

# 非地上系ネットワーク (NTN) の動向とスカパーJSATの取組み—圏外のない世界に向けて—



スカパーJSAT株式会社 宇宙事業部門 経営戦略本部 本部長代行

やぎはし ひろゆき  
八木橋 宏之

## 1. はじめに

近年NTN (Non-Terrestrial Network: 非地上系ネットワーク) という単語を、オンラインメディアを中心に目にする機会がにわかには増えている。人々の生活を更に進歩させる期待に満ちた新しい技術・ネットワークというトーンが多いように感じられる。

しかしその日本語からはイメージをつかみづらい。「非地上」のネットワークとは何なのか。

### ■NTNとは

モバイルネットワークの世界において、地上に設置された基地局によるネットワーク、すなわちTN (Terrestrial Network: 地上系ネットワーク) に対比されるものとして位置付けられる。NTNとは地上の基地局を使わないネットワークであり、つまりへき地、空中、海上、果ては宇宙空間も含めてあらゆる領域で展開可能なネットワークのことである。NTNを構成するためのインフラとしては静止軌道衛星や低軌道衛星、HAPS (High Altitude Platform Station: 高高度プラットフォーム) などの活用が想定されている。それにより地上の基地局で構成されるほぼ地表面で利用される二次元のネットワークが三次元のネットワークに大きく拡張されることになる (図1)。

このような検討が進む背景には、構成するインフラの技

術や標準化の進展の貢献が非常に大きい。

本稿では、NTNに関する最新の技術動向や標準動向、様々なオペレータの取組みについて紹介する。

## 2. NTNのトレンド

### ■NTN検討の背景

NTNはモバイルの標準化団体である3GPP (3rd Generation Partnership Project) で提唱された概念である。かつて携帯電話は各社独自の技術に基づくネットワークを構築していたが、海外では現地に対応した端末が必要となるだけでなく、国内でも互換性がないなどエンドユーザにとっては必ずしもメリットとならない点が多かった。第3世代 (3G) 携帯電話に向けて標準化を果たすべく発足したのが3GPPであり、協調と競争のバランスを取りながら4G、5Gと目覚ましい発展を遂げた。

しかし、課題も顕在化しつつある。1つはカバレッジの課題である。日本においては、地上のモバイルネットワークの人口カバー率は99%を超えているとされる一方、国土 (面積) カバー率は60%程度とも言われる。モバイルの事業者は民間企業であり、基地局は一定の経済合理性をもって設置されるため、人口1%以下で国土の40%ものエリアに基地局を設置し続けるのはなかなか難しい。飛行機の中や海の上においても、人々は地上と同じようにエンターテインメント

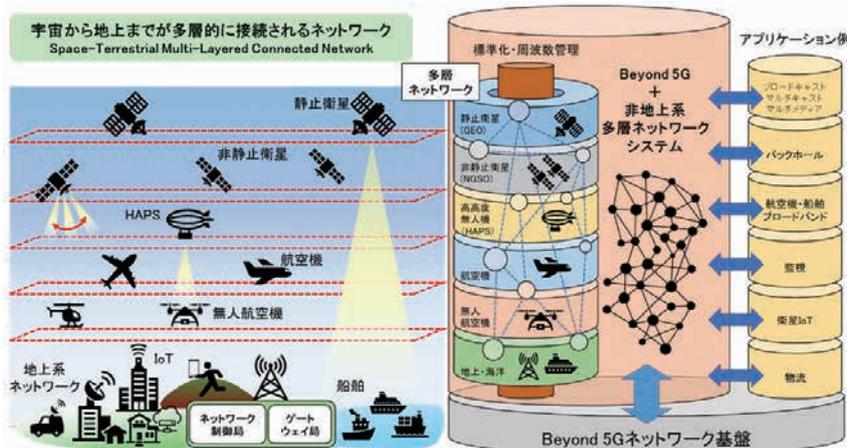


図1. Beyond 5Gにおける通信ネットワークの概念<sup>[1]</sup>



利用を考慮しており、ICTも常時ネットワークに接続されていることが前提となりつつある。モバイルのインフラが整備され利用が進むほど、逆にカバレッジの課題が目立つようになってきている。

