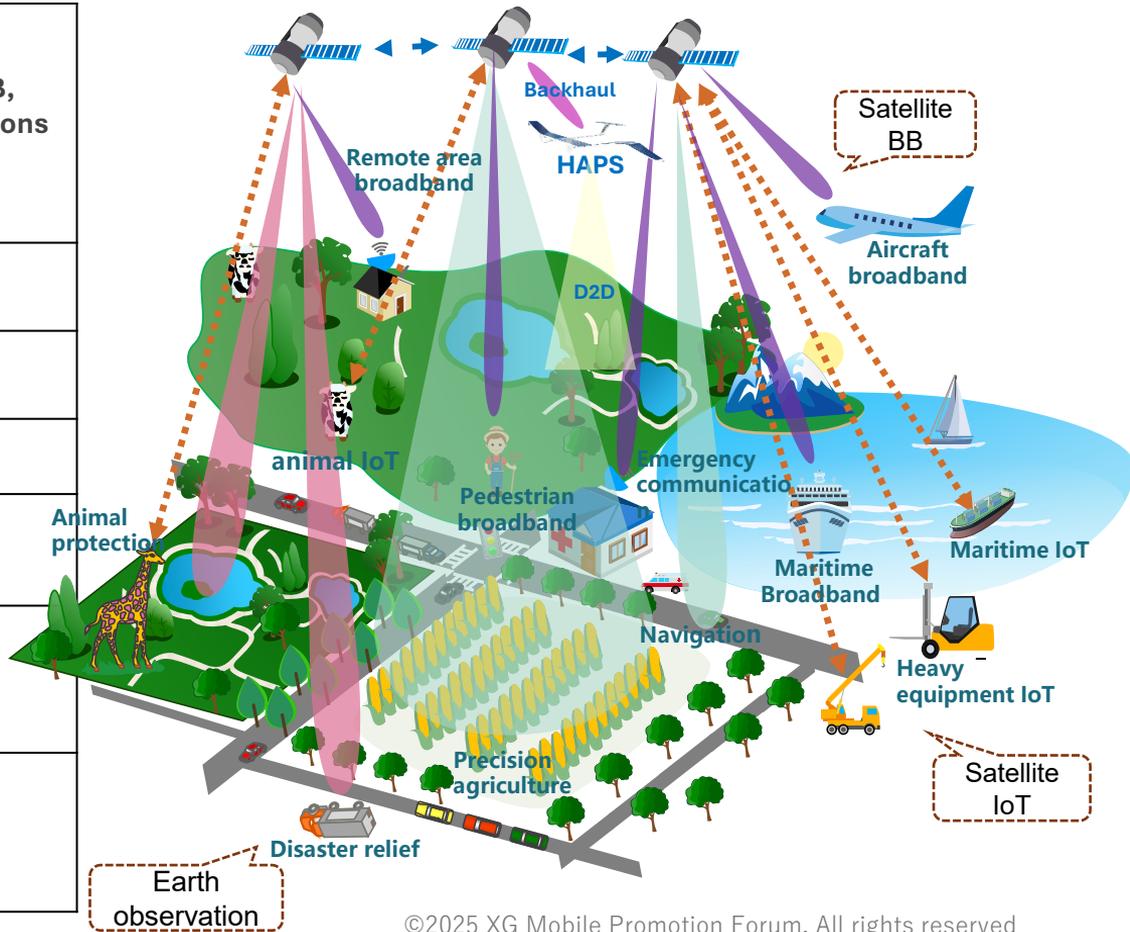


# NTN活用事例/ユースケース (2024年度版)

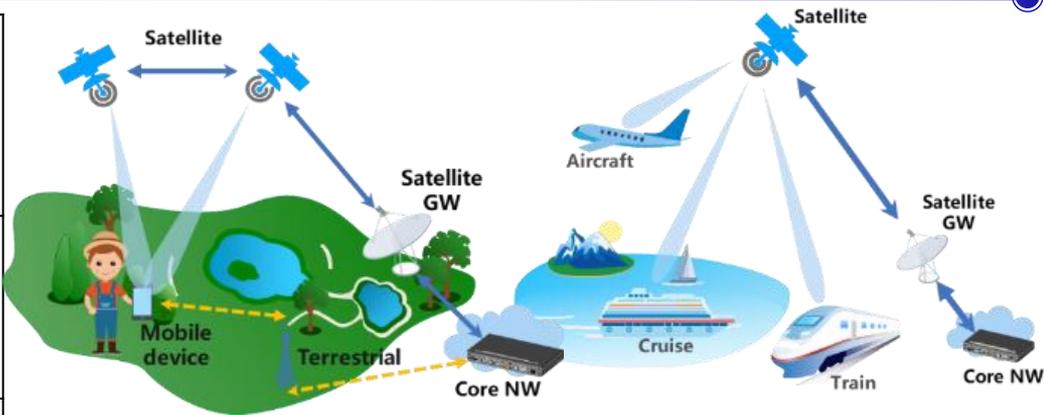
NTN推進プロジェクト  
XGモバイル推進フォーラム  
2025年7月1日更新

# 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 HAPS are integrated with TN communication. |
| KPI                              | Throughput | >100Mbps   |
|                                  | Latency    | <20ms  |
|                                  | Coverage   | Rural areas, ocean, etc.   |
| Terminal type                    |            | Dish terminal(fixed)<br>Mobile phone   |
| Frequency                        |            | Ku Ka sub-6G, S-band   |
| Expected Service Provided Timing |            | Year 2025~30   |

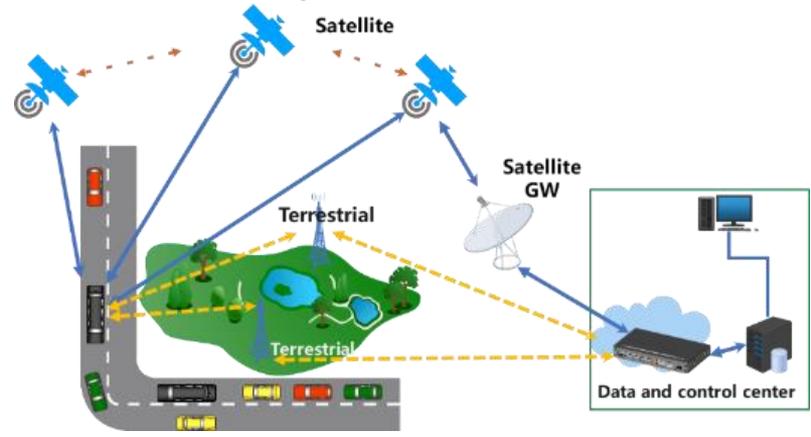


|   |                   |   |
|---|-------------------|---|
| <b>Use case overview</b>                |                   | Connectivity to conventionally unconnected objects with Satellite-broadband.<br>(convergence of TN and NTN-BB)  |
| <b>KPI</b>                              | <b>Throughput</b> |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



Mobile broadband for cellphone

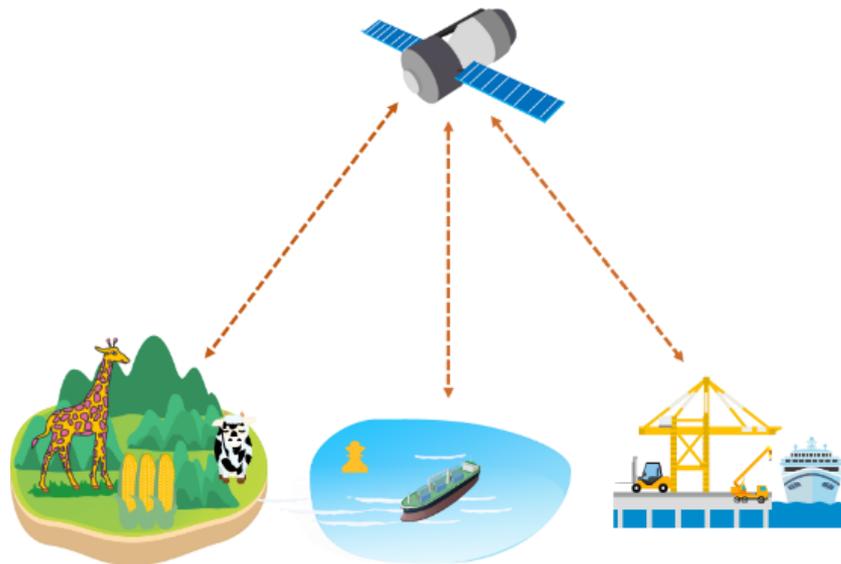
Broadband on the move



First Responder communication and disaster relief

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

## Lower band-width, extremely wide-range coverage

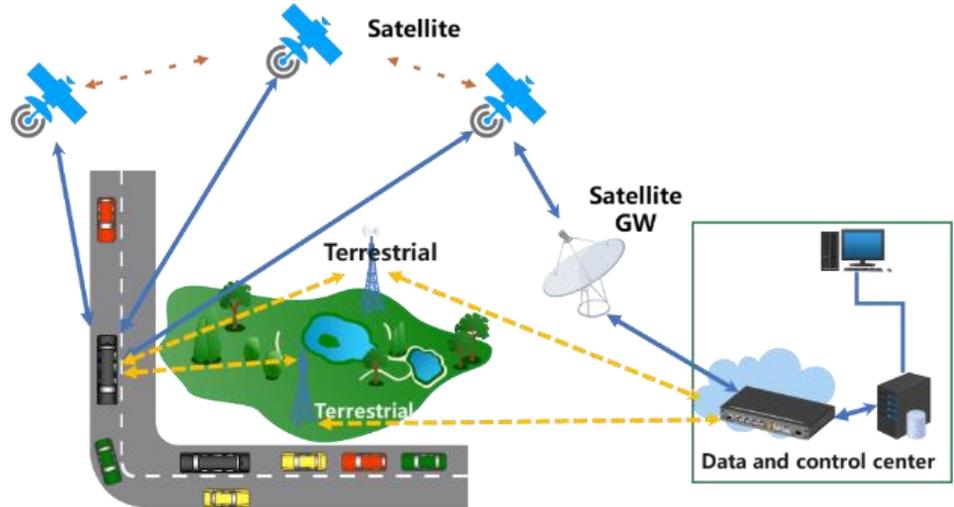


Technical Challenges and issues/difficulties to overcome this scenario includes;

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.

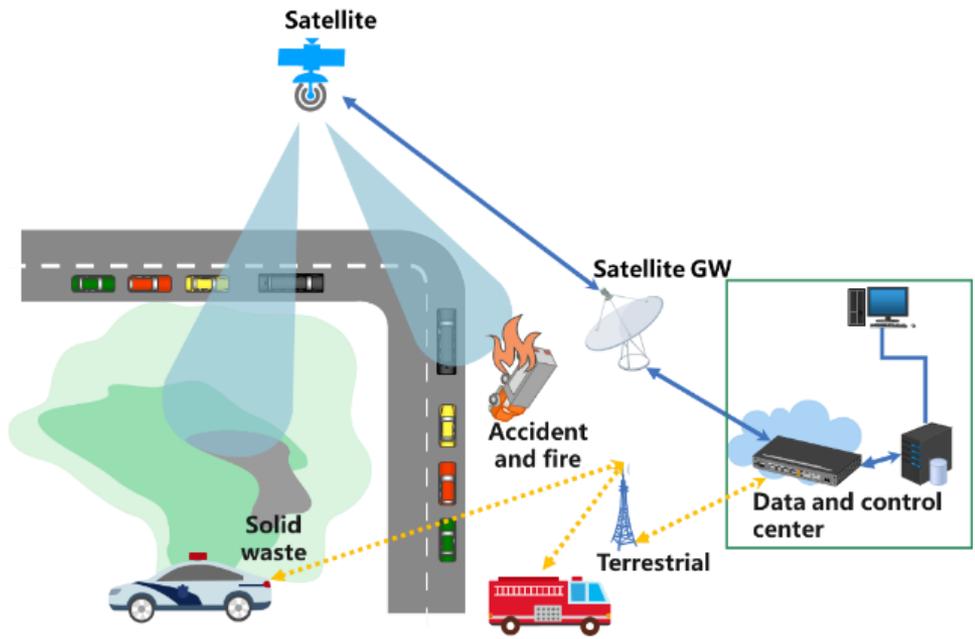


- Technical Challenges and issues/difficulties to overcome this scenario includes;
1. Unified Protocol and Multi-Connection Technology for IMT and satellite
  2. Intelligent High Dynamic Routing and Inter-satellite Optical Interconnection Tec.
  3. Satellite-Ground Network O&M and Resource Management
  4. Unified terminal for IMT and satellite communication
- Highly expected international cooperation to overcome such challenges/issues.

