



ドコモのNTNへの取組み

株式会社NTTドコモ ネットワークサービス部 NTNデザイン室 室長 いのうえ まさひろ 井上 雅広

1. はじめに

日本の宇宙産業の市場規模は2020年時点で4兆円、2030年代早期には8兆円になるとされる*。高い成長性がある市場であり、日本政府も宇宙産業の発展に向け宇宙基本計画を策定し、地球上の様々な課題の解決とより豊かな経済・社会活動の実現をめざしている。中でも注目されているのは宇宙ソリューション産業であり、衛星データ利用や通信などの分野は成長ドライブとして期待されている。

NTTグループでは2024年、宇宙ビジネスの統一ブランドとしてNTT C89を立ち上げた。キーワードは「未来に、新しい星座を。」世界に星座は88個あり、今も昔も進むべき道を教えてくれる道しるべである。現在のNTTグループの宇宙ビジネスはそれぞれ小さな星のようなもので、それらを有機的につなげ、より大きな事業にしていく。すなわち我々の事業で89個目の新しい星座を創り、日本の宇宙産業の未来に貢献したいという想いを込めている。

本稿では、NTT C89の中でドコモグループが中心となって推進しているワイドスター、HAPS、Project Kuiper等の取組み及びドコモグループが掲げる「マルチレイヤネットワーク構想」などを紹介する。

2. ドコモグループのNTN戦略

現在、日本国内のTN（Terrestrial Network：地上系ネットワーク）は、人口カバー率が99.9%以上と非常に高い水準にある。しかし、山岳地帯や離島など、一部のエリアでは依然として通信が届かない「圏外」が存在し、面積カバー率は約6割にとどまっている。そこで、上空から広範囲のエリアをカバーし、TNが届かない場所にも通信サービスを提供するNTN（Non-Terrestrial Network：非地上系ネットワーク）が注目されている。

ドコモのNTN領域での取組みは長く、1996年に衛星電話サービス「ワイドスター」を提供開始し、現在は3代目のサービス「ワイドスターⅢ」を提供中である。しかし近年、この領域での環境変化は、全世界的に著しく速い。ドコモにおいても2023年、スペースX社が開発した衛星ブロードバンドインターネットサービス「Starlink Business」の提供を開始し、更に同年、「Project Kuiper」におけるAmazon.com, Inc（以下、Amazon）との戦略的協業を発表、更に2024年にはHAPS（High Altitude Platform Station：高高度プラットフォーム）の実用化に向け、エアバス・ディフェンス&スペース（以下、エアバス）の子会社であるAALTO HAPS Limited（以下、AALTO）と資本業務提携を締結するなど、活発な活動を行っている。

ドコモグループでは、GEO（Geostationary Earth Orbit：静止軌道）衛星サービス、LEO（Low Earth Orbit：低軌道）衛星サービス、HAPS、そしてTNを統合した、独自の「マルチレイヤネットワーク構想」を推進している。

GEO/LEO/HAPSは、その高度や軌道によってカバー範囲や通信特性が大きく異なる。どれか1つが優れオールマイティに集約されるものではなく、TNを含めたこれらの組合せにより、最適なネットワークを構成していく。将来的には、TNや各NTNシステム（GEO/LEO/HAPS）間の通信連携により、よりシームレスかつ高度なサービスを提供していく構想である。

