

衛星 × サステナビリティレポート 2025

サステナビリティ領域での衛星技術活用

CONTENTS

Chapter 0. はじめに

Chapter 1. 衛星の概要

Chapter 2. 衛星のトレンド

Chapter 3. 衛星×サステナビリティ サービス・取り組み 他社事例

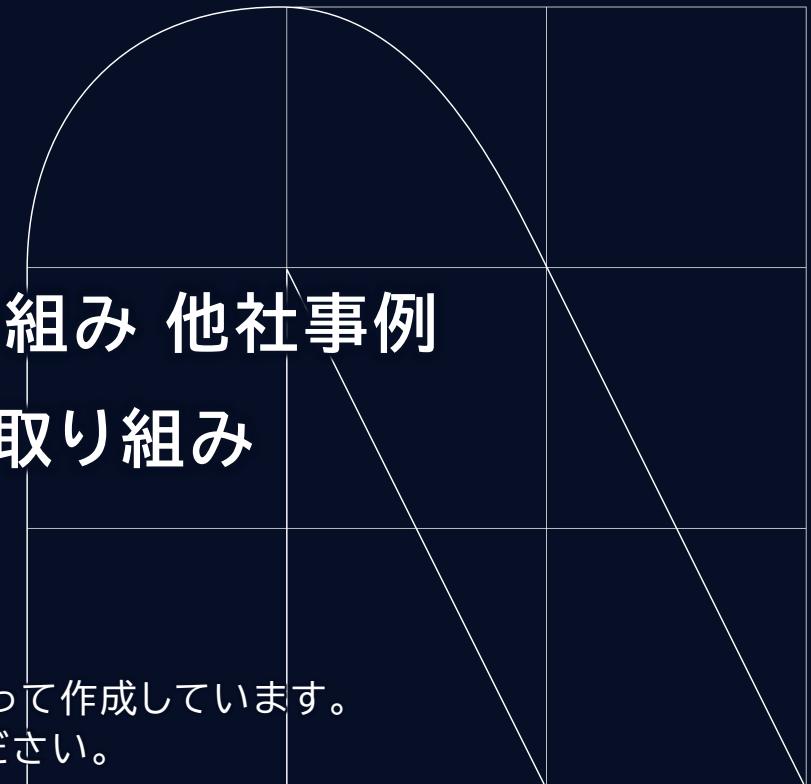
Chapter 4. 衛星×サステナビリティ NTT DATAの取り組み

Chapter 5. おわりに

※本レポートは2025年12月17日時点で閲覧したWeb情報などを元にNTT DATAが主となって作成しています。

本レポート内の情報を引用する場合、その他お問い合わせについては以下からご連絡ください。

<https://www.nttdata.com/jp/ja/contact-us/>



はじめに

2024年は、身の回りの技術とサステナビリティの関連に着目したホワイトペーパーを公開し、大きな関心を集めました。2025年はその取り組みを継続、さらには発展させ、2024年に取り上げたいいくつかの主要技術について、最新の知見や業界動向を踏まえて情報をアップデートするとともに、サステナビリティの観点からその活用方法や運用のあり方を再考していきます。2025年は、5つのテーマを扱う予定です。本ホワイトペーパーでは、そのうちの1つとして「衛星」を取り上げます。

近年、衛星は環境モニタリングや気象予測、災害管理や資源管理、さらにはカーボンクレジット^{※1}の算定支援などにも活用され、社会課題の解決に向けた実践的なツールとしてその重要性を高めています。2024年のホワイトペーパーで紹介した衛星による3D地図やデータ解析技術も着実に進化を遂げており、こうした技術の進展が社会や産業の持続的な発展を後押ししています。

一方で、スペースデブリ(宇宙ごみ)の増加、軌道環境の混雑化、データ主権^{※2}といった懸念も指摘されており、こうした課題への配慮も持続可能な技術活用には欠かせません。本ホワイトペーパーではこうした背景を踏まえながら、衛星に関する最新の技術動向や先進事例を紹介し、その社会的意義と可能性をサステナビリティの観点から探っていきます。

2024年ホワイトペーパー:衛星 × サステナビリティレポート-サステナビリティ領域での衛星技術活用-

NTT DATAのサステナビリティ経営1)

NTT DATAはサステナブルな社会の実現に向けて「Planet positive, Prosperity positive, People positive」の3つの柱で取り組んでいます。

また、NTT DATAは解決すべき社会課題と、当社の事業における重要性を評価し、サステナビリティ経営として取り組むべき優先テーマとして13個のマテリアリティを設定しました。

本ホワイトペーパーで取り上げる衛星の取り組みは、マテリアリティの「気候変動への対応」などに関連するものです。

※1 カーボンクレジット

温室効果ガス排出量の基準値(ベースライン排出量)と、実際の排出量または吸収量との差分をクレジット化し、取引できるようにしたもの

※2 データ主権

データの収集・保存・利用に関して、その所在国の法律や主権の下で管理・保護されるべきとする考え方



[図0-1] NTT DATAの13のマテリアリティ

Chapter 1

衛星の概要

技術動向と社会・環境との接点

進化する衛星技術の現在地

私たちの暮らしの見えないところで、衛星技術は確実に進化を続けています。例えば、SpaceXのStarlinkをはじめ、複数の企業が世界中で衛星通信サービスを展開しています。さらに、Amazonでは、地球上のほぼすべての地域に高速かつ低遅延のインターネットを提供することをめざすProject Kuiper(プロジェクト・カイパー)において、本格的な衛星の打ち上げが進められています¹⁾。こうした動きからも、衛星は私たちの暮らしを支える重要なインフラとして、着実にその存在感を高めています。

2024年のホワイトペーパーでは、衛星の基本構造や軌道制御などの要素技術を概観し、通信や環境モニタリングといった活用事例を紹介しましたが、現在では防災、農業、交通、教育など、より多様な分野での応用が広がりつつあります。

こうした広がりを支えているのは、単一の技術ではなく、観測・通信・解析・運用といった各過程で進化する要素技術です。以下では、最近の技術動向を見てていきます。

✓ 観測技術の進化

衛星の観測性能は、夜間や悪天候下でも地表を観測できるSAR(合成開口レーダー)や、可視光から赤外域までの細かな波長データを取得して物質の状態を分析できるハイパースペクトル観測などの技術進化により、大きく向上しています。

✓ 通信・ネットワーク技術の進化

多数の小型衛星を連携させる「衛星コンステレーション」の発展により、広域かつ高頻度な通信や観測が実現しています。さらに、衛星同士がレーザーで直接通信する「衛星間光通信」の実証が進み、データ転送の高速化や通信遅延の低減に向けた技術基盤構築が進められています。

