

(海上自衛隊幹部学校 i-FWS(未来戦研究室)トピックス 2022/6/14)

## いま宇宙で何が起きているか －CSIS ASP が『Space Threat Assessment 2022』を公表－

本年4月、米CSIS ASP<sup>1</sup> が『Space Threat Assessment (STA : 宇宙脅威評価) 2022』を公表した。2018年以來、今次で第5版となるこの年次レポートは、日本では毎年概ね桜咲き匂う季節に発表される。

本レポートは、CSIS ASP がオープンソースの情報を集約・分析し、宇宙領域における脅威の変化、宇宙兵器・対宇宙能力の動向やトレンドを、一年ごとにまとめたものである。つまり、本レポートを見れば、いま世界の主要宇宙開発国が宇宙領域の軍事利用にどのように取り組んでいるのかが一瞥できる。

我が国は現大綱(「平成31年度以降に係る防衛計画の大綱」)において、宇宙領域はサイバー・電磁波とともに「我が国としての優位性を獲得することが死活的に重要」<sup>2</sup>な領域であると位置付けた。米国という宇宙大国を同盟国に持ち、同じく宇宙大国である中国・ロシア、核と弾道ミサイル能力の獲得に野心的な北朝鮮を隣国に持つ我が国が、宇宙領域における優位性獲得を本気で目指すのならば、いま宇宙で何が起きているのか、隣国らは宇宙領域の軍事利用にどのように取り組んでいるのかを正確に知っておくことは必須の事項であろう。

以下、『Space Threat Assessment 2022』の意識を示すことで、その一助となれば幸甚である。

### 『Space Threat Assessment 2022』意識<sup>3</sup>

#### 1 概観

つい昨日まで、宇宙は事実上米国とロシアの二大国が独占していたとさえ思える。その間、軌道上のアセットは非常に少なく、したがって運用の自由を当然のように享受し、宇宙はこれ以上ない安定した聖域であった。

2021年、こうした考え方はことごとく否定された。かつて宇宙開発競争の後塵を拝していた中国は、昨年どの国よりも多くの人工衛星を打ち上げ、軌道上にお

<sup>1</sup> CSIS (Center for Strategic and International Studies : 米戦略国際研究センター) は、国家安全保障の未来像を定義することを目的として1962年に設立された、超党派非営利の政策研究機関。その中のエアロスペース・セキュリティ・プロジェクト (ASP) は、米宇宙システムの安定性・弾力性向上のため、航空宇宙領域に関連する技術上・予算上・政策上の問題の分析や、航空宇宙部隊の運用コンセプトの研究を行っているプロジェクト。詳しくは、[aerospace.csis.org](https://aerospace.csis.org) を参照。

<sup>2</sup> 「平成31年度以降に係る防衛計画の大綱」2018年12月18日閣議決定、2頁。

<sup>3</sup> 本節は、別に示すものの他は筆者による以下の意識である：Todd Harrison, Kaitlyn Johnson, Makena Young, Nicholas Wood, Alyssa Goessler, *Space Threat Assessment 2022*, CSIS ASP, 04Apr2022, <https://www.csis.org/analysis/space-threat-assessment-2022>

ける軍事支援能力の増大を通じてソフト／ハード両パワーを誇示する意図を示し、HSW（Hyper-Sonic Weapon：極超音速兵器）の発射から軌道上他衛星への RPO（Rendezvous and Proximity Operation；近接・ランデブーオペレーション）能力まで、様々な対宇宙デモンストレーションをもって我々の注意を引き付けた。ロシアは最も早く宇宙へ乗り出した革新的国家であるが、ASAT（Anti-Satellite：対衛星攻撃兵器）実験を強行して新たなデブリフィールドの脅威を作り出し、かつ、ウクライナ侵攻では明白な GPS 妨害を実行して、統合作戦における宇宙領域の重要性を否が応にも強調し、再び我々の注意を引き付けた。そして、軌道上アセットの急増は、国家・ビジネス・社会のあらゆるプレイヤーが、グローバル・コモンズとしての宇宙の持続安定的な利用に責任を負うことを求められている。

米国は、冷戦において核ミサイル監視のための最初の人工衛星を軌道に乗せて以来、軍事、民間、商業宇宙システムによって提供される情報、状況認識、接続性など、極めて多くの宇宙インフラに依存してきた。我々のこれらの資産が、軍事的に非対称な優位に立とうとする敵対者にとって格好のターゲットになっていることは、もはや驚くに値しない。2021 年 11 月、米宇宙軍副司令官デビッド・トンプソン（David Thompson）将軍は「米国の宇宙システムは、いまや“毎日”可逆的な形態でもって敵の対宇宙兵器の攻撃に晒されている」と述べている。

より多くの国が宇宙領域と対宇宙兵器に投資し、またいくつかの国はそれらをより安全保障に反映させるために、組織・ドクトリン・戦略を再編成している。過去 3 年間に 2 回の ASAT 実験によりデブリ・クライシスが増大していることも憂慮すべき傾向である。宇宙システムへのアクセスを拒否・妨害・低下させるための電子戦能力が使用されていることも懸念される。

このような認識の下、2021 年を対象として公表する宇宙脅威評価レポート『Space Threat Assessment 2022』は、以下の構成により、対宇宙活動における今日のトレンドや、来年以降注目すべきイシューを分析する。

- ▶ 対宇宙兵器のタイプの定義及び技術的特徴
- ▶ 中国、ロシア、イラン、北朝鮮、インド、その他の主要な対象国の 2021 年における対宇宙活動のハイライト：各国軍事宇宙組織の概要、打ち上げ／衛星／対宇宙能力など
- ▶ 2021 年に生じた 4 つの重要なイベントの分析
  - 2021. 8：中国の HSW 実験疑惑
  - 2021.10：中国の新衛星 SJ-21 の打ち上げ及び GEO<sup>4</sup> における活動
  - 2021.11：ロシアの低軌道 ASAT 実験
  - 2021.11～：ロシアのウクライナにおける GPS 妨害活動

<sup>4</sup> GEO：Geosynchronous Earth Orbit（静止軌道、約 36,000km）

- 2021年主要対宇宙活動イベント年表：この一年における注目すべき活動や動向のリストアップ
- 結論：注目すべきトレンド及び重要な問題

## 2 対宇宙兵器

### (1) 概観

宇宙領域の戦略的重要性から、一部の国の中には、宇宙システムを混乱・劣化・破壊するため、対宇宙兵器能力を増強し、他国の宇宙利用を危険に陥れようとしているものがある。

しかし同時に、宇宙領域の戦略的重要性は、紛争の抑止・緩和、平和利用のための宇宙活動の保護に向けた新たな取組にも拍車をかけている。例えば、米宇宙軍は「各国宇宙軍は、武力紛争法、宇宙条約、国際法及び政府や国防総省の政策に基づき、宇宙を安全かつ開かれた環境として永続させるための、責任に基づく行動規範を追求する努力を払わなければならない」と指摘している。このような指摘は、宇宙システムに対する脅威が増大している今日、アクセスの自由と持続可能な宇宙利用を実現するための責任ある行動と実践に関する広く受け入れられ得る歴史的規範がないため、ミスリードとエスカレートの可能性、危険性が高まっていることを示唆している。

対宇宙兵器の中でも、特に軌道上にデブリを発生させる兵器は、すべての国が繁栄と安全のために宇宙領域を利用する権利と能力に深刻なリスクをもたらす。本項では、様々なタイプの対宇宙兵器について、その分類と概要を説明する。対宇宙兵器は、その効果の種類、配備の方法、攻撃行為の探知（帰属）の容易さ、開発・運用に必要な技術・資源のレベルにおいて大きく異なる。本項では、対宇宙兵器を①キネティック②ノンキネティック③電子及び④サイバーの4つに大別する。

### (2) 対宇宙兵器の分類及び概要

#### ① キネティック

キネティック兵器は、衛星や地上セグメントを直接攻撃したり、その近傍で弾頭を爆発させたりする。キネティック兵器の形態には、直接上昇型、共軌道型及び地上セグメント攻撃型の3つがある。

直接上昇型 ASAT はミサイルやロケットの形態を採り、地上から発射されて軌道上の衛星を攻撃する。共軌道型 ASAT は、初めに周回軌道上に投入された後、目標衛星まで誘導され移動する。この際のシーケンスが一般に RPO と呼ばれるものである。地上セグメント攻撃は、衛星のコマンド・コントロールやユーザーへのミッション・データ中継を行う地上局を標的とする。

キネティック ASAT は、強力な力の誇示とともに、目標システムに不可逆

的な損害を与える。その行為は公の目が見るところとなり、攻撃源は特定されるだろう。キネティック兵器は人命が失われる可能性のある対宇宙兵器の一つである。軌道上での物体の破壊はデブリを発生させ、同軌道周辺に国際宇宙ステーション（ISS<sup>5</sup>）などの有人アセットが存在すれば、近傍の他の衛星と共に無差別のデブリの脅威に晒される。

今日まで、他国の衛星に対してキネティック攻撃を実施した国はないが、直接上昇型 ASAT の実験に成功しているのは米国、ロシア、中国及びインドの4か国<sup>6</sup>である。

## ② ノンキネティック

ノンキネティック兵器は、レーザーや EMP（Electro-Magnetic Pulse：電磁パルス）を用いて、人工衛星や地上セグメントに物理的な接触なく物理的影響を与える。出力を可変とすれば、影響は可逆的にも不可逆的にもコントロール可能である。攻撃は不可視かつ光速度で完了するため、第三者から発見しにくく、攻撃者の帰属の特定が難しい。

レーザーは、衛星センサーを一時的に眩惑／不可逆的に破壊したり、過熱変形により衛星筐体や構成部品に損傷を与えたりする。目標とする衛星センサーが覆域内にあれば攻撃が可能であるから、攻撃者は目標に対して大まかな相対位置に占位できればよい。一方、攻撃のためのレーザーシステムには、高いビーム品質、環境に応じた補償光学技術<sup>7</sup>、正確なターゲッティングのための高度なポインティング制御技術など、高コストの技術が必要とされる。

HPM（High Power Microwave：高出力マイクロ波）は、衛星の電子回路を迷走させたり、メモリ内のデータに損傷を与えたり、プロセッサに強制的に誤作動を引き起こさせたり、さらに高出力を用いれば不可逆的な破壊も可能である。目標衛星近傍を通過する衛星もプラットフォームとして使用可能であることも含めると、全方位からの攻撃が想定され、攻撃者の帰属はますます困難となる。

宇宙空間における核爆発は、その EMP の到達範囲内にある衛星全てに深刻な影響を及ぼすとともに、長期にわたって衛星コンポーネントを劣化させ続ける高濃度放射能汚染環境を作り出す。宇宙空間での核爆発は 1963 年の部分的核実験禁止条約で禁止され、100 以上の国が署名しているが、中国及び北朝鮮はこれに加盟していない。

<sup>5</sup> ISS：International Space Station（国際宇宙ステーション）

<sup>6</sup> 衛星破壊実験の成功は、早い順に、ロシア 1968 年、米国 1985 年、中国 2007 年、インド 2019 年。

<sup>7</sup> 低軌道上で使用する場合、若しくは地上に攻撃システムを設置する場合、大気中をレーザーが通過する際のエネルギー損失、拡散、屈折による強度揺らぎ（シンチレーション）等の影響を補正する必要がある。

### ③ 電子 (Electronic)

電子による攻撃は、宇宙システム間で送受信される電磁スペクトルを対象とする。妨害 (ジャミング) は、同じ無線周波数 (RF) 帯域でノイズを発生させ、衛星通信 (アップリンク通信: 地球から衛星に向かうコマンド信号等、及びダウンリンク通信: 衛星から地上局や地上ユーザーへ送られるデータ) を妨害する。欺瞞 (スプーフィング: なりすまし) は、実信号に似せた偽信号を受信デバイスに送り込む電子攻撃である。データストリームに偽情報を混入したり、衛星へ偽のコマンド信号を送ってその動作を妨害するものもある。GPS 受信機や携帯電話の無指向性アンテナは受信範囲が広域なため、広い角度からダウンリンク妨害やスプーフィングを受ける可能性がある。

電子攻撃は、偶発的な干渉現象との区別が困難なため検出が難しい。ジャミングもスプーフィングも、攻撃を OFF にすれば通信が正常に戻るという可逆性を有していることも、攻撃者の帰属の特定をより困難にしている。スプーフィングの一種であるミーコニング (meaconing: m(islead)+(B)eacon+ing=誤信号送信) では、軍用 GPS でさえスプーフィングされる可能性がある。ミーコニングは暗号の解読や複合化等を必要とせず、単に元の信号のコピーを時間差で再送信するだけで完了する。ジャミング及びスプーフィングに必要な多くの技術は商業的に安価で入手できるため、国家間や非国家主体間で容易に拡散する。

### ④ サイバー

電子による攻撃が衛星通信データ=RF 信号/電磁スペクトラムの伝送を妨害しようとするのに対し、サイバー攻撃はそのデータフローを使用/送受信/制御する衛星システム全体をターゲットとする。衛星システムへのサイバー攻撃では、データトラフィックパターンを解析され、システムに影響を及ぼすエラーデータ等を挿入される可能性がある。また、衛星のコマンドシステムを乗っ取ることで、すべての通信を遮断したり、故意に推進剤を消費させたり、オーバーロードミッションを強制実行させる等して、衛星に恒久的なダメージを与えることもできる。

サイバー攻撃は、攻撃対象システムに対する高度な理解が必要であるが、実行には必ずしも多大なリソースを必要としない。民間グループや個人に委託して実行することも可能であるため、国家や非国家主体が内部にサイバー能力を持たない場合でも脅威となる可能性がある。攻撃者は窃取したり乗っ取ったサーバー等を介して自身の身元を隠蔽することができ、攻撃者の帰属を正確かつ迅速に特定することは困難である。

