

衛星地球観測コンソーシアム(CONSEO)による 宇宙技術戦略へのインプットについて

- 提言 衛星地球観測の全体戦略に関する考え方（別添）
- 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（案）について（本紙P13以降）

2024年1月10日

衛星地球観測コンソーシアム（CONSEO）

（事務局 宇宙航空研究開発機構 第一宇宙技術部門）

JAXA第一宇宙技術部門 地球観測統括 平林毅

産学官が集まり、衛星地球観測分野の総合的な戦略提言をまとめる。

MISSION

産学官が集い、

- ①衛星地球観測の戦略について幅広く議論し、国へ提言する。
- ②衛星地球観測の成果を社会に還元し、産学官のエコシステム※を形成し、連携を推進する。
- ③衛星地球観測を推進する機運を醸成するため、その価値を広く社会に発信する。

※衛星地球観測に関わる環境とステークホルダーとのつながり

【設立】2022年9月

【会長】角南篤（笹川平和財団理事長）

【副会長】北野宏明（ソニーグループ株式会社 執行役 専務 兼CTO）

高薮縁（東京大学大気海洋研究所 副所長 教授）

中須賀真一（東京大学大学院工学系研究科 教授）

【会員数】法人・団体228団体、有識者41名、オブザーバー省庁15団体
（2024年1月10日時点）

【事務局】JAXA(宇宙航空研究開発機構) 衛星利用運用センター

幹事会（五十音順）

安宅 和人（慶應義塾大学 環境情報学部教授）

石田真康（A.T. カーニー株式会社 ディレクター／一般社団法人 SPACETIDE 代表理事兼CEO）

糸野和孝（三菱電機株式会社 宇宙システム事業部 宇宙システム開発センター 副センター長）

見學信一郎（スパークス・イノベーション・フォー・フューチャー株式会社（宇宙フロンティアファンド）代表取締役社長（ファンドマネージャー））

白坂成功（慶應義塾大学大学院 システムデザイン・マネジメント研究科 教授）

竹内渉（東京大学生産技術研究所 教授）

谷本由香（Forbes JAPAN 執行役員 Web編集長）

土井沙織（株式会社QPS研究所 執行役員 事業戦略部長）

中村純一（MS&ADインターリスク総研株式会社 常務取締役）

中村友哉（株式会社アクセルスペース 代表取締役CEO）

早坂忠裕（東北大学大学院理学研究科 教授）

平尾健（佐賀県政策部 部長）

平林毅（JAXA地球観測統括）

松藤浩一郎（Space Compass株式会社 Co-CEO）

松本紋子（ANAホールディングス株式会社 グループ経営戦略室 事業管理部 宇宙事業チーム マネジャー）

馬奈木俊介（九州大学 主幹教授）

柳原尚史（株式会社Ridge-i 代表取締役社長）

山崎秀人（さくらインターネット株式会社 執行役員）

吉田純（日本電気株式会社 宇宙システム統括部 プロフェッショナル）

六川修一（防災科学技術研究所 国家レジリエンス研究推進センター 研究統括）

- 2022年9月、衛星地球観測コンソーシアム(CONSEO)を設立。(設立時：法人団体会員107団体、会長/角南笹川平和財団理事長、事務局JAXA)
- 2023年3月、CONSEO第3回総会において、4つの専門会合（社会実装分科会/白坂主査、光学・SAR観測WG/中須賀主査、産業競争戦略WG/石田主査、共生分科会/早坂主査）、会員コメント等によりまとめた「提言 衛星地球観測の全体戦略に関する考え方」が合意された。なお、H3打上げ失敗によるALOS-3喪失を受けて、次期光学衛星の検討を加速することが追記された。
- 同年4月、「提言 衛星地球観測の全体戦略に関する考え方」について文部科学省宇宙開発利用部会にて報告を行った。
- 同年4～6月、CONSEO光学・SAR観測ワーキンググループにて事業者等から成る検討グループが複数構成され、具体的な検討作業を早急に行った。その結果をふまえ、文部科学省とJAXAにより「次期光学ミッションの方向性について」がとりまとめられ、宇宙開発利用部会、および内閣府衛星開発実証小委員会で報告された。
- 同年4～12月、衛星利用分科会および共生分科会、CONSEO連携タスクフォース等を通じて、デジタルやグリーン分野における①社会実装像(活用システムと利用像)と②実現に向けた課題と対策案について議論を行ってきた。「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利用推進戦略に関する考え方」を3月のCONSEO総会で議論、まとめる予定。

■ 会議体

衛星地球観測の戦略等の議論のための会議体

幹事会

光学・SAR
観測WG

衛星地球観測
利用分科会

科学と環境共生
分科会

■ CONSEO連携タスクフォース

衛星地球観測の開発利用促進のための産学官連携活動

勉強会

地球デジタルツイン

グリーン

グローバル検討

アカデミー検討

マッチング

■ アウトリーチ活動

衛星地球観測の価値を広く社会に発信。事務局が支援し定期的、継続的に行う活動。

コミュニティ

CONSEOシンポジウム

CONSEOステージ

榎太ーアンバサダー企画
“ワクワクスクール/トーク”
動画制作・配信

ワクワクコラム

- 第4回総会 提言の深堀検討、議論
24年度の活動案提示

【目標】

衛星地球観測を活用した多様な情報・ソリューションによる「より良い未来」として、**“見通せる社会”の実現を目指す**
“Envision the future”

自然・社会経済などの
将来を見通せる社会

予測しにくい変化を
迅速に見渡せる社会

AIやロボットが周囲を見通し、
自動で活動できる社会

新たな価値を
可視化する社会

2040年に我が国の**衛星地球観測産業 2兆円規模を目指す**

2030年

3600億円規模



2040年

2兆円規模

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

目標達成のためには、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が不可欠。**

【推進戦略】

(1) 民間主体の衛星開発利用

コンステ事業、データ利用事業などの競争力強化、特に**グローバル市場獲得のための取組**を強化。

(2) 産学官連携で創出する新種の事業

デジタル・グリーン分野と融合した新規事業などの創出に向けた**取組**を強化。

(3) 政府主体の衛星開発利用

日本が強いニーズや強みを有する分野や国内外の大きな民需が期待できる分野において、**差別化した研究開発・利用拡大の強化**に重点的に取組む。

政府において、衛星地球観測分野の全体戦略を策定し、
様々な取組を戦略的かつ統合的に推進するための**「戦略的な衛星地球観測プログラム」**
を立ち上げ、産学官連携に基づき、様々な取組をスピード感を持って推進。

