



筑波大学
University of Tsukuba

工作ニュース

No.7 2015.4



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

巻頭言

副センター長（工作部門担当） 河井昌道 1

研究ノート

高温材料強度の研究..... 2

堂崎隆志、船井まどか、渡部 修

（システム情報工学研究科構造エネルギー工学専攻）

ガラスのための電気炉製作..... 7

遠藤章子（芸術系特任研究員）

海中の粒子沈降の測定におけるエルトリエーターの利用 8

和田茂樹（下田臨海実験センター）

公開工作室利者の声

液体窒素温度測定用窓付きチャンバーの製作..... 10

大嶋勇輝（数理物質科学研究科物理学専攻博士前期課程2年）

発光測定のための共焦点顕微鏡の部品の作製..... 11

塚本知九馬（数理物質科学研究科物理学専攻博士前期課程2年）

クライオクーラーにおける超伝導体冷却用試料ホルダーと

テラヘルツ波透過窓の作製..... 12

幸 良彦（数理物質科学研究科物性・分子工学専攻博士課程前期1年）

フォトギャラリー

..... 13

利用の手引き

..... 15

運営報告

利用状況..... 20

主なイベント..... 21

新規設備紹介..... 22

運営委員一覧..... 24

職員紹介..... 24

編集後記

..... 25

副センター長（工作部門担当） 河井 昌道

モノ作りの基盤設備は工作機械である。工作機械の精度はその国の工業水準を決定し、生産力を大きく左右する。我が国は、世界に先んじて、高度なNC工作機械産業の育成に成功し、高い工業技術力の下に経済発展を遂げた。

NC工作機械の国内生産台数は、1970年から2010年の間に40倍に増加している。2000年から2010年までの工作機械の国内生産台数の推移を見ると、旋盤、研削盤、歯切り盤、専用機については概ね一定水準となっているが、マシニングセンタは1.7倍に、NCボール盤は3倍に増加している。直近の2010年から2014年を見た場合、NC旋盤1.2倍、マシニングセンタ2.2倍、NC研削盤1.3倍、NC専用機1.7倍に、NC工作機械全体では1.6倍に増加している。NC工作機械類の国内生産が堅調に推移していることがわかる。工作機械の輸出と輸入の比率は、2010年に生産1位の中国が1:5、2位の日本が18:1、3位のドイツが4:1となっている。日本は輸出比率が極めて高い。このことは工作機械マーケットにおける現時点の優位性を反映している。

工業の多くの分野に共通して、技術の先行がその後の盛衰に大きく影響する。工作機械産業のNC化の先取りが我が国を切削型工作機械の生産額で世界トップに27年間維持せしめた。現状の動向からは今後もしばらくは中国、日本、ドイツが上位を占めと予想される。かつて工作機械の世界をリードした米国は現在では輸入国になっている。その米国において、モノ作りのシナリオを大きく変化させる可能性を秘めた新たな造形技術として3Dプリンタ技術が急速に発達し、製造革命の息吹として世界的に広まりをみせている。工作機械のNC化やその複合化（マシニング化）が工作機械産業の世界地図を塗り替えたように、3Dプリンタ高性能機の普及はそれに匹敵するインパクトを持つかもしれない。

工作機械産業は自動車部品産業に約60%の依存度を持つと言われている。その自動車産業には、燃料電池や軽量新素材を用いた新しいモデルへ急速に移行する気運が高まっている。この移行は自動車部品産業に大きな影響を与える。それは工作機械産業にも大きなインパクトとなる。このような流れに敏感に呼応し、NC工作機械の基盤技術を高め、3D造形技術が普及した後の優位性の確保について戦略的な対応が求められる。

マニピュレータや電子部品実装記などの産業用ロボットの稼働台数を見ると、日本、米国、ドイツ、韓国、イタリア、中国の2000年における比率は、433:100:101:42:44:1であるが、2009年には9:5:4:2:2:1へと大きく変化している。10年後の稼働台数は、この比較の上位に違いがなくなり、中国が最大となるであろう。その時にも我が国は産業用ロボットの主たる輸出国でいられるであろうか。NC工作機械技術、産業用ロボット技術、そして3Dデジタル造形技術を融合することで競争環境にいち早く適応し、世界をリードしていることを期待したい。

工作機械の自動化と高機能化は技能職人を減らす作用を伴う。汎用化やコモディティ化の絶対的な流れにあって、それとは逆に特殊化やスペシャリティ化による違いの創出が求められる。研究や開発の段階においては作り込む作業が必要になり、それを担う技術者の層を薄くしてはならない。既存の工作機械技術に精通していないことは、全く新しいアイデアに発案に有効となることがある。しかし、一方で、実装のためには既存技術がベースとなる。このことは、次世代技術の開発を担う人材が工作技術の変遷と現状を把握していることが望ましいことを示唆している。このような観点からの素養を育む上で工作過程の映像を参照することが効果的かもしれない。

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。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。

高温材料強度の研究

システム情報工学研究科構造エネルギー工学専攻 堂崎 隆志、船井まどか、渡部 修

1. はじめに

日本の電力の安定供給に火力発電が欠かせない。しかし火力発電設備は老朽化しており、更新や大幅な改修が必要である。またCO₂削減の観点から、エネルギー機器はより高温・高圧での使用が望ましい。システム情報工学研究科構造エネルギー工学専攻、渡部研究室では、材料や構造の高温での強度に関する研究を行っている。第2章では堂崎氏のスモールパンチ実験、第3章では船井氏のき裂進展実験を紹介する。

2. 室温スモールパンチ試験と有限要素解析

火力発電所などの高温プラントにおいて、プラントの信頼性及び余寿命評価を適切に行うために、実機を対象とした材料試験が実施されている。しかし、従来の静的引張試験やクリープ試験では試験片の寸法が大きいため、実機から供試材を採取することや採取後の補修が困難な場合がある。そこで近年国内外において、微小試験片を用いた材料試験法の一つであるスモールパンチ（SP）試験・スモールパンチクリープ（SPC）試験が注目を集めている [1] [2]。ここではSP試験を対象とし、SP試験の現状を踏まえたうえで、実験と解析の両面から検討した。

オーステナイト系ステンレス鋼について、温度及び板厚の影響を実験によって検討する。

有限要素解析によって、室温SP試験における基本的な変形挙動や、治具寸法などの影響を検討する。

SP試験ではこの試験特有の試験片・治具が必要となるが、それらの製作については筑波大学研究

基盤総合センター工作部門の方々にご支援を頂いた。ここではSP試験の試験方法を示した後に、室温SP試験の結果とその有限要素解析について紹介する。

2.1 試験方法

まず研究で用いたSP試験用の円盤試験片を図1に示す。SP試験の試験片は、板厚0.3～0.5mmの平板状の円盤試験片を用いることが多い。円盤試験片の両面を#1000と#2000のサンドペーパーで研磨した後、支持ホルダーの上に置き（図2）、図3のように押えホルダーを被せて試験片を固定する。そして図3に指し示す硬球投入口へセラミック製の直径2.4mmを有する硬球を投入する。試験片及び治具の断面図と寸法は、図4及び表1の通りである。

