

世界をリードする日本の宇宙開発技術

「はやぶさ」の7年間の宇宙の旅からの帰還は、日本の航空宇宙技術のレベルの高さを証明し、山崎直子宇宙飛行士の国際宇宙ステーションの日本実験棟「きぼう」での活躍は日本中の注目を集めている。日本の宇宙事業の推進機関であるJAXAの立川理事長から「世界をリードする日本の宇宙開発技術の現状と展望」について聞いた。

インタビュー

立川敬二／宇宙航空研究開発機構（JAXA）理事長に聞く

聞き手…滑川IMF-JC事務局次長、浅井IMF-JC政策局次長



インタビューに応じる立川理事長

JAXAの概要

独立行政法人宇宙航空研究開発機構 JAXA（ジャクサ）は、2003年10月に宇宙科学研究所（ISAS）、航空宇宙技術研究所（NAL）、宇宙開発事業団（NASDA）が1つになり誕生した、宇宙航空分野の基礎研究から開発・利用に至るまで一貫して行う機関です。2005年4月に「JAXA長期ビジョン“JAXA2025”」を提案、その実現に向けて、「空へ挑み、宇宙を拓く」とのスローガンのもと、さまざまな研究開発に挑んでいます。

◆最初に日本の宇宙開発の歴史についてお聞かせください。

日本の宇宙開発の歴史は、1955年の「ペンシルロケット」といわれから始まりました。糸川博士がわずか23センチのペンシルロケットを水平に飛ばしました。それから日本はずっと固体ロケットの分野で開発を続け、最近までは「ミューV」というのを打ち上げていました。現在は、後継機として「イプシロン」という固体ロケットを研究・開発中です。これは日本の機械工学の粋を集めた最たるもので、今は、IHIEアロスペースが担当してくれています。日本の固体ロケット技術は確立しているのですが、これをずっと継続するためには、これをより効率いい科学衛星を打ち上げるためのロケットを研究開発しているところです。

一方、世界のロケットの標準は今、液体ロケットになっていきます。やはり大型にするには、固体ロケットではもたないからです。日本はH-IIAというロケットを製作しました。1970年頃からアメリカの技術導入でロケットの開発をしてきましたが、ようやく、1990年代になって国産化したわけです。これが日本のロケットの基本となつて、それを改良したのがH-IIAです。これを2000年から17機打ち上げ、18機目を2010年夏に打ち上げる予定です。

ロシアは1年間に50〜60機打ち上げていますが、日本は年間わずか2〜3機です。しかし日本は、打ち上げ機数が少ない割には、成功率が高く、打ち上げ成功率は94%です。17回打ち上げて1回失敗しただけです。

世界で一番成功率が高いのは、ロシアで96%です。

世界でロケット打ち上げに成功した国は、ロシア、アメリカ、ヨーロッパ(EU)、インド、中国、日本と世界で6カ国・地域くらいしかないというのが、宇宙開発の一つの特徴点であると言えます。イランとか、イスラエルや北朝鮮が「ロケット打ち上げをやっている」と言っていますが、これはあまり平和利用とは言えないようなので、我々はロケットとは認知していません。

ロケットというのは、あくまで打ち上げのためのツールであり、この上に何を載せて運ぶのが問題で、それが人工衛星と言われるものです。日本の人工衛星を最初に飛ばしたのは1970年のこと、これは世界で4番目です。中国は日本よりわずかに2カ月遅れで人工衛星を飛ばしています。中国は最近になってやり始めたと思われがちですが結構古くから宇宙開発に取り組みはじめていたのです。最近では、日本はむしろ中国に追い越されてしまいました。人工衛星を打ち上げるだけでなく、有人ロケットを打ち上げる国は、世界で、アメリカ、ロシアと中国の3カ国だけなのです。日本はそういう意味では後塵を拝しているのです。日本は

人命尊重という考え方が根底にあり、危険性を伴う有人ロケットは当分やらないという方針でやってきたのでこれは仕方ありません。

◆人工衛星の方での日本の取組状況について教えてください。

人工衛星の方では日本は世界の中でも早くから着手しており、70年代から通信・放送、気象などの実用衛星や科学衛星を打ち上げてきました。ようやく最近では民間がやるようになりましたので、多くの通信衛星、放送衛星、それから気象衛星が上がっています。ひまわりも最近よく天気予報の中するでしょう。その他の利用分野としては測位衛星があまりです。これは皆さんもよく車で使われているカーナビに利用されています。残念ながら測位衛星は日本にはなくて、アメリカのGPSという衛星に依存していますが、ここまで国民生活に役立つ人工衛星がでてきたわけです。

