



ITCA講演

Space Compassの挑戦 ～地上・非地上のインフラ統合～

2022年12月2日



Co-CEO 堀 茂弘

未来社会の課題とその解決策とは？



Source: 内閣府ホームページ

宇宙は身近になった？



©NASA



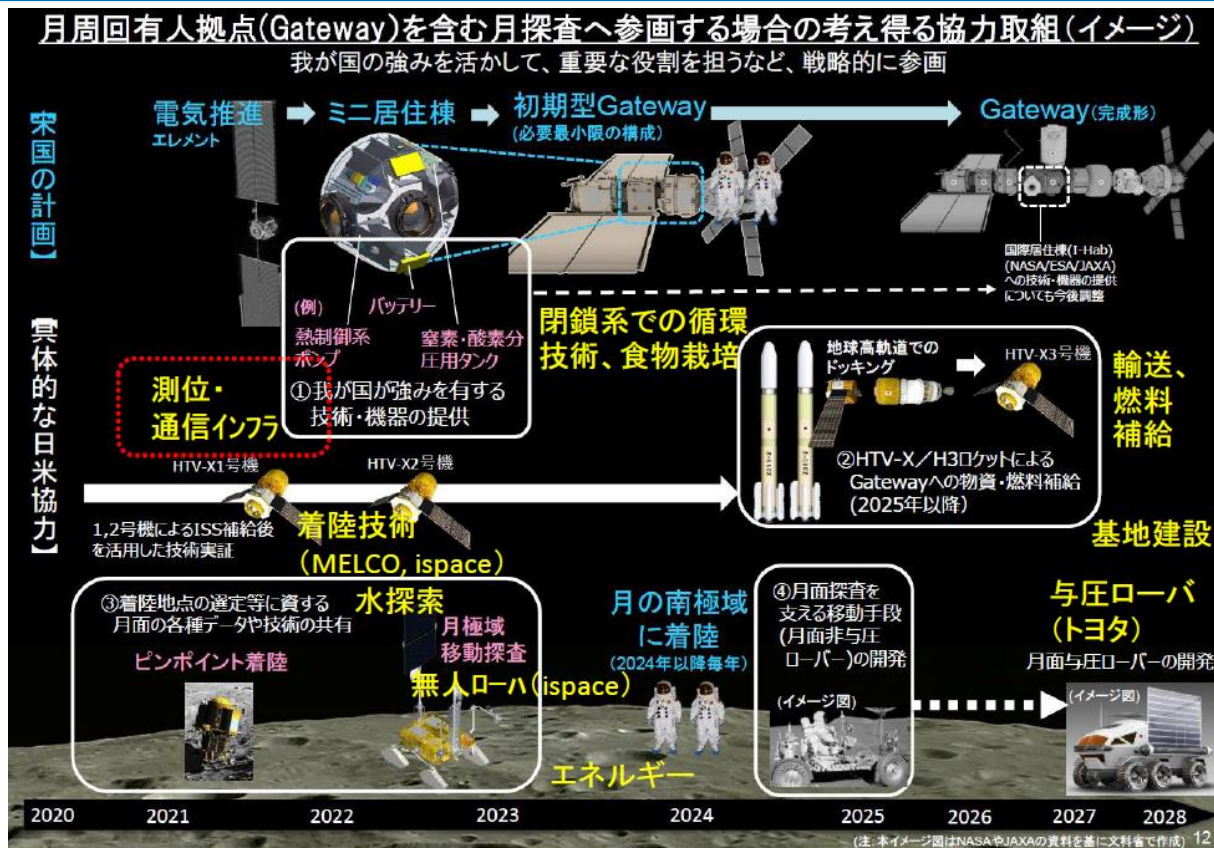
Image credit: Paul Hennessy/Anadolu Agency via Getty Images

主な宇宙旅行プランとその比較

ツアー主催社	費用(1人あたり)	宇宙滞在時間
スペースX社	約 55億円	約 3日間
スペース・アドベンチャーズ社	約 50億円	約 13日間 (ISS)
ヴァージン・ギャラクティック社	約 5000万円	約 5分間
ブルーオリジン社	約 3000万円	約 5分間

※公式ページの情報および過去の報道を基に作成
©Daily 新潮

米ARTEMIS計画と日米協力



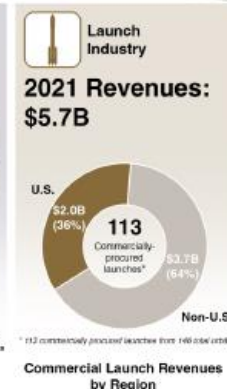
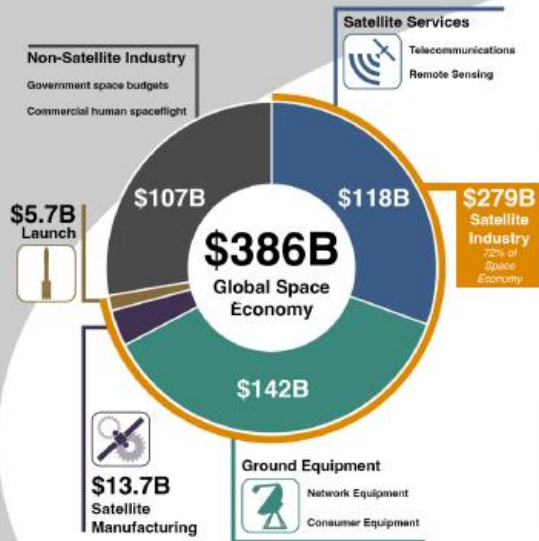
人類は再び月へ
日本は科学技術で並走
事業はどうか？

2021 Global Satellite Industry Revenues

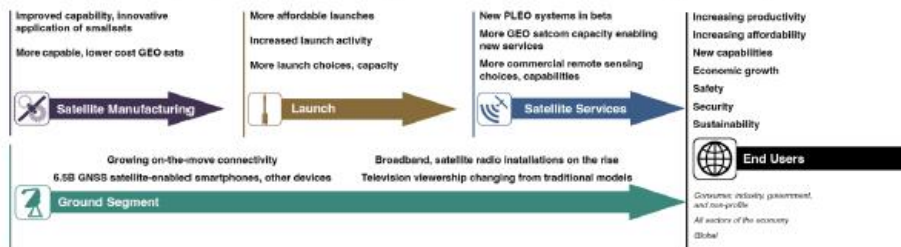
SIA*

The Satellite Industry in Context

(2021 revenues worldwide in billions of U.S. dollars)



Changing Industry Dynamics: Increasing Affordability and Productivity, New Capabilities



New Spaceの台頭

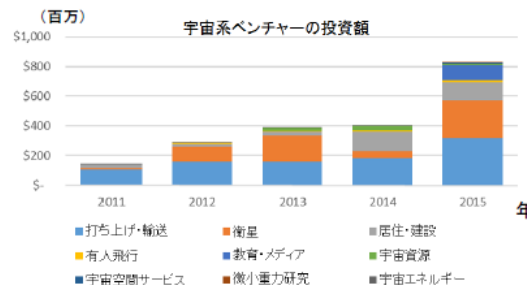


宇宙関連産業でのベンチャーに向けた新たな動き（世界）

- 近年、世界各国において数多くの企業が宇宙関連事業に新規参入。
- 世界の宇宙系ベンチャー企業による投資額は年間8億ドルを超え（2015年）、急激な増加傾向。

サービス	企業名	創業年	国	売上等
通信	SpaceX	2002	米国	-
	LuxSpace	2004	ルクセンブルク	-
	Aprize Satellite	2004	米国	-
	Innovative Data Services	2006	米国	-
	Gom Space	2007	デンマーク	-
	03b Networks	2007	オランダ	-
	exactEarth	2009	カナダ	約10M カナダドル以上
	Kymeta	2012	米国	-
	OneWeb	2012	英国	-
リモセン	Skybox Imaging	2009	米国	-
	Planet Labs	2010	米国	-
	Dauria Aerospace	2011	ロシア	-
	Spire	2012	米国	-
	Omni Earth	2014	米国	-
打上げ サービス	Blue Origin	2000	米国	-
	Garvey Spacecraft	2001	米国	-
	SpaceX (再掲)	2002	米国	約800M\$
	Masten Space Systems	2004	米国	約3M\$
	Rocket Lab	2007	NZ/米	-
	Stratolaunch Systems	2011	米国	-
	Generation Orbit	2011	米国	約2M\$
	Swiss Space Systems	2012	スイス/米	-
	Firefly Space Systems	2014	米国	-
	XCOR Aerospace	2000	米国	-
宇宙旅行 (軌道輸送・ サブオービ タル等)	Virgin Galactic	2004	米国	約150M\$以上
	Booster Space Industries	2006	ベルギー	-
	SHIPinSPACE	2013	英国	-

