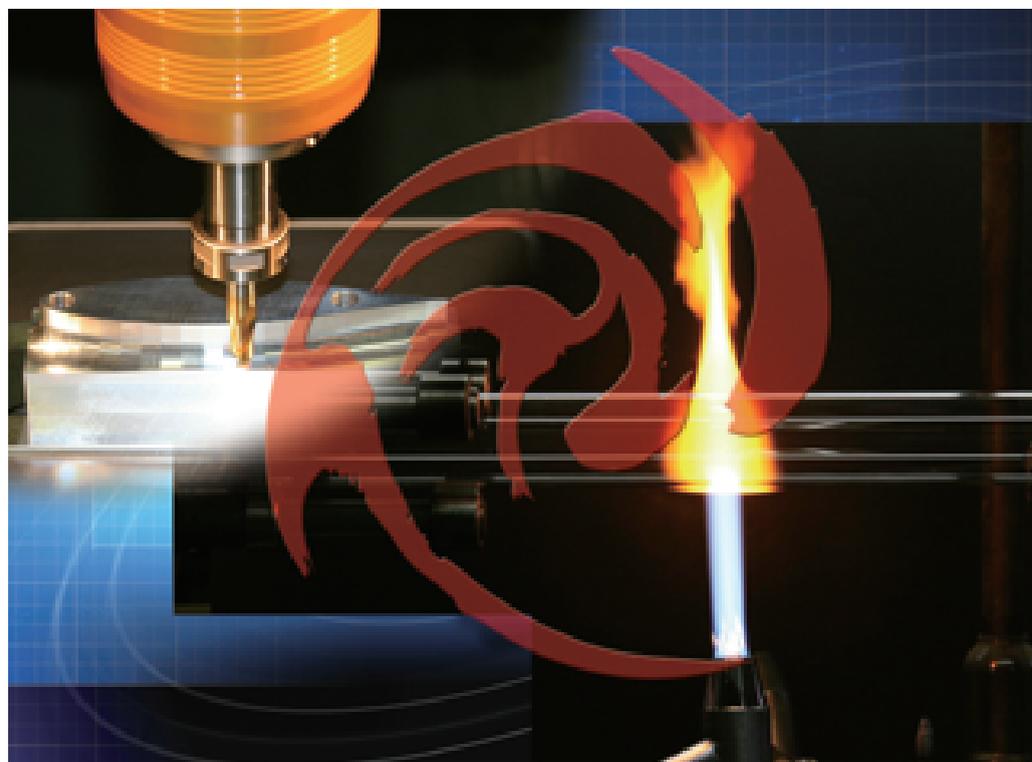


Takumi

工作ニュース

No.1 2009.4



筑波大学研究基盤総合センター
工作部門

Contents

目次

巻頭言	工作部門長 喜多 英治	1
寄稿	身障者用三輪自転車の製作実習 システム情報工学研究科 構造エネルギー工学専攻 榎原 潤	2
研究ノート	螺旋状毛細管型粘度計の開発と研究	4
	生物資源学類 辻本 陽子 生命環境科学研究科 足立 泰久	
	ルブレン単結晶トランジスタの電子スピン共鳴	6
	筑波大学 大学院数理物質科学研究科 物性・分子工学専攻 新井 徳道、丸本 一弘	
	GAMMA 10 セントラル部高効率電子加熱用反射鏡の製作依頼	8
	プラズマ研究センター 坂越 祐介、今井 剛(指導教員)	
	身体ねじりを表現するコミュニケーションロボットに関する研究	10
	システム情報工学研究科 知能機能システム専攻 グループウェア研究室 鈴木 祐也	
	移動ロボットの設計および製作について	14
	筑波大学 システム情報工学研究科 構造エネルギー工学専攻 早川 純矢	
フォトギャラリー	16
利用の手引き	19
運営報告	利用状況	26
	(平成20.4～平成21.3)	29
	新規設備紹介	30
	運営委員一覧	31
	職員紹介	31
編集後記	32

工作部門長 喜多 英治

今年も部門前の梅が咲き、人々の目を楽しませてくれています。梅は茨城県の「県の木」に制定されていて、なじみの深い花で、桜とは異なり1ヶ月以上も咲いていて楽しませてくれます。部門前の梅も創設以来、ずっと変わらず咲いてきたことだと思います。

工作部門は開学当初、この地の未整備の研究環境を補うために多大に貢献し、与えられた研究支援の使命は十分果たされてきました。しかし大学を取り巻く環境は、近年徐々に変化してきて特に法人化以後は、大学の考え方が大きく変化しています。工作部門の使命は開学以来、研究支援とされてきました。研究を取り巻く環境も大きく変化し、高度な情報化社会となって情報伝達の手は飛躍的に向上しました。グローバル化の影響ははなはだ大きく、世界中の情報が机の上で手に入る時代です。研究機器も世界中から調達することができることになり、平凡な研究や教育は埋没してしまいます。このような状況でオリジナリティーを発揮するためには研究や教育において大事な思いつきやアイデアを障壁なく実現させ、それを発展させていく「ものづくり」の機能が欠かせません。この機能を活かして、教員の研究成果だけではなく学類学生や大学院生の教育を通じて社会に還元することが、大学における工作部門の責任だと考えます。

これまで研究支援を前面に業務に励んできた工作部門も、しばらく前から教育貢献をその使命として加えてきました。今後はさらにその役割を吟味し、積極的な取組が部門として必要となるでしょう。このような部門の変遷と新しい姿を梅の木も見守っていてくれるはずですよ。

身障者用三輪自転車の製作実習

システム情報工学研究科構造エネルギー工学専攻 榊原 潤

はじめに

工学システム学類環境開発主専攻及びエネルギー工学主専攻では、同主専攻の実験・実習科目である「専攻実験II」において身体障害者用三輪自転車の製作を行っています。工作センターには特殊な部品を製作してもらおうと同時に、学生に対する設計指導をお願いしています。

専攻実験II

将来の「ものづくり」を担うエンジニアの卵である学生達は、通常の座学にて力学や数学をベースにした工学教育を受けますが、実際に「モノ」を設計製作するという授業科目は有りませんでした。工学システム学類では平成18年度から実際にモノ作りを行う実験実習科目として「専攻実験II」をスタートさせ、その中で三輪自転車の製作を学生に課しています。2学期および3学期にそれぞれ40名程度の学生が1週あたり3時限、全10週間受講します。6～7名で一台の自転車を製作するので、2～3学期にそれぞれ6台ずつ合計12台の自転車が1年間に製作されます。学生が自ら設計・製作を行うことで、学生はエンジニアとして必要な「ものづくり」を実際に体験し、肌に触れて設計技術や製作技能を会得すると共に、数値計算による構造解析法等も学習します。

堀田製作所と三輪自転車

学生が製作する自転車は三輪の「足踏み式」自転車です。東京足立区にある堀田製作所の代表である堀田健一氏が考案し、20年以上にわたって製

作販売されてきたもので、足の力が弱く通常の回転ペダル式自転車には乗れない身体障害者が自ら乗って走れる自転車です。堀田氏は2005年度のシチズン・オブ・ザ・イヤーを受賞するなど、その永年の功績が認められており、テレビや新聞などにも頻繁に登場し、広く知られている人物です。その堀田氏が各学期に一度ずつ筑波大学を訪れ、製作指導を行います。さらに、設計段階においても学生が堀田氏に図面を送付し、堀田氏から書面による設計指導や注意などを受けます。

学生の製作する三輪自転車

汎用的な部品である車輪、ハンドル、チェーンやスプロケット、ブレーキ類は堀田製作所に支給依頼しています。学生が製作するフレーム部分は、溝付きアルミフレーム材をボルト・ナットでブラケット等を介して接合したもので、学生には困難な溶接を一切おこなわずして十分な強度を有した



平成20年度3学期に製作された三輪自転車の例

自転車の製作を可能とするものです。アルミフレームやブラケット等は(株)ミスミから購入しますが、補強用のプレートなどは学生が自らバンドソーやボール盤などを使って切削加工を行います。

■ 工作センターによる設計指導と製作

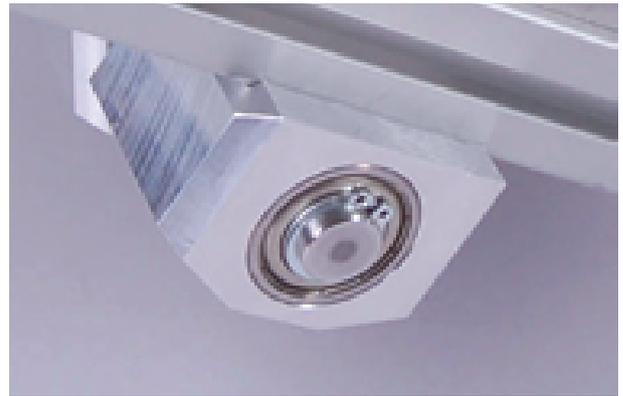
汎用品が無く学生による加工も困難なペダルの軸受け部分や座席の移動機構部分、溶接が必要な部品等は、学生が設計した図面を基に工作センターにて製作されます。学生は自ら描いた図面を工作センターに持参し、設計に関して京藤准教授によるマン・ツー・マン指導を受けた後、工作センターに製作を依頼します。ほとんどの学生は製図の知識を持ってはいるものの、実際に自ら設計した図面が実際の「モノ」になるという経験は無く、また、自由な発想で描いた図面に対して製作側からの意見を受けることも初めてです。エンジニアの卵として大変貴重な体験をすることになります。

