



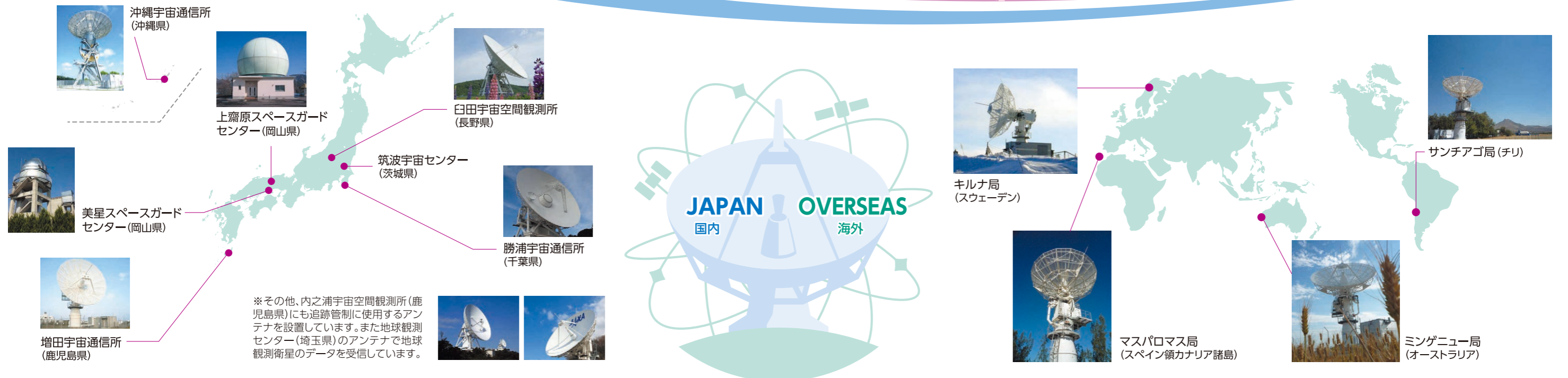
追 跡 ネットワーク
技 術 センター

地球と宇宙をつなぐ 追跡ネットワーク技術センター

宇宙機(人工衛星や宇宙探査機等)の打上げ後、投入された軌道を確認し、データの送受信や監視制御を行うことを総称して「追跡管制」と呼びます。追跡ネットワーク技術センターでは、宇宙機の追跡管制の中核部門として、システム整備や維持、運用、研究開発を行い、宇宙探査や地球観測といった様々なミッションの達成に貢献しています。さらに、米国航空宇宙局(NASA)、欧州宇宙機関(ESA)などの海外機関と協力して、追跡管制の「新しい技術」や「技術の標準化」の実現にも取り組んでいます。



