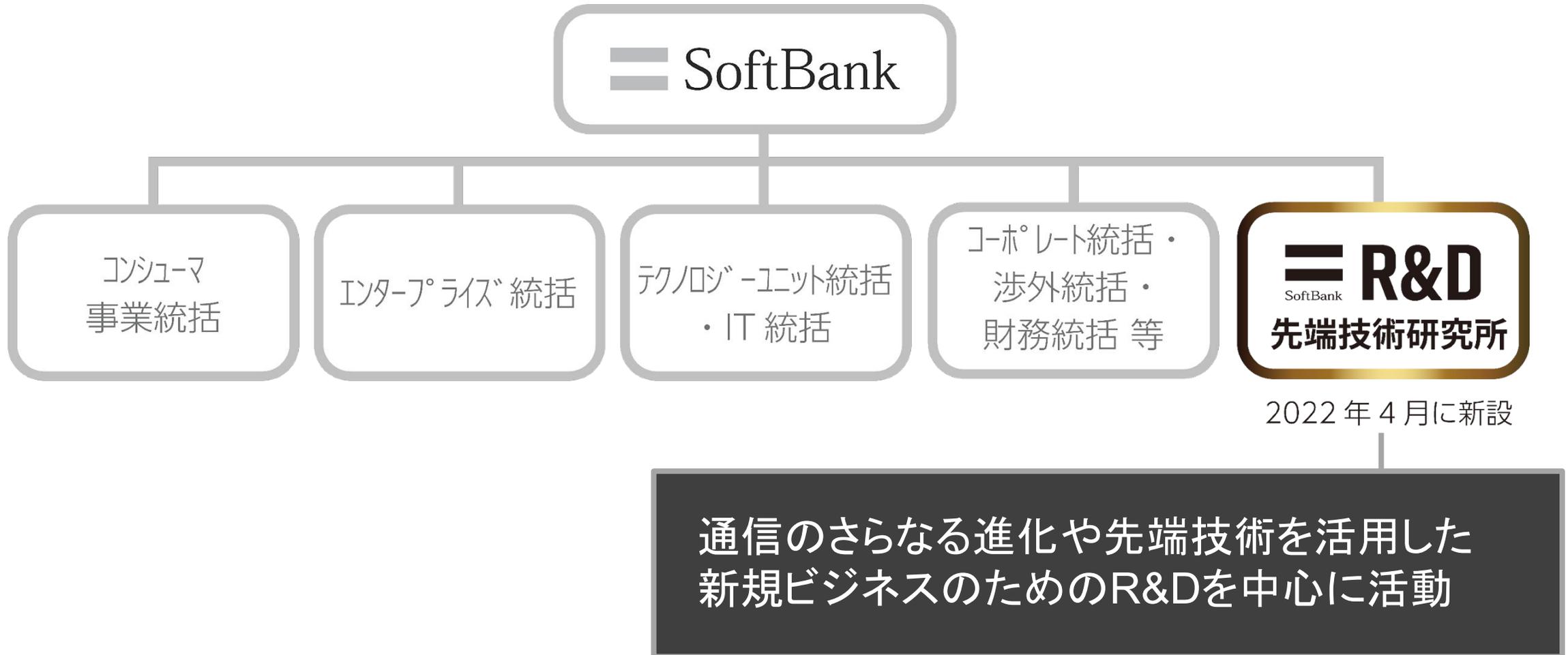


CEATEC2024 コンファレンス 5G国際ワークショップ
「産業利用の最新動向～陸、海、空、宇宙に夢が広がる5G通信～」
宇宙(HAPS)カテゴリ

そら
「宙をつなぐ」

ソフトバンク株式会社 先端技術研究所 所長
湧川 隆次

ソフトバンク株式会社 先端技術研究所



ソフトバンク先端技術研究所 注力テーマ

<p>無線</p>	<p>ネットワーク</p>	<p>コンピューティング</p>
<p>サービス</p>	<p>HAPS</p>	

プロジェクトの一例

<p>AI-RAN</p>	<p>コア技術</p>	<p>光無線</p>	<p>テラヘルツ通信</p>
<p>電波センシング</p>	<p>量子暗号・量子技術</p>	<p>自動運転</p>	<p>モビリティ</p>
<p>スポーツ</p>	<p>デジタルツイン</p>	<p>バッテリー</p>	<p>機体開発</p>