板材への穴空けや単純な形状の加工は(株)ミスミのオンラインサービスを利用することも可能ですが、個々の学生が設計指導を受けることは不可能です。そうした面からも工作センターは教育的に重要な役割を担っています。

専攻実験Ⅱは全10回の授業が2ヶ月余りの短期間で実施されるため、発注から納品までの期間が十分短い必要があります。そこで、工作センターによる全面的な協力により、専攻実験Ⅱのために学生が発注した物品は通常の研究用物品とは別に取り扱い、1週間程度の短期間に製作されます。そのため、学生は発注した翌週の授業で部品を受け取り、組み付けを行うことが可能となりました。

■ 三輪自転車の寄贈

製作された三輪自転車は堀田製作所に寄贈されます。堀田製作所は最終的な修正作業を行った後、同製作所が各地の養護学校などに再び寄贈します。



工作センターにて製作された部品の例。ペダル軸受け(上)と座席支持部(下)。

これまで、12台の自転車が寄贈され、肢体不自由者に使用されています。実際に誰かの役に立つものを設計製作できるという期待と喜びを学生が共有することが出来ました。

■ おわりに

従来、工作センターは研究用物品の設計製作を主たる業務として運営されてきましたが、今回の三輪自転車製作を通して学生の工学教育にも大きな役割を果たし得るものであることが分かりました。今後はさらにその人的あるいは設備的能力を活用しながら、魅力ある工学教育を継続したいと思います。

なお、専攻実験Ⅱは筑波大学VBL教育支援プロジェクト「機械部品・システムの設計から製造を通じた創造型ベンチャーマインドの育成と社会貢献」の補助を受けています。記して謝意を表します。

螺旋状毛細管型粘度計の開発と研究

第二学群 生物資源学類 辻本 陽子
生命環境科学研究科 足立 泰久

1. はじめに

粘度とは流体の流れにくさを表す物性値であり、あらゆる流体の粘度を知るために世の中には数多くの粘度計が存在する。当研究室にも市販の回転粘度計やオストワルド粘度計があり、粘土懸濁液や高分子溶液の粘度を求めるために使われている。しかし、もっと特殊な（しかも粘度計といわれなければそうとはわからない）粘度計がある。それが螺旋状毛細管型粘度計（写真1）である。私が研究室に配属される以前から開発されてきたこの粘度計は、すでに数多くの研究成果を残している1）。

2. 螺旋状毛細管型粘度計の開発

当研究室では小さいコロイド粒子の形状や荷電によるミクロな相互作用が、どのようにマクロな懸濁液の流れの性質に影響するのかということ調べている。このテーマは、地滑りや土壌の侵食などマクロな環境中の物質移動、食品や塗料、インクなど様々な工業製品の品質、お化粧のりや血液のどろどろサラサラ感のようなヒューマンヘルスケアに至るまでたくさんの応用の問題と関わっている（らしい）。個々のコロイド粒子の相互作用力は非常に弱い（1 nNぐらい）ために、相互作用に基づく内部機構を調べるためには繊細な力学測定が望まれる。コロイド粒子は分子間力で凝集しフロックを形成するが、そのフロックに配慮した流動特性の解析が必要となるのである。市場には、様々なレオメーターが出回っているがたとえ何千万円支払っても我々研究の目的に必要な用途を満たす粘度計はない。こうした背景から、研究

基盤総合センター工作部門・ガラス工作室に尽力いただき、螺旋状毛細管型粘度計(以下螺旋型粘度計)が開発されている。この装置は2本のメスシリンダーを、螺旋状の毛細管で接続した、見た目が非常にシンプルな粘度計である。水位差による圧力勾配を駆動力として、中の流体が流動する仕組みになっている。管路長を長くすることで低圧力勾配(=低せん断応力)を実現し、フロック破壊の解析を可能にしている。

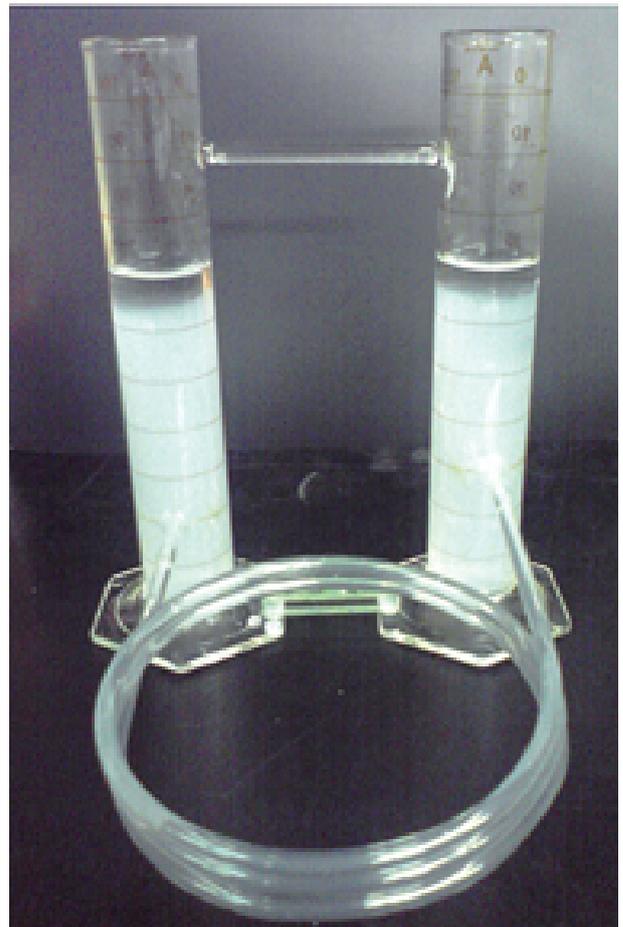


写真1. 螺旋状毛細管型粘度計

3. 螺旋状毛細管型粘度計を用いた実験と

その成果

螺旋型粘度計の測定原理は、毛細管内の流動がポアズイユ流動であるとした場合の流量の式と、流量保存の式に基づいている。得られる理論式は

$$\frac{h(t)}{h_0} = \exp\left(-\frac{\pi g a^4 \rho}{4AL\mu} t\right)$$

(h_0 :初期水位差、 a :管径、 ρ :密度、 t :流動時間、 A :メスシリンダー断面積、 L :管路長、 μ :粘度)となる。つまり、2本のメスシリンダーの水位差を時間の関数として測定して、片対数グラフにプロットし、傾きから粘度を算出する。

研究では、この粘度計を用いて、代表的な粘土鉱物のモンモリロナイト懸濁液を試料として、pHとイオン強度を変化させて流動特性の測定を行った。その結果から、分散状態から凝集状態へ移行することで流動特性が大きく異なることが示され、この点を強調する解析の必要性が明らかになった。特に、凝集懸濁液は低せん断応力下における管路内の目詰まりのような流動に着目することになり、毛細管径の異なる粘度計をガラス工作室においていくつも製作していただいた。気がつけば、粘度計であるにもかかわらず、最終的には降伏値や透水性といった、粘度以外のファクターについて多くの知見を得ることとなった。きわめて単純な原理で作動するが、数理モデルで実験結果を解析す

ることによって、懸濁液の物性論が縦横に展開する。螺旋型粘度計は興味深い装置であり、使い方次第でさらに発展性を見込める粘度計であることを再認識したのだった。

4. おわりに

先日、日本レオロジー学会東日本支部が主催する修士論文発表会が行われた。学類生の参加も認められ、発表の機会を頂いた。そこで私が発表したデータに対し、単純な装置であるにもかかわらず、色々と興味深い結果が得られることに、参加者から関心が寄せられ、貴重なアドバイスやコメントを多く頂くことができた。これらを糧として大学院進学後も研究を続け、さらなる成果を挙げていきたい。今後は、毛細管内の流動を観察できるという螺旋型粘度計のメリットを生かし、流動中のフロックの可視化を目指したいとも思っている。最後になりますが、試行錯誤を繰り返しながら、手づくりで研究が進められる環境は本当に素晴らしいことだとおもいます。私たちのアイディアから生じる様々なお願いに柔軟にかつ大変親切に対応していただいたガラス工作室の皆様へ感謝申し上げます。

