

Symposium on Glassblowing Technology

Date: September 12-13 2024

Place: University of Toyama

2024.9.12-13

第 11 回 ガラス工作技術シンポジウム 予稿集



富山大学
五福地区技術部

連絡事項

1. 開催日程

令和6年9月12日(木)

参加者受付	12:00-12:55
特別講演・技術報告	13:15-17:00
親睦会	18:30-20:30

令和6年9月13日(金)

集合時間	9:00
技術交流会	9:50-12:20
見学会	13:50-16:55

技術報告...口頭発表の一人の持ち時間は20分(発表15分, 質疑応答5分)です。

プロジェクターへの接続にはHDMIタイプA(オス)又はミニD-sub15ピン(オス)のケーブルを使用します。ノートPCお持ち込みの方は、必要に応じて上記ケーブルに接続できるアダプタをご用意ください。

2. 会場

富山大学 五福キャンパス 〒930-8555 富山市五福 3190 番地

- ・特別講演・技術報告 : 理学部2号館2階 B243 多目的ホール
- ・技術交流会 : 理学部1号館3階 C303 コラボレーション化学実験室
理学部1号館1階 A134 ガラス工作室

五福キャンパスアクセス URL:<https://www.u-toyama.ac.jp/access/campus-access/gofuku/>

理学部HP URL:<http://www3.u-toyama.ac.jp/sci/>

多目的ホール URL:http://www3.u-toyama.ac.jp/alumni4/old/Branch/SAA_Toyama_Branch_Meeting_place_2020.pdf

3. 受付

1) 場所 富山大学 五福キャンパス 理学部2号館2階 B243 多目的ホール

2) 時間 令和6年9月12日(木) 12:00-12:55

3) 参加登録 参加者は受付にて登録を行い、名札を着用して下さい。
なお、登録の際に参加費(1,000円)をお支払い下さい。
親睦会に参加される方は、会費(5,000円)をお支払い下さい。

※ご不明な点がございましたら、実行委員に遠慮なくお尋ね下さい。

実行委員長	豊岡 伸安	富山大学	五福地区技術部	
実行委員	泉 秀明		"	
実行委員	桐 昭弘	富山大学	五福地区技術部	技術長
実行委員	狐塚 佳子	富山大学	五福地区技術部	
実行委員	臼井 弘児		"	
実行委員	郡 衣里		"	
実行委員	沖田 真吾		"	
実行委員	室谷 惇司		"	
協力員	富山大学	五福地区技術部	技術職員	

プログラム

9月12日(木)

- 12:00-12:55 参加者受付〔理学部2号館 2階 B243 多目的ホール〕
- 13:00 《開会》 泉 秀明
- 13:00 挨拶 富山大学工学部教授 中 茂樹(五福地区技術部 技術部長)

【特別講演】

- 13:15-14:05 アルミノケイ酸塩(ゼオライト)と水素同位体の分離
富山大学 研究推進機構 水素同位体科学研究センター 講師 田口 明

【技術報告】 口頭発表(発表15分, 質疑応答5分)

〔座長 大阪大学 坂口明〕

- 1) 14:05-14:25 石英ガラス製フランジ付き容器の研削加工
東北大学 理学研究科・理学部 澤田修太
- 2) 14:25-14:45 インチガラス管ならびに実験器具の製作と機器分析用治具の製作
宇都宮大学 機器分析センター 長谷川和寿
- 3) 14:45-15:05 PM2.5 暴露チャンバーの製作
広島大学 技術センター工作部門 藤原雅志
- 4) 15:05-15:25 理学部を対象としたガラス工作講習会の開催報告
九州大学 理学部 馬場敦

15:25-15:40 休憩

〔座長 東北大学 扇充〕

- 5) 15:40-16:00 5年間のガラス加工業務を振り返って
九州大学 工学部技術部 越山泰地
- 6) 16:00-16:20 石英バーナーの製作
北海道大学 工学研究院 技術部 石倉研太郎
- 7) 16:20-16:40 真空封入の加工報告
東京大学 生産技術研究所 三澤徹
- 8) 16:40-17:00 輻射熱による金属線とガラスの封着に関する研究
東北大学 多元物質科学研究所 齋藤雄二

【記念撮影・親睦会】

- 17:15 記念撮影(シンポジウム会場にて集合写真を撮影)
- 18:30-20:30 親睦会 詳細は15ページをご覧ください

9月13日(金) 【集合場所：理学部1号館 3階 A336教室】

【協議事項・参加企業様紹介】

9:00-9:15 報告事項・協議事項(次期開催地 他)

CONNECT事務局 東北大学 多元物質科学研究所 工藤 友美

9:15-9:40 参加企業様紹介、ハリオサイエンス株式会社様技術発表

9:40-9:50 2日目のスケジュール案内、移動

【技術交流会】

9:50-11:00 技術交流会

11:00-11:10 休憩

11:10-12:20 技術交流会

服装 : 作業しやすい服装

持ち物 : ・バーナー用遮光保護メガネ(数個ですが貸出すこともできます)
・使い慣れた道具(道具の準備はありますが必要な方は適宜お持ちください)
・紹介したい道具等(あればお持ちください)

技術交流会 議題(事前提案分)

- ・ガラス旋盤のチャックの爪に着ける耐火材について
- ・ホウケイ酸ガラス、石英ガラス以外のガラス加工について(硬質2級、軟質など)
- ・保護メガネの選定基準について
- ・学生実習の内容について(受講生人数、時間、演示内容)
- ・接合時の肉厚の調整方法(厚みのムラを予防する又は解消する方法)
- ・ガラスの切断について(硼珪酸ガラスの吹き切り法、急冷法、急熱法の勘所)
- ・どんな道具使っていますか?(自作の道具、こだわりの道具ありますか?)