サービス	企業名	創業年	国	売上等
惑星探査 (火星・月面・ 小惑星資源)	Shackleton Energy	2008	米国	-
	Astrobotic Technologies	2008	米国	-
	Moon Express	2010	米国	-
	Golden Spikes	2010	米国	-
	Planetary Resources	2010	米国	-
	Mars One	2011	オランダ	-
	Deep Space Industries	2013	米国	-
	Inspiration Mars	2013	米国	-
	Geo Optics	2005	米国	-
気象	Geo Met Watch	2008	米国	-
	PlanetIQ	2012	米国	-
ISS利用	Nano Racks	2009	米国	約3M\$
	Urthe Cast	2011	カナダ	-
宇宙服	Zero Gravities Solutions	2013	米国	-
	Orbital Outfitter	2006	米国	-
打上げ仲介	Final Frontier Design	2010	米国	-
	Earth 2 Orbit	2008	インド	-
	Nova Nano	2009	フランス	-
	Space Flight	2010	米国	約0.2M\$
	ECM Space Technologies	2010	ドイツ	-



表は、内閣府『宇宙ベンチャー企業による宇宙利用拡大に関する動向調査 報告書』（2015年3月）のデータを元に編集したもの。売上げについては、2013年又は2014年のもの。数字はウェブサイト等公開情報による。

グラフ出典: Space Angels Networkウェブサイト

宇宙×ICT懇談会資料より(2017年)

代表的な通信コンステレーション

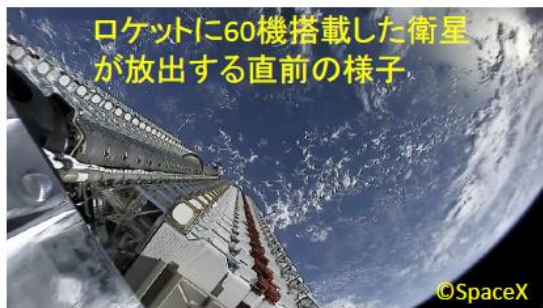
Operator	Country	Band/ orbit	Size**	Capacity	Lifetime	Target markets	Status
SES ^A O3b mPOWER	U.K.	Ka- MEO	7 to 22 satellites	200+ Gbps per satellite	> 10 years	Trunking, backhaul, Enterprise, Civil Govt., Military, Mobility (primarily maritime)	Development (contracted)
SPACEX STARLINK	U.S.A.	Ku- LEO	up to ~4,400 satellites	~20 Gbps per satellite	~5 years	Consumer broadband, Enterprise, Backhaul, Military, Commercial Aviation	Deployment
TELESAT	Canada	Ka- LEO	292 satellites	~40-50 Gbps per satellite	10 years	Backhaul, Enterprise, Civil Govt., Mobility, Military	Development (uncontracted)
amazon	U.S.A.	Ka- LEO	3,236 satellites	NA	7 years	Consumer, Enterprise, Backhaul, Civil Govt., Mobility	Development
OneWeb	U.K.	Ku- LEO	648 satellites	~7.5 Gbps per satellite	7 years	Enterprise, backhaul, Civil Govt., Aero, Maritime, Military	Deployment
Viasat ^W	U.S.A./ NED	Ka- LEO	288 satellites	~100 Gbps per satellite	N/A	Consumer, Enterprise, Civil Govt., Aero, Military	Planning (uncontracted)
AST	U.S.A./ PNG	LTE- LEO	243 satellites	N/A	N/A	Consumer/Enterprise (Mobile Network Operators)	Development (in- house)
MANGATA	U.S.A.	Ka-/V- MEO/HEO	Up to 800 satellites	~75-100 Gbps per satellite	N/A	Backhaul, mobility, enterprise, IoT	Planning
Hongyun (CASIC)	China	Ka- LEO	156 satellites	<5 Gbps per satellite	N/A	Consumer, enterprise, backhaul, mobility, satnav, EO	Development
Hongyan (CASC)	China	Ka-/L- LEO	320 to 864 satellites	~10 Gbps per satellite	N/A	Consumer, backhaul, enterprise, IoT	Development
Galaxy Space	China	Q-/V- LEO	144 to 650 satellites	10 Gbps per satellite	N/A	Consumer, backhaul, enterprise, civil govt.	Planning

*User links **Current generation only

Ref. Euroconsult, Satellites to be built & launched

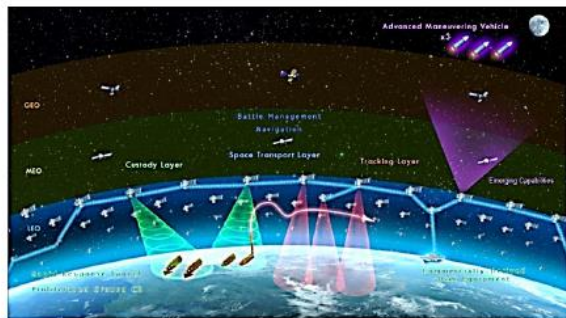
世界中でコンステの流れが加速

通信 コンステ



SpaceXのStarlinkは12000機の小型コンステで宇宙のインターネット網構築目指す

光伝送 コンステ



米の新防衛宇宙システムは、1000機の小型コンステで継続監視とデータの即時ダウンリンク

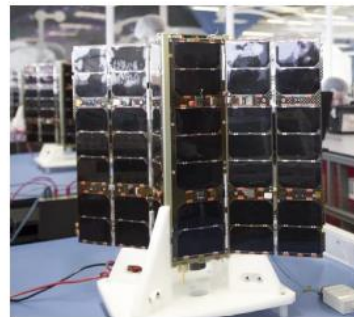


Planet社は170機以上の4kg衛星により、3m中分解能の地球画像の撮像を高頻度で実施



観測 コンステ (光学・レーダーなど)

測位 コンステ



©Spire Global

Spire Global社は100機以上のGPS掩蔽観測で局地気象情報をNOAAに販売,AIS,ADS-Bも



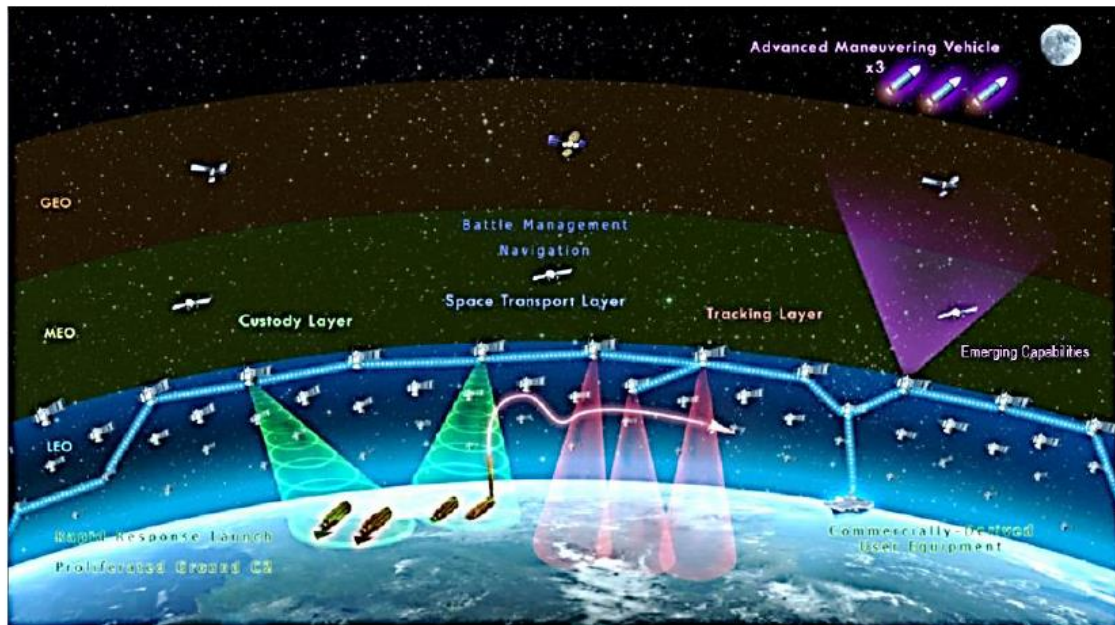
巨大なリスクマネー投資
(Capital Gainによる兆単位)
に対抗するのではなく、
長いものに巻かれるでもない、
日本が進むべき別の道が必要

