

「そら」の技術を身近に感じて———そらとそら



# 空と宙

2012 MAY/JUN  
<http://www.ard.jaxa.jp/>

隔月刊発行 ISSN 1349-5577

## 研究開発

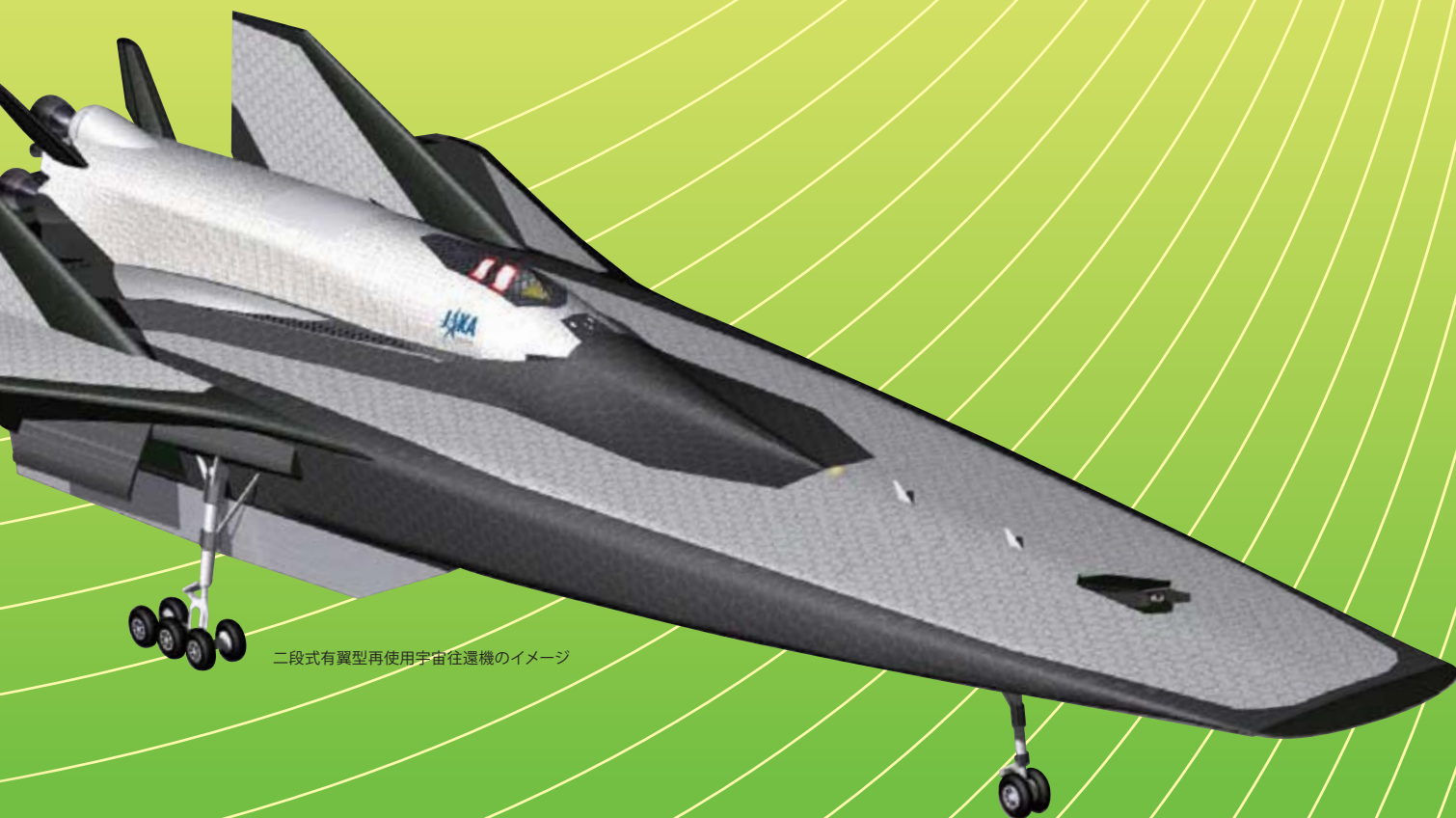
宇宙が日常になる日  
再使用型宇宙往還機実現のために  
必要な要素技術たち

## 和輪広場

再使用型宇宙往還機実現を目指して

## 空宙情報

49 番目の新入社員



二段式有翼型再使用宇宙往還機のイメージ

# No. 47

研究開発本部  
Aerospace Research and Development Directorate

## 宇宙が日常になる日

再使用型宇宙往還機にとって  
最適な形って？

私たちが生活する地上の遥か上空、高度400kmの宇宙空間には、日本を含む世界15カ国が協力して建設した宇宙の家「国際宇宙ステーション (ISS)」があります。ISSには常時6名の宇宙飛行士が滞在し、日々の生活を送っています。宇宙飛行士がISSへの行き来に使うのは、ロシアのソユーズ宇宙船です。彼らの生活に必要な物資などは、日本の「こうのとりの (HTV)」を含めて各国が開発した補給船によってISSへ届けられます。これらの補給船はロケットによって宇宙へ打ち上げられるのですが、1回の打上げで数百億円という巨額の費用がかかっています。ロケットや補給船はどれも1回きりの使い切りタイプのため、地上と宇宙を何度も行き来できる再使用型宇宙往還機が実現できれば、宇宙へ行く1回のコストを抑えることができると考えられます。そのため世界では、様々な国が再使用型宇宙往還機の研究を進めています。

