MITSUBISHI ELECTRIC
Changes for the Better

家庭から宇宙まで、エコチェンジ。

資料３

第2回宇宙産業サブワーキンググループ

宇宙システムのデータ構成
-データの流れ-

2021年3月3日

三菱電機株式会社　電子システム事業本部
主席技監　　小山　浩

三菱電機株式会社

© Mitsubishi Electric Corporation

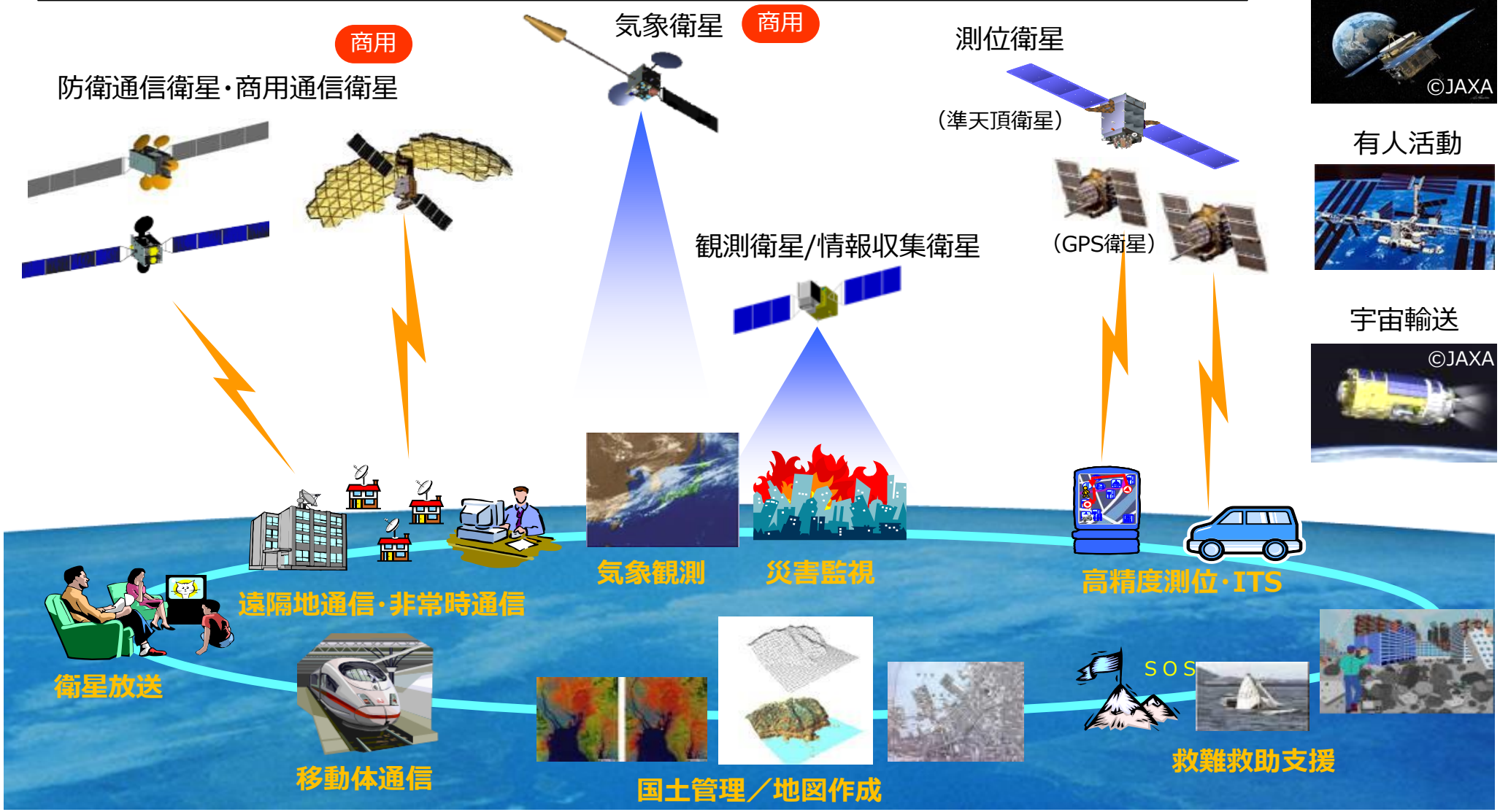
目次

1. 宇宙システムの概要
2. 宇宙システム運用におけるデータの流れ
3. 宇宙システム（衛星）におけるデータの流れ
4. 宇宙システムのネットワーク化

© Mitsubishi Electric Corporation

1. 宇宙システムの概要

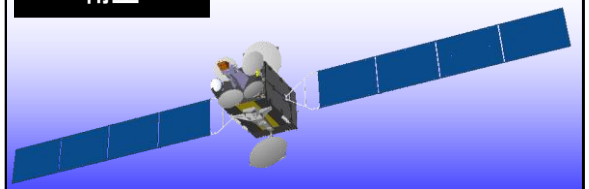
衛星の様々な利用



© Mitsubishi Electric Corporation

1. 宇宙システムの概要

衛星の複雑さ

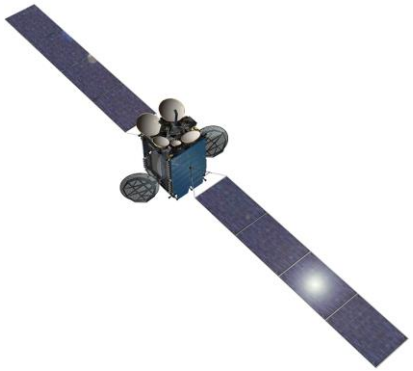
衛星の規模(部品点数)	部品点数	重量
ノートPC	約0.1万点	1～3Kg
自動車	約1~3万点	1～2トン
ロケット(H-IIA)	約35万点*	260トン
衛星 	約70万点*	1～4トン

規模(部品点数)