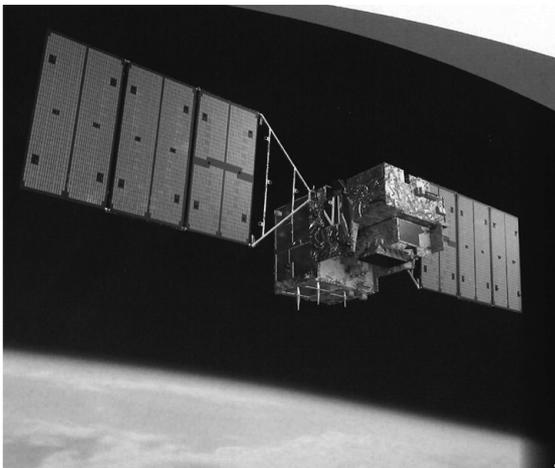
JAXAとしても通信衛星や気象衛星の開発・打ち上げに80年代、90年代と取り組んできましたが、次に取り組んだのが、今飛んでいる「だいち」に代表される、地球観測衛星です。地球観測は地上700kmくらい上空から、カメラでいろいろな写真を撮る

のです。「だいち」は、陸域観測衛星と言っており、観測データを組み合わせて地上を3次元的に見ることができ、建物などの高さもわかるのです。「だいち」は2006年に打ち上げたので、もう4年使っていますが、意外な使道として災害対策に役だっています。災害が起きた時にその被災地の写真を速やかに撮って、上から一望のもとに状況分析できるからです。日本には最近幸いなことに大きな災害が起きていませんが、中国の四川省地震とか、ハイチ地震の際はずぐに撮像して、映像をそれぞれの国に提供しました。各国ともそれを使って対策を打つことができるわけです。

◆日本の人工衛星の世界への貢献で特筆すべきものは何ですか。

人工衛星の可能性として次に出てきたのが環境問題です。環境問題というのは、地球全体の問題です。JAXAは、温室効果ガスの濃度分布を全地球規模で計る目的の人工衛星「いぶき」を2009年1月に、世界で一番最初に打ち上げています。アメリカがその後、同年2月に打ち上げたのですが失敗しました。

そういうわけで温室効果ガス分布を計る衛星は今世界に「いぶき」1機だけしかありません。世界の濃度分布は地上でも計れますが、地上には測定ポイントがわずか290ポイントくらいしかなく、しかも中国などはポイントが無いわけで、肝心の中国の炭酸濃度分布の状況などわからないのが実態なのです。これを衛星「いぶき」を通じて測定すると、一気に5万6000ポイントで10km単位で全部計れるようになります。そういう濃度分布を計る衛星を2009年1月に打ち上げて、2009年10月からそのデータを世界に発信しています。そのデータを分析して、どの国の温室効果ガスの濃度が高いと



温室効果ガス観測技術衛星「いぶき」

か、濃度分布の変化を1年を通じて見る事が可能となり、重要な役割を發揮します。

今、気候変動の問題は他にもいろいろあつて、最近ではゲリラ豪雨などと言われているものは、水循環の問題なのです。これの観測と分析を地球規模でやろうと言うのが、来年2011年に打ち上げる、「GCOM-W」という衛星です。Wは気候のWeatherのWです。さらにそのシリーズとして気候変動もやろうというので、これは「GCOM-C」と名付けて、数年前には打ち上げる予定で開発しているところです。

これらの測定を可能にしているのがセンサー技術です。センサーにも、可視光線、赤外線、レーザー光線などいろいろあつて、それを組み合わせることで色々なことがわかります。この技術は色々な応用ができ、果物の出来具合がわかる果糖センサー、米のたんぱく質の成分を計ったり、海面温度を測ることによってプランクトンの発生状況が解り漁業探知にも使えるものなど様々な可能性がります。人工衛星はぐるぐる回っているので地球上の同じところに戻ってくるには結構時間がかかり、「だいち」は46日に1回しか同じところに戻ってきません。でも地球全体を撮れるわ

