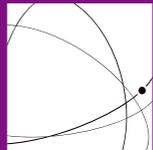




CONSEO



衛星地球観測コンソーシアム
Consortium for Satellite Earth Observation

CONSEO REPORT

スマートシティ編

①スマートシティとは



①
スマートシティとは

②
スマートシティにおける
衛星地球観測の貢献

③
衛星を活用した
ユースケース

④
衛星の活用
に向けた情報



都市課題の解決により持続可能で住みやすい都市を目指すスマートシティ

- 世界では人口増加※1や都市化に伴い、地域格差、交通渋滞、エネルギー不足、環境汚染等の都市・地域の課題が発生しています。
- これらの課題に対し、デジタル技術や都市データを活用して各分野の都市機能の効率化と分野横断的な全体最適化によって、課題の解決と魅力向上を図る持続可能で住みやすい都市である、「スマートシティ」が注目されています。



※1：世界の傾向として人口増加であり、日本では人口減少・少子高齢化となる。

スマートシティの具体的な事例

都市に関わるさまざまな分野において、スマートシティに関する取組が実証や実装化されています。



【モビリティ】

課題：公共交通網の利便性向上

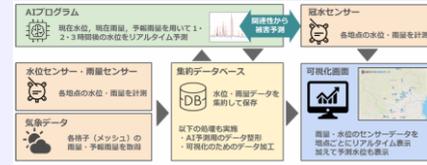
取組：スマートフォン等により取得した人流データを基に、バスの乗降客数推定と待ち時間コストが最小になる運行計画を導出。



【防災】

課題：河川等氾濫に対する監視の効率化

取組：河川・水路等に設置した水位センサーデータをDBに集約。リアルタイム・予測水位を可視化し横断的活用。



【インフラ・施設】

課題：道路異常の効率的な早期把握

取組：広域に広がる道路における路面やガードレールの損傷等の異常を市民が利用の中で発見、スマートフォンによる報告を行い、道路管理者へ通報。



【農林水産業】

課題：農業の生産性向上

取組：スマート農業の実現に向け、従来人の手で散布した農薬をドローンにより実施し、作業時間を短縮。



【環境・エネルギー】

課題：再生可能エネルギーの地産地消

取組：発電所等を設置し、発電した電気をEVの導入により地産地消するとともに災害対応を両立。



【健康・医療】

課題：健康寿命の延伸

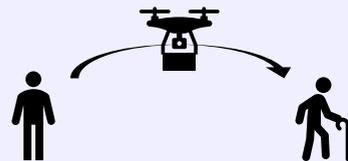
取組：スマートフォン等のバイタル計測機器でウォーキングや運動の実施を健幸ポイントとして貯めることができ、そのポイントを地域商品券等に交換可能。



【物流】

課題：物流の担い手確保、高齢者負担の軽減

取組：少子高齢化等による物流の労働力不足・高齢者の外出に対して、輸送用ドローンによる配送で対応。



【防犯】

課題：地域の防犯性向上

取組：市民が安心して子育て、暮らせる街とするため、見守りカメラ網の構築による子どもや高齢者の見守りを実施。



【観光】

課題：観光客の回遊支援

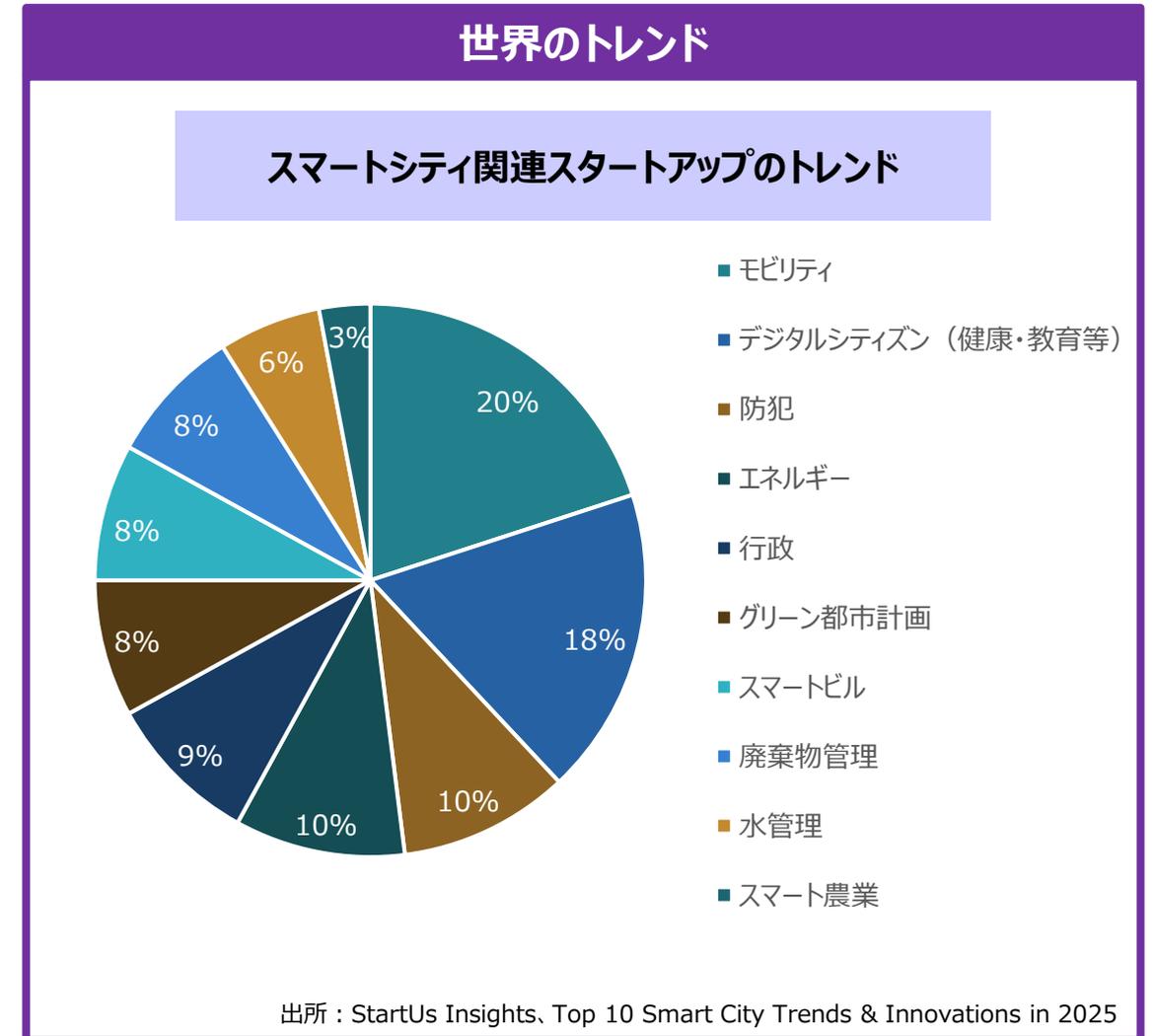
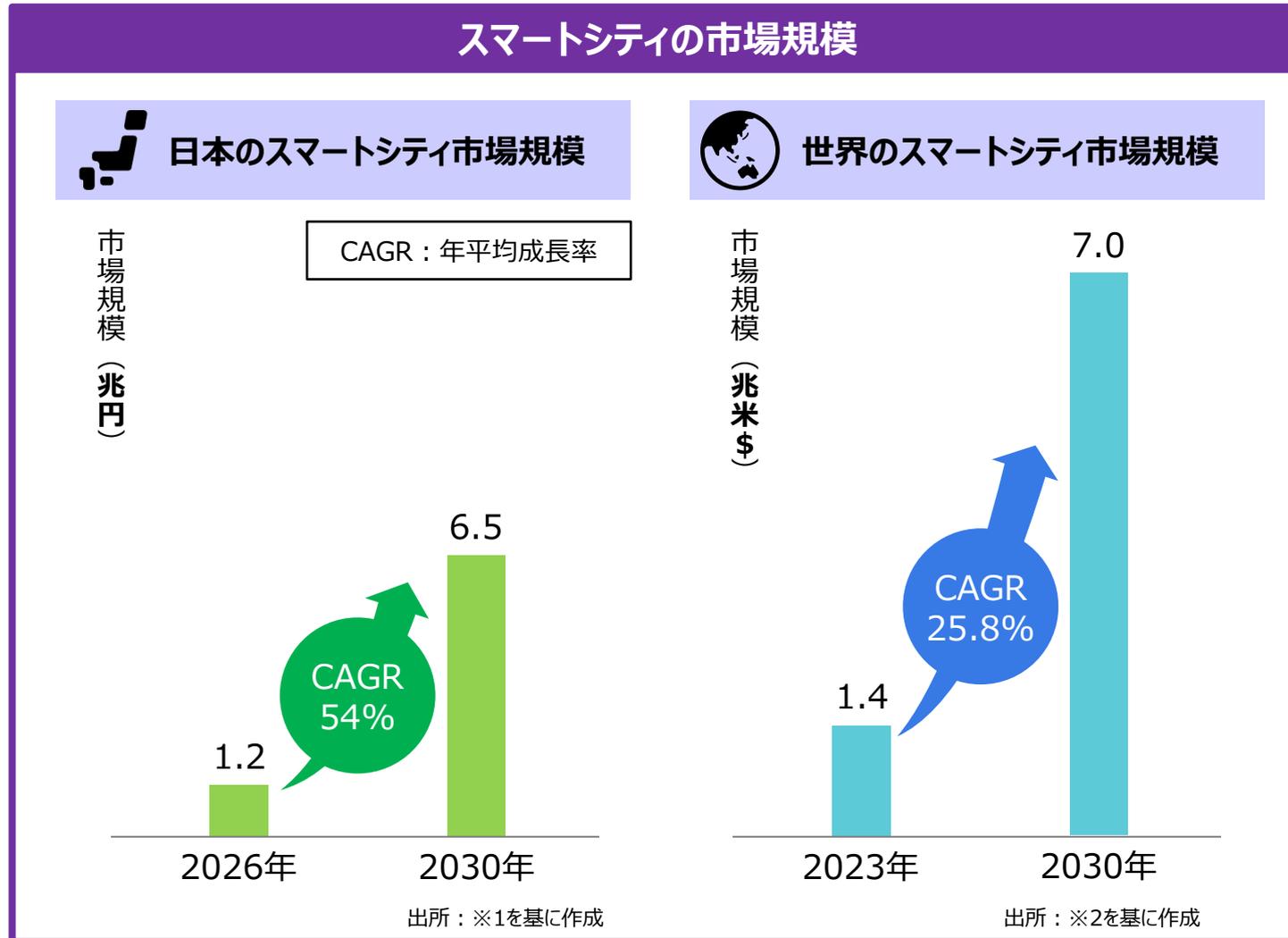
取組：点在する観光地をシェアサイクルにより結びつける。現状の利用データを踏まえ、移動先に応じたインセンティブ付与等により回遊性の向上とまち全体へ効果を波及。



