

宇宙領域における防衛装備庁の取組について

外園 博一
防衛装備庁防衛技監
(寄稿当時)

概要

安全保障分野においても、宇宙開発利用の重要性は増大している。平成30年12月に公表された現在の防衛大綱においても、宇宙領域はサイバー・電磁波領域と並ぶ新たな領域として一層重視されている。令和元年8月に防衛省が公表した「研究開発ビジョン～多次元統合防衛力の実現とその先へ」においても、宇宙を含む広域常続的警戒監視の取組として、中長期的な方向性が示された。また、防衛装備庁においては、航空宇宙研究開発機構（JAXA）の協力のもと、衛星搭載型2波長赤外線センサの宇宙空間における技術実証など、いくつかの具体的な取組も進行中である。本稿では、安全保障上必要な技術政策としての取組の方向性を紹介したのち、いくつかの具体的な取組について述べる。

キーワード：宇宙、安全保障、防衛計画の大綱、研究開発、警戒監視、赤外線センサ

1. はじめに

軍事科学技術の進展に伴い、防衛力の整備にあたっては、個々の装備品やシステムを有機的に接続させること（ネットワーク化）により、広域にわたる高度かつ正確な状況把握、リアルタイムでの情報共有、遠隔地から短時間での指揮・統制、精密誘導等を実現し、装備の集合体として最大限の能力を発揮すること（システム化）に主眼が置かれるようになった。

ネットワーク化やシステム化にあたっては、いかなる国家の領域にも属さず、地形等の条件の制約を受けない宇宙空間の特性を利用することが極めて有益であり、防衛分野における宇宙開発利用の重要性はますます増大している^(1, 2)。

2. 防衛計画の大綱における宇宙領域に対する認識

平成30年12月に公表された「平成31年度以

降に係る防衛計画の大綱⁽⁴⁾（以下、「30大綱」という。）においても、宇宙領域は、サイバー及び電磁波領域と並ぶ新たな領域の一つとして位置づけられ、これまで以上に重視されている。30大綱では、我が国を取り巻く安全保障環境に関して、国際社会のパワーバランスの変化は加速化・複雑化し、既存の秩序をめぐる不確実性は増大している、との認識のもと、「宇宙・サイバー・電磁波といった新たな領域の利用の急速な拡大は、陸・海・空という従来の物理的な領域における対応を重視してきたこれまでの国家の安全保障の在り方を根本から変えようとしている」と宇宙領域の利活用の重要性に言及している。

また、情報通信等の分野における急速な技術革新に伴い、軍事技術の進展は目覚ましいものとなっている。こうした技術の進展を背景に、現在の戦闘様相は、陸・海・空のみならず、宇宙・サイバー・電磁波といった新たな領域を組み合わせたものとなり、各国は、



キラー衛星のイメージ

スウォーム飛行を行った
中国のUAVロシアが開発中した
HGV「アヴァンガルド」図1 諸外国が注力している研究開発の例⁽¹¹⁾

全般的な軍事能力の向上のため、新たな領域における能力を裏付ける技術の優位を追求している^(5, 6, 7, 8, 9)。

こういった先進的な技術の中から、近年、個々の装備品の性能を向上させるのみならず、既存の装備体系による対処を無効化することなどにより、将来の軍事バランスをも一変する可能性を秘めているものとして、いわゆる“ゲーム・チェンジャー”⁽¹⁰⁾となり得る技術（以下、「ゲーム・チェンジャー技術」という。）の実用化が予測されており、各国が研究開発を急いでいる（図1）。

3. 防衛省における研究開発の方向性

我が国においても、30大綱において、技術基盤の強化が防衛力の中心的な構成要素の強化における優先事項の一つとして掲げられ、政策的な方向性として（1）重要技術への重点的な投資、（2）装備品の早期実用化に向けた研究開発の推進、（3）民生技術の積極的な活用、が示された。

（1）については、「人工知能等のゲーム・チェンジャーとなり得る最先端技術を始めとする重要技術に対して選択と集中による重点的な投資を行う」とされており、ゲーム・チェンジャー技術の獲得に向けた研究開発の取組の強化が求められることとなったものである。

