

## 「安定的な宇宙利用の確保に向けた日米の取り組み：鍵を握る抗たん性の強化」

福島康仁（防衛研究所）\*

### はじめに

安全保障という観点から見た場合、宇宙利用を取り巻く環境は新たな段階に入り始めている。これまで宇宙空間は地球上の軍事活動を支援するために利用されてきた一方で、同空間そのものが安全保障上の争点となることは稀であった。だが、対宇宙兵器（counterspace weapons）や宇宙ゴミといった脅威の顕在化を受けて、宇宙利用をめぐる安全保障（space security）は世界的な課題となってきている。

こうした中、日米両国は安定的な宇宙利用の確保に向けた取り組みを強化している。とりわけ両国の防衛当局を中心に進められているのが、宇宙利用に関する抗たん性（resilience/survivability）の強化である<sup>1</sup>。抗たん性は軍事施設の機能維持という文脈で使用されることの多い言葉であるが、ここ数年、安定的な宇宙利用を確保する手段としても注目されるようになってきている。

### 1. 迫られる変化への対応

日米両国が宇宙利用に関する抗たん性の強化を推進している背景には、とりわけ安全保障という観点において宇宙利用を取り巻く環境が時代を画する変化を迎えつつあり、両国がそうした変化に対応する必要性に迫られているという事情がある。過去半世紀の間、宇宙利用を取り巻く環境は様々な変化を経てきたが、それらは基本的に宇宙利用の目的や態様をめぐるものであった。他方、現在起きつつある変化はより根本的なものであり、今後の対応次第では宇宙利用そのものが危ぶまれる時代へと移行しつつある。

このような変化に対して、軍民両面で宇宙利用を深化させてきた米国は強い危機感を抱いている。米空軍宇宙コマンド司令官のウィリアム・シェルトン（William L. Shelton）大將は「新たな常態」（new normal）の到来に適応する必要性を指摘している<sup>2</sup>。シェルトン大將が念頭に置いているのは、宇宙利用への脅威が増大する一方で、関連予算が縮小する傾向にあるという現実である。

陸海空あるいはサイバー空間と異なり、これまで宇宙空間は戦争のない「聖域」（sanctuary）であるとみなされることが多かった。対宇宙兵器の開発自体は冷戦期にも米ソを中心として行われていた。だが、米ソの宇宙システムは核戦力の運用と深く結びついていたため、対宇宙兵器の使用は核戦争の前触れとみなされる恐れがあり敷居が高かった。他方で、現

\* 本稿の見解は執筆者個人のものであり、所属する組織を代表するものではありません。

在、対宇宙兵器の開発を進めている国々は米国と相互核抑止の状態にあるわけではない。むしろ、米国が依存する宇宙システムを格好の攻撃対象とみなす可能性がある。実際、2003年のイラク戦争では、イラクがGPSシグナルへのジャミングを試みている。これは米国が戦闘作戦中に初めて宇宙利用の妨害を受けた事例であったといわれている。また、よく知られているとおり2007年には中国が衛星破壊実験に成功した。この他にも様々な対宇宙兵器の開発が各国によって進められており、対宇宙兵器の脅威は今後増大していくと見積もられている<sup>3</sup>。こうしたことから米国防長官と国家情報長官が2011年に議会に提出した「国家安全保障宇宙戦略」(NSSS)では、宇宙空間がますます軍事的な挑戦を受ける領域(contested domain)へと変化しているとの認識が示されている<sup>4</sup>。

米国はまた宇宙利用に対する非意図的脅威の増大も深刻なものとして受けとめている。前記のNSSSでは、宇宙活動の世界的な活発化に伴い、宇宙空間がより混雑した領域(congested domain)へと変化しており、衛星が宇宙ゴミや他の衛星と衝突する可能性が増大しているとの認識が示されている<sup>5</sup>。米国は軌道上を周回する約2万3,000個の人工物体を追跡しているが、1センチメートル以上の人工物体は約50万個存在すると推定されている<sup>6</sup>。高度2,000キロメートル以下の低軌道を例にとると、宇宙ゴミは秒速7~8キロメートルで軌道上を周回しており、その衝突速度は秒速約10キロメートルになる。このため小片の衝突でも運用中の衛星に大きな損傷を与える恐れがある。