出所：国土技術政策総合研究所「スマートシティ事例集【導入編】Ver.2.0、神奈川県 スマートフォンを使った道路損傷通報システム」を基に作成

今後も拡大するスマートシティの市場規模とスタートアップのトレンド

- 日本、世界ともに、スマートシティ市場は今後急成長していくことが予想されています。
- 世界のスマートシティ関連スタートアップは、モビリティ、健康・教育等市民活動、防犯、エネルギー等の分野で急成長しています。また、これらスタートアップは、欧州・北米地域等先進国に加え、東南アジア、インド、アフリカ、南米等新興国においても拡大しています。



※1 : KPMG、2030年市場展望と人材要件 : 行政 (行政DX・スマートシティ (都市OS))

※2 : Grand View Research、Smart Cities Market Size, Share & Trends Analysis Report By Application, By Smart Governance, By Smart Utilities, By Smart Transportation, By Region, And Segment Forecasts, 2023 - 2030

②スマートシティにおける 衛星地球観測の貢献



①
スマートシティとは

②
スマートシティにおける
衛星地球観測の貢献

③
衛星を活用した
ユースケース

④
衛星の活用に向
けた情報



スマートシティに向けた主な取組テーマとその達成に向けた衛星地球観測の貢献

- スマートシティに向けたさまざまな取組事例は、主に「都市活動のDX」「都市のシミュレーション」「都市の最適化」「GX」の4つの取組テーマに分類できます。衛星は、「広範囲」「周期性」「アクセス性」「均質性」といった強みをもってこれらの達成に貢献し、将来的にはスマートシティの実現に必要不可欠なインフラとなることが想定されます。

スマートシティに向けた主な取組テーマ		衛星を活用した貢献	衛星の強み
 都市活動のDX	各種産業、インフラ管理、防災、行政手続き等のさまざまな都市活動についてDX化を図る	<ul style="list-style-type: none"> 都市部とその周辺地域を含む広域を他の手段に比べ低コストに観測可能 	 広範囲
 GX	化石エネルギー中心の産業構造・社会構造を、地球にやさしいクリーンエネルギー中心への構造へ転換を図る	<ul style="list-style-type: none"> 昼夜・地域の状況・天候等の環境に依らず観測可能 	 アクセス性
 都市の最適化	長期的な都市成長や土地利用の変化、環境への影響等を考慮して、持続可能な都市に向けた最適化を図る	<ul style="list-style-type: none"> 同一地点を定期的に観測可能 過去のアーカイブデータを利用可能 	 周期性
 都市のシミュレーション	継続的に取得される多様な都市データを集約して仮想空間上に都市を再現し（=都市デジタルツイン）、各種予測・シミュレーションによって現実世界の都市活動の高度化を図る	<ul style="list-style-type: none"> 集約・比較・連携しやすいよう観測対象をどこでも同じように観測可能 	 均質性

スマートシティにおける衛星地球観測の利活用

- スマートシティにおいて、**官民間問わずさまざまなユーザに対する衛星を活用したユースケースの提供や実証が進んでいます。**
- それらユースケースは、「**効率化**」「**可視化**」「**最適化**」「**予測・シミュレーション**」に分類できます。

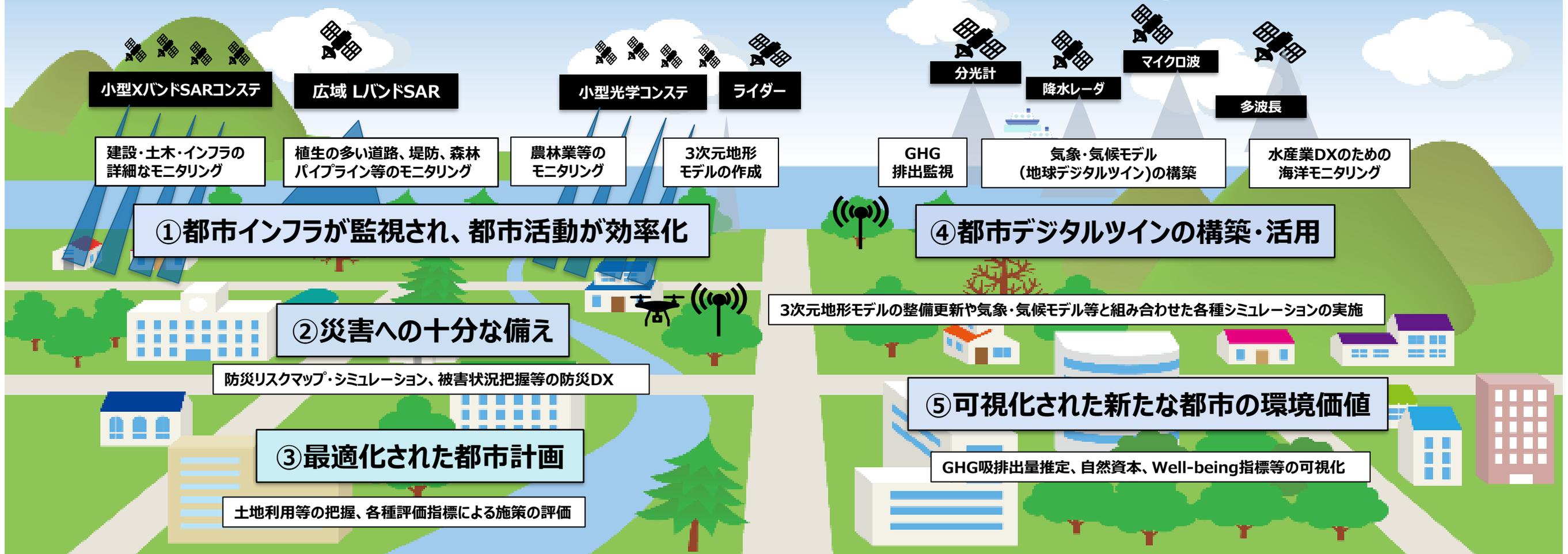


取組テーマ	都市活動のDX	GX	都市の最適化	都市のシミュレーション
衛星地球観測の 利用目的	効率化	可視化	最適化	予測・シミュレーション
	人手不足や生産性向上に資するため、都市活動を効率化・自動化することを目的としたユースケース	GHG等のそのままでは把握しづらい都市環境情報を可視化し、把握・評価・その後の利用等を目的としたユースケース	都市全体という俯瞰的な視点をもって都市活用や土地利用等を全体最適化することを目的としたユースケース	仮想空間上に都市データを集約したバーチャル都市を構築し、予測・シミュレーションによって都市活動を効率化・高度化することを目的としたユースケース
	空港エプロンの変動把握	ガスパイプラインにおけるガス漏出の可視化	太陽光発電のポテンシャル把握	都市デジタルツインの構築
	<p>出所：日本工営</p>	<p>出所：Carbon Mapper</p>	<p>出所：スペースシフト</p>	<p>出所：東京都</p>
サービス分野				
具体事例				

CONSEOが提案する「衛星データ駆動型スマートシティ」

- 前項に示す衛星地球観測の強み・貢献を基に、以下の5つの観点で高度化したスマートシティの実現が可能です。

【衛星データ駆動型スマートシティ（Satellite-data driven Smart City）】



③ 衛星を活用したユースケース



①
スマートシティとは

②
スマートシティにおける
衛星地球観測の貢献

③
衛星を活用した
ユースケース

④
衛星の活用に向
けた情報



衛星活用サービスのマッピングの考え方

- スマートシティに関わる衛星活用サービスを分かりやすく整理するため、サービス分野と利用目的の観点により分類し、「都市活動/インフラの監視・対応と効率化」「都市環境の監視、環境価値等の可視化」「都市計画の最適化」「都市デジタルツインの構築・更新」の4種類でマッピングしました※。

