

Takumi

# 工作ニュース

No.6 2014.4



筑波大学研究基盤総合センター  
工作部門

<http://www.kou-c.tsukuba.ac.jp/>

# Contents

## 目次

<b>巻頭言</b>	副センター長（工作部門担当） 河井昌道 .....	1
<b>研究ノート</b>	工作部門を利用して.....	2
	数理物質系 秋山了太	
	柘榴石に含まれる水の性質.....	6
	生命環境系地球進化科学専攻 加藤正人、興野 純	
<b>公開工作室利者の声</b>	低剛性のアームを有するロボットの設計製作の経験.....	11
	システム情報工学研究科博士前期2年 今井勇佑	
	柔軟ロボットアームの設計および製作について.....	12
	システム情報工学研究科博士前期2年 藤井浩平	
	バネ性とダンパ性を合わせ持つアクチュエータの製作.....	13
	工学システム学類4年 野宮和洋	
	真空蒸着装置用 試料ホルダー.....	14
	数理物質科学研究科博士前期1年 藤澤和輝	
	超伝導マグネットにおける電気抵抗特性の測定用プローブの製作.....	15
	数理物質科学研究科博士前期2年 高岡宏彰	
<b>フォトギャラリー</b>	.....	16
<b>利用の手引き</b>	.....	18
<b>運営報告</b>	利用状況 .....	25
	主なイベント.....	26
	新規設備紹介.....	27
	運営委員一覧 .....	30
	職員紹介 .....	30
<b>編集後記</b>	.....	31

副センター長（工作部門担当） 河井 昌道

製造業の空洞化が進んだ米国において、雇用促進に繋がるとみて、製造業の国内回帰策がとられている。しかし、期待したようには雇用が増加していない。大量生産型の製造業は、コスト低減のための自動化が極限に近いところまで進められており、人手を多くは必要としないものとなっている。また、3次元のキャドや形状計測に基づくデジタルデータの取得が容易になったことから、複雑な形状のモノであっても3次元プリンタを利用して人手を増やすことなく大量生産できる時代を迎えようとしている。これらのことは、我が国を含めて、先進国における製造業、人の製造業への関わり、が大きく変化していることを示している。そこでは、新しいモノを創造し、次世代のモノづくりを開拓先導することが求められている。

一方、新興国においては、経済成長を促進するために製造業の基盤を発展させることが求められている。そのため、製造業の基盤技術を支えるエンジニアの育成が急がれており、それに応える人材育成システムとして我が国の高等専門学校（高専）教育に高い関心が寄せられている。高専は産業界の要請で1962年に創設された。我が国の製造業従事者が1000万人を超えたのは1961年で、そのとき就業者全体に占める製造業従事者の割合は23%ほどでした。製造業の一層の発展のために、技術系の専門教育を実践的に行う高等教育機関の整備が求められたものであり、輩出された中堅技術者層は期待通りにその後の高度経済成長を支えました。このことは、我が国が、製造業の発展とエンジニアの育成を急ぐASEANが求める優れた中堅技術者要請システムを早い時期に確立し、その運用経験と日本型モノ作りを開拓した実績を有していることに気づかせてくれる。このように見たとき、製造業の基盤を支える中堅技術者育成システムを発展させ、新しいモノの創造と次世代型モノづくりの開拓を先導する技術系高度職業人の育成システムを構築する準備は整っているようにも思える。

工作部門は、研究に必要な装置類等の設計・製作を通して研究の発展に貢献することを本務としている。併せて、最近では機器類の設計・製作に伴う技術相談等を通して学生に対する教育的効果を発揮することにも配慮している。新しいモノづくりのセンスを備えた技術者の養成に向けて、後者は不可欠のことであり、この部門が貢献できる重要な役目とも考えている。

# 工作部門を利用して

筑波大学 数理物質系 秋山 了太

## 1. はじめに

私の専門は磁性薄膜で、中でも特に磁性半導体を今までやって来ました。それに加えて、最近ではトポロジカル絶縁体に興味を持っています。トポロジカル絶縁体とは、バルク状態は絶縁体でありながら表面だけ金属的伝導を示すという面白い物質です。

その研究を立ち上げるにあたって、専用の分子線エピタキシー装置 (MBE) を作製する必要性がありました。現在所属する黒田・金澤研究室ではII-VI族系のMBEは稼働しているのですが、物質系の異なるトポロジカル絶縁体を成膜するには別なMBEが必要になったのです。さらに、IV-VI族磁性半導体 (トポロジカル絶縁体と物質系が似ている) も卒論生のテーマとして始める予定があったことも理由としてありました。母体となるMBEのメインチャンバーは譲渡品として研究室にありました。しかしその周辺コンポーネント、準備室や基板ホルダー、メインシャッターや真空排気系統などを色々と自作しなければなりませんでした。

私達の用いるMBEでは超高真空環境 ( $10^{-11}$  Torr 台) が必要であり、さらに基板周辺は高温になることもあり、脱ガスや汚染に気を配らなければなりません。当然用いる材質にも制約があり、どの材料をどのように加工してどういったものを作るのかを熟考することが大切でした。研究費も限られていますので、いかに低予算で、効率的に時間を節約して、なおかつ拡張性の高いMBEを立ち上げるかが問題でした。そこで私達が利用させていただいたのが学内の工作部門でした。

工作部門は工作をお願いする事ができるのに加え、公開工作室という場所が併設されており、講習を受けると誰でもボール盤や旋盤、フライス盤が無料で利用できます。必要なのは材料費のみです。両方共にMBEの立ち上げ時に急に部品がほしい時などに非常に助かりました。工作依頼の場合は堀先生 (工作部門) に懇切丁寧に相談に乗っていただき、不慣れなCAD作図についても、要点も教えていただいたりしまして、とても勉強になりました。学生さんもCAD技術を身につけることができ今後将来的にとっても役に立つことと思います。限られた研究予算の中で何より嬉しいのが、ものによって異なりますが、大体外注の1/3程度の価格で作製していただけることです。簡単な工作も柔軟に受けただけなのでとても助かっています。工作部門は今や研究には無くてはならない存在となっています。そして公開工作室は、穴を開ける、削る、切るなどちょっとした加工をしたい時にうってつけです。もちろん、本格的な工作もできます。私達はこれまでに、工作依頼と並行して公開工作室を利用してMBEの準備室の、基板ホルダーのスタック棚など様々な部品をステンレスなどで作製しました。ときにはインコネルなどの難削材も、教えていただきながら加工したこともありました。それらの工作品を使って一体どんな研究をしているのかを次にご紹介します。

## 2. 研究紹介

私の現在主に興味を持っている系はトポロジカル絶縁体です。トポロジカル絶縁体とは、バルク

が絶縁体であるにも関わらず表面などのエッジだけが金属状態になる物質群のことです。「トポロジ的に等価かどうか」は、連続的に変形できるか否かが1つの判断基準です。よく例えられるのが、コーヒーカップとドーナツはトポロジ的に等価であるということです。穴を新たに開けることなく両者は連続変形が可能だからです。一方で、メビウスの輪と普通の輪を比べると、両者は変形途中で一旦切断される必要があります。従って、これらはトポロジ的に等価ではない（トポロジカル数が異なる）のです。この不連続な遷移の過程で一旦切断された状態が、トポロジカル表面状態に相当します。異なるトポロジカル数をもつ状態間にはトポロジカル表面状態が出現します。

トポロジカル絶縁体では、強いスピン軌道相互作用などによってバンド反転が生じ、また時間反転対称性の要請から、異なる符号の運動量をもつキャリアは逆向きのスピンを持つことが予想されます。これは表面に電流を伴わない純スピン流が生じていることを示します。この状態は真空とトポロジカル絶縁体などのトポロジカル数の異なる絶縁体同士が接している時に、その境界で2つの状態を結ぶ状態として定義されるため、通常の化学的表面状態とは異なり、結晶中での電子散乱や電子格子相互作用、ランダムネスの影響を受けません。

この表面状態は図1に示すように、伝導帯と価電子帯の間にディラックコーンの形で生じます。グラフェンでも同様のディラックコーン型のバンド分散となりますが、大きく違うのは、そのバンドがスピン分極しているという点です。また、ディラック粒子が伝導を担うため、理論上はキャリアの質量がゼロとなり、移動度が極めて大きくなることが予想されています。従って、応用の面からは全く新しいスピンドバイスの創出が期待されていますし、物理学上も新しい現象の金脈として多

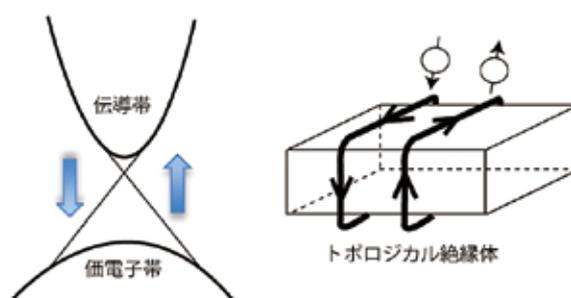


図1 左：伝導帯と価電子帯の間に生じる表面状態（ディラックコーン）。  
右：トポロジカル絶縁体表面に生じる純スピン流。

くの研究者が研究を行っています。

私達は、そのなかでも最近実験的に発見されたトポロジカル結晶絶縁体SnTeに注目しています。トポロジカル絶縁体は、時間反転対称性のある物質において強いスピン軌道相互作用によって、トポロジカル表面状態が出現しますが、トポロジカル結晶絶縁体では時間反転対称性ではなく空間反転対称性がトポロジカル表面状態の起源となっています。SnTeが空間反転な面{001},{111},{110}を持つように、空間反転対称性を有する結晶において出現すると予測されています。このトポロジカル結晶絶縁体は新しいトポロジカル絶縁体であるため、まだ性質がほとんど明らかではなく今後の研究が期待されています。

