

2018年度

技術報告

第17卷

山形大学工学部

技術部

巻頭言

実学と人材育成

技術部長 飯塚博

技術報告第 17 巻の発行、おめでとうございます。技術部の皆様には、各教育プログラムにおける実習・演習・実験、自身の研究と研究支援、入試等のキャンパス運營業務、さらには理科教育や講習会等の地域貢献活動等、様々な分野で活動頂いております。ありがとうございます。

11 月、本学 OB 会である米沢工業会関西支部と東海支部の総会に参加してきました。関西支部総会では、本学の博士前期課程学生が自身の研究活動について講演をしていました。研究内容が興味深く、お話も良く整理されていました。その学生は講演の中で、「大学では工作実習・設計製図・実験等の実学を沢山教えて頂き、今の自分の研究活動に大変役立っています。このような設備と教育カリキュラムを有している山形大学工学部で学べて良かったと思っています。」と話していました。その後の懇親会では、総会に参加されていた卒業生の方々から「しっかりした学生だ。」「このような学生を見ていると日本の将来は明るいと思える。」等お褒めの言葉が聞かれました。私も、実学について学生がそのような認識を持ってくれていることを知り、うれしくなりました。上記学生にとっては、実学の学びとともに、興味を持って取り組める魅力的な研究テーマとそれを指導する教員に出会えたことも、勉学への強い動機付けになっていたように感じました。卒業生の皆様からは、さらに、工学教育に関して「入社試験で面接をしていると、卒業研究ではシミュレーションをやってきました、という学生が最近多い。今の工学教育ではモノに触る経験が少なくなっているのではないかと、やや心配。」「3D-CAD も良いが、鉛筆で図面を描く初期の体験もあると良い。」等のご意見も頂きました。心配と期待とが入り混じっている卒業生からの暖かいご意見でした。

今、国は「超スマート社会 (Society 5.0)」を目指す取組みを推進しています。その中で工学教育には、IoT や AI 技術を支えるデータ活用人材の育成を求めています。特に、情報系やデータサイエンスに特化した専門人材の育成というよりも、文系理系のあらゆる分野でデータサイエンス的なものの見方と取扱いができる人材の育成を期待しています。

私達には、時代の流れを見据えて、次の時代でものびのびと能力を発揮できる人材を育てていくことが求められています。上記のような学生が一人でも多く育つ米沢キャンパスに行きましょう。

2018 年度 技術報告 目次

巻頭言 「実学と人材育成」	技術部長 飯塚 博	1
目次		3
技術部活動報告		
2018 年度 技術部活動報告	統括技術長 佐藤和昭	7
2018 年度 技術部企画室会議日誌	企画室書記担当 石谷幹夫・松葉 滋	9
2018 年度 研修部会活動報告	研修部会長 鈴木貴彦	13
2018 年度 広報部会活動報告	広報部会長 鈴木秀茂	15
2018 年度 機器開発技術室活動報告	技術長 鈴木貴彦	16
2018 年度 情報技術室活動報告	技術長 鈴木秀茂・石谷幹夫	18
2018 年度 機器分析技術室活動報告	技術長 松葉 滋	20
・2018 年度機器分析講習～アドバンスコース～		21
2018 年度 計測技術室活動報告	技術長 山吉康弘・大竹哲也	22
・計測技術室夏期セミナー2018		24
2018 年度 技術部各種委員会委員名簿		25
2018 年度 技術部組織図		26
技術部職員研修報告		
研修実施要項		29
研修日程表		30
技術発表会プログラム・発表要旨		31
ドローンによる事業創出センター、工学部学生寮建設風景等の空撮業務	三浦信一・鈴木秀茂	33
Google Forms を使用した Web アンケートページの製作と導入事例	高橋尚矢	37
既存ホームページへの部分的な CMS 導入の紹介	鈴木裕幸	39
学生実験の改善検討 -Web サイト・CAE 利用の試み-	上浦圭太	41
Python によるバウジンガー効果評価プログラムの開発	小泉隆行	43
受光素子用差動増幅回路の製作	鈴木貴彦	45
米沢キャンパス安全衛生活動に関する報告	鈴木泰彦	47
老朽化したクリーンルーム設備保守と省エネ化	堺 三洋	49
地域貢献活動「発光ダイオード (LED) で光通信に挑戦！」を実施して	山吉康弘	51
「地域連携活動」に向けたペルチェ式 保冷・保温庫の試作検討	藤原 渉・佐藤 翼・大竹哲也	55
単一細胞におけるミトコンドリア DNA の高精度定量法の開発	坂原聖士	59
2 本の柔軟なガラス針を用いたマイクロマニピュレータの開発	川口敏史	61
河川環境における溶存物質の挙動	佐々木貴史	63
～吾妻連峰を起源とする酸性河川・松川および荒川を例として～		
東北地区国立大学法人等技術職員研修報告		
平成 30 年度東北地区国立大学法人等技術職員研修報告	堺 三洋	67
平成 30 年度東北地区国立大学法人等技術職員研修報告	菊地真也	68
日本学術振興会 科学研究費助成事業 (奨励研究)		
平成 29 年度 奨励研究 報告書		71
木質バイオマスを原料とした Cu/ZnO 担持炭素調製における金属形態制御	大竹哲也	72
単一細胞におけるミトコンドリア DNA の高精度定量を実現する基盤技術開発	坂原聖士	73
液相焼結法を用いた Al-ZrO ₂ 系マイクロ鈴構造体の開発	佐竹忠昭	74

個別研修報告

高圧ガス製造保安責任者保安係員講習会	堺 三洋	80
低圧電気の取扱い業務に関する特別教育	増田純平	81
第7回基礎型NMRユーザーズミーティング	水口 敬	82
技術職員向けNMR測定の集合研修	藤原 渉	83
アナログ技術セミナー2018.....	鈴木貴彦	84
第44回 分析機器NMRユーザーズミーティング	水口 敬	85
第33回 元素分析技術研究会	水沼里美	86
総合技術研究会 2018 九州大学	佐々木貴史	87
総合技術研究会 2018 九州大学	井元 滝	88

技術談話会報告

技術談話会ポスター		91
強ひずみ加工金属材料における結晶粒径効果	小泉隆行	92
技術職員として -いろいろやった? 思い出すまに-	石谷幹夫	105

地域貢献活動報告

米沢市立北部小学校5年生学年行事「理科実験教室」実施報告	地域連携担当 大竹哲也	114
科学フェスティバル in よねざわ2018 実施報告	地域連携担当 大竹哲也	115
高島町屋代地区公民館・亀岡地区公民館「理科実験教室」 実施報告	地域連携担当 大竹哲也	116
高島町二井宿地区公民館「理科工作・実験教室」 実施報告	地域連携担当 大竹哲也	117
第3回喜多方市ものづくり交流フェア「理科工作・実験教室」	地域連携担当 大竹哲也	118
高島町かめおか秋まつり「理科工作・実験教室」 実施報告	地域連携担当 大竹哲也	119
おとなのものづくり「身近な技術」の体験塾 実施報告	地域連携担当 大竹哲也	120

編集後記	広報部会	121
------------	------	-----

技術部活動報告

- 技術部活動報告
- 技術部企画室会議日誌
(2018年4月～2019年3月)
- 研修部会活動報告
- 広報部会活動報告
- 機器開発技術室活動報告
- 情報技術室活動報告
- 機器分析技術室活動報告
- 計測技術室活動報告
- 技術部各種委員会委員名簿
- 技術部組織図

2018 年度技術部活動報告

統括技術長 佐藤和昭

1. 技術部組織と運営

本年度は新規採用がなく、総勢 46 名（正職員 38 名＋継続雇用職員 8 名）で本学の教育・研究を支えてきました。昨年度比で 2 名減となっています。

正職員数 40 を割らない方針のもと、本年度は機械分野 3 名の募集を行いました。2 名の応募がありましたが、残念ながら 2 名とも採用基準に満たず不採用としました。

2 年連続で試験採用者なしに終わり、公募採用を計画中にショッキングな知らせが入りました。技術職員の採用を抑制（当面、凍結）するというものです。

その理由を飯塚技術部長は、

- ・国立大学法人への H31 年度予算配分のうち、1,000 億円（全体の約 10%）が重点配分に回されることになった（従来は 300 億円）。

- ・重点配分の評価ポイントは、

1. 教員一人当たりの外部資金獲得額
2. 外部資金獲得額の伸び率
3. 若手教員比率

4. 業績評価の処遇（給与）への反映状況であり、山形大学は若手教員比率が低い。

- ・とくに工学部が低いため、学長から「技術職員のポイントを使って、35 才未満の若手を採用するよう」命を受けた。

- ・よって、技術職員の採用を抑制し、当面は採用を凍結する。

と説明されました。

学長命令とあれば従わざるを得ませんが、2020 年度以降、機械実習が回らなくなるので対応策を考えてほしい旨、要望してあります。

法人化以降の退職者数・採用者数と、技術部の定員・実員の推移を別表にまとめました。寿退職と教員への転出が半数以上を占めますが、離職率が 30% と高いのが特徴です。

2. 各種提出書類の見直し

本年度から、各種提出書類の大幅な見直し（簡略化）を行いました。特に混乱なく新システムへ移行できましたので、次年度も同様に実施します。

種 類	変 更 内 容		提出時期
教育プログラム業務支援依頼書（様式 1）	名称変更 書式変更	学生実験・実習支援業務依頼書（様式 1）	4 月
研究支援業務依頼書（様式 2）	書式変更		
業務依頼書（様式 3）	名称変更 書式変更	その他業務依頼書（様式 3）	
個人調書（全部）	提出不要	個人で蓄積（昇任等で必要な場合は速やかに提出）	11 月
個人調書（追加分）	新規	前年 12 月から当年 11 月までの業績を 11 月末に提出（任意）。昇給査定の資料として用いる	
PME	廃止		
業務報告書	書式変更		4 月

また、名称が同じで紛らしかった意向調査様式は、元の名称である「意向調書」に直してもらいました。

3. 教育プログラム支援

見直しを行った「実験・実習支援業務依頼書」から見えてきたことですが、特定の実験・実習テーマを担当（説明、指導、レポート採点）している人と、そうでない人に二分されるようです。後者が補助の範疇であればTAで十分対応可能です。

化学系の一部の学生実験は2019年度から教員主体となる予定です。飯塚技術部長も採用抑制との絡みで、「学生実験は教員+TA

で」とお考えです。近い将来、学生実験の指導（機械実習を除く）は技術職員のミッションでなくなるかもしれません。

そうなった時、われわれは何をやるべきなのか、何ができるのか、今から考えておかねばならないでしょう。

各技術室および各部会の活動詳細は、担当技術長による本書報告をご覧ください。

表1 法人化後の採用者数及び退職者数

年	退職者数	採用者数
2003	5	5
2004	3	3
2005	2	1
2006	5	3
2007	3	1
2008	2	0
2009	3	1
2010	4 (1)	3
2011	5	3
2012	5	4
2013	2 (1)	5
2014	4 (3)	2
2015	3 (2)	3
2016	5 (3)	4
2017	3 (2)	4
2018	2 (1)	0
2019	2 (1)	0
合 計	58 (13)	42

2020	4	0
2021	0	0

退職者の()内は自己都合退職者で内数
離職率 $13/42=30.9\%$
赤字は予定

表2 技術部の定員及び現員の推移

年	定 員	現 員
2003		
2004		53
2005		52
2006		50
2007		48
2008		46
2009		44
2010		43
2011		41
2012		40
2013		43
2014		41
2015	48	42 (2)
2016	47	42 (2)
2017	46	43 (3)
2018	46	40 (2)
2019	45	40 (2)
2020	45	38 (6)
2021	44	37 (5)

実員の()内は継続雇用定時勤務者数で内数
定員削減: 2015年から6年間で4減
赤字は予定

2018 年度 技術部企画室会議日誌

(2018 年 4 月 1 日～2019 年 3 月 31 日)

技術部企画室書記担当 石谷幹夫, 松葉滋

2018 年度年の技術部企画室会議は定例で月 2 回(原則として第 2 週と第 4 週の水曜日)開催された。以下に 2018 年 4 月から 2019 年 3 月開催の技術部企画室会議の議事事項を掲載した。企画室会議の議事詳細については電子メールで配信された議事録をご覧ください。

2018 年度第 1 回技術部企画室会議

日時：2018 年 4 月 11 日(水) 9:00～10:00

A. 報告事項：1. 米沢キャンパス運営会議報告(4/10 分) 2. 工学部運営会議報告(4/10 分) 3. 研修部会報告；第 1 回研修部会開催について、4. 広報部会報告；技術報告(16 巻)の HP へのアップについて 5. 地域連携報告；引継ぎについて 7. その他；
1) 各業務依頼書業務報告書の提出について 2) 平成 30 年度科研費（奨励研究）の交付内定について 3) 平成 30 年度ひらめき☆ときめきサイエンスについて

2018 年度第 2 回技術部企画室会議

日時：2018 年 4 月 25 日(水) 9:00～9:40

A. 報告事項：1. 米沢キャンパス運営会議報告(4/24 分) 2. 工学部運営会議報告(4/24 分) 3. 研修部会報告；集合研修の日程について 4. 広報部会報告；科学フェスティバルのガイドブック担当者の選任について 5. 地域連携報告；理科工作実験教室の申し込みについて 6. 専門技術室関連報告；1) スマート未来ハウスの施設見

学者用のアンケートについて 2) Web サイト制作・映像制作・撮影の依頼について 3) ドローン撮影について 7. その他；1) 共同機器分析センターの IP の更新について 2) 工業会入会について 3) 出退勤記録簿について

2018 年度第 3 回技術部企画室会議

日時：2018 年 5 月 9 日(水) 9:00～9:30

A. 報告事項：1. 米沢キャンパス運営会議報告(5/8 分) 2. 工学部運営会議報告(5/8 分) 3. 研修部会報告；2018 年度前期個別研修について 4. 広報部会報告；第 1 回広報部会を開催について 5. 地域連携報告；理科工作実験教室の申し込みについて 6. 専門技術室関連報告；1) 米沢市アルカディア山形大学有機材料システム事業創出センター開所式の撮影について 2) 学生寮の建設風景の撮影について

2018 年度第 4 回技術部企画室会議

日時：2018 年 5 月 23 日(水) 9:00～9:40

A. 報告事項：1. 米沢キャンパス運営会議報告(5/22 分) 2. 工学部運営会議報告(5/22 分) 3. 研修部会報告；個別研修の承認書について 4. 広報部会報告；1) 第 1 回広報部会会議 2) 科学フェスティバルのガイドブック担当の引継ぎについて 3) 技術部 HP の技術報告ページについて 4) 技術報告集について 5. 地域連携報告；1) 理科工作・実験教室について 2) 科学フェスティバルについて 3) おとな

のものづくり体験塾の開催について

208 年度第 5 回技術部企画室会議

日時：2018 年 6 月 13 日(水) 9：00～9：40

A. 報告事項：1. 米沢キャンパス運営会議報告(6/12 分) 2. 工学部運営会議報告(6/12 分) 3. 研修部会報告；第 2 回研修部会について 4. 広報部会報告；技術報告を web 公開について 5. 地域連携報告；1) 理科工作実験教室の開催について 2) 科学フェスティバルの出展について 6. 専門技術室関連報告；1) 開所記念式典の撮影業務について 2) 学生寮のドローン撮影について 3) 講義の録画編集について 7. その他；1) 名刺の印刷について 2) 平成 30 年度構内電話番号簿の修正・追加について 3) 平成 30 年度 東北地区国立大学法人等技術職員研修について

2018 年度第 6 回技術部企画室会議

日時：2018 年 6 月 27 日(水) 9：00～9：50

A. 報告事項：1. 米沢キャンパス運営会議報告(6/26 分) 2. 工学部運営会議報告(6/26 分) 3. 研修部会報告；前期個別研修追加募集について 2) 個別研修の申請書・報告書の改訂について 3) 第 2 回研修部会会議について 5. 地域連携報告；理科工作・実験教室について 2) 科学フェスティバルについて 6. 専門技術室関連報告；1) イノベーションセンターの HP について 7. その他；工業会への入会申し込みについて

2018 年度第 7 回技術部企画室会議

日時：2018 年 7 月 11 日(水) 9：00～9：30

A. 報告事項：1. 米沢キャンパス運営会議報告(7/10 分) 2. 工学部運営会議報告(7/10 分) 3. 研修部会報告；前期個別研

修について 2) 集合研修について 5. 地域連携報告；1) 支援金の申請について 2) 理科実験教室について 3) 科学フェスティバルについて 6. 専門技術室関連報告；1) 科学フェスティバルの撮影業務について 2) オープンキャンパスについて 7. その他；1) COI シンポジウムについて 2) 助成金の申請について

2018 年度第 8 回技術部企画室会議

日時：2018 年 7 月 25 日(水) 9：00～9：50

A. 報告事項：1. 米沢キャンパス運営会議報告(7/24 分) 2. 工学部運営会議報告(7/24 分) 3. 研修部会報告；技術発表会の申し込み状況について 5. 地域連携報告；1) 科学フェスティバルについて 2) 第 3 回 喜多方市ものづくり交流フェア」について 3) 理科工作・実験教室について 6. 専門技術室関連報告；1) オープンキャンパスの撮影業務について 2) 夏期セミナーについて 3) 機器分析講習会について 7. その他；1) 工学部後援会からの支援金について 2) 米沢工業会の年会費納入について 3) オープンキャンパスの準備依頼について

2018 年度第 9 回技術部企画室会議

日時：2018 年 9 月 12 日(水) 9：00～9：30

A. 報告事項：1. 米沢キャンパス運営会議報告(8/28 分 9/11 分) 2. 工学部運営会議報告(8/28 分 9/11 分) 3. 研修部会報告；集合研修について 4. 広報部会報告；技術部 HP について 5. 地域連携報告；1) 科学フェスティバル報告について 2) 理科工作・実験教室実施報告について 3) 第 3 回 喜多方市ものづくり交流フェアについて 4)

大人のものづくり身近な技術の体験塾について6. 専門技術室関連報告; HPの作成について7. その他; 技術職員の採用について

2018年度第10回技術部企画室会議

日時: 2018年10月10日(水) 9:00~9:40

A. 報告事項: 1. 米沢キャンパス運営会議報告(9/25分10/9分) 2. 工学部運営会議報告(9/25分10/9分) 3. 研修部会報告; 1) 集合研修について2) 後期個別研修について3) 技術談話会について5. 地域連携報告; 1) 第3回 喜多方市ものづくり交流フェアについて2) 亀岡秋まつりにについて3) 大人のものづくり身近な技術の体験塾について7. その他; 1) 米沢工業会の年会費納入と助成金の受領について2) 東北地区技術職員連絡協議会について B. 1) 審議; 個別研修に関わる出張申請入力について2) 研修部会用の報告投稿規定の様式について

2018年度第11回技術部企画室会議

日時: 2018年10月24日(水) 9:00~9:15

A. 報告事項: 1. 米沢キャンパス運営会議報告(10/23分) 2. 工学部運営会議報告(10/23分) 5. 地域連携報告; 理科工作実験教室の開催について6. 専門技術室関連報告; 1) 計測技術室夏期セミナー2018について2) アドバンスコースについて3) 米沢キャンパスドローン撮影について7. その他; ひらめき☆ときめきサイエンスについて

2018年度第12回技術部企画室会議

日時: 2018年11月14日(水) 9:00~9:12

A. 報告事項: 1. 米沢キャンパス運営会

議報告(11/13分) 2. 工学部運営会議報告(11/13分) 3. 研修部会報告; 技術談話会の日程について4. 広報部会報告; 2018年度技術報告集について6. 専門技術室関連報告; ドローン空撮撮影について7. その他; 1) 技術職員の公募について2) 推薦入試補助について

2018年度第13回技術部企画室会議

日時: 2018年11月28日(水) 9:00~9:20

A. 報告事項: 1. 米沢キャンパス運営会議報告(11/27分) 2. 工学部運営会議報告(11/27分) 3. 研修部会報告; 談話会について5. 地域連携報告; おとなのものづくりについて

2018年度第14回技術部企画室会議

日時: 2018年12月12日(水) 9:00~9:20

A. 報告事項: 1. 米沢キャンパス運営会議報告(11/13分) 2. 工学部運営会議報告(11/13分) 3. 研修部会報告; 個別研修について5. 地域連携報告; 大人のものづくり身近な技術の体験塾について7. その他; 1) 技術職員の「出退勤記録簿」のWEB入力について2) 意向調書について3) 大学入試センター試験について

2018年度第15回技術部企画室会議

日時: 2018年12月26日(水) 9:00~9:20

A. 報告事項: 1. 米沢キャンパス運営会議報告(12/25分) 2. 工学部運営会議報告(12/25分) 3. 研修部会報告; 研修部会の予算について4. 広報部会報告; 技術報告のとりまとめについて6. 専門技術室関連報告; 学生寮のドローン撮影について7. その他; 1) 勤怠管理システムのWeb入力について2) 意向調書について

2018 年度第 16 回技術部企画室会議

日時：2019 年 1 月 9 日(水) 9：00～9：15

A. 報告事項：1. 米沢キャンパス運営会議報告(1/8 分) 2. 工学部運営会議報告(1/8 分) 3. 研修部会報告；研修部会の予算について 4. 広報部会報告；技術報告集の原稿依頼について 5. 地域連携報告；理科工作実験教室の開催について 7. その他；1) 技術部予算について 2) 技術職員の新規採用凍結に関して

2018 年度第 17 回技術部企画室会議

日時：2019 年 1 月 23 日(水) 9：00～9：15

A. 報告事項：1. 米沢キャンパス運営会議報告(1/22 分) 2. 工学部運営会議報告(1/22 分) 3. 研修部会報告；研修部会の予算について 7. その他；技術部の予算について

2018 年度第 18 回技術部企画室会議

日時：2019 年 2 月 13 日(水) 9：00～9：40

A. 報告事項：1. 米沢キャンパス運営会議報告(2/12 分) 2. 工学部運営会議報告(2/12 分) 3. 研修部会報告；技術談話会について 4. 広報部会報告；技術報告集について

2018 年度第 19 回技術部企画室会議

日時：2019 年 2 月 27 日(水) 9：00～9：15

A. 報告事項：1. 米沢キャンパス運営会議報告(2/26 分) 2. 工学部運営会議報告(2/26 分) 3. 研修部会報告；談話会について 6. 専門技術室関連報告；学生寮の開所式の撮影業務について

2018 年度第 20 回技術部企画室会議

日時：2019 年 3 月 13 日(水) 9：00～9：16

A. 報告事項：1. 米沢キャンパス運営会議報告(3/12 分) 2. 工学部運営会議報告(3/12 分) 3. 研修部会報告；談話会について 4. 広報部会報告；技術報告集について

2018 年度第 21 回技術部企画室会議

日時：2019 年 3 月 27 日(水) 9：00～9：15

A. 報告事項：1. 米沢キャンパス運営会議報告(3/26 分) 2. 工学部運営会議報告(3/26 分) 3. 研修部会報告；個別研修について 7. その他；1) 平成 31 年度学生定期健康診断の補助者について 2) 昇任について 3) 提出書類について 4) 技術部組織表と決済者名簿について

2018 (H30) 年度 研修部会活動報告

部会長 鈴木貴彦

1. 活動体制

本年度の研修部会は、昨年度の部会長であった松葉氏が副部会長として留任した以外は全員が改選となり、全く新しい顔触れでのスタートとなった。したがって小職を含めて研修部会の活動に不慣れな委員がほとんどであったため、実際には本年度の部会長を仰せつかった小職が、経験者の松葉氏から指導を受けながら部会を運営する形となった。以下に本年度の研修部会の活動内容を報告する。

2. 研修部会委員

部会長 鈴木貴彦（企画室会議）
副部会長 松葉 滋（企画室会議、前部会長）
委員 小泉隆行（機器開発技術）
相澤悠樹（情報技術室）
佐藤 翼（機器分析技術室）
菊地守也、増田純平（計測技術室）

3. 集合研修

今年度の集合研修は9月26日、27日の2日間の日程で行われ、1日目に技術発表会を、2日目に施設見学を実施した。

3.1 技術発表会

本年度は新人自己紹介の該当者がいないため総発表件数が心配されたが、実際には13件の発表があり、発表内容も充実しており、活発に質疑討論がなされた。

3.2 施設見学

施設見学については2009 (H21) 年度に実施された後、2010 (H22) 年度に計測技術室のみが実施したのを最後に一度も企画されていなかった。そこで本年度はここ数年で若手職員が多数入職していることを考慮して、久々に施設見学を実施する運びとなった。同日午前中は「山形大学有機エレクトロニクスイノベーションセンター (INOEL)」を見学し、昼食を挟んだ後、午後は「山形大学xEV飯豊研究センター」を見学した。また夕方からは懇親会を開

催して職員同士の親睦を深めた。

山形大学有機エレクトロニクスイノベーションセンター (INOEL) は、米沢市南東部に位置する「米沢オフィス・アルカディア」内に設立された有機エレクトロニクス研究開発の拠点で、有機EL、有機太陽電池、有機トランジスタおよび蓄電デバイスの4領域において実用化に向けた研究開発を行っている。始めに仲田センター長代理よりINOELの成り立ちとミッションの概略について説明があった。その後、センター内に展示されている有機EL応用製品の見学をおこなった。また一部ではあるがデバイスを製作しているクリーンルームもガラス越しに見学させていただいた。山形大学工学部の顔ともいえるべき研究内容に触れることができ、大変意義深いものであった。



写真1 山形大学有機エレクトロニクス
イノベーションセンター (INOEL) にて

米沢オフィス・アルカディアには上記のINOEL以外にも関連施設がある。一つは「フロンティア有機システムイノベーション拠点 (山形大学COI)」の「スマート未来ハウス」である。これは開発した有機デバイスやシステムを実証し、20年後の家、生活、働き方を考える実験施設である。内部には一般の家庭には無いような設備・仕掛けが随所に組み込まれており、近未来を予感させる興味深い施設であった。こちらは事前の申し込みにより一般の方の見学も受け付けている。



写真2 フロントニア有機システムイノベーション拠点「スマート未来ハウス」にて

もう一つの関連施設は、山形大学有機材料システム事業創出センターである。この施設は、地域と連携してイノベーション創出のための人材育成、ベンチャー企業創出、および地域企業の事業拡大の支援を行い、地域社会の活性化、雇用促進を実施することを目的として設立された。よって施設内には関連企業の実験室があって見学は不可能であるが、今回、株式会社ベジア様から見学が許可された。同社は常温乾燥技術を利用して食品の風味や色を維持したまま食材から水分を抜くユニークな技術有するベンチャー企業である。この技術を用いて乾燥させた「だだちゃ豆」を使



写真3 山形大学有機材料システム事業創出センター「株式会社ベジア様」にて
ったジェラートを試食させていただいた。

午後は、2016年に山形県飯豊町に設立されたリチウムイオン電池の研究開発拠点施設となる「山形大学xEV飯豊研究センター」を見学した。こちらはリチウムイオン電池の製造から安全試験まで一連の工程を施設内で実施できる、公的機関では国内屈指の施設である。施設の性質上、複数の企業との共同研究が多いため見学

可能な場所は制限されたが、塗布工程や安全試験設備等を見学させていただくことができた。



写真4 山形大学 xEV 飯豊研究センターにて

4. 個別研修(FJT)

今年の個別研修は、前記4件、後期5件の申請があり、全て承認され、実施された。

5. 技術談話会

2017(H29)年9月に博士号を取得された機器開発技術室の小泉隆行氏に「強ひずみ加工金属材料における結晶粒径効果」と題して、続いて3月で定年退職される石谷幹夫氏に「技術職員として」－いろいろやった？ 思い出すまに－と題して講演していただいた。

6. 2018(H30)年度 研修部会活動記録

以下は本年度の主な活動内容である。

- ・4月5日 引継ぎ、前期個別研修 審議
- ・5月10日 第1回研修部会 開催
- ・6月1日 前期個別研修追加募集 開始
集合研修開催日程案内 配信
- ・6月13日 技術発表会申込募集 開始
- ・6月25日 第2回研修部会 開催
- ・9月3日 後期個別研修募集 開始
- ・9月18日 技術発表会要旨集 配信
- ・9月19日 第3回研修部会 開催
技術発表会要旨集 配信
- ・9月25日 技術発表会会場 準備
- ・9月26～27日 集合研修 実施
- ・11月16日 技術談話会講演者募集 開始
- ・12月3日 後期個別研修追加募集 開始
- ・2月8日 第4回研修部会 開催
- ・2月12日 談話会開催案内 配信
- ・2月20日 第5回研修部会 開催
- ・3月1日 2019年度前期個別研修募集 開始
- ・3月6日 技術談話会・送別会 実施

以上

2018 年度 広報部会活動報告

山形大学工学部 技術部広報部会 鈴木秀茂

1. 運営体制

今年度は、委員の任期改選によりほぼ全員が新規メンバーでの運営体制になった。下記に広報部会メンバーを示す。

部会長	鈴木秀茂	情報技術室技術長
副部会長	石谷幹夫	情報技術室技術長
委員	菊地真也	情報技術室
	下竹悠史	機器開発技術室
	水口 敬	計測技術室
	水沼理美	機器分析技術室

2. 活動報告

広報部会では、委員に役割分担を持たせながら運営してきた。今年度主な活動に関して報告する。

2-1. 技術部ホームページの更新・運用業務

今年度から CMS (WordPress) 導入によりリニューアルされた技術部ホームページでの更新運用がスタートした。更新は菊地真也氏が担当した。



図 1. リニューアルした技術部 HP

主な更新項目は下記のとおりである。

お知らせ一覧

- 2018.6.13 情報技術室活動報告
- 2018.6.17 地域貢献「理科学・実験教室」実施報告
- 2018.7.29 科学フェスティバル 2018 報告
- 2018.8.10 地域貢献「理科学・実験教室」実施報告
- 2018.8.25 地域貢献「理科学・実験教室」実施報告
- 2018.10.10 地域貢献「理科学・実験教室」実施報告
- 2018.10.25 地域貢献「理科学・実験教室」実施報告
- 2018.12.1 地域貢献「おとなのものづくり身近な技術の体験塾」実施報告

2-2. 科学フェスティバルガイドブック担当業務

今年度から新たに科学フェスティバルガイドブック担当業務を広報部会が担当することになった。ブース割り振りとガイドブックの原稿編集・校正などが主な業務で下記委員が担当した。

科学フェスティバル実行委員：水口 敬

原稿収集、編集・校正：水口 敬、下竹悠史

ブース割り：水沼理美



図 3. 科学フェスティバルガイドブック表紙

2-3. 技術報告担当業務

昨年度から技術報告は完全電子化 (PDF ファイル) され技術部ホームページから自由に閲覧・ダウンロードできる運用体制に変更になった。今年度も同様に原稿収集、編集・校閲作業を実施し技術報告を学内外へ Web 配信公開予定である。



図 4. 技術部 HP 上から技術報告を公開

3. 謝辞

技術報告発行に際して寄稿下さいました方々、校閲や編集に協力下さいました広報部会の皆様方、この場をお借りしまして深く感謝申し上げます。

2018 年度 機器開発技術室活動報告

山形大学工学部 技術部機器開発技術室 鈴木貴彦

1. 運営体制の概要

本年度の機器開発技術室には昨年度と変わらず 8 名の職員が所属している(表 1)。

表 1 業務分野別の人員配置の内訳

※[]内は来年度の人数

		ものづくりセンター	
		常駐	協力職員
支援 学科	機械	(1) 2	(3) 4 [3]
	電気	(2) 1 [0]	(4) 1

表 1 中、ものづくりセンターに常駐して機械加工の依頼を受けたり、学生が自ら工作機械を操作して加工する際に指導を行うことを主業務とする職員は計 3 名⁽¹⁾⁽²⁾である。ただし須崎均氏⁽²⁾(短時間継続雇用技術職員)の継続雇用期間が本年度で終了となるので、来年度のものづくりセンター常駐職員は 2 名だけとなってしまい、加工依頼への迅速な対応が難しくなることが懸念される。

ものづくりセンター常駐職員以外に、通常は配置先学科の何れかの研究室に席を置き、その研究室と学科に対する支援業務を主業務とする協力職員がおり、電気電子工学科に 1 名⁽⁴⁾(小職)、機械システム工学科に 4 名⁽³⁾がいる。しかし残念なことに、小泉隆行氏⁽³⁾が本年度 3 月をもって山形大学工学部を退職され、職業能力開発総合大学校に教員として転出されることになった。小泉氏は研究支援業務以外にも多くの実験・実習を担当されていたので、来年度以降の機械システム工学科の実験・実習の実施において担当者の負担はこれまで以上に増してくる。また今後は再雇用職員の退職が相次ぐことになるため、機械系技術職員の新規採用を強く要望してきた。しかしそのような現状においても大学の方針により、当面の技術職員の採用停止が決定されたことは非常に残念である。

2. ものづくりセンター運営

上述の通り、ものづくりセンターの運営は常駐職員 3 名⁽¹⁾⁽²⁾が主体となって日常の各種業務を行っている。2018 年 4 月～2019 年 2 月末までの機器



図 1 加工技術研修(フライス盤：下竹悠史氏)



図 2 加工技術研修(旋盤：井元滝氏)

利用時間は合計 2,837 時間、同じく工作依頼については 133 件、591 時間であった。さらにものづくりセンターでは「ものづくりセンター加工技術研修」と称して、センター内の工作機械類の使用を希望する教職員・学生に対して、安全教育と実習を兼ねた研修を毎年開催している。本年度は 2018 年 9 月 19～21 日の 3 日間に渡り、機械工作における安全講習(座学)、汎用旋盤実習(井元氏)、立フライス盤実習(下竹氏)を実施した。本年度の受講者学生のみで 24 名であった。

3. 教育プログラム支援

教育プログラム支援を行っている 4 名⁽³⁾⁽⁴⁾の室員は、各々の配置先の学科において研究室支援および学科の学生実験・実習を主業務として担当している。冒頭で述べたとおり、機械システム工学科の実験・実習業務の負担が職員数の減少により

重くなっており、人員の補充(新規採用)と育成、そして技術の継承が急務となっている。

4. 研究室支援

機器開発技術室の室員のうち5名⁽³⁾⁽⁴⁾は、機械システム工学科および情報・エレクトロニクス学科の研究室に常駐し、当該研究室に対する研究支援業務を行っている。

5. 自己研鑽

個々人の技術レベルを向上する目的で、もしくは支援先研究室の研究テーマに関連して、各種研修の受講や学会発表も行っている。本年度の実績は下記の通りである。

(1) 技術部技術発表会

2018年9月26日(水)と27日(木)の両日に、本年度の技術部職員研修が開催された。初日の技術発表会において、当技術室からは上浦氏、小泉氏、そして小職が以下の発表を行った。

- ・学生実験の改善検討 - Web サイト・CAE 利用の試み -, 上浦圭太.
- ・Python によるバウシンガー効果評価プログラムの開発, 小泉隆行.
- ・受光素子用差動増幅回路の製作, 鈴木貴彦.

(2) 個別研修受講

本年度の個別研修受講は下記の2件であった。

- ・「アナログ技術セミナー2018(東京)」アナログデバイス社, 2018年10月23日, TKP ガーデンシティ PREMIUM 京橋, 鈴木貴彦.
- ・「総合技術研究会 2018 九州大学」聴講
機械工作及びガラス工作技術交流会参加
2019年3月6日~2019年3月8日,
九州大学伊都キャンパス, 井元 滝.

(3) 学会発表

小泉隆行氏により以下の外部発表がなされた。

- ・Takayuki Koizumi, Mitsutoshi Kuroda:
Evaluation of tension-compression asymmetry of a low-carbon steel sheet using a modified classical compression test method, NUMISHEET 2018: 11th International Conference and Workshop on Numerical Simulation of 3D Sheet Metal Forming Processes, 2 August 2018, Tokyo, Japan.
(後述の投稿論文の内容を発表)
- ・小泉隆行: 工業用純銅板の strength

differential 効果の調査: 金属薄板の面内反転負荷試験法をもとに, 日本銅学会第58回日本銅学会講演大会講演論文集, (2018) 19-20.

- ・小泉隆行: 板材の単軸圧縮試験法, 日本鉄鋼協会創形創質工学部会先進的多軸応力試験による鋼板成形の高度化研究会最終報告会「鋼板材料モデリングの進歩と課題」, 2019年3月21日, 東京電機大学東京千住キャンパス.

(4) 論文投稿

小泉隆行氏により以下の論文投稿がなされた。

- ・Takayuki Koizumi, Mitsutoshi Kuroda:
Evaluation of tension-compression asymmetry of a low-carbon steel sheet using a modified classical compression test method, Journal of Physics: Conference Series, 1063 (2018), 012167.
- ・小泉隆行: 面内反転負荷試験法による工業用純銅板の strength differential 効果の検証, 銅と銅合金 59 (2019), 掲載決定.