Beyond 5G/6Gに向けた12の挑戦

ベストエフォートからの脱却

I SLA&低遅延

モバイルのウェブ化

II Service Based Architecture

RESTful

エリアの拡張

V HAPS

周波数の拡張

VI テラヘルツ通信

THz

周波数

IX 電波利用効率最大化

超安全

X 量子暗号

AIのネットワーク

III AI機能

エリア100%

IV NTN

電波利用の拡張

VII 電波によるセンシング

VIII 電波による充電・給電

耐障害性

XI 網とサーバー

Net0

XII カーボンフリー



アーキテクチャーの挑戦

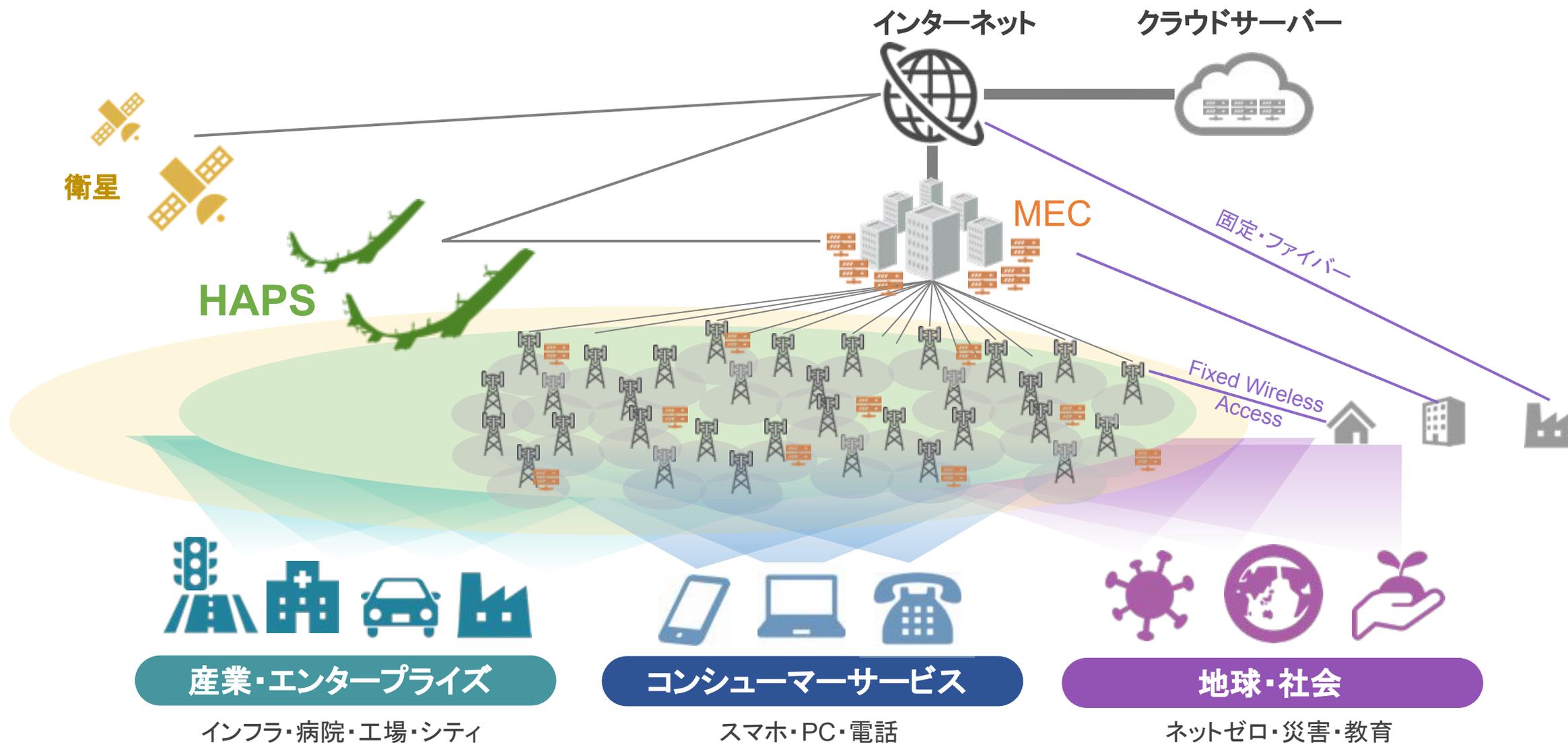


技術の挑戦



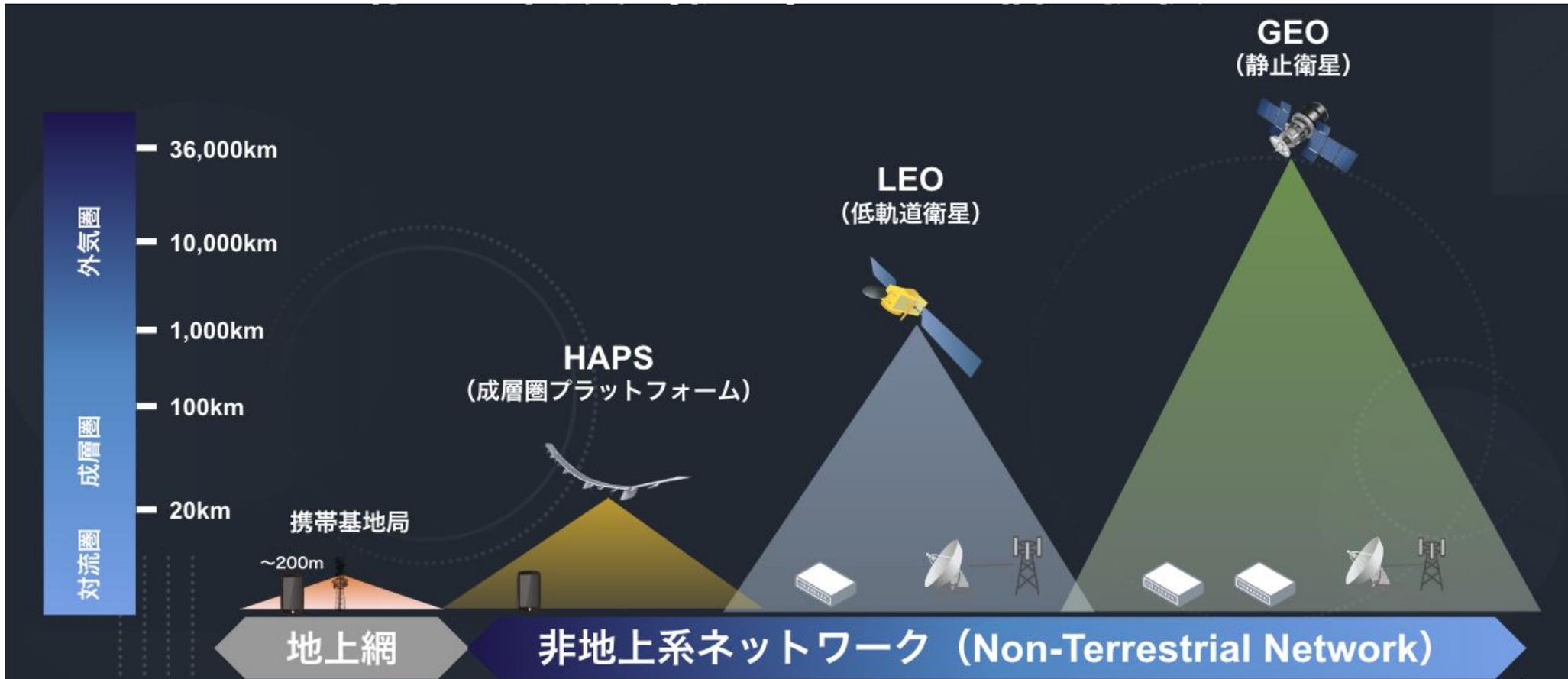
社会の挑戦

2030年 Beyond 5G／6Gの世界観



ソフトバンクのNTNへの取り組み

非地上系ネットワーク (NTN)ソリューションで
世界中のより多くの人やモノに通信環境を提供



ソフトバンクのNTNへの取り組み

非地上系ネットワーク (NTN)ソリューションで
世界中のより多くの人やモノに通信環境を提供

SoftBank

成層圏に浮かぶ基地局



※1
実用化に向け研究開発を加速



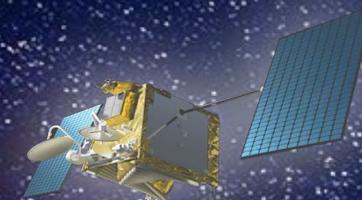
低軌道衛星



2023年「Starlink Business」を
提供開始



低軌道衛星



※2
2024年
サービス提供開始予定

※1: 赤道周辺の国から提供予定
※2: 日本でサービス提供予定

GEO/LEOとHAPS、セルラーの違い

それぞれ特徴のある無線通信を重複させ、最適な通信環境を提供



種類	速度/遅延	特徴
GEO	数十Mbps ~350msec	<ul style="list-style-type: none"> ・広エリアカバー ・遅延が大きい
LEO	百数Mbps ~70msec	<ul style="list-style-type: none"> ・従来衛星通信と比較して高速大容量 ・広い上空の見通しが必要
HAPS	数百Mbps 数十msec ※搭載ペイロードに依存	<ul style="list-style-type: none"> ・セルラー通信に近い通信品質 ・提供緯度に制限あり
セルラー	最大20Gbps 1msec ※5Gスペック	<ul style="list-style-type: none"> ・最良の通信品質 ・国土カバーに限界あり

