

3 宇宙と安全保障

【要 旨】

現在、宇宙空間の安定的な利用が脅威にさらされている。これは、非意図的な脅威（宇宙デブリの増加等）と意図的な脅威（対宇宙攻撃能力等の向上）による。こうした状況に対し、米国は宇宙コントロール（space control）概念の下に自国の安定的な宇宙利用を確保するとともに、将来的には敵対国による宇宙利用を妨害又は阻止できる能力の獲得を目指している。

宇宙コントロール能力の基礎となるのは、宇宙で起きている状況を詳細に認識できる宇宙状況監視（SSA）能力であり、既に米国では地上及び宇宙空間から軌道上の人工衛星等を監視できる能力の構築とそうした情報の交換・配布メカニズムが整備されつつある。また、非意図的・意図的な脅威によって宇宙空間の安定的な利用が脅かされた場合に備え、人工衛星の機能を多重化・分散化することによって機能を維持することも検討されており、一部は既に現実となっている。

宇宙をめぐる安全保障においては、軍民双方の目的に利用可能な宇宙技術が多いという点も重要である。衛星打上ロケットに用いられる技術の多くは弾道ミサイル技術と共通であり、宇宙開発を名目に弾道ミサイル開発を進めている国々が存在する。

I 安全保障における宇宙の位置付け

1 宇宙の軍事利用

現代の安全保障⁽¹⁾を考える上で、宇宙空間の利用は不可欠な要素となっている。冷戦期に打ち上げられた人工衛星の約8割が安全保障用途であったことから分かるように、米国及び旧ソビエト連邦（以下「ソ連」という。）の宇宙開発は軍事的安全保障上の要請によって進められたという側面が大きい⁽²⁾。

軍事衛星の任務の1つは、戦略の立案や情勢判断のために必要とされる戦略情報を提供することである。光学センサーやレーダを搭載する画像偵察（Imagery Intelligence: IMINT）衛星や、電波傍受装置を搭載する信号情報収集（Signals Intelligence: SIGINT）衛星による外国軍施設・部隊の監視や軍縮・軍備管理条約の履行状況監視、測位衛星を使用した地形図の作成、気象衛星による気象予報等がこれに当たる。また、通信衛星による部隊・上級司令部間の通信、測位衛星による位置把握・航法等、軍事力を運用するための支援にも用いられる。

軍事衛星は、敵部隊の展開及び移動状況の監視・把握や敵のミサイル発射の探知・追尾など、作戦・戦術レベルでも使用される。ただし、1980年代までの軍事衛星は技術的に発展途上にあり、大規模な国家間戦争が生起しなかったこともあって、実際に作戦レベルで大規模に宇宙が利用されることはなかった。このため、冷戦期における宇宙の軍事利用は、核抑止や軍備管

* 本稿におけるインターネット情報の最終アクセス日は、2017年2月10日である。

(1) 本章では、安全保障を軍事的安全保障とそれ以外の非軍事分野を含めた総合的安全保障とに分けて論じる。

(2) 青木節子『日本の宇宙戦略』慶應義塾大学出版会、2006、p.11.

理といった戦略レベルでの運用が中心であった⁽³⁾。一方、1991年の湾岸戦争では、作戦レベルにおける宇宙利用の有効性が認識され、作戦・戦術レベルでも宇宙の軍事利用が活発に行われるようになってきた。こうした運用方法の変化は、全地球測位システム（Global Positioning System: GPS）に代表される測位衛星網や大容量・高速通信衛星網の整備に加え、それらを利用する軍隊自体のC4ISR⁽⁴⁾化の進展によるところが大きく、したがってこれらの分野で最も先行する米軍において特に顕著である。

また、近年の米軍では、末端の部隊でも測位衛星を使用した位置把握や衛星画像による状況把握、通信衛星を使用した部隊・司令部間の通信に加え、ミサイルや爆弾の誘導に測位衛星を使用する方式が一般的となってきた。また、通信衛星は無人航空機（Unmanned Aerial Vehicle: UAV）の管制や飛行中の巡航ミサイルに対する目標指示にも使用され、作戦・戦術の立案から、指揮統制、実際の交戦に至るまで幅広い局面で宇宙利用が進んでいる。

例えば1991年の湾岸戦争当時、中東に派遣された米軍約50万人が利用できた衛星通信容量は約100Mbpsであったのに対し、2001年に始まったアフガニスタン戦争では5万人の兵力に対して700Mbps、2003年のイラク戦争では約21万人の兵力に対して4Gbpsにも達した。こうした衛星通信能力の強化により、米軍は多数のUAVを同時運用することが可能となったほか、湾岸戦争当時は目標の発見から攻撃までに平均1日かかっていたのに対し、イラク戦争では平均11分まで短縮された。また、イラク戦争で使用された誘導兵器のうち、GPS誘導兵器の割合は約4割に達したほか⁽⁵⁾、湾岸戦争当時は平均して1個中隊（180名）当たり1個しか配備されていなかった携帯用小型GPS受信機がイラク戦争時には1個分隊（9名）につき1個の割合で配備されるようになった。⁽⁶⁾

このような人工衛星等を活用した地球上の軍事作戦の支援、すなわち宇宙を用いた戦力強化（Space Force Enhancement）は欧州諸国においても進んでおり、ガリレオ測位衛星システム⁽⁷⁾を使用した測位・航法・計時（Positioning, Navigation, and Timing: PNT）機能及び兵器の誘導、IMINT衛星、SIGINT衛星、早期警戒衛星及び通信衛星等を用いたC4ISR機能等が軍事・安全保障用途で活用されるようになってきている⁽⁸⁾。

(3) 福島康仁「宇宙利用をめぐる安全保障—脅威の顕在化と日米の対応—」『グローバル・コモンズ（サイバー空間、宇宙、北極海）における日米同盟の新しい課題』日本国際問題研究所，2014，p.44. <http://www2.jiia.or.jp/pdf/research/H25_Global_Commons/05-fukushima.pdf>

(4) 指揮（Command）、統制（Control）、通信（Communication）、コンピュータ（Computer）、情報収集（Intelligence）、警戒監視（Surveillance）、偵察（Reconnaissance）を指す。

(5) このほかにはレーザー誘導兵器が主として用いられた。レーザー誘導兵器は砂嵐など気象条件によって使用できない場合があるが、GPS誘導兵器は気象条件による制約がない。一方、GPS誘導兵器は固定目標に対してしか使用できないのに対し、レーザー誘導兵器は移動目標に対しても使用できるなど、両者は相互補完的な関係にある。

(6) このパラグラフは以下の資料に拠った。福島康仁「宇宙の軍事利用における新たな潮流—米国の戦闘作戦における宇宙利用の活発化とその意義—」『KEIO SFC JOURNAL』Vol.15 No.2, 2016.3, pp.64-66. <http://gakkai.sfc.keio.ac.jp/journal_pdf/SFCJ15-2-03.pdf>

(7) 米国のGPSと同様、人工衛星を使用して地球上での位置把握などを行うシステム。EUが中心となって開発を進めており、2020年にはシステムを構成する30機の人工衛星全てが軌道上に配備される予定である。詳しくは、本報告書の「欧州」を参照。

(8) 例えばフランスにおける軍事宇宙利用の状況については以下を参照。ジャン＝ダニエル・テスト「転換点を迎えるフランスの軍事宇宙—必要性から依存性へ—」『平成27年度安全保障国際シンポジウム報告書』防衛省防衛研究所，2015，pp.29-34. <http://www.nids.mod.go.jp/event/symposium/pdf/2015j_02.pdf>

2 宇宙利用と総合的安全保障

宇宙利用の普及は、軍事面にとどまらず、より広範な安全保障上の意義を有するようになってきている。近年では、軍事分野に限らず非軍事分野を含めた総合的な安全保障に占める宇宙利用の役割がさらに拡大する傾向が認められる。