事業所・施設

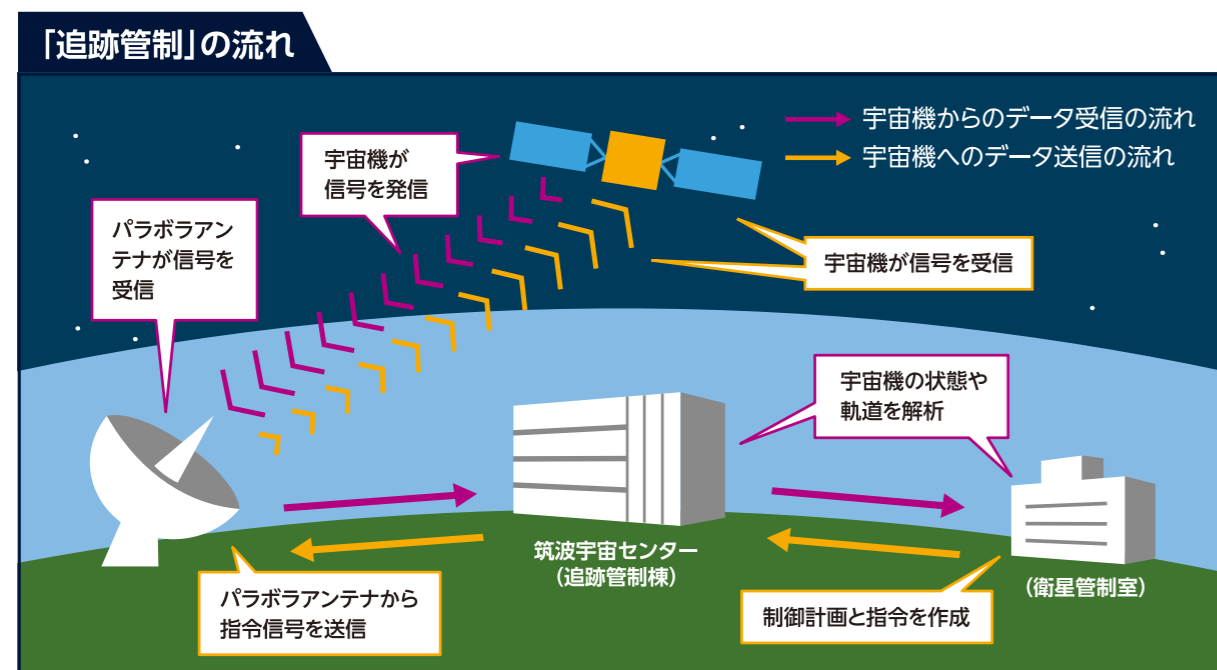


宇宙機を支える 追跡管制システム

宇宙機の追跡管制

追跡管制には、宇宙機の位置を正確に調べ予測し、通信を確立する「追跡」と、宇宙機の機器の状態を確認し、必要な制御のための指令を送る「管制」があります。追跡管制は、宇宙機と地上との唯一の通信手段であり、様々なミッションの達成に必要な不可欠なものです。

追跡管制における通信は、大型のアンテナ(パラボラアンテナ)を利用し行われます。宇宙機からの信号(位置や状態、観測データなど)をアンテナで受信し、筑波宇宙センター(追跡管制棟)へと送信します。その後、そのデータを利用して、宇宙機の軌道を解析し、必要に応じて制御のためのデータを作成後、筑波宇宙センター(追跡管制棟)からアンテナを通じ、宇宙機へと送信します。



追跡管制システム

追跡管制は、次の3つのシステムで構成される追跡管制システムで運用をしています。

- 国内・海外の大型アンテナを有する「地上局」を監視・制御する「追跡ネットワークシステム」
- 宇宙機の軌道決定や予測を行う「軌道力学システム」
- 宇宙機の監視制御を行う「衛星管制システム」※

※衛星管制システムは、筑波宇宙センターや相模原キャンパス(神奈川県)等に設置され、それぞれの宇宙機管理部門が運用しています。

● 追跡ネットワークシステム

追跡ネットワークシステムとは、国内外に設置した地上局のアンテナを宇宙機の方向に向けて動かし、宇宙機と無線(電波)で通信することにより、宇宙機の状態把握のための情報を受信したり、宇宙機への指令を送信するシステムです。

追跡ネットワーク技術センターでは、様々な軌道を通る宇宙機と通信する機会を増やすために、世界各地(国内7カ所・海外4カ所)に地上局を配置しています。これらの地上局を、筑波宇宙センター(追跡管制棟)から24時間365日遠隔で監視し、制御をしています。

また、宇宙機と衛星管制室を結ぶ中継地点として、各地上局が受信したデータの収集や配信を行い、さらには宇宙機の、より効率的な追跡管制を実施するため、追跡ネットワークシステムの整備や維持を行っています。

● 軌道力学システム

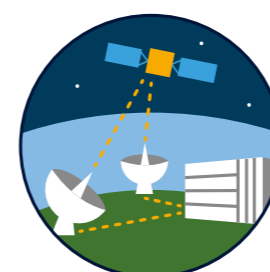
追跡ネットワーク技術センターでは、主に高度300~40,000kmの人工衛星を対象とし、ミッション遂行に必要な軌道管理(軌道の決定と軌道の予測)を行っています。

最近の地球観測衛星の軌道決定では、観測画像処理のために人工衛星の軌道上の位置を1m以内の精度で決定することが必要とされています。これに対し、追跡ネットワーク技術センターでは、20cm以内(高度600kmの場合)の高精度で軌道決定することに成功しています。

軌道予測では、人工衛星の軌道は地球・月・太陽重力や大気抵抗、太陽輻射などの影響を受け複雑に変化しますが、地上局のアンテナで確実に捕捉できるように人工衛星の軌道を正確に予測することで、人工衛星の安全運用に貢献しています。

