

## 令和3年度宇宙輸送シンポジウム アブストラクト

## 【固体推進、ハイブリッドロケット1】

STCP-2021-001

膨張グラファイトを添加した低融点熱可塑性樹脂燃料の開発

○吉村 拓(千葉工大・院)藤原 克昭(千葉工大・院)木村 誠弥(千葉工大・院)和田 豊(千葉工大)加藤 信治(型善)堀 恵一(ISAS)

本研究では、ハイブリッドロケットの実用化にむけて、より高い燃料後退速度及び機械的特性を持った新たな燃料の開発を行っている。ゴム成分の物性改善及び熱伝導性向上のため、本研究では低融点熱可塑性樹脂燃料に膨張グラファイトを添加した。引張試験と燃焼実験を実施した結果、従来の燃料と比較して伸び率、燃料後退速度の改善が見られた。本講演では、膨張グラファイトの添加による機械物性及び性能改善のメカニズムについて報告する。

STCP-2021-002

固体ロケット推進薬のX線CT画像における3次元粒径分布・粒子配向解析

○寺地 亮博(関大・学)新田 大晴(関大・学)小森 陽晃(関大・学)岩崎 祥大(Yspace)山口 聡一郎(関大)

AP/HTPB系コンポジット推進薬のX線CT画像において粒子の粒径分布や粒子間隙を分析する手法について発表する。先行研究よりAP粒子が密充填した高濃度スラリーは粒子間隙の僅かな変化がスラリー全体のレオロジー特性を大きく左右することが分かっている。本研究では、スラリー内粒子の形状や分散を可視化し、粒径分布及び粒子間隙を幾何学的に解析することでスラリーの粘弾性や硬化後の機械特性等を物理的に分析することを目的とする。

STCP-2021-003

バイオ燃料を添加したハイブリッドロケット用WAX系固体燃料に関する研究

○西村 勇介(日大・院)高橋 晶世(日大)高橋 賢一(日大)

ハイブリッドロケットは安全性が高く低コスト化が期待できることから、小型ロケットとしての利用が待望されている。しかし、ハイブリッドロケットにはよく石油由来の燃料が用いられる。打ち上げが盛んになれば資源の枯渇と二酸化炭素の排出による環境への負荷が懸念される。本研究では、着火実験や燃焼実験より、生物由来で安価で手に入りやすいバイオ燃料を添加したときのWAX系固体燃料の着火特性や燃焼特性について調査した。

STCP-2021-004

低融点熱可塑性樹脂燃料を用いた小型観測ロケット用ハイブリッドロケットモータの開発

○渡辺 俊作(千葉工大・院)関 二千翔(千葉工大・学)木村 誠弥(千葉工大・院)和田 豊(千葉工大)加藤 信治(型善)堀 恵一(ISAS/JAXA)松井 孝典(千葉工大)

本研究では、成層圏微粒子採取用観測ロケットに用いるハイブリッドロケットモータの開発を行っている。これまでの推力5kN級の地上燃焼試験用モータをベースに成層圏到達に向け、推力を1.3倍増加させたモータを新たに設計し燃焼試験を実施した。また、高燃焼効率獲得のため、パッフルプレート上の穴の配置を変化させ燃焼効率の変化について検討した。本発表ではそれらの結果について報告する。

## 【固体推進、ハイブリッドロケット2】

STCP-2021-005

速度振動を受ける燃焼中のワックス燃料の火炎挙動と振動周波数に関する考察

○森田 貴和(東海大)阿部 宗生(日立パワー)楊 彦声(東海大・院)

低融点燃料は燃料後退速度が高いことから、ハイブリッドロケット用固体燃料として研究・開発が進められている。ワックス燃料はその代表的なものであり、燃焼表面上に比較的厚い液層を形成する。それらの燃料の燃焼中に速度振動が加わると、パルス状の燃焼や液化した燃料の突沸などの特徴的な振動燃焼が生じる場合がある。本研究ではその火炎挙動や振動周波数について考察を行った。