近年注目されている分野として海洋状況監視 (Maritime Domain Awareness: MDA) がある。米国が 2013 年に策定した「海洋安全保障国家戦略のための国家 MDA 計画 (National Maritime Domain Awareness Plan for the National Strategy for Maritime Security: NMDAP)」によると、現在の海洋には国家、テロリスト、国際犯罪、海賊、環境破壊及び不法移民による脅威が存在している。MDA とは、こうした状況下において「米国の安全保障、経済及び環境に影響を及ぼす海洋領域を全体として理解すること」であり、宇宙システムはそのための手段の 1 つとして位置付けられている。⁽⁹⁾

例えば国際航海に従事する 300 総トン以上の船舶には船舶自動識別装置 (Automatic Identification System: AIS) の搭載が義務付けられているが、通常は地球の丸みによって 30～40 カイリ (約 56～74 キロメートル) 程度の距離までしか信号電波が届かない。これに対して宇宙空間の人工衛星であれば直径 5,000 キロメートルの範囲で AIS の信号電波を受信することができるという利点がある。米国の沿岸警備隊は民間企業に委託して AIS 信号受信用の人工衛星を 2008 年から運用しており、このほかにも欧州宇宙機関 (European Space Agency: ESA)、日本、ロシア、ノルウェー、カナダ、インド等が現在までに実用又は実験用の AIS 信号受信機を宇宙空間に配備している (ただし、ESA は人工衛星ではなく、国際宇宙ステーションに AIS 信号受信機を設置)。夜間・悪天候時にも使用可能な合成開口レーダ⁽¹⁰⁾ 搭載衛星と AIS 情報を組み合わせることにより、AIS を発信していない不審な船舶を特定したり、油汚染等が発生した時刻に現場海面付近を航行していた船舶を特定するなどの運用方法も可能となる。⁽¹¹⁾

従来も気象衛星や地球観測衛星は、台風や干ばつの監視を通じて防災面で重要な役割を担ってきたほか、森林の状況や南極上空のオゾンホールを観測を通じて環境保護にも活用されてきた。地球観測衛星は、洪水、森林火災、地震、津波といった自然災害の予測や発災時の状況把握にも活用されており、各種の国際的枠組みを通じて相互の観測データ提供も実施されている。主なものとしては、自然災害や人災による危機の軽減等に貢献することを目的とした「国際災害チャータ (International Charter “Space & Major Disasters”)⁽¹²⁾ という国際憲章が 2000 年に制定された。同憲章は、「人命の喪失または大規模な財産の滅失を伴う非常に困難な事態」に際して衛星情報を提供するための国際的な枠組みであり、憲章に加盟した米国、欧州、日本、カナ

(9) “National Maritime Domain Awareness Plan for the National Strategy for Maritime Security,” December 2013. National Maritime Intelligence-Integration Office website <http://nmio.ise.gov/Portals/16/Docs/National_MDA_Plan_NMDAP-20131216_Final.pdf>

(10) 合成開口レーダとは、航空機や人工衛星に搭載されるレーダである。アンテナの移動距離をアンテナの口径 (開口) に見立てることにより、超大型アンテナを使用した場合と同様の高分解能レーダ画像を得ることができる。大内和夫『リモートセンシングのための合成開口レーダの基礎』東京電機大学出版局, 2009, pp.26-29.

(11) 日本宇宙フォーラム『海外における宇宙を用いた海洋状況認識 (MDA) の活動に関する調査報告書』2014.11. <http://www.jsforum.or.jp/2014-FY25_2_MDA.pdf>

(12) 憲章の全文は以下の国際災害チャータ公式サイトで閲覧できる。“Text of the Charter.” International Charter website <<https://www.disasterscharter.org/web/guest/text-of-the-charter>> 同憲章の詳細及び日本における活用事例は、以下に詳しい。辻野照久「各国の地球観測動向シリーズ (第 10 回) 国際災害チャータの活動動向—外国の災害に対する国際的な衛星画像提供枠組みの拡大—」『科学技術動向』No.147, 2014.11-12, pp.23-29. 科学技術・学術政策研究所ウェブサイト <<http://www.nistep.go.jp/wp/wp-content/uploads/NISTEP-STT147J-23.pdf>>

ダ、アルゼンチン、インド、中国等の宇宙機関が、地球観測衛星データ等の無償提供を行っている。運用実務は各加盟機関が分担して担当する。衛星情報の提供要請を受けた時点における当番機関 (lead agency) が適切な加盟機関に対して衛星情報を提供するよう指令を出す仕組みである⁽¹³⁾。2000年の憲章制定から2015年までに、118か国で発生した480件の災害に関して国際災害チャータによる衛星情報の提供が実施された⁽¹⁴⁾。

本来、衛星情報の提供を要請することができるのは憲章加盟国の認定ユーザー (Authorized User: AU)⁽¹⁵⁾ や憲章協力機関に指定された国際機関だけであったが、2012年には新たにユニバーサル・アクセス (Universal Access) の概念が採用された。これは、憲章加盟国以外の災害対応機関であっても、事前に承認を受けていればAUと同様に衛星情報の提供要請を行うことができるというものである⁽¹⁶⁾。

アジアにおいては、2005年に日本が提唱した「センチネルアジア (Sentinel Asia)」と呼ばれる枠組みがアジア・太平洋地域宇宙機関会議 (Asia-Pacific Regional Space Agency Forum: APRSAF)⁽¹⁷⁾ 内に構築されており、アジア・太平洋地域の災害管理を支援するために加盟諸国がインターネットを利用したデータ提供システムを運用している⁽¹⁸⁾。また、2009年以降は国際災害チャータとも連携し、国際災害チャータからセンチネルアジアに対する衛星情報の提供が行われている⁽¹⁹⁾。

国連の枠組みにおいては、2006年12月14日の国連総会決議61/110号⁽²⁰⁾に基づいて「災害管理及び非常事態対処のための国連宇宙情報プラットフォーム (United Nations Platform for Space-based Information for Disaster Management and Emergency Response: UN-SPIDER)」が国連宇宙部⁽²¹⁾に設置された。UN-SPIDERは「全ての国家、国際機関、地域機関が災害管理の全サイクルにおいて全種類の宇宙情報支援能力にアクセスし、これを発展させる」ことを目的としたものである⁽²²⁾。

(13) 「チャータの発動」International Charter Space & Major Disasters website <<https://www.disasterscharter.org/ja/web/guest/activating-the-charter>>

(14) International Charter Space & Major Disasters, “Annual Report 2015.” <<https://www.disasterscharter.org/documents/10180/66908/15thAnnualReport>>

(15) 「チャータの発動」前掲注(13)によれば、AUは基本的に「防災対応機関、政府援助機関、もしくは災害管理に責任を持つその他機関」とされ、国際災害チャータに対して衛星情報の提供要請を行う資格を有する。日本では内閣府がAUとなっている。

(16) 同上

(17) APRSAFはアジア太平洋地域における宇宙利用の促進を目的として1993年に設立された協力枠組みである。「APRSAFについて」APRSAFウェブサイト<<http://www.aprsaf.org/jp/about/>>

(18) 「センチネルアジア—宇宙からアジア太平洋地域の災害被害の軽減を目指す—」APRSAFウェブサイト<https://www.aprsaf.org/jp/initiatives/sentinel_asia/>

(19) 国際災害チャータは、利用可能な人工衛星の数及び種類でセンチネルアジアを上回っており、センチネルアジア単独では能力の不足する部分を補っている。特にセンチネルアジアで唯一の合成開口レーダ衛星であった日本の陸域観測技術衛星「だいち」が2011年に機能不全となった際には、後継衛星が実用化するまでの間、国際災害チャータが合成開口レーダ情報を提供するなどの支援を実施した。道浦俊夫「センチネルアジア STEP2 第4回共同プロジェクトチーム会合の開催結果 (報告)」2011.7.27. 文部科学省ウェブサイト<http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/uchuu/016/gijiroku/_icsFiles/afiedfile/2011/08/05/1307611_1.pdf>

