

提言

衛星地球観測のデジタル分野及びグリーン
分野における推進戦略に関する考え方

令和6年(2024年)3月18日

衛星地球観測コンソーシアム (CONSEO)



要旨

1. 背景

令和4年度(2022年度に)に示された「衛星地球観測分野の全体戦略」に関する CONSEO 提言においては、衛星地球観測を活用したより良い未来としての「見通せる社会」の実現、及び、衛星地球観測産業 2 兆円規模の達成と利用の成果がさらなる官民の投資につながるような持続的なエコシステムの構築を目指すことを、2040 年頃に達成を目指す目標として設定した。また、この野心的な目標を達成するためには、直面する課題を解決し、政府主体の取組を着実に推進するだけでなく、民需の拡大、特にグローバル展開やデジタル・グリーンなどの成長分野との融合した新規事業などの創出に向けた取り組みの強化が不可欠な旨が示された。

本文書は、上記衛星地球観測分野の全体戦略に関する CONSEO 提言(2022 年度)を踏まえ、衛星地球観測分野の全体戦略の目標達成のために強化すべき重要な取り組みとして識別された「デジタル分野及びグリーン分野との融合」に関して、より具体的な取り組みを推進していくために、CONSEO において 2023 年度に実施した将来利用像・課題と対策等の深堀検討の結果を、「デジタル分野及びグリーン分野における衛星地球観測の推進戦略」として取りまとめ、政府に対する提言として示すものである。

2. デジタル分野及びグリーン分野における衛星地球観測の推進戦略

デジタル分野及びグリーン分野における衛星地球観測の利用可能性のある分野のうち、「見通せる社会」実現への貢献、市場の拡大想定、政策的重要性の高まり、衛星地球観測の優位性、我が国の強み、我が国のプレイヤーの Will 以下に示す観点を踏まえ、以下の 5 つの分野を検討分野として識別し、それぞれの分野における衛星地球観測に関する①背景・動向、②将来利用像、③課題と対策案、④推進戦略について深堀検討を実施した。

(1)カーボンクレジット、(2)スマートシティ、(3)海洋 DX、(4)防災 DX、(5)地球デジタルツイン

「見通せる社会」の実現、及び、衛星地球観測産業 2 兆円の実現を目指し、上記各分野における将来利用像を実現するためには、①時間情報の拡張のための技術(高頻度化のための小型化・低コスト化・広域化に関する技術、スマートタスキング、協調観測技術など)、②空間情報の拡張のための技術(高空間分解能化、広域化、3次元計測技術など)、③波長・周波数情報の拡張のための技術(多周波数帯観測、高感度化、面的な狭域分光観測の高分解能化など)、④トータルアナリシス技術(AI 等を活用した校正・検証、可視化、自動解析技術、三次元地形情報作成技術、高精度予測技術など)の研究開発を推進すべきであり、以上の内容を政府で検討中、制定後ローリング予定の宇宙技術戦略に反映していくべきである。

加えて、カーボンクレジット分野における J-クレジット制度事務局や民間認証機関等の方法論への衛星データ活用の盛り込みに向けた取り組み、スマートシティ分野におけるスマートシティ分

野のプレーヤーと連携した新規ソリューションを生み出すための自治体等と共同での利用実証等の取り組み、防災 DX や海洋 DX 分野における政府宇宙予算や安保・経済安保予算、国土強靱化予算等を活用した衛星観測インフラ整備や自治体等を巻き込んだ利用実証の推進、地球デジタルツイン分野における各種観測データを AI やモデルと融合させた、社会経済活動や気候変動対策等における意思決定や行動に必要な価値情報の提供などの社会実装のための取り組みを推進すべきである。

また、カーボンクレジット分野における我が国の衛星データによるグローバル市場の獲得を目指したグローバルな認証機関に対する我が国のクレジット作成手法を認証させるための取り組み、スマートシティや防災 DX 分野における日本が強みを有する分野(防災、三次元計測、インフラ監視、水資源等)についての重点的な国内での実証の推進とその成果を用いたアジア開発銀行・JICA 等と連携した新興国等での実証・導入の推進、海洋 DX 分野における海洋 DX(船舶動向把握、航行効率化・自動化、洋上風力発電予測、漁場探索等)についての海外展開に向けた取り組みや FOIP の実現を目指した、官民連携での友好国・新興国等への展開に向けた取り組みなどの国際市場獲得のための取り組みを推進すべきである。

目次

1. 背景	1
2. デジタル分野及びグリーン分野における衛星地球観測の推進戦略(サマリ).....	1
2.1. 検討分野.....	1
2.2. 必要な研究開発に関する提言(概要).....	3
2.3. 必要な研究開発以外の取り組みに関する提言(概要).....	5
3. 重点検討分野の推進戦略	6
3.1. カーボンクレジット分野	6
3.1.1. 背景・動向	6
3.1.2. 将来利用像・課題と対策.....	8
3.1.3. 推進戦略	10
3.2. スマートシティ分野	11
3.2.1. 背景・動向	11
3.2.2. 将来利用像・課題と対策.....	12
3.2.3. 推進戦略	13
3.3. 海洋 DX 分野.....	14
3.3.1. 背景・動向	14
3.3.2. 将来利用像・課題と対策.....	15
3.3.3. 推進戦略	16
3.4. 防災 DX 分野.....	17
3.4.1. 背景・動向	17
3.4.2. 将来利用像・課題と対策.....	18
3.4.3. 推進戦略	19
3.5. 地球デジタルツイン分野.....	20

3.5.1.	背景・動向	20
3.5.2.	将来利用像・課題と対策	21
3.5.3.	推進戦略	22
別添 1:	デジタル分野及びグリーン分野における官民投資の拡大	24
別添 2:	カーボンクレジットの概要及び衛星地球観測の利用可能性	25
別添 3:	スマートシティの概要	30
別添 4:	海洋状況把握(MDA)の船舶検知で用いられる電波・光学センサ	32
別添 5:	防災 DX 分野(被災状況把握)の将来像・ニーズ	33

1. 背景

令和4年度(2022年度に)に示された「衛星地球観測分野の全体戦略」に関する CONSEO 提言においては、衛星地球観測を活用したより良い未来としての①自然・社会経済などの将来を見通せる社会、②予測しにくい変化を迅速に見通せる社会、③AI やロボットが周囲を見通し、自動で活動できる社会、④新たな価値を可視化する社会、からなる「見通せる社会」の実現、及び、衛星地球観測産業 2 兆円規模の達成と利用の成果がさらなる官民の投資につながるような持続的なエコシステムの構築を目指すことを、2040 年頃に達成を目指す目標として設定した。

また、この野心的な目標を達成するためには、直面する課題を解決し、政府主体の取組を着実に推進するだけでなく、民需の拡大、特にグローバル展開やデジタル・グリーンなどの成長分野との融合した新規事業などの創出に向けた取り組みの強化が不可欠な旨が示された(図 1)。

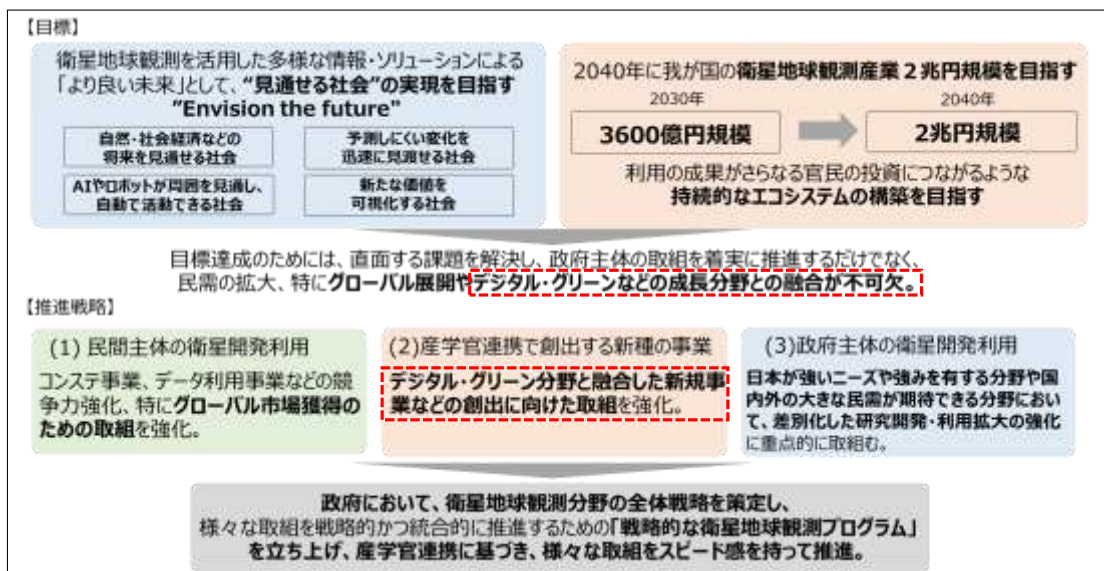


図 1. 「衛星地球観測分野の全体戦略」に関する CONSEO 提言(2022 年度)のサマリ

本文書は、上記衛星地球観測分野の全体戦略に関する CONSEO 提言(2022 年度)を踏まえ、衛星地球観測分野の全体戦略の目標達成のために強化すべき重要な取り組みとして識別された「デジタル分野及びグリーン分野との融合」に関して、より具体的な取り組みを推進していくために、CONSEO において 2023 年度に実施した将来利用像・課題と対策等の深堀検討の結果を、「デジタル分野及びグリーン分野における衛星地球観測の推進戦略」として取りまとめ、政府に対する提言として示すものである。

2. デジタル分野及びグリーン分野における衛星地球観測の推進戦略(サマリ)

2.1. 検討分野

「デジタル分野」及び「グリーン分野」は、今後官民投資の拡大期待されている成長分野であるが(別添 1 参照)、非常に広い概念であり、各分野における衛星地球観測の現状及び将来の利用

可能性については、様々なものが考えられる。デジタル分野における衛星地球観測の利用可能性の全体像として、総務省の日本標準産業分類による各産業分野のDX(デジタルトランスフォーメーション)における利用可能性や、都市・地球デジタルツイン、メタバース、IoT等のデジタルに関するキーワードに関連した衛星地球観測の利用可能性を図2に示す。また、グリーン分野における衛星地球観測の利用可能性の全体像として、経済産業省の「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」で選定された14の重点分野における、衛星地球観測利用の可能性を図3に示す。

【各産業分野(*)のDXにおける衛星地球観測の利用可能性】 (※)総務省 日本標準産業分類による					黒字：利用事例のあるもの 赤字：将来の可能性
農業・林業 ・スマート農業(栽培管理、収量推定、適地選定など) ・スマート林業(森林管理など)	漁業 ・スマート漁業(漁場探索、定置網漁業効率化など)	鉱業、採石業、砂利採取業 ・採掘活動監視 ・資源評価	建設業 ・インフラ監視(異常箇所検出、地盤沈下など) ・建築・土木進捗監視	製造業	
電気・ガス・熱供給・水道業 ・再生エネルギー予測・管理 ・水力発電所管理 ・電力線・パイプライン監視 ・水道管漏洩監視	情報通信業 ・電波塔の設置計画効率化 ・報道等での状況分析	運輸業・郵便業 ・最適ルート探索 ・海運最適化 ・デジタルツイン上での自動運転のアルゴリズム学習	卸売業・小売業	金融業・保険業 ・リスク分析、支払い把握効率化 ・災害保険、農業保険など ・経済指標作成、資産評価など ・経済動向把握	
不動産業・物品賃貸業 ・土地の評価、変化監視 ・空き地活用	学術研究、専門・技術サービス業 ・報道 ・広告業での活用(需要把握等)	教育・学習支援業 ・教育での衛星データの活用	宿泊業、飲食サービス業	生活関連サービス業、娯楽業 ・エンタメ、ゲーム、メタバース等での衛星データの活用	
医療・福祉	複合サービス事業	サービス業(他に分類されないもの)	公務 ・防災DX(予測、被害把握など) ・スマートシティ・国土管理 ・違法行為監視、統計情報把握	分類不能の産業	
【デジタルに関するキーワードにおける衛星地球観測の利用可能性】					
都市デジタルツイン ・デジタルツイン上での自動運転のアルゴリズム学習 ・都市活動のシミュレーション	地球デジタルツイン ・気象・気候の将来予測 ・都市デジタルツインと融合した災害被害予測	メタバース ・自動運転のアルゴリズム学習 ・ゲーム・映画等での活用	IoT ・スマート農業・適地選定 ・災害リスク推定 ・温室効果ガス排出把握	AI ・画像・データ処理へのAI適用 ・AIによる自動運転の学習空間やリアルタイム情報の提供	