トポロジカル絶縁体では金属状態が現れるのが表面であるため、新奇現象の探索など、電気伝導でトポロジカル絶縁体を調べるとき、バルク部の電気伝導をいかに抑えるかが鍵となってきます。そのため、結晶成長条件の最適化やドーピング等によってバルク部のキャリアを減らし、表面伝導を優勢にさせることが重要です。私達も現在、SnTeにおいて表面トポロジカル状態由来の電気伝導を測定できるように日々試行錯誤をしているところです。図2にSnTe薄膜のその場観察の高速電子線回折像の一例を示します。本当にトポロジカ

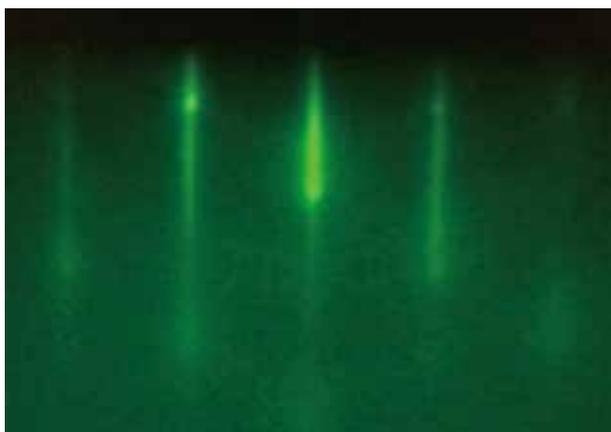


図2 SnTe薄膜のRHEED回折像。

ル表面状態が生じているかを確認するには、スピン分解光電子分光（スピン分解ARPES）が極めて有効な手段であり、バンド構造を直接的に確認できるので、ディラックコーンが存在するか否か、フェルミレベルはどこにあるのかなど貴重な情報が得られます。

今後私達は成長条件の最適化を行い、電気伝導測定によってトポロジカル絶縁体に特有の2次元伝導性を確認したいと考えています。さらに、スピン分解ARPESなどでバンド構造の観察を行い、どのような結晶状態をとればトポロジカル表面状態が保護されるのかを明らかにすることで、未だ不明なトポロジカル結晶絶縁体のトポロジカル表面状態発現条件について手がかりを得たいと考えています。将来的には、トポロジカル絶縁体が磁場を用いずともスピンの分極していることを利用して、新奇スピンドバイスを作成することを目指しています。大洋のように可能性が広がったこの物質系において、基礎・応用の両面から研究を進めていきたいと考えています。

### 3. 今までの工作センターとの関わり（工作をお願いしたものなど）

これまでに、主にお願ひしたものは上述のMBE、自作ALD（原子層堆積）装置、および自作真空蒸着

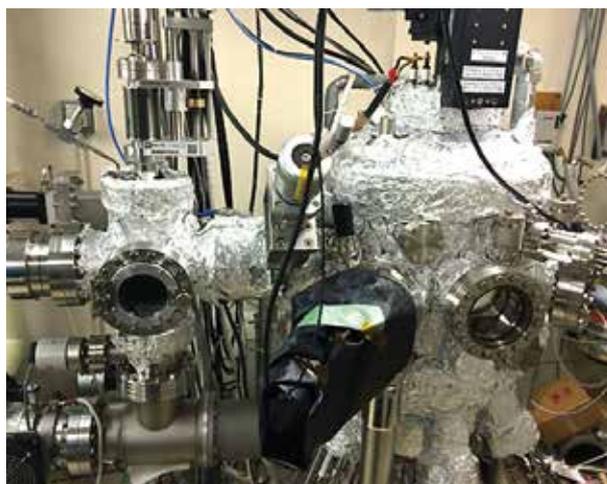


図3 稼働中のMBE装置。



図4 左：真空ゲージ用ポート 右：リークバルブ

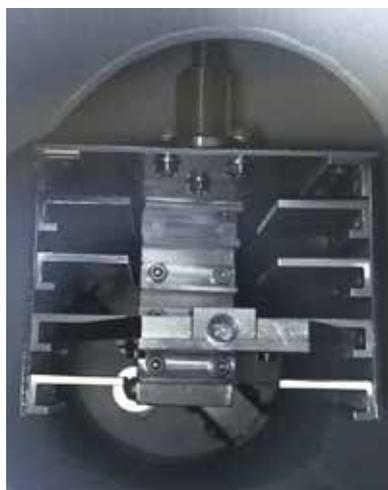


図5 MBE準備室のサンプルホルダー棚。ステンレス板などを旋盤を用いて加工し、ネジで組み立てている。これ全体を引き上げる機構も自作。

装置の各部品になります。まずMBEですが、図3に完成して現在稼働している写真を示します。このMBEでは溶接によって真空ゲージポート・リークバルブを付けていただきました（図4）。また、公開工作室利用でM1の学生の藤澤君が準備室の棚をステンレスで作りました（図5）、サンプルホルダーはモリブデンで工作していただきました。自作ALD装置（図6）では、およそ4割程にあたる部品を作



図6 稼働中のALD装置。右上に写っているのが成膜チャンパー。この内部にサンプル加熱台などがある。



図7 公開工作室を利用し、蝶番やOリング収納溝などを作製。売り物と遜色ない出来栄に。

製していただきました。ALD装置は主に酸化膜の成膜に用いますが、購入すると特許の関係から非常に高額になります。そこで、私達の研究室では装置を自作することになりました。工作いただいたのは成膜チャンパーを固定する板に始まり、チャンパー内部のサンプル加熱台、上部ガス導入蓋などです。最後に真空蒸着装置についてですが、こちらも用途に特化するため、及び資金面から自作を行いました。チャンパー上下の蓋（排気や回転導入端子を取り付ける場所）やチャンパー内部の原料取付台などの加工をしていただき、公開工作室ではICF203大きさのOリング密閉タイプアクセスドアを作らせていただきました。作製したCAD図面を元に、こちらもM1の藤澤君が堀先生から有

益なご助言をいただきながら作製しました。売っているものに引けを取りません（図7）。このように非常に多くの物について、納期や機能についていつもワガママを聞いていただき、お願いしたり作らせて頂いております。

#### 4. 工作部門に期待すること

このように私達は、日々の研究をする上で工作部門には非常にお世話になっており、特に装置を作りたい時、改造したいときにはとても助かっております。こうした貴重な部門はぜひ大切にしてください。学内の研究の活性化につながってくればと願っています。普段からご相談や工作依頼などでこちらも勉強させて頂く機会が多く、自分の手で図面を引いて工作するというのは、ものづくり教育の効果が期待できますし、研究テーマを自分のものとして隅々まで理解するのに、とても大切なことだと思います。そういう意味でも工作部門には本当に感謝しております。ここで、もし可能ならばということで希望を以下に述べさせていただきます。工作部門は人気がありますし、特に大型プロジェクトなどの工作依頼が入っている時は、仕方ないことですがなかなかすぐに作って下さいというわけにはいかないこともあります。そういう時は公開工作室も利用しますが溶接や切断など一部の工作はお願いするしかないものもあります。特に、急を要する加工について外注でなく学内でできることのメリットは非常に大きいと思います。もちろん費用や人手の問題がありますから簡単ではないと思いますが、今後、もしそういった急な工作依頼にもご対応いただけるようなシステムが出来たとすれば喜んで使わせていただきたく思っております。

今後、工作部門のますますのご発展を祈念し、学内の研究もそれに支えられて実っていくことを心より願っております。

# 柘榴石に含まれる水の性質

筑波大学 生命環境系地球進化科学専攻 加藤 正人, 興野 純

## はじめに

上部マントルを構成する鉱物である柘榴石 (garnet) や輝石, かんらん石は, 一般的には無水のケイ酸塩鉱物と考えられているが, マントル条件下では少量の水を含み, 水和物を形成することが知られており, そのような鉱物をNAMS (nominally anhydrous minerals) と総称する (e.g., Keppler and Smyth, 2006). NAMSは, OH基を持つことにより無水のマントル鉱物の物性とは大きく異なる. したがって, 地球内部での交代変成作用や融解といった岩石学的プロセスに大きな影響を与えている可能性が高く (Richard et al., 2007; Bonadiman et al., 2009; Zang et al., 2011; Kovacs et al., 2012), マントルの流体学的性質にも影響を与えていると考えられている (Seaman et al., 2013). そのため, これまでもNAMSに関する多くの研究がなされてきたが, OH基が結晶構造にどのような影響を及ぼすかは詳しくは明らかになっておらず, OH基の結合状態や置換メカニズムには未だ多くの解明されていない問題点が残されている.