加えて懸念されているのが財政環境の変化である。宇宙関連予算は米国防予算の中で比較的高い優先順位を与えられている<sup>7</sup>。だが、宇宙システムの調達・運用を担う米空軍宇宙コマンドは、高価な宇宙システムへの支出が今後も保証されるわけではないとの見通しを示している<sup>8</sup>。

日本はこうした米国の認識をかなりの部分、共有していると考えられる。2013年末公表の「国家安全保障戦略」では、持続的かつ安定的な宇宙利用を妨げるリスクの存在が指摘されており、その具体例として宇宙ゴミの増加や対衛星兵器の開発が挙げられている<sup>9</sup>。同時期に公表された新しい「防衛計画の大綱」と「中期防衛力整備計画」においても、安定的な宇宙利用の確保は重要な安全保障課題であると指摘されている<sup>10</sup>。

日本は2008年に宇宙基本法を成立させ、宇宙利用をより積極的に進める方向にある。防衛面でも次期Xバンド衛星通信システムの整備を進めるなど、宇宙利用への依存を深めようとしている。このため宇宙利用を取り巻く環境の変化に対応し、安定的な宇宙利用を確保していくことは日本にとっても一層重要な課題となってきた。

## 2. 抗たん性の強化に向けた日米の取り組み

宇宙空間の利用を当然視できた時代が終焉しつつある中、日米両国は宇宙利用をめぐる抗たん性の強化に力を入れている。米国が同問題への取り組みを本格化させたのはバラク・オバマ(Barack H. Obama)政権になってからのことである。2010年に公表された同政権の「国家宇宙政策」では、米国が追求すべき目標の1つとして、また商業・民生・国家

安全保障の各部門を横断する指針の 1 つとして、「ミッションに不可欠な機能の保証 (assurance) と抗たん性 (resilience) の強化」という規定が盛り込まれた<sup>11</sup>。NSSS においても、宇宙利用に関するアーキテクチャ全体の抗たん性を強化することで、宇宙システムへの攻撃を抑止し<sup>12</sup>、かつ抑止に失敗した場合でも引き続き任務を達成するための機能を維持していくという方針が示されている。これらの規定は衛星の「防護」(protection) という従来の考え方を発展させたものとして位置付けられている<sup>13</sup>。その特徴は、個々の衛星に着目するのではなく、宇宙システムが提供する能力 (capability) および宇宙利用に関するアーキテクチャ全体に焦点を当て、特定の衛星が利用できなくなった場合でも様々な要素を組み合わせることで引き続きミッション達成に不可欠な機能を維持しようとしている点にある。

こうした発想のもと、米空軍宇宙コマンドは宇宙アーキテクチャを現在の集約型から分散型へと移行させる構想を進めている<sup>14</sup>。同コマンドは 2013 年 8 月に「抗たん性と分散された宇宙アーキテクチャ」と題する白書を公表し、その検討状況の一端を明らかにしている<sup>15</sup>。既存のアーキテクチャは、様々なペイロードを最大限搭載した、複雑で高価な大型衛星を中心に構成されている。その結果、個々の衛星を失った際の影響も大きくなっており、潜在的な敵対者から見れば魅力的な攻撃対象となっている。例えば AEHF 軍用通信衛星と SBIRS GEO ミサイル警戒衛星は 1 機あたり約 10 億ドルと高価なことから、最低限必要な 4 機体制となる予定である<sup>16</sup>。このため、1 機でも失えば地理的なカバーに大きな穴が空くと懸念されている<sup>17</sup>。