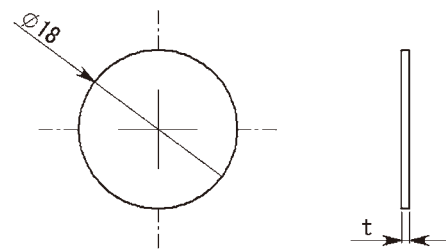


図1 円盤試験片

表1 治具と試験片の基本寸法 [単位:mm]

Disc Specimen	Diameter D	18.0
	Thickness t	0.5
Fix Holder D _F		3.0
Support Holder	D _S	4.8
	R _S	1.2
Ball Punch D _B		2.4

試験片及び治具、荷重を負荷するパンチャーを試験機に取り付け、室温下でパンチャーを通して

研究ノート

硬球に鉛直方向の変位速度0.20mm/minを与える。荷重治具はインコネル600を用いている。試験での計測量は、試験片に加わる荷重と硬球の鉛直方向変位である。硬球の鉛直方向変位は、変位計の2本の石英ガラス棒を、パンチャーと固定治具に取り付けることで計測している。

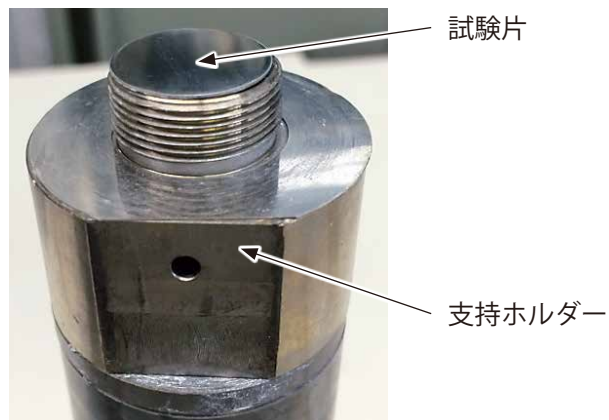


図2 円盤試験片と支持ホルダー

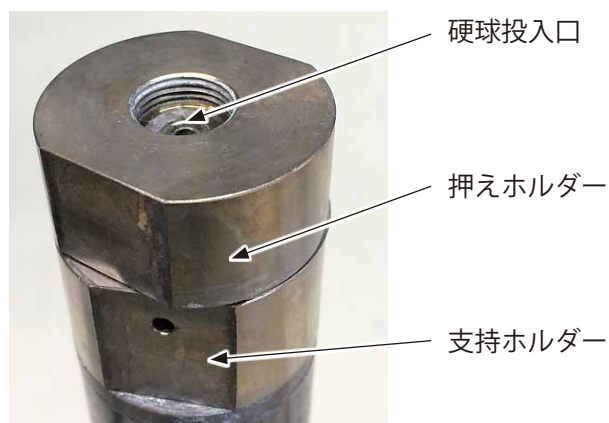


図3 試験片固定完了

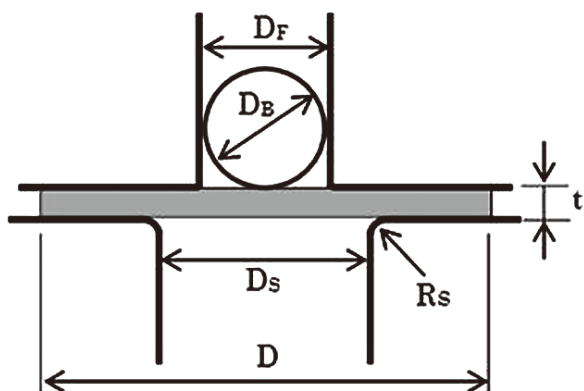


図4 治具及び試験片断面図

2.2 試験結果

図5に室温SP試験と有限要素解析の荷重変位曲線を示す。有限要素解析においては、治具寸法は表1と同じ値を用いたが、試験片遠方は結果に影響しないと考え、試験片の直径Dは10.0mmとしている。また解析プログラムは、研究室で作成された大規模変形弾塑性解析コードに、接触と摩擦を考慮できるサブルーチンを付加したものを使用した。図5より、4回の実験と有限要素解析は概ね一致していることが確認できる。

また試験片内部の応力状態を調べるために、図6に主応力図を示す。図6より、試験片には曲げ変形によって生じる引張応力が、試験片に沿うように発生していることがわかった。

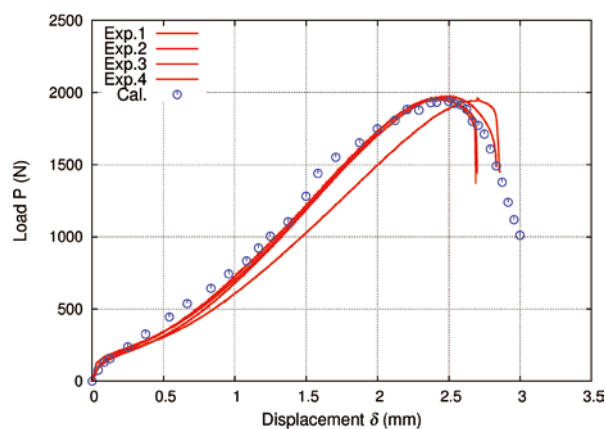


図5 荷重変位曲線

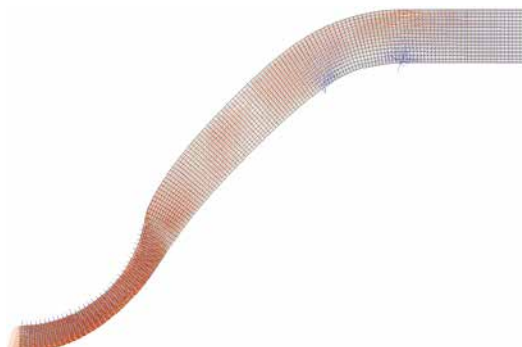


図6 試験片内部の応力状態

3. 高温平板のクリープ疲労荷重による き裂進展評価

超々臨界圧火力発電では、運転年数の短い機器の損傷が報告されている。高温機器の不具合や事故を回避するには、部材の損傷状態を把握し寿命に達する時期を予測することが重要である。高温機器の寿命評価法の1つに目視可能なき裂の発生をもって寿命とする評価法がある [3]。本研究では破壊の第一要因である疲労と、クリープによって部材に生じるき裂の進展実験を行った。

