



筑波大学  
University of Tsukuba

Takumi

# 工作ニュース

No.5 2013.4



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

---

|                 |  |    |
|-----------------|--|----|
| <b>巻頭言</b>      | 副センター長（工作部門担当） 河井昌道 .....                                      | 1  |
| <b>新任のご挨拶</b>   | 准教授（工作部門） 堀 三計 .....   | 2  |
| <b>研究ノート</b>    | 人工衛星ITF-1「結（ゆい）」と工作部門とのかかわり .....                              | 3  |
|                 | システム情報系 亀田敏弘   |    |
|                 | マリンスノー発生装置の製作と海洋炭素循環研究への適用 .....                               | 7  |
|                 | 下田臨海実験センター 和田茂樹  |    |
|                 | 「木工芸・漆芸の地場産業を活用したパブリックアートの研究」における報告<br>人間総合科学研究科芸術系 宮原克人 ..... | 10 |
| <b>フォトギャラリー</b> | .....  | 17 |
| <b>利用の手引き</b>   | .....  | 19 |
| <b>運営報告</b>     | 利用状況 .....   | 26 |
|                 | 主なイベント（平成24.4～平成25.3） .....                                    | 27 |
|                 | 運営委員一覧 .....   | 28 |
|                 | 職員紹介 .....   | 28 |
| <b>編集後記</b>     | .....  | 29 |

---

副センター長（工作部門担当） 河井 昌道

製造業従事者が昨年の12月に1000万人を割りました。1961年6月に1000万人を超えてから半世紀ぶりのことです。絶対数よりは比率で見た方が分かりやすい。我が国の製造業従事者が1000万人を超えたのは1961年で、そのとき就業者全体に占める製造業従事者の割合は23%ほどでした。高度成長の本格化に合わせて堅調に増えて1970年ごろにはピーク値27%に達しています。1992年頃までは24%以上を維持していましたが、それを過ぎると単調に減少する時代に突入し、昨年末には16%まで落ち込んでいます。実にピーク時から40%の減少です。また、製造業従事者が初めて1000万人を超えた1961年当時と比べても、30%少なくなっています。我が国の雇用を支え、中間層の形成と平均所得の向上に大きく貢献した製造業のおかれた状況が、国際競争の中で、大きく変化していることがわかります。

我が国のGDPに占める製造業の比率は19%です。これよりも大きい対GDP製造業比率を持つ国がG8メンバーの中であります。23%のドイツです。堅調なドイツの製造業を支えているのは、大手企業だけでなく、ミッテルシュタット（中堅・中小企業）と言われていて、そこから供給されるモノがなければ大手も立ち往生することになります。我が国の製造業も同じであることに気がつきます。東日本大震災が炙り出した一つの事実は、東北地方がものづくりの拠点として発展していて、多くのハイテック部品が製造されていたことです。震災によるハイテック部品の欠品の影響は、国内の製造業に対してだけでなく、世界の製造業に対しても波及しました。新興国から溢れるように供給されるコモディティ製品に対して、代替不可能な特注素材・部品を用いた非コモディティ製品で対抗する製造戦略は先進国の製造業が取るべき唯一の手段と考えられます。

ブランド力が物を言います。デジタル化やモジュール化ではまねのできない付加価値の高いものづくりの領域において我が国のものづくりの伝統の強みが遺憾なく発揮されるはずであり、そのような新しいものづくりの領域を開拓していくことが必要になります。それはユーザーが求めるものを創ることから始まります。そこから小さいがきらりと光るイノベーションが生まれるはずで。

それを支えるのは人材です。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ます。併せて、最近では機器類の設計・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ます。新しいもの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新しい役目とも考えることができます。

准教授（工作部門） 堀 三計

平成24年4月1日から、研究基盤総合センター工作部門に准教授として赴任いたしました。学内ではシステム情報系構造エネルギー工学域に所属しておりますが、工作部門専任として工作部門内に居室を構えております。

筑波大学に赴任する前は、都内の大学で工作機械に関する研究を行ってまいりました。また、大学内の機械工場の運営委員を務め、機械工場の運営にも携わって参りました。今までは、自分の研究に支障を来さないことだけを考えて装置の設計や製作をしておりましたので、遣っ付け仕事で済みます場合もありました。しかし、この工作部門では様々な専門分野の教職員や学生の皆様からの装置製作や加工について相談を受けるため、毎日、気を引き締めております。その反面、様々な研究分野を垣間見ることができるので、教職員や学生の皆様が相談にくるのを大変楽しみにしております。

工作部門に相談にくる方々のうち多くの皆様はCADや手描きできれいな図面を描いてきます。図面がきれいに描けていると、相談者がどんなものを求めているのかを理解しやすく、相談も効率よく進みます。このような立場になり、改めて図面のすばらしさを認識しております。

しかし、相談の中には、残念ながら工作部門では加工ができない、或いは、非常に難しいため時間が掛かってしまうような加工があります。このような加工については外注に出すなど、できる限り相談者のご希望に添うように考えますので、お気軽に相談にきて下さい。

最近、日本の「ものづくり」力が弱くなってきているように感じられます。しかし、日本はまだまだ「ものづくり」をしていかなければなりません。筑波大学には、いわゆる機械工作に係わる授業がありません。そこで、設計・加工の相談を通して、いわゆる「ものづくり」に関する知識や技術などを学生の皆さんに伝え、少しでも日本の「ものづくり」に貢献できればと思っております。