けですからそういう情報を他の国にも提供してあげればよいわけで、日本だけで占有する必要はないのです。

地球と一緒に回っている通信衛星などの静止衛星は今200個くらいあるのですが、これは高度3万6000km上空なので、地球の半径は6000kmで、その6倍もあるので遠すぎて観測しても見えません。「GCOM-C」などの衛星は高度700kmくらいにしています。国際宇宙ステーションはもっと低くて地球の上空400kmの位置にあります。東京・大阪間くらいの距離なので、宇宙に行つたといつても大したことはありません(笑)。宇宙ステーションは90分で地球を一周してしまいます。宇宙ステーションは昼間が45分、夜が45分の世界なのです。

◆国際宇宙ステーションの現状と今後について教えて下さい。

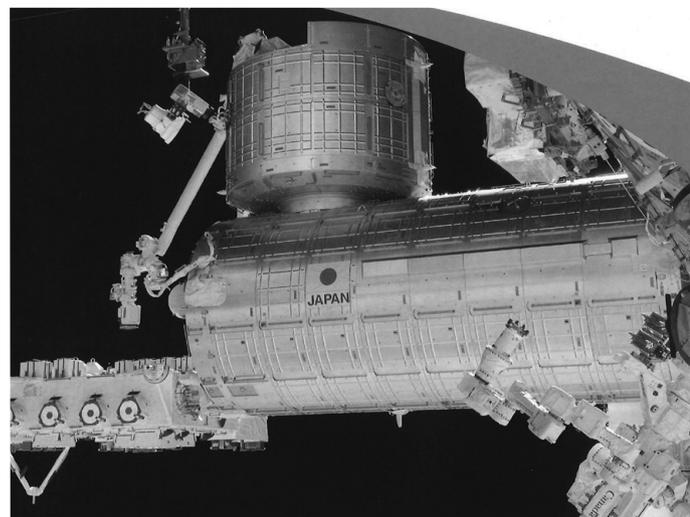
世界の中で最も国際協調が上手くできているのが宇宙分野で、その最たるものが国際宇宙ステーションです。国際宇宙ステーションは1998年から建設を始めて、今年2010年によく完成します。国際協調で宇宙にこんな大きな建造物を10年以上かけて作ったというのは、人類史上、画期的なことだと思います。1984

年に当時のレーガン米大統領が提案してから、参加国であるアメリカ、ロシア、日本、カナダとヨーロッパ(EU)の間には紛争がありません。この国際協調の輪を広げていけば地球上に紛争はなくなり平和になるのではないかと思います。

国際宇宙ステーションは2020年までの運用となつています。せっかく作ったのもつたいないように思われるでしょうが、多くの運営費がかかるからです。人間が宇宙空間に滞在するというのは、実験道具だけではなく、食糧から空気まで運ばなければならず、これを地上から24時間監視・サポートしていなければなりません。アメリカと日本とドイツとロシアの4箇所を連絡を常に取りれるようにして監視していますが、国際宇宙ステーション内に人間が滞在しているため24時間サポートしなければならなく、このオペレーションには結構お金がかかるのです。このため期限を切つて2020年までにしようということなのです。耐用年数は建設時から30年といわれていますから物理的には2028年

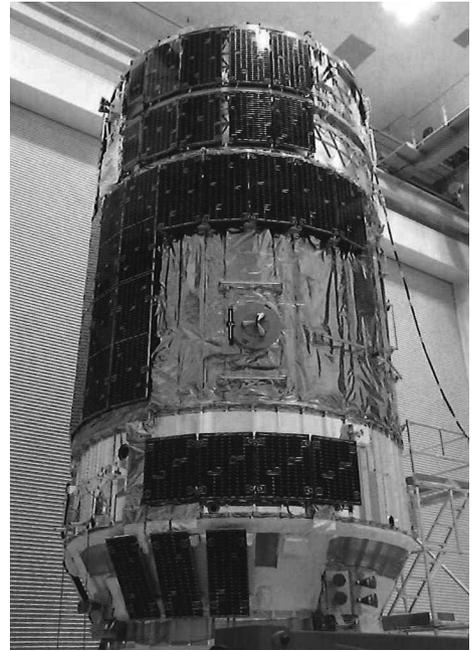
くらいまではもつし、部品を取替えばもっと長く持ちますが、その運用は大変なことなのです。

