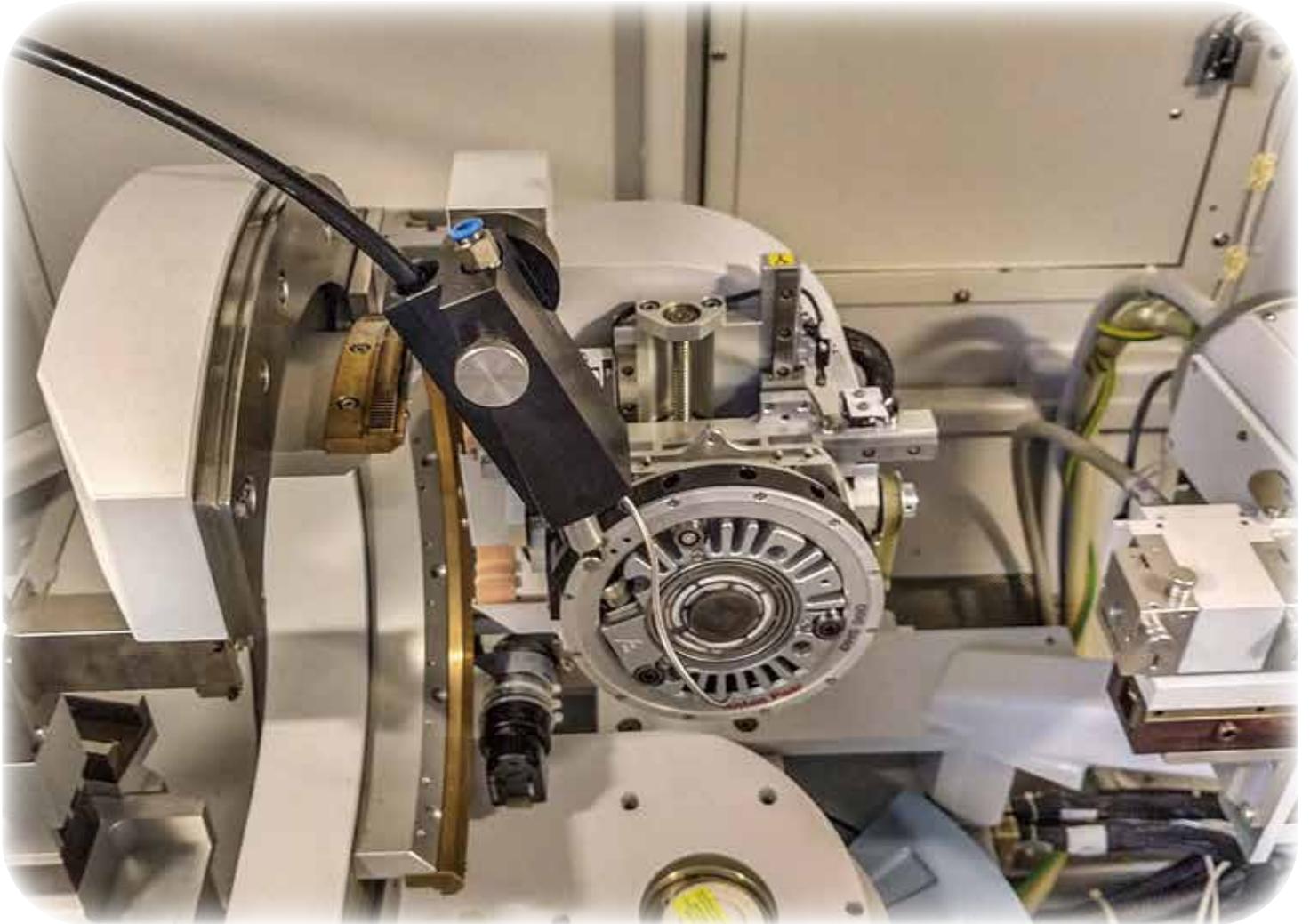


研究基盤技術センター 年次報告書

2019



東北大学 電気通信研究所



表紙写真の紹介



今回の表紙写真は、評価部にあるX線回折装置の内部になります。

装置右側からX線が照射されます。

装置の中央部の試料設置は、試料を加熱することができ、空気中や窒素雰囲気ですべて室温から900℃までの高温測定が可能です。

装置左側がX線の検出器で、特別な検出器を利用することで、短時間で高精度な測定ができます。

色々な測定が可能ですので、ご興味がある方はぜひ評価部にお越しください。

目次

巻頭言

研究基盤技術センター長 佐藤茂雄

組織図 業務分担表

1 業務紹介・装置・資格

工作部	.....	1-1~1-2
評価部	.....	1-3~1-4
プロセス部	.....	1-5~1-6
情報技術部	.....	1-7~1-8
有資格リスト	.....	1-9

2 研修・出張報告

研修・出張報告一覧	.....	2-1~2-2
研修・出張報告資料	.....	2-3~2-29

3 発表・成果報告

共著・謝辞掲載論文一覧	.....	3-1
研修・研究会等での各種発表一覧	.....	3-2
研修・研究会等での報告書・発表資料	.....	3-3~3-11
受賞報告一覧	.....	3-12

4 社会貢献

半導体基礎講座	.....	4-1~4-4
中学生職場体験	.....	4-5~4-12

5 技術報告

電子線リソグラフィによる極微細パターンの作製に関する概要報告 プロセス部 森田伊織	5-1~5-4
--	-------	---------

問い合わせ先

編集後記

巻頭言

電気通信研究所では情報通信分野の研究拠点として、磁気記録や半導体・光通信をはじめとして世界をリードする研究が数多く行われています。研究技術基盤センターに所属する技術職員は、こうした最先端の研究の細かなニーズに合わせて機械工作や理化学計測、材料加工、あるいは情報管理のための様々な技術を提供しています。研究内容の変化に柔軟に対応し技術と知見のブラッシュアップに努めており、卓越した技量と経験を通して研究開発に貢献しています。

本報告書は研究基盤技術センターの年度ごとの業務内容や成果をまとめたもので、広く学内外の皆様はその活動状況を知っていただくことを大きな目的として発行させていただくものです。より良い内容としていくために、ご覧になった皆様方からの忌憚のないご意見・ご要望などをお待ちしております。



研究基盤技術センター長
佐藤 茂雄

東北大学電気通信研究所 研究基盤技術センター組織図

(令和2年4月1日現在)

センター長
教授 佐藤茂雄

運営委員会

教授 佐藤茂雄(プロセス部)
教授 枝松圭一(工作部)
教授 平野愛弓(評価部)
教授 大堀 淳(情報技術部)
教授 吉信達夫
技術長 末永 保

工作部

末永 保(技術長) 前田泰明

グループ長
阿部健人 関谷佳奈

評価部

丹野健徳

グループ長
阿部真帆 柳生寛幸

庄司康一

プロセス部

小野力摩

グループ長
森田伊織

武者倫正

情報技術部

丸山由子

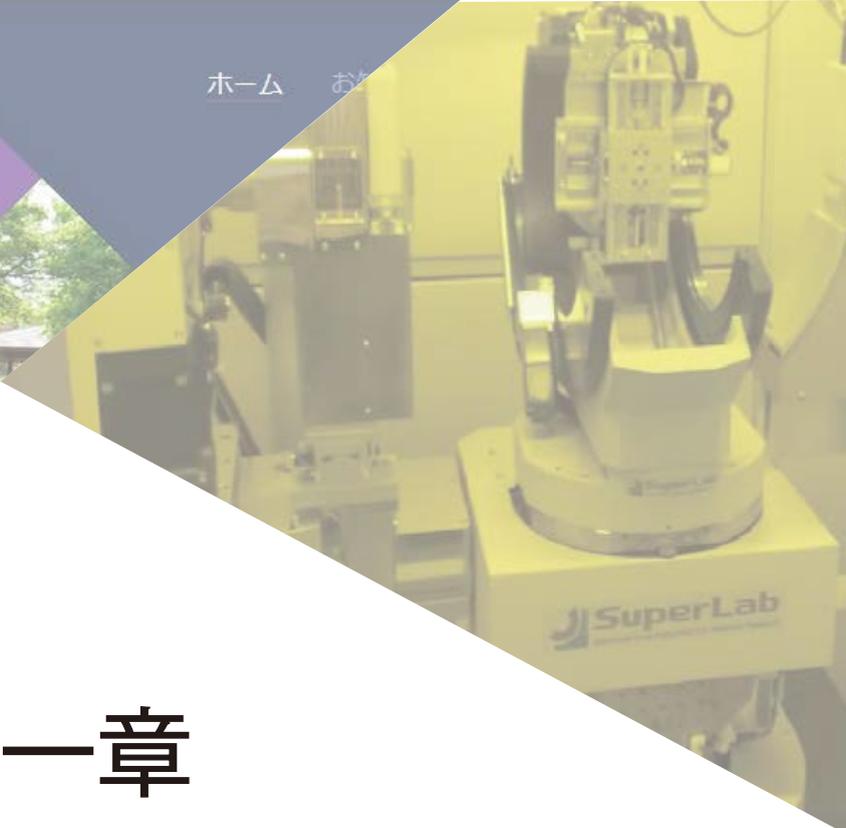
グループ長
佐藤正彦

太田憲治

第一章

業務紹介

研究基盤技術センターは4部（工作部 評価部 プロセス部 情報技術部）で構成されており、それぞれ特色のある専門的な業務を担っています。





工作部では所内外からの依頼に応じて実験装置の設計・製作業務を行っている他、工場内の設備の一部を開放して学生や教職員自身が工作機械を使用出来る外来利用サービスを提供している。また、外来利用に際して工作機械の安全利用に関する工作部安全利用講習会を随時開催しており、当工作部の加工機械利用の際には講習会の受講を必須としている。表に 2019 年度におけるそれぞれの利用実績を記す。

	製作依頼	外来利用	講習会受講
情報デバイス研究部門	20 件	6 件	9 名(4 研究室)
ブロードバンド工学研究部門	54 件	3 件	2 名(1 研究室)
人間情報システム研究部門	31 件	5 件	7 名(2 研究室)
システムソフトウェア研究部門	—	—	—
研究基盤技術センター	1 件	8 件	—
事務部	1 件	—	—
工学研究科	20 件	71 件	3 名(1 研究室)
多元物質科学研究所	1 件	—	—
総計	128 件	93 件 (109 時間 35 分)	21 名(8 研究室)

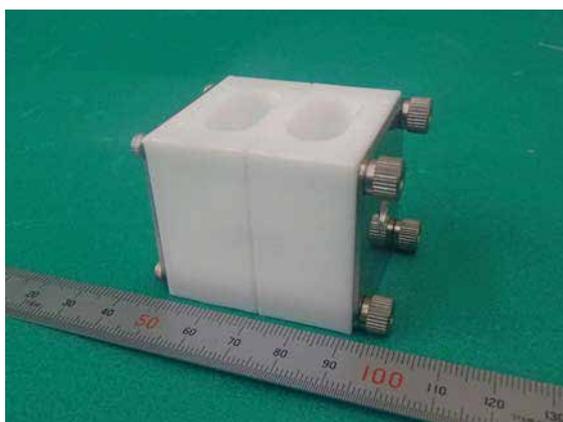
業務の中から一例として、人間情報システム研究部門からの制作依頼であるテフロンチャンバーについて紹介する。

1) 溶液孔観察用テフロンチャンバー 平野研

これまで製作してきたテフロンチャンバーには、試料への溶液のアクセスを円滑化するためのテーパ孔の他に、試料をチャンバーにマウントした状態で観察するための窓を設けるための穴が空いているタイプのテフロンチャンバーも製作してきた。

今回製作したテフロンチャンバーはこれを発展させ、観察窓から顕微鏡を取付可能にし、より至近距離から試料を観察可能にしたものになっており、顕微鏡の焦点距離の関係及び溶液のアクセス円滑化の観点からテーパ周辺をボールエンドミルで切削することで、なだらかな傾斜を付けつつ壁の厚みを半分程度に抑えることが出来た。

また、顕微鏡取付の際の液漏れ防止用の O リング溝をチャンバー内に施すため、新しく小径の T スロットカッターを導入し加工を行った。





工作部主要装置一覧

	型番	保有 台数	能力（加工可能な大きさ、加工可能な 穴の直径等）	外来 利用
フライス盤	SHIZUOKA R-5VN	1	搭載可能なワークの大きさ 1100×500mm	
	MAKINO AE74	2	850×300mm	
	MAKINO KSJP KJP-70 KSAP	各 1	950×250mm	
	INOUE IVQ-780	2	600×200mm	○
旋盤	TAKISAWA TAL-560	1	長尺端面加工：～70mm ϕ 円盤加工：～300mm ϕ	
	TAKISAWA TAL-460	1	長尺端面加工：～50mm ϕ 円盤加工：～220mm ϕ^f	
	WASINO LR55A	2	長尺端面加工：～30mm ϕ 円盤加工：～180mm ϕ	
	EGURO GL-120	1	1～20mm ϕ	
	TATEYAGAWA TL800S,TL550S	3	長尺端面加工：～30mm ϕ 円盤加工：～150mm ϕ	○
ボール盤	YOSHIDA YBD360	1	把握可能なドリル直径：～6mm ϕ	○
ラジアルボ ール盤	TOA TRD-600C	1	把握可能なドリル直径：～50mm ϕ	○
	MORISEIKI YR3-115	1	把握可能なドリル直径：～50mm ϕ	
シャー	AIZAWA N1504		切断可能 厚さ：～4mm t 幅：～1280mm	○

評価部では共通利用装置の提供と各装置の維持管理、理化学ガラス器具の製作と修理、液体寒剤（液体ヘリウムと液体窒素）の供給とヘリウム回収設備の維持管理を行っている。その他にも、事務部用度係と連携して所内の建物、インフラ設備の維持管理や防災対応などにも携わっている。

共通利用装置は23台あり、次ページにその一覧を示す。共通利用機器のサービス提供の範囲は電気通信研究所だけでなく、全学に対応している。そのうち、テクニカルサポートセンター（以下TSC）に登録している装置は、他大学や企業といった学外利用にも対応している。

令和元年の評価部の利用状況について、共通利用装置の総利用時間は4543時間、ガラス製作は4件、液体ヘリウムの供給は583L、液体窒素の供給は835Lとなった。

技術職員が共同研究者として研究に係る場合もあり、令和元年度は一編の論文・プレスリリースにおいて謝辞に入れて頂いた。その論文・プレスリリースにおける研究協力の内容は、精密X線回折装置（Rigaku製SuperLab、図1）を用いてX線反射率（図2に測定例）を測定し、界面に形成した酸化膜の密度を精密に解析したことである。

X線反射率測定では、薄膜や多層膜の膜厚、密度、粗さを、試料を破壊せずに解析ができる。また、結晶／非結晶、有機／無機材料を問わずに測定が可能である。X線反射率測定の原理については、令和元年度東北大学総合技術部技術職員研修においてポスター発表しており、その予稿集において詳しく記載しているのでご参照頂きたい。



図1 精密X線回折装置

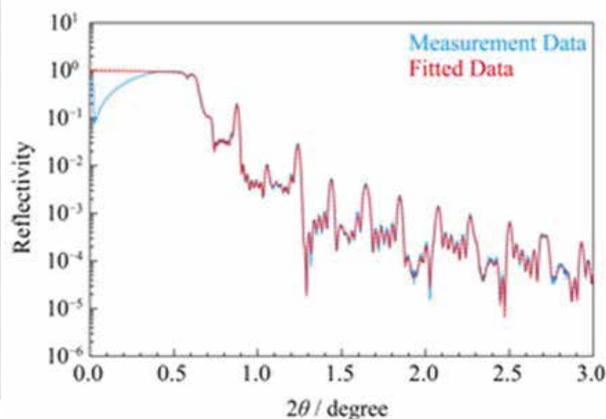


図1 X線反射率の測定例



評価部 共通利用機器 一覧

装置名	主な性能	主な用途	H30年利用時間 (h)	
構造解析装置	原子間力顕微鏡 (AFM)	分解能 水平 0.04nm、D612 nm 垂直 0.01 nm STM、MFMとしても動作	表面微細形状評価 磁区構造解析	54
	卓上型小型プローブ顕微鏡 (NANO)	分解能 水平:0.24nm 垂直:0.3nm 観察範囲 水平:500nm~800μm 垂直:±1μm	表面観察 膜厚・段差測定	0
	走査型電子顕微鏡 (SEM)	二次電子像分解能 4.5 nm 倍率 ~×200,000	表面形状評価	0
	光学顕微鏡 (OM) IBPCR	倍率 ~×1,000 観察画像の印刷が可能	表面観察	0
	汎用X線回折装置 (RINT)	最大定格出力 2kW 測角範囲 -60~158度 自動測定処理システム 各種分析プログラム	結晶構造解析・評価	1477
	精密X線回折装置 (SPL)	最大定格出力 1.2kW 5軸制御の試料ステージ 高分解能美昇格散乱測定 高分解能インプレーン測定	結晶構造解析・評価	3925
	薄膜材料用X線回折装置 (MRD2D)	最大定格出力 3kW 測角範囲 -40~170度 高温測定 室温~900°C 5軸制御の試料ステージ 2Dアレイ検出器	結晶構造解析・評価	39
	電子スピン共鳴装置 (ESR)	共鳴周波数 ~10GHz 印加磁界 ~10kG	結晶欠陥構造解析	0
	高分解能走査型電子顕微鏡 (STEM)	二次電子像分解能 1.0nm 倍率 ~×800,000 冷陰極電界放出形電子銃 STEM機能有 検出器 EDX 対象物質:C- Pu	表面形状評価 表面組成組成分析	420
	電子ビーム蛍光X線元素分析装置 (EPMA)	二次電子像分解能 1.2nm 倍率 ~×600,000 ZrO/W ショートエミッション電子銃 低真空モード (10- 300Pa)	表面形状評価 表面組成分析 結晶構造解析	300
表面分析装置	室温動作走査型トンネル顕微鏡 低速電子線回折	表面ナノ構造解析 表面周期構造解析	1040	
組成分析装置	X線励起蛍光X線元素分析装置 (XRF)	蛍光X線測定 検出器 WDX 真空またはHe雰囲気 対象物質:F- U	表面組成分析 結晶構造解析	0
	赤外分光光度計 (FTIR)	測定波数 400-5000 cm-1 検出器 DTGS 反射アタッチメント有	薄膜組成分析	0
	高速液体クロマトグラフ (HPLC)	送液ユニット流量 0.01-5ml UV-VIS検出器 190-900 nm 分取機能有	溶液組成分析	0
光学測定装置	赤外可視分光器 (MONO)	波長範囲 200-2500nm	光吸収・発光 スペクトル測定	0
	光学特性測定装置 (PL)	波長範囲 600-3000 nm 検知器 PMT /PbS 励起光 Arレーザー(max2W) 測定温度 4.5K~	フォトルミネッセンス 結晶評価	0
	大気下光電子分光装置 (PYS)	光子エネルギー 3.4~6.2eV	光電子収量分光 仕事関数測定	33
	分光エリブソメータ (ELPS) IBPCR	測定波長 250~800nm 最大試料サイズ φ100mm×2mm	エリブソパラメータ測定 光学定数解析 膜厚解析	0
	分光光度計 プロセス室	波長範囲:200~900 nm	透過率測定	0
	デジタルマイクロスコープ プロセス室	光学顕微鏡	表面観察	0
加工装置	ダイシングソー (DICING) E棟	ウェハー最大径6インチ	ウェハー切断加工	3
	ダイシングソー プロセス室	光導波路作製用 精密切断、溝切り加工	ウェハー切断加工	91
	電子ビーム蒸着装置 (誘電体光学薄膜作製) プロセス室	1Gun 4ハース 10kV 500mA	光学薄膜作製	4