また、災害の激甚化により基地局の損壊や停電などモバイルネットワークが受けるダメージが、人々の生活や行政・産業の活動などに与える影響を大きくする恐れがあり、強化や迅速な復旧方法も課題となっている。

これらのモバイルネットワークの課題に対して解決策となり得るのがNTNであるが、これは決してモバイルネットワークのためだけのインフラではない。モバイルネットワークと衛星通信などが連携することで、従来にはなかった新たなユースケースの創出にも期待が高まっている。

#### ■スマートフォン衛星直接通信=NTN？

前述のようにNTNは3GPPによって定義されたため、3GPPの定めるNTNの仕様に準拠したネットワークが本来の「NTN」と言えよう。現在3GPPではNTNとして、対応する周波数は、Lバンド（1GHz帯）、Sバンド（2GHz帯）、Kuバンド（12・14GHz帯）、Kaバンド（18・28GHz帯）が定義され、想定される端末もハンドセットやVSAT（Very Small Aperture Terminal：超小型地球局）など多様である。

一方で、昨今話題となっているスマートフォンと衛星との直接通信もNTNと呼ばれることがある。広い意味でNTNと解釈することは間違いと言えないが、スマートフォンが衛星とつながることこそをNTNと誤解されているケースもしばしば見受けられる。この直接通信もNTNの一形態である（厳密に言えば標準準拠でなければ本来のNTNとして互換性を持って動作しない可能性はある）が、混乱しないよう注意が必要だ。

### 3. NTNの標準化動向

前述のとおりNTNに関する標準化は3GPPで進められているが、無線インタフェースについて標準化を進めるITU-Rとの連携が極めて重要である。現在は6Gに適用され得る無線インタフェースについてITU-Rでは勧告化に向けたプロセスが進められているとともに、3GPPでは6Gとして実装される無線・コア・端末などの標準仕様の検討も開始されている。

3GPPでは5G-AdvancedとしてNTNについても機能強化の検討・仕様策定が続いている。スカパーJSATでは2022年から一般社団法人電波産業会（ARIB）に所属して3GPP

に参加し、特に衛星オペレータ視点でNTNをより有用なものとするべく積極的に活動を行っている。Release-19においては現在NTNのKuバンドの仕様化が進んでおり、GEOオペレータが利用する衛星のトランスポンダ（中継器）の周波数帯域幅に適用しやすい仕様や求められる端末仕様、NTNのユースケースへの寄書・提案などを国内外の様々なオペレータやメーカなどと連携して行っている。

2025年末にはRelease-19の仕様化の完了が見込まれており、数年後の対応製品化が期待される場所である。

### 4. スカパーJSATにおけるNTNの取組み

#### ■Universal NTN™

来るNTNの本格化時代を見据え、スカパーJSATでは「Universal NTN™」という名称の次世代衛星通信ネットワークの構想を宇宙事業ビジョンの1つとして掲げている<sup>[2]</sup>。



■図2. Universal NTN™のユースケース例

日本が目指す未来社会はサイバー空間とフィジカル空間が高度に融合した「超スマート社会」であり、Society5.0の取組みによって実現するとされるが、当社ではその一翼を担うべく「Universal NTN™」により、いつでも・どこでも・あらゆるニーズに応えるネットワークを提供することを目指して世界に先駆けて「NTN」を冠した部署を3年前に組織化し、技術やユースケースの開発、標準化に取り組んでいる。

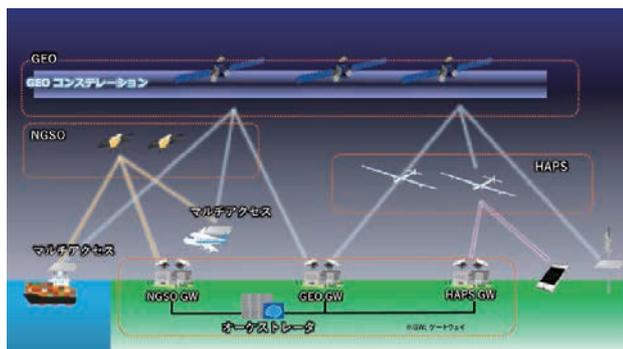
#### ■Universal NTN™の戦略

Universal NTN™の大きな狙いはCX向上と相互接続性である。今後NTNが広く普及し、多様なニーズに応えていくためには、ユーザに多様な選択肢を提供することが不可

