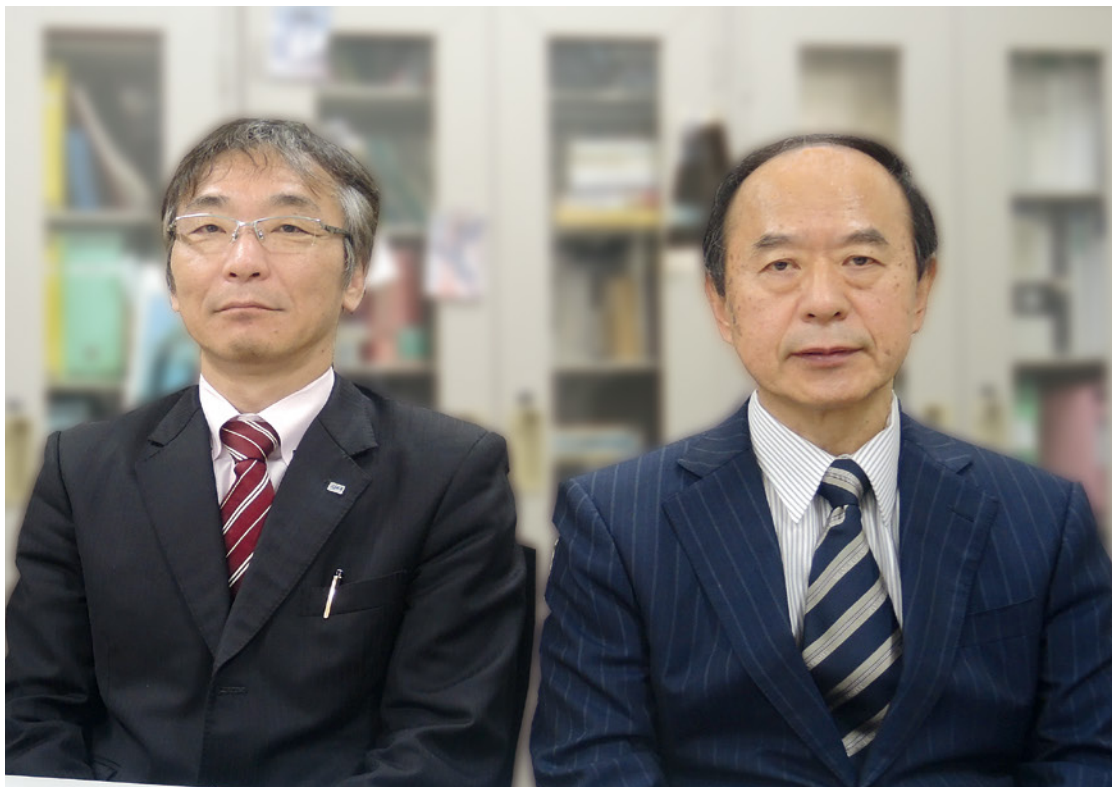


「劣勢」はイノベーションを 生み出すチャンス

——「はやぶさ」を糧にし、宇宙技術をベースに民間企業との融合を



●ゲスト

国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所
宇宙飛行工学研究系 教授 宇宙探査イノベーションハブ ハブ長

國中 均 氏

●聞き手

株式会社アルバック 代表取締役執行役員社長

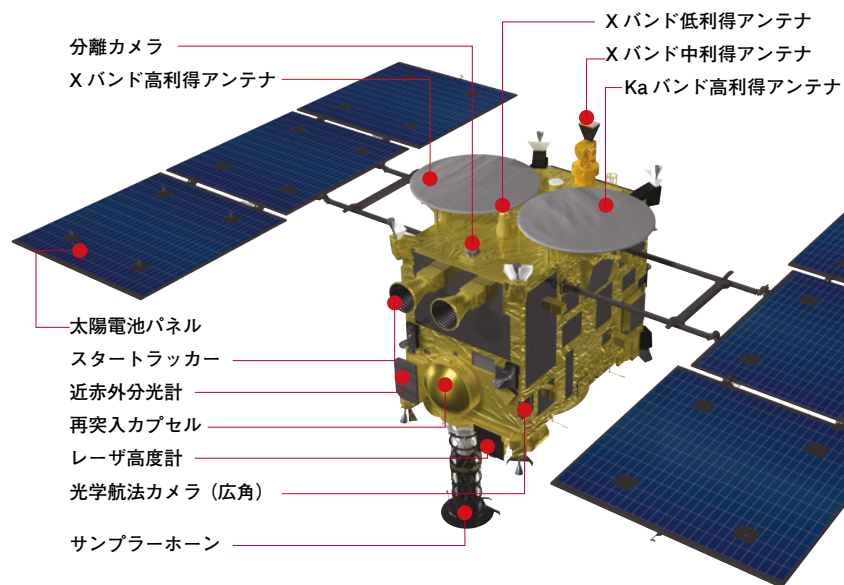
小日向 久治

2010年6月13日、日本ばかりでなく世界中の多くの人たちに感動を与えた小惑星探査機初代「はやぶさ」の地球帰還は、いまだに記憶に新しいところである。その感動物語は劇映画になったほど。その成功に後押しされるようにして、「はやぶさ2」が2014年12月3日に打ち上げられた。「はやぶさ2」はちょうど1年後の2015年12月3日に地球スイングバイという方法で、目的地である小惑星「Ryugu (りゅうぐう)」へ進路を変更・加速し、新たな成果に挑戦しようとしている。こうした「はやぶさ」、「はやぶさ2」をはじめとする日本の宇宙研究・開発事業を支える実施機関が宇宙航空研究開発機構（JAXA）である。今回の「巻頭対談」は、「はやぶさ」の中核技術の一つともいえるイオンエンジンを開発された JAXA 宇宙科学研究所 宇宙飛行工学研究系教授の國中均（宇宙探査イノベーションハブ ハブ長）氏をゲストにお迎えし、宇宙研究開発を中心に、貴重なお話を伺った。