このマルチレイヤネットワーク構想により、ドコモはすべ

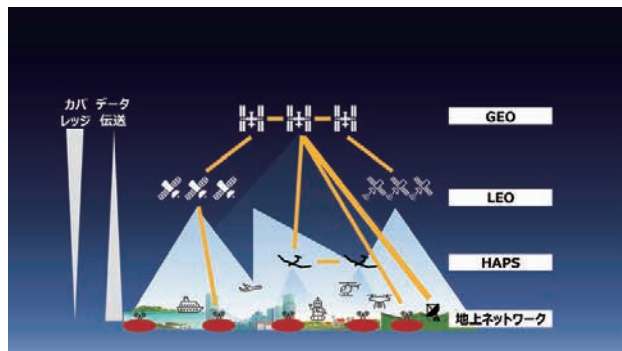
未来に、新しい星座を。



■図1. C89

* 内閣府「宇宙基本計画」（2023年6月13日 閣議決定）より

ての人がいつでもどこでも「つながる」世界、そこから生まれる嬉しい「驚き」と「幸せ」にあふれた世界、そしてすべての人が豊かさを感じられる世界をめざしている。



■図2. マルチレイヤネットワーク構想

3. ワイドスター（GEO）

ドコモは2023年10月に3世代目の移動衛星通信サービス「ワイドスターⅢ」を開始した。ワイドスターⅢは日本全国と沿岸約200海里をカバーする。LTE（Long Term Evolution）方式をカスタマイズ開発することによって、LTE over GEO Satelliteとして世界に先駆けて商用開始したシステムであり、携帯電話番号を用いた緊急特番（110/119/118）も利用可能である。

ワイドスターⅢは、セルラシステムの国際標準であるLTE方式の通信性能と、大型展開アンテナを搭載したデジタルハイスループット通信衛星N-STAR e号機の中継器性能とを有効利用することで、先代システムであるワイドスターⅡの6倍以上の同時接続数（音声換算）を実現するとともに、3GHz帯以下の周波数を用いる移動衛星通信システムとしては世界最速の下りデータ通信速度（最大3Mbps／ワイドスターⅡの約8倍）を達成した。また、衛星移動通信端末（以下、衛星端末）との接続アプリを開発することにより、Wi-Fi（Wireless Fidelity）接続したスマートフォンをハンドセット代わりに利用可能とし、利用ユーザの大幅な利便性の向上を実現した。

ワイドスターⅢシステムの主な特徴を以下に示す。

(1) ネットワーク信頼性

ワイドスターⅢシステムの衛星基地局装置、ネットワーク設備は、システムとしての高い信頼性を確保するため、2サイトに配備されるとともに、各装置はいずれも冗長構成のカードやサーバで構成されている。災害時や基地局障害の非常時でも、N-STAR e号機のデジタル処理機能を利用し

てオンラインで周波数リソースの割当て変更することにより、安定的なサービス提供が可能となる。

(2) 負荷分散

安定的なシステム運用のためには、基地局装置及びコアネットワークの負荷分散が必要である。基地局装置の通信負荷を分散させるために、衛星端末は基地局装置からの情報に基づいて、負荷の低い基地局装置のセルをタイムリーに選択できるようにする。また、コアネットワーク設備の通信負荷を分散させるために、ネットワークへアクセスする衛星端末に対して基地局装置主導でコアネットワーク設備を分散選択する。

(3) 衛星軌道情報

ワイドスターⅢに利用するN-STAR e号機は、南北方向に8の字を描くように最大傾斜角 ± 7 度で傾く静止軌道衛星であるため、基地局装置と衛星端末間の衛星伝搬遅延時間の変動が常に生じる。衛星管制装置から基地局装置へ、定期的にN-STAR e号機の軌道情報を転送し、基地局装置からの報知信号を通じて衛星端末へ通知することで、衛星端末から信号の受信タイミングを調整できる。衛星軌道情報には一定期間以上の情報が含まれるため、基地局装置と衛星管制装置間が一時的にリンク断となってもサービスに影響は生じない。



■図3. ワイドスター地上局

4. Starlink（LEO）

LEO衛星は一般的に高度300kmから2,000kmの範囲で地球を周回しており、高度約36,000kmを周回するGEO衛星と比較し、地上との距離が圧倒的に近い。そのため、LEO衛星を利用した通信サービスは、高速・大容量・低遅延が特長である。