■自動車と同程度の重量で部品点数は70倍

■ロケットよりも更に2倍多い

⇒極めて大規模(複雑)なシステム

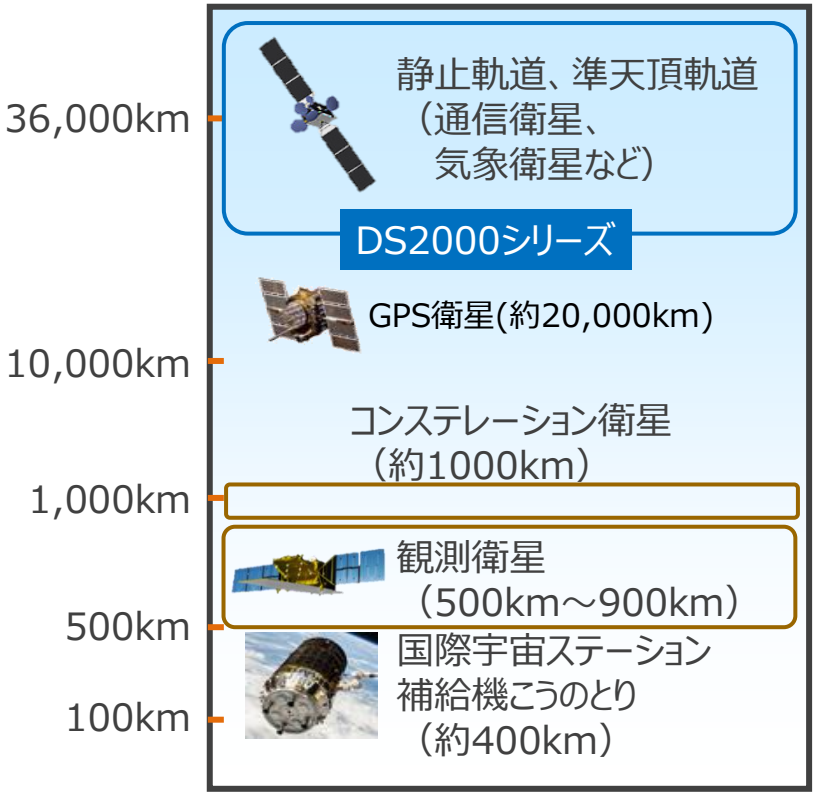


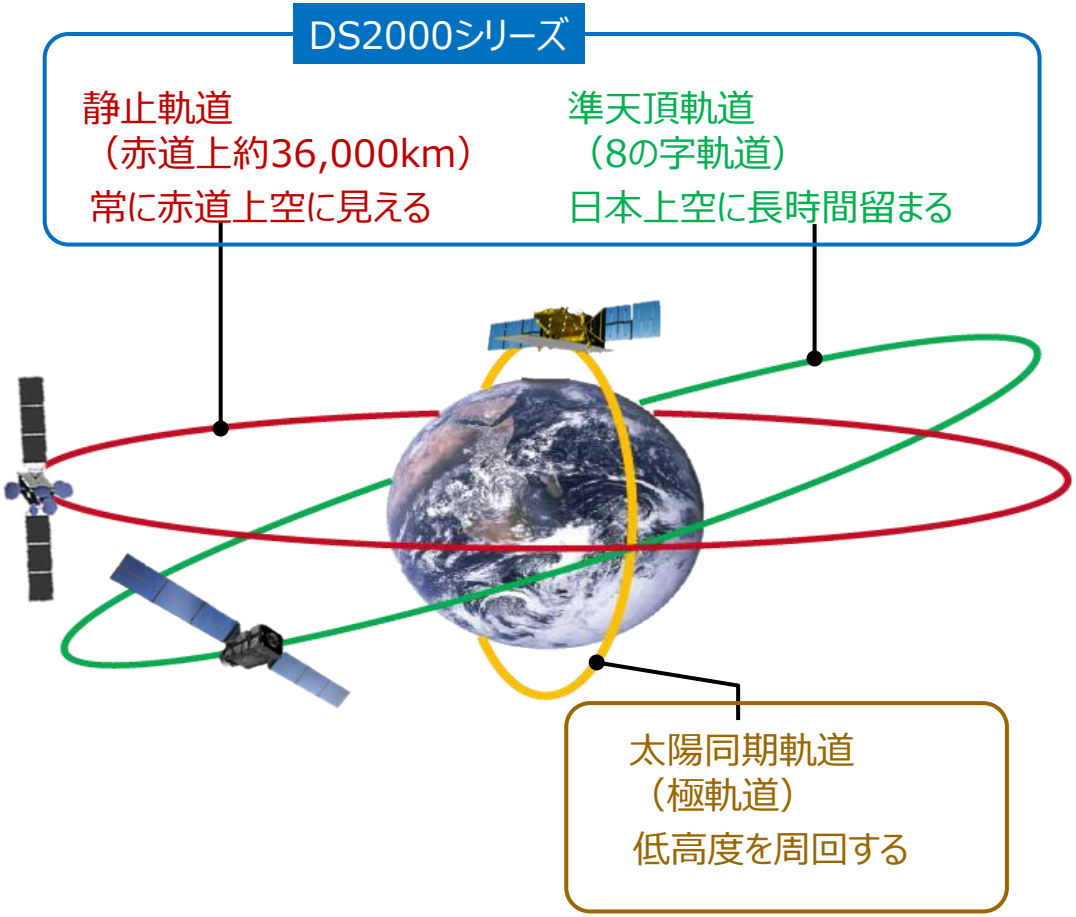
*出典：航空宇宙学会誌　2002年9月号　解説記事宇宙開発事業団 山形史郎 氏
「大型宇宙システムを支える最新のシステム開発マネジメント技術」