*本稿では製品名等の登録商標の表記は割愛しています。



2010年6月13日、火球となって地球に帰還する初代「はやぶさ」
(写真提供：JAXA)



斜め上から見た「はやぶさ2」(写真提供：JAXA)

はじめに

無人探査機による惑星探査技術は次のように段階的に発展を遂げてきている。

観測目的の天体近くを通過しながら観測する「フライバイ」、目的の天体に接近、速度を合わせながら同じ軌道を航行して観測する「ランデブー」、目的の天体の地表に直接降り観測する「着陸」、そして、目的の天体の物質を地球に持ち帰って分析する「サンプルリターン」である。

「はやぶさ」は、幾多のトラブルを乗り越えて地球に帰還したことで世界中の人たちに感動を与え注目を浴びた。小惑星探査技術という意義から評価すると、最も難易度の高い小惑星からのサンプルリターンを世界で初めて成し遂げたのである。その「はやぶさ」が長期間にわたって宇宙の中を航行し、最終的には地球帰還を果たすことができたのはイオンエンジンによるところが大きいという。

また、「はやぶさ」のように、幾多の小惑星のサンプルを持ち帰ることは、「生命の起源」「宇宙の構成」「太陽系の起源」など、人類をはじめ地球上のあらゆる自然や生命にとって、未知への知見が解き明かされるという、まさに宇宙研究開発の目的に適うものである。



「イトカワ」の微粒子は帰還カプセルに入れられ、オーストラリアの大地に無事到着した。
(写真提供：JAXA)

■表1 小惑星「Ryugu」と「イトカワ」の特徴

	Ryugu	イトカワ
発見日	1999年5月10日	1998年9月26日
大きさ、形	直径約900m、ほぼ球形	535m×294m×209m、ラッコ型
自転周期	約7時間38分	約12時間8分
公転周期	約1.3年	約1.52年
軌道半径	約1億8000万km	約1億9800万km
光の反射率	およそ0.05	平均0.25
色	黒っぽい	灰色(宇宙風化を受けていないところが、まわりよりも白っぽく見える)
スペクトルのタイプ	C型(鉱物のほかに、水や有機物が含まれていると推測されている)	S型(カンラン石、輝石、斜長石、トロイライト、テーナイト、クロマイトなどの鉱物)

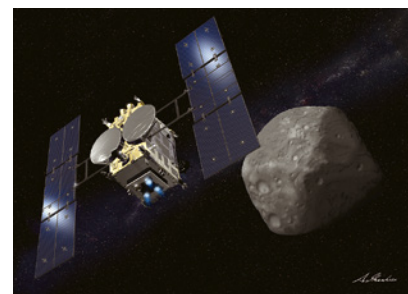
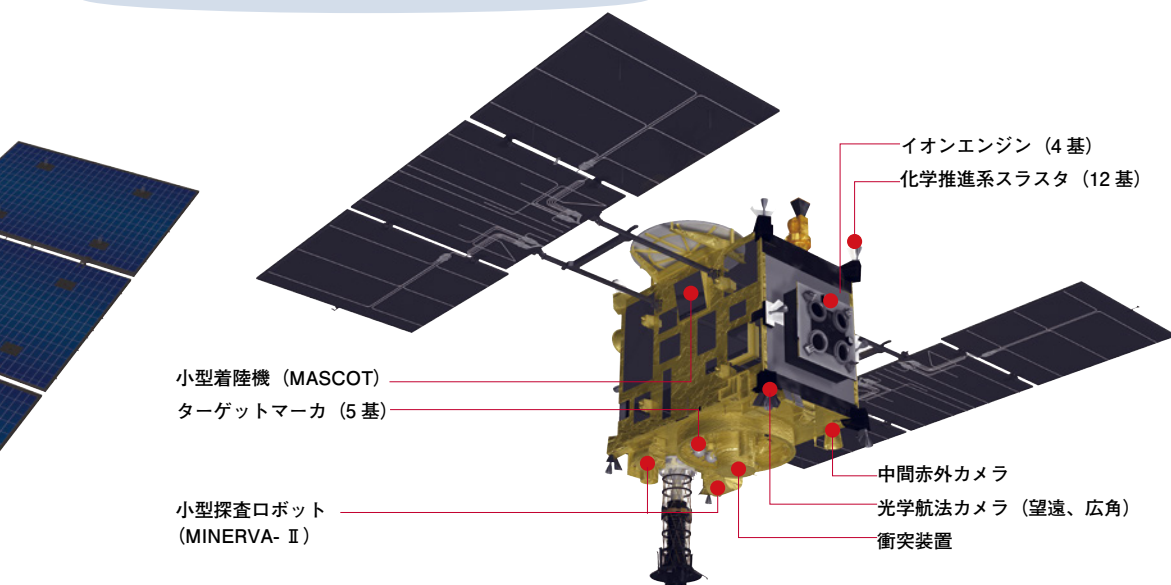
個々の担当者に最高の能力を発揮させ、期限までに決めることがプロジェクトマネージャの仕事

小日向：「はやぶさ」は広範囲な専門技術の結集したプロジェクトです。多岐にわたる技術が統合されている関係で、その中には必ずしも先生の専門ではない分野も多くあると思います。このようなプロジェクトのマネージャとしてチームを率いたうえで心がけたことをお教えてください。

