

プロジェクトリーダー：愛知工業大学 工学部 渡邊泰秀教授

事業実績調書

(1) プロジェクト名	瀬戸から宇宙へ！～SETO Rocket Project～
(2) プロジェクトの成果（※そのような成果が得られたかについて具体的に記載）	<p>本プロジェクトは、愛知工業大学でロケットや衛星を製作する学生サークルASTRON（アストロン）が中心となり、瀬戸市でのロケット開発を行うことを見据えて活動している。</p> <p>【目的】</p> <ul style="list-style-type: none">・瀬戸市の小中学生に宇宙やロケットに興味を持ってもらいたい。・瀬戸市でのロケットの研究を盛んに行えるきっかけを作りたい。 <p>【目標】</p> <p>目標として以下の3つを設けた。①は2021年度に実施し、完了した。2022年度は②、③を目標とし取り組んだ。</p> <ol style="list-style-type: none">① 瀬戸市在住の小中学生向けのロケット打上体験会を実施する。② 瀬戸市で大型ロケットの打上実験を行う。③ 瀬戸市の企業と協力し、瀬戸焼の技術を生かしたロケットのエンジンノズルの開発を行う。 <p>【得られた成果】</p> <p>2つの目標に対する成果を以下に示す。</p> <ul style="list-style-type: none">・2種類の瀬戸物ノズルを製作し、ロケットエンジンの燃焼実験を実施した。その結果から、打上実験で使用するノズルを決定した。・打上場所を決定し、2回の打上機会の中で、打上実験を実施した。しかし、当日のトラブルにより予定した日程での打上を実施できなかった。
(3) プロジェクト実施内容（※事業の実施方法、時期、場所、回数、市民への周知方法、参加人員等を含め、その内容を具体的に記載）	<p>2022年度の実施内容について、主に2つの目標に対する実施内容を以下に示す。</p> <p>7月11日 ・全体ミーティング実施（オンライン） プロジェクトの全体スケジュール、ノズル・ロケットの製作状況等を確認した。 参加者：瀬戸市役所産業政策課様、ASTRON 計8名</p> <p>・瀬戸市の企業と協力し、瀬戸焼の技術を生かしたロケットのエンジンノズルの開発を行う。</p> <p>7月～9月末 ・瀬戸物ノズル製作 材料の性質、予算を考慮し、2種類の瀬戸物ノズルを製作した。 ノズルは合資会社マルワイ矢野製陶所様に製作して頂いた。</p> <p>10月～11月 ・ロケット発射台野運用リハーサル、打上実験当日の備品確認等 打上実験当日のスムーズな運営のため、製作したロケット発射台の運用リハーサルと備品確認を複数回実施した。 場所：愛知工業大学 参加者：ASTRON 計10名程度</p>

10月～11月 ・瀬戸物ノズルを使用した燃焼実験
打上実験で使用する瀬戸物ノズル、エンジンの性能確認と打上装置の運用のリハーサルを目的として、燃焼実験を実施した。実験では製作した2種類のノズルを使用した。実験結果から、打上実験で使用するノズルを決定した。
場所：愛知工業大学瀬戸実験場
参加者：大学コンソーシアムせと様、ASTRON 計13名

・瀬戸市で大型ロケットの打上実験を行う。

4月～11月 ・ロケット、エンジン、発射台の設計/製作
ASTRONで全長約1.5mのロケットとそのエンジンの設計/製作を行った。打上後の安全な回収を行うため、到達高度がおよそ70mとなるよう設計した。また、ロケットを打上げるため、高さ約4mの発射台も同時に製作した。

8月 5日 ・ハイブリッドロケット打上場所の使用に関するミーティング
打上候補地である瀬戸市西印所町の鉦山の使用にあたり、具体的な注意事項等を確認し、安全な打上が可能かどうかを検討した。また、鉦山内の地形を現地で確認し、ロケットの安全な回収を考え、打上射点を決定した。
場所：瀬戸市西印所町（鉦山）
参加者：愛知県県有林事務所様、瀬戸市役所産業政策課様、ASTRON 計9名