新しい機体を開発するにはまず、“どこに何 (乗客や荷物などのペイロード) を運ぶのか”を決める必要があります。それによって、機体の大きさなどの大まかな概念や、速度などの必要な性能が見えてくるからです。では、ISSが周回する低軌道に乗客を運ぶ再使用型宇宙往還機を設計してみましょう。あなたなら、どんな機体にしますか？ 一段式で宇宙まで飛び出す機体ですか、それとも現在のロケットのように多段式にしますか？ 離着陸は垂直に行うのでしょうか、それとも翼を付けて水平に離着陸させますか？ 実はまだ、再使用型宇宙往還機として最適な形状は良く分かっていません。そのため世界はもちろん、JAXA内でも色々な機体形状を考え、実現性について検討を進めています。

今回は、検討中の機体形状の一つとして二段式有翼型 (図1) を例に、再使用型宇宙往還機を実現するために必要な要素技術たちを紹介したいと思います。

1981年から2011年にかけて、アメリカ航空宇宙局 (NASA) によって世界で唯一の再使用型宇宙往還機「スペースシャトル」が運用され、ISSの建設などで活躍しました。しかし、機



機体は途中で分離し、二段目は搭載しているロケットエンジンを使って宇宙まで飛び立ちます。一段目は翼に発生する揚力を利用して方向を変換し、次の飛行に備えて出発した基地へと戻ってゆきます。

図1 二段式有翼型の再使用型宇宙往還機

体の整備に多額のコストを要したことと安全性の問題により、引退を余儀なくされました。これは裏を返せば、スペースシャトルが抱えていた問題を解決することができれば、新しい再使用型宇宙往還機の実現に大きく近づくことを意味しています。スペースシャトルもそうですが、90年代に世界で検討されていた宇宙往還機たちは、どちらかというと丸みを帯びた形状をしていました。近年は、シャープな形状も検討されるようになってきています。機体をシャープにして気流をスムーズに流すことで機体に掛かる抵抗が減り、機体を浮かべる力である揚力との比 (揚抗比) を大きくすることができるようになります。揚抗比が大きいと、軌道から地上に帰還する際に進行方向を曲げて、大きく横に移動することができるようになります。この横の移動能力をクロスレンジ能力と言いますが、クロスレンジ能力が高いと、軌道上で問題が起きて緊急に帰還しなければならない時に着陸できる基地の自由度が増え、安全性を高めることにつながります。機体形状の設計には、コンピュータを使った数値解析により機体周りの流れの様子を求める「数値流体力学 (CFD)」を活用しています。CFDを使うと、コンピュータ内の仮想空間で様々な条件の気

## 再使用型宇宙往還機実現のために必要な要素技術たち

流に対する性能をすばやく予測できるため、設計要求を満たす機体形状を効率良く設計することができます。

### 解決すべき“熱”の問題

あなたの乗る機体が宇宙から地球へと帰還する態勢に入りました。さあ、大気圏に再突入します。機体は音の速さの25倍、マッハ25という超高速で飛行しているため、機体前方の空気は強く圧縮されて高温となり、機体は激しく加熱されています。この現象を空力加熱と言います。

大気圏に再突入したスペースシャトルの機首先端は1400℃を超える高温に曝されていました。そのため、機首先端などの熱環境の厳しい箇所には1600℃でも耐えられるカーボン/カーボン複合材(C/C複合材)が使われていました。機体全面にも、セラミックタイルなどの軽量で高温に耐えられる断熱材が貼り付けられており、空力加熱から身を守っていました。性能を重視して機体の形状をシャープにした場合、機首先端や翼前縁などの尖った部分は2000℃近い高温になりますが、そのような高い温度に耐えられる材料はまだ実用化されていません。そのため、新しい材料を開発する必要があります。そこで鍵となってくるのが、「超高温セラミック(UHTC)」という種類の材料です。原料の配合や製造方法により耐熱温度を様々に変化させることができるため、C/C複合材に新規に開発したUHTCをコーティングすることで2000℃に耐えられる構造にしようと研究を進めています。C/C複合材に様々なコーティングを施した試験片を作り、高温気流を生成できるアーク加熱風洞による風洞試験