NAMSの中でも柘榴石は上部マントルの20%から40%を占める鉱物であるため, 柘榴石構造中でのOH基の挙動を知ることはマントル中に存在する水を研究する上で大きな意味を持つ. 柘榴石は一般式 $A_3B_2(SiO_4)_3$ で表されるケイ酸塩鉱物であり, 結晶構造としてはAサイトが8配位, Bサイトが6配位, Siサイトが4配位を形成することで, 最密な柘榴石構造を構築している (図1).

柘榴石構造中へのOH基の置換メカニズムとして, 一般にハイドロガーネット (hydrogarnet) 置

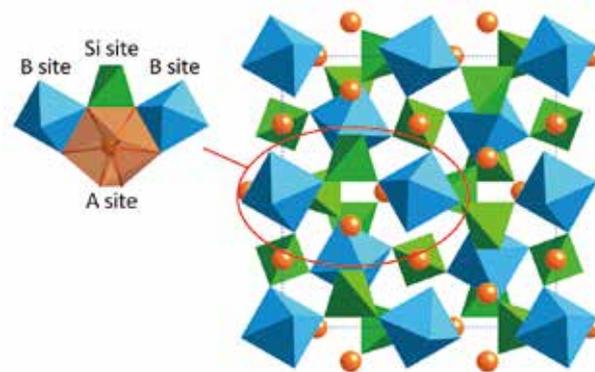


図1. 柘榴石の結晶構造.  
Siサイト内に水素原子が取り込まれる.

換と呼ばれる $O_4H_4$ と $SiO_4$ のがSiサイト内で置換するモデルが提案されており (Passaglia and Rinaldi, 1984; Sacerdoti and Passaglia, 1985), このメカニズムは他のNAMSでも同様と考えられている (Kohn, 1996). しかし, Siの含有量によってIRスペクトルも変化するため, 天然の柘榴石ではSiサイト以外にもOH基が結合している可能性が示唆されている (Rossman and Aines, 1991). 灰ばん柘榴石 (グロッシュラー),  $Ca_3Al_2(SiO_4)_3$ , は, Aサイトには2価の陽イオンとしてイオン半径が最大の $Ca^{2+}$ が配位し, Bサイトには3価の陽イオンとしてイオン半径が最小の $Al^{3+}$ が配位している. したがって, Aサイトの配位多面体である十二面体が最大となるため, 十二面体と一辺を共有しているSiサイトの $SiO_4$ 四面体の一辺が拡張されOH基が占有され易くなり, 柘榴石の中で最もハイドロガーネット置換が起こりやすい. さらに, このハイドロガーネット置換は, 十二面体サイトを占める $Ca^{2+}$ の含

有量に依存すると示唆されている (Sacerdoti and Passaglia, 1985).

柘榴石グループの中で、水を含む柘榴石のことを、加藤石 (katoite) とヒブシュ柘榴石 (hibschite) と呼ぶ。両者は、灰ばん柘榴石,  $\text{Ca}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_4)_3$ , と完全固溶体  $\text{Ca}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_4)_{3-x}(\text{O}_4\text{H}_4)_{4x}$  ( $0 < x < 3$ ) を形成することが実験によって示されており (Flint et al. 1941), 水和の割合によって  $1.5 < x < 3.0$  を加藤石,  $0 < x < 1.5$  をヒブシュ柘榴石と定義する (Passaglia and Rinaldi, 1984; Dunn et al., 1985; Grew et al., 2013).

このような水を含む柘榴石の研究は、地質学的ならびに、岩石学・鉱物学的、地球物理学的な背景から、これまでも数多くの研究が行われてきたが、結晶構造中の水素原子の結合状態と構造相転移の相関に関してはあまり明らかにされていない。Kolesov and Geiger (2005) は柘榴石構造中の水素原子の結合状態を調べるために、合成加藤石の低温分光学的研究を行った。彼らは 80 K 以下の低温条件で分子の振動の対称性が変化していることを明らかにし、低温条件で単位格子が収縮することに伴う原子間距離の短縮が新たな水素結合の形成を引き起こし構造相転移している可能性があることを指摘した。しかしながら、構造相転移の証拠を特定するような結晶構造解析は行われておらず、水素原子の結合状態がどのように変化して結晶構造に影響を与えているかは明確ではない。Lager et al. (2002) は、加藤石の高圧単結晶 X 線回折測定を行い、5 GPa で空間群  $Ia-3d$  から  $I-43d$  に構造相転移することを明らかにした。低温下でも単位格子が収縮するという共通点があることから、低温条件で構造相転移している可能性があると考えられる。

したがって本研究では、加藤石の端成分を水熱合成し、放射光 X 線回折測定によって水素の結合状態の変化を明らかにして、加藤石の構造相転移の

可能性を検証する。これによって Si サイトの  $\text{O}_4\text{H}_4$  四面体内の水素原子の構造相転移に及ぼす影響や、分光学的研究との関係性、さらにはハイδροゲネットの鉱物特性について考察することを目的とする。

## 実験方法

### 水熱合成実験

加藤石の合成は、Kolesov and Geiger (2005) の方法を参考に行った。はじめにモル比 3:1 の高純度  $\text{CaCO}_3$  と  $\text{Al}_2\text{O}_3$  の粉末 (それぞれ和光純薬工業、試薬特級) をメノウ乳鉢内で混合したものを白金のつぼに入れ、電気マッフル炉 (山田電気製 MSFT-1520) を用いて  $1200^\circ\text{C}$ 、常圧の条件下で 2 日間焼結した。電気炉から取り出した後、再びメノウ乳鉢で細粒化し同条件で加熱し、これを 3 サイクル繰り返すことで結晶性の高い  $\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{O}_6$  の白色粉末を合成した。粉末 X 線回折パターンの示すピークから純粋な  $\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{O}_6$  であることを確認した。続いて、50 mg の  $\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{O}_6$  を出発物質として 1 ml の蒸留水とともに金チューブに封入し、オートクレーブ水熱合成装置 (図 2) を用いて  $250^\circ\text{C}$ 、10 から 15 MPa の条件下で 1 週間水熱合成した。生成物は微小結晶からなる白色粉末であった。

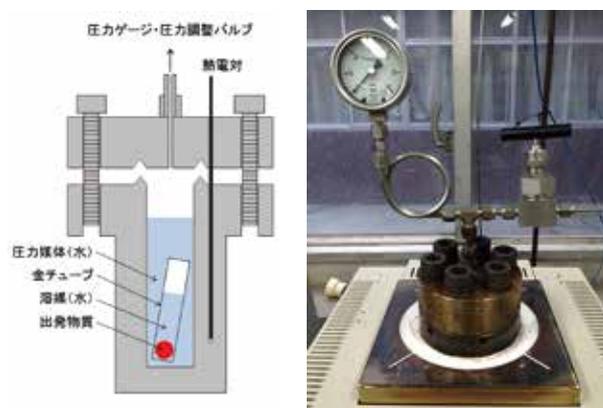


図 2. オートクレーブ水熱合成装置。  
試料セット後に上蓋を完全に密封する。

### 放射光X線回折測定

放射光X線回折測定は、高エネルギー加速器研究機構の放射光施設 Photon Factory (PF) の BL-8B の2次元大型イメージングプレート検出器を備えたデバイシラー型X線粉末回折装置、ならびにBL-10Aの垂直型四軸単結晶X線回折計(図3)で行った。BL-8Bでは、ビームエネルギーは18 keV ( $\lambda=0.6889 \text{ \AA}$ ) に設定し、X線の波長校正にはCeO<sub>2</sub> (NIST 標準試料) を使用した。コリメーターは口径0.5 mmを使用した。加藤石の粉末は測定前に乳鉢内で磨り潰すことにより結晶の粒度を均一にし、リンデンマンガラスキャピラリー(直径0.5 mm, 厚さ0.01 mm) に詰めた。測定は $\omega$ 軸を $D\omega=10^\circ$  で回転させながら、X線露光時間3分でデバイリングを測定した。単結晶X線回折測定用の試料は、あらかじめ薄片状に研磨した単結晶を、大きさを100×100×20  $\mu\text{m}$  サイズに整形した。その後、直径300  $\mu\text{m}$  に開けたSteelガスケットホルルの中央に圧力マーカーのルビーチップとともに入れ、メタノール:エタノール:水=19:3:1の体積比に調整され圧力媒体でガスケットホルル内を満たし、最後に、高圧発生装置Diamond Anvil Cell (DAC) で上下から密封した(図3)。BL-10Aで使用したビームエネルギーは、17.4 keV ( $\lambda=0.71354 \text{ \AA}$ ) とし、X線の波長校正には標準試料である球状Ruby (NIST 標準試料) を使用した。



図3. 高圧単結晶X線回折測定。ゴニオメーターにセットした高圧発生装置(DAC)(左)と高エネルギー加速器研究機構放射光施設PF BL-10Aの四軸X線回折装置(右)