このような30大綱の方向性を踏まえ、防衛省は、平成22年に公表した「将来戦闘機の研

図2 研究開発ビジョン
～多次元統合防衛力の実現とその先へ

究開発ビジョン⁽¹²⁾に続き、令和元年8月に「研究開発ビジョン～多次元統合防衛力の実現とその先へ⁽¹³⁾」（以下、「新たな研究開発ビジョン」という。）を公表した（図2）。「研究開発ビジョン」は先進的な技術研究開発を中長期的な視点に基づいて体系的に行うために、今後我が国の安全保障上必要な能力の獲得のために必要な技術について、技術課題とその解明のためのロードマップを示した文書である。

新たな研究開発ビジョンでは、30大綱が目指す多次元統合防衛力の実現と、その後の更なる防衛力の強化につながる技術革新を実現

すべく、領域横断作戦に必要な「電磁波領域」「宇宙を含む広域常統型警戒監視」及び「サイバー防衛」といった新たな領域における能力の獲得・強化や、「水中防衛」及び「スタンド・オフ防衛能力」といった従来の領域における能力の強化につながるテーマを選定した（表1）。

以降、宇宙領域における防衛装備庁の取組として関連する、「宇宙を含む広域常統型警戒監視」及び「スタンド・オフ防衛能力」の概要と、それらに沿った研究開発の取り組みの現状について紹介する。

表1 新たな研究開発ビジョンのテーマ

今後の我が国の防衛に必要な能力	
新たな領域における能力	従来の領域における能力
① 電磁波領域	④ 水中防衛
② 宇宙を含む 広域常統型警戒監視	⑤ スタンド・オフ防衛能力
③ サイバー防衛	

4. 宇宙を含む広域常統監視

30大綱では、「すべての領域における能力を活用して、我が国周辺において広域にわたり常時継続的な情報収集・警戒・監視・偵察（ISR）活動を行う」とされている。これらの活動を支える技術的な要素は、電波及び光波センサである。したがって、新たな研究開発ビジョンのうち、「宇宙を含む広域常統警戒監視」（図3）は技術的な観点から、NoS（Network of Sensor）を中心とするコンセプトとして、無人機や衛星を含む多数のプラットフォームを組み合わせて、脅威下を含む広域なエリア・ドメインにおける多種多様な目標に対する常統的な警戒監視の実現を目指す。本テーマについては、①宇宙状況監視（SSA：Space Situational Awareness）、②海洋状況把握（MDA：Maritime Domain Awareness）、③早期警戒情報探機能、④将来利用が期待される技術に対する装備庁の技術的な取組みについて紹介する。

