

商用衛星“DS2000”の開発と事業拡大 —DS2000衛星，2けた台に到達—

宮崎景太*
林 俊彦*
鈴木隆太*

Development and Expanding Activities for the Commercial Satellite "DS2000"—Recording Double Digits Orders of DS2000 Satellite Family—
Keita Miyazaki, Toshihiko Hayashi, Ryuta Suzuki

要 旨

三菱電機は、データ中継技術衛星(DRTS)及び技術試験衛星(ETS)Ⅷ型をベースに、衛星の開発・生産方式の標準化及び工期短縮などの諸施策を実施し、標準衛星バス“DS2000”を完成させた。さらに、大型衛星工場設備や運用管制設備等を整備し、DS2000衛星バスの商用衛星市場への投入を実現した。その結果、2005年に日本初^(注1)の民間衛星オペレータ向け国産商用衛星となるスーパーバード^(注2)C2号機(SB-C2)を受注し、2008年に軌道上納入を完遂した。2008年には日本初^(注3)の海外商用市場向け国産商用衛星となるST-2を受注し、2011年5月に打ち上げた。

DS2000衛星バスは、ひまわり7号(MTSAT(Multi-functional Transport SATellite)-2)や準天頂衛星(QZS)初号機など官需衛星にも採用され、現在、6機すべての衛星が順調に軌道上実績を積み重ねている。2011年4月現在、DS2000衛星バスを採用した衛星(以下“DS2000衛星”という。)の累積軌道上運用日数は250か月を超え、また、保険

金請求の対象となる軌道上不具合はない。商用衛星市場では、軌道上実績が国際競争力を持つための不可欠条件であり、DS2000衛星はようやく国際市場で互角に戦えるベースを獲得できつつある。

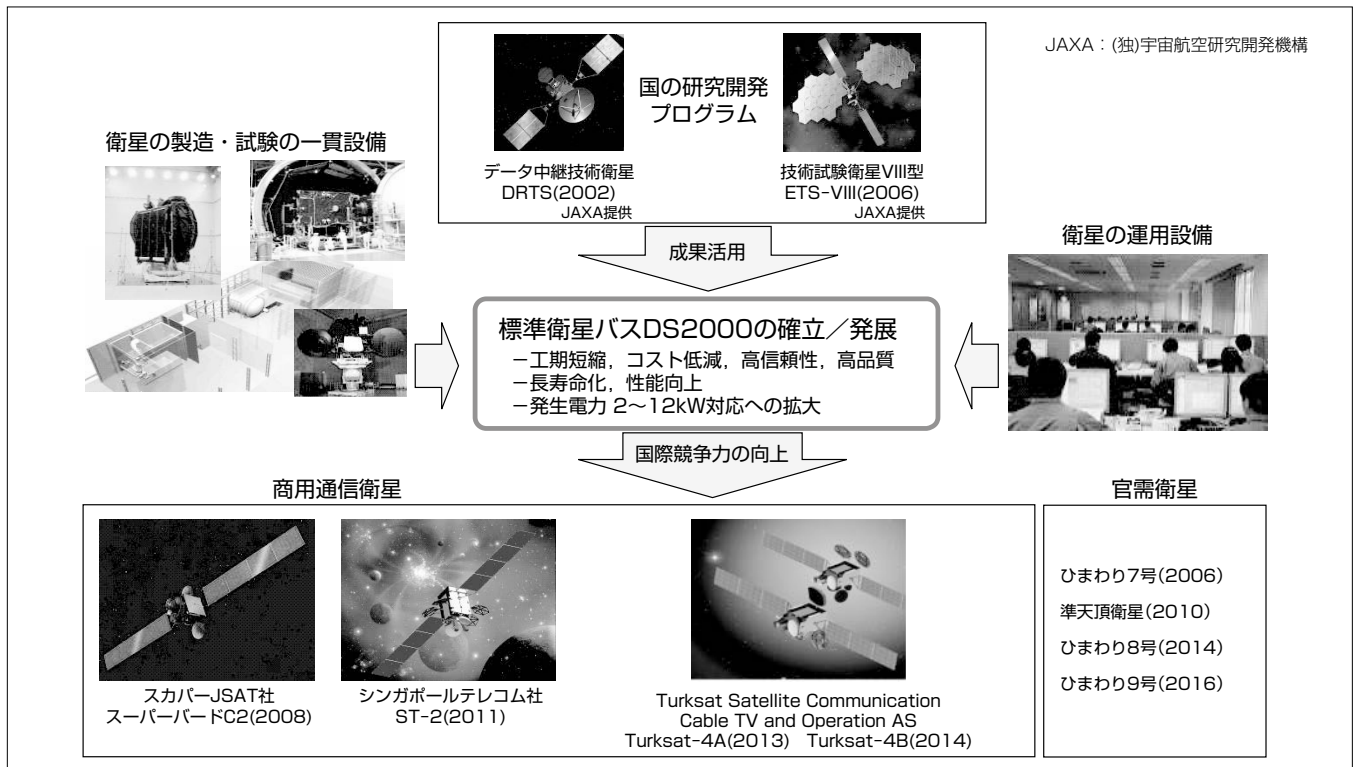
当社は、DS2000衛星を核として官民一体となった衛星輸出事業を推進している。その成果として、2011年3月にTurksat-4A/4B2機を受注し、DS2000衛星が2けた台に達した。国際市場での更なるDS2000衛星競争力強化として、衛星バスの性能向上やシリーズ化に加え、衛星生産能力の倍増(年間4機から8機へ)を目指した衛星工場の増設など、事業拡大施策に取り組んでいる。

