



# スケーラビリティWorking Group(WG)の 活動方針について

豊嶋 守生

スケーラビリティWG

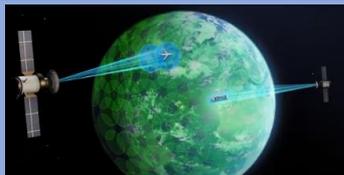
2022年2月16日

# 非地上系ネットワーク（NTN）への期待

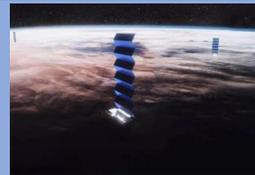
## 衛星通信の進化

- ・HTS\*
- ・LEOコンステレーション
- ・HAPS
- ・広域IoT

\*ハイスループット衛星



<https://www.inmarsat.com/service/global-xpress/>



<https://www.newsweekjapan.jp/stories/world/2019/06/post-12259.php>

- 回線コストの大幅低減
- 高速化、大容量化、低遅延化
- 端末の進化

## 5Gのネットワーク 技術の衛星系・ NTN\*への展開

\*非地上ネットワーク

- SDN/NFV
  - ネットワークスライシング
  - ネットワークオーケストレーション
  - エッジコンピューティング
- ⇒衛星-地上接続が効率よく実現可能

## 標準化



- 3GPP/ETSIによる地上系・非地上系標準化
- ユースケース実現の制度化

<https://www.3gpp.org/>

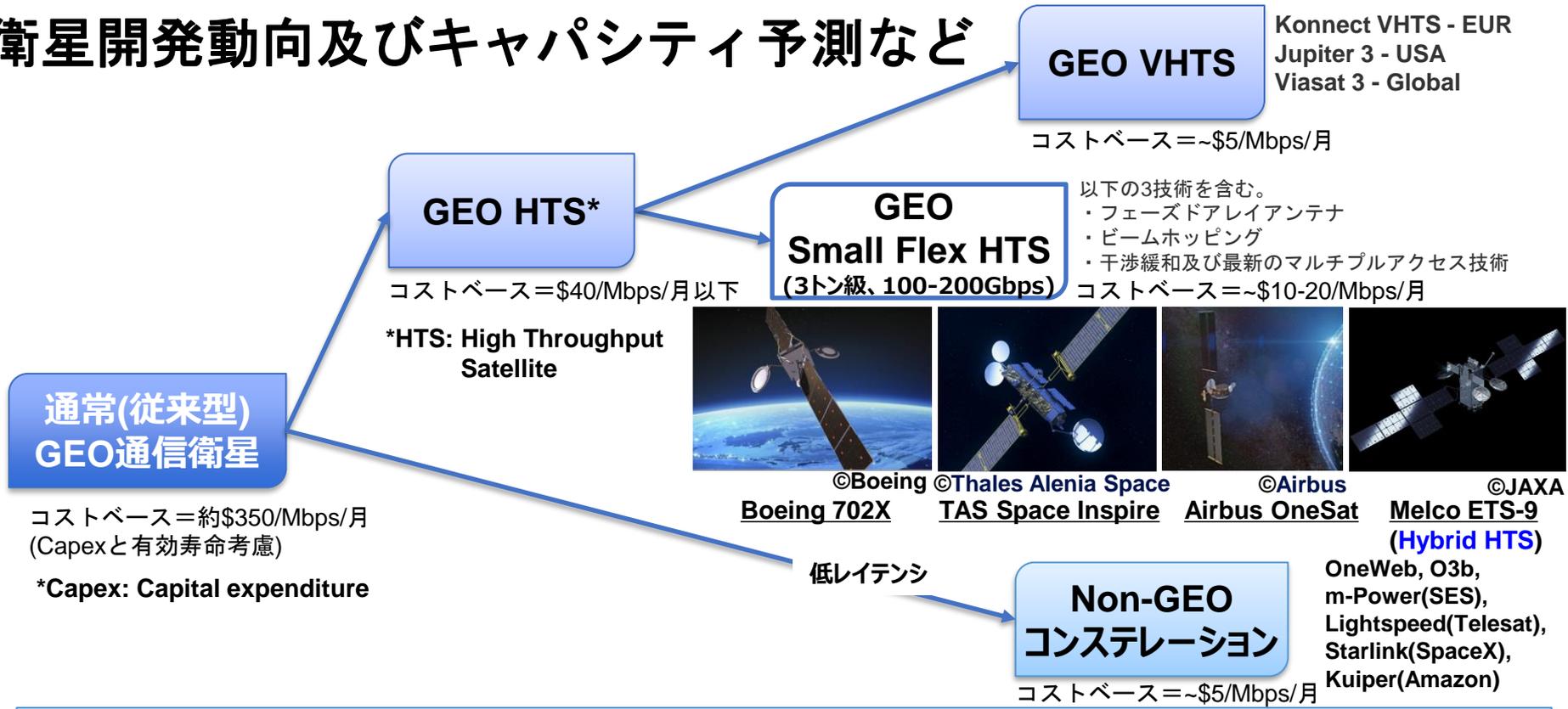
衛星・NTN  
+5Gによる  
統合ネットワーク



従来にない  
ユースケースの登場

- スマートシティ
- モビリティ
- 緊急通信

## 衛星開発動向及びキャパシティ予測など



■ 世界的なブロードバンド衛星キャパシティ供給は劇的な増加の方向  
 ■ 世界の総キャパシティ供給量は、2019年の2.9Tbpsから2026年には約26.5Tbpsに増加予測

## O3b (サービス中)

衛星数: 12機  
 軌道高度: 8,062km  
 軌道傾斜角: 0.1度以下  
 サービス: Ka帯  
 伝送速度: 大型船舶用の例  
 ・Downlink: 350Mbps(2.2m)  
 ・Uplink: 150Mbps(2.2m)



## OneWeb (2019年～)

衛星数: 648機(428機打上済)  
 衛星質量: 150kg/1機  
 ライセンス: ITU, FCCに許可済  
 サービス: WiFi, 2G, 3G, LTE  
 開発: OneWeb Satellite



## LeoSat(2019年～)

2019年11月13日にLeoSatが操業停止を発表。計画も中止  
 衛星数: 108機  
 軌道高度: 1400km  
 衛星質量: 1500kg  