このような問題を解決するために、新しいアーキテクチャにおいてはミッションや機能、センサーの分散を図り、個々の衛星については可能な限り簡素化・小型化・低価格化を目指すこととされている<sup>18</sup>。具体的な分散方法については、宇宙コマンドの白書において 5 つのアプローチが列挙されている。1 つ目は「分割」(fractionation) であり、複数の小型衛星を連携させることで大型衛星と同等の能力を発揮させる方法である。2 つ目は「機能分散」(functional disaggregation) であり、従来は 1 つの衛星に集約していた複数のペイロードを異なるプラットフォームへと分散させる方法である。3 つ目は「ペイロードの相乗り」(hosted payloads) であり、様々な衛星の余剰空間にペイロードのみ間借りする方法である。4 つ目は「多軌道分散」(multi-orbit disaggregation) であり、地球同期軌道や太陽同期軌道といった複数の軌道に衛星等を分散させる方法である。5 つ目は「多領域分散」(multi-domain disaggregation) であり、陸海空といった宇宙以外の領域のシステムもあわせて活用する方法である。

これらのアプローチを念頭に置きながら、米空軍宇宙コマンドはミッション毎に将来のアーキテクチャに関する検討を進めている。そうした中、分散型アーキテクチャの先駆けとなりそうなのが、2020 年頃に打ち上げ見込みの WSF 次期軍用気象衛星である<sup>19</sup>。米空軍は 2015 会計年度から同衛星の開発を始める予定であり、搭載するセンサーを民生用気象衛星や他国の気象衛星では代替不可能なものに限定することで、現在の DMSP 衛星よりも小

型なものとすることを目指している<sup>20</sup>。また、2020年代半ばには AEHF と SBIRS GEO の後継システムが必要となることから、これらについても将来的なアーキテクチャのあり方が議論されている<sup>21</sup>。その中では前記の「機能分散」というアプローチが視野に入れられており、現在は1つの衛星に集約されている戦略用と戦術用のペイロードを分散させることが検討されている<sup>22</sup>。これにより、核戦力の運用に用いる戦略用ペイロードへの攻撃は、核戦争の危険を伴うことを明確に敵対者に理解させることができると期待されている。さらに GPS についてはもともと分散型アーキテクチャが採用されている一方で<sup>23</sup>、ジャミング等の脅威が増大している中、現状における GPS への軍事的な依存度合いが適切か否かという点について検討が進められている<sup>24</sup>。

このように米国が主としてアーキテクチャレベルでの抗たん性強化に取り組んでいる一方で、日本はプラットフォームレベルでの抗たん性（survivability）強化に取り組み始めている。2013年末に公表された新しい「防衛計画の大綱」と「中期防衛力整備計画」では、衛星の抗たん性を向上させていくとの規定が初めて盛り込まれ、その具体的な手段として宇宙状況監視（SSA）への取り組みと衛星防護の研究が列挙されている<sup>25</sup>。

こうした方針を具体化していくために、防衛省の平成26年度予算案には、SSAシステムの導入可能性の調査や、衛星等に対する FPS-5 警戒管制レーダーの探知・追尾能力等の技術的検証、衛星通信へのジャミング対策の研究、防衛省・自衛隊の衛星防護のあり方に関する調査研究などが盛り込まれている<sup>26</sup>。

## おわりに

安定的な宇宙利用を確保していくことは、宇宙利用に依存する日米両国にとって重要な安全保障課題となっている。そうした中、とりわけ両国の防衛当局は宇宙利用に関する抗たん性強化の取り組みを進めている。

とはいえ、両国の取り組みは緒に就いたばかりであり、克服すべき課題も多い。米空軍宇宙コマンドは、分散型宇宙アーキテクチャを導入する際の課題として、衛星の簡素化が逆に地球局等の複雑化をもたらしかねないこと、他者の衛星に相乗りした場合に軌道変更の有無をめぐって利益相反が生じる恐れがあること、衛星数の増加によって期待された節減効果が相殺されかねないことなどを挙げている<sup>27</sup>。そもそも、厳しい財政環境の中で宇宙アーキテクチャの大転換を行い得るのかという点については、米国政府内外で議論が続いている<sup>28</sup>。日本は新しい「防衛計画の大綱」などを通じて抗たん性強化の方針を打ち出したばかりであり、検討の初期段階にあるものと考えられる。まずは現状における脆弱性と抗たん性のレベルを評価することから始める必要があるだろう。その際、米国の取り組みは先行事例として参考になるものと考えられる。