(20) United Nations General Assembly, “United Nations Platform for Space-based Information for Disaster Management and Emergency Response,” U.N. Doc., A/RES/61/110, 2007.1.15. United Nations Office for Outer Space Affairs website <http://www.unoosa.org/pdf/gares/ARES_61_110E.pdf>

(21) 国連宇宙部はウィーンに本部を置き、宇宙空間平和利用委員会 (COPUOS) の事務局機能のほか、発展途上国の宇宙利用支援や宇宙関係情報の提供を担当する。「国連宇宙部」国際連合広報センターウェブサイト<http://www.unic.or.jp/activities/peace_security/outer_space/unoosa/>

(22) “What is UN-SPIDER?” UN-SPIDER website <<http://www.un-spider.org/about/what-is-un-spider>>

この枠組みにおいて、国連加盟国及び UN-SPIDER 加盟機関は災害リスクの低減及び災害対処のための衛星情報、衛星情報処理用のソフトウェアの提供、能力構築支援などを受けることができる。また、UN-SPIDER は国際災害チャータにおける衛星情報の提供要請の発動に関する承認を受けており、AU と同様に提供要請を行うことができる。

II 宇宙空間における安全保障の動向

1 宇宙利用に対する脅威の増大

以上で見たように、宇宙利用は、非軍事分野を含めた総合的な安全保障において欠かせないものとなっている。例えばカーナビゲーションに代表される交通・運輸ナビゲーション、測量・土地管理のほか、GPS の計時機能⁽²³⁾を用いた機器制御などは社会インフラとして既に広く浸透しており、これらなくしては安定的な社会の維持・運営は困難となっている。

しかしながら、このような宇宙利用に対する脅威は増大しており、既に宇宙システムの「安定的な利用を当然視できない時代が到来している」と言われている⁽²⁴⁾。このような安定性の毀損要因としては、大きく分けて人工衛星や宇宙デブリの増大による偶発的な衝突（非意図的脅威）と、軍事作戦としての対宇宙攻撃の可能性（意図的脅威）とが考えられる。

(1) 非意図的脅威（宇宙デブリ、宇宙気象、地球近傍物体との衝突等）

非意図的脅威については、特に宇宙デブリ（スペースデブリ、宇宙ゴミ）⁽²⁵⁾の増加が深刻な問題となっている。米国航空宇宙局（NASA）によれば、2016年7月時点で地球の軌道上に存在している宇宙デブリは「ソフトボール大」以上のものが約17,000個であり、「ビー玉大」以上のものまで含めると50万個以上にも達する⁽²⁶⁾。これらは秒速7～8キロメートルという高速で地球軌道を周回しているため、たとえ小さなものでも人工衛星や国際宇宙ステーション（International Space Station: ISS）に衝突した場合、甚大な被害をもたらす可能性がある。実際に、ロシアの通信衛星「エクスプレス（Ekspress）-AM11」の故障（2006年）や欧州の気象衛星「メテオサット（Meteosat）-8」の不具合（2007年）など、宇宙デブリの衝突が宇宙活動を阻害したと見られる事案は既に発生している⁽²⁷⁾。

しかも、宇宙デブリの数は増加傾向にある。例えば、米国戦略軍の統合宇宙運用センター（Joint Space Operations Center: JSpOC）が追跡している10センチメートル以上の人工物体は2000年

(23) GPS 用人工衛星は原子時計を搭載しており、高精度の計時器としても利用される。「今いる場所・時間がわかる測位とは」JAXA ウェブサイト <http://www.jaxa.jp/countdown/fl18/overview/gps_j.html> また、受信機の小型化により、安価・簡便に利用できることも大きなメリットである。

(24) 福島康仁・橋本靖明「宇宙安全保障—世界の動向と日本の取組—」防衛省防衛研究所編『東アジア戦略概観2016』防衛省防衛研究所, 2016, p.8. <<http://www.nids.mod.go.jp/publication/east-asian/pdf/eastasian2016/j01.pdf>>

(25) 宇宙デブリとは、何らかの有用な機能を喪失した後も地球軌道上に留まっている人工物体であり、多くは使用済みとなった人工衛星、ロケットの一部、それらの破片等である。“Space Debris and Human Spacecraft,” 2016.7.28. NASA website <http://www.nasa.gov/mission_pages/station/news/orbital_debris.html>

(26) *ibid.*

(27) 松本晴久「デブリ防護設計標準（WG3）の活動状況」『「宇宙環境シンポジウム」講演論文集 第7回』宇宙航空研究開発機構, 2011, pp.51-60. <<https://repository.exst.jaxa.jp/dspace/bitstream/a-is/21306/1/64933007.pdf>>

から2010年にかけて急増した⁽²⁸⁾。これは2007年に中国が実施した人工衛星破壊実験(後述)や、2009年に発生した米露の人工衛星衝突事故等によって大量の宇宙デブリが発生した結果である。

低軌道であれば宇宙デブリの多くはいずれ地球の重力に引かれて落下し、大気圏で燃え尽きるが、自然消滅を待つだけでは宇宙デブリの解消に多大な時間がかかる。また、既に存在している宇宙デブリが人工衛星などを破壊し、それによって発生した宇宙デブリがまた破壊を引き起こすという悪循環(ケスラー・シンドローム⁽²⁹⁾)が発生する可能性は、1970年代から指摘されてきた。また、2011年には、すでに「継続的に宇宙デブリが他の宇宙デブリに衝突し続ける」状態が発生しつつあるとの見方も示されている⁽³⁰⁾。

非意図的脅威としては、宇宙気象(space weather)⁽³¹⁾も挙げられる。宇宙気象とは「人類の健康や社会インフラに影響を与えるような宇宙放射線や地磁気嵐などの宇宙環境変動」の総称である⁽³²⁾。太陽では太陽フレア⁽³³⁾などの爆発的なエネルギーの放出現象が発生することがある。この現象は宇宙放射線の発生や地磁気の大きな変動をもたらす、宇宙飛行士の被曝や地上の送電設備の損傷などにつながることもある⁽³⁴⁾。代表的な事例としては1989年、太陽フレアの影響によりカナダのケベック州で送電設備が破壊され、9時間にわたって停電したほか、人工衛星やラジオ放送の機能に障害が出た⁽³⁵⁾。

このため、宇宙の安定的な利用を図る目的で宇宙気象予報が実施されている。これは太陽フレアの発生状況、地磁気や高エネルギー粒子の状況について予測を行い、人工衛星の運用者、漁業無線の利用者、航空会社などに情報提供を行うものであり、日本では情報通信研究機構⁽³⁶⁾の傘下に1988(昭和63)年から宇宙天気情報センター(Japan Space Weather Information Center: SWC)を設置して宇宙気象予報を実施している。

これら以外の非意図的脅威としては、地球近傍天体(Near Earth Objects: NEO)との衝突が挙げられる。NEOとは地球から1.3天文単位⁽³⁷⁾以内にある小惑星や彗星を指し⁽³⁸⁾、その大部分を占める小惑星だけでも2016年12月時点で15,376個が発見されている⁽³⁹⁾。このうち、直径100メートル以上の隕石又は隕鉄が地球に到達する確率は1万年に1回、直径1キロメートル以上のも

(28) Scott Putnam, “Joint Functional Component Command for Space: Joint Space Operations Center,” 『宇宙空間の安定的利用の確保に関する国際シンポジウム—SSA, MDAを中心として—』2016.3.3, p.4. 日本宇宙フォーラムウェブサイト <<http://www.jsforum.or.jp/stableuse/pdf/14.Putnam%20Final.pdf>>

(29) ケスラー・シンドローム(Kessler Syndrome)とは、宇宙デブリの空間密度がある臨界値を超えると、デブリが連鎖的に次の衝突を起こし、宇宙デブリが自己増殖するようになる状態をいう。

(30) National Research Council, *Limiting Future Collision Risk to Spacecraft: An Assessment of NASA's Meteoroid and Orbital Debris Programs*, Washington D.C.: National Academies Press, 2011.