### 3 中国

**概観**：1970年に初めて人工衛星を打ち上げ、2011年に「天宮」<sup>8</sup>を軌道に乗せた中国は、瞬く間に最も進んだ宇宙開発国の一つとなった。それを可能にしているのが、4つの国内宇宙港と、様々なサイズ・能力を有する「長征」ロケットファミリーである。2021年、中国は計55回のロケット打ち上げを実施し（うち失敗は3回のみ）、この中には同年8月成功を収めたHSW発射実験も含まれる。また、同年5月には火星探査機「天問1号」が探査ローバー「祝融」を搭載したランダーの火星地表面への投下・着陸に成功し、同ミッションに成功した2番目の国となった。「祝融」は次々に新しい観測データを地球に送り続け、今もなお更なる探査活動を行っている。

習近平が「広大な宇宙を探査し、宇宙産業を発展させ、中国を宇宙大国にすることは、我々の永遠の夢である」と述べているように、民間・情報・軍事における宇宙機能の拡充は中国の優先事項であり、宇宙へのアクセス拡大のための投資計画を継続している。2022年1月に示された「2021年中国宇宙白書」では、中国は宇宙分野の国際的ガバナンスをリードする存在となることを目指しており、将来の国際協力分野として、グローバル・ガバナンス、有人宇宙開発、宇宙飛行士育成、深宇宙探査、人的／学術交流などを挙げている。これらのテーマは、国家間協力の主要分野における他の国の見解ともほぼ一致している。

**組織**：米国同様、中国は軍／民で宇宙活動の管理組織は異なるが、軍／民の多くの宇宙関連技術の生産組織は、同じ国有機能が担っている。

国務院国防科技工業局（SASTIND：State Administration for Science, Technology and Industry for National Defense）<sup>9</sup>の管轄下にある中国国家航天局（CNSA：China National Space Administration）は、すべての民間宇宙ミッションを主導しており<sup>10</sup>、その契約行為は主に、同じくSASTIND管轄下の中国航天科技集团公司（CASC：China Aerospace Science and Technology Corporation）及び中国航天科工集团公司（CASIC：China Aerospace Science and Industry Corporation）が行っている<sup>11</sup>。ユニークなのは、これら宇宙関連組織が、

<sup>8</sup> 「天宮1号」（2011年）及び「天宮2号」（2016年）はいずれも単体モジュールだったが、2021年から建設の進む「天宮」は、T字型に接続される3つのモジュール：「天和」（コアモジュール）・「夢天」「問天」（実験モジュール）から成り、同国では過去最大、ISS（約440ト）・ミール（露・約124ト）に次いで世界3番目（約90ト）のステーションとなる。併せて、無人補給船「天舟」・有人宇宙船「神舟」がドッキング可能。モジュールの打ち上げには長征5号B、「神舟」には長征2号F2、「天舟」には長征7号が使用される。鈴木喜生『宇宙開発未来カレンダー2022-2030's』G.B.、2022年2月、31頁、ほか。

<sup>9</sup> 中国の宇宙計画の策定・実施、宇宙関連機関や企業の管理監督等を行う。SASTINDを指導するのは人民解放軍装備発展部である。有人宇宙飛行プロジェクト（戴人航天工程弁公室（CMSA））は国務院から切り離され、人工衛星発射センター（中国衛星発射測控系统部（CLTC）及び国内4か所の衛星発射センター）とともに装備発展部の指揮下にある。寺門和夫『中国、「宇宙強国」への野望』ウェッジ、2017年2月、43頁。

<sup>10</sup> 対外的にはCNSAが、中国を代表する国家宇宙機関という位置付けになっている。寺門、43頁。

<sup>11</sup> 中国航天科技集团公司（CASC）が主にロケット・人工衛星・宇宙機を、また、中国航天科工集团公司（CASIC）が主にミサイル・兵器システムを担当している。寺門、49頁。

人民解放軍（PLA : People's Liberation Army）内の他の情報中心的ドメインと並列に設置されていることである<sup>12</sup>。2015年に設立された戦略支援部隊（SSF : Strategic Support Force）は、ロケット打ち上げや衛星の取得・運用を含めた宇宙領域開発を管理している。SSF内では、半独立の共同部門である宇宙システム部（宇宙領域及び対宇宙能力）とネットワークシステム部（電子、サイバー、心理戦）が分担してこれに当たっている。

打ち上げ能力：長征 SLV（Space Launch Vehicles : 宇宙ロケット）ファミリーの開発が続けられている。現有ファミリーには、長征 2 号 C/D/F、3 号 B、4 号 C、5 号/B、6 号、7 号、11 号がある。低軌道から静止軌道まで、軽重多様なペイロードのリフト能力を提供する。

登場年	名称	ペイロード打ち上げ能力、特徴、打ち上げ実績等
1975	長征 2 号 C	LEO <sup>13</sup> へ 2.5 トン、SSO <sup>14</sup> へ 750kg
1992	長征 2 号 D	LEO へ 3.3 トン、SSO へ 2 トン
1999	長征 2 号 F	LEO へ 8.9 トン、天宮 1-2 号(2 号 F/T)・神舟
1996	長征 3 号 B	LEO へ 11.2 トン、GTO <sup>15</sup> へ 5.1 トン、当時世界 2 位のペイロード能力
2006	長征 4 号 C	LEO へ 7.8 トン、GTO へ 2.67 トン、複数衛星同時打ち上げ対応
2016	長征 5 号	SSO へ 15 トン、GTO へ 13 トン
2020	長征 5 号 B	LEO へ 23 トン、5 号の LEO 用バージョン、天宮建設に不可欠
2015	長征 6 号	SSO へ 1.08 トン、複数衛星同時打ち上げ対応
2016	長征 7 号	SSO へ 2.9 トン、2 号 F の後継、今後のミッドレンジ級主力
2015	長征 11 号	LEO へ 700kg、ファミリー初の固体燃料 SLV、即応小型衛星打ち上げ用

【表 1 : 長征 SLV ファミリー一覧】<sup>16</sup>

一部の海上発射可能な SLV を除き、ほとんどは従来の地上発射台から打ち上げられる。7 号 A や 8 号などの新たな SLV の実用化に向けた試験も進んでいる<sup>17</sup>。長征 8 号は 2020 年 12 月に最初の打ち上げに成功し、1 段目は（Space X のファルコンロケットのように）帰還可能で再利用できるよう設計されているが、この能力はまだ実証されていない。

長く国際企業やサプライヤーに依存してきた中国は、長征ファミリーの能力向上が、国内産業基盤発展の良い機会だと考えている。2014 年、中国政府は商業宇宙打ち上げ企業の設立及び商用打ち上げ技術の開発を禁止していた制限的な政策

<sup>12</sup> 原文は "Uniquely, the military organization for space capabilities sits alongside other information-centric domains within China's PLA." とあり、具体的に PLA 内のどの組織と並列だと述べているのか不明である。CNSA、CASC 及び CASIC は全て SASTIND の指揮下にあり、SASTIND は国务院指揮下を離れて PLA 装備発展部の指導を受けている。PLA 内部の組織体制は不明な部分が多いが、SASTIND が装備発展部の指導下にあること、装備発展部は統合参謀部を始めとする複数組織から成る国家中央軍事委員会直轄司令部機関の一つであることを考えると、上記原文の直後に続いて記述され、装備発展部・政治工作部等複数の直轄司令部機関の指揮下にある、戦略支援部隊（SSF）を指しているのではないかと思われる。

<sup>13</sup> LEO : Low Earth Orbit（低周回軌道）約 2,000km までの衛星周回軌道をいう。

<sup>14</sup> SSO : Sun-Synchronous Orbit（太陽同期軌道）両極上空を通過する極軌道のうち、軌道面と太陽方向の角度が常に一定に保たれる軌道。

<sup>15</sup> GTO : Geostationary Transfer Orbit（静止トランスファー軌道）静止軌道に投入するための楕円軌道。

<sup>16</sup> 寺門、63~81 頁を基に筆者作成。

<sup>17</sup> 7 号は今後長征主力ファミリーの主力になるとみられており、用途に応じて複数のタイプが登場すると考えられる。8 号は 5~7 号と共通のモジュールを多用しつつ、今後需要の増加が確実な商業衛星打ち上げの国際競争力をもたせた、低コストかつ柔軟な運用能力が重視されている。寺門、76~80 頁。

を解除した。以降、いくつかの国内企業が設立され、SLVテストを行っているものもある。この政策緩和以降、国内民間投資家及び国営投資家の両方は、これらの新たな商業宇宙企業に資金提供するようになっている。

また、新たな射場建設への投資も進められている。浙江省東部、上海の南部に位置する寧波市は、2021年4月、新射場建設に向けた企業への発注を開始した。この宇宙基地からは年100回の打ち上げが想定されている。その立地、規模及び打ち上げ能力から、ケーブルカナベラル・ケネディ宇宙センターと比較されることもある。また、新たな海上発射施設も建設中とされ、2022年のサービス開始を予定している。この投資は、中国が恒久的かつ高度に専門的な海上宇宙基地を持つようとしていることを示すものである。

**衛星能力：**衛星による高度なPNT<sup>18</sup>、衛星通信、ISR<sup>19</sup>、ミサイル警報、補給輸送<sup>20</sup>、SSA<sup>21</sup>などの機能をますます強固にしている。さらに「2021年中国宇宙白書」では、コンステレーション開発などの具体的な投資目標が示されている。

35基のPNT衛星で構成される「北斗」コンステレーションはGPSの代替としてだけでなく、中国の一带一路構想（BRI：Belt and Road Initiative）の政策ツールとしても機能する。2019年から、中国は「BRI宇宙情報回廊」というコンセプトの下で中国の宇宙アプリケーションサービスの他国での構築を進めており、PNT・通信・リモートセンシングの各種サービスは、このBRIの新たなコンセプトの重要な礎石として重視されている。2021年白書では、エジプト・パキスタン・ナイジェリアで衛星の研究開発インフラを拡張していることなどを取り上げており、BRI宇宙情報回廊の構築を引き続き推進していくことを明らかにしている。

**対宇宙兵器能力：**中国は、対宇宙兵器の強力な“武器庫”となり得る技術と経験を豊富に蓄えている。2007年の衛星破壊実験とその後の非破壊実験による直接上昇型ASAT能力の開発は、中国がキネティック能力をさらに発展させていることを示している。また、各種の軌道上技術実験は、それ自体は対宇宙兵器実験ではないが、中国がおそらく既にGEO及びLEOにある他衛星へランデブー可能な能力を有していることを示しており、共軌道型ASATの経験とノウハウの蓄積となるものである。レーザーやHPMなどのノンキネティック兵器開発に関しては、他の開発国同様機密扱いとなっているか、または実験が行われていない。し

<sup>18</sup> Position, Navigation and Timing：位置航法同期（測位衛星のこと）

<sup>19</sup> Information Surveillance and Reconnaissance：情報、監視及び偵察

<sup>20</sup> 2016年6月に打ち上げられたTianyuan（天源）1号（他衛星とのドッキング・燃料補給テストに成功した）、及び2020年9月に酒泉衛星発射センターから長征2号Fによって打ち上げられた無人宇宙往還機（2日間LEO上を周回後酒泉に戻り5kmの滑走路に着陸した。米国はこの宇宙機がLEOを周回中、少なくとも2つの新たな人工物体の配備をその近傍に確認している）など、軌道上での補給輸送手段となり得る技術を指すと思われる。天源1号についてはTodd Harrison, Kaitlyn Johnson, Thomas G. Roberts, *Space Threat Assessment 2019*, CSIS ASP, Apr 2019, p.13 無人宇宙往還機についてはTodd Harrison, Kaitlyn Johnson, Joe Moye, Makena Young, *Space Threat Assessment 2021*, CSIS ASP, Apr 2021. p.9

<sup>21</sup> Space Situation Awareness：宇宙状況監視

かし、中国が宇宙のみならず他の領域の電磁波に対しても使用できる妨害及び欺瞞の電子能力を拡大させていることは、既に証明されている。対宇宙サイバー能力については公になっているものがほとんど存在しないが、過去の STA で述べているように、他の領域で既に明らかとなっているサイバー能力が、宇宙領域におけるサイバー能力の強固な基盤となるだろう。

#### 4 ロシア

**概観：**ロシアは、旧ソ連時代の宇宙開発インフラのレガシーの大部分を受け継ぎ、それを維持するため努力してきた。民間の宇宙開発計画は減速しているが、情報収集に焦点を当てた技術や、妨害・スプーフィング技術、RPO 等の共軌道システムなどの、グレーゾーンや非対称戦に適した軍事宇宙技術開発を優先させている。これは、他のドメインにおけるロシアの投資形態にも見られる特徴である。

**組織：**米国・中国と同様に、ロシアの軍事宇宙計画も軍／民に分かれている。国営宇宙公社 Roscosmos<sup>22</sup> は、ソユーズ SLV とロシア版 GPS である GLONASS (Global Navigation Satellite System) を運用する。軍事宇宙活動は、2015 年に統合・再編された航空宇宙軍 (RAF : Russian Aerospace Forces) が、航空・防空／ミサイル・宇宙の各コマンドの下で、全宇宙アセットの運用、軍事打ち上げ、及び脅威対処 (対宇宙能力) を担当している。

**打ち上げ能力：**ロシアは、旧ソ連時代の 1957 年に人類初の人工衛星スプートニク 1 号を打ち上げて以降、宇宙ロケット打ち上げの長い歴史がある。ソユーズ SLV は長く世界の宇宙ロケット市場の要として活躍してきた。米国は、2011 年スペースシャトルのラストフライトから、2020 年スペース X 社のクルードラゴンまでの約 10 年間、ロシアの SLV 以外に宇宙飛行士を ISS に送る手段を持たなかった。1 席 8000 万ドル以上の有人打ち上げ収入は、2018 年ロシア宇宙機関の年間予算の 17% を占める。これまでにロシアは、34 名の米国宇宙飛行士を含む 53 名の外国人宇宙飛行士を ISS へ送っている。また、衛星打ち上げでは、2021 年は 25 回を実施し 24 回成功している。

