

新潟大学工学部
技術部報告集
第 19 号



新潟大学工学部技術部
2023 年 9 月

目次

1 挨拶

1. 1 新潟大学工学部 技術部活動報告 技術長 松平雄策 . . . 2

2 活動報告

2. 1 地域貢献委員会（計測技術班）活動報告 南部正樹, 齋藤浩 . . . 4
 (1) 科学技術へのいざない参加報告 簗町剛, 齋藤浩, 萱場龍一, 羽鳥拓 . . . 5
2. 2 報告集委員会（製作技術班）活動報告 高橋勝己, 永野裕典 . . . 6
2. 3 研修委員会（開発技術班）活動報告 富岡誠子, 永田向太郎 . . . 7
2. 4 安全委員会（実験技術班）活動報告 簗町剛, 萱場龍一 . . . 8
2. 5 広報委員会（分析技術班）活動報告 高橋百寿, 羽田卓史 . . . 9
2. 6 Web チーム活動報告 永田向太郎 . . . 10
2. 7 教材開発チーム活動報告 簗町剛, 土田淳慈 . . . 12
2. 8 YouTube チーム活動報告 福嶋康夫 . . . 13

3 技術報告・技術紹介

3. 1 はねかえり係数新規測定法の発案 簗町剛 . . . 14
3. 2 風船ロケットを飛ばそう 永田向太郎 . . . 22
3. 3 パイプオルガン模型「Ormo（オルモ）」ができるまで 永田向太郎 . . . 24

4 退職者の一言

4. 1 定年者の独白 松平雄策 . . . 31

5 備考

5. 1 新潟大学工学部技術部名簿 32
5. 2 報告集委員会・編集後記 33

挨拶

1.1 新潟大学工学部 技術部活動報告

技術長 松平雄策

新型コロナウイルスの感染が国内で確認されてから、2023年で3年が経ちました。未だ収束の兆しもなく感染数が連日のように報道されています。しかしようやくマスク着用ルールの緩和や新型コロナ2類から5類引き下げと、以前のように対面での行事開催の光明が差して来ました。新年度からは技術部の、対面での行事が多く開催できることを願っています。

◎令和4年度の活動報告

○技術部委員会(技術長, 副技術長, 班長による運営会議)

- ・概ね月1ペースで技術部委員会を開催しました。全12回の開催で、殆ど対面にて行いました。

各委員会活動

コロナ禍であり感染防止の観点から、来訪形式の行事は開催しませんでした。

○報告集委員会

- ・報告集 Vol.18 を技術部 HP に掲載し各大学に案内ハガキを送付、Vol.19 の原稿依頼と編集、次年度発刊のための準備を行っています。

○地域貢献委員会

- ・今年度も当大学に”小学生”を集めての「夏休み工作教室」は開催せず、工作キットを作成し申込者に配布しました。25名の申し込みがあり、37セットのキットを配布しました。
- ・R4/10/29,30 に行われた「小中学生・高校生のための科学技術へのいざない(福島県郡山市 ビッグアイ)」に4名派遣し「紙コップ弓矢」工作进行を指導しました。入場者は2日間約200名でした。

○広報委員会

- ・活動は新型ウイルス感染拡大の懸念からできず、技術部 HP の見直しを行いました。

○研修委員会

- ・R5/3/15 に西消防署(新潟市西区)署員を講師に、普通救命講習1を当大学にて開催しました。

○安全委員会

・毎月2回の工学部内安全巡視を行い、危険、修理等必要な個所を報告、対処して頂きました。

○web チーム, YouTube チーム, 教材開発チーム

それぞれのチームでコロナ禍、リモート等で忙しかったりまたは、活動がままならなかったりという状況でした。

今年度新たに着手したことで、「関東甲信越地区技術職員懇談会」に新潟大学工学部技術部が、仲間入りをさせてもらいました。現在新潟大学の技術職員は、全学組織として活動しようとしています。他大学から全学組織に向けた有力な情報が得られると期待しています。

また、今年度をもって再雇用を終える技術職員が5名居られ、新しく5名の方を採用できた事も大きなニュースです。

私事ですが今年度をもって定年となり技術長を退任します。2年間、至らぬところもあったかと思いますがご容赦頂き、また皆様の力をお借りすることで活動出来た事嬉しく思い感謝しています。

令和5年度は新技術長の下、さらに新しく5名の方を加えた新技術部に期待しご挨拶とさせていただきます。

活動報告

2.1 地域貢献委員会（計測技術班）活動報告

副技術長 南部 正樹
製作技術班班長 齋藤 浩

1. 地域貢献委員会（製作技術班）メンバー

齋藤，羽鳥，須佐，石橋，坂井，福嶋，南部，7名の構成で，地域貢献活動を計画し実施した。

2. 本年の活動報告

今年も新型コロナウイルス感染症の対応が3年目となったが終息することなく，前年と同様の計画で実施することにした。

夏休み工作教室は参加者および関係者の健康と安全を考慮し，対面での工作教室は中止とし家庭でできる簡単な工作を郵送することとし，以下の教材を企画した。

「家庭でできる安全な工作」2022 と題して以下の4テーマを用意し，家庭内でできる簡単な工作を基本とした工作キットを郵送で希望者(25件37セット)にお送りした。

- | | |
|---------------------|-------|
| (1)レモン電池を作ろう | 20セット |
| (2)紙トンボと風船ロケットを飛ばそう | 20セット |
| (3)紙で作る「ランプシェード」 | 20セット |
| (4)簡単紙工作「動く紙工作」 | 20セット |

※(1)レモン電池を作ろうについては齋藤氏より提案頂き，紙トンボ風船ロケットを飛ばそうについては，教材案を学部内技術職員に募集し永田氏より提案されたものである。

「2022年科学へのいざない」へ以下の日程で実施することになり，下記の3名に参加いただいた。

- | | |
|----------------------|-------------------|
| ・日時 10月29日(土)，30日(日) | ・場所 福島県郡山市ふれあい科学館 |
| ・テーマ 「紙コップ弓矢」 | ・担当 簗町剛，萱場龍一，羽鳥拓 |

3. まとめ

紙トンボと風船ロケットを飛ばそう・ランプシェードでは永田氏に，レモン電池では齋藤氏に，動く紙工作では須佐氏に，他班員・ご協力を頂きました皆様にこの場を借りて深く感謝申し上げます。次年度は対面で開催できることを祈っております。

活動報告

2.1(1) 科学技術へのいざない参加報告

副技術長 籾町 剛
計測技術班班長 齋藤 浩
実験技術班班長 萱場龍一
計測技術班 羽鳥 拓

2022年10月29日(土)・30日(日)に福島県郡山市のふれあい科学館にて小中学生・高校生向けに科学技術へのいざないが開催されました。このイベントはコロナ禍で2019年度、2020年度を除いて、例年新潟大学工学部と郡山市ふれあい科学館が共同で主催し開催しています。また今回は特別参加として、10月29日(土)に会津学鳳高等学校のSSH探求部科学班の皆さんもボランティアとしてイベントに携わりました。

このイベントではふれあい科学館の一室を借りて、本学からは6テーマ、ふれあい科学館からは1テーマの実験を行いました。工学部技術部からは上記4名が参加し『紙コップ弓矢』というテーマの工作実験を行い、両日合わせて凡そ100名を超える子供達にこのテーマに参加して頂きました。このテーマは紙コップの中央に穴を開け、弓矢を模したストローの先端に丸いスポンジを取り付け、ゴムの弾性を利用して打ち出す仕組みの工作です。1人に付き凡そ10分弱で製作する事ができ、製作した『紙コップ弓矢』はこちらで持参した的に当てて貰い、子供達は自ら製作した『紙コップ弓矢』で楽しそうに的当てをしていました。またこのテーマに参加した子供達にはお土産として新潟大学工学部と記された鉛筆削りや自作したハロウィン用かぼちゃのキーホルダー(真鍮製)等をプレゼントしました。このテーマは凡そ3歳ぐらいから12歳ぐらいの子供達が参加し、小さな子は特に、はさみ等の工具を使用する為に怪我をさせないように十分に注意を払いながら工作を行いました。子供達は我々の話を素直に聞いてくれていた事もあり、特に危険とを感じる場面も無く、安全に楽しく工作を教える事が出来ました。我々が普段指導をしている大学生よりも遥かに低年齢層で、子供達に作業のやり方を伝える為に話し方を試行錯誤しながら行いましたが、より分かりやすい言葉で簡潔に伝える事を意識して臨み、指導方法を学ぶ一助になったのではないかと感じた経験となりました。また機会があれば参加したいと思います。

(執筆羽鳥)



図 1. 紙コップ弓矢



図 2. 会場の様子



図 3. 磐梯山 SA にて参加者全体撮影

活動報告

2.2 令和4年度報告集委員会活動報告

副技術長 高橋勝己

製作技術班 班長 永野裕典

令和4年度の報告集委員会は計測技術班が担当しました。計測技術班の構成メンバーは以下の7名です。

副技術長	高橋勝己
技術班長	永野裕典
技術副班長	山下将一
技術主任	山田拓哉
技術職員	岩野春男
技術職員	弦巻 明
技術職員	阿達 透

報告集の作成は4月以降に前年度の委員会が収集した原稿データを受け取り、今年度の委員で校正、印刷、製本、発送を行う、という手順になっています。

今回は原稿データの受け取りが遅れたため、半年近く報告集委員会としての活動を行えませんでした。

報告集 Vol.18 については冊子の作成を見送り、技術部ホームページへの掲載のみとすることになりました。10月末に技術部ホームページに掲載し、掲載の案内状を他大学に送付しました。

令和5年3月より Vol.19 の原稿収集に取りかかり、各委員会やチームへの報告依頼や技術報告などの原稿要請を行いました。

新年度には収集した原稿を新しい報告集委員会担当班に引き継ぎ、報告集委員会の業務を終了します。

製作技術班としての活動は以下の通りです。

4/12(火)	: 顔合わせ会
10/ 7(金)	: 中間面談
3/ 1(水)	: 最終面談

活動報告

2.3 研修委員会（開発技術班）活動報告

研修委員会担当 副技術長 富岡 誠子
開発技術班 班長 永田 向太郎

今年度の技術部研修委員会では、3回の委員会を開催し、技術職員の技能向上に繋がる研修についての意見収集や、検討を重ねてきました。長きにわたるコロナ禍の制限も軽減され始めた中、対面による講習会を企画し開催しましたので報告します。

■第34回 技術部研修会【救命講習会】

日 時：令和5年3月15日(水) 13時半～16時

会 場：工学部 205, 206 講義室

講 師：新潟西消防署 地域防災課 野坂氏，山本氏

内 容：普通救命講習 I

受講者：16名



この講習会では、AED使用を含めた心肺蘇生法や、異物除去法、止血法を、映像視聴と実習で学びました。技術部としては7年ぶりの救命講習会となり、有意義な講習となりましたが、緊急時に適切な対応をするためには定期的な受講が望ましいので、今後も継続した開催ができればと思います。積極的に参加頂いた皆様、開催運営にご尽力頂いた研修委員の皆様へ感謝申し上げます。今後ともご協力を宜しくお願いします。

