



スケーラビリティWG 22年度成果について

2023年5月30日



- はじめに
- NTN技術ロードマップおよび関連制度
- 活用事例
- 意見交換
- 情報発信
- 今後の活動について

他産業を含めたNTNステークホルダーの拠り所となる 活動・情報発信をもとにNTNの普及に貢献

①参加事業者間の情報交換



・各社が保有するナレッジの共有

②ランドスケープマップ の更新/精緻化

衛星ブロードバンド(HTS)：ランドスケープ

対象技術分野(領域)	衛星ブロードバンド(High Throughput Satellite)
技術	衛星通信
市場	衛星通信
企業	衛星通信
投資	衛星通信
規制	衛星通信
その他	衛星通信

ランドスケープ解説
 ・ 既にサービス提供を開始する事業者が多く、今後詳細な情報が公開されていくと想定される。
 ・ 実際に活用するケース(海上など)を想定し、日本企業の技術活用機会など定める。

- ・NTN技術ロードマップの作成
- ・NTNの技術情報策定
- ・NTN技術ロードマップに基づく活用例
- ・制度等のレギュレーション

③NTNに興味関心を 持ってもらうための活動



- ・コンソーシアム内にとどまらない 発信方法の検討及び実施
- ・異業種含めた勉強会等の実施

22年7月より以下の企業と月次定例を実施し、ランドスケープマップ策定および政府機関との意見交換を実施した。

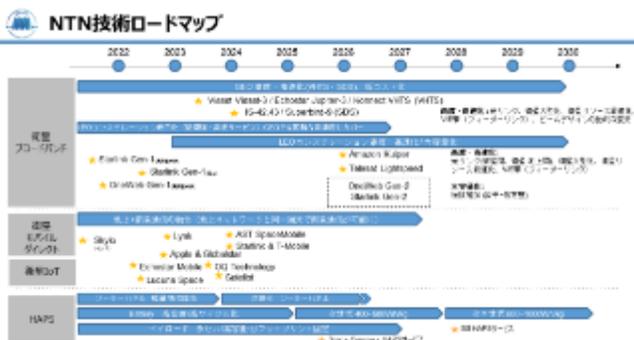
参加企業
(名称順、敬称略)

エリクソン・ジャパン、ソフトバンク、VIAVI Solutions、華為技術日本、楽天モバイル

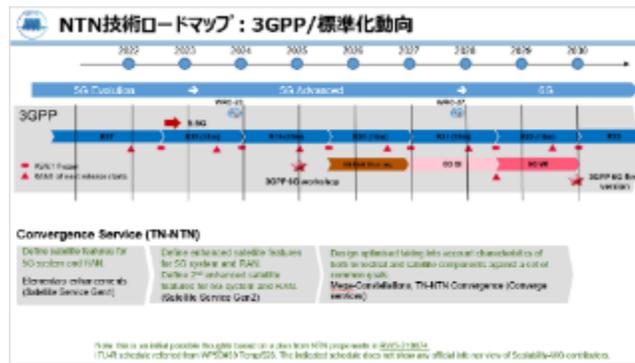
成果物
(ランドスケープマップ)

意見交換

技術情報



3GPP/標準化動向



活用事例

活用事例: 災害医療現場と病院間の連携

技術技術	LEO
ユースケース	災害医療現場と病院間の連携
ユースケース概要	緊急災害医療現場にアクセスを目的とし、災害現場と病院間の連携-IPsec-VPNによる実現
標準化ロードマップ	なし
KPI	Throughput: 高々1Mbps Latency: 遅延なし Throughput: 高々1Mbps Latency: 遅延なし
課題	災害現場での通信不可(遅延不可) 1. 災害現場での通信不可(遅延不可) 2. 災害現場での通信不可(遅延不可) 3. 災害現場での通信不可(遅延不可)
他社/アリット/他社	1. 災害現場での通信不可(遅延不可) 2. 災害現場での通信不可(遅延不可) 3. 災害現場での通信不可(遅延不可)

災害現場での医療行為や検査の結果をリアルタイムで、正確に伝達し、適切な治療を行うことが、災害現場での医療現場と病院間の連携-IPsec-VPNによる実現の重要なポイントである。また、災害現場での通信不可(遅延不可)は、災害現場での通信不可(遅延不可)によるものである。また、災害現場での通信不可(遅延不可)は、災害現場での通信不可(遅延不可)によるものである。また、災害現場での通信不可(遅延不可)は、災害現場での通信不可(遅延不可)によるものである。

- 政府の防災関連組織に、スケーラビリティWGで収集した活用事例をご紹介します、今後のNTN技術の活用可能性について議論を行った。
- 議論の中では、各自治体の保有ネットワーク等における防災時の対応等の観点でのご意見を頂いた。

- 各テーマごとに参加企業が責任をもって検討を進め、それぞれの成果を作成した。

サブWG毎に取りまとめ企業を設定＋全企業で対応

活動内容		取りまとめ企業	参画企業	詳細
参加企業間情報交換		ソフトバンク株式会社	エリクソンジャパン株式会社 VIAVIソリューションズ株式会社 華為技術日本株式会社 楽天モバイル株式会社	・定例会における情報交換の企画
ランドスケープマップの更新/精緻化	各NTNの技術情報策定	楽天モバイル株式会社	エリクソンジャパン株式会社 ソフトバンク株式会社 VIAVIソリューションズ株式会社 華為技術日本株式会社	・各NTNの技術情報策定の為の調査 ・2022年中の国際委員会にて中間報告 ・2022年度総会にて成果発表
	活用事例策定	華為技術日本株式会社	エリクソンジャパン株式会社 ソフトバンク株式会社 VIAVIソリューションズ株式会社 楽天モバイル株式会社	・他産業のステークホルダーが興味を持てるNTN活用事例を検討 ・2022年中の国際委員会にて中間報告 ・2022年度総会にて成果発表
	制度等レギュレーションマップ策定	ソフトバンク株式会社	エリクソンジャパン株式会社 VIAVIソリューションズ株式会社 華為技術日本株式会社 楽天モバイル株式会社	・NTNやその活用に関わる制度等を整理 ・2022年中の国際委員会にて中間報告 ・2022年度総会にて成果発表
NTNに興味関心を持ってもらうための活動	スケーラビリティWGの情報発信	VIAVIソリューションズ株式会社	エリクソンジャパン株式会社 ソフトバンク株式会社 華為技術日本株式会社 楽天モバイル株式会社	・B5Gコンソーシアムに属していない企業への情報発信
	他業界への発信内容の検討/企画(意見交換会開催)	エリクソンジャパン株式会社	ソフトバンク株式会社 VIAVIソリューションズ株式会社 華為技術日本株式会社 楽天モバイル株式会社	・NTNを活用して実現する各業界の将来像を議論 ・他業界を巻き込んだ活動の企画/実施

オブザーバ 東京都立大学(石井昌憲 教授)、株式会社NTTドコモ

- 2022年7月から毎月の定例を実施し、各回ごとに事前に割り振ったテーマについて議論を進めた。

活動内容 \ 定例会		① 7/29	② 9/2	③ 9/30	④ 10/28	⑤ 11/25	⑥ 12/23	⑦ 1/27	⑧ 3/3	
参加企業間情報交換		◎	★	★	★	★	★	★	★	
ランドスケープ マップの更新/ 精緻化	各NTNの技術情報 策定	◇ ◎	★	☆ ★	☆	適宜アップデート			★	
	活用事例策定	◇	事前検討		◎	★	☆	適宜アップデート		★
	制度等 レギュレーションマップ策定	◇	事前検討			◎	★	☆	★	★
NTNに興味関 心を持ってもら うための活動	当WGの情報発信	◇	事前検討				◎	★	★	
	他業界への発信内容 の検討/企画 (意見交換会開催)	◇	事前検討		◎	★	☆	適宜アップデート		★

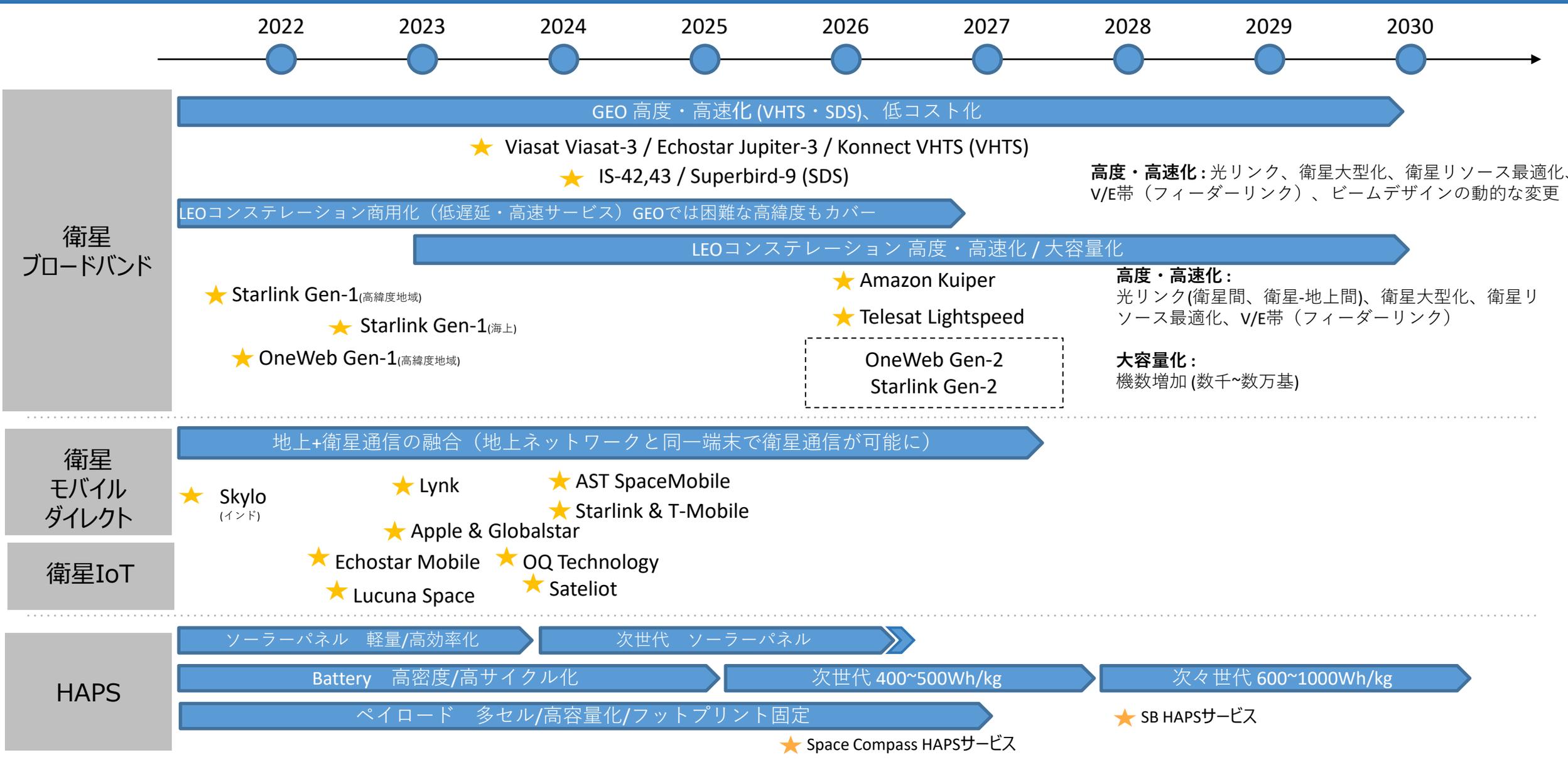
【凡例】◇:サブWGの取組む順番検討 ◎:サブWGの進め方検討 ➡:ヒアリング,情報収集,取りまとめ等 ★:発表・議論 ⇨:サマリ作成 ☆:サマリ確認

2/24意見交換会実施
・総務省(PS-LTE)、
・内閣府(中央防災無線網)

NTN技術ロードマップ



NTN技術ロードマップ



NTNの活用を実現するために解決しなければならない技術課題

区分	NTN 技術課題	引用元	
通信	<ul style="list-style-type: none"> ① デジタルコヒーレント光通信技術、補償光学技術、サイトダイバーシティ技術 ② 衛星コンステレーション、HAPSによる基地局バックホール回線 ③ センシング情報をGEO衛星経由で伝達する光データリレー技術 ④ 新たな周波数資源の開拓（Q帯/V帯） 	研究開発課題 (※)	
環境対策	<ul style="list-style-type: none"> ⑤ 脱炭素を実現するHAPS基地局 		
エリア構築/設計	<ul style="list-style-type: none"> ⑥ 電波伝搬モデル ⑦ 安定した通信エリアとネットワーク構築に向けた「シリンダーアンテナ」や「回転コネクター」等の技術開発 		
運用	<ul style="list-style-type: none"> ⑧ 衛星、HAPSネットワークも含め統合制御するネットワーク管理、オーケストレーション技術、AI・機械学習を用いた自律運用技術（ゼロタッチオートメーション） ⑨ 宇宙・NTNオープンアーキテクチャ技術 		
ペイロード	<ul style="list-style-type: none"> ⑩ 災害時のHAPSペイロード ⑪ マルチバンド対応NTNアンテナや移動するNTNノード（HAPSやLEO）に対応した自動追尾技術 ⑫ gNBやMEC機能を搭載した再生中継ペイロード ⑬ 次世代電池 ⑭ 衛星に適用可能な次世代暗号並びに暗号鍵の管理技術 		
端末	<ul style="list-style-type: none"> ⑮ NTNと地上ネットワークへの同時接続が可能なマルチアクセス端末 		
プラットフォーム	<ul style="list-style-type: none"> ⑯ 地上と宇宙を連動させたクラウドプラットフォーム（データセンター） 		
接続プロトコル	<ul style="list-style-type: none"> ⑰ 統合NTNネットワークに適化されたプロトコルと多元接続方式 		活用事例
衛星間リンク制御	<ul style="list-style-type: none"> ⑱ 衛星コンステレーション間の高度なルーチングと相互接続方式 		

衛星 ブロードバンド

現在は静止衛星によるサービスの提供が主だが、LEOコンステレーションのサービスが開始しつつあり、パフォーマンスの向上（低遅延、高速化）及び低コスト化、静止衛星では難しかった高緯度での利用が期待される。また、静止衛星もVHTSやSDS(Software Defined Satellite)の登場により、大容量化、低コスト化が進むことが期待される。サービスリンク周波数としては現在はKu帯が主流だが、今後はKa帯の利用がより進み、フィーダリンクではV帯やE帯といったさらに高い周波数帯の利用も計画されている。

衛星 モバイルダイレクト

現在は衛星通信には衛星通信専用の端末が必要だが、3GPP携帯電話端末、3GPP IoT端末やLora IoT端末と直接通信できる衛星通信システムが計画されている。同じ端末で地上ネットワーク、衛星ネットワークの両方が利用できるようになり、カバレッジの大幅な拡大が期待される。

衛星IoT

HAPS

開発・試験を行っている段階である。モバイルダイレクト通信とCPEを使う方式が計画されている。モバイルカバレッジの超広域化や災害時のバックアップとしての活用が期待される。衛星と比較すると高度が低い分カバレッジは狭くなるが、より低遅延・高速な通信サービスの提供が可能である。