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

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

|               |   |         |          |
|---------------|---|---------|----------|
| 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<br>鉄道周辺の河川と積雪の測位・遠隔監視                  |         |          |
| ユースケース<br>概要  | 河川付近に設置したカメラで水位と積雪の測位<br>を画像または動画を解析する事により実現する              |         |          |
| 既存<br>ソリューション | なし  |         |          |
| KPI           | Throughput  | Latency | Coverage |
|               | 数Mbps   | -       | 僻地       |
| 課題            | 1. 対応人員不足による測定不可<br>2. 危険を伴う作業の人的被害回避<br>3. 積雪が多い日は物理的に測定不可 |         |          |
| 想定<br>メリット・効果 | 1. 天候に左右されない測定情報の取得<br>2. 人員不足を補い、データ解析の利用による<br>稼働負荷削減     |         |          |
| 実現可能時期        | 2023~2025年  |         |          |



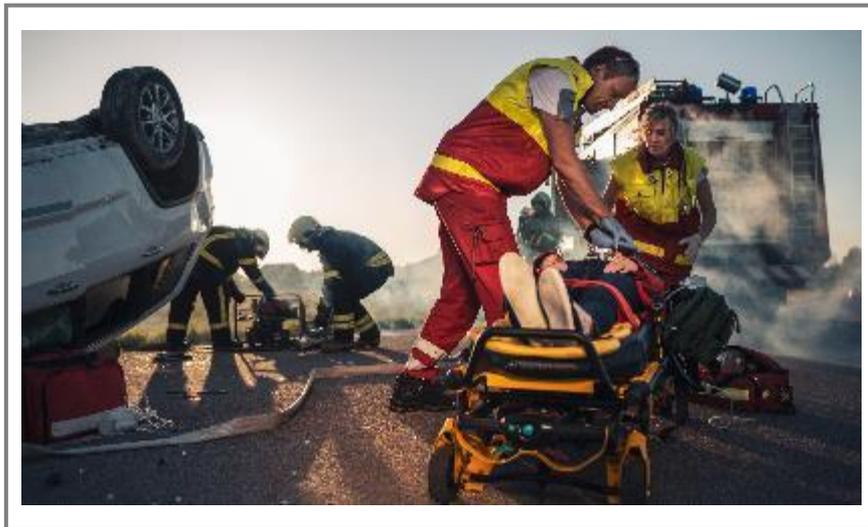
温暖化が進み積雪が少なくなる傾向が見られる一方で、昨今の異常気象により様々な自然災害が発生している。そのような状況下における河川付近での作業は危険を伴い、最悪のケースに至る事も考えられる。測位作業を機械化する事により危険回避ができるうえに、画像解析による測位によって人による測位のバラつきもなくなり、データの精緻化が見込まれる。災害大国としてデータを残し、日本はもとより海外への発信に役立てて行く事にも期待が高まる。

|           |   |         |          |
|-----------|---|---------|----------|
| 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        | 1. 公共牧場における人的稼働費の抑制<br>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；<br>1. 近隣病院との連絡不可（連携不可）<br>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<br>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<br>メリット・効果 | 通信が利用できる事による；<br>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<br>2. 心的ストレスの軽減<br>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/](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        | 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<br>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 | 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<br>2. 通信をベースにしたIoT連携や車輻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 | 1. 山中で負傷した方の人命救助<br>2. 作業者同士、遠隔対応者との業務連絡<br>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  |         |          |



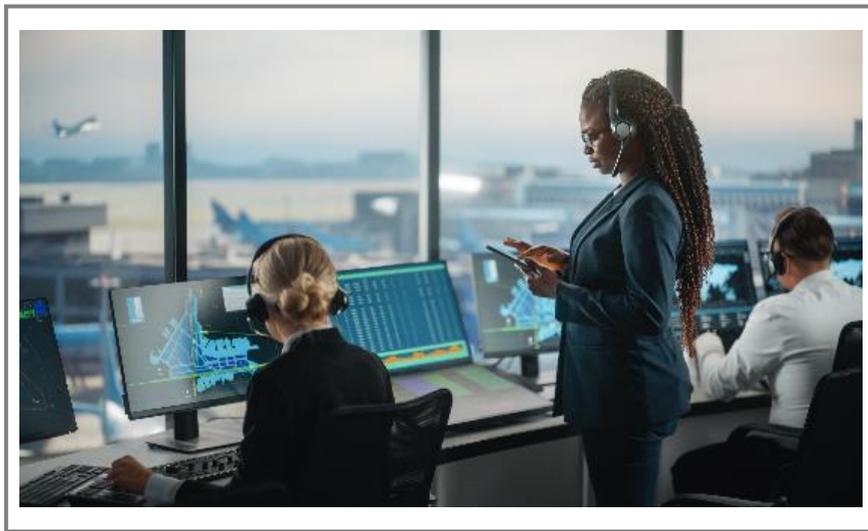
農林水産省のデータによると、平成27年時点で林業従事者の数は4.5万人（うち65歳以上が1.1万人）であり、平成2年との比較で5.5万人減（65歳以上は0.3万人減）となっている。現在の従事者を危険から守る観点では緊急用の連絡手段として、産業全体での従事者減少と高齢化の観点ではIoTの推進手段として活用が見込まれる。平成15年度から開始された「緑の雇用」事業において、未経験者の就職も一定数いる中で、遠隔での監視や作業指示は大いに活用が期待される。

|           |  |         |          |
|-----------|--|---------|----------|
| 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"> <li>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</li> <li>2. 配送料の無料化等における運送業のコスト負担増</li> <li>3. 再配達による運送業の稼働増</li> <li>4. エアモビリティ実現に向けた法整備</li> </ol> |         |          |
| 想定メリット・効果 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 小規模な荷物の配送負担減</li> <li>2. データ管理における運送業のDX化</li> </ol>   |         |          |
| 実現可能時期    | 2025~2030年   |         |          |



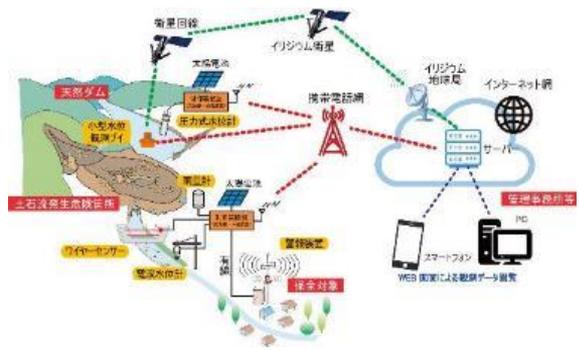
各種新サービスと新型コロナウイルスの影響拡大も相まって、配送需要は増加の一途を辿っている。課題の浮き彫りとなるのは、配達人員の不足である。小型無人機に位置情報のデータを持たせ、設定した一意の場所に物を届けるサービスは、運送業の稼働・燃料削減が見込まれると同時に、即日配達を希望するユーザへも近隣のロジセンターから発送が可能となるなどメリットが見込まれる。また、災害時の物資運搬にも活躍の場が考えられる。一方で、小型無人機が空を飛び荷物を配送するにあたっての制度が整っていないのが現状である。法整備がなされ、スムーズな空の配達が可能となることが期待される。

|               |   |                |              |
|---------------|---|----------------|--------------|
| 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<br>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～<br>数十ミリ秒 | 都市部/郊外<br>海上 |
| 課題            | 1. 離陸・着陸の待ち時間の長時間化<br>2. 運行経路の判断情報（データ）取得   |                |              |
| 想定<br>メリット・効果 | 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<br>2. より詳細な気象データの活用による運航経路の決定<br>3. 最適経路運航によるCO <sub>2</sub> 排出量削減 |                |              |
| 実現可能時期        | 2030年以降   |                |              |

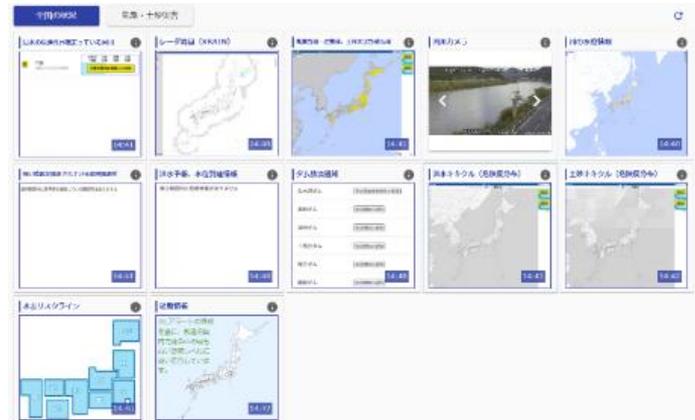


IATA（国際航空運送協会）によると2022年6月時点で世界の航空需要は回復を見せ、総RPKは前年同月比76.2%増となり、パンデミック前の7割超過まで戻った。また、2025年にはコロナ前を超える101%になると予測されている。離発着時の待ち時間は乗客にネガティブなイメージを与えるだけでなく、スムーズな運航管理の観点から最適化が求められる。また、成層圏から取得可能な気象データによって、より詳細な気象把握・予測が可能となり、運航経路の決定・変更に有用な判断材料となる。加えて、経路の最適化によりカーボンニュートラルが目指す世界へも近付くことが期待される。

|   |                   |   |
|---|-------------------|---|
| <b>Use case overview</b>                |                   | <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てる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 地すべり地形の監視</li> <li>• 天然ダムの水位監視</li> <li>• 土石流発生検知（ワイヤーセンサー）</li> </ul> <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> |
| <b>KPI</b>                              | <b>Throughput</b> | kbps level  |
|   | <b>Latency</b>    | <600ms  |
|   | <b>Coverage</b>   | 山岳地域  |
| <b>Terminal type</b>                    |                   | NB-IoT  |
| <b>Frequency</b>                        |                   | L-band, S-band  |
| <b>Expected Service Provided Timing</b> |                   | 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。

### 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>

|                                  |            |                             |
|----------------------------------|------------|-----------------------------|
| 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                     |

**Use case overview**

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。

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。

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

|                                  |            |           |
|----------------------------------|------------|-----------|
| 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 [IS\_Sensing]**

**Report Item:** Study Overview [Deutsche Telekom] **Output:** SP-220661 TR 22-387

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

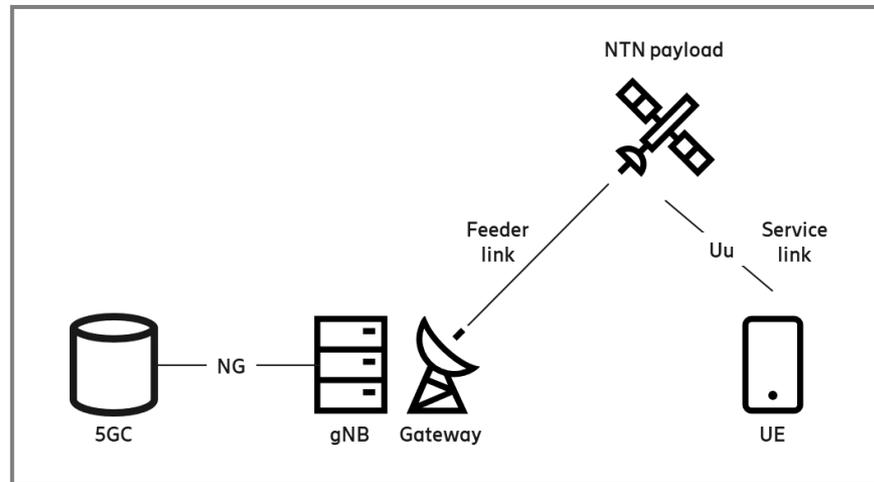
**Objectives:**

- Identify potential service requirements and 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, policies, regulatory requirements and charging.

The diagram illustrates the 3GPP IS\_Sensing study architecture. It shows a 'Core network' connected to various 'Applications' (e.g., autonomous/remote driving, V2X, aviation/AVAS, 3D map reconstruction, smart city/factories, public sectors, healthcare, smart home, maritime sector) and 'Sensors' (e.g., satellite, drone, ground-based). The architecture is based on 5G NR and 3GPP standards.