これからも、教職員や学生の皆様の力になれるよう精一杯努力してまいりますので、どうぞ宜しくお願い致します。

# 人工衛星ITF-1「結(ゆい)」と工作部門とのかかわり

システム情報系 亀田 敏弘

## 1 はじめに

筑波大学が宇宙航空開発研究機構（以下 JAXA）との間に連携協力協定を結んだのは平成20年9月17日のことである。以降、平成21年にJAXAとの間に連携大学院協定を締結し、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の学生がJAXA在籍の連携大学院教員のもとで修士・博士の学位を取得する門戸が開かれた。平成22年には、構造エネルギー工学専攻を中心として、「筑波大学宇宙コンソーシアム」が設立され、宇宙利用に関する、工学以外の理学・医学・芸術・体育・農学といった他の分野と横断的に連携した研究活動が始まった。平成23年3月14日に予定されていたコンソーシアム結成1年目の成果となる分野横断型の宇宙利用に関する講演会「筑波宇宙フロンティアフォーラム」は、震災により延期されてしまったが、同年10月29日に開催し好評を得ることができた。激動のこうした流れの中、筑波大学でも人工衛星開発を開始したいという気運が高まり、平成22年末頃から準備を進め、JAXAが実施する平成23年夏の相乗り小型副衛星公募に応募し、同年12月に採択されるに至った。

開発中の衛星の正式名称ITF-1は本学のスローガンである“Imagine The Future”から、また、愛称の「結(ゆい)」は後述するミッションの独自性から名付けられた。主衛星は、NASAとJAXAが共同で開発する全球降水観測計画(GPM)のコア衛星であり、図1に示すように他の開発団体の衛星と共に相乗り形式でH-IIAロケットにより種子島から2013年度末に打上げられる予定である。衛星の

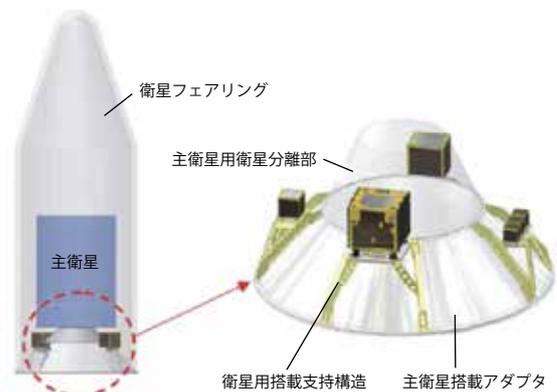


図1：相乗り打ち上げの概要  
(図は採択時JAXA公表資料より)



図2：ITF-1「結」モックアップ写真

モックアップ写真を図2に、仕様を表1に示す。ITF-1「結」は、これまでの大学衛星とは異なる新機軸のミッションを予定している。衛星の温度や太陽電池の発電電圧といった時々刻々変化する衛星の情報を、定期的に世界の人々に向けて宇宙から発信し、信号を受信後に報告を行ったという共

表 1：ITF-1「結」仕様

|           |  |
|-----------|--|
| 寸法        | 約100mm角の立方体形状<br>(1U CubeSAT)                        |
| 質量        | 1.6kg  |
| 衛星構体材料    | A6061P-T651、A7075-T7351                              |
| 太陽電池      | トリプルジャンクションGaAs太陽電池                                  |
| バッテリー     | Li-ion 蓄電池   |
| 無線通信用周波数帯 | 435MHz帯、145MHz帯                                      |
| 使用アンテナ    | 1/4波長モノポール (435MHz帯)<br>超小型アンテナ<br>(435MHz帯、145MHz帯) |
| 軌道        | 高度400km 軌道傾斜角65°                                     |
| 想定運用期間    | 1～2年   |

有体験を持つ人々のネットワークを構築しようという試みである。手持ちの八木アンテナとハンディトランシーバで受信できるよう、衛星には高出力の送信機を搭載し、電波形式をFM変調によるモールス信号とするなど細かな工夫を行っている。これまで、出張講義などを通して、小学生から高校生まで数多くの生徒達にITF-1「結」のミッションの説明を行ってきたが、口を揃えて「是非受信してみたい」と言ってもらえる事は、ミッション提案側として嬉しい限りである。

こうして、筑波大学発の初めての人工衛星開発プロジェクトがスタートし、大学で行う意義として、以下のように教育面にも配慮したプロジェクト運営を行うこととした。

- ・筑波大学全体に開かれたプロジェクト：所属学類や学年を問わず、興味のある学生はプロジェクトに受け入れる
- ・自立した思考機会の提供：極力学生が自らの力で設計・開発を行い、失敗や不具合について徹底的に考えて、改良を行う
- ・プロジェクトチームに身を置く経験：個人の無責任な行動はプロジェクト全体に大きな負のインパクトを与えてしまうことを各自が自覚し、社会人としても通用する心構えを涵養する

授業でもなく個別の研究室活動でもないが、全学レベルのプロジェクトとして2013年2月現在で、15名程度の意識の高い学生が寝る時間も惜しんで活動している。余談だが、日々の積み重ねが重要なプロジェクトにおいて責任者がサボるわけにもいかず、少なくとも元気でいようと、自転車通勤を軸に据え、ジョギングを始めるなど健康管理には随分と気を遣うようになった。

プロジェクト公式サイトURL：

<http://yui.kz.tsukuba.ac.jp/>

## 2 教育プログラムとしての衛星開発

### 2.1 要求される一般項目

人工衛星開発には、様々な分野の知識・経験が必要とされる。宇宙工学は総合工学であり、私が教育を担当している工学システム学類の教育理念とも整合性が高い。

#### 工学システム学類の教育理念

工学システム学類は、学生個人の自己の存在基盤の確立を助け、これからの社会のリーダーとして、科学技術の成果としての人々の生活を支える人工システムを、広い視野に立って開発・設計・製作・管理・運用してゆくことのできる、高いポテンシャルを持つ技術者を養成することを教育理念とする。

人工衛星の設計・開発において肝になる分野として、構造、電子回路、熱制御、マイコンプログラミング、無線通信などが挙げられるが、講義や実験科目でカバーしきれない内容も多い。例えば、構造分野であれば、各種アルミ合金の組成と特性の相違、衝撃試験方法の原理、電子回路分野であれば、半導体の耐放射線性評価の理解と実践、他にも、人工衛星の姿勢制御に用いる磁性体の特性評価など、知的好奇心をそそる内容は数え上げればきりが無い。学生達は常にこれらの問題と対峙