© Mitsubishi Electric Corporation

1. 宇宙システムの概要

人工衛星の軌道と利用目的



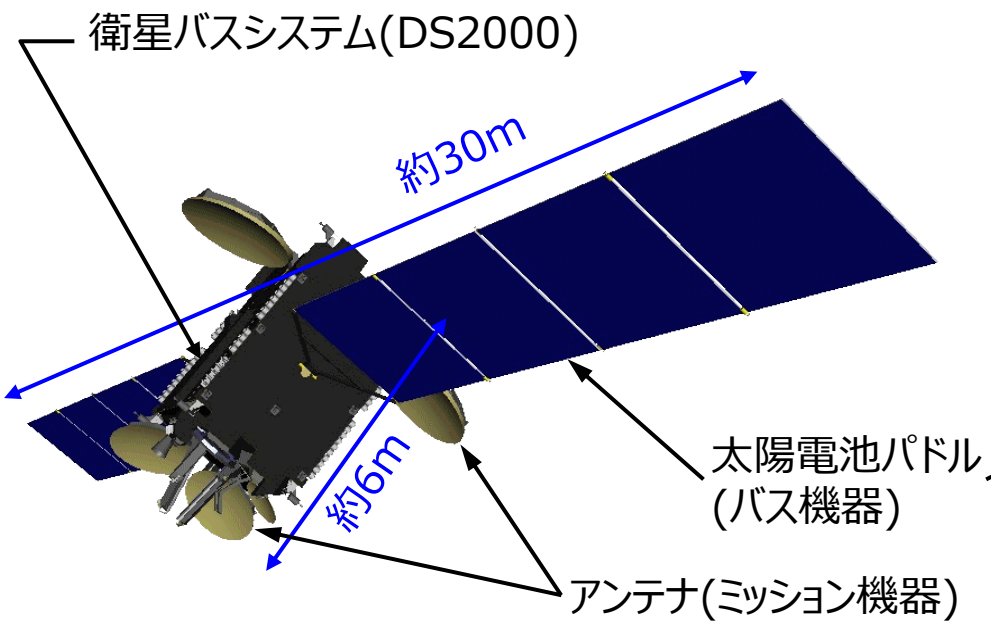


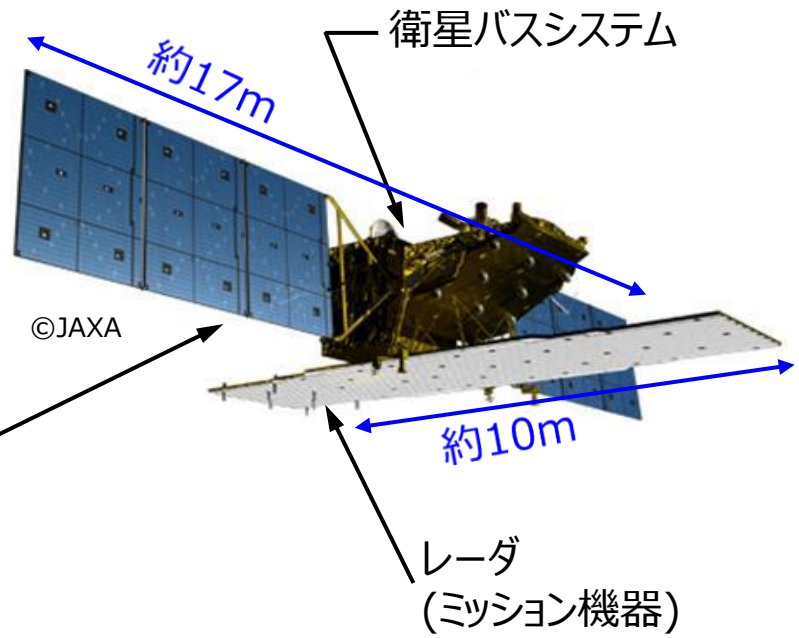
© Mitsubishi Electric Corporation

1. 宇宙システムの概要

人工衛星の外観・規模

- 打上げ後に軌道上で太陽電池パドルやアンテナを展開





静止衛星

ミッション機器：衛星通信機器、
測位信号送信機、
気象センサ、など

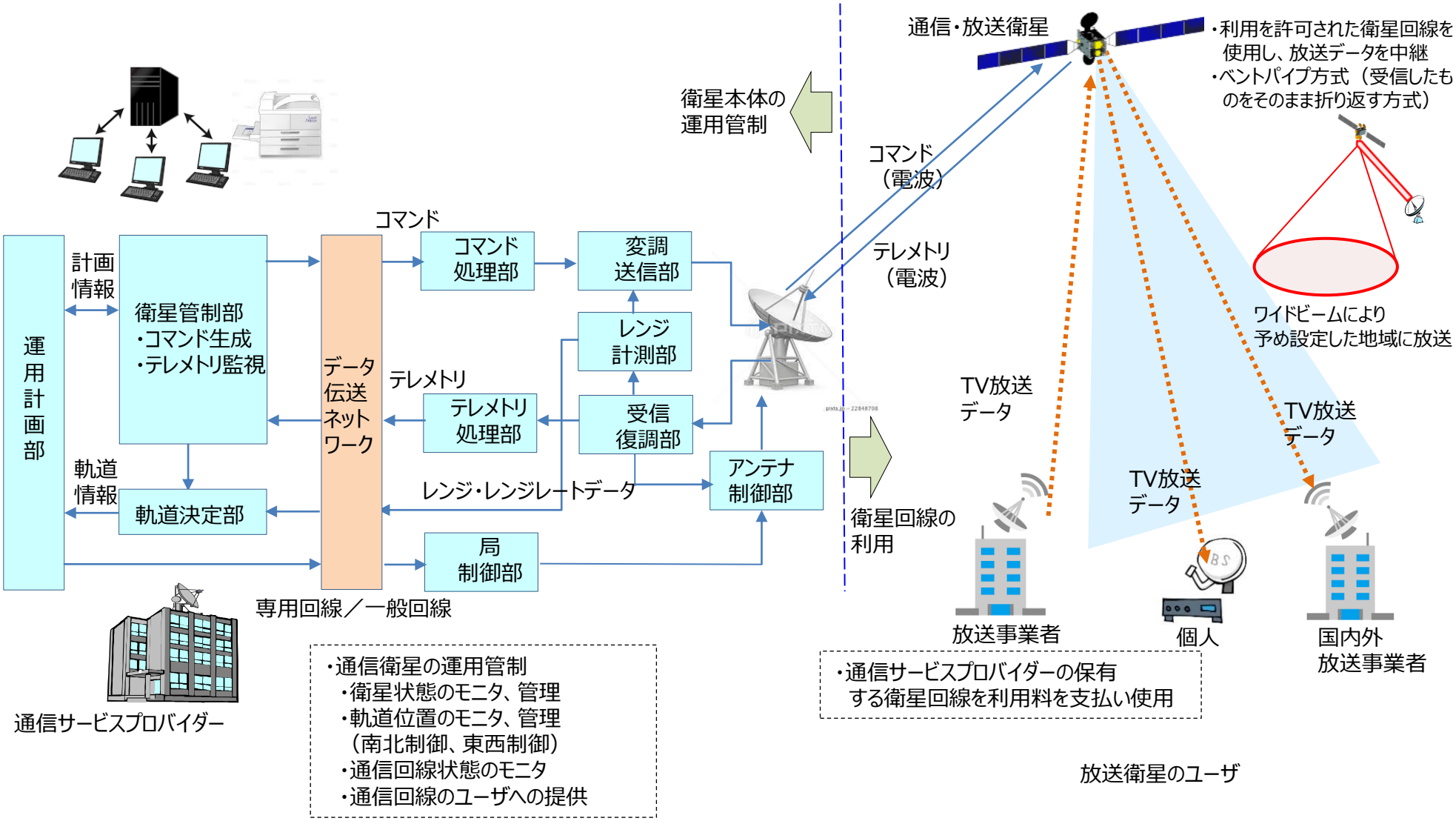
周回衛星

ミッション機器：観測レーダ、
光学センサ、など

© Mitsubishi Electric Corporation

2. 宇宙システム運用におけるデータの流れ

通信・放送衛星の場合



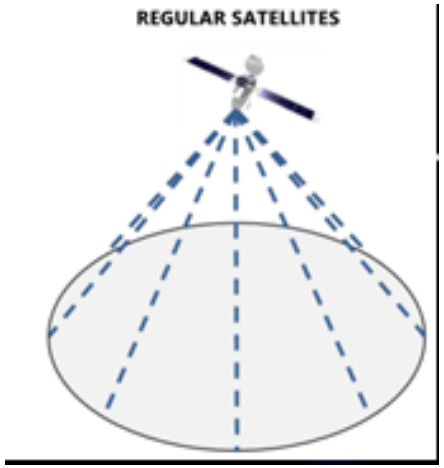
© Mitsubishi Electric Corporation

2. 宇宙システム運用におけるデータの流れ

最近の通信衛星技術の動向

■ 従来型の通信衛星

●ベント・パイプ方式