[https://www.3gpp.org/ftp/tsg\\_sa/TSG\\_SA/TSGS\\_96\\_Budapest\\_2022\\_06/Docs/SP-220661.zip](https://www.3gpp.org/ftp/tsg_sa/TSG_SA/TSGS_96_Budapest_2022_06/Docs/SP-220661.zip)

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

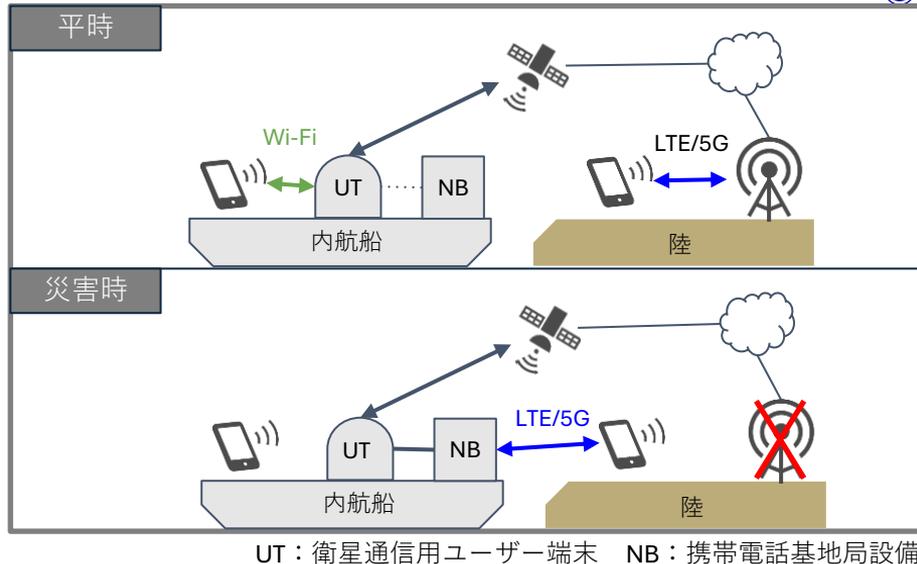
Reuse of the mass market 5G smartphone ecosystem and CSP subscriber base for satellite communication is what sets 5G NTN aside from anything else on the market.

|           |  |         |          |
|-----------|--|---------|----------|
| 活用技術      | LEO  |         |          |
| ユースケース    | 荷物の無人配送  |         |          |
| ユースケース概要  | 自動運転車やドローンなどのスマートモビリティの活用による自動配送   |         |          |
| 既存ソリューション | なし   |         |          |
| KPI       | Throughput   | Latency | Coverage |
|           | <1Mbps   | -       | 郊外/都市部   |
| 課題        | <ul style="list-style-type: none"> <li>自律運転を含めた運航オペレーションの確立</li> <li>セルラー通信と衛星通信の連携</li> <li>衛星端末のドローンへの搭載</li> <li>法整備</li> </ul> |         |          |
| 想定メリット・効果 | <ul style="list-style-type: none"> <li>配送の効率化</li> <li>労働力不足の解消</li> </ul>   |         |          |
| 実現可能時期    | 2025年～2030年  |         |          |



2030年の日本において、急速な人口減少に伴う労働力不足が課題となっている。特に中山間地域では公共交通機関の縮小や小売業者の減少など、日常生活を営む上で必要となる買い物が困難になる人の増加が予想されている。そのような課題を解決する手段として、自動運転車やドローンなどのスマートモビリティの活用による自動配送の仕組みを構築することが重要である。

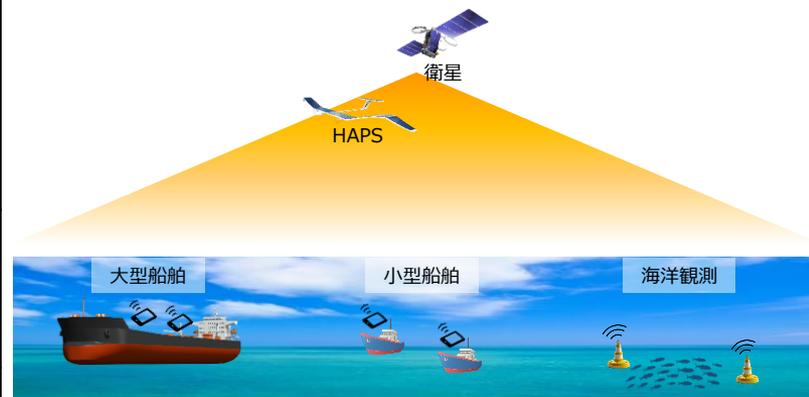
|           |   |         |          |
|-----------|---|---------|----------|
| 活用技術      | LEO + 内航船 + 基地局   |         |          |
| ユースケース    | 災害時に内航船から携帯電話向けの通信を提供   |         |          |
| ユースケース概要  | 内航船の船上に携帯電話基地局設備を設置、衛星通信をバックホール回線として利用し船上からセルラー通信を提供。災害時、復旧困難エリアに対する迅速な復旧に寄与。平時の際は船員向け通信としてWi-Fi通信を提供。                                |         |          |
| 既存ソリューション | 海底ケーブル敷設船「きずな」  |         |          |
| KPI       | Throughput  | Latency | Coverage |
|           | -   | -       | -        |
| 課題        | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 災害時の基地局倒壊等による通信途絶</li> <li>2. 陸路を断たれることによる通信復旧時間の長期化</li> <li>3. 通信途絶による安否確認の遅延</li> </ol>  |         |          |
| 想定メリット・効果 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 迅速な通信復旧</li> <li>2. 早期の安否確認</li> <li>3. 心的ストレスの軽減</li> <li>4. 周辺情報(被害状況・物資配布等)取得</li> </ol> |         |          |
| 実現可能時期    | 2023～2025年  |         |          |



いまや携帯電話通信は生活に欠かせないインフラとなっており、災害発生により途絶した場合には迅速な復旧が望まれる。被災地における安否確認はもとより、連絡や情報収集を行う媒体としても必要不可欠であるため国内のどこで災害が発生しても対応可能なBCP対策が必要と考える。令和6年能登半島地震の際に運用された「船上基地局」にて海からアプローチするソリューションは技術的に実現可能であることが実証されており、その数を増加させることで迅速かつ機動的に対応可能になると考える。仮に既存の内航船（約7000隻）全てに導入できれば搭載する機器の低廉化も期待できる。

|           |  |         |          |
|-----------|--|---------|----------|
| 活用技術      | LEO/HAPS、モバイルダイレクト   |         |          |
| ユースケース    | 海洋観測、船舶/フェリーへの通信提供、小型船舶の安全運航システム、等   |         |          |
| ユースケース概要  | 海洋においてNTNによるシームレスなモバイルダイレクトの通信サービスを提供し、様々なユースケースに活用する  |         |          |
| 既存ソリューション | 衛星携帯電話サービス等  |         |          |
| KPI       | Throughput   | Latency | Coverage |
|           | 数kbps～数Mbps  | -       | 海洋       |
| 課題        | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ネットワーク：TN/NTN連携システムの実装、シームレスハンドオーバー、陸⇄海シームレス化、D2Dサービスの提供</li> <li>2. 端末：アンテナ設備の海仕様化、通信容量/速度と小型省電力化の両立</li> <li>3. 通信品質：地上と変わらない通信環境、安定した接続性</li> </ol> |         |          |
| 想定メリット・効果 | 海洋における従来の衛星携帯電話サービスでは、専用端末が必要であり、通信速度や容量にも制限があった、LEO/HAPSによるモバイルダイレクトによって、スマートフォン等、地上と同じ携帯端末を用いてより高速大容量なサービスを実現することが期待される  |         |          |
| 実現可能時期    | 2025～2030年   |         |          |

海洋においてNTNによるシームレスなモバイルダイレクトの通信サービスを提供し、海洋観測、船舶/フェリーへの通信提供、小型船舶の安全運航システム等、様々なユースケースに活用することが期待される。サービスによって必要な通信速度や要求コストが幅広く、柔軟なサービス提供性が求められる。



|           |  |         |          |
|-----------|--|---------|----------|
| 活用技術      | HAPS   |         |          |
| ユースケース    | 災害時におけるモバイル通信サービス（LTE／5G）の迅速な復旧  |         |          |
| ユースケース概要  | 災害時に地上ネットワークの通信サービスが提供困難となったエリアにおいて、機動性の高いHAPSを活用し、携帯端末への直接通信サービス（LTE／5G）を提供する（HAPSの機動性向上のため、可搬GW局や衛星経由のバックホール回線等を用いる） |         |          |
| 既存ソリューション | 大ゾーン基地局、車両・船舶による可搬基地局等   |         |          |
| KPI       | Throughput   | Latency | Coverage |
|           | 数Mbps  | -       | 被災エリア    |
| 課題        | 被災エリアによっては可搬基地局が移動困難な状況も発生し、モバイル通信サービスの復旧に時間を要する場合がある  |         |          |
| 想定メリット・効果 | 特に可搬基地局が移動困難な被災エリアにおいて、既存ソリューションに比較してより迅速なモバイル通信サービスの復旧ができる  |         |          |
| 実現可能時期    | 2025～2030年   |         |          |

昨今では能登半島地震など日本国内では多くの自然災害が発生しており、通信事業者において特に災害対策の手段としてHAPS実用化への期待が高まっている。HAPSによる携帯端末への直接通信サービスは、3GPP NTN規格への対応に依存せず、既存の幅広い端末機種に対応できる特長を有するため、特に災害対策のようなユースケースにおいて、より多くのユーザにライフラインとしてのサービスを提供できることにつながる。



# 僻地やドローンからの映像伝送 (HAPS) XGMF 23

|           |  |         |          |
|-----------|--|---------|----------|
| 活用技術      | HAPS   |         |          |
| ユースケース    | 僻地やドローンからのモバイル通信サービス (LTE/5G) による映像伝送  |         |          |
| ユースケース概要  | 僻地や空中など地上ネットワークの通信サービスが圏外となるエリアから、HAPSによる上りリンクの高速データ通信を活用し、ドローン等に搭載した端末からリアルタイムに映像を伝送する  |         |          |
| 既存ソリューション | LTE上空利用プラン等  |         |          |
| KPI       | Throughput   | Latency | Coverage |
|           | 数Mbps  | -       | 僻地、空中    |
| 課題        | <ol style="list-style-type: none"> <li>地上ネットワークによる既存のドローン向け通信サービス (LTE上空利用プラン等) では、エリアによってはドローンへの通信サービス提供が困難な場合がある</li> <li>NTNにおいて、送信電力に制限があるモバイル端末からの上りリンク高速データ通信の実現には将来的な技術発展が必要</li> </ol> |         |          |
| 想定メリット・効果 | <ol style="list-style-type: none"> <li>地上ネットワークの圏外エリアから携帯端末を用いた映像伝送が可能となり、様々なユースケースに活用できる (放送、配信、監視、救命捜索、等)</li> <li>地上ネットワークによる既存のドローン向け通信サービスを補完し、シームレスなドローン空撮映像のリアルタイム伝送を実現できる</li> </ol>   |         |          |
| 実現可能時期    | 2025~2030年   |         |          |

HAPSによる携帯端末への直接通信サービスは、特に端末送信電力の制限が厳しい上りリンクにおいて、高速なデータ伝送を実現できる特長を有するため、テキストメッセージや音声通話のようなサービスのみならず、ドローンや海上のブイ等を活用した僻地からの映像伝送等の高速通信が必要なサービスを実現でき、特に産業向けのユースケースとして活用が期待される。



