

提言

衛星地球観測の全体戦略に関する考え方

令和5年(2023年)3月23日

衛星地球観測コンソーシアム (CONSEO)



要旨

1. 背景

衛星地球観測は、安全保障、防災・国土強靱化、気候変動監視、地球科学、ビジネス等を含む様々な分野におけるデータ利用を通じた価値や、技術・産業基盤の維持発展、国際協力等のデータ利用以外も含めた価値など、幅広い分野・領域において様々な価値を創出してきた。

安全保障環境の変化、経済安全保障の重要性の高まり、風水害の激甚化やインフラの老朽化、センシングの高度化、AIの活用の促進、各種産業におけるDX化の流れ、ESG/GXに関連した取組の広がりやカーボンプレジット、TCFDなどの新たな仕組みの導入などの社会環境の急速な変化に伴い、衛星地球観測は、国家・地球規模の重要課題の解決のみならず、様々な産業分野の活動に不可欠な基盤情報を提供する、産業的にも発展が期待される成長分野として、その重要性は今後ますます高まっていくと考えられる。

2. 目指すべき将来像

自立的かつ競争力のある衛星地球観測網・データ基盤が構築され、衛星地球観測が、①我が国の課題や地球規模の危機への対応などの公共利用を中心とした領域に不可欠なツールになっているとともに、②成長が期待されているデジタル・AI、グリーン分野等と融合し、民需を中心として衛星観測産業が持続的に拡大し、二つの領域の取組がシナジーを生みながら成長する将来像の実現を目指す。衛星地球観測の強みを活かし、地球規模の課題解決やDX・GXに不可欠な情報を提供し、「見通せる」社会の実現を先導する。衛星地球観測業界としては、官民の投資が、技術の高度化・競争力の強化、利用の拡大や多様な価値の創出及び再投資につながる、地球観測が発展する好循環が実現された持続的なエコシステムの構築を目指す。

3. 実現に向けた課題

我が国の衛星地球観測が直面する課題の中で、衛星地球観測の価値創出を阻害する根源的な課題は、持続的なエコシステムの構築のために必須な、「ビジネス創出」と「社会実装(特に利用省庁による利用拡大)」に苦戦していることである。これらの原因となっている、①新たな利用を創出する上での課題(非宇宙分野を含む新規参入の促進や新規ソリューションの創出における課題)、②生み出した利用例を社会実装する上での課題(ソリューションの社会定着やグローバル展開における課題)、③ニーズに対し衛星観測能力が足りていない課題(観測能力(分解能・頻度・精度等)の不足(技術開発やインフラ構築等)や衛星データ提供の継続性・予見性の不足)、について重点的に対策を進める必要がある。加えて、ビジネス創出、社会実装を支える基盤の観点で、政府の観測衛星の開発利用における継続性が担保されておらず、将来に向けた継続的な技術開発の機会が不足していることから、衛星・センサ開発メーカ、ベンダ等における体制・技術レベルの維持や新規技術開発への挑戦が困難となり、競争力低下や自立的な技術基盤・産業基盤維持に対する懸念が生じており、対策が急務である。

4. 基本方針

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、DX・GX への貢献・成長産業の創出、科学的知見の獲得やイノベーションの創出等に幅広く貢献することを目的として、「見通せる社会」の実現を目指し、衛星地球観測に関する研究開発、社会実装、産業競争力の強化等に関する取組を、産学官連携により戦略的かつ統合的に推進する。

特に、「見通せる社会」の実現に必要な、予測の高度化、高精度な継続監視や迅速な変化把握能力の構築、産業のデジタル化・AI 化による効率化、カーボンクレジットや自然資本等の可視化に関連した以下の取組を重点的に推進する。

- ① 広域・高精度観測、高分解能高頻度観測、地球や都市の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等のために不可欠な、国際競争力のある観測技術の研究開発の推進、及び、産学官連携・国際連携に基づく実用的な観測インフラの構築
- ② 多様なセンサ・モデルや異分野の技術と融合したソリューションや、高精度な予測モデル、地球・都市デジタルツインに必要な技術等の研究開発の推進
- ③ 取組の持続的な推進に向けて持続的なエコシステムを構築するための、我が国の衛星地球観測が直面する重点課題(前述 3.)を解決するための取組

5. 推進戦略

基本方針に基づき、衛星地球観測に関する研究開発、社会実装、産業競争力の強化等に関する様々な取組を戦略的かつ統合的に推進するために、政府において、本提言を踏まえた衛星地球観測分野の全体戦略を策定し、「戦略的な衛星地球観測プログラム」を産学官連携に基づき推進すべきである。

本プログラムを通して、データ利用・社会実装の推進、産業基盤の維持・発展や国際協力の推進等のために不可欠な政府の観測衛星ミッションの予見性・継続性を確保し、競争力強化のための研究開発を戦略的に推進するとともに、個別に推進されてきた観測分野の衛星開発実証・利用推進等に関する様々な取組を統合的に推進し、限られたリソースの中で成果の最大化を図る。「見通せる社会」の実現を目標に、基本方針に示した重点的な取組について、スピード感を持って推進する。

政府主体の取組については、日本が強いニーズ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組みつつ、民間主体の衛星開発利用、特に民需の拡大に向けた取組の強化に重点的に取組む。2040 年における我が国の衛星地球観測産業を2兆円規模に発展させることを目指す。そのために、グローバル市場の獲得に向けた取組、及び、デジタル分野やグリーン分野と融合し、新規需要を創出するための取組を強化する。人材の育成は、我が国の衛星地球観測に関する様々な取組を持続的に推進する上での最重要課題の一つであるとの認識に基づき、中長期的な戦略的視点で、人材の確保・育成・交流等に必要な施策を推進する。

目次

前文	1
1. 背景	1
2. 目指すべき将来像	2
3. 実現に向けた課題	5
4. 基本方針	7
5. 推進戦略	8
5.1. 全体戦略	8
5.1.1. 概要	8
5.1.2. 戦略的衛星地球観測プログラムの推進	8
5.1.3. 競争戦略	10
5.1.4. 発展シナリオ	10
5.1.5. プログラムの全体システム	11
5.1.6. 各分野における創出価値	12
5.1.7. 推進体制	15
5.1.8. 主要な施策	15
5.2. 個別戦略	16
5.2.1. 社会実装戦略	16
5.2.2. 産業競争戦略	17
5.2.3. 科学と環境共生戦略	19
5.2.4. 技術開発戦略	21
5.2.5. 国際戦略	22
5.2.6. 人材育成戦略	23
5.3. 新たに重点的に取り組むべき個別施策	24

別添 1: 我が国の衛星地球観測の 3C 分析に関する参考情報	27
別添 2: 衛星地球観測に関する課題と対策リスト	29
別添 3: 次期光学・SAR 観測のオプション	31
別添 4: 衛星地球観測に関する市場・政府予算の分析	40

前文

国際社会では、新型コロナウイルスの感染拡大により一層の国際協調が求められ、社会変容が劇的に進む一方、ロシアによるウクライナ侵攻で世界の分断が進むとともに経済安全保障への危機感が高まるなど、世界は今まさに時代の大きな転換期を迎えつつある。同時に、世界は気候変動問題にも直面しており、人類は、どのようにこれらの大きな危機や変革に対処し、また気候レジリエンスを獲得していくのかが今まさに問われており、将来を見据えて社会構造を築いていくことが重要となる。

これまで、地球観測衛星に関連するステークホルダの努力により、防災対策・国土強靱化、気候変動問題や SDGs をはじめとする地球規模課題への対応、更には安全保障への貢献など、持続可能な社会を構築する上で、地球観測衛星は不可欠なものとなりつつある。

さらには近年、宇宙産業市場は、ベンチャー企業を含む民間企業の宇宙活動が活発となり、官主導から官民連携の時代を迎えている。宇宙産業以外に目を向けると、さらなるデジタル発展による環境変化(Society5.0 の実現、スマートシティの構築、AI 技術発展等)が考えられ、これに呼応することで衛星観測データが ICT 分野での飛躍的に活用されるなど、地球観測衛星市場の拡大も期待される。

こうした中、産学官により日本の衛星地球観測分野における総合的な戦略提言をまとめることで宇宙基本計画や工程表等の政策議論へ貢献すること、日本の地球観測に基づく地球科学の強みを伸ばし、世界との協調による気候変動対策を先導すること、さらに産学官による具体的な連携活動を推進し、コンソーシアムへの参加者が多様な産業に拡大することによって、日本の成長産業となることなどを目指し、令和4年9月7日に「衛星地球観測コンソーシアム(CONSEO)」を設立した。

本文書は、衛星開発実証プラットフォームにおける衛星地球観測に関する政策議論に貢献することを目的として、CONSEO における産学官の多様なプレーヤによる議論の結果を取りまとめ、我が国の衛星地球観測の全体戦略等にかかる政府に向けた提言として公表するものである。

1. 背景

衛星地球観測は、安全保障、防災・国土強靱化、気候変動監視、地球科学、ビジネス等を含む様々な分野におけるデータ利用を通じた価値や、技術・産業基盤の維持発展、国際協力等のデータ利用以外も含めた価値など、様々な価値をこれまで創出してきた（図1）。

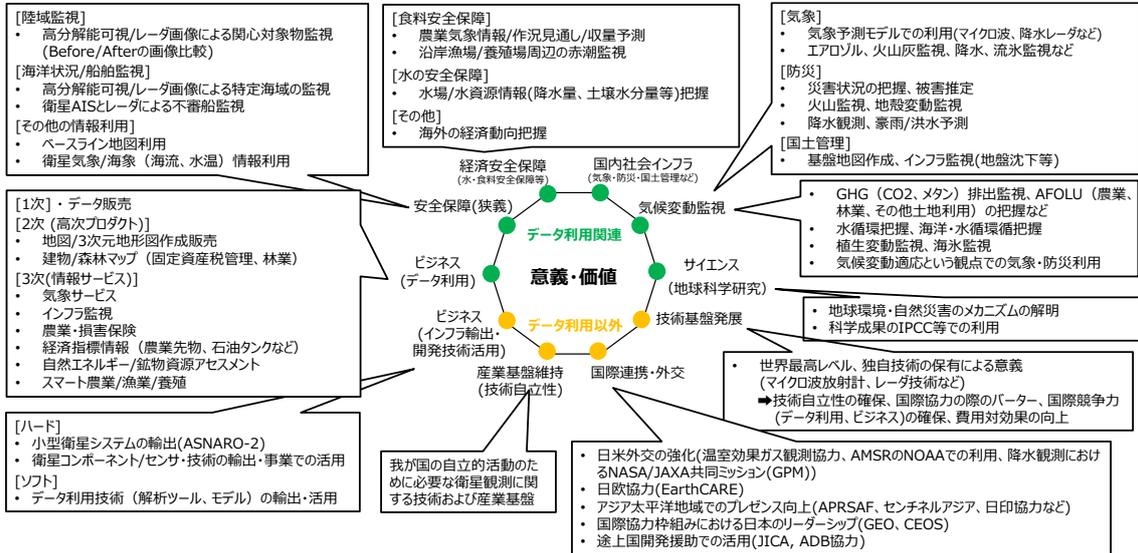


図1. 衛星地球観測の意義・価値

安全保障環境の変化、経済安全保障の重要性の高まり、風水害の激甚化やインフラの老朽化、センシングの高度化、AIの活用の促進、DX化の流れ、ESG/GXの取組やカーボンプレジット、TCFDなどの新たな仕組みの導入などの社会の変化に伴い、衛星地球観測は、国家・地球規模の重要課題の解決のみならず、様々な産業分野の活動に不可欠な基盤情報を提供する、産業的にも大きな発展が期待される分野として、その重要性は今後更に高まっていくと考えられる(図2)。



図2. 社会の変化と衛星地球観測の重要性の高まり

我が国の衛星地球観測の 3C 分析を図 3 に示す。競争環境が急速に変化する中、我が国の衛星地球観測の強みを活かしつつ、社会実装、産業競争力の強化等を推進するための全体戦略について、産学官の議論に基づく検討が不可欠である。

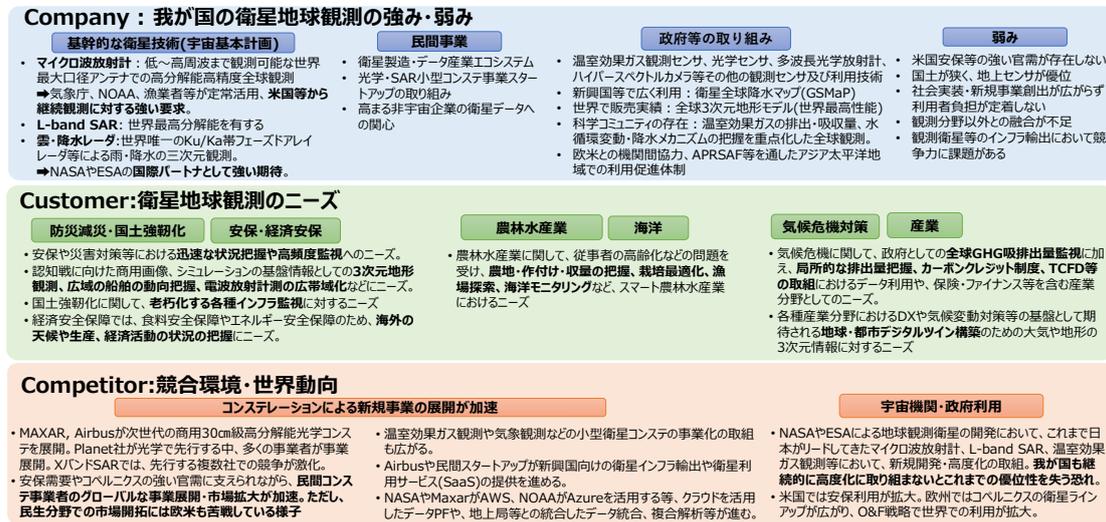


図 3. 我が国の衛星地球観測の 3C 分析

2. 目指すべき将来像

前項に示した衛星地球観測を取り巻く環境変化や、想定される将来ニーズを踏まえ、我が国の衛星地球観測分野として、以下に示す 3 つの将来像を目指すべきである。

(1) 2040 年頃の衛星地球観測の全体像

自立的かつ競争力のある衛星地球観測網・データ基盤が構築され、衛星地球観測が、①従来の取組の延長として、我が国の課題や地球規模の危機への対応などの公共利用を中心とした領域に不可欠なツールになっているとともに、②成長が期待されているデジタル・AI、グリーン分野等と融合し、民需を中心として衛星観測産業が持続的に拡大し、その二つの領域の取組がシナジーを生んで成長する将来像の実現を目指す(図 4)。

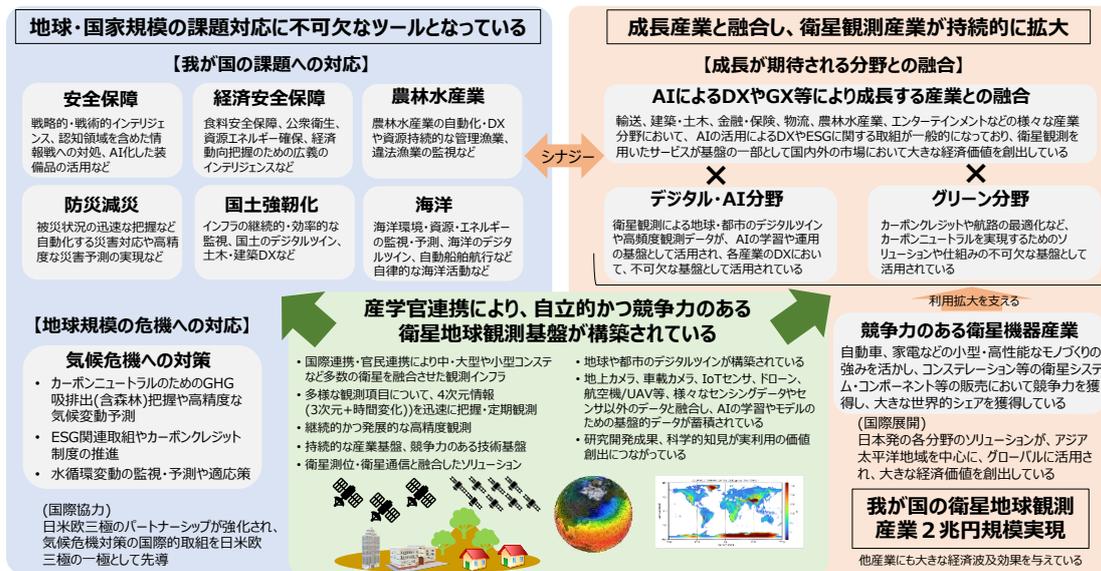


図 4. 2040 年頃の衛星地球観測の全体像

(2) 2040 年頃に衛星地球観測により実現を目指す未来社会像

(1) に示す将来像における衛星地球観測に関する各種取組を通して、地球規模の課題解決や DX に不可欠な情報を提供することにより、“見通せる”社会の実現を目指す。これにより、“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”へと社会経済をシフトチェンジする。具体的には、衛星地球観測の先導により、様々な分野において、以下が可能となる未来社会の実現を目指す(図 5)。

- ① 自然・社会経済などの将来を見通せる
- ② 突発的な災害や安保環境の変化などの予測しにくい変化を迅速に見渡せる(見通せる)
- ③ AI やロボットが周囲を見通し自動で活動できる
- ④ 自然資本などの新たな価値を可視化する(見通せる)

