

防衛科学技術委員会レポート（宇宙）

宇宙領域防衛指針に関連する
宇宙分野の技術動向・取り組むべき研究開発の方向性

防衛科学技術委員会

2026年4月

本レポートは、防衛科学技術委員会（DSTB : Defense Science and Technology Board）が取りまとめたものである。本レポートは、防衛省の公式見解または方針を示すものではない。

背景と研究開発の方向性

本レポートは、令和7年7月に策定された「宇宙領域防衛指針」に基づき、宇宙領域における防衛力の早急な強化と、オールドメインにおける能力の増幅、ならびにいかなる状況においても宇宙空間の利用を確保するための取り組みが進んでいる状況を踏まえ、宇宙領域に係る最新の技術的な動向を整理しつつ、今後の研究開発の方向性について提言するものである。

研究開発の三つの方向性

戦況把握分野 *~Beyond Rader Awareness~*

宇宙センシング技術の高度化により、地上レーダーでは配置の制約から把握困難な空域の航空機やミサイルに加え、ステルス機やHGVを探知・追尾し、戦況把握の确实性を高める。

【関連技術】バイスタティック/マルチスタティック観測、デジタルツイン、再突入シミュレーション、分散合成開口、赤外/プラズマ観測センサ、量子慣性/磁場計測、衛星オンボード処理、高精度時刻同期、等



通信分野 *~Swarm Operation Enabler~*

部隊のニーズに応じた高速・大容量衛星通信技術と、AIを活用した軌道上での情報処理技術の高度化により、数千規模の無人アセット運用に対応できる通信基盤を確立する。

【関連技術】光通信(OCT国産化、高速スキャン化)、高精度指向制御アンテナ、国産 P T S（耐妨害性）、自動経路制御、HAPS、Q/Vバンド通信、等



機能保証分野 *~Space Domain Control~*

SSA/SDAを基盤として、軌道上の監視、機動、支援といった技術の高度化・即応化により、異常や攻撃に対するシステムの抗堪性を強化し、安定的な宇宙利用を確保する。

【関連技術】RPO、高忠実度シミュレーション、推薬補給、高機動衛星バス、高精度レーザー測距、即応打上げ/衛星、長寿命VLEO飛行、ホステッドセンサ、等



技術動向：迅速かつ的確な戦況把握

<ポイント>

- **宇宙からの監視・追尾能力**は、ミッション特性と要求される時間的制約の違いにより、大きく二つに類型化される。
 - 一つは、地上・海上を対象に、平時から有事まで継続的な状況認識を提供する「**移動目標の探知・追尾と戦況の可視化**」である。**探知・追尾から識別、詳細把握までのTip & Cueサイクル**を高速に回す能力が中核となり、衛星単体の性能向上に加え、**処理・通信基盤の高度化やAI/MLの活用**が求められている。また、研究レベルではこれら技術の航空分野への応用が進んでいる。
 - もう一つは、HGV等を含むミサイル発射を早期に探知し、継続的に追尾する「**ミサイル警戒・追尾能力**」である。特に米国では単一システムに依存せず、**役割の異なる複数の宇宙システム**を組み合わせた**多層的アーキテクチャ**が採用されている点が特徴である。

関連する世界的動向

① 移動目標の探知・追尾

- ✓ 広域探知の起点として用いる**SIGINT衛星**（HawkEye360等）や目標識別に用いる**高分解能光学・SAR衛星**（Vantor（旧Maxar）、Planet、ICEYE等）など、欧米では安全保障予算に支えられ、多くの**商用小型衛星コンステレーション**が運用段階に入っている
- ✓ 観測から意思決定に至る過程を低遅延かつ自律的に循環させるには、**衛星間光通信**や**オンボード処理**による観測データの伝送遅延や地上処理への依存低減が求められる

② ミサイル警戒・追尾能力

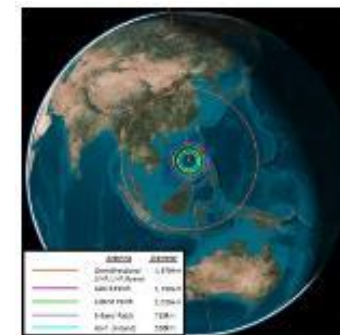
- ✓ **広視野赤外線センサによる発射情報の検出、中視野高分解能センサによる継続追尾**、ならびに低遅延通信を介して迎撃判断・誘導に直接使用可能な**火器管制品質データを生成・提供する迎撃支援能力**が求められる
- ✓ 米国では、従来の単層的な早期警戒アーキテクチャから脱却すべく、**GEO**（Next-Gen OPIR）・**MEO**（Resilient MW/MT MEO Program）・**LEO**（PWSA、HBTSS）を組み合わせた**多層的な観測体制の構築**を進めている

③ 戦況の可視化

- ✓ 多様なデータを三次元情報として**デジタルツイン**上に重畳することで、遠隔地の状況を直感的に可視化させたり、**AI/MLを用いたISRTシステムの省力化・自律化**も見られる



Next-Gen OPIR衛星



Hawkeye360の観測範囲

技術動向：作戦の基盤となる衛星通信の確保

<ポイント>

- 軍事通信衛星の動向は、自国保有の軍事通信衛星の性能向上と、マルチオービット、ハイブリッドアーキテクチャにより、衛星通信システム全体での抗たん性向上と、多様化する無人アセットとの通信への対応が図られている。
 - 欧米各国は、自国で保有する大型静止通信衛星に対し、耐妨害性の能力向上を図っている。
 - さらに、大型静止通信衛星の保有に留まらず、中低軌道の衛星コンステレーション（商用含む）を取り込み、衛星通信システム全体で抗たん性を確保する動きである。