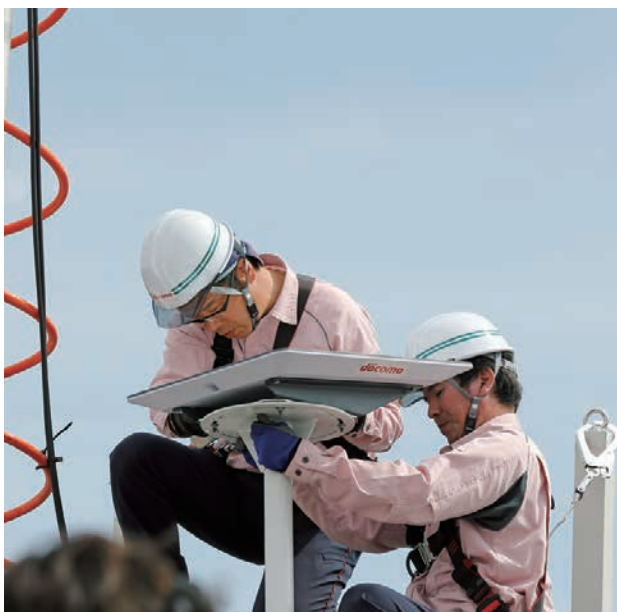
ドコモでは2023年12月より、LEO衛星を利用した法人向



けの衛星ブロードバンドインターネットサービスとして「Starlink Business」の提供を開始した。2024年元旦に発生した能登半島地震においては、被災自治体や災害復旧にあたる公的機関等へStarlink端末を貸出し復旧活動の支援を行うとともに、避難所に避難された方の通信手段として、Starlinkを活用した無料Wi-Fiスポットを提供した。

また、Starlinkは携帯基地局のバックホール回線としての活用も進み、能登半島地震での、人や通信のアクセスルートの被災が深刻な状況下においても、Starlinkを活用した通信の復旧は想定以上の成果を挙げた。通信が途絶したエリアに一時的なエリアを構築する移動基地局車と船上基地局は、車両や船に基地局装置とアンテナを搭載しているが、バックホール回線として従来の光回線やGEO衛星回線に加えStarlinkが加わったことで、様々な環境に対応できるようになった。

Starlinkの平時における活用も進んでいる。TNでの通信環境整備が難しい山間部や海上などにおいて、自動運転の実装や自律飛行型ドローンの活用が進み、具体事例として例えば、林業の下刈作業、夜間の搜索活動のためのリアルタイム映像伝送、水道インフラの巡回点検などにおいて、作業負荷の軽減や作業精度の向上、コスト削減への貢献が期待されている。



■ 図4. Starlinkを使用したドコモの災害復旧活動

5. Project Kuiper (LEO)

2023年11月、ドコモはNTT、NTTドコモビジネス（当

時NTTコミュニケーションズ）、スカパー JSATとともに、Amazonが提供する衛星ブロードバンドネットワーク「Project Kuiper（プロジェクトカイパー）」（以下、Kuiper）との戦略的協業に合意した。高度な衛星ブロードバンドネットワークの提供と、通信の可用性及びレジリエンス強化を目的として、LEO衛星通信サービスの更なる活用と多様化を進めるためだ。

KuiperはKaバンドと呼ばれる高周波数帯を使用して、従来以上の高スループットを実現するとされている。また、インターネットを経由せず顧客のネットワークと直接接続することでセキュアな衛星通信を提供する「プライベート接続サービス」を発表している。これによりユーザは、秘匿性の高いサーバや自社システムへのセキュアなアクセスが可能となる。さらに、AWSクラウドサービスにアクセスし、AIや機械学習などの最先端テクノロジーを活用することもKuiperの特長の1つである。

基地局のバックホール回線としては、災害時などトラフィックが極度に集中するケースにおいても、一定程度の通信速度を確保できる可能性がある。

ドコモはKuiperを活用し、通信サービスの更なる強靱化を図るとともに、お客様へも新たな選択肢を提供し、サービス創出や価値創造に貢献したいと考えている。



■ 図5. Project Kuiper

©Amazon.com, Inc

<https://www.aboutamazon.com/what-we-do/devices-services/project-kuiper>

6. HAPS

ドコモでは、成層圏を活用した通信技術「HAPS」の商用化を推進している。HAPSは、無人航空機を天候の影響を受けにくいとされる高度20km前後の成層圏に滞空させ、

通信やリモートセンシングのサービスを提供するシステムだ。衛星と比べて地上との距離が近いので、通信に関して、更なる高速・大容量・低遅延の実現が可能で、臨時のエリアカバーや次世代通信の早期展開にも適している。

ドコモは2024年、株式会社Space Compass（以下、Space Compass）とともに、エアバス、AALTOと資本業務提携を行い、2026年の日本での商用化をめざしている。

AALTOが製造及び運用するHAPS「Zephyr」は全長25mの翼を持ちながら、重量は僅か75kgしかない。100%太陽光発電で駆動する、環境に優しい設計だ。開発には20年以上をかけ、4,000時間を超える飛行実験を重ね、2025年には成層圏で67日間連続飛行の記録を達成した。