6. 地域貢献活動

(1) 理科工作・実験教室

- ・2018年7月28日(土), 29日(日)に開催された科学フェスティバル in よねざわ2018において、2016年度と同じテーマ「紙の計算機をつくろう」にて当技術室のブースを運営した。初日は小職、小泉氏、上浦氏の3名で、二日目は小職と井元氏の2名で対応した。



図3 科学フェスティバル (小泉氏、上浦氏)

- ・2018年8月10日(金)の午前中に高島町八代地区公民館、そして午後からは高島町亀岡地区公民館にて開催された理科工作教室「液体窒素を使った実験」において、小職がスタッフとして参加した。

以上

2018 年度 情報技術室活動報告

山形大学工学部 技術部情報技術室 鈴木秀茂、石谷幹夫

1. はじめに

情報技術室は、情報処理システム分野および情報メディアコンテンツ分野における高度に専門的な技術業務及び技術開発を行っている。メンバーは、4 月に計測技術室から榎本正則氏が異動になり平成31 年3月末現在、10名で活動している。

2. 主な活動

情報技術室では学内から Web サイトの制作及び映像制作・撮影等メディアコンテンツ制作・開発の技術支援業務の依頼を有償(技術料の振替払い)にて実施している。今年度は、下記業務を実施した。

1) Web サイトの制作・更新業務

① Web アンケートフォームの制作

COI 研究推進機構からスマート未来ハウス視察・見学者向け及び広報室からオープンキャンパス参加者向けの Web アンケートフォーム制作の依頼があり、制作した。いずれのアンケートも昨年までは紙ベースのものであったものをスマートフォンなどのモバイル機器で回答でき、

図 1. スマート未来ハウス Web アンケート

管理者が瞬時に集計・解析が可能な仕様になっている。

② インクジェット開発センターHP の制作

今年 4 月に有機エレクトロニクスイノベーションセンター内に設置されたインクジェット開発センターからホームページ制作依頼があり、図 2 のようなスマートフォンに対応したサイトを制作した。制作はデザイン担当とコーディング担当の 2 名によるワークフローで行った。レイアウトやカラーなど基本デザインを打合わせ後、デザイン制作は、Adobe XD を活用し、デザイン案を依頼者に確認しながら実施し、デザインが完成後 Adobe Dreamweaver でレスポンシブ Web デザインのコーディングを実施完成させた。



図 2. インクジェット開発センターHP

③ 既存 Web サイトへの簡易 CMS 構築

有機エレクトロニクスイノベーションセンターから既存ホームページの新着情報ページ掲載用に簡易 CMS (Contents Management System) 構築の技術支援依頼を受けた。CMS とは、HTML などのコーディング作業による制作ではなく、ブラウザ上の管理画面からテキストエディタや画像

などを入力することにより簡単に短時間で更新や追加ページの制作が可能なシステムのことである。代表的なCMSとしてはWordPress などがあるが今回は、既存ページの新着情報掲載への部分的CMS構築の依頼だったので、PHP 工場のCMSプログラムフリー【PKPBO-News01】をベースに新着情報一覧ページを年度タブで切り替えることが可能な簡易CMSを構築した。



図 3. CMS・年度タブによる新着情報一覧

2) ドローン空撮映像コンテンツの制作・配信

今年度国土交通省管轄の航空局(東京航空局)にドローン飛行許可申請し許可証が交付された。

① 米沢キャンパスドローン空撮 2018 秋

2018 年 10 月に米沢キャンパス上空にドローンを飛ばしキャンパス内の紅葉風景を空撮した。空撮した映像を編集し、工学部 HP の Special Contents ビデオライブラリページから動画配信している。



(<https://www.yz.yamagata-u.ac.jp/special/video/#c001>)

② 新規建設白楊寮(学生寮)のドローン空撮

2018 年度、工学部グラウンド敷地内に建設している工学部学生寮(白楊寮)の建設風景をドローン空撮し、学生寮 HP から動画配信予定である。また、空撮した静止画写真は、大学広報誌「みどり樹」に掲載される予定である。



図 4. 白楊寮のドローン空撮による全景

3. 自己研鑽

今年もパシフィコ横浜で開催された Adobe 社主催イベント Adobe MAX Japan 2018 に鈴木(秀)、菊地、高橋(尚)、鈴木(裕)、佐藤(早)の5名が参加し、VIDEO、WEB、PHOTO 別の各セッションを受講した。イベントには全国各地から 3000 名以上の来場者が参加しセッションの講師陣には、第一線で活躍するクリエイターによるアイデアやテクニック、Creative Cloud の最新フレームワークの紹介が行われた。受講して得られた最新技術は今後のメディアコンテンツ制作に生かしていく予定である。



図 5. Adobe MAX Japan 2018

2018年度 機器分析技術室の活動報告

松葉 滋

1. 構成スタッフ

昨年度末に高橋さんが継続雇用期間の満了を迎えられたため今年度のメンバーは9名(松葉, 佐々木, 水野, 石神, 藤原, 水沼, 佐藤, 伊藤, 佐竹)の構成となっています。高橋さんが担当していた元素分析は水沼さんに引継ぎました。昨年まで随時受け付けていた元素分析の測定は月一回に変更しました。

毎週月曜日の会議で業務連絡を取り合うとともに, 月1回程度の技術発表を行うことで専門技術の向上を図っています。

2. 学内の共通機器の維持管理

今年度は, 新規および更新として導入された装置はありませんが, 日常業務として担当装置の維持管理と技術指導を行っています。

3. H30年度学内機器分析講習会 —アドバンスコース—

例年実施している学内機器分析講習会を夏期期間中に開催しました。各機器担当者が個別に測定技術を指導するアドバンスコース(9コース)に合計72名の参加をいただきました。詳しいコースの内容は次頁を参照してください。来年も引き続き開催する予定です。

4. 自己研鑽

・工学部技術職員研修

2018年度の技術職員研修において佐々木さん, 藤原さんの2名が発表を行いました。

・技術部個人研修

2018年度の技術部個別研修に藤原さん, 水沼さん, 佐々木さんが申請し採択されました。

・技術職員向け NMR 測定の集合研修

・第33回 元素分析技術研究会

・総合技術研究会2018九州大学

5. 依頼分析業務

今年度は学外8件, 学内10件の依頼分析を実施しました。

6. 地域貢献

技術部地域連携が担当する理科工作・実験教室へスタッフを派遣した他におとなのものづくり「身近な技術」の体験塾, 「簡単なドリンククーラー&ウォーマーをつくろう」においてペルチェ素子を使った小型クーラー&ウォーマーの製作を藤原さんと佐藤さんが担当しました。



講習会の様子

2018年度 機器分析講習 ～アドバンスコース～

定員数名
先着優先

機器分析技術室では、院生、卒研生を対象に機器分析講習会を企画しました。
経験豊富な技術スタッフが、ポイントをついた懇切丁寧な指導をしますので是非受講ください。

H30-1	誘導結合プラズマ質量分析装置(ICP-MS)の原理と基本操作		
講習内容	ICP-MSの原理と基本操作講習		
担当者	佐々木貴史 技術専門職員 (atsushi@) 水沼里美 技術員 (smizuma@) (TEL-3383)	講習日	9月中 (応談)
H30-2	核磁気共鳴装置 (NMR) のデータ解析 応用編		
講習内容	NMR測定データ(解析ソフト: Delta) の解析と応用		
担当者	藤原 渉 技術員 (wata-f@) (TEL-3383)	講習日	夏期休業中応談
H30-3	赤外分光計 (FT-IR) の基本操作		
講習内容	透過法とATRの基本操作		
担当者	松葉 滋 技術専門職員 (matsuba@) (TEL-3122)	講習日	9月中 (応談)
H30-4	X線解析装置 (XRD) の基本操作		
講習内容	XRDの基本原理、試料作製、基本操作		
担当者	佐竹忠昭 技術員 (satake@) (TEL-3191)	講習日	9月中 (応談)
H30-5	透過型電子顕微鏡 (TEM) の基本操作		
講習内容	午前: 原理と基本操作講習、 午後: 高分解能像観察		
担当者	水野善幸 技術専門職員 (ysmizuno@) (TEL-3383)	講習日	8・9月 (応談)
H30-6	X線マイクロアナライザー (EDS-SEM) の基本操作		
講習内容	X線マイクロアナライザーの原理と基本操作		
担当者	佐藤 翼 技術員 (t-sato@) (TEL-3556)	講習日	9月中 (応談)
H30-7	単結晶 X線構造解析の基礎		
講習内容	測定、解析、論文投稿に至るまで 紹介および基本操作		
担当者	藤原 渉 技術員 (wata-f@) (TEL-3383)	講習日	夏期休業中応談
H30-8	レーザー描画装置の基礎		
講習内容	レーザー描画装置の原理と基本操作		
担当者	佐藤 翼 技術員 (t-sato@) (TEL-3556)	講習日	夏期休業中応談
H30-9	ウルトラマイクロトームの基礎		
講習内容	午前: ミクロトームの基礎、必要な道具、 午後: 高分子材料の超薄切片作製法		
担当者	石神 明 技術員 (akira.ishigami@) (TEL-3073)	講習日	9月中 (応談)

参加をご希望の方は上記指導担当者に直接申し込み下さい (@以下はyz.yamagata-u.ac.jp)

主催：技術部 機器分析技術室

担当：松葉滋 (TEL-3122)

2018 年度 計測技術室活動報告

山吉 康弘, 大竹 哲也

1. はじめに

計測技術室は多方面にわたる専門分野の技術職員が集まって構成されており, 普段は5分野の旧学科教育プログラム支援業務と各教員の研究支援業務を中心に活動を行っている。研究活動に従事するスタッフも多く, 各種学会における研究発表や, 学術論文の投稿なども数多く行っている。また一部のスタッフは専門知識を活かし, 共同施設・分析機器の維持管理を担当している。技術室としてまとまって行う業務は多くないが, スタッフの専門が多岐におよぶことを活かした活動を行っている。

2. 構成スタッフ

計測技術室は「電気・電子」分野, および「化学・物理, 機械, バイオ」分野の2つのグループから構成されている。

構成メンバーについて。佐藤(典)が3月に定年を迎えられたが, 継続雇用職員として引き続き協力いただく事となった。また残念なことに電気・電子分野の鶴川が自己都合により退職, さらに化学・物理分野の榎本が情報技術室へ配置換えとなった。これらの異動により本年度の計測技術室に所属するスタッフは15名となり, 昨年度から2名の減である。以下にスタッフの担当分野を記載する。

[化学・物理分野]: 大竹, 水口, 菊地(守), 村上

[バイオ分野]: 坂原

[機械分野]: 近野, 根本

[電気・電子分野]: 山吉, 荒井, 堺, 高倉, 川口, 増田, 佐藤(伸), 佐藤(典)

3. 主な活動

今年度の主な活動を, 項目ごとに以下に記載する。

1) 教育プログラム支援業務

各スタッフが所属している機能高分子工学科, 物質化学工学科, バイオ化学工学科, 応用生命システム工学科, 電気電子工学科において, 学生実験および演習の支援業務を行っている。これに加え, 卒業研究生や博士課程学生が研究を行う上で必要となる技術の指導も重要な業務となっている。

2) 業務支援グループなどへの協力

学内業務支援グループとして, 有機材料システムフロンティアセンター共同施設機器保守管理支援グループへ根本が所属しており, 依頼分析業務および施設・機器管理業務に協力を行っている。また分析センター所属機器の維持管理に数名のスタッフが参加しており, 管理業務のほかには学生に対する講習ならびに技術相談を行っている。

3) 自己研鑽

・工学部技術職員研修

2018年度 技術職員研修 技術発表会において, 山吉, 堺, 川口, 坂原の4名が発表を行った。

・技術部個人研修

2018年度の技術部個別研修に堺, 水口および増田が申請を行い採択され, 職務において必要となる技術研修を受講した。

・東北地区国立大学法人等技術職員研修

東北大学で行われた東北地区国立大学法人等技術職員研修を堺が受講し, 技術発表会で口頭発表を行った,

4) 地域貢献

地域貢献活動の一環として、技術部では子供向けの理科工作・実験教室や一般市民向けの科学体験教室を行っている。これらの催しに対して大竹が技術部地域連携担当として調整に当たり、企画および実施を受け持った。また計測技術室からは山吉、堺、増田、佐藤（伸）の4名がスタッフとして参加した。7月28、29日に工学部で開催された科学フェスティバルにおいて、実行委員として大竹が技術部調整連絡、水口がガイドブック編集委員を担当し運営に協力した。

5) 夏期セミナー

工学部の夏季休暇期間に計測技術室夏期セミナーを開催した。このセミナーは、計測技術室スタッフが持っている技術の基礎的な部分を初心者にも学んでもらうことを主な目的としている。今回は一部のテーマに機器分析技術室の協力をいただき、9テーマを用意した。8～9月の開催期間中に合計18名の受講者があった。例年より受講者が少なかったが、分析装置などは普段から新規利用者に対して講習を行っていることが理由として考えられる。学内のニーズに応えられる内容を提供できるよう、セミナー受講者の意見を参考にテーマの見直しなどを行いたい。今年度の実施テーマを以下に示す。

- No. 1 固体NMR(400MHz)の原理と基本操作 (水口)
- No. 2 接触式表面形状測定器(Dektak)の基本操作 (山吉)
- No. 3 第2種電気工事士資格取得のための実技実習 (堺)
- No. 4 ノギス、マイクロメーターなどの基本的な使い方と留意点 (近野)
- No. 5 走査電子顕微鏡による表面観察 (大竹)

- No. 6 3D レーザ顕微鏡(LEXT OLS4000)の原理と基本操作 (根本)
- No. 7 レーザドップラ振動計による計測 (山吉)
- No. 8 組織標本の作成および観察 (坂原)
- No. 9 ガラス細工入門 (村上、水沼、藤原)

計測技術室夏期セミナー2018		
学内講習会の御案内		
主催：山形大学工学部技術部 計測技術室		
技術部計測技術室では、卒研生・大学院生を対象とした下記の講習会を企画しました。分析計測機器、半導体関連装置、バイオ系技術、ノギス等の使用法、資格取得対策、ガラス細工など分かりやすく講習いたします。		
No.1 固体NMR (400MHz) の原理と基本操作 ・担当：水口 敬 技術員 (Tel-3070 or 3088, m.kei1120@yz.yamagata-u.ac.jp) ・講習日：8-9月中 (応談) ・講習内容：固体NMRの原理、基本操作	No.4 ノギス、マイクロメーターなどの基本的な使い方と留意点 ・担当：近野正昭 技術専門職員 (Tel-3714, m-konno@yz.yamagata-u.ac.jp) ・講習日：9月中 (応談) ・講習内容：基本的な操作および注意している点など ・その他：機械システムの方ではできるだけご遠慮ください	No.7 レーザドップラ振動計による計測 ・担当：山本雅弘 技術専門職員 (Tel-3297, yamayosi@yz.yamagata-u.ac.jp) ・講習日：9月中 (応談) ・講習内容：レーザドップラ振動計による振動速度・変位の非接触計測
No.2 触針式表面形状測定器(Dektak)の基本操作 ・担当：山本雅弘 技術専門職員 (Tel-3297, yamayosi@yz.yamagata-u.ac.jp) ・講習日：応談 ・講習内容：触針式表面形状測定器による試料表面の段差・粗さの計測	No.5 電子顕微鏡による表面観察の基礎 ・担当：大竹哲也 技術専門職員 (otake@yz.yamagata-u.ac.jp) ・講習日：9月中 (応談) ・講習内容：SEMで何を観察しているのか、装置調整における留意点など、希望によりSEM/EDS/STEM	No.8 組織標本の作成および観察 ・担当：坂原聖士 技術専門職員 (Tel-3183, s-sakahara@yz.yamagata-u.ac.jp) ・講習日：9月中 (応談) ・講習内容：切片作成および組織染色の基本原理と基本操作
No.3 第2種電気工事士資格取得のための実技実習 ・担当：堺 三洋 技術専門職員 (Tel-3288, msakai@yz.yamagata-u.ac.jp) ・講習日：8-9月 (応談) ・講習内容：過去問題 (3年分程度) の実技実習と基本的な上級問題を学ぶ (初心者の方は、デパート講習参加を促します)	No.6 3Dレーザ顕微鏡(LEXT OLS4000)の原理と基本操作 ・担当：根本昭彦 技術専門職員 (Tel-3073, anemoto@yz.yamagata-u.ac.jp) ・講習日：9月中 (応談) ・講習内容：基本原理、基本操作	No.9 ガラス細工入門 ・担当：村上 聡 技術員 水沼聖美 技術員・藤原 歩 技術員 (Tel-3126, munakami@yz.yamagata-u.ac.jp) ・講習日：8-9月中 (応談) ・講習：切断、引き伸ばし、曲げ、接合、Y字管の作成
・各テーマの担当者へ直接お申し込みください ・各テーマとも定員になり次第、締め切りとさせていただきますのでご了承ください。		
お問い合わせ 山形大学 (Tel-3229) / 工学部 (Tel-3166) Mail: yamayosi@yz.yamagata-u.ac.jp Mail: otake@yz.yamagata-u.ac.jp		

6) その他

計測技術室の詳しい活動内容は、技術部計測技術室のHPに掲載されている。管理を依頼されている分析機器類の操作・管理技術の向上、学会発表、学内業務への協力など、興味のある方はご参照いただきたい。

(<http://tech-staff3.yz.yamagata-u.ac.jp/senmonsitu/keisoku/index.html>)

4. おわりに

昨年度に学科改組が行われ、新学科体制に移行したが、本年度は旧学科の教育プログラムをメインとして運営された。現在新旧学科の移行期であるが、この状況に対してどちらのプログラムにも過不足無く支援業務を行っていく所存である。

計測技術室夏期セミナー2018

学内講習会の御案内

主催：山形大学工学部技術部 計測技術室

技術部計測技術室では、卒研究生・大学院生を対象とした下記の講習会を企画しました。分析計測機器，半導体関連装置，バイオ系技術，ノギス等の使用法，資格取得対策，ガラス細工など分かりやすく講習いたします。

No.1 固体NMR (400MHz)の原理と基本操作

- 担当者：水口 敬 技術員
(Tel-3070 or 3088, m.kei1120@yz.yamagata-u.ac.jp)
- 講習日：8-9月中（応談）
- 講習内容：固体NMRの原理、基本操作

No.2 触針式表面形状測定器 (Dektak) の基本操作

- 担当者：山吉康弘 技術専門員
(Tel-3297, yamayosi@yz.yamagata-u.ac.jp)
- 講習日：応談
- 講習内容：触針式表面形状測定器による試料表面の段差・粗さの計測

No.3 第2種電気工事士資格取得のための実技実習

- 担当者：堺 三洋 技術専門職員
(Tel-3288, msakai@yz.yamagata-u.ac.jp)
- 講習日：8～9月（応談）
- 講習内容：過去問題（3年分程度）の実技実習と基本的な工具取扱を学ぶ。（初心者の方は、テーブルタップ組み立てを行います）

No.4 ノギス、マイクロメーターなどの基本的な使い方と留意点

- 担当者：近野正昭 技術専門職員
(Tel-3714, m-konno@yz.yamagata-u.ac.jp)
- 講習日：9月中（応談）
- 講習内容：基本的な操作および注意していただきたいこと
- その他：機械システムの方はできるだけご遠慮ください

No.5 電子顕微鏡による表面観察の基礎

- 担当者：大竹哲也 技術専門員
(otake@yz.yamagata-u.ac.jp)
- 講習日：9月中（応談）
- 講習内容：SEMで何を観察しているのか、表面観察における留意点など・希望によりSU8000オペレーター講習開催（SEM,EDS,STEM）

No.6 3Dレーザー顕微鏡 (LEXT OLS4000) の原理と基本操作

- 担当者：根本昭彦 技術専門職員
(Tel-3073, anemoto@yz.yamagata-u.ac.jp)
- 講習日：9月中（応談）
- 講習内容：基本原理、基本操作

No.7 レーザドップラ振動計による計測

- 担当者：山吉康弘 技術専門員
(Tel-3297, yamayosi@yz.yamagata-u.ac.jp)
- 講習日：8-9月中（応談）
- 講習内容：レーザドップラ振動計による振動速度・変位の非接触計測

No.8 組織標本の作製および観察

- 担当者：坂原聖士 技術専門職員
(Tel-3183, s-sakahara@yz.yamagata-u.ac.jp)
- 講習日：9月中（応談）
- 講習内容：切片作製および組織染色の基本原理と基本操作

No.9 ガラス細工入門

- 担当者：村上 聡 技術員
水沼里美 技術員・藤原 渉 技術員
(Tel-3126, murakami@yz.yamagata-u.ac.jp)
- 講習日：8-9月中（応談）
- 講習：切断、引き伸ばし、曲げ、接合、Y字管の作成

- 各テーマの担当者へ直接お申し込みください
- 各テーマとも定員になり次第、締め切りとさせていただきますのでご了承下さい。

お問い合わせ

山吉康弘 (Tel: 3297) , 大竹哲也 (Tel: 3166)
Mail : yamayosi @yz.yamagata-u.ac.jp
Mail : otake @yz.yamagata-u.ac.jp

2018年度 山形大学工学部 技術部各種委員会委員名簿

企画室会議

佐藤 和昭	統括技術長
山吉 康弘	副統括技術長・計測技術室技術長
大竹 哲也	副統括技術長・計測技術室技術長
鈴木 貴彦	機器開発技術室技術長
石谷 幹夫	情報技術室技術長
鈴木 秀茂	情報技術室技術長
松葉 滋	機器分析技術室技術長

研修部会

部会長	鈴木 貴彦	機器開発技術室技術長
副部会長	松葉 滋	機器分析技術室技術長
委 員	小泉 隆行	機器開発技術室
	相澤 悠樹	情報技術室
	佐藤 翼	機器分析技術室
	増田 純平	計測技術室
	菊地 守也	計測技術室

広報部会

部会長	鈴木 秀茂	情報技術室技術長
副部会長	石谷 幹夫	情報技術室技術長
委 員	下竹 悠史	機器開発技術室
	菊地 真也	情報技術室
	水沼 里美	機器分析技術室
	水口 敬	計測技術室

地域連携担当

(佐藤 和昭)	統括技術長
大竹 哲也	副統括技術長（計測技術室技術長）

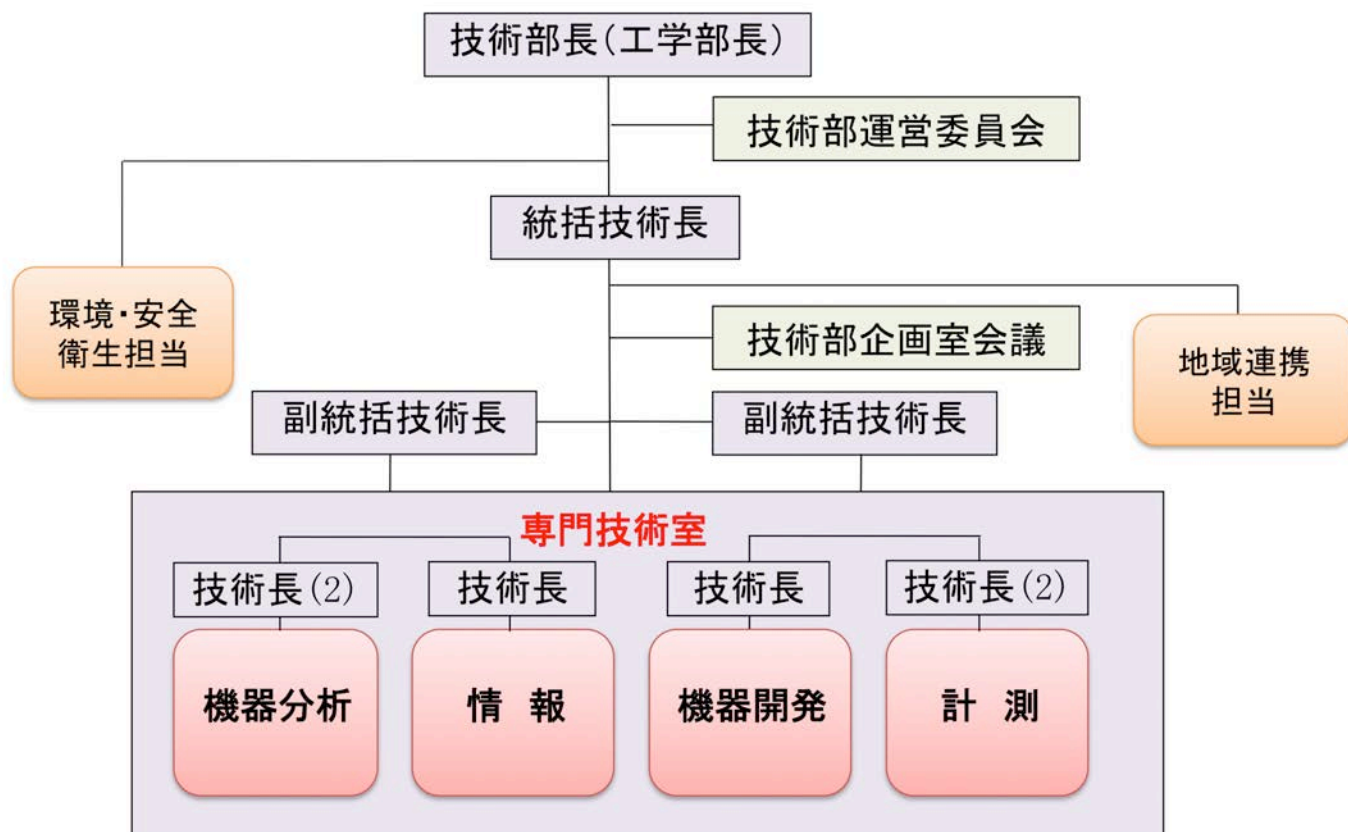
総務担当

庶務・会計	山吉 康弘	副統括技術長（計測技術室技術長）
-------	-------	------------------

書記担当

石谷 幹夫	情報技術室技術長
松葉 滋	機器分析技術室技術長

山形大学工学部技術部の組織



技術部職員研修報告

- ・ 研修実施要項
- ・ 研修日程表
- ・ 技術発表会プログラム・発表要旨

平成30年度山形大学工学部職員集合研修実施要項

1. 目的

山形大学工学部技術職員の職にある者を対象として、その職務遂行に必要な基本的、一般的知識及び新たな専門的知識、技術等を習得させ、職員としての資質の向上を図ることを目的とする。

2. 主催

山形大学工学部技術部企画室研修部会

3. 対象

山形大学工学部技術職員

4. 研修期間

平成30年9月26日（水）、9月27日（木）

5. 研修会場

山形大学工学部4号館114教室（9月26日（水））

6. 研修内容

（1）技術発表会（9月26日（水））13件

（2）施設見学（9月27日（木））

- ・アルカディア
- ・xEV飯豊研究センター

平成30年度 山形大学工学部技術部職員研修日程表

	9:00	9:30	11:45	12:15	13:00	15:40	17:00
9月26日 (水) 会場:4号館 114教室		開 講 式	技 術 発 表 会 9:30～10:30 3件 休憩 15分 10:45～11:45 3件 (時間に変更する場合があります)		昼 食	技 術 発 表 会 13:00～14:20 4件 休憩 20分 (展示&デモ) 14:40～15:40 3件 (時間に変更する場合があります)	

	9:00	9:10	9:20	11:20	12:00	12:15	13:00	13:10	14:00	14:40	17:00
9月27日 (木) 学外			バ ス 移 動	施 設 見 学 <u>9:00 正門前集合</u> 9:10～9:20 バス移動 9:30～11:15 アルカディア見学			昼 食 (飯豊町内)		施 設 見 学 13:10～ 13:50 xEV飯豊 研究 センター	バ ス 移 動	

2018 年度 山形大学工学部技術部 技術発表会プログラム

日時 : 2018 年 9 月 26 日 (水) 9:30~15:40

場所 : 山形大学工学部 4 号館 4-114

講演発表 : 15 分以内, 質疑応答 : 4 分以内, 交代時間 : 1 分

◎ 9:00~ 9:30 開講式 技術部長の挨拶

◎ 9:30~ 9:35 開会の挨拶 統括技術長

◎ 9:35~10:35 【座長 石谷 幹夫 (情報技術室)】

1. ドローンによる事業創出センター、工学部学生寮建設風景等の空撮業務 … 1
○三浦信一, 鈴木秀茂 (情報技術室)
2. Google Forms を使用した Web アンケートページの製作と導入事例 …… 5
高橋尚矢 (情報技術室)
3. 既存ホームページへの部分的な CMS 導入の紹介 …… 7
鈴木裕幸 (情報技術室)

< 10:35~10:50 休 憩 >

◎ 10:50~11:50 【座長 山吉康弘 (計測技術室)】

4. 学生実験の改善検討 - WEB サイト・CAE 利用の試み - …… 9
上浦圭太 (機器開発技術室)
5. Python によるバウシinger 効果評価プログラムの開発 …… 11
小泉隆行 (機器開発技術室)
6. 受光素子用差動増幅回路の製作 …… 13
鈴木貴彦 (機器開発技術室)

◎13:00～14:20 【座長 大竹哲也（計測技術室）】

7. 米沢キャンパス安全衛生活動に関する報告 15
鈴木泰彦（安全衛生担当）
8. 老朽化したクリーンルーム設備保守と省エネ化 17
堺 三洋（計測技術室）
9. 地域貢献活動「発光ダイオード（LED）で光通信に挑戦！」を実施して・・・ 19
山吉康弘（計測技術室／2016, 2017 年度地域連携担当）
10. 「地域連携活動」に向けたペルチェ式 保冷・保温庫の試作検討 23
○藤原 渉, 佐藤 翼（機器分析技術室）
大竹哲也（計測技術室／2018 年度地域連携担当）

< 14:20～14:40 休 憩 展示・デモ >

◎ 14:40～15:40 【座長 松葉 滋（機器分析技術室）】

11. 単一細胞におけるミトコンドリア DNA の高精度定量法の開発 27
坂原聖士（計測技術室）
12. 2本の柔軟なガラス針を用いたマイクロマニピュレータの開発 29
川口敏史（計測技術室）
13. 河川環境における溶存物質の挙動
～吾妻連峰を起源とする酸性河川・松川および荒川を例として～ 31
佐々木貴史（機器分析技術室）

ドローンによる事業創出センター、工学部学生寮建設風景等の空撮業務

山形大学工学部技術部
情報技術室 三浦 信一
鈴木 秀茂

1. きっかけ

工学部公式サイトビデオライブラリ内で公開 (<https://www.yz.yamagata-u.ac.jp/special/video/>) している外注の空撮動画を見て、情報技術室として動画編集の実績はあるので、空撮データさえあれば情報技術室でもできるのではないか、できるのなら今後、同様の動画を追加する際に外注ではなく情報技術室で受ければ、活動実績になるし動画作成の幅が広がるのではとの意見が出て、ドローン空撮が始動。

2. 調査

実際にドローン空撮を始めるにあたり必要な資格・免許の有無、ドローンの機種選定、規制について調査。

3. 資格・免許

ドローンの飛行そのものについては特に資格・免許は不要、ただし映像伝送に使用する周波数によっては無線従事者の免許並びに無線局免許が必要。

また使用方法によっては測量士・測量士補の資格があると良い。

4. 使用ドローンの機種選定

ドローンへの要求スペックは

- ・カメラ性能が 4K 撮影可能
- ・できるだけ長時間の飛行が可能

の 2 つですが、これを満たすものは実質 DJI 社製だけでしたので、必然的に PHANTOM PRO 4 となりました。

また送信機にモニターの有無で多少価格に差がつくが、自動飛行を制御・計画ソフトの DJI GS PRO が iPad 用として提供されていることから両タイプを購入。



写真.1 PHANTOM 4 PRO
(モニターなし型)



写真.2 PHANTOM 4 PRO +
(モニターあり型)

5. 規制について

国土交通省のサイトで確認すると重量が 200g 以上あるものが規制・飛行ルールの対象とある。

規制・飛行ルールは

1. 飛行禁止場所
 2. 飛行に許可が必要な場所
 3. 飛行の方法
- の 3 項目に分け定めている。

・飛行禁止場所

- 1.国の重要施設
- 2.外国公館
- 3.原発

などの上空と周辺空域で法律でも規定

・飛行に許可が必要な場所

- 1.地表又は水面から 150m 以上の高さ
 - 2.空港等の周辺
 - 3.人又は家屋の密集している地域の上空
- 2と3はPCからは国土地理院のサイト
(<http://maps.gsi.go.jp>)、スマホやタブレットではアプリが提供されているので、それで確認ができます。



図.1 PCによる国土地理院での確認画面

(一部切り抜き、赤が人口密集地、緑が空港等)

図.1のように米沢市中心部の大部分が人口密集地に該当するので飛行には許可が必須であることがわかる。

・飛行の方法

- 1.日中(日出から日没まで)に飛行させること
- 2.目視(直接肉眼による)範囲内で無人航空機とその周囲を常時監視して飛行させること
- 3.人(第三者)又は物件(第三者の建物、自動車等)との間に 30m 以上の距離を保って飛行させること
- 4.祭礼、縁日など多数の人が集まる催しの上空で飛行させないこと
- 5.爆発物など危険物を輸送しないこと
- 6.無人航空機から物を投下しないこと

1・2・3・4 は撮影状況・シーンによっては、許可の必要性が高い飛行方法となります。

6. 許可申請について

前項目の規制等を外れる飛行を行う場合は国土交通省管轄の航空局(米沢市の場合東京航空局)へ事前に飛行許可申請し許可を得ておく必要がある。

当初は指定書式に基づく申請書を作成し郵送する申請方法のみだったが、平成 30 年 4 月 2 日から国土交通省 Web サイトからオンライン申請が可能に。

申請時にドローンの飛行経験がゼロでは許可が降りず、ある程度の時間の飛行経験が必要。その目安は約10時間と言われており、規制対象外の場所でのこの目安時間まで飛行経験を積む。

悪天候等で飛ばせない日もありましたが、飛行時間が、操縦ソフト(DJI GO PRO 4)の集計で写真.3のように目安の 10 時間 + α となったことから



写真.3 飛行時間確認画面

以下の項目内容でオンライン申請を行いました。

飛行の目的: 業務(空撮、環境調査)

飛行の経路(飛行の場所): 日本全国

飛行の高度: 150m 未満

飛行禁止空域の飛行: 人又は家屋の密集している地域の上空

飛行の方法: 夜間飛行、目視外飛行、30m 未満の距離の飛行

飛行させる者: 情報技術室 8 名の氏名

結果は、写真.4 のように平成 30 年 4 月 20 日付けで無事に許可が降りました。



写真.4 交付された許可証

7. 保険の必要性

飛行経験中、飛行中プロペラが外れ、墜落する事故が発生。幸いにも賠償事故にならず機体破損の自損事故ですみましたが、今後のことを考えると損害賠償保険と機体補償の保険の加入が必須と感じました。

DJI 社は 1 年間の無償付帯保険をつけており、きちんと用途に応じた内容で登録すれば対応できそうなので、これを利用することにしました。

8. 空撮事例

(1)YBSC の定点撮影

ちょうどアルカディアで建設中の YBSC(山形大学有機材料システム事業創出センター)の定点撮影の依頼があり、アルカディアは、図.2のように規制区域にならないと確認ができたので、依頼の定点撮影を行いつつ操縦練習を行いました。

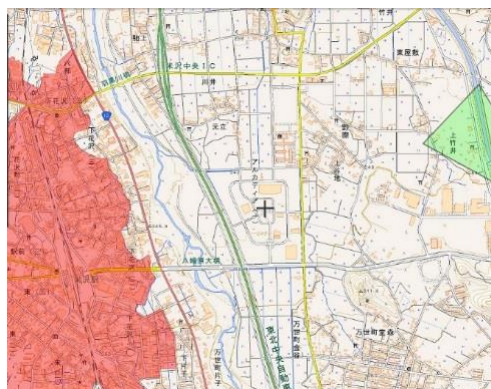


図.2 アルカディア付近の状況(一部切り抜き)

撮影は週一の頻度で二人一組、一人が飛行操縦、もう一人が機体周囲の安全確認と役割を分担し、手動飛行で、静止画・動画を撮影しながら、操縦練習を行うという形で行いました。また自動飛行定点撮影ソフト対応の機体も持っていき、手動飛行後に自動飛行による定点撮影も実施しました。

DJI GS Pro は DJI 機体の自動飛行を制御・計画する iPad 用アプリでマップ上のウェイポイント(撮影ポイント)を複数設定しそれぞれに対して録画の開始・停止、ホバリング、写真撮影等の命令を自動実行することが可能になっています。操縦者ごとの癖がない、常に同じ位置(高度、緯度経度)で撮影ができるので、今回のような定点撮影だけでなく測量にも使えるため、建設工事の進捗状況を把握するのに非常に適しています。



写真.6 自動飛行の設定画面

撮影データは編集し工学部ライブラリで建設の様子として公開中。<https://www.yz.yamagata-u.ac.jp/special/video/#c002>

この動画とは別に空撮データを入れた PV も作成し、開所式・記念講演会にて上映。同動画は技術部のサイトで公開中 (<https://tech-staff.yz.yamagata-u.ac.jp/jyouhou/movie/>)

開所式・内覧会でテープカットを空撮しそのデータも取り入れた開所式の動画は工学部だより内にて公開中。https://www.yz.yamagata-u.ac.jp/news/letter/news_20180607_01/

静止画(写真.7)は、大学学内向け広報誌「ぱれっと7月号」に掲載された。



写真.7 開所式テープカットを空撮

この3本の動画でもわかるように、空撮データが独自で入手できることで今までと違うアングルの映像が入る動画を作成ができるようになることから、予定通り動画作成の幅が広がることが確認できました。

(2) 学生寮の定点撮影

工学部グランド隣に建設中の学生寮の建設過程の空撮を実施しています。基本的にYBSCの時と同じく、週一の頻度で二人一組、片方が飛行操縦、もう片方が機体周囲の安全確認と役割を分担し、手動飛行で静止画・動画を撮影します。静止画撮影は、学生寮5棟全てが写っている南側からの全景写真(写真.8)、各棟にドローンを接近させて南側から撮影した各棟の写真、東側及び西側からのアングルの全景写真を撮影した。さらに作業員の休憩時間内に安全を確認し工事現場上空を飛ばし真上からのアングル写真等様々な高度、アングルにて空撮を行なっている。

撮影にあたり建設業者より建設には業者独自の建築工法等の特許技術の秘密保持の必要性があるとのことで、撮影データの取り扱いについての覚書等ドローン空撮に関する協定を交わしました。

建設業者に提供した撮影データは、月末の進捗状況の報告等で活用され、高評価を得ているとのことです。



写真.8 学生寮建設の様子(全景)

また技術室としても空撮映像・写真を用いてプロモーションビデオを作成し、工学部ホームページから広報用として動画配信させる予定です。さらに引き渡し後に行われる開所式典においても上映したいと考えています。

9. 終わりに

今後、空撮以外にもドローンを活用し、画像診断・解析や測量など、情報技術室のドローン業務を充実させたいと考えています。

10. 参考サイト

警察庁

小型無人機等飛行禁止法について

<https://www.npa.go.jp/bureau/security/kogatamujinuki/index.html>

国土交通省

無人航空機(ドローン・ラジコン機等)の飛行ルール

http://www.mlit.go.jp/koku/koku_tk10_000003.html

飛行ルールの対象となる機体

http://www.mlit.go.jp/koku/koku_fr10_000040.html

無人航空機の飛行の許可が必要となる空域について

http://www.mlit.go.jp/koku/koku_fr10_000041.html

ドローン情報基盤システム(許可申請)

<https://www.dips.mlit.go.jp/portal/>

資料の一部を省略することができる無人航空機

<http://www.mlit.go.jp/common/001248395.pdf>

国土地理院

人口密集度の確認 <http://maps.gsi.go.jp>

Google Forms を使用した Web アンケートページの製作と導入事例

山形大学工学部技術部
情報技術室 高橋尚矢

1. はじめに

我々が普段目にする Web サイトには「お問い合わせ」や「アンケート」など種々の Web フォームが用いられている。それらを作成するには PHP 言語や CGI などの専門知識を要するため、初期導入のハードルが高いという問題がある。

本稿では Google Forms を使用して Web アンケートを簡単に作成する手法およびそれらを実際に導入した例を紹介する。

2. Google Forms について

Google Forms の大きな特徴として、

- ・無料で利用できる
- ・プログラミングの知識が必要無い
- ・ブラウザ上で製作する
- ・複数人で共同開発できる

などが挙げられる。ネットワーク環境さえあれば作れるため初期投資が少なく済む。

図 1 が実際の編集画面である。編集する際は質問文や回答となる選択肢を入力し、回答形式（選択式や自由記述など）を選ぶだけである。質問は 1 問ごとに独立しており、順番の並び替えもマウスドラッグだけでできる。このように直感的な操作で簡単にアンケートフォームを作成することが可能となるため企業や研究など幅広い分野で用いられている。

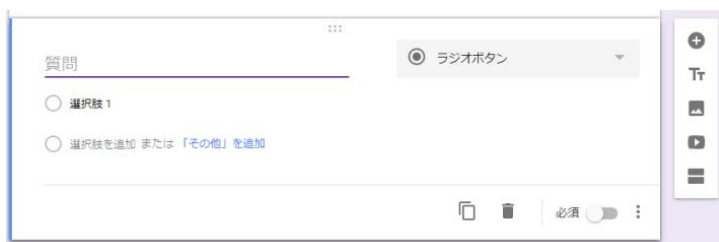


図 1 Google Forms の編集画面[1]

図 2 は結果を集計した画面である。ここに示されているグラフは Google Forms で自動的に作成したものであり、編集者の方では一切集計しない。このように集計のコストが低減するのも Google Forms の利点として挙げられる。設問の種類によりグラフも適切なものへ変化する。

スマート未来ハウス視察・見学用アンケート

問 1 山形大学「スマート未来ハウス」を訪見しようとしたきっかけを教えてください。（複数回答可）

36 件の回答

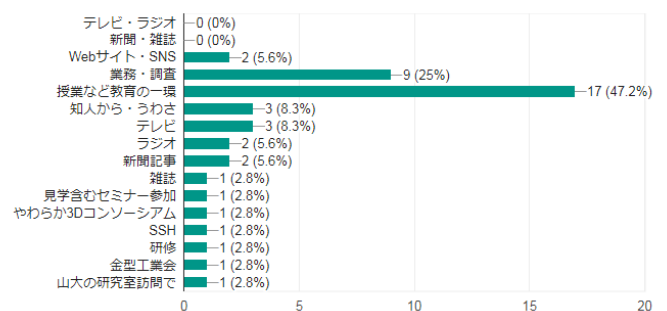


図 2 アンケート集計結果

また個々のデータも確認することができ、それらを Google スプレッドシートに出力することで csv 形式でダウンロードできる。

3. 導入事例

3. 1 スマート未来ハウス 視察・見学者向けアンケート

スマート未来ハウスとは有機デバイスシステムなどを実証するための実験施設であり、一般公開して見学者からアンケートを取っていた。これまでは紙ベースでアンケートを記述してもらいそれをエクセルにまとめていたが、現在は Google Forms で作成した Web アンケートに切り

