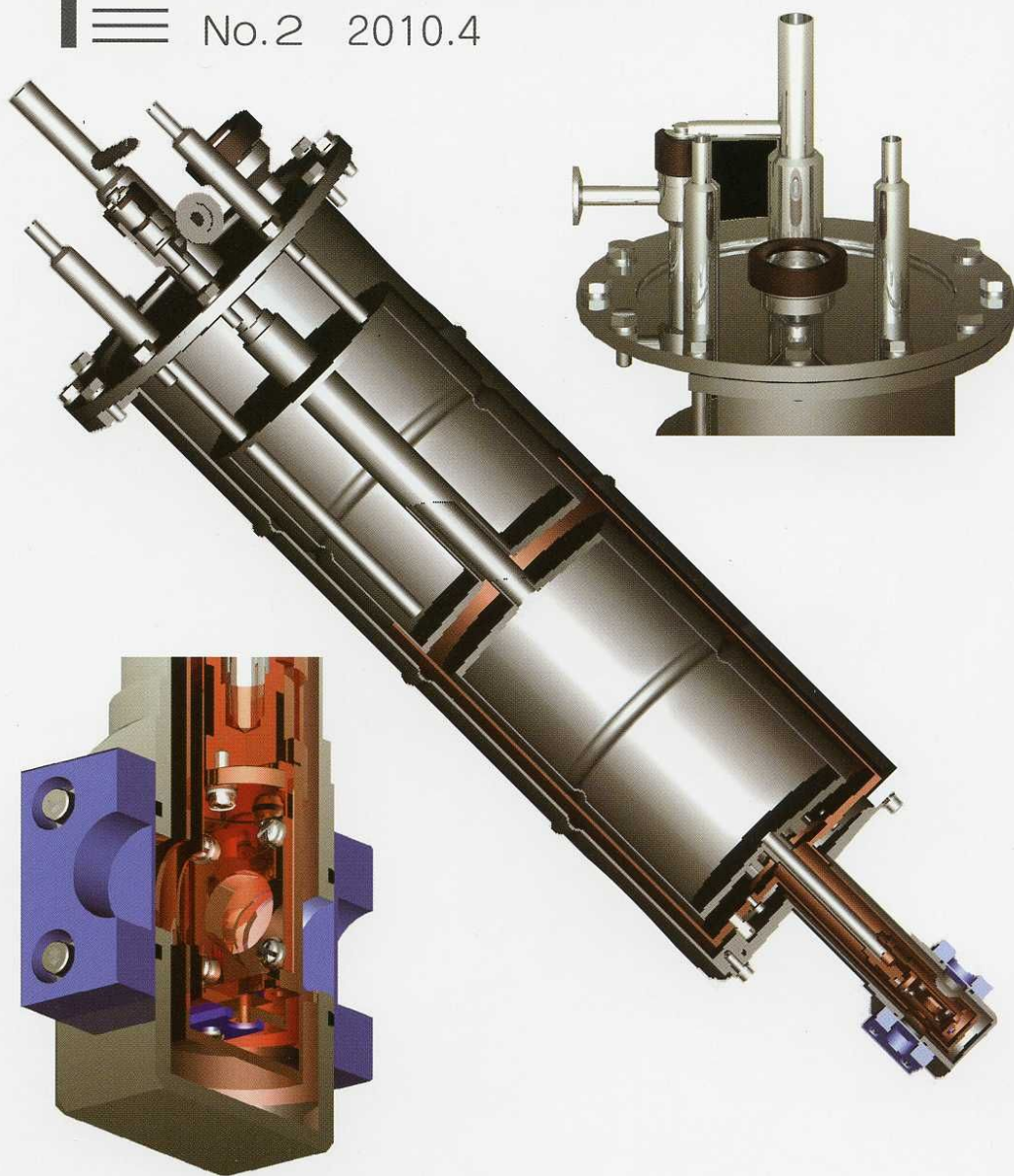




筑波大学
University of Tsukuba

工作ニュース

No.2 2010.4



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	工作部門長 喜多 英治	1
研究ノート	白川英樹先生とガラス細工	2
	数理物質科学研究科 物性・分子工学専攻 後藤 博正	
	X線顕微鏡用光学素子ウォルターミラーの開発	5
	数理物質科学研究科電子物理工学専攻 浅見 博、菊池 亮、青木 貞雄	
	ものづくり研究室 工作センターにおける学生指導	7
	システム情報工学研究科 研究基盤総合センター工作部門 京藤 康正	
フォトギャラリー		11
利用の手引き		14
運営報告	利用状況	21
	主なイベント（平成21.4～平成22.3）	24
	新規設備紹介	25
	運営委員一覧	26
	職員紹介	26
編集後記		27

工作部門長 喜多 英治

例年にたがわず今年も部門前の梅は見事に花を咲かせました。天候の変化にもあまり左右されず、そのペースを崩さないところは自然の力の大きさを感じます。

例年通りに季節が移りゆく中、大きなうねりが大学にも押し寄せています。筑波大学が設置されたのは1973年ですが、その年の秋には第一次オイルショックが起きました。その後も何度かの好景気と不景気を経験してきました。2008年のリーマンショックでも、直前までは好景気に沸いていましたが、未曾有の世界的不況となってしまいました。空前の好景気だと舞い上がっていて不景気でどん底に落ちるのは、毎度のことながら避けられない事態のようです。

これまでの不景気は工業力などをたよりとして克服してきました。第一次オイルショックの折の就職難にもかなり深刻なものでしたが、幸いなことに当時成長を始めたばかりの情報産業が多くの人を吸収し、産業が大きく発展するきっかけとなりました。

景気の低迷は多少緩和されてきたように伝えられていますが、大学生の就職率はいまだに回復していないと報道されています。表面的には、限られた世代だけが恵まれない不幸な事態にみえますが、冷静に見てみると日本の置かれている状況は、好況時でさえ予断を許さないものとなっています。日本が誇ったものづくりの力は世界中が相手のコスト競争に翻弄され、形を変えて新たに構築される必要があるようです。単純な加工や製造ではなく、使い勝手と材料を知り尽くした上での設計と組み合わせさせてこそ、「ものづくりの力」が発展していくのだと思います。学生が習得すべきものづくりとは、単純な工作技術ではなくそこに集積されたエッセンスとその特徴をいかに生かすかまでを考える総合的な力でしょう。

この2年間、工作部門ではこれまで研究支援を前面に業務に励んできた体制を、意識的に教育部門に広げてきました。若い世代が「ものづくり」をうまく消化して、科学技術の発展につなげてほしいものです。大学や工作部門をとりまく環境が変化する中、工作部門の役割も変化し成長していく必要を感じます。積極的に若い世代をサポートすることが部門の新しい役目となるでしょう。

白川英樹先生とガラス細工

数理物質科学研究科 物性・分子工学専攻
後藤 博正

科学実験にはガラス器具は大きな役割を果たす。実験を始める前のガラス器具のすり合わせの音と感触がこれから始める合成に期待を踊らす。ガラスはいくら汚れても洗浄するとまるで新品のような輝きと透明性を示す。なんとも不思議な器具である。

白川英樹先生はガラス細工の達人である。先生はしばしば研究室で実験器具のガラス細工や、フラスコの修理をされていた。実験室にいた小生は背後より白川先生のガラス工作テクニックを見ていた。ガラス細工をされているときはその都度コツを教えて下さったが、その通り自分でやってもだめであった。

ガラス器具は、熱をもっているのに色が付いていないことがあるので、気付かず、熱いガラスに触れてしまい、大変な思いをしたことがある。炎の色と形が重要であると教わり、ろうそくの炎のよ

うに太くしたり、めんそう筆のように細くしたりしてやってみた。何年かして、長期使用に耐えられるものもできるようになった。そのころより現在まで活躍しているリービッヒ冷却管がある。しかし白川先生にほめられたことはなかった（他のことでもほめられたことはなかった）。

現在では、どこまで自分でできて、どこからはできないという範囲が分かるようになった。またガラス細工を完璧に行うには、かなりの修練と専用の道具が必要であるということを悟った。工作センターガラス工作室には毎回、難問とも思える依頼をするが、希望通りのガラス器具を作成してください。迅速性と直接ディスカッションできることに大きなメリットがあり、研究を円滑に進めることができる。毎回、仕上がったガラス器具の素晴らしさに実感が湧き、ガラス工作室のスタッフに対して尊敬と感謝の念が湧きあがる。

