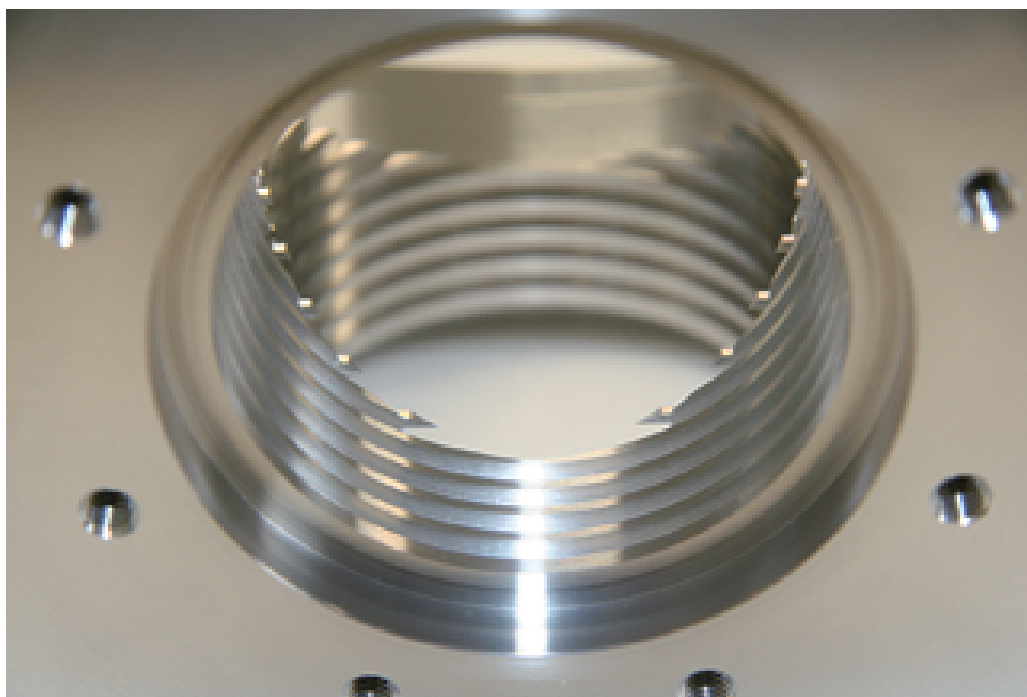




筑波大学
University of Tsukuba

工作ニュース

No.3 2011.3



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 松内 一雄	1
研究ノート	旋回型マイクロバブル発生ノズルの開発 システム情報工学研究科 京藤 敏達	2
	段階的着圧機能を持つスポーツタイツ着用が暑熱時の 体温調節反応に及ぼす影響 人間総合科学研究科 西保 岳	5
	人間総合科学研究科 体育学専攻 二川 俊哉 通（ツウ）な特注実験用ガラス器具のススメ 数理物質科学研究科化学専攻 金原 正幸	10
フォトギャラリー		13
利用の手引き		15
運営報告	利用状況 主なイベント（平成22.4～平成23.3） 新規設備紹介 運営委員一覧 職員紹介	22 25 27 28 28
編集後記		29

工作部門長 松内 一雄

工作部門の存在意義を改めて認識する必要があります。大学定員の流動化に端を発する技術職員の高齢化、退職で現状維持も難しいような状況になっています。われわれの任務は、「ものづくり」の手助けて、ユーザーは芸術や体育で研究、教育に従事する人から、機械を専門にする人まで多岐に渡っています。このスペクトルの広がりがこの部門を特徴づけていて、図面を完全に理解し正しく自分のほしいものを表現することができる人は工学を専門にする人ですら少人数です。

この欠けた穴を埋める努力が非常勤の形ですが、2年前から、企業での経験豊かな人をこのユーザーのアイデアを正しく技術職員に伝えていく役割を担っています。工作センターから始まるこの部門の歴史は大学に特化する形で30年以上を大学の研究と教育の支援に費やされてきました。外部からこの部門を見ることはほとんどなかったのですが、上記に加え、運営の合理化にも新しい視点が導入されることになりこれも部門にとってはメリットと考えています。この流れから、この6月に工作部門の提案で物質・材料研究機構、産業技術総合研究所、筑波大学の三社協定のもとに「現代の名工に聞く」と題したセミナーが開催されました。この取り組みも部門にとっては学外の同様な現場の状況を知る上で重要でした。

「ものづくり」の重要性が日本のいたるところで謳われています。たぶん幾多の不況を乗り越え日本の発展をこれまで支えてきたのがこのものづくりにあるからでしょう。ところが、機械加工についていえば、いたるところでこれが破綻をきたしています。新興国の安い賃金だけでは補えないものを持っていたはずなのですが、少子化による影響でしょうか、圧倒的に後継者が育っていないことが一番の問題です。特に腕に誇りを持った技術者の減少は由々しき問題です。上で紹介したセミナーでも明らかになりましたが企業は技術の伝承に多大の努力を払っています。

最近の技術関係のもっと具体的な話題で締めくりたいと思います。なんと言っても最近の明るい話題は出発から7年間で費やした「はやぶさの帰還」でしょう。もちろんイオンエンジン等、いろいろな最新技術が投入されているのですが、これだけで成功はありえなかったと思っています。最後のパラシュートによる降下を始め、多くの洗練された技術工の技がなければ、これほど騒がれることにはならなかったのではないかと思います。ものづくりの技術は一朝一夕に成されるものではなく、定量化できない技が存在し、一度途絶えると修復は困難です。

旋回型マイクロバブル発生ノズルの開発

システム情報工学研究科 京藤敏達

1. はじめに

旋回型マイクロバブル発生装置は大成(2000、[1])により発明され、マイクロバブルの特性と併せて研究が進められてきた。このような中で、我々は2005年にマイクロバブルの研究を始めた[2]。その動機の一つは、「水が白濁するほどであれば、気体の溶解速度や効率が非常に高いに違いない」という思い込みであった。現在では、気体溶解にマイクロバブルを使用することは、エネルギー的に非効率であることが判明している。

一方で、以下で紹介するように、マイクロバブルが意外なところに応用されることもあり、研究の工学的な目標を明確にし過ぎると、最近良く言われる社会貢献の幅を逆に狭くすることも理解できた。

本ノートでは、直径が数十 μm 程度である気泡を旋回流によって生成する方法およびマイクロバブルの工学分野への応用について紹介する。

2. マイクロバブルの工学分野への応用

まず、気泡の物理的な特性について述べ、次にその特性を工学に応用することを考える。

気泡の物理的な特性としては、①気体溶解、②泡沫浮上、③圧力吸収が挙げられる。

①気体溶解については、水処理場や湖沼で気泡を使用する場合に微細気泡である必要が無く、気泡を微粒化の際に多大のエネルギーを要するため効率が極めて低いことが問題となっている。

②泡沫浮上は、液中の固形物に気泡を付着させて浮上させるため、気泡よりも小さな物を浮上さ

せることは難しい。

③圧力吸収では気体の圧縮性を利用するため、低減対象である圧力波の代表的な周期が気泡の固有振動周期よりも長いことが必要である。

結果的に、上記の②および③では、気泡が小さい必要があり微細気泡が有効であることが分かる。例えば、泥水処理で対象となる固形物の大きさは数百 μm 、また水銀中の熱衝撃波の代表周期は数 μs となる。これらに要求される気泡径は数十 μm 程度であり、本ノートでは、これをマイクロバブルと呼ぶことにする。

3. 旋回型マイクロバブル発生ノズル

写真1に我々が開発したマイクロバブル発生ノズルを示す(京藤ら、2005、[2])。ノズルは、写真左の旋回流ノズル(vane swirler)と右の渦崩壊ノズル(vortex-breakdown nozzle)から構成される。この左の旋回流ノズルは、砲弾形状の円柱に6枚のベーンが固定されており、その製作は工作部門に依頼した。また、右の渦崩壊ノズルはシステム情報工学等技術室にお世話になった。以下、液体お