旧ソ連時代の宇宙開発を含め、ロシアには成功を収めてきた多くの SLV の実績がある。最もポピュラーなソユーズ SLV シリーズは、人工衛星・有人宇宙船どちらのミッションにも対応し、これまでに 1,680 基以上の打ち上げに成功してきた。

現在は新型 SLV ファミリー Angara の試験が続けられている。完成すれば、ペイロード重量及び目標軌道高度に応じて衛星等を投入できるようになる<sup>23</sup>。2020

<sup>22</sup> 旧ソ連時代は宇宙開発担当局が複数に分散していたが、ソ連崩壊後の 1992 年に前身となるロシア宇宙庁が設立、1999 年ロシア航空宇宙局、2004 年ロシア連邦宇宙局への改組を経て、2016 年国内宇宙関連民間企業と統合し国営企業として発足した。

<sup>23</sup> Roscosmos は 2017 年、CNSA (中国国家航天局) との 5 年間の宇宙協力プログラムへの署名を経て、2021 年 3 月、「中国による国際月面基地建设への協力」に関する合意覚書に署名した。これに関し

年代後半の完全運用開始が期待されている。

ロシアでは主に3つの発射場が稼働している。カザフスタン・バイコヌール宇宙基地では、1957年スプートニク1号、1961年ガガーリンを乗せたボストーク1号が打ち上げられ、現在はISSへの主な有人宇宙船発射場となっている。ロシア北西部・プレセツク宇宙基地は、1966年に稼働を開始し、2021年11月には直接上昇型PL-19/Nudolシステムの発射実験も行われた。ロシア東部／中国国境付近・ボストーチヌイ宇宙基地は、バイコヌール基地に代わって今後ソユーズ、Angara、有人宇宙船の中心的射場となる予定であり、整備が進められている。さらに、2011年からは欧州宇宙機関（ESA：European Space Agency）が運営する南米北東部・ギアナ宇宙センターの整備等に関わる形で、ソユーズロケットの打ち上げを実施している。他の宇宙機関が運営する宇宙基地から固有のSLVを発射する国はロシアが唯一である。

**衛星能力：**ロシアの人工衛星は、開発萌芽期の1960年代から高い能力を誇る。24基からなるGLONASS GNSS（Global Navigation Satellite System：測位衛星システム）は1993年から運用されており、2017年からは老朽基の更新も進められている。

共軌道能力の追求も継続して行われている。ネスティング衛星とも呼ばれるマトリョーシカのような入れ子式衛星が軌道上で分離・活動する能力や、RPO能力、他衛星との軌道同期能力などの実証実験を進めている。このことで想起されるのが、2011年GEOへ投入された衛星Luchである。同年以降、LuchはGEOベルト上を徘徊し、多数の国々の様々な衛星へのRPO活動を続けている。通常、GEOに置かれる衛星は軌道上で地球に対し相対的に静止することによってミッションに従事するため、Luchのマニューバーは極めて非定型であり異質である<sup>24</sup>。

**対宇宙兵器能力：**ロシアは、キネティック／ノンキネティック／電子／サイバーの4つのカテゴリー全てにおいて対宇宙兵器を保有する。2021年11月の直接上昇型ASATによる衛星破壊実験<sup>25</sup>や、上述の共軌道型ASATミッションなど、その能力を頻繁に実証している。また、ペレスヴェート（Peresvet）高出力レーザーシステム<sup>26</sup>などを通じて、ノンキネティックの対宇宙兵器能力を維持してい

Roscosmosからは「国際パートナーである中国との、研究協力の強化及び宇宙空間の平和利用の推進を目的とした」計画である旨の声明がなされた。さらに両国は、将来の月及び深宇宙探査ミッションのためのデータセンターを建設する別の協定にも調印した。*Space Threat Assessment 2021*, p.13 ロシアが新SLVファミリーの開発を急ぐ背景には、これら中国との協力プログラムの存在も考えられよう。

<sup>24</sup> LEOにおけるネスティング衛星Cosmos2519/2542の活動、及びLuchについては、*Space Threat Assessment 2021*, p.14-15にさらに詳しいCSISの分析結果がある。

<sup>25</sup> この破壊実験によって、LEO上に1,500個以上の破片から成る新たなデブリフィールドが形成された。

<sup>26</sup> 2018年の発表当初はTEL（Transporter Erector Launcher：移動式発射台）に搭載して使用されると考えられていたが、2021年航空機への搭載計画が明らかとなったため、2016年公表のソコル＝エシュロン（Sokol-Echelon）レーザーに続き2番目の航空機搭載レーザーとして、ASAT能力をもつものと見られる。ソコル＝エシュロンの主任設計官は、このレーザーシステムが2002年米国の弾道弾迎撃ミサイル（ABM）条約脱退に対する対抗措置であり、「偵察に係る航空及び宇宙アセット」への対処を意図したものであると述

る。電子能力は、モバイル電子妨害システムが多くの紛争地域で広範囲に渡り衛星通信と GPS 信号の妨害能力を発揮している。

さらに最近注目されるのが、SIGINT (Signals Intelligence : 信号情報収集) のためのリアナ (Liana) コンステレーションの存在である。通信傍受能力のほか、地上の自動車ほどの大きさの物体を識別できる能力があると思われる<sup>27</sup>。2021年2月と6月、さらに2つの衛星がリアナ・コンステレーションに追加された。さらにロシアは、ロシア領土上空を通過する他国衛星が発信する電磁波にアクセスできる能力を備えた、Sledopyt という地上 SIGINT サイトを開発している。

ロシアのサイバー能力は、外国政府のシステムに侵入して政治的利益を得ることを目的に利用されることが多い。宇宙システムが頻繁にその標的となっているようには見えないが、ロシアにその能力があるのは確かである。2022年2月、米 NRO (National Reconnaissance Office : 米国家偵察局) 局長クリストファー・スコレーズ (Christopher Scolese) は、米国の政府衛星/商業衛星に対するロシアのサイバー攻撃の可能性について警告し、衛星運用者に対し「ロシアが有力なサイバー・アクターであることは明白であり、システムの安全確保と監視を十分に行うよう」呼びかけている。

## 5 インド

**概観** : 2019年、インドはその直接上昇型 ASAT 実験によって、世界で4番目にキネティック ASAT 能力を実証した国家となり、世界に衝撃を与えた。しかし、この重大なイベント以降、インドはそれ以上の対宇宙能力及び意図を公に示すことはなかった。2021年にインドが行なったロケット打ち上げは2回に留まり、しかもその2回目は技術的なトラブルに見舞われ壊滅的な失敗となった<sup>28</sup>。2021年中の報道を見ると、中国との国境における緊張がインドの軍事宇宙開発の新たなうねりを推し進めているようである。しかし、国家予算の継続的な削減の中にあって、そのような開発が可能であるかはまだ不透明である。

**組織** : インド宇宙研究機関 (ISRO : Indian Space Research Organization) は、インド宇宙開発プログラムの民間セクターである。1969年、インド宇宙研究委員会に代わって以降、世界第6位の宇宙機関として発展を続けてきた。ISRO

---

べている。 *Space Threat Assessment 2021*, p.15-16

<sup>27</sup> ロシア側メディアの公表によると、リアナは偵察衛星システムであり、将来的にレーダー偵察衛星4基から成り、高度1,000kmから地上/空中/海洋の常続監視の下、リアルタイムで敵航空機/艦船/自動車などを発見し、有事には精密攻撃のターゲティングを行うとされる。「新たな偵察衛星打ち上げ計画」RUSSIA BEYOND 日本語版、2012年10月8日、<https://jp.rbth.com/articles/2012/10/08/39327>

<sup>28</sup> 2021年8月、地球観測衛星「EOS-03」を搭載したGSLVロケットが、打ち上げ後第3段エンジンに点火できず(燃料タンクの圧力低下が原因とされる)制御不能となりインド洋東部の海上に落下し、打ち上げは失敗となった。GSLVはインドの主力ロケットであったことから、今後の同国の宇宙開発にとって痛手となる結果となった。「インドの主力ロケット『GSLV』が打ち上げ失敗、第3段エンジンに点火できず」Tech+, 2021年8月20日、<https://news.mynavi.jp/techplus/article/20210820-1951004/>

は、ナレンドラ・モディ (Narendra Modi) 首相率いる宇宙省の下で運営されている。インドの国家宇宙安全保障を担っているのは、2019年国防省下に設立された防衛宇宙庁 (DSA : Defense Space Agency) である。DSA は、国防画像処理・分析センターと国防衛星管制センターが統合されたもので、スジート・プシュパジャール・ダーカル (Sujeet Pushpajar Dharkar) 空軍元帥が長官を務めている。現在までのところ、DSA 及びその傘下の国防宇宙研究機構 (DSRO : Defense Space Research Organization) に関する任務／目的／方向性等を示している出版物はない。しかし、国防研究開発機構 (DRDO : Defense Research and Development Organization) では「極超音速ロケット、小型 IRBM、LEO 及び GEO 双方を攻撃可能な ASAT 能力」を提唱しているほか、軍事偵察衛星に多額の投資を行い、中印国境付近にその焦点を合わせている。

インドの商業宇宙部門は、官民のパートナーシップにより成長を続けている。2021年10月、モディ首相は国内宇宙産業が政府事業により関与しやすくするため、インド宇宙協会 (ISA : Indian Space Association) を発足させた。発足に際して、モディ首相は宇宙分野における国内の起業家精神を称賛するとともに、この精神と才能を発展させるための同協会の今後の役割に期待を表明した。

2021年11月にロシアが行なった ASAT 実験に対して、インドは今のところ沈黙を守っている。これは、インド自身も 2019年に同実験を行ったこと、ロシアとの長年にわたる安全保障上のパートナーシップに配慮していることなどが理由とみられる。インドの ASAT 実験はより低高度の軌道で行われたため、大規模長期間のデブリフィールドの生成には至らなかった<sup>29</sup> が、NASA 前長官ジム・ブライデンスタイン (Jim Bridenstine) は「インドの ASAT 実験によって 400 個以上のデブリが軌道上に発生し、ISS にもたらされる潜在リスクが 44%増加した」<sup>30</sup> と報告している。インドの宇宙開発関係者は、ASAT 能力の再実験の必要性はないと述べており、既に LEO 全域において目標衛星を無力化する能力を有していると指摘している。

**打ち上げ能力：**現在インドでは、PSLV (Polar Satellite Launch Vehicle : 極軌道衛星打ち上げロケット) 及び GSLV (Geosynchronous Launch Vehicle : 静止軌道打ち上げロケット) の 2 種類のロケットが運用されている。PSLV は一貫して LEO にペイロードを送り込む役割を担っており、ISRO の主力ロケットと称

<sup>29</sup> これまでの各国の ASAT 実験が、目標衛星を下方から地上発射ミサイルで破壊する形態を採っており、デブリが衛星軌道上及びその上方に飛散・拡散しやすかったのに対し、インドはより低高度軌道上の小型自国衛星を目標に選定した上、ミサイルが衛星の後方や斜め上方から着弾するように実施した。このため、デブリの多くは軌道より下方に飛散し、また低高度であったため希薄大気の影響によってやがて空気抵抗を受け大気圏に落下し焼失することとなり、深刻なデブリフィールドの形成には至らなかったとされる。

<sup>30</sup> 上空 300km の軌道上を周回していた小型人工衛星を、弾道ミサイル防衛用「PDV Mk-2」迎撃ミサイルで破壊した。「インド『衛星撃墜成功』4カ国目、宇宙大国へ」NewsWeek 日本版、2019年3月28日、<https://www.newsweekjapan.jp/stories/world/2019/03/4-73.php>、ほか。ISS の高度は 400km である。

される。最新の打ち上げは2022年2月に行われ、地球観測衛星「EOS-04」等計3基の衛星の同時投入に成功した<sup>31</sup>。これでPSLVの打ち上げは通算54回となる。GSLVはインドが開発した最大のロケットで、これまでに14回の打ち上げ実績がある。GTO及びGEOへのペイロード投入が任務であるが、前述のように2021年8月の直近の打ち上げには失敗している。

インドは国内にTERLS (Thumba Equatorial Rocket Launch Station : トゥンバ赤道ロケット発射基地) 及びSCDC (Satish Dhawan Space Centre : サティシュ・ダワン宇宙センター) の2つの発射場を持つ。TERLSは主に観測衛星の打ち上げに使用される。SCDCは特別パッドを備えISROの全種ロケットに対応しており、月探査機等を含めた各種打ち上げを行っている。2021年7月、インド政府は民間企業が新たに国内外に発射場を開発・運営できる政策を構想中だと発表した。今後インドが整備する発射場がさらに増える可能性がある。

**対宇宙兵器能力：**インドはキネティックASAT能力の実証に成功したが、その他の対宇宙兵器能力を確認可能な公的な報告はない。電子戦システムやサイバー能力も実証されているが、これらが宇宙システムをターゲットにしているかは不明である。インドは、国内外での宇宙経済拡大を期待し、商業分野での技術・能力開発を奨励することに重点を置いている。

## 6 イラン

**概観：**イランの宇宙開発計画は、中東で最も大規模なものの一つである<sup>32</sup>。同国指導者たちは、強靱な国家の進歩の象徴として、このプログラムを弛まず継続してきた。2021年にはイランによって2回の軌道打ち上げ（いずれも失敗）と1回のサブオービタル<sup>33</sup>打ち上げ（成功）が行われたことにより、JCPOA (Joint Comprehensive Plan Of Action : 包括的共同作業計画) の再交渉の見通しが困難となった<sup>34</sup>。各国は、イランの民間及び軍事による宇宙開発計画は、弾道ミサイル／核開発に対する国際的な非難や制裁を回避するための試みでしかないと主