		VHTS・SDS (静止衛星)	OneWeb	Starlink	Amazon Kuiper	Telesat Lightspeed
衛星		GEO	LEO	LEO	LEO	LEO
サービスリンク周波数		Ku-band, Ka-band	Ku-band	Ku-band, Ka-band (GEN-2から)	Ka-band	Ka-band
端末		専用端末 (VSAT等) 60cm~1.2m径パラボラアンテナ	専用端末 ~1.2m径パラボラアンテナ 50x45cm径フラットアンテナ	専用端末 50x30cmフラットアンテナ 57x51cmフラットアンテナ	専用端末 30cm径フラットアンテナ	パラボラアンテナ フラットアンテナ
スループット		~150Mbps(下り)	~195Mbps(下り)	~350Mbps(下り)	~400Mbps(下り)	~7.5Gbps
レイテンシ		~600ms (高度35,000km)	~70ms (高度1,200km)	20~40 ms (高度500km)	~50 ms? (高度600km)	~70ms? (高度1,015km, 1,325km)
カバレッジ		衛星の位置による。極域のカバーは困難。	グローバル	グローバル	グローバル	グローバル
特徴		既存の静止衛星用地上システムが使える。キャパシティ増によるコスト減や、フレキシブルビームによるカバレッジの最適化。	衛星間光リンク (初期コンステレーションには搭載せず)	衛星間光リンク (初期コンステレーションには搭載せず)		再生中継方式 衛星間光リンク
関連制度	無線通信規則	既存FSS分配周波数で利用可能可能 (Ku/Ka/Q/V帯等)	既存FSS分配周波数で利用可能 (Ku/Ka帯)	既存FSS分配周波数で利用可能 (Ku/Ka帯)	既存FSS分配周波数で利用可能 (Ka帯)	既存FSS分配周波数で利用可能 (Ka帯)
	国内導入時	割当済みFSS周波数の制度内にて利用可能	Gen-1は制度化済	Gen-1は制度化済	日本に導入する場合には、制度整備が必要	日本に導入する場合には、制度整備が必要
	標準規格	DVB-S2X(ETSI規格) 等	欧州標準 ・ECC Report 271 ・ECC Decision (18)05 ・ETSI EN 303 980	欧州標準 ・ECC Report 271 ・ECC Decision (18)05 ・ETSI EN 303 981	—	—
ユースケース		ルーラルエリア、船舶・航空機向けブロードバンド、モバイルバックホール、災害時用バックアップ回線	基本的なユースケースは静止衛星 (VHTS・SDS) によるサービスと同様。レイテンシやスループット、コスト、端末設置の容易さで有利と考えられるが、見通し条件はGEO衛星より厳しいため利用が困難なケースも多いと想定される。船舶・航空機向けサービスの場合は見通し条件は問題にならないため将来的には積極的に利用されることが予想される。			

		SpaceMobile	Lynk	Starlink	Apple & Globalstar
衛星		LEO	LEO	LEO	LEO
サービスリンク周波数		3GPP周波数 (Mid-band, Low-band) パートナーMNOの周波数を利用	3GPP周波数 (Low-band) パートナーMNOの周波数を利用	3GPP周波数 (Mid-band) パートナーMNOの周波数を利用	グローバルスターの周波数を利用
端末		既存携帯電話端末(3GPP)	既存携帯電話端末(3GPP)	既存携帯電話端末(3GPP)	iPhone14 モデル ※衛星通信部は独自実装?
サービス		テキスト、音声、ブロードバンド	テキスト (将来は音声、データも)	テキスト (将来は音声、データも)	緊急通報のみ
カバレッジ		グローバル、ただしパートナーMNOの周波数が使える範囲	グローバル、ただしパートナーMNOの周波数が使える範囲	グローバル、ただしパートナーMNOの周波数が使える範囲	米国、カナダ (将来はグローバルスターのカバレッジ範囲で使える可能性あり。)
各技術の特徴		24m径フェーズドアレイアンテナ ベントパイプ方式 地上でドップラー、遅延を補正	1m～1.5m径フェーズドアレイアンテナ eNodeB, EPCを衛星に搭載 ゲートウェイから離れていてもストア&フォワード通信でテキストメッセージの送受信が可能。	5-6m径フェーズドアレイアンテナ ドップラー補正	グローバルスターの衛星通信機能を利用
関連制度	無線通信規則	・利用周波数にMSSの追加分配が必要 ・移動衛星業務に割り当てのない周波数を利用のため4.4条適用	・利用周波数にMSSの追加分配が必要 ・移動衛星業務に割り当てのない周波数を利用のため4.4条適用	・利用周波数にMSSの追加分配が必要 ・移動衛星業務に割り当てのない周波数を利用のため4.4条適用	既存MSS分配周波数で利用可能 (L/S帯)
	国内導入時	携帯電話端末が衛星と直接通信することによる制度上の課題(無線局の種別、免許等)を解決したうえで、制度整備が必要	携帯電話端末が衛星と直接通信することによる制度上の課題(無線局の種別、免許等)を解決したうえで、制度整備が必要	携帯電話端末が衛星と直接通信することによる制度上の課題(無線局の種別、免許等)を解決したうえで、制度整備が必要	MSSシステムとしては制度化済み。
	標準規格	3GPP Rel-8以降(LTE)	3GPP Rel-8以降(LTE)	3GPP Rel-8以降(LTE)	—
ユースケース		モバイルネットワークカバレッジの大幅な拡大 大規模災害時等におけるモバイルネットワークの復旧	モバイルカバレッジ外でのメッセージサービス、 緊急通報	モバイルカバレッジ外でのメッセージサービス、 緊急通報	モバイルカバレッジ外での緊急通報

その他、以下ニュースあり

- ・華為のスマホ「Mate 50」が測位衛星「北斗」を利用した緊急時におけるテキストと位置情報の発信に対応 (送信のみ)
- ・ZTEが携帯電話端末と3万6000km (キロメートル) 離れた通信衛星間の超長距離直接接続に成功。



NTN技術ロードマップ 比較表：衛星IoT

		Skylo	OmniSpace	Echostar Mobile	Lucuna Space	OQ Technology	Satelist
衛星		GEO	LEO	GEO	LEO	LEO	LEO
サービスリンク周波数		L-band (Inmarsat衛星を利用)	Sバンド/3GPPバンドn256	Sバンド Licensed周波数	Sバンド Licensed周波数	Sバンド Licensed周波数	周波数不明
端末		専用端末 21 x 21 x 3 cm	5G IoT端末 (3GPP Rel17)	LR-FHSS対応Lora端末	LR-FHSS対応Lora端末 +専用アンテナ	5G IoT端末	5G IoT端末 (3GPP Rel17)
サービス		衛星通信専用端末をホットスポットとしてセンサー類と接続	5G IoT端末から直接衛星と通信	Lora端末から直接衛星と通信	Lora端末から直接衛星と通信	5G IoT端末から直接衛星と通信	5G IoT端末から直接衛星と通信
カバレッジ		極域を除くグローバル (現在はインドのみ)	グローバル LEOコンステレーションによるサービス	欧州のみ EchoStar XXI (静止衛星: 10.25°E) によるサービス	グローバル LEOコンステレーションによるサービス (約500km)	グローバル LEOコンステレーションによるサービス	グローバル LEOコンステレーションによるサービス
各技術の特徴			地上のネットワークと統合して5G IoTカバレッジを拡大	地上のLoRaネットワークと統合してカバレッジを拡大	地上のLoRaネットワークと統合してカバレッジを拡大	地上のネットワークと統合して5G IoTカバレッジを拡大	地上のネットワークと統合して5G IoTカバレッジを拡大
関連制度	無線通信規則	既存衛星を利用するため特有の課題は発生しない	既存MSS分配周波数で利用可能 (S帯)	既存MSS分配周波数で利用可能(S帯)	既存MSS分配周波数で利用可能(S帯)	既存MSS分配周波数で利用可能(S帯)	—
	国内導入時		原則システム毎に規定が設けられるため、制度整備が必要	原則システム毎に規定が設けられるため、制度整備が必要	原則システム毎に規定が設けられるため、制度整備が必要	原則システム毎に規定が設けられるため、制度整備が必要	原則システム毎に規定が設けられるため、制度整備が必要
	標準規格		3GPP Rel 17 NTN	LR-FHSS	LR-FHSS	—	3GPP Rel 17 NTN
ユースケース							

		HAPS
衛星		HAPS
サービスリンク周波数		3GPP周波数 パートナーMNOの周波数を利用
端末		既存携帯電話端末(3GPP)_LTE/5G
サービス		テキスト、音声、ブロードバンド
カバレッジ		直径200km圏
各技術の特徴		フットプリント固定技術
関連制度	無線通信規則	2GHz帯は利用周波数として特定済。 (更に、WRC-23議題1.4として、周波数追加特定、2GHz帯含む利用周波数の規制見直し、高度定義等の検討中)
	国内導入時	既存携帯電話基地局とは異なる無線局として制度整備が必要
	標準規格	3GPP (HAPS BS規格)
ユースケース		<ul style="list-style-type: none"> ・モバイルネットワークカバレッジの大幅な拡大 ・大規模災害時等におけるモバイルネットワークの復旧 ・次世代通信へのマイグレーションサポート ・低遅延通信の実現

VHTS (Very High Throughput Satellite)

衛星概要		多数のスポットビームを配置して周波数の再利用を行うことにより従来の静止衛星より数十倍以上の容量を持つ衛星をHTSと呼ぶが、さらに大きな容量を持った次世代の衛星はVHTSと呼ばれる SESによるKonnect VHTS (500Gbps)やViasatによるViasat-3(>1Tbps)が計画されている。これらの衛星はサービスリンクでKa帯を利用する。Viasat-3は3機でほぼグローバルなカバレッジを提供。
技術		数千ビームをサポートするための大電力 (20kW)サポート 打ち上げ後にも帯域をフレキシブルに需要の少ないエリアから需要の多いエリアに再割り当て可能
端末		VSAT、ESIM (既存の静止衛星で使われている端末が利用可能) スループット: > 100Mbps
ユースケース		ルーラルエリア船舶航空機向けブロードバンド、モバイルバックホール、災害時用バックアップ回線 今までよりもより広範囲で低コストで利用可能に。
関連制度	無線通信規則	既存FSS分配周波数で利用可能可能 (Ku/Ka/Q/V帯等)
	国内導入時	割当済みFSS周波数の制度内にて利用可能
	標準規格	DVB-S2X(ETSI規格) 等
その他		

SDS (Software Defined Satellite)

衛星概要		従来の衛星と異なり衛星の打ち上げ後にビームデザインの変更が可能。ビーム配置、サイズ、帯域、パワーをダイナミックに変更することが可能 スカパーJSATのSuperbird-9、IntelsatのIS-42、IS-43、IS-41、IS-44、InmarsatのGX7、8、9等が計画されている。サービスリンクでKu帯、Ka帯を利用する。GX7、8、9は数千ビームを同時に配置可能。
技術		最新のデジタル処理とフェーズドアレイアンテナで数千ビームをダイナミックに配置変更可能
端末		VSAT、ESV、ESIM（既存の静止衛星で使われている端末が利用可能） スループット：> 100Mbps
ユースケース		ルーラルエリア、船舶、航空機向けブロードバンド、モバイルバックホール、災害時用バックアップ回線 今までよりもより広範囲で低コストで利用可能に。
関連制度	無線通信規則	既存FSS分配周波数で利用可能可能（Ku/Ka/Q/V帯等）
	国内導入時	割当済みFSS周波数の制度内にて利用可能
	標準規格	DVB-S2X(ETSI規格) 等
その他		

OneWeb

衛星概要		<ul style="list-style-type: none"> ・軌道高度1,200kmに588基の機体からなるコンステレーションを構成 (Gen-1) ・グローバルカバレッジ (海上含む)
技術	光通信	・Gen-1では未実装。Gen-2での衛星間光リンク実装を検討予定。
	周波数	<ul style="list-style-type: none"> ・サービスリンク：Ku帯 ・フィーダーリンク：Ka帯 ※V/E帯 (Gen-2で実装検討中)
	地上局	・全世界に40-50箇所設置予定
ユースケース		<ul style="list-style-type: none"> ・BCP/遠隔地/陸上移動向けブロードバンド通信 ・船舶/航空機向けブロードバンド通信
関連制度	無線通信規則	既存FSS分配周波数で利用可能 (Ku/Ka帯)
	国内導入時	Gen-1は制度化済
	標準規格	欧州標準 <ul style="list-style-type: none"> ・ECC Report 271 ・ECC Decision (18)05 ・ETSI EN 303 980
国際連携の可能性		<ul style="list-style-type: none"> ・太陽光パネル技術 ・デブリ除去技術

Starlink

衛星概要		SpaceX社による衛星コンステレーション（高度約550km） 3,000基以上を打ち上げ済み。FCCからは12,000基の打ち上げを許可済み。 下り最大スループット500Mbps サービスリンクはKu帯を使用（Ka帯、V帯の使用も計画） Gen-2コンステレーションでは30,000基（高度約330km～610km）の打ち上げを計画
技術		最新のデジタル処理とフェーズドアレイアンテナを採用 衛星間レーザーリンク（ISL）の採用によりゲートウェイから離れた場所でも通信サービスの提供が可能（ISL搭載の衛星は現在打ち上げ中で2023年1Qよりサービス開始） Gen-2では通常のモバイルダイレクトの通信サービスも提供予定。
端末		Starlink専用端末。SpaceX社が製造。フェーズドアレイアンテナ。
ユースケース		ルーラルエリア、船舶、航空機向けブロードバンド、モバイルバックホール、災害時用バックアップ回線
関連制度	無線通信規則	既存FSS分配周波数で利用可能（Ku/Ka帯）
	国内導入時	Gen-1は制度化済
	標準規格	欧州標準 <ul style="list-style-type: none"> •ECC Report 271 •ECC Decision (18)05 •ETSI EN 303 981
国際連携の可能性		

SpaceMobile

衛星概要		AST SpaceMobile社による168基の衛星コンステレーション（高度約730km） 通常の携帯電話に直接通信サービスを提供（VoLTE、ブロードバンド通信） MNOパートナーの周波数を利用（3GPP周波数） 試験衛星BlueWalker3を2022年9月に打ち上げ。
技術		24mサイズのフェーズドアレイアンテナ ベントパイプ方式（eNBは地上に配置） ドップラーシフト及び遅延補正
端末		通常の携帯電話端末（3GPP端末）
ユースケース		モバイルネットワークカバレッジの大幅な拡大 大規模災害時等におけるモバイルネットワークの復旧
関連制度	無線通信規則	<ul style="list-style-type: none"> ・利用周波数にMSSの追加分配が必要 ・移動衛星業務に割り当てのない周波数を利用のため4.4条適用
	国内導入時	携帯電話端末が衛星と直接通信することによる制度上の課題(無線局の種別、免許等)を解決したうえで、制度整備が必要
	標準規格	3GPP Rel-8以降(LTE)
その他		楽天モバイルはSpaceMobileで使用するeNodeBを開発中

Lynk

衛星概要		Lynk社による衛星コンステレーション（高度約500km） 通常の携帯電話に直接通信サービスを提供（メッセージのみ、断続的サービス） MNOパートナーの周波数を利用（3GPP周波数） 5機の試験衛星を打ち上げ済み。2021年9月に地上の携帯電話との双方向通信に成功 商用衛星を1基打ち上げ済み。年内に合計4基打ち上げ、商用サービス開始予定。
技術		1-1.5mサイズのフェーズドアレイアンテナ eNB、EPCを衛星に搭載。ゲートウェイから離れた場所でもストアアンドフォワード通信が可能。 ドップラーシフト及び遅延補正
端末		通常の携帯電話端末（3GPP端末）
ユースケース		不感地帯における緊急通信 大規模災害時等における緊急通信
関連制度	無線通信規則	<ul style="list-style-type: none"> ・利用周波数にMSSの追加分配が必要 ・移動衛星業務に割り当てのない周波数を利用のため4.4条適用
	国内導入時	携帯電話端末が衛星と直接通信することによる制度上の課題(無線局の種別、免許等)を解決したうえで、制度整備が必要
	標準規格	3GPP Rel-8以降(LTE)
その他		

OmniSpace

衛星概要		OmniSpace社による衛星コンステレーション 5G端末に直接通信サービスを提供 周波数は3GPPバンドn256を利用 (Sバンド) 試験衛星Spark-1、Spark-2を打ち上げ済み (2022年4月及び5月) 。これらの衛星はNB-IoT向け。
技術		詳細非公開
端末		3GPP Rel.17準拠 バンドn256対応端末
ユースケース		IoTユースケース一般 (アセットトラッキング他)
関連 制度	無線通信規則	既存MSS分配周波数で利用可能 (S帯)
	国内導入時	原則システム毎に規定が設けられるため、制度整備が必要
	標準規格	3GPP Rel-17 NTN(NB-IoT)
その他		