LEOとHAPSの違い

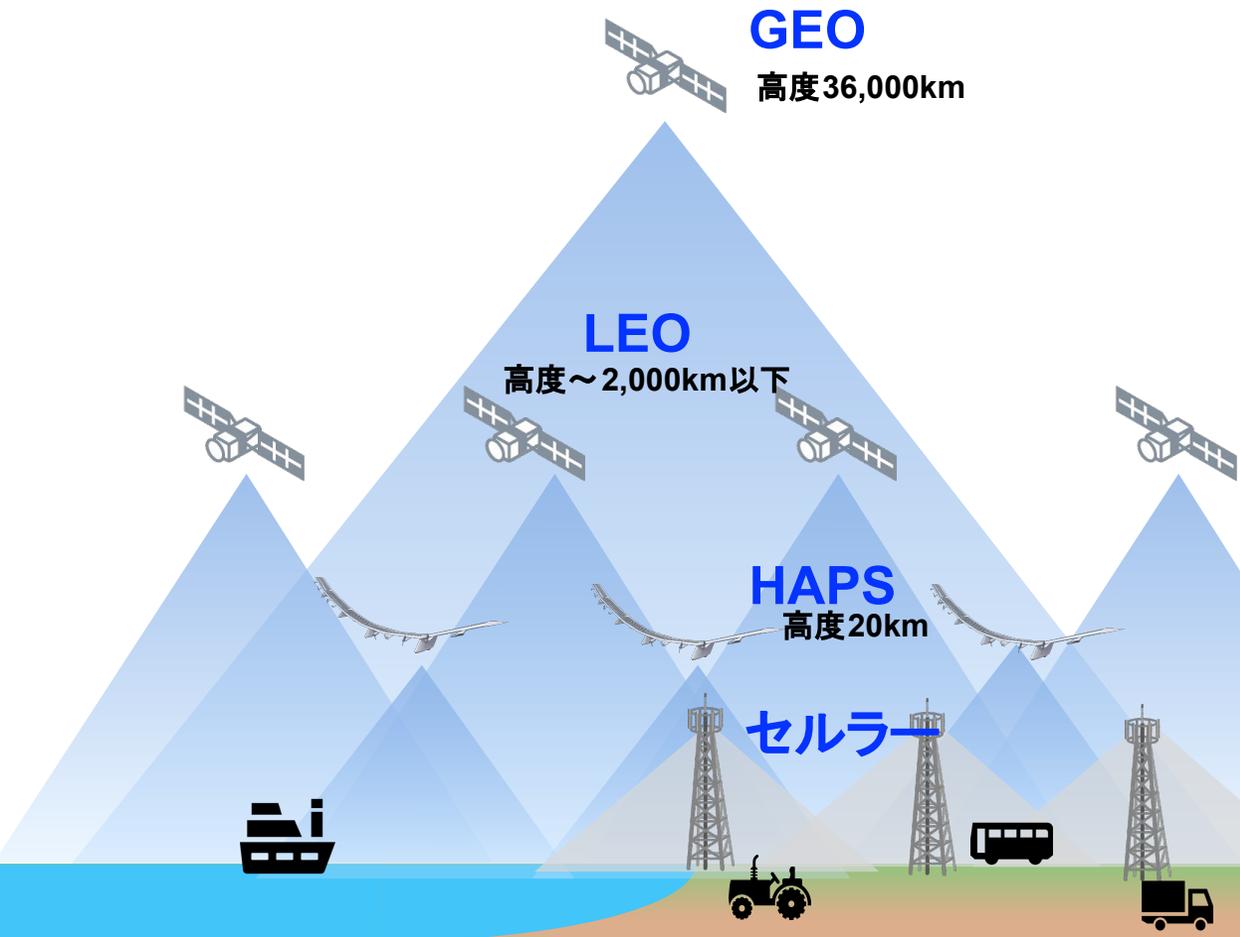
HAPSはLEOよりも低遅延で、セルラー通信に近い品質を提供



種類	速度/遅延	特徴
GEO	数十Mbps ~350msec	<ul style="list-style-type: none"> ・広エリアカバー ・遅延が大きい
LEO	百数Mbps ~70msec	<ul style="list-style-type: none"> ・従来衛星通信と比較して高速大容量 ・広い上空の見通しが必要
HAPS	数百Mbps 数十msec ※搭載ペイロードに依存	<ul style="list-style-type: none"> ・セルラー通信に近い通信品質 ・提供緯度に制限あり
セルラー	最大20Gbps 1msec ※5Gスペック	<ul style="list-style-type: none"> ・最良の通信品質 ・国土カバーに限界あり

LEOとHAPS →インフラ統合へ

LEOが先行しHAPSは数年後に提供 →インフラ統合へ

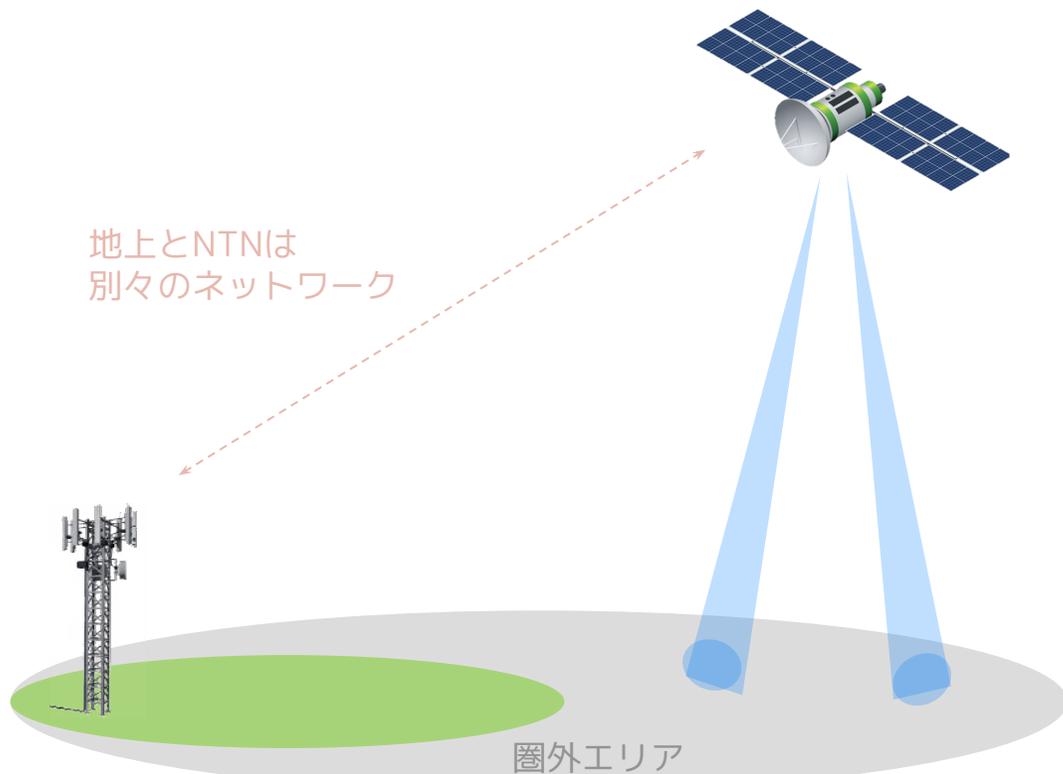


種類	速度/遅延	特徴
GEO	数十Mbps ~350msec	<ul style="list-style-type: none"> ・広エリアカバー ・遅延が大きい
LEO	百数Mbps ~70msec	<ul style="list-style-type: none"> ・従来衛星通信と比較して高速大容量 ・広い上空の見通しが必要
HAPS	数百Mbps 数十msec ※搭載ペイロードに依存	<ul style="list-style-type: none"> ・セルラー通信に近い通信品質 ・提供緯度に制限あり
セルラー	最大20Gbps 1msec ※5Gスペック	<ul style="list-style-type: none"> ・最良の通信品質 ・国土カバーに限界あり

LEOとHAPS →インフラ統合へ

独立した通信

地上とNTNは
別々のネットワーク



地上セルラー通信の拡張 (ユビキタスネットワーク)