### 結果と考察

#### 水素原子の結合状態と配位多面体の体積

リートベルト解析によって決定した10 Kから300 Kまでの加藤石の単位格子体積の温度変化と、高圧下での単位格子体積の変化(Lager et al., 2002)を比較した(図4)。高圧下では、加藤石は約5GPaで空間群がIa3dからI-43dに変化することが明らかになっている。高圧下での構造相転移が生じるまでの格子定数の収縮率は $a/a_0=97.5\%$  (-2.5%)であるのに対し、300 Kから10 Kまでの温度範囲での格子定数の収縮率は $a/a_0=99.7\%$  (-0.3%)であった。したがって、低温下での収縮率は高圧相に相転移するまでの収縮率に比べて約1/8倍と小さいために構造相転移にはまだ至っていないと考える。

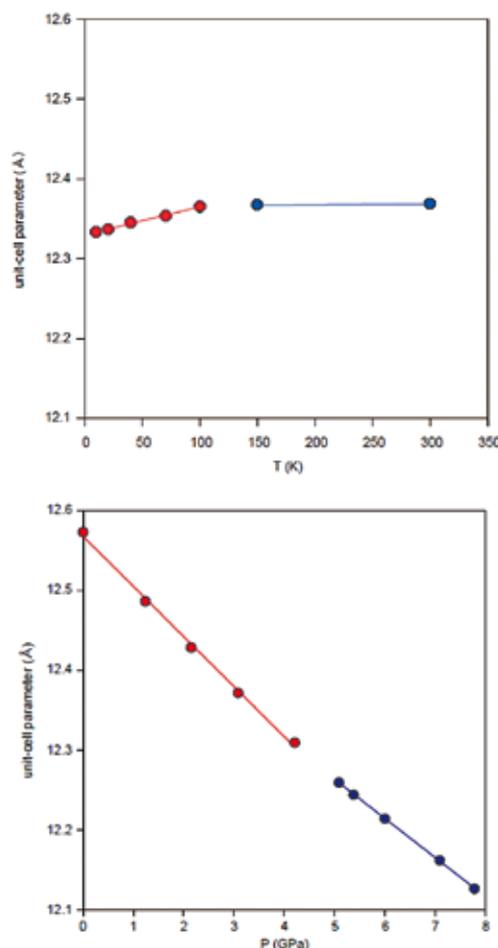


図4. 加藤石の低温環境下(上)と高圧下(下)の単位格子体積変化の比較

本来、構造相転移していなければ格子定数の変化は1つの状態方程式の関数でフィットできるはずであるが、本研究では100 K以下で体積変化率が不連続になっている。この結果は、低温で加藤石は構造相転移を起こしていないというリートベルト解析の結果とは矛盾しているように見えるが、Kolesov and Geiger (2005) が示したIRスペクトルの変化が現れ始める温度と一致している。つまり、温度変化に伴う格子定数変化が、Kolesov and Geiger (2005) が示したIRスペクトルの変化が出現する温度と一致していることから、Si サイトのO<sub>4</sub>H<sub>4</sub>四面体内の水素の挙動に変化が生じている可能性がある。

極低温の40 K以下でのSiサイトのO<sub>4</sub>H<sub>4</sub>四面体内の原子間距離の伸長が、各配位多面体にどのような影響を与えるのか検証した。10 Kから300 KまでのO<sub>4</sub>H<sub>4</sub>四面体とAlO<sub>6</sub>八面体の体積変化を図5に示す。

AlO<sub>6</sub>八面体とO<sub>4</sub>H<sub>4</sub>四面体の体積変化の関係は常に逆相関を示した。T=10 K付近の極低温条件では、O<sub>4</sub>H<sub>4</sub>四面体は急激に体積を増加させ、逆にAlO<sub>6</sub>八面体は急激に体積を減少させている。このように、四面体が収縮すれば八面体が膨張し四面体が膨張すれば八面体が収縮することで、極低温条件でも

加藤石は構造相転移に至らずその結晶構造を維持することができると考えられる。加藤石の低温下での格子定数の変化や配位多面体の体積変化が示す非等方的な収縮メカニズムは、無水の柘榴石とは異なり、Siサイトに4Hが占有されていることが大きく影響を及ぼしているといえる。そのため、Kolesov and Geiger (2005) のIRやRamanデータが示す変化は構造相転移によるものではなく、OH基の結合の対称性変化による可能性がある。ただし、H原子は原子散乱因子が極めて小さいためX線回折測定での観察が困難なことから、X線回折測定では測定時間が長い時間スケールを平均した原子位置を捉えているのに対して、IRやRaman分光測定で観察している現象の時間スケールは、10<sup>-12</sup>から10<sup>-14</sup>秒と非常に短く、瞬間的な原子振動を捉えている。そのため、実際にはHの原子位置は常に変化している可能性も考えられる。

水素の原子位置は温度に依存しやすく、10 Kでは水素の熱振動はとて弱まるため構造内での水素が周囲に及ぼしている影響にも変化が生じていることが推察できる。今後、NAMSの水素原子の結合状態や構造相転移メカニズムを完全に理解するためには、中性子回折実験による結晶構造解析が不可欠である。

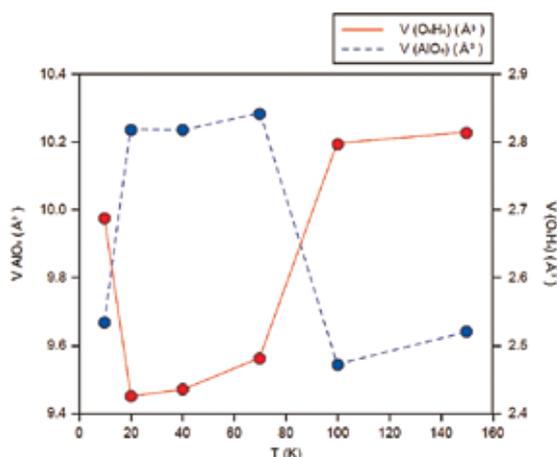


図5. O<sub>4</sub>H<sub>4</sub>四面体とAlO<sub>6</sub>八面体の体積変化

## 引用文献

- Bonadiman, C., Hao, Y.T., Coltorti, M., Dallai, L., Faccini, B., Huang, Y., and Xia, Q.K. (2009) Water contents of pyroxenes in intraplate lithospheric mantle. *European Journal of Mineralogy*, 21, 637–647.
- Dunn, P.J., Fleischer, M., Langley, R.H., Shigley, J.E., and Zilczer, J.A. (1985) New mineral names. *American Mineralogist*, 70, 871–881.
- Flint, E.P., McMurdie, H.F., and Wells, L.S. (1941) Hydrothermal and X-ray studies of the garnet-

- hydrogarnet series and the relationship of the series to hydration products of Portland cement. *Journal of Research of the National Bureau of Standards*, 27, 171–180.
- Grew, E.S., Locock, A.J., Mills, S.J., Galuskina, I.O., Galuskin, E.V., and Halenius, U. (2013) Nomenclature of the garnet supergroup. *American Mineralogist*, 98, 785–811.
- Keppler, H. and Smyth, J.R. (2006) Water in nominally anhydrous minerals. Reviews in mineralogy and geochemistry, 62, 478 p, Mineralogical Society of America, Chantilly, Virginia.
- Kohn S.C. (1996) Solubility of H<sub>2</sub>O in nominally anhydrous mantle minerals using H-1 MAS NMR. *American Mineralogist*, 81, 1523–1526.
- Kolesov, B.A. and Geiger, C.A. (2005) The vibrational spectrum of synthetic hydrogrossular (katoite) Ca<sub>3</sub>Al<sub>2</sub>(O<sub>4</sub>H<sub>4</sub>)<sub>3</sub>: A low-temperature IR and Raman spectroscopic study. *American mineralogist*, 90, 1335–1341.
- Kovacs, I., Green, D.H., Rosenthal, A., Hermann, J., O'Neill, H.S., Hibberson, W.O., and Udvardi, B. (2012) An Experimental Study of Water in Nominally Anhydrous Minerals in the Upper Mantle near the Water-saturated Solidus. *Journal of Petrology*, 53, 2067–2093.
- Lager, G.A., Downs, R.T., Origlieri, M., and Garoutte, R. (2002) High-pressure single-crystal X-ray diffraction study of katoite hydrogarnet: Evidence for a phase transition from Ia3d→I-43d symmetry at 5GPa. *American mineralogist*, 87, 642–647.
- Passaglia, E. and Rinaldi, R. (1984) Katoite, a new member of the Ca<sub>3</sub>Al<sub>2</sub>(SiO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>—Ca<sub>3</sub>Al<sub>2</sub>(OH)<sub>12</sub> series and a new nomenclature for the hydrogrossular group of minerals. *Bulletin de Minéralogie*, 107, 605–618.
- Richard, G. Monnereau, M., and Rabinowicz, M. (2007) Slab dehydration and fluid migration at the base of the upper mantle: implications for deep earthquake mechanisms. *Geophysical Journal International*, 168, 1291–1304.
- Rossman, G.R. and Aines, R.D. (1991) The hydrous components in garnets: Grossular-hydrogrossular. *American mineralogist*, 76, 1153–1164
- Sacerdoti, M. and Passaglia, E. (1985) The crystal structure of katoite and implications within the hydrogrossular group of minerals. *Bulletin de Minéralogie*, 108, 1–8
- Seaman, S.J., Williams, M.L., Jercinovic, M.J., Koteas, G.C., and Brown, L.B. (2013) Water in nominally anhydrous minerals: Implications for partial melting and strain localization in the lower crust. *Geology*, 41, 1051–1054.
- Zhang, Z.M., Shen, K., Liou, J.G., Dong, X., Wang, W., Yu, F., and Liu, F. (2011) Fluid-rock interactions during UHP metamorphism: A review of the Dabie–Sulu orogen, east-central China. *Journal of Asian Earth Sciences*, 42, 316–329.

