

第1節 軍事科学技術をめぐる動向

1 軍事科学技術の動向

1 全般

近年の科学技術の発展は、様々な分野に波及し、経済、社会、ライフスタイルなど、多くの分野において革命とも呼ぶべき大きな変化が引き起こされている。このことは軍事分野においても例外ではなく、主要国は、兵器の開発において、先端技術の活用に注力しており、無人化技術（無人機¹など）、人工知能（AI）を活用した自律化技術、ビッグデータ解析技術²、極超音速技術³を重視している。最近では、火砲などの従来兵器と比べて1発あたりのコストや、射程、精度、迅速性などの観点から効果的な火力発揮が期待される電磁レールガン⁴や高出力レーザー兵器⁵の実験や配備計画が伝えられており、今後のさらなる技術革新により、将来の戦闘様相は大きく変化するとみられる。

2 先端技術を活用した兵器の開発動向

(1) 人工知能を搭載した自律型の無人機

米国、中国及びロシアは、人工知能を搭載した

自律型の無人機を開発している。こうした無人機については、人工知能が敵の行動や戦況の変化を認識したうえで、柔軟に各種作戦を行う可能性があることなどから、軍事面での影響の大きさが指摘されている。

米国防省高等研究計画局（DARPA）は、空中射出・回収・再利用が可能な情報収集・警戒監視・偵察（ISR）用の小型無人機のスウォーム飛行⁶、潜水艦発見用の無人艦⁷など、人工知能を搭載した無人機を開発しているほか、米空軍は、有人機を支援する自律型の無人機を開発している。また、米国防省は、19（平成31）年2月に公表した「国防省人工知能（AI）戦略」において、法的・倫理的な観点からも適切な形で人工知能を活用する方針を示している。

中国政府は、17（平成29）年に「次世代AI発展計画」を発表し、30（令和12）年までに世界の主要なイノベーションセンターとなることを目標としている⁸。中国電子科技集団公司は、17（平成29）年6月、人工知能を搭載した119機からなる固定翼無人機のスウォーム飛行を披露、さらに、

1 軍用の無人機については、無人航空機（UAV：Unmanned Aerial Vehicle）、陸上無人機（UGV：Unmanned Ground Vehicle）及び海洋無人機（UMV：Unmanned Maritime Vehicle）などが開発されている（海洋無人機は、海上無人機（USV：Unmanned Surface Vehicle）と無人潜水艇（UUV：Unmanned Undersea Vehicle）に区分できる。）。

2 米国は「第3のオフセット戦略」の中で、ビッグデータ解析により、サイバー攻撃の兆候察知や警告を行うなど、人工知能を用いた「深層学習する機械」の技術を例示している。

3 例えば、米国においては、DARPAと空軍が共同で、ジェットエンジンを使用し音速以下で飛行する巡航ミサイルとは異なり、スクラムジェットエンジンの技術を使用した「極超音速吸気式兵器構想（HAWC：Hypersonic Air-breathing Weapon Concept）」について研究開発を行っており、将来の極超音速ミサイルなどへの適用を目指している。

4 電磁レールガンは、火薬の代わりに電気エネルギーから発生する磁場を利用して弾丸を撃ち出す兵器であり、米軍では、従来兵器である5インチ（127mm）砲と比べ射程を約10倍の約370kmとするレールガンを開発を目標としており、コストはレールガン1発あたり、ミサイルの20～60分の1と伝えられている。

5 米軍はレーザー兵器を、小型船舶や無人機などからの攻撃に対する低高度防空能力強化などの目的で開発中であり、レーザーで無人機を撃墜する試験を行うなど、実用化に向けた動きが見られる。

6 DARPAは、空中の母機から無人機の発射・回収を目的とするフライトテストを19（平成31）年に実施予定と発表している。

7 「対潜水艦戦用連続追跡無人艦」（ACTUV：Anti-Submarine Warfare Continuous Trail Unmanned Vessel）（通称シーハンター）は、人による恒常的な遠隔監視のもと、無人で数ヶ月間、数千キロメートルを航行することが可能とされる。16（平成28）年8月、最初の海上試験が完了したとされている。

8 「次世代AI発展計画」は、30（令和12）年までのAI開発の目標を3段階で設定しており、20（令和2）年までの第1段階において、「AIの総合的技術と応用において世界先進レベルに並ぶ」、25（令和7）年までの第2段階において、「一定の技術と応用において世界をリードするレベルに到達する」、30（令和12）年までの第3段階において、「理論技術及び応用の総合において世界をリードするレベルに到達し、世界の主要なイノベーションセンターとなる」としている。

