

第1節 科学技術をめぐる動向

1 科学技術と安全保障

科学技術の発展は、これまでも社会や人々の生活や安全保障のあり方を変化させてきたが、近年の特徴としては、特に、民生分野に由来する技術の急速な発展と、これが安全保障にもたらす影響力の大きさがあげられる。各国は、例えば人工知能(AI)、量子技術、次世代情報通信技術など、将来の戦闘様相を一変させる、いわゆるゲーム・チェンジャーとなり得る技術の研究開発や、軍事分野での活用に入れている。

このような技術の活用は、これまで人間や従来のコンピュータなどにより行われてきた情報処理を、高速かつ自動で行うことを可能とするものであり、意思決定の精度やスピードにも大きな影響を及ぼすものとして注視していく必要がある。また、こうした技術に基づく高速大容量かつ安全な通信は、今後の防衛における大きなニーズでもある無人化や省人化にも大きく寄与するため、この観点からも注視が必要である。

さらに、サイバー攻撃による通信・重要インフラの妨害やAIを搭載したドローンの活用など、純粋な軍事力に限られない多様な手段により他国を混乱させる手法はすでにいくつもの実例があり、こうした技術は、軍事と非軍事の境界を曖昧にし、いわゆる

グレーゾーンの事態を増加・拡大させる要因ともなっている。AI技術を応用して偽の動画を作るディープフェイクと呼ばれる技術も広がりを見せており、偽情報の流布などによる情報戦の手法が巧妙化し、選挙戦への影響など、より平時に近い段階での活動として広がりを見せていることから、安全保障面での影響に関心が高まっている。

加えて、国の経済や安全保障にとって重要となる新興技術の分野で優位を獲得し、国際的な基準をリードすることが有利であるといった認識から、第5世代移動通信システム(5G)や半導体などの分野において、技術をめぐる国家間の争いが顕在化している。また、半導体やレアメタルをはじめとした重要物資について、安全保障の観点からサプライチェーンを確保することの重要性について共通の理解が進んでいる。

このような状況において、サイバー空間、企業買収、投資を含む企業活動、学術交流、工作人員などを利用した技術窃取も課題となっており、各国は、輸出管理や外国からの投資にかかる審査を強化するとともに、技術開発や生産の独立性を高めるなど、いわゆる「経済安全保障」の観点からの施策を講じている。

2 軍事分野における先端技術動向

(1) 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、極超音速飛翔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、

通常の弾道ミサイルとは異なる低い軌道を、マッハ5を超える極超音速で長時間飛翔すること、高い機動性を有することなどから、探知や迎撃がより困難になると指摘されている。

米国については、2021年3月、米国防省高官が、極超音速兵器の開発構想に言及しており、2020年代初頭から半ばにかけて極超音速兵器を配備し、2020年代半ばから後半にかけて防衛能力を構築すると公表した¹。同年10月には、米陸軍に長距離極超音速兵器 (LRHW) の発射機プロトタイプが納入されている。
Long Range Hypersonic Weapon

中国は、2019年10月、中国建国70周年閱兵式においてHGVを搭載可能な弾道ミサイルとされる「DF-17」を初めて登場させており、米国防省は中国がDF-17の運用を2020年には開始したと指摘している。また、2021年夏頃には極超音速滑空兵器の地球低周回軌道の発射実験を実施したことが報じられ、本実験を受け、ミリー米統合参謀本部議長は、中国の急速な能力向上に危機感を表明している。

ロシアは、2019年にHGV「アヴァンガード」を配備している。また、2021年12月の国防省拡大幹部会合において、ショイグ国防相は、アヴァンガードを搭載可能とされる新型ICBM「サルマト」を戦闘当直に就けることが2022年の優先課題であると発言した。また、2021年10月、ロシア国防省はHCM「ツィルコン」の潜水艦発射試験に成功しており、同年11月、プーチン大統領は、試験が最終段階にあり、2022年から海軍に配備開始となる旨述べている。

