



## 宇宙での戦闘——イラン発射弾道ミサイル迎撃 対処と宇宙戦法規

防衛戦略研究室 2等空佐 山田 尊也

### はじめに

米軍にとって、2024年4月14日は、新たなドメインで戦いが始まった日として記憶されるかもしれない。まだ詳細は明らかではないため、確定的なことは言えないが、この日、米軍は、おそらく初めて戦闘において宇宙空間で敵を撃破、つまり「宇宙での戦闘」を行ったのではないかと考えられる。とはいえ、宇宙空間で映画『スター・ウォーズ (Star Wars)』のように宇宙船同士の撃ち合いがあったわけではない。

イスラエルが、2024年4月1日にシリアのダマスカスにあるイラン大使館を攻撃し、イラン革命防衛隊 (IRGC) の指揮官らを殺害した事案の報復として、イランは、4月13日夜から14日朝にかけて、イスラエルに対して多数の無人機、巡航ミサイル及び準中距離弾道ミサイル (MRBM) による大規模な攻撃を行った<sup>1</sup>。当事国のイスラエル軍は、戦略的パートナー諸国と協力してそのほとんどを迎撃したと発表した<sup>2</sup>。

これに関し、米海軍協会 (USNI) のニュースサイトは、「イランによるイスラエル攻撃への対処において、米国のミサイル駆逐艦が、弾道ミサイルを迎撃するために開発されたミサイルを実戦で初めて発射した。」と伝え、スタンダードミサイル (SM-3) が初めて実戦使用されたことが伝えられた<sup>3</sup>。米中央軍もプレスリリースで、米欧州軍の駆逐艦が、イスラエルを攻撃するためにイランやイエメンから発射された弾道ミサイルのうち、少なくとも6発を破壊したと発表している<sup>4</sup>。

<sup>1</sup> イスラエル軍によれば、イランによって170機の無人機と、30発の巡航ミサイル及び少なくとも110発の弾道ミサイルがイスラエルに向けて発射されたと報道されている。“Why Have Israel and Iran Attacked Each Other?” *BBC NEWS*, <https://www.bbc.com/news/world-middle-east-68811276>.

<sup>2</sup> イスラエル軍は、発射されたミサイル等の99パーセントを迎撃したと発表している。Israel Defense Force, “The Iranian Attack – Real Time Updates,” 2024/4/14 22:00, <https://www.idf.il/en/Mini-sites/the-iranian-attack-real-time-updates/>; “How Israel and allied defenses intercepted more than 300 Iranian missiles and drones,” *CNN*, Apr 14, 2024, <https://edition.cnn.com/2024/04/14/middleeast/israel-air-missile-defense-iran-attack-intl-hnk-ml/index.html>.

<sup>3</sup> “SM-3 Ballistic Missile Interceptor Used for First Time in Combat, Officials Confirm,” *USNI NEWS*, Apr 15, <https://news.usni.org/2024/04/15/sm-3-ballistic-missile-interceptor-used-for-first-time-in-combat-officials-confirm>.

<sup>4</sup> USCENTCOM, “Defense of Israel Activities Update,” Apr 14, 2024, <https://www.centcom.mil/MEDIA/PRESS>

ここで非常に重要なことは、今回の弾道ミサイルの SM-3 による迎撃は、実験や演習ではなく実戦であるということであり、それはつまり戦闘状況下の宇宙空間において軍事目標を破壊したということである<sup>5</sup>。そしてこれは、武力紛争法についても重大な意味がある。

これまで武力紛争法は、陸戦法規、海戦法規というように戦域のドメイン毎に確立してきた<sup>6</sup>。また、どのドメインの法規が適用されるかは、攻撃者の位置ではなく攻撃目標の位置、つまり「敵対行為の結果の発現場所<sup>7</sup>」に依拠している<sup>8</sup>。例えば軍艦同士の戦闘には海戦法規が適用され、軍艦による地上目標に対する艦砲射撃には、陸戦法規が適用される。陸戦、海戦に続き、空戦が新たなドメインとして登場した時、新たに法的ドメインを形成するかについて問題となった。空対空戦闘や地対空、艦対空戦闘を律する空戦法規については、陸戦法規、海戦法規と並ぶ独立した法的ドメインとして扱う考えと、海と空の空間の類似性から空戦法規を海戦法規に従属したものとして扱う二つの見解があるとされる<sup>9</sup>。

そして今般、宇宙空間を飛行中の弾道ミサイルに対して海上や陸上からの攻撃が行われたということは、宇宙への攻撃（Attack to Space）が行われているということ、つまり、敵対行為の結果の発現場所が宇宙となる戦闘である宇宙戦が行われているということである。そしてこれを規律する法、つまり、宇宙戦法規について、独立した法的ドメインとなるのか、空に続く空間としての類似性から空戦法規に従属したものとなるのかについても、検討の必要があるものと考えられる<sup>10</sup>。

本稿は、イスラエル攻撃のためイランが発射した弾道ミサイルの迎撃について、宇宙での戦闘が生じたという視点からこれを概観するとともに、新たなドメインである宇宙に関する武力紛争法が、別の新たな法的ドメインを形成するかどうかについて、スペースデブリの問題を嚆矢として取り上げ、その判断の一端を提起するものである。

---

-RELEASES/Press-Release-View/Article/3740744/defense-of-israel-activities-update/.

<sup>5</sup> 湾岸戦争において、地対空ミサイルのペトリオット（MIM-104 Patriot）が、イラクのスカッド（R-11/R-17 Scud）短距離弾道ミサイルを迎撃したが、ペトリオットは、弾道ミサイルが大気圏に再突入して着弾するまでのターミナル（終末）段階での迎撃用の為、宇宙空間での破壊は行われない。これに対し、艦艇に搭載の SM-3 ミサイルは、弾道ミサイルが大気圏外で慣性飛行しているミッドコース（中間）段階での迎撃用の為、その破壊は宇宙空間で行われることになる。

<sup>6</sup> 陸戦法規と海戦法規の関係は、「これらの歴史的生成過程および国家実行からして一方が他方の特別法になっているとは思えない…国際人道法は空戦法規形成前には陸海の二つの独立した法的ドメインに区分されていた。」とされる。真山全「サイバー活動・電磁波・宇宙に関する技術的展開の国際人道法への影響—新作戦ドメインは国際人道法の新法的ドメインにもなるのか—」（笹川平和財団 新領域研究会編『新領域安全保障 サイバー・宇宙・無人兵器をめぐる法的課題』、ウェッジ）、2024年、76頁。

<sup>7</sup> 同上、80頁。

<sup>8</sup> 適用法規が攻撃目標の位置に依拠する理由としては、「陸上にある人や物への攻撃を規律する規則が攻撃者の場所次第で異なれば不都合が生じるのは明らかで、攻撃目標や保護対象の所在場所を基準に区分するのが最も合理的」であるからとされる。真山全「X 空戦法規」（黒崎将広、坂元茂樹、西村弓、石垣友明、森肇志、真山全、酒井啓亘『防衛実務国際法』弘文堂）、2021年、519頁、パラグラフ 1120。また、このことを示す条文上の規定としては、1949年8月12日のジュネーヴ諸条約の国際的な武力紛争の犠牲者の保護に関する追加議定書（ジュネーヴ諸条約第一追加議定書）第49条第3項がある。

<sup>9</sup> 真山、前掲注6書、78-79頁。

<sup>10</sup> これを検討するものとして、同上、81-86頁。

## 1 宇宙での戦闘

### (1) 「最初の宇宙戦争」と「最初の商業宇宙戦争」

言うまでもなく、宇宙と軍事との関係は、今回が初めてではない。最初の人工衛星スプートニクを打ち上げたソ連のロケットは、世界初の大陸間弾道ミサイル (ICBM) R-7 の転用であったように、宇宙開発の黎明期から、宇宙と軍事とは極めて密接な関係があった。多くの宇宙開発が軍主導で行われ、当時の宇宙飛行士は米ソ両大国とも軍人であったし、冷戦を通じて、数多くの軍事衛星が米ソ両大国を中心に多数運用されてきた。そして、実際の戦闘では、1991 年の湾岸戦争において、全地球測位システム (GPS) や衛星による ISR (情報収集、警戒監視、偵察)、衛星通信等の軍事宇宙能力が初めて大規模に利用されたため、「最初の宇宙戦争 (the First Space War)」とも呼ばれた<sup>11</sup>。