STCP-2021-006

A-SOFTハイブリッドロケット用LOX気化器の開発

○渡邊 琴巴(東海大・院)那賀川 一郎(東海大)

ハイブリッドロケットのデメリットであるO/Fシフトの問題を改善するために研究開発されている酸化剤流旋回強度可変型(A-SOFT)ハイブリッドロケットに使用する、メタンガスを用いた攪拌燃焼型LOX気化器の開発を行う。本研究では、作動実験を行い、開発するLOX気化器の構造の健全性を確認するとともに、気化性能の取得を行う。

STCP-2021-007

外ねじ式ハイブリッドロケットエンジンの開発及び打上報告

杉本 慶隆(神大・学)○吉野 啓太(神大・学)高野 敦(神大)喜多村 竜太(神大)欧 正葆(神大・学)我那覇 七海(神大・学)崎山 英努(神大・学)檜山 響太郎(神大・学)五十嵐 裕貴(神大・院)船見 祐揮(防衛大)植村 寧夫(神大)正井 卓馬(神大)

本研究室ではハイブリッドロケットと呼ばれるハイブリッドロケットエンジンに着目し、超小型衛星を安価で迅速に打ち上げるための超小型ロケットの開発・製作に取り組んでいる。2019年から2020年にかけてエンジンの破裂不具合に見舞われたが、対策を行ったエンジンを開発し、燃焼試験を行い健全性が確認できたため、打上試験を実施した。機体の回収はできなかったが、取得した高度データからエンジンの燃焼は正常に行われたと判断した。

STCP-2021-008

音速を超える超小型ハイブリッドロケットの抗力係数の推算

○遊 栗鈺(神大・学)中尾 仁(神大・学)高野 敦(神大)喜多村 竜太(神大)

超小型ハイブリッドロケットの抗力係数の推定と打ち上げ結果との比較について報告する。2021年9月19日に超小型ハイブリッドロケットの打ち上げを実施した。最高高度は10.1kmに到達し、打ち上げ直前のシミュレーションと良く一致した。しかし、そのシミュレーションで使用した抗力係数CDは亜音速の計算値に文献に掲載されていたMach-CDを乗じたものであり、CDのMach数依存性の妥当性に疑問があった。そこでDATCOMによるCDの推算を行い、今まで使用していたMach-CD特性と比較した。

### 【固体推進、ハイブリッドロケット3】

STCP-2021-009

ダイレクトインジェクション型ガスハイブリッドロケットの特性排気速度効率に関する検討

○池上 友隆(千葉工大・院)幡野 慎太郎(千葉工大・院)長尾 一輝(千葉工大・院)和田 豊(千葉工大)馬場 開一(日油)小田 達也(日油)長谷川 克也(ISAS/JAXA)堀 恵一(ISAS/JAXA)

本研究では固体燃料にGAP、酸化剤に亜酸化窒素(以下N<sub>2</sub>O)を使用し、1次燃焼室にN<sub>2</sub>Oをダイレクトに噴射するダイレクトインジェクション型ガスハイブリッドロケットの提案と実証実験を行った。その結果、 $\eta C^*$ は80%程度であることが得られた一方で、N<sub>2</sub>Oはブローダウンによる供給のため、正確な質量流量は不明であった。そこで新たに、酸化剤流量の高精度な測定手法を取り入れ、かつ燃焼ガスの混合を促進する技術を導入し $\eta C^*$ について再評価を行った。

STCP-2021-010

溶接式モーターケースの開発

○檜山 響太郎(神奈川大学・学)崎山 英努(神奈川大学・学)高野 敦(神大)喜多村 竜太(神大)欧 正葆(神奈川大学・学)我那覇 七海(神奈川大学・学)杉本 慶隆(神奈川大学・学)吉野 啓太(神奈川大学・学)五十嵐 裕貴(神奈川大学・院)船見 祐揮(防衛大)植村 寧夫(神大)正井 卓馬(神大)