図2. デジタル分野における衛星地球観測の利用可能性



図3. グリーン分野における衛星地球観測の利用可能性

デジタル分野及びグリーン分野におけるこれらの衛星地球観測の利用可能性のある分野のうち、「見通せる社会」実現への貢献、市場の拡大想定、政策的 중요性の高まり、衛星地球観測の優位性、我が国の強み、我が国のプレイヤーの Will 以下に示す観点を踏まえ、以下の 5 つの分野を検討分野として識別し、それぞれの分野における衛星地球観測に関する①背景・動向、②将来利用像、③課題と対策案、④推進戦略について深堀検討を実施した(図 4)。

(1)カーボクレジット、(2)スマートシティ、(3)海洋 DX、(4)防災 DX、(5)地球デジタルツイン

検討結果の概要として、推進すべき研究開発を 2.2 項に、推進すべき研究開発以外の取り組みの概要を 2.3 項に示し、各分野の検討結果については 3 項に示す。

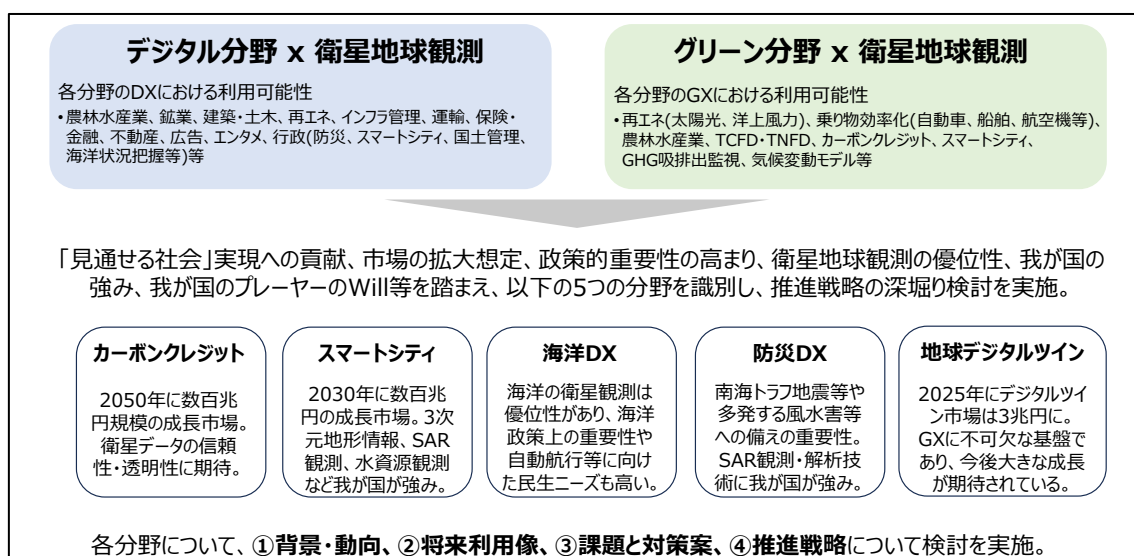


図 4. 深堀検討分野の選定

2.2. 必要な研究開発に関する提言(概要)

全体戦略において衛星地球観測分野の目標として設定した「見通せる社会」の実現、及び、衛星地球観測産業 2 兆円の実現を目指し、3 項に示すカーボクレジット、スマートシティ、海洋 DX、防災 DX、地球デジタルツインの各分野における将来利用像を実現するためには、以下のような観測技術や解析技術の研究開発を推進すべきである。なお、本項で示したのは主要な研究開発要素のみであり、各分野における推進すべき研究開発の個別内容は 3 項の各分野の課題と対策の項目に示す。

- 基盤的な観測技術；
 - 観測の高精度化、迅速な観測データに必要なオンボード処理・スマートタスキングの他、特定点の高頻度観測のための小型衛星の小型軽量化・低コスト化や、広域高頻度・高精度観測のための中大型衛星による観測の広域化など。
- カーボンクレジット分野；
 - 我が国が強みを持つ SAR 観測技術、光学イメージャ衛星による 3 次元計測技術などの観測技術や、森林バイオマスなどの解析技術の高度化など(高精度化、広域化、高頻度化など)。
 - ブルーカーボンや農業由来の新しいクレジットの実現のための、多波長センサや分光計等の観測・解析技術の高度化など。
- スマートシティ分野；
 - より詳細かつ高頻度、迅速な都市活動の観測のための、小型光学イメージャ衛星及び小型 SAR 衛星の高分解能化・広域化など。
 - 都市デジタルツインのための高精度三次元地形情報生成技術の高度化。植生、温室効果ガス、土壌、降水等の多様な情報を計測するための多波長センサ・分光計等の観測技術、地上のセンサ(IoT・ドローン等)や AI と組み合わせた複合計測・解析技術の高度化など。
- 海洋 DX；
 - より広域、高頻度かつ迅速な船舶動向の観測のため、我が国が強みを有する SAR 観測技術や電波収集技術の高度化など。
 - 気象・海象モデルの高精度化のためのマイクロ波放射計観測・解析技術の高度化など。
- 防災 DX；
 - より詳細かつ高頻度、迅速な被害状況把握のための、光学イメージャ衛星及び SAR 衛星の高分解能化・広域化など。
 - 予兆把握に不可欠な干渉 SAR による 3 次元の地盤変動計測技術など。
- 地球デジタルツイン；
 - 時空間分解能の向上や 3 次元観測を含む多様な観測技術の獲得による、陸域、大気、海洋の数値モデルの高度化など。
 - 新たな価値情報創出のための可視化技術や自動解析技術ならびに AI 等の地球デジタルツインからの情報抽出に係る技術など

上記の必要な研究開発について、衛星観測システムや高度化の内容を軸に整理した概要を図 5 に示す。デジタル・グリーン分野における衛星地球観測利用推進のために、①時間情報の拡張のための技術(高頻度化のための小型化・低コスト化・広域化に関する技術、スマートタスキング、協調観測技術など)、②空間情報の拡張のための技術(高空間分解能化、広域化、3 次元計測技術など)、③波長・周波数情報の拡張のための技術(多周波数帯観測、高感度化、面的な狭域分

光観測の高分解能化など)、④トータルアナリシス技術(AI等を活用した校正・検証、可視化、自動解析技術、三次元地形情報作成技術、高精度予測技術など)の研究開発を推進すべきであり、以上の内容を政府で検討中、制定後ローリング予定の宇宙技術戦略に反映していくべきである。

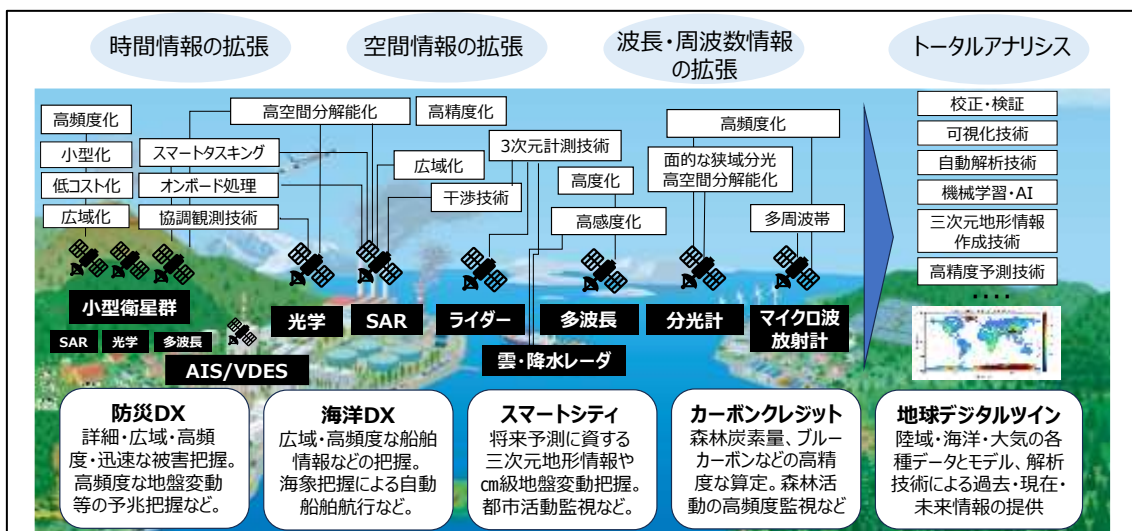


図 5. デジタル・グリーン分野における衛星地球観測利用推進に必要な研究開発(サマリ)

2.3. 必要な研究開発以外の取り組みに関する提言(概要)

前項に示した必要な研究開発に加えて、当該分野における社会実装や国際市場獲得のために、以下に示す取り組みを推進すべきである。特に、デジタル・グリーン分野における衛星地球観測利用に関するソリューション創出や導入を促進するために、政府において、以下に示す利用実証機会を強化すべき。なお、本項で示したのは主要な取り組み項目のみであり、各分野における推進すべき取り組みの個別内容は3項の各分野の課題と対策の項目に示す。

【社会実装のための取組】

- **カーボンのクレジット;**
 - 衛星データに基づくクレジット算出等の実証により技術的課題をクリアした上での、J-クレジット制度事務局や民間認証機関等の方法論への衛星データ活用の盛り込みに向けた取り組み。
- **スマートシティ;**
 - スマートシティ分野のプレイヤーと連携した、新規ソリューションを生み出すための自治体等と共同での利用実証等の取り組み。
- **防災DX・海洋DX;**
 - 政府宇宙予算や安保・経済安保予算、国土強靱化予算等を活用した、衛星観測インフラ整備や自治体等を巻き込んだ利用実証の推進。

- 地球デジタルツイン；
 - 各種観測データを AI やモデルと融合させた、社会経済活動や気候変動対策等における意思決定や行動に必要な価値情報の提供。

【国際市場獲得のための取組】

- カーボンクレジット；
 - 我が国の衛星データによるグローバル市場の獲得を目指した、グローバルな認証機関に対する我が国のクレジット作成手法を認証させるための取り組み、
- スマートシティ、防災 DX；
 - 日本が強みを有する分野(防災、三次元計測、インフラ監視、水資源等)についての、重点的な国内での実証の推進と、その成果を用いたアジア開発銀行、JICA 等と連携した、新興国等での実証・導入の推進。
- 海洋 DX；
 - 海洋 DX(船舶動向把握、航行効率化・自動化、洋上風力発電予測、漁場探索等)についての海外展開。
 - FOIP の実現を目指した、官民連携での友好国・新興国等への展開に向けた取り組み。

3. 重点検討分野の推進戦略

3.1. カーボンクレジット分野

3.1.1. 背景・動向

カーボンクレジット市場は、2021 年段階で年間 20 億ドル(約 3000 億円)の規模とされており、2050 年には数百兆円規模に拡大するという予想もされている成長市場である。

カーボンクレジットには、以下の種類があり、現在は企業等の排出量ネットゼロ達成(自主目標)のためのオフセット手段として活用される民間認証クレジットの需要が多い(2021 年度にクレジット発行量全体の 74%)(図 6)。各制度の概要を別添 2 に示す。

- 国連・国際条約の認証クレジット⇒京都メカニズム(CDM)、二国間クレジット制度(JCM)
- 政府認証クレジット(各国政府の国内制度)⇒J-クレジットなど
- 民間認証クレジット(民間の国際制度)⇒Verra の VCS など

また、図 7 に示すように、技術由来(再エネ・省エネなど)と自然由来(森林保全・植林等)のクレジットがある。また、現状は、森林保全や再エネ・省エネなどの「炭素削減」クレジットが大半だが、今後は、植林・森林再生や CO2 回収技術などの「炭素除去」クレジットが伸びると想定されている。衛星地球観測が活用されるカーボンクレジットは自然由来がメインターゲットになると想定される。