國中：確かに、分からないことばかりです(笑)。

心がけていることは、まず全てに精通したスーパーマンはいないし、自分はスーパーマンではないということ。だから現場の人たちの裁量を最大限尊重するようにしました。専門知識をもった個々の担当者が自ら最高の能力を発揮できる環境を作るため、現場の意見に耳を傾けました。

小日向：私は、アルバックの社長を引き受けた時、社員に元気がなく、活性化の必要性を感じて、社員の自主性を引き出すために権限委譲を進めました。今回、國中先生のリーダーとしての心得が、「担当者の個々の能力を最大限に引き出すこと」ということを知り、大変意を強くしました。



小惑星「Ryugu」接近中の「はやぶさ2」
(写真提供：JAXA / 池下章裕氏)

■表2 小惑星探査機「はやぶさ2」と初代「はやぶさ」の比較

	はやぶさ2	初代はやぶさ
太陽電池パネルを除いた本体の大きさ	幅1m×長さ1.6m×高さ1.25m	幅1m×長さ1.6m×高さ1.1m
質量	約600kg(燃料込み)	510kg(燃料込み)
打ち上げ年月日	2014年12月3日	2003年5月9日
打ち上げロケット	H-IIAロケット26号機	M-Vロケット5号機
通信周波数帯	Xバンド(7~8GHz)、 Kaバンド(32GHz)	Xバンド(7~8GHz)
主な探査装置	近赤外分光器、中間赤外カメラ、光学航法カメラ、レーザ高度計、分離カメラ、衝突装置、サンプラーホーン、MINERVA-II、MASCOT	近赤外分光器、蛍光X線スペクトロメータ、マルチバンド、分光カメラ、レーザ高度計、サンプラーホーン、MINERVA
小惑星探査期間	約18カ月間	約3カ月間
石や砂の採取	表面2回、地下1回	表面2回
地球への帰還	2020年11月~12月(予定)	2010年6月13日

ところで、プロジェクトマネージャとなると短い期間に多くの事柄を決めていかなければならないですね。

國中：「はやぶさ2」のプロジェクトは期間が決まっている仕事で、仕事の山場では多くの課題が山積し、何しろ決断しないと何も前に進まないの、プロジェクトマネージャの私としては『決める』というのが毎日の仕事でした。会社経営に通じるものがあると思います。経営者は長期にわたってその都度判断していかないといけないですね。たくさんのリソース、つまり時間や人・予算、全てのパラメータを全部しらみつぶしに検討して、一番いいものを選ぶのでしょう。

しかし、今回は、打ち上げが2014年12月と決まっていたので、そこまでに合格点のものをつくり出さないといけない。そうすると、たくさんの候補の中からせいぜい一つか二つを選んで、そこに全ての資源を投下して、少ないコスト、短い時間で解決しないといけない。その結果責任を現場の人たちには負わせられないので、最終的に判断して決定するのが私の仕事だと思いました。その面で、常に緊張して仕事を

していました。

小日向：会社でも、経理、財務、開発など、それぞれに優れた専門家がたくさんいる。そういった人たちが一生懸命考えた末、最後の最後で、どちらか迷ったときに社長が判断すればいい、それ以外は任せておけば概ね心配ないと思っています。

先生も大変多くのステークホルダーがいらっしゃる中で、複雑な問題に最終的な判断を下されるのは大変厳しく、苦しい立場で仕事をされていることが多いのだと思います。

國中：そうですね。「はやぶさ2」は、ロケットの打ち上げまでに3年半しかなかったの、その間に多くのことを判断していきました。「はやぶさ2」は国から、希望通りの予算を獲得するのが難しかった。特に当時は、科学技術振興には厳しい時代だったものですから大変でした。とにかくゆっくりはやっていたらなかった。

私は初代「はやぶさ」のときは純粋にエンジニアとして仕事をしていたのですが、「はやぶさ2」では経営的な仕事を請け負うことになってしまいました。



国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所
宇宙飛翔工学研究系 教授 宇宙探査イノベーションハブ ハブ長
國中 均 (くになか ひとし) 氏プロフィール

1960年生まれ。1983年京都大学工学部卒、1988年東京大学大学院 博士(工学)取得。1988年宇宙科学研究所着任、2005年宇宙科学研究所教授。東京大学大学院工学系研究科航空宇宙工学専攻を兼務。2011年 月・惑星探査プログラムグループディレクタ、2012年はやぶさ2プロジェクトマネージャ、2015年宇宙探査イノベーションハブ ハブ長就任、現在に至る。

【受賞歴】

- 2004年 「マイクロ波放電式イオンエンジン」：日本航空宇宙学会技術賞受賞
- 2006年 Space Pioneer Award to Hayabusa Project Team, National Space Society
- 2007年 「はやぶさ小惑星探査」：日本航空宇宙学会技術賞受賞
「イオンエンジン」：米国航空宇宙学会(AIAA)最優秀論文賞受賞
「イオンエンジン」：電気ロケット推進学会(ERPS)最優秀論文賞受賞
- 2010年 「イオンエンジン」：米国航空宇宙学会(AIAA)技術達成賞受賞
はやぶさプロジェクト：第58回菊池寛賞
はやぶさプロジェクト：朝日賞
「小惑星探査機はやぶさの地球・小惑星間往復航行と地球帰還技術の確立」：文部科学大臣特別賞
- 2011年 Von Braun Award to Hayabusa Project Team, National Space Society
- 2011年 Laurels for Team Achievement HAYABUSA, International Academy of Astronautics
- 2012年 米国航空宇宙学会フェロー (AIAA Fellow) 会員授与
International SpaceOps Award for Outstanding Achievement to Hayabusa Operations Team, SpaceOps Organization
- 2013年 Electric Rocket Propulsion Society Stulinger Medal