プロセス部はナノ・スピンの実験施設共通部と協力し、以下の業務に携わっている。

(1)電子ビーム露光技術支援、(2)フォトマスク作製支援、(3)イオンビーム加工解析支援、(4)リソグラフィ関連装置維持管理、(5)ナノ・スピン実験施設および附帯設備、クリーンルーム維持管理などが主要な業務である。2019年度の支援業務の実績は、電子ビーム露光技術支援が217件、フォトマスク作製支援が25件、イオンビーム加工解析支援は8件であった。

(1)電子ビーム露光技術支援

ナノ・スピン実験施設には2004年から、電子線描画装置JBX-9300SAが設置され、プロセス部の職員が専従の担当者として従事している。装置はナノメートルスケールのレジストパターンが作製可能で、10nm相当のライン、ドットパターンを形成可能である。2018年度の装置利用時間は775時間であった。利用件数は情報デバイス研究部門が160件、ブロードバンド工学研究部門が27件、金属材料研究所結晶材料化学研究部門が1件であった。

・コメント

技術職員が専従で装置を運用管理している所は数少ないと思います。本技術を利用してみたいと検討されている方はぜひ一度相談をして欲しいと考えております。

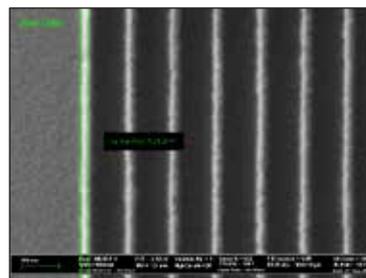


図 日本電子製電子線描画装置と描画した20nm幅のネガレジストパターン

(2)フォトマスク作製支援

研究室から依頼を受け、主にマスクアライナーで使用するフォトマスクの作製を行っている。装置利用時間は327時間で、利用件数25件の内訳は情報デバイス研究部門が15件、ブロードバンド工学研究部門が6件、人間情報システム研究部門が1件、工学研究科が3件であった。作製枚数は49枚になる。

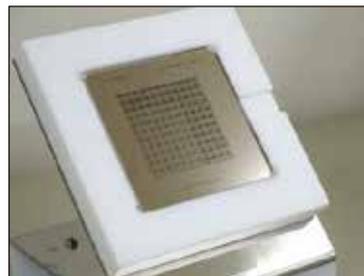


図 レーザー描画装置と作製した2.5インチクロムマスク



(3) イオンビーム加工解析支援

2018年度から、プロセス部の新たな試みとして、FIB/SEM装置を用いた加工・解析支援業務を立ち上げた。SEM機能による表面観察やEDXによる元素分析、FIBを用いた微細加工、TEM試料作製と結晶構造解析を行っている他、新規にSIMSを用いた質量分析の立ち上げを進めている。2019年度は装置稼働時間は378時間、利用件数は168件であった。



図 ZEISS製 N-Vision40 FIB/SEM装置（左）
作製したTEM試料（中）と透過X線分析用微細試料（右）

(5) クリーンルーム維持管理

ナノ・スピンの実験施設は建屋の1階、および3階にそれぞれクラス1のクリーンルームを有している。クリーンルームは空調設備や排気処理設備、超純水供給設備等の様々な設備機器から構成されており、当施設ではそれらの運転・停止や故障の状態を中央監視設備にて把握する体制を採っている。プロセス部では中央監視設備での運転状況確認、および日常点検や夏期・年度末の定期メンテナンスによってこれらの設備機器を維持管理している。

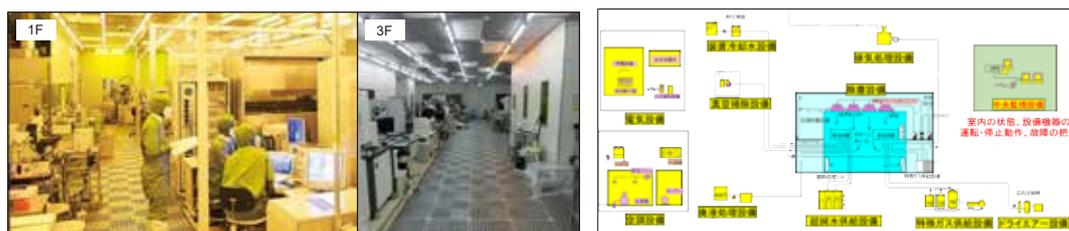


図 ナノ・スピン実験施設クリーンルーム内観（左）
クリーンルームを構成する設備（右）

・ 昨年の活動について

プロセス部全体の活動としては、所内での活動の他に、半導体基礎講座の開催やテクニカルサポートセンターを通じ、利用相談を受ける機会が数件あった。その機会において利用者の方には一定の満足を得ていただく事ができたと考えている。



情報技術部は以下の部署と連携して業務を行っている。

- 1) やわらかい情報システムセンター
- 2) 事務部研究協力係

1) やわらかい情報システムセンターでの業務及び成果

1. 電気通信研究所ネットワーク・情報システムの管理・運用

本センターでは、電気通信研究所（以下、通研）における学術・研究の基盤となる情報ネットワーク及びサーバシステムの管理・運用を行っている。通常業務に加えて、2019年度は以下のような取り組みを行った。

- ・サーバ機器、ネットワーク機器のメンテナンス、監視
- ・情報セキュリティインシデントへの対応
- ・各研究室からのネットワーク使用に関する相談対応
- ・「研究室ネットワーク担当者向け講習会」の開催
- ・情報システムのアカウンティング
- ・通研 Web サイトの構築・更新
- ・通研に関連するイベント・カンファレンスの動画コンテンツ作成と公開
- ・所外に持ち出すモバイル機器のセキュリティ対策チェック
- ・計画停電時の予備電力によるシステム運用

2. 電気通信研究所 Web サイトの更改

やわらかい情報システムセンターでは一般公開用 Web サーバの運用を行っており、通研 Web ページ及び各研究室 Web ページも同サーバで公開されている。従来の通研 Web サイトは外部業者に依頼し構築後、データ更新のみ当センターで担当していた。Web サイトを更改するにあたりデザインのみを外注とし、Web サイトの構築を当センターで担当した。デザイン業者、通研広報委員会、当センターの複数組織で連携することで Web サイトのデザインを一新するとともに、広報活動に最適化したサイトの構築を実現した。外部情報サービスを同時に利用することで、広報活動の範囲を広げ通研の活動を周知することに成功している。

3. 東京フォーラムにおける無線 LAN サービス及び電子データの提供

電気通信研究所では研究活動の周知、産学連携の強化を目的とした取り組みとして、東京フォーラムを隔年開催している。東京フォーラム会場での無線 LAN サービス提供について要望があり、研究協力係と連携しサービスの提供を行なった。十分な無線通信速度を実現するため外部ベンダー（HPE Aruba）に協力を依頼することで、カンファレンス会場とポスタ



一セッション会場のユーザを包括的にカバーできる複数の無線 LAN 機器の配備、次世代通信規格 WiFi6 での通信を実現した。十分な通信帯域を準備できたことで、従来は会場配布を行っていた資料を電子化し、当日の会場で電子データダウンロードによる資料閲覧を同時に実現した。この取り組みにより、東京フォーラム全体での業務効率化と紙資源の削減に貢献した。

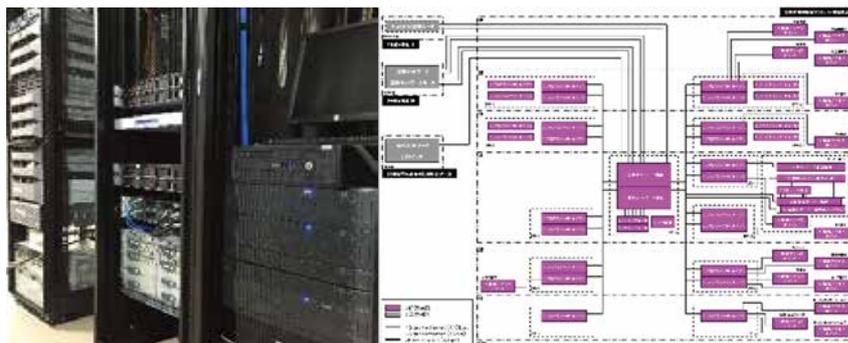


図1 通研ネットワークシステム (左：システムの様子、右：構成図)

2) 事務部研究協力係での業務及び成果

知的財産権等に関連した共同研究契約等の企業との折衝や、教員の知的財産権の出願に係る相談対応を行っている。また共同プロジェクト研究業務の支援を実施すると共に、その成果を発表する各種イベント・カンファレンスの開催を実施している。開催実施に際して、やわらかい情報システムセンターとも連携することで広報活動に必要な Web サイトの公開と動画撮影や動画コンテンツの編集、Web コンテンツの英語化支援を実現している。



図2 通研 Web サイト (左：東京フォーラム、右：共同プロジェクト研究発表会)



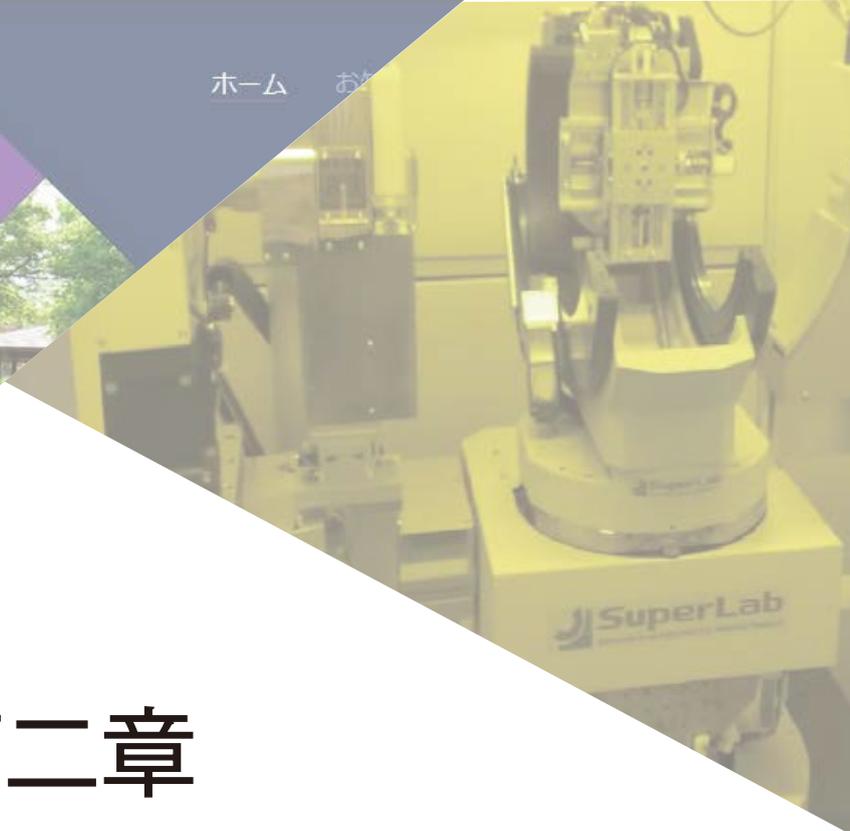
有資格リスト (2020.4 現在)

工作部	高圧ガス製造保安責任者乙種機械
	乙種第四類危険物取扱者
	第二種衛生管理者
	玉掛け技能
評価部	第一種衛生管理者
	エックス線作業主任者
	甲種危険物取扱者
	高圧ガス製造保安責任者
	作業環境測定士
	特定化学物質及び四アルキル鉛等作業主任者
	特別管理産業廃棄物管理責任者
	有機溶剤作業主任者
	酸素欠乏・硫化水素危険作業主任者
プロセス部	有機溶剤作業主任者
	特定化学物質及び四アルキル鉛等作業主任者
	甲種危険物取扱者
	酸素欠乏・硫化水素危険作業主任者
	高圧ガス製造保安責任者免状（乙種化学）
情報技術部	有機溶剤作業主任者
	特定化学物質及び四アルキル鉛等作業主任者
	第二種衛生管理者
	基本情報技術者
	応用情報技術者
	情報処理安全確保支援士

第二章

研修・出張報告

技術職員は自らのスキルアップのために、研修・講習会等に自主的・積極的に参加しています。これらの活動は月例のミーティングで報告することが原則となっています。





研修・出張報告一覧

対象期間：2019.4～2020.3

阿部健人（工作部）2019.4 「第6回 MaSC 技術交流会“Real Exchange”」	2-3
森田伊織（プロセス部）2019.4 「Photomask Japan 2019 第26回ホトマスク技術展示会」	2-13
阿部真帆（評価部）2019.5 「2019 6th International Workshop on Low Temperature Bonding for 3D Integration」	2-8
太田憲治（情報技術部）2019.6 「InteropTokyo2019」	2-23
丹野健徳（評価部）2019.7 「日本結晶学会講習会「粉末 X 線解析の実際」」	2-9
武者倫正（プロセス部）2019.8 「2019 年度 分子科学研究所 機器・分析技術研究会」	2-14
阿部健人（工作部）2019.9 「2019 年度東北地区国立大学法人等技術職員研修」	2-4
小野力摩（プロセス部）2019.9 「豊田工業大学 半導体プロセス実習・講習会報告」	2-16
阿部健人（工作部）2019.10 2019 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」	2-5
丹野健徳（評価部）2019.10 「酸素欠乏・硫化水素危険作業主任者技能講習」	2-10

丹野健徳（評価部） 2019.11 「令和元年度 東北大学 総合技術部 技術職員研修」	2-11
丹野健徳（評価部） 2019.11 「東北大学 電気・情報 東京フォーラム 2019 「Society5.0 を支える IoT 技術」 」	2-12
前田泰明（工作部） 2019.11 「令和元年度東北大学総合技術部研修」	2-6
小野力摩（プロセス部） 2019.11 「令和元年度東北大学総合技術部研修」	2-18
武者倫正（プロセス部） 2019.11 「令和元年度東北大学総合技術部研修」	2-19
太田憲治（情報技術部） 2019.11 「情報・ネットワーク群主催【製造現場における LAN 活用技術（ルーティング編）】」	2-24
小野力摩（プロセス部） 2019.12 「危険物取扱者保安講習」	2-21
太田憲治（情報技術部） 2019.12 「大学 ICT 推進協議会 2019 年度年次大会」	2-25
太田憲治（情報技術部） 2019.12 「共創学会 第三回年次大会 」	2-27
前田泰明（工作部） 2020.1 「令和元年度第 2 回加工・開発群技術専門研修： マシニングセンタによる深穴加工実技研修 」	2-7
武者倫正（プロセス部） 2020.2 「技術者のための英会話術（準中級コース）」	2-22
佐藤正彦（情報技術部部） 2020.2 「情報処理安全確保支援士集合講習」	2-29





研究会参加発表報告書

2019年5月27日
 工作部 阿部健人

1.開催概要

- ・研究会名 : 第6回MaSC技術交流会“Real Exchange”
- ・開催日時・会場 : 平成31年4月17日(水) 於 東北大学北門会館2階「エスパス」

2.研究会概要

本研究会は産学連携先端材料研究開発センターの主導で開催されている社会の近未来ニーズに即したテーマで本学の先端的シーズと革新的な企業ニーズのマッチングを模索する技術交流会で、第6回のテーマは「イノベーションを支える匠の技」と題し、研究実験のための装置製作に関する取組みについて6名の技術職員から、また3社の企業様より製品加工の技術導入やコスト削減に関した講演発表が行われました。

また特別講演として、本学OBよりアコースティックギターの製作に関する技術紹介と特許庁職員より特許情報を活用したマッチング支援事業に関する紹介があった。

3.発表内容

「テフロン製装置のテーパ形状加工及び装置形状の推移と検討」と題して、これまで携わってきたテフロン製装置への技術導入に関する口頭発表を行なった。

金属加工に関する発表が主だった中で柔らかい樹脂素材に関する発表ということで加工条件やチャンバーのシーリング等について参加者から興味を持って頂けた。また、今後の技術課題についても参加者の方からヒントを頂けたので今後の樹脂加工へフィードバックしていきたい。

第6回MaSC技術交流会

RIEC

テフロン製装置のテーパ形状加工
 及び装置形状の推移と検討

東北大学 電気通信研究所
 研究基盤技術センター工作部
 阿部健人

RIEC

2・テフロンチャンバーの製作
 医工学研究科からの依頼(2007年)
 溶液中でシリコン基板上に樹脂二分子膜を形成するためのチャンバーの製作

- 溶液の侵食防止のためチャンバーにはテフロン素材を使用
- 側面に穴を開けた溶液孔のある2つのチャンバーでシリコン基板を挟み込む構造
- 樹脂分子膜の流れの内滑化のため種穴にはテーパ加工を施す

非常に柔らかい材質のため、高い加工精度が要求される
 テーパー孔は内側に広がる形状のため加工に工夫が必要

製作加工の際、工夫した点などを紹介していく





研修参加報告書

2019年10月21日
工作部 阿部健人

- ・研修名：
2019年度東北地区国立大学法人等技術職員研修
- ・開催概要：
令和元年年9月30日(月)～10月2日
於 国立大学法人山形大学 小白川キャンパス
- ・研修目的：
東北地区国立大学法人等の教育・研究支援系技術職員に対して、技術発表をとおして高度の専門知識及び技術等を修得させるとともに、マネジメントに必要な知識とスキルを修得させ、職員の資質向上を図ること。
- ・研修日程：
1日目：職務に関する口頭及びポスターによる技術発表
2日目：現在の大学の動向やリスクマネジメント、メンタルヘルスに関する講演
3日目：技術職員のマネジメント研修
- ・研修内容：
1日目の技術発表では各分野で取り組んだ業務について紹介された。特に地域で開催された工作教室に関する紹介やオープンキャンパスに関する取り組みについては今後の職場体験やインターンシップ、一般公開展示へのヒントになると感じ、積極的に発表者と交流を行った。2日目は講演が主な内容になっており、リスクマネジメントやメンタルヘルスに関する講演を聴講した。大学の動向についての講演ではインターネットを利用した演習なども行った。3日目は技術職員のマネジメント研修と題して職員個人個人に期待される役割についてのディスカッションやグループワークを通じた職場内のマネジメントに関する演習を行った。
- ・研修を通して
技術発表では材料加工に関する工夫についても紹介され、自らの業務へ応用出来ると感じ、その後の交流会でも色々な話を聞いたり工作部での取り組みについて紹介することが出来た。また、研修においては日々の業務に関する講演や演習を通してモチベーションアップに繋がったと感じた。



研修参加報告書

2019年11月23日
工作部 阿部健人

- ・研修名：
2019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」
- ・開催概要：
令和元年10月24日(木)～10月25日(金) 於 秋田大学地方創生センター2号館
- ・研修目的：
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する。
- ・研修内容：
1日目：コミュニケーションと後輩指導
職場において求められる中堅職員としての役割を主なテーマとして、今後要求される業務やマネジメントすべき事柄の変化、OJT等の人材育成についてティーチングとコーチングの違いに関するグループでの演習等を通して理解を深めた。また、エゴグラムを用いた自己分析を通してのストレスマネジメントの手法や対話コミュニケーションを行う上での注意点について学んだ。

2日目：企画提案力の習得
職場内で挙げられる職務やコミュニケーションに関する問題の中から1つをテーマとして取り上げ、そのテーマに関する問題提起、改善手法の提案やその実践した際に考えられる問題点の解決方法、改善後の職場内の変化という一連の流れをストーリー立ててグループ毎に10分程度のプレゼンを行った。
私のグループでは大学病院における超過勤務問題をテーマとして、積み重なる業務量に対し、学生バイトの雇用検討やそれに向けたマニュアル整備等、業務改善への検討を行った。
- ・研修を通して
本研修を通して中堅職員に期待される役割や職場内コミュニケーションの手法、一つのテーマに対して解決に向けた提案力について養うことが出来た。また、参加者の殆どが事務職員だったことから職場内で抱える問題の違い等について交流を行うことが出来た。研修で学んだ事柄を今後の職務に活かし、研究活動へ貢献していきたい。