地球規模の課題解決やDX・GXに不可欠な情報の提供により、
衛星地球観測が先導して、“見通せる”社会を実現

“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”へと社会経済をシフトチェンジ

地球の今を把握する

- 陸・海・空間問わず地球全球を観測
 - あらゆる地域を均質に観測
 - 国境に縛られない観測
 - 任意の地域を広域に観測
- 地球の変化を観測
 - 気象・天候・気候の観測
 - 迅速な状況把握のための観測(災害対応・安全保障など)
 - 地上から把握しにくい変化の観測
- 継続的な観測
 - 長期間観測
 - 定期的な観測
 - 抗たん性(耐災害)を持つ観測

未来社会に不可欠な
基盤情報を提供する

- 予測モデルや地上データ等と融合できる地球規模の情報を提供
 - 全球データとモデルによる気候変動の影響把握など、地球規模課題の解決へ有用な情報(グローバル・ローカル)を提供。
- 産業DXで不可欠な情報(AI・モデル等に融合できる周囲環境情報等)を提供
 - 社会経済活動において必要な周囲環境の情報を把握し、デジタルツインの構築やAIの学習等におけるデータ基盤として活用。

“見通せる”社会を作る

- 気候危機等の対策において、自然・社会経済などの将来を見通せる
 - ➔合理的に判断・意思決定できる社会
- 突発的な災害や社会の予測しにくい変化を迅速に見渡せる(見通せる)
 - ➔迅速な対応で安心・安全な社会
- AIやロボットが周囲を見通し自動で活動できる
 - ➔事故のほとんどない社会や継承者問題が緩和された持続的な社会
- 自然資本などの新たな価値を可視化する(見通せる)
 - ➔新たな社会経済活動を実現

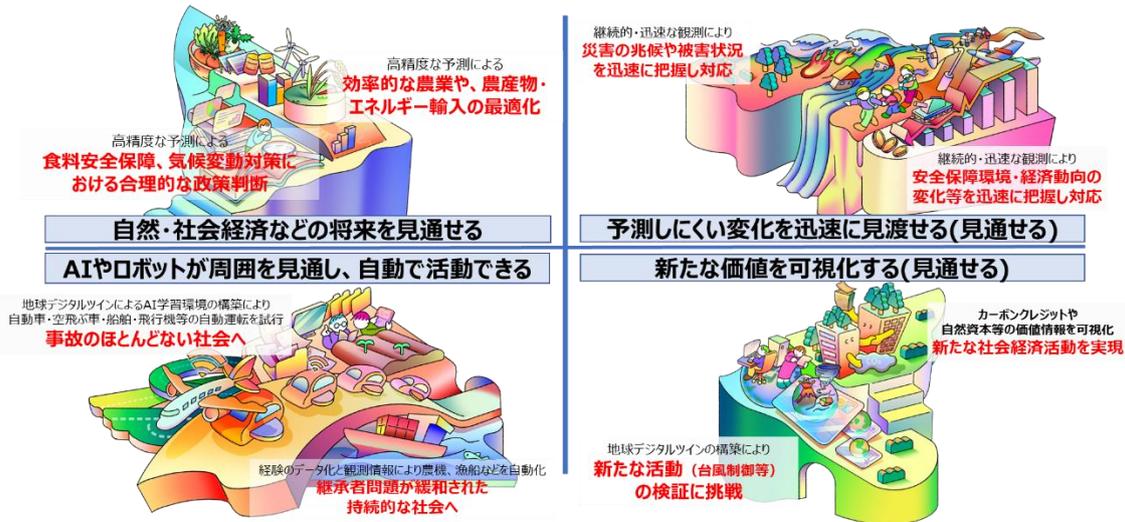


図 5. 2040 年頃に衛星地球観測により実現を目指す未来社会像

(3) 衛星地球観測業界のあるべき姿

(1), (2)に示す将来像を実現するため、衛星地球観測業界としては、産学官連携により、以下のよう
に地球観測が発展する好循環が実現された持続的なエコシステムの構築を目指す。

官民の投資・人材育成 ➔ 技術の高度化・競争力の強化 ➔ 利用の拡大 ➔ 多様な価値の創出 ➔
再投資

きた様々な領域において直面している様々な課題を解決し、これらの領域の取組をさらに強化・発展させていくことは引き続き重要である。一方、これらの取組を持続的に発展させるためには、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が急務であり、これらを阻害する根源的な課題として、「ビジネス創出」と「社会実装(特に利用省庁による利用拡大)」に関する課題解決に優先的に取り組む必要がある。

「ビジネス創出」と「社会実装(特に利用省庁による利用拡大)」における重点課題は、以下の3つの領域にカテゴライズできる(図8)。

- ① 新たな利用を創出する上での課題:
非宇宙分野を含む新規参入の促進・新規ソリューションの創出(研究開発や利用実証等)における課題
- ② 生み出した利用例を社会実装する上での課題:
ソリューションの社会定着・グローバル展開における課題
- ③ ニーズに対し衛星観測能力が足りていない課題:
観測能力(分解能・頻度・精度等)の不足(技術開発やインフラ構築等)・衛星データ提供の継続性・予見性の不足

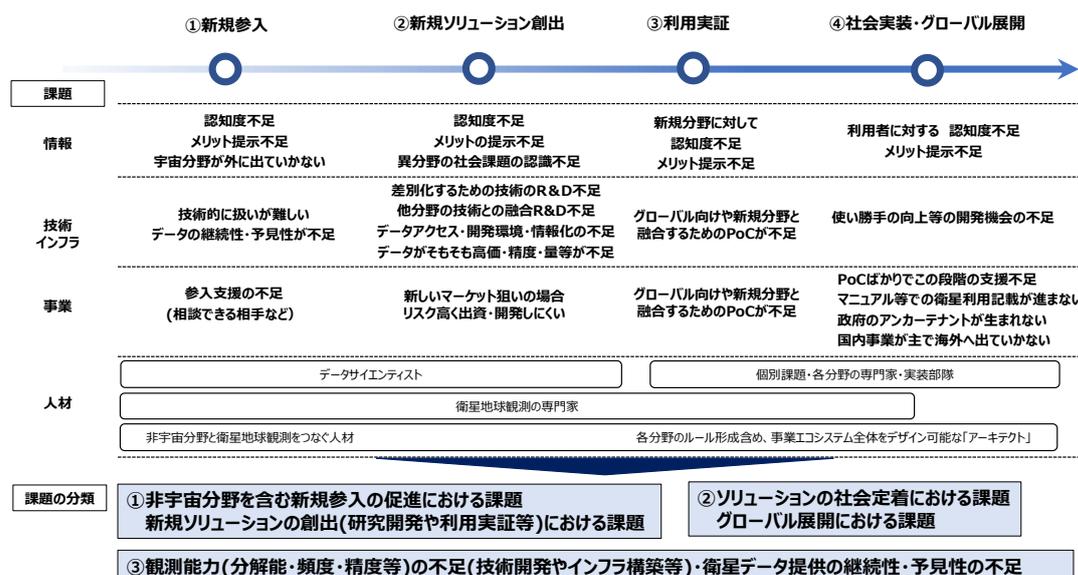


図8. ビジネス創出・社会実装における課題(データ利用関連)

加えて、ビジネス創出、社会実装を支える基盤の観点で、政府の観測衛星の開発利用における継続性が担保されておらず、将来に向けた継続的な技術開発の機会が不足していることから、衛星・センサ開発メーカー、ベンダ等における体制・技術レベルの維持や新規技術開発への挑戦が困難となっている。これにより、競争力の低下や自立的な技術基盤・産業基盤維持に対する懸念が生じており、対策が急務である。

4. 基本方針

1 項に示した環境変化、2 項に示した将来像、3 項に示した直面する課題を踏まえ、以下を基本方針として、我が国の衛星地球観測を推進すべきである。

- (1) 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、DX・GX への貢献・成長産業の創出、科学的知見の獲得やイノベーションの創出等に幅広く貢献することを目的として、「見通せる社会」(2 項参照)の実現を目指し、衛星地球観測に関する研究開発、社会実装、産業競争力の強化等に関する取組を、産学官連携により、戦略的かつ統合的に推進する。
- (2) 特に、衛星地球観測がもたらす「より良い未来」として、「見通せる社会」の実現を目指し、以下に示す領域の社会実装に向けた取組を推進する。
 - 気候危機への対策等において、自然・社会経済等の「将来を見通せる社会」の実現に向けた「予測の高度化」
 - 突発的な災害や社会の「予測しにくい変化を迅速に見渡せる社会」の実現に向けた「高精度な継続監視や迅速な変化把握能力の構築」
 - 「AI やロボットが周囲を見通し自動で活動できる社会」の実現に向けた「各種産業のデジタル化・AI 化による効率化」
 - 「新たな価値を可視化する社会」の実現に向けた「カーボンクレジットや自然資本等の可視化」
- (3) 上記取組に不可欠な、衛星地球観測に関する科学技術基盤・社会インフラ基盤を構築する。
 - 広域・高精度観測、高分解能高頻度観測、地球や都市の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等に不可欠な、国際競争力のある観測技術の研究開発の推進、及び、官民連携や国際連携に基づく実用的な観測インフラの構築
 - 多様なセンサ・モデルや異分野の技術と融合したソリューションや、高精度な予測モデル、地球・都市デジタルツインに必要な技術等の研究開発の推進
- (4) また、上記取組の持続的な推進に向けて、我が国の衛星地球観測が直面する重点課題(3 項参照)を解決し、持続的なエコシステムを構築するため、以下について重点的に取組む。
 - 新たな利用を創出する上での課題への対応 ➡ 非宇宙分野と連携し、複数の衛星や地上センサ・モデル等を融合させて新規ソリューションを創出するための取組(研究開発や利用実証等)
 - 生み出した利用例を社会実装する上での課題への対応 ➡ 生み出したソリューションを社会定着させるとともに、グローバル展開を促進するための取組
 - ニーズに対し衛星観測能力が足りていない課題や産業基盤・技術基盤維持に対する課題への対応 ➡ 観測能力強化・産業基盤維持発展のための政府衛星のインフラ化・官民衛星連携の推進・アンカーテナントの強化、観測技術の高度化のための取組
 - 以上を支える、実用に向けた新規ソリューションの創出や気候変動の緩和適応に必須な地球システムの理解・予測等の科学的知見の獲得等に不可欠な、新たな観測技術や観測データの利用に関する研究開発の推進のための取組

5. 推進戦略

5.1. 全体戦略

5.1.1. 概要

米国は Decadal Survey、欧州はコペルニクス等、戦略的・統合的な衛星地球観測プログラムを推進している。我が国においても、以下の観点で戦略的・統合的な衛星地球観測の推進が不可欠である。

- データ利用・社会実装の推進、産業基盤の維持・発展、国際協力の推進等のために不可欠な政府の観測衛星ミッションの予見性・継続性の確保
- 競争力強化のために不可欠な基づく戦略的な研究開発の推進
- 個別に推進されてきた衛星開発実証・利用推進等に関する様々な取組の統合的な推進によるシナジーの創出

4 項に示した基本方針に基づき、衛星地球観測に関する研究開発、社会実装、産業競争力の強化等に関する様々な取組を戦略的かつ統合的に推進するために、政府において、本提言を踏まえた衛星地球観測分野の全体戦略を策定し、「戦略的な衛星地球観測プログラム」を産学官連携に基づき推進すべきである。

本プログラムを通して、データ利用・社会実装の推進、産業基盤の維持・発展や国際協力の推進等のために不可欠な政府の観測衛星ミッションの予見性・継続性を確保し、競争力強化のための研究開発を戦略的に推進するとともに、個別に推進されてきた観測分野の衛星開発実証・利用推進等に関する様々な取組を統合的に推進し、限られたリソースの中で成果の最大化を図る。

「見通せる社会」の実現を目標に、基本方針に示した重点的な取組について、スピード感を持って推進する。

また、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に向けて、政府主体の取組については、日本が強いニーズ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組みつつ、民間主体の衛星開発利用、特に民需の拡大に向けた取組の強化に重点的に取組む。

2040 年における我が国の衛星地球観測産業を2兆円規模に発展させることを目指し、そのために不可欠な、グローバル市場の獲得に向けた取組、及び、成長が期待されるデジタル分野やグリーン分野と融合し、新規需要を創出するための取組を強化する。

人材の育成は、我が国の衛星地球観測に関する様々な取組を持続的に推進する上での最重要課題の一つであるとの認識に基づき、中長期的な戦略的視点で、人材の確保・育成・交流等に必要な施策を推進する。

5.1.2. 戦略的衛星地球観測プログラムの推進

CONSEO において検討した戦略的衛星地球観測プログラム案の概要を図 9 に示す。新しい衛

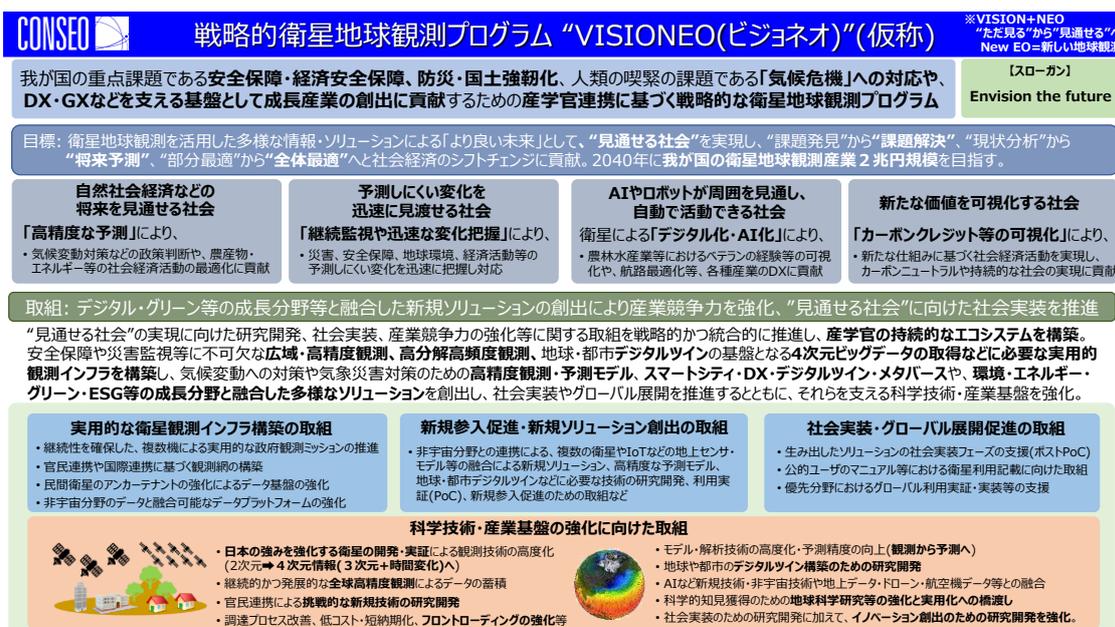
星地球観測により、「見通せる社会」の実現を目指す、という趣旨から、「VISION(見通す、未来像) + NEO(New Earth Observation) = VISIONEO(ビジョネオ)」という呼称を仮称として設定した。スローガンとして”Envision the future”を掲げる。

本プログラムは、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に、衛星地球観測における自立的な産業・科学技術基盤を強化し、民間や同盟国等との連携に基づく実用的な観測インフラを構築、多様なセンサ・モデルや異分野の技術と融合したソリューションを開発・提供するとともに、社会実装・利用拡大、産業競争力強化、イノベーション創出や科学の発展のための多様な取組を推進する産学官連携に基づく戦略的な衛星地球観測プログラムである。

本プログラムの目標として、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、2項の将来像に示した「見通せる社会」の実現に貢献することを目指す。

そのために、産学官連携に基づく持続的な衛星開発利用体制を構築し、安全保障や災害監視に不可欠な高分解能広域観測、高頻度観測、地球や都市の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な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等の成長分野における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・産業基盤を強化する。

また、中長期的なプログラム戦略の下、戦略的に研究開発、衛星開発実証、国際協力等を推進するとともに、自立性確保・国際競争力強化のため、基盤的な研究開発やイノベーション創出のための取組を推進する。



5.1.3. 競争戦略

戦略的衛星地球観測プログラムにおける競争戦略を図 10 に示す。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する。