3.1 実験方法

荷重を1サイクル負荷した際に進展するき裂長さ (da/dN) を写真から観測した実験値と、破壊力学パラメータ ΔJ から算出した推測値を比較してき裂進展推測の精度を検証した。クリープ疲労試験とは、試験片に引張保持のクリープ荷重、圧縮引張の疲労荷重を1サイクルとして、この荷重を試験片が破損するまで負荷し続ける試験である。クリープ疲労試験は従来、荷重制御型が主流で、比較的長時間の保持時間を有する変位制御の試験でき裂進展が推測されたのは0.5時間が1例と8時間が1例しかなかった [4]。本研究では引張ひずみを与え、これを保持時間0.0、0.5、1.5、2.5時間の保持した時の変位制御実験を行った。変位制御の試験は、弾塑性変形境界による部材の拘束を模擬しているため、高温で用いられる部材の損傷を、荷重制御の試験と比べてより忠実に模擬できる。

3.2 実験評価

き裂進展速度 (da/dN) をJ積分 ΔJ による評価を行った [3]。

- ①荷重を1サイクル負荷した際の応力ひずみ曲線と試験形状から破壊力学パラメータ ΔJ_f 、 ΔJ_c を算出する
- ②図7の青字で示す条件下で行われた実験データから提唱された関係式を用いて、 ΔJ_f から $(da/dN)_f$ 、 ΔJ_c から $(da/dN)_c$ を算出する [4]。

- ③ $(da/dN)_f$ と $(da/dN)_c$ を加算し (da/dN) の推測値を算出する。

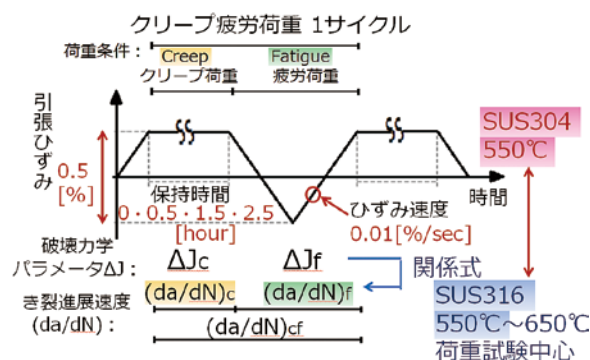


図7 ΔJ による (da/dN) 推測の概要

3.3 試験片、試験装置

試験片はJIS規格 [5] を参考に図2のようなSUS304鋼平板をSOLIDWORKSで設計した。初めに工作部門に工作依頼のアポイントを取り、図面に問題が無いかを確認して頂いた。今回は試験片のき裂進展に興味があったので、試験片にあらかじめ幅の細いき裂を入れたいと相談したところ、ワイヤーカット放電でのき裂加工を提案していただいた。そして加工に入る前に、工作を担当する方と図面の確認を行った。初め、図8のR28の部分について、Rを小さくした方が良いと助言をいただいた。しかし、JIS規格 [5] でRは平板の幅の2倍以上が望ましいとされているため、14mmの平板部に対してRは28mmにしたいと相談したところ、R28で加工を引き受けていただけた。なお試験装置に試験片を取り付ける治具等や変位計など、実験で用いた器具のほとんどは工作部門で製作していただいたものである。そのため、工作部門には試験片、治具等の工作だけでなく、治具が破損した際の修理でもお世話になった。(図9)

3.4 試験結果

本研究ではJIS規格 [5] に準拠して試験片の破損を定義し、破損時のサイクル数を破損サイクル数 N_f とした。各試験で、破損まで等間隔40のサイクルで試験片のき裂長さをCCDカメラで撮影した写真

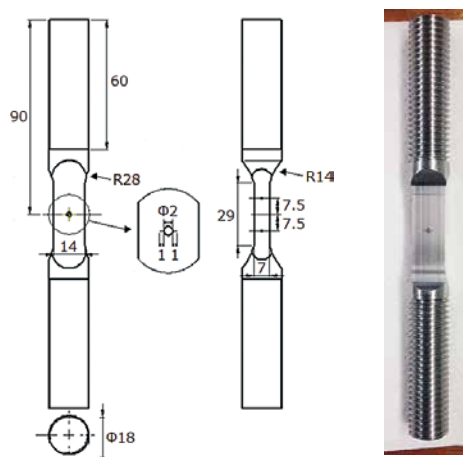
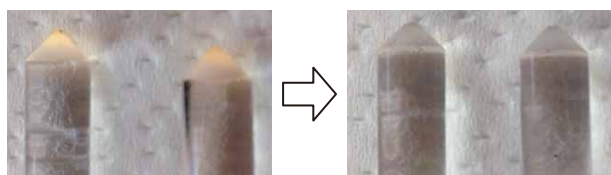


図8 試験片



図9 試験装置

図10 変位計のガラス棒（※1部分）
（欠けた先端を研磨）図11 冷却水ホースの接続部（※2部分）
（接続部は折れやすく、何度も修理依頼）

から計測した。そしてき裂長さのデータからASTMの提唱する7点近似法を用いて、き裂進展速度（ da/dN ）の実験値を求めた [6]。（ da/dN ）とは、荷重を1サイクル負荷した際に進展するき裂長さのことである。0.2 N_f から0.9 N_f まで0.05 N_f ごと15のサイクルでの（ da/dN ）について、上記の方法でき裂の写真から実験値を求め、2章で示した方法で破壊力学パラメータ ΔJ から推測値を求めた「4」。（ da/dN ）の実験値を横軸、推測値を縦軸とした図12から推測の精度を検証したところ、60のうち58の（ da/dN ）のデータがfactor of 2の精度で推測でき、保持時間が長い試験ほど（ da/dN ）の推測の精度が高くなることが確認できた。

工作部門の皆様にはクリープ疲労試験やクリープ試験の試験片、治具、変位計等の様々な工作依頼で大変お世話になりました。私は設計に関して何の知識もなかったため、良い部品を考えることができなかった。しかし、どんな機能を果たす部品を作成したいのかを工作依頼時に組立図を用いて説明すると、工作部門の方から部品図に対する助言をたくさんいただき、より機能性、加工性に優れた部品を発案、工作していただきました。（図7、8）工作相談を通じて部品が改良される過程はとても面白く、完成した部品を受け取る時はとても嬉しかったです。この経験から私はもっといろいろなものを作りたいと考え、ものづくりに携わることができるメーカーへ就職しました。そう思うようになったのは、工作部門の皆様がいつも丁寧に対応してくださったからです。

また、修士論文提出間際の時期に最後1本の試験片を使った試験が失敗し、気が動転したまま工作部門に駆け込んだところ、緊急での仕事を快諾してくださったことに深く感謝します。