本研究ではハイブリッドロケットと呼ばれるロケットエンジンに着目し、超小型衛星を安価で迅速に打ち上げるための超小型ロケットの開発・製作に取り組んでいる。今後の大型化のため、従来採用していた金属製モーターケースに大径のねじを加工しインジェクターやノズルハウジングを固定する方法では精度及び強度保証が困難となることや、大型化に伴い部品組付けが困難になる点を改善するため、フランジを薄肉の金属パイプに溶接する溶接式モーターケースの開発を行った。

STCP-2021-011

分離機構の信頼性試験

岡村 元太(神大・学)○渡邊 舜也(神大・学)高野 敦(神大)喜多村 竜太(神大)正井 卓馬(神大)植村 寧夫(神大)

近年、超小型人工衛星開発が活発に行われている。それらを安価かつ迅速に打ち上げるため、当研究室では超小型ハイブリッドロケットの開発に取り組んでいる。打ち上げ後、機体を損傷なく回収するためのパラシュートの展開、将来的なペイロードの放出を見据えて分離機構の開発が必要である。そこで、本研究ではセパレーションナットによる分離機構の高保持軸力化に取り組んだ。

STCP-2021-012

液体酸素が流れる固体燃料管列の燃え拡がり特性

○野中 響己(北大・院)津地 歩(北大・院)李 介維(北大・学)永田 晴紀(北大)脇田 督司(北大)

気体酸化剤を用いた端面燃焼式ハイブリッドロケットは従来の方式に比べて高い燃料後退速度、および優れた推力制御が実現可能であるが、打ち上げ用ロケットの推進システムには、重量の観点から液体酸化剤の使用が不可欠である。しかし、この方式における液体酸化剤を用いた研究例は未だ少ない。そのため、本研究では液体酸素を用いた場合の固体燃料管列の燃え拡がり特性を調査する。

### 【特別企画:宇宙輸送系におけるエアブリージングエンジンの新展開】

HIMICO&ATRIUM(1)

STCP-2021-013

ATRIUMエンジンの研究開発状況

○小林 弘明(JAXA)丸 祐介(JAXA)徳留 真一郎(JAXA)澤井 秀次郎(JAXA)正木 大作(JAXA)山城 龍馬(JAXA)八木下 剛(JAXA)加賀 亨(JAXA)高田 仁志(JAXA)角銅 洋実(JAXA)坂本 勇樹(JAXA)内海 政春(室工大)中田 大将(室工大)武田 洋一(岩手大)真子 弘泰(帝京大)杵淵 紀世志(名大)吹場 活佳(静大)Richardson Matthew(東大)佐藤 哲也(早稲田)

「再使用型宇宙輸送システムにおける大気アシスト飛行の実証研究」WGは、エアブリーザー技術を導入することで観測ロケットの高機能化とコンパクト化を両立させ、高頻度で低コストな宇宙科学観測を実現する「新観測ロケット」の提案活動を行っている。本講演では、新観測ロケットに搭載するATRIUMエンジンの開発状況を紹介する。

STCP-2021-014

大気アシスト型観測ロケットの打ち上げ軌道の多目的設計最適化

○森 穂高(東大・院)大山 聖(JAXA)小林 弘明(JAXA)丸 祐介(JAXA)山城 龍馬(JAXA)江口 光(室工大)坂本 勇樹(JAXA)角銅 洋実(JAXA)

大気アシスト型観測ロケットの飛行解析において、最大到達高度と水平飛行距離を目的関数、重力ターン時の迎角値の履歴を設計変数とする多目的設計最適化問題を解くことで、弾道飛行時の能力を検討した。その結果、最大到達高度と水平飛行距離のトレードオフ関係を明らかにした。また、設計変数空間の分布から、飛行距離への影響が大きいパラメータを明らかにした。