（地上から送信した信号をそのまま折り返す方式）



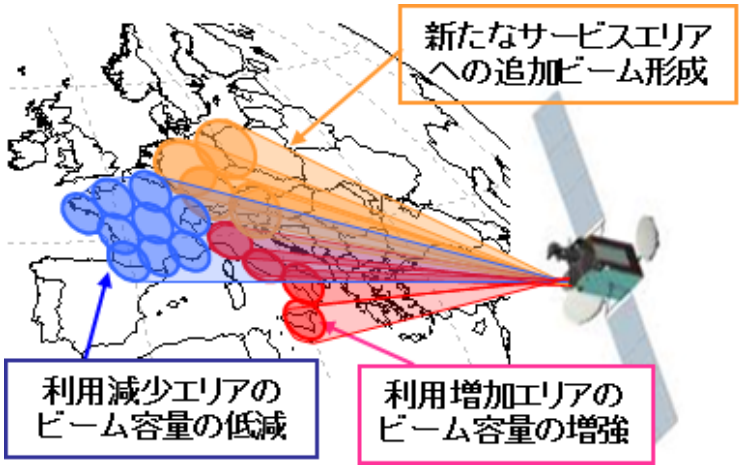
地球表面1/3迄のワイドカバレッジ

■最近の技術

● ハイ・スループット衛星
大容量高速通信対応の次世代通信衛星

● フレキシブル技術
打上後、ユーザ要求に対応し、各地域への通信内容、通信サービスエリアの変更を可能

● デジタルペイロード、フルソフトウェア化
ほぼすべての処理をソフトウェアにより実施



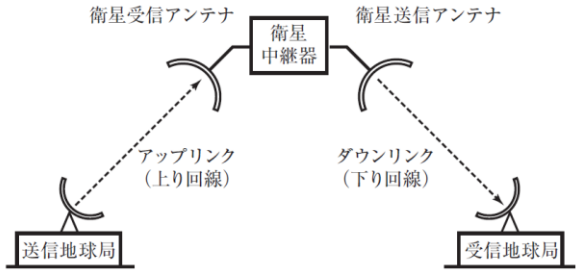
・多数のビームにより複数の信号を多数地点に配信
・ビーム毎に通信内容を変更可能
・１ビーム径は300～500km

© Mitsubishi Electric Corporation

2. 宇宙システム運用におけるデータの流れ

デジタルペイロードとフルソフトウェア化

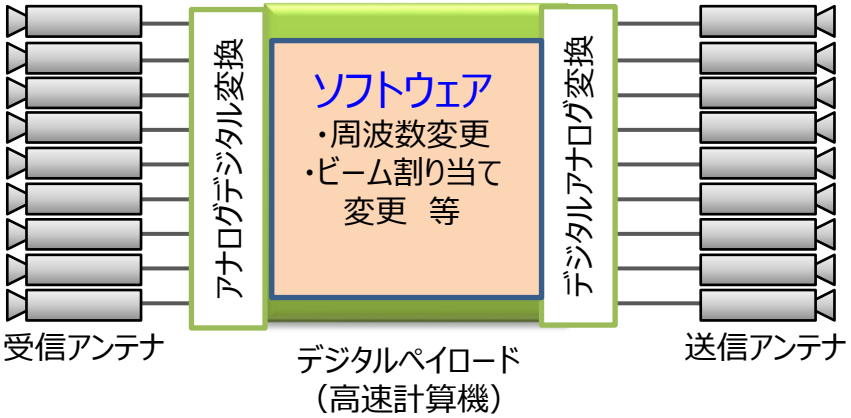
■ ベント・パイプ方式
- アナログ回路で構成



■ チャネライザ（アナログ方式）
- 周波数とビーム割り当てを変更するための装置（チャネライザと呼ぶ）
- 従来は、非常に多数の機械式スイッチにより電波の経路を変更