引用文献

- 1) 小林 俊也・足立 泰久(2005) :螺旋状毛細管型粘度計の開発とそれを用いたモンモリロナイト懸濁液の流動特性、農土論集、238、79-84

ルブレン単結晶トランジスタの電子スピン共鳴

筑波大学 大学院数理物質科学研究科 物性・分子工学専攻
新井 徳道、丸本 一弘

1. 工作センター利用概要

研究で使用するコック付きESR試料管の作製をガラス工作センターに依頼している。

2. 研究紹介

■ はじめに

有機単結晶を用いた電界効果トランジスタ (FET) は、高い電荷キャリア移動度を示すため注目されている。これまでに有機単結晶FETの研究は盛んに行われてきたが、有機材料の理解やデバイス特性の向上に有用である電荷キャリア状態の解明は未だ完全ではない。そこで最近我々は、電荷キャリアのマイクロ特性評価、特にスピン状態の初の研究として、電子スピン共鳴 (ESR) を用いた有機デバイスの評価法を新たに開発し、デバイス界面における電荷キャリア状態や分子配向を解明してきた [1]。ここでは、有機FET中で最も高い移動度を示すルブレン単結晶FETにESR法を適用し、その評価を行ったので紹介する [2]。

■ 試料作製

ルブレン単結晶は物理気相輸送 (PVT) 法により



図1 ルブレン単結晶FET構造の概要図

作製された。これを金電極が作製されたシリコン絶縁膜基板上に貼り付け、ボトムコンタクト型FET構造を作製した。概要図を図1に示す。

■ FET特性

作製した試料のFET特性として電気容量のゲート電圧依存性を図2(a)に、ドレイン電流のゲート電圧依存性を図2(b)に示す。標準的なFET動作が確認される。

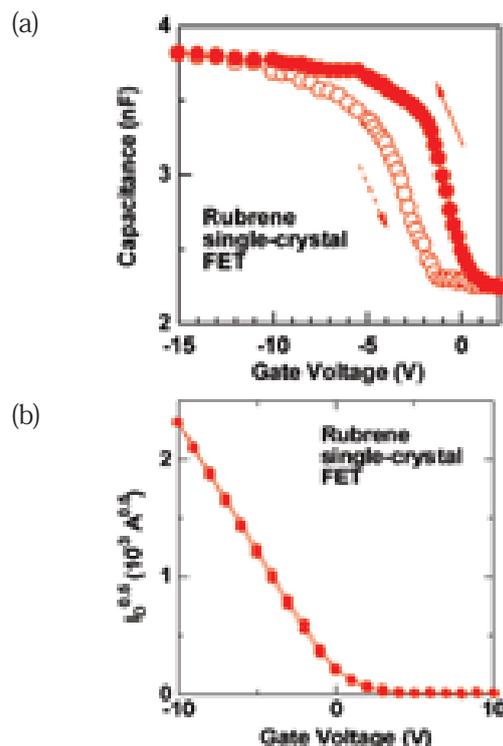


図2 ルブレン単結晶FET特性
(a) 電気容量のゲート電圧依存性
(b) ドレイン電流のゲート電圧依存性

■ 電場誘起ESR信号

次に、同一素子を用いて電荷蓄積状態で電界注入キャリアのESR測定を行った。シリコン基板に起因したバックグラウンドESR信号を差し引くことにより、明瞭な電場誘起ESR信号を得た（図3）。信号のゲート電圧依存性が明瞭に観測されている。観測された信号のg値はルブレンの π 電子に起因しており、信号の線幅には、キャリアの高移動度を反映した、運動による先鋭化（motional narrowing）が生じている。

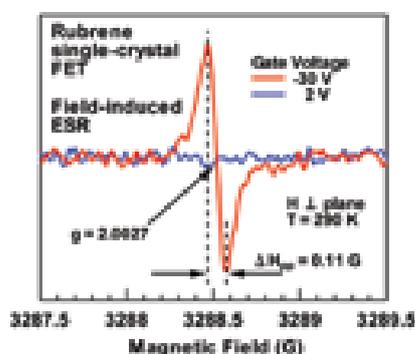


図3 ルブレン単結晶FETの電場誘起ESR信号

■ 外部磁場印加方向に対する異方性

図4は基板に対して外部磁場方向が平行と垂直なときの電場誘起ESR信号であり、明瞭な異方性を示している。

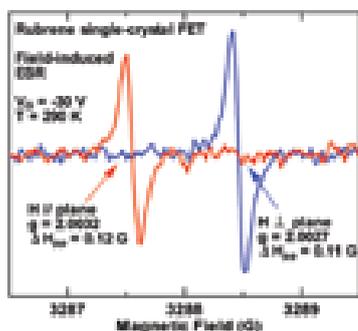


図4 電場誘起ESR信号の外部磁場印加方向に対する異方性

図5に電場誘起ESR信号の異方性測定から得られた、共鳴磁場を与えるg値の角度依存性を示す。ル

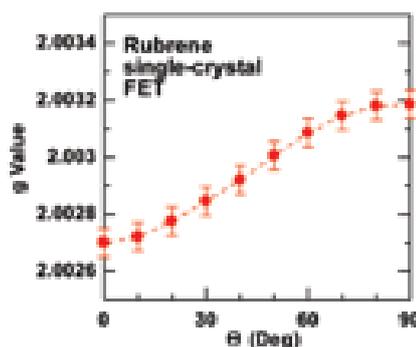


図5 電場誘起ESR信号におけるg値の外部印加磁場方向に対する異方性

ブレン分子の π 軌道の異方性を反映した、明瞭なg値の異方性が観測される。

これらの異方性を解析した結果、FET界面におけるルブレンの分子配向が局所的に変調を受け、バルク分子配向と異なっていることが明らかになった。

3. 今後の展望

ルブレン単結晶FET界面におけるルブレンの分子配向がバルク分子配向と異なる興味深い結果を解明するため、今回のものとは異なる界面構造のルブレンFET試料を用いたESR研究を今後行う予定である。

また、本研究ではFET試料のESR測定を行うためコック付きESR試料管が必要であり、今後も工作センターに試料管の作製を依頼していく予定である。

参考文献

- 1) K. Marumoto et al., J. Phys. Soc. Jpn. **73** (2004) 1673; *ibid.* **74** (2005) 3066; Phys. Rev. Lett. **97** (2006) 256603; Jpn. J. Appl. Phys. **46** (2007) L1191.
- 2) K. Marumoto et al., Meeting Abstracts of Phys. Soc. Jpn. **63** (2008) 831; Extended Abstracts (The 55th Spring Meeting, 2008); Jpn. Soc. Appl. Phys. and Relat. Soc. 1395.

GAMMA 10セントラル部 高効率電子加熱用反射鏡の製作依頼

プラズマ研究センター
坂越 祐介、今井 剛（指導教員）

今回製作を依頼した反射鏡は、マイクロ波によるプラズマ加熱を効率よく行うためのマイクロ波アンテナに相当するもので、この反射鏡の設計により、その性能は大きく左右される。プラズマ研究センターでは、プラズマの磁場閉じ込め装置に普遍的、かつ核融合達成に必要不可欠な「電位形成によるプラズマ閉じ込め向上の物理機構の解明」という課題の解決を目指し、複合ミラーのプラズマ閉じ込め装置GAMMA 10において、核融合プラズマの理工学研究を進めている。このプラズマ閉じ込め性能の向上には電子サイクロトロン共鳴加熱（Electron Cyclotron Resonance Heating : ECRH）による電位生成と電子加熱が重要な役割を果たしている。

GAMMA 10の主閉じ込め領域のセントラル部では、イオンサイクロトロン共鳴加熱により、イオン温度が数千万度と非常に高いが、電子温度はイオン温度の10分の1以下である。この条件では、電子ドラッグといわれるクーロン衝突を介した高温イオンから低温電子への熱損失が大きく、イオン温度の上昇が制限されている。電子温度を上げ高温イオンの電子による冷却を抑制することは、イオン温度の向上と閉じ込め改善の観点から非常に重要となる。

電子温度上昇のために、プラズマ中の電子を効率よく加熱するには、導波管から放射されたマイクロ波を高効率で電子サイクロトロン共鳴層へ伝送する必要がある。マイクロ波電力の伝送効率はアンテナ系の性能に大きく依存する。これまでに、より高効率なセントラル部アンテナ系の開発が進

められてきたが、2007年度のアンテナ系ではマイクロ波の伝送効率が十分ではなかった。GAMMA 10セントラル部アンテナ系の様子を図1に示す。アンテナ系はマイクロ波を放射する導波管と2枚の反射鏡で構成されている。2007年度アンテナ系において伝送効率が十分ではなかった理由として、図1の反射鏡M2の大きさが十分ではなかったため、M1で反射されたマイクロ波の一部をカバーすることができなかったことが挙げられる。そこで今回伝送効率を改善するためにM2を、プラズマや真空容器の制限内でできる限り大きくできるよう新規設計した。