総合技術部技術職員研修報告

2019年11月25日
工作部 前田 泰明

名称：「令和元年度 東北大学 総合技術部 技術職員研修」

期間：2019年11月14日

場所：東北大学100周年記念会館川内萩ホール

1、目的

講演、発表等により教育研究支援のための最先端の知識を習得させるとともに、総合技術部及び各職群の交流の場を設け、全学支援組織としての総合技術部の一体化意識醸成を図る。

全国規模の「総合技術研究会2021東北大学」のプレ大会と位置づけられており、2021を見据えてポスター発表を行う。

2、内容

講話、シンポジウム、ポスター発表、各職群・部会報告の4部で行われた。理事から2つの講話があり、大学職員としての役割や期待することについての話が合った。シンポジウムではテクニカルサポートセンターについての話や人事評価に関する話が話された。午後から行われたポスター発表では38件の発表が行われた。その中でポスター発表を行い、量子光情報工学研究室からの依頼により製作した加工品の紹介を行った。

3、感想

総合技術研究会2021東北大学のプレ大会である本研修でポスター発表を行うことができ、本番までに実験装置ではなく、より製作品にフォーカスしたポスターを作製したほうがいいと感じた。2021までにより良いものにしたい。

また、研修全体を通して、人事評価について、さらに各職群や部会の動きを知ることができた。さらに他部局の同じ職群の方とも知り合う機会にもなった。

令和元年度第2回加工・開発群技術専門研修報告

2020年1月27日
工作部 前田泰明

名称：「令和元年度 第2回加工・開発群技術専門研修：
マシニングセンタによる深穴加工実技研修」
期間：2020年1月22日 13時30分～16時15分
場所：東北大学 工学研究科・工学部 機械・知能系 実験研究棟 試作センター

1、目的

加工依頼のひとつである難削材の深穴加工に焦点をあて、実際に行っている深穴加工やそれらの加工ノウハウの紹介、各部局の設備工具等の情報共有を行い、さらには実技を通じた技術交流により、技術支援体制の充実化を図ること。

2、内容

- (1) マシニングセンタによるガンドリル深穴加工の実技
- (2) 一般的なツイストドリルと深穴加工用のガンドリルを用いて加工した場合の加工精度や作業時間等についての検証
- (3) 細穴放電加工機による穴あけ加工の紹介と切削加工との比較（多元研機械工場提供）
- (4) その他、機械加工に関するディスカッション

3、感想

ガンドリルによる加工は通研の工場においてはできないが、ガンドリルを使用することでのメリットや加工の精度について知ることができた。面の粗さや切削した面の状況など実際のデータも示され、優れていることが分かった。

また、機械加工においてカタログ数値を参考にして加工していることもあるが、多くは音や振動など自分の持つカンによることが多いことも話題に出、改めてカンも大切であると感じた。





出張報告書

2019年6月24日

評価部 阿部真帆

・出張目的

「2019 6th International Workshop on Low Temperature Bonding for 3D Integration」を聴講するため

・開催日

2019年5月21-24日

・開催場所

石川県金沢市 石川県立能楽堂

・内容

本学会は「常温接合」に焦点を絞った国際会議で2年に一度日本で開催されている。常温接合とは金属膜を常温で貼り合わせる技術であり、デバイス用ウエハ貼り合わせ、CMOS イメージセンサ、光学素子などに適用が進められている。今回の発表では、常温接合に関する基礎的な研究から製品への適用など幅広いテーマが設けられていた。

2017年より島津研から断続的に常温接合サンプルのSEM-EDXの分析依頼があり、常温接合の勉強のため学会に参加した。

聴講し、表面活性接合法、原子拡散接合法など、接合の基礎について学ぶだけでなく、いくつかの発表では接合面の断面画像でTEMが使われ、金属膜表面画像はSEMが使われていたのでTEMとSEMの使い分けの参考になった。組成分析ではほぼEDXが使用されており、観察条件など参考にできる情報を得ることができた。



研修・講習会の受講報告

- ・研修・講習会名：日本結晶学会講習会「粉末 X 線解析の実際」 評価部 丹野 健徳
 - ・開催日時 2019年7月17-19日 ・開催場所 東京工業大学 大岡山キャンパス
 - ・研修内容
- | | |
|---|--|
| <p>1 日目 粉末回折法の原理を理解しよう
粉末回折計の上手な使い方
良質な粉末回折データの測定方法
回折強度・プロファイルの読み方
回折強度・プロファイルの読み方とその活用</p> <p>2 日目 結晶学入門
リートベルト解析入門
RIETAN-FP を使った解析の手引き
RIETAN-FP の最新情報と周辺プログラムとの連携
リートベルト解析の実際
新規化合物探索への応用
粉末構造解析のキーポイント</p> <p>3 日目 粉末未知結晶構造解析概論
粉末未知結晶構造解析の実際
有機金属複合体の粉末未知構造解析
MEM 解析の基礎・ソフトウェア <i>Dysnomia</i> の紹介
放射光・中性子の利用、MEM 解析の実例
PDF を用いた構造解析
電池材料の未知構造解析および MEM 解析</p> | <p>東京理科大学 中井 泉先生
リガク 紺谷 貴之先生
リガク 大淵 敦司先生
パナリティカル 上村 祐一郎先生
リガク 虎谷 秀穂先生</p> <p>東京工業大学 佐々木 聡先生
産業技術総合研究所 池田 卓史先生
東京工業大学 藤井 孝太郎先生
産業技術総合研究所 池田 卓史先生
名古屋工業大学 漆原 大典先生
東京工業大学 山本 隆文先生
京都大学 泉 富士夫先生</p> <p>東京工業大学 植草 秀裕先生
東京工業大学 藤井 孝太郎先生
東京工業大学 大津 博義先生
科学博物館 門馬 綱一先生
東京工業大学 八島 正知先生
物質・材料研究機構 富中 悟史先生
東京大学 西村 真一先生</p> |
|---|--|

X線回折の分野では、企業が販売しているコンシューマソフト以外にも研究者が独自に開発したフリーソフトやシェアソフトの利用が盛んである。フリーソフトの中でも日本では特にX線と中性子線の回折プロファイルから Rietveld 法というアルゴリズムで結晶構造解析を行える RIETAN-FP が有名である。今回受講した講習会は、「粉末 X 線解析の実際」という書籍を教科書として、X線回折法の測定原理や測定試料の調整方法などの基礎から、この RIETAN-FP の活用方法と結晶中の原子位置を精密化する実際の解析方法や解析事例などの応用、さらに進んだ電子密度(共有結合状態やイオンの伝導経路)の解析例などを紹介いただいた。

講習内容については、まだ未消化な部分(結晶学や電子密度の解析など)もあるので、詳細な説明を割愛させていただく。簡単に Rietveld 法について説明すると、結晶構造のモデルを構築して、そこから計算した回折プロファイルと測定した回折プロファイルとの差を最小自乗法で最小化していき、結晶構造の原子位置を精密化する手法で、粉末 X 線回折の分野ではメジャーな解析手法である。最初に与える結晶構造のモデルとしては、既知の結晶構造についてはデータベース(有料だが金研図書から閲覧可能)が利用できるのだが、未知の結晶構造についての解析は難易度が格段に上がるとのことだった。また、講習中に特に印象に残っているのは、試料調整・測定方法の最適化の重要性が3日間に渡って繰り返し強調されていたことである。これらが上手くいかないと、どれだけ解析しようとも正しい結晶構造は導かれないとのことだった。

また、過去に RIETAN-FP を利用したことがあったが、バッチファイルで起動させるため非常に使いにくい印象だった。しかし、現バージョンでは周辺プログラムとの連携がかなり充実しており、シェアソフトと連携させると GUI 的に使用できるようなので、解析プログラムの環境を整備して、実際に Si 粉末や NaCl などの模擬試料について、測定から結晶構造解析までを実施してみようと考えている。



講習会受講・資格取得の報告

2019年10月28日

評価部 丹野 健徳

名称：「酸素欠乏・硫化水素危険作業主任者技能講習」

期間：2019年10月8日～10日（3日間）

場所：宮城労働基準協会

1、目的

酸素欠乏の危険性がある液体ヘリウムの回収設備やクリーンルーム等での作業があるため、酸素欠乏の危険性やその知識を習得して、安全に作業が実施できるように、「酸素欠乏・硫化水素危険作業主任者技能講習」を受講して、作業主任者の資格を取得する。

2、内容

講習での科目は、学科と実技に別れており、2日間で学科とその修了試験、残りの1日間で実技とその修了試験を受講した。それぞれの受講時間は以下の通りである。

○学科

- | | |
|-------------------------------|-------|
| ・酸素欠乏症、硫化水素中毒及び救急そ生に関する知識 | 3時間 |
| ・酸素欠乏及び硫化水素の発生の原因及び防止措置に関する知識 | 4時間 |
| ・保護具に関する知識 | 2時間 |
| ・関係法令 | 2.5時間 |
| ・修了試験 | 1時間 |

○実技

- | | |
|-------------------------|-----|
| ・実習（救急そ生の方法） | 2時間 |
| ・実習（酸素及び硫化水素の濃度の測定方法） | 2時間 |
| ・修了試験（救急そ生の方法） | 1時間 |
| ・修了試験（酸素及び硫化水素の濃度の測定方法） | 1時間 |

3、感想

今回の技能講習で無事に修了試験に合格したので、酸素欠乏・硫化水素危険作業主任者資格を取得できた。今後は、今回得た知識をもとに、液体ヘリウム回収設備やクリーンルームでの作業を、安全に実施していきたい。



講習会受講・資格取得の報告

2019年11月25日

評価部 丹野 健徳

名称：「令和元年度 東北大学 総合技術部 技術職員研修」

期間：2019年11月14日（1日間）

場所：東北大学百周年記念会館 川内萩ホール

1、目的

今後展開される新しい人事評価や全学支援、技術職員としての心構えについての情報収集の場として参加した。また、「総合技術研究会2021東北大学」のプレ大会でもあることから、その雰囲気や情報を得る場としても参加した。そして、現在携わっている業務を広く知ってもらうためと、他の技術職員の発表を知るためにポスター発表も行った。

2、内容

現在携わっている業務の中でも、薄膜の膜厚を解析する手法であるX線反射率法について発表を行った。詳しい発表内容については、発表要旨と当日発表したポスターを添付した。

3、感想

今回のポスター発表会場はかなり狭かったが、「総合技術研究会2021東北大学」では国際センターがポスター発表会場となるとのことだった。今回のポスター発表では何人かの人に足を止めて頂いたが、ポスターの内容が発表要旨をかなり抽出したものであったので、十分な説明が出来ていなかったと思う。より広く装置や測定方法を知ってもらうために、「総合技術研究会2021東北大学」において、内容をブラッシュアップして発表しようと考えている。発表形態は、ポスター発表と口頭発表のどちらにするかは検討である。



発表会参加の報告

2019年12月23日

評価部 丹野 健徳

名称：東北大学 電気・情報 東京フォーラム2019「Society5.0を支えるIoT技術」

期間：2019年11月26日（1日間）

場所：学術総合センター（東京都千代田区一ツ橋2-1-2）

1、目的

研究基盤技術センターの各部における活動を、関連分野の企業の方々に向けて周知するためにポスター発表を行った。

2、内容

今回の発表に用いたポスターは、各部からの情報収集した内容を、工作部の関谷さんが編集してポスター作成を行った。参考として、当日発表に用いたポスターを添付する。

ポスター発表においては、東京フォーラムの会場を例として、各部の活動紹介の導入とした。情報技術部が会場のネットワーク提供や産学連携としてフォーラムの準備作業をし、工作部が会場内に設置された無線ルーターの固定治具を作製したことを紹介した。また、評価部やプロセス部では、外部機関からの利用が可能であることを紹介した。さらに、補足資料として共同利用装置パンフレットを持参して配布した。

以下に当日の大まかなスケジュールを記載する。

10:30-12:00	技術セミナー
12:00-12:20	2019年度 RIEC Award 受賞者講演
12:20-14:00	ポスター・デモ展示
14:00-16:45	講演会「Society5.0を支えるIoT技術」
16:45-17:05	RIEC Award 授賞式
17:05-19:00	ディスカッション・懇親の集い

3、感想

AI技術や量子コンピュータなど、今後重要になる分野の発表が聴講できて有意義だった。ポスター発表については、ポスター展示会場やデモ会場には人が多かった。しかし、私が発表した場所がメイン会場からデモ会場への人の動線だったためか、あまり立ち止まってもらえた人はおらず、多くの人に説明が出来ず残念である。



出張報告

【Photomask Japan 2019 第26回ホトマスク技術展示会】

2019年5月27日

プロセス部 森田

日時：2019年4月18日（木）12:30-17:00

場所：パシフィコ横浜アネックスホール

出張した経緯

プロセス部は技術支援業務の一つにリソグラフィ技術支援があるが、半導体回路等の作製に必要なホトマスクを、研究室からの依頼に対応する形で作製、提供している。私がこの業務を担当しておよそ5年程度になるが、作製に使用していたJBX-9000電子線描画装置は保守費用の捻出が難しい事から、昨年度より運用停止となり、代替装置としてDWL200レーザー描画装置を使用している。しかし、DWL200も15年位前の型式の装置であり、今後不具合が発生した場合に、保守部品が供給できないと言われている部品もあり、今後の業務の維持に危機感を覚えている。ホトマスク技術展示会は、最新のホトマスク作製技術に関連のある企業が多く出展しており、装置の更新など、今後の業務の計画を立てる上での参考とするため、情報収集の目的で技術展示会への出張を行ってきた。

内容

ホトマスク製造（描画、現像）装置、検査装置、データ処理（CAD、リソグラフィシミュレーション）などの23社のブースが設置されており、それぞれ1~2名の説明担当者がブースに詰めているような形式だった。

成果

最新の技術を知ることで、今後のホトマスク作製業務の参考とすることが出来た。最大の関心事は描画装置であったが、数社のメーカーの装置の機能、性能、価格、保守体制等について情報を得た。その他にも、リソグラフィの結果をシミュレーションして、データを事前に処理できるソフトウェア等についても情報を得た。今後プロセス部で対応可能な、リソグラフィ関連技術支援の幅と質を高めていく為の活動にあたって大いに参考としたい。

以上



研修報告書

「2019年度 分子科学研究所 機器・分析技術研究会」

2019年10月25日

プロセス部 武者 倫正

1. 研究会概要

去る8月29日(木)～30日(金)にかけて静岡県岡崎市 岡崎コンファレンスセンターで開催された2019年度 機器・分析技術研究会にポスター発表参加した。

機器・分析技術会は毎年、全国の大学共同利用機関、国立大学、高専機構に所属する技術職員が業務内容や技術成果等を発表する技術系学会となっており、互いに切磋琢磨し、交流を深める機会である。本年度は自然科学研究機構 分子科学研究所が主催となり、岡崎コンファレンスセンターにて、特別講演、企画公演、トークセッション、61件のポスター発表が行われた。なお発表形式はポスターのみであり、口頭発表の募集は無かった。

2. 開催日程・会場

【開催日程】

1日目…8月29日(木)

12:00～	受付
13:15～13:30	開会式
13:30～14:30	特別講演 「技術開発と先端研究」 川合 真紀 (分子科学研究所長)
14:40～15:40	トークセッション(I) 「技術職員のキャリアパスについて」
15:40～16:05	企画公演 「ブラックアウトを経験して ～他人事ではない自然災害からの教訓～」 大久保 憲二 (北海道大学)
16:05～16:30	次期開催案内、協賛企業 PR
16:30～17:15	ポスターセッション (I)
18:30～20:30	情報交換会

2日目…8月30日(金)

8:30～	
9:00～10:20	トークセッション (II) 「5大機器分析分野の最先端分析と維持管理の技術継承」
10:25～11:45	ポスターセッション (II)
11:45～12:00	閉会式



【会場】 自然科学研究機構 岡崎コンファレンスセンター (愛知県岡崎市)
(<http://www.orion.ac.jp/occ/>)

3. 成果

今回、技術職員としては初めての学会・研究会での成果発表を行った。発表に際し成果のまとめ方、重点の置き方などこれまでと異なる視点をもって資料を作成することになり、今後の成果発表に向けてよい経験をすることができた。

ポスター発表では多くの方に閲覧いただき、7~8名ほどの方と議論を行った。発表の主題である集束イオンビーム加工装置を運用している参加者と、試料作製法や装置毎の機能に関する議論などを行い、業務に役立つ情報を交換することができた。イオンビーム加工は技術・ノウハウの共有機会が少なく、各機関で独自に技術向上・伝達を行っている場合が殆どであるため、こういった情報共有の機会是非常に貴重だと感じた。

また技術的な質問以外にも、装置の維持管理やメンテナンスについての質問、共通利用や外部依頼への対応に関する質問などもあり、本学と同様に多くの大学・研究機関で装置の共有化、利用機会の最大化を図る動きがあることが感じられた。

4. その他

報告集(PDF形式)を所有していますので、ご希望の方は武者までご連絡ください。



豊田工業大学 半導体プロセス実習・講習会報告

報告日：2019年10月28日

プロセス部 小野 力摩

名称：「第33回 半導体プロセス実習・講習会」

期間：2019年9月10日(火)～11日(水) (2日間)

場所：豊田工業大学 南棟・東棟

1、目的

講義や実習を通して、半導体プロセスに関する知識を得る。併せて、33回開催している講習会がどのような内容、体制で実施されているかを学び、ナノ・スピンドで実施している「半導体基礎講座」に活かせることはないかを検討する。

2、内容

◎ 1日目

- 講義1「MEMS センサと製作プロセス -車載・人検出センサー〔教授 佐々木 実〕」
- 附帯設備見学〔純水製造装置、廃液処理設備、空調機など〕

◎ 2日目

- 講義2「省エネルギー社会を支える化合物半導体デバイス〔教授 岩田 直高〕」
- 半導体プロセスの実習
 - ・ リソグラフィ(リソグラフィ、ウェットエッチング)
 - ・ 薄膜加工(蒸着、ドライエッチング、原子層堆積、洗浄)
 - ・ 不純物導入(熱酸化・拡散、イオン打ち込み、干渉膜厚計)
 - ・ 特性評価(ワイヤボンディング、熱電対評価)

3、感想

- ・ 講義を聴講し、作製されたSi半導体や化合物半導体がどのようなものに活かされているか、および化合物半導体の特徴を知ることができた。
- ・ プロセス実習を通じて、各プロセスの豊田工業大学でのやり方、考え方を知ることができた。自分の実験手法に取り入れてよいものにしていきたい。
- ・ 附帯設備を見学させていただき、各設備の規模や状況を知ることができた。ナノ・スピンド棟の改修や機器の更新の際の参考にしたい。
- ・ 講習会全体の進め方、準備物など、ナノ・スピンド棟での半導体基礎講座に活かせるようなものが多かった。



◎ 講習会、および設備の様子

● 講義会場



● 附帯設備見学



純水製造装置



液体窒素供給装置(ガス・液体兼用)

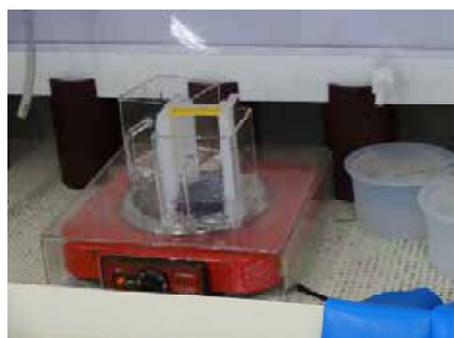


廃液処理設備(無機廃液)



空調機、および温調ヒーター

● プロセス実習





令和元年度東北大学総合技術部研修報告

報告日：2019年11月25日

プロセス部 小野 力摩

名称：「令和元年度東北大学総合技術部研修」

期間：2019年11月14日(木) (1日間)

場所：東北大学100周年記念会館 川内萩ホール

1、目的

総合技術研究会2021東北大学を想定したプレ大会の位置づけとなる本研修で、プロセス部の業務についてのポスター発表を行う。

2、内容

9:55 ~ 10:00 開会式

10:00 ~ 10:25 講話Ⅰ「本学を取り巻く環境の変化と大学職員の役割」(下間理事)