3.5 クリープ試験機

研究室で高さ1.5m、重さ200kgのクリープ試験機を製作しました。私は指導教員の渡部先生が考

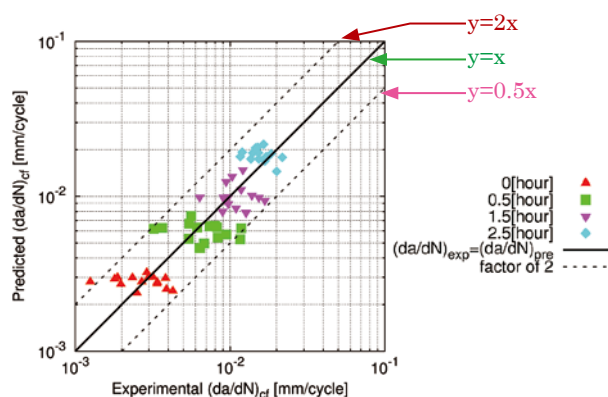


図12 き裂進展速度 (da/dN) の推測精度

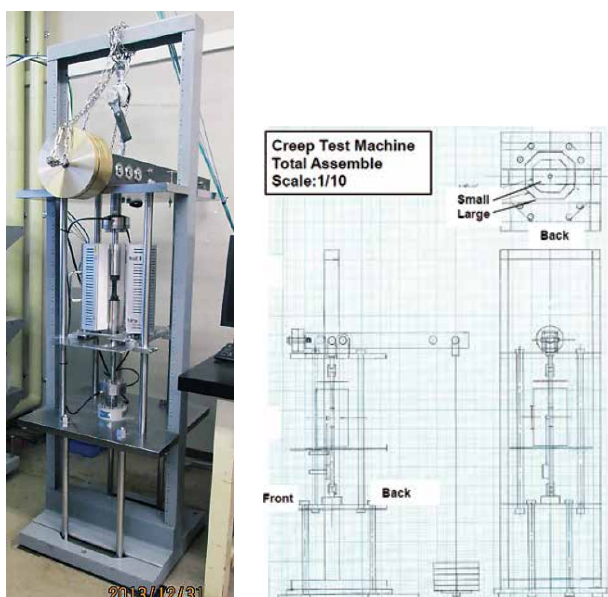


図13クリープ試験機

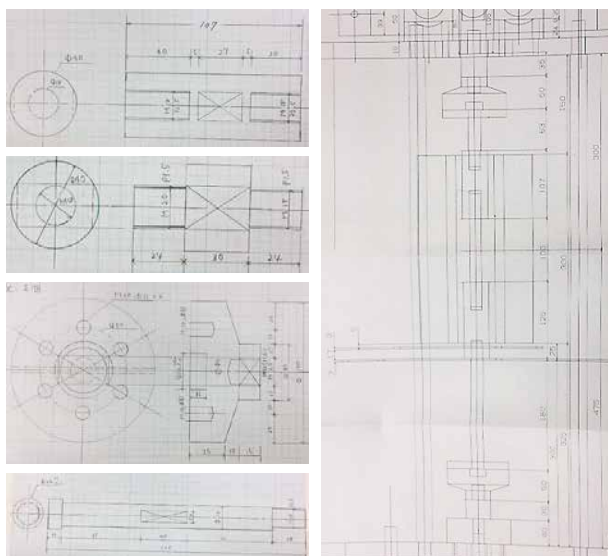


図14寸法確認

えた組立図をもとに60パーツの部品を設計しました。仕事を担当してくださった方には大変お世話になりました。

クリープ試験機の部品図は手描きで作成していたため、寸法を間違いに気づけずに部品図を提出してしまうこともありました。しかし、担当の技術職員の方が3DCADで組立図を作成して寸法の間違いを指摘してくれたことに対し謝意を表します。

しかしながらクリープ試験機はまだ、順調に作動せず、さらなる工夫が必要である。

4. おわりに

渡部研究室では、学生一人一人に異なる研究テーマを与えている。このため、人数分だけの工作治具と試験片が必要になる。本研究を行うにあたり、筑波大学研究基盤総合センター工作部門の皆様には大変お世話になり、ここに感謝の意を表する。

5. 参考文献

- [1] 小林謙一 他, 圧力技術, 第45巻, 第4号, pp180-186, 2007
- [2] Karel Matocha, Proceedings of the ASME 2012 PVP Conference, Vol.6, pp997-1001, 2012
- [3] 緒方隆志, 火力発電用高温機器の損傷評価法, 日本機械学会論文集78巻789号, 2012
- [4] Yasunari Nakayama, et al., Development of Fatigue and Creep Propagation Law for 316FR Stainless Steel in Consideration of FBR Operating Condition, PVP-Vol.365, pp.191-198, 1998
- [5] 日本工業規格, 金属材料の高温低サイクル疲労試験方法, JIS Z2279, 1992
- [6] W. G. Clark Jr. et al., Journal of Testing and Evaluation, 3.6, ASTM, 1975

ガラスのための電気炉製作

芸術系特任研究員 遠藤 章子

私はガラスを素材とした造形、主にもその中でも電気炉を用いた鋳造技法（キルンキャストイング）による作品制作の研究に取り組んでいる。耐火石膏で作成した雌型の中にガラスをセットし、電気炉の中で焼成するとガラスは溶けて型の内部に流れ込んでいく。単なる「素材」であったガラスは、鋳造されることによって「かたち」を得る。

作品制作には、原型の作成・耐火石膏の雌型作成・ガラスの用意・焼成・石膏型からの割り出し・研磨等の加工…などいくつかの工程があるが、制作をする上で重要な役割を果たすのが電気炉である。電気炉が無くては始まらない、という位に、ガラスを素材とした造形制作においては重要な要素のひとつである。

今回工作部門を利用し、100Vの電源で使用する小型タイプの電気炉用の外箱を製作していただいた。電気炉内部の耐火ボードやニクロム線の取り付け、プログラムコントローラーとの配線等々は自作した。学内の工房に設備として設置され使用している電気炉に比べると内容積はかなり小さいが、100Vの電源で使用する範囲で可能な限り内容積を大きくすること、また炉内の高さを抑え開口部を広く取るなどサイズを工夫した。その結果小作品を一度に多数焼成する場合や、底面積が広く高さの低いかたちの作品を鋳造する際に使い勝手の良いサイズの電気炉を作ることが出来た。今後の作品制作に多いに活躍することと思う。

この場を借りて、こころよく製作依頼を受けてくださった工作部門の皆様に御礼申し上げます。



海水中の粒子沈降の測定における エルトリエーターの利用

下田臨海実験センター 和田 茂樹

はじめに

海洋の表層から深層へ高速で沈んでいく沈降粒子は多量の有機炭素を含有しており、表層の炭素を深層に効率よく輸送する役割を担っている。表層の炭素が深層へ隔離されると、大気中から海洋への炭素の吸収が加速され、地球温暖化の抑制につながるということが知られており、このプロセスは生物ポンプと呼ばれている。生物ポンプは、海洋の重要な炭素吸収メカニズムの一つであり、仮にこのプロセスが無かったと仮定すると、大気中のCO₂は数倍に上昇するとされている。