地上もNTNも
同一のネットワーク





Sunglider

- ・無人飛行 / 遠隔操作
- ・ソーラー電力のみで飛行
- ・翼長 : 78.9m
- ・飛行高度 : 20,000m

Photo credit: NASA/Carla Thomas

HAPS

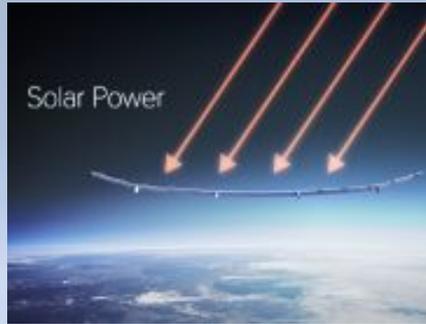
High Altitude Platform Station

成層圏に浮かぶ基地局

SUSTAINABLE
DEVELOPMENT
GOALS

5G

太陽光で発電



任意座標で旋回



既存モバイル端末で 直接利用可能



広範囲なカバレッジ



Cosmic Space 36,000 km GEO Satellite

Exosphere 1,200 km LEO Satellite

Thermosphere

Mesosphere

Stratosphere

Troposphere

20 km HAPS

機体開発から約3年で 成層圏フライトに成功

2016
PJ 開始

2017
HAPSMobile
設立※

2019
Sunglider
完成

2019
Low Altitude
フライト成功



2020
成層圏フライト成功

※HAPSMobileは2023年10月1日付でソフトバンク株式会社に吸収合併されました。

2020年 成層圏へ到達

2020年9月21日

総フライト時間 : 20時間16分
成層圏滞空時間 : 5時間38分
最大高度 : 19 km
LTE通信 : 約15時間

場所 : 米国ニューメキシコ州
Spaceport America

Aerovironment社と米国国防総省(DoD)の実証実験で Sunlider成層圏飛行



2024年8月

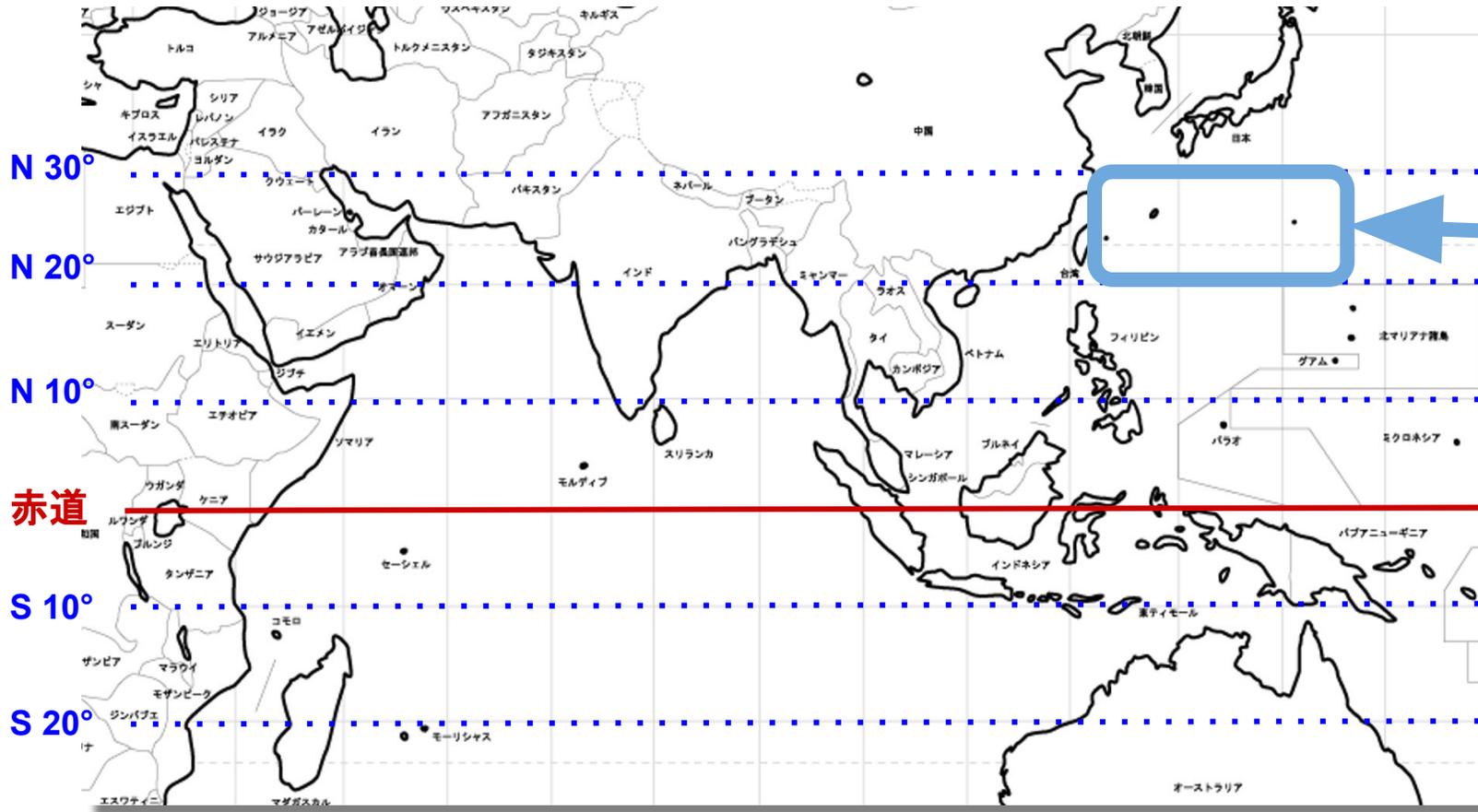
米国ニューメキシコ州で
Sunliderをプラットフォームに
AV社と米国国防総省が実証実験