# NTNにおける活用事例

| No.        | 1         | 2                  | 3              | 4                | 5              | 6          | 7      | 8             | 9              | 10    | 11        | 12           | 13     | 14             | 15      | 16    | 17     | 18         | 19         | 20        | 21         | 22                   |   |
|------------|-----------|--------------------|----------------|------------------|----------------|------------|--------|---------------|----------------|-------|-----------|--------------|--------|----------------|---------|-------|--------|------------|------------|-----------|------------|----------------------|---|
| タイトル       | NTNとTNの統合 | TN圏外エリアでのブロードバンド通信 | TN圏外エリアでのIoT通信 | 高精度の位置情報・ナビゲーション | センサー・通信サービスの統合 | 河川の水位・積雪測定 | 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(HAPS利用) | 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 | 補完サービス | 無人配送(衛星利用) | 携帯電話通信のBCP | モビリティ(海洋) | 災害対策(HAPS) | 僻地やドローンからの映像伝送(HAPS) |   |
| イメージ       |           |                    |                |                  |                |            |        |               |                |       |           |              |        |                |         |       |        |            |            |           |            |                      |   |
| ブロードバンド    | ●         | ●                  | -              | -                | -              | -          | -      | ●             | ●              | ●     | -         | -            | -      | -              | -       | -     | -      | -          | ●          | -         | -          | -                    |   |
| モバイルネットワーク | -         | -                  | -              | -                | -              | -          | -      | -             | -              | -     | ●         | ●            | -      | -              | -       | -     | ●      | -          | -          | ●         | -          | -                    |   |
| IoT        | ●         | -                  | ●              | -                | -              | ●          | ●      | -             | -              | ●     | -         | ●            | -      | ●              | -       | -     | -      | ●          | -          | -         | -          | -                    |   |
| HAPS       | ●         | -                  | -              | -                | -              | -          | -      | -             | -              | ●     | ●         | ●            | ●      | -              | -       | -     | -      | -          | -          | -         | ●          | ●                    | ● |
| センシング/位置測定 | ●         | -                  | -              | ●                | ●              | -          | -      | -             | -              | ●     | -         | ●            | ●      | -              | -       | ●     | -      | ●          | ●          | -         | -          | -                    |   |
| モビリティ      | -         | -                  | -              | ●                | -              | -          | -      | ●             | ●              | ●     | -         | -            | -      | -              | -       | -     | -      | ●          | ●          | ●         | -          | -                    |   |
| NTN-TN融合   | ●         | ●                  | ●              | ●                | ●              | -          | -      | -             | -              | -     | -         | -            | -      | -              | ●       | ●     | ●      | ●          | -          | ●         | -          | -                    |   |

※背景色:緑の活用事例を特に選定 ●:今回追加したユースケース

# NTN-TN interworking (Overall Vision of 6G NTN and TN convergence/integration)

| 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等 |       |        |           |          |            |        |           |              |            |          |            |   |
|-----|-----------------------|---|---------------------|-------|--------|-----------|----------|------------|--------|-----------|--------------|------------|----------|------------|---|
|     |                       |   | ユーザー                | 標準化団体 | オペレーター | NTNオペレーター | TNオペレーター | 無線通信機器メーカー | 端末メーカー | 光通信機器メーカー | システムインテグレーター | SD-WANメーカー | 衛星製造メーカー | HAPS製造メーカー |   |
| 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<br>利用事業者動向   | ●                   | ●     |        |           |          |            |        |           |              |            |          |            |   |
| 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、トラフィックのBonding/Blendingを行う上での仕様の統一化<br>〔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 |                     |       |        | ●         | ●        | ●          |        |           |              | ●          |          |            |   |
| 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<br>・ユースケースに合わせた形状のアンテナ開発  |                     |       |        |           |          |            |        |           | ●            | ●          |          |            |   |
| 4   | 顧客PFの開発               | ・TN/NTN統合に際する請求システム統合<br>・利用状況等の可視化システムの設計/開発<br>・回線管理システムの設計/開発<br>・通信最適化システムの設計/開発                    |                     |       |        | ●         | ●        |            |        |           | ●            | ●          | ●        |            |   |
| 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<br>* NW統合する最適な手段の検討<br>(考えられる案) - SD-WAN - 事業者間ローミング - その他           |                     |       |        | ●         | ●        | ●          |        |           |              |            |          |            |   |
| 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)  | ●                   | ●     |        |           |          |            |        |           |              |            |          |            |   |
| 7   | カバレッジ連携               | カバレッジ拡大<br>デュアルカバレッジ/マルチ接続  | ●                   | ●     |        | ●         | ●        | ●          | ●      |           |              |            |          |            |   |
| 8   | 端末移動時の管理              | セルの管理<br>ハンドオーバー  | ●                   | ●     |        | ●         | ●        | ●          | ●      |           |              |            |          |            |   |
| 9   | ルーティングの管理             | ダイナミック・トポロジー<br>ルーティングプロトコル   | ●                   | ●     |        | ●         | ●        |            | ●      |           |              |            |          | ●          |   |
| 10  | 衛星間通信                 | 高キャパシティー & 安定したリンク<br>搭載機器の交換   |                     |       |        | ●         | ●        |            | ●      |           |              | ●          |          | ●          | ● |
| 11  | 電波の調整                 | 電波の管理<br>干渉検知   | ●                   | ●     |        | ●         | ●        |            |        |           |              |            |          |            |   |
| 12  | 運用 & 保守               | リソース管理の統一化<br>ユーザー管理の統一化  |                     |       |        | ●         | ●        |            |        |           |              |            |          |            |   |
| 13  | アンテナ                  | 衛星側のアンテナ<br>端末側のアンテナ  |                     |       |        |           |          |            |        |           | ●            |            |          | ●          |   |

| 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等 |       |      |         |        |            |        |           |              |            |          |            |
|-----|---------------|--|---------------------|-------|------|---------|--------|------------|--------|-----------|--------------|------------|----------|------------|
|     |               |  | ユーザー                | 標準化団体 | メーカー | NTNメーカー | ITメーカー | 無線通信機器メーカー | 端末メーカー | 光通信機器メーカー | システムインテグレーター | SD-WANメーカー | 衛星製造メーカー | HAPS製造メーカー |
| 1   | モバイルダイレクトの高速化 | <ul style="list-style-type: none"> <li>衛星-スマートフォン通信で &gt;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。</li> <li>Cell範囲が大きいことによるキャパシティにも懸念あり</li> </ul> | ※                   |       |      | ●       |        |            |        |           |              |            |          |            |
| 2   | エアー・インターフェース  | 同期   |                     | ●     |      | ●       | ●      |            |        |           |              |            |          | ●          |
|     |               | ランダムアクセス   |                     | ●     |      | ●       | ●      | ●          |        |           |              |            |          | ●          |
| 3   | MACプロトコル      | マルチユーザーMIMO (MU-MIMO)  |                     | ●     |      | ●       | ●      | ●          |        |           |              |            |          | ●          |
|     |               | ビームホッピング   |                     | ●     |      | ●       | ●      | ●          |        |           |              |            |          | ●          |
| 4   | ユーザー端末        | リソースの割当  |                     | ●     |      | ●       | ●      | ●          |        |           |              |            |          | ●          |
|     |               | 消費電力   |                     | ●     |      |         |        |            |        |           |              |            |          | ●          |
|     |               | アンテナ小型化  |                     | ●     |      |         |        |            |        |           |              |            |          | ●          |
| 5   | 衛星ペイロード       | 端末小型化  |                     |       |      |         |        |            |        |           |              |            |          | ●          |
|     |               | 搭載プロセッサ  |                     | ●     |      |         |        |            |        |           |              |            |          | ●          |
|     |               | 電源   |                     |       |      | ●       |        |            |        |           |              |            |          | ●          |

※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。

# NTN-IoT (Wide-Ranging IoT Services Extended to Unconnected Scenario)

| 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等 |       |         |           |          |            |        |           |              |            |          |            |  |
|-----|--------------|--|---------------------|-------|---------|-----------|----------|------------|--------|-----------|--------------|------------|----------|------------|--|
|     |              |  | ユーザー                | 標準化団体 | レギュレーター | NTNオペレーター | TNオペレーター | 無線通信機器メーカー | 端末メーカー | 光通信機器メーカー | システムインテグレーター | SD-WANメーカー | 衛星製造メーカー | HAPS製造メーカー |  |
| 1   | TN/NTN統合の定義  | <ul style="list-style-type: none"> <li>既にNTN IoT技術は実現している</li> <li>⇒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</li> <li>⇒「対象事例名：NTN-TN interworking」の議論へ</li> </ul> | ●                   | ●     |         |           |          |            |        |           |              |            |          |            |  |
| 2   | エアー・インターフェース | 同期   |                     | ●     |         | ●         | ●        | ●          | ●      |           |              |            |          | ●          |  |
|     |              | ランダムアクセス   |                     | ●     |         | ●         | ●        | ●          | ●      |           |              |            |          | ●          |  |
|     |              | Redcap<br>(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)   |                     | ●     |         | ●         | ●        | ●          | ●      |           |              |            |          | ●          |  |
|     |              | IoTプロトコル   |                     | ●     |         | ●         | ●        | ●          | ●      |           |              |            |          | ●          |  |
| 3   | MACプロトコル     | リソースの固定割り当て  |                     | ●     |         | ●         | ●        | ●          | ●      |           |              |            |          | ●          |  |
|     |              | リソースのランダム割り当て  |                     | ●     |         | ●         | ●        | ●          | ●      |           |              |            |          | ●          |  |
| 4   | ユーザー端末       | 消費電力   |                     | ●     |         |           |          | ●          | ●      |           |              |            |          | ●          |  |
|     |              | 端末小型化  |                     |       |         |           |          |            | ●      |           |              |            |          |            |  |
| 5   | 衛星ペイロード      | 搭載プロセッサ  |                     | ●     |         |           |          |            |        |           |              |            |          | ●          |  |
|     |              | 電源   |                     |       |         |           |          |            |        |           |              |            |          | ●          |  |

| 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等 |       |      |         |        |            |        |           |              |            |          |            |
|-----|-------------------------|--|---------------------|-------|------|---------|--------|------------|--------|-----------|--------------|------------|----------|------------|
|     |                         |  | ユーザー                | 標準化団体 | メーカー | NTNメーカー | THメーカー | 無線通信機器メーカー | 端末メーカー | 光通信機器メーカー | システムインテグレーター | SD-WANメーカー | 衛星製造メーカー | HAPS製造メーカー |
| 1   | 位置測位の高精度化               | <ul style="list-style-type: none"> <li>Mobilityの自動運転を可能にする位置測位精度の明確化</li> <li>高精度位置測位技術の開発</li> </ul>    | ●                   |       |      |         |        | ●          |        |           |              |            |          |            |
| 2   | 低遅延(Latency : <20ms)の定義 | <ul style="list-style-type: none"> <li>①衛星側に処理能力を置く場合の実現可否検討</li> <li>②HAPSを利用する場合の実現可否検討</li> </ul>     |                     |       |      | ●       |        |            |        |           |              |            |          |            |
| 3   | 見通し影響                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>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</li> </ul> | ●                   |       |      |         |        |            |        |           |              |            |          |            |
| 4   | エア－インターフェース             | 同期   |                     | ●     |      | ●       | ●      |            |        | ●         |              |            | ●        | ●          |
|     |                         | ランダムアクセス   |                     | ●     |      | ●       | ●      |            |        | ●         |              |            | ●        | ●          |
|     |                         | 位置測位   |                     | ●     |      | ●       | ●      |            |        | ●         |              |            | ●        | ●          |
| 5   | MACプロトコル                | センシング  |                     |       |      | ●       | ●      |            |        | ●         |              |            | ●        | ●          |
|     |                         | ビームホッピング   |                     | ●     |      | ●       | ●      |            |        | ●         |              |            | ●        | ●          |
| 6   | ユーザー端末                  | リソースの割当  |                     | ●     |      | ●       | ●      |            |        | ●         |              |            | ●        | ●          |
|     |                         | 消費電力   |                     | ●     |      |         |        |            |        | ●         |              |            | ●        | ●          |
|     |                         | アンテナ小型化  |                     | ●     |      |         |        |            |        | ●         |              |            |          |            |
| 7   | 衛星ペイロード                 | 端末小型化  |                     |       |      |         |        |            | ●      |           |              |            |          |            |
|     |                         | 搭載プロセッサ  |                     | ●     |      |         |        |            |        |           |              |            | ●        |            |
|     |                         | 電源   |                     |       |      | ●       |        |            |        |           |              | ●          |          |            |

| 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等 |       |        |           |          |            |        |           |              |            |          |            |  |  |  |
|-----|--------------------------------|--|---------------------|-------|--------|-----------|----------|------------|--------|-----------|--------------|------------|----------|------------|--|--|--|
|     |                                |  | ユーザ-                | 標準化団体 | レコユレター | NTNオペレーター | TNオペレーター | 無線通信機器メーカー | 端末メーカー | 光通信機器メーカー | システムインテグレーター | SD-WANメーカー | 衛星製造メーカー | HAPS製造メーカー |  |  |  |
| 1   | 可用性の確保<br>(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<br>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<br>②UT (アンテナ) ・衛星の通信能力(受信/送信)の向上<br>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<br>(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   |                     |       |        | ●         | ●        |            |        |           |              |            |          |            |  |  |  |
| 3   | 可用性の確保 (接続性)                   | 他のNTNシステムとの連携<br>海上 (日本領域外での使用)  |                     |       | ●      | ●         |          |            |        |           |              |            |          |            |  |  |  |
| 4   | キャパシティの確保                      | ①帯域保証サービスの提供<br>②衛星のキャパシティ向上<br>- 衛星基数を増やす<br>- 高周波数 (V-bandなど) を使う  |                     |       |        | ●         |          |            | ●      |           |              |            |          |            |  |  |  |
| 5   | 信頼性の確保                         | 帯域保証サービスの提供<br>再送制御、高性能FEC、他のNTNとの連携、アンテナ数の増加  |                     | ●     |        | ●         |          |            | ●      | ●         |              |            |          |            |  |  |  |
| 6   | 低遅延化                           |  |                     |       |        | ●         | ●        |            |        |           |              |            |          |            |  |  |  |

