



スケーラビリティWorking Group(WG)の 2023年度活動報告

豊嶋 守生
スケーラビリティWG
2024年2月20日

- 目標
 - 非地上系ネットワーク（NTN: Non-Terrestrial Networks）に関するランドスケープの整理
 - ランドスケープの作成により、対象技術分野（領域）における日本（国内企業）の立ち位置を明確化
 - NTN領域の活性化
- 報告内容
 - NTN技術ロードマップおよび関連制度
 - 活用事例（ユースケース）の検討と抽出
 - ポテンシャルユーザとの意見交換会
 - 報告書の作成
 - 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



事業者	Provider	Service	Service type	Service status	Service area	Other	お問い合わせ
NTN	NTN	NTN HTS	衛星ブロードバンド	提供中	グローバル		お問い合わせ
NTN	NTN	NTN HTS	衛星ブロードバンド	提供中	グローバル		お問い合わせ
NTN	NTN	NTN HTS	衛星ブロードバンド	提供中	グローバル		お問い合わせ

- ・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
- ・異業種を含めた勉強会等の実施

- ① NTNに携わる企業のWG参画促進
- ② 業界動向・標準化動向の情報収集、情報発信の継続
- ③ 技術課題の解決に向けたベンダー企業の巻きこみ、連携
- ④ 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)
- ⑤ 法制度や標準化に向けた関係団体への提言検討



FY23活動全体像

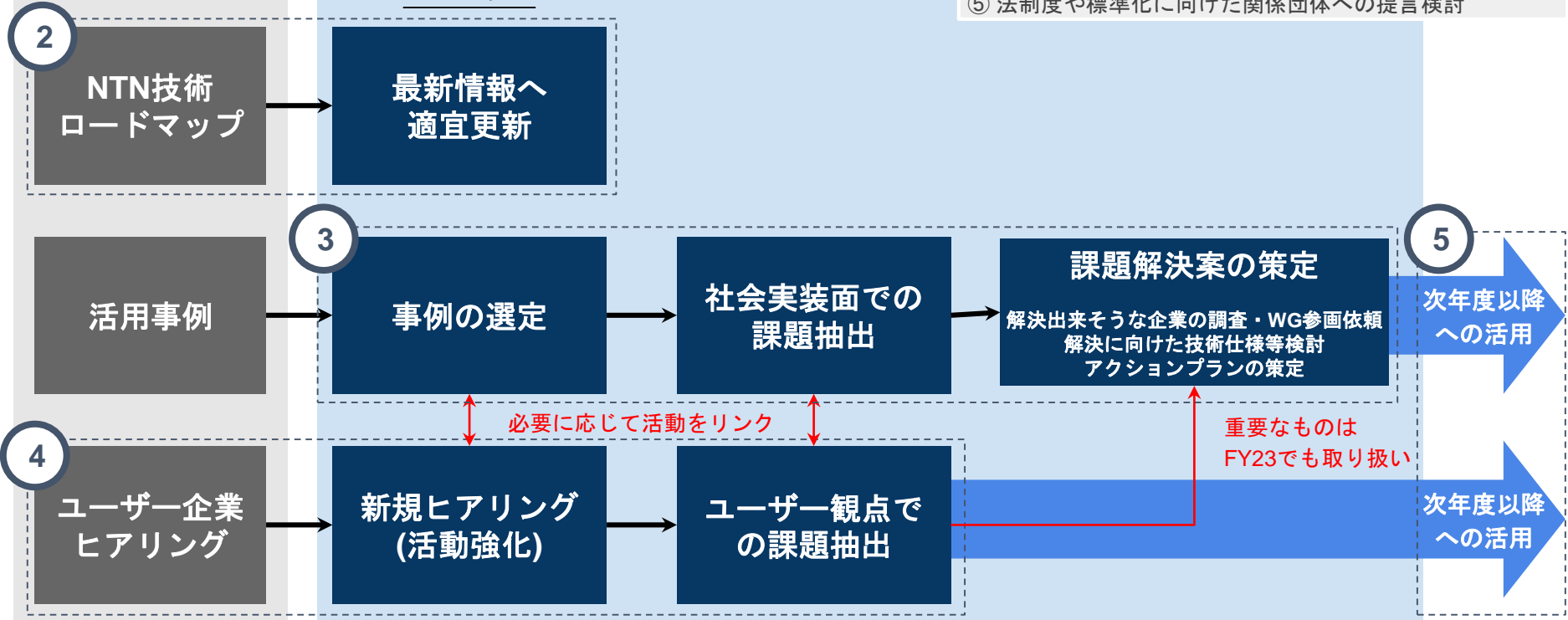
① 企業のWG参画促進

FY22活動(抜粋)

FY23活動

- ① NTNに携わる企業のWG参画促進
- ② 業界動向・標準化動向の情報収集、情報発信の継続
- ③ 技術課題の解決に向けたベンダー企業の巻きこみ、連携
- ④ 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)
- ⑤ 法制度や標準化に向けた関係団体への提言検討

方針



2

NTN技術
ロードマップ

最新情報へ
適宜更新

3

活用事例

事例の選定

社会実装面での
課題抽出

課題解決案の策定

解決出来そうな企業の調査・WG参画依頼
解決に向けた技術仕様等検討
アクションプランの策定

5

次年度以降
への活用

4

ユーザー企業
ヒアリング

新規ヒアリング
(活動強化)

ユーザー観点で
の課題抽出

重要なものは
FY23でも取り扱い

次年度以降
への活用



定例会スケジュール

【凡例】◎:進め方検討 ➡:検討 ★:発表,議論,ヒアリング
 →:対外調整 ⇨サマリ化 ☆サマリ確認

活動内容	具体的な取組み	キックオフ 8/30	① 9/19	② 10/31	③ 11/21	④ 12/19	⑤ 1/30	⑥ 2/20	総会 3/8	
①NTNに携わる企業のWG参画促進	国際委員会全体へWGへの参加募集の声かけ									
	参加希望企業への個別説明									
②業界動向・標準化動向の情報収集、情報発信の継続	参加企業間情報交換		★	★	★	★	★	★		
	NTN技術ロードマップの更新		適宜更新							
	WGの活動報告書の作成と公開					➡★	➡★	⇨☆		
	ホームページへの掲載 (③以降の成果物も対象。英語化含む)								◆	
③技術課題の解決に向けたベンダー企業の巻きこみ、連携	取り上げる活用事例の選定	◎	➡★	⇨☆						
	社会実装に向けた課題の抽出		◎	➡★	⇨☆					
	課題解決できそうな企業の調査、選定			◎	➡★	⇨☆				
	対象企業へのWG参加お声かけ					→→→→→	→→→			
	課題解決に必要な技術仕様/アクションプラン検討				◎	➡★	➡★	⇨☆		
④ユーザーとなり得る産業業界へのヒアリング(課題抽出)	お声かけ先、ヒアリング内容の検討	◎	➡★	⇨☆	適宜アップデート					
	先方へヒアリング依頼～実施			→→→→	★⇨☆	➡★	⇨☆	1/23開催		
	結果を踏まえた課題の抽出、活用事例の追加				◎	➡★	➡★	⇨☆		
⑤法制度や標準化に向けた関係団体への提言検討	法整備が必要な点のまとめ									
	標準化が必要な点のまとめ					活動内で浮上したものがあれば適宜、記録 (法制度/標準化のスケジュールも考慮)				