<令和4年度研修委員>

研修担当副技術長	富岡 誠子	
開発技術班技術班長	永田 向太郎	技術主任 佐藤 大成
専任技術専門職員	高崎 操	大泉 学
副技術班長	野本 隆宏	石渡 宏基

活動報告

2.4 安全委員会および実験技術班 活動報告

副技術長 籾町 剛

実験技術班長 萱場 龍一

今年度は実験技術班が安全委員の任にあたりました。学部の衛生管理者の業務負担を軽減するために、前年度の内容を踏襲して同様の業務を遂行しました。具体的には、班員を2グループに分け、おのおのが月1回ずつ、事務室長、衛生管理者とともに、つごう月2回、工学部施設の安全巡視をおこないました。くわえて時間の猶予のある班員で、施設管理部で全学に呼びかけられている五十嵐地区キャンパスクリーンデーへの参加を心がけ、同時にたばこ関連のゴミの調査への協力をおこないました。以下、それぞれ項目ごとかんたんに報告します。

■ 学内巡視報告

本年度事務方に報告した項目のうち、おもだった内容は下記のとおりです。(ただし、わたくしたち安全委の巡視で発見したものいがいも含まれている点ご容赦ください。)

- ・照明の不点灯
- ・建材の状態不良(天井板, 壁材, 床部タイル, 等々)
- ・屋上出入口等の未施錠
- ・毒キノコ, ハチの巣
- ・グレーチング腐蝕, 側溝蓋の破損
- ・排水不良
- ・消火栓扉部開閉動作不良

危険性の高いものも含まれています。事故防止のため、次年度以降も同様の活動が必要でしょう。

■ 禁煙巡視報告

吸い殻は、捨てる人物がおそらく特定の少数であろうためか、時期により数量にメリハリがみられました。捨てられる場所としては、工学部の敷地内では101講義室の東側, 101講義室南駐輪場がとくに多く、まれにB棟非常階段付近やプレハブ棟とC棟の間, 悠久会館付近で発見の事例が、ときには男子便所のゴミ箱内で確認されたこともありました。工学部敷地から離れると、北門付近のひろい範囲(学外の辻あたりから旧守衛小屋付近)で、ときにはプールそばでも確認されました。

委員会からのお願い

災害時の避難路として廊下等の通路幅の確保, 危険性のある物品の除去など, 引き続きご協力をお願いします。

活動報告

2.5 広報委員会（分析技術班）の活動報告

副技術長 高橋 百寿

分析技術班 班長 羽田 卓史

技術部広報委員会は、主に2つの業務があります。1つ目は、工学部見学を希望する小中学生に施設見学をする際の引率、実験・実習体験を企画することです。2つ目は技術部HPを更新・充実させ、技術部の活動を大学内外に知らせるとともに、技術職員同士の交流を活発化させることです。

1つ目の小中学生の大学見学業務ですが、新型コロナウイルスの影響を受け実施できませんでした。重症化リスクが初期のころと比べて下がってきたとはいえ、依然として流行・沈静化を繰り返している状況で、大学の判断としても、大学見学を一時中断するという姿勢を取らざるを得ませんでした。

しかしながら、個人的にオンラインでの施設見学の依頼があるなど、小中学校側に大学を見学したい、という強い希望があるのを感じます。オンライン見学では、物品の事前送付・オンラインに適した資料の作成・機器のセッティングの手間はありますが、離れた場所の多数の生徒に、同時に説明できることが魅力です。3次元成型機やレーザー加工機の動作を見せた際には、驚きの声が聞かれました。

次年度以降は、新型コロナウイルスの感染症法の類型が5類に引き下げられるなど、より広範囲で社会活動の制限が無くなります。小中学生の大学見学業務も再開させていきたいと思えます。

2つ目の技術部HPの更新作業ですが、依頼があればなるべく迅速に対応してきました。また、技術部HPの見出しや構成を、より分かりやすくするための検討を行ってきました。加えて、今後新しく技術職員になられる方も増えることから、技術職員同士で共有した方がよい資料・情報を整理し、学内専用ページで共有する方法の検討も行ってきました。今年度は検討段階ということで、技術部HPに大きな変更は加えませんでした。次年度以降、実質的な作業に移っていきたいと考えています。

研修委員会担当の分析技術班（6名）メンバー

技術班長	羽田 卓史
副技術班長	長谷川 佳奈子
技術主任	安中 裕大
技術員	加藤 平蔵
技術職員	土田 淳慈
技術職員	柳沢 敦

活動報告

2.6 Web チーム活動報告

開発技術班 永田 向太郎

Web チームは、新潟大学大学院自然科学研究科ホームページの管理を行い、頻繁に要求される掲載情報の更新や合格発表、バックアップなどに対応している。また、特色ある教育プログラムの「ダブルディグリープログラム（国際的教育プログラム）」、「食づくり実践型農と食のスペシャリスト養成プログラム」や、「教育研究高度化センター」の更新も併せて行なっている。

事務部の様々なルートからの更新依頼に対しては窓口を一本化し、チーム内で情報を共有しながら、迅速で正確な対応を心がけ更新作業に努めている。

【更新業務の流れ】

- ・事務部からの更新依頼を、原則として更新依頼専用メールで受ける。
※Web チーム宛てなので、全員で依頼内容が把握できる。
- ・窓口担当はメンバーに対し、更新担当者と確認担当者を指名する。
- ・更新担当者は更新作業完了後に確認を依頼し、確認担当者は窓口担当に確認報告を行う。

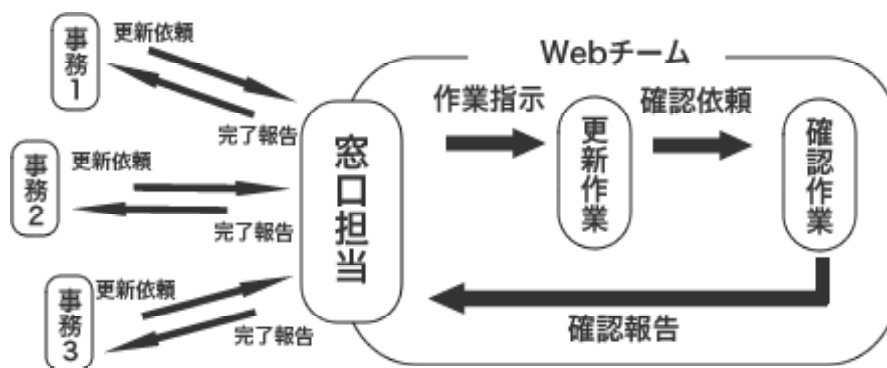


図1 更新業務の流れ

このように作業を行うための一連の流れ（フロー）があり、メーリングリストを用いて情報を共有し、複数の確認体制をとることでミスを最小限に抑えている。

【年度活動実績】

掲載情報の更新、トピックスの追加、博士課程の入試情報や合格発表、サーバ移行への対応も含め、約80件の更新依頼はメンバー9名で全て滞りなく完遂した。

【今後について】

責任の所在やセキュリティの曖昧さ、ファイル更新の重複など、複数人でサイト管理を行う上での問題点は確かにあるが、負担分散のためチームを組織し対応している。

複数人でファイルを共有する場合、窓口担当者は重複してファイルの更新が起こらないよう指示するなど、メンバー内でサイト制作のルール運用についての共通認識が重要となる。

またこの体制を維持継続するために、新たなメンバー勧誘や育成も行っていく。

今後も大学改革等で更新頻度や管理サイトの増加が考えられるが、業務のフローと更新ルールを徹底し、ミスや無駄のない正確なサイト管理を行いたい。



図2 自然科学研究科 HP

【令和4年度メンバー】

チームリーダー	永田 向太郎	開発技術班
窓口担当	津田 峻平	実験技術班
合格発表担当	野本 隆宏	開発技術班
	安中 裕大	分析技術班
	加藤 平蔵	分析技術班
	齋藤 浩	計測技術班
	佐藤 大成	開発技術班
	富岡 誠子	副技術長
	長谷川 佳奈子	分析技術班
	吉水 海斗	実験技術班

活動報告

2.7 教材開発チーム活動報告

教材開発チームリーダー 土田淳慈
 教材開発チーム 籾町 剛

はじめに 本年度も活動はありませんでした。新年度の諸活動再開のための蓄積として、以下のネタを示します。低い電圧から高い電圧？ ちょっと錬金術的な香りはありませんか。

コッククロフト=ウォルトン回路(CW 回路)の作用を理解するための教材を考案しました。これは、整流素子と蓄電作用をもつ素子を交互に交流電源回路に組み入れることで昇圧させた直流を簡便に得る用途の広いもので、ストロボやスタンガンに使われているそうです。

この回路は手軽ですが、なぜ電位が2倍3倍と上がっていくかを理解するとなるとちょっとわかりづらい。とはいえ、電源の電位が上がって下がってと順を追って考えることができれば、さしてむずかしい知識は必要としません。報告者は、交流電源をもちいる代わりに手で電位を切り替える直流電源にCW回路を接合させることで電荷の挙動をつと測定する工夫をすることで、その作用を理解するための教材化することを考え、設計しました。

この教材は、以下のパーツから構成されます。

- ・CW回路構築用パーツ 2種類
- ・電荷測定用アクセサリ(DMM用の拡張パーツ)

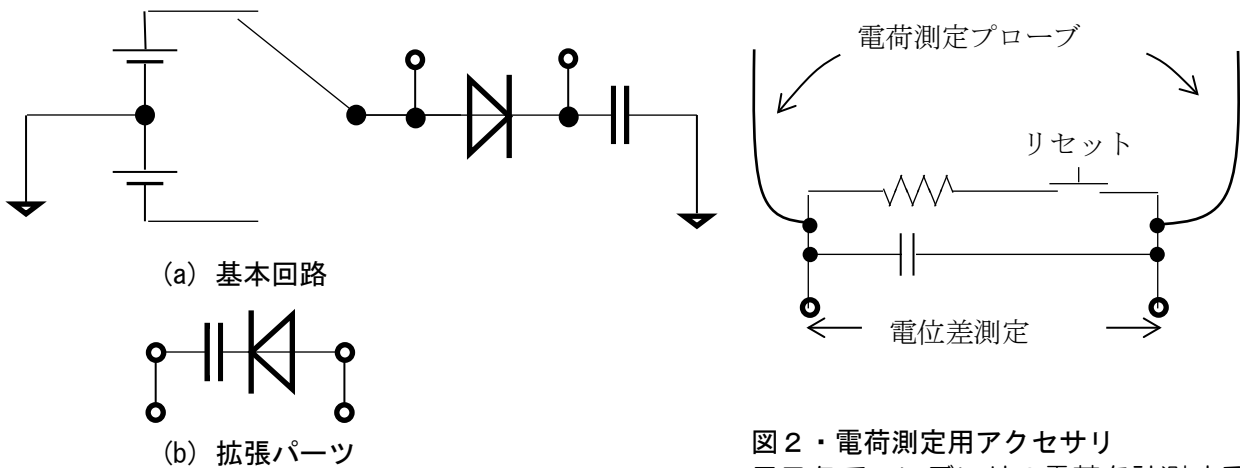
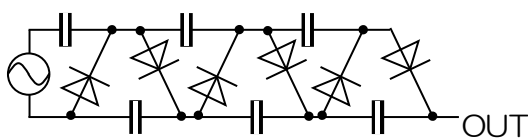