我が国の重点課題である**安全保障・経済安全保障、防災・国土強靱化**、人類の喫緊の課題である**「気候危機」への対応**や、**DX・GXなどを支える基盤として成長産業の創出に貢献**するための**産学官連携に基づく戦略的な衛星地球観測プログラム**

【スローガン】
Envision the future

目標：衛星地球観測を活用した多様な情報・ソリューションによる「より良い未来」として、“見通せる社会”を実現し、“課題発見”から“課題解決”、“現状分析”から“将来予測”、“部分最適”から“全体最適”へと社会経済のシフトチェンジに貢献。2040年に我が国の衛星地球観測産業 2兆円規模を目指す。

自然社会経済などの将来を見通せる社会
「高精度な予測」により、
・気候変動対策などの政策判断や、農産物・エネルギー等の社会経済活動の最適化に貢献

予測しにくい変化を迅速に見渡せる社会
「継続監視や迅速な変化把握」により、
・災害、安全保障、地球環境、経済活動等の予測しにくい変化を迅速に把握し対応

AIやロボットが周囲を見通し、自動で活動できる社会
衛星による「デジタル化・AI化」により、
・農林水産業等におけるベテランの経験等の可視化や、航路最適化等、各種産業のDXに貢献

新たな価値を可視化する社会
「カーボンクレジット等の可視化」により、
・新たな仕組みに基づく社会経済活動を実現し、カーボンニュートラルや持続的な社会の実現に貢献

取組：デジタル・グリーン等の成長分野等と融合した新規ソリューションの創出により産業競争力を強化、“見通せる社会”に向けた社会実装を推進

“見通せる社会”の実現に向けた研究開発、社会実装、産業競争力の強化等に関する取組を戦略的かつ統合的に推進し、**産学官の持続的なエコシステムを構築**。安全保障や災害監視等に不可欠な**広域・高精度観測、高分解高頻度観測、地球・都市デジタルツインの基盤となる4次元ビッグデータの取得などに必要な実用的観測インフラを構築**し、気候変動への対策や気象災害対策のための**高精度観測・予測モデル、スマートシティ・DX・デジタルツイン・メタバースや、環境・エネルギー・グリーン・ESG等の成長分野と融合した多様なソリューション**を創出し、社会実装やグローバル展開を推進するとともに、それらを支える科学技術・産業基盤を強化。

実用的な衛星観測インフラ構築の取組

- ・継続性を確保した、複数機による実用的な政府観測ミッションの推進
- ・官民連携や国際連携に基づく観測網の構築
- ・民間衛星のアンカーテナントの強化によるデータ基盤の強化
- ・非宇宙分野のデータと融合可能なデータプラットフォームの強化

新規参入促進・新規ソリューション創出の取組

- ・非宇宙分野との連携による、複数の衛星やIoTなどの地上センサ・モデル等の融合による新規ソリューション、高精度な予測モデル、地球・都市デジタルツインなどに必要な技術の研究開発、利用実証(PoC)、新規参入促進のための取組など

社会実装・グローバル展開促進の取組

- ・生み出したソリューションの社会実装フェーズの支援(ポストPoC)
- ・公的ユーザのマニュアル等における衛星利用記載に向けた取組
- ・優先分野におけるグローバル利用実証・実装等の支援

科学技術・産業基盤の強化に向けた取組

- ・日本の強みを強化する**衛星の開発・実証**による観測技術の高度化(2次元→**4次元情報(3次元+時間変化)へ**)
- ・継続的かつ発展的な**全球高精度観測**によるデータの蓄積
- ・官民連携による**挑戦的な新規技術の研究開発**
- ・調達プロセス改善、**低コスト・短納期化、フロントローディングの強化等**

- ・モデル・解析技術の高度化・予測精度の向上(**観測から予測へ**)
- ・地球や都市の**デジタルツイン構築のための研究開発**
- ・AIなど新規技術・非宇宙技術や地上データ・ドローン・航空機データ等との融合
- ・科学的知見獲得のための**地球科学研究等の強化と実用化への橋渡し**
- ・社会実装のための研究開発に加えて、**イノベーション創出のための研究開発を強化**。

衛星地球観測に関する取組には、以下の性質の異なる3つの領域が存在することを認識し、それぞれに適切な競争戦略を設定し、我が国の衛星地球観測の国際競争力の強化・利用拡大に関する取組を推進。

(1)民間主体の衛星開発利用 (光学・SARの小型コンステレーション事業、データ利用事業など)

Business domain

- 国際競争が激化する**光学・SARコンステ事業**における差別化。**非宇宙分野との連携等**による、欧米も課題を有する**民生利用分野での競争力の獲得**。
- 安保分野を中心とした国内官需獲得に加え、**成長に不可欠なグローバル市場の獲得のための**、技術開発、グローバル事業展開支援等を強化。
- 差別化したサービス実現のため、**政府衛星との連携(基準衛星の活用による精度向上や、スマートタスキングなどの衛星間連携など)**を強化する研究開発を促進。
- (3)“政府主体の衛星開発利用”と連動し、同様の社会課題を有する**アジア太平洋地域**を中心とした**グローバル市場の獲得**を目指す。

(2)産学官連携で創出する新種の事業 (デジタル・グリーン分野と融合した新規事業など)

New game domain

- 産学官連携により**成長が期待されるデジタル・グリーン分野における衛星地球観測利用を世界に先駆けて推進し、産業規模の大幅な拡大を目指す**。
*この領域は欧米も成果を出せておらず、**日本が先行して取り組むことで中長期的に優位性を保てるようになる可能性**がある。
- 産学官の対話により、新規案件(IoTと衛星観測を組み合わせたソリューション・センシングネットワーク、次世代光学センサを用いた高精度3次元地形情報取得技術、航空機のGHG排出削減につながる革新的センサなどを活用した事業など)を数多く創り出すための産学官の共創プロセスを強化
- 政府の技術開発により民間の競争力を強化、民間出資を伴う官民共同開発実証ミッションにより、政府負担を低減しつつ産学官の利用拡大。

(3)政府主体の衛星開発利用 (技術開発、科学、社会データ基盤提供等を目的に推進する領域)