- Starlink (SpaceX社)

高度550km、1150km、340kmに合計12000機(42000とも)
すでに60機同時打ち上げで1500機以上軌道上に

米国は安全保障が強いドライビングフォース

～コンステによる米国の新防衛宇宙システム(NDSA)～



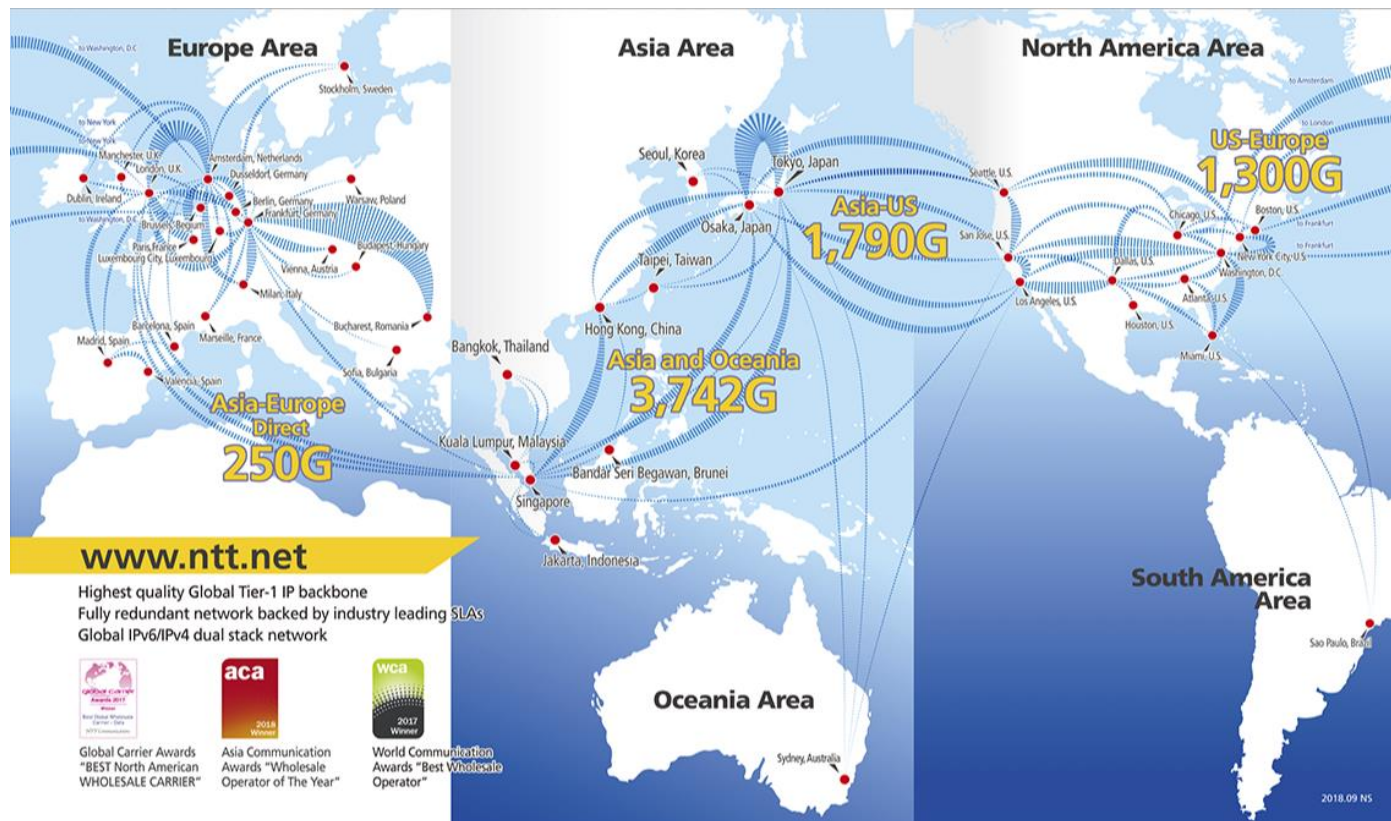
キー技術は
光無線通信による
データリレー

それを実現する通信技術と
コンステ衛星運用技術

＋Transport(衛星間および地上とのデータ通信)やTracking(ミサイルの検知・追尾)、Custody(偵察)等、7つのLayer／1000機以上の衛星から構成される
コンステレーション

＋小型衛星コンステレーションにより抗たん性、即応性を向上

NTTのグローバルNW/DC



NTTが進めるIOWN構想 ～光電融合デバイスの開発～



※PEC…Photronics-Electronics Convergence



中継装置用

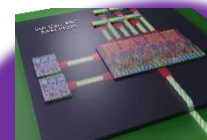
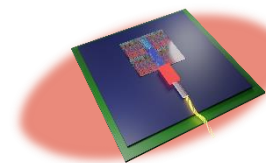
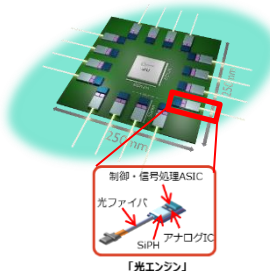
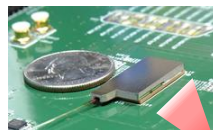
プラグブルトランシーバ用

ボード接続用

チップ接続用

ファイバーレス

形態



適用領域

・テレコム用中継装置
(長距離、メトロ網)

・DC間伝送装置

・超高速スイッチ
・SmartNIC

光ディスクアグリゲータッドコンピュータ



ネットワーク

コンピューティング

低消費電力

電力効率 100倍※1

伝送媒体

光ファイバケーブル



伝送装置

光(波長)スルー



情報処理基盤

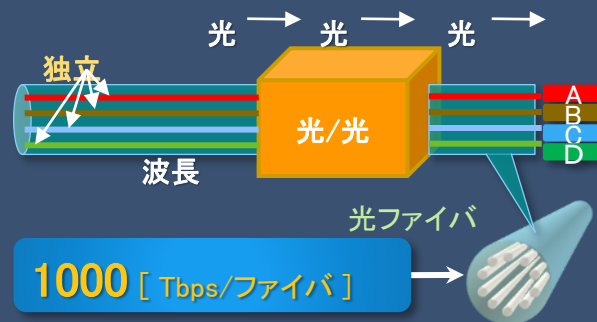
光電融合素子



大容量・高品質

伝送容量125倍※2

・波長(光信号)



※2 光ファイバー1本あたりの通信容量の目標値

低遅延

エンドエンド遅延
1/200※3

・波長単位で伝送

・待ち合わせ処理不要

・データの圧縮不要

波長A

大容量動画(非圧縮)

