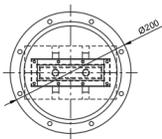




京都大学複合原子力科学研究所

製作工場



『製作工場の沿革』

複合原子力科学研究所の前身である原子炉実験所は、1963年に「原子炉による実験及びこれに関連する研究」を行うことを目的とし、京都大学の附置研究所として設置されました。以来、全国共同利用研究所として2基の原子炉施設(研究用原子炉KUR、臨界集合体実験装置KUCA)をはじめとする実験施設を利用した研究の場を全国大学等の研究者に提供するとともに、核エネルギー及び放射線の利用に関する研究教育活動を進めてきました。KURが設立された当初は、現在のような実験装置やそれらに必要な製品が少ないために製作する必要があり、製作工場が建設されました。現在に至っても、研究者や学生から製作依頼や設計相談などがあり、製作における専門知識の提供や技術面での研究支援として務めています。



『主な業務内容』

製作工場での主な業務内容としては、新規製品の設計・製作や汎用製品への追加工など、一般的な金属および樹脂材料を中心とした工作を広く手がけ、研究者の要求に迅速に対応しています。新しい装置開発時には、要求される性能を実現するために設計する段階で製作者の立場からコメントし、研究支援組織としての重要な役割を果たしています。また、ユーザーからの要望に応じた工作機械の使用方法の指導や、マシニングセンタを用いた製作、実験室やKUR炉室での現場加工作業なども行っています。

製作請負

・実験装置及び機材、現場作業用機材の設計製作。

利用者対応

・設計や製作についての相談。また、外注による製作依頼や部品、材料の購入手続きなど。

技術相談

・工作機械や作業員に対する教育やサポート

◆取扱い材料一覧

○金属材料

- ・アルミニウム(A5052)
- ・ステンレス(SUS304)
- ・銅
- ・真鍮 など

○非金属材料

- ・アクリル
- ・塩ビ
- ・ポリカーボネート
- ・テフロン
- ・ポリエチレン など

『製作工場の機械と加工』

■ 工作機械と加工

当製作工場では、主に汎用の工作機械を利用しています。その理由としては、

『緊急な要求にも迅速に対応できるように』

を心掛けています。

汎用の工作機械であるので、マシニングセンタやNC加工機ほどの精度は確保できないが、 $\pm 10\mu\text{m}$ までの精度の加工は可能です。

刃物に関しては、旋盤とフライス盤ともに同様で、アルミや銅、樹脂などの加工には高速度鋼(ハイスピードスチール)を使用し、ステンレスや鉄などの加工には超硬合金を使用しています。また、軽切削やO-リング溝の加工には、独自で研削した突っ切りバイトを使用しています。

一方で、マシニングセンタでは、数 μm の加工精度で、且つXYZ軸の同時稼働が可能なので、曲線や曲面、鏡面なもの(特殊な形状など)を製作できます。

製作工場では切削加工のみならず溶接も行っています。溶接は、アルゴンガスを用いたTIG溶接とアーク溶接を行っています。TIG溶接を用いた製品としては、ステンレス製のフランジとパイプを組み合わせた真空チェンバーやアルミ製の真空容器などを製作しています。なお、真空度に関しては高真空($10^{-3}\text{ Pa}\sim 10^{-7}\text{ Pa}$ 迄)にも耐える溶接を施した実績もあります。また、酸素とアセチレンを用いたガスバーナーを使用したはんだ付けやロウ付けにも対応しています。

なぜ、汎用機械を使用していますか？

実験時間の制限があり、制限時間以内に対応する必要があります。

プログラム作成や材料(ワーク)のセット、基準値設定など、加工に取り掛かるまでの工程が少ないです。

今のところ依頼者から求められる精度内では、早く対応ができます。

汎用機械(旋盤、フライス盤 など)

精度: $\pm 10\mu\text{m}$ 以上

“迅速に対応”するため、主に汎用機械を使用します。

マシニングセンタ

精度: $\pm 10\mu\text{m}$ 以下

高精度や特殊な加工の際に使用します。

工作機械	メーカー	仕様	台数
マシニングセンタ	MAZAK	BT40	1
小型旋盤	WASHINO	最大外形 $\Phi 200$	1
旋盤	MITSUBISHI	最大外形 $\Phi 400$	1
	Okuma	四つ爪チャック 最大外形 $\Phi 200$	1
	COLCHESTER	最大外形 $\Phi 220$	1
立型フライス盤	SHIZUOKA	NT50	1
メタルカッター	大同工業	丸棒、アングル、アルミフレーム等の切断	1
シャーリング	FUKUMITSU	板材の切断(アルミフレーム3t、ステンレス2t)	1
ローターバンドソー	コーソク	丸棒、アングル、アルミフレーム等の切断	1
コンターマシン	ワイエス工機	多種の材料の切断	1
直立ボール盤	吉田	穴加工、タッピング	1
卓上ボール盤	NAKANE	穴加工	1
	ASHINA	穴加工	2
アーク溶接機	National	鉄材の溶接	1
TIG溶接機	Panasonic	アルミニウム、ステンレスの接合	1