図1・CW回路を構築するパーツ
 白抜き○印はプラグあるいはジャック。「拡張パーツ」の接続数を増やすことで段数を設定します。

図2・電荷測定用アクセサリ
 テスタでコンデンサの電荷を計測することで、CW回路の各コンデンサの電荷を調べます。ただし、測定をつと帯電の状態がとうぜん変化します。



← 参考図・コッククロフト=ウォルトン回路(例)
 段数に応じた電圧をとりだしえます。ついでに書き添えると、図1の基本回路を逆に固定すればマイナスの電圧も取りだせるはずです。

活動報告

2.8 YouTube チーム報告

計測技術班 福嶋 康夫

今年度本チームは、総合工学概論の授業の録画を行い聴講者に配信を行いました。今年度も昨年同様に授業の録画を聴講学生と一緒に授業に入り行った。担当は昨年と同じ方々にしていただいたが、他授業との重なり等で偏りが生じ、担当回数が多くなった方々は大変ありがとうございました。当授業の聴講学生が 500 名を超えることから通常の対面授業に戻すことが現段階では難しい状況です。

今後はこのような状況は少なくなると思われませんが、引き継ぎも含めて協力者を募集していきたいと思います。皆様のご協力をお願いいたします。

チームメンバー

石渡宏基 今井純一 富岡誠子 長谷川佳奈子 山下将一 佐藤大成 福嶋康夫

技術報告

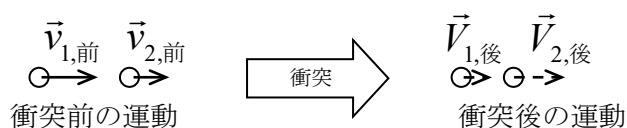
3.1 はねかえり係数新規測定法の発案

実験技術班 籾町 剛

はねかえり係数(反発係数, coefficient of restitution)を決定するためのあたらしい実験ルーチンを考案しているので報告します. この方法は, 従来法のように瞬間的な物理量を観測する必要がないこと, 与える衝撃が小さくても測定が可能なのでセラミクスのような脆性物質や金属のように変形しやすい物体にでも比較的適用しやすいこと, 衝突の角度を調整することではねかえり係数の値に応じて精度を容易に設定しうることを特長とします. そのいっぽうで, 反跳のこまかい角度をきわめて正確に読み取る必要があるという厄介な短所を有するものです. この方法がじっさいの役に立つかはわかりませんが, 報告者の知るかぎり同様の内容の報告が無いようですので(有用でないという証左でしょうか?), 本年度はそれについて現時点までの考察を寄稿します.

かんたんな例①・質点どうしの衝突のはねかえり係数

初めは, 例としてシンプルに, 大きさの無い2つの質点の衝突を考えましょう. 便宜じょう, それぞれの質点を 1, 2 と呼称することにします. その一方あるいは両方が2つの質点を結ぶ直線上を速度 $v_{1,前}$, $v_{2,前}$ で運動し, 衝突後のを $V_{1,後}$, $V_{2,後}$ と記述したとき



運動量保存則から

$$m_1 v_{1,前} + m_2 v_{2,前} = m_1 V_{1,後} + m_2 V_{2,後}$$

が成立するはずですが. ここで m_1 , m_2 はそれぞれの質点の質量を示します.

さらに, じっさいには特殊なケースであることは後述しますが, 「衝突前の運動エネルギーのすべてが衝突後も運動エネルギーの状態を保たれる」と仮定したならば

$$\frac{1}{2} m_1 v_{1,前}^2 + \frac{1}{2} m_2 v_{2,前}^2 = \frac{1}{2} m_1 V_{1,後}^2 + \frac{1}{2} m_2 V_{2,後}^2$$

が成立します. これら2つの式から, 衝突がおこる $v_{1,前} \neq v_{2,前}$ の場合は質量によらず

$$-\frac{V_{1,後} - V_{2,後}}{v_{1,前} - v_{2,前}} = 1$$

となります. しかし, 通常の場合には運動エネルギーの形態もふくまれます. たとえば衝突時にカッタンと音が発生するようなら, それは上の仮定を厳密には満たしません. そのような非

弾性衝突を含めた一般的な衝突を考える場合は「はねかえり係数」

$$e = -\frac{V_{1,後} - V_{2,後}}{v_{1,前} - v_{2,前}}$$

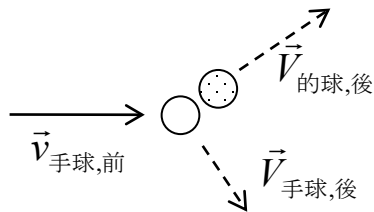
すなわち「衝突の前後での相対速度の比」を絶対値で定義し、この値を用いて衝突後の運動を説明します。上述したとおり弾性衝突の場合ではねかえり係数が1で、いっぽう衝突時に反発せず一体化して運動する場合はゼロとなります。

この値は、それら2つの質点を構成する材料の組み合わせで固有に決定します。

かんたんな例②・非直線上の衝突による反発(弾性衝突の場合)

前節ではきよくたんに単純化した衝突の例を挙げましたが、こんどは現実の物体の衝突を考えてみることにします。想像しやすい例として、2次元的な撞球の運動を考えてみましょう。この場合、それぞれの球が大きさを有しますので前述した質点の運動というモデルが不適です。2つの球の衝突は運動方向と一致しないことがしばしばであるからです。

こんどは、衝突前に手球いがいが完全に静止している状況を考えることにします。簡単のため、ひとまずは弾性衝突でおこると近似した例について考えましょう。すると、図のような球と手球の衝突の場合



運動エネルギーが運動エネルギーのまま保存されるので(弾性衝突)

$$\frac{1}{2}m_{手球}v_{手球,前}^2 = \frac{1}{2}m_{手球}V_{手球,後}^2 + \frac{1}{2}m_{的球}V_{的球,後}^2$$

ここで、2つの球の質量が等しいものとして

$$v_{手球,前}^2 = V_{手球,後}^2 + V_{的球,後}^2$$

さらに、衝突の際に運動量が保存されることから、これら3つの速度ベクトルに

$$\vec{v}_{手球,前} = \vec{V}_{手球,後} + \vec{V}_{的球,後}$$

が成立します。つまり、辺 $v_{手球,前}$, $V_{手球,後}$, $V_{的球,後}$ の三角形に並べうるのです。三平方の定理より、これは $v_{手球,前}$ を斜辺とする直角三角形でなければなりません。したがって、ベクトル $\vec{V}_{手球,後}$ と $\vec{V}_{的球,後}$ が直交します。つまり、「同質量で」「弾性衝突なら」**反発後にそれぞれの転がっていく相対方向**(上図の2本の破線矢印)が**一意にきまる**のです。

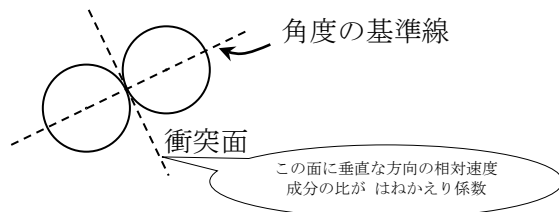
これだけ理解してもじっさいのプレイの際に直角に反跳せず手球がポケットに入ってしまう場合は回転やはねかえり係数の影響が計算に入っていなかったためとあきらめてもらわねばなりません。そのはねかえり係数は角度に対してどれほどの寄与があったのでしょうか？ つぎの節ではその問題に取り組んでみましょう。

反跳角度のはねかえり係数への依存性試算

衝突後の角度がどのような関係になるかを はねかえり係数を導入して考えてみることにしました。はねかえり係数は、「衝突面垂直方向の相対速度の比」で定義されますので、以下の関係があるはず。 (本稿では、前述の質点どうしの衝突の例と念のため区別する目的でことなる記号 κ を用いることにしますが、前述の e と同内容とみて差し支えありません。)

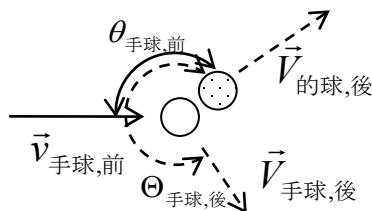
手球と的球それぞれの衝突面に直交する軸を角度の基準にとれば、はねかえり係数は

$$\kappa = -\frac{V_{1,後} \cos \Theta_{1,後} - V_{2,後} \cos \Theta_{2,後}}{v_{1,前} \cos \theta_{1,前} - v_{2,前} \cos \theta_{2,前}}$$



ここで、 $\theta_{1,前}$ 、 $\Theta_{1,後}$ 等は衝突方向に対して球1が進むそれぞれの角度を示します。

下図のように、さきの撞球の例でいう的球が静止しているところに手球を衝突させる状況を考えましょう。ただし球の質量は一般化して考えましょう。(撞球でなくおはじきを考えても結構です。今回の試算では摩擦の影響を考える必要が無いので、むしろ回転の影響を無視できるぶん、そちらのほうが扱いやすいかもしれません。)



球が「大きさ」をもちますが、それにとまなう回転は考えないことにします。

衝突後の的球の進行方向は衝突面に直交するはずで(図のようにそれぞれ球あるいは円盤状の場合)、それは基準軸の方向ですから、以下の連立方程式が成立します。

$$\left\{ \begin{array}{l} \kappa = -\frac{-V_{手球,後} \cos(\Theta_{的球,後} - \pi) - V_{的球,後}}{v_{手球,前} \cos(\pi - \theta_{手球,前})} \\ m_{手球} v_{手球,前} \cos(\pi - \theta_{手球,前}) = -m_{手球} V_{手球,後} \cos(\Theta_{手球,後} - \pi) + m_{的球} V_{的球,後} \\ m_{手球} v_{手球,前} \sin(\pi - \theta_{手球,前}) = m_{手球} V_{手球,後} \sin(\Theta_{手球,後} - \pi) \end{array} \right.$$