山形大学 スマート未来ハウス

本日は、山形大学「スマート未来ハウス」をご視察・ご見学いただき誠にありがとうございます。今後の施設運営及び研究成果の検証実験の参考にさせていただきますので、アンケートにご協力をお願い致します。

該当する項目の選択 または 記入をお願いします。

*必須

スマート未来ハウス視察・見学用アンケート



問1 山形大学「スマート未来ハウス」を訪問しようとしたきっかけを教えてください。（複数回答可）*

- ☐ テレビ・ラジオ
- ☐ 新聞・雑誌
- ☐ Webサイト・SNS
- ☐ 業務・調査
- ☐ 授業など教育の一環
- ☐ 知人から・うわさ

図3 スマート未来ハウスのアンケート（部分）

替えている（図3）。具体的にはアンケートページのURL情報をQRコード化しそれを名刺サイズの資料として来場者へ配布している。来場者は見学後にQRコードを読み込みアンケートにアクセスし回答する。

3.2 オープンキャンパス来場者向けアンケート

山形大学工学部のオープンキャンパスにおいて、昨年度までは紙でアンケートを取っていたが今年度はWebアンケートに切り替えた（図4）。先の例と同様にパンフレットにアンケートURLをQRコード化したものを記載し来場者に回答してもらった。

こちらのアンケートは回答者の属性によって質問を分岐させている。たとえば回答者が高校生の場合は学年や出身校を、保護者の場合は大学について知りたいことや施設環境についてを追加で質問した。設定の仕方として、まずアンケート本体を細かくセクションに分ける。あとは各選択肢に移動先セクションを設定すれば特定の集団に特定の質問をすることが可能となる。

山形大学工学部オープンキャンパスアンケート

本日は、山形大学工学部オープンキャンパス2018にご参加いただき、まことにありがとうございます。このイベントをより有意義なものにするため、お手数ですがアンケートにご協力ください。所用時間は5～10分です。

*必須

（1）あなたご自身について教えてください。*

- ☐ 高校生
- ☐ 既卒受験生
- ☐ 高校教諭
- ☐ 保護者
- ☐ その他: _____

次へ

図4 オープンキャンパスのアンケート
問1で回答者の属性分けをしている

4. おわりに

アンケートを取ることはイベントのフィードバックだけでなく研究実験の考察にも用いられる。被験者の主観データを集める際などより易しく実験環境を整えられ、単純な集計もできるため研究遂行の一助となることが期待できる。

参考

[1]GoogleForms(最終閲覧日:2018年10月30日)
<https://docs.google.com/forms/>

既存ホームページへの部分的な CMS 導入の紹介

山形大学工学部技術部
情報技術室 鈴木裕幸

1. はじめに

インターネットが普及した現在では、企業や学校等のホームページ(HP)による情報発信が一般的となっている。HP では公式発表として利用したり、魅力のアピールに利用したりと様々であるが、この HP の更新作業が負担となり問題となっている。今回は山形大学有機エレクトロニクスイノベーションセンター (以下、INOEL) の HP に CMS を部分的に導入したことで更新作業を低減した。頻繁に更新する新着情報の部分に CMS を導入した今回の事例について紹介する。

2. 現状と問題点

INOEL の HP 担当者は、HTML などの HP の専門知識がなく、ホームページビルダーなどの HP 作成ソフトウェアを使って更新していた。HP の更新作業は以下の通り、新規作成が 1 ページ、修正が 2 ページである。

- ① 新着情報の『記事ページ』を新規作成
- ② トップページ『新着情報のリンク』を修正
- ③ トップページから遷移する情報一覧ページの『新着情報のリンク』を修正

この更新作業を行う際に以下のような問題が発生していた。

- 1) 更新にはソフトウェアが必要で、HP 担当者が変わる際にソフトウェアの使用方法を引継ぐ必要がある。
- 2) ローカルで新規作成・修正したページを Web サーバに手動でアップロードする必要があるため、ローカルのデータと Web サーバのデータを 2 重に管理する必要がある。
- 3) 意図せず既存デザインを変更した場合は、元に戻せずに作業がやり直しになる。

- 4) 既存デザインをそのまま利用しても、新規作成するページの文字数や箇条書きなどによりレイアウトが崩れてしまう。

これらの問題は、HP 担当者が HP のソースをコピー&ペーストする際に間違える、リンクを追加する際に誤って変更してレイアウトが崩れる、既存のデザインだけでは文字数の問題で対応できない等が原因である。またデータ管理や引継ぎについては、ソフトウェアが利用できる以外にデータ管理も HP 担当者が行う必要があるため、仕事量が増加していた。

そこでこれらの問題を解決するため、HP の更新頻度が最も高い『新着情報』の部分に CMS を導入し、HP 更新作業の負荷削減を図った。

3. CMS の導入

CMS(Contents Management System)とは、HTML などの専門知識がなくとも、ブラウザ上で文章や画像などを入力することにより簡単に短時間で HP の更新やページの追加ができるシステムのことである。ブラウザ上で管理ページにアクセスし、記事内容を入力することで既存デザインを用いた記事ページが簡単に作成されるだけでなく、特別なソフトウェアは必要ない(図 1)。またネットワークに繋がっている PC であれば更新できるため、PC を選ばずに作業ができる。さらに、ブラウザ上で作業を行うことで新着情報のデータはローカルで作成する必要がなく、データ管理は CMS の管理するデータをバックアップするだけのため、楽に管理できる。

CMS を導入する最大のメリットは、記事ページを作成するだけで トップページと情報一覧ページの『新着情報のリンク』が自動的に作成され

る点である。そのため、従来の作業で必要だったリンクの修正作業が必要なく、更新作業量の削減や修正ミスを予防できる（図 2, 3）。

情報一覧画面での表示方法として、従来は年度毎に分けられず、全て更新順に表示されていたが、年度毎に分けて表示するよう要望を受けた。そこで、タブ表示で年度分けするように修正を行った（図 4, 5）。

このように CMS を導入したとしても、既存のデザインを任意に変更することも技術的に可能である。

4. おわりに

今回の CMS 導入により HP 更新作業が効率的で楽に作業可能となった。HP 全体に CMS を導入する場合、全てのページの更新作業が効率的になるが、費用や導入時間が必要となってしまう。そこで、部分的に CMS を導入することで短時間で CMS を導入でき、更新頻度の高い箇所の更新作業量を削減することを可能とした。



図 2 INOEL の HP



図 3 新着情報の部分を拡大

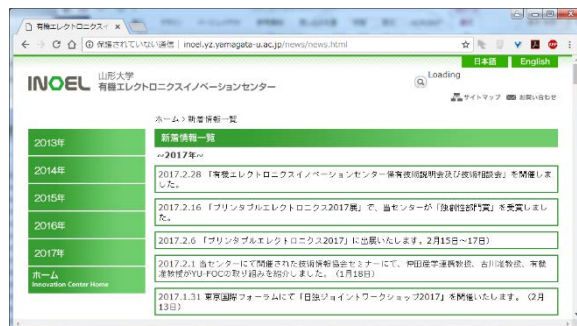


図 4 情報一覧変更前



図 5 情報一覧変更後

新規登録		管理画面トップへ	ログアウト
記事を新規に投稿します。必要事項を入力後、ページ下部の「登録」ボタンを押して下さい。			
登録年月日	2018 年 7 月 28 日 ※未来の日付にした場合、設定日の時～表示されます（表示予約機能）		
公開・非公開	※（チェックで「公開」になります）		
タイトル	ここにタイトルを入力！		
リンクURL	リンクの書き方：※ 同一ウィンドウ ※ 別ウィンドウ (タイトルから直接リンクしますので詳細ページは無しになります)		
リンクファイル (SMB以内)	ファイルを選択 選択されていません (タイトルからファイルに直接リンクしますので詳細ページは無しになります) ※jpg, gif, png, pdf, xlsx, xls, doc, docx, ppt, pptxのみ、(アニメーションGIFは不可)		
本文入力・ファイルアップロード			
※写真は自動で縮小、保存されます。(縦横比を維持したまま横書きは横600px、縦書きは横300px) ※設定ファイルで変更可 ※jpg, gif, png, pdf, xlsx, xls, doc, docx, ppt, pptxのみ (アニメーションGIFは不可) ※記事画像、及び操作方法は(左)に必ずご確認ください			
本文	記事内容をここに入力！ 太字や斜め書き、下線、段落分けなど一般的なエディタが利用できます。 リンクもOK！ - 段落書き 1 - 段落書き 2		
ファイル (SMB以内)	ファイルを選択 選択されていません		
本文	記事内容をここに入力！ 太字や斜め書き、下線、段落分けなど一般的なエディタが利用できます。 リンクもOK！ - 段落書き 1 - 段落書き 2		
ファイル (SMB以内)	ファイルを選択 選択されていません		
アップロードと横小処理を同時に行いますので、時間がかかることもありますが、そのままお待ちください。			
登録			

図 1 記事ページ作成画面

学生実験の改善検討

- Web サイト・CAE 利用の試み -

山形大学工学部 技術部
機器開発技術室 上浦圭太

1. はじめに

昨年度から機械システム工学科のホームページ（以下 HP）、李鹿研究室 HP の運用業務を担当することになり、これまで HP の編集に必要な HTML や CSS に関する知識の習得に努めてきた。また、平成 29 年度技術部個別研修として「教職員向け SOLIDWORKS & Simulation 夏期講習会」を受講させていただき、3DCAD・CAE の基礎を習得した。

機械システム工学科 3 年次の学生実験「機械システム工学基礎及び実験」では流体部門の実験支援を担当しており、今回は習得中のスキルを活かし学生実験の改善を検討した内容について述べる。

2. 学生実験の概要

流体部門では「物体周りの流れの計測」と「物体周りの流れの可視化」の 2 テーマの実験を行っている。「物体周りの流れの可視化」の実験ではシート状の白煙を含んだ空気の流れの中に円柱を設置し、円柱の後流に発生するカルマン渦を観察する。このとき、高速度カメラでカルマン渦を撮影し、画像解析によりカルマン渦の発生周波数を求める。

3. Web ページの利用

3. 1 動画のアップロード

撮影した動画は流れの状態を詳しく観察するためのデータでもあるが、学生全員が授業時間内に動画を再生して内容を確認することは難しい状況であった。そこで、撮影した動画を Web にアップロードし、実験終了後に Web ページ上で常時動画を再生できる環境を整えようと考えた。今回は暫定的に学生実験の担当教員であり、私自身が管理を担当している李鹿輝教授の研究室 HP に学生実験用の Web ページを追加し、実験終了後に撮影動画をアップロードすることにした。Web ページのデザインは Bootstrap と呼ばれる CSS フレーム

ワークを利用することで、単純な構成ではあるが容易にレスポンスデザイン Web ページを作成することができた。

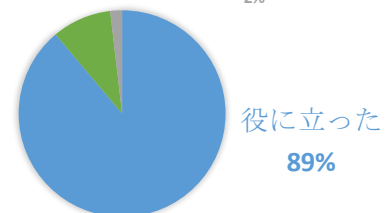
撮影した動画のファイルサイズは約 3 秒間の撮影で 20MB 程度となる。携帯端末やテザリング等、モバイル回線を利用した動画再生を想定し動画閲覧者が負担するデータ通信量を軽減するため、フリーソフトを利用して動画をエンコードしている。図 1 にエンコード後の動画再生画面を示す。処理後のファイルサイズは約 3MB となり、モバイル回線を利用した場合でも遅延無く動画再生が可能であることを確認した。



図 1 動画再生画面

学生に対してレポート提出後に実施したアンケートの結果を図 2、3 に示す。今回作成した Web ページ上での動画再生環境の有用性と、モバイル回線の利用を想定した動画エンコードの必要性が示された。

どちらかといえば役に立った 9% どちらかといえば役に立たなかった 2%



Q. レポート作成時に動画は役に立ちましたか？ (n=54)

図 2 アンケート結果 動画再生の有用性

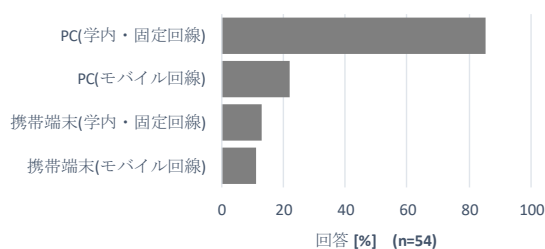


図3 アンケート結果 学生の動画再生環境

3. 2 テンプレートのアップロード

流体部門ではレポート作成の際、テンプレートの使用を指定している。昨年までは実験室に設置してある PC に Word ファイルを保存しておき、学生が個人で所有しているリムーバブルメディアにファイルをコピーして利用していた。しかし、現在はセキュリティの観点から、企業を含めてリムーバブルメディアの利用を制限している組織が増えてきているように思われる。そこで、今回の動画アップロードの実施と併せてレポートテンプレートを Web サイトにアップロードすることにした。これにより、学生はリムーバブルメディアを介さずに必要なファイルを自身の端末に保存して利用できる。また、学生が Web ページに学外からアクセスすることを想定し、学内専用のページには設定していない。本ページにアクセスするために必要なユーザ名・パスワードを設定し、実験関係者以外アクセスできないようにしている。

アンケートではテンプレートのアップロードについても肯定的な回答が多数であったため、次年度以降も利用を継続したい。

4. SOLIDWORKS Simulation(CAE)の利用

4. 1 SOLIDWORKS とは

SOLIDWORKS(以下 SW)は多用途な CAD ソフトウェアである。機械設計を行う現場では 3DCAD の普及が進んでおり、さらにこれまで専任の技術者が利用していた CAE 解析も設計期間の短縮や出戻りの少ない設計を実現するため、設計者が CAE を利用することも一般的になってきている。SW は CAD だけではなく CAE を同じソフトウェア上で扱うことができる。また企業への導入実績もあることから教育用途に適した CAD ソフトウェアの 1 つであると考えている。本学では SW 教育版を利用できるが、SW 教育版の利用は主

として教育用途に限られており、研究用途に使用する場合は別途 Research 版ライセンスが必要となるため注意しなければならない。

4. 2 SOLIDWORKS の利用状況

本学の機械システム工学科で開講されている機械工作実習では、H30 年度から新たなテーマとして「3DCAD」が加わり、学生は SW を使用して 3DCAD と CAE の基礎を学んでいる。しかし、現在 SW は機械工作実習以外の授業では利用されていない。そこで、学生実験でも SW を利用することで、学生が CAD・CAE の理解をさらに深める機会にできるのではないかと考えている。

4. 3 学生実験での CAE 利用検討

SW で使用する頻度の高い CAE アドインは、構造解析等を行う「SOLIDWORKS Simulation」であるが、熱流体解析を行う場合は専用のアドイン「SOLIDWORKS Flow Simulation」を使用する。このアドインは非定常流れを解析できるため、学生実験で取り扱っているカルマン渦もシミュレーション可能である。シミュレーションは、はじめに SW の 3DCAD を利用し実験で使用している小型風洞と同じ寸法の 3D モデルを作成する。その後、Flow Simulation に 3D モデルを読み込ませ、諸条件を設定して計算を開始する。図 4 にカルマン渦のシミュレーション結果を示す。

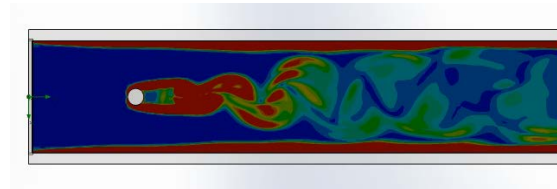


図4 シミュレーション結果

シミュレーション結果は動画として出力することができる。学生実験では実際の撮影動画とシミュレーション動画を同時に再生し、結果の違いを比較する等の利用方法が考えられる。学生が CAE の有用性や使用時の注意点を学習できる実習内容を検討中である。

5. おわりに

現在検討している学生実験の改善内容を来年度から反映できるよう検討を進める。今後も実験・実習に応用できるツールの利用検討を継続し、授業の実施効率向上や学生の理解度向上に繋がるよう努めていきたい。

Python によるバウシinger効果評価プログラムの開発

山形大学工学部技術部
機器開発技術室 小泉隆行

1. 緒言

一般的な金属材料では結晶粒径が減少することで材料強度が増加する Hall-Petch の関係が経験則として知られている。結晶粒径の微細化は粒界の体積率の増加を伴うことから、粒界が巨視的な力学的応答に与える影響は大きいと考えられる。粒界の特性を明らかにすることは、結晶粒微細化強化のメカニズムを解明するためのキーポイントとなる。これまでに粒界の特性について諸説述べられてきているが決定的な知見は得られていない。このことから、著者らはバウシinger効果曲線から、予ひずみを受けた微細結晶粒材の粒界に堆積した転位群がもたらす内部応力の大きさを間接的に見積もることを通じて、粒界の特性について検討してきた^{1),2)}。しかしながら、実験データの解析に時間を要することが問題であった。

バウシinger効果の評価を行うためには以下のステップが必要となる。①反転負荷試験により荷重-ひずみ関係の離散データを取得する。②表計算ソフト等で応力-ひずみ関係に換算し、バウシinger効果の評価式をもとに評価パラメータを算出する。③評価結果をグラフとして描画し、画像ファイルとして保存する。迅速なデータ解析を行うためには、上記②と③について、プログラムを用いて自動化する必要がある。本報告では、Python を用いてバウシinger効果の迅速な評価が実施できるプログラムの開発を行う。

2. バウシinger効果評価プログラムの開発

2.1. プログラミング言語

フリーで入手可能な汎用プログラミング言語である Python³⁾はコードが冗長にならず、豊富なライブラリを容易に扱える点が魅力である。数値計

算、電子機器との通信、計算結果のグラフ描画等、工学的に実用性の高いライブラリが充実していることから、現在、注目されているプログラミング言語の一つである。

本報告では、実験によって取得した離散データ（複数個の CSV ファイル）から、バウシinger効果の評価とそのグラフの保存までを一度に完了させるため、Numpy（行列計算の高速化）、Pandas（簡便な CSV ファイルの取り込み）、Matplotlib（グラフ描画と PDF 形式での保存）のライブラリを用いてコーディングを実施した。

2.2. バウシinger効果評価式の実装

図1に示す真応力-対数ひずみ関係の評価点をもとに、次の2種類の評価式を実装した。

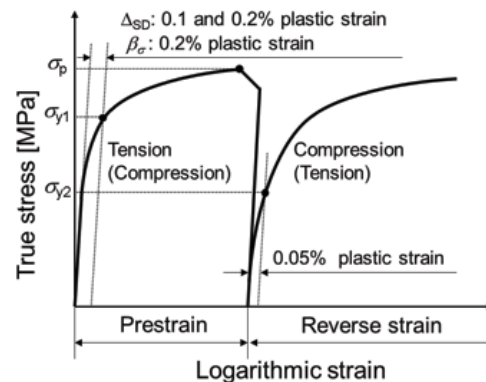


図 1 真応力-対数ひずみ関係におけるバウシinger効果の評価点¹⁾。

(a) 反転負荷時の応力と反転負荷後の降伏応力による評価パラメータ β_{σ} ^{1),4)}

$$\beta_{\sigma} = (\sigma_p - \sigma_{y2}) / \sigma_p \quad (1)$$

ここに、 σ_p : 反転負荷直前の応力、 σ_{y2} : 反転負荷時の 0.05%耐力である。

(b) 背応力と加工硬化量による評価パラメータ BP⁵⁾

$$\sigma_b = 1/2(\sigma_p - \sigma_{y2}), \sigma_h = \sigma_p - \sigma_{y1} \quad (2)$$

$$BP = \sigma_b / \sigma_h \quad (3)$$

ここに、 σ_b :背応力、 σ_h :加工硬化量、 σ_{y1} : 負荷時の0.2%耐力である。

以上より、2種類の粒径 ($d = 100 \mu\text{m}$, $0.6 \mu\text{m}$) を有する供試材の実験結果を想定した応力-ひずみ関係について、本プログラムをもとにバウシニング効果の定量的な評価を実施した。

3. 結果及び考察

図2から図4に開発したプログラムの実行結果を示す。全図ともに Python ライブラリの Matplotlib によって描画されたグラフである。図2に示す通り、バウシニング効果の評価に必要なデータ点を容易にマーキングすることができる。図3は算出された $\beta_\sigma \cdot BP$ -粒径関係を示している。両評価式ともに粒径の微細化に比例してバウシニング効果の評価パラメータが大きくなる。図4の加工硬化量・背応力-粒径関係においても、粒径が微細化するほど加工硬化量が増加し、背応力も比例する。このことから、微細結晶粒材では加工ひずみや引張変形中に発生した転位群が粒界に堆積し、そこで発生した内部応力が背応力として作用することで、バウシニング効果が大きくなると考えられる。

また、プログラムの実行時間の確認のため、16本分の実験結果をもとに本プログラム動作させた。その結果、計算時間は4秒程度 (Intel Core i7, 2.5 GHz) と従来のデータ処理時間を大幅に短縮できることを確認した。

4. 結言

バウシニング効果の評価を定量的かつ迅速に実施できる Python プログラムの開発に成功した。

参考文献

- 1) T. Koizumi, M. Kuroda, Key. Eng. Mater., **725** (2017), 202–207.
- 2) T. Koizumi, M. Kuroda, Mater. Sci. Eng. A, **710**

(2018), 300–308.

- 3) <https://www.python.org>

- 4) J.K. Mahato, P.S. De, A. Sarkar, A. Kundu, P.C. Chakraborti, Int. J. Fatigue, **83** (2016), 42–52.

- 5) M. Haouaoui, I. Karaman, H. J. Maier, Acta Mater., **54** (2006), 5477–5488.

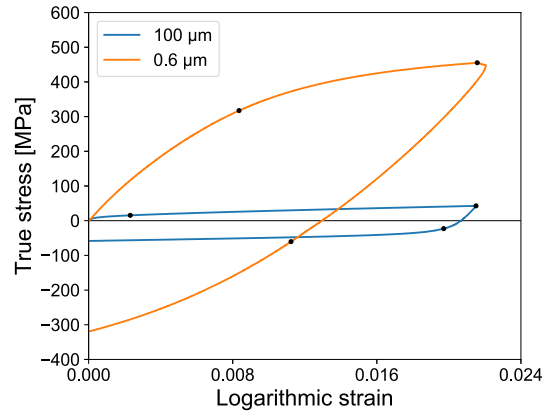


図2 真応力-対数ひずみ関係。

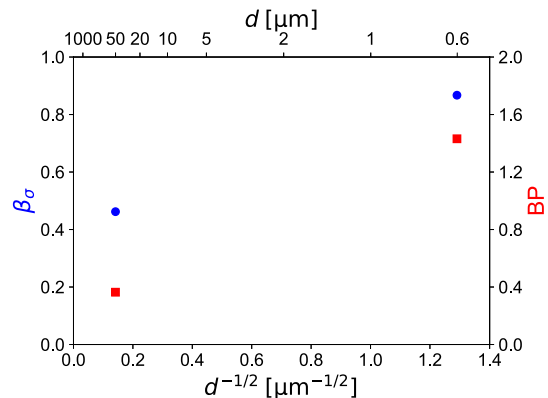


図3 算出された $\beta_\sigma \cdot BP$ -粒径関係。

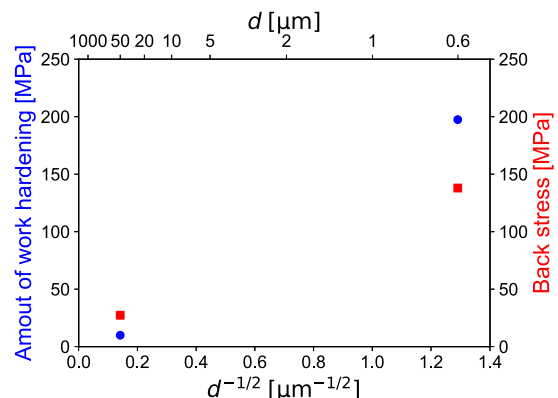


図4 算出された加工硬化量・背応力-粒径関係。

受光素子用差動増幅回路の製作

山形大学工学部技術部
機器開発技術室 鈴木貴彦

1. 背景

小職が研究支援業務を行っている研究室からの依頼により、2つのフォトダイオードの信号をアナログ的に演算し、それらの微小な差分を出力する回路を製作したので報告する。この実験の目的は、基板上に成膜した金属薄膜が示す微小な磁気光学カー効果の測定を行うことである。磁気光学カー効果とは、磁化された材料表面で直線偏光が反射された際に、反射光の偏光方向が入射光に対して回転する現象である。また、材料の磁化方向と入射光の偏光方向によって極カー効果、縦カー効果、横カー効果の3つの効果が考えられ、各々異なる特徴が見られる。本稿では磁気光学カー効果についての詳細な説明は省略する。

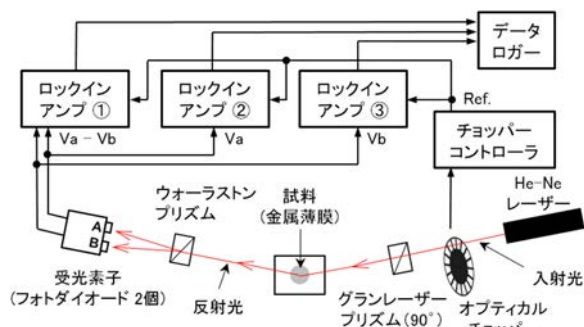


図1 磁気光学カー効果の測定系の概要

図1に、本研究で用いている磁気光学カー効果の測定系の概要を示す。測定にはHe-Neレーザー光を用い、ロックインアンプのためにオプティカルチョッパーによって断続光とし、グラフレザープリズムを通して直線偏光とする。これを試料に入射させ、その反射光をウオーラストンプリズムによって水平成分と垂直成分のみの偏光成分を持った2つの光に分ける。これらの光はそれぞれフォトダイオードによって電気信号に変換され、ロックインアンプによって入射光のチョッピング周波数に同期した成分のみが抽出される。

具体的な測定方法は、始めに試料を磁化していない状態で上記2つの反射光成分の信号強度差が0になるように光学系を調整する。次に試料を磁

化するとカー回転が生じ、2つの反射光成分、すなわち水平成分と垂直成分の光強度に差が生じる。これは2つのフォトダイオードAおよびBの信号強度(V_a, V_b)の差として検出されるので、 $V_a - V_b$ を読み取ることによってカー回転角の大きさを測定することができる。実際には光源の光強度の変動をキャンセルするために V_a および V_b も測定して $V_a + V_b$ を求め、 $(V_a - V_b) / (V_a + V_b)$ を計算してカー回転角を求めている。図2に測定装置の全体写真を示す。

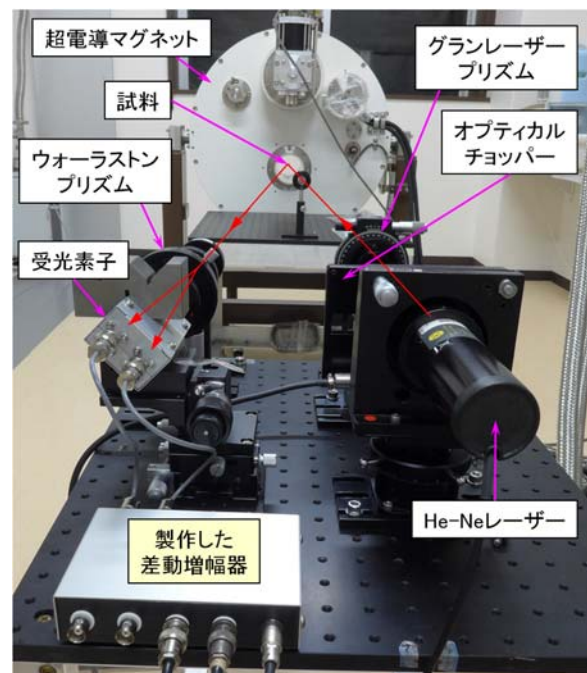


図2 磁気光学カー効果測定装置の全体

2. 現状の問題点と要求事項

現在、図1に示した測定系を用いて磁気光学カー回転角を測定することは可能である。しかしながら磁場を変えながら磁化曲線を測定するためには5時間程の長時間を要し、磁場を測定開始時の大きさに戻してループを描かせると、その間にカー回転角の大きさを示す $V_a - V_b$ の信号(以下、差信号)が時間と共に変動する、つまりドリフトが生じてループが閉じないという問題がある。差信号は、図1のロックインアンプ①の入力部に備わ

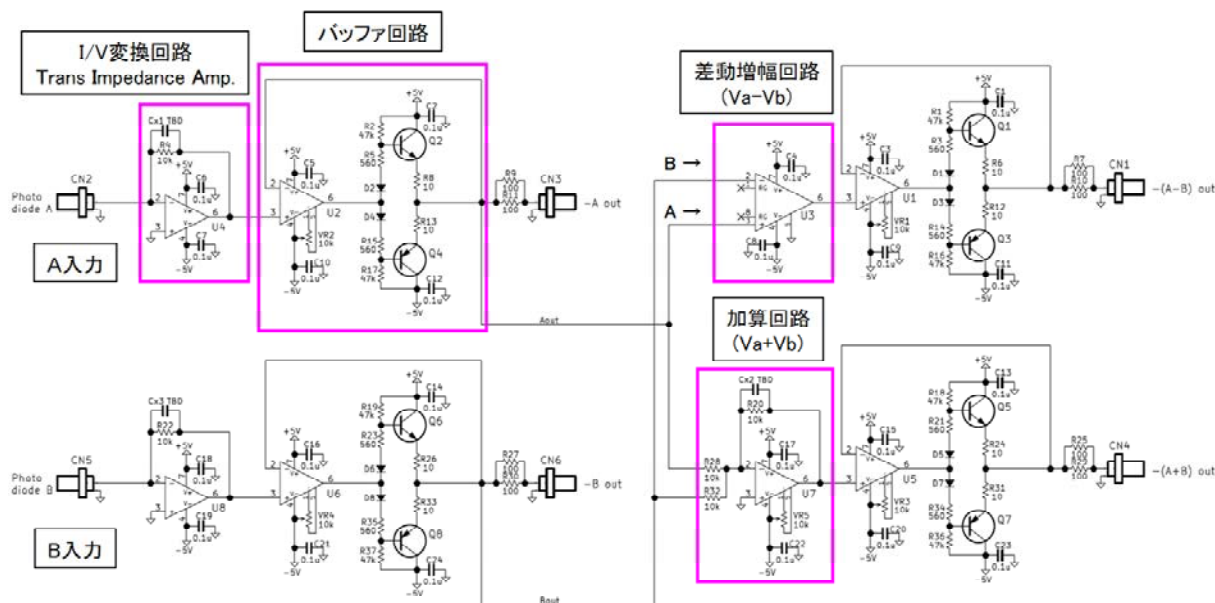


図3 製作した差動増幅回路の回路図

っている差動入力機能をそのまま利用して断続光のままアナログ的に演算して求めている。また、この差信号のドリフトはロックインアンプの型式に左右される事がわかっている。そこで図1のロックインアンプ①には最もドリフトの小さい機種を選定しているが、それでも微小なカー回転角の場合は差信号も小さくなり、ドリフトが測定精度に与える影響が無視できない。よって製作する受光素子用差動増幅回路に求められるのは、上述の差信号の長時間のドリフトが現状の測定系(ロックインアンプの差動入力回路)よりも十分に小さいことである。

3. 製作した回路

図3に、今回制作した差動増幅回路の回路図を示す。±5Vの電源回路は省略してあるが、電源はロックインアンプ背面の外部電源出力端子(±15V)から取得している。これまではフォトダイオードの端子間に抵抗器を取り付け、光電流による電圧降下をロックインアンプの入力に直接つないで測定していたが、信号レベルが小さくノイズ的にも不利なので、図3の回路ではフォトダイオードの短絡電流を電圧に変換する、I/V変換回路を用いている。これはフォトダイオードの光電流検出回路として常用される一般的な回路方式である。また要求仕様として差信号だけを測定すれば良いが、念の為、A、Bそれぞれの単独の出力(Va,Vb)と、和信号(Va+Vb)も出力している。全ての出力端子は、出力インピーダンス 50Ωのバッファ付き

出力となっているため、同軸ケーブルによる延長に対しても安定した信号出力が行える。本機はユニバーサル基板上に部品を実装して製作した。図4に筐体内部の写真を示す。

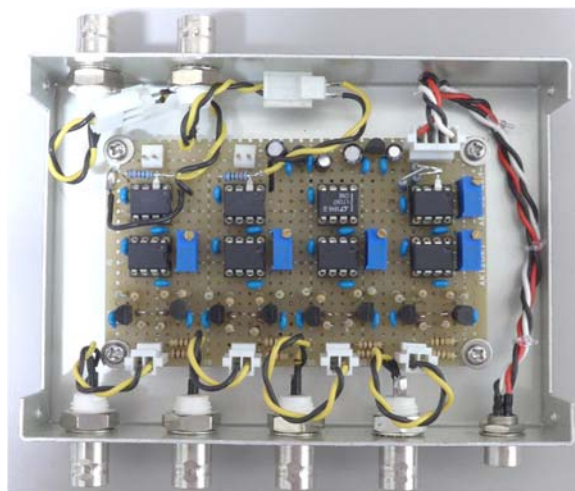


図4 製作した本機の内部写真(回路基板)

4. 使用結果

今回製作した受光素子用差動増幅回路を実際の測定系に組み込んで差信号、およびその他の信号のドリフトを測定したところ、これまでのフォトダイオード直結測定と比べて相対的にドリフトが小さく、S/Nが向上していることが確かめられた。回路としてはもっと改良すべき点もあるが、電気系が改善したことによって光学系に起因すると疑われるドリフトが見えてきた。当面はこの光学系そのものに起因するドリフト要因を抽出し、対策することを優先して改良を継続している。

米沢キャンパス安全衛生活動に関する報告

山形大学工学部技術部
環境・安全衛生担当 鈴木 泰彦

1. はじめに

筆者が工学部技術部に米沢キャンパスの環境・安全衛生担当として着任し、1年が経過した。これまでの活動結果の一つとして、米沢キャンパス内の駐車違反取締について報告する。

2. 米沢キャンパスにおける駐車違反

過去のゲート撤去以降、米沢キャンパスでは駐車違反が常態化している。特に冬期は、降雪の影響も加わって通路が狭窄化しており、緊急車両の通行に懸念が生じていた。このような状況で、2018年初頭に飯塚学部長より駐車違反の取締を強化する説明がなされ、取締活動が実施された。

3. 取締活動

2018年1月15日～3月15日の間、構内の巡視が外部業者に委託された。巡視時、違反車両には **Fig. 1** に示す警告文が提示され、違反状況のデータ（車両番号、車種、駐車場所が収集された。巡視箇所は米沢キャンパス構内および林泉寺駐車場とした。

外部業者への委託契約期間が終了した3月16日以降、筆者がキャンパス内の巡視をおこない、違反の警告およびデータ収集を継続した。

4. 取締の結果

Table 1 に巡視時に発行された警告書の数を示す。発行された警告書は1791件となり、この内2回以上警告を受けた車両は1386件である。よって、巡視開始から今日（8月31日）まで米沢キャンパス内に不正駐車として確認された車両は703台となる。

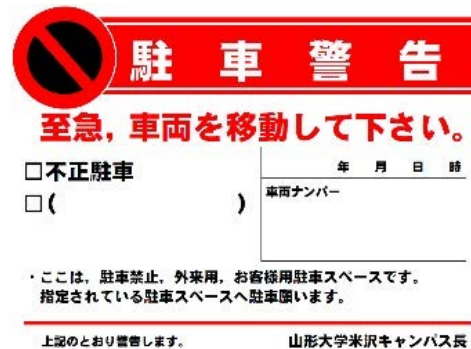


Fig. 1 駐車違反警告書

Table 1 警告書発行数

総警告発行数	[件]	1791
累積警告発行数	[件]	1088
総駐車違反数	[台]	703
累積警告車両数	[台]	298

違反車両の呼び出し

2月23日、警告を受けておきながら違反を繰り返す車両49台を対象に呼び出し通知を実施した。呼び出しに応じた車両は28台で、内10名が職員の車両、他は学生のものであった。職員に対しては副学部長が面談をおこない、学生に対しては再び違反しないよう念書の提出を要請した。

3月7日、4月12日に第2回、第3回の違反車両所有者の呼び出しを実施し、主に学生違反者に念書の提出を要請した。また、念書を書いたにもかかわらず再度違反した学生に対して面談が2件実施された。さらに、呼び出しに応じず継続して駐車した学生の車両を固定（タイヤロック）し、面談が実施された。

面談の結果、職員・学生問わず違反者全員に共通する認識は下記のとおりであっ

た。

- ・違反であることを認識している。
- ・警告文を提示されるだけで処分されないと考えていた。

取締の効果

Fig. 2 は、巡視回数に対する違反車両の推移を示している。図中の①、②、③はそれぞれ呼出の回数である。図から明らかなように、違反車両数は取締開始時に 130 台以上あったが、呼出を繰り返すことで減少し、現在は 10 台程度となっていることがわかった。また、警告の発行数と繰り返す違反の数の傾向はほぼ一致している。これより、現在違反している車両の多くは、警告を受けているにもかかわらず違反をおこなっていることがわかった。

Fig. 3 は複数回違反を繰り返している車両と初回の違反車両数の推移を示している。図から明らかなように、複数回違反車両の数は呼出を繰り返すことで減少していることがわかった。

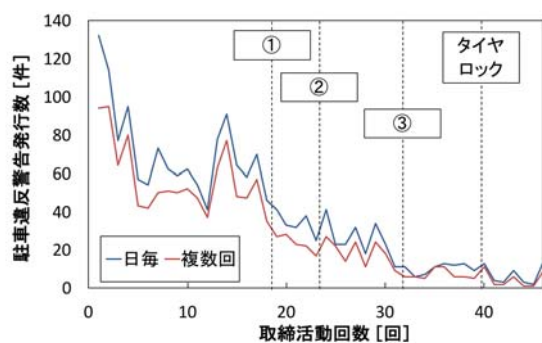


Fig. 2 違反車両数推移

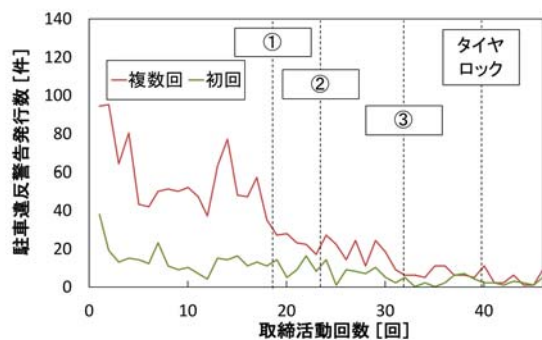


Fig. 3 複数回違反と初回違反の比較

しかしながら、初回の違反車両数が減少している一方、完全に無くなっていないことがわかった。これは、構内の駐車ルールが周知されていないことが原因であると推察される。

5. 今後の課題

今回の取締活動によって違反駐車が減ったことが明らかとなった。しかしながら同時にいくつかの課題が顕在化している。以下に課題の一部を示す。

① 百周年会館周囲の駐車

百周年会館の周囲はお客様駐車場として開放しており、違反取締対象となっていない。この場所に職員や所有者不明の車両が多く見受けられるようになり、現在、日中はほぼ満車状態となっている。