旋盤



材料を掴むためのチャック部(治具)は、外形がΦ220程度の部材まで使用可能です。主に真空機器に取り付ける溶接フランジやパイプ、丸型のサンプルホルダーなどを製作しています。

フライス盤



ブロック状の部品や板の側面仕上げに使用しているが、ドリルを用いた加工にも対応しています。材料の固定方法として、機械のテーブルや油圧バイスを用いるため、角材の加工に対しての汎用性に優れています。

ボール盤



ドリルを使用することにより、様々な形状の材料に穴を開けることができます。穴の種類としては、貫通穴や深さ指定の穴、ネジの頭部を沈み込ませるための穴などの加工が可能です。

使用するドリル径はΦ1～Φ12を使用し、大径の穴加工にはホールソーを使用します。また、タップをセットすることでネジ切り加工にも対応できます。

溶接



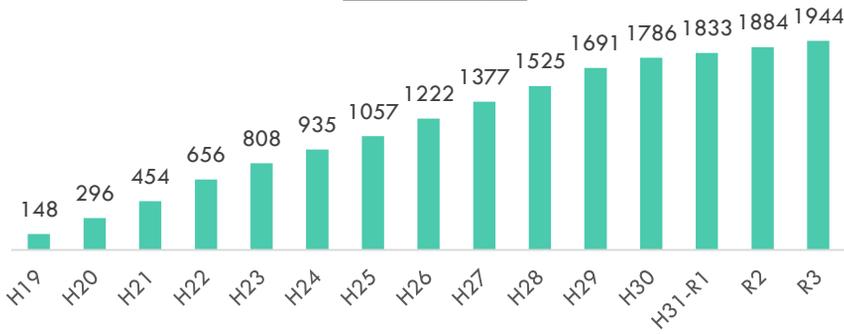
パイプとフランジの接合や板の接合に使用しています。この溶接機を用いて、主に真空容器や密封容器、液体を使用する実験装置を製作しています。

溶接材料としては、アルミニウムとステンレスを対象としています。

■これまでの製作実績

製作工場が設置された当初は、5名ほどのスタッフが在籍し、KUR炉室内に設置する大型実験装置や様々な研究分野の実験に必要な機材を設計製作してきました。当時は、現在のように実験研究に使えるような既製品はほとんどなく、何百件もの、ゼロから作り出す「0→1（ゼロイチ）製作」を行っていました。しかし、現在は製作依頼や設計相談はあるものの、年々依頼件数が減少し、スタッフ1名体制で運営を行っています。このような状況になった要因としては、既製品の多種多様化が進み、工場で製作しなくても既製品で事足りるようになったことが挙げられます。このような要因も含め、「製作依頼の内容」も変化してきています。前文にも記載した通り、「0→1（ゼロイチ）製作」はほとんど無くなり、「既製品の改造」や「既製品を組み合わせた製品」などの依頼内容が増えています。

依頼件数の積算



・ゼロイチ製作

既製品の多種多様化により…

- ・既存品の改造
- ・既製品の組み合わせ

■依頼品製作までの流れ

当研究所では、幅広い分野で業務の効率化を目的とした電子申請システム「KWFS（クフス）」が導入されています。例えば、KURの実験記録や照射記録、工事依頼書や事務関連の書類など、様々な用途で利用されています。製作工場では、工作依頼を電子申請化し、業務の効率化に取り組んでいます。

依頼申請（KWFS）

製作（内製 or 外注 or ハイブリッド）

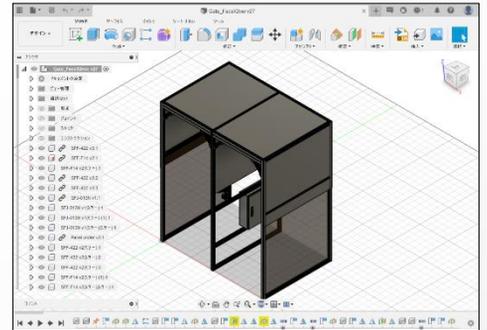
納品

KWFSを利用することにより、「年間総件数」や「年間依頼件数の変動」、「どの分野からの依頼が多いのか?」、「依頼内容の変化」など、様々な視点からのデータを分析できるようになりました。