✓ データ解析技術の進化

衛星が取得する膨大なデータを効率的に活用するため、AIやクラウド技術を組み合わせた解析環境が整備されています。たとえば、AIによる機械学習を用いて画像から被災状況や環境変化を自動検出したり、クラウド上でリアルタイムに衛星データを可視化したりする取り組みが進んでいます。

✓ 運用・制御技術の進化

衛星の小型化やモジュール化^{※1}の進展により、短期間での開発や打ち上げが容易になっています。さらに、AIを活用して衛星自身が姿勢制御や観測判断、データ処理を行う自律運用技術の導入が進み、運用効率と観測精度の向上につながっています。

※1 モジュール化

システムの要素(電力・通信・制御など)を標準化し、複数のプロジェクトで再利用できるように設計する手法

衛星とサステナビリティの関連性

2024年のホワイトペーパーでも紹介したように、衛星技術は、環境・災害・資源管理・社会インフラなど多岐にわたる分野で、持続可能な社会の構築に貢献しています。しかし、急速な技術進展と衛星数の増加に伴い、いくつかの課題も顕在化しています。

環境面では、温室効果ガスの観測衛星により排出状況の把握や科学的根拠の提供が進み、気候変動対策の精度向上に寄与しています。衛星データを活用したメタン排出の検知や、浸水被害・山火事・火山活動のリアルタイムに近い監視も、環境リスクの軽減と迅速な対応を可能にしています。

また、農地の集約や水資源の管理などにも衛星情報が活用され、地域の持続可能な発展を支える新たなモデルが生まれつつあります。AIや気象情報と連携した衛星の自動撮影システムも実証され、平時・災害時を問わず、迅速で的確な判断を支える基盤として期待されています。

さらに、交通状況の把握や重機の遠隔操作、SOS発信への緊急対応など、人々の安全を支える場面でも活用が進んでいます。教育分野では、衛星通信によるインターネット環境の整備が、遠隔地や発展途上地域に学びの機会を生みつつあり、医療分野でも遠隔手術などの応用検証が進み、将来的な医療アクセスの拡大が期待されています。

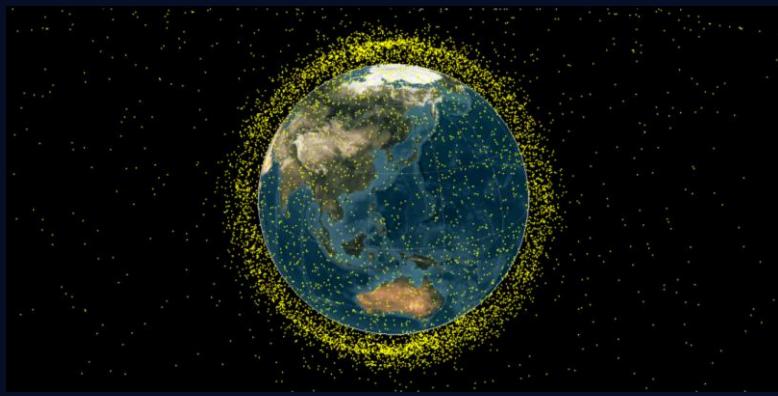
このように衛星技術は社会の持続可能性を支える重要なインフラとして今も進化を続けています。

一方、衛星の課題の中で特に深刻なのが、スペースデブリの増加による衝突リスクと地球環境への影響です。ESA(欧州宇宙機関)のSpace Environment Report 2025によると¹⁾、衛星やロケット本体が地球の大気圏に再突入する頻度は、平均して1日3回以上となっています。再突入時には、アルミニウム構造材の燃焼によって酸化アルミニウムなどの微粒子が生成される可能性があり、オゾン層への影響が懸念されています。

1) ESA - ESA Space Environment Report 2025



さらに、地球軌道上のスペースデブリの密度が高まることで、一部の軌道が将来的に制限される可能性があります。特に、ケスラーシンドロームと呼ばれる連鎖的な衝突によってスペースデブリが爆発的に増加し、宇宙活動そのものが困難になる事態も想定されています。これらは、衛星技術の持続可能な発展に向けて、早急な対応と国際的な協力が求められる重要な課題です。



【図1-1】低軌道のデブリ静止画¹⁾

エネルギー面では2024年のホワイトペーパーでも触れたように、衛星の製造、打ち上げ、通信には一定の電力や燃料が必要であり、その環境負荷をいかに低減するかが課題です。実際、衛星通信や地球観測システムにおいては、省電力化や再生可能エネルギーの活用を進める研究、開発の動きが始まっています。

また、衛星で得られたデータの利用に関しては、データ主権や公平なアクセスの確保が重要な課題となっています。特に、民間企業による高精度な地球観測データの収集・提供が進む一方で、どの国や機関が、どのような条件でそのデータを利用できるのかについての明確な国際ルールは、いまだ整備途上にあります。データの所有権や利用権をめぐる議論は、「データを誰が管理し、どのように共有すべきか」というデータ主権の観点からも注目されており、衛星技術の持続可能な発展と国際的な協調のための1つの課題となっています。

このように衛星技術は社会課題の解決に貢献する一方で、軌道環境の悪化や大気への影響、エネルギー消費、データ利用における倫理などの面で課題も生み出しています。今後はこうした負の側面にも目を向けながら、真の持続可能な宇宙利用のあり方を模索することが重要です。

1) 宇宙活動の安全確保 | JAXA | 研究開発部門



衛星のトレンド

マクロ動向

社会課題解決へ向けた衛星関連市場は急速に拡大

国内衛星市場規模の拡大と通信・観測・画像分野の動向

2024年のホワイトペーパーで紹介した通り、世界の衛星市場は着実に拡大しています。日本国内でも同様の傾向が見られ、衛星関連の各分野で成長が予測されています。以下は、Mordor Intelligenceの調査による日本の衛星における主要3市場の予測です。

〔表2-1〕衛星市場規模予測(国内)

市場カテゴリ	2025年市場規模	2030年市場規模	CAGR ^{※1}	主な成長要因
衛星通信 ¹⁾	38.4億ドル	77.6億ドル	15.09%	5G導入、高速通信インフラへのニーズ拡大
地球観測衛星 ²⁾	7億ドル	13億ドル	13.2%	防災、農業・漁業管理、気候変動への活用
衛星画像サービス ³⁾	4.1億ドル	8.3億ドル	15.25%	災害管理、スマート農業への活用