② 構内駐車規定の検討

7月に林泉寺駐車場の工事が完成し、200台の駐車が可能となっている。職員は基本的に林泉寺駐車場に駐車することと定められているが、遵守状況は不十分である。さらに、臨時駐車許可証を毎日発行して構内に駐車しているケースも見られる。詳細な駐車場の利用方法の設定と、周知が必要である。

③ 取締活動の継続

外部業者による巡視は費用を必要とする。職員による巡視は、他業務の都合などもあり定期的かつ継続的に行うことが難しい。

これらの課題に対して、駐車場管理WGで議論を行い解決や対策を講じていきたい。

6. おわりに

違反駐車は状況や効果がわかりやすい問題である。米沢キャンパスには安全衛生に関する問題が多数存在し、これらに対処していく必要がある。発表会では本報告に加えて安全衛生に関して報告する予定であり、議論をおこなえば幸いである。

老朽化したクリーンルーム設備保守と省エネ化

山形大学工学部技術部
計測技術室 堺 三洋

1. はじめに

工学部 9 号館では 1999 年竣工クリーンルームが稼働中である。本設備は竣工から 19 年目となり設備等の老朽化が目立つようになってきている。予算確保が難しい中でクリーンルームの機能維持と省エネについて米沢キャンパス事務部会計課施設管理担当と共同で取り組んだので報告する。

2. 工学部 9 号館クリーンルーム設備概要

クリーンルームの主要設備を以下に示す。

2-1. 除塵設備

表 1 各室清浄度と部屋面積

部屋名	清浄度	面積(m ²)	FFU (台)
クラス A	100	30	12
クラス B	1000	133	27
クラス C	10000	60	6
		総 面 積	
		223	

FFU はファンフィルターユニットの略

2-2. 装置冷却水設備

2017 年までは冷却水熱源は屋外ユニットクーラー(UC1)で製造された冷却水を使用していた。

2-3. 超純水設備

野村マイクロサイエンス製 TW300RU にて約 10MΩcm 程度の超純水を製造し現在も使用中である。

3. 設備故障件数推移

図 1 に年別設備故障件数の推移を示す。図中表示は屋外ユニットクーラー (UC1)、屋外空調除湿装置 (RR1)、超純水製造装置 (TW300) とした。筆者は 2005 年から設備の記録を取りはじめたので 1999 年から 2005 年までの故障件数は確認できなかった。2010 年から故障件数が増加しはじめ、故障多発期は 2012 年 UC1 が 7 件と最多である。特に UC1 はコンプレッサー 3 台で稼働する仕様であったが、1 台が故障したため、故障コンプレッサー 1 台を切り離し 2 台運転とした。2 台運転の理由はコンプレッサー交換修理には多額の費用が発生するからである。更に同 UC1 で電磁スイッチの溶着による故障などが相次いだ。更に 2017 年 2 月には空調除湿用の冷水製造装置 RR1 コンプレッサー故障で再稼働不能の状況に陥った。



写真 1 降雪期の UC1 (右) と RR1 (左)

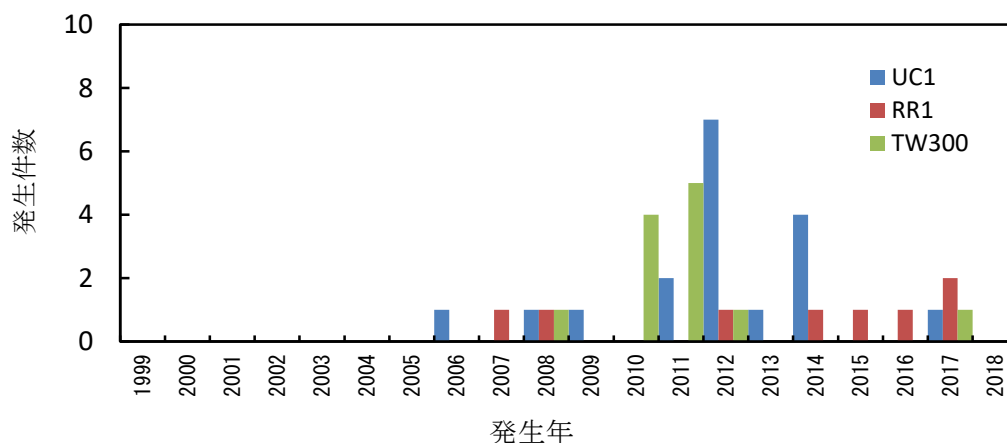


図 1 設備故障件数の年推移

4. 装置冷却水装置の更新検討と井水利用

4-1. 設備更新の検討

学内にて UC1 および RR1 の設備更新申請をクリーンルーム利用委員長および設備管理担当より申請して頂いたが採択されなかった。

4-2. 井水利用と装置別チラー導入

UC1 の故障頻度が高くなり安定した装置冷却水確保が困難な状況になることが予測されたので学内で利用可能な井水ラインをクリーンルーム・クラスB床下に新設した。また個別利用装置は各々研究室にて自前で個別チラーを接続して頂いた。この結果 2017 年から UC1 稼働停止が可能となり、当面の装置冷却水が確保できるようになった。

5. 空調除湿用冷水製造装置の更新

5-1. 除塵フィルター室に中古エアコン設置

除塵フィルター室に中古エアコンを設置した。この中古エアコンは大学の建物更新の際に取り外されたものであり学内流用品である。従来の冷水製造装置と同能力ではないがクリーンルーム室内へ流入する外気温低下および除湿が可能になった。



写真2 HEPA フィルタ交換作業中の筆者

6. 省エネ化検討

6-1. 要因分析

図2にクリーンルーム 2016 年までの設備消費電力定格値割合を示した。UC1 と RR1 で約 50% を占めることが分かった。

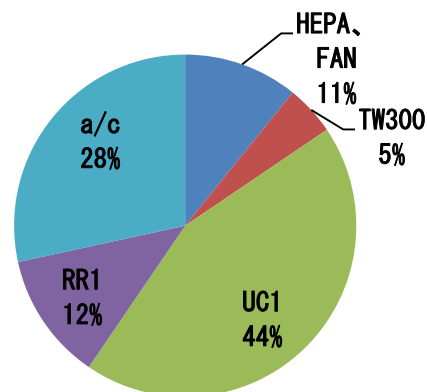


図2 消費電力（定格値）の割合

6-2. 消費電力の月別推移

図3に 2015, 2016, 2017 年度の月別消費電力推移を示した。UC1 と RR1 稼働を停止させたことが大きく影響し、2017 年度は 2016 年度の約半分の電力消費量になった。

7. 今後の改善について

エアコン老朽化で室内が冷えない状況になっているので改善要望中である。

8. 謝辞

設備仕様検討および工事手配の実務でご尽力頂きました（前）米沢キャンパス事務部会計課施設管理担当・森谷優平係長および施設管理皆様に感謝申し上げます。また、日頃ご指導頂いている 9 号館クリーンルーム教員皆様に感謝致します。

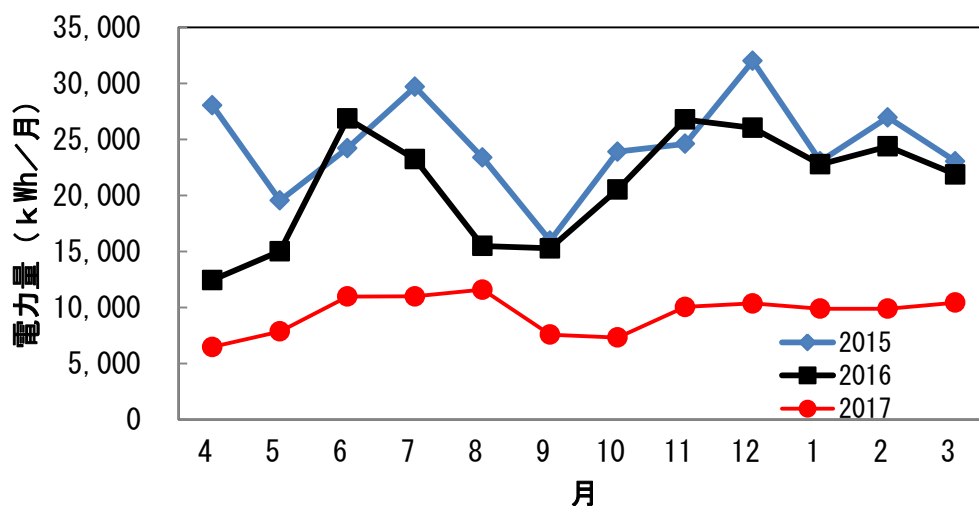


図3 消費電力 月別推移

地域貢献活動

「発光ダイオード（LED）で光通信に挑戦！」を実施して

山形大学工学部 技術部 2016, 2017年度地域連携担当
計測技術室 山吉康弘

1 はじめに

技術部では、主に小学4年生以上の児童を対象にした理科工作実験教室や一般市民を対象にしたおとなのものづくり「身近な技術」の体験塾を実施し、本学部の広報も兼ねて参加者に対して理工学の面白さを知ってもらう地域貢献活動を行っている。本報告では、2017年度に実施した体験塾の内容を紹介する。

2 実施概要

表1にこれまでに実施した体験塾の概要を示す。主に小中学校の理科の先生方をターゲットにして2014年度から始まり4回実施している。筆者は2016年度から地域連携担当として体験塾の実施内容を検討することになったが、2001年に山形大学工学部地域開放セミナー「わくわくサイエンス」という事業で光に関する理科工作実験を指導した経験があったので、それを参考にして2017年度の体験塾は「発光ダイオード（LED）で光通信に挑戦！」というテーマで実施することになった。

図1に今回使用した砲弾型構造の赤色LEDの外観を示す。LEDは電子が多く存在するn型半導体と正孔が多いp型半導体を接合した構造で、p型に正、n型に負の順方向電圧を印加すると接合部分で発光し、レンズを兼ねた封止樹脂の半球状の部分から光が放射される。図2にLEDの電圧・電流特性の測定結果を示す。電子部品のダイオードと同様に整流作用があり、逆極性の電圧では電流は流れないが、順方向の電圧を印加すると、この場合約1.6V以上の電圧で電流が流れ発光する。その発光強度は電流の大きさにほぼ比例するため、電流の大小を光の強弱に変換する働きがある。また、効果が小さいので利用されないが、接合部分に外部から光を照射するとその強さに応じて自由電子が生成されるため、光を電流に変換する働きもある。今回の体験塾では、前者の機能を利用

した光送信器と、後者の機能を利用した光受信器を製作し、音声信号を光で伝える光通信を体験してもらうことにした。このような工作体験教室ではその場の作業で終わってしまうことが多いので、持ち帰って自宅や教育現場等でも様々な実験をしたり、日常でも活用したりしてもらうことをコンセプトにして、できるだけ多くの付加価値をつけるようにした。それにより本人以外にもご家族やお知り合い、教え子などにも興味をもってもらうことを期待した。

表1．体験塾の概要

回	開催日	テーマ名
4	2017.12.2	発光ダイオードで光通信に挑戦！
3	2017.1.7	ケルビン発電機の製作
2	2016.1.9	マイクロ発電に挑戦
1	2015.1.10	電子回路作りに挑戦してみませんか？

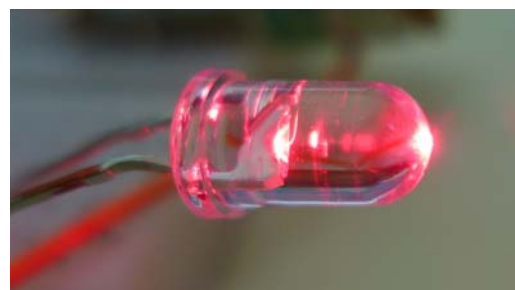


図1．砲弾型発光ダイオードの外観

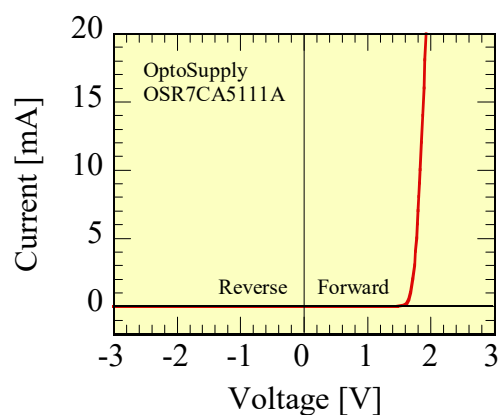


図2．電圧・電流特性の測定結果

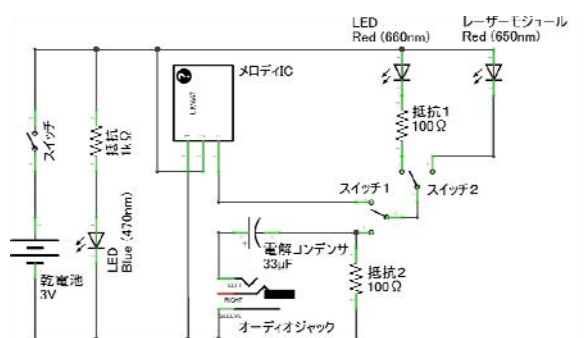
3 光送受信器の製作と実験の内容

今回の体験塾には、市内小中学校や理科研修センター、技術部の関係者など、定員を充足する 10 名の参加者があった。当日は参加者に対して電子工作や実験の手順をまとめた資料を配布し、原理説明や使用する電子部品の特性の測定結果等を紹介しながら、作業に個人差が出ないように配慮し電子工作の手順や実験の方法をスライドで逐一説明しながら進行した。

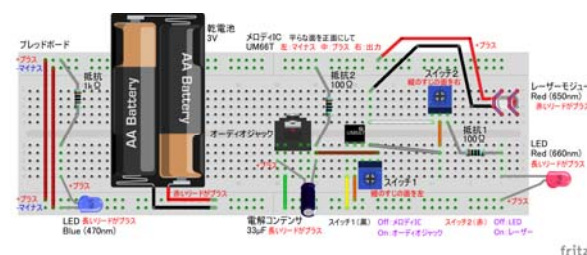
電子工作では、専門知識や経験のない方でも抵抗なく作業が進められるように部品の種類や数をできるだけ少なくし、半田付け作業の必要がないブレッドボードを用いて行った。また、低予算で準備できるように 100 円ショップで手に入るガーデンソーラーライトの太陽電池やカラー透明下敷きを利用するなどして特殊で高価な部品の使用はできるだけ避けるようにした。図 3 (a)(b)にそれぞれ光送信器の回路図とブレッドボード上の部品配置図を示す。送信音源には予め決まった音楽の音階に相当する周波数の矩形波状電圧が繰り返し出力されるメロディ IC を用い、その出力電圧で LED の電流を変調することで、LED の発光強度が変調される回路になっている。オプションとして LED よりも長距離の光通信ができるように光

源にレーザーモジュールを追加し、また、日常生活でも使用してもらえるように、メロディ IC の代わりの音源としてラジオやテレビ、携帯音楽機器の音を送信するためのオーディオジャックを追加し、光源と音源をそれぞれのスイッチで切り替えられるようにしている。

図 4 (a)(b)にそれぞれ光受信器の回路図とブレッドボード上の部品配置図を示す。インピーダンスの大きなクリスタルイヤホンや圧電スピーカーを LED に並列接続しただけでも光受信は可能であるが聞こえる音量は極小さいので、電圧増幅率が約 26 倍の増幅器を通してダイナミックスピーカーで音を再生するようにしている。また、オプションとして、受光面積や受光波長域が広い太陽電池を追加し、受光素子をスイッチで切り替えられるようにしている。光送信器と光受信器はいずれも 1.5V の単 3 乾電池 2 本で動作するようになっており、スイッチの切り忘れを防ぐためにパイロットライプもつけた。試作段階では送信器にマイクロフォン、受信器にフォトトランジスタも付けていたが、当日は時間の都合上不採用とした。LED をはじめ、小さな電子部品の取り扱いに苦勞する場面も見られたが、全員が無事に光送受信器を完成させることができた。図 5 に完成した光送信器と光受信器の外観を示す。

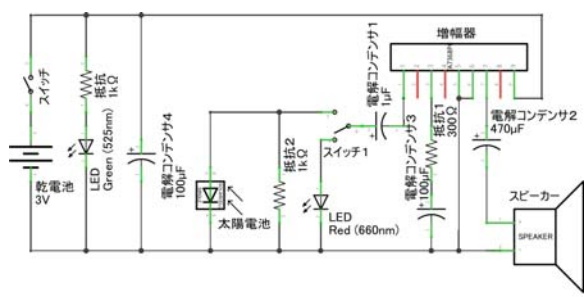


(a) 回路図

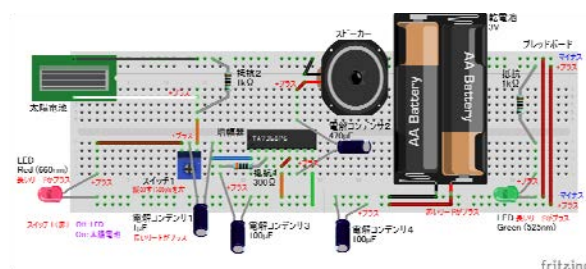


(b) 部品配置図

図 3. 光送信器



(a) 回路図



(b) 部品配置図

図 4. 光受信器

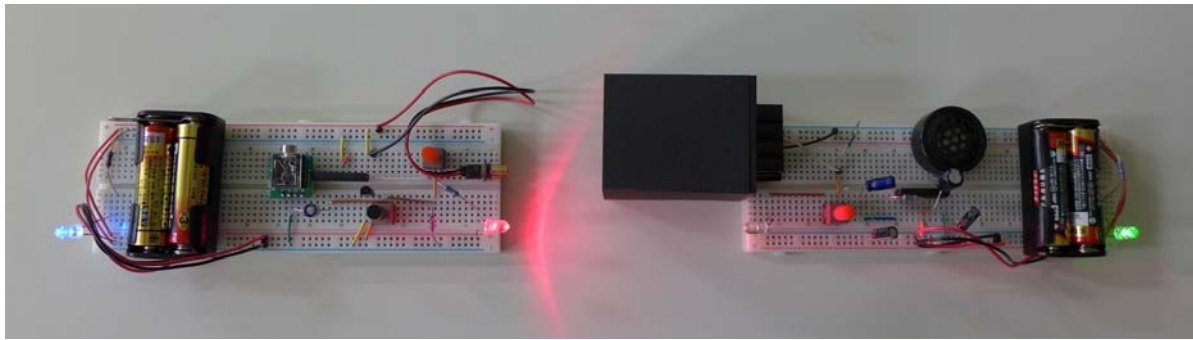


図 5．光送信器（左）と光受信器（右）

完成後に、光通信の特長を体感してもらうために下記に示すような様々な実験を行った。

①LED を使った光通信の実験

送信器の LED の光を受信器の LED で受光すると受信器のスピーカーからメロディ IC の音楽が聞こえ、光を遮ると聞こえなくなることを確認してもらい、空間を伝搬した光で音声情報が通信できることを体感してもらった。

②ルーペを使った実験

一般に LED の光は距離とともに広がり単位面積あたりの強度が弱くなる。そこで、送信器と受信器の距離を遠ざけると聞こえる音が小さくなることを確認し、その後ルーペを用いて集光させた光を受信器の LED で受光することで音量が大きくなることを確認してもらった。

③光ファイバーを使った実験

光ファイバーは高屈折率の中心部分（コア）と低屈折率の周囲（クラッド）の境界で光が全反射することを利用して低損失で光を長距離伝送させることができる。今回は扱いやすさと価格を考慮して、直径約 1mm、長さ約 2m の装飾用プラスチックファイバーを用いて光通信を体験してもらった。空間伝搬の場合は送受信器を置く位置に制約が出てくるがファイバー伝送の場合はそれがある程度緩和される。受光効率向上のために、ファイバーの両端面を約 140℃に熱したガラス基板に押し当てて事前に平坦化处理し、また、図 6 のようにサイズが適当な NMR 試料管キャップを流用して光ファイバーを LED に着脱できるようにしている。

④レーザーを使った実験

レーザーの光は後述の図 8 (a)からもわかるように波長が単一のため長い距離伝送できる。そこで送信器の光源として LED の代わりにレ

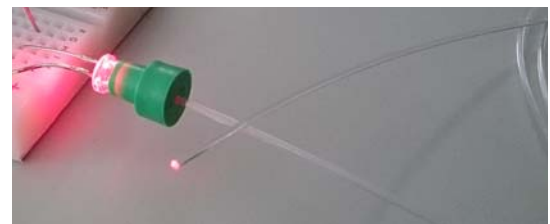


図 6．光ファイバーを伝搬した LED の光

ーザーモジュールを用いて光通信を体験してもらった。会場の端から端までの数 m 以上の距離でも明瞭に音楽を聞くことができた。

⑤太陽電池を使った実験

受信用の LED の受光部は小さいため、ビーム径の小さなレーザー光を受光する場合、位置合わせに苦労する。そこで、受光面の広い太陽電池を受光素子として用いて光通信を体験してもらった。太陽電池は受光面が広い他に、受光波長域が約 400～1100nm と広く、感度も比較的高いため、LED よりも受光素子に適している。体験塾では雑音の発生源となる蛍光灯の光をできるだけ受光しないようにフードを作成してもらい太陽電池に装着させた。また、レーザー光を鏡で反射させて太陽電池で受光させる実験も行った。

⑥発光素子と受光素子の組み合わせの実験

時間の制約のため、参加者には実験方法の説明のみになったが、緑と青色の LED をお渡しし、色の異なる LED やレーザー、太陽電池の組み合わせで光通信が可能かどうか自宅で実験してもらうことにした。表 2 は筆者が事前に行った実験結果である。発光素子の波長が受光素子の波長よりも長い場合には光通信ができない結果となった。これは、受光素子よりも波長の長い光のエネルギーは受光素子のバンドギャップよりも小さいため、受光素子の価電子

帯の電子をバンドギャップを超えて伝導帯に励起できないためと考えられる。

⑦波長多重光通信の実験

最後に波長多重光通信の実演を行った。図7に実験の様子の一部を示す。3つの異なる音楽を赤、緑、青色のそれぞれのLEDの光で送信し、1つの受信器の太陽電池で受光すると3つの音楽が同時に聞こえるが、受信器の前に赤、緑、青色の透明下敷きを置くとそれぞれの色に対応する音楽だけが聞こえるようになる実験である。図8(a)(b)にそれぞれ発光素子の相対発光強度とカラー透明下敷きの透過率の測定結果を示す。両者を比較すると、赤、緑、青色の下敷きの透過率は、それぞれ主に赤、緑、青色のLEDの波長に対して高いことがわかる。実演では緑色の下敷きを用いた場合に青色のLEDの音楽も若干聞こえたが、参加者には図8の測定結果を示し説明を加えた。

表2. 発光と受光素子の組み合わせ実験の結果

通信の可否		受光素子			
		赤色 LED (660nm)	緑色 LED (525nm)	青色 LED (470nm)	太陽電池 (400～1100nm)
発光素子	赤色 LED (660nm)	○	×	×	○
	レーザー (650nm)	○	×	×	○
	緑色 LED (525nm)	○	△	×	○
	青色 LED (470nm)	△	○	○	○

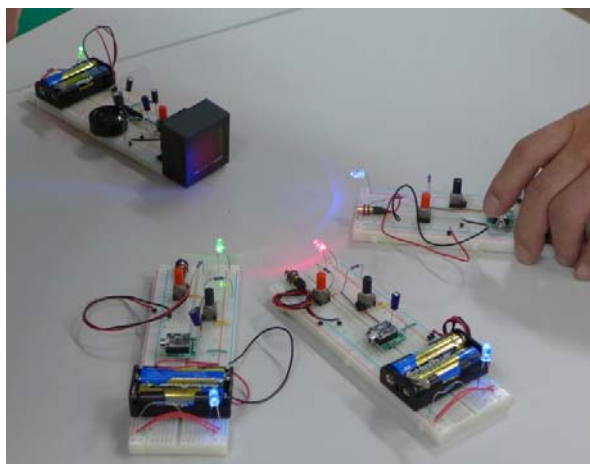


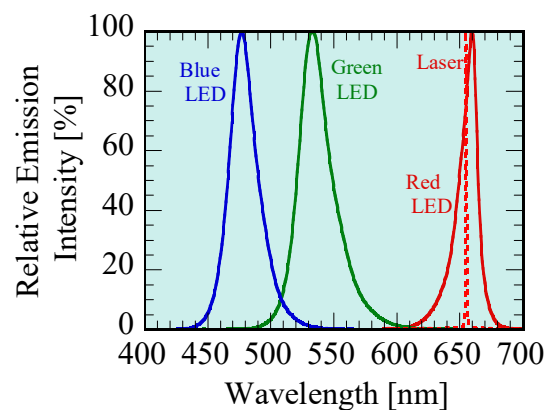
図7. 波長多重光通信の実験

4 おわりに

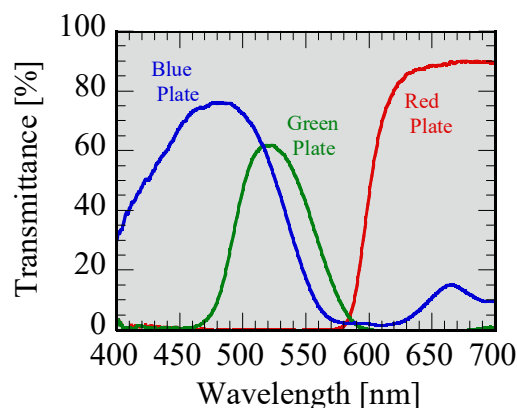
約3時間の予定時間内に準備していた全ての内容を実施し無事に終了した。アンケート結果では、多くの参加者から内容にたいへん満足したとの評価と次回も参加したいとの回答を頂いた。今回の体験塾の内容は、本学 高野勝美准教授が代表を務める平成30年度ひらめき☆ときめきサイエンス（日本学術振興会 研究成果の社会還元・普及事業）に取り上げられ、10月に高校生を集めて実施される予定であり、筆者は実施分担者として講師を務める。技術部の地域貢献活動が本学の社会貢献の一助になり、多方面から評価されることを期待したい。

謝辞

分光感度特性の測定で協力いただいた本学成田克准教授と準備や実施で協力いただいた技術部職員の方々に感謝申し上げます。また、本事業を実施するにあたり、多大なご支援を頂きました米沢市教育委員会と学園都市推進協議会に感謝申し上げます。



(a) 発光素子の相対発光強度



(b) カラー透明下敷きの透過率

図8. 波長スペクトル特性の測定結果

「地域連携活動」に向けたペルチェ式 保冷・保温庫の試作検討

山形大学工学部技術部
機器分析技術室 藤原 渉、佐藤 翼
地域連携担当 大竹 哲也

【1. はじめに】

本学技術部は学内の研究・授業における技術支援の他、「地域連携活動」として学外者への理科教育支援も取り組んでいる。主な活動としては、
○理科工作・実験教室（小学校 出前授業）
○科学フェスティバル（本学主催）
○身近な技術の体験塾（本学技術部主催）
が挙げられる。

【2. 背景・目的】

多くの科学系イベントは主に子どもを対象としており、成人を対象とした催しを体験する機会は少ない。

本学技術部は学園都市推進協議会、米沢市教育委員会の支援の下、一般市民を対象としたものづくり企画「身近な技術の体験塾」を例年開催している。今年度のテーマとして、山形県産業科学館のペルチェ素子展示ブースを参考に『ペルチェ素子を用いた保冷・保温庫製作』の開発を行った。本発表にて開発の進捗状況を報告する。

【3. ペルチェ素子とは】

ペルチェ素子は、電気→温度差 あるいは 温度差→電気 に変換する性質を持つ熱電素子である。この素子は2枚の熱伝導板を多数の半導体(金属)の柱で接合した構造となっている。

素子に電流を流すと、一方の熱伝導板で吸熱、反対面で発熱が同時に起こり温度差を生む(図 1)。

また、電流の向きを変えることで吸熱面と発熱面が入れ替わるため、ペルチェ素子は保冷と保温を容易に切替えることができる。

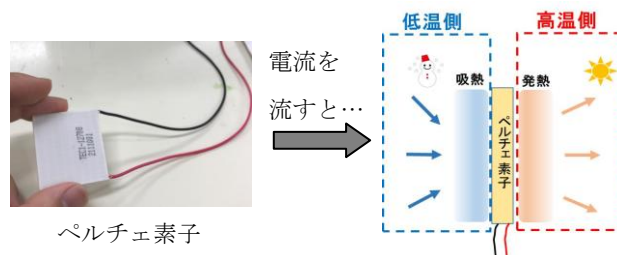


図 1 ペルチェ素子の動作イメージ

【4. 試作品の設計と製作】

市販のペルチェ素子等を複数購入して保冷・保温性能を評価し、以下のモジュール(定格 12V)を選定した(図 2)。このモジュールに取り付けてあるペルチェ素子は TEC1-12706 の型式であり、サイズは 40×40mm である。ファンおよびヒートシンクは、ペルチェの熱を効率よく交換するために両側に備え付けている。

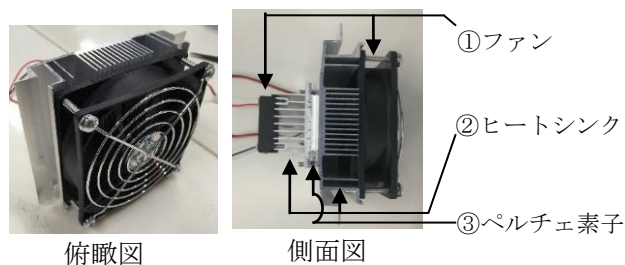


図 2 ペルチェモジュール(市販品)

このモジュールを基に設計、加工、製作を行った(図 3)。作品は虫かご程度の大きさで持ち運びを可能とし、自動車のシガーソケットから電力を供給する仕様とした。



図 3 試作品

【5. 動作確認、性能評価】

実際に試作品を稼働させ、各々の項目における比較検討を行った。

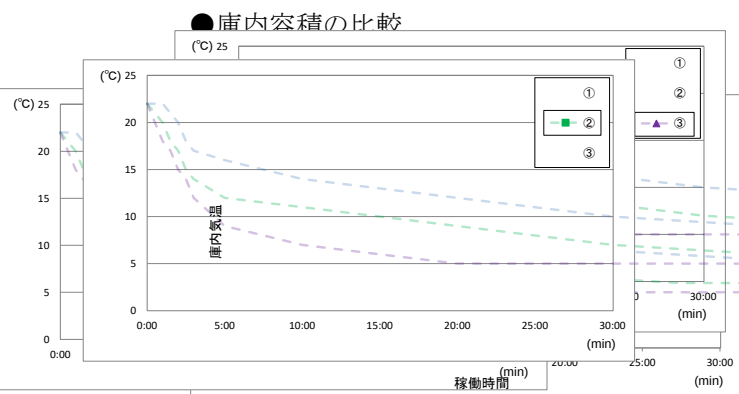


図4 保冷時 庫内の温度推移
(庫内容積の影響)

庫内容積は①：4m³、②：2m³、③：1.1m³である。容積を小さくするほど稼働時間当たりの庫内温度は低くなることは容易に想定できるが、稼働5分後以降で顕著に差が見られた。続いて、水道水を満たした缶(アルミ, 350mL)の温度測定を行い、実際の使用を想定した保冷能を比較した。

《測定条件》 電圧 12V、室温 22°C、水温 17°C

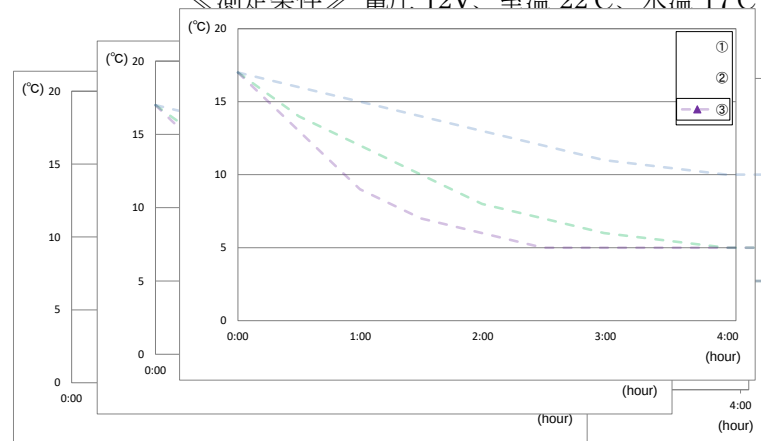


図5 保冷時 水道水の温度推移
(庫内容積の影響)

水道水の温度推移は庫内の温度推移に依存しており、庫内温度に対応して水温も下がることが示唆された。上記の結果から③が最も効率よく冷えたことになるが、このときは庫内容積を著しく狭くしたため、缶を少し凹ませて収納させている。

容積を小さくするほど冷却効率は上がるものの、缶の出し入れは難しくなり横付けモジュールも外に押されて隙間から冷気が逃げる可能性があった。そのため、今後の測定は②の形で行うことにした。

● グリースの有無

ペルチェ素子とヒートシンクは互いの面が接しており、ここで熱移動が起きる。2つの面を貼り合わせただけでは面間にわずかな隙間ができるため熱効率が悪くなるが、熱伝導性の高いグリースを塗布することで熱交換が促進される。

モジュール購入時に塗布されていたグリース、市販の汎用グリース、未塗布時の3パターンを比較した。



図6 モジュール グリースの塗布部

《測定条件》 電圧 12V、室温 22°C、水温 17°C
容器：アルミ缶(350mL)

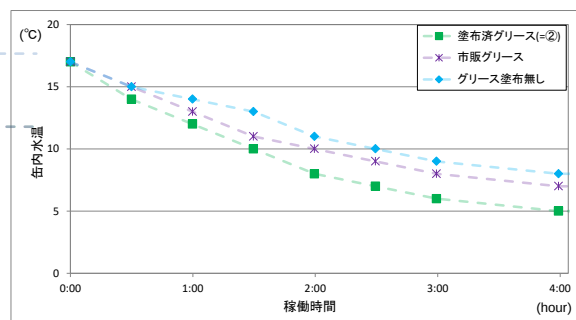


図7 保冷時 水道水の温度推移
(グリース有無の影響)

上記の結果より、冷却能を高めるためにグリース塗布が必要であり、効果を大きく発揮するにはグリースの選定を行う必要があることが分かった。

●ペルチェ素子の型式比較

ペルチェ素子にはたくさんの型式があり、許容電流が大きいものほど値段が高い。このモジュールにおける性能の高い素子の選定を行った。購入した素子は許容電流 5A, 6A, 8A の 3 つであり、各々のペルチェ素子のサイズは同一である。
 ≪測定条件≫ 電圧 12V、室温 22℃、水温 17℃
 容器：アルミ缶(350mL)、グリース塗布無し

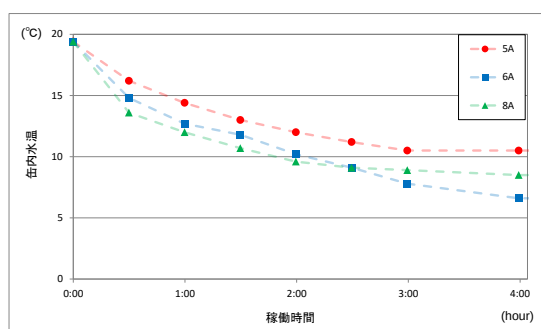


図8 保冷時 水道水の温度推移
(ペルチェ素子の影響)

本モジュール使用時では、許容 6A の素子が最も効率が良いことが言えた。等しく電圧をかけた場合、一番多く流れる 8A 素子の効率が良さそうに思えたが、このモジュールでは 8A 素子の発熱を効率良く排気できないために長時間の稼働時は冷却効率が下がることが推察された。

●入力電圧の比較

自動車走行時、バッテリー電圧は 14~15V 程度かかることが知られている。実際に本モジュール(定格 12V)使用時、冷却能・安全性に問題がないか評価を行った。

≪測定条件≫ 室温 22℃

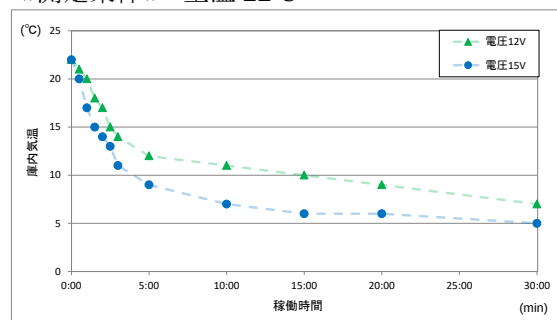


図9 保冷時 庫内の温度推移
(電圧の影響)

本モジュールにおいて、15V をかけると保冷能がわずかに上昇し、性能および安全性に問題は無いと判断した。

●庫外ファン作動の有無(保温時)の比較

保冷時、外側のファンでペルチェ素子の高温面を冷却することで、庫内で効率よく吸熱して保冷される。これに対して保温時、外側のファンで冷却面の熱を逃がすと、庫内の温熱が排気されて保温能が低下すると想定した。そのため、外ファン作動の有無による庫内温度変化を比較した。

また、庫内の高温面が許容温度を保つようサーモスタットを取り付け、温度制御を行った。

≪測定条件≫ 電圧 15V、室温 22℃

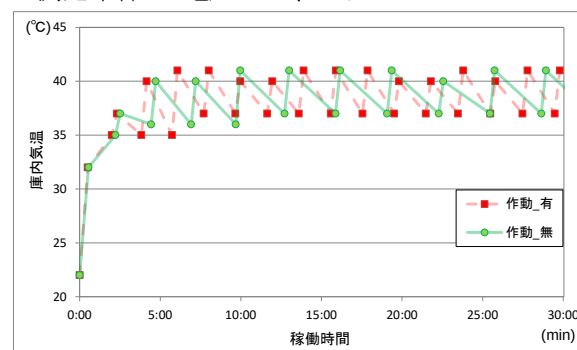


図10 保温時 庫内の温度推移
(外ファン作動の影響)

サーモスタットの仕様が「45℃→Off、36℃→On」であるため、庫内温度も概ねこの温度範囲で推移する。そこで、サーモスタットが On⇄Off に切替わるまでの時間周期に注目した。

表1 サーモスタットの動作時間

		外側ファンの起動	
		有	無
サーモスタット 動作	平均 On時間 (sec)	18.8	17.0
	平均 Off時間 (sec)	100.2	192.7
	1サイクル平均周期 (On, Off時間の合算)	119.0	209.7

保温運転中 On 時の消費電力は 15V×約 5A=75W であるから、1 時間連続で On にしたときの消費電力量は 75Wh となる。

(5A の値は、実測より引用)

保温運転中の庫外ファン消費電力量は表 1 より、

$$\text{有} : 75.0(\text{Wh}) \times \frac{18.8}{119.0} = 11.84... \therefore 11.8(\text{Wh})$$

$$\text{無} : 75.0(\text{Wh}) \times \frac{17.0}{209.7} = 6.08... \therefore 6.1(\text{Wh})$$

となった。消費電力量は 2 倍近く差が出ており、Off 時間の長さは庫内の保温持続時間であると言えるため、保温時は外ファン無しが良いことが分かった。また、試験に用いたサーモスタットでは庫内温度が低いため、上限 55℃→Off のサーモスタットに変更した。

●モジュールの位置比較

これまでモジュールは側面取付けであるが、出っ張って嵩張るためフタ(上面)に取り付けた。また庫内温度を比較すると、若干ながら上面取付けの方が冷却最高温度までの到達時間は早いことが分かった。

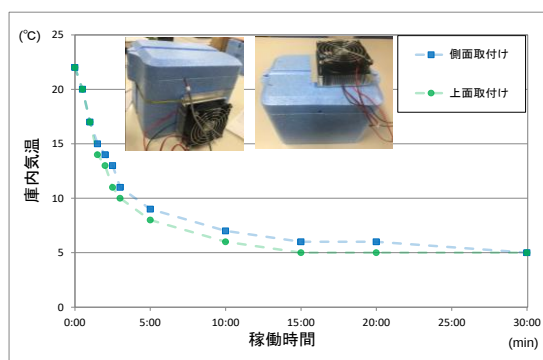


図 11 保冷時 庫内の温度推移
(モジュール位置の影響)