取りまとめ分担

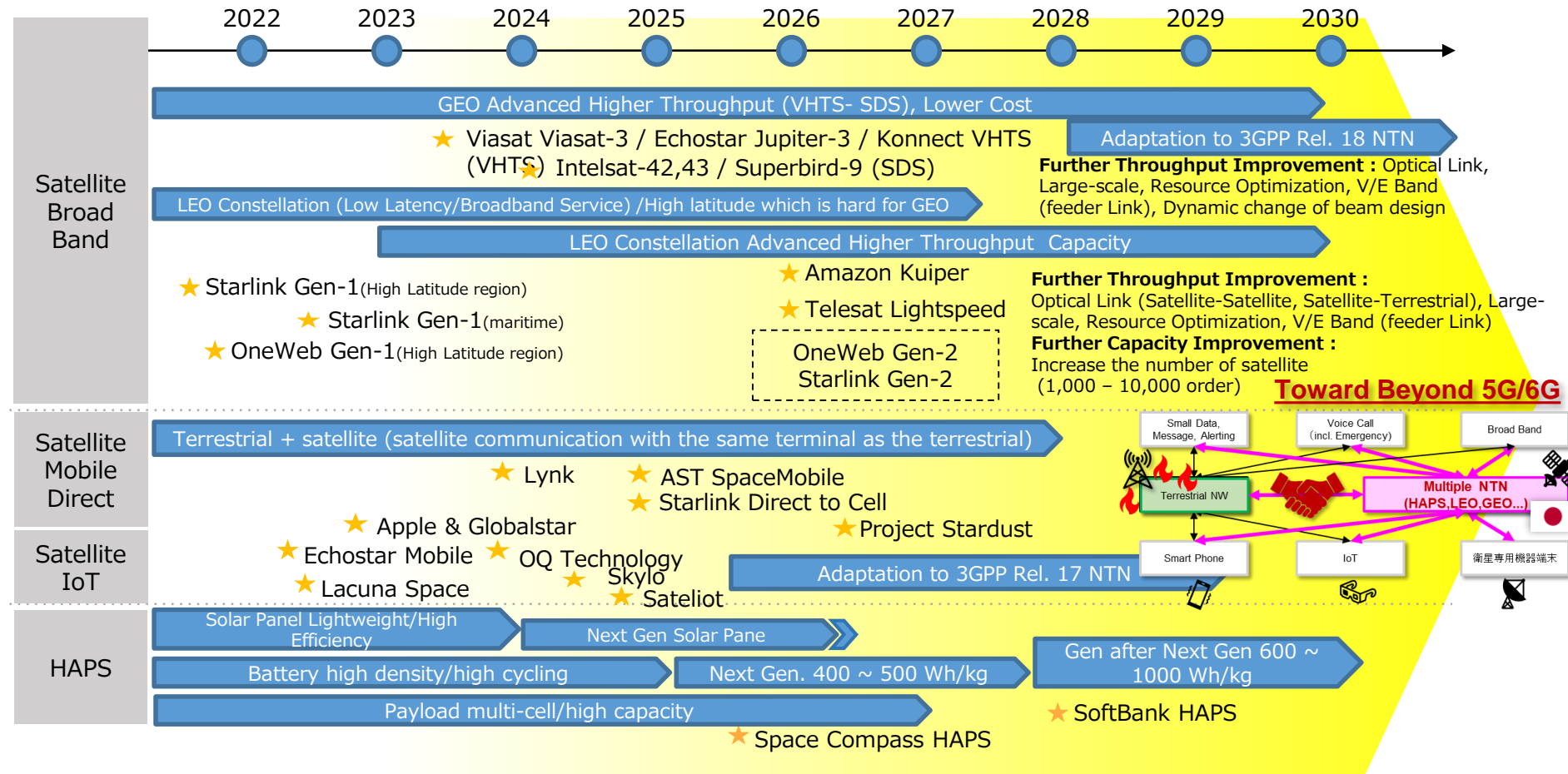
- ・②ロードマップ更新：表現の揺らぎを低減するため一企業専任
- ・③④：各ステップで取りまとめ企業を設定し負担軽減

活動内容	具体的な取組み	取りまとめ
①NTNIに携わる企業のWG参画促進	国際委員会全体へWGへの参加募集の声がけ	-
	参加希望企業への個別説明	-
②業界動向・標準化動向の情報収集、情報発信の継続	参加企業間情報交換	事務局 [資料集約・定例会投影]
	NTN技術ロードマップの更新	楽天モバイル
	WGの活動報告書の作成と公開	VIAVIソリューションズ
	ホームページへの掲載 (③以降の成果物も対象。英語化含む)	事務局 [掲載資料集約(体裁調整含む)]
③技術課題の解決に向けたベンダー企業の巻きこみ、連携	取り上げる活用事例の選定	ソフトバンク
	社会実装に向けた課題の抽出	ソフトバンク
	課題解決できそうな企業の調査、選定	VIAVIソリューションズ
	対象企業へのWG参加お声がけ	-
	課題解決に必要な技術仕様/アクションプラン検討	華為技術日本
④ユーザとなり得る産業業界へのヒアリング(課題抽出)	お声がけ先、ヒアリング内容の検討	エリクソン・ジャパン
	先方へヒアリング実施	エリクソン・ジャパン
	結果を踏まえた課題の抽出、活用事例の追加	Space Compass(HAPS)、KDDI(衛星)
⑤法制度や標準化に向け	②～④の活動の中で必要性に応じて対応	発生時にWGリーダーにて判断
オブザーバ 体への提言検討		

東京大学(名井昌憲 教授)、株式会社NTTドコモ

活動内容	具体的な取組み	成果物
①NTNIに携わる企業のWG参画促進	国際委員会全体へWGへの参加募集の声がけ 参加希望企業への個別説明	—
②業界動向・標準化動向の情報収集、情報発信の継続	参加企業間情報交換 NTN技術ロードマップの更新 WGの活動報告書の作成と公開 ホームページへの掲載 (③以降の成果物も対象。英語化含む)	<ul style="list-style-type: none"> ・ NTN技術ロードマップ(最新版) ・ 活動報告書(Web公開予定)
③技術課題の解決に向けたベンダー企業の巻きこみ、連携	取り上げる活用事例の選定 社会実装に向けた課題の抽出 課題解決できそうな企業の調査、選定 対象企業へのWG参加お声がけ 課題解決に必要な技術仕様/アクションプラン検討	<ul style="list-style-type: none"> ・ 取り上げた活用事例 ・ 社会実装課題サマリ ・ 課題解決するために必要な仕様/技術およびアクションプラン
④ユーザとなり得る産業業界へのヒアリング(課題抽出)	お声がけ先、ヒアリング内容の検討 先方へヒアリング依頼～実施 結果を踏まえた課題の抽出、活用事例の追加	<ul style="list-style-type: none"> ・ 活用事例 ・ ユーザー目線での課題サマリ ・ 議事要旨サマリ
⑤法制度や標準化に向けた関係団体への提言検討	②～④の活動の中で必要性に応じて対応	<ul style="list-style-type: none"> ・ 必要に応じて対応

Landscape Map: NTN Technology Roadmap





衛星 ブロードバンド

Starlinkの利用が急速に拡大しており、2023年12月時点で全世界における加入者数が230万を超過している。船舶向けサービスも開始されており、2024年からは航空機向けサービスも拡大する見込みである。OneWebやProject Kuiperによるサービスも今後のサービス開始、拡大を予定しており、LEOコンステレーションによる競争の激化が見込まれる。静止衛星でもKonnect VHTSやJUIPITER 3などのVHTSを利用した従来より低価格で高速なサービスが開始され、利用可能となっている。また今後はSDS(Software Defined Satellite)によるサービス開始も予定されており、低コスト化、高速化が進むと期待される。サービスリンク周波数としては現在はKu帯が主流だが、Ka帯の利用も増えつつあり、フィーダリンクではQ/V帯といったさらに高い周波数帯の利用も始まっている。

衛星 モバイルダイレクト

衛星とスマホの直接通信サービスはLynkやBullittにより開始されており、近い将来にはAST SpaceMobileやStarlinkもサービスを開始する予定である。また3GPP Rel 17 NTN準拠のIoT端末やLora IoT端末と直接通信できる衛星通信サービスも開始されつつあり、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ことによるカバレッジの大幅な拡大は実現しつつある。今後サービスエリアの拡大やパフォーマンスの向上とともに利用が拡大していくことが見込まれる。

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。



NTN技術ロードマップ^o

2023 2024 2025 2026 2027 2028 2029 2030

航空分野	ブロードバンド通信 (機内Wi-Fi等)	<p>GEO 高度・高速化 (VHTS・SDS)、低コスト化</p> <p>LEOコンステレーション 高度・高速化 / 大容量化</p> <p>航空分野においては静止衛星をバックホールとした機内Wi-Fiサービス(IFC)の利用が拡大している。LEOコンステレーションの活用も今後拡大し、より低コスト・高速化が進むと予想されるが、航空法等の制度上のハードルが高いため普及にはやや時間がかかると見込まれる。</p>
	モバイルダイレクトIoT	<p>衛星モバイルダイレクトについては航空安全上、機内でLTEや5Gの通信が認められていない国が多く、また機内でWi-Fiが利用できればほとんどの場合十分と考えられるため、当面は航空分野での利用は進まないと思われる。</p>
海洋分野	ブロードバンド通信 (機内Wi-Fi等)	<p>GEO 高度・高速化 (VHTS・SDS)、低コスト化</p> <p>LEOコンステレーション 高度・高速化 / 大容量化</p> <p>船舶では乗組員や乗客向けのインターネットアクセスが必須になりつつあり、Wi-Fiバックホール回線としての衛星ブロードバンドへの需要は大きい。LEOコンステレーションではGEOよりも比較的小型で設置が容易な端末で海上ブロードバンド通信が利用できるため、従来より小型な船舶での利用も増えていくと見込まれる。</p>
	モバイルダイレクトIoT VDES	<p>専用衛星通信システムから3GPP Rel. 17 NTN 準拠サービスへの移行・地上モバイルサービスとの統合</p> <p>AISからVDESへの移行による航行支援の高度化</p> <p>上記衛星ブロードバンドを利用しづらい小型船舶、ボート等では衛星やHAPSとスマホの直接通信の利用が活用されていくことが予想される。また現行のAISを拡張し、より高い伝送レートで双方向通信が可能なVDESの実装が日本をはじめ各国で検討されており、衛星を活用することでグローバルな洋上業務の連携・高度化へ向けた国際的な取り組みが進められている。</p>