(31) 「宇宙天気」とも言う。

(32) 「宇宙天気とは？」宇宙天気情報センターウェブサイト <<http://swc.nict.go.jp/news/topics.php?id=2006090717749>>

(33) 太陽フレアとは太陽表面で起きる爆発現象。太陽大気(コロナ)に蓄積された磁場エネルギーの開放によって発生すると考えられている。「私たちに最も近い星、太陽の新しい素顔」JAXAウェブサイト <http://www.jaxa.jp/article/special/astro/shimizu02_j.html>

(34) 「宇宙天気予報の精度向上を目指して」JAXAウェブサイト <http://www.jaxa.jp/article/interview/vol65/index_j.html>

(35) “The Day the Sun Brought Darkness.” NASA website <https://www.nasa.gov/topics/earth/features/sun_darkness.html>

(36) 情報通信研究機構は、情報通信分野を専門とする日本唯一の公的研究機関であり、情報通信技術(ICT)の研究開発及び情報通信事業の振興業務を実施している。「情報通信研究機構 機構案内」情報通信研究機構ウェブサイト <<https://www.nict.go.jp/about/index.html>>

(37) 1天文単位とは地球と太陽の平均距離であり、約1億5000万キロメートルである。

(38) “NEO Groups.” Near Earth Object Program website <<http://neo.jpl.nasa.gov/neo/groups.html>>

(39) “Number of Near Earth Asteroids Discovered.” Near Earth Object Program website <<http://neo.jpl.nasa.gov/stats/>>

のについては数万年に1回とされているが、実際に発生した場合は局地的又は地球規模での災害を発生させると考えられる⁽⁴⁰⁾。

このため、各国は、地球に衝突する可能性のある NEO の監視及び追跡に関する取組を開始している。米国では NASA のジェット推進研究所 (Jet Propulsion Laboratory: JPL) が NEO 観測プログラムを実施し、大学などによる研究プロジェクトに対して資金供与などを行ってきた⁽⁴¹⁾。2016年には NASA に惑星保護調整室 (Planetary Defense Coordination Office: PDCO) が設置され、既存の NEO 観測プログラム相互の調整、連邦緊急事態管理庁 (Federal Emergency Management Agency: FEMA) を始めとする危機管理当局との連携、FEMA 等に対する NEO の接近警報の提供等、より具体的な NEO 対策を実施する体制が整備された⁽⁴²⁾。

ESA においても、欧州宇宙研究所内に NEO 調整センター (NEO Coordination Centre: NEOCC) を設置し、NEO の評価及び監視を実施している⁽⁴³⁾。

日本では、一般財団法人日本宇宙フォーラムが宇宙デブリ監視とともに NEO 監視業務を実施しており、JAXA 等に観測結果を提供している⁽⁴⁴⁾。

(2) 意図的脅威

意図的脅威については、主に中国及びロシアの動向が注目される。既に見たように、軍事面における宇宙利用で先行しているのは米国であり、したがって宇宙利用の継続性が損なわれた場合、米国の軍事作戦能力は大きく制約されることになる。また、より広義の安全保障や社会インフラとしての宇宙利用に関しても、米国やその同盟国は中露に比べて依存度が高い。

例えば 2016 年現在、地球軌道上で運用中の人工衛星の約 40% (1,419 機中の 576 機) は米国の政府機関や企業が保有するものであり、中国 (181 機) やロシア (140 機) を遙かに凌ぐ⁽⁴⁵⁾。軍事面に関して見てみると、米国の保有する軍事用途の人工衛星は GPS 等の軍民共用衛星と合わせて約 150 機にも及んでおり、ロシア (約 80 機) や中国 (約 60 機) よりもやはり数的優位にある。個々の人工衛星の性能面でも、米国は技術的優位に立っている⁽⁴⁶⁾。このような宇宙空間における優位は、大気圏内における海上優勢 (sea superiority) や航空優勢 (air superiority) と並び、宇宙優勢 (space superiority) と呼ばれ、米国の安全保障上、欠かせない要素と見なされるようになっている。

(40) “Target Earth.” Near Earth Object Program website <<http://neo.jpl.nasa.gov/neo/target.html>>

(41) この活動により、2013年には NEO の発見数が1万を超えた。NEO 観測プログラムの支援を受けている主な研究プロジェクトとしては、アリゾナ大学のカタリナ・スカイ・サーベイ (Catalina Sky Survey) やハワイ大学のパノラマ監視望遠鏡及び即応システム (Panoramic Survey Telescope And Rapid Response System: Pan-STARRS) などがある。“Ten Thousandth Near-Earth Object Unearthed in Space,” 2013.6.24. Jet Propulsion Laboratory website <<http://www.jpl.nasa.gov/news/news.php?release=2013-207>>

(42) “NASA Office to Coordinate Asteroid Detection, Hazard Mitigation,” 2016.1.7. Jet Propulsion Laboratory website <<http://www.jpl.nasa.gov/news/news.php?feature=4816>>

(43) “Service Description.” ESA NEO website <<http://neo.ssa.esa.int/service-description>>

(44) 「スペースデブリ等の観測」日本宇宙フォーラムウェブサイト <<https://www.jsforum.or.jp/technic/observation.html>>

(45) “UCS Satellite Database (includes launches through 6/30/16).” Union of Concerned Scientists website <<http://www.ucsusa.org/nuclear-weapons/space-weapons/satellite-database>>

(46) 科学技術振興機構 (JST) が 2015 年に実施した世界の宇宙技術力比較によると、衛星バス (人工衛星に共通して必要とされる機器を組み合わせたもの) 技術、衛星通信放送、地球観測及び航法・測位の4分野における米国の総合得点は28点 (30点満点) であったのに対し、欧州は24.5点、日本は17点、中国は16点、ロシアは15点であった。科学技術振興機構研究開発戦略センター『世界の宇宙技術力比較 (2015年度)』2016, p.55. <<https://www.jst.go.jp/crds/pdf/2016/CR/CRDS-FY2016-CR-01.pdf>>

したがって、米国による宇宙利用を阻止又は妨害することができれば、米国の軍事的優位を大幅に減殺したり、その軍事行動を混乱又は停滞させたりすることが可能となる。実際、冷戦期の米ソは人工衛星の破壊を目的とした対衛星兵器（Anti-Satellite: ASAT）の開発を進め、地球軌道上での人工衛星破壊実験も実施していた⁽⁴⁷⁾。しかし、この種の人工衛星破壊実験は大量の宇宙デブリを発生させることに加え、宇宙空間で戦闘が行われるようになれば宇宙空間を利用した警戒監視が行えなくなる可能性がある。そこで米ソは1978年から宇宙兵器に関する軍縮交渉を開始した。米ソ間では最終的な合意は成立しなかったものの、ソ連は1983年、米国は1985年に人工衛星破壊実験の一方的自粛（モラトリアム）を決定し、その後は衛星破壊実験は実施されなくなった。⁽⁴⁸⁾

ところが2007年、中国は地上発射型対衛星ミサイルを使用して同国初の人工衛星破壊実験に踏み切った。この実験は、地上から観測できる大きさだけでも数千個単位の宇宙デブリを発生させて宇宙利用上の脅威となったばかりか、有事における人工衛星攻撃の可能性を再び示唆するものでもあった。中国は2014年にも直接の人工衛星破壊を伴わない、地上発射型対衛星ミサイルの実験を実施したと見られているほか、ロシアも同様の実験を行っている。また、中露は小型人工衛星を自国の人工衛星に接近させる実験を繰り返しており、敵人工衛星に対する攻撃、妨害、偵察等を行う能力の開発を目指しているとも言われる。⁽⁴⁹⁾