Sunliderの性能は
米国国防総省の要件を満たし
フライトテストを通じて
様々なデータ/知見を獲得

Aerovironment社と米国国防総省(DoD)の実証実験で Sunlider成層圏飛行

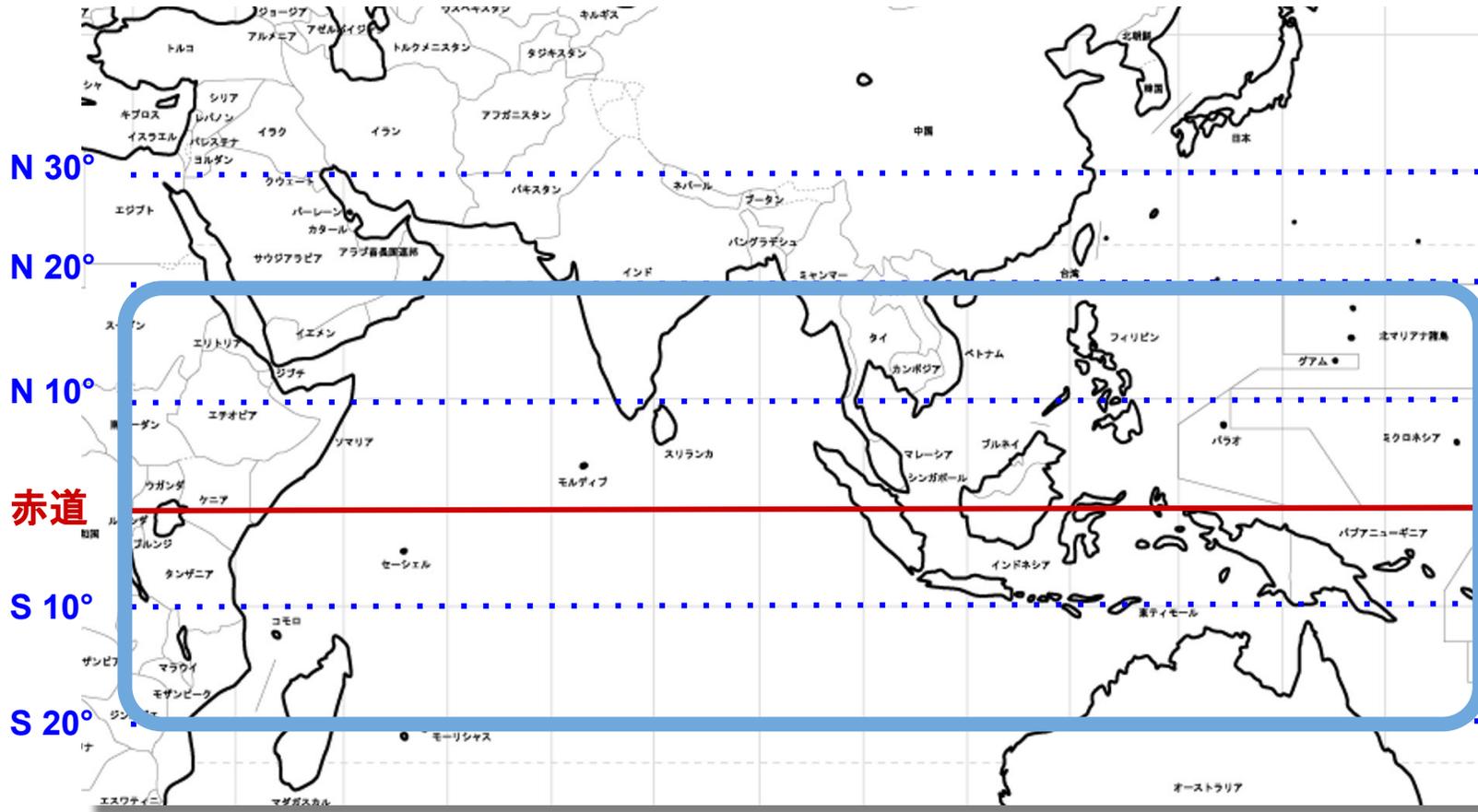
フライト動画

HAPSスポットサービスと恒久サービスの違い



北緯20°~30°の夏季は
赤道付近よりも日射量強
冬季は日射量弱
季節限定の
スポットサービス可能

HAPSスポットサービスと恒久サービスの違い



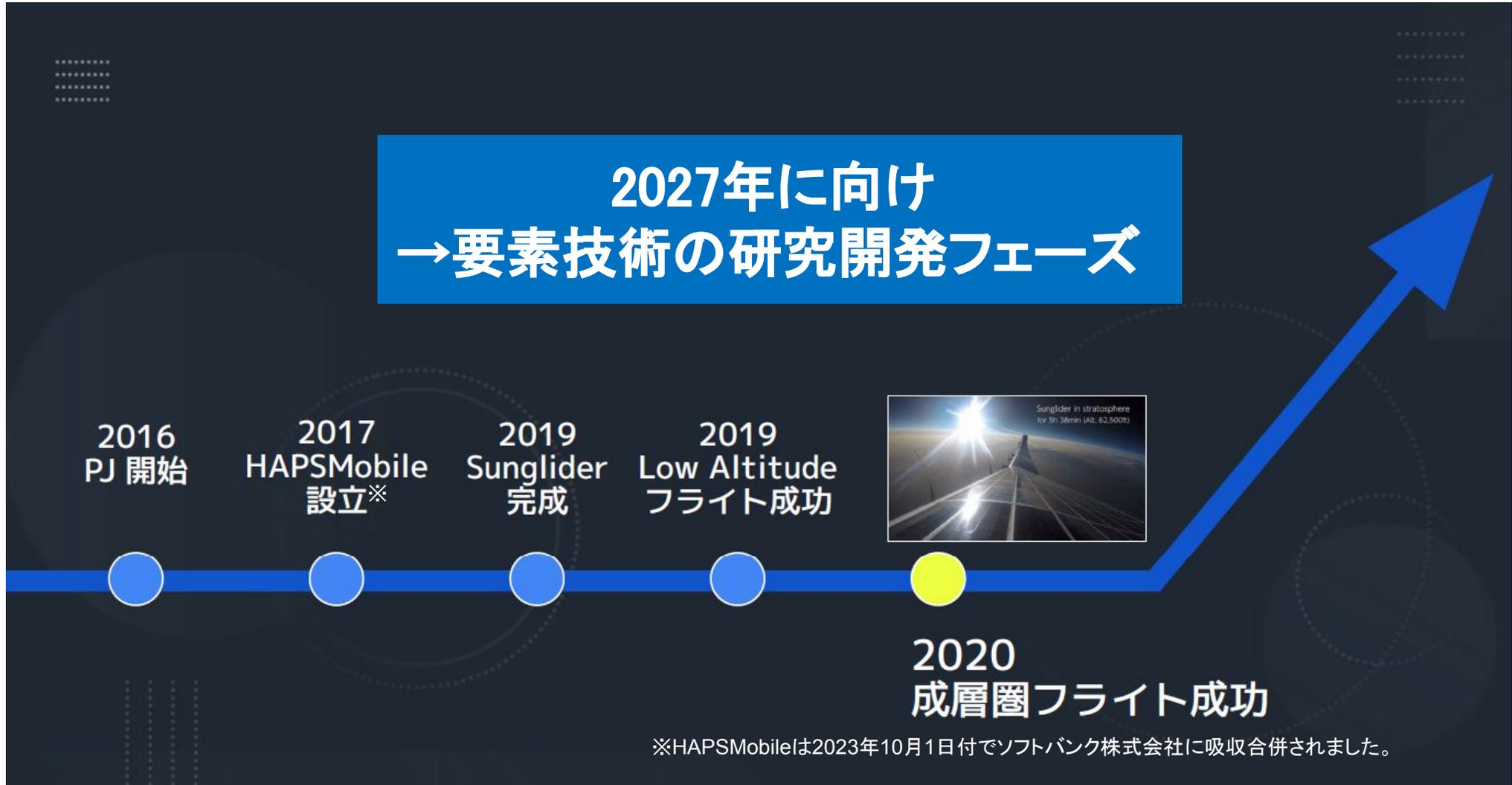
北緯20°~30°の夏季は
赤道付近よりも日射量強
冬季は日射量弱
季節限定の
スポットサービス可能