当日の議題も歓迎いたします

【事務連絡】

12:20 《閉会》挨拶 富山大学 五福地区技術部 技術長 桐 昭弘
事務連絡

【見学会】

13:50 集合出発 集合場所 理学部 正面玄関

13:50-14:20 バス移動〔富山大学 グラスアートヒルズ富山〕

14:20-16:20 グラスアートヒルズ富山

富山ガラス工房、富山ガラス造形研究所(教育機関)の見学

16:25-16:55 バス移動〔富山ガラス工房→富山駅〕

16:55 解散〔富山駅〕

アルミノケイ酸塩(ゼオライト)と水素同位体の分離

富山大学 研究推進機構 水素同位体科学研究センター 田口 明

緒言

ケイ素は地球の地殻に豊富に存在し、質量比で約 28 % を占めています。これは酸素について 2 番目に多い元素であり、主に二酸化ケイ素 (SiO_2) やケイ酸塩鉱物として存在します。ケイ酸塩の中には、高表面積、多孔質など、特徴的な構造を有する物質もあり、人工的に作られたこれら多孔質(アルミノ)ケイ酸塩は触媒材料、吸着材料などに利用されています。筆者はこれら多孔質アルミノケイ酸塩による水素同位体の分離に従事してきました。本講演ではこれまでの研究の一部をご紹介します。

ゼオライト

ゼオライトは 1756 年に発見された天然鉱物(スチルバイト)につけられた名称で、加熱によって大量の水を放出することから「沸騰する石」を意味するギリシャ語に基づいて名付けられました。ゼオライトの構造の基本単位は四面体構造を持つ (SiO_4)⁴⁻ 及び (AlO_4)⁵⁻ であり、これら四面体の 4 つの頂点酸素を隣の四面体と共有することにより三次元的に連結します(図 1(a))。一般式は

$$(\text{M}^I, \text{M}^{II})_m (\text{Al}_m \text{Si}_n \text{O}_{2(m+n)}) \cdot x \text{H}_2\text{O} \quad (n \geq m)$$

で表され、ここで M^I は Na^+ などの 1 価のカチオン、 M^{II} は Ca^{2+} 等の 2 価のカチオンを示しています。連結様式により 0.3 から 1.2 nm の大きさの細孔や空洞を有する多孔質・高表面積の結晶を形成します。図 1(c, d) にはモルデナイト(MOR)、チャバサイト(CHA)のワイヤフレームモデルを示します。図 1 では、ワイヤーの分岐点に Si^{4+} または Al^{3+} が位置し、ワイヤーの中心に酸素が位置します。三次元的な結合から、現在、250 種類以上の構造が知られています。