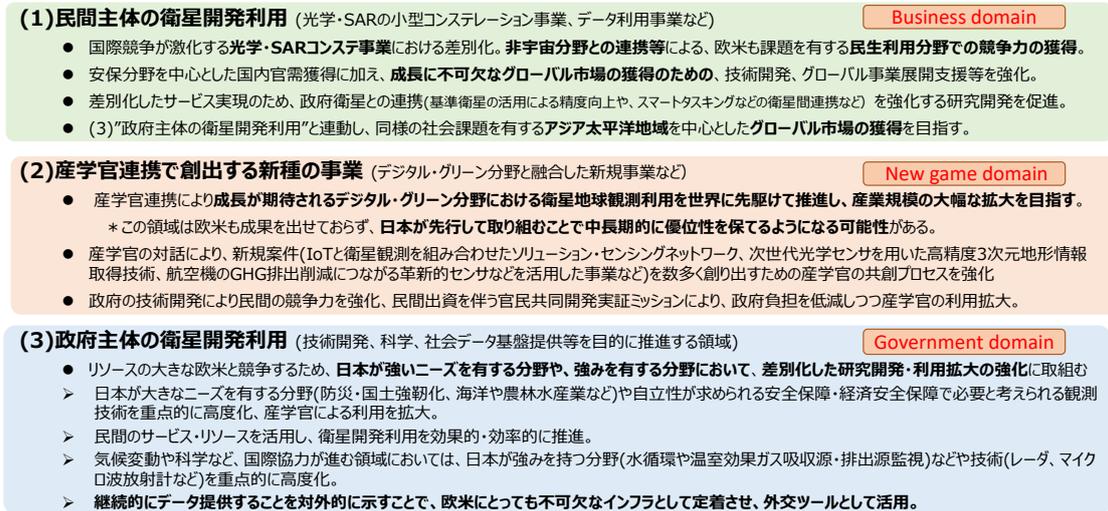


図 10. VISIONEO の競争戦略

5.1.4. 発展シナリオ

戦略的衛星地球観測プログラムの発展シナリオを図 11 に示す。産業規模及び政府予算規模の目標値についての算出アプローチについて別添 4 に示す。

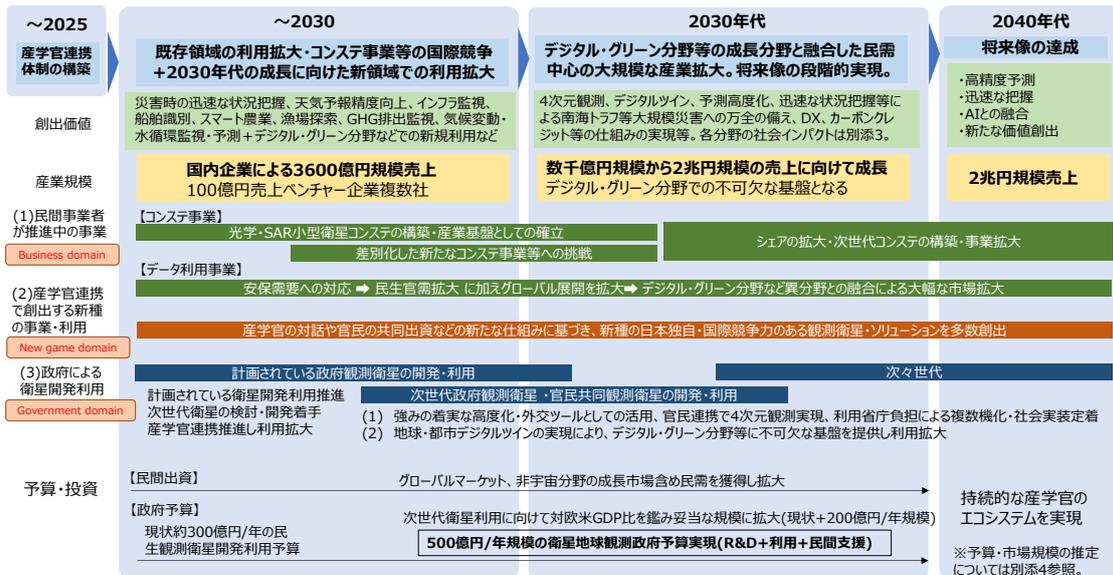


図 11. VISIONEO の発展シナリオ

5.1.5. プログラムの全体システム

戦略的衛星地球観測プログラムで構築する衛星システム、全体システムの想定を図 12 に示す。

2020 年代は、宇宙基本計画工程表において計画されている政府衛星による広域・高精度・多様な観測と民間事業者による小型衛星コンステレーションによる特定点の高頻度観測や海外衛星の観測を組み合わせ活用する。

2030 年代には、宇宙基本計画工程表において計画されている次期光学衛星、次期 SAR 衛星において、衛星の複数機化・実用インフラ化を目指すとともに、次期降水レーダや我が国の強みである次期マイクロ波放射計等の衛星も加えて、継続的かつ発展的な高精度な 3 次元観測能力を構築する。これらの衛星を成長する民間事業者による小型衛星コンステレーションと融合させ、高頻度把握による 4 次元(三次元+高頻度)の観測能力の構築を目指す。また、複数衛星システムの融合利用だけでなく、異分野技術・地上センサ・モデル等、衛星以外の技術・システムとの融合を前提とした実用的な全体システムの構築を目指す。



図 12. VISIONEO における全体システムの構築案

また、次期光学衛星、次期 SAR 衛星や民間コンステ事業者の衛星との連携のあり方について、2030 年代の我が国の光学・SAR 観測に関するミッションオプションとして検討した結果を図 13、及び別添 3 に示す。これらのオプションは特定の重みづけに特化した尖った例を示しており、実際的なオプションとしては、複数のオプションの組み合わせや、バランス型の中で重みづけをするなどのバリエーションが考えられる。なお、ALOS-3 の打上げ失敗に対し、災害時の被害状況把握等の想定利用ニーズに早急に対応する観点に加え、開発時点からの状況の変化に伴い想定される新規ニーズへの対応や新規事業の実現可能性、技術の進展等の観点を考慮し、早期の光学ミッション実現に向けて、CONSEO での検討結果も踏まえ、今後の方針について政府において早急に検討を進めるべきである。

オプションのタイプ	特徴
①a) 安全保障 (Dual-use) 優先型 - 自立性重視	・ 認知領域を含む情報戦に対処する自立的なDual-use光学・SAR観測の重要性の高まりを踏まえ、海外商用衛星に依存しない自立的な、MDA含む安全保障ユーザ向けのDual-use光学・SAR観測能力の構築を重視。高分解能な国産コンステレーションが有効。
①b) 安全保障 (Dual-use) 優先型 - 多国間連携重視	・ 認知領域を含む情報戦に対処する自立的なDual-use光学・SAR観測の重要性の高まりを踏まえ、同盟国等との連携を強化しつつ自立的な観測能力を高める、MDA含む安全保障ユーザ向けのDual-use光学・SAR観測能力の構築においては、海外商用衛星活用を前提としつつ、海外衛星とインターオペラブルで、海外安保ユーザからも必要とされる日本独自の観測能力(高精度3次元計測等による付加価値向上)を持つ衛星が有効。
② 災害対応優先型	・ “いつ起きてもおかしくない”南海トラフ地震や、激甚化する風水害等の大規模災害に対する実用公共インフラとしての光学・SAR観測能力の構築を重視。発災後は高精度把握が可能なコンステレーション(但し、迅速性ニーズの2時間以内を満たすためのシステム規模は非常に大きい)とデータリレー衛星等を活用したリアルタイム性のあるデータ送信手段、及び発災前後の把握が可能な広視野衛星が、発災前は防災減災用のベースマップ整備が可能な広視野衛星が有効。
③カーボンニュートラル 全球観測優先型	・ 欧米の衛星観測で取組の進む、カーボンニュートラルの実現や生物多様性監視及びカーボンプレジットなどのESG関連ビジネスの創出等に資する観測能力の構築を重視。樹高・バイオマス等の高精度3次元計測が可能な衛星、農林業その他土地利用(AFOLU)等の全球土地被覆・沿岸部等の把握が可能な高精度・広視野衛星、及び特定点の高精度把握が可能なコンステレーションが有効。
④都市観測ビジネス 優先型	・ 国際競争力のある民間データビジネス促進や今後重要性の高まるデジタル基盤データ取得を目的とした、都市デジタルツインやメタバース等のアプリケーションも含むビジネス成立性の高い関心領域や、公共測量・公共インフラ監視等の観測能力の構築を重視。特定点の高精度監視が可能なコンステレーション、DSMを作成可能な高精度3次元観測が可能な衛星、高精度・広視野衛星、微小変位を検出可能な衛星が有効。
⑤スマート農林水産業 優先型	・ スマート農林水産業の実現やカーボンニュートラルに貢献する観測能力の構築を重視。農業・水産業のための高精度なスペクトル光学観測が可能な衛星や、林業のための高精度3次元計測が可能な衛星が有効。
⑥ バランス型	・ 安全保障・経済安保・防災・国土強靱化・海洋・農林業・気候変動・科学・データビジネスなどの幅広いデータ利用ニーズに対応することを重視。①～⑤を実現するシステムが必ずしも排他的ではないことを踏まえ、頻度・精度・偏軸性をバランスした衛星が有効。災害対応における高精度観測、全球観測が求められる地球規模課題への対策やサイエンスにおけるカバレッジは、海外機関との協力分担・海外衛星のパートナーデータ活用等に基づき推進。

図 13. 我が国の光学・SAR 観測に関するオプション案の概要

5.1.6. 各分野における創出価値

戦略的衛星地球観測プログラムにおいて実現を目指す各分野における創出価値を図 14～19 に示す。

目標
予測と迅速な災害把握に基づく防災DXにより、南海トラフ等の激甚災害等に万全の備え
 ①観測・モデルの高度化により風水害等の予測や被害シミュレーションを高精度化し、災害への「備え」を強化
 ②継続的な観測と、迅速で多様な情報把握能力を構築し、変化に対する迅速な対応能力を構築

目標と実現に向けた観測システムとアウトカム

① 予測・基盤の高度化	② 予兆の把握・インフラ監視	③ 迅速な被災状況把握・復旧/復興への情報提供
<p>現状</p> <ul style="list-style-type: none"> 現在、降水レーダによる3次元降水やマイクロ波放射計の情報気象庁数値予報にデータ同化し精度向上に貢献。 	<p>現状</p> <ul style="list-style-type: none"> 現在、干渉SAR技術により国内40個程の活火山を年間10回程度、地盤面を年間3、4回の定期観測し状況把握(mm単位)。海外ではバイパス等のインフラ状況把握に活用。 	<p>現状</p> <ul style="list-style-type: none"> 現在、SARにより約1日以内に国内災害を緊急観測し、浸水域・土砂崩壊等の情報などを初動対応に活用。
<p>技術</p> <ul style="list-style-type: none"> 降水レーダのドップラー計測技術、マイクロ波放射計の高周波観測技術等の高度化により、従来観測できなかったパラメータ(対流雲内部での上昇流など)を把握し線状降水帯等の発生プロセスを解明 	<p>技術</p> <ul style="list-style-type: none"> 多方向干渉SARにより3次元での地盤変動を把握。 定期観測に基づく山体膨張など異常の自動検知 定期観測に基づく地盤変動・インフラ変化の監視 	<p>技術</p> <ul style="list-style-type: none"> 観測の広域化や小型コンステとのスマートタスキングにより発災後の被災状況を迅速に把握。 広域と詳細のスマート自動観測 激甚災害の広域把握 被災前のアーカイブ情報の高頻度更新 情報重畳(衛星・ドローン・IoTの融合)
<p>アウトプット</p> <ul style="list-style-type: none"> 線状降水帯・スーパー台風予測モデルの精度向上 3次元観測に基づく地盤情報のデジタルツイン構築 	<p>アウトプット</p> <ul style="list-style-type: none"> 多方向干渉SARにより3次元での地盤変動を把握。 定期観測に基づく山体膨張など異常の自動検知 定期観測に基づく地盤変動・インフラ変化の監視 	<p>アウトプット</p> <ul style="list-style-type: none"> 南海トラフ等での迅速な被害把握による早急な救助、復旧 ハザードマップのリアルタイム更新でAIによる適切な避難ルート検出 保険の充実化(内容や迅速な支払い等)
<p>アウトカム</p> <ul style="list-style-type: none"> 線状降水帯等の豪雨の予測に基づく事前の適切な避難 デジタルツイン上での災害シミュレーションに基づく効果の高い行政による対策の実行 	<p>アウトカム</p> <ul style="list-style-type: none"> 地滑りや噴火等の予兆把握を自動検知により作業効率化 	<p>アウトカム</p> <ul style="list-style-type: none"> 南海トラフ等での迅速な被害把握による早急な救助、復旧 ハザードマップのリアルタイム更新でAIによる適切な避難ルート検出 保険の充実化(内容や迅速な支払い等)

図 14. 防災減災・国土強靱化分野における創出価値

目標

デジタル化・AI化を推進し、省人化・農林水産業DXを実現

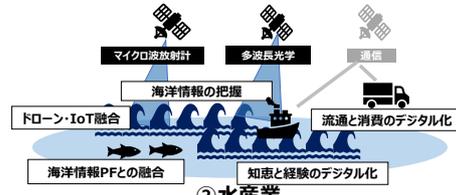
- ①ベテランの経験・知恵を融合してデジタル化し、衛星等による気象情報などと融合したAI学習による総合的な支援。
- ②気候変動の農林水産業に対する影響、対策案を提案し、持続可能な農林水産業へ。
- ③自然資源を可視化し、新たな付加価値情報を創出。

目標と実現に向けた観測システムとアウトカム



① 農林業

現状	<ul style="list-style-type: none"> SARデータによる森林・非森林の識別や、高分解能光学による水田把握等に活用。 農業気象情報を提供し、生育状況の把握などに活用。
技術	<ul style="list-style-type: none"> 衛星ライダー技術により世界における森林バイオマスの把握。 小型衛星コンステレーションや、多様な観測データ融合による、農業にかかる基礎情報や気象情報の把握。 地上側では、農林業従事者の知恵と経験や流通消費等のデジタル化。
アウトプット	<ul style="list-style-type: none"> 農：①生育状況把握・栽培管理、②収量予測、③気候変動の影響予測・適地推定、④耕作地管理 林：①違法伐採監視・アラート管理、②松枯れ等の病気の把握、③森林資源情報
アウトカム	<ul style="list-style-type: none"> 持続的な農林業 農林業のデジタル情報を基盤とした、AIやロボットと共生による自動検知による作業効率化 カーボンニュートラルに向けた施策の加速、森林等の自然資本の可視化による新たな価値創出



② 水産業

現状	<ul style="list-style-type: none"> マイクロ波放射計、多波長光学放射計による海面温度を観測、漁業効率化に活用。
技術	<ul style="list-style-type: none"> マイクロ波放射計の地上処理高度化による、より沿岸に近いSST算出。 多波長光学系にて、高い空間分解能でのSST、クロロフィルa濃度、赤潮などの海洋情報の取得。
アウトプット	<ul style="list-style-type: none"> 水産業・管理漁業：①養殖の自動化、②海洋情報（赤潮など）把握、③違法漁業の取締り
アウトカム	<ul style="list-style-type: none"> 持続的な水産業 水産業のデジタル情報を基盤とした、AIやロボットと共生による自動検知による作業効率化 ブルーカーボンなど海洋における自然資本の可視化による新たな価値の創出

図 15. 農林水産業分野における創出価値

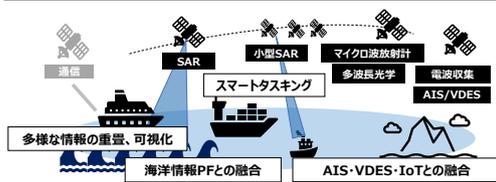
目標

デジタル化とAI等によるデジタル海洋立国を実現し、海洋資源の保全と利用を両立。

- ① 海洋の情報把握の高度化による海況・気象の予測にもとづく安全な航行や船舶検知の高度化。
- ② 多様な海洋の情報を重畳することで、海洋資源を可視化し、新たな価値情報を創出、環境への対策に貢献する。

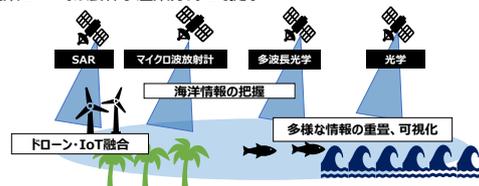
目標と実現に向けた観測システムとアウトカム

※水産業については農林水産業分野にて提示



① 海運、MDA, 北極政策への対応

現状	<ul style="list-style-type: none"> マイクロ波放射計、SARによる海水の把握による船舶安全航行の把握。AISによる船舶の把握。
技術	<ul style="list-style-type: none"> 衛星ライダー技術により世界における森林バイオマスの把握。また、小型衛星コンステレーションや、多様な観測データの融合による、海洋の基礎情報や気象情報の把握。
アウトプット	<ul style="list-style-type: none"> 海運・MDA：①多様な情報に基づく要注意船舶検知、②海況・気象情報の高度化による安全な海運、③定期的な観測による離島の状況確認 北極：海水の観測とモデルによる安全な北極海航路・船舶航行
アウトカム	<ul style="list-style-type: none"> FOIPAへの貢献 AIやロボットと共生自動検知による作業効率化・省人化



② 環境への対応（再エネ、ブルーカーボン）

現状	<ul style="list-style-type: none"> SARによるマングローブの把握。高分解能光学による藻場等の把握。
技術	<ul style="list-style-type: none"> 高分解能光学（コースタルバンド）により海面下の状況を把握。 SAR4偏波観測により従来観測手法の無かった海上風速を観測。
アウトプット	<ul style="list-style-type: none"> 再エネ：海上風の観測による台風予報への向上。洋上風力発電の計画、運用。 環境：マングローブ・藻場・サンゴ礁の観測によるブルーカーボンの可視化、海洋プラスチックの観測とモデルによる予測での回収
アウトカム	<ul style="list-style-type: none"> 海洋にかかるSDGsへの貢献：自然エネルギー・動力の普及 自然資本など新しい価値情報の創出