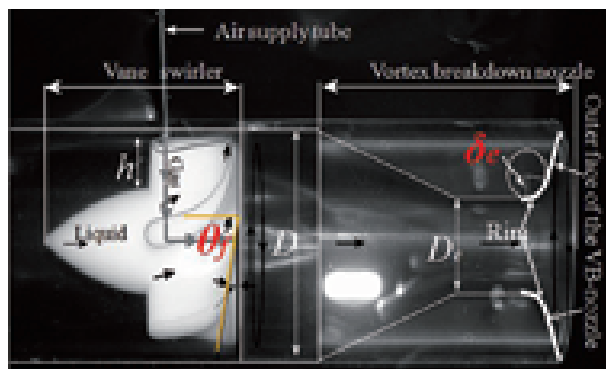


写真1 旋回型マイクロバブル発生ノズル

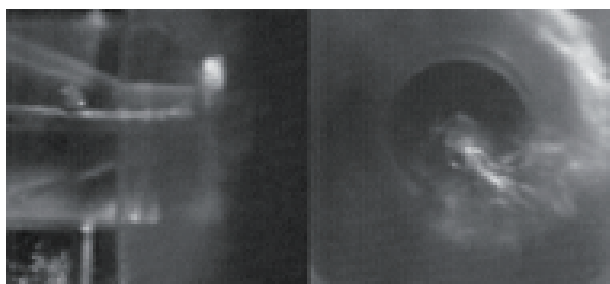


写真2 渦崩壊ノズル側面および前面写真

よび気体の流れとマイクロバブルの発生原理を説明する。ここで、渦崩壊とは、竜巻のように集中した渦の渦核が崩壊してバブル形状もしくはスパイラル形状になることをいう。

まず、写真1の左から液体が流入し、旋回流ノズルにより渦が形成され、縮流部で渦の伸長が起き、最後に渦崩壊ノズル全面で渦がスパイラル形状となる。また、気体は写真1のベーンの1つにある空気孔を通して砲弾部中心に供給される。写真2にマイクロバブル発生時の渦崩壊ノズル側面および前面の様子を示す。渦崩壊ノズル中心に円柱状の気柱が形成されており（側面図）、これが渦崩壊ノズル出口で旋回しながら砕け、微細気泡が生成されている。

キャビテーション気泡の崩壊で見られるように、低下下の気泡は高压に曝されることで破碎される。写真2でも同様の現象が起きており、第一に渦崩壊ノズルの縮流部により気柱の圧力が低下し、第二に渦崩壊ノズル出口の角を曲がる流れにより気柱圧はさらに低下、その後、気柱先端は外圧に曝され破碎されている。したがって、マイクロバブルを発生させるためには、このような流れを発生させるように設計することが必要となる。我々の研究の結果、本マイクロバブル発生ノズルで最も重要な部分は、写真1の渦崩壊ノズル出口の曲率半径 δ_e であることが判明した。

流体現象は非線形性が強い、装置のパラメータの値により現象が遷移し、その予測が難しい。

結果的に、写真1に示されるような簡単な装置であっても、そこに含まれるパラメータを試行錯誤の中で変化させ、実験を繰り返す作業が必要となる。研究開発を迅速に行うためには、工作部門や技術室の役割は非常に大きい。

4. マイクロバブル発生ノズルを組み込んだ機器

本マイクロバブル発生ノズルが製品化された例を紹介する。ただし、本ノートでは試作段階の写真を示すに留め、具体的な製品名については言及しない。

写真3はマイクロバブル発生ノズルをシャワーヘッド内に挿入したものである。このノズルは水道水圧でマイクロバブルが発生できるように、旋回流ノズルのベーン角 θ_f が決められている。同時に、写真2に示すように気柱が渦崩壊ノズル前面に張り付くように設計されている。

写真3 シャワーヘッド（左）
およびマイクロバブル発生ノズル（右）[3]

写真4は水銀チャネルに組み込む微細気泡発生ユニットである。1つのマイクロバブル発生ノズルの内径は31mmである。水銀チャネルに組み込まれているポンプの能力から、マイクロバブル発生ノズルの抵抗は、写真3のシャワーノズルの1/40

程度にすることが必要であった。この場合は、旋回流ノズルのベーン角 θ_f を小さくし、渦崩壊ノズルの口径 D_e を大きくすることで、写真2に示す流れを発生させることができる。



写真4 水銀チャネル用
マイクロバブル発生ユニット[3]

以上のことから、マイクロバブル発生ノズルを応用する際には、マイクロバブル発生原理の解明、原理に基づいたノズルの設計が必要であることが分かる。

5. まとめ

本マイクロバブル発生ノズルを開発する段階で重要であったことは、工作部門に旋回流ノズルの製作を引き受けて頂いたこと、および、システム情報工学等技術室に多数の渦崩壊ノズルを製作して頂いたことである。研究では未知の内容を対象とするため、試行錯誤およびその迅速な確認を行わないと前に進むことはできない。

最後に、本研究をご支援いただいた方々に深甚なる謝意を表します。

参考文献

- [1] 大成、旋回式微細気泡発生装置、PCT/JP00/03089, 2000.
- [2] 京藤、松内、飯高、マイクロバブル発生装置、マイクロバブル発生装置用渦崩壊用ノズル、マイクロバブル発生装置用旋回流発生用翼体、マイクロバブル発生方法およびマイクロバブル応用装置、PCT/JP2005/021502、2005.
- [3] 株式会社エール・オー.

段階的着圧機能を持つスポーツタイツ着用が暑熱時の体温調節反応に及ぼす影響

人間総合科学研究科 西保 岳

人間総合科学研究科 体育学専攻 二川俊哉

1. はじめに

近年、スポーツウエアの発展には目覚ましいものがあり、季節に応じて新しい素材や機能を持つウエアが次々と登場し、アスリートから一般のスポーツ愛好家の注目を集めている。運動中に着用するウエアの役割は、外部環境の変化から身体を保護し、また内部環境(身体内部で発生する熱など)の変化に対して身体内部の環境をある範囲内に保ち、より運動を快適に行うことにあると考えられてきた。しかし、ここ数年、その着用による快適性のみならず、スポーツにおけるパフォーマンス向上、運動時の疲労軽減または筋や関節へのサポート効果といった機能性を目的としたスポーツウエアの開発が急速に進み、その結果、これら機能性スポーツウエアは多くのスポーツ場面で使用されている。その中でも特に、末梢部から中枢部へと段階的な圧力のかかる高機能スポーツタイツが注目を浴びている。

段階的着圧のかかる高機能タイツは、その着用によって下肢における静脈還流を促進させるという報告や、運動後における血中乳酸や筋損傷マーカーであるクレアチンキナーゼの増加を抑制するといった報告がある。そのため、ラグビーやアメリカンフットボールなどのコンタクトプレーの多い競技では試合直後のリカバリー期や試合翌日のリカバリートレーニング時などに積極的に着用するケースが見られる。また、特に海外では、このような高機能スポーツタイツを暑い夏場にも着ている選手や、アメリカンフットボールやベースボー

ルといったウエアを着込まなければならないスポーツにおいて、選手がユニフォームの下に着用しているケースも見られる。アスリートだけでなく様々なスポーツシーンに目を移してみると、近年、ジョギングやウォーキングを行う女性が急激に増え、暑い夏場でも日焼け対策やファッションのひとつとして、好んでこのタイトフィットなスポーツタイツを着用している女性も多く見られる。このように、スポーツタイツは寒冷環境下での防寒対策としてのロングタイツの意味合いだけでなく、照り返しの強い夏場のような暑熱環境下において、また体温が上昇しやすいユニフォームなど重ね着をした際のインナーとして多くの人が着用している。しかしながら、段階的着圧機能を持つ高機能スポーツタイツの着用による体温上昇時の体温調節に及ぼす効果に関する研究はない。

