



筑波大学
University of Tsukuba

工作ニュース

No.8 2016.4



CNC卓上フライス盤でガラス板に校章を加工

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

巻頭言	研究基盤総合センター 副センター長（工作部門） 河井昌道 1
研究ノート	よどみ流旋回バーナを用いた超希薄燃焼の研究 2 蕨 一実, 西岡牧人（システム情報工学研究科構造エネルギー工学専攻） PET標識薬剤合成の研究 6 徳田安則（医学医療系） 外注を用いた作品制作 9 小池美佳子（人間総合科学研究科芸術専攻博士前期課程1年）
公開工作室利用者の声	針穴活動写真機 11 太智花美咲（芸術専門学群クラフト領域4年） 近世柄鏡の金属成分分析のための試料製作 12 奥山 香（人文社会科学研究科歴史・人類学専攻一貫制博士課程2年） 超伝導マグネット用6端子測定プローブの製作 13 君塚郁哉（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） 全内部反射ラマン分光法測定用試料セルの製作 14 石川 航（理工学群化学類4年）
工作部門だより	CNC卓上フライス盤によるガラス、樹脂部品の加工紹介 15 明都 茂, 門脇英樹（工作部門ガラス工作室） オープンファシリティ登録機器（公開工作室）利用資格取得講習会の報告 22 内田豊春（工作部門機械工作室）
フォトギャラリー	 26
利用の手引き	 28
運営報告	利用状況 33 主なイベント 34 運営委員一覧 35 職員紹介 35
編集後記	 36

※表紙 CNC卓上フライス盤でガラス板に加工した校章（15ページ参照）

研究基盤総合センター 副センター長（工作部門） 河井 昌道

我が国のモノづくりは、絶え間ない改善による品質向上とコスト削減、きめの細かいすり合わせによるカスタマイズと高機能実現などに特徴がある。しかし、この特徴に固執することについては注意深い洞察と判断が求められる時代になりつつある。我が国のモノづくりの現場は高度な技能を習得した熟練技術者に大きく依存している。このことに関連して、2つの特徴的な流れが想起される。一つは、モノづくり人材を育成し、モノづくりを支える技能者・技術者を確保すること、蓄積されたモノづくり技術の継承が強く求められていることである。就業者数に占める製造業従事者の比率は世界的に減少傾向にあり、その克服は容易ではない。もう一つは、真逆に、人の手による部分を最小化するモノづくりの構築が求められていることである。後者は、IoT (Internet of Things) を利用した製造業の革新と呼ばれている。2015年度版ものづくり白書（経済産業省）において、すべての「モノ」をデジタル化し、インターネットでリンクするIoT製造技術の実現が世界の潮流であること、ならびにその対応の重要性が指摘されている。世界のデジタルファブリケーションの標準化は、インテグレータとサプライヤーを今まで以上に固定化する可能性があり、我が国の独創的な対応は必須となる。すなわち、モノづくりにおける現在のアドバンテージは諸刃の剣となることを強く意識しなければならない。

モノづくりのデジタル化の流れ、そしてセンサーなどを融合したスマート化の流れは加速すると考えられる。このような止めようのない流れにあっても、製造ラインに載せるまでのプロトタイプングと最適化に対して伝統的な熟練技能は不可避と思われるが、それすらも最小化されることが予想され、むしろ加工技術とITが融合した新しいタイプの技能とそれに精通したデジタルモノづくり人材の育成が喫緊の課題となる。2015年度版ものづくり白書には「欧米のIoTによる第4次産業革命の流れは、その技術的側面よりもむしろ、産官学が“つながる”という目標を共有し、着実に前進している点に脅威がある」との指摘がある。国際会議に参加して誰しもが感じることであろう。得意とすることが異なる分野の連携の重要性をあらためて意識させるものであると同時に、より効果的なつながりのダイナミックな実装と運用が強く求められていることを示唆している。

工作分部門では、機器のオープンファシリティー化に積極的に取り組んでいる。すでに、ほとんどの工作機械を共用設備として登録している。安全性の観点から、委託加工を基本としつつも、依頼者の希望に柔軟に対応できる体制にある。オンラインによる受注体制への移行も完了している。

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、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。インターネットを利用して広くつながることで、この部門の役割がより効果的に発揮されるように努めていきたい。

よどみ流旋回バーナを用いた超希薄燃烧の研究

システム情報工学研究科構造エネルギー工学専攻 蔵 一実、西岡 牧人

1. はじめに

希薄燃烧はエネルギーの有効利用と NO_x 削減の観点から有用である。ただし予混合火炎が伝播できる限界である「希薄可燃限界」が燃料ごとに存在し、それに近づくと燃烧が不安定になり消炎しやすくなる。この希薄燃烧の安定化技術の一つとしてガスタービンや工業用バーナに用いられる旋回流があり、旋回流は既燃ガスの逆流が未燃ガスの連続的着火を促すため希薄燃烧が可能であると考えられる。

旋回流方式を用いて希薄可燃限界を下回る「超希薄燃烧」条件下でも火炎を保持できたという報告がこれまでにいくつか存在する [1-3]。そのように一次元的な火炎伝播が全くできない条件下において安定に燃烧するという事は、何らかの特別なメカニズムが働いていることが考えられる。しかしこれらの報告の中では、超希薄燃烧が可能になった理由は全く示されていない。もし超希薄燃烧のメカニズムが解明され、希薄可燃限界を突破する方法が確立できれば、それは超希薄燃烧のみならず、通常の希薄燃烧の更なる安定化にも寄与するはずである。

構造エネルギー工学専攻燃烧研究室では、既燃ガスの逆流を伴う旋回流火炎を形成できるよどみ流旋回バーナを考案し、超希薄条件下における火炎を形成させるとともに、最希薄消炎限界の計測を行っている。またそれに加えて詳細反応数値計算を用いて火炎中における化学反応や熱伝導、物質輸送の状態を調査している。以下に、燃料としてメタンを用いた場合の最近の実験結果を紹介する。

2. 実験装置および実験方法

図 1 に実験で用いたよどみ流旋回バーナを示す。このバーナは亚克力製の旋回流発生部と石英ガラス製の燃烧器、よどみホルダから構成される。図 2 に旋回流発生部の左半分の直接写真、および図 3 に旋回流発生部内の整流板の直接写真を示す。整流板は直径 0.9mm の穴を多数あけたもので、これによりスリット断面から噴出する流れはスリットの長手方向にほぼ様な速度になることが期待される。また、燃烧器のガラスは傾斜角 30° で緩やかに拡大し、その後、出口部内径 60mm ま

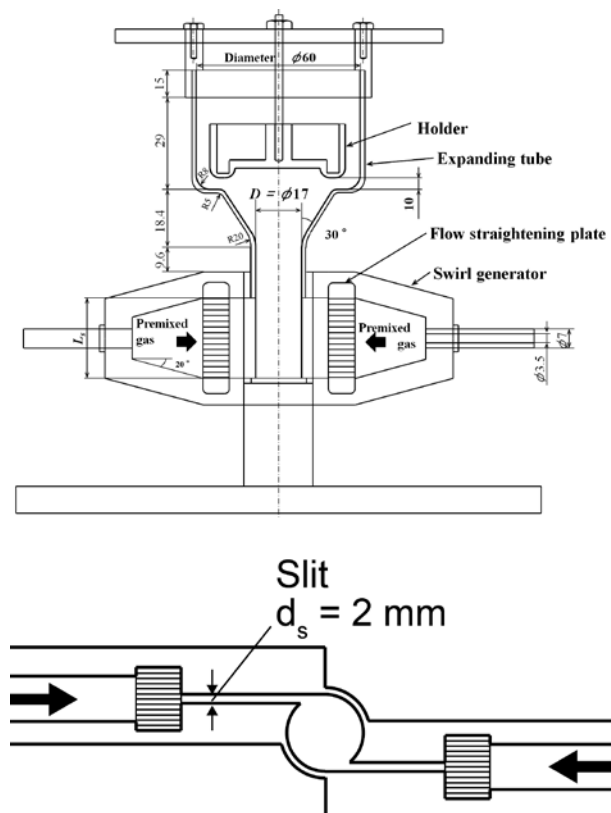


図 1 よどみ流旋回バーナの概略: (上) 横から見た図、(下) スリット部を上から見た図

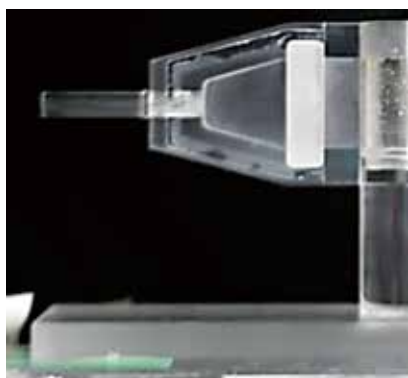


図2 旋回流発生部の写真

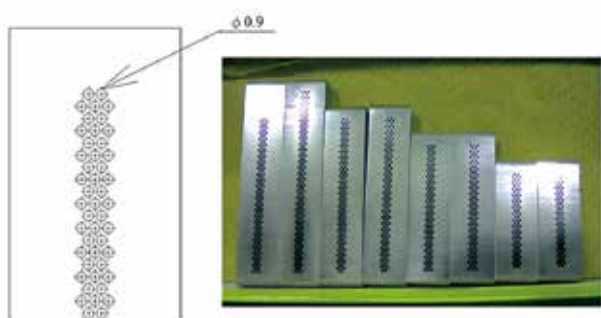


図3 旋回流発生部中の整流板の写真

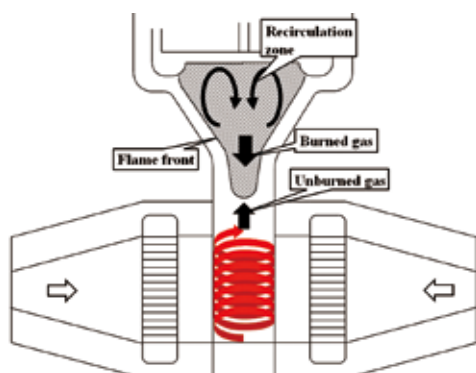


図4 形成される流れと火炎の概念図

で90°で急激に拡大する構造となっている。よどみホルダは大きな再循環領域が安定に形成されるように導入した。ただし、燃焼場にこのような物体が存在すると熱伝達による熱損失の影響が考えられる。そこで本研究では熱伝導率の異なるステンレス (SUS304) 製およびマシナブルセラミックス (MACOR) 製の2種類の材質を用いて熱伝達の影響を調べた。

響を調べた。

図4に燃焼器内で形成される流れと火炎の概念図を示す。旋回流発生部においてスリットから予混合ガスが流入して旋回流となり、図のような旋回流火炎が形成される。ここで燃焼器のガラスの内径が拡大することで旋回流の半径も拡大するため、角運動量の保存から周方向速度は減少する。それにより上に行くに従って中心軸付近の圧力回復が生じ、上側に存在する高温の既燃ガスが逆流して、火炎先端付近において未燃ガスとの対向流を形成する。なお、我々は最近の詳細反応数値計算による研究において、既燃ガスと未燃ガスとの対向流が超希薄燃焼を可能にするという結果 [4,5] を得ているため、この実験はその検証という意味を有している。