<sup>31</sup> 2021年8月のGSLV打ち上げ失敗後初となる打ち上げであった。「インドがPSLVロケットで衛星3基の打ち上げに成功、2021年8月の打ち上げ失敗以来初」Yahoo!ニュース、2022年2月25日、<https://news.yahoo.co.jp/articles/d7359669c61514b28803c088ca1e51cdccee982e>

<sup>32</sup> イランは2009年、自国製サフィール・ロケットにより初の国産人工衛星「オミード (Omid)」の打ち上げに成功し、これによってイランは、露・米・仏・日・中・英・印・イスラエルに続き衛星の自国打ち上げに成功した9番目の宇宙国家となった。

<sup>33</sup> 放物線軌道飛行。最高高度の宇宙領域に到達しても地球周回軌道（オービタル）には入らず、そのまま放物線を描いて地上に帰還する飛行形態。

<sup>34</sup> JCPOAは2015年7月、EU3+3（英仏独+米中露）とイランの間で合意された、イラン核開発問題に関する最終合意文書。核関連活動の制限・透明性強化などと引き換えに安保理決議に基づく経済制裁を段階的に解除していくことが目標だが、イランが合意を遵守していないとする米トランプ大統領は2018年5月、JCPOAからの離脱を表明して対イラン経済制裁を開始、これに反発したイランが合意事項の不履行を表明・実行し、さらにその範囲を順次拡大するなどの事態となっている。2021年11月に米-イラン間交渉は再開されたが、両者の隔たりは大きく、交渉は難航が予想される。「イラン核問題」JAEA（日本原子力研究開発機構）、2022年1月18日、[https://www.jaea.go.jp/04/isn/archive/nptrend/nptrend\\_01-06.pdf](https://www.jaea.go.jp/04/isn/archive/nptrend/nptrend_01-06.pdf)

張し続けている。しかし、イランは主権国家の機能としての平和宇宙開発プログラムを追求する権利を主張し各国の指摘を否定している。国連イラン常駐代表マジット・タクト・ラバンチ (Majid Takht-Ravanchi) は、弾道ミサイル及び衛星は「我が国の安全保障及び社会経済的利益に不可欠」であり、それらの開発計画を制限するいかなる提案も拒否する、と述べている。

**組織：**イランの宇宙開発は、民間部門の ISA (Iranian Space Agency：イラン宇宙庁) と軍事部門の IRGC (Islamic Revolutionary Guard Corps：イラン革命防衛隊) 航空宇宙軍に分かれる。ISA の宇宙飛行士は IRGC 航空宇宙軍の所属である。ISA は平和宇宙開発プログラム、民間宇宙飛行の開発と政策に責任を負うが、ISA は情報通信技術省に属し、これはイラン大統領エイブラヒム・ライシ (Ebrahim Raisi) が議長を務める最高宇宙評議会の指揮下にある。IRGC 航空宇宙軍は国家安全保障分野としての宇宙領域への関心を高めるために、2009 年 IRGC 空軍から分離・創設された。AIO (Aerospace Industries Organization：航空宇宙産業機構) はイラン国防兵站省の軍事産業子会社であり、数十種類のイラン製ミサイル及びロケットの製造を担当している。ISA の技術面は IRGC 航空宇宙軍と分かれているが、権限及び事業内容にはかなりのブリード・スルー (裏抜け) が存在する。弾道ミサイル技術関連活動に関してイラン政府は国際決議に基づく制裁下にあり<sup>35</sup>、AIO のようなイランの民間企業は輸出入規制を回避してロケット技術を取得するための隠れ蓑として利用されてきた。イラン政府同様、これらの企業活動は透明性と説明責任を欠いており、多くは独立民間企業ではなく国有企業の性格を有している可能性が高い。

**打ち上げ能力：**2021 年 2 月、新型ロケット「ズルジャナ」(Zuljanah) のサブオービタル打ち上げ試験に成功、一方 2021 年 6 月、衛星打ち上げロケット「スィーモルグ」(Simorgh) は衛星の軌道投入に失敗した。その後の衛星写真からの情報では再打ち上げのための準備が急ピッチで行われ、同年 12 月打ち上げが行われたが、スィーモルグは搭載された 3 基の衛星全ての軌道投入に再び失敗した。これでスィーモルグは 5 回連続して軌道投入に失敗したことになる。

これらの結果に対しライシ大統領は「嘆かわしい」「精彩を欠く」といった類の言をコメントしているが、その内には速やかにイランの宇宙能力を軌道に乗せなければならないとの思いがあるようである。度重なる失敗にもかかわらず、彼は「LEO への衛星打ち上げを定期的なものとし、2026 年までに GEO への投入を達成し、2032 年までにイラン製 SLV で宇宙飛行士を送り出す」と述べている。

イランの SLV 及び弾道ミサイル技術は、特にロシアと北朝鮮から大きな影響を受けてきた。例えば「サフィール (Safir) -1」や「ガーセド (Qased)」を含む

<sup>35</sup> 制裁決議 1929 (2010 年 6 月)：「弾道ミサイル技術関連活動の停止」、及び決議 2231 (2015 年 7 月)：「通常兵器及び弾道ミサイル開発技術の取引に対する制限」が該当すると思われる。「イラン核問題」JAEA。

SLV「シャハブ（Shahab）-3」シリーズは、北朝鮮のノドン（蘆洞）の設計から派生したものである。スィーモルグはサフィール-1の改良型（サフィール-2とも呼ばれる）でありシャハブ-5シリーズに含まれ、ズルジャナはこれまでで最も強力なイラン製ロケットと称されるセジール（Sejil）シリーズに含まれる。2022年1月、イランのメフル（Mehr）通信は、イランが新型固体燃料ロケット「ラーフェ（Raafe）」の打ち上げ成功動画を公開した。専門家によれば、ラーフェの直径はシャハブ-3（及びその亜種を含む）と同じである。

イランは1980年代に、中国と北朝鮮の支援の下で、テヘランの東400kmほどに位置するシャーフルード（Shahrud）ミサイル試験場を建設した。1990年代を通して、シャハブシリーズのほかISAの主要ロケットの発射場として使用された。2021年、衛星画像はシャーフルードの管理・貯蔵能力が大幅に増強されていることを明らかにした。固体燃料推進であるズルジャナ及びラーフェのための整備であると見られている<sup>36</sup>。また、セムナーン（Semnan）宇宙港は現在の正式名称をイマーム・ホメイニ（Imam Khomeini）宇宙センターといい、2008年に完成以降シャハブ・ロケットの打ち上げに使用された。2012年の打ち上げ失敗による大被害に伴う大規模修理工事を経て、2017年7月にスィーモルグSLVの打ち上げに成功し、センターは再開された。

**対宇宙兵器能力：**イランは、キネティック／ノンキネティック兵器開発には現状程遠いようである。ただし、既存の電子及びサイバー能力の開発は続けられており、外国政府や民間企業のシステムに対する妨害やハッキングに数多く成功している。その他の宇宙能力の開発にも関心が高く、イランは中国が主導するAPSCO（Asia-Pacific Space Cooperation Organization：アジア太平洋宇宙協力機構）<sup>37</sup>のメンバーでもある。2017年、イラン当局者は「国内SSAレーダー、及びLEO衛星を追跡可能な同機構の光学望遠鏡と協力して開発した光学システムを、それぞれ実用化している」と発言している。

<sup>36</sup> これより前の2020年4月には、ガーセド・ロケットにより同国初の軍事衛星「ヌール（Nour）」がシャーフルードからの打ち上げに成功している。「イラン、同国初の軍事衛星を打ち上げ・衛星打ち上げは通算5機目」Tech+、2020年4月28日、<https://news.mynavi.jp/techplus/article/20200428-1025696/>

<sup>37</sup> 条約文書によれば「アジア太平洋地域及びその周辺国からなる加盟国間の宇宙科学・宇宙技術及びその応用領域の多角的な協力を推進し、各加盟国の宇宙能力を向上させ、各国の持続可能な発展を促進すること」を目的とする。辻野照久「中国の宇宙開発事情(その7) APSCO」Science Portal China、2013年2月14日、[https://spc.jst.go.jp/hottopics/1303/r1303\\_tsujino.html](https://spc.jst.go.jp/hottopics/1303/r1303_tsujino.html)、ほか。加盟国は中国・バングラデシュ・イラン・モンゴル・パキスタン・ペルー・タイ・トルコの8か国。Member States, APSCO, [http://www.apsco.int/html/comp1/channel/Member\\_States/25.shtml](http://www.apsco.int/html/comp1/channel/Member_States/25.shtml) 2018年11月、設立10周年フォーラムが北京で開かれ「APSCOは宇宙空間の平和的利用について、宇宙科学・宇宙技術・宇宙技術応用分野において財務・技術・人的資源の共有を通じ協力の基礎を構築し（中略）アジア太平洋の全体的な実力を大幅に向上させるとともに（中略）世界の宇宙業界との協力活動に寄与し、宇宙空間活動のガバナンスと長期的かつ持続可能な発展を共に実現する」との“APSCO 2030 ビジョン”が発表された。「アジア太平洋宇宙協力機構、2030年発展ビジョンを発表」Japanese.China.ORG.CN、2018年11月17日、[http://japanese.china.org.cn/business/txt/2018-11/17/content\\_73117285.htm](http://japanese.china.org.cn/business/txt/2018-11/17/content_73117285.htm)

## 7 北朝鮮

**概観**：2021年も、北朝鮮国営メディアはその宇宙への野心を強調して伝えた。2021年1月、金正恩は北朝鮮が近い将来に軍事偵察衛星を運用すると宣言し、2021年10月には国営メディアを通じて「金正恩総書記は、近い将来静止衛星を打ち上げることを宇宙開発の当面の目標とした」と報じた。反面、宇宙開発への投資の増加を示す証拠が認められず、これらの発言が行動に結びつくかどうかはまだわからない。2021年を通じて、平壤は物議を醸すミサイル実験を継続的に行っている。一連の実験から、北朝鮮が対宇宙兵器に必要ないくつかのミサイル能力を有していることが認められるが、直接上昇型 ASAT に必要な SSA 能力及び高度制御能力の獲得には至っていない。

**組織**：北朝鮮は、宇宙開発に関する公式声明のほとんどにおいて、その平和的意図を引き続き強調している。平壤の宇宙活動は、2014年に設立された NADA（National Aerospace Development Association：国家航空宇宙開発局）に集約されている。2021年11月の国家宣伝機関<sup>38</sup>の報告書は、北朝鮮が宇宙分野開発を推進する意図を「人類共通の財産である宇宙領域における国際的な利用と開発の努力に沿って、我が国経済を発展させること」であると繰り返し述べている。国際社会はこれには懐疑的であり、核開発の一環であると見なしている。専門家はまた、衛星打ち上げ計画への野心など宇宙開発に関する国家的なコメントやメッセージがエスカレートしていることを指摘している。

**打ち上げ能力**：2022年に入り、北朝鮮は1月だけで計7回のミサイル発射を行っている。しかし、2つの衛星打ち上げ施設：トンヘ（東海）<sup>39</sup>及びソヘ（西海）<sup>40</sup>での活動は、ここ数年報告されていない。2016年の「38 North」の報告では、トンヘ衛星発射場は“管理人状態”が続いており、2009年以降ここでの打ち上げは行われていないとした。ソヘ発射場は、2018年の米朝首脳会談後に部分的な解体が着手されたものの、その後の交渉決裂を受けて解体工事は復旧工事に切り替わり、その機能を完全に回復した。にもかかわらず、2016年以降ソヘでの打ち上げは行われておらず、2021年10月の衛星画像でも、新たな打ち上げの兆候は認められなかった。

その一方で、1月の立て続けのミサイル発射実験等により、現行のミサイル防衛システムの回避を含む高度なミサイル能力が示された。平壤によれば、1月5日の実験は極超音速ミサイルの2回目の発射実験であり、2021年9月の1回目

<sup>38</sup> 党機関紙の朝鮮労働党新聞、対外宣伝メディア「メアリ」国営サイト「ネナラ」などを指すのではないかとと思われるが不明。

<sup>39</sup> 北朝鮮北東端のムスダンリ（舞水端里）ミサイル発射場の正式名称。弾道ミサイル「テポドン」の発射基地があるとみられる。

<sup>40</sup> 北朝鮮北西端のトンチャンリ（東倉里）ミサイル発射場の正式名称。ニョンピョン（寧辺）核施設及びピョンヤン（平壤）ミサイル工場が近傍にある。2012年北朝鮮が初めて軌道投入に成功した人工衛星「光明星」3号2号機が打ち上げられた。

と同様、移動発射台から、中距離弾道ミサイルまたはブースト・グライド・ビークル<sup>41</sup> を使用しての発射であったとしている。3 回目及び 4 回目の発射実験は、既存の鉄道移動式 KN-23 及び道路移動式 KN-24 SRBM<sup>42</sup>であった。2 つの SRBM 発射実験は、固体推進燃料の SRBM の配備が引き続き進んでいることを示すものであったが、対宇宙兵器能力の向上に繋がるようなミサイル誘導システムの進歩を決定付けるものではなかった。金正恩が自らに課していた長距離弾道ミサイル実験のモラトリアム終了という重大な政治的メッセージを含んではいたものの、北朝鮮の対宇宙兵器能力の大きな前進を示すものではなかった。