サービス分野 利用目的	 モビリティ	 防災	 インフラ・施設	 農林水産業	 環境・エネルギー	その他 (地域社会、教育・文化、防犯、行政、健康・医療等)
効率化	<ul style="list-style-type: none"> 自動運転用地図作成 	<ul style="list-style-type: none"> 予兆把握 (地滑り、火山等) 被害状況把握 復旧・復興状況把握 	<ul style="list-style-type: none"> インフラ・施設の地盤変動モニタリング 建設現場監視 不正盛土の監視 2D・3D地図作成 水道管の漏水リスク管理 港湾・物流の監視 	<ul style="list-style-type: none"> 営農支援 (農地管理、栽培適地の選定等) 農業行政支援 (作付状況、耕作放棄地の把握) 森林管理 (違法伐採監視、樹種分類等) 	<ul style="list-style-type: none"> 太陽光発電量の推定 太陽光発電分布の把握 	—
可視化	—	—	—	—	<ul style="list-style-type: none"> 環境情報の把握・評価 (GHG等) 自然資本の可視化 カーボンクレジット等の作成・取引 沿岸環境の把握 	—
最適化	—	—	<ul style="list-style-type: none"> 3D地図作成 土地利用把握 インフラ・施設の適地選定 	<ul style="list-style-type: none"> 土地利用把握 	<ul style="list-style-type: none"> 太陽光発電、陸上・洋上風力発電の配置検討 	—
予測・シミュレーション	<ul style="list-style-type: none"> 都市デジタルツインでの自動運転AI学習 	<ul style="list-style-type: none"> 都市デジタルツインでの災害の被害予測 	<ul style="list-style-type: none"> 都市デジタルツインでの都市計画施策シナリオ検討 	—	—	<ul style="list-style-type: none"> 都市デジタルツインの構築・更新

※記載のサービスは例。青字は将来的な可能性。

衛星活用ユースケース一覧

- 各マッピングに含まれる衛星活用ユースケースのうち、本レポートで扱うユースケースについて、以下の表にてリスト化しました。

マッピング	ユースケース名	該当ページ
都市活動/インフラの 監視・対応の効率化	点検業務効率化・災害リスク低減等のための衛星インフラ観測	P.12
	調査・検討の効率化・高度化等のための衛星デジタル2D・3D地図	P.13
	調査効率化・リスク低減のための衛星漏水リスク解析	P.14
	現地調査効率化等のための衛星農地利用状況調査	P.15
	農業効率化等のための衛星営農支援	P.16
	森林管理効率化等のための衛星森林状況把握	P.17
都市環境・環境価値の可視化	自然資本や幸福度等の多様な都市環境の価値を可視化するための衛星観測	P.18
	大気汚染削減に向けた汚染状況可視化のための衛星大気環境観測	P.19
	都市環境向上に向けたヒートアイランド現象可視化のための衛星都市形態・温度観測	P.20
	GHG削減に向けた排出量可視化のための衛星GHG濃度観測	P.21
都市計画の最適化	最適なまちづくり等のための衛星土地利用状況把握	P.22
都市デジタルツインの構築・更新	都市デジタルツインの構築・更新に向けた衛星3次元地形情報	P.23

点検業務効率化・災害リスク低減等のための衛星インフラ観測

日本では高度成長期に造られたインフラが老朽化し災害リスクが高まっており、また定期的なメンテナンスが求められるインフラの維持管理コストの削減ニーズが高まっています。衛星を用いて広域的・定期的な観測を行い、道路・橋梁・空港等の大規模インフラ施設やその周辺地盤の状況を可視化することで、高精度な測量や調査箇所の絞り込み、対策工事の効果判定等によるコスト削減・効率化、補修等実施によるリスク低減等が可能です。

サービス

■ サービスの概要

- 異なる2時期や時系列での衛星と地盤面との距離の変化を測定し、道路や橋、河川堤防や空港等のインフラ・施設の変動や、地盤面の変動を可視化します。

■ 衛星による観測の仕組み

- SAR衛星が発する電波により、衛星と地表面との距離の変化を、時期の異なる2枚の画像を干渉解析し、位相差（周期のズレ）から計測します。
- 時系列に多数の衛星画像を用いることで、インフラ・地盤変動による異変を数ミリ～数センチ単位で把握可能です。

■ 従来の情報把握方法との比較

従来
(現地調査、
測量、GNSSセ
ンサ)

- ・ミリ単位の計測
- ・ピンポイントでの計測
- ・随時調査・観測
- ・実施/機器設置以降の観測
- ・2時期の絶対変化を計測
- ・森林や発災時など地上環境の影響を受ける
- ・観測精度が高い(現地調査・センサ)

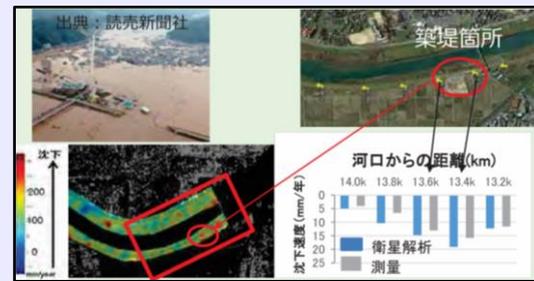


衛星

- ・ミリ～センチ単位の観測
- ・広範囲を面的に観測
- ・長期にわたり定期的に観測
- ・アーカイブデータによる過去観測
- ・2時期の相対変化を観測
- ・宇宙から地上の障害に関わりなく観測
- ・現地調査・センサに比べて観測精度が低い

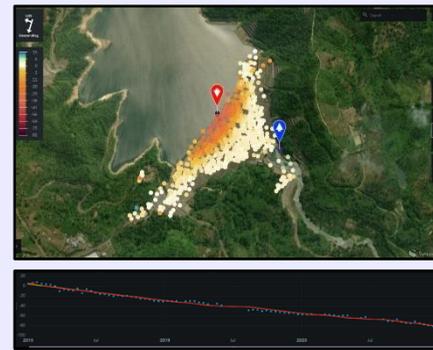
■ 提供サービスイメージ

河川堤防の地盤変動解析



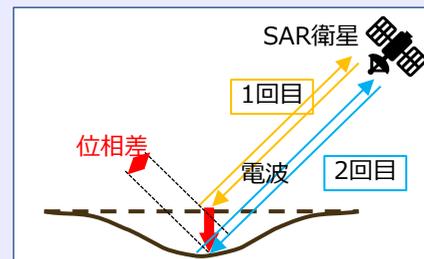
出所：JAXA

ダム水門周辺の地盤変動解析（上）と赤ピン箇所の沈下傾向（下）



出所：Synspective

干渉SARによる位相差計測

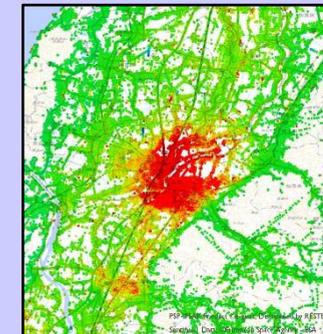


想定ユーザーと利用方法

- 調査会社等：広域・面的な調査や、アクセスが困難なインフラ等に対するリモート観測に活用することで、**調査業務効率化・調査コスト削減を図ることが可能です。**
- 国・自治体、インフラ関連企業：空港、道路、橋梁、ダム、港湾等のインフラや施設に対して、周辺も含めた変動を面的・定期的に把握することで、**点検・補修等計画立案の基礎資料、損壊対策実施によるリスク低減、対策工事の効果判定による事業効率化等に寄与します。**

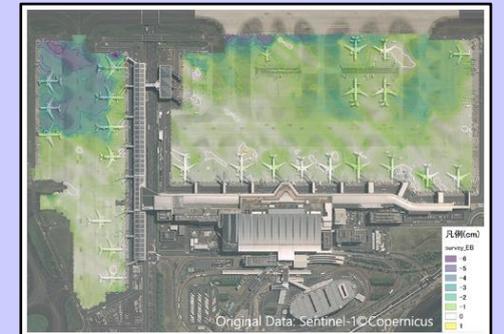
■ ユーザー利用イメージ

道路・鉄道周辺変動把握



出所：RESTEC

空港エプロン変動把握



出所：日本工営

調査・検討の効率化・高度化等のための衛星デジタル2D・3D地図

衛星を用いて、広域的・定期的に立体視を用いた観測を行うことで、土地・建物の高さ情報を付与したデジタル3D地図の作成が可能です。このデジタル3D地図を基盤として、各種調査・検討・設計等を行うことで、業務効率化によるコスト削減や、シミュレーション等の高度化・高付加価値付与が可能です。また衛星画像を活用することで、都市計画基本図等の2D地図の作成・更新において、従来手法に比べてコストを削減することが可能になります。

サービス

■ サービスの概要

- 多数の光学画像を重ね合わせることで、世界中のあらゆる地点の3次元座標の特定を行い、3D地図を作成します。
- 光学画像によって、2D地図の作成をすることも可能です。

■ 衛星による観測の仕組み

- 光学衛星により対象物を多方向から観測し、各画像の視差を活用して対象物の高さを測定して数値標高モデル（DEM）を作成します。また、撮影した画像のひずみを補正したオルソ画像を作成します。そして、これらを組み合わせて3D地図を作成します。
- 小型光学衛星と高度計ライダー衛星を組み合わせた衛星3次元地形情報生成の研究も進められています。

■ 従来の情報把握方法との比較

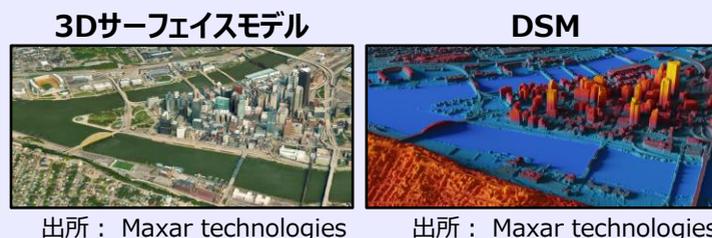
従来
(航空写真)