処理遅延なし

波長B

音声

※3 同一県内で圧縮処理が不要となる
映像トラフィックでの遅延の目標値

※1 フォトニクス技術適用部分の電力効率の目標値

NTT x スカパーJSAT



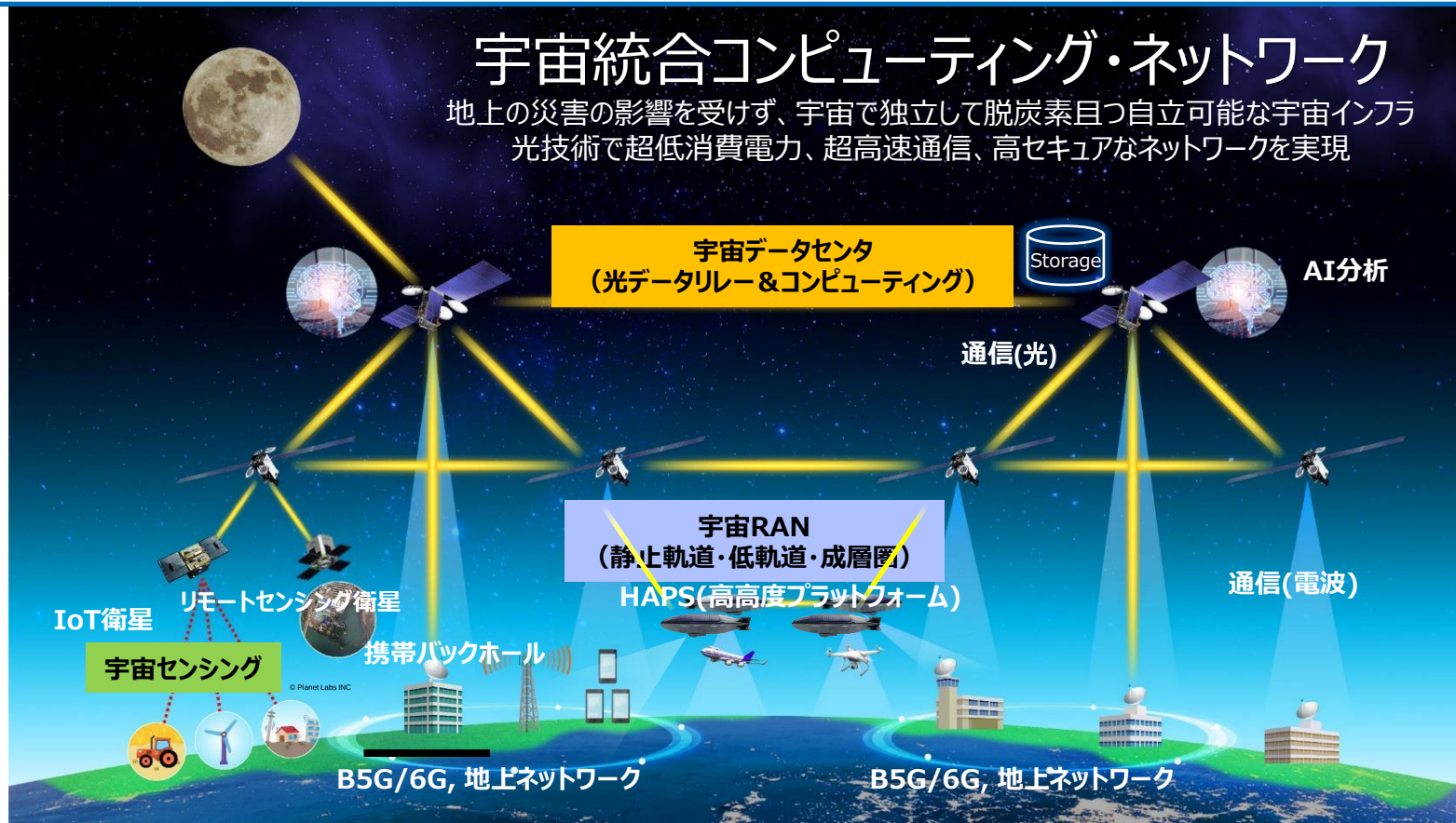
NTTのグローバルネットワーク技術とスカパーJSATの宇宙事業経験を活かし
日本発の新たな非地上インフラ「宇宙統合コンピューティング・ネットワーク」事業に挑戦

会社名	株式会社 Space Compass
代表者	代表取締役 Co-CEO 堀 茂弘 代表取締役 Co-CEO 松藤 浩一郎
設立	2022年7月20日
所在地	東京都千代田区大手町
出資規模	180億円
株主構成	NTT 50% スカパーJSAT 50%