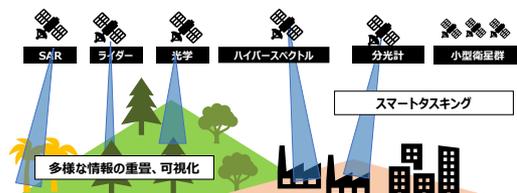
図 16. 海洋分野における創出価値

目標

多様なデータとの融合・モデル予測に基づく見通せる社会の実現や不確実な変化への対応

- ①衛星観測情報に地上観測・IoTセンサ・ドローン・航空機/UAV等、様々なセンシングデータを融合させ、気候モデル等との融合により将来を予測、より効果的な予測できる意思決定を実現。
- ②多様な観測システムにより、不確実な変化、自然の変化を迅速に把握し、対応する。

目標と実現に向けた観測システムとアウトカム



①カーボン吸排出の全球高精度な把握

現状	・分光計によるCO2等の温室効果ガスの濃度把握。(月単位、10km分解能)
技術	・分光計によるCO2等の把握(分解能向上)。衛星ライダー技術により世界における森林バイオマスの把握。
アウトプット	・情報の集約により温室効果ガスの吸排出把握
アウトカム	・カーボンニュートラル実現に向けた政策判断 ・気候変動の影響把握に基づく行動



②気候変動の影響把握(水循環・生物多様性・極域等)

現状	・マイクロ波放射計、多波長光学、雲・降水レーダ等による気候変動の影響把握。
技術	・分光計によるCO2等の把握(分解能向上)。 ・放射計やレーダ多波長・多周波化、高分解能化等により、豪雨や大雪の予報改善
アウトプット	・気候変動影響にかかる多様な情報の重畳と気候モデルとの融合による将来の予測 ・全球の迅速な観測体制により、不確実な変化をいち早く認知 ・数値モデルの高度化(モデルプロセス改良、予測精度向上)
アウトカム	・将来予測に基づく政策判断、不確実な変化への対応 ・自然資本の情報に基づく新しい価値の創出

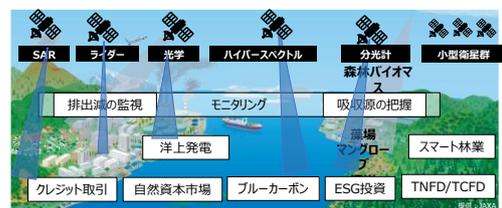
図 17. 気候危機分野における創出価値

目標

デジタル化による価値情報の創出と省人化・無人化を実現

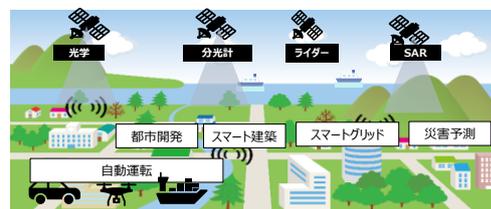
- ①衛星データと地上センサデータのデータ融合により、カーボンにかかる多様な情報を可視化、カーボンクレジットなど新たな市場へ貢献
- ②高精度・高頻度(ニアリアルタイム)観測や測位衛星との連携等による輸送の自動化や3次元地形情報のデジタルツインとモデルとの融合による高精度な将来予測など、AIやモデル融合に向けた基盤情報を構築

目標と実現に向けた観測システムとアウトカム



①カーボンクレジット・グリーンイノベーションへの貢献

技術	・分光計によるCO2等の把握(分解能向上)。衛星ライダー技術により世界における森林バイオマスの把握。
アウトプット	・GHG(CO2等)や、泥炭、森林、ブルーカーボン等のGHG排出源・吸収源の多様な情報を集約
アウトカム	・国際ルール形成 ・国際市場獲得 ・ESG投資等への社会情報インフラとして利用



②AI活用に向けた産業基盤(デジタルツイン・スマートシティ)

技術	・多様な観測による、3次元地形から環境情報まで多様な情報を取得。
アウトプット	・衛星による地球・都市の高頻度・多様な観測データを基盤に、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他のデータ、測位・通信衛星等と融合し、デジタルツインを構築
アウトカム	デジタルツインを各産業DXやAIの学習や運用において活用することで ・省人化による持続可能な産業 ・自動化による産業の効率化 ・デジタル空間における将来予測に基づく政策判断

図 18. 産業分野における創出価値

目標

自律性の確保とDX化による統合的な情報把握で**将来を見通し、不確実な変化へも対応、安心安全な社会を実現**

- ① 高頻度高分解能なデュアルユース光学・SAR衛星観測情報を活用し、ハイブリッド戦や認知領域を含む情報戦に対処。
- ② 衛星・地上アセットを含めた総合的な情報を統合し、多角的な安全保障に関連する情報の獲得。
- ③ 全球の多様な情報を重畳し、**食料**安全保障など経済情報を集約、意思決定に活用。

目標と実現に向けた観測システムとアウトカム



図 19. 安全保障・経済保証分野における創出価値

5.1.7. 推進体制

戦略的衛星地球観測プログラムの推進体制や施策については、今後政府での検討を推進すべきである。以下に素案を示す。

- 衛星開発・実証プラットフォームが推進する観測分野の戦略的プログラムとして本プログラムを位置づける。
- CONSEO のシンクタンク機能による戦略提言を活用し、衛星地球観測に関する個別施策を統合するための本プログラムの全体戦略を策定する。
- 全体戦略のもと、必要な施策の目的・役割を明確化・最適化し、内閣府(宇宙)、文科省、経産省、利用省庁等が適切な役割分担の下、効果的に連携しながら個別施策を推進。
- 新規に取り組む必要がある施策については、適切な形で必要な資源を確保し、新規立ち上げ・推進を目指す。

5.1.8. 主要な施策

本プログラムにおいては、社会実装・利用拡大、産業競争力強化、イノベーション創出や科学の発展のための科学技術基盤の構築等に関する多様な取組を推進する。特に、以下について従来よりも強化した取組を推進する。新たに重点的に取り組むべき個別施策は5.3項に示す。

(1) 戦略的な衛星地球観測の研究開発・実証や利活用の推進策

- 衛星ミッション・利活用の予見性・継続性の確保とそのための観測衛星開発実証戦略の策定

- 戦略に基づく、プロジェクト単位ではないプログラム全体としての国際連携の推進
- (2) 衛星データを活用したソリューション創出、社会実装・グローバル展開の推進策
 - デジタル・グリーン等の非宇宙分野や地上センサ等との融合を重点テーマとした、産学官の対話に基づく新規ソリューション検討・研究開発・利用実証の推進
 - PoC 後フェーズの社会実装に向けた支援策(ポスト PoC)。APRSAF 等を活用した日本企業の衛星データを活用したソリューションのグローバル展開支援
- (3) 観測能力強化のための政府衛星のインフラ化・アンカーテナント等の強化策
 - 次世代政府衛星ミッションについて、利用ニーズに基づき、実用予算の獲得・活用を見据えた衛星の複数機化・シリーズ化、官民の適切な役割分担に基づく O&F 化のあり方、調達プロセスの改善等に取り組む。また、小型衛星コンステレーションとの連携・利用を推進し、アンカーテナントの強化に取り組む。
- (4) 科学技術・産業基盤の強化策
 - 全体戦略に示した社会実装の各分野における利用ニーズに対応するために必要な技術の高度化。重要技術のフロントローディングの推進。
 - 4次元情報(3次元情報+時間変化)の取得に必要な観測技術、予測の高精度化、地球や都市のデジタルツイン構築、AI など新規技術・非宇宙技術や IoT センサ等の地上データ・ドローン・航空機データ等の様々なデータとの融合のための基盤技術の研究開発の強化。
 - 技術・事業リスクなどをコントロールしながら官民で挑戦的な研究開発を進めるためのステージゲート型などの新たな研究開発の仕組みの導入。
 - 衛星地球観測の基盤を支えるスペシャリストや非宇宙分野と衛星観測を融合させるエヴァンジェリスト・プロデューサ人材等の育成。

5.2. 個別戦略

5.2.1. 社会実装戦略

【目標】

「社会実装」を、「衛星地球観測が利用され、その価値創出や対価によって観測システムの構築やサービスの提供が推進される循環が継続的に回ること」と定義し、将来像(2 項)に示した様々な分野における衛星地球観測の社会実装の実現を目指す。

【取組方針】

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、DX・GX への貢献・成長産業の創出、科学的知見の獲得やイノベーションの創出等に幅広く貢献するため、これまでの取組を発展させ、戦略的衛星地球観測プログラムの各分野での社会実装を推進する。

その際には、社会実装における様々な課題(別添 2)に対して対策を進めていく必要がある。特

に「3項 実現に向けた課題」で整理した、以下の3つの課題領域について効果的に対応を進めるため、以下に示す対策を推進する。

(1) 新たな利用を創出する上での課題：

非宇宙分野を含む新規参入の促進における課題・新規ソリューションの創出における課題

(2) 生み出した利用例を社会実装する上での課題：

ソリューションの社会定着における課題・グローバル展開における課題

(3) ニーズに対し衛星観測能力が足りていない課題：

観測能力(分解能・頻度・精度等)の不足・衛星データ提供の継続性・予見性の不足

また、衛星地球観測の需要を創出し、利用を拡大するためには、今後、政策上重要性の高まっていく分野や、新しい衛星データ利用の需要創出が期待される分野との融合を進めていく必要があり、以下の取組を推進する。

- 安全保障、経済安全保障、災害対策・国土強靱化、海洋、カーボンニュートラル、デジタル、AI等の他分野重要施策に衛星地球観測を打ち込んでいくため、産学官で連携し、各分野におけるソリューション・事業案を検討し、そのメリット・意義価値を提示するとともに、適宜新規施策への打ち込みを行う。
- 産業的な成長が期待される非宇宙分野、特に、スマートシティ・DX・デジタルツイン・メタバース等の分野や、グリーン・ESG等の分野について、当該分野のプレーヤを巻き込み、衛星地球観測の活用についてコンセプトの検討、研究開発、実証、社会実装に向けた取組を推進する。

5.2.2. 産業競争戦略

【目標】

民需ベースの活動が主流となり、自立的で持続的に成長する衛星地球観測関連産業を実現する。

【取組方針】

以下の2段階のアプローチで目標実現のための取組を進める。

【ステップ1】官需の拡大と民需創出のための取組

戦略的衛星地球観測プログラムの推進により、大規模な官需を創出し、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」への対応など公共的な取組での産業規模拡大を実現しつつ、民需主体の事業の創出・拡大に向けた取組・投資が行われ、両輪によるシナジーを創出。

【ステップ2】民需拡大

公共的な取組の成果をグローバルに展開して民需を拡大しつつ、DX・GXへの貢献・成長産業の創出など民需主体の事業への投資、取組を拡大。

また、ビジネス開発・推進上の様々な課題(別添 2)に対して対策を進める。特に、社会実装戦略に示した対策を推進し、これまで取組を進めてきた分野における競争力の強化を図る。さらに、衛星地球観測関連の産業規模をジャンプアップさせていくためには、衛星地球観測を宇宙分野の一部として捉えるのではなく、社会経済活動の基盤であり、資本が集まり巨大な市場をもつ、デジタル分野の一部として捉えることが重要である。衛星地球観測の新規需要を創出するために、成長が期待されるメタバース・デジタルツイン、スマート農林水産業、保険・金融など DX の進む分野や、カーボンニュートラルや ESG 関連の GX 関連の分野における活動との融合や、衛星測位や衛星通信・衛星、IoT センサなど様々なセンサやモデル等との融合を強化するための研究開発等の取組を強化する(図 20 参照)。

また、グローバル展開においては、APRSAF 等の協力ネットワークが存在するアジア太平洋地域を重点領域として設定し、政府の宇宙システム海外展開タスクフォースを衛星データ利用の部分も含めて活用しつつ、各国の事業者等と連携した新規需要の開拓に取り組む。

スマートシティ・DX・デジタルツイン・メタバース

- 衛星観測による地球・都市のデジタルツインや高頻度観測データを基盤に、
- 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他のデータ、測位・通信衛星等と融合し、
- 各産業のDXにおいてAIの学習や運用の基盤として活用される。

スマートシティにおける衛星データ利用

- 都市計画（再生可能エネルギー観測によるスマートグリッド、カーボン把握）
- 自動車、空飛ぶクルマ、船舶、農業機械等の自動運転
- 地球デジタルツイン（環境情報とモデル）による災害予測シミュレーション

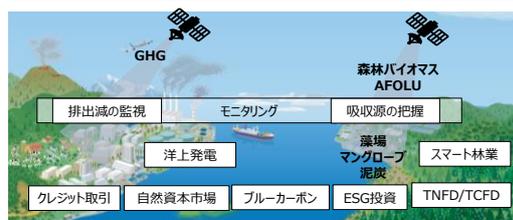


環境・エネルギー・グリーン・ESG

- GHG（CO2等）や、泥炭、森林、ブルーカーボン等のGHG排出源・吸収源の衛星観測技術に基づき
- 多様な情報を集約した情報基盤を確立し、
- 国際ルール形成を先導し、国際市場を獲得。産業界におけるTCFD評価やESGにおける投資判断における社会情報インフラへ。

グリーンイノベーション産業やESG投資における衛星データ利用

- GHGや吸収源のモニタリング（森林、水田、藻場、泥炭等）
- 新たな市場や指標における信頼性の証明（クレジット、TNFDなど）
- スマート林業の推進
- 洋上発電の計画



デジタル・DX・GX化において衛星情報を多様なセンシングデータに融合させることで、付加価値を創出

図 20. デジタル分野・グリーン分野と融合した衛星地球観測の利用像

5.2.3. 科学と環境共生戦略

【目標】

日々の国民の生活を守り、経済活動を支える国益に資するために、我が国の衛星地球観測による科学的成果を産業・公共の場で最大限活用する。

【取組方針】

気候変動に伴う自然災害の物理リスクとそれに付随する経済的損失への対応は喫緊の課題であり、全地球規模のエビデンスに基づく判断が国民生活や経済活動の向上に大きく貢献する。環境との持続的な共生に向け、産業・公共利用の基礎となる客観的なデータ・情報を継続的に取得し、衛星観測アーカイブや将来予測の機能を持つ地球デジタルツインを構築することにより、この判断の基礎となる情報を得る。

長期的な大気、陸域、海洋、雪氷圏の変化など気候変動やそれに伴う異常気象の人類社会への影響は顕在化している。日本国内における災害などへの対応と海外での日本企業での経済活動（サプライチェーン・マネジメント）への支援が求められる。今後は、激化する自然災害の物理的リスクをいち早く把握し、経済的損失を防ぐこと、すなわち環境と持続的に共生することが、国民生活や経済活動に必須となる。事業リスク回避のための国際的な情報開示の動きが加速している（例：TCFD・TNFD）のも、この認識に基づくものである。

環境との持続的な共生に向け、日本の衛星観測の強みを活かした国際連携、及び、先進的な地球デジタルツインと科学的知見を活用することにより、産学官の連携の下、産業・公共利用に必須と考えられる、特に、以下のようなソリューションの創出に向けた取組を強化する。

- 自然災害による経済的損失等に対する気候変動リスク予測、異常気象へのリスクヘッジツール、水災害に関する防災・減災

- スマート農林水産業における衛星データをはじめとするデータ利用・流通の重要性
- カーボンニュートラルの実現や生態系サービスを生み出す生物多様性/自然資本の実態把握/定量化
- 再生可能エネルギー(太陽光発電、水力発電等)の計画最適化や運用効率化

【推進方策】

衛星地球観測情報の活用のため、下記のようなデータ提供やデータに関する取り組みを推進する。

- 全球規模の大気、陸域、海洋、雪氷圏のデータの継続性、リアルタイム性、信頼性の向上
- 地球のデータの一元化・統合 4次元観測、予測の高度化 → 地球デジタルツイン
- 利用者側に即したデータ提供、オープンデータ化の検討、精度保証、利用における低コスト化、規定・マニュアルの整備

衛星地球観測に係る既存の提言等(日本学術会議、地球衛星観測タスクフォース、JAXA 将来ミッション検討委員会等)で挙げられた科学戦略に基づき、我が国の衛星地球観測による科学と社会の発展に必要な取組を推進する。

ソリューションをもたらす衛星データに関する情報リテラシーの向上、人材育成、衛星データから得られた情報・成果の政策へのアウトリーチの取り組みを強化する。

- 現状、ユーザ側では衛星データを扱える人材が不足している。そのような人材の育成やデータ活用能力の向上、さらには、衛星サービスプロバイダーとユーザーの架け橋となる「プロデューサー」層が求められている。
- 投資には期待が必要だが、(投資対象の価値が)現実とかけ離れた場合に、信頼の失墜につながる。そのため、バランスが必要で、その実現のためには、科学と社会の信頼醸成のための双方向の「コミュニケーション」が必要となる。

ミッション検討段階からの産の参画

- ハードを中心としたミッション検討から、マーケットに近いソフト側にいる「産」が初期段階からミッション検討に参画することで、産学官の連携に基づいたミッションが実現できる。ユーザの価値や視点が重要である。
- 産官学の役割分担により win-win-win の関係ができ、実利用と研究開発のスパイラルで世界に通用するソリューションが実現できる。

5.2.4. 技術開発戦略

【目標】

全体戦略に示した目標を達成し、期待されるアウトカムを創出するための衛星地球観測に関する科学技術基盤を強化し、我が国の自立的な能力や技術・産業基盤の持続性を確保するとともに、国際競争力・優位性の獲得を目指す。