- ・作成対象が一部地域に限定
- ・更新の度に航空機による観測が必要
- ・調査実施時のみの観測

衛星

- ・広範囲の観測により全球で地図作成
- ・定期的に観測し更新が可能
- ・アーカイブデータによる過去観測

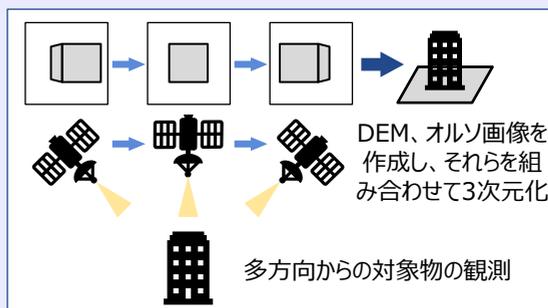
■ 提供サービスイメージ



出所：Maxar technologies

出所：Maxar technologies

多方向からの撮影による3D地図の作成



想定ユーザーと利用方法

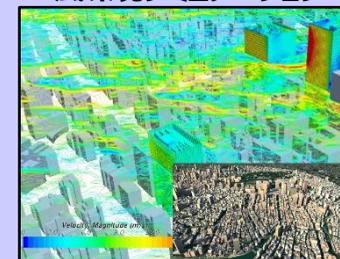
- 官公庁、その他企業**：デジタル3D地図においては、都市計画・都市開発予定区域における最新の現況把握、都市緑化や森林状況の把握、建設適地の選定、映像コンテンツの作成、また携帯電波解析や電波塔設置、風況等のシミュレーション等、**多業界・多分野において業務の効率化・高度化に活用可能**です。また、まちづくりの基礎資料である都市計画基本図といった2次元の地図を、従来手法に比べて低コストで作成・更新可能です。

■ ユーザー利用イメージ

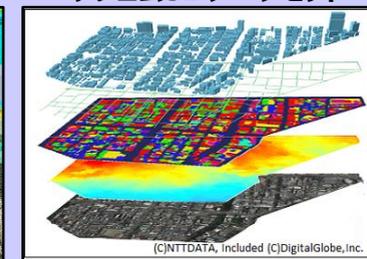
都市の緑地解析



風環境シミュレーション



テレコム3Dデータセット



出所：AW3D

衛星画像データを利用した都市計画基本図の作成



出所：
NTTデータ
RESTEC
中日本航空

調査効率化・リスク低減のための衛星漏水リスク解析

水道管の老朽化は全国の自治体が抱える課題であり、水道管の大半は地中に埋設されていることから、漏水調査や維持管理・改修工事には多大なコスト・時間が必要となります。衛星を用いて、埋設された水道管の漏水や漏水リスクの高いエリアを特定することで、現地調査のコスト・手間の効率化を図るとともに、漏水の早期発見により被害・リスクを低減します。

サービス

■ サービスの概要

- 衛星データを用いた解析により、漏水の可能性のあるエリアを特定・可視化します。
- 衛星データから漏水を検知するサービスや、衛星データと、水道管属性情報や地形・土壌等のデータを合わせて漏水リスクを評価するサービスがあります。

■ 衛星による観測の仕組み

- 光学・SARデータから得られる、配管情報と地表面温度や気象データ、植生変化、地形データ、地盤変動等の漏水に影響を及ぼす環境要因を用いて漏水リスクを評価します。
- LバンドSAR衛星データを用いて、電磁波反射特性、土壌水分量計測等を通じて地下漏水を識別します。

■ 従来の情報把握方法との比較

従来
(現地調査・
漏水センサ)

- ・点（調査箇所ごと）での観測
- ・調査範囲が広く時間がかかる
- ・随時調査・観測が必要（現地調査）
- ・対象範囲全面ではセンサコストが高額
- ・観測精度が高い（現地調査・センサ）



衛星

- ・一度に広範囲を面的に観測
- ・長期にわたり定期的に観測
- ・アーカイブデータによる過去観測
- ・単位面積当たりのコストが安価
- ・現地調査・センサに比べて観測精度が低い

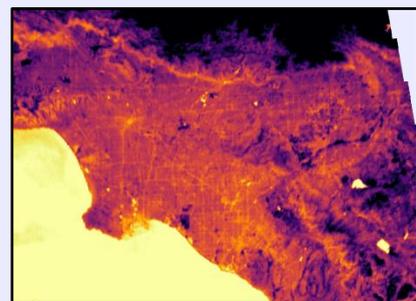
■ 提供サービスイメージ

SAR衛星による漏水解析イメージ



出所：NECネットエスアイ

熱赤外センサによる地表面温度観測



漏水推定マップイメージ

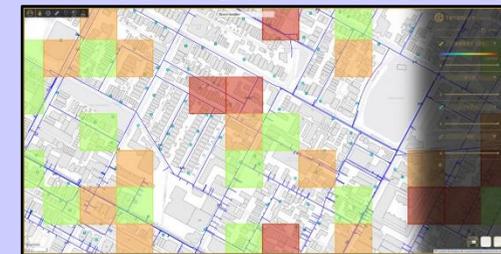


想定ユーザーと利用方法

- 自治体・調査会社等：衛星画像解析を用いて漏水リスクの高い箇所をスクリーニングすることにより、漏水リスクの高いエリアのみを効率的に漏水調査することが可能となるとともに、調査にかかるコスト・時間ともに大きく削減します。また、漏水の早期発見によって被害・リスクを低減可能です。

■ ユーザー利用イメージ

WebUIを用いた漏水リスク可視化サービス



漏水可能性エリア抽出までのイメージ



現地調査効率化等のための衛星農地利用状況調査

各自治体では、作付状況や水田の水張状況、中山間地を中心とした耕作放棄地等の農地利用状況調査を行っており、これに伴う現地調査は、自治体職員や現地案内する関係者等の負担が大きく、問題となっています。衛星データを用いて農地の作付状況や利用状況を広域・面的に確認し、優先的に現地調査すべき箇所を絞り込むことで、現地調査にかかる時間やコストを削減します。

サービス

■ サービスの概要

- 衛星データ解析によって、圃場ごとの作付作物の分類、遊休化が進み耕作放棄地となっている可能性のある圃場、水田の水張状況を、それぞれ可視化します。

■ 衛星による観測の仕組み

- 光学衛星データから植生指数を取得し、作付作物を分類します。
- 光学衛星データから植生を、SAR衛星データから後方散乱特性を基に葉の形状を解析し、耕作放棄地を判別します。
- 光学衛星データによる水面の赤外線反射特性や、SAR衛星データによる水面の後方散乱特性を基に、水田の水張状況を判別します。

■ 従来の情報把握方法との比較

従来
(現地調査)

- ・現地調査は時間とコストがかかる
- ・現地調査は点（調査箇所ごと）での観測
- ・確認の度に調査が必要
- ・観測精度が高い（現地調査）
- ・調査時点の情報のみ



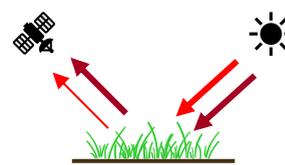
衛星

- ・現地調査に比べ効率的に調査が可能
- ・広範囲を面的に観測
- ・定期的に観測
- ・現地調査に比べて精度が低い
- ・アーカイブデータによる過去観測

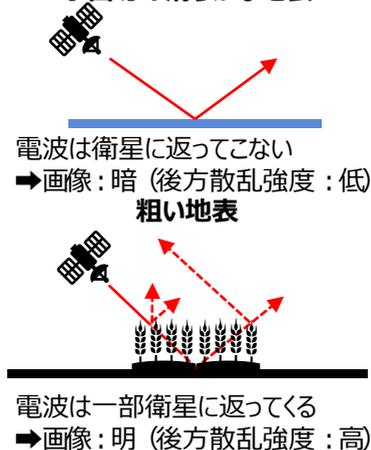
■ 植生指数とは

- 植物の量や活力を表す指数で、植物にあたる光の反射の特性を活用し、光学衛星データから算出します。代表的なものにNDVI（正規化植生指数）があります。

植物は近赤外が強く
赤色が弱い

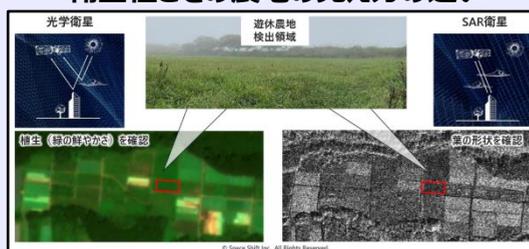


■ 提供サービスイメージ



■ 提供サービスイメージ

衛星種ごとの農地の見え方の違い



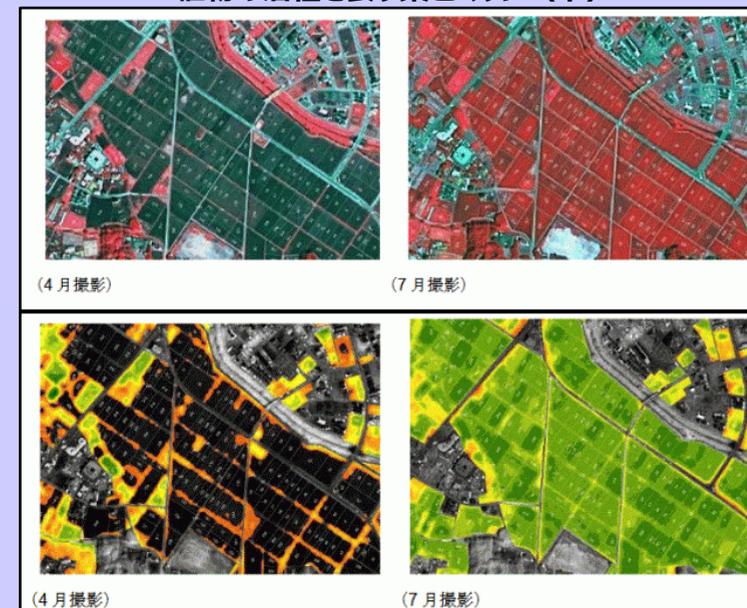
出所：スペースシフト

想定ユーザーと利用方法

- 自治体：広域・面的に農地利用状況を把握することで、優先的に現地調査すべき箇所を絞り込むことができ、調査にかかる時間やコスト、高齢化が進む現地案内関係者の負担を大きく削減可能です。