## 低剛性のアームを有するロボットの設計製作の経験

システム情報工学研究科 構造エネルギー工学専攻 博士前期課程2年 今井 勇佑

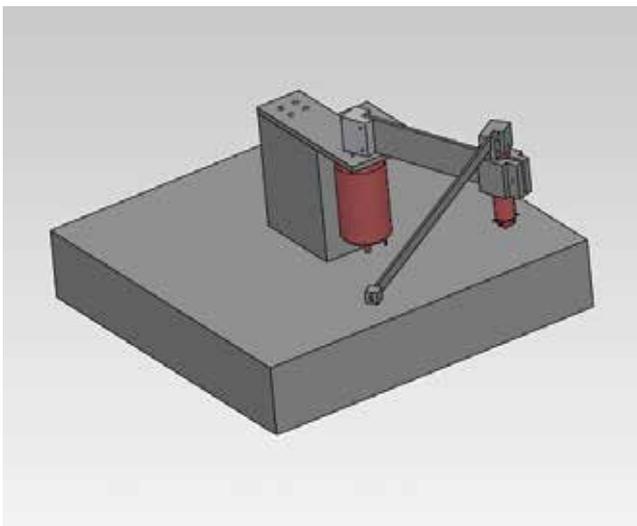
私はロボットアームに発生する振動を抑制する研究を行っており、部材剛性の低いアームを有する実験機を製作する必要があった。

まず、設計するにあたっては二つのポイントを意識した。一つ目は振動の現象を確認できるようなアームを設計することである。部材剛性を低くし過ぎると壊れる危険性があるため、一般的なロボットアームは剛性を高く設計する。しかし、私の研究では振動をテーマとして扱っているため、アームに振動が発生するようにしなければならない。そのため、アームが壊れないような剛性を確保することと、アームに振動が発生するような低剛性にしなければならないという2つの要求を満たすように設計した。二つ目は全体的に部品をシンプルに設計した。その理由は、低剛性のアームを使用するため他の部品も極力軽量であることが

望ましいからである。また、シンプルに設計することは製作が容易になることにも繋がる。私自身、工作機械を扱うことが初めてであるため、製作の容易さも意識して設計した。

しかし、いざ実験機の製作にとりかかると、製作のことも考慮して設計したつもりであったが、製作にあたって不便な面も出てきた。そのため、堀先生や技術職員の方々に加工に合わせた設計変更や加工の条件の設定の相談に乗って頂くことで、工作機械を扱うことが初めての私でも無事に実験機を完成させることができた。

製作したロボットは予定通りの動作を行い、実験は無事に成功した。今回、工作部門で教えて頂いた加工の技術や知識は、今後機械を設計していく上で役立てていきたいと思う。



# 柔軟ロボットアームの設計および製作について

システム情報工学研究科 構造エネルギー工学専攻 博士前期課程2年 藤井浩平

私の所属する研究室では、系の形状や剛性など様々な条件下に関わらず安定した制御を行うため、統一理論（並列的逆動力学計算法）を用いたフィードフォワード制御システムを開発し、実験および検証を実施している。その中で私は、柔軟ロボットアームを動作させる際に生じる弾性たわみを事前に予測し、軌道上でそのたわみ量を時々刻々補償する軌道制御を開発するという研究を行った。今回は柔軟ロボットアームを動作させる実機を製作する必要があるため、公開工作室を利用した。当初は既存の実機があったので、一部を自分の仕様を作り直せば良いと考えていた。しかし、設計の段階で既存の実機から自分の仕様にするのは困難であることがわかり、最初から設計の方が早いという結論に達した。設計や機械加工の知識は講義や実験を通して行った程度でわからないこと

も多々あったが、機械工作の相談担当教員である堀先生に設計から加工方法まで、親身になって相談にのっていただき、完成に導くことができた。完成時には自分で加工したことで、寸法通りに仕上げられていない等の不備があり、何度か細かな調整を行った。その結果、最終的には上手く機能し、無事実験を行うことができた。自分が製作した実機で目標の動作を実現できた時の喜びはまた一段と違い、「ものづくり」のやりがいを改めて実感できた瞬間であった。

加工期間中は朝から夕方までの作業が続き、大変ではあったが、なかなか扱うことのできない工作機械（フライス盤）を使用するという貴重な経験ができて良かったと感じている。この貴重な経験を活かし、これからは「ものづくり」を通して社会に貢献できるように頑張りたいと思う。

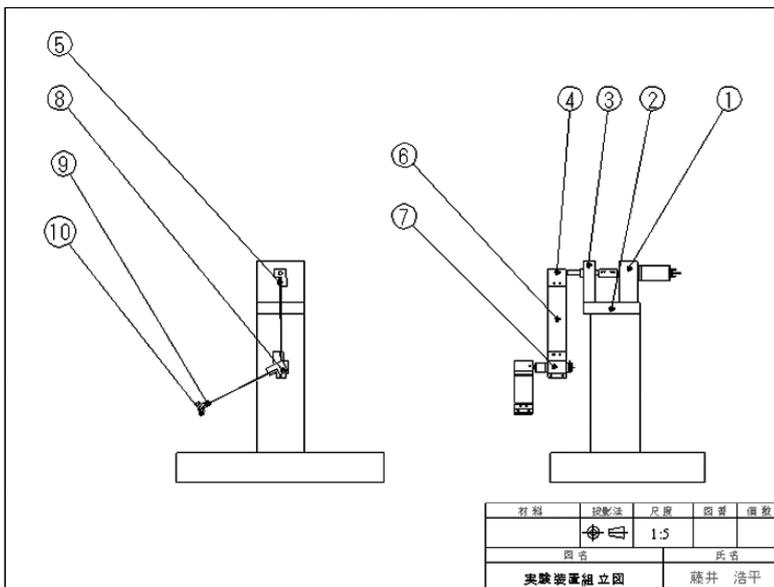


図1 柔軟ロボットアームの設計図



図2 柔軟ロボットアーム（1関節）

## バネ性とダンパ性を合わせ持つアクチュエータの製作

理工学群 工学システム学類 機能工学主専攻 4年 野宮 和洋

バネ性とダンパ性を合わせ持つ単動式直動アクチュエータの動作特性を検証するため、実験装置を製作した。このアクチュエータはゴムをねじって伸縮する機構の都合上、内部に遊星歯車のような機構を備えている。そのため精度の高い加工が要求されるので、フライス盤も旋盤もろくに使ったことのない金属加工初心者の私に出来るかどうか不安であった。しかし、工作部門の技術職員の方々が懇切丁寧に加工のノウハウをご教授下さり、大きな問題もなく製作することができた。

全ての部品を加工し終わるのに2カ月もかかってしまったが、その分完成した時の喜びは一入であった。特に、嵌め合い加工したパーツ同士が程良い

硬さでカチッと嵌まった時の感動は得難いものがある。装置が完成した後に設計ミスが発覚したり、圧入したベアリングの回転が渋くなったりと問題がなかった訳ではないが、何とか動作した。

パソコンの画面とにらめっこする普段の研究から離れて工作機械を使うのは非常に新鮮で楽しかった。図書館の本を読んで加工の基礎を学び、実際に手を動かして作ってみるというのも良い勉強になった。学生が自由に工作機械を使える環境を整えている工作部門の方々には心から感謝しています。ただ、願わくはもう少し剛性が高くてテーブルが大きい（大きなものを加工できる）フライス盤があると喜ばしい。



装置が動作している様子

## 真空蒸着装置用 試料ホルダー

数理物質科学研究科 物性・分子工学専攻 博士前期課程1年 藤澤 和輝

真空蒸着装置内で試料を固定するための試料ホルダーを公開工作室にて作製した。

真空蒸着装置は、金属を蒸発させて試料表面に蒸着させることのできる装置である(図1)。まず、高真空中(約 $10^{-5}$ Torr)で金などの金属原料に電流を流し、加熱することにより蒸発させ、試料表面にその蒸気を当て蒸気が凝結し付着することで薄膜状に堆積する。このような金属薄膜は、微細加工したデバイスの電極として使用したり、表面保護層として用いたりする。

今回作製した試料ホルダーは、蒸着させたい試料を固定するための部品になる。装置内で試料を交換することが構造上難しいため、試料を固定するホルダー自体をスライドして取り外せるように設計し作製した。作製したホルダーの全体写真を図2に示す。これは6つの部品で構成され、各部品を作製し組み合わせている。初めは、ステンレス材から削り出し作製することを考えていたが、

工作部門の堀先生に相談したところ、材料がステンレスであるため切削量を減らす方が作製し易いと提案された。その提案の通りに部品に分けて作製することで、作製が簡易化され時間の短縮に繋がった。また、組み合わせた後にスライドが滑らかに行えない問題が生じたが、部品に分けたことで切削による微調整がし易くなり、滑らかにスライドさせることができる試料ホルダーが完成した。金属蒸着装置は作製の段階のため、現在はまだ稼動していないが、設計通りに装置に取り付けることができている。

