



筑波大学
University of Tsukuba

Takumi

工作ニュース

No.9 2017.4



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	研究基盤総合センター 副センター長（工作部門） 河井 昌道 1
新任のご挨拶	工作部門 機械工作室 小川祐生..... 2
研究ノート	核融合プラズマ加熱のための大電力マイクロ波伝送システムの開発..... 3 南龍太郎（プラズマ研究センター） 茨城県北芸術祭におけるメディアアート作品の制作・展示について..... 8 村上史明（芸術系） 浮沈子を用いた水中エンターテインメントの新しい表現方法の研究..... 12 小池栄美、落合陽一（図書館情報メディア系 デジタルネイチャー研究室）
公開工作室利用者の声	界面活性剤圧縮装置の製作..... 15 山田周平（数理物質科学研究科 化学専攻 博士前期課程1年） レーザー描画装置の製作..... 16 鈴木淳貴、三村賢次郎（天文研究会）
工作部門だより	アルミ溶接架台の製作及び、溶接条件の検討..... 17 小川祐生（工作部門 機械工作室）
フォトギャラリー 21
利用の手引き 23
運営報告	利用状況..... 28 主なイベント..... 29 運営委員一覧..... 30 職員紹介..... 30
編集後記 31

研究基盤総合センター 副センター長（工作部門） 河井 昌道

研究基盤総合センターの工作部門には筆者もユーザーとして大変お世話になっている。筆者は、炭素繊維強化複合材料（CFRP）を研究対象としており、試験片の加工については他に頼るところが無い。ご存知のようにCFRPは広い分野で応用に関心が寄せられている。モノ作りの観点からは、CFRPにも、所定の寸法への切断や孔、溝、テーパ加工など、金属材料と同様の加工が求められる。CFRPは、プラスチックと炭素繊維の混ぜ物であるため、加工時に繊維とプラスチックの界面にはく離などの損傷が発生し易く、加工面の健全な精度出しが難しい。また、加工時の温度上昇は、熱影響部を形成させるため、できる限り避けたい。この制約は金属よりも厳しい。筆者の経験からは、CFRP成形板の加工の仕上がりは機械加工によるものが最も優れている。それでも、積層構造を持つCFRPの孔加工やスリット加工は依然として難しく、工作部門の技術職員の熟練技術に頼らざるを得ない。工作部門の受注が混んでいる場合に外注したことがあるが、満足のいく仕上がりは得られなかった。やはり、近くにあって希望の仕上がりについて相談でき、またそれを実現する工作部門は、教育と研究の両面を支援する部門として代えがたいことを実感している次第である。

教育と研究には、試験装置を利用することが多い。手作りの装置もあれば、大変高価な装置もある。手作り装置の場合、当然のように、装置の構成部品の製作を工作部門に依頼することになる。一方で、購入装置の場合、治具などはオプションになっていて、極めて高価であることが多い。必然的に、購入装置を用いて標準仕様でない実験を行う場合は治具を自作することになり、ここでも工作部門にお世話になる。同じ試験装置は複数の異なる条件の実験に使用することが多いが、チューニングされた装置設定を大きくは変えたくない。この要求を満たすためには治具などの補助部品を製作して利用することになる。ここでも工作部門にお世話になる。

これらの風景は、工作部門の受注状況を見ると、全学のユーザーに似たものであることがわかる。工作部門は、教育機器や研究機器の製作について専門技術による支援によって学生や教員の利便性に大きく貢献しているだけではない。ユーザーが希望する機器や装置の製作は、それによって実現できる実験に関連する新たな研究や取り組みを想起させることにも大きく貢献しているのである。

工作部門は研究に必要な装置類等の設計・製作を通して研究の発展に貢献することを本務としている。併せて、機器類の設計・製作に伴う技術相談等を通して学生に対する教育的効果を発揮することにも配慮している。工作分部門は機器のオープンファシリティ化に積極的に取り組んでおり、すでにほとんどの工作機械を共用設備として登録している。安全性の観点から、加工受託を基本としつつも、依頼者の希望に柔軟に対応できる体制を整備している。オンラインによる受注体制への移行も完了している。これからも工作部門の役割がより効果的に発揮されるように努めていきたい。

工作部門 技術職員 小川 祐生

平成28年 4月より入職いたしました小川祐生と申します。よろしく申し上げます。

前職では設備機械会社に勤務し、設備機械のライン設計に携わっていました。部品作製などを自ら行う機会は殆ど無く、一から覚えなおしている最中ではありますが、CADの扱いや作業向けの製図法など活かせる部分も少なからずあると思いますので、上手く融和させていけたらと思っています。

趣味は車、バイク、写真等々手広くやっています。車がMTだったりカメラがフィルムだったり時代の流れに逆行している感がありますが、やっていけば上達が見えてくる、自分の知識や技術で良くも悪くもなる、そういった部分に魅力を感じているのかもしれません。

私が以前から抱いていた筑波大学のイメージはとにかく敷地が広い！といった大雑把なものでしたが、仕事を始めてみて研究内容や学群の多さなど大学の中身もかなり広いんだなと実感しています。持ち込まれてくる依頼も、理工学系のみならず芸術系・体育系と分野が多岐にわたり、部品・製品に対する考え方もそれぞれ異なっているため難しい部分も多くあります。とは言え、そういった事に挑戦できるのが、筑波大学技術職員の特徴で面白い部分だろうなと感じています

また私個人、学生時代の実習以外でも部活に課外活動に個人的な用事にと、技術職員の方に様々な方面でお世話（御厄介）になってきました。高専と大学では技術職員の役回りが異なる面もあるとは思いますが、ちょっとした加工などを気軽に相談できる様な取っ付きやすい職員を目指していきたいと思っています。

最後に二年目を迎えるに当たっての抱負といたしまして、この一年間工作部門で学生・教職員からの依頼品を製作してきましたが、技術面はもとより段取り・対応などの面でも十分に達成できなかった部分が多々ありました。

- ・ 依頼内容を確認した段階で、使用工作機械の選定及び作業の順番を決めるようにする
- ・ 溶接条件や加工物の取付など、経験値となるものは記録・写真を必ず残す
- ・ 依頼者と積極的に情報交換を行い、各研究室の研究内容を把握する

以上のことを掲げ、自分自身としても楽しみながら、仕事の効率化を図っていきたいと思います。

まだまだ学ぶべきことは多いですが、常に新しいことに興味を持ち続け、安心して作業をらせていただけるように努力していきたいと思っています。

どうぞご指導ご鞭撻のほど、よろしくお願い致します。

核融合プラズマ加熱のための大電力マイクロ波 伝送システムの開発

プラズマ研究センター 南 龍太郎

1. はじめに

プラズマ研究センターでは、世界最大のタンデム・ミラー型核融合実験装置ガンマ10を用いて、人類の究極的エネルギーである「プラズマ核融合エネルギー」に関する最先端の研究とそれを通じた人材育成に取り組んでいる。学内はもとより、国内・国外の研究機関との連携・協力を行うとともに、特に大学共同利用機関である自然科学研究機構核融合科学研究所との連携を強めて、各大学並びに各研究センターとの双方向型共同研究を推進している。これまで、プラズマ電位の形成及びそれに基づく閉じ込め向上、高ベータ化などのプラズマの高性能化を中心課題として研究を進め、現在、双方向型共同研究を柱として、電位・電場によるプラズマ閉じ込め向上とその物理の解明、マイクロ波加熱装置であるジャイロトロンの開発、開放端磁場配位を活かしたダイバータ模擬研究、直接発電・プラズマ基礎基盤研究等について幅広く進めている。

プラズマは、正の電荷を持ったイオンと負の電荷を持った電子が集まって出来ている。核融合を起こすには、反発し合うイオンとイオンを、ぶつかるまで近づける必要がある。そのために、外部からプラズマにエネルギーを投入して加熱することが必要である。しかし、電子が冷たいままではイオンの温度も上がらず、積極的に電子を加熱することで、間接的にイオンの温度を上げることが出来る。この電子を加熱する方法の一つが、電子サイクロトロン加熱(ECH)である。ECHは、電子のサイクロトロン周波数(電子が磁場中で1秒間に回転する回数)またはその整数倍に近い周波数の強力なマイクロ波・

ミリ波を、アンテナを使ってプラズマに入射し、マイクロ波・ミリ波の作る電場の振動を、プラズマの電子の旋回運動に共鳴させてそのエネルギーを電子に与え、加熱する方法である。ECHは、世界中の多くのプラズマ実験装置で用いられており、現在では、将来の核融合炉加熱装置の有力候補として注目されている。ガンマ10においては、28 GHzの大電力マイクロ波を使って、プラズマのECHを行っている。

プラズマ実験に必要なECH装置は、①大電力のマイクロ波を発振する発振源(ジャイロトロン)、②発生したマイクロ波を真空容器まで伝送する伝送系(コルゲート導波管、マイターバンド)、③マイクロ波をプラズマへ入射するアンテナ系(ミラー・アンテナ)で構成される。大きなパワー(メガワット級)を扱うために、それぞれ開発が必要となる。