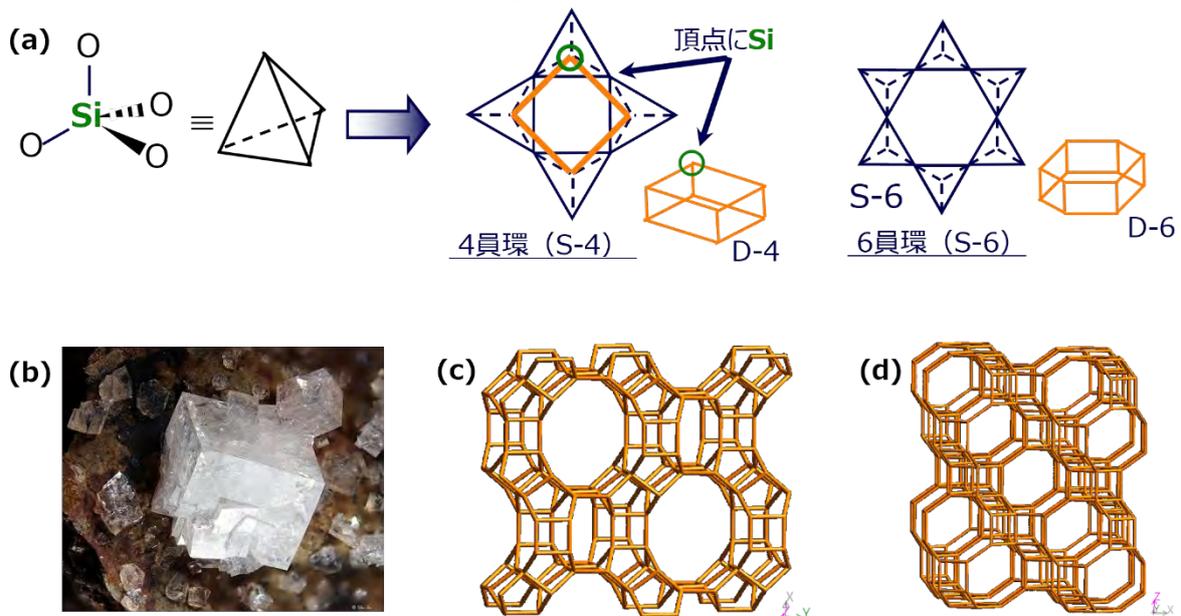


図 1 (a) SiO_2 の三次元連結の模式図, (b) 天然のチャバサイト鉱物 (Rübenkeller, Darmstadt, Germany (<https://www.mindat.org/>)), (c) モルデナイトの骨格モデル, (d) チャバサイトの骨格モデル

水素同位体と分離、濃縮

地球上では水 (H_2O) や炭化水素などの化合物として存在する水素 (1H) は、クリーンエネルギー源として期待されています。水素原子に中性子が 1 個、あるいは 2 個付加した重水素 (2H , D)、三重水素 (トリチウム, 3H , T) は水素同位体として化学研究のみならず、医薬品、エネルギー分野で利用がされています。特に重水素は、近年、重水素化医薬品の認可や、重水素化素子を使用した電子デバイスの実用化など、需要が急激に増えています。一方、トリチウムは半減期 12.3 年の放射性同位元素であり、自然界では宇宙線の中性子あるいは陽子が、それぞれ大気中の窒素あるいは酸素と核反応して生成します。そのため、たとえばその水道水にも、およそ 1×10^{-18} % 程度含まれます。

(トリチウム (HTO) の分離・濃縮)

筆者は、2000 年代後半から、ゼオライトとその類縁化合物によるトリチウム濃縮について研究していました。具体的にはゼオライト、および細孔径が 2.0~5.0 nm のメソ多孔体 (MCM-41, SBA-15) による固-液吸着・濃縮を評価しました。単位重量あたりのトリチウム (水形, HTO) 吸着量と、(吸着したトリチウム濃度)/(元のトリチウム濃度) の比で計算した分離係数の関係を図 2 に示しました。これら多孔質材料がトリチウム水の分離、濃縮能を有すること、特にメソ多孔体が HTO 吸着に有効であることが明らかです。

一方、数 m^3 単位のトリチウム水処理に実用可能な分離濃縮法として、電気分解-化学交換複合 (CECE) 法が知られています。筆者らは 2013 年から CECE 法に利用可能な、新しい水素同位体交換触媒の開発を行いました。図 3 に触媒担体の細孔直径と、トリチウム分離性能を表す総括物質移動係数の関係を示します。図 3 から明らかなように、触媒担体の細孔径約 500 nm において、最も高い活性を示すことを見出しています。

(H_2 - D_2 の分離)

重水素は一般に、自然界に存在する水から、蒸留と H_2S を用いる化学平衡交換から D_2O を製造し、続いて電気分解によるガス化によって製造することから、多大なエネルギー消費を伴います。また、 D_2 の精製には水素の沸点 (約-250 °C) における蒸留法が実用化されている唯一の方法です。筆者らは最近、0.38×0.38 nm の細孔を有する CHA 型ゼオライトが、比較的室温に近い -70~0 °C で H_2 - D_2 を分離することを見出しています。講演ではゼオライトによる D_2/H_2 分離についても簡単にご紹介します。

研究の遂行には、技術職員皆様のご支援が欠かせません。泉様を初め、ガラス工作技術者の皆様に厚くお礼申し上げます。

田口 明, TEL:076-445-6925, Email: atagu@ctg.u-toyama.ac.jp

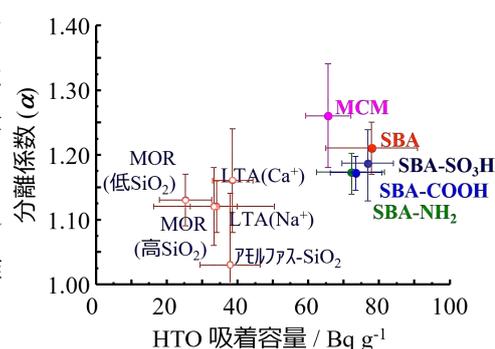


図 2 ゼオライト多孔質材料のトリチウム吸着容量と分離係数の関係

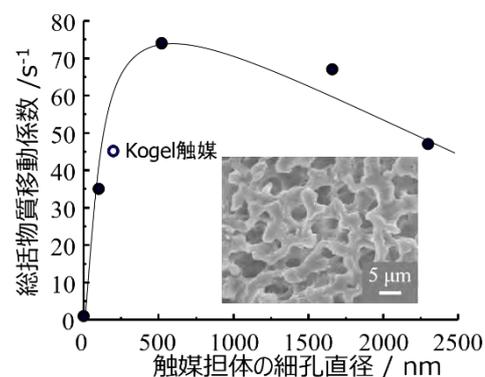


図 3 担体細孔直径に対する総括物質移動係数の変化 (内挿図: 2,300nm の細孔を有する水素同位体交換触媒の電子顕微鏡写真)