■ ユーザー利用イメージ

異なる2時点における、植物の有無を表す近赤外画像（上）
植物の活性を表す葉色マップ（下）



農業効率化等のための衛星営農支援

日本における農業従事者の減少と高齢化及び国際的な食糧安全保障といった背景から、スマート農業による農業の効率化・高度化が求められています。衛星を用いた広域的・定期的な観測により、土壌分析、農作物の生育状況や収穫適期の可視化等を行うことで、高品質な農作物の効率的・安定的な生産、調査等の効率化、客観的なデータに基づく事業判断等が可能です。

サービス

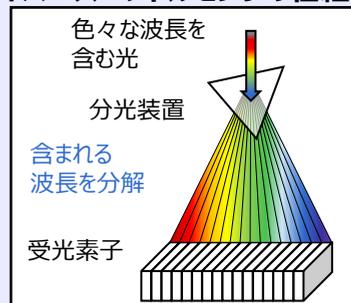
■ サービスの概要

- 衛星画像を用いて作物の育成状況や食味、収穫適期を推定します。
- 衛星画像を用いて土壌を分析し、土壌化学性、地力を可視化します。

■ 衛星による観測の仕組み

- 光学衛星のマルチスペクトルやハイパースペクトル画像から、窒素の量やpH値等の土壌化学性や作物の水分含有量、タンパク質含有量、葉色等といった情報を推定します。

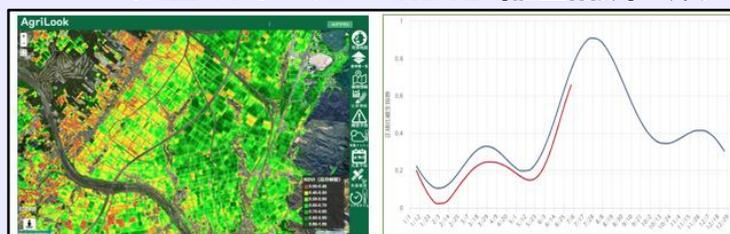
ハイパースペクトルセンサの仕組み



出所：宙畑 HPを基に作成

■ 提供サービスイメージ

NDVI (植生指数) マップ 時系列 NDVI (植生指数) マップ



葉色推定マップ

食味 (タンパク) 推定マップ



出所：ビジョンテック

■ 従来の情報把握方法との比較

従来
(現地調査・
ドローン・
航空写真)

- 現地調査は時間とコストがかかる
- 現地調査は点 (調査箇所ごと) での観測
- 確認の度に調査が必要
- 観測精度が高い (現地調査)
- 調査時点の情報のみ

衛星

- 現地調査に比べ効率的に調査が可能
- 広範囲を面的に観測
- 定期的に観測
- 現地調査に比べて精度が低い
- アーカイブデータによる過去観測

想定ユーザーと利用方法

- 生産者**：育成状況に応じた対応や適切な時期での収穫、土壌分析に基づく効率的・効果的な施肥が可能となるため、**作物をより高品質・効率的・安定的に生産可能**です。特に、大きな労力をかけられない高齢者や、大規模生産者には恩恵が大きく、若手生産者にとってもデータを活用したスキルアップを見込むことが可能です。
- 自治体・農業組合**：担当生産者の圃場の生育状況を確認することができ、**生産者訪問・指導の効率化、就農者支援、域内の技術レベルの維持・向上**が可能です。
- バイヤー**：契約先の作物の生育状況を把握することができ、**現地訪問の人件費・交通費・時間的コストを削減、また客観的なデータに基づく事業判断**が可能です。

■ ユーザー利用イメージ

圃場・時期ごとの、生育状況の管理 (左)、土壌化学性の管理 (右)



出所：サグリ

森林管理効率化等のための衛星森林状況把握

世界的な人口増加による木材需要の増加や、電力需要の増加に伴うソーラーパネルの敷設等によって国内外で森林伐採が進む中、防犯・防災・森林保全のために森林を継続的に監視・管理するニーズが高くなっています。衛星を用いて広域・面的に森林状況把握を行うことで、現地調査や森林管理を効率化するとともに、カーボンクレジット事業への活用も可能です。

サービス

■ サービスの概要

- 衛星によって森林をモニタリングし、森林伐採や再造林、自然災害による斜面崩壊、荒廃化等の森林の状態変化を可視化します。
- また、樹種や樹高、GHG吸排出量といったさまざまな情報の解析を行うことも可能です。

■ 衛星による観測の仕組み

- 光学およびSAR衛星を用いて、物質ごとに光・電波の反射特性が異なることを利用して、地表面が何で覆われているかを判別します。
- SAR衛星では地表面の滑らかさ・粗さによって電波の後方反射特性が異なることから、森林・非森林を判別可能です。
- 2時点での観測データの比較によって、森林伐採等の変化を抽出します。

■ 従来の情報把握方法との比較

従来
(現地調査・
航空写真・
ドローン)

- ・現地調査は時間とコストがかかる
- ・現地調査は点（調査箇所ごと）での観測
- ・確認の度に調査が必要
- ・観測精度が高い（現地調査）
- ・調査時点の情報のみ

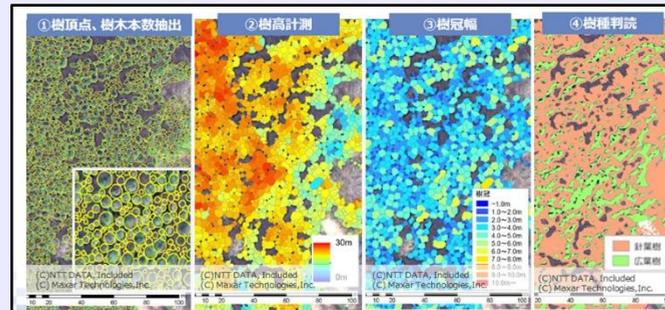


衛星

- ・現地調査に比べ効率的に調査が可能
- ・広範囲を面的に観測
- ・定期的に観測
- ・現地調査に比べて精度が低い
- ・アーカイブデータによる過去観測

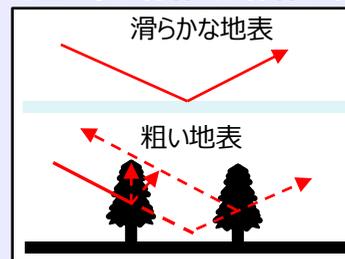
■ 提供サービスイメージ

衛星画像を活用した森林解析例



出所：NTTデータ

SAR衛星による森林・非森林の判断方法



想定ユーザーと利用方法

- 自治体：観測対象地訪問の手間なく伐採・再造林地を確認でき、詳細調査箇所を絞り込む等、**違法伐採や斜面崩壊・倒木被害等の現地パトロールの負荷を大幅に軽減**可能です。
- 林業従事者：衛星画像を用いて効率的に森林管理を効率化でき、**森林管理のコスト削減や、人材不足の解消への貢献が可能**です。また、荒廃化が進行したエリアを検出し、**植林候補地の調査・探索等にも活用可能**です。
- その他企業：森林の資源情報を把握・解析することで、カーボンクレジット事業にも活用可能です（詳細は本レポートのカーボンクレジット編を参照ください）。

■ ユーザー利用イメージ

WebUIを用いた森林伐採の可視化サービス



出所：Ridge-i

自然資本や幸福度等の多様な都市環境の価値を可視化するための衛星観測

従来、都市環境の価値は経済的価値での評価が多かったですが、自然資本や幸福度等、より多様な観点での都市環境の価値の可視化の取組が進められています。衛星を活用して生態系、森林、水資源、緑地等のさまざまな情報を効率的に把握することが可能なため、衛星データの利活用による多様な環境価値指標の作成に向けた研究・実証が進められています。また、これらの情報は、企業の生物多様性に関する情報開示（TNFD）等でも活用可能です。

サービス

■ サービスの概要

- 衛星データを活用し、森林の植物種やその劣化状況、森林火災・伐採等、自然資本への都市活動による影響を可視化します。
- 衛星観測で得られる自然資本や土地利用状況等のまちの特徴を定量化し、住民の幸福度を可視化する研究が行われています。

■ 衛星による観測の仕組み

- SAR衛星や光学衛星での過去画像との比較により、火災の被害状況の把握や違法伐採の有無の確認が可能です。
- 光学衛星により植物種の把握を行います。
- 衛星ハイパースペクトルセンサを用いて植生を観測し、可視近赤外線反射率の違いから植生の健康状態を把握可能です。

■ 従来の情報把握方法との比較

従来
(現地調査・
ドローン・
航空写真)

- 現地調査は時間とコストがかかる
- 現地調査は点（調査箇所ごと）での観測
- 確認の度に調査が必要
- 観測精度が高い（現地調査）
- 調査時点の情報のみ



衛星

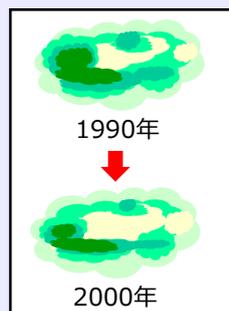
- 現地調査に比べ効率的に調査が可能
- 広範囲を面的に観測
- 定期的に観測
- 現地調査に比べて精度が低い
- アーカイブデータによる過去観測