したがって

$$\kappa = \frac{m_{\text{手球}}}{m_{\text{的球}}} + \left(1 + \frac{m_{\text{手球}}}{m_{\text{的球}}} \right) \frac{\tan(\pi - \theta_{\text{手球,前}})}{\tan(\Theta_{\text{手球,後}} - \pi)}$$

球の質量比 $m_{\text{的球}}/m_{\text{手球}}$ が既知であれば、衝突角度を適切に指定すれば、**反跳の角度から κ を導ける** こととなります。

撞球にかぎらず多くの球技でマリのはねかえり係数の範囲がルールで厳密に定められていますので、製品テストの際にはそれを満足する精度で計測をおこなう必要がありますが、その測定は瞬間的な物理量の観測でえられるデータより算出されています。そのいっぽう、上述の式は瞬間値を含みませんので、あわてず落ち着いて角度 $\Theta_{\text{手球,後}}$ を測定すればいいこととなります。かてて加えて、従来法はこわれものの測定に不向きでしたが、本報で述べている方法なら、力のある程度加減しても角度の測定さえできれば構わないので、多くの組み合わせに適用しうるでしょう。

つぎの節では、はねかえり係数による反跳角度の挙動を考察します。

シミュレート

図は、種々の角度からおなじ質量の球をぶつけた後ののはねかえりの角度とはねかえり係数を上述の式にもとづいて計算した結果です。衝突角度と反跳の角度の2値が判明すれば、一義的にはねかえり係数が判明します。たとえば的球の反跳方向とほぼ正反対方向の $\theta_{\text{手球,前}} = 175^\circ$ の角度から手球をぶつけた場合に、その後2つの球が進む角度が互いに $30^\circ (= 360^\circ - \Theta_{\text{手球,後}})$ であった場合は、はねかえり係数(κ)が0.7程度です。ぶつける角度が 90° に近い場合は、 $\Theta_{\text{手球,後}}$ と κ がほぼ線形的な関係にあります。はねかえり係数の数値による角度の影響は比較的些少です。

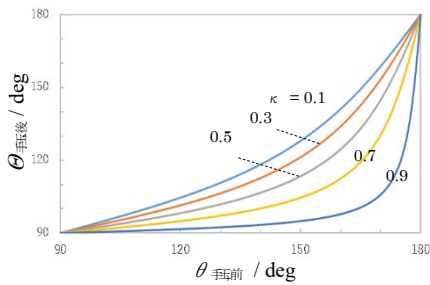


図1 反跳の角度への衝突角度の影響 (シミュレーション, 質量比1)

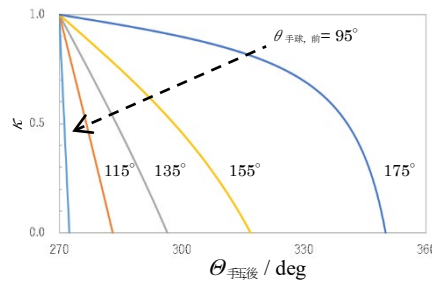


図2 反跳の角度とはねかえり係数の関係

前述の内容を踏まえ、じっさいの実験もこころみました。

実験およびその考察

硬貨どうしの衝突のはねかえり係数を測定することを考えましょう。この組み合わせは従来法では準備や測定が厄介そうに思えますが、五円貨(真鍮製)は、静置したままその中心位置の床に印をつけやすくかつ円周がなめらかである点から、本報で提唱している方法に向いていると考えました。なお、五円貨の目方は1匁ときめられているので、個体ごとの質量の違いは無いものと扱いました。

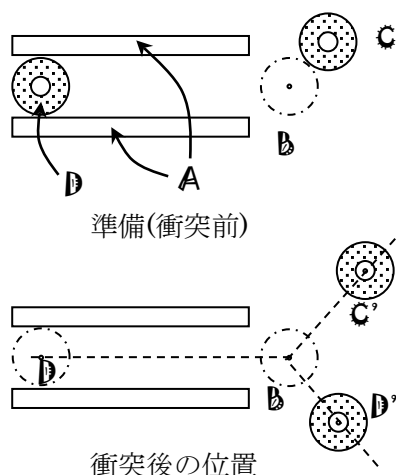


図3 穴あき貨幣のはねかえり係数測定試験

方法(五円玉の例)

図(上)のように、2本の定規を貨幣の幅で平行に固定し(A)、定規に沿って貨幣をまっすぐ滑らせた位置の床に貨幣の大きさの印を付けておく(B)。さらに、その印に接する位置に別の貨幣を置く(C)。

以上の準備が済んだら、貨幣(D)を指で弾いてCの貨幣に衝突させ、衝突後のそれぞれの貨幣の進行方向のなす角度を測定する(下図)。

上図3の $\angle C'BD$ が $\theta_{\text{手前前}}$ に、 $\angle C'BD'$ の優角が $\theta_{\text{手後後}}$ に相当します。角度測定は、床面につけた鉛筆の印の位置から分度器をもちいて実施しました。

その結果は図4のとおりで、報告者にとって想定外のことでしたが、衝突の設定角度 $\theta_{\text{手前前}}$ によってはねかえり係数には有意の違いが認められました(図5)。前述の式によると、それは衝突角度に依存しないはずです。

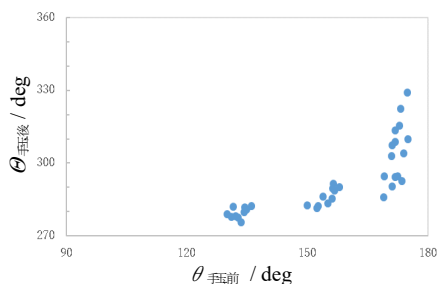


図4 五円貨の衝突実験における反跳角度への衝突角度の影響

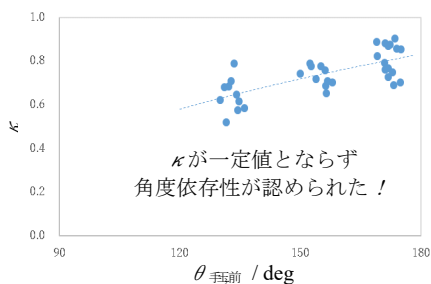


図5 反跳角度から算出した五円貨どうしのはねかえり係数

この奇妙な現象の理由を考察する目的で、上記の実験とべつに計算機をもちいた五円貨の衝突シミュレーションをおこないました。

第一におこなったシミュレーションは、五円貨の衝突の設定角度を変化させ、そこに一定の標準偏差の変化量ぶんの角度を加算し、ランダムな速度で、きまったはねかえり係数の物体にぶつけるというものでした。しかし当然ながら、ごく些少の計算機の丸め誤差ぶんを除外すれば、えられたはねかえり係数の数値には衝突角度の依存性がみとめられず(本稿にその結果は掲載していません)、さきの実験結果を説明しえないものでした。

そこでつぎに、角度計測の際の読みとり誤差の影響を考察するために、反跳の角度に誤差ぶんを加味することにしました(次ページのリストはその一例)。ここでは、誤差は偶発的なもののみを想定し、角度によらず一律な分散のガウス分布で発生させています。なお、じっさいの実験では衝突

リスト・読みとり誤差を加味した反跳角度疑似データ作成ルーチンの例 (for Python 3.x)

```

#-*- coding: utf-8 -*-

import numpy as np, random, os
ratioWeight = 1.          # 手球に対する的球の質量(比)
angleErr = 5.             # 衝突時の誤差の標準偏差(度)
mesErr = .5              # 計測角度の誤差の標準偏差(度)
numTry = int(1000)       # 衝突試験繰り返し回数(設定角度あたり)
setAngleLst = np.array([95., 100., 110., 120., 130., 140., 150., 160., 170., 175.]) # 衝突角度(設定値)
col = np.array([.01, .1, .2, .3, .4, .5, .6, .7, .8, .9, .99]) # はねかえり係数(設定値)のリスト
angles = np.empty((len(setAngleLst), numTry)) # 衝突角度すべてのリスト(10 × 1000)
for i in range(len(setAngleLst)):
    cnt = 0
    while cnt < numTry:
        tmp = setAngleLst[i] + random.gauss(0, angleErr) # 誤差を付与した衝突角度をそれぞれの角度近傍で 1000 とおり用意
        if 90 < tmp < 180:
            angles[i][cnt] = tmp # (大きい誤差がついたデータが削られるので平均は設定値からズレる)
            cnt += 1

def U_a(u_b, th, e):
    return u_b * np.sqrt(((1 + e) / (1 + ratioWeight) - 1) * np.cos(th * np.pi / 180.)) ** 2 + np.sin(th * np.pi / 180.) ** 2)

def V_a(u_b, th, e):
    return (1 / (1 + ratioWeight) - 1) * (1 + e) * u_b * np.cos(th * np.pi / 180.)

def Theta_a(th, e):
    return np.arctan(ratioWeight + 1) / (ratioWeight - e) * np.tan(th * np.pi / 180.) * 180. / np.pi

def e_calc(th_b, Th_a):
    return 1 / ratioWeight + (1 + 1 / ratioWeight) * np.tan(np.pi - th_b * np.pi / 180.) / np.tan(Th_a * np.pi / 180.)

def calc(e):
    lst = np.empty((len(angles) * numTry, 6)) # (角度 10000 × 要素 6)
    for ang in range(len(angles)): # 設定衝突角度ごと(10)
        for tr in range(len(angles[ang])): # 試行回数(1000)
            t = angles[ang][tr]
            u = random.random()
            ang_reb = (Theta_a(th = t, e = e) + random.gauss(0, mesErr)) % 360 # 角度計測時の読みとり誤差を付与(正値で表現)
            lst[ang * len(angles[0]) + tr][0] = t # 衝突角度 θ / deg
            lst[ang * len(angles[0]) + tr][1] = ang_reb # 反跳角度 Θ / deg (読みとり誤差含む)
            lst[ang * len(angles[0]) + tr][2] = u # 衝突前速度(手球)
            lst[ang * len(angles[0]) + tr][3] = U_a(u_b = u, th = t, e = e) # 衝突後速度(手球)
            lst[ang * len(angles[0]) + tr][4] = V_a(u_b = u, th = t, e = e) # 衝突後速度(的球)
            lst[ang * len(angles[0]) + tr][5] = e_calc(th_b = t, Th_a = ang_reb) # はねかえり係数(計算値)
    return lst

def createfile(filename): # 保存先ディレクトリに同名のファイルがあれば名称変更
    savename = str(filename) + ".csv"
    cnt = 1
    while os.path.exists(savename):
        savename = str(filename) + str(cnt) + ".csv" # 同名ファイルが存在しなくなるまで更新し続ける
        cnt += 1
    print("NEW FILE: " + savename)
    return savename

saved_name = createfile("CollisionData") # ファイル保存名
for c in col:
    lst_tmp = calc(c)
    with open(saved_name, 'a') as f:
        np.savetxt(f, lst_tmp, delimiter='¥t') # タブ区切り CSV ファイルで保存(約 16 メガバイト)
with open(saved_name, 'a') as f: # シミュレート条件を追記(備忘録)
    print(ratioWeight, file=f)
    print(angleErr, file=f)
    print(mesErr, file=f)
    print(numTry, file=f)