また、2022 年 2 月 24 日に始まったロシアによるウクライナへの軍事侵攻 (以下「ウクライナ紛争」という。) では、開戦劈頭にウクライナ軍の通信インフラは深刻な打撃を受けたが、ウクライナは SpaceX 社に支援を要請し、同社の商用衛星を利用して、通信を回復させた。ウクライナ軍は、商用衛星通信を利用して、偵察用ドローンと攻撃用ドローンを連携させ、ロシアの戦車を撃破していることがその後の報道で明らかとなっている<sup>12</sup>。ウクライナ紛争において、商用の優れた宇宙能力の軍事的利用は、通信分野にとどまらない。ウクライナは、民間の衛星画像サービス企業にも支援を求め、ICEYE 社等から衛星画像の入手を可能としている<sup>13</sup>。こうした衛星の画像情報は、数千のロシア軍の装備品の特定と破壊に貢献したとされる<sup>14</sup>。このようにウクライナ紛争における宇宙能力の活用は、商用の優れた宇宙能力 (特に衛星コンステレーションによる通信や地上観測の分野) が、大規模かつ軍事的に利用されはじめたことが特徴的であり、「最初の商業宇宙戦争 (the First Commercial Space War)」ともいわれている<sup>15</sup>。

しかしながら、これらの戦いはいずれも宇宙での戦闘、つまり、宇宙への攻撃 (Attack to Space) や宇宙における攻撃 (Attack in Space) は生起しておらず、国際法の観点から見た場合、宇宙戦法規が適用される厳密な (狭義の) 意味での宇宙戦ではない。

---

<sup>11</sup> 宇宙システム (GPS、偵察衛星、早期警戒衛星等) が作戦にうまく統合されたため、メリル・マクピーク (Merrill McPeak) 空軍参謀長はこれが最初の「宇宙戦争」であると言った。Stephen Buono, Aaron Bateman. “A Short History of Space Security,” *The Oxford Handbook of Space Security*, 2024, p.33.

<sup>12</sup> “Elon Musk’s Starlink Helping Ukraine to Win the Drone War,” *The telegraph*, March 18, 2022, <https://www.telegraph.co.uk/world-news/2022/03/18/elon-musks-starlink-helping-ukraine-win-drone-War/>.

<sup>13</sup> “Iceye to Supply Ukraine with SAR Satellite Imagery via Ukrainian Foundation,” *Breaking Defense*, August 18, 2022, <https://breakingdefense.com/2022/08/iceye-to-supply-ukraine-with-sar-satellite-imagery-via-ukrainian-foundation/>.

<sup>14</sup> ウクライナ軍は、合成開口レーダー (SAR) 衛星の運用開始から 5 か月間で、ロシア軍の侵攻拠点約 1 千か所を撮影し、7 千以上の標的を発見しその多くを破壊した。“Iceye Satellite, Purchased with Donations from Ukrainians, Helped Identify and Destroy Thousands of Russian Military Equipment,” Defence Intelligence of the Ministry of Defence of Ukraine, march 9, 2023, <https://gur.gov.ua/en/content/nadanyi-hur-mo-ukrainy-kosmichnyi-aparat-iceye-dopomih-vyivvyty-ta-znyshchy-ta-znyshchyty-tysiachi-odynts-vorozhoi-tekhniky.html>.

<sup>15</sup> Ben Ogden, “Recycling in the Ultimate High Ground,” War Room – U.S. Army War College, 13 October 2022, <https://warroom.armywarcollege.edu/articles/recycling-high-ground/>.

## （２）厳密な意味での宇宙戦 ― 宇宙戦法規が適用される宇宙での戦闘

「最初の宇宙戦争」と呼ばれた湾岸戦争や、「最初の商業宇宙戦争」と呼ばれるウクライナ紛争とは異なり、2024年4月14日のイランが発射した弾道ミサイルの迎撃においては、宇宙への攻撃が生じた。つまりこれは、宇宙戦法規が適用される厳密な意味での宇宙戦が遂に行われるようになったことを示している。

尤も、人類史上初めてとなる宇宙での戦闘は、イランによる今回の攻撃の約半年前に同じ地域で生じたようである。最初の宇宙戦として報道されたのは、2023年10月31日にイランの支援を受けたフーシ派によりイエメンから発射された弾道ミサイルを、イスラエル国防軍（IDF）がアロー（Arrow）ミサイル防衛システムを使用して弾道ミサイルを撃墜したケースである<sup>16</sup>。これが宇宙空間で行われた初めての戦闘であると考えられるとテレグラフ紙（*The Telegraph*）等で報道された<sup>17</sup>。

しかしこれは誤報のようである。なぜなら、この時のIDFの発表では、「イスラエル空軍のアロー防空システムが紅海地域で地対地ミサイルを迎撃した。」とだけ発表されており、迎撃したミサイルのシステムや迎撃点等の詳細は何も触れられていない<sup>18</sup>。アロー防空システムには、最初に配備されたターミナル段階（大気圏再突入後）での迎撃を担うアロー2と、後から開発されたミッドコース段階（宇宙空間）での迎撃を担うアロー3の2種類が存在し、ともに配備されているが、この時点でどちらが使用されたかの詳細は出ていなかった。そして、この翌週11月9日に生じた同様の攻撃に対して迎撃を行ったIDFの発表においては、「イスラエルの対空陣地の兵士は、今夜初めて迎撃ミサイル『アロー3』の実戦発射に成功した。」「これは、アロー3システムが、2017年に運用配備されて以来、初めての実戦での迎撃」「先週、アロー2システムによって実行された最初の実戦での迎撃に続くもの」「アロー3ミサイル防衛システムは、超長距離迎撃能力があり、大気圏外で弾道ミサイルを迎撃するように設計されている。」と詳細が述べられた<sup>19</sup>。

このことから、2023年10月31日のフーシ派による弾道ミサイル攻撃に対する迎撃は、宇宙空間での迎撃能力のないアロー2により迎撃され<sup>20</sup>、同年11月9日の迎撃は、宇宙空

---

<sup>16</sup> イエメンの反徒であるフーシ派とイスラエルとの戦闘は、国家間同士の紛争ではない。武力紛争法の観点からは、非国際的武力紛争（NIAC: Non-International Armed Conflict）となることに注意が必要である。

<sup>17</sup> “How Israel Shot Down a Ballistic Missile in Space for the First Time,” *The Telegraph*, November 5, 2023, <https://www.telegraph.co.uk/world-news/2023/11/04/how-israel-shot-down-ballistic-missile-in-space-houthis/>; “Missile from Yemen to Israel: Unprecedented Launch, Unprecedented Interception,” *Haaretz*, <https://www.haaretz.com/israel-news/security-aviation/2023-11-05/ty-article/premium/missile-from-yemen-to-israel-unprecedented-launch-unprecedented-interception/0000018b-8f88-d7a8-afcf-afab9c5e0000>.

<sup>18</sup> “Cruise Missile Intercepted by “Adir” Jet and Surface-To-Surface Missile Intercepted by “Arrow” Aerial Defense System,” *IDF Press Releases*, November 2, 2023, <https://www.idf.il/en/mini-sites/idf-press-releases-regarding-the-hamas-israel-war/november-23-pr/cruise-missile-intercepted-by-adir-jet-and-surface-to-surface-missile-intercepted-by-arrow-aerial-defense-system/>.

<sup>19</sup> “The Arrow 3 System's First Successful Operational Interception,” *IDF Press Releases*, November 10, 2023, <https://www.idf.il/en/mini-sites/idf-press-releases-regarding-the-hamas-israel-war/november-23-pr/the-arrow-3-system-s-first-successful-operational-interception/>.