航空・海洋分野におけるNTN利用

	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 (フラットアンテナ) 17.8cm x 17.8cm 38cm x 38cm 48cm x 76cm	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)	~1Gbps(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



NTN技術ロードマップ^o 比較表：衛星ブロードバンド

		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 (フラットアンテナ) 17.8cm x 17.8cm 38cm x 38cm 48cm x 76cm	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)	~1Gbps(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 (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。			



NTN技術ロードマップ^o 比較表：衛星モバイルダイレクト

		SpaceMobile	Lynk	Starlink Direct to Cell	Apple & Globalstar
衛星		LEO	LEO	LEO	LEO
サービリンク周波数		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 (L-band/S-band)
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, iPhone 15シリーズ
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、ロードサービス (米国のみ)
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	16か国(2024年1月時点) (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		大型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。	2.7m x 2.3mフェーズドアレイアンテナ eNodeBを衛星に搭載 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	【課題無し】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	【課題不明】MSSシステムとしては制度化済み。
	標準規格	2G, 4G, 5G	2G, 4G, 5G	3GPP Rel-8以降(LTE)	不明
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ロードサービス



NTN技術ロードマップ^o 比較表：衛星IoT

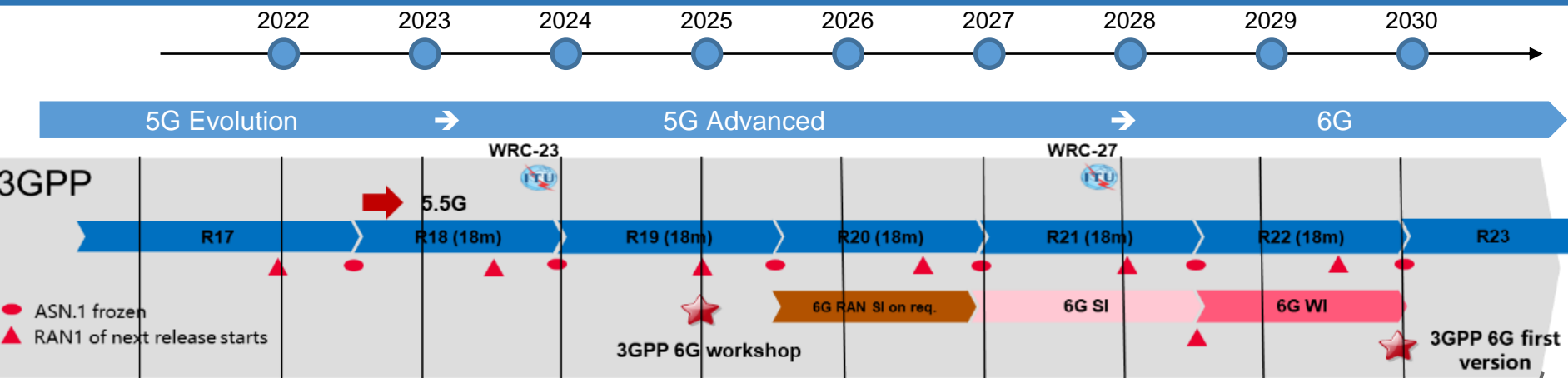
		Skylo	OmniSpace	Echostar Mobile	Lacuna Space	OQ Technology	Sateliot
衛星		GEO	LEO	GEO	LEO	LEO	LEO
サービスリンク周波数		L-band (n255) S-band (n256)	L-band (n255) S-band (n256)	Sバンド Licensed周波数	Sバンド Licensed周波数	Sバンド Licensed周波数	Lバンド及びSバンド？
端末		5G IoT端末 (3GPP Rel17)	5G IoT端末 (3GPP Rel17)	LR-FHSS対応Lora端末	LR-FHSS対応Lora端末 +専用アンテナ	5G IoT端末	5G IoT端末 (3GPP Rel17)
サービス		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	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	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MSS分配周波数で利用可能	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	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	3GPP Rel 17 NTN	LR-FHSS	LR-FHSS	－	3GPP Rel 17 NTN
ユースケース							



NTN技術ロードマップ° 比較表：HAPS

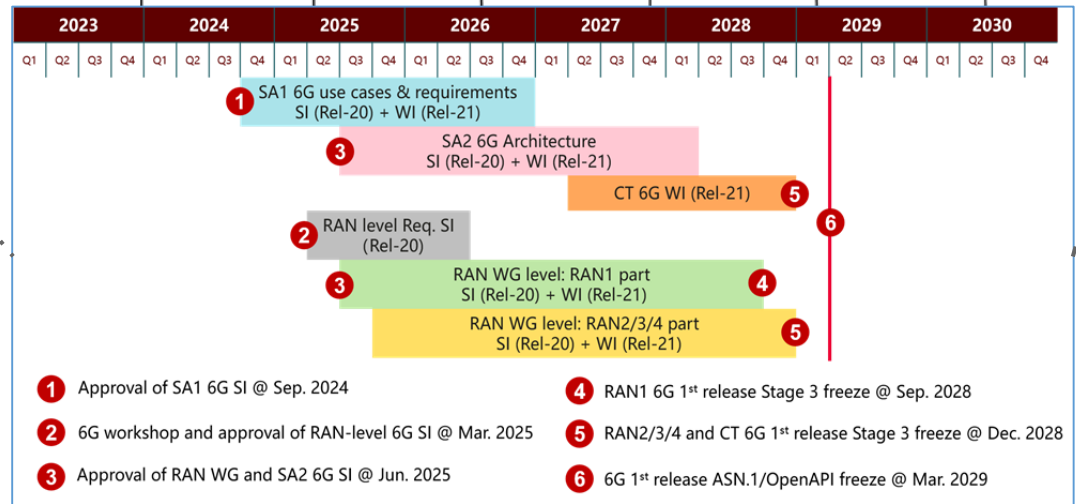
		HAPS
衛星		HAPS
サービスリンク周波数		3GPP周波数 パートナーMNOの周波数を利用
端末		既存携帯電話端末(3GPP)_LTE/5G
サービス		テキスト、音声、ブロードバンド
カバレッジ		直径200km圏
各技術の特徴		フットプリント固定技術
関連制度	無線通信規則	2GHz帯は利用周波数として特定済。 (更に、WRC-23議題1.4として、周波数追加特定、2GHz帯含む利用周波数の規制見直し、高度定義等の検討中)
	国内導入時	既存携帯電話基地局とは異なる無線局として制度整備が必要
	標準規格	3GPP (HAPS BS規格)
ユースケース		<ul style="list-style-type: 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

NTN技術ロードマップ^o : 3GPP/標準化動向



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.