10月14日 ・打上場所の決定
打上場所として、瀬戸市西印所町（鉦山）を使用させて頂くことが決定した。

10月27日 ・打上許可の申請
瀬戸市西印所町の鉦山の使用にあたり、最終確認と使用許可申請を行った。
場所：愛知県県有林事務所
参加者：愛知県県有林事務所様、瀬戸市役所産業政策課様、ASTRON 計5名

11月27日、
12月 3日 ・打上実験の実施
2日間の打上機会を得て、打上実験を実施した。実験に際して、報道機関発表を行った。当日はロケット、打上装置のトラブルにより、予定した日程での打上を実施することができなかった。
場所：瀬戸市西印所町（鉦山）
参加者：愛知県県有林事務所様、合資会社マルワイ矢野製陶所様、瀬戸市役所産業政策課様、ASTRON 計30名程度

(4) プロジェクトの今後の課題と展望

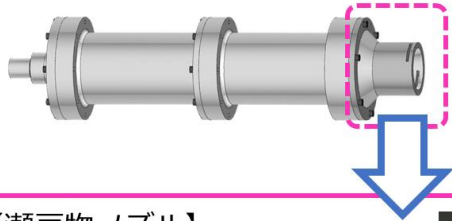
2022年度は、瀬戸市の企業と協力し、瀬戸焼の技術を生かしたロケットのエンジンノズルの開発に取り組んだ。さらにその瀬戸物ノズルを使用し、瀬戸市内でのロケット打上実験に取り組んだ。

今回のプロジェクトでは、決められた日程内での打上を行うことができなかったが、プロジェクトの進め方や入念な準備の重要さなど、多くのことを学ぶ貴重な機会となった。プロジェクトで得られた学びを今後の団体の活動の糧とし、次の世代にもつなげていきたい。

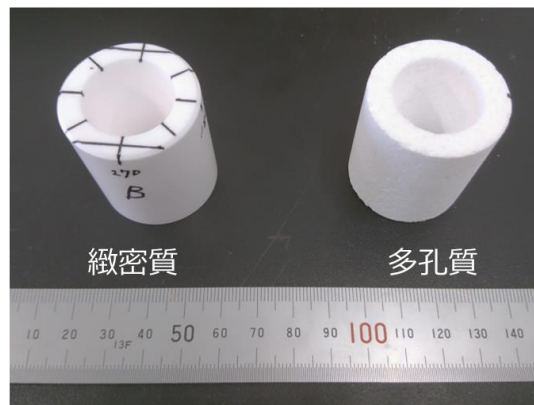
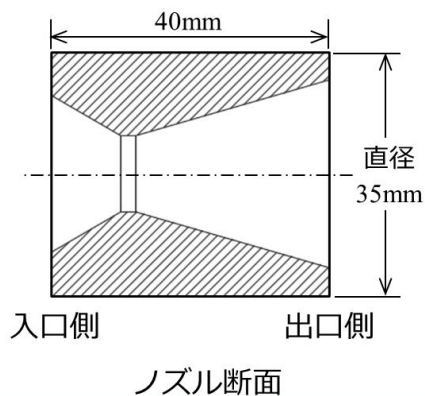
1. 瀬戸物ノズル

図1.1に製作したエンジンと瀬戸物ノズルの概要を示す。ノズルはアルミナ製であり、2種類（緻密質、多孔質）を製作した。ノズルはエンジンの末端に固定する。

【エンジン】



【瀬戸物ノズル】



製作した2種類のノズル

図 1.1 瀬戸物ノズル

2. 燃焼実験

2.1 燃焼実験の様子

- ・緻密質ノズルの燃焼実験 動画URL：<https://youtu.be/i0TgKndo78E>
- ・多孔質ノズルの燃焼実験 動画URL：<https://youtu.be/iU0jJHwt6d4>