を行った結果、短時間であれば1700℃の高温まで耐えられるUHTCコーティングを開発できました(図2)。また、再使用型宇宙往還機の翼前縁部分を模した模型(リーディングエッジ型模型)による試験も行い、こちらは1450℃まで耐えられることを確認しています。現在、アーク加熱風洞による1900℃での加熱試験を計画しており、最終的には2000℃の超高温まで耐えられる材料の開発につなげたいと考えています。

スペースシャトルは耐熱のため、機体の広い範囲が超軽量のセラミックタイルで覆われていました。しかし、脆くて割れやすく、また、接着剤で機体に貼りつけるため点検や交換に手間がかかるなど、様々な問題を抱えていました。耐候性、特に雨に弱い点も問題でした。そこで、それらの問題を解決できる耐熱構造を開発しようとしています。具体的には、表面を丈夫な耐熱金属や、炭素繊維やセラミック繊維をセラミックで固めたセラミック複合材(CMC)のパネルにし、取り外しが簡単になるように留め具で取り付ける構造を考えています。セラミックタイルに匹敵するような重さにするには、表面パネルの下に入れる内部断熱材が重要となりますので、発泡金属やナノ材料などの新素材を適用した断熱材および断熱構造の研究も進めています(図3)。

機体構造全体をつくる材料についても、スペースシャトルではアルミニウム合金が使われましたが、軽量化のために、炭素繊維強化プラスチック(CFRP)の適用や、一般的なエポキシ樹脂ではなく耐熱性を高めたポリイミド樹脂で炭素繊維を固めたCFRPの研究も行っています。



図2 UHTCコーティングC/C複合材のアーク加熱風洞試験の様子

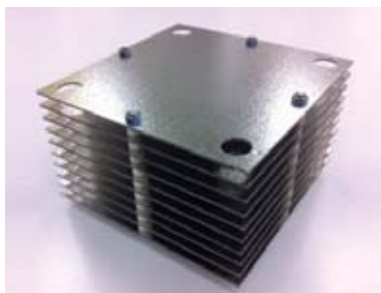


図3 セラミックタイルに代わる耐熱構造の試作品(発泡金属/多層輻射遮蔽構造)

### 推進系が無ければ、宇宙まで行くことはできない

熱に耐える材料ができ、機体が完成したとしても、その機体を十分に加速させることができ、何度も使えるエンジンがなければ、再使用型宇宙往還機は実現できません。機体同様エンジンにも“これが正解”という明確なものはまだ無く、JAXAでも様々な仕様を検討し

ています。十分な酸素のない高層大気中や宇宙では、ロケットエンジンが不可欠です。大気が十分にある高度では、空気吸込み式エンジンの使用が考えられます。空気吸込み式エンジンの場合、燃料を燃やすための酸化剤を持っていく必要がなく、車で言えば燃費が良くなるという長所がありますが、その一方で、推力に比べてエンジン自体が重く、また、空気の濃いところを飛行するため上昇中も空力加熱が問題になるという短所もあります。燃料に関しても、水素、メタン、アルコールなど様々な可能性を検討している段階です。エンジンの性能だけに注目するのではなく、システム全体としての性能、燃料の値段、飛行前の準備や飛行後の整備のしやすさなどを良く考えて、エンジンの仕様を決める必要があります。現在は、まだ、エンジンを決めるための材料をそろえている段階とお考えください。

宇宙へ行くためには、機体内に大量の燃料と酸化剤を積まなければなりません。ロケットエンジンの酸化剤は極低温の液体酸素が選ばれるでしょうし、燃料も、液体水素やメタンを選択すると極低温の液体です。軽量化のために、タンクもCFRPで作ることを検討していますが、タンクそのものはCFRPであっても、タンク内の液体をエンジンに供給するパイプは金属であるため、液体を吸い込むところで接着することが必要です。そのような極低温の液体を複合材タンクに入れると、CFRPと金属との熱膨張率の違いによってタンクとパイプをつなぐ部分が剥離してしまう恐れがあります。そこで、熱膨張率の違いを考慮して、極低温でも剥離を起こさない口金部の形状を考え出しました。実際に、直径1mスケールのタンクモデルをマイナス196℃の液体窒素に沈めて冷



図4 極低温CFRPタンクモデル(左)と冷却試験の様子(右)

却し、問題の場所で剥離が起きないことを確認しました(図4)。今後は、冷却試験を継続すると共に、タンク内部に圧力を加えてもつなぎ部分が剥離しないことを試験によって確認する予定です。