しながら、色々思考している。ITF-1「結」の開発においては、できる限り学生の自主性を尊重し、自主開発を基本としている。もちろん、学生だけでは解決できない問題も多く、助言を与えることもある。また、JAXAの有識者から意見を乞うことや、本学の他の分野の先生方、研究学園都市の各種機関に協力を依頼することも何度となくあった。これらの幅広いチャンスを最大限に活用できる、ものづくりの実践を学ぶ場を提供することでカリキュラムで手薄になる部分を補完できればと考えている。

### 2.2 カリキュラムにおける機械製図と機械加工

工学システム学類のカリキュラムにおいて、機械製図と機械加工は含まれているものの、大学生になって初めて機械加工を行う者も少なくない。したがって、限られた時間数の教育で、切削に手間のかからない（したがってコストの安い）機械部品をイメージしながら設計を行うノウハウを身につけてもらうのはなかなか難しい。工業製品において、格好良さと工程量にはかなりの相関があると思われるが、高い次元で最適点を見いだすセンスは、常日頃からものをつくる訓練を積んでおくことが重要であろう。かなりの人数の学生がメーカーに就職する状況を鑑みると、教育する側の責任は重大である。

### 2.3 衛星開発の成果

衛星開発の成果として、ITF-1「結」のエンジニアリングモデルの全体像（太陽電池貼付け前の状態）と構成部品を図3と図4にそれぞれ示す。学生プロジェクトメンバが3D-CADソフトSolidWorksを用いて自ら設計し、工作部門にて加工を行っていただいた。図5に示す部品は、人工衛星がロケットに装填される際に点で接触するために柱先端部に必要となる、ねじのついた半球である。球面精度を確認するために顕微鏡を用いた作業を行っていただいた。



図3：エンジニアリングモデル（EM）外観

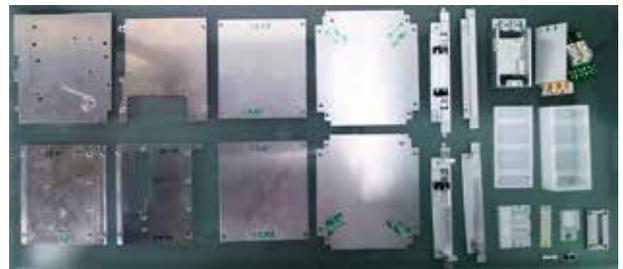


図4：工作部門によるエンジニアリングモデル部品



図5：柱先端部に取り付ける半球部品

### 3 工作部門とものづくり

#### 3.1 学生の例

当然であるが、本学の入試に機械加工の知識や経験は課されていない。一昔前であればねじで留まっている部品も今では樹脂の嵌め合わせで構成されている。したがって、時として思いもよらないことが起きる。母材に部品をねじ止めする方法について学生とディスカッションをしていて印象的（衝撃的?）だった出来事を紹介する。学生は母材と部品の両者にM3と書き込んでおり、これでは取り付けられないと指摘してもきょとんとしている。部品には一回り大きな穴が空いていて、ねじ山は無いということを知らなかったのである。こうした例はそれほど珍しくなく、最近では真摯に受け止めて、今後の教育に活かしていこうと思うようになった。

#### 3.2 学生を教育するという意識の存在

いくつかの大学衛星開発団体では、学生はあまり関与せず、大学教員と各種業者の協力により衛星開発を行っているケースも見受けられる。開発に要する時間ははるかに短縮され、プロジェクトの運営も楽であろう。しかしながら、本学には充

実した工作部門があり、様々な相談に対応してもらうことが可能である。業者に外注するだけでは決して得られない、学生のスキルに応じた親身の指導（時には厳しい教育的指導）を、工作部門の教員と技術職員のチームから受けるチャンスが存在する。半年前まで機械加工の知識も経験も皆無だった学生が、公開工作室利用資格取得を目標にしていたりもする。今後も2号機、3号機と継続的な人工衛星開発活動を通して、システム全体を俯瞰的に見通したものづくりの醍醐味を知る学生が一人でも多く育つことを祈っている。

### 4 おわりに

工作部門の堀三計准教授、技術職員の吉住昭治氏、長谷川達郎氏、中村三郎氏には、専門家の視点からの様々な助言をはじめとして、高度な技術を要する加工や納期に関する（少々無理な）お願いを聞いていただき、深く感謝する。今後の衛星開発のステージにおいても様々な困難に直面することと思われるが、引き続き工作部門からの暖かい支援をお願いしたい。

# マリンスノー発生装置の製作と 海洋炭素循環研究への適用

下田臨海実験センター 和田 茂樹

## はじめに

海洋は人間活動によって放出された二酸化炭素の約1/3を吸収する炭素シンクであることから、海洋の炭素循環の解明は近年注目が集まっている研究分野の一つである。海洋に吸収された二酸化炭素は、生物のおよび非生物のプロセスを介して複雑な動態を示すが、特に生物活動によって炭素が有機態に変換されると、有機炭素としてのその化学的形態は無機炭素と比較して多岐に渡ることとなる。その結果、海水中における有機炭素の動態は非常に複雑なものとなっている。

海水中の有機炭素の研究を実施する際に行われるアプローチの一つとして、有機炭素のサイズによる分画は最も広く用いられている手法の一つである。このような分画方法が採用されてきた経緯としては、粒子サイズが有機物の動態に影響を及ぼすことが挙げられる。特に、海水中において小さな粒子サイズの物質はコロイドとして懸濁するのに対し、大型化した粒子は沈降によって深層に輸送されるため、鉛直的な炭素の輸送において有機物のサイズは非常に重要なファクターとされている。

このような沈降粒子の研究において、マリンスノーの存在を無視することはできない。マリンスノーは、潜水艦の調査によって最初に見いだされたもので、深海をライトで照らした際に照らし出される粒子であり、雪のように深層へ沈降し続けている。これらのマリンスノー粒子は様々な有機炭素を含有し、表層から深層へ沈降することで海洋表層からの炭素の除去に寄与している。表層か

