

<学生が聴く、日本の惑星探査の過去・現在・未来> 第1回 将来計画委員会・惑星探査検討グループ企画

## 「ひてん」の旅

インタビュワー：木村春奈（東大地惑M2）

惑星探査は、色とりどりの写真等を用いて華々しく語られることが多いが、その計画の立案・準備・実施は地味で根気を要する作業である。しかしながら、その中にも様々な面白さ・魅力が存在しており、それらを学生の方々へ紹介することは非常に有意義であると我々惑星探査検討グループでは考える。

しかし、日本においても実際に惑星探査に係わる人々から学生が直接お話を聞かせていただく機会は少ないのが現状である。そこで検討グループでは、学生有志による探査計画関係者への直接インタビューを企画した。これにより学生の視点から見た惑星探査計画の面白さを紹介する事が出来、その結果として、一人でも多くの学生の方々が惑星探査へと参加していただければ幸いである。今回はその第一回として「「ひてん」の旅」を、東大地惑の木村さんに御紹介していただいた。

### 1. 「ひてん」とは

現在、LUNAR-AやSELENEは月を目指して準備が進められています。しかし、それより先に月に到着していた探査機がありました。それが「ひてん」です。

「ひてん」は日本で初めて月へ行ったというだけでなく、その後の月・惑星探査に必要なスイングバイ技術を残しました。そう考えると、まさに「ひてん」こそが月探査の原点と言えるのではないのでしょうか。そこで私は、天空を自在に舞った「ひてん」の旅を追ってみることにしました。

「ひてん」の計画名称は第13号科学衛星MUSES-Aです。将来の月・惑星探査に必要な技術を修得、実証する工学実験衛星でした。1990年1月24日に宇宙科学研究所によって打ち上げられ、3年後の1993年4月に月面に衝突してその生涯を閉じました。

試された技術は主に以下のものです。

- ・スイングバイ：天体の重力場を利用して衛星の軌道変更をした。
- ・エアロブレーキ：地球上層大気との摩擦を利用して衛星を減速させた。
- ・月周回軌道への衛星投入：孫衛星「はごろも」を母船から分離、月周回軌道に投入。「ひてん」自身も2年後に月周回軌道に投入された。
- ・ダストカウンター：ドイツのミュンヘン工科大学との共同実験として宇宙塵の観測を行った。
- ・星/月や惑星等から姿勢や軌道決定の情報を提供し、深宇宙における光学航法を行うための光学航法センサ(ONS)実験装置を搭載した。

「ひてん」によって得られた技術は、それ以後の探査衛星に役立てられています。スイングバイ技術はGEOTAIL・LUNAR-A・PLANET-B計画でも、「ひてん」で培われた技術として活用されています。

### 2. 上杉先生へのインタビュー

－上杉先生から見て、「ひてん」というミッションはどのようなものだったのでしょうか？

「ひてん」はMUSES-Aとして、宇宙研がピュアなサイエンスだけではなく、少し先を見て工学的なミッションとして行おうとしたものだった。具体的に何をするかは3つの候補があった。ランデブードッキングと電気推進、そして月のスイングバイだった。その中から月のスイングバイが選ばれたのは、後に行われるGEOTAILでこの技術が必要だったからだ。「ひてん」は月スイングバイを中心とするミッションとなるが、欲張って、どうせ月に行くのなら孫衛星の月軌道投入を、また地球に戻ってくる時にはエアロブレーキを行うことになった。

「このミッションに上杉先生はどのように関わっておられたのでしょうか？ 苦勞されたことは？」

プロジェクトマネージャー、いわゆる総責任者です。大変だったのは、他のミッションと同様に重量や予算のこと。でも、軌道の専門家としてはやりたいことを全てさせてもらえて、しかもそれが後で全部生きている。また、本来のミッション後にもいろいろできた。

「本来のミッション後と言いますと。」

「はごろも」の月軌道投入、月スイングバイを行い、エアロブレーキでミッションは終了することになっていた。エアロブレーキが失敗したら終わりだったが、幸いうまくいった。打ち上げの時は全然考えていなかったが燃料もまだ少しあったからこのまま遺棄してしまうのはもったいないということで「ひてん」自身を月軌道投入することになった。また、月軌道投入の前にはダストカウンターを使って月と地球のラグランジュ点(L4,L5)のダストを観測しようということになった。安定点であるラグランジュ点にはダストが集まっているのではないかと考えられたので、その周辺に「ひてん」を飛ばして観測した。実際には集積は観測されなかったが、観測できれば世界初の発見だった。

「それでは、当初は「ひてん」を月に落下させる計画ではなかったのですね。」

そうです、打ち上げるときには考えてなかった。頭の中にはあったかもしれませんが。だから、本来のミッション後にも大変楽しめた。最後は月に衝突したが、その時クレーターを作ったはずです。月探査機のクレメンタインがクレーターの写真を撮ってくれないかと期待した。しかし、クレーターの大きさはせいぜい50メートルほどだからそれは難しい。将来的には、誰かが落下地点に行って「ひてん」のかけらを採ってきて、宇宙研に展示して欲しい。また、そのクレーターの名前は「ヒテニウス」というのはどうかな(笑)。