STCP-2021-015

ATRIUMエンジン用LOX/LH2ガスジェネレーターの表面温度分布

○藤浦 彰友(室工大・院)奈女良 実央(室工大・学)住吉 政哉(室工大・院)中田 大将(室工大)内海 政春(室工大)江口 光(室工大)近藤 奨一郎(名大・院)坂野 友哉(名大・院)福崎 俊哉(名大・院)杵淵 紀世志(名大)真子 弘泰(帝京大)坂本 勇樹(ISAS/JAXA)丸 祐介(ISAS/JAXA)小林 弘明(ISAS/JAXA)徳留 真一郎(ISAS/JAXA)八木下 剛(ISAS/JAXA)

宇宙科学研究所では大気アシスト再使用ロケットへの適用が検討されているATRIUMエンジンの開発を進めている。本発表ではATRIUMエンジン用ガスジェネレーターの単体燃焼試験においてサーモグラフィ2台と表面にスポット溶接した数点の熱電対から得られた表面温度分布の傾向について述べる。

STCP-2021-016

ATRIUMエンジン用LOX/LH2ガスジェネレーターの広域作動燃焼試験

○近藤 奨一郎(名大・院)坂野 友哉(名大・院)福崎 俊哉(名大・院)杵淵 紀世志(名大)藤浦 彰友(室工大・院)奈女良 実央(室工大・学)中田 大将(室工大)真子 弘泰(帝京大)坂本 勇樹(ISAS/JAXA)丸 祐介(ISAS/JAXA)小林 弘明(ISAS/JAXA)徳留 真一郎(ISAS/JAXA)

宇宙科学研究所は大学と共同でエアターボエンジンとロケットエンジンを複合したATRIUMエンジンの開発に着手している。大気を酸化剤として利用するATRIUMエンジンは圧縮機を有し、LOX/LH2のガスジェネレータ(GG)にてタービンを駆動するが、本GGには液・液での確実な燃焼、スロットリング運用といった技術課題がある。本発表では能代実験場にて実施したGG単体試験の結果について報告する。

【特別企画:宇宙輸送系におけるエアブリージングエンジンの新展開】

HIMICO& ATRIUM(2)

STCP-2021-017

GG-ATRエンジン用LOX/エタノールガスジェネレータのスロットリング燃焼試験

○住吉 政哉(室工大・院)奈女良 実央(室工大・学)藤浦 彰友(室工大・院)中田 大将(室工大)江口 光(室工大)内海 政春(室工大)

室蘭工業大学航空宇宙機システム研究センターでは、無人小型超音速機用推進器としてガスジェネレータ・サイクル・エアターボラムジェット(GG-ATR)エンジンの研究開発が進められている。本エンジンに搭載されるLOX/エタノールのガスジェネレータ(GG)にてタービン駆動ガスを生成する。本GGにおいては現在までにフルスロットル燃焼試験を実施しているが、スロットリング運用への技術課題がある。本発表では、GG単体燃焼試験の結果について報告する。

STCP-2021-018

ローブミキサによるヘリウム-空気流の混合に関する実験研究

○兼田 智章(静大・院)吹場 活佳(静大)中田 大将(室工大)丸 裕介(JAXA)

現在JAXAを中心に開発中のATRエンジンでは、ガスジェネレータ下流において水素リッチな燃焼ガスとファンから取り込んだ空気をミキサによって混合する。ミキサによって燃料を短い距離でムラなく混合できればエンジンの小型化や燃焼効率の向上につながるためミキサの評価は重要となる。本研究では、ヘリウムを使用してローブミキサによる気流の混ざり具合を評価する。高温空気流を使用した場合との比較を行う。

STCP-2021-019

極超音速統合制御実験機(HIMICO)用ラムジェットエンジンの迎角・横滑り角特性の実験的研究

○ 桑原 宥希(早大・学) 藤井 愛実(早大・院) 藤森 勇輝(早大・院) 干谷 祐輔(早大・院) 田中 凜太郎(早大・学) 佐藤 哲也(早大) 高橋 英美(JAXA) 田口 秀之(JAXA)