欠である。しかしそれを1つの会社が単独で実現することは困難であり、得意分野を持つ企業や研究機関などが相互に連携し、パートナーシップにより形成されるエコシステムによって多様性が確保される。その多様性を支える鍵となるのがグローバルスタンダードによる相互接続性であり、ビジネス面・技術面でいわゆる「水平統合型」によるエコシステムの構築を目指してゆく。3GPPで標準化が進められているNTNは、まだ発展途上であり、技術的な成熟には一定の時間を要すると見込まれる。しかし、パートナーシップによるエコシステムの構築は、NTNの普及を支える有効な手段であり、今後の大きな潮流になると考えている。

## ■ Universal NTN™を支える技術

相互接続性が確保された環境では、様々なインフラも組み合わせが可能となり、Universal NTN™は将来的に4つのレイヤで構成する構想である。



■図3. スーパーJ SATのマルチオービット構想

1つ目は静止軌道衛星 (GEO: Geostationary Earth Orbit) のレイヤである。スーパーJ SATは17機 (2025年6月時点) の静止軌道衛星をグローバルに展開しているが、このうちの何機かをを用いて同一仕様のネットワークを構築することで大容量かつ広大なエリアをカバーする1つのネットワークが実現できる。スーパーJ SATではこれを「GEOコンステレーション」と呼んでいる。後述のフルデジタル衛星 (SDS: Software Defined Satellite) は、かつてない柔軟性を持ち、衛星通信に新たな価値をもたらす。しかし、36,000kmという距離は光の速度でも往復約0.25秒の伝搬時間を要するものであり、双方向型通信のユースケースではその遅延を体感することとなる。

2つ目は非静止軌道衛星 (NGSO: Non-Geostationary Satellite Orbit) であり、いわゆる低軌道衛星 (LEO: Low Earth Orbit) や中軌道衛星 (MEO: Medium Earth Orbit)

などである。GEOよりも低い高度で地球を周回するこれらの衛星はグローバルなカバレッジを実現し、GEOと比べて遅延時間が相対的に少ないことによりスループットの向上が期待される。遠隔操作など遅延が少ないことが望まれるユースケースにおいては、威力を発揮する。しかし、非静止軌道衛星は地上から見ると短い時間で地平線に沈んでしまうため、常時通信を維持するには多数の衛星を同時に運用する必要がある。そのため、莫大な投資が求められるだけでなく、衛星間や地上局間のハンドオーバーなど、複雑な技術的課題にも対応しなければならない。

3つ目はHAPS (High Altitude Platform Station: 高高度プラットフォーム) である。高度20km程度の成層圏を飛行するHAPSは、地上からは静止軌道衛星のように一定の範囲内にとどまって見えるため、かつては高高度疑似衛星 (High Altitude Pseudo Satellite) と呼ばれた。衛星に比べて通信遅延が非常に短く、機体の上げ下ろしによりアップグレードやメンテナンスも可能である点は衛星にはないメリットの1つとして期待を集めている。一方で何十日という長時間飛行と重量物の搭載を両立させるには技術的なハードルがあり、さらに、広域をカバーするためには多数のHAPSを同時に空中に滞在させる運用の必要があるなど、運用面の課題も存在する。

これら3つのレイヤはインフラとしていずれも一長一短があり、あらゆる空間のあらゆるニーズに応じてゆくためには、いずれか1つのインフラだけでは限界がある。それぞれの特性を活かし、組み合わせて活用することが求められる。そこで3つのレイヤのインフラ間を接続し、ユーザトラフィックの経路や優先度などを適切に制御するのが4つ目のレイヤとしての地上システムである。ユーザはどのインフラのどの周波数を使っているかなどを意識する必要はない。通信相手と快適に通信できれば良いだけである。オーケストラと呼ばれるインテリジェントなシステムが、ユーザが望むSLA (Service Level Agreement) にとって最適なインフラを選択し、基地局と端末を制御して最良なパフォーマンスとなるパラメータを設定することで、ベストな通信回線を確立する。