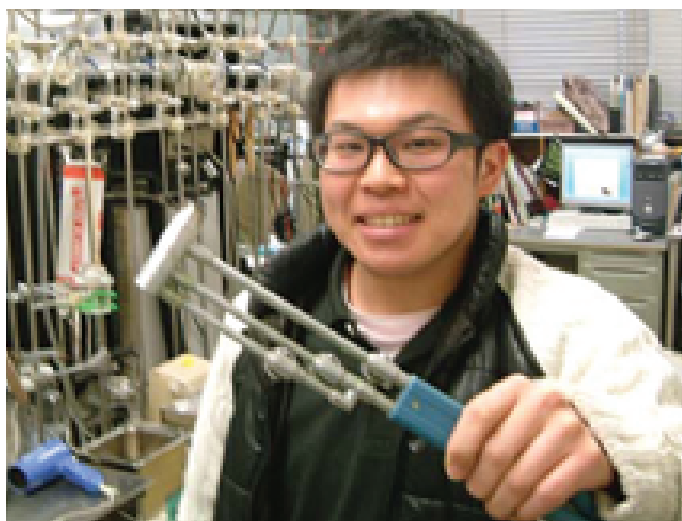


図1 ガスバーナーを手にする工学基礎学類4年次、川島裕嗣君。
背後は白川先生時代よりの真空ライン。

ガラス工作室は、ガラス細工講習会を通して、学生教育も行ってくださっている。

以前、ある学類生がガラス細工でマドラーを作ったと誇らしげに話してくれたことがあった。その時、マドラーから何かが始まるような気もした。最先端の学問は素晴らしい基本的な技術・作業により支えられている。白川英樹先生より無意識のうちに学んだこのこと、そして輝くガラス器具の

ことを、未来に輝く志ある若者に伝えていきたい。最後に、ガラス工作室のお世話になり、現在合成実験にいそしむ本学工学基礎学類の川島君と、ガラス基板上に作成した（川畑君作成）導電性ポリマーチョウの写真をそれぞれ図1、図2に示す。また以下にガラス工作室のお世話になった論文のリストを記す（論文中謝辞などに記入）。



図2 ポリマーチョウ

- 1) Goto H.*; Jeong Y.-S.; Kawabata, K.; Takada, M.; Kotanagi, T.; Shigemori, H.; Nomura, N.* Electrochemical preparation of an electroactive polymer poly(dodecyloxy dibenzothiophene) (polyDDBTh) from hydroxyldibenzothiophene (HDBTh) as a bioconverted monomer, *J. Applied Electrochem.* 40, 191–195 (2009).
- 2) Goto, H.*; Nimori, S. Liquid Crystal Electropolymerisation Under Magnetic Field and Resultant Linear Polarised Electrochromism, *J. Mater. Chem.*, accepted (2009.12.5).
- 3) Kawabata, K.; Yoneyama, H.; Goto, H.* Preparation of Furan-Based Monomers and Asymmetric Electrochemical Polymerization in Cholesteric Liquid Crystals: Optical Activity and Selective Reflection, *Mol. Cryst. Liq. Cryst.*, 515, 3–15 (2009)
- 4) Kawabata, K., Goto, H.* Periodic Structure in a Fluorene-based Polymer Prepared by Electrochemical Polymerization, *Chem. Lett.*, 38, 706-707 (2009).
- 5) (*Frontispiece, highlight*) Goto, H.* Optically Active Polythiophene Exhibiting Electrochemically Driven Light-Interference Modulation, *Adv. Funct. Mater.*, 19, 1335-1342 (2009).
(Wiley 社 Materials NewsにTOP NEWSで掲載) (読売新聞 (全国版)、日本経済産業新聞、日刊工業新聞で報道)
- 6) Goto, H.* Moiré patterns allow us to visualize the interference between propagating waves, *Phys. Edu.*, 44 338-339 (2009).
- 7) H. Goto,* Interference Color Modulation, Tunable Refractive Index, and Chiroptical Electrochromism in a pi-Conjugated Polymer with Cholesteric Liquid Crystal Order, *J. Appl. Phys.*, 105, 114906 (2009).
- 8) Goto, H.* Vortex Structure and Chiroptical Electrochromic Effect of Optically Active Poly(3,4-ethylenedioxythiophene) (PEDOT*) Prepared by Chiral Transcription Electrochemical Polymerisation in Cholesteric Liquid Crystal, *J. Mater. Chem.*, 19, 4914–4921, 2009
- 9) Kawabata, K., Goto, H.* Liquid Crystalline π -Conjugated Copolymers Bearing a Pyrimidine Type Mesogenic Group, *Materials*, 2, 22-37 (2009).
- 10) Tsujimoto, A.; Goto, H.*
Synthesis of Poly(1,4-bis(3',4'-ethylenedioxythiophene)-phenylene) (PBEDOT-P) in Cholesteric, *Mol. Cryst. Liq. Cryst.*, 493, 82-92 (2008).
- 11) Goto, H.* Magneto-Optically Active Polythiophene Derivatives Bearing Stable Radical Group from Achiral Monomers by Polycondensation in Cholesteric Liquid Crystal, *Polymer*, 49, 3619-3624. (2008) (同結果、産経新聞で報道)
- 12) Goto, H.*; Kawabata, K. Visualization of Nematic Liquid Crystal Director by Alignment of π -Conjugated Polymer Nanotubes, *Macromolecules*, 41, 4551-4554 (2008).
- 13) Goto, H.*; Togashi, F. Tsujimoto, A.; Ohta, R.; Kawabata, K. Cholesteric liquid crystal inductive asymmetric polymerisation of thiophene monomers, *Liq. Cryst.*, 35, 847-856 (2008).
- 14) Yoneyama, H.; Kawabata, K.; Tsujimoto, A.; Goto, H.* Preparation of Iridescent-reflective Poly(furan-co-phenylene)s by Electrochemical Polymerization in a Cholesteric Liquid Crystal Medium, *Electrochem. Comm.* 10, 965–969 (2008).
- 15) Goto, H.*; Yoneyama, H.; Togashi, F.; Ohta, R.; Tsujimoto, A.; Kita, E.; Ohshima, K. Experiments with Conducting Polymers: Preparation of Conducting Polymers by Electrochemical Methods, and Demonstration of Polymer Battery, *J. Chem. Edu.*, 85, 1067-1070 (2008).
- 16) Goto, H.*; Miyazawa, M.; Tomishige, K.; Kunimori, K.; Kiebooms, R.; Akiyama, Y.; Akagi, K. Interfacial Conversion for Poly(para-phenylenevinylene) at a Cholesteric Liquid Crystal Surface, *J. Appl. Polym. Sci.*, 107, 438–443 (2008)
- 17) Kyotani, M.; Goto, H.; Suda, K.; Nagai, T.; Matsui, Y.; Akagi, K. Tubular-shaped nanocarbons prepared from polyaniline synthesized by a self-assembly process and the electrical conductivity, *J. Nanosci. Nanotech.* 8, 1999–2004 (2008)
- 18) Goto, H.* Doping-Dedoping Driven Optic Effect of π -Conjugated Polymers Prepared in Cholesterics, *Phy. Rev. Lett.*, 98, 253901 (2007)

X線顕微鏡用光学素子ウォルターミラーの開発

数理物質科学研究科電子物理工学専攻
浅見 博、菊池 亮、青木 貞雄

1. はじめに

我々、数理物質科学研究科、青木・渡辺研究室ではX線顕微鏡の開発を行っている。X線顕微鏡は光源にX線を用いた顕微鏡である。X線顕微鏡は、その光源波長の短さから理論的に高分解能観察が可能であり、またその透過性により試料の内部を非破壊で観察することが可能である。そのため、生物学、医学など、様々な分野からの注目が集まってきた。

我々の研究室では、X線顕微鏡の結像素子としてウォルターミラーを開発している。ウォルターミラーは回転双曲面と回転楕円面をタンデムに組み合わせた形状で、全反射を利用してX線を結像させる光学素子である。これらふたつの非球面は互いにひとつの焦点を共有しているため光路長が一定となる。ウォルターミラーは集光効率が他のX線結像素子(フレネルゾーンプレートなど)に比べ高く、また全反射を利用しているため色収差がないことなどの利点から実験室規模でのX線顕微鏡の光学素子として有効である。

今回は光源としてレーザープラズマ軟X線源(エネルギー 400eV、波長3.2nm)を想定してウォルターミラーを製作した。なお、ここではウォルターミラーの製作においてもその精度のカギを握る「真空レプリカ法」の部分に焦点をおいて紹介する。