 伝送速度: 1ユーザーに対して50M~7.2Gbpsの通信を提供  
 開発: Thales Alenia



## Starlink(2019年～)

衛星数: 12,000機(2,000以上済)  
 軌道高度: 550km  
 軌道面83  
 衛星質量: 150-500kg  
 ライセンス: FCC, ITUに許可済  
 サービス: Ku/Ka帯通信サービス、光通信について実験中  
 通信速度: 1ユーザーあたり8~10Gbpsを計画



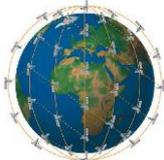
## Telesat LEO (2018年～)

2018年1月12日試験衛星打上成功。  
 衛星数: 298機  
 サービス: Ka帯  
 ライセンス: FCC, ITUに申請済み  
 軌道高度: 1000km、軌道傾斜角99.5度、1軌道面に12機配置。  
 1248km、軌道傾斜角37.4度、5軌道面に45機配置



## Iridium-NEXT (2018年～)

衛星数: 66機  
 軌道高度: 780km  
 衛星質量: 150kg/1機  
 通信速度:  
 L帯: D/L 1.5Mbps, U/L 512kbps  
 K帯: 8Mbps(衛星間)  
 開発: Thales Alenia Space



## Boeing

衛星数: 2956機  
 ライセンス: FCCに申請済  
 軌道高度: 1200km、35~74軌道面を想定  
 サービス: Vバンド(37.5-42.5GHz、47.2-50.2、50.4-52.4GHzバンド)。Cバンド。  
 ビームフォーミングを使用。



## KLEO connect (2022年～)

衛星数: 288機  
 衛星質量: 1機当たり200kg  
 軌道高度: 1100km、12軌道×24機  
 サービス: 衛星間通信に光通信(最大10Gbps)、地上-衛星間通信に主にKaバンドを利用  
 遅延: 100ms以下の予定(多くの場合)  
 ライセンス: リヒテンシュタインの会社の免許を取得



## Laser Light Communications (2019年～)

衛星数: 12機  
 軌道高度: MEO  
 サービス: 1.5μm帯の光通信を使用  
 伝送速度: 100Tbps級  
 通信容量: 6Tbps級  
 開発: Optus社



## SpaceBelt (2019年～)

衛星数: 30機  
 軌道高度: 赤道上650km  
 衛星質量: 250kg  
 サービス: エンドtoエンドの暗号化されたデータセキュリティクラウドを構築。8衛星で5ペタバイトで光通信を用いる。  
 時期: 2019~2025