最後に、回路図を基に配線の収納やスイッチ取付け、モジュールとフタの固定を検討し、以下のように取り付けた(図 12、13)。

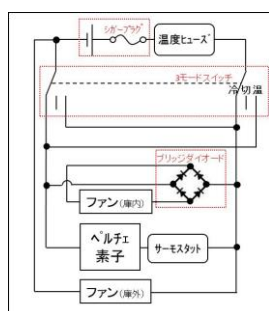
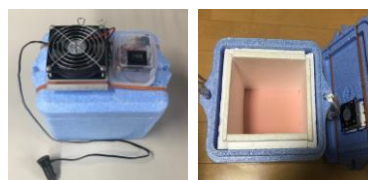


図 12 回路図



外観 内装
図 13 完成品 (改良 Ver)

【6. 完成品の保冷・保温評価】

改良した完成品の庫内および水道水で満たした缶の温度推移を以下に示す。

《測定条件》 電圧 15V、室温 22℃

表 2 完成品の定常温度 まとめ

	庫内		水道水	
	温度(°C)	時間(min)	温度(°C)	時間(hour)
保冷	5	15	5	3
保温	34~46	10	37	2

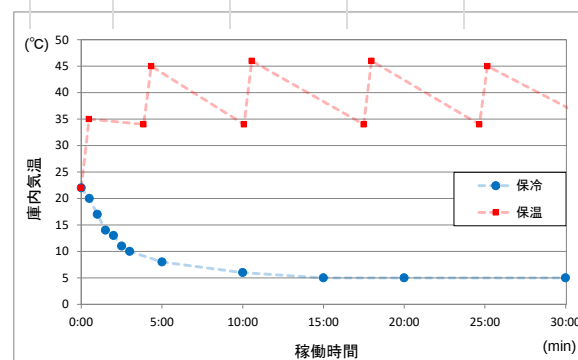


図 14 庫内の温度推移

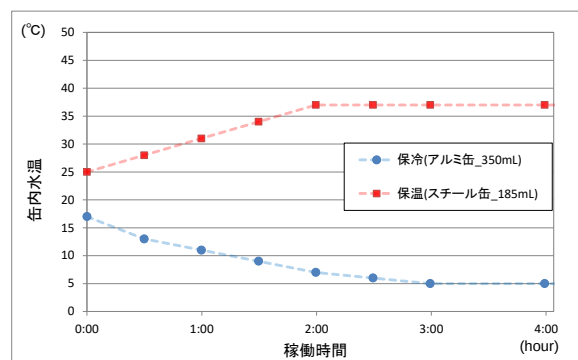


図 15 水道水の温度推移

【7. まとめ】

自動販売機の缶は「つめた〜い」: 5℃、「あったか〜い」: 55℃に概ね設定されている。実際に市販の缶を購入して作品で試してみたところ、保冷時は適温に到達したが保温時は生温いままであり適温に至らなかった。保温時の庫内温度はサーモスタットの On/Off 時の温度差(=ヒステリシス)が影響しており、現状ではこれが大きいために高い温度での維持が難しい。そのためヒステリシスの小さいサーモスタットを検討して最適化に努めたい。

単一細胞におけるミトコンドリア DNA の高精度定量法の開発

山形大学工学部技術部
計測技術室 坂原聖士

1. はじめに

ミトコンドリアは、細胞のエネルギーである ATP (アデノシン三リン酸) の産生やアポトーシスに関わる重要な細胞小器官である。ミトコンドリア内にはミトコンドリアが独自に持つ DNA (mtDNA) が存在し、1 つの細胞に数千個以上の mtDNA が存在することが知られている (図 1)。近年、初期胚 (受精卵) に含まれる mtDNA 数が胚の品質評価の指標になると報告されたことから、精度の高い mtDNA 数の解析は不妊症の原因を解明する有効な技術として注目されている。しかし、初期胚は 1~数十個の細胞からなる微小生体試料であるため、従来法では精度面で課題がある。mtDNA を定量するためには、まず細胞やミトコンドリアを溶解し mtDNA を抽出する必要がある。初期胚の mtDNA 数を調べた報告は多数があるが、抽出の際に生じる DNA の破壊や損失については考慮されておらず、得られた結果に対するその影響は大きいと予想される。そこで本研究では、外部標準 DNA を用いることで DNA 抽出時に生じた損失を補正できる「mtDNA 高精度定量システム」の確立を試みた。

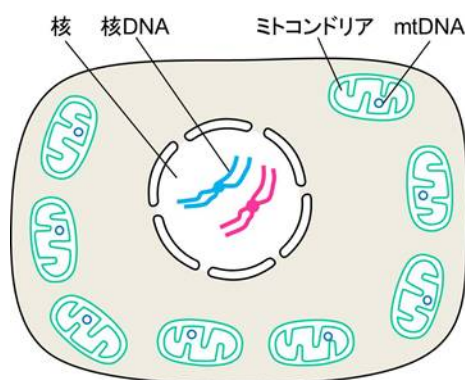


図1 核 DNA とミトコンドリア DNA

2. ミトコンドリア DNA (mtDNA)

核 DNA が約 3.0×10^9 bp (塩基対) で構成される線状 DNA であるのに対し、mtDNA は約 1.6

$\times 10^4$ bp の環状 DNA であり、核 DNA と比較して非常に小さい。mtDNA では、ATP 産生に関与する呼吸鎖複合体のサブユニットの 13 種類の遺伝子と、リボソーム RNA 遺伝子や転移 RNA 遺伝子など、合計 37 種類の遺伝子がコードされている (図 2)。ミトコンドリアの複製やその他の機能に関わる大部分の遺伝子は核 DNA にコードされている。

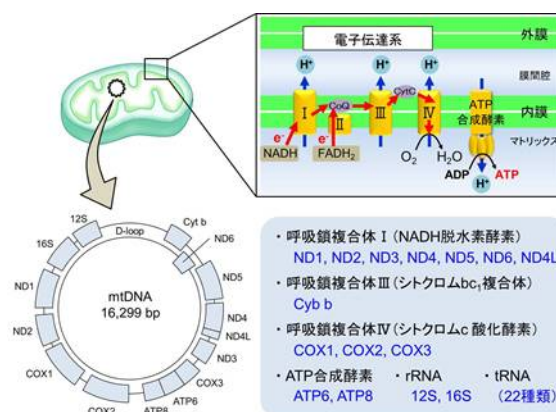


図2 mtDNA にコードされる遺伝子

3. 外部標準 DNA の作製

外部標準 DNA には、試料に含まれる DNA (核 DNA・mtDNA) にコードされない遺伝子を選択する必要がある。本研究では動物細胞を試料としているため、植物の葉緑体 DNA にコードされている *rbcL* 遺伝子に着目した。*rbcL* は光合成の炭酸固定反応に関わる酵素サブユニットであり、葉緑体を持たない動物細胞には存在しない遺伝子である。

購入したシロイヌナズナゲノム DNA から PCR 法により *rbcL* 遺伝子を増幅した。PCR 産物 (DNA 断片) を pGEM®-T easy Vector system (Promega 社) のプラスミド DNA 内に組み込み、*rbcL* プラスミド (3,172 bp) を作製した。*rbcL* プラスミドをコンピテントセル DH5α (大腸菌) に導入し形質転換を行った後、大腸菌を培

養した。増殖した大腸菌から *rbcl* プラスミドを抽出・精製し、分光光度計によりプラスミドの濃度を測定した。作製したプラスミドの分子量を、「2 本鎖 DNA の長さ (bp) × 塩基の平均分子量 330 Da × 2 (nt/bp) = 2 本鎖 DNA の分子量 (g/mole)」の式から算出した。次に、プラスミド 1 コピーあたりの質量を、「2 本鎖 DNA の分子量 (g/mole) ÷ 6.023×10^{23} (molecules/mole) = 1 コピーあたりの質量」の式から求め、コピー数既知のプラスミド (外部標準 DNA) 溶液を調製した (図 3)。

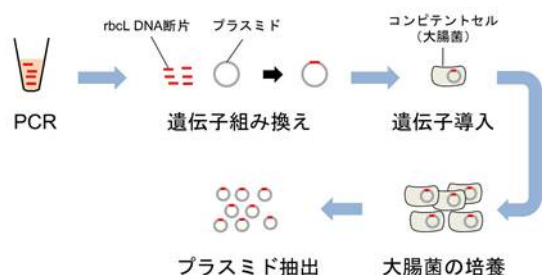


図 3 外部標準 DNA の作製方法

4. 試料の作製と mtDNA の定量

実験に用いる試料として、ICR マウスの卵子または 1 細胞期から胚盤胞期までの各発生ステージ胚を採取した。採取した試料に外部標準 DNA 1.0×10^6 コピーを添加後、High Pure PCR Template Preparation Kit (Roche 社) を用いて DNA を抽出した。その後、リアルタイム定量 PCR を行い、試料に含まれる mtDNA および外部標準 DNA のコピー数を定量した。

5. 実験結果・考察

DNA 抽出後の外部標準 DNA 数を調べた結果、初期量から 20~30% 減少している試料が多く、中には 80% も減少しているものもあり、DNA 抽出時の DNA の損失が明らかとなった。この DNA 損失率を基に mtDNA 数を補正した結果、補正前は mtDNA 数がかなり少なかった卵子も他の卵子と同等となった (図 4)。この方法を用いて、マウスの各発生ステージ胚の mtDNA 数を調べたが、有意な増減は認められなかった。次に、2 細胞~8 細胞期胚の個々の割球 (細胞) を分離して mtDNA 数を調べた結果、割球間で顕著な差があることがわかり、細胞分裂時にミトコンドリア

アが偏って分配される可能性が示唆された (図 5)。

以上の結果より、外部標準 DNA の損失率を基にした補正を行うことで、単一細胞由来の微小試料でも mtDNA 数を高精度に定量することができた。本研究で確立した定量システムは、胚の初期発生におけるミトコンドリアの数的変化の解析やミトコンドリアに起因する胚の品質低下の原因解明への応用が期待できる。

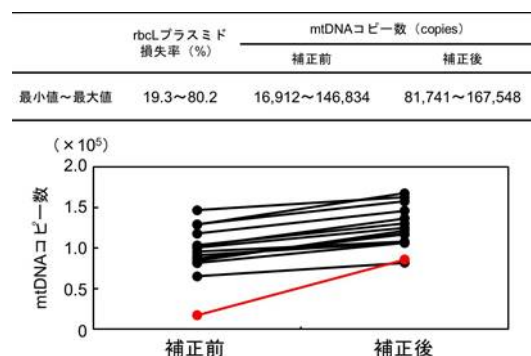


図 4 補正前後の MII 卵子の mtDNA コピー数

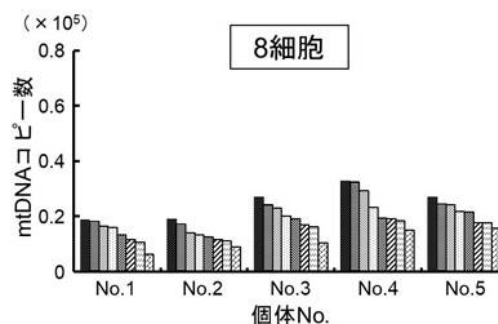
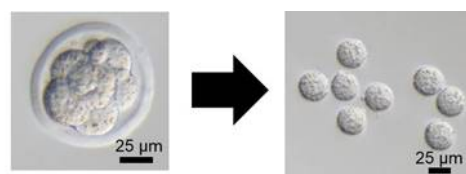


図 5 単一細胞 (割球) の mtDNA コピー数

6. おわりに

本研究は山形大学・阿部宏之教授指導の下、山形大学動物実験委員会および遺伝子組換え実験安全委員会の審査・学長の承認を得て、山形大学の規定に準じて行った。また、本研究は日本学術振興会・平成 29 年度奨励研究 (課題番号: 17H00403) の助成を受け行った。本研究を行うにあたり、実験設備等の提供やご助言・ご協力いただいた本学の阿部宏之教授、黒谷玲子准教授ならびに研究室学生各位に深く感謝申し上げます。

2本の柔軟なガラス針を用いたマイクロマニピュレータの開発

山形大学工学部技術部
計測技術室 川口敏史

1. はじめに

現在，生命工学，機械工学，およびそれらの学際的な領域において，マイクロスケールでの精密な作業を可能にするマニピュレーション技術が求められている．しかし，形状・大きさ・剛性の異なる様々な物体のマニピュレーションを単一装置で行うことができる汎用性の高いシステムは存在しない．

支援先の研究室では，2本の硬いガラス棒で微小物体を把持し，移動・回転を行うマイクロマニピュレーションシステムを開発しており，マイクロビーズの把持・移動・回転が可能となっている[1]．しかし，珪藻のような脆弱性の高い物体の取り扱いは困難であった．

本研究は，2本の柔軟な極細ガラス針を用いたマイクロマニピュレーションシステムの開発を目的とする．柔軟なガラス針を用いることで，脆弱性の高い微小物体を破壊することなく安定に把持し，移動・回転が可能になる．珪藻を把持して移動・回転する実験を行い，提案手法の有効性を検証した．

2. システムの構成

脆弱な微小物体を破壊せずにマニピュレーションする方法として，2本の柔軟な極細ガラス針で物体を把持する方法を提案する．

システムの構成を図1に示す．3自由度の直動ステージにガラス針を取り付けたものを2組作成し，倒立顕微鏡の両側に置く．現在のシステムでは，X，Y方向に電動ステージ，Z方向に手動ステージを用いている．はじめに，Z軸手動ステージで2本のガラス針を物体の高さに調整し，顕微鏡の焦点を合わせる．次に，XY軸電動ステージを制御して2本のガラス針を動かし，物体を把持・移動・回転する．作成したアダプタにより，ガラス針は水平に近い状態でシャーレ内の物体にアクセスできる．

顕微鏡画像をカメラで取得し，コンピュータで画像処理する．XY平面（焦点面）上のガラス針の操作入力には，マルチタッチディスプレイを用いる．表示された顕微鏡画像のガラス針にタッチしてドラッグすれば，ガラス針を単独で移動することができ，物体にタッチしてドラッグすれば，2本のガラス針が平行移動して，物体を動かすことができる．また，画像上のボタンをタッチすることにより，物体を回転させることができる．

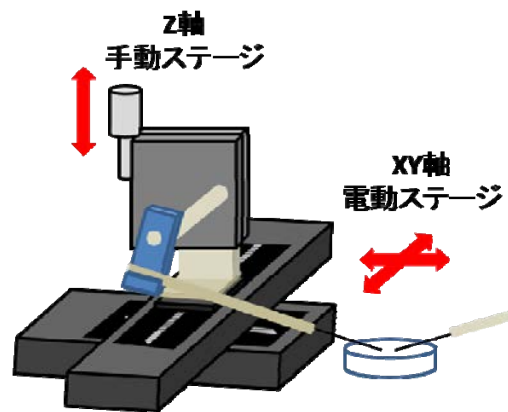


図1 システムの構成

3. 柔軟な極細ガラス針

柔軟なガラス針が物体に接触する際にしなることで，物体を破壊せずに把持することが可能となる．

ガラス針は，直径が1mmのガラス棒を，プーラーで細く引き伸ばして作成した．シャンク部分（針先端の細長い部分）の長さが異なる針を作成し，ガラス針の性能を比較したところ，しなり易さに違いが生じること，しなりにより物体の把持性能が向上することが確認できた．

4. ガラス針の検出法

ガラス針のしなり量を知るために，リアルタイムで顕微鏡画像上のガラス針を検出して先端位置Pを求める方法を開発した．

操作開始前のしなりが生じていない状態で，ガラス針の初期先端位置 P_0 と初期末端位置 E_0 を検出しておく．ガラス針の移動量はステージの移動量によってのみ決まるため，移動後のガラス針の推定末端位置 E_e ，また，しなりが生じていないと仮定した場合のガラス針の推定先端位

置 P_e を推定することができる。 P_e 、 E_e から求まるガラス針の全長を L_e とする。

ガラス針の検出は、根元から先端に向けて行う。図2は、左側のガラス針が物体を上側から把持する場合を表している。ガラス針をX軸方向に間隔 δx で分割し、

$$x_i = x_0 + \delta x \times i \quad (i = 1, 2, \dots) \quad (1)$$

におけるガラス針のY座標 y_i を求める。 (x_0, y_0) は画像上におけるガラス針の根元の座標である。検出範囲 δy を考え、 $x = x_i$ における $y = y_{i-1} - \delta y$ から $y = y_{i-1} + \delta y$ の間で、ガラス針の輪郭の上側のY座標を検出し、 y_i とする。ただし (x_0, y_0) については、ガラス針の根元は大きく変形しないことから推定末端位置 E_e とほぼ同位置にあると考え、 y_0 の代わりに E_e のY座標 y_e を用いて計算を行う。この処理を先端に向かって繰り返し行い、ガラス針の全長 $L = L_e$ になったら終了する。その結果、ガラス針の上側の輪郭点 $(x_0, y_0)(x_1, y_1)(x_2, y_2) \dots$ が得られ、先端位置 P が検出できる。

ガラス針が物体に接触すると、単純な輪郭抽出では、ガラス針と物体が一体となった輪郭しか求められない。提案手法ならば、ガラス針の物体と接触していない側の輪郭を求めるので、ガラス針のみの検出が可能となる。ガラス針の検出を行った結果を図3に示す。

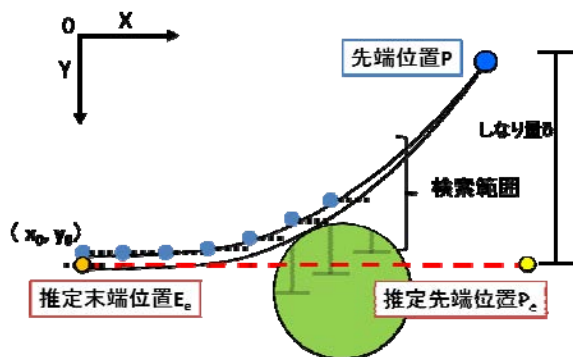


図2 ガラス針の検出法

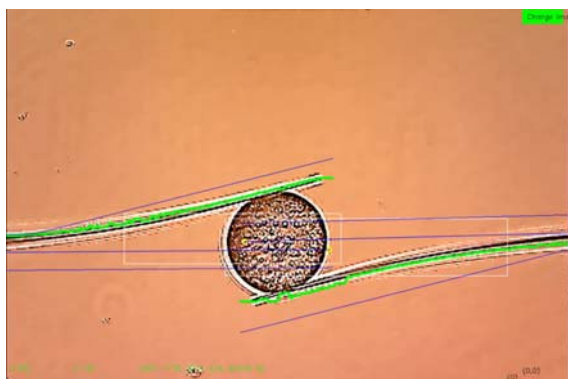


図3 ガラス針の検出結果

5. ガラス針の位置補正法

過大な把持力による物体の破壊や、把持力不足による物体の取り落としを防ぐためには、把持力を一定範囲内に保つ必要がある。これは、ガラス針のしなり量を一定範囲内に保つことと等価である。

前節の方法で求めたガラス針の推定先端位置 P_e と先端位置 P の差が、ガラス針先端のしなり量 δ になる。そこで、しなり量 δ に応じて針を移動させ、しなり量 δ を一定範囲内に保つようにステージを制御する。

6. マニピュレーション実験

作成したガラス針を用い、提案したガラス針の検出法と位置補正法により、珪藻を移動・回転させる実験を行った。いずれの実験も、顕微鏡画像のガラス針へのタッチ入力により2本のガラス針をそれぞれ移動し、物体に接触させた状態から行った。

6.1 XY平面運搬操作

顕微鏡画像の物体にタッチして動かすと、2本のガラス針が間隔を保ったまま同時に移動する。その結果、物体を運搬できる。

運搬前に行う物体の把持が大まかであっても、ガラス針のしなりと位置補正により、安定して運搬することができた。

6.2 Z軸回転操作

物体を把持した状態から、2本のガラス針をX軸方向に逆向きに動かせば、転がりにより物体をZ軸回りに回転できる。運搬と同様に、安定した回転が行えた。

7. おわりに

支援先の研究室において筆者が研究しているマイクロマニピュレーションシステムについて紹介した。本研究によって、ガラス針が自身に加わる力の大きさや向きにより柔軟になること、そのしなりを検出して制御することが、物体のマニピュレーションに有用であることが明らかとなった。

今後の課題は、ガラス針と物体の接触点と接触方向を検出し、より正確な把持力や把持方向を求めること、現在のシステムのZ軸手動ステージを電動ステージに交換し、ガラス針の3次元位置を制御して、物体の3次元的なマニピュレートが可能とすることである。

参考文献

K. Inoue, Y. Matsuzaki, S. Lee: Micromanipulation using micro hand with two rotational fingers, J. Micro-Nano Mechatronics, Vol.7, No.1-3, pp.33-44, 2012.

河川環境における溶存物質の挙動

～吾妻連峰を起源とする酸性河川・松川および荒川を例として～

山形大学工学部技術部

機器分析技術室 佐々木貴史

はじめに

山形県と福島県の県境には 2000m 級の峰々が東西に連なる吾妻連峰が位置している。その吾妻連峰の山麓には旧鉱山や温泉が点在しており、それらの鉱廃水および温泉廃水の流入によって酸性化した特徴的な河川環境が周辺に存在している。発表者は、この吾妻連峰を源流とし、多量の酸と重金属類を含む旧硫黄鉱山からの浸出水を受容する河川と上流部において酸性度の高い温泉水および温泉廃水が流入する 2 つの酸性河川（松川および荒川）に注目した調査・研究を行っている。本発表では、現在までに得られた成果から、酸性河川における溶存物質の挙動について紹介する。

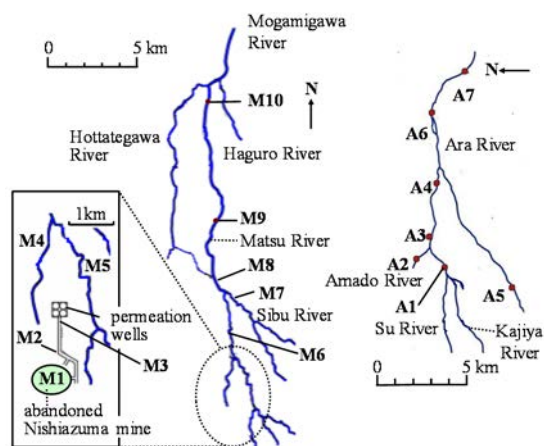


図 1 松川（左）および荒川（右）における採水地点（国土地理院の電子地形図 25000 をもとに作成）

調査および分析方法

西吾妻連山から山形県側に流下し、最上川に合流する松川は旧西吾妻硫黄鉱山からの鉱廃水

の流入により酸性化している河川である（図 1）。M1～10 の 10 ヶ所を採水地点とし、2016/8/29, 10/31, 2017/7/21, 10/11 および 2018/7/19 に調査を実施した。最上流部（M3）には、廃水処理施設があり鉱廃水の地下浸透処理が行われている。一方、西吾妻連山から福島県側に流下し、一級河川である阿武隈川に合流する荒川は高湯温泉と微温湯温泉の温泉水および温泉廃水の流入によって酸性化している（図 1）。A1～7 の 7 ヶ所を採水地点とし、2016/7/13, 9/14, 10/24, 12/1, 2017/4/24, 5/17, 6/29, 8/29, 10/27, 11/17, 12/4, 2018/5/8, 7/3 に調査を実施した。測定項目は pH, 導電率 (EC), 水温, 金属イオン濃度 (Na, Al, K, Ca, Cr, Mn, Fe, Cu, Zn, As, Cd, および Pb), 陰イオン濃度 (Cl^- , NO_3^- および SO_4^{2-}) およびフッ化物イオン濃度とした。陰イオン濃度は 0.45 μm で濾過した河川水サンプルをイオンクロマトグラフにて測定を行った。また、金属イオン濃度は、濾過した河川水サンプルを酸分解の後、ICP-MS にて測定した。フッ化物イオン濃度は水蒸気蒸留-ランタン・アリザリンコンプレキソン吸光光度法にて測定した。

結果および考察

図 2 および 3 に松川および荒川各調査地点における溶存イオン濃度を示した。両河川とも流下に伴って、溶存イオン濃度が減少するとともに pH が上昇していることが確認された。

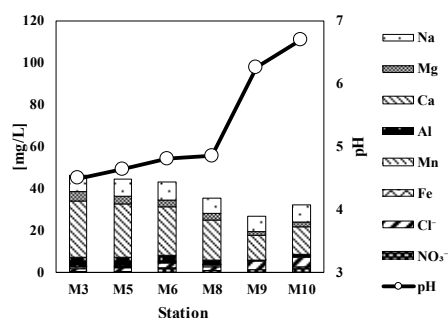


図2 松川における主要な溶存イオン濃度
(2017年度調査の平均値)

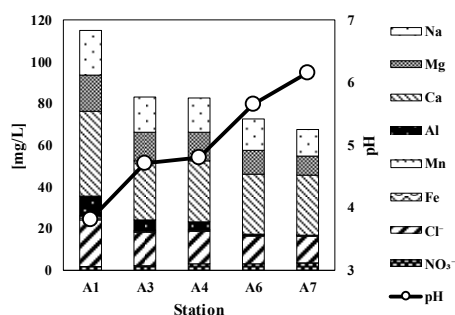
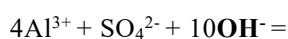


図3 荒川における主要な溶存イオン濃度
(2017年度調査の平均値)

酸性河川に溶解している Al はその加水分解過程において下記のような不溶性加水分解生成物（沈殿物または固相）を形成し、水中のアルカリ分（OH⁻）を消費する。



現在までの発表者の研究成果から、この溶解性 Al の加水分解に伴うアルカリ分（OH⁻）の消費が pH 上昇を阻害し、酸性河川における pH 挙動を支配する主要因であることが明らかとなっている¹⁾。松川および荒川においても、pH 挙動が支流の流入による希釈効果やアンモニア等のアルカリ源の供給のみならず、この溶解性 Al の加水分解に大きな影響を受けていると考えられる。しかしながら、松川は M8～9 間において pH が急激に上昇するのに対して、荒川は流下に伴って緩やかに上昇する傾向を示し、両河

川の pH 挙動に明らかな差があることが確認された。従って、この両河川における pH 挙動の差異の原因を探るべく、得られた水質データに対して化学平衡計算プログラム（PHREEQC）を使用して調査時の水質を持つ河川水においてどのような Al 錯体が優勢な化学種として存在するかについて解析を行った。その結果、温泉に由来するフッ化物イオンが多く含まれる荒川では、AlF²⁺および AlF₂⁺などの Al-F 錯体濃度が高く、それら Al-F 錯体が下流域の地点 A6 まで存在することが明らかとなった。本来なら pH が Al の加水分解領域（pH 4.5～6 程度）に入ると図 2 のように Al 加水分解反応が終了し Al が固相となるまで pH が上昇しない（pH 緩衝）状態が続き、その後、急激に pH が上昇する。しかし、フッ素が共存する場合は、Al-F 錯体を生成し、急激な Al の加水分解を阻害して Al 濃度減少が緩やかになり、pH は図 3 に示すように緩やかに上昇しているものと推察される。

まとめ

温泉およびそれらの廃水の流入などによりフッ化物イオンを含む酸性河川では、Al-F 錯体が生成および存在することで急激な Al の加水分解が阻害されて、それに伴い、pH も緩やかに上昇することが明らかとなった。河川環境において、フッ化物イオンは Al の溶存形態および pH 挙動に大きな影響を与えていることが示唆された。

参考文献

Endo M, Sugai N, Hikichi K, Sanjo M, Mizuguchi H, Sasaki A: Variation of Water Quality Arising from the Hydrolysis of Aluminum in the Acidified River. *J. Water Environ. Technol.*, **13**(2), 141-152, 2015.

東北地区国立大学法人等 技術職員研修報告

個別研修(FJT)報告書

承認番号	なし	提出年月日	2018 年 11 月 21 日		
研 修 者	所 属 (技術室名)	計測技術室 (内線) 3 2 8 8			
	氏 名	堺 三洋			
研 修 名	国立大学法人等東北地区技術職員研修				
研 修 期 間	2018 年 9 月 18 日 ～ 2018 年 9 月 21 日				
会 場	東北大学金属材料研究所				
研修成果の概要	(日付 9/18) 特別講演「放射線を知る」千田浩一教授講演の中で二点気になるキーワードがあった。1) 人体内部に放射能は存在すること、2) 核医学検査 (RI) は脳梗塞の急性期に有効な検査である内容が印象深かった。(9/19) 技術発表会：口頭発表「老朽化したクリーンルーム設備保守と省エネ化」で口頭発表を行った。トピックスとして 9 号館クリーンルーム年間消費電力が約半分になり 150 万円／年で節電できたことを報告した。質疑応答では節電のインパクトが凄いとコメントを頂き、更に冬期におけるコールドエバポレータの積雪写真紹介を行ったので管理で苦労した点など質問を受けた。(9/20) 実技テーマ「安全衛生を講義と実技で学ぶ」を受講した。実技ではガス検知管測定や AED 取扱いを学んだ。講義は「法医学的な視点からみた寒剤を使用する際の注意点」法医学分野・大内技術職員から講演を頂いた。写真での事故事例紹介は特にインパクトが大きかった。更に東北大でも学生の軽微な事故が多くなっており、基本的な知識の欠如に起因する話題があった。私案になるが山形大工学部の学生にも寒剤に関する技術講習開催を行う必要があると感じた次第である。最後に今回研修で得た知識技術を技術部活動に役立てて行きたい。				

個別研修(FJT)報告書

承認番号		提出年月日	2019 年 2 月 5 日		
研 修 者	所 属 (技術室名)	情報技術室 (内線) 3 7 6 9			
	氏 名	菊地 真也			
研 修 名	平成 30 年度東北地区国立大学法人等技術職員研修				
研 修 期 間	2018 年 9 月 18 日 ～ 2018 年 9 月 21 日				
会 場	東北大学				
研修成果の概要	今回の研修においては、最初の 2 日間で特別講演を 2 つと技術発表を聴講し、後の 2 日間で実技研修を受講した。 聴講した技術発表の『世界遺産「平泉文化」の三次元計測とそのデジタルアーカイブ化』のテーマから、計測されたデータを利用してデジタルアーカイブとして残すという試みは重要文化財を有する本大学でも有益なものになり得る。 実技研修においては『デジタル写真の画期的技法』を受講した。講習は大きく「焦点合成」と「三次元合成」の 2 つのテーマに別れていたが、両テーマともに有意義な時間だった。 「焦点合成」は、同じ対象物に対する複数の写真によって、擬似的に深い被写界深度を得る技術のことであり、今後の静止画の処理技術に幅を持たせることが出来た。そして「三次元合成」における複数の写真から 3D モデルを作成する技術は非常に興味深い内容で、空撮写真から地形の 3D モデルを生成する技術は労力とコストパフォーマンスに優れた試みであり、空撮映像を利用することはドローンを所有する本技術室の今後の活動や研究に参考になる。				

**日本学術振興会
科学研究費助成事業
(奨励研究)**

平成29年度 奨励研究 報告書

- ・木質バイオマスを原料としたCu/ZnO担持炭素調製における金属粒子形態制御
計測技術室 大竹哲也
- ・単一細胞におけるミトコンドリアDNAの高精度定量を実現する基盤技術開発
計測技術室 坂原聖士
- ・液相焼結法を用いた簡便なAl-ZrO₂系マイクロ鈴構造体の開発
機器分析技術室 佐竹忠昭

※ 平成28年度に採択された研究課題の中で、掲載に支障のない上記報告書を掲載した。

木質バイオマスを原料とした Cu/ZnO 担持炭素調製における金属形態制御

計測技術室 大竹 哲也

目的 針葉樹に金属化合物を担持して炭化すると、粒子径と形状が揃った金属粒子を担持した多孔質炭素が得られる。これは針葉樹を構成する中空の仮導管の微小空間にバイオマスの熱分解ガスが充満し、金属塩の熱分解生成物と反応するため生成するものと考えている。本研究では触媒としての利用を考え、銅と亜鉛の二成分の金属化合物の混合溶液を含浸した針葉樹を原料に、銅・亜鉛粒子担持炭化物を調製した。銅と亜鉛の混合比および化合物のアニオンの違いが金属粒子形状におよぼす影響を確認し、金属粒子形成過程を明らかにすることを目的とした。

実験方法 木質バイオマスとしてヒノキを、担持する銅および亜鉛の原料として塩化銅と硝酸亜鉛を用いた。全金属濃度を0.1 mol/Lに調整した銅・亜鉛混合溶液にヒノキチップを添加して含浸処理を行い、ろ別後に乾燥して銅・亜鉛担持ヒノキとした。炭化処理は熱天秤（島津 TGA-50）に酸素トラップを通した高純度窒素を20 ml/min通気し、熱処理温度500-700 °C、昇温速度10 °C/minの温度条件で行った。炭化物中の金属微粒子形態を電子顕微鏡（日立 SU8000、以後SEM）により観察し、付属のエネルギー分散型X線分析装置（以後EDS）で粒子の組成分析を試みた。

実験結果 塩化物を担持し調製した金属粒子担持炭化物の SEM 画像及び EDS マッピング画像を Fig. 1 に示す。炭化物上にいびつな形状の粒子が多数観察できる。また細胞壁中に銅が多く固定されており、亜鉛と銅がそれぞれ単独で粒子を形成している。Fig. 2 に硝酸塩を担持し調製した金属粒子担持炭化物の SEM 画像を示す。500 °Cまでに直径数十 nm の半球型粒子が多数形成される。生成した粒子の組成は担持処理に用いた銅・亜鉛混合溶液組成にほぼ等しいことが確認された。ま

た炭化物調製温度の上昇により、半球形粒子からウイスキー状粒子へ変化する過程が確認できた。以上の結果から、炭化物上に生成する金属粒子の形態に、金属塩のアニオンが大きな影響を持っていることがわかる。Fig. 3 にウイスキー中の銅と亜鉛の組成を示した。銅と亜鉛の割合に偏りが生じているが、半球型粒子中の融点の低い成分がウイスキーとして成長するためと考えている。

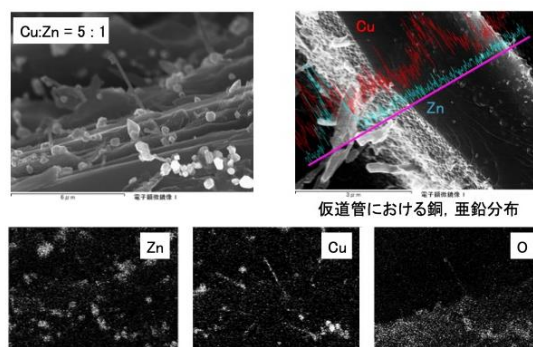


Fig. 1 塩化物担持試料から調製した炭化物上の金属粒子形状および組成分布

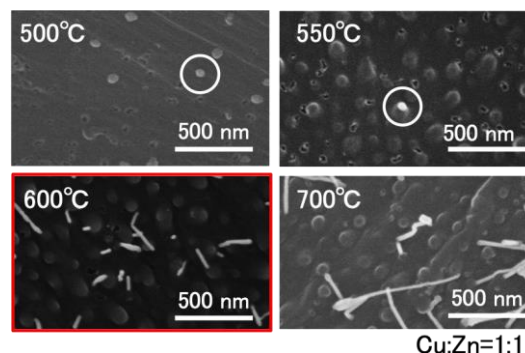


Fig. 2 硝酸塩担持試料から調製した炭化物上におけるウイスキー成長過程

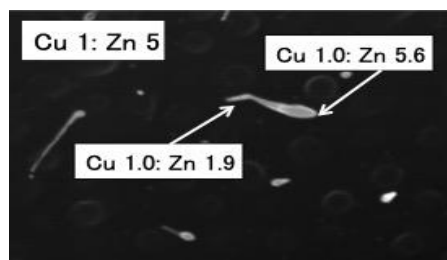


Fig. 3 ウイスキー状粒子中の組成分布

単一細胞におけるミトコンドリア DNA の高精度定量を実現する 基盤技術開発

山形大学工学部技術部
計測技術室 坂原聖士

【研究目的】 ミトコンドリア (Mt) 内には Mt が独自に持つ DNA (mtDNA) が存在する。近年、初期胚に含まれる mtDNA コピー数が胚の品質評価の指標になると報告されたことから、精度の高い mtDNA コピー数の解析は不妊の原因を解明する有効な技術として注目されている。しかし、単一細胞由来の微量試料の mtDNA コピー数を解析するためには、従来法では精度面での課題がある。そこで本研究では、外部標準 DNA を用い DNA 抽出時に生じた損失を補正することで、微量 mtDNA を正確かつ安定して定量できる「mtDNA 高精度定量システム」の確立を試みた。

【研究方法】 外部標準遺伝子として動物細胞の試料には含まれない植物 (シロイヌナズナ) の光合成に関わる *rbcL* 遺伝子を選択した。*rbcL* 遺伝子を導入したプラスミドを作製し、コピー数既知の外部標準 DNA 溶液を用意した。また試料として、ICR マウスの成熟卵子または 2 細胞期から胚盤胞期までの各発生ステージ胚を回収した。回収した試料にコピー数既知の外部標準 DNA を添加し、DNA 抽出キットを用いて DNA を抽出した。その後リアルタイム PCR を行い、試料に含まれる mtDNA および外部標準 DNA のコピー数を定量した。

【研究成果】 マウス成熟卵子で検出された外部標準 DNA コピー数は初期量から 20~30%減少しており、中には 80%も減少しているものもあり、DNA 抽出時の DNA の損失が明らかとなった。この DNA 損失率を基に mtDNA 数を補正した結果、補正前は mtDNA コピー数がかなり少なかった卵子も他の卵子と同等となった (図 1)。また、2 細胞~8 細胞期胚の個々の割球 (細胞) を分離して mtDNA 数を調べた結果、割球間で顕著な差があることがわかった (図 2)。以上より、

外部標準 DNA の損失率を基にした補正を行うことで、単一細胞由来の微量試料でも mtDNA コピー数を高精度に定量することができた。本研究で確立した定量システムは、胚の初期発生における Mt の数的変化の解析や Mt に起因する胚の品質低下の原因解明への応用が期待できる。

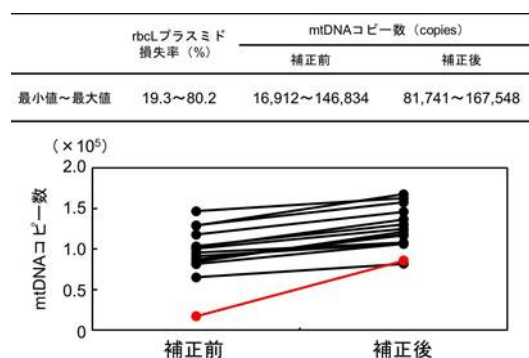


図 1 補正前後の MII 卵子の mtDNA コピー数

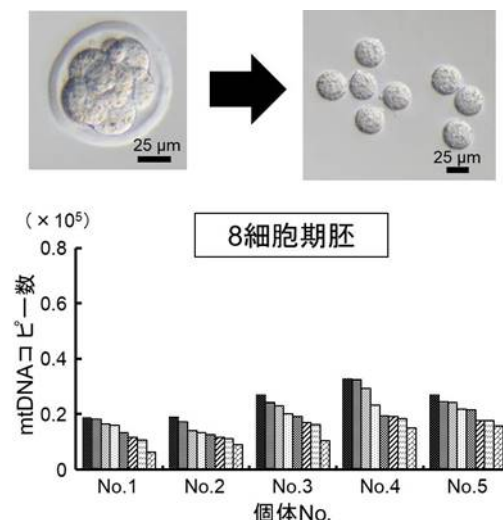


図 2 単一細胞 (割球) の mtDNA コピー数

【謝辞】 本研究を行うにあたり、実験設備等の提供やご助言・ご協力いただいた本学の阿部宏之教授、黒谷玲子准教授ならびに研究室学生各位に深く感謝申し上げます。

液相焼結法を用いた Al-ZrO₂ 系マイクロ鈴構造体の開発

山形大学工学部技術部 佐竹忠昭

1. はじめに

近年、制振材や吸音材の材料として鈴構造体が注目されている。鈴構造体とは、空孔内に空孔よりも小さな核微粒子を内包した構造体を意味する。このような鈴構造体に振動や音が入射した場合、入射した運動エネルギーが空孔内での核微粒子の運動に変換、消費され、高い効率で振動や音を減衰することができる。このため、新しい制振、吸音材料としてその開発が期待されている。