18(平成30)年5月には、200機からなるスウォーム飛行に成功し、多数の無人機を相互に一定の距離を保ちながら飛行させる技術力の高さを見せた。また、同年11月の中国国際航空宇宙ショーで模型が展示された「彩虹7」は、高度な自律飛行が可能な戦闘型無人機とされている⁹。

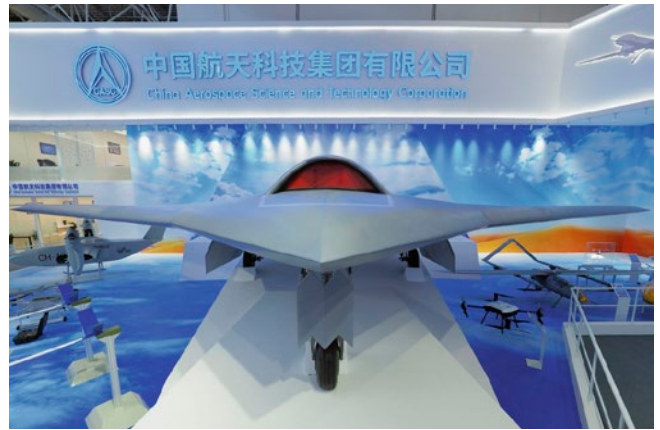
ロシアは、核弾頭を搭載可能な原子力推進の水中無人機(後に「ポセイドン」と命名)を開発中であり、試験が成功裏に行われているとしているほか、有人機と連携して運用されることが指摘されるステルス戦闘型無人機「オホートニク」の飛行試験が19(令和元)年8月に実施され、ロシア政府が飛行動画を公開している。

人工知能を搭載した自律型の無人機については、いわゆる自律型致死兵器システム(LAWS: Lethal Autonomous Weapons Systems)に発展していく可能性も指摘されている。LAWSについては、特定通常兵器使用禁止・制限条約(CCW: Convention on Certain Conventional Weapons)の枠組みにおいて、その特徴、人間の関与のあり方、国際法の観点などから議論されている。

なお、無人航空機がパイロットのような高い自律性を有するのは40(令和22)年以降になるとの見方がある。

(2) 極超音速兵器

米国、中国及びロシアは、弾道ミサイルから発射され、大気圏突入後に極超音速(マッハ5以上)で滑空飛翔・機動し、目標へ到達するとされる極超音速滑空兵器(HGV)や、超音速で取り入れた空気を、音速以下に減速させずに燃焼に活用することにより極超音速飛しょうを可能とするスクラムジェットエンジンなどの技術を使用した極超音速巡航ミサイル(HCM)といった極超音速兵器の開発を行っている。極超音速兵器については、弾道ミサイルと比べ、低い軌道を長時間飛翔し、高い機動性を有することなどから、探知や迎撃が



18(平成30)年の中国国際宇宙ショーで模型が展示された「彩虹7」
【Jane's by IHS Markit】



米空軍が契約したHGVのイメージ画像(CG)
【Jane's by IHS Markit】

より困難になると指摘されている。

米国は、「ミサイル防衛見直し(MDR)」(19(平成31)年1月)において、ロシア及び中国が先進の極超音速ミサイル能力を開発中であり、既存のミサイル防衛システムへ挑むものとの認識を示している¹⁰。

中国は、14(平成26)年以降、複数のモデルのHGVを開発しており¹¹、20(令和2)年にも配備される可能性が指摘されている。一方、ロシアは、HGV「アヴァンガード」を開発¹²、同兵器を19(令和元)年中に配備するとしている。ロシアは、「アヴァンガード」の能力について現在及び将来のミサイル防衛網で対処できないと主張している。このほか、ロシアは極超音速巡航ミサイル「ツィル

⁹ 中国は、無人機のほか、原子力潜水艦の指揮官を支援する人工知能による意思決定支援システムを導入する計画があると指摘されている。

¹⁰ 米国もHGV「AHW: Advanced Hypersonic Weapon」を開発しており、17(平成29)年10月に改良型の飛翔試験を実施。約3,700km飛翔し、目標に着弾している。

¹¹ 飛翔試験を複数回実施している。

¹² 18(平成30)年12月に飛翔試験を実施し、6,000km程度とみられる距離を飛翔して計画通り着弾した。

コン」を開発している¹³。

(3) 電磁レールガン

米国や中国は、電気エネルギーから発生する磁場を利用して弾丸を撃ち出す電磁レールガンを開発している。電磁レールガンの砲弾は、ミサイルとは異なり推進装置を有しないことから、小型・低コストかつ省スペースで備蓄可能なため、電磁レールガンによるミサイル迎撃が実現すれば、多数のミサイルによる攻撃にも効率的に対処可能とされる。