2. 大電力ECHシステムの開発

効率よくECHを行うためには、ジャイロトロンで発振した大電力マイクロ波を効率良く伝送し、プラズマ加熱に適した偏波、分布を持った軸対称マイクロ波ビームを高効率入射する必要がある。そのため、高効率に軸対称マイクロ波ビームを最適位置に入射するための可動式アンテナ・システム等の開発を行っている。図1に、ガンマ10プラグ部におけるECHシステムの概略図を示す。

定格出力28 GHz, 0.5 MWのジャイロトロンから発振した大電力マイクロ波は、マイクロ波整合器(MOU)により電磁波モードから導波管モードに変換された後、コルゲート導波管やマイターバンド等の伝送系により長距離伝送され、ガンマ10真空容器まで伝送される。ガンマ10真空容器内で、大電

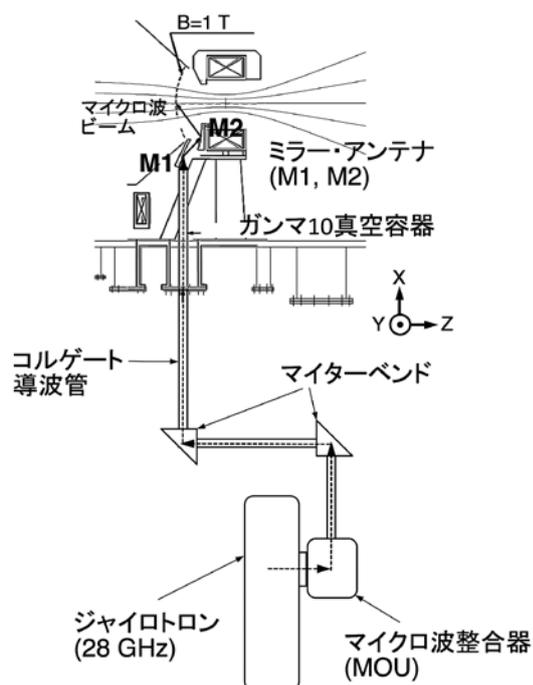


図1 ガンマ10プラグ部におけるECHシステムの概略図。

力マイクロ波は、プラズマ加熱に適した分布形状のマイクロ波ビームに変換された後、プラズマに入射される。大きなパワーの伝送時の放電を防ぐために、伝送系内部は、真空排気される。また、高効率な伝送のため、コルゲート導波管及びマイターバンドの伝送系、及びミラー・アンテナ系の製作においては、比較的高い精度の加工が必要となる。

3. 工作部門における大電力 ECH システム用コンポーネントの製作

ガンマ10 における ECH システム構築のため、大電力マイクロ波コンポーネントのいくつかを工作部門にて製作して頂いた。

図2 に、コルゲート導波管接続部の組立図、図3 に、製作したクランピング・リング、アライメント・リングを示す。

コルゲート導波管の接続は、各導波管の間に真空封止のためのメタルOリングを取付け、アライメント・リングによりコルゲート導波管の位置を合わせ、両側のクランピング・リングとともに共締めして固定

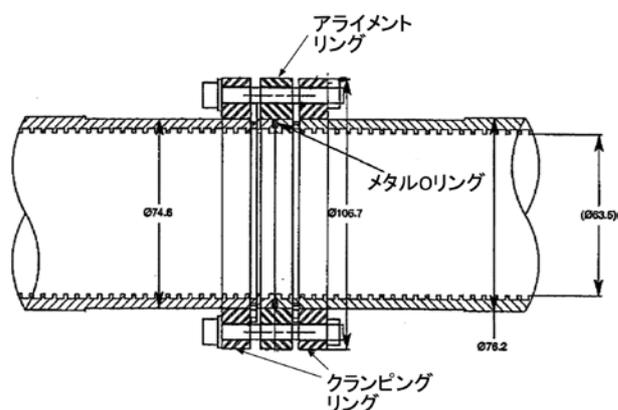


図2 コルゲート導波管接続部の組立図。

する。導波管の接続に位置ずれが生じると、モード変換による伝送効率の低下や放電の要因となるため、精度良く接続固定する必要がある。

図4 に、マイターバンドの断面図、図5 に、製作したマイターバンドを示す。

マイターバンドは、伝送されるマイクロ波をミラーにより反射させ、マイクロ波の進行方向を90度曲げるためのコンポーネントである。マイターバンドでは、モード変換が起こりやすく、製作や接続の位置合わせは非常に重要である。伝送効率の低下や放電を要因となり易いため、マイターバンドの製作には、比較的高い製作精度が必要となる。

図6 に、新型ミラー・アンテナ M2の断面概略図、図7 に、新型ミラー・アンテナ M2の三次元イメージを示す。

第2 期中期計画からガンマ10 は、電位制御とダイバータ・プラズマ模擬を指向する、ガンマ10 /PDX 計画として新展開している。ガンマ10 /PDX 計画の重点課題におけるプラグ部 ECH の役割としては、(1)端損失プラズマ流の制御、(2)ELM 様高熱流負荷の生成、等がある。本研究の目的は、核融合炉で大きな課題となっている ELM 時のダイバータ板への高熱負荷の緩和、熱流制御を目指し、ガンマ10 ミラー装置において、ECH のパワー変調を行うこ



図3 製作したクランピング・リング（上）、アライメント・リング（下）。

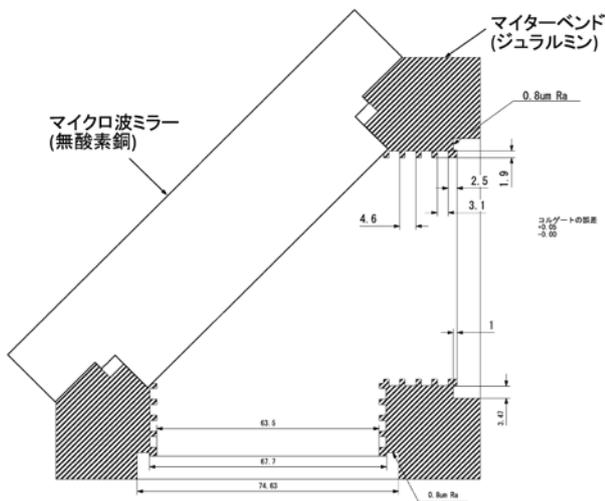


図4 マイターバンドの断面図。

とにより、ELM 状の端損失を発生させ、その間欠的な熱流を ELM によるものと模擬することで、ダイバータ模擬プラズマの、ELM 様高熱流負荷による動的応答のデータを取得することを目的とする、これまでに、既存の0.5 MW 大電力ジャイロトロン のECHシステムを使用したパワー変調入射実験を実施し、0.05 MJ/m²を超えるエネルギー密度を達

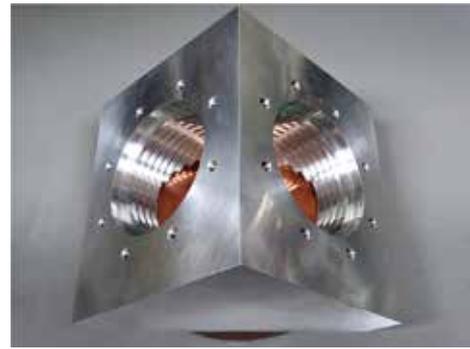


図5 製作したマイターバンド、マイターバンド用マイクロ波ミラー。

プラグ部M2ミラー 方程式

$$z = 15 + L(x - 110) + P - \sqrt{D}$$

$$D = My^2 + N(x - 110)^2 + O(x - 110) + P^2$$

$$0 \leq x \leq 220, -90 \leq y \leq 90$$

L = -0.066
M = -0.2
N = -0.4
O = 12
P = 145

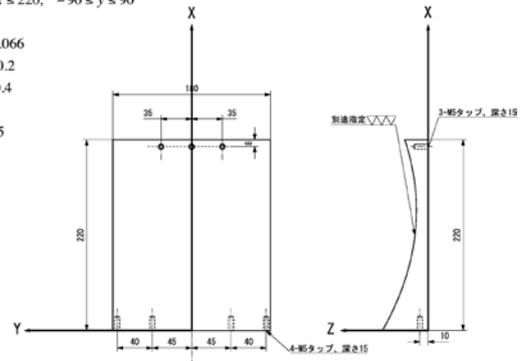


図6 新型ミラー・アンテナM2の断面図。

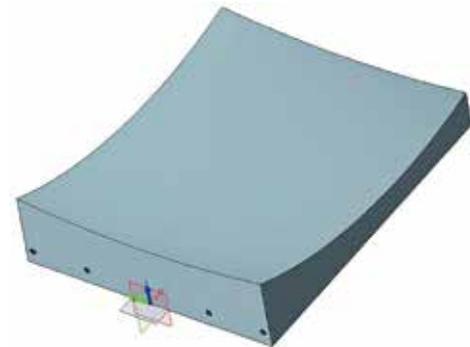


図7 新型ミラー・アンテナM2の三次元イメージ図。

成した（既存 ECH システムにおけるミラー・アンテナは、以前、工作部門において製作して頂いたものである）。また、ECH により生成される端損失高温電子は、ECH パワーに対しておおよそ線形に増大する事が明らかとなった。そこで今回、より高い端損失エネルギー密度を得るため、ECH マイクロ波ビームを細くし、中心におけるパワー密度を上げ



