

次期技術試験衛星について

平成28年6月9日
総務省、文部科学省、経済産業省

世界の通信・放送衛星の現状及び動向

◆ 世界の宇宙関連市場・衛星の需要数は、着実に増加

- ・全世界で運用中の衛星数：約1,260機（このうち、半数以上が通信・放送用）
- ・世界の衛星産業市場全体の6割以上を通信放送関連のサービス産業が占めている。

◆ 電気推進方式のバス開発が進展

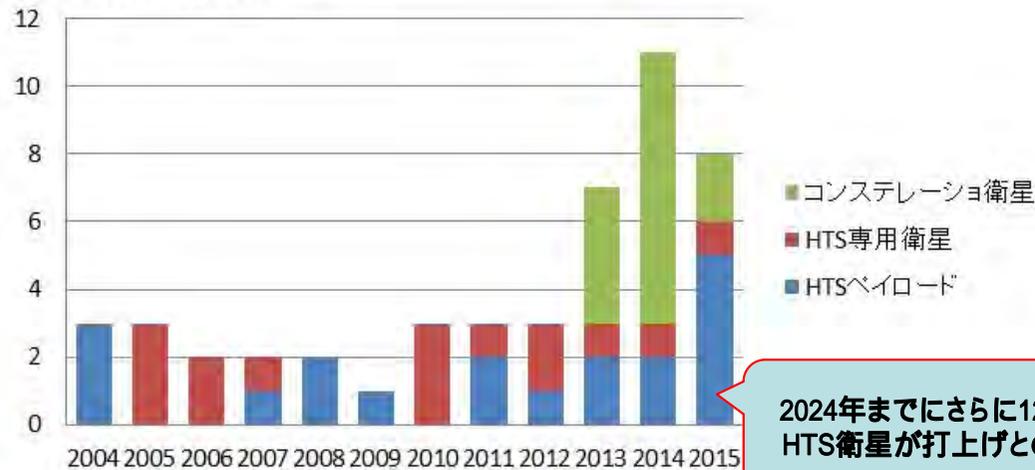
- ・衛星質量の低減により、コスト削減、ペイロード比率を向上。

◆ 欧米を中心としたHTS 衛星が進展

- ・主にKa帯を利用し、多数のビームを地上に照射することで大容量(数十～数百Gbps)を達成
- ・累積供給キャパシティはさらに拡大の見込み(2015年:680Gbps程度 2020年:3Tbps程度)
- ・供給キャパシティ増大に伴い、通信サービスの価格は低減傾向

HTS : High Through-put Satellite

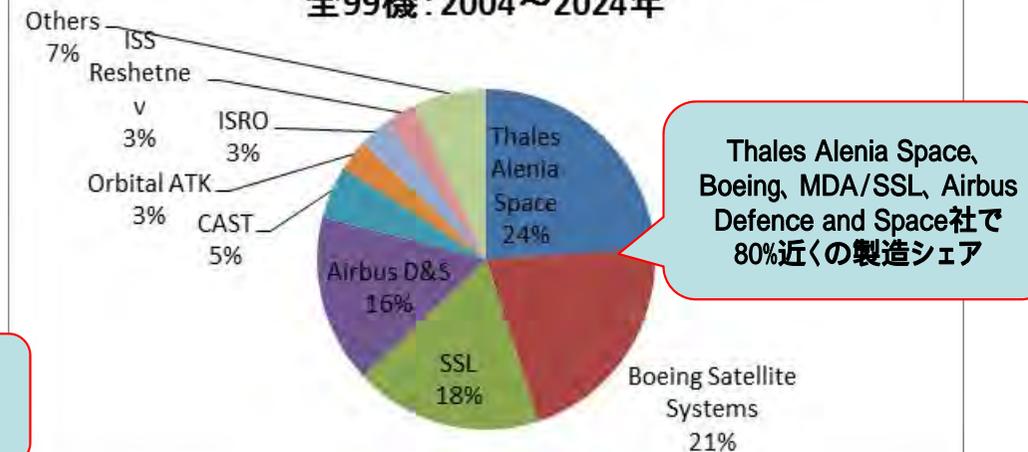
HTS機数(合計48機)



2024年までにさらに129機のHTS衛星が打上げとの予測

累積HTS機数の内訳(全48機)