## Sunglider (HAPS MOBILE)

機体サイズ・質量: 78 m, 1.1 t  
ペイロード: 75 kg, 1.5 kW  
滞空期間: 数か月  
高度: 20 km



2020年に成層圏の  
試験実施

<https://www.hapsmobile.com/ja/>

## Zephyr (Airbus)

機体サイズ・質量: 25 m, < 75 kg  
ペイロード: 5 kg, 250 W  
滞空期間: 26日  
高度: 23 km



2021年に成層圏の  
フライト試験実施

## Odysseus (Boeing)

機体サイズ・質量: 74 m  
ペイロード: 27 kg, 250 W  
滞空期間: 6ヵ月  
高度: 18 km



<https://www.aurora.aero/odysseus-high-altitude-pseudo-satellite-haps/>

## Stratobus (Thales)

機体サイズ・質量: 140x33 m, 5 t  
ペイロード: 250 kg, 5 kW  
滞空期間: 24/7  
高度: 20 km



2021年に緊  
急リカバリ  
装置の試験  
を実施

## Helikite (Allsopp)

機体サイズ・質量: 14 m, 30 g  
ペイロード: 117 kg  
滞空期間: 24/7  
高度: ~2 km



2021年に  
LTE/5Gデモ  
を実施

## SuperTower (ALTAEROS)

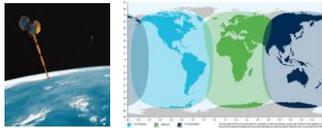
機体サイズ: 15 m  
ペイロード: 60 kg, 1 kW  
滞空期間: 7+ days  
高度: 305 m



2020年に  
LTE デモ  
を実施

## Orbcomm

衛星数: 41機  
軌道高度: 740-830km  
衛星質量: 42-115kg  
周波数: VHF帯、UHF帯  
伝送速度: VHF帯4.8kbps、  
バックホール56kbps  
ユーザ: 1.6 millionユーザ  
コスト: 11.66\$/ユーザ



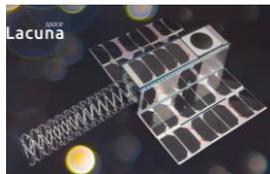
## Astrocast (2018~)

衛星数: 64機(2機打上済)  
軌道高度: 600km(1軌道  
面8機)  
衛星質量: 4kg  
周波数: L帯  
アプリケーション: IoT/M2M



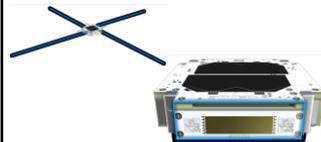
## Lacuna Space (2020~)

衛星数: 240機  
軌道: LEO  
サイズ: 3U, 6U  
周波数: LoRaWAN  
アプリケーション: 森林火  
災、海水面モニタリング



## SWARM (2021~)

衛星数: 159機  
軌道: LEO  
サイズ: 1/4U  
周波数: VHF  
アプリケーション: 環境、  
トレーディング、エネルギ  
ー、海洋用途



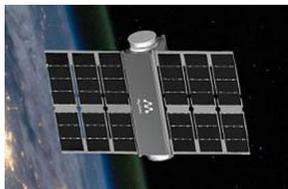
## Kinéis (2022~)

衛星数: 25機  
(6機打上済)  
周波数: UHF, VHF  
サイズ: 16U, 26 kg  
アプリケーション: AIS,  
ARGOS



## Myriota (2022~)

機数: 50機  
軌道: LEO  
サイズ: 3U  
アプリケーション: M2M/IoT,  
船舶モニタリング、工場、農  
業、風力発電



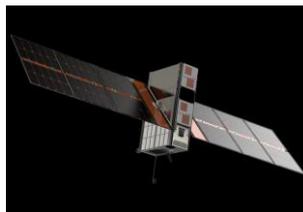
## KEPLER (2022~)

機数: >140機  
(15機打上済)  
サイズ: 3U, 6U  
速度: 1-40 Mbps  
アプリケーション: IoTの  
グローバル低コストリア  
ルタイムバックホール



## FLEET (2022~)

機数: 140機  
(6機打上済)  
軌道: LEO  
サイズ: 3U, 12U, 1.5U, 6U  
周波数: LoRa-based



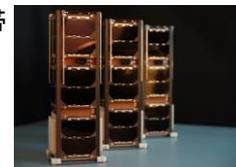
## Hiber

計画はキャンセル。  
機数: 48機  
軌道: LEO  
サイズ: 3U, 6U  
周波数: LoRa  
アプリケーション: 気圧や  
温度制御、船舶や車両の  
制御