Details of 3GPP Rel 20 milestones, so far planned. →



NTN技術ロードマップ^o 比較表：3GPP

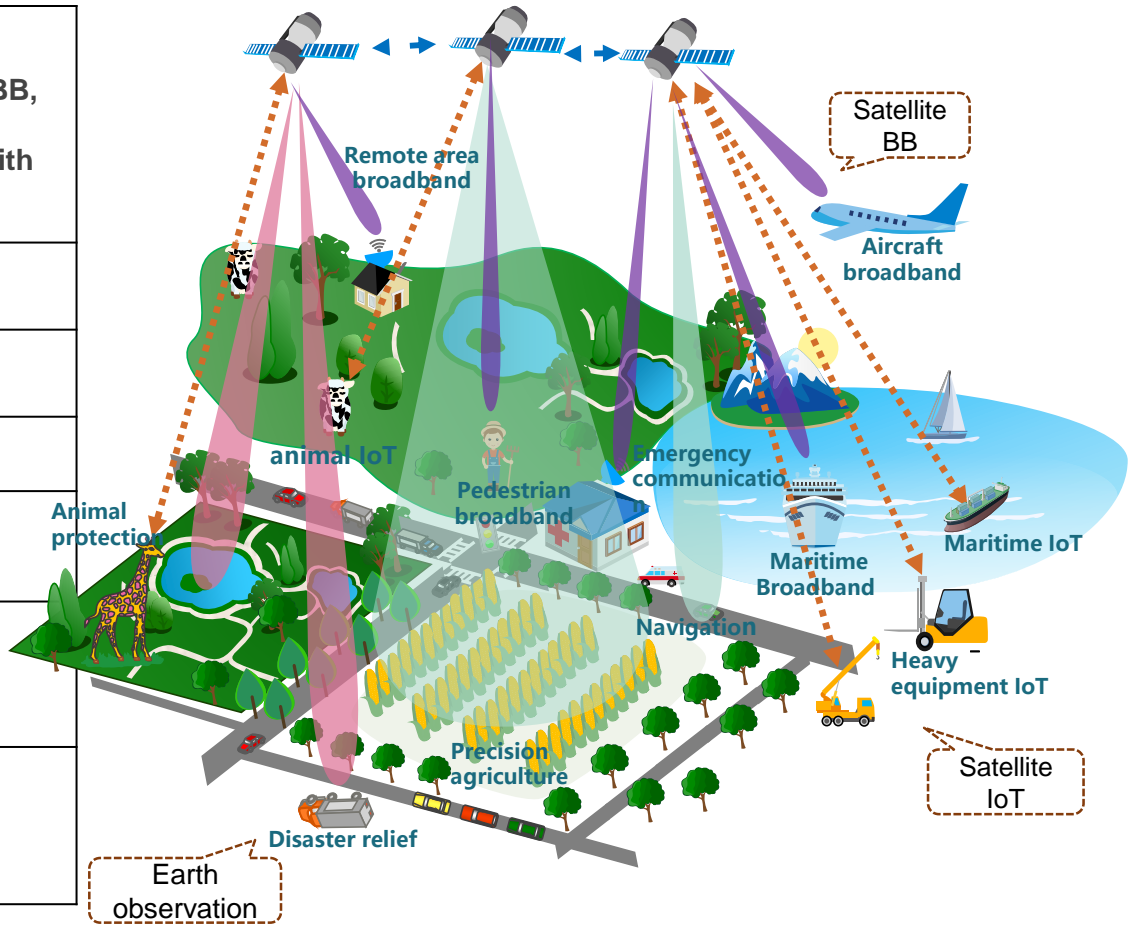
		3GPP NTN(Rel-17)非対応 Rel16以前	3GPP NR NTN (Rel-17/18)	3GPP NB-IoT/eMTC NTN(Rel-17/18)	Rel-19以降 Beyond 5G/6G
衛星		N/A	HAPS/LEO/GEO/MEO	HAPS/LEO/GEO/MEO	未定(HAPS/LEO/GEO/MEO)
サービスリンク周波数		3GPP周波数 パートナーMNOの周波数を利用			
端末		既存携帯電話端末(3GPP)	5G NR端末 (3GPP Rel17)	5G IoT端末 (3GPP Rel17)	未定
サービス		テキスト、音声、ブロードバンド	テキスト、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

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
タイトル	Overall Vision of 6G NTN and TN convergence/integration	Broadband Wireless Access for the Unconnected Scenario	Wide-Ranging IoT Services Extended to Unconnected Scenario	High-Precision Positioning and Navigation Scenario	Real-Time Earth Observation and Protection Scenario	河川の水位・積雪測位	牛の頭数管理	災害医療現場と病院間の連携	被災地における電気・通信提供	モビリティ	山間部での連絡手段	無人配送	管制の高度化	山岳地域における災害予兆検知	公共安全LTE	センシング	Complementary Service by NTN
イメージ図																	
ブロードバンド	●	●	-	-	-	-	-	●	●	●	-	-	-	-	-	-	-
モバイルダイレクト	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	●	●	-	-	-	-	●
IoT	●	-	●	-	-	●	●	-	-	●	-	●	-	●	-	-	-
HAPS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	●	●	●	●	-	-	-	-
センシング/位置測位	●	-	-	●	●	-	-	-	-	●	-	●	●	-	-	●	-
モビリティ	-	-	-	●	-	-	-	●	●	●	-	-	-	-	-	-	-
NTN-TN融合	●	●	●	●	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	●	●	●



ユースケース 1 : Overall Vision of 6G NTN and TN convergence/integration

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





ユースケース 1 : NTN-TN interworking (1/3)

No.	課題	詳細(細分化)	課題解決に向けた協力依頼先となる業種	技術的な挑戦と困難/課題解決案 ※現時点で見えているものがあれば	備考
1	想定ユースケースにおける必要通信要件の確認	標準化/業界団体動向	業界団体 (5GAA等)	利用者ニーズに即した標準化	全事例に共通 災害対策の重要度が上がっている
		利用事業者動向	想定利用事業者 (自動車OEM等)	利用者ニーズに即した標準化	
2	TN/NTN NW統合の仕組み	[SD-WAN方式] ・UTと網側で通信ベアの切替、トラフィックのBonding/Blendingを行う上での仕様の統一化	・SD-WANベンダー	TN/NTN事業者の網間接続方式の定義と各ベンダーの仕様統一化	現在は、各ベンダー独自実装 →UT側・NW側が同一ベンダーである必要有 ローミング方式ならびに Share RAN方式あり HAPSとGEO/LEOの連携を検討 (NTNノード間連携)
		[TN-NTN事業者 網間接続方式] ・網間インタフェース/プロトコルの共通化 - 認証方式 - Handover - 不整合がある場合のコンバーター	・NTN事業者 ・TN事業者 ・Global MVNO ・通信NW機器メーカー		
		[HAPSと衛星の連携方式] ・HAPSと衛星によるシームレスなNTNサービス提供 ・HAPSへのフィーダリンク回線を衛星経由で提供する方式等	・NTN事業者 ・TN事業者		
3	TN/NTN両対応端末の開発	・チップセット/SIM/アンテナ等の統一化	・UTベンダー	チップセット/SIM/アンテナ等の統一化	各部品選定の主導権はUTベンダーにあるため、まずは部品メーカーではなく、UTベンダーの巻き込みがよいと考える
		・ユースケースに合わせた形状のアンテナ開発	・UTベンダー	アンテナの小型化	
4	顧客PFの開発	・TN/NTN統合に際する請求システム統合	・NTN事業者 ・TN事業者 ・Sier	技術的には実現可能であると想定	
		・利用状況等の可視化システムの設計/開発	・NTN事業者 ・TN事業者 ・Sier	技術的には実現可能であると想定	
		・回線管理システムの設計/開発	・NTN事業者 ・TN事業者 ・Sier	技術的には実現可能であると想定	
		・通信最適化システムの設計/開発	・NTN事業者 ・TN事業者 ・通信NW機器メーカー	技術的には実現可能であると想定	

No.	課題	詳細(細分化)	課題解決に向けた協力依頼先となる業種	技術的な挑戦と困難/課題解決案 ※現時点で見えているものがあれば	備考
5	制度化に向けての技術的検討	* 理想となる各NW (TN/NTN) のインターワークの仕組み定義	<ul style="list-style-type: none"> ・NTN事業者 ・TN事業者 ・Global MVNO ・通信NW機器メーカー 	利用者ニーズに即したインターワークの仕組み定義	アーキテクチャ定義の前段として顧客ニーズの把握が必要 e.g. ・Mobilityの自律運転 ・EEZ外でも使える通信回線
		* NW統合する最適な手段の検討 (考えられる案) - SD-WAN - 事業者間ローミング - その他	<ul style="list-style-type: none"> ・NTN事業者 ・TN事業者 ・Global MVNO ・通信NW機器メーカー 	利用者ニーズに即したインターワークの仕組み定義	顧客要件を満たす切り替え時間を実現する必要有 HAPSによる端末への直接通信とGEO/LEOによる大容量固定系通信がメインと想定
6	既存制度の適応範囲の検討	社会実装したいシステム連携 (インターワーク) に応じた、TN基準の踏襲可否の検討・判断 (認証方式、周波数、通信機器)	<ul style="list-style-type: none"> ・各標準機関 ・総務省 	利用者ニーズに即したインターワークの仕組み定義	
7	カバレッジ連携 Collaborative Coverage	カバレッジ拡大 Coverage enhancement	ベンダー & オペレーター Vendor & Operator	端末と衛星間の直接通信のサービスエリア拡大とインターワークの機能 Enhancing coverages & interworking to support direct connection between cellphones and satellites	(RP-232669) 3GPP RAN1-Rel18にて議論されている In-discussion (RP-232669) 3GPP RAN1-Rel18
		デュアルカバレッジ/マルチ接続 Dual coverage/multi connections	ベンダー & オペレーター Vendor & Operator	衛星ネットワークと地上ネットワークのデュアル接続のカバレッジ拡大 Extending dual connection coverages of satellite and terrestrial networks	3GPPにおいて議論未実施 Not discussed yet In 3GPP
8	端末移動時の管理 Mobility Management	セルの管理 Cell Management	ベンダー & オペレーター Vendor & Operator	異なるネットワーク間のシームレスなローミングをサポートするインターワーキングの強化 Interworking enhancement to support seamless roaming between different networks	3GPP RAN2 (RP-232669)にて議論されている Discussed in 3GPP RAN2 (RP-232669)
		ハンドオーバー Handover	ベンダー & オペレーター Vendor & Operator	ハンドオーバー時のリンクの安定性向上 Improve link stability while during handover process	



