅職員・主任のための指導力・企画力アップ研修」受講報告

渡辺 壮
教育支援班

1. はじめに

本研修は、東北地区国立大学法人等の職員に対して、コミュニケーション技法と後輩職員への適切な指導法及び企画力を習得させることを目的として開催された。期間は令和6年9月12日(木)～13日(金)の2日間でWeb会議ツール(Zoom)を利用したオンライン形式で実施された。コミュニケーション能力をはじめ指導力及び企画力を向上させることにより業務に寄与することができることを本研修の受講を希望した。

2. 概要

主催：一般社団法人国立大学協会東北支部

受講者数：48名

講師：(株)フォーブレーション 太田 哲二氏

研修日程：

9月12日(木)

◆イントロダクション

- ・チェックイン
- ・建設的な感情のシェア

◆信頼関係をベースとしたコミュニケーションの重要性

- ・信頼残高
- ・承認のスキル
- ・コミュニケーションの難しさ

◆コミュニケーションの技術

- ・マインドフルネス
- ・傾聴のスキル／積極的傾聴のポイント
- ・問いかけの技術／質問ゲーム、コーチングへの応用
- ・伝える技術／PREP法

9月13日(金)

◆リーダーシップとチームビルディング

- ・伝え方の応用／iメッセージ
- ・報連相とヒヤリハットへの対処
- ・セルフリーダーシップとは／主体性を発揮する

- ・リーダーの役割／チームビルディングとリーダーシップ

◆企画とアイデアの創出

- ・企画／ニーズの抽出とアイデアの創出
- ・ブレストの実習
- ・企画書のまとめ方／3部構成法
- ・行動計画／明日からできる第一歩
- ・まとめ／チェックアウト

3. 研修内容

研修は配布されたテキストに沿って進められた。講師の説明後、2名または4人毎の班に分けられ内容に応じたグループワークが行われた。グループワークのメンバーは入れ替わりが頻繁に行われ、多くの機関の職員と交流する機会が設けられた。

3.1 信頼関係をベースとしたコミュニケーションの重要性

チームで仕事を進める際、行動レベルで相手に聞いてもらうためには、適切なコミュニケーションが重要である。適切にコミュニケーションを完結させるためには、情報の送り手側が受け手側に分かりやすい表現で簡潔に伝えると同時に、受け手側も積極的に傾聴し、質問して確認することが必要である。その一方で、このようなコミュニケーションを図るためには土台に相互の信頼感がなくてはならない。

信頼感を高める方法を説明する上で「信頼残高」という用語が紹介された。銀行口座の残高と同様に信頼も預けると増え、引き出すと減るという考え方である。信頼残高は、約束を守る、相手を尊重する、誠実さを示すなど当たり前のようなことの積み重ねで増える反面、失う時は一瞬であり、信頼がゼロを超えてマイナスになってしまうこともある。日常の些細なことに対しても凡事徹底を意識することが大切であると感じた。

3.2 コミュニケーションの技術

コミュニケーションの技術について、多くの項目が紹介されたが、傾聴のスキルに関する講義が印象に残った。傾聴については、2019年度に受講した「若手職員のための社会人基礎力養成研修」でも類似の講義があったが、改めてそれを見直す機会となった。

傾聴のスキルとして、相手の目を見てうなずく「アイコンタクト」、相手の話すペースに合わせる・場を見る「ノンバーバル/非言語メッセージ」、単語や短文を繰り返す「繰り返し」、相手の言っていることをまとめ自分の言葉で表現する「要約」、意味への応答をするため感情と事実を言葉にする「感情の明確化」が必要であると説明があった。

講師より人は自分に興味のあることしか聴かないようにできていると説明があった。私自身、技術相談を受ける際、相手の話を少し聞いただけでこれまでの経験をもとに「相手はこう言いたいんだ。こうしたいんだ」と思い込みながら対応することがあった。今後はより良い聴き手となれるよう傾聴のスキルを意識しなければならないと痛感した。

3.3 リーダーシップとチームビルディング

リーダーシップの要素として、自分をしっかりコントロールできる「セルフリーダーシップ」、メンバーのやる気を高めるため「内発的動機付けを高める」、チームメンバーを巻き込み相乗作用を発揮する「チームビルディング」について説明があった。