らの炭素の除去は、大気から海洋への炭素の吸収を促進することから、地球上の炭素循環に深く関与するとされている。さらに、海底に沈降したマリンスノーは、深海底に生息する生物によってエネルギー源として利用されることも知られており、海洋生態系の維持においても欠かすことのできない重要性を有している。

マリンスノーの存在は50年以上前から既に知られており、当初は生物の死骸や動物の糞などを主要な構成成分とすると考えられてきた。しかしその後、ゲル状の不定形粒子がマリンスノーの構成成分として大きな寄与を有することが指摘され始めている。ゲル状の粒子は様々な海域に普遍的に存在しているが、どのようなプロセスによって生成されるのか、長い間明らかとされていなかった。1990年代になって、有機物の組成解析やゲル状粒子の染色手法の開発（図1）などを通して、これ

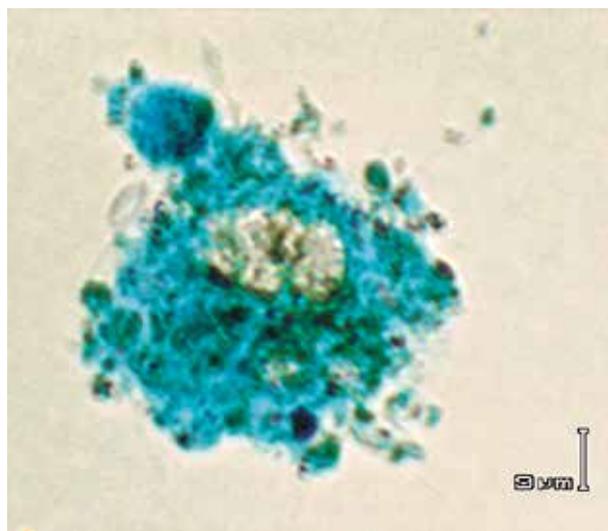


図1 染色によって可視化されたマリンスノー  
アルシアンブルー染色によって青く染まって見える。

らが海水中のコロイド態の有機物を起源とし、コロイド粒子同士が吸着・凝集して大型化したものであることが明らかとなってきた。

### コロイド態有機物からのマリンスノー形成メカニズムと本実験装置

海水中に水の流れが生じたとき、コロイド態有機物は流れに伴って動き、時に粒子同士で衝突する。衝突の際に、粒子同士が吸着する場合と離れる場合があるが、特に吸着する場合には粘着性有機物が糊のような役割を果たすことが多い。二つの粒子が一度の衝突で吸着する確率を $\alpha$  (%) とし、時間 $t$ における水中の粒子数密度を $C_t$ としたとき、Kiorboeら<sup>[1]</sup>によると、 $C_t$ は理論的に水の流れの力 (shear :  $G_m$ ) と粒子の体積濃度 ( $\Phi$ ) から以下の式で決定される。

$$C_t = C_0 \times \exp^{-(7.82\alpha \times \Phi \times G_m / \pi) \times t}$$

上記の式で用いられている $G_m$ という値はshearと呼ばれており、shearを定量的に生じさせることでマリンスノーの生成条件を制御する試みがなされている。いくつかの装置が提唱されているが、特に二重構造を有する円筒状の装置はしばしば用いられている装置であり、Couette Chamberとも呼ばれている<sup>[2]</sup>。本稿では便宜上、Couette Chamberをマリンスノー発生装置と呼ぶことにする。この装置を用いる際には、内側の円筒と外側の円筒の間に試料海水を満たし、外側の円筒のみを一定速度で回転させる。外側の円筒の内壁に近い海水は回転に引きずられて動くのに対し、内側の円筒の外壁に近い海水はほとんど動かない。このように、容器内で海水の動きが異なることによってshearが生じ、shearの大きさは容器の大きさと回転速度から、下記の式を用いて求めることが可能である。

$$G_m (s^{-1}) = 4\pi \times \omega \times r_2 \times r_1 \times (r_2^2 - r_1^2)^{-1}$$

$G_m$  : shear stress

$r_2$  and  $r_1$  : radii (cm) of the outer and inner cylinder, respectively

$\omega$  : angular velocity ( $s^{-1}$ )

これまでコロイド粒子の衝突の再現には、shear以外にもブラウン運動 (Chen et al. 1998) や気泡表面への有機物の吸着 (Mopper et al. 1998) などが用いられているが、その物理力を定量的に示すことができるのはshearのみに限られている。すなわち、マリンスノーの生成条件をコントロールする上で、本装置の存在は必須条件と言える。

### 工作部門におけるマリンスノー発生装置の製作

工作部門にて製作していただいた本装置は (図2)、主に金属によって作られており、グリースの塗布などはほとんどなされていない。これは本装置の運用上非常に重要な点であり、その理由としては有機物の動態を知る際に有機成分を含むグリースの使用は、最終的に海水中に有機物が混入することで結果に深刻な影響をもたらすためである。このような装置は市販されているわけでもなく、外注すると相当な経費がかかってしまう。研究基盤総合センターの工作部門のご協力で、低予算で今回の装置を作成していただいたことは非常にありがたいことである。



図2 製作したマリンスノー発生装置 (モーター部は後付)

### 装置の運用とマリンスノーの生成

あらかじめガラス繊維ろ紙でろ過して、大型の粒子を除去したろ過海水を装置に導入し、一定時

間回転させた。また対照実験として、ろ過海水を同じ時間そのまま静置した。それぞれの海水を再度ガラス繊維ろ紙でろ過を行い、元素分析計を用いて生成した粒子の有機炭素量の測定を行った結果、本装置で回転させた海水中で多量の有機物粒子が生じることが見いだされた(図3、4)。これは、ろ過海水に含まれるコロイド粒子に含まれる有機物が、装置内で生じたshearによってマリンスノーとして大型化した結果と考えられる。この他、本装置の内部からの有機物の混入の有無を検証するため、純水を同様に装置に導入して回転した結果、多少の有機物の混入はあったものの海水試料を導入した際の半分程度であり、装置内部からの有機物の混入の影響は小さいことも確認された(図4)。

