

## 宇宙開発の戦略と成果の本質

### － 物資輸送機「こうのとり」が世界を変えた －

講師 山浦 雄一

東京大学工学系大学院航空学専攻修了(工学修士)

元宇宙航空研究開発機構(JAXA)理事

元三菱電機(株) 宇宙事業顧問

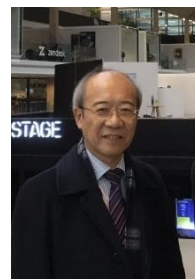
筑波大学客員教授

山浦技術経営士事務所代表

著書:

『現場の判断、経営の決断 宇宙開発に見るリスク対応』

(日本経済新聞出版)2020年12月



講師を務めさせていただきます山浦雄一でございます。過分のご紹介をいただきまして誠にありがとうございます。計測会と皆様と益々のご発展を祈念いたします。では、講演を始めさせていただきます。

私は子供の頃に米ソ冷戦時代の宇宙開発競争を宇宙ファンとして楽しんでいました。そして、高校時代、1969年7月にアポロ11号による人類初の月面着陸を見て、宇宙開発を仕事として意識するようになりました。

大学・大学院で宇宙工学を学び、JAXAの前身NASDA(宇宙開発事業団)に就職しました。入社7年後の1985年、「日本人が初めて乗るスペースシャトル実験計画を進めるから誰か一人米国に行け」となり、NASAに4年間駐在しました。行った先が、アポロ計画で著名なフォン・ブラウン博士が率いたNASAマーシャル宇宙飛行センター。何かの巡り合せです。

冒頭で寺倉会長に紹介いただいた私の著書には、日本の宇宙開発の義務教育期から成熟期に至るまでの様々な挑戦と苦難と再起を、エピソードを交え書きました。全部お話しすると徹夜になります。本日は、テーマを「こうのとり」に絞ってお話しさせていただきます。

宇宙ステーション(ISS)の高度は僅か400kmで、地上がよく見えます。今ご覧の写真はISSから見た日本列島の夜景。名古屋工業大学がある中京地区も明るく光っています。気象衛星「ひまわり」の高度は36,000kmでISSの90倍。月は、「ひまわり」の10倍先ですから、結構近いのです。

宇宙開発・利用の意義の確認が重要です。私は、安心・安全、生活、科学・技術、産業、外交・国際協力、教育・啓発、誇り・希望、未踏地開拓という8つだと思っています。世界では、宇宙開発・利用の多様性を認識する国が増え、宇宙機関や関連部局を持つ国は70を超えています。



国際宇宙ステーション©NASA

#### 1. 序:宇宙開発・利用の意義

星出彰彦飛行士が船長として現在滞在中の国際

## 2. 国際宇宙ステーション(ISS)計画

ISS 計画は、東西冷戦のさなか、1984 年に米国レーガン大統領が「西側陣営の宇宙基地」を提唱して始まりました。設計変更が繰り返され、計画中止のリスクがありましたが、1991 年 12 月のソ連崩壊が ISS 計画存続の転換点になりました。新生ロシアの政治・経済の混乱を懸念した米国が、誇り高きロシアを政治的危機管理の一環で ISS 計画に招請したのです。

ISS 計画には米国、ロシア、日本、欧州(11 カ国)、カナダの5極、計 15 カ国が参加しています。米・日・欧・加の4極はロシア参加の前から国際合意を交わしており、ISS は、構造も運用ルールも4極側とロシア側が連結した2世帯住宅と言えます。

日本は 2008 年から 2009 年に、実験棟「きぼう」をスペースシャトルの3回のフライトで打ち上げ、日本人宇宙飛行士の操作で組み立てました。「きぼう」は、日本固有の多くの機能を持った実験棟で、機能と性能と出来栄が国際パートナーから賞賛されています。各極は、自国のシステムを自国から毎日 24 時間運用しています。「きぼう」の運用は、JAXA 筑波宇宙センター(茨城県)から行っています。

## 3. 宇宙活動の根幹:輸送手段

宇宙活動の根幹は輸送手段です。輸送能力を持つ者(国)は、国際社会で主導権、優先権、影響力、存在感を持ち、ハードパワーとソフトパワーの両方を発揮できるのです。持つ者は、持たない者から、お金か等価な「何か」を受け取って物や人を運びます。料金も等価かどうかの判断も、持つ者が主導権を握ります。私は 30 代と 40 代の頃、「俺たちだけがシャトルを持つ」という NASA を相手に交渉を行い、忸怩たる思いをした経験が何度もあります。