現在JAXAと大学の共同で、マッハ5クラスの極超音速旅客機計画の一環として、極超音速統合制御実験機(HIMICO)の研究が行われている。実飛行環境においては機体に様々な迎角・横滑り角が付与されるが、これがインテーク内の流れに影響を与え、インテークの挙動や性能に影響を与えることが知られている。本講演では、インテークに迎角や横滑り角をつけた際の、マッハ3.4気流下における風洞実験の結果を報告する。

STCP-2021-020

水素過濃燃焼モデルアフターバーナで生じる燃焼不安定性に与える主流空気と噴射水素の動圧比の影響

○ 吉原 光太郎(東大・院) 尾身 興一(東大・院) 伊藤 大貴(東大・院) 田口 秀之(JAXA) 中谷 辰爾(東大) 津江 光洋(東大)

水素過濃燃焼場である予冷ターボジェットエンジンアフターバーナモデル燃焼器において生じる熱音響振動に対して、主流空気と噴射水素の動圧比の与える影響を実験により調査する。燃料噴射孔径を変化させることで噴射圧を変えて燃焼試験を実施したところ480Hzを基本振動とする熱音響振動が確認された。その強度は動圧比の大きいケースでより大きくなり、近赤外発光による燃焼場可視化画像に対する解析からその違いを考察する。

### 【S-520-31号機ミッション】

STCP-2021-021

S-520-31号機によるデトネーションエンジンシステムの宇宙実験 — 設計・試験・運用の概要 —

○ 川崎 央(名大) 松山 行一(名大) 松岡 健(名大) 伊東山 登(名大) 渡部 広吾輝(名大) 後藤 啓介(名大) 石原 一輝(名大・院) プヤコフ バレンティン(名大・院) 野田 朋之(名大・院) 笠原 次郎(名大) 松尾 亜紀子(慶大) 船木 一幸(ISAS/JAXA) 中田 大将(室工大) 内海 政春(室工大) 羽生 宏人(ISAS/JAXA) 竹内 伸介(ISAS/JAXA) 荒川 聡(ISAS/JAXA) 増田 純一(ISAS/JAXA) 前原 健次(ISAS/JAXA) 山田 和彦(ISAS/JAXA) 中尾 達郎(JAXA)

観測ロケットS-520-31号機によるデトネーションエンジンシステム(DES)の宇宙実験に関して、システムおよびプロジェクトの全体を概観する視点で報告する。システムの設計、製造、試験、および運用について、システムエンジニアリングおよびプロジェクトマネジメントの観点も踏まえて振り返る。

STCP-2021-022

S-520-31号機によるデトネーションエンジンシステムの宇宙実験 — 実験結果報告とサクセスクライテリア評価 —

○ 伊東山 登(名大) 松山 行一(名大) 松岡 健(名大) 川崎 央(名大) 渡部 広吾輝(名大) 後藤 啓介(名大) 石原 一輝(名大・院) プヤコフ バレンティン(名大・院) 野田 朋之(名大・院) 笠原 次郎(名大) 松尾 亜紀子(慶大) 船木 一幸(ISAS/JAXA) 中田 大将(室工大) 内海 政春(室工大) 羽生 宏人(ISAS/JAXA) 竹内 伸介(ISAS/JAXA) 荒川 聡(ISAS/JAXA) 増田 純一(ISAS/JAXA) 前原 健次(ISAS/JAXA) 山田 和彦(ISAS/JAXA) 中尾 達郎(JAXA)

観測ロケットS-520-31号機によるデトネーションエンジンシステム(DES)の宇宙実験に関して、サクセスクライテリア評価の視点からフライト試験結果の仔細を報告する。また、既報の地上燃焼試験結果との比較により、宇宙空間におけるDES動作特性について論じる。

### 【輸送システム】

STCP-2021-023

再使用ロケット実験機RV-Xによる飛行実証計画と進捗

○ 野中 聡(JAXA)

本講演では、現在、能代ロケット実験場や相模原キャンパスの試験棟において、飛行実証に向けた様々な機能試験が行われている再使用ロケット実験機RV-Xについて、計画の進捗状況を紹介する。