(2) 高出力エネルギー技術

電磁レールガンや高出力レーザー兵器、高出力マイクロ波などの高出力エネルギー兵器は、多様な経空脅威に対処するための手段として開発が進められている。

電磁レールガンは電気エネルギーから発生する磁場を利用して弾丸を打ち出す兵器である。電磁レールガンの砲弾は、ミサイルとは異なり推進装置



原子力潜水艦からHCM「ツィルコン」の発射試験の様子【ロシア国防省】

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ている。

また、米国、中国及びロシアなどは、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。レーザー兵器は、多数の小型無人機や小型船舶などに対する低コストで有効な迎撃手段として活用されるほか、技術の成熟度によっては従来兵器と比べて即応性に優れ、弾薬の制約から解放される可能性があることなどから、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、新たなミサイル防衛システムとなり得ると期待されている。

米国は、2020年5月に太平洋上で実施された試験では、米海軍が開発した艦載高出力レーザー実証機で飛行する無人機の無力化に成功し、2021年12月にもアデン湾を航行中の輸送揚陸艦「ポートランド」に搭載された高出力レーザー実証機で飛行する標的の迎撃試験に成功している。

中国は小型無人機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、低軌道周回衛星の光学センサーを妨害または損傷させることを企図していると思われる対衛星レーザー兵器を配備しているとの指摘がある。また、対衛星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

1 2021年2月27日付の米国防省HPによる。

スヴェト」を既に配備しており、対衛星兵器として出力数MW級の化学レーザー兵器も開発中との指摘がある。

また、2021年6月には、イスラエルの国防省及び企業が、航空機搭載型レーザー兵器により複数の無人機を空中で迎撃する一連の試験が成功したと発表している。また、同国は、2020年2月に車載型の対無人機用レーザー兵器による複数無人機の迎撃試験に成功している。

高出力マイクロ波技術は、無人機、ミサイルなどの経空脅威に対し、搭載する情報収集・指揮通信機器などの電子機器に破損や誤作動を生起させる技術である。米国は、この技術を用いた兵器である「Phaser」のプロトタイプを、空軍が2019年に試作しており、米陸軍の演習において一度に2~3機、合計33機の小型無人航空機に対処した実績があると



高出力マイクロ波兵器「THOR」【米空軍】

される。また、2021年7月には、米空軍研究所が、マイクロ波による敵小型無人機のスウォーム攻撃などへの対処を実証した技術実証システム「THOR」の成果に基づき、新たな高出力マイクロ波兵器システム「Mjolnir」の開発を発表している。

3 民生分野における先端技術動向

(1) 人工知能 (AI) 技術

いわゆる人工知能 (AI) 技術は、近年、急速な進展がみられる技術分野の一つであり、軍事分野においては、指揮・意思決定の補助、情報処理能力の向上に加えて、無人機への搭載やサイバー領域での活用など、影響の大きさが指摘されている。

この点、オースティン米国防長官は、米国防省高等研究計画局 (DARPA) のAIプロジェクトに今後5年間で約15億ドルを投資すると述べており、AIへの投資を「最優先事項」と位置づけている。

AIを活用した技術の例として、米国では、収集した情報をAIが分析し、戦闘部隊などにネットワーク経由で迅速に共有する先進戦闘管理システム (ABMS) の実証実験が2019年12月に実施されている。また、中国では、次世代指揮情報システムの研究・開発を目的に、中央軍事委員会がAI軍事シミュレーション競技会を2020年7月に開催を発表している。

また、各国は、AIを搭載した無人機の開発を進め

ている。米国のDARPAは、空中射出・回収・再利用が可能なISR (情報収集・警戒監視・偵察) 用の小型無人機のスウォーム飛行、潜水艦発見用の無人艦など、多様な無人機の開発を公表している。このほか、空対空戦闘の自動化に関する研究開発や、2021年6月には、スカイボーグシステム²の2回目の飛行試験に成功するなど有人機と高度な無人機が連携する構想の研究を推進している。

中国電子科技集団公司は、2018年5月、人工知能を搭載した200機からなるスウォーム飛行を成功させており、2020年9月には中国国有軍需企業が無人航空機のスウォーム試験状況を公開している。このような、スウォーム飛行を伴う軍事行動が実現すれば、従来の防空システムでは対処が困難になることが想定される。

ロシアは、2019年9月、大型無人機S-70「オホートニク」と第5世代戦闘機Su-57との協調飛行試験を実施しており、飛行試験の状況を動画で公開している。複座型のSu-57に約4機のオホートニクが随

2 高度な処理能力を有するとともに、低コストで損耗可能であり、有人機との協調飛行が可能な無人航空プラットフォーム開発プログラム。

伴し、航空・地上標的への攻撃を担当する可能性も報じられている。

また、こうした無人機は、いわゆる自律型致死兵器システム (LAWS) 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) 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。