■ チャネライザ（デジタルペイロード、フルソフトウェア化）
- 受信した電波を高速アナログデジタル変換機により直接デジタル信号に変換
- ソフトウェアにより通信制御処理を実施
- 高速デジタルアナログ変換機により直接電波に変換、送信アンテナから送出

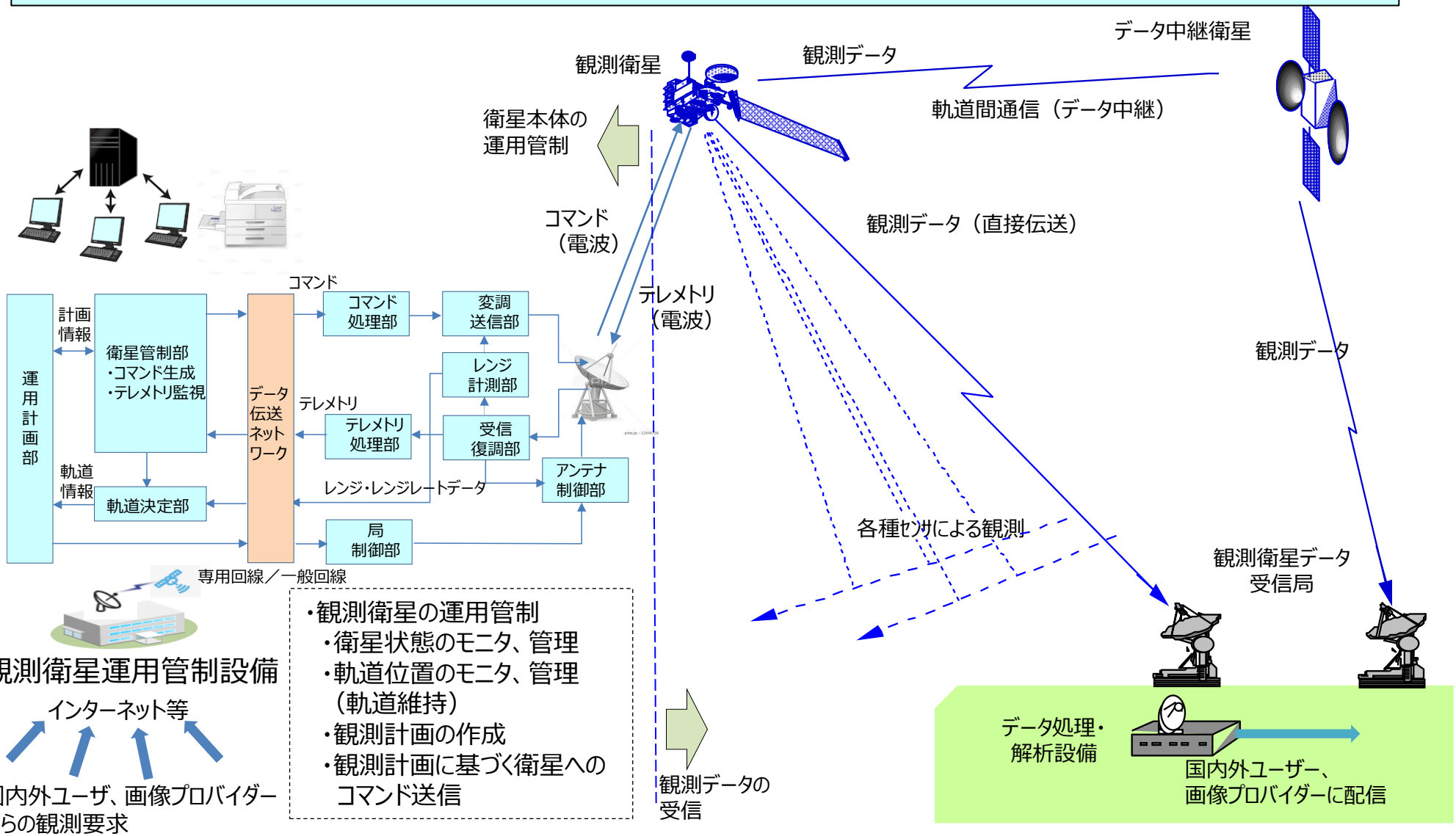
- ソフトウエアの書換えにより、サービス内容に応じて機能変更が可能
- 今後の衛星通信機器においてはソフトウェアが重要な役割を果たす