今回、公開工作室を利用し自ら作製することで、早く少ない費用でできただけでなく、適宜貴重なアドバイスもいただけるので、工作技術を習得、向上することができた。特に、作製した物や外部で注文した部品の微調整をしたいとき、公開工作室を利用するとすぐに修正できるため、研究には欠かすことのできない施設だと感じている。

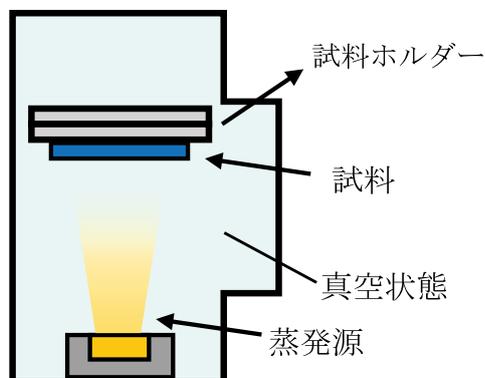


図1 真空蒸着装置概略図

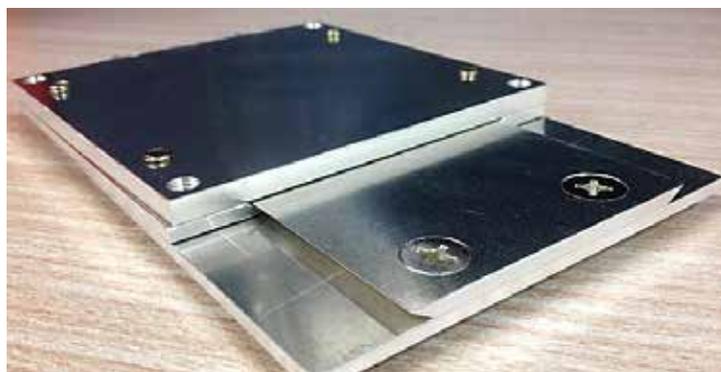


図2 試料ホルダー

# 超伝導マグネットにおける電気抵抗特性の測定用プローブの製作

数理物質科学研究科 物性・分子工学専攻 博士前期課程2年 高岡 宏彰

超伝導マグネットに導入するプローブを公開工作室を利用して工作した。

本研究は超伝導体の磁束状態を解明することを目的としている。そのために、高磁場下で印可磁場の角度を制御しつつ、超伝導体の電気抵抗測定を行う必要が生じた。私の所属する研究室には、高磁場下での測定が可能な超伝導マグネットによる実験装置があるが、この装置には、印可磁場の角度変化を得るための機構がない。そこで、十分な機構を実装したプローブの製作を行った。

製作にあたっては、設計の段階から、工作部門の堀三計先生に詳細なご指導を頂いた。主に金属材料の旋盤加工とフライス盤加工を行い、一部の加工については工作部門に工作を依頼した。

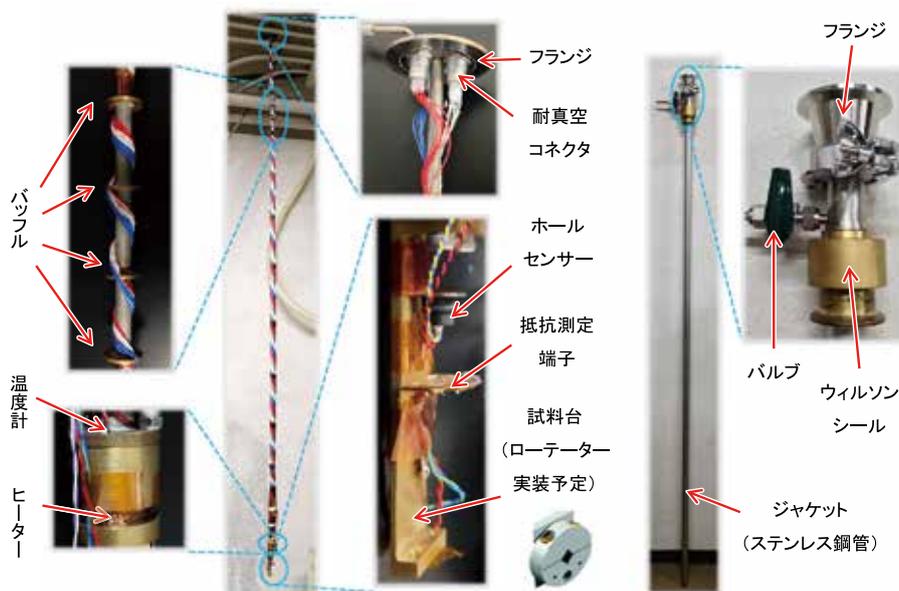
下図に実際に製作したプローブの写真を示す。プローブの一番下に、角度変化を得るためのロー

ーターを取り付ける試料台がある。抵抗測定端子とホールセンサーがあり、その上部にヒーターとして銅線が巻かれている。試料への輻射熱の伝導を防ぐために、複数のバツフルを取り付けた。また、プローブの安定性を増すために、プローブ全体を覆うジャケットと、それを測定装置に固定するためのウィルソンシールの製作も行った。

このプローブを超伝導マグネットへ導入し、実際に超伝導体の抵抗測定を行うことができた。現在は、取り付けるローターの調整を行っている。

私は旋盤加工やフライス盤加工を行った経験がなく、今回が初めての試みであったが、堀先生をはじめとした工作部門の皆様の丁寧かつ適切なご指導のお陰で、今回の製作を円滑に進めることができた。

この場をお借りして御礼申し上げます。



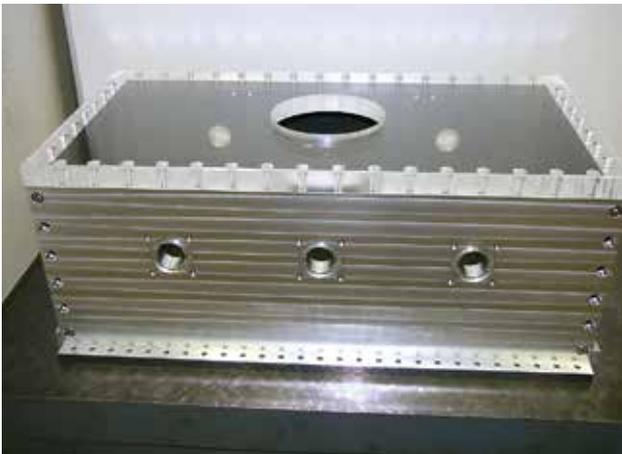
実際に製作したプローブ（左）とジャケット（右）の写真



ロシアンピートボーラ



変位計



光学台



クリープ試験機部品一式



ロータリーヘッド



ヒンジ



エルトレーター



水冷ジャケット付き燃焼管 (石英製)



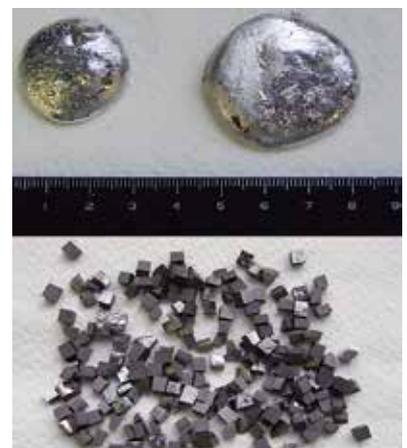
ガラスフィルター付き反応セル



半導体洗浄治具 (石英製)



管状炉内試料ガイドレール (石英製)



試料の切断

## 利用の手引き

国立大学法人筑波大学研究基盤総合センター工作部門は、学内共同利用の施設として設置されたセンターの一つで、実験機器・装置を製作し、研究・教育の用に供することにより、本学における研究・教育の発展向上に寄与することを目的としている。従って、工作部門の円滑な活動計画を確保し、できるだけ多くの人々が、公平に利用できるよう、利用規程を十分に理解した上で、利用手続きをとられるよう、協力をお願いしたい。

### 工作部門の利用法

工作部門を利用するには二通りの方法がある。

- 利用者が直接所定の工作機械を操作する場合  
▶公開工作室利用伝票 (P.24)
- 工作部門に実験機器設置の製作を委託する場合  
▶工作依頼伝票 (P.23)
- 材料のみを入手したい場合  
▶材料支給伝票 (P.24)

## 公開工作室の利用

機械工作に関しては、工作部門の機械工作室の一画にある公開工作室の機械を利用できる。

### (1)公開工作機械

小型フライス盤 2台、小型旋盤 2台、卓上ボール盤 1台、両頭グラインダー 1台、作業台 1基その他である。工作部門利用者が直接これらの工作機械を使用し、装置を製作する事ができる。

### (2)利用者資格登録

公開工作機械は、不特定多数の利用者に使用されるので、一人の不注意が多くの人に迷惑を及ぼすことになる。このため公開工作室の使用を希望する利用者は、工作部門で行う安全教育と、工作機械の正しい操作法の講習を受けて、利用適格者の登録を得ることが必要である。(P.22 申込書)