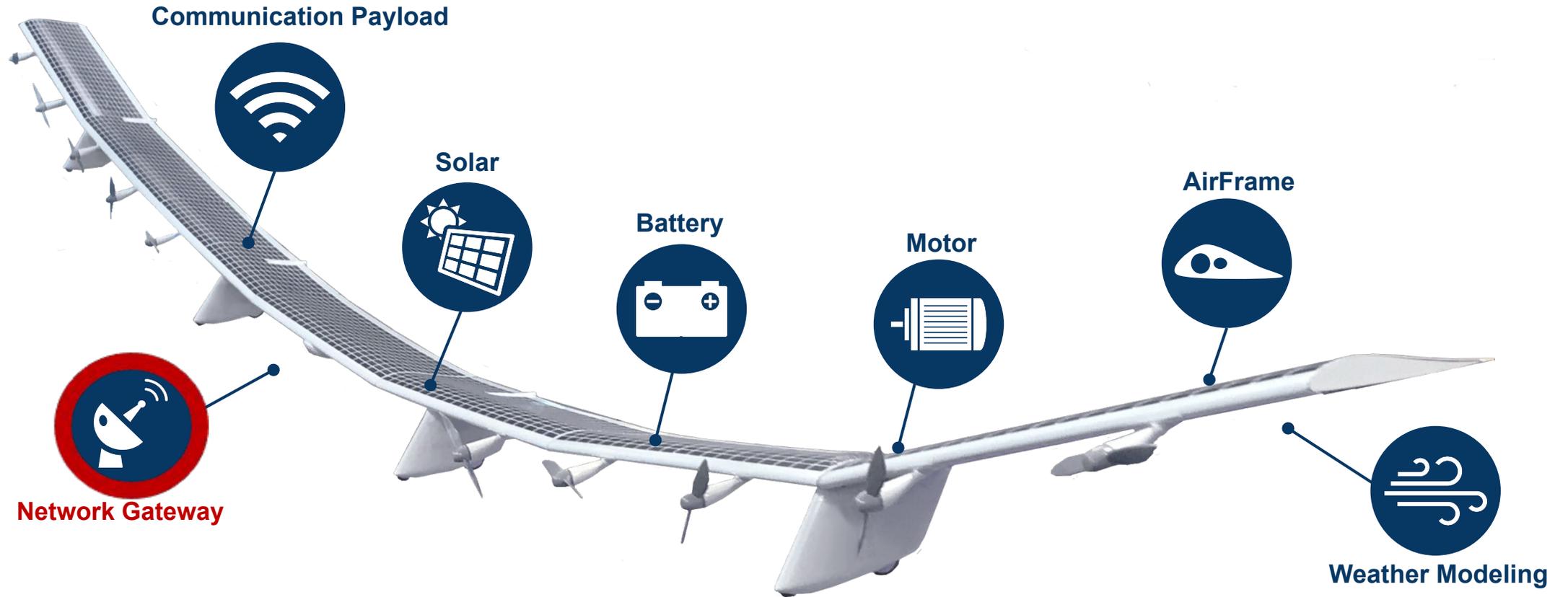
赤道付近は
年間通じて一定日射量
通年の
恒久サービス可能

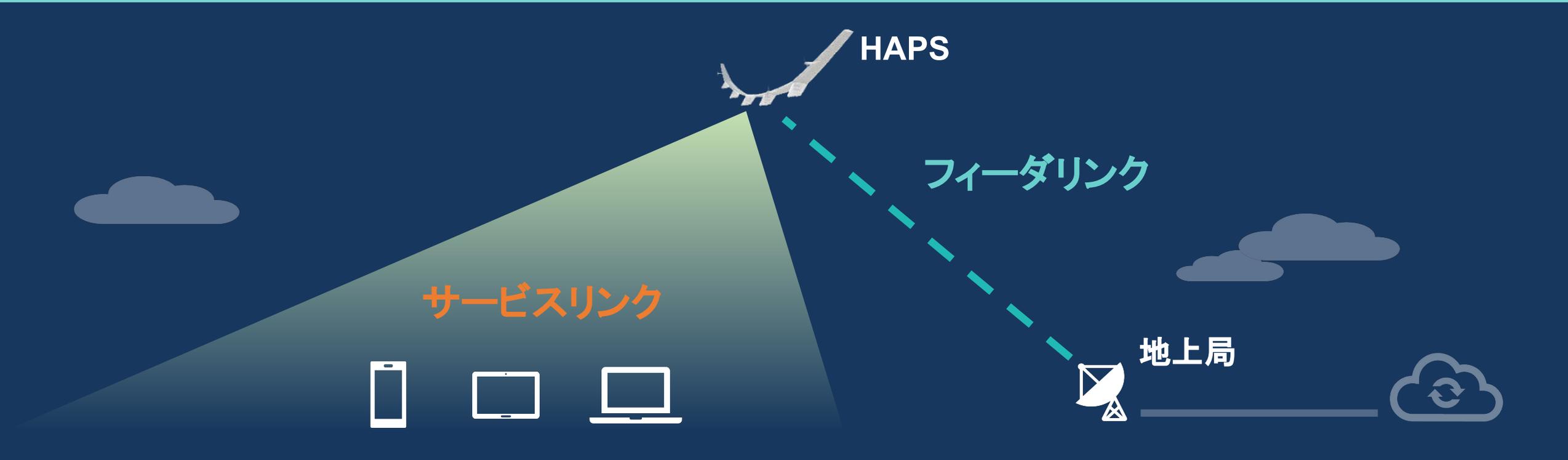


HAPS活動 →要素技術の研究開発



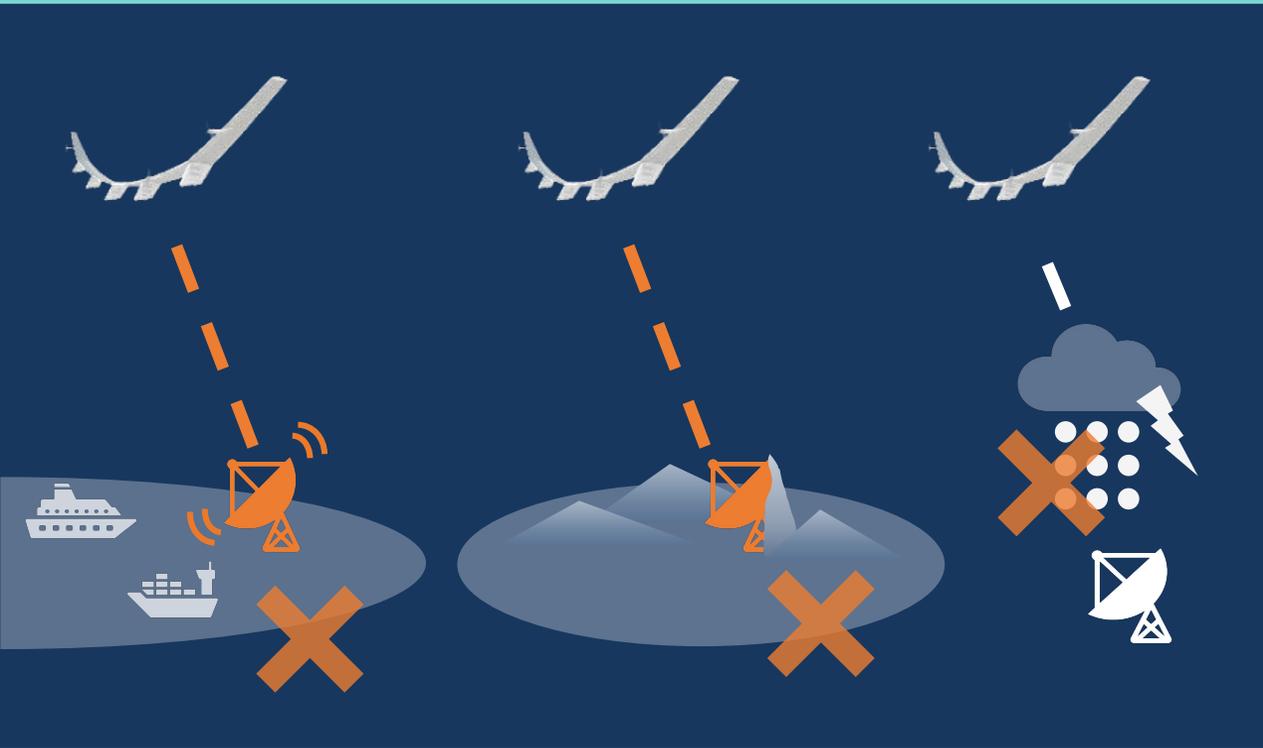
要素技術の研究開発 → 地上通信





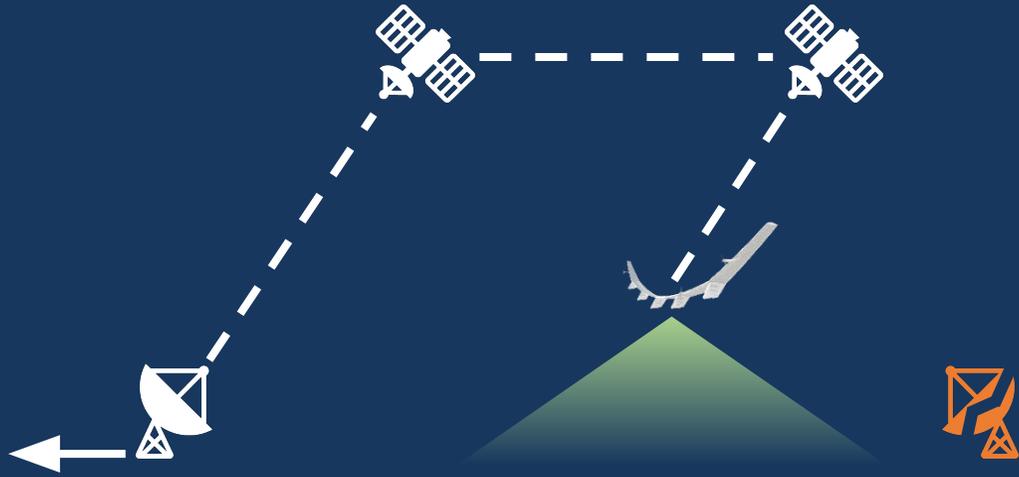
サービスリンク
HAPSとスマートフォン等との通信

フィーダリンク
HAPSと地上局との通信

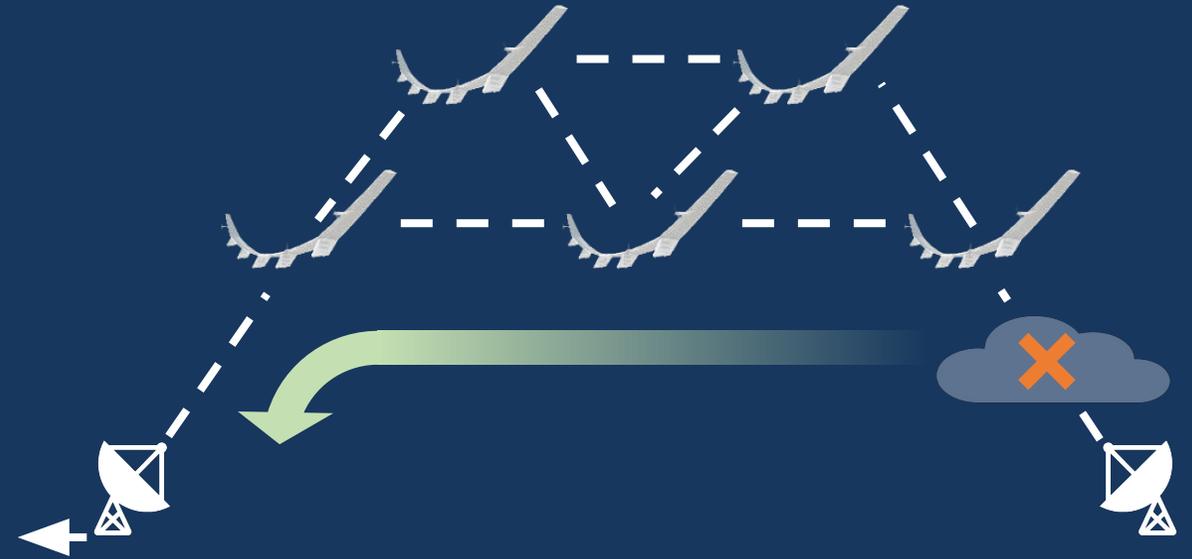


海上や砂漠等には設置困難
天候影響による切断

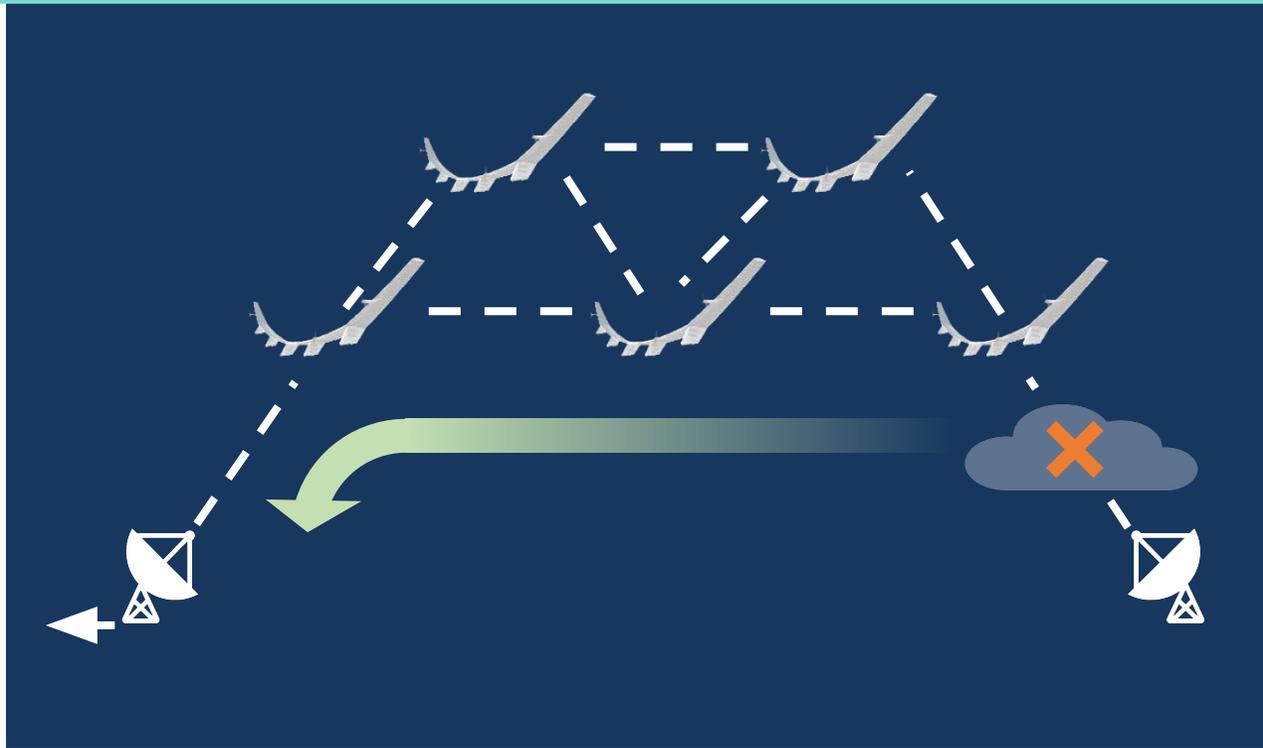
大量の地上局が必要
地上局は即座に建設できない



衛星フィーダで
被災地等にも即時展開可能に



成層圏メッシュネットワークで
地上局減少 + 迂回が可能に



従来のRF無線では**周波数帯域が不足**

光無線通信により解決

画像提供元: SDA

 Transport Layer



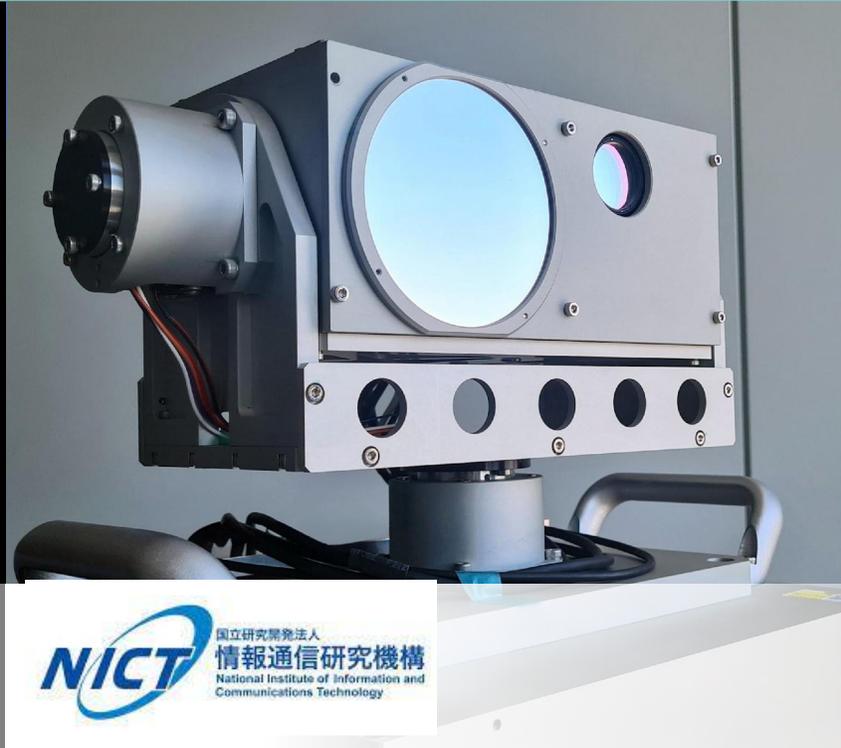
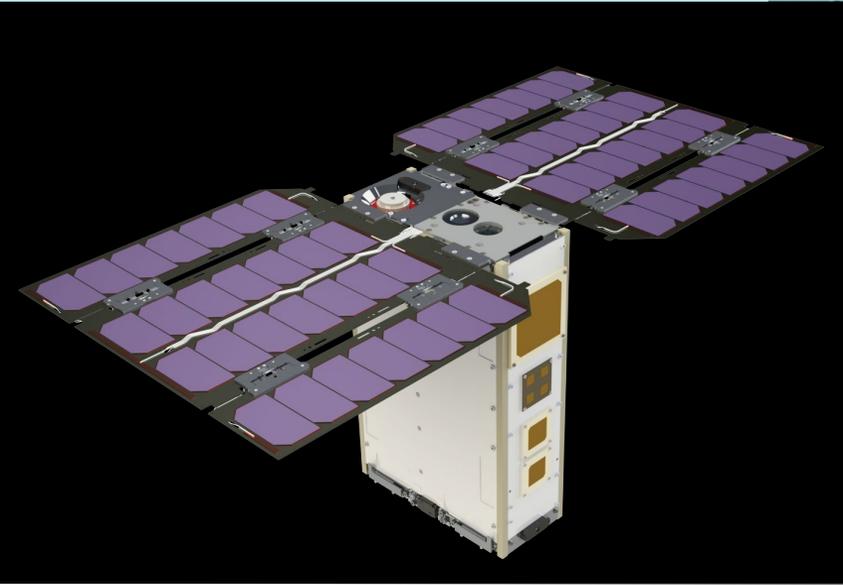
米国防省や民間用
各衛星コンステレーションの
衛星間通信を光無線で構築中

画像提供元: NASA



センシングや深宇宙探査に向け
NASA: TBIRDプロジェクト
200Gbpsの片方向通信を実証

宇宙用途で急速に発達



世界初・世界最速※ LEO衛星-HAPS間 光無線通信 2026年 通信実証予定

※2024/04/23時点 弊社調べ

要素技術の研究開発 → 国プロ等の受託

革新的情報通信技術(Beyond 5G(6G))基金事業
社会実装・海外展開志向型戦略的プログラム
令和5年度 採択
2.非地上系ネットワーク関連技術

NICT(情報通信研究機構)
高度通信・放送研究開発委託研究
令和6年度 新規委託研究公募を受託

②	50601	次世代大容量小型宇宙光通信システムの技術に関する研究開発プロジェクト	令和5年度～ 令和9年度 (5年間)	©ソフトバンク株式会社
---	-------	------------------------------------	--------------------------	-------------