暑熱環境下での安静時または運動によって引き起こされる深部体温上昇時に段階的着圧の加わるスポーツタイツを着用した場合、その下肢圧迫による静脈還流促進が中心血液量増加を引き起こし、それに伴い体温調節反応(熱放散反応)のひとつである皮膚血管拡張反応の亢進が予想される。しかしながら、段階的着圧機能を持つスポーツタイツによる下肢圧迫が安静加温時および運動時による深部体温上昇時の皮膚血管拡張反応にどのような影響を及ぼすかは明らかでない。

以上のことから本研究では、暑熱環境下での運動時に段階的着圧機能を持つスポーツタイツを着用した場合、その下肢圧迫が上肢の皮膚血管拡張

反応および発汗反応といった体温調節機構(熱放散反応)にどのような影響を及ぼすのかどうかを明らかにすることを目的として実験を行った。

暑い夏場にタイツ着用??という既成概念を覆し、タイツ着用によって熱放散反応をより亢進できる可能性、すなわちタイツを履いてより涼しく、さらにパフォーマンスを向上できる可能性、を本研究によって明らかにすることは、スポーツタイツの持つ新たな機能性を提言する重要な基礎的資料となるものと考えられる。

2. 方法

被験者は9名の健康な男性であり、段階的着圧のかかる高機能スポーツタイツ着用条件(Compression & Graduation: CG条件)と着圧のかからない同素材のタイツ着用条件(Control: CON条件)の2条件で、環境温30℃、相対湿度50%に設定された暑熱環境下において、各個人の最大酸素摂取量の60%強度のセミリカンベント姿勢での45分間の



図1 実験の様子(被験者はCGタイツを着用してセミリカンベント姿勢での自転車運動を行った。右上腕部分において静脈閉塞プレチスモグラフィにて血流測定を行った。他に、呼気ガス分析、血圧、体温、心拍数、発汗量などを測定した。)

自転車運動実験を行った。

被験者は、AM 9:00 に実験室を訪れ、排尿後、体重を測定し、環境温25℃、相対湿度50%に設定された環境制御室(富士医科産業、千葉)内で20分間の座位安静を保った。その後、環境温30℃、相対湿度50%に設定された別室内に移動し、段階的着圧の加わる高機能スポーツタイツ(REGUARD CG Tights EX33、アルケア)(CG条件)もしくは着圧のかからない同素材のタイツ(CON条件)を着用した後、椅子に座って40分間安静状態を保った。この安静時に心拍モニター、食道温(Tes)や皮膚温測定用の熱電対、心電図測定用の電極、血圧測定用のカフ(左上腕部)を装着した。さらに、前腕血流量測定のため、ストレインゲージ(右前腕部)、静脈阻血のためのカフ(右上腕部)および手掌部阻血のためのカフ(右手首部)を取り付けた。前腕血流量(Forearm Blood Flow: FBF)は、静脈閉塞プレチスモグラフィ法によって測定した。静脈閉塞プレチスモグラフィ法は、液体金属をシリコンチューブに注入したストレインゲージをホイトストーンブリッジの一辺に組み込み、容積の変化に伴う円周変化をチューブの伸張によって起こる電気的抵抗変化として記録するものである。実験中、被験者の手を天井から吊るした半円柱形のパイプに固定することで、前腕部を心臓よりも約10cm高い位置に固定した。上腕部には、静脈閉塞用のカフを装着した。このカフを動脈圧よりも低く、静脈圧よりも高い圧力(本実験では40～45mmHg)で加圧すると、静脈は閉塞されているため動脈より流入した血液は前腕部に貯留して、前腕容量が増加する。静脈閉塞プレチスモグラフィ法では、この容量変化を単位時間、単位容量当たりの血流量とみなす。ストレインゲージからの出力は、増幅器を介してペンレコーダーにて記録した。このストレインゲージ(図1 & 2)は、研究基盤総合センター工作部門にて製作した。製作においては、測定部の周

囲径に合わせてその張力を調節できるように、一端は可動部位に固定しかつ他端はねじを回転させることによって長さを変化させることができ、さらに、このねじの回転によって出力の校正が可能になるように、設計を工夫していただいた。



図2 前腕部に設置したストレインゲージ（白いパーツ：工作部門製作）

測定開始直前に呼気ガス分析用のマスクを装着し、測定を開始した。測定開始後、まず10分間の安静測定 (Baseline測定) を行い、その後、セミリカレント姿勢での自転車運動を45分間行った。

局所発汗量 (Sweat Rate: SR) は、カプセル換気法によって測定した。カプセル換気法は、皮膚表面の一部を発汗カプセルで覆い、それに乾燥窒素を流し、カプセル内から流出する気湿変化を測定する方法である。気湿変化を測定する仕方として、湿度によって吸湿性素子の電気抵抗が変化する方法を利用した。実験中、側面に空気の入出口が2ヶ所ある断面積 3.5cm^2 の円筒形カプセル (アクリル製) を左胸部に装着し、一方の入入口からチューブを介して流量計により 1.2 L / min に調節した乾燥窒素ガスを流入した。もう一方の出口から流出する窒素ガスはカプセル内で蒸発した汗の湿度を含むため、その気湿変化を湿度計 (HMP133Y、Vaisara、フィンランド) で測定し、SR ($\text{mg / cm}^2 / \text{min}$) を算出した。湿度計を経た窒素ガスは、全体の局所発汗量測定システムに窒素漏れが無いかを

確認するため、再び流量計に通し 1.2 L / min の流量が流れていたことを確認した。発汗カプセルは剃毛した後、コロジオンを用いて左胸部の皮膚面に固定した。

体重は、 $\pm 10\text{g}$ 精度の台秤 (Yamato Scale、Japan) を用いて、測定前と運動終了後に計測した。運動時には、RPE (Rating of Perceived Exertion: RPE、Borg's Scale) を5分毎に測定した。

3. 結果と考察

本研究の主な知見は、暑熱環境下での45分間の一定負荷 ($60\% \text{VO}_{2\text{peak}}$ 強度) 自転車運動時において、段階的着圧の加わる高機能スポーツタイツを着用した場合には着圧のかからないタイツ着用の場合よりも、1) 運動時間の経過に伴う前腕血流量 (FBF) がより増加すること、2) 深部体温上昇に対する皮膚血管拡張の感受性および最大値が増加すること (図3) である。これらは、段階的着圧機能を持つスポーツタイツを着用することによって静脈還流が促進され、中心血液量が増加することによる心肺圧受容器反射を介して、体温調節機能のひとつである皮膚血管拡張反応を亢進させた結果と考えられる。