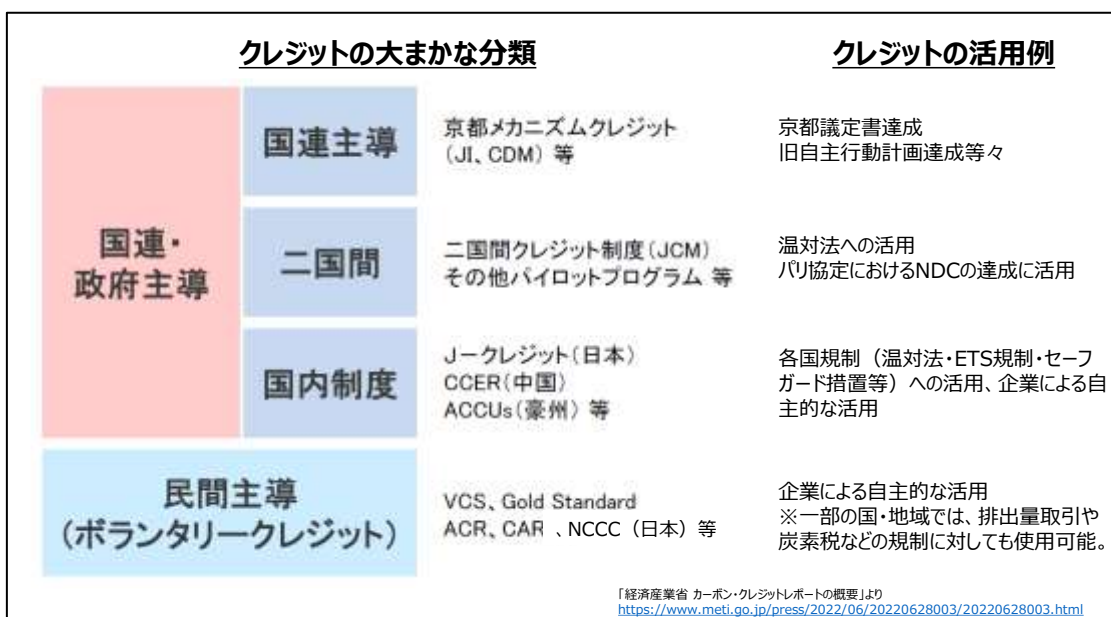


図 6. カーボンクレジットの概要

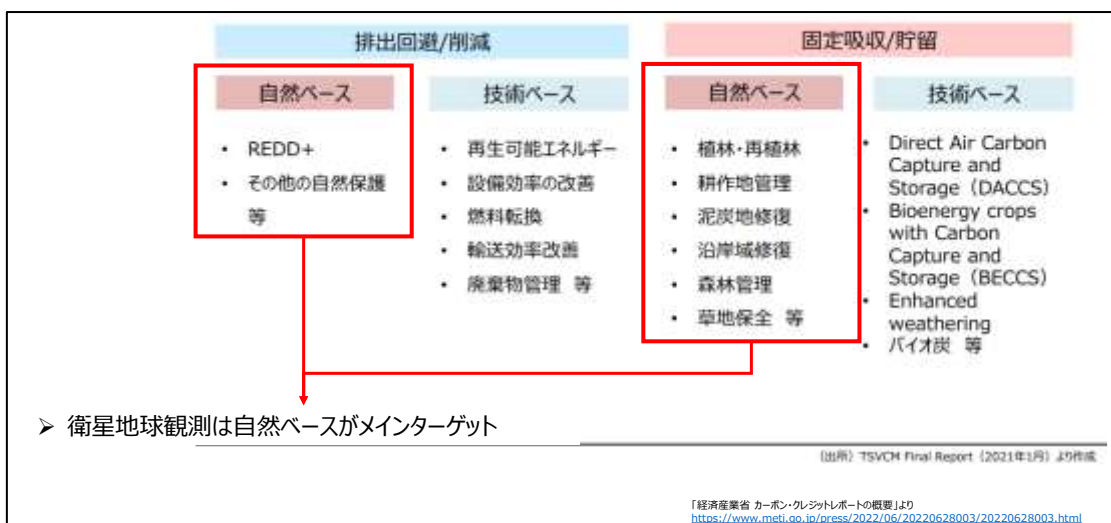


図 7. カーボンクレジットの種類

市場は急成長しているが、クレジットの信頼性・透明性について課題があるため、衛星地球観測データによる信頼性・透明性が高い森林等の自然由来のクレジットへの期待が高まっており、クレジットの発行や、認証におけるモニタリング等での衛星データの活用が期待されている。カーボンクレジット算定等における衛星地球観測の活用手法を別添 2、カーボンクレジット分野のエコシステムにおける衛星地球観測の利用可能性を図 8 に示す。

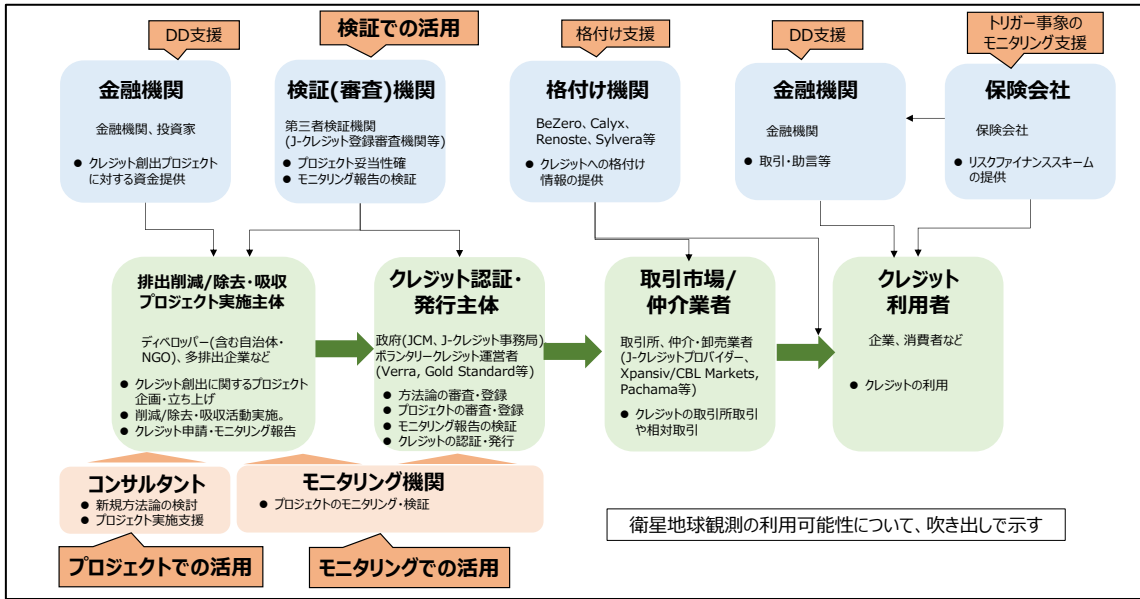


図 8. カーボンクレジット分野のエコシステムにおける衛星地球観測の利用可能性

米国では、民間認証クレジット VCS の認証機関 Verra が、衛星データを活用した森林伐採の削減や森林再生の促進などの森林プロジェクトに対するクレジットの手法を開発しているほか、クレジット仲介業者 Pachama が衛星データを活用した森林由来クレジットを飲料会社等の顧客に販売している。また、欧州では、ESA と World Bank が協力し、衛星データと AI を活用したカーボンクレジットの実証を進めている。我が国においても、複数の事業者が衛星データを用いた自然由来クレジットの開発・実証を進めている。

一方、カーボンクレジットの算定は方法論に従っており、衛星データの利用が各制度の方法論の中に定められる必要がある。また、認証機関は衛星データによる検証への関心はあるが、衛星データを用いたプロダクトの精度がクレジットで活用するためには不十分であることが多く、今後の精度向上が求められている。

3.1.2. 将来利用像・課題と対策

カーボンクレジット分野の 2040 年を見据えた 10 年後の将来利用像として、高精度な MRV (測定・報告・検証) により、質 (信頼性・透明性) の高い自然由来のカーボンクレジットを創出し、我が国の経済と環境の好循環に寄与する、カーボンニュートラル社会の実現に不可欠なインフラとなることを目指すべきである。将来利用像における衛星地球観測のユースケースを図 9 に示す。また、将来利用像の実現に向けて克服すべき技術的課題に対する研究開発項目、及び非技術的課題に対する対応策を以下に示す。

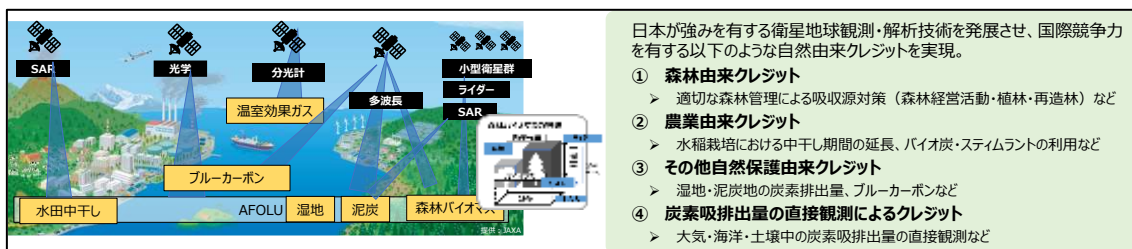


図 9. カーボンクレジット分野における衛星地球観測の将来利用像

【技術的課題と推進すべき研究開発】

- 森林の炭素吸収量推定に関する観測・モデルの精度向上：
 - 光学、SAR、ライダー、多波長センサ等によるバイオマス推定、樹種分類による高度化
 - 特に高解像度光学衛星のマルチビューステレオや衛星ライダーによる 3 次元地形情報作成技術の高度化、4 偏波 SAR 観測等による高度化。
- 農作物の生育状況をほ場ごとに把握するための高頻度観測
 - 光学・SAR・多波長センサ等による観測技術・解析技術の高度化。
- 新たな種類のクレジットを作成するための技術開発
 - 土壌(炭素や窒素)や海藻・海草などを計測可能なセンサ開発・解析技術の検討
- 大気中の温室効果ガス(CO₂、メタン、NO₂ 等)の高空間分解能・高頻度観測
 - 小型衛星用分光計・多波長センサ・解析技術の高度化

【非技術的課題と推進すべき対応策】

- 上記研究開発により、カーボンクレジット作成のための手法の開発や精度向上を行うとともに、方法論改訂・新設のためのエビデンスを作成できる実証機会を増加。
- 実証結果(論文等)を踏まえ、技術的課題をクリアしたうえで、方法論に衛星データ活用を盛り込むよう、J-クレジット制度事務局や民間認証機関等に働きかける。
- 国際的な標準化の動きへの対応については、国内で自然由来のクレジットに関して動いている商社等と連携し、国際的な打ち込みを行う。
- アジア開発銀行や JICA 等と連携し、新興国等におけるカーボンクレジットの開発実証と手法のグローバル展開を狙う。

3.1.3. 推進戦略

カーボンクレジット分野における衛星地球観測利用の推進戦略として、以下の取組方針を掲げ、各種取り組みを推進すべきである。

【取組方針】

- 大きく成長するカーボンクレジット市場において、我が国が強みを有する観測・解析技術を活用した独自のクレジットの開発実証・高精度化に取組み、国際的に我が国のクレジットの標準化等に取り組む商社等と連携し、国内外の認証機関等に働きかけ、我が国の手法のグローバルスタンダードとしての展開を目指す。
- 研究開発・実証機会の強化：
 - 日本独自の競争力を有する森林由来のクレジットの実現のため、日本が強みを持つ SAR 観測技術、光学衛星による 3 次元計測技術などの観測技術や森林バイオマスなどの解析技術を高度化(高精度化、広域化、高頻度化など)。
 - ブルーカーボンや農業由来の新しいクレジットの実現のため、多波長センサや分光計等の観測・解析技術を高度化。
 - 将来的な多様なクレジットの実現を目指し、土壌の計測など新たな計測・解析手法の基盤的な研究開発を推進。
- 社会実装のための取組：
 - 上記研究開発実証により技術的課題をクリアしたうえで、方法論に衛星データ活用を盛り込むよう、J-クレジット制度事務局や民間認証機関等に働きかける。
 - 国際的な標準化の動きへの対応については、国内で自然由来のクレジットに関して動いている商社等と連携し、国際的な打ち込みを行う。
- 国際市場獲得のための取組：
 - 国内での実証を進めるとともに、アジア開発銀行、JICA 等と連携しつつ、海外での実証を推進。
 - 上記実証の結果をグローバルな認証機関に示し、我が国のクレジット作成手法を認証させることで、我が国の衛星データ及びクレジット作成手法をグローバルスタンダードとして展開し、クレジットの作成や認証のためのモニタリング等のグローバル市場の獲得を目指す。

3.2. スマートシティ分野

3.2.1. 背景・動向

2030年のスマートシティ市場は、国内で約6.5兆円、グローバルには数百兆円に拡大すると予想されている。我が国においても、毎年1500–2000億円規模のデジタル田園都市国家構想交付金やスーパーシティ構想等推進事業など、スマートシティに関する様々な政策が推進されている。デジタル田園都市国家構想・地方創生予算の概要を別添1に示す。

衛星地球観測は以下のようなスマートシティの分野において、以下のようなユースケースの利用が期待されている。

- 交通/モビリティ、物流、環境、エネルギー、防災、インフラ維持管理、都市計画・整備、住宅・建設・不動産、農林水産業等の分野における
 - ① 都市活動や都市インフラの監視・対応と効率化
 - ② 都市計画の最適化、
 - ③ 都市デジタルツインの構築・更新
 - ④ 都市環境の監視、環境価値の可視化