生物ポンプの効率を決定する要因の一つとして、粒子の沈降速度が挙げられる。これは、沈降速度の小さな粒子は海洋表層にとどまる時間が長く、バクテリアの分解作用によって粒子の崩壊や有機物の無機化が進むのに対し、高速で沈降する粒子は効率よく炭素を隔離することができるためである。しかし、沈降粒子は様々な構成要素から成り立っているため、その沈降速度も均一では無い。以上のことから、沈降粒子の沈降速度の解析を行うことは、生物ポンプを介した大気から海洋への炭素隔離プロセスを解明する上で、不可欠な課題である。

粒子の沈降速度の測定のための本実験装置の製作

粒子の沈降速度を計測する上で、今回はエルトリエーターと呼ばれるガラス装置の製作を工作部門にて製作していただいた(図1)。エルトリエーターは縦長でかつ先が細くなっているガラス管(1)と、管の長いガラス漏斗(2)のような形状の二点からなっており、直径の異なるもの4セットを依頼

した。(1)の中に(2)を差し込み、粒子を含む海水試料を管の中に入れた後、漏斗の上からろ過海水を一定速度で導入し続ける。また、管内からオーバーフローした海水は、管の側部上方の排出口から管外へ排出される。今回製作した4つのエルトリエーターは、管の直径が小さいものから大きいものへ順番に並べて使用し、排水は次の管に流れ込むように配置している。

管内の海水の流れは、漏斗の中を通過して下方へ導入されたのち、漏斗と管の間を上方へ向かって流れて排出される。水中の粒子も、海水の流れと共に同様に移動するが、沈降速度が上方への流速よりも大きい粒子に関しては、管の下部にとどまり続けることから、流速を調節することで一定の範囲の沈降速度を有する粒子を捕集することが可能となる。ガラス管は先端が開放しており、実験中は栓をしたシリコンチューブを取り付けることで海水の流出を防いでいるが、実験後は栓を開放することで集まった粒子を回収することが可能である。

自然海水を用いた有機物粒子の生成と エルトリエーターによる粒子分画

今回作成したエルトリエーターを利用して、海水中の植物プランクトンを起源とする有機物粒子の沈降速度の計測を実施することとした。海水は下田沿岸からポンプアップした海水を138Lのタンク(図2)に導入し、栄養塩を添加することで植物プランクトンの活性を増大させた。また、培養タンクは下部が円錐型の形状をしており、沈降粒子を捕集することができるような形状となっている。

得られた沈降粒子を、エルトリエーターを用いて沈降速度別に分画し、ガラス繊維ろ紙でろ過を行った後に、捕集された粒子の有機炭素量を元素分析計で測定した。

沈降粒子の生成と速度解析

今回の実験では、ろ過海水の流速に基づく粒子の沈降速度を、40-86、86-184、184-339、>339 m d⁻¹の4画分に分画した。培養中に得られた沈降粒子は、比較的速度の小さな40-86 m d⁻¹の画分が最も粒子量が多く、特にその傾向は植物プランクトンの増大時に顕著に表れた(図3)。このことから、植物プランクトンを由来とする沈降粒子は沈降速度が比較的小さく、表層にしばらくとどまる可能性が示唆された。

これまで、プランクトン群集の動態とそこから生成される有機物粒子の沈降速度の間のかかわり

は、ほとんど情報が無いのが現状である。本研究では、プランクトンの増加から減少までの一連の経時的变化に伴う沈降速度の変化を、培養タンクとエルトリエーターの併用で示すことに成功した。この結果を基に植物プランクトン由来の有機物の鉛直的な輸送を解析し、生物ポンプのメカニズムを解明することが期待される。

エルトリエーターを利用した今後の研究の展開

今回は栄養塩を添加した培養を実施し、閉鎖系の中でのプランクトン群集由来の有機物粒子の沈降速度を解析した。エルトリエーターを用いた解析は、セジメントトラップなどを用いた係留系で採取した沈降粒子に対しても適用可能であり、現場観測で得られた試料に対して実施することで、今回のような閉鎖系の結果を自然界の現象へ普遍化していくことが期待される。



図1 製作したエルトリエーター



図2 培養タンク

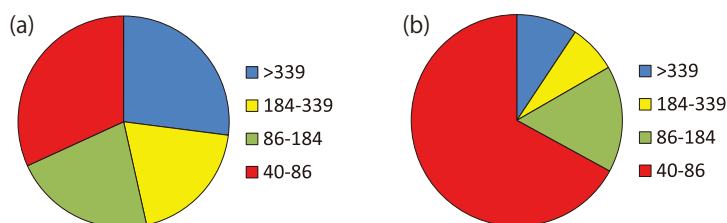


図3 培養初期とプランクトン増加期における沈降速度ごとの有機物粒子の内訳
沈降速度は、40-86、86-184、184-339、339m d⁻¹以上を示す。培養開始直後(a)と栄養塩添加3日後(b)を示す。

液体窒素温度測定用窓付きチャンバーの製作

数理物質科学研究科 物理学専攻 博士前期課程2年 大嶋 勇輝

私たちの研究室では、ナノメートルのサイズ領域で量子相関が顕在化する主にナノ構造の光学的手法による研究を行っている。半導体の物性を解明する際に、試料を冷却することがある。通常行っているクライオスタットでの冷却測定では1つの試料にかかる時間が長い。諸条件を振った各種試料の低温測定の繰り返し頻度の向上のためには、簡易的な冷却装置が有用である。簡易的に冷却する手法としては液体窒素に直接試料を浸ける手法があるが、これでは試料を破壊してしまう可能性があった。これに対して今回製作した液体窒素温度測定用窓付きチャンバーでは、液体窒素デュワー瓶に入れた液体窒素に接触した熱アンカ棒を通じて温度が伝導し、真空中に設置された試料を液体窒素温度まで冷却することが可能である。測定用電気配線が挿入してあり基本的なI-V測定ができる。チャンバーにはBK7窓を付け、レーザーを窓の内部の試料に照射できるようにしている。

