



# H2Aロケット 崖っ縁での打上げ成功

話題提供者

長友 正徳

宇宙開発事業団 (NASDA)

国際宇宙ステーション・セントリフュージ・プロジェクト・マネージャー

## 日本のロケット開発の歴史と現状

宇宙開発事業団 (NASDA) は1975年に初めて人工衛星を打ち上げました。その打上げに使われたロケットは、3段式のN1ロケットで、アメリカから導入した技術を用いて開発されました。1段目にはアメリカの技術をほぼそのまま使い、2段目と3段目はアメリカに教わりながら開発しました。N1ロケットは全部で7機打ち上げましたが、全て成功しました。

N1ロケットは約135キロの静止衛星を打ち上げる能力を有していましたが、その次に開発したN2ロケットでは打上げ能力を約350キロに向上させました。N2ロケットは全部で8機打ち上げましたが、全て成功しました。その後開発したH1ロケットでは、2段目を初めて国産化し、全部で9機打ち上げましたが、全て成功しました。

このように、日本におけるロケットの開発は、アメリカからの技術導入に始まり、徐々に国産化をして参りました。H1ロケットに続いて開発されたH2ロケットでは、ロケット全体を初めて国産化しました。2段式のロケットで、1、2段に液体酸素と液体水素を推進役としたエンジンを採用し、1段目には固体ロケットを付けています。H2ロケットは、最初の5機は成功しましたが、その後の2機は失敗してしまいました。



2000年1月に小笠原諸島の北西約380kmの海底(水深約3,000m)から引き上げられたH2ロケット8号機(1999年打上げ)の第1段エンジン(LE-7エンジン)

ロケットの失敗は世界的に見ても稀なことではありません。これらの失敗を含めても、日本のロケットの成功率は、9割を超えています。これは世界的な水準です。最初の29機が連続して成功していただけない、その後の2機が連続して失敗したことは、大変ショッキングな出来事でありました。周りから厳しく非難されることとなり、我々はまさに崖っ縁に立たされてしまったのです。

2機の失敗の原因は異なるものでした。最初の失敗は98年に起きましたが、2段目のエンジンに原因がありました。燃焼室の壁はパイプを長さ方向にロー付けして作られていますが、たまたまロー付けの薄いところがあり、そこから燃焼ガスが噴出してしまいました。この噴出した燃焼ガスによって、周囲の電子機器が損傷を受け、エンジンの燃焼が停止してしまいました。その後、ロー付けの検査方法の改善等を行い、約一年半後の99年11月15日に次号機の打上げに挑みました。

しかし、今度は1段目のエンジンのターボポンプが故障して、再び打上げに失敗してしまいました。このターボポンプは、タンクの燃料(液体水素)を燃焼室に送り出すためのものです。燃料を吸い込むところには、インデューサーと呼ばれる、3枚羽根のスクリュウのようなものが付いています。インデューサーが高速で回転すると、その周りに泡が発生することがありますが、このエンジンは残念ながら泡が発生しやすい設計になっていました。泡が発生すると燃料が振動を起こしますが、悪いことにそれが整流板と共振してしまい、さらに大きな振動となり、羽根に大きな繰り返し荷重がかかっていました。この号機ではたまたま3枚ある羽根のうち1枚に15ミクロンの深さの加工傷があり、そこに繰り返し荷重が集中したために、徐々に亀裂が進展していき、ついには破壊に至ってしまったのです。

打上げ失敗の原因が特定されたので、H2ロケットとH2Aロケットではエンジンは若干違うのですが、必要な対策を施し、繰り返し燃焼試験を行い、それまで以上に慎重を期して2001年8月29日に、H2Aロケット1号機(高さ3m、直径4m、打上げ時の重量250トン)の打上げに臨みました。無事に成功しましたので、崖から落ちないで済みました。胸を撫で下ろしているところです。

## 宇宙進出に向けての果てしなきチャレンジ

日本のロケットは、今後、年に2、3機のペースで打上げが予定されています。2002年2月には、アメリカやヨーロッパから提供された観測センサーを搭載した、国際協力の地球観測衛星アデオス(重さ3.7トン)の打上げが予定されています。来年度には、国際宇宙ステーションとの通信を行うデータ中継衛星や、現在活躍中の気象衛星ひまわり5号の後続機であるMTサットの打上げなども予定されています。