反射鏡の形状は回転楕円体としたため、3次元の複雑な加工が必要であった。楕円体を用いた理由は、楕円の性質がマイクロ波の集光という面において適しているからである。楕円は2つの焦点を持ち、一方の焦点からの光は反射後にもう一方の焦点を通るので高い集光率が得られる。新M2の形状は、以下の式で与えた。

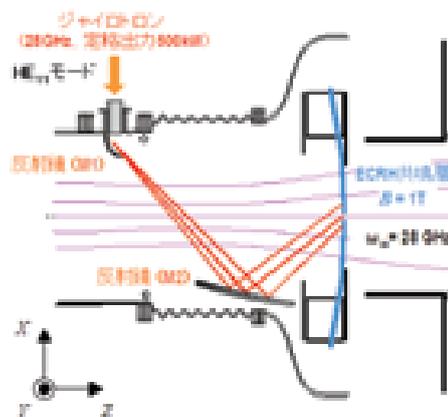


図1：セントラル部ECRHアンテナ系

$$z = M(x-178) + N - \sqrt{O(x-178)^2 + P(x-178) + N^2 + Ry^2}$$

$$M = -0.18317904$$

$$N = 237.44807$$

$$O = -0.3467495$$

$$P = -28.780206$$

$$R = -0.97$$

M2の範囲は $0 \leq x \leq 306$ 、 $-140 \leq y \leq 140$ で、単位はmmである。2007年度のM2の表面積が 794cm^2 であったのに新M2では 948cm^2 となり、 154cm^2 拡大した。この結果、電力伝送効率は約10%改善し効率的な電子加熱が期待された。

設計した反射鏡の性能を確認するために、実機製作前に低電力で試験を行うこととした。そこで、材質をアルミニウムとして新M2の試作鏡の製作を研究基盤センターの工作部門に依頼した。アルミニウム製新M2を図2に示す。この反射鏡を用いて

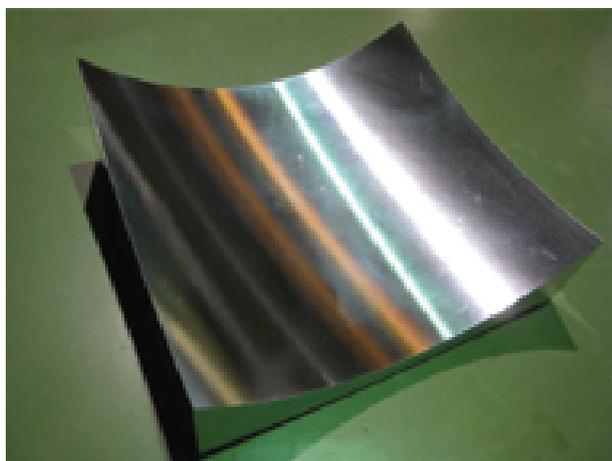


図2：アルミニウム製反射鏡

性能確認試験を行うことができ、これを踏まえて実際に真空容器内に設置するSUS316製の反射鏡の製作を依頼した。真空容器内は強磁場であるので非磁性鋼であるSUS316を採用した。SUS316を用いると重量が大きくなり、真空容器に設置する際に障害となるので、できる限り不要な部分を削り落とすよう依頼した。工作部門の担当者が迅速に対応してくれたお陰で、製作された反射鏡を真空容器に予定通り設置してプラズマ実験を行うことができた。

セントラルECRHを単独入射することで新セントラル部アンテナ系の性能を実証する実験を行った。この結果、以前のアンテナ系ではセントラルECRH単独入射ではプラズマが潰れていたのに対し、新アンテナ系ではセントラルECRH入射によってプラズマの性能を表す反磁性量が上昇した。このことから、伝送効率を改善した新アンテナ系の性能を実証することができたといえる。

新アンテナ系を用いたプラズマ実験において、有意な結果を得ることができたのは、研究基盤センターの工作部門で、迅速に、高い精度の反射鏡を製作していただけたことが大きい。今回はアルミニウム製とSUS316製の反射鏡の製作を依頼した。仕様の急な変更や、反射鏡を製作するための材料の手配で無理なお願いをしたりと、多大なご迷惑をおかけしましたが、非常に丁寧に対応していただき、この場をお借りして感謝の意を示したいと思います。

身体ねじりを表現する コミュニケーションロボットに関する研究

システム情報工学研究科 知能機能システム専攻 グループウェア研究室
鈴木 祐也

1. 序論

最近のロボットの研究の応用分野として、美術館や博物館で鑑賞支援を行う展示案内ロボットの研究が多数行われている。展示案内にコミュニケーションロボットを用いると、展示物の説明という本来の目的に加えて、ロボットと鑑賞者の間でインタラクションを誘発し、博物館を訪れる人々に対して科学技術に対する興味を向上させることができることが報告されている。そのため、ロボットは展示物の案内と鑑賞者とのインタラクションをシームレスに遷移できる必要がある。そこで、展示案内ロボットが満たすべき重要な要素の一つとして、鑑賞者の注意(関与)を特定の場所へ誘導することが挙げられる。しかしながら、ロボットが発話や身体動作を用いて鑑賞者の注意をロボット自身に向けようとしても、鑑賞者が展示物に注目しているために気付かない場面があった。また、ロボットが展示物の説明を行う場面では、ロボットの身体動作により鑑賞者の注意を展示物の方へ誘導しようとした際に、鑑賞者がロボットとのインタラクションを維持しようとすることやロボットの身体動作の意図を推測できないことがあった。これは、鑑賞者がロボットの関心は展示物ではな

く鑑賞者自身との対話にあると認識していたためではないかと推察した。

ところで、人間同士のコミュニケーションにおける身体位置の概念として、Kendonにより定義されたF陣形と、Schegloffにより定義された、下半身を固定したまま上半身をねじる行為である身体ねじりがある。これらによると、身体の下半身の向きや身体ねじりが、対象に対する関与の大きさを示し、その場にいる参与者同士や展示物を含んだ3者間で社会的な空間を構成するという。筆者は、ロボットに向けられた鑑賞者の注意を展示物の方へ誘導できないという問題を、ロボットの下半身や身体ねじりを制御することにより解決できると考えた。

そこで本研究は、下半身の向きと身体ねじりを表現できるコミュニケーションロボットを開発し、ロボットのこれらの身体動作が、鑑賞者の関与を任意の対象に向ける効果について確かめることを目的とする。

2. F陣形と身体ねじり

□ F陣形

Kendonによれば、人間とその人間が関与し



図1 F陣形

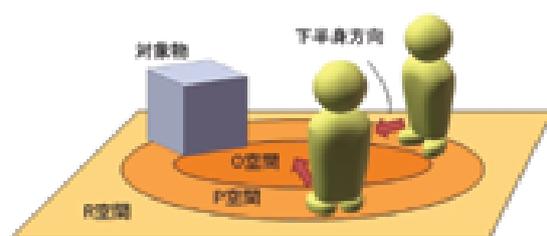


図2 道具的F陣形

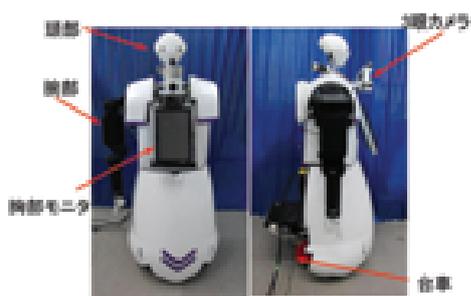


図4 GestureMan-4

ようとする対象との間に広がる空間を操作領域 (transactional segment) と呼び、複数人で会話する際には参与する人々の操作領域が重なり下半身方向によってO形の空間が構成される。これをO空間と呼び、参与者は通常このO空間を相互に維持しようとする。このような、会話集団を空間的に規定する相互行為レベルの行動単位のことをF陣形と呼ぶ(図1)。また、McNeillによればF陣形は人間だけにより構成される社会的F陣形 (social F-formation) と、人間同士だけでなく指示対象物を介する道具的F陣形 (instrumental F-formation) に細分化される。具的F陣形においてはO空間内に指示対象物が存在し、これによりO空間の変形が起こるといふ(図2)。

□ 身体ねじり

身体ねじりはF陣形の研究に基づきSchegloffによって定義された。ここで身体ねじりとは下半身を固定したまま上半身をねじるといふ身体の分岐的振舞いを示しており、人間はこの身体ねじりによってどの活動にどの程度関与しようとしているかを表しているという。この際、安定性の高い下半身の方向付けは主要関与(main involvement)を示しており、一時的な上半身の方向付けは副次的な関与(side involvement)に関係している(図3)。

□ 展示案内におけるF陣形と身体ねじり

ここでは、ロボットと鑑賞者が対面的なインタ

クションを行っている状態から、展示物の案内に遷移する場面を考える。ロボットと鑑賞者が対面的なインタクションを行っているとき、展示案内ロボットは、下半身を含めた胴体の向きが鑑賞者の方を向いている。そのため、O空間はロボットと鑑賞者の間に広がっており、説明対象はO空間に含まれていないため、社会的F陣形が構成されている。