10:25 ~ 10:50 講話Ⅱ「総合技術部長として皆さんに期待すること」(下間理事)

10:50 ~ 11:15 講演Ⅰ「テクニカルサポートセンターの活動」(佐藤特任教授)

11:15 ~ 11:40 講演Ⅱ「全学的視点に基づいた、新しい人事評価制度の本格実施について」(猪狩総合技術部副部長)

11:40 ~ 12:00 討論会 職群代表 テーマ「全学支援を考える」

12:00 ~ 13:00 休憩

13:00 ~ 14:30 ポスター発表

13:00~13:45…前半(奇数番号), 13:45~14:30…後半(偶数番号)

14:30 ~ 14:40 休憩

14:40 ~ 16:00 統括技術専門員会議報告(職群活動、各担当部会活動)

16:00 ~ 16:30 表彰式および閉会式

3、感想

- ・ 知識集約型、グローバル化、地方創生など、大学が全体として目指している聞くことができた。業務を行う上で、念頭に置きたいと思った。
- ・ ポスター発表の際の質疑応答を通じて、取り組んでいる業務に対して自己の案を持つこと、どのように大学や地域に貢献できるかという「未来」のビジョンを持つことが大切だと感じた。
- ・ ポスター発表時に、PLC制御で装置や設備を管理しているお話を聞いた。このような装置、設備管理の方法について、職群内外の方にお話を聞く機会があればと思った。



研修報告

「令和元年度東北大学総合技術部研修」

2019年11月25日

プロセス部 武者 倫正

名称：「令和元年度東北大学総合技術部研修」

期間：2019年11月14日（木）

場所：東北大学 川内萩ホール

1、目的

総合技術部主催の全体研修に参加した。本研修は2021年開催予定の総合技術研究会2021東北大学の予行開催という位置づけで、本大会と同じ会場、登録形式で行われた。講演聴講のほか、ポスター発表では自身の主担当であるイオンビーム加工装置による技術支援についての発表を行った。

2、内容

9：55～10：00 開会式

10：00～10：25 講和Ⅰ「本学を取り巻く環境の変化と大学職員の役割」（下間理事）

10：25～10：50 講和Ⅱ「総合技術部長として皆さんに期待すること」（下間理事）

10：50～11：15 講演Ⅰ「テクニカルサポートセンターの活動」（佐藤特任教授）

11：15～11：40 講演Ⅱ「全学的視点に基づいた新しい人事評価制度の本格実施について」（猪狩総合技術部副部長）

11：40～12：00 討論会「全学支援を考える」（各職群代表）

12：00～13：00 休憩

13：00～14：30 ポスター発表

14：30～14：40 休憩

14：40～16：00 統括技術専門員会議報告（各職群、担当部会活動について）

16：00～16：30 表彰、閉会式

3、感想

2つの講和では下間理事より、総合技術部全体としてのビジョン、総合技術部や大学として果たすべき役割等についての話があった。普段は配属先の実務に注力していて組織としての目標を考える時間が少なかったため、今回の講和はそれらを把握する良い機会になった。特にグローバル化、世界規模で戦える大学になるべきという点は、所属組織で技術提供をしている研究室等とも共通するものがあり、そこに基準をおくべきということを再



認識した。

ポスター発表では学内で初めて、自身の主担当であるイオンビーム加工装置の技術支援について発表した。学内でイオンビーム加工装置を担当している方々と、難度の高い加工への対処法や、イオンビーム加工についての技術交流、情報共有の必要性などについて議論することができた。発表内容については技術的な問題はあまりなかったが、独自性、他のイオンビーム加工部門より優れている部分はどこかという質問には明確な答えを出せなかったため、今後は他部署との差別化、特長の確立についても意識していきたいと思った。



危険物取扱者保安講習報告

報告日：2019年12月23日

プロセス部 小野 力摩

名称：「危険物取扱者保安講習」

期間：2019年12月4日(水) (1日間)

場所：宮城県庁2階 講堂

1、目的

通研での危険物取扱業務(危険物保安責任者等)に従事できるように、そのために必要な保安講習を受講した。

2、内容

9：00～9：25 受付、および保安講習の概要説明

9：25～10：40 講習(ヒューマンエラーへの対策)

10：40～10：50 休憩

10：50～11：35 講習(近年の法制改正の内容)

11：35～11：40 休憩

11：40～12：30 講習(事故事例と対策)

12：30～13：00 免状交付、および注意事項説明

3、感想

- ・ 事故事例を「対岸の火事」と思わず、教訓として生かすことが大切だと感じた。危険物取り扱いの事業所が減少している一方で事故件数が増えていることから、自身にも降りかかる可能性があることを意識しなければならないと思った。
- ・ 近年の状況から、自然災害への対策が重要であることが強く説明されていたように感じた。防災訓練などと紐付けて考えられればと思った。
- ・ 法令や事故事例が主な内容であったため、取り扱う危険物についての知識(物性、取り扱い方など)は、自分で改めて学ぶ必要があると思った。



研修報告「技術者のための英会話術（準中級コース）」

2020年3月23日
プロセス部 武者 倫正

期間：2019年5月9日～2月27日 毎週木曜 15:30～16:20

場所：東北大学 加齢医学研究所 総合研究棟

1、目的

プロセス部の業務で外国籍の教職員・学生からの依頼を受ける機会が増え、英語でのコミュニケーション能力を向上させる必要が出てきたため、技術職員向けの英会話研修に参加した。本研修は週1回、通年での開催となり、会話能力の向上に特化した内容で実施された。

2、内容

講師の Andy 氏の指導の下、以下のようなプログラムで行われた。

- ・ Icebreak(今週の出来事、時事、課題の発表など)
- ・ Reading(テキスト音読、発音やアクセント、語彙の確認など)
- ・ Listening(ビデオやオーディオプログラムの視聴後、質問に回答)
- ・ Vocabulary, Function(文法や語句の確認、並べ替え、穴埋め問題など)
- ・ Speaking(2～4名グループで Q&A, テーマトークなど)

研修内では日本語を一切使わず、説明や質問も含めすべて英語で行われた。また Listening や Vocabulary, Function などの問題も記述ではなく口頭で回答するほか、Q&A 形式や意見の発信など、会話の実践が研修の大部分を占めた。

3、感想

一年間を通して受講することで、徐々に英語での議論に対する抵抗感が少なくなった、試料作製相談や留学生への指導を今までよりスムーズに行うことができた等の成果を感じることができた。外国籍の方からの技術支援依頼がない時期はどうしても英語で会話する機会がない中で、一年を通して会話の練習をできる本研修は英語での発信・会話能力の定着に非常に役立ったと思う。今後、英語を使う機会はより増えていくと予想されるので、本研修で習得した英語能力の維持、発展も重要になると考えている。



研究基盤技術センター情報技術部

2019年6月24日

佐藤正彦、太田憲治

InteropTokyo2019 報告

日時：2019/6/12-2019/6/14

開催地：幕張メッセ（千葉県千葉市）

概要：

InteropTokyo はインターネットテクノロジーの国内最大級のイベントです。国内外から500社を超える企業・団体が参加し、技術動向とビジネス活用のトレンドを会場でのデモンストレーションやセッションを通じてお伝えします。

Interop 展示会 6/12-6/14

Interop 基調講演 6/12-6/14

Interop カンファレンス 6/12-6/14

同時開催イベント

Connected Media Tokyo

デジタルサイネージジャパン

ロケーションビジネスジャパン

APPS JAPAN

成果：

国内最大級のイベントであるため多数の企業が出展しており、接触する機会が多い大手企業だけでなく今まで知らなかったような企業のソリューションも同時に見ることが出来る。また大学の出展もわずかにあるため他大学の取り組みについても情報収集が可能である。本年のテーマとしては次世代無線通信規格の5Gが大きく取り上げられており、基調講演は5Gを導入した社会がどう変化していくのか、その変化に対してどういったサービスを展開することが可能なのかといった講演が多かった様に感じた。その中でも慶応義塾大学と東京大学の教授との対談形式で行われた講演が大変参考になった。ローカル5Gと呼ばれる、公衆網ではなく企業や大学が独自に導入可能な帯域を利用した展望についての講演であった。

同時開催のイベントも多数あるためそちらの展示会やセミナーにも参加した。動画配信技術に関しての講演、国際化を推進するためのWebサイト多言語化ソリューション等、大学業務に活かせる可能性がある商品やソリューションを知ることができた。

イベントの規模、出展企業の多さ、多数のイベントが同時開催ということで、国内イベントでの情報収集の場としてはこのイベントが大変有意義であることは間違いなく、本年も多数のソリューションや新しい知見の獲得ができた様に思う。



情報・ネットワーク群主催【製造現場におけるLAN活用技術（ルーティング編）】報告
令和元年12月23日
情報技術部 太田憲治

名称：「製造現場におけるLAN活用技術（ルーティング編）」

期間：2019年11月7日（木）～ 8日（金）（2日間）

場所：ポリテクセンター宮城（多賀城市）

1、目的

中規模以上のIPネットワークを構築する上で必要となる、ルーティングの知識を習得する。また、実際にルーターを設定することにより、IPネットワークの構築技法を習得する。

2、内容

大規模なネットワーク構築やインターネットとの接続に必要な、ルーティングの知識を学び、ルーターの設定方法を習得します。

1. 概論と機器の設定方法

- (1) OSI参照モデルとTCP/IPプロトコルスイート
- (2) L3ネットワーク機器の役割
- (3) コマンドを用いたネットワーク状態確認

2. 演習

- (3) ネットワーク構築実習
(複数のルーターを用いたネットワーク構築)
- (4) 障害調査の方法

3、感想

ネットワークとネットワークのルート選択するルーティング技術は、独学の机上学習のみで習得するには、時間を要する。本研修では、実際の機器に触れながら演習形式で技術を習得し、理解を深めることができた。

TAINSと部局の接続形態であるダイナミックルーティング(RIPv2)や通研内のルーティングをする際に用いているスタティックルーティングの技術を身に付けることができた。

ネットワーク技術の基礎技術を深く理解し、業者エンジニアと詳細な技術について議論する力を養うことできたと感じる。



大学 ICT 推進協議会 2019 年度年次大会 報告

令和元年 12 月 23 日
情報技術部 太田憲治名称：大学 ICT 推進協議会 2019 年度年次大会
期間：12 月 12 日(木)～12 月 14 日(土) (3 日間)
場所：福岡国際会議場（福岡県福岡市）

1、目的

高等教育機関及び学術研究機関において、情報通信技術を利用した教育、研究、経営等に携わる教職員を対象とした。大学 ICT 推進協議会の年次大会にて口頭発表および聴講を行った。

2、内容

<発表内容>：「On-premises Content Collaboration Platforms の更改」

<聴講内容>

口頭発表

- ・授業での初学者用プログラミング学習支援環境における学習者状況の可視化/北海道大学
- ・初年次教育における Scratch とロボットを活用したプログラミング学習の取り組み/創価大学大学院工学研究科
- ・BCP/DR のためのクラウド導入検討/国立情報学研究所
- ・九州大学における電子メールサービスの Exchange Online 移行/九州大学
- ・京都大学教職員用メール SaaS 移行の経緯，移行プロセスの詳細，現状の運用と課題/京都大学
- ・旅行伺提出フォーム及び共同利用支援システムの開発/京都大学
- ・AmazonAWS を用いた RStudioServer 環境構築の必要性に関する予備的な報告/長崎大学
- ・eduroam の認証要求の集中による過負荷事象の発生と対策実施について/静岡大学
- ・出席確認端末の更新に伴う IC カード読み取りアプリの開発/山口大学
- ・RPA の学生支援における活用-BizRobo!による就職情報サイトのスクレイピング/香蘭女子短期大学
- ・研究支援部署間の相互理解を目的とした研究事業の実施記録のメタデータ管理手法の検討/北海道大学
- ・京都大学オープンコースウェアのコンテンツ制作の現状と教育的利用促進に関する考察/京都大学



- ・京都大学教育研究活動データベースの現状と課題/京都大学
- ・Office 365 のフィッシング対策強化のための PowerShell による設定事例/弘前大学
- ・名古屋工業大学における 2018・2019 年度の情報セキュリティ対策/名古屋工業大学
- ・京都大学における情報セキュリティ自己点検の取り組み/京都大学
- ・大阪大学のセキュリティに対する取組/大阪大学
- ・UPKI サーバ証明書管理用ツールの開発/新潟大学
- ・セキュリティ製品の妥当性点検に向けたアンチウイルスソフト検知率評価システムの提案及びその有効性の検討/香川大学
- ・岩手大学における留学生向け情報セキュリティ教育と他組織との教材の共有/岩手大学
- ・情報セキュリティ対策について/九州工業大学

ポスター発表

- ・九州大学サイバーセキュリティセンターの紹介/九州大学
- ・研究室向け貸出無線 AP サービスの取り組み/東北大学
- ・キャンパスネットワークにおけるインシデント対応の自動化 - シミュレーション実験の報告/筑波大学
- ・京都大学 Web 戦略室の活動とその役割/京都大学
- ・情報セキュリティおよびユーザサポートを目的としたキャンパスネットワークにおける監視および情報収集機能/神戸大学

企業主催セミナー

- ・アマゾンウェブサービスジャパン株式会社
- ・アラクサラネットワークス株式会社
- ・RedhatLinux 株式会社

IT 技術者向けセキュリティハンズオントレーニング

- ・Cisco の次世代エンドポイントセキュリティを用いた進化する攻撃を直感的に可視化技術の習得

3、感想

全国の教育・研究機関に在籍する IT 部署の教職員が一堂に集まる本大会への参加は、知見を広める上でも大変参考になったが、それ以上に、同じ職種のメンバーと情報交換をすることができ、大変有意義な大会参加であった。

本大会の規模は、1300 名以上と大規模な大会であり、約 80 の口頭発表、約 30 のポスター展示、約 80 社の企業/大学が出展されていた。来年度も、口頭発表セッションにて、参加したいと感じた。



共創学会 第三回年次大会 報告

令和元年 12 月 23 日
情報技術部 太田憲治名称：共創学会 第三回年次大会
期間：12 月 15 日(日) (1 日間)
場所：九州大学(大橋キャンパス)

1、目的

共創学会の年次大会への聴講参加。

共創学会とは、昨今の情報メディア技術は AI 技術も加わり、人と人、人とモノ、モノとモノをつなぐネットワーク形成の可能性をますます拡大しつつあります。しかし同時に、それは、生活の場における気づきや出会い、関係の深化を伴う身心のコミュニケーション、さらには長い歴史を経て形成してきた即興性に満ちた豊かなコミュニケーション文化を喪失させてもきました。このような矛盾を乗り越えて、新たな生活文化の創造を目指す学会。

2、内容

口頭発表

- ・グラフィティライターの衝動に内在する社会性に関する研究-ソーシャルデザインの視点から/末吉進太郎
- ・三次元仮想空間を介した協応課題の検討造を目指すのが共創学会/山梨大学
- ・かきわり・からくり-おんばしら/東京外国語大学
- ・子どもの生活世界における偶発性-他者との葛藤が和らいでいくプロセスに着目して/三重大学
- ・感動詞と所作における共創の理-即非と相依性の観点から/日本光電工業株式会社

ポスター発表

- ・反復と非可逆な時間の両義性から生まれる予期/茨城大学
- ・対話エージェントにおける自分の発話をフォローする『気づかい』機能の提案/茨城大学
- ・機械学習における他者の行動予測と時間の非同期性/茨城大学
- ・人工市場におけるエージェントの経済行動に関わる「異質さ」の起源/茨城大学
- ・自身を全肯定する対話エージェントの開発/茨城大学
- ・締め付けられる身体と不確実性へ開かれる意志 「締め付け機」からくるからくり/早稲田大学



- ・真性粘菌と知能 /関西学院大学
- ・音声駆動型身体引き込みキャラクターの緩やかなうなずき動作の検討/岡山県立大学利用者と音と酒/九州大学
- ・一対一の楽器指導と相互行為分析を通じた対面指導と遠隔指導の比較/九州大学
- ・域外在住者のシビックプライド形成プロセス-関係人口の視点から/九州大学
- ・動画広告における広告商品以外の観点からの独自の議論/九州大学
- ・攻撃的に見える身体接触が幼児間の相互関係に及ぼす影響：年齢別特徴に着目して/愛知教育大学
- ・ジャズ演奏時における非言語コミュニケーション/九州大学
- ・人は変声期をどのように語るのか-変声経験者への聞き取り調査を通して-/東洋英和女学院大学
- ・システムからの治療的逸脱を指向する心理療法の一手段としての芸術療法/九州大学
- ・円滑で創造性の高い会話を支援する発話リズム可視化システム「INSYNC（インシンク）」の開発/九州大学
- ・IoT サービス擬人化エージェントのため拡張現実型インタフェース/九州大学
- ・説明不可能なエージェントとのインタラクションがもたらす外部への指向性 「天狗の仕業」を工学的に実装する/成蹊大学
- ・ファッションショーにおけるモデルの歩行スピードと音楽リズムの関係性/九州大学
- ・市民活動における共創の知-二つの市民活動の調査と分析から/公立はこだて未来大学
- ・ボイスチャットと対面時におけるゲームを介したコミュニケーションの差異/九州大学
- ・インクルーシブな身体表現ワークショップの事例報告-現場はどう生まれ、どう育まれてきたか/鶴見大学短期大学

3、感想

他者性や身体性、場（ば）や間（ま）、無意識、自然といった「見えない働き」に目を向けながら、根源的多様性と対等性に裏打ちされた共創のコミュニケーションの実践技術と理論を研究する学会であった。発表は、様々な分野や立場の方が学術的に議論されていて、非常に難しい内容であった。

「反復と非可逆な時間の両義性から生まれる予期」や「自身を全肯定する対話エージェントの開発」など AI 技術を取り入れた発表などがあった。また、「締め付けられる身体と不確実性へ開かれる意志 「締め付け機」からくるからくり」や「グラフィティライター の衝動に内在する社会性に関する研究-ソーシャルデザインの視点から-」など、共創に対する考えを深めることができた大変貴重な体験であった。



講習報告

2020年3月16日

情報技術部 佐藤 正彦

名称：「情報処理安全確保支援士集合講習」

期間：2020年2月14日（金）

場所：TKP 仙台駅東口ビジネスセンター

1、目的

情報セキュリティ対策を担う実践的な能力の習得・維持・向上をはかることを目的としています。

- ・シナリオに沿った演習に取り組むことで、情報セキュリティインシデント対応の検知・分析から再発防止までの一連の流れの理解を深め、実業務への応用のための気づきを得る。
- ・情報セキュリティインシデントの原因に対し、情報セキュリティ技術の実践的な知識を使い、現実的な対策を検討する。
- ・情報セキュリティ関連業務に従事する者としての、倫理・コンプライアンス的な責任を理解し、判断及び行動ができるようになる。

2、内容

午前中は本日の講習スケジュール説明とセキュリティの最新情報及び理解度チェックテスト。午後はテーマに沿ったケーススタディをグループワークで行い、その成果を発表する。

3、感想

大変勉強になる講習会であった。資格保持のためセキュリティ分野についてアップデートを重ねる必要があり、その各種情報がわかりやすくまとめてあった。

座学だけではなく、午後にケーススタディによる学習であった点が大変良かった。基本的な事前環境の想定だけが与えられ、その限られた情報からセキュリティについての議論を重ねることで、参加者それぞれの知見に基づいた意見を多く聞くことができた。私のチームは社内SE（私）、経営コンサル、アプリ開発、情報システム開発といった多様な人材がおり、それぞれの得意分野からの意見が出てくることになった。普段関われない専門分野の意見、各会社の事情ごとによるセキュリティ対応、IT業界だけではなく経済界に与える影響等、多くの視点があり、それらを一から議論、まとめて、最終的には発表する。その後セキュリティの第一線にいる講師の方と議論する時間もあり、通常業務では経験できない思考と議論に関わることができた。

今後も可能であれば資格登録を続け、講習も受講したい。

第三章

発表・成果報告

業務上の成果をまとめました。論文掲載や謝辞掲載、技術研究会での発表等、その形式には幾つかあります。成果発表の場でもある、研究会や技術発表会への参加も積極的に行っています。





共著・謝辞掲載論文一覧

対象期間：2019.4～2020.3

・謝辞掲載論文

工作部

Teng Ma, et al. "Modulation of Photoinduced Transmembrane Currents in a Fullerene-Doped Freestanding Lipid Bilayer by a Lateral Bias" ACS Omega Volume4 (2019) 18299-18303

評価部

プレスリリース 令和2年1月27日「光周波数帯で作動する高速応答ダイオードを実現」

(Daisuke Matsuura, et al., "High-current density and high-asymmetry MIIM diode based on oxygen-non-stoichiometry controlled homointerface structure for optical rectenna", Scientific Reports, 9, (2019), 19639.)