Government domain

- リソースの大きな欧米と競争するため、**日本が強いニーズを有する分野や、強みを有する分野において、差別化した研究開発・利用拡大の強化**に取り組む
 - 日本が大きなニーズを有する分野(防災・国土強靱化、海洋や農林水産業など)や自立性が求められる安全保障・経済安全保障で必要と考えられる観測技術を重点的に高度化、産学官による利用を拡大。
 - 民間のサービス・リソースを活用し、衛星開発利用を効果的・効率的に推進。
 - 気候変動や科学など、国際協力が進む領域においては、日本が強みを持つ分野(水循環や温室効果ガス吸収源・排出源監視)などや技術(レーダ、マイクロ波放射計など)を重点的に高度化。
 - **継続的にデータ提供することを対外的に示すことで、欧米にとっても不可欠なインフラとして定着させ、外交ツールとして活用。**

2023年度の主な活動概要

2023年度の活動

2022年度の活動成果

「提言 衛星地球観測の全体戦略に関する考え方」



2. 目指すべき将来像：2040年頃の衛星地球観測の全体像

地球・国家規模の課題対応に不可欠なツールとなっている

【我が国の課題への対応】

安全保障 戦略的・戦術的インテリジェンス、認知領域を含めた情報戦への対応、AI化した装備品の活用など	経済安全保障 食料安全保障、公衆衛生、資源エネルギー確保、経済動向把握のための広義のインテリジェンスなど	農林水産業 農林水産業の自動化・DXや資源持続的な管理漁業、違法漁業の監視など
防災減災 被災状況の迅速な把握など自動化する災害対応や高精度な災害予測の実現など	国土強靱化 インフラの継続的・効率的な監視、国土のデジタルツイン、土木・建築DXなど	海洋 海洋環境・資源・エネルギーの監視・予測、海洋のデジタルツイン、自動船舶航行など自律的な海洋活動など

【地球規模の危機への対応】

気候危機への対策

- カーボンニュートラルのためのGHG吸排出(含森林)把握や高精度な気候変動予測
- ESG関連取組やカーボンクレジット制度の推進
- 水循環変動の監視・予測と適応策

(国際協力)
日米欧三極のパートナーシップが強化され、気候危機対策の国際的取組を日米欧三極の一極として主導

産学官連携により、自立的かつ競争力のある衛星地球観測基盤が構築されている

- 国際連携・官民連携により中・大型や小型コンスタなど多数の衛星を融合させた観測インフラ
- 多様な観測項目について、4次元情報(3次元+時間変化)を迅速に把握・定期観測
- 継続的かつ発展的な高精度観測
- 持続的な産業基盤、競争力のある技術基盤
- 衛星測位・衛星通信と融合したソリューション

- 地球や都市のデジタルツインが構築されている
- 地上カメラ、車載カメラ、IoTセンサ、ドローン、航空機/ UAV等、様々なセンシングデータやセンサ以外のデータと融合し、AIの学習やモデルのための基盤的データが蓄積されている
- 研究開発成果、科学的知見が実利用の価値創出につながっている

成長産業と融合し、衛星観測産業が持続的に拡大

【成長が期待される分野との融合】

AIによるDXやGX等により成長する産業との融合

輸送、建築・土木、金融・保険、物流、農林水産業、エンターテインメントなどの様々な産業分野において、AIの活用によるDXやESGに関する取組が一般的になっており、衛星観測を用いたサービスが基盤の一部として国内外の市場において大きな経済価値を創出している

デジタル・AI分野

衛星観測による地球、都市のデジタルツインや高精度観測データが、AIの学習や運用の基盤として活用され、各産業のDXにおいて、不可欠な基盤として活用されている

グリーン分野

カーボンクレジットや航路の最適化など、カーボンニュートラルを実現するためのソリューションや仕組みの不可欠な基盤として活用されている

利用拡大を支える

競争力のある衛星機器産業

自動車、家電などの小型・高性能なモブクリの強みを活かし、コンステレーション等の衛星システム・コンポーネント等の販売において競争力を獲得し、大きな世界的シェアを獲得している

(国際展開)
日本発の各分野のソリューションが、アジア太平洋地域を中心に、グローバルに活用され、大きな経済価値を創出している

我が国の衛星地球観測産業 2兆円規模実現

他産業にも大きな経済波及効果を与えている

追加

15

衛星地球観測利用分科会

- 4つのテーマに関し、以下の項目等についてディスカッション
 - ① 社会実装像(活用システムと利用像)
 - ② 実現に向けた課題と対策案

カーボンクレジット

スマートシティ

防災DX

海洋DX

科学と環境共生分科会

- 1つのテーマに関し、以下の項目等についてディスカッション
 - ① 社会実装像(活用システムと利用像)
 - ② 実現に向けた課題と対策案

地球デジタルツイン

【CONSEO連携タスクフォース】

グリーン勉強会
(クレジット、再エネ)

グローバル
検討会合
(タイ、インドネシア)

地球デジタルツイン
勉強会

アカデミー
検討会合

昨年度の提言において具体的な検討が不十分だった、デジタル分野・グリーン分野における衛星地球観測の推進戦略の掘り下げ検討を行い、今年度のCONSEOとしての政府に対する提言として取りまとめる。

デジタル
分野

グリーン
分野

デジタル分野 x 衛星地球観測

各分野のDXにおける利用可能性

- 農林水産業、鉱業、建築・土木、再エネ、インフラ管理、運輸、保険・金融、不動産、広告、エンタメ、行政(防災、スマートシティ、国土管理、海洋状況把握等)等

グリーン分野 x 衛星地球観測

各分野のGXにおける利用可能性

- 再エネ(太陽光、洋上風力)、乗り物効率化(自動車、船舶、航空機等)、農林水産業、TCFD・TNFD、カーボクレジット、スマートシティ、GHG吸排出監視、気候変動モデル等

「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等を踏まえ、以下の5つの分野を識別し、推進戦略の深掘り検討を実施。