【取組方針】

全体戦略に示した各分野の利用ニーズに対応するために必要な技術の高度化に取り組む。特に、日本の強みを強化しつつ、4次元情報(3次元情報+時間変化)の取得、予測の高度化、地球や都市のデジタルツイン構築、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のための基盤技術や科学分野の研究開発を強化する。

また、我が国の自立的な衛星地球観測能力を確保するため、安全保障のために不可欠と考えられる技術、宇宙基本計画において、「基幹的な衛星技術」として識別されている技術、将来の宇宙活動の自立性のために必要とされる小型衛星・コンステレーション関連技術や、将来的に自立性が必要とされる技術などについて識別し、継続的に高度化を進める。

これらについて、JAXA 等において衛星地球観測分野における技術ロードマップを策定・共有し、産学官連携により戦略的に研究開発を推進する。その際には、戦略的な技術については、継続的に研究開発を進めるとともに、小規模・短期の研究開発サイクルを数多く創出し、ユーザへの価値提供とフィードバックの機会を増大させることを目指す。

また、ニーズが顕在化している領域に対する研究開発だけでなく、中長期的な競争力強化のために不可欠な、新規利用分野の拡大、イノベーション創出、海外で進む技術革新に対応するための研究開発も推進する。イノベーションを“予測”や“意図”することは困難であり、失敗を恐れず小規模かつ大量のシードを生み続けるなどの R&D マネジメントや、技術・事業リスクなどをコントロールしながら官民で研究開発を進めるためのステージゲート型などの新たな研究開発の仕組みの導入を進める。

さらに、衛星開発実証・研究開発における課題の様々な課題(別添2)に対して対策を進める。特に、課題に直面している産業基盤を強化するため、政府衛星のインフラ化(複数機化、予見性・戦略性の確保など)や、アンカーテナントの強化、重要技術に関するフロントローディングの継続等に向けた取組を強化する。

5.2.5. 国際戦略

【目標】

地球規模課題対策における国際的な役割を果たし、重要外交政策（日米同盟、QUAD、FOIP 等）の外交ツールとして機能するため、衛星地球観測の価値を最大化する。また、国際連携を推進し、各国における我が国の衛星データ・ソリューションの利用ユーザやマーケットの獲得を目指す。

【取組方針】

我が国の衛星地球観測に関する衛星プロジェクトや各種取組をプログラムとして統合し、海外に対して我が国の将来衛星の予見性を示し、自立性を確保しつつ、友好国等と戦略的なパートナーシップを構築するとともに、競合国についての情報収集・分析を進め、国際連携に基づくグローバルな利用拡大・市場獲得を推進する。加えて、国際連携に基づく、観測ミッションの実施や海外衛星データのバーター取得等により日本の衛星開発・利用を効果的に補完する。

具体的には、図 21 に示すように、戦略的衛星地球観測プログラムを通して、日米同盟強化、QUAD・経済安全保障等の外交政策に貢献するとともに、温室効果ガス観測、水循環、森林観測等の我が国が強みを打ち出し、欧米・アジア等での戦略的不可欠性の獲得を目指す。

また、政策上重要であり、ESG ビジネスのポテンシャルもある気候変動問題について、欧米とともに第三極として日本が外交上プレゼンスを示すためのツールとして、日本の地球観測プログラムを重要政策レベルに位置づけることを目指す。同プログラムにおける戦略的な取組により、宇宙機関間の協力に加えて、EU/コペルニクス、NOAA 等と実利用面での連携も推進する。

加えて、アジア(ASEAN・インド)や豪州において、APRSAF を活用した我が国の衛星データ利用ソリューションの展開に取り組む。GEOS、GEO、WMO などの多国間の取組においては、気候変動レジリエンスのための連携を推進する。

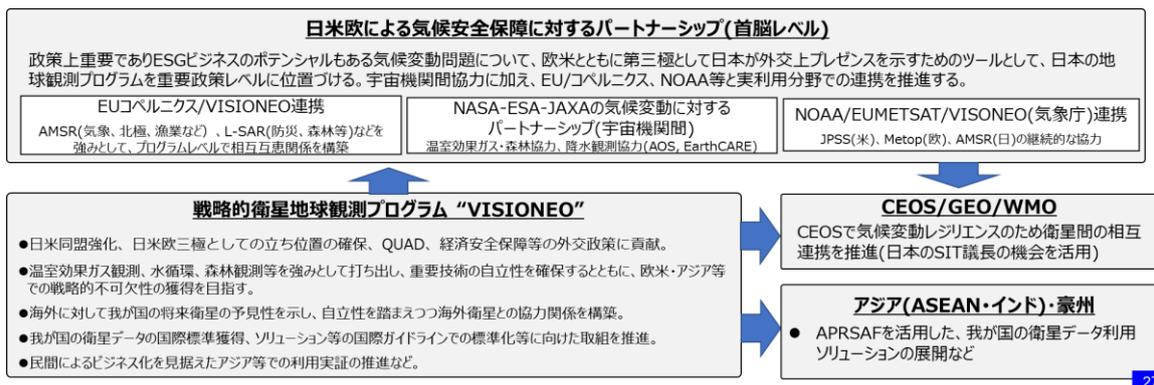


図 21. 国際戦略における重点的な取組項目

5.2.6. 人材育成戦略

【目標】

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

【取組方針】

人材の育成は、我が国の衛星地球観測に関する様々な取組を推進する上での最重要課題の一つであるとの認識に基づき、中長期的な戦略的視点で、以下に示す人材育成施策を推進する。

衛星地球観測に関する産学官連携による研究開発、利用実証、社会実装のための取組の機会をアジャイル(小規模、短期)に数多く実施することにより、人材の発掘・育成・交流を促進する。

クロスアポイントメント制度、出向等を活用し、シーズを有する組織、ニーズを有する組織、マッチングを促進する機能を持つ組織等の産学官の人材の交流・流動性を高めるとともに、上記人材像に対するスキル認定制度を検討し、非宇宙業界の人材を巻き込みつつ、観測業界全体として上記人材の育成・確保に取り組む。

学生や非宇宙業界の人材に対する衛星地球観測に関する興味・関心を高め、中長期的な人材確保の足掛かりとするため、衛星地球観測の意義価値・魅力を広く国民に向けて発信する。また、衛星地球観測に関する高等教育における大学等の連携、文系を含む様々な学部に対する教育、SSH や高専を活用した教育等などの推進策について今後議論を進める。

5.3. 新たに重点的に取り組むべき個別施策

本プログラムにおいては、社会実装・利用拡大、産業競争力強化、イノベーション創出や科学の発展のための科学技術基盤の構築等に関する多様な取組を推進するが、全体戦略、重点項目ごとの戦略に基づき、次年度以降、新たに重点的に取り組むべき新規個別施策案を以下に示す。

1. デジタル・グリーン分野等と融合した新規事業の創出・社会実装推進策

- A) CONSEO におけるデジタル・グリーン分野に対するニーズヒアリング、勉強会等の推進
- B) デジタル・グリーン分野と融合した観測事業の共創（31P 参照）
 - デジタル・グリーン分野と融合した国際競争力のある新規グローバルビジネス創出を目標として、民間企業による出資等のコミットメントを前提とし、コンセプト共創、研究開発、利用実証、衛星開発実証等を産学官共同で推進する。
例：
 - IoT と衛星観測を組み合わせたセンシングネットワークを構築による途上国を巻き込んだプラットフォームビジネスの創出。
 - 航空機の GHG 排出削減につながる革新的センサとソリューションによるグリーン分野でのグローバルビジネスの創出。
 - 次世代光学センサを用いた高精度 3 次元地形図による競争力のあるグローバルビジネスの創出。
- C) 地球・都市デジタルツインの社会実装に向けた研究開発
 - 産学官の対話等を通じて、様々な分野における地球デジタルツイン、都市デジタルツインのユースケースを識別し、社会実装に向けた研究開発・実証を推進する。
- D) 人材育成強化策
 - 衛星地球観測分野におけるクロスアポイントメント、出向、インターン、人材マッチングの仕組み等を構築することにより、産学官の人材交流を促進するとともに、デジタル・グリーン等の非宇宙分野と融合するためのニーズ調査・コンセプト共創等を産学官の横断的なチームとして推進することにより、プロデューサ・エヴァンジェリスト人材の育成を促進する。
- E) 衛星地球観測による経済社会便益の検討推進策
 - 人文社会学の研究者やコンサルタント等と連携し、デジタル・グリーン分野等を含む様々な分野における衛星地球観測が創出する経済社会便益についての定量評価を進める。

2. 社会実装・グローバル展開の推進策

A) ポスト PoC フェーズの支援強化策

- 民間出資と公的支援を組み合わせ、以下を推進
 - ①ユースケースを探索するための実装に向けた R&D、②ユーザ内の説得支援に向けたビジネスフィジビリティ確認・オペレーションフロー具体化を推進する取組、③スケールを前提とした金融機関からの資金援助などのマッチング支援など

B) アジア太平洋地域を中心とした我が国の衛星観測データを活用したソリューションの展開支援策

- APRSAF を活用した、新興国の企業や機関と共同での重点分野におけるアイデアソン、共同実証事業
- 利用研究・利用実証事業におけるグローバル事業推進に関する重点テーマの設定
- 宇宙システム海外展開タスクフォースと連携した、JICA、アジア開発銀行、世界銀行等の援助案件での衛星観測ソリューションの活用推進に向けたオールジャパンでの売り込み。

3. 科学技術・産業基盤の強化策

A) 重点技術に関するフロントローディングの推進策

- 宇宙基本計画において継続的に高度化に取り組むべきとされている我が国が強みを有する基幹的な観測技術(レーダやマイクロ波放射計)や、将来的な利用ニーズへの対応、競争力のある新規事業創出、最先端の科学技術の探究等に不可欠となることが想定される技術(地球・都市デジタルツインや予測の高精度化に不可欠な 3次元観測技術(ライダーなど)など)のフロントローディングを推進する。

B) 衛星開発・実証の推進策

- 宇宙基本計画において継続的に高度化に取り組むべきとされている我が国が強みを有する基幹的な観測技術(レーダやマイクロ波放射計)の次期衛星ミッションや、宇宙基本計画工程表においてオプションの検討を進めることとされている次期光学・SAR 衛星ミッションの他、将来的な利用ニーズへの対応、競争力のある新規事業創出、最先端の科学技術の探究等に不可欠となることが想定される将来衛星について、産学官で検討を進め、開発・実証を推進する。

(参考) 全く新しい衛星地球観測の将来像の検討

CONSEO において本提言を検討するにあたっては、従来のアプローチでは出てこないような柔軟かつ斬新な発想で将来像を描くため、会員機関の若手・中堅を中心に、帰納的価値、経済社会便益等の既存の価値観ではなく、主観的価値観である「ワクワク」を発案・評価の軸としたグループワーク、「ワクワクワークショップ」を開催した。

多様な分野・専門性を持つ参加者のグループワークによる議論の結果として、10 件のアイデアが提案されたが、多くが、①リアルタイム観測と災害などの予測シミュレーション、気象コントロール等により社会課題をドラスティックに解決するもの、②地球・都市のデジタルツインをエンタテインメント用途で、企業等の組織を対象とした BtoB のサービスではなく、個人を対象とした BtoC のサービス形態で活用するものであった。

衛星地球観測を含む産業が、IT 産業や自動車産業のような規模感で大きく産業を発展させていくためには、国・自治体・企業等を対象とした利用だけでなく、個人消費を開拓していく必要があると考えられる。このような全く新しい潜在市場の開拓可能性については、これまで十分に検討されておらず、今回、本提言の一部として取り込むまでには至っていない。しかしながら、非宇宙分野を含め、産学官の様々なステークホルダが連携し、柔軟な発想で、このような新しい衛星地球観測の利用可能性についても併せて検討していくことが重要である。

将来的に、このような新しい発想も政府に対する提言の中に含めていくことを目指し、CONSEO において、衛星地球観測が実現しうる新たな可能性について検討を進めていきたい。

以上

別添 1: 我が国の衛星地球観測の3C分析に関する参考情報

【米国】	高分解能(Dual use)		光学		超小型コンステ		公共インフラ	気象 静止 低軌道	サイエンス・気候変動監視
	安保管専用	光学	SAR	光学	SAR	それ以外			
政府衛星	NRO					NASA (CYGNSS) NOAA (COSMIC)	NASA/USGS (Landsat)	NOAA	NASA
民間衛星		Maxar		Planet labs Black sky	Capella	Spire			
【欧州】									
政府衛星	各国軍	CNES (Pleiades)					EU/ESA (Sentinel シリーズ)	EUMETSAT /ESA	ESA
官民衛星		CNES/Airbus (CO3D) ↓ Airbus (Pleiades NEO)							
民間衛星					ICEYE				
【日本】									
政府衛星	CSISE	JAXA (ALOS-2, 3, 4) ※ALOS-3は1部バスクが負担					JAXA/環境省/NIES (GOSAT/GOSAT-2/GOSAT-GW)	気象庁	JAXA (GCOM-W等)
民間衛星		NEC (ASNARO1,2)		Axel Space	Synspective QPS				JAXA

1: 高分解能衛星
2: 民間小型コンステ
3: 政府による全球環境観測衛星

NASAは科学・技術開発中心
欧州 (EU/ESA/EUMETSAT)は実利用(センチネル)、気象、サイエンス・技術開発の3本柱
JAXAは様々な役割を担っている

図 1. 日米欧の地球観測衛星ポートフォリオ

安保管	【高分解能衛星】			公共インフラ	【静止気象衛星】	【温室効果ガス観測衛星】	【大気観測@静止】	【海面高度計】
	日本	米国	欧州					
【高分解能衛星】	高分解能光学(安保管)	IGSS/CSICE	KH/NRO	Hellas/ESA国防省				
	高分解能SAR(安保管)	IGSS/CSICE	Lacrosse/NRO	SAR-Lupus/防衛				
	高分解能光学(デュアル)	ALOS-3/JAXA	MicroSat/JAXA Landsat/ESA	Planetlabs/Airbus				
【中分解能衛星】	中分解能広域光学衛星	ASAR-1/METI	SPOT/Airbus					
	中分解能SAR衛星	ALOS-4/JAXA	Radarsat(船が補充)	TerraSAR-X/ESA				
	【低分解能全球光学衛星】	ASAR-2/NEC	NISAR/NASA-ISRO	PAZ/西国防省				
【低軌道気象衛星】	(低軌道気象衛星)	(GCOM-W@補完)	SPON/NASA	Meteosat/ESA				
	(静止気象衛星)	Himawari/気象庁	GOES/NASA	GOES/NASA				
	(静止気象衛星)	OCO/NASA	Sentinel5P/ESA-NES					
【大気観測@静止】	(静止)衛星	GeoCarb(NASA)	MicroCarb/CNES					
	(静止)衛星	TEMPO/NASA	MetOp/ESA					
	(静止)衛星	TEMPO/NASA	MetOp/ESA					
【海面高度計】	(海面高度計)	ICESat/NASA	CryoSat/ESA					
	(海面高度計)	ICESat/NASA	CryoSat/ESA					
	(海面高度計)	ICESat/NASA	CryoSat/ESA					

欧米は安保管で高分解能光学のDual-useビジネス(黄色)が自立
欧米はユーザー負担(青色)が多い

図 2. 日米欧の地球観測衛星 (民間小型コンステ以外)

別添 2: 衛星地球観測に関する課題と対策リスト

衛星地球観測に関する課題と対策案のリストを以下に示す。

(1) データ利用・社会実装関連

- 観測システム・データ提供
 - データの継続性が不足。
 - 提供されているデータの頻度・分解能・精度・即時性等がニーズに対して不十分。
 - データが高コストすぎる。
- 衛星観測データの保管・処理・アクセス
 - データ、解析ツール等へのアクセス、入手、使いやすさが困難。データの使いやすい形での情報化が不足。
 - 政府系衛星データの流通が不十分。
 - 官民衛星データの多様な規格・仕様による統一性の無さ。全体像（官民衛星）の把握が困難。
 - データインターフェースの標準化が不足。
- ソリューション創出・提供
 - 新規ソリューションや新規利用事例が創出されない。
 - 複数の衛星データや他分野のデータ等と融合したソリューション開発の取組や開発環境の不足。
 - 新規参入する事業者の不足。新規利用分野の開拓の試みの不足。
 - ソリューションを提供する事業者の不足。
 - アルゴリズムの継続的な更新。（異なるアルゴリズムとしない。）
- 社会実装・事業化
 - 実証を繰り返しているが、実装への取組が不足。
 - 情報の信頼性・解析精度等の実証が不足。
 - 衛星データ普及に向けた規制・ルールの見直しが必要。
 - 行政の計画や業務手順書等において、衛星データ活用の指針が明示されていない。
 - 防災分野等で、国によるユーザ側での司令塔的機能の構築が必要。
 - 教師データ、現地データの収集と検証の不足。
 - 単年度契約による公共事業ではなく、複数年契約による支援が必要。
- 認知・活用ハードル
 - 観測データ利用の用途や価値に対する業界外の認知度が低い。利用者との協働による大々的な宣伝の不足。
- 需要
 - 欧米に比べ政府のアンカーテナントが不足。災害等非常時だけでなく、平時のお金が回る仕組みが必要。
 - 文科省・JAXAによるR&D成果を引き継ぎ、社会インフラとして主体的に運用する利用省庁がない。

【対策】(黒：既存、赤：今後必要)