EchoStar Mobile

衛星概要		EchoStar XXI（静止衛星：10.25°E）を利用 SバンドのLicensed周波数を利用 2022年7月より欧州においてLora端末に直接通信サービス提供開始をアナウンス
技術		地上のLoRaネットワークと統合してを利用可能。
端末		LR-FHSS対応Lora端末
ユースケース		IoTユースケース一般（アセットトラッキング他） Lora IoTサービスカバレッジ拡張
関連制度	無線通信規則	既存MSS分配周波数で利用可能(S帯)
	国内導入時	原則システム毎に規定が設けられるため、制度整備が必要
	標準規格	LR-FHSS
その他		

Lacuna Space

衛星概要		Lacuna Space社による衛星コンステレーション(約500km) キューブサット Lora端末に直接通信サービスを提供 周波数はSバンド (2GHz帯) 商用衛星を打ち上げ中 (4基打ち上げ済み、合計32基打ち上げ予定)
技術		ストアアンドフォワード通信 地上のLoRaネットワークと統合してを利用可能。
端末		LR-FHSS対応Loraモジュール + 専用アンテナ
ユースケース		IoTユースケース一般 (アセットトラッキング他) Lora IoTサービスカバレッジ拡張
関連制度	無線通信規則	既存MSS分配周波数で利用可能(S帯)
	国内導入時	原則システム毎に規定が設けられるため、制度整備が必要
	標準規格	LR-FHSS
その他		OminiSpace社との連携を発表 (2021年3月)、OminiSpace社のSバンド周波数をサービスに利用

OQ TECHNOLOGY

衛星概要		OQ TECHNOLOGY社による衛星コンステレーション（72基打ち上げを計画） 5G IoT端末に直接通信サービスを提供 Licensedバンドを使用（周波数不明） 衛星3基を打ち上げ済み
技術		詳細非公開 端末が衛星と通信している時だけ効率的に電力を使用する「wake-up」技術で米国特許を取得
端末		3GPP NB-IoT対応端末
ユースケース		IoTユースケース一般（アセットトラッキング他）
関連制度	無線通信規則	既存MSS分配周波数で利用可能(S帯)
	国内導入時	原則システム毎に規定が設けられるため、制度整備が必要
	標準規格	—
その他		

Sateliot

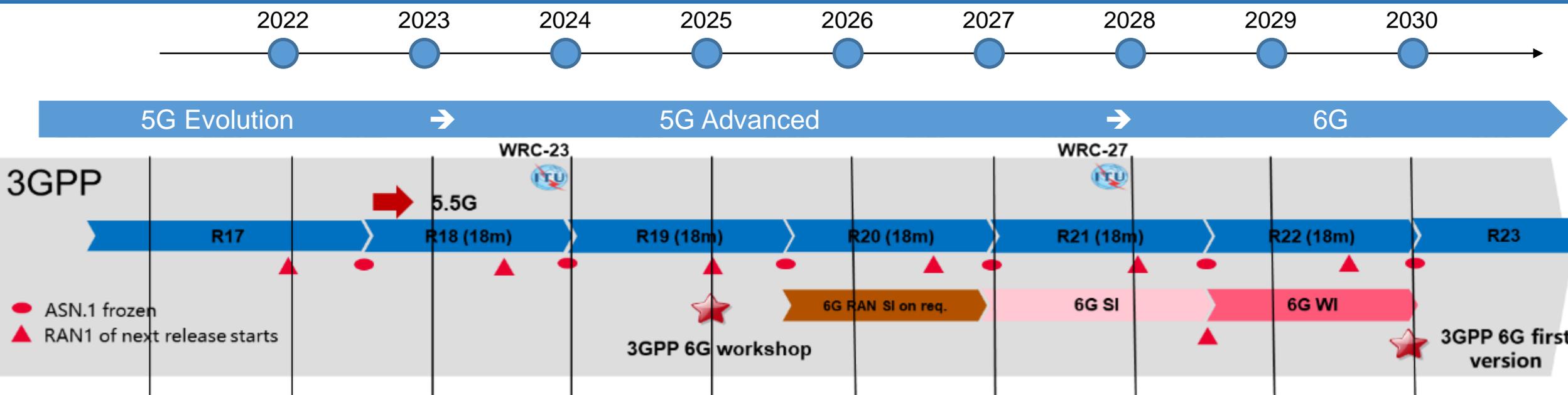
衛星概要		Sateliotによる衛星コンステレーション（100基打ち上げを計画） 最初の衛星を2021年3月に打ち上げ済み 5G NB-IoT端末に直接通信サービスを提供 Telefónicaと連携して2022年後半にプレ商用トライアルを開始予定。
技術		詳細非公開
端末		3GPP NB-IoT対応端末
ユースケース		IoTユースケース一般（アセットトラッキング他）
関連制度	無線通信規則	—
	国内導入時	原則システム毎に規定が設けられるため、制度整備が必要
	標準規格	3GPP Rel-17 NTN(NB-IoT)
その他		

HAPS

概要		<ul style="list-style-type: none"> 成層圏に飛行させた航空機などの無人機体（UAV）を通信基地局のように運用し、広域エリアに通信サービスを提供する 搭載された無線機により地上に向けて電波を放射し、LTEや5Gなどの通信ネットワーク接続を提供する
技術	ペイロード	<ul style="list-style-type: none"> FeederLinkの光無線開発（精追尾・粗追尾技術の確立／精度向上） 地上局干渉/禁止エリアを想定した電波管理技術開発（フットプリント固定、電波伝搬モデル/シミュレーション） Inter-HAPS技術確立（成層圏メッシュ構成構築/稼働率向上） 複数セル/大容量化
	バッテリー	<ul style="list-style-type: none"> 高密度化/軽量化（全固体電池化） 電池寿命向上/サイクル数の向上(次世代樹脂箔) 成層圏環境下安全性向上
	ソーラーパネル	<ul style="list-style-type: none"> 成層圏環境用途のモジュール開発 軽量化/高効率化
ユースケース		<ul style="list-style-type: none"> 農村/離島地域/3Dカバレッジ・災害時通信・IoT・センシングサービス（カメラ等）
関連制度	無線通信規則	2GHz帯は利用周波数として特定済。（更に、WRC-23議題1.4として、周波数追加特定、2GHz帯含む利用周波数の規制見直し、高度定義等の検討中）
	国内導入時	既存携帯電話基地局とは異なる無線局として制度整備が必要
	標準規格	3GPP（HAPS BS規格）
国際連携の可能性		<ul style="list-style-type: none"> 各種制度調整促進（ICAO,FAA,EASA,CASA）、国際周波数（ITU、3GPP）



NTN技術ロードマップ : 3GPP/標準化動向

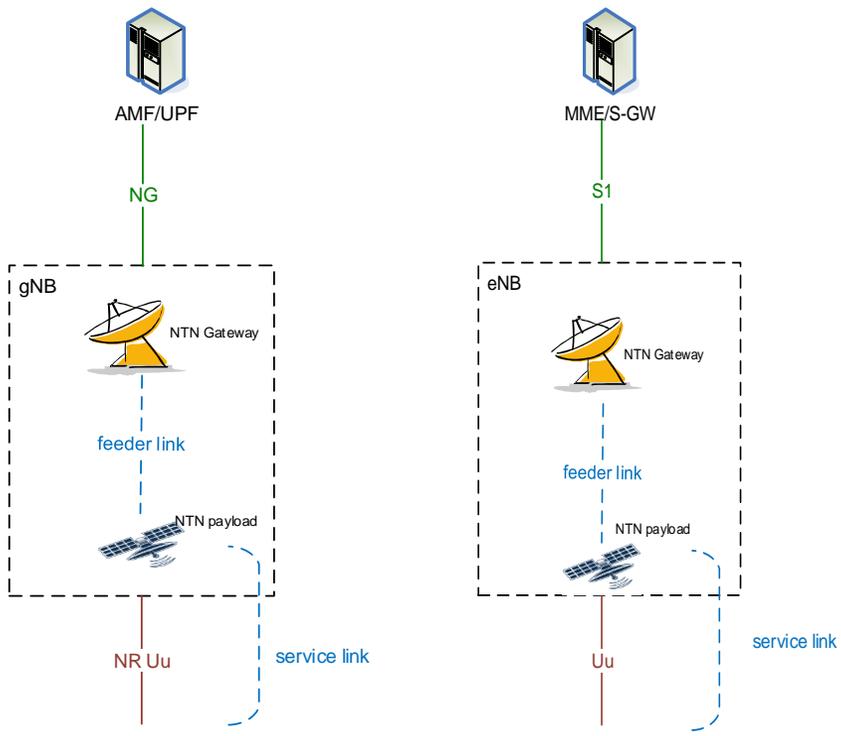


Convergence Service (TN-NTN)

<p>Define satellite features for 5G system and RAN.</p> <p>Elementary enhancements (Satellite Service Gen1)</p>	<p>Define enhanced satellite features for 5G system and RAN.</p> <p>Define 2nd enhanced satellite features for 5G system and RAN. (Satellite Service Gen2)</p>	<p>Design optimised taking into account characteristics of both terrestrial and satellite components against a set of common goals.</p> <p>Mega-Constellations, TN-NTN Convergence (Converge services)</p>
---	---	--

Note: this is an initial possible thoughts based on a plan from NTN proponents in [RWS-210074](#). ITU-R schedule referred from WP5D#39 Temp/526. The indicated schedule does not show any official info nor view of Scalability-WG contributors.

- 3GPPではRelease 15よりNTN: Non-Terrestrial NWの検討が開始され、Release 17で最初の仕様が規定された。Release 18以降も、引き続きNTNの拡張に向けた議論が進んでいる。
- なお、Release 17では、透過型NTNアーキテクチャによる、以下ユースケースをサポートしている
 - 5G NRをベースとした、ハンドセット端末のユースケース
 - NB-IoT/eMTCをベースとした、IoT端末のユースケース



NR NTN

NB-IoT/eMTC NTN

Types of NTN platforms(TR 38.821)

Platforms	Altitude range	Orbit	Typical beam footprint size
Low-Earth Orbit (LEO) satellite	300 – 1500 km	Circular around the earth	100 – 1000 km
Medium-Earth Orbit (MEO) satellite	7000 – 25000 km		100 – 1000 km
Geostationary Earth Orbit (GEO) satellite	35 786 km	notional station keeping position fixed in terms of elevation/azimuth with respect to a given earth point	200 – 3500 km
UAS platform (including HAPS)	8 – 50 km (20 km for HAPS)		5 - 200 km
High Elliptical Orbit (HEO) satellite	400 – 50000 km	Elliptical around the earth	200 – 3500 km

【参照】

- [NTN & Satellite in Rel-17 & 18](#)
- [RWS-210074](#)
- TR 38.821: Solutions for NR to support non-terrestrial networks (NTN), Release 16
- TR 21.917: Summary of Rel-17 Work Items, Release 17
- xxx

		3GPP NTN(Rel-17)非対応 Rel16以前	3GPP NR NTN (Rel-17)	3GPP NB-IoT/eMTC NTN(Rel-17)	Beyond 5G/6G
衛星		N/A	HAPS/LEO/GEO/MEO	HAPS/LEO/GEO/MEO	未定(HAPS/LEO/GEO/MEO)
サービスリンク周波数		3GPP周波数 パートナーMNOの周波数を利用			
端末		既存携帯電話端末(3GPP)	5G NR端末 (3GPP Rel17)	5G IoT端末 (3GPP Rel17)	未定
サービス		テキスト、音声、ブロードバンド	テキスト、音声、ブロードバンド	テキスト、音声、ブロードバンド	未定
カバレッジ		グローバル、ただしパートナーMNOの周波数が使える範囲			
各技術の特徴					
関連制度	無線通信規則	・利用周波数にMSSの追加分配が必要 ・移動衛星業務に割り当てのない周波数を利用のため4.4条適用	既存MSS分配周波数で利用可能 (S帯)	既存MSS分配周波数で利用可能 (S帯)	—
	国内導入時	携帯電話端末が衛星と直接通信することによる制度上の課題(無線局の種別、免許等)を解決したうえで、制度整備が必要	原則システム毎に規定が設けられるため、制度整備が必要	原則システム毎に規定が設けられるため、制度整備が必要	—
	標準規格	3GPP Rel-8以降(LTE)	3GPP Rel 17 NTN	3GPP Rel 17 NTN	—(3GPP Rel 19以降)
ユースケース		モバイルネットワークカバレッジの大幅な拡大 大規模災害時等におけるモバイルネットワークの復旧	モバイルネットワークカバレッジの大幅な拡大 大規模災害時等におけるモバイルネットワークの復旧	モバイルネットワークカバレッジの大幅な拡大 大規模災害時等におけるモバイルネットワークの復旧	未定

NTN System 3GPP Rel-15

Approach for 5G		Introduction of the NTN subject. Service requirements for 5G via satellite. Satellite propagation model definition & Issues for 5G support NTN.
NTN related standardization activities		<ul style="list-style-type: none"> • Deployment Scenarios and Related System Parameters (Satellites and HAPS) • 5G service requirements for 5G via satellite • Satellite propagation model definition & Issues for 5G support NTN
Tech.	RAN	<ul style="list-style-type: none"> • Study item (SI) on NTN scenarios and channel models: TR 38.811
	SA	<ul style="list-style-type: none"> • KPIs for a 5G system with satellite access: TS 22.261
Use case for satellite access		NR NTN IoT NTN
Possibility of international collaboration		Yes, at 3GPP

NTN System 3GPP Rel-16

Approach for 5G		Assessment of the issues. Study satellite features for 5G system and RAN.
NTN related standardization activities		<ul style="list-style-type: none"> • Study satellite features for 5G system and RAN* • Satellite architecture and key issues • Management and orchestration aspects <p>*HAPS could be considered as a special case of non-terrestrial access with lower delay/Doppler value and variation rate</p>
Tech.	RAN	<ul style="list-style-type: none"> • Study on solutions for NR to support non-terrestrial networks (NTN): <u>TR 38.821</u>
	SA	<ul style="list-style-type: none"> • Integration of Satellite Access in 5G : WID in SP-180326 ; TR 22.822 • Study on architecture aspects for using satellite access in 5G : WID in SP-181253 ; TR 23.737 • Study on management and orchestration aspects with integrated satellite components in a 5G network : WID in SP-190138; TR 28.808
Use case for satellite access		NR NTN IoT NTN
Possibility of international collaboration		Yes, at 3GPP

NTN System 3GPP Rel-17

Approach for 5G		Definition of Market enabling features. Define satellite features for 5G system and RAN.
NTN related standardization activities		<ul style="list-style-type: none"> Specify basic NTN features for 5G system and RAN Specify basic satellite features for LTE NB IoT/eMTC Specify NTN components in the 5G architecture Specify RF requirements based on the result of co-existence study
Tech.	RAN	<ul style="list-style-type: none"> TS 38 series referred in § 5.1.2 in TR21.917 (NR NTN) TS 36 and 38 series referred in § 5. 2 in TR21.917 (NB-IoT/eMTC for NTN)
	SA	<ul style="list-style-type: none"> TS 23, 24, 29 and 31 series referred in § 5.1.2 and 5.2 in TR21.917
Use case for satellite access		NR NTN IoT NTN
Possibility of international collaboration		Yes, at 3GPP

NTN System 3GPP Rel-18

Approach for 5G		Definition of enhancements optimizing performance and enabling new capabilities. Define enhanced satellite features for 5G system and RAN.
NTN related standardization activities		<ul style="list-style-type: none"> • Coverage enhancement for direct smart phone connection • UE location verification for PLMN selection • Support for non-continuous coverage with sparse constellation • Support of Satellite Backhauling
Tech.	RAN	<ul style="list-style-type: none"> • NR NTN (Non-Terrestrial Networks) enhancements : WID in RP-223534 • Introduction of the satellite L/S-band for NR: WID in RP-223485 • IoT (Internet of Things) NTN (non-terrestrial network) enhancements: WID in RP-223519 • NB-IoT/eMTC core & performance requirements for Non-Terrestrial Networks (NTN): WID in RP-223437
	SA	<ul style="list-style-type: none"> • Enhancement to the 5GC LoCation Services : SID in SP-211637 • Study on Support of Satellite Backhauling in 5GS : SID in SP-211317 • Study on satellite access Phase 2 : SID in SP-211651
Use case for satellite access		NR NTN IoT NTN
Possibility of international collaboration		Yes, at 3GPP