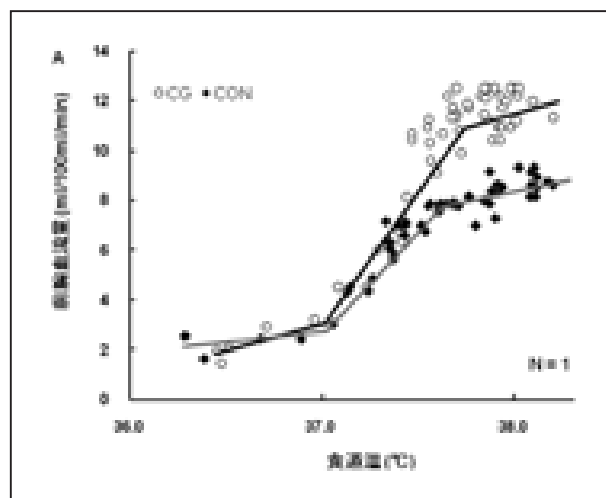


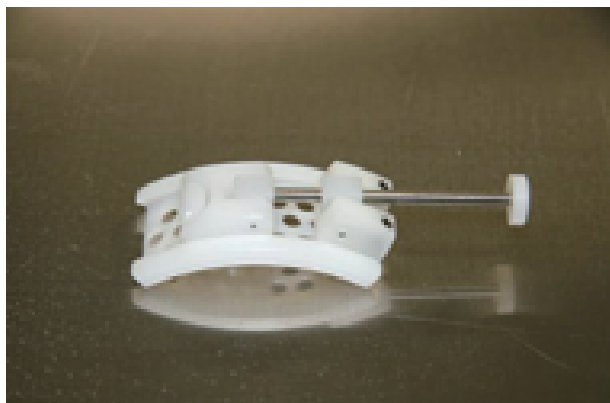
図3 一人の被験者のデータにおける前腕血流量変化と食道温との関係。CG条件の方がCON条件よりも同じ深部体温時の皮膚血流量が高くなることを示している。

本研究から、高機能スポーツタイツの着用によって、パフォーマンス向上や疲労軽減、または筋や関節のサポート効果といった従来から提言されている機能性だけではなく、上半身の熱放散反応をより亢進できるという新たな作用を提示できる。今後、ウェア素材の更なる発展にともない、現在よりも通気性が格段に向上した素材が開発されれば、その素材に段階的着圧機能を持たせることによって、暑熱環境下での安静時または運動時における過度な体温上昇を抑制できる新たなスポーツタイツ開発の可能性へとつながると考えられる。このような新しい発想の段階的着圧機能を持つスポーツタイツは、暑い夏場でも競技としてウェアを重ね着しなければいけないアスリートや暑い夏場にもスポーツを楽しみたい愛好家にとって、過度な体温上昇を抑制し、パフォーマンスを向上させる可能性だけでなく、過度な体温上昇に伴う熱中症や脱水症状を引き起こすリスクを低減させ、安全で楽しいスポーツ活動を手助けするツールになりうる可能性を秘めているのかもしれない。

4. おわりに

ヒトにおける非侵襲的な生体計測法は日進月歩であり、我々の研究室においても、ヒトの血流量評価法として、超音波ドップラー装置、レーザードップラー装置などのいわゆる市販の計測機器も目的に応じて使用する。今回用いた静脈閉塞プレチスモグラフは、測定原理は50年以上前から使用されている極めてシンプルな方法である。血流量の測定間隔が長い（時間的分解能が低い）ことや前腕まるごとの血流量測定である（空間的分解能が低い）こと、他の部位での血流測定に適さないことなど、から市販されている機器ではない。しかしながら、目的に応じた使用によって、今回のような貴重な実験データを得ることができる。ただし、シンプルな計測であるために、いろいろな体型（腕の大きさ、形）のヒトに装着できるような工夫や、繰り返しの使用に耐えうる構造や材質の工夫が、測定データの善し悪しに結びついてくる。この点に関して、いつもながらの工作部門の方々のプロフェッショナルな対応には、感謝申し上げます。

血流バンド（ストレイン ゲージ）加工工程



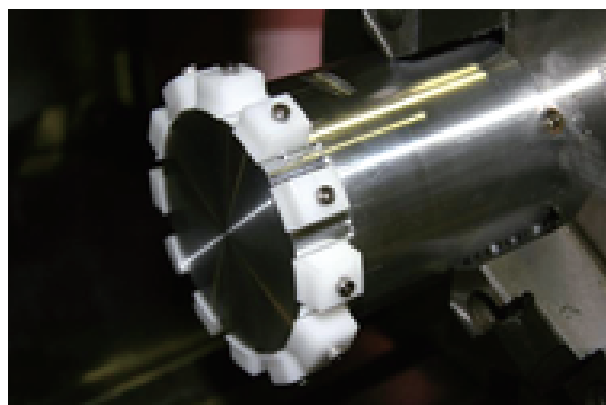
血流バンド完成品



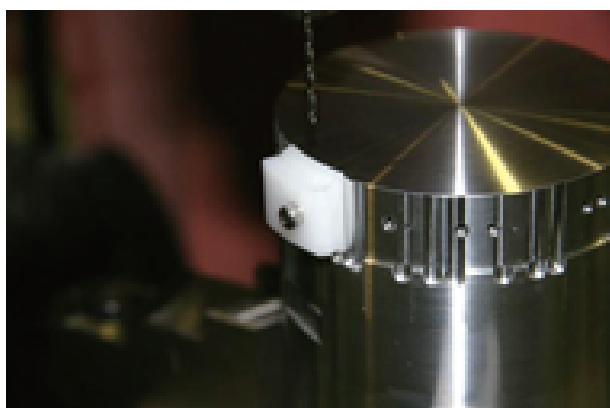
スライドベース加工



スライドベース輪郭加工



固定スライド輪郭加工



可動スライド加工



可動スライド傾斜溝加工

通（ツウ）な特注実験用ガラス器具のススメ

数理物質科学研究科化学専攻 金原 正幸
(現 岡山大学特任助教)

当研究室（寺西研）は化学の中でも合成に特化した研究室です。ガラス器具はそれぞれ大量に必要で、学生（と、ときどきは職員）が大量に破壊する市販品の修理から、かゆいところに手が届く特注品の作成までガラス工作センターには大変お世話になっています。今回は特に合成の経験がおりの方々ならば思わず（「ー」）ニヤリする“通な”特注ガラス器具について紹介します。もちろん、市販品には紹介するような規格はありませんし、業者に特注しようものならば目の玉が飛び出る額を請求されます。今回は思い切って、みなさんが気になってしょうがない（？）市販品との価格差にまで踏み込んでレポートしてみます。ですが申し訳ありません、合成のコアな、ご存知の方のみが楽しめる企画です。

（１）EYELAパラレル合成マシン用デュアル真空ライン

有機合成の研究室ならばEYELAのパラレル合成マシンを知らない人はいないのでは無いでしょ

うか。この装置、市販のまま使うとなると、テフロンのアタッチメントにバイトンOリングを付け、リップ試験管にねじ込んでガス置換を行う、以上の手順が必要です。経験者ならお分かりと思いますが、テフロンのアタッチメントとOリングを外して洗うのは正直面倒くさいです。しかも、このテフロンアタッチメントはかなり高価で、合成マシンの穴の数しか用意されていないのが普通ですから、洗っている間はその分のスペースを有効活用できません。そこで登場するのが特注のデュアル真空ラインです。写真1に示すように、この真空ラインは完全に合成マシンの穴の位置に合うように5つのコックを装備して作られたものです。合成マシン用途では真空ラインのガラス管はある程度細くてもかまいません。また、クランプで固定する際に2つの管が近い位置にあると邪魔になります。ですからこの真空ラインでは後ろ側のガラス管のみを固定できるよう、管の位置をずらしています。また、いざというときの洗浄を容易にするため、ガラス管の両端は共通すり合わせ（♀）



図1 デュアル真空ライン



図2 逆流防止バブラー

になっています。後は真空ラインを固定し、適当な真空ホースをぶら下げれば準備完了、共通すり合わせ試験管に排気管を取り付け、好きなだけ交換して実験ができます。コックをひねるだけで真空、ガス置換ができますから大変便利です。この真空ライン、業者に特注すると25万くらいはすると思います。ところが、ガラス工作センターにお願いするとかゆいところに手が届く作りでありながら4万弱程度で完成します。研究室にはトータル10個以上のデュアル真空ラインがありますから、これは助かります。