■ 3DCADを用いた設計

製作工場では、製作依頼だけでなく設計依頼も請負っています。設計依頼では、依頼者から提出された図面を基に、依頼者の要望(仕様)を満たすよう設計を見直した図面の作成や設計から製作までを全て手掛けることもあります。

設計に使用しているプラットフォームは、「Autodesk Fusion 360」を用いています。メリットとしては、クラウドサービスを利用し、作成した図面(平面図や3Dモデルなど)を共有できる点が挙げられます。3Dモデルの共有は、今までの平面図では理解(イメージ)しづらかった部分も明確になり、依頼側と製作側との共通認識がしやすくなったことが大きな利点です。また、製作した案件のデータ(図面)管理ができることや外注する際にも外注先と図面を共有し、製作依頼をしやすくなったことも利点です。このようなことを踏まえ、製作工場では3DCADの利用を推奨しています。



■ 機械加工の指導教育

製作工場では、モノづくりに関して教職員や学生が求める作業に合った内容でマンツーマン指導による教育も行っています。教育を受講し、試行錯誤して造ったモノが様々な実験装置の一部になり研究に貢献することを実感する機会となっています。また、実験装置を取り扱うために必要な知識を身につけるための教育も行っています。

素材の原点に着目する思考

触れて実感する

新しい情報と創造力で技術の向上

材料を切って、
穴を開けたい！

ケガキ作業

材料の切断
(コンターマシン)

穴開け
(ボール盤)

材料にネジ穴を
切りたい！

ケガキ作業

穴開け
(ボール盤)

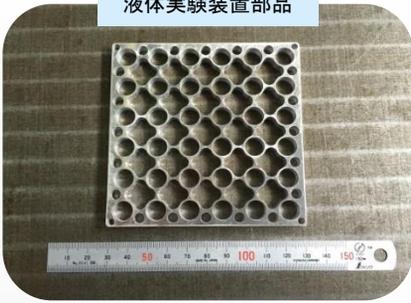
タップでネジ切り

パイプを必要な長さに
切りたい！

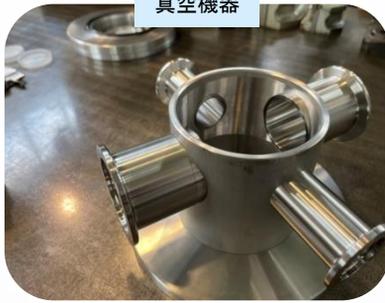
寸法を確認しながら切断
(メタルソー)