2. 製作方法

i) 設計

製作したいミラーの条件をもとに、倍率や斜入射角などの各種パラメーターを決定する。

ii) 金型母材の製作

超精密NC旋盤を用い、ELID研削法によるタングステンカーバイドの研削・研磨を行う。

iii) レプリカ

完成した母材の形状をパイレックスガラスに真空レプリカ法を用い転写する。

3. レプリカについて

以下にレプリカの手順を示す。

- ①母材をパイレックスガラス管に挿入して管内を真空装置により真空排気する。
- ②真空状態に達したら、電気炉内部にあるヒーターでパイレックス管を徐々に加熱していく。パイレックスガラス管の粘度(軟化点: 821℃)がある程度まで小さくなると、パイレックス管は周囲の大気圧に押されて金型母材に圧着され、管の内面に母材の形状が転写される。こうしてガラス管内にウォルターミラーの形状を得ることができる。
- ③転写が終了したら、ヒーターを止め、パイレックス管内を室温になるまで冷やしていくと、熱膨張係数(500℃～700℃において、タングステンカーバイドは $5.0 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ 、パイレックスガラスは $15.1 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ 、0℃～400℃において、タングステンカーバイドは $4.6 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ 、パイレックスガラス $3.2 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$)の差から金型母材がパイレックス管から剥離する。金型母材をパイレックス管から取り出し、設計した長さでパイレックス管を切断すると、ウォルターミラーの完成となる。

下に真空レプリカ法の概念図を示す(図1)。

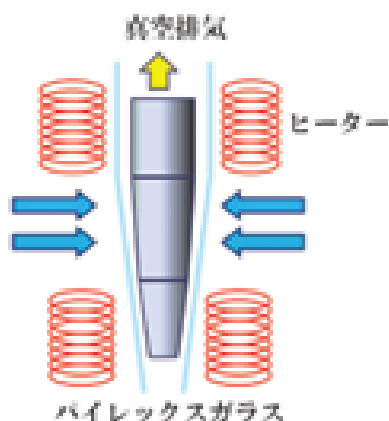


図1 レプリカ概念図

また、下の図は完成したウォルターミラー母材とレプリカ後のウォルターミラーの写真である(図2)。



図2 金型母材(A)とウォルターミラー(B)

ウォルターミラーの反射面における形状誤差はX線波長と同程度の精度が要求される。形状誤差はその周波数の大きさから表面粗さとうねりにわけることができる。反射面における反射率はその面での粗さに大きく依存する。下にAFMによる金型母材とミラー反射面の粗さの測定結果を示す。

ミラー反射面

金型母材

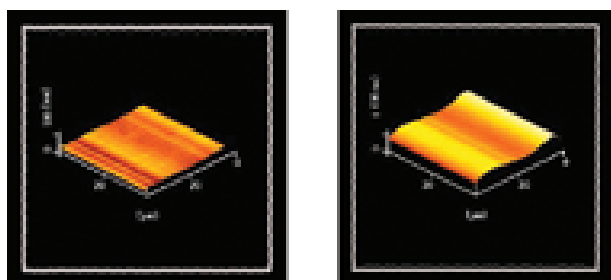


図3 AFMによる粗さ

AFMにより得られた結果から、金型母材の粗さよりレプリカ後のガラス反射面の粗さの方が良い結果となることがわかった。

4. おわりに

今回はELID研削法、真空レプリカ法を用いたウォルターミラーの製作を行った。真空レプリカ法では金型母材の形状をパイレックスガラス管にほぼ転写することができた。しかし、表面粗さに関しては完全に転写させることができなかった。このことから、今後は金型母材研削に関して、表面粗さよりうねりをなくすことが必要であるとわかった。

またレプリカの際の炉の温度と加熱時間はその実験環境により経験的に多少の変更をした。つまり最適温度、最適時間はいまだ模索中ということになる。今後はさらなる良い精度のミラーを製作するために、ガラス管の種類の変更やガラス管内の洗浄なども考えている。

5. 謝辞

私は3年間この研究に携わっているが、これまでにパイレックスガラス管の成形を含め工作センターやガラス工作室に工作や測定を依頼した回数は数え切れない程多い。というのも、工作センターの方々がみな親切で、親しみと信頼を持てるからである。特にガラス工作室の門脇さんと明都さんには幾多の工作依頼だけでなく、研究自体の相談にものって頂きました。

文面ではありますがここに深く感謝いたします。

参考文献

V. H. Wolter, Ann. Phys.10, 94-114(1952)

ものづくり研究室 工作センターにおける学生指導

システム情報工学研究科 研究基盤総合センター工作部門
京藤 康正

1. はじめに

工作センターにおける教育支援の強化がいわれて久しいが、以前には学生をセンター内に受け入れて研究や試作を行うことが全く無かったのである。今回退職にあたり、初めて学生を預かって「ものづくり」に関する研究に取り組んで貰った頃の体験についてこの場をお借りして記して置きたいと思う。

2. 授業への取組み

着任当初、学生を受け入れる研究室は工作センターには置かないという方針で運営されて来たが、その後暫くして、徐々に教育支援活動への参加要請があり、機械設計関係の講義の担当及び、研究室の設置が実現され平成10年より卒業論文・修士論文学生の受け入れが実現した。先ず授業担当としては、当時構造工学の4年生を対象とした「機械要素論」という1学期2コマの講義があったが、先生の交代でこれを引き次ぐ要請が当時のセンター長であられた青木貞雄教授他よりあり、センター実務もそれ程忙しくはなかったこともあって、気楽に引き受けたのが始めであった。受講生は4年次の選択科目ということもあって数は少なかったが、私も教壇に立つことは初めてでもあったので、大して気にもならず、サラリーマン時代に経験した機械設計の最先端技術の話も含め、設計や製図の基礎についてのんびり講義をし、最後は課題を出しての装置図面1式を提出させて単位を与えた。座学では一方通行の居眠り状態であったのが、課題になると目の色が変わり何回もセンターを訪れて議論をすることで、学生には就職直前の良い刺激になったようである。その後授業要請も増え、例えば油田先生や山海先生などのお誘いを

受けて「ロボコン」授業に工作センターとして顔を出して、製作のお手伝いをさせて頂いた。また一方では、担当の先生の交代で「設計計画論」という実務・経験中心の講義を半分受け持たせて頂いて、量産技術を中心とした加工組立技術の紹介や原価計算や投資効果の算定など、大学の工学系ではめったにやらない、経営学的な雰囲気を持つ講義を行った。変わった授業をやるという評価を頂いて、他学類の学生も聴講に訪れ中々盛況な授業になった。特に「逆問題」の話は設計という作業の基本概念であるが、日常生活でも十分使える方法論で、中間レポートには学生自身の体験や考え方が盛り沢山に記述され、現代の若者気質が垣間見える貴重な資料となった。(図1)

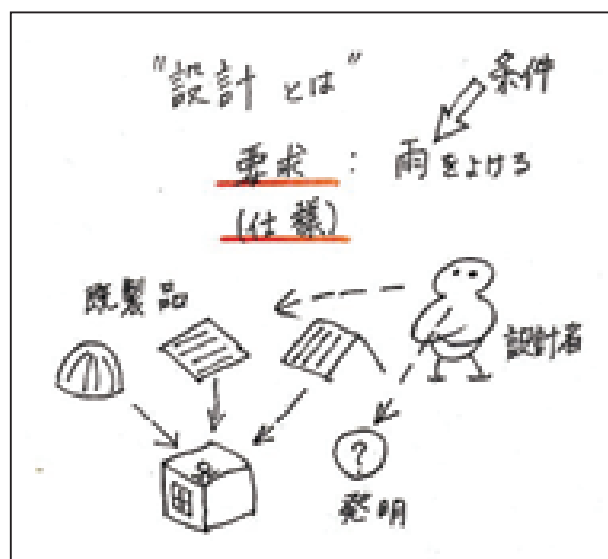


図1 設計計画論 初回で使ったOHP

設計の授業というと、とにかく強度計算とか精度であるとか「科学的」厳密性や規則を追求することが優先で学生にとっては味気ないものになりがちであるが、この授業ではあえて工学の大事な成

立条件である「お金」や「時間」に注目した切り口で講義を行い、科学と技術の違いを明確にしようと試みた。授業としてはこの他に先程の「機械要素論」が終了して代わりに「機械設計」がスタートし、引き続き担当を依頼された。これは機械関係の専攻にとっては基本的な授業である。この授業については技術屋としての経験から設計の基本である寸法公差の考え方に重点をおいて統計処理を積極的に採用したが、学生諸君には只でさえ面倒な公差理論に統計学を導入することはかなりの違和感があるらしく評判も芳しくなく、最後まで悪戦苦闘の授業であった。また機械要素の代表である「ねじ」もやってみると結構奥の深いものがあり、使い方でも思わぬ誤解を持たれていることが多い部品である。空間幾何を駆使して黒板を一杯に使う授業であったが、どの程度誤解無く伝わったかは10年或いは20年後の彼らに聞いてみたい所である。その意味で授業では大多数の学生にとって、十分に理解出来なかったものを即具現化して身に付ける良い機会が研究室における卒業研究であろう。