衛星通信分野は、5G導入や高速通信インフラへの需要拡大を背景に、遠隔地や災害時にも信頼性の高い接続を提供する基盤技術として発展しており、全国的な接続環境の整備を支える重要な役割を果たしています。また、地球観測衛星分野や衛星画像サービス分野では、防災や農業・漁業管理、災害時対応やスマート農業

など、社会課題の解決に向けた実践的な活用が広がっています。

※1 CAGR: Compound Annual Growth Rate
ある期間にわたる投資やビジネスの平均的な年間成長率を示す指標

地球観測衛星のユースケースと社会実装の進展

特に地球観測衛星は、幅広い領域で実装が進み、サステナビリティへの貢献度が高い分野として注目されています。JAXAのCONSEOレポート¹⁾では、カーボンクレジットの透明性確保やスマートシティの実現、海洋DX、防災DXなど、衛星データの活用が多様な分野で進んでいることが示されています。これらの取り組みは、産学官の連携によって加速しており、今後の社会実装に向けた動きが活発化しています。

✓ カーボンクレジットの透明性確保²⁾

地球観測衛星は、現地調査などの従来の観測手法を補完する形で活用されており、カーボンクレジットの作成から利用・無効化までのフローの各段階において業種を問わず利用されることで、クレジット制度の透明性確保に貢献しています。

✓ スマートシティの実現³⁾

スマートシティの実現に向け、地球観測衛星は都市インフラの監視や災害への備え、都市計画の最適化、デジタルツイン^{※1}の構築・活用、環境価値の可視化などに活用されており、官民問わず多様なユーザーによる実証・実用が進んでいます。

✓ 海洋DX⁴⁾

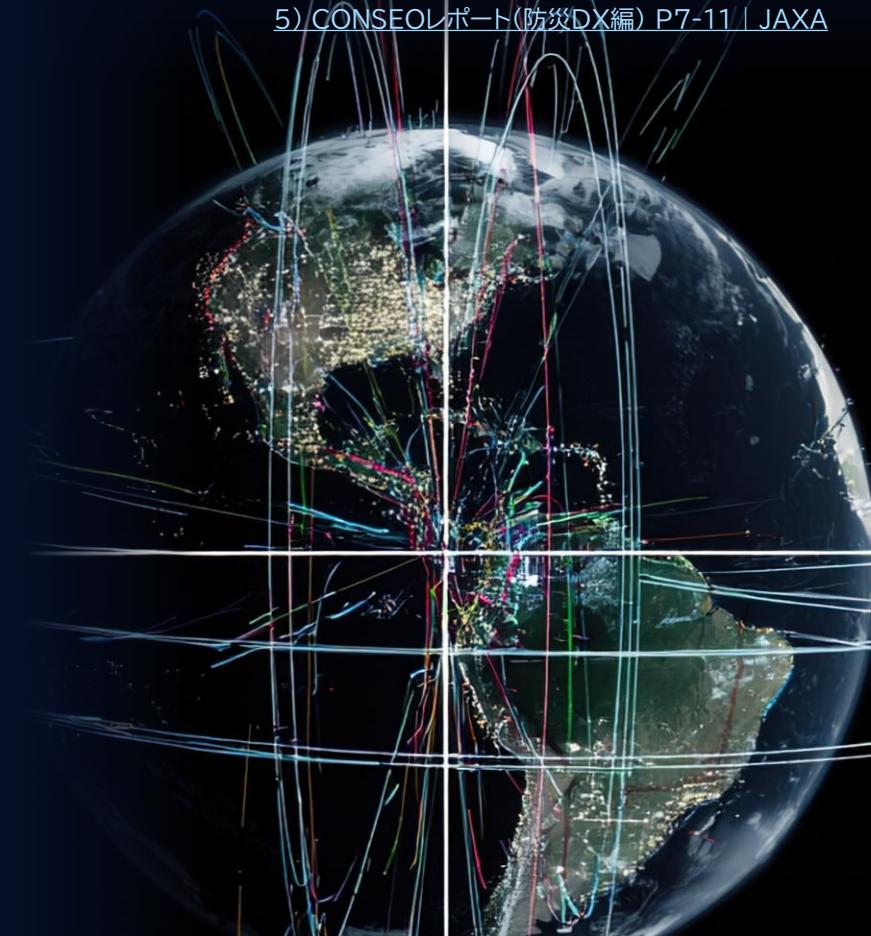
地球観測衛星により従来の船舶や航空機による観測では困難だった広範囲・周期的・均質なデータ取得が可能となり、海運、海洋状況把握、洋上風力、環境モニタリングなどの分野で海洋DXが加速しています。

✓ 防災DX⁵⁾

地球観測衛星は迅速な被災状況の把握を可能にします。浸水や地震などの災害時における画像解析結果は排水ポンプ車の配置や道路の通行可否判断に活用されています。また、行政だけでなくBCP(事業継続計画)支援や保険金支払いなど民間利用も進んでいます。

以上のように、地球観測衛星の活用は、環境保全・都市運営・海洋管理・防災対応といった領域における課題解決を支援し、データに基づく合理的な意思決定を支える手段となっています。これらの動向は、衛星が単なる観測ツールから、社会の運営を支える基盤的なデータインフラへと進化していることを示しています。

- 1) CONSEOレポート | 衛星による観測・活動情報 | JAXA
- 2) CONSEOレポート(カーボンクレジット編) P11-13 | JAXA
- 3) CONSEOレポート(スマートシティ編) P6-8 | JAXA
- 4) CONSEOレポート(海洋DX編) P7-9 | JAXA
- 5) CONSEOレポート(防災DX編) P7-11 | JAXA



※1 デジタルツイン

現実世界のモノや環境をデジタル空間上に再現し、シミュレーションや最適化に活用する技術

衛星技術に関する国内外の政策・制度の動向

これまで紹介してきたように、通信や観測といった衛星の機能が社会基盤として定着しつつあります。このような動きを背景に、政策や制度面での対応が求められる領域も拡大しており、衛星技術の発展に応じた整備が国内外で進められています。ここでは(1)衛星コンステレーションに関する制度整備、(2)衛星データ主権と国際競争、(3)制度・政策における衛星データの位置づけ、(4)スペースデブリ対策の4つの観点から、主に日本、米国、EUの動向を見ていきます。

(1)衛星コンステレーションに関する制度整備

衛星コンステレーションの急増に伴い、軌道や周波数の管理、打上げ許認可など、制度面での対応が国際的な課題となっています。

- ✓ 日本では、2025年に経済産業省が公表した「宇宙産業における今後の取組の方向性¹⁾」において、衛星コンステレーションを経済活動や安全保障の基盤として位置づけ、民間企業や大学などによる展開を支える環境整備の重要性が示されています。
- ✓ 米国では、FCC(連邦通信委員会)²⁾を中心に衛星通信コンステレーションに関する周波数の割当・軌道の調整・ライセンス条件を定める制度を整備しています。
- ✓ EUでは、IRIS²構想のもとで衛星コンステレーションの制度的な枠組みの整備を推進しており、持続可能な宇宙利用と産業振興の両立をめざしています³⁾。