製作にあたり、設計の段階から工作部門では詳細なご指導を頂いた。公開工作室を利用して、金

属材料の旋盤加工、フライス盤加工を行った。一部、製作の難しい部品の加工については経験豊富な工作部門の方々に工作を依頼した。製作で一番困難だったのが低温でチャンバーの真空状態を保つことであった。工作部門の方々のおかげで、高精度に加工された平らな金属面同士をバスコークと真空グリスを挟んで圧着することにより真空状態を保って低温測定することが可能になった。また、液体窒素用ガラスデュワー瓶の加工はガラス工作室の方々に依頼した。レーザーを照射するには窓付きチャンバーの窓の高さに合わせて銀メッキを行う必要がある。また、レーザー照射測定中にチャンバーが大きく動いてしまうことを防ぐために、チャンバーとガラスデュワー瓶の口径を近づける必要がある。これらの高い要望にも親切に対応していただいた。

工作部門の皆様の丁寧なご指導や設計のアドバイスのお陰で、今回の製作だけでなく研究も円滑に進めることができた。研究室と工作部門は切っても切れない関係にあると感じている。



発光測定のための共焦点顕微鏡の部品の作製

数理物質科学研究科 物理学専攻 博士前期課程2年 塚本 知九馬

発光測定を行う際に使用する共焦点顕微鏡の部品を、公開工作室を利用して工作した。

顕微鏡の励起光学系の模式図が図1になる。顕微鏡には光ファイバーを用いてレーザー光を入射している。光ファイバーから出る光は放射状に出射され、平凸レンズを用いて平行光にする。この時、光ファイバーの出射端面はレンズの光軸上の焦点距離の位置になければならない。レンズの位置は固定されているために、光ファイバー端面の位置をレンズの焦点距離の位置に持っていく必要があった。そこでXステージ付きの微動式光ファイバーホルダーを固定する固定具を工作、加工した。図2は固定具の写真である。また、図3のように

干渉フィルターを取り付けられるような部品も工作した。

この光ファイバーを固定する部品は、異なる波長のレーザー光を入れた別の光ファイバーに差し替えるだけで、簡単に様々な波長のレーザー光を使って試料を励起することを可能にした。

公開工作室の利点は、自ら設計し工作出来るため、安価で非常に柔軟に研究機材を拡張することが出来ることだ。工作の際には工作部門の皆様から適切なアドバイスを頂くことができ、これまで旋盤、フライス盤を使ったことがなかった私でも工作をすることが出来た。公開工作室は研究を行う上で欠かすことのできない施設であると思う。

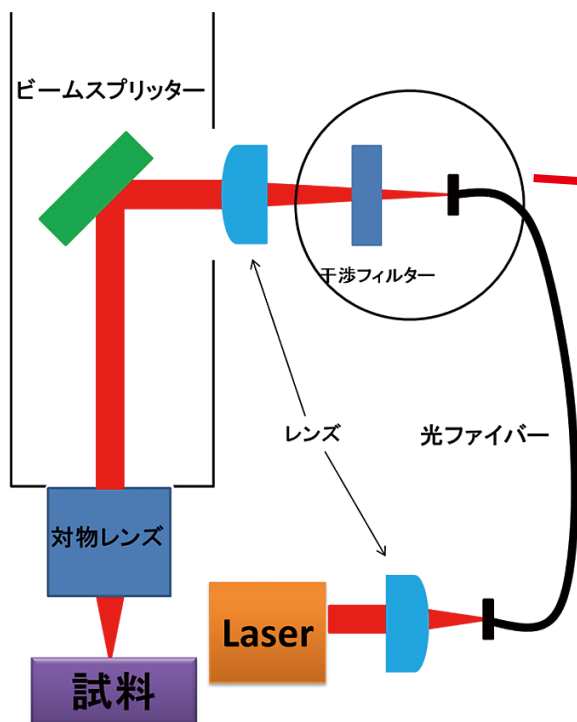


図1 顕微鏡の励起光学系の模式図

図2 光ファイバーホルダーの固定具の写真

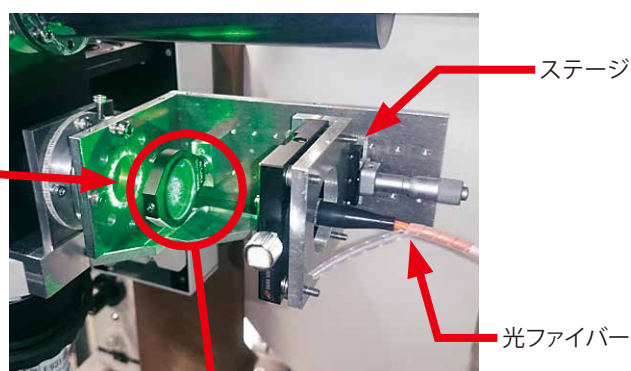


図3 干渉フィルターを取り付ける部品の写真

クライオクーラーにおける超伝導体冷却用試料ホルダーと テラヘルツ波透過窓の作製

数理物質科学研究科 物性・分子工学専攻 博士課程前期1年 幸 良彦

クライオクーラーで超伝導体を冷却するための試料ホルダーを作製した。

我々は高温超伝導体を用いたテラヘルツ波発振素子の作製を行っている。従来まで超伝導体を冷却するため液体ヘリウムを用いていたが、本研究では小型のクライオクーラーを用いた冷却系の開発を目的とした。そのため発振素子を取り付ける試料ホルダーと、発振したテラヘルツ波を外部へ放出する窓を、旋盤とフライス盤で作製した。

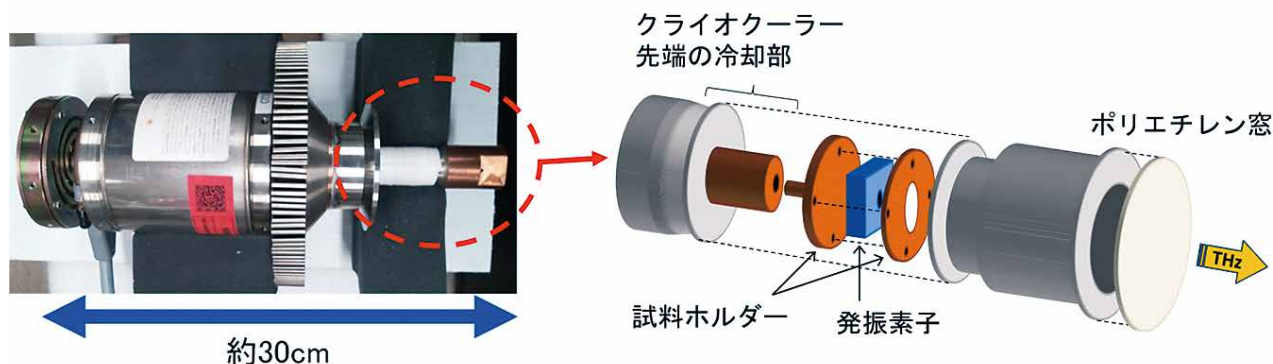
まず試料ホルダーはクライオクーラーの冷却部に取り付ける為、熱伝導の良い銅で作製した。冷却過程では試料がホルダーから外れないようグリスを塗り、上からも機械的に固定している。またホルダー