3. 動く「ものづくり」

学類で授業を担当することにより、卒業研究の学生受け入れも可能になる。工作センターでも研究室を設け学生を受け入れることが決まった時、何か特別の研究分野ではなくテーマを自由に決めさせることとした。但し条件として「動くもの」を含む新しいものの開発を課題として与えることにした。とは言ってもこれまで全くものづくりの経験のないものが画期的な発明が出来るものでもないで、たたき台としては私がメカ在職時に取組んだ仕事の一つである超音波モータを取り上げることにした。メカ設計と電子工学の両方の知識が要求される面白さがあり、その流れで、様々なタイプのアクチュエータにも挑戦しその制御手法を軸に研究テーマを自由に決めさせることにした。

最初に配属されて来た学生はU君 1 名であった

が、学生用の最初のテーマとしてはいきなり技巧的なアナログ制御の世界に入るのは無理があったので、当時N社から発表された小型のリニアモータを改造して、Z軸微動台を開発して貰った。電磁型のモータを使うとその円筒形状の収納と運動ベクトルの変換機構のためにどうしても大きな空間が必要となり、顕微鏡ステージにのせるにしても高さの点で無理が出易い。このため圧電リニアモータに注目し水平方向の長い直線ストロークを板カムによって垂直方向の動きに変換させるという方針を取った。それ自体には新規性はないが学生にとって初めての精密機械設計という作業と圧電振動という耳慣れない原理の組合せが思いの外、脳の刺激となったようで、必死に先程の寸法公差を勉強し高価なモータを全部ばらし、世界一薄い？（基準厚さ約30mmストローク5mm）仕様を見事達成し卒論発表会ではデモも含めて好評であった。カム機構の採用で、現在でもそれ程感度効率の良くないリニアモータを5Vの電池で駆動し、可搬重量を数百グラムまで確保することが出来た。（図2）



図2 圧電式Z軸アクチュエータ

良く言われることではあるが、機械系の学生は電気には疎く、また最近の風潮で制御系専門の学生でもモータや回路の中身を知っているものは殆どおらず、綺麗なシミュレーションソフトの世界で満足している。半田ごてを握ったことも無い学生もいる。若者の硬いアタマをほぐすには動くものをゼロから作らせるのが一番で、必要な知識は専門外であろうとその場で習得させるのが私の方針である。大学の専攻という狭い分野の外へ先ず出してどんどん図面や回路図を書かせてものを作る中で、これまで山のように教わった知識の中で

本当に大事な基礎の部分が少しづつ身について来るのではないかと考える。社会に学生を送り出す準備としては或る意味これで十分ではないか。世の中に出たら決して教えてくれることのない、大事な基礎原理を体得させる最後の機会を提供するのが大学の使命の一つであろう。ものを作るというテーマはデータ収集・分析型のテーマに比べて10倍大変だといわれるが、10倍面白い。動くものはさらに10倍大変であるから、合計100倍強くなる。例えば応力計算や材料加工の図面を書きながら、定電流回路の基本設計をする。仕事やエネルギー、損失といった概念が、メカと電気で共通単位であることが体で理解出来るようになる。線形性や独立性の確保ということが設計にとって如何に大事かが自然に理解出来るようになる。科学技術教育の最後の仕上げである。後は社会に出て十分に応用できれば良い。このような訳で、テーマは何でも良いからものづくりの面白さ難しさを一から手を抜かずに体験させるのが当研究室の特色であった。

4. 人工筋肉

研究室のテーマとして実用性は別として、若者に関心の高かった「人工筋肉」、「人工心臓」の試作をやらせて見ることにした。両者共医療福祉の現場で注目されている分野で、商品？も提供されているが、残念ながらその性能や耐久性、重量、そして一番大事な価格という点で大きな課題が山積しているように思える。動くものとしては究極の研究課題でもある。大学の研究室としてはこの完成形を求めるのは本来の姿勢ではなく、むしろ易しく簡単なやり方を提案するのがその使命ではないかと考えた。特殊なものを使うのではなく、市

販の極くありふれたものを流用したり、ありふれた材料・部品を用いる。但しその運用（組立、調整のアイデア、制御手法）については新規性を要求する。このような観点から、“教育用”人工筋肉のたたき台として、私自身の設計により人間の指用のアクチュエータを先ず試作した。これは市販の1個数十円のモータを使って全長が±15%程伸縮可能なアクチュエータである。これを指の関節間に装着して運動補助に供するという目標である。周知のようにこのような補助アクチュエータの多くは回転型の関節モータであり、駆動トルクの関係で大型で重くなり、更には人間の筋肉の動きとは全く異なる制御を必要とするために難しい（高価で使いにくい）ものになりがちである。ここでは筋肉の自然な動きを補助する伸縮運動を生成するために、遊星差動ギヤという仕組みとねじの組合わせで内径約8ミリの円筒空間内に全ての部品を収容する構造としたが、特殊な部品は何一つ使っていない。1ユニット30グラムの自重で伸縮力は5V電源で1N程度である。

O君という学生がこれに興味を示し逆に大きな方に挑戦し、腕或いは足の筋肉用のアクチュエータを製作してくれた。この種のものは大きい方が設計は楽で（差動ギヤは必要なくなった）、その割に効果は大きい。自重がやや大きいのに難があり軽量化が必要であったが、動作は問題なく最終的にはこれを何本か直並列に組み合わせれば、丁度人間の筋肉構造と同じ配置で簡単な制御で高度な運動が実現出来る提案となった。この製作には工作センターの技術職員が全面的に担当した。

人工筋肉については一応の結論と方向性が出たが、もう一方の人工心臓に関しては2名の学生の挑戦にも関わらず、残念ながら最終的な提案が出来ないまま中断を余儀なくされている。但しアクチュエータの新しい試みとしてはある意味で結果を出すことが出来たので、今後再挑戦者がどこかで現れることを期待したい。以下に簡単にその過程を説明する。

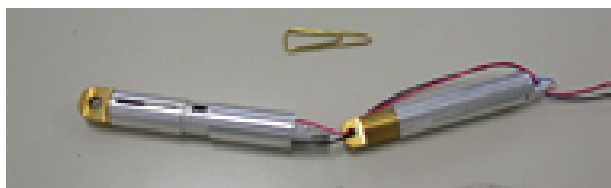


図3 人間手指用 人工筋肉 試作例

5. 人工心臓への挑戦

体内に埋め込み型の人口心臓としては現在、プロペラが回転することにより血液を送り出すタイプのもの（インペラー型）が出回っている。モータに羽根が直結しており連続的に血液を送り出す仕組みで信頼性が高いが一方で、羽根の付け根によどみが出易く血栓の原因になることや、逆に羽根の先端で赤血球を機械的に破壊する溶血現象も可能性としてあり人間の心臓とは動き方が異なる為の問題点を有している。血栓と溶血という2つの課題を解決するための提案として議論を行った結果次の2つの方向性を定めた。

- ①連続回転型ではなく人間の心臓と同じ拍動型とすること
- ②シリンダ-ピストン構造（自動車エンジンのような）とするが、ピストンは何所の壁にも接触しないフローティング（浮揚）型とする。

拍動型が良いというのは、人間の心臓の動きに近づけようとするのと、速度が余り上がらない為に溶血の危険が少ないというのである。また非接触のフローティングピストンは、血栓・溶血の2つのリスクを回避出来る究極の方式という理由である。只技術的にはピストンがどこにも触らずに上下・回転運動をするのはかなり難しい制御技術でそれ自体が既に研究テーマであった。

K君は先ず完全磁気制御による非接触のピストン回転運動に挑戦し実験装置上で初めてこれを実現した¹⁾。この研究では制御手法や回路技術について十分な知識が必要であることは勿論であるが、ピストンや磁気回路の構成部品であるヨークなどの精密機械部品の設計製作も大事な要素になる。