### (3)使用上の注意

- ①登録を受けた利用者が所定の手続きに従って、工作部門に公開工作機械の使用希望を申し込むと、工作部門では、使用時間の割当を行い、利用者に連絡する。(P.24 書式参照)
- ②未登録者が利用を希望する場合は、必ずその作業全般について責任を持つ利用資格登録者帯同の上、その指導のもとに利用することができる。
- ③工作に必要な材料、工具類、測定具類は、すべて利用者各自が準備する。  
工作刃物（ドリル、バイト等）類の研磨は、係員に申し出れば工作部門で処理する。また、加工内容により、新しい刃物類、工具類及び材料を必要とする場合、係員に申し出る。

## 利用の手引き

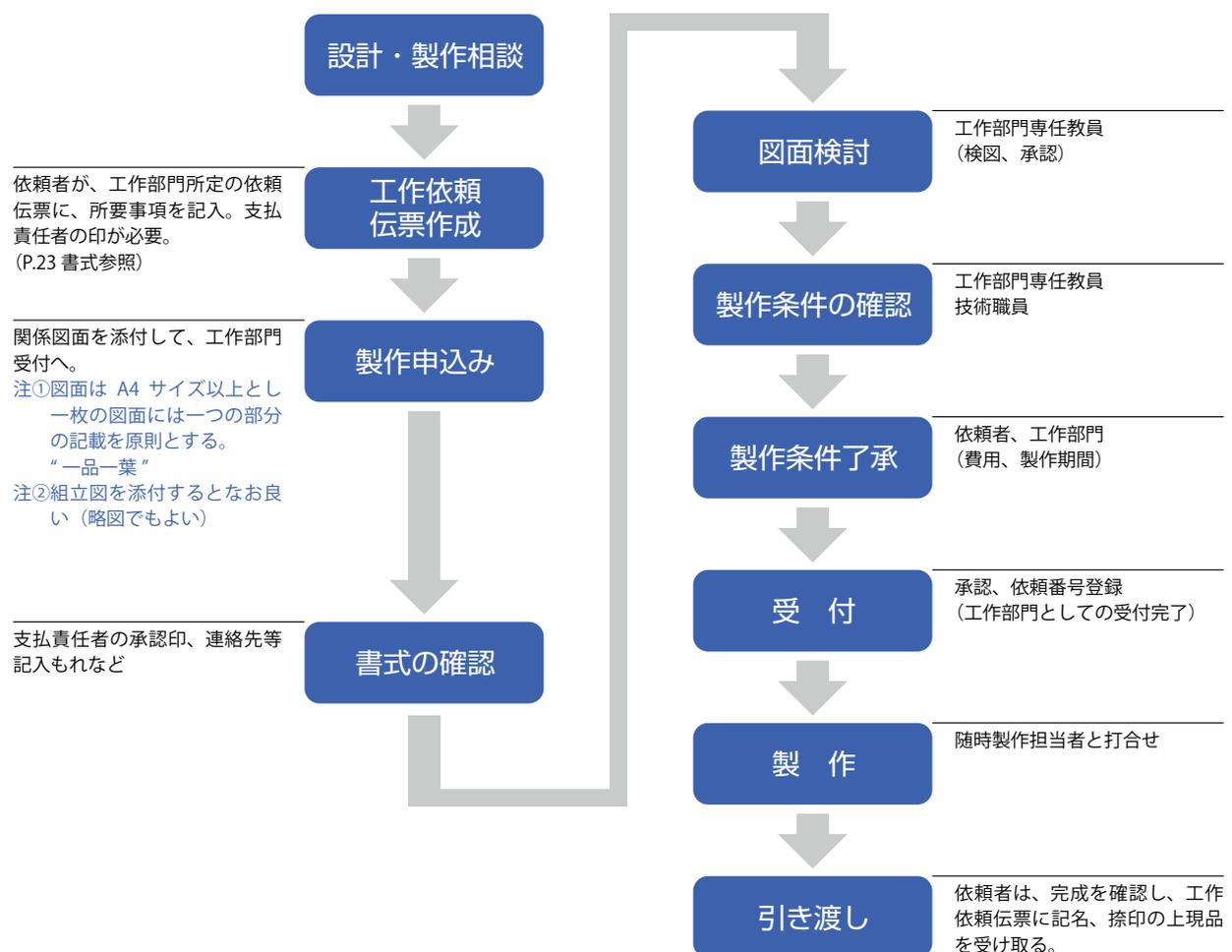
- ④ 工作機械の使用に当たっては、係員の指示に従い、機械を正しく操作するよう留意する。操作技術の巧稚を問わず、中途半端な使い方は、機械器具を損傷し、また人身事故を引き起こす原因にもなる。事故が生じた場合、直ちに係員に申し出る。
- ⑤ 所定の時間内に工作が終了しない場合でも、指定の工作機械使用について時間延長は認めない。
- ⑥ 作業終了後は、機械・工具及び室内の清掃を充分に行い、次の利用者に快適な作業条件を引き継ぐ。
- ⑦ 公開工作室共同利用に適応しない行為が認められる時は、使用適格者の登録を取り消し、以後の利用を断る。

## 工作依頼について

実験機器・装置の製作を工作部門に委託する場合は、所定の手続きに従って工作依頼の申請を行う。

利用手続きが行われると工作部門側は、以下に示す手順で対応し、依頼品の製作を行う。完成後利用者に連絡し、完成品の引き渡しを行う。

### (1) 手続手順



## 利用の手引き

### (2)書式の確認

工作部門利用に際し、実験機器・装置の製作加工に要した必要経費は、支払責任者が負担する。この為、研究室の責任者や予算管理責任者の経費負担に対する了解を必要とする。利用申込みにあたり、十分に規定を心得た上で必要な手続きをする。

### (3)図面検討

工作部門が依頼された実験機器・装置の製作には、設計図が必要である。図面を検図し、製作の可否、修正の有無を判断する。

### (4)製作条件確認

工作部門に依頼された実験機器・装置の製作に必要な図面・仕様書が揃うと、工作部門では、技術職員の見解を基に、製作条件について検討を行い、工作部門内で処理が可能であるか否かの判断を行う。

## 工作処理のルール

なお、全学利用者への公平性の確保、公共性の確保、保有設備の製作能力や効率的運用の立場から次のルールにより製作業務を行う。

- ①容易に市販品に代替出来るものや規格品に順ずるものの製作は、原則として受けない。
- ②受け付け日時の順番にて製作を実施する。但し安全衛生上緊急を要する修理や製作についてはこの限りではない。また卒論・修士論文等に関わる、緊急の製作については期間を限定して優先的に処理する。
- ③非常に数量指定の多い製作品については外注扱いとする。但しNC加工機等により容易に繰り返し製作の出来るものはこの限りではない。概ね100ヶ以上がこの対象となるが依頼者の了承を得るものとする。
- ④製作に特殊な技能やジグを必要とする製作品、例えば高度の板金作業（ロール曲げ、絞り、精密板金）、アルミ溶接、大型の溶接作業、難削材（W、Mo、セラミック）の特殊加工、架台製作等、は図面要求仕様等により外注の適否を判断する。

上記の他、外注製作となる作業は以下のとおり

### 金属表面処理

- 化成処理：アルマイト処理（硬質、つや消し、色指定含む）、クロメート酸化皮膜処理（着色含む）
- 金属メッキ：無電解ニッケル、カニゼン、ニッケル・クロム、金メッキその他
- 表面研磨：サンドブラスト、バレル、ラッピング、電解研磨、バフ
- コーティング、塗装、特殊皮膜処理
- 熱処理：各種焼き入れ、焼き戻し

### 特殊加工

- 研削（平面、円筒、ジグ）：金属、セラミック、プラスチック
- 特殊溶接：真空ビーム溶接、レーザー溶接、真空ロー付け

## 利用の手引き

---

- レーザー加工：切断、穴あけ、外形加工
  - エッチング処理：マスクパターン製作、プリント基板、板金
  - プラスチック加工：曲げ、接合、融着
  - 石英ガラス加工
- ⑤電装設計、制御盤製作、実装配線、電子回路の基板設計・製作等電気関係の製作については適切な業者を紹介する。
- ⑥配管系の設計製作、現地作業についても工作部門にて管理するか、適切な業者を紹介する。
- ⑦外部に設計、開発を委託する希望者には、内容により専門の設計事務所を紹介する。
- ⑧外注依頼品については受付後順次速やかに発注を行う。外注製作については納期指定も可能である。

### (5)加工条件確認

工作部門に依頼された実験機器・装置の製作条件について

工作部門側の結論がまとまった所で、依頼者と連絡を取り、この条件の確認を行う。ここに製作条件とは、

- 製作期間
- 加工手順、段取り
- 費用見込
- 外注加工見積り

等をいう。

### (6)加工条件の確認が終わると、



---

## 材料支給

利用者は工作に必要な材料を、必要量入手することができる。

- ①所定の伝票（材料支給伝票）に必要事項を記入し、支払責任者の承認を得て受付に提出する。(P.24 書式参照)
- ②工作部門に在庫のあるものは、要求量切断し、引き渡す。
- ③副資材（ボルト、ナット等）の要求も同じように支給する。
- ④在庫のないものについては適宜発注し、必要量利用者に引き渡す。