燃料タンクにはもう一つ、解決すべき問題があります。燃料タンクの候補として炭素繊維をエポキシ樹脂で固めたCFRPを考えていますが、温度が低くなるにつれてエポキシ樹脂にき裂が生じやすくなってしまいます。しかも、低温になることで樹脂そのものが硬くなり、き裂の連鎖が出やすくなるという難点もあります。CFRPは薄い板が何枚も重なった構造をしています。実は、この1枚1枚の各層を薄くすることで、ある層にき裂が生じても隣合う層がき裂の拡大を防ぐように作用し、き裂がでにくくなることが分かっています。例えば2ミリの厚さのCFRPを作る場合、通常のCFRPは16枚程度重ねて作るのですが、層の厚みを薄くして32枚程度にすると、き裂がでにくくなるのです。ヘリウムガスを使用して漏洩試験を行った結果、き裂の発生とガスの漏洩を防げることを確認できました。

## 空飛ぶロボットになる

宇宙往還機は離陸後、ぐんぐんと加速してマッハ25という速度で宇宙空間へ飛び出します。また、地球へ戻って来る時には、地球を回る軌道を離脱してマッハ25の超高速で大気圏へ再突入し、徐々に高度と速度を落としながら地上へ着陸します。宇宙と地上を行き来する間に、高度も速度も大きく変化しますが、安全に飛行するためには、その時々状況に合わせて舵やガスジェットなどを操作し、適切な経路を適切な姿勢(機体の傾き)で飛行できる能力が欠かせません。この機能を誘導制御と言います。これまでの誘導制御では、まず、低速なら低速、超音速なら超音速と、各速度で機体がどのような運動をするかを表すモデルを使って、飛行条件の変化に対してどのように対応すれば良いかという指示(ゲインと呼ばれる制御パラメータ)を地上のコンピュータで事前に計算します。次に、そのゲインを機体に搭載された制御

## 再使用型宇宙往還機実現のために必要な要素技術たち

用コンピュータへ組み込むということを行ってきました。そのため、幅広い飛行環境に対応する誘導制御プログラムを開発するにはとても手間がかかり、また、トラブルが起きて予定外の基地への緊急着陸が必要になった場合などにうまく対応できないという問題がありました。しかし、近年のコンピュータの発達により、複雑な数式や大量のデータから構成される運動モデルを機体のコンピュータに組み込むことができるようになりました。コンピュータの発達に加えて制御理論の進歩により、リアルタイムで緊急用に飛行経路を計算し直すことや、こうあって欲しいという機体の反応から舵の操作を逆算するような制御が可能となってきました。

ところで、モデルと実際の運動は、完全には一致しません。空力特性の予測誤差や、速度などを計測するセンサの誤差、機体の製造時に許されているずれの影響、気象条件による不確定性などがあるからです。これらの誤差をまったく無視して制御を行うと、意図した制御ができずに危険なことにもなりかねません。そこで、様々な誤差を想定して非常に多数回のシミュレーションを行って安全に飛行できることを検証する手法や、誤差に強い誘導制御プログラムの設計手法についても研究しています。

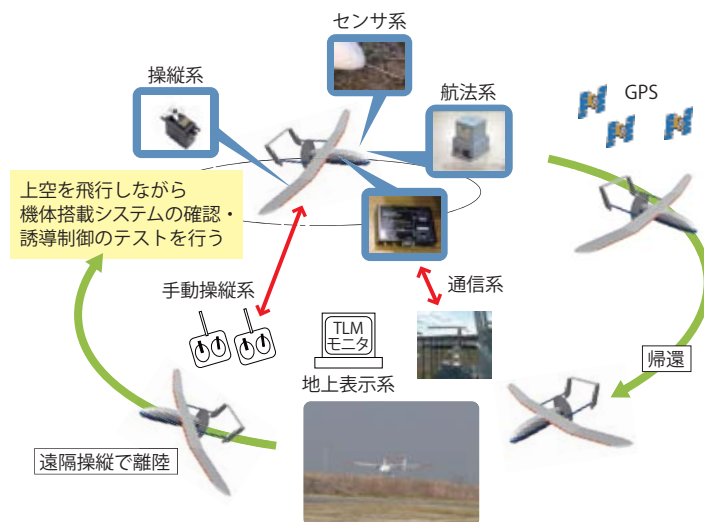


図5 JAXA大樹航空宇宙実験場での誘導制御プログラム検証実験の概要

今年の7月には、JAXA大樹航空宇宙実験場（北海道）にて無人機を使った誘導制御プログラムの検証実験を予定しています（図5）。

今回紹介した技術や機体形状以外にも、様々な研究開発が進められています。宇宙旅行が日常になった時、ソラを飛び交う再使用型宇宙往還機にはどんな技術が使われ、どんな形状になっているのでしょうか。

