

国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構 様

太陽系探査プロジェクトを支える 富士通の軌道決定技術

国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構の宇宙科学研究所では、1985年のハレー彗星探査プロジェクト以来、国内すべての太陽系探査プロジェクトにおいて富士通の軌道決定技術を採用している。地球圏より遠い深宇宙における探査機の軌道決定は極めて困難だが、宇宙科学研究所 軌道決定グループと富士通により、プロジェクトを成功に導くための軌道決定ミッションが日々遂行されている。

新たな領域へ挑戦を続ける JAXA 宇宙科学研究所

国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構(JAXA)は、2003年に宇宙科学研究所(ISAS)、航空宇宙技術研究所(NAL)、宇宙開発事業団(NASDA)の3つの機関が統合して生まれた。宇宙開発利用を技術で支える中核的実施機関と位置付けられており、基礎研究から開発・利用まで一貫して取り組んでいる。



イラスト：池下幸裕

「現在、小惑星探査機“はやぶさ2”が、太陽系の起源・進化と生命の原材料物質を解明するため、小惑星リュウグウの観測活動を実施しています。2019年には小惑星表面にタッチダウンを行う予定です。他にも、惑星探査において日欧初の共同プロジェクトであるベピコロomboミッションがあります。このプロジェクトにおいて日本の水星磁気圏探査機“みお”が水星に向け2018年10月20日に飛び立ちました」と話すのは、はやぶさ2のミッションマネージャを務め、科学誌『Nature』が選ぶ、その年に科学で重要な役割を果たした10人“The 2018 Nature's 10”にも選出された、JAXA 宇宙科学研究所 准教授の吉川 真氏だ。

吉川氏は、宇宙科学研究所において人工衛星や探査機の軌道決定の研究も行っている。「軌道決定とは、人工衛星や探査機が

ある時刻にどこにいるのか、どのくらいの速度なのかを推定することです。地上のアンテナと人工衛星・探査機との間で電波による通信を行うことにより、位置と速度を計算します。私たち軌道決定グループが探査機の現在位置を推定し、その結果から軌道設計グループが探査機をどう動かしたら良いかを検討します」と吉川氏は軌道決定の役割を話す。

困難を極める 軌道決定を富士通が支援

特に太陽系探査機の軌道決定は難しいと吉川氏は言う。「困難にしている大きな要因は、距離の遠さです。太陽系探査機は、地球を周回している人工衛星と比べて地球からの距離が格段に遠く、そのため電波で速度を測ったときの変化が非常に小さいので、推定が難しいのです。さらに、距離が遠いと電波が弱くなり、ノイズも多くなります。データの質が悪くなると軌道決定の精度が落ちてしまうのです」(吉川氏)。他にも、太陽光の圧力などの微小な力も考慮しなければならないことや、探査機の推進システムであるスラスタやイオンエンジンの出力が一定ではないことなども軌道決定を難しくする要因になる。

「太陽系探査機の軌道決定は、本当に細かな、さまざまな要因一つ一つを高い精度で推定していかないと正確な位置は出せません。そこがとても難しいのです」と吉川氏は話す。

お客様プロフィール

国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構

本 社 東京都調布市深大寺東町7-44-1

代 表 者 理事長 山川 宏

ホームページ <http://www.jaxa.jp/>

概 要 日本で唯一の宇宙航空分野における研究開発機関。経営理念に「宇宙と空を活かし、安全で豊かな社会を実現する」、コーポレートスローガンに「Explore to Realize」を掲げ、新たな宇宙への可能性を切り開く宇宙工学を中心としたさまざまな研究を進めている。

この軌道決定を支援しているのが富士通だ。これまで、1985年のハレー彗星探査プロジェクトから現在に至るまで、30年以上にわたり多くのプロジェクトに関わっている。さきがけ/すいせい(彗星探査、1985年)から始まり、ひてん(工学実験衛星、1990年)、のぞみ(火星探査、1998年)、はやぶさ(小惑星イトカワ探査、2003年)、かぐや(月探査、2007年)、あかつき(金星探査、2010年)、IKAROS(ソーラー電力セイル実証、2010年)、はやぶさ2(小惑星リュウグウ探査、2014年)、みお(水星探査、2018年)まで、日本における太陽系探査プロジェクトのすべてにおいて、富士通は軌道決定システムの開発と運用を担っている。

「富士通には、とくに深宇宙、月よりも遠いところでの軌道決定を支援してもらっています。深宇宙での軌道決定は日本では私たちと富士通しかやっていません」と吉川氏は語る。

プロジェクトチームの一員として 太陽系探査機の軌道決定を担う

富士通が提供する軌道決定システムは、地上局が探査機を電波追跡したデータ、そして場合によっては探査機が目標天体を観測したデータも利用して、探査機の位置を正確に計算する。しかし、単にシステムを納品しているだけではない。

「深宇宙では初めてのことがとても多いため、最初に作ったソフトウェアそのままでは適用できないことが多くあります。軌道決定システムで計算をした結果がちよっとおかしいということになれば、ではやり方を考えてみよう」と私たちと富士通で議論するわけです。そしてシステムの

改良や運用の工夫をして改善していくのです。富士通には、外部の協力会社というような距離をおいた関係ではなく、軌道決定チームの一員として、責任をもってプロジェクトに参画してもらっています」(吉川氏)。