「セルフリーダーシップ」についての説明の中で「態度価値」という用語が印象に残った。「態度価値」とは、避けることができない困難に対して、それをどう受け止めるか、どう捉えるのか、その中でどのような態度を自分で選び取るかによって生じる価値である説明があった。直面するネガティブな出来事に対して、悲観的な考えに飲まれず、ポジティブに考えられるようにして、自分で自分の機嫌をとれるようになるためにも、態度価値を意識することが大事だと感じた。

チームビルディングとは「集団や組織で活動していく時に、メンバーがお互いにコミュニケーションをとりながら、ゴールや目的に向けて自分は何が出来るかを主体的に考える。また、互いに個々の能力を認め、尊重しあいながら、その活動が円滑になるように他者に対して働きかけ、相乗作用を発揮出来る状態をつくりだすこと」と説明があった。チーム

ビルディングに必要な要素を図1に示す。これらの要素をクリアするためにも、互いの信頼関係を高め、傾聴を意識したコミュニケーションが必要であると感じた。

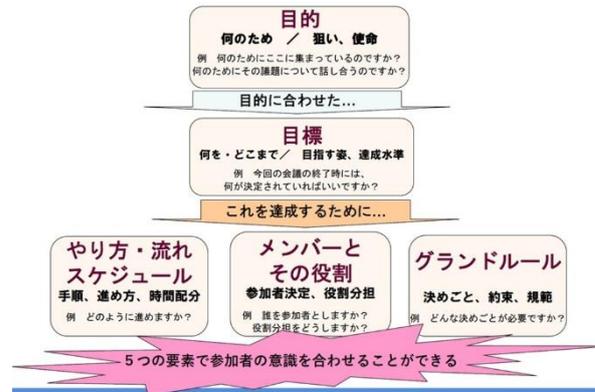


図1 チームビルディングに必要な5つの要素

3.4 企画とアイデアの創出

企画書の書き方として、「5W2H」(図2)でアイデアを論理的にまとめ、NPB (Needs, Proposal, Benefit) の三部構成で企画書を纏める手法の説明があった。

講師の説明後、職場のニーズや困りごとを解決する企画案作成のグループワークが行われた。職場の問題は多く提案された一方で効果的な解決策が見つからず企画立案の難しさを実感した。

- Why(なぜ)
なぜこの企画をやる? 経緯、必要性は?
- What(何を)
何をやる? 具体的な内容は?
- How(どのように)
どうやって実行する? 手段は?
- Who-whom(誰が・誰に対して)
誰が実行する? ターゲットは誰?
- When(いつ)
いつ実行する? スケジュールは?
- Where(どこで)
どこで行う? 場所は?
- How much(いくら)
価格・費用・コストは?



図2 5W2Hの項目

4. まとめ

本研修を通して、コミュニケーション技法や企画書の作成方法について学ぶことができた。また、グループワークを通じて、所属する機関や携わる業務が異なっても抱える問題には共通点がありそれについて意見交換や情報交換ができたことは大変有益であった。本研修で学んだことを意識しながら日々の業務で実践できるよう努めていきたい。

令和6年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」

河内 海奈

教育支援班

1. はじめに

本研修は一般社団法人国立大学協会東北地区支部が主催であり、東北地区国立大学法人等の係長級職員に対して、部下の指導・育成に必要なスキルを習得させ、国立大学法人等の管理運営の重要な担い手として資質向上を図ることを目的として実施されたものである。本稿では令和6年度に弘前大学にて開催された研修への内容を報告する。

2. 係長級職員のためのラインケア研修概要及び日程

【主催】

一般社団法人国立大学協会東北地区支部

【期間】

令和6年9月11日（水）～9月12日（木）

【会場】

弘前大学創立50周年記念会館2階 岩木ホール

【受講対象者】

東北地区国立大学法人等の係長級職員で会って、研修意欲が高く、かつ勤務成績が優秀な者

【受講者数】

40名（内、技術職員3名）

【講師】

一般社団法人日本産業カウンセラー協会東北支部

氏川 弘幸 氏

【研修内容】

9月11日

- 【講義・演習】 部下等職員への適切な指導及びコミュニケーション
 - メンタルヘルスの基礎
 - ◇ 職場の現状
 - ◇ ストレス及びその対応について
 - ◇ メンタルヘルスに関する各種法規等
 - メンタルヘルスケア
 - ◇ メンタルヘルス4つのケア
 - ◇ うつの気づきと対応
 - ◇ ラインケアの重要性
 - ◇ レジリエンスを高める