プロセス部

William A. Borders, Ahmed Z. Pervaiz, Shunsuke Fukami, Kerem Y. Camsari, Hideo Ohno & Supriyo Datta

"Integer factorization using stochastic magnetic tunnel junctions" Nature volume 573, pages390-393(2019)

Takaharu Saino, Shun Kanai, Motoya Shinozaki, Butsurin Jinnai, Hideo Sato, Shunsuke Fukami, and Hideo Ohno

"Write-error rate of nanoscale magnetic tunnel junctions in the precessional regime" Appl. Phys. Lett. 115, 142406 (2019)



研修・研究会等での各種発表一覧

対象期間：2019.4～2020.3

工作部

発表者：阿部健人

タイトル：テフロン製装置のテーパ形状加工及び装置形状の推移と検討

発表会場：2019 4.17 第6回 MaSC 技術交流会 "Real Exchange"

於 東北大学北門会館2階「エスパス」

発表形式：口頭発表

3-3

発表者：前田泰明

タイトル：低雑音重力センサーの装置部品の製作

発表会場：2019 11.14 令和元年度 東北大学総合技術部 技術職員研修

於 東北大学 100 周年記念会館川内萩ホール

発表形式：ポスター発表

3-4

評価部

発表者：丹野健徳

タイトル：X 線反射率の小型試料における強度補正

発表会場：2019 11.14 令和元年度 東北大学 総合技術部 技術職員研修

於 東北大学 100 周年記念会館川内萩ホール

発表形式：ポスター発表

3-7

タイトル：Temperature-controlled characterizations of VO₂ films stressed by Ge₂Sb₂Te₅ capping layers

発表会場：2020 2.20 電気通信研究所 令和元年度 共同プロジェクト研究発表会

発表形式：ポスター発表(共著)

プロセス部

発表者：森田伊織

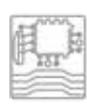
タイトル：電子線描画装置の運用

発表会場：2019.7.19 東北大学総合技術部電子回路・測定・実験群令和元年度 第1回 技術研修

於 理学研究科・理学部 合同C棟 青葉サイエンスホール

発表形式：口頭発表

3-11



1・通研工作部の紹介

工作部業務

- 実験機器の設計・製作
- 学生、教員への機械工作指導
- 各種工作機械の保守・管理

一つの依頼に対して一人の職員が担当して装置製作を行なう

フライス 旋盤

職員一人ひとりが全ての工作機械について精通している必要性

各種溶接作業

2・テフロンチャンバーの製作

医工学研究科からの依頼(2007年)

溶液中でシリコン基板上に脂質二分子膜を形成するためのチャンバーの製作

- 溶液の侵食防止のためチャンバーにはテフロン素材を使用
- 側面に穴を開けた溶液孔のある2つのチャンバーでシリコン基板を挟み込む構造
- 脂質分子膜の流れの円滑化のため横穴にはテーパ加工を施す

非常に柔らかい材質のため、高い加工精度が要求される
テーパ孔は内側に広がる形状のため加工に工夫が必要

製作加工の際、工夫した点などを紹介していく

2.1 直方体型テフロンチャンバーの製作

- 直方体のテフロン素材を加工して製作
- Si基板の位置決め用窪みを設ける
- 締め付けが均一になるようにSUS板で挟みこむ

溶液孔 基板搭載部 SUS板

チャンバー側面から溶液孔側に広がる形状のテーパを加工

傾斜円テーブルを利用して加工

2.1.1 テーパー孔加工

傾斜円テーブルに治具を使ってテフロンを固定
下穴に細径のエンドミルを挿入
テーブルを回転させて穴をテーパ形状に加工

傾斜円テーブル 取付治具

(使用工具: 牧野フライス製作所汎用フライス盤 KJP-70 津田駒工業製傾斜円テーブル TT-200)

2.2 3層テフロンチャンバーの製作

試料作製効率化のため、1度に複数枚のシリコン基板が実装可能なチャンバーの製作(2010年)

- 計9枚のシリコン基板が実装出来るチャンバー
- 9箇所それぞれにテーパ加工を施す
- 試料表面の評価のためチャンバー横に蓋を設ける

テーブル中心にテーパ中心をオフセットする治具の製作

テーパ板と溶液孔に分割板側から基板の観察が可能に

- 9枚の試料を同時に作製可能になり実験が効率的に
- 試料をチャンバーにマウントした状態で評価可能

2.4 円形テフロンチャンバーの製作

- チャンバー側面にねじ切り加工を施す
- ねじ付きの蓋でチャンバー上部を完全に覆う
- 加工工程の簡略化のためチャンバー全体を円形に

①チャンバー接合面の加工
・テーパ孔の下穴
・位置出しピン穴

②チャンバー仮組み、側面加工
・溶液孔
・側面の円周加工(ねじ切り加工の際の旋盤への固定の為)

③テーパ孔加工
・溶液孔の接続方向へテーパ加工

④側面へねじ切り加工
・全体を円筒形状に加工
・製作済みの蓋と調整を繰り返してねじ切り加工

(使用工具: 牧野フライス製作所NCフライス盤 AE74 ワンエンジニアリング汎用フライス盤 LR-55A)

2.4 円形テフロンチャンバーの製作

ねじ切り加工による溶液孔封入

ローレット付自作ねじによる基板のマウント簡略化

遠心機で使用可能な漏れのないテフロンチャンバーの完成

3 まとめ

- 柔らかい素材の加工ノウハウを得ることが出来た
シール力、密着力の向上のための工夫等、金属加工とは違う視点での設計、製作を経験出来た
- 特殊な形状の機械加工に対応した治具を活用した加工手順が確立出来た
半円形上の材料加工や内テーパ加工といった様々な形状への製作手法を検討、解決しながら装置製作を行なうことが出来た。
- 今後の課題
より小さいテーパ孔加工の検討



低雑音重力センサーの装置部品の製作

○前田 泰明

東北大学電気通信研究所 研究基盤技術センター

1. はじめに

本工作部では研究室からの依頼により、様々な実験装置・器具の製作を行っている。1つの依頼につき1人の職員が完成まで担当しているため、各職員は旋盤やフライス盤の操作や溶接作業など、製作工程の全てに精通している必要がある。さらに、作ろうとしている実験機器の用途や目的についても十分把握する必要がある。そのため、実験機器を使用する研究者との連携も緊密に行っている。

その中でも本研究所の量子光情報工学研究室で行われている実験に、多くの装置を製作してきたので、いくつかを紹介する。

2. 概要

本研究所の量子光情報工学研究室では、微小な重力の測定を可能にする小型超低雑音センサーの開発を行っている。ファイバ（石英の細線）で懸架された7mgの鏡の振動を1秒の測定時間で 10^{-14}m 程度の分解能で読み取れる測定器である。これは100mgの物体が懸架鏡から数mm離れたところで振動したときの重力変化をとらえることができる性能である。従来の実験では重力と量子状態は異なる実験で検証されてきたが、mgスケールにおける重力測定が可能であることを実証することに成功し、mgスケールにおける量子状態制御が将来的に可能であることを示した。

実験装置は測定の雑音を低減するために、多段防振装置が、ダンピングマスや防振ばねを用いて構築されている。最も振動が小さくなる板の上に光共振器とレーザー光の安定化システムが構築されている。

本ポスターではダンピングマスのダンパーと、ファイバの加工から懸架に至るまでに用いるホルダーなどの製作品について紹介する。

3. 装置部品の製作

3.1 ダンパーの製作

実験における測定の雑音を低減するために多段防振装置上に実験系が構築されている。防振のために製作したダンパーについて述べる。ステンレス製 $\phi 675$ のリング（図1）と無酸素銅製 $\phi 750$ のリング（図2）の二本を作製した。一本のものとして加工することは当工場ではできないため、両方とも図2のように三分割にて製作している。

加工はNCフライス盤を用いて製作を行った。製品と干渉がない部分に穴を開け、ねじ止めを行った。さらにクランプを用いて固定した。最初に外周部分をフライスの円弧機能を用いて切削加工した。銅は1mmずつ、ステンレスは0.5mmずつ加工した。内径部分も外周部分と同様に切削加工した。最後に接続部付近をフライスの角度機能を用いて切削を行った。固定に関しては、主軸や刃物と干渉なく、しっかり固定するのに苦慮した。

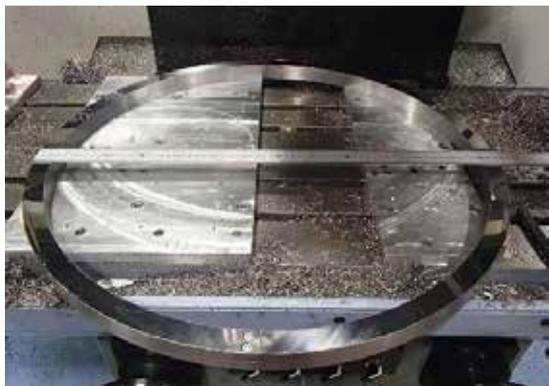


図1 ステンレス製ダンパー



図2 無酸素銅製ダンパー（3分割）

3.2 ファイバ加工の流れと製作した治具

まず、ファイバをバーナーで熱して線径1 μm まで伸ばしていく。その際にブレッドボード上に置かれたファイバマウントを用いて伸ばしていく。製作の際には平行をとることが大切であるとの要望があり、ブレッドボード上に部品を載せて、ファイバマウントを仕上げた。また、マウントする浅い溝をボールエンドミルで作製した。

伸ばしたファイバを顕微鏡で確認する際には、シリカファイバマウントを用いている。アルミとテフロンでファイバをクランプする。実験で使用するのは5cmほどである。土台部もアルミ製で目盛りを振ってある。目盛り部分は外側から内側に向かって線を引くように作製した。また、何度かアルマイト加工したものに目盛りの加工も行った。

ファイバをマウントし、シリカのミラーに接着する際にファイバ治具を用いる。T字とL字の形状の治具を組み合わせてクランプしていく。実験の中で形状を少し変更したり、材質を変えたりしながら行った。ステンレスやアルミ、スーパーインバーなどで製作した。とりわけスーパーインバーは温度変化による熱膨張が小さい優れた機能をもった素材であるが、切削性はステンレスよりも悪く、穴あけやねじ切りはより慎重に行った。

ミラーをファイバに接着した後に、T字部品をファイバとミラーが接着されている状態で半円柱状のホルダーにマウントする。T字部品やL字部品はファイバ治具にもファイバホルダどちらにも入るように調整しつつ加工した。

図3は半円柱状のホルダーが組み込まれている実験装置の中心部分である。また紹介できなかったが、他にも多くの部品や装置を製作した。

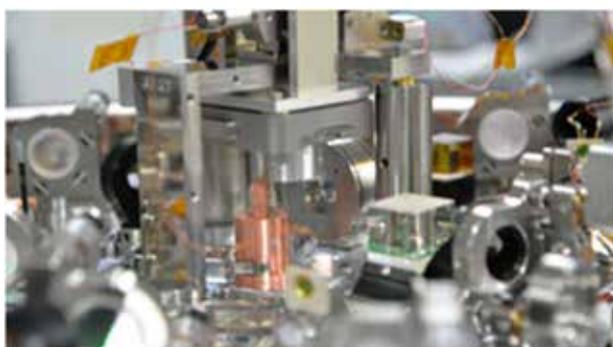
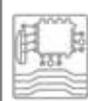


図3 実験装置の中心部

4. まとめ

一つの研究に対して多くの製作に携わらせていただいた。ここでは紹介しきれないほど多くの実験部品を作らせていただいた。それにより、研究室との連携がいかに大切であるかということ、身をもって学ぶことができた。また、紹介したものの中には、採用されてから3年目から4年目にかけて製作したものもあり、スキルアップにもなったと感じている。これからも実験自体の精度を上げていく必要があることを聞いているので、さらなるスキルアップと研究室との連携を密にしていき、よりよいサービスを提供したい。



低雑音重力センサーの装置部品の製作

前田 泰明

東北大学電気通信研究所 研究基盤技術センター

はじめに

本工作部では研究室からの依頼により、様々な実験装置・器具の製作を行っている。1つの依頼につき1人の職員が完成まで担当しているため、各職員は旋盤やフライスの操作や溶接作業など、製作工程の全てに精通している必要がある。さらに、作ろうとしている実験機器の用途や目的についても十分把握する必要がある。そのため、実験機器を使用する研究者との連携も緊密に行っている。

その中でも本研究所の量子光情報工学研究室で行われている実験に、多くの装置を製作してきたので、いくつかを紹介する。

概要

本研究の量子光情報工学研究室では、微小な重力の測定を可能にする小型超伝導重力センサーの開発を行っている。ファイバ（石英の繊維）で懸架された7mgの錘の揺動を1秒の測定周期で10⁻¹¹m程度の分解能で読み取れる測定器である。これは100mgの物体が懸架部から数mm離れたところで揺動したときの重力変化をとらえることができる性能である。

従来の実験では重力と量子状態は異なる実験で検証されてきたが、mgスケールにおける重力測定が可能であることを実現することに成功し、mgスケールにおける量子状態制御が将来的に可能であることを示した。

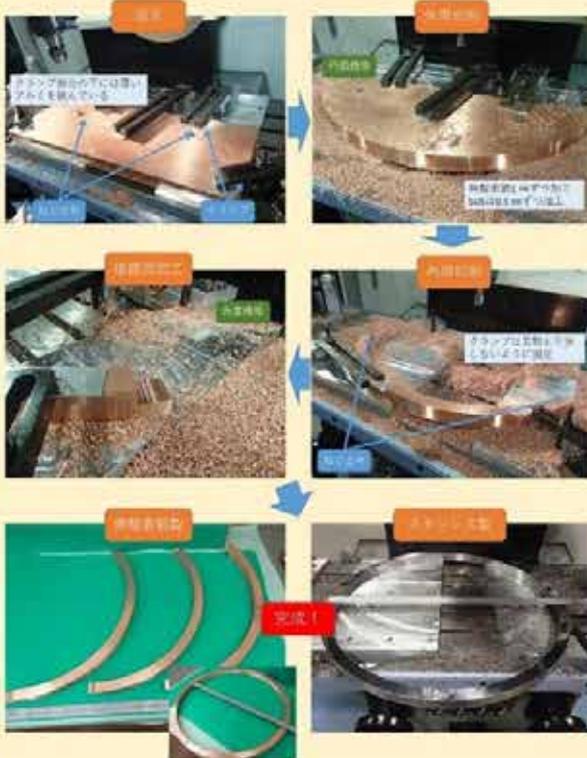
右図は装置の全体図である。測定の際の雑音を低減するために、半段防振装置が、ダンピングマスや防振ばねを用いて構築されている。最も揺動が小さくなる部分の上に光共振器とレーザー光の安定化システムが構築されている。

ダンピングマスを構成するダンパーと、ファイバの加工から懸架に至るまでに用いる治具等について紹介する。



ダンパーの製作

防振装置のダンピングマスの部分を構成しているダンパーの製作について紹介する。ステンレス製φ675mmのリングと無縁金剛石φ750mmのリングの二本を製作した。単一部分で加工することは加工工場ではできないため、三分割にて製作した。枚厚もそれぞれ、30mm、25mmであり、径も700mm×250mmほどのものから製作した。



使用機械

静岡精工製
NCフライス R-SVN



使用工具

タンガロイ製
シャンク EVAT06
インサート AVGT-MI



ファイバ固定治具の製作



ファイバを伸ばす
ブレッドボード(1)とファイバマウント(2)である。赤線はファイバを表しており、バーナーで熱しながら、繊維を1mmまで伸ばしていく。
製作は丁寧をとることが重要であり、ブレッドボードを製作した際、ブレッドボード上に部品を載せて、その上でファイバマウントを仕上げた。またマウントする浅い溝をボールエンドミルで製作した。



ファイバの固定
バーナーで伸ばしたファイバをマウントして、顕微鏡を用いて測定を行う。その際にマウントする治具である。
アルミニウムでファイバをクランプする。50mmほどを調整して使用する。上下部分もアルミ製で非線形部分に目盛りをボールエンドミルで加工する。目盛り部分は外側から内側に向かって線を引くようにプログラムを作成した。また、側面をアルミ加工したものに目盛りの加工も行った。



ファイバとレーザーの接着
ファイバをマウントし、シリカのミラーに接着する際に用いるファイバ治具である。形状を少し変更したり、材質を変えながら行った。図はスーパーインバー製の治具である。
スーパーインバーは湿度変化による熱膨張が小さくなる優れた機能を持った材料である。一方切削性はステンレスよりも難しく、穴あけやねじ切りは、より慎重に行った。



ホルダーにマウント
ファイバ治具に固定されている下部部品を外し、半円柱状のホルダーにマウントする。下部部品や上部部品はファイバ治具にもフックホルダーもちらちらにも入るように調整しつつ加工した。また製作は削り出し盤を用いて加工している。



装置内部の写真である。中心付近に半円柱状のホルダーがあり、そこから懸架されている様子が見える。この中にはあるが装置以外の多くの器具も本工場で作成した。

まとめ

一つの研究に対して多くの製作に携わらせていただいた。ここでは紹介しきれないほど多くの実験部品を作らせていただいた。それにより、研究室との連携がいかにか大切であるかを身をもって学ぶことができた。また、紹介したものの中には、3年目から4年目にかけて製作したものも多くあり、スキルアップにもなったと感じている。これからも実験自体の精度を上げていく必要があることを聞いているので、さらなるスキルアップと研究室との連携を密にしていき、よりよいサービスを提供したい。

X線反射率の小形試料における強度補正

丹野 健徳

東北大学 電気通信研究所 研究基盤技術センター

1. X線反射率法の原理

X線反射率法とは、薄膜の膜厚をサブミクロンからサブナノオーダーで分析する手法である[1-3]。無機/有機、結晶/非結晶を問わず、膜厚・密度・界面粗さを非破壊で評価できる。測定した反射X線強度と薄膜の構造モデルから計算されるシミュレーション値とを比較・最適化することで、パラメータである膜厚・密度・界面粗さを決定する。

X線反射率法の原理は以下の通りである。薄膜（または多層膜）にX線が非常に低角度で入射すると、X線が薄膜の最表面で全反射を起こす。入射角と出射角が等しい鏡面反射条件を保ちながら、角度を走査して反射X線強度を測定すると、薄膜の密度に起因したある角度（臨界角）を越えるとX線の一部が薄膜内部に屈折して潜り込み反射X線強度が低下する。

次に、図1に示すように潜り込んだX線は、下部層の界面で反射して表面へと出射される。薄膜の膜厚を d 、密度の関数である複素屈折率を \tilde{n}_1 としたとき、光路差 $2\tilde{n}_1 d \sin \alpha_1$ による位相差が生じて、振幅 \tilde{E} が変化する。さらに、最表面での反射成分と下部界面での反射成分とが干渉を起こすため、反射X線強度に特有の振動が生じる。また、界面に凹凸などの粗さがある場合がほとんどであり、粗さによってX線の散乱が起きて反射X線強度が減衰する。