有人施設 ISS の運用・利用では、輸送手段は価値が高く、高度なシステムが必要です。ISS 計画の当初、ISS に船内大型物資と船外物資(曝露品)を運べる輸送機はスペースシャトルだけでした。

ISS 計画は、日本が新しい輸送手段を持つ好機でした。1980 年代後半の頃、NASDA の 40 代の先輩たちは、独自の発想で「日本のロケットで日本の物資補給機を打ち上げる」という大胆な構想を描きました。シ

ャトルだけが運べる船内大型物資と船外物資を無人補給機で運ぶのです。1994 年、政府予算が承認されて「こうのとりの研究が始まりました。

欧州も、ISS 計画を新たな輸送能力獲得のチャンスと捉え、欧州アリアン5ロケットで無人補給機 ATV を打ち上げるプロジェクトを設定しました。ATV は、ISS 後方のロシア側にガチャンとドッキングして ISS 軌道変換などを行う、ロシアの無人補給機プログレスと類似の機能を装備しました。欧州の選択は、政治・経済が不安定だった 1990 年代当時のロシアの遂行能力を危惧した、危機管理でもありました。

## 4. 「こうのとりの ISS 物資輸送

「こうのとりの」は、無人で船内大型物資を運ぶため格段に難しいシステムになりました。最大の船内大型物資はタンク形状の「標準ラック」で、高さ2m、底面1m四方の大きさです。これが通り抜けられる場所は、米国連結モジュール(ノード)にあるハッチしかありません。ドッキングポートは直径 80cm しかないので、「標準ラック」が通過できないのです。日本は世界で初めて、宇宙飛行士がロボットアームで「こうのとりの」を掴み、連結モジュールにやんわりと結合(バーシング)する方式に挑み、実現しました。



ロボットアームで把持された「こうのとりの」©NASA

「こうのとりの」は JAXA 種子島宇宙センターから H-II Bロケットで打ち上げられ、2009 年の試験機(初号機)から 2020 年の 9号機まで、9回のミッション全てが成功しました。

「こうのとりの」は、打上げの約 30 分後にロケットから分離された後、地球を周回しながら徐々に高度を上

げ、ISS の真後ろを並走、ランデブーします。ヒューストンにある NASA の運用管制センターが JAXA(筑波)と連携運用を行い、ISS では宇宙飛行士が「こうのとり」の接近を待ち受けます。

「こうのとり」は ISS の真後ろ約5km の位置から徐々に高度を下げ、ISS の真下約 500m の所に到着します。安全確認で停止しながら下から ISS に近づき、ISS の直下 10m のところでびたりと静止します。「静止」と言っても、お互いが時速 28,000km で地球の周りを回っています。90 分で地球を一周する速度です。その両者が相対的にびたりと止まった状態になります。「こうのとり」は回転も許されません。

「こうのとり」には、「把持棒」が取り付けられています。ISS にいる宇宙飛行士がロボットアームで、10m先の「こうのとり」の把持棒を掴みます。掴む瞬間が緊張のピークです。筑波の運用管制チームは、「把持確認」の英語アナウンスを聞いた瞬間、歓声と拍手とガッツポーズで祝福します。我々は、それをインターネットで見て喜び安堵します。

掴まれた「こうのとり」は何もしません。宇宙飛行士がロボットアームで「こうのとり」を連結モジュールに引き寄せた後は、お互いの結合ラッチがカチャと噛み合い構造的な結合が完了します。



「こうのとり」運用管制©JAXA

## 5. 「こうのとり」プロジェクトの苦難

### (1) 補給機開発

日本は、独自のアイデアで「こうのとり」を提案しました。ロボットアームを人間が操作して無人機を掴むなどという無茶なことは、世界初の挑戦でしたから、

安全基準はどこにもありませんでした。ISS の安全管理に責任を持つ NASA は、JAXA の「こうのとり」開発と同時進行で安全基準の作成を進めました。設計審査や安全審査で議論すると審査員から指摘が出て、「完成したはず」の安全基準が変更されます。その変更が、「こうのとり」開発の手戻りにつながりました。