彼は図面の事は全く知らなかったためにCADを先ず習得して貰ってトレーニングをし、そのまま装置設計の中で図面の書き方や公差の設定の仕方、強度計算・材料の選択な



図4-1 試作ピストン、ヨーク構造

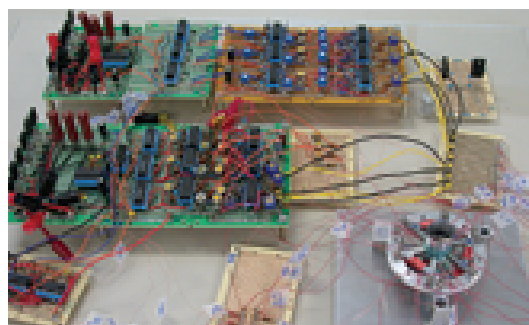


図4-2 人工心臓駆動装置全体

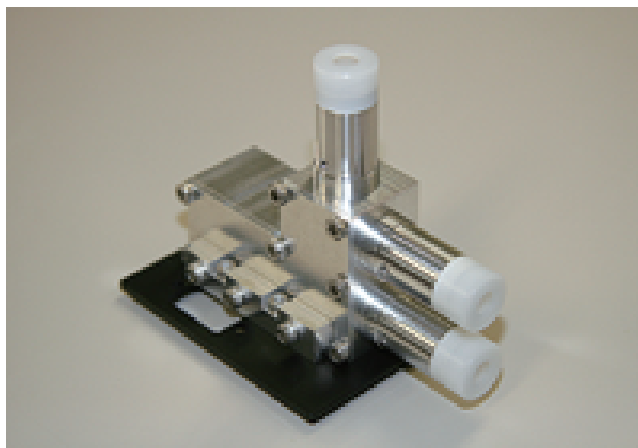
どの指導を行って短期間に出図（図面提出）に漕ぎ着けることが出来た。回路の方はやはり余り経験が無かったので勉強会をやって実際に半田付けで手造りの基板で動作を確認しながら制御に必要な回路を完成させた。（図4-1,2）

非常に難しい試みではあったが、最後に3相のコア調整も旨く行きピストンが何所にも触らずに浮上する様子を皆で確認できたことが懐かしく思い出される。全くゼロからの成果であるので、ものを実際に作って、動かすことが如何に大きな動機付けになり得るかを見せて貰ったような貴重な体験であった。

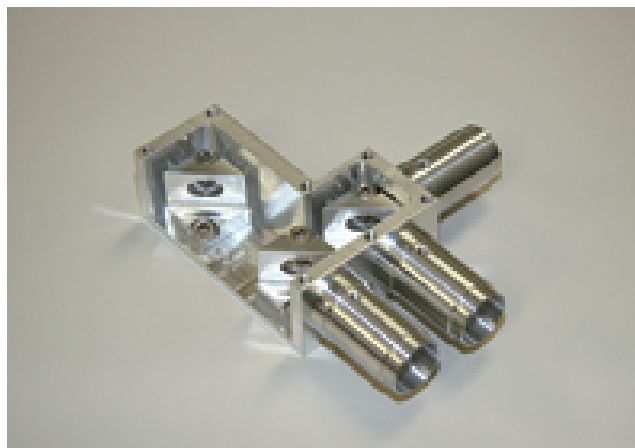
6. 終わりに

このようなもの作り型の卒業研究と並んで、過去の貴重な技術資料を整理分析しておくのも、公共の教育機関の大事な仕事であると考えている。研究室の何名かの学生の努力によって、色々な変遷のあったインチねじやパイプ規格の歴史をたどることが出来た。地味な作業ではあったが必ず記録として役に立つことであり、これまで不明であったことが多く解明できた。改めて彼等（Hさん、Iさん他）に敬意を表したい。結びに、全体を通してこれまで工作センターにおける学生指導に関して暖かく支援して頂き、また長い間私の我儘にも付き合ってくれて見逃して頂いたセンター技術職員の方々と及び諸先生方に心から御礼申し上げる次第である。