ここで、ロボットの下半身方向を変化させることを考える。ロボットの下半身を説明対象の方向に向けることによりO空間は移動し、鑑賞者はロボットの下半身の向きからO空間が移動したことを推測すると考えられる。そのため、鑑賞者の下半身方向は自動的に調節され、説明対象を含んだ道具的F陣形となる。

また、身体ねじりの概念からロボットの上半身をねじることにより、ロボットの副次的関与が対象物にあることを示すことができる。この際、下半身は固定されたままであるので、ロボットの主要関与はそれまで対面していた鑑賞者にあることを示す。また、ロボットと鑑賞者との間で構成される社会的F陣形を維持したまま展示物の案内を行うことができる。

3. GestureMan-4

ロボットの外観を図4に示す。GestureMan-4の頭部は、ロボットの志向を表現することができる形状にし、3自由度をもっている。また、GestureMan-4の腰部を組み込むことで、上半身と下半身を独立して動作させることができる。さら

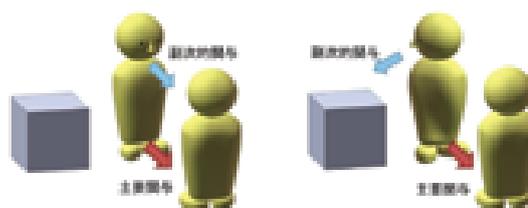


図3 身体ねじり

に, GestureMan-4 の右側面には, ロボットアームを搭載している. この先端には, 指差しをしている状態の手の模型が取り付けられている. これによって, 展示物に対する高い志向を表現することができる. また, 頭部にはスピーカを搭載しており, 音声を再生することができる.

4. 実験

□ 実験環境

実験環境を図5に示す. 実験は, 大学の研究室(3.5m×3.5m)を実験空間として, これまでに研究室で開発された2体のロボットを展示物として配置し, それぞれの展示案内を行った. さらに, 試行毎の差異をなくすために, ロボットは事前に作られた合成音声による発話と身体動作を同時に行う自律モードで展示案内を行った. また, ステレオラベリングカメラを配置し, ステレオラベリングカメラを原点とした座標系(SLC座標系)を設定した. さらに, 被験者には再帰性反射材のマーカをつけた帽子を被ってもらい, これにより被験者の位置を10frame/secで記録した.

□ 実験条件

本実験では, ロボットの下半身の向きと身体ねじりの効果を確認するために3つの条件を設定した(図6). Head条件では, 展示物の方を向くときに頭のみを動かす. Torque条件では, 展示物の方を向くときに頭と上半身を動かす. なお, 頭は展示物の方を向き, 上半身は展示物と被験者の間を向く. Body条件では, 展示物の方を向くときに全身(台車)を動かす. また, 実験の展示案内において, 展示物の方を向くとき以外の動作および発話に用いる音声は全ての条件で等しいものとした. 各被験者はHead条件, Torque条件, Body条件のうち, 1つのセッションを行った. そのため, 各条件での被験者数はそれぞれ12名であった. 実験は, 被験者

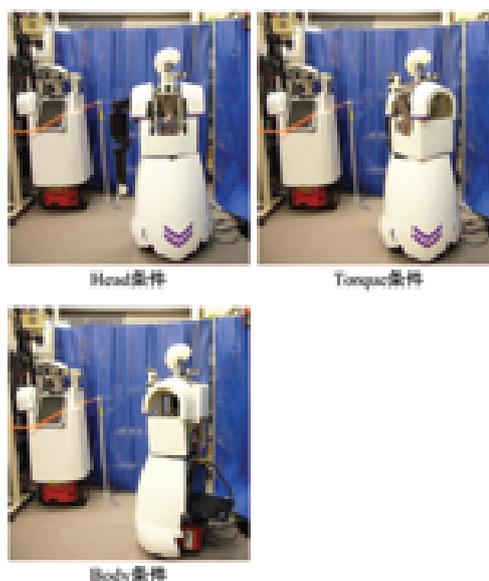


図6 実験条件

とロボットの簡単なインタラクションから始まり, それぞれの展示物の説明が終わるまでを1セッションとした.

□ 評価方法

実験の様子は, ビデオカメラを用いて撮影し, 被験者がO空間を調整するために移動したかを分析した. また, ステレオラベリングカメラのデータにより, 被験者と展示物との距離を数値的に分析した.

□ 実験結果

□ O空間の調整

ロボットが展示物の方向を向いてから展示物の説明をしている間に, O空間を調整するために移動したかどうかをビデオにより分析した. なお, 被験者が, 体重を支える脚を変えるために, 片方の脚のみを動かした場合は数えていない. 分析の結果を図8に示す. ここで, 条件間で移動した被験者数の割合に違いがあったかを確認するため, χ^2 検定を行ったところ, 展示物1の説明中に有意な差が確認された($p < .05$). そこで, 条件間での比較を行

うため、ライアンの方法により多重比較を行ったところ、Head条件とBody条件との間で有意な差が確認された($p<.05$).

□ ステレオラベリングカメラの分析

ステレオラベリングカメラのデータにより被験者の位置を分析した。図9は、それぞれHead条件、Torque条件、body条件における、ロボットが展示物の方向を向いてから展示物の説明を終えるまでの被験者の位置の頻度を示したものである。これを見ると、Head条件とTorque条件に比べて、Body条件では、展示物を含めた3者によって構成されるO空間が、小さくなっていることがわかる。

□ 考察

実験結果から、Body条件では被験者が展示物へ近づくことが確認された。これは、被験者も展示物に対して高い志向性を示したという表れである。ロボットのO空間の調整が、社会的F陣形による対面的なコミュニケーションから、道具的F陣形への遷移を促すことにつながったと考える。

また、Torque条件では、多くの被験者がわずかではあるものの展示物の方へ移動した。そのため、社会的F陣形を維持することができたとはいえなかった。筆者は、Torque条件では、上半身は展示物と鑑賞者の間を向いており、ロボットの上半身の志向が展示物と鑑賞者のどちらに向いているのかが分かりにくかったのではないかと考える。また、ロボットの下半身は、丸みを帯びた形状であったため、下半身がどちらの方向を向いているのかが明確にわかるデザインではなかった。そのため、ロボットの上半身による関与が下半身による関与よりも高く感じられた可能性がある。

5. 結論

本研究では、これまでの展示案内ロボットで見ら

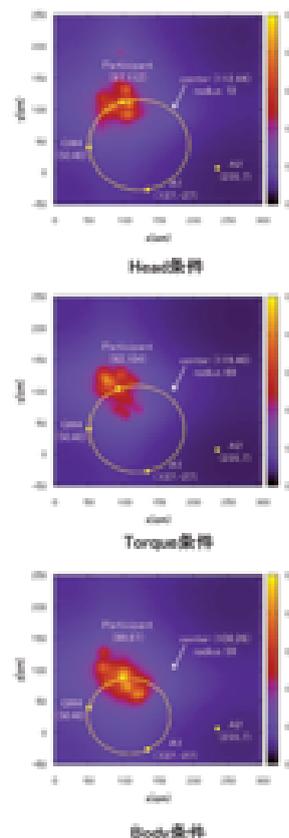


図9 被験者の位置の分布

れた、ロボットが身体動作を行っても鑑賞者の注意を誘導できないという問題点を解決するために、ロボットにF陣形と身体ねじりの概念を導入した。これらの社会学的な概念は、身体の下半身方向や身体ねじりが対象への関与の大きさを示し、人間同士のコミュニケーションでは自動的にこれらの調整が行われているというものである。そこで、下半身と上半身を独立して制御できるようなコミュニケーションロボットGestureMan-4を開発した。このロボットは、下半身方向の表現や身体ねじりを行うことができる。筆者は、ロボットのこれらの動作により、鑑賞者の関与をロボットや展示物に対して任意に調整できると考えた。ロボットによる展示案内の実験を行ったところ、ロボットの下半身方向がO空間の調整に効果があることが確認され、鑑賞者は展示物に対して高い志向性を表現した。

フォトギャラリー (GestureMan 頭部 参照)

移動ロボットの設計および製作について

筑波大学 システム情報工学研究科 構造エネルギー工学専攻
早川 純矢

1. 設計

□ 設計に至るまでの過程

私の所属する研究室では、系の形状や剛性、動作環境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。図1にその研究概要を示す。筆者は其中で、まだ実験および検証をしていない移動ロボットについて研究を行っている。