```

の設定角度にも読みとり誤差が生じますが、簡単のため両者をまとめて反跳の角度にのみ誤差を乗せています。その結果、わずかな誤差がはねかえり係数の数値に多大な影響を与えることがわかりました。はねかえり係数は 0 から 1 までの範囲であるはずですが、計算するとその条件に合致しないデータが相当数みとめられました(図 6, 7, これらについては後にすこし触れます)。

角度の読みとり誤差を加味して種々の角度で衝突シミュレーションをおこなった結果を図 8 以降に掲載しました。図 8 (a) は計算時にはねかえり係数が有効値である 0 から 1 の範囲でえられたデータの平均をとったものですが(全データに占める有効データの割合は図 7 に示したとおり)、角度 150°, 175° で衝突させた場合は設定したはねかえり係数とかなりよい一致をみます。なおわか

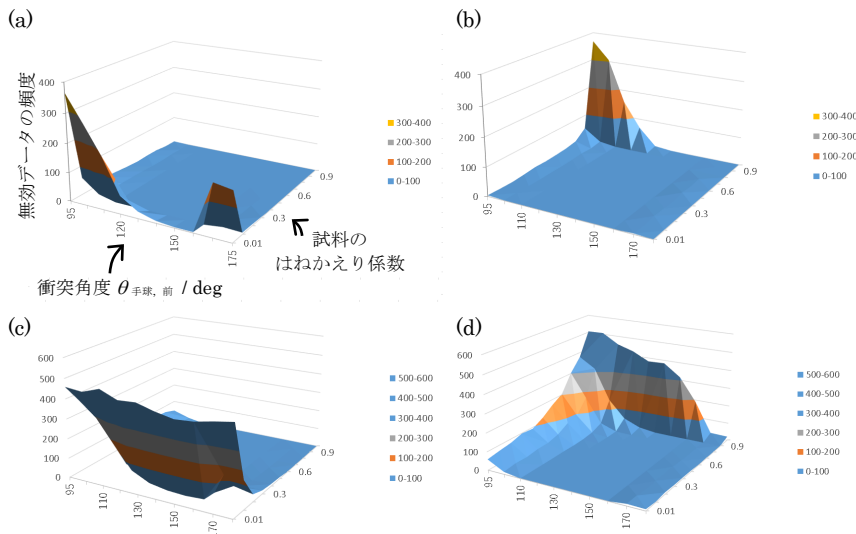


図6 無効データの頻度(シミュレーション, 衝突角度の偏差 5°, N=1000)

- (a) 読みとり誤差標準偏差 0.1°, はねかえり係数 0 未満データ数
- (b) 読みとり誤差標準偏差 0.1°, はねかえり係数 1 超のデータ数
- (c) 読みとり誤差標準偏差 1.0°, はねかえり係数 0 未満データ数
- (d) 読みとり誤差標準偏差 1.0°, はねかえり係数 1 超のデータ数

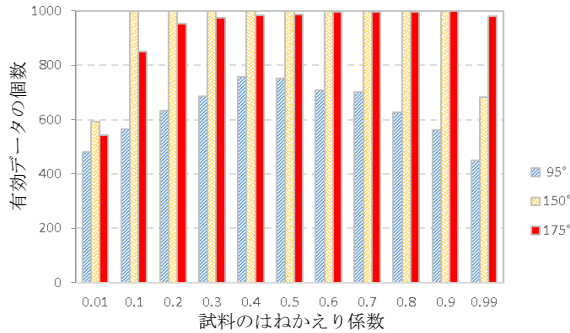


図7 有効データの頻度 (シミュレーション, 衝突角度の偏差 5°, N=1000)

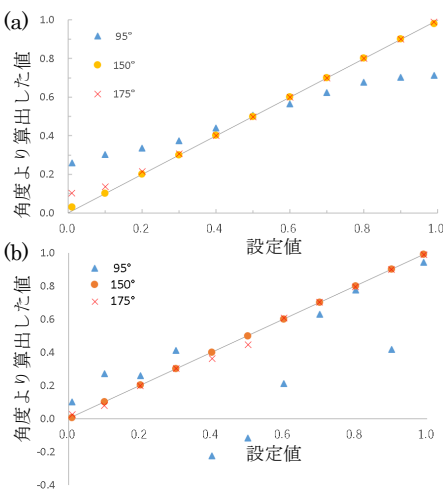


図8 はねかえり係数の相関(シミュレーション)
 (a): 不適データ除去後, (b): 全データから算出
 各点は 1000 のデータの平均値, 衝突角度の偏差 5°, 読みとり誤差標準偏差 1°

りづらいですが, はねかえり係数が 0.4 程度を境により良好な角度条件が異なっています. その値が小さいときは 150° のほうで, 逆に衝突が弾性に近づくと 175° のほうでより近い値になりました. いっぽうで横をかすめる程度の衝突である角度である 95° の場合は真値とかなりの誤差が見られ, はねかえり係数が 0.5 より低いものを過大に, 高いものを過小に評価する傾向にあります. このことは,

算出されるはねかえり係数の衝突角度依存性をしめしたシミュレーション結果である図 9 に明確にあらわれています.

以上の結果は, 不適なデータを削除していることが多大な要因となっている模様です. 前述のとおりはねかえり係数が 0 から 1 までの値としてえられなかった不適合データは削除しましたが, たとえば衝突角度が 90° 付近

では, はねかえり係数ゼロ近辺では 0 未満となる誤差がしばしば認められるのに 1 を超える結果はまれにしか現れないので, 統計的に過大評価することになります. おなじ 90° 付近でも逆に弾性にちかい衝突だとこんどは過小に評価します. 図 6 は, それぞれの角度から算出したはねかえり係数が不適切な値となったデータの頻度ですが, これら明らかに不適なデータも棄却せずに平均値をとって評価したグラフが図 8 (b) です. 同図(a)で乖離していたはねかえり係数が小さい場合の値が真値に近づきますが, 90° ちかくのデータではかなり, 180° ちかくでもいくばくかの誤差が認められます.

本方法では, 条件を適切に選ぶことで, はねかえり係

数 0.1 程度以上であれば測定しうる可能性がありそうです. とはいえその値が小さい場合は誤差が多いうえ, そもそも衝突後の変位も少ないので, 本方法でも正確にその数値を導くのは困難かもしれません. (ただ, 測定回数をじゅうぶん増やすことで統計的にその値は推定しえましょう.)

図 10 は, 反跳の角度にあらわれる誤差により算出されるはねかえり係数がどう変わるかについて衝突角度の影響がどうあらわれるか前述のシミュレーション結果からプロットしたものです. 今回の五円貨の衝突実験については, しょうしょう雑ですが, 図 4 から角度の読みとり誤差の偏差を 10° 前後とみなし, かつ図 5 から衝突角度 130° , 155° , 170° 程度ではねかえり係数の計算値がそれぞれ 0.6, 0.7, 0.8 程度であると評価すれば, 図 10 の関係からじっさいのはねかえり係数が 0.8 付近であろうことが示唆されるでしょう.

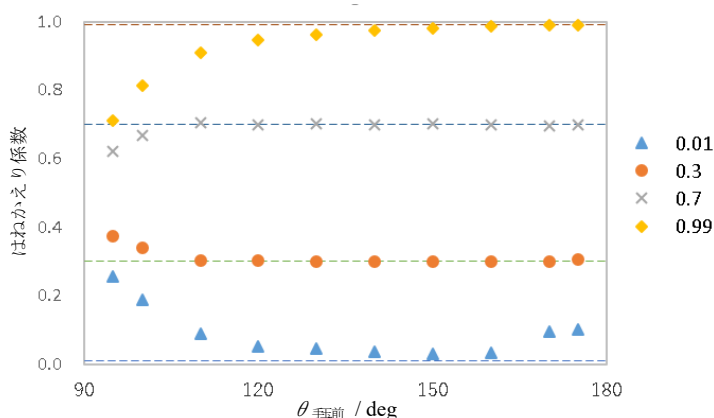


図 9 衝突角度ごとのはねかえり係数計測値(シミュレーション) 各点は 1000 のデータから不適データ除去後の平均値, 衝突角度の偏差 5° , 読みとり誤差標準偏差 1°

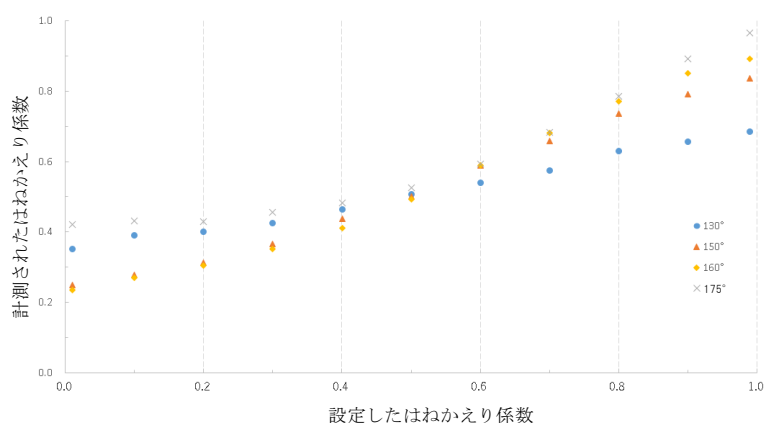


図 10 角度の読みとり誤差によるはねかえり係数実測値への影響 読みとり誤差標準偏差 10° 設定シミュレート

おわりに・はねかえり係数測定のための新しい方法の提案

さきの実験は読みとり誤差が大きくあまり参考にしえませんでした, この問題さえクリアできれば, 本方法ははねかえり係数の測定に適うものとなるでしょう.

未知の試料について. たとえば, まず, $150^\circ \sim 175^\circ$ 程度の角度で前述の衝突実験を. その結果はねかえり係数が 0.3 以下となる場合は 150° で, その他の場合は 175° で精査. じゅうぶんな精度で計測すれば, はねかえり係数 0.1~0.99 程度の領域でかなり近い値をえられるであろうことが, 図 8 (a) から読みとれます.

この方法であれば, もろい材質でも成形さえできればマイルドな条件を選定することであまり無理なく測定できるはずです. 材料系エンジニアの皆さん, 試みに使ってみてくださいませんか?