本稿では、DS2000衛星バス開発の取り組みについて述べるとともに、ST-2及びTurksat-4A/4Bの事例を述べる。

(注1) 2005年11月1日現在、当社調べ

(注2) スーパーバードは、スカパーJSAT株の登録商標である。

(注3) 2008年12月2日現在、当社調べ



商用衛星DS2000への取り組み

当社は、直径11.5mの大型熱真空試験チャンバー・搭載質量10トンの振動試験装置・音響試験装置・コンパクトアンテナテストレンジ等を一箇所に集約する衛星製造試験棟、初期運用から軌道上納入後のライフタイムサポートも可能とする衛星運用センター(SOC)を当社鎌倉製作所内に保有する。衛星生産能力の倍増を目指した衛星製造試験棟の増設(2013年3月末竣工(しゅんこう)予定)など、国際競争力強化のための諸施策に継続して取り組んでいる。

1. ま え が き

商用衛星市場での衛星事業展開には、衛星の製造のみでなく、打ち上げサービスの調達、衛星保険の契約、衛星運用管制設備の提供、衛星初期運用の実施を含む、いわゆるフルターンキー契約への対応が必要条件となる。SB-C2では、衛星製造試験棟での一貫製造試験、アリアン5調達、衛星運用管制ソフトウェア“Birdstar”を核とする運用管制設備の客先設置、SOCでの初期運用を実施し、2008年10月に軌道上納入を実現した。Turksat-4A/4Bでは、衛星保険調達を含むフルターンキー契約に加え、トルコ人技術者に対し衛星製造教育プログラムを実施する計画であり、アジア・アフリカ・南米などに拡大する商用衛星市場が求めるニーズへの取り組みのモデルケースとなる。

2. DS2000衛星バス開発の取り組み

静止衛星のミッション用途が広がっている。特に通信放送分野では、現在主流のKu/X/C帯での衛星通信に加え、S/L帯大型アンテナによる移動体通信やKa帯マルチビームによる大容量・双方向通信などの用途が拡大している。観測分野では、気象観測、災害監視、安全保障等の様々な高性能観測ミッションが想定される。さらに、準天頂衛星のような衛星測位・航法管制ミッションへの用途も多様化する。このため衛星バスには、高精度な指向性能、小規模から大規模まで、又は複数ペイロードの搭載性、15年以上の長寿命など、ミッション要求への柔軟な対応が求められる。

DS2000衛星バスは、図1に示すように、バス/推進・ペイロード・パドル等独立したモジュール構造方式を採用し、また、衛星規模に応じたスケラブルな拡張性を持つ設計のため、各種ペイロードに対しヘリテージを活かしながら柔軟に対応できる特長を持つ。

また、ミッション要求に対応し、高精度ミッション指向のためのスターセンサ姿勢決定系の採用、長寿命化・運用性向上のためのリチウムイオンバッテリーへの置換等、DS2000衛星バスを進化させ軌道上実績を積んできている。