NTN System 3GPP Rel-19 (preliminary forecast as the standardization is not start yet)

Approach for 5G		<ul style="list-style-type: none"> • Definition of 2nd set of enhancement optimizing performance and enabling new capabilities
NTN related standardization activities		<ul style="list-style-type: none"> • Define 2nd enhanced satellite features for 5G system and RAN • RAN and AS enhancement for global seamless coverage supported by satellite constellation
Tech.	RAN	<ul style="list-style-type: none"> • Some continuations from Rel-18 (e.g. further performance enhancements, regenerative architecture); TN-NTN, NTN-NTN with regenerative architecture
	SA	<ul style="list-style-type: none"> • Seamless coverage with satellite constellation; UPF on board; E2E
Use case for satellite access		<p>NR NTN IoT NTN</p>
Possibility of international collaboration		<p>Yes, at 3GPP</p>

NTN System 3GPP Rel-20 (preliminary forecast as the standardization is not start yet)

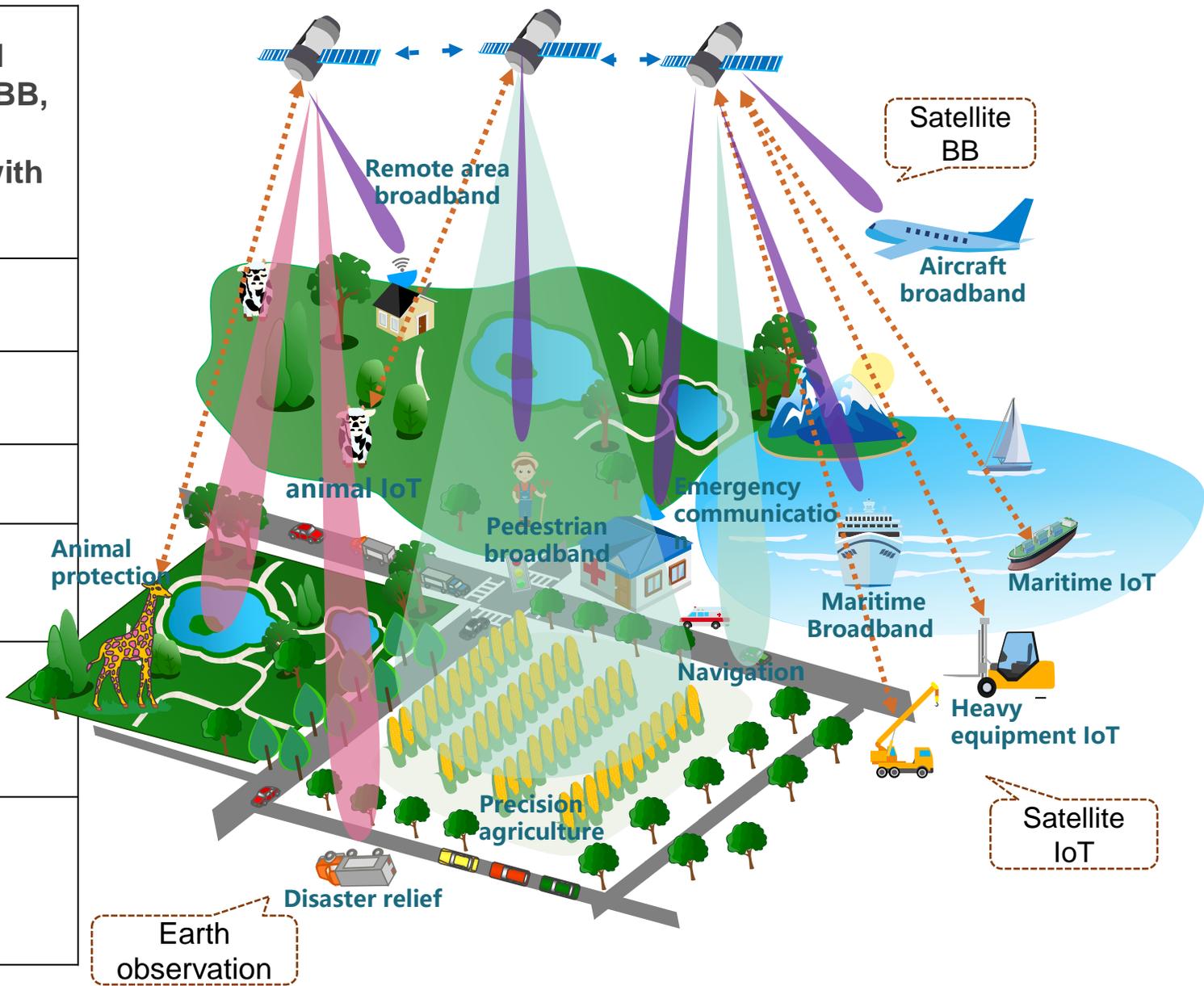
Approach for 5G		<ul style="list-style-type: none"> • Contribution to initial 6G work. . 6G Use cases & preliminary requirements (service, radio, access) and early enabling.
NTN related standardization activities		<ul style="list-style-type: none"> • 6G Use cases & preliminary requirements (service, radio, access) and early enabling features
Tech.	RAN	Unified 6G design, taking into account the characteristics of both TN and NTN
	SA	
Use case for satellite access		
Possibility of international collaboration		Yes, at 3GPP

Convergence Service (TN-NTN)

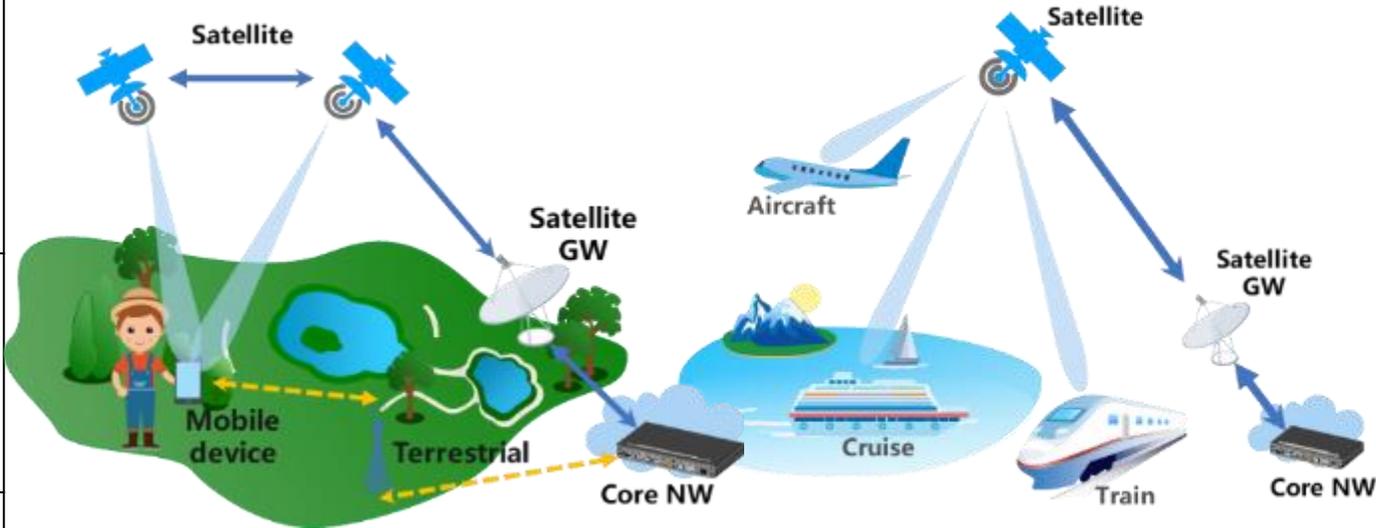
Satellite Overview		<ul style="list-style-type: none"> • Constellation consisting of >1000 number of satellite objects. • Global Coverage
TECHNOLOGY	Optical Communications	<ul style="list-style-type: none"> • 100Gbps for one link (4 links per satellite)
	mobile direct	<ul style="list-style-type: none"> • YES
	etc	<ul style="list-style-type: none"> • Air interface protocols for deep integrated NTN-TN Convergence. • TN-NTN&NTN-NTN multi-connection capabilities. • Multi-Sat Coordinated transmission capabilities. • Advanced spectrum sharing and anti-interference mechanisms.
Use Case / Required Conditions		<ul style="list-style-type: none"> • Provision of Broadband Communications for Ships / Aircraft / etc., • Connect the unconnected conventional users. • Wide range IoT objects.
Possibility of International Cooperation		<ul style="list-style-type: none"> • YES

活用事例

Use case overview		This shows an overall NTN-TN convergence image. Satellite BB, Satellite IoT, Satellite Observations are integrated with TN communication.
KPI	Throughput	>100Mbps
	Latency	<20ms
	Coverage	Rural areas, ocean, etc.
Terminal type		Dish terminal(fixed) Mobile phone
Frequency		Ku Ka sub-6G
Expected Service Provided Timing		Year 2025~30

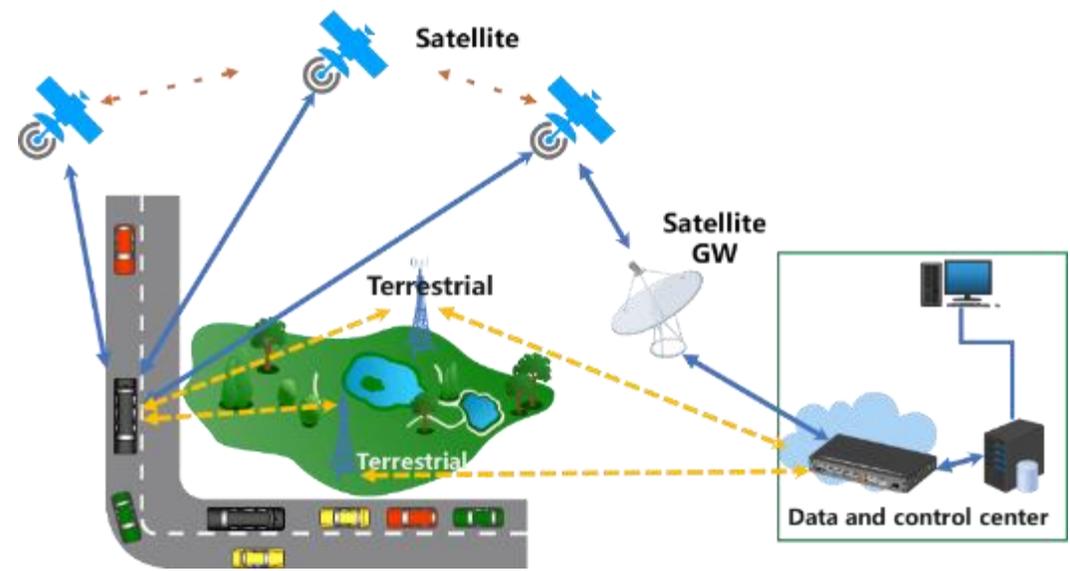


Use case overview		Connectivity to conventionally unconnected objects with Satellite-broadband . (convergence of TN and NTN-BB)
KPI	Throughput	<ul style="list-style-type: none"> >100Mbps for moving platforms >10Mbps for cellphone >1Mbps for first responder
	Latency	<ul style="list-style-type: none"> <20ms
	Coverage	<ul style="list-style-type: none"> Rural areas, ocean, etc.
Terminal type		<ul style="list-style-type: none"> Dish terminal on platforms Handset type mobile phone
Frequency		<ul style="list-style-type: none"> Ku Ka for dish terminals Sub-6GHz for mobile phones
Expected Service Provided Timing		Year 2025~30



Mobile broadband for cellphone

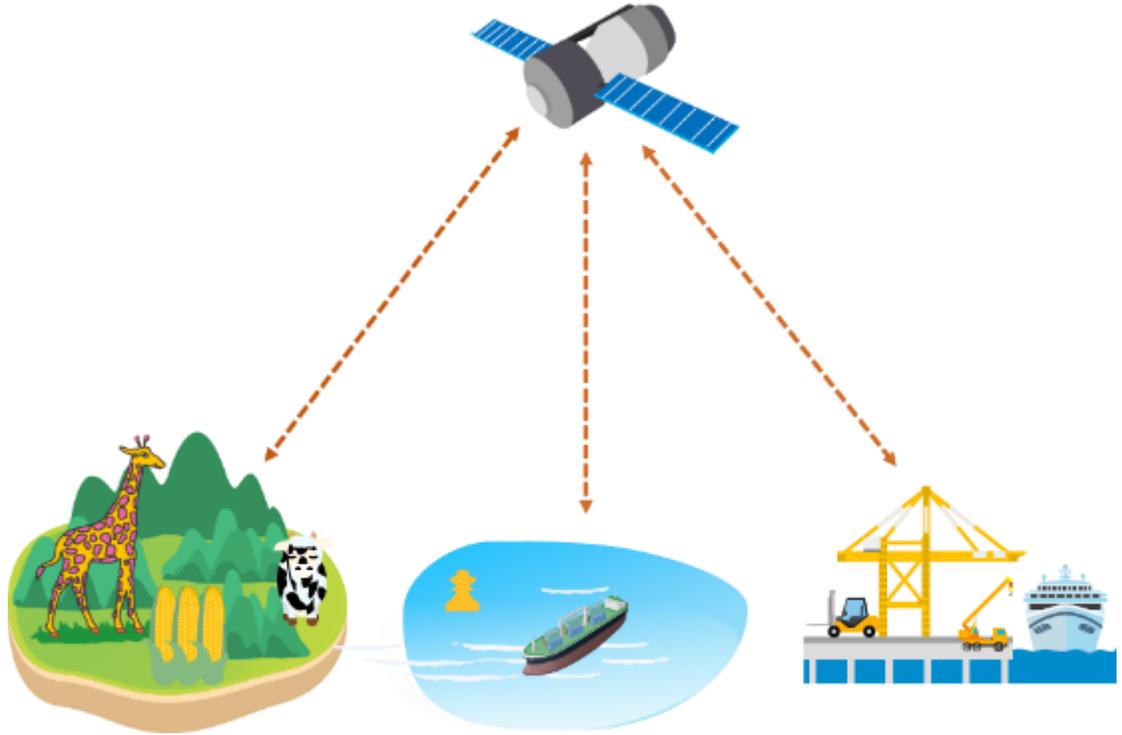
Broadband on the move



First Responder communication and disaster relief

Use case overview		Expand IoT service coverage, collecting information in conventionally TN unconnected, such as buoys, containers and animals in forests. (convergence of TN and NTN IoT services)
KPI	Throughput	Kbps level
	Latency	No requirement
	Coverage	Rural areas, ocean, etc.
Terminal type		Portable
Frequency		Low band (such as L ,S, etc.)
Expected Service Provided Timing		Year 2025~30

Lower band-width, extremely wide-range coverage

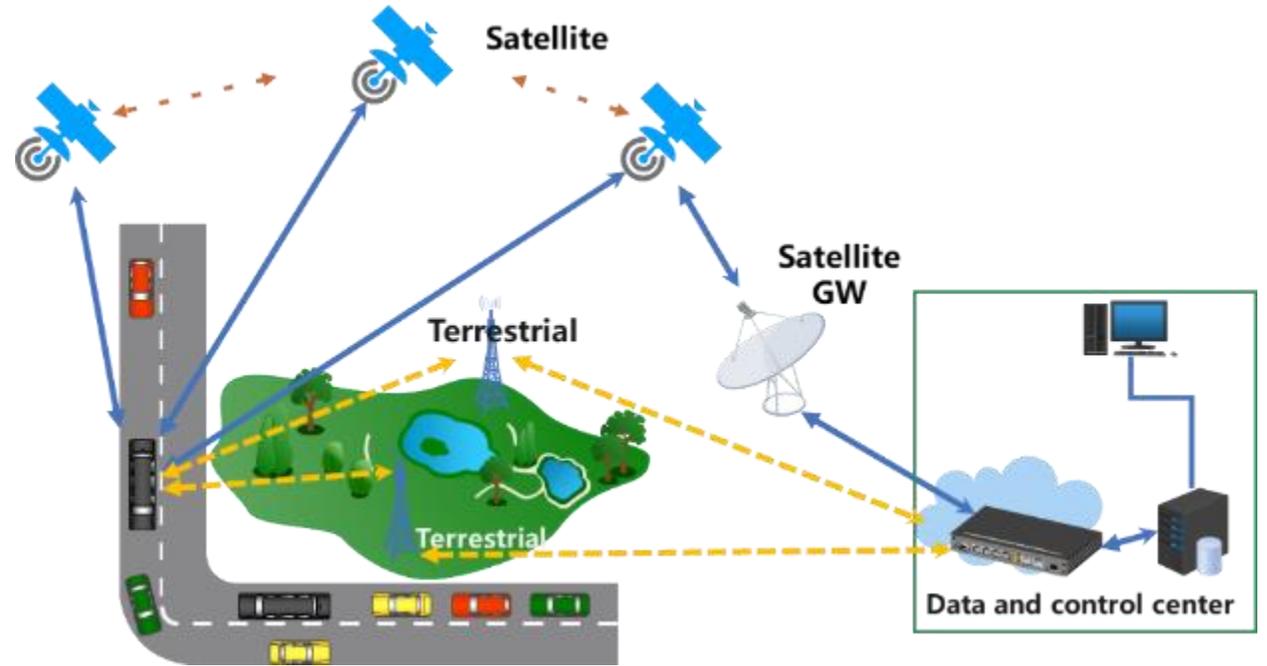


Technical Challenges and issues/difficulties to overcome this scenario includes;

1. Unified Protocol and Multi-Connection Technology for IMT and satellite
2. Intelligent High Dynamic Routing and Inter-satellite Optical Interconnection Tec.
3. Satellite-Ground Network O&M and Resource Management
4. Unified terminal for IMT and satellite communication

Highly expected international cooperation to overcome such challenges/issues.