【技術報告】

石英ガラス製フランジ付き容器の研削加工

東北大学 理学研究科・理学部

澤田 修太

東北大学ニュートリノ科学研究センターより宇宙線による液体キセノンの微細な反応を観測するための石英ガラス製フランジ付き容器の製作依頼があった。

理学部 硝子機器開発・研修室では今まで石英ガラス製フランジ付き製品をいくつか製作してきたが、小型で肉薄な物がほとんどであり、今回依頼された製品は真逆の仕様であった。そのため、製作方法も普段行っている水素ガスを使用した熔融加工は難しいと判断し、石英ガラスブロックから研削、研磨加工を行い製作する事とした。当室の設備環境では加工をする上でいくつか懸念点があったが、一般的な研削工具と理学部の機械工場で作した専用の研磨用治具を使用する事で完成に至った。

今回は依頼されたフランジ付き容器の製作工程や使用した工具、治具について報告する。

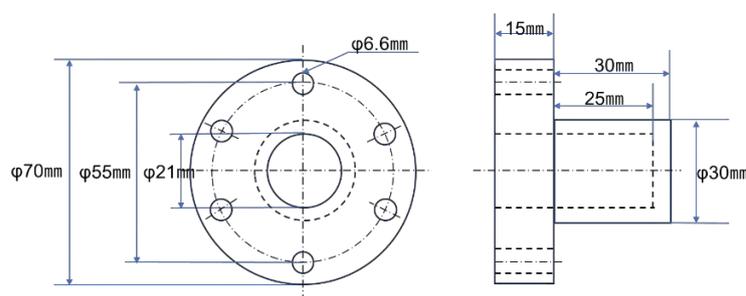


図 1. フランジ付き容器の図面



図 2. 治具を使用した研磨の様子

インチガラス管ならびに実験器具の製作と機器分析用治具の製作

宇都宮大学 研究推進機構 機器分析センター 再雇用職員 長谷川和寿

ガラス管のサイズは日本ではミリメートル単位で販売されているので、その他のジョイントやコックの部品等の接続部分のサイズもミリメートル単位で製作されている。さらに実験装置を製作する時に使用される圧力計や金属製のジョイント等もミリメートルの部品を使用することになる。しかし外国製の実験器具や装置等ではインチサイズの接続部品を使用していることが多い。それらの部品と普段使用しているガラス管は微妙なサイズ違いによって接続することできないので、接続部品のサイズに合わせなければならない。

そこでインチサイズのガラス管の製作依頼が相次いで申し込まれたので、既存のサイズの硬質一級（パイレックス級）ガラス管と石英ガラス管をインチサイズに加工して製作した反応管や器具（サイクロンなど）に関して報告する。

さらに機器分析に使用する試料台の製作用治具についても報告する。

<基本的な加工方法> ガラス管の外径を変更するためにはガラスを熱して柔らかくして、膨らましたり押ししたり引っ張ったりすることにより、太くしたり細くしたりすることができる。ただし太くするよりは細くする方が容易である。そこでガラス管を幅広く均一に熱して引っ張ることで管径を細くし、その時のガラスの柔らかさと引っ張る強さによって管径をコントロールすることができるので、調整しながら目的の管径に加工した。

○両端が 3/8 インチの石英ガラス反応管（ ϕ 10 mm \times 1000 mm）の製作

ϕ 10 mm 石英ガラス管の両端に外国製のスウェージロックの配管用ジョイントと接続できるように 3/8 インチに加工した。3/8 インチは約 9.5 mm であるので ϕ 10 mm 石英ガラス管の両端を細く加工しなければならないが、端部を引っ張る事は難しいので、同径の石英ガラス管を溶接して持ち手とした。（図 1 上）そして端部を溶かし徐々に引っ張って 50 mm ほど約 ϕ 9.5 mm に仕上げ（図 1 下：矢印部分）持ち手部分を切り取り仕上げた。