ユースケース 1 : NTN-TN interworking (3/3)

No.	課題	詳細(細分化)	課題解決に向けた 協力依頼先となる業種	技術的な挑戦と困難/課題解決案 ※現時点で見えているものがあれば	備考
9	ルーティングの管理 Routing management	ダイナミック・トポロジー Dynamic Topology	ベンダー & オペレーター Vendor & Operator	ネットワーク・トポロジーをリアルタイムで取得または更新する新しいメカニズム等の導入 (NTT様同様の検討有り) Introduce new mechanisms to obtain or update the network topology in real time	衛星は移動し、時間によってトポロジーが変化するため、地上NWよりも難しい
		ルーティングプロトコル Routing Protocols	ベンダー & オペレーター Vendor & Operator	TCP/IPなどのプロトコルを改良し、移動する衛星をとらえる Improved protocols such as TCP/IP to catch up moving satellite target	More difficult than terrestrial, because the satellites moves, the topology changes by time
10	衛星間通信 Inter satellite communication	高キャパシティー & 安定したリンク High capacity & stable link	光通信 Optical communication	最大100Gbps (リンクあたり) の衛星間通信に対応 Up to support 100Gbps (per-link) inter-satellites	衛星間通信への帯域割当 Inter-satellites bandwidth allocation
		搭載機器の交換 On Board exchange	データ処理 (チップスピード) Data processing (Chip speed)	光スイッチングや処理装置の進化に基づく技術課題 Technical challenge based on the evolution of optical switches and processors on boarded.	
11	電波の調整 Spectrum coordination	電波の管理 Spectrum management	規制当局とオペレーター Regulators and Operators	周波数割り当てと複数システムの多重化に関する規制 Regulations on Frequency Allocation and Multiplexing for Multiple Systems	スペクトルの分離またはスペクトラム共有 (ITU-Rおよび3GPP RP-232669) Spectrum isolation or Spectrum sharing (ITU-R and 3GPP RP-232669) HAPSでは地上NWと同じ周波数を共用することが大きな課題
		干渉検知 Interference detection	オペレーター Operators	優れた干渉検知と評価メカニズム Intelligent Interference Detection and Evaluation mechanism	
12	運用 & 保守 O&M	リソース管理の統一化 Unified resource management	オペレーター Operators	異なるネットワーク間のリソースを調整し、ユーザーの接続要件を満たす課題 Coordinates resources between different networks to meet user connection requirements.	オペレーターによる運用 & 保守機能の向上が期待される Operators improved O&M features are expected
		ユーザー管理の統一化 Unified user management	オペレーター Operators	充電方式、端末、決済の統一化 One charging mode, one terminal, and unified settlement	
13	アンテナ Antennas	衛星側のアンテナ Satellite antennas	アンテナメーカー Antenna manufactures	デジタルフェーズドアレイによる柔軟なビームステアリングとリソース割り当て課題 Digital phase array to support flexible beam steering and resource allocation	衛星アンテナの無線技術の向上が期待される Expected improved Radio technology on Satellite Antennas
		端末側のアンテナ Terminal antennas	アンテナメーカー Antenna manufactures	安価な電気式ステアリングアンテナ/携帯電話用小型端末アンテナ化への挑戦 Low cost electrical steering antenna/ compact size terminal antenna for cell phones	

ユースケース	No.	課題	詳細	課題解決に向けた 協力依頼先となる業種	ポテンシャル企業	備考
NTN-TN interworking	1	想定ユースケースにおける必要通信要件の確認	標準化/業界団体動向	業界団体 (5GAA等)	3GPP、5GAA	
			利用事業者動向	想定利用事業者 (自動車OEM等)	HONDA、日産	
	2	TN/NTN NW統合の仕組み	[SD-WAN方式] ・ UTと網側で通信ベアラの切替、トラヒックのBonding/Blendingを行う上での仕様の統一化	・ SD-WANベンダー	ヴィエムウェア、フォーティネット、Versa Networks、パロアルトネットワークス、シスコシステムズ	
			[TN-NTN事業者 網間接続方式] ・ 網間インタフェース/プロトコルの共通化 - 認証方式 - Handover - 不整合がある場合のコンバーター	・ NTN事業者 ・ TN事業者 ・ Global MVNO ・ 通信NW機器メーカー	スカパーJSAT、SpaceX	
	3	TN/NTN両対応端末の開発	・ チップセット/SIM/アンテナ等の統一化	・ UTベンダー	クアルコム、Kymeta、Intellian、SHARP	
			・ ユースケースに合わせた形状のアンテナ開発	・ UTベンダー		

HAPSや衛星を含むNTN技術の展開を目指し、ポテンシャルユーザとの意見交換会を行い課題抽出を実施

オーガナイザ: **スケーラビリティWG**

プログラム:

- **船陸通信について** (日本郵船株式会社)
- **《海洋》×《通信》で21世紀の成長産業を海洋から創る** (Marindows)
- **インフォステラ地上局サービスの紹介** (株式会社インフォステラ)
- **大林組の宇宙の取組み** (株式会社大林組)
- **スペースICTを活用した近未来のスマート林業** (プラムシステム)
- パネル討論会:
 - プレゼンターとオブザーバ間でのQ&A
 - オブザーバ: 日本航空株式会社

スペースICTを活用した近未来のスマート林業



海洋分野のベンチャー企業からの意見：

日本のような先進国でNTNニーズが既存で顕在化している領域は少なく、マーケットとしては経済合理性が得られるフィールドにはなり得なく、海洋から21世紀の成長産業を創り出し、海洋におけるNTNニーズの爆発的増大と価値向上を行うことで、日本的なNTNマーケットが創造できるという提案を受けた。

林業分野のベンチャー企業からの意見：

森林の中では電波の透過損失が大きく作業者間での通信手段がなく、職業死亡率が一番高い分野であるとのこと。もしもHAPSや衛星等のNTNサービスがあれば、職業死亡率を低下させることが可能となり、想定外のアクシデントも減少させることが可能である。



このような新たなサービスのための新たな技術的進化に貢献したい。

令和5年度

スケーラビリティワーキンググループ
報告書
[暫定版]

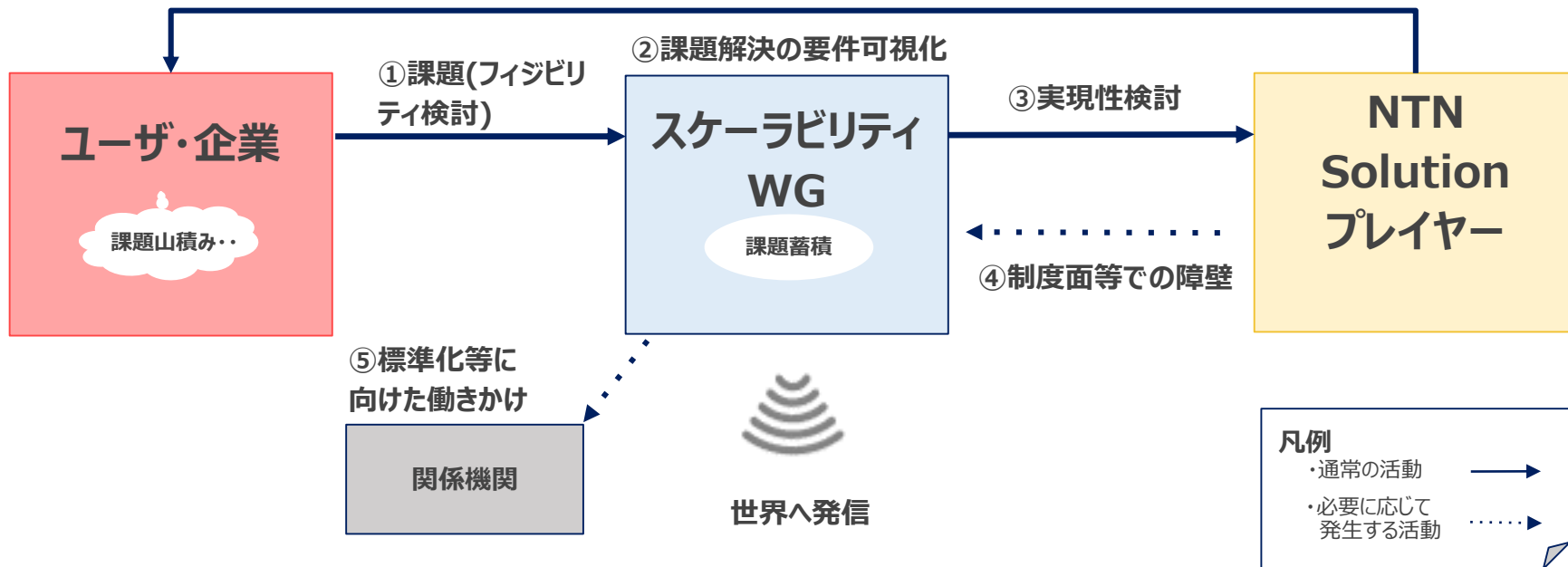
Beyond 5G 推進コンソーシアム
スケーラビリティワーキングメンバー
令和6年3月