High accuracy required scenario with Low Latency in Satellite communication.



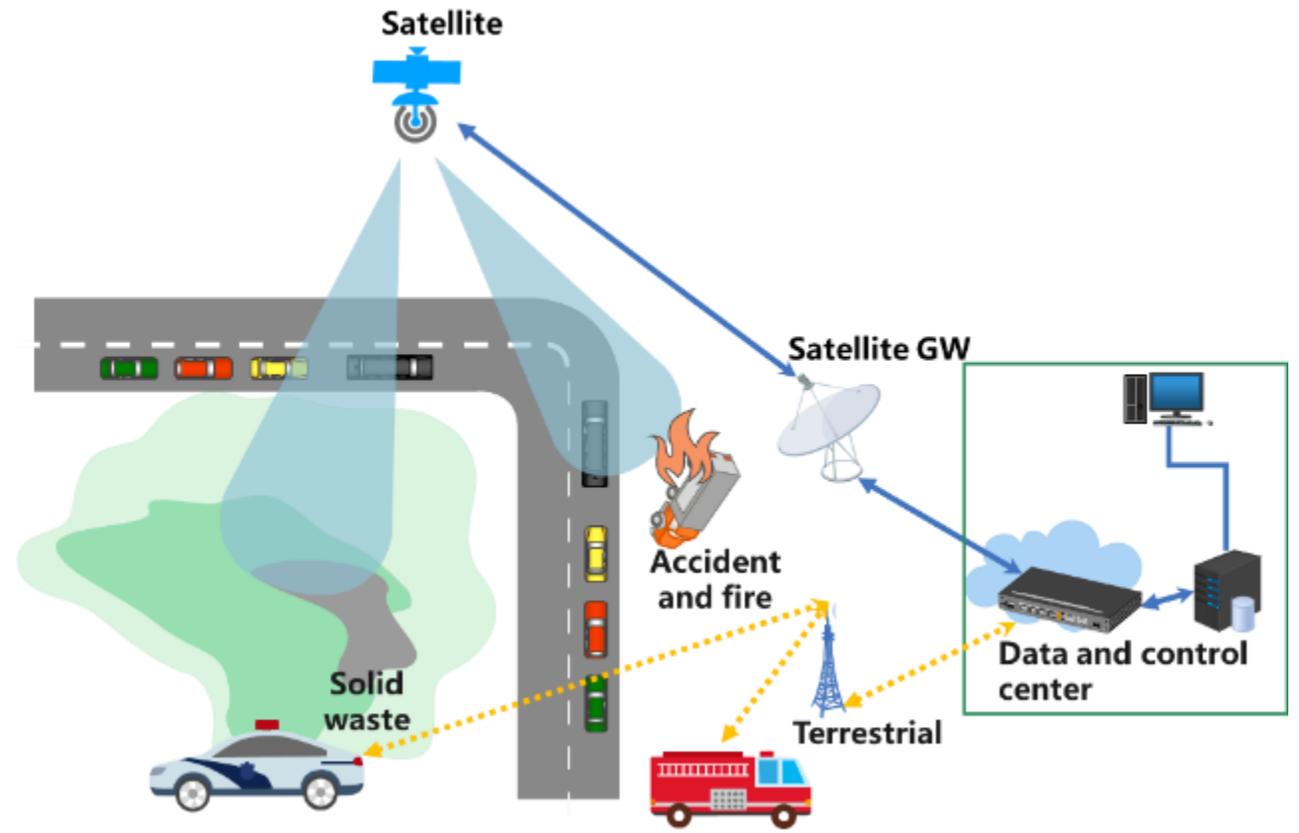
Technical Challenges and issues/difficulties to overcome this scenario includes;

1. Unified Protocol and Multi-Connection Technology for IMT and satellite
2. Intelligent High Dynamic Routing and Inter-satellite Optical Interconnection Tec.
3. Satellite-Ground Network O&M and Resource Management
4. Unified terminal for IMT and satellite communication

Highly expected international cooperation to overcome such challenges/issues.

Use case overview		Integration of positioning and navigation for critical applications, such as remote driving, precise agricultural applications. (convergence of GNSS and communication)
KPI	Throughput	No requirement
	Latency	<20ms
	Coverage	Full coverage of earth
Terminal type		Convergent terminal for positioning and communication
Frequency		No requirement
Expected Service Provided Timing		Year 2025~30

Sensing and Communication Service Integration



Technical Challenges and issues/difficulties to overcome this scenario includes;

1. Unified Protocol and Multi-Connection Technology for IMT and satellite
2. Intelligent High Dynamic Routing and Inter-satellite Optical Interconnection Tec.
3. Satellite-Ground Network O&M and Resource Management
4. Unified terminal for IMT and satellite communication

Highly expected international cooperation to overcome such challenges/issues.

Use case overview		Remote sensing and data transferring by the same satellite node. (convergence of Earth observation and Communication)
KPI	Throughput	>100Mbps for data transfer xx resolution for earth observation
	Latency	<20ms
	Coverage	Full coverage of earth
Terminal type		Dish terminal Mobile terminal
Frequency		Ku Ka and Low band
Expected Service Provided Timing		Year 2025~30

活用技術	GEO or LEO + 画像解析		
ユースケース	シングルボードコンピュータと組み合わせた 鉄道周辺の河川と積雪の測位・遠隔監視		
ユースケース 概要	河川付近に設置したカメラで水位と積雪の測位 を画像または動画を解析する事により実現する		
既存 ソリューション	なし		
KPI	Throughput	Latency	Coverage
	数Mbps	-	僻地
課題	<ol style="list-style-type: none"> 1. 対応人員不足による測定不可 2. 危険を伴う作業の人的被害回避 3. 積雪が多い日は物理的に測定不可 		
想定 メリット・効果	<ol style="list-style-type: none"> 1. 天候に左右されない測定情報の取得 2. 人員不足を補い、データ解析の利用による稼働負荷削減 		
実現可能時期	2023~2025年		



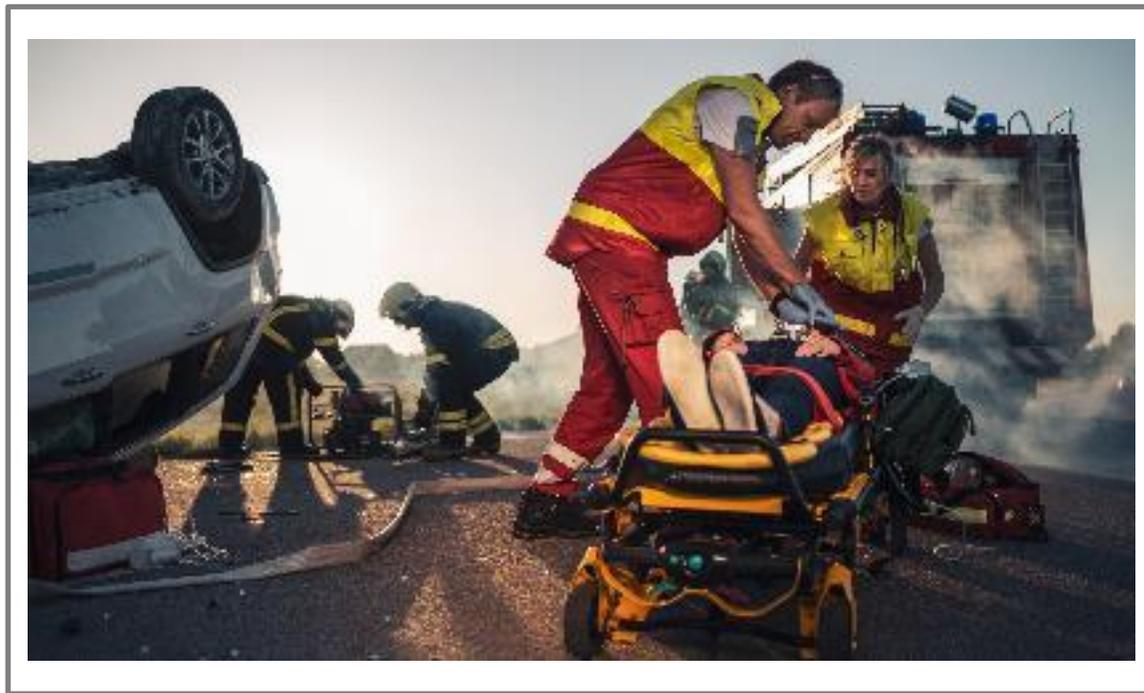
温暖化が進み積雪が少なくなる傾向が見られる一方で、昨今の異常気象により様々な自然災害が発生している。そのような状況下における河川付近での作業は危険を伴い、最悪のケースに至る事も考えられる。測位作業を機械化する事により危険回避ができるうえに、画像解析による測位によって人による測位のバラつきもなくなり、データの精緻化が見込まれる。災害大国としてデータを残し、日本はもとより海外への発信に役立てて行く事にも期待が高まる。

活用技術	GEO or LEO + LPWA		
ユースケース	LPWAと組み合わせた放牧牛の頭数管理		
ユースケース概要	LPWA採用のTagを牛に取り付け、広大な牧場で動き回る牛の頭数管理の自動化を実現		
既存ソリューション	なし		
KPI	Throughput	Latency	Coverage
	数Mbps	-	郊外
課題	<ol style="list-style-type: none"> 1. 公共牧場における人的稼働費の抑制 2. 広大な牧場における見回りの稼働負荷削減 		
想定メリット・効果	稼働費・時間の抑制と人員（働き手）不足への対処軽減		
実現可能時期	2023～2025年		



広大な牧場を歩き回りながらの見回りは身体的負担が大きく、目つナンバリングされた牛を一頭ずつ管理する事は容易ではない。初期導入として、頭数管理における稼働費・負荷の軽減が見込まれるが、将来的には牧場で有する独自の体調管理システム（要LTE通信）とのコラボレーションによる管理にも期待が高まる。また、牛に限らず他の畜産へも転用が可能と考えられる。放牧面積観点で見ると、海外（US、オーストラリア等）の方が日本より面積はゆうに広く、海外での需要も見込まれる。

活用技術	LEO		
ユースケース	災害医療現場と病院との連絡手段		
ユースケース概要	緊急災害医療車にアンテナを取り付け、災害現場と病院間の連携・EMISへのアクセスを実現		
既存ソリューション	なし		
KPI	Throughput	Latency	Coverage
	数十Mbps	-	都市部/郊外
課題	災害現場での通信不可による； 1. 近隣病院との連絡不可（連携不可） 2. EMISのアクセス不可（システム連携不可）		
想定メリット・効果	1. 治療方法や搬送先決定までの時間短縮 2. 通信機器を利用した現場対応者のスムーズな情報連携		
実現可能時期	2023～2025年		



災害現場での医療行為や病院との連絡手段に限らず、EMIS（広域災害救急医療情報システム）へのアクセスを可能にする事により、近隣病院の稼働状況を確認しながら、適切な治療・搬送が可能となる。また、健康情報（病歴、通院履歴等）を一元管理可能なプラットフォームと連携をする事で、該当患者が抱える疾病や服薬履歴などを考慮した最適な治療の提供も可能となる。連絡手段としての通信とデータが繋がる手段としての通信の両側面を持ち合わせた、NTN推進の先進的な取組として期待される。

活用技術	LEO + EV		
ユースケース	災害時に電気自動車で電源と通信を供給		
ユースケース概要	電気自動車にアンテナを搭載し被災地で需要が見込まれる電源と通信の提供を実現する		
既存ソリューション	なし		
KPI	Throughput	Latency	Coverage
	数十Mbps	-	都市部/郊外
課題	避難所での電力と通信の確保		
想定メリット・効果	通信が利用できる事による； 1. 安否確認利用による情報発信と自治体による被害状況データの収集 2. 心的ストレスの軽減 3. 周辺情報（被害状況・物資配布等）取得		
実現可能時期	2023～2025年		



出典：https://www.softbank.jp/corp/news/press/sbkk/2022/20220214_01/

今や生活に欠かせない通信は、災害時は特に情報収集とコミュニケーションにおいて利用が見込まれる。日常的に利用可能な通信が災害時に利用不可となる事で不安になる被災者も多く、心的ストレスの軽減にも期待が寄せられる。

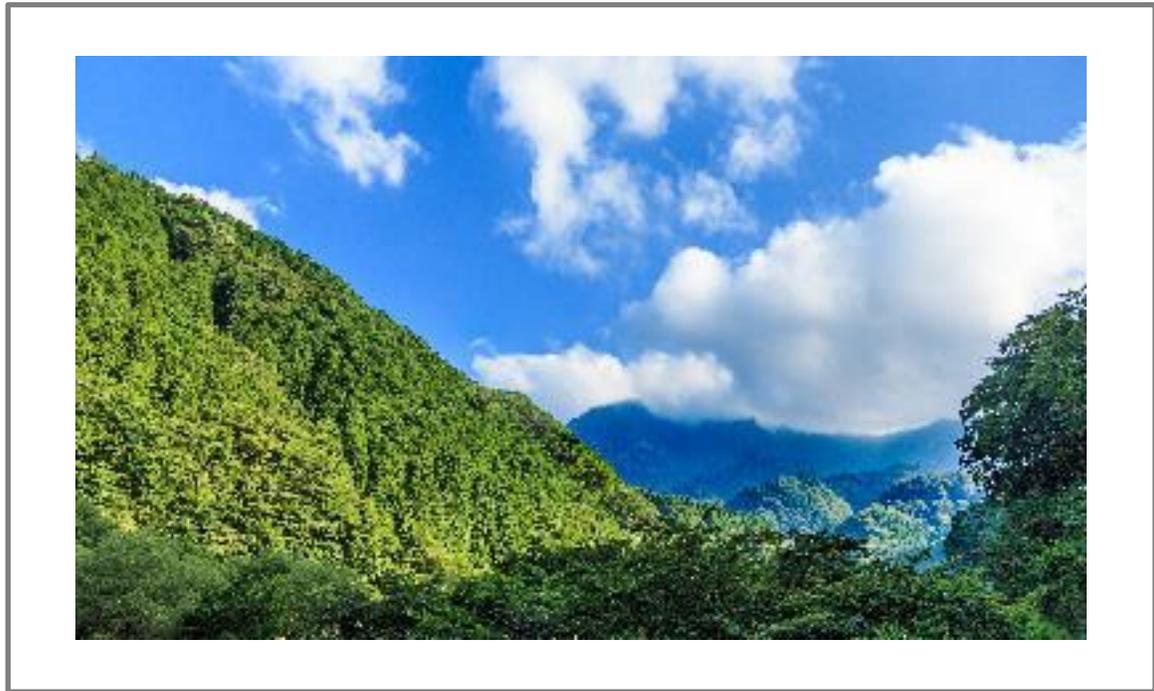
また、本ケースは災害時利用に留まらず、一時利用を目的としたイベントなどへの転用も考えられ、準備に期間を要する有線での通信提供に変わる手段としても利用が見込まれる事が想定される。