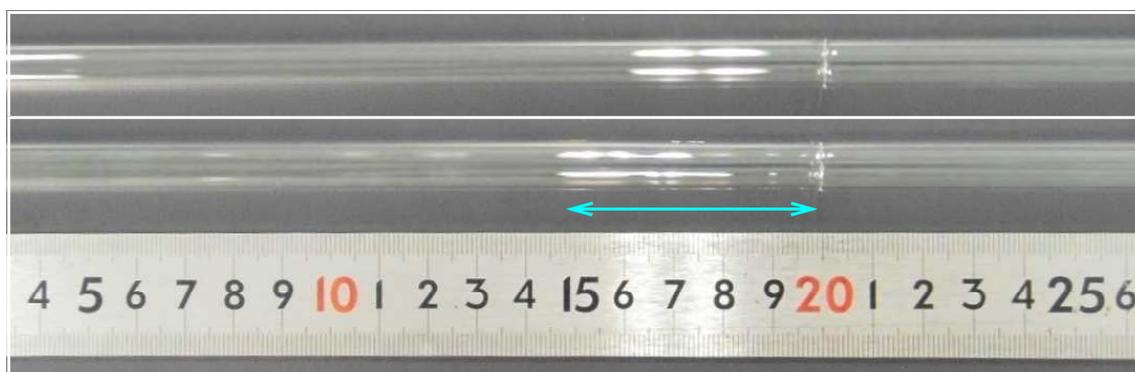


図 1 ϕ 10 mm 石英ガラス管（矢印部 ϕ 3/8 インチ加工）

PM2.5 暴露チャンバーの製作

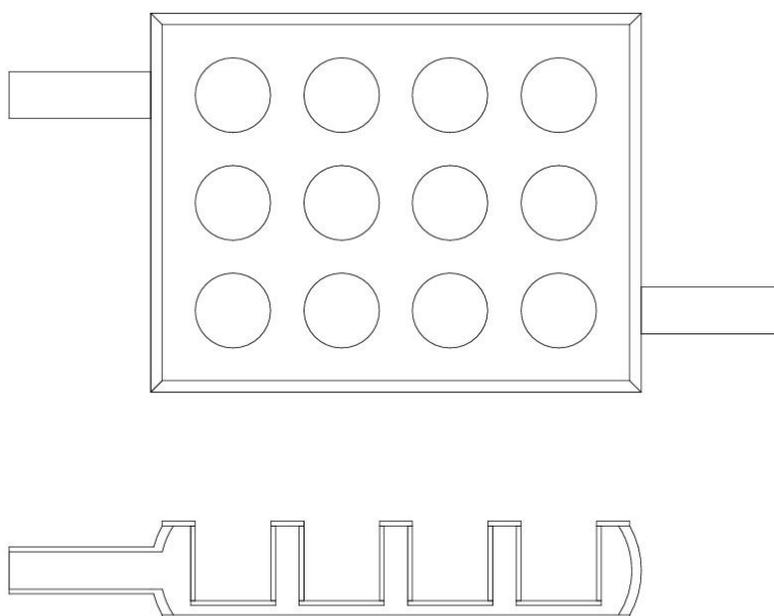
広島大学技術センター工作部門

藤原雅志

粒子状物質 (PM) は大気中に浮遊する主な大気汚染物質である。PM2.5 は特に呼吸器や皮膚に炎症を起こす原因物質として知られている。皮膚は体に入って来る環境有害物質に最初に暴露するため、自然環境中の PM2.5 にさらされやすい。これまでは正確にヒト皮膚を実際の PM2.5 の環境濃度で、健康への悪影響を調べられていない。

今回、培養させた三次元ヒト表皮や角膜にサイクロンで収集した PM2.5 を暴露させる新たなシステムを開発した。システムはネブライザー、アクリルチャンバー、ディフュージョンドライヤー、暴露チャンバーで構成されている。

暴露チャンバーをアクリルからガラスに置き換えて製作したいという要望から、基本設計は変えずに製作上無理のある部分のみ再設計した。チャンバーは土台、カバー、ウェルプレート、カップホルダー、テーブルの 5 部品あり、当初はすべて石英で製作する予定だったが、最終的にウェルプレートのみ石英、他はパイレックスとなった。溶融、切削、接着加工を駆使して製作したので、設計から完成までの流れを報告する。



理学部を対象にしたガラス工作講習会の開催報告

九州大学 理学部 附属工場
馬場敦

本発表では、2023年より新たに立ち上げた『理学部を対象にしたガラス工作講習会』について報告する。講習会の目標は、学生の「ものづくり」への意識向上、安全な理化学ガラス器具利用法の教示、工場業務の見える化や宣伝などである。

報告内容は講習会の内容、物性値や図表を用いた安全注意、吹き破りやガラス工芸など学生が興味を示した物事、手折り法や同径接合時の溶着など技術を教示する際に工夫した点、講習会を通じた気づき、失敗などである。

講習会情報を表1に、講習会の様子を図1～図4に示す。

表1 講習会情報

開催日時	人数	講習会内容
令和5年7月3日～7月28日	63人	・ 安全作業、本工場について、ガラス器具について ・ 実演 ・ 参加者の工作実習
令和6年7月22日～8月2日	41人	



図1 座学の様子



図2 実演その1



図3 実演その2



図4 参加者工作実習

5年間のガラス加工業務を振り返って

九州大学 工学部技術部
越山泰地

1. はじめに

九州大学工学部ではガラス加工技術者が在籍していたが、技術継承されないまま H24 年に退職して以降、技術者不在の状況が続いてきた。しかし、ガラス器具のオーダーメイドでの製作や破損したガラス器具を修理するといった要望は依然としてあった。

そこで 5 年前に入職してから R4 年度までの 4 年間、これらの要望に対応する十分な技術を習得するため大学の予算で外部講師を招き、週 1 でガラス加工研修を実施してきた。

本発表では研修の過程とこれまで対応してきた修理・製作の依頼について報告する。

2. 研修・依頼について

研修ではまず、試験管の製作から始まり、アンプル、漏斗、コールドトラップ、玉入り冷却器、ジムロート冷却器の製作の課題が与えられ、それぞれ講師の作業を見て反復練習をしながら（丸底封じ、異径管接合、広げ、曲げ、封じ込み）といった技術を習得した。