の裏側には白金抵抗温度計を取り付けている。

続いて、試料室内を真空引きするためにアルミニウムのフランジと、素子から放出されたテラヘルツ波を外へ取り出すためポリエチレン製の窓を作製した。ポリエチレンはテラヘルツ帯の電磁波を良く透過すること知られている。

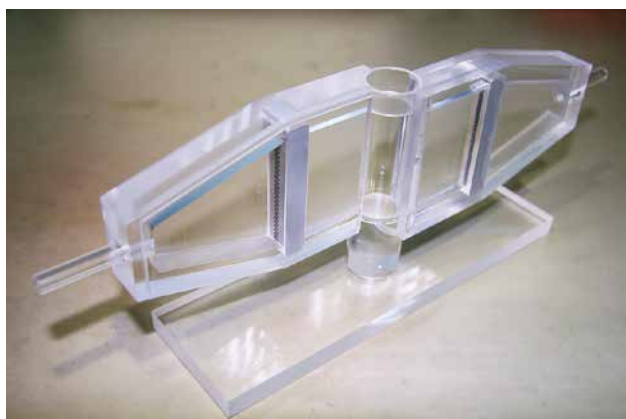
これらの工作により、寒剤を一切使わないヘリウムフリーで実験することが可能となり、今後はさらなる応用化を目指していこうと考えている。

私は機械工作が初めての経験でしたが、工作部門の皆様の親切で丁寧なご指導のもと、事故なく無事に完成させることができました。改めて厚く御礼申し上げます。



上図：クライオクーラー先端部の素子の取り付け方
右図：実際に取り付けた様子





スリット型旋回流発生装置



アルミグリップ部品



モリブデン基板ホルダー



非対称弓形アクリル板加工



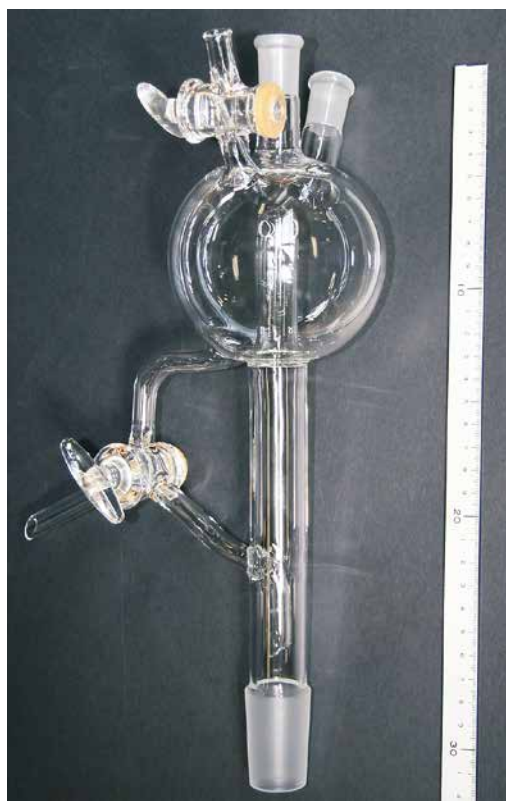
平型試験片接続棒



丸型試験片接続棒



バイオリアクター



濃縮器



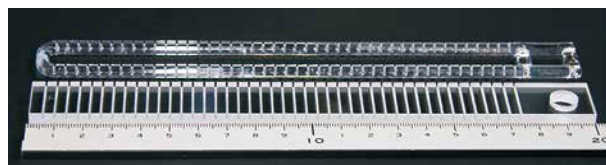
二分割式電解セル



抽出器



スラストノズル（石英製）



半導体洗浄治具（石英製）

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。

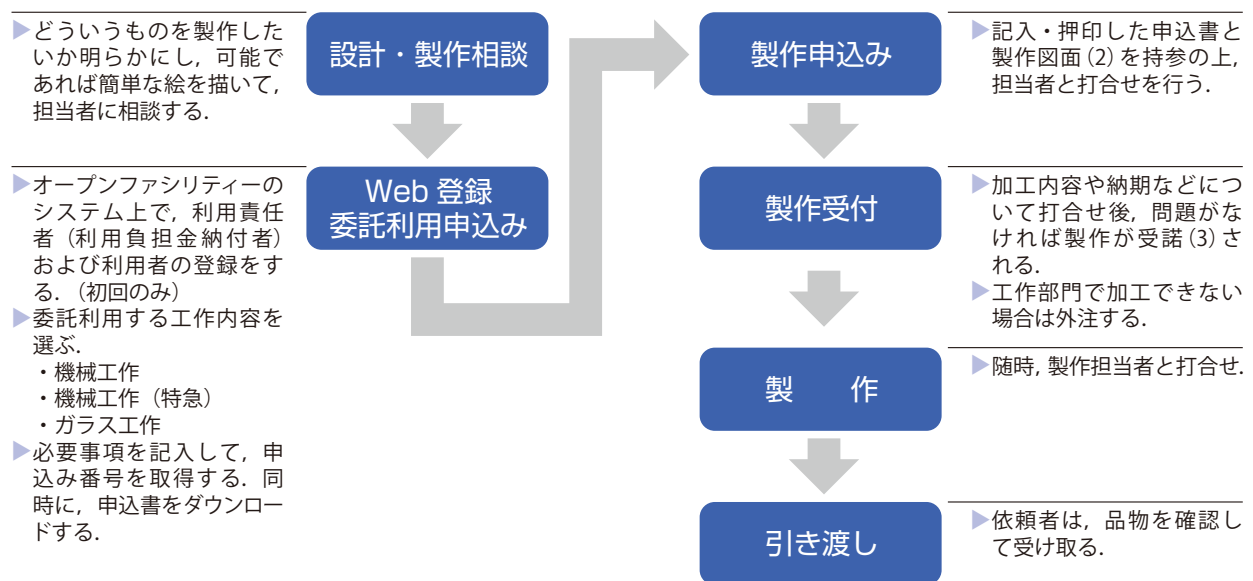
工作部門には、機械工作室、ガラス工作室、公開工作室がある。機械工作室では、汎用工作機械や数値制御（NC）工作機械による直線形状や曲線形状の機械加工、TIG溶接や銀ろう付などの溶接作業等を行っている。ガラス工作室では、手作業やガラス旋盤などによる加工や修理、精密切断機や卓上CNCフライス盤による切断作業や溝加工などを行っている。公開工作室では、利用資格を持った教職員、学生が自由に機械加工をすることができる。