(2) 量子技術

「量子技術」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。2019年12月には、米国防省の諮問機関である米国防科学技術委員会が軍事への応用が期待される量子技術として量子暗号通信、量子センサー、量子コンピュータをあげている。

量子通信においては、例えば、第三者が解読できない暗号通信とされる量子暗号通信が各国で研究されている。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、2016年8月、世界初となる量子暗号通信を実験する衛星「墨子」を打ち上げ、2018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、量子センシングに関しては、2020年3月、グリフィン米国防次官(当時)が、量子技術の国防への応用に楽観的であってはならないと指摘する一方で、量子センサーが、ナビゲーション情報を改善するものとして期待でき、今後数年間で実現可能とされる見込みと証言している³。このほか、量子レーザーは、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。

量子コンピュータは、現在のスーパーコンピュータでは膨大な時間がかかる問題を、短時間かつ超低消費電力で計算することが可能となるとされ、暗号解読などの分野への応用の可能性が指摘されてい

る。中国は、量子コンピュータを重大科学技術プロジェクトとして位置づけ、量子情報科学国家実験室の整備などのために約70億元を投資している。

(3) 次世代情報通信技術

民間の移動通信インフラとして、2019年4月以降各国で相次いで商用サービスが開始されている第5世代移動通信システム (5G) が注目を集めている。

米国は、2020年3月に「5Gの安全を確保するための米国家戦略」を公表し、同年5月には同戦略の国防政策上のアプローチを示した「米国防省5G戦略」を公表した。国防省の戦略では、5Gは極めて重要な戦略的技術であり、これによってもたらされる先端技術に習熟した国家は長期にわたり経済的及び軍事的な優位を獲得するとの認識を示している。さらに、米国防省は、米軍基地内に5G実験を行うための実証基盤を開設する取組を2019年10月から開始しており、複数の基地を5G実験施設として指定している。2021年12月には、ユタ州のヒル空軍基地で5Gネットワーク実験設備が完成している。

また、仮想通貨に利用されているブロックチェーン技術⁴についても、軍事分野への応用が期待されており、米国は、2020年10月に公表した「重要な新興技術のための国家戦略」において、20の重要・新興技術分野のうちの一つに同技術を選定している。

(4) 積層製造技術

3Dプリンターに代表される積層製造技術は、低コストで通常では作成できないような複雑な形状でも製造が可能なことや、在庫に頼らない部品調達など兵站に革命が起きる可能性があることから、各国で軍事技術への応用の可能性が指摘されている。例えば、米陸軍は、予備物品の輸送が不要になることから、「物流に本当の革命を起こすことになる」としており、米空軍は、部品不足が指摘される航空機のエンジン部品の製造を発表している。

3 2020年3月12日付の米国防省

4 データの変更記録について暗号技術を用いて分散的に処理・記録するデータベースの一種。

4 情報関連技術の広まりと情報戦

2014年のロシアによるクリミア「併合」、2016年の米大統領選へのロシアの介入疑惑、2020年の台湾総統選挙をめぐる中国の活動、2022年のロシアによるウクライナ侵略などでも指摘されているように、主にソーシャル・ネットワーキング・サービス(SNS)を媒体とした、偽情報の流布や、当該政府の信頼低下や社会の分断を企図した情報拡散などによる情報戦への懸念が高まっている。こうしたSNS上での工作には、ボットと呼ばれる自律的なプログラムが多用されるようになってきているとの指摘がある。大手ソーシャルメディア各社は、ボットアカウントも含め、中国やロシアなど政府によるプロパ

ガンダ⁵作戦に利用されているとするアカウントの削除を発表してきている。

このような偽情報の流布などによる情報戦は、AIやコンピューティング技術のさらなる活用により、一層深刻になる可能性がある。このため、米国の2021年度国防授權法は、国土安全保障長官に対して、デジタル・コンテンツの偽造に使われる技術や、これが外国政府により使われた場合の安全保障への影響について報告するよう命じている。また、米国防省高等研究計画局(DARPA)は、画像や音声の一貫性に着目し、偽造されたコンテンツを自動的に発見するアルゴリズムの研究を行っている。