HTSシステム市場のシェア(受注済)
全99機: 2004~2024年



Thales Alenia Space, Boeing, MDA/SSL, Airbus Defence and Space社で80%近くの製造シェア

諸外国の衛星通信技術（進展の方向性）

< 欧州における方向性 >

- ◆ スループット（伝送容量）の向上
- ◆ システムコストの最適化
- ◆ 衛星資源の柔軟性の向上

(ESA : 欧州宇宙機関の研究開発プログラム)

(ARTES: Advanced Research in Telecommunications Systems)

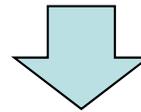
重要課題（例）

- より高い周波数帯（ミリ波帯）や光の利用
- ユーザー地球局端末のコスト低減
- 需要の多様性への対応技術
新規市場への迅速な導入
再構成可能なユーザリンクの帯域 / 電力割り当て
ユーザビーム / 関門局（ゲートウェイ）間の再構成可能な相互接続性

等

- ◆ 宇宙政策をめぐる環境変化や安全保障政策、産業界の投資の予見性を高め、産業基盤を維持強化する観点から、平成27年1月に新たな宇宙基本計画が決定。

(平成27年1月9日宇宙開発戦略本部決定)



技術試験衛星に関する記載

通信・放送衛星に関する技術革新を進め、最先端の技術を獲得・保有していくことは、我が国の安全保障及び宇宙産業の国際競争力の強化の双方の観点から重要である。このため、今後の情報通信技術の動向やニーズを把握した上で我が国として開発すべきミッション技術や衛星バス技術等を明確化し、技術試験衛星の打ち上げから国際展開に至るロードマップ、国際競争力に関する目標設定や今後の技術開発の在り方について検討を行い、平成27年度中に結論を得る。これを踏まえた新たな技術試験衛星を平成33年度めどに打ち上げることを目指す

新たな技術 (小型衛星コンステレーションを利用したブロードバンドサービスの提供)

◆ 米国を中心に、低軌道 / 中軌道で、広範囲の地域に対してインターネットサービスや通信サービスを提供しようとする企業が続々と登場。

- ・静止軌道に比べて低遅延な通信が可能。
- ・発展途上国や海洋上(プラント、クルーザ等)との安定した通信が確保可能。

◆ システム構築・運用に関しては、多くの課題も存在。

- ・大量の衛星の製造や打上げの手段の確保、費用の問題
- ・静止通信衛星との電波干渉問題 ITUやFCCからの周波数帯利用許可取得が難航



O3b



OneWeb
コンステレーション

主要用途 / サービス	衛星 / プログラム名	国、機関	衛星質量(kg)	機数	備考
音声通信 / データ通信	Iridium	米 Iridium Communications	657	66	1997年から2002年の間に全95機打上げ
"	Iridium NEXT	"	800	66+6 (軌道上予備) 9 (地上バックアップ)	2016年 ~ 2017年打上げ予定
"	Globalstar	米 Globalstar Inc	第一世代: 450 第二世代: 700	48	第二世代衛星は24機打上げ済み。第一世代の8機と合わせて、現在32機運用中
ブロードバンド	O3b	UK O3b Networks	700	12	衛星数の拡大計画あり
"	OneWeb	UK OneWeb	< 150	648	ADS社に900機オーダー済 Soyuz, Ariane6との打上げ契約済み
"	不明	米 Space X	数百	4000	2015年10月、構想段階であることを強調
"	LeoSat	米 LeoSat Inc.	不明	78 ~ 108	現在はTAS社とチームを組み、フィジビリティスタディを実施中
"	COMMStellation™	加 MSCI	不明	78+12 (軌道上予備)	構想段階。2018年に展開予定
光データ通信	HALO	米 Laser Light Communications	不明	8+4 (軌道上予備)	構想段階。Ball社が契約検討中。 2018年に展開予定、通信速度7.2Tb

コンステレーションは、Globalサービスが可能という利点がある一方、システム構築費用の高さ、通信回線制御・衛星運用・コンステレーション構築リスクの大きさ、単位面積当たりの伝送容量の小ささ等の課題を鑑みると、経済性・事業性及び技術開発の観点からは、次期技術試験衛星では静止衛星で実用化・国際競争力強化を図ることが適当。