技術報告

3.2 風船ロケットを飛ばそう

開発技術班 永田 向太郎

「2022年夏休み工作教室」に提供した「風船ロケットを飛ばそう」について報告します。

自分自身に浮遊や飛行する物体への憧れがあるので、「今年も工作用に新たなネタを…」と模索する中で、やはり考えてしまうのはこういう方向のものに寄りがちです。そして風船ロケットに至ったきっかけは、ふと思い出した、幼い我が子と飛ばしたロケット風船の記憶でした。

今年度の夏休み工作教室でも、昨年同様に各テーマをキット化して郵送することとなっていたので、資材をコンパクトにまとめられることが求められます。また私が工作立案の際①材料の入手が容易かつ安価であること、②工作が難しくなく、③驚きや感動があること、の3つをテーマとしているので、今回の材料は傘袋、コピー用紙、テープの3点のみといういたって簡素なものです。が、新たな発見や驚きを得られる教材になったのではないかと思います。

また工作教室が非対面で実施の場合、①作り方や使い方について臨機応変な説明や対応ができませんので、手順もより解りやすく、解説書ではなるべく平易な言葉使いに務めルビもふることで、低学年でも理解しやすくしました。

体験した皆さんが、少しでもモノづくりや科学に興味をもち、夢や目標の醸成に寄与できればと願います。



図1. 同封した部品用紙

風船ロケットを飛ばそう

にいがただいがくこうがくぶ ぎじゅつぶ
新潟大学工学部 技術部

ねらい

えっ、こんな物でこんな事ができちゃうの!?

身近な物を組み合わせて、風船ロケットを作ります。どれだけ遠く飛ばせるかな?

用意するもの

材料：傘袋などの細長いビニール袋、コピー用紙（キットに同封されています）

道具：テープ、はさみ

作る

1. 胴体（風船）を作る

ビニール袋を膨らませ、袋の口をねじってテープでとめる。

※穴が開いていたら、空気が漏れないようテープを貼る。

<第1回、飛ばしてみよう!>

できた風船を飛ばしてみよう。うまく飛ばせるかな?



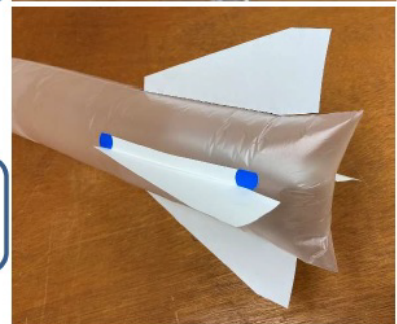
2. 尾翼をつける

・コピー用紙から「①はね」を4枚切りとり、点線で山折りする。

・1. で作った風船の後ろに等間隔にテープでとめる。

<第2回、飛ばしてみよう!>

できたロケットを飛ばしてみよう。まっすぐ飛んだかな?



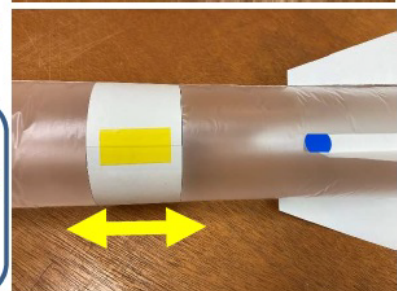
3. おもりでバランスをとる

・コピー用紙から「②おもり」を切りとり、胴体に巻き付けテープでとめる。 ※風船にテープがつかないように注意する。

<第3回、飛ばしてみよう!>

飛ばしてみて、浮き上がるならおもりを前に、沈み込むならおもりを後ろにスライドさせ調整します。

どこまで遠く飛ばせたかな?



飛ばし方

・ロケットの前の方を持ち、力を入れ過ぎず軽くボールを投げるように離します。

・風の影響を強く受けるので、室内の方が飛ばしやすいです。

・はねやおもりの枚数、大きさ、取り付ける位置の違いでも飛び方が変わります。

※はねに角度をつけることでロケットが旋回し、ジャイロ効果も期待できますが、このキットでは空気抵抗が大きく、体感は難しいでしょう。

図2. 同封した説明書

技術報告

3.3 パイプオルガン模型「Ormo (オルモ)」ができるまで

開発技術班 永田 向太郎

1. パイプオルガンを作る？！

オルガン模型の製作に至るきっかけは、実験や研究補助で長く関わらせていただいた、新潟大学名誉教授 林豊彦先生からの「パイプオルガンの仕組みが判る模型が作りたい」という打診でした。林先生はご自身の趣味から楽器への造詣も深く、また旧知の石丸由佳氏（新潟市出身、りゅーとぴあ新潟市民芸術文化会館専属オルガニスト）が、ホールで開催するイベントでオルガンの説明に使いたい、というのが模型製作の目的でした。

私自身、主にモノづくりを仕事として 30 年続けてきて、ここまで毛色の違う依頼は初めてで戸惑う反面、とてもワクワクと胸躍り、是非にと即決で引き受けました。ただ安請け合いはしたものの、楽器についてはド素人で、もちろんパイプオルガンの構造も良く分かっていないので、まずはその辺りの勉強から始めました。

インターネット上の情報もいろいろ参考にしましたが、林先生からお借りした書籍「小型パイプオルガンの作り方」は、クラシックなオルガンの部品図や寸法、使う材質や接着剤、加工方法なども細かに書かれていて、構造の理解にとっても役立ちました。



図 1. オルガンの書籍

2. 模型の構成を考える

オルガンの仕組みをごく簡単に言えば「鍵盤を押すことで弁が開き、空気が送られパイプが鳴る」となりますが、多くの音階、音色を表現するためには、複数の風路を持つ風箱、動作を中継するトラッカーやローラー、音のオンオフを制御するスライダーストップレバーといったものが必要になります。

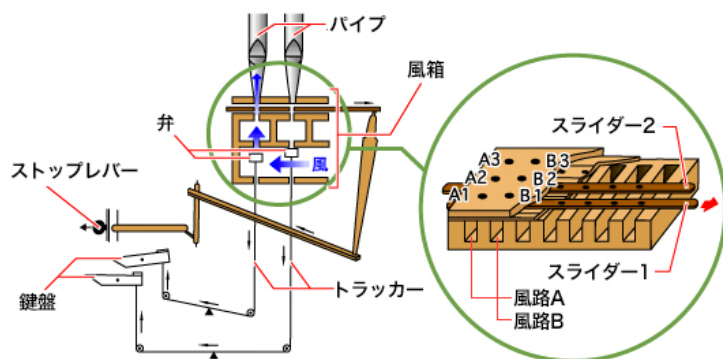


図 2. オルガンの基本構造
ウェブサイト「YAMAHA-楽器解体全書」より

それらの構成要素を備えて動作し、かつステージ上において解りやすい模型として、初期段階では図3のような大型装置を想定しました。

しかしこの企画を進める過程で、オルガン工房「中里オルゲルバウ」からパイプー式(図5)を入手する目処が立ち、また方向性についても「内部が見えるよう構造体はスケルトンにし、ローラーボードも備えた1オクターブのオルガン模型」と明確になっていきました。

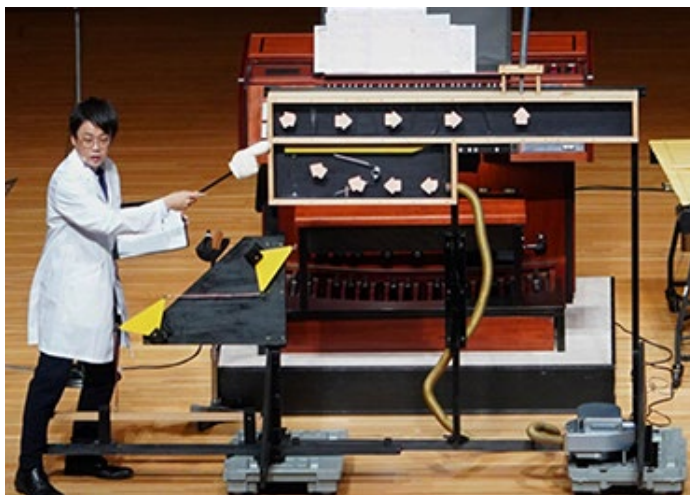


図3. オルガン模型の例 (サントリーホール所蔵)
ウェブサイト「YAMAHA・楽器解体全書」より

図4は1776年作のオルガン職人ベド・ド・セルによる銅版画で、オルガンを構成する要素やその配置が、断面図も用いて判りやすく描かれています。現代において、特に大型のオルガンでは、ふいごやスライダーなど多くの駆動部が電氣的に制御されるようになっていますが、当時は全て手動で機械的に伝達・駆動されています。今回の模型についても、このようなイメージで設計を進めていきます。

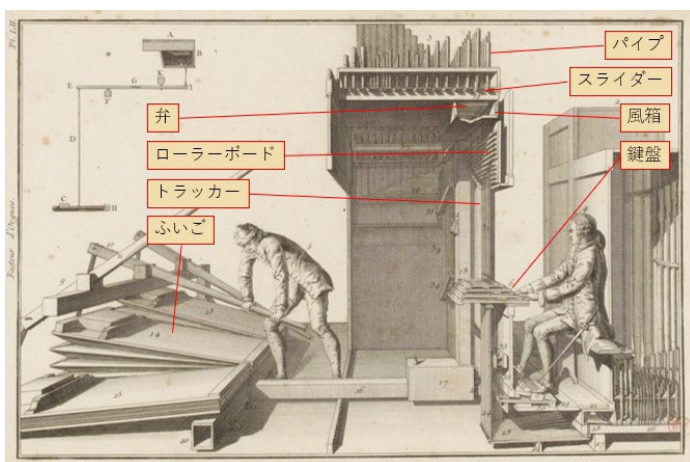


図4. 18世紀のオルガン画
ドン・ベド著「オルガン製作者の技術」より



図5. 3種39本のパイプ (左から Gedackt 8', Octav 4', Rohrflöte 4')

図 6 はパイプも含めたオルガン模型の正面図です。鍵盤、ローラーボード、風箱、パイプが一目で見えるよう、それぞれを縦に配置しています。パイプは1オクターブ（全音8、半音5）分を横一列に、また重量と見た目のバランスも考慮し、シンメトリーに配置しました。鍵の幅は一般的なピアノと同様の22mmとしましたが、パイプの間隔が平均33mm程度となり鍵との位相がずれるので、ローラーの機構を追加し、手元の鍵盤操作がパイプの真下、風箱内の弁に直結するようにします。こうして実際に図面を描き進めていくに従い、その仕組みや構造の理由が明確に見えてきて、数百年前に完成された機構の美しさに強く感銘を受けました。

3. まずは試作から

いよいよ製作へと進みますが、設計時点から一番の悩みどころは、いかに空気を漏らさないかという点です。中でも最も漏れそうな風箱とトラッカーとの隙間をいかに塞ぐか、まずはそれを試すために、風箱と弁周辺の試作から着手しました。図7は風箱筐体にアクリル板、トラッカーにはピアノ線を用いています。パッキン部分にはフェルトやオーリング、ゴムシート、紙などいろいろ試しましたが、接触をきつくすると