<sup>20</sup> 湾岸戦争において、イラク軍のスカッドミサイルを米軍のペトリオットが迎撃したが、ペトリオットもアロー2と同じくターミナル段階（大気圏内）での迎撃用のミサイルであった。

間での迎撃能力のあるアロー 3 により迎撃されたことが分かり、10 月末の迎撃を史上初の宇宙戦とするテレグラフ紙等は誤報であって、史上初の宇宙戦は 11 月の迎撃であったものと考えられる。

多少の日付の前後はあるが、いずれにせよ、弾道ミサイルに対する多層防御を長年にわたって確立してきたイスラエルによって、2023 年秋には史上初の宇宙戦となる弾道ミサイルの宇宙での撃破が行われたとみて間違いないようである。そしてこれに続き、2024 年 4 月 14 日のイランの発射した弾道ミサイルに対する迎撃では、このイスラエルの弾道弾迎撃ミサイルと、米国イージス艦からの弾道弾迎撃ミサイルの 2 つによって行われた。いよいよ実験や演習ではなく実戦で宇宙空間における撃破が行われる時代が到来したといえよう。

## 2 宇宙戦とスペースデブリ

弾道ミサイルの迎撃は、かつては「ピストルの弾を別のピストルの弾で撃ち落とすようなものだ」と揶揄されるほど、技術的に困難なものの代名詞のように扱われたが、いよいよ実戦で当然のように行われるようになった。なかでも宇宙空間での迎撃は、大きな技術的成果であるとともに、各国軍にとっては宇宙戦争の扉を開くものとなる。本項では、ASAT（対衛星攻撃）実験等においても問題となるスペースデブリ（space debris）に着目し、宇宙戦における弾道ミサイル迎撃とスペースデブリの問題について技術的側面から概観する。

### （1）弾道ミサイル攻撃とその迎撃に使用されたミサイル

#### ア イランの弾道ミサイル

今回、イスラエル攻撃に使用されたイランの弾道ミサイルは、イラン国営通信社（IRNA: Islamic Republic News Agency）によると、ケイバル・シェカン（Kheibar Shekan）弾道ミサイルと、エマド（Emad）弾道ミサイルの 2 種類とされる<sup>21</sup>。

ケイバル・シェカン弾道ミサイルは、2022 年に発表されたばかりの弾道ミサイルであり、高度な複合素材と固体燃料を使用して小型化を図り、商用トレーラーに似たトラックに 2 発ずつ積まれ発射される<sup>22</sup>。ミサイルの重量は約 4.5 トン、最大飛翔距離は 1,450 キロメートルで、弾頭は、重量 500 キログラム、命中直前に急激な機動が可能で迎撃を避けることができる機動再突入体（MaRV: Maneuverable Reentry Vehicle）とされる<sup>23</sup>。

エマド弾道ミサイルは、北朝鮮のノドンミサイルを元にイランで開発されたシャハブ 3（Shahab-3）ミサイルの派生型とされる比較的大型のミサイルで、2015 年に開発された<sup>24</sup>。車両積載式、液体燃料で単段式のミサイルであり、最大飛翔距離は 1,700 キロメートルで、弾頭は、重量 750 キログラムの MaRV とされる<sup>25</sup>。

<sup>21</sup> “Drones and Missiles Used in Iran’s Operation against Israel,” *IRNA*, April 15, 2024, <https://en.irna.ir/news/85445817/Drones-and-missiles-used-in-Iran-s-operation-against-Israel>.

<sup>22</sup> 「イラン最新ミサイル『ケイバル・シェカン』の特徴とは／イスラエルに到達した戦術固体燃料ミサイルの射程距離」(in Persian), *IRNA*, <https://www.irna.ir/news/8648509/>.

<sup>23</sup> *Ibid.*

<sup>24</sup> “Emad,” *MDAA*, June 5, 2018, <https://missiledefenseadvocacy.org/>.

<sup>25</sup> *Ibid.*

これらのミサイルはいずれも MRBM（準中距離弾道ミサイル：射程 1,000～3,000 キロメートル）に分類されるミサイルである。

### イ 米国とイスラエルの弾道弾迎撃ミサイル

一方、イランの弾道ミサイルを迎撃したミサイルは、米海軍のイージス艦の SM-3 ミサイルと IDF のアロー 3 ミサイルである。

SM-3 ミサイルは、米国のレイセオン（Raytheon）社が開発したミッドコース段階（宇宙空間）で弾道ミサイルを撃破する迎撃ミサイルであり、Block IA、IB 及び IIA の 3 つのタイプが実用化されている。最初に開発された SM-3 Block IA は、短距離弾道ミサイル及び中距離弾道ミサイルを迎撃するためのミサイルで、（弾頭の爆発ではなく）運動エネルギーのみで目標を破壊するキネティック弾頭（kinetic warhead）を有する<sup>26</sup>。2005 年頃から配備が始まった<sup>27</sup>。SM-3 Block IB ミサイルは、IA ミサイルのシーカーを改善し、機動性と推進システムを改良したものであり、2014 年から運用が開始されている<sup>28</sup>。SM-3 Block IIA ミサイルは、米国と日本との共同開発で、より広い範囲で弾道ミサイルを迎撃できるようミサイルの直径をそれまでの 343 ミリメートルから最下段の Mk72 ブースターの直径である 533 ミリメートルに拡大し、ロケットモーターの大型化、弾頭の大型化、シーカーの高性能化を図ったものである<sup>29</sup>。IIA ミサイルのキネティック弾頭の重量等の仕様の細部は明らかではないが、IA ミサイルのキネティック弾頭の重量は 23 キログラムとされており<sup>30</sup>、大型化していることからこれより重いことは確実である<sup>31</sup>。2019 年頃から米国と日本のイージス艦に配備が始まっている<sup>32</sup>。IIA ミサイルは、2020 年 11 月に、大陸間弾道弾（ICBM）の迎撃実験にも成功し<sup>33</sup>、ICBM にも一定程度の迎撃能力があることが実証された。

今回の迎撃で使用したミサイルについては、SM-3 のいずれのタイプであるかは不明であるが、発射された弾道ミサイルが Block I 系のミサイルで十分対応可能なものであるため、おそらくは Block I 系が使用されたものであると予想される。

アロー 3 ミサイルは、イスラエルが米国と開発した中距離弾道ミサイルを撃破するために設計された迎撃ミサイルであり、SM-3 と同じくキネティック弾頭を使用して宇宙空間で目標を撃破する<sup>34</sup>。大気圏内で弾道ミサイルを迎撃するアロー 2 ミサイルとともに重層的に弾道ミサイル防衛を形成するもので、2017 年に運用が開始された<sup>35</sup>。

<sup>26</sup> “SM-3 Interceptor,” Raytheon, <https://www.rtx.com/raytheon/what-we-do/strategic-missile-defense/sm-3-interceptor>.

<sup>27</sup> “Standard Missile-3(SM-3)(RIM-161A/B/C/D),” JANES, [https://customer.janes.com/display/NW\\_0075-JNW](https://customer.janes.com/display/NW_0075-JNW).

<sup>28</sup> *Supra* note 26.

<sup>29</sup> *Ibid.*

<sup>30</sup> *Supra* note 27.

<sup>31</sup> *Ibid.*

<sup>32</sup> *Ibid.*

<sup>33</sup> 「米、ICBM 迎撃実験に成功 日米共同開発ミサイルで」、ロイター、2020 年 11 月 18 日、<https://jp.reuters.com/article/idUSKBN27X2AB/>.

<sup>34</sup> Missile Defense Project, “Arrow 3 (Israel),” *Missile Threat*, Center for Strategic and International Studies, August 11, 2016, last modified July 16, 2021, <https://missilethreat.csis.org/defsys/arrow-3/>.

<sup>35</sup> *Ibid.*

## (2) 宇宙戦における弾道ミサイル迎撃によってスペースデブリは発生するのか

### ア 各国の ASAT 実験におけるスペースデブリ発生問題

これまで人工衛星を破壊する ASAT (anti-satellite) 兵器の使用では、度々、スペースデブリの発生が問題となっており議論の対象となってきた。1985 年の米国による F-15 戦闘機から空中発射された ASM-135 による ASAT 実験では、スペースデブリが軌道上に 20 年近く滞留した<sup>36</sup>。2008 年 2 月、米国が、制御不能となり地上に落下する危険があった自国の偵察衛星をイージス巡洋艦から発射した SM-3 Block IA ミサイルで破壊した<sup>37</sup>際は、衛星高度が低かった (247 キロメートル) ためスペースデブリの大部分は 48 時間以内に大気圏に落下したが、一部のスペースデブリは 18 か月後に漸く大気圏に突入した<sup>38</sup>。2007 年 1 月の中国による ASAT 実験では、運用を終えた自国の気象衛星「風雲 1 号 C (FY-1C)」を直接上昇型衛星攻撃兵器 (DA-ASAT : direct ascent anti-satellite weapon) の標的として使用したが、破壊した高度が約 850 キロメートルと高かったため、大量のスペースデブリが数十年間にわたって地球を周回し続けることが予想され、世界的に大きな非難を浴びた<sup>39</sup>。実際に FY-1C のスペースデブリの影響は生じており、国際宇宙ステーション (ISS: International Space Station) がこれを避けるため何度も衝突回避マヌーバを実行している<sup>40</sup>。また、ロシアは、2021 年 11 月に DA-ASAT の実験で自国の軍事衛星 (Cosmos 1408) をミサイルで破壊し、この時生じたスペースデブリの軌道が ISS の軌道と 90 分毎に交差することとなり、ISS 乗組みの宇宙飛行士が、ISS に係留されているソユーズ宇宙船に退避を余儀なくされる事態がこれまでに 2 度ほど生じている<sup>41</sup>。

<sup>36</sup> 1985 年 9 月、ASM-135 は、発射母機となる F-15 イーグル (Eagle) 戦闘機から高度 38,100 フィート (約 11.6 キロメートル) で発射され、目標とされた P78-1 ソルウィンド (Solwind) 太陽観測衛星 (Orbiting Solar Observatory Satellite) を高度約 525 キロメートルで破壊した。“Vought ASM-135A Anti-Satellite Missile,” National Museum of the United States Air Force, <https://nationalmuseum.af.mil/Visit/Museum-Exhibits/Fact-Sheets/Display/Article/198034/vought-asm-135a-anti-satellite-missile/>. この結果、追跡可能な破片 (スペースデブリ) が 285 個発生した。*History of On-Orbit Satellite Fragmentations (16<sup>th</sup> ed.)*, NASA Orbital Debris Program Office, December 2022, p.25.

