

宇宙科学研究所 工作室の取り組み

○加賀 亨^{A)}、中坪 俊一^{A)}

^{A)} 国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所

1. はじめに

国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構（JAXA）宇宙科学研究所には、大学の技術支援組織に相当する先端工作技術グループが設置されている。本グループは、学生実験や研究開発における試作を支える工作室として設計や機械加工、溶接、組立までを包括的に対応し多様な要求へ迅速かつ効率的に応える体制を整えている。

本報告では、当グループにおける工作室の機能に焦点を当て、製作事例と人員体制の現状について述べる。

2. 先端工作技術グループの構成

当グループは機械工作を主とする工作室とデバイス開発を行う宇宙ナノエレクトロニクスクリーンルーム（以下、宇宙ナノエレCR）の2つの分野で構成されている。

工作室は旋盤やフライス盤、ボール盤などの汎用工作機械に加え、5軸マシニングセンタや複合型NC旋盤、ワイヤ放電加工機といった数値制御工作機械を備えている。また、加工後の品質確認のため三次元測定機やマイクロスコープ、測定顕微鏡などの計測装置も設備されている（図1）。一方、宇宙ナノエレCRはシリコンエッチング装置やプラズマCVD装置、マスクレス露光機、電子線描画装置などを備えクラス1の清浄度を維持したクリーンルーム環境のもと、衛星搭載を目的としたMEMS応用デバイスや検出器の製作および微細加工技術の研究開発を推進している。

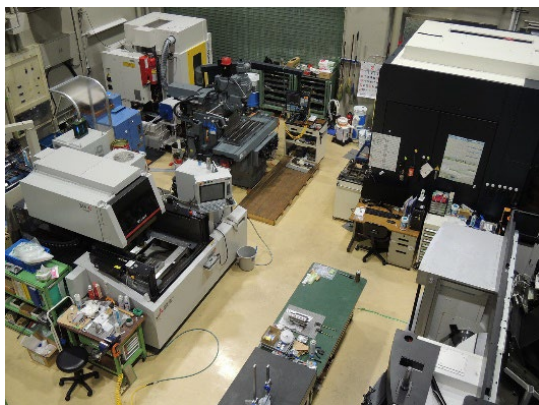


図1 1F工作室の様子

3. 業務と人員体制

本グループの工作室は、数値制御工作機械を中心に構成された1F工作室と、汎用工作機械を備える3F工作室の二つのフロアで運用されている。

1F工作室は、専門的な操作を要する工作機械であるため、機械に対しての担当者はある程度固定している。製作物はプロジェクト系の開発品や研究開発中の試作モデルなど複雑かつ高精度な加工に取り組み、機構内の研究開発チームに加わりながら詳細設計を担うこともある。

3F工作室は、学生や教員、職員が自ら手を動かし機械工作を行う場所として開放しており、加工方法の相談や機械操作のサポートを行っている。利用者は、Web上での講習会と工作室オリエンテーション（実技講習）を受講する必要がある。また、実際に作業する場合は、技術支援員が常時サポートを行い、安全性を確保している。

2026年2月時点の工作室に所属するスタッフと担当する業務を表1に示す。

表1 工作室スタッフの主な業務

配置場所	職名	人数（名）	担当業務
1F 工作室	常勤職員	1	製作調整
	出向者	3	設計製作
3F 工作室	常勤職員	1	加工相談
	出向者	1	設計製作
	技術支援員	1	利用者指導
エレショップ	技術支援員	1	物品管理

1Fと3F工作室の役割は、迅速性と加工内容に基づいて区分している。具体的には、製作期間の目安が3日以内の案件は3F、それ以上を要する案件は1Fが担当する。ただし、緊急性や加工の難易度、作業リソースによって柔軟に調整している。

また、基本的な担当範囲は前述の通りであるが、機器の稼働状況に応じて1Fと3Fの設備を横断的に活用し、効率的に製作業務を進めている。

次項では、製作業務の具体的な事例について述べる。

4. 滴下燃烧試験用可視化チャンバーの製作

当研究所の宇宙飛翔工学分野では、固体・液体ロケット燃焼の基礎から推進系要素試験まで幅広い研究が進められている。液体燃料の蒸発・燃焼速度、自発点火特性や冷炎の発生条件などを解明するため、多様な実験が実施されており、当工作室には年間を通じて燃焼実験に関連する製作依頼が寄せられている。今回の依頼は滴下燃焼試験中の燃焼現象を可視化するためのチャンバーの製作である。主要な要求事項を以下に挙げる。