直接的な破壊を伴わない方法としては、ジャミング（電子妨害）、ハッキング、スプーフィング（なりすまし）等が考えられる。ジャミングとは、人工衛星の管制用電波や人工衛星の発信する電波に対して電子妨害を行うものであり、イラク戦争の際にイラク軍がロシア製と見られる電子妨害装置を用いて米国のGPSを妨害しようと試みた事例（2003年）⁽⁵⁰⁾や、朝鮮民主主義人民共和国（以下「北朝鮮」という。）のGPS妨害電波によって韓国の航空機運航に障害が出た事例（2012年及び2016年）⁽⁵¹⁾などが存在する。

ハッキングについては、ゲリラ組織が通信衛星回線を違法に利用する事例⁽⁵²⁾や、サイバー犯罪集団が通信衛星を経由する情報を窃取するなどの事例⁽⁵³⁾が知られている。

スプーフィングとは人工衛星から偽の信号を発信するなどの行為であり、2013年にはテキサス大学の研究者グループが、偽のGPS信号によって航海中のヨットの針路を誤った方向に

(47) 史上初の衛星破壊実験はソ連が1968年に攻撃型衛星を使用して実施したものであり、1982年まで各種の衛星攻撃兵器による衛星破壊実験が続けられた。米国も空中発射式対衛星兵器の開発を進め、1985年に衛星破壊実験を実施している。

(48) Laura Grego, “A History of Anti-Satellite Weapons.” Union of Concerned Scientists website <http://www.ucsusa.org/sites/default/files/legacy/assets/documents/nwgs/a-history-of-ASAT-programs_lo-res.pdf>

(49) Michael Listner, “The continued debate about anti-satellite weapons, nine years after China’s test,” 2016.2.19. Spacenews website <<http://spacenews.com/op-ed-the-continued-debate-about-anti-satellite-weapons-nine-years-after-chinas-test/>>

(50) “Military Wipes Out Iraqi GPS Jammers,” 2003.3.25. FOX News website <<http://www.foxnews.com/story/2003/03/25/military-wipes-out-iraqi-gps-jammers.html>>

(51) 「航空機にGPS障害、北の妨害と結論」『産経新聞』2016.6.24.

(52) 例えばスリランカのゲリラ組織である「タミール・イーラム解放の虎（LTTE）」は、1990年代から米国の衛星通信回線を違法に利用してきたと見られる。Stephen Northcutt, “Are Satellites Vulnerable to Hackers?” SANS Technology Institute website <<http://www.sans.edu/cyber-research/security-laboratory/article/satellite-dos>>

(53) 2015年には、ロシアのサイバー犯罪集団が衛星通信を経由した情報を窃取するとともに衛星通信回線を違法に利用して連絡を取り合っているとロシアのインターネット・セキュリティ企業カスペルスキー社が発表した。Stefan Tanase, “Satellite Turla: APT Command and Control in the Sky,” 2015.9.9. Secure List website <<https://securelist.com/blog/research/72081/satellite-turla-apt-command-and-control-in-the-sky/>>

向ける実験に成功したほか、既に一部では実用化されていると見られる⁽⁵⁴⁾。

2 安定的な宇宙利用に向けた取組

(1) 「多層的抑止」と「宇宙コントロール」

以上のような脅威の増大に対し、宇宙利用の安定性を確保するための取組が重視されるようになった。以下では、宇宙システムに対する依存度が高く、中露の脅威に直面していることから宇宙利用の安定性確保に関する取組で先行している米国を中心として説明を行う。

米国が2011年に策定した「国家安全保障宇宙戦略 (National Security Space Strategy: NSSS)」には、「競合的な環境における多層的抑止アプローチ」という概念が盛り込まれた。これは、①宇宙空間における行動の規範作り、②宇宙空間における責任ある国家連合の形成、③攻撃元を特定する能力及び攻撃による利益を失わせる能力の向上、及び④自衛のための反撃能力の保持から成る⁽⁵⁵⁾。

米国国防総省が策定した「国防総省の宇宙抑止戦略」⁽⁵⁶⁾では、この概念が次のように説明されている(表1)。

表1 宇宙空間における多層的抑止

抑止の層	内容
1. 国際規範作りへの支援	国際規範によって宇宙空間における敵対的行動又は悪意ある行動を抑止するとともに、実際にそのような行動を行う国が出現した場合には、当該国を特定及び孤立させる。
2. 連合形成	侵略国による攻撃が複数の国に及ぶようにすることで、侵略国が目的を達成するためのコストを高める。
3. 抗たん性強化	米国及び同盟国の宇宙システムの抗たん性を強化するとともに、宇宙環境が悪化しても効果的な運用が可能な態勢を整備する。
4. 米国及び同盟国の宇宙システムに対する攻撃に対して相応の対応を行い得る準備態勢	侵略に対する自衛及び撃退能力を備える。ただし必ずしも宇宙空間において敵と同様の行為を行うとは限らず、国がその他の領域において有する能力も動員する。

(出典) “FACT SHEET: DoD Strategy for Deterrence in Space.” U.S. Department of Defense website <http://archive.defense.gov/home/features/2011/0111_nsss/docs/DoD%20Strategy%20for%20Deterrence%20in%20Space.pdf> を基に筆者作成。

米軍の統合参謀本部は、宇宙作戦に関する全軍統合ドクトリンとして「宇宙作戦」⁽⁵⁷⁾を2013年に発行した。「宇宙作戦」における大きな特徴は、「宇宙コントロール (Space control)」の概念

(54) David Livingstone and Patricia Lewis, “Space, the Final Frontier for Cybersecurity?” 2016, pp.18-19. Chatham House website <<https://www.chathamhouse.org/sites/files/chathamhouse/publications/research/2016-09-22-space-final-frontier-cybersecurity-livingstone-lewis.pdf>>; 例えばロシアはクレムリン周辺にスプーフィング機器を配備し、GPSの位置情報を攪乱していると見られている。Clare Sebastian, “Getting lost near the Kremlin? Russia could be ‘GPS spoofing!’” 2016.12.2. CNN website <<http://money.cnn.com/2016/12/02/technology/kremlin-gps-signals/>>

(55) 機密解除文書については以下から閲覧できる。U.S. Department of Defense and U.S. Office of the Director of National Intelligence, “National Security Space Strategy: Unclassified Summary,” January 2011, p.13. U.S. Department of Defense website <http://archive.defense.gov/home/features/2011/0111_nsss/docs/NationalSecuritySpaceStrategyUnclassifiedSummary_Jan2011.pdf>

(56) “FACT SHEET: DoD Strategy for Deterrence in Space.” U.S. Department of Defense website <http://archive.defense.gov/home/features/2011/0111_nsss/docs/DoD%20Strategy%20for%20Deterrence%20in%20Space.pdf>

(57) U.S. Joint Chiefs of Staff, “Space Operations,” Joint Publication 3-14, 29 May 2013. Defense Technical Information Center website <http://www.dtic.mil/doctrine/new_pubs/jp3_14.pdf>

を初めて盛り込んだことである。「宇宙作戦」によると、宇宙コントロールとは、「友軍の自由な宇宙活動を支援し、必要とあらば米軍及び同盟国の宇宙システムに対する干渉又は攻撃を撃退し、若しくは敵の宇宙能力を無効化する」ことであると定義されており、多層的抑止概念の中でも特に軍事的性格の強い部分（表1における3及び4）を具体化させたものといえる。

また、「宇宙作戦」では、宇宙コントロールを攻勢的宇宙コントロール（Offensive Space Control: OSC）と防勢的宇宙コントロール（Defensive Space Control: DSC）とに分類し、その内容を次のように整理している（表2）。