通信に関しても、2025年1月～2月にはケニアでHAPSの通信試験を実施し、特定のメッセージングアプリを利用した通信に成功した。また、データ疎通の確認において、通信速度4.46Mbpsを計測している。

HAPS及びZephyrの主な特長は4つある。1つ目は「スマートフォン直接高速通信」で、衛星に比べて距離が近いので、高速かつ低遅延の通信が可能であり、普段使用しているスマートフォンがそのまま利用できる。2つ目は「サービス柔軟性」で、用途に応じて通信機器やカメラ、レーダーなどのペイロードを容易に変更してサービスを提供できる。3つ目は「高い可搬性」で、災害やイベント時など、必要な場所に迅速に展開し通信環境を確保できる。4つ目は「環境に優しい」で、Zephyrは100%太陽光発電で運用できるため、低環境負荷で持続可能な通信を実現する。

具体的な活用例としては、災害対応、離島や海上・山岳地域での通信、そして広域を飛行するドローンとの通信などが挙げられる。また、光学カメラを搭載することにより、

リアルタイムで高精細な観測データを取得でき、建設現場の進捗管理や災害時の状況把握なども可能となる。今後に向けては、ハイパースペクトルカメラの搭載による二酸化炭素の検知、鉱脈探査、電波監視など、更なる活用が期待されている（図6）。

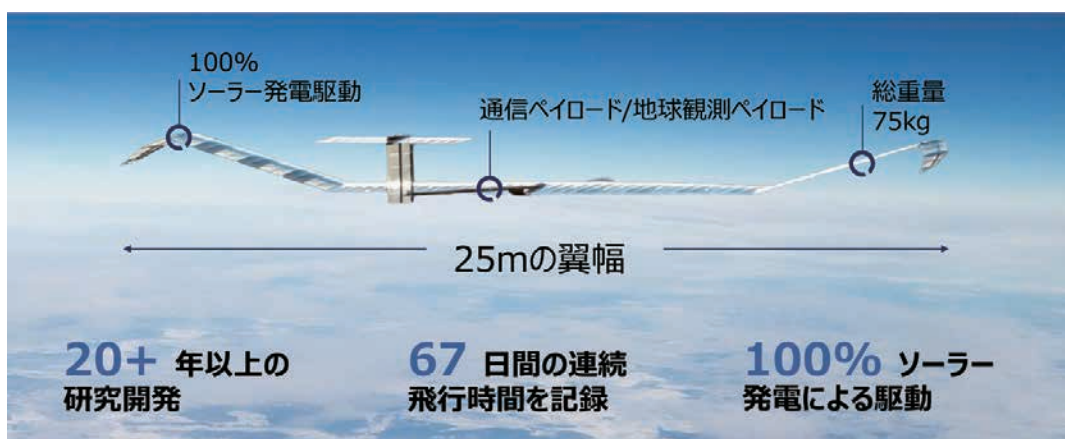
7. おわりに

本稿では、GEO/LEO/HAPSそれぞれにおけるドコモの取組みと、TNを含めたこれらの組合せや連携によって、最適かつ高度なネットワークをめざす、ドコモの「マルチレイヤネットワーク構想」について説明した。

現在はGEO/LEO/HAPSそれぞれが個別のシステムであり、インタフェースなども独自であるが、今後NTN間及びNTN-TN間での通信連携やオペレーション統合により、ユーザにはシステム間の切替えを感じさせない、よりシームレスで高度なサービスを提供できる可能性がある。その際、インタフェース規格の共通化や連携を図ることで、システム間の互換性/利便性の向上、更に導入コストの削減も期待できる。

また近年は、スマートフォンで直接衛星通信を行うサービスも始まっている。従来、衛星通信では専用端末を使用することが多かったが、普段使用しているスマートフォンで衛星通信ができれば、利便性は大きく向上する。ドコモにおいても、2026年夏にスマートフォンと衛星の直接通信サービスを開始すべく、現在準備を進めている。

ドコモはNTNの進化により、ベストミックスかつロバストなネットワークサービスを実現し、災害時の通信確保や遠隔地でのビジネス・生活の利便性向上など、お客様の多様なニーズに対応して、より豊かな社会の実現をめざしていく。



©Airbus

■図6. HAPS「Zephyr」