アーキテクチャレベルかプラットフォームレベルかという力点の差異はあるものの、抗たん性の強化が日米共通の課題となっていることは間違いない。米国は同盟国等との協力を通じて抗たん性を強化していく方針を示しており<sup>29</sup>、日本の貢献にも期待感を表明してい

る<sup>30</sup>。日本も「防衛計画の大綱」などにおいて、米国等との連携を図っていく方針を示している<sup>31</sup>。宇宙利用に関する抗たん性の強化は、今後、安全保障分野における日米協力の新たな柱となる可能性を有している。

(2014年3月14日脱稿)

---

<sup>1</sup> 米空軍宇宙コマンドによると「resilience」は能力 (capability) の評価基準であり、「survivability」は個々のプラットフォームの評価基準である。Nick Martin, Space and Missile Systems Center, Air Force Space Command, U.S. Air Force, *Acquiring Resilience*, NDIA Forum on Resilience for Space Systems, Colorado Springs, Colorado, August 14, 2013, slide 3. 後述のとおり、米国は個々の衛星の「survivability」に加えて、宇宙利用に関するアーキテクチャ全体の「resilience」を強化することに力を入れている。日本については衛星の「survivability」を強化するための取り組みを始めている。「防衛計画の大綱」の英語版でも「抗たん性」の英訳として「survivability」が用いられている。Japan Ministry of Defense, *National Defense Program Guidelines for FY 2014 and beyond*, December 17, 2013, p. 20.

<sup>2</sup> William L. Shelton, Commander, Air Force Space Command, U.S. Air Force, Speech at 2013 AFA Pacific Air & Space Symposium, Los Angeles, California, November 21, 2013.

<sup>3</sup> 宇宙利用を妨害する方法としては、通信リンクへのジャミングやキネティック弾頭による衛星破壊以外にも、軌道上の衛星に対する電磁パルス攻撃やレーザー照射、宇宙システムへのサイバー攻撃、地球局への物理的攻撃などが考えられる。

<sup>4</sup> U.S. Department of Defense and Office of the Director of National Intelligence, *National Security Space Strategy*, Unclassified Summary, January 2011, p. 3.

<sup>5</sup> *Ibid.*, pp. 1-2.

<sup>6</sup> William L. Shelton, *Space and Cyberspace -- Foundational Capabilities for the Joint Warfighter and the Nation*, Air Force Association Air Warfare Symposium, Orlando, Florida, February 21, 2014.

<sup>7</sup> 2014年3月公表の「4年毎の国防計画の見直し」でも、こうした方針が示されている。U.S. Department of Defense, *Quadrennial Defense Review 2014*, March 2014, p. 37.

<sup>8</sup> Air Force Space Command, U.S. Air Force, *White Paper on Resiliency and Disaggregated Space Architectures*, August 21, 2013.

<sup>9</sup> 「国家安全保障戦略」平成25年12月17日 国家安全保障会議決定、閣議決定、8頁。

<sup>10</sup> 「平成26年度以降に係る防衛計画の大綱」平成25年12月17日 国家安全保障会議決定、閣議決定、2頁。「中期防衛力整備計画（平成26年度～平成30年度）」平成25年12月17日 国家安全保障会議決定、閣議決定、12頁。

<sup>11</sup> The President of the United States, *National Space Policy of the United States of America*, Presidential Policy Directive-4, June 28, 2010, pp. 4, 9.

<sup>12</sup> これは、抗たん性の強化により敵対者が攻撃によって獲得し得る便益を減らし、攻撃の意欲を減じさせることを期待するものである。

<sup>13</sup> Michael L. Howard, “National Space Policy...,” *Army Space Journal*, Vol. 9, No. 3, 2010 Fall/ 2011 Winter Edition, p. 22; Gregory L. Schulte, “A New National Security Strategy for Space,” *High Frontier*, Vol. 7, No. 2, February 2011, p. 7.