■ 加工事例

液体実験装置部品



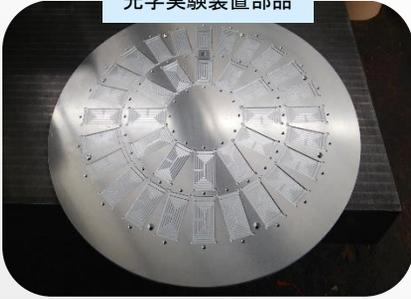
真空機器



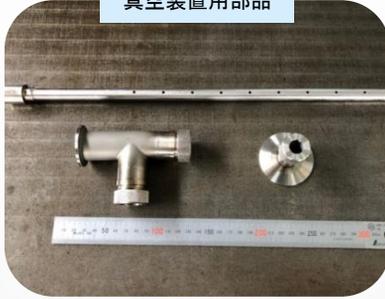
加速器部品



光学実験装置部品



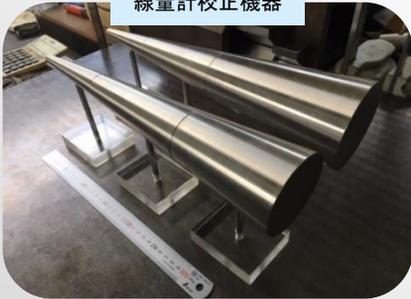
真空装置用部品



真空フランジ



線量計校正機器



サンプルホルダー



サンプルホルダー



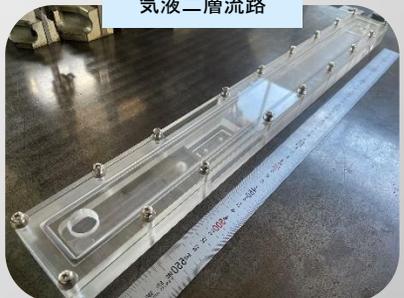
照射試料輸送機器



サンプルホルダー



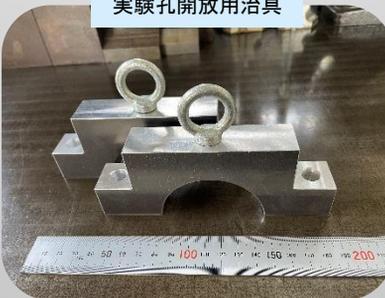
気液二層流路



液体金属流路



実験孔開放用治具



液体電極容器



『ユーザーボイス』

粒子線基礎物性研究部門 中性子応用光学
日野正裕 准教授

Q1.製作工場をどのような時に利用しますか？

小規模な実験機器用加工の依頼（特に汎用的な部品で対応しにくく急ぎの場合）をする時です。
既存の装置の部品改造（特に今までの工作品）。

Q2.工場があつてよかったと感じたこと

急ぎの対応にいつでも親切に対応してもらえること。相談できること。現場作業まで期待できることです。

Q3.今の製作工場に対して期待することはありますか？

技術力を上げつつ、時代に対応して維持して欲しいです。

Q4.「研究所における製作工場」として見たとき、将来的に求める在り方はなんですか？

技術力の強化。外注や3Dプリンター等の知見を踏まえて、その利用も踏まえたコンサルタント的な総合的な工作サポート。現場作業の協力です。



安全原子カシステム研究センター 熱エネルギーシステム
伊藤大介 助教

Q1.製作工場をどのような時に利用しますか？

私が実験的な研究をメインで行っていることもあり、新規に装置を製作したり、既存装置の改良を行うことが多々あります。その際に、装置の設計について相談したり、製作をお願いしています。

Q2.工場があつてよかったと感じたこと

研究室の近くに工場があることも踏まえ、すぐに相談ができ、且つ迅速に製作してもらえるとこ

Q3.今の製作工場に対して期待することはありますか？

新たに加工精度のよい工作機械の導入はしてほしいです。また、スタッフがいろいろな製作を経験し、さらなる加工精度の向上に期待します。

Q4.「研究所における製作工場」として見たとき、将来的に求める在り方はなんですか？

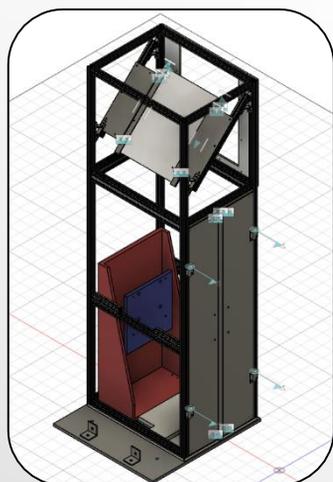
研究所で行われるすべての研究に対して、工場で作ったものが少しでも寄与しているようになるべきだと思います。



『研究支援』

安全原子炉システム研究センター・熱エネルギーシステム研究分野の研究支援業務を務めています。当研究分野では、中性子イメージングと熱流動研究を軸として研究活動を行っています。また、中性子イメージングを用いた熱流動研究は、ユニット活動の重要課題の一つでもあり、当研究所として積極的に進めていく必要があります。

業務内容としては、実験装置試験部の設計やアドバイス、製作に携わっており、これまでも数々の装置の製作をしてきました。また、当研究所のKURの装置のみならず、JAEAのJRR-3に設置している装置や周辺機器の設計製作にも取り組んでおり、それらは当研究所の教員や学生だけでなく、他大学や他機構の研究にも利用されているため、幅広い利用者貢献しています。



設計から設置まで



JRR-3に設置している中性子イメージング用撮像装置

『これからの製作工場』

2026年に研究用原子炉KURの停止が決定した。KURの停止後は、原子炉の廃止措置を進めるとともに、加速器を用いた中性子照射設備の整備や福井県で建設が計画されている新しい研究炉への技術協力などが計画されています。これらの計画に伴い、製作工場では、新しく設置される実験装置の試作やそれらに必要な部品などの製作を担う可能性があります。このようなことから、今まで以上の高度な加工技術や知識を身につけておく必要があります。また、研究支援要員として通常の工場業務より更に研究分野へ踏み込んだ業務に取り組み、スタッフの技術の向上に努めるとともに、これからの研究所の発展に貢献できる工場としたいと考えます。



KURNS

京都大学複合原子力科学研究所

〒590-0494 大阪府泉南郡熊取町朝代西2-1010

TEL:072-451-2611(直通)

MAIL:kanayama.masaya.8w@kyoto-u.ac.jp



<https://www.rri.kyoto-u.ac.jp/>