<sup>37</sup> “Burning Frost, the view from the ground: shooting down a spy satellite in 2008,” *The Space Review*, June 21, 2021, <https://thespacereview.com/article/4198/1>.

<sup>38</sup> Brian Weeden, “Through a Glass, Darkly Chinese, American, and Russian Anti-Satellite Testing in Space,” Secure World Foundation, March 17, 2014, p.26.

<sup>39</sup> 松掛 暢「中国による自国衛星の破壊と宇宙条約」『阪南論集 社会科学編』第 43 巻第 2 号、2008 年、59 頁。

<sup>40</sup> 例えば、2021 年 11 月 10 日、FY-1C のデブリとの接近距離が約 600 メートルになることが予測されたため、これを回避するため ISS に接続されているプログレス貨物船のスラスターを使用して、ISS の軌道を上昇させた。“ISS Boosts Orbit to Avoid Collision with Space Debris,” *TASS*, November 11, 2021, <https://tass.com/science/1359871>. これは、中国の ASAT 実験から 14 年も後の出来事である。

<sup>41</sup> “Russia Tests Anti-Satellite Weapon, Astronauts Take Cover,” *Defense News*, November 16, 2021, <https://www.Defensenews.com/battlefield-tech/space/2021/11/15/russia-tests-anti-satellite-weapon-astronauts-take-cover/>. このことに関しロシア側は、ロシアは何らの国際協定にも違反しておらず、衛星の破片は軌道ステーションへの脅威にはならないと発表している。“Военные РФ подтвердили, что сбили советский спутник в ходе испытаний,” *Интерфакс*, 16 ноября 2021, <https://www.interfax.ru/russia/803293>.

## イ 弾道ミサイル迎撃におけるスペースデブリ発生問題 (ア) キネティック弾頭の破壊効果

いみじくも 2008 年に米国が、自国の偵察衛星を弾道弾迎撃用のミサイルで破壊した事例が示すように、弾道ミサイル迎撃と DA-ASAT とは、技術的、原理的に同じか非常に近いものであることを証明したが、DA-ASAT 時にスペースデブリが発生するのと同様に弾道ミサイル迎撃の際にもスペースデブリが発生するのであろうか。

前述のように、弾道弾迎撃ミサイルの弾頭はキネティック弾頭である。つまり、通常の対空ミサイルの弾頭のように炸薬で目標を爆破したり、爆破の破片で目標に危害を与えたりするものではない。キネティック弾頭は、高速で目標に衝突し、その運動エネルギーで目標を破壊する。SM-3 のキネティック弾頭の衝突時のエネルギーは、10 トントラックが、時速 600 マイル（時速約 966 キロメートル）で衝突するのと同程度だといわれる<sup>42</sup>。このような猛烈なエネルギーで弾道ミサイルの弾頭と迎撃ミサイルの弾頭とが衝突した場合、それらの大半は気化することになる<sup>43</sup>。気化した場合は、いわゆるスペースデブリにはならない。

また、別の理由からもスペースデブリになりにくいともされる。弾道ミサイルの弾頭重量が迎撃ミサイルのキネティック弾頭重量より十分重い場合、破碎された断片は、物理法則に従って元の弾道ミサイルの弾頭の軌道に近い軌道を進むことから、大気圏に突入し、燃え尽きるか地上に落下することとなる<sup>44</sup>。

いずれの理由からも、弾道ミサイル迎撃によってスペースデブリが発生する可能性は低いと説明され、米国の議会調査局報告書（CRS report）によっても「多数の弾道ミサイル防衛実験を実施し、…迎撃によって生じた破片は、…重大ではない。これは特に現在のミサイル防衛実験に当てはまる。」とされている<sup>45</sup>。

---

<sup>42</sup> *Supra* note 26.

<sup>43</sup> 仮に、それぞれの弾頭が、同じ材質で構成されていると想定した場合、衝突速度が、秒速 3 から 5 キロメートルの場合、固体の破碎が大部分で、熔融はあるが気化はほとんどなく、秒速 5 キロメートル以上の場合、大半が融解し若干の気化がみられ、秒速 7 キロメートルの場合、気化が大半となるとされる。Jhon L. Remo, “Orbital Debris Effects from Space-Based Ballistic Missile Interception,” *Journal of Spacecraft and Rockets*, Vol.42, No.3 May 2005, p.490. 今回発射された弾道ミサイルは、最大飛翔距離が 1,450 から 1,700 キロメートルであり、イランとイスラエルとの距離は最短部分で約 1,000 キロメートルであることを考えると、イランの国土のどこから発射したかにもよるが、おおよそ最大射程に近い場所から発射した（最小エネルギー弾道で発射した）と仮定すれば、計算上、弾道ミサイルの速度は秒速 3.5 から 4 キロメートルとなり、最高高度は 400 から 450 キロメートル程度になると計算できる。また、迎撃ミサイルの SM-3 Block IIA の終末速度は秒速 3 から 4.5 キロメートルといわれていることから、相対速度つまり衝突速度は、最大（正対時）秒速 6.5 から 8.5 キロメートルにもなることから、大半が気化する結果となることが予想される。

<sup>44</sup> *Ibid.*, p.492.

<sup>45</sup> Steven A. Hildreth, Allison Arnold, “Threats to U.S. National Security Interests in Space: Orbital Debris Mitigation and Removal,” *CRS Report for Congress*, CRS-R43353, Jan 2014, p.4. 日本の国会においても、令和 4 年の浜田防衛大臣の答弁で、「宇宙空間で弾道ミサイルを迎撃してデブリを発生させた場合について国際的な約束等は存在いたしません、いずれにしても、当該国が、弾道ミサイルを発射した事実も含め、必要な情報を関係国、関係機関等に適切に提供していくものと考えます。」とデブリ発生時の対処について述べる一方、「弾道ミサイルを迎撃した際の破片の飛散については、多種多様な要素に大きく

しかし、これらの記述に基づいて弾道ミサイル防衛においてスペースデブリが全く発生しないと判断するのは早計であろう<sup>46</sup>。

### (イ) スペースデブリの発生可能性

上述の CRS レポートでは、「米ミサイル防衛庁によると、デブリのモデリングでは、迎撃衝突時に質量のほぼ半分が蒸発し、4分の1が数十グラム未満の破片に分散して再突入時に燃え尽き、残りの4分の1が再突入時に燃え尽きず、地面に到達するのに十分な大きさの破片になると予想される。これらのデブリが大気圏に再突入するまでにどれくらいの期間、軌道上に留まるかは不明」とされる<sup>47</sup>。したがって、猛烈な運動エネルギーで大半が気化したとしても、その残りは破片を形成することとなる。そして、その破片が軌道上にある期間は短いと例を挙げるが、これはある種の理想的な状況下による実験であるからこそそう言えるのであって、必ずしも常にそうなるものではないと考えられる。実際に、これまでの迎撃実験は、「デブリに対する懸念から、宇宙空間のデブリの総量を最小限に抑えるため、米ミサイル防衛庁は、準軌道目標を下降軌道にかつ低高度で迎撃を行う措置をとった」とされる<sup>48</sup>。つまり、弾道ミサイルの迎撃実験におけるデブリの発生は、「懸念事項ではあるが、慎重な計画によって軽減できる」ものであり<sup>49</sup>、逆に言えば、慎重な計画がなければ、デブリ発生の懸念は完全には否定できないものである<sup>50</sup>。