カーボクレジット

2050年に数百兆円規模の成長市場。衛星データの信頼性・透明性に期待。

スマートシティ

2030年に数百兆円の成長市場。3次元地形情報、SAR観測、水資源観測など我が国が強み。

海洋DX

海洋の衛星観測は優位性があり、海洋政策上の重要性や自動航行等に向けた民生ニーズも高い。

防災DX

南海トラフ地震等や多発する風水害等への備えの重要性。SAR観測・解析技術に我が国が強み。

地球デジタルツイン

2025年にデジタルツイン市場は3兆円に。GXに不可欠な基盤であり、今後大きな成長が期待されている。

各分野について、①背景・動向、②将来利用像、③課題と対策案、④推進戦略について検討を実施。

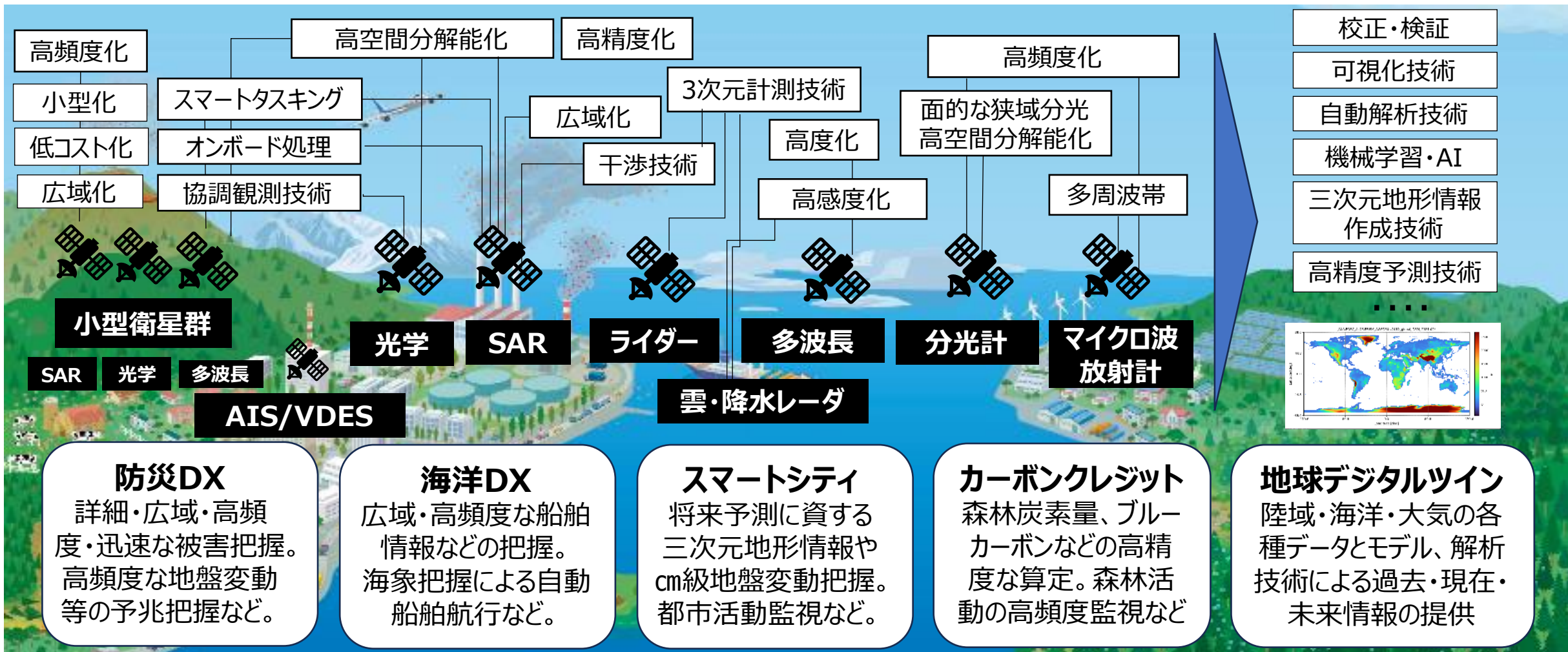
「見通せる社会」の実現、及び、衛星地球観測産業2兆円の実現を目指すため、以下に示す研究開発を推進すべき。

時間情報の拡張

空間情報の拡張

波長・周波数情報の拡張

トータルアナリシス



※主要な研究開発要素のみ抜粋。その他の要素は各分野の課題と対策を参照

「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すため、以下に示す研究開発を推進すべき。

- 基盤的な観測技術として、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**などが重要である。加えて、各分野で必要となる**主要な観測技術や解析技術**は以下の通り。
- **カーボンクレジット**：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を高度化(高精度化、広域化、高頻度化など)。さらに、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・解析技術を高度化など。
- **スマートシティ**：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。**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。
- **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。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。
- **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。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。
- **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を獲得することにより、陸域、大気、海洋の数値モデルの高度化に資する。**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により新たな価値情報創出も進める。

「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すため、以下に示す取組を推進すべき。

社会実装のための取組

- **カーボンプレジット**：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、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て取り組む。
- **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、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を推進。
- **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、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を目指す。

国際市場獲得のための取組

- **カーボンプレジット**：グローバルな認証機関に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によるグローバル市場の獲得を目指す。
- **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、重点的に国内での実証を進め、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。
- **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、官民連携での友好国・新興国等への展開に取り組む。

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（案）について

前述のとおり、今年度CONSEOではデジタル分野とグリーン分野について深掘り検討を行っており、下記の点についての現在の検討・議論の状況を次ページ以降に示します。

1. 今後10年の業界が取るべき市場戦略 ➡ 各分野の「**将来利用像**」「**推進戦略**」
2. 必要な研究開発 ➡ 各分野の「**課題と対策案(技術的課題に対する研究開発)**」
3. 技術・産業・人材基盤の維持・発展に係る課題 ➡ 「**人材育成に関する検討**」

なお、本資料「衛星地球観測のデジタル分野及びグリーン分野の推進戦略（案）について」は、CONSEO会員間による議論（総会等）を経てリバイスされる可能性があります。

また、上記1.～3.の内容については、CONSEOで2022度にまとめた「**提言 衛星地球観測の全体戦略に関する考え方**」に、技術基盤や産業基盤の維持・発展に係る課題も含め、より網羅的な検討結果が記載されておりますので、宇宙技術戦略の検討においては、同提言についても参考としていただきますようお願いいたします。

①カーボンクレジット分野における衛星地球観測利用：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%)。

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)

