

# スペースジャパンクラブ

—衛星通信で汗をかいた男の記録—

## 宇宙航空研究開発機構(JAXA)

研究開発本部

主幹開発員

島田 政明 さん



後ろはH-IIロケットの実物大モデル(筑波宇宙センター)

—島田さんは、長年衛星通信の技術開発に携われてきていらっしやいましたが、最初は、電波研究所(現情報通信研究機構)に勤められその後宇宙開発事団に移られたとお聞きしました。ご自身の経歴をご紹介願えますでしょうか？

78年 郵政省電波研究所鹿島支所(現 NICT 鹿島宇宙技術センター)に配属。技術試験衛星II型(きく2号;ETS-II)によるミリ波(約35GHz)電波伝搬実験、実験用静止通信衛星(あやめ;ECS)によるミリ波帯衛星通信実験の実験準備に従事してました。79年2月6日打上げのECS、更には80年2月22日打上げのECS-bが相次

いで静止軌道投入に失敗したため、ECS の代替実験として実験用静止通信衛星(さくら;CS)を使ったサイトダイバーシティ通信実験や、ECS 設備を改造しミリ波帯降雨散乱実験のお手伝いをしてました。

約4年半の鹿島勤務の後、小金井本所での通信衛星2号(CS-2)によるパイロット実験、通信放送衛星機構(出向)でのCS-3管制設備整備、きく6号(ETS-VI)搭載機器(ミリ波帯中継器)の開発を経て、91年に旧宇宙開発事業団(現宇宙航空研究開発機構;JAXA)に出向し、通信放送技術試験衛星(かけはし;COMETS)の衛星間通信、21GHz帯衛星放送ミッションの開発に従事。98年2月のCOMETS打上げ時には衛星管制隊員として打上げの成功を念じておりましたが、H-IIロケット第2段エンジンの燃焼時間が予定よりも短かったことが原因で、予定の静止トランスファ軌道に投入されず、通信実験は絶望的となりました。しかし、できる限りの通信実験を実施すべく、およそ1週間、缶詰状態で最適な軌道選定を検討し、その後7回の軌道変更を実施しました。軌道選定には、複雑な条件を取り込みながらの軌道計算の繰り返しが必要になりましたが、NICT(当時は通信総合研究所)のKさんの迅速な解析作業が功を奏しました。最終的に、遠地点約17,700km、軌道傾斜角30度の軌道に投入されたことで、思わぬ成果もありました。軌道の遠地点は、日を追うごとに北半球から南半球に移動し、99年3月にはオーストラリア上空に達しました。通常、関東地方から見た静止衛星の仰角は50度弱になり、都市部では高層ビルによる電波遮蔽が衛星通信の妨げになりますが、この時期のCOMETSの軌道ではシドニーでの仰角が天頂近くとなります。(広くはない)道路の両端に高層ビルが立ち並ぶシドニー中心街で車載局を走らせ、Ka/ミリ波移動体衛星通信の実験も行われました。今思えば、準天頂衛星システムを先取りした実験だったように思います。

99年から、(株)次世代衛星通信・放送システム研究所(94年~01年2月)にて、きく8号(ETS-VIII)搭載のSバンド移動体衛星通信システム、通信機器の開発に携わりました。ETS-VIIIは06年12月に打上げられ、テニスコートサイズの大型展開アンテナ2枚も無事に展開しましたが、受信系低雑音増幅器の電源系に異常が発生し、受信機能を回復させることは困難となりました。開発時の当事者として、今でも非常に悔しい思いです。

01年3月からは、JAXA、NICT共同開発の超高速インターネット衛星(きずな;WINDS)の通信ミッションの開発に係ることになりました。



静止軌道上の WINDS の勇姿？

- ・ WINDS の一般的紹介：

[http://www.jaxa.jp/pr/jaxas/backnumber\\_j.html](http://www.jaxa.jp/pr/jaxas/backnumber_j.html) JAXA's 016号 2007.10.1 発行