あなたの中の未来には、どんな機体が見えますか？

### 宇宙にも行けるかな？ 極超音速ターボジェット

研究開発本部では、音速の5倍のマッハ5で飛行する極超音速ターボ旅客機のエンジンとして「極超音速ターボジェット」の研究開発を進めているのですが、このエンジン、宇宙へ行く機体にも使える可能性があります。極超音速ターボジェットの特徴は、燃料として軽い割にエネルギーの大きい液体水素を使用している点と、高速高温で流入する空気を冷却するのに液体水素を利用している点です。これまでの研究により、マッハ2までは、エンジンの作動はもちろん燃料供給系や運用方法についてもその技術を実証しています。しかし、マッハ3～5という更に高速で流入してくる高温空気に對してもエンジンが安全

に作動することを実証しなければなりません。そこでまずは、地上の設備を使ってマッハ3～5での燃焼試験を行い、必要な推力を安全に発生できるかを確認する予定です。

極超音速ターボジェットには熱の問題もあります。ジェットを排出するノズル部が速度によって変形する可変機構となっているのですが、この可変機構部分は金属、そこを覆うカウル部分はC/C複合材でできています。極低温CFRPタンク同様、熱膨張率の違いにより結合部が破壊してしまう恐れがあるのです。そこで、可変機構部分の取り付け方についても今後、検証する予定です。



**藤井 啓介**

Fujii Keisuke

研究開発本部 風洞技術開発センター  
1992年入社

Q 仕事の合間の息抜きは？

A 子供の写真を見ること・・・でしょうか・・・

(よそのうちの子供ではありません)

**石本 真二**

Ishimoto Shinji

宇宙輸送ミッション本部  
宇宙輸送システム技術開発センター  
1993年入社

Q 自分を動物に例えると？それは何故？

A アホドリ。再使用型宇宙往還機の研究者は、絶滅危惧動物なので。

**鈴木 裕介**

Suzuki Yusuke

有人宇宙環境利用ミッション本部  
宇宙ステーション回収機研究開発室  
1984年入社

Q 「未来マシン」と聞いて思い浮かべるのは？それは何故？

A タイムマシン。光速を超える乗り物の究極的な姿かなと。

### JAXA では再使用型宇宙往還機の研究開発を行ってきた

—JAXAに入ってからこれまでに、どのような研究や開発に携わってきたのでしょうか？

**鈴木：**私はJAXAの前身機関の一つ、日本の宇宙開発の中核的機関として宇宙開発を進めていた宇宙開発事業団（NASDA）に入社しました。入社して2年目に誘導制御開発室という部署に配属になり、宇宙往還機（HOPE）などの立ち上げに携わりました。その後、H-II/H-IIAロケットの開発に20年ほど従事しましたが、その途中で1996年に飛行試験を行った極超音速飛行実験機（HYFLEX）の電子機器（アビオニクス）、特に航法センサなどの誘導制御系に必要なハード部分を担当しました。7年前に、宇宙ステーション補給機「こうのとりのり（HTV）」の開発にアビオニクス系のマネージャとして加わり、初号機の成功後、2010年度より宇宙ステーション回収機研究開発室の室長として回収機能付加型宇宙ステーション補給機（HTV-R）の研究開発を進めています。

—誘導制御の専門家なんですね。

**鈴木：**そうですね、社会人になってからは長く誘導制御系に携わっているので専門と言えると思います。でも、実は学生時代は空力の研究を行っており、「有翼飛行体の空力加熱」という卒業論文を書いたんです。もう、その当時の研究内容は忘れてしまっていますけど（笑）

**石本：**私はJAXAの前身機関の一つ、航空や宇宙に関する先進的で専門的な研究を行う機関であった航空宇宙技術研究所（NAL）に入りました。その当時、NALではNASDAと共同で小型自動着陸実験（ALFLEX）※に着手しており、短い期間でしたが、誘導制御に必要なプログラムの一部を担当しました。間もなく、HYFLEXに携わり、誘導制御系を担当しました。HYFLEXもNASDAとの共同研究で、鈴木さんはハード部分を担当されていましたが、私は機体をどの様に制御するか



マッハ5以上の極超音速飛行時に揚力を得るための技術の実証と、発生した揚力を使って飛行する技術の実証を目的に1996年に行った

というプログラムの部分、いわゆるソフト部分を担当していました。その後、宇宙往還技術試験機（HOPE-X）※プロジェクトに参加し、NASDAに意向したこともあります。現在は、将来の宇宙輸送系の概念設計や要素研究、小型の実験機を使った誘導制御の研究などを行っています。

**藤井：**私は当初、NALの空気力学部の極超音速風洞に配属になりました。その後、HYFLEXに空力加熱の実験計測担当として加わりました。普通の風洞試験では、例えば速度を計測したい場合、その速度を計測できればそれほど大きな制約はありません。でも、実機に載せる計測機器となると、風洞試験より厳しい安全要求が課せられます。形も、実機に収まるサイズでなくてはならない。しかも、何度もやり直しができる実験では無いので、確実に計測できないといけない。風洞試験と比べると色々要求が厳しく、実機搭載用計測器の難しさを感じましたね。それは凄く良い経験になりました。