# 山間部での連絡手段

| 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等 |           |                         |                         |                        |                    |            |                   |                    |                    |                  |                    |
|-----|--------------------------------------|----------------------------------|---------------------|-----------|-------------------------|-------------------------|------------------------|--------------------|------------|-------------------|--------------------|--------------------|------------------|--------------------|
|     |                                      |                                  | 1-サー                | 標準化<br>団体 | レ <sup>o</sup> ユレ<br>ター | NTN <sup>o</sup><br>レター | TN <sup>o</sup><br>レター | 無線通<br>信機器<br>ハンター | 端末ハン<br>ター | 光通信<br>機器ハン<br>ター | システム<br>テグラー<br>ター | SD-<br>WAN<br>ハンター | 衛星製<br>造ハン<br>ター | HAPS<br>製造ハン<br>ター |
| 1   | 可用性の確保<br>(救助連絡に使うため、常<br>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            |                     |           |                         | ●                       |                        |                    |            |                   |                    |                    |                  | ●                  |
|     |                                      | ②長期飛行を実現するための要素技術開発<br>(充電/蓄電など) |                     |           |                         |                         |                        |                    |            |                   |                    |                    |                  |                    |
| 2   | 可用性の確保<br>(山間部となると地上局設<br>置が難しい可能性有) | ①InterHAPS通信の実現                  |                     |           |                         | ●                       |                        | ●                  |            | ●                 |                    |                    |                  |                    |
|     |                                      | ②衛星通信のバックホール利用                   |                     |           |                         | ●                       |                        | ●                  |            | ●                 |                    |                    |                  |                    |
| 3   | セルラーNW<br>電波との<br>干渉対策               | ①専用周波数の確保                        |                     |           | ●                       |                         |                        |                    |            |                   |                    |                    |                  |                    |
|     |                                      | ②ビームフォーミング                       |                     |           |                         |                         |                        | ●                  |            |                   |                    |                    |                  |                    |
|     |                                      | ③キャンセラー技術等                       |                     |           |                         | ●                       | ●                      | ●                  |            |                   |                    |                    |                  |                    |

# 無人配送（衛星通信）

| 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等 |       |         |           |          |            |        |           |              |            |          |            |
|-----|--------|-----------------------|---------------------|-------|---------|-----------|----------|------------|--------|-----------|--------------|------------|----------|------------|
|     |        |                       | ユーザ                 | 標準化団体 | レギュレーター | NTNオペレーター | TNオペレーター | 無線通信機器メーカー | 端末メーカー | 光通信機器メーカー | システムインテグレーター | SD-WANメーカー | 衛星製造メーカー | HAPS製造メーカー |
| 1   | 可用性の確保 | ①自律運転を含めた運航オペレーションの確立 | ●                   |       |         | ●         |          |            |        |           | ●            |            |          |            |
|     |        | ②セルラー通信と衛星通信の連携       |                     |       | ●       | ●         |          | ●          |        | ●         |              |            |          |            |
| 2   | ユーザ端末  | ①衛星端末のドローンへの搭載        |                     |       |         | ●         |          |            | ●      |           |              |            |          |            |
|     |        | ②衛星通信の陸海上空利用についての法整備  |                     |       | ●       | ●         |          |            |        |           |              |            |          |            |
| 3   | 法整備    | ①ドローンの無人飛行に関する法整備     |                     |       | ●       |           |          |            |        |           |              |            |          |            |
|     |        | ②衛星通信の陸海上空利用についての法整備  |                     |       | ●       | ●         |          |            |        |           |              |            |          |            |

# 課題解決に向けた取り組み Initiatives to Solve the Issues

| No. | 課題<br>Challenge  | 詳細(細分化)<br>Details (Subdivision)  | 課題解決に向けた<br>協力依頼先となる業種<br>Target industries for cooperation to<br>resolve issues   | 技術的な挑戦と困難/課題解決案<br>※現時点で見えているものがあれば<br>Technical challenges/Solution idea<br>*If it is currently known                                    | 備考<br>Remarks  |
|-----|--|---|--|---|--|
| 1   | 想定ユースケースにおける必要<br>通信要件の確認<br>Confirmation of required communication<br>requirements for target use cases | 標準化/業界団体動向<br>Standardization/industry group trends<br><br>利用事業者動向<br>User company trends   | 業界団体<br>(5GAA等)<br>Industry group (5GAA etc.)<br><br>想定利用事業者<br>(自動車OEM等)<br>Target user (Automotive OEM etc.)                                     | 利用者ニーズに即した標準化<br>Standardization in line with user needs<br><br>利用者ニーズに即した標準化<br>Standardization in line with user needs                  | 全事例に共通<br>災害対策の重要度が上がっている<br>Common to all cases.<br>Disaster countermeasures become more important  |
| 2   | TN/NTN NW統合の仕組み<br>Mechanism of TN/NTN<br>NW integration   | [SD-WAN方式]<br>・UTと網側で通信ベアラの切替、トラヒックの<br>Bonding/Blendingを行う上での仕様の統一化<br>[SD-WAN]<br>*Unification of specifications for communication bearer switching and traffic bonding/blending between UT & network side  | ・SD-WANベンダー<br>*SD-WAN vendor  | TN/NTN事業者の網間接続方式の定義と各ベンダー<br>の仕様統一化<br>Definition of TN-NTN carrier network connection method & unification of vendors'<br>specifications | 現在は、各ベンダー独自実装<br>→UT側・NW側が同一ベンダーである必要有<br>Currently, each vendor has its own implementation → UT side and NW side must be from the same vendor.  |
|     |  | [TN-NTN事業者 網間接続方式]<br>・網間インタフェース/プロトコルの共通化<br>- 認証方式<br>- Handover<br>- 不整合がある場合のコンバーター<br>[TN-NTN carrier network connection method]<br>*Unification of network interfaces/protocols<br>*Authentication method<br>*Handover<br>*Converter in case of inconsistency | ・NTN事業者<br>・TN事業者<br>・Global MVNO<br>・通信NW機器メーカー<br>・NTN operators<br><br>*TN operator<br>*Global MVNO<br>*Communication NW equipment manufacturer |   |  |
| 3   | TN/NTN両対応端末の開発<br>Development of terminal compatible with both<br>TN/NTN                                 | [HAPSと衛星の連携方式]<br>・HAPSと衛星によるシームレスなNTNサービス提供<br>・HAPSへのファイアリンク回線を衛星経由で提供する方式等<br>[HAPS & satellite cooperation method]<br>*Seamless NTN service provision using HAPS & satellites<br>*Method of providing feeder link line to HAPS via satellite, etc.              | ・NTN事業者<br>・TN事業者<br>*NTN operator<br>*TN operator   | チップセット/SIM/アンテナ等の統一化<br>Unification of chipset/SIM/antenna etc.<br><br>アンテナの小型化<br>Antenna miniaturization                                | 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、<br>UTベンダーの巻き込みがよいと考える<br>UT vendor holds the initiative in selecting each component.<br>Involve the UT vendor first, rather than the component<br>manufacturer. |
|     |  | ・チップセット/SIM/アンテナ等の統一化<br>Unification of chipset/SIM/antenna etc.<br><br>ユースケースに合わせた形状のアンテナ開発<br>Developing antennas with shapes tailored to use cases   | ・UTベンダー<br>*UT vendor<br><br>*UTベンダー<br>*UT vendor   |   |  |
| 4   | 顧客PFの開発<br>Development of customer PF  | ・TN/NTN統合に際する請求システム統合<br>Billing system integration for TN/NTN integration  | ・NTN事業者<br>・TN事業者<br>・Sier<br>*NTN operator<br>*TN operator<br>*Sier   | 技術的には実現可能であると想定<br>Assumed to be technically feasible   |  |
|     |  | ・利用状況等の可視化システムの設計/開発<br>Design/development of visualization system for usage status, etc.   | ・NTN事業者<br>・TN事業者<br>・Sier   | 技術的には実現可能であると想定<br>Assumed to be technically feasible   |  |
|     |  | ・回線管理システムの設計/開発<br>Design/development of line management system   | ・NTN事業者<br>・TN事業者<br>・Sier   | 技術的には実現可能であると想定<br>Assumed to be technically feasible   |  |
|     |  | ・通信最適化システムの設計/開発<br>Design/development of communication optimization system   | ・NTN事業者<br>・TN事業者<br>・通信NW機器メーカー<br>*NTN operator<br>*TN operator<br>*Communication NW equipment manufacturer                                      | 技術的には実現可能であると想定<br>Assumed to be technically feasible   |  |

| No. | 課題<br>Challenge  | 詳細(細分化)<br>Details (Subdivision)  | 課題解決に向けた<br>協力依頼先となる業種<br>Target industries for<br>cooperation to resolve<br>issues   | 技術的な挑戦と困難/課題解決案<br>※現時点で見えているものがあれば<br>Technical challenges/Solution idea<br>*If it is currently known                                | 備考<br>Remarks   |
|-----|--|---|---|---|---|
| 5   | 制度化に向けて<br>の技術的検討<br>Technical<br>consideration for<br>institutionalization          | *理想となる各NW (TN/NTN) のインターワークの<br>仕組み定義<br>*Definition of ideal interwork mechanism for each NW   | <ul style="list-style-type: none"> <li>•NTN事業者</li> <li>•TN事業者</li> <li>•Global MVNO</li> <li>•通信NW機器メーカー</li> <li>•NTN operator</li> <li>•TN operator</li> <li>•Global MVNO</li> <li>•Communication NW equipment manufacturer</li> </ul> | 利用者ニーズに即したインターワークの仕組み定義<br>Definition of interwork mechanism in line with user needs  | 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<br>e.g.<br>•Mobilityの自律運転<br>•EEZ外でも使える通信回線<br>Requires understanding of customers needs to define architecture as a first step.<br>e.g.<br>•Mobility autonomous driving<br>•Communication lines that can be used outside of the EEZ                           |
|     |  | *NW統合する最適な手段の検討<br>(考えられる案)<br>-SD-WAN<br>-事業者間ローミング<br>-その他<br>*Examining the optimal means of NW integration (possible idea)<br>-SD-WAN<br>-Inter-operator roaming<br>-Others   | <ul style="list-style-type: none"> <li>•NTN事業者</li> <li>•TN事業者</li> <li>•Global MVNO</li> <li>•通信NW機器メーカー</li> <li>•NTN operator</li> <li>•TN operator</li> <li>•Global MVNO</li> <li>•Communication NW equipment manufacturer</li> </ul> | 利用者ニーズに即したインターワークの仕組み定義<br>Definition of interwork mechanism in line with user needs  | 顧客要件を満たす切り替え時間を実現する必要有<br>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<br>Need to achieve changeover times that meet customer requirements. It is assumed that direct communication to terminals using HAPS and large-capacity fixed-line communication using GEO/LEO will be the main ones. |
| 6   | 既存制度の適<br>応範囲の検討<br>Consideration of the<br>application scope of<br>existing systems | 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<br>(認証方式、周波数、通信機器)<br>Consider & determine whether TN standards can be followed in line with the system collaboration (interwork) planned to be implemented in society (Authentication method, frequency, communication equipment) | <ul style="list-style-type: none"> <li>•各標準機関</li> <li>•総務省</li> <li>•SDOs</li> <li>•MIC</li> </ul>   | 利用者ニーズに即したインターワークの仕組み定義<br>Definition of interwork mechanism in line with user needs  |   |
| 7   | カバレッジ連携<br>Collaborative<br>Coverage   | カバレッジ拡大<br>Coverage enhancement   | ベンダー & オペレーター<br>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<br>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<br>In-discussion (RP-232669) 3GPP RAN1-Rel18   |
|     |  | デュアルカバレッジ/マルチ接続<br>Dual coverage/multi connections  | ベンダー & オペレーター<br>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<br>Extending dual connection coverages of satellite and terrestrial networks                         | 3GPPにおいて議論未実施<br>Not discussed yet in 3GPP  |
| 8   | 端末移動時の<br>管理<br>Mobility Management  | セルの管理<br>Cell Management  | ベンダー & オペレーター<br>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<br>Interworking enhancement to support seamless roaming between different networks          | 3GPP RAN2 (RP-232669)にて議論されている<br>Discussed in 3GPP RAN2 (RP-232669)  |
|     |  | ハンドオーバー<br>Handover   | ベンダー & オペレーター<br>Vendor& Operator   | ハンドオーバー時のリンクの安定性向上<br>Improve link stability while during handover process  |   |