サービス分野	サブ分野	高分解能衛星観測	環境衛星観測
モビリティ	交通/モビリティ、物流	△ ○ ・ 3Dマップ(海外) ・ 都市デジタルツイン更新(AI学習空間)	× -
環境/エネルギー	環境	△ ○ ・ 環境変化モニタリング(土地利用など) ・ 自然資本の可視化(TNFDなど)	△ ○ ・ 各種環境情報把握・評価(大気汚染、温室効果ガスなど) ・ カーボンクレジット等の取引
	エネルギー	△ ・ 送電線網監視、太陽電池位置把握、発電予測など	△ ・ 風力発電など適地検証(3Dマップ)
防災/防犯	防災	○ ○ ・ 予兆把握、被害状況把握、復旧・復興 ・ 都市デジタルツインでの被害予測	○ ○ ・ 気象予報、被災後の環境変化把握 ・ 地球デジタルツインでの被害予測
インフラ/施設	インフラ維持管理	○ ・ 河川堤防、埋立地等の地盤変動監視	× -
	都市計画・整備	○ ○ ・ 地図更新、3Dマップ、土地利用変化 ・ 都市デジタルツインでの施策シナリオ検討	× ○ ・ 地球デジタルツインでの施策シナリオ検討
	住宅、建設、不動産	△ ・ 土地環境・リスク把握	△ ・ 土地環境・リスク把握
健康/医療	健康、医療	× -	× -
産業/経済	農林水産業	○ ・ 統計情報把握、収量予測 ・ スマート農林水産業	○ ・ スマート農林水産業、適地検証、管理効率化 ・ 気候インデックス保険など環境保険
	その他	△ ・ サプライチェーン把握	△ ・ サプライチェーン把握
地域社会	地域コミュニティ形成など	× -	× -
教育/文化	教育、文化・アートなど	× -	× -
行政	E-サービス、デジタル運営など	× -	× -

※分野は、スマートシティのKPI設定方針(内閣府CSTI)より
https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/smartcity/01_sc_sihyou.pdf

図 10. スマートシティ分野における衛星地球観測のユースケース分類 ※現状(黒)、将来(赤)

欧州では、ESA が「EO4SD(Earth Observation for Sustainable Development)」という世界銀行などの国際機関と連携したプログラムにおいて、衛星データを活用したスマートシティや水資源管理に関するソリューションを開発実証し、アフリカ、南米、東南アジア等で社会実装に向けた取り組みを進めている。また、CNES と Airbus が共同で、三次元地形情報を取得する光学コンステレーションミッション「CO3D」を開発中。

我が国では、我が国が強みを有する SAR 観測・解析技術を活用したインフラ管理のための地盤変動のモニタリング、光学衛星画像を活用した高精度な三次元地形モデルの提供など、国際

競争力を有する民間主体事業が進められているとともに、衛星データの自治体等による防災利用などの社会実装が進められている。また、開発援助機関等と連携し、我が国が強みを有する水に関連する衛星データを活用した洪水予測ソリューションなどの新興国等への導入が進められている。

3.2.2. 将来利用像・課題と対策

スマートシティ分野の 2040 年を見据えた 10 年後の将来利用像として、都市活動・インフラや周辺環境の高頻度モニタリング、衛星データを活用した都市デジタルツイン構築などを実現し、都市活動が自動化・無人化された、レジリエントかつ環境負荷の低い、スマートシティの実現に不可欠なインフラとなることを目指すべきである。将来利用像における衛星地球観測のユースケースを図 10 に示す。また、将来利用像の実現に向けて克服すべき技術的課題に対する研究開発項目、及び非技術的課題に対する対応策を以下に示す。

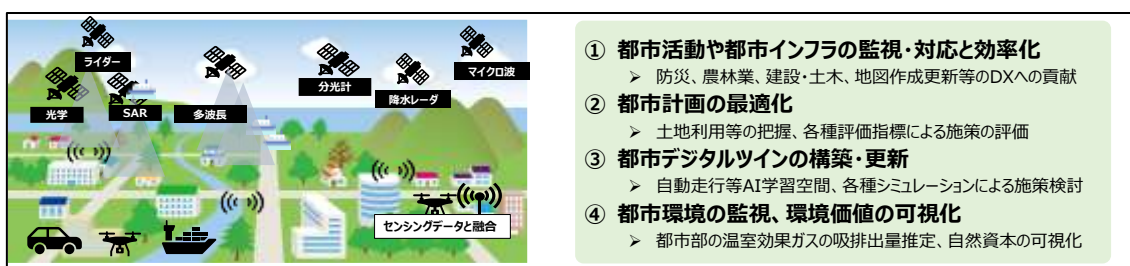


図 10. スマートシティ分野における衛星地球観測の将来利用像

【技術的課題と推進すべき研究開発】

- より詳細かつ高頻度な都市活動の観測：
 - 小型光学イメージャ衛星及び小型 SAR 衛星の高分解能化などの高度化、小型軽量化・低コスト化など
- より迅速な情報把握：
 - オンボード情報処理、複数衛星協調観測技術(フォーメーションフライト等)の高度化など
- ベースマップ取得の効率化：
 - 小型光学イメージャ衛星の広域高分解能観測のための高度化、SAR 衛星の広域高分解能観測のための高度化など
- 干渉 SAR による 3 次元の地盤変動情報把握の高度化・広域化
- 都市デジタルツインのための高精度三次元地形情報生成技術の高度化
 - ライダーや光学イメージャ等の光学観測技術や、データ解析技術など
- 多様な情報の高頻度観測のための多波長センサ等によるプロダクトの高度化など
- データ解析の迅速化・高精度化、及び地上のセンサ(IoT・ドローン等)や AI と組み合わせた複

合計測・解析技術の高度化のための複合解析技術の高度化など

【非技術的課題と推進すべき対応策】

- 官民連携による衛星観測インフラの整備・持続的な利用の実現を目指し、政府宇宙予算やスマートシティ関連予算等を活用したインフラ整備・利用実証に取り組むとともに、衛星のスマートシティ利用の社会経済便益の明確化を進める。
- 国・自治体の運用現場での適用を進めるため、スマートシティ関連の各種施策における衛星利用のマニュアル・ガイドラインの記載に向けた働きかけを行う。
- スマートシティの各分野の取り組みとの積極的な融合を進めるため、衛星地球観測でできるソリューションや課題を整理し、CONSEO として、スマートシティ側のコミュニティへの売り込みを進める。

3.2.3. 推進戦略

スマートシティ分野における衛星地球観測利用の推進戦略として、以下の取組方針を掲げ、各種取り組みを推進すべきである。

【取組方針】

- スマートシティ関連市場の獲得を目指し、我が国が強みを有する観測・解析技術を活かした利用分野(防災、三次元地形情報、インフラ監視、水資源等)を中心とした技術の高度化に取り組むとともに、スマートシティ分野の企業等と連携し、自治体等を巻き込んだ利用実証・社会実装の取組を推進する。
- 研究開発・実証機会の強化：
 - より詳細かつ高頻度、迅速な都市活動の観測のための、小型光学イメージャ衛星及び小型 SAR 衛星の高分解能化・広域化、オンボード処理・スマートタスキングなどの高度化、小型軽量化・低コスト化など
 - 都市デジタルツインの構築に貢献するための、干渉 SAR による 3 次元の地盤変動計測技術、ライダーや光学イメージャを組み合わせた三次元地形情報生成技術の高度化
 - 植生、温室効果ガス、土壌、降水等の多様な情報を計測するための多波長センサやレーダなどの観測技術や、地上のセンサ(IoT・ドローン等)や AI と組み合わせた複合計測・解析技術の高度化
- 社会実装のための取組：
 - 政府宇宙予算やスマートシティ関連予算等を活用した衛星観測インフラ整備や自治体等を巻き込んだ利用実証の推進
 - 費用対効果を顕在化するための、衛星のスマートシティ利用の社会経済便益の明確化
 - 実証結果や便益の整理結果をもとに、各種施策におけるマニュアル・ガイドラインの記載に向けた働きかけを行う

● 国際市場獲得のための取組:

- フランス(水道が強み)やオランダ(洪水対策が強み)が衛星データを活用した水資源管理について新興国等で導入を進めているように、日本が強みを有する分野(防災、三次元計測、インフラ監視、水資源等)について、重点的に国内での実証を進めるとともに、アジア開発銀行、JICA 等と連携しつつ、新興国等での実証・導入を推進。

3.3. 海洋 DX 分野

3.3.1. 背景・動向

シーレーンにおける海賊行為、外国漁船による違法操業、深刻化する気象災害など、海洋における様々な人為的または自然の脅威への対応は、我が国の海洋政策・国家安全保障政策等における喫緊の課題とされており、令和 5 年 4 月に策定された第 4 期海洋基本計画においては、海洋状況把握(MDA)の能力強化のため、宇宙技術も含めた既存の調査・観測・監視体制の更なる強化を推進するとされている(以下参照)。

【我が国の「海洋状況把握(MDA)」における衛星による情報収集能力強化の必要性】

「我が国は、四方を海に囲まれ広大な排他的経済水域や長い海岸線を有し、海上貿易と海洋資源の開発を通じて経済発展を遂げ、法の支配を含む普遍的価値に基づく自由で開かれた海洋秩序の維持・発展を追求する海洋国家である。このことから、我が国の海洋を取り巻く厳しい安全保障環境、頻発する海難事故や海洋由来の自然災害、海洋汚染等の諸課題に鑑み、これらに適切に対応していくため、海洋に関する様々な事象を常に把握する必要があるとの認識に立ち、これまで政府として海洋状況把握(MDA)に関する取組を進めてきた。」

「(略) 我が国におけるMDAに関する情報収集において、海洋の安全保障に関しては、艦艇、巡視船艇や航空機等のアセットを計画的に整備することはもちろんではあるが、これらによらない、無操縦者航空機や衛星、沿岸部設置レーダー等の情報収集能力を強化する必要がある、第2項(3)ア及びイの海域で情報を収集できる能力を備える必要がある。」

※第2項(3)我が国におけるMDAの対象とする海域

ア 我が国の内水、領海、接続水域、排他的経済水域及び大陸棚(以下「領海等」という。)を含む我が国周辺海域

イ シーレーン等海洋の安全保障上重要な海域(以下「シーレーン等」という。)

ウ 自然災害対策、海洋環境保全及び海洋産業振興等に必要な海域

➡令和 5 年 12 月 我が国の海洋状況把握(MDA)構想(総合海洋政策本部)より

【宇宙技術も含めた MDA のさらなる強化の方向性】

「MDA は、海洋に関連する多様な情報を海洋の安全保障のみならず、海洋環境保全、海洋産業振興、科学技術の発展等の海洋政策の推進に活用する包括的な取組である。MDA の前提となる

海洋に関連する多様な情報を適時適切に収集・集約することは、脅威の早期察知につながり、総合的な海洋の安全保障の強化に貢献する。この重要性に鑑み、「我が国における海洋状況把握(MDA)の能力強化に向けた今後の取組方針(平成30年5月、総合海洋政策本部決定)」の内容も踏まえつつ、宇宙技術も含めた既存の調査・観測・監視体制の更なる強化に加え、AI技術、無人航空機といった新たな技術の積極的な活用、海洋情報の集約・共有のための情報共有のプラットフォームの強化、同盟国・同志国等のMDA関係機関との国際連携及び国内の関係省庁間の連携の緊密化を一層推進する。」⇒第4期海洋基本計画(令和5年4月)より

また、2040年には内航船の半分を無人化することを目指した取組、再エネの10%を賄うとされる洋上風力発電の推進、水産資源と環境に配慮し適切に管理された持続的な漁業の実現に向けた取組など、物流、エネルギー、食料に関する経済安全保障の観点も含め、民生分野における海洋DXの重要性が高まっている。

衛星地球観測は、地上の観測網が届かない海洋に関するデータを取得するための他に代えがたい手段であり、船舶の検知、気象・海象の把握、漁場探索、海洋環境の監視等に活用されており、海洋DXの実現に貢献するためにはさらなる観測の高度化・高頻度化が必要である。

欧州では、コペルニクスプログラムが海洋サービスを提供しているほか、カナダのSAR衛星コンステレーション Radarsat シリーズが、またノルウェーのAIS、電波収集、SAR等を行うNorSatシリーズがそれぞれMDAの取組を推進している。

我が国では、我が国が強みを有するSAR観測・解析技術を活用した船舶検知や、マイクロ波放射計等による海面水温を活用した漁場探索、海上保安庁の海洋状況表示システム「海しる」での衛星データの活用などが進められている。

3.3.2. 将来利用像・課題と対策

海洋DX分野の2040年を見据えた10年後の将来利用像として、準リアルタイムの船舶動向把握や気象・海象の予測高度化などを実現し、海洋安全保障の確保に貢献するとともに、船舶の自動航行など海洋活動のDXにおいて不可欠なインフラとなることを目指すべきである。将来利用像における衛星地球観測のユースケースを図11に示す。また、将来利用像の実現に向けて克服すべき技術的課題に対する研究開発項目、及び非技術的課題に対する対応策を以下に示す。