本実験装置におけるスワール数は次式で定義される。

$$S_w = \frac{\pi}{4} \frac{(D - d_s) D}{n d_s} \frac{1}{L_s} \quad (1)$$

ここで、 D 、 n 、 d_s 、 L_s はそれぞれ旋回流発生装置の内径、スリット数、スリット幅、スリット長さを表す。本研究では $D=17\text{mm}$ 、 $n=2$ 、 $d_s=2\text{mm}$ を固定しているため、スワール数は $S_w=50.069/L_s$ と表され、スリット長さ L_s にのみ反比例する。即ちスリット長さを変化させることでスワール数を変化させることが可能な構造である。本研究では、スリット長さ L_s を10mm、20mm、30mmの3種類のものを用いた。それらに対応するスワール数の概算値はそれぞれ5.01、2.50および1.67である。

以上、整流板を含む旋回流発生部とよどみホルダは、研究基盤総合センター工作部門で製作していただいた。

図5に本実験装置の供給系の概略図を示す。使用するメタンはボンベから、空気はベビコンによって実験室内の空気を圧縮し、それぞれ圧力調節弁およびマスフローコントローラを用いて流量を制

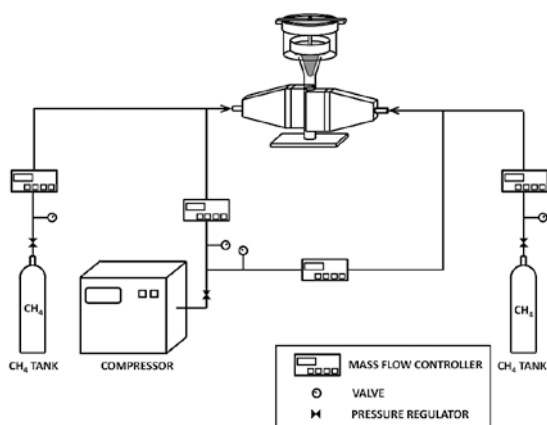


図5 供給系の概略図

御したのち、一様に混合されてスリットに至る。スリット出口から噴出される流量の変化に対するメタン空気予混合火炎の希薄消炎限界の計測においては、混合気流量を固定し、混合気中のメタン濃度を減少させ、消炎した点の当量比を希薄消炎限界として計測した。火炎形状の調査には直接写真を用いた。なお、ホルダ下部の表面温度が定常であることを確認するために熱電対によるモニタリングを行った。

4. 実験結果

4.1. よどみ流旋回バーナによる超希薄火炎

表1はホルダの材質がステンレス、 $S_w = 5.01$ の場合において、総流量 Q を2.00、2.40、2.50、3.00および3.60 L/minと固定し混合気の当量比を変化させたときの火炎形状を示す。また、それぞれの火炎形状の直接写真に燃焼器の外形を白線で示し、表の空欄は消炎を意味している。表に示す通り、総流量によらずメタン空気予混合火炎の希薄可燃限界 $\phi = 0.50$ を大きく下回る超希薄条件下で安定した火炎を形成することが確認できた。また、火炎先端付近において軸対称性の良い火炎を形成することに成功した。ただし、よどみホルダ付近においては、ここに示す全ての条件において熱損失のために消炎していることがわかる。

表1 条件による火炎形状の変化

	$Q = 2.00 \text{ L/min}$ $W_s = 0.85 \text{ m/s}$	$Q = 2.40 \text{ L/min}$ $W_s = 1.00 \text{ m/s}$	$Q = 2.50 \text{ L/min}$ $W_s = 1.05 \text{ m/s}$	$Q = 3.00 \text{ L/min}$ $W_s = 1.25 \text{ m/s}$	$Q = 3.60 \text{ L/min}$ $W_s = 1.50 \text{ m/s}$
$\phi = 0.490$					
$\phi = 0.485$					
$\phi = 0.480$					
$\phi = 0.475$					
$\phi = 0.470$					
$\phi = 0.465$					
$\phi = 0.460$					
$\phi = 0.455$					

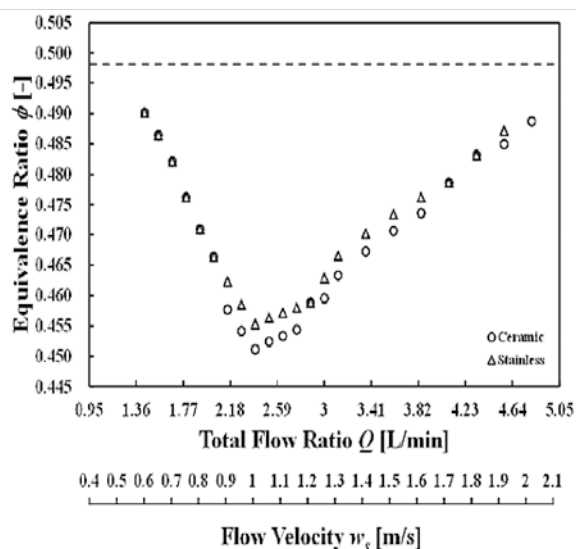


図6 ホルダの熱伝導率による希薄消炎限界の変化

4.2. ホルダ材質による希薄消炎限界の変化

熱伝導率の異なるホルダを用いたときの希薄消炎限界を調べた結果を図6に示す。ここで $S_w=5.01$ とした。破線は希薄可燃限界である。プロットより上側は安定燃焼範囲、下側は消炎範囲を表している。この図から、熱伝導率の違いによらず、総流量 Q が増加するとともに希薄消炎限界が減少し、その後増加していることがわかる。この最小値を最希薄消炎限界 $\phi_{leanest}$ とし、熱伝導率 λ および熱電対から得られたホルダ下部の表面温度 T_s を表2に示す。このように、ホルダの材質によらず最希薄消炎限界が希薄可燃限界 $\phi=0.50$ を大きく下回る超希薄条件下で安定した火炎を形成することに成功した。表に示すようにホルダの熱伝導率がSUS304の16.0 W/mKからMACORの1.46 W/mKに減少すると $\phi_{leanest}$ は0.455から0.451へとより希薄側にシフトしたことから、今後、更に熱伝導率が低い材料を使用することで、より希薄まで燃焼できることが期待される。

表2 最希薄消炎限界（ホルダによる違い）

	$\phi_{leanest}$	λ W/mK	T_s °C
SUS304	0.455	16.0	280
MACOR	0.451	1.46	350

4.3. スワール数による希薄消炎限界の変化

スワール数を変化させたときの希薄消炎限界を調べた結果を図7に示す。いずれのスワール数においても、流量 Q が増加すると希薄消炎限界の減少し、その後増加している。つまり、各々のスワール数における最希薄消炎限界時の流量は異なるが、スワール数に対応した最適な流量が存在し、それより少ない流量側、多い流量側に安定範囲が狭くなっている。表3に各々のスワール数における最希薄消炎限界の値を示す。このように、スワール数が $S_w = 1.67, 2.50$ および 5.01 と増加すると最希薄消炎限界 $\phi_{leanest}$ はそれぞれ0.475、0.465および0.451

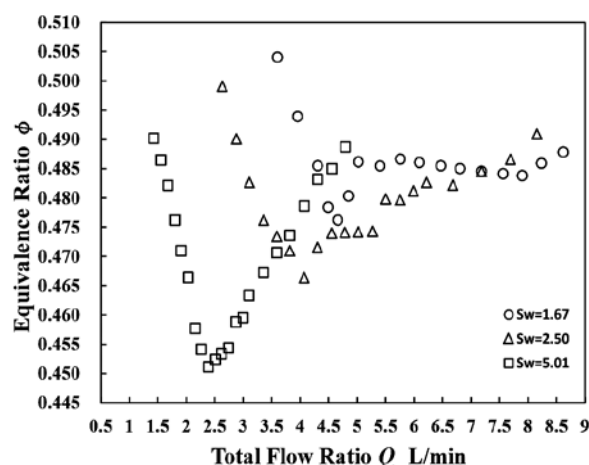


図7 スワール数による希薄消炎限界の変化

表3 最希薄消炎限界（スワール数による違い）

S_w	1.67	2.50	5.01
$\phi_{leanest}$	0.475	0.465	0.451

と希薄側にシフトしている。更に大きなスワール数を用いればより希薄な火炎が形成できる可能性がある。

5. おわりに

本研究では、燃焼器の製作にあたり研究基盤総合センター工作部門には大変お世話になった。ここに深く謝意を表す。

参考文献

1. 上島光浩, 小沼義昭, 第44回燃焼シンポジウム講演論文集, pp. 94-95 (2006).
2. 上島光浩, 第47回燃焼シンポジウム講演論文集, pp. 48-49 (2009).
3. 荒川善行, 早川晃弘, Somarathne, K.D., Kunkuma, A., 工藤琢, 小林秀昭, 第53回燃焼シンポジウム講演論文集, pp. 376-377 (2015).
4. M. Nishioka, Z. Shen, A. Uemichi, Combustion and Flame 158, pp. 2188-2198 (2011).
5. A. Uemichi, M. Nishioka, Combust Theory and Modeling 19(1), pp. 58-80 (2015).

PET 標識薬剤合成の研究

医学医療系 研究員 徳田 安則

1. はじめに

近年、陽電子放出断層画像法（PET）はサイクロトロンで製造される ^{11}C や ^{18}F などの短半減期のポジトロン放出核種を小分子への標識に利用することで急速に発展してきている。

^{11}C は生体を構成する有機化合物の骨格となる元素の放射性同位体であり、多くの化合物の標識が可能であり、幅広く利用されている。 ^{11}C 標識では $^{11}\text{CH}_3\text{I}$ や $^{11}\text{CH}_3\text{OTf}$ を標識中間体として用いられることが多く、現在では自動合成装置で簡便に製造可能となっている。しかし、半減期が約20分と短く1ロットの製造薬剤で多人数のPET検査などに制約がある。一方、 ^{18}F もまた幅広く利用されており、 $^{18}\text{F}_2$ を利用した求電子置換反応や $^{18}\text{F}^-$ の求核置換反応が行われている。 ^{18}F は ^{11}C に比べ半減期が約110分と長いことから、ある程度の多段階反応にも利用することが可能であるだけでなく、1ロットで製造した薬剤で多人数のPET検査が可能であり、かつ ^{18}F FDGのように薬剤製造拠点からデリバリーも可能なため、その利便性は高い。

2. PET 標識薬剤の合成

PET 標識薬剤はサイクロトロンで製造されたポジトロン放出核種を使用し、遮蔽容器（ホットセル）内に設置された自動合成装置により合成される（図1）。作業者が被爆することが無く反応状況を確認できるようにホットセル内には各種センサーや監視用のカメラ等を設置している。本研究で使用している合成装置は多目的標識自動合成装置であり、合成装置内に設置されたユニット（ヨウ化メチル