依頼では修理（カラム管、分液ロート、3 方コック、シュレンク管、メスシリンダー、ナス型フラスコ、NMR チューブ洗浄器など）や製作（石英管の真空封入、アンプルの製作、その他オーダーメイドの実験器具など）を行ないつつ技術向上に努めてきた。



図 1. 研修で製作した器具



図 2. 依頼で製作した
オーダーメイドの器具

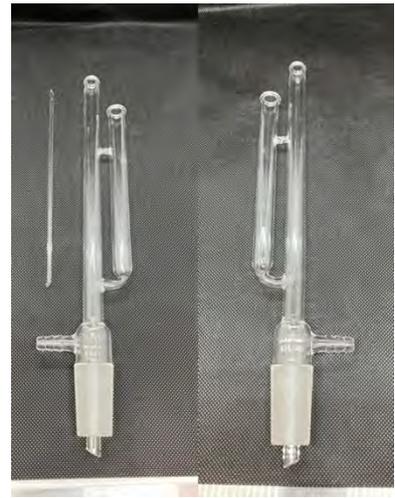


図 3. 依頼で修理した
NMR チューブ洗浄器
(左：修理前、右：修理後)

3. おわりに

4 年間と長期にわたって研修を実施してきたが手加工での作業は想像以上に困難で、技術習得には相当の苦労を要した。特にアンプル・漏斗製作の異径管接合に苦労し、まともにガラス管を繋げるまで 1 年以上かかり、その間失敗作を量産し続けた。

この経験を通じて技術の習得には反復練習が必要で、同時に技術伝承がいかに難しいかを身をもって体験することができた。

今後は、技術伝承するための練習方法や、ガラス管の回転をサポートするような、加工をより簡単にできる治具の開発について検討したい。

石英バーナーの製作

北海道大学 工学研究院 技術部

○石倉研太郎

当工作室では理化学ガラス機器を主として、ホウケイ酸ガラス・石英ガラスのどちらの製作依頼にも可能な限り対応しています。その中で数は少ないですが光学用セル等、不純物を避けるべき石英ガラスの加工依頼もあります。

これまで、石英ガラスの加工にはLPG用の金属バーナーを用いていましたが、加工時間が長くなると金属粉の付着により石英ガラス表面が汚染されてしまい、対応に苦慮していました。

この課題を解決するため、全石英ガラス製の石英バーナーを製作することとしました。その過程で石英ガラス加工のむつかしさなど、学びや気づきがありましたので報告します。



石英バーナー



石英ガラス製品

真空封入の加工報告

東京大学生産技術研究所 試作工場ガラス加工室

三澤徹

1. 始めに

私は高校卒業後にガラス加工工場に入社しました。そこでは石英ガラスをメインとしたガラス加工職員として約30年間勤めました。その後は紆余曲折を経て、2011年に東京大学生産技術研究所試作工場にガラス加工職員として入所してキャリアも40年になりました。試作工場でのキャリアも今年で13年目となり、様々な加工経験を積んできましたので一部を紹介します。

2. 試作工場ガラス加工室

前職では石英ガラスを使用したガラス治具を作成していましたが、ホウケイ酸ガラスは初めて取り扱いました。石英と比べると特性が違うため色々と戸惑う処もありましたが今ではそれなりに作業できるようになり、用途に合わせてガラスの材料を使い分けて作業をしています。当ガラス加工室は東京大学全学から依頼を受け、新規作成、修理等を行っています。そのうちの一つ真空封入について紹介します。

3. 真空封入

真空封入とは試料をガラス容器に入れて真空排気装置で容器の中を真空状態にして密閉することです。その真空挽きされた試料を高温で熱しても酸化せずに高温処理された試料を様々な実験に使用されます。

当ガラス加工室では依頼件数は平均で100件以上あり、そのうちの約8割は真空封入である。この数多の真空封入を行

ってきたのでこれらを報告したいと思います。



輻射熱による金属線とガラスの封着に関する研究

東北大学多元物質科学研究所 齋藤雄二

当工場で電極付き容器を製作する際、手加工でガラスに金属線を封着させている。この方法でソーダライムガラスに白金線を封着すると、ガラスの歪みで破損することが多く、作業効率が低いという課題があった。

そこで、外側の石英ガラスを加熱して内側のソーダライムガラスを軟化させ、金属線を封着させる方法を試みた。この方法は、石英ガラス加工を行う施設であれば、身近な材料で実現できる簡易的なプレス加工方法でもある。

具体的には、直径 55mm、厚さ 4.8mm のソーダライムガラス板に、直径 0.6mm の白金線を封着することを想定して試作した。白金線の代替品として 42Ni-Fe 線を使用し、封着する金属線を 1 本、2 本、3 本、12 本とし、計 12 回の封着成型を実施した。