図8 ガンマ10プラグ部に適用した
新型ミラー・アンテナM2。

る新アンテナの設計、製作を行った。図8に、ガンマ10 プラグ部の ECH システムのため新規に製作したミラー・アンテナ (M2) を示す。

4. 大電力マイクロ波伝送実験による性能試験と プラズマ実験への適用

筑波大学プラズマ研究センターでは、九州大学との共同研究として、28 GHz, 0.4 MW, 連続発振のジャイロトロンを新たに開発し、加熱実験を行う計画を進めている。その事前検証実験として、筑波大学用に開発された28 GHz, 1 MW ジャイロトロンを九州大学球状トカマク装置 QUEST に持ち込み、プラズマ加熱実験を行う計画に基づき、その事前実験を行った。実際にジャイロトロンに伝送系を取り付けた際に、プラズマ中に入射するのに必要な出力・パルス幅・効率を得る事が出来るかどうか、実験による検討を行った。その際、製作されたマイターバンド等の伝送系を用いて、MW ジャイロトロンの長パルス発振試験を実施した。プラズマ加熱実験で要求されている出力とパルス幅は、0.4 MW, 1秒である。その結果、伝送されたマイクロ波時において、製作されたコンポーネントを用いて性能試験を実施した。

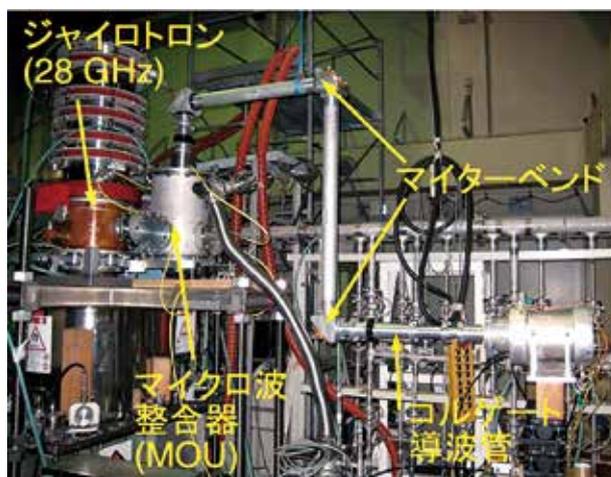


図9 筑波大学における大電力マイクロ波長パルス伝送実験配位。

図9に、筑波大学で行ったマイクロ波伝送実験配位を示す。

その結果、0.45 MW, 1秒の大電力マイクロ波の伝送が、コンポーネント内で放電せずに達成し、また、伝送損失を考慮しても、0.4 MW 以上のマイクロ波パワーをプラズマ中に入射できることが確認された。以上により、製作された伝送系コンポーネントは、必要な性能を十分に満たし、問題無く製作されていることが分かった。

また、新型ミラー・ミラーアンテナ M2を、ガンマ10 プラグ部の ECH システムに適用し、ECH パワー (P_{P-ECH}) 変調実験を実施した。その結果、 $P_{P-ECH} = 0.45$ MW, 3 ms のプラグ部 ECH 入射で、 30 MW/m²を超える高熱流束が得られた。新型ミラーの適用により、既存システムの2倍程度の電子熱流束の増大が確認され、パワー密度局所化効果を確認する事が出来た。これにより、1パルス当たり
に得られたエネルギー密度は、0.09 MJ/m²程度と見積もる事が出来る。ITER の Type I ELM のエネルギー密度は、0.2 - 2 MJ/m²と想定されており、それと比較すると数倍程度低い
が、軸上に局所化した

入射パワーの増大に伴い、エネルギー密度が、飽和することなくおおよそ線形に増大することが明らかとなった。以上により、製作された新型ミラー・アンテナは、必要な性能を十分に満たし、問題無く製作されていることが分かった。

5. おわりに

工作部門の皆様においては、今回、本報告で紹介した製作物品以外にも、ガンマ10 セントラル部用ミラーの、数回にわたる追加工の飛び込み依頼にも

迅速丁寧に対応して頂いた。また、製作が困難な製作物品についても、真摯に対応して頂いた。ここに、この場を借りて深謝の意を表す。

プラズマ研究センターは、これまで長年に亘って工作部門に大変お世話になっている。昨今の厳しい予算状況もあり、プラズマ研究センターからの製作依頼件数は、以前より減少傾向にあるかもしれないが、工作部門の皆様には、今後とも協力を賜りますようお願い申し上げます。

茨城県北芸術祭における メディアアート作品の制作・展示について

芸術系 村上 史明

旧美和中学校の屋上と日立駅の展望スペースに設置された《風景幻灯機》は、現実の美しい風景をベースにしなが、現実にはあり得ないことが起こり始める映像を楽しむことができる望遠鏡型の作品。映像は、県北地域の伝承を収録した8世紀の地誌『常陸国風土記』の「賀毗禮^{かひれ}の高峰」や「ダイダラボウ」の伝説をもとにしている。この現実と幻想が混じり合う新しいアートの体験は、神話の出来事がもしかしたら本当にこの地で起こったのかもしれないと感じさせてくれるものとなった。また旧美和中の教室内に設置された《Fly Me to the Earth》は、天井から吊られた飛行機型のオブジェで、中を覗くと飛行機から見える風景がアニメーション映像として広がっている。飛行機の向きを上下左右に動かすことでパノラマ映像が変化し、鑑賞者はヴァーチャルな世界をめぐることができた。雲の合間からは、常陸大宮市の風景が垣間見えた。

On the rooftop of the former Miwa Junior High School, and at the observation deck in Hitachi Station, Fumiaki Murakami installed a Magic Scenery Lantern. Peering into these telescope-like artworks, viewers saw images that, though built upon on the actual beautiful scenery, gradually began to move and show impossible things happening. The videos are based on legends recorded in the Hitachi no Kuni Fudoki - an ancient 8th-century manuscript that documents Kenpoku folklore - like "The Lofty Peak of Mt. Kabire" and the giant "Daidarabo." This new artistic experience merged reality and fantasy,

and invited viewers to wonder whether the legendary events could have actually happened in this land.

Murakami also installed his Fly Me to the Earth inside a classroom in the same school. This was an airplane-shaped object that hung from the ceiling, through which visitors could see an animation showing the view from the airplane. When the plane was turned up, down, right or left, the panoramic image shifted in keeping with the motion, allowing the viewer to explore the virtual world at will. Through the clouds, one could glimpse the city of Hitachiomiya down below.

作品内で上映されるアニメーションでは、西暦721年に編纂された常陸国風土記を基にしている。

東方にある大きな山を、カビレの高峰という。ここには「タチハヤノヒヲノミコト」という神がおいでになる。この神の祟りはとても厳しくて、もし向かって大小便をするような人があれば、たちまちその人に災いをお下しになり、病気にさせてしまうのである。近くに住んでいる人々は、いつでもひどく苦しみ悩んでいたが、とうとう朝廷にそのありさまを申し上げ、祟りを払ってくれるようお願いした。そこで朝廷は片岡の大連を派遣して、敬い祭らせて、祈願をして言った。「今、あなたのおいでになるこの地は、近くに百姓の家があって、朝夕にきたなく汚らわしい所です。当然ながらあなたのおいでになるような所ではございません。ど

うかここを避けて、高い山の清浄な所にお移り下さいますよう」と申し上げた。そこで神は、この願いごとをお聞き入れになって、とうとうカビレの峰にお登りになられた。およそこの地を飛び交うどんな鳥も、この峰を避けて飛び、峰の上を通るものは一羽もない。昔からそうであって、今なおかわらない。

常陸国風土記（西暦721年、養老5年）
現代語訳引用：常陸国風土記 全訳注、秋本吉徳、講談社学術文庫

2016年に開催された茨城県北芸術祭では、県北地域を中心に100以上の作品が展示され、65日間にわたって75万人以上の来訪者があった。著者の

作品は日立市 JR 日立駅の構内と常陸大宮市旧美和中学校の教室と屋上の計3カ所に設置された。鑑賞者が作品に触れることで体験が出来、また、耐候性が求められる屋外での展示であったので、構造的な仕様は十分に吟味される必要があった。金属加工については、研究基盤総合センター工作部門にご依頼させていただいた。図面の作成や構造的な理解については初心者であったが、丁寧なご指導をいただき完成させることができた。結果として、期間中に動作不良を起こすこともなく、台風などの天候の変化においても十分な動作を行うことができた。