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。

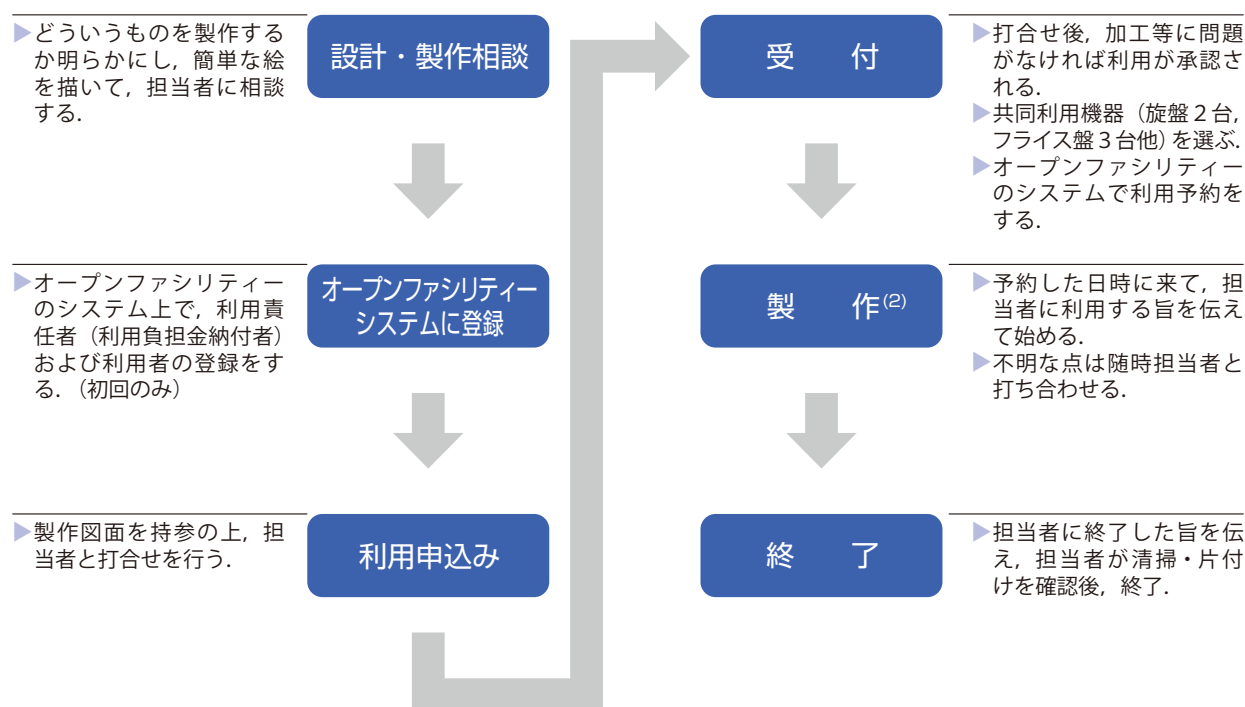
- ①容易に市販品で代替できるものや規格品に準ずるものの製作は、原則として受けない。
- ②原則的には、受付日時の順番で製作する。
- ③数量が非常に多いものについては、外注扱いとする場合がある。
- ④工作部門の機器で製作できないものは依頼者と相談の上、外注とする。

※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。先ず、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

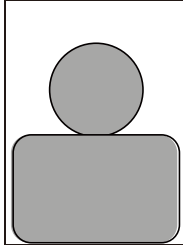
工作機械は不注意や操作ミスにより、利用者が大きな怪我を負うことがある。また、共同で利用する機器を破損して多くの利用者に迷惑を及ぼす。このため、共同利用機器の使用を希望する利用者は、安全に正しく使用することができるように、工作部門で実施する安全教育（半日）と操作実習（１日）を受講し、利用資格を得て登録する必要がある。

（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 23 年度	平成 24 年度	平成 25 年度	平成 26 年度
機械工作	件数 (件)	226 (13)	221 (20)	192 (25)	194 (33)
	時間 (h)	3647.5	3077.25	2595.6	3702.5
ガラス工作	件数 (件)	423	390	345	301
	時間 (h)	1164.5	1226	975	866
合 計	件数 (件)	649	611	537	495
	時間 (h)	4812	4303.25	3570.6	4568
材料支給件数		108	87	70	36
公開工作室	件数 (件)	18	10	64	43
	時間 (h)	45.75	34.58	602.7	176

※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7日 5月8日	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 8日, 10月 15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 7日
学内教育研究関係施設実習受講者	12 名	7月 2日
受験生のための大学説明会	4 名	8月 23日
高エネルギー加速器研究機構機械工学センター	2 名	9月 18日
茨城大学工学部技術部	3 名	3月 10日
群馬大学理工学系技術部	2 名	3月 10日

1. 公開室旋盤用リニアスケール

公開室の旋盤2台にMitutoyo（ミットヨ）社のリニアスケール用カウンター KA-13を取り付けました。直線軸の変位情報がデジタル出力されるため、作業効率が大幅に向上されます。



仕 様

- 表示軸数：3軸
- 最小表示量：0.05mm ～ 0.0001mm
- 表示方式 / 桁数：7セグメントLED / 7桁
- 電源電圧：AC100V ～ 2540V (50HZ/60Hz)



2. 小型卓上CNCフライスMill-KeyII（ミルキーツー）

加工範囲の広い卓上CNCフライスを導入しました。スピンドル回転数が高く、ダイヤモンドツールが使用可能で、ガラスやセラミック等への複雑な形状の加工も可能になります。



仕 様

- テーブルサイズ：
X軸：360mm Y軸：600mm
- 取り付け可能材料高さ75mm
- スピンドル
ツールチャック形式：コレットチャック（ER11Φ 1mm～ 7mm）
定格回転数：24,000min⁻¹インバーター駆動（回転数調節可能）
モーター定格出力：750W
- 送り機構ストローク
X軸：250mm Y軸：400mm Z軸：65mm
駆動方式：ステッピングモーター
最大送り速度：2,500mm/min
分解能：6.25 μm
- 本体寸法：480×600×400mm

研究基盤総合センター工作部門運営委員会名簿

平成27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

◎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
技術専門職員（ガラス工作）	門脇 英樹	
シニアスタッフ	石川 健司	2527（2526）
派遣スタッフ	内田 豊春	
派遣スタッフ	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。

工作部門は、昭和53年（1978）に工作センターとして活動を開始して以来、今年で38年目を迎えました。以前は、専任教官2名、常勤職員7名の体制で装置等の製作を行っていましたが、人員削減と職員の高齢化により、平成27年度は、専任教官1名、常勤職員3名、非常勤職員及び派遣職員3名の体制になる予定で、更なる製作時間の減少が避けられない状況になっています。

「工作ニュース」の発刊により、多くの人に工作部門の活動を理解していただき、現在の状況が好転することを願います。また、皆様の期待に応えられるよう、ご意見ご要望などを、お寄せ頂ければ幸いです。

平成27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27年(2015年)5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/>