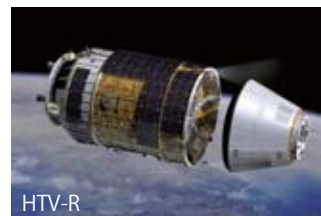
その後風洞現場から離れて計測関連の部署に異動となりましたが、2007年に極超音速風洞に再度配置替えとなり、現在に至っています。ちなみに学生の時には、同じ空力なんですけど、低速の流れの研究ばかりやっていた。空力加熱の問題が出てくる極超音速流に携わるようになったのは、社会人になってからです。

※日本では30年ほど前から再使用型宇宙往還機の研究が検討されており、1994年から2003年にかけて、大気圏再突入などの宇宙から帰って来る技術を中心に実験機による技術実証を行ってきました。ALFLEXは1996年に行った実験で、揚抗比の低い機体に対して誘導制御を行い確実に着陸させる技術を確認しました。HOPE-Xは無人有翼往還機をH-IIAロケットで地球低軌道に打上げ、軌道離脱から着陸までの一連の帰還技術を実証するプロジェクトとして、1997年に開発が開始されましたが、将来の再使用型輸送系の研究開発の姿について十分な検討を進める必要があることから、2000年に実機（ロケットで打ち上げられる機体）の製作は凍結されました。

### 人も運ぶ「こうのとりのり」を

—JAXAではHTV-Rという物資回収型の機体の開発に着手しようとしています。

**鈴木：**HTV-Rは、「こうのとりのり」に回収機能を付加して、国際宇宙ステーション（ISS）から物資を持ち帰ろうというものですが、もうひとつの目的として、将来の有人宇宙船につながるような宇宙から地球への帰還技術を獲得することがあります。「ISSからの物資回収」と「将来の有人宇宙船につながる帰還技術の実証」という二つの目的を達成できるような機体としてHTV-Rを開発し、まずは技術実証を行いたいと考えています。具体的には、「こうのとりのり」の与圧キャリア部を大型の回収機に置き換えます。「こうのとりのり」本体から切り離された回収機は、揚力飛行制御により目標地点に精度よく降りてきて



ISSへの物資補給機として、JAXAは宇宙ステーション補給機「こうのとりのり」を運用しているのだが、この「こうのとりのり」に物資回収機能を付加した機体としてHTV-Rの研究を進めている

パラシュートを開傘、海上回収するというコンセプトです。ただこれだと、「こうのと」本体側を含めて考えたときにコスト高となり、なかなか“繰返し運用”にはつながりにくいんですね。そのため、更に一歩進んだ再使用型について、具体的には、回収機そのものが地球周回低軌道から自力で離脱して再突入し、地上へと帰って来るような案についても検討を始めています。

**藤井：**新しい宇宙機を考える時、様々な要素を盛り込もうと考えます。でも、実際に機体形状を検討し始めると、ある要素を優先させると他の要素が成り立たない、というような場合が出てきたりします。そこで風洞技術開発センターとしては、たたき台となる初めの機体形状を評価するために鈴木さんたちが必要としている空力データを取得するための風洞試験を行っています。その結果を元に全体としての評価を行い、次の機体形状の設計にフィードバックできるようにしていきたいと考えています。

**鈴木：**カプセル形状について空力の専門家に色々意見は聞いたのですが、一般的な話として、遷音速時に動的な不安定性の問題があるとの指摘を受けました。そういう特性は、機体の後退角や肩部の半径を少し変化させることで変わって来るんですね。そういうちょっとした形状の違いを風洞試験だけで調べることは困難なので、風洞試験と数値解析、両方を使って検証してもらい、機体形状にフィードバックすることを考えています。

**藤井：**実は、HTV-Rの風洞試験を行う中で、専門家として明確なことが何も言えないことを痛感しています。再突入時の空力加熱の予測などは世界的にもまだ分からないことが多いというのが現状ではあるのですが、それでも、専門家としてきちんと答えを出したいという思いが強くあるんです。今の段階ではまだ、それが全然できていないのがとても歯がゆく、何とかしなければいけないと思っています。

**石本：**これまでの宇宙往還機の研究開発では、再突入時の空力加熱の解明などの技術的に難しい課題をそのまま残して進んできました。残ってしまった大きな課題については、その解決を藤井さんたち極超音速流の専門家にとっても期待しています。

**鈴木：**HTV-Rの検討を通して、藤井さんはじめ、複合材料の専門家や数値解析の専門家など、研究開発本部の様々な方々とやりとりをしていて感じるの、皆さん、技術的な課題を解決しようと力いっぱい協力してくれるということなんですね。その様な体制の中で開発を進め、HTV-Rの飛行実証へとつなげていきたいと思っています。