- 【発表・意見交換】 各機関の取り組み紹介
9月12日
- 【講義・演習】 部下等職員への適切な指導及びコミュニケーション
 - ハラスメント及びその対応について
 - ◇ ハラスメントの定義
 - ◇ モラハラ・パワハラ・セクハラ
 - ◇ カスハラ
 - ◇ 感情のコントロールの仕方
 - ◇ 係長としてのハラスメント予防及び対応
 - 部下等職員への適切な指導
 - ◇ コミュニケーションの大切さ
 - ◇ 部下との信頼関係づくり
 - ◇ アサーションの基礎
 - ◇ 相談の受け方及び進め方
 - ◇ コーチングの基礎
- 【アイスブレイク】 グループ交流

3. 研修内容

研修は資料に沿って、講師の実体験に基づくエピソード等を交えながらの講義が演習を交えながら行われた。以下は研修内容についてまとめた内容である。

3.1 メンタルヘルスの基礎

「メンタルヘルス」の構成要素として、「情緒的健康」「知的健康」「社会的健康」「人間的健康」の4つが厚生労働省によって挙げられている。

メンタルヘルス不調により連続1か月以上休業した労働者がいた事業所が令和5年度は10.4%、メンタルヘルス不調による退職者がいる事業所は全体の6.4%であるが、教育、学習支援業については、それ以上の数値が調査結果として出ており、教育、学習支援業に携わる労働者の現状は大変厳しい。ストレスはメンタルヘルス不調の原因にもなるが、人間はストレスがないと生きていくことができず、またストレスを感じることを過度に受け止めすぎることでそれがまたストレスに、という悪循環となる。

メンタルヘルスの不調に対して自分自身で気づき、対処することの重要性と、ストレスとうまく付き合い方を身に着けることもメンタルヘルスを保つために大切な要素であることを知ることができた。

3.2 メンタルヘルスケア

メンタルヘルスには4つのケア（セルフケア、ラインケア、産業医・保健師等によるケア、職場外資源によるケア）があるとされているが、すべての個人がセルフケアをすることが基本である、ということを中心にセルフケアのポイントについて説明があった。自分の健康は自分で守る、という考え方を理解し、ストレスに対処する知識・技法を身につけ、積極的に実施することが大切であり、自分で気づき自分でストレスをためないように、自分で気が付いた時には遅いこともあるかもしれないが、遅くなりすぎないように自身のストレスサインを見つけることが大切である。

メンタルヘルスを守るためには、セルフケアが基本であるが、リーダーとしては、部下を観察し、上にあげた「4つのケア」と連携し問題を抱えていることや、行動が変化していることに気づくことも大切である。

3.3 ハラスメント及びその対応について

ハラスメントは明確な定義が難しいため、ハラスメントがなくなることはない。また「受けた人の感じ方」でハラスメントになりえるが、一定の客観性が必要であり、認定には証拠が必要となる。ハラスメントの生まれる要因以下のことが考えられる。

- ① ハラスメントに関する知識がないこと
- ② 人権意識が低いこと
- ③ 思い込みと決めつけ
- ④ 感情のコントロールができないこと

②の人権意識の中にはジェンダーギャップや倫理観も含まれ、これは就学前の刷り込みも大きな要因の可能性が高い。

ハラスメントを防止するためには、知識、人権意識はもちろんのこと、アンガーマネジメントができることも大切となる。

アンガーマネジメントは怒らないことではなく、怒る必要があるときは上手に怒ることができ、怒る必要がないときは怒らないようになることである。怒りの連鎖を断ち切ることが大切である。

3.4 部下等職員への適切な指導

管理者として、一緒に仕事をするにあたり以下の点がコツとして挙げられた。

- 部下の性格を理解して指導する
- 価値観の違いを受け入れる
- 時代（世代）の変化を理解し受け入れる

特に世代の変化に伴う違い、価値観の違いに伴い考え方が違うことは当然のことであるため、お互いに未知の存在であることを知ったうえで理解を深めていく必要がある。

また、管理者として「傾聴」を会得・体得することも重要である。傾聴とは単純に話を聞くことではなく、話し手を尊重し、共感的に聞くことが大切である。受容することも大切な要素ではあるが、自分の価値観を変える必要はない。ただし、自分の価値観を押し付けてもいけない。