ユニット、 ^{18}F イオン回収ユニット、反応ユニット、固相抽出ユニット、離精製ユニット、調剤ユニット等）を組み合わせて使用することで様々なPET 標識薬剤が合成可能となる。種々の標識薬剤を合成するには、それぞれの合成法や精製法に合わせて合成反応プログラムを組む必要がある。また、必要に応じて装置や反応容器等を改変し使用することで、新しい反応やより最適な合成が可能となる。



図1 自動合成装置

本研究では、高効率で安定性の高いPET 標識薬剤合成が可能となるよう調剤ユニット（図2）で使用している調剤用ガラス容器を工作部門にて作製していただき ^{11}C Methionineの合成を行った。既製品（図3左）に比べ、工作部門で作製した調剤用ガラス容器は内容積を大きくし不要なガラス枝

部分を取り除くことで溶媒の濃縮乾固時の突沸等によるロスを軽減するとともに、上部の枝部分の管の内径を大きくすることで使用後のガラス容器の洗浄作業が容易になるよう設計を行った(図3右)。



図2 調剤ユニット

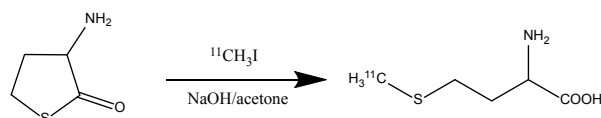


図3 調剤容器 既製品(左)、工作部門作製品(右)

3. [^{11}C] Methionine の合成

[^{11}C]Methionine は [^{18}F]FDG とともにがん診断に使用されている PET 標識薬剤の 1 つであり、がんや脳組織において主にタンパク質合成に利用されていることが基礎的臨床研究により示されている。FDG-PET 検査では正常脳組織に高い集積観察される一方、[^{11}C]Methionine は正常脳組織への取り込みが少ない。そのため、脳腫瘍の診断において適した薬剤である。

[^{11}C]Methionine の合成は CH_3I を用いた液相法およびオンカラム法と $^{11}\text{CH}_3\text{OTf}$ を用いた液相法およびオンカラム法といくつか合成法が報告されている。本研究では CH_3I を用いた液相法にて合成を行った。その合成法について以下に示す。



サイクロトロンによる $^{14}\text{N}(\text{p}, \alpha)^{11}\text{C}$ 核反応により製造した $^{11}\text{CO}_2$ を 0.1 M Lithium aluminium hydride/ THF とヨウ化水素酸によって $^{11}\text{CH}_3\text{I}$ を合成した後、He ガス気流下で L-Homocysteine thiolactone $\cdot$ HCl/ Acetone 溶液に補足した後 NaOH を加え 110°C で 5 min 反応させる。反応後 HCl を加え中和し調剤容器へ移送し濃縮乾固させる。製剤化溶液にて溶解しメンブランフィルターにて滅菌濾過し、製剤バイアルに回収する。

製剤化された [^{11}C]Methionine は RI 検出器を搭載した Radio-HPLC 等にて純度分析等を行い評価する。

合成は監視用のカメラにて反応容器内の溶液等の状態と PC 画面上にて RI センサー等の各種センサーの値を注視しながら PC のプログラムを操作し行った(図4)。合成中の RI トレンドグラフを図5に示す。合成の結果、 $20\ \mu\text{A}$ 10 min の照射で得た $^{11}\text{CO}_2$ を用いた時、既製品の調剤容器(図3左)を使用した場合は、 $1.06 \pm 0.41\ \text{GBq}$ 得ることができていた

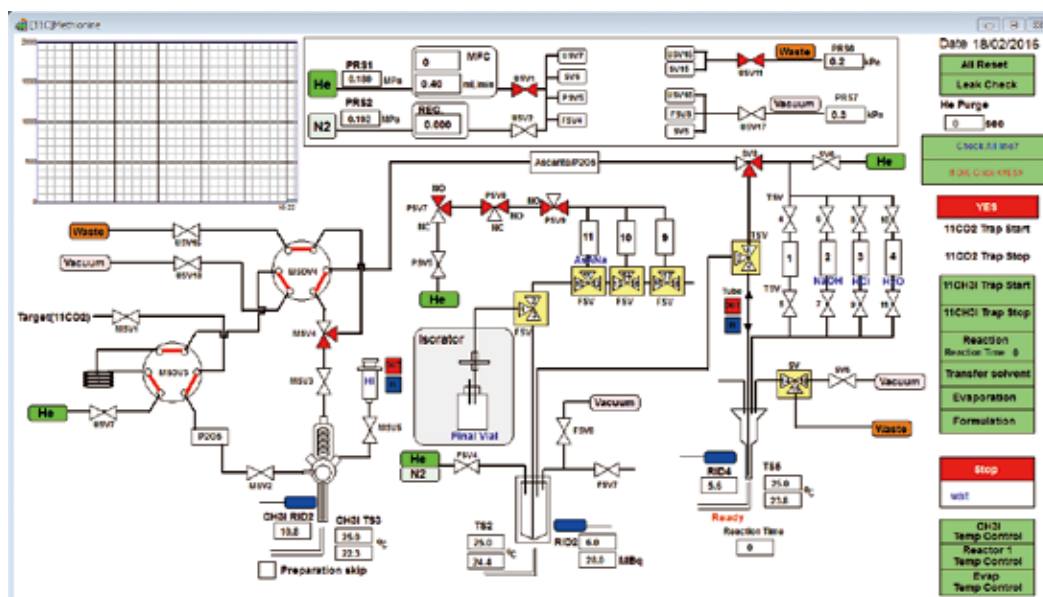


図4 合成プログラム画面

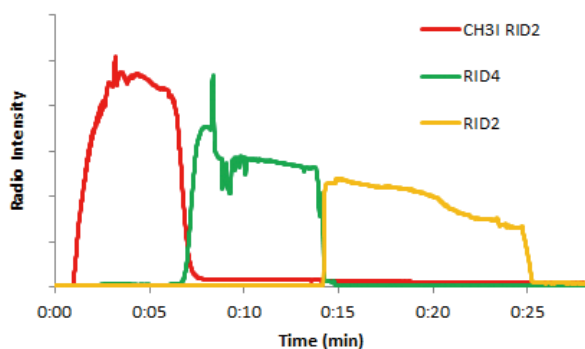


図5 RIトレンドグラフ

のに対して、工作部門作製品（図3右）を使用した場合には 1.84 ± 0.10 GBqと安定した収量の向上を達成することができた。

今後の展開

現在、 ^{11}C だけでなく ^{18}F を用いた新規のPET標識薬剤の合成の研究を行っている。今後も新規の反応や最適な合成を行うために、装置や反応容器等を改変し使用する必要があると考えられ、工作部門の皆様には今後とも協力を賜りますようお願い申し上げます。

外注を用いた作品制作

人間総合科学研究科 芸術専攻博士前期課程 1 年 小池 美佳子

私は芸術専攻のクラフト領域に在籍している。クラフト領域は、木工、ガラス、陶磁の 3 分野からなる。私はその中でも陶磁を専門に制作をしており、土で形を作り、窯で焼成して陶に変化させるというプロセスでしかできない造形を研究している。先に自分の表現したいものがあり、それに適した素材、方法を選び取るのではなく、自分なりに解釈し、魅力的だと感じている素材の性質や作品に至るまでのプロセスを造形の拠り所とし、制作をしている。土という素材は、可塑性があり、扱いやすいようにも思えるが、窯に入れ焼成することで形が大きく歪んだり、ひびが入ったり、想像通りの形のものを作るのは簡単とは言えない。その分自然素材である陶特有のテクスチャや色、土でしかできない形態は人だけの力では作ることのできない魅力を持っていると私は考えている。私は主に手びねりという、紐状に伸ばした粘土を輪状に

積み上げて形を作る技法を用いて立体作品を作っている。手びねりでできる形は内側に空洞を持っており、形を作る際は空洞の外側だけでなく内側にもアプローチでき、塊の粘土を外側から彫ったり、盛ったりする技法ではできない形態感を生み出すことができると考えている。

今回、「外注を用いた作品制作」という授業課題を受けて工作部門に作品のパーツの工作依頼をさせて頂いた。その課題は作品を自分の手で全て制作するのではなく、業者に作品の一部や全体の制作を依頼をすることで自身の制作や表現の幅を広げることを目的としたものだった。どの素材をどのような加工で外注をするのか決める際に工作部門のガラス工作の作例が目にとまった。主に実験器具として作られているガラス工作だが、私にはその機能のために生まれた造形の面白さが非常に新鮮で魅力的に感じられた。ガラス工作物は、回転体



作品 1



作品 2



作品 3

をベースにした幾何形態だが、熱により溶着、変形した部分は有機的な膨らみを持った特徴的な形をしている。またガラス工作物は、塊ではなく空洞で内側や向こう側が透けて見えたり、光を反射したり、不思議な存在感を持っていて、それらの要素から、自身の作る陶の形とぜひ組み合わせてみたいと考えた。これまでの制作は、作る前にどのようなものを作るかなんとか決めてはいるものの、最終的には実制作に入ってから作りながら考えて形を決めていくというものだった。工作依頼となると

あらかじめ形やサイズを全て決定した上で依頼をしないと成り立たないので、これまでとは大きく違う制作で、戸惑うことが多かった。実際に制作してみて、自分なりに陶とガラスの材質感や形態の違いのバランスがとれ、成功したと感じている。初めての工作依頼だったが、依頼方法や工作について専門的な説明など工作部門の方に親切に対応していただいたので、自身の納得のいく制作ができ、非常に満足している。



作品全体

針穴活動写真機

芸術専門学群クラフト領域 4年 太智花 美咲

多孔式ピンホールカメラで撮影した多重露光写真を、フェナキストスコープを用いたアニメーションとして動かすための装置を自身の卒業制作作品として制作した。ハンドルを回すことで円盤が回転し、黒い円盤のスリットから写真が印刷された円盤を覗くと、アニメーションが現れるという仕組みである。装置の真ん中には多孔式ピンホールカメラが収納できるようになっている。この作品では、アナログ表現による光と時間の新しい表現を目指した。

素材について

制作の際、ピンホールカメラとアニメーション装置は、木製のクラシックカメラ等に多用された木と真鍮の組み合わせを参考にした。木も真鍮(黄銅)も、経年変化により深い色合いと風情が生まれる材な

ので、道具としても作品としても、時間が経つほどに美しくなることを目標にした。

公開工作室で製作した部品について

今回この「針穴活動写真機」を製作するにあたって、装置に必要な金属部品を、公開工作室にある工作機械を使用して製作した。製作した金属部品は支柱、シャフト、ハンドルパーツ、フランジで、材料は快削黄銅を使用した。工作機械で部品を作る上で、図面の作成を一から学べたので、とてもいい経験になった。図面を描くということは、自分が作りたい物の形を改めて見直すこともできるので、ものづくりをする上でとても大切な作業であると実感した。ぜひ、普段作れないものを作りたい！と考えている、多くの学生の皆さんに公開工作室を利用してもらいたいと思います。