表2 宇宙コントロールの概念

攻勢的宇宙コントロール (Offensive Space Control: OSC)	阻止 (prevention)	米国又は第三者の宇宙システムを敵が敵対的に利用することを阻止するための外交、情報、軍事、経済的手段。一例として、敵が衛星通信を使用できないよう衛星通信業者を説得するための外交的手段等。
	宇宙無効化 (space negation)	偽計、妨害（通常、物理的破壊を伴わない敵システムの一時的無効化）、劣化（通常、物理的破壊を伴う敵国システムの一部又は全部の恒久的損壊）、拒否（通常、物理的破壊を伴わない敵国システムの機能の一時的な除去）及び破壊（敵国システムの機能の恒久的な除去）による能動的な攻撃又は防衛手段。対象には地上施設、データリンク施設、宇宙システムの利用者、宇宙配備装置が含まれる。
防勢的宇宙コントロール (Defensive Space Control)	<ul style="list-style-type: none"> ・米国又は第三者の宇宙に係る能力を敵の攻撃から守ること。例えば、米国又は第三者の宇宙システムを敵が敵対的に利用していることを公表し、国際社会からの圧力によって敵の行動を抑止すること。 ・米国又は同盟国の宇宙に係る能力が損なわれる出来事に対して、あらゆる手段を用いて宇宙へのアクセス及び利用を保持すること。これには、攻撃の探知及び判別、攻撃元の特定、反撃並びに運用の維持及び攻撃の抑止に関する手段が含まれる。 ・宇宙空間の確実な利用、固有の自衛権の遵守、他国による干渉及び攻撃に対する抑止、自国の宇宙システムの防衛、同盟国の宇宙システムの防衛への貢献、抑止が失敗した場合の敵による攻撃の撃退に有用な多様な手段を用いて、宇宙における抑止に貢献すること。 	

（出典）U.S. Joint Chiefs of Staff, “Space Operations,” Joint Publication 3-14, 29 May 2013, II(8)-II(9). Defense Technical Information Center Website <http://www.dtic.mil/doctrine/new_pubs/jp3_14.pdf> を基に筆者作成。

（2）抗たん性と機能保証

多層的抑止や宇宙コントロールに関して、バラク・オバマ（Barack Obama）政権下で特に重視されるようになったのが抗たん性（resilience）の強化である。これは個々の人工衛星を攻撃から完全に防護することは不可能であるとしても、システムが全体として機能を保持できていればよいという考え方である。GPSを例にとれば、軌道上の人工衛星全てを防護することは難しくても、予備の人工衛星などによりGPSが提供するPNT機能を継続できればよいことになる。

抗たん性の概念は日本の宇宙基本計画においても取り入れられており、「宇宙空間における異変が我が国の安全保障や民生利用に悪影響を及ぼすことを防止し、宇宙空間の安定的な利用を確保する」ことを目的として、宇宙利用に関する国際ルール作りとともに宇宙システムの抗たん化等に取り組むとされている⁽⁵⁸⁾。具体的には、「同盟国等との衛星機能の連携強化や、人工

(58) 「宇宙基本計画」（平成28年4月1日閣議決定）p.9. 内閣府ウェブサイト <<http://www8.cao.go.jp/space/plan/plan3/plan3.pdf>>

衛星へのミッション器材の相乗り、商用衛星の活用、即応型⁽⁵⁹⁾の小型衛星等の整備、地上システムとの補完等により、物理的衝突やサイバー攻撃、電波妨害に強い宇宙システムを構築するとともに、宇宙システムへの悪影響が発生した場合の対応力を総合的に強化する」ことが施策として挙げられている⁽⁶⁰⁾。

さらに、米国では近年、抗たん性の考え方を発展させた「宇宙領域における機能保証 (space domain mission assurance)」という概念が浮上してきた。これは、米国、同盟国等の宇宙システムに対する攻撃が発生した場合、「宇宙に限らない国のあらゆる適切な能力を用いて対応する」という考え方である⁽⁶¹⁾。米国国防総省の担当次官補室によると、宇宙領域における機能保証は、抗たん性の概念を含む次の3つから構成される (表3)。

表3 宇宙領域における機能保証の構成要素

宇宙領域における機能保証の構成要素	内容
防勢的作戦 (Defensive Operation)	敵による一連の攻撃行動を妨害すること若しくは標的とされた任務システムに関する警報又は知見を防衛的行動の支援の一環として提供すること
再構築 (Reconstruction)	攻撃又は破滅的な事態の後、喪失又は阻害された特定の任務、作戦又は不測の事態のための機能を受容可能なレベルまで回復させることを目的とした新たな宇宙システムの投入 (代替人工衛星の打上げ又は新たな地上局の立ち上げ) のための計画又は作戦
抗たん性 (Resilience)	敵が敵対的な行動を行う条件下においても、減少した能力並びに様々なシナリオ、条件及び機能の下で任務をより高い可能性及び短い期間で成功させるためにアーキテクチャの機能を維持するための能力

(出典) Office of the Assistant Secretary of Defense for Homeland Defense & Global Security, “Space Domain, Mission Assurance: A Resilience Taxonomy,” September 2015. Federation of American Scientists website <<https://fas.org/man/eprint/resilience.pdf>> を基に筆者作成。

以上から明らかなように、宇宙領域における機能保証概念においては、抗たん性は構成要素の1つと位置付けられている。これに加えて、宇宙システムの機能を妨害しようとする敵の行動自体を阻止すること (防勢的作戦) 及び実際に宇宙システムの機能が妨害された場合に宇宙空間及び地上において代替手段を投入すること (再構築) が、宇宙領域における機能保証である⁽⁶²⁾。

このうちの再構築に関しては、例えば敵の攻撃がGPSの抗たん性を上回り、宇宙空間からのPNT機能を継続できなくなった場合、代替人工衛星を迅速に打ち上げたり、航空機や艦艇の搭載する慣性航法システム (Inertial Navigation System: INS) や電波灯台であるロラン (Long-Range Navigation: LORAN) などを使用することで測位・航法機能を維持することなどが想定される。また、GPSが機能しなくなった場合、欧州のガリレオ測位衛星システムなど、測位・航法機能を他国が保有する類似のシステムに依存することも検討されている。

このほかには、保有する人工衛星の数を増やすという方法が考えられる。例えば米国は、全軍共用の広帯域グローバル通信衛星 (Wideband Global Satcom: WGS) の保有数を増加させるため、米国に割り当てられた人工衛星の周波数帯の使用権を外国に認めることと引き換えに、人工衛

(59) ここでいう即応とは、短期間の準備で打上げが可能であることを指す。

(60) 「宇宙基本計画」前掲注(58), p.12.

(61) “Space Policy.” Department of Defense DIRECTIVE, Number 3100.10, October 18, 2012, p.2. Defence Technical Information Center website <http://www.dtic.mil/whs/directives/corres/pdf/310010_dodd_2012.pdf>

(62) 本報告書のコラム④ (福島康仁「近年の宇宙安全保障について」) を参照。

星の調達費用を当該国から調達するという方式を採用しており、既にオーストラリアが1機分、英国及びカナダ等が共同で1機分の資金を提供した。

今後については、従来のような多用途の大型人工衛星に代わって機能を限定した小型人工衛星を多数打ち上げることで機能保証の確実性を高めることも検討されている。特に核攻撃の指揮命令系統を構成する通信衛星や早期警戒衛星など、核抑止力の根幹を担う宇宙システムがこうした分散化の対象として想定されている。無人航空機や無人飛行船によって通信中継機能を代替する構想もある。

(3) 宇宙状況監視

多層的抑止及び宇宙コントロールの基盤と位置付けられているのが、宇宙状況監視 (Space Situational Awareness: SSA) である。これは「大気圏内と宇宙空間で運用されている宇宙能力の特性を、必要な限り完全に把握しようとするもの」⁽⁶³⁾と要約され、宇宙コントロール能力の基礎となるものである。また、前述した米国の「宇宙作戦」にも示されているとおり、ここには意図的な脅威だけでなく、宇宙デブリの監視も含まれる。⁽⁶⁴⁾

宇宙状況監視については米国戦略軍の JSpOC が中心となって地上のレーダ網や望遠鏡を用いて外国の人工衛星や宇宙デブリの監視・追尾及びカタログ化を行ってきたが、近年では民間の宇宙企業や国際機関と連携してより詳細なデータ交換を行い、SSA の精度を高める試みが開始されている⁽⁶⁵⁾。