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ● 工程表等における予見性・継続性の確保 ● 政府衛星のインフラ化(実用的な観点の予算化) ● 政府衛星データのオープン&フリー化の推進 ● 民間衛星コンステ等のアンカーテナント強化 |
| <ul style="list-style-type: none"> ● 衛星データプラットフォームの整備(Tellus等) ● 衛星データの使い勝手の向上(API, ARD整備等) |
| <ul style="list-style-type: none"> ● 衛星データプラットフォームの整備(Tellus等) ● 他分野データプラットフォームに対する衛星データのインフラ強化 ● 衛星データ利用モデル実証事業の推進(内閣府) ● 衛星データの利用ビジネスの実証を支援(経産省) ● 官民連携での衛星データビジネス創出(J-SPARC) ● 異分野との融合や複数衛星や他分野センサー等との融合を推進する仕組み ● 官民連携で挑戦的なミッションを創出する仕組み |
| <ul style="list-style-type: none"> ● 実証の後の実装フェーズを支援する仕組み ● 衛星データの利用省庁における利用拡大に向けた環境整備 (内閣府リモセンTF大臣会合) |
| <ul style="list-style-type: none"> ● 業界外への認知度向上のための取組や参入支援 |
| <ul style="list-style-type: none"> ● 利用者と共同でのソリューション開発・実証(SIP防災など) ● アンカーテナントや利用省庁の利用拡大に向けた、衛星地球観測の経済社会便益分析の推進 |

(2) 事業展開・新規参入関連

- 事業展開・新規参入に関する課題
 - 事業開発
 - 衛星を開発運用し、画像販売事業化しようとしても、初期費用が高額すぎて回収困難。
 - H/Wだけでなく需要側・データを活用する非宇宙企業が活用する際の支援が不足。
 - 需要
 - 市場が確立しておらず、米国と比した政府調達不足(R&Dが中心)。
 - 政府の調達メカニズムに課題。
 - 政府による衛星開発・製造への税制優遇の不足。
 - 政府による投資不足。
 - PPPなどの取り組みの推進不足。
 - グローバル展開
 - 高分解能センサ事業で海外進出国市場獲得困難(農業の話をしては安否の話になる)。
 - データ利用ビジネスのグローバル展開についての支援不足。
 - 単年度補助金ではない、投資スキームによる海外展開支援が不足。
 - その他
 - L-band SARにおいて民間事業を推進するには電波利用料が高すぎる。SARの電波創出頻度は小さいため、通信と同様の利用料ではない考え方の整理が必要。
 - 衛星IoTの利用について、周波数帯域利用(920MHz)のLPWAの宇宙受信に関する規制緩和が必要。

【対策】(黒：既存、赤：今後必要)

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ● アンカーテナントの強化 ● 非宇宙企業がデータ活用していく上での支援 |
| <ul style="list-style-type: none"> ● アンカーテナントの強化 ● 政府の調達メカニズムの改善 |
| <ul style="list-style-type: none"> ● 宇宙システム海外展開タスクフォース ● データ利用ビジネスのグローバル展開視点(海外におけるPoCの推進や政府レベルの売り込み) |
| <ul style="list-style-type: none"> ● 周波数関連の課題に対する政策的議論 |

(3) 衛星開発実証・研究開発関連

- 衛星開発実証・ミッション実施
 - 政府衛星の予見性・継続性が不足しており、企業等が研究開発投資を行いきにくい。
 - 研究開発成果を利用者等に橋渡しできていない。R&D衛星が多く実用化につながらない。
 - ミッションが(特に産業界の)利用ニーズベースで考えられていない。
 - ニーズの把握と技術とのギャップ分析が不足、あるいは、まとめられていない、公開されていない。
 - 事業者が求める開発実証のスピード感がない(検討開始から運用までの期間が長い)。
 - クラウド、API、ツールなどIT等の非宇宙技術や環境とも融合し、データ利用も含めたミッションデザインが必要。
 - 日本独自技術の創出、ハードとソフトの融合による差別化が必要。
 - 官民が総力を結集する全体システムの構築が必要。
 - JAXA衛星について、プロジェクト規程や開発標準が厳しいことによるコスト増・開発期間増。
 - 民間事業者向けの新たなJERG(技術要求・ガイドライン文書)等の設定が必要。MIL品から高品質民生部品へ(280)。
 - デジタル開発・アジャイル開発等の新たな開発プロセスへの対応が不足。
 - ALOSシリーズにおいては、複数の用途・ユーザーの要求に伴う観測リソース配分に課題。
 - 重要部品の国産化が必要。
- 新規技術開発
 - 衛星のシリーズ化に伴い、新規方式のR&Dに取り組み機会が不足。
 - 競争力を中長期的に確保するための先進的な衛星観測技術開発への投資が不足。
 - 新規技術の開発には、長期間かつ予算が必要だが、プロジェクトの立ち上げ前は、まとまった予算がつかない。(フロントローディングなど、中長期的に衛星・センサの技術成熟度(TRL)を挙げる予算・取組が不足)
 - 社会実装によるアウトカムを示さなければ技術実証予算がつかず、新規技術への挑戦が困難。
 - 官民連携でミッションを立ち上げる場合、最初から事業者のフルコミットが求められるため技術リスク・事業リスクが高すぎず参入できない。ステージゲート方式等の工夫が不足)
- 研究開発
 - ハードの強みを活かすアプリケーション、ソフトウェア、アルゴリズム等に対する研究開発が不足。
 - 官民衛星を含めた複数衛星を融合利用するための研究開発の不足。
 - JAXA内の技術基盤の衰退(NASAは中に技術を残して技術基盤を残している)。
- 設備
 - 放射線試験設備等、国内の利用可能な試験設備に限られており、国全体としての効率的な相互利用が必要。

【対策】(黒：既存、赤：今後必要)

- 工程表等における予見性・継続性の確保
- 民間事業者と共同でのミッション検討(ALOS-5の事業コンセプト共創など)
- 官民が総力を結集する全体システムの検討
- 課題対応のためのJAXA衛星プロジェクトのミッション検討・プロジェクト推進の改善など

- 工程表等における予見性・継続性の確保
- 先進的な衛星観測技術開発の推進
- フロントローディングの強化
- アジャイルに小さくたくさん新規観測技術を実証するR&Dプログラム。
- 官民での新規ミッション創出を実現するためのステージゲート方式のR&Dプログラム。

- アプリケーション、ソフトウェア、アルゴリズム等に対する研究開発の強化。
- 複数衛星を融合利用するための研究開発の強化
➔ コンステ共創プログラムなど
- 試験設備の効率的利用のための取組

- 衛星開発を含む産業基盤の維持・発展における課題
 - フロントローディングが不十分で、技術リスクが高く、コスト見積りが難しい段階で開発に着手するため、コスト超過のリスクが大きく、事業リスクが大きい。
 - 技術リスクの大きい単発の実証衛星開発が続くと、シリーズ化・リピート品の売り上げによる利益創出が困難で体制・技術の維持や事業継続が困難。
 - 利益が出ないため、新規技術開発への投資や新規ミッションへの対応が困難。
 - 中長期的に、日本の観測衛星開発実証に関する産業基盤が維持できない懸念。
 - コスト・開発期間短縮の一つの方法がレポート開発であるが、MEXT予算に依存するとR&Dの新規性が求められ認められない。
 - 事業上の課題の増大(機数増加による運用煩雑化、セキュリティやデブリ回避等の規制強化への対応等)
- 小型衛星観測ベンチャーの産業基盤維持発展における課題
 - 欧米の企業に比べアンカーテナントが不十分で競争力確保に課題。
 - 差別化するための技術開発や、早く迅速にサービスインするためのすくに使える技術・コンポーネントの整備や、実証機会などフェーズごとに異なる支援が必要。
- 高分解能光学衛星に関するデータ事業者維持発展・データポリシーに関する課題
 - ALOS-3では民間事業者が運用・データ配布に関する出資を行う形での官民連携を実現。欧州では、CNESの開発成果をAirbusが民営化し、Pleiades NEOではアンカーテナントのもと100%民間出資。CO3Dミッションでは半官半民出資。一方、ダウンストリーム事業者によるデータビジネスの創出の観点ではO&F化に関する期待もあり、ALOS-3後継ミッションにおいては、データポリシーやデータ事業者との官民連携方針について議論が必要。

【対策】(黒：既存、赤：今後必要)

- フロントローディングの強化
- シリーズ化・リピート化の推進
- 開発メーカが赤字を出さない形での調達方法の検討(例：パスはメーカ請負、ミッションはJAXAR&Dなど)

- アンカーテナントの強化
- フェーズごとの小型衛星観測ベンチャーに対する研究開発支援(内閣府：小型SARコンステの利用拡大に向けた実証、文科省：小型技術刷新衛星研究開発プログラム、革新的衛星技術実証プログラム、コンステ共創プログラム、経産省：汎用小型衛星パス開発事業、小型衛星の部品・コンポーネント開発・軌道上実証事業など)

- ALOS-3後継ミッションにおけるデータ事業者維持発展、データポリシーに関する議論・政策判断

(4) 人材・その他

- 人材(バリューチェーン上の各要素において)
 - 人材市場に専門人材(衛星データ解析に習熟した人材、地球科学の専門性を持つ人材、研究人材、エンジニアなど)が不足(観測センサ開発が継続せず、人材確保・技術継承が困難。ベンチャー等で新規事業に着手しようとも人材確保が難しく事業展開困難。)
 - 企業内で採算の取れない(衛星開発)事業に人材が割り当てられない。
 - 情報・IT分野など、他分野を巻き込んで人材のバイを増やす取り組みが不足。
 - 衛星データと非宇宙分野をつなぐアーキテクト人材の不足。
 - 災害等での衛星データ活用システム構築後の利用者における理解不足。
- その他
 - 産学官連携
 - 産学官連携の推進に課題。特にアカデミアによる研究成果の民間利用・公共利用など。
 - 他産業の失敗例のベンチマークが不足。
 - 国・JAXAと民間の役割分担
 - 政府・JAXAの役割が不明瞭。
 - JAXAの役割について議論すべき。
 - 国際協力
 - 戦略的な宇宙機関等との国際協力に課題

【対策】(黒：既存、赤：今後必要)

- 衛星地球観測に関する産学官連携による研究開発、利用実証、社会実装のための取組の機会をアジャイル(小規模、短期)に数多く実施することにより、人材の発掘・育成・交流を促進
- 業界外への認知度向上のための取組

- CONSEOを活用した産学官連携を推進するための施策の検討と推進
- 政府・JAXA・民間等の役割分担に対する議論の推進
- 戦略的な国際協力の推進

別添 3: 次期光学・SAR 観測のオプション

1. オプション検討結果の概要

次期光学衛星、次期 SAR 衛星や民間コンステ事業者の衛星との連携のあり方について、2030 年頃の将来像に基づく、6 つのニーズの重みづけに基づき検討した。検討結果のサマリーを図 1 に示す。

これらのオプションは特定の重みづけに特化した尖った例を示しており、実際のオプションとしては、複数のオプションの組み合わせや、バランス型の中で重みづけをするなどのバリエーションが考えられる。

なお、ALOS-3 の打上げ失敗に対し、災害時の被害状況把握等の想定利用ニーズに早急に対応する観点に加え、開発時点からの状況の変化に伴い想定される新規ニーズへの対応や新規事業の実現可能性、技術の進展等の観点を考慮し、早期の光学ミッション実現に向けて、CONSEO での検討結果も踏まえ、今後の方針について政府において早急に検討を進めるべきである。

今後、今回検討したオプションをベースに、検討に意欲を有する産学官の CONSEO 会員がオプションごとに複数のグループを形成し、政府がメリット・デメリットを比較できるよう、各ミッションの詳細や、コストベネフィット、創出できるビジネス・市場規模や社会インパクト等についてアイデアを募り、詳細検討を進める予定である。

なお、「光学・SAR 観測のあり方」としては、GCOM-C のような中分解能光学衛星など様々なタイプの観測のあり方についての議論が含まれるが、今回の検討においては、宇宙基本計画工程表においてオプションの検討が求められている ALOS-3、ALOS-4 の後継機や民間コンステ事業者の衛星との連携のあり方について、複数のオプションを洗い出すことにフォーカスし、その他の観測のあり方については別途の検討を想定している。

オプションのタイプ	特徴
①a) 安全保障 (Dual-use) 優先型 - 自立性重視	・ 認知領域を含む情報戦に対処する自立的な Dual-use 光学・SAR 観測の重要性の高まりを踏まえ、海外商用衛星に依存しない自立的な、MDA 含む安全保障ユーザ向けの Dual-use 光学・SAR 観測能力の構築を重視。高分解能な国産コンステレーションが有効。
①b) 安全保障 (Dual-use) 優先型 - 多国間連携重視	・ 認知領域を含む情報戦に対処する自立的な Dual-use 光学・SAR 観測の重要性の高まりを踏まえ、同盟国等との連携を強化しつつ自立的な観測能力を高める、MDA 含む安全保障ユーザ向けの Dual-use 光学・SAR 観測能力の構築においては、海外商用衛星活用を前提としつつ、海外衛星とインターオペラブルで、海外安保ユーザからも必要とされる日本独自の観測能力(高精度3次元計測等による付加価値向上)を持つ衛星が有効。
② 災害対応優先型	・ “いつ起きてもおかしくない”南海トラフ地震や、激甚化する風水害等の大規模災害に対する実用公共インフラとしての光学・SAR 観測能力の構築を重視。発災後は高頻度把握が可能なコンステレーション(但し、迅速性ニーズの2時間以内を満たすためのシステム規模は非常に大きい)とデータリレー衛星等を活用したリアルタイム性のあるデータ送信手段、及び発災前後の把握が可能な広視野衛星が、発災前は防災減災用のベースマップ整備が可能な広視野衛星が有効。
③ カーボンニュートラル 全球観測優先型	・ 欧米の衛星観測で取組の進む、カーボンニュートラルの実現や生物多様性監視及びカーボンクレジットなどの ESG 関連ビジネスの創出等に資する観測能力の構築を重視。樹高・バイオマス等の高精度3次元計測が可能な衛星、農林業その他土地利用(AFOLU)等の全球土地被覆・沿岸部等の把握が可能な高精度・広視野衛星、及び特定点の高頻度把握が可能なコンステレーションが有効。
④ 都市観測ビジネス 優先型	・ 国際競争力のある民間データビジネス促進や今後重要性の高まるデジタル基盤データ取得を目的とした、都市デジタルツインやメタバース等のアプリケーションも含むビジネス成立性の高い関心領域や、公共測量・公共インフラ監視等の観測能力の構築を重視。特定点の高頻度監視が可能なコンステレーション、DSM を作成可能な高精度3次元観測が可能な衛星、高精度・広視野衛星、微小変位を検出可能な衛星が有効。
⑤ スマート農林水産業 優先型	・ スマート農林水産業の実現やカーボンニュートラルに貢献する観測能力の構築を重視。農業・水産業のための高頻度なスペクトル光学観測が可能な衛星や、林業のための高精度3次元計測が可能な衛星が有効。
⑥ バランス型	・ 安全保障・経済安保・防災・国土強靱化・海洋・農林業・気候変動・科学・データビジネスなどの幅広いデータ利用ニーズに対応することを重視。①～⑤を実現するシステムが必ずしも排他的ではないことを踏まえ、頻度・精度・俯瞰性をバランスした衛星が有効。災害対応における高頻度観測、全球観測が求められる地球規模課題への対策やサイエンスにおけるカバレッジは、海外機関との協力分担・海外衛星のパートナーデータ活用等に基づき推進。