(2)衛星データ主権と国際競争

衛星データを国家戦略の一部として位置づける動きは、国際競争力の確保と安全保障の両面から重要性を増していますが、Chapter 1でも触れたように現時点ではこうしたデータの利用に関する法制度は整備途上であり、どの国や機関がどのような条件で利用できるかといったルール整備は、国際的にも今後の課題とされています。

- ✓ 日本では、国際競争力や安全保障の観点から、民間衛星事業者が保有する高精度な衛星データの利活用に向けた取り組みが進められており、共同利用などに資する基盤の整備など、政府による利用促進の方針が示されています⁴⁾。
- ✓ 米国では、近年、トランプ政権下で宇宙政策の再構築が進められており、民間企業との連携強化や他国との戦略的競争を背景に、宇宙空間の主導権確保に向けた取り組みが加速しています。
- ✓ EUでは、Copernicusプログラム⁵⁾を通じて地球観測データの無料かつオープンなアクセスを推進しており、世界中の個人や組織が衛星データを活用できる体制を整えています。こうした取り組みは、環境政策や災害対応などの分野での国際協力を支援するとともに、EUが技術基盤を通じて国際的な影響力を高める戦略の一環として位置づけられています。

- 1) 宇宙産業における今後の取り組みの方向性について | 経済産業省
- 2) Federal Communications Commission | The United States of America
- 3) IRIS² | EU Agency for the Space Programme
- 4) 衛星リモートセンシングデータ利用タスクフォース大臣会合 : 宇宙開発 | 内閣府
- 5) International Cooperation | Copernicus

(3)制度・政策における衛星データの位置づけ

衛星データは、環境・社会課題への対応において、制度や政策の実効性を高める手段として注目されてきましたが、近年ではその活用が制度設計や政策方針の中に組み込まれる動きも見られるようになっています。

- ✓ 日本では、内閣府が策定した「衛星測位に関する取組方針2025¹⁾」において、準天頂衛星システム「みちびき」の活用を軸に、災害対応を含む公共用途での活用や産業・社会インフラ分野での制度的整備の方向性が明確に示されています。災害時の緊急メッセージ配信(災危通報)サービスの運用や、高精度測位情報を活用した公共サービスの実証・導入が進むなど、衛星技術が政策の一要素として位置づけられている点が特徴的です。
- ✓ EUでは、2025年12月から順次適用が始まるEUDR(欧洲連合森林破壊規則)において、EU市場に出荷される製品が、森林破壊や森林の劣化を引き起こしていないことを企業が証明する必要があり、森林のモニタリングには衛星データや地理空間情報技術の活用が想定または推奨されています²⁾。衛星観測が制度の実装に最良の方法のひとつとして位置づけられている点で、国際的にも先進的な事例となっています。

(4)スペースデブリ対策

スペースデブリの増加は宇宙活動の持続可能性を脅かす国際的な課題であり、各国・機関による制度整備と協力が進められています。

- ✓ 日本では、JAXAを中心に、スペースデブリの発生防止や衝突リスク管理に取り組んでいます。国内法としては2018年に施行された宇宙活動法により衛星の打上げや運用に関する許認可制度が整備されていますが、近年の宇宙ビジネスの多様化を受けて制度の見直しが進められており、スペースデブリ対策を含む新たな法整備が検討されています³⁾。
- ✓ 米国では、FCC(連邦通信委員会)が低軌道衛星の使用終了後の軌道残留期間を従来の25年から5年に短縮する新たなルールを導入しています⁴⁾。
- ✓ EUでは、ESA(欧洲宇宙機関)が「Zero Debris approach」を発表し、2030年までにスペースデブリの増加数をゼロにする目標を掲げています⁵⁾。

- 1) 衛星測位に関する取組方針2025 | 内閣府
- 2) Copernicus takes centre stage in the EU's fight against deforestation | EU Agency for the Space Programme
- 3) 宇宙活動法の見直しに関する提言 | 日本経済団体連合会
- 4) FCC Adopts New '5-Year Rule' for Deorbiting Satellites | Federal Communications Commission
- 5) ESA | ESA's Zero Debris approach



衛星と先端技術の融合が生む新たな価値

衛星の役割は、通信や観測、データ活用にとどまらず、様々な先端技術と結びつくことでさらに広がりを見せてています。ここでは、衛星と他の技術との融合によって生まれる新たな価値創出について見ていきます。

衛星×AI

Chapter 1でも触れたように、近年では衛星コンステレーションの増加により、取得できるデータ量が飛躍的に拡大し、それに伴いAIによる自動解析の重要性が高まっています。

さらに、衛星に高性能な計算処理装置を搭載し、軌道上でAI処理を行うことで、地上に送る前に画像解析や推論を完了させる取り組みも進められています。これにより、データの処理時間を大幅に短縮し、通信回線の混雑も緩和されることが期待されています。また、衛星同士が自律的に観測計画を共有し、最適な衛星が観測を引き継ぐことで、より効率的な連携が可能になります。

加えて、AIを搭載したスペースデブリ除去のシステム開発が進められるなど、スペースデブリ対策のためにもAIが活用され始めています。

衛星×IoT

地上のセンサーやIoTデバイスと衛星通信を組み合わせる「衛星IoT」は、地上ネットワークが届かない地域におけるデータ収集やモニタリングを可能にする通信基盤として注目されています。衛星経由で広域かつ遠隔地のIoTデバイスに接続できるため、これまで通信インフラの整備が難しかった場所でも、リアルタイムな情報取得が可能になります。

たとえば農業分野では、農地に設置されたセンサーから得られる土壌水分や気象データを、衛星通信を通じて収集し、遠隔地から作物の生育状況を把握する取り組みが進んでいます。

- 1) Project PLATEAU 2025年度の取り組みを発表 | 国土交通省 都市局国際・デジタル政策課
- 2) ESA | Destination Earth
- 3) Earth System Digital Twins | NASA Earth Science and Technology Office

また、海洋や漁業の分野でも、海上に設置されたブイや漁船などに搭載されたセンサーからのデータを衛星経由で取得し、海水温や潮流の変化、漁場環境の把握、安全運航支援などに活用する試みが行われています。

