

## 号外 [3] (2011. 2. 16 配信)

小惑星探査機「はやぶさ」余話・その 1:

4 年の計画がなぜ 7 年もかかったか - 読者の質問に答えて

年頭に配信の 32 号と、1 月末に配信の 33 号の 2 回にわたって、小惑星探査機「はやぶさ」についてお話ししました。読者から頂いた質問や、町工場の協力など「はやぶさ」余話を、「号外」として 3 回に分けてお送りします。世界で初の快挙でしたから、「サロン便り」も余波を受け余韻が残り、今後の宇宙開発に続く道筋を考えて記します。まず初回は読者の質問から。

「はやぶさ」の設計寿命は 4 年、当初は旅立ち(打ち上げ)から 4 年で帰ってくるはずでした。JAXA(宇宙開発研究機構)的川泰宣名誉教授は自著『はやぶさ物語』の冒頭で、「いろいろなトラブルにみまわれているうちに、帰還が 3 年延びました」と記しています。トラブルが 7 年かかった主な要因と受け取れます。最初は 10 億キロの予定だった航行距離が、実際には約 60 億キロになったのも、その結果でした。

それだけの答えでは味も素っ気もない、どんなトラブルが起きたかを『空と宇宙展』ガイドブック中の「はやぶさ」ミッションカレンダーから拾いながら、的川さんの『はやぶさ物語』と照合して見ていきます。

打ち上げから 2 年近く経った 2005 年 7 月 31 日に、3 基ある姿勢制御装置のリアクションホイールの 1 基が故障しました。最初のトラブルです。的川さんによると、リアクションホイールとは、探査機に乗せているコマのこと。自著には次のように記されています。

三つのコマの空間は X 軸、Y 軸、Z 軸の 3 次元なので、それぞれの軸を中心にしてコマが回る。それらの回転数を上げたり下げたりして、微妙な姿勢制御ができる。時々、地球と交信するために探査機の姿勢を変えなければならないことがあり、その時にリアクションホイールを使うか、12 基あるガスジェットのどれかをコンピュータで選んで噴かす。すると、ギョッと力が働いて探査機が回転していく。ガスジェットでも姿勢を安定させられるが、燃料を噴く時に微妙に探査機のスピードが変わる。「はやぶさ」はコマも積んで、精密な制御はコマで行い、それほど精密制御が要求されない時はガスジェットで姿勢を変更するという、二つのシステムを併用していた。

故障は起きたが「最初から 1 基くらいは故障するだろうなとみんな思っていたので、かねてから用意していたプログラムに沿って、きちんと運用させました」とのこと。こうして、ミッションカレンダーを見ると 8 月 14 日にイトカワまでの距離 28,000km から、1 ヶ月後の 9 月 12 日にイトカワに約 20 km の地点 = ゲートポジションに到達。同 30 日には距離約 7km のホームポジションまで降下し、着陸の練習を始める段になった途端の 10 月 2 日、今度は、リアクションホイールの 2 基目が故障しました。的川さんは「3 基あるうちの 2 つが故障するというのは想定外で、正直、かなり弱ったなという感じでした。あとから考えると、これが最初の絶望的な状況だったといえます」と記しています。

姿勢を立て直すには、12 基あるガスジェットのどれかをうまく噴かして、失われたリアクションホイールの代わりをさせる複雑なプログラムが必要。時間をかけて作ったプログラムを「はやぶさ」に送り、「はやぶさ」のプログラムを書き換え、練習して様子を見て、またプログラムを書き換え送信を繰り返す、「若いスタッフたちは、コンピュータ上で「はやぶさ」の動作を確認しながら何度も練習していきました。昨日はぎこちなく慎重な手つきだったのが、今日はスムーズに慣れた手さばきで操作するというふうに」と的川さんは臨場感ある記述をしていますが、1 基だけ残ったリアクションホイールと協力して複合制御を行うのに慣れるのは「とてもたいへんでした」と。

今回はトラブルの話ですので、イトカワ離着陸の詳細は割愛しますが、2回の降下リハーサルを経て、11月20日に1回目の着陸、同26日に2回目の着陸に成功しました。ミッションカレンダーの記事は実に細かく、20日の着陸時では着陸確認の前後を通じ17項目、26日も15項目の記事が書き込まれています。そのつど、地上からの指令、「はやぶさ」自身の姿勢制御等々が行われ、その間に多様なこまごまとしたトラブルが起き、一つ一つ状況に応じて対処できたものの、離陸を終えた27日には「化学エンジンの推力低下が判明」「姿勢や通信系など探査機の主要システムの機能が低下」と記され、さらに12月に入ると、再度の燃料もれが発生し、燃料などのガス噴出によると思われる外乱により、探査機の姿勢を失い、地上の管制センターと探査機の交信も途絶えるに至りました。

それらの結果、年末も近い12月14日には「当初計画された07年6月の地球帰還は難しく、飛行を3年間延長して2010年6月に帰還させることを決めて公表に至ったのでした。

同時に、探査機の運用方針を、通常の運用モードから救出モードに転換、救出運用は約1年間継続し、この間に復旧できる確率は比較的高く、07年までに復旧できた場合は、その時点からイオンエンジンを運転し、2010年に地球に帰還させることを明らかにしました。

2006年に入って1月23日に探査機からのビーコン信号が3ヵ月ぶりに受信され、探査機の状況が少しずつ分かってきました。イオンエンジンを用いて太陽方向(地球方向に近い)への姿勢変更制御を実施すると決定。5月にイオンエンジンの起動試験に成功、07年にはイオンエンジンの試験運転にこぎつけ、イトカワの軌道を離脱して地球への帰還に向けた巡航運転を開始したのは同年4月でした。それから3年、公表通りの帰還が実現したのでした。

素人の感想ですが、広大な宇宙の飛行、特に道路の小惑星探査には姿勢制御機能がいかに重要かがよく分かり、トラブル発生がその解決に非常な労苦と時間がかかることも分かりました。同時に、一般的な意味でトラブルはその大・小、深刻度を問わず、過去の経験と教訓を踏まえ、知恵を絞り工夫を凝らし正しい対処によって解決できる事柄だと再確認でき、大層参考になりました。

(2月10日記。国際サブロー)