本研究は令和 3 年度科研費（奨励研究）課題番号 21H04115 の助成を受けており、電気化学セル製作の作業効率化と作業の安全性向上を目指して実施した。

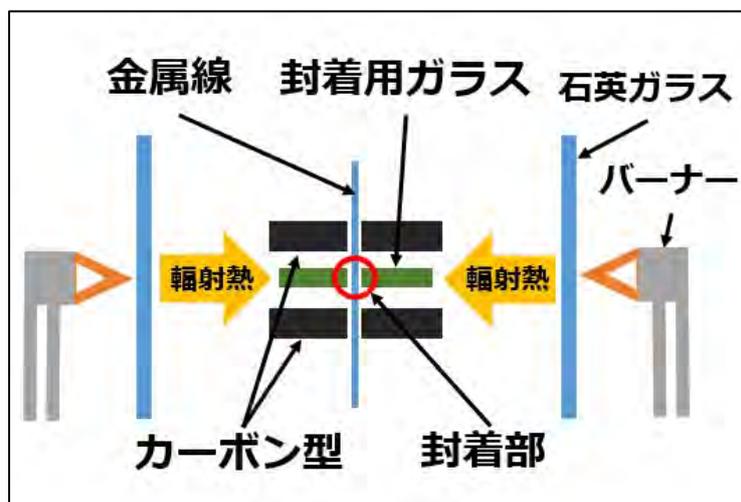
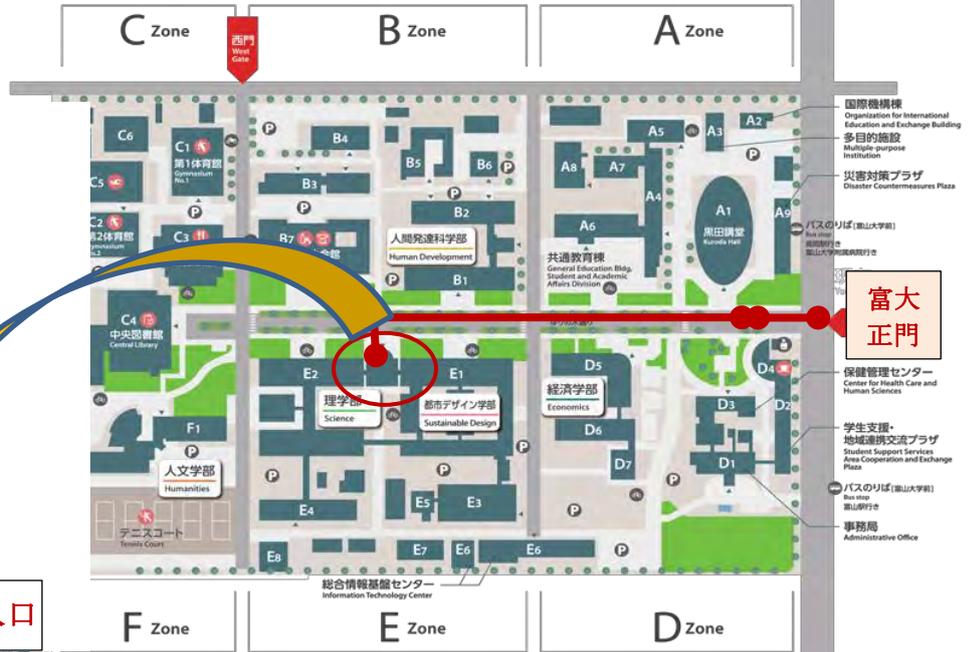


図 1 輻射熱による封着概略

富山大学 理学部 2階 多目的ホール

至高岡

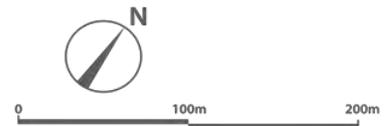
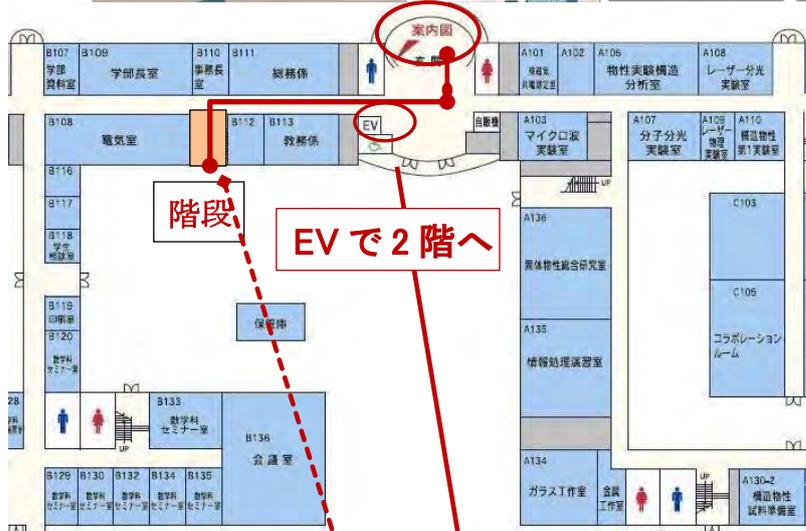