X線反射率法で得られるプロファイルの例として、Si基板上にAuを膜厚5, 20 nm、各界面の粗さ0.2, 0.5 nmと仮定した場合のシミュレーションを図2に示す。膜厚が厚いと周期の短い振動、逆に薄いと周期の長い振動になる。そのため、膜が薄くなるほど長周期の振動を検出するために、広い角度範囲を高強度で測定する必要がある。

2. 試料測定時の問題点とその解決方法

X線反射率法で測定する入射角度 α の範囲は、 0° 近傍から 5° 程度までである。試料への入射幅 W mmのX線は、試料表面において式(1)に従って照射幅 x_1 mmが広がってしまう[1]。

$$x_1 = \frac{W}{\sin \alpha} \quad (1)$$

例えば、Siの臨界角である 0.2° において、スリットでX線幅を 0.05 mmに制限したとしても、照射幅は約 14.3 mmまで広がるので、小形試料の場合ではX線が試料からはみ出してしまふ恐れがある。そのため、X線のはみ出しによって低下した反射X線強度の補正式として、式(2)が挙げられている[1]。ここで、試料の入射X線方向の長さを l として、X線強度がその幅の中で一様な強度分布を持つと仮定しており、測定された反射X線強度 I から補正された反射X線強度 I_c が求まることになる。

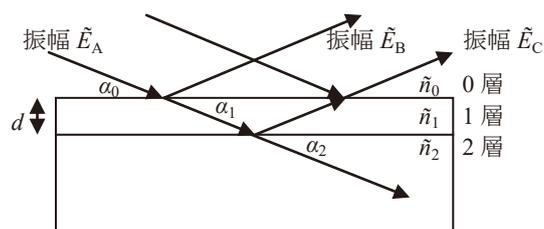


図1 X線が入射した場合の反射と屈折の模式図。ここで、 d は膜厚、 α は斜入射角、 \tilde{n} は複素屈折率、 \tilde{E} はX線の振幅をそれぞれ表す。

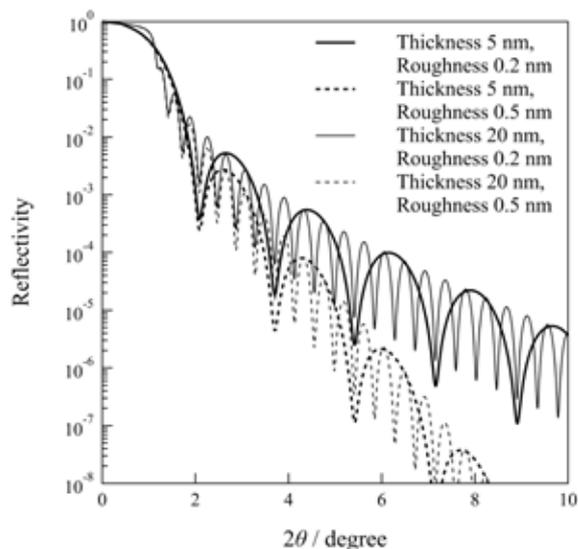


図2 X線反射率のシミュレーション。

$$I_c = \begin{cases} I & (x_1 \leq l) \\ I \times \frac{W}{l \sin \alpha} & (l \leq x_1) \end{cases} \quad (2)$$

しかしながら、上記の式(1)と式(2)では、X線の発散が考慮されていない。X線反射率法で用いられる入射X線は、多層膜ミラーや分光結晶などの光学素子を通して平行化されるが、それでもわずかながら発散している。そのため、X線はスリットを通り整形されてから試料まで到達する間に広がる。スリット幅を W mm、スリットから試料間の距離を L mm、発散角を β とすると、発散を考慮したX線の照射幅 x_2 mm は、式(1)を書き換えた式(3)に従って広がる。

$$x_2 = \frac{L \sin \beta + W}{\sin \alpha} \quad (3)$$

X線の広がり、分光結晶を用いて発散角を小さくすることで抑えられる。その一方で、分光結晶によってX線強度が低くなるため、広い角度範囲での高強度の測定が出来なくなる。当センターの装置における光学素子ごとの入射X線強度、発散角と照射幅の関係を表1に示す。表1では、 $W = 0.05$ mm、 $L = 300$ mm、 $\alpha = 0.2^\circ$ として、各値を計算した。成膜装置の都合などから、試料の大きさが $10 \sim 20$ mm 程度に制限されることも多い。そのような小形試料では、ほとんどの光学素子でX線が試料をはみ出してしまい、臨界角近傍の情報が欠落することになる。そこで、欠落した情報を補うために、X線の発散と強度分布とを考慮した新たな補正式を導出した。

表1 光学素子ごとの入射X線強度、発散角、照射幅。

Optical device	Intensity / cps	Divergence angle, β / degree	Irradiation width, x_2 / mm
Confocal multilayer mirror	3.0×10^7	0.03	60
2-bounce Ge220 monochromator	1.5×10^6	0.01	35
4-bounce Ge220 monochromator	1.5×10^5	0.040	20

X線の発散によって、式(2)で仮定したような強度分布ではなくなり、X線の強度分布はX線端部において強度が弱くなる。多層膜ミラー光学素子と Ge(220)×2 結晶分光素子の場合では、図3に示すような台形状の分布を示すと考えられる。この強度分布とX線が照射している面積比を元に補正式を導出すると、式(4)になる。これらの式は、試料の長さが図中の l_1 のとき、(測定強度) × (強度分布曲線下の面積) / (縦線部の面積) を表し、 l_2 のとき、(測定強度) × (強度分布曲線下の面積) / (斜線部の面積) を表している。

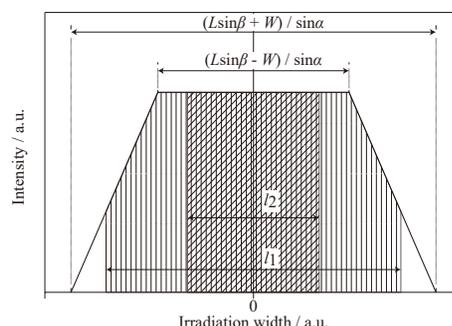


図3 試料上での入射X線の強度分布

$$I_c = \begin{cases} I & (x_2 \leq l) \\ I \times \frac{4WL \sin \beta}{4WL \sin \beta - \sin^2 \alpha (x_2 - l)^2} & (x_2 - \frac{2W}{\sin \alpha} \leq l \leq x_2) \\ I \times \frac{L \sin \beta}{l \sin \alpha} & (l \leq x_2 - \frac{2W}{\sin \alpha}) \end{cases} \quad (4)$$

この導出した反射X線強度の補正式が有効であるかどうかを、実際に測定を行って確認する。

3. 実験方法

X線反射率測定には、薄膜X線回折装置 Rigaku 製 SuperLab を用いた。入射X線の条件は、表1に示した多層膜ミラー光学素子の場合と同じである。測定条件は、 2θ で 0.1° から 10° までの範囲を、 0.01° のステップ、走査速度 $0.01^\circ/\text{min}$ で行った。また、X線反射率の解析には、市販ソフトの Rigaku 製 GlobalFit とフリーソフトの AXRef[4]を併用して行った。

試料は、大気中に長期間放置した Si 基板を用いた。100 mm の長さの試料を切り出して測定した後に、同じ試料から 50 mm の長さの試料を切り出して測定した。さらに、50 mm の試料から 30, 20 mm の長さの試料を切り出して測定した。試料長さ 100 mm の場合は、X線が試料からはみ出さないで反射X線強度の補正は行わない。試料長さ 50~20 mm の場合は、その試料長さに応じた反射X線強度の補正を、式(4)を用いて行った。

4. 結果と考察

図4に、臨界角近傍における長さ 100 mm および 20 mm の試料から得られた反射X線強度を示す。また、20 mm の試料の反射X線強度に対して、発散を考慮しない式(2)、X線強度分布を考慮しない式(2)と式(3)との畳み込み、および発散とX線強度分布を考慮した式(4)を用いた補正値も同じ図に示す。

小形試料の測定結果では、臨界角近傍で反射X線強度の低下が起きている。発散を考慮しない式(2)を用いた場合では、 0.3° 程度までしか補正されず、大形試料での反射X線強度まで達していない。X線強度分布を考慮しない式(2)と式(3)との畳み込みを用いた場合では、反射X線強度は補正されているが、 1.2° 程度まで大形試料の場合よりも高強度で推移しており、補正が強すぎるのがわかる。

発散とX線強度分布を考慮した式(4)を用いた場合では、大形試料と同程度に反射X線強度を補正することが分かった。ただし、 0.5° 程度までは若干高強度で推移している。このわずかな強度差の原因として、X線強度分布と試料の反りなどが考えられる。X線強度分布を図3の形状と仮定したが、実際には例えばガウス分布やその畳み込みなどの形状で表されると思われる。

また、試料を固定した応力による歪みや、試料が平坦ではなく反っているため、X線が遮られたり、反射方向が変わったりして反射X線強度が低くなることもあり得る[1]。実際に、長さ 100 mm の試料において、試料の反りによるものと考えられる強度低下を確認している。検出器を臨界角位置に固定して、試料のみを回転させて測定したロッキングカーブ測定結果を図5に示す。通常のロッキングカーブ測定結果は正規分布に従うが、100 mm の試料では中心部で強度が低下しているのがわかる。

X線強度分布や試料の反りの影響を改善することが出来れば、今回の仮定よりもさらに確かな補正が実現できると考えられる。

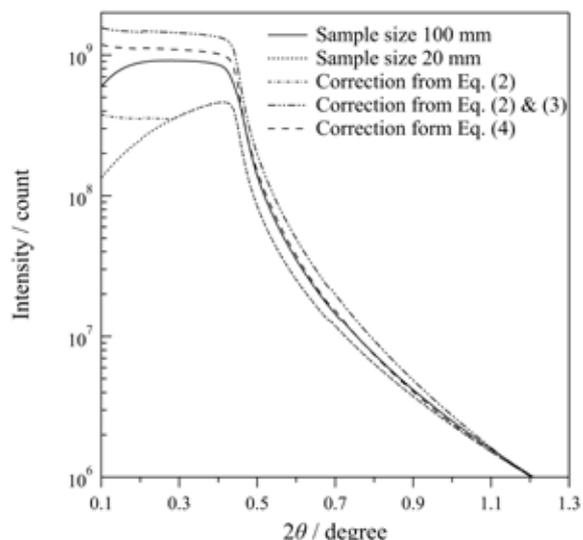


図4 臨界角近傍における反射X線強度。実線が 100 mm の試料、点線が 20 mm の試料の結果。一点鎖線が式(2)、二点鎖線が式(2)と式(3)との畳み込み、破線が式(4)を用いた補正値。

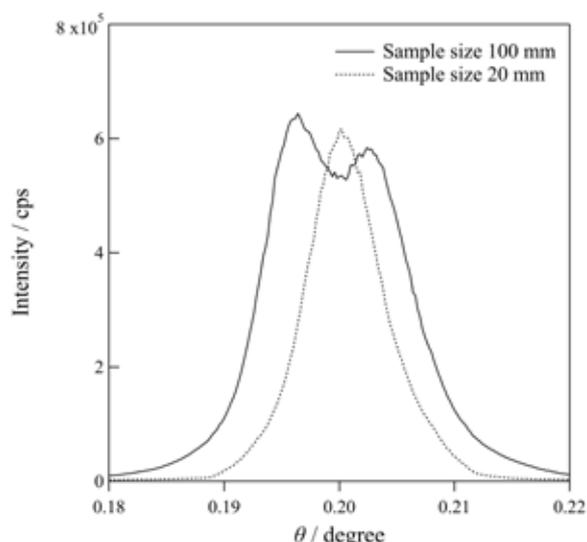


図5 臨界角におけるロッキングカーブ。実線が 100 mm の試料、点線が 20 mm の試料。



図6に測定したX線反射率とその解析結果を示す。構造モデルとしてSi基板上にSiO₂層と、最表面に低密度層が存在する構造を仮定して、X線反射率のフィッティングを実施した。図6(a)に示した100 mmの試料では、測定結果と解析結果とが同じに見えるほどよく一致していることがわかる。

次に、SiとSiO₂層の膜厚、密度、粗さの値を100 mmの試料での解析値に固定して、他の試料での測定結果と補正值に対してもフィッティングを実施した。これらの結果を表2にまとめた。最表面層の膜厚、密度、粗さは、同一試料から切り出したにもかかわらず異なり、図6に示したように100 mmと20 mmとではプロファイル形状も異なっている。X線反射率法では、X線が照射された範囲の平均値が情報として得られる。膜構造が局所的に異なり、大形試料と小形試料とで測定結果が異なると考えられる。

フィッティングの信頼性を表す指標がR因子と χ^2 値である。補正前と補正後とに対してフィッティングした結果を比較すると、特に30 mmと20 mmの試料でR因子と χ^2 値が有意に下がり、大形試料と同程度かそれ以上に解析精度が上がった。図6(b)と(c)とを比較すると、0~4°の範囲でのフィッティングが補正後に一致するようになったことがわかる。また、膜厚、密度、粗さの誤差についても、補正後の値の方が小さくなっている。X線の発散と強度分布を考慮した補正関数を用いることで、小形試料の測定でも十分な解析精度が得られることが分かった。

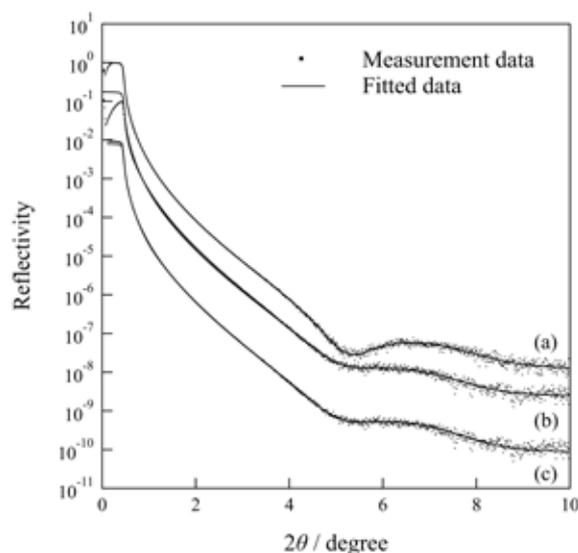


図6 (a)100 mmの試料、(b)20 mmの試料、(c)補正した20 mmの試料でのX線反射率の測定結果と解析結果。点は測定結果、実線は解析結果を表し、反射率は見やすさのために一桁ずつずらして表示した。

表2 フィッティングで得られた膜厚、密度、粗さ。括弧内の値は誤差を表す。

Sample size / mm	Si substrate	SiO ₂ layer	Contamination layer			R factor	χ^2 value
			Thickness / nm	Density / g·cm ⁻³	Roughness / nm		
100			0.8612 (10)	0.872 (4)	0.2476 (19)	0.010	0.00401
50		Thickness = 1.636 nm	0.9014 (12)	0.874 (5)	0.2760 (20)	0.010	0.00437
Corrected 50	Density = 2.33 g·cm ⁻³		0.9012 (12)	0.886 (5)	0.2810 (20)	0.010	0.00407
30		Density = 2.26 g·cm ⁻³	0.8750 (13)	0.817 (5)	0.2430 (20)	0.012	0.00510
Corrected 30	Roughness = 0.111 nm		0.8747 (10)	0.848 (4)	0.2553 (19)	0.009	0.00354
20		Roughness = 0.321 nm	0.8800 (20)	0.794 (9)	0.2820 (40)	0.015	0.00846
Corrected 20			0.8823 (15)	0.847 (6)	0.2950 (30)	0.011	0.00476

5. まとめ

X線反射率法において、試料からX線がはみ出して反射X線強度が低下する小形試料では、解析精度が低下する。しかし、X線の発散と強度分布を考慮した補正を行うことで、小形試料でも大形試料と同程度の解析精度が得られることが分かった。さらに、実際のX線強度分布や試料の反りの影響についても改善を行えば、より確かな補正となり精度の高い解析を実現できる可能性も示された。

参考文献

- [1] 桜井健次編, X線反射率法入門, 講談社 (2009).
- [2] 小島勇夫, リガクジャーナル, **30**, 2, 4-13 (1999).
- [3] 八坂美穂, リガクジャーナル, **40**, 2, 1-9 (2009).
- [4] 土井修一, SUNBEAM Annual Report with Research Results, **8**, 13-16 (2018).

～電子線描画装置の運用～

電子回路・測定・実験群 令和元年度第1回技術研修

電気通信研究所 森田 伊織

令和元年度第1回技術研修資料 1

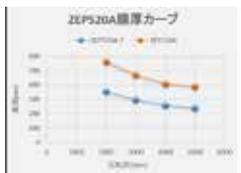
フォトリソグラフィ技術 (光リソグラフィ)



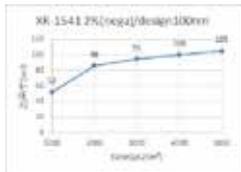
材料にフォトレジスト（感光性物質、ポジ型/ネガ型）を塗布し、マスクパターンを露光し、現像して余分な部分のフォトレジストを除去することによって、露光した部分と露光しなかった部分でパターンを形成する技術。フォトリソグラフィは何らかの構造を形成する為に欠かせない技術であり、デバイスを作製するには数回のリソグラフィ工程が必要になる。

令和元年度第1回技術研修資料 10

微細加工の条件だし (レジスト膜厚・ドーズ量)

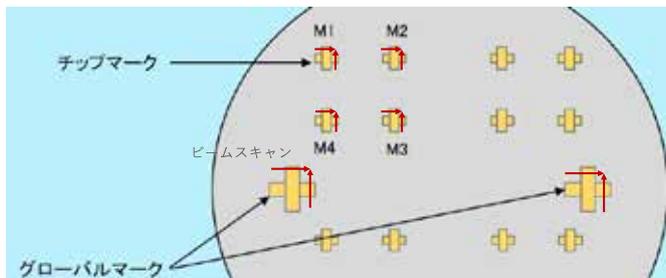


- 【念頭に置くこと】
- 描画する最小線幅に応じた膜厚の設定が必要。
 - 線幅1：レジスト膜厚4程度 (EBネガレジスト)
 - (パターン倒れ、流れ対策)
 - 次のプロセスに必要な膜厚は確保
 - (エッチング耐性、リフトオフ法：成膜膜厚の2倍)
- 10nm設計では、数nmの制御が必要。



- ドーズ量：単位面積当たりの電子線照射量
 - 一般的に $\mu\text{C}/\text{cm}^2$ で表される。
 - 高いドーズ量は線幅が広がり、低いドーズ量は線幅が細る

令和元年度第1回技術研修資料 20



重ね合わせ描画概説

重ね合わせ描画は、材料上のアライメントマークを基準にして行う。マークはグローバルマークとチップマークの2種類があり、グローバルマークは材料位置のシフト量、回転、伸縮量を求め(グローバルアライメント)、チップマークは描画領域(チップ)の材料歪み形状を求める。(チップアライメント)

令和元年度第1回技術研修資料 24

昨年度の活動



機械工作技術
120件の依頼工作を提供
(約15%は所外から依頼)



電子線リソグラフィ
141件の描画サービス
25件のフォトマスク提供
クリーンルーム運転管理



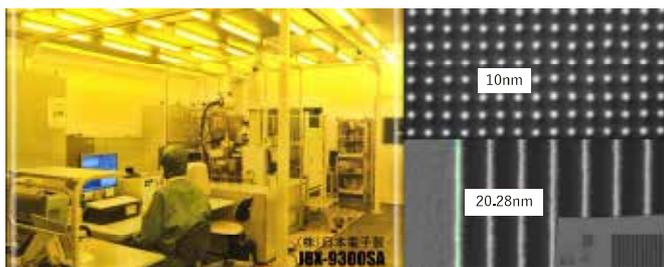
共通利用計測機器の提供
(22研究室が利用し、
使用時間は7385時間)
・ガラス工作技術
・薬剤の供給
・研究所の安全管理
(事務部、安全衛生管理室
と連携)