本報では、ZrO₂微粒子を核とした多孔質 Al 鈴構造体を液相焼結法で作製した。その後、制振試験と吸音試験を実施し、振動吸収と吸音に対する鈴構造化の効果について調べた。

2. 実験方法

2.1 原料粉末

母相となる Al 粉末には平均径 150 μ m の球形粉末（ヒカリ素材工業製）、平均径 300 μ m の針状と 600 μ m の紡錘状粉末（ミナルコ株式会社製）の 3 種類を用いた。液相焼結中の液相形成粒子には平均径 150 μ m の Al-12Si 球形粉末（ヒカリ素材工業製 融点 577 $^{\circ}$ C）を採用した。核微粒子には平均径 400 μ m の ZrO₂ 球形粒子（株式会社ニッカトー製）を用いた。

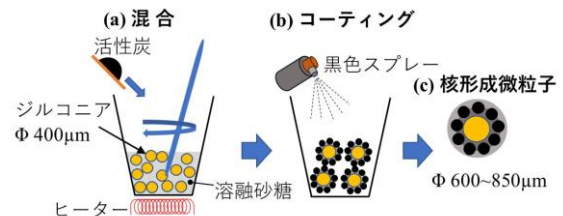


図 1 核形成微粒子の作製過程

2.2 核形成微粒子の作製

液相焼結中の熔融 Al と ZrO₂ 粒子の接合防止と空孔形成のため、あらかじめ ZrO₂ 粒子表面をカーボンで被覆した。図 1 に被覆処理過程を示す。まず、結合材となる砂糖と ZrO₂ 粒子を坩堝内に入れた後加熱する。砂糖が融けた段階で加熱を停止し、被覆材となる活性炭を投入、攪拌することで ZrO₂ 粒子表面に活性炭が被覆される（図 1(a)）。その後、表面を黒色スプレーで被覆することで崩れやすい活性炭表面を保護し被覆処理が完了する（図 1(b)）。最後に、ふるいにより径を 600～850 μ m に統一した。以後、被覆処理を施した ZrO₂ 粒子を核形成微粒子と呼ぶ。

2.3 多孔質 Al 鈴構造体の作製

図 2 に多孔質 Al 鈴構造体の作製過程を示

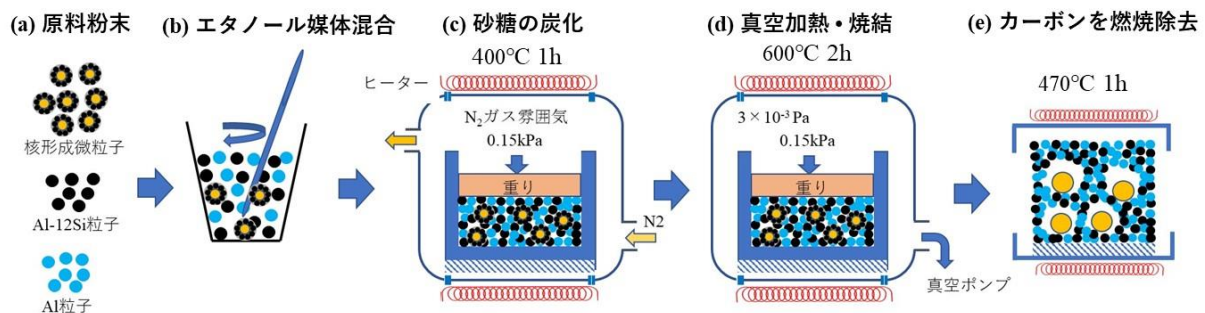


図 2 多孔質 Al 鈴構造体の作製過程

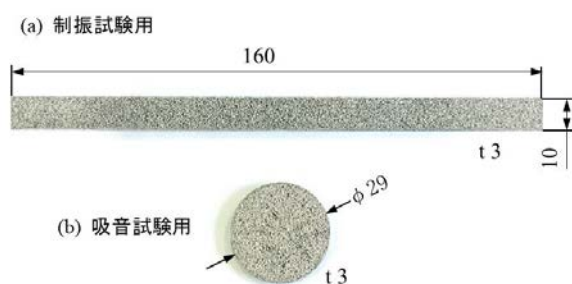


図3 試験片の形状と寸法

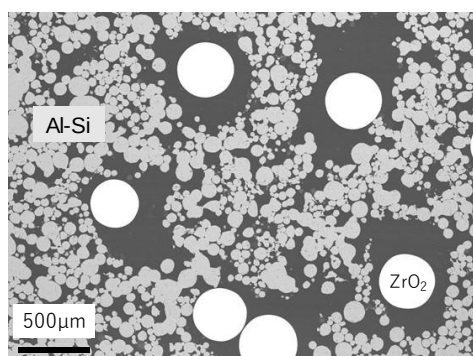


図4 多孔質 Al 鋁構造体の組織 (150-20%材)

す。原料粉末には核形成微粒子, Al 粉末、Al-12Si 粉末を用いた。Al-12Si 粉末を 20~25 wt. %に固定し、核形成微粒子の割合を 0、10、20、30 wt. %と変化させた。残を Al 粉末とすることで制振試験用試験片では計 8g、吸音試験用では 3g となるように計量した。エタノールを媒体として混合(図2(b))した後、成型用グラファイト治具に投入し、0.15 kPa の圧力をかけた。100 °C30 分乾燥の後、窒素ガス中 400°Cで 1 時間加熱することで、砂糖を炭化させた (図 2(c))。さらに、600 °Cの真空炉 (6×10^{-3} Pa) で 2 時間加熱し液相焼結した (図 2(d))。最後に、大気中 470 °C、1 時間加熱することでカーボンを燃焼除去し鋁構造体を作製した (図 2(e))。図 3 に得られた試験片形状と寸法を示す。

なお、試験片の呼称として 150μm の Al 粉末を使用し核形成微粒子を 20wt. %添加した場合 150-20%材と呼ぶ。同様に 300μm の Al 粉末を使用し核形成微粒子を 20 wt. %添加した場合は 300-20%材となる。

2.4 制振試験と吸音試験および組織観察

制振試験には自作の制振特性試験機を用いた。中央加振法により損失係数 η を反共振点について半値幅法で求めた。吸音試験には垂直入射吸音率測定装置を、組織観察には EDS 付属の SEM を用いた。また、試験中の ZrO_2 粒子の運動をビデオ観察した。

3. 結果および考察

3.1 組織観察

焼結後、鋁構造の形成を確認するため樹脂を真空含浸後、表面を鏡面研磨し SEM 観察した。図 4 は 150μm の Al 粒子に 20 wt. %の核形成微粒子を添加した例である (150-20%材)。図中、黒い領域は含浸した樹脂の領域である。多孔質 Al 焼結体中の空孔内に ZrO_2 粒子が内包されており、鋁構造体の形成が確認できる。

3.2 振動吸収特性

振動吸収特性に対する ZrO_2 粒子含有量の影響を調べるため、150μm 材について核微粒子含有量を 0、10、20、30 wt. %とした試料を作製した。表面の SEM 観察結果を図 5 に示す。150-0%材は気孔率 21%となっている。これに対して 10、20、30%材は鋁構造を有しており気孔率はそれぞれ 41、43、46%と得られた。図 6 は制振試験で得られた機械インピーダンスと周波数の関係である。図中矢印で示すように ZrO_2 粒子含有量が増すにつれて

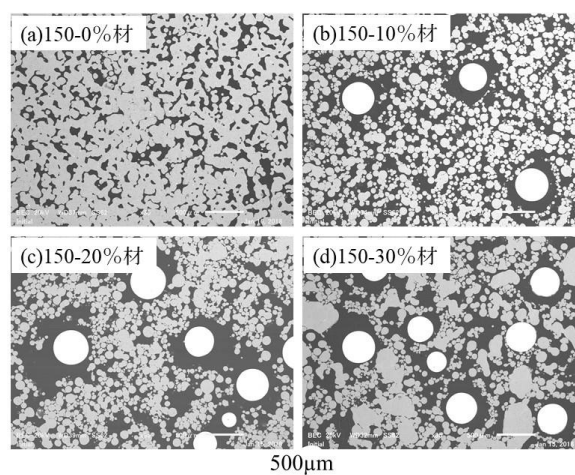


図5 150-0、10、20、30%材の組織

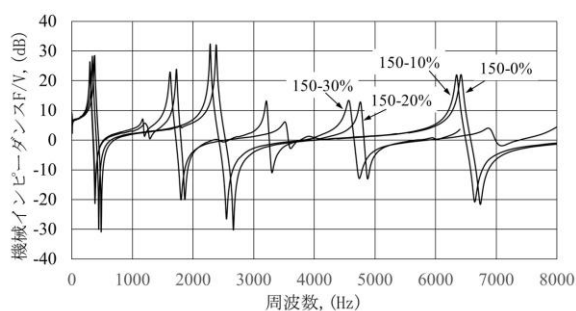


図6 機械インピーダンスと周波数の関係

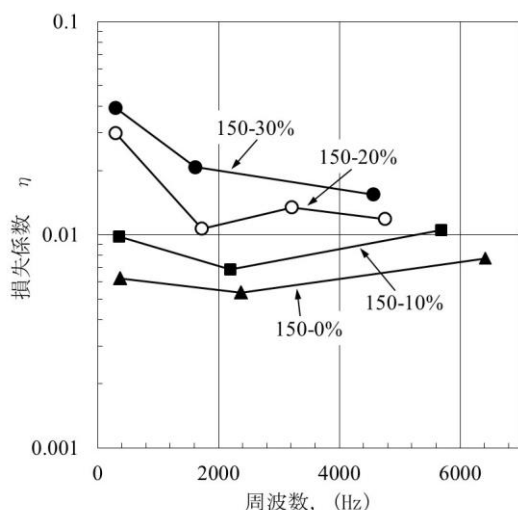


図7 損失係数に及ぼす粒子含有量の影響

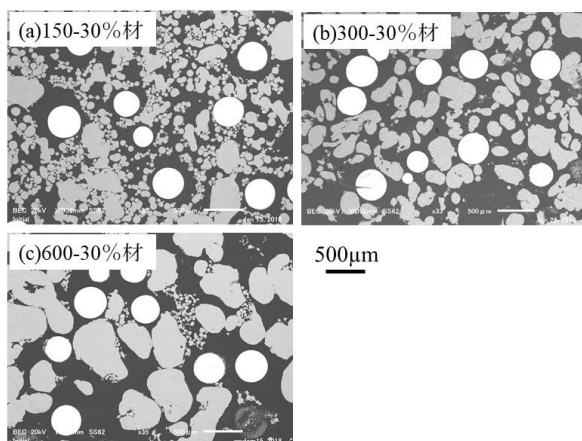


図8 150-30、300-30、600-30%材の鈴構造

共振点が低周波数側に移行することとピーク高さが減少し幅が大きくなる傾向を示すことが分かる。同図の反共振ピーク（上向きのピーク）から半値幅法により損失係数 η を求めた。結果を図7に示す。図より ZrO_2 粒子

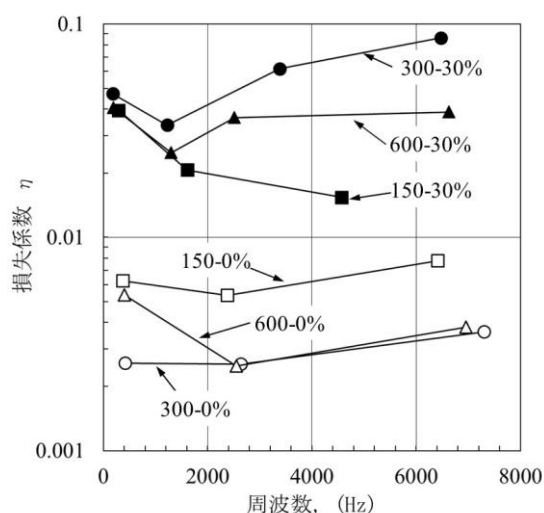


図9 損失係数に及ぼすAl粉末形状の影響

含有量の増加とともに損失係数が増すことが分かる。150-30%材では一次共振点の損失係数が0.039まで増加するが、その後、周波数の増加とともに減少している。

この結果に関連して、ビデオ観察から一次共振点では ZrO_2 粒子が気孔壁面に高速で衝突しながら回転と往復運動していたのに対して二次、三次になるとその振幅が次第に減少するとともに回転運動が主となることが分かった。この現象が高周波数側で損失係数が減少した要因として考えられる。また、本鈴構造体の制震メカニズムとしては低周波数域では ZrO_2 粒子の空孔壁面への非弾性衝突、高周波数域では粒子回転時の摩擦が考えられる。

振動吸収特性に対するAl粒子形状の影響を調べるため、3種類のAl粒子について核形成微粒子を0と30 wt. %含有した試験片を作製し、制振試験を実施した。得られた30%材の組織を図8に示す。150-30%材では鈴構造が独立、分散している。これに対して、300-30%材では粗な構造となり、600-30%材では大きな空孔中に複数の ZrO_2 粒子が内包されている。

図9に制振試験結果を損失係数と周波数の関係として示す。0%材については各材ともに損失係数が0.001のオーダーにあるが、一次ピークが高く、二次で減少した後、三次で上昇する傾向が認められる。150-30%の損失

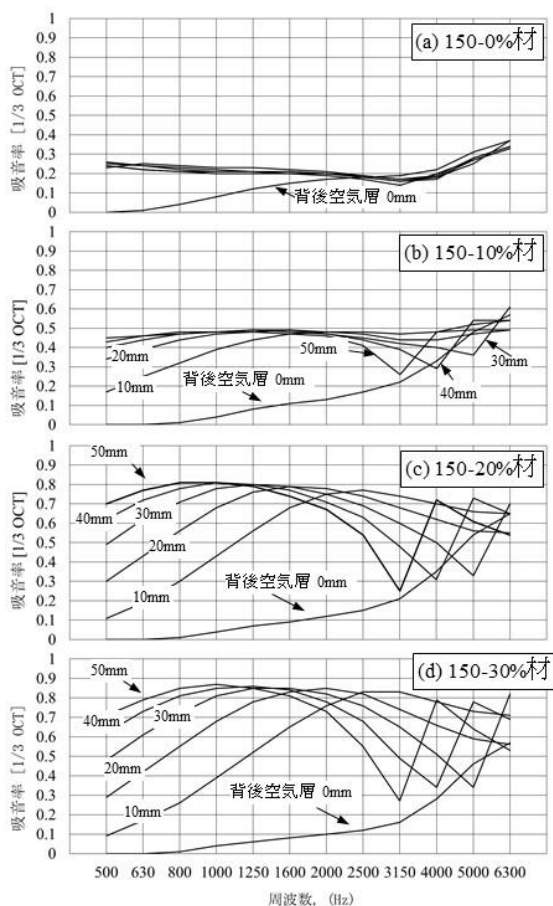


図 10 吸音率と ZrO_2 粒子含有量の関係

係数は前述のように 150-0%材に比較して一次で 0.039 まで上昇するが、二次、三次と減少する傾向を示す。これに対して 300-30%材の損失係数は一次で 0.047 まで上昇し、二次で 0.034 まで減少するが、その後上昇に転じ四次で 0.086 まで上昇している。600-30%材の損失係数は 300-30%材と類似の傾向を示す。これらの結果は球状粒子の 150-30%材より粒径が大きく針状の 300-30%材と紡錘状の 600-30%材が優れた制振特性を示すことを示唆しているが、その機構については今後検討が必要である。

3.3 吸音特性

150-0%材、150-10%材、150-20%材、150-30%材の吸音試験結果を吸音率と周波数の関係として図 10 に示す。吸音率は各材について背後空気層を 0、10、20、30、40、50mm

と変化させながら測定した。組織は図 5 に対応しており、気孔率は各材に対して 21、41、43、46%となっている。150-0%材では背後空気層 0mm の場合、吸音率が周波数の増加とともに緩やか上昇している。これに対して背後空気層 10、20、30、40、50mm では約 0.2 と低い一定値を示した後、3150Hz 以降わずかに上昇する。これは気孔率が低く流れ抵抗が大きいためと考えられる。150-10%では、0mm を除く各曲線が上に凸のゆるいピークを示すようになり、吸音率は 150-0%材に比較し約 0.5 まで上昇している。150-20%材は明瞭な上に凸のピークを示すようになり、ピーク値で約 0.8 の吸音率となる。また、背後空気層が大きくなるとともにピークは低周波数側に移行している。150-30%材ではさらにピーク値が高くなり吸音率として約 0.85 が得られている。この結果は試料内の鈴構造の増加とともに吸音率が増すことを示している。類似の結果は 300 μm 材でも得られている。しかしながら、上述のように鈴構造の含有量増加とともに気孔率も増加しており、吸音率に対する気孔率の影響についても今後検討する必要がある。

4. まとめ

本報では、 ZrO_2 粒子を核とした多孔質 Al 鈴構造体を液相焼結法で作製し、その振動吸収と吸音特性について調べた。結果として以下の知見が得られた。

- (1) ZrO_2 粒子表面をカーボンで被覆した核形成微粒子を用い Al 粉末を液相焼結することで多孔質 Al 鈴構造体を作製できた。
- (2) 鈴構造化により損失係数の値が上昇することが分かった。また、鈴構造の含有量の増加とともに損失係数が増すことが分かった。
- (3) Al 粉末の形状により鈴構造が変化し、小径の球状粒子より大径の針状と紡錘状粒子が損失係数の上昇に有利であることが分かった。
- (4) 鈴構造化により吸音率が増すことから、吸音メカニズムとして鈴構造が有効であることが分かった。

個別研修報告

個別研修（FJT）報告書

承認番号	1 8 0 0 1	提出年月日	2018 年 7 月 23 日		
研 修 者	所 属 (技術室名)	計測技術室 (内線) 3 2 8 8			
	氏 名	堺 三洋			
研 修 名	高圧ガス製造保安責任者保安係員講習会				
研 修 期 間	2018 年 7 月 19 日 ～ 2018 年 7 月 20 日				
会 場	宮城県建設産業会館				
研修成果の概要	(法令) 平成 28 年以降の主な高圧ガス保安法の改正点のひとつとして第 1 種ガス（難燃性ガス）の定義見直しが行われ、僅かに可燃性を持つフルオロオレフィン 1234yf、フルオロオレフィン 1234ze、フルオロカーボン 32 が追加された。この背景としてフロン冷媒によるオゾン層破壊が問題視されているため、オゾン層を破壊しない代替冷媒の普及推進が影響していると思われる。次に、同一事業所内でのガス処理量の合算規定が見直され独立・非連結であれば処理量の合算が不要になった。米沢キャンパスでは液化窒素コールドエバポレータが 3 号館と 9 号館脇に設置されており、これらは独立と判断されることになる。 (保安管理技術) 特に酸素ガス取扱の危険性について再認識させられた。酸素ガスは配管バルブ操作等で急激に圧力を加えると断熱圧縮を起こし 5MPa で 881℃まで温度が上昇する。具体的には酸素ポンベのレギュレータバルブを閉めたままポンベ元バルブを開けた場合、1 次側で温度が急上昇し爆発的な燃焼が起きる可能性がある。日頃何気なく操作するガスバルブ操作について危険が潜んでおり慎重な対応が大事である。本講習で学んだ内容を今後の技術部の活動に役立ててゆきたいと思う。				

個別研修（FJT）報告書

承認番号	1 8 0 0 2	提出年月日	2018 年 8 月 7 日		
研 修 者	所 属 (技術室名)	計測技術室 (佐藤学研究室) (内線) 3 3 7 8			
	氏 名	増田純平			
研 修 名	低圧電気の取扱い業務に関する特別教育				
研 修 期 間	2018 年 8 月 5 日				
会 場	仙台青葉カルチャーセンター				
研修成果の概要	この研修は低圧電気と呼ばれる、直流で 750V 以下、交流で 600V 以下の充電回路等について開閉器操作を安全に行う為のものである。 感電災害が発生しやすい作業の事例を提示しつつ、災害の引き金がどのような結果引き起こされるかを知り、接地作業・路面や周囲環境・作業員やその衣服の状態それらが合併した結果起こりうるということを確認した。人間の体は 50mA 以上の電流が流れるだけでも死に至るとされ、低圧でもその可能性が高いと言える。それ以下の電流値の場合でも高所からの墜落やアークによる引火・火傷の二次災害が考えられる。上記の災害は高圧より低圧の方が高く油断が原因と考えられる。 災害は起きてからでは遅いので、予め対策を練る必要がある。その為、絶縁電線・絶縁保護具等で自身と導線部分の絶縁性を高める他、過電流が流れてもヒューズ・遮断器等で即時絶縁できるように対策を取る必要がある。万一起きてしまった場合は周囲の安全を確保、及び救急・通報・心肺蘇生法の措置を取る。以上の事について学び、電気災害による危険性と対策を確認した。 加えて実際に開閉器・検電器の操作方法を確認し実施した。				

個別研修（FJT）報告書

承認番号	1 8 0 0 3	提出年月日	2018 年 6 月 19 日
研 修 者	所 属 (技術室名)	計測技術室 (内線) 3 0 7 0	
	氏 名	水口 敬	
研 修 名	第 7 回 基礎型 NMR ユーザーズミーティング(東京)		
研 修 期 間	2018 年 6 月 8 日		
会 場	東京大学 浅野キャンパス 工学部 武田先端知ビル 5 階 武田ホール		
研修成果の概要	東京大学の日本電子産学連携室と株式会社 JEOL RESONANCE が主催する基礎型 NMR のユーザーズミーティングに参加してきた。 今回のユーザーズミーティングは基礎型の講座が多くあり、すでに利用している溶液 NMR の復習から、現在大学内でも利用が増えている固体 NMR の測定方法や注意点などがわかりやすくまとめられており、利用者への説明に活用できる内容であった。 また、解析用ソフトウェアである「Delta」の詳しい使い方の講座もあり、普段使っていても気付いていなかった機能を新しく発見することができた。 招待講演では NMR による未知天然物の同定について、経験からの同定方法と注意すべき点などが紹介され、非常に参考になる講演であった。 今回のユーザーズミーティングは基礎型の講座であったが、大学内での NMR 利用者への説明をより明確にするための知識を得ることができる有意義な研修であった。		

個別研修(FJT)報告書

承認番号	1 8 0 0 4	提出年月日	2018 年 9 月 21 日
研 修 者	所 属 (技術室名)	機器分析技術室 (内線) 3383	
	氏 名	藤原 渉	
研 修 名	技術職員向け NMR 測定の集合研修		
研 修 期 間	2018 年 8 月 7 日 ~ 2018 年 8 月 8 日		
会 場	大阪大学理学研究科 NMR 室		
研修成果の概要	本研修会は化学系装置(NMR)を用いた業務を行う技術職員向けのものである。この度の研修では、2 日間にわたって『固体 NMR』,『光照射 NMR』と言う測定法をメインとして職員同士で測定実演, 講義を行った。本学でも固体 NMR の測定要望が多数寄せられており、測定初心者の私にとっては大変興味深かった。 ○固体 NMR ポリマー, シリコンゴム, タンパク質など、特殊なサンプルの測定および解析。低温測定時の注意点、サンプル管への充填の仕方。 ○光照射 NMR NMR 装置内にて光照射(=hν)を行い、合成物を速やかに測定する。 (反応後、すぐに分解が起こる化合物の測定に有用) また、私自身の測定技術・測定方法に誤りがないか、研修を通じて他大学の技術職員と情報共有(装置の維持管理, 留学生への指導など)をすることができたことは非常に大きな成果であった。今後も学内外を問わず測定対応があれば努めていきたい。		

個別研修（FJT）報告書

承認番号	1 8 0 0 5	提出年月日	2018 年 11 月 5 日
研 修 者	所 属 (技術室名)	機器開発技術室 (内線) 3 3 1 9	
	氏 名	鈴木貴彦	
研 修 名	アナログ技術セミナー2018（東京会場）		
研 修 期 間	2018 年 10 月 23 日		
会 場	TKP ガーデンシティ PREMIUM 京橋)		
研修成果の概要	本セミナーは、大手アナログ半導体メーカーのアナログ・デバイセズ社が主催するセミナーであり、今回は主にセンサーを活用するためのアナログ技術に重点を置いた内容であった。全般的に基礎的な内容であったため、概ね7割程は既知の内容ではあったが、残り3割は日頃の業務ではつい忘れがちな注意点や、新たに耳にした内容であった。今回のセミナーでは全5テーマを聴講したが、全てが大変有意義な内容であった。特に同日最後の講演「高性能トランスインピーダンスアンプ(TIA)設計」については、今年夏の集合研修における技術発表会で発表した内容に直接関わる技術であり、TIA 設計に関するより深い知見を得ることができたことは幸いであった。また、同講演の講師の方に直接、疑問点を質問できたことも、インターネットからの情報だけでは得られない、本セミナー受講の成果であった。加えて、同社が無料で配布している回路シミュレータ(LTspice)が講演内容の随所に活用されており、その有効性を改めて認識した。 今後は、本セミナーで得られたアナログ技術、並びに回路シミュレータを有効に活用し、日々の業務に役立ててゆきたいと考えている。		

個別研修（FJT）報告書

承認番号	1 8 0 0 6	提出年月日	2018 年 11 月 06 日
研 修 者	所 属 (技術室名)	計測技術室 (内線) 3 0 7 0	
	氏 名	水口 敬	
研 修 名	第 44 回 分析機器 NMR ユーザーズミーティング		
研 修 期 間	2018 年 11 月 2 日		
会 場	浅草橋ヒューリックホール		
研修成果の概要	株式会社 JEOL RESONANCE が主催する NMR のユーザーズミーティングに参加してきた。 今回のユーザーズミーティングでは高感度・マルチチャンネル対応型プローブや Version Up したアプリなど新型装置が多く紹介された。特に高感度プローブは従来では測定が非常に難しかった ^{13}C-^{13}C の 2D 測定が、現実的な時間と測定感度で行えるということで最も興味を引かれる装置であった。 また最近、医薬品などの成分分析に用いられるようになっている qNMR 方法について、データ信頼性・測定注意点が質量分析方法と比較しながらまとめられており、非常に参考になる内容だった。 情報交換会では、学内で依頼が増えてきている多核 (^{29}Si, ^{11}B, ^{15}N など) の NMR における現在の問題点とその解決法、今後出てくるであろう問題の予防策について相談することができた。 今後、大学内での新規・継続問わず NMR ユーザーに向けて発信できる知識を得ることができた有意義な研修であった		

個別研修（FJT）報告書

承認番号	1 8 0 0 7	提出年月日	2018 年 11 月 20 日
研 修 者	所 属 (技術室名)	機器分析技術室 (内線) 3 3 8 3	
	氏 名	水沼里美	
研 修 名	第 33 回 元素分析技術研究会		
研 修 期 間	2018 年 11 月 16 日		
会 場	東京大学大学院農学生命科学研究所フードサイエンス棟 中島董一郎記念ホール		
研修成果の概要	本研究会は主催が元素分析研究会、共催が有機微量研究懇談会、協賛が日本分析化学会、後援が日本薬学会と日本化学会であり、元素分析の実務者および OB の方が参加されて毎年開催されている。午前中は元素分析に関する Q&A で、事前に寄せられた 9 件の質問に対して回答が得られており、それに対する質疑応答が行われた。質問の内容は、標準試料の使い分け、測定条件の見極め方、金属含有試料の測定など、普段の測定に関することや、昨年に引き続き免震棟における天秤の安定についてなどであった。午後は話題提供として、「基礎から学ぶ定量 NMR」と題して(株)JEOL RESONANCE の末松孝子氏、「定量 NMR 入門」と題してブルカー・ジャパン(株)の堤遊氏からそれぞれ講演があった。続いて、CHN、ハロゲン、話題提供の 3 グループに分かれてグループディスカッションが行われ、CHN のグループに参加した。低炭素試料の測定や金属含有標準試料、天秤の日常メンテナンスなどについて活発な議論が行われた。その後、会計報告、次期世話人の紹介が行われ閉会した。 研究会では業務を行う上で非常に参考になる話を聞くことができ、有意義な研修であった。		

個別研修（FJT）報告書

承認番号	1 8 0 0 9	提出年月日	2019 年 3 月 11 日
研 修 者	所 属 (技術室名)	機器分析技術室 (内線) 3383	
	氏 名	佐々木 貴史	
研 修 名	総合技術研究会 2018 九州大学		
研 修 期 間	2019 年 3 月 6 日 ～ 3 月 8 日		
会 場	九州大学 筑紫キャンパスおよび伊都キャンパス		
研修成果の概要	本研修では 3 月 6 日に実習および見学会、7 および 8 日に研究会（ポスターおよび口頭発表）が開催された。研修者は 6 日の見学会において、九州大学筑紫キャンパス分析機器見学会に参加した。その見学会では先導物質化学研究所物質機能評価センターの共通分析機器および九州大学共同利用施設である中央分析センターの見学をした。他大学の分析機器のラインナップ、それらの管理および運営資金などの状況について知ることができた。また、8 日のポスター発表を聴講し、研修者と同じ分析部門を担当する他大の技術者から、ICP 発光分析に関するアドバイスが得られた。口頭発表セッションにおいては研修者も発表を行い、本学における技術部と教員との共同研究事例について紹介を行った。聴講者から本発表に関して研究内容等に関する質問が得られ、有意義な意見交換を行うことができた。本研修は、研修者が本学において業務を遂行する上で非常に有益であった。		

個別研修(FJT)報告書

承認番号		提出年月日	2019 年 3 月 11 日		
研 修 者	所 属 (技術室名)	機器開発技術室 (内線) 3202			
	氏 名	井元 滝			
研 修 名	総合技術研修会 2019 九州大学				
研 修 期 間	2019 年 3 月 6 日 ～ 2019 年 3 月 8 日				
会 場	九州大学 伊都キャンパス (福岡市西区元岡 774)				
研修成果の概要	九州大学伊都キャンパスで総合技術研修会 2019 九州大学とその前日に行われた機械工作及びガラス工作技術交流会に参加した。 機械工作及びガラス工作技術交流会においては九州大学理学部付属の工作部門を見学し、どのような形態で加工業務をこなしているか説明を受けた。本交流会において課題制作が課されていたが、様々な分野の技術職員がそれぞれの特性を生かして製作した作品からは今後の業務に応用できるものも多数見受けられた。 研修会においては最初に震災を経験した大学の職員から安全衛生に関する講演を受け、九州大学の森田教授からは新元素発見に関する講演を受けた。これらの講演からは自身が業務に取り組む際の意識の見直しが必要であるとの所感を得ることができた。 最後に行われたポスター発表と口頭発表においては自身の業務に関連する分野を中心に聴講等を行った。主に加工業務、実習分野、科学実験教室等に関するものであるが、それぞれにおいて重要な意見や自身の業務に関連する視点を得ることができた。 以上の成果を今後の業務に生かしていきたいと考えている。				

技術談話会報告



山形大学工学部技術部

平成 30 年度

第 21 回

術談話会

日 時：平成 31 年 3 月 6 日(水) 15 時～17 時

会 場：中示範C教室

講 演：

① 15:05～15:55

「強ひずみ加工金属材料における結晶粒径効果」

小泉 隆行 技術専門職員（機器開発技術室）

② 16:05～16:55

「技術職員として」－ いろいろやった？ 思い出すままに －

石谷 幹夫 技術専門職員（情報技術室技術長）

強ひずみ加工金属材料における結晶粒径効果

超微細結晶粒材の結晶粒微細化強化に対する一考察

山形大学工学部技術部
機器開発技術室 小泉隆行

1. はじめに

本内容は 2018 年 1 月に発表した学術論文「T. Koizumi, M. Kuroda, Grain size effects in aluminum processed by severe plastic deformation, Mater. Sci. Eng. A 710 (2018) 300–308 [1]. IF 3.414 (2017)」について和訳し、編集したものである。本論文はカナダの研究調査機関 Advances in Engineering 社より、工学的に重要な研究成果（全学術分野の中から 20 報/週、採択率 0.1%以下）として選定・紹介 [2] され、2019 年 2 月時点で海外の研究者から 9 件の引用がある（google scholar）。

2. 緒言

材料の降伏強度は結晶粒径 d の $-1/2$ 乗に伴って直線的に増加することが知られており、これは Hall-Petch の関係と呼ばれている[3],[4]。従来の熱処理を伴う圧延や押し出しなどの材料加工法を用いた場合、 $5\text{ }\mu\text{m}$ 以下の平均結晶粒径（以下、結晶粒径と表記）を有する金属材料の作製が困難となる。過去数十年の間に、強ひずみ加工に関する研究開発が盛んに行われてきており、サブミクロンからナノオーダーの結晶粒径を有するバルク状の金属材料を容易に作製することが可能となった。強ひずみ加工の代表的な方法としては、equal-channel angular pressing (ECAP) [5],[6], high pressure torsion (HPT) [7],[8], accumulative roll-bonding (ARB) [9],[10]が挙げられる。これらの加工法を用いた超微細結晶粒金属に関する研究は、非常に高強度で高性能な金属の新し

いフロンティアとなることを期待して、多くの研究者によって積極的に行われてきた[11]–[24]。Tsuji et al. [11]は、 $10\text{ }\mu\text{m}$ から $0.2\text{ }\mu\text{m}$ の結晶粒径を有する ARB 加工された純アルミニウムと低炭素鋼（IF 鋼）を用いて引張試験を実施した。強ひずみ加工によって結晶粒径が微細化された材料では、加工前の材料よりも引張強さが約 4 倍になることを見出した。Kamikawa et al. [23]は、ARB 加工と焼鈍によって作製された純アルミニウム材の降伏強度と結晶粒径の関係を調べ、Hall-Petch の関係について考察した。この実験では、初めに 6 サイクルの ARB 加工によって試料を作製し、様々な温度条件による段階的な焼鈍を加えることで結晶粒を粗大化した。彼らは、結晶粒径 $10\text{ }\mu\text{m}$ 未満の範囲において、結晶粒径と降伏強度の関係が従来の Hall-Petch の関係から大きく逸脱することを示した。Gao et al. [24]は、IF 鋼について同様の実験を行い、 $4\text{ }\mu\text{m}$ 未満の結晶粒径の範囲において、著しく高い降伏強度をもたらすことを示した。通常、強ひずみ加工によって作製された金属材料は、塑性変形の進行に伴い、従来の塑性加工材よりも結晶粒内に多くの転位（結晶欠陥）を含むと予測される。つまり、強ひずみ加工材の材料強度は、結晶粒径の微細化に加えて、転位に関連する両強化因子によって支配されると推察される。

Kamikawa et al. [23]及び Gao et al. [24]は、実験での焼鈍過程において結晶粒径の増加と共に転位密度の減少が起こることを材料強度の

強化モデルを用いて示唆した。Gubicza et al. [25]は ECAP 加工された金属 (Al, Al-Mg alloys, Cu and Ni) において、第一近似として、結晶粒径の微細化による強化を考慮せずに Taylor 則 [26]による転位関連の強化のみで材料強度を記述できることを示した。近年、Čížek et al. [27]は、HPT 加工されたままの IF 鋼の強化機構について研究した。このデータ解析で使用された降伏強度はマイクロビッカース硬度から推定され、その降伏強度は転位と結晶粒径に関連する両強化機構の寄与によることを明らかにした。また、結晶粒径に関連する強化量は、古典的な Hall-Petch の関係に従うことを示唆しており、データ解析によって算出された Hall-Petch 係数 k が従来のフェライト鋼と一致することを見出した Krajňák et al. [28]は、ECAP 加工されたままの AX41 マグネシウム合金の機械的特性および強化機構について研究した。実験結果のデータ解析をすることにより、8 パスの ECAP 加工まま材での転位及び結晶粒径に関連する強化量が同等であることを示唆した。

従って、強ひずみ加工によって製造されたままの金属材料において、降伏強度に対する結晶粒径効果の割合は完全には理解されていない。さらに、強ひずみ加工によって結晶粒径が微細化された材料と焼鈍によって結晶粒径が粗大化された材料における結晶粒径効果が同等であるかは不明である。現状、これらの問題については十分な理解が得られていない。本研究では、ECAP 加工で連続的に微細化された結晶粒径を有するサンプル群と、8 パスの ECAP 加工材を焼鈍して段階的に粗大化された結晶粒径を有するサンプル群を用いて、工業用純アルミニウムの降伏強度に及ぼす結晶粒径の効果を系統的に調査する。

3. 実験

3.1. 供試材

本研究の試料は、直径 9.95 mm、長さ 60 mm の工業用純アルミニウム (A1070) 丸棒を用いた。ECAP 加工を行う前に 425°C、1 h で焼鈍を行った。焼鈍された丸棒は ECAP 加工の出発材であるため、以後 0 パス材と表記する。ECAP 加工における経路は、1 パスごとに試料の長手方向軸周りに 90°回転させるルート B_cを採用した。複数回のパスを経た供試材では、ほぼ等軸状の結晶粒が得られることが知られている[29]。ECAP 金型の詳細及び ECAP 加工材の試料座標系を Fig. 1 に示す。

強ひずみ加工による結晶粒微細化過程と焼鈍による結晶粒径粗大化過程において、材料強度に与える結晶粒径の効果が同等であるか検証するため、2 つの試料群を用意した。第 1 の試料群は、連続的な ECAP 加工によって結晶粒径が段階的に微細化されたグループである (以下、"Refining approach"とする)。第 2 の試料群は、8 パスまで ECAP 加工を実施し、続いて様々な温度での焼鈍を行って結晶粒を段階的に粗大化させたグループである (以下、"Coarsening approach"とする)。

Refining approach に用いる試料は 1 パス材から 8 パス材まで 1 パスごとに用意した。

Coarsening approach に用いる試料の焼鈍条件を Table 1 に示す。これらの焼鈍条件は文献 [23],[30]を参考にした。

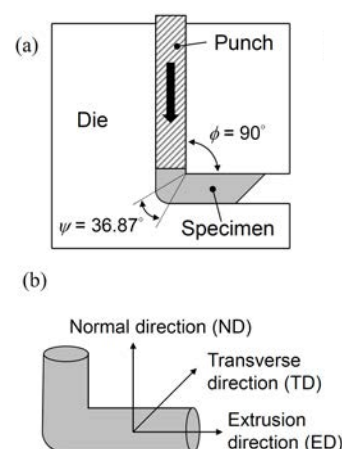


Fig. 1. Schematic diagrams: (a) ECAP die; (b) material coordinates.

Table 1. Annealing conditions in the coarsening approach.