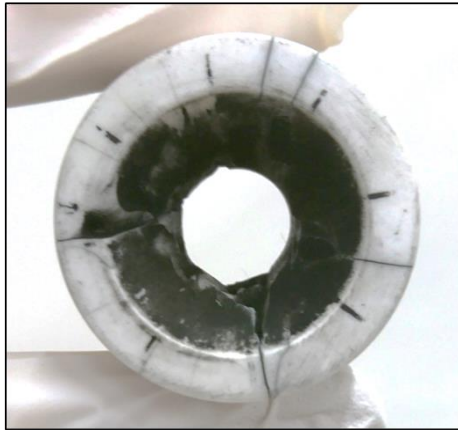
図 2.1 燃焼中の様子（緻密質ノズル）

2.2 燃焼実験後のノズル

ノズル入口側から見た燃焼実験後の各ノズルを図2.2に示す。緻密質はノズル内部、外部に亀裂や欠けが確認できる（一部の黒色の線は、位置決めのために記入した油性ペンによるもの）。また、エンジンからの取り出し後にノズルが大きく3つに割れていることを確認した（使用不可）。

多孔質はノズルスロート（直径が最も小さい部分）で最大0.25mm程度の直径拡大が確認されたが、その他の箇所では亀裂や欠けなどの損傷は確認されなかったため、打上に使用することとした。

緻密質



多孔質



図 2.2 燃焼実験後のノズル（ノズル入口側からの視点）

3. 打上実験の概要

3.1 ロケット・発射台

固体燃料と液体酸化剤を使用したハイブリッドロケットを使用する。ロケットはパラシュート、計測機器、エンジンの区画で構成される（図3.1参照，諸元は表3.1参照）。燃焼実験の結果からノズルは多孔質を使用することとした。

発射台は打上げるロケットに合わせ、高さ約4mのものを製作した。鉦山までの運搬を考慮し、現地で組立てられるものとした。図3.2にロケットが取付けられた状態の発射台を示す。

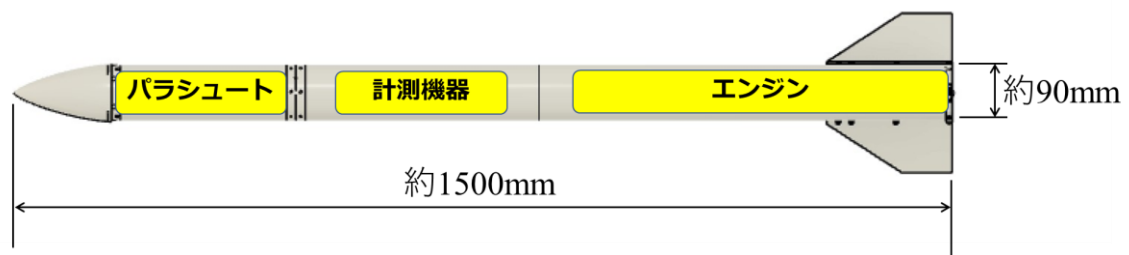


図 3.1 ロケットの構造

表 3.1 ロケットの諸元

全長	約1500mm
直径	約90mm
質量	約6kg
到達予測高度	約70m
推進剤	ABS樹脂（プラスチック）／亜酸化窒素
機体構成部品	アルミ材、複合材、プラスチック
回収方法	パラシュートによる減速降下
搭載物	パラシュート放出機構、加速度計、気圧計等

3.2 打上日程・当日スケジュール

打上実験の日程を以下に示す。以下のいずれかの日程で、打上を1回実施する予定であった。11月26日は雨によるぬかるみの可能性があったため延期とし、11月27日、12月3日の2日間で実施した。

・打上予定日：11月26日（土） ・予備日：11月27日（日）、12月3日（土）

打上実験当日の予定スケジュールを表3.2に示す。おおむね予定通りに進行することができたが、打上に臨んだ2日間共に、表3.2内の打上シーケンスで異なるトラブル（1回目：電気系統のトラブルで延期，2回目：酸化剤の枯渇による打上中止）が発生し，打上を断念した。