5 防衛生産・技術基盤をめぐる動向

前述のとおり、民生分野での技術発展は著しく、それに由来する先進技術が、戦闘のあり方をも一変させ得るほどになっており、産業・技術分野における優劣は国家の安全保障に大きな影響を与える状況にある。このような中で、諸外国は、自国の防衛生産・技術基盤を維持・強化するため、各種の取組を進めている。

まず、技術的優越を確保するため、各国は国防研究開発への投資を拡大している。例えば、米国は約15兆円の政府負担研究費のうち約半分が国防省によるものである。こうした状況は、日本において防衛省の研究開発予算が政府負担研究費の3%程度に過ぎない状況と対照的である。

また、米国は企業や大学などの研究に対しても大規模な資金提供を行っている。国防省の内部組織であるDARPAも、米軍の技術的優位性の維持を目的に、企業や大学などにおける革新的研究に積極的に投資を行っており、2023米会計年度においても約41億1,190万ドルの予算を要求している。さらに、

国防イノベーションユニット(DIU)では、民生の先端技術を安全保障分野の課題解決に活用するために、先端技術を持った企業と国防省との橋渡しをする役割を担っている。AI、自律技術、サイバーなど6つの分野を中心に、これまでに250を超える企業との契約を生み出しており、2021年度においても企業から提案を受けた6つの民生ソリューションを試作段階から量産段階へ移行させている。

軍民融合を国家戦略として推進する中国は、軍民相互の技術交流、民間資本の国防産業への参入(民参軍)の促進を進めている。特に、AI、量子情報、ビッグデータ、クラウドコンピューティングなどの汎用性の高い先端技術の軍事領域への応用に力を入れている。

英国やオーストラリアも、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、民間の革新的な研究開発に対して資金提供を行っている⁶。

さらに、諸外国は自国の防衛産業基盤を国防に必

5 特定の主義、思想の宣伝。

6 英国は2021年に発表した防衛安全保障産業戦略(DSIS)において4年間で少なくとも66億ポンドを防衛研究開発に投資することを発表しており、安全保障に資する産学界のイノベーションに投資を行う国防安全保障アクセラレータ(DASA: Defence and Security Accelerator)への投資を強化している。オーストラリアでも、2016年に設置された次世代技術基金(Next Generation Technologies Fund)により、エマージング・テクノロジーを中心に投資を行っている。

要な要素ととらえ、防衛産業政策に関する政策文書の発表や防衛産業を担当する組織の設置により政策実行体制を整えており、国内企業参画支援や輸出の促進など、防衛産業基盤の維持・強化のために様々な取組を進めている。

英国は、国内防衛産業とより生産的・戦略的な関係を構築することを目的として、2021年に防衛安全保障産業戦略 (DSIS) を発表した。この戦略の中で、防衛産業は重要な戦略的資産と位置づけられており、その強化のために、政府が大規模な調達改革、サプライチェーンの強靱化、輸出許可の迅速化などの取組を進めることとしている。

オーストラリアは、2016年に国防産業担当大臣のポストを設置するとともに、国防省と防衛産業界のパートナーシップを推進する事業を定めた防衛産業政策ステートメントを発表している。また、2021年に防衛産業支援のワンストップ組織である防衛産業支援オフィス (Office of Defence Industry Support) を設置し、中小企業の防衛産業参画支援や資金援助を行っている。

韓国は、2021年に施行された防衛産業発展法と防衛科学技術革新促進法により、国内防衛産業の能力向上や高い自己完結性の獲得を目指している。さらに、防衛事業庁 (DAPA) は、装備品調達の際は国内産業への波及効果も考慮して装備品の調達を行う政策や、海外企業と国内企業との協力や海外企業

図表 I-4-1-1 主要通常兵器の輸出上位国 (2017~2021年)

順位	国・地域	世界の防衛装備品輸出におけるシェア (%) 2017-2021年	2012-2016年との比較 (%)
1	米国	39	14
2	ロシア	19	-26
3	フランス	11	59
4	中国	5	-31
5	ドイツ	5	-19
6	イタリア	3	16
7	英国	3	-41
8	韓国	3	177
9	スペイン	2	10
10	イスラエル	2	-6

(注) 「SIPRI Arms Transfers Database」をもとに作成。2017~2021年の輸出シェア上位10カ国のみ表記 (小数点第1位を四捨五入)。