日本政府としても 2013 (平成 25) 年から開始された「宇宙に関する包括的日米対話」において SSA に関する日米の協力に向けた協議を開始するとともに、2014 (平成 26) 年 5 月には「日米宇宙状況監視協力取極」が合意された。同取極により、宇宙航空研究開発機構 (Japan Aerospace Exploration Agency: JAXA) が、米国側からの要請に応じ、米国側実施機関である JSpOC に対し、宇宙物体の軌道に関する情報を提供することとなった。⁽⁶⁶⁾

日本政府の取組としては、内閣府が政府全体の SSA 実施体制の構築に向けた調査研究を防衛省との連携の下に 2013 (平成 25) 年から開始した⁽⁶⁷⁾。これに基づき、2014 (平成 26) 年には、自衛隊が 2019 (平成 31) 年を目途に宇宙部隊⁽⁶⁸⁾を発足させる方針が決定されたほか、文部科学省でも 2015 (平成 27) 年度予算から SSA 関係の予算が計上されるようになった⁽⁶⁹⁾。

ただし、地上からの観測では人工衛星の詳細な外観や細かい挙動までを把握することはでき

(63) ピーター・L・ヘイズ「米国の軍事宇宙利用—問題と課題—」『平成 27 年度安全保障国際シンポジウム報告書』防衛省防衛研究所, 2015, p.19. <http://www.nids.mod.go.jp/event/symposium/pdf/2015/j_01.pdf>

(64) U.S. Joint Chiefs of Staff, *op.cit.*(57), p.II(9).

(65) Mike Gruss, “U.S. Air Force Seeks New Space Situational Awareness Data To Track Threats,” 2015.11.16. Spacenews website <<http://spacenews.com/u-s-air-force-seeks-new-space-situational-awareness-data-to-track-threats/>>

(66) 「宇宙状況監視に関する日米協力」2014.5.7. 外務省ウェブサイト <http://www.mofa.go.jp/mofaj/press/release/press_22_000049.html>

(67) 内閣府宇宙戦略室「宇宙状況監視 (Space Situational Awareness: SSA) について」(宇宙開発利用の推進に関する関係府省等連絡調整会議第 3 回会合資料 2) 2013.8. <<http://www8.cao.go.jp/space/kaigi/kankeisyoutyouty/dai3/siryouty.pdf>>

(68) 自衛隊の指揮・統制や情報通信に使用する人工衛星の運用を前提として、当該人工衛星を保護するため、宇宙デブリや妨害電波を監視するセンサーや解析システムの運用を行う部隊となることが見込まれている。「宇宙監視の新部隊 防衛省方針、ミサイルの兆候察知」2014.8.29. 日本経済新聞ウェブサイト <http://www.nikkei.com/article/DGXLASDE28H0R_Y4A820C1PP8000/>

(69) 2015 (平成 27) 年度に 2 億 1200 万円、2016 (平成 28) 年度には 6 億 9800 万円が計上された (いずれも当初予算)。内閣府宇宙戦略室「平成 27 年度補正及び平成 28 年度当初の宇宙関係予算案について」2016.1. 文部科学省ウェブサイト <http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu/071/shiryoy/_icsFiles/afieldfile/2016/02/29/1367307_3.pdf>

ず、軌道上（特に静止軌道等の高軌道上）で実際に何が発生しているのかの詳細を知ることは困難である。例えば人工衛星が破壊されたり機能を喪失したりしたとしても、それが本当に意図的な攻撃によるものかどうか、どの国による攻撃なのか等を識別することができなければ必要な対抗措置をとることができない。識別のためには、具体的には、どの人工衛星がどのくらいの距離まで接近し、レーザー等を照射したか否かなどを探知する必要がある。

このため、米国空軍は SSA 用人工衛星の配備を進めており、2010 年には口径 30 センチメートルの望遠鏡を搭載した宇宙配備宇宙監視（Space Based Space Surveillance: SBSS）衛星を打ち上げた。これは、脅威となりそうな人工衛星を静止衛星まで含めて観測している⁽⁷⁰⁾。さらに 2014 年及び 2016 年には、静止軌道上 SSA プログラム（Geo-Stationary SSA Program: GSSAP）衛星と呼ばれる人工衛星が 2 機ずつ、合計 4 機打ち上げられた。これらの人工衛星は静止軌道上を移動して人工衛星に接近し、その外観等を光学センサーで精密に観測することが可能であるとされている⁽⁷¹⁾。カナダ空軍も 2013 年から SSA 用小型人工衛星サファイアの運用を開始し、2012 年に米国空軍と締結した合意に基づいて米国の宇宙監視ネットワーク（Space Surveillance Network: SSN）に対する情報提供を行っている⁽⁷²⁾。

3 宇宙技術の両用性をめぐる問題

宇宙利用をめぐる問題として、宇宙開発の名目で兵器開発を進めている国々の存在も挙げられる。弾道ミサイルと打上ロケットは基本的に同一の技術を用いており、両者の判別は容易にはつけ難い。また、「宇宙条約（Outer Space Treaty）」⁽⁷³⁾は、「月その他の天体を含む宇宙空間の探査及び利用は、全ての国の利益のために、その経済的又は科学的発展の程度にかかわらず行われるものであり、全人類に認められる活動分野である」（第 1 条）と規定しており⁽⁷⁴⁾、国際的に弾道ミサイルの開発を禁止又は制限されている諸国はこれを根拠として弾道ミサイル開発を進めようとしている。

例えば、北朝鮮が 1998 年に実施した長距離弾道ミサイル「テポドン -1（北朝鮮名：白頭山 1 号）」の発射実験に関して、同国がこれを人工衛星打上実験であると主張していることはその一例である。国連の安全保障理事会は 2006 年 7 月 15 日の決議 1695 号⁽⁷⁵⁾によって「弾道ミサイル計画に関連するすべての活動を停止」するよう北朝鮮に求めているが、北朝鮮は 2009 年及び 2012 年にも改良型の「テポドン -2（同：銀河）」を打ち上げており、2012 年の打上げでは実際に人工衛星を軌道に投入することに成功している。さらに、北朝鮮は 2016 年にも「光明星」

(70) “Space Based Space Surveillance (SBSS).” U.S. Air Force Space Command website <<http://www.afspc.af.mil/About-Us/Fact-Sheets/Article/249017/space-based-space-surveillance-sbss>>

(71) Mike Gruss, “U.S. Air Force Declares GSSAP Surveillance Sats Operational,” 2015.10.8. Spacenews website <<http://spacenews.com/u-s-air-force-declares-gssap-surveillance-sats-operational/>>

(72) “Space Situational Awareness and the Sapphire Satellite,” 2014.1.30. National Defence and the Canadian Armed Forces website <<http://www.forces.gc.ca/en/news/article.page?doc=space-situational-awareness-and-the-sapphire-satellite/hr0e3oag>>

(73) 「月その他の天体を含む宇宙空間の探査及び利用における国家活動を律する原則に関する条約（Treaty on Principles Governing the Activities of States in the Exploration and Use of Outer Space, including the Moon and Other Celestial Bodies）」。1966 年採択、1967 年 10 月 10 日発効。昭和 42 年条約第 19 号。

(74) 同条約の日本語訳全文は以下のサイトで閲覧できる。「月その他の天体を含む宇宙空間の探査及び利用における国家活動を律する原則に関する条約」JAXA 宇宙法ウェブサイト <http://www.jaxa.jp/library/space_law/chapter1/1-2-2-5_j.html>

(75) 同決議の日本語訳全文は以下のサイトで閲覧できる。「国際連合安全保障理事会決議第 1695 号 訳文」外務省ウェブサイト <http://www.mofa.go.jp/mofaj/area/n_korea/abd/un_k1695.html>