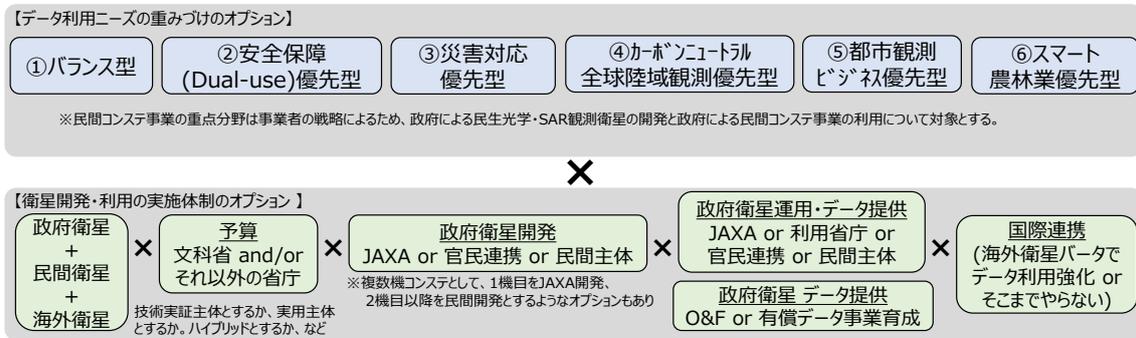
図 1: 次期光学・SAR 観測に関するミッションオプション

システムの検討において前提とした、ニーズ分野ごとに求められる特徴的な観測能力を図 2 に示す。

ニーズ 優先分野	優先分野ごとに求められる観測能力 (貢献度: ●>○>△)							
	光学 (情報量が多く判読し易い)				SAR (昼夜・全天候で観測可能)			
	狭域・コシテ	広域	立体視・ライダー (研究中)	ハイパースペクトル	TIR/MWIR	X-band 狭域・コシテ	L-band 偏波・広域	L-band狭域・コシテ(研究中)
①安全保障 (Dual-use) 自立性	●高分解能・高頻度・迅速な特定点状況把握	○高分解能・広域状況把握	—	—	●状況把握	●高解像度・高頻度・迅速な特定点状況把握	○広域状況把握	○高頻度・迅速な特定点状況把握
①安全保障 (Dual-use) 多国間連携	●高分解能・高頻度・迅速な特定点状況把握	○高分解能・広域状況把握	●3次元観測によるシミュレーションの基礎情報 (月～年単位)	—	●状況把握	●高解像度・高頻度・迅速な特定点状況把握	○広域状況把握	○高頻度・迅速な特定点状況把握
②災害対応	○発災後の高分解能・高頻度・迅速な特定点状況把握	○発災後の高分解能・広域状況把握	●発災前の3次元観測による防災の基礎情報の提供	—	○山火事、火山	●発災後(全天候)の高解像度・高頻度・迅速な特定点状況把握	●発災後(全天候)の広域状況把握、発災前の画像整備・地殻変動	●発災後(全天候)の高頻度・迅速な特定点状況把握、発生前の地殻変動
③カーボンニュートラル・全球観測	○高分解能・高頻度な特定点状況把握	●高分解能全球土地被覆分類変化(月～年単位)	●3次元観測による全球樹高変化(月～年単位)	○樹種判別(全球観測)スラムリクス(大)	—	△一部変化検出	●全球変化/バイオマス(月～年単位)	○特定点の変化/バイオマス
④都市観測ビジネス	●高分解能・高頻度・迅速な特定点状況把握	●高分解能・広域の公共測量(地図)	●3次元観測による都市計画	—	—	●特定点のインフラ変位	●全域のインフラ/地表変位	●特定点のインフラ/地表変位
⑤スマート農林水産業	○高頻度(農業、水産業、日単位)	●高分解能・広域の公共調査(農林業、沿岸、年単位)	●3次元観測による樹高変化(林業、沿岸、年単位)	●樹種判別(日本周辺、農林業)	●海面水温把握(沿岸漁業など)	○土地利用(農林業)	○土地利用・バイオマス(農林業)	○土地利用・バイオマス(農林業)
⑥バランス型	○高頻度・迅速	●広域	●3次元観測	—	○	○高頻度・迅速	○広域・高精度	○高頻度・迅速

図 2 データ利用ニーズに対応するための観測能力のポイント

また、以下に示すように、上記ミッションオプションに対して、衛星開発・利用の実施体制のオプションについても検討し、組み合わせた形の全体オプションを検討する必要がある。



衛星開発・利用の実施体制のオプションとしては、以下が考えられる。

- A) データ有償提供 + データ提供事業者育成(観測インフラ構築のための民間出資の活用)
- オプション1(民間主体型/MAXAR+R&D モデル): 利用省庁が、民間事業者が提供する有償データサービスを年度ごとに大規模調達。民間事業者は政府のデータサービス調達を前提に民間出資・民間主体で観測インフラを構築・サービス提供。R&D 要素がある部分については、MEXT・JAXA 予算で官民共同で開発実証。(1 機目を MEXT 予算で JAXA が民間と連携して開発し、成果を民間に移転。2 機目以降を民間主体で開発し、1 機目と統合した民間主体のサービス提供)。余剰リソースで他のユーザに対してもビジネス展開。

- オプション2(官民共同型/CO3D モデル): MEXT/JAXA・民間(含出資)が共同で(一部 or 全部)衛星開発実証。民間はデータビジネス展開。※ALOS-3 発展
 - オプション3(政府主体型/ALOS-2 型): MEXT/JAXA が衛星開発し、データを政府ユーザには実費提供、他ユーザには有償データ配布。
- B) データ無償(or 実費)提供(ダウンストリーム利用者による価値創出の最大化)
- オプション4(コペルニクスモデル/政府主体インフラ構築): 政府(EU 相当)と MEXT/JAXA(ESA 相当)が共同で観測インフラを構築し、サービス提供。社会インフラとして O&F でデータ提供し、社会実装・産業競争力強化をはかる。
 - オプション5(コペルニクス+PFI 無償モデル/民間主体インフラ構築): 政府(EU 相当)が、民間事業者が提供するサービスを毎年度サービス調達(PFI)し、O&F でダウンストリームユーザに提供。観測インフラの構築はオプション1と同様、民間主体で実施 + MEXT/JAXA の R&D。
 - オプション6(NASA 無償モデル/政府主体インフラ構築): MEXT/JAXA が技術開発も含む衛星群を開発し、基盤インフラとして O&F(or 実費)でデータを提供。
- ※上記のオプションの成立性を実証するために、一世代分の衛星開発実証を MEXT/JAXA 予算で行う過渡期オプションもありうる。

2. 各オプションの概要

各オプションの前提となる想定ニーズと、各ミッションオプションの概要を以下に示す。

【オプション② 災害対応優先型】



図 3 災害対応分野のニーズ 1

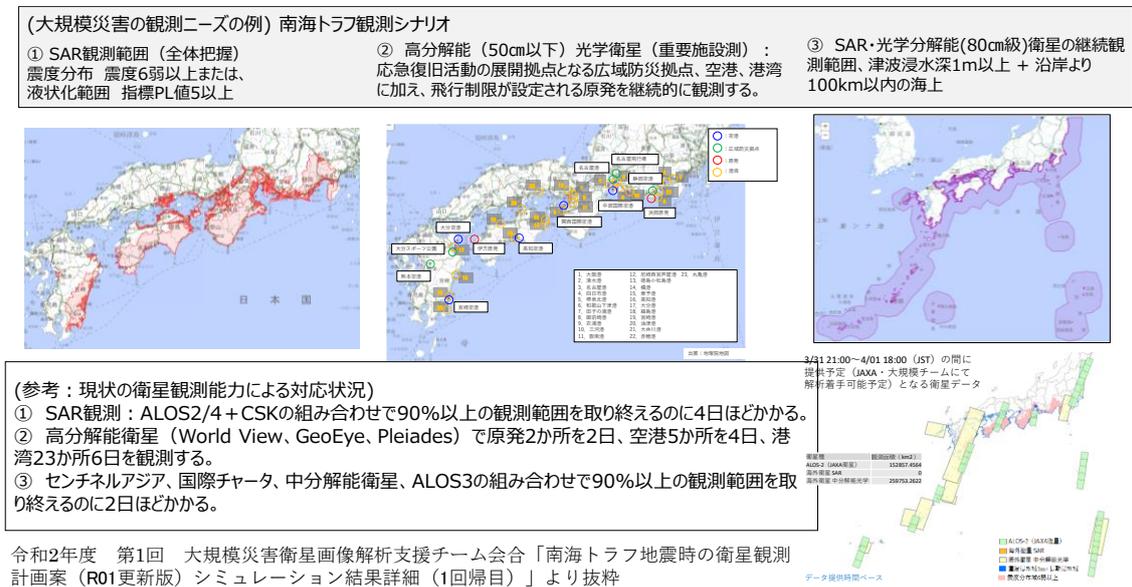


図 4 災害対応分野のニーズ 2

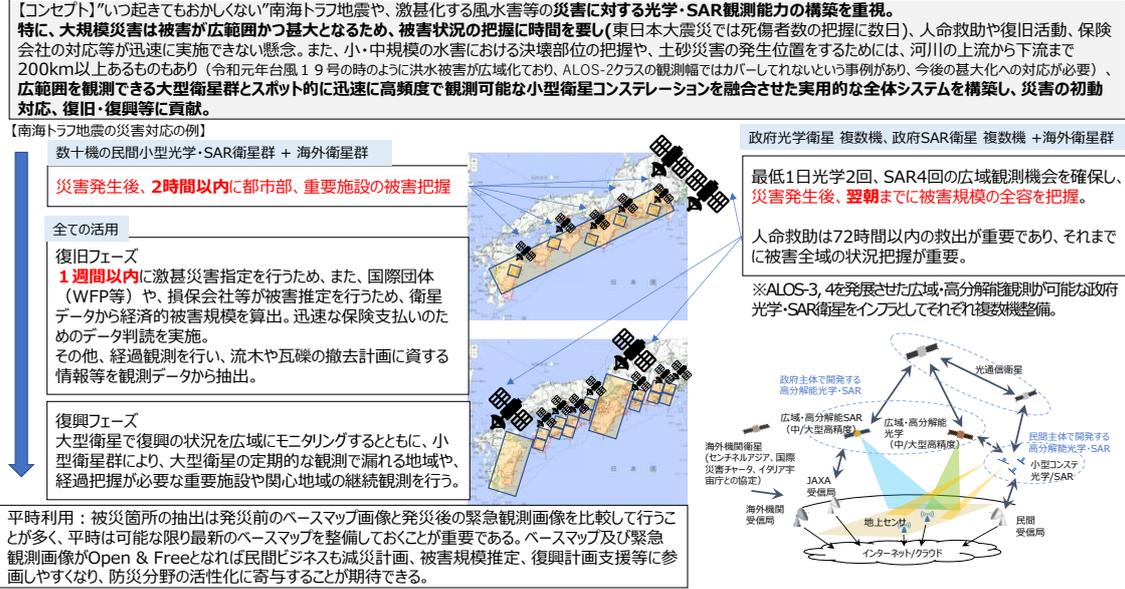


図5 オプション案②: 災害対応優先型

【オプション③ カーボンニュートラル全球観測優先型】

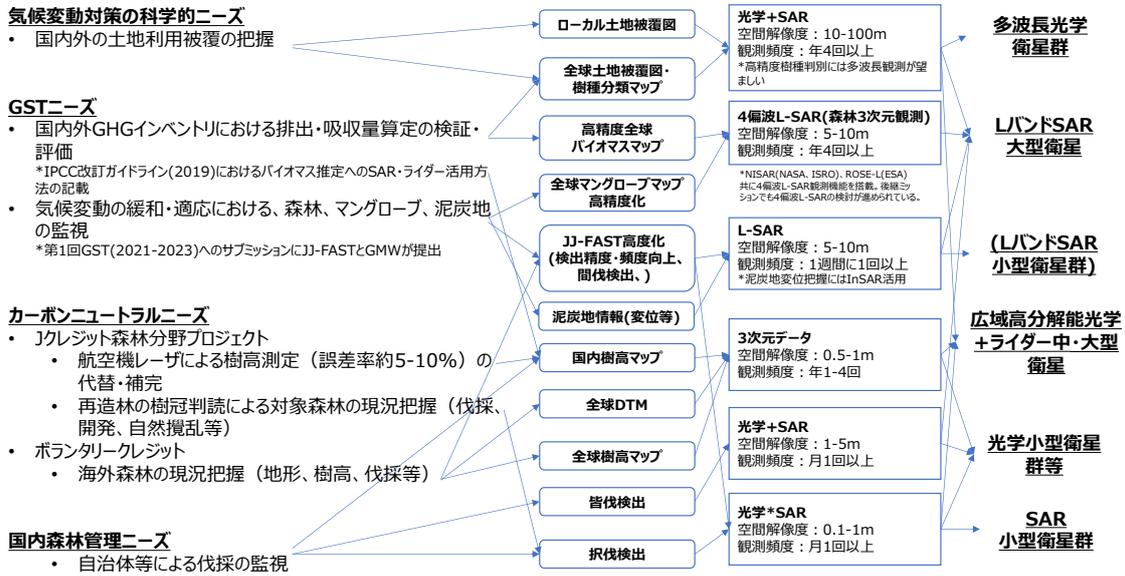


図 6 カーボンニュートラル・グローバルストックテイク(GST)関連のニーズ

【コンセプト】欧米の衛星観測で取組の進む、カーボンニュートラルの実現や生物多様性監視に必要な高精度な陸域の全球観測を重視。官民・国際連携を前提に、日本が強みとする広域高分解能観測能力を強化、欠損の無い継続的な3次元基盤データを取得するとともに、関心領域を高頻度にモニタすることにより、Jクレジット、二国間クレジット制度(JCM)、ボランティアクレジット、グローバルストックテイク(GST)等の仕組みやESG関連ビジネス、サイエンス等において必要な樹高、バイオマス、土地被覆変化等の情報や関連ソリューションを提供。さらに多波長衛星群の組合せにより樹種分類マップを提供。

- 海外衛星と相互利用が可能な高精度な政府の中・大型光学・SAR衛星により全球陸域の高精度3D基盤データ、Lバンド4偏波基盤データなどの基盤情報を整備。
 - ✓ 光学・SAR複合利用による国内の樹高・バイオマス把握。ALOS-3のデータ利用を発展させた高分解能3D広域光学データ・ベースマップ・サービス提供によるビジネス。
 - ✓ O&F LバンドSAR国際連携(NASA NISARやESA ROSE-Lなど)による高精度なグローバルバイオマスマップの整備。気候危機対策における日米欧の国際連携推進。
 - ✓ 選択的O&F光学基盤データ*と完全O&FなLバンド基盤データによるビジネス開発/利用、日本の衛星データの国際的なサイエンス利用の促進。
 - *低解像度版2D(海外衛星とのインターオペラビリティ)、高分解能アーカイブ版2D、低解像度版3Dなど(それ以外はALOS-3と同様のデータビジネス)
- 加えて、複数衛星の融合利用による高頻度変化情報を活用した様々な用途の高付加価値サービスの提供。余力能力を活用した災害緊急観測・海洋観測への対応。
- 民間光学・SAR衛星群は、政府の基盤衛星データを活用し、陸域の局地的な高頻度監視等によりカーボクレジット等のESG関連ビジネス利用を創出。

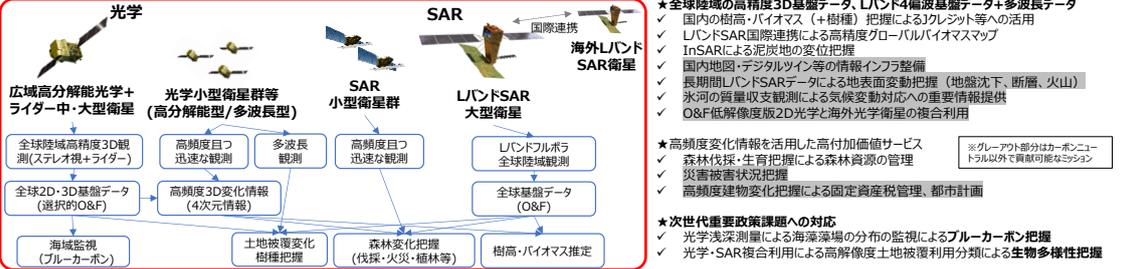
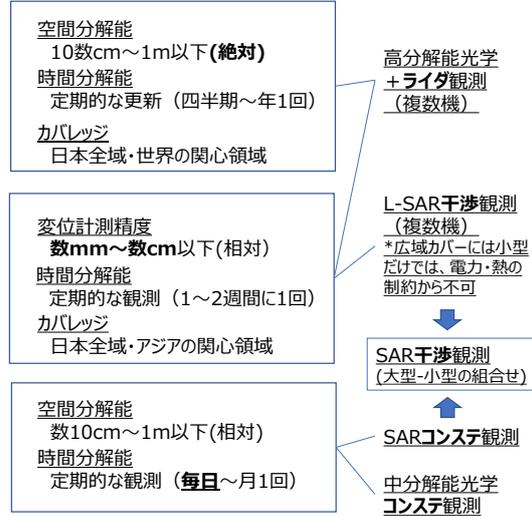


図 7 オプション案③: カーボンニュートラル全球観測優先型

【オプション④都市観測ビジネス優先型】

- 3D/2Dデジタル地図ニーズ**
 - デジタル3D地図（AW3D、PLATEAU等、都市利用計画）
 - シミュレーション（5G基地局電波伝搬、洪水、風況等）
 - 自動運転用
 - デジタル2D地図（国内外地図等、土地利用計画）
 - 縮尺2500分の1（公共測量規定）
 - 新興国等の地図作成基盤インフラ、スマートシティ計画策定
 - 都市計画基礎調査における土地利用現況調査
- インフラ監視ニーズ**（老朽化する各種インフラ監視の抜本的効率化）
 - 水道管漏水検知（UTILIS社）
 - 地盤沈下監視（水準測量と衛星データ併用）
 - 道路構造物（切土、盛土、斜面等）監視
 - 河川堤防の管理・点検や河道における樹木の把握等
 - 砂防基礎調査実施所の選定
 - 港湾（港湾・堤防の沈下や隆起の監視、藻場面積の測定）
 - 不法投棄・違法建築の監視
 - 道路安全走行（段差検出）
- 特定点監視ニーズ**
 - 金融機関向けオルタナティブデータ
 - 経済動向把握、固定資産・地物検出等を目的とした台数カレント・種類判読（車、港コンテナ、船、飛行機、駐車場）



【参考】第2回RSデータ利用TF大臣会合 衛星データの更なる利用拡大に向けた環境整備について <https://www8.cao.go.jp/space/taskforce/rs/dai2/siryou2.pdf>

図 8 都市観測ビジネスニーズ

【コンセプト】国際競争力のあるデータビジネスの成立や今後重要性の高まるデジタル基盤データの取得を目的として、ビジネス成立性の高い関心領域に対する高精度3次元計測による国際競争力のある観測能力を構築し、グローバルな民間ビジネスを促進することを重視。