**2023年の報告書を作成中、
完成後Webサイトにアップ予定**

- ・HAPSや衛星を含むNTN技術の展開を目指し、参加企業の方々と意見交換や価値共有を行う議論の場を提供
- ・グローバルなNTN連携を実現する協創サイクル構想と、NTNの共通課題の共有や解決に向けた議論を実施

④課題解決ソリューションの提供(PoC)





10年後オールジャパンとしてどうあるべきか

現状

従来のNTNはいくつかの例外を除き、地上NWとは独立したシステムとしてそれぞれ独自に進化、発展。

Beyond 5G/6G, IMT-2030に向けて

1) 今日また今後提供されている様々なNWサービス（自動運転、林業、海運、DX等々）について、様々な要因により地上NWの提供が困難なエリアのカバレッジを、NTNでカバーする事で、シームレスな通信NWサービスの継続性向上が期待される

→ TN、NTNを跨ぐ、日本流おもてなしサービスの深化発展

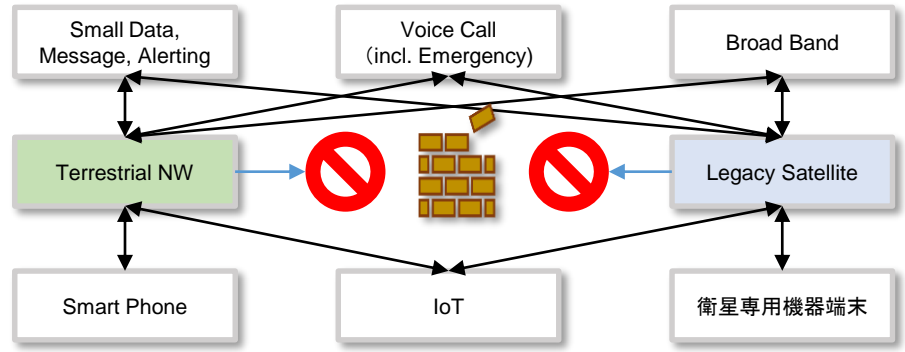
2) 同時に、災害等による地上NWの大規模な障害、輻輳等緊急事態においても、地上NWのバックアップとして、最低限のサービスをNTNで提供する事により、復旧復興への効果も期待される

→ 災害等における経験、知見を活かし、緊急時における地上/衛星を跨いだ相互連携によりオールジャパンネットワークの構築

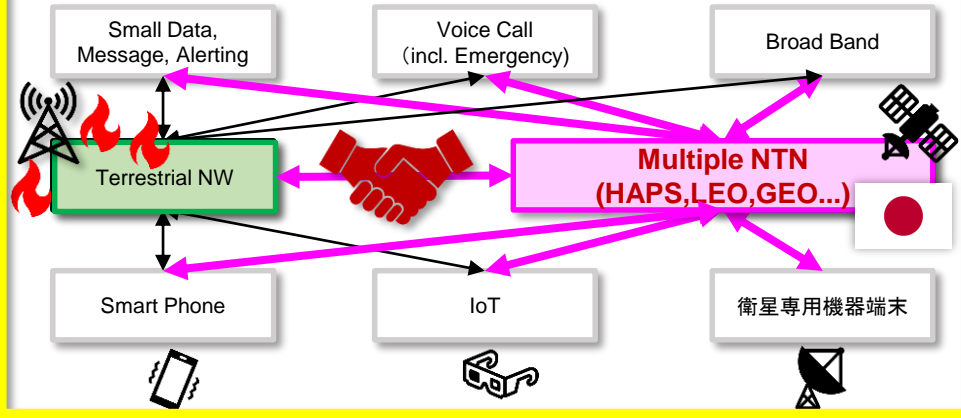
3) また、地上エリアと比較し不利な条件(遅延、電波品質、信頼性等)の中でも信頼性を担保するうえで、NTN群の中でも特定のNW方式やコンステレーション、あるいは事業者に依存しない冗長性の確保、協調する必要がある。

→ 複数事業者、衛星方式間の協調を前提に民間や海外衛星サービスとも連携しながら、国産の衛星、通信機器の投入により Made in Japanサービス品質を担保

現状



NTN Toward Beyond5G/6G



- スケーラビリティWGの2023年の活動を以下の点について報告
 - スケジュール
 - 検討項目
 - NTN技術ロードマップ
 - NTNユースケース検討
 - ポテンシャルユーザとの意見交換会
 - 報告書
- NTNグローバルコンソーシアムの役割として、今後も意見交換会等を開催してNTNの共通課題の共有や解決へ向けた議論の場を提供していきたい

意見交換会開催等

NTN活用検討事例の周知
+ 各産業の課題集約

NTN活用検討

課題の要件可視化
実現性検討

分科会等にて共有

産業の課題と解決策方向性
についての協議

- 今後も機会があれば、各企業様のご参加をお待ちしております



Backup slides

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」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 	

No.	課題	詳細(細分化)	課題解決に向けた協力依頼先となる業種	技術的な挑戦と困難/課題解決案 ※現時点で見えているものがあれば	備考
1	モバイルダイレクトの高速化	<ul style="list-style-type: none"> 衛星-スマートフォン通信で >10Mbpsの下り速度を実現できるか。一方で上り速度に対しては1Mbpsを下回るのではないか。 Cell範囲が大きいことによるキャパシティにも懸念あり 	・LEO事業者	アンテナの大型化 (ただし、利便性とトレードオフ)	要件 [Throughput : >10Mbps for cellphone] よりモバイルダイレクトの事例と判断して記載。前段として要件の精緻化が必要。HAPSによるモバイルダイレクトの高速大容量化を検討。LEOはビーム数が多いと想定され、フィードリンクの実現性も懸念
2	エア-インターフェース Air interface	同期 synchronization	ベンダー & オペレーター Vendor & Operator	衛星通信における伝送遅延とドップラー効果の影響を克服するため、共通なTA計測とGNSSによる位置測位はこの問題を軽減する技術になり得ると考える。 To overcome the Impact of Transmission Delay and Doppler Effect in satellite communication, common TA (Timing Advance) and GNSS positioning may mitigate the issue.	3GPP RAN1 38.213-4.2 ; 38.211-4.3.1
		ランダムアクセス Random access	ベンダー & オペレーター Vendor & Operator	新たなプリアンブルシーケンス、ランダムアクセス手順の簡素化 New preamble sequence, Simplified random access procedure	3GPPにおいて議論未実施 Not discussed in 3GPP yet
		マルチユーザーMIMO MU-MIMO	ベンダー & オペレーター Vendor & Operator	スペクトル効率の向上、複数の衛星をどのように同期させるかが課題 Improve the spectrum efficiency, the difficulty is how to synchronize multiple satellites	3GPPにおいて議論未実施 Not discussed in 3GPP yet
3	MACプロトコル MAC protocols	ビームホッピング Beam hopping	ベンダー & オペレーター Vendor & Operator	カバレッジの需要に適合するためのビームリソース割り当てメカニズム Beam resource allocation mechanism to make sure match the coverage demands	すでにGEO衛星通信システムで使用されている Already used in GEO satellite communication systems
		リソースの割当 Resource allocation	ベンダー & オペレーター Vendor & Operator	高スループットの要件を満たすための電力、キャリアリソース割当て、帯域幅の割当てに関する課題 Power, carrier resource allocation and bandwidth assignment to meet requirement of high throughputs	地上ネットワークと同様 Similar to terrestrial networks