■ TNFD とは

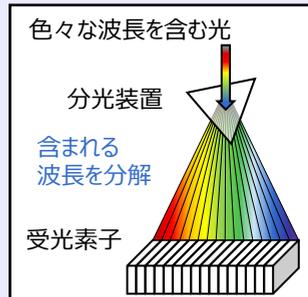
（自然関連財務情報開示タスクフォース）

- 企業や金融機関が、自然資本や生物多様性に関するリスクや機会を適切に評価・開示するためのフレームワークを確立することを目的として設立された国際的な組織のことで、
- 「TNFDの枠組みに沿って生物多様性保全に積極的な取組を行っている企業に資金支援を行う」と環境省が発表しています。

過去画像との比較

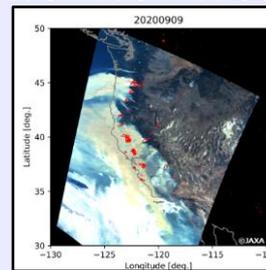


ハイパースペクトルセンサ
の仕組み



出所：宙畑 HPを基に作成

■ 提供サービスイメージ ホットスポットの可視画像



出所：JAXA

想定ユーザーと利用方法

- 自治体・研究機関**：衛星データを用いて都市の**自然資本や幸福度（Well-being指標）**を可視化し、都市の**魅力や価値を高め、より付加価値の高い都市設計に貢献可能**です。
- 一般企業**：TNFDに基づく情報開示のために行う**自然資本のモニタリングを衛星で行うこと**で、**広範囲な環境リスクの調査を低コストで短期に行う**ことが可能です。
- 金融機関**：衛星モニタリングを利用することで、環境リスクがどの程度あるかを調査する**環境デューデリジェンス支援を低コストで短期に行う**ことが可能です。

■ ユーザー利用イメージ

衛星データとGIS解析・可視化イメージ
(左：森林伐採リスクの把握、右：自然環境保護エリアの可視化)



出所：国際航業

大気汚染削減に向けた汚染状況可視化のための衛星大気環境観測

PM2.5とは、主な大気汚染物質の1つで、大気中に浮遊する粒子状物質のうち $2.5\mu\text{m}$ 以下の大きさのものを指します。非常に小さい粒子のため空気中に長く留まり、吸い込むと気管支や肺の奥まで入り込み、呼吸器や循環器に有害作用を引き起こします。PM2.5削減対策を政府が筆頭に検討しており、広範囲な濃度分布を把握する必要があります。衛星の利用により、広範囲で面的な観測を容易に行うことが可能です。

サービス

■ サービスの概要

- 空気中に分散して漂っているエアロゾルの光学的厚さ（AOD）、植物の光の反射の特徴を利用し植物の量や活力の程度を測る正規化植生指数（NDVI）、土地利用状況等を衛星により観測します。
- PM2.5濃度、温度・湿度・気圧等の気象データを地上センサで計測して教師データとし、衛星によって得られたデータを組み合わせることで、PM2.5濃度を面的に推測します。

■ 衛星による観測の仕組み

- 中分解能撮像分光放射計を用いてAODを算出します。
- 植物の近赤外線を強く反射し、赤色を吸収するという特性より、NDVIを計測します。
- 光学センサで広域を観測し、土地利用状況を把握します。

■ 従来の情報把握方法との比較

従来
(地上IoTセンサ)

- 大量のセンサの設置にコストがかかる
- 点（センサ設置箇所ごと）での観測
- 計測頻度はセンサの性能に基づき高い
- 観測精度が高い（センサ）
- センサ設置以降の計測



衛星

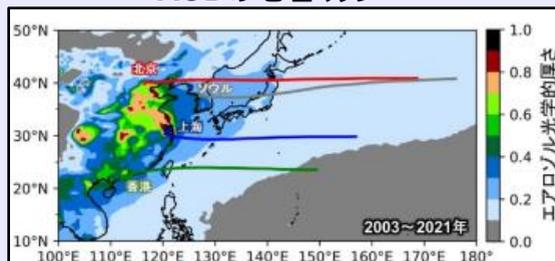
- 容易にデータが入手でき安価
- 広範囲を面的に観測
- センサに比べて観測頻度が少ない
- センサに比べて観測精度が低い
- アーカイブデータによる過去観測

■ 光学的厚さとは

- 光が地上に到達するまでの減衰率を表します。

■ 提供サービスイメージ

AODの地理マップ



出所：千葉大学

NDVI



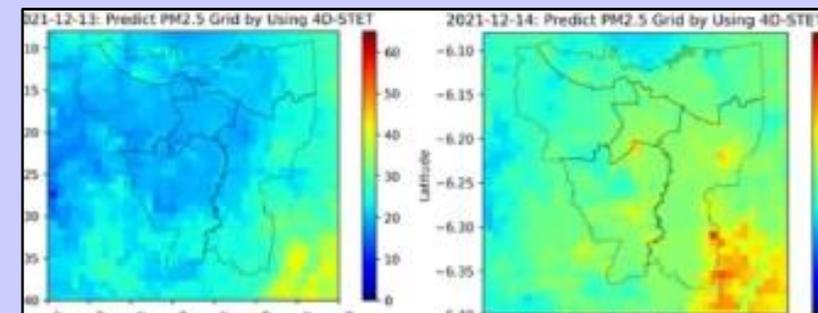
出所：JAXA

想定ユーザーと利用方法

- **自治体・政府**：広範囲な大気汚染の濃度分布を把握できることで、**効率的な大気汚染対策を講じることが可能**です。
- **大気質モニタリング会社**：従来のセンサは設置箇所ごとの点での観測のため、観測範囲を広げるためにはセンサ設置箇所を増やす必要があり、コストがかかっていました。衛星を用いることで、**広域を面的に観測できるようになり、低コストでのモニタリングが可能**となります。

■ ユーザー利用イメージ

PM2.5濃度の可視化と時期による変化の推移



出所：sorano me

都市環境向上に向けたヒートアイランド現象可視化のための衛星都市形態・温度観測

ヒートアイランド現象は都市形態と地表面温度の相関性が高く、その把握のためには地表面温度を計測する必要がありますが、従来のアメダスでの観測では地表面温度の計測はできず、気温や風速等から推測していました。また、ヒートアイランド現象は都市部と郊外との温度差を計測する必要がありましたが、アメダスでは計測地点での観測結果しか得られないという課題があります。衛星を用いることで地表面温度を広範囲・面的に計測することが可能です。

サービス

■ サービスの概要

- 衛星により土地利用状況や植物の光の反射の特徴を利用し植物の量や活力の程度を測る正規化植生指数（NDVI）、地表面温度を広範囲・面的に観測します。

■ 衛星による観測の仕組み

- 熱赤外センサを用い、地表面温度を計測します。
- 光学センサで広域を観測し、土地利用状況を把握します。
- 植物の近赤外線強く反射し、赤色を吸収するという特性より、NDVIを計測します。

■ 従来の情報把握方法との比較

従来
(アメダス)

- 大量のセンサの設置にコストがかかる
- 点（センサ設置箇所ごと）での観測
- 計測頻度はセンサの性能に基づき高い
- 観測精度が高い（センサ）
- センサ設置以降の計測

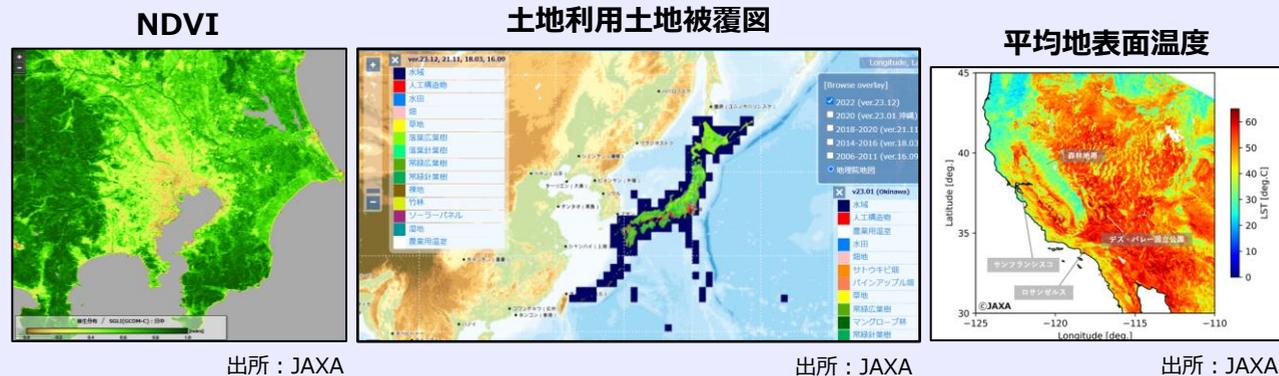


衛星

- 容易にデータが入手でき安価
- 広範囲を面的に観測
- センサに比べて観測頻度は低い
- センサに比べて精度が低い
- アーカイブデータによる過去観測

■ ヒートアイランド現象とは

- ヒートアイランド現象は自動車や建物からの排熱、地面の舗装化等により、都市部が周囲に比べ気温が高くなる現象のことです。
- 草地・森林等の植生域や、アスファルトやコンクリート等の人工被覆域との相関性が高いことが関知されており、土地利用状況を把握することでヒートアイランド現象の解析に役立ちます。