と称する飛しょう体を打ち上げ、何らかの物体を軌道に投入した。これらの経緯を踏まえれば、北朝鮮の発射している飛しょう体は打上ロケットとしての機能を有するものの、一連の打ち上げが核開発と並行して行われたことに鑑みて、実際には核弾頭の搭載を意図した弾道ミサイル技術の開発である可能性が高いとされている⁽⁷⁶⁾。

イランも北朝鮮と同様、核開発と並行して宇宙開発の名目で弾道ミサイル開発を進めているのではないかとの疑念が持たれてきた。国連安全保障理事会はイランに対し、2010年6月9日の決議1929号⁽⁷⁷⁾によってあらゆる弾道ミサイル関連活動の停止を求めたものの、イランはこれ以降も国産のサフィールロケットによる衛星打ち上げを実施している⁽⁷⁸⁾。

ロケット技術を始めとして、宇宙技術には軍民双方の目的に利用可能なものが多い。このような性質を踏まえるならば、国際的な技術移転管理や輸出管理等の政策も宇宙における安全保障に関して大きな役割を持つといえる。

執筆：公益財団法人未来工学研究所 研究員 小泉 悠こいずみ ゆう

(76) 例えば国連安全保障理事会は、2016年のテポドン-2打ち上げに関して、「問題の打ち上げが、たとえ人工衛星の打ち上げ又は打上ロケットであると位置付けられるとしても、核兵器運搬システムの開発に役立つものであり、国連安全保障理事会決議第1718号(2006年)、第1874号(2009年)、第2087号(2013年)及び第2094号(2013年)の重大な違反」であるとの非難声明を発出した。“Security Council Press Statement on Democratic People’s Republic of Korea Long-Range Launch,” 2016.2.7. United Nations website <<http://www.un.org/press/en/2016/sc12234.doc.htm>>

(77) United Nations Security Council, “United Nations Security Council Resolution 1929,” 2010.6.9. IAEA website <https://www.iaea.org/sites/default/files/unsc_res1929-2010.pdf>

(78) 2011年6月15日、2012年2月30日など。「イラン・イスラム共和国基礎データ」2016.8.9. 外務省ウェブサイト <<http://www.mofa.go.jp/mofaj/area/iran/data.html>>; 鳥嶋真也「2 イランの宇宙開発の歩み」『イラン、3年ぶりの人工衛星打ち上げ成功—謎多き宇宙開発と、その将来—』2015.2.19. マイナビニュース <http://news.mynavi.jp/series/fajr_safir/002/>

コラム④：近年の宇宙安全保障について

防衛省防衛研究所研究員 福島康仁

1. 宇宙安全保障をめぐる状況全般

宇宙デブリや対衛星兵器によって宇宙をめぐる不安定化の度合いが高まっており、宇宙利用を当然視できない時代が到来しつつある。

冷戦期の米国ではなるべく宇宙を戦場にせず、宇宙空間から他の主権国家を安全に観察できることに価値を見出す立場（聖域学派）が主流であった。現在の主流はコントロール学派である。宇宙空間の価値が何であるにせよ、宇宙利用の前提として宇宙をコントロールしなければならない、という考え方である。ジョージ・W・ブッシュ（George W. Bush）政権も宇宙コントロールには熱心であったが、現実的に切迫感が出てきたのはバラク・オバマ（Barack Obama）政権になってからである。特にオバマ政権の後期に入ってから、国防総省の高官が公の場で宇宙コントロールの重要性に言及するようになってきている。中国による対衛星兵器の開発が進展していることがその背景にある。ロシアの宇宙攻撃能力に対する懸念も高まっている。

宇宙デブリについては、デブリ低減が重視されてきた。運用を終える人工衛星を大気圏に再突入させたり、普段使わない軌道に入れたりして、これ以上デブリを増やさないようにする取組であるが、それでもケスラー・シンδροームが始まりつつあると考えられている。

2. 注目すべき個別の動向

宇宙利用の安定性を確保するための基盤的な能力として宇宙状況監視（SSA）の重要性が高まっている。米国やその同盟国による取組に加え、中露も独自に SSA 能力の向上を図っている。ある人工衛星が機能不全となったとき、攻撃によるものか故障なのかが判別できないと対処のしようがない。サイバー攻撃と同じように攻撃元の識別が鍵となるが、現在の SSA ではそこに限界がある。この点、米国は静止軌道において他の人工衛星に接近して詳しい状況を観察できる人工衛星（GSSAP）の運用を始めるなど関連能力の向上に努めている。

抗たん性の概念も注目される。個々の人工衛星を守ることには限界があるが、宇宙システム全体として機能を維持できればよいという考え方である。最近、米国国防総省において抗たん性は宇宙領域における機能保証の一手段として位置付けられるようになっている。

非伝統的安全保障⁽⁷⁹⁾については、宇宙を利用した海洋状況把握（MDA）が注目される。海氷や航路の状況の把握、海賊等の監視、難民船の発見など、幅広い用途がある。特に船舶の監視については、各種の情報を総合することで、自動船舶識別装置（AIS）の信号を発信していない船舶を発見することもできる。近年では、人工衛星の運用と取得した

(79) ここで言う非伝統的安全保障とは、テロ、海賊、難民など、国家間戦争を想定した伝統的な軍事的安全保障以外の安全保障を指す。

情報の分析までパッケージで行っている会社もある。

宇宙デブリに関しては、能動的宇宙デブリ除去（Active Debris Removal: ADR）が研究されている。日本の場合で言えば、電気の流れる金属製の紐を宇宙デブリに取り付けて電気を流し、地磁気との干渉により発生するローレンツ力を利用して宇宙デブリを落下させるという JAXA の導電性テザー（Electrodynamic Tether: EDT）計画などである。

米国戦略軍の統合宇宙作戦センター（JSpOC）は人工衛星を運用している他国政府や企業にも人工衛星の衝突可能性に関する警告を出している。中国に対しては、従来は外交ルート経由であったが、最近は中国側の要請でダイレクトに宇宙関係部門に伝達されるようになった。民間では、ペンシルバニア州に本社がある AGI（Analytical Graphics, Inc.）の取組が注目される。JSpOC の民間版として商業宇宙運用センター（ComSpOC）を設置し、SSA サービスの提供を開始している。ボーイング（Boeing）社や米国空軍とも契約を結んでいる。

3. 国際的な規範づくりに向けた取組

EU が提案した宇宙活動に関する国際行動規範（International Code of Conduct for Outer Space Activities: ICoc）案は宇宙における望ましい振舞いと望ましくない振舞いについて規定したソフトローであり、当初は宇宙空間における行動規範となることが期待されていたが、関係国の意見が一致せず署名の見通しが立たない状況にある。中露は宇宙兵器禁止条約（PPWT）案をハードローとしてジュネーブ軍縮会議で提案している。しかし、米国は PPWT 案に関して検証可能性がないといった問題点を指摘している。

国連の宇宙空間平和利用委員会（COPUOS）で宇宙活動の長期持続可能性に関するガイドライン作りを行っている。法的拘束力はないが、それを基準に違反する振舞いを非難することができるようになるであろう。米国も前向きである。

4. 日本と宇宙安全保障

内閣府の宇宙開発戦略推進事務局が宇宙システム全体の抗たん性確保のためのコンセプトペーパー作りを行っている。また、内閣府、文部科学省、防衛省が協力して 2022（平成 34）年度までに SSA システムを整備する予定である。さらに、これまで防衛省が利用していた民間通信衛星の後継として 2016（平成 28）年度中に打ち上げられる予定の X バンド防衛通信衛星は、防衛省が初めて保有する人工衛星となる。

今後、日本が安全保障目的の宇宙利用を進める際に参考になるのは独仏である。独仏は、安全保障目的の宇宙利用を自立的に行っている国と他国の宇宙アセットに依存している国の中間くらいに位置する。独仏は限られた予算で軍事衛星や軍民両用衛星の整備を進めている。

（注）本コラムはヒアリング内容をまとめたものである（2016年9月15日実施）。