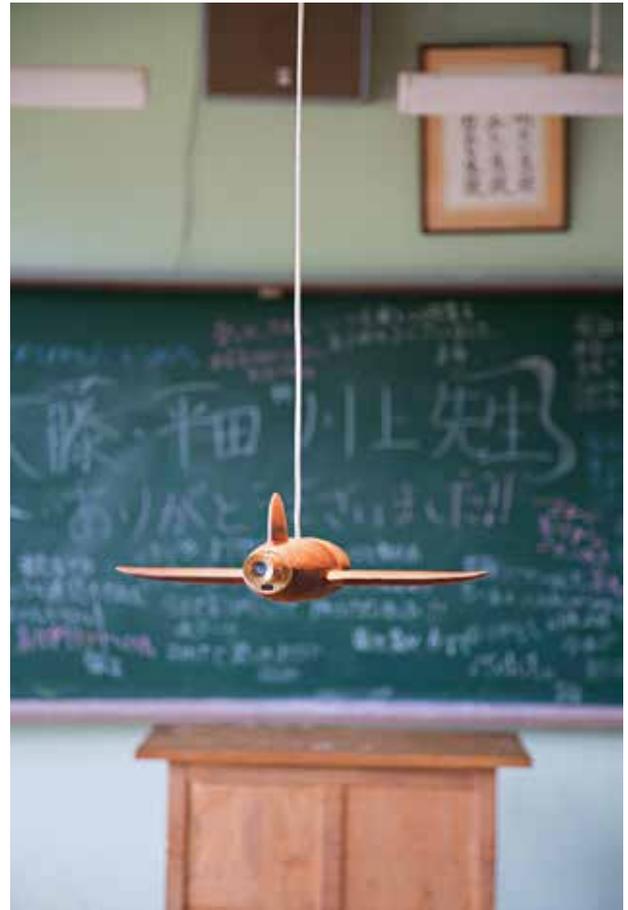
作品名：《風景幻灯機》Landscape Magic Lantern

制作年：2016

素 材：FRP、ステンレス、ジュラルミン、木材、コンクリート、液晶ディスプレイ、マイクロプロセッサ、石英ガラス、スイッチング電源、ロボットケーブル
FRP, stainless steel, duralumin, wood, concrete, liquid crystal display, microprocessor, quartz glass, switching power supply, robot cable

サイズ：155×75×140cm

映 像：ループ



作品名：《Fly Me to the Earth》 Fly Me to the Earth

制作年：2016

素 材：慣性計測装置、地磁気センサ、反射型液晶パネル、木材、真鍮、マイクロプロセッサ、石英ガラス、定荷重ばね、ロボットケーブル、スイッチング電源、ジェットファン

inertial measurement unit, geomagnetic sensor, reflective liquid crystal panel, wood, brass, microprocessor, quartz glass, constant load spring, switching power supply, robot cable, jet fan

サイズ：12×35×30cm、全天周映像

浮沈子を用いた水中エンターテインメントの新しい表現方法の研究

図書館情報メディア系 デジタルネイチャー研究室 小池 栄美、落合 陽一

はじめに

近年のヒューマンコンピュータインタラクション (HCI) やコンピュータグラフィクス (CG) の研究分野では、コンピュータの画面の中でシミュレーションしたものを、画面の外でどうやってその通りの性質を与えるか、どうやってその通りに物理的に動かすかの研究が多く見られる。その中でもコンピュータ上でデザインしたものを、デジタルファブリケーション技術 (3D プリントやレーザーカッターなど) を用いて出力する研究や、空間伝達力を用いて物体を空中浮遊させて動かすような研究がある。

私の卒業研究ではデジタルファブリケーション技術と空間伝達力による浮遊、これら両方を組み合わせて、コンピュータを使って水中でモノを動かす研究をした。

水中でモノを動かすにあたって、パスカルの原理を証明するのによく使われる浮沈子の構造に着目した。浮沈子の内部は空洞と水の出入りできる穴があ

る。はじめは、浮沈子にかかる浮力が重力よりも大きいため容器の上部に浮いているが、水圧をかけることにより穴から浮沈子の内部に水が入り込み、浮力が小さくなる。浮力が重力より小さくなると浮沈子は容器の底にむかって沈み始める。(図1)そこで、容器にかける圧力を連続的に調整することで、浮沈子は容器内で浮き沈みすることができる。

さて本研究ではこの浮沈子の構造と動く仕組みをヒントに、任意の形状のモデルの内部に浮沈子構造をつくるアルゴリズムを開発、さらに水圧の変化を用いて水中で浮沈子を動かす仕組みを実装した。

つまり本研究は、

- ・任意の3Dモデルの内部を浮沈子の構造にデザインして3Dプリントするファブリケーションの部分
- ・連続的にモータを動かすことで浮沈子を容器内で動かすアクチュエーションの部分

この2つの要素に分けることができる。

ファブリケーション

ファブリケーションの部分では、任意の3Dモデルを浮沈子にするアルゴリズムを開発した。ボクセルカービングという手法を用いて、浮沈子を満たすための条件式から、モデル内部の適切な位置に適切な量の空洞をつくる。(図2)ボクセルとは、任意のサイズの立方体のことを指す。ボクセルカービングは立方体の塊で3Dモデルを表し、ボクセル単位で空洞を物体の内部に作ることを指す。浮沈子を満たすための条件は①水をはった容器に入れたときに容器の上部に浮くこと(水よりも軽いこと)、

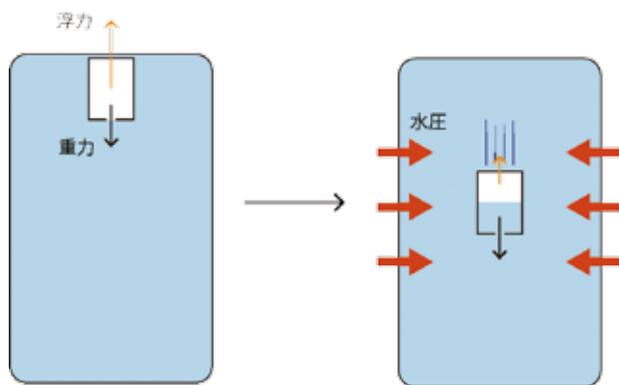


図1 浮沈子の動く仕組み

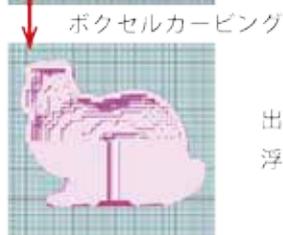
②物体の内部へ水の入る穴があること、③物体の内部へ水が入る前・入った後で、物体の向きがひっくり返ってしまったりしないこと。主にこの3つである。①は運動方程式を立てることにより、物体の内部に開けるべき空洞の量に関して、任意の物体の見た目の体積、水と3Dプリントのフィラメントの密度を用いた条件式をだすことができる。②③はボクセルの座標からモーメントを求め、モーメントの和が0に近づくようにすればよい。



入力：
浮沈子にしたい3Dモデル



入力のモデルのオフセットを
ボクセル化



ボクセルカービング

出力：
浮沈子になった3Dモデル



3Dプリンタによる出力結果

図2 ファブリケーションの流れ

浮沈子は熱造形式の3Dプリンタで出力した。素材はPLA樹脂とABS樹脂を用いた。水中で動かすことが前提にあるため、水に溶けるような素材を使用することはできない。使用する素材によって密度が異なるため、密度によって物体の内部に開ける空

洞の量が異なる。内部に空洞のある物体をそのまま3Dプリントするとサポート剤が内部に生成されてしまうため、現段階では、デザインした物体を2つ以上に切り分けて出力し、あとから軽めの接着剤で接着している。

アクチュエーション

アクチュエーションの部分では、浮沈子をコンピュータで制御するための装置をつくった。装置は水圧をかけるためのシリンジポンプと、浮沈子が動くガラスの水槽から成っている。シリンジポンプはコンピュータで制御できるよう、モータで動くようにしたものを自作した。筐体にはレーザーカッターで加工したアクリル板を用いた。ガラスの水槽部分の製作を工作部門に依頼した。(図3) 浮沈子が動くための装置の設計は、本研究で最も苦勞した部分のひとつだ。従来の浮沈子では炭酸飲料のペットボトルに手で水圧をかけるような仕組みで、本研究ではその部分すべてをコンピュータ制御で実現しなければならなかった。計算通りに浮沈子を動かすためには、水圧をかけても変形しない十分硬い容器で、水漏れのないようにする必要がある。水圧に耐えられるような容器は、工作部門と相談・思考錯誤の上、実現することができた。

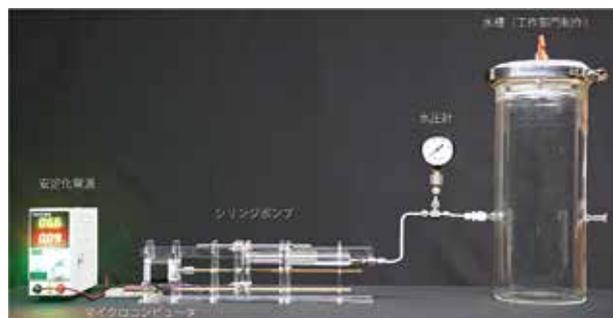


図3 浮沈子を制御するための装置
ガラス水槽の製作を工作部門に委託した。

また、浮沈子を容器の中央で留まらせるには連続的にちょうどいい具合の水圧をかけ続けることが必要だ。本研究では、それを実現するために Web カ

メラを用いて浮沈子の位置をフィードバックし、シリンジポンプを押す量のPID制御をした。(図4) トラッキングした値をコンピュータへ送る際の遅延により多少のブレはあるが、容器の中央で浮沈子を連続的に浮遊させることに成功した。