活用技術	LEO/HAPS + Connected car		
ユースケース	Connected carにおけるeCallの標準化		
ユースケース概要	車両に通信機器を搭載する事により、eCallを利用した事故車両の救済を実現する		
既存ソリューション	なし		
KPI	Throughput	Latency	Coverage
	数十Mbps	-	都市部/郊外
課題	<ol style="list-style-type: none"> 1. 通信不可エリアで事故が発生した場合に外部と連絡が取れず救助要請不可 2. 連絡が可能でも搭乗者が通話可能な状態にない場合、救助遅延に繋がる 		
想定メリット・効果	<ol style="list-style-type: none"> 1. 携帯電話サービスが圏外のエリアでもeCallの利用ができ救助可能ケースが拡大 2. 通信をベースにしたIoT連携や車輛搭載システムの更新 		
実現可能時期	2025~2030年		



2018年4月1日から欧州連合内で販売される新車にeCallの装備が義務付けられた。自動運転技術が進歩を見せ「安全走行」にフォーカスを当てた進化が見られる一方で、事故発生後にフォーカスを当てたeCallサービスの導入も今後、需要が見込まれる。携帯電話サービス圏外エリアもまだまだ存在するため衛星通信でのカバーに期待が寄せられる。また、IoTと連携する事で走行情報の蓄積から、自動車保険とのデータ連携による保険料の見直し、車両メンテナンス時期の検知にも応用が期待される。

活用技術	HAPS		
ユースケース	山間部での連絡手段		
ユースケース概要	林業従事者の緊急用連絡手段として活用		
既存ソリューション	なし		
KPI	Throughput	Latency	Coverage
	数十Mbps	-	郊外/山中
課題	山中は不感地帯のため、従事者が負傷した場合に救助の連絡が出来ず命の危険を伴う		
想定メリット・効果	<ol style="list-style-type: none"> 1. 山中で負傷した方の人命救助 2. 作業者同士、遠隔対応者との業務連絡 3. 樹木の生育状況を現場から写真で連携する業務効率化 		
実現可能時期	2025～2030年		



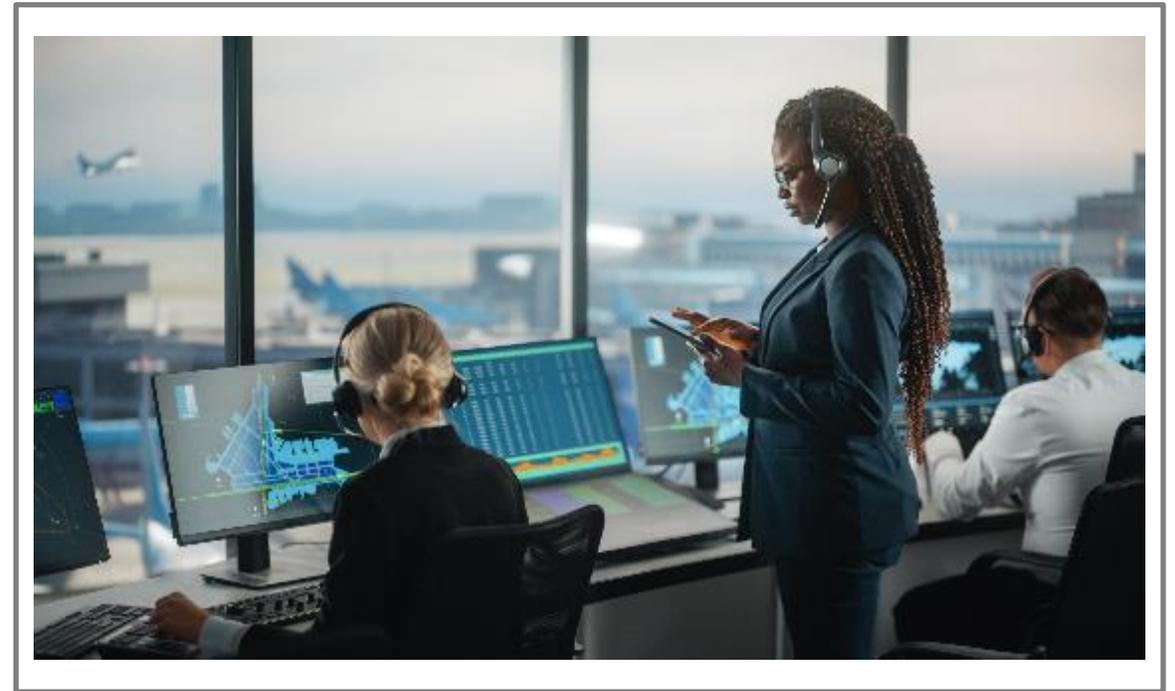
農林水産省のデータによると、平成27年時点で林業従事者の数は4.5万人（うち65歳以上が1.1万人）であり、平成2年との比較で5.5万人減（65歳以上は0.3万人減）となっている。現在の従事者を危険から守る観点では緊急用の連絡手段として、産業全体での従事者減少と高齢化の観点ではIoTの推進手段として活用が見込まれる。平成15年度から開始された「緑の雇用」事業において、未経験者の就職も一定数いる中で、遠隔での監視や作業指示は大いに活用が期待される。

活用技術	HAPS + 位置情報		
ユースケース	小型無人機による配送		
ユースケース概要	小型無人機に位置情報を持たせることにより、一意の場所への無人配送		
既存ソリューション	なし		
KPI	Throughput	Latency	Coverage
	数Mbps	-	都市部/郊外
課題	<ol style="list-style-type: none"> 1. フードデリバリー、フリマアプリが需要を見せる中での配達人員不足 2. 配送料の無料化等における運送業のコスト負担増 3. 再配達による運送業の稼働増 4. エアモビリティ実現に向けた法整備 		
想定メリット・効果	<ol style="list-style-type: none"> 1. 小規模な荷物の配送負担減 2. データ管理における運送業のDX化 		
実現可能時期	2025～2030年		



各種新サービスと新型コロナウイルスの影響拡大も相まって、配送需要は増加の一途を辿っている。課題の浮き彫りとなるのは、配達人員の不足である。小型無人機に位置情報のデータを持たせ、設定した一意の場所に物を届けるサービスは、運送業の稼働・燃料削減が見込まれると同時に、即日配達を希望するユーザへも近隣のロジセンターから発送が可能となるなどメリットが見込まれる。また、災害時の物資運搬にも活躍の場が考えられる。一方で、小型無人機が空を飛び荷物を配送するにあたっての制度が整っていないのが現状である。法整備がなされ、スムーズな空の配達が可能となることが期待される。

活用技術	HAPS + センシング + 位置情報		
ユースケース	管制の高度化による高密度運航		
ユースケース概要	ネットワークとセンシングを掛け合わせ 運航・経路の最適化を実現		
既存ソリューション	なし		
KPI	Throughput	Latency	Coverage
	数十Mbps	数ミリ秒～ 数十ミリ秒	都市部/郊外 海上
課題	<ol style="list-style-type: none"> 1. 離陸・着陸の待ち時間の長時間化 2. 運行経路の判断情報（データ）取得 		
想定メリット・効果	<ol style="list-style-type: none"> 1. 位置情報とセンシング情報を活用した離発着待ち時間の短縮 2. より詳細な気象データの活用による運航経路の決定 3. 最適経路運航によるCO₂排出量削減 		
実現可能時期	2030年以降		

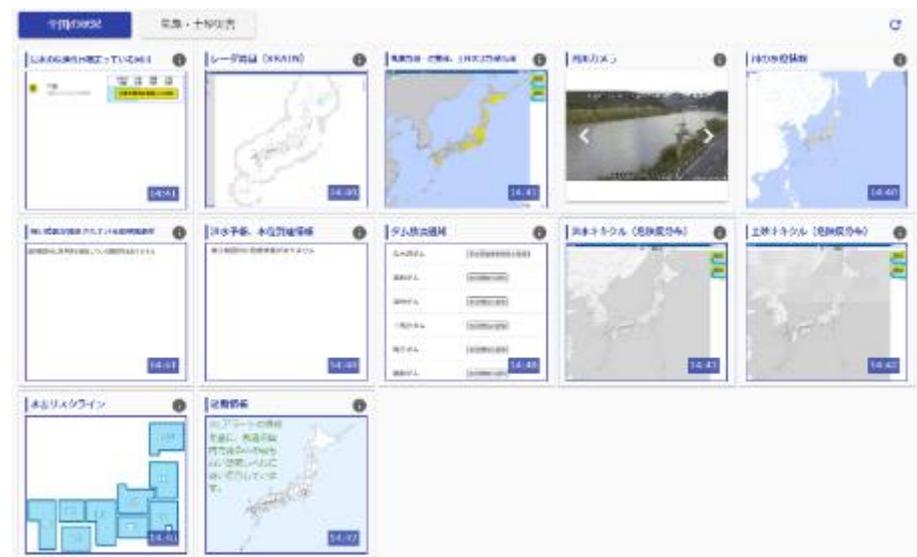


IATA（国際航空運送協会）によると2022年6月時点で世界の航空需要は回復を見せ、総RPKは前年同月比76.2%増となり、パンデミック前の7割超過まで戻った。また、2025年にはコロナ前を超える101%になると予測されている。離発着時の待ち時間は乗客にネガティブなイメージを与えるだけでなく、スムーズな運航管理の観点から最適化が求められる。また、成層圏から取得可能な気象データによって、より詳細な気象把握・予測が可能となり、運航経路の決定・変更に有用な判断材料となる。加えて、経路の最適化によりカーボンニュートラルが目指す世界へも近づくことが期待される。

Use case overview		<p>土砂災害発生の予兆を検知し、下流域に迅速に警報を出すことで被害低減に役立つ。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 地すべり地形の監視 ・ 天然ダムの水位監視 ・ 土石流発生検知(ワイヤーセンサー) <p>既にある技術だが、現状では山岳地域では低コストな通信手段の確保が困難な場合が多い。衛星NB-IoTによる超カバレッジ化により、より広範囲において監視を低コストで行えるようになる。</p>
KPI	Throughput	kbps level
	Latency	<600ms
	Coverage	山岳地域
Terminal type		NB-IoT
Frequency		L-band, S-band
Expected Service Provided Timing		2025~30



<https://www.takuwa.co.jp/case/case3.html>



<https://www.river.go.jp/portal/?region=80&contents=multi>

Use case overview

衛星回線を活用し、地上エリア圏外の地帯や災害等による基地局故障においても、シームレスな公共安全LTEサービスを提供する。

以下公共安全LTEについて

LTEを利用し音声のほか高速データ通信を可能とする共同利用型の移動体通信ネットワーク。総務省では、2020年度（令和2年度）にPS-LTEの基本機能について実証システムを構築し、関係機関と連携して実フィールドにおける機能検証などを実施するとともに、社会実装を見据えた運用面の課題と対応の検討を行い、2022年度（令和4年度）からの運用本格化を目指すこととしている。

KPI	Throughput	
	Latency	
	Coverage	地上LTEの圏外地域
Terminal type		Normal UE Compliant to 3GPP
Frequency		3GPP Band
Expected Service Provided Timing		2025~30

PS-LTE

- ・ 携帯電話（LTE）技術を活用し、音声だけでなく、画像や映像等の送受も可能。
- ・ 一般のスマートフォンを端末として使用可能。
- ・ 公共安全機関の共同利用とすることで
 - － 共通基盤による関係機関間の円滑な情報交換の実現
 - － 電波資源の有効活用と低コスト化が期待



<https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/wHITEpaper/ja/r04/html/nd243420.html>

Use case overview		<p>気象観測や軍事等,主に専門的な分野において地球観測衛星を用いたセンシングデータの活用が進んでいる。</p> <p>一方、民間用途におけるセンシング技術の研究開発も進んでおり、3GPP Rel-19 では地上/インドアを想定したものであるが、モバイルネットワーク/基地局を活用したSensingのStudy Itemが開始され、ユースケース、ネットワークサービスに関する議論が進められている。</p> <p>将来的にはTN+NTN間のセンシングデータの相互融合により解析精度の向上や、各種民間サービスへの展開なども想定される</p>
KPI	Throughput	N/A
	Latency	N/A
	Coverage	全国(地上+海上)
Terminal type		N/A
Frequency		
Expected Service Provided Timing		2030 -



リモートセンシングと放射伝達 – JAXA 第一宇宙技術部門 Earth-ography

New Features

Study on Integrated Sensing and Communication [FS_Sensing]

Reporteur: Axel Albrecht (Deutsche Telekom) Output: SP-220661 TR 22.367

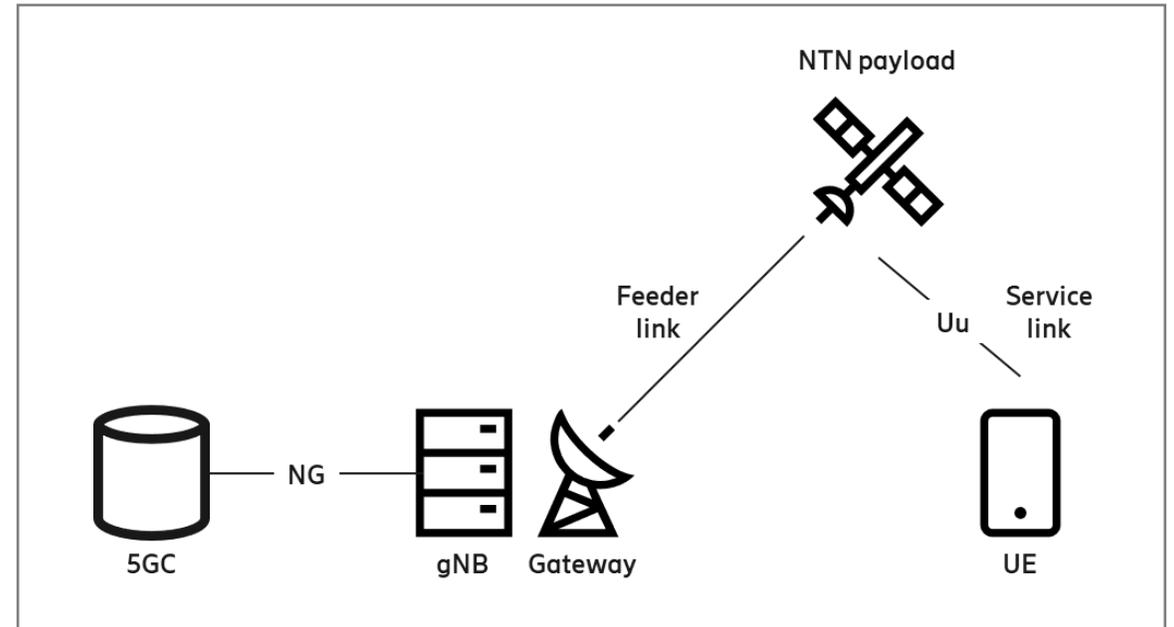
Summary: The study considers enhancing of the 5G system to provide integrated communication and sensing services addressing different target verticals/applications, e.g. autonomous/assisted driving, V2X, aviation/AWS, 3D map reconstruction, smart city/factories, public sectors, healthcare, smart home, maritime sector.