所内ネットワークの運営
共通利用の情報機器の
管理
(やわらかい情報システム
センターと連携)
・知的財産権の出願に係る
相談対応 (事務部と連携)

技術職員数：14名(電子回路・測定・実験群：2名)

令和元年度第1回技術研修資料 5



日本電子製 JBX-9300SA

2004年納入以降、専従の技術職員を配置し運用。
(現在は3名体制)
主に施設常駐の研究室に利用されてきた。

令和元年度第1回技術研修資料 13



まとめ

- 微細なレジストパターン加工が可能です。
- 精度の高い重ね合わせ描画も可能です。
- 随時、ニーズに沿った描画テストを行います。

令和元年度第1回技術研修資料 33



受賞報告一覧

対象期間：2019.4～2020.3

工作部

受賞者：研究基盤技術センター工作部

末永保、阿部健人、前田泰明、関谷佳奈

受賞名：「令和元年度東北大学総長研究支援技術賞」

優れた研究支援を行い研究成果の創出に顕著な貢献があった技術職員を表彰するものです。(東北大学HPから抜粋)

受賞日：2020年3月26日

受賞題目：「樹脂等柔らかい材料の精密加工技術開発と研究機器試作への貢献」

近年急速な進歩を遂げている生物化学的な研究では、化学耐性の高い樹脂材料での精密加工が求められており、要求される精度品質及び特殊形状を実現するためには、工作上の創意工夫が必要ですが、適切な工作手法を開発し、現在まで10年以上に渡り、該当分野の研究成果創出に重要な貢献を成し遂げました。



第四章

社会貢献

業務の専門性を生かして、本業以外にも様々な活動をしています。
例えば、学外の技術者向けに、半導体基礎講座等を行うなど、
学外からの期待も高いです。





半導体基礎講座実施報告

期間：2019年9月24日（火）～11月25日（水）

場所：電気通信研究所 ナノ・スピン実験施設、
研究基盤技術センター

担当：研究基盤技術センター プロセス部 評価部

対象：主に半導体や電子部品等に関わる企業・団体



・半導体基礎講座と半導体プロセス講習会

2015年から初学者を対象とした半導体について学ぶ半導体基礎講座を年3回開催しており、うち1度は学内向けに半導体プロセス講習会を開催し、2度は主に東北域内の企業を対象とした半導体基礎講座を開催している。基盤センターの活動としては、プロセス部と評価部が実技の講師を担当している。企業向けの講座について、受講者の方に意見をお伺いしたところ、社員の研修に適しているとの意見をいただいた。



図 講義（講師は末光眞希先生）と実習の風景

・半導体基礎講座のプロセス立ち上げ

2018年度の半導体基礎講座の実習から、実際に動作するトランジスタを製作し、その製作工程の体験、並びに動作特性を学んでいただくことを目標とした。そのためのプロセス立ち上げをプロセス部が担当したが、トランジスタ特性を示すサンプルが作製できず、講座本番でも特性を見せることができない状況が続いてしまった。この状況を打破するため、ナノ・スピンの実験施設の先生方との協力、研修で学んだ知識、技術の適用を行ってプロセスの改良、不良の原因特性に努めた。その結果、今年度9月にトランジスタ特性を示すサンプル作製に成功し、同月の講座においてトランジスタの動作を学んでいただくことができた。

【講座概要】

講座名：半導体基礎講座

開催場所：東北大学電気通信研究所（仙台市青葉区片平 2-1-1）

開催時期：毎年度9月と3月の計2回

主催：東北大学電気通信研究所ナノ・スピン実験施設、研究基盤技術センター

後援：みやぎ高度電子機械産業振興協議会

定員：各回20名程度（申し込み先着順）

ホームページ：<http://www.nanospin.riec.tohoku.ac.jp>

【半導体を基礎から学べる社会人のための半導体基礎講座 紹介動画】

<https://www.youtube.com/watch?v=HbZUGIXDWW8>

または、【東北大学 半導体基礎講座】でweb検索してください。



日時 令和元年 9月24日(火)～25日(水)

会場 東北大学電気通信研究所(仙台市青葉区片平二丁目1-1)

主催 東北大学電気通信研究所 ナノ・スピンの実験施設, 研究基盤技術センター

後援 みやぎ高度電子機械産業振興協議会

半導体ってなんだ？

半導体や電子部品等に関わる企業・団体の皆様を対象として、半導体技術の基本について学ぶ基礎講座を開催いたします。

- エッチング、フォトリソグラフィー等の原理を“講義”と“実習”で学ぶことができます。
- 研究所が持つ最新の計測機器・技術について、“実習”を交えて学ぶことができます。

- 実習時間確保のため、少人数グループで運営します。
- グループ分けは受講決定後にご連絡いたします。

参加費1万円

当日会場にてお支払い頂きます

日	時間	Aグループ	Bグループ
24日 (火)	午前	【講義】①MOSTランジスタと半導体プロセス, ②実習内容の概要 半導体の歴史から、原理、プロセスまでをわかりやすくご説明いたします。	
	午後	【実習】フォトリソグラフィー, SiO ₂ エッチング, Al成膜、電気特性評価等	【実習】走査型電子顕微鏡及びX線回折法の概略説明と実習
25日 (水)	午前	半導体のプロセスを体験できます。 ※クリーンルーム内での実習	【実習】フォトリソグラフィー, SiO ₂ エッチング, Al成膜、電気特性評価等
	午後	【実習】走査型電子顕微鏡及びX線回折法の概略説明と実習	半導体のプロセスを体験できます。 ※クリーンルーム内での実習

■ 申込方法:裏面の参加申込書に必要事項をご記入の上, FAXまたはE-mailにてお申込みください。
FAX:022-217-5565 E-mail:riyou@nanospin.riec.tohoku.ac.jp

■ 申込締切: **令和元年9月4日(水)**
(定員に達し次第、申込を終了させていただきます。)

■ お問い合わせ先: 東北大学 電気通信研究所 ナノ・スピンの実験施設 共通部 TEL:022-217-5563
■ ホームページ: <http://www.nanospin.riec.tohoku.ac.jp/index-j.html>
■ 次回開催予定: 令和2年3月頃



中学生職場体験実施報告

期間：2019年11月19日（火）～11月21日（木）

場所：研究基盤技術センター

担当：11月19日：安全衛生管理室（安全教育） 工作部

11月20日：プロセス部（ナノスピンの実験施設）

11月21日：評価部 情報技術部（FIR） 報告会

対象中学生：仙台市立袋原中学校 2年生 3名



【ガイダンス資料】

2019年11月19日～21日

東北大学 電気通信研究所 研究基盤技術センター職場体験
(袋原中学校)

概要：・東北大学電気通信研究所の研究基盤技術センターが提供している業務を体験してもらいます。ここでは、(1) 旋盤等を用いた機械工作による実験装置等の試作、(2) 電子顕微鏡等の材料評価分析機器ならびに関連技術の提供、(3) 半導体微細加工プロセスに必要な電子ビーム露光機等の機器ならびに関連技術の提供、(4) ネットワーク設備の保守・改良や、メール・サーバーや計算機等の機器の提供・管理です。

配付資料： ガイダンス時 電気通信研究所要覧
各部での職場体験時 各部から提供される資料

確認・注意事項：

- (1) 服装：運動着（ジャージ）。必要であれば更衣場所を提供してください。
- (2) 持ち物：筆記用具、職場体験のしおり、昼食。昼食場所を提供してください。飲み物については不明なので、可能な範囲でご対応をお願いします。
- (3) 1日のスケジュールは開始を9時、終了は15時とします。
- (4) 1日の終わりに「活動の記録」を作成するよう指導してください。また、各部の担当者の方にはコメントの記入をお願いします。
- (5) 所内での移動や休憩時間での過ごし方、あるいは災害時の避難も想定に含め、安全について十分ご配慮ください。体調不良についても適切なご対応をお願いします。

スケジュール

11月19日（火） 工作部での業務体験とガイダンス

- 8:50 本館総務前に集合後、工作部に移動 ※工作部で出迎えをお願いします
- 9:00 職場体験開始（工作部）※最初に安全上の注意をお伝えください。
- 12:00 昼休み
- 13:00 職場体験再開（工作部）
- 14:00 ガイダンスと安全教育（技術室、担当：佐藤（茂）、佐藤（信））
- 14:30 「活動の記録」の作成（技術室）
- 15:00 終了

11月20日（水） ナノ・スピン棟での業務体験

- 8:50 本館総務前に集合後、ナノ・スピン棟に移動
※プロセス部で出迎えをお願いします。
- 9:00 職場体験開始（ナノ・スピン棟）※最初に安全上の注意をお伝えください。
- 12:00 昼休み
- 13:00 職場体験再開（ナノ・スピン棟）
- 14:30 「活動の記録」の作成
- 15:00 終了

11月21日（水） 評価部と FIR での業務体験

- 8:50 本館総務前に集合後、評価部に移動
※評価部で出迎えをお願いします。
- 9:00 職場体験開始（評価部）※最初に安全上の注意をお伝えください。
- 12:00 昼休み（評価部）
- 13:00 FIR に移動 ※情報技術部で出迎えをお願いします。
- 13:05 職場体験開始（FIR）
- 14:15 「活動の記録」の作成
- 14:45 活動報告（M208） ※センター長、技術長、グループ長あるいは担当者
- 15:50 終了

【工作部】 実施日：2019年11月19日

工作部での職場体験の内容を検討する際に「触ったことのない道具や機械の使い方を知る」というテーマを決め、その上で手作業とNCフライス、2方向からのアプローチによる文鎮の加工実習を行なった。

午前中の手作業を始めるにあたり、ノギスの紹介をし、測り方、目盛りの読み方、その精度について文鎮の部品を題材とした問題形式で説明した。定規等に比べて更に高い精度で物の長さを測定が出来るノギスに関心を持って貰うことが出来た。次に文鎮の部品でヤスリを使った仕上げ加工、タップを使った持ち手固定のためのネジ穴開け加工を行なった。

タップドリルを下穴に対して垂直に保ちながらハンドルを押し回す作業は難しかったようで、3人ともやや苦戦しながら作業を行っていた。

午後はNCフライスを使用して、完成した文鎮に参加者の名前を彫り込む作業を行なった。時間の都合上、加工プログラムは予め工作部で作成したもので、実習ではフライスへの文鎮のセッティングと数学の座標の話も交えながら数値入力を行なった。最初はハンドルを動かすのも恐る恐るでしたが飲み込みが早く、条件入力後加工中の様子やコンソール画面を見比べながら入力した数値の意味やプログラムについても説明をした。

3人とも「もの作り」に関心が高く少し退屈な内容かと不安だったが、皆真剣に取り組んでくれ、文鎮を完成させることが出来た。今回の実習が進路等を考える機会となれば嬉しい。

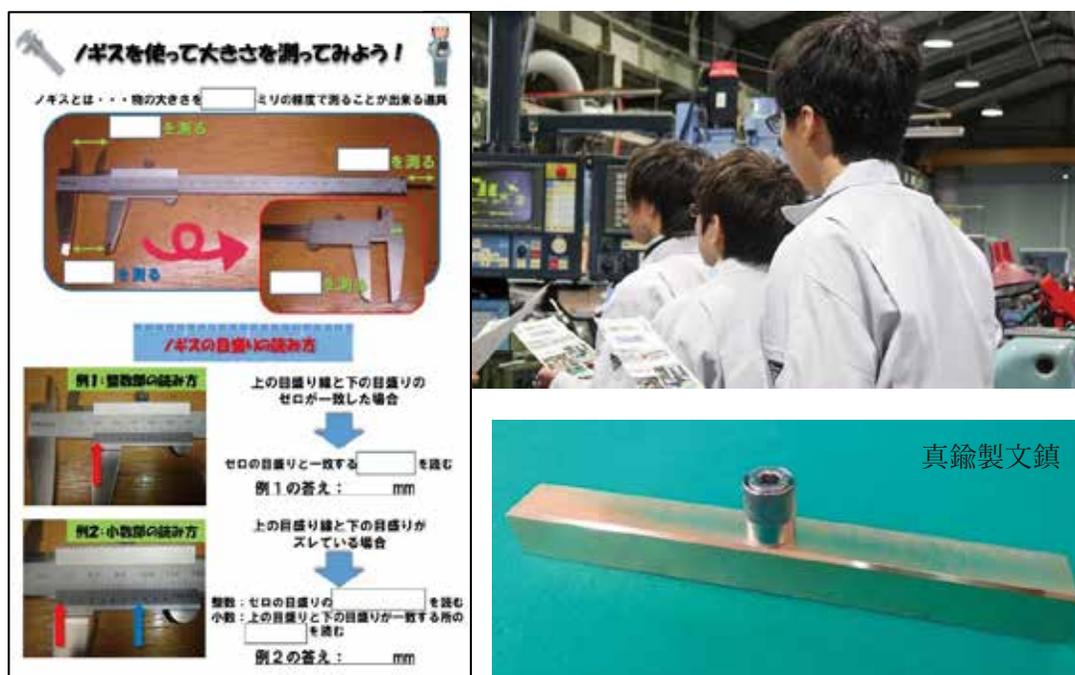


図1 実習資料（教材）と実習中の様子



【プロセス部】 実施期間：2019年11月20日

体験学習2日目はプロセス部が担当し、当部の中核であるリソグラフィ技術の体験、クリーンルームの体験を中心に実施した。実施プログラムは下記の通り。

9:00 ～ 9:40 施設・業務紹介、クリーンルーム解説
9:40 ～ 10:30 フォトマスク設計体験
10:30 ～ 12:00 リソグラフィ技術体験
12:00 ～ 13:00 昼休み
13:00 ～ 14:30 設備点検・管理業務体験
14:30 ～ 15:00 報告書作成

参加した中学生3名はいずれも理系分野への興味関心が強く、体験した技術や装置についてより理解を深めようと質問を重ねながら実習に取り組んでいた。最初に実施したフォトマスク設計では、CADの使用経験がある学生がいたこともあり、短時間ながら精巧な図面を作成していた。またクリーンルームやその中の装置群を見学・体験した際には、これまで見たことのない本格的な研究設備に触れ、自身が興味を持つ分野への活かし方を考え質問するなど、意欲的に実習に取り組む姿が見受けられた。

実習全体を通して、微細加工技術や、研究技術提供・設備管理など、通研以外では体験しにくい内容を提供することができた。今回の体験学習が中学生の今後の学習、分野選択などの際の一助となればと考えている。



図2 フォトマスク設計実習の様子

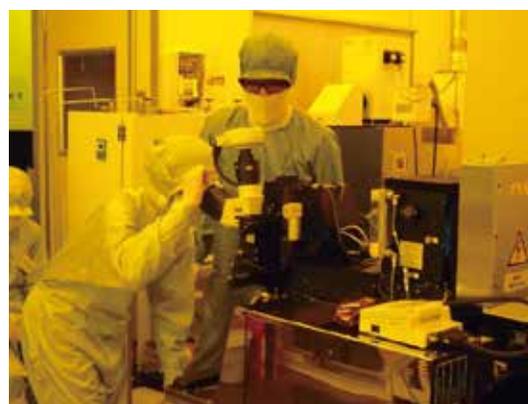


図3 クリーンルーム内での装置実習



【評価部】 実施期間：2019年11月21日

評価部では11月21日の午前中に中学生の職場体験を実施した。内容は走査型電子顕微鏡 (SEM) と付属のエネルギー分散型元素分析装置 (EDX) を操作し、基板の表面観察と組成分析を行うことで評価部の業務の一部を体験するものである。

SEM の観察はプロセス部の職員が微細パターンを製作したシリコン基板を使用した。基板上に描画された設計値 100, 50, 40, 30, 20, 10nm 幅の線と設計値 100, 50, 40 nm の点を観察し、測長機能を使ってパターンのサイズが設計通りであるか確認するという作業を行った。EDX ではアルミとシリコンの酸化膜があるシリコン基板の組成分析を行った。SEM、EDX の原理は中学生には難しいものであるため、簡略した概要を説明した。

参加者は PC で操作ができる SEM や EDX に触れることに抵抗はなく、3人全員でパターンの観察と測長を終えることができた。EDX では元素記号を学校で習っていたようで、スペクトル上表示された元素記号に興味を持ち、積極的に分析を行っていた。SEM と EDX の参加者の反応に差があったため、SEM の面白さを伝えるために、SEM のサンプルを基板からアリに変えたところ、3人とも SEM の機能や操作の簡便性を理解できた様子で、SEM でも積極的に見たい視野を探し、観察や測長を行っていた。

中学生にとって、通研で使用するサンプルは普段の生活から遠く、理解が難しい場合があるため、身近にあるもの、学校で学習していることをきっかけにすると通研の研究や技術職員の業務について理解してもらえるのではないかと感じた。

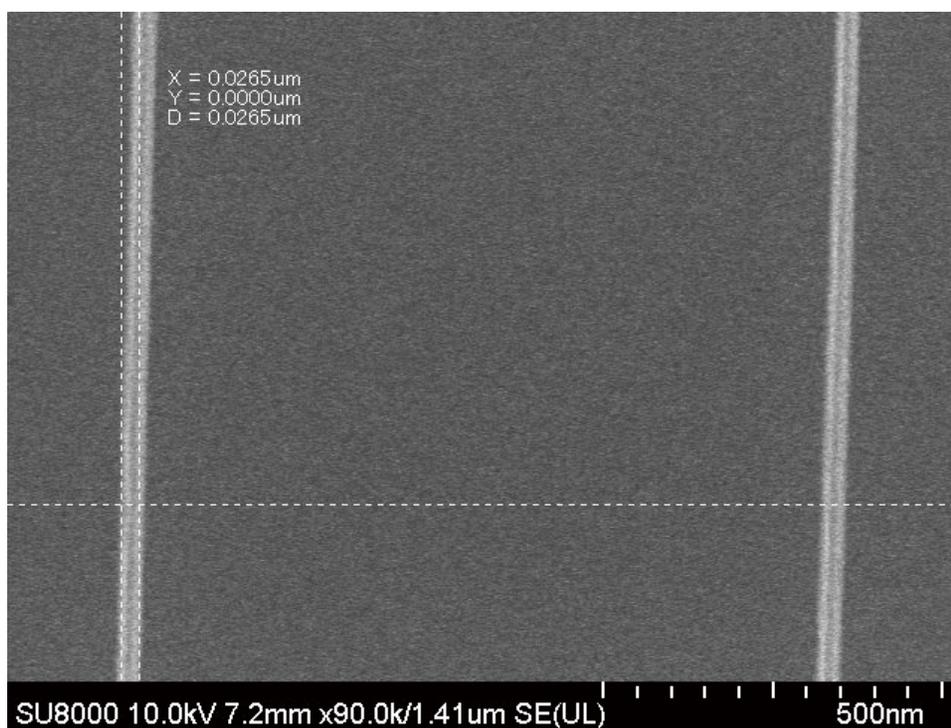


図4 微細パターンの観察実施例 (幅 20nm の線)



【情報技術部】 実施期間：2019年11月21日

情報技術部の職場体験学習は、1時間30分程の限られた時間だったので、実業務に近い機器操作やログファイルの確認などは行わず、説明や見学などを中心に行った。

まず初めに、私の職種であるネットワーク／サーバインフラ管理者の職業の存在を知ってもらうことと関心を高めてもらう為、サーバやルータ、ファイアウォール、スイッチなどの構築・運用・管理・保守の話をした。この仕事は、1日目、2日目に体験した工作部やナノスピンの実験施設のように最先端研究を直接的にサポートする役割ではなく、間接的に研究をサポートする部署であり、仕事で成功しても注目の的になることや喝采を浴びたりすることは少ないが、言わば黒子のような存在である為、意識されないことが仕事の醍醐味であると話をした。