端末も大きく進化を遂げている。従来はパラボラアンテナ以外の選択肢は少なかったが、世界の多くのメーカーがフェーズドアレイアンテナと呼ばれる、平面の基板にアンテナ素子を多数配置し、電子的に電波の指向性を制御して通信を確立するタイプのアンテナが多く製品化している。アンテナの利得や低消費電力の面ではパラボラアンテナに劣



るものの、可搬性や運用性に優れ、ユーザにとって新たな選択肢となっている。

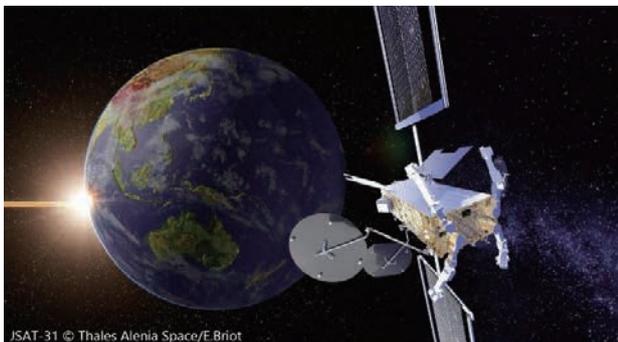
多様なユーザニーズに応えるために新しい技術が積極的に投入され、今後段階的にネットワークが進化してゆくと見込まれる。

### ■SDS (Software Defined Satellite)

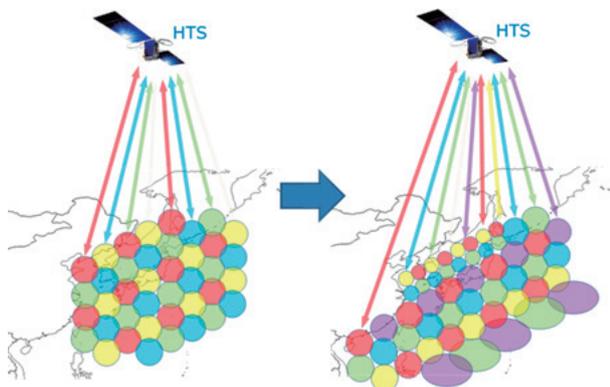
Universal NTN™では、次世代GEOとして強力なツールであるSDSも活用してゆく。SDSはその名前のとおり、SDN (Software Defined Network) やSDV (Software Defined Vehicle) と同様にソフトウェアにより機能が定義される。従来の衛星は、設計段階でサービスエリアを定義し、電波を照射・受信するためのアンテナの形状や増幅器・フィルタなどがハードウェアで構成されている。したがって軌道上でそれらのコンフィギュレーションを変更することはできなかった (一部の衛星はスイッチでのビーム切替機能が付いている)。

一方、SDSには強力なプロセッサが搭載され、元来衛星が具備する、受信・フィルタ・周波数変換・増幅・送信といった基本機能をすべてデジタル信号処理により実現している。

したがって、照射するエリアもそこに割り当てる周波数も、



■図4. 次世代衛星JSAT-31 (イメージ)



■図5. 軌道上でのビーム構成変更 (イメージ)

電波の強さも軌道上で変更することができ、短期的・長期的に変化するトラフィックニーズに柔軟に応えることが可能となる。例えば、大規模な地震などにより局所的にトラフィックが集中した場合には、該当エリアに周波数や電力を重点的に振り分け、多くのトラフィックを処理することも可能となる。新興国の人口や経済の変化などで新たに需要が生じた場合も同様である。

### ■Universal NTN™イノベーションラボ

Universal NTN™は多くの新しい技術の導入を伴うため、無線設備や衛星通信システムとしてテクニカルパートナーとの綿密な技術検証は不可欠である。また、新しいシステムはビジネスパートナーやユーザにとって未知であるため、その効果やユースケースを実証により確認する必要もある。

こうした技術面・ビジネス面の両側面からの検証を目的として、2024年にUniversal NTN™イノベーションラボ (通称:NTNラボ) をスカパーJSATの横浜衛星管制センター内に設立した。