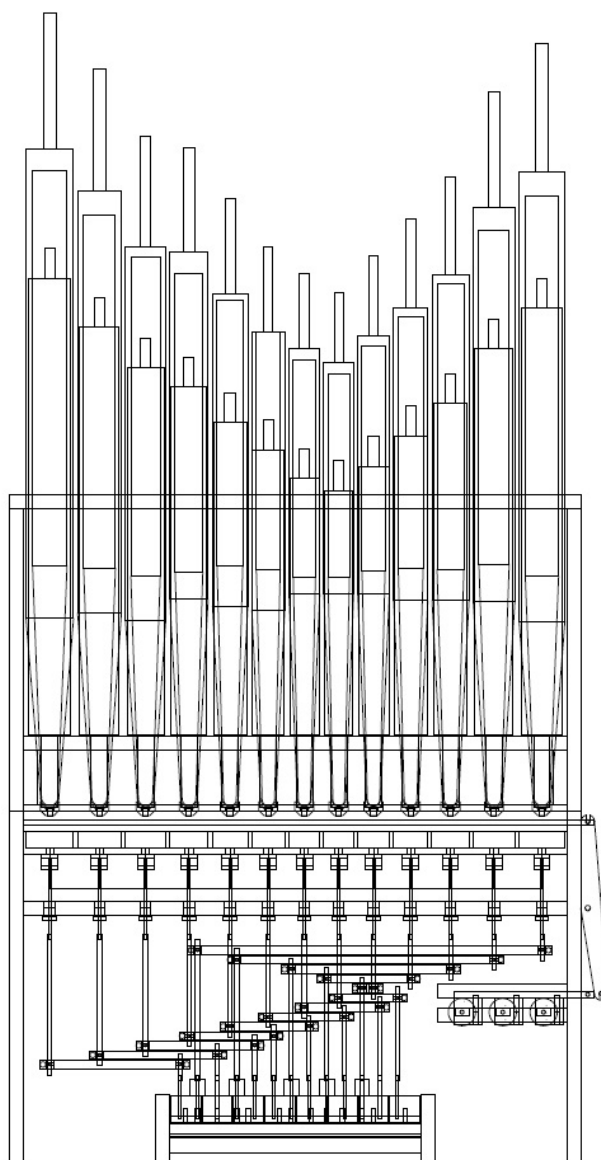


図 6. 正面図

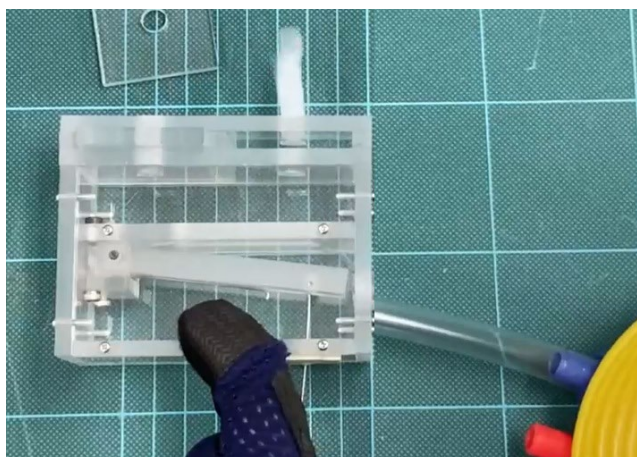


図 7. 風箱と弁の試作



図 8. ふいごの試作

空気漏れは少ないが動作が重く、ゆるくすれば動作は軽いが空気も漏れるというジレンマ。トラックの太さや断面形状、材質なども色々と検討しつつ「とにかく密閉しなきゃいけない」と思い込み、しばらく停滞しましたが、ふと「パイプに空気が到達すれば、多少漏れても構わないのでは？」と思い至り、トラックは $\phi 2$ の真鍮、パッキンはセーム皮と、扱いやすい素材に落ち着きました。

図8はふいごの試作です。ふいごには動物の皮革やニカワなどが多用されますが、扱い慣れてないため使用を避け、入手や取り扱いの容易さから蛇腹部分には紙を用いる事にして、その折り方などを試しています。

4. 試行錯誤

作業は一見順調に進んでいて、図面上ではうまく機能していても、現物を合わせてみるとアレ？と思うことはしばしばありますが、今回の製作過程でも起こった事例を紹介します。

・同一のバネではだめなのです

この模型では、弁を押さえるバネの強さが鍵盤の重さ、押す力に直結しますが、音階によって鍵やローラーのサイズが違い、微調整が必要です。特に太く長い白鍵と細く短い黒鍵では、その自重の違いから鍵の重さの差は大きく、タッチを近づけるために、黒鍵用のバネを細いピアノ線で作り直す必要がありました。

・寸法通りじゃないの？

パイプを保定するガイド板は、当初は図9のように1枚の板にパイプの寸法+ α の穴を開けたもので、パイプがスムーズに着脱できる想定でしたが、実際は余裕のあるはずの穴にパイプは通りませんでした。というのも、寸法表の数値はあくまで円筒などストレートな部分のサイズであって、歌口の変形部分や整音パーツ（ひげ）の詳細は記載されていません。また、金属半閉管（Rohrflöte 4'）のキャップ部分が隣同士で干渉して収まらないことも判明したため、最終的にパイプガイドは4分割し、更にスペーサーを噛ませてパイプの位相を交互にずらし、強引に収めています。

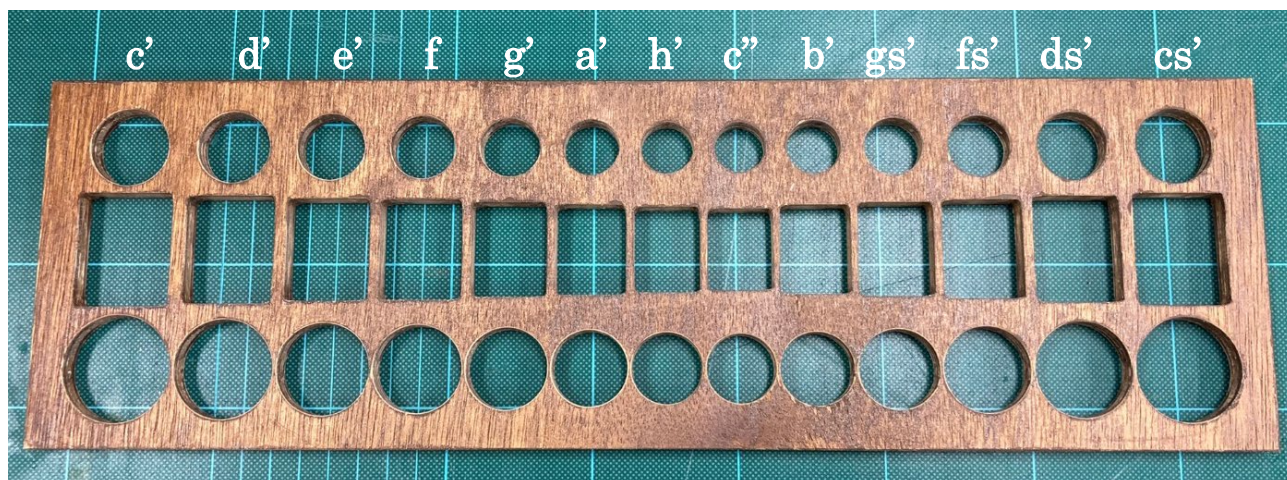


図9. 修正前のパイプガイド板

5. ほぼ完成！

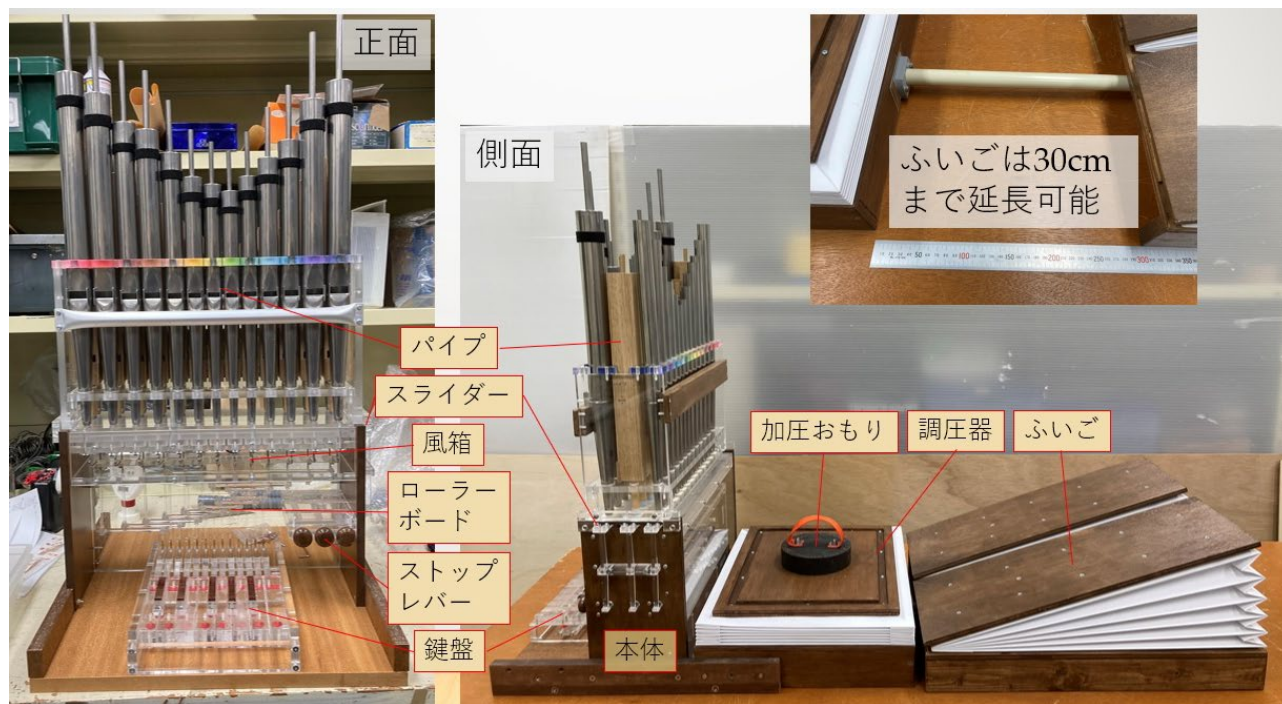


図 10. オルガン模型外観

多くの部品を透明アクリルにすることで、内部構造やその動作を視認しやすくしています。ふいごと調圧器の蛇腹は大判プリンターの厚手ロール紙で作成し、損耗しても容易に交換できます。製作過程で見直しや改善を進めるに従い部品数は増えていき、バネやロッド、レバーなどは極力既製品に代え手間を省きたかったのですが、見合うものはなかなか無く、結局はボルト、ナット、パイプの3つ以外全ての部品がハンドメイドとなりました。