No.	課題	詳細(細分化)	課題解決に向けた 協力依頼先となる業種	技術的な挑戦と困難/課題解決案 ※現時点で見えているものがあれば	備考
4	ユーザー端末 User terminal	消費電力 Power consumption	チップメーカー & 標準プロトコル Chip manufacturing & protocol standard	低消費電力デバイス、5Gよりも低い送信電力 Low power consumption devices, low transmit power than 5G	ユーザー端末のEIRPについては 3GPP RAN1で議論されている EIRP of user terminal discussed in 3GPP RAN1
		アンテナ小型化 Antenna miniaturization	アンテナメーカー Antenna manufacturing	ブロードバンドのための携帯電話のビームステアリングアンテナ Beam steering antenna in mobile phone for broadband	アンテナパラメータは3GPP RAN1 Rel16 (TR38.821)で議論されている Antenna parameter of user terminal discussed in 3GPP RAN1 Rel16 (TR38.821)
		端末小型化 Device miniaturization	端末メーカー Device manufacturing	ハンドセット端末またはポータブルデバイスへのダイレクト接続をサポートする機能 Support direct connection to handset-UE or portable devices	小型化はデバイスメーカーとユースケースシナリオにも依存 Miniaturization may depend device manufacturers and usage scenarios.
5	衛星ペイロード Satellite payload	搭載プロセッサ Onboard processor	チップメーカー Chip manufacturing	デジタル式ペイロードにより遅延を削減し、より柔軟なサービスを提供する Digital payloads, reduce time delay and provide more flexible service	3GPP RAN1で議論されている Discussed in 3GPP RAN1
		電源 Power supply	衛星ベンダー Satellite manufacturing	設備の低コスト化 Low cost Equipment	大容量電源供給は既存技術制約の1つ High capacity power supply is one of the technical limitations so far.

No.	課題	詳細(細分化)	課題解決に向けた協力依頼先となる業種	技術的な挑戦と困難/課題解決案 ※現時点で見えているものがあれば	備考
1	TN/NTN統合の定義	<ul style="list-style-type: none"> 既にNTN IoT技術は実現している ⇒TNと統合が必要となる場合、想定されるユースケースを踏まえた統合の定義づけから必要 ⇒「対象事例名：NTN-TN interworking」の議論へ 		利用者ニーズに即したユースケースの把握	
2	エア-インターフェース Air interface	同期 synchronization	ベンダー & オペレーター Vendor & Operator	衛星通信における伝送遅延とドップラー効果の影響を克服するため、共通なTA計測とGNSSによる位置測位はこの問題を軽減する技術になり得ると考える。 To overcome the Impact of Transmission Delay and Doppler Effect in satellite communication, common TA (Timing Advance) and GNSS positioning may mitigate the issue.	3GPP RAN1 38.213-4.2 ; 38.211-4.3.1
		ランダムアクセス Random access	ベンダー & オペレーター Vendor & Operator	新たなプリアンブルシーケンス、ランダムアクセス手順の簡素化 New preamble sequence, Simplified random access procedure	3GPP RAN1にて議論されている Discussed in 3GPP RAN1
		Redcap (小型で低消費電力のIoT機器を、5Gで接続しやすくするための拡張機能)	ベンダー & オペレーター Vendor & Operator	低消費電力、低ランク変調、低複雑度 Low power consumption, low modulation rank, low complexity	3GPP RAN1にて議論されている Discussed in 3GPP RAN1
		IoTプロトコル IoT protocols	ベンダー & オペレーター Vendor & Operator	NB-IoT, LoRa, Sigfoxなど3種類の異なるプロトコルをの収容スキーム Diversified three different protocols, such as NB-IoT, LoRa and Sigfox are exist, how should they are accommodated?	NB-IoTは3GPP RAN1にて議論されている、LoRaとSigfoxはプライベートプロトコル NB-IoT is discussed in 3GPP RAN1, LoRa and Sigfox are private protocols



No.	課題	詳細(細分化)	課題解決に向けた協力依頼先となる業種	技術的な挑戦と困難/課題解決案 ※現時点で見えているものがあれば	備考
3	MACプロトコル MAC protocols	リソースの固定割り当て Fixed resource assignment	ベンダー & オペレーター Vendor & Operator	通信衝突を避けるためにユーザ毎に時間と周波数の固定リソースを割り当てる手法 (NB-IoT) Allocating fixed time-frequency resources to users may contribute to avoid collisions(NB-IoT)	3GPP RAN1にて議論されている Discussed in 3GPP RAN1
		リソースのランダム割り当て Random resource assignment	ベンダー & オペレーター Vendor & Operator	異なる(時分割・周波数分割)リソース割当手法は、スペクトル効率とエネルギー効率の向上寄与の可能性(LoRa および SigFox) Allocating different (time & frequency) domain resource mechanism may improve spectral and energy efficiency (LoRa and SigFox)	プライベートプロトコル Private protocols
4	ユーザー端末 User terminal	消費電力 Power consumption	チップメーカー & 標準プロトコル Chip manufacturing & protocol standard	低消費電力デバイス、5Gよりも低い送信電力 Low power consumption devices, low transmit power than 5G	ユーザー端末のEIRPについては 3GPP RAN1で議論されている EIRP of user terminal discussed in 3GPP RAN1
		端末小型化 Device miniaturization	端末メーカー Device manufacturing	ハンドセット端末またはポータブルデバイスへのダイレクト接続をサポート Support direct connection to handset-UE or portable devices	小型化はデバイスメーカーとユースケースシナリオにも依存 Miniaturization may depend device manufacturers and usage scenarios.
5	衛星ペイロード Satellite payload	搭載プロセッサ Onboard processor	チップメーカー Chip manufacturing	デジタル式ペイロードにより遅延を削減し、より柔軟なサービスを提供する Digital payloads, reduce time delay and provide more flexible service	3GPP RAN1で議論されている Discussed in 3GPP RAN1
		電源 Power supply	衛星ベンダー Satellite manufacturing	設備の低コスト化 Low cost Equipment	大容量電源供給は既存技術制約の1つ High capacity power supply is one of the technical limitations so far.

No.	課題	詳細(細分化)	課題解決に向けた協力依頼先となる業種	技術的な挑戦と困難/課題解決案 ※現時点で見えているものがあれば	備考
1	位置測位の高精度化	・Mobilityの自動運転を可能にする位置測位精度の明確化	・自動車メーカー ・農耕機メーカー ・ドローンメーカー	利用者ニーズに即したユースケースの把握	HAPSでの光学センサー等によるセンシングも有望
		・高精度位置測位技術の開発	・通信機器メーカー	利用者ニーズに即したユースケースの把握	※cm測位(RTK測位)のSOLは存在
2	低遅延 (Latency : <20ms) の定義	①衛星側に処理能力を置く場合の実現可否検討	・衛星通信事業者	利用者ニーズに即したユースケースの把握	前段として要件の精緻化が必要
		②HAPSを利用する場合の実現可否検討	・HAPSオペレーター	利用者ニーズに即したユースケースの把握 HAPSでは、RANの遅延について大きな課題はない認識だが、E2Eでの低遅延化にはMECの適用等が必要 (TNと同じ)	
3	見通し影響	・衛星通信を前提とした際、LOS(見通し)が取れない場面があるが、そこを踏まえた自動運転シナリオとなっているか	・自動車メーカー ・農耕機メーカー ・ドローンメーカー	利用者ニーズに即したユースケースの把握	セルラー圏外かつLOS取れない場면을想定
4	エア・インターフェース Air interface	同期 synchronization	ベンダー & オペレーター Vendor & Operator	衛星通信における伝送遅延とドップラー効果の影響を克服するため、共通なTA計測とGNSSによる位置測位はこの問題を軽減する技術になり得ると考える。 To over come the Impact of Transmission Delay and Doppler Effect in satellite communication, common TA (Timing Advance) and GNSS positioning may mitigate the issue.	3GPP RAN1 38.213-4.2 ; 38.211-4.3.1
		ランダムアクセス Random access	ベンダー & オペレーター Vendor & Operator	新たなプリアンブルシーケンス、ランダムアクセス手順の簡素化 New preamble sequence, Simplified random access procedure	3GPP RAN1にて議論されている Discussed in 3GPP RAN1
		位置測位 Positioning	ベンダー & オペレーター Vendor & Operator	単一衛星による測位、GNSS測位の強化 single satellite positioning Positioning enhancement based on GNSS	3GPP RAN1にて議論されている Discussed in 3GPP RAN1
		センシング Sensing	ベンダー & オペレーター Vendor & Operator	センシングと通信を同時に行う波形 Waveform support sensing and communication at the same time	3GPPでは議論されていない、ISACと同様、2つの機能を同時にサポートする波形を検討する必要あり Not discussed in 3GPP, similar to ISAC, need to consider the same waveform to support two functions