図1 針穴活動写真機（斜め横から）



図2 針穴活動写真機（正面）



図3 多孔式ピンホールカメラで撮影した写真

近世柄鏡の金属成分分析のための試料製作

人文社会科学研究所 歴史・人類学専攻 一貫制博士課程 2 年 奥山 香

私は考古学を専門としており、室町時代末頃から江戸時代を通じて製作された、柄鏡と呼ばれる青銅鏡の研究をしている。特に柄鏡の材質や製作技法などの技術的側面に着目し、非破壊分析手法として知られる蛍光 X 線分析法を用いて、材質について実証性のあるデータを集成している。

文化財の理化学的分析は、一般に非破壊・非接触な手法でおこなわれることが多い。しかし、金属文化財の場合、資料の表面に酸化被膜や腐食生成物が形成されていることが多いため、真の金属組成や微細構造を解析するためには内部の状態も分析することが望ましい。また、私が用いた分析装置では、原理上、資料の比較的表層部分のみの組成しか測定できないため、表層部分の測定結果が資料本来の材質を反映するものかどうかを、内部の状態と比較検証する必要があった。そこで、資料表面の分析だけで有効な組成値が得られるの

かどうかを、私が所有する柄鏡 1 面（骨董品）を用いて検証することとした。はじめにフライス盤を用いて鏡胎および柄から 1 点ずつ試料を切り出し、表面と断面で測定を実施し、組成値を比較した。その結果、柄鏡の表面と内部の金属組成値に顕著な差は認められず、表面の測定結果に信頼性があることや、非破壊測定でも有効な結果が得られることが証明された。柄鏡を分析する際の前提条件を確認できたことは、今後分析を迅速且つ適切におこなううえでも重要な成果といえる。

工作部門の皆様の懇切丁寧なご指導のおかげで、機械工作とは縁遠かった私でも安全に作業でき、製作した試料の分析では期待した成果を得ることができた。研究を発展させるうえで、ほかの学問分野の技術や手法を積極的に取り入れることが重要であることを改めて実感した。



図1 柄鏡と製作した試料の切断面（縮尺不同）

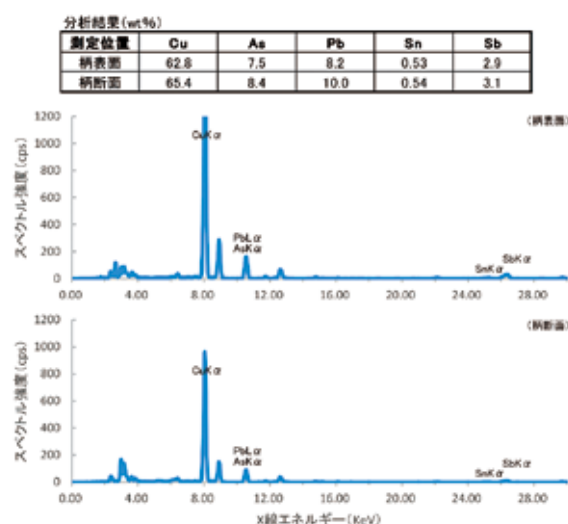


図2 柄の表面および断面の分析結果
(Thermo Scientific社製Niton XL3t-950Sを使用)

超伝導マグネット用 6 端子測定プローブの製作

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 君塚 郁哉

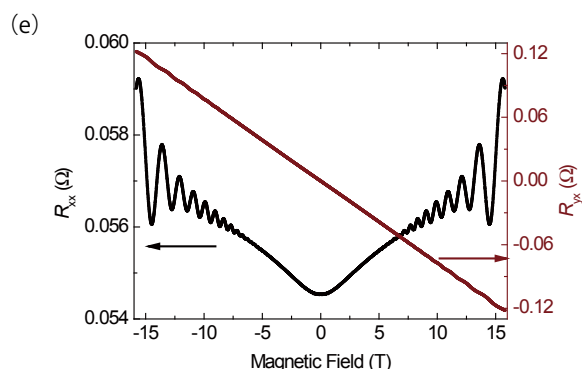
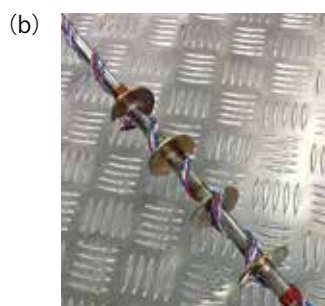
公開工作室を利用して超伝導マグネットで利用するプローブを工作した。我々の研究室では単結晶を育成し、その電気的な特性を調べるという研究をしている。超伝導マグネットを使い磁場下で電気抵抗を測定するのだが、研究室にあるプローブでは測定したい 2 つの効果を同時に測定するには端子の数が足りない。そこで題目にあるようなプローブの製作に取り掛かった。

下図に作製したプローブの写真を示す。工作したのはサンプルホルダー、コネクタを接続できるフランジ、輻射熱を防ぐシールドである。サンプルホルダーは熱伝導の良い銅を用いた。フランジ、シールドは加工のしやすさから真鍮を用いた。シー

ルドはマンドレルを利用して加工した。自分の知らないマンドレルを利用した加工を提案していただき勉強になった。サンプルホルダーは配線用の穴をあける際にドリルを折る失敗をしてしまったが、構造を考え直し、無事に完成させることができた。

作製したプローブは配線し、超伝導マグネットへ導入し目的であった同時測定を達成することができた。測定結果は下図に示す。現在はより良い測定ができるように測定系の改良を行っている。

設計の段階から工作部門の皆様の丁寧なご指導を頂くことができ、自分の考えていた通りのものを作り上げることができた。



(a) ~ (c) サンプルホルダー、シールド、フランジの写真
(d) プローブ全体の写真
(e) 測定結果 (Bi_2Se_3)

全内部反射ラマン分光法測定用試料セルの製作

理工学群 化学類 4 年 石川 航

全内部反射ラマン分光測定のための試料セルを公開工作室にて製作した。全内部反射ラマン分光法とは界面に全内部反射条件下にて励起光を照射することで生じる微弱なラマン散乱光を分光することにより、界面の試料の振動スペクトルを測定する手法である。

試料セルの製作あたって 2 つのポイントを意識した。1 つめは研究対象である界面は SiO_2 プリズムと界面活性剤水溶液からなる固体液体界面であるため、固体である SiO_2 プリズムの取り付け、取り外しが容易であること。そして液体試料を封入することができ、封入する際に入り込む気泡を抜くという機能性を持たせることである。2 つ目はセルの材質選びです。界面活性剤分子の C-H 振動が測定対象であるため、測定で得られるスペクトルに影響を及ぼさない材質を選ぶ必要がありました。

この 2 点を工作部門で相談したところ、気泡を抜く機能は設計でアドバイスを、材質はテフロンを提案していただいた。

テフロンはとても滑りやすい材質であるため、フライス盤と旋盤による加工は注意深くそして詳細な指導をいただきながら、図 1 に示すような試料セルを完成に導くことができた。完成した試料セルを使い、無事に実験を行うことができた。

これまで工作機械を扱う機会はなく当初は不安が大きかったが、工作機械を使い自作するという経験は新鮮でものづくりの楽しさを感じることができた。今回得られた加工技術や知識、経験は今後活かしていきたいと思っている。公開工作室は研究をするうえで非常に重要な施設であると感じた。

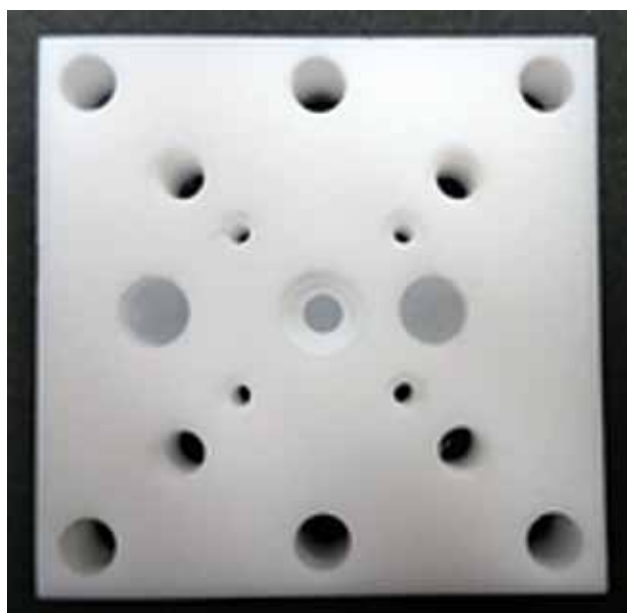


図 1 製作した試料セル

CNC卓上フライス盤によるガラス、樹脂部品の加工紹介

工作部門 ガラス工作室 明都 茂、門脇 英樹

1. はじめに

近年、研究・実験の多様化によりガラス板やセラミック材への機械加工の依頼が増えてきた。従来、ガラス工作室ではボール盤やハンドグラインダー等で対応してきたが、これらの機器では精度が高い部品や複雑形状の部品の加工には限界があった。そこで、平成25年3月に、図1に示すCNC(Computer Numerical Control)卓上フライスを導入した。

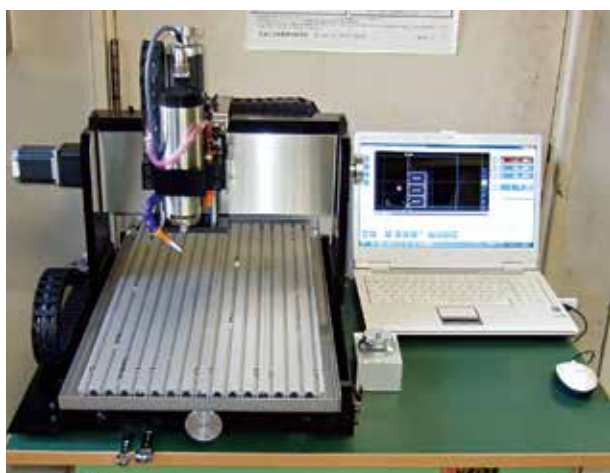


図1 CNCフライス

フライス盤は機械加工では一般的に広く使われている工作機械で、工作部門の機械工作室にもNC機を含む数種類のフライス盤が導入されている。構造の違いにより幾つかのタイプがあり、今回ガラス工作室に導入したCNCフライス盤では、テーブルに固定された工作物を、高速で回転する主軸(切削工具)がZ方向(上下)やX-Y方向(左右・前後)に移動することで切削加工を行う。手動操作型の汎用フライス盤は、縦横高さ方向にそれぞれ直線