による国内企業の製品の使用を促進する政策を発表している⁷。

また、装備品の輸出は、当該国間の関係強化や、防衛技術・産業基盤の強化に資するものでもあり、各国は戦略的に取り組んでいる。例えば、英国は、国際通商省や内務省など他省庁とも協力して省庁横断的に輸出支援に取り組むことをDSISにて発表している。装備品の輸出額では、米国・ロシア・欧州及び中国が引き続き上位を占めている一方で、オーストラリア、トルコでは輸出戦略が策定され⁸、韓国では輸出支援組織を設置し⁹、輸出のための研究開発の資金援助を行うなど、各国は様々な取組により装備品の輸出を積極的に促進している。

□ 参照 図表 I-4-1-1 (主要通常兵器の輸出上位国 (2017~2021年))

6 経済安全保障をめぐる動向

科学技術やイノベーションが国家間競争の中核となる中で、各国の安全保障政策においても、経済・技術分野を焦点とした取組が注目されている。

米国は2019年国防授権法により、輸出管理強化、対内投資の事前審査強化、政府調達規制の導入、研究セキュリティ強化を決定している。2019年5月には、外国敵対者が、米国及び米国民に対する経

済・産業スパイを含む悪質なサイバー行為を行うために情報通信技術及び役務にかかる脆弱性を生み出し、その脆弱性を利用しているとの認識に基づき、これに対処することを命ずる情報通信技術・サービスのサプライチェーンの保護に関する安全性を確保する大統領令 (EO13873) を発出した。

欧州では、欧州連合 (EU) が2020年10月、EU

European Union

7 韓国は、2021年にこれらの政策を含む韓国防衛能力向上政策 (Korea Defense Capability policy) の導入を発表した。
 8 オーストラリアは2018年に国防輸出戦略を発表し、トルコは「2017年~2021年国際協力及び輸出戦略計画」を発表している。
 9 2018年、防衛産業輸出支援センター (Defense Export Promotion Center) を設立した。

としての投資審査枠組の完全運用を開始し、域内各国における外国投資にかかる情報共有を強化した。英国は2021年、機微分野における研究の保護などを目的とし、外国の影響を登録するスキームの創設に関するパブリック・コメントを実施したほか、2022年1月には国家安全保障・投資法を施行し、国家安全保障上のリスクのある投資への対応を強化した。

オーストラリアでは、2021年1月、外資による資産取得及び企業買収法の改正法が、同年12月、重要インフラ保安法の改正法が発効している。

中国は、軍民融合政策により軍事利用が可能な先端技術の開発・獲得に取り組みながら、2020年1月には輸出管理法を、2021年1月には外商投資安全審査弁法を施行するなどしてきている。

また、各国において自国のサプライチェーンを把握し必要な措置をとろうとする動きが強まっている。

2021年2月、米国は大統領令第14017号を発出し、経済的繁栄と国家安全保障を確保するためには強靱で多様かつ安全なサプライチェーンが必要であるとして、例えば、国防長官に対しレアアースなど重要鉱物や戦略物資のサプライチェーン調査と、判明したリスク対処のための政策提言、及び国防産業基盤のサプライチェーンに関する報告書の提出を求めるなどしている。

これを受け、2021年6月に半導体、重要鉱物、大

容量蓄電池、医薬品などの100日レビューの対象となっていた4分野のサプライチェーンの現状と課題を分析した報告書が発出された。また、2022年2月には1年レビューの対象であった6つの産業基盤（エネルギー、運輸、農作物・食糧、公衆衛生・生物事態対処、情報通信技術、防衛）のサプライチェーンに関する主要な弱点を特定し、その弱点に対処するための戦略について記載した報告書が発出された。

EUは2021年5月、機微製品のサプライチェーン分析の結果をカバーする「2020産業戦略アップデート」を発表した。

さらに、各国における国防分野に限られない研究開発に対する投資の強化も顕著となっている。米国は、ハイリスク・ハイリターン生物医学研究上のブレイクスルーを推進するため、3年間で65億ドル規模のファンディング予算が見込まれている医療高等研究計画局（ARPA-H）や、気候高等研究計画局（ARPA-C）の設置に向けた動きを進めている。ドイツでは2019年12月に国内で飛躍的イノベーションを創造することを目的とした飛躍的イノベーション機構（SPRIN-D）が設置され、10年間で10億ユーロのファンディングを見込んでいる。英国でも、当面8億ポンドの予算規模で、イノベーションの最前線にあるハイリスク事業への投資に特化した先進研究発明局（ARIA）が設置されている。