## SkyandSpace

計画はキャンセル。  
衛星数: 200機  
軌道高度: 500-800km  
衛星質量: 3.125kg  
周波数: 移動体通信: S帯、L  
帯、衛星間通信: S帯  
ミッションコントロール: S・  
UHF帯



- スケーラビリティWGでは、非地上系ネットワーク（NTN: Non-Terrestrial Networks）に関するランドスケープの整理を実施
- ランドスケープの作成により、対象技術分野（領域）における日本（国内企業）の立ち位置を明確化
- 当WGでは、以下の技術分野（領域）にフォーカスして整理を実施予定
  - GEO（静止軌道衛星）
  - LEO（低軌道衛星）
  - HAPS（高高度プラットフォーム局）
  - 海洋領域
- 3月の総会に向けて取りまとめ予定

# HAPS技術：ランドスケープ（案）

## 対象技術分野（領域）

HAPS

| 比較項目            | SoftBank x AV  | NTT x Airbus                        | NASA, NFA, 米陸軍 x Swift  | 米海軍 x Skydweller       | 英国防省 (入札中)  | 英 BAE             | 米 Boeing  | 露 x UAVOS                  | 独テレコム x SPL                     | 各項目ごとの総評 (日本の立ち位置)   |
|-----------------|--|-------------------------------------|-------------------------|------------------------|---|-------------------|-----------|----------------------------|---------------------------------|--|
| プロジェクト状況        | 2017JV設立<br>2019初飛行<br>2020成層圏飛行<br>開発継続中                                  | 2021<br>成層圏2ヶ月滞空<br>通信実験成功<br>開発継続中 | 2020<br>試験飛行実施<br>開発継続中 | 2021<br>デモ飛行<br>契約締結   | 2022<br>150億円予算<br>デモ飛行<br>入札開始<br>BAE, Airbus<br>等想定 | 自主<br>開発中         | 自主<br>開発中 | ロシア<br>向け<br>納入実績          | 2020<br>計画発表<br>既存機体で<br>通信デモ実施 | <p><b>機体開発観点では、海外企業がリード</b><br/>⇒<b>国内企業は海外企業と提携する方針多数</b></p> |
| 機体特徴            | 米AV社製<br>翼幅78m   | 仏Airbus社製<br>翼幅25m                  | TBC                     | 翼幅<br>72m              | 非公開   | 翼幅<br>35m         | 翼幅<br>80m | 非公開                        | 水素燃料機                           |  |
| 特徴あるサービス形態      | HAPSからの<br>モバイル<br>ダイレクト通信   | HAPSからの<br>モバイル<br>ダイレクト通信          | 非公開                     | 非公開                    | 非公開   | TBD               | TBD       | 非公開                        | HAPSからの<br>モバイル<br>ダイレクト通信      |  |
| アピールされる技術内容     | 大型ペイロードによる<br>直径200km/<br>広範囲カバレッジ/<br>自律型航空式HAPS<br>による成層圏LTE<br>通信が世界初成功 | 長期間(2ヶ月)<br>成層圏滞空実績                 | TBC                     | 世界一周<br>成功ソーラ<br>機を無人化 | 非公開   | フルカ<br>ーボン<br>スキン | TBD       | カーボン<br>スキン<br>シェーブ<br>翼制御 | 成層圏で<br>稼働する<br>水素燃料電池          |  |
| Beyond5G時代への展望  | この表の様に、各企業の皆様からのご要望や技術情報等をまとめて入れていきたいので、ご協力をお願いします。                        |                                     |                         |                        |   |                   |           |                            |                                 |  |
| 国際連携や関係機関へ求める支援 |  |                                     |                         |                        |   |                   |           |                            |                                 |  |

## ランドスケープ総括

- 当該技術領域の今後の発展の方向性
- 我が国（国内企業）が強み、独自性を発揮できる部分
- 海外との連携を積極的に模索すべき部分（どこの、何と組むべきか） など