市場要求に基づく将来衛星の構想

◆ 衛星の大規模化・大容量化

地上系通信サービスの価格に近づけられるよう、コスト低減が必要

HTSの出現とより大容量を確保できるKa帯の活用により、衛星通信容量が増大し、ビット当たりのコストが更に低減することを期待

ただし、単純な大容量化のみを指向しても先行HTSに比して競争力を有するだけのコスト低減は困難であり、異なる付加価値を見出す必要あり

◆ 衛星ペイロードのフレキシビリティ

衛星寿命の長期化(静止衛星の場合、15年以上)にともない、通信容量、利用地域、サービス等の変化に柔軟かつ機動的に対応できる衛星が必要

打ち上げ後でも、柔軟に使用周波数帯域幅、ビーム照射地域、ビームの形状等を変更可能で、その変更の際に要する時間が短く、中継器への影響が最小となるようなシステムの実現を期待

大災害発生時の急激なユーザ分布の変動(防災通信用)、打ち上げ後に生じた通信ニーズにも対応、衛星軌道変更時のサービス地域変更の容易性(衛星資産価値の向上)等が期待

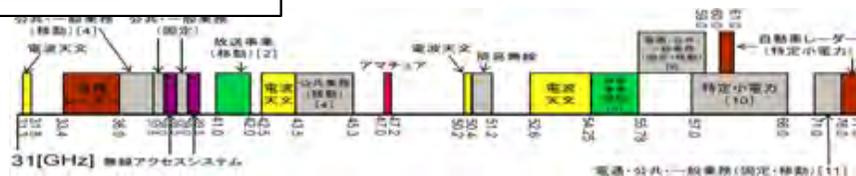
Ka帯

- 固定のマルチビームを効率的に配置し、中継器の使用周波数帯域幅を可変とすることで、ビーム間のトラフィックの不均衡に柔軟に対応しつつ大容量を提供
- 固定ビームでは対応困難な大規模なトラフィック変動が生じた時、地上からの指示により再構成可能な可動・可変ビーム(覆域・形状等)により固定ビームを補完
- 固定・可動ビームにおける変更を機動的に行い、かつ、中継器運用停止を必要最小限にできる高度なゲートウェイ地球局及びネットワーク制御局を整備

