

平成28年度 中長期技術見積り

平成28年8月

防衛装備庁

目次

I	はじめに	6
II	中長期技術見積りの目的、作成の背景及び役割.....	7
1	中長期技術見積りの目的と位置付け	7
2	中長期技術見積りの作成の背景	7
2. 1	我が国を取り巻く安全保障環境の変化	8
2. 2	科学技術環境の変化.....	8
2. 3	防衛装備庁の設置	9
3	中長期技術見積りの役割.....	10
3. 1	平成18年度中長期技術見積りの分析	10
3. 2	平成28年度中長期技術見積りの役割	10
III	取組の方向	12
1	導出に当たっての基本的考え方	12
(1)	検討の範囲.....	12
(2)	検討の重視事項.....	13
(3)	本見積りにおいて明らかにする事項.....	13
2	導出の手順.....	14
3	将来重視すべき機能・能力等.....	16
4	重視事項及び将来技術分野	18
(1)	警戒監視能力	18
(2)	情報機能	18
(3)	輸送能力	19
(4)	指揮統制・情報通信能力	20
(5)	周辺海空域における安全確保	21
(6)	島しょ部に対する攻撃への対応.....	23
(7)	弾道ミサイル攻撃への対応.....	26
(8)	ゲリラ・特殊部隊による攻撃対応	27
(9)	宇宙空間における対応	29
(10)	サイバー空間における対応.....	30
(11)	大規模災害等への対応.....	31
(12)	国際平和協力活動等への対応	32
(13)	研究開発の効率化.....	34
IV	将来装備技術及び将来の可能性を秘めた技術	36
1	UGS（UGV、地上ロボット）技術分野	38
(1)	移動機構技術	38

(2)	領域センシング・認識技術	38
(3)	自律走行技術	39
(4)	ヒューマノイドロボット技術	39
(5)	水中走行技術	40
(6)	将来の可能性を秘めた技術	40
2	UAS (UAV、UCAV) 技術分野	40
(1)	自律化技術	40
(2)	機体技術	41
(3)	推進・動力技術	41
(4)	将来の可能性を秘めた技術	41
3	UMS (USV、UUV) 技術分野	42
(1)	長期運用大型UUV技術	42
(2)	異機種協調制御技術	42
(3)	港湾警戒用目標探知技術	42
(4)	戦闘型UUV技術	43
(5)	ヒューマンサポート技術	43
(6)	無人機、母艦等との接続技術	43
(7)	将来の可能性を秘めた技術	43
4	個人装備技術分野	43
(1)	パワーアシスト技術	43
(2)	マン・マシンシステム技術	44
(3)	装具類技術	44
(4)	ウェアラブル技術	44
(5)	将来の可能性を秘めた技術	44
5	CBRNE対処技術分野	45
(1)	検知技術	45
(2)	対処（予測・評価）技術	45
(3)	防護技術	45
(4)	除染技術	45
(5)	IED対処技術	46
(6)	将来の可能性を秘めた技術	46
6	衛生関連技術分野	46
(1)	遠隔治療技術	46
(2)	TCCCシミュレーション技術	46
(3)	将来の可能性を秘めた技術	46
7	精密攻撃武器技術分野	47

(1)	誘導弾システム技術（クラウドシューティング）	47
(2)	誘導弾要素技術	47
(3)	弾薬技術	47
(4)	指向性エネルギー技術	47
(5)	EMP弾技術	48
(6)	電磁加速砲技術	48
(7)	将来の可能性を秘めた技術	48
8	将来車両技術分野	48
(1)	車両システム技術、車体技術及び動力技術	48
(2)	耐弾・耐爆技術	49
(3)	水陸両用車技術	49
(4)	将来の可能性を秘めた技術	49
9	将来艦船技術分野	49
(1)	艦船システム構成技術	49
(2)	統合電気推進システム技術	50
(3)	将来の可能性を秘めた技術	50
10	航空機（戦闘機）技術分野	51
(1)	機体技術	51
(2)	推進・動力技術	51
(3)	アビオニクス技術	51
(4)	ステルス技術	52
(5)	将来の可能性を秘めた技術	52
11	航空機（VTOL）技術分野	52
(1)	複合ヘリ技術	52
(2)	ティルトロータ・ウィング技術	53
(3)	将来の可能性を秘めた技術	53
12	情報収集・探知技術分野	53
(1)	レーダ技術	53
(2)	光波センサ技術	53
(3)	複合センサ技術	53
(4)	電波監視技術	54
(5)	ソーナー技術	54
(6)	爆発物等センサ技術	54
(7)	将来の可能性を秘めた技術	54
13	電子攻撃防御技術分野	55
(1)	電磁波透過制御技術	55