STCP-2021-024

微粒子回収用成層圏ロケットの開発

○ 山川 元栄(千葉工大・院) 有川 優一(千葉工大・学) 藤嶋 基(AIT) 庄山 直芳(PERC) 和田 豊(CIT) 松井 考典(CIT)

千葉工業大学惑星探査研究センターでは、宇宙由来の微粒子採取を目的としたプロジェクトを推進しており、成層圏から微粒子を回収できる小型観測ロケットの開発を目指している。本発表では本学が開発した推力5kN級ハイブリッドロケットエンジンと、質量5kgの微粒子回収装置を搭載可能なハイブリッドロケット機体について、外部弾道学に基づき詳細設計を実施した結果について報告する。

STCP-2021-025

対話型モデリングによるシステムアーキテクチャの設計と合意

○三浦 政司(JAXA)

新しいコンセプトの複雑システムを設計する際には、最初期段階でシステム全体のアーキテクチャを明確にし、プロジェクトチームの間で合意を得ておくことが重要である。本発表では対話型かつ柔軟な記法によるシステムモデリングによってこのプロセスを効果的に実行することを提案し、宇宙輸送システムの構想や設計に対する適用を考える。

STCP-2021-026

小型観測ロケットの洋上発射システムの構築に向けた検討

○吉田 圭一郎(千葉工大・院)新述 隆太(大林組)森 琢磨(ASTROCEAN)和田 豊(千葉工大)川上 好弘(大林組)松井 孝典(千葉工大)

本研究では、高度30 km上の微粒子を回収する小型観測ロケットの発射システムの開発を進めている。従来の地上発射と比較して地理的、物理的制約を受けないシーローンチを採用した。これまでに海上に係留されたフロートからロケットを打ち上げ、波の揺れに対するランチャの動的挙動を計測した。本講演ではフロートの揺れがロケットの飛行経路に与える影響を報告する。

#### 【輸送技術1】

STCP-2021-027

PMMA粉末を用いたハイブリッドマイクロ推進機へ粒子径が及ぼす影響

○高山 和馬(宮大・院)ムザキールイルファン ビンモハメッドズルキフリ(宮大・学)矢野 康之(宮大)各務 聡(都立大)

本研究では、粉体燃料を用いた宇宙機用のハイブリッドマイクロ推進機を提案する。従来のハイブリッド推進機は、作動中に固体燃料が後退するにつれ、燃料流量が増加し最適なO/Fの維持ができず、比推力が低下していた。そこで、一定流量の粉体燃料を燃焼室に供給し、燃焼させることにより、最適なO/Fの維持を可能にする。今回は異なる粒子径のPMMA粉末を使用し、燃焼試験を行った。その結果について報告する。

STCP-2021-028

燃焼室特性長及び予混合器の流路形状がN<sub>2</sub>O/DME推進機に与える影響

○古谷 勇樹(都立大・院)各務 聡(都立大)

無毒な液化ガスである亜酸化窒素(N<sub>2</sub>O)とジメチルエーテル(DME)を推進剤とした予混合型N<sub>2</sub>O/DME推進機を研究している。本研究では予混合器の性能向上と小型化の両立を目的として新たな流路を設計し、それらを用いて推進機の作動実験を行った。また、燃焼が断続的になってしまう現象について、燃焼室特性長の大きさが与える影響を調査することでそのメカニズムを考察した。さらに、確実な点火やさらなる性能向上に向けた今後の方針を検討した。

STCP-2021-029

グリーンプロペラントを用いた化学電気デュアルモード推進機の設計・試験

○岩田 由真那(都立大・院)各務 聡(都立大)

本稿では、グリーンプロペラントの一種であるSHP163を推進剤とした化学・電気デュアルモード推進機を提案する。この推進機では1つの推進系で2つのモードを切り替えることができ、どちらの推進モードにおいてもマイクロ波プラズマを用いて推力を得る。化学推進モードでは従来の一液式推進として作動し、電気推進モードではプラズマを用いた電熱加速型として使用する。今回はこのデュアルモード推進機の提案とその試作機について発表する。