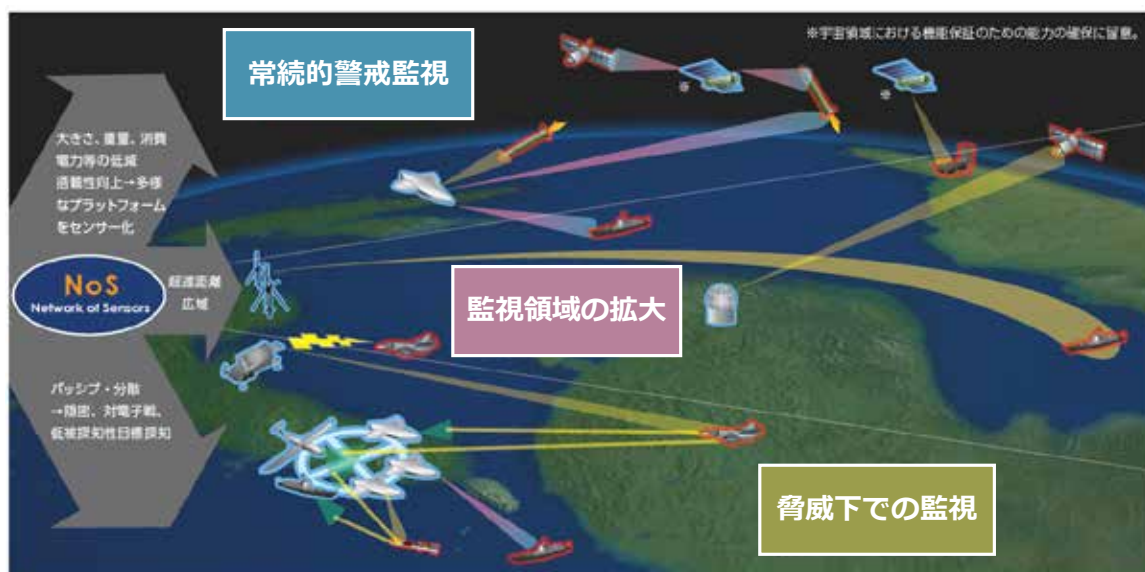


図3 宇宙を含む広域常統監視の技術獲得の将来像

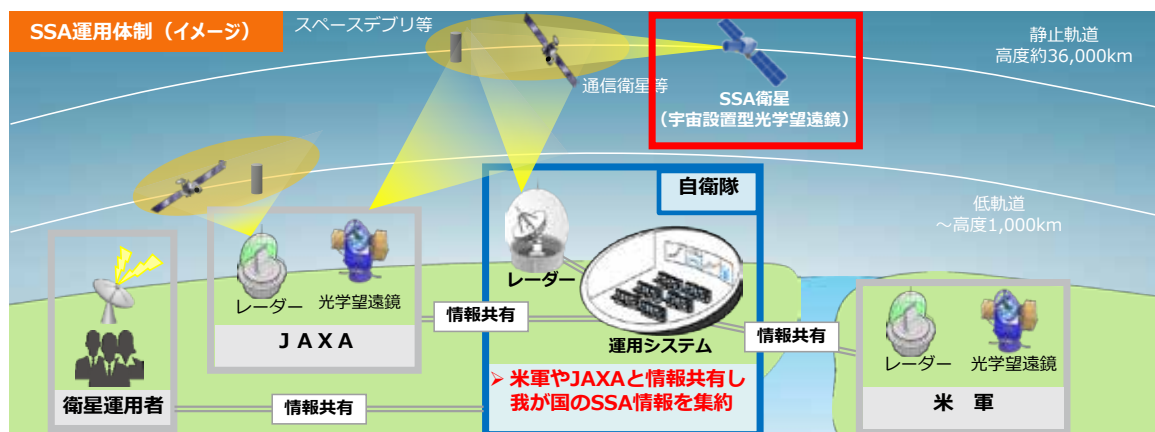


図4 SSA運用体制イメージ (防衛省作成)

4.1 宇宙状況監視 (SSA : Space Situational Awareness)

情報収集、通信、測位等のための人工衛星の活用は領域横断作戦の実現に不可欠である一方、宇宙空間の安定的利用に対する脅威は増しており、SSAシステム能力を獲得することは重要である。30大綱を踏まえて公開された「中期防衛力整備計画 (平成31年度～平成35年度)」について⁽¹⁴⁾では、「宇宙空間の状況を常時継続的に監視する体制を構築するとともに、宇宙設置型光学望遠鏡及びSSAレーダー測距装置を新たに導入する」としている。SSAに特化した衛星である宇宙設置型光学望遠鏡 (SSA衛星) は国内で初めての取組みであり、運用を踏まえた技術的検討が必要である。SSA衛星を含むSSA運用体制イメージを図4に示す。防衛装備庁では技術的な検討を支援するため、令和元年度にSSA衛星に関する調査研究を実施した。また、SSAシステムの一部である地上型レーダー (Deep Space Radar) は、遠方の目標を探知する警戒管制レーダー等への適用のために防衛装備庁が研究した分散型レーダー技術等を活用している。

4.2 海洋状況把握 (MDA : Maritime Domain Awareness)

海洋における航行・飛行の自由や安全を確保する観点から、MDAの能力強化は重要である。我が国におけるMDAの能力強化に向けた取り組み方針において、常続的な情報収集体制の重要性から海洋を見る目を強化する具体的なアセットとして、見通し外レーダーが有用視されており、防衛装備庁では短波の表面波伝搬現象を使用し水平線以遠の目標を探知できる短波帯表面波レーダーの研究を実施している (図5)。本研究は平成26年からレーダーの設計やレーダーアンテナの工事に着手し、レーダーシステムの成立性を実環境において実証できている。また、衛星情報 (自動船舶識別装置 (AIS : Automatic Identification System) 等) による個体識別の情報を利用することで、目標の類識別や探知精度の向上に寄与できるため、今後は地上アセットと衛星の連携が一層重要となると考えられる。このような技術を用い海洋の広域な目標を常続的に監視できるシステムを構築することで、将来的には哨戒機や護衛艦等の航空機・艦船アセット運用の効率化が期待される。さらに、レーダー画像 (SAR画像、ISAR画像等) の目