図4 浮沈子をPID制御している様子

アプリケーション

本研究の手法によって様々な形状の浮沈子を作ることが可能になった。図4や図5上段のように、人魚やドラゴンを水中で動かした。糸でつられているわけでも、本体にエンジンがついているわけでもなく、物体そのものが水中で動いているように見えるものは、水族館をはじめとしてテーマパークなどと相性がいいのではないかと考えている。私自身も、水族館で人魚が浮いていたらいいなあという思いからこのプロジェクトを始めた。

また、複数の浮沈子を水槽に入れる場合に空洞の量を変えることによって状況に応じた浮沈子を出現させることが可能だ。先に述べたようなたくさんの人々が見るような場だけでなく、個人の身近な生活に馴染むような応用例として、そういった選択性

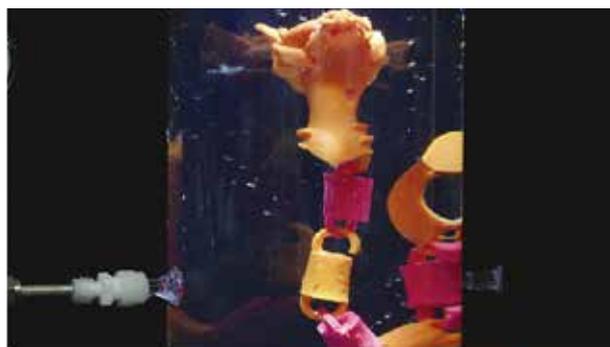


図5 応用例

から、情報提示装置としての応用例が考えている。図5下段がそのプロトタイプだ。

さいごに

本研究は昨年 SIGGRAPH Asia2016の Posters 部門に採択され、発表の場をいただきました。また、今年の2月中旬から3月中旬にかけて六本木ヒルズで開催された Media Ambition Tokyo で展示させていただき、たくさんの方々に触れていただきました。

卒業研究に留まらず対外的に発表・展示する機会があったこと、大変光栄に思っています。これも落合先生をはじめとするデジタルネイチャー研究室の皆のサポートや、それから、工作部門のご協力あつてのことと大変感謝いたします。

界面活性剤圧縮装置の製作

数理物質科学研究科 化学専攻 博士前期課程1年 山田 周平

私が所属する研究室では、水表面の界面活性剤の研究をしている。市販の装置（図1）の水槽に水を入れその表面に界面活性剤を浮かべ、その表面に沿って2つの仕切板（バリア）を動かすと、界面活性剤が圧縮され表面張力や分子構造などの物理的・化学的性質が変化する。この性質を分光学的な手法で研究しようとしたが、分光装置の大きさの関係から図1の装置を使用できず、小さな装置を導入する必要があった。そこで公開工作室を利用し、小型の界面活性剤圧縮装置（図2）を製作した。

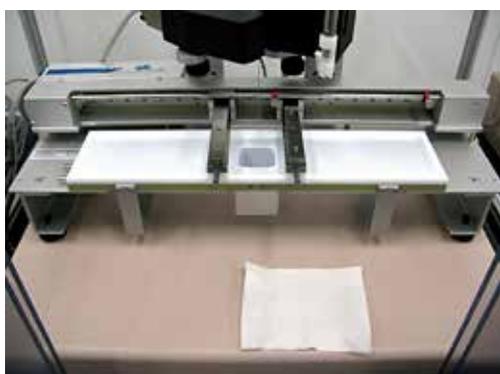


図1 界面活性剤研究用装置

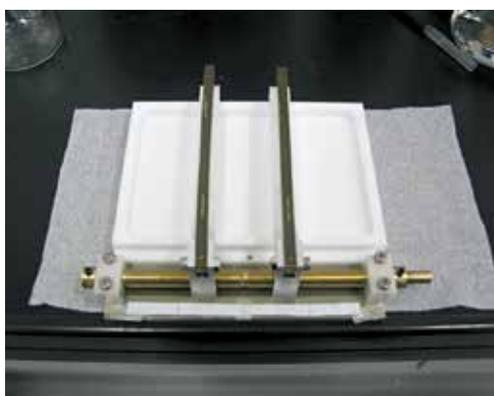


図2 製作した小型の界面活性剤圧縮装置

水槽とバリアには図1の装置と同じ樹脂を使用した。機構の簡略化のため、可動部は左右ねじにバリア固定用のバリアホルダーを取り付け、左右ねじの回転でバリア2つを同時に内側・外側へ動かせるようにした。電動ステージの上に乗せることを考慮し、可動部には主に軽いアルミ合金であるジュラルミンを使用し、加工に手間がかかる部品やバリアホルダーには重く加工しやすい真鍮を使用した。

製作した装置で、界面活性剤を圧縮した際の表面圧の変化を測定し、界面活性剤を圧縮できていることを確認した。今後この装置を利用し、分光学的な手法を用いて界面活性剤の分子構造の研究を進める予定である。

これまでフライス盤や旋盤を使用した経験はなかったが、工作部門の皆様のご指導の下、装置が完成に近づいていく様子を肌で感じ、手触りや加工のしやすさなど材料ごとの違いを実感しつつ、楽しく加工することができた。公開工作室では、自分の欲しいものを購入するより安く、さらに製作途中に浮かんだアイデアも反映させながら作ることができるため、研究を進める上で非常に役に立つ場所であると感じた。

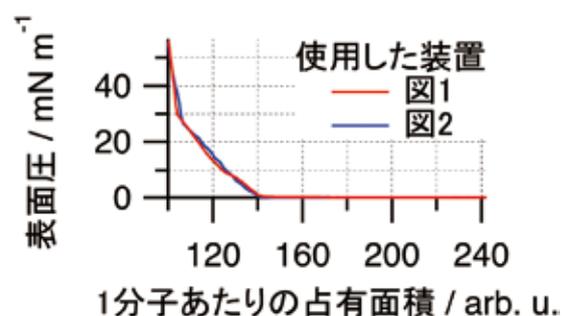


図3 界面活性剤圧縮時の表面圧の変化
(表面圧=純水との表面張力の差)

レーザー描画装置の製作

天文研究会 鈴木 淳貴、三村賢次郎

<プラネタリウム製作について>

筑波大学天文研究会では例年学園祭等において自作プラネタリウムの上映を実施している。その中心となるのが星を投影する投影機であるが、現在老朽化によって故障が多発している。このような背景から、昨年度より新たな投影機の開発を進めている。



現在設計を進めている投影機本体

<レンズ式投影機への挑戦>

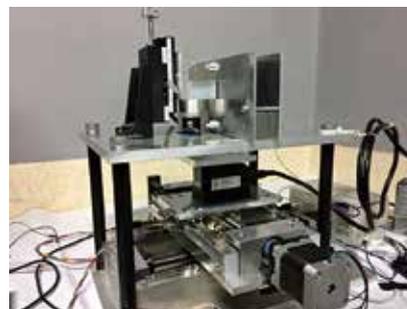
現在新たな投影機としてレンズ式投影機を開発に取り組んでいる。この投影機は、遮光性の膜に星に相当する透明な穴が開いた恒星原板を光源とレンズを用いて拡大投影するものである。レンズを用いて投影するため、星像が非常に美しく、投影できる星の数も従来の100倍程度に増やすことが可能であるが、5センチほどの金属に1~100 μ mの様々な大きさの穴が約10万個空いた、恒星原板が必要となるため製作難易度が高いことで有名である。

我々は恒星原板の素材として半導体製造の分野で用いられるフォトマスクを応用することを考えている。しかしながら、フォトマスクは企業に発注する場合非常に高価であるため、自分たちの手で製作することに挑戦している。フォトマスクを製作するには、レーザー描画装置と呼ばれる機器が必要となる

ため、まずはこの装置の開発に取り組んでいる。

<レーザー描画装置の製作>

企業が製造するフォトマスクとプラネタリウムに用いる恒星原板では重視される点が大きく異なる。前者では、描画パターン of 正確性が重視される。半導体製品は正確に製造しないと、製品として正しく動作しない為である。これを実現するには非常に高価で高精度な描画装置が必要になる。一方で、プラネタリウムの場合は原板上のパターンが多少ずれても投影自体は可能であるため、穴の大きさ、すなわちレーザーのフォーカシング機能が最も重要であると考えられる。さらに、この方法を工夫することでより簡単に実現することができる。