**対宇宙兵器能力：**北朝鮮当局者は一貫して、宇宙開発は国家の優先事項であると主張しているが、北朝鮮が宇宙領域で格段の進歩を遂げたという兆候はない。活発なミサイル活動は宇宙プログラムに移行されておらず、直接上昇型／共軌道型 ASAT や、キネティック／ノンキネティック能力を積極的に追求している可能性は依然として低いと思われる。北朝鮮は電子戦妨害能力を誇示してその成功を実証しており、またサイバー攻撃の脅威は実行可能なレベルで顕在しているが、これらは宇宙アセットを狙うというより、自国経済強化のために使われる場合がほとんどである。可能性として、宇宙空間への応用の危険が高いのは後者の 2 つである。この国がより高度な技術を、おそらくはより不正な手段で獲得し、運用経験を蓄積していけば、宇宙システムへの脅威はより高まるだろう。

## 8 その他の国々（オーストラリア、イスラエル、日本及び韓国）

**オーストラリア：**2021 年 5 月、オーストラリアは「2022 年初頭に空軍内に軍事宇宙部門を新設する」と発表した。この新部門には、今後 10 年の間に 70 億豪ドルが投資される予定である。また、豪軍は 2022 年 2 月に最大 4 基の軍事宇宙衛星に対し 40 億豪ドルを投じる計画である。機能を強化された新宇宙部門は、緊密な同盟国、Five Eyes Partner<sup>43</sup> として、インテリジェンス・防衛・宇宙に関する米豪の緊密な関係の継続的構築に寄与するものと思われる。

**イスラエル：**イスラエルは、対空迎撃用の地上レーザーシステムの開発を続け

<sup>41</sup> 単純な放物線を描く弾道軌道に対し、ブースト・グライド軌道は、宇宙空間より低高度の大気圏上層の空気がある高度まで降下すると徐々に引き起こしながら迎え角による揚力を得て再上昇（ホップアップ）し、これを繰り返すことで航続距離を延ばす。弾道ミサイルまたはブースト・ビークルをブースターとして利用し、弾頭は推進力を持たない滑空体である。ホップアップ及び空力操舵を組み合わせた複雑な高度／軌道変更が可能である。福田浩一「島嶼防衛用高速滑空団の現状と今後の展望」『防衛装備庁技術シンポジウム 2019』2019 年 11 月 13 日、<https://www.mod.go.jp/atla/research/ats2019/doc/fukuda.pdf> ほか。

<sup>42</sup> SRBM：Short Range Ballistic Missile（短距離弾道ミサイル）

<sup>43</sup> 米・英・豪・カナダ及びニュージーランドの 5 か国による機密情報共有の枠組み。米国を中心に「エシユロン」と呼ばれる通信傍受網で情報を収集・分析しているとみられる。加盟国情報機関は相互に傍受システムを共同利用できる。長らく公式に存在を認められていなかったが、2010 年に公開された関連文書で活動の一端が明らかになった。日本はこの 5 か国と安全保障面での協力を進めている。「ファイブ・アイズとは 英語圏 5 か国で機密情報共有」日本経済新聞、2021 年 8 月 15 日、<https://www.nikkei.com/article/DGXKZO62677940U0A810C2EA2000/> ほか。

てきた。2021年4月、イスラエルのミサイル防衛省トップは、このレーザー技術をミサイル防衛システム「アイアンドーム (Iron Dome)」に統合すると発表した。2021年9月、米下院が同システムに10億ドルの資金援助を承認したことで、開発は加速している。報告によれば、イスラエルは2022年半ばまでの完全運用開始を目指している。

また、イスラエルは宇宙開発分野でも他国と提携している。2020年のアブラハム合意<sup>44</sup>に基づく関係発展の証として、イスラエルとUAE(アラブ首長国連邦)が軍事宇宙開発での提携について協議したとの報道がいくつかなされている。提携の詳細は明らかになっていないが、近頃UAEがイスラエルにミサイル防衛システムの入手に関する照会を行ったことが判明している。

**日本:** 日本は民間・軍事ともに継続して宇宙事業を推進している。2008年の宇宙基本法成立によって、それまで禁止していた宇宙の軍事利用を認め、以降政府内からは防衛的な対宇宙能力の開発に関する発言も目立ってきた。このタイミングは、2007年のASAT実験などにみられる中国の著しい宇宙進出と無関係ではない。

日本は2021年、初の宇宙領域任務部隊となる宇宙作戦隊を航空自衛隊内に設置した。同隊は2023年までに本格運用を開始し、2026年までにSSA衛星の初号機を打ち上げる計画である。同隊に関する日本のパブリック・コメントは、努めて防衛的な姿勢を強調し続けるものである。2021年11月には、電磁波攻撃から衛星を防護する任務に特化した第2宇宙作戦隊を間もなく設置するとの発表がなされた<sup>45</sup>。第1作戦隊と同様、第2作戦隊も米国との緊密な活動を目指している。2021年4月、米宇宙軍と航空自衛隊との覚書により、米コロラド州宇宙軍本部に航空自衛隊の連絡士官(Liaison Officer)が常勤で常駐することとなった。

日本は直接上昇型ASAT能力を実証していないが、米国製SM-3ミサイル防衛迎撃システムを保有しており、潜在的にLEO上の宇宙アセットを攻撃する能力を持っている。2022年1月、ロッキード・マーチン社(Lockheed Martin)は、日本のイージスシステムに強化レーダーを組込むことで「弾道ミサイル脅威への効果的な探知・識別・追尾及び誘導」が可能であることを確認した<sup>46</sup>。

<sup>44</sup> 2020年8月、イスラエル・UAE間で交わされた国交正常化に関する合意文書。この合意により、2国間の完全な国交正常化、経済・技術協力、コロナ対策協力、直行便の就航等が可能となった。井堂有子「国問研戦略コメント(2020-14)『アブラハム合意』と『キャンプ・デービッド合意』—二つの和平と『アラブの大義』の行方」JIJA(国際問題研究所)、2020年10月6日、[https://www.jiia.or.jp/strategic\\_comment/2020-14.html](https://www.jiia.or.jp/strategic_comment/2020-14.html)

<sup>45</sup> 「(令和)4年度概算要求において、電磁妨害状況を把握する装置の運用体制の構築のため、第2宇宙作戦隊を(山口県)防府北基地に新編する」とこととされた。「防衛大臣臨時記者会見(2021年11月14日)」、防衛省、[https://www.mod.go.jp/j/press/kisha/2021/1114a\\_r.html](https://www.mod.go.jp/j/press/kisha/2021/1114a_r.html)

<sup>46</sup> 2020年6月に計画が停止されたイージス・アショアシステムの代替案として、2020年12月、イージスシステム搭載艦を2隻建造することとされたことを受け、当初イージス・アショアに導入予定であったロッキード社製の最新地上配備型AN/SPY-7(v)1レーダーを、2022年1月、ニュージャージー州テストセンターにおいて日本のイージス搭載艦(ASEV: Japanese Aegis System-Equipped Vessel)プログラムに合わせて新

**韓国**：韓国は、2020年にミサイル及びSLVの生産制限を緩和する等、米宇宙軍と緊密に連携するためのいくつかのステップを追求することで、両国間の正式な宇宙安全保障パートナーシップを含む、宇宙領域における軍事力の範囲を拡大した。

また、2021年10月には初の国産SLV発射実験を行った。衛星の軌道投入には失敗したが、韓国にとっては重要な一歩となった。2020年からの10年間に、軍事衛星技術開発のため国内産業に130億ドルを投資する計画である。

## 9 対宇宙活動－2021年の振り返り

「Space Threat Assessment 2022」では、2021年に起こった以下の4つのイベントに特に注目した：

### ① 2021年7月27日、中国…HSW（極超音速兵器）実験疑惑

2021年に起こった宇宙関連記事の中でも最も重要なものの一つは、中国によるFOBS（Fractional Orbital Bombardment System：部分軌道爆撃システム）<sup>47</sup>とも呼ばれるHSWの実験疑惑である。この実験に関する報告は一貫性がなく、不完全で、主に匿名情報源に基づいている。現在までの報告では、これが中国によるものであるという確たる証拠を示すものはない。

この疑惑は、2021年10月16日付のFinancial Times<sup>48</sup>（以下「FT」という）に初めて登場し、それによれば、実験は8月のいつか—その後日付は7月27日に修正された—に行われた。最初のこの報道は5人の匿名による情報源に基づくもので、これらのリークが協調的であったのか偶然一致したのかは不明である。同紙の一連の報道によれば、核兵器を搭載可能な極超音速体が少なくとも地球を1周回した後、弾頭が離脱・滑空し、目標の20数マイル近傍に着弾した。続報では、極超音速ミサイルが弾頭を発射する「軌道爆撃システム」であったとする詳細がなされている。

たに開発したソフトウェアとともにデモンストレーション試験を行い、これに成功したことを指している。

“Japan defense enhanced with Aegis and SPY-7 software demonstration,” LOKHEED MARTIN, 27JAN2022, <https://news.lockheedmartin.com/2022-1-27-Japan-Defense-Enhanced-with-Aegis-and-SPY-7-Software-Demonstration> また、“ASEV J7.B product development remonstration 2 successful,” MDA News Release, Missile Defense Agency, U.S. DOD, 19Jan2022, <https://www.mda.mil/news/22news0002.html> このことから「ASEVはSM-3を搭載しているため、新たな強化レーダーの下ではイージス艦の潜在的なLEOアセット攻撃能力はより高まるだろう」との意、及び（暗に）「SPY-7はアショアでなくともASEV上でも要求性能を満たすことが明らかとなったので、当初計画通り導入（購入）せよ」との意が読み取れる。アショア及びイージスシステムについては「ミサイル防衛について」防衛省、<https://www.mod.go.jp/j/approach/defense/bmd/>

<sup>47</sup> 弾道軌道ではなく地球周回軌道（LEO）に乗った後、適当な地点で降下・滑空して目標を攻撃するシステム。1960年代から旧ソ連が開発した。現在世界最長とも言われるロシアICBM「サルマト」の射程が約1万8000kmであるのに対し、FOBSは1周4万kmの周回軌道上どこでも自由に軌道を離脱することで、地球上のあらゆる地点への攻撃が可能である。「中国新ミサイル『最小限の抑止力』転換 核大国目指すサインか」毎日新聞、2021年10月19日、<https://mainichi.jp/articles/20211018/k00/00m/030/196000c> ほか。

<sup>48</sup> 英国が発行する経済紙。2015年に日本経済新聞社が買収し、現在は同社の傘下にある。

この疑惑の一部は、報道に前後して記録された米政府高官のコメントによって裏付けられているようである。2021年9月20日、フランク・ケンドール（Frank Kendall）米空軍長官は、中国が「宇宙からのグローバル・ストライク能力の可能性を含む（中略）着実に射程を延伸した精密兵器」を開発していると言及し、記者による質問へのより仮説的な回答として「宇宙空間に向けて発射されたこの最新兵器が（中略）冷戦時代の古典的概念である FOBS を経由している可能性も否定できない」と述べている。全統合参謀本部副議長ジョン・ハイテン（John Hyten）大将も、2021年11月の会見でケンドール長官のコメントの一部を認めた。ハイテン氏は、会見中この実験について「彼ら（中国）は長距離ミサイルを発射し、それは世界中を周った。重要なのは、この兵器が“先制使用が可能な兵器”に見えることであり、無警告核攻撃に使用できることだ」と述べている。ハイテン氏は、奇しくもバイデン（Biden）政権が「核体制の見直し」の中で先制不使用政策の採用を検討しているさなかに、中国の新兵器が先制使用可能な兵器であるらしいことを公に発言したのである。ハイテン氏はかねてより米国の先制不使用政策に反対の立場を表明しており、FTの記事がリークされた時も、国際安全保障・中国外交の専門家や教授、シンクタンクの軍備管理研究シニア・フェローらが、先制不使用政策に反対するレポートや論説を数多く発表している。

しかし、米情報機関が本実験をどのようにして「核兵器搭載可能」な兵器によるものだと判断したのか、またどのようにして弾頭の発射を確認したのかを示す証拠はほとんど出ていない。また、極超音速ミサイルが単に周回軌道上にあっただけなのか、もしくはサブオービタルの延長線上に位置していただけなのかも不明である。これらの現象は長距離ミサイル実験では有り得ることである。米宇宙軍が管理する Space-track.org の公式カタログには、7月22日～28日の間に打ち上げられ軌道投入または再突入したアイテムは含まれていない。

極超音速ミサイルを地球周回軌道に乗せるというアイデアは、さほど有利ではないと思われる。LEO1周には90分を要し、長時間高高度を移動している間に探知・追跡される可能性が高い。極超音速ミサイルの主な利点は、ICBMの典型的な弾道軌道より低高度を高機動で飛行し、相手にリアクションタイムを与えず高速で目標に到達できる点にある。FOBSのように必要以上に長距離を飛行させれば、これらの利点の多くが失われる。この兵器が核武装していた場合、WMD（Weapons of Mass Destruction：大量破壊兵器）を周回軌道に乗せることを禁止した宇宙条約—中国も加盟している—への明確な違反となる。

これらのことから、7月に行われた別々のテストイベントが混同されて報道された可能性がある。飛行中に飛翔体（カウンター・メジャー）を発射する従来軌道における極超音速ミサイルの実験と、軌道上での極超音速グライドビー

クルの実験である。中国外交部は、FT の最初の記事への反応として、2021 年 7 月 16 日に実施した極超音速宇宙往還機のテストについての声明を発表した。

これを「軌道爆撃システム」と称した報道は、中国の宇宙兵器の進歩に警鐘を鳴らす役割を果たしたかもしれないが、事実とは異なるようである。実験の詳細や観測・確認に至ったデータ等が完全に明らかにされることはないかもしれないが、明白なのはこの実験が周回軌道上に常駐する兵器によるものであることや、人工衛星を標的としたものであることを示唆するものはないということである。実験は、米国及び同盟国が極超音速兵器への防御を強化しなければならない必要性を強調してはいるが、対宇宙兵器に関する新たな展開とまでは言えない。<sup>49</sup>