© Mitsubishi Electric Corporation

2. 宇宙システム運用におけるデータの流れ

観測衛星の場合

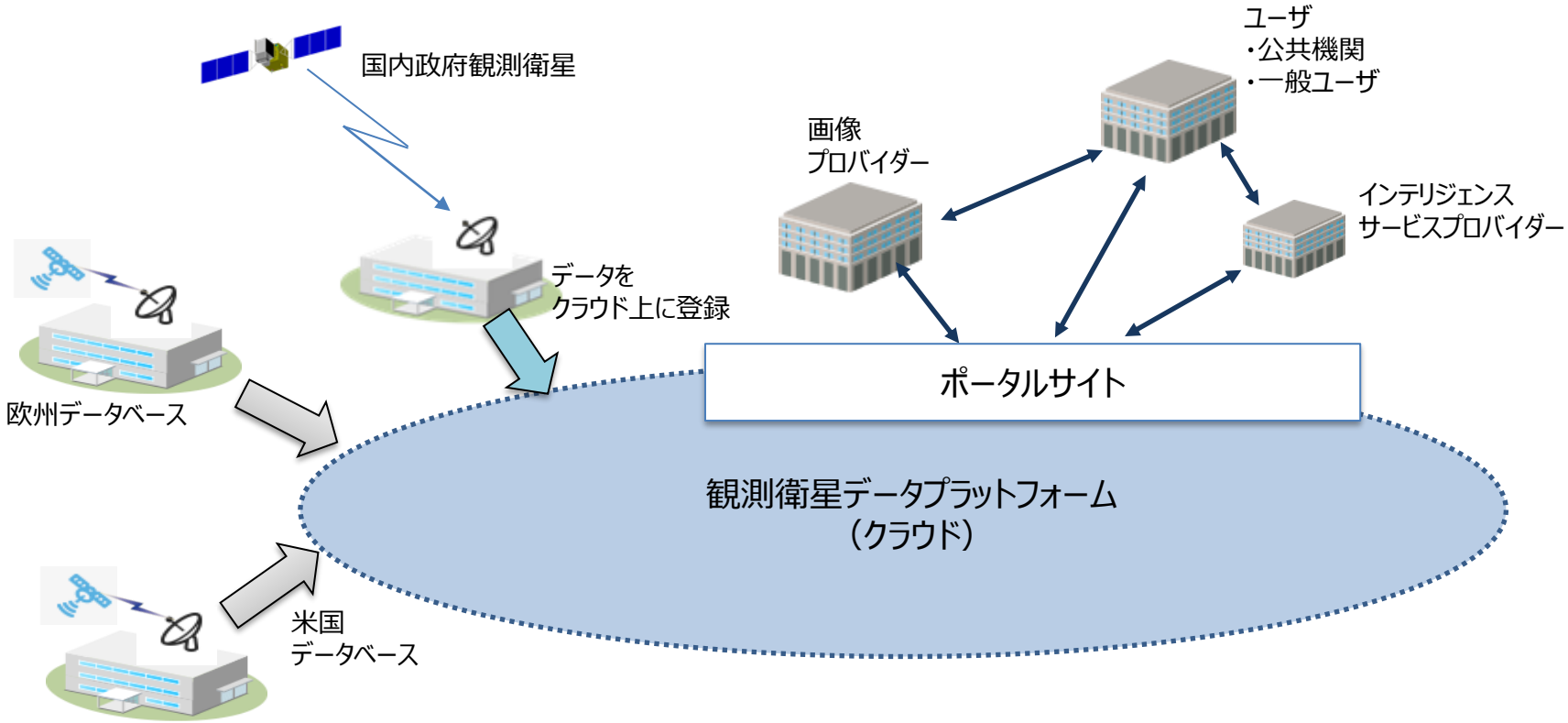


© Mitsubishi Electric Corporation

2. 宇宙システム運用におけるデータの流れ

最近の観測衛星データ配布方式

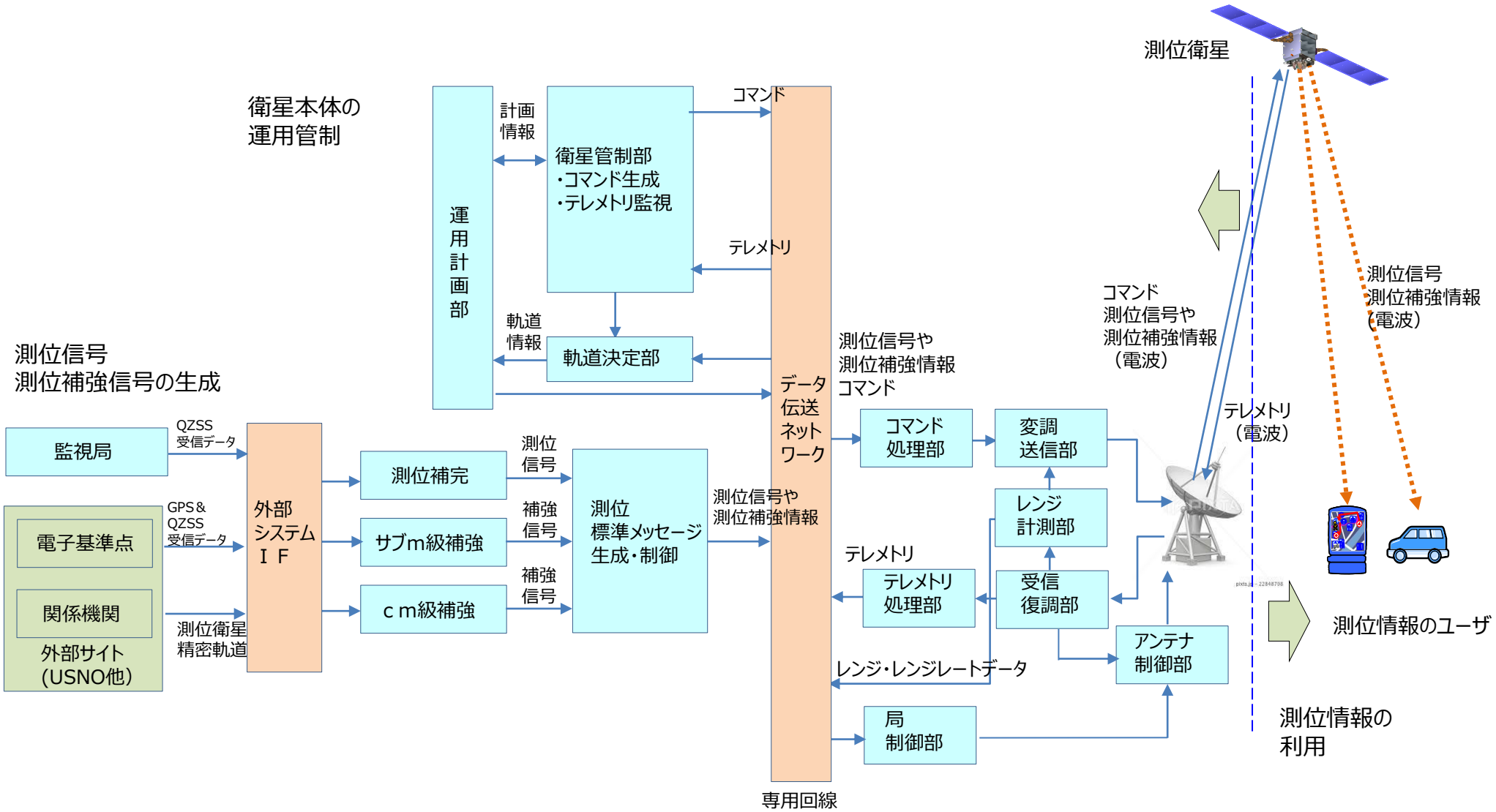
- 地球観測衛星のデータの利活用促進のため、地球観測衛星データプラットフォームの整備が欧米日で進展
- 我が国においても国内の観測衛星データをクラウド上に登録し、オープン＆フリーでの利用を可能とする、地球観測衛星データプラットフォーム:TELLUS(テルース）を整備
- 観測衛星データはデータプラットフォームのクラウド上に登録、ビッグデータとして活用