光

- 将来の大容量化に備え、検証用光ファイダリンクも開発

我が国におけるミリ波帯(Q/V帯)の使用状況、光通信技術の開発状況、広帯域獲得の容易さ等を勘案し、光周波数帯を選択



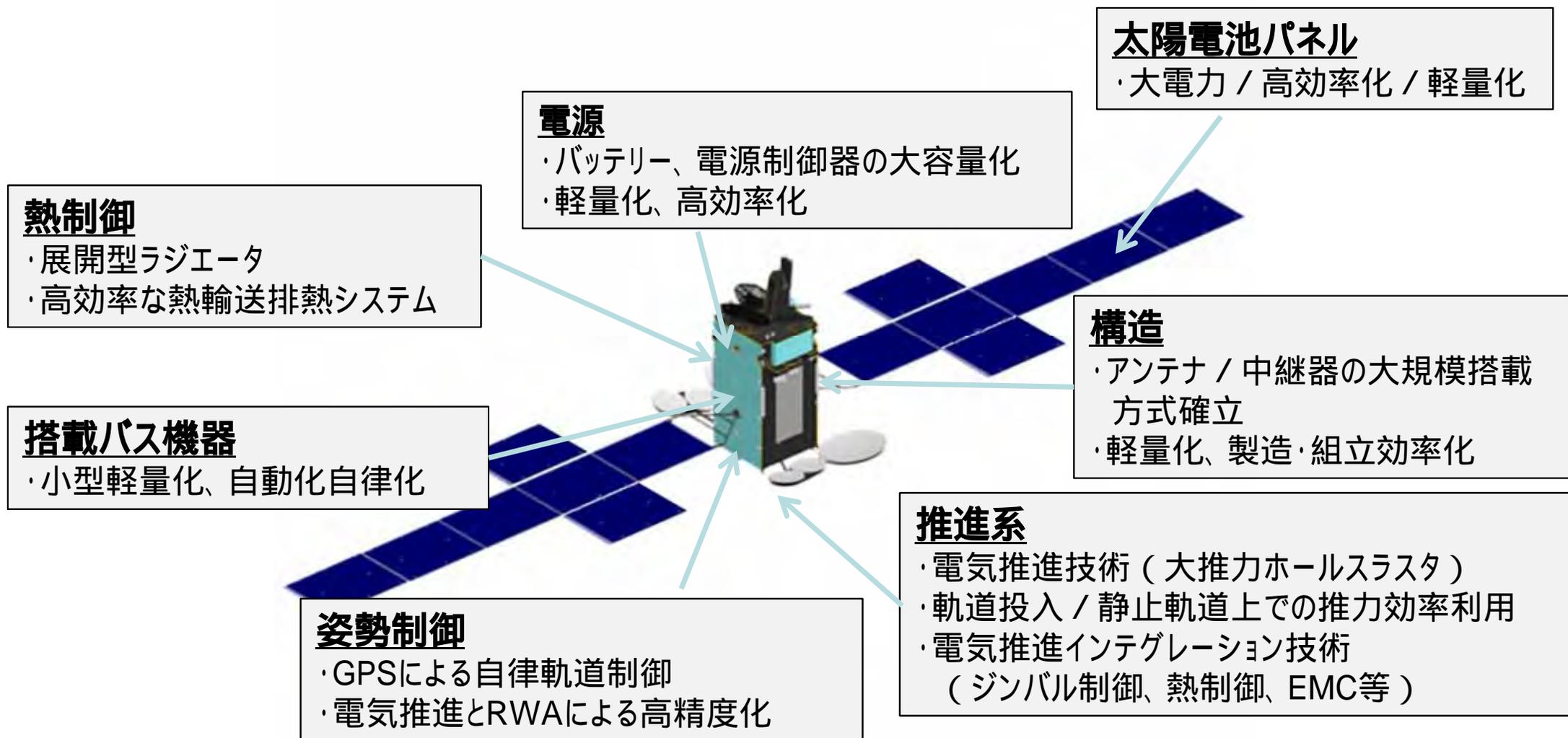
次世代通信衛星の基本構想（バス）

◆ オール電化衛星、小型・軽量化技術による打上げ質量削減

通信ミッションの大規模化・大容量化に対応するため、大電力化、大推力化、軽量化、高精度化を実現

◆ 低価格化

軽量化による低価格ロケットへの搭載、衛星設計・製造コスト削減技術等の採用によりコスト削減



次世代通信衛星の基本構想（ペイロード）

大容量デジタル・
フレキシブル・
ベントパイプ

- ◆ 伝送容量（スループット）の拡大
固定マルチビーム（100ビーム級）で大容量（100Gbps級）を実現
- ◆ フレキシビリティ確保による通信・サービス品質の向上
広帯域（数GHz幅）を対象に、周波数・覆域を可動・可変
- ◆ 給電系等の小型化・軽量化
多数のビーム搭載を可能とするため、給電系の小型・軽量・高密度実装等を実現