そもそも、安全・確実に運用できる「こうのとり」を開発すること自体が、大変難しかったのです。運用中に起こりうる「不測の事態」全てを想定し、危機回避するシステムを作るのですから、「不測の事態」の発想力が不可欠です。「こうのとり」には、ランデブー、位置・姿勢制御、距離計測、通信などの個別技術と、これらを一つに組み上げるシステム統合技術が必要で、全て性能よく確実に機能させないといけない。JAXA と多くの企業が困難にぶつかりながら一丸となって開発し、2009年に試験機(初号機)を成功させました。成功に貢献した日本企業は全国 200 社以上に及びます。JAXA は全社を表彰させていただきました。

### (2) 運用システム整備

日米共同の運用シミュレーション、安全ルール・手順の設定、運用訓練という3つの課題に挑んだプロジェクトチームの苦闘を順に紹介します。

「こうのとり」の、ISS とのランデブーからロボットアームでの把持までの運用は、JAXA と NASA の共同作業です。安全・確実な共同運用が出来ることを確認するためには、実際の運用を模擬する統合シミュレーションを徹底的に行う必要があります。この目的は、「こうのとり」に搭載するソフトウェア(以下、「ソフト」と NASA 側のソフトの整合性を確認(検証)すること、JAXA(筑波)と NASA(ヒューストン)と ISS 宇宙飛行士の3者連携運用の手順を作成・確認することです。で、「こうのとり」の成功に絶対不可欠な仕事です。

NASA はヒューストンに、「訓練施設」と呼ぶ、ISS を精巧に模擬したシミュレーション環境を整備しています。NASA は統合シミュレーションを行うため、ルールに沿い、「こうのとり」の搭載ソフトを訓練施設に持ち込むよう JAXA に求めました。しかし JAXA は拒否しました。日本の重要技術、ランデブーソフトの開示を防ぐためです。拒否し続けた担当マネジャーは、NASA から「ノーしか言わない男」と言われました。

彼は、「分散シミュレーション技術」を使えば遠隔の日米間でシミュレーションできると主張しました。1990年代に米国内で研究が始まった技術の適用を、JAXA から提案したのです。NASA は実現性を疑いました。現実の有効性が分からない技術ですから当然です。

結局彼は実証実験を行って、日米間通信での時間遅れを危惧する NASA に、技術の有効性を納得させました。「こうのとりの」運用の遠隔シミュレーションが、分散シミュレーション技術で可能になったのです。同技術を宇宙開発に適用した世界初事例となりました。

日米の共同シミュレーション環境を整えた後の課題は、安全・確実な運用のためのルール・手順作成でした。ロボットアームで「こうのとりの」を掴む宇宙飛行士にとって、異常判断や危険回避操作は一番肝心なところでした。検討に積極参加する宇宙飛行士たちの十人十色の意見を取り込みながら、更に、運用訓練の結果を反映しながら、「こうのとりの」搭載ソフトを手直ししつつ、苦勞してルール・手順書を完成させました。作成した手順書は約 1,800 種類に上り、その8割以上が異常時対応のものでした。

運用ルール・手順の作成と並行して行った運用訓練も難関でした。国内訓練と、宇宙飛行士も参加する日米共同訓練を繰り返しました。訓練では、異常時に採るべき措置をシミュレーションで確認します。訓練教官が、とんでもないトラブルのシナリオを描いて、運用要員を厳しく鍛えます。鬼教官がいることで、より充実した訓練ができるのです。ロボットアームが「こうのとりの」をコツンと叩くのは序の口の、「あつてはならぬ。ありえない」演習問題も出たのです。「こうのとりの」初号機打上げまでに行った訓練は 90 回以上に上りました。

「こうのとりの」に搭載する本物のランデブーソフトの「虫出し」に運用訓練を使うなど、日本企業の知恵も徹底的に繰り返された訓練で活かされました。

「こうのとりの」打上げ前の運用訓練は、実運用を重ねるうちに 15~20 回程度に収まりました。有人運用のスキルを成熟させた、専門人材を育成した、ということです。専門人材の中には、フライトディレクターという、日本側を指揮し米国側と交信するリーダーがいます。「こうのとりの」運用9回/7人のフライトディレクター