初代「はやぶさ」はS型小惑星、 「はやぶさ2」はC型小惑星を探査

小日向：前回の「はやぶさ」がめざしたのは「イトカワ」、そして今宇宙を飛行している「はやぶさ2」がめざしているのは小惑星「Ryugu」ですね。これらの目標というのは、どのように決められたのですか。

國中：小惑星には複数種類があります。地球のそばには主にS型とC型の2種類です。S型はケイ酸鉄やケイ酸マグネ

シウムなどの物質を主成分とするstoneの「S」、つまり石質小惑星、C型は有機物や水も含んでいるcarbonylの「C」、炭素質小惑星です。初代「はやぶさ」が到達した「イトカワ」はS型の小惑星で、今度はC型です。

初代のときは、小惑星往復探査が日本の実力でできるかどうかを証明するのがミッションだったので、小惑星であれば何でもよかったのです。地球から行きやすい小惑星はほとんどがS型だったので、結果としてS型になりました。しかし今度は、C型に行くことがミッションです。実は地球の近くで行けそうなC型というのは大変珍しくて、そのうちのひとつが「Ryugu」と命名した小惑星です。他の炭素質小惑星はアメリカとヨーロッパが計画を立てています。

小日向：それはいつ頃決められたのですか。

國中：プロジェクト着手は2011年です。

齋藤：初代「はやぶさ」が到着した1年後ですね。

國中：小惑星を探す作業も世界中で行われていて、新しい小惑星が見つかったら、それが何型かをすぐに分析されます。見つかったばかりで分析されていない小惑星は、JAXA自身が費用を出して天文台に観測してもらいます。今回のプロジェクトのために10年前からC型小惑星はずっと探していました。

初代の成功に後押しされ 多くの注目を浴びる「はやぶさ2」

小日向：このような大きなプロジェクトでは、予算規模も相当大がかりでしょうが、多くの人が参加しているプロジェクト全体の成功には、求心力のある目標設定、ミッションであることが重要ですね。

國中：そう思います。今回のターゲットは非常に難しく、挑戦的ですが、誰もが参加したいと思うような面白いミッションであるということは確かだと思います。

裏話ですが、衛星を乗せるロケットは順番取りなのです。ロケットの順番を取らないと衛星を上げることができない。これは我々にとって大きな関心事です。開発がトラブルしたりすると、その順番が入れ替わるわけです。初代「はやぶさ」のときは他のミッションが「はやぶさだったら譲ってもいいよ」と言ってくれました。それくらい魅力的なミッションだったのです。魅力的だということはみんなわかっていたけれど、成功するかどうかのイメージを持っていたのは、おそらく当時プロジェクトマネージャだった川口淳一郎先生だけだったのではないのでしょうか。

初代「はやぶさ」は紆余曲折があったものの、2010年に帰ってこれたので、小惑星を探査する目的・意義・価値が世界中に知れわたりました。そんな中で「はやぶさ2」も立ち上げるのは、いろいろ問題が山積するわけですけど、それを短い時間で突破できたのは初代の成功が、日本中・世界中で

共有できていたので、あえて目的などの詳細を説明する必要は全くなくて、そこについては苦労しませんでした。

小日向：特にはやぶさは感激的な出来事でしたからね。逆に、初代「はやぶさ」ですごく名声が上がった後の二代目は、期待が大きいだけにやりづらかったのではないのでしょうか。

國中：確かに大げさに言うと、衆目監視の中でやらないといけないような状況です（笑）。一挙手一投足、全部見られている。

小日向：一般の人たちにも関心事ですから、まさに国民の監視の目の中にありますね。しかし、先ほど研究開発の設備や事務所を見せていただきましたが、贅沢などしていないの是一目瞭然ですね（笑）。

國中：スペース・シミュレーション・チャンバー（以下、チャンバーという）は、初代「はやぶさ」のイオンエンジンの耐久試験のために専用にあつらえたものです。1、2年の短い期間でつくったわけですが、その前の10年間は、世界中のイオンエンジンの研究所を回って、イオンエンジンの耐久試験をするための専用チャンバーを見てきました。それだけ準備をしていましたので、すぐにでき上がりました。ちなみに超高真空にするためのクライオポンプはアルバック製のものです。

小日向：はい。先ほど実験室で確認いたしました。ご利用誠に有難うございます（笑）。

スペースチャンバーが貢献したイオンエンジンの耐久試験

齋藤：宇宙というと、極低温の暗い空間と太陽からの強い輻射熱や放射線という大変過酷な空間を想像します。この過酷な宇宙環境で衛星を機能させるために、熱バランスなどほどのように対処されているのでしょうか。

國中：宇宙での熱管理は大変難しいことです。衛星内ではヒートパイプや熱伝導などを使い熱輸送しますが、最終的には赤外線に変換して大きな面積から外に逃がすわけです。半導体などの電子部品は温度が高くなると寿命が短くなり、あまりにも温度が上がると壊れてしまいます。温度が高くなればなるほど、シュテファン=ボルツマンの法則で絶対温度の4乗に比例して熱が出ていくので排熱はしやすくなります。幸いイオンエンジンは、電子部品はほとんど使っていないので、高温で操作させてもあまり問題はありません。ただし磁石を使っているの、熱でパンクしないように高温対応の磁石を使っています。