周波数のフレキシブル化（チャネライザ）

- ・処理能力向上
- ・広帯域化
- ・軽量化、低消費電力化（ASIC化）

マルチビーム給電系

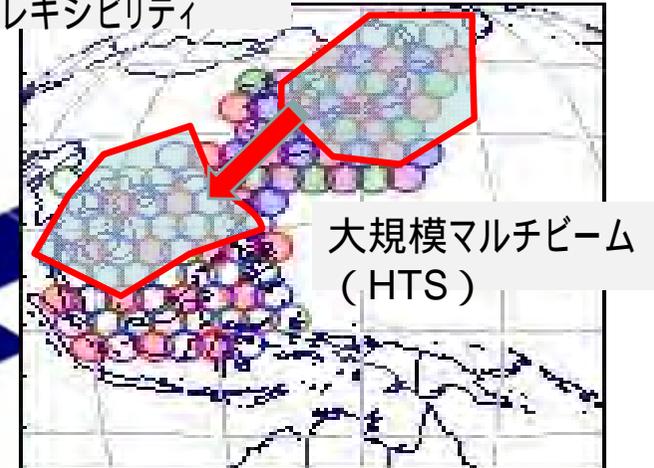
- ・小開口径/軽量化/広帯域化
- ・給電系の高密度実装
- ・高耐電力化

（将来的に）光フィーダリンク

- ・少ない地球局でフィーダリンクを構成



覆域のフレキシビリティ



ビーム形成のフレキシブル化（DBF）

- ・ビーム形成アルゴリズム（励振係数算出量抑制）
- ・広帯域化
- ・軽量化、低消費電力化
- ・地上系含めたビーム制御方式

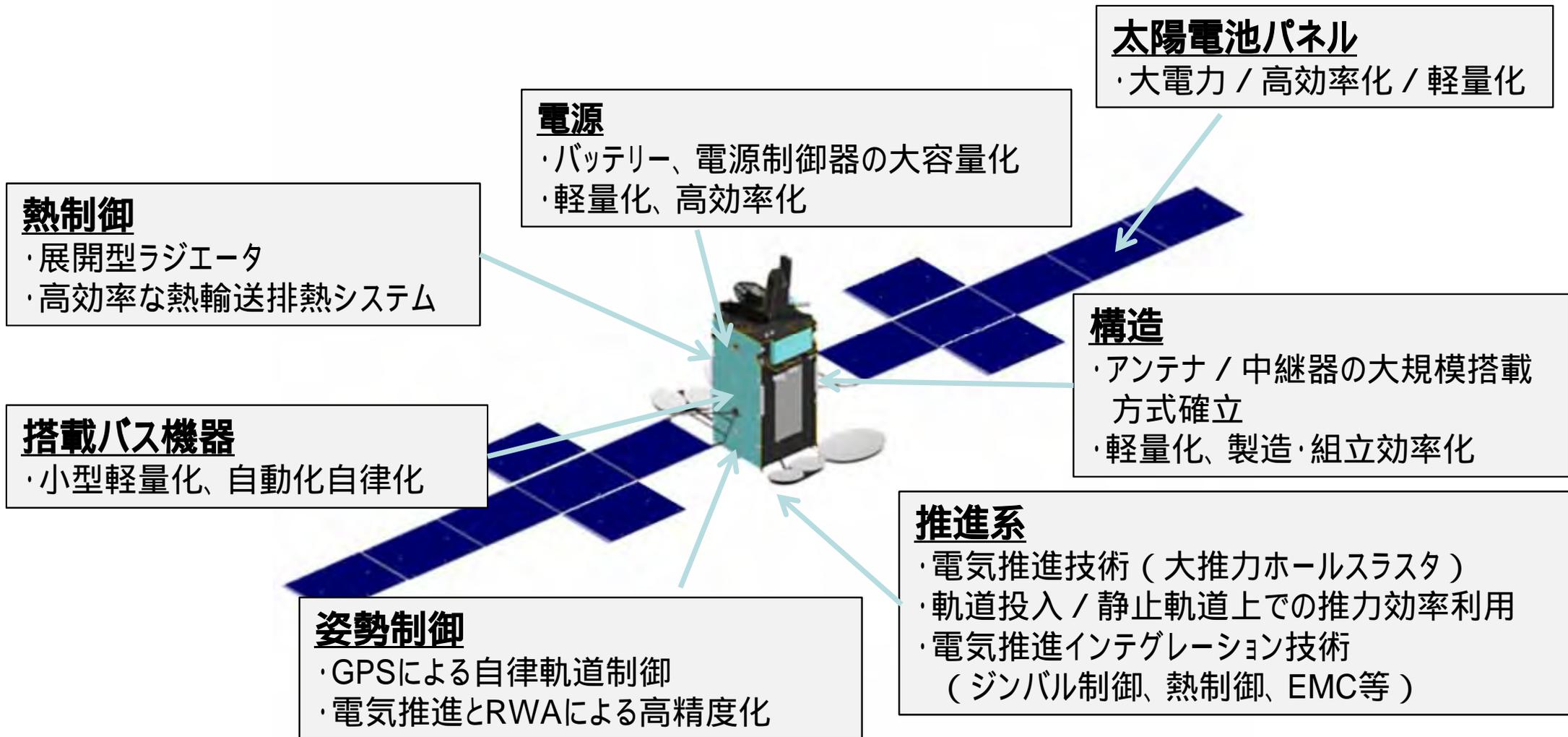
基本構想の実現に必要な次期技術試験衛星の姿（バス）

◆ 衛星大電力化への対応

発生電力24KW以上の衛星大電力化技術の実現に向け、軽量太陽電池パドル、大容量軽量化電源、高効率展開ラジエータ等を開発。発生電力は、通信ミッションの要求条件を満足する必要最小限で設計

◆ オール電化技術

高推力国産ホールスラスタを開発、また姿勢制御技術等も開発



基本構想の実現に必要な次期技術試験衛星の姿（ペイロード）

◆ 固定ビーム

マルチビーム配置・周波数繰り返し等を検証可能なビームの開発（主に日本本土を覆域）
フィーダリンクも搭載

◆ 可動・可変ビーム

覆域全体で可動、形状も可変となるDBFの開発（主に我が国の排他的経済水域内を覆域）

◆ 光フィーダリンク

将来の大容量化に対応するため、光フィーダリンクを開発・搭載し、運用可能性等を検証

固定ビーム（Ka帯）

- ・ビーム数：5～10程度
- ・伝送速度：最大100Mbps
- ・アンテナ：直径2.5m級反射鏡2枚程度
- ・フィーダリンク：2ビーム
- ・光通信機器とのRF/IFインタフェース