理学部正面入口

市内電車大学前

至富山市街

1F



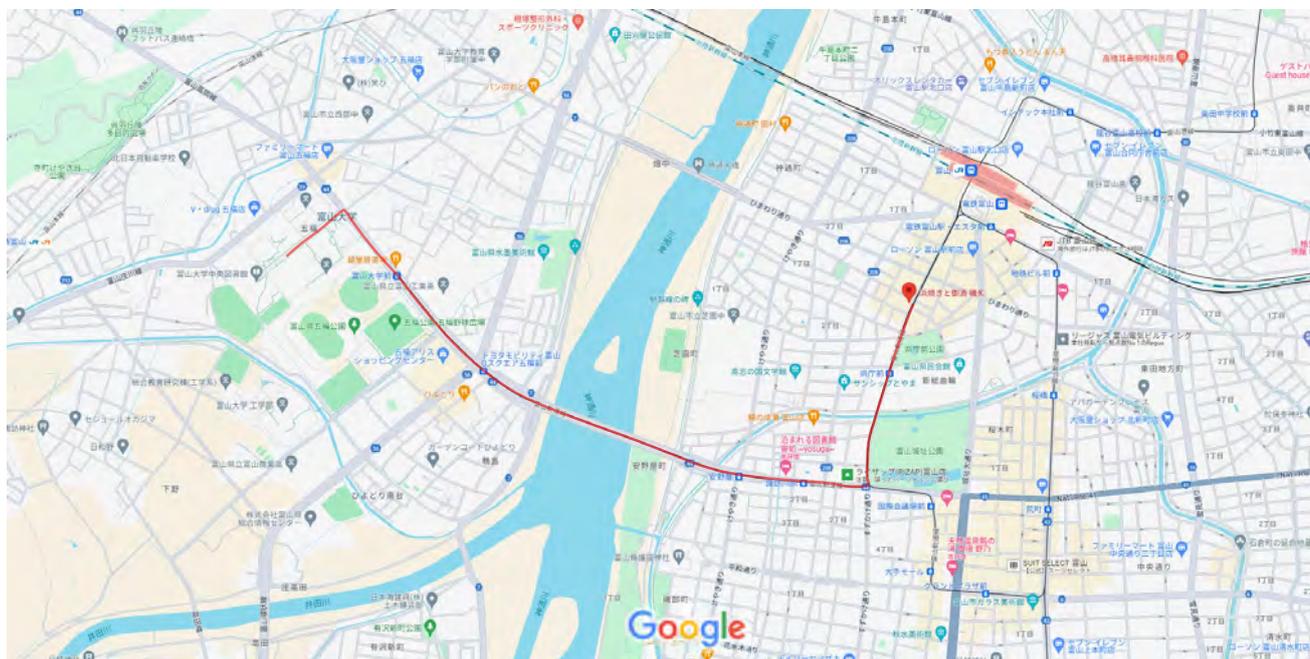
講義室 理学部 2階多目的ホール



2F

親睦会会場

Google 浜焼きと御酒 磯炙



地図データ ©2024 500 フィート

アクセス:

富山大学から約20分:

「富山大学前」停留所にて2系統・5系統(富山駅、南富山駅前、岩瀬浜方面)に乗車約13分→

「新富町」停留所下車 徒歩約3分

浜焼きと御酒 磯炙

〒930-0093

富山県富山市内幸町1-8 内幸ビルB館

050-5485-9618

URL: <https://isoaburi.gorp.jp/>



参加者名簿

氏名	所属
石倉研太郎	北海道大学
扇充	東北大学 理学研究科・理学部
佐藤由佳	東北大学 理学研究科・理学部
澤田修太	東北大学 理学研究科・理学部
佐々木貴康	東北大学 工学部・工学研究科
加藤拓也	東北大学 多元物質科学研究所
工藤友美	東北大学 多元物質科学研究所
齋藤雄二	東北大学 多元物質科学研究所
佐藤綾香	東北大学 多元物質科学研究所
荒武幸子	宇都宮大学
長谷川和寿	宇都宮大学 機器分析センター
笠原美久	埼玉大学 総合技術支援センター
黒土優太	埼玉大学 総合技術支援センター
高宮健吾	埼玉大学 総合技術支援センター
三澤徹	東京大学 生産技術研究所
夏目秀子	名古屋大学 全学技術センター
古田紘己	名古屋大学
森木義隆	名古屋大学
南口泰彦	名古屋工業大学
坂口明	大阪大学 コアファシリティ機構
永田光知郎	大阪大学
堀井一孝	大阪公立大学 生産技術センター
渡辺一功	大阪公立大学
藤原雅志	広島大学
馬場敦	九州大学 理学部
越山泰地	九州大学 工学部 技術部
千々和恭輔	九州大学
菅原剛	(有)光信理化学製作所
三宅涼太	(有)光信理化学製作所
柏原裕介	ハリオサイエンス株式会社
林利郎	ハリオサイエンス株式会社
高橋徹	株式会社大興製作所
西口雅之	株式会社テクノアイ
川上幸英	Blue Burner Lab.
中山幸季	Blue Burner Lab.
桐昭弘	富山大学 五福地区技術部
狐塚佳子	富山大学 五福地区技術部
臼井弘児	富山大学 五福地区技術部
群衣里	富山大学 五福地区技術部
沖田真吾	富山大学 五福地区技術部
室谷惇司	富山大学 五福地区技術部
泉秀明	富山大学 五福地区技術部
豊岡伸安	富山大学 五福地区技術部