## 旅客機に乗る感覚で宇宙へ

——誰もが気軽に宇宙へ行けるようにするためにはどうすれば良いと思いますか？

**鈴木：**“宇宙”という時、どこを宇宙と言うかというのがまずありますよね。高度100kmまで行ったら宇宙に行ったと言えるのであれば、いわゆる弾道飛行で高度100kmまで飛んで行けるサブオービタル機が実現できれば良いわけです。サブオービタル機であれば、再突入が無いため空力加熱の問題を避けることができ、比較的簡単に実現できます。でも、低軌道まで一般の人を連れて行こうと思うと、空力加熱を正確に予測し、安全性も十分に確保して・・・と途端にハードルが物凄く高くなります。私の勝手なイメージなのですが、“宇宙へ行く”と言うと月や火星といった他の星に行くイメージがあるんですね。そうすると、技術的な困難さは更に高くなります。

**石本：**多くの人が思い描くような“宇宙旅行”ができるようになるために必要なのは、やはり技術的なハードルをクリアすることだと思います。材料や推進系など解決しなければいけない様々な課題がありますから。後は、コストが問題かな。

**鈴木：**一般の人が宇宙旅行をするとなると、翼があって、ちゃんと滑走路に離着陸する機体を目指したいですね。そうすると、揚力を制御する技術や決められた滑走路に離着陸する飛行制御技術なども必要です。ただ、スペースシャトルの事故により、有翼タイプはカプセルタイプより安全性が劣るのではないかとということが懸念されており、その点をどうやって解決するか大きな課題となっています。大学時代に有翼機の研究をしていた身としては、最終的には有翼の完全再使用型宇宙往還機を実現したいですね。一般の人が乗るわけですから、内部に快適な環境を用意することも欠かせません。これはカプセルタイプ、有翼タイプに関わらず必要になります。

**藤井：**HTV-Rだと通常の重力の4倍、4Gという重力がかかると聞いています。昔、飛行機の旋回で2Gを体験したことがあるのですが、物凄く体が重くなった。そのため、4Gは一般の人が耐えるには大きすぎるのではないかと感じています。カプセルタイプだと揚力があまり出ないので、高揚力が得られ、飛行機のようにゆっくり降りてこられる有翼タイプの方が大きなGを感じなくて済みますよね。

**鈴木：**有翼だとクロスレンジ能力が高いので、軌道上で何か問題が起こって予定外の滑走路に緊急帰還しなければいけない事態に陥った時でも対処しやすいですね。

**石本：**話が逸れますが、宇宙往還機、特に有翼の機体がなかなか実現しない理由の一つとして私は、手軽に実験を行えないことがあると考えています。私が入社した当時はALFLEXやHYFLEXといった実験が精力的に行われており、開発に必要な色々な経験ができました。でも、今JAXAに入社したとしても、そういう実験はほとんど行われていません。もし、繰り返し手軽に実験を行える体制を構築することができれば、その実験を通して若い人たちも育てて行くと思うんです。なので、できれば何年かの短いサイクルでどんどん実験を行えるようにしたいと考えています。多額の予算を掛けて新しい技術を実証することはもちろん大切です。国の機関であるJAXAで無ければできないことだと思います。でも、もっとコンパクトに、短期間で技術実証を行うことで技術と一緒に人も育てるような進め方も並行して行った方が良いと思うんです。

——宇宙往還機が完成したら、宇宙へ行ってみたいですか？

**藤井：**個人的にはあまり行きたくないです。生身の人間が住めない場所なので。

**石本：**ぜひ行ってみたいですね。アーサー・C・クラークの書いた『2010年宇宙の旅』という小説の中に、ソ連の宇宙船が木星で大気減速をする記述があるんですね。大学生の時にそれを読んで、それは面白い、ぜひ私も火星とか木星とかの未知の世界に行ってそれらを体験してみたい、と思いました。この思いは、宇宙と大気の両方を飛行するシステムという今の研究につながっています。

**鈴木：**昔、NASDA時代に、20年後の自分が何をしているかを書く企画があり、私はその時に“月に出張に行く”と書いたことを憶えています。宇宙と言ったら地球周回低軌道ではなく、ムーンベースが月にできていて、そこに出張する、というイメージを持っていたんだと思います。

**藤井：**確かに、ムーンベースが有って手軽に行けるようになっているのであれば、行ってみたいと思います。

**石本：**職場として出張するのであれば、その時は安全性も高いでしょうし。

# 空 宙 情 報

## 49番目の新入社員

去る4月6日、研究開発本部の拠点の一つであるJAXA調布航空宇宙センターに、初々しいスーツ姿の新入社員48名が研修のためにやってきました。実は、今回の研修に参加できなかった49番目の新人がいます。彼の名前は「飛翔」。皆の期待を一身に受けて、これから社会に飛び立ちます。