- ・ WINDS の技術的紹介：

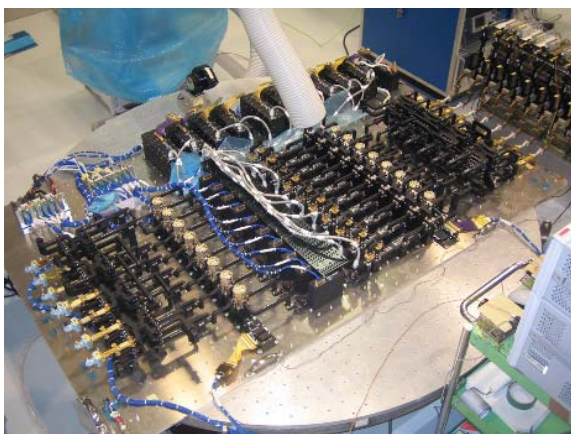
<http://www.nict.go.jp/publication/shuppan/kihou.htm> NICT 季報 「超高速インターネット衛星 (WINDS) 特集」 Vol.53 No.4, 2007年 12月号

<http://satcom.nict.go.jp/56/index.html> Space Japan Review 6-7 No.56 June / July 2008

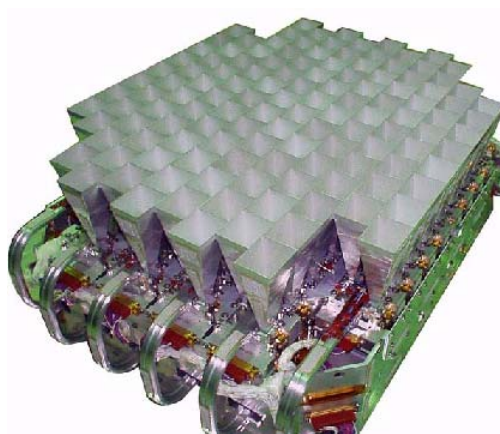
一島田さんは、今年打ち上げられた日本の超高速インターネット衛星 WINDS の開発で通信系ミッションご担当ということでご苦労されたことと思いますが、長年の開発のご苦労があったことと思います。WINDS の開発を中心にお話を伺いたいと思います。

WINDS の搭載ミッションは、日本国内、東アジアを照射域とするマルチビームアンテナ(MBA)、高出力マルチポートアンプ(MPA)、任意の方向(ほぼ地球視野内)に高速でビームを向けられるアクティブフェーズドアレイアンテナ(APAA)、多数の広帯域中継器(1.1GHz 帯域)で構成されています。ビーム数、中継器数が多く、特性の揃った高周波機器が要求されました。これら搭載機器の設計、製造、試験など打上げまでの長い期間、汗をかかれたのは開発メーカーさんだと思います。元来、高周波機器は作りっぱなしで特性が出るわけではなく、一品一品、細やかな電気調整の結果でようやく目標の性能が達成されるものです。特に、MPA、APAA は信号の位相合成を動作原理としており、利得、通過位相のバラつきは直接、総合特性の劣化として現れます。そのため、構成部品の利得、位相特性、温度特性が均一になるように、製造プロ

セス、調整プロセスを部品レベルから見直しました。ノウハウの関係と推測しますが、工場内での工程はさらっと事も無げに説明されますが、開発費抑制の中で大変な苦勞が在ったことは想像に難くありません。



8ポートの18GHz帯MPA:左から信号分配部、増幅部、電力合成部。



18GHz帯送信APAA:128個の角錐ホーン直下に固体電力増幅器、移相器などが高密度実装されている。

JAXA側はどうかというと、汗は汗でも“冷や汗”の類はいくつかあります。次のエピソードは偶然見つかった不具合の顛末です。

NICTでは、衛星の打上げ前に機関誌「季報」に特集号が組まれます。JAXAにもWINDS搭載機器に関する執筆依頼があり、WINDS通信システム全体、機器個別の紹介を書いている頃でした。