「全体を通して成功したミッションだったようですが、ミッションの危機というのは？」

俗に「2ビットに救われた」と言っているすごい話があるのですよ。衛星は打ち上げ後、直ぐに速度を修

正しなくてはならない。「ひてん」は搭載された加速度計を積分して速度を求めて、自動で速度を補正することになっていた。そのとき実際には速度は50m/sほど足りなかったのに、装置の誤作動で、積分結果は100m/sも出過ぎていると示していた。機器がそれに反応して速度の自動修正を行ってればますます速度不足を生じていたのだけれども、実際には自動で修正は行われなかった。速度誤差が99m/s以上だったら何か異常があるだろうということで自動噴射を行わない設定だったからです。これはビット数を節約する意味でそのような設定になっていたのですが、その差2ビットに救われたわけです。

「「はごろも」には不具合があったようですが。」

もう一つの危機は「はごろも」を殺してしまったこと。飛行中にチェックアウトをかけたときに、「ひてん」との電源の切り替えがうまくいかず送信不能になった。「ひてん」からの切り離しや点火はできるが信号を送ってこなくなった。そこで、キックモーターの点火の確認ができれば成功ということにしようと決まった。確認方法は、「ひてん」に積んでいたダストカウンターと地上からの観測で行うことになった。3月19日記者会見の直前、木曾の観測所から電話。「キックモーターの点火を捕らえたと思います。」奇蹟的だった。そこで、「はごろも(羽衣)」という名をつけての記者発表となった。

「比較的順調にミッションは進んでいったようですが。」

運が良かったと言えば運が良かった。「ひてん」が月に衝突してミッション終了となった1993年4月10日には、能で「羽衣」、お酒は「飛天の舞」「月丸」で打ち上げをした。

「「ひてん」は日本が初めて月に探査機を送ったミッションでもあります。」

このミッションの目的は月へ行くことではなかった。つまり、月は探査の対象ではなく燃料の代わりだった。技術として月へ行きたいというのはあった。月へ行くことは基本的には軌道設計・制御の難しさがある。遠くへ行くだけ誤差が大きくなる。しかし、「日本で」という意味はもうない。昔はあっただろうが国粹主義とい

うのはもうなくて、国は互いに得意分野を出し合って協力することが重要だ。

－「ひてん」で得られた技術は後のミッションにも生かされていますね。

特にGEOTAILのために二重スイングバイ技術の確立を、という気持ちが強かった。この成果は今後もどんどん使われるだろう。今では月のスイングバイを使うものの多くが「ひてん」と同じように地球を4周した後には月へ向かう。その最初の試みが「ひてん」だった。

－未来への展望をお聞かせ願えますか？

工学的なもので目先のものはMUSES-Cです。このミッションのターゲットは300 mぐらいの大きさです。ぴったりとり着くことが大変難しい上に電気推進(イオンエンジン)が難しい。タッチダウンが、サンプルをとるのが、高速で地球に戻ってくるのが・など「ひてん」に比べて何段階も難しい。これからも工学的に解決していかなければならない課題はまだあります。また、サイエンスからの要求にも応えていきたい。

－若い世代にメッセージを。

これからはいい時代だと思う。ある程度のことは先輩をつけてくれた人がいる。昔は想像だけで行けない時代だったが、火星なら若い人は行けるかな(笑)。そんなところまできているから、それは正直言ってうらやましい。だから、やることはものすごくあると思います。今まで地球でしかできなかったことが実際に月や惑星に行って観測・探査ができる。ぜひそういうことをやってほしい。「何を」というのは特になくて、

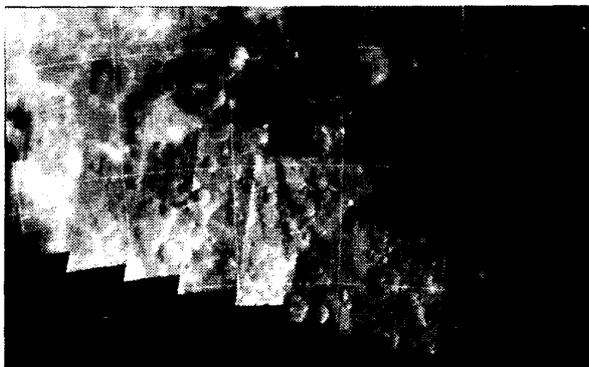


図2:「ひてん」が衝突直前に撮影した月面写真(フレネリウス・クレータ近辺に衝突)

工学の立場としてはやれる技術は僕らが作っていく。工学の若い人たちと一緒に盛上げてほしい。また、ヨーロッパ、アメリカなど世界中の人たちと一緒にやってほしい。

### 3. おわり

日本で初めての月探査機ということで注目した「ひてん」でしたが、「ひてん」自身の月軌道投入が後で付け加えられたということは驚きでした。しかし、月に行ったこと以上にスイングバイ技術を得られたことが次につながる重要な成果だと感じました。「ひてん」の技術によって開かれた世界に次の探査機が進み、そして、その成果によってその次の探査機がまた新たな世界を開く。これからも広がっていく月・惑星探査の世界に大いに期待したいと思います。

最後になりましたが、インタビューに応じていただきました上杉先生、御協力いただいた矢野さん、惑星探査検討グループのみなさん、企画のみなさん、遊星人編集部の方々に、心より感謝いたします。



上杉邦憲 教授(写真左):宇宙科学研究所 システム研究系研究主幹。固体ロケットの開発、「ひてん」、「GEOTAIL」、「MUSES-C」等、様々な惑星探査計画に携われる。上杉家第17代当主としても知られる。

木村春奈(写真右):神戸大卒、東大大学院在籍中。現在、修士論文として火星の水環境の研究に従事。来年はNHKへの就職が内定されています。科学番組へ多大な貢献をされることを期待いたします。