No.	課題	詳細(細分化)	課題解決に向けた協力依頼先となる業種	技術的な挑戦と困難/課題解決案 ※現時点で見えているものがあれば	備考
5	MACプロトコル MAC protocols	ビームホッピング Beam hopping	ベンダー & オペレーター Vendor & Operator	高スループットの要件を満たすための電力、キャリアリソース割当て、帯域幅の割当てに関する課題 Power, carrier resource allocation and bandwidth assignment to meet requirement of high throughputs	すでにGEO衛星通信システムで使用されている Already used in GEO satellite communication systems
		リソースの割当て Resource allocation	ベンダー & オペレーター Vendor & Operator		地上ネットワークと同様 Similar to terrestrial networks
6	ユーザー端末 User terminal	消費電力 Power consumption	チップメーカー & 標準プロトコル Chip manufacturing & protocol standard	低消費電力デバイス、5Gよりも低い送信電力 Low power consumption devices, low transmit power than 5G	ユーザー端末のEIRPについては 3GPP RAN1で議論されている EIRP of user terminal discussed in 3GPP RAN1
		アンテナ小型化 Antenna miniaturization	アンテナメーカー Antenna manufacturing	ブロードバンドのための携帯電話のビームステアリングアンテナ Beam steering antenna in mobile phone for broadband	アンテナパラメーターは3GPP RAN1 Rel16 (TR38.821)で議論されている Antenna parameter of user terminal discussed in 3GPP RAN1 Rel16 (TR38.821)
		端末小型化 Device miniaturization	端末メーカー Device manufacturing	携帯電話またはポータブルデバイスへのダイレクト接続をサポート Support direct connection to mobile phone or portable devices	デバイスメーカーとユースケースシナリオによる Depend on device manufacturer and usage scenarios
7	衛星ペイロード Satellite payload	搭載プロセッサ Onboard processor	チップメーカー Chip manufacturing	デジタル式ペイロードにより遅延を削減し、より柔軟なサービスを提供する Digital payloads, reduce time delay and provide more flexible service	3GPP RAN1で議論されている Discussed in 3GPP RAN1
		電源 Power supply	衛星ベンダー Satellite manufacturing	設備の低コスト化 Low cost Equipment	大容量電源供給は既存技術制約の1つ High capacity power supply is one of the technical limitations so far.



災害医療現場と病院間の連携 (1/1)

No.	課題	詳細(細分化)	課題解決に向けた 協力依頼先となる業種	技術的な挑戦と困難/課題解決案 ※現時点で見えているものがあれば	備考
1	可用性の確保 (降雨減衰対策)	降雨減衰対策 ①周波数帯域 (Ku、Ka等) の特性を考慮した運用が必要 場合によっては、S/L帯のGEOとの冗長性を持たせるかなど	・LEO事業者	①周波数帯域 (Ku、Ka等) の特性を考慮した運用が必要 場合によっては、S/L帯のGEOとの冗長性を持たせるかなど	既にUSなどでユースケースあり。どこまでユーザビリティの向上を求めるか?の議論が必要。 ファイダリンク (Q帯) の可用性向上はHAPSでも大きな課題
		降雨減衰対策 ②UT (アンテナ) ・衛星の通信能力 (受信/送信)の向上	・LEO事業者	②UT (アンテナ) ・衛星の通信能力(受信/送信)の向上	
		降雨減衰対策 ③ISL(Inter Satellite Link)を前提とした地上GW局(エリア)の冗長	・LEO事業者	③ISL(Inter Satellite Link)を前提とした地上GW局(エリア)の冗長	
2	可用性の確保 (見通しのない災害現場における代替手段)	見通しのない災害現場における代替手段・他NWとの連携検討	・LEO事業者 + TN/NTN統合議論	・他NWとの連携検討	
3	可用性の確保(接続性) Ensure Availability (Connectivity)	他のNTNシステムとの連携 Cooperate with other NTN systems	LEO/MEO/GEO/ (HAPS) 事業者 LEO/MEO/GEO/ (HAPS) Operator	他NWとの連携による遅延増加を最小限に抑える Minimize Latency increase due to collaboration	HAPSでも足元に地上GW局が必要な制約があり、海上等での運用に課題あり
		海上 (日本領域外での使用) Maritime (use outside Japanese territory)	LEO事業者、(総務省=政府) LEO operator, (MIC=government)	現在、一部の LEO サービスは日本の領域外では利用できない Currently, some LEO services may not be available outside the Japanese territory.	
4	キャパシティの確保	①帯域保証サービスの提供 ②衛星のキャパシティ向上 - 衛星基数を増やす - 高周波数 (V-bandなど) を使う	・LEO事業者 ・LEO事業者	技術的には実現可能 高周波数を使うとさらに降雨減衰の影響を受ける	既にUSなどでユースケースあり。どこまでユーザビリティの向上を求めるか?の議論が必要。
5	信頼性の確保 Ensure Reliability	帯域保証サービスの提供 Provide bandwidth guarantee services 再送制御、高性能FEC、他のNTNとの連携、アンテナ数の増加 Retransmission control, high performance FEC, coordination with other NTNs, increase number of antennas	LEO事業者 LEO operator 標準化、NWおよび端末ベンダー Standardization, NW and UE vendor		
6	低遅延化 Reduce Latency		TN/NTN事業者 TN/NTN operator	エッジ サーバーなど。NTNはTNより遅延が大きいいため、より注意する必要有り Edge servers, etc. NTN, where Latency is more pronounced, need to be more aware than TNs.	

No.	課題	詳細(細分化)	課題解決に向けた協力依頼先となる業種	技術的な挑戦と困難/課題解決案 ※現時点で見えているものがあれば	備考
1	可用性の確保 (救助連絡に使うため、常時利用できる必要有)	①自律運転を含めた運航オペレーションの確立 救助連絡に使うため、常時利用できる必要有	・HAPS Alliance参加企業 - 機体メーカー - HAPSオペレーター	①自律運転を含めた運航オペレーションの確立	
		②長期飛行を実現するための要素技術開発 (充電/蓄電など)	・HAPS Alliance参加企業 - 機体メーカー - 各種メーカー	②長期飛行を実現するための要素技術開発 (充電/蓄電など)	緯度、季節、夜間等の影響も課題
2	可用性の確保 (山間部となると地上局設置が難しい可能性有)	①InterHAPS通信の実現 山間部となると地上局設置が難しい可能性有	・HAPS Alliance参加企業 - HAPSオペレーター - 通信機器メーカー	①InterHAPS通信の実現	HAPS間光通信を要検討 (衛星BHとの比較も必要)
		②衛星通信のバックホール利用 山間部となると地上局設置が難しい可能性有	・HAPS Alliance参加企業 - HAPSオペレーター - 通信機器メーカー ・衛星通信事業者	②衛星通信のバックホール利用	HAPSにおいて、足元に地上GW局が必要な制約を緩和する手法として検討中
3	セルラーNW電波との 干渉対策	①専用周波数の確保	・政府	①専用周波数の確保	基本的にはビームで干渉を絞ったり、必要に応じてTNと周波数を分ける運用が必要
		②ビームフォーミング	・通信機器メーカー	②ビームフォーミング	2GHzのTDDバンド (Band 34) をHAPS専用周波数の有力候補として検討中
		③キャンセラー技術等	・通信機器メーカー ・MNO	③キャンセラー技術等	対衛星についても同様の課題が想定される

No.	課題	詳細(細分化)	課題解決に向けた 協力依頼先となる業種	技術的な挑戦と困難/課題解決案 ※現時点で見えているものがあれば	備考
1	可用性の確保	自律運転を含めた運航オペレーションの確立	ドローンオペレータ	無人配送を効率的に行うためには陸路だけでなく、ドローンによる空路の活用が有効。ドローン発着地点までの自動運転や、ドローン飛行可能な空域を考慮して、陸上及び上空の経路設計を行うシステムを構築すること、運航管理のオペレーションを確立する必要がある。	
2	可用性の確保	セルラー通信と衛星通信の連携 (テレメトリデータや動画像のアップロード、制御コマンド実行などの常時利用)	ドローンオペレータ、MNO	上空において、低遅延で安定した回線速度の確保 ドローン離発着時や地形により衛星見通しが取れない場合など、セルラー回線と衛星回線をシームレスに連携させる仕組みの確立	
3	ユーザ端末	衛星端末のドローンへの搭載	LEO事業者、端末メーカー	ドローン機体のペイロード、プロペラ配置、ノイズを考慮したアンテナ設置方法の検証、端末の小型化	
4	法整備	ドローンの無人飛行に関する法整備	ドローンオペレータ、国土交通省	1オペレーターによる複数機体の運航管理、運航管理システムの制度化	
5	法整備	衛星通信の陸海上空利用についての法制度整備	MNO、総務省		