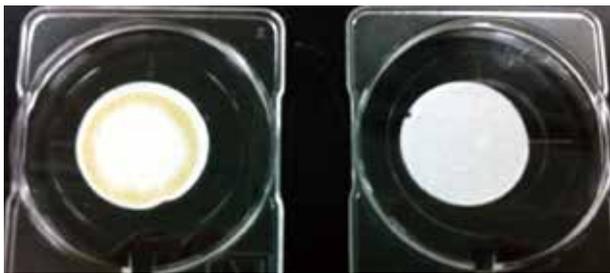


図3 ろ過によって捕集されたマリンスノー  
左の図は本装置で回転させたろ過海水を再度ろ過した際のろ紙。右の図は静置した海水を再度ろ過した際のろ紙。

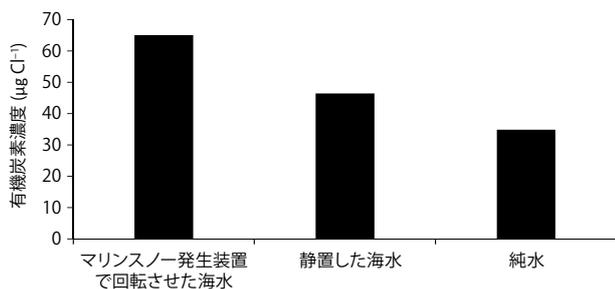


図4 生成した粒子の有機炭素量

## マリンスノー発生装置を利用した今後の研究の展開

マリンスノーの存在は古くから知られているにも関わらず、その生成プロセスの量的情報はほとんど無いのが現状である。特に我々が取り組もうと考えている、コロイド粒子からのマリンスノー生成プロセスは、定量的情報が最も不足している未解明な現象であり、その解明は炭素循環の概念に深く切り込む意義を持つ。今回作成いただいたマリンスノー発生装置を有効に利用し、海の物質循環の仕組みの解明につなげていきたいと考えている。

## 文献

- [1] A. Engel, *J. Plankt. Res.*, 22 (2000) 485
- [2] D. T. Drapeau, H. G. Dam, G. Grenier, *Limnol. Oceanogr.*, 39 (1994) 723

# 「木工芸・漆芸の地場産業を活用したパブリックアートの研究」における報告

人間総合科学研究科芸術系 宮原 克人

## はじめに：

木と漆を素材とした制作研究を行なっている。工作センターとは、縁もなさそうな研究なのだが、機械工作とガラス工作の両方でお世話になって久しい。制作に関する相談や実際の制作依頼のほか、工作部門の技術をひとつの素材として捉え、作品化するような試みも行なっている。

## Leaf Clock：

2010長野県塩尻市の市街地再開発事業の一環として、図書館を核とした「市民交流センター」が建設された。塩尻市は、特産のぶどうが生み出すワインの生産地として有名である。また、木曾漆器を生産する漆器産地でもある。

木曾漆器工業協同組合より「漆を使ったなにかを作る提案」はできないか、という依頼を受けた。漆を市民交流センターに取り入れたいとの願いであった。漆器生産に携わる技術者の持つ、伝統技術を現在の空間に活かす事を実現するため、共同研究「木工芸・漆芸の地場産業を活用したパブリックアートの研究」が始まった。



塩尻市市民交流センターの建設風景  
97本の壁柱が特徴的、地下1階・地上5階建てのビル。市立図書館を核に、子育て支援センターや市民会議室、オフィス、カフェが入る。  
設計・コンテンポラリーズ



壁柱が立つ

漆器と言えば、お椀や重箱などが思い付くだろう。漆器が伝統的な工芸品であることは確かなのだが、造形素材としての漆は、様々な可能性を持っている。現代の建築空間にどのようにアプローチして漆の良さを活かす事ができるか、ということがデザインをする上で大きな課題となった。また、



葉をイメージした時計の針のスケッチ



種をイメージした文字盤のスケッチ

実際に制作する漆芸の技術者にとっても大きな刺激となるようなプランを用意した。

これは、時計の針と文字盤のアイデアスケッチの一部である。針の動きが葉の成長をイメージさせ、時の成果物として種を落とす。そしてそれが循環するというストーリーを考え、図書館の顔となるような直径4mの大型の時計制作を計画した。

Leaf Clockと名付けた時計は、正確な時間を示す時計本来の役割よりも、時間の流れを表現することを大切に考えた。本の中の物語は、過去や未来を自由に行き来する。慌ただしい日常のなか、図書館の中では、本の中の時間に浸って欲しいとの思いもあった。そして、建築の特徴的な壁柱と開放的な空間と共存するデザインとした。

時針と分針の進行により、様々な表情が生まれる「動く彫刻としての時計」というコンセプトをたてた。そして、針が空間にせり出す時計とした。

これまで、木工と漆芸を素材とした制作研究を主としてきた身にとって、時計を作るということはもちろん初めてである。セイコータイムシステム株式会社に機械部の設計と制作を依頼した。壁柱が構造の役目を果たすため、通常は隠れる機械部が露出する事になる。数回にわたる設計から小型の機械部が実現し、漆の彫刻で覆った。

時針と分針は、興福寺の阿修羅像の制作方法として知られる「乾漆」技法を応用して、軽くて強い針を目指した。それぞれの針の質量は6kg以内、片持量0.5kg・mという指定があった。

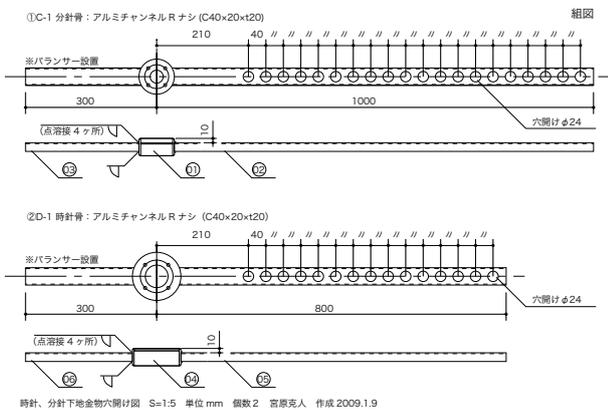
時針と分針の形体は、実際に作りながら決定するため、針の針となるアルミ金物の制作と共に進める必要があった。工作部門にアルミ金物の製作を依頼し、片持量を確かめながら針の造形を行なった。そして、様々な問題をクリアーしながら完成に至った。工作部門の存在により、造形性と機能をあわせ持つ時計の針が実現した。