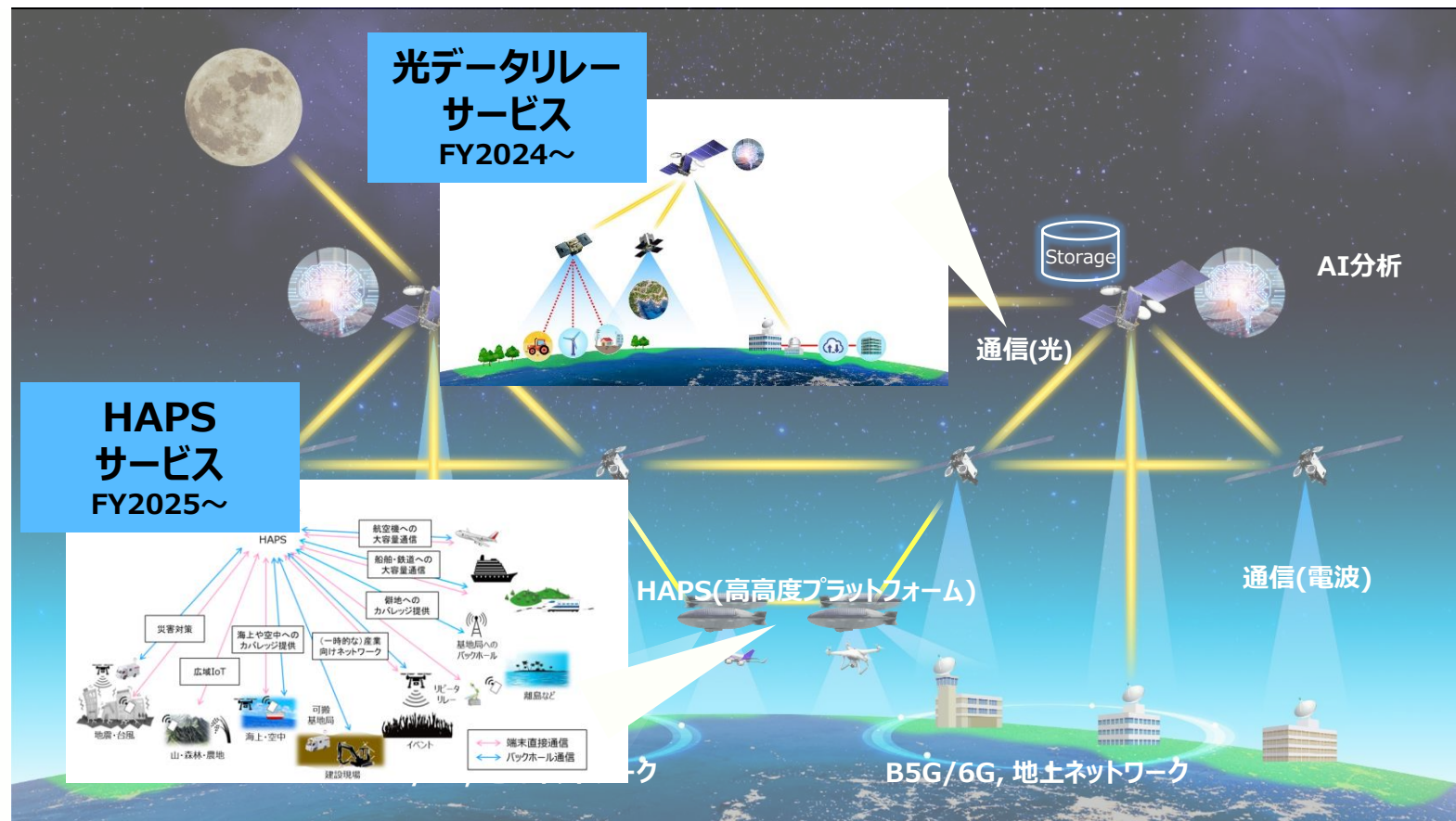


宇宙統合コンピューティング・ネットワーク

地上の災害の影響を受けず、宇宙で独立して脱炭素且つ自立可能な宇宙インフラ
光技術で超低消費電力、超高速通信、高セキュアなネットワークを実現



第一歩として2つのサービスを構築・開始



宇宙からの地球観測（光学カメラ）

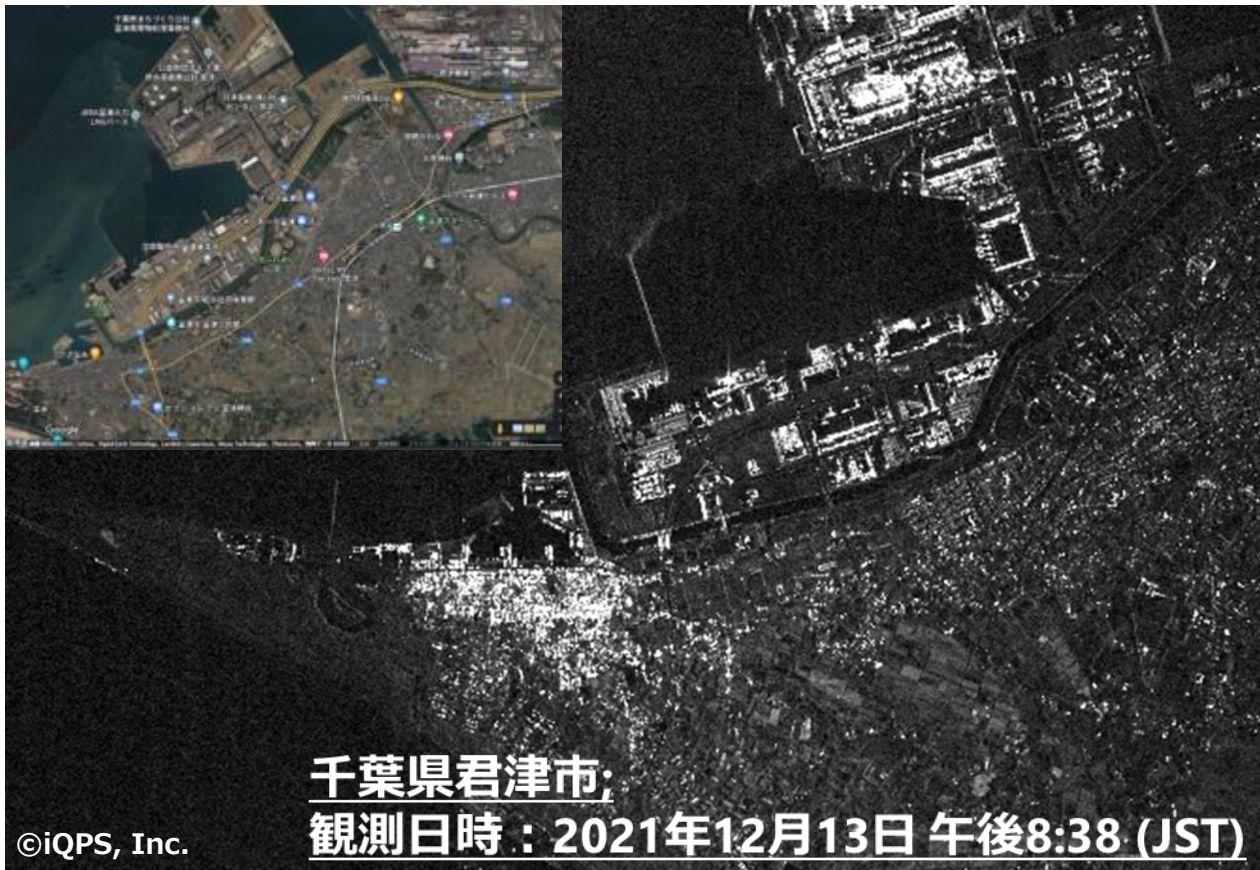
50cm分解能

SkySat: EVERGIVEN号 (Mar. 28, 2021)



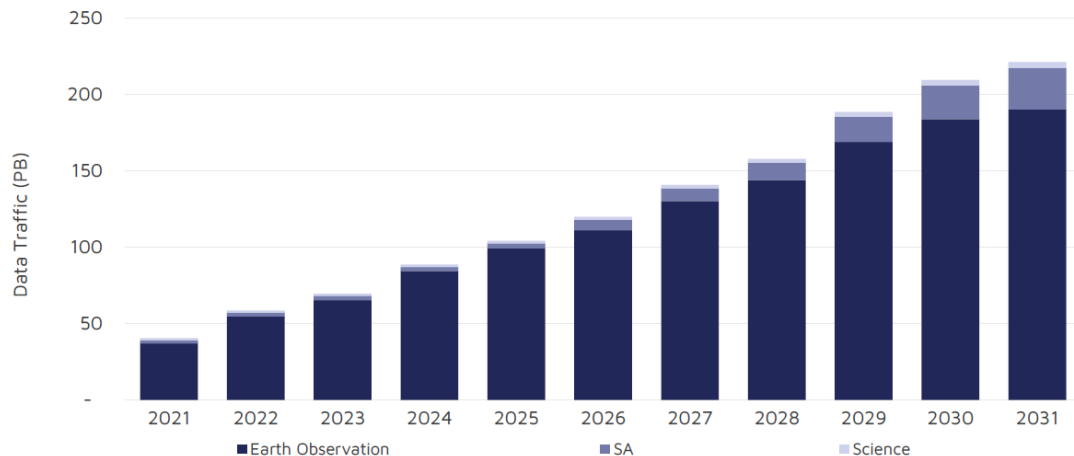
©Planet Labs PBC

宇宙からの地球観測（合成開口レーダー）



宇宙からの地球観測（増え続けるデータ量）

Global Satellite Cloud Traffic: Data Downlink by Market Segment



©NSR Source: NSR "Computing via Satellite" (2022.04)

*"As you get more operational with your customers, they want **more capacity** and they want it **faster**"*

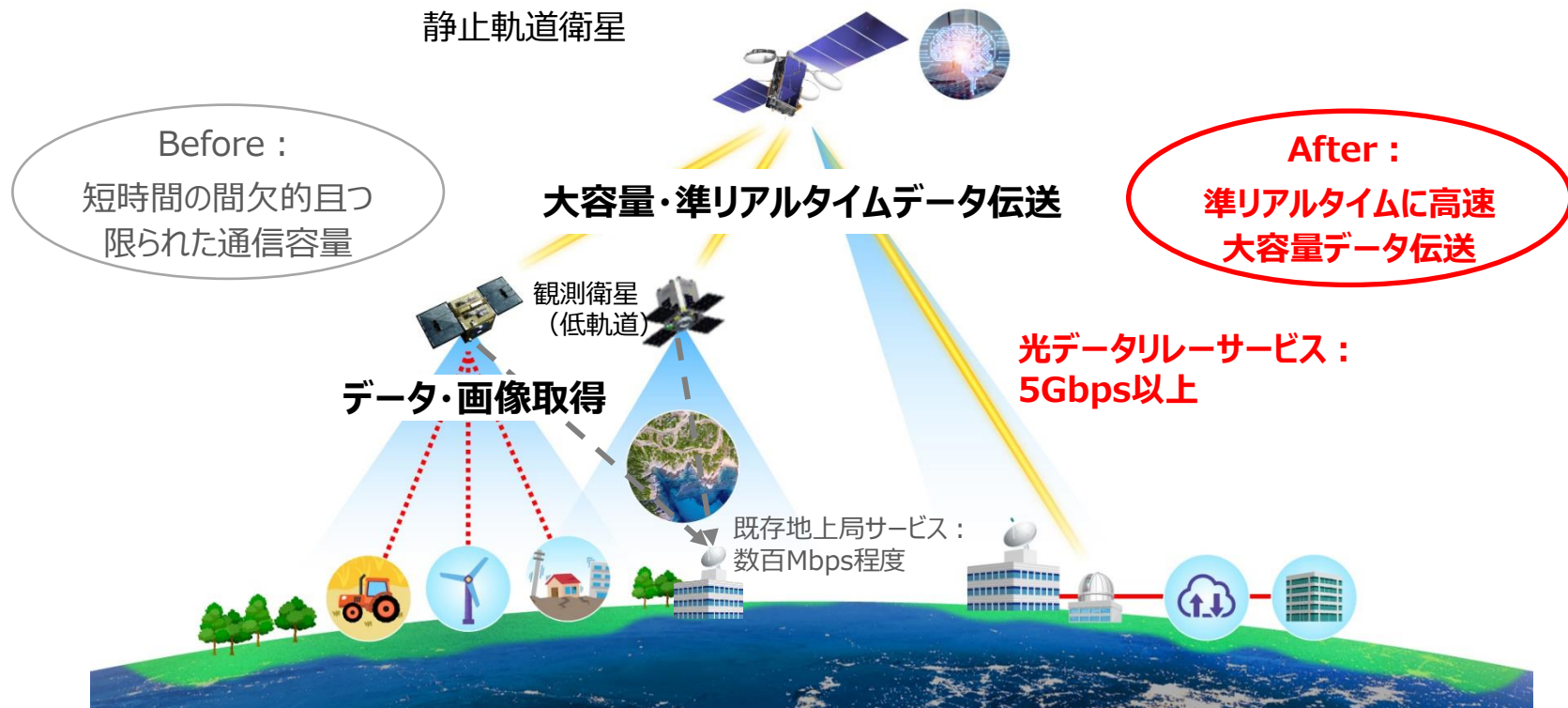
Robbie Schingler, Planet chief strategy officer