関連する世界的動向

① 大型静止通信衛星の性能向上とマルチオービット、ハイブリッドアーキテクチャ化

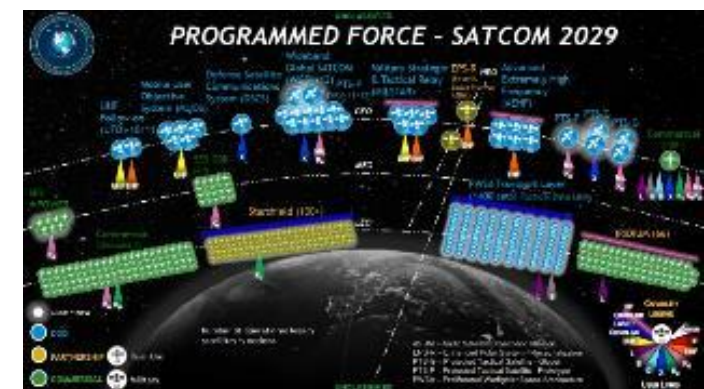
- ✓ 欧米が自国で保有する大型の軍事通信衛星は、マルチスポットビーム、デジタルパイロード等による耐妨害性の向上を実施
- ✓ 米国は耐妨害性、耐傍受性に優れた通信方式であるPTWを開発し、多国間枠組みであるPATSを主導して、同盟国衛星通信との相互運用、商用通信衛星による戦術通信の実現を実施し、さらにPTWをオンボードで処理する衛星であるPTSを開発中であり、PTS-Gとして小型静止衛星も含めて早期展開を計画
- ✓ 商用コンステレーションを活用し、システム全体の抗たん性を向上（Starshield等）
- ✓ 多様化する無人アセットを活用する戦闘部隊に迅速にリソースを割当てするため、エンタープライズ管理・制御システムやマルチオービット対応の小型端末の開発を実施



WGS-11（米Boeing社）

② 通信衛星コンステレーションの急増

- ✓ 軍・政府系の衛星コンステレーションである、PWSA、IRIS2等の開発が進み、商用分野では、Starlinkを初めとする衛星コンステレーションの展開が進む中、特に中国の衛星コンステレーション構築の動きが活発化
- ✓ 米国SpaceXは、Starlinkの技術をベースにした軍向けのStarshieldを展開
- ✓ 衛星コンステレーションの構築に伴い、搭載される光通信端末を各国企業が開発



Programmed Force SATCOM2029
（米宇宙軍）

技術動向：機能保証（Mission Assurance）

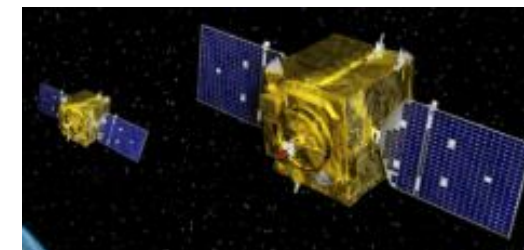
<ポイント>

- 世界的に宇宙システムへの依存が拡大し、その安定的利用を脅かす要因が多様化する中、宇宙空間の状況を把握する**SSA（Space Situational Awareness）能力**のみならず、他国の衛星運用状況や意図、能力までを含めて把握する、より広範な概念である**SDA（Space Domain Awareness）能力**の強化が不可欠となっている。
- そのため、**宇宙天気**などの自然現象と第三者による意図的行動を識別し、宇宙システムに対する**脅威の兆候を的確に探知**するとともに、**妨害への対処や衛星の自律的・機動的運用、測位信号妨害への対応**、（宇宙システムの一部機能が損なわれた場合の）**即応的な対応**に向けた取組が各国で進められている。

関連する世界的動向

① SSA/SDA能力の強化

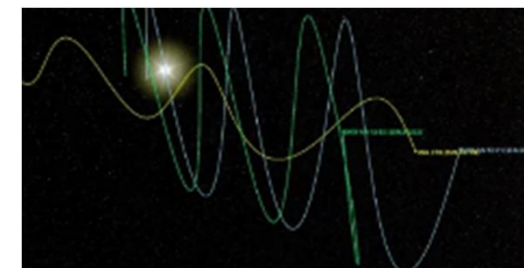
- ✓ 地上センサでは把握が困難な**GEO領域の監視を補完**するため、各国で**SSA衛星**の運用強化が進む。具体的には、**GEO軌道間の観測**（米Silent Barker、GSSAP等）、に加え、**小型衛星でLEOからGEOを観測する取組**（米ORS-5、仏Toutatis等）や、軌道上輸送機など**既存プラットフォームに搭載されたカメラ等を再利用し、宇宙配備型センサとして転用する動き**（伊D-Orbit、豪HEO Robotics等）がみられる



GSSAP衛星

② 各種妨害への対処

- ✓ 不審な衛星、即ちデブリとは異なり意思を持って動く衛星に対応するには、**複数センサを駆使した近傍運用**による状況把握、**衛星搭載AIによるリアルタイム判断**を通じた行動予測に基づく**回避マヌーバ**、相手と同等以上の**高推力かつ長時間の回避を可能とする推進能力**、などが求められている
- ✓ 測位信号に対する妨害・干渉行為が顕在化する中、**信号の信頼性向上やシステム全体の抗堪性強化**が重要視されている（米NTS-3や欧G2G、LEO-PNTの検討・開発など）。
- ✓ 宇宙システムの機能の一部が損なわれた場合であっても、作戦上の空白を最小化するための**即応的な対処・回復能力の確保**に向けた取組が進められている（米TacRSプログラム等）



中国Shiyan-12 01及び02による米GSSAP-3の接近検出・回避・撮影（2022年）

青・緑：Shiyan-12、黄：GSSAP