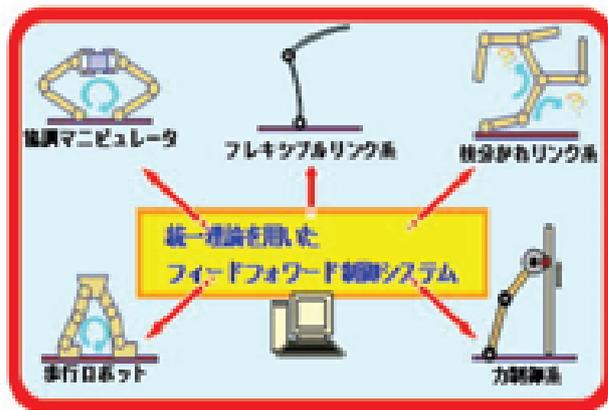


図1. 研究概要

□ 実験条件

本研究では、制御が困難とされている領域に対して、安定した制御を行うことを目的とし、以下のような実験条件を設定した。

- ①脚が2足でなければならない。
- ②素早い動きを実現する。
- ③ダイナミクスの影響を大きくする。
- ④アクチュエータの数を少なくする。
- ⑤並列的逆動力学計算法の有効性を検証できなければならない。

上記の5つを念頭に置き、移動ロボットを設計した。

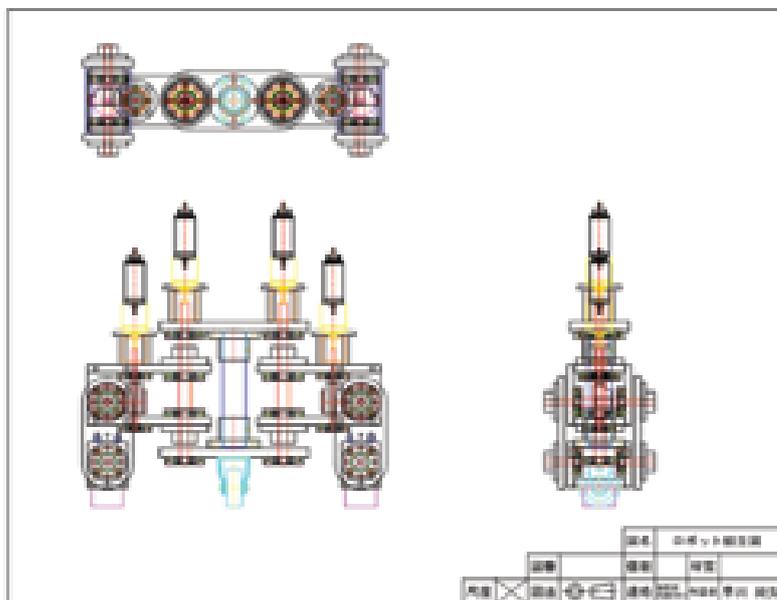


図2. 移動ロボットの設計図

□ 設計図

図2に作成した設計図を示す。実験条件を考慮して設計したが、自分の思い通りにはいかず、研究室ゼミや工作センターで話し合う事も多かった。工作センターでは機械工作の相談担当教員である京藤准教授にアドバイスを頂いた。そのアドバイスを基に、設計図を幾度も訂正して、完成に導くことができた。

□ 設計における工夫

以下に設計における工夫を挙げる。

- ①脚が2足でなければならないという条件に対し、脚を上げた際、ロボット全体が転倒しないようにするため、キャスターを中央に配置した。
- ②素早い動きを実現するため、モータのギヤ比を低く設定し、ロボットに使用した。
- ③アクチュエータの数を少なくすると姿勢が不安定になるが、脚先端に電磁石を用い、ロボットの胴体姿勢を固定することでその問題を解決した。
- ④脚を上げるためのモータは高速である必要がないため、駆動部にウォームギヤを用い、自重に対する影響を軽減した。
- ⑤製作困難な部品を極力減らすように、同じ部品を増やした。

2. 製作

□ 実機が完成に至るまでの過程

設計図および部品図が完成し、工作センターにOKサインを頂ければ製作の工程に移れる。まず私の場合、製作を行う前に、工作センターの技術職員である吉

住氏と、部品図の入念なチェックおよび加工面での打ち合わせを行った。次に、製作の途中経過を確認し、最終的には実機の完成に至った。

□ 部品図のチェックおよび加工面での打ち合わせ

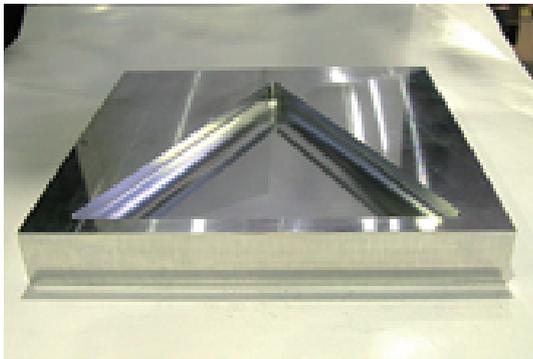
部品図のチェックを行う理由は、製作者側が設計者の意図している製品を理解しなければならないからである。部品図、全体図を確認および理解して製作に移る。製作の工程に移った後は、部品図のミスや改良を行いたい箇所が出た場合、通常は訂正困難である。工作センターでは、製作している技術職員の方にアポイントメントを取る事で、その場で話し合いながら訂正していく事が可能である。また、部品図のミスや記入漏れがあった場合は、すぐに連絡してくれるので、対応が非常に早い事も利点の一つである。さらに、私は加工方法について分からないことが多くあったのだが、技術職員の方が親切に教えてくれるので、機械加工について知識を吸収する事ができた。

□ 移動ロボットの完成写真



図3. 移動ロボット(モータ無し)

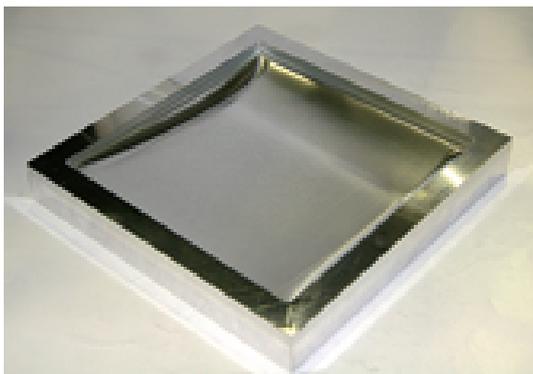
フォトギャラリー (歩行ロボット 参照)



翼型三角



アッパーアームCフレーム



翼型翼型



引張試験片



G10-CECH ミラー



顕微鏡



顕微鏡



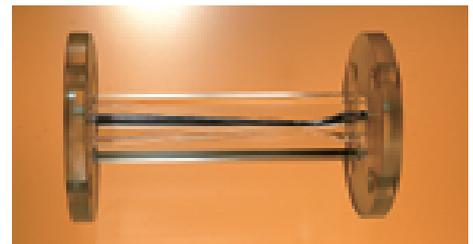
GestureMan 頭部



ベンチュリ管式気泡発生装置



歩行ロボット



ベンチュリ管半割管



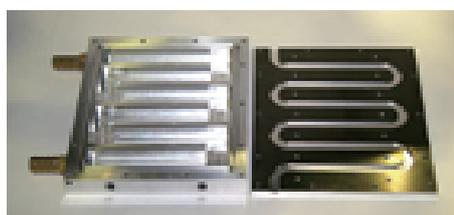
3×3キューブアンテナ



曲管可視化実験装置



ベンチュリ管絞り板



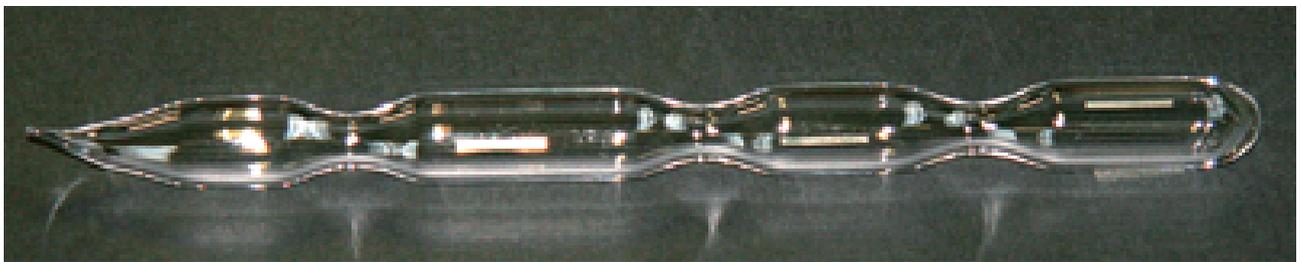
ループヒートパイプ



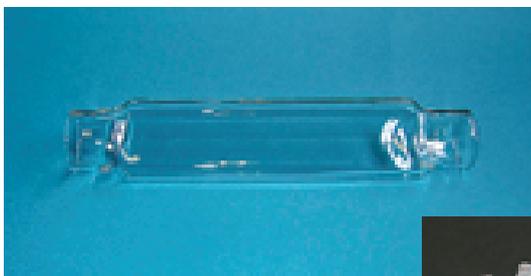
三重管



ジェットノズル



真空封入 (三種封入)