(2) 逆流防止バブラー

さて、真空ラインができたので実験をしたいのですが、窒素ガスを流すにはいわゆるバブラーを通して外気と遮断しなければなりません。しかしこのバブラー、容器が真空になっているときにコックをちょっと勢い良く窒素側に開くとすぐにオイルが逆流しますよね。窒素の流量を多くして気をつけて操作するのは正直面倒くさいです。そんなあなたに朗報なのがこの逆流防止バブラーです。これをつければ、後は何も考えずに窒素ガスを入れちゃってください。ストッパーが作動してオイルの逆流を防いでくれます。内部が大気圧以上になるとストッパーは自然に落下して普通のバ

ブラーに戻ります。これ、実はとあるメーカーから購入できるのですが、一つウン万円します。ガラス工作センターですと・・・なんと5千円でおつりが来てしまいます。便利ですからどんどん使ってみてください。

(3) 蒸留溶媒受け器

主に脱水溶媒の蒸留で使うものが蒸留溶媒受け器です。溶媒をためて、上部にセプタムキャップを取り付けてシリンジで吸い出すのが常套手段ですが、普通の溶媒受け器ですと中心のオーバーフロー用トラップから溶媒が戻っていきますから受け器の半分くらいしか入れることができません。当研究室（というか私）のモットーはサボれるところは徹底的にサボるですから、毎回蒸留するのは面倒です（スペースの都合で蒸留装置を置きっぱなしにできない事情があります）。ですから、脱水溶媒は活性化したモレキュラーシーブを入れた容器に小分けして一度にたくさん作って保存します。半分までしか貯められない普通の受け器よりさらにサボれるものを作りたくなるのが人情です。その結果できあがったものがこの溶媒受け器です。どこが違うかって？すでにお分かりでしょう。単にオーバーフロー用トラップを高い位置に設定しました。これですとさらにたくさんの溶媒が貯め

られますので、ちょっと得した気分を味わえると思います。この容器も特注で作ればウン万円しますね。工作センターですと1万程度で作ってくれます。しかしながら、溶媒の蒸留は大変危険なものです。窒素等の不活性雰囲気下、マントルヒーターを用いるならばスライダックを用いた電圧調整ではなく、温度調節器を用いて行うべきでしょう。万が一溶媒が枯れたときの事故を防ぐことができます。



図3 蒸留溶媒受け器

(4) 断熱式脱水受け器

合成で便利な器具の一つが系中で発生する水を共沸で連続的に取り除くディーン・スターク管です（市販のカタログですと水分定量受け器、等になっています）。このときの溶媒にはトルエン等のある程度沸点の高いものを用いるため、市販のディーン・スターク管では溶媒蒸気が外気で冷やされ、なかなか上まで上がってこないイライラを

味わいます。トイレットペーパー等で保温してみますが、正直毎回保温するのは面倒くさいです。そんなあなたにうってつけなのが真空断熱ディーン・スターク管です。溶媒蒸気が上がってくる部分を2重管にして、高価なポットと同じように真空断熱されています。今までのイライラが一気に解決すること請け合いです。さてこの特注ディーン・スターク管、要らなくなった共通すり試験管を改造しています。その場合のコストは6千円ほどでしょう。市販のディーン・スターク管は3万程度しますから、これまたお得ですね。



図4 断熱式脱水受け器

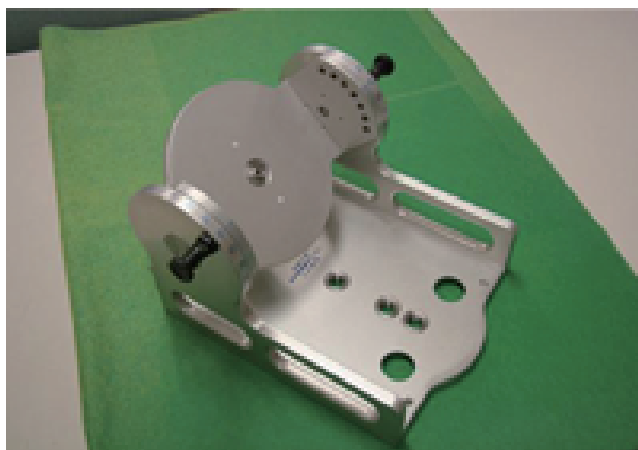
以上のように、特注仕様のガラス工作においてセンターの威力はすさまじいのです。さらに通常の器具も大量に修理して頂いておりますから、年間コストを100万円ほど削減できるでしょう。たくさんさんの研究室に有効に活用していただければよいのではないのでしょうか。