Sample	Annealing conditions
8 passes	(As-ECAPed)
8 passes-O1	175°C 0.5 h
8 passes-O2	175°C 6 h
8 passes-O3	175°C 6 h + 225°C 0.5 h
8 passes-O4	175°C 6 h + 250°C 0.5 h
8 passes-O5	175°C 6 h + 300°C 0.5 h
8 passes-O6	175°C 6 h + 350°C 0.5 h
8 passes-O7	175°C 6 h + 400°C 0.5 h
8 passes-O8	175°C 6 h + 450°C 0.5 h
8 passes-O9	175°C 6 h + 550°C 10 min

3.2. 結晶粒径

各供試材の平均結晶粒径 d （以下、簡単のため粒径と呼ぶ）について、EBSDを用いて測定した。測定には加速電圧 15 V の走査電子顕微鏡装置（JEOL JSM7600-FA）に設置された結晶方位画像顕微鏡システム（OIM, EDAX）を用いた。測定領域数と各試料の観察倍率 Table 2 に示す。OIM を用いて粒径を決定するためには、隣接する結晶粒の許容方位角度を決定する必要がある。一般的な材料では 5° が使われるが、ECAP 加工が施された材料では 2° が用いられる[31],[32]。本研究では、これを参考に Refining approach では 2°, Coarsening approach では 5° の許容方位角度を設定した。

Table 2. Parameters of the Hall-Petch relation reported in the literature for pure aluminum at room temperature.

No.	Al purity	Range of grain size [μm]	σ_0 [MPa]	k [MPa $\mu\text{m}^{1/2}$]	Reference
1	99.99	18-400	9.7	41.0	[23]
2	99.999	35-1300	5.6	41.1	[43]
3	99.99	71-760	8.5	47.4	[43]
4	99.99	30-490	9.0	63.0	[43]
5	99.99	33-155	12.2	10.0	[43]
6	99.99	35-180	17.0	13.0	[43]
7	99.98	25-1000	3.0	32.0	[43]
8	99.9	15-320	3.0	60.0	[43]
9	99.7	16-40	15.5	36.0	[43]
10	99.5	15-240	18.0	25.3	[43]
11	99.5	12-1200	16.0	40.0	[43]
12	99.2	25-1000	11.0	43.0	[43]
13	99.0	20-200	14.3	65.0	[43]
14	98.65	25-150	12.7	30.0	[43]
15	99.50	35-400	17.2	42.4	[44]
16	—	—	—	68.0	[44]
17	99.70	15-220	9.2	83.1	Present work
Average			11.4	43.4	No.1–No.17
Standard deviation			4.7	18.9	No.1–No.17

粒径は、信頼指数 (CI) が 0.1 未満のデータを除いて評価した。EBSD 測定から得られた結晶方位配向マップ (IPF マップ) の一例を Fig. 2 に示す。1 pass 材の場合 (Fig. 2(b)), 粒径の許容角度を 2° に設定した場合には $44.3 \mu\text{m}$, 5° に設定した場合には $121.5 \mu\text{m}$ と評価された。ECAP 加工中における動的再結晶の発生により、見かけ上の粒径が粗大化し、粒内部に多くの亜結晶粒が生成していることが確認できる。後述するように、許容角度の選択に起因する見かけ上の粒径の変動は、本研究の結論には影響を与えない。

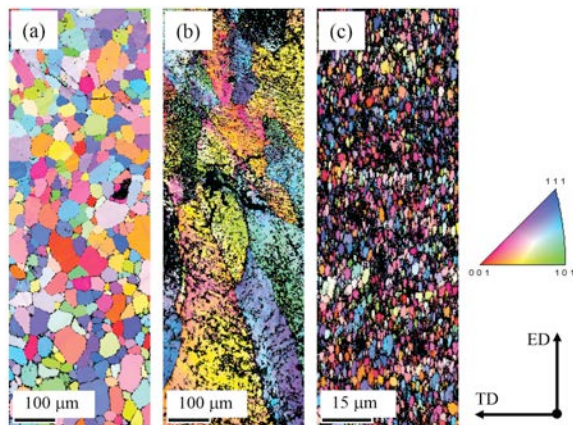


Fig. 2. Examples of EBSD crystal orientation maps. (a) 0 passes with a tolerance angle of (TA) 5° , (b) 1 pass with TA 2° and (c) 8 passes with TA 2° .

3.3. 転位密度

転位密度測定は、XRD 回折装置 (Rigaku Ultima IV) を用いて Williamson-Hall 法 [33]–[35]により実施した。測定条件は、CuK α 線, 40 kV, 40 mA, サンプリング幅 0.01° , スキャンスピード $1^\circ/\text{min}$ であり, (111), (200), (220), (222), (311), (331), (400), (420), (422)の反射を測定した。

Refining approach と Coarsening approach による転位密度の変化を Fig. 3 に示す。エラーバーは 3 回の測定における最大値と最小値を示す。8 passes-O3 及び 8 passes-O4 のサンプルでは 1 回の測定結果のみのためエラーバーは示していない。Refining approach では 1 pass の

ECAP 加工で転位密度が最大に達する。その後、ECAP 加工を繰り返すことで、粒径の微細化が促進されて転位密度が低下していく。最終的に定常状態となり、転位密度と粒径 (約 $1.6 \mu\text{m}$) が飽和する。8 passes 材の転位密度は、1 pass 材の半分程度であった。

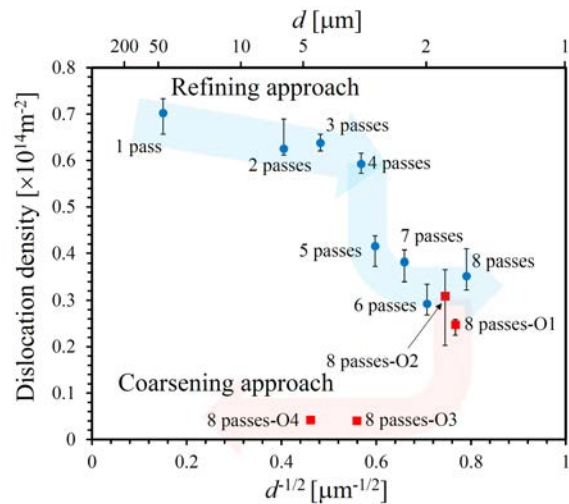


Fig. 3. Relationship between dislocation density and grain size.

ECAP 加工ごとの転位密度とその推移については、純アルミニウム (99.99%, 4N) に関して報告された文献 [36]の結果と一致する。文献 [25]では、4N の純アルミニウムの転位密度が同様に測定されたが、その絶対値は文献 [36]及び本研究の結果よりも 3 倍から 5 倍程度大きかった。転位密度は XRD 装置や採用した計算手法に依存する。従って、転位密度に関して定量的な議論をすることは困難であると言える。それにも関わらず、低パスの ECAP 加工で転位密度がピークに達し、その後の加工で定常状態に向かって転位密度が減少する傾向は、これらの研究に共通していた。大傾角粒界 (HAGB) の割合は、強ひずみ加工を繰り返すことによって連続的に増加することが知られている [32],[37],[38]。文献[38]では、HAGB が転位を吸収する傾向があり、強ひずみ加工による転位の生成と HAGB における転位の吸収が均衡状態となり、最終的に定常状

態になることが示唆されている。

Coarsening approach において、8 passes-O1 と 8 passes-O2 の試料の転位密度は 6 passes から 8 passes の試料の転位密度に匹敵しており、8 passes-O3 と 8 passes-O4 の転位密度はこれらの値の 10% 程度に有意に減少した。8 passes-O5 から 8 passe-O8 に関しては、信頼性の高い転位密度の値を Williamson-Hall 法から取得することができなかった。これらの試料の転位密度は、完全に焼鈍された材料での転位密度に匹敵する値まで低下したと考えられる。

3.4. 引張試験

引張試験を実施するため、全ての ECAP 加工材をダンベル型試験片に機械加工した。試験片の形状、寸法、ひずみゲージ（東京測器 FLA2）の貼付位置について Fig. 4 に示す。引張試験は万能試験機（Shimadzu AG-IS 50kN）に内製品ジグを取り付け、試験ジグと試験片の締結はネジ加工により行った。初期ひずみ速度は 0.001 s^{-1} に設定した。

refining approach 及び coarsening approach における 2% までの真応力-対数ひずみ関係を Fig. 5 に示す。対応する 40% までの公称応力-公称ひずみ線関係を Fig. 6 に示す。Refining approach (Fig. 5 (a)) では、1 pass 材の 0.2% 耐力（図中の●）は 0 passes 材のそれよりも 6 倍程度増加するが、粒径もわずかに増加する（すなわち、図中における $39.2 \mu\text{m}$ から $44.3 \mu\text{m}$ ）。対照的に、8 passes 材の 0.2% 耐力は 1 pass 材に比べてわずか 1.2 倍程度の増加に留まる。Coarsening approach (Fig. 5 (b)) では、8 passes-O1 から 8 passes-O4 にかけて特有の硬化や軟化挙動を示す。8 passes-O1 材と-O2 材の 0.2% 耐力は加工まま材である 8 passes 材の結果を上回る。これらの 3 つの試料は、ほぼ同等の粒径（すなわち、約 1.6 から $1.8 \mu\text{m}$ ）を有しているにも関わらず、異なる力学的応答を示した。この“Hardening by annealing”現象は、サブミクロンオーダーの粒径を有する工業用純アルミニウム（A1100）及び IF 鋼の ARB 加工材によって既に報告されている [40],[41]。

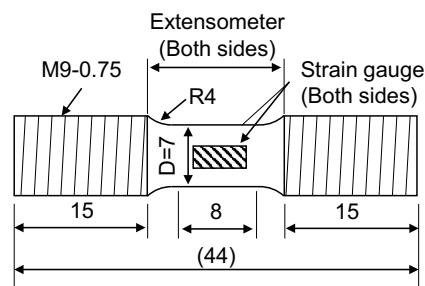


Fig. 4. Shape and dimensions of the specimen for uniaxial tensile tests with positions at which wire-strain gauges were pasted.

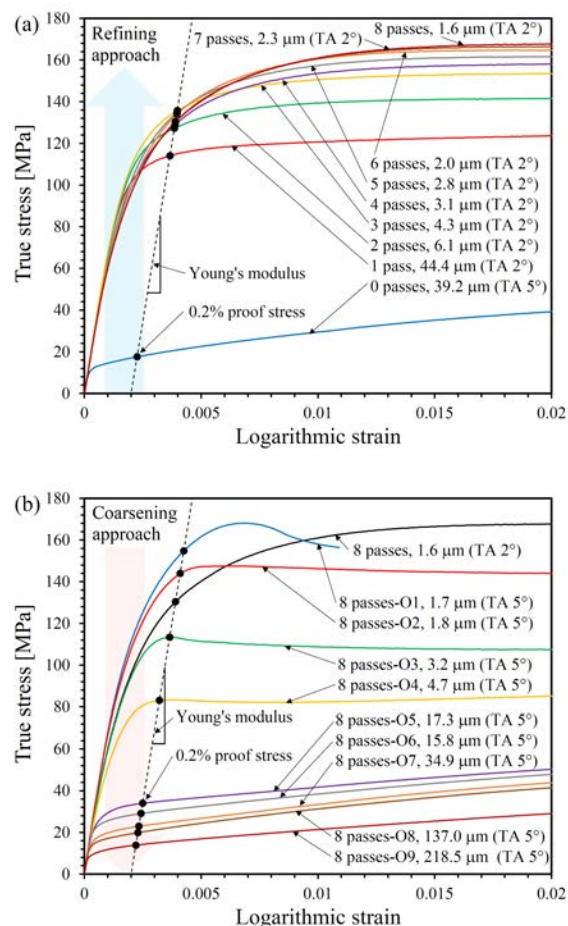


Fig. 5. True stress-true strain curves obtained from uniaxial tensile tests with the grain sizes: (a) refining approach, (b) coarsening approach. ‘TA’ stands for the tolerance angle used to determine the grain size.

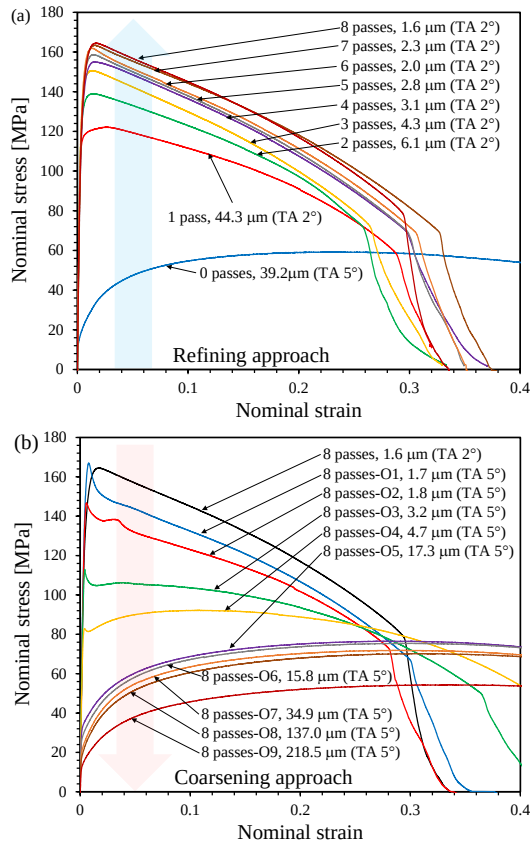


Fig. 6. Nominal stress–nominal strain curves obtained from the tensile tests for (a) refining approach and (b) coarsening approach. ‘TA’ stands for the tolerance angle. A pair of extensometers (Tokyo Sokki RA-5) was also set at opposite positions across a diameter. The elongation of the specimen was taken to be the average of the data recorded by the two extensometers. The ‘gauge length’ for computing the nominal strain was taken to be the value giving a strain value identical to that obtained with the wire-strain gauges in the elastic deformation range. After yielding, the nominal strain determined by this method may not be a well-defined quantity due to the plastic deformation that occurs in the round parts. However, we consider that such apparent values of the nominal strain are useful for relative comparison of the ductility of the specimens.

本研究の実験結果は、ECAP 加工されたマイクロオーダーの粒径を有する工業用純アルミ

ニウムでも同様の現象が起こることを示している。8 passes-O5 から-O9 材では、粒径が 10 μm よりも粗大化し、0.2%耐力は著しく減少する。これらの試料は低い転位密度を有しており、完全に焼鈍された状態にあると考えられる。しかしながら、8 passes-O1 から-O4 材では、Fig. 3 に示したように、材料の強化に寄与すると考えられる転位が残存していた。従って、ここに示された材料強度データは、転位関連強化及び粒径関連強化の複合効果による結果であると考えられる。2つの強化効果を分離して、全体の強化に及ぼす粒径のみの効果を調査する必要がある。

4. 材料強化機構のデータ解析

4.1. 材料強化機構のモデル化

実験で測定された 0.2%耐力 ($\sigma_{0.2}$) に対して、転位関連強化と粒径関連強化の寄与分に分離する。これにあたり、純金属の多結晶材料を対象にした材料強度の加算法則 [42]を導入する。

$$\sigma_{0.2} = \sigma_0 + \sigma_{\text{gs}} + \sigma_{\text{disloc}} \quad (1)$$

ここに、 σ_0 は摩擦応力（転位密度が十分低くかつ粒径が十分大きい場合の変形抵抗応力）、 σ_{gs} は粒径関連強化量、 σ_{disloc} は転位関連強化量を表す。 σ_{gs} はしばしば粒界に関連する強化として見なされる場合もある。提案した定式において、 σ_{gs} は実験研究では分離することができない。理論的にも分割する方法が確立されていないため、粒界および粒径関連強化の両方の影響を含む。 σ_0 は適切な焼鈍を施した粗大粒径を有する試料において、従来の Hall-Petch の関係式の切片として決定することができる。本実験データより、 σ_0 を決定するにはデータ数があまりにも少ないため（8 passes-O5 から 8 passes-O9 までの 5 つのデータのみ）、10 μm 以上の粒径を有する純アルミニウム材での 17 の Hall-Petch の関係式を文献 [23],[43],[44]より収集した (Table 2)。これら

のデータの平均値を採用することにより、 σ_0 を 11.4 MPa と決定した。

転位関連強化に関しては、Taylor 則[26],[45]を用いる。

$$\sigma_{\text{disloc}} = M\alpha\mu b\sqrt{\rho} \quad (2)$$

ここに、 $M(= 3.06)$ は Taylor factor (これは厳密には集合素組織によって変化するがここではその変化は無視している)、 μ ($= 26$ GPa) はせん断弾性係数、 b ($= 0.286 \times 10^{-9}$ nm) はバースベクトルの大きさ、 ρ は転位密度、 α は定数であり、一般的に 0.2 から 0.7 の値が用いられるが理論的な決定方法は存在しない。本研究での α は、実験結果に基づき以下の手順により同定した。

Fig. 3 によると、1 pass 材の粒径は十分に大きく ($44.3 \mu\text{m}$)、全試料中で最も転位密度が高い。この試料の強度は主として転位関連強化で支配されると考えられる。次に、Hall-Petch 係数の平均値 ($k = 43.5 \text{ MPa } \mu\text{m}^{1/2}$) より、1 pass 材では、 $\sigma_{0.2} = \sigma_0 + \sigma_{\text{gs}} + \sigma_{\text{disloc}} = 11.4 + 43.5d^{-1/2} + M\alpha\mu b\sqrt{\rho}$ の関係が成立すると仮定する。この関係を用いて、粒径 $d = 44.3 \mu\text{m}$ 、3 回の引張試験による $\sigma_{0.2}$ と XRD 測定による ρ を用いて算出された平均値を採用することで、最終的に $\alpha = 0.51$ が決定される。この α は、Refining approach における 2 passes から 8 passes 材及び Coarsening approach の試料における転位関連強化量の解析に使用される。また、比較データとして文献[25]を採用する。同文献で報告されている転位密度から $\alpha = 0.25$ を同定した。文献では粒径データの記載がないことから、本研究のデータで置き換えた。

近年、焼鈍によって異なる粒径 ($0.96 \mu\text{m}$ 及び $0.26 \mu\text{m}$) を有する純アルミニウム ARB 加工材の引張試験中、塑性変形の初期段階で転位密度が急激に増加することが報告されている[46]。その 0.2% 塑性ひずみにおいて、転位密度は全試料ともに元の値のほぼ 2 倍になっ

ている[46]。異なる粒径を有する強ひずみ加工まま材において、試験前と 0.2% 塑性ひずみでの転位密度の増加率がほぼ一定であると仮定すれば、この現象は α の変化として現れるだけである。本研究では、この仮定を採用し、塑性変形初期の転位密度の変化を直接考慮せず、一定値の $\alpha(= 0.51)$ を用いる。

4.2. 降伏強度における粒径効果の解析

上記で示した材料モデルをもとに実験結果の解析を行う。測定された $\sigma_{0.2}$ と ρ 、決定されたパラメータ値を使用して、粒径関連強化 σ_{gs} を $\sigma_{\text{gs}} = \sigma_{0.2} - \sigma_0 - M\alpha\mu b\sqrt{\rho}$ を用いて評価する。Refining approach と Coarsening approach における 0.2% 耐力及びその内訳 ($\sigma_0, \sigma_{\text{gs}}, \sigma_{\text{disloc}}$) と粒径の関係について、Fig. 7(a),(b) にそれぞれ示す。

青丸及び赤丸は、それぞれ Refining approach と Coarsening approach における 0.2% 耐力、エラーバーは 3 回の引張試験で得られた最大値と最小値を示す。青い四角形は $\sigma_0 + \sigma_{\text{gs}}$ の値、エラーバーは $\sigma_{0.2}$ と ρ に対応する測定値の組み合わせから決定された最大値と最小値を示す。文献および本研究 (Table 2) のデータから計算された σ_0 および k の平均値による Hall-Petch の関係は灰色の実線で示している。 σ_0 および k の標準偏差で示された領域は “Hall-Petch zone” として描画している。

Refining approach (Fig. 7(a)) では、 σ_{disloc} の寄与が優勢である。注目すべきは、 $\sigma_0 + \sigma_{\text{gs}}$ のプロット (青い四角形) が Hall-Petch zone の上限に近いことである。緑の実線は、十分に焼鈍された試料 (赤丸) の 0.2% 耐力 $\sigma_{0.2}$ および ECAP 加工された試料 (青の四角形) の $\sigma_0 + \sigma_{\text{gs}}$ に関するデータの回帰直線を示す。Fig. 7(a) では、文献[25]における $\sigma_{0.2}$ とその内訳 ($\sigma_0, \sigma_{\text{gs}}, \sigma_{\text{disloc}}$) についても併せて示している。

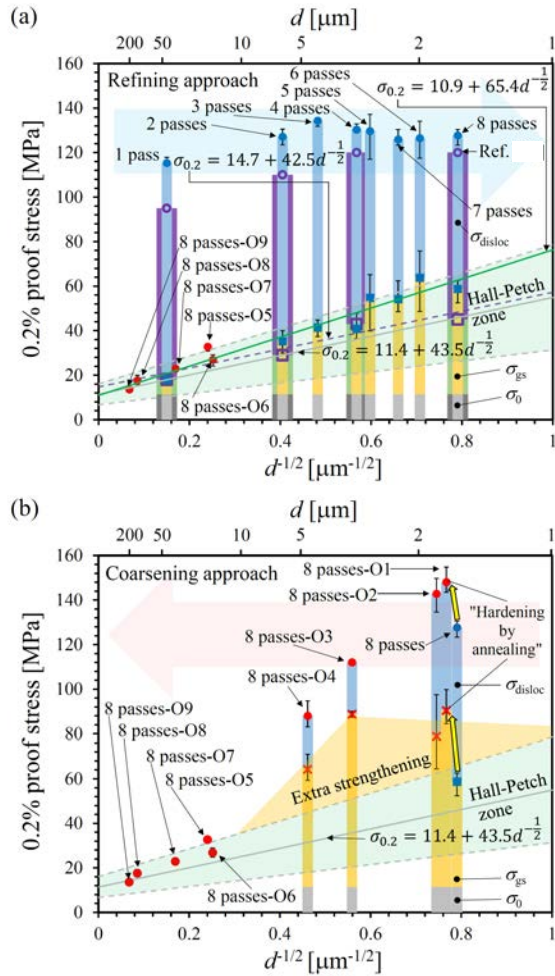


Fig. 7. Relationship between 0.2% proof stress $\sigma_{0.2}$, with its breakdown into σ_0 , σ_{gs} and σ_{disloc} , and grain size: (a) refining approach (with five additional data points obtained from well-annealed samples), (b) coarsening approach.

文献[25]で与えられたデータから計算された $\sigma_0 + \sigma_{gs}$ のプロット（紫色の中抜き四角形）は Hall-Petch zone 内に現れ、回帰直線（紫色の破線）は Hall-Petch の関係式の平均線近傍に位置する。従って、巨視的な材料強度に関する ECAP 加工材での結晶粒微細化の効果は、従来の Hall-Petch 関係の外挿により推定された効果と同等のままである。ここで用いられた粒径は 2° の許容方位角度で決定した。比較のために許容方位角度 5° の結果を Fig. 8 に示す。見かけの粒径が変化しても、本研究の知見には根本的に影響しない。

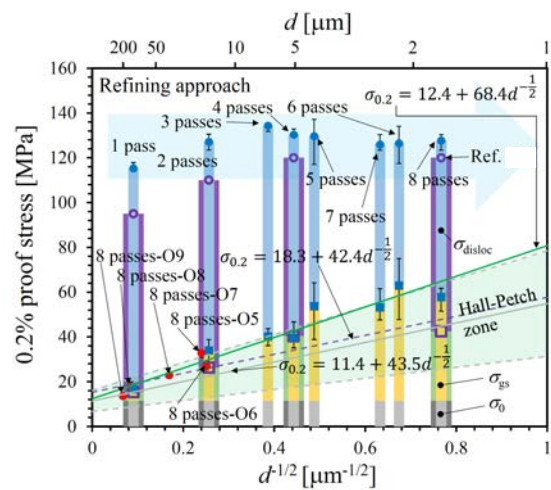


Fig. 8. Relationship between 0.2% proof stress and grain size in refining approach when the tolerance angle was chosen to be 5° . In the case of the as-ECAP-processed samples with a small number of ECAP passes, many subgrains with low misorientation angles were generated inside the apparent coarse grains as can be seen in Fig. 2(b). For this situation, the evaluated grain size depends on values chosen for the tolerance angle. A tolerance angle of 5° is often used for general materials with annealing treatments, while an angle of 2° has been used for as-ECAP-processed materials in several studies [31],[32]. The comparison of Fig. 7(a) in the main text, which used 2° , with the present plot, which used 5° , confirms that the tolerance angle does not affect the findings in the present study.

Coarsening approach (Fig. 7(b)) では、焼鈍によって粒径の粗大化と転位密度の減少が同時に発生し、0.2%耐力 $\sigma_{0.2}$ が段階的に低下していく。しかしながら、 $5 \mu\text{m}$ 未満の粒径での粒径関連強化 σ_{gs} の値は Refining approach (Fig. 7(a)) のそれらよりも明らかに大きい。 $\sigma_0 + \sigma_{gs}$ のプロット（赤色のバツ印）は、Hall-Petch zone の遥か上に位置する。特に 8 passes-O3 材での $\sigma_{0.2}$ に対する σ_{gs} の割合は、およそ 70% を占めている。Hall-Petch zone の上限を

超過した σ_{gs} については、焼鈍によって粒界特性が変化し、それが σ_{gs} の増加をもたらした可能性があることを示唆している。Fig. 7(b)の "Extra strengthening" と表記された領域は対応する過剰強化量を示している。Coarsening approach で用いられた粒径は、上述したように5°の許容角度で決定された。5°と2°の許容角度による違いは、プロットされた尺度で影響がないことを確認している。

5. 考察

文献[25]では、ECAP 加工された純アルミニウム (4N) の降伏強度は、一次近似として、粒径効果を考慮せずに Taylor 則による転位関連強化のみで記述できることが示されている。本研究で行った実験結果の解析 (Fig. 7(a)) では、粒径関連強化が確認されており、降伏強度に寄与することを示した。粒径効果の寄与の程度は古典的な Hall-Petch の関係での外挿による予測と同等であった。文献[25]の純アルミニウムの場合、転位密度は2 passes 材で最大に達し、その後は徐々に減少した。Fig. 7(a)に示したように Refining approach での降伏強度は、全試料を通じてほぼ飽和しており、転位関連強化の減少は、結晶粒微細化に伴う粒径関連強化の増加によって補われた。また、文献[25]では、Al-Mg 合金の降伏強度および転位密度の実験データ (1 pass 材と 8 passes 材) も示された。Al-Mg 合金の場合、ECAP 加工の繰り返しに伴う転位密度の減少は観察されなかった。このデータは合金中の粒径に関連する強化効果が、純金属のそれよりも小さい可能性があることを示唆している。粒径は文献[25]には記載されていないため、ここではそれらのデータについて、さらに議論するつもりはない。著者らは現在、A5052 合金を用いて本研究と同様の実験に取り組んでいる。

Čížek et al. [27]は、HPT 加工されたままの IF

鋼の強化機構について詳細に研究した。彼らは、基本的に式(1)に相当する線形加算則

($\sigma = \sigma_0 + M\alpha\mu b\sqrt{\rho} + k/\sqrt{d}$) を仮定し、測定された粒径および転位密度を相当ひずみの関数として表した。降伏強度はマイクロビッカース硬度から推定された。彼らの実験結果の解析では Hall-Petch 係数 k がフィッティングパラメータに選択され、フィッティングから得られた k が従来のフェライト鋼のそれ[47]と合理的に一致していることを発見した。供試材や詳細な実験手順が異なるにも関わらず、本研究結果における Refining approach との結果と根本的に一致している。Fig. 7(a),(b)で示したように、粒径が同等であっても、全体の降伏強度に対する粒径関連強化の程度は、Refining approach と Coarsening approach の間で大きく異なった。これらの力学的挙動は、純金属や合金などの材料の違いに応じて異なる場合も考えられる。従って、強ひずみ加工が施された金属材料の強化機構をさらに理解するためには、様々な材料での実験的研究とこれに対応するデータ解析を蓄積していく必要がある。

本研究において、Refining approach と Coarsening approach で違いが観察された粒径関連強化の差異に関する物理的なメカニズムは明らかにされていない。この差異は焼鈍によって粒界特性が変化することに起因している可能性がある。粒界の特性を直接的に調べるためには、バルク材から抽出された粒界を含む小型試験片でのマイクロメカニカル試験法、例えば双結晶試験片を用いたマイクロピラー圧縮試験[48],[49]が効率的であろう。文献 [27]では、転位密度の増加および粒径の減少が飽和した後でさえも、マイクロビッカース硬度は HPT 加工とともにわずかに増加し続けることが観察された。この付加的な強化は大傾角粒界の増加に関連すると結論づけた。これらの観察および解釈は、転位密度と粒径

の変化が飽和するまで、大傾角粒界の割合の変化が全体の強化に寄与しないことを示唆している。著者らは、本研究と同様の試料を用いて、引張圧縮及び圧縮引張反転負荷試験におけるバウシinger効果の大きさと粒径の関係について調査した。ECAP加工されたままの試料では、粒径とバウシinger効果の強度との間に強い相関は観察されなかった[39]。文献[39]において、強ひずみ加工材の巨視的な力学的特性に及ぼす影響は、加工によって増加した粒界体積率や結晶粒間の方位差が転位関連強化に比べて優勢ではないことを示している。この知見は Fig. 7(a)における本実験結果と一致する。

6. 結言

本研究では、純アルミニウムの降伏強度に及ぼす結晶粒径の効果について、ECAP加工を用いて連続的に粒径を微細化した試料群と、最初に8 passesのECAP加工後、焼鈍によって粒径を段階的に粗大化した試料群を用いて検証した。実験データの解析をもとに、降伏強度から転位関連強化を定量化して差し引いた結果、観察された粒径関連強化の程度は、従来のHall-Petch関係から外挿される量と一致していた。また、ECAP加工まま材を低温焼鈍することによって、粒径関連強化が増加することが確認された。

7. おわりに

本論文は強ひずみ加工金属材料の巨視的な材料強化機構について、結晶粒径と結晶欠陥の一つである転位の観点から検討したものである。シンプルな仮説をもとに、2016年から2017年に蓄積した実験事実と先行研究による知見をまとめ、本内容を執筆するに至った。しかしながら、2019年現在、これらの他にもう一つ重要な強化因子が存在することを確認している。この点については、今後、続報と

して学術誌上で発表する。

参考文献

- [1] T. Koizumi, M. Kuroda, Grain size effects in aluminum processed by severe plastic deformation, Mater. Sci. Eng. A 710 (2018) 300–308.
- [2] <https://advanceseng.com/grain-size-aluminum-processed-severe-plastic-deformation/>
- [3] E.O. Hall, The deformation and ageing of mild steel: III discussion of results, Proc. Phys. Soc. B 64 (1951) 747–753.
- [4] N.J. Petch, The cleavage strength of polycrystals, J. Iron Steel Inst. 174 (1953) 25–28.
- [5] V.M. Segal, Materials processing by simple shear, Mater. Sci. A 197 (1995) 157–164.
- [6] Y. Iwahashi, Z. Horita, M. Nemoto, T.G. Langdon, Principle of equal-channel angular pressing for the processing of ultra-fine grained materials, Scr. Mater. 35 (1996) 143–146.
- [7] R.Z. Valiev, R.K. Islamgaliev, I.V. Alexandrov, Bulk nanostructured materials from severe plastic deformation, Prog. Mater. Sci. 45 (2000) 103–189.
- [8] A.P. Zhilyaev, G.V. Nurislamova, B.K. Kim, M.D. Baro, J.A. Szpunar, T.G. Langdon, Experimental parameters influencing grain refinement and microstructural evolution during high-pressure torsion, Acta Mater. 51 (2003) 753–765.
- [9] Y. Saito, N. Tsuji, H. Utsunomiya, T. Sakai, R.G. Hong, Ultra-fine grained bulk aluminum produced by accumulative roll-bonding (ARB) process, Scr. Mater. 39 (1998) 1221–1227.
- [10] N. Tsuji, Y. Saito, H. Utsunomiya, S.

- Tanigawa, Ultra-fine grained bulk steel produced by accumulative roll-bonding (ARB) process, *Scr. Mater.* 40 (1999) 795–800.
- [11] N. Tsuji, Y. Ito, Y. Saito, Y. Minamino, Strength and ductility of ultrafine grained aluminum and iron produced by ARB and annealing, *Scr. Mater.* 47 (2002) 893–899.
- [12] Y. Wang, M. Chen, F. Zhou, E. Ma, High tensile ductility in a nanostructured metal, *Nature* 419 (2002) 912–915.
- [13] V.V. Stolyarov, Y.T. Zhu, I.V. Alexandrov, T.C. Lowe, R.Z. Valiev, Grain refinement and properties of pure Ti processed by warm ECAP and cold rolling, *Mater. Sci. Eng. A* 343 (2003) 43–50.
- [14] A. Balyanov, J. Kutnyakova, N.A. Amirkhanova, V.V. Stolyarov, R.Z. Valiev, X.Z. Liao, Y.H. Zhao, Y.B. Jiang, H.F. Xu, T.C. Lowe, Y.T. Zhu, Corrosion resistance of ultra fine-grained Ti, *Scr. Mater.* 51 (2004) 225–229.
- [15] Y.H. Zhao, X.Z. Liao, Z. Jin, R.Z. Valiev, Y.T. Zhu, Microstructures and mechanical properties of ultrafine grained 7075 Al alloy processed by ECAP and their evolutions during annealing, *Acta Mater.* 52 (2004) 4589–4599.
- [16] T. Hebesberger, H.P. Stuwe, A. Vorhauer, F. Wetscher, R. Pippan, Structure of Cu deformed by high pressure torsion, *Acta Mater.* 53 (2005) 393–402.
- [17] J. May, H.W. Hoppel, M. Goken, Strain rate sensitivity of ultrafine-grained aluminum processed by severe plastic deformation, *Scr. Mater.* 53 (2005) 189–194.
- [18] G. Sakai, Z. Horita, T.G. Langdon, Grain refinement and superplasticity in an aluminum alloy processed by high-pressure torsion, *Mater. Sci. Eng. A* 393 (2005) 344–351.
- [19] C.Y. Yu, P.W. Kao, C.P. Chang, Transition of tensile deformation behaviors in ultrafine-grained aluminum, *Acta Mater.* 53 (2005) 4019–4028.
- [20] D. Terada, S. Inoue, N. Tsuji, Microstructure and mechanical properties of commercial purity titanium severely deformed by ARB process, *J. Mater. Sci.* 42 (2007) 1673–1681.
- [21] C. Xu, Z. Horita, T.G. Langdon, The evolution of homogeneity in processing by high-pressure torsion, *Acta Mater.* 55 (2007) 203–212.
- [22] A. Azushima, R. Kopp, A. Korhonen, D.Y. Yang, F. Micari, G.D. Lahoti, P. Groche, J. Yanagimoto, N. Tsuji, A. Rosochowski, A. Yanagida, Severe plastic deformation (SPD) processes for metals, *CIRP Ann.* 57 (2008) 716–735.
- [23] N. Kamikawa, X. Huang, N. Tsuji, N. Hansen, Strengthening mechanisms in nanostructured high-purity aluminium deformed to high strain and annealed, *Acta Mater.* 57 (2009) 4198–4208.
- [24] S. Gao, M. Chen, S. Chen, N. Kamikawa, A. Shibata, N. Tsuji, Yielding behavior and its effect on uniform elongation of fine grained IF steel, *Mater. Trans.* 55 (2014) 73–77.
- [25] J. Gubicza, N.Q. Chinh, Gy. Krállics, I. Schiller, T. Ungár, Microstructure of ultrafine-grained fcc metals produced by severe plastic deformation, *Curr. Appl. Phys.* 6 (2006) 194–199.
- [26] G.I. Taylor, The mechanism of plastic deformation of crystals. Part I—theoretical, *Proc. R. Soc. Lond. Ser. A* 145 (1934) 362–387.
- [27] J. Čížek, M. Janeček, T. Krajňák, J. Stráská, P.

- Hruška, J. Gubicza, H.S. Kim, Structural characterization of ultrafine-grained interstitial-free steel prepared by severe plastic deformation, *Acta Mater.* 105 (2016) 258–272.
- [28] T. Krajňák, P. Minárik, J. Gubicza, K. Máthis, R. Kužel, M. Janeček, Influence of equal channel angular pressing routes on texture, microstructure and mechanical properties of extruded AX41 magnesium alloy, *Mater. Charact.* 123 (2017) 282–293.
- [29] M. Furukawa, Y. Iwahashi, Z. Horita, M. Nemoto, T.G. Langdon, The shearing characteristics associated with equal-channel angular pressing, *Mater. Sci. Eng. A* 257 (1998) 328–332.
- [30] N. Kamikawa, N. Tsuji, X. Huang, N. Hansen, Quantification of annealed microstructures in ARB processed aluminum, *Acta Mater.* 54 (2006) 3055–3066.
- [31] A.P. Zhilyaev, B.-K. Kim, J.A. Szpunar, M.D. Baró, T.G. Langdon, The microstructural characteristics of ultrafine-grained nickel, *Mater. Sci. A* 391, (2005) 377–389.
- [32] E.A. El-Danaf, Mechanical properties and microstructure evolution of 1050 aluminum severely deformed by ECAP to 16 passes, *Mater. Sci. A* 487 (2008) 189–200.
- [33] G.K. Williamson, W.H. Hall, X-ray line broadening from fcc aluminium and wolfram, *Acta Metall.* 1 (1953) 22–31.
- [34] G.K. Williamson, R.E. Smallman, The use of Fourier analysis in the interpretation of X-ray line broadening from cold-worked iron and molybdenum, *Acta Crystallogr.* 7 (1954) 574–581.
- [35] G.K. Williamson, R.E. Smallman, Dislocation densities in some annealed and coldworked metals from measurements on the X-ray Debye-Scherrer spectrum, *Philos. Mag.* 8 (1956) 34–45.
- [36] Y. Murata, I. Nakaya, M. Morinaga, Assessment of strain energy by measuring dislocation density in copper and aluminium prepared by ECAP and ARB, *Mater. Trans.* 49 (2008) 20–23.
- [37] M. Reihanian, R. Ebrahimi, M.M. Moshksar, D. Terada, N. Tsuji, Microstructure quantification and correlation with flow stress of ultrafine grained commercially pure Al fabricated by equal channel angular pressing (ECAP), *Mater. Charact.* 59 (2008) 1312–1323.
- [38] Y. Ito, Z. Horita, Microstructural evolution in pure aluminum processed by high- pressure torsion, *Mater. Sci. A* 503 (2009) 32–36.
- [39] T. Koizumi, M. Kuroda, Measurement of Bauschinger effect in ultrafine-grained A1070 aluminum rods, *Key Eng. Mater.* 725 (2017) 202–207.
- [40] X. Huang, N. Hansen, N. Tsuji, Hardening by annealing and softening by deformation in nanostructured metals, *Science* 312 (2006) 249–251.
- [41] N. Kamikawa, X. Haung, N. Hansen, Dislocation-source hardening in nanostructured steel produced by severe plastic deformation, *Mater. Sci. Forum* 638–642 (2010) 1959–1964.
- [42] N. Hansen, Hall-Petch relation and boundary strengthening, *Scr. Mater.* 51 (2004) 801–806.
- [43] J.W. Wyrzykowski, M.W. Grabski, Hall-Petch relation in aluminium and its dependence on the grain boundary structure, *Philos. Mag. A* 53 (1986) 505–520.
- [44] Y. Shibutani, D. Matsunaka, R. Tarumi, Plastic strain and temperature dependences of Hall-Petch effect, *J. Soc. Mater. Sci.* 61

- (2012) 724–729 (in Japanese).
- [45] M.E. Kassner, Taylor hardening in five-power-law creep of metals and Class M alloys, *Acta Mater.* 52 (2004) 1–9.
- [46] H. Adachi, Y. Miyajima, M. Sato, N. Tsuji, Evaluation of dislocation density for 1100 aluminum with different grain size during tensile deformation by using in-situ X-ray diffraction technique, *Mater. Trans.* 56 (2015) 671–678.
- [47] W.B. Morrison, The effect of grain size on the stress-strain relationship in low- carbon steel, *Trans. Am. Soc. Met.* 59 (1966) 824–846.
- [48] M.D. Uchic, D.M. Dimiduk, J.N. Florando, W.D. Nix, Sample dimensions influence strength and crystal plasticity, *Science* 305 (2004) 986–989.
- [49] P.J. Imrich, C. Kirchlechner, C. Motz, G. Dehm, Differences in deformation behavior of bicrystalline Cu micropillars containing a twin boundary or a large-angle grain boundary, *Acta Mater.* 73 (2014) 240–250.