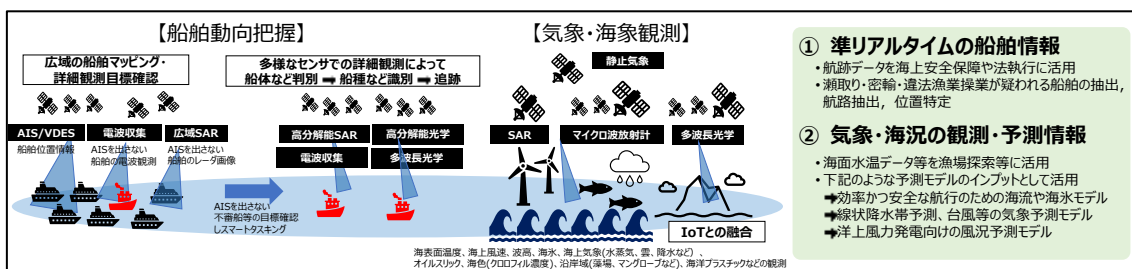


図 11. 海洋 DX 分野における衛星地球観測の将来利用像

【技術的課題と推進すべき研究開発】

- より広域、高頻度かつ迅速な船舶動向の観測：
 - SAR 衛星の超広域高分解能観測のための高度化、AIS/VDES 衛星や電波収集衛星の高度化・低コスト化、オンボード情報処理や複数衛星協調観測技術の高度化など
- より多様な船舶情報の把握：
 - データ解析の迅速化・高精度化などのための複合解析技術の高度化など
- 気象・海象モデルの高精度化：
 - マイクロ波放射計観測・解析技術の高度化や高頻度観測のための小型化・低コスト化、海洋デジタルツインとの融合、各種モデルの高度化など
- 洋上風力発電予測や気象予測のための、SAR やマイクロ波放射計などを活用した風況計測・解析技術の高度化

【非技術的課題と推進すべき対応策】

- 官民連携による衛星観測インフラの整備・持続的な利用の実現を目指し、政府宇宙予算や安全保障・経済安全保障関連予算等を活用したインフラ整備・利用実証に取り組むとともに、衛星を用いた海洋状況把握(MDA)の社会経済便益の整理を進める。
- JICA 等と連携した我が国の衛星地球観測を活用した MDA 関連ソリューションの友好国への展開の推進。

3.3.3. 推進戦略

海洋 DX 分野における衛星地球観測利用の推進戦略として、以下の取組方針を掲げ、各種取組みを推進すべきである。

【取組方針】

- 海洋状況把握(MDA)の能力強化に対する政策ニーズに応えるため、宇宙予算や安全保障・経済安全保障関連予算等を活用したインフラ整備・利用実証を推進するとともに、船舶航行の自動化等の民生分野における海洋 DX の実現に向けた取組みや、友好国・新興国等へのソリューションのグローバル展開に取り組む。
- 研究開発・実証機会の強化：
 - より広域、高頻度かつ迅速な船舶動向の観測のため、我が国が強みを有する SAR 観測技術や電波収集技術の高度化や、オンボード情報処理や複数衛星協調観測技術の高度化などに取り組む。
 - 気象・海象モデルの高精度化のため、我が国が強みを有するマイクロ波放射計観測・解析技術の高度化や高頻度観測のための小型化・低コスト化、海洋デジタルツインとの融合、複合解析技術や各種モデルの高度化などに取り組む。
- 社会実装のための取組：

- 政府宇宙予算や安保・経済安保予算等を活用した衛星観測インフラ整備や利用実証の推進
- 費用対効果を顕在化するための、衛星の海洋 DX 利用の社会経済便益の明確化
- 国際市場獲得のための取組：
 - 海洋立国としての強いニーズに基づく我が国独自の競争力のある衛星地球観測を活用した海洋 DX ソリューション(船舶動向把握、航行効率化・自動化、洋上風力発電予測、漁場探索等)の海外展開に取り組む。
 - 自由で開かれたインド太平洋(FOIP)の実現に貢献するツールとして、官民連携での友好国・新興国等への導入に取り組む。

3.4. 防災 DX 分野

3.4.1. 背景・動向

南海トラフ地震、首都直下地震などの遠くない将来に発生する可能性が高まっている激甚災害や、気候変動の影響等により多発化している水災害、土砂災害に対応するため、令和 5 年 7 月に閣議決定された国土強靱化基本計画において、以下のような防災分野における衛星地球観測の活用が示されている。

- 被災状況の把握においては、ドローン・衛星による画像データを AI 技術により画像解析すること等により、迅速かつ効率的に実施
- 発災時に緊急物資や救援部隊等の海上輸送を速やかに実施し、港湾機能の早期復旧により社会経済活動への影響を最小化するため、衛星により港湾における被災状況等の災害関連情報の収集・集積の高度化を図る
- 大規模災害時に、被災地への初期移動が困難な状況下においても、迅速に災害情報を提供できるよう、衛星を活用した道路状況を遠隔で確認が可能な体制を構築
- 大規模災害時に、救急救命・復旧活動を支えるため、緊急輸送道路や孤立を長期化させるおそれのある道路の法面・盛土等における SAR 衛星による災害リスクを把握
- 人工衛星を活用して、土砂災害の実態把握を迅速化することにより、二次災害防止対策の早期実施や警戒避難体制の構築を支援
- 先進レーダ衛星の適切な運用により、火山活動の活発化の兆候を速やかに把握するための監視を継続的に実施
- SAR 衛星データ等の活用・強化により全国の陸域の地殻変動の監視を継続的に行う。

衛星観測は、地上での対応が困難な災害発生直後に広域に被害状況を把握する他に代えがたい手段であり、激甚災害等の対応に向けて、さらなる観測の高度化・高頻度化が必要である。2022 年度 CONSEO 光学・SAR WG で議論された「災害対応ニーズ」を別添 5 に示す。

国際災害チャーターやセンチネルアジア等の国際協力枠組みにより、災害発生時に無償で衛星画像等を共有する仕組みや、ALOS-2 とイタリアの SAR 衛星との災害時の相互緊急観測協力体制が構築されている。欧州では、コペルニクスプログラムで緊急観測が行われているほか、ICEYE が SAR コンステレーションを構築し、損保会社等と災害時の保険金支払いの高度化に取り組んでいる。我が国では、JAXA が運用中の ALOS-2 は、2021 年度には 58 件の国内災害(水害、土砂災害、火山災害、地震災害)、63 件の国外災害の緊急観測を行い、防災関連省庁や自治体の利用が進んでいるほか、SIP において衛星データの即時共有や被災状況解析技術の高度化に向けた取り組みが進められている。

3.4.2. 将来利用像・課題と対策

防災 DX 分野の 2040 年を見据えた 10 年後の将来利用像として、継続的な観測能力と、迅速で多様な情報把握能力を構築し、南海トラフ地震等の激甚災害や頻発化する風水害・火山災害等に対応するための防災 DX において不可欠なインフラとなることを目指すべきである。将来利用像における衛星地球観測のユースケースを図 12 に示す。また、2022 年度の CONSEO 光学・SAR WG で議論した災害対応ニーズ及びユースケース案を別添 5 に示す。また、将来利用像の実現に向けて克服すべき技術的課題に対する研究開発項目、及び非技術的課題に対する対応策を以下に示す。

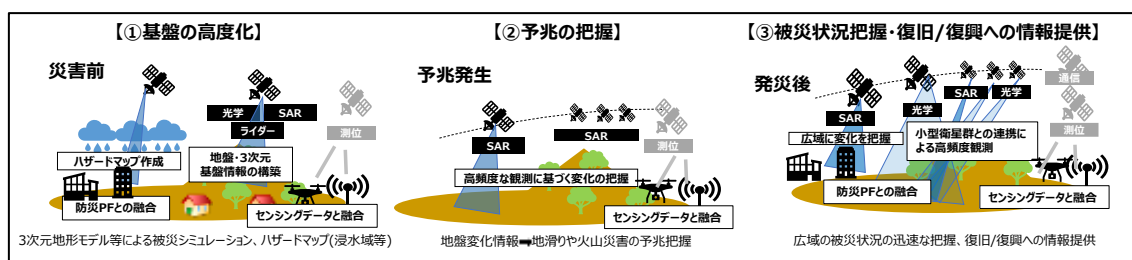


図 12. 防災 DX 分野における衛星地球観測の将来利用像

【技術的課題と推進すべき研究開発】

- より詳細かつ高頻度な被害状況把握:
 - 小型光学イメージャ衛星及び小型 SAR 衛星の高分解能化などの高度化、小型軽量化・低コスト化など
- より迅速な情報把握:
 - オンボード情報処理、複数衛星協調観測技術(フォーメンションフライト等)の高度化
- ベースマップ取得の効率化:
 - 小型光学イメージャ衛星の広域高分解能観測のための高度化、SAR 衛星の広域高分解能観測のための高度化

- 干渉 SAR による 3 次元の地盤変動情報把握の高度化・広域化
- 災害対策の基盤情報となる高精度三次元地形情報生成技術の高度化
 - ライダーや光学イメージャ等の光学観測技術や、データ解析技術など
- 水災害等に対する予測モデルと融合した迅速な被害把握システムの構築
- データ解析の迅速化、高精度化、複合解析技術の高度化など

【非技術的課題と推進すべき対応策】

- 官民連携による衛星観測インフラの整備・持続的な利用の実現を目指し、政府宇宙予算や国土強靱化関連予算等を活用したインフラ整備・利用実証に取り組むとともに、衛星の防災利用の社会経済便益の整理を進める。
- 国による衛星防災観測の司令塔機能を構築し、基幹となる政府衛星の継続的な打上げ、災害時における緊急観測実施基準の策定、緊急観測エリア調整ルールの策定、緊急観測要請手順の確立、衛星データ調達のための十分かつ安定的な財源確保等を実現するための働きかけを行う。
- 受け皿となりうる「民」主体の体制・システム構築に向けた調整。
- デジタル庁等で検討進められている防災プラットフォームや日本版 EEI(災害時共有基本情報)への位置付け獲得の調整。

3.4.3. 推進戦略

防災 DX 分野における衛星地球観測利用の推進戦略として、以下の取組方針を掲げ、各種取り組みを推進すべきである。

【取組方針】

- 我が国が強みを有する SAR 観測・解析技術や高分解能光学観測・解析技術の高度化に取り組むとともに、衛星防災利用の便益を可視化し、国内外の防災ユーザを巻き込んだ社会実装に向けた利用実証等の取組や、防災ソリューションの海外展開を推進し、官民連携による持続的な観測インフラの構築・社会実装に取り組む。
- 研究開発・実証機会の強化：
 - より詳細かつ高頻度、迅速な被害状況把握のための、光学イメージャ衛星及び SAR 衛星の高分解能化・広域化、オンボード処理・スマートタスキングなどの高度化、小型軽量化・低コスト化など
 - 予兆把握に不可欠な干渉 SAR による 3 次元の地盤変動計測技術や、災害対策の基盤情報となる都市デジタルツインの構築に貢献するための、ライダーや光学イメージャを組み合わせた三次元地形情報生成技術の高度化
 - 水災害等に対する予測モデルと融合した迅速な被害把握システムの構築や、データ解析の迅速化・高精度化などのための複合解析技術の高度化など

- 社会実装のための取組：
 - 政府宇宙予算や国土強靱化予算等を活用した衛星観測インフラ整備や自治体等を巻き込んだ利用実証の推進
 - 費用対効果を顕在化するための、衛星の防災利用の社会経済便益の明確化
 - 国による衛星防災観測の司令塔機能構築に向けた働きかけ
- 国際市場獲得のための取組：
 - 国・自治体等と協力して重点的に国内での実証を進めるとともに、我が国の衛星を用いた防災ソリューションをアジア開発銀行、JICA 等や日本防災プラットフォーム等と連携しつつ、新興国等での実証・導入を推進。

3.5. 地球デジタルツイン分野

3.5.1. 背景・動向

デジタルツインは、現実空間で収集したデータを仮想空間上にツイン(双子)のように再現し、仮想空間上でシミュレーションや最適化を行い現実空間へのフィードバックを行えるようにしたものである。近年、製造業や医療分野などでの活用が進み、世界のデジタルツインの市場規模は 2025 年までに約 3 兆円になると予測されている。

地球を対象としたデジタルツイン(=地球デジタルツイン)の動向としては、国連気候計画(WCRP)が Lighthouse activity の一つとして「Digital Earths」を掲げている。また、衛星観測データを活用した地球デジタルツインの取組み例としては、欧州がコペルニクスプログラムと連携した「Destination Earth (Destine E)」を立上げているほか、米国においても「Earth System Digital Twin」の開発が進められている(図 13)。これら取り組みの特徴は、地球のデジタルツイン開発だけでなく、デジタルツインを利用した予測や影響評価等を行う統合的な解析プラットフォームの開発までをスコープとし、気候変動等の地球規模課題や自然災害への対応に対する意思決定に貢献することを目的としていることである。