<sup>14</sup> 分散以外にも、冗長性や TTPs (tactics, techniques and procedures) なども抗たん性を強化する手段として位置付けられている。Kurt Neuman, Space and Missile Systems Center, Air Force Space Command, U.S. Air Force, *Resiliency and Disaggregation*, NDIA Forum on Resilience for Space Systems, Colorado Springs, Colorado, August 14, 2013, slide 8. なお、国防部門と並び安全保障目的の宇宙利用を担っている情報部門 (国家偵察局など) における抗たん性強化の取り組みについては不明である。分散というアプローチは情報部門の必要性には合致しない可能性が指摘されている。Ellen Pawlikowski, Doug Loverro, and Tom Cristler, “Space: Disruptive Challenges, New Opportunities, and New Strategies,” *Strategic Studies Quarterly*, Vol. 6, No. 1, Spring 2012, p. 45. もっとも、国防部門と情報部門が共同で策定した NSSS において抗たん性の強化が規定されていることから、情報部門においても何らかの取り組みが進められているものと考えられる。

<sup>15</sup> Air Force Space Command, *White Paper on Resiliency and Disaggregated Space Architectures*.

<sup>16</sup> William L. Shelton, *The USAF in Space and Cyber in the 21st Century*, The George Washington University, Washington, D.C., January 8, 2014.

<sup>17</sup> *Ibid.*

<sup>18</sup> 地球局や打ち上げシステムなどについても分散型アーキテクチャへの移行を検討すべきであると宇宙コマンドの白書は指摘している。Air Force Space Command, *White Paper on Resiliency and Disaggregated Space*

---

Architectures.

<sup>19</sup> Mike Gruss, "Shelton Offers Glimpse of Future Vision for Space," *Space News*, January 7, 2014.

<sup>20</sup> U.S. Air Force, *Fiscal Year 2015 Budget Overview*, March 2014, p. 35; Shelton, *Space and Cyberspace -- Foundational Capabilities for the Joint Warfighter and the Nation*.

<sup>21</sup> U.S. Air Force, *Fiscal Year 2015 Budget Overview*, p. 35.

<sup>22</sup> Air Force Space Command, *White Paper on Resiliency and Disaggregated Space Architectures*.

<sup>23</sup> Pawlikowski, Loverro, and Cristler, "Space: Disruptive Challenges, New Opportunities, and New Strategies," p. 46.

<sup>24</sup> Shelton, *Space and Cyberspace -- Foundational Capabilities for the Joint Warfighter and the Nation*.

<sup>25</sup> 「平成 26 年度以降に係る防衛計画の大綱」18 頁。「中期防衛力整備計画（平成 26 年度～平成 30 年度）」9 頁。この他、2013 年 1 月に策定された新しい「宇宙基本計画」においては、準天頂衛星システムに一定の抗たん性をもたせるための研究を行うとの記述がある。「宇宙基本計画」平成 25 年 1 月 25 日宇宙開発戦略本部決定、15－16 頁。

<sup>26</sup> 防衛省「我が国の防衛と予算（案）平成 26 年度予算の概要」2013 年 12 月、16 頁。

<sup>27</sup> Air Force Space Command, *White Paper on Resiliency and Disaggregated Space Architectures*.

<sup>28</sup> Mike Gruss, "USAF Examining Alternatives for All of Its Big Satellite Programs," *Space News*, February 17, 2014; Cristina T. Chaplain, Director, Acquisition and Sourcing Management, U.S. Government Accountability Office, Testimony Before the Subcommittee on Strategic Forces, Committee on Armed Services, U.S. Senate, March 12, 2014.

<sup>29</sup> 具体的には、同盟国等との間で、衛星の共同開発や共同利用、ペイロードの相乗り、任務の共有などを行うことが想定されている。Schulte, "A New National Security Strategy for Space," p. 7.

<sup>30</sup> Frank A. Rose, Deputy Assistant Secretary of State for Space and Defense Policy, U.S. Department of State, Remarks at 3rd International Symposium on Sustainable Space Development and Utilization for Humankind, Tokyo, Japan, February 27, 2014.

<sup>31</sup> 「平成 26 年度以降に係る防衛計画の大綱」18 頁。