Objectives:

- Identify potential service requirements on:
 - collection and reporting of the sensing information;
 - exposure of the sensing capabilities and information to 3rd party.
- Identify KPIs related to full based sensing (e.g. range, motion, velocity) and performance requirements for transferring sensing-related data.
- Consider aspects related to security, privacy, regulatory requirements and charging.

https://www.3gpp.org/ftp/tsg_sa/TSG_SA/TSGS_9_6_Budapest_2022_06/Docs/SP-220661.zip

活用技術 Tech to be used	LEO, 5G NR		
ユースケース Use Case	-5G Service at TN outside coverage -TN Backup to big NW failure/disaster -Reinforcement of government NW		
ユースケース概要 UC Overview	Global connectivity for transportation, energy and health sector 5G use case		
既存ソリューション Existing Solution	None		
KPI	Throughput	Latency	Coverage
	DL:10-15Mbps UL: ~1Mbps	25-42ms (max. RTD)	Outside of TN Coverage
課題 Challenge	1. Doppler effect 2. Latency/Delay 3. Inter-system connection 4. Install functionalities to smart phone		
想定 メリット・効果 Expected Benefit	1. Large ecosystem of standard products and components		
実現可能時期	2025年または2026年		



The 5G NTN business opportunity:

- Dedicated satellite network for national or regional security and sovereignty in addition to terrestrial fixed and mobile networks
- A supporting complement to the existing 5G cellular networks for additional coverage at lower costs (roaming partner solution to existing MNOs)
- An emergency fall-back system if parts, or all, cellular systems fail to function (resiliency)

Eco-System:

Reuse of the mass market 5G smartphone ecosystem and CSP subscriber base for satellite communication is what sets 5G NTN aside from anything else on the market.

意見交換

開催概要

名称	ご意見交換会
日時	2023年2月24日（金） 12:30～14:00
テーマ	NTN技術の導入可能性
参加者	<ul style="list-style-type: none"> 総務省 重要無線室 内閣府 スケーラビリティWG <ul style="list-style-type: none"> 豊嶋WG長 エリクソン・ジャパン ソフトバンク 事務局

詳細

議論テーマ	<ul style="list-style-type: none"> スケーラビリティWGで収集した活用事例をご紹介します、今後のNTN技術の活用可能性についてご意見交換を行った。 特に、PSLTEや防災時の対応の観点でのご意見を頂いた。
議論内容	<ul style="list-style-type: none"> 主には以下の点でご意見を頂いた。 <ol style="list-style-type: none"> 災害時にも使われる自治体のネットワークはコストがどこまで低廉化できるのかと、どれだけメンテナンスフリーで安定的に繋がるかが重視される。大容量通信など、高機能部分はあまり響かない。既存のシステムが満たしてきた可用性のニーズへの対応はそのままに、付加価値を提供できるかどうか。ETCのように、官の需要にあわせて技術導入を行って展開していく形もある。 自営/公衆ネットワークを同じネットワーク上に載せることについても、帯域を分けることで対応できることを試行中。公衆網から自営系へのアプローチは今後ますます重要になる。 そもそもの衛星回線が貧弱な状態になっているネットワークなどには置き換え需要があるのではないかと。地上波回線ではビデオ会議などが当たり前な中でメール送受信も苦労するような帯域幅のものは不満も出ている。 現状の認識ではあくまでNTNは地上系ネットワークのバックアップおよび代替としてのものになっているので、地上系が使えなくなった時に使えることが大前提。地上系ネットワークからの独立性があると好ましい。

情報発信

【HP上での公開】

- 本日より、Beyond5G推進コンソーシアムHP上にて、スケーラビリティWGの活動成果物を公開しております。どなた様も自由に御覧頂けます。
- アクセス先：<https://b5g.jp/scalability-wg-files/>
- 今後も活動に伴い、公開資料を増やしてまいります。
- HPだけでなく、WGメンバーの所属する他団体での発表や、ウェブサイト以外の手段での情報発信を引き続き検討してまいります。

スケーラビリティWG 成果物公開ページ

本ページは国際委員会傘下技術分科会スケーラビリティWGの活動成果物を公開するページです。

コンソーシアム内部向け報告資料

- 報告資料（2023年5月30日 国際委員会第13回会合報告）

技術情報（NTN技術ロードマップ）

- 資料（2023年5月30日公開）

活用事例

- 資料（2023年5月30日公開）

意見交換

- 資料（2023年5月30日公開）

意見交換先、WG参画企業の募集

スケーラビリティWGでは意見交換やWGへのご参画を望まれる会員企業・組織様を募集しております。

お気軽に事務局までご連絡ください。

今後の活動について

全体の情報整理、興味・関心を持ってもらうための活動に重点

活動詳細 技術分科会（スケーラビリティWG）

22年6月より以下の企業と月次定例を実施し、ランドスケープマップ策定および政府機関との意見交換を実施した。成果物は後日、当コンソーシアムHPにて公開し、関係者間で調整の上、対外的な発信活動を進めていく。

参加企業
(名称順、敬称略)

エリクソン・ジャパン、ソフトバンク、VIAVI Solutions、華為技術日本、楽天モバイル

成果物
(ランドスケープマップ)

技術情報

3GPP/標準化動向

活用事例

意見交換

- 政府の防災関連組織に、スケーラビリティWGで収集した活用事例をご紹介し、今後のNTN技術の活用可能性について議論を行った。
- 議論の中では、各自治体の保有ネットワーク等における防災時の対応等の観点でのご意見を頂いた。

(出典：Beyond5G推進コンソーシアム 第4回総会資料)

当初想定していなかった「3GPP/標準化動向」にもフォーカス

活動詳細 技術分科会（スケーラビリティWG）

22年6月より以下の企業と月次定例を実施し、ランドスケープマップ策定および政府機関との意見交換を実施した。成果物は後日、当コンソーシアムHPにて公開し、関係者間で調整の上、対外的な発信活動を進めていく。

参加企業
(名称順、敬称略)

エリクソン・ジャパン、ソフトバンク、VIAVI Solutions、華為技術日本、楽天モバイル

成果物
(ランドスケープマップ)

技術情報

3GPP/標準化動向

活用事例

意見交換

- 政府の防災関連組織に、スケーラビリティWGで収集した活用事例をご紹介します、今後のNTN技術の活用可能性について議論を行った。
- 議論の中では、各自治体の保有ネットワーク等における防災時の対応等の観点でのご意見を頂いた。

標準化されても、実現に向けての課題は多く残されている

周波数	<ul style="list-style-type: none">・ 地上IMT周波数を衛星で利用することに関する制度未整備・ 限定的な周波数における標準化
端末	<ul style="list-style-type: none">・ 衛星UTに求められる小型化/低廉化・ ベンダー任せの開発
TN-NTN連携	<ul style="list-style-type: none">・ 1 SIM - 1 Profileでの認証・課金・ ハンドオーバー（ローミング）・ 衛星セル-地上局セル間のハンドイン/アウトの実装時期
海外依存	<ul style="list-style-type: none">・ 国産LEOコンステ衛星サービスの存在なし

3GPPでは地上網をベースにしてNTNが規定



「TN-NTN間でのシームレスハンドオーバー」を実現するにはどこに課題があるのか？という視点での議論・解決策の模索が必要

(技術・事業者間連携・法制度等のあらゆる切り口が必要)

Overall Vision of 6G NTN and TN convergence/integration 2

This shows an overall NTN-TN convergence image. Satellite BB, Satellite IoT, Satellite Observations are integrated with TN communication.

KPI	Throughput	>100Mbps
	Latency	<20ms
	Coverage	Rural areas, ocean, etc.

Terminal type: Dish terminal(fixed), Mobile phone

Frequency: Ku Ka sub-6G

Expected Service Provided Timing: Year 2025~30

Complementary Service by NTN 18

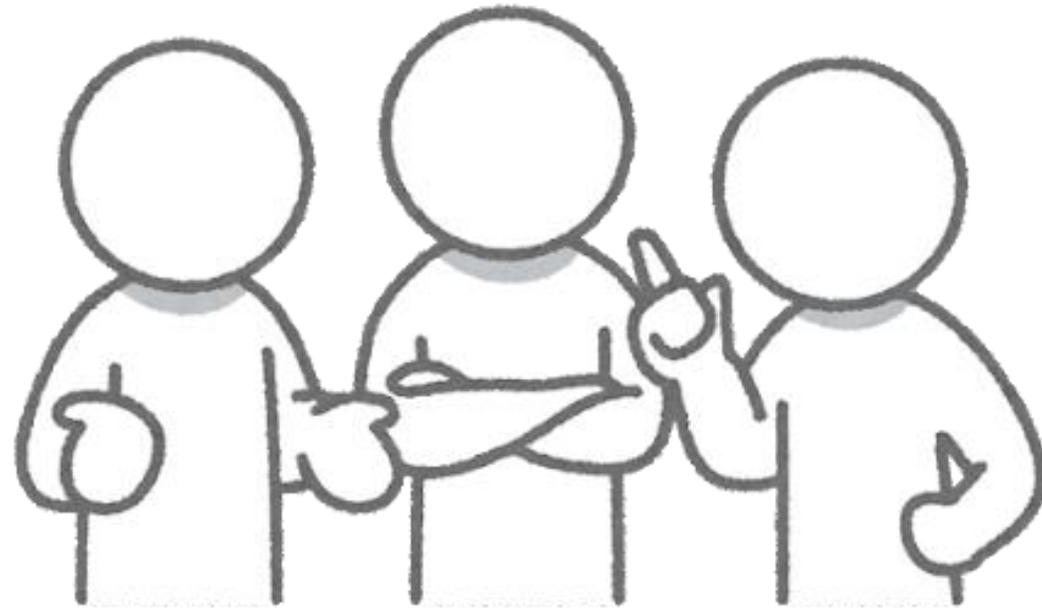
活用技術 Tech to be used	LEO, 5G NR		
ユースケース Use Case	-5G Service at TN outside coverage -TN Backup to big NW failure/disaster -Reinforcement of government NW		
ユースケース概要 UC Overview	Global connectivity for transportation, energy and health sector 5G use case		
既存ソリューション Existing Solution	None		
KPI	Throughput	Latency	Coverage
	DL: 10-15Mbps UL: ~1Mbps	25-42ms (max. RTD)	Outside of TN Coverage
課題 Challenge	1. Doppler effect 2. Latency/Delay 3. Inter-system connection 4. Install functionalities to smart phone		
想定 メリット・効果 Expected Benefit	1. Large ecosystem of standard products and components		

The 5G NTN business opportunity:

- Dedicated satellite network for national or regional security and sovereignty in addition to terrestrial fixed and mobile networks
- A supporting complement to the existing 5G cellular networks for additional coverage at lower costs (roaming partner solution to existing MNOs)
- An emergency fall-back system if parts, or all, cellular systems fail to function (resiliency)

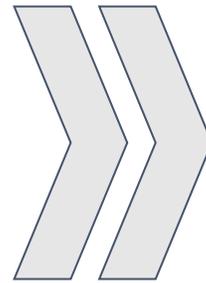
Eco-System:
Reuse of the mass market 5G smartphone ecosystem and CSP subscriber base for satellite communication is what sets 5G NTN aside from anything else on the market.

課題を解決するには、一企業が単独では成しえない



NTNに携わる企業が
一丸となって推進していくことが必要

現状は各企業が各々に
プロジェクトを推進



WGを通して
All Japan の
意識・体制作りを推進



- NTNに携わる企業のWG参画促進
- 業界動向・標準化動向の情報収集、情報発信の継続
- ユーザとなり得る産業業界へのヒアリング(通信関連の事業者だけでは洗い出せない課題の抽出)
- 技術課題の解決に向けたベンダー企業の巻きこみ、連携
- 法制度や標準化に向けた関係団体への提言検討

質疑応答



- 皆様からのご質問を承ります。ご質問のある方は、Zoomシステム上の「Q&A」からご質問ある旨お知らせください。
- We will have Q&A session with WorkingGroup Member. If you wish to ask a question, please let us know from Q&A window of Zoom.

- (本日のご報告内容にてご言及あった場合は恐縮です) スケーラビリティ領域において、日本がグローバルでのイニシアティブを得ようとしていくなかで、現在最も取り組みを強化すべきところ(不足しているところ)はどの部分であるとお考えですか。もしくは、他国が今最も取り組んでいるところがあれば教えてください。
- As Japan tries to gain global initiative in the area of scalability, what do you think are the areas where Japan currently needs to strengthen its efforts the most (or where it is lacking)? Or, if you know of any areas where other countries are currently doing the most work, please let us know.
- Starlinkが個人の消費者向けに通信サービスを月額7千円程度で提供を始めており、既存通信が届きづらいところでの通信利用を訴求している。料金低廉化により一般消費者でも、キャンパーなどは契約する可能性があると思うが、専門家のWGメンバー企業の皆様から見て、通信しづらい地域での通信利用という側面以外で、本領域の製品・サービスが一般消費者の通信利用の在り方や利用シーンに大きな変化をもたらすと見ているか。あくまで主体は法人によるセーフティのためのインフラになっていくのか。
- Starlink has begun offering telecommunication services to individual consumers for about 7,000 yen per month, appealing to the use of telecommunications in areas where existing telecommunications are difficult to reach.
The lower rates may encourage general consumers, such as campers, to sign up for this service, but from the perspective of the expert, do you think that products and services in this area will bring significant changes in the way general consumers use telecommunications?
 - 複数の会員から同様に今後のスケーラビリティ領域の発展、生活シーンへの浸透度に関するご質問を頂いておりますが、それらを包含して上記質問にご回答いただきます。

メンバー募集

- 当スケーラビリティWGでは、今年度の活動を進めていくにあたって、コンソーシアム会員企業の更なるご参加をお待ちしております。
- 当WGの領域・キーワード（スケーラビリティ、NTN、HAPS、衛星通信など）にご興味・ご関心をお持ちでしたら、コンソーシアム事務局までご連絡ください。
- ご連絡先：b5g_nttdiomc_main@nttdata-strategy.com
- 活動方針にもあったように、WG内でも企業間の連携実現を進めてまいります。
本日は、スケーラビリティに関連する企業間連携の一例として、現参加企業の事例をご紹介します。