組み立てを終えた装置

限られた予算の中で実現するためには、中古機材と自作部品の使用が必要不可欠であった。そこで、公開工作室を利用させていただき、XY軸の天板、軸受部品、レーザー変位計やエンコーダ、対物レンズなどの取付治具等の加工を行った。メンバー全員工作機械の使用経験がほとんどないという状況であったが、工作部門の皆様のご丁寧な指導のもと、精度よく、安全に目的の加工を行うことができた。現在は組み立てと動作確認が完了しており、精度を確かめながら原板の試作を行っている。

アルミ溶接架台の製作及び、溶接条件の検討

工作部門 機械工作室 小川 祐生

概要

工作部門に加工・組立依頼のあった希釈冷凍機の、組立・調整用アルミニウム架台の製作を筆者の TIG 溶接技能向上を兼ねて行った。

キーワード：アルミニウム、TIG 溶接

1. はじめに

溶接をはじめとする接合技術は、自動車・船舶・航空・宇宙産業などあらゆる分野で用いられ、我々の生活を支える必要不可欠な技術であり、我々工作部門でも様々な依頼を達成するうえで必須の技術でもある。

しかしながら、溶接法や材料の特性などは技術書やインターネットを用いれば探すことは可能であるのに対し、材料ごとの接合条件の選定は個々に蓄積された経験や技術により決定されることが多く、最初の条件設定に時間がかかることに問題を感じていた。

そこで、組立用架台を製作するに当たり確認した溶接条件をアルミ架台の設計構想と合わせて報告する。

2. アルミニウムの性状

材料としてアルミニウムを使用するに当たり、特徴の確認を行った。以下にその特徴を示す。

2.1 素材としての特徴

- (1) 軽量である
 - (2) 再生が容易である
 - (3) 低温特性に優れている
 - (4) 耐食性が良い
 - (5) 熱伝導性が良い
 - (6) 真空特性が良い（ガスの放出が小さい）
 - (7) 非磁性体である
- などの特性・特徴が挙げられる。

上記のような特性・特徴を生かし、車両・船舶・医療・LNG 貯蔵タンクなど様々な用途に使用されている。

2.2 溶接部材としての特徴

アルミニウムは一般的に接合性が良いとされている。

これは溶接、ろう付け、圧接が容易に行えるためだが、同時に問題も抱えている。

以下に問題とその対策を示す。

(1) 融点が低く（約 660 °C）、熱伝導性が良い

アルミ自体の比熱・溶融潜熱が大きく、熱伝導が良いため熱が逃げやすい。したがって局所的な加熱が難しく多量の熱を供給する必要がある。

結果材料全体の温度が上がり、溶け落ちやすく、溶融プールが広がりやすくなるため、トーチの送り速度を変える、パルスを使用するなどの対策を行う必要がある。

(2) 表面に頑固な酸化被膜 (Al_2O_3) を形成する

大気中に放置するだけで形成され、融点が約 2000°C と高い。

良い溶接を行うためには、これを事前に除去するか、TIG 溶接のクリーニング作用で除去する必要がある。

(3) 溶接割れ（変形）が発生しやすい

原因としてはアルミニウムの熱膨張係数、凝固収縮率が大きいことが挙げられる。

また、溶接条件（電流、溶接速度、溶加材）が適当か確認する必要がある。

(4) 溶接金属部にブローホールが発生しやすい

アルミニウム合金の溶接金属は水素を溶解する。これが凝固するとき溶解度が激減し、凝固が早

いために放出できなかった水素が残留する。これをブローホールと言ひ、強度の低下などを招く。

基本的には水素源を絶つことが対策となり、空気を巻き込まないようにすることなどが挙げられる。

3. アルミ架台の設計・製作

今回材質は先に決まっていたため、比較的手に入りやすく、フレームとして利用されることが多い A6063_等辺アングルを材料として選定した。

3.1 架台の設計

設計するうえで下記のことを考慮した。

- (1) 希釈冷凍機の取付位置
- (2) 希釈冷凍機の重量

これは取付フランジまでの高さが約 1150 mm あり、部品の合計重量が約 20 kg あるため、座屈やバランスを見る必要があるためである。

図 1 に設計した架台図面を示す。安定性のために脚を長くし、後転防止のために背部にアングルを溶接する。

また、以下に座屈荷重の計算値を示す。今回の架台では脚は動かないものと仮定し、直上より荷重をかけた場合の値を導出した。

使用材料：A6063_30 * 30 * t5 の各種数値を示す。

$$L = 1200 \text{ mm}$$

$$E = 68600 \text{ N/mm}^2$$

$$I = 22163.8 \text{ mm}^4$$

$$A = 275 \text{ mm}^2$$

l : アングル長さ

E : 縦弾性係数

I : 断面二次モーメント

A : 断面積

座屈荷重 [N]

$$Pk = \pi^2 (EI/L^2)$$

座屈応力 [N/mm]

$$\sigma k = \pi^2 \{E/(L/k^2)\}$$

L : 座屈長さ (l/n)

n : 定数_柱端 : 自由・固定 (0.25)

k : 断面二次半径 ($\sqrt{I/A}$)

計算結果

$$PK = 2.605 \times 10^3 \text{ N}$$

$$\sigma K = 9.474 \text{ N/mm}$$

つまり直上より荷重をかけた場合、1 本のアングルだけでも座屈は起きないと判断できる。

ただし、今回は溶接架台であり、溶接部の強度によっても変化するため、あくまでも参考値として考慮する。

3.2 予備実験

前項_2.2 でも述べた通り、アルミニウム溶接は難点が多い。

そのため実際の製品の製作に入る前に試験片による予備実験を実施し、適切な溶接条件を求めた。今回の溶接では、アルミニウム溶接で一般に使用される交流 TIG 溶接法を用いた。

使用した試験片は、製品材料となる A6063 と同じ溶加材を使用できる A5052 とした。

使用材料：A5052_100 mm * 20 mm * t5 mm

100 mm * 50 mm * t5 mm

また今回の実験では周波数の変化による溶接ビードの違いについても確認した。

- (1) 溶接機は、Panasonic 製インバータ制御交流 / 直流 TIG 溶接機 “WX-300” を使用した。
- (2) 電極棒は、消耗の少ない純タングステン電極_ $\phi 3.2 \text{ mm}$ を使用した。
- (3) 溶加材 (溶接棒) は、製品材料 (A6063) と実験材料 (A5052) との整合性から、A5356-BY を使用した。

実験の結果とビード外観を表 1、並びに表 2 に示す。

表 1 は、下記の条件下での周波数ごとの外観を並べたものである。最も溶け込みが浅くなっている周波数が 20Hz であると考えられ、同時に終端部が比較的きれいに終わっていることから、クレータ電流は適切かと考えられる。

表 2 は比較的溶け込みの浅かった周波数で、パルス電流値を変化させたときの外観である。パルスを使用しなかった結果も合わせて示す。比較すると、10 Hz、150 A で引いたときにビード、溶け込みが