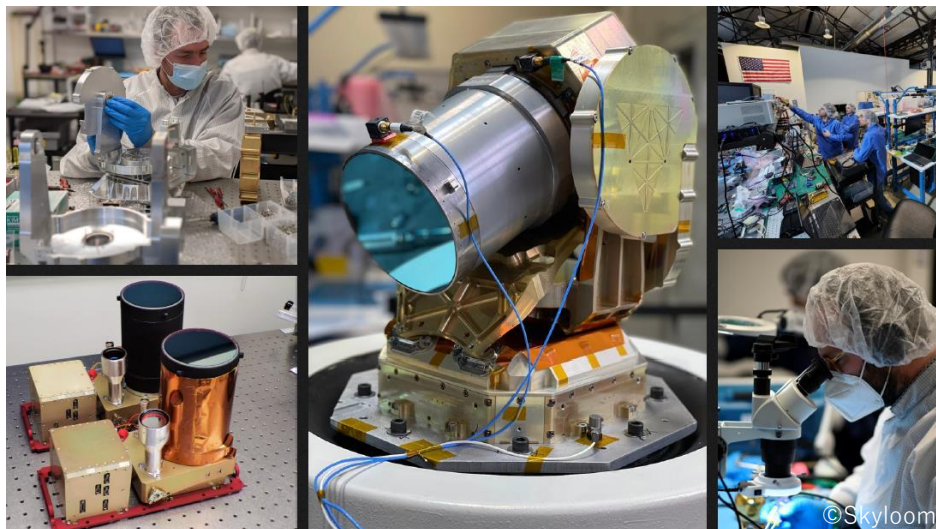
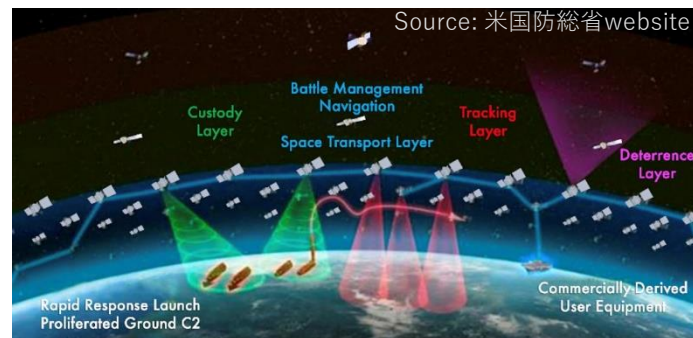
<https://spacenews.com/planet-pelican-details/>

光データリレーサービス

2024年度に光データリレーサービスを開始



米Skyloomとの協業検討



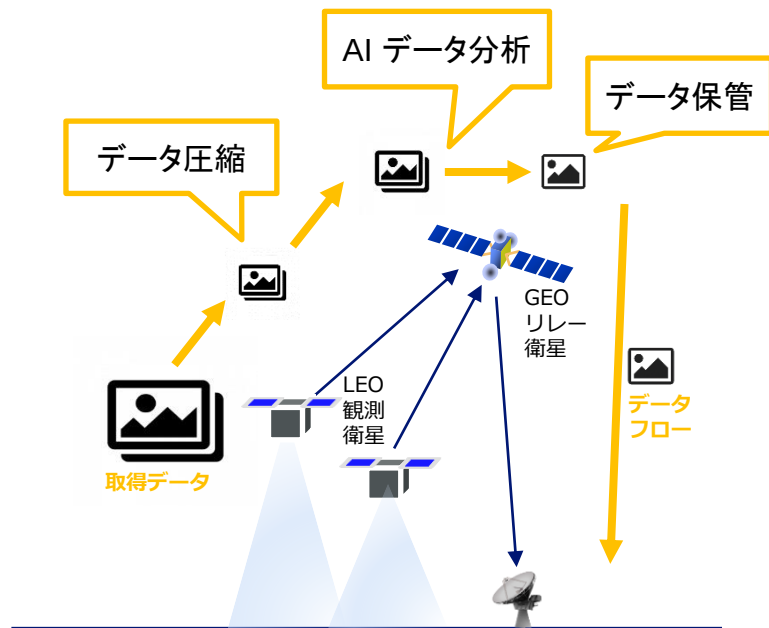
宇宙空間におけるコンピューティング機能

- ✓ 膨大に発生するデータの圧縮
- ✓ エッジ環境におけるA/I分析によるデータの軽量化
- ✓ 宇宙空間でのデータ保管

宇宙コンピューティング機器例 (Unibap)



SpaceCloud iX5-100	Compute Performance
CoreMark v1.0 per cpu core	5,842.98 (GCC 8.1.0 -O3 -funroll-loops -fgcse-sm -mfpmath=both -DPERFORMANCE_RUN=1 -lt/Heap)
CPU [GFLOPS]	40
OpenCL GPU [GFLOPS]	87
FPGA DSP cores	72 (18x18)
Additional AI acceleration	4 TOPS Intel Movidius Myriad X Vision Processing Unit