図 13. 欧米における衛星観測データを活用した地球デジタルツインの取組み事例

日本においては、海洋など個別分野のデジタルツイン構築についての取り組みは始まっているが、大気・海洋・陸域を含む総合的な地球デジタルツインに関しては検討段階である。地球デジタルツイン構築に必要な要素である、衛星観測や地上観測による全球モニタリングデータ、再解析

データ、d4PDF 等の気候予測データセットなどの各種データ、地球システムを表現する各種モデルなど核となる要素は揃っている。また、ローカルスケールのデジタルツインとして、都市の 3 次元地形情報等をもとにした都市デジタルツイン「PLEATEAU」が国土交通省によって主導され構築が進められており、その利活用が進められている。これらの要素を統合し、地球規模からローカルまで時空間スケールをシームレスにつなぐ日本版「地球デジタルツイン」を開発し、我が国における社会課題に対する方策や意思決定に資するプラットフォームとして自立性をもって構築することに対する期待が高まっている。

3.5.2. 将来利用像・課題と対策

地球デジタルツイン分野の 2040 年を見据えた 10 年後の将来利用像として、衛星地球観測及び現場観測等の各種観測データと大気・海洋・陸域モデルを融合した地球デジタルツインを実現し、地球環境モニタリング及び蓄積データならびに将来予測から社会経済活動への意思決定、及び気候変動適応のための方策検討を支援するオールソースのトータルアナリシスツールとして、SX(スペーストランスフォーメーション)のための社会システムの一つとなることを目指すべきである。将来利用像における衛星地球観測のユースケースを図 14 に示す。また、将来利用像の実現に向けて克服すべき技術的課題に対する研究開発項目を以下に示す。

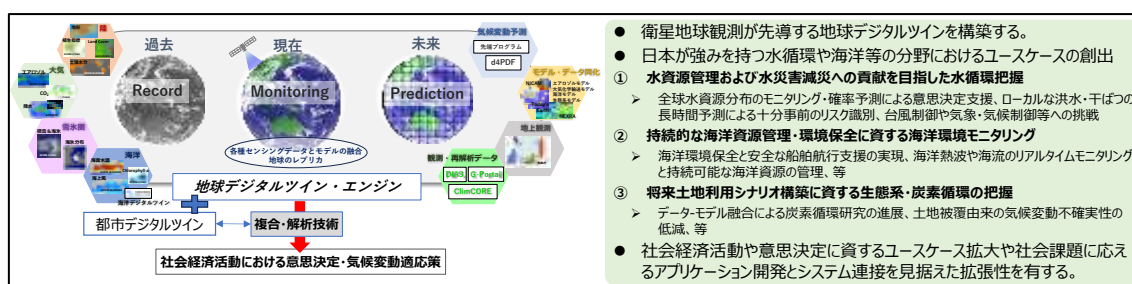


図 14. 地球デジタルツイン分野における衛星地球観測の将来利用像

【技術的課題と推進すべき研究開発】

- 衛星地球観測の高度化
 - 多様なセンシング技術の高度化
- 数値モデル・データ同化
 - 複数データ・情報の統合利用等のためのデータ同化技術、各種モデルの高度化
- モデル接続のためのダウンスケーリング
 - 全球スケールからメソ・局所/都市スケールのシームレス予測評価のためのダウンスケーリング技術
- 高性能計算機
 - 予測シミュレーション環境、AI 開発環境、国内計算リソース最適化
- 新たな価値情報創出に向けた複合・解析技術

- 可視化技術:各種デジタルツインで活用が進むゲームエンジン分野など新たなプレイヤーとの共創
- 自動解析技術:異常兆候やアノマリー自動検知等のアルゴリズム開発
- 解析の迅速性向上:データから情報、情報からインテリジェンスなど、速やかな意思決定に貢献するために必要な機械学習や AI モデルの開発
- 対話型 AI:対話型生成 AI の地球デジタル版

3.5.3. 推進戦略

地球デジタルツイン分野における衛星地球観測利用の推進戦略として、以下の取組方針を掲げ、各種取り組みを推進すべきである。

【取組方針】

- 3.1～3.4 項などの各分野において、共通基盤となる技術要素を地球デジタルツインに含んでいることから、これらユースケースを念頭に置きながら観測技術の高度化、モデル高度化・データ同化、複合・解析技術に取り組む。
 - 我が国が優位性を有する衛星地球観測・高分解能数値モデル・高性能計算機を維持強化し、これらを活かした地球デジタルツインの実現に向けて大学、研究機関等との連携、及び民間等のユーザとの連携も想定した体制を構築する。
 - 地球デジタルツインからの情報を迅速かつ効率的な情報抽出のための AI 等の技術開発を進めるとともに、可視化技術に関する民間等の新たなプレイヤーとの共創により科学と異分野の融合による事業創出を目指す。
- 研究開発・実証機会の強化:
 - 衛星地球観測技術の高度化:継続的なモニタリングに加え、時空間分解能の向上や 3 次元観測を含む多様なセンシング技術を獲得することにより、多様な現象の理解を深めるとともに、陸域や大気の数値モデルの高度化に資する。
 - 数値モデル・データ同化:km オーダ数値モデルにより極端現象の再現と予測能力を向上させるとともに、高解像数値モデルの初期値作成と精度向上に必要なデータ同化技術の高度化を図る。3 次元地形モデルの高度化により、極端現象に伴う被害予測に資する。
 - モデル間接続のためのダウンスケーリング:都市スケールから全球スケールまで社会経済活動の意思決定に資するシームレスな予測評価を行うためのダウンスケーリング手法を開発する。
 - 高性能計算機:データ量の増加、予測シミュレーションの複雑化・高解像化に伴う計算リソースの増大に対応するための計算機環境の拡充が不可欠。AI 開発のための環境整備など、国内計算機リソースの最適化検討も重要。

- 新たな価値情報創出に向けた複合・解析技術:可視化技術や自動解析技術ならびにAI等の地球デジタルツインからの情報抽出に係る技術開発を進める。
- 社会実装のための取組:
 - 各種観測データを AI やモデルと融合し、社会経済活動や気候変動対策等における意思決定や行動判断に必要な価値情報の提供。
 - 産学官やユーザとの継続的対話を踏まえた段階的開発を進め、社会の動向や課題を捉えたモノ作り。
- 国際市場獲得のための取組:
 - 日本が強みを持つ災害対策、水循環や海洋等の分野を念頭に、社会経済活動や意思決定に資するユースケース拡大や社会課題に応えるアプリケーション開発について、国内外のユーザと連携して実証を進め、実用化を推進する。

以上

別添 1: デジタル分野及びグリーン分野における官民投資の拡大

- スマートシティにおける最大予算規模（令和6年度 1267億円要求）の交付金。
- 地方公共団体のデジタル実装を支援する交付金。2022年度（令和4）から開始。以前は、地方創生にかかるかかる各種交付金であった。
- デジタル実装の取組を支援する「**デジタル実装タイプ**」、デジタルの活用などによる観光や農林水産業の振興等の地方創生に資する取組や拠点施設の整備などを支援する「**地方創生推進タイプ**」や「**地方創生拠点整備タイプ**」が設けられている。

令和6年度 デジタル田園都市国家構想・地方創生予算について

令和6年度 デジタル田園都市国家構想・地方創生予算 総額1,267億円
[令和5年度当初予算額 1,035億円]

「当年度の重点課題」は令和5年度デジタル田園都市国家構想実現策（決定）を踏まえ、
① 地方創生の促進等を中心に積極的に推進するデジタル分野
② 地方創生分野を重点的に推進し、経済効果を生み出すこと、高度な能力を有する事業
③ さらに、コロナ明け明け、家庭への一層集中の傾向が再び強まりつつある中、今更以上に若者の地方移住を促す事業を注力し、以下の1〜5に関する予算を重点的に、デジタル実装に重点を置いて地方公共団体の取組に向けて、アワード・先進事例の取組を行う。

1 デジタル田園都市国家構想実現に向け先給付型支援（デジタル田園都市国家構想交付金） 1,200億円（1,000億円）

2 地方における仕事づくりとデジタル人材など人材の育成・確保 620億円（620億円）

3 地方への人の流れの強化 24.8億円（24.8億円）

4 能力強化等づくりの推進 20.4億円（16.8億円）

5 デジタル田園都市国家構想実現のための関係機関や社会実装の推進等 8.0億円（2.8億円）

デジタル田園都市国家構想総合戦略、当面の重点検討課題、令和6年度概算要求の概要などについて
内閣官房デジタル田園都市国家構想実現会議事務局 参考官 小林 剛也

図 1. デジタル分野における政府投資の拡大(スマートシティ)

- 世界では、カーボンニュートラル（CN）目標を表明する国・地域が急増し、そのGDP総計は世界全体の約90%を占める。こうした中、既に欧米をはじめとして、排出削減と経済成長をともに実現するGX（グリーントランスフォーメーション）に向けた大規模な投資競争が激化。⇒ GX投資等によるGXに向けた取組の成否が、企業・国家の競争力に直結する時代に入突。
- 2022年6月、「経済財政運営と改革の基本方針」新しい資本主義のグランドデザイン及び実行計画」閣議決定された。これにより、**官民協調により150兆円の投資**を実現、「成長志向型カーボンライジング」を実行する方向。

【参考】規制・支援一体型促進策の政府支援イメージ

- 各分野が持つ事業リスクや事業環境に応じて、適切な規制・支援を一体的に措置することで、**産業競争力強化・経済成長及び排出削減のいずれの実現にも貢献する民間投資を引き出し、150兆円超の官民投資を目指す。**
- 世界規模のGX投資競争が展開される中、我が国は、**諸外国における投資支援の動向やこれまでの支援の実績なども踏まえ、必要十分な規模・期間の政府支援を行う。**20兆円規模の支援については、今後具体的な事業内容の進捗などを踏まえて必要を見直しを行う。

国	支援期間	政府支援額
EU 2021.1.14 産業投資基金	10年間	約140兆円 [約1.1兆円]
ドイツ 2020.6.2 産業投資基金	2年型を中心	約7兆円 [約500億€]
フランス 2020.9.2 産業投資基金	2年型	約4兆円 [約300億€]
英国 2021.10.14 産業投資基金	8年型	約4兆円 [約250億€]
韓国 2022.5.10 産業投資基金	10年間	約10兆円 [約1,000億\$]

今後10年間の政府支援額 イメージ **約20兆円規模**

今後10年間の官民投資額全体 **150兆円超**

非化石エネルギーの推進 約6～8兆円

需給一体での産業構造転換・抜本的な省エネの推進 約9～12兆円

イメージ

水素・アンモニアの需要拡大支援
再生エネなど新技術の研究開発
など

イメージ

製造業の構造改革・収益性向上を実現する省エネ・脱/燃料転換
抜本的な省エネを実現する
全国規模の国内需要対策
新技術の研究開発
など

再生可能エネルギーの大量導入
原子力（先進国等の研究開発）
水素・アンモニア 等

製造業の省エネ・燃料転換
（併・脱炭素・ゼロエミッション・自動車）
脱炭素目的のデジタル投資
蓄電池産業の確立
船舶・航空機産業の構造転換
次世代自動車
住宅・建築物 等