また近年、無視できないのがスペースデブリ(宇宙ゴミ)の存在です。運用中の宇宙機にスペースデブリが衝突すると、破壊・故障に繋がることはもちろん、多数の破片が宇宙空間に飛散することが予測されます。スペースデブリの軌道を把握し、JAXAの宇宙機との接近解析を行い、必要に応じてスペースデブリ衝突回避のための軌道変更(軌道制御)を行っています。さらに、スペースデブリの大気圏再突入解析も行っています。

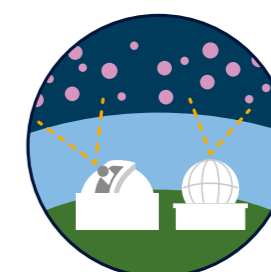
追跡ネットワーク技術センターの仕事



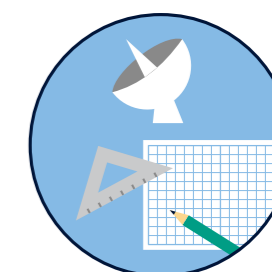
追跡



軌道管理



スペースデブリ観測



技術開発

追跡ネットワーク技術センターの 技術開発

追跡ネットワーク技術センターでは、様々な宇宙機の追跡やスペースデブリの観測と解析などを行うとともに、それらに必要な技術とシステムの開発に取り組んでいます。また、国際宇宙探査に要求される複雑な通信形態や人工衛星のミッション高度化に対応するための技術開発を進めています。

● 「宇宙の見える化」を実現する 宇宙状況把握(SSA)技術

地球周辺の宇宙空間には、使用済みの衛星やロケット、その破片などの人工物体「スペースデブリ」が高速で周回し、増え続けています(直径10cm級以上の物体で約2万個)。それらのスペースデブリと宇宙機等との衝突リスクを低減し、宇宙空間を安全に利用し続けるためには、スペースデブリの軌道を正確に把握する「宇宙状況把握(Space Situational Awareness: SSA)」の推進が重要です。

追跡ネットワーク技術センターでは、レーダー・光学望遠鏡・解析システムの3つの設備(SSAシステム)を用いて、スペースデブリの観測や解析などのSSA活動を行っています。

SSAシステム

SSAシステムは次の3つで構成されています。

レーダー

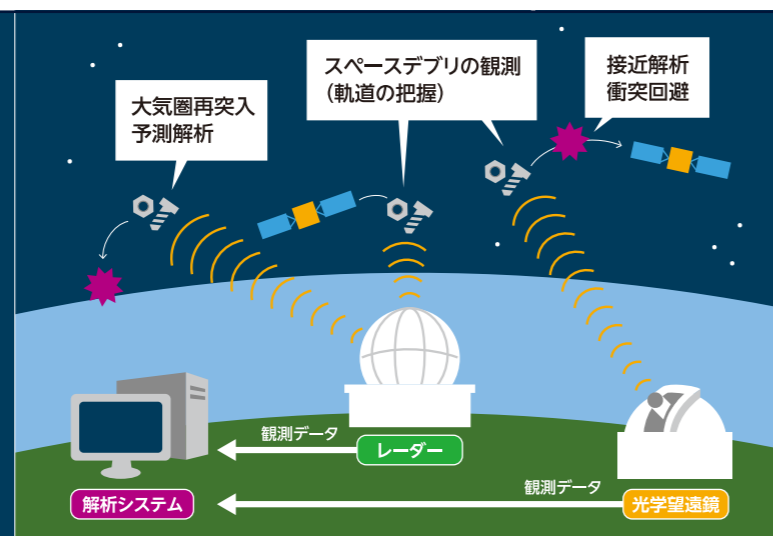
低軌道帯(高度2,000km以下)のスペースデブリを観測

光学望遠鏡

静止軌道帯(高度約36,000km)のスペースデブリを観測

解析システム

観測データの各種解析を行う



追跡ネットワーク技術センターでは、宇宙基本計画に基づき、2022年度までに、スペースデブリの観測能力の維持・向上を目的とした、あらたなSSAシステムの整備を進めています。

また、あらたに整備したSSAシステムの光学望遠鏡を用いて、複数枚の光学観測画像を重ね合わせることでより暗い物体(=小さい物体)を検出する技術、スペースデブリの明るさや色の時間変動から大きさや形状を推定する技術、レーダーを用いてより小さいスペースデブリを探知するための信号処理技術など、研究開発を推進し、今後も更なるSSA活動への貢献を目指しています。