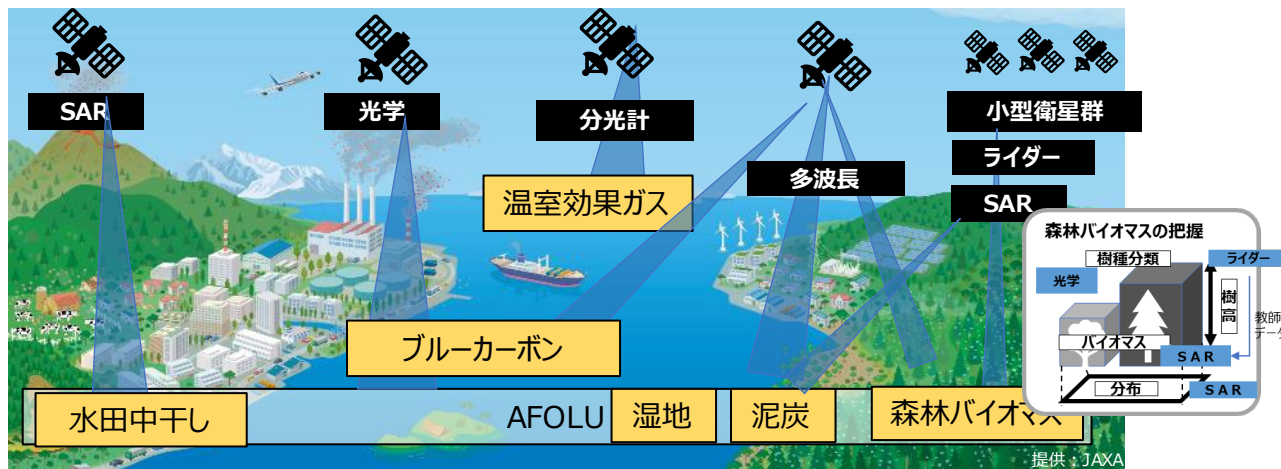
→J-クレジットなど

民間認証クレジット(民間の国際制度)

→VerraのVCSなど

- 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る。
- 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、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ごと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**。

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。



日本が強みを有する衛星地球観測・解析技術を発展させ、国際競争力を有する以下のような自然由来クレジットを実現。

- ① 森林由来クレジット
 - 適切な森林管理による吸収源対策（森林経営活動・植林・再造林）など
- ② 農業由来クレジット
 - 水稻栽培における中干し期間の延長、バイオ炭・スティムラントの利用など
- ③ その他自然保護由来クレジット
 - 湿地・泥炭地の炭素排出量、ブルーカーボンなど
- ④ 炭素吸排出量の直接観測によるクレジット
 - 大気・海洋・土壌中の炭素吸排出量の直接観測など

【課題と対策案】

- 以下の技術的課題に対する研究開発を推進。

- 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・高頻度観測を行うための小型衛星用分光計・多波長センサ・解析技術の高度化

- 以下の非技術的課題に対する対応策を推進。

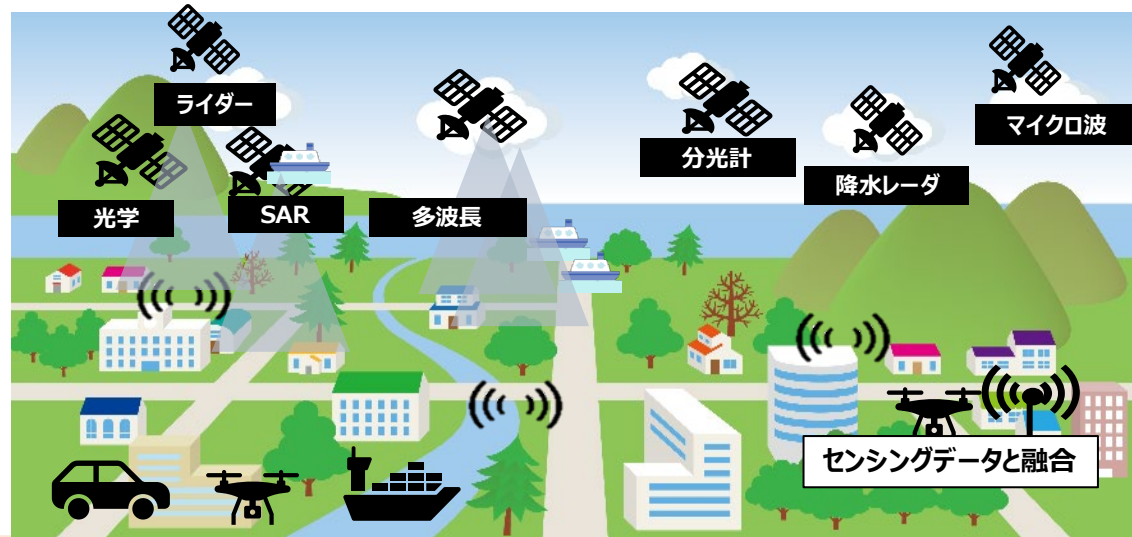
- 左記研究開発により、カーボンクレジット作成のための手法の開発や精度向上を行うとともに、方法論改訂・新設のためのエビデンスを作成できる実証機会を増加。
- 実証結果（論文等）を踏まえ、技術的課題をクリアしたうえで、方法論に衛星データ活用を盛り込むよう、J-クレジット制度事務局や民間認証機関等に働きかける。
- 国際的な標準化の動きへの対応については、国内で自然由来のクレジットに関して動いている商社等と連携し、国際的な打ち込みを行う。
- アジア開発銀行やJICA等と連携し、新興国等におけるカーボンクレジットの開発実証と手法のグローバル展開を狙う。

【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べき。
- **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。

- 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。
- 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
 - 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
- 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。

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。



- ① 都市活動や都市インフラの監視・対応と効率化
 - 防災、農林業、建設・土木、地図作成更新等のDXへの貢献
- ② 都市計画の最適化
 - 土地利用等の把握、各種評価指標による施策の評価
- ③ 都市デジタルツインの構築・更新
 - 自動走行等AI学習空間、各種シミュレーションによる施策検討
- ④ 都市環境の監視、環境価値の可視化
 - 都市部の温室効果ガスの吸排出量推定、自然資本の可視化

【課題と対策案】

● 以下の技術的課題に対する研究開発を推進。

- 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
- 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
- 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

● 以下の非技術的課題に対する対応策を推進。

- 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、衛星地球観測の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。

【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べき。
- **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。