米国は、10（平成22）年12月の試験で、射程約185km、着弾速度マッハ5を達成しており、25（令和7）年までに艦艇に搭載する計画としている。また、米国は、対地、対艦攻撃のほか対空兵器として電磁レールガンを使用する計画としている。

中国は海上での試験を実施し、25（令和7）年までに実戦配備する見通しとの指摘がある。

(4) 高出力レーザー兵器

米国、中国及びロシアは、レーザーのエネルギーにより対象を破壊する高出力レーザー兵器を開発している。レーザー兵器については、多数の小型無人機や小型船舶による攻撃に対する低コストで有効な迎撃手段として期待¹⁴されているほか、光速で弾数の制約がないことなどから、ミサイルを迎撃可能な程度まで高出力化が実現できれば、多数のミサイルによる攻撃にも効率的に対処可能な装備となり得る。

米国は、14（平成26）年からペルシャ湾で小型UAVに対処可能な出力30kW級の艦載固体レーザー兵器「LaWS」の試験を行ったほか、20（令和2）年には砲弾などへの対処が可能とされる出力100kW前後の固体レーザー兵器「HELIOS」

をイージス艦に試験搭載する計画である。また、ブースト段階の弾道ミサイルを高出力レーザー兵器によって迎撃する有効性を示しており¹⁵、無人機にレーザーを搭載する技術の評価を行っている。

中国は小型UAVに対処可能な出力数30-100kW級のレーザー兵器「Silent Hunter」を国際防衛装備展示会（IDEX2017）で公開したほか、対衛星攻撃兵器としてさらに高出力のレーザー兵器も開発中との指摘がある。

ロシアは、出力数10kW級のレーザー兵器「ペレスヴェト」を試験配備中¹⁶であるほか、対衛星攻撃兵器として出力数MW級の化学レーザー兵器も開発中との指摘がある。

(5) 量子科学技術

「量子科学技術」は、日常的に感じる身の回りの物理法則とは異なる「量子力学」を応用することにより、社会に変革をもたらす重要な技術と位置づけられている。例えば、量子暗号通信は、量子の特性を利用した暗号化技術である量子暗号技術を利用した通信方式であり、第三者が解読できない暗号通信とされる。また、量子レーダーは、量子の特性を利用して、ステルス機のステルス性を無効化できる可能性が指摘されている。

中国は、北京・上海間約3,000kmにわたる世界最大規模の量子通信ネットワークインフラを構築したほか、16（平成28）年8月、世界初となる量子暗号通信を実験する衛星「墨子」を打上げ、18（平成30）年1月には、「墨子」を使った量子暗号通信により、中国とオーストリア間の長距離通信に成功したとしている。また、米国のDARPAは、量子暗号通信技術や量子レーダー技術の研究開発を進めており、今後各国において、量子暗号通信などの新たな技術が軍事分野に応用される可能性もある。

2 防衛技術・産業基盤をめぐる動向

近年、特に欧米諸国においては、国防費の大幅な増額が困難な状況が続いている。一方で、軍事

¹³ 「ツィルコン」は、19（平成31）年2月の年次教書演説において、最高速度約マッハ9で、1,000km以上離れた海上及び地上の目標を攻撃することが可能であると説明されている。

¹⁴ テロリストによるUAVの使用については、I部3章7節を参照

¹⁵ ブースト段階での弾道ミサイルの迎撃は、弾道ミサイルが迎撃回避策をとる前の最も脆弱な段階でミサイル攻撃を阻止できる可能性が指摘されている。

¹⁶ 19（平成31）年2月の年次教書演説において、「ペレスヴェト」が同年末には本格的に運用される旨説明。

科学技術の高度化や装備品の複雑化にともない、開発・生産コストが高騰して装備品の調達単価が上昇傾向にある。このような中で、諸外国は、自国の防衛技術・産業基盤を維持・強化するため、各種の取組を進めている。

欧米諸国は、前述の国防費をめぐる状況を踏まえ、防衛産業の再編による競争力の強化を指向してきた。米国では、主に国内企業間の合併・統合が繰り返されたのに対し、欧州では、ドイツ、フランス、英国、イタリアを中心に、国境を越えた防衛産業の合併・統合がみられた。また、欧米諸国は、開発・生産コストの高騰に対応するため、同盟国・友好国間での装備品の共同開発・生産や技術協力を推進し、①開発・生産費用の分担、②共同開発・生産の参加国全体への需要拡大、③技術の相互補完、④最先端技術の獲得による国内技術の底上げなどを目指している。