社会実装・海外展開志向型戦略的プログラム交付決定、研究開発プロジェクト一覧

年度	採択番号	研究開発プロジェクト名	研究開発期間(年)	実施者	代表研究者
1. 地上系ネットワーク関連技術					
令和5年度	00101	3T超高速通信ネットワークを基にしたDSP回路実装技術に関する研究開発プロジェクト	令和5年度～令和6年度(2年間)	NTTインテリジェントデバイス株式会社	日本電信電話株式会社, 富士通株式会社, 京セラ株式会社
令和5年度	00201	衛星ネットワークのアーキテクチャ最適化と地上ネットワークとの連携に関する研究開発プロジェクト	令和5年度～令和6年度(2年間)	NTTインテリジェントデバイス株式会社	NTTインテリジェントデバイス株式会社, 日本電信電話株式会社, 富士通株式会社, 京セラ株式会社
令和5年度	00301	衛星通信・高度光ネットワークアーキテクチャに関する研究開発プロジェクト	令和5年度～令和6年度(2年間)	NTTインテリジェントデバイス株式会社	NTTインテリジェントデバイス株式会社
令和5年度	00401	Beyond 5G(6G)コアネットワークアーキテクチャの最適化・伝送効率向上に関する研究開発プロジェクト	令和5年度～令和6年度(2年間)	NTTインテリジェントデバイス株式会社	NTTインテリジェントデバイス株式会社
2. 非地上系ネットワーク関連技術					
令和5年度	00501	LEO-MEO衛星を用いた地上利用ネットワークシステムに関する研究開発プロジェクト	令和5年度～令和6年度(2年間)	ソフトバンク株式会社	ソフトバンク株式会社
令和5年度	00601	次世代衛星通信衛星軌道高度システムに関する研究開発プロジェクト	令和5年度～令和6年度(2年間)	ソフトバンク株式会社	ソフトバンク株式会社
令和5年度	00701	次世代衛星通信衛星軌道高度システムに関する研究開発プロジェクト	令和5年度～令和6年度(2年間)	ソフトバンク株式会社	ソフトバンク株式会社
3. ミニマム衛星化・統合ネットワーク関連技術					
令和5年度	00701	Beyond 5G(6G)ネットワークアーキテクチャの最適化に関する研究開発プロジェクト	令和5年度～令和6年度(2年間)	ソフトバンク株式会社	ソフトバンク株式会社
令和5年度	00801	Beyond 5G(6G)における衛星通信と地上通信の連携に関する研究開発プロジェクト	令和5年度～令和6年度(2年間)	ソフトバンク株式会社	ソフトバンク株式会社