のうち、2人が女性でした。JAXA には当時から女性活躍の場があったこととなります。

## 6. 「はやぶさ2」成功への貢献

「こうのとりの」で獲得した運用シミュレーション・訓練の技術が探査機「はやぶさ2」に活かされ、小惑星「リュウグウ」へのタッチダウン成功に貢献しました。

「はやぶさ2」は、打上げからリュウグウ到着まで3年半かかっています。その間、神奈川県相模原市にある JAXA 宇宙科学研究所(ISAS)の「はやぶさ2」運用管制室では、リュウグウ到着に備え運用のシミュレーションと訓練を繰り返し行いました。

科学プロジェクト主体の ISAS で行っていた運用訓練は、元々「こうのとりの」の訓練ほど徹底的なものではありませんでした。そこに、「はやぶさ2」プロジェクトが、「こうのとりの」の運用技術を取り入れたのです。筑波宇宙センターで「こうのとりの」運用を学んだ若手人材が、茨城県から神奈川県に引っ越して「はやぶさ」チームに加わり、シミュレーション・訓練を牽引しました。

リュウグウが岩石だらけの荒れ地であることは、接近して初めて分かりました。確実な着陸手順を再構築するために、「はやぶさ2」搭載ソフトの書き換えと再検証、運用要員の再訓練が必要になりました。そこで、「こうのとりの」で獲得したシミュレーション技術と訓練技術が一層効果を上げたのです。

「はやぶさ2」の運用が難しいのは、探査機が地球から数億 km 彼方にあることです。地球と「はやぶさ2」の通信は往復 40 分かかるので、地上側で異常を発見してから探査機に指令を送っても間に合いません。「はやぶさ2」には、自分の危機の判断基準と回避運動を覚え込ませることが必要になります。ロボットとも言える「はやぶさ2」の頭脳ソフトを地上から書き換えるのです。ソフトの間違いのチェックは、地上のシミュレータを使って行いました。

「はやぶさ2」チームでも「こうのとりの」同様、訓練教官が「あつてはならぬ」異常事態・無理難題を様々想定して、シミュレーション・訓練を繰り返しました。シミュレーションと運用訓練を入念に行った結果、「はやぶさ2」は2回のタッチダウンを1m以下の精度で成功させ、リュウグウのサンプル採取を行ったのです。

## 7. 「こうのとり」打上げロケットの苦難

### (1) 打上げロケット廃止

「こうのとり」打上げロケットの苦難の根源は、H-IIロケットの連続失敗にさかのぼります。H-IIは日本初の全段国産・大型液体ロケットで、現在成功を続けるH-IIAの一世代前です。期待を一身に集めたH-IIは、1994年の試験機(初号機)打上げから1997年まで、5機が連続成功しました。成功が当然となった矢先、1998年に6機目が、1999年に7機目(8号機)が失敗しました。痛恨の連続失敗です。

1999年8月、私は筑波宇宙センター勤務(ISS計画担当)から東京・本社へ企画部企画課長として異動しました。3カ月後の11月、8号機が失敗しました。打上げ当日、私は危機管理部隊の一員として本社で打上げを見守りました。1段エンジンのトラブルでした。失敗時の室内のシーンは今も鮮明に覚えています。連続失敗の衝撃はとても大きく、宇宙開発ができなくなることすら危惧しました。

1段エンジンは技術的に難しく、ロケット開発の中でも最大の難関です。JAXAは直ちに、8号機失敗の原因究明を開始しました。そして、1段エンジン破壊の起点とそこに至ったプロセスを推定しました。だが後に、この推定が間違っていたことが分かります。

失敗直後、JAXA理事長が「太平洋からの1段エンジン回収」という驚くべき指示を出しました。エンジンは、小笠原沖の海底2,900mの平地で発見されました。皆、奇跡だと思いました。エンジンを引き揚げ分解調査した結果、破壊の起点が当初の推定箇所とは異なることが分かりました。

政府は、H-IIロケットプロジェクトを中止しました。そして、進行中だったH-IIAプロジェクトに人と資金を集中させ、H-IIAの開発完了と打上げ成功を最優先に宇宙開発を進めることを決定しました。

当時、「こうのとり」の打上げロケットとして、H-IIAの標準型(202型)を能力強化した「増強型」という大型ロケットの開発が進行中でした。政府は、連続失敗でロケット開発に大変慎重になり、「増強型」は不要と判断しました。「こうのとり」の打上げロケットが無くなったのです。