■図6. スカパーJSAT横浜衛星管制センター (YSCC)

この施設名には“ラボ”という単語が付いているが、研究所ではなく、パートナーたちとの技術開発・ビジネス開発の「場」としての機能を果たす。NTNラボには、5G NTN (5Gベースの標準化されたNTN) 準拠の基地局や端末のエミュレータを備え、実際の衛星回線と接続して、その特性などを確認することが可能である (図7)。

### ■大阪・関西万博でのライブデモ

2025年5月、大阪・関西万博シンガポールパビリオンにお



■図7. NTNラボ設備

いて、シンガポール共和国による未来の通信のデモンストレーションとして5G NTN方式を使ったライブでのビデオ通話を行った。スカパーJ SATは、NTNラボや衛星、技術面などで協力した。

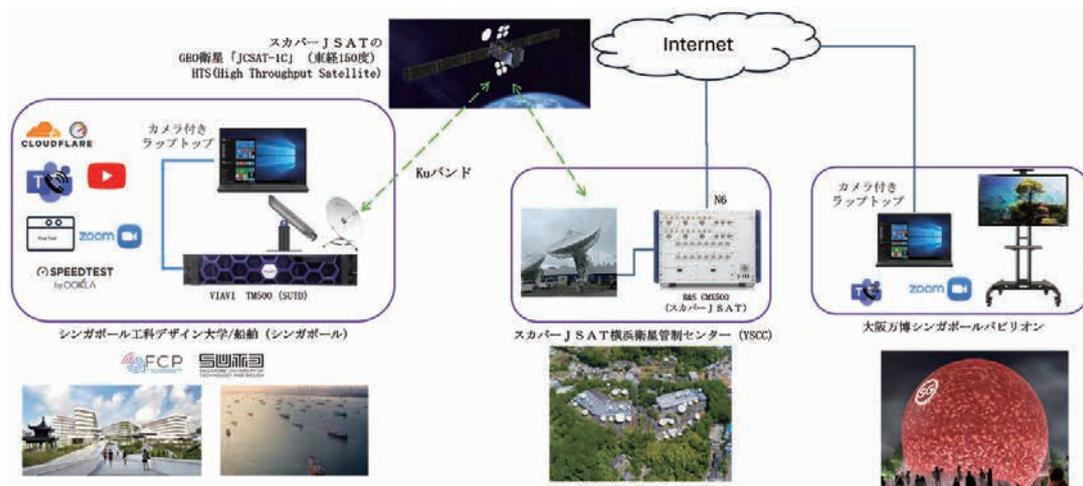
このデモンストレーションでは、シンガポール市内にあるシンガポール工科大学(Singapore University of Technology and Design: SUTD)とNTNラボをJCSAT-1C衛星を使った回線で結び、世界で初めて国境を越えた5G NTNによる通信を実現した。これは、グローバルスタンダードである無線規格が、技術的に静止軌道衛星に対応可能であることを示しただけでなく、世界各国で共通的に適用可能な制度面での適合性も示したものである。スカパーJ SATが描くUniversal NTN™の世界観の実現に向けて大きく、着実な一歩を踏み出した成果と言える。

## 5. おわりに

本稿ではNTNの構想の経緯や動向、スカパーJ SATの取組みなどについて紹介した。豊かで安心・安全な社会づくりに貢献するネットワークとして、多くの読者のNTNに関する理解を深める一助となれば幸いである。

### 参考文献

- [1] NICTネットワーク研究所 ワイヤレスネットワーク研究センター, “衛星通信と5G/Beyond 5Gの連携に関する検討会報告書”, [https://www2.nict.go.jp/spacelab/wg/Satellite5GB5G\\_report.pdf](https://www2.nict.go.jp/spacelab/wg/Satellite5GB5G_report.pdf)
- [2] スカパーJ SAT株式会社, “経営戦略”, [https://www.skyperfectjsat.space/ir/policy/business\\_mission](https://www.skyperfectjsat.space/ir/policy/business_mission)



■図8. 大阪・関西万博でのデモンストレーション構成図