衛星×デジタルツイン

衛星による地球観測データとデジタルツイン技術の融合は、サステナビリティの実現に向けた強力なツールとなりつつあります。デジタルツインは都市、自然環境、インフラなどの状態をリアルタイムで把握し、将来の変化を予測することを可能にします。そのためには広範囲かつ高精度な観測が必要であり、衛星は地球規模のデジタルツインを構築するうえで不可欠なデータソースとなっています。

日本では、国土交通省が推進するProject PLATEAU¹⁾において、全国の都市デジタルツインの構築に衛星データを活用する取り組みが進められています。EUや米国でもDestination Earth²⁾やEarth System Digital Twin³⁾といったプロジェクトが展開されており、衛星データを活用した地球規模のデジタルツインの実現をめざす取り組みが進められています。

以上のように、衛星技術は、通信や観測、データ活用、また他技術との連携などを通じて社会のあらゆる分野に浸透しつつあります。

ここまで、衛星の技術や市場の動き、活用分野や制度面での整備状況などについて整理してきました。Chapter 3からは、こうした背景のもとで進む他社やNTT DATAの具体的な取り組みを見ていきます。

Chapter 3

衛星×サステナビリティ サービス・取り組み 他社事例

衛星通信で林業作業員の安全・効率・透明性を強化¹⁾



【1. 事例概要】

企業名:Globalstar Japan合同会社

地域:国内

サステナビリティに関する効果:作業員の安全性向上による持続可能な林業の推進

【2. 背景・目的】

通信インフラが不十分な環境における安全確保は、持続可能な林業の実現において大きな課題となっています。兵庫県北部の養父市は山岳地帯が広がる地域であり、森林資源を管理・活用する養父市森林組合は、間伐、植林、森林整備、伐採などの作業を行っています。これらの作業はチェーンソーや重機の使用、急な天候の変化などによる事故のリスクが高く、さらに標高の高さから携帯電話の電波が届かない圏外エリアも多いため、緊急時の連絡手段が確保できないという深刻な課題がありました。

こうした背景を受け、養父市森林組合では、衛星通信のリーディングカンパニーであるGlobalstarの「SPOT Gen4²⁾」を導入しました。携帯電話の圏外でも安定した通信を可能にするSPOT Gen4の活用により、作業員の安全性向上と緊急対応力の強化を図っています。

【3. 事例詳細】

(1) 内容

SPOT Gen4は、携帯電話の圏外でも衛星通信を通じて位置情報や緊急信号を送信できる、頑丈でポケットサイズのGPSメッセンジャー端末です。養父市森林組合では、作業員全員にSPOT Gen4を携帯させ、定期的に位置情報を送信することで、管理者がリアルタイムで作業員の所在を把握できる体制を構築しました。また、端末に搭載された「SOS」ボタンを活用することで、事故や体調不良、天候急変時にも即座に緊急信号を送信できるようになりました。さらに、位置情報の履歴を活用することで、作業の進捗確認や効率的な作業計画立案にも役立てられています。

(2) 効果

SPOT Gen4の導入により、養父市森林組合では従来の課題であった通信困難による救援の遅れが解消され、作業員の安全性が大きく向上しました。位置情報の管理とSOS機能を組み合わせることで、緊急時の対応が迅速になり、事故リスクの軽減にもつながっています。また、リアルタイムでの位置把握により、進捗管理が効率化され、作業の透明性が高まりました。これにより、関係者が安心して作業を進めることができますようになりました。

このようにSPOT Gen4は、通信インフラが整っていない環境下でも安定した通信を提供することで、安全で効率的な林業の実現に貢献しています。今後、他の地域やプロジェクトにもSPOT Gen4を導入し、安全で効率的な森林作業の実現を目指します。

地球観測衛星で捉える、未来の交通監視システム¹⁾²⁾



【1. 事例概要】

企業名:住友電気工業株式会社、一般財団法人リモート・センシング技術センター

地域:国内

サステナビリティに関する効果:インフラに依存しない持続可能な交通監視

【2. 背景・目的】

近年の大規模な自然災害の増加や、自動運転社会に向けて技術開発が進む中、道路や駐車場などの状況を俯瞰的に把握できる技術への期待が高まっています。

こうした背景のもと、住友電気工業とリモート・センシング技術センターは、人工衛星画像の解析技術、および、その画像とデジタル地図を組み合わせる技術を用いて、交通監視システムなどに応用できる車両検出手法を共同開発しました。

【3. 事例詳細】

(1) 内容

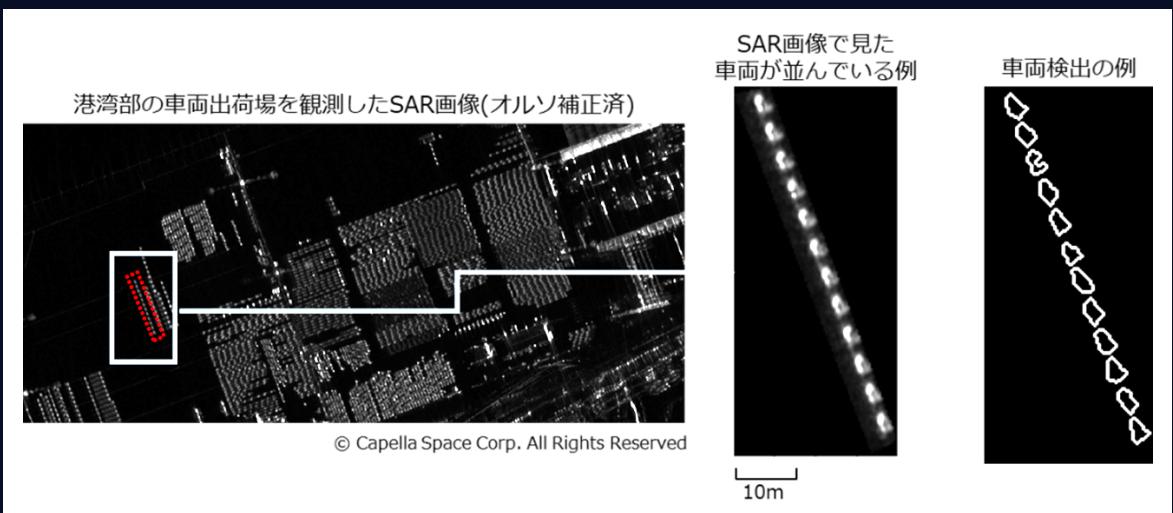
本手法では、雲を透過し、天候に左右されないSARを搭載した人工衛星を活用しています。SARは自らマイクロ波を照射するセンサを使用するため、太陽光を必要とせず、夜間や雨天でも地上を観測できる一方、得られる画像は単色調で歪みやノイズが多く、フルカラーの光学衛星写真と比較すると、解析難易度が非常に高いという課題があります。