| No. | 課題<br>Challenge                           | 詳細(細分化)<br>Details (Subdivision)                 | 課題解決に向けた<br>協力依頼先となる業種<br>Target industries for<br>cooperation to resolve issues | 技術的な挑戦と困難/課題解決案<br>※現時点で見えているものがあれば<br>Technical challenges/Solution idea<br>*If it is currently known                                    | 備考<br>Remarks   |
|-----|---|--|--|---|---|
| 9   | ルーティングの<br>管理<br>Routing<br>management    | ダイナミック・トポロジー<br>Dynamic Topology                 | ベンダー & オペレーター<br>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)<br>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<br>More difficult than terrestrial, because the satellites moves, the topology changes by time                   |
|     |   | ルーティングプロトコル<br>Routing Protocols                 | ベンダー & オペレーター<br>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<br>Improved protocols such as TCP/IP to catch up moving satellite target                                   |   |
| 10  | 衛星間通信<br>Inter satellite<br>communication | 高キャパシティ & 安定したリンク<br>High capacity & stable link | 光通信<br>Optical communication   | 最大100Gbps (リンクあたり) の衛星間通信に対応<br>Up to support 100Gbps (per-link) inter-satellites   | 衛星間通信への帯域割当<br>Inter-satellites bandwidth allocation  |
|     |   | 搭載機器の交換<br>On Board exchange                     | データ処理 (チップスピード)<br>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<br>Technical challenge based on the evolution of optical switches and processors on boarded.                      |   |
| 11  | 電波の調整<br>Spectrum<br>coordination         | 電波の管理<br>Spectrum management                     | 規制当局とオペレーター<br>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<br>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<br>(ITU-Rおよび3GPP RP-232669)<br>Spectrum isolation or Spectrum sharing (ITU-R and 3GPP RP-232669)<br>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<br>Interference detection                   | オペレーター<br>Operators  | 優れた干渉検知と評価メカニズム<br>Intelligent Interference Detection and Evaluation mechanism  |   |
| 12  | 運用 & 保守<br>O&M                            | リソース管理の統一化<br>Unified resource management        | オペレーター<br>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<br>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<br>Operators improved O&M features are expected   |
|     |   | ユーザー管理の統一化<br>Unified user management            | オペレーター<br>Operators  | 充電方式、端末、決済の統一化<br>One charging mode, one terminal, and unified settlement   |   |
| 13  | アンテナ<br>Antennas                          | 衛星側のアンテナ<br>Satellite antennas                   | アンテナメーカー<br>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<br>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<br>Expected improved Radio technology on Satellite Antennas  |
|     |   | 端末側のアンテナ<br>Terminal antennas                    | アンテナメーカー<br>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<br>Low cost electrical steering antenna/ compact size terminal antenna for cell phones                |   |

| No. | 課題<br>Challenge                                 | 詳細(細分化)<br>Details (Subdivision)  | 課題解決に向けた<br>協力依頼先となる業種<br>Target industries for<br>cooperation to resolve issues | 技術的な挑戦と困難/課題解決案<br>※現時点で見えているものがあれば<br>Technical challenges/Solution idea<br>*If it is currently known  | 備考<br>Remarks   |
|-----|---|---|--|---|---|
| 1   | モバイル ダイレクトの高速化<br>Acceleration of Mobile Direct | <ul style="list-style-type: none"> <li>衛星-スマートフォン通信で &gt;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。</li> <li>Cell範囲が大ききことによるキャパシティにも懸念あり</li> <li>Can download speeds of &gt;10Mbps be achieved with satellite-smartphone communication? With upload, the speed may be less than 1Mbps.</li> <li>There are also concerns of capacity due to the large cell range.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>LEO事業者</li> <li>LEO Operator</li> </ul>   | アンテナの大型化 (ただし、利便性とトレードオフ)<br>Larger antenna (However, trade-off with convenience)   | 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。<br>HAPSによるモバイルダイレクトの高速大容量化を検討。<br>LEOはビーム数が多いと想定され、フィーダリンクの実現性も懸念<br>Determined as Mobile Direct case based on the requirement [Throughput : >10Mbps for cellphone]. Requirements need to be refined as a first step.<br>Considering increasing the speed & capacity of mobile direct using HAPS.<br>LEO is expected to have a large number of beams, and there are concerns about the feasibility of feeder links. |
| 2   | エア-インターフェース<br>Air interface                    | 同期<br>synchronization   | ベンダー & オペレーター<br>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。<br>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<br>Random access   | ベンダー & オペレーター<br>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<br>New preamble sequence, Simplified random access procedure  | 3GPPにおいて議論未実施<br>Not discussed in 3GPP yet  |
|     |   | マルチユーザー-MIMO<br>MU-MIMO   | ベンダー & オペレーター<br>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<br>Improve the spectrum efficiency, the difficulty is how to synchronize multiple satellites  | 3GPPにおいて議論未実施<br>Not discussed in 3GPP yet  |
| 3   | MACプロトコル<br>MAC protocols                       | ビームホッピング<br>Beam hopping  | ベンダー & オペレーター<br>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<br>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<br>Already used in GEO satellite communication systems   |
|     |   | リソースの割当<br>Resource allocation  | ベンダー & オペレーター<br>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<br>Power, carrier resource allocation and bandwidth assignment to meet requirement of high throughputs  | 地上ネットワークと同様<br>Similar to terrestrial networks  |

| No. | 課題<br>Challenge              | 詳細(細分化)<br>Details (Subdivision)   | 課題解決に向けた<br>協力依頼先となる業種<br>Target industries for<br>cooperation to resolve<br>issues | 技術的な挑戦と困難/課題解決案<br>※現時点で見えているものがあれば<br>Technical challenges/Solution idea<br>*If it is currently known      | 備考<br>Remarks   |
|-----|------------------------------|------------------------------------|---|---|---|
| 4   | ユーザー端末<br>User terminal      | 消費電力<br>Power consumption          | チップメーカー & 標準プロトコル<br>Chip manufacturing & protocol standard                         | 低消費電力デバイス、5Gよりも低い送信電力<br>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<br>EIRP of user terminal discussed in 3GPP RAN1  |
|     |                              | アンテナ小型化<br>Antenna miniaturization | アンテナメーカー<br>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<br>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<br>Antenna parameter of user terminal discussed in 3GPP RAN1 Rel16 (TR38.821) |
|     |                              | 端末小型化<br>Device miniaturization    | 端末メーカー<br>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<br>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<br>miniaturization may depend on device manufacturers and usage scenarios.                      |
| 5   | 衛星ペイロード<br>Satellite payload | 搭載プロセッサ<br>Onboard processor       | チップメーカー<br>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<br>Digital payloads, reduce time delay and provide more flexible service | 3GPP RAN1で議論されている<br>Discussed in 3GPP RAN1   |
|     |                              | 電源<br>Power supply                 | 衛星ベンダー<br>Satellite manufacturing   | 設備の低コスト化<br>Low-cost Equipment  | 大容量電源供給は既存技術制約の1つ<br>High-capacity power supply is one of the technical limitations so far.                                 |

| No. | 課題<br>Challenge  | 詳細(細分化)<br>Details (Subdivision)  | 課題解決に向けた<br>協力依頼先となる業種<br>Target industries for<br>cooperation to<br>resolve issues | 技術的な挑戦と困難/課題解決案<br>※現時点で見えているものがあれば<br>Technical challenges/Solution idea<br>*If it is currently known  | 備考<br>Remarks  |
|-----|--|---|---|---|--|
| 1   | TN/NTN統合<br>の定義<br>Definition of TN/NTN<br>integration | ・既にNTN IoT技術は実現している<br>⇒TNと統合が必要となる場合、想定される<br>ユースケースを踏まえた統合の定義づけから必要<br>⇒「対象事例名：NTN-TN interworking」<br>の議論へ<br>NTN IoT technology has already been realized.<br>→If integration with TN is required, it is<br>necessary to define the integration based on the<br>expected use case.<br>→Discuss "Target case: NTN-TN interworking" |   | 利用者ニーズに即したユースケースの把握<br>Understanding use cases that meet user needs.  |  |
| 2   | エア・インターフェース<br>Air interface                           | 同期<br>synchronization   | ベンダー & オペレーター<br>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<br>するため、共通なTA計測とGNSSによる位置測位はこの問題<br>を軽減する技術になり得ると考える。<br>To overcome the Impact of Transmission Delay and Doppler<br>Effect in satellite communication, common TA (Timing<br>Advance) and GNSS positioning may mitigate the issue. | 3GPP RAN1 38.213-4.2 ;<br>38.211-4.3.1   |
|     |  | ランダムアクセス<br>Random access   | ベンダー & オペレーター<br>Vendor & Operator  | 新たなプリアンプルシーケンス、ランダムアクセス手順の簡素化<br>New preamble sequence, Simplified random access procedure  | 3GPP RAN1にて議論されている<br>Discussed in 3GPP RAN1   |
|     |  | Redcap<br>(小型で低消費電力のIoT機器を、5Gで接<br>続しやすくするための拡張機能)  | ベンダー & オペレーター<br>Vendor & Operator  | 低消費電力、低ランク変調、低複雑度<br>Low power consumption, low modulation rank, low complexity   | 3GPP RAN1にて議論されている<br>Discussed in 3GPP RAN1   |
|     |  | IoTプロトコル<br>IoT protocols   | ベンダー & オペレーター<br>Vendor & Operator  | NB-IoT, LoRa, Sigfoxなど3種類の異なるプロトコルの収<br>容スキーム<br>Diversified three different protocols, such as NB-IoT, LoRa<br>and Sigfox are exist, how should they be accommodated?  | NB-IoTは3GPP RAN1にて議論<br>されている、LoRaとSigfoxはプ<br>ライベートプロトコル<br>NB-IoT is discussed in 3GPP RAN1,<br>LoRa and Sigfox are private<br>protocols |

| No. | 課題<br>Challenge              | 詳細(細分化)<br>Details (Subdivision)            | 課題解決に向けた<br>協力依頼先となる業種<br>Target industries for<br>cooperation to resolve<br>issues | 技術的な挑戦と困難/課題解決案<br>※現時点で見えているものがあれば<br>Technical challenges/Solution idea<br>*If it is currently known  | 備考<br>Remarks   |
|-----|------------------------------|---|---|---|---|
| 3   | MACプロトコル<br>MAC protocols    | リソースの固定割り当て<br>Fixed resource assignment    | ベンダー & オペレーター<br>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)<br>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<br>Discussed in 3GPP RAN1  |
|     |                              | リソースのランダム割り当て<br>Random resource assignment | ベンダー & オペレーター<br>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)<br>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<br>Private protocols  |
| 4   | ユーザー端末<br>User terminal      | 消費電力<br>Power consumption                   | チップメーカー & 標準プロトコル<br>Chip manufacturing & protocol standard                         | 低消費電力デバイス、5Gよりも低い送信電力<br>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<br>EIRP of user terminal discussed in 3GPP RAN1                   |
|     |                              | 端末小型化<br>Device miniaturization             | 端末メーカー<br>Device manufacturing  | 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<br>Support direct connection to 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<br>miniaturization may depend device manufacturers and usage scenarios. |
| 5   | 衛星ペイロード<br>Satellite payload | 搭載プロセッサ<br>Onboard processor                | チップメーカー<br>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<br>Digital payloads, reduce time delay and provide more flexible service   | 3GPP RAN1で議論されている<br>Discussed in 3GPP RAN1   |
|     |                              | 電源<br>Power supply                          | 衛星ベンダー<br>Satellite manufacturing   | 設備の低コスト化<br>Low-cost Equipment  | 大容量電源供給は既存技術制約の1つ<br>High-capacity power supply is one of the technical limitations so far.         |