### (2) 逆転の新ロケット誕生

この事態を逆転させたのがJAXA生え抜きの「ロケットの鬼」、今は亡き柴藤羊二さんです。

2001年8月にH-IIA試験機1号機の打上げが成功しました。柴藤さんは企画課長だった私に、「H-IIAが成功したからやっと思せられる」と言っ、ロケットの手描きの絵を出してきました。「俺の手計算だが、これで『こうのとり』が打てるよ」と言ったのです。そのロケットは、H-IIA/202型よりも1段タンクの直径を大きくして、1段エンジンを2基にして、1段の横の固体補助ロケットを倍の4本にする、という大胆な構想でした。後に「こうのとり」を打ち上げるH-IIBロケットです。

「増強型」が中止となって、日本が商業化を目論む国産大型衛星の打上げも窮地にありました。柴藤さんは、その解決策として、H-IIA/202型に2本ある固体補助ロケットを4本に増やした「204型」をスケッチしていました。204型の打上げ能力は、202型とH-IIBの間です。彼は、202型から204型に、更にH-IIBに、という2段階開発の戦略を描いたのです。

204型は、国産大型衛星の商業化に貢献したばかりでなく、カナダ企業の大型通信衛星の打上げを商業受注しました。「こうのとり」用はH-IIAの連続成功をもって政府から承認され、H-IIBと命名されて2004年に開発着手となりました。204型もH-IIBも「ロケットの鬼」が生んだ価値あるロケットです。柴藤さんが出してきた手描きの絵には、自分で考えた十何本ものロケットがありました。すごい人がいたと思います。



H-IIAからH-IIBへの発展©JAXA

2009年9月、「こうのとり」初号機はH-II Bロケット初号機で打ち上げられました。打上げ時刻は、午前2時1分。真夜中です。ISS 物資を載せた初めての「こうのとり」を、初めてのロケットで、初めて使う発射台から、真夜中に打ち上げるという、大変厳しい条件の中で作業が行われました。

「こうのとり」の打上げは、ISS との位置関係で、1秒遅れても延期されるのです。初もの尽くしの中で「定刻」に打ち上げてミッションを完全成功させた日本の能力は、経験豊かな NASA から絶賛されました。

## **8. 転換点:スペースシャトル事故**

2003年2月、スペースシャトル「コロンビア号」の空中分解事故が起きました。米国の第三者委員会は、技術・マネジメント・政策の視点から厳格な原因究明を行い、究明結果と厳しい勧告をまとめた報告書を出しました。勧告を踏まえ、2004年1月、米国ブッシュ(子)大統領が「シャトルを2010年までに退役させる」と宣言しました。世界に衝撃が走りました。

2005年4月に着任した NASA 新長官は、スペースシャトル退役後の ISS 輸送を展望し、大胆な施策を打ち出しました。それが、後に実現する「ISS 物資輸送サービス調達」です。NASA は、運搬手段を持つ民間事業者に輸送を頼みますという、宅配便方式です。

NASA 新長官のリーダーシップは、2005年7月のシャトル飛行再開(事故後初飛行)でも発揮されました。安全化対策が未完のシャトルについて、「完全対策は困難。私の責任で飛ばす」と言い切ったのです。

このシャトルには野口聡一飛行士が搭乗し、危機を乗り越え無事帰還しました。シャトル事故とその後の措置で、米国は有事の際の危機管理能力を示したのです。多くの事柄が詰まっています是非お話したいテーマですが、拙著に譲り本日は省略いたします。

## **9. ISS 計画を救った「こうのとり」**

### **(1) 米国企業の「こうのとり」方式採用**

2006年1月、NASA が ISS 物資輸送サービス調達の提案要請を出して、「宅配便業者になりたい企業」を募りました。何と 20 社もの米国企業が応募しました。応募 20 社から NASA 最終選考に残ったのは6社で、

全てがベンチャー企業でした。世界に名を馳せる航空宇宙大企業が全て敗れるという、驚くべきことが2006年に米国で起きていたのです。

結局、1回目の公募でスペースX社が、2回目の公募でオービタル社が、NASA の宇宙実証試験への参加企業として選ばれました。共にベンチャーです。両社は、「こうのとり」が切り開いた、ロボットアームで掴む結合方式を提案しました。「こうのとり」がお手本となったのです。NASA は、両社との宇宙実証試験の準備段階から、「こうのとり」で苦勞して作成した安全基準や運用手順、習得した分散シミュレーション技術をしっかり使いました。NASA にも企業にも、分散シミュレーション技術のメリットは大きかったのです。