的な加工だけを行なうが、CNCフライス盤は縦横高さの移動をコンピュータ制御のステッピングモーターで三方向同時に制御して曲線的な加工ができる。また、工具の回転数、移動経路、移動量、移動速度なども正確に数値制御されるので、複雑な形状、曲線や曲面を加工することが可能である。更に、同一加工品を繰り返して何度でも加工することができる。加工範囲は250×400×65mmと広範囲で、ガラス加工としては比較的大きな加工品にも対応可能である。切削工具は様々な加工や材料に対応するために多種多様な回転工具が販売されている。通常、金属や樹脂の切削加工には図2に示すエンドミルを使用するが、ガラスやセラミック等の硬脆材料の加工には図3に示すダイヤモンド工具を使用し研削加工する。エンドミルは刃物構造で工作物を切りながら加工するが、ダイヤモンド工具は砥石で、表面の微細なダイヤモンド粒によって工作物を削り取って加工する。ダイヤモンド工具はその特性上高回転で加工を行うため、工具や加工部が過熱状態になり工具損傷や加工精度低下の原因となる。また、潤滑や切り屑を除去する必要があるため、十分な量の加工液(水)をかけながら湿式で研削する。本機では加工中の加工液の飛散防止と回収のために、図4に示すトレーを設計・製作してテーブルに固定した。トレーはアルミニウム製で内側の寸法は横幅210mm奥行き480mm深さ55mm、底にはステップクランプ固定用のスタッドボルト用ネジ穴が119ヵ所設けてある。

以上のような設備により従来困難であったガラス材やセラミック材の高精度、複雑形状の加工ができ



図2 エンドミル各種



図3 ダイヤモンドツール各種



図4 トレー

るようになった。以下にその加工品の一部を紹介する。

2. 加工例 長穴加工

図5に示す石英ガラス板への貫通長穴加工の委託加工を行った。これまでも丸穴加工は可能であったが、長穴加工は不可能であった。委託内容は、透明石英ガラス板 $35 \times 20 \times t2$ の四隅にボルト固定用の貫通丸穴を4カ所、中央に貫通長穴を1カ所加工し、工作数は3枚であった。

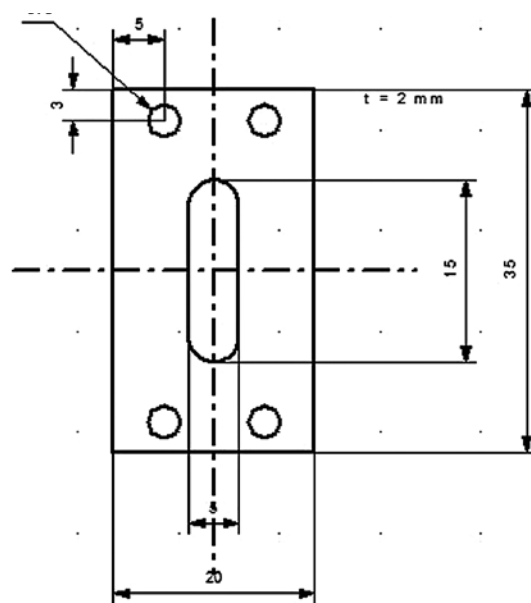


図5 印刷図面

2.1. 加工図面の作成

最初にパソコンのCAD (Computer Aided Design) ソフトウェアを使用して加工図面を描いた。依頼者が作成したCADデータを基に、加工材料のサイズや工作数、加工時間の効率化等を考慮し、加工用の図面を検討した。今回の加工材料は、規格品の透明石英ガラス板 $100 \times 100 \times t2$ を使用した。加工効率と歩留まりを上げるため3枚まとめて加工を行えるように考慮し、図6に示すように材料左下に3枚の加工品を並べた加工図面を描いた。

加工図面作成後、細部を確認して問題が無けれ

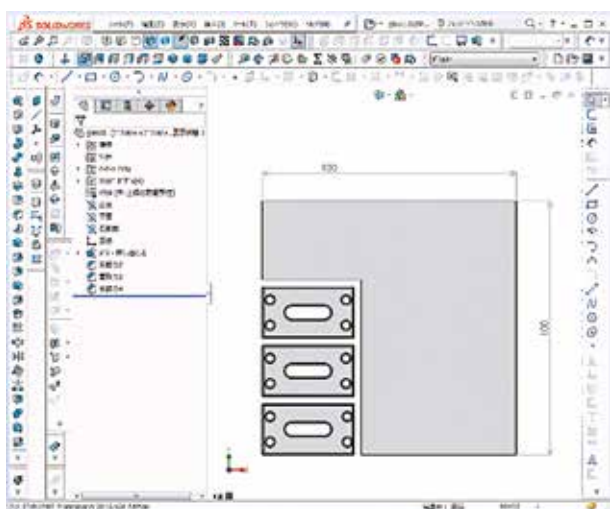


図6 CADソフト加工図面作成画面

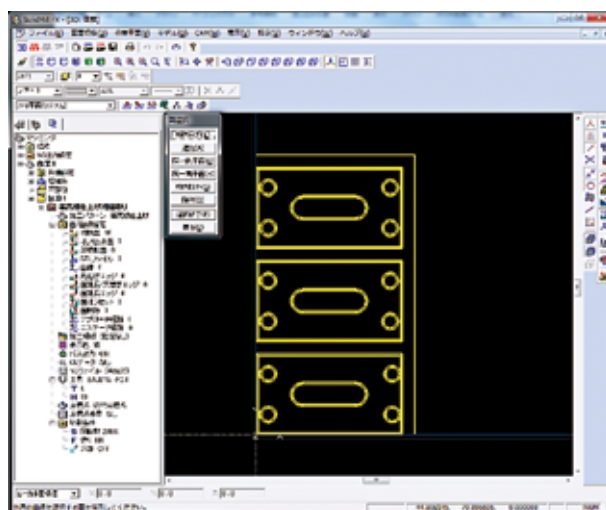


図7 CAMソフト設定画面

ば加工用 CAD データをファイル出力する。

2.2. NC データ作成

次に出来上がった加工用 CAD データから、パソコンの CAM (Computer Aided Manufacturing) ソフトウェアを使用して加工プログラムを作成した。CAM ソフトは CAD データから CNC 工作機械を動かす加工プログラム (NC データ) を作成するためのソフトウェアである。加工用 CAD データを図 7 に示すように CAM ソフトウェアに読み込ませ、加工原点、工程パターン、工具形状、回転速度、切削速度、加工範囲等を入力した。それぞれの設定は加工時間の短縮と段取りの削減が行えるよう考慮した。今回の加工には図 3 の左にある R1.5 のボールダイヤモンドツールを使用した。このダイヤモンドツール 1 本で貫通丸穴、貫通長穴、外形加工、C 面取りまでの全ての工程に対応でき、工具交換の必要はない。設定終了後、図 8 に示す CAM ソフトウェアのシミュレーション機能を使い、加工のシミュレーションを行う。この機能は NC データを実際の加工前に、アニメーションで全ての加工工程を確認できる。加工結果はオブジェクト表示され便利な機能である。不具合があれば表示されるので各設定を再検討する。

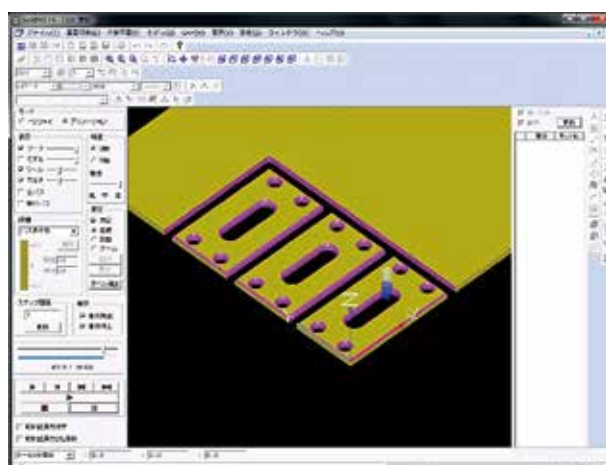


図8 CAMソフトシミュレーション画面

シミュレーションに異常が無ければ NC データを出力する。NC データは数値でコンピュータを制御するためのプログラムである。命令と原点を基準に X 軸 (左右)、Y 軸 (前後)、Z 軸 (高さ) の座標値をどれだけ移動させるかを繰り返し指令するテキストファイルである。今回の加工による命令・指令数は図 9 に示すように約 100,000 に及ぶが、パソコンが NC データファイルを書き出す時間は 5 秒程度である。

No.	命令・指令
1	%
2	(BALLTC-3.0mm)
3	T0M06
4	T0
5	G91G43H99Z0
6	G90S20000M03
7	G17X0.133Y0.133
8	Z0.1G01Z0.F100
9	X0.094Y0.176Z-0.003
10	X0.06Y0.224Z-0.006
	・
	省 略
	・
99613	G01Z-0.039
99614	Y97.175Z-0.139
99615	Y69.
99616	X-0.613Z-0.142
99617	Y97.175
99618	G00Z5.
99619	X0.Y0.
99620	M05
99621	M30

図9 NCデータ

2.3. 加工作業

CNC フライス盤にはノートパソコンが接続されており、フライス盤を制御する CNC ソフトウェアがインストールされている。図10に示す CNC ソフトウェアを立ち上げNCデータを読み込ませた。データを読み込みながら本機の仕様で加工が可能か画面上でシミュレーションを行う。画面には加工のアニメーションが順次表示され、終了後には加工工具の軌跡が残る。

工作物は、図11に示すように台座のガラス板に仮固定剤で接着し、ステップクランプで台座のガラス板をトレー内に固定した。

工作物の加工原点を NC データ上で設定した加工原点と同じ場所に入力する。CAM ソフトで設定した R1.5のボールダイヤモンドツールを主軸に取り付け、図12に示すように加工液を出し加工を開始した。