STCP-2021-030

ブーストグライド技術による木星低軌道探査機投入の短期化

○臼杵 智章(JAXA)

木星型惑星への探査ミッションにおいては、惑星到達後の減速量が大きいことからミッションが長期化し、通常の宇宙探査プログラムのタイムフレームで成果を得ることが難しい。そこで近年急速に発達するブーストグライド(極超音速滑空)技術を応用し、木星突入時に空力減速および円軌道遷移を行うことによる大幅なタイムフレーム圧縮の実現性を検討し、宇宙輸送システム要求ならびに解決すべき技術課題を抽出する。

#### 【輸送技術2】

STCP-2021-031

Joule-Thomsonサブクーラーによる極低温液体ロケット推進剤の過冷却化と打上げ能力向上

○坂野 友哉(名大・院)福崎 俊哉(名大・院)杵淵 紀世志(名大)

効率的な宇宙探査に向け、液酸液水ロケットによる長期ミッション・多数回着火の実現が期待されている。本研究では、液体のJoule-Thomson効果(蒸発潜熱)を利用した過冷却器(サブクーラー)により、推進剤を過冷却化しエンジンの再着火時に消費される加圧ガス等の削減を目的としている。発表では模擬液として液体窒素を利用したJoule-Thomsonサブクーラーの評価実験結果について報告する。

STCP-2021-032

極低温平板冷却面での着霜現象におけるミスト化の影響に関する実験研究

○森永 裕大(早大・院)十川 悟(早大・院)服部 皓大(早大・院)植田 晃弘(早大・院)吉田 幹男(早大・学)佐藤 哲也(早大)

冷却面近傍でミストの発生を伴う強制対流・極低温平板冷却面条件下の着霜現象を対象に着霜試験を行い、異なる冷却面温度でのミストの発生による霜厚さ及び霜質量への影響を調査した。着霜試験では平板冷却面温度を $-50^{\circ}\text{C}$ 、 $-100^{\circ}\text{C}$ 、 $-150^{\circ}\text{C}$ とし、実験時間は100sから600sの間で設定した。高温域で行われた先行研究と併せて、平板冷却面温度と「ミスト化」による着霜量低減効果の関係について考察した。

STCP-2021-033

深層学習を用いた極低温二相流における計測技術の高度化に向けた実験研究

○中尾 圭吾(早大・院)阿久津 元秀(早大・学)生沼 瑞基(早大・院)宮瀬 拓海(早大・院)坂本 勇樹(JAXA)佐藤 哲也(早大)

様々な航空宇宙輸送機では、燃料として液体水素(LH2)などの極低温流体が用いられており、容易に気化しやすく、気液二相流を形成する。しかし、流量は気体と液体の分布パターンを表す流れの状態に変化するため、その制御は困難である。そこで著者らは、極低温二相流における計測技術の高度化を目指し、ボイド率計の計測値を入力、気液の流量条件を出力として、深層学習法の一つである双方向LSTMネットワークを用いた分類器を開発した。気相流量条件を各液相流量につき7条件から11条件へと変化させた結果、判別精度は減少した。しかし誤判別の傾向として、異なる液相流量への判別は抑制された。

STCP-2021-034

月面ISRUに向けた極低温液体推進剤の貯蔵システム

○杵淵 紀世志(名大)福崎 俊哉(名大・院)坂野 友哉(名大・院)梅村 悠(JAXA)宮北 健(JAXA)中島 潤(JAXA)古賀 勝(JAXA)

月面に存在する水の電気分解により水素、酸素の製造と極低温液化貯蔵が検討されている。太陽光や月面からの入熱による蒸発損失の抑制はさることながら、地球からの資材輸送と月面での限られた電力環境を鑑みると、軽量かつ省電力の優れた断熱もしくは徐熱システムが必要となる。本研究では、ボイルオフガスと冷凍機を利用した極低温貯蔵システムを提案し、要素試験と最適化結果について報告する。