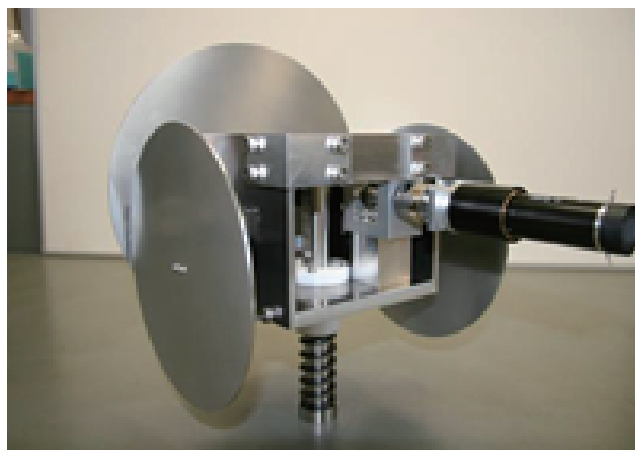
宇宙芸術スパイラルトップ



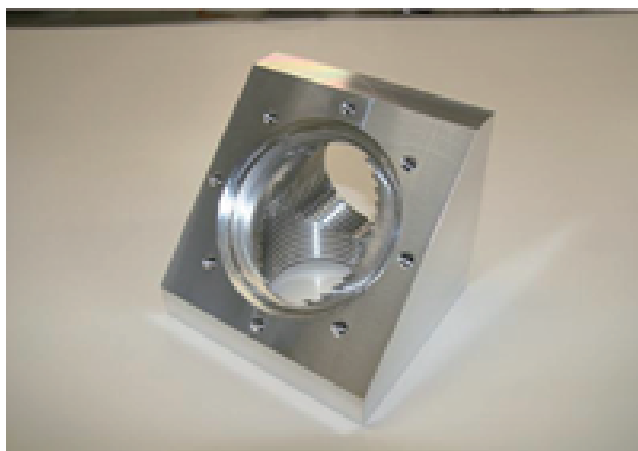
宇宙芸術スパイラルトップ



高精度スキャン装置用チルトマウント



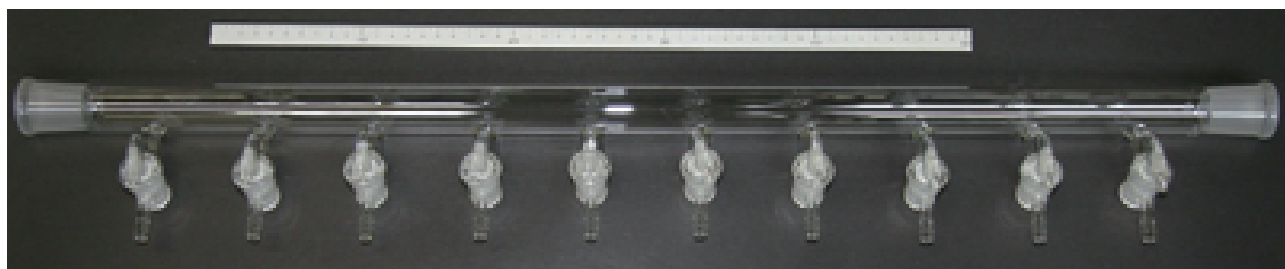
ジャンプロボット



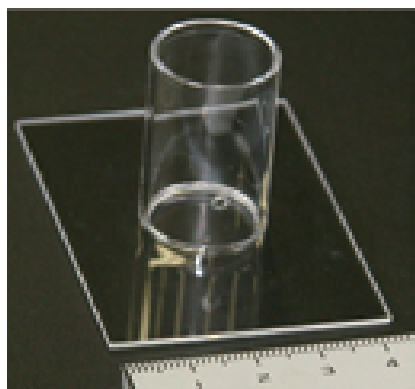
マイターバンド



マイターバンド内部



真空ライン



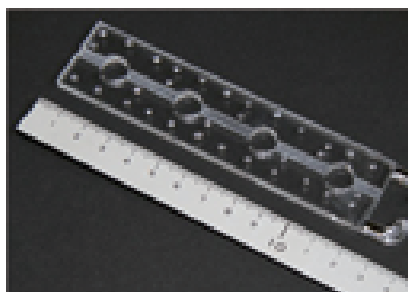
燃焼実験用ノズル



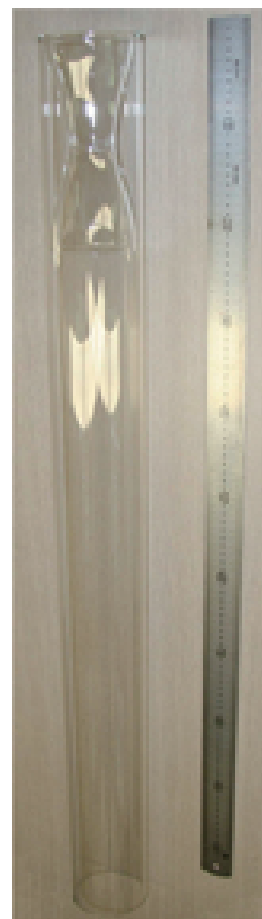
デュアル真空ライン



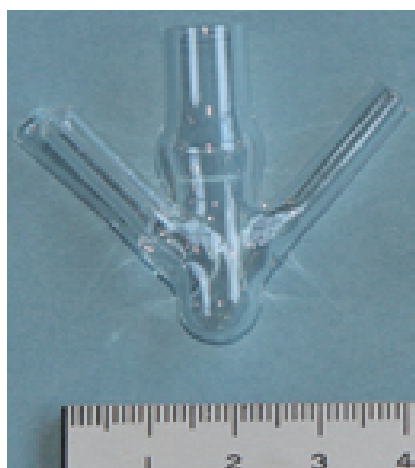
洗浄用石英治具



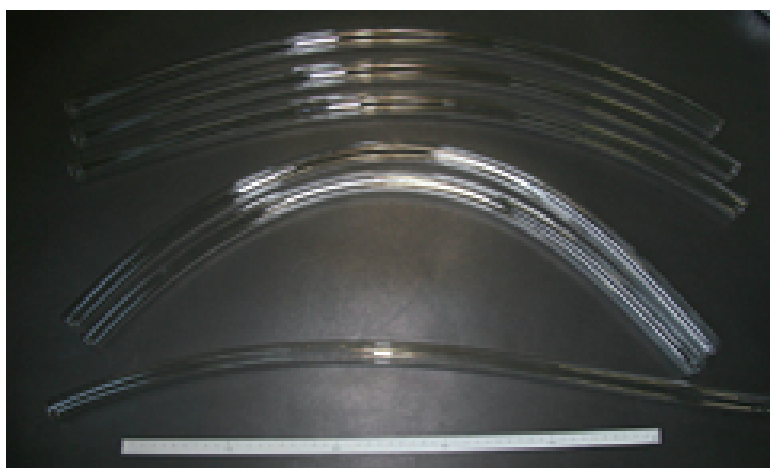
試料台



フラワーベース



CVガラスセル



曲がりガラス管

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.21）
- 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.20）
- 材料のみを入手したい場合
▶材料支給伝票（P.21）

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.19 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.21 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。

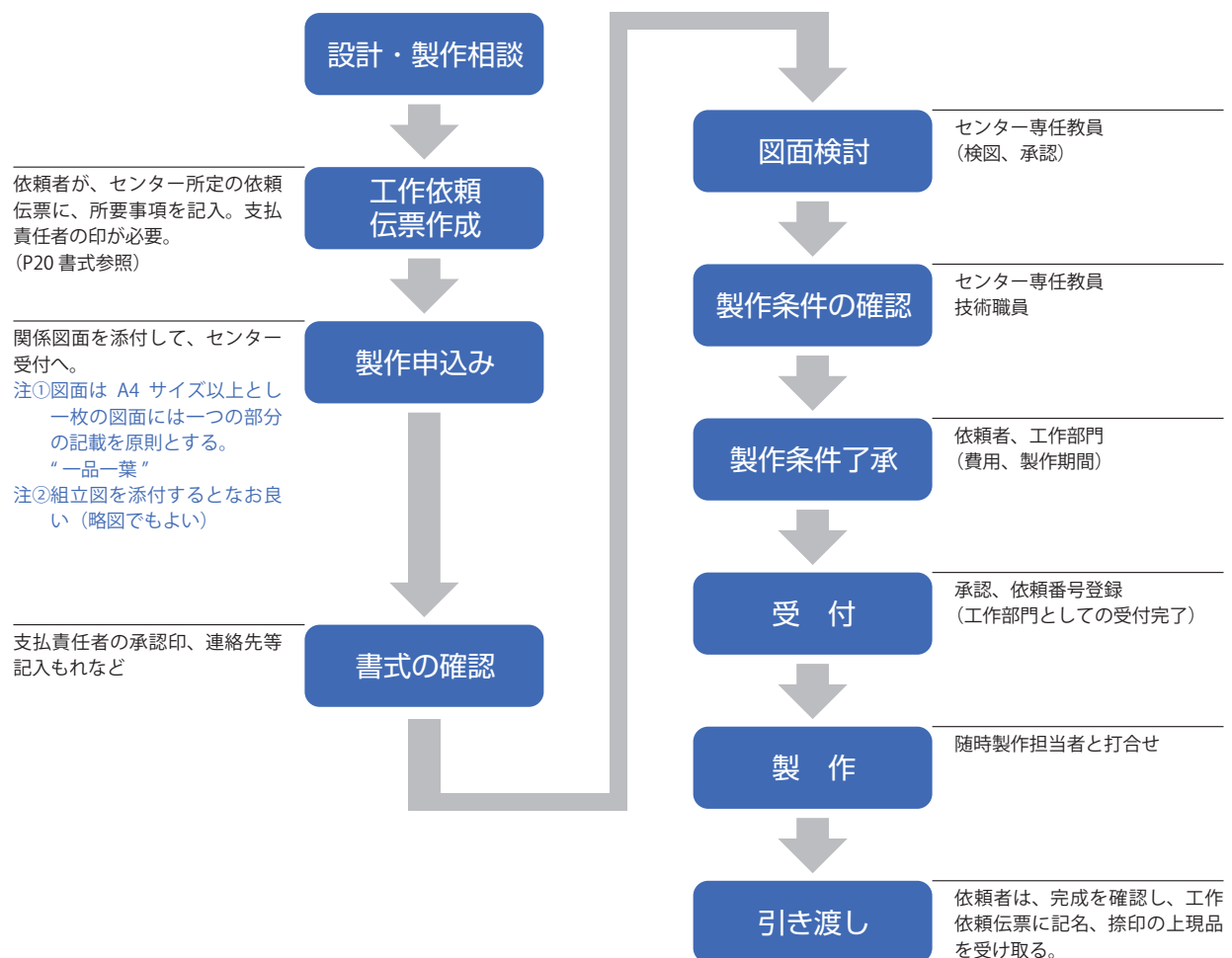
- ④ 工作機械の使用に当たっては、係員の指示に従い、機械を正しく操作するよう留意する。操作技術の巧稚を問わず、中途半端な使い方は、機械器具を損傷し、また人身事故を引き起こす原因にもなる。事故が生じた場合、直ちに係員に申し出る。
- ⑤ 所定の時間内に工作が終了しない場合でも、指定の工作機械使用について時間延長は認めない。
- ⑥ 作業終了後は、機械・工具及び室内の清掃を充分に行い、次の利用者に快適な作業条件を引き継ぐ。
- ⑦ 公開工作室共同利用に適応しない行為が認められる時は、使用適格者の登録を取り消し、以後の利用を断る。