1) SAR衛星を活用した車両検出手法を開発～地球観測衛星で捉える、未来の交通監視システム～ | 住友電工
2) SAR衛星を活用した車両検出手法を開発～地球観測衛星で捉える、未来の交通監視システム～ | 一般財団法人
リモート・センシング技術センター

これに対して、本手法では道路や駐車場における車列の向きに着目し、物体検出アルゴリズムを各車列ごとに適用することで、輝度ムラが生じやすく解析が難しいSAR画像から高精度な車両検出が可能となりました。さらに、SAR衛星画像とデジタル地図を組み合わせることで、交通監視システムへの応用が可能となりました。

(2) 効果

本手法により、地上にIoTセンサや電力・通信インフラがない環境でも、昼夜を問わず遠隔から道路や駐車場などの実態を把握できるようになりました。今後、小型SAR衛星による観測頻度がさらに向上する見込みであり、物体検出技術を基に準静的な交通情報の生成を実現することで、車両の自動運転化やITS(高度道路交通システム)の発展に貢献することが期待されています。



[図3-1] 車両検出プロセス

Chapter 4

衛星×サステナビリティ NTT DATAの取り組み

衛星への取り組み ~AW3D¹⁾とMarble Visions²⁾の挑戦~

NTT DATAは、最先端の画像処理技術を活用し、衛星画像から高精度な2D・3D地図を生成する「AW3D」サービスを展開しています。高度な画像処理、AIによる情報抽出、大量画像処理などの独自技術に加え、JAXAやMAXARといった宇宙機関との連携により、全世界の位置と高さ情報を組み合わせた3Dデジタル地図を開発しました。130か国以上で4,000件を超えるプロジェクトに活用されており、都市計画、水資源対策、固定資産調査など、幅広い分野で貢献しています。

また、新会社Marble Visionsは、世界中の空間をほぼリアルタイムでデジタル化し、ユーザーの意思決定を支援する衛星データ利用サービスの開発をめざしています。人工衛星の設計・開発、地上局の運用、データ分析、アプリケーション提供までを垂直統合し、農業、都市、防災、森林、土地利用などに関する社会課題の解決に挑戦しています。

さらに、NTT DATAのイノベーションセンタは、AW3DおよびMarble Visionsと連携し、衛星データを活用した最先端のユースケースを探求しています。AW3Dの画像処理技術とMarble Visionsの高度な衛星取得技術を、イノベーションセンタの強力なAI専門知識と組み合わせることで、衛星データの分析・自動化・最適化における革新を推進しています。この連携により、衛星画像の潜在能力を最大限に引き出し、より深い洞察を得ることをめざしています。

次のページ以降では、これらの体制のもとで、NTT DATAが衛星技術をどのように活用しているのかを、具体的な事例とともに紹介します。



衛星データとAIで切り拓く、持続可能な農業と林業

Farm360とCO2Sinkによる環境保全と収益化への取り組み

NTT DATAは、衛星データとAI技術を活用し、農業と森林管理の分野で持続可能なソリューションを開発しています。Farm360とCO2Sinkは、環境保全と、農業・森林分野への新たな経済的価値の創出を両立する革新的な取り組みです。

Farm360:すべての農家にカーボンクレジットの可能性を

Farm360は、農業における温室効果ガス排出量の削減と農家の収益向上という2つの目標を掲げ、すべての農家がカーボンクレジット市場に参加できるよう支援することを目的とするプラットフォームです。その設計方針は、農家の活動を妨げず、導入・運用コストを抑え、誰もが使いやすいように最大限配慮することです。

Farm360は、精密農業^{※1}の考え方に基づき、作物計画から収穫までの各ステップをAIと衛星データで支援します。たとえば、作物の適性や地域の食料ニーズ、土壤の健康状態に基づいて最適な作物を提案したり、水や肥料の使用量とタイミングを予測して無駄を減らしたり、病害の早期検出や収穫量の予測までをカバーしています。

さらに、Farm360では、国際的な認証基準であるVCS Methodology VM0042に基づき、炭素隔離^{※2}や温室効果ガス排出削減につながる農業の取り組みを支援することで、農家がカーボンクレジット市場に参加できるよう後押ししています。