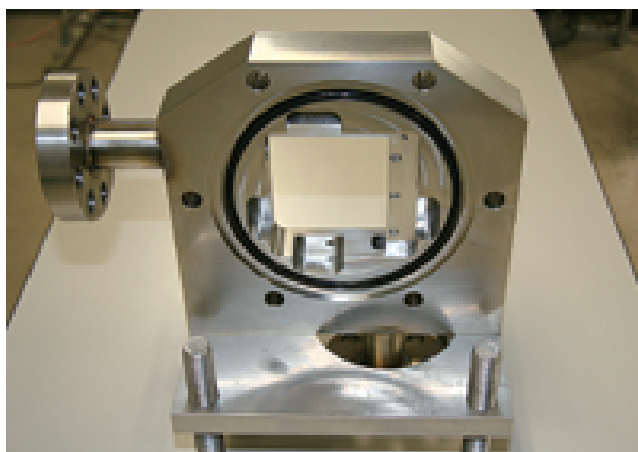
注1) 連続回転型でのインペラ浮上の技術は既に研究機関等で実現している。



光源ユニット



光源ユニット内部



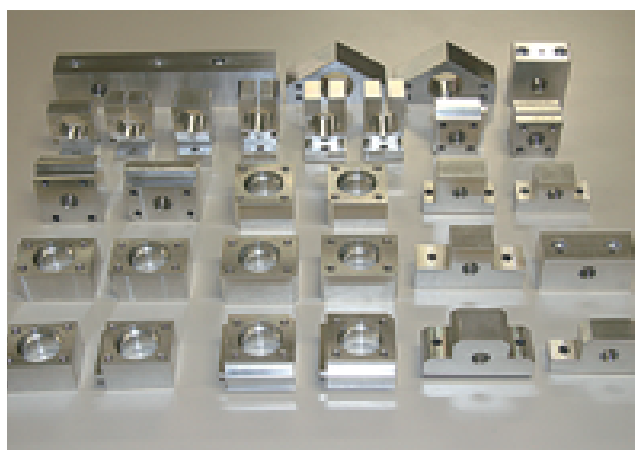
RDE用実験装置本体



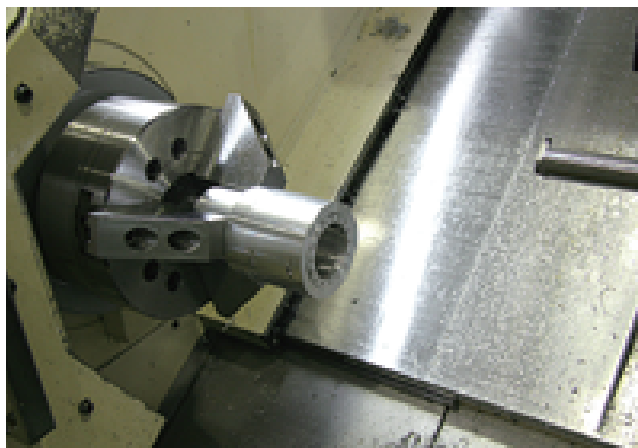
RDE用実験部品



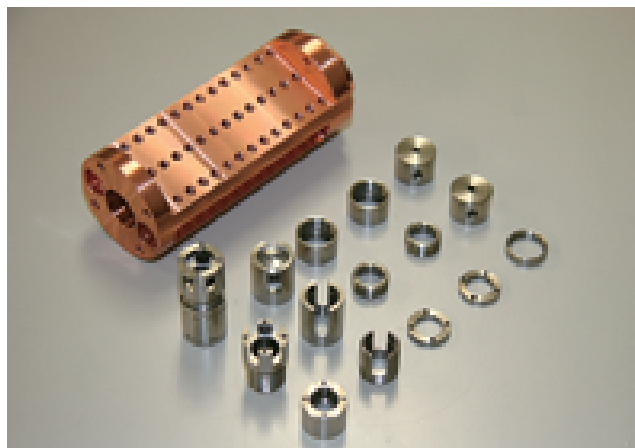
三輪自転車



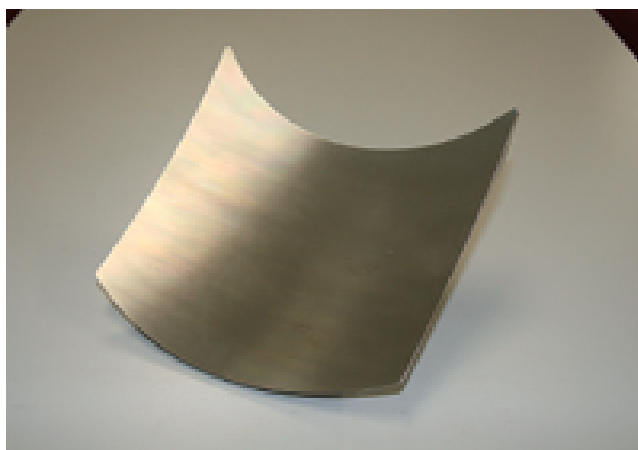
三輪自転車部品



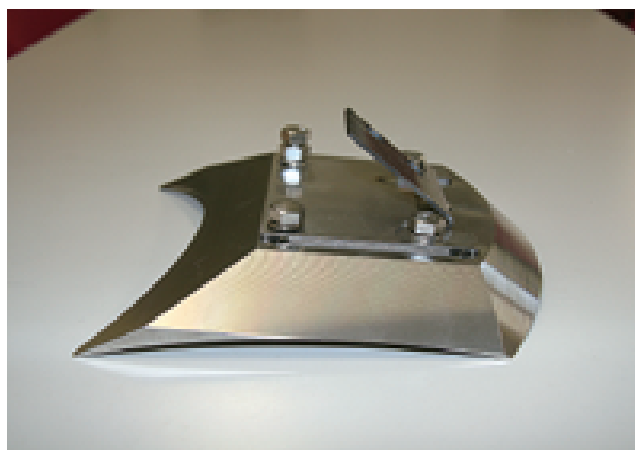
中性子回折用試料ホルダー



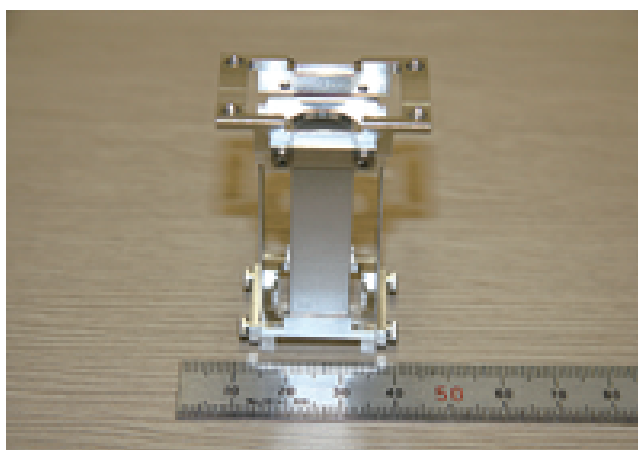
TD用中央光学系



C-ECHアンテナ



C-ECHアンテナ



ピエゾスキャナー



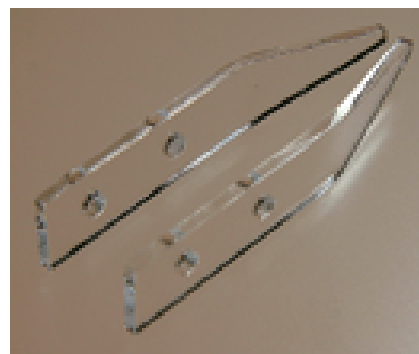
時計下地金物



冷却器



エバポレータートラップ



石英ガラス製半導体用ピンセット爪



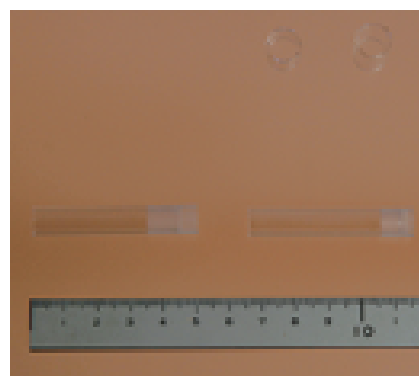
ダブル真空ライン



バブラー



石英ガラス製試験管立て



結晶生成用石英ヘッド

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.20）
- 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.19）
- 材料のみを入手したい場合
▶材料支給伝票（P.20）

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。センター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.23 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.25 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者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、係員に申し出ればセンターで処理する。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。

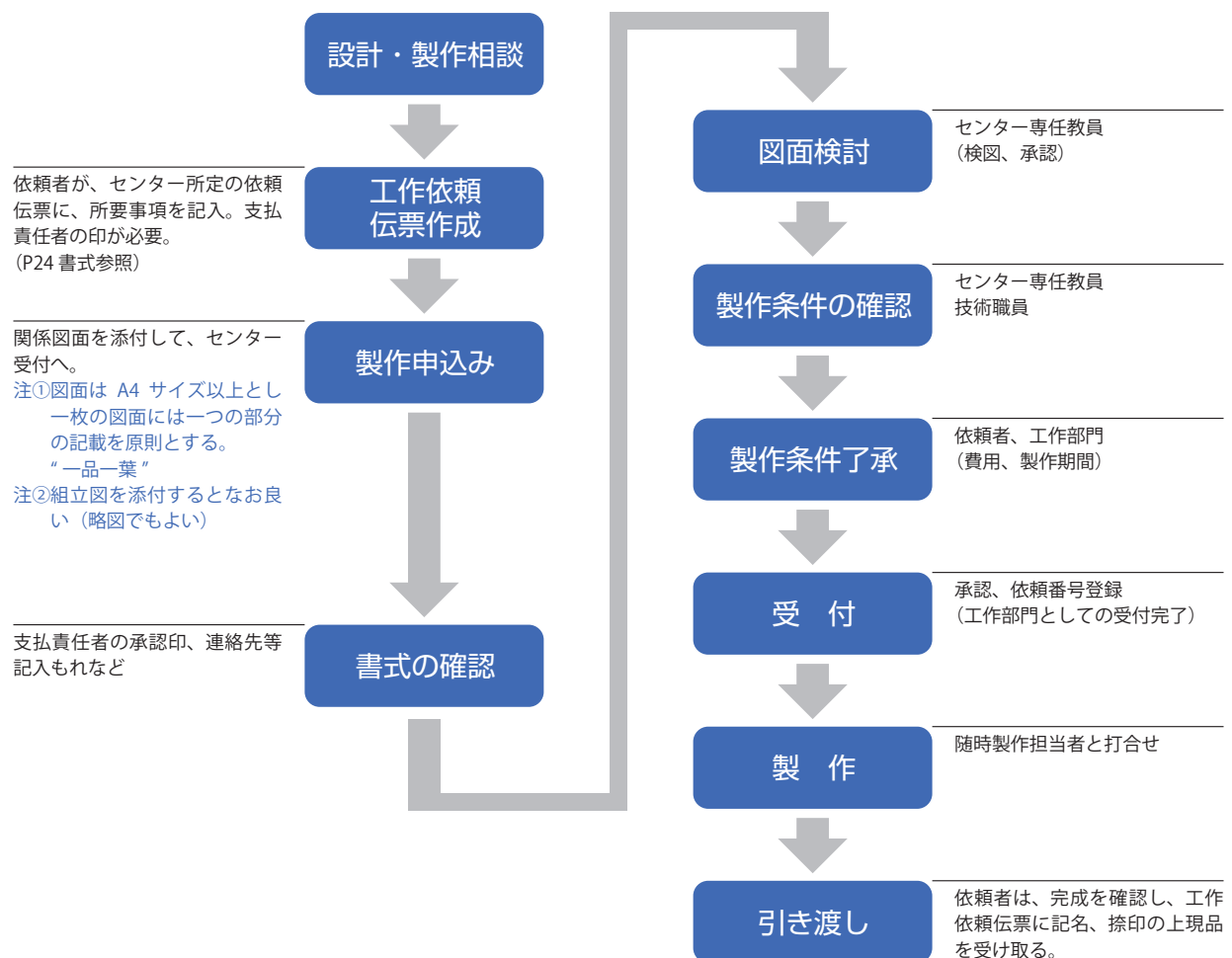
- ④工作機械の使用に当たっては、係員の指示に従い、機械を正しく操作するよう留意する。操作技術の巧稚を問わず、中途半端な使い方は、機械器具を損傷し、また人身事故を引き起こす原因にもなる。事故が生じた場合、直ちに係員に申し出る。
- ⑤所定の時間内に工作が終了しない場合でも、指定の工作機械使用について時間延長は認めない。
- ⑥作業終了後は、機械・工具及び室内の清掃を充分に行い、次の利用者に快適な作業条件を引き継ぐ。
- ⑦公開工作室共同利用に適応しない行為が認められる時は、使用適格者の登録を取り消し、以後の利用を断る。

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



(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治具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、治具）：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

- 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。(P25 書式参照)