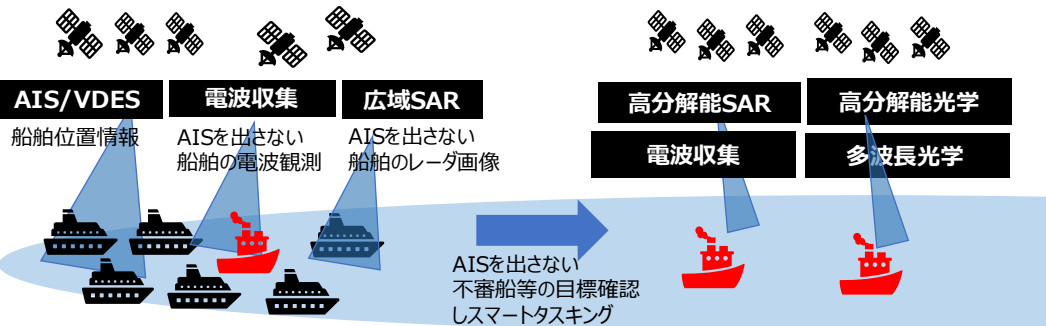
- シーレーンにおける**海賊行為**、外国漁船による**違法操業**、深刻化する**気象災害**など、**海洋における様々な人為的または自然の脅威への対応**は、我が国の**海洋政策・国家安全保障政策等における喫緊の課題**とされており、令和5年4月に策定された**第4期海洋基本計画**においては、**海洋状況把握(MDA)の能力強化**のため、**宇宙技術も含めた既存の調査・観測・監視体制の更なる強化**を推進するとされている。
- また、2040年には内航船の半分を無人化することを目指した取組、再エネの10%を賄うとされる洋上風力発電の推進、水産資源と環境に配慮し適切に管理された持続的な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。
- 欧州でコペルニクス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シリーズで、またノルウェーのAIS、電波収集、SAR等を行うNorSatシリーズでそれぞれ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。

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。

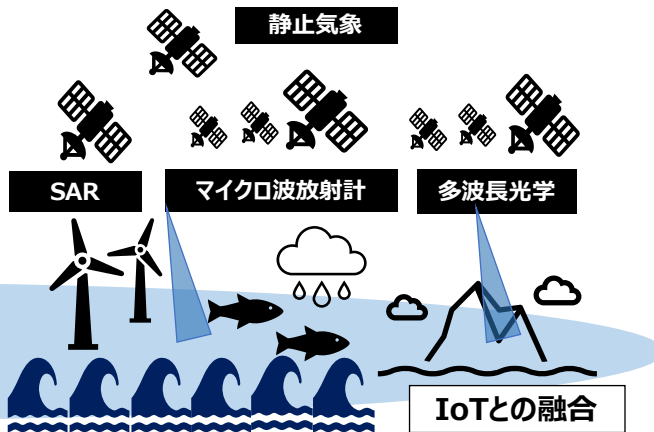
【船舶動向把握】

広域の船舶マッピング・
詳細観測目標確認

多様なセンサでの詳細観測によって
船体など判別 → 船種など識別 → 追跡



【気象・海象観測】



海表面温度、海上風速、波高、海氷、海上気象(水蒸気、雲、降水など)、
オイルスリック、海色(クロロフィル濃度)、沿岸域(藻場、マングローブなど)、海洋プラスチックなどの観測

- ① 準リアルタイムの船舶情報
 - ・航跡データを海上安全保障や法執行に活用
 - ・瀬取り・密輸・違法漁業操業が疑われる船舶の抽出、航路抽出、位置特定
- ② 気象・海況の観測・予測情報
 - ・海面水温データ等を漁場探索等に活用
 - ・下記のような予測モデルのインプットとして活用
 - ➔ 効率かつ安全な航行のための海流や海氷モデル
 - ➔ 線状降水帯予測、台風等の気象予測モデル
 - ➔ 洋上風力発電向けの風況予測モデル

【課題と対策案】

- 以下の技術的課題に対する研究開発を推進。
 - 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
- 以下の非技術的課題に対する対応策を推進。
 - 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。

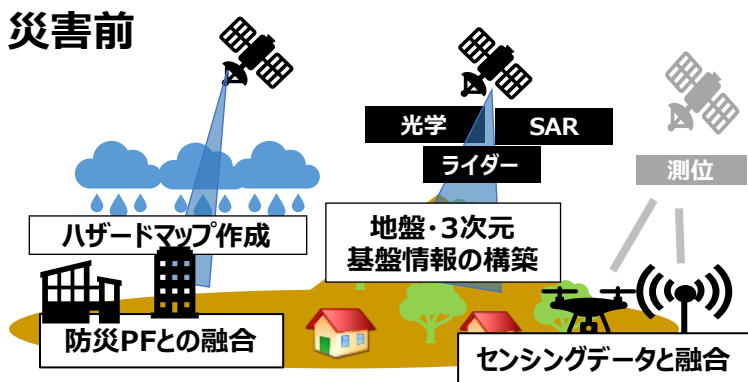
【取組方針】

- 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の実現に向けた取り組みや、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べき。
- **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。

- 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。
- 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。

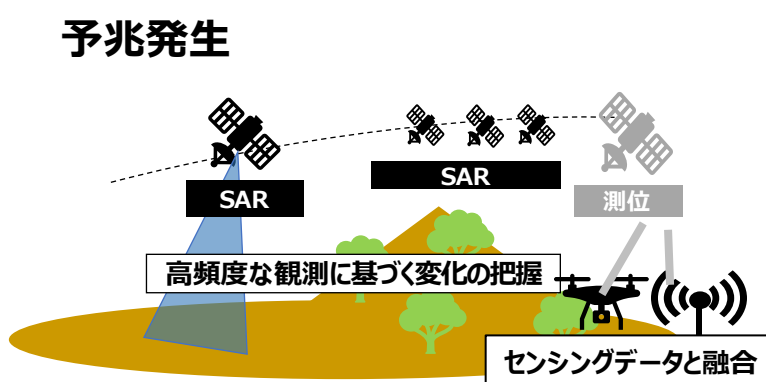
継続的な観測能力と、迅速で多様な情報把握能力を構築し、南海トラフ地震等の激甚災害や頻発化する風水害・火山災害等に対応するための防災DXにおいて不可欠なインフラとなる。

【①基盤の高度化】



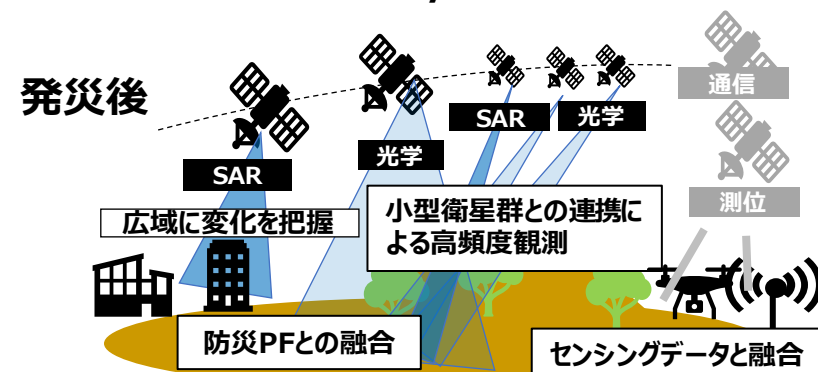
3次元地形モデル等による被災シミュレーション、ハザードマップ(浸水域等)