WG参加企業内で検討



# LEO技術：ランドスケープ（案）

対象技術分野（領域） LEO

| 比較項目            | OneWeb | Starlink<br>SpaceX | O3b(SES) | Telesat<br>LEO | Amazon<br>Kuiper |  |  |  |  | 各項目ごとの総評<br>(日本の立ち位置)        |
|-----------------|--------|--------------------|----------|----------------|------------------|--|--|--|--|------------------------------|
| プロジェクト状況        |        |                    |          |                |                  |  |  |  |  | 3月最終報告に向け準備中<br>現状の動向をまとめる方向 |
| 機体特徴            |        |                    |          |                |                  |  |  |  |  |                              |
| 特徴あるサービス形態      |        |                    |          |                |                  |  |  |  |  |                              |
| アピールされる技術内容     |        |                    |          |                |                  |  |  |  |  |                              |
| Beyond5G時代への展望  |        |                    |          |                |                  |  |  |  |  |                              |
| 国際連携や関係機関へ求める支援 |        |                    |          |                |                  |  |  |  |  |                              |

ランドスケープ総括

- ・ 当該技術領域の今後の発展の方向性
- ・ 我が国（国内企業）が強み、独自性を発揮できる部分
- ・ 海外との連携を積極的に模索すべき部分（どこの、何と組むべきか） など

WG参加企業内で検討



|            |     |
|------------|-----|
| 対象技術分野（領域） | GEO |
|------------|-----|

| 比較項目            | Skylo | Melco ETS-9 | NTT | Konnect VHTS - EUR | Jupiter 3 - USA | Viasat 3 - Global | Boeing 702X | TAS Space Inspire | Airbus OneSat | 各項目ごとの総評（日本の立ち位置）  |
|-----------------|-------|-------------|-----|--------------------|-----------------|-------------------|-------------|-------------------|---------------|--|
| プロジェクト状況        |       |             |     |                    |                 |                   |             |                   |               | <p style="text-align: center;">3月最終報告に向け準備中<br/>現状の動向をまとめる方向</p> |
| 機体特徴            |       |             |     |                    |                 |                   |             |                   |               |  |
| 特徴あるサービス形態      |       |             |     |                    |                 |                   |             |                   |               |  |
| アピールされる技術内容     |       |             |     |                    |                 |                   |             |                   |               |  |
| Beyond5G時代への展望  |       |             |     |                    |                 |                   |             |                   |               |  |
| 国際連携や関係機関へ求める支援 |       |             |     |                    |                 |                   |             |                   |               |  |
|                 |       |             |     |                    |                 |                   |             |                   |               |  |

ランドスケープ総括

- ・ 当該技術領域の今後の発展の方向性
  - ・ 我が国（国内企業）が強み、独自性を発揮できる部分
  - ・ 海外との連携を積極的に模索するべき部分（どこの、何と組むべきか） など
- WG参加企業内で検討



|            |      |
|------------|------|
| 対象技術分野（領域） | 海洋領域 |
|------------|------|

| 比較項目            | Inmarsat-5<br>Global Xpress | NTT<br>ワイドスターII | JSAT<br>OceanBB | KDDI<br>イリジウム |  |  |  |  |  |  | 各項目ごとの総評<br>(日本の立ち位置) |
|-----------------|-----------------------------|-----------------|-----------------|---------------|--|--|--|--|--|--|-----------------------|
| プロジェクト状況        |                             |                 |                 |               |  |  |  |  |  |  |                       |
| 機体特徴            |                             |                 |                 |               |  |  |  |  |  |  |                       |
| 特徴あるサービス形態      |                             |                 |                 |               |  |  |  |  |  |  |                       |
| アピールされる技術内容     |                             |                 |                 |               |  |  |  |  |  |  |                       |
| Beyond5G時代への展望  |                             |                 |                 |               |  |  |  |  |  |  |                       |
| 国際連携や関係機関へ求める支援 |                             |                 |                 |               |  |  |  |  |  |  |                       |

3月最終報告に向け準備中  
現状の動向をまとめる方向

ランドスケープ総括

- ・ 当該技術領域の今後の発展の方向性
- ・ 我が国（国内企業）が強み、独自性を発揮できる部分
- ・ 海外との連携を積極的に模索するべき部分（どこの、何と組むべきか） など

WG参加企業内で検討

- スケーラビリティWGでは、Beyond 5G時代に重要となるNTN技術に関して一緒に活動して頂ける会員を募集いたします
- 既存の公開資料や保有されている知見などをベースに、各企業様から情報のインプットを頂き、スケーラビリティWGでとりまとめたい
- 特に、日本企業の技術アピールのため、各企業様からご提供頂いた技術要素を日本の強みとして盛り込みたい
- NTNに対する期待や、WGに参加したい、こんな要望がある等のご意見がございましたら、是非お願い致します
- 事務局から募集情報等の連絡があると思いますので、各企業様のご参加をお待ちしております