良好に見える。

この実験を参考にパラメータを設定し、溶接作業を進めることとする。

表 1 実験結果_周波数によるビード外観

周波数 [Hz]	ビード外観
5	
10	
20	
40	
50	
100	

溶接条件

- 初期電流：10 A
- ベース電流：60 A
- パルス電流：125 A
- クレータ電流：10 A
- アルゴン流量：9 L/min

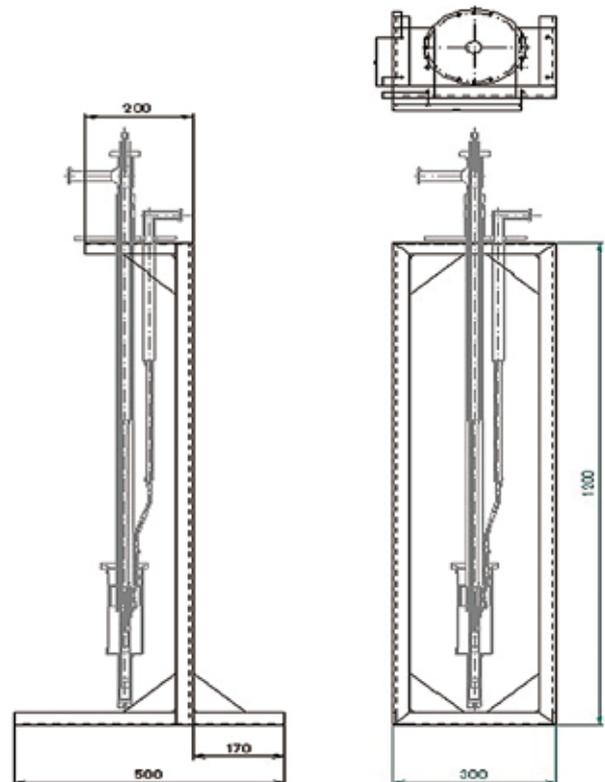


図 1 架台図面

表 2 実験結果_周波数とパルス電流の比較

	パルス未使用	10 Hz	20 Hz
パルス電流 100 A			
パルス電流 125 A			
パルス電流 150 A			

3.3 架台製作

(1) 機械加工

フレームを突合せて溶接するために、汎用フライスでアングルの先端を 45°角に切削を行った。

直角を正確に出すために、ワイヤー放電加工機で補強用プレートを製作した。

(2) 溶接作業

(ア)機械加工の終了した部品は、脱脂作業を行った。

特に溶接部分は、溶接を安定させるために念入りに処理を行った。

(イ)脚以外の仮付けを行う。

接合部分を直角クランプで挟み込み仮付けを行い、スコヤで確認し適宜修正をした。

(ウ)四角の形状を作り終えたら補強用プレートを四隅に仮付けする。

作業中動くことの無い様に、クランプでアングルと固定して仮付けを行った。

(エ)四角く仮付けしたフレームを本溶接する。

過熱を防ぐために、溶接場所を入れ替えながら作業を行う。

(オ)架台上下部の脚を溶接する。

直角クランプで挟めない場所は、耐熱煉瓦などの重しで固定しながら作業を行う。

完成した架台を写真に示す。筆者が全体重(55 kg)をかけてぶら下がったが架台は歪むこと

なく、倒れることはなかった。

4. まとめ

今回製作した架台は実際に組立に使用され、架台上でのろう付けや調整を行えるだけの安定性も保つことができた。架台としての役割は果たしているものと判断できる。

その一方で、歪みが発生し上下脚の平行が取れていないと感じる。これは写真2のように溶接部が密集していることから、様々な方向より熱が入ったことによるものと考えられる。溶接の順番を変更し、歪みを矯正できるよう工程を見直す必要がある。

今回の実験内容では、周波数の変化による性状の違いを確認したが、板厚などの初期条件が変われば当然結果も大きく変わってくる。

また、突合せ部は 45°角にカットし溶接を行ったが、他にも切欠き方は存在している。溶接難度・仕上がりの良さなど、他の溶接条件の確認も含めて再び実験の機会を持ちたいと考えている。

参考文献

- [1] 財団法人軽金属協会編、アルミニウムハンドブック (2009)
- [2] 内田豊春、アルミニウム合金製ヘリウム容器の製作、技術報告 No11 (1991) 58-60



写真1 架台外観図



写真2 補強板溶接外観図



低電力試験用導波管



球状ゲル作製用鑄型



マイターバンド



排熱システム用断熱支持部



熱電測定用液体セル



マイクロ波反射鏡



試料の真空封入



反応セル



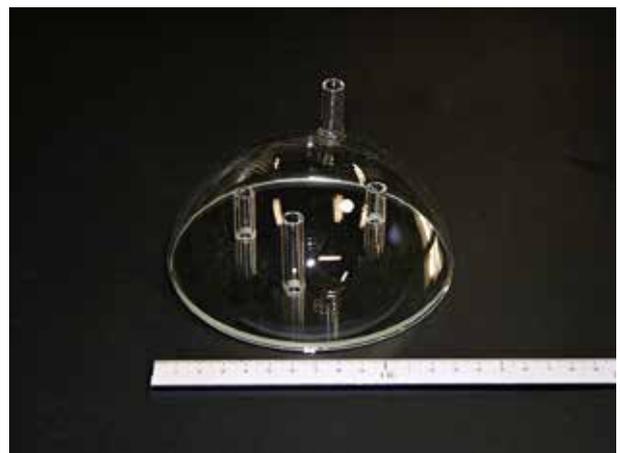
バツフル付容器と攪拌棒



石英ボート



二配管型4連式真空マニホールド(トラップ付)



芸術作品製作のためのガラス部品

利用の手引き

国立大学法人筑波大学研究基盤総合センター工作部門は学内共同教育研究施設の一つで、実験機器・装置の設計・製作やものづくりの相談、実習を通して本学の研究・教育の向上に寄与することを目的としている。

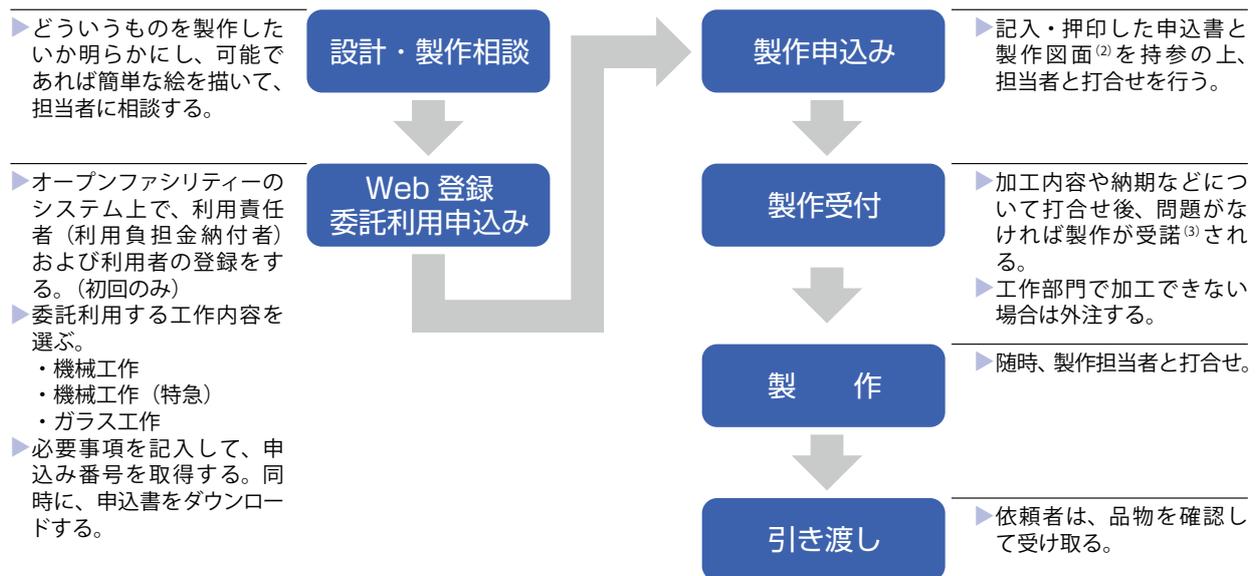
工作部門には、機械工作室、ガラス工作室、公開工作室がある。機械工作室では、汎用工作機械や数値制御（NC）工作機械による直線形状や曲線形状の機械加工、TIG溶接や銀ろう付などの溶接作業等を行っている。ガラス工作室では、手作業やガラス旋盤などによる加工や修理、精密切断機や卓上CNCフライス盤による切断作業や溝加工などを行っている。公開工作室では、利用資格を持った教職員、学生が自由に機械加工をすることができる。

また、利用方法には委託利用と共同利用がある。委託利用は、実験機器・装置の製作を工作部門に委託する利用方法である。共同利用は、オープンファシリティに登録されている機器（主に公開工作室の機器）を自身で操作して加工する利用方法である。

工作部門の円滑な活動を確保し、できるだけ多くの方が公平に利用できるよう、ご協力をお願いしたい。

委託利用

実験機器・装置の製作を工作部門に委託する利用方法である。委託する場合は、所定の手続きに従って工作依頼の申請を行う。まず、本学オープンファシリティのシステムから委託利用⁽¹⁾を申し込む。委託利用の流れを以下に示す。



(1) オープンファシリティの利用

オープンファシリティとは、国立大学法人筑波大学が保有する研究設備の有効利用を図ることにより、最先端の機器を容易に利用できるようにするシステムである。利用マニュアルは、研究基盤総合センターオープンファシリティ推進室のホームページにあり、以下のURLで参照できる。