効率を考えると今後月の表面に基地を作つて安定的に人間がそこで生活できるようにした方が良いでしょう。大気圏外に行つたほうがあらゆる光と電波が来ているので、観測にはいいからです。月に水や酸素があればそれを使えばよいし、酸化物が何かあればそこから酸素を取り出せばいいし、クレーターの底には氷があるので、月へ行くのは遠いのが問題ですね。地球と月との距離は38万kmですから行くのに2日間くらいはかかります。



国際宇宙ステーション 日本実験棟「きぼう」

HTV (宇宙ステーション補給機) 本体



一方で現在は国際宇宙ステーションには8分でいける。そんな検討を今一所懸命やっているところです。

次のターゲットは「火星」

人間はどうせならもつと遠くに行きたいという夢を持っています。次のターゲットは火星です。火星は、地球から一番近いときで1億キロメートルくらいで、200日くらいかかります。狭い宇宙船に押し込められて200日もかけて行く人がいるのかという問題もあるのですが、そのくらい宇宙というのは大きいわけです。銀河は宇宙に1千億あると言われてます。天の川銀河には太陽がおよそ1千億個あるとことです。ということは、1千億×1千億個の太陽系的なものがあることになるわけで、そのど

こかに地球と同じような条件の星があってもおかしくはないと思います。確率的に言ったら当然ありえるし、エイリアン(地球外生命体)は当然いるだろうということ

になるわけです。まあ、だれも地球以外の地球には行き着けませんけどね。今のロケットは時速3万キロくらい、秒速で8キロから10キロですから非常に速いスピードですが、宇宙に比べると大変遅いのです。電波だともには1秒、太陽へは8分で行けるのですが。

◆スペース・シャトル以降の宇宙開発で日本の果たす役割について教えてください。

スペース・シャトルも30年経ち、そろそろ寿命なのでこれで終わりになつて、宇宙ステーションへの物資輸送手段としては、大きな物資はHTV(宇宙ステーション補給機)で運ぼうとしています。物資輸送はアメリカとロシアと日本が担当することに

なっていて、日本も年に一回くらいは物資を運ぶことになっています。その中でもHTVは大きな物資を運べる唯一の宇宙船となります。こういうものを日本のメーカーが作れるようになったのです。宇宙ステーションの船外で使う太陽電池パネルだとか冷却装置とか電池とかはこのHTVでしか運べないので期待されています。食料品などもHTVに入れて宇宙船とドッキングして、中で人間が作業できるようになっています。

我々の日本の技術の特徴は、無人の補給機HTVが宇宙ステーションに近づいていって、時速3万キロのスピードで10メートルの一定間隔を保ちながら併走するようなドッキングの仕方をできることです。その間にロボットアームを伸ばしてパッとくっつける。これを「ランデブー・ドッキング」というのですが、これを支える技術力の高さが認められ、さっそく海外の宇宙メーカーから引き合いが来ています。補給機の中の照明にはLEDを使っています。宇宙ステーションの日本実験棟「きぼう」には日本のいろいろな新技術が使われており注目を集めています。中でも空調が静かだとよく言われます。ファンの設定もベアリングも良いのでしょうか。無重力のところでは空調は重要な

です。重力が無いので空気を循環させないと、人間が自分の呼吸した炭酸ガスで窒息死してしまうからです。その空調の振動が少なくて音が小さいのも日本製品の特徴点だと世界から褒められています。日本のメーカーは大いに誇りに思っています。

アメリカではロケットの打ち上げはほとんど民間に任せています。日本も三菱重工に移管しました。アメリカは、これまで無人ロケットを民間に移管したので、今度は有人ロケットも移管したらどうか、というのがオバマ大統領の新しい発想で、NASA自身がやるのではなく民間のロケット業者に打ち上げを依頼するようにしています。これを推奨していくと、本当に近い将来、宇宙観光ができることになるでしょうね。その一部を宇宙ステーションに行く便としてNASAが発注すればよいということになるわけです。

「いぶき」の打ち上げから始まった「相乗り衛星」

昨年2009年の「いぶき」の打ち上げのときから公募の形で「相乗り衛星」を打ち上げることにしたのです。打ち上げる衛星が小さければロケットに余裕があるので、重さを調整す

るためにダミーを載せるようにしています。どうせなら本物の衛星を載せてあげようということにしたのです。去年の「いぶき」の時は6個「相乗り衛星」を打ち上げました。今年の「あかつき」のときも4個載せました。無料ですから教育機関に限りませんでした。大学で一所懸命衛星を作っても打ち上げ用ロケットが無いわけですから、日本国としてみればそれを支援してあげたほうがいいとの判断からです。