© Mitsubishi Electric Corporation

2. 宇宙システム運用におけるデータの流れ

測位衛星の場合



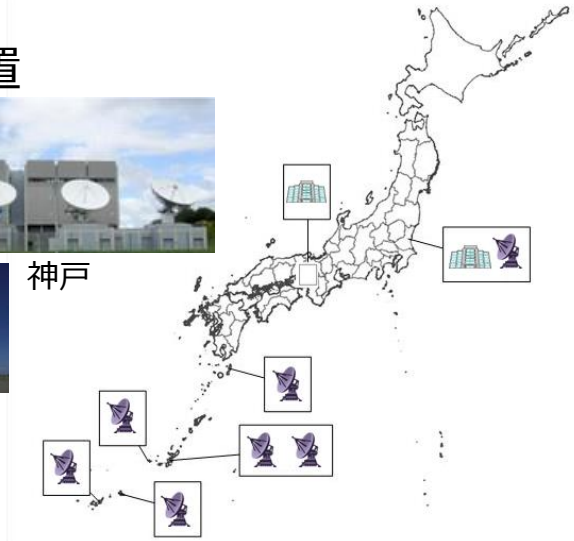
© Mitsubishi Electric Corporation

2. 宇宙システム運用におけるデータの流れ

準天頂衛星における地上局の配置

- ■運用管制センター
- ■常陸太田、神戸に主、副運用管制センターを設置
- ■６か所の追跡管制局を設置

神戸



常陸太田

常陸太田

沖縄本島

石垣島

久米島

宮古島

種子島

http://www.mitsubishielectric.co.jp/society/space/qzss/

■監視局

- ✓ 準天頂衛星システムでは、QZS信号の監視及び衛星軌道決定用測距データ取得のため、世界に25局の監視局を配置・運用
- ✓ 準天頂衛星の軌道決定は監視局が受信したGNSS信号により行われる

© Mitsubishi Electric Corporation

3. 宇宙システム(衛星)におけるデータの流れ

衛星システムの構成

- 衛星システム
  - ミッション機器
    - 光学センサ
    - 合成開口レーダー等
  - バスシステム
    - 姿勢制御系
    - 通信系・データ処理系
    - 電源系
    - 推進系
    - 熱制御系
    - 構造系
  - 地上管制システム
    - 運用ネットワーク