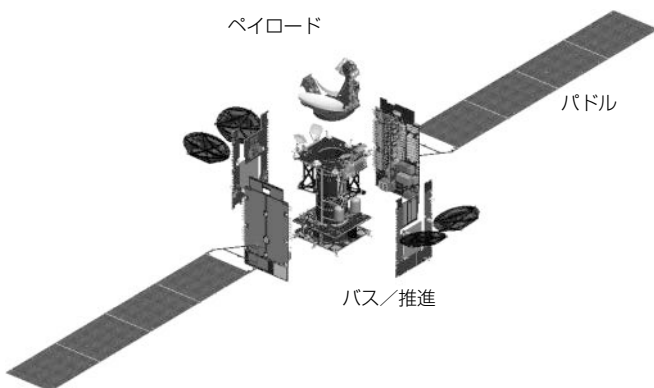


図1. DS2000衛星バスのモジュール構造方式

現状のDS2000衛星バスは、中規模ペイロードの単独搭載又は小規模ペイロードのマルチ搭載に最適な衛星バスサイズ(ペイロード含むドライ質量2トン/発生電力~12kW級)に設定しており、同規模の商用衛星で国際競争力を確保する。当社は、DS2000衛星の国際競争力強化として、より小規模又は大規模のペイロードに対応範囲を広げるため、図2に示すように、DS2000衛星バスのシリーズ化に取り組んでいる。

その一つが12kW級DS2000衛星バスを小型軽量化したタイプで4~8kW級のレンジに最適化しており、商用衛星市場への早期投入を目指している。この衛星バスは、JAXA指導の下、機能統合・ソフトウェア化等による機器小型化や衛星構体の軽量化等の開発成果を取り込んだ先端衛星バスである。

また、大規模ペイロードに対応するDS2000L衛星バスの開発検討を進めている。欧州では、TAS社SB4100及びASTRIUM社E3000を超える規模の大型バスとして、ESA(European Space Agency)を中心にAlphabusの研究開発が進められている。DS2000L衛星バスは、ペイロード搭載能力を大幅に拡大し、将来の移動体通信ミッションやマルチビームミッションなどの大規模ペイロードに対応する商用衛星で国際競争力を確保することを目指したものである。

3. ST-2

DS2000衛星として6機目となるST-2は、シンガポールのSingTel社と台湾の中華電信社が共同所有する商用通信衛星として2008年に受注した、我が国にとっても初の海外商用市場向け純粋国産衛星である。1988年の米国スーパー301条発動によって同分野が国内市場すら実質米国の市場となるハンデを負って以降20年を経て、国産のDS2000衛星が国際商用市場にデビューを飾る形となった。

ST-2衛星は、打ち上げ質量5トン(ドライ質量2トン)、発生電力11.8kW、本体高さ6m、軌道上での最大長32mの

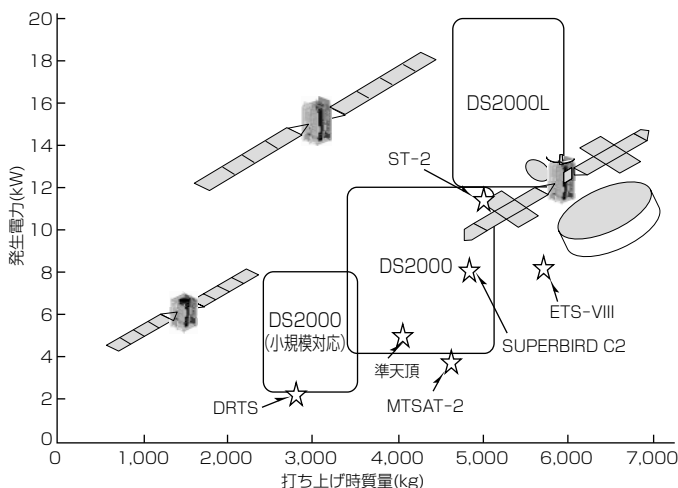


図2. DS2000衛星バスのシリーズ化

大型通信衛星で、15年以上の軌道上寿命を持つ。図3は太陽電池パドルとアンテナを衛星本体に収納した打ち上げ時の形態で射場への出荷を待つST-2衛星である。

この衛星はアジア域に対する放送・通信サービス提供のため、送受信独立のCバンドアンテナ(送信φ1.8m, 受信φ1.2m)を地球指向面に、また、各々送受信共用のKuバンドアンテナ(φ1.9m)を東西面に各2つずつ計4つ(K1~K4)搭載している。Cバンドビームはアジアのほとんどの地域をカバーし、K1ビームは東南アジア、K2ビームはインド全域、K3ビームは中東全域、K4ビームは台湾をそれぞれカバーする。すべてのビームは各エリアの要求形状に合わせた変形ビームとなっており、加えて、極低サイドロープレベル実現によって同一衛星で異なるエリアに同一周波数でサービスする周波数再利用も実現している。

