



衛星通信と5G/Beyond 5Gの連携の動向

国立研究開発法人情報通信研究機構
ワイヤレスネットワーク総合研究センター宇宙通信研究室 主任研究員

みうら あまね
三浦 周



1. はじめに

第5世代移動通信（5G）のサービスがよいよ開始され、これに続きBeyond 5Gに向けた検討が各国で開始されている。総務省の「Beyond 5G推進戦略懇談会」においても「拡張性」で衛星や成層圏プラットフォーム（High Altitude Platform Station：HAPS）とのシームレスな接続が取り上げられるなど^[1]、5G/Beyond 5Gにおける衛星通信の役割が注目されている。そこで本稿では、衛星5G/Beyond 5G連携の動向や、最近の国内の取組みについて概観する。

2. 衛星5G/Beyond 5G連携の動向

衛星通信と5G/Beyond 5Gの連携が期待される背景として3つのモチベーション、すなわち①衛星通信技術の進化、②5Gのネットワーク技術の衛星系への展開、③5Gでの標準化が考えられる。

近年、衛星通信技術が進化している。ハイスループット衛星による超マルチビーム化や、低軌道衛星群によるメガコンステレーション計画の登場により高速大容量化が低コストで実現し、端末も大幅な小型低消費電力化により、従来よりも大幅に地上系システムに近付いている。

5Gのネットワーク技術として、5G技術を特徴付けるSoftware Defined Network (SDN)/Network Functions Virtualization (NFV)、ネットワークスライシング、オーケストレーションといったネットワーク技術を衛星系に展開することで衛星と5Gの連携が効率よく実現できる可能性が出てきた。欧州では欧州連合（European Union：EU）のSaT5Gプロジェクト^[2]や欧州宇宙機関（European Space Agency：ESA）のSATIS5プロジェクト^[3]など官民共同プロジェクトが活発に活動しており、5Gのネットワーク技術を衛星通信に拡張することを目指している。

標準化について、5Gでは初めて3GPPで非地上系ネットワーク（Non-Terrestrial Networks：NTN）のカテゴリが定義され、衛星を含む非地上系の標準化が進められている。NTNのユースケースとして、NTNの特徴であるカバレッジの広さを生かした12のユースケースが定義されている^[4]。NTNの仕様化は、2021年リリース予定のRelease 17で完了する計画である。ITU-Rでも平行してレポート化の審議が

行われている。衛星を5Gに組み込むことにより非地上系の標準化が進み“プラグ&プレイ”化やASIC化が進展し、サービス実現に向けた法整備等が進むことが期待される。

3. 国内の取組み

3.1 国内検討会等による取組み

情報通信研究機構（NICT）は、Beyond 5G時代には宇宙空間の利用が大幅に拡大し衛星はBeyond 5Gの重要なコンポーネントを構成すると予測し、活動を実施してきた。欧州と日本の関係機関によるワークショップを2019年3月に都内で開催し、これを踏まえて国内関係機関を外部構成員とする検討会（衛星通信と5G/Beyond 5Gの連携に関する検討会、2019年8月～2020年2月、国内19機関47名が参加）を開催し、検討結果を報告書として取りまとめ公開した^[5]。以降の各節で検討結果の概要を紹介する。

3.2 ユースケースと有効性

5G/Beyond 5Gの世代（2020～2040年）の日本の諸課題（人口減少、超高齢社会）に向けた衛星5G連携の利用を一つの中心的テーマとして、スマートシティ、モビリティ、非常災害時対応の3つのカテゴリに分類してユースケースと有効性の検討を行った。

（ア）スマートシティ

ルーラル地域など、地上通信網がない地域にスポットを作ることを前提に、過疎地域のスマートシティ化・観光客誘致のための通信インフラ整備・緊急通報/医療サービス提供を主眼として様々なユースケースが挙げられた。衛星5G利用の有効性が見込める点として、同時制御及びデータ収集による同時収容数改善、IoT的な多数データ収集の効果、端末側のMobile Edge Computing（MEC）でのデータ選別による伝送効率の向上、地上-衛星シームレス接続による切替時間の短縮が挙げられた。また、5Gで検討が行われているローカル5Gのバックホールとして非地上系の利用が有効な手段になると予想された。

（イ）モビリティ

船舶・航空機サービスの高速大容量化やモニタリングデータの収集、空飛ぶクルマへの適用、地上でカバーできない



エリアでの自動運転支援、海路／空路／陸路におけるシームレスな物流システムへの衛星の適用等が挙げられた。衛星5G利用の有効性として運航管理、インターネット接続、機体モニタリング、コンテナ位置情報の管理等が考えられた。これらはモノ・個体1つ1つがユーザ（端末）と考えられ、グローバルに移動するため地上-衛星統合が有効となり、実現にはアプリ毎の適切なスライシングの設定が必要と考えられた。