木で作られた1:10の模型



研究室での制作



時針・分針の図面



種 (1:1) の模型



工作部門での打合せ

工作センターで制作された針の芯に、発砲ウレタンを接着し、切削しながら成形した。これを木曾漆器工業協同組合の技術者へ届けた。麻布を数枚、漆により張り合わせる乾漆技法で強度を持たせ、黒呂色仕上げで完成された。漆独特の透明感のある黒に仕上がった。種は、原寸大の模型を制作し、ヒノキで制作された。針以外の種や機械部を覆うカバーには、螺鈿や卵殻等の伝統的な技法も取り入れ、漆芸の技術者達の力が存分に発揮された。



漆で仕上げた時計の針



文字盤の種



取付け工事



3階から見る時計



1階から見上げる時計

### 素材としての工作センター

次に紹介するのは、工作部門でガラスの部屋を見学した事がきっかけとなって制作した作品の事例である。特殊な試験管等が陳列されているのを見てから、いつか自身の作品に取り入れたいと思っていた。工作部門の技術力をひとつの造形の素材として捉え、作品を制作し発表した。

### 花の咲く場所 Calla：

「常総市まちなか展2010」に参加した作品「花の咲く場所 Calla」は、五木宋レンガ蔵で発表した。蔵に作品を展示する事で、蔵の放つ独特な空気感を可視化したいと考えた。カラーの彫刻が浮いて存在するような、ガラスのフラワーベースの制作を依頼した。



花の咲く場所 Calla

### A Faraway Sun 遠い太陽：

「会津・漆の芸術祭2012」の作品では、ガラスの加工にメッキの技法を取り入れた。二十間もの大きな蔵の空間で、インスタレーションの手法を用いて表現した。

筆者と逢坂卓郎\*は展示会場を探す中、喜多方市の二十間蔵で発表する事を決めた。二十間蔵は酒

蔵としての役目を終え、様々な使用方法が試みられている。

逢坂は蔵の美しい梁や天井に設置された漆の作品を照らしながら、用意された7分のプログラムによって様々な光を演出する。

床面に置かれた筆者の作品は、その光のなかにある。中央に葉を散らした。周辺に7個配されたガラスによるオブジェは、内側にメッキ加工がされており天井からの光を映す。どこにいても光を映すように作られたガラスのオブジェは、それ自身が発光しているかのような、不思議な魅力を持つ。円錐形が広がった皿の部分には、漆の種を漆で接着しながら積み上げた。

「会津・漆の芸術祭2012」は福島県立博物館が起点となり開催された。2010から開催され、2012年は「地の記憶 未来へ」というサブタイトルを持つ。

会津地方と漆の関わりは、分かっているだけでも2400年の歴史がある。漆の芸術祭では、漆を工芸の素材としてではなく、人々の暮らしと共にあった「生きた文化資源」の象徴として捉え、様々な取り組みが行なわれた。

喜多方地方には、今も多くの蔵が残る。その中でも二十間蔵は、非常にきれいな構造を持つ蔵である。酒造であった二十間蔵は、喜多方の豊かな自然と伝統を背景としたもの作りの場であった。

そのような地域資源に光を当て、芸術的アプローチから地域文化を見直すことを試みた。そして、震災後に私達が置かれている状況や目指すべき方向について、自然との関わりについて、自らに問いかける作品でもある。

\*逢坂卓郎 人間総合科学研究科芸術系教授

作品「Molt 脱皮」

工作ニュースNo.4において「宇宙芸術“Spiral Top-II”の制作と国際宇宙ステーションに於ける実験報告」を掲載。

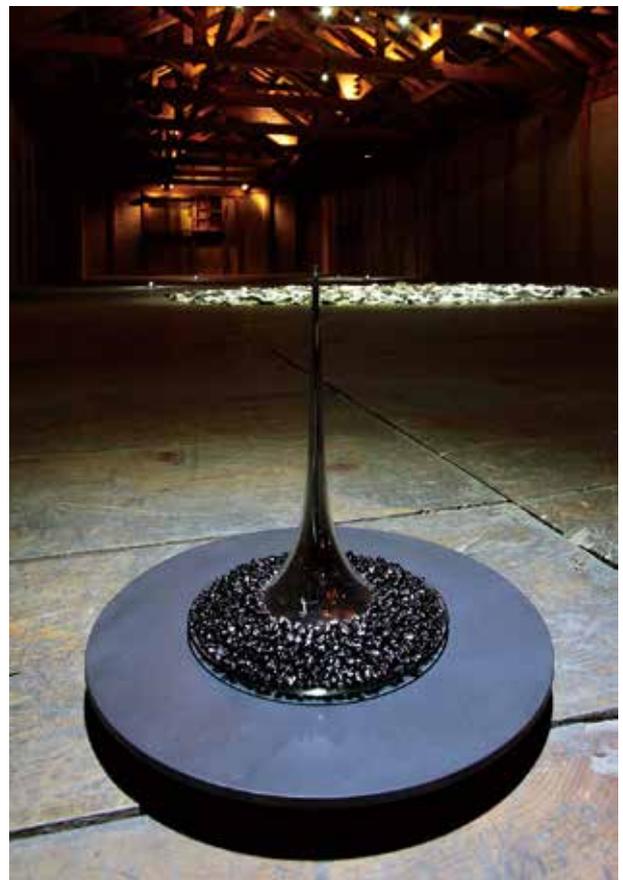


逢坂卓郎 Molt × 宮原克人 A Faraway Sun  
葉の作品を約650個制作し、床に配した。

撮影：村上史明



変化する光に硝子の作品が浮かび上がる。 撮影：村上史明



漆の種を積んだガラスの作品

撮影：村上史明



床の置かれた640枚の葉。  
マテバシイの落ち葉を加工して、漆と錫粉で仕上げた。

### おわりに：

物が作られる場の発する空気感とでもいおうか、期待感とでもいおうか。物が作りだされる場にいるだけでワクワクする。私が生まれ育った環境も関係しているかもしれない。漆職人の祖父と母は、いつも土蔵の仕事場にいた。