| No. | 課題<br>Challenge   | 詳細(細分化)<br>Details (Subdivision)   | 課題解決に向けた<br>協力依頼先となる業種<br>Target industries for<br>cooperation to resolve issues                                       | 技術的な挑戦と困難/課題解決案<br>※現時点で見えているものがあれば<br>Technical challenges/Solution idea<br>*If it is currently known   | 備考<br>Remarks  |
|-----|---|--|--|--|--|
| 1   | 位置測位の<br>高精度化<br>High precision positioning                                       | ・Mobilityの自動運転を可能にする位置測位精度の明確化<br>Clarification of positioning accuracy for enabling self-driving Mobility   | ・自動車メーカー<br>・農耕機メーカー<br>・ドローンメーカー<br>・Auto manufacturer<br>・Agricultural machinery manufacturer<br>・Drone manufacturer | 利用者ニーズに即したユースケースの把握<br>Understanding use cases that meet user needs.   | HAPSでの光学センサー等によるセンシングも有望<br>Sensing using optical sensors etc. in HAPS is also promising.  |
|     |   | ・高精度位置測位技術の開発<br>Development of High precision positioning technology  | ・通信機器メーカー<br>・Communication equipment manufacturer   | 利用者ニーズに即したユースケースの把握<br>Understanding use cases that meet user needs.   | ※cm測位(RTK測位)のSOLは存在<br>※ cm-positioning (RTK positioning) SOL exists   |
| 2   | 低遅延<br>(Latency : <20ms)<br>の定義<br>Definition of low latency<br>(Latency : <20ms) | ①衛星側に処理能力を置く場合の実現可否検討<br>Consideration of feasibility when placing processing power in satellite side  | ・衛星通信事業者<br>・Satellite operator  | 利用者ニーズに即したユースケースの把握<br>Understanding use cases that meet user needs.   | 前段として要件の<br>精緻化が必要<br>Requirements need to be refined as a first step  |
|     |   | ②HAPSを利用する場合の実現可否検討<br>Consideration of feasibility when using HAPS  | ・HAPSオペレーター<br>・HAPS operator  | 利用者ニーズに即したユースケースの把握<br>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<br>LOS impact   | ・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<br>With satellite communication, there are situations where LOS (line of sight) cannot be obtained. The autonomous driving scenario should take this into account. | ・自動車メーカー<br>・農耕機メーカー<br>・ドローンメーカー<br>・Auto manufacturer<br>・Agricultural machinery manufacturer<br>・Drone manufacturer | 利用者ニーズに即したユースケースの把握<br>Understanding use cases that meet user needs.   | セルラー圏外かつLOS取れない場면을想定<br>Target situation is where it is out of cellular service and cannot obtain LOS.   |
| 4   | エア-インターフェース<br>Air interface  | 同期<br>synchronization  | ベンダー & オペレーター<br>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。<br>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<br>Random access  | ベンダー & オペレーター<br>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<br>New preamble sequence, Simplified random access procedure   | 3GPP RAN1にて議論されている<br>Discussed in 3GPP RAN1   |
|     |   | 位置測位<br>Positioning  | ベンダー & オペレーター<br>Vendor & Operator   | 単一衛星による測位、GNSS測位の強化<br>single satellite positioning enhancement based on GNSS  | 3GPP RAN1にて議論されている<br>Discussed in 3GPP RAN1   |
|     |   | センシング<br>Sensing   | ベンダー & オペレーター<br>Vendor & Operator   | センシングと通信を同時に行う波形<br>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<br>Not discussed in 3GPP, similar to ISAC, need to consider the same waveform to support two functions |

| No. | 課題<br>Challenge              | 詳細(細分化)<br>Details (Subdivision)   | 課題解決に向けた<br>協力依頼先となる業種<br>Target industries for<br>cooperation to<br>resolve issues | 技術的な挑戦と困難/課題解決案<br>※現時点で見えているものがあれば<br>Technical challenges/Solution idea<br>*If it is currently known   | 備考<br>Remarks  |
|-----|------------------------------|------------------------------------|---|--|--|
| 5   | MACプロトコル<br>MAC protocols    | ビームホッピング<br>Beam hopping           | ベンダー & オペレーター<br>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<br>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<br>Already used in GEO satellite communication systems  |
|     |                              | リソースの割当<br>Resource allocation     | ベンダー & オペレーター<br>Vendor & Operator  |  | 地上ネットワークと同様<br>Similar to terrestrial networks   |
| 6   | ユーザー端末<br>User terminal      | 消費電力<br>Power consumption          | チップメーカー & 標準プロトコル<br>Chip manufacturing & protocol standard                         | 低消費電力デバイス、5Gよりも低い送信電力<br>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<br>EIRP of user terminal discussed in 3GPP RAN1   |
|     |                              | アンテナ小型化<br>Antenna miniaturization | アンテナメーカー<br>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<br>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<br>Antenna parameter of user terminal discussed in 3GPP RAN1 Rel16 (TR38.821) |
|     |                              | 端末小型化<br>Device miniaturization    | 端末メーカー<br>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<br>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<br>Depend on device manufacturer and usage scenarios  |
| 7   | 衛星ペイロード<br>Satellite payload | 搭載プロセッサ<br>Onboard processor       | チップメーカー<br>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<br>Digital payloads, reduce time delay and provide more flexible service  | 3GPP RAN1で議論されている<br>Discussed in 3GPP RAN1  |
|     |                              | 電源<br>Power supply                 | 衛星ベンダー<br>Satellite manufacturing   | 設備の低コスト化<br>Low-cost Equipment   | 大容量電源供給は既存技術制約の1つ<br>High-capacity power supply is one of the technical limitations so far.                                |

| No. | 課題<br>Challenge   | 詳細(細分化)<br>Details (Subdivision)   | 課題解決に向けた<br>協力依頼先となる業種<br>Target industries for<br>cooperation to resolve issues | 技術的な挑戦と困難/課題解決案<br>※現時点で見えているものがあれば<br>Technical challenges/Solution idea<br>*If it is currently known  | 備考<br>Remarks  |
|-----|---|--|--|---|--|
| 1   | 可用性の確保<br>(降雨減衰対策)<br>Ensuring availability<br>(Rain attenuation<br>measures)   | 降雨減衰対策<br>①周波数帯域 (Ku, Ka等) の特性を考慮した運用が必要<br>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<br>Rain attenuation measures<br>①Requires operation considering characteristics of frequency bands (Ku, Ka etc.)<br>In some cases, consider the needs of redundancy with GEO in S/L bands etc. | ・LEO事業者<br>・LEO Operator   | ①周波数帯域 (Ku, Ka等) の特性を考慮した運用が必要<br>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<br>①Requires operation considering characteristics of frequency bands (Ku, Ka etc.)<br>In some cases, consider the needs of redundancy with GEO in S/L bands etc. | 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。<br><br>フィーダリンク (Q帯) の可用性向上はHAPSでも大きな課題<br><br>There are already use cases in the US etc. Discussion on how much the usability can be improved is necessary. Improving the availability of feeder links (Q band) is a major issue for HAPS as well. |
|     |   | 降雨減衰対策<br>②UT (アンテナ) ・衛星の通信能力(受信/送信)の向上<br>Rain attenuation measures<br>②UT (antenna) ・Improving satellite communication capabilities (reception/transmission)   | ・LEO事業者<br>・LEO Operator   | ②UT (アンテナ) ・衛星の通信能力(受信/送信)の向上<br>②UT (antenna) ・Improving satellite communication capabilities (reception/transmission)   |  |
|     |   | 降雨減衰対策<br>③ISL(Inter Satellite Link)を前提とした地上GW局(エリア)の冗長<br>Rain attenuation measures<br>③Redundancy of ground GW station (area) based on ISL (Inter Satellite Link)  | ・LEO事業者<br>・LEO Operator   | ③ISL(Inter Satellite Link)を前提とした地上GW局(エリア)の冗長<br>③Redundancy of ground GW station (area) based on ISL (Inter Satellite Link)  |  |
| 2   | 可用性の確保<br>(見通しのない災害現場における代替手段)<br>Ensuring availability<br>(Alternatives for the disaster sites lacking line-of-sight conditions) | 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<br>+ Consider collaboration with other NWS  | ・LEO事業者<br>+ TN/NTN統合議論<br>・LEO Operator<br>+ TN/NTN integration discussion      | ・他NWとの連携検討<br>・ Consider collaboration with other NWS   |  |
| 3   | 可用性の確保(接続性)<br>Ensure Availability<br>(Connectivity)  | 他のNTNシステムとの連携<br>Cooperate with other NTN systems  | LEO/MEO/GEO/ (HAPS) 事業者<br>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<br>Minimize Latency increase due to collaboration  |  |
|     |   | 海上 (日本領域外での使用)<br>Maritime (use outside Japanese territory)  | LEO事業者、(総務省=政府)<br>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<br>Currently, some LEO services may not be available outside of the Japanese territory.  |  |
| 4   | キャパシティの確保<br>Ensure capacity  | ①帯域保証サービスの提供<br>①Provide bandwidth guarantee services  | ・LEO事業者<br>・LEO Operator   | 技術的には実現可能<br>Technically feasible   | 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。<br><br>There are already use cases in the US etc. Discussion on how much the usability can be improved is necessary.   |
|     |   | ②衛星のキャパシティ向上<br>- 衛星基数を増やす<br>- 高周波数 (V-bandなど) を使う<br>②Improve satellite capacity<br>- Increase satellites<br>- Use high-frequency (V-band etc.)  | ・LEO事業者<br>・LEO Operator   | 高周波数を使うとさらに降雨減衰の影響を受ける<br>Using higher frequencies is further affected by rain attenuation.   |  |
| 5   | 信頼性の確保<br>Ensure Reliability  | 帯域保証サービスの提供<br>Provide bandwidth guarantee services<br>再送制御、高性能FEC、他のNTNとの連携、アンテナ数の増加<br>Retransmission control, high performance FEC, coordination with other NTN, increase number of antennas  | LEO事業者<br>LEO operator   | 標準化、NWおよび端末ベンダー<br>Standardization, NW and UE vendor  |  |
| 6   | 低遅延化<br>Reduce Latency  |  | TN/NTN事業者<br>TN/NTN operator   | エッジサーバーなど。NTNはTNより遅延が大きいため、より注意する必要有り<br>Edge servers, etc. NTN, where Latency is more pronounced, need to be more aware than TN.   |  |