規制等と一体的に引き出す

GX経済移行債発行に関する 関係府省連絡会議（第1回）資料

GX実現に向けた基本方針（案）について

図 2. グリーン分野における官民投資の拡大

別添 2: カーボンクレジットの概要及び衛星地球観測の利用可能性

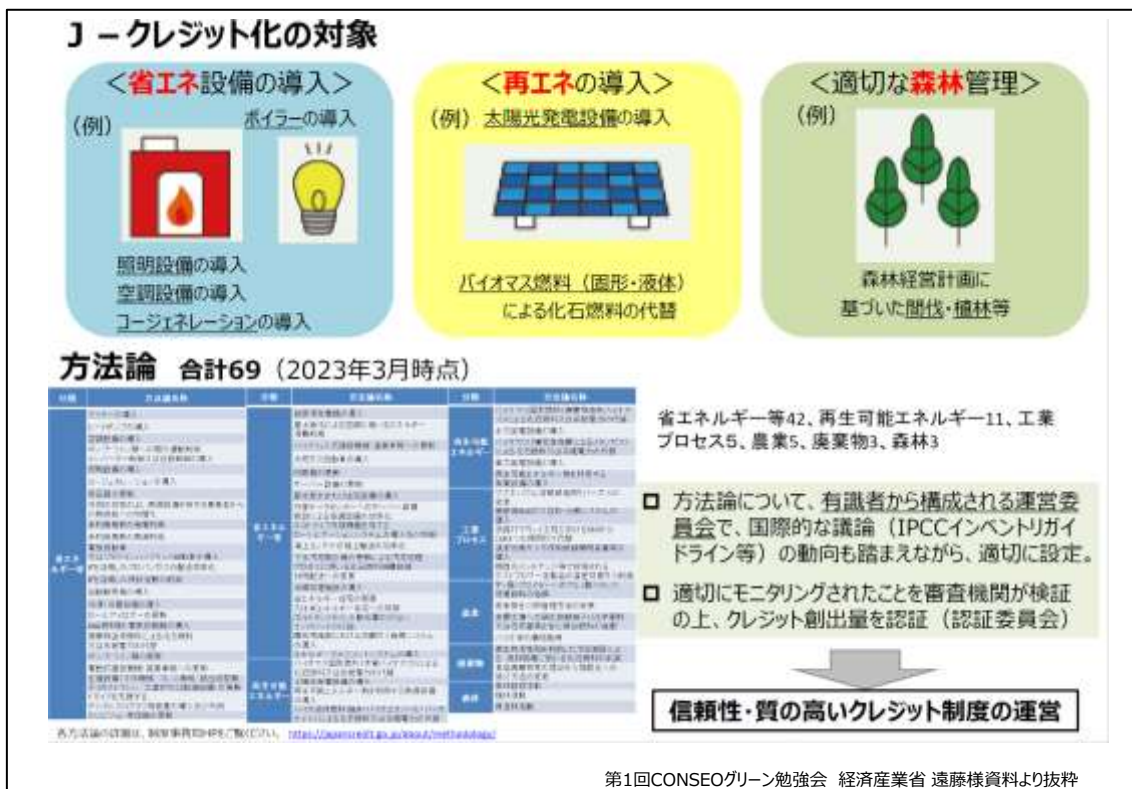


図 3. J-クレジットの概要

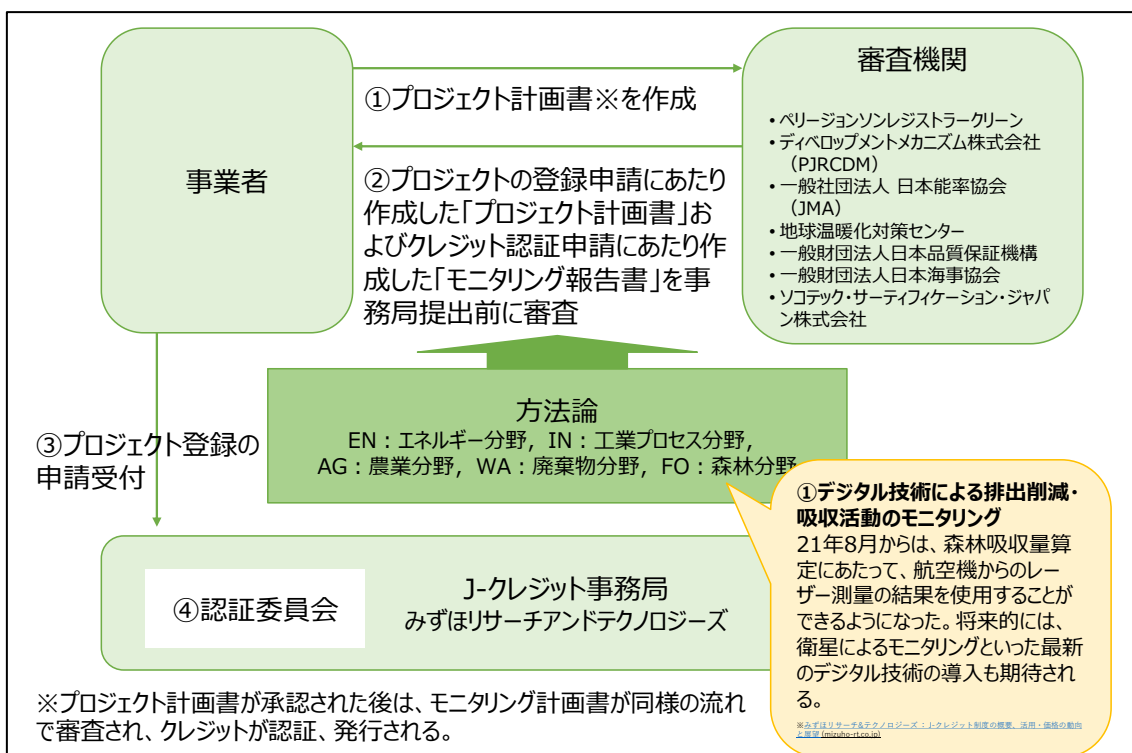


図 4. J-クレジットの発行プロセス

- 現在は、森林施業の実施状況の証明等において衛星画像が活用できるほか、育成林の樹高・樹種の把握において航空レーザ測量データが活用できる状況
- 今後、森林由来J-クレジットの創出拡大に向けては、創出手続き（プロジェクト登録、クレジット認証、事後のモニタリング等）に係るコスト低減に資するようリモセンデータ活用拡大の可能性

現在、リモセンデータ活用が認められている項目

- 森林施業の実施状況の確認（1990年以降～）
- 再造林後のモニタリング（植栽後、数十年にわたり開発・自然攪乱等を受けていないことの確認）
→ドローン等による空中写真、衛星画像
- 育成林の樹高（＝地位）、樹種の把握
→航空レーザ測量データ（ドローン含む）

リモセンデータに係る将来的なニーズ

- 手続きのデジタル化
→リモセンデータを活用して、どの主体がプロジェクト登録・クレジット認証をしても、自動的に、同一の結果になるような環境整備はできないか
→そのためには、衛星データを含むリモセンデータにより、幹材積増加量を高い信頼性・精度で把握することが必要

例*：環境省では、R5年度より、太陽光発電方法論を対象に、IoT機器・ブロックチェーン技術を活用したクレジット認証・発行の簡易化の実証実験を実施。
デジタル技術の活用に関し、将来性のある方法論への対象拡大については、事業者からの提案も踏まえて検討。

*第29回J-クレジット制度運営委員会 資料1より抜粋

第1回CONSEOグリーン勉強会 林野庁 英賀様資料より抜粋

図 5. J-クレジット(森林分野)における衛星地球観測の活用可能性



図 6. 二国間クレジット制度(Joint Crediting Mechanism: JCM)の概要

■ MRV（測定・報告・検証）におけるモニタリング手段として使うのが代表的な使い道と考えられる。

■ JCMにおける検証では、外部の第三者機関による審査を実施⇒MRVに衛星データを使う場合、信頼性、透明性を確保しつつ、外部が検証可能であることが重要。

想定されるプロジェクトの事例：

【画像計測系】

- 森林保全（REDD+）、植林
森林の面積計測による炭素蓄積量の推定
- 水田からのメタン発生抑制
水位制御等によるメタン削減⇒水位の確認

【ガス検知系】

- 老朽化ガスパイプラインからのメタンリーク
リーク箇所の特定、リーク発生有無のモニタリング

衛星画像の取得 → 画像解析 → 地上調査による土地被覆の確認・検証

過去の土地被覆変化の把握

REDD-plus COOKBOOK - How to Measure and Monitor Forest Carbon - (森林総研)
http://redd.jp/ri.afrc.go.jp/pub_db/publications/cookbook_img/cookbook_1a.pdf