● より高精度な 軌道決定技術

人工衛星が撮影した画像によって詳細な地球観測(地表面や海面の高度解析など)を行うためには、その画像が撮影されたときの人工衛星の位置・速度を正確に求める(=軌道決定する)ことが重要です。そのために、追跡ネットワーク技術センターでは、人工衛星の軌道をより高精度に推定する「高精度軌道決定」の技術開発に取り組んでいます。

GPS利用軌道決定の更なる高精度化

人工衛星に搭載されるGPS受信機で取得したGPS信号を利用することで、その人工衛星の軌道を高精度に求めることができます。更なる精度向上のために力学モデル(大気の抵抗など、人工衛星がどのような力を受けるか)や推定アルゴリズム(どのように軌道を推定するか)の改善を行うとともに、緊急観測などに備え、推定した軌道情報の提供までに要する時間を短縮する技術開発にも取り組んでいます。

SLR (Satellite Laser Ranging) 設備の開発

SLRとは、地上から人工衛星へレーザを照射し、レーザ光の往復時間を正確に計測することにより、地上と人工衛星までの距離を精密に求める技術のことをいいます。GPS利用軌道決定では電離層による信号の遅れの影響が主な誤差の要因ですが、SLRはその影響を受けないため、GPS利用軌道決定技術の精度を検証することができます。追跡ネットワーク技術センターでは、あらたにSLR設備の開発・整備に取り組んでいます。

● 宇宙空間でつながる 通信技術

「宇宙機と地上」や「宇宙機と宇宙機」間のデータ通信は、長距離間で行われ、地球を周回する人工衛星では数100km~数10,000km、惑星探査機では数10,000,000kmになることがあります。このように長距離間の通信では、データ受信に時間がかかること(通信遅延)や、微弱になった電波をうまく捕えきれず途中で途切れてしまうこと(通信途絶)が大きな課題となります。

これらの課題を、データの受け渡し方法などを工夫することにより解決する技術を「DTN(Delay/Disruption Tolerant Networking)技術」といいます。

追跡ネットワーク技術センターでは、宇宙機との距離や通信環境の違いを乗り越え、様々な宇宙機から得た情報を利用できることを目指し、海外の宇宙機関と協力して、DTN技術の研究開発を進めています。

また、その研究成果を国際的に利用できるものとするため、主要宇宙機関とともに国際標準規格の制定活動を行っています。

● 新たな 地上局の開発

今後打ち上げられる予定の人工衛星には、観測データの大容量化に伴い、データ伝送の高速化に対応した通信システムが搭載されています。追跡ネットワーク技術センターでは、これらの人工衛星からのデータ受信を地上で行うため、2020年度の運用開始を目指し、26GHz帯(Ka帯)の周波数を用いた新たな地上局(Ka帯受信システム)の開発と整備を進めています。

このKa帯受信システムは、次の特徴を有しています。

- コンパクトで移設可能なアンテナ及びデータ受信システム
- データ伝送速度を最大4Gbpsまで高速化(従来は最大800Mbps)

Ka帯電波は、降雨の影響を非常に受けやすいため、アンテナ等を気象的条件が良い場所に移設することにより、大容量のデータを確実に受信することが可能となります。

海外機関との連携

追跡ネットワーク技術センターは、宇宙ミッションの相互支援・相互運用を推進するため、海外の宇宙機関と連携し、様々な活動を行っています。

- SpaceOps
(宇宙ミッション運用に関する国際会合)
- IOP (宇宙機関間相互運用性総会)
IOAG (宇宙機関運用諮問グループ)
- CCSDS (宇宙データシステム諮問委員会)
- IADC (国際機関間スペースデブリ調整委員会)

見学施設

追跡ネットワーク技術センターの各事業所には、無料で見学できる展示室などがあります。



沖縄宇宙通信所



勝浦宇宙通信所



増田宇宙通信所



白田宇宙空間観測所



美星スペースガードセンター



上齋原スペースガードセンター



国立研究開発法人
宇宙航空研究開発機構
Japan Aerospace Exploration Agency

追跡ネットワーク技術センター

〒305-8505 茨城県つくば市千現2丁目1-1 筑波宇宙センター
TEL 029-868-5000 ウェブサイト <http://track.sfo.jaxa.jp/>



リサイクル適性(A)
この印刷物は、印刷用の紙へ
リサイクルできます。