図5 見越し外レーダー

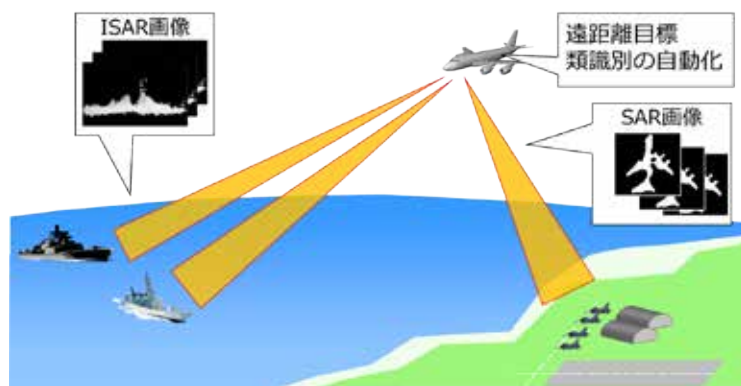


図6 AIを活用した電波画像識別技術の研究

※SAR：Synthetic
Aperture
Radar
※ISAR：Inverse
SAR

標類識別に人工知能を適用することで、熟練を要したレーダー画像の判読・識別を自動化して短時間で行うことが可能となり、オペレータの負担軽減と任務の効率化が期待される（図6）。今後、本技術については、P-1哨戒機への適用に向けて現在海上自衛隊と連携した運用実証型研究として研究を実施していく計画であるとともに、宇宙アセットへの適用についても検討したい。

4.3 早期警戒情報機能

ミサイル発射の早期探知等の観点から、早期警戒情報探知の技術として赤外線センサが

注目されている。防衛装備庁では平成27年度から衛星搭載型2波長赤外線センサの研究を実施しており、これは2波長量子ドット型赤外線検知素子（QDIP：Quantum Dot Infrared Photodetector）を国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構（JAXA）と協力のもと、衛星搭載型として研究試作したものである。2波長QDIPは遠赤外域と中赤外域の2つの波長域を1つのセンサで検出することが可能であり、2つの赤外線領域の特性を利用した高い識別能力が期待されている（図7）。本センサは令和2年度に先進光学衛星（ALOS-3/JAXA）に相乗りし、H3ロケット初号機で打ち上げられ、

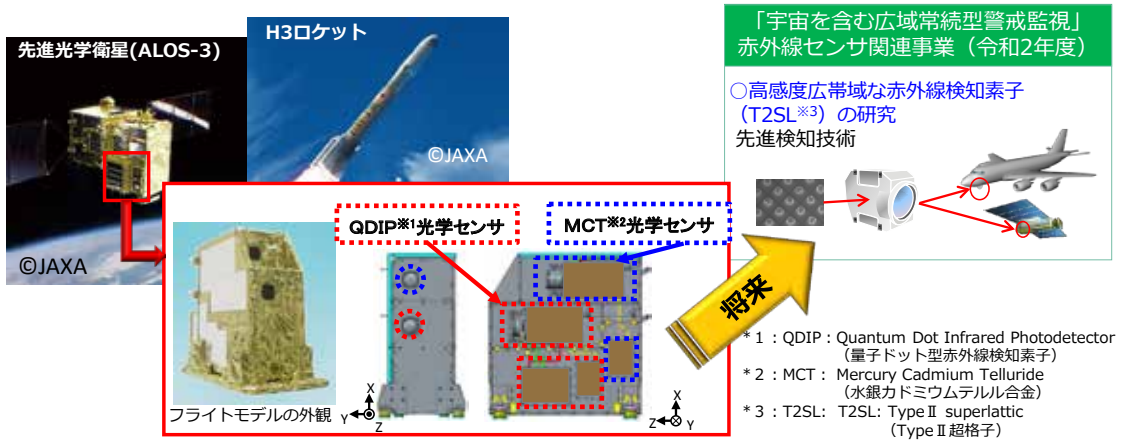


図7 衛星搭載型赤外線センサの研究開発の概要

実証を開始し技術を蓄積する予定である。

また、令和2年度から、QDIPに比べて量子効率が高く、製造プロセスもMCT (Mercury Cadmium Telluride) に比べて簡易な、高感度広域な赤外線探知素子 (T2SL : Type II superlattice) に関する研究開発を開始する。