【②予兆の把握】



地盤変化情報→地滑りや火山災害の予兆把握

【③被災状況把握・復旧/復興への情報提供】



広域の被災状況の迅速な把握、復旧/復興への情報提供

【課題と対策案】

● 以下の技術的課題に対する研究開発を推進。

- 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の高精度3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

● 以下の非技術的課題に対する対応策を推進。

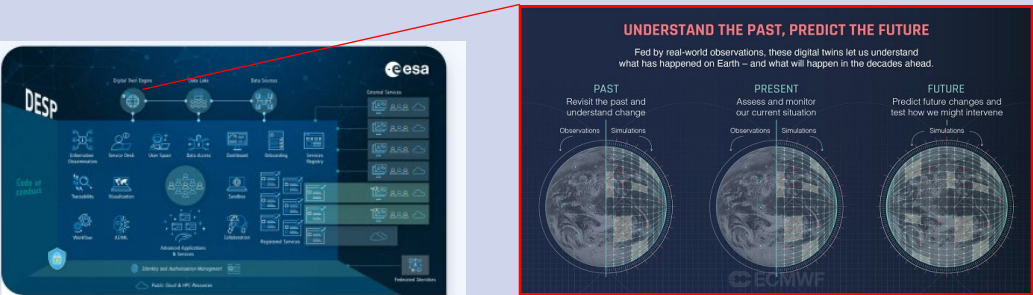

- 官民連携による衛星観測インフラの整備・持続的な利用の実現を目指し、政府宇宙予算や国土強靱化関連予算等を活用したインフラ整備・利用実証に取り組むとともに、衛星の防災利用の社会経済便益の整理を進める。
- 国による衛星防災観測の司令塔機能を構築し、基幹となる政府衛星の継続的な打上げ、災害時における緊急観測実施基準の策定、緊急観測エリア調整ルール策定、緊急観測要請手順の確立、衛星データ調達のための十分かつ安定的な財源確保等を実現するための働きかけを行う。
- 受け皿となりうる「民」主体の体制・システム構築に向けた調整。
- デジタル庁等で検討進められている防災プラットフォームや日本版EEI（災害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

【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べき。
- **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。

⑤地球デジタルツインにおける衛星地球観測利用：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として再現し、仮想空間上での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う。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。^{*1}
- 地球デジタルツインの各国動向としては、欧州の「Destination Earth」、米国の「Earth System Digital Twin」など、地球デジタルツインの開発と地球デジタルツインを利用した分析プラットフォームの検討が進められているところ。

欧州 ^{*2,*3}	米国 ^{*4,*5}
<p>➤ Destination Earth</p> 	<p>➤ Earth System Digital Twin (ESDT)</p> 

^{*2} <https://www.ecmwf.int/en/about/what-we-do/environmental-services-and-future-vision/destination-earth>

^{*3} <https://destination-earth.eu/>

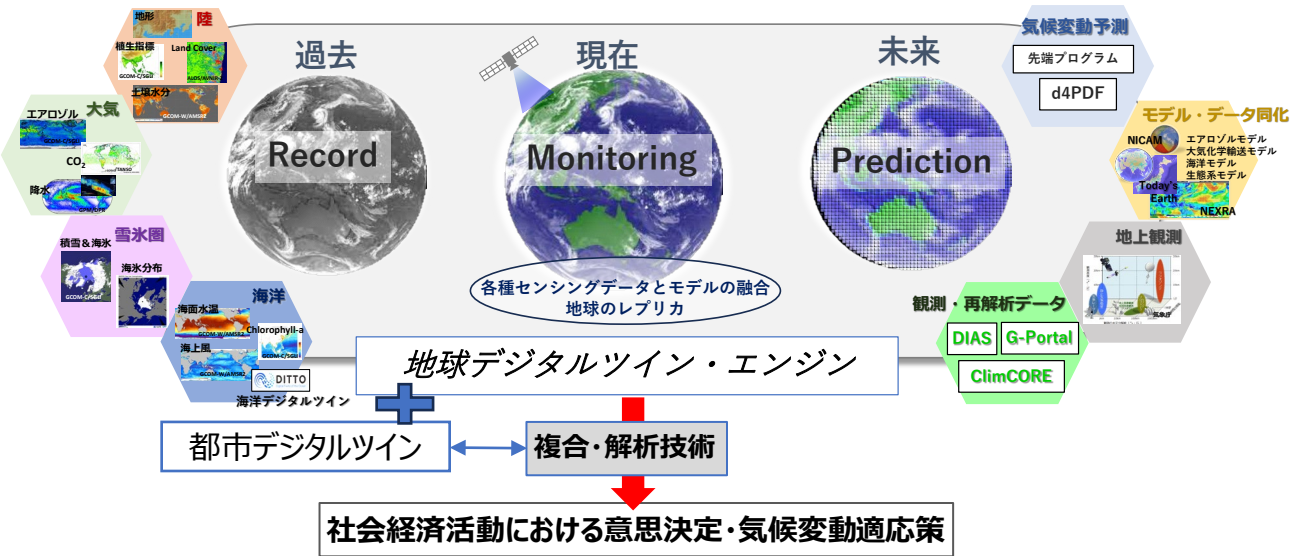
^{*4} <https://esto.nasa.gov/aist/>

^{*5} <https://blogs.nvidia.com/blog/2022/11/17/climate-data-speed/>

- 日本においては、衛星地球観測データとデータ同化による全球モニタリングデータ、再解析データ、気候変動データセットなど、地球デジタルツインの核となる技術は揃っていると同時に、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である PLEATEAUが国土交通省によって進められている。
- これらデータを統合した日本版「地球デジタルツイン」の構築にあたっては、数値モデル開発や地球科学研究の実施機関との連携を強化するとともに、民間等とのユーザとの連携も想定し、実現に向けて具体的検討を進める必要がある。

^{*1} <https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/r05/html/nd247530.html>