第1回CONSEOグリーン勉強会 経産省 塩見様資料より抜粋

図 7. JCM プロジェクトにおける衛星地球観測の活用可能性



図 8. ボランティアクレジット概要

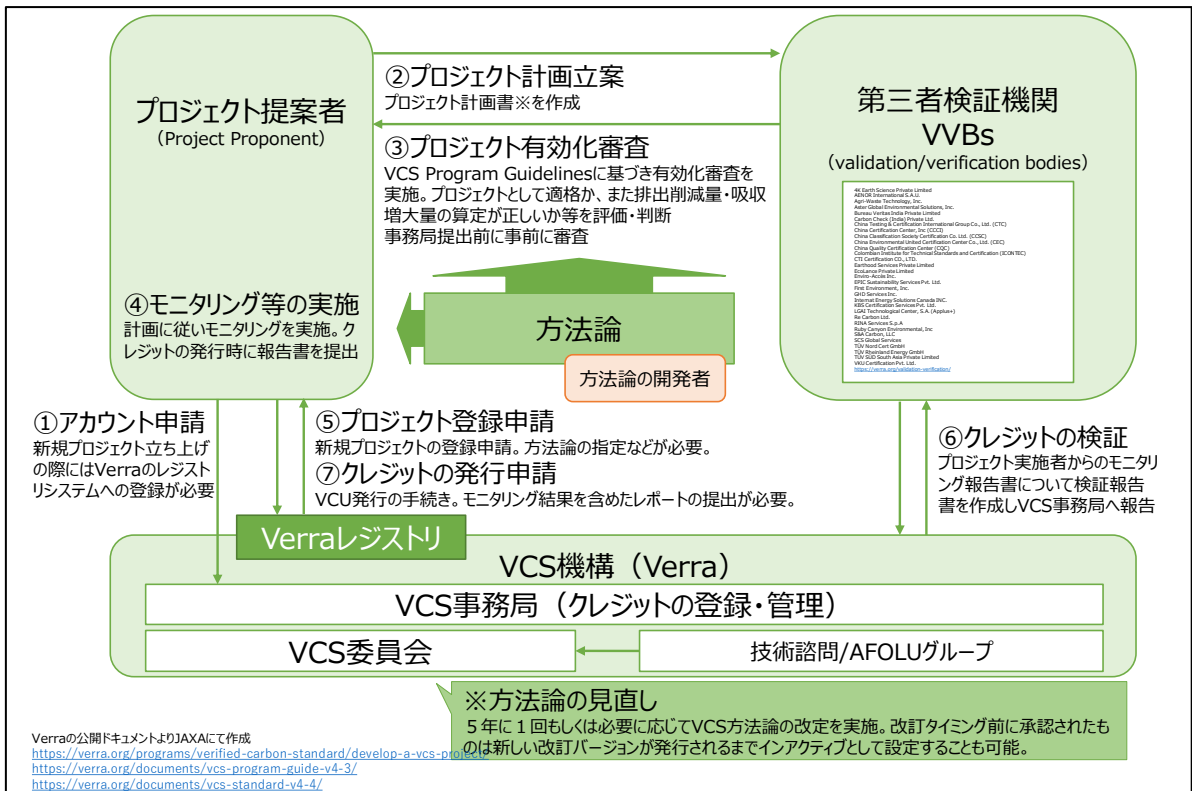


図 9. ボランティアクレジット(VCS)の発行プロセス

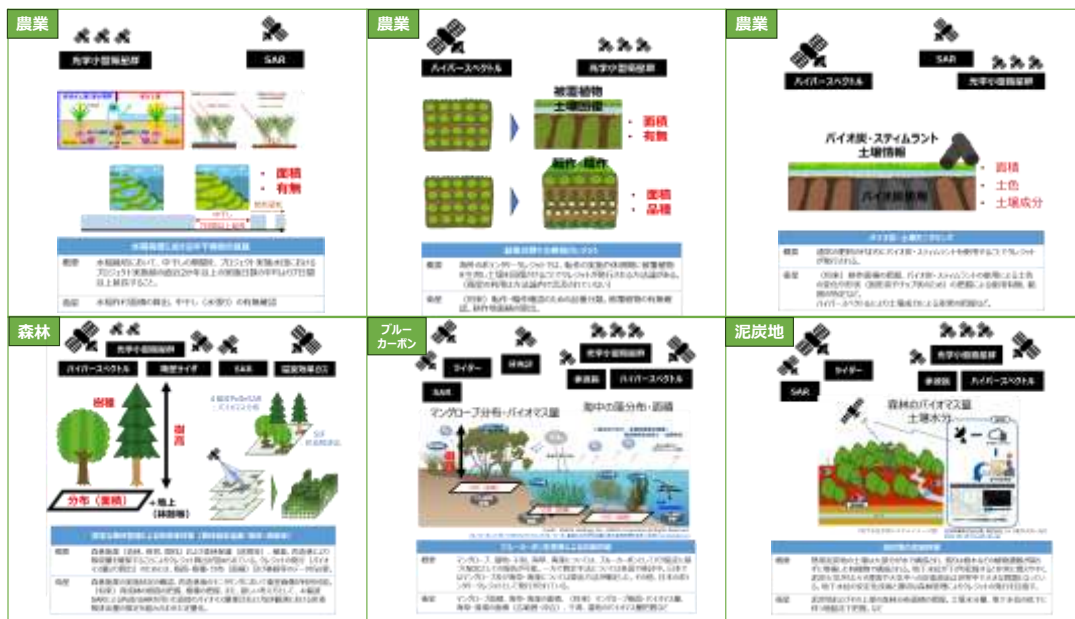


図 10. 衛星地球観測を活用したカーボンクレジット作成手法

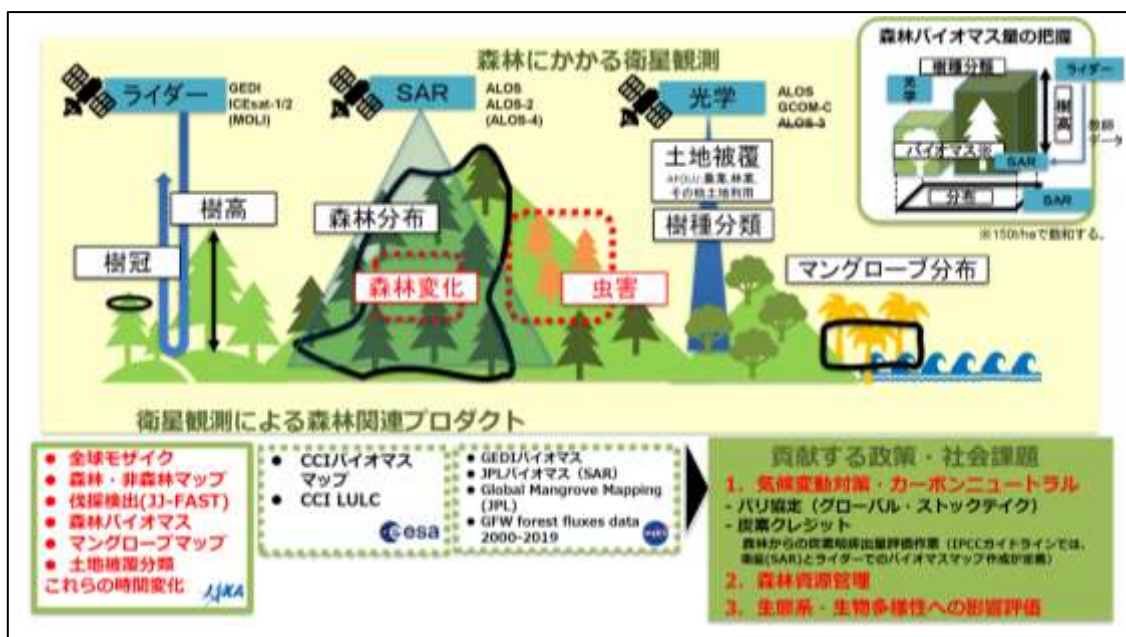


図 11. 衛星地球観測による森林関連プロダクト

別添 3: スマートシティの概要

＜スマートシティの定義＞

－スマートシティは地域や解決すべき課題等によって様々ですが、大きくりに定義するとすれば、

①後述する3つの基本理念、5つの基本原則に基づき【コンセプト】

②ICT等の新技術や官民各種のデータを活用した市民一人一人に寄り添ったサービスの提供や、各種分野におけるマネジメント(計画、整備、管理・運営等)の高度化等により【手段】

③都市や地域が抱える諸課題の解決を行い、また新たな価値を創出し続ける【動作】

④持続可能な都市や地域であり、Society 5.0の先行的な実現の場【状態】

であるといえます。

<p>【3つの基本理念】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 市民(利用者)中心主義 ・ ビジョン・課題フォーカス ・ 分野間・都市間連携の重視 	<p>【5つの基本原則】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 公平性・包摂性の確保 ・ プライバシーの確保 ・ 相互運用性・オープン性・透明性の確保 ・ セキュリティ・レジリエンスの確保 ・ 運営面・資金面での持続性の確保
--	---

スマートシティガイドブック第2版(2023年8月10日公開) - Society 5.0 - 科学技術政策 - 内閣府(cao.go.jp)

＜スマートシティの効果＞

－スマートシティは、市民一人一人に寄り添ったサービスの提供を通じてWell-Beingの向上を図ることが一義的な目的です。その効果は多岐に及びますが、例えば以下のような効果が期待されます。

①安全で質の高い市民生活・都市活動の実現【社会】

- 行政手続き、購買、移動、医療、健康、観光などあらゆる都市サービスが効率化されるとともに個々人の属性や嗜好に対応したものとなることで、全ての市民が等しく便利で豊かな生活を享受できる、社会的包摂(インクルージョン)を実現する効果
- 災害発生時、感染症拡大時などの非常事態においてもデータに基づく即応的な対応が講じられたり、新しい日常におけるリモート・リアルの新しい暮らし・働き場が提供されたりするなど、安全、安心な生活を享受できる効果 等

②持続的かつ創造的な都市経営・都市経済の実現【経済】

- 各種データや新技術を駆使した様々な市民、事業者向けサービスが続々と創出される環境が生まれ、地域経済が活性化する効果
- 安全、便利で快適な街なか等を市民や来街者が行き交い、消費やサービスの購入等により地域経済が循環するとともに、交流を通じて様々なイノベーションが生まれる効果
- 企業や行政におけるシステムの効率化等が図られ、生産性の向上につながる効果 等

③環境負荷の低い都市・地域の実現【環境】

- 業務活動、日常生活や移動行動などあらゆる場面で、現実のヒトやモノの動きに対応した形でエネルギー・資源利用が最適化され、脱炭素社会の実現につながる効果 等

－昨今、「誰一人取り残さない」SDGsの実現が大きな社会的テーマとなっており、上述のような様々な効果が期待されるスマートシティは、SDGsの実現においても、デジタル田園都市国家構想の実現においても、主要な政策ツールとしての役割が期待されています。

1

図 12. 内閣府スマートシティガイドブックにおけるスマートシティの定義と効果

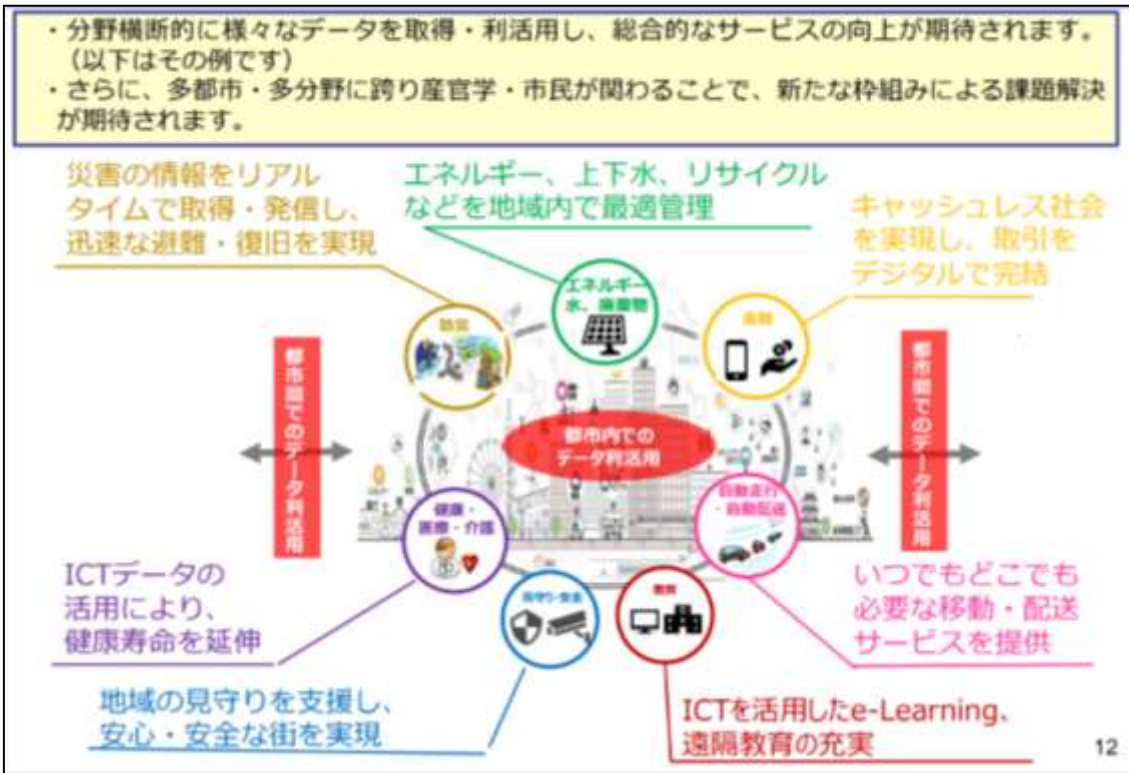


図 13. 内閣府スマートシティガイドブックにおけるスマートシティの便益

別添 4: 海洋状況把握(MDA)の船舶検知で用いられる電波・光学センサ



図 14. 船舶検知で用いられる電波センサ

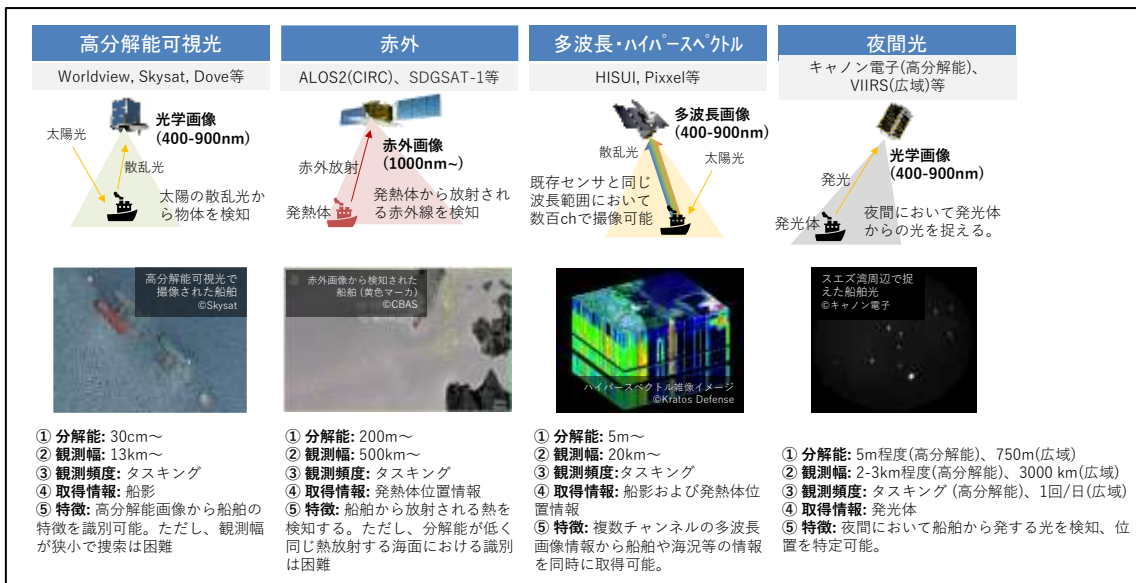


図 15. 船舶検知で用いられる光学センサ

別添 5: 防災 DX 分野(被災状況把握)の将来像・ニーズ



図 16. 2022 年度 CONSEO 光学・SAR WG で議論された災害対応ニーズ

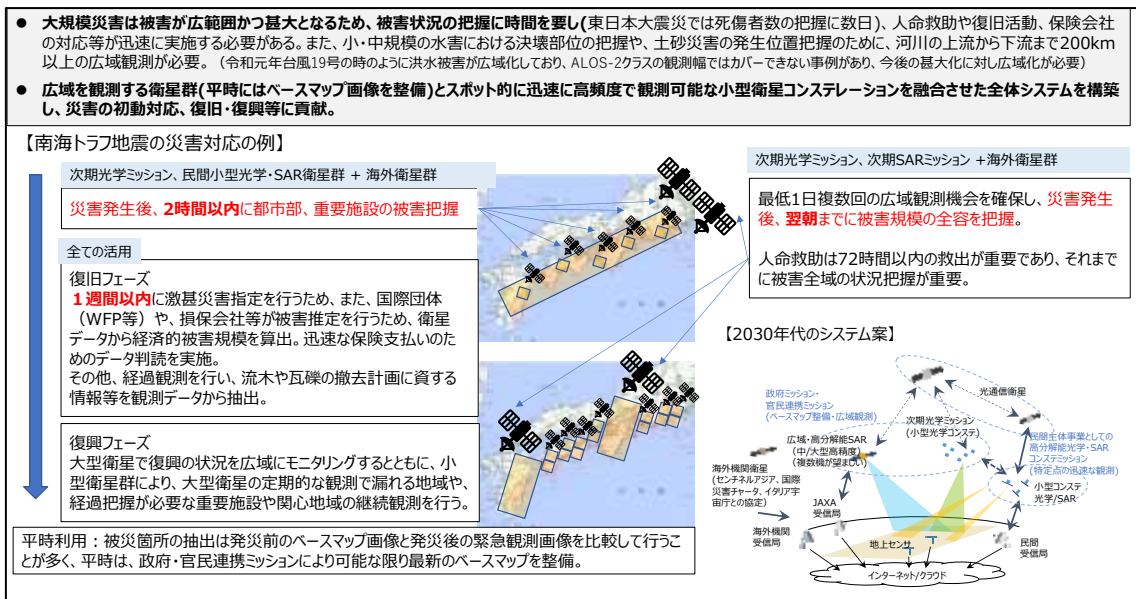


図 17. 2022 年度 CONSEO 光学・SAR WG で議論された防災 DX 分野のユースケース案