✓ 炭素隔離

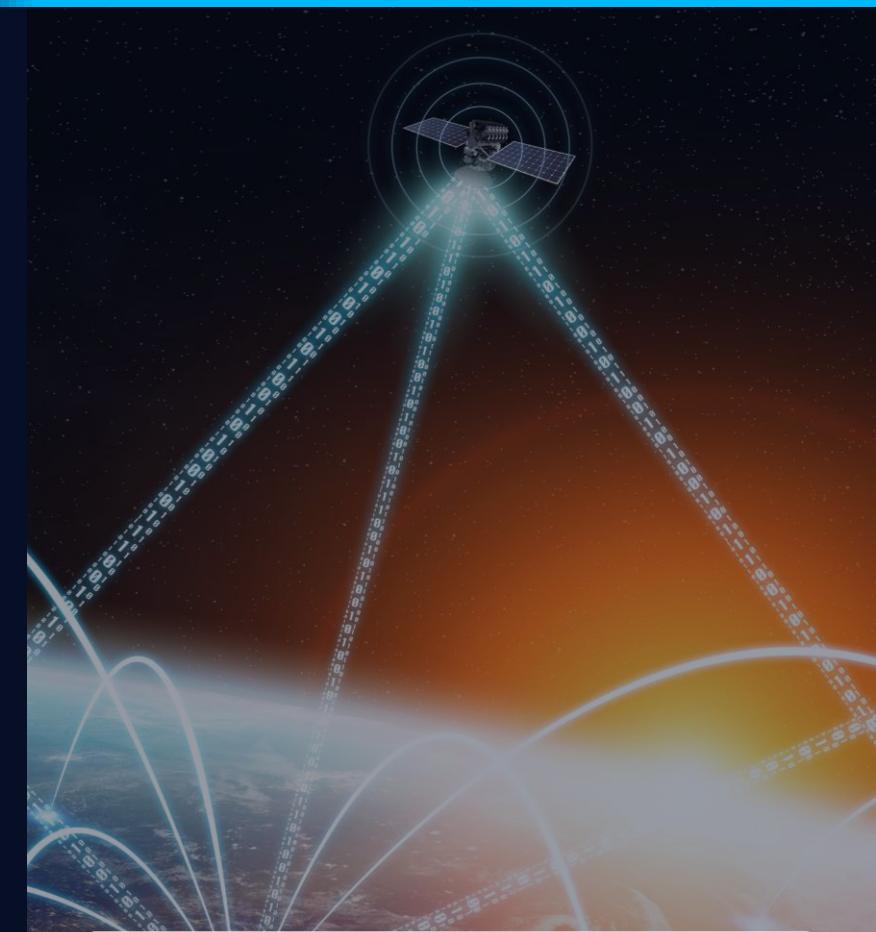
取り組み方針:被覆作物の栽培、輪作、耕起の削減

対象となる作業:作物計画、植え付け

✓ 温室効果ガス排出量削減

取り組み方針:水使用量の削減、肥料使用量の削減

対象となる作業:灌漑(かんがい)、施肥



※1 精密農業:Precision Agriculture

衛星データやAIを活用して、農作業を最適化し、資源の無駄を減らす効率的で持続可能な農業

※2 炭素隔離:Carbon Sequestration

大気中の二酸化炭素を植物や土壤などに吸収・蓄積させ、温室効果ガスの増加を抑えるしくみ

肥料投与におけるFarm360の役割

肥料の過剰使用は、土壤の劣化、水質汚染、温室効果ガス排出量の増加、作物の収量減少を引き起こす可能性があります。

その背景には、収量の追求、土壤ニーズの誤認、気象リスクへの備え、そして技術や情報へのアクセス不足など、様々な要因があります。

Farm360はこうした課題に対し、衛星データに加え、土壤検査などの地上データも活用することで、より精度の高い肥料投与の提案を可能にしています。

- ✓ 衛星による継続的なモニタリングで得られた土壤の栄養状態、天候、作物の成長状況をもとに、肥料の種類ごとに最適な量、投与タイミングを提案
- ✓ 農家は自分の農地の土壤栄養マップを記録・管理でき、保険会社などへの証拠提出にも活用可能
- ✓ オープンソースデータを活用することで、低コストかつ使いやすいサービスを提供

これらにより、環境への負荷を抑えながら、農家のコスト削減と収量最大化を支援します。



[図4-1] Farm360を活用してグリーン農業の実現とカーボンクレジット市場への参入をサポートするしくみ

CO2Sink:森林の炭素貯蔵を可視化する新たなアプローチ

CO2Sinkは、大規模森林におけるCO₂吸収量測定の精度と透明性を向上させる、カーボンクレジットと林業プロジェクトの管理のためのE2Eソリューションです。

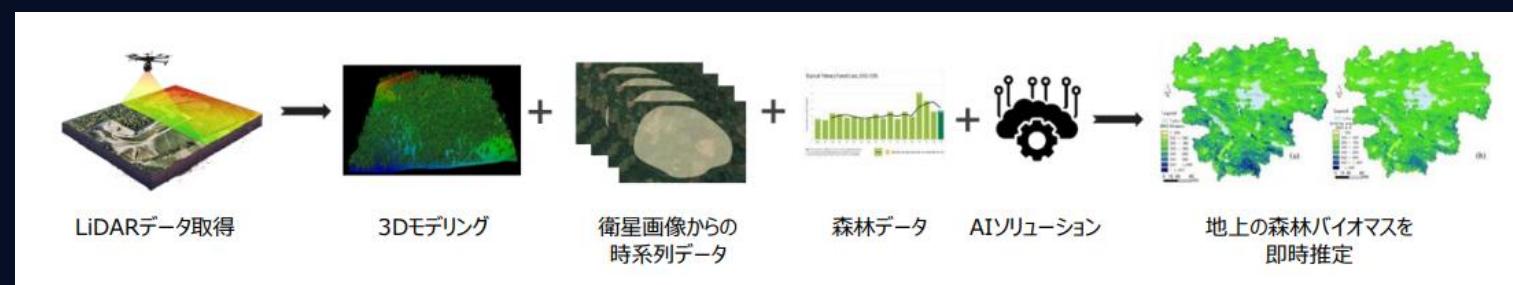
森林は再生可能で、長期的な炭素貯蔵が可能な生態系資源として認識されており、カーボンニュートラルの達成に向けて重要な役割を果たしています。しかし、公的機関、民間組織、個人がカーボンクレジットの透明性や品質の裏付けを得るために、高度な技術が必要です。

CO2Sinkでは、AI技術と科学的根拠にもとづき、植物に蓄積された炭素の測定とモニタリングのための新手法を導入しました。

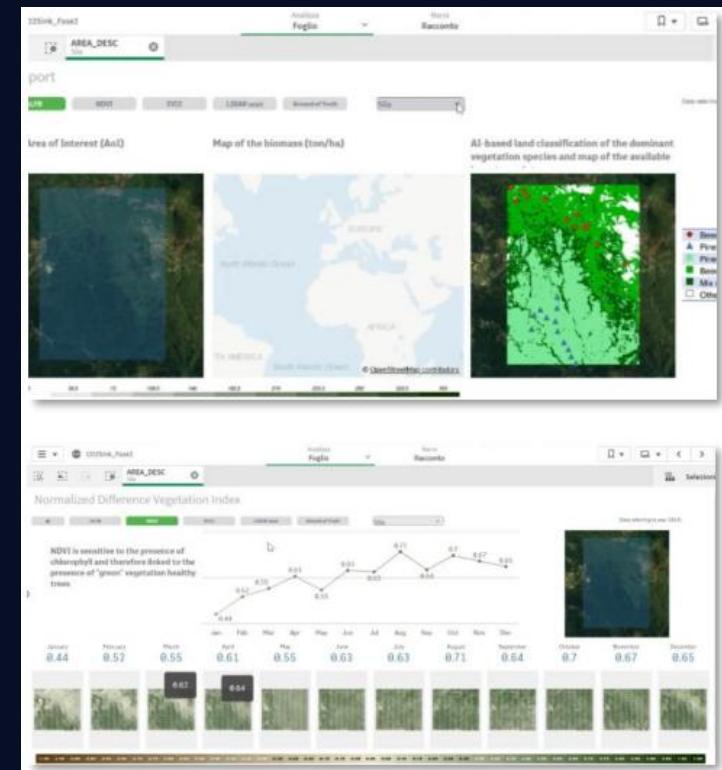
Light Detection And Ranging(LiDAR)を用いレーザー光を照射し、反射光情報から該当の森林の形などを計測し植生や樹木などを分類しています。さらに植生の特徴の時間変化の情報を得て、AIモデリングと資源量を推定しています。

これにより、CO₂吸収量測定の精度とデータの透明性が向上し、炭素市場の信頼性を高めることに繋がります。このアセットは、20～30年にわたるCO₂削減を図る森林事業による指指数関数的な収益と、森林事業開発のインセンティブとなるカーボンクレジットの創出を目的とした新たなビジネスモデルを実現します。