R1.5のボールダイヤモンドツール 1 本で貫通丸

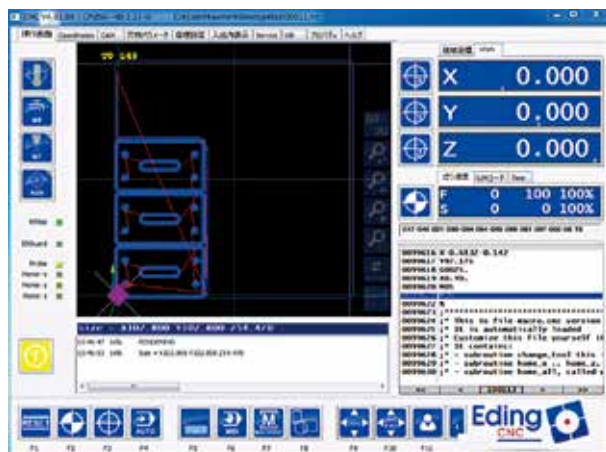


図10 CNCソフト画面



図11 工作物の固定作業



図12 加工中

穴 4 ヲ所、貫通長穴、外形仕上げ、面取りまでの全工程をコンピュータが自動制御し加工を進めた。加工時間は約 3 時間であるが、自動運転のため作

業者の作業拘束時間が短縮される。全ての加工終了後、台座に仮固定された工作物を剥がし図13に示すような製品が完成した。

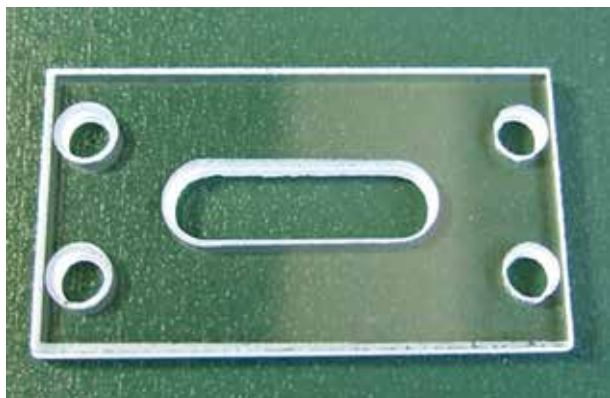


図13 完成品

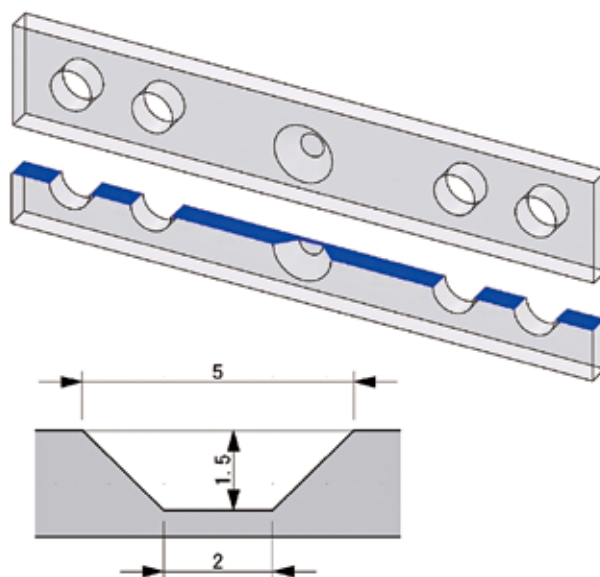


図14 CADソフトによる3D画像

従来の設備ではこのような長穴加工は不可能であったが、CNC フライス盤導入で穴の形状や大きさを自由に設定して簡単に製作できるようになった。

3. 加工例 テーパー穴加工

ガラス板へのテーパー穴加工の委託加工を行った。支給品のBK7ガラス板（50×50×t2）の一边を13mm×3枚と8.9mm×1枚に切断し、中央にテーパー穴が1カ所、両端に貫通丸穴φ3.2を2個ずつ加工した。テーパー穴は入り口の直径5mm、深さ1.5mm、底は直径2mmの平面で、図14に示すようなすり鉢状の形状をしている。

手書き図面による依頼であったため、図15に示す加工図面をCADソフトウェアで描いた。

材料は50mm×50mm×t2のBK7ガラス板が2枚で、各々から4枚ずつ材料取りした。加工工程削減のため、材料2枚を縦に並べて台座に仮固定して加工を行った。これにより8枚分の加工がひとつの工程となり時間と手間が省けた。加工手順は、最初にCNC フライス盤で穴加工とテーパー加工を行った。この加工では2種類のダイヤモンド工具を使用した。穴加工にはスクエア型ダイヤモンドツ

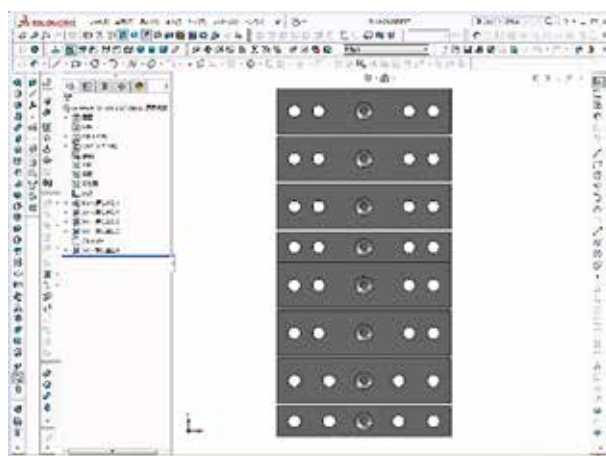


図15 CADソフト加工用図面作成画面

ルφ1.8を使用して加工をした。穴加工終了後、主軸は工具交換のために所定の位置に移動し一時停止する。テーパー加工にはボール型ダイヤモンドツールR0.9を設定したので、交換後に再スタートした。CNC フライス加工終了後、高速精密切断機でそれぞれの大きさに切断加工を行い、図16に示すような完成品が得られた。

テーパー加工は縦横高さ方向を同時にコントロールする必要があり、手送りの機械では限界があった。CNC フライス盤は、コンピュータ制御で三方向を



図16 完成品

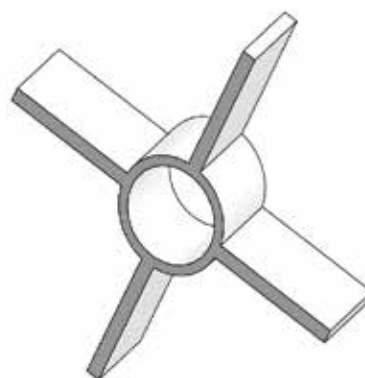


図18 CADソフトによる3D画像



図17 CADソフト3D画像と試作品（右写真）



図19 完成品

同時にコントロールできるためテーパ加工も可能となった。また、テーパよりも複雑な曲面や球面加工も可能である。図17は試作品であるが外径20mmのガラス棒の端面を、R2.5のボール型ダイヤモンドツールで加工した。形状的にはレンズのような球面加工も可能であるが、ダイヤモンドツールの特性上、ガラス加工面は失透してしまう。

4. 加工例 樹脂部品加工

容量30mlバッフル付き攪拌容器と攪拌翼の委託加工を行った。攪拌容器と攪拌シャフトはガラスで作製した。以前は、攪拌翼も厚さ1mmのガラス板をシャフトに溶着して製作していたが、ガラス板では破損しやすいために図18に示す形状をテフロンで製作した。

攪拌シャフトは外径 $\phi 8$ のガラス丸棒であるが、攪拌翼を取り付ける先端は $\phi 4$ のガラス丸棒を70mmの長さで繋いだ。テフロン攪拌翼の通し穴は、 $\phi 4$ より若干小さく加工し、圧入固定した。また、実験には有機溶媒を使用するので、揮発を減少させるために図19に示すキャップも製作した。

キャップには切り欠きがあり、攪拌容器に攪拌シャフトがセットされた状態で、切り欠きを開いて容器に被せることが可能である。

今回製作した攪拌翼は簡単な形状であるが、CNCフライスでは、図20に示すような翼を長さ方向にひねった形状の加工も可能である。

CNCフライス導入前は、樹脂部品は機械工作室で製作していたが、簡単な部品はガラス工作室でも製作が可能となった。

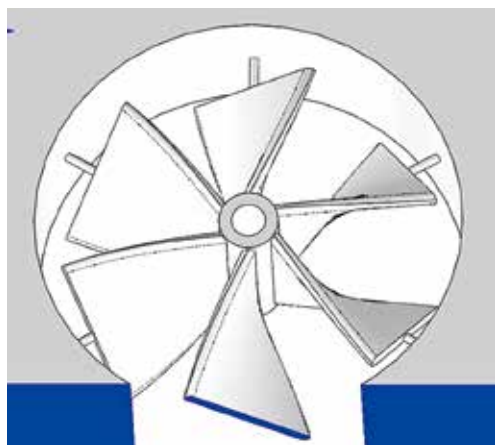


図20 CADソフトによる3D画像

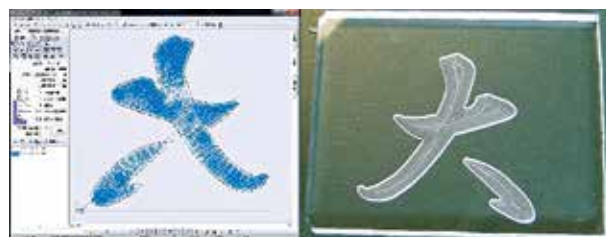


図21 NCデータ作成画面と完成品（右写真）



図22 NCデータ作成画面と完成品（右写真）

5. 加工例 文字・画像加工

CAD ソフトウェアには、文字を図形化する機能があり、パソコンにインストールされているフォントを利用し、拡大縮小やミラー反転して図形化することが可能である。また、図形化によりCADデータとして扱えるので、CAM ソフトウェアでNCデータを出力し袋文字や線文字を加工することも可能である。

図21は行書体の「大」の文字を左右反転させ、アクリル板の裏側から深さ0.5mm切削し袋文字加工を行った例である。また、文字を反転させないで表からの加工や文字の周りを削って浮文字に加工することも可能である。文字の他にも、BMP、JPEG等のデジタル画像をトレースして図形化することができる。手書きの文字や画像もスキャナーで読み込んで使うことができる。

図22は、本学校章「五三の桐葉型」のJPEG画像をCADデータに変換後、NCデータを作成して加工した例である。表紙の画像は、165mm×165mm×厚さ3mmのガラス板にφ1.5mmのスクエア型ダイヤモンドツールを使用して、0.3mmの深さで研削加工した。

おわりに

CNC 卓上フライス導入後一年が経過し、工作依頼品や機械性能チェック、スキルアップのための試作を幾つか行ってきた。コンピュータ制御により従来の手動操作では加工できなかった複雑形状の加工を実現でき、円弧等の曲面や斜面形状の加工を高精度で簡単に行えるようになった。

今後、委託加工などで大いに活用したい。

オープンファシリティ登録機器（公開工作室） 利用資格取得講習会の報告

工作部門 機械工作室 内田 豊春

1. はじめに

国立大学法人筑波大学研究基盤総合センター工作部門には、機械工作室、ガラス工作室、公開工作室がある。公開工作室の工作機械などの機器は、「筑波大学が保有する研究設備の有効利用を図ることにより、最先端の機器を容易に利用出来るようにする。」とのオープンファシリティの趣旨に基づき、オープンファシリティに登録されている。

公開工作室では、利用資格を持った教職員、学生が自由に機械加工をすることが出来る。公開工作室の利用資格を取得するためには、安全教育と機械工作実習から構成された、利用資格取得講習会を受ける必要がある。

本報告では、主に利用資格取得講習会の機械工作実習について述べる。

2. 公開工作室と設備機器の概要

公開工作室は、図1のように、機械工作室の一

部を間仕切りして場所を確保している。機械の配置は、写真向かって左側に旋盤を、右側にフライス盤を配置している。図2や図3のように、汎用普通旋盤2台、汎用フライス盤3台が設備されている。

それぞれの仕様を簡単に記す。

（1）汎用普通旋盤

- ・アマダワシノ普通旋盤 LR-55A センタ間距離 550mm



図2 汎用普通旋盤



図1 公開工作室



図3 汎用フライス盤

(2) 汎用フライス盤

- ・イワシタ NKS-1 (立型) 主軸テーパ NT40
- ・長谷川機械 HPF-W (立横複合型) 主軸テーパ NT30
- ・長谷川機械 HPF-V (立型) 主軸テーパ NT30