考えてみれば、弾道ミサイル迎撃実験を行うに際し、地上被害や宇宙空間でのスペースデブリの拡散を防ぐために、そうした被害が最小限となる理想的状況を工夫乃至は作為することは、ある種当然といえる。その一方で、実際の戦闘においては必ずしも理想的状況での迎撃とはならないのは、これまた自明といえるであろう。

とはいえ、このような弾道ミサイルの迎撃によってスペースデブリが発生する程度については、これを指摘する宇宙物理学者であっても、「長寿命のデブリは全体のほんの一部にすぎないかもしれない」とし、宇宙に「残存する割合は、基礎となる力学により、ASAT 兵

---

影響を受けるものであることから、予測することは極めて困難でありますけれども、一般論として申し上げれば、弾道ミサイルを迎撃した際に生成された破片は、大気圏への再突入時に、大気との摩擦により小さなものは焼失するものと考えております。」として一般的には大気圏に再突入し焼失するとしている。第210回国会 衆議院 安全保障委員会外務委員会北朝鮮による拉致問題等に関する特別委員会連合審査会議録第1号（令和4年10月13日）、13頁、浜田防衛大臣答弁。

<sup>46</sup> 弾道ミサイル迎撃実験ではデブリが発生しないという想定は精査する必要があるとして、弾道ミサイル迎撃によるデブリ発生メカニズムを指摘するものとして、Michael Byers, Aaron Boley, “Space Security,” *Who Owns Outer Space?: International Law, Astrophysics, and the Sustainable Development of Space*, Cambridge Studies in International and Comparative Law, Cambridge University Press, 2023, pp.283-288.

<sup>47</sup> Hildreth, *supra* note 45, p.5.

<sup>48</sup> Bruce M. DeBlois, Richard L. Garwin, R. Scott Kemp, and Jeremy C. Marwell. “Space Weapons: Crossing the U.S. Rubicon,” *International Security*, Vol.29, no.2, Fall 2004, p.64.

<sup>49</sup> *Ibid.*, p.65.

<sup>50</sup> 少なくとも計算上では、NASAの標準破砕モデルを使用した場合、迎撃衝突時デブリの速度変化 ( $\Delta v$ ) は、破片モデルの面積質量比に依拠し、小さなセンチメートルサイズのデブリは周回軌道に乗るのに十分な  $\Delta v$  が与えられる可能性があり、追跡不可能な小さなデブリが発生する可能性が指摘されている。Byers, Boley, *supra* note 46, pp.287-288.

器実験で見られる割合よりもはるかに低く、…小さな破片に限定される」、「…分析が示すように、弾道ミサイルの迎撃では、衛星への攻撃より大幅に少ないスペースデブリしか発生しない。」と再三述べている<sup>51</sup>ことに留意は必要であろう。

### (ウ) 多層防御に伴う問題

弾道ミサイル迎撃は、かつては非常に困難なものの代名詞であり、現代の技術で可能になってきてはいるものの、未だ完璧ではない。仮に迎撃確率を 90 パーセントとすると、100 発の弾道ミサイル発射のうち 10 発は着弾することとなる。そこで各国は多層防御で、この確率を掛け算することにより着弾を防いでいる。要するに弾道ミサイルを 100 発発射されたとしても迎撃機会が 2 度あれば 1 発の着弾で済み、迎撃機会が 3 度あれば確率論的にはほぼ着弾しないこととなる。したがって、実際の戦闘においては、スペースデブリを発生させないためには理想的である「下降軌道上かつ低高度」ではないタイミング、すなわち（多層防御が可能となる）より早い時点で迎撃が開始されることが、容易に想像される。

また、弾頭が通常ではない場合、つまり NBC（核、生物、化学）兵器であることが予想される場合は特に、迎撃後の破片であったとしても地上に落下した場合には重大な被害が及ぶ可能性もあり<sup>52</sup>、自国領域に到達する以前に落下させるために、より早期（遠方）での迎撃の実施が必要とされるであろうことは想像に難くない。

### (エ) 迎撃高度に伴う問題

今回イランが発射した弾道ミサイルは、計算上、最高高度は 400 から 450 キロメートル程度になることから、当該高度での迎撃も十分にありうることになる。この高度は、低軌道（LEO: Low Earth Orbit）ではあるものの高度 200 キロメートルに比べれば高い軌道であり、大気の抵抗も少なく<sup>53</sup>、万一、スペースデブリが発生した場合には、より長期間宇宙空間に留まる可能性が高い。また、地球を周回する軌道に乗らないまでも、宇宙空間に存在する時間や距離は高度が高い分、少しではあるが長くなる。更に注視すべきは、大気の抵抗が無視できない高度 200 キロメートルの軌道をとる人工衛星は左程多くはないが、高度 400 キロメートル前後の軌道は、ISS や多くの人工衛星に利用されていることであろう。

<sup>51</sup> *Ibid.*, pp.287-289.

<sup>52</sup> 核弾頭が迎撃破壊された場合、核物質が破片となって地上に降り注ぐことになるが、長期的ではあるが比較的軽微な放射線の危険をもたらすと考えられ、化学弾頭及び生物弾頭の場合は、弾頭が破壊されるのかブースター部が破壊されるのか、単一弾頭であるか複数の子弾頭であるか、子弾頭がすべて破壊されるか一部の子弾頭のみ破壊されるか等によって異なり、状況によっては残存子弾による影響が広範囲に及ぶ可能性があると考えられる。また、長距離ミサイルであればあるほど、速度が速くなるため、残存子弾や分散された化学剤等の液滴が大気加熱により消滅する可能性が高く、地上汚染の可能性は低くなるとされる。いずれにせよ、迎撃によって引き起こされる付随的な影響は、懸念事項とされる。Jay Willis, "Missile Defense: Sorting Out Collateral Damage," *Army Space Journal*, U.S. Army Space and Missile Defense Command / Army Forces Strategic Command, 2011 Spring / Summer Edition, Vol.10 No.1, pp.45,48-49.

<sup>53</sup> 高度 400 キロメートルの大気抵抗は、高度 200 キロメートルのその約 500 分の 1 となることがグラフから見て取れる。佐々木雅範「超低高度衛星技術試験機『つばめ』(SLATS)の開発と運用状況」、JAXA、2018年9月、2頁、[https://www.satnavi.jaxa.jp/ja/wp-content/uploads/sites/3/2019/12/04\\_slatsMaterial-ozawa.pdf](https://www.satnavi.jaxa.jp/ja/wp-content/uploads/sites/3/2019/12/04_slatsMaterial-ozawa.pdf)。

今回の迎撃破壊が、どのようなタイミング（高度）で行われたかは不明であり、実際にスペースデブリが発生したかどうかは詳らかではないが、このような「ミッドコース段階の迎撃では、追跡不能で長期間残る少量のスペースデブリが発生し、人工衛星、宇宙ステーション、宇宙飛行士へのリスクが増大する」ことが指摘されている<sup>54</sup>。こうしたことから、（ある種の理想的状況下で行われる）弾道ミサイル迎撃実験では、懸念されるほどのスペースデブリの発生はない（ように作られている）が、実戦での弾道ミサイル迎撃では、スペースデブリの発生がある程度懸念される可能性があることになる。

### 3 宇宙戦におけるスペースデブリ発生の法的側面

実戦における宇宙空間での弾道ミサイル迎撃が、宇宙戦法規の適用となるのは当然として、実際にどのような法的問題が生起するであろうか。考えられるひとつの問題は、弾道ミサイルの迎撃破壊によるデブリの発生に係るものであろう。そしてこれは、以下にみるように二つの観点から法的問題を引き起こすと考えられる。

#### （1）デブリ落下に係る法的問題

法的問題の一つは、以下にみるようなデブリが大気圏再突入時に燃え尽きずに地球上に落下する場合の問題である。

##### ア 中立国の地上被害

弾道ミサイル迎撃という武力攻撃の際、弾道ミサイルの物理的破壊に伴ってデブリが発生し、紛争当事国以外の第三国の領域に落下する場合の影響やいわゆる国際海域や国際空域への影響を考える必要があるかどうかという問題である。1978年にソ連の原子炉を搭載した衛星コスモス 954 (Cosmos 954) が制御を失って地球に落下した際は、大気中で分解しながら墜落し、放射能を帯びたデブリがカナダ国内の広範囲に散乱し大きな被害をもたらした<sup>55</sup>。これと類似の結果が、武力紛争において核兵器搭載弾道ミサイルを迎撃破壊する際に発生する可能性がある<sup>56</sup>。

かつて、戦争に訴えることが合法であった時代には、交戦国が敵対行為を行う際にその損害が第三国に及ぶとしても、交戦国は戦争法を遵守しているのであれば、責任を負わないとされてきた<sup>57</sup>。つまり、第三国は、交戦国が戦時国際法で許容される行動をとったことによる不利益を一定の範囲内で黙認しなければならないという中立国としての黙認義務が

<sup>54</sup> Byers, Boley, *supra* note 46, pp.287-288.