衛星本体内部には、90~150W級のトランスポンダー(中継器)を合計51個搭載しており、Cバンド及びKuバンド合計36チャンネル(ch)のサービスに対して全ch冗長構成を実現している。

図4はCATR(Compact Antenna Test Range)での衛星



図3. 射場出荷待ちのST-2衛星

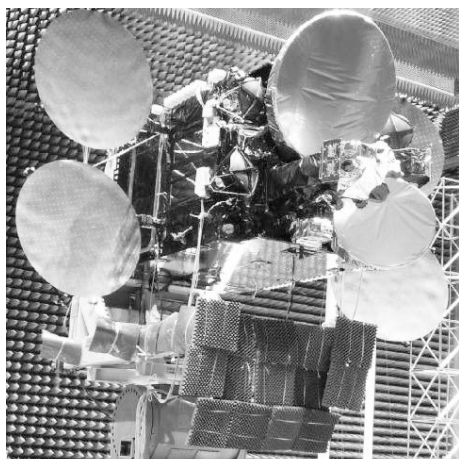


図4. CATR試験中のST-2衛星

システム電波試験中のST-2衛星で、すべてのアンテナが軌道上を模擬した位置に展開保持されている。サービスエリア形状に合わせたビーム形状実現のために鏡面修整を施したアンテナ反射鏡の凹凸の様子がよくわかる。

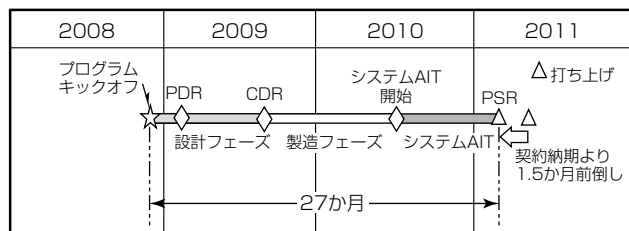
ST-2衛星は2008年12月のプログラムキックオフ以降、設計フェーズで生じた新規仕様要求にも対応して27か月の短期間で設計・製造・試験を終え出荷した(図5)。2011年5月に南米仏領ギアナから打ち上げられ、軌道上性能確認を1か月で完了した後、7月に先代衛星のST-1(欧州製衛星)からユーザーを引き継ぎ、更に新たなユーザーを加えてサービス提供を開始した。

4. Turksat-4A/4B

Turksat-4A及び4Bはトルコの国営衛星通信会社(Turksat Satellite Communication, Cable TV and Operation AS)が発注する通信衛星であり、今年3月当社が欧米のメーカーとの厳しい競争を勝ち抜いて受注した衛星である。ミッションはトルコ、ヨーロッパ、中東、中央アジア、アフリカ向けの通信、放送サービスである。

今回の受注の大きな特徴として、今までの海外商用衛星で例のないDPP(Direct Participation Program)の実施がある。DPPとはトルコの宇宙技術の発展に寄与することを目的とした、衛星設計、製造、試験に関する教育をトルコ人技術者に対して実施するプログラムのことである。このプログラムの実施ではJAXAはじめ、広範囲な協力を得て実施する予定である。

表1にTurksat-4A及び4Bの諸元を示す。打ち上げロケットにはILS社のプロトンを採用し、それぞれ2013年、2014年に打ち上げを予定している。



AIT : Assembly and Integration Test
 PDR : Preliminary Design Review
 CDR : Critical Design Review
 PSR : Pre Shipment Review

図5. ST-2衛星の製造実績スケジュール

表1. Turksat-4A/4Bの諸元

	Turksat-4A	Turksat-4B
衛星バス	DS2000	
適合するロケット	Proton M/Breeze M, Ariane 5 ECA, Sea Launch, Atlas V 411LPF, H-2A	
質量(Proton M打ち上げ時)	約3,800kg	
軌道上寿命	15年以上	
中継器	C帯, Ku帯, Ka帯	
打ち上げ	2013年	2014年
静止軌道位置	東経42度	東経50度