※

工作部門専門職員は、実験機器装置の製作により、工作部門利用者の研究教育活動に寄与している。工作部門を利用した研究発表には、努めてその旨を明記し、専任職員に対する動機付けと、知的財産権の確保に努めるよう留意されたい。

平成 26 年 4 月 1 日

3 cm × 4 cm  
写真 仮付



公開工作室利用資格登録  
申請書

申込承認 部局長名 茨城 太郎 印

申込者 所属部局名 ○×研究科、△×学類

職名 \_\_\_\_\_ 氏名 工作 一郎 印

所属研究室 筑波研 内線 1234

研究基盤総合センター工作部門の公開工作室を利用いたしたく申込みます。

但し  
工作機械使用実績 : ○印が該当事項です。

(イ) 経 験 有り 無し

(ロ) 使用機械

旋 盤 :	卓上型	普通旋盤	その他
フライス盤 :	立型	横型	その他
ボール盤 :	<span style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 2px;">卓上型</span>	その他	

(ハ) 経験作業

旋 盤 :	丸削	内面削	突切り	ねじ切り
	テーパ削	ローレット		
フライス盤 :	平削	ふち削	すり割	みぞ切り
ボール盤 :	穴あけ	タップ立て	リーマ作業	
手 仕 上 げ :	けがき	やすりがけ		

(ニ) 取扱い工具

旋盤用バイト :	ハイス付刃	完成バイト	超硬バイト
	刃とぎ作業	バイト製作	
フ ラ イ ス :	エンドミル	ドリル	その他
	ドリル刃とぎ		

(ホ) 経験年数

旋盤: 年、 フライス盤: 年、 ボール盤: 1 年

特記事項:

---

※ 研究基盤総合センター工作部門記入欄

受 付	平成	年	月	日	
実 習	平成	年	月	日	
認 定	平成	年	月	日	・登録番号: _____

工作部門用		工 作 依 頼 伝 票						1 / 4
依 頼				受 付				
日付	26・4・1	番号		日付	・	番号		
所属部局名	○×研究科△ <small>専攻センター</small>			部門長	専任教官	部門検印		
支払責任者	筑波 太郎 <small>(印)</small>							
依頼者	工作 一郎							
工作名	真空フランジ			工作数	3コ	支給品	ナシ	
工作図、仕様は、別紙を添付するか、工作部門控（3枚目）に記入願います。								
製品引渡	年 月 日			受領者氏名	⑩			
開始日	・	完了日	・	経費合計				
作業者名	使用機械	作業時間	材料(加工外注)	規 格	数 量	金 額		
作業時間合計								
合 計			合 計					
備考				依頼者連絡先				
				T E L		E - m a i l		
				内1234		abc@def.tsukuba.ac.jp		

筑波大学研究基盤総合センター工作部門



最近 4 年間の利用状況

		平成 22 年度	平成 23 年度	平成 24 年度	平成 25 年度
機械工作	件数 (件)	254(36)	226(13)	221(20)	192(25)
	時間 (h)	4578.7	3647.5	3077.25	2595.6
ガラス工作	件数 (件)	440	423	390	345
	時間 (h)	1567.5	1164.5	1226	975
合 計	件数 (件)	694	649	611	537
	時間 (h)	6146.2	4812	4303.25	3570.6
材料支給件数		87	108	87	70
公開工作室	件数 (件)	14	18	10	64
	時間 (h)	40.75	45.75	34.58	602.7

※括弧内は特急処理件数

■教育支援

科目名		期 間	内 容
機械工作	環境開発工学，エネルギー工学応用実験	秋 b, c 学期内の 随時	三輪自転車の部品製作
	3 学系共用工作室利用者講習会	5 月 2 回	3 学系共用工作室を利用するにあたっての工作機械使用上の安全に関する講義
	応用理工学基礎実験	秋 b, c 学期	製図の講義
	大学院共通授業 (機械工作序論と実習)	夏季集中講義	機械工作に関する講義と加工実習
	機械工作安全教育と実技講習会	通年随時	公開工作室利用資格取得のための安全講習と加工実習
ガラス工作	基礎化学実験（化学類）	10 月 2 日、 10 月 9 日	ガラス細工実習実技指導
	ガラス工作実技講習会	通年随時	ガラス細工の基本作業

■見学会

見学者	見学者数	見学日
「機械設計 I」受講者	50 名	5 月 8 日
(株) 白金	2 名	5 月 17 日
栃木県立黒磯高校	26 名	7 月 8 日
学内教育研究関係施設実習受講者	21 名	7 月 9 日, 12 日

## 1. ワイヤ放電加工機 株式会社ソディックSL400G

ワイヤ放電加工は、被工作物とワイヤ電極の間に放電を起こして、被工作物を少しずつ除去しながらXY軸方向に進み、自在な形状に加工ができます。導電性材料であれば硬い材料でも加工できます。



仕 様

各軸ストロークX×Y×Z (mm)：400×300×250

U×V軸ストローク(mm)：150×150

最大テーパ角度：±25° (板厚：130mm)

最大加工物寸法 幅×奥行×高さ (mm)：600×470×240 (噴流加工時)

機械本体寸法 幅×奥行×高さ (mm)：2115×2490×2230

## 2. 立フライス盤 (ひざ形) 株式会社 イワシタNKS-1

小物部品加工に最適な小型立フライス盤です。



仕様

テーブル寸法 (mm) : 955x210

左右移動量 (mm) : 610

前後移動量 (mm) : 200

上下移動量離 (mm) : 400

主軸テーパ : 7/24テーパ NT40

主電モーター (kw) : 4P×1.5

### 3. 超音波洗浄器 株式会社 エスエヌディ US-18KS

ボルト締めランジュバン振動子により強力な洗浄を実現した超音波洗浄器です。



仕様

槽容量：18.0L

槽内寸法間口(mm)

(幅×奥行×高さ)：325×299×200

本体寸法(mm)

(幅×奥行×高さ)：390×364×359

本体質量(約)：11.5kg

高周波出力：360W

ヒーター容量：420W

発振：38kHz BLT 自励発振

電源：AC100V 50/60Hz

## 研究基盤総合センター工作部門運営委員会名簿

平成26年3月31日現在

職名	氏名	任期	備考
副センター長（工作部門） システム情報系 教授	◎河井 昌道	25.4.1～26.3.31	内線 5353
工作部門 システム情報系 准教授	堀 三計	25.4.1～26.3.31	内線 2528
数理物質系 准教授	野村 晋太郎	25.4.1～26.3.31	内線 4218
数理物質系 教授	小島 隆彦	25.4.1～26.3.31	内線 4323
数理物質系 教授	山部 紀久夫	25.4.1～26.3.31	内線 6475
数理物質系 教授	宮崎 修一	25.4.1～26.3.31	内線 5283
システム情報系 教授	境 有紀	25.4.1～26.3.31	内線 5056

◎は委員長

## 工作部門教職員

職名	氏名	内線電話番号
副センター長（工作部門）（併）	河井 昌道	5353
准教授	堀 三計	2528
技術専門職員（機械工作）	石川 健司	2527
技術専門職員（機械工作）	吉住 昭治	2527
技術専門職員（ガラス工作）	明都 茂	2523
技術専門職員（ガラス工作）	門脇 英樹	2523
非常勤（機械工作）	中村 三郎	2527
非常勤（機械工作）	長谷川 達郎	2527

## 編集後記

今回の「工作ニュースNo.6」の発刊に際し、年度末の忙しい時期にも関わらず、執筆に快く協力していただきました教員や学生の皆様に心から御礼申し上げます。お陰さまで工作ニュースを発刊することができました。このニュースは当工作部門のホームページにも掲載致しますのでご覧下さい。

昨年度から継続して、工作部門内の不要な機器の廃棄や、古い機器の更新、機器配置レイアウトの見直し等を行ってきました。その一環として公開工作室も利用者の皆様が安全で便利に御利用いただけるように整理してまいりました。その甲斐あってか本年度は公開工作室の利用者が大幅に増え、私共にとりましてより多くの方に「ものづくり」にチャレンジしていただき大変喜ばしい限りです。

本年度は関係各位のご尽力により、特別予算が認められ最新鋭の高性能ワイヤ放電加工機が購入でき、工作依頼の幅も広がりました。また、オープンファシリティーにも登録予定ですので、多くの皆さんに最先端の機械に触れていただき、更に「ものづくり」に興味・関心をもっていただきたいと思います。

今後も、利用者の皆様にとってより良い工作部門の向上に努めてまいりますので、ご意見、ご要望がございましたらお寄せください。今後の参考とさせていただきますので、引き続き御協力いただきますようお願いいたします。

平成26年3月31日

工作ニュース編集委員会  
堀、吉住、門脇、明都  
E-mail : takumi01@kou-c.tsukuba.ac.jp  
URL : <http://www.kou-c.tsukuba.ac.jp/>



---

平成26年(2014年)3月発行

筑波大学研究基盤総合センター  
工作部門

〒305-8577 茨城県つくば市天王台1-1-1

TEL 029-853-2528

FAX 029-853-2525

E-mail [takumi01@kou-c.tsukuba.ac.jp](mailto:takumi01@kou-c.tsukuba.ac.jp)

URL: <http://www.kou-c.tsukuba.ac.jp/>

---