スペースX社は 2012 年に、オービタル社は 2013 年に、NASA の宇宙実証試験に合格して、ISS 物資輸送の宅配便業者に認定されました。両社共、既に 20 回以上の輸送契約を結んでいます。「こうのとり」が新たな結合方式を開拓したからこそ、シャトル退役後 10 年以上に亘り ISS に大型船内物資が届くのです。

### **(2) 米露連続失敗後の「こうのとり」完全成功**

オービタル社は、アンタレスロケットで物資補給機シグナスを打ち上げます。スペースX社は、ファルコン9ロケットで物資補給機ドラゴンを打ち上げます。2014年10月、アンタレスの打上げ失敗でシグナスと荷物が失われました。2015年2月、ロシアの物資補給機プログレスが ISS への結合・補給に失敗しました。2015年6月、ファルコン9の打上げ失敗でドラゴンと荷物が失われました。

2カ月後の2015年8月に打ち上げられる「こうのとり5号」が、最後の頼みの綱でした。今度の補給が失敗したら ISS は無人になるだろうと報道されました。

しかし、「こうのとり」の補給は成功しました。H-II B は求められる「定刻打上げ」を成功させ、ISS に滞在中の油井亀美也飛行士がロボットアーム操作で「こうのとり」を確実に掴んだのです。

「こうのとり5号」では、NASA の緊急要請を受けて積荷を入れ替え、重要部品を輸送しました。尿のろ過装置の部品でした。ISS の飲料水は宇宙飛行士の尿をろ過して精製しています。自分達の尿を飲む宇宙飛行士にとって、実に大切な緊急輸送品でした。



スペースX社の物資補給機ドラゴン©NASA

### **(3) 新型バッテリー輸送での ISS 寿命延長**

ISS の電力は太陽電池とバッテリーから供給されま  
す。ISS のバッテリーは建設当初からニッケル水素で  
したが、寿命が近づきました。NASA は ISS の寿命延  
長のため、高性能の最新リチウムイオンへの交換を  
決めました。使用するバッテリーセルには日本の GS  
ユアサ製が選定されました。

新バッテリー装置は、ISS 船外の4箇所に設置され  
る曝露品です。1箇所に設置する装置は6台で、合  
計 24 台の輸送が必要です。大型曝露品を運べる輸  
送機は「こうのとり」だけでした。「こうのとり」は、最後の  
4機(6～9号)が 24 台全ての輸送を成功させました。  
「こうのとり」が ISS の寿命延長を支えたのです。

## **10. 世界を変えた「こうのとり」**

NASA は、ISS 物資輸送の宅配便業者に加えて、  
宇宙飛行士を ISS に運ぶハイヤー業者を募りました。  
飛行士輸送のサービス調達です。初の NASA 調達  
「ハイヤー」は、2020 年 11 月、スペースX社のファル  
コン9ロケットと有人宇宙船「クルードラゴン」で実現し  
ました。同社は、ISS への宇宙飛行士輸送と、民間人  
の宇宙旅行(2021 年9月)で有人宇宙船の商業打上  
げを連続成功させています。

スペースX社がここまでの基盤を築いた背景には  
「こうのとり」の存在があったというお話を、ここからい  
たします。彼らは、まず、「こうのとり」の結合方式を使  
った無人補給機ドラゴンで、ISS への接近・結合のノウ  
ハウを蓄積しました。併せて彼らは、有人宇宙船開発

を前提にドラゴンのカプセル回収を繰り返し、大気圏  
再突入から回収に至る技術を習得したのです。

「こうのとり」やプログレスなどドラゴン以外の補給機  
は、ISS からの分離後は、大気圏再突入の際に熱で  
融解させて廃棄されます。回収技術を磨いたスペー  
スX社の戦略的アプローチが際立ちます。

更にスペースX社は、NASA 宅配事業を通じてファ  
ルコン9の打上げ機会を安定的に確保しました。これ  
が、ロケットの経験蓄積、信頼性向上、コスト低減、顧  
客の信用獲得に効果絶大でした。ファルコン9は今、  
世界の衛星打上げ市場で最強のロケットになってい  
ます。