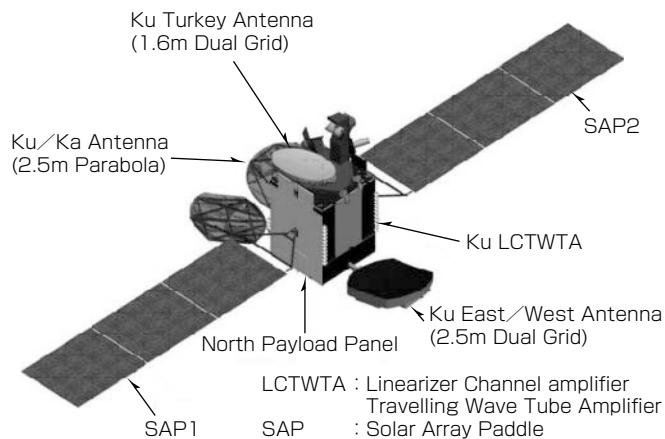


図 6. Turksat-4Aの外観

質量は両衛星ともに約3,800kg、発生電力は約7.5kWとなっている。図6にTurksat-4Aの外観を示す。Turksat-4AはKuバンドアンテナ(送受信共用φ1.6m、東西ビーム共用アンテナφ2.5m)及びKu/Kaバンドアンテナ(送受信共用φ2.5m)をそれぞれ地球指向面及び東西面に搭載し、合計41chの90~150Wのトランスポンダを搭載する。

図7にTurksat-4Bの外観を示す。Turksat-4BはKuバンドアンテナ(送受信共用φ1.6m、送受信共用φ2.5m、送受信共用φ2.2m)、Kaバンドアンテナ(送受信共用φ1.6m及びφ1.0m)及びCバンドアンテナをそれぞれ地球指向面及び東西面に搭載し、合計36chの90~140Wのトランスポンダによってトルコ、ヨーロッパ、中東、中央アジア及びアフリカへの通信・放送サービスを行う。

今後、今回の受注を足がかりに、QCD(Quality Cost Delivery:品質・価格・納期)を向上させつつ、ヨーロッパを含めたDS2000衛星の国際市場への投入を進めるとともに、発展途上国に向けた拡販策としてDPPに代表されるメニューを追加・発展させ、全体としての競争力強化を図っていく。

5. むすび

DS2000シリーズの全衛星がこれまで重大事故や失敗を起こすことなくミッションを継続していることに加えて、市場の要求する低コスト化と短納期化実現のため創意工夫を積み重ねた標準化の徹底によって、QCDのすべてで、国際商用市場での競争力を持つ衛星を提供可能な、いわばスタートラインに立った。今後もDS2000衛星は競争力維

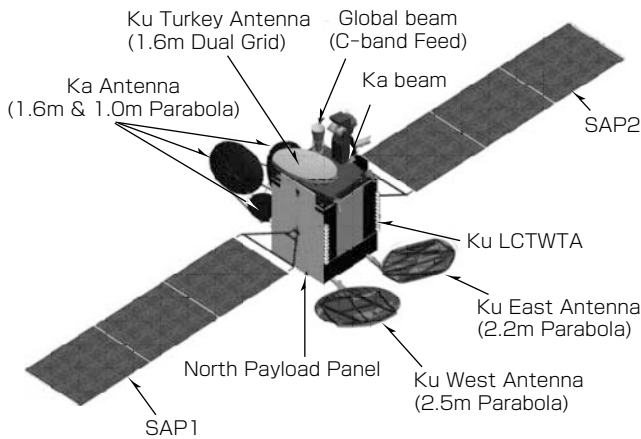


図 7. Turksat-4Bの外観

持向上のため、標準化による不変的な安定性維持と顧客の高度な要求にこたえる合目的性を持たせた改良や変革の両方のバランスをとりながら進化を続けていくことになる。

海外では、静止衛星のミッション用途の多様化に対応し、静止衛星バスの大型化・小型化・高性能化の開発及びその軌道上実証に積極的である。特に欧州では、Alphabusと呼ばれる大型静止衛星バスと、SGEOと呼ばれる小型静止衛星バスとを官民協力の下で開発を進めている。商用市場における国際競争力の維持・拡大には、次世代に向けた衛星バス及び要素技術の開発・実証の継続が不可欠である。当社は、次世代技術開発につき、JAXA指導のもと、次世代静止衛星、静止観測衛星等の開発・実証を推進するとともに、商用化・実用化のための自主技術開発を継続している。さらに衛星生産の能力拡大・効率向上を目指し、衛星製造試験棟の増築・拡張及び試験設備の拡充に着手する計画である。

参考文献

- (1) 永島敬一郎, ほか: 国際競争に比肩する衛星インテグレーション技術—グローバル衛星メーカーを目指して—, 三菱電機技報, **78**, No.10, 683~688 (2004)
- (2) 水溜仁士, ほか: 静止衛星用標準バス“DS2000”のシステム技術, 三菱電機技報, **79**, No.8, 517~520 (2005)
- (3) 野村高嗣, ほか: 商用衛星への取り組み—スーパーバード7号機—, 三菱電機技報, **83**, No.3, 175~179 (2009)