例えば、米国主導のF-35戦闘機の共同開発・生産は最大の共同開発・生産事業であり、現時点で3,200機を超える需要が見込まれ¹⁷、同機の運用・維持・整備段階も含め関係国の防衛技術・産業基盤に影響を及ぼすことになる。また、EUは、装備品の開発・取得における加盟国間での協力を促し、最先端かつ相互運用性のある装備品の効率的な生産を促進するため、加盟国が共同で行う研究・開発に対し資金提供を行う欧州防衛基金(EDF)¹⁸を設立した。

The European Defence Fund

民間の国防研究開発にファンディングなどの形で各国政府が資金提供を行う例も増加している。米国では、安全保障に資するブレイクスルー技術への投資を任務とするDARPA¹⁹に対し、19米会

計年度において約34億4,000万ドルの研究開発予算が要求されているように、長年、国防当局により、企業や大学などによる研究に対してファンディングなどによる大規模な資金提供が行われている。英国やオーストラリアなどでも、近年の装備品開発におけるデュアル・ユース技術の活用を受け、先進的な民生技術の取込みを目的として、民間の革新的な技術研究開発に対して資金提供を行う取組が開始されている²⁰。

諸外国による装備品の海外輸出は冷戦期から行われてきたが、現在も多く国々が輸出促進策をとっている。装備品の輸出では、先進装備品を輸出する欧米諸国が引き続き上位を占める一方、中国や韓国、トルコなどは、これまでの装備品の輸入や科学技術力の向上にともない、装備品の製造基盤が整ったことで、安価な装備品の輸出を拡大している。

近年、アジア・大洋州諸国による装備品の輸入は増加傾向にあるが、その背景には、域内の経済成長のほか、中国の影響力拡大や領有権をめぐる争いの存在、近隣諸国の軍事力発展への対応などがあると指摘されている。

装備品の輸入国の中には、国外からの装備品及び役務の調達の条件として、部品の製造などへの国内企業の参画を求めるなど、輸入による防衛力整備と国内の防衛技術・産業基盤の育成の両立を可能とするためのオフセット政策²¹を採用する国もある。

Q 参照 図表 I-3-1-1 (主要通常兵器の輸出上位国 (2014~2018年))

図表 I-3-1-2 (アジア・大洋州における主要通常兵器の輸入額推移状況 (2014~2018年))

¹⁷ 共同開発・生産国はオーストラリア、カナダ、デンマーク、イタリア、オランダ、ノルウェー、トルコ、英国及び米国の9か国、その他の取得国はイスラエル、韓国及び日本であり、これら各国の防衛技術・産業基盤が製造・整備に関与する。ただし、トルコによるロシア製ミサイル・システム[S-400]購入を受け、米国は19(令和元)年7月に共同開発計画からトルコを正式に除外する手続きを開始することを決定した。

¹⁸ EDFは加盟国の国防費が削減される中、研究、開発及び取得における加盟国の支出の重複を減らし、効率化することを目的として、17(平成29年)年6月に設立された。共同研究に対して同年から3年間で約9,000万ユーロの補助金、共同開発に対して19(平成31)年及び20(令和2年)年で約5億ユーロの共同出資を拠出、今後、拠出額をさらに増加させることとしている。

¹⁹ DARPAは自前の研究所や開発研究施設を保有せず、3~5年の任期で雇用されるプログラム・マネージャー約100名が研究・開発プログラム約250件を監督する国防省の機関である。

²⁰ 英国は16(平成28)年、産学官間のイノベーションのネットワーク化を図る国防安全保障アクセラレータ(DASA: Defence and Security Accelerator)を発足させるとともに、革新的な研究を対象とした基金(10年間で約8億ポンド)を設置した。また、同年、オーストラリアもエマージング・テクノロジーを対象とした将来技術基金(10年間で約7億3,000万豪ドル)及び革新的な開発を対象とした基金(10年間で約6億4,000万豪ドル)を設置した。

²¹ オフセットの定義について、米国商務省作成議会報告「国防関係取引に関するオフセット(第21版)」によれば、国防関係取引におけるオフセットには、共同生産、ライセンス生産、下請け契約、技術移転、購入及び支払上の支援といった産業上・商業上の見返りが含まれる。