中/大型の光学・SAR衛星群（広域・高精度）と、小型光学・SAR衛星コンステレーション（高時間分解能）を融合した、都市部等の高頻度観測を実現することにより、

- 高解像度DSMの高頻度更新や3D地表変動等によるインフラ等の定期的なモニタを行うことで、都市の4D（3D+時間変化）デジタルツイン化を実現。測位衛星による位置情報データや地上の各種センサデータ等とも組み合わせて、都市部のバーチャル空間を構築する。これにより、観測能力に加えて予測能力を強化していくことで、防災レジリエンス・公共サービス・モビリティサービスの向上へ貢献。
- 日本国内に対しては、国と地方が一体となった公共サービス基盤を構築・提供することにも貢献するとともに、海外に対してスマート社会を支えるデジタルインフラやデジタルサービス等の提供ビジネスを展開。（人間活動域(都市部等)に観測リソースを集中させ、気候変動観測等への貢献が期待できる全球観測は実施しない。）

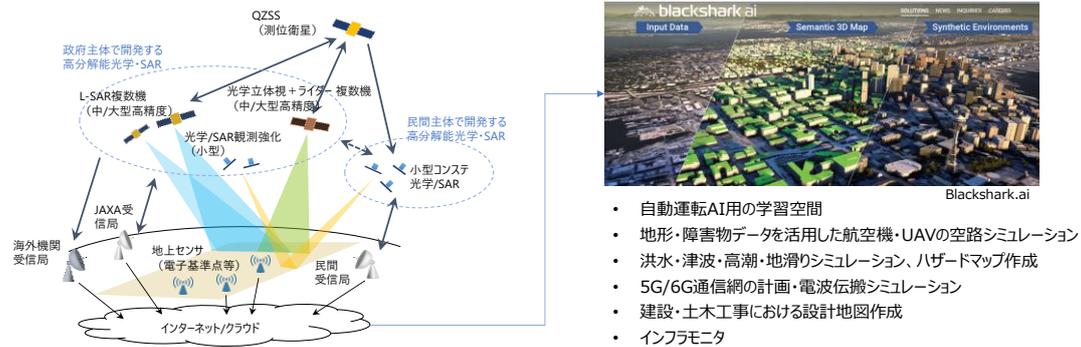


図 9 オプション案④: 都市観測ビジネス優先型

【オプション⑤ スマート農林水産業優先型】

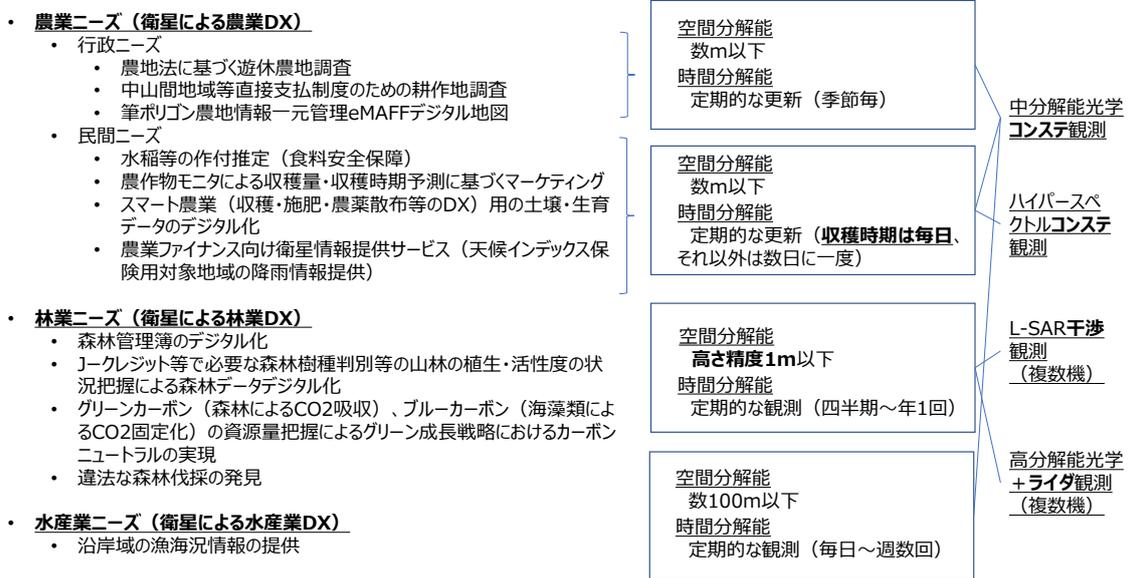


図 10 スマート農林水産業分野のニーズ

【コンセプト】スマート農林水産業の実現への貢献を重視。政府衛星を基準データとして活用しつつ、民間コンステを中心に、官民連携でスマート農林水産業に有効な高頻度なスペクトル光学観測やSAR観測を実施しカーボンニュートラルにも貢献。

高分解能・狭帯域マルチバンド光学センサを搭載した基準衛星(群)と、様々な波長での撮影が可能な超小型衛星群を融合した、高頻度かつ多波長での衛星光学観測と全天候型で多波長のSAR観測を実現することにより、

- 農作物の生育状況や病害虫の状況を把握することで、土壌・生育データをデジタル化するとともに、衛星測位情報を用いた自動走行農機・ドローンによる収穫・施肥・農薬散布等のスマート技術を組み合わせることで、精密スマート農業による農家の収量改善・経営の効率化等を実現。また、森林樹種判別等の山林の植生・活性度の状況を把握することで、森林データをデジタル化するとともに、衛星測位情報を用いた位置情報把握による伐採・運搬機械等のスマート技術の導入を組み合わせることで、森林管理や林業経営の効率化等を実現。
- 農地の大区画化や森林管理簿のDX化（衛星観測データ活用によるDX等）等の施策と併せて打ち出すことで、農林水産業をICT化するとともに、担い手不足が課題となっている農林業分野への若い世代の参入を促進し、我が国の食料安全保障、みどりの食料システム戦略等への貢献や、アジアモンスーン地域の持続的な食料システムモデルとしても輸出していくことによる国際ルールメイキングへの参画を実現。
- グリーンカーボン（森林によるCO2吸収）、ブルーカーボン（海藻類によるCO2固定化）を把握するためのボリュームデータのデジタル化を強化し、グリーン成長戦略における「2050年に農林水産業における化石燃料起源のCO2ゼロエミッション」のカーボンニュートラルの実現にも貢献。

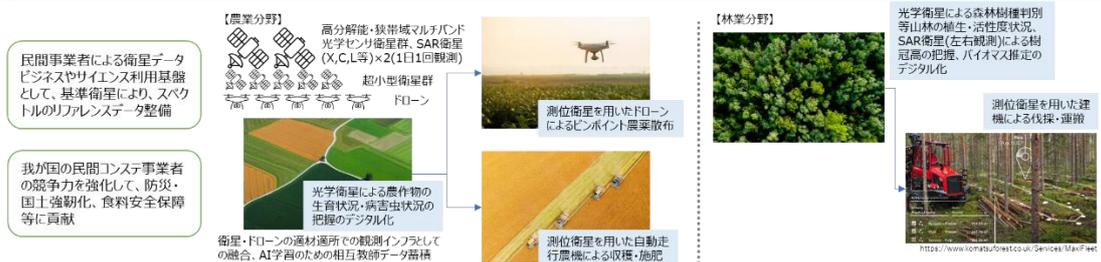
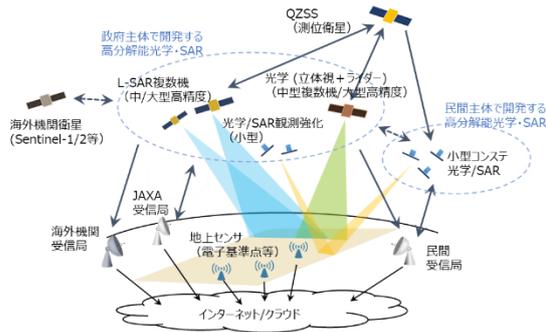


図 11 オプション案⑤: スマート農林水産業優先型

【オプション⑥ バランス型】

【コンセプト】安全保障・経済安保・防災・国土強靱化・海洋状況把握(MDA)・農林業・気候変動・科学・データビジネスなどの幅広いニーズに対応することを重視。中・大型衛星と小型衛星コンステレーションが補完し合う「4次元光学・SAR観測全体システム(3次元+高頻度)」を構築。

- ✓ 政府による中/大型の光学・SAR衛星：複数の分野でニーズが高く、将来的にもデジタルツイン構築など重要性の高まる、国土・海外関心地域の4D基盤（3D地形+地表変動の時系列データ）の観測能力を構築。SAR衛星による広域海洋監視も実施。緊急観測により広域被災状況把握に貢献。
 - ✓ 4D基盤取得のために新規技術開発。海外利用展開のために日本以外も観測できる能力を確保。ユーザーインターフェースやプラットフォームを充実化。
 - ✓ 基盤データ（少なくとも低次プロダクト）は、政府が整備しオープンリーで提供。もしくは光学衛星については、官民共同開発し、民間事業者による有償事業化。
 - ✓ 実利用に必要な観測頻度や不具合時の代替手段を構築・インフラ化のため、複数機化。
- ✓ 民間による小型光学・SAR衛星コンステレーション：特定地域を高分解能・高頻度で集中観測。災害時には迅速な被災把握。政府基盤データと組み合わせることで、コンステータを高精度化するともに、ユーザーニーズに幅広く対応。政府や自治体向けに、複数衛星データを統合したサービスを提供。
- ✓ 上記を産学官連携により融合し、観測連携（スマートタスキング等）や複数衛星を融合した高次プロダクトおよびソリューションを創出。
- ✓ 全球観測が求められる、地球規模課題への対策やサイエンスは、これら官民の我が国の衛星の活用に加え、海外機関との協力分担・海外衛星のバスターデータ活用等に基づき推進。



- ★ **スマート社会に必要な高精度4D観測**
 - ✓ 高精度DSM：光学立体視・ライダー（政府）+小型（民間/政府）+地上測点/SfM
 - ✓ 3D地表変動：L-SAR観測・子機（政府）+小型（民間/政府）+地上電子基準点
 - ✓ QZSS測位精度の向上：光学・SAR中/大型（政府）+QZSS
- ★ **防災/国土強靱化**
 - ✓ 事前アーカイブの整備、発災後の広域カバー（絞り込み）：中/大型（政府）
 - ✓ 発災後の重要エリアの高精度・迅速・超解像観測：小型コンステ（民間）
 - ✓ 発災の予測検知・タスキング：地上センサ+予測モデル+その他地球環境衛星
 - ✓ 統合処理システム：政府が一括して運用
- ★ **海洋監視/安全保障**
 - ✓ 広域観測によるリスク絞り込み：中/大型（政府）
 - ✓ スマートタスキング（広域観測とスポット観測の連携）：中/大型（政府）+小型コンステ（民間）
 - ✓ 海況や外来電波の観測強化：L-SAR広域観測（政府）、小型コンステ（民間）
- ★ **海外機関協力（バッチルコンステレーション）による成果拡大**
 - ✓ 交換条件として海外機関同等の高精度の中/大型衛星が必要
 - ✓ 観測協力によるメリット：頻度増加・観測時間多様化、複数機化による3D精度向上、全球分担観測による地球規模課題への貢献、不具合時の代替確保、データ標準化の促進
- ★ **その他、多様なニーズへの対応**
 - ✓ 極域における海氷等の観測など

図 12 オプション案⑥: バランス型

別添 4: 衛星地球観測に関する市場・政府予算の分析

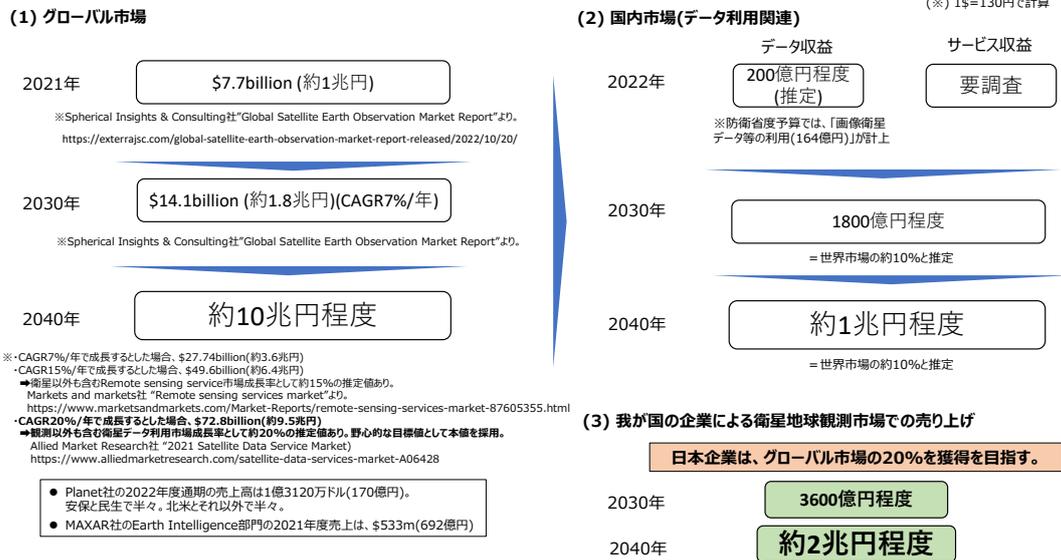


図 1. 衛星地球観測に関する市場規模分析

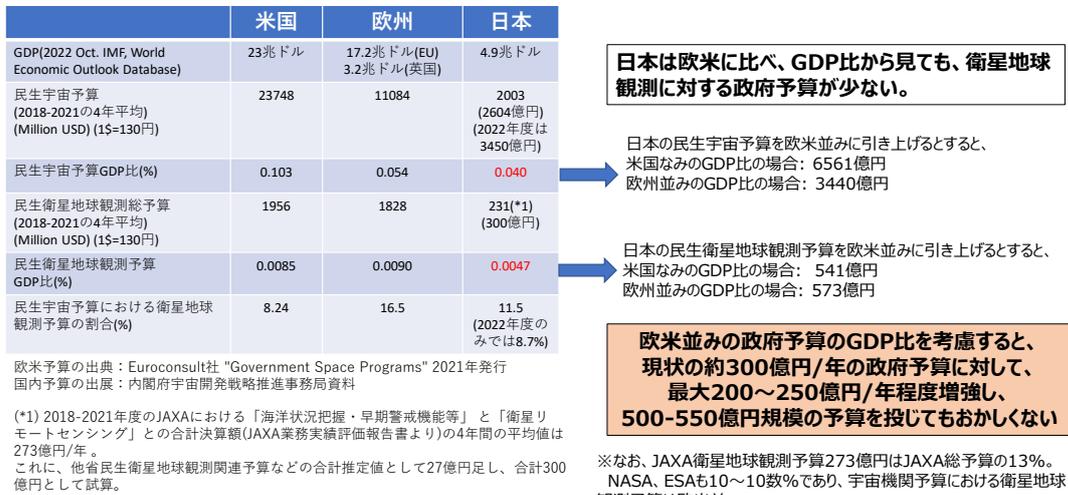


図 2. 衛星地球観測に関する日米欧の政府予算分析

画像出典

※1 出典:防衛省ホームページ

(https://www.mod.go.jp/j/publication/wp/wp2021/special_cyber/index.html)

※2 出典:防衛省ホームページ

(<https://www.mod.go.jp/msdf/operation/training/01g/#the%20MSDF%20exercise-4>)

※3 出典:防衛省ホームページ (<https://www.mod.go.jp/j/approach/anpo/significant/index.html>)

※4 出典:農業・食品産業技術総合研究機構ホームページ

(https://www.naro.go.jp/publicity_report/press/laboratory/naro/012162.html)

※5 出典:国土交通省ホームページ

(https://www.mlit.go.jp/river/pamphlet_jirei/kouhou/sabo_kaigan/pdf/conservation_of_okinotorishima.pdf)

※6 出典:JAXA (<https://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=770dfc9a789de8bf61e466a4797a2ccd>)

※7 出典:国土交通省ホームページ

(<https://www.mlit.go.jp/river/bousai/earthquake/nankai/index.html>)

※8 出典:内閣府ホームページ

(https://www.bousai.go.jp/kohou/kouhoubousai/h29/87/special_01.html)

※9 出典:国土交通省ホームページ

(<https://www.mlit.go.jp/river/bousai/earthquake/pdf/earthquake/7kai-ref02-06.pdf>)

※10 出典:国土交通省ホームページ

(<https://www.mlit.go.jp/river/bousai/earthquake/nankai/index.html>)

※11 出典:JAXA (<https://www.satnavi.jaxa.jp/ja/project/index.html>)

※12 出典:JAXA (<https://www.satnavi.jaxa.jp/ja/project/alos-3/index.html>)

※13 出典:国土交通省ホームページ

(<https://www.hkd.mlit.go.jp/ky/ki/kouhou/70th/history/03-12.html>)

※14 出典:illustAC (https://www.ac-illust.com/main/search_result.php?word=dx)

※15 出典:illustAC (<https://www.ac-illust.com/main/detail.php?id=22879414&word=ai>)

※16 出典:経済産業省ホームページ

(https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johoteikyo/qa_syuturyokuseigy.html)

※17 出典:経済産業省ホームページ (<https://journal.meti.go.jp/policy/202209/>)

※18 出典:環境省ホームページ (http://offset.env.go.jp/document/tool/cof_whitepaper2013.pdf)

※19 出典:環境省ホームページ

(https://www.env.go.jp/policy/Practical_guide_for_Scenario_Analysis_in_line_with_TCFD_recommendations.pdf)