3. 機械工作実習と実習課題

受講者の殆どは、機械工作の経験無し、または多少経験した程度の初心者が多い。そのため、工作機械を使った金属加工などは、「怖いおっかない！難しい！」というイメージが強い。これらの不安があることを前提に、実習に当たっては安全第一を基本に置き、「おもしろおかしく愉快地に機械工作を楽しむ！」との考えに基づき実習を進めている。実習は、受講者二人を原則に、午前3時間午後3時間の合計6時間で行っている。

3.1 実習の流れ

実習は次の順で行っている。

- (1) 実習の趣旨説明と安全上の注意
- (2) 汎用普通旋盤、汎用フライス盤の各部の動きの説明、安全な取り扱いと注意点の説明
- (3) 黄銅丸棒を用いた切削の練習
- (4) 切削した箇所測定器（ノギス）による計測と正確に計測するための注意点
- (5) 実習課題製作→加工が完了した部品の精度検査と組み立て
- (6) 機械の清掃と周辺の後片付け

3.2 実習課題

実習課題としては、図4に示すミニスクリージャッキの製作と、併せて受講者が自分の研究実験に必要な、比較的単純形状の機器や部品の製作を課題としている。

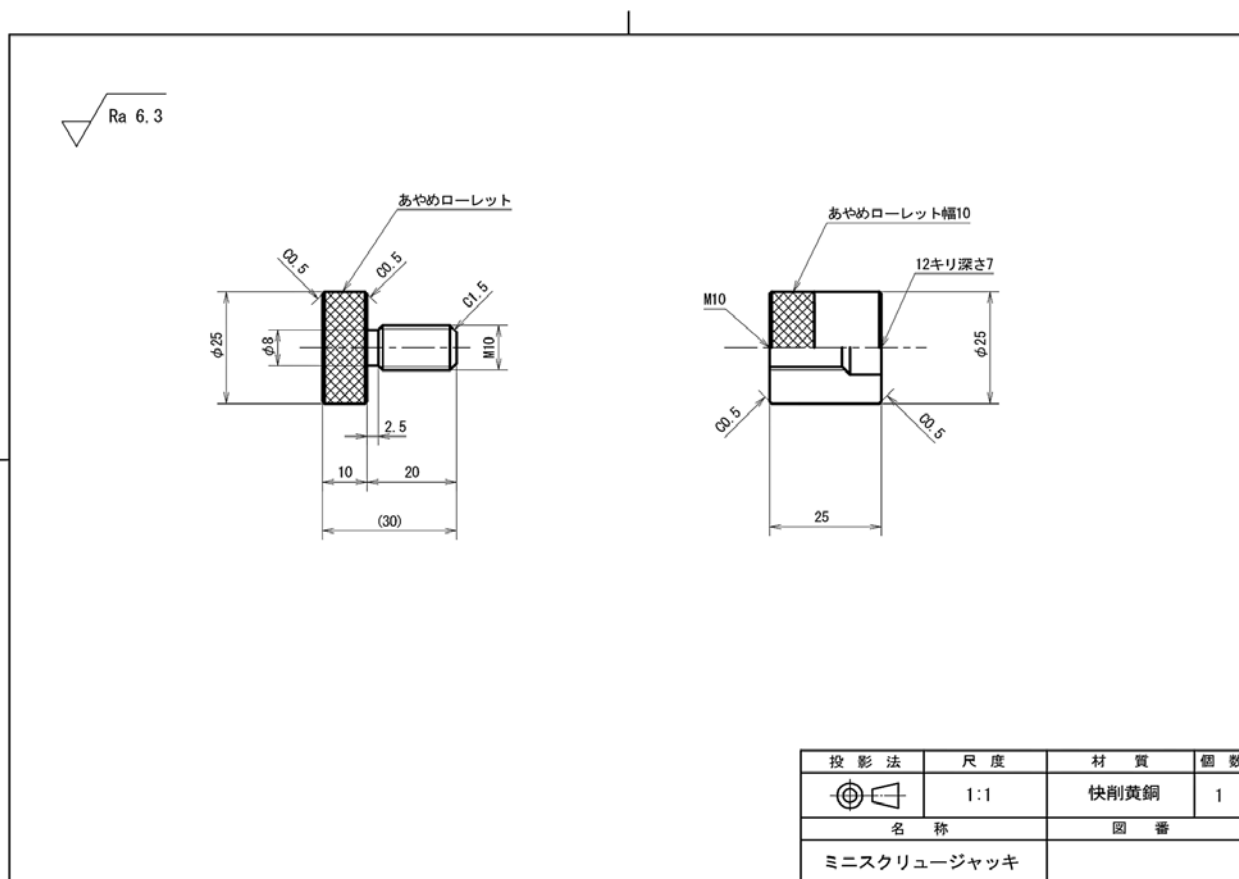


図4 実習課題

3.3 実習課題の形状と加工

次にミニスクリュージャッキの形状と加工について述べる

ミニスクリュージャッキは図4のように、二つの部品から構成されている。部品の材種は、初心者でも容易に切削可能で、切削性に優れた快削黄銅丸棒を使用した。

(1) 形状は、機械工作の経験無しの受講者を対象とするので、次の点に留意した。

- ・単純な形状であること。
- ・致命的な失敗をしない限り多少削り過ぎても、製品として機能すること。
- ・実際に利用ができ役に立つこと。
- ・比較的短時間で完成できること。
- ・基本的な加工法が体験できること

(2) 加工は全て旋盤で行い、次の基本的な加工法を採用した。

- ・バイトによる旋削加工（外径切削、端面切削、溝切削）
- ・ドリル加工（8.5キリ、M10下穴）
- ・ねじ切り加工（M10のタップとダイスを使用）
- ・ローレット加工

ローレット加工に関しては基本的とはいえないと思うが、綺麗にローレットが施された加工面を見て、毎回受講者が感動しているので、この加工は必要である。



図5 ミニスクリュージャッキ

加工が完了したミニスクリュージャッキを図5と図6に示す。

フライス盤での加工に関しては、その都度受講者の研究実験目的に沿った形状と材種で、エンドミルを使った平面切削加工、4角穴加工等を行っている。

4. おわりに

実習の終わった受講生に実習の感想を訊ねると、

- ・「当初は難しいと思ってが課題が無事完成できて嬉しかった」
- ・「思っていたより金属が簡単に削れたので楽しかった」
- ・「生まれて初めて金属を削ったので、新鮮で面白かった」
- ・「10 μ m 単位の精度が出せてビックリした」
- ・「ローレット加工が面白かった。あのギザギザが綺麗に加工できて感動したと同時に、どのように加工されるのかが理解できた」

など、おおむね良い印象を持っていると思われる。

今後の実習を見通した場合、簡易型でも良いのでコンピュータ制御で動く、CNC 旋盤と CNC フライス盤を公開工作室に導入し、関数曲線など汎用工作機械では加工が難しい形状を実習課題にして体験させ、ものづくりへの知見をより一層深めさせるのが工作部門の使命と考える。



図6 ミニスクリュージャッキ



図7 旋盤作業の様子



図8 フライス盤作業の様子

実習修了者が、自身の実験機器を製作している様子を図7と図8に示す。また、公開工作室の実習修了者でもある、太智花美咲氏（芸術専門学群クラフト領域4年）が「針穴活動写真機」の題で本工作ニュースに寄稿しているので、併せて参照されたい。

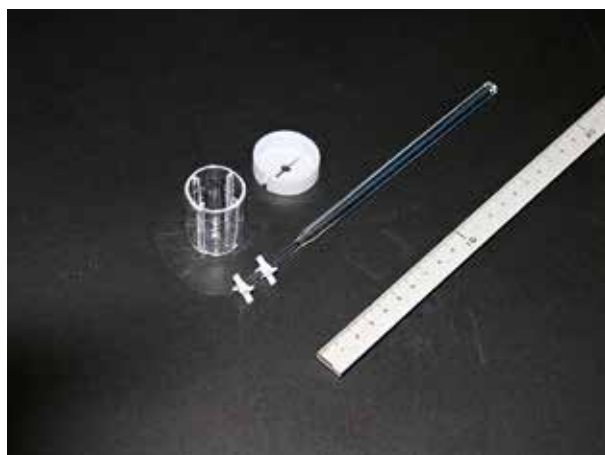
公開工作室の実習に関連したことであるが、毎年夏期休業中に「大学院共通科目 工作機械序論と実習」が開講されている。その実習課題「ミニバイス」を参考のため図9に示す。



図9 ミニバイス



昇華精製管



ガラスセルと攪拌棒



シール付き調剤フラスコ



ガラス板加工



ガラス作品



ガラス作品



ブーツとブーツホルダー



ブーツホルダー裏面



クエットチャンバー



盲児用触探索ブロック



上肢支援外骨格装置



上肢支援外骨格装置部品

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教育研究施設の一つで、実験機器・装置の設計・製作やものづくりの相談、実習を通して本学の研究・教育の向上に寄与することを目的としている。

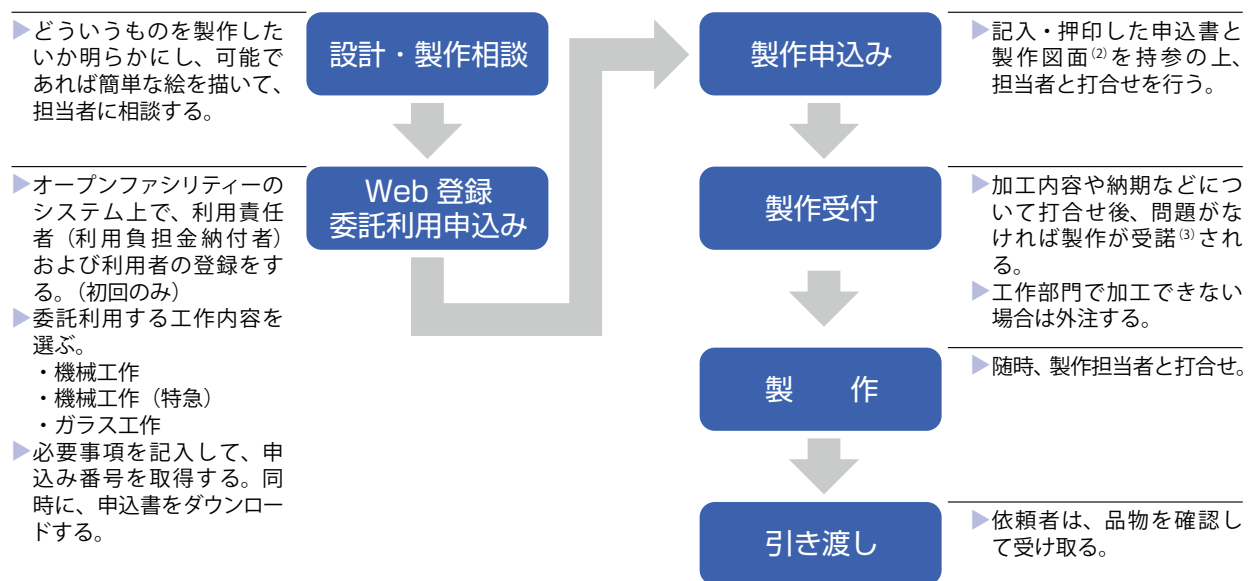
工作部門には、機械工作室、ガラス工作室、公開工作室がある。機械工作室では、汎用工作機械や数値制御（NC）工作機械による直線形状や曲線形状の機械加工、TIG溶接や銀ろう付などの溶接作業等を行っている。ガラス工作室では、手作業やガラス旋盤などによる加工や修理、精密切断機や卓上CNCフライス盤による切断作業や溝加工などを行っている。公開工作室では、利用資格を持った教職員、学生が自由に機械加工をすることができる。