## ② 2021 年 10 月 24 日、中国 …RPO 実験衛星「SJ-21」GEO へ投入

この日打ち上げられ GEO へ投入された人工衛星「実践 (SJ: Shijian) -21」。中国国営メディア新華社によれば、この衛星のミッションはデブリ軽減技術のテストであるという。軌道上での最初の数か月の間に、SJ-21 は副衛星または AKM (Apogee Kick Motor: アポジキックモーター)<sup>50</sup> の放出、その後の当該 AKM や GEO 上の他衛星への接近、運用を終了した衛星の墓場軌道への移動など、いくつかの高度なテストとマニューバを実施した。

SJ-21 の打ち上げから 1 週間後、米宇宙軍は SJ-21 の近傍に AKM とみられる新たな人工物体があることを確認した。AKM は最終的に衛星を目標軌道に乗せるための推進力を提供するユニットであり、切り離された AKM は放置すればコントロール不能なデブリとなる可能性がある。GEO はその全ての利用者にとって極めて価値のある限られた公共財である。そのため、ほとんどの AKM は将来的に自他の衛星の運用を妨げないよう、かなりの距離をとって放出されるべきである。米宇宙軍は、Space-Track.org のデータベース上で、この物体を「SJ-21 AKM」とラベリングした。SJ-21 が自分の AKM への接近テストを行っていたことは、SSA 担当者や多くのオブザーバーに懸念と混乱を生じさせた。その後も SJ-21 はその AKM の周囲で数回の RPO を実施するなど、極めて特異な行動を取っている。12 月中旬には一旦 AKM から離れたものの、数日後の 22 日には再び近傍に戻っている。MIT (マサチューセッツ工科大) のトーマス・ロバーツ (Thomas Roberts)<sup>51</sup> は「12 月 28 日、SJ-21 AKM は西

<sup>49</sup> 極超音速ミサイルを LEO に乗せるのは得策ではないとする CSIS の見積りの一方で、うがった見方をすれば、メガコンステレーション等により衛星の混雑増加が著しい LEO 帯ではそれらに紛れることにより被探知機会を少なくできる・任意の場所で軌道を離脱後は前述のブーストグライド軌道等を組み合わせることにより低高度を極超音速高機動で飛翔できる、このため FOBS の脅威は依然として残る、とも考えられる。

<sup>50</sup> 最終的に静止軌道に入るために、衛星に取り付けられているエンジン。GEO 投入前に衛星は「静止トランスファー軌道」という楕円軌道に入る。その最遠地点をアポジといい、AKM の切り離し地点となる (最近地点はペリジ)。鈴木喜生「宇宙開発未来カレンダー」19 頁、ほか。

<sup>51</sup> MIT 天体力学・宇宙ロボット制御研究所研究員兼 CSIS 非常勤研究員。https://www.thomasgroberts.com/

向きのドリフトを中断後再び2つの物体に分離し、さらにこれはAKMの挙動には適さない、軌道上に留まるような動作を示した」と指摘している。この一連のRPOは、次段階のミッションのため、比較的リスクの低い物体を用いて新型衛星の軌道上テストを行ったものである可能性がある。

SJ-21 AKMとのRPO後、SJ-21はこのエリアを離れて西進し、「北斗」測位衛星コンステレーションの一つ、Compass G2にランデブーした。Compass G2は第2世代北斗ネットワーク「北斗-2」の初号機として2009年に打ち上げられるも静止化に失敗し、米宇宙軍からも非稼働衛星にラベリングされ、10年以上死んだ衛星として墓場軌道上にあった<sup>52</sup>。墓場軌道はGEOの上方数百kmにあり<sup>53</sup>、死んだ衛星や動作不能後復旧できなくなった衛星が、活動中の他の衛星の邪魔にならないよう遷移する軌道である。商業宇宙空間監視／衛星追跡事業を行うExoanalytic Solutions社によれば、SJ-21はCompass G2の周囲で数日間RPOを行った後、2022年1月22日にドッキング、その後Compass G2とともに西進し始め、GEOから300km<sup>54</sup>上方に移動した。2者のマニューバは約3日間続き、同26日SJ-21はCompass G2をリリースした。

中国は、GEOでのRPOにかけては初心者ではない。かつて同タイプの実験衛星SJ-17も、何年も前から同様のRPO活動を行っている<sup>55</sup>。ただし、SJ-17は2020年以降どの衛星の10km圏内にも入っておらず、任務を終えたか活動を休止しているようであり、SJ-21が後継機となるのかもしれない<sup>56</sup>。SJ-21が見せたRPO能力及びタグ（tug：牽引）能力は、商業的な軌道上サービス<sup>57</sup>に求められるものと同種であり、またこの実験は対宇宙兵器目的ではなかった。しかし、このようなマニューバ能力や他衛星を把持するための技術的な能力は、共軌道型対宇宙兵器のそれと同じものである。

### ③ 2021年11月15日、ロシア … “世界中がその破壊音を聞いた” ASAT 実験

2021年、世界中の耳目が最も注目した宇宙活動の一つが、11月15日に起こったロシアによるASAT実験である。PL-19ヌードル（Nudol）ミサイルがプ

<sup>52</sup> 一方で、NewsWeek記事によれば「長らく死んだまま静止軌道上を漂っていたCompass G2をSJ-21が同軌道上から引きずり出し、2つの衛星は連れ立ってGEOを離脱後、さらに西方へ移動しながら300km上方の墓場軌道へ突入した」とある。「中国の『始末屋』衛星、死んだGPS衛星を墓場軌道に引きずり込む」NewsWeek 日本版、2022年2月28日、<https://www.newsweekjapan.jp/stories/world/2022/02/gps-4.php>

<sup>53</sup> 余命の尽きかけた衛星が36,000kmから降下して大気圏を目指すには膨大なエネルギーが必要なことから、静止軌道衛星は運用終了時に最小限の残燃料で墓場軌道まで遷移できるよう設計されることが多い。

<sup>54</sup> 原文は“SJ-21 then began to move Compass G2 3,000km above GEO, …”とあるが、墓場軌道の定義、及びNewsWeek 2022年2月28日の記事から、300kmの誤りとみられる。

<sup>55</sup> STA2021では「悪名高き調査実験衛星SJ-17」として、その活動が紹介されている。*Space Threat Assessment 2021*, p.10

<sup>56</sup> ただし、SJ-17は2018年からGEOに展開していたが、過去にも1年程度の活動休止状態はあった。CSIS ASP, *Space Threat Assessment 2019*, Apr2019, p.13

<sup>57</sup> 運用中の衛星に対し、軌道上で燃料補給やメンテナンスなどのサービスを提供するビジネス。

レセック宇宙基地<sup>58</sup>の移動式発射台から発射され、40年以上前から軌道上を漂っていたロシアの廃衛星Cosmos1408<sup>59</sup>に命中し、破壊に成功した。ロシアは直接上昇型ASAT能力を何年にもわたって保有してきた。2015年から2020年にかけて、Nudolシステムは10回の実験が行われ、第3回以降は成功している。そして今回、実際に軌道上のターゲットの破壊に成功したことでNudolシステムの能力が実証され、世界中を驚愕させることとなった。ロシア国営放送チャンネル1のキャスターは、これによりロシアはNATO（北大西洋条約機構）も使用する米GPS衛星32個全てを破壊する能力を持つに至ったと指摘したが、11月の実験はそのような能力を示すものではなかった。

確かにロシアは1960年代からの宇宙開発競争以降、宇宙技術の最先端を自負しその先陣を走っていた時期もあったが、近年は打ち上げ回数が大幅に減少している。今回のASAT実験によって、ロシアは自国が依然として重要な能力を持つ宇宙大国たることを世界に誇示し、ASAT兵器に関する国際的枠組み作りの議論に対する影響力を失わないようにすることが目的であったかもしれない。事実、現在このような能力を持つ国は、ロシアの他には中国、インド、米国の3か国しかない。2022年2月、軍縮及び国際安全保障問題を取り扱う国連総会第1委員会は、宇宙領域における軍拡競争を拡大させないための国際作業部会を開催予定であったが、ロシアがウクライナ侵攻計画の影響のためと思われる部会開催に向けた準備期間の延長を求めたため、議論は中断された。

ASAT実験はデブリを即時大量広範に発生させるため、広く非難されている。LEO上にデブリ・クライシスを発生させた、2007年中国によるASAT実験（単一のデブリ発生イベントとしては史上最大）以降、特に注目されるようになった。米宇宙軍司令部によれば、今回のロシアの実験で、1辺が10cm以上の追跡可能なデブリが1,500個以上<sup>60</sup>、それ以下の一貫して追跡することが困難なおそらく数十万個の小さな破片が、即座にデブリフィールドを形成したとしている。高度400kmに浮かぶISSにとってこのデブリフィールドは極めて深刻であり、ロシアの実験直後、ISS滞在中の宇宙飛行士（米国2名、ドイツ1名、ロシア2名）は直ちに緊急脱出用宇宙船区画に避難した。実験の翌日、ISSの宇宙飛行士を守ろうとするNASAの動きに対して、ロシア外務省はISSへの危険性を否定して対立した。米国では、国務省、連邦議会議員、NASA関係者等が揃ってロシアの実験に反対を表明した。これらに加え、英国のベン・ウォレス（Ben Wallace）国防長官、フランスのフローレンス・パーリー（Florence

<sup>58</sup> 「ロシア 打ち上げ能力」10頁を参照。

<sup>59</sup> Cosmos1408は高度480km付近で破壊された。秋山文野「ロシアが衛星破壊実験を実施。米国からの非難にロシアは『衛星の破片は宇宙活動の脅威にならない』と応答」Yahoo!ニュース、2021年11月17日、<https://news.yahoo.co.jp/byline/akiyamaayano/20211117-00268396> ほか。

<sup>60</sup> 秋山文野「ロシアが衛星破壊実験を実施」ほか。

Parly) 国防相、NATO のイエンス・ストルテンベルグ (Jens Stoltenberg) 事務総長らの声明も同様であった。2022 年に入って、CNSA (中国国家航天局) は、ロシアの ASAT 実験によって生じたデブリの一部が、北京清華大学所有の科学衛星と衝突する可能性についての異常接近警告を発出した。これは中国メディアでも広く伝えられ、米宇宙軍の追跡データによっても裏付けられた。接近警告にもかかわらず、中国当局はロシアの実験に対してコメントを出していない。中国自身も ASAT 実験によって大量のデブリを発生させた歴史と、ロシアとの微妙な地政学的同盟関係の影響のためであろう。

#### ④ 2022 年 2 月 24 日、ロシア …ウクライナ侵攻

ウクライナでの戦闘が激化する中、ロシア軍は GPS ジャミング等の電子攻撃を積極的に行っている。ロシア軍は侵攻に先立ち、部隊展開地域に妨害アセットも一緒に移動させた。

GPS 妨害のミッションはロシア軍における一般的な戦術ツールとなっており、ロシアは 2 月 24 日の侵攻開始の相当以前、2014 年頃からウクライナ全域において GPS 信号を頻繁に妨害している。侵攻以降のイベントは現在進行形であり、本レポートの公表までに様々な状況が変わっている可能性がある。

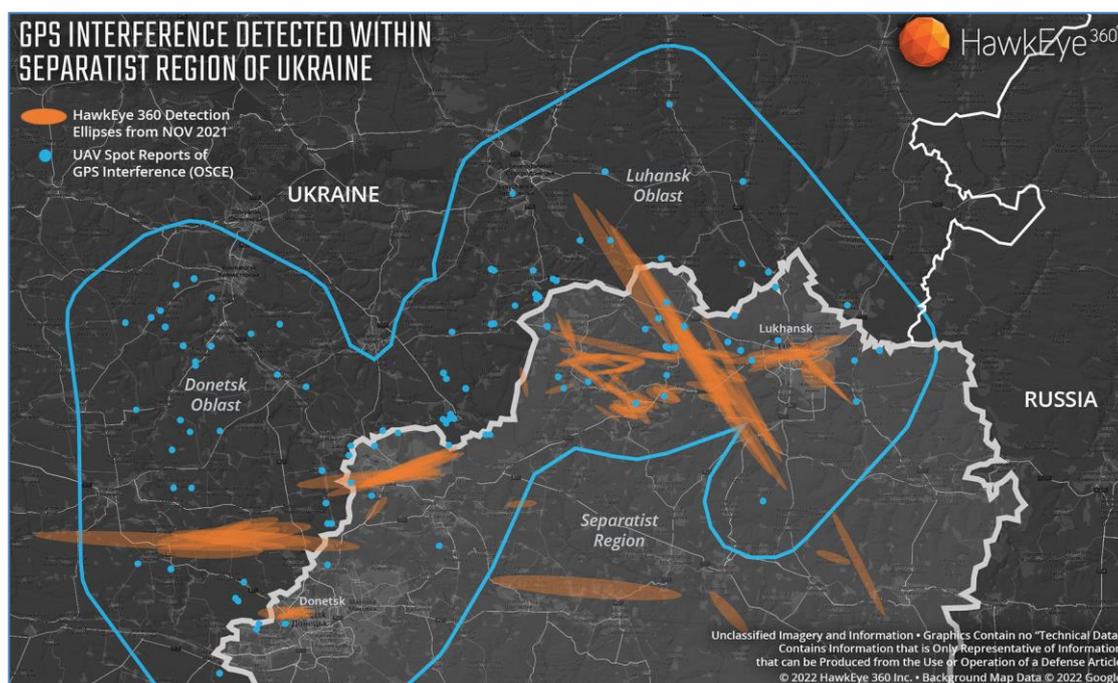
2020 年 12 月頃から、OSCE (Organization for Security and Cooperation in Europe : 欧州安全保障協力機構) は、この地域に R-330Zh Zhitel ジャマーシステムの配備を確認した。R-330Zh は衛星通信・携帯電話通信を妨害する能力を持つ。どの妨害システムが機能しているかは明らかでない。