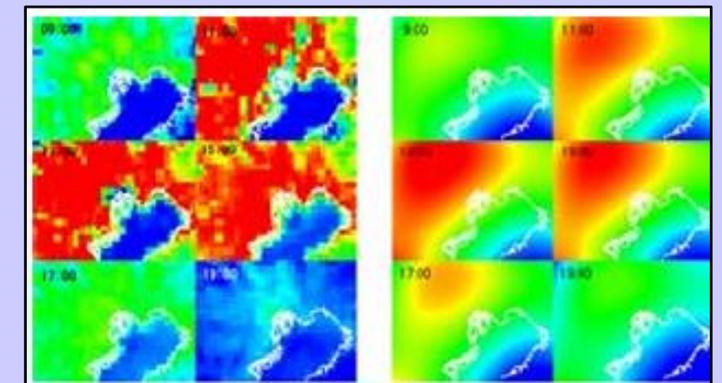


想定ユーザーと利用方法

- 自治体・政府**：ヒートアイランド現象の可視化により、屋上緑化、壁面緑化、高反射率塗料、保水性建材等のヒートアイランド対策のための政策実施の効率化が可能です。
- ディベロッパー**：ヒートアイランド現象の可視化により、ヒートアイランド現象が起こりやすい地点ではゲリラ豪雨に対する備えとして排水システムを強化する、ヒートアイランド現象の緩和対策を講じる等、都市の居住環境を守るためのESGに配慮した取組を行うことが可能です。

■ ユーザー利用イメージ

東京のヒートアイランド現象の可視化



出所：日本大学

GHG削減に向けた排出量可視化のための衛星GHG濃度観測

脱炭素に向けた国際的な取組が進む中で、都市活動におけるGHGの排出量を把握するニーズが高まっています。従来手法の地上センサや航空機では観測ポイントが限定的で、国・地域ごとに観測基準が異なる等の課題があります。衛星を用いることで、GHGの全球レベルでの広域観測や発生源におけるピンポイント観測、同一観測基準による客観的評価、定期的モニタリングによる削減状況の把握が可能になります。

サービス

■ サービスの概要

- 衛星データを用いて、GHGの排出量を可視化します。
- GHG観測にあたっては、全球・大陸レベルの広域においてGHG濃度を高精度・低頻度で観測するサービスと、都市・地域レベルの狭域においてGHG濃度の異常値（高排出施設、ガス漏れ等）を衛星コンステによって高頻度に観測するサービスがあります。
- 広域観測では空間分解能数十km程度で精度CO₂:0.5ppm・CH₄:5ppb程度（GOSAT-2）、狭域観測では、空間分解能数十m程度で精度CO₂:4ppm・CH₄:18ppb程度（GHGSat）で観測でき、CO₂に比べ、CH₄の方がより高精度に観測できます。

■ 衛星による観測の仕組み

- 大気分光センサを使い、ガス種が固有に持つ特定の色が吸収される特性と吸収の深さから、主要なGHGであるCO₂とCH₄の濃度を観測します。

■ 従来の情報把握方法との比較

従来
(現地センサ、
船舶、航空機)

- 大量のセンサ設置にコストがかかる
- 点（調査箇所ごと）での観測
- 確認の度に調査が必要
- 観測精度が高い（現地センサ）
- 調査時点の情報のみ

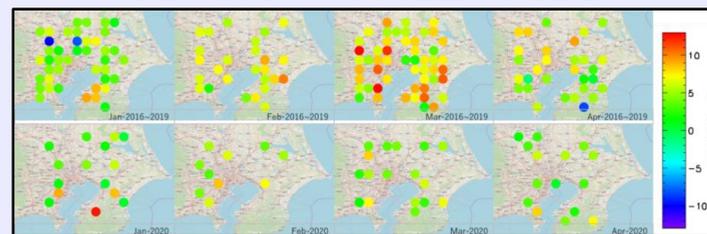


衛星

- 従来手法より比較的低コスト
- 広範囲を面的に観測
- 定期的に観測
- センサに比べて精度が低い
- アーカイブデータによる過去観測

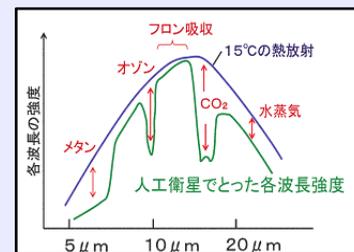
■ 提供サービスイメージ

東京におけるCO₂濃度増加量の年推移



出所：JAXA

波長差によるCO₂とCH₄濃度の観測



出所：文部科学省

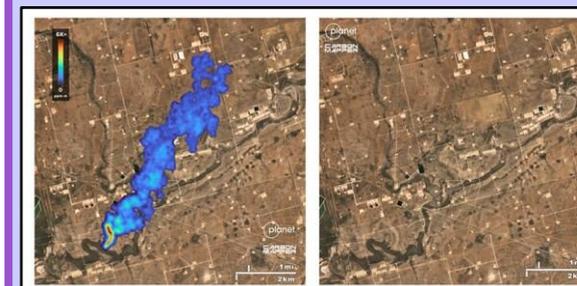
想定ユーザーと利用方法

- 国・自治体・企業等**：衛星観測によって国や都市・地域における**GHG排出量の継続的・効率的な把握**が可能となり、削減目標に対する効率的な進捗管理を通じて透明性や持続可能性を高めることが可能です。また、廃棄物の埋立地や発電所、牧場等の施設を対象にしたGHG排出のモニタリングも可能です。エネルギーパイプラインのモニタリングにおいては、**ガス漏れ等の異常の検知・早期対応によって、事故の予防やエネルギー漏出、環境影響の削減**が可能になります。その他カーボンクレジット等、GHG排出量の可視化に基づくさまざまな利用が進められています。

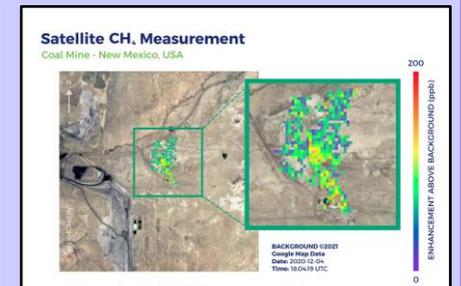
■ ユーザー利用イメージ

メタンガスパイプラインのモニタリング

(左：漏出検出時、右：漏出箇所の修繕後) 石炭採掘に伴うメタン排出の可視化



出所：Carbon Mapper



出所：GHGSat

最適なまちづくり等のための衛星土地利用状況把握

防犯・防災や資源管理、住みやすく持続的なまちづくりのためには、土地被覆・土地利用状況とその変化を把握の上、将来に向けてどのように対応を進めるかを検討する必要があります。衛星を用いて広域的・定期的に状況把握を行い、都市の利用のされ方・変化を把握することで、高度な都市計画の策定やその進捗管理、違法開発等の監視等が効率的に実施可能です。

サービス

■ サービスの概要

- 光学・SAR衛星画像を用いた異なる時点の土地利用土地被覆図の比較から、変化を抽出でき、マクロな視点で都市の変化を可視化します。
- 具体的には、災害からの復興状況や大規模施設の増減等の広範囲の変化、建築物の増減や駐車場の駐車車両の台数といった詳細な変化を可視化します。

■ 衛星による観測の仕組み

- 衛星マルチスペクトルセンサによる地表面物質の反射・放射特性を用いて土地利用・土地被覆状況を解析します。
- また、SAR衛星による地表面物質の後方散乱特性を用いた手法があります。
- 効率的な解析に向けAI判別を活用した手法もあります。

■ 従来の情報把握方法との比較

従来
(現地調査・
ドローン・
航空写真)

- ・現地調査は時間とコストがかかる
- ・現地調査は点（調査箇所ごと）での観測
- ・確認の度に調査が必要
- ・観測精度が高い（現地調査）
- ・調査時点の情報のみ



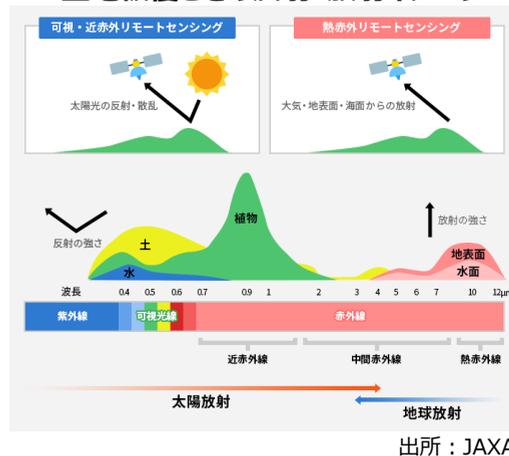
衛星

- ・現地調査に比べ効率的に調査が可能
- ・広範囲を面的に観測
- ・定期的に観測
- ・現地調査に比べて精度が低い
- ・アーカイブデータによる過去観測

■ 土地利用土地被覆分類とは

- ・地表面が何に覆われているか（土地被覆）や土地利用状況（土地利用）をカテゴリに分類してマッピングしたものです。

土地被覆ごとの反射・放射イメージ



想定ユーザーと利用方法

- ・自治体・調査検討会社等：土地の利用状況とその変化から、都市開発・インフラ整備や災害・環境対策等の、より**高度な都市計画とその進捗管理に貢献**します。広域を面的・定期的に観測することで、**違法開発や違法伐採・不法投棄等の監視にも活用可能**です。また、例えば米国のLandsatについては1970年代からのデータを取得できる等、衛星打ち上げ以降の長期間の観測によって数十年前に遡った解析もできるため、アーバンスプロール等の**都市開発に関する長期トレンドも把握可能**です。

■ ユーザー利用イメージ

土地被覆とその変化の定量的評価



土地利用状況の時系列変化



出所：三菱電機

都市デジタルツインの構築・更新に向けた衛星3次元地形情報

都市にまつわる多様な情報をデジタル空間上に集約したバーチャル都市によって人流、災害、自動運転等のさまざまなシミュレーションをすることで、現実世界の都市活動を効率化・高度化できる手法として都市のデジタルツインが注目されています。衛星を用いて定期的・高精度に都市を観測することで、都市デジタルツインの3次元地形情報の整備・更新を、従来より高頻度で効率的に行うことが可能となります。