人工衛星でお金がかかるのは試験代です。部品の合格品が非常に限られてしまうのは、地上には無い環境での試験をやるからです。放射線に強いが、温度はマイナス150度からプラス100度の環境で使えるか、そういう厳しい条件があります。あと打ち上げ時のGによる強い振動や音波も問題です。大変な過酷な環境に耐えられる部品は特注しないとできません。ですから、まず試作モデルを作って、次に実機的なエンジニアリングモデルを作って試験をしてOKになって、ようやく本来飛ばすものを作ってまた試験をやると、3機も作って3回も試験をやって、打ち上げ直前にまた試験をやったと、最後は飛ばす衛星本体の値段は全体の中ではせいぜい3割も少ないでしょう。

むしろ試験にお金がかかるので、これを省略できれば良いわけです。それには同じものをたくさん作ればよい。今、通信衛星が安くなったのは、エンジニアリングモデルを作らないで、最初から実機だからです。だけど新しい環境用の科学衛星などはそういうわけにいかないで、まだ割高なわけです。日本の金属メーカーが、最初大変良いのを作ってくれても、発注量が年に1機か2機しかないで製造ラインが維持できないのでみんなやめてしまいます。それで対策として、まずはヨーロッパと組もうと考えました。ヨーロッパは日本の3倍のマーケットがあるので、部品を共用化します。良いものができればアメリカだつて買ってくれるでしょう。アメリカはマーケットが日本の10倍あります。不具合が出たら世界中が止まりますから、作ってくれるのが1社では困るのです。ですから2社くらいにして、どちらかができるようにしておくのが良いわけです。日本で今DDコンバーターとか、半導体でFPGAと

いうのをヨーロッパと一緒に作っています。さらにイオンエンジンとカリアクシオンホイールとかの回転盤などが日本は非常に良いわけです。これらの日本の得意分野を世界に売れるようにしようと今やっています。

作っているのはほとんど中小企業です。戦略的に考え、国で補助金を出していい物をつくって標準化して世界に売りに出すという考え方です。

◆最後に宇宙産業を支える日本のものづくり技術への期待について
お願ひします。

宇宙産業の中で、宇宙飛行士に關係するものはほんの一部です。それを支えるものづくりとかオペレーションをたくさんの人にやっていただきたいですね。日本の特徴はやはり「ものづくりの良さ」で、さつき言った例のみならず、これからやるロボット技術も日本は大きな力を持っています。例えば今我々がやりたいと考えているものの一つは「宇宙服」の開発です。今の宇宙服は140キロも重さがある。重力が無いところでも手足が上手く使えないのです。すごい圧力に耐えるための服ですから大変なこととわかるのですが、もっと軽くて可動性のある宇宙服を作りたいと考えています。このようないろいろな課題にぜひ「ものづくり」で参加していただいて、日本の特徴を生かしてもらいたいものです。

それから宇宙技術をもっと民生に使っていただきたいと思っています。実現化しているのは屋根や壁に塗る

断熱剤です。これも中小企業がやってくれています。それから宇宙では水が大切なので尿まで再生して飲んでいのですが、その浄水再生装置の応用です。廃棄物を細菌を使って再生する装置なども、これを使えば産業廃棄物を活用できるようになります。ダイアカット缶という、焼酎のハイボールの表面がダイアカットしてある缶がありますが、これは材料を減らすための宇宙技術の応用の一つで、薄くて強い。そういった宇宙技術はたくさんありますので、これらを民生で応用していただけると良いと思います。航空宇宙産業を通じて、いろいろなトライをして、日本の特徴あるものづくりの力を発揮してほしいと思っています。

(文責・編集)金属労協組織総務局

立川 敬二 (たちかわ・けいじ)

宇宙航空研究開発機構 (JAXA) 理事長

任期:平成16年11月15日~平成25年3月31日

主要経歴

昭和37年3月 東京大学工学部電気工学科卒業

昭和53年6月 マサチューセッツ工科大学
経営学部修士コース修了

昭和37年4月 日本電信電話公社

平成10年6月 エヌ・ティ・ティ移動通信網(株)

(現)エヌ・ティ・ティ・ドコモ 代表取締役社長