<sup>55</sup> W. K. Gummer, F. R. Campbell, G. B. Knight & J. L. Ricard, *COSMOS 954, The Occurrence and Nature of Recovered Debris*, Atomic Energy of Canada Limited, 1980, p.1.

<sup>56</sup> 2024年4月14日のイランによるイスラエルへの弾道ミサイル攻撃について、IDFの報道官は、「ミサイルの大部分をイスラエル国境の外で迎撃した。」と発表した。“Operational Update by IDF Spokesperson, Rear Admiral Daniel Hagari, Regarding the Interception of Iranian Surface-to-Surface Missiles,” Hamas/Israel War '24 Press Briefings, IDF, April 14 2024, <https://www.idf.il/192215>. 今回のミサイル攻撃は、通常弾頭によるものようであるが、イランからイスラエルに向けて発射されたミサイルは、地理的に見てイラクやサウジアラビア、シリア、ヨルダン等の上部を通過するが、どこの領域の上部で迎撃されたかは不明である。

<sup>57</sup> 森田桂子「武力紛争の第三国に対する武力行使の正当性」『防衛研究所紀要』第7巻 第2・第3合併号、2005年3月、143頁。

あった<sup>58</sup>。しかし、戦争が違法化され、原則として武力の行使が禁止された国連憲章体制の下にある現在では「自衛における必要、均衡の観点から、そのような敵対行為の実施が制限される」といわれている<sup>59</sup>。したがって、損害が第三国に及ぶような攻撃について、当該攻撃を行った紛争当事国には、賠償等の責任が及ぶ可能性があるといえよう。

## イ デブリ落下と予防措置

また、地上への被害が考えられる場合には、ジュネーヴ諸条約第一追加議定書第 57 条第 4 項において、「紛争当事者は、海上又は空中における軍事行動を行うに際しては、文民の死亡及び民用物の損傷を防止するため、武力紛争の際に適用される国際法の諸規則に基づく自国の権利及び義務に従いすべての合理的な予防措置をとる」義務があるとされる。この基本原則は宇宙についても適用があると考えられることから、宇宙における軍事行動を行うに際しては、(地上の) 文民の死亡及び民用物の損傷を防止するため、武力紛争の際に適用される国際法の諸規則に基づく自国の権利及び義務に従いすべての合理的な予防措置をとる必要があるとされる可能性がある<sup>60</sup>。

### (2) スペースデブリに係る法的問題

弾道ミサイルの迎撃破壊によってスペースデブリが発生する可能性は相当低いと見積もられるが、万一、スペースデブリが発生した場合には、以下にみるような法的問題が引き起こされる可能性がある。

#### ア スペースデブリと付随的損害

武力紛争法上、攻撃が合法であるためには、比例性原則 (principle of proportionality) が満たされなければならないとされる。これは、「予期される具体的かつ直接的な軍事的利益」と「巻き添えによる文民の死亡、文民の傷害、民用物の損傷」とを比較し、後者が過度としないようにすることである<sup>61</sup>。宇宙空間における弾道ミサイル迎撃は、多大な人的、物

---

<sup>58</sup> 攻撃に付随する損害についての黙認義務には、中立国商船に対する戦時禁制品の臨検、拿捕のほか、交戦国領域内の第三国財産の損害や、公海上での戦闘で近傍を通過中の第三国船舶が被弾する等の損害については認められるものの、攻撃の結果が第三国領域に波及するような被害については黙認義務がないとする有力な見解もある。これは、中立法により中立地域でのいかなる戦争行為も禁止されており、中立国の黙認義務は中立地域への波及的損害に及ばないためとされる。MAYAMA Akira, “Combat Losses of Nuclear-Powered Warships: Contamination, Collateral Damage and the Law,” *International Law Studies*, Volume 93, 2017, U.S. Naval War College, p.139. 尤も、この見解に依る場合、日本のような四面環海な国はともかく、陸続きで国境を接する多くの国は弾道ミサイルの迎撃に関し多くのタイミングを逃すこととなり困難な問題に直面することが予想される。

<sup>59</sup> 森田、注 57 論文、155 頁。

<sup>60</sup> 赤十字国際委員会 (ICRC) によるジュネーヴ諸条約第一追加議定書のコメントリーによれば、第 57 条第 4 項の例として、敵対する軍用機間の戦闘で、被弾した機体が墜落する場合などに文民に偶発的に被害を及ぼすような状況を挙げている。ICRC Database, Treaties, States Parties and Commentaries, Protocol Additional to the Geneva Conventions of 12 August 1949, and relating to the Protection of Victims of International Armed Conflicts (Protocol I), June 8, 1977, Commentary of January 1, 1987, Article 57 - Precautions in attack, <https://ihl-databases.icrc.org/en/ihl-treaties/api-1977/article-57/commentary/1987>.

<sup>61</sup> ジュネーヴ諸条約第一追加議定書第 51 条第 5 項 (b) では、「予期される具体的かつ直接的な軍事的利益との比較において、巻き添えによる文民の死亡、文民の傷害、民用物の損傷又はこれらの複合した

的被害を生じさせる弾道ミサイルを破壊するという明確で重大な軍事的利益をもたらすものであり、攻撃により発生したスペースデブリによって他の人工衛星等（紛争相手国の民用物の人工衛星であって軍事目標化しないもの<sup>62</sup>を含む。）が巻き添えになったとしても、その被害は過度とは判断されないものと合理的に考えられるであろう<sup>63</sup>。そして、武力紛争法は、過度ではない巻き添え被害を「付随的損害 (collateral damage)」として許容している。

宇宙領域について、陸域、海域、空域と大きく異なるところが、この付随的損害の問題である。軍事目標に対する攻撃に伴う周囲の文民や民用物への損害の発生は、陸、海、空のドメインにおける戦闘においては、基本的に当該攻撃と時間的にも場所的にも近接する時点で発生するのに対し、宇宙ドメインでは、軌道を周回するというスペースデブリの特性のため時間的にも場所的にも近接しない被害が生じる可能性が十分にある。武力紛争法上、軍事目標の攻撃に伴う過度ではない文民や民用物の損傷は付随的損害として許容されるという原則は、宇宙においても妥当するはずであるが、スペースデブリによって時間的、場所的に近接しない被害が発生する場合、どこまでが付随的損害として許容されるかは、すぐには不明であり、宇宙戦法規独自の問題として検討する必要がある。

もしかすると、スペースデブリによって時間的にも場所的にも近接しない被害やその危険性の問題は、付随的損害の問題ではなく、敷設された地雷や機雷に類似する問題かもしれないし、爆発性戦争残存物 (ERW) <sup>64</sup>に類似する問題であるかもしれない。宇宙空間は、公海 (high sea) と同様どの国家の領域にも属さず<sup>65</sup>、利用や航行の自由がある空間である。

---

事態を過度に引き起こすことが予測される攻撃」を無差別な攻撃として禁止する。但しこの条文は、陸上に関する規定であることが同議定書第 49 条第 3 項から明らかであることに注意が必要である。つまり、少なくとも追加議定書上は、海戦や空戦には適用がない。これは、陸上に比べると、海や空には文民たる住民を想定するのが困難であり、軍事目標の近傍に文民や民用物が偶然あったとしても、その確率は非常に低い故に、海や空には適用がない条文となっているとされる。とはいえ、慣習法が中心の海戦法規をまとめたソフト・ローとして知られる 1994 年の『海戦に適用される国際法サンレモ・マニュアル』においては、同議定書で海戦では適用除外とされる文民保護等の一部の規定を海戦にも適用すべきであるとして、サブパラグラフ 13・8 では、慣習法上、海における文民や民用物の巻き添えの結果が、攻撃される軍事目標の価値に比べて過度ではないことを要求しているとする。本稿では、宇宙戦法規において同様のものが慣習法上あるとして議論を進めるが、そもそも宇宙戦の「国家実行が乏しい状況では宇宙戦に関する慣習国際法の同定も困難」ともいわれている。真山、注 8 書、527 頁、パラグラフ 1145。

<sup>62</sup> 紛争相手国の民用物の人工衛星であっても、相手国の軍事通信の為に使用されるなど軍事目標化する場合は、民用物としての保護を受けないため対象外となる。

<sup>63</sup> 宇宙空間は、どこの国の領域にも属さないもので、注 58 に示すような第三国領域に関する問題は生じない。また、これまで、スペースデブリの問題が、弾道ミサイル迎撃の文脈で議論されなかった理由の一つとして、スペースデブリによる被害の懸念よりも、飛来するミサイルを迎撃しなかった場合に失われる人命の問題のほうが明らかに大きいことが指摘されている。Byers, Boley, *supra* note 46, pp.288-289.