次に、所内のネットワークやメール基盤がどのようなハードウェアを用いて構築されていて、運用・管理されているのかをネットワークノード室やサーバ室の見学を通して、説明を行った。

最後に、身近な情報ネットワーク技術に興味を持ってもらいたい考え、資料を用いて「携帯電話や自宅のインターネットが、どのようにしてつながっているのか？」や「緊急地震速報は、どのようにして配信されているのか？」など身近な事例を元に、仕組みやネットワーク／サーバインフラ管理者の役割などを説明した。

情報技術部の職場体験学習を通して、彼らが将来の職業や進路を考える上で、少しでも助けになれば良いと思う。



【報告会】 実施期間：2019年11月21日

最後に、3日間の職場体験の総括として、報告会を実施した。実習生3名、研究基盤技術センター長、各職場の担当者等、関係者らが集まり、3日間の活動を振り返った。冒頭センター長から談話があり、3名の実習生から各々感想を述べて頂いた。続いて各職場の担当者から講評があり、会を締めくくった。



報告会の様子（実習を終えて）

第五章

技術報告

年度内ということに拘らず、長年をかけて培っていく技術の進歩を
技術職員の視点から報告します。
今回はプロセス部からのご報告になります。





電子線リソグラフィによる極微細パターンの作製に関する概要報告

プロセス部 森田伊織 小野力摩 武者倫正

あらまし

素子の高集積化を進めて行くうえで、材料加工のマスク材となるレジストパターンの極微細化が求められている。電子線リソグラフィによってネガ型電子線レジストである XR-1541（東レダウコーニング社製）を約 30 nm の膜厚に塗布した試料に対して、ドット、ラインパターンの描画条件を調べた。描画可能な最小寸法を確認するため 20 nm から 6 nm までのパターンについて、ドーズ量条件を変化させて描画、現像処理を行い電子顕微鏡でパターンサイズを測長した。この試作において 10 nm 相当のライン、ドットレジストパターンを確認することができたのでここに報告する。

キーワード； 電子線リソグラフィ，極微細化，ディップ現像，近接効果

1 はじめに

電子線リソグラフィは半導体素子を作製するうえで重要な微細パターン形成技術であり、フォトマスクやナノインプリントの原版の作製に使用されるほか、数十、数百 nm のサイズを必要とする素子の試作などに用いられる。素子の高集積化を進めていくうえで、材料加工のマスク材となるレジストパターンの極微細化が求められている。本稿では 10 nm サイズのネガレジストパターンの描画条件について調査結果を報告する。

ため、現像処理はディップ現像とし、乾燥は自然乾燥とした。作製した試料は電子顕微鏡（日本電子製, JSM-7401FT および ZEISS 製 N-Vision40）を用いてパターンを観察した。電子顕微鏡による評価では、レジストパターンのエッジ部が明るく写ってしまうエッジ効果の影響等を考慮して加速電圧を 2 kV 程度の低加速電圧に設定して測長した。

2 実験方法

3 インチシリコン基板上にネガ型電子線レジスト（東レダウコーニング製, XR-1541 2%）を約 30 nm の膜厚でスピコートした試料に、電子線描画装置（図 1，日本電子製, JBX-9300SA）で 20 nm から 2 nm 刻みでサイズを変化させ、最小 6 nm のパターンまで描画した。描画装置の基本仕様を表 1 に、設定条件を表 2 に、レジスト塗布、現像、洗浄の条件を表 3 に示す。ドーズ量は 2,000 から 21,000 $\mu\text{C}/\text{cm}^2$ の範囲で設定した。描画後に TMAH 現像液（NMD-3 2.38%，東京応化工業製）で 4 分間浸漬し、純水でリンスを行い自然乾燥で現像処理を行った。微細なネガレジストパターンは現像処理の過程でパターンが剥離してしまうことがある



図 1 日本電子製 JBX-9300SA

表 1 JBX-9300SA の基本仕様

加速電圧	100 kV
ビーム方式	スポットビーム
最小ビーム径	4 nm
最大走査速度	50 MHz
フィールド接合精度	±20 nm
試料サイズ	5 mm□～300 mmΦ

表2 電子線描画装置の設定条件

加速電圧	100 kV
ビーム電流	100 pA
ビーム径	4 nm
ビーム走査間隔	2 nm
ドーズ量	2,000 ~ 20,000 $\mu\text{C}/\text{cm}^2$

表3 レジスト塗布、現像、洗浄の条件

スピンコート	500 rpm/5 sec, 5,000 rpm/60 sec
現像	NMD-3 2.38% ディップ現像/4 min
リンス	純水をビーカーに溜めた状態で浸漬を30 sec 2回
基板乾燥	基板を立てて自然乾燥

3 実験結果

実験の結果、各種設計サイズについて適切なドーズ量を得ることができた。例えば、ラインパターンはドーズ量 $5,500 \mu\text{C}/\text{cm}^2$ で (図2)、ドットパターンはドーズ量 $20,000 \mu\text{C}/\text{cm}^2$ で (図3) それぞれ設計サイズ 10 nm 相当のネガレジストパターンが得られた。設計通りにパターンサイズが得られるドーズ量は図4の通りである。ただし、設計サイズ 10 nm 以下のドットパターンについてはレジストパターンを確認することができず、また、ラインパターンについては途中でラインが途切れる現象を確認した。

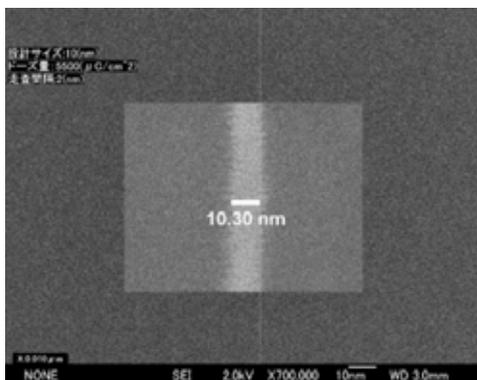
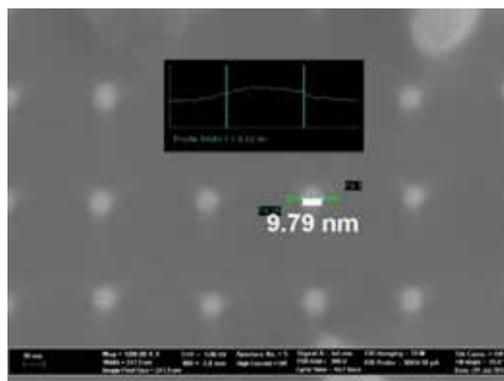
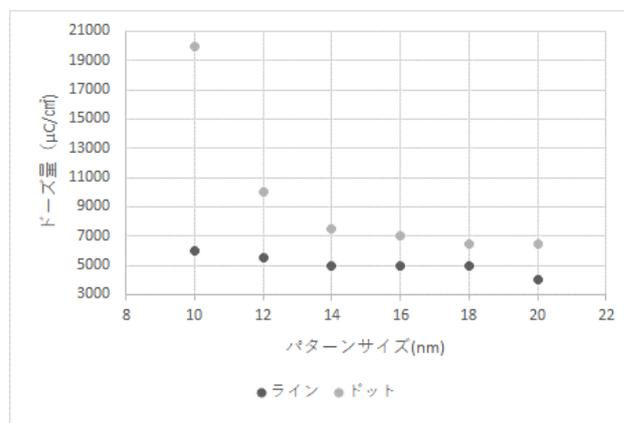
図2 10 nm 幅ライン (ドーズ量 $5,500 \mu\text{C}/\text{cm}^2$)図3 直径 10 nm ドット (ドーズ量 $20,000 \mu\text{C}/\text{cm}^2$)

図4 パターンサイズと必要ドーズ量の関係

ラインパターンとドットパターンで必要なドーズ量が異なるのは、近接効果の影響を受けていることが原因と考えられる。近接効果は、レジスト内で電子ビームが散乱してビーム幅が膨らんでしまう前方散乱と、基板内で電子ビームが散乱する後方散乱が挙げられる。100 kV に設定した描画装置では後方散乱の影響が大きく、おおよそ描画パターンの $50 \mu\text{m}$ 周囲に影響を及ぼす。図5は、電子ビームのエネルギー堆積分布 (図5左) と近接効果補正パターンの図 (図5右) である。電子ビームのエネルギー堆積分布は、パターンが密集している部分はエネルギー堆積がより大きくなる。このため、パターンの場所によってサイズが変動することを考慮する必要があり、描画データの補正が行われる。補正方法は、近接効果シミュレーションのソフトウェアなどを用いて、エネルギー堆積分布に合わせてドーズ量を調整する近接効果

補正データを作成する方法と、パターンサイズが大きくなることが想定される部分の図形をリサイズする方法のどちらかが選ばれる。我々は後者の方法を用いており、図5右に示すような補正を行っている。

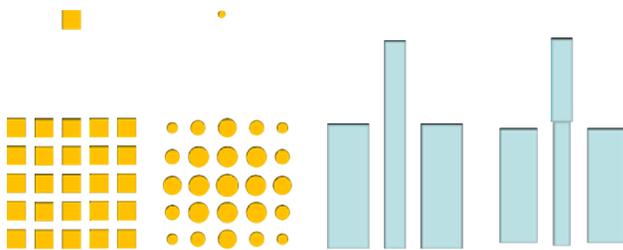


図5 エネルギー堆積分布と近接効果補正パターン

図6は、電子ビーム径を4 nmとし、ビーム走査間隔を2 nmとした時の直径12 nm, 10 nmのドットパターンに照射されるビーム照射位置のシミュレーションの図である。図4に示したドットパターンの12 nmと10 nmでドーズ量が大きく異なる原因は、12 nmではビームが29点照射されるのに対して10 nmでは18点になり、照射点数が減少したことである。すなわち、10 nmドットパターンではドーズ量を大きくする必要があることが分かった。本実験で用いた描画装置では、走査間隔を変えると描画データ全体のビーム照射点数が増減することになるため、各パターンサイズに応じた走査間隔を変えたい場合は描画ジョブファイルを個別に分ける必要がある。

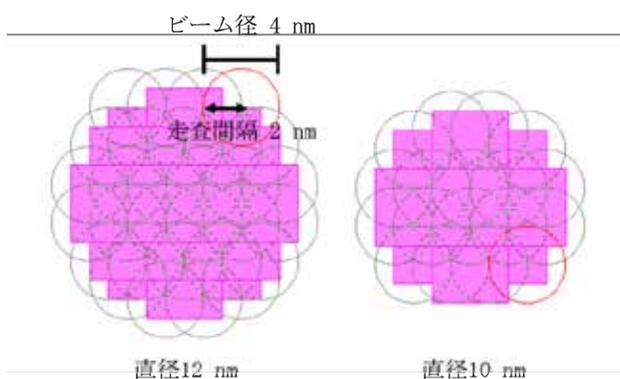


図6 12 nmと10 nmのビーム照射位置

4 まとめ

本調査では、電子線描画装置を用いて膜厚30 nmの電子線ネガレジストで10 nm相当のドット、ラインパターンを試作し、次の成果が得られた。

- (1) 20 nmから10 nmのパターンサイズにおいて所望のサイズを得るための描画条件を見出した。
- (2) 近接効果の影響によりラインパターンとドットパターンでドーズ量が異なることを明らかにした。
- (3) 10 nm領域のネガレジストパターン形成に成功した。
- (4) 途切れはあるが、ライン幅10 nm以下のラインパターンの形成に成功した。

本稿の技術を用いて、2013年に電気通信研究所大野研究室が世界最小となる11 nm Φ のMTJ (Magnetic Tunnel Junction) 素子の作製に成功し、それを用いて微細領域に特有の磁化反転特性を世界で初めて明らかにした。(図7, 参考論文1)。

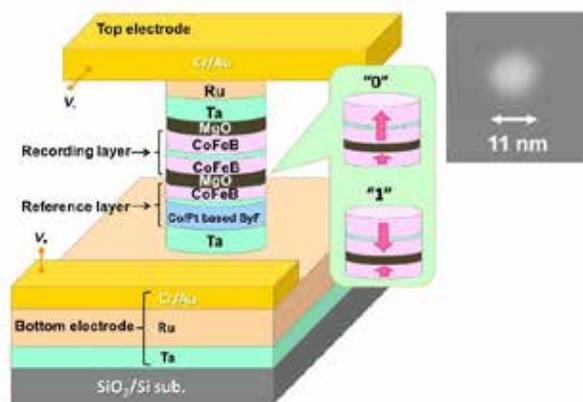


図7 MTJ素子の模式図

2018年には、エッチングなどの後工程の条件がさらに見直しされ、3.8 nm Φ の素子作製に成功した(参考論文2)。この技術は、極限まで微細化された将来の半導体集積回路にまで適用可能であり、今後技術開発を進めることで現行の約100倍となる100ギガビットクラス以上の大容量ワーキングメモリを実現できるものと期待されている。

7 参考文献

1. オーム社 横山 浩 監修 電子線リソグラフィ教本
2. 共立出版 伊藤 洋 著 レジスト材料
3. リソテックジャパン 関口 淳 著 フォトレジスト材料の評価

8 本技術を用いた成果の参考論文

1. H. Sato, T. Yamamoto, M. Yamanouchi, S. Ikeda, S. Fukami, K. Kinoshita, F. Matsukura, N. Kasai, and H. Ohno, "Comprehensive study of CoFeB-MgO magnetic tunnel junction characteristics with single- and double-interface scaling down to 1X nm," Electron Devices Meeting (IEDM), pp. 3.2.1-3.2.4, December 2013. doi:10.1109/IEDM.2013.6724550
2. K. Watanabe, B. Jinnai, S. Fukami, H. Sato, and H. Ohno, "Shape anisotropy revisited in single-digit-nanometer magnetic tunnel junction," Nature Communications 9, 663 (2018).

(参考) リソグラフィ技術について

材料にレジスト（感光性物質）を塗布し、加速させた電子線をレジストに照射（描画）して余分な部分のレジストを現像によって除去する事により照射した部分と照射しなかった部分でレジストパターンを形成する技術が電子線リソグラフィと呼ばれる。電子線は径を数 nm まで細く絞れるため、微細なパターン形成が可能である。また、光を用いマスクパターンを介してレジストに露光する技術は光リソグラフィと呼ばれる。レジストパターンは、エッチングや成膜などの次工程におけるマスク材として使用され、次工程の終了時に剥離処理される。このような工程を繰り返して行うことにより集積回路などに用いる素子が作製される。（図 8）

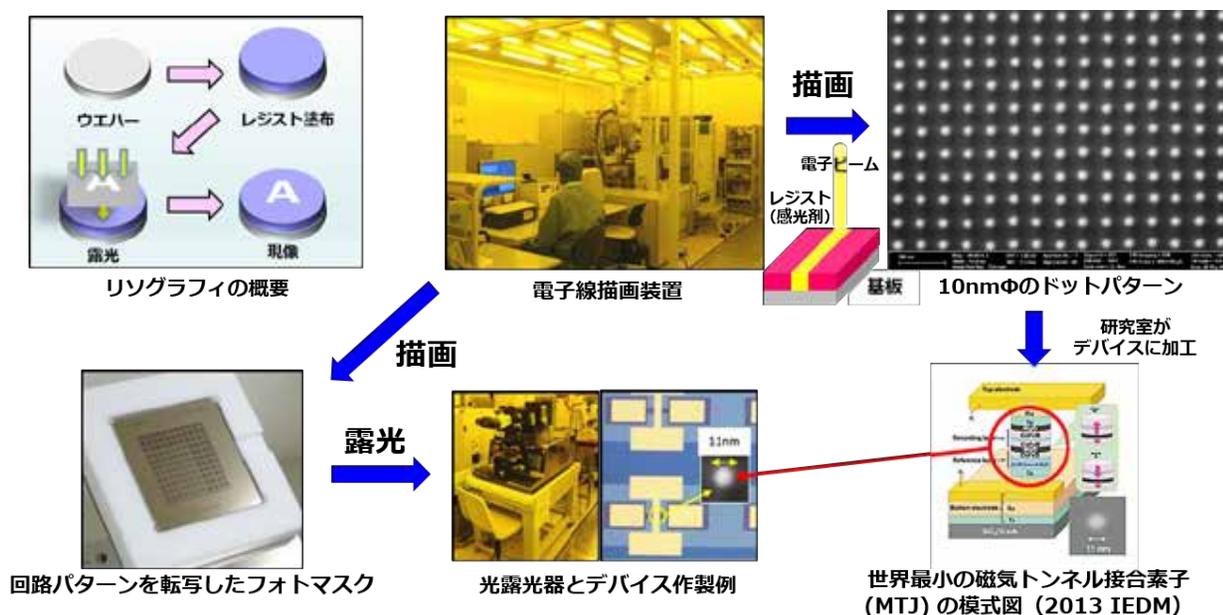


図 8 電子線リソグラフィ・光リソグラフィ技術

各部問い合わせ先

工作部

E-mail : kojyo@riec.tohoku.ac.jp

Web : <http://www.kojyo.riec.tohoku.ac.jp/>

評価部

E-mail : eac@riec.tohoku.ac.jp

Web 学内 : <http://www.eac.riec.tohoku.ac.jp/>

学外 : <https://tsc.tohoku.ac.jp/>

プロセス部

E-mail : process@nanospin.riec.tohoku.ac.jp

Web : <http://www.nanospin.riec.tohoku.ac.jp/index-j.html>

情報技術部

E-mail : infotech@riec.tohoku.ac.jp

Web FIR : <http://www.fir.riec.tohoku.ac.jp/>

学内 : <http://www.jimubu.riec.tohoku.ac.jp/>

編集後記

～研究基盤技術センター年次報告書 2019 の発刊にあたって～

元号が令和に変わり、第 2 号の通研研究基盤技術センターの年次報告書を作成することとなった。昨年同様この中で通研技術職員の日頃の活動を報告・紹介することが出来ればという思いである。まず 第 1 章として、各部の実務的な業務紹介・報告、第 2 章：出張報告や研修等への参加報告、これは毎月のミーティングで報告を頂いている内容である。第 3 章 成果発表として論文や謝辞掲載のリスト、その他にも学内外の研修会や技術研究会・発表会での発表報告や概要集・発表スライド等、受賞報告でまとめた。第 4 章は社会貢献としての技術職員の活動、今年度は半導体基礎講座や中学生職場体験等の活動を纏めた。新設の第 5 章は「技術報告」と題し、技術を構築していく様子を長期目線で展望することに主眼を置いた。そうすることで、本来の技術職員の姿が見えてくるのではないだろうか。

さて、作年度を振り返ってみると、いろいろなことが起こった。それも考えられないことばかりが起きたと思う。本来であれば本稿の 4 章（社会貢献）に組み入れられたであろう、「片平まつり・通研一般公開」が台風の影響で中止となった。これまで毎年行われてきた行事で当センターも参加してきた。業務の合間を縫って、準備を進めていただけに残念である。そして、年度末になり、新型コロナウイルスの世界的な流行である。ここ仙台でもその影響は大きかった。東北大学でも人同士の接触を避けるために、会議、ミーティング、講演会や出張など全て中止となり、当センターで 3 月に予定していた、技術講演発表会も例にもれず中止となった。さらに、この「コロナ禍」は様々な基盤センターの活動に影を落とし、本稿の編集作業をも足止めをさせた。こんな混乱の中で作り上げた「研究基盤技術センター年次報告書 2019」である。

構成編集 末永保

研究基盤技術センター年次報告書 2019

(第 2 号)

2020 年 10 月 1 日発行

構成編集：東北大学電気通信研究所研究基盤技術センター 末永保

デザイン：東北大学電気通信研究所研究基盤技術センター 関谷佳奈

発行：東北大学電気通信研究所研究基盤技術センター

〒980-8577 仙台市青葉区片平二丁目 1 - 1

URL: <http://www.ftc.riec.tohoku.ac.jp/>