可動・可変ビーム（Ka帯）

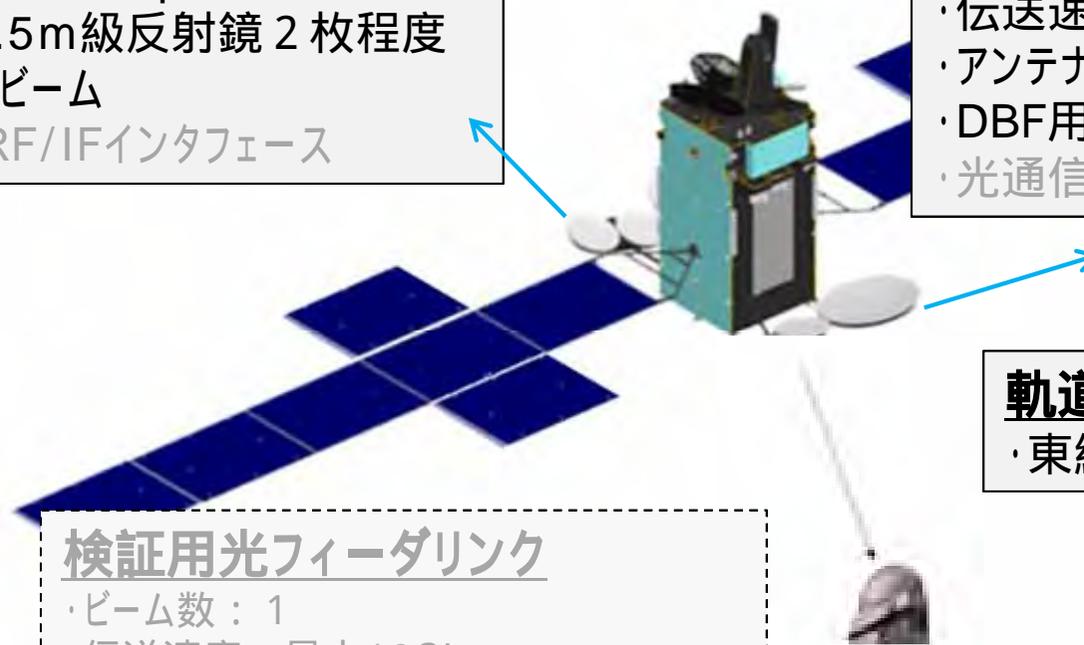
- ・ビーム数：2～4程度
- ・伝送速度：最大100Mbps
- ・アンテナ：直径2.5m級反射鏡2枚程度
- ・DBF用給電素子：20～30程度
- ・光通信機器とのRF/IFインタフェース