<sup>64</sup> ERW (Explosive Remnants of War) とは、クラスター弾の弾丸や、爆弾、砲弾、地雷などの不発弾や遺棄弾をいう。ERW は、文字どおり爆発物であるが、スペースデブリは物としては爆発物ではない点に大きな差がある。しかし、低軌道を周回するスペースデブリは、秒速約 8 キロメートルという極めて高速で飛翔しており、衝突した場合、爆発したのと同様な結果が発生するという点では極めて類似する。

<sup>65</sup> 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（以下「宇宙条約」という。）第 2 条は、「…宇宙空間は、主権の主張、使用若しくは占拠又はその他いかなる手段によっても国家による取得の対象とはならない」と規定する。

それにもかかわらず、付随的損害がすぐには発生しないとしてもスペースデブリはその存在そのものによって、スペースデブリが一定の空間（正確にはスペースデブリの軌道と交差する他の軌道）を長い期間に亘って使用不能又は重大な危険に晒すこととなり<sup>66</sup>、つまりこれは、国際公域たる宇宙空間の使用上の危険と弾道ミサイルの迎撃破壊の必要性との比較衡量の問題が生じる可能性があるといえよう<sup>67</sup>。

また、多数の弾道ミサイルを多数の迎撃ミサイルで攻撃した場合、一時期、軌道上に大量のスペースデブリが発生することも予想され、状況によっては衝突と破壊が拡散的に連鎖し、スペースデブリの生成速度が消滅速度を上回るいわゆる「ケスラー・シンドローム（Kessler Syndrome）」の状況が、生起する可能性がある。もしも攻撃がそのような結果を生むのであれば、武力紛争法上、付随的損害として許容される以上の過度の損害と判断されるだけでなく、場合によっては軍事目標と文民又は民用物とを区別しない攻撃（いわゆる「無差別攻撃」）として違法な攻撃とされる可能性も考えられる<sup>68</sup>。

## イ スペースデブリと予防措置

さらに武力紛争法は、無差別な攻撃を防止し、文民及び民用物への被害を最小限に抑えるための予防措置をとる義務を定めている<sup>69</sup>。これは例えば、陸戦において移動中の敵の部隊を攻撃するに際し、市街地を通過中に攻撃するのではなく、市街地を出たところで攻撃をするというような選択を義務付けるものである。宇宙戦に置き換えた場合、敵の弾道ミサイルを準軌道（sub-orbital）のどの位置で迎撃しても、弾着による人的又は物的被害を防ぐという軍事的利益は同様であることから、選択が可能な場合には「民用物にもたらされる危険が最小であることが予測されるもの」を選択するという規定に従えば、スペースデブリによる被害が生じる可能性の高い準軌道の高い位置（高高度）ではなく、その被害が

---

<sup>66</sup> ミッドコース段階での弾道ミサイル迎撃に伴うスペースデブリによって、公共空間である宇宙空間の使用が不可能となる危険性について、迎撃システムがまだ開発途上にある 2003 年に警鐘を鳴らした専門家もあった。HASHIMOTO Yasuaki, “Missile Defense and International Law,” *The Forty-Fifth Colloquium on the Law of Outer Space*, American Institute of Aeronautics and Astronautics (AIAA), July 2003, pp.149-152.

<sup>67</sup> 軌道を飛行するスペースデブリは、海に流れる浮遊機雷（意図的に海面を漂わせる機雷）や浮流機雷（水中に固定する係維機雷の係維索が切れて流出したもの）に近いかもしれない。機雷は、自動触発海底水雷ノ敷設ニ関スル条約（ハーグ第 8 条約）第 1 条第 1 項で前者について 1 時間以内に無害化するよう、同条第 2 項で後者について係維が切れたら直ちに無害化するよう定められており、国際公域の使用上の危険性は低く抑えられるため、軍事的必要性との比較衡量は容易であるように思われるが、スペースデブリはそのような規定や無害化の方策は無い又は困難であり、比較衡量はより必要かつ重大であるとも考え得る。

<sup>68</sup> 攻撃の結果（危害）は無差別的な効果を生むものであるが、攻撃対象としては明確に軍事目標を区別して攻撃したものであり、いわゆる無差別攻撃とは趣を異にすることには留意が必要であろう。また、仮に大規模で無差別な衛星破壊につながったとしても、弾道ミサイル着弾による地上の多数の人命被害が出ることと比べれば、違法とするには当たらない可能性がある。

<sup>69</sup> ジュネーヴ諸条約第一追加議定書第 57 条第 1 項及び第 2 項では、攻撃の際の予防措置として、いくつかの義務を定められている。本条も上述の注 61 のとおり、陸戦について述べられたものであり、海戦等他のドメインに直接の適用はない。しかし、本条についてもサンレモ・マニュアルのパラグラフ 46 においてほぼ同様の規定が置かれており、他のドメインにも及ぶように一般化、慣習法化されていることが見て取れ、宇宙戦についても考慮する必要があるように思われる。

生じる可能性の低いできるだけ低い位置（低高度）での迎撃破壊が要求されるということになる<sup>70</sup>。もちろんこれは、先述の多層防御等の観点から早期での迎撃を行うという軍事的合理性とのせめぎあいとなる問題といえよう。

## ウ スペースデブリと環境汚染

スペースデブリの発生は、宇宙環境の汚染となるのであろうかという観点からも、弾道ミサイルの迎撃について考える必要があるかもしれない。例えば地上戦闘においては、徹甲弾として使用される劣化ウラン弾が、(明確に禁止はされていないものの) 深刻な環境汚染として非難されることがある。スペースデブリについて、学説上は見解が分かれているものの、国際法協会 (ILA: International Law Association) は、汚染ではないという立場をとり、国連宇宙空間平和利用委員会 (COPUOS: United Nations Committee on the Peaceful Uses of Outer Space) も、汚染かどうかについて明確な立場を示しておらず、現時点では宇宙空間に大量のスペースデブリが生じたとしても明白な汚染とすることは困難だとも言われている<sup>71</sup>。仮に、スペースデブリが汚染だとした場合、次に問題になるのは、宇宙条約である。宇宙条約第9条では、宇宙空間の「有害な」汚染を避けるように求めている<sup>72</sup>。何が有害と判断されるかは、多様な見解があるとされるが、例えば、各国の宇宙機関は、運用終了後の衛星を一定の期間内に軌道から除去するよう基準を定めていることから、これを基準に、この期間を超えて軌道に残るスペースデブリは「有害な」汚染と判断できるのではないかとするものもある<sup>73</sup>。

そして、武力紛争法上、環境汚染の視点から問題となる可能性があるのは、ジュネーブ諸条約第一追加議定書第35条第3項、第55条第1項に規定する自然環境に対して広範、長期的かつ深刻な損害を与えることを目的とする又は与えることが予測される戦闘の方法及び手段の禁止の規定である<sup>74</sup>。これらの自然環境に対する広範、長期的かつ深刻な損害の

<sup>70</sup> 当然ながら、低高度で迎撃破壊した場合には、地上に降り注ぐデブリによる被害との比較にもなる。

<sup>71</sup> 松掛、注39論文、64頁。なお、米連邦通信委員会 (FCC: Federal Communications Commission) は、2004年から運用を終了した低軌道の衛星は、25年以内に大気圏に突入するような設計にすることを求めているが、2022年9月29日、運用終了後の低軌道の衛星を5年以内に廃棄軌道に移動させることを義務付けた (適用は2024年9月30日以降に打ち上げられる衛星から)。この規定は、米国の衛星だけでなく、衛星システムを使って米国市場にアクセスしようとする者にも適用されることから、日本を含めた他の国々へも波及する可能性があることが指摘されている。大久保涼、松本晃、水野奨健「<宇宙法アップデート>米国における最新のスペースデブリ規制の動向—FCC規則での5年ルールを採用及び日本への影響—」『NO&T Technology Law Update テクノロジー法ニュースレター』No.29、2022年10月、3頁。