**飛翔** -ひしょう- CESSNA MODEL 680 CITATION SOVEREIGN

【所属】 飛行技術研究センター 実験用航空機

【身体的特徴および能力】

全 長…19.35m 最大巡航速度…約850km/h (マッハ0.80)  
 全 幅…19.30m 飛行可能時間…約6時間  
 最大離陸重量…13744kg 航 続 距 離…約5000km

飛行技術研究センター  
センター長 柳原正明



飛翔くん、入社おめでとう。君の大先輩のピーチくん（プロペラ機）が実験用航空機の第1号として入社したのが、今からちょうど50年前の1962年。その後、MuPAL-αくん（プロペラ機）、MuPAL-εさん（ヘリコプタ）も入社してきて、3人でJAXAの飛行実証に頑張ってきてくれました。君は初めてのジェット機です。また、君の入社を待って、ピーチくんが昨年、引退しました。これから、新しい時代が始まります。先輩二人と力を合わせて、航空技術の発展のため、頑張ってください。期待しています。

飛行技術研究センター  
名古屋空港飛行研究拠点 河添孝則



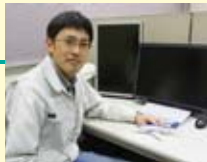
飛翔くん入社おめでとう。名古屋空港飛行研究拠点の計画管理の河添です。よろしく!!  
 名古屋空港飛行研究拠点には飛翔くんのために整備したさまざまな施設、設備があるので主なものを簡単に紹介します。

【格納庫】 大扉にガラスウォールを使用した明るい格納庫で、飛翔くんの他にもMuPAL-αくんとMuPAL-εさんの全3機が収容できる大きさになっています。

【飛行実験統制室】 飛行実験の際、飛翔くんの高度、速度、姿勢、動翼の角度、エンジンの状態などの詳細な状況を多くの技術者がリアルタイムでモニタしながら、効率的に飛行実験を行う施設です。

その他にも、試験準備室や共同研究室、産学行政連携コーナー（愛知県運営）といった飛翔くんにぴったりの環境が整っています。今後、飛翔くんが日本の航空産業の発展に貢献してくれるのを期待しています。一緒に頑張ろう!!!

飛行技術研究センター  
飛行実験計画セクションリーダー 富田博史



私たちのセクションでは、飛行実証技術の研究を行っている、飛行実証に不可欠な技術である飛行状態の計測技術を磨いています。飛翔くんには、新しい国際標準の計測システムの試験をお願いすることになっていますので、大いに活躍して欲しいです。まだ性格や人柄が良く分かっていないので、たくさん飲ませて本性を暴いてやりたい（燃料を使って飛行試験をして多くのデータを取りたい）です。この仕事を長く続けられるよう、健康には十分気をつけて（きちんと整備を受けて）下さい。よろしくお祈りします。

飛行技術研究センター  
パイロット 代田幾也



セスナと聞くと一般的には小型プロペラ機を思い浮かべる方も多いかと思いますが、セスナ社ではプロペラ機の他にジェット機も生産しています。飛翔くん、君はセスナ社のジェット機の中では兄弟機種のサイテーションXとともに最上級グレードの機体で、世界で約300機デリバリーされており、日本国内ではJAXAの他に民間航空会社が1機所有、運航されていますね。高速、低速のどちらにおいても飛行機としての性能が高く、今後のJAXA飛行実験に大いに貢献してくれると確信しています。

飛行技術研究センター  
整備士 熊澤 正



飛翔くん、君は先輩たちよりも、より高く、より速く、より遠くへ到達でき、さらにAPU（補助動力装置）の装備により出先において、メインエンジンを動かさなくても電源等の確保ができる、などの利点がありますね。  
 また、耐空類別I類という旅客機と同等の基準により設計されており、安全性においてもさらに向上しています。これにより、これまで以上にさまざまな要望に応えてくれるものと思っています。  
 実運航が始まるにあたり、素質は問題ありませんので、あとは素直にフライトしていただくことを期待いたします。

航空プログラムグループ 国産旅客機チーム  
チーム長 大貫 武



新入社員の飛翔くんがやってきて、飛行試験機として使えるようになり喜んでおります。これからの日本の航空の環境適合技術や安全技術、宇宙技術など幅広い適用技術の実証機体として活躍される事を期待してやみません。  
 環境適合技術としては、飛行時に発生する空気力の抵抗を低減することにより燃費を向上し、二酸化炭素（CO<sub>2</sub>）を削減する様々な技術の実証や、航空機を発生源とする騒音の低減技術の実証に使用し、将来の日本の航空機の開発や技術向上に広く役立ってもらえるのではないかと期待していますので、1年目からバリバリ働いてもらえるようよろしくお祈りします。



MuPAL-α

僕たちも応援しているよ!



MuPAL-ε