サービス

■ サービスの概要

- 衛星観測によって、都市デジタルツインの構築・更新に必要な3次元地形情報を提供します。
- 都市デジタルツイン上において、衛星データを活用した気象・気候モデルを組み合わせることで、浸水被害等のシミュレーションが可能です。

■ 衛星による観測の仕組み

- 光学衛星により対象物を多方向から観測し、各画像の視差を活用して対象物の高さを測定して数値標高モデル（DEM）を作成します。また撮影した画像のひずみを補正したオルソ画像を作成し、これらを組み合わせることで3次元地形情報を作成します。
- 上記にライダー衛星データを組み合わせることで、世界最高水準の高精度な3次元地形情報の作成に向けた研究が進められています。

■ 従来の情報把握方法との比較

従来
(現地調査・
ドローン・
航空写真)

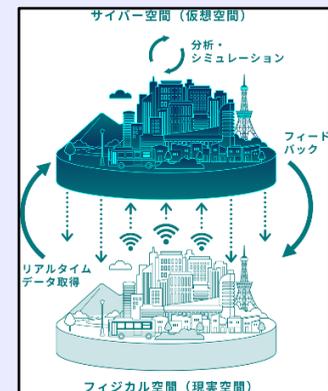
- ・現地調査は時間とコストがかかる
- ・現地調査は点（調査箇所ごと）での観測
- ・随時調査・観測
- ・空間分解能が高い
- ・実施以降の観測
- ・観測精度が高い（現地調査）



衛星

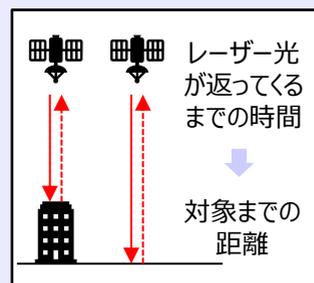
- ・従来手法に比べ容易にデータが入手でき安価
- ・広範囲を面的に観測
- ・定期的観測により情報更新に有用
- ・空間分解能が低い
- ・アーカイブデータによる過去観測
- ・現地調査に比べて精度が低い

都市デジタルツインの構想イメージ

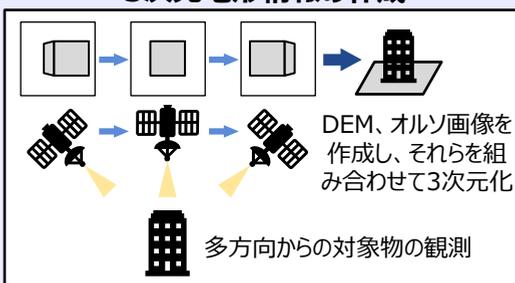


出所：
東京都

衛星ライダーの原理



多方向からの撮影による 3次元地形情報の作成



想定ユーザーと利用方法

- 国・自治体**：日本の都市デジタルツインの走りである国交省のPLATEAU等の**3次元地形情報の整備・更新を効率化**ことができ、また**デジタルツイン基盤構築のグローバル展開においても衛星モデルでの整備が有効**です。都市デジタルツインを活用することで、都市のモニタリングや、自然災害（浸水、地震、土砂災害等）や都市政策（公共交通、景観、防犯等）の**各種シミュレーションによって、まちづくり・都市運営の効率化・高度化が可能**になります。
- その他企業**：都市デジタルツインを活用した、ゲームやVRコンテンツ等のエンタメ向けサービス、自動運転やドローン運航のシミュレーション、ビル風等の環境シミュレーション等、**多種多様な分野における経済活動への貢献が期待**されます。

■ ユーザー利用イメージ

都市デジタルツインの3Dビューワ



出所：東京都

ゲームの3D空間への活用



出所：スペースデータ

④衛星の活用に向けた情報



④

衛星の活用に
向けた情報

③

衛星を活用した
ユースケース

②

スマートシティにおける
衛星地球観測の貢献

①

スマートシティとは

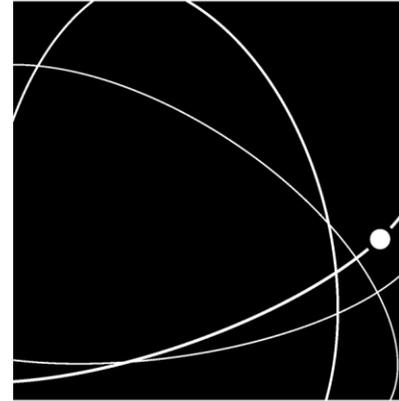
衛星地球観測活用に向けた補助金等支援策（スマートシティ関連）

- スマートシティ分野における衛星地球観測の活用に向けては、国等からの事業の成長段階に応じた宇宙産業やスマートシティに関する資金・技術等の支援があります。その他の衛星地球観測活用に向けた情報は基礎編をご参照ください。

<p>S-Booster 研究</p> <p style="text-align: center;">資金支援 技術支援</p> <p>起業や新規プロジェクト立ち上げを目指す異業種等から幅広くビジネスアイデアを募集し、優れたアイデアには専門家によるブラッシュアップ、ビジネスマッチング、資金提供による事業化に向けた支援。</p> <p>【過去採択事業】 ライダー衛星による3D地図作成や、営農支援関連サービス等スマートシティ関連のアイデアが複数採択。</p>	<p>課題解決に向けた先進的な衛星リモートセンシングデータ利用モデル実証プロジェクト 実証</p> <p style="text-align: center;">資金支援</p> <p>衛星データの利活用促進に向け、衛星データの先進的な利用モデルの実証を実施。実証にあたり、サービス提供者と利用者が出揃いとなり、ニーズを踏まえた「真に使えるサービス」の創出を図る。</p> <p>【過去採択事業】 リバーフロント研究所および、ほか3社による、「光学衛星データを活用した河川管理の効率化及び高度化」等、スマートシティ関連事業が多数採択。</p>	<p>JAXA認定ベンチャー企業支援 実証 実用</p> <p style="text-align: center;">資金支援 販路拡大支援 広報活動支援</p> <p>JAXAベンチャーの取組を紹介や、JAXAベンチャー設立に向けた相談会の実施。またSNS等による情報発信や、各種展示会への共同出展、ビジネスマッチングを実施。</p> <p>【過去採択事業】 DATAFLUCTは、衛星データを含むさまざまな都市にまつわるデータを活用し、持続可能な街づくりを支援する地理空間情報プラットフォームサービスを開発。</p>
<p>宇宙開発利用加速化戦略プログラム（スターダストプログラム） 実証 実用</p> <p style="text-align: center;">資金支援 技術支援</p> <p>各省が連携して取り組むべきプロジェクトを促進する予算を計上し、戦略プログラムの研究開発を推進。</p> <p>【過去採択事業】 「スペース・トランスフォーメーション実現に向けた高分解能光学衛星のデータ解析技術の研究と利用実証」プロジェクトが採択され、行政DXの実証が進展。</p>	<p>情報処理・サービス・製造産業振興研究開発等事業費補助金 研究 実証</p> <p style="text-align: center;">資金支援</p> <p>衛星データ等を活用した課題解決のためのソリューション開発実証を支援。</p> <p>【過去採択事業】 パソコの固定資産業務に向けた光学衛星画像とAI技術を活用した家屋移動判読の実証事業等、スマートシティ関連事業が多数採択。</p>	<p>SBIR 研究 実証 実用</p> <p style="text-align: center;">資金支援 技術支援</p> <p>研究開発を促進し、その成果を円滑に社会実装し、我が国のイノベーション創出を促進するための制度。</p> <p>【過去採択事業】 サグリの衛星リモートセンシングによる耕作放棄地・作物分類解析ビジネスの高度化実証事業等、スマートシティ関連事業が多数採択。</p>
<p>各自治体における宇宙ビジネスへの補助金制度等支援 研究 実証 実用</p> <p style="text-align: center;">資金支援</p> <p>鹿児島県や大分県等の自治体では、地域課題の解決や宇宙ビジネス参入促進等を目的とした、宇宙機器の製造や衛星データ利活用等の宇宙ビジネスの実証事業等への補助事業を実施。</p> <p>【過去採択事業】 鹿児島県では、林業従事者の負担軽減を図るため、衛星データ等を活用した効率的な森林現況把握等の手法の開発・実証事業が採択。</p>	<p>デジタル田園都市国家構想交付金 実用</p> <p style="text-align: center;">資金支援</p> <p>「デジタル田園都市国家構想」を推進するため、デジタルを活用した地域の課題解決や魅力向上の実現に向けた地方公共団体の取組を交付金により支援。</p> <p>【過去採択事業】 衛星データを用いた漏水リスク管理や、不法投棄の監視、不正盛土の監視等、多くの衛星データ活用事業で採択。</p>	<p>スマートシティ実装化支援事業 実証 実用</p> <p style="text-align: center;">資金支援</p> <p>先端的技術や官民データを活用し、都市活動や都市インフラの管理及び活用を高度化するスマートシティに関する取り組みを支援。実証事業への支援、実証・実装までの事業への支援タイプがある。</p> <p>【過去採択事業】 東京都江東区における衛星データと画像解析技術を活用した平時の街のモニタリングに関する検証を行う事業が採択。</p>

CONSEO

衛星地球観測コンソーシアム
Consortium for Satellite Earth Observation



引用する場合は、出典（「CONSEO REPORT（スマートシティ編）」、ページ数等）を記載してください。
また、原著作物を引用する場合には、当該原著作物の著作権を確認の上、適切な出所表示をお願いします。