齋藤：アルバックでは真空中でプロセスをする場合にマイクロ波を使いますが、衛星みたいに何日も何年間も、ずっと動



JAXA 相模原キャンパス (写真提供：JAXA)

●概要 (2015年4月1日時点)

国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構

所在地：東京都調布市深大寺東町七丁目 44 番地 1

設立：2003年10月1日

予算：1541億円

人数：職員数 1527人 (2015年4月1日時点)

理事長：奥村直樹

前身：宇宙科学研究所 (ISAS)

航空宇宙技術研究所 (NAL)

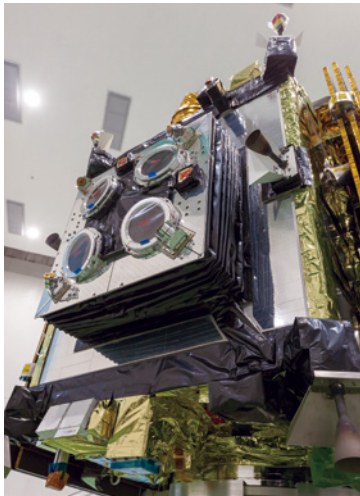
宇宙開発事業団 (NASDA)

主な拠点：調布 (本社)、相模原 (キャンパス)、つくば・種子島・角田 (宇宙センター) など

あらまし：国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構は、日本の航空宇宙開発政策を担う研究・開発機関である。内閣府・総務省・文部科学省・経済産業省が共同して所管する国立研究開発法人で、同法人格の組織では最大規模である。2003年10月1日付けで日本の航空宇宙3機関、文部科学省宇宙科学研究所 (ISAS)・独立行政法人航空宇宙技術研究所 (NAL)・特殊法人宇宙開発事業団 (NASDA) が統合されて発足した。本社は東京都調布市 (旧・航空宇宙技術研究所)。

かしていることはありません。衛星の場合は耐久性という面では大変苦労されたのではないのでしょうか。

國中：初代「はやぶさ」は、とにかく耐久試験を徹底してやりました。そのためにチャンバーをあつらえたわけです。2年間の耐久試験を2回やって、メンテナンスで休んだ以外は連続して試験運転を続けました。約5年間かけて耐久試験をやりました。だからあのチャンバーが実力を発揮したのです。我々の場合は特殊で、自分で考えて自分でつくって自分に納めて自分で使う。アルバックさんのようなメーカーは、設計して、製造して、使うのは自分たちではなくユーザーですから、もっと責任が重いものだと思います。我々も2万時間という耐久試験をやり終えているので、まあまあ及第点のものができたと思っていて、自分自身を説得するためにも十分な耐久試験はできたかなと思っています。アルバックさんも自分が自信のないものは人様にお渡しできないですからね。



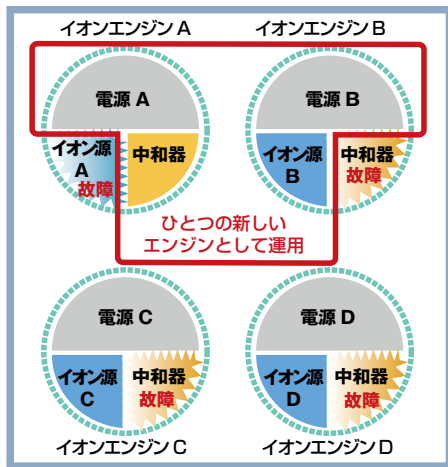
4つの円形のものがイオンエンジン
(写真提供: JAXA)



イオンエンジンの耐久試験で活躍したスペースチャンバーに組み込まれたクライオポンプ (アルバック・クライオ製)

はやぶさの地球帰還を救ったイオンエンジンのクロス運転

イオンエンジンは電源、イオン源、中和器の3つの部品で1つのエンジンとして構成される



クロス運転とは、左図のように、イオンエンジンAとBの故障していない3つの部品を組み合わせる新たなエンジンとして運用すること。これにより初代「はやぶさ」は無事地球に帰還できた。

アメリカとは異なる独自の工夫で「はやぶさ」の成功を導く

小日向: それだけの耐久試験をされたにもかかわらず、初代「はやぶさ」はイトカワに着陸する際、思わぬアクシデントに遭遇することとなりました。我々も装置を設計するときに、これがダメになった時のために「あれもこれも追加しておこう」と二重三重にいろいろな手を尽くすことがあります。それが逆に複雑になりすぎて故障の原因になり得ます。先生の場合には限られた重さ、限られた空間の中で、しかしながら万一の時のためにさまざまな対応策を講じられたわけですね。

國中: 衛星の場合は人を運んでいるのではないので、「One Fail に対応できる」という設計法です。例えば、100個のものがあつたとすると1個のFail (不具合) の発生が起こるこ

とを前提に考えておく。これが2重のフェイルだと $100 \times 99 = 9,900$ のケースを考えなければいけなくなるので、さすがにそれには対応できません。人の乗っていないタイプの宇宙技術は One Fail に対応するのが基本的な考えです。人間が乗っている宇宙機にはスリー・インヒビット (three inhibit) という考え方です。3つの対策で全ての事象を解決するという考え方です。ですから無人と有人とではアプローチが異なります。「はやぶさ」は無人ですからイオンエンジンは3台で稼働させ、もう1台は予備という One Fail を想定してのものでした。