②センター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。

 3cm×4cm 写真 仮付	平成 22 年 4 月 1 日																				
公開工作室利用資格登録 申 請 書																					
申込単部	部局長名 <u> 茨城 太郎 </u> 印																				
申 込 者	所属部局名 <u> 〇×研究科、△×学類 </u>																				
	職 名 <u> </u> 氏 名 <u> 工作 一郎 </u> 印																				
	所属研究室 <u> 筑波研 </u> 内線 <u> 1234 </u>																				
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 <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 33%;">旋 盤 : 卓上型</td> <td style="width: 33%;">普通旋盤</td> <td style="width: 33%;">その他</td> </tr> <tr> <td>フライス盤 : 立型</td> <td>横型</td> <td>その他</td> </tr> <tr> <td>ボール盤 : ☒卓上型</td> <td>その他</td> <td></td> </tr> </table>		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 : ☒ 卓上型	その他												
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 : ☒ 卓上型	その他																				
(ハ) 経験作業 <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 25%;">旋 盤 : 丸削</td> <td style="width: 25%;">内面削</td> <td style="width: 25%;">突切り</td> <td style="width: 25%;">ねじ切り</td> </tr> <tr> <td></td> <td>テーパ削</td> <td>ローレット</td> <td></td> </tr> <tr> <td>フライス盤 : 平削</td> <td>ふち削</td> <td>すり削</td> <td>みぞ切り</td> </tr> <tr> <td>ボール盤 : 穴あけ</td> <td>タップ立て</td> <td>リョーマ作業</td> <td></td> </tr> <tr> <td>手 仕 上 げ : けがき</td> <td>やすりがけ</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		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	すり削	みぞ切り	ボール盤 : 穴あけ	タップ立て	リョーマ作業		手 仕 上 げ : けがき	やすりがけ		
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	すり削	みぞ切り																		
ボール盤 : 穴あけ	タップ立て	リョーマ作業																			
手 仕 上 げ : けがき	やすりがけ																				
(ニ) 取扱い工具 <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 33%;">旋盤用バイト : ハイス付刃</td> <td style="width: 33%;">完成バイト</td> <td style="width: 33%;">超硬バイト</td> </tr> <tr> <td></td> <td>刃とぎ作業</td> <td>バイト製作</td> </tr> <tr> <td>フ ラ イ ス : エンドミル</td> <td>ドリル</td> <td>その他</td> </tr> <tr> <td></td> <td>ドリル刃とぎ</td> <td></td> </tr> </table>		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									
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 <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 15%;">受 付</td> <td style="width: 15%;">平成</td> <td style="width: 15%;">年</td> <td style="width: 15%;">月</td> <td style="width: 15%;">日</td> <td style="width: 40%;"></td> </tr> <tr> <td>実 習</td> <td>平成</td> <td>年</td> <td>月</td> <td>日</td> <td></td> </tr> <tr> <td>認 定</td> <td>平成</td> <td>年</td> <td>月</td> <td>日</td> <td>・登録番号: <u> </u></td> </tr> </table>		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: <u> </u>		
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: <u> </u>																

總機大學研究屬關係的七步一工作部門

電話：02-2652-1111 傳真：02-2652-1112

図1 平成21年度工作部門部局別利用件数

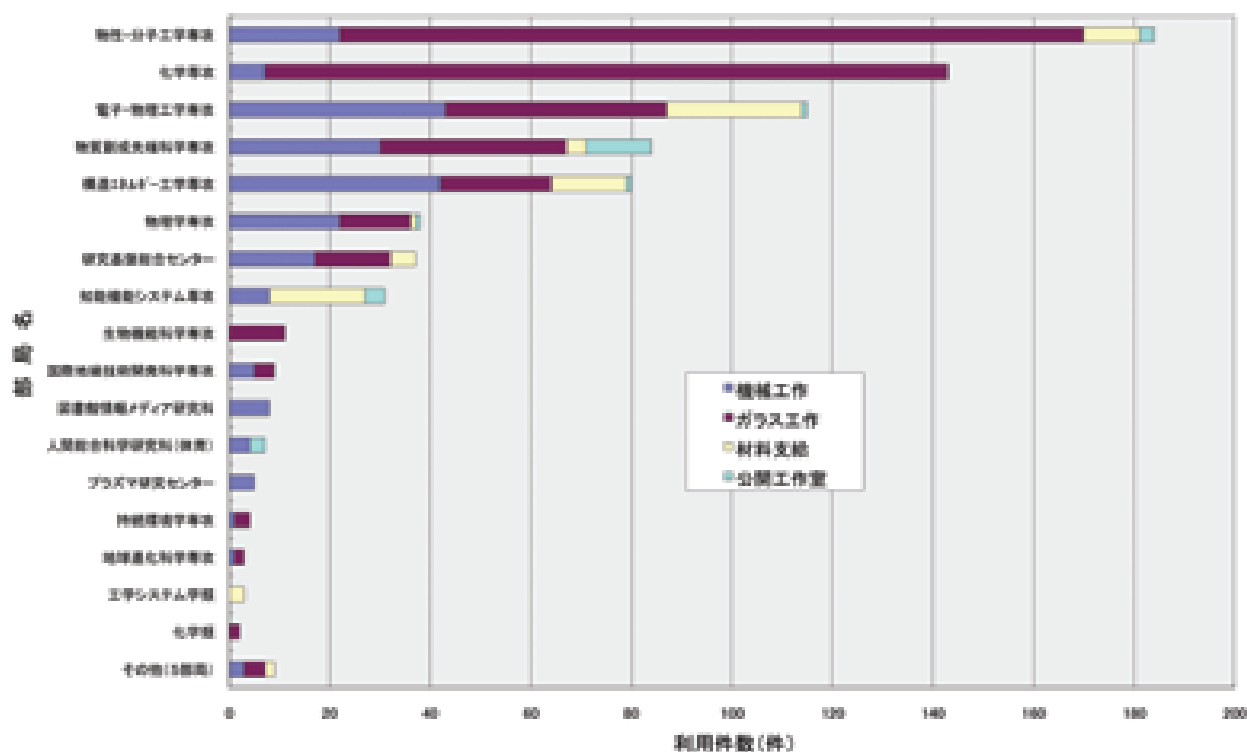


図2 平成21年度工作部門部局別利用時間

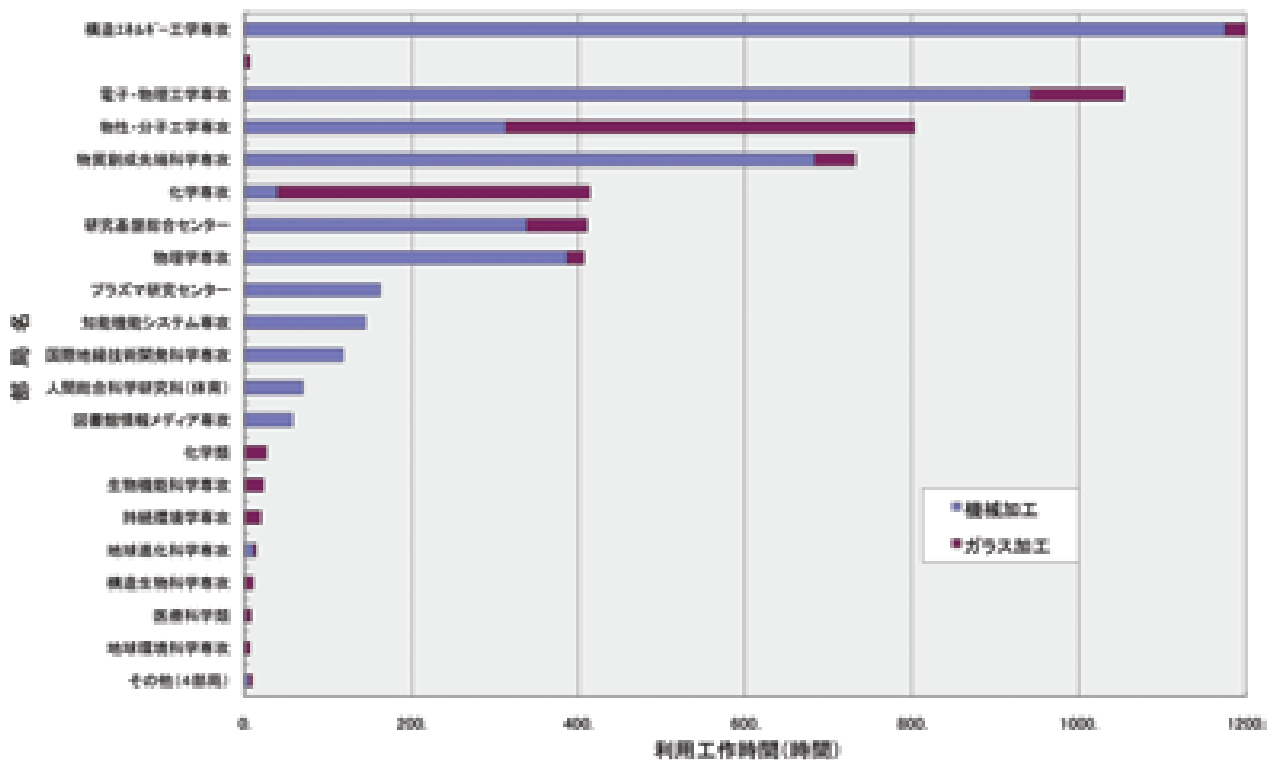


表2 最近4年間の利用状況

		平成18年度	平成19年度	平成20年度	平成21年度
機械工作	依頼件数(件)	226	213	210	229
	消化件数(件)	219	227	214	218
	利用工作时间(時間)	5002.5	3466	4191.5	4444
ガラス工作	依頼件数(件)	380	394	428	452
	消化件数(件)	397	409	426	442
	利用工作时间(時間)	1423.5	1441	1283	1246.5
合 計	依頼件数(件)	606	607	638	681
	消化件数(件)	616	636	640	660
	利用工作时间(時間)	6426	4907	5474.5	5690.5
材料支給件数		134	121	131	87