HAPSを利用したモビリティ・サービス

カバレッジ拡張

低遅延でスマホの**直接接続**が可能であり従来はエリア外であった**空・海等をもエリア化**を実現

対災害性

地上の豪雨や地震に左右されないため、**災害の影響を受けず**に通信を提供することが可能

サービス柔軟性

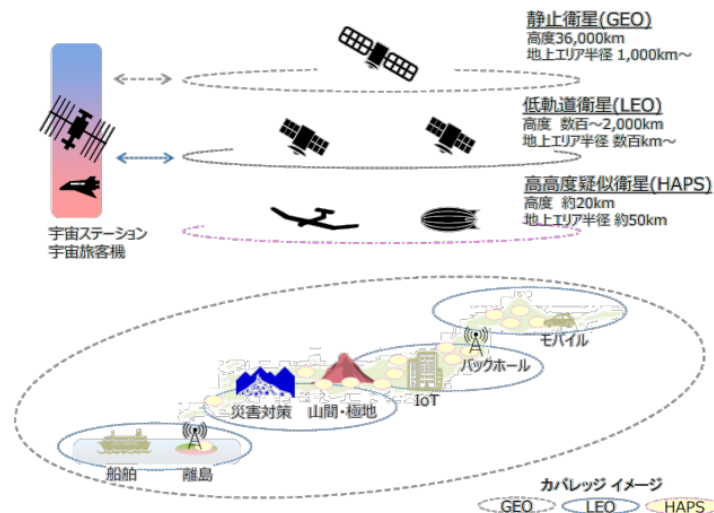
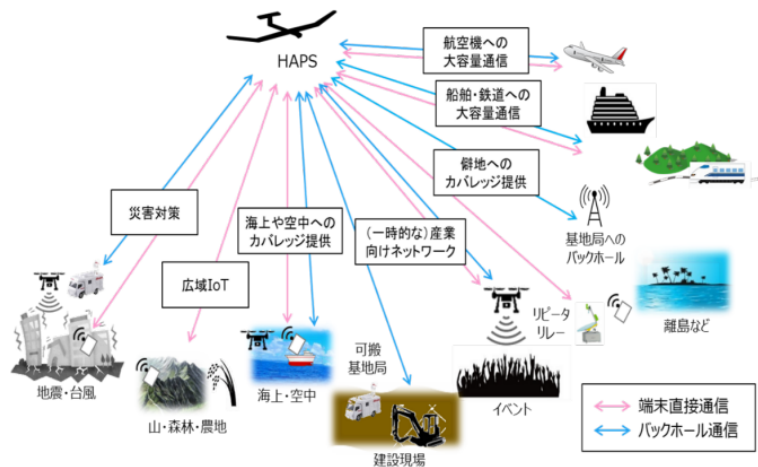
1機から特定エリアで利用可能であり、顧客要望に合わせたペイロードの**設計・変更が容易**

リモセン利用

長期間の定点観測に向いており、**官民両方**のユースケースに対応

その他

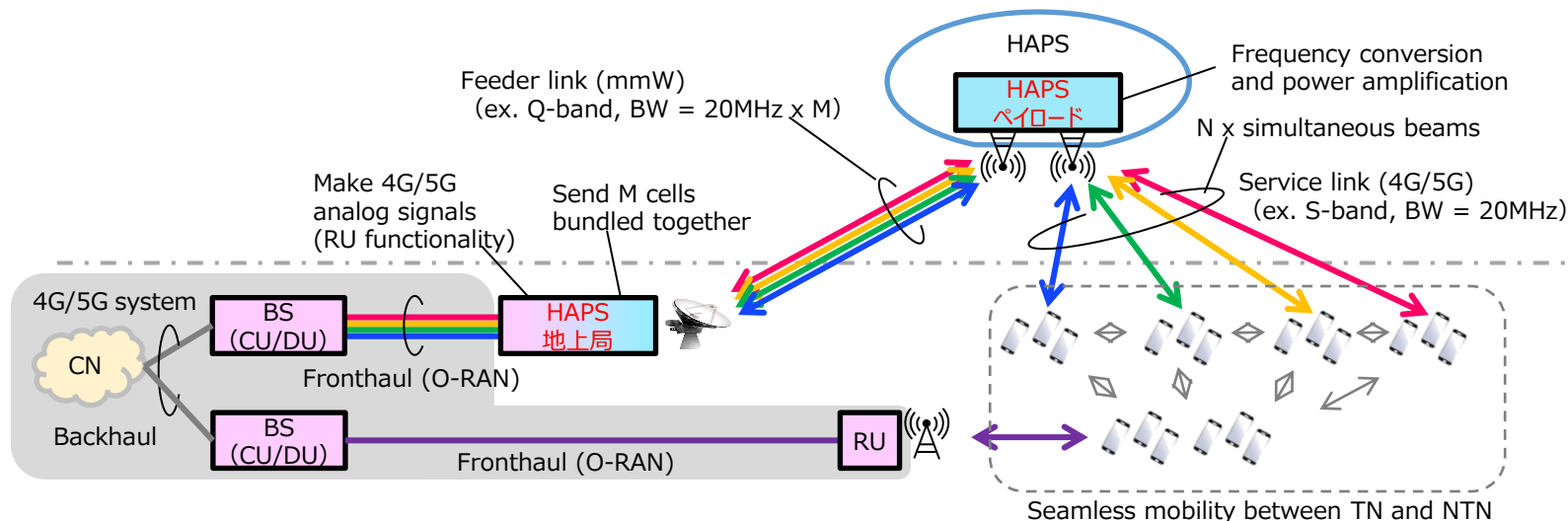
ソーラー発電が動力であるため、**地球環境に配慮したインフラ**



フィーダリンクにはミリ波等の高周波数帯を使用（複数セル/ビームの信号を束ねる）

サービスリンクの周波数帯はWRC-23の議題となってる2.7GHz未満のIMT用周波数帯のうち4G/5G周波数帯を想定

地上移動通信網とのハンドオーバーを実現



ドコモとエアバス、HAPSから電波伝搬実験に成功

～成層圏からスマートフォンへの通信サービスの提供が可能であることを実証～

実験期間

2021年8月25日(水)～2021年9月13日(月)の20日間
このうち、成層圏での滞空日数は18日間

使用周波数帯

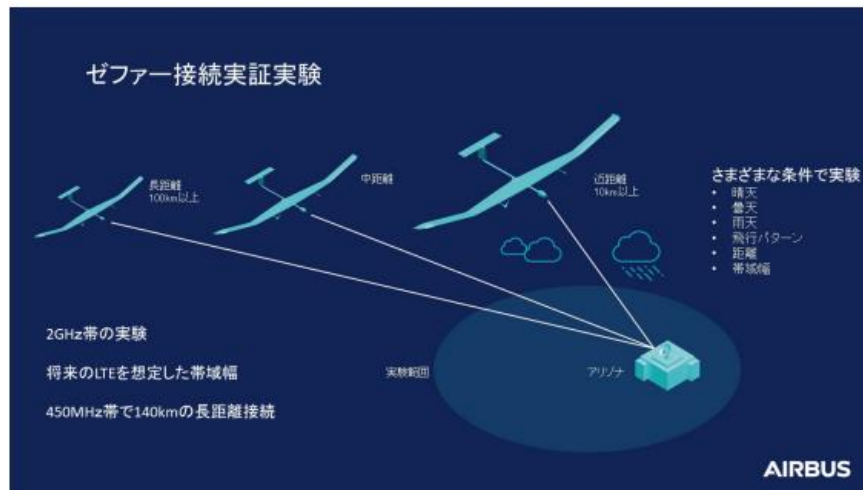
UHF 帯(2GHz、450MHz)

各社の役割

企業名	役割
ドコモ	・伝搬測定試験に向けたオペレーション ・測定結果の分析、およびそれを基にしたユースケースの検討
エアバス	・HAPSによる成層圏での伝搬測定試験実施 ・測定データの抽出および分析