(ウ) 非常災害時対応

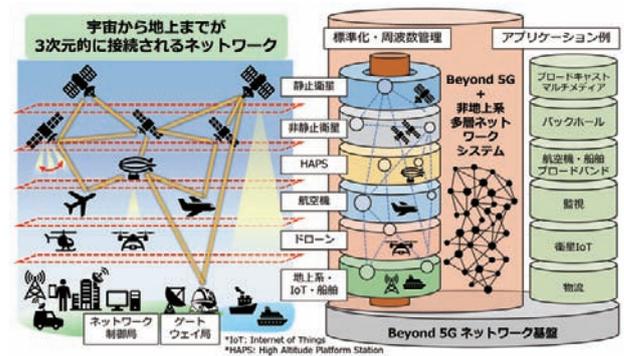
5Gのカバレッジの拡大、シームレスな接続の維持、テンポラリなインフラバックアップを目的として、ユースケースとして大別して災害救助、監視が挙げられた。衛星5G利用の有効性として、災害救助では被災者発見のマネジメントや、スマホでの安否確認（Device to Device (D2D) - ドローン-HAPS-衛星のネットワークによる）、D2Dでの4K映像の大容量伝送、被災地の状況確認のため上空からの映像情報を災対本部に伝送する利用等が挙げられた。監視におけるコンテンツは映像、通話、データ、IoTセンシングデバイスからのデータ等であり、アプリごとのスライシングの設定を衛星-地上のネットワークを考慮した通信速度、遅延等の制御を考慮して行うことが必要と考えられた。

3.3 トライアル、標準化

アンケート調査の結果、特に無人システム、監視（映像、データ）、移動体eMBB及びIoT、物流システム、ローカル5Gを含む地上回線のバックホール、スマホ連携でトライアルの有効性が期待された。また、評価項目と技術は、衛星5G連携の特徴的な項目である地上／衛星の切替えによるシームレス接続の程度、ネットワークスライシングの効果、QoSのオーケストレーションによる向上に関心が高かった。標準化が必要と考えられる項目は、大別して3GPPでの衛星5G連携の標準化項目とアプリケーションの標準化項目に分類された。今後、3GPPの動向を注視するとともに国内利用で有効な内容を検討する必要がある。また、5G技術で衛星の周波数を利用するために必要なITU-Rでの標準化についても議論が必要である。

3.4 Beyond 5Gのネットワークの概念

5Gの次の2020年～2040年ごろまでに実現されるネットワークとして定義したBeyond 5Gにおける通信ネットワークは、図のように宇宙から地上までが3次元的に多層的に接



■ 図. Beyond 5Gで期待される通信ネットワークの概念（[5]を基にNICTで作成）

続されるネットワークが前提となると考えられた。今後このような通信ネットワークの実現に向けた研究開発が必要である。

4. おわりに

本稿では、衛星通信をはじめとするNTNと5G/Beyond 5Gの連携に関する動向や国内の取組みを概観した。本分野の最新状況として、総務省、NICT、宇宙航空研究開発機構は、スペースICTの関連企業・機関やユーザ等が広く参加するコミュニティを形成し議論する目的で2020年7月1日「スペースICT推進フォーラム」^[6]（2020年12月現在で99者が参加）を設立し、分科会として先述した検討会^[5]の活動を発展させ、5G/Beyond 5G連携技術分科会を立ち上げている。NICTは、本フォーラム及び分科会の活動をサポートするとともに欧州との連携を通じ、スペースICTによる3次元統合ネットワークの実現を目指して活動を進める予定である。関係機関の本分野への積極的な参加を期待したい。

[2020年9月2日 ITU-R研究会より]

参考文献

- [1] Beyond 5G推進戦略（概要）、総務省、令和2年6月30日
- [2] SaT5G project : <https://www.sat5g-project.eu/>
- [3] SATis5 Demonstrator for Satellite-Terrestrial Integration in the 5G Context : <https://artes.esa.int/projects/satis5-0>
- [4] Study on using Satellite Access in 5G, 3GPP TR22.822, 2019年6月
- [5] 衛星通信と5G/Beyond 5Gの連携に関する検討会報告書、情報通信研究機構、2020年2月 (<https://www2.nict.go.jp/wireless/sat5g-scl.html>)
- [6] スペースICT推進フォーラム (<https://spif.nict.go.jp/>)