今回紹介した研究については、工作部門の技術力を有効に活用した事例とは言えないかもしれない。しかし、今後も大学内にこのような施設がある事に感謝しながら研究に励みたい。

### 作品

#### Leaf Clock：

木曾漆器工業協同組合との共同研究「木工芸・漆芸の地場産業を活用したパブリックアートの研究」

漆芸による制作：木曾漆器工業協同組合

デザイン・制作：宮原克人研究室

時計・分針加工：筑波大学研究基盤総合センター  
工作部門

機械部製作：セイコータイムシステム株式会社

H400×W400×D60cm、塩尻市市民交流センター  
設置、2010.8

#### 花の咲く場所 Calla：

木彫・乾漆・ガラス（工作部門）、H150×W70×  
D70cm「常総市まちなか展2010 かさなりあう色」  
常総市五木宋レンガ蔵、2010.10.16-31

#### A Faraway Sun 遠い太陽：

葉・漆・漆の種・ガラス（工作部門）、「会津・漆  
の芸術祭2012 地の記憶未来へ」

喜多方市二十間蔵、2012.10.6-11.23

### 掲載写真

撮影：村上史明

クレジットの無いものは筆者撮影



マリンスノー発生装置



衛星構体



ヒートパイプジグ試験片



3連光学セル式



プロペラブレード接続部品



VS Link



ウォータージャケット付きセル



逆流防止弁付バブラー



マニホールド



二又フラスコ



ガラスオブジェ



CV用ハート型セル

# 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。工作部門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、係員に申し出れば工作部門で処理する。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

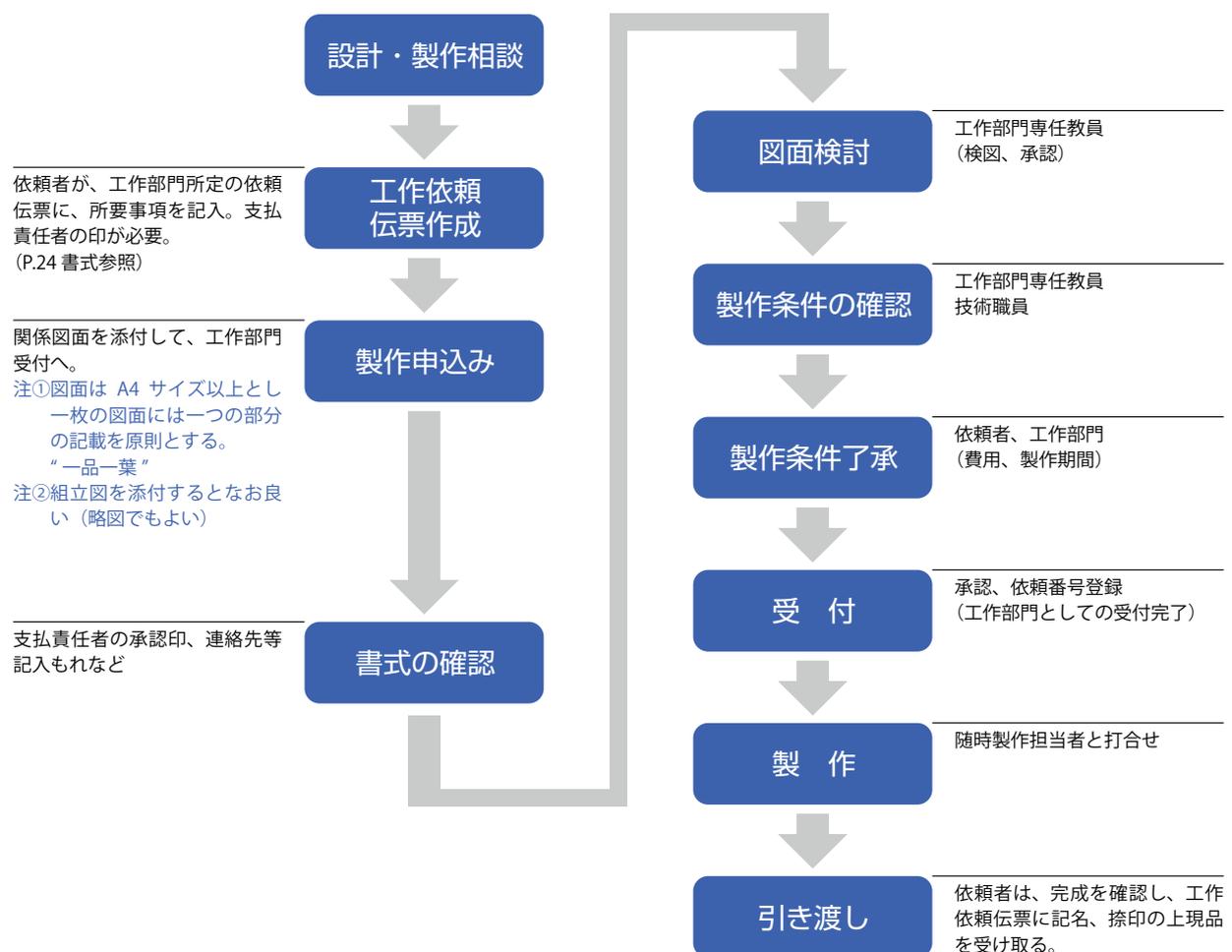
- ④ 工作機械の使用に当たっては、係員の指示に従い、機械を正しく操作するよう留意する。操作技術の巧稚を問わず、中途半端な使い方は、機械器具を損傷し、また人身事故を引き起こす原因にもなる。事故が生じた場合、直ちに係員に申し出る。
- ⑤ 所定の時間内に工作が終了しない場合でも、指定の工作機械使用について時間延長は認めない。
- ⑥ 作業終了後は、機械・工具及び室内の清掃を充分に行い、次の利用者に快適な作業条件を引き継ぐ。
- ⑦ 公開工作室共同利用に適応しない行為が認められる時は、使用適格者の登録を取り消し、以後の利用を断る。