また、ベラルーシ南部の国境都市 Gomel では、Krasukha-4 ジャマーシステムの存在が確認された。Krasukha-4 は、主に航空機用レーダーの妨害に使われるほか、レーダー偵察衛星を妨害できることも報告されている。Krasukha-4 の妨害可能範囲は 180 マイルであり、GPS や衛星通信に対抗するというより、軍アセットを敵 ISR から隠蔽したりカモフラージュしたりするために使用されている可能性が高い。

2021 年 4 月 6 日、ウクライナでロシア軍の動きを監視していた OSCE は、UAV の 1 機が GPS の妨害によって離陸できず任務の遂行が不可能と報告した。プレスリリースによれば、この問題は数週間前から OSCE の UAV で頻繁に起きていたが、ミッションが完全に遂行できなかったのは今回が初めてである。ロシアによる電子攻撃の可能性が高く、OSCE のマイケル・カーペンター (Michael Carpenter) 米大使は 2022 年 1 月「調査の結果、妨害電波による GPS 信号の干渉を確認した」と述べた。2022 年 2 月中旬までのより新しい報告によれば、GPS 妨害は引き続き OSCE 監視団の任務の妨げとなっている。

図 1 の米 Hawkeye360 社のデータと分析から、ウクライナ・ドネツク地方の

Varvarivka 付近でロシアの GPS ジャマー配備の疑いがある地点を推定した<sup>61</sup>。



【図 1 : Hawkeye360 による 2021 年 11 月の GPS 干渉の様子】<sup>62</sup>

2014 年のクリミア侵攻以降、特に東部ドネツク州・ルハンスク州の 2 つの地域は、ウクライナ領域と親ロシア分離主義者支配地域がある。図 1 の妨害の原因であるジャマーシステムは、侵攻初期に既にドンバス地方に展開していたロシア軍、または既にドネツク・ルハンスクを支配中の親ロシア分離主義派民兵等によって操作されている可能性がある。

GPS ジャマーからの妨害電波の放出は Hawkeye コンステレーションによって検出され、地理的位置も特定された。図 1 中のオレンジ色の楕円は RF 干渉が生じている推定位置であり、複数の衛星パスからの楕円を重ね合わせることで、より正確な位置を特定できる。図 1 のデータは、侵攻前の 2021 年 11 月 13 日から 12 月 1 日の間に検出されたものを累積表示したものである。電子/サイバー攻撃は、ウクライナにおけるロシアの戦略及び軍事作戦の重要な要素であり続けており、戦闘の長期化に伴い GPS 及び衛星通信への妨害が継続・増加する可能性がある。

#### ⑤ その他 …2021 年のタイムライン

この一年に起きた、その他の宇宙関連の目立ったニュースをタイムライン形式で紹介する。

<sup>61</sup> ここでいうドネツク地方 Varvarivka は州都ドネツクの北西に位置し、図 1 中ではちょうど「Donetsk Oblast (ドネツク州)」と文字のある辺りにある。

<sup>62</sup> *Space Threat Assessment 2022*, p.26 から抜粋。

## 【2021年】

- > **1月9日、ロシア【ジャミング】NATOの諜報活動に対するGPS妨害**  
ロシアは何年間にもわたってウクライナの無線、携帯電話、衛星通信電波を断続的に妨害している。ウクライナ内外におけるロシア軍の行動の活発化に伴い、GPS妨害被害の報告も増えている。
- > **1月23日、インド【ジャミング】窃盗団がGPSジャミングを試みる**  
インドで、窃盗団が局地的なGPS妨害装置を使って金塊を盗もうとしたが失敗し、警察は盗品を積んだトラックの位置を特定することに成功した。
- > **2月1日、米国【ジャミング】意図しない局地的GPSジャミングの発生**  
ノースカロライナ州ウィルミントン空港付近で、局地的にGPSを妨害する電波が検知され、航空便の運航に支障をきたした。発生源は空港近くの電力会社の無線制御システムであった。
- > **3月12日、中国【ジャミング】偽の日用品にご注意**  
中国国内で、USBメモリや美術品などの身近な日用品に見せかけた局地的な電波妨害装置が確認されている。今までのところ、民間人や組織へは販売されていないようだ。
- > **4月6日、ウクライナ【ジャミング】ロシア軍によるウクライナでのOSCEミッションに対するGPS妨害**  
ウクライナ国境の緊張が高まる中、ロシア軍はGPSジャミングを行っている。OSCEから監視任務を支援するUAVのGPS干渉が報告されている。詳細は24頁④を参照。
- > **4月20日、中国【共軌道】実験衛星SJ-17、ロボットアームを搭載**  
米宇宙軍司令官ジェームス・ディッキンソン（James H. Dickinson）将軍は上院軍事委員会で、中国のGEO実験衛星SJ-17に、これまで公表されていなかったロボットアームが搭載されていることを確認したことを明らかにした。SJ-17は、過去に他の中国の衛星とのRPOなどの実績が報告されている。詳細はSTA2021を参照。<sup>63</sup>
- > **5月28日、大西洋【スプーフィング】タンカーがGPS自己位置を偽装**  
キプロス船籍の石油タンカー「Berlina」が、制裁<sup>64</sup>を逃れてベネズエラから違法な石油を輸送するため、AIS（船舶自動識別装置）のGPS信号を偽装していたとみられるというニュースが報道された。同種の事件は何年も前から頻発しており、違法活動の隠蔽のためますます一般的になっている。

<sup>63</sup> *Space Threat Assessment 2021*, p.10.

<sup>64</sup> ベネズエラの現マドゥーロ大統領政権は、前チャベス政権以前の親米路線から一転して反米の急先鋒となっており、米国は2017年以降対ベネズエラ経済制裁を発動している。ベネズエラは世界有数の産油国である。「ベネズエラ基礎データ」外務省、2021年10月6日、<https://www.mofa.go.jp/mofaj/area/venezuela/data.html>

- > **6月17日、ウクライナ 【スプーフィング】 NATO 艦艇 2 隻、位置改ざん**  
 NATO の任務で黒海・オデーサに停泊中の英・蘭海軍艦艇の位置が、スプーフィングにより改ざんされていたことが判明した。両艦の AIS 位置が、実際より 180 マイルも離れたクリミアのロシア海軍基地近くに表示された。
- > **6月30日、ウクライナ 【スプーフィング】 米艦艇位置も改ざんされる**  
 NATO 艦艇 2 隻へのスプーフィングと同様、米海軍アーレイバーク級 DDG の位置がクリミアのロシア海軍基地近くに偽装された。実際には当該艦はウクライナ領内にいた。
- > **7月27日、中国 【その他】 HSW 実験疑惑**  
 極超音速兵器も FOBS も本レポートの対宇宙兵器の定義には当てはまらない。しかし、この疑惑は潜在的な宇宙領域における脅威として広く報道され、議論を呼んでいる。中国の実験についてはオープンソースにおける信頼できる情報がなく、分析が困難である。詳細は 19 頁①を参照。
- > **7月29日、オーストラリア 【ジャミング】 豪、電子戦プロジェクトを発表**  
 豪ピーター・ダットン (Peter Dutton) 国防相は、宇宙領域におけるジャミングやスプーフィングなどの電子戦能力の研究開発・取得の可能性を探る新たな防衛プロジェクトを発表した。このプロジェクトは「Defense Project 9358」と名付けられたが、まだ具体的なスケジュールは公表されていない。
- > **9月25日、WWW 【スプーフィング】 ネットで入手可能な GPS 欺瞞ツール Github<sup>65</sup> や YouTube など、オンラインウェブ上で簡単に GPS のスプーフィング・コードが手に入るとの紹介記事が報道された。数年前には GPS ジャマ一の取扱説明書が市場に出回ったのと同様、このスプーフィングの波は、世界中に安価なスプーフィングツールを拡散させることに繋がる可能性がある。**
- > **10月23日、中国 【共軌道】 論文「共軌道 ASAT による衛星の捕捉・破壊」**  
 中国の科学者が、中国科学技術協会・中国電子学会による発行誌「電子技術・ソフトウェア工学」に論文を発表した。この論文には、衛星を用いて敵の衛星に爆発物を仕掛ける方法が書かれている。論文によれば、この研究は中国政府から資金提供を受けている。
- > **11月1日、中国 【共軌道】 SJ-21、GEO で初の RPO を実施**  
 10 月下旬に打ち上げられた実験衛星 SJ-21 は、副衛星または AKM と RPO を実施しているのが観測された。新しいこの衛星は、米宇宙軍第 18 管制隊により、Space-Track データベース上で「SJ-21 AKM」とラベリングされた。詳

---

<sup>65</sup> 「ギットハブ」と読む。米カリフォルニア州の GitHub 社が運営するプログラム管理サービス。プログラムのバージョン管理や閲覧、バグの追跡機能や SNS 機能のほか、世界中の人々がプログラムのソースコードやデザインデータの公開・保存ができる。「GitHub とは？」FUJITSU、<https://www.fujitsu.com/jp/products/software/resources/feature-stories/cloud/github-overview/> ほか。

細は、21 頁②を参照。

- > **11 月 15 日、ロシア 【直接上昇型】 LEO における直接上昇型 ASAT 実験**  
ロシアは、地表 400~500km 上空の LEO において、地上発射型の直接上昇 ASAT による実射実験を行った。弾頭は長い間使われていなかった旧ソ連の衛星を直撃し、大量のデブリを発生させた。詳細は、23 頁③を参照。
- > **11 月 21 日、中国 【ジャミング】 海南島に新たな電子戦施設を建設**  
衛星画像の分析から、海南島に新たな SIGINT 施設が建設されていることが確認された。南シナ海における中国の作戦のためのものと思われる。これらの施設は、衛星信号・衛星通信の傍受・収集、妨害、その他潜在的な電子戦能力を保持している可能性がある。
- > **11 月 29 日、ロシア 【直接上昇型】 国営放送で米 GPS 衛星に威嚇**  
ロシア国営テレビにおいて、クレムリンは、2 週間前に実験に成功した直接上昇型 ASAT 能力で、米 GPS 衛星も破壊することができると言及した。LEO よりも高高度への到達能力<sup>66</sup> を持っていることをアピールする狙いがあるとみられる。32 基の米 GPS 衛星全てを同時に破壊できるミサイルを持っているとのコメントもあった。
- > **12 月 29 日、ロシア 【直接上昇型】 S-550 ミサイルが ASAT にも使用か**  
ロシアの新型長距離迎撃ミサイル「S-550」が実戦配備され任務に就いたことが明らかになった。国営タス通信は「新型ミサイルシステムは ICBM だけでなく軌道上の衛星をも攻撃できる」とするロシア国防当局者のコメントを報じた。
- > **1 月~12 月、インドネシア 【スプーフィング】 狡猾な配達ドライバー**  
フードデリバリーのアプリ上で、配達ドライバーが自己の GPS 位置を偽装する事案が増えている。これによって、勤務しているふりをして隠れて休んだり、または 1 つ目の注文を配達しながら同時に二つ目の注文指示を受けることができるようになったりしている。国家に害を与えるものではないが、こうした活動は、電子的な対宇宙能力の容易性、アクセス性、拡散性をさらに浮き彫りにするものである。

## 【2022 年】

- > **1 月 7 日、北極海 【対地上セグメント】 海底ケーブルの切断事案**  
ノルウェーの光ファイバーケーブル・衛星地上局の国営企業 Space Norway AS の発表によれば、ノルウェー本土とスヴァールバル諸島の衛星地上局間を繋ぐ北極海の海底ケーブルが切断された。攻撃者の特定には至っていない。同システムの冗長性により、損傷したケーブルが復旧した 1 月 21 日まで、システムは 2 本目の予備ケーブルによって全面的に稼働した。

<sup>66</sup> 米 GPS 衛星の軌道高度は約 2 万 km である。

## ＞ 2月24日、ウクライナ【サイバー】東欧 Viasat 社にハッキングの疑い

衛星通信大手の Viasat 社は、ロシアのウクライナ侵攻当日から、ウクライナを含む東欧各国に設置している地上サーバーに対するサイバーDos 攻撃により、深刻な影響が発生していると報告している。ロシアの関与が疑われているが、確認には至っていない。<sup>67</sup>

## 10 総括 — 今後の焦点

**概観：**残念ながら、過去5年の間に、以前の本レポートにおける評価の中の多くの予測が現実のものとなっている。STA2020 では「衛星妨害やスプーフィングの発生率は、これらの能力が拡散し続ける中で今後増加の一途を辿るだろう」と指摘した<sup>68</sup>。STA2021 では「次に対宇宙兵器実験を行う最も可能性の高い国はロシア」であると予測し<sup>69</sup>、わずか数か月後そのとおりになってしまった。これらの傾向は、対宇宙兵器がもはやエマージング・テクノロジーではなく、その多くが完全な開発及びテストを経て、実際に運用されていることを示している。直接上昇型 ASAT のような高度な対宇宙兵器は未だ一握りの国家のみ有する能力だが、その一方電子・サイバー技術には多くの国家がアクセスでき、今や非国家主体や組織の間に拡散している。このため、宇宙領域を媒介とした攻撃行為の抑止とともに、抑止が失敗した場合の相応の反撃・対処能力のため、多くの国が攻勢的／防勢的な対宇宙兵器へ投資するという、攻防両者の自己強化サイクルが生み出されている。