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) 手順手順



(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。

 3cmX4cm 写真 仮付	平成 23 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 _____ 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 :</td> <td style="width: 33%;">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 :</td> <td>立型</td> <td>横型</td> <td>その他</td> </tr> <tr> <td>ボール盤 :</td> <td>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 :</td> <td style="width: 25%;">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> <td></td> </tr> <tr> <td>フライス盤 :</td> <td>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 :</td> <td>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 :</td> <td>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 :</td> <td style="width: 33%;">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> <td></td> </tr> <tr> <td>フ ラ イ ス :</td> <td>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> <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: <u>1</u> 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: 10%;">受 付</td> <td style="width: 10%;">平成</td> <td style="width: 10%;">年</td> <td style="width: 10%;">月</td> <td style="width: 10%;">日</td> <td style="width: 50%;"></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: _____</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: _____							
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: _____																					

總機大學研究員謝維倫女士才一工作部門

電話：02-2652-1111 傳真：02-2652-1112

図1 平成22年度工作部門部局別利用件数

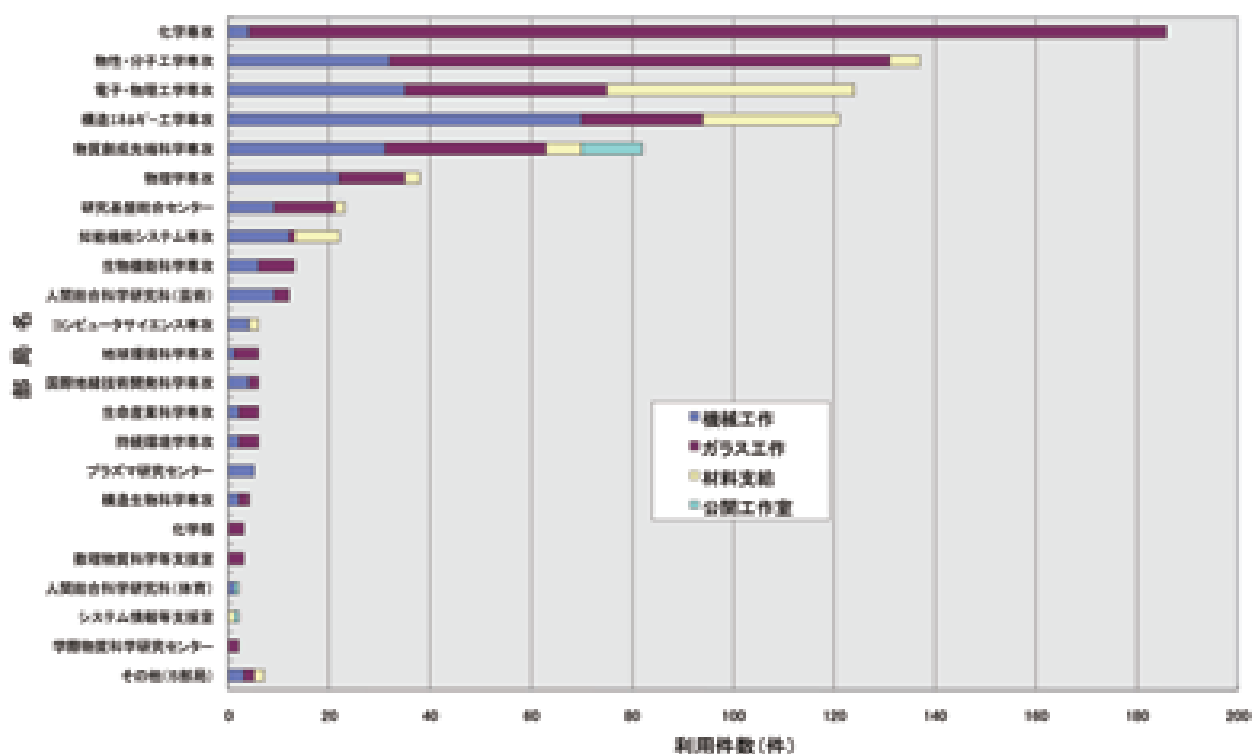


図2 平成22年度工作部門部局別利用時間

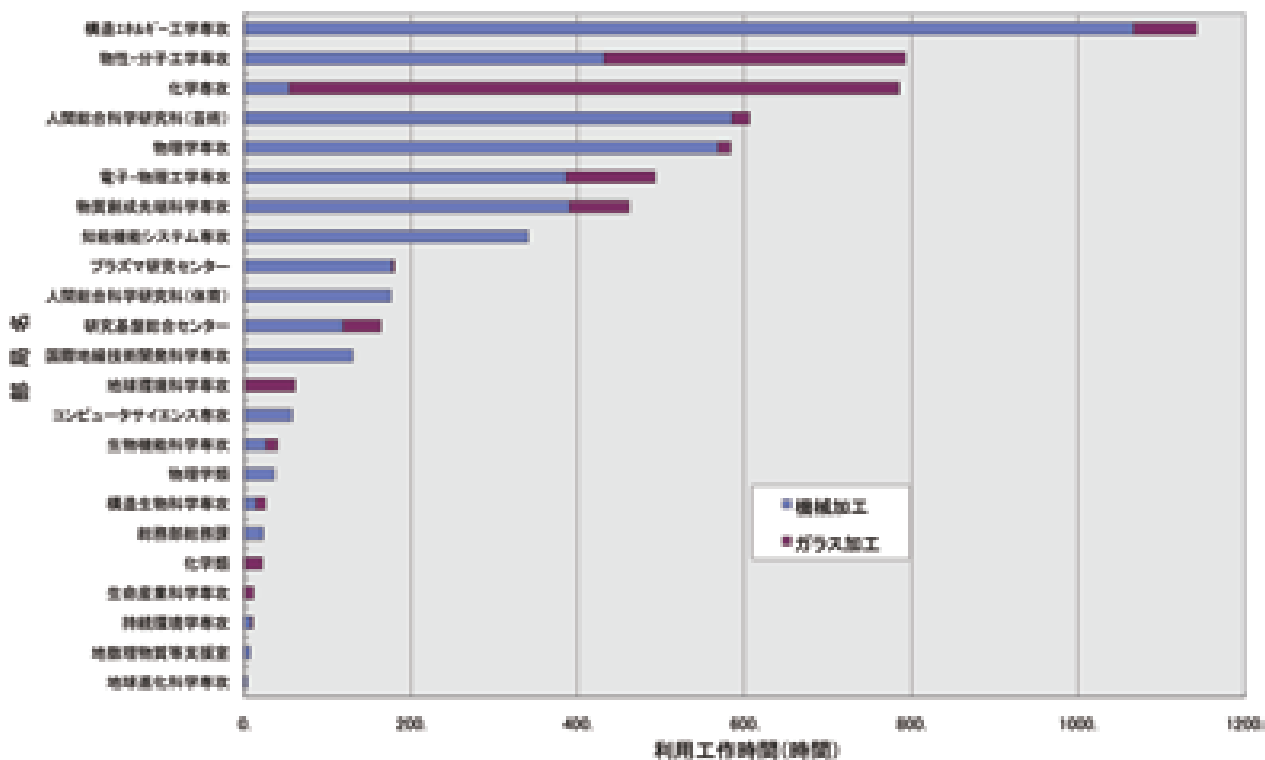


表1 最近4年間の利用状況

		平成19年度	平成20年度	平成21年度	平成22年度
機械工作	依頼件数(件)	213	210	229	250
	消化件数(件)	227	214	218(45)	254(36)
	利用工作时间(時間)	3466	4191.5	4444	4578.7
ガラス工作	依頼件数(件)	394	428	452	432
	消化件数(件)	409	426	443	440
	利用工作时间(時間)	1441	1283	1246.5	1567.5
合 計	依頼件数(件)	607	638	681	682
	消化件数(件)	636	640	661	694
	利用工作时间(時間)	4907	5474.5	5690.5	6146.2
材料支給件数		121	131	87	108