| No. | 課題<br>Challenge   | 詳細(細分化)<br>Details (Subdivision)  | 課題解決に向けた<br>協力依頼先となる業種<br>Target industries for cooperation to<br>resolve issues  | 技術的な挑戦と困難/課題解決案<br>※現時点で見えているものがあれば<br>Technical challenges/Solution<br>idea<br>*If it is currently known                  | 備考<br>Remarks   |
|-----|---|---|---|--|---|
| 1   | 可用性の確保<br>(救助連絡に使うため、<br>常時利用できる必要有)<br>Ensuring availability<br>(Must be available anytime to<br>contact rescue personnel)                         | ① 自律運転を含めた運航オペレーションの確立<br>救助連絡に使うため、常時利用できる必要有<br>① Establishment of flight operations including autonomous<br>driving<br>(Must be available anytime to contact rescue personnel) | ・HAPS Alliance参加企業<br>- 機体メーカー<br>- HAPSオペレーター<br>・HAPS Alliance members<br>- Aircraft manufacturers<br>- HAPS operators  | ① 自律運転を含めた運航オペレーションの確立<br>① Establishment of flight operations<br>including autonomous driving                             | 緯度、季節、夜間等の影響も課題<br>Challenges include effects of latitude,<br>season, nighttime, etc.   |
|     |   | ② 長期飛行を実現するための要素技術開発<br>(充電/蓄電など)<br>② Elemental technology development for long flight<br>(charging/storage battery etc.)  | ・HAPS Alliance参加企業<br>- 機体メーカー<br>- 各種メーカー<br>・HAPS Alliance members<br>- Aircraft manufacturers<br>- Several manufacturers   | ② 長期飛行を実現するための要素技術開発<br>(充電/蓄電など)<br>② Elemental technology development for long flight<br>(charging/storage battery etc.) |   |
| 2   | 可用性の確保<br>(山間部となると地上<br>局設置が難しい可能性<br>有)<br>Ensuring availability<br>(Possible difficulty of installing<br>a ground station in<br>mountainous area) | ① InterHAPS通信の実現<br>山間部となると地上局設置が難しい可能性有<br>① Realizing InterHAPS communication<br>(Possible difficulty of installing a ground station in<br>mountainous area)                    | ・HAPS Alliance参加企業<br>- HAPSオペレーター<br>- 通信機器メーカー<br>・HAPS Alliance members<br>- HAPS operators<br>- Communication equipment manufacturer                                    | ① InterHAPS通信の実現<br>① Realizing InterHAPS communication  | HAPS間光通信を要検討(衛星BHとの比較も<br>必要)<br>Optical communication between HAPS needs to be considered<br>(comparison with satellite BH is also necessary)  |
|     |   | ② 衛星通信のバックホール利用<br>山間部となると地上局設置が難しい可能性有<br>② Usage of satellite communications as backhaul<br>(Possible difficulty of installing a ground station in<br>mountainous area)         | ・HAPS Alliance参加企業<br>- HAPSオペレーター<br>- 通信機器メーカー<br>・衛星通信事業者<br>・HAPS Alliance members<br>- HAPS operators<br>- Communication equipment manufacturer<br>・Satellite operator | ② 衛星通信のバックホール利用<br>② Usage of satellite communications as<br>backhaul  | HAPSにおいて、足元に地上GW局が必要な制約<br>を緩和する手法として検討中<br>Currently considers as a method for easing the constraints that<br>require a terrestrial GW station at the base of HAPS.  |
| 3   | セルラーNW電波との干<br>渉対策<br>Measures against interference<br>with cellular NW radio waves   | ① 専用周波数の確保<br>① Ensuring dedicated frequency  | ・政府<br>Government   | ① 専用周波数の確保<br>① Ensuring dedicated frequency   | 基本的にはビームで干渉を絞ったり、必要に応じて<br>TNと周波数を分ける運用が必要<br>2GHzのTDDバンド(Band 34)をHAPS専用<br>周波数の有力候補として検討中<br>対衛星についても同様の課題が想定される<br>Basically, it is necessary to narrow down the interference with<br>beams and separate the frequency from TN as necessary.<br>The 2GHz TDD band (Band 34) is currently being considered as<br>a promising candidate for the HAPS dedicated frequency.<br>Similar issues are expected for satellites. |
|     |   | ② ビームフォーミング<br>② Beam forming   | ・通信機器メーカー<br>・Communication equipment manufacturer  | ② ビームフォーミング<br>② Beam forming  |   |
|     |   | ③ キャンセラー技術等<br>③ Canceller technology etc.  | ・通信機器メーカー<br>・MNO<br>・Communication equipment manufacturer<br>・MNO  | ③ キャンセラー技術等<br>③ Canceller technology etc.   |   |

| No. | 課題<br>Challenge                 | 詳細(細分化)<br>Details (Subdivision)  | 課題解決に向けた<br>協力依頼先となる業種<br>Target industries for<br>cooperation to resolve<br>issues | 技術的な挑戦と困難/課題解決案<br>※現時点で見えているものがあれば<br>Technical challenges/Solution idea<br>*If it is currently known  | 備考<br>Remarks |
|-----|---------------------------------|---|---|---|---------------|
| 1   | 可用性の確保<br>Ensuring availability | 自律運転を含めた運航オペレーションの確立<br>Establishment of flight operations including<br>autonomous driving  | ドローンオペレータ<br>Drone operator   | 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。<br>For efficient delivery, not only utilizing land route, but also air routes using drones is useful.<br>Establishment of system that designs routes on land and in the air, and flight management operation is required in consideration of airspace where drone flight is permitted. |               |
| 2   | 可用性の確保<br>Ensuring availability | セルラー通信と衛星通信の連携<br>(テレメトリデータや動画のアップロード、制御コマンド実行などの常時利用)<br>Cooperation between cellular and satellite communications<br>(Constant use for uploading telemetry data and video images, executing control commands, etc.) | ドローンオペレータ、MNO<br>Drone operator, MNO  | 上空において、低遅延で安定した回線速度の確保<br>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<br>Ensuring low latency & stable line speed in the sky.<br>Establishment of mechanism for seamless collaboration between cellular and satellite lines when drone lacks satellite LOS, or when taking off and landing.  |               |
| 3   | ユーザ端末<br>User terminal          | 衛星端末のドローンへの搭載<br>Installing the satellite terminal onto<br>drones   | LEO事業者、端末メーカー<br>LEO operators, terminal<br>manufacturers                           | 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<br>Antenna installation considering the payload of the drone aircraft, propeller placement and noise and terminal miniaturization  |               |
| 4   | 法整備<br>Development of laws      | ドローンの無人飛行に関する法整備<br>Laws regarding unmanned drone flights   | ドローンオペレータ、国土交通省<br>Drone operator, MLIT   | 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<br>Operation management of multiple aircraft by one operator, institutionalization of operation management system.   |               |
| 5   | 法整備<br>Development of laws      | 衛星通信の陸海上空利用についての法制度整備<br>Legal system regarding land, sea and air use of<br>satellite communications  | MNO、総務省<br>MNO, MIC   |   |               |

# ポテンシャル企業 (1/1) Potential candidates (1/1)

| Use case                                   | No. | 課題<br>Challenge  | 詳細<br>Details (Subdivision)  | 課題解決に向けた<br>協力依頼先となる業種<br>Target industries for<br>cooperation to resolve issues   | ポテンシャル企業<br>Candidates   | 備考<br>Remarks |
|--|-----|--|--|--|--|---------------|
| NTNとTN<br>統合<br>Integration of<br>NTN & TN | 1   | 想定ユースケースにおける必要<br>通信要件の確認<br>Confirmation of required<br>communication<br>requirements for target<br>use cases | 標準化/業界団体動向<br>Standardization/industry group trends  | 業界団体<br>(5GAA等)<br>industry group (5GAA etc.)  | 3GPP、5GAA  |               |
|  |     |  | 利用事業者動向<br>User company trends   | 想定利用事業者<br>(自動車OEM等)<br>Target user (Automotive OEM etc.)  | HONDA、日産<br>HONDA, NISSAN  |               |
|  | 2   | TN/NTN NW統合の仕組み<br>Mechanism of TN/NTN<br>NW integration   | [SD-WAN方式]<br>・UTと網側で通信ベアラの切替、トラフィックの<br>Bonding/Blendingを行う上での仕様の統一化<br>[SD-WAN]<br>・Unification of specifications for communication<br>bearer switching and traffic bonding/blending<br>between UT & network side  | ・SD-WANベンダー<br>・SD-WAN vendor  | グレイムウェア、フォーティネット、<br>Versa Networks、パロアルト<br>ネットワークス、シスコシステムズ<br>VMware, FertiNet, Versa<br>Networks, Palo Alto<br>Networks, Cisco Systems |               |
|  |     |  | [TN-NTN事業者 網間接続方式]<br>・網間インタフェース/プロトコルの共通化<br>- 認証方式<br>- Handover<br>- 不整合がある場合のコンバーター<br>[TN-NTN carrier network connection method]<br>・Unification of network interfaces/protocols<br>- Authentication method<br>- Handover<br>- Converter in case of inconsistency | ・NTN事業者<br>・TN事業者<br>・Global MVNO<br>・通信NW機器メーカー<br>・NTN operator<br>・TN operator<br>・Global MVNO<br>・Communication NW equipment<br>manufacturer | スカパーJSAT、SpaceX<br>SKY Perfect JSAT, SpaceX  |               |
|  | 3   | TN/NTN両対応端末の開発<br>Development of terminal<br>compatible with both TN/NTN                                       | ・チップセット/SIM/アンテナ等の統一化<br>Unification of chipset/SIM/antenna etc.   | ・UTベンダー<br>・UT vendor  | クアルコム、Kymeta、<br>Intellian、SHARP<br>Qualcomm, Kymeta、<br>Intellian, SHARP  |               |
|  |     |  | ・ユースケースに合わせた形状のアンテナ開発<br>Developing antennas with shapes<br>tailored to use cases  | ・UTベンダー<br>・UT vendor  |  |               |

| No. | 課題        | 詳細(細分化)                 | 課題解決に向けた<br>協力依頼先となる業種 | 技術的な挑戦と困難/課題解決案<br>※現時点で見えているものがあれば   | 備考   |
|-----|-----------|-------------------------|------------------------|---|--|
| 1   | ネットワークの課題 | ①地上通信エリアの拡張             | ・NTN事業者<br>・TN事業者      | NTNでカバー可能（極地以外）   | 既存の解決策あり                                       |
|     |           | ②TN/NTN連携システムの実装        | ・NTN事業者<br>・TN事業者      | 3GPP等での標準化、RRの整備、等が進めば可能  | D2DサービスではTN-NTN間のシームレスハンドオーバーが実現可能             |
|     |           | ③シームレスハンドオーバー           | ・NTN事業者<br>・TN事業者      | 衛星用端末の場合、SD-WAN機器を用いれば可能？<br>（国際的な法整備は技術課題以外）   |  |
|     |           | ④D2Dサービスの提供             | ・NTN事業者<br>・TN事業者      | 今後、HAPS、Starlink D2CやAST mobile等、既存端末で通信が可能となるソリューションがリリースされる予定。その後も、3GPP Release17 NB-IoT/18 NR-NTNに準拠したTN/NTN両対応端末の標準化が進んでいく予定。 |  |
|     |           | ⑤冬場の中高緯度におけるソーラー発電量の少なさ | ・NTN事業者（HAPS）          | 日照時間、日射量とソーラー発電量の相関関係   | HAPS機体の大型化やソーラーパネル/バッテリーの技術向上によって将来的には改善される見込み |
| 2   | 端末の課題     | ①アンテナ設備の海仕様化            | ・NTN事業者<br>・端末メーカー     | 海仕様端末の開発は可能と思われる（機器開発ベンダーの費用対効果基準次第）  | D2Dサービスでは既存端末が利用可能                             |
|     |           | ②通信容量/速度と小型省電力化の両立      | ・NTN事業者<br>・端末メーカー     | 両者のトレードオフ   |  |

| No. | 課題      | 詳細(細分化)                 | 課題解決に向けた<br>協力依頼先となる業種 | 技術的な挑戦と困難/課題解決案<br>※現時点で見えているものがあれば                               | 備考                                 |
|-----|---------|-------------------------|------------------------|---|------------------------------------|
| 3   | 通信品質の課題 | ①低遅延化                   | ・NTN事業者                | MECを用いた通信の導入  | 既存の解決策あり                           |
|     |         | ②大容量化                   | ・NTN事業者                | 既存の大容量プランあり<br>B5G時代には技術発展によりさらなる大容量化にも期待できる                      | 既存の解決策あり                           |
|     |         | ③セキュリティの担保              | ・NTN事業者                | セキュリティサービスを追加できるサービスは存在   | 既存の解決策あり                           |
|     |         | ④地上と変わらない通信環境、陸⇄海シームレス化 | ・NTN事業者<br>・TN事業者      | 今後、ハイブリッド端末の開発が見込まれる  | D2DサービスではTN-NTN間のシームレスハンドオーバーが実現可能 |
|     |         | ⑤安定した接続性                | ・NTN事業者                | Eutelsat OneWebの帯域確保のオプションを利用すれば、ベストエフォート回線よりも安定した接続性を提供できる可能性あり。 | HAPSでは特定のエリアに高品質な通信サービスを提供可能       |
| 4   | 技術以外の課題 | ①選択肢の柔軟性（エリア、通信容量）      | ・NTN事業者<br>・サービス提供者    | サービス提供側の費用対効果基準に左右される   | HAPSでは特定のエリアをスポット的にカバー可能           |
|     |         | ②機器の選択肢の柔軟性             | ・NTN事業者<br>・サービス提供者    | 機器開発ベンダーの費用対効果基準に左右される  |                                    |
|     |         | ③通信容量の増加（価格）            | ・NTN事業者<br>・サービス提供者    | 通信容量が大きいサービスはあるが高価格になる  |                                    |