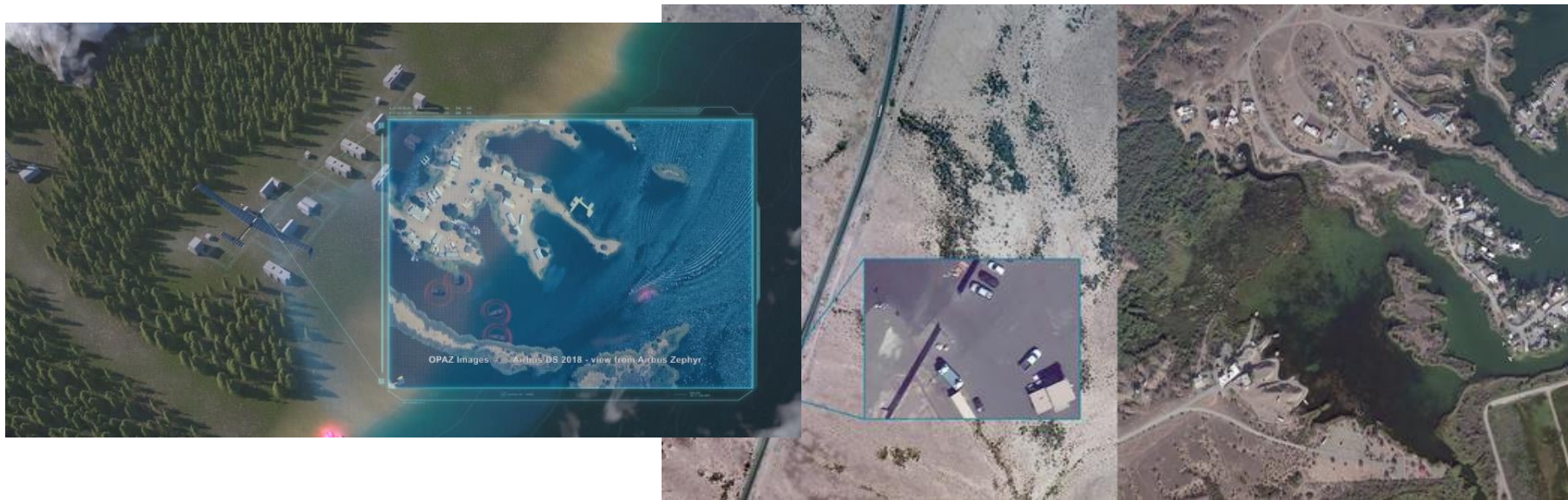


エアバス社 HAPS「ゼファー(Zephyr) S」 離陸時の様子



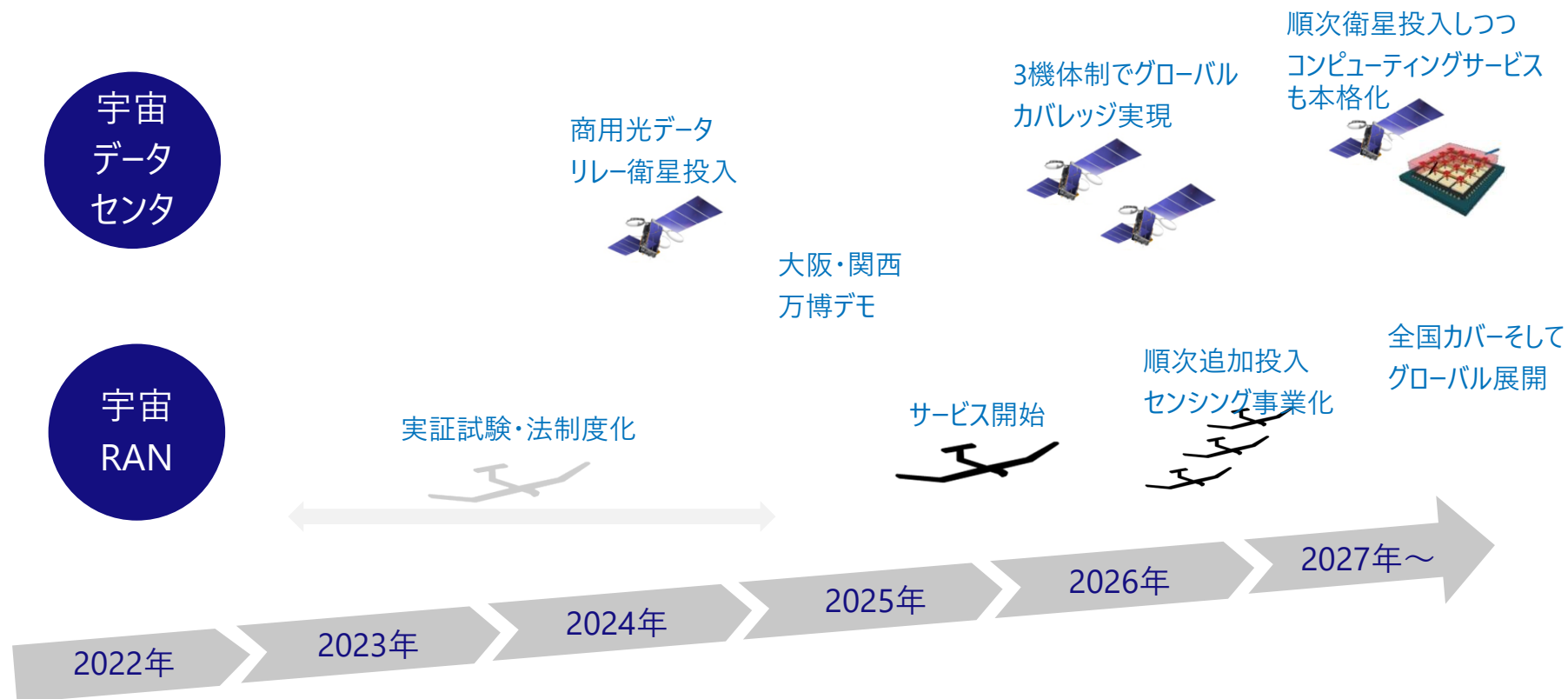
実験実施概要

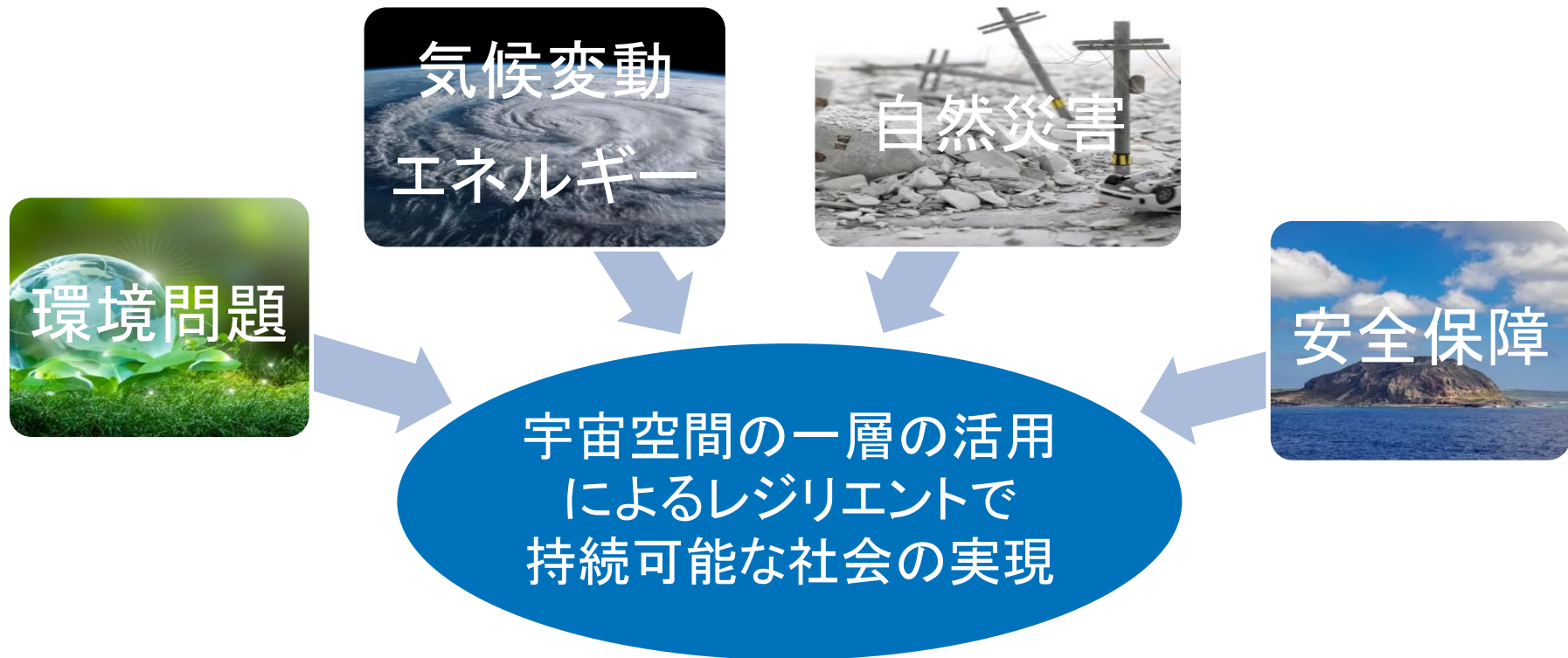
通信だけでなく地球観測への活用も



Source: Airbus website

中長期ロードマップ（予定）





ご清聴ありがとうございました

Beyond the Edge

コンパスが導く、次の未来。



SPACE
COMPASS