表3 最近4年間の公開工作室利用取得者数と利用状況およびガラス工作講習者数

		平成18年度	平成19年度	平成20年度	平成21年度
機械工作	取得者数	47	13	11	14
	利用件数	46	22	23	26
	利用時間(時間)	432.5 時間	165.25 時間	88.95 時間	144.9 時間
ガラス工作講習者数		7	3	0	4

表4 最近4年間の利用件数トップ3

	平成18年度	平成19年度	平成20年度	平成21年度
1	物性・分子工学専攻 166 件	物性・分子工学専攻 190 件	物性・分子工学専攻 174 件	物性・分子工学専攻 184 件
2	化学専攻 138 件	電子・物理工学専攻 122 件	電子・物理工学専攻 166 件	化学専攻 143 件
3	電子・物理工学専攻 107 件	化学専攻 120 件	化学専攻 130 件	電子・物理工学専攻 115 件

表5 最近4年間の利用時間トップ3

	平成17年度	平成18年度	平成19年度	平成20年度
1	構造エネルギー工学専攻 1668.5 時間	物性・分子工学専攻 1001 時間	構造エネルギー工学専攻 2246.5 時間	構造エネルギー工学専攻 1206 時間
2	物性・分子工学専攻 1255.5 時間	構造エネルギー工学専攻 908.5 時間	物性・分子工学専攻 799.5 時間	電子・物理工学専攻 1054.5 時間
3	電子・物理工学専攻 753 時間	物質創成先端科学専攻 709 時間	電子・物理工学専攻 713.5 時間	物性・分子工学専攻 803.5 時間

表6 平成21年度公開工作室利用実績詳細

利用者所属名	件数	利用時間
物理学専攻	1	1.75 時間
物質創成先端科学専攻	13	51.95 時間
電子・物理工学専攻	1	1 時間
物性・分子工学専攻	3	26.7 時間
知能機能システム専攻	4	48.5 時間
構造エネルギー工学専攻	1	1.5 時間
人間総合科学研究科（体育）	3	13.5 時間
計	26	144.9 時間

表7 平成21年度公開工作室利用資格認定者詳細

所属名	職 員	学 生
物理学専攻		5
電子・物理工学専攻		1
物性・分子工学専攻		1
知能機能システム専攻		1
構造エネルギー工学専攻		1
自然学類		5
計		14

■教育支援

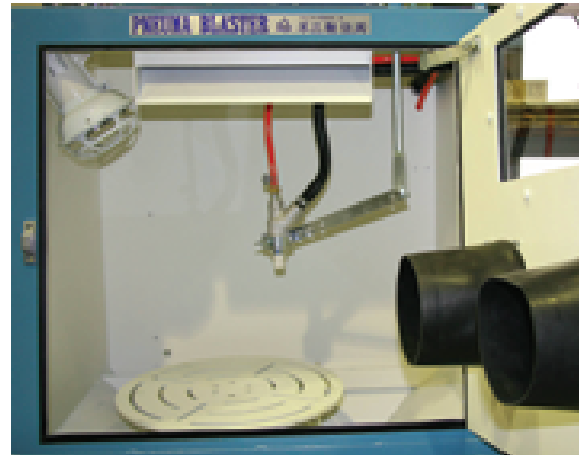
科目名		期 間	内 容
ガラス工作	基礎科学実験（化学類）	10/28, 11/11	ガラス細工実習技術指導
	ガラス工作実技講習会	通年随時	ガラス細工の基本作業
機械工作	専攻実験Ⅱ（工学システム学類）	2, 3 学期 各 1 ヶ月程度	三輪自転車の設計指導 部品製作
	大学院授業（機械工作序論と実習）	集中講義	機械工作に関する講義と旋盤の実習
	機械工作実技講習会	通年随時	公開工作室利用資格取得のための講義 と実技

■見学会

科目名	期 間	内 容
筑波大学 応用理工学類	5 月 8 日	機械工作室 N C フライス盤、旋盤の加工作業の見学
茨城県の中小企業団体（機械加工関係者）	9 月 9 日	ガラス工作室 ガラス工作基本作業の見学
		機械工作室 N C フライス盤、旋盤の加工作業の見学
高知県立中村高等学校	10 月 6 日	ガラス工作室 ガラス工作基本作業の見学
		機械工作室 N C フライス盤、旋盤の加工作業の見学
茨城県商工中金およびその取引先	10 月 15 日	ガラス工作室 ガラス工作基本作業の見学

エアブラスト装置（サンドブラスト装置）（SFCF-3 不二製作所）

梨地加工、バリ取り、塗装はがし、またスケールの除去などの研掃にも優れた威力を発揮し、金属はもちろんガラス、木材プラスチック、セラミックなど様々な材質の表面処理が行える。



仕 様

本体寸法(mm)：W810×H1760×D920
前面扉開口寸法(mm)：W680×H625
ターンテーブル(mm)：φ 450（耐荷重50kg）
ブラストガン型式×本数：F2-3型ガン×1

利用可能な研磨剤

比重の小さいもの（#24～#280）
セラミック、ガラス、樹脂、植物系
比重の大きいもの（0.6mm以下）
金属系

特 徴

- ・小型サイクロン装備で、粗い研磨材から微細な研磨材も使用可能、研磨材は循環式
- ・大きな品物でも無理なく出し入れ可能な前面大扉式（W680×H625）
- ・品物を回転させて加工が可能なターンテーブルを装備

研究基盤総合センター工作部門運営委員会委員名簿

平成 22 年 3 月 31 日現在

職 名	氏 名	任 期	備 考
工作部長 数理物質科学研究科 教授	◎ 喜多 英治	20. 4. 1 ~ 22. 3.31	内線 5303 kita@bk.tsukuba.ac.jp
工作部門 システム情報工学研究科 准教授	京藤 康正	20. 4. 1 ~ 22. 3.31	内線 2528 kyodo@kou`c.tsukuba.ac.jp
工作部門 システム情報工学研究科 講師	長田 秀治	20. 4. 1 ~ 22. 3.31	内線 2522 osada@kou`c.tsukuba.ac.jp
数理物質科学研究科 物理学専攻 教授	今井 剛	20. 4. 1 ~ 22. 3.31	内線 7468・4326 imai@prc.tsukuba.ac.jp
数理物質科学研究科 化学専攻 教授	木越 英夫	20. 4. 1 ~ 22. 3.31	内線 4313・4526 kigoshi@chem.tsukuba.ac.jp
数理物質科学研究科 電子・物理工学専攻 教授	伊藤 雅英	20. 4. 1 ~ 22. 3.31	内線 5308 itoh@bk.tsukuba.ac.jp
数理物質科学研究科 物性・分子工学専攻 教授	宮崎 修一	20. 4. 1 ~ 22. 3.31	内線 5283 miyazaki@ims.tsukuba.ac.jp
システム情報工学研究科 構造エネルギー工学専攻 教授	河合 達雄	20. 4. 1 ~ 22. 3.31	内線 5115 kawai@kz.tsukuba.ac.jp
研究基盤総合センター 工作部門 技術専門官	欠 員		

◎は委員長

工作部門教職員

部門長（併）	喜多 英治	2520
准教授	京藤 康正	2528
講師	長田 秀治	2522

技術専門職員	石川 健司	2527
技術専門職員	中村 三郎	2527
技術専門職員	吉住 昭治	2527
技術専門職員	明都 茂	2523
技術職員	門脇 英樹	2523
非常勤	内田 豊春	2527

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より御礼申し上げます。また、このニュースの主要な記事は当センターの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。

研究基盤総合センター工作部門は、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33年目を迎えました。時代の流れに伴い工作部門も人員削減や職員の高齢化により、将来的に存続の危機を感じています。現在の状況を好転させるべく、通常の業務である工作依頼品の製作による研究支援の他、積極的な教育支援、見学会の受け入れ等を行い、その支援による研究成果の一部と工作部門の活動状況などを「工作ニュース」として発刊しています。

これからも工作部門が皆様の期待に応え、存続していけるように、ご意見ご要望などをお寄せ頂ければ幸いです。

平成22年3月31日 吉住 記

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