軌道位置（想定）

- ・東経143°（WINDS運用中）等

検証用光フィーダリンク

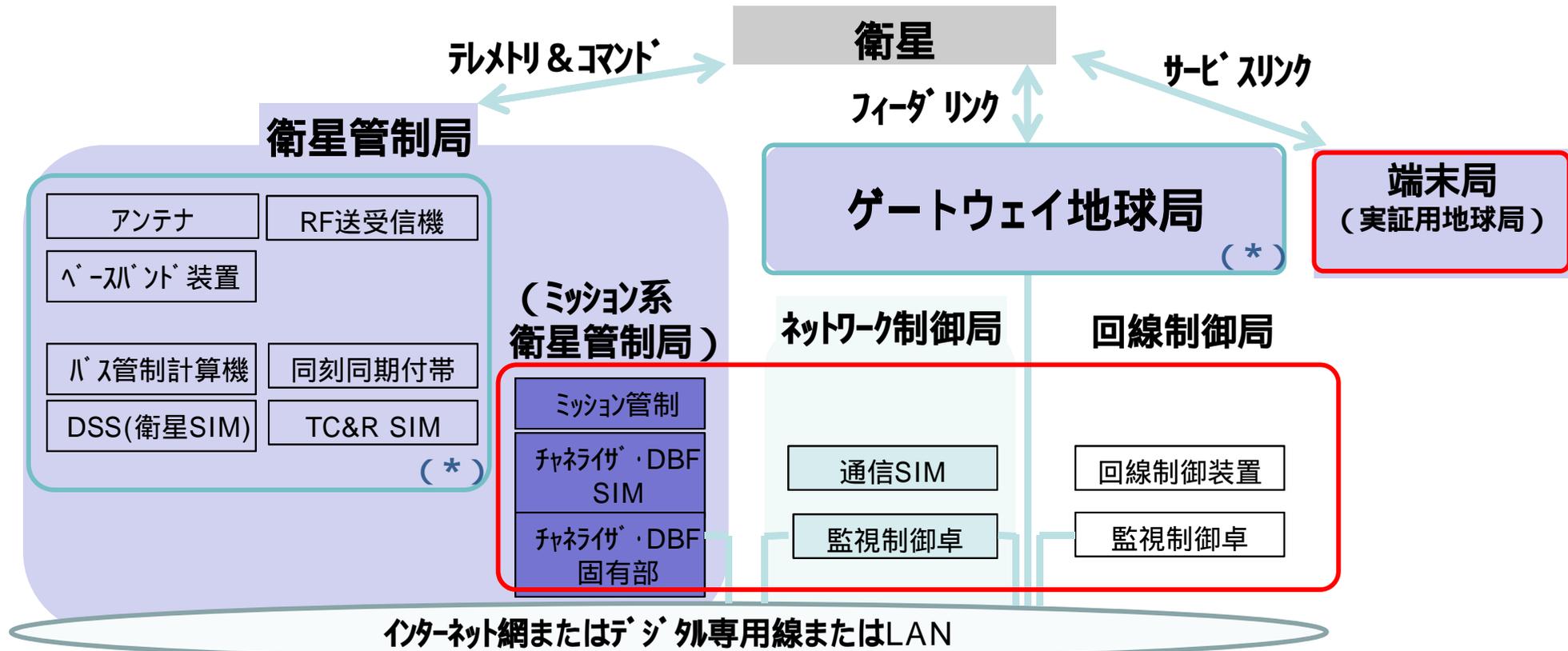
- ・ビーム数：1
- ・伝送速度：最大10Gbps



10Gbps×1局

基本構想の実現に必要な地球局の姿

- ◆ 衛星資源を十分に活用できる「インテリジェント・ハブ」
大規模・大容量のフレキシブル・ベントパイプ衛星の特徴を活かすインテリジェントな資源管理・スケジューリング機能等の搭載
- ◆ 通信ネットワーク全体と整合する機能
独立したノードではなく、5G・光・IP等の地上系ネットワークと親和性のある「衛星通信回線」の実現



- ・DSS : デイミック・サライト・シミュレータは、衛星バス系機材のコマンドの妥当性を検証するシュミレータ装置
- ・TC&R SIM : テレメトリ、コマンド & レジューリングは、テレメトリ/コマンド / 衛星姿勢を検証するシュミレータ装置

基本構想の実現に必要な端末地球局の姿

◆ ユーザ・フレンドリーな端末

小型化・低消費電力化を目指し、低コスト化も実現
 ユーザに特段の技術・スキルがなくても容易に使える端末の開発

◆ 国際競争力獲得につながる端末

地上系端末に比して数的規模の拡大が期待できない衛星通信端末市場を鑑み、
 共通プラットフォームを用いて、多様な衛星通信ニーズ、ユースケース、運用に
 柔軟に対応できる端末の開発

固定、可動・可変ビーム双方に対応する端末の開発

実証実験だけではなく、後期運用をも睨み、拡張性を考慮した端末を開発

端末局（実証用端末局）の性能向上の一例（案）

	現行VSAT(Ku)	実証用端末局	
VSAT固定局 1.8m	32K ~ 8Mbps	32k ~ 50Mbps	Ka帯による高速化
可搬局 0.75m	32K ~ 384kbps	32k ~ 30Mbps	
小型可搬局 A4サイズ級(案)	-	音声 ~ 2Mbps	小型化