・設置例

図 10 (側面) はテーブル上に設置した例ですが、この状態では手前に鍵盤、奥にふいごが位置するので、演奏する際は図 4 のように奏者とふいご師の 2 名が必要です。

図 11 は外装フレーム上にオルガンと調圧器を、足下にふいごを固定し、足踏みでふいごを操作することで、1 名での演奏が可能です。

・可搬性の工夫

パイプオルガンは教会やホールに備え付けて移動できない「大オルガン」、中型で移動可能な「置かれる (positum: ラテン語)」が由来の「ポジティブオルガン」、小型でいわゆるポータブルな「ポルタティブオルガン」の 3 つの形態に分けられ、この模型はポジティブオルガンの括りになります。この模型の目的として、出張イベント等で用いる想定もあったので、いかに安全に収納し、かつ可搬性をもたせるかは設計段階から考えていました。パイプの素材は錫と鉛の合金で柔らかく、軽くぶつけても変形します。それを保護するため、この模型は本体、パイプ、調圧器、ふいごをそれぞれ

れ分割でき、立方体（460×520×690mm）に収まるよう組み替えられます。（図 12） さらに外装フレームと外装パネルで覆うことで外力から守り、安全に収納、運搬ができます。（図 13）



図 11. 足踏み設置



図 12. 組み換えた様子

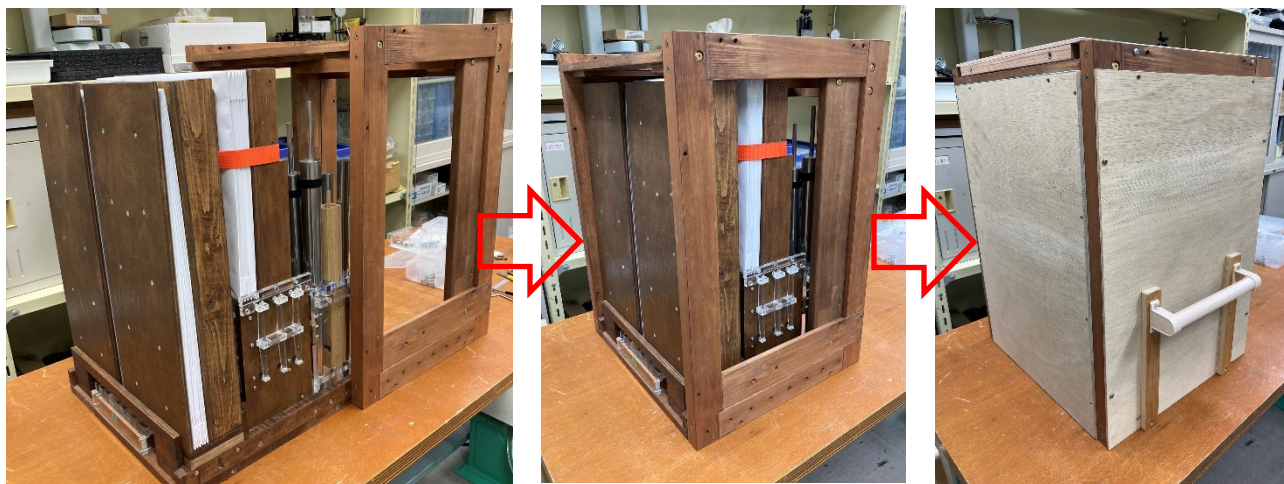


図 13. 外装フレームと外装パネルを装着

6. イベントでの活用

実際にイベントで用いた事例の紹介です。

オルガンサマーデイズ 2022 パイプオルガンってなあに

図 14 は 2022 年 8 月 15 日に、「りゅーとぴあ新潟市民芸術文化会館」で行われたイベントの様子です。この時点ではまだふいごなど送風部分が準備できていなかったため、他の楽器のふいごを繋げて演奏しています。



図 14. イベントその 1

ひろがる！つたわる！オルガンのひびき なぞなぞパイプオルガン

図 15 は 2023 年 1 月 28 日に、「札幌コンサートホール kitara」で行われたイベントの様子です。ここでは調圧器とふいごを追加し、より完成形へと近付いています。現地スタッフだけでも組み立てや収納ができるようマニュアルも準備し、輸送も新潟ー札幌間の長距離となりましたが、問題なく使用できています。

またこの頃に「オルガン模型に愛称をつけましょう」と話題になり、既にりゅーとぴあスタッフの間で呼称されていた、オルガンモデルを略した「オルモ」が採用となりました。



図 15. イベントその 2

りゅーとぴあオルガン・ファミリーコンサート パイプオルガンのふしぎずかん

2023 年 5 月 7 日に開催のイベントでも用いられる予定です。案内パンフレットではオルモの写真と、私の所属する「新潟大学工学部人間支援感性科学プログラム」のクレジットも入っており、こうして活躍の場が広がることは、作り手として非常にうれしく思います。

7. 今後の展望

パイプホルダーの修正、ストップレバーの位相反転、トラッカーの視認性向上、鍵盤のひび割れ修繕、適正な風圧のための重り選定、外装パネルの補修など、より完成度を高めるための改修を進めていきます。

また、工学部技術部で開催している「夏休み工作教室」などで、簡単なパイプオルガン模型の工作体験をしながらその構造を知ってもらう、といった活動も考えています。

退職者の一言

4.1 定年者の独白

機械システム工学プログラム 松平雄策

還暦を迎え、寒くなると体のあちらこちらに痛みが出るようになりました。こうなると” 老い” と” 定年” という言葉が現実味を帯びてきます。

機械システム工学プログラムの前身、機械工学科機械製作実験研究室(一宮先生, 横山(和)先生, 坂本先生)に就職し研究室は途中、同プログラム内の熱工学研究室(小林先生, 松原先生, 中倉先生)に移りましたが約 40 年、長きに渡りお世話頂きました諸先生方や職員の方々に、この紙面をお借りしてありがとうございましたと言わせてください。

研究室に常駐と言うことで同プログラム 4 年次、研究室に配属される個性豊かな学生達と接してきました。大学を卒業してからもいまだに付き合いの在る者、年賀状でやり取りしている者、企業のリクルーターで研究室訪問に来る者等、「一期一会」の仕事かと思いきや” 二会” にも” 三会” にもなっています。

還暦を迎えた令和 4 年、嬉しいことがありました。熱工学研究室の卒業生が、県外から来てくれて定年と還暦のお祝いをしてくれました。思いもかけない出来事だったので、再会を喜びながら昔話に花を咲かせました。しかし悔いが残っている卒業生もいます。ある学会で他大学の先生に質問攻めにあい、引率していたにも係わらず助言できなかったこと等、心の奥で「申し訳なかった。」と頭を下げ続けています。

大学での「技術職員」という仕事はボランティア活動に似ていると思います。ボランティアには 4 原則があり、①自主性②無償性③社会性④先駆性を基本とし、学生や先生方と接する際にどこかでこの 4 原則を考えながら向き合うことで、関係性や必要性が生じてくるのかなと思ったりしています。

最近、茶道(表千家)を嗜んでいます。茶道には千利休の” わび” ” さび” の心、” 一期一会” の言葉が取り上げられること多々ありますが、私の好きな言葉” 独座観念” という言葉も存在します。客人をお点前等で心を尽くし、帰られた後も一人炉前で「無事お帰りになられたらどうか?」と案ずる主客の交わりのあり方を説く言葉です。今後もお会いした人々に対して、大切にしていきたい言葉です。

最後に、2 年間でしたが技術長に就きました。技術部独自の行事は、新型ウィルス感染拡大の懸念から開催することはできませんでしたが、このような中でも学部等の開催行事にご参加いただきました皆さん、誠にありがとうございました。今後は緩和され対面での行事も増えていくと思います。新技術長のもと、変わらぬお力添えを頂ければと思っています。

工学部技術部の皆さん、至らぬところ多々あったかと思いますが、しかしお付き合いくださり誠にありがとうございました。

5.1 新潟大学工学部技術部名簿 (2022.3)

技術長	松平 雄策
副技術長 (報告集)	高橋 勝己
副技術長 (研修)	富岡 誠子
副技術長 (安全)	籾町 剛
副技術長 (広報)	高橋 百寿
副技術長 (地域貢献)	南部 正樹

製作技術班 (報告集)

技術班長	永野 裕典
副技術班長	山下 将一
技術主任	山田 拓哉
技術職員	岩野 春男
技術職員	弦巻 明
技術職員	阿達 透

分析技術班 (広報)

技術班長	羽田 卓史
副技術班長	長谷川 佳奈子
技術主任	安中 裕大
技術員	加藤 平蔵
技術職員	土田 淳慈
技術職員	柳沢 敦

開発技術班 (研修)

技術班長	永田 向太郎
前任技術専門職員	高崎 操
副技術班長	野本 隆宏
技術主任	佐藤 大成
技術職員	大泉 学
技術職員	石渡 宏基

計測技術班 (地域貢献)

技術班長	齋藤 浩
副技術班長	羽鳥 拓
技術主任	須佐 昂太
技術職員	石橋 邦彦
技術職員	坂井 淳一
技術職員	福嶋 康夫

実験技術班 (安全)

技術班長	萱場 龍一
副技術班長	宮本 直人
技術主任	津田 峻平
技術員	吉水 海斗
技術職員	宇田 秀樹
技術職員	今井 純一

5.2 報告集委員会・編集後記

<報告集委員会>

2022年度 製作技術班：永野裕典，山下将一，山田拓哉，岩野春男，弦巻明，阿達透，
高橋勝己

2023年度 計測技術班：野本隆宏，羽鳥拓，加藤平蔵，宇川美穂，坂井淳一，福島康夫，
高橋勝己

◎報告集の企画，原稿執筆の依頼および原稿の収集を2022年度の委員が担当し，原稿の編集および発行を2023年度の委員が担当しました。

<編集後記>

新潟大学工学部技術部報告集第19号では，2022年度の活動報告を行いました。
感染症の流行によって2022年度も多くのイベントで活動制限が続きましたが，対面で実施される授業の数が増えるなどして大学に賑やかさが戻り始める1年でもありました。技術部報告集第19号は，第18号に引き続き電子版のみでの発行となります。

本報告集作成のために原稿をお寄せ戴いた方々に厚くお礼申し上げます。

報告集委員会 野本

新潟大学工学部技術部報告集 第19号
令和5年9月発行

編集 新潟大学工学部技術部報告集委員会
発行 新潟大学工学部技術部

〒950-2181
新潟県新潟市西区五十嵐2の町8050番地
TEL 025-262-6703
URL <http://tech.eng.niigata-u.ac.jp>

表紙画像提供：今井純一技術職員