<http://openfacility.sec.tsukuba.ac.jp/wp/riyou1/>

(2) 製作図面

工作部門ホームページ (<http://www.kou-c.tsukuba.ac.jp/>) の学内向けページに図面の描き方があり、参照できる。

(3) 委託利用のルール

利用者への公平性の確保、工作部門内にある機器の効率的運用の立場から、次のルールにより製作業務を実施する。

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

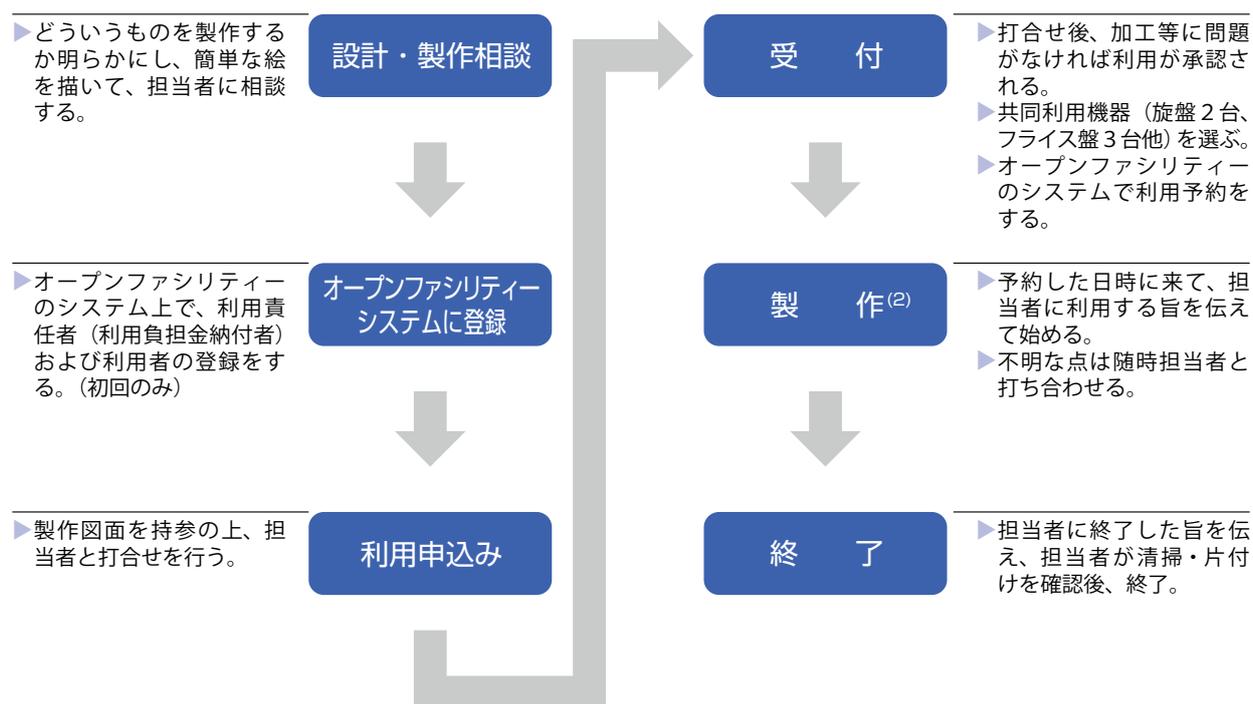
利用の手引き

※申込書の書式（黄色の部分にご記入下さい。）

申込番号	150401		受付日		受付番号	
所属部局名	○×	研究科系	△□	専攻領域、センター		
支払責任者	筑波 太郎	①	依頼者	工作 一郎		
工作名	センサ保持具		工作数	3個	支給品	なし
工作図、仕様を添付の上、提出願います。						
金額	加工費		作業者氏名			
	材料費		開始日	平成	年	月 日
	外注費		完了日	平成	年	月 日
	その他		製品引渡	平成	年	月 日
経費合計		受領者氏名	②			
備考						
依頼者連絡先						
TEL	1234		E-mail	X1234@YZ.tsukuba.ac.jp		
筑波大学研究基盤総合センター工作部門						

共同利用

共同利用は、オープンファシリティーに登録されている機器（主に公開工作室の機器）を自身で操作して加工する利用方法である。先ず、本学オープンファシリティーのシステムを利用してオープンファシリティー登録機器の利用を申請する。共同利用は、利用者資格登録⁽¹⁾をした教職員、学生が使用できる。その具体的な手順を以下に示す。



（1）利用者資格登録

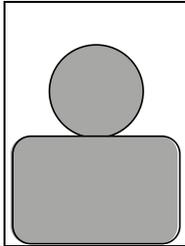
工作機械は不注意や操作ミスにより、利用者が大きな怪我を負うことがある。また、共同で利用する機器を破損して多くの利用者に迷惑を及ぼす。このため、共同利用機器の使用を希望する利用者は、安全に正しく使用することができるように、工作部門で実施する安全教育（半日）と操作実習（1日）を受講し、利用資格を得て登録する必要がある。

（2）利用上の注意

- ①利用者は、オープンファシリティーのシステム上で利用希望時間を予約する。なお、予約時間をキャンセルすることはできないので、工作部門担当者とよく相談する。
- ②機器の使用に当たっては、担当者の指示に従い、正しく操作するよう留意する。不明な点は、担当者に必ず問い合わせる。中途半端な使い方は、機器損傷や人身事故を引き起こす原因となる。
- ③作業終了後は、機器・工具及び周囲の清掃を十分に行う。切り屑は分別して廃棄する。
- ④共同利用に適応しない行為が認められた場合には、利用者資格登録を抹消する。

※利用資格登録申請書書式

平成 年 月 日



利用資格登録申請書（記入例）

申込承認 部局長名 茨城 次郎 茨
 (或いは指導教官)

申 込 者 所属部局名 ○×研究科△□専攻

職 名 博士前期 1 年 氏名 (フリガナ) きかい がらす 機械 硝子 機
 (学年)

所属研究室 茨城研 内線 1234 学籍番号 123456789

E-mail kikai5039@glass.tsukuba.ac.jp

研究基盤総合センター工作部門の共同利用機器を利用いたしたく申込みます。

但し

工作機械使用実績 : ○印が該当事項です。

(イ) 経 験 有り 無し

(ロ) 使用機械

旋 盤 フライス盤 ボール盤

(ハ) 経験作業

旋 盤 : 丸削 内面削 突切り ねじ切り ローレット

フライス盤 : 平削 ふち削 すり割 みぞ切り

ボール盤 : 穴あけ タップ立て リーマ作業

手仕上げ : けがき やすりがけ きさげ作業 板金

(ニ) 取扱い工具

旋盤用バイト : ハイス付刃 完成バイト 超硬バイト

フライス : エンドミル ドリル その他

(ホ) 経験年数

旋盤 : 年、 フライス盤 : 年、 ボール盤 : **1** 年

特記事項 :

※ 研究基盤総合センター工作部門記入欄

受 付 : 平成 年 月 日 安全講習 : 平成 年 月 日

実 習 : 平成 年 月 日

認 定 : 平成 年 月 日

・登録番号 : _____

最近 4 年間の利用状況

		平成 25 年度	平成 26 年度	平成 27 年度	平成 28 年度
[委託] 機械工作	件数 (件)	191 (27)	194 (33)	222 (19)	174 (25)
	時間 (h)	2595.6	3702.5	2709	2531.5
[委託] ガラス工作	件数 (件)	345	301	279	280
	時間 (h)	975	866	852.5	920
委託合計	件数 (件)	537	495	501	454
	時間 (h)	3570.6	4568	3561.5	3451.5
共同利用 (公開工作室)	件数 (件)	64	43	71	142
	時間 (h)	602.7	176	173	314

※括弧内は特急件数

■教育支援

科目名		期 間	内 容
機械工作	3学系共用工作室利用者講習会	5月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	春 a, b, 秋 b, c 学期	製図の講義・実習
	大学院共通授業 (機械工作序論と実習)	夏季集中講義	機械工作に関する講義と加工実習
	機械工作安全教育と実技講習会	通年随時	工作部門の公開工作室利用資格取得のための安全講習と加工実習
ガラス工作	基礎化学実験（化学類）	10月2回	ガラス細工実習実技指導
	ガラス工作実技講習会	通年随時	ガラス細工の基本作業

■見学会

見学者	見学者数	見学日
「機械設計 I」受講者	約 50 名	4月27日
磐城桜が丘高校	40名	5月26日

研究基盤総合センター工作部門運営委員会名簿

平成29年3月31日現在

職名	氏名	任期	備考
副センター長（工作部門） システム情報系 教授	◎河井 昌道	28.4.1～30.3.31	内線 5353
工作部門 システム情報系 准教授	堀 三計	28.4.1～30.3.31	内線 2528
数理物質系 教授	小島 隆彦	28.4.1～30.3.31	内線 4323
数理物質系 教授	木塚 徳志	28.4.1～30.3.31	内線 4993
数理物質系 准教授	池沢 道男	28.4.1～30.3.31	内線 5908
数理物質系 准教授	富田 成夫	28.4.1～30.3.31	内線 5337
システム情報系 教授	境 有紀	28.4.1～30.3.31	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
機械工作	技術専門職員	吉住 昭治	2527（2526）
	技術職員	小川 祐生	
	シニア職員	石川 健司	
	派遣職員	内田 豊春	
ガラス工作	技術専門職員	明都 茂	2523
		門脇 英樹	

編集後記

2017年1月16日 筑波大学の学生が主体となって完成された、超小型人工衛星「結（ゆい）2号」が、宇宙航空研究開発機構（JAXA）の協力を得て、国際宇宙ステーション（ISS）の日本実験棟「きぼう」から無事に放出され、正常に電波を発信していることが確認されて、成功を収めました。

3年前に電波の発信失敗に終わった「結（ゆい）1号」から、製作や設計に関わってきた工作部門としては、新聞やネットでの学生の歓びの言葉や表情を見ると、これまでの研究や教育に対する貢献に歓びを感じる次第です。

これからも利用者に、工作部門の研究、教育支援に喜んで頂けるよう、皆様からのご意見ご要望などをお寄せ頂ければ幸いです。

今回の「工作ニュース」の発刊に際し、執筆、編集に協力していただきました教職員や学生の皆様に心から御礼申し上げます。また、この「工作ニュース」の主要な記事は研究基盤総合センター工作部門のホームページにも掲載致しますので、併せてご覧下さい。

平成29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29年(2017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 029-853-2528

FAX 029-853-2525

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

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