以上のとおり、「こうのとり」の挑戦と技術が起点とな  
って、NASA の宅配便サービス調達が定着し、スペー  
スX社のロケット技術が成熟し、更には有人宇宙船の  
ハイヤー事業が生まれました。私は、「こうのとり」が宇  
宙ベンチャーの飛躍を生み出し、世界を変えたと思  
えております。

## **11. 「こうのとり」後継機とH3ロケットへの発展**

「こうのとり」の最初の2機が成功した 2010 年頃から、  
JAXA 理事長の指示で「こうのとり」の発展構想を考え  
ました。人間の頭と鉛筆とパソコンだけの内部作業で、  
2つの発展シナリオを検討しました。1つは、地球周  
辺での巨大構造物組立てや月・惑星探査に必要な  
無人運搬機構想。もう1つは、帰還・回収機能を持つ  
大型カプセルを「こうのとり」に結合し、やがて人の搭  
乗を可能にする有人宇宙船構想です。

そして 2018 年、ようやく小型回収カプセルが「こう  
のとり7号」で実現しました。実験棟「きぼう」で生成し  
たタンパク質結晶を乗せたカプセルを、南鳥島沖の  
海上で無事回収したのです。小型カプセルでしたが、  
今後の発展に活かせる技術成果を得ることができま  
した。

今、「こうのとり」後継機の開発が進んでいます。初  
号機が令和4年度打上げの予定です。「こうのとり」よ  
りも輸送効率を上げて ISS 物資補給をすることが主な  
任務です。後継機が素晴らしいのは、将来の発展に  
対応できる設計を当初から取り入れていることです。  
10 年前の構想が活かされ、更なる発展機が実現する

ことを期待しています。

更に今、令和3年度中の初号機の打上げを目指して、H3ロケットの開発が進んでいます。H3には、打上げ能力が異なる数通りの形態があります。全てに共通するコア機体の1段には、エンジンが2基搭載されます。エンジン2基以上を束ねるのがクラスター技術で、ロケットの打上げ能力を上げるために、世界の大型ロケットで使われる技術です。日本はこの技術をH-II Bロケットで初めて獲得しました。H3では、エンジンクラスターも大型燃料タンクもH-II Bの実績を踏襲しています。「こうのとり」で生まれたH-II Bの技術がH3につながっているのです。



「こうのとり」後継機©JAXA

## 12. 結び: 日本が獲得したものの本質

スクリーンの2枚の写真に込めたメッセージは、ISS計画で人材が育ち世代交代が進んでいることです。1枚が、「こうのとり」の運用要員。「こうのとり」運用で育った若手人材が今、「こうのとり」後継機のプロジェクトを担っています。もう1枚が、ISS から帰還する先輩・野口飛行士が、ISS 船長になった後輩・星出飛行士にタスキリレーしたシーンです。国際パートナーは日本を信頼しています。それは「日本人」に対する信頼だと、私は思っています。

結びとして、日本がISS計画「こうのとり」の成功から獲得したものの本質を、「国際関係」と「日本の国・社会・人々」の2つの視点からお話します。

「国際関係」において、日本は信頼とリスペクトを獲得しました。これらは、交渉力の基盤になります。日

本のソフトパワーです。また、宇宙協力で日本の地位が向上しました。日本がISS計画を始めた頃、「日本にできるのか」と思った人は国内外に多かったでしょう。しかし今、日本は国際共同プロジェクトで不可欠な存在で、「最初から相談すべき国」になっています。

「日本の国・社会・人々」には、「力」の根源となる、誇り・自尊心・自信・希望がもたらされたと思います。また、より高度な「宇宙活動能力」を獲得しました。それは、人材、技術・知見、次代・他天体への発展能力であり、国際約束をきちんと履行する国の能力です。

私は、「日本が獲得したものの本質」を以上のとおり考えております。

最後に、「こうのとり」後継機とH3ロケットを始めとする日本の能力が活かせる、次の国際共同プロジェクトの姿をお見せします。米国が主導する国際有人月探査の「アルテミス計画」です。日本が、この人類共同活動においても主要な役割を果たし、存在価値を示すことを期待しております。

講演終了時刻となりました。私の講演はここまでとさせていただきます。ご清聴、どうもありがとうございました。

(了)