太陽系探査機での軌道決定では、困難な状況によく直面する。そのため議論・検討を重ね、改善を行わなければならない。火星探査“のぞみ”のプロジェクトでトラブルが発生した際のことを吉川氏は振り返る。「探査機“のぞみ”の電波通信にトラブルが発生したとき、通常であれば質が大変悪くてとても利用できない電波を上手く処理して軌道決定に使えるデータだけを拾い出して運用するという手法をとりました。とても難しい仕事だったのですが富士通は成し遂げてくれました」(吉川氏)。

2003年に打ち上げられた小惑星探査機“はやぶさ”の奇跡的な帰還も富士通が支援した。“はやぶさ”は2005年9月12日に小惑星イトカワに到着。イトカワ近傍に滞在して観測した後、2005年11月にはイトカワへの着陸に成功。しかし、その後燃料漏れやエンジン停止、通信途絶などさまざまなトラブルが発生した。「“はやぶさ”からの電波がまったく届かなくなってしまったわけですが、さまざまな可能性を検討して、電波がいつ復帰しても良いように地球からアンテナを向け続けました。想定されたよりもずっと早く、約7週間後にアンテナを向けた方向から“はやぶさ”の電波がきました」と吉川氏。さらに2014年、“はやぶさ”の後継となる“はやぶさ2”が小惑星リュウグウに向け、打ち上げられた。この軌道決定にも富士通は軌道決定チームの一員としてプロジェクトに参画している。

経験を重ねて進化し、 さらに軌道決定の精度を高めていく

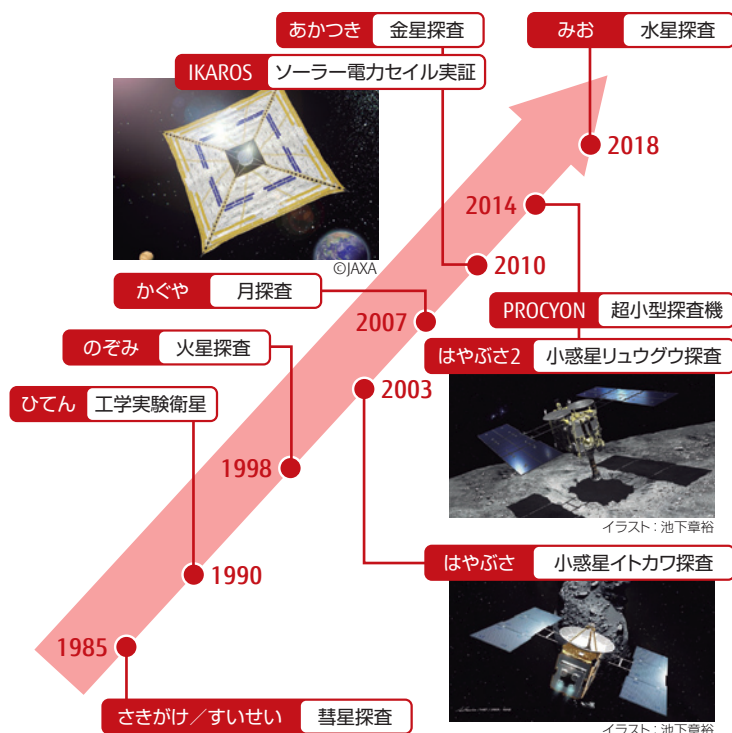
軌道決定には経験が非常に重要であると吉川氏は強調する。「日本は人工衛星をたくさん打ち上げていますが、月以遠まで行った探査機は十程度しかありません。地上でさまざまな想定を行っても宇宙空間ではまったく違ったということも多くあります。トラブルが起きたり、予測していなかった場面に遭遇したりしたときに、それを解析・分析し、次にどう繋げていくか。進化していくためには経験がとても重要です」と吉川氏。

軌道決定グループと富士通ではそうした経験を重ねることで軌道決定の精度を高めている。ともに軌道決定を行う富士通について吉川氏は次のように評価する。「一緒にプロジェクトを進めている富士通の方は非常に優秀で、経験も豊富です。ソフトウェアの対応など、大変な作業も多いですが、責任感をもってとても熱心に仕事をしてくれます」(吉川氏)。

2018年末現在、宇宙科学研究所では太陽系探査機として“あかつき”、“IKAROS”、“はやぶさ2”、“みお”を運用中だ。軌道決定グループと富士通ではこれからも引き続きこれら運用中の探査機について軌道決定を続けていく。

「さらに、2020年代前半の探査機打ち上げを目指し、火星衛星探査計画(MMX: Martian Moons eXploration)の研究開発がスタートしています。これは“はやぶさ2”よりもさらに難しいプロジェクトで、正確な軌道決定が重要になります。これまで同様に富士通とともに取り組んでいきたいですね」と吉川氏は展望を語る。これからも富士通は、軌道決定技術によって日本の太陽系探査プロジェクトを支えていく。 2018年12月取材

■富士通が軌道決定を支援する太陽系探査プロジェクト



お問い合わせ先

富士通コンタクトライン(総合窓口) 0120-933-200

受付時間 9:00 ~ 17:30(土・日・祝日・当社指定の休業日を除く)

富士通株式会社 〒105-7123 東京都港区東新橋1-5-2 汐留シティセンター

<http://www.fujitsu.com/jp/solutions/business-technology/tc/fields/space/index.html>