2004年度には、極軌道をまわる地球観測衛星エロス(重さ約4トン)や、ETS-8という移動体通信技術衛星を打ち上げる予定です。ETS-8には大きなアンテナが装着されていて、携帯電話と同サイズの通信機器を用いて、衛星を経由した移動体通信実験が行われます。これが実用化されると、地震等の災害時に、地上の通信機器が使えなくなった場合でも、どこにいても衛星を経由した通信を行うことができるようになります。2005年度には、月の観測を行うセレーネという衛星を月の軌道に投入する予定です。

宇宙開発事業団は、ロケットの技術を民間に移転して、民間が打上げビジネスを行えるようにすることを目標の一つにしています。H2Aロケットについては、開発が完了すると、その技術を民間に移転して、民間が商業打上げを行えるようにしていく予定です。

しかし、ロケット打上げビジネスを取り巻く環境には厳しいものがあります。世界ではすでにヨーロッパ連合のアリアンロケットをはじめとして、アメリカやロシア、中国等のロケットが商業打上げを行っています。こういった中で後発の日本が一定のマーケットを獲得することは容易なことではありません。これからさらに競争力を高めていかなければなりません。

今後、ロケット技術の民間への移転が進めば、宇宙開発事業団ではロケットの再使用化や、有人化のための開発を行う予定です。再使用すると、1回当たりの打上げコストが安くなると同時に、信頼性が高くなるというメリットがあります。再使用ロケットとしては、部分的なものではありますが、アメリカのスペースシャトルが世界で唯一のものです。

再使用ロケットの開発の鍵は機体の軽量化とエンジンの高性能化です。エンジンを高性能化するために、大気中では空気吸込み式エンジンを、真空中ではロケットエンジンを使うことが考えられています。大気中については、低空ではジェットエンジンを改良したエアターボラムジェットエンジンを、上空では超音速燃焼を行うスクラムジェットエンジンを使うことが考えられています。このように大気密度や速度に応じて燃焼方式を適切に切り替

えながら宇宙に到達する方法が究極の姿だと考えられています。それを実現するための基礎研究が国内外で盛んに行われています。

現在、宇宙開発事業団では、ホープという再使用ロケットの研究開発が進められています。ホープは有翼ロケットで、H2Aロケットで打ち上げられ、軌道を周回した後、軌道離脱、大気圏再突入を行い、飛行機のように水平に滑走路に着陸します。この研究開発の一環で、近いうちに、大気圏再突入後のフェーズの飛行実験や、着陸実験が行われます。

人類は陸から海や空へと活動領域を広げてきましたが、宇宙はこれらに続く第4の活動領域です。宇宙への活動領域の拡大の第1段階は、2006年に完成予定の国際宇宙ステーションです。国際宇宙ステーションは、恒久的な実験施設で、すでに建設が始まっており、3人のクルーが数ヶ月交代で搭乗しています。日本は2004年に打上げ予定の日本の実験棟で国際宇宙ステーション計画に参加しています。また、日本は長期宇宙旅行の準備をするためのセントリフュージ棟の開発も行っています。次のステップは、この国際宇宙ステーションをベースにして、人類の活動領域を月や火星に広げていくことです。そのための研究が国内外で盛んに行われています。

地上では環境問題をはじめとして、人口増加、食糧不足、エネルギー不足といった地球規模の問題が次々に起きています。人類はこれまで、活動領域を拡大することによって、さまざまな問題を解決し、持続的な発展を可能にしてきました。宇宙への活動領域の拡大は、今遭遇している地球規模の問題の解決や、今後の人類の持続的な発展に寄与する可能性を有しています。こういった観点から、我々は今後とも宇宙進出に向けての果てしなきチャレンジを続けて参ります。

(2001年10月12日実施)

SAT



H2Aロケット1号機  
(試験機)の打上げ  
(2001年8月29日)