4. まとめ

本研修では、同じ職場で働く職員同士のコミュニケーションに役立つ様々な知識を得ることができた。講師の方が元々省庁で働いていた方であり、現役だった時のお話は自分の身に置き換えてもわかりやすく、とても参考になった。また講師自身がパワーハラスメントを受けた体験談は身の回りでも起こりうることとして想像しやすく、自分の普段の考え方や行動を鑑みる良い機会となった。

また、研修の中で様々な大学、高専の新しい取り組みについて紹介があった。新学科設立や地域との取り組み、学部を超えた共創教育の話など、それぞれの組織で学生獲得や地域社会への還元についていろいろな視点で検討・実行されていることを知ることができた。他大学の大学運営や教育について横断的に話を聞く機会を得て、大学に関する知識を深める良い体験となった。

この研修の内容を生かし、業務に活かせるよう、日々自分のメンタルヘルスを意識し、また傾聴やアサーションなど、他者に対して適切な対応をする意識をもっていきたい。

2024 年度東北地区国立大学法人等 「若手職員のための社会人基礎力養成研修」受講報告

古屋 智佳子

安全衛生管理班

1. はじめに

2024 年度東北地区国立大学法人等「若手職員のための社会人基礎力養成研修」を受講し、学んだ内容について報告する。

本研修の目的は東北地区国立大学法人等の若手職員に対して、業務を着実に遂行するために必要な基本的、一般的知識を習得させることである。東北大学に入職して 3 年目となり、大学職員として必要な知識を改めて学びたいと考え本研修を受講した。

2. 研修概要

【主催】一般社団法人国立大学協会東北地区支部

【期間】2024 年 10 月 3 日（木）～10 月 4 日（金）

【会場】

東北大学片平キャンパス

生命科学プロジェクト総合研究棟 1 階講義室（104）

【受講対象者】

大学職員として経験年数が 3 年～6 年程度の職員

【受講者数】33 名

【講師】(株)シー・イー・アイ 高見千鶴氏

【研修日程】

10 月 3 日（木）

- ・入職からこれまでをふりかえろう
- ・社会人基礎力とは
- ・自分たちへの期待と果たすべき役割を再認識しよう
- ・主体性を確立しよう
- ・各大学等の取組み紹介

10 月 4 日（金）

- ・課題発見・解決力を高めよう
- ・ビジネスコミュニケーション力を高めよう
- ・今後の自分のありたい姿を創造しよう
- ・まとめ・質疑応答

3. 研修内容

研修は受講者を 4～5 名のグループに分け、グループワークを中心に進められた。リーダーは与えられた課題毎にグループ内で順番に指名され、司会進行や意見のまとめ、発表を行った。

主な研修内容を下記に示す。

3.1 入職からこれまでをふりかえろう

事前課題として入職してからこれまでの自分の元気度/満足度・仕事内容・身につけた能力などを表にまとめる課題が出された。当日はこの作成した表の内容をグループ内で順番に発表を行った。自分も含めメンバーが仕事の転機として挙げた内容はマイナスな出来事に付随して起こることが多く、講師からも「自分がマイナスと思うことから何を学ぶのかということが大切」との指摘があった。

3.2 社会人基礎力とは

本研修における社会人基礎力とは、経済産業省が職場や地域社会で多様な人々と仕事をしていくために必要な基礎的な力を三つの能力・12 の能力要素として定義したものである(次頁の図1)。その中でも、「前に踏み出す力」では「主体性」、「考え抜く力」では「課題発見力」、「チームで働く力」では「発信力」「傾聴力」が重要であり、講習では以上の四点が重点的に取り上げられた。

3.3 自分たちへの期待と果たすべき役割を再認識しよう

自身に求められる期待や役割について、「教員や学生(仕事上の顧客)」「上司・先輩」「後輩」「他職場(または他組織)」の各視点から考え、その期待にどう応えていくか議論した。