4.4 将来利用が期待される技術

防衛装備庁として将来利用が期待される技術として「新型海面高度計衛星 (COMPIRA/JAXA)」と「超低高度衛星技術試験機 (SLATS/JAXA)」がある。

対潜水艦戦では、ソーナー (水中聴音器) の能力向上に加え、水測予察の精度を高めることが重要である。JAXAは2次元的に海面高度計を観測できるCOMPIRA衛星の構想中である。防衛装備庁はCOMPIRA衛星からの海面高度情報を更に加えることによる水測予察の向上の可能性をJAXAと検討を開始した (図8)。

JAXAが実証した超低高度衛星技術試験機 (SLATS) は167.4kmという超低高度で7日間運用したことでギネス記録にも認定されている。民間が小型衛星を多数打上げている昨今、

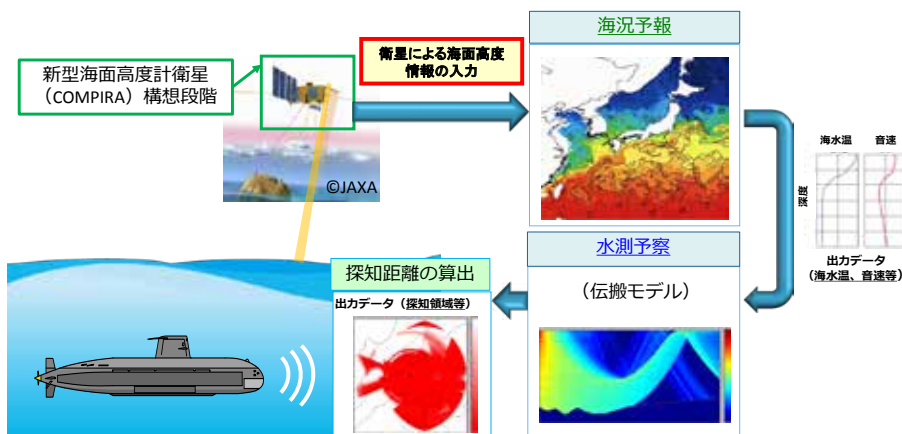


図8 海面高度計を利用した水測予察概要

低軌道の衛星は混雑しており、超低高度で運用することはデブリ衝突の可能性が低い。また、同じ性能のセンサであれば、より低高度であればより高解像度な画像情報を得ることができる点でも非常に有用な衛星バスである。

5. スタンド・オフ防衛能力

自衛隊員の安全を確保しつつ、我が国に対する侵略を効率的に阻止するために、相手の脅威圏外からの対処と高い残存性を両立するスタンド・オフ防衛能力が求められている。スタンド・オフ防衛能力の実現のために必要な技術として、射撃管制技術、精密誘導技術、推進技術、機体・弾頭技術の4つに分類される。

スタンド・オフ飛翔体の初中期誘導に関しては、測位精度と抗たん性の確保の両立のため、複数の測位信号の利用が必要不可欠である。

準天頂衛星システム「みちびき」は2018年11月1日にサービスを開始し、2030年度を目途に7機体制を整備する予定となっている。防衛装備庁としては、準天頂システムの測位信号（公共専用信号含む）と米国のGPSによ

る複数の衛星測位信号を利用できる受信機について、装備品等への適用を見据えた技術的調査検討を令和元年度に実施している。

6. 結言

紙面をお借りして、「防衛計画の大綱」並びに「宇宙基本計画」の指針のもと、防衛装備庁において、宇宙領域での技術研究開発への取り組みについて簡単に説明させていただいた。ご説明した通り、防衛装備庁の宇宙への取り組みはまさに緒に就いたばかりである。一方で、我が国の安全保障上、宇宙領域での優位の確保は必須であり、このため、今後とも我々は宇宙領域に係る技術優位の確保と防衛省自衛隊の能力向上を目指して、関連分野の技術研究開発を、より一層、加速、充実させていく所存である。引き続き関係府省並びに関係機関のご支援、ご協力をお願いしたい。