固定
 VSAT(1.8m)
 * 現行



可搬
 VSAT(0.75m)
 * 現行



小型可搬局(A4サイズ級)
 * 今回新規

今後の課題

◆ 開発・インテグレーション・打上げ・運用等各段階における体制

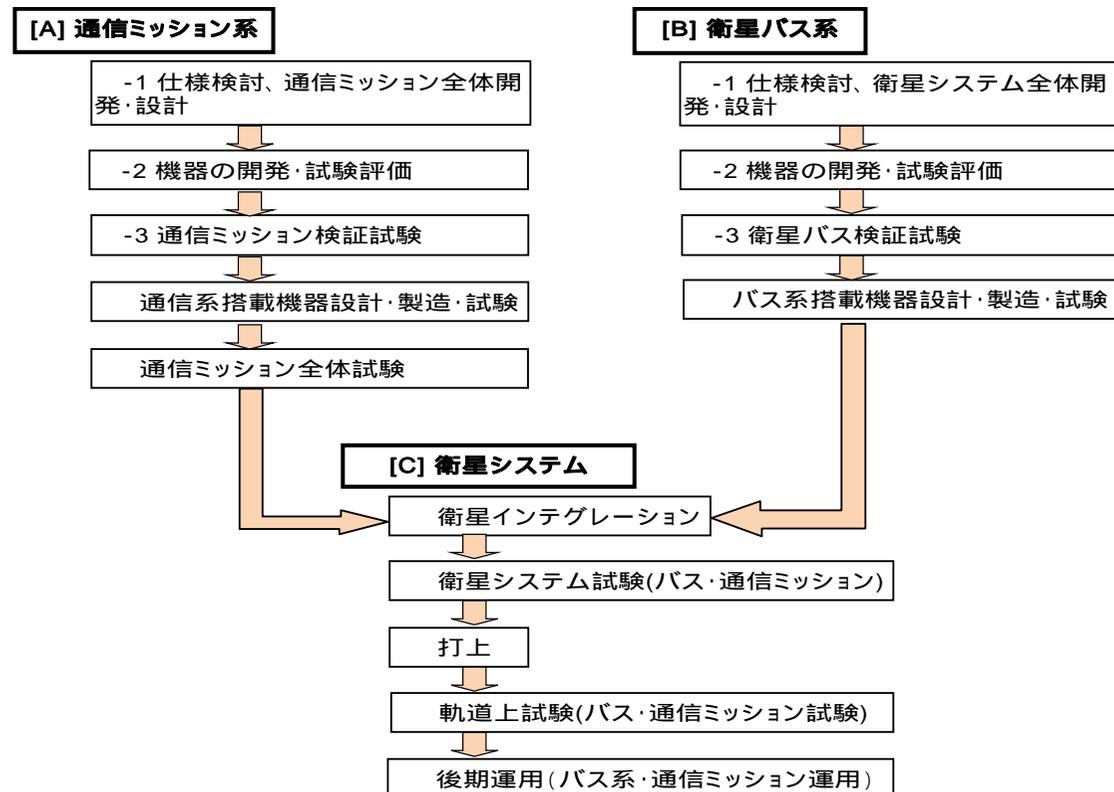
通信ミッション、衛星バス開発は並行して実施

通信ミッション、衛星バス双方の開発・製造、打上げ・運用の各段階に関わる関係者間の連携と役割分担の明確化

◆ 今後のプロジェクト開発を円滑に進める体制・環境の構築

関係府省間の情報共有・意見交換の場の設置

ベンダ、事業者、ユーザ、有識者による連絡会議やコンソーシアム等の設置



将来への展望

◆ 国内外への成果展開

年2機のペースでの受注獲得(国際市場シェアで1割を獲得)

◆ 技術試験衛星自体の活用

災害時における被災地等での利用

ベンダ・事業者等による衛星テストベッドとしての活用



受注に向けた国際展開の本格化

2016年
ETS-9
開発着手

2021年
ETS-9
打ち上げ

(H3 2号機)

ETS-9
軌道上実証
打ち上げ後
1~2年間

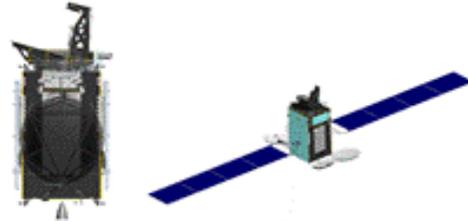
年間20機程度の通信放送衛星市場で年2機のペースで
国際受注を獲得し、国際マーケットシェアで1割獲得を目標

ETSの開発

技術試験衛星自体の活用

災害時の被災地等での利用
ベンダ・事業者等による衛星テストベッドとしての活用

化学推進・
最大発生電力13kW



バスの開発

大電力化
・
オール電化

電気推進(オール電化/ハイブリッド)・
最大発生電力24kW以上