イタリア・カラブリア州のシラの森でのパイロットプロジェクトを経て、現在はグアテマラやイタリアでCO2Sinkを活用した植林プロジェクトが展開されています。これらの取り組みは、林業における炭素貯蔵を活用した収益化に関するパイロットケースとして、今後の展開にも大きな可能性を示しています。



[図4-2] CO2Sink概念図



[図4-3] CO2Sinkデモ画面

衛星データの合成で高効率のAIモデルを開発

NTT DATA × Bifrost AIによるPoCの成果¹⁾

衛星データを活用した社会課題解決が進むなか、その可能性を最大限に引き出すためには、AIモデルの精度と開発効率を高める基盤技術の進化が欠かせません。ここで紹介するのは、まさに衛星データ活用を支えるAI開発基盤の強化を目的とした取り組みです。

近年、衛星データを活用したAI技術は、リアルタイムのインフラ監視や精密農業、動的リスク評価など、様々な分野で活用が広がっています。こうしたAIを開発するには、大量の衛星データが必要になりますが、画像取得コストの高さやアノテーション^{※1}作業の負担、レアケースのデータ不足といった課題が存在します。

この課題を解決する手段として注目されているのが合成データです。合成データの活用で、少数の衛星データでの開発や自動アノテーションが可能となり、3Dモデルを用いた物理シミュレーションにより、様々な物体の画像を様々な条件で生成することができます。この技術はすでに自動運転の分野で活用が進んでおり、車両の配置や天候条件を変えたシミュレーション画像を使って、画像取得コストの削減やアノテーション作業の負担軽減に役立っています。

NTT DATAのイノベーションセンタでは、Bifrost AI社と連携し、NTT DATAのAIおよび衛星データ機能と、Bifrost AIの合成データ技術を活用したAI開発におけるPoCを実施しました。

Bifrost AIについて

サンフランシスコに本社を持つBifrost AIは、合成データ生成を通じて大規模で高品質なデータにアクセスできるようにすることで、物理的なAIの構築方法に変革をもたらしています。希少・複雑・高リスクな状況の合成データを高精度かつ自動で生成し、AI開発の効率と柔軟性を大幅に向上させています。



[図4-4] Bifrost AIのツールによって生成された合成画像の例

※1 アノテーション

AIが学習できるように画像やデータにラベルや情報を付ける作業

PoCでは、3ヵ月間にわたり、Bifrost AIの合成データ技術の有効性と実装容易性を多面的に検証しました。対象となるAIモデルは、物体検出モデルと変化検出モデルであり、変化検出モデルは一般的な変化ではなく、特定の変化を対象としています。

PoC実施方法

✓ テクニカルセットアップ

PoCでは、NTT DATAの既存AIモデルと、各モデルが最初に開発された際に使用した衛星画像データセットを活用しました。元のデータのみで学習したモデルと、合成画像を加えて再トレーニングしたモデルを比較するため、両者を同じテストデータで評価しました。

✓ 使用データ

物体・変化検出モデルには、それぞれ高解像度の光学衛星画像を使用しました。

✓ 評価

評価基準には、画像ベースのAIモデルの評価における一般的な基準である、再現率、mAP(平均精度)、およびF1スコア値を用いました。

結果および得られた知見

合成データ活用により、AIの性能が大幅に向上することが証明されました。

- ✓ 物体検出:mAPは約10%向上して0.89、再現率は4%向上して0.93に達しました。
- ✓ 変化検出:F1スコアは約3%向上、精度0.7、再現率0.57に達しました。

また、Bifrost AIのテクノロジーの導入の容易さ、高いカスタマイズ機能、追加の注釈作業が不要であるという利点が明確となりました。

技術的な知見と課題

物体検出シナリオでは、合成画像は元画像と高い類似性を持ち、AIモデルの性能向上に寄与しました。一方、変化検出モデルの更新では、変更を示す実際のイメージと合成イメージの間に視覚的な不一致があるにもかかわらず、合成イメージがモデルの性能にプラスの影響を与える可能性があることがわかりました。結果の評価では、Bifrost AIのプラットフォーム内の変更の統合を改善すると、実際に性能が向上する可能性がありますが、現在の統合方法でも改善が可能であることが示されました。

今後の展望

NTT DATAとBifrost AIの連携は、AIに関する深い専門知識と最先端のシミュレーションイノベーションを組み合わせることで、技術的にも戦略的にも大きなメリットが得られることを示しています。

PoCの成功により、インフラモニタリング、リスク予測、環境モニタリング、都市計画など様々な分野での応用が始まっています。例えば、環境モニタリングでは衛星から地表面の変化を捉えて自然災害リスクを評価するといった、防災リスクマネジメントへの活用が進んでいます。

長期的には、NTT DATAの新しい取り組みであるMarble Visionsが、地球全体(または特定の対象地域)の動的なデジタルツインを実現する、高時間・高解像度の衛星コンステレーションとして、お客さまのニーズに合わせたAIベースの知見を提供することも想定しています。

NTT DATAのAIおよび衛星データ機能と、Bifrost AIの合成データ技術を統合することで、AIの性能、開発コスト、開発期間を最適化します。この協業はお客さまの業務に革命をもたらし、NTT DATAとBifrost AIのイノベーションリーダーとしての地位はさらに強固なものとなるでしょう。

おわりに

本ホワイトペーパーでは、衛星技術の進化と社会的意義、そしてそれがもたらすサステナビリティへの貢献と新たな価値創出の可能性について整理しました。衛星は、環境モニタリング、災害対応、農業支援、教育・医療のアクセス改善など、多様な分野での課題解決に寄与する重要なインフラとしてその役割を拡大しています。NTT DATAが推進するMarble Visionsも、衛星データを活用した社会課題の解決に向けた取り組みとして持続可能な未来の実現に貢献しています。今後はより多くの領域で衛星の活用が進み、地球規模の課題に対する解決手段としての存在感が一層高まると考えられます。

一方で、スペースデブリの増加やエネルギー消費、データ主権などの課題も顕在化しており、衛星技術の持続可能な発展には制度面・技術面の両側からの対応が不可欠です。本ホワイトペーパーで紹介した国内外の取り組みは、衛星の利活用を支える技術開発や制度整備、さらには国際的な協調を後押しする重要な動きです。こうした取り組みが、衛星技術の可能性を社会に根づかせ、持続可能な未来の構築につながっていくと期待されます。



NTT DATAは先進のテクノロジーで、先見の事業変革をお客さまとともに実現します



※本レポートは2025年12月17日時点の情報を元にNTT DATAが主となって作成しています