参考文献

- 1) John J. Klein, “Space Warfare – Strategy, Principles and Policy”, 2006.
- 2) 福島康仁「宇宙戦の諸相と現段階」（日本

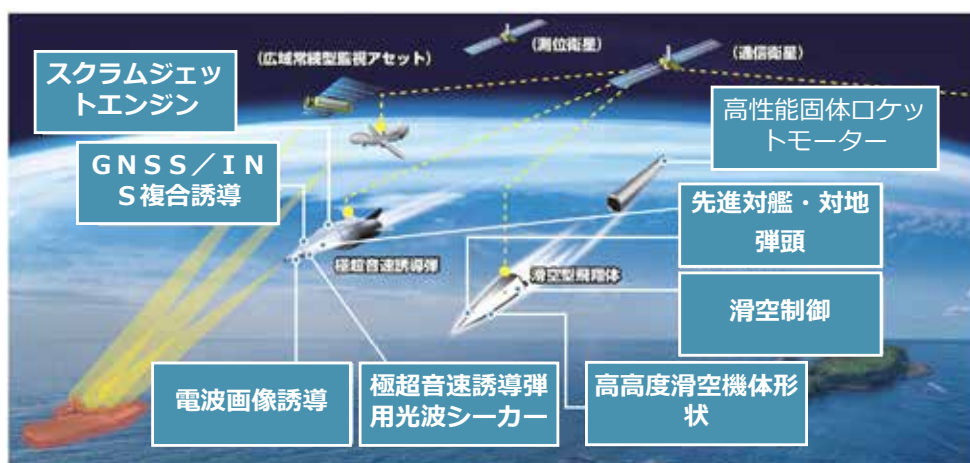


図9 スタンド・オフ防衛の能力の技術獲得後の将来像

- 軍縮学会編『軍縮と不拡散の諸相』信山社),2019.
- 3) 防衛省宇宙開発利用推進委員会、宇宙開発利用に関する基本方針について、2009.
- 4) 国家安全保障会議決定・閣議決定、平成31年度以降に係る防衛計画の大綱について、2018.
- 5) 道下徳成、「『技術』が変える戦争と平和」、2018.
- 6) マーティン・ファン・クレフェルト、石津朋之、江戸伸禎、「新時代『戦争論』」、2018.
- 8) “National Defense Strategy of the United of States – Sharpening the American Military’s competitive edge” , USA, 2018.
- 9) “Defence Technology Framework” , Defence Science and Technology, Ministry of Defence, United Kingdom, 2019.
- 10) “STaR shots - A new science and technology strategy for Defence” , DST, Australian Government Department of Defence, 2019.
- 11) 7) Shawn Brimley, Ben FitzGerald and Kelly Sayler, “Game Changers – Disruptive Technology and U.S. Defence Strategy” , 2013.
- 12) <http://news.gscn.com.cn/system/2016/12/01/011549153.shtml>(左)(アクセス日：2019.7.22)
- <http://www.enanyang.my/news/20170611/%e9%9b%86%e7%be%a4%e6%99%ba%e8%83%bd%e9%a2%86%e5%9f%9f%e6%96%b0%e7%aa%81%e7%a0%b4br-119%e6%9e%b6%e6%97%a0%e4%ba%ba%e6%9c%ba%e9%bd%90%e9%a3%9e/>(中央)(アクセス日：2020.3.13)
- https://www.kantei.go.jp/jp/singi/anzen_bouei2/dai2/siryou2.pdf (右)(アクセス日：2019.7.22)
- 11) 防衛装備庁 安全保障技術研究推進制度 <https://www.mod.go.jp/atla/funding.html> (アクセス日 2020年3月12日)
- 12) 防衛省、将来の戦闘機に関する研究開発ビジョン、2010.
- https://www.mod.go.jp/atla/soubiseisaku_vision.html
- 13) 防衛省、研究開発ビジョン 多次元統合防衛力の実現とその先へ、2019.
- 14) 国家安全保障会議決定・閣議決定、中期防衛力整備計画（平成31年度～平成35年度）について、2018.