「上司・先輩からの期待」については受講者に「上司からの手紙」が配布され、実際に自分への期待を確認することができた。



図1 社会人基礎力

3.4 主体性を確立しよう

「主体性とは何か？」という問いが出され、各々の考える主体性について議論を行いグループ毎に発表を行った。

講師より、主体性とは、①受け身や待ちの姿勢ではなく自ら考え行動すること、②たとえ与えられたことであっても、自分で選び決めたと考えられること、③どんな結果であっても責任感を持って向き合うこと、④当事者意識を持ち、自分だったら何ができるか考えて行動すること、の四つが挙げられた。また、同じ「主体性」としても、人や立場によってその定義は異なることも示された。

3.5 課題発見・解決力を高めよう

事前課題として「あなたが仕事で抱えている問題」を受講者全員が準備し、グループ内でまとめて発表を行った。次に、その『問題』が実際に問題であるか、それとも不満であるかを分類した。「問題」はその事象に対して主体的・自分責任の思考で捉えたものであり、「不満」は受け身的・他責の思考で捉えた

ものである。

自分の挙げた『問題』の主語を「私」として、自分責任思考で「私」が『問題』とどう向き合っていたか、例としては「何もしていない」「どうしたらいいかわからない」「～をしたが、うまく成果が出ていない」など、再度「問題」として捉え直す作業を行い、更に、そこからどう解決していくかについて改めて議論を行った。

3.6 ビジネスコミュニケーション力を高めよう

コミュニケーションとは「情報の送り手と受け手の間で情報・意思・感情を共有すること」であり、想像力を働かせて双方向で行うことが重要である。

コミュニケーションを円滑にするためのスキルとして「傾聴」「共感」「存在承認」「伝える」の4つが示され、それぞれグループ内で実践演習を行った。

「伝える」スキルでは、グループ内でペアを組み、ペアのうち一人が見た図の内容を相手に言葉だけで伝え、相手がどれだけ図を再現することができるかという演習を行った。「言葉だけで図の内容を伝える」と明言されていても相手に的確に伝えることはたいへん難しく、普段のコミュニケーションでもより一層注意して伝え方を考えなければならぬと実感した。

3.7 今後の自分のありたい姿を創造しよう

研修の最後に、3.5 で発見した課題とその解決策をもう一度振り返り、今後の自分の成長課題としてまとめた。また、今から1年度のありたい自分の姿をまとめ、その実現のためにすべきことを再確認した。

4. まとめ

今回の研修では講義やグループワークを通して、大学職員として必要な知識を実践的に学ぶことができた。特に多くの時間を割いたグループワークでは、その時々課題だけではなく、メンバーに伝わるよう発言する・相手の意見に耳を傾ける・リーダーとして議論を進行させる等、本研修のテーマが多く詰まっていた。研修が進むにつれて、自分も含めてグループワークの練度が上がっていたように感じた。

本研修で学んだことを今後の業務に活かせるよう、より意識して積極的に取り組んでいきたい。

編集後記

2024年度「技術部報告」（第20巻）をお届けいたします。

皆様は、工学部・工学研究科技術部以外の技術部あるいは技術室などの報告集を読まれたことはありますか。

これら報告集は東北大学内の他学部、センター、そして他大学でも多数発行されており、その大学・事業場等の技術職員の活動を知ることができるとても良い資料です。地域密着のイベント参加や東北地方以外の研修報告など、普段外部からでは見ることができないような情報も多々掲載されています。ここ数年でWeb掲載の大学も増え、以前よりも気軽に読みやすい環境となりました。

報告集WGより他大学報告集について通知を行っておりますので、興味のある方は一度ご覧になられてはいかがでしょうか。なお、冊子媒体は技術部本部にて保管しておりますので、閲覧希望の方は下記奥付のEメールアドレスまでご連絡ください。

さて、翻って工学研究科の技術部報告ですが、毎年同じ内容に見えて実は少しずつ変更を加えております。技術職員の皆様により身近に、ご自身や周りの技術職員の活動や成果をお伝えできるよう、メンバーで検討を重ねてまいりました。皆様の日々の仕事のモチベーションに、僅かばかりでもプラスとなれば幸いです。

最後になりますが、本報告書の作成にご協力いただいた皆様に、この場をお借りして心より御礼申し上げます。

【総務班企画担当】

東北大学工学部・工学研究科技術部 2024年度「技術部報告」(第20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：横山梨香 企画担当・報告集WG： 菊池都士 小野寺伸太 古屋智佳子 齋藤知加
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 Email:hokoku-tech-eng@grp.tohoku.ac.jp
技術部 HP	https://www.tech.eng.tohoku.ac.jp/