令和5年度	00901	次世代衛星通信衛星軌道高度システムに関する研究開発プロジェクト	令和5年度～令和6年度(2年間)	ソフトバンク株式会社	ソフトバンク株式会社
令和5年度	01001	衛星ネットワークアーキテクチャに関する研究開発プロジェクト	令和5年度～令和6年度(2年間)	ソフトバンク株式会社	ソフトバンク株式会社

<https://b5g-rd.nict.go.jp/f-program01/r5.html>

次世代型NTNのためのHAPSにおける光無線通信の研究開発(課題番号234)(1件を採択)

■提案課題: HAPS用光無線装置の開発および実証

提案者: ソフトバンク株式会社(代表提案者)

概要: HAPSの商用化に向けて、ファイダリンクの確保が課題となっているが、周波数帯域の不足や消費電力の課題を解決しうる光通信システム(以下、光無線装置)は有望な技術である。また、成層圏や宇宙などのNTNプラットフォーム同士で光無線通信を行うことができれば、HAPSのファイダリンクを容易に確保することができる。本研究では、宇宙および成層圏で利用できる光無線装置の開発および実証を行うことを目標とする。これにより、日本の光無線通信が次世代NTNで世界をリードすることを目指す。

<https://www.nict.go.jp/publicity/topics/2024/05/07-1.html>

HAPSの国際標準化の取り組み

WRC-23(世界無線通信会議)でのHAPS周波数追加を主導



HAPS周波数(700-900MHz/1.7-2.1GHz/2.6GHz)利用が正式承認

3GPP HIBS対応状況

**HAPS in
B5G/6G
(in 3GPP)**

3GPP TS 38.104 V17.5.0 (2022-03)

Technical Specification

**3rd Generation Partnership Project;
Technical Specification Group Radio Access Network;
NR;
Base Station (BS) radio transmission and reception
(Release 17)**



Rel-17の3GPP仕様でHIBSが既存のIMTコンセプト内で使用できることが正式に定義され、HAPSが5G以降の一部であることが示された。

質疑応答