図表 I -3-1-1 主要通常兵器の輸出上位国
(2014~2018年)

国・地域	世界の防衛装備品輸出 におけるシェア(%) 2014-2018年	2009-2013年 との 輸出額の比較(%)
1 米国	36	+29
2 ロシア	21	-17
3 フランス	7	+43
4 ドイツ	6	+13
5 中国	5	+3
6 英国	4	+6
7 スペイン	3	+20
8 イスラエル	3	+60
9 イタリア	2	-7
10 オランダ	2	+16

(注) 「SIPRI Arms Transfers Database」をもとに作成。2014~2018年の輸出額上位10カ国のみ表記(小数点第1位以下は四捨五入)

図表 I -3-1-2 アジア・大洋州における主要通常兵器
の輸入額推移状況 (2014~2018年)

国・地域	輸入額(億米ドル) 2014-2018年	2009-2013年 との 輸入額の比較(%)
1 インド	138.76	-24
2 豪州	67.93	+37
3 中国	61.03	-7
4 韓国	44.92	-9
5 ベトナム	42.40	+78
6 パキスタン	40.12	-39
7 インドネシア	35.90	+86
8 台湾	24.26	+83
9 日本	21.00	+15
10 シンガポール	18.57	-63

(注) 「SIPRI Arms Transfers Database」をもとに作成。2014~2018年の輸入額上位10カ国のみ表記。

第2節 宇宙領域をめぐる動向

1 宇宙領域と安全保障

人類初の宇宙空間への人工衛星打ち上げから約60年が経過し、近年、宇宙空間を利用した技術は、様々な分野に活用されている。宇宙空間は、国家による領有は禁止されているものの、全ての国が自由に利用できることから、主要国は、宇宙利用を積極的に進めている¹。例えば、気象や陸・海域の観測に気象衛星などの地球観測衛星、インターネットや放送に通信・放送衛星、また、航空機や船舶の航法にGPSなどを構成する測位衛星が利用されるなど、社会、経済、科学分野など官民双方の重要インフラとして深く浸透している。

安全保障の分野においても、主要国では、軍が宇宙空間に積極的に関与し、各種人工衛星を活用している。宇宙空間は、国境の概念がないことから、人工衛星を活用すれば、地球上のあらゆる地域の観測や通信、測位などが可能となる。このため主要国は、C4ISR²機能の強化などを目的として、軍事施設・目標偵察用の画像収集衛星、弾道ミサイルなどの発射を感知する早期警戒衛星、電波信号などを収集する

電波収集衛星、各部隊間などの通信を仲介する通信衛星や、艦艇・航空機の測位・航法や武器システムの精度向上などに利用する測位衛星をはじめ、各種衛星の能力向上や打ち上げに努めている。このように、各国は宇宙空間において、自国の軍事的優位性を確保するための能力を急速に開発している。

自国の軍事的優位性を確保する観点から、他国の宇宙利用を妨げる能力も重視されている。07(平成19)年1月、中国は老朽化した自国の衛星を、地上から発射したミサイルで破壊する衛星破壊実験を行った。その際に発生したスペースデブリ³が、人工衛星の軌道に飛散し、各国の人工衛星などの宇宙資産に対する脅威として注目されるものとなった⁴。

また、中国やロシアなどは、ミサイルの直撃により衛星を破壊するのではなく、よりスペースデブリの発生が少ない対衛星兵器(ASAT)も開発中とみられている。例えば、攻撃対象となる衛星に衛星攻撃衛星(いわゆる「キラ衛星」)を接近させ、アームで捕獲するなどして対象となる衛星

1 1967(昭和42)年10月に発効した宇宙条約(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)では、月その他の天体の平和的目的の利用、宇宙空間の探査と利用の原則的自由、領有の禁止などを定めている。なお、宇宙空間の定義については、上空100km以上を宇宙空間と見なす考え方などがあるものの、明確な国際的合意はない。

2 Command, Control, Communication, Computer, Intelligence, Surveillance, Reconnaissanceの略で、「指揮、統制、通信、コンピュータ、情報、監視、偵察」という機能の総称。1991(平成3)年の湾岸戦争は、「史上初の宇宙ハイテク戦争」とされている。

3 運用を終えた人工衛星、ロケットの上段、部品や破片などの地球を周回する不要な人工物

4 18(平成30)年4月の米ワシントン・タイムズ(電子版)によると、また、18(平成30)年2月に中国が対衛星ミサイルの発射実験を行ったとの指摘がある。また、同年3月にロシアが対衛星ミサイルの発射実験を行ったと報じられている。