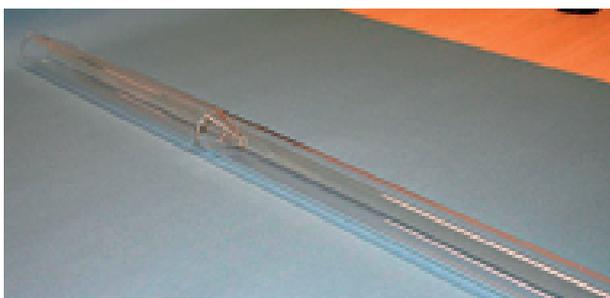
ガラスリアクター



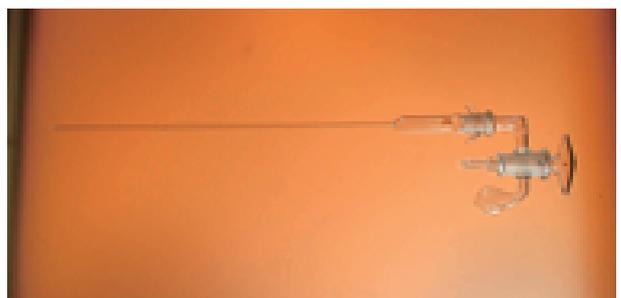
CV用ハート型セル



ステンレスフランジの接続



石英炉心管



試料管

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.25)
- 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.24)
- 材料のみを入手したい場合
▶材料支給伝票 (P.25)

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。

利用の手引き

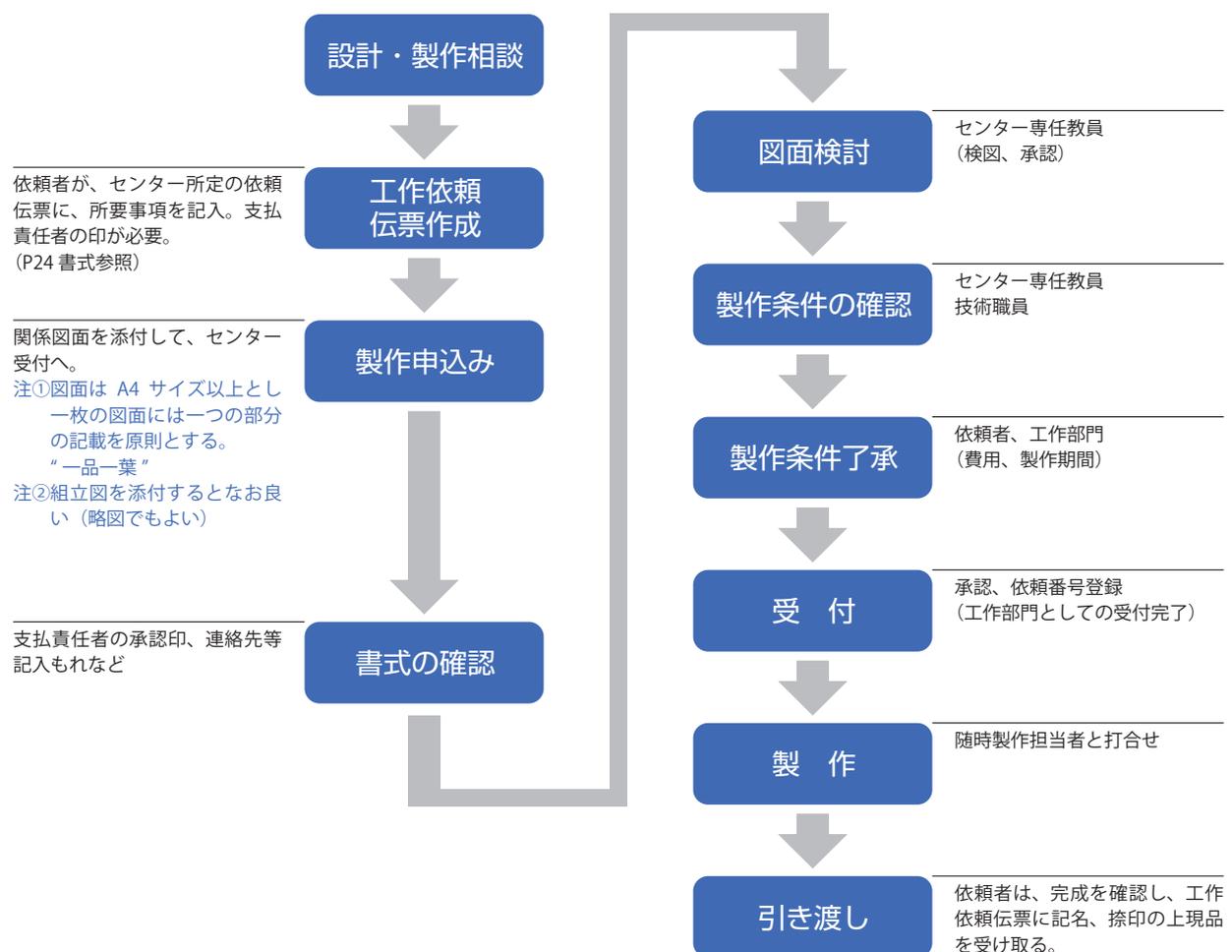
- ④ 工作機械の使用に当たっては、係員の指示に従い、機械を正しく操作するよう留意する。操作技術の巧稚を問わず、中途半端な使い方は、機械器具を損傷し、また人身事故を引き起こす原因にもなる。事故が生じた場合、直ちに係員に申し出る。
- ⑤ 所定の時間内に工作が終了しない場合でも、指定の工作機械使用について時間延長は認めない。
- ⑥ 作業終了後は、機械・工具及び室内の清掃を充分に行い、次の利用者に快適な作業条件を引き継ぐ。
- ⑦ 公開工作室共同利用に適応しない行為が認められる時は、使用適格者の登録を取り消し、以後の利用を断る。

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



(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

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。(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。

平成21年4月1日

3cm×4cm
写真 貼付



公開工作室利用資格登録 申請書

申込単部 部局長名 茨城 太郎 印

申込者 所属部局長 〇×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 :	<input checked="" type="radio"/> 卓上型	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	すり削	みぞ切り
ボール盤 :	穴あけ	タップ立て	リマ作業	
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: <u> </u>

工作部門用		工 作 依 頼 伝 票						1 / 4
依 頼				受 付				
日付	21 . 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 印							
依頼者	工作 一部							
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	◎			
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				
				TEL		E-mail		
				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								