また、利用方法には委託利用と共同利用がある。委託利用は、実験機器・装置の製作を工作部門に委託する利用方法である。共同利用は、オープンファシリティーに登録されている機器（主に公開工作室の機器）を自身で操作して加工する利用方法である。

工作部門の円滑な活動を確保し、できるだけ多くの人が公平に利用できるよう、ご協力をお願いしたい。

委託利用

実験機器・装置の製作を工作部門に委託する利用方法である。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。まず、本学オープンファシリティーのシステムから委託利用⁽¹⁾を申し込む。委託利用の流れを以下に示す。



(1) オープンファシリティの利用

オープンファシリティとは、国立大学法人筑波大学が保有する研究設備の有効利用を図ることにより、最先端の機器を容易に利用できるようにするシステムである。利用マニュアルは、研究基盤総合センターオープンファシリティ推進室のホームページにあり、以下のURLで参照できる。

<http://openfacility.sec.tsukuba.ac.jp/wp/riyou1/>

(2) 製作図面

工作部門ホームページ (<http://www.kou-c.tsukuba.ac.jp/>) の学内向けページに図面の描き方があり、参照できる。

(3) 委託利用のルール

利用者への公平性の確保、工作部門内にある機器の効率的運用の立場から、次のルールにより製作業務を実施する。

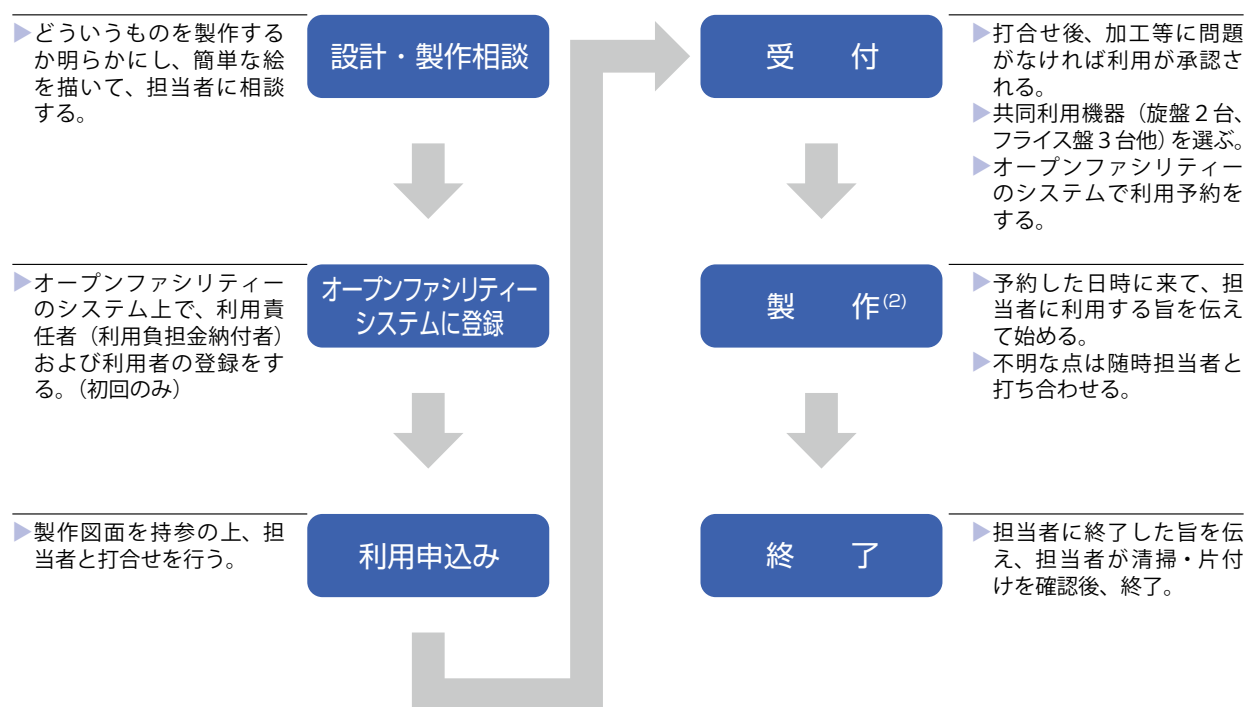
- ①容易に市販品で代替できるものや規格品に準ずるものの製作は、原則として受けない。
- ②原則的には、受付日時の順番で製作する。
- ③数量が非常に多いものについては、外注扱いとする場合がある。
- ④工作部門の機器で製作できないものは依頼者と相談の上、外注とする。

※申込書の書式（黄色の部分にご記入下さい。）

申込番号	150401		受付日			受付番号		
所属部局名	○×		研究科系	△□		専攻域, センター		
支払責任者	筑波 太郎		依頼者	工作 一郎				
工作名	センサ保持具		工作数	3個		支給品	なし	
工作図、仕様を添付の上、提出願います。								
金 額	加工費		作業者氏名					
	材料費		開始日	平成	年	月	日	
	外注費		完了日	平成	年	月	日	
	その他		製品引渡	平成	年	月	日	
経費合計			受領者氏名	㊞				
備 考								
依頼者連絡先								
TEL	1234		E-mail	X1234@YZ. tsukuba. ac. jp				
筑波大学研究基盤総合センター工作部門								

共同利用

共同利用は、オープンファシリティーに登録されている機器（主に公開工作室の機器）を自身で操作して加工する利用方法である。まず、本学オープンファシリティーのシステムを利用してオープンファシリティー登録機器の利用を申請する。共同利用は、利用者資格登録⁽¹⁾をした教職員、学生が利用できる。その具体的な手順を以下に示す。



（１）利用者資格登録

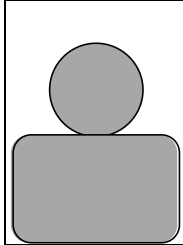
工作機械は不注意や操作ミスにより、利用者が大きな怪我を負うことがある。また、共同で利用する機器を破損して多くの利用者に迷惑を及ぼす。このため、共同利用機器の使用を希望する利用者は、安全に正しく使用することができるように、工作部門で実施する安全教育（半日）と操作実習（１日）を受講し、利用資格を得て登録する必要がある。

（２）利用上の注意

- ①利用者は、オープンファシリティーのシステム上で利用希望時間を予約する。なお、予約時間をキャンセルすることはできないので、工作部門担当者とよく相談する。
- ②機器の使用に当たっては、担当者の指示に従い、正しく操作するよう留意する。不明な点は、担当者に必ず問い合わせる。中途半端な使い方は、機器損傷や人身事故を引き起こす原因となる。
- ③作業終了後は、機器・工具及び周囲の清掃を十分に行う。切り屑は分別して廃棄する。
- ④共同利用に適応しない行為が認められた場合には、利用者資格登録を抹消する。

※利用資格登録申請書書式

平成 年 月 日



利用資格登録申請書（記入例）

申込承認 部局長名 茨城 次郎 (或いは指導教官)

申 込 者 所属部局名 ○×研究科△□専攻

職 名 博士前期 1 年 氏名 (フリガナ) きかい がらす 機械 硝子

所属研究室 茨城研 内線 1234 学籍番号 123456789

E-mail kikai2015@glass.tsukuba.ac.jp

研究基盤総合センター工作部門の共同利用機器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 フライス盤 ボール盤

(ハ) 経験作業

旋 盤 : 丸削 内面削 突切り ねじ切り 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 きさげ作業 板金

(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

フライス : エンドミル ドリル その他

(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 安全講習 : 平成 年 月 日

実 習 : 平成 年 月 日

認 定 : 平成 年 月 日

・登録番号 : _____

最近 4 年間の利用状況

		平成 24 年度	平成 25 年度	平成 26 年度	平成 27 年度
機械工作	件数 (件)	221 (20)	191 (27)	194 (33)	222 (19)
	時間 (h)	3077.25	2595.6	3702.5	2709
ガラス工作	件数 (件)	390	345	301	279
	時間 (h)	1226	975	866	852.5
合計	件数 (件)	611	537	495	501
	時間 (h)	4303.25	3570.6	4568	3561.5
公開工作室	件数 (件)	10	64	43	71
	時間 (h)	34.58	602.7	176	173

※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	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	工作部門の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 回	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	約 50 名	5 月 13 日
磐城桜が丘高校	31 名	5 月 21 日
学内教育研究施設見学実習	10 名	7 月 9 日

研究基盤総合センター工作部門運営委員会名簿

平成28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	26.4.1 ～ 28.3.31	内線 5353
工作部門 システム情報系 准教授	堀 三計	26.4.1 ～ 28.3.31	内線 2528
数理物質系 教授	小島 隆彦	26.4.1 ～ 28.3.31	内線 4323
数理物質系 教授	木塚 徳志	26.4.1 ～ 28.3.31	内線 4993
数理物質系 准教授	池沢 道男	26.4.1 ～ 28.3.31	内線 4350
数理物質系 准教授	富田 成夫	26.4.1 ～ 28.3.31	内線 5337
システム情報系 教授	境 有紀	26.4.1 ～ 28.3.31	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）	吉住 昭治	2527（2526）
技術専門職員（ガラス工作）	明都 茂	2523
	門脇 英樹	
シニア職員（機械工作）	石川 健司	2527（2526）
派遣職員（機械工作）	内田 豊春	
	中村 三郎	

編集後記

今回の「工作ニュース」の発刊に際し、執筆、編集に協力していただきました教職員や学生の皆様に心から御礼申し上げます。また、この「工作ニュース」の主要な記事は研究基盤総合センター工作部門のホームページにも掲載致しますので、併せてご覧下さい。

工作部門では、昨年、ガラス工作に対応した、小型卓上CNCフライス盤の導入により、ガラス、樹脂等の、複雑な形状の加工が可能になり、また、機械工作では2年前に導入した、ワイヤ放電加工機の加工経験により、金属の複雑な形状や、テーパ形状等の加工が可能になり、技術的な対応の幅が広がったと考えています。これからも依頼者の技術的な要求に応えていけるよう、皆様からのご意見ご要望などをお寄せ頂ければ幸いです。

平成28年 3 月31日

工作ニュース編集委員会
堀 明都 門脇 吉住

E-mail: takumi01@kou-c.tsukuba.ac.jp
URL: <http://www.kou-c.tsukuba.ac.jp/>

平成28年(2016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

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