STCP-2021-035

格子状コーティング伝熱面における開口比と溝深さが沸騰伝熱促進に及ぼす影響

○亀谷 悠作(静大・院)吹場 活佳(静大)須田 公平(静大・学)

現在、ロケットの推進剤として極低温燃料が用いられている。その極低温燃料をロケットに充填する際、燃料が通る配管が常温のため配管を予冷する必要がある。この予冷作業に膨大な時間を要していることが課題である。本研究では、断熱層のパラドックスを利用して予冷時間短縮を検討した。銅板に表面加工を施してそこに格子状に断熱剤を塗ることで断熱層のパラドックスを再現した。その結果、無垢銅板と比較して最大で約5倍速く予冷が完了した。

### 【輸送技術3】

STCP-2021-036

Rockoon発射時の姿勢変化を考慮した飛翔シミュレーションコードの開発

○片尾 俊一(千葉工大・院)庄山 直芳(PERC)和田 豊(千葉工大)

小型ロケットのペイロード比改善策のひとつに気球を用いた空中発射システム「Rockoon」がある。方位角制御装置を用いて空中に吊り下げたランチャから小型ロケットを打ち上げる実験を実施し、ランチャクリア前後のランチャレールに生じる特徴的なレール運動がロケットの飛翔経路に与える影響を考察した。本研究では空中発射時に生じるランチャー挙動を取り入れたRockoon用飛翔シミュレーションコードとその飛翔計算結果について報告する。

STCP-2021-037

再使用ロケット向け極低温QDの開発

○加賀 亨(JAXA)八木下 剛(JAXA)小林 弘明(JAXA)武田 洋一(岩手大学)小柳 悟(TOKiエンジニアリング)大津 由美子(TOKiエンジニアリング)

再使用ロケットに液体水素を充填する配管を離陸直前に分離するための極低温クイックディスコネクツ(QD)の開発を行っている。本講演では、食品産業向けの弾性変形メタルシール技術を適用した極低温QDの開発状況について紹介する。

STCP-2021-038

室蘭工大小型超音速飛行実験機の遷音速抗力の評価と低減

○長谷川 奈南(室蘭工大・学)重清 智大(室蘭工大・院)溝端 一秀(室蘭工大)

室蘭工大で研究開発中の小型超音速飛行実験機について、エアリアルールに基づき機体の断面積分布を滑らかにしつつ、圧縮波集積を防ぐよう形状の調整を行い、遷音速風試によって抗力を評価している。基本形状であるM2011形状から、胴体、尾翼マウントおよびインテーク後部の形状を調整することで最大141Counts(30.8%)の抗力低減を得た。また、実際の飛行状態における抗力推算を目指し、エンジン排気を再現したCFD解析を進めている。

STCP-2021-039

CFRPタンクの開発

○多田 隼人(神大・学)天沼 響(神大・学)高野 敦(神大)喜多村 竜太(神大)正井 卓馬(神大)植村 寧夫(神大)

近年、超小型人工衛星開発が活発に行われている。それらを安価かつ迅速に打ち上げるため、当研究室では超小型ハイブリッドロケットの開発に取り組んでいる。著者らはめねじを有することで分解・点検・修理が可能なCFRPタンクの開発し、耐圧試験を実施したところ所定の圧力に耐えるもののリークが発生するという問題があった。そこで樹脂ライナーを有しかつ直胴部内部にめねじを有するタンクを開発し試験を行ったので報告する。

STCP-2021-040

ロケットスレッド実験におけるシステムインターフェース

○中田 大将(室工大)安田 一貴(室工大)椎名 達彦(室工大・院)アン イオン(室工大・院)山岸 晃己(室工大・院)茅田 卓矢(室工大・院)橋本 侑菜(室工大・学)江口 光(室工大)内海 政春(室工大)

ロケットスレッド実験では様々なペイロード機器を載せて走行実験を行ってきた。推進系とペイロードではガス系や電力ライン、信号などを一部共有し、全体としての重量最適化と簡素化を実現しているが、インターフェースの入念な事前確認が必要である。これらの取り組みの一例を紹介する