小日向: イオンエンジンが4つというのはそこからきたのですね。

國中: そのサイジングは、エンジニアリング・センス的な重要課題です。例えば衛星の推力を1台で構成しようとする、予備がもう1台必要ですから200%積まなくてはならない。必要推力を3台で網羅させるなら、予備を1台加えて、全133%で済む。結果として軽く小さくなる。だからどのようにサイジングするのはエンジニアリング・センスとして重要な事柄です。小さく設定することは、地上での試験の規模も小さくできるので、比較的規模の小さいチャンバーで済んだのです。

そのときにアメリカというライバルがあらわれ、アメリカもイオンエンジンを使って宇宙探査に挑戦しました。日本が5~6年かかるものを、日本よりも後発のアメリカは3年で仕上げ、日本よりも早く打ち上げてしまったのです。腹が立ちますね (笑)。

アメリカのイオンエンジンは大きいので人工衛星には1台しか載せられないのです。日本は小さなエンジンを4つで賅ったわけです。スケールから見るとアメリカの方が断然有利なのですが、こちらは数では4つもあるのだからアメリカとは異なる工夫ができるのではと考えました。イオンエンジンはイオン源と中和器が1セットで動きます。日本はそれぞれ4つずつ積んでいますから、それぞれの中和器を他のエンジンと組み合わせる使うことができるので、アメリカよりも上をいくことができると確信しました。

小日向: それがクロス運転という、初代「はやぶさ」を最後のところで成功させた大きな功績になったのですね。

國中: アメリカというライバルがいて切磋琢磨するメカニズムが働いたからこそ斬新な考えが出てきたのでしょうか。

シミュレーションを繰り返し 信ぴょう性の高いデータづくりを

小日向: 私は新規開発の設計段階では、必ずシミュレーションをきっちりやるように指示していますが、はやぶさの場合は、たくさんの専門技術が統合されたものですから、シミュ

レーションも中途半端な数じゃない、いろんな面からのデータを活用されたのだと思いますが、いかがでしょうか。

國中：衛星をつくるテクニックはそれなりに確立されていて、段階的に組み上げていきます。最初は漠然としたスペックを与えられるわけですが、詳細に設計が進んでいくと各種のプロファイルがよりリアルになってきて、漠然とした数字じゃなくてリアルに、シユアなものにでき上がっていく。これを何回か繰り返して組み上げていきます。

小日向：会社でも開発を進めていく過程で、思わぬ結果が出てきて、その結果に基づいて判断を迫られることがあります。重要なのは、その結果がベストを尽くしたのか否かに気を使います。中途半端な結果では、意味がないこともありますから。

國中：そうですね。うちは学生がおりますから、私は学生の研究成果も毎週チェックしています。中には本当に怪しげな数字もありますが、アイデアを出しながら、数回やり直しをさせたりして、信ぴょう性の高いデータをつくらせるようにしています。

研究陣の若返りにより さらなるイオンエンジンの進化を

齋藤：初代「はやぶさ」ではイオンエンジンは徹底した耐久試験と日本独自の工夫を盛り込んだわけですが、「はやぶさ2」では更にこうしてやろうとか、新たな取り組みはされましたか。

國中：初代のイオンエンジンでいろいろな宇宙現象をとらえることができましたし、フィールド活動でいろいろなデータがとれたので、そこをベースにもっとよいエンジンをつくり上げたいと思いました。それを学生への研究課題にもしました。

また、研究スタッフの若返りも重要なテーマです。私も同じように歳をとりますので研究組織を若返らせたいと思いました。採用すると言ってもJAXA予算が厳しいので、NEDOなどの外部資金を活用して、その資金で人を集めました。さらにそれだけでは賄えないので、イオンエンジンをつくってくれる企業をエンカレッジすることもしました。これも婉曲的な人的補強の一環です。一方、企業に対しては、日本のマーケットだけにとどまらせておくのはもったいないので、企業担当者と一緒に海外に出向いて営業活動もしました。

小日向：イオンエンジンは商用ロケットにも搭載されているのですか。

國中：アメリカではイオンエンジンは商用ロケットにも使われていますが、私の開発したマイクロ波イオンエンジンはまだです。私の野望としては静止衛星に載せたいと思っています。その方が断然数が出るのです。もしも商用衛星に採用されたら量産ですよ。

初代「はやぶさ」の 経験を糧にした 「はやぶさ2」の イオンエンジン

國中：JAXAに統合されるまでは、日本の宇宙関係の組織は、宇宙開発事業団(NASDA)、宇宙科学研究所(ISAS)、航空宇宙技術研究所(NAL)の3つの組織がありました。私はISASに所属していました。ISASは科学衛星のみで商用衛星はやっていませんでした。NASDAは商用衛星をいっぱいやっていましたから「あっちはいいなあ、僕がメンバーだったら開発したイオンエンジンがいっぱい使われるのに」と思っていました。2003年にJAXAに統合され、私の活動分野が一気に広がりました。100倍くらいに広がって私にとってはJAXAへの組織変更は本当に良かったですね。

齋藤：それは、「はやぶさ2」のプロジェクトマネージャになったという立場の違いから見えるものが違ってきたということもあるのではないのでしょうか。

國中：「はやぶさ2」の課題は、どれだけ短期集中でもものをつくるかということです。決めて、決めて、決めてという状況でした。どちらかという抑圧された生活でしたね(笑)。

初代「はやぶさ」の反省点としては、イオンエンジンが万全でなかったということです。万全だったら事前に余裕をもって準備ができたのですが、2006年6月の帰還予定が2010年に延びてしまったので、その分大丈夫かなという不安をもっていました。そういうことを想定していくつか仕掛けはしましたが、それも本当に動くかどうかわからない。遅れるということはイオンエンジンへのノルマが増えていくことになるのです。本来イオンエンジンを使わずに行う姿勢制御もイオンエンジンでやらなくてはならなくなったため、最