## 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り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ジグ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、ジグ）：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。(P.25 書式参照)
- ②工作部門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 25 年 4 月 1 日

3cm×4cm  
写真 仮付



公開工作室利用資格登録  
申請書

申込承認 部局長名 茨城 太郎 印

申込者 所属部局名 ○×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 :  | <span style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 2px;">卓上型</span> | 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 |       |      |

(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: _____ |

| 工作部門用                               |                                 | 工 作 依 頼 伝 票 |          |        |      |                       |    | 1 / 4 |
|-------------------------------------|---------------------------------|-------------|----------|--------|------|-----------------------|----|-------|
| 依 頼                                 |                                 |             |          | 受 付    |      |                       |    |       |
| 日付                                  | 25・4・1                          | 番号          |          | 日付     | ・    | 番号                    |    |       |
| 所属部局名                               | ○×研究科△<br><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 <small>(印)</small>        |             |          |        |      |                       |    |       |
| 依頼者                                 | 工作 一郎                           |             |          |        |      |                       |    |       |
| 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  | ⑩    |                       |    |       |
| 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 |      |                       |    |       |
|                                     |                                 |             |          | T E L  |      | E - m a i l           |    |       |
|                                     |                                 |             |          | 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



最近 4 年間の利用状況

|        |        | 平成 21 年度 | 平成 22 年度 | 平成 23 年度 | 平成 24 年度 |
|--------|--------|----------|----------|----------|----------|
| 機械工作   | 件数 (件) | 218 (45) | 254 (36) | 226 (13) | 221 (20) |
|        | 時間 (h) | 4444     | 4578.7   | 3647.5   | 3077.25  |
| ガラス工作  | 件数 (件) | 443      | 440      | 423      | 390      |
|        | 時間 (h) | 1246.5   | 1567.5   | 1164.5   | 1226     |
| 合 計    | 件数 (件) | 661      | 694      | 649      | 611      |
|        | 時間 (h) | 5690.5   | 6146.2   | 4812     | 4303.25  |
| 材料支給件数 |        | 87       | 108      | 87       | 69       |
| 公開工作室  | 件数 (件) | 26       | 14       | 16       | 10       |
|        | 時間 (h) | 144.9    | 40.75    | 45.75    | 34.58    |

※括弧内は特急処理件数

## 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、エネルギー工学応用実験     | 2、3学期<br>随時       | 三輪自転車の部品製作                          |
|       | 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 |
|       | 応用理工学基礎実験              | 3学期               | 製図の講義                               |
|       | 大学院共通授業<br>(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              | 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10日、<br>10月17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

| 科目名               | 期 間  | 内 容                   |
|-------------------|------|-----------------------|
| 「機械設計 I」受講者約 60 名 | 5月2日 | 機械工作室<br>機械加工作業等の見学   |
|                   |      | ガラス工作室<br>ガラス加工作業等の見学 |

## 研究基盤総合センター工作部門運営委員会名簿

平成 25 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）<br>システム情報系<br>教授 | ◎河井 昌道 | 24. 4. 1 ~ 25. 3.31 | 内線 5353 |
| 工作部門<br>システム情報系<br>准教授        | 堀 三計   | 24. 4. 1 ~ 25. 3.31 | 内線 2528 |
| 数理物質系<br>准教授                  | 野村 晋太郎 | 24. 4. 1 ~ 25. 3.31 | 内線 4218 |
| 数理物質系<br>教授                   | 小島 隆彦  | 24. 4. 1 ~ 25. 3.31 | 内線 4323 |
| 数理物質系<br>教授                   | 山部 紀久夫 | 24. 4. 1 ~ 25. 3.31 | 内線 6475 |
| 数理物質系<br>教授                   | 宮崎 修一  | 24. 4. 1 ~ 25. 3.31 | 内線 5283 |
| システム情報系<br>教授                 | 境 有紀   | 24. 4. 1 ~ 25. 3.31 | 内線 5056 |

◎は委員長

## 工作部門教職員

| 職名              | 氏名     | 内線電話番号 |
|-----------------|--------|--------|
| 副センター長（工作部門）（併） | 河井 昌道  | 5353   |
| 准教授             | 堀 三計   | 2528   |
| 技術専門職員（機械工作）    | 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）       | 中村 三郎  | 2527   |
| 非常勤（機械工作）       | 長谷川 達郎 | 2527   |

## 編集後記

本年度は教職員の入れ替わりがあり、新たな気持ちでスタートした一年となりました。幸い、利用者の皆様へ大きなご迷惑をおかけすることもなく一年を過ごすことができました。

また、不要な機器を廃棄するなどして工作部門内を徐々に整理し、教職員や学生の皆様が少しでも利用しやすくなるように心がけております。

これからも工作部門が研究、教育支援により一層の貢献ができますよう、皆様からのご意見、ご要望などをお寄せいただければ幸いです。

最後に、「工作ニュースNo.5」の発刊に際して、執筆、編集にご協力いただきました教職員の皆様に、心から御礼申し上げます。

なお、「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いたしますので、併せてご覧下さい。

平成25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25年(2013年)3月発行

**筑波大学研究基盤総合センター  
工作部門**

〒305-8577 茨城県つくば市天王台1-1-1

TEL 029-853-2528

FAX 029-853-2525

E-mail [takumi01@kou-c.tsukuba.ac.jp](mailto:takumi01@kou-c.tsukuba.ac.jp)

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

---