図1 平成20年度工作部門部局別利用件数

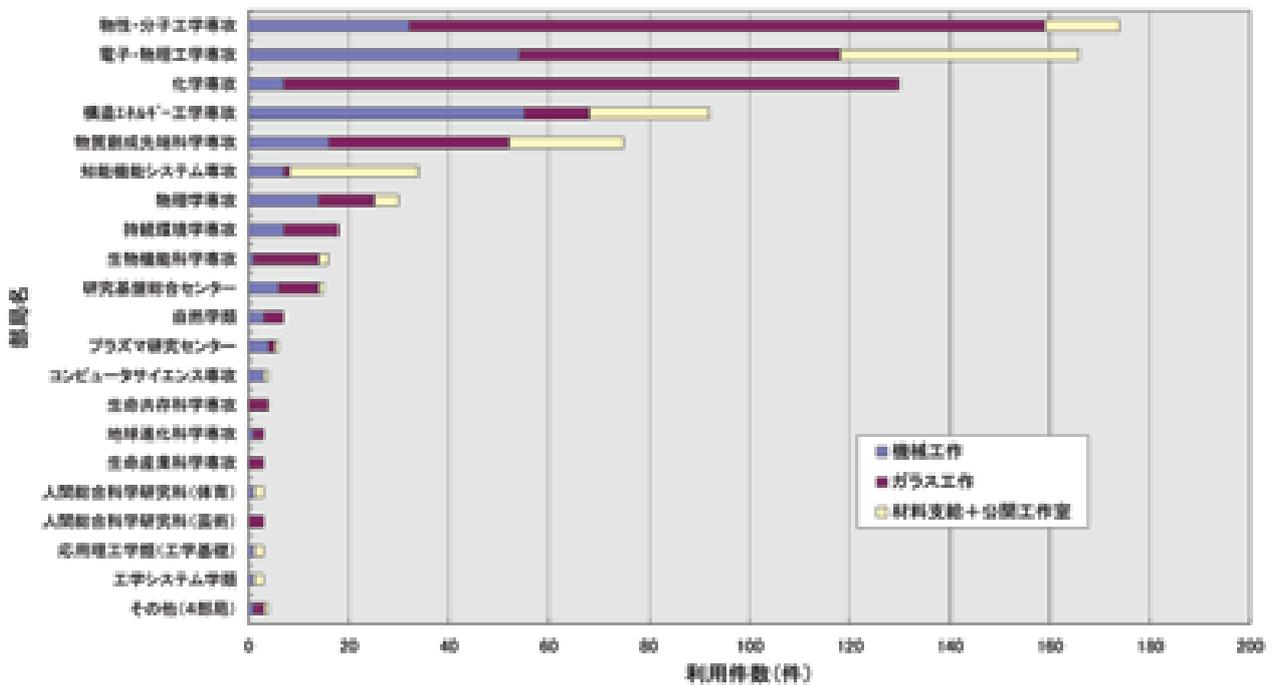


図2 平成20年度工作部門部局別利用時間

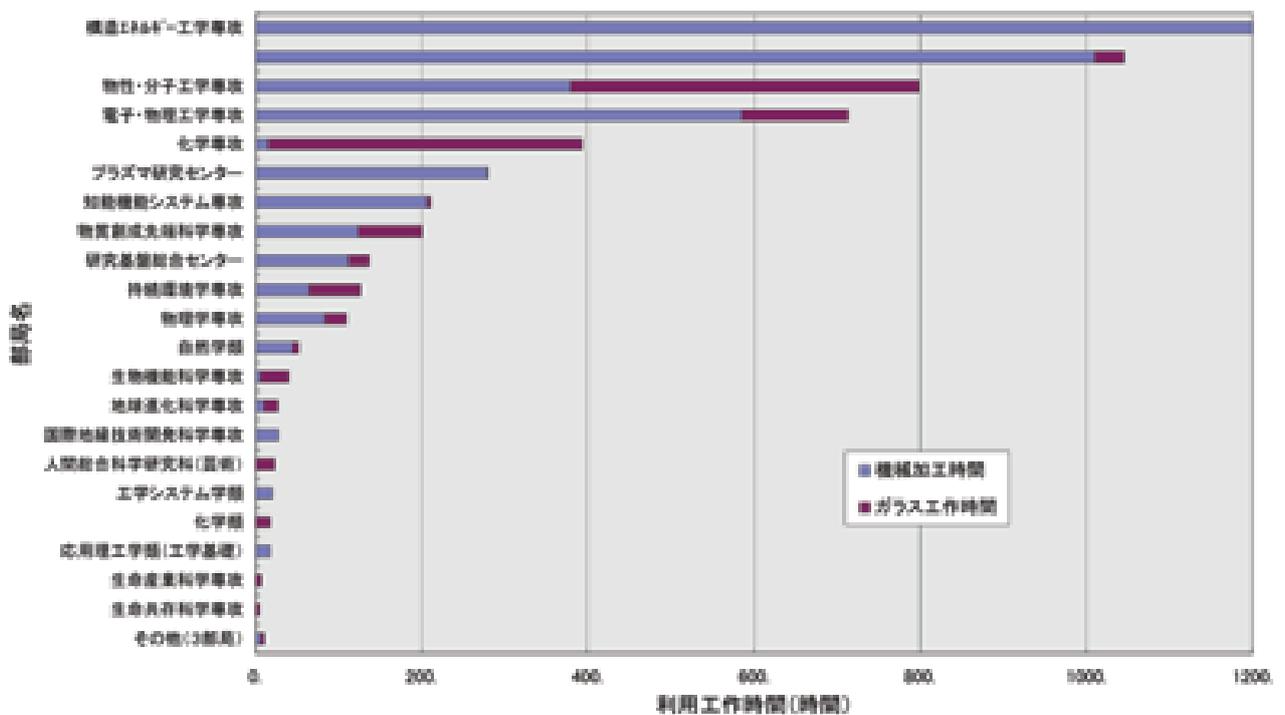


表2 最近4年間の利用状況

		平成17年度	平成18年度	平成19年度	平成20年度
機械工作	依頼件数(件)	212	226	213	210
	消化件数(件)	211	219	227	214
	利用工作时间(時間)	4162	5003	3466	4192
ガラス工作	依頼件数(件)	481	380	394	428
	消化件数(件)	485	397	409	426
	利用工作时间(時間)	1550	1424	1441	1283
合計	依頼件数(件)	693	606	607	638
	消化件数(件)	696	616	636	640
	利用工作时间(時間)	5712	6426	4907	5475
材料支給件数		123	134	121	131

(1時間未満四捨五入)

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17年度	平成18年度	平成19年度	平成20年度
機械工作	取得者数	17	47	13	11
	利用件数	37	46	22	23
	利用時間(時間)	247	433	165	89
ガラス工作講習者数		7	7	3	0

表4 最近4年間の利用件数トップ3

	平成17年度	平成18年度	平成19年度	平成20年度
1	化学専攻 176	物性・分子工学専攻 166	物性・分子工学専攻 190	物性・分子工学専攻 174
2	物性・分子工学専攻 161	化学専攻 138	電子・物理工学専攻 122	電子・物理工学専攻 166
3	電子・物理工学専攻 124	電子・物理工学専攻 107	化学専攻 120	化学専攻 130

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	プラズマ研究センター 1161	構造エネルギー工学専攻 1669	物性・分子工学専攻 1001	構造エネルギー工学専攻 2246
2	構造エネルギー工学専攻 1107	物性・分子工学専攻 1256	構造エネルギー工学専攻 909	物性・分子工学専攻 800
3	電子・物理工学専攻 879	電子・物理工学専攻 753	物質創成先端科学専攻 709	電子・物理工学専攻 714

(単位：時間 1時間未満四捨五入)

表6 平成20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	3	7
物質創成先端科学専攻	11	26
電子・物理工学専攻	1	1
物性・分子工学専攻	4	14
知能機能システム専攻	1	37
人間総合科学研究科(体育)	2	5
プラズマ研究センター	1	1
計	23	89

(単位：時間)

表7 平成20年度公開工作室利用資格認定者詳細

所属名	学生
物質創成先端科学専攻	1
知能機能システム専攻	3
構造生物科学専攻	2
自然学類	4
工学システム学類	1
計	11

主なイベント

■教育支援

科目名		期 間	内 容
ガラス工作	基礎科学実験（自然科学類）	10/31,11/7	ガラス製作指導
機械工作	専攻実験Ⅱ（工学システム学類）	2,3学期後半	三輪自転車 設計指導 部品製作

■見学会

科目名		期 間	内 容
茨城県立鉾田第一高校		11月11日	ガラス・機械工場 基本作業の見学
技術交流ワークショップ見学会 筑波研究学園都市交流協議会		7月18日	学園都市内技術者・研究者対象 ガラス・機械工場

■研究支援

科目名		期 間	内 容
研究支援のための「ものづくり」最前線 レーザーによる微細加工・光造形技術 講演会 主催		9月11日	先端加工技術の見学 (独)物質材料研究機構第一会議室

■その他

科目名		期 間	内 容
希望者を対象としたガラス作業の実習		通年随時	

1. 立中ぐりNCフライス盤 (YZ-320NCR 山崎技研製)

加工ガイダンス機能により、制御機の指示に従い数値を入力するだけで、斜め直線/円弧/リミット/穴明け/パターン加工/ポケット/側面/荒取り/平面加工/補間の定形加工が、NCプログラム言語を使用せずに行える。



仕様

テーブル移動量(mm)：X550×Y320
主軸移動量(mm)：Z500
主軸端形状：NT40
主軸回転速度 (min-1)：80～4000
制御装置：FANUC Series 20i-FB

特徴

- ・汎用操作加工 (X Y Zハンドル)
- ・パターン入力加工 (加工ガイダンス)
- ・NCプログラム運転 (NC言語入力)

2. CAD/CAMソフトの更新

ソフト名：2 / 3次元統合CAD/CAM (MAPLE SolidMill FX ヨシカワメイプル)

3次元形状のNC加工に必要なNCデータが、煩雑な計算なしで迅速に作成可能。

機能

- ・荒取り加工 (一定負荷の効率加工)
[荒取り加工] [ストック (中荒) 加工]
- ・仕上げ加工
[最適加工] [等高線仕上げ] [走査線仕上げ]
- ・部分加工
[取り残し加工] [面沿い加工] [3D曲線加工] [平面2軸加工]
- ・NCシミュレーション
- ・3次元CAD
- ・2次元CAD/CAM
- ・ファイル入出力
[DXF,DWG,IGES,BMI,SPS,CADL,NCデータ]

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 21 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

今年から紙面を全面的に改め「工作ニュース」として毎年刊行されることになりました。このニュースの主要な記事は当センター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。この冊子により筑波大学におけるものづくりの最先端を理解して頂き、当センターを有効に活用して頂きます様お願い申し上げます。また紙面についても利用者の声を積極的に取り入れて充実したものにしていくつもりですので、ご意見ご要望等お寄せ頂ければ有難く存じます。年度末の忙しい時期にも関わらず、執筆に快く協力して頂きました教員や学生の皆様に心から御礼申し上げます。

平成21年3月31日

工作部門編集委員会
京 藤(記) 吉住 明都
e-mail: takumi@kou-c.tsukuba.ac.jp
URL: <http://www.kou-c.tsukuba.ac.jp>

平成21年(2009年)4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 029-853-2524

FAX 029-853-2525

E-mail takumi@kou-c.tsukuba.ac.jp

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