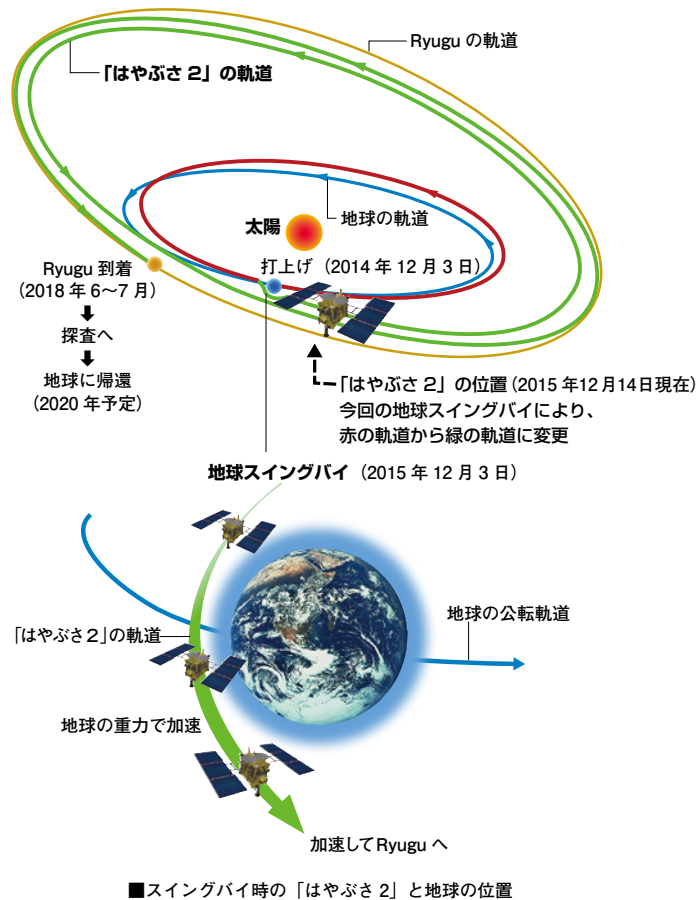


株式会社アルバック
代表取締役執行役員社長
小日向 久治



株式会社アルバック
執行役員 技術企画室長
齋藤 一也

■地球の重力を利用するスイングバイのあらまし



後、地球に帰ってくるためにはクロス運転を使うしかない状況になりました。試作機ではやっていましたが、それが動くかどうかは実機ではやっていなかった。

小日向: 我々もいろいろな開発競争の中で、明らかに競合の方が優れている場合でも何とか知恵を絞って、それに対抗できる、それを上回るものを考えるわけです。そこで考えられたのがクロス運転だったのですね。

國中: やはり切磋琢磨は必要だと思いますし、隣の芝生は青く見えます。劣勢はある意味、そうした新しい技術を考えるチャンスだと思います。初代「はやぶさ」のエンジンは、マイクロ波のイオンエンジンでやるといったとき、諸外国から日本にできるわけがないといわれました。国内の大学の先生からでさえもです。ある意味逆説的ですが、「君ならできるよ」というのがプラスの応援だとすると「お前なんかにはできない」というのはマイナスの応援です。マイナスの応援を逆手にとって、悔しいと思って闘志を燃やせば、できないと思われていたことができるようになるのです。

「はやぶさ2」は、初代「はやぶさ」で乗り越えてきたことをベースにしていますので、2014年12月の打ち上げに向けては自信をもちつつ開発しました。しかし、これも科学技術

ですから、リアルタイムで正解があるかどうか分からない世界です。そのとき使える科学技術や知見の最高のものを導入することが我々のできる唯一の技です。5年後、10年後に新しい知見ができてきて、あの時は間違いだったということは科学技術の分野ではたくさんあることです。それは仕方のないことです。そのときの人間の英知を超えてたわけですから。

将来の姿を見せながら、若い子供たちに宇宙開発の魅力を示す

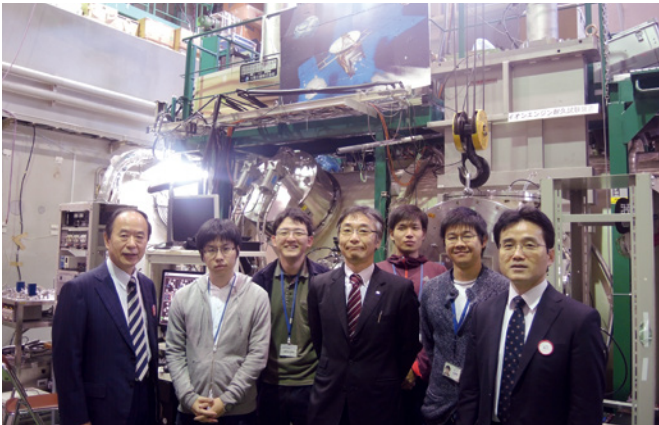
小日向: 最近アルバックでは「未来技術研究所」(詳細は本誌18~19ページ参照)をつくりました。これは10年、20年のタームで、どういったことを我々はできるのか、何をすべきかと、将来の成長の糧になるものを今から取り込もうという狙いを持ったものです。先生の場合は、10年、20年先を見据えて、いろいろなビジョンを描かれていらっしゃると思いますが、将来、こんなことが必要になるんじゃないかという閃きはどのように持たれるのですか。