**電子戦：**今年の評価において、特に GPS 等への対宇宙能力における電子技術の拡散が強調されている。今年にはさらに、活動量、攻撃の深度及び複雑さのいずれもが増加した。タイムラインで紹介した、海上輸送の偽装工作、スプーフィングコードへのオープンアクセス、インドネシアの配達ドライバーなどの事例は全て、地域限定的な妨害／スプーフィング機能へのアクセスの容易さが世界中に拡散していることを示している。さらに、ロシアのウクライナ侵攻と軌を一にした GPS 妨害や中国の南シナ海における電子戦能力の向上は、紛争の前後においてこの技術が国家にとって有用であることを示している。GPS や衛星通信への妨害は

<sup>67</sup> 米衛星通信会社 Viasat は、政府情報機関（NSA など）とともにグローバルな SOC（Security Operation Center：サイバー攻撃の検知、分析、対策などを専門に行う組織）を運用するとともに、ウクライナや欧州を含む世界各地にブロードバンドサービスを提供している。その後の当社の調査により、ロシアのウクライナ侵攻と同時に開始された「多方面にわたる計画的な」攻撃によって、ウクライナでは「数千件」、欧州全体で「数万件」のブロードバンドユーザーに影響があったことを認めた。標的型 Dos 攻撃の後、不正なトラフィックが大量に集中し、多くの端末でオンライン状態の維持が困難となった。Viasat 社は「攻撃の目的はサービスを中断させることだったとみられる」とし、エンドユーザーの個人用機器や顧客データへの不正なアクセスの形跡は認められなかったとしている。“KA-SAT Network cyber attack overview,” Viasat, 30Mar2022, <https://www.viasat.com/about/newsroom/blog/ka-sat-network-cyber-attack-overview/> ほか。

<sup>68</sup> CSIS ASP, *Space Threat Assessment 2020*, p.54

<sup>69</sup> CSIS ASP, *Space Threat Assessment 2021*, p.28

大きな効果が期待できる上、実施者へのリスクが少なく、また有意にエスカレーションの閾値を超えないようなコントロールが可能であることが既に示されており、こうした傾向は今後も続くと思われる。

**ロシアの ASAT 実験：**ロシアが大量のデブリを発生させた直接上昇型 ASAT 実験の重大さは、いかに強調しようともし過ぎることはない。直接破壊を伴わないテストを通じて、既に Nudol システムの成功は何度も実証されていたにもかかわらず、なぜロシアはデブリを生む実験のモラトリアムを破ったのか。その動機は未だほとんど明らかになっていない。この事件後の国際的な混乱、そして今も幾度となく発出される ISS への異常接近・緊急衝突回避警告などは、今後再び同様の実験を行うことをロシアに思い留まらせているかもしれない。それでも、ロシアの蛮行は全ての国に対して、聖域たる宇宙領域への安全性に対する信念を根底から揺るがした。この実験に対する国際的な非難は、今後他国がデブリ発生を伴う ASAT 実験を行わないよう、あるいは 2019 年のインドの実験のように、軌道上に残るデブリがより少なく、より早く消滅するような方策を強いるドライブとなるかもしれない。

**対宇宙兵器：**この項目に関する顕著な傾向は、宇宙領域における被攻撃を阻止し、貴重な宇宙アセットを保護するため、防御的な対宇宙兵器または積極防御に関心を持つ国の数が増加していることである。過去 5 年の間に、より多くの国が、国家安全保障のための宇宙関連企業とのフレームワークを再構築し、宇宙アセットの防護についてより公然と発言するようになった。このトレンドには、豪・中・仏・独・韓・英及び米国が含まれる。そして NATO も、宇宙領域における軍事作戦を重視する姿勢を鮮明にしている。

2021 年ブリュッセルにおける NATO 首脳会談で、各国リーダーたちは、加盟国の宇宙アセットへの攻撃は、「一同盟国への攻撃は NATO への攻撃に等しい」とする第 5 条<sup>70</sup> の発動に繋がる可能性があるとの認識を明らかにした。2022 年 1 月、NATO は同盟のための初の公共宇宙政策を発表した。このことは、NATO に対する潜在的敵対者によって、NATO の円滑な宇宙へのアクセスを阻む幅広い対宇宙能力が機能し始めていることを NATO が認識していることを示している。

2020 年には、同盟国間の宇宙活動を調整するための共同宇宙センターを独・ラムシュタインの NATO 連合空軍司令部に設置することを決定した。また、仏・トゥールースには、宇宙に特化した高等専門機関“スペースセンター・オブ・エク

<sup>70</sup> 「第 5 条（集団防衛）：欧州又は北米における一又は二以上の締約国に対する武力攻撃を全締約国に対する攻撃とみなす。締約国は、武力攻撃が行われたときは、国連憲章の認める個別的又は集団的自衛権を行使して、北大西洋地域の安全を回復し及び維持するために必要と認める行動（兵力の使用を含む。）を個別的に及び共同して直ちにとることにより、攻撃を受けた締約国を援助する。」「北大西洋条約機構（NATO）について」外務省欧州局政策課、2021 年 11 月、<https://www.mofa.go.jp/mofaj/files/100156880.pdf>

セレンス”を設立することも決定した。<sup>71</sup>

ドイツは2021年、国防省内に宇宙本部を設置し、他のNATO加盟国：米・英・伊・仏と肩を並べた。また、フランスは防御的な対衛星レーザー（敵衛星センサーを破壊はしないが眩惑させる程度の能力）を開発する意図を公に表明した。来年以降注目すべき動向は、他のNATO加盟国や非NATOの同盟国の間にも、衛星防衛強化の動きや、宇宙領域で直面する課題により直接的に取り組んでいくための宇宙軍の設立や宇宙アセットの装備の動きが及ぶかどうかである。

米国はまた、対宇宙兵器に対する更なる防御態勢を構築することの利点について公に議論している。2021年6月、宇宙軍作戦部長ジョン・J・レイモンド（John “Jay” Raymond）は、宇宙軍が衛星を攻撃から防護するための指向性エネルギー兵器の研究開発を進めていることを公に認めた。2019年の宇宙軍設立以降、GPSやISR衛星などの貴重な宇宙アセットをいかに適切に防護するかについての議論が進んだことにより、防衛能力の有用性や、そのための軍種の優先順位などについて、より深い洞察が得られている。

また、中国も衛星防衛技術に積極的に投資している。中国の科学者による最近の発表によれば、HPMやEMPなどの攻撃を受けても運用が可能な衛星技術を開発したもようである。この新技術は、衛星の電子回路を保護するとともに過剰な電磁エネルギーを吸収する仕組みらしい。経済及び国家安全保障に占める宇宙システムへの依存度がより一層高まる中、対宇宙兵器の脅威を強く認識している表れと言える。今後、人工衛星の防御機能への投資はますます増えるであろう。

**宇宙協力を阻む地上国家間の対立：**地球上の地政学的な紛争が国際宇宙協力に及ぼす影響は深刻である。ロシアによるウクライナ侵攻は、長年の緊張と対立がもたらす世界的な関係変化の影響を宇宙にまで及ぼしている。NASAとロシアはこれまで、ISSにおける協力関係を維持してきたが、国際的な経済制裁措置は既にロシアの航空宇宙分野に影響を及ぼしており、ISS以外の宇宙協定に基づく協力関係にも疑問符が付くなど、将来的な見通しは不透明である。Roscosmosのドミトリー・ロゴジン（Dmitry Rogozin）事務局長はTwitter上で「米国による更なる制裁は、ISSを含むNASAとの関係を破壊するかもしれない」と率直な意見を述べた。同氏はまた、ロシアのサービスモジュール及びプログレス級貨物補給船の装備が、ISSのメインスラスト及び軌道修正のための推進力を提供しているという技術的事実<sup>72</sup>に基づいて、ISSの将来に対し疑問を呈した。ISSが過度に

<sup>71</sup> 将来的な宇宙領域に関するドクトリンの策定、訓練・演習の企画、各種分析作業等を行い「軍民・産官学・商業と学術のユニークな専門知識の統合」を目指すとされる。*“NATO installs space excellence centre in Toulouse,”* spacewatch.global, 25Feb2021, [https://spacewatch-global.translate.google.com/2021/02/nato-installs-space-excellence-centre-in-toulouse/?\\_x\\_tr\\_sl=en&\\_x\\_tr\\_tl=ja&\\_x\\_tr\\_hl=ja&\\_x\\_tr\\_pto=op,sc](https://spacewatch-global.translate.google.com/2021/02/nato-installs-space-excellence-centre-in-toulouse/?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=ja&_x_tr_hl=ja&_x_tr_pto=op,sc)

<sup>72</sup> ISSは1cm級デブリとの衝突に耐えるホイップル・バンパー（多層外壁構造）を備えるが、それ以上の大きさのデブリとの衝突の危険性がある場合には軌道変更をもって衝突を回避する。JAXA、NASA、JSpOC（Joint Space Operations Center：米戦略軍統合宇宙センター）などとの間で24時間365日デブリ監視に関

ロシアに依存していることに関するこの Twitter のスレッドの最後に、同氏は「米国は ISS における我々の協力関係を破壊したいのであろうか」と修辭的に問いかけている。また、EU による制裁発動後、Roscosmos は仏領ギアナの欧州宇宙港からのソユーズロケットの打ち上げスケジュールに関する合意を全て取り下げ、現地の労働力も引き上げさせた。ESA (European Space Agency : 欧州宇宙機関) と Roscosmos の共同プロジェクトである「エクソマーズ (ExoMars)」<sup>73</sup> は 2022 年バイコヌール宇宙基地から打ち上げの予定であったが、ESA は「様々な状況から、打ち上げは非常に難しい」と発表している。ロシアによるウクライナ侵攻の影響は確実に波及している。

ISS の運用終了を目前に控え、米国やロシアを含む ISS パートナー国は、次の段階の宇宙科学探査計画に着手している。ロシアはアルテミス協定に署名せず、したがって米国主導のゲートウェイ構想にも貢献せず、中国との間で共同月面基地建設計画を公約し、この時点で既に米ロの方向性には隔たりがあった。この溝は、冷戦以降アポロとソユーズのプロジェクトに端を発する、有人宇宙飛行開発における長きにわたる協力関係を変化させ、さらに溝が深まる可能性がある。

**結論** : 要約すれば、2021 年は宇宙安全保障における転換、驚愕、そして失望の一年であった。米国を始め多くの国が宇宙における責任ある行動規範の構築に関心を寄せる一方で、ロシアは破壊的な ASAT 実験を強行し、自ら宇宙を戦場とする姿勢を世界中に知らしめた。

ウクライナ侵攻が激化する 2022 年は、さらに宇宙安全保障の重要な転換点となる可能性がある。この戦闘がさらに宇宙にまで拡大し、衛星センサーに対するレーザー照射や地上局へのサイバー攻撃など、宇宙システムに対するより積極的な攻撃が行われれば、対宇宙兵器が重要な役割を担う最初の大規模紛争となる可能性がある。たとえ紛争が直接宇宙領域に及ばずとも、その地政学的な影響により、ロシアと、米・欧・日・カナダその他 ISS パートナー国との間の数十年にわたり積み上げられてきた協力関係が破壊される可能性がある。宇宙科学探査の分野におけるこのような協力関係は、2024 年のロシアによるクリミア侵攻/併合を含め、過去の危機に耐えてきた。しかし、我々のパートナーシップが目下の挑

---

する情報交換が行われており、軌道変更が必要と判断されると、太陽電池パドルの運用の一時停止や大電力消費を伴う実験を休止するなどの準備が必要となるほか、乗組員は緊急脱出用に常時連結されているソユーズ宇宙船区画に避難した上で、ISS 装備のスラスタや、ドッキング中のプログレス級貨物補給船のエンジンなどを利用して必要な回避マニューバを行う。「デブリと宇宙機の衝突を防ぐ JAXA 追跡ネットワーク技術センター SSA (宇宙状況把握) システムプロジェクトマネージャ 松浦真弓」JAXA、2017 年 3 月 13 日、[https://www.jaxa.jp/projects/feature/debris/matsuura\\_j.html](https://www.jaxa.jp/projects/feature/debris/matsuura_j.html)、ほか。

<sup>73</sup> ESA がロシアと共同で進めている火星探査計画。2016 年の第 1 弾ミッションでは、バイコヌール基地からプロトン M ロケットによって軌道周回探査機「トレース・ガス・オービター」が打ち上げられ、(極付近に氷があることはほぼ判明していたが、) 観測によって初めて赤道付近のマリネリス溪谷に大量の水が液体状態で存在している可能性が判明した。2022 年には探査ローバー「ロザリンドフランクリン」を積んだランダー「カザチョク」を搭載した探査衛星「エクソマーズ 2022」が打ち上げられる計画だった。鈴木喜生「宇宙開発未来カレンダー」40 頁、115 頁。

戦を生き残ることができるかは、未だ明らかではない。ISSにおいてロシアとの協力関係が突然断たれた場合、宇宙安全保障への影響は広範に及ぶであろう。

ウクライナ侵攻直前の2022年2月、国際的な宇宙コミュニティは、宇宙兵器や行動規範、開発国のベストプラクティス等に関する国連の新たな作業部会の開催を目前に、期待が高まっていた<sup>74</sup>。現下の情勢がこの作業部会に与える影響は未だ明らかではない。もし、各国が地政学的な対立を超えて、より良いルールや規範を確立することができれば、宇宙兵器開発及び配備の抑制は、まだ我々の手の届くところにあるのではないだろうか。少なくとも、直接上昇型ASAT実験などのデブリの脅威を生む行為が国際的な合意の下で制限できる可能性は残されており、それがより安全で持続可能な宇宙環境の維持に貢献することは間違いない。

(海上自衛隊幹部学校 未来戦研究室 遠藤 友厚)

(本稿に示す見解等は、海上自衛隊幹部学校における研究の一環として執筆者個人が発表したものであり、防衛省・海上自衛隊の意見を表すものではありません。)

---

<sup>74</sup> 22頁③を参照。