※カッコは特急処理件数

表2 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19年度	平成20年度	平成21年度	平成22年度
機械工作	取得者数	13	11	14(19)	3(27)
	利用件数	22	23	26	14
	利用時間(時間)	165.25時間	88.95時間	144.9時間	40.75時間
ガラス工作講習者数		3	0	4	4

() 内人数は大学院授業による取得者数

表3 最近4年間の利用件数トップ3

	平成19年度	平成20年度	平成21年度	平成22年度
1	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	化学専攻 186件
2	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	物性・分子工学専攻 137件
3	化学専攻 120件	化学専攻 130件	電子・物理工学専攻 115件	電子・物理工学専攻 124件

表4 最近4年間の利用時間トップ3

	平成19年度	平成20年度	平成21年度	平成22年度
1	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	構造エネルギー工学専攻 1141.5 時間
2	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	物性・分子工学専攻 792.2 時間
3	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	化学専攻 786 時間

表5 平成22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
物質創成先端科学専攻	12	31.5 時間
人間総合科学研究科（体育）	1	6 時間
システム情報等支援室	1	3.25 時間
計	14	40.75 時間

表6 平成22年度公開工作室利用資格認定者詳細

所属名	学 生
物理学類	2
情報学類	1
計	3

表7 平成22年度大学院授業「機械工作序論と実習」受講者数詳細

所属名	
物質創成先端科学専攻	2
電子・物理工学専攻	13
知能機能システム専攻	8
構造エネルギー工学専攻	3
生物資源科学専攻	1
計	27

主なイベント

■教育支援

科目名		期 間	内 容
機械工作	環境開発工学、エネルギー工学主専攻実験Ⅱ	2、3学期 各1ヶ月程度	三輪自転車の部品図面指導 部品製作
	3学系共用工作室利用者講習会	5月2回	3学系共用工作室を利用するにあたっての工作機械使用上の安全に関する講義
	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安全講習と旋盤の実技
ガラス工作	基礎科学実験（化学類）	10月6日、 10月13日	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

■見学会

科目名	期 間	内 容
ロシア、東ヨーロッパの大学及び 高等教育組織の代表団 33名	4月13日	機械工作室 機械加工作業等の見学
		ガラス工作室 ガラス加工作業等の見学
工学システム学類 「機械設計(I)」受講者 約60名	4月28日	機械工作室 機械加工作業等の見学
		ガラス工作室 ガラス加工作業等の見学
山梨学院大学附属高等学校 25名	5月14日	機械工作室 機械加工作業等の見学
		ガラス工作室 ガラス加工作業等の見学

■セミナー

「三者協定に基づくセミナー」開催報告

平成22年6月9日に研究基盤研究センター工作部門の主催で三者協定に基づくセミナーとして「現代の名工に聞く」を開催しました。

講演者は、「我社の技能伝承への取り組み」と題して

(株)日立プラントテクノロジー 社会・産業システム事業本部
土浦事業所 生産統括本部 製造部
製缶課主任 住田 俊夫氏

「大型機械加工の匠について」と題して

(株)日立プラントテクノロジー 社会・産業システム事業本部
土浦事業所 生産統括本部 製造部
機械課主任 廣瀬 潤治氏

で「ものづくり」に関して、有意義なお話をさせていただきました。



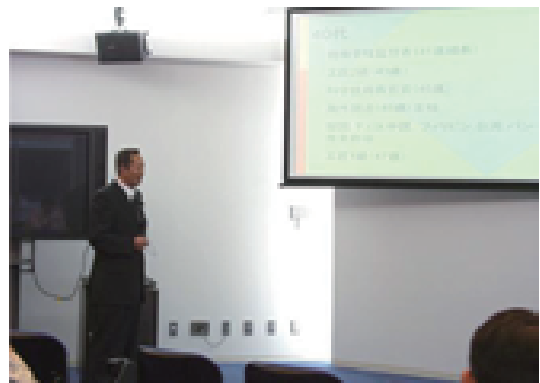
司会（松内一雄研究基盤総合センター長）



開会の挨拶（赤平昌文研究担当副学長）



講演の様子（住田俊夫氏）



講演の様子（廣瀬潤治氏）

1. 立中ぐりNCフライス盤の同時4.5軸制御加工機化

立中ぐりNCフライス盤（YZ-320NCR：山崎技研製）に、2軸制御のコンパクト傾斜NC円テーブル（TT101：北川鉄工所製）を付加し、同時4.5軸制御加工機化した。これにより回転制御を必要とする複雑形状の加工が可能となる。



傾斜NC円テーブルの仕様

傾斜角：-20 ～ +120度

テーブル直径：φ110（三つ爪スクロールチャック付）

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 23 年 3 月 31 日現在

職 名	氏 名	任 期	備 考
工作部門長 システム情報工学研究科 教授	◎松内 一雄	22. 4. 1 ～ 24. 3.31	内線 5057・2520
工作部門 システム情報工学研究科 講師	長田 秀治	22. 4. 1 ～ 24. 3.31	内線 2522
数理物質科学研究科 物質創成先端科学専攻 准教授	野村 晋太郎	22. 4. 1 ～ 24. 3.31	内線 4218
数理物質科学研究科 化学専攻 教授	関口 章	22. 4. 1 ～ 24. 3.31	内線 4314
数理物質科学研究科 電子・物理工学専攻 教授	山部 紀久夫	22. 4. 1 ～ 24. 3.31	内線 6475・6937
数理物質科学研究科 物性・分子工学専攻 教授	宮崎 修一	22. 4. 1 ～ 24. 3.31	内線 5283
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 昌道	22. 4. 1 ～ 24. 3.31	内線 5353
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）	松内 一雄	2520
講師	長田 秀治	2522

技術専門職員（機械工作）	石川 健司	2527
技術専門職員（機械工作）	吉住 昭治	2527
技術専門職員（ガラス工作）	明都 茂	2523
技術職員（ガラス工作）	門脇 英樹	2523
非常勤（機械工作）	内田 豊春	2527
非常勤（機械工作）	中村 三郎	2527
非常勤（機械設計支援）	大竹 生司	2520・2528

編集後記

当工作ニュースは、2009年から毎年刊行されることになり今回で第3号となりました。今回も発刊に際し、年度末の忙しい時期にも関わらず、執筆に快く承諾してくださった教員や学生の皆様に心から御礼申し上げます。

この工作ニュースの主要な記事は工作部門のホームページ内にも掲載致しますので、併せてご覧下さい。

この冊子が利用者の皆様と工作部門の情報交換の場となり、皆様方の研究教育活動にお役に立てればと考えております。今後も、利用者の皆様にとってより良いものに改善してまいりますので、ご意見、ご要望がございましたらお寄せください。

いただいたご意見等をふまえ、さらなる内容の充実につとめてまいりますので、引き続き御協力いただきますようお願いいたします。

平成23年3月31日

工作部門編集委員会

長田 門脇 吉住 明都

e-mail: takumi01@kou-c.tsukuba.ac.jp

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

平成23年(2011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 029-853-2524

FAX 029-853-2525

E-mail takumi01@kou-c.tsukuba.ac.jp

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