技術職員として

～いろいろやった？ 思い出すままに～

山形大学工学部技術部
情報技術室 石谷幹夫

1. はじめに

昭和 52 年 4 月に工学部共通講座の管理工学講座に着任してから 40 有余年。数多くの教職員の皆様に支えられながら無事に勤め上げる事ができましたことに深く感謝申し上げます。これまで大学の技術職員として先生方の研究への支援や教育プログラムにおける学生実験での技術指導、分散状態だった技術職員を組織化してできた技術部活動への参加、さらに工学部や大学全体へのささやかなお手伝いなどを行ってきました。十分だったか甚だ疑問ですが一定程度の役割は果たせたと思っています。

以下、思い出すままに関わってきた仕事の幾つかを並べてみます。

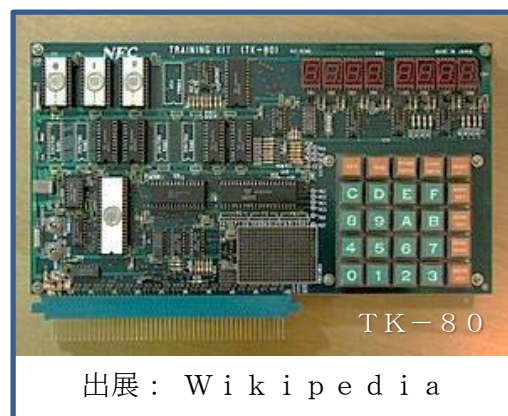
2. 研究支援について

2. 1 最首研究室

配属された共通講座・管理工学講座には当初、最首和雄助教授が一人で居られ、主に交通制御に関する情報処理関係の研究が行われていました。研究の手伝いは、紙テープやマークシート、パンチカードという紙媒体へ先生が書いた Fortran プログラムを打ち込み、計算センターにある小型コンピュータで計算してもらい、ラインプリンターで結果印刷した連続用紙を持帰るのが主な仕事でした。

着任時の 1977 年には既に NEC からワンボードマイコン[TK-80]が発売されており、研究室でも 1 台購入して使用方法の検討を行

いました。その中で私も触らせてもらい、現在のパソコンの出発点と言えるマイコンのプログラミングを基礎（マシン語）から勉強することができた事はとても幸運だったと思います。ここから、私のコンピュータに関わる人生が始まったのかもしれない。

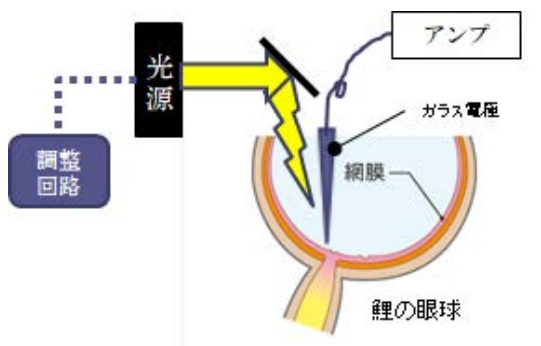


パソコン PC-9801（以降 PC98）が登場した後、最首研ではコンピュータ支援教育（CAI）の研究も行いました。教育用ビデオの再生をプログラム制御で行いその効果を検証するもので、そのためにはパソコンから VTR を操作する必要がありました。しかし当時はそのような機能を持つ VTR が無かったので、PC98 の拡張 I/O ボードにインターフェース回路を作成して VTR と接続し、Basic 言語とマシン語との組み合わせで VTR のスイッチを ON/OFF 操作するだけのシステムを構築しました。これが、私が本格的に手掛けたデジタル回路作成と制御の最初の作品

だったかもしれません。

2. 2 原研究室

私の着任1年後に原健一先生が教授として管理工学講座へ着任されました。原教授は視覚系の情報処理機構に関する研究を行っていて、その研究支援がメインの仕事になり、最首研の仕事はサブになりました。

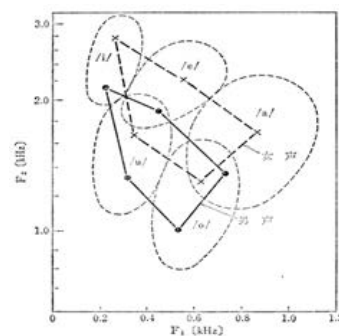


視覚系の実験

視覚系の研究は生きた鯉の眼球を使った生体実験で、大学院生や卒研性らと共に実験機器的整備、測定装置の製作、眼球サンプルの作成、鯉の飼育などを行いました。実験で使うのは眼球のみで胴体は使いませんから、たまには美味しく有効利用もしたりしました。

徐々に視覚系の研究が縮小し動物実験を伴わない音声関係の研究に切替わりました。この中で、最新鋭のパソコン（主に PC98）を使い C 言語などのプログラミングの経験を積むことができて良かったと思います。

音声関係の研究は電気電子工学科の大内先生・大友先生も加わった研究グループとして行い、音声データをパソコンへ取り込み、特徴抽出し、認識を行うプログラムの開発に携わりました。中でも日本語母音認識の研究で、母音は特徴周波数（スペクトル）F1、F2の分布で認識しますが、男女で分布領域が重なり認識の妨げになる問題がありました。

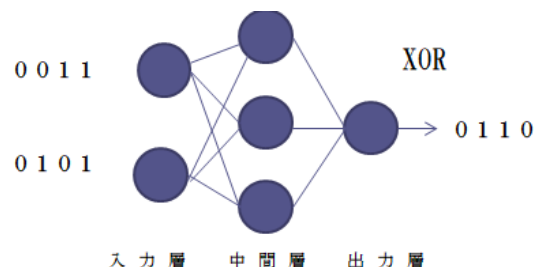


母音の周波数分布

ここでは新たにピッチ周波数 F0 に着目し、母音の合成音声の聴取実験からその重複領域分離の有効性を確かめる実験を行い有効性が確認できました。音声合成のプログラムは Fortran 言語のソースコードが公開されていましたが、それを C 言語に書き直したのは良い経験になりました。

音声関係の特徴抽出・認識の研究と共に、手書き文字の認識、話者認識等、認識関係の研究も盛んに行いました。その当時世界的に脳の神経細胞をモデル化した「ニューラルネットワーク」の研究も盛んに行われており、原研究室でも音声認識や手書き文字認識などへの応用研究も行いました。

使用したニューラルネットワークのモデルは、D.E.Rumelhart らが提案した誤差逆伝播による手法で、入出力関数にシグモイド関数を使ったものでした。



XOR 学習用ニューラルネット

$$O_j = \frac{1}{1 + \exp(-\sum_k (W_{jk} O_k - \theta_j))}$$

シグモイド関数

ニューラルネットで特定のパターンを学習させて認識させるには、繰返し計算が必要ですが、当時の PC98RA の能力では、ごく基本的な XOR パターンでさえ、学習収束までに数分かかり、音声や文字認識のような大量のデータを扱う学習では、数週間連続して計算させる必要がありました。また、パソコンのメモリ容量も現在とは比較できないほど少なかったので、プログラムを工夫して計算させる必要があり苦労しました。

2. 3 大友・大槻研究室

文科省の入学定員臨時増募の政策や工学部の学部改組による大講座制への移行等で、大友先生が電気電子工学科から異動してこられ、また最首先生が転出され、大槻先生が着任されました。その後、原先生も転出され、大友・大槻研究グループに研究が引き継がれました。

大友・大槻研究室では以前からの研究に加えて、ニューラルネットを用いた自律移動ロボット車の走行制御の実験も行うことになり実験システムを構築しました。走行軌道を撮影するビデオカメラ操作の赤外線リモコン信号と、移動ロボット車であるラジコンカーの走行軌道をコントロールする PWM 信号のラジコン電波を H8 マイコンボードで発生させて、走行データを収集するシステムです。ラジコン電波の送信回路の動作が少々不安定でしたが、何とか使えたように思えます。本システムについて技術部の個別研修として「平成 16 年度大阪大学総合技術研究会」へ参加し、発表する機会を与えてもらい感謝しています。

3. 教育支援について

3. 1 プログラミング演習

着任当初、管理工学講座では一般講義の他

に、機械系、化学系、繊維高分子系学科の学生に対して Fortran 言語によるプログラミング演習の授業が開講されており、演習支援を行いました。計算センターの計算機室での演習で端末操作やコンパイラの使い方の指導やプログラミングの相談に対応しました。

カリキュラムの変更で演習の授業がなくなり、現在まで行ってきた物理学実験を担当することになりました。

3. 2 物理学実験（テーマ実験）

物理学実験は、全学科約 800 人の学生に対して開講され、4 分野 3 テーマで合計 12 テーマの実験を、週 3 回、5-8 講時、半期 13 回に渡り行う非常にハードな授業です。

私が最初に担当したのはテーマ実験コースの「コンピュータ物理」で、パソコンの Basic 言語を使ったシミュレーション実験でした。パソコンの使い方や Basic 言語の基本的なプログラミングの指導を実験担当の小池先生と二人で行いました。後に担当講座の先生方の退官や転出があり、新しく着任された森田先生の立案により、コンピュータ物理は現在の「工夫して行う実験」へと替わり、その中の「静電気の実験」のテーマを担当することになりました。同時に「先進物理学実験」もスタートしました。

3. 3 物理学実験（先進物理学実験）

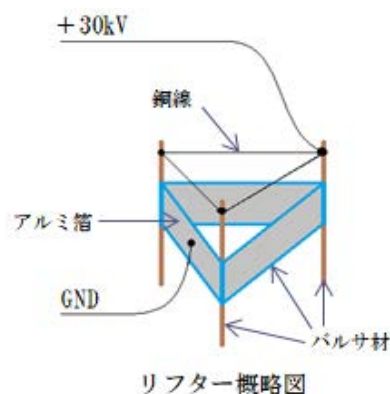
前任者で先輩の四釜繁さんが定年退職され、後任の水野さんが着任されました。これまで私が担当していたテーマ実験コースは、大学院生の TA が受持つことになり、私は水野さんと共に先進物理学実験を担当することになりました。先進物理学実験コースは希望者数名による自主的な実験コースで、実験テーマ、実験段取り・実施などをすべて学生が行い、我々スタッフは極力アドバイスに

徹することになっています。

学生が興味を持った実験テーマへの相談に応じますが、無謀で危険なテーマや知らないテーマを持ち掛けられたときには、それへの対応が大変で苦劳しました。その中で印象に残ったテーマを2つほど紹介したいと思います。

■イオンクラフト「リフター」の実験

イオンクラフトとは、直流高電圧を掛けて浮上させる機体の総称で、図のような機体をリフターと呼ぶようです。



学生が調べた所、「20~30kVの直流高電圧が必要である」という事しか分からずに、発生方法は不明でした。いろいろ調査したところ、ブラウン管テレビの「フライバックトランス」を使って発生させられそうであり、ネット上から検索した回路等を参考にして高電圧の発生に成功し、見事機体を浮上させることができました。



浮上したリフター

このリフターは、情報技術室として科学フェスティバルで2回ほど出展しました。また、

個別研修として「平成21年度実験・実習技術研究会 in 琉球」へ参加し、発表する機会を与えてもらい感謝しています。

■コイルガン・レールガンの実験

コイルガン・レールガンの実験は、男子学生の興味をそそるようで、毎年のように持ち掛けられる実験テーマです。この実験は高電圧で大容量のコンデンサに蓄えられた高エネルギーを扱う非常に危険な実験なので出来ればやりたくない実験です。しかし、先進物理学実験の特徴である自主性の尊重から、学生が感電等しないよう安全には特に気を付けて実験を行っています。

実験では $220\mu\text{F}(450\text{V})$ の電解コンデンサを100個並列に繋いだコンデンサ・バンク ($22,000\mu\text{F}$) に最大400Vの直流電圧を掛けています。蓄えられる静電エネルギーは $1,760[\text{J}]$ になり非常に危険です。直流電圧400Vは、コッククロフト・ウォルトン回路を作成してAC100Vコンセントからスライダックで電圧調整しながら昇圧整流して得ています。また実験では、コンデンサ・バンクへ蓄えた電荷を一気に放電させますが、ナイフスイッチでは火花が飛び焼付く問題があり、トライアック等の半導体素子を使った方法では素子の容量不足問題があり、その改善が課題になっています。

4. 技術部関係の仕事

4. 1 技術部広報委員会（広報部会）

H16年に情報技術室選出の広報委員に任命されました。広報委員会では技術部HPの運用を行っていて、運用中のWebサーバーが古い機種のため機種の更新とHPのリニューアルの検討が行われていました。これまでHP管理体制が明確でなく曖昧に運用されてきましたが、H17年度から一元管理のために

情報技術室で行うことになり、その時委員だった私が担当することになりました。



旧技術部ホームページ

本格的な複雑な HP 作成は初めてで、良い経験をさせてもらいました。ページの仕様、デザイン等は勝手に決めて作成しましたが苦情はなかったように思います。HP は勉強不足もあり初歩的な技術で作成したために、HP の更新や編集は全て手作業で行っていました。

それから H28 年までの 12 年間、HP の管理運用を一手に行っていました。



現技術部HP TOPサイトページ

サーバーPC の老朽化やセキュリティ管理の問題もあり、外部のレンタルサーバーへ移行し、HP もリニューアルする計画が持ち上がりました。HP は管理運用の利便性の点から WordPress を使った CMS による方法を提案したところ、ここでも私が担当することになりました。旧 HP 同様、デザイン、基本的な仕様は勝手に決めました。このサイトはマルチサイト技術を使って初めて構築しましたが、良い経験になりました。

H29 年度以降は後任の方に引継ぎ、少しずつ改良されながら運用されています。

4. 2 工学部 広報委員会

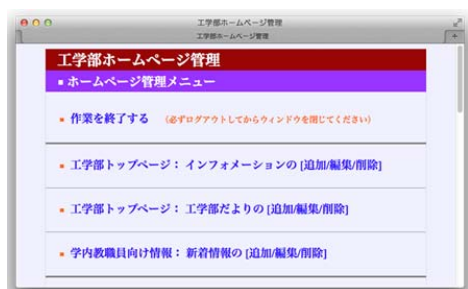
H19 年？に、技術部選出の「工学部広報委員会」の委員として任命されました。広報の仕事であるので、もちろん HP の管理・運用に関する事項もありました。当時の工学部 HP は事務方が管理・運用していて、少々不都合があったようでした。委員会では HP リニューアルの意見が出され WG が設置されました。成行きで技術部選出の私が HP 開発の実務（制作）担当をすることになり、WG で仕様やデザイン等を協議しながら制作しました。



旧HPデザインの
学内限定 教職員向けページ

全体的な大まかなデザインは業者が作成したものを、了解を得て改変して使用しました。仕様策定の際に難航したのは工学部カラーでした。最終的に委員長の意見で工学部の前身「米沢高等工業学校」の校旗色の「緋色（ひいろ）」に決定しました。

工学部 HP の制作にあたり、HP の更新作業の省力化のために「簡易 CMS システム」を独自に開発して導入しました。HP 更新作業の殆どは新着情報の掲載であり、新着ニュースの Web ページ(HTML)やファイル(PDF)のアップロードと、そのタイトル文とのリンク構築です。そのような作業を Web 上から行うために、Web アプリケーション技術の根幹である“Ajax 技術”を使って構築しました。中身は、PHP 言語と JavaScript からなるサーバー・クライアントのプログラムです。このシステムは現在の工学部 HP の学内限定「教職員向け」ページで現在も活躍中です。



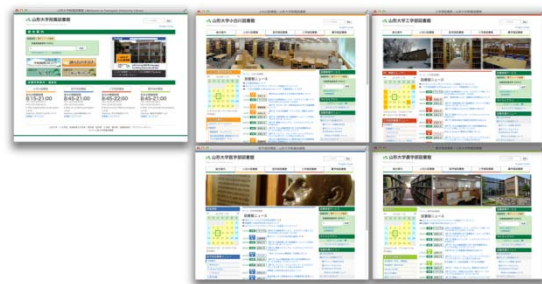
管理メニュー画面

5. 情報技術室関係の仕事

5. 1 山形大学図書館 HP 作成

H24 年（2012 年）に、情報技術室へ図書館 HP の新規作成依頼が舞込みました。

これまで各学部の図書館で別々に運用していた HP を一元管理するために全面リニューアルする計画で、管理運用を Web 上から行えるよう WordPress を使用する条件の作成依頼でした。この条件で外注すれば予算内に収まらないとのことで、情報技術室へ問い



各図書館の TOP ページ



開館時間プラグイン

合わせが来たようです。

技術室では、本格的な WordPress システムを誰も知らなかったのが、私が 2 週間ほど総合的に検討しました。検討の結果、何とか出来そうな手応えだったので引受けることになりました。開発期間は約 1 年間でした。

当時はマルチサイト技術を知らなかったもので、1 つの WordPress と 1 つのテーマで、総合+4 キャンパス（小白川・医学部・工学部・農学部）の 5 サイトを管理できるように、各サイトへ独自カテゴリーを割り当てて分類するようにしました。ページへの URL を基にカテゴリーを判断して、サイト情報を変更しています。

WordPress の特徴として、機能を簡単に追

加拡張できる「プラグイン」が無料で多数提供されています。しかし、欲しい機能があるとは限らず、なければ独自に作成することになります。図書館 HP でも希望する機能を持つプラグインが無かったので、幾つか独自に開発・作成しました。中でも、図書館ごとに違う開館スケジュールを総合 TOP ページへ自動的に表示するプラグインの開発には非常に苦労したことを思い出します。現在の図書館 HP は公開から既に 17 年が経過しています。これまで殆どトラブルなく運用できたことはとても幸運だと思いますが、そろそろリニューアルも考えて良いのでは？と思います。

5. 2 その他の HP 作成

これまで述べてきた HP の他にも、共同機器分析センター HP や数物学分野 HP などの作成・運用にも関わってきました。

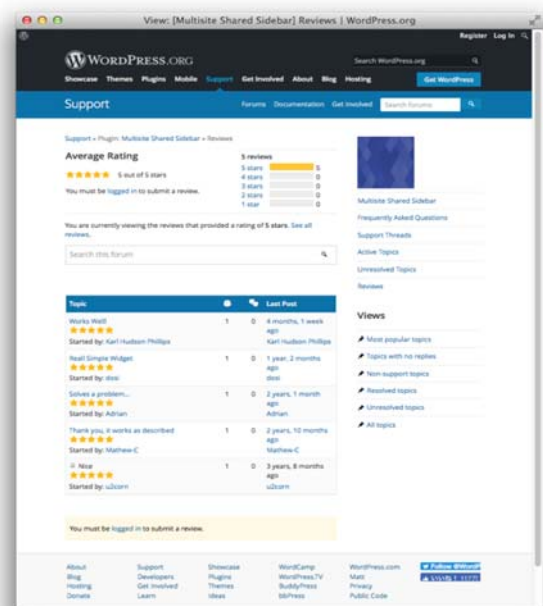


その中で、実際に使用している HP はありませんが、以下の WordPress のプラグインを開発する機会があり、オフィシャルサイトでの公開も行いました。

■プラグイン「Multisite Shared Sidebar」

公開したプラグインは、「マルチサイト間でサイドバーを共有できるようにする」もので、簡単に出来そうに思えて出来なかった機能です。

ダウンロード数は2018年12月時点で延べ2,543件と非常に少ないのですが、世界中のほんの5人からですが5つ星(★★★★★)の評価を貰ったことを、プログラマーとしてとても嬉しく思っています。



6. さいごに

技術職員として私が行ってきたことを思い出すままに取り留めもなく紹介しました。

これまで大過なく務めることができましたことは、これもひとえに多くの皆様からのご支援とご厚情のおかげと、心より感謝申し上げます。

地域貢献活動報告

- ・ 米沢市立北部小学校 5 年生学年行事「理科実験教室」
- ・ 科学フェスティバルinよねざわ2018
- ・ 高畠町屋代地区公民館・亀岡地区公民館「理科実験教室」
- ・ 高畠町二井宿地区「理科工作・実験教室」
- ・ 第3回喜多方市ものづくり交流フェア「理科工作・実験教室」
- ・ 高畠町かめおか秋まつり「理科工作・実験教室」
- ・ おとなのものづくり「身近な技術」の体験塾

米沢市立北部小学校 5 年生学年行事「理科実験教室」 実施報告

大竹 哲也

日 時：平成 30 年 6 月 17 日（日） 10:00～12:10

場 所：米沢市立北部小学校 体育館

参加者：5 年生児童 49 名（他 教諭 2 名，保護者 43 名，兄弟 20 名）

テーマ：「液体窒素で超低温の実験」

指導者：佐藤和昭（統括技術長），大橋栄市（地域連携担当），村上聡（計測技術室），大竹哲也（副統括技術長），藤原渉（機器分析技術室），増田純平（計測技術室）

米沢市立北部小学校 5 年生の学年行事として、「液体窒素で超低温の実験」のテーマで理科実験教室を行った。この行事が今年度最初の地域貢献活動である。液体窒素や低温に関する内容，実験上の注意点などを説明した後，下記に示した項目の実験を行った。まずは液体窒素に関するクイズを出題して実験の結果を予想してもらった。

質問に対して活発に返事をする様子が見られ，最初の説明をよく聞いている児童が多かったためか半数程度は正解していたようである。実験は保護めがねや革手袋を装着してもらい，児童や保護者など参加者全員に体験してもらった。普段は体験できない不思議な現象を目の当たりにして児童はもちろん，保護者や参加者の兄弟達も大いに楽しんでいた。素直に驚きなどの反応が返ってくると，指導する側にもやりがいが出てくるものである。

今回の理科実験は過去の記録や経験をもとに準備したが，予定の 2 時間より 10 分ほどオーバーして実験を終了した。次回への注意点としては，ボールの粉碎実験において空気を詰めすぎて冷却中や冷却後すぐに破裂することがあったので今後は気をつけたい。また事故などを防ぐためにも，実施記録の積み重ねが大切であると感じた。今回の教室を体験した子供達が実験を楽しんだことで，科学に興味を持ち続けてくれることを期待したい。

実験項目

○温度測定，○沸騰する様子，○乾電池・コイルの冷却，○気化による膨張，○風船の収縮・膨張，○二酸化炭素の凝固，○ボールの凍結・粉碎，○乾燥した紙，濡れた紙の凍結，○アイスクリームの調理・試食，○雲の発生



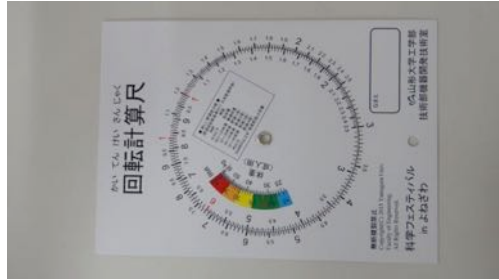
科学フェスティバル in 米沢 2018 報告

技術部調整連絡担当 大竹哲也

日 時：平成30年7月28日（土）・29日（日）

会 場：山形大学 工学部キャンパス 4号館

7月28日（土）・29日（日）の二日間にわたり、「科学フェスティバル in よねざわ 2018」が本学米沢キャンパスにおいて開催された。技術部からは多くの技術職員が実行委員，ガイドブック担当，ホームページ担当，写真記録担当，会場設営担当として運営に尽力している。今回の科学フェスティバルの参加ブース数は40ブースとなり，会場の規模から考えるとちょうどいい数である。技術部からは機器開発技術室に参加を依頼し，「紙の計算機をつくろう」のテーマで出展を行った。乗除算ができる簡易回転計算尺を組立てて，アナログ計算機を体験してもらう内容である。計算尺は現在あまり使われていないが，1970年代までは乗除算，関数計算のできる計算用具として技術者に愛用されたアナログ計算機である。映画「風立ちぬ」において，飛行機設計の計算に使われているシーンを見ることができる。また使用用途に特化した計算尺が作られ，現在でも様々な計算尺が生産されている。ただし一般の方の目につくところでの使用は殆どないため，科学フェスティバルに参加した児童や生徒はもちろん，付き添いの保護者も初見の方がほとんどであろう。年配の方が懐かしそうに手に取っていたのが印象に残った。ブースには各種計算尺のほか，手回しタイガー計算機もあわせて展示されていた。回転計算尺の円盤をハトメで台紙に固定する作業で，小さな子は力加減が難しいようだったが繰り返しているうちにコツを掴んで行く様子が見られた。作った計算尺を使って，数字の組み合わせで計算できることに興味を持つ参加者が多かった。28日は71名，29日は64名と，二日間の展示で135名に工作してもらい体験してもらうことができた。技術部からのブース参加は各技術室のローテーションで出展するため，順番が回って来たときのために事前の準備をお願いしたい。



実行委員（技術部関係）：佐藤和昭（副実施責任者），水口敬（ガイドブック担当），鈴木裕幸（ホームページ担当），三浦信一（記録担当），大竹哲也（技術部調整連絡）

ガイドブック編集：水口敬，下竹悠史，水沼里美（技術部広報部会）

写真記録：三浦信一，相澤悠樹，高橋尚矢，佐藤早徒（情報技術室）

ブース出展：鈴木貴彦，井元滝，小泉隆行，上浦圭太（機器開発技術室）

高島町屋代地区公民館・亀岡地区公民館「理科実験教室」 実施報告

大竹哲也

実施日：平成30年8月10日（金）

・10:00～12:00 高島町屋代地区公民館

参加者：児童135名（1年生26名，2年生27名，3年生27名，4年生33名，5年生18名，6年生4名），サポーター13名，公民館担当者2名

・14:00～16:00 高島町亀岡地区公民館

参加者：児童48名（1年生17名，2年生9名，3年生9名，4年生8名，5年生4名，6年生1名），サポーター3名，公民館担当者1名

テーマ：「液体窒素で超低温の実験」

指導者：佐藤和昭（統括技術長），大橋栄市（地域連携担当），村上聡（計測技術室），大竹哲也（計測技術室），鈴木貴彦（機器開発技術室），佐藤伸一（計測技術室）

今回の理科実験教室は、午前中に高島町屋代地区公民館、午後に高島町亀岡地区公民館と高島町の2つの公民館においての開催となった。屋代地区公民館は昨年に続いて二度目、亀岡地区公民館は文化祭への出展はこれまでも行ってきたが、理科実験教室は初めてである。申込み時の希望日時が重なっていたため、公民館の担当者間で調整していただいた。実施テーマは多人数にも対応できる「液体窒素を使った実験」である。参加人数が多いことから、地域連携担当以外のスタッフを2名増員して対応することとした。スタッフ募集に応募していただいた方には感謝の意を表したい。屋代地区公民館では昨年度も同じテーマで開催しているが、参加者数が昨年度に比べ約50名増えている。普段目にすることがない液体窒素に対する興味の現れであろう。ただし、どちらの会場も参加者に占める1～3年生の児童の割合が6～7割と非常に高かった。準備してある保護めがねや革手袋のサイズが大き

すぎて合わないこと、体験実験の整列指示にスムーズに従ってくれないことなど、安全面から考えさせられるものがあった。技術部の理科工作・実験教室は原則として4年生以上の学年を対象としている。低学年が大勢参加する今回のような申込みを今後も技術部で請け負っていいのか、判断が難しいところである。実験教室自体は大変好評であった。当日は蒸し暑い日であったため、雲の発生が非常にダイナミックで子どもたちが大喜びだった。



実験項目

○温度測定，○沸騰の様子，○乾電池・コイルの冷却，○気化による体積膨張，○風船の収縮・膨張，○二酸化炭素の凝固，○ボールの凍結・粉碎，○乾燥した紙と濡れた紙での違い，○アイスクリームの調理・試食，○雲の発生

高島町二井宿地区公民館「理科工作・実験教室」 実施報告

大竹哲也

日 時：平成30年8月25日（土）10：00～12：30

場 所：高島町二井宿地区公民館 1階和室、調理室

参加者：児童11名（1年生2名、2年生4名、3年生1名、4年生2名、5年生1名、6年1名）、サポーター2名、保護者7名、公民館担当者2名

テーマ：「天秤をつくろう」「スペシャルスライムをつくろう」

指導者：山吉康弘（副統括技術長）、大橋栄市（地域連携担当）、大竹哲也（計測技術室）

昨年に引き続いて、高島町二井宿地区公民館で理科工作・実験教室を行った。今回は実施希望テーマが「スライム作り」で、これに加えて子どもたちに天秤で試薬の計量を体験させたいとのリクエストがあった。スライムを作るだけでは内容が不足すると考え、試薬を計量する天秤から工作で作れないか検討した。その結果ペットボトルを台にして竹ひごと目玉クリップを支点に用いたつり下げ天秤を試作した。試作品の精度を確認したところ、左右の重量差が50 mg程度であれば指示針により検知することができた。スライム用試薬の計量には十分な性能であると判断し、天秤の工作とバランスの実験を組み合わせせた新テーマ「天秤をつくろう」を立ち上げた。教室実施の日は非常に暑く、例年は公民館2階のホールを会場としていたが、今年は空調のある和室と調理室で工作と実験を行わせていただいた。工作は低学年の児童に少々作業の遅れは見られたものの全員無事につり下げ天秤を完成することができた。小銭の重さの差を利用して性能確認を行ってもらったが、意図した精度を発揮できたようである。その後、支点から重りをぶら下げる距離を変えた場合のバランスの実験などを行い、いよいよスライム用の試薬を計量してもらう順番となった。粉末のグアガム1.5 g、ローカストビーンガム0.2 g、ホウ酸0.4 gを各自計量して紙コップに入れてもらい、液体はこちらで計量して紙コップへ投入した。全員きちんと計量できたようで無事にスライムが完成し、伸ばしたり丸めたり、大変賑やかで楽しそうであった。教室に参加した児童が、帰宅後に保護者の方に楽しそうに工作の様子を説明してくれた、との報告を後日いただいた。



工作・実験項目

「天秤をつくろう」 ○天秤の工作、○バランスの実験、○天秤の性能確認

「スペシャルスライムをつくろう」 ○試薬の計量、○スライムづくり

第3回喜多方市ものづくり交流フェア「理科工作・実験教室」

大竹 哲也

日 時：平成30年10月6日（土）10：00～15：00

場 所：喜多方プラザ

テーマ：「スペシャルスライムをつくろう」・「光の万華鏡をつくろう」

参加者：（スライム）120名、（万華鏡）45名

指導者：佐藤和昭（統括技術長）、大橋栄市（地域連携担当）、村上 聡（計測技術室）、藤原 渉（機器分析技術室）、水沼里美（機器分析技術室）、堺 三洋（計測技術室）、山吉康弘（副統括技術長）、大竹哲也（副統括技術長）

喜多方プラザにおいて開催された第3回喜多方市ものづくり交流フェアへ参加し、理科工作教室を開催した。この行事は、喜多方市内の子どもたちへ市内のものづくり企業の紹介や、ものづくりを体験してもらうことを趣旨として開催される喜多方市主催のイベントである。隔年で開催されており、当技術部は第1回開催時からすべて参加している。今回は福島大学や会津大学の他、地元の企業を含めて13のブースの出展があった。その内3ブースが山形大学工学部からの出展である。技術部からは「スペシャルスライムをつくろう」と「光の万華鏡をつくろう」の2ブースでの出展を行なった。前回参加時に多数の来客への対応に多忙を極めたため、当日はスタッフ8名と人数に余裕をもって赴いた。来場者は友達同士の小中学生、小さなお子さんを連れた家族連れが大部分である。どちらのブースも来場者に興味を持ってもらえたようで、多数の方に体験してもらうことができた。会場ではスタンプラリーが行われ、5ブース以上体験すると景品がもらえるとのことで、終盤には慌ただしく駆け回る姿も見られた。今後の参考のために他のブースもじっくり見て回りたいかったが、まとまった暇が取れず果たせなかったのが残念である。



高島町 かめおか秋まつり「理科工作・実験教室」 実施報告

大竹 哲也

日 時：平成30年10月21日（日）10：30～12：00

場 所：高島町亀岡地区公民館 屋外テント

テーマ：「スペシャルスライムをつくろう」「トコトコ歩く目玉クリップ」

参加者：（スライム）児童80名、（目玉クリップ）児童15名、他保護者等

指導者：大橋栄市（地域連携担当）、村上 聡（計測技術室）、佐藤伸一（計測技術室）、大竹哲也（副統括技術長）

高島町亀岡地区公民館で開催される秋まつりへの参加依頼は今回で6年連続となった。多年参加しているイベントのため数年にわたって来てくれる児童も多く、実施テーマにもバリエーションが必要である。担当者間で検討した結果、いつも好評の「スペシャルスライムを作ろう」と4年前に一度実施した「トコトコ歩く目玉クリップ」の2つのテーマで臨むことにした。参加人数20名の依頼であったが例年多くの児童が参加してくれるため、材料に十分余裕を見込んで準備した。昨年度の秋まつりは台風の影響で土砂降りの雨と低気温の悪条件だったが、今年はどうって変わって秋晴れの天気恵まれた。屋外でも快適で、そのため参加してくれる児童の出足も非常に良かった。特に「スライム」は準備時点で体験希望者が集まりはじめ、開始後しばらくははててこ舞いの忙しさだった。その後出し惜しみをしつつ、11時50分に準備してあった80セットすべて消費したため終了となった。複数回参加しようとする児童には遠慮いただいたが、それでも体験できなかった児童がいたのは気の毒であった。「トコトコ歩く目玉クリップ」の方も継続して児童が訪れて工作を行い、傾斜した板の上を歩かせて楽しんでいた。工作した子どもたちを集めて傾斜板を使つてのタイムレースを行う予定で景品も準備してあったのだが、皆さんあちこち見て回るのに忙しく、参加者が集まらなかったため企画倒れとなってしまったのが残念だった。来年もまた参加依頼がある見込みだが万全に準備して望みたい。



おとなのものづくり「身近な技術」の体験塾 実施報告

大竹 哲也

日 時：平成30年12月1日（土） 13:00～16:00

場 所：山形大学ものづくりセンターA棟 創生支援室

参加者：9名

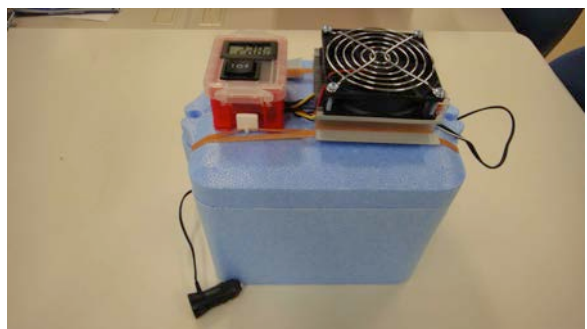
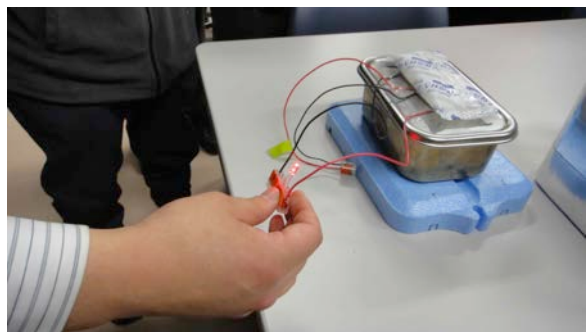
テーマ：簡単なドリンククーラー&ウォーマーを作ろう

スタッフ：佐藤和昭（統括技術長）、大橋栄市（地域連携担当）、村上聡（計測技術室）、
山吉康弘（副統括技術長）、藤原渉（機器分析技術室）、佐藤翼（機器分析技術室）、
大竹哲也（副統括技術長）

米沢市教育委員会の共催と学園都市推進協議会の後援を受けて、小中学校の理科担当教諭や理科好きの一般市民を対象とした“おとなのものづくり「身近な技術」の体験塾”を開催した。今回で5年連続5回目の開催である。忙しい時期を避けるべく開催時期を検討した結果、前回と同じ12月第一土曜日の実施となり、定員10名に対して9名の参加申し込みがあった。

今回の体験塾では「簡単なドリンククーラー&ウォーマーをつくろう」と題して、ペルチェ素子を使った小型クーラー&ウォーマーの工作を行ってもらった。ペルチェ素子は、二種類の金属の接合部へ電流を流すと片方の金属からもう片方へ熱が移動するペルチェ効果を利用した半導体熱電素子であり、電流が流れる向きをかえることで発熱面と吸熱面を切り替えられる。熱効率はヒートポンプより劣るが、コンパクトなため小型冷蔵庫などに利用されている。ペルチェ効果の説明の後、素子に電池をつないで発熱・吸熱の様子を体験してもらい、また素子の一面にお湯、反対側に保冷剤を設置し温度差を与えることで電流が発生するゼーベック効果を確認してもらった。回路設計にあたって素子の劣化防止および安全のためサーモスタットを組み込み、またスイッチひとつで保温と保冷を切り替えられるようにした。部品の接続にはコネクタを用いはんだ付け作業を排除した。コードの皮むき、端子の圧着作業、配線の確認などに手間取った方も見られたが、全員がほぼ時間どおりに完成することができた。時間の関係で動作確認のみで性能の評価までは至らなかったが、試作品によるテストではウォーマーとしては室温+30℃、クーラーとしては室温-20℃程度の性能であった。参加者にお願いしたアンケートの結果によれば次回も参加を希望する声が多かった。

最後に多大なご支援をいただきました米沢市教育委員会と学園都市推進協議会に感謝申し上げます。



編集後記

近年、異常気象と思える天気が続いています。本年度（平成 30 年）は、大阪で震度 6 弱の地震発生、西日本では記録的な豪雨に見舞われ、全国各地で記録的な猛暑になり、25 年ぶりの「非常に強い」勢力の台風 21 号の上陸や、北海道で最大震度 7 の大地震「北海道胆振東部地震」が起きるなど、立て続けに自然災害に襲われ甚大な被害を受けた一年でした。わが町米沢でも、夏には 33℃前後の猛暑日が続き、この原稿を書いている 2 月初旬までの冬場は、米沢らしい大雪も時折ありましたが比較的暖かくて雨の日もあり、今のアメダスの積雪は 50cm と 2 月の積雪としてはとても少なく豪雪地帯で有名な米沢とは思えない状況です。これも異常気象の影響でしょうか。このまま冬を越すとは思えませんが、本技術報告が皆様へ公開される頃には一段と暖かさも増しているはずです。

本編の発刊にあたり、前号までと同様に技術部の活動を前面に配した流れで編集しました。本技術報告が技術部の更なる発展に寄与できることを願っています。広報部会では今後も技術報告の発行、技術部ホームページの運営・管理、技術部 PR 活動を推し進めてまいります。

最後になりましたが、「技術報告 第 17 巻」の原稿をお寄せいただきました執筆者ならびに作成にご協力頂いた皆々様にこの場を借りて厚く御礼申し上げます。

文 石谷幹夫

技術報告第 17 巻 編集委員

委員長 鈴木秀茂

副委員長 石谷幹夫

編集委員 下竹悠史、菊地真也、水口 敬、水沼里美

山形大学工学部技術部

2018年度 技術報告 第 17 巻

発行日 2019 年 3 月 31 日

発行者 山形大学工学部技術部

編集者 山形大学工学部技術部広報部会

〒992-8510 米沢市城南4丁目3-16

tech@yz.yamagata-u.ac.jp

<https://tech-staff.yz.yamagata-u.ac.jp/>