國中: それは直近の仕事、3年後、5年後、10年後の仕事といういろいろなスパンを考えながら。その過程で閃いたものは、20年かかるかもしれないし、すぐにできるかもしれません。私の仕事には研究開発のほかに、大学院生を指導する教育の仕事があって、新入生にどういう研究課題をさせようかを常に考えていて、手元にある技術をより緻密に研究するということも含めて、アイデアや閃きからいつも見つけ出しています。

小日向: 技術者に閃きをもってもらうためには、上の立場の人間はどんな環境で、どんなことをしてあげたらいいのでしょうか。

國中: その未来像を考える機会を与えないといけないと思います。たぶん、みなさん忙しいから、上司からこれをやれと言われたら、一週間後か二週間後に成果提出が迫ってくるので、常にそこしか考えなくなってしまう。そうではなくて、目の前の仕事は当然やらないといけないけれど、10年後はどうなっているか、20年後はどうなっているかをイメージさせて、考えさせることだと思うのです。

宇宙事業は、10年あるいは20年の長いスパンで仕事が進んで行かざるを得ない。そんな中で将来の研究者の予備軍でもある子どもたちに講演する機会がよくあるのですが、今JAXAが考えている10年、20年、30年後の宇宙開発を視覚的な年表で見せるわけです。中高校生の君たちは10年経ったら大学を卒業して就職している。さらに10年経つと君たちはその組織の最前線で働いているはず。そのとき、こんな宇宙開発があるんだから、そういったところに貢献できるように、今から自分を磨かないといけない。宇宙開発がやりたいのであれば、今から準備していくことがあるはずだよ。



スペースチャンバーを背景にイオンエンジン開発に携わる学生たちと國中均氏（写真中央）

というイメージをもってもらうようにいつも接しています。

小日向：なるほど、10年、20年先の姿を見せることで、若い技術者たちは自分たちなりに考えるということですね。

宇宙というキーワードで 民間企業と共同で新技術創出

齋藤：「はやぶさ2」のプロジェクトマネージャを経て、今はどのようなことをされているのですか。

國中：今は「宇宙探査イノベーションハブ」という部署を立ち上げて、科学振興機構（JST）から支援を得て活動を行っています。主に、民間企業と共同で技術開発研究をする事業を担当しています。それは第一義には、民間企業の営利活動に資する技術開発をすることです。もちろん、JAXAの事業ですから宇宙でも使えるものを選んで共同で技術開発をします。

齋藤：アレンジがたいへんでしょね。

國中：事業目的に適った案件を探さなければならない。おかげさまでJAXAは国立研究開発法人としていい成績をあげていると思います。政府の意向としては、JAXAの宇宙開発で培ってきたスキームや経験・知見・設備を民間企業に提供しなさいということだと思っております。

数十年前は、頻繁にイノベーションが起きてどんどん変わっていきましたが、今は世界を見回しても飽和状態で、新しいイノベーションはなかなか出てくる環境にないと思います。古い慣習や固いアタマで考えていると、新しいイノベーションなんて出てきません。逆に民間企業への声掛けとして、宇宙というキーワードで考えてもらえば、新しいアイデアが出てくる可能性があります。そういうふう考えたときに、突拍子もないものができて、企業の事業に活用できるものが生まれる、という逆の発想を一緒にしようという問いかけなのです。

小日向：真剣に、宇宙とアルバックの事業を結びつけてアイデアを出せば、先生のところで採用されるかも知れませんね。

國中：ぜひ宇宙探査イノベーションハブに提案してください。

みなさんのビジネスモデルに乗るような提案をしていただき、それがJAXAの考える宇宙の未来に適合するものであれば、採用されますよ。

齋藤：衛星は宇宙の真空空間に浮かべるものですが、アルバックは地球上で真空をつくって、いろいろな技術を提供しています。今すぐには思いつきませんが、ぜひ我々も提案させていただければと思います。

次の夢は木星重力を利用して さらに遠くの惑星探査を

小日向：最後に先生の将来の夢をお聞かせください。

國中：やっぱり宇宙開発の分野ですが、目指すところは木星です。木星は太陽系の中で一番大きな天体ですから重力が強い、いわゆる重力スイングバイ、木星スイングバイというマヌーバーをかけることができます。アメリカは土星や冥王星に「ボイジャー」などの探査機を送っていますが、木星より遠くに行くものは全て木星を経由して、木星の重力を利用してより強力な重力スイングバイをしています。太陽系の中でさらに遠くに行こうとすると、木星経由は必ず必要になるのです。日本の技術で木星に到達できることは、その次のチャンスを開くのです。木星への航路を独自に開拓することは、中世の大航海時代に発見された喜望峰みたいにその先が広がる。

小日向：そうすると、さらに性能アップしたイオンエンジンも必要になりますね。

國中：もっと燃費のいいイオンエンジンをつくらないといけなくなる。そういった研究開発もすでに始めています。イオンエンジンもそうですが、木星に到達するための新たな技術も着々と準備しています。

小日向：それは何年後くらいに可能なのでしょう。

國中：これは予算がつくかどうかですが、2020年台には実現させたいですね。

小日向：東京オリンピック・パラリンピックの年には、「はやぶさ2」も戻ってきて、次の木星ミッションができれば最高ですね。

國中：その辺りになるとさすがに私も現役ではなくなる（笑）。今はいかに若い子供たちを宇宙活動に誘導するかですね。それが私のもう一つの仕事です。宇宙事業は子供の頃から育てていかないと後継者は生まれません。

小日向：まさに宇宙規模の夢のあるビジョンですね。ぜひ頑張ってください。木星を目指していただきたいと思います。本日はお忙しい中、貴重な時間をいただきありがとうございました。