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による社会システムの一つとなる。



- 衛星地球観測が先導する地球デジタルツインを構築する。
 - 日本が強みを持つ水循環や海洋等の分野におけるユースケースの創出
- ① **水資源管理および水災害減災への貢献を目指した水循環把握**
 - 全球水資源分布のモニタリング・確率予測による意思決定支援、ローカルな洪水・干ばつの長時間予測による十分事前のリスク識別、台風制御や気象・気候制御等への挑戦
 - ② **持続的な海洋資源管理・環境保全に資する海洋環境モニタリング**
 - 海洋環境保全と安全な船舶航行支援の実現、海洋熱波や海流のリアルタイムモニタリングと持続可能な海洋資源の管理、等
 - ③ **将来土地利用シナリオ構築に資する生態系・炭素循環の把握**
 - データ-モデル融合による炭素循環研究の進展、土地被覆由来の気候変動不確実性の低減、等
- 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とシステム接続を見据えた拡張性を有する。

【今後必要な取組み】

- **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モデルデータ同化にかかる技術、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**：ゲームエンジンなど新たなプレーヤとの共創
- **自動解析技術**：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**：機械学習やAI
- **対話型AI**：対話型AIの地球デジタル版



可視化例① (Cesium利用*1)



可視化例② (NVIDIA Omniverse)

*1 <https://cesium.com/blog/2023/08/17/cesium-supports-nvidias-earth-2-initiative/>

*2 <https://blogs.nvidia.co.jp/2021/11/12/lockheed-martin-wildfires-ai/>

【取組方針】

- ①～④などの各分野、ユースケースにおいて、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、モデル同化、複合・解析技術に取り組む。
 1. 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。
 2. 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ーヤ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。

2022年度の活動成果「提言 衛星地球観測の全体戦略に関する考え方」

【提言⑥人材育成戦略より抜粋】

- 衛星地球観測分野の科学技術・産業基盤の強化や、社会実装、産業競争力の強化に不可欠な以下の人材を育成する。
- 衛星地球観測の基盤を支えるスペシャリスト
 - 衛星システム・センサ等の研究者・エンジニア
 - データ解析・アルゴリズム開発・データ解析・校正検証等のデータ処理・利用の研究者・エキスパート
 - 地球科学等を推進する研究者など
- 社会実装や衛星データ利用に不可欠な非宇宙分野と衛星地球観測をつなぐ人材や、社会実装の推進に不可欠な人材
 - 衛星地球観測分野においてその価値を非宇宙分野に伝えるエバンジェリスト、非宇宙分野において衛星地球観測の導入を推進するエバンジェリスト
 - 非宇宙分野において、衛星地球観測に関する知見を持つ各分野の個別課題・社会実装の専門家
 - 衛星データの利活用について知見を持つデータサイエンティスト
 - 科学技術開発と利用者を繋ぐプロデューサ
 - 各分野のルール形成含め、事業エコシステム全体をデザイン可能なアーキテクト

CONSEOアカデミー検討会合

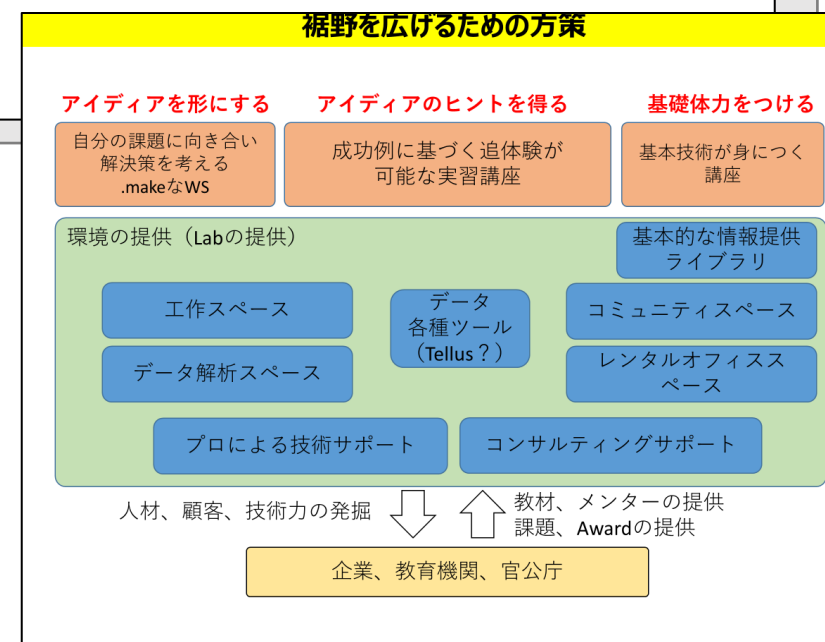
中長期的な戦略的視点での人材育成として、衛星データへの関心喚起から理解を深めるなど初級から上級に至るカリキュラム・講座提供を目指し、具体的な育成事業内容を検討する。

人材育成について二つの方向性に分けて議論

(1) データを使うハードルを下げる、裾野を広げる。

- 普及広報（情報接触機会の増加、魅力の提供）：ネットワーキング、事例集の充実
- 教育・研修メニューの提供：体系的に自習できる技術情報、課題の深掘り等
- 手段の提供（右図参照）：開発環境、技術サポート、コンサルティング等

(2) 先鋭的な人材、専門家の育成（データを汎用的に使える仕組みを作る人、間違いを正せる人）



- CONSEOでは、ミッションとして、「産学官が集い、衛星地球観測の戦略について幅広く議論し、国へ提言する。」ことを目指す。
- これまで、2022年度に「提言 衛星地球観測の全体戦略に関する考え方」をまとめるとともに、2023年度は、ALOS-3喪失を踏まえた次期光学ミッションの検討に当たり、事業意思を有する者等から成る検討グループをCONSEO内に構成して複数案を提案し、その後の政策議論に貢献した。
- また、本年度には「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」をまとめる予定。
- 本年度、SAR衛星の官民連携も含めた戦略等についてもCONSEO内で具体的に深掘り検討を行う予定であり、今後も産学官の衛星地球観測コミュニティとして、様々な立場の会員の意見を集約し、政府の宇宙戦略の立案や推進に貢献したい。
- 政府における宇宙技術戦略の策定やローリングにおいては、CONSEOにおける衛星地球観測の将来利用像や技術課題と研究開発に関する検討結果が貢献できると考えていることから、今後も衛星開発実証小委等でのご報告の機会を頂きたい。