中継器内の信号レベルダイヤは通信実験を計画する上で重要な情報になります。通常、信号レベルだけでも十分ですが、広帯域中継のことも考え熱雑音についても紹介しておこうと、開発メーカーさんから信号と雑音に関する中継器のレベルダイヤを提出してもらいました。ダブルチェックの意味で検算しましたところ、APAAを受信系とした中継器モードでは、若干、信号レベルと熱雑音のつじつまが合いません。熱雑音が意外に大きく、このままではAPAAの受信G/T(受信性能を表す指標)の実力が発揮できないことを予感しました。そこで、既に終了していた衛星本体とAPAAの組合せによる電波放射試験で得られたC/No(信号対雑音電力密度比)データを再確認したところ、APAA単体のG/T性能の実力値から判断して、低めのC/Noデータであることが判明し、予感は確信に変わりました。予想外の熱雑音の発生原因は、受信APAAの出力と中継器の間に挿入した信号レベル調整用の減衰器にありました。減衰器自身もその減衰量に応じて熱雑音を発生しますが、通常、G/Tの解析では減衰器の前段に置かれた増幅器の利得が十分に高ければ、減衰器の影響は無視できます。今

回のケースでは影響を無視できないぎりぎりの領域にあったことが原因でした。

原因が分かれば、対策は減衰器の挿入位置を移動させるだけで済みそうですが、実際はそう簡単ではありませんでした。衛星はフライトモデルであり、導波管、機器の取付け位置を変えるための新たな穴開け加工はできません。それでも何とか、中継器が非線形動作にならずに、かつ熱雑音も抑えられる減衰量の再配分を行い、減衰器を実装することができましたが、既に改修結果を確認できる電波放射試験の機会はありませんでした。最後のチャンスでありました射場（種子島宇宙センター）での APAA と衛星本体を組み合わせた試験で、雑音電力が解析値に近いことを確認し、打上げに至りました。打上げ後の軌道上チェックアウトにおいて、ほぼ計算通りの C/No が測定できた時は本当に安堵したものです。



電波放射試験の様子



打上げ前の“えいえい、おー”

一長年のご苦労のあと、打上、そして静止化の成功そして、初期チェックアウトを無事終了されたわけですが、まずは率直なご感想をお願いしますでしょうか？

主に静止衛星に関わってきましたが、経歴からお分かりかと思いますが、関係した衛星の中で無事に静止軌道まで辿り着き、そして期待通りの機能を果たした衛星はありませんでした。自分なりに、「関係した衛星はうまくいかない。」と半ば諦めておりましたが、WINDS が静止軌道に到達し、そして期待通りに稼働してくれたことで、初めてジंकスから解放されたような気がします。初期チェックアウトでは、いくつか不具

合もありましたが、幸いにして大きな影響は出ておりませんが、まだまだ気の抜けない状況は今後も続くように思います。



2月23日17時55分、ロンチウィンドウが閉じる直前のリフトオフ

—最後に今後の WINDS 実験の展望と国の衛星通信開発に関するご自身のご意見、ご感想をお聞かせ下さい？

個人的な感想ということでご容赦ください。地球観測ミッションを例にとると、衛星開発、打上げの後、地球環境がモニタされ、取得データに基づいて環境変化の原因が追求され、そして環境保全対策が取られるという形で、開発成果は国民に還元されます。技術実証として開発された通信衛星の場合は、打上げ後に3年から5年の通信実験が実施され一応の区切りを迎えますが、どのような形で開発成果が還元されたか、見えにくいのが現状のように考えます。個々の要素技術が世界トップレベルの内

容でも、衛星通信システム全体(宇宙部分+地上部分)として、コスト、使い勝手の面からも一般の方々に受け入れられるものでなければ、開発成果は還元されたことにはならないように思います。

インターネットは既に生活の一部となっており、WINDS ではどこにでもインターネットが可能な通信環境を提供できるように、「デジタル・デバイドの解消」も開発目的の一つに掲げています。アンテナ径 45cm の一般家庭のベランダにも設置可能な超小型地球局を使って、155Mbps の高速データを受信できる能力を備えています。WINDS の開発成果を生かした後継衛星を使いインターネットを利用する上で、一般の方々が負担可能な設備コスト、利用料金と通信能力とがバランスし、使いたいと思ってもらえる衛星通信システムに繋がれば、開発成果が還元できたと言えると思います。

WINDS では開発機関である JAXA、NICT による通信実験の他に、総務省が公募し、選定された利用実験があります。国内のみならず、アジアの国々の大学、研究機関、通信事業者からの参加を得、今秋から利用実験がスタートします。開発成果が還元に繋がるようになお一層、努力して行きたいと考えております。

(インタビュー 編集顧問 鈴木)