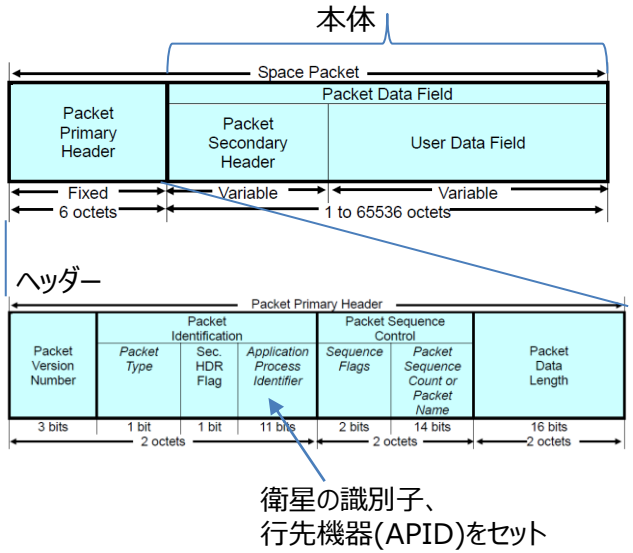
© Mitsubishi Electric Corporation

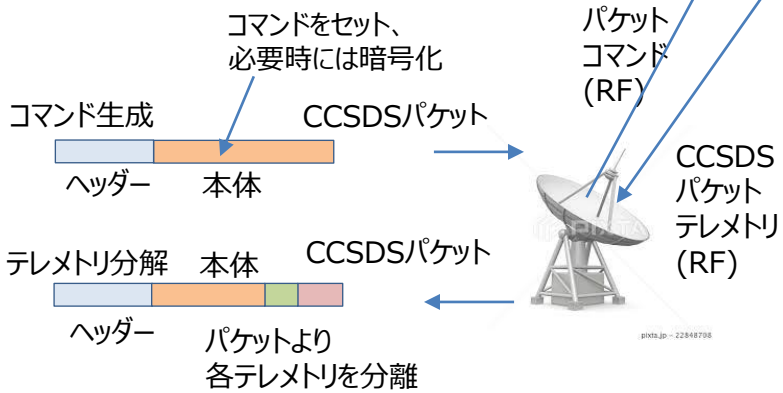
3. 宇宙システム(衛星)におけるデータの流れ

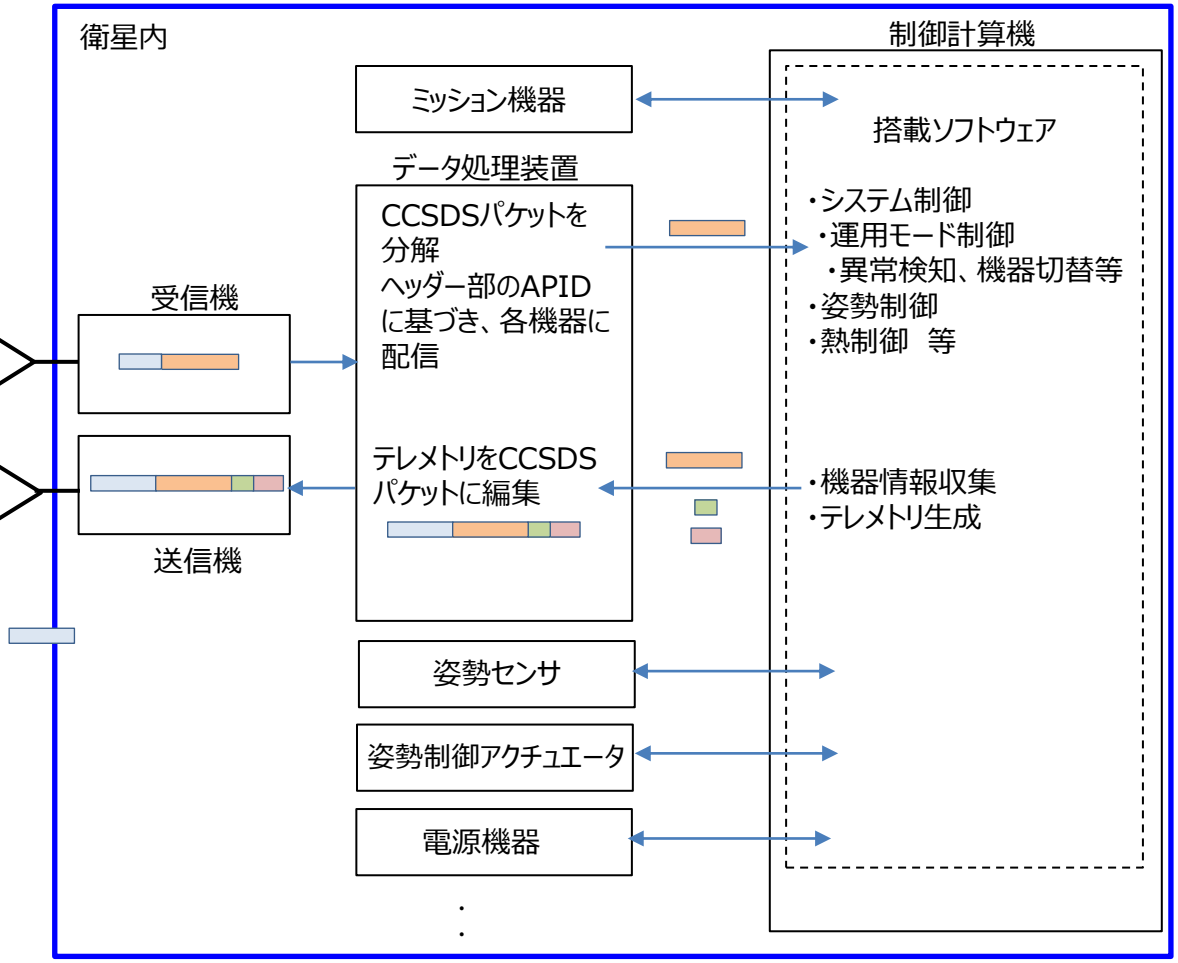
通信系・データ処理系におけるデータの流れ（主要部のみ）

■宇宙データシステム諮問委員会*勧告の標準規格、スペースパケットを使用

*CCSDS：Consultative Committee for Space Data System





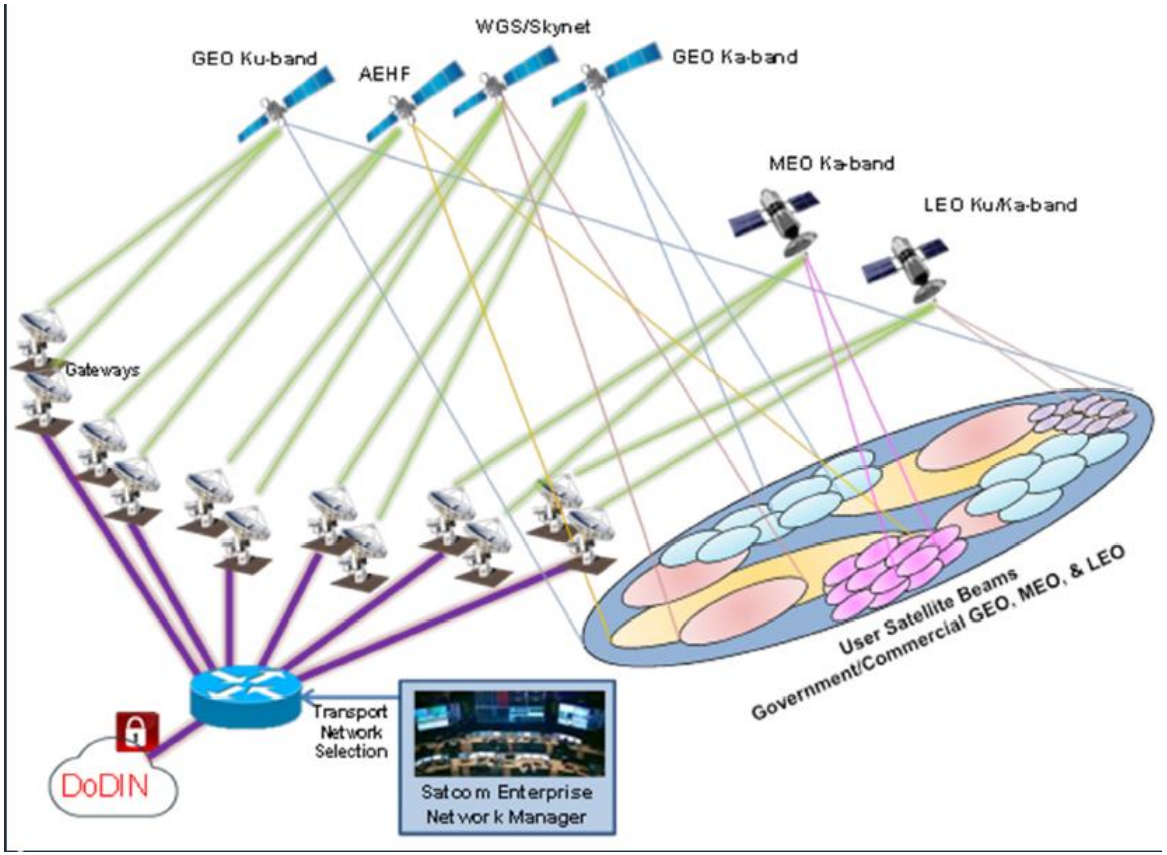


© Mitsubishi Electric Corporation

4. 宇宙システムのネットワーク化

Hybrid Adaptive Network

■米国において安全保障用衛星、商用衛星を共通のネットワークに接続し、補完的に運用（オーケストレーション）する構想が検討されている



©VIASAT

© Mitsubishi Electric Corporation