

宇宙開発の戦略と成果の本質

— 物資輸送機「こうのとりの」が世界を変えた — (後編)

7. 「こうのとりの」打上げロケットの苦難

(1) 打上げロケット廃止

「こうのとりの」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-II A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るのです。

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-II Aプロジェクトに人と資金を集中させ、H-II A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-II A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。

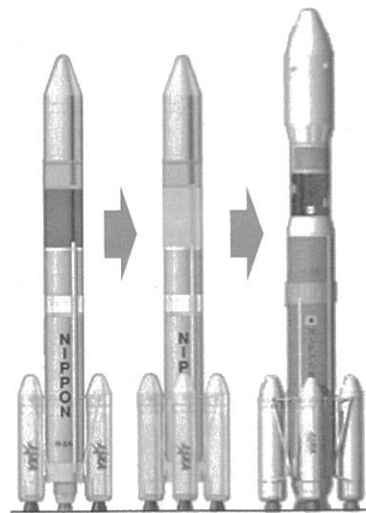
(2) 逆転の新ロケット誕生

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-II A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-II Aが成功したからやっと見せられる」と言って、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『こうのとりの』が打てるよ」と言ったのです。そのロケットは、H-II A/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「こうのとりの」を打ち上げるH-II B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-II A/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-II Bの中間です。彼は、202型から204型に、更にH-II B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。「こうのとりの」用は



H-II AからH-II Bへの発展©JAXA

H-II Aの連続成功をもって政府から承認され、H-II Bと命名されて2004年に開発着手となりました。204型もH-II B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。

2009年9月、「こうのとりの」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「こうのとりの」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、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」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からも絶賛されました。

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「こうのとりの」

(1) 米国企業の「こうのとりの」方式採用

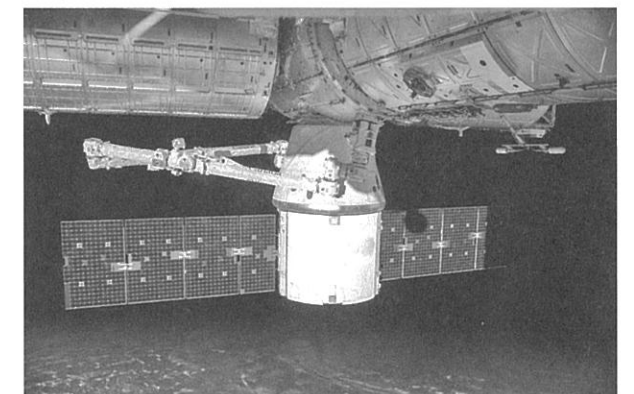
2006年1月、NASAがISS物資輸送サービス調達の提案要請を出して、「宅配便業者になりたい企業」を募りました。何と20社もの米国企業が応募しました。応募20社からNASA最終選考に残ったのは6社で、全てがベンチャー企業でした。世界に名を馳せる航空宇宙大企業が全て敗れるという、驚くべきことが2006年に米国で起きていたのです。

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、「こうのとりの」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。「こうのとりの」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、「こうのとりの」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。「こうのとりの」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「こうのとりの」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



スペースX社の物資補給機ドラゴン©NASA

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。

(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、世界を変えたと考えております。

11. 「こうのとり」後継機とH3ロケットへの発展

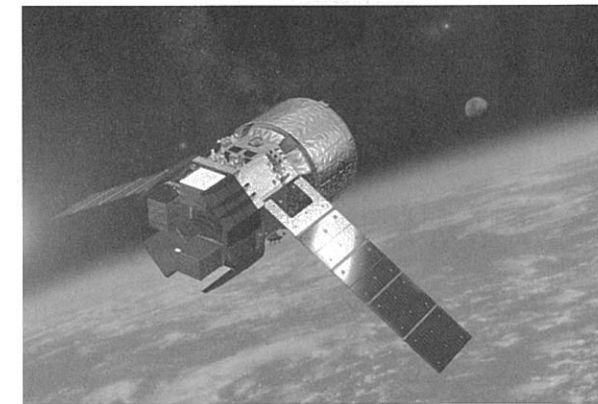
「こうのとり」の最初の2機が成功した2010年頃から、JAXA理事長の指示で「こうのとり」の発展構想を考えました。人間の頭と鉛筆とパソコンだけの内部作業で、2つの発展シナリオを検討しました。1つは、地球周辺での巨大構造物組立てや月・惑星探査に必要な無人運搬機構想。もう1つは、帰還・回収機能を持つ大型カプセルを「こうのとり」に結合し、やがて人の搭乗を可能にする有人宇宙船構想です。

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。

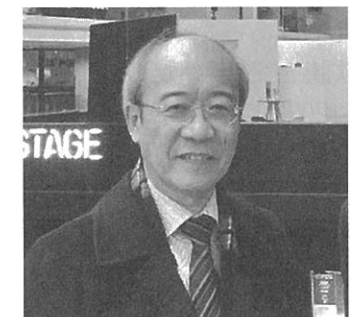
「日本の国・社会・人々」には、「力」の根源となる、誇り・自尊心・自信・希望がもたらされたと思います。また、より高度な「宇宙活動能力」を獲得しました。それは、人材、技術・知見、次代・他天体への発展能力であり、国際約束をきちんと履行する国の能力です。

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。

【講師紹介】



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