企業間連携例



SoftBank

2020年4月設立後、加入数は50を超える

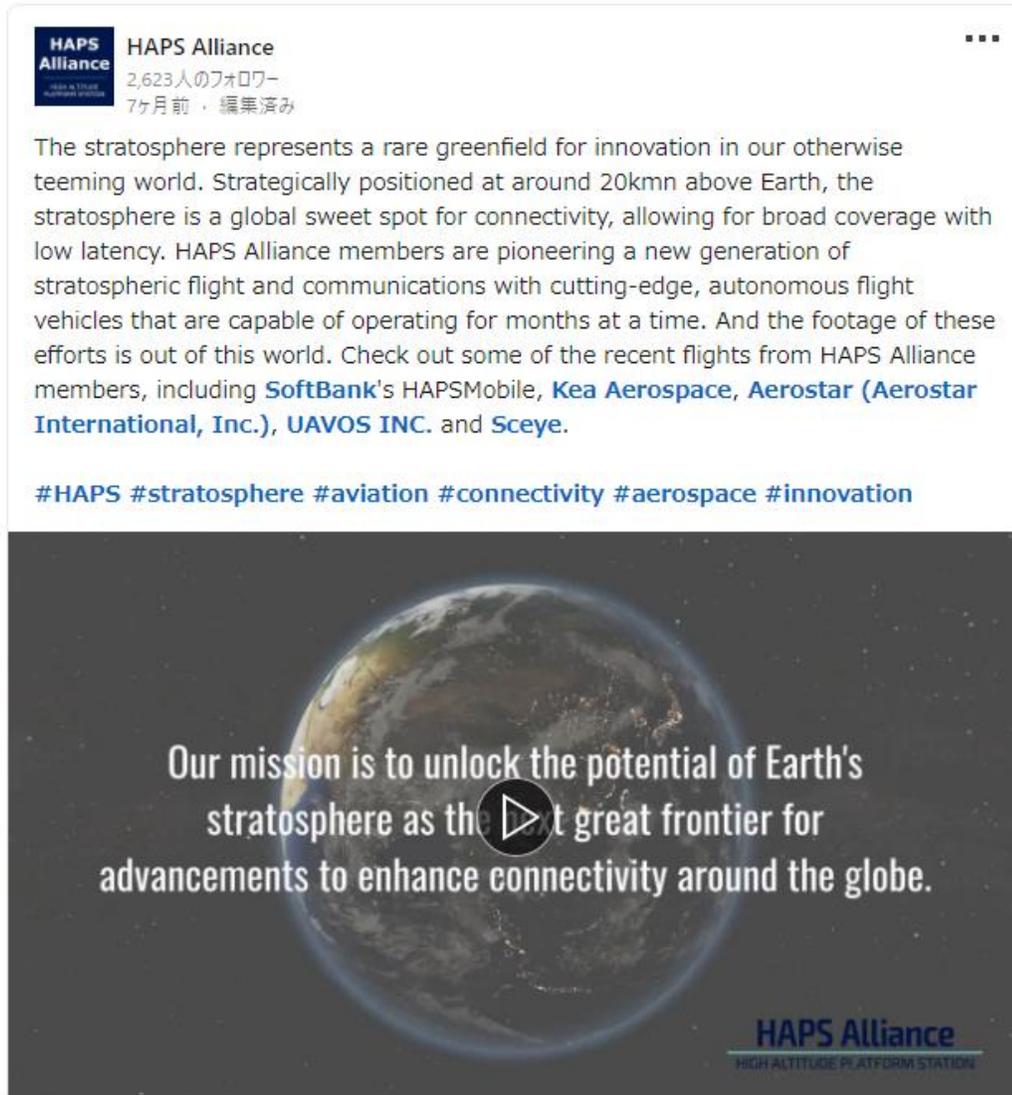
通信、航空、テクノロジー業界のリーディングカンパニーが加入

Aerostar	Filtronic	NEAR SPACE CORPORATION	The Regents of New Mexico State University
AeroVironment, Inc.	Gilat Satellite Networks	Nokia of America Corporation	UAVOS Inc.
Airbus Defense and Space GmbH	GMV Aerospace and Defence S.A.U.	Northern Territory Government of Australia	University of Applied Sciences and Arts Northwestern Switzerland
Airservices Australia	Hacettepe University	NTT DOCOMO, INC	University of York
Amprius Technologies, Inc.	HAPSMobile Inc.	Prismatic Limited	University of Washington
armasuisse Science & Technology	Intelsat US LLC	Sceye Inc.	
B2Space	KDDI Corporation	SKY Perfect JSAT Corporation	
Bharti Airtel Limited	KAUST	SoftBank Corp.	
Capgemini	Kea Aerospace	Stratologic Inc	
Carleton University	Kratos	STRATOSYST s.r.o.	
Deutsche Telekom AG	Kraus Hamdani Aerospace, Inc.	TAO Trans Atmospheric Operations GmbH	
Dhruva Space Private Limited	Liverpool Hope University	Telecommunications Management Group, Inc.	
Digital Council Africa	Luxon Consulting Group, LLC	Tonomus, A NEOM Company	
Ericsson AB	MicroLink Devices		
ESEN, University of Manouba, Tunisia	Mynaric AG		
	National Institute of Information and Communications Technology		

*2022年9月時点の加入メンバー
最新のメンバーリストはこちら: <https://hapsealliance.org/our-members/>

HAPS市場形成の推進及び活性化を目指した取組み





HAPS Alliance
2,623人のフォロワー
7ヶ月前 · 編集済み

The stratosphere represents a rare greenfield for innovation in our otherwise teeming world. Strategically positioned at around 20kmn above Earth, the stratosphere is a global sweet spot for connectivity, allowing for broad coverage with low latency. HAPS Alliance members are pioneering a new generation of stratospheric flight and communications with cutting-edge, autonomous flight vehicles that are capable of operating for months at a time. And the footage of these efforts is out of this world. Check out some of the recent flights from HAPS Alliance members, including [SoftBank's HAPSMobile](#), [Kea Aerospace](#), [Aerostar \(Aerostar International, Inc.\)](#), [UAVOS INC.](#) and [Sceye](#).

#HAPS #stratosphere #aviation #connectivity #aerospace #innovation

Our mission is to unlock the potential of Earth's stratosphere as the  great frontier for advancements to enhance connectivity around the globe.

HAPS Alliance
HIGH ALTITUDE PLATFORM STATION

LinkedInの投稿から ご覧いただけます

(再生時間：58秒)



<https://www.linkedin.com/feed/update/urn:li:ugcPost:6988480271264186368/>

HAPS向け電池パックの開発

<p>Enpower Japan株式会社</p>	<p>世界トップクラスの重量エネルギー密度439Wh/kgを誇る次世代リチウム金属電池セルおよび気圧の低い成層圏向けのガスが発生しにくい電解液を共同開発</p>
<p>エナックス株式会社</p>	<p>同社の協力のもと、拘束機構やヒーター、断熱材などの電池パックの部材を開発し、各部材の軽量化に成功</p>



▲電池パックに使用したEnpower Japan製のリチウム金属電池セル



▲エナックスと開発したHAPS向けの電池パック



▲成層圏での動作実証

<p>独立行政法人 国立病院機構本部 DMAT事務局</p>	<p>緊急災害医療での次世代高速衛星通信サービスの活用に向けて共同検討</p>
<p>HW ELECTRO株式会社</p>	<p>NTNソリューションを活用した移動式インフラの供給に向けて共同検討</p>
<p>Marindows株式会社</p>	<p>海事産業のDX推進に向けて資本・業務提携</p>



◀ HW ELECTROが製造・販売する「ELEMOS」

(出典) https://www.softbank.jp/corp/news/press/sbkk/2021/20211029_01/
https://www.softbank.jp/corp/news/press/sbkk/2022/20220214_01/
https://www.softbank.jp/corp/news/press/sbkk/2022/20220726_02/

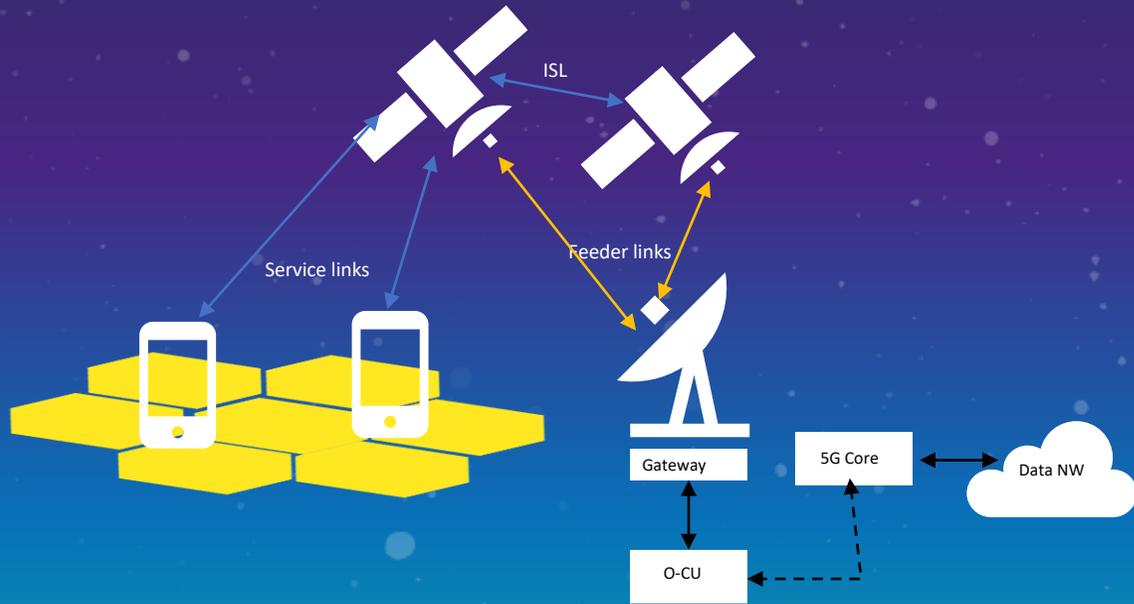


VIAVI Solutions

How do you Test 5G Non-Terrestrial Networks?

5G NTN Architecture

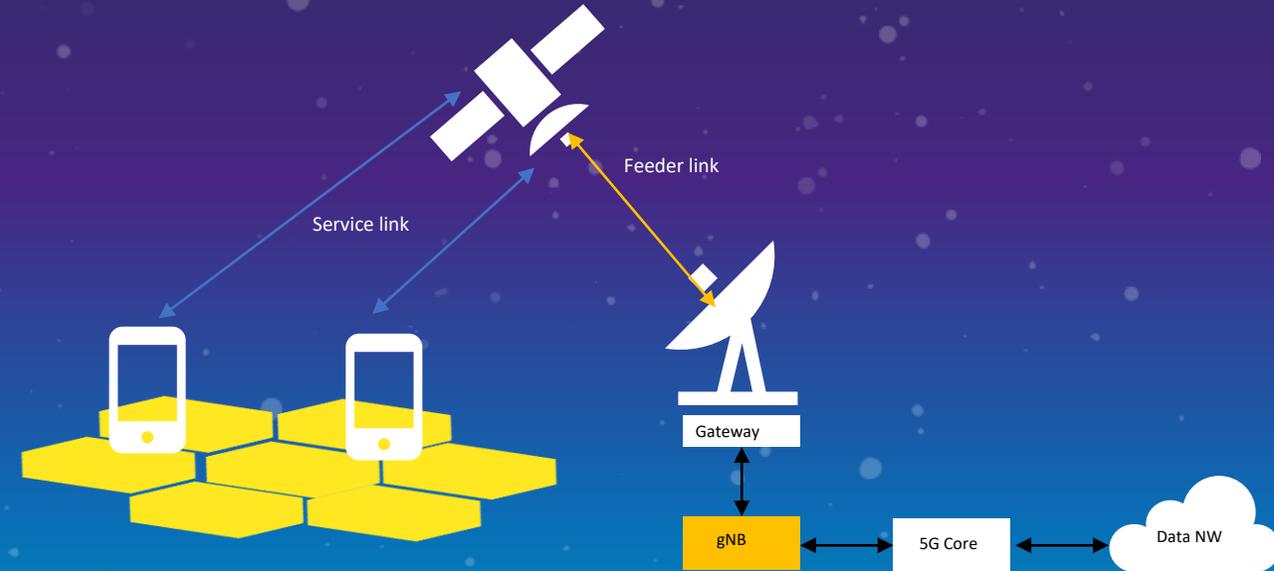
Two main NTN architectures defined in 3GPP



Regenerative case: where the gNB is deployed on the satellite. Also applicable to O-RAN Architecture.

Supported Scenarios:

B (Geo), D1 (Steerable Beam Leo) and D2 (Fixed Beam Leo)

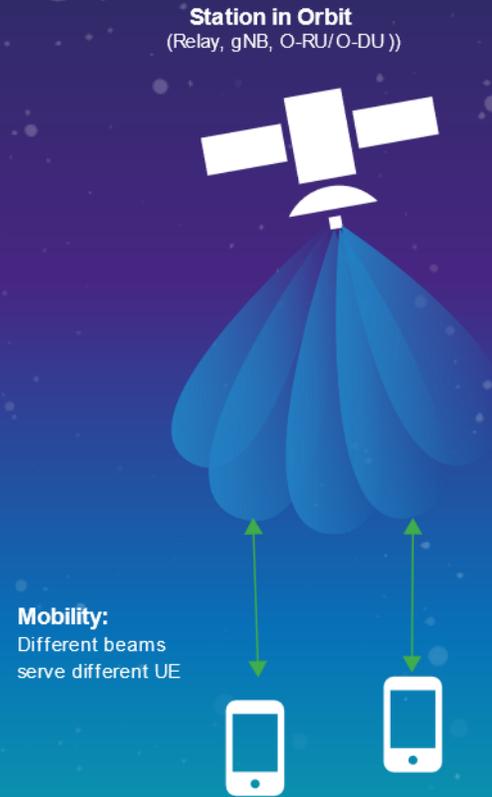


Transparent case: where satellite acts like a Repeater/relay with the gNB on the ground.

Supported Scenarios:

A (Geo), C1 (Steerable Beam Leo) and C2 (Fixed Beam Leo)

Challenges



Mobility
Fast moving beams and cells, frequent beam/
cell switch ground station switch



Challenges/things to consider on the service link:

Low signal to noise ratio - Initial synchronisation and receiver sensitivity

Long Propagation delay - UL-DL time alignment, long data buffers to accommodate delay

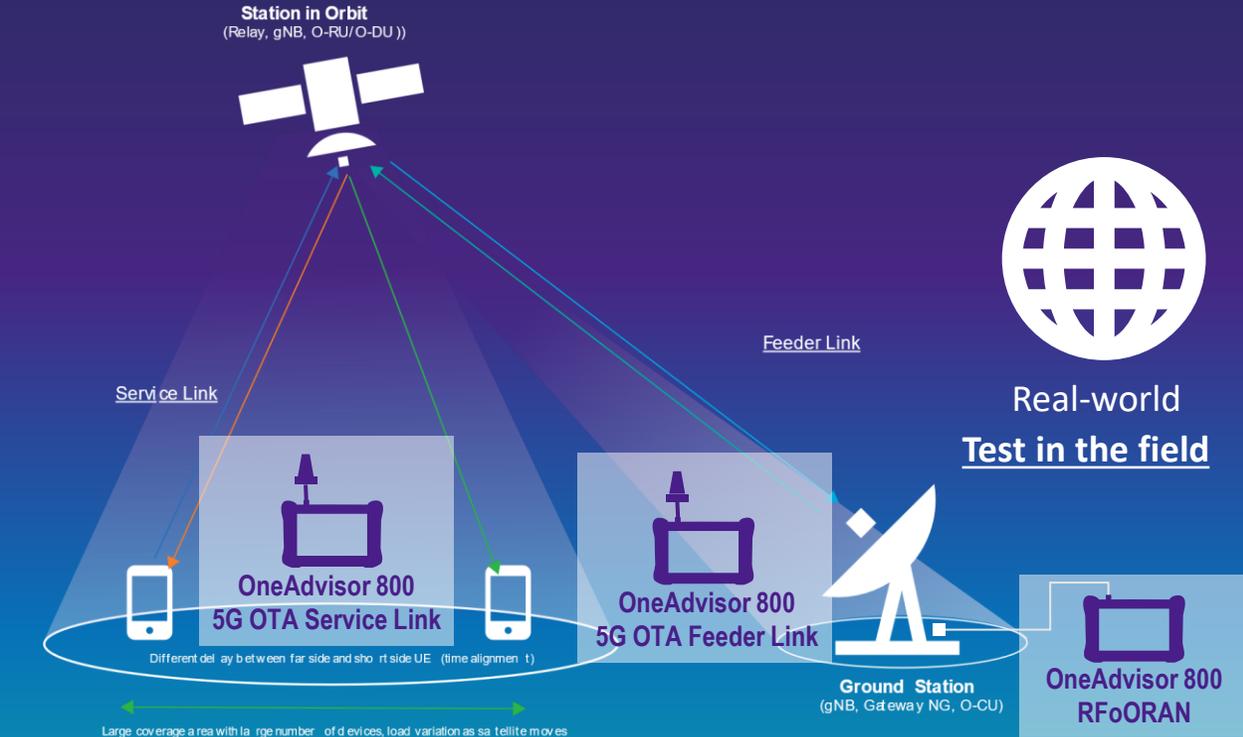
Fast satellite movement - Doppler (Frequency shift)

Mobility of UE between Cells/Beams/Satellites

Field/Functionality/Capacity/Stability/Reliability & E2E testing

Test need & application

- Early functional tests e.g., Rel-17 3GPP protocol testing (SIB-19, timer extensions, HARQ buffer increase, etc)
- System must deal with synchronization, propagation delay and large doppler.
- Applies to both Regenerative & transparent architectures.
- Cannot afford unreliable deployment into space
- Must handle large number of devices and coverage areas with mobility and stability
- Every byte/megabyte counts for monetization
- Field testing for feeder link and service link where TN and NTN co-exist



Several stakeholders (mobile operators, satellite operators, mobile network equipment vendors, system integrators, test equipment vendors, researchers, etc.) should be involved in system validation to facilitate NTN.