- 燃料はヒドラジン（ N_2H_4 ）
- 酸化剤は四酸化二窒素（ N_2O_4 , NTO）
- 気密・耐圧試験による安全確認が必要
- 着火衝撃対策として二層構造とする

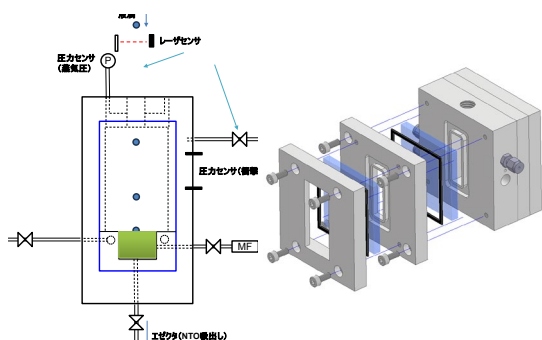


図 2 概略図と初期の設計案

図 2 に概略図と初期の設計図を示す。着火時の衝撃による破損や液漏れ対策は、従来の試験ではアクリル水槽への浸漬形態を用いていたが、今回は紫外域発光を用いた計測を行うため、大気中での試験を前提とし、防護壁を設けたうえでチャンバーは二層構造とした。

酸化剤の四酸化二窒素は入手性が低く高価であることと、実験中の取り扱いを考慮すると極力液量を少量とすることが望ましく、供給と排出ラインは細径チューブを選定する必要がある。また、窓に用いる石英ガラスは着火衝撃で破損する可能性があるため、安価な市販品を採用して交換性を確保した。これらの要件を優先した結果、給排液ポートから燃焼室迄の流路は 1/16(in)チューブの内径を貫通させる必要があり深穴加工が必要となった。

製作相談から完成までの流れを以下に示す。

- 7 月上旬 製作相談 1 次案の提示
- 9 月上旬 3D データ作成 (2 次案)
- 9 月中旬 設計変更及び材料発注 (3 次案)
- 10 月上旬 物品調達開始
- 10 月中旬 シール部材 (既製品) 調達不調
- 10 月下旬 シール部の設計変更&内作開始

11 月上旬 外注手配 (溶接作業)

12 月上旬 引き渡し

図 3 に製作したチャンバーを示す。

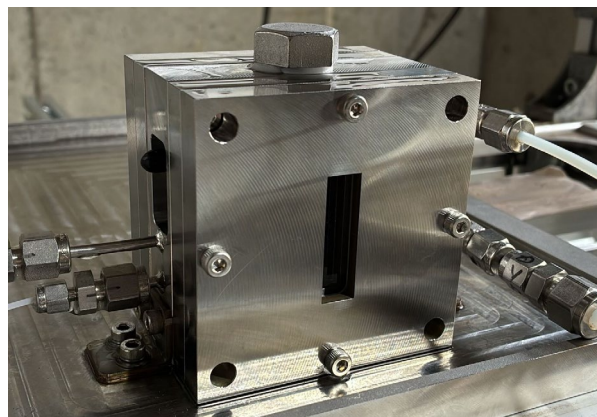


図 3 製作したチャンバー

製作を進めると 1/16 インチチューブの内径（ Φ 1.1 mm 深さ 35 mm）を貫通させる加工は、内作の機械加工では困難であることが判明した。製作期限への影響を考慮し、1/8 インチに変更する判断を行った。また、全体に適用するシール材は、設計完成後に既製品を手配すると納期が間に合わないことが明らかとなり、PTFE シートをレーザー加工で切り出し対応した。

5. 今後の課題

当グループの課題は、製作技術と人員体制の二つの側面に整理される。技術面では、外注との差別化と高額な工作機械の更新が挙げられる。JAXA 内で長期的に貢献できる技術領域を見極め、協力企業の支援を得つつどこまで内製化を進めるかを判断し、それに対応する設備や人材を整備する必要がある。しかし、これらは現時点で明確に区別できていない。さらに、工作機械の更新については費用確保の見通しが立たず、継続的な課題となっている。

人員体制に関する課題として、工作系 JAXA 職員の増員が挙げられる。現在は大学出向者 4 名に大きく依存しており、将来的な組織運営を見据えると JAXA 職員の拡充が不可欠である。増員の実現には当グループの活動成果を継続的に示し、上層部の理解と支援を得る必要がある。

一方で、大学を含む外部機関からの出向者受け入れは JAXA のものづくりを広く知ってもらう良い機会であり当グループにとっても新たな工作技術を学ぶ貴重な機会となっている。将来的には、技術者育成の場としての機能を強化し、多様な機関との連携をさらに拡大していくことを目指している。