<sup>72</sup> つまり宇宙条約上は、有害な汚染と有害ではない汚染の2種類があると考えられていることになる。

<sup>73</sup> 松掛、注39論文、64頁。

<sup>74</sup> ジュネーブ諸条約第一追加議定書第35条第3項「自然環境に対して広範、長期的かつ深刻な損害を与えることを目的とする又は与えることが予測される戦闘の方法及び手段を用いることは、禁止する。」、第55条第1項「戦闘においては、自然環境を広範、長期的かつ深刻な損害から保護するために注意を払う。その保護には、自然環境に対してそのような損害を与え、それにより住民の健康又は生存を害することを目的とする又は害することが予測される戦闘の方法及び手段の使用の禁止を含む。」。また、これらと一見類似する規定が、環境改変技術敵対的使用禁止条約 (環境改変技術の軍事的使用その他の敵

禁止の規定は、ICRC は慣習法として確立しているとする<sup>75</sup>。しかしながら、両条文とも「広範」「長期的」「深刻」の3つの要件すべてを累積的に充足しなければならない。そもそも広大な宇宙空間において「広範」とはどれくらいの範囲をいうのか、「長期的」とは最低数十年と理解されているが宇宙でも同じなのか、「深刻」とはそもそも人間の生活や生態系への問題と理解されているところ、そもそも生活や生態系が維持できない宇宙環境において何が「深刻」なのか、どの要件一つを取ってみても検討すべき論点が多くある。

## おわりに

湾岸戦争が「最初の宇宙戦争」といわれたり、ウクライナ紛争が「最初の商業宇宙戦争」といわれたりするが、通信やISRなどで陸、海、空の作戦を支援するために宇宙のアセットを利用、活用するという意味ではなく、本当の意味、つまり宇宙にある敵の軍事目標に対し攻撃を加えるという意味での宇宙戦は、イスラエルの弾道ミサイル防衛がその扉を開いたようである。陸域、海域、空域に続き宇宙が実際に戦闘のドメインとなった。

そして、宇宙で戦闘があったという出来事は、ただ単に戦域が広がったという物理空間的現象だけではなく、ドメイン毎に発展、成立してきた武力紛争法の歴史を考えれば、宇宙戦法規について考えなければならない法的事象としてこれをとらえなければならないことを意味するのである。

尤も、今般のイランの弾道ミサイルに対するイスラエルや米国による迎撃において、本稿で問題としたようなスペースデブリが発生したという状況は確認されていない。しかし注意しなければならないのは、地上からの観測でスペースデブリが把握されないということが、スペースデブリが全く生じなかったことの証明にはならないことである。

スペースデブリの観測は、技術的限界からある一定程度の大きさ以上のものしか追跡されておらず、小さな破片については確認することすらできないのが現状である。現在、追跡されているスペースデブリが約3万5千個であるのに対し、そのような追跡されていない小さなスペースデブリは、1億3千万個以上もあると推定されている<sup>76</sup>。また、そのように追跡ができない小さなスペースデブリ、例えば、塗料の塗膜の破片のような僅か数ミリ

---

対的使用の禁止に関する条約。Convention on the Prohibition of Military or any Hostile Use of Environmental Modification Techniques : ENMOD 条約)にあるが、本条約は自然環境自体の敵対的使用を禁止するものであるため、敵対行為による自然環境の破壊を禁じるジュネーヴ諸条約第一追加議定書の規定とは方向性が異なる。黒崎将広「VI 害敵手段」、注8書、392頁、パラグラフ812。

<sup>75</sup> Jean. M. Henckaerts and Louise Doswald-Beck, eds., *Customary International Humanitarian Law, Vol.1: rules*, Cambridge University Press, 2005, Customary IHL, rule.45, p.151.

<sup>76</sup> 欧州宇宙機関 (ESA: European Space Agency) のスペースデブリ事務局 (ESA's Space Debris Office) によると、2023年12月の時点で、スペースデブリは、宇宙監視ネットワークによって定期的に追跡され、カタログに保持されている破片の数は約35,150個であり、統計モデルに基づいて推計された軌道にあるスペースデブリの数は、10センチメートルを超えるものが36,500個、1センチメートル以上10センチメートルまでのものが百万個、1ミリメートル以上1センチメートルまでのものが1億3,000万個とされている。“Space Debris by the Numbers,” The European Space Agency, December 6, 2023, [https://www.esa.int/Space\\_Safety/Space\\_Debris/Space\\_debris\\_by\\_the\\_numbers](https://www.esa.int/Space_Safety/Space_Debris/Space_debris_by_the_numbers).

メートルのスペースデブリであっても、秒速数キロメートルの速度をもって軌道上を周回し、人工衛星などを容易に破壊しうる力を持ち<sup>77</sup>、無差別に危険を及ぼし得ることに変わりはない。それゆえ、もし、宇宙戦においてデブリが発生する可能性があるのであれば、その戦闘の手段、方法の是非や文民や民用物の保護等の観点から法的に検討される必要があると考えられる。

その一方で、少なくともスペースコロニーや月面都市等が実用化されていない現状では、宇宙空間には文民たる住民<sup>78</sup>は存在しないため弾道ミサイルの迎撃破壊が被害を及ぼすことは考えられず、宇宙空間に存在する人はわずかな宇宙飛行士や宇宙旅行者に限定されるため、これらの人に弾道ミサイルの迎撃破壊が被害を及ぼすことも極めて想定し難い。加えて、人工衛星等の民用物に対するスペースデブリによる懸念よりも、弾道ミサイルを迎撃しなかった場合における着弾時の重大な損失の懸念のほうがはるかに大きいことから、弾道ミサイルの迎撃は、いかなる意味においても必要視され、当然視されるものであろう。

宇宙戦法規については、武力紛争法の原則が適用される<sup>79</sup>とはいえ、本稿で見てきたように、これまでのドメインとは少し様相が違ったり、まだ不明確であったりと思われる部分も数多い。逆説的ではあるが、宇宙空間や宇宙戦の特殊性からくるこうした事実こそが、陸戦法規や海戦法規、空戦法規に加えて、新たな法的ドメインとして宇宙戦法規が形成乃至は必要とされる理由であろう。我々は今後、宇宙で繰り広げられる戦闘の実態と適用される法について注意深く見ていく必要があると思われる。

---

<sup>77</sup> 1 ミリメートル程度のスペースデブリでも衝突すれば、衛星は故障し、1 センチメートル以上のスペースデブリが衛星に衝突すれば、ミッション終了につながる破壊が発生するとされる。今井良一「宙を拓くタスクフォース（第4回）宇宙航空研究開発機構（JAXA）プレゼンテーション資料」、JAXA、2019年1月28日、3頁、[https://www.soumu.go.jp/main\\_content/000599597.pdf](https://www.soumu.go.jp/main_content/000599597.pdf)。

<sup>78</sup> 武力紛争法は、文民の保護を強化するため、個々の文民（individual civilians）に加えて、個々の文民で構成される文民たる住人（civilian population）という概念を採用し、集団としての文民も保護対象に設定している。黒崎将広「IV 交戦者と文民」、注8書、342-343頁、パラグラフ714。

<sup>79</sup> 赤十字国際委員会は、国連総会決議75/36で取り上げられた宇宙での兵器使用等に関する問題に関し、意見書を国連事務総長に提出しているが、その中においても「国際人道法は、…宇宙空間で発生するものも含め、武力紛争の状況下で実施されるあらゆる軍事作戦に適用される」と述べている。ICRC, *The Potential Human Cost of the Use of Weapons in Outer Space and the Protection Afforded by International Humanitarian Law*, Position paper submitted by the International Committee of the Red Cross to the Secretary-General of the United Nations on the issues outlined in General Assembly Resolution 75/36, 08 April 2021, p.3, para.9.

やまだ たかなり

**山田 尊也 2等空佐**

(防衛戦略研究室研究員)

修士(社会科学)。防衛大学校航空宇宙工学科卒。同総合安全保障研究科修了。航空幕僚監部、統合幕僚監部や各級司令部で指揮官の法的補佐を行う法務幕僚として勤務の傍ら、大阪大学大学院国際公共政策研究科で招聘研究員、大阪学院大学にて法学特別講義のゲストスピーカー等を務めた。2023年10月より現職。共著で、真山 全、山田「船舶自動識別装置(AIS)データによる国際海峡認定—国際海峡の日本領域内の存在可能性に関する海洋法的試論」『国際安全保障』第47巻第4号、2020年がある。専門分野は、作戦法規(国際武力紛争法、宇宙法、航空法、海洋法、防衛法制)。

本レポートにおける見解は、航空自衛隊幹部学校航空研究センターにおける研究の一環として発表する執筆者個人のものであり、防衛省又は航空自衛隊の見解を表すものではありません。