表3.2 当日スケジュール（予定）

開始予定	終了予定	作業内容
8:00		車（複数台）にて瀬戸市西印所鉦山入り・検温
8:00	10:00	発射台の組立・設置
10:00	11:30	打上支援機器等の組立点検作業、ロケット本体の打上前準備
11:30	12:00	昼食・休憩
12:00	14:00	発射台起立、打上前最終準備・点検
14:00	15:00	打上シーケンス、打上、機体回収
15:00	16:30	撤収作業
16:30		撤収完了（日没16:40頃）

3.3 当日の様子（図3.2参照）

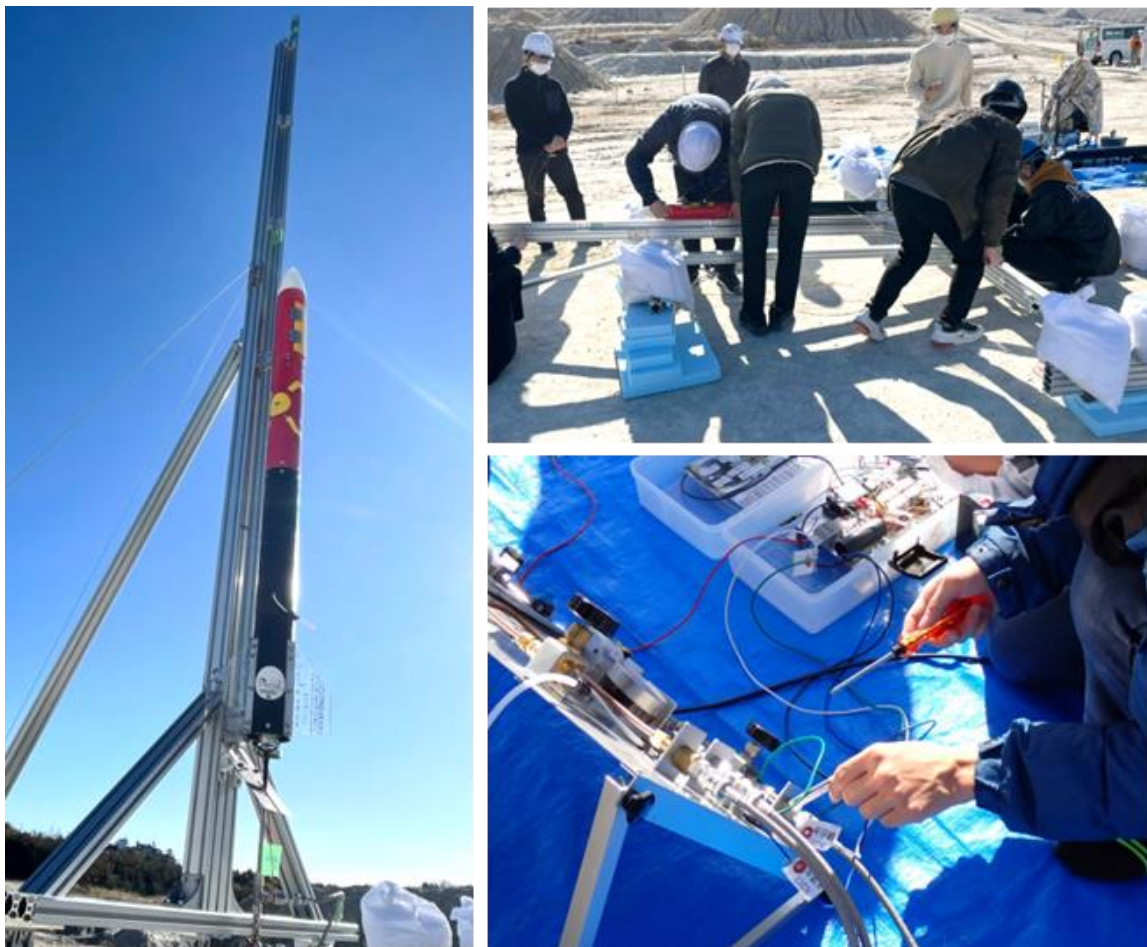


図3.2 当日の作業風景