(2)	電磁パルス防護技術	55
(3)	将来の可能性を秘めた技術	55
1 4	サイバー関連技術分野	55
(1)	サイバー演習環境構築技術	55
(2)	サイバーレジリエンス技術	55
(3)	装備システムサイバー攻撃対処技術	56
(4)	サイバー攻撃自動対処技術	56
(5)	脆弱性調査技術	56
(6)	サプライチェーン・インテグリティ技術	56
(7)	耐タンパー技術	56
(8)	公開情報の収集・分析技術	56
1 5	指揮統制・通信・電子対処技術分野	57
(1)	指揮通信技術	57
(2)	意思決定支援技術	57
(3)	電子対処技術	57
(4)	水中ネットワーク技術	57
(5)	将来の可能性を秘めた技術	57
1 6	システム・インテグレーション、電子戦能力評価技術分野	58
(1)	統合シミュレーション技術	58
(2)	航空機システム・インテグレーション技術	58
(3)	電子戦評価システム技術	58
1 7	宇宙関連技術分野	59
(1)	衛星搭載型赤外線センサ技術	59
(2)	宇宙状況監視技術	59
(3)	空中発射技術	59
(4)	ミッション効果向上技術	59
1 8	後方支援技術分野	60
(1)	空中投下技術	60
(2)	橋りょう・埠頭技術	60
V	今後取り組むべきこと	67
1	全般	67
2	将来装備技術	67
(1)	重点的な装備品等の研究の実施	67
(2)	技術的検証の着実な実施	68
(3)	実用化技術の積極的な取り込み	68
3	将来の可能性を秘めた技術	68

(1) 萌芽的技術の重点的調査	68
(2) 萌芽的技術の育成	68
VI おわりに	69

I はじめに

中長期技術見積りは、国内外の技術動向を踏まえた将来の技術の進展に関する見積りと、これに基づき設定した防衛装備庁の中長期（約20年程度）的な科学技術分野の取組の方向等を明らかにするものである。その作成目的は、将来における我が国の技術的優越を確保して、先進的な装備品等の創製を効果的、効率的に行うための方向を示すことである。

中長期技術見積りは、平成18年度に旧技術研究本部において初版が作成されて以来、技術研究本部が推進していく技術研究の方向を指し示すものとして参照、活用されてきた。しかし、平成18年度版中長期技術見積りの作成から約9年が経過する中で、科学技術の進展は目を見張るものがあり、作成当時の予見どおり又は予見以上に進展した技術もあれば、一方で期待したような進展が見られていない技術もある。また、我が国の安全保障政策を顧みれば、防衛計画の大綱が、平成22年度の「動的防衛力の構築」から平成25年度の「統合機動防衛力の構築」へと深化するとともに、科学技術分野の進展により新たに無人装備、宇宙空間及びサイバー空間といった我が国の防衛のあり方に大きく影響を及ぼす分野での対応の必要性が増加することとなった。また、平成25年に定められた中期防衛力整備計画では、厳しい財政状況の下、効果的、効率的な装備品等の研究開発を実現することが求められている。

このような背景の下、平成27年10月に設置された防衛装備庁では、技術的優越を確保しつつ、効果的、効率的な装備品等の創製を行うことを主要方針の一つとしている。この方針を実現するため、防衛装備庁は、平成18年度版の中長期技術見積りを見直し、最新の科学技術動向を踏まえ、かつ、我が国の安全保障政策で対応が求められる分野を取り込んだ、新たな平成28年度版中長期技術見積り（以下「本見積り」という。）を作成することとした。

本見積りは、防衛装備庁において、将来における我が国の技術的優越を確保するため、また先進的な装備品等を効果的、効率的に創製するためのガイドブックとして用いるものであるが、あわせて、防衛装備庁外の方々にとって、本見積りが、防衛装備庁の取組の方向性を御理解いただくための一助となることを期待する。

II 中長期技術見積りの目的、作成の背景及び役割

1 中長期技術見積りの目的と位置付け

中長期技術見積りは、防衛省の技術戦略（以下「防衛技術戦略」という。）の一部をなすものであり、将来における我が国の技術的優越を確保するとともに、先進的な装備品等の創製を行うための取組の方向を示すものであり、防衛装備庁長官が原則として5年ごとに作成することとなっている¹。

まず、防衛技術戦略について、簡単に述べる。防衛技術戦略は、防衛装備庁において、我が国の技術的優越を確保し、先進的な装備品等の創製を効果的、効率的に行うため、戦略的に取り組むべき各種施策の基本的な方向性を示したものである。防衛技術戦略と関連する文書としては、本見積りに加え、将来装備品等のコンセプトとこれを実現するために必要な研究開発のロードマップをまとめた「研究開発ビジョン」があり、これら文書化されたものだけでなく、各種の課題に対して適時適切に企画立案される方針や政策（例えば国内外交流や知的財産管理、技術管理等に関する方針等）も、防衛技術戦略の一部をなすものである。

防衛技術戦略は、省外と共有することで効果が得られると期待されるので、積極的に公表する方針であり、中長期技術見積りについても、優れた民生先進技術の取り込み（デュアル・ユース技術の活用）促進や、装備品等への適用を目指した技術の省外での育成（オープンイノベーション）を促進させるといった効果が期待できることから、省外の関係各位と共有を図るため公表する。

以上の目的を踏まえ、中長期技術見積りの作成に当たっては、防衛装備庁で行う装備品等に関する科学技術の国内外動向調査分析（防衛技術調査分析²）や国外の装備品等に関する動向分析（技術動向見積り）等を参考として、今後約20年の間に確立されることが期待される、装備品等に適用が可能な技術の進展を見積もるとともに、我が国の技術的優越を確保するため、同じく約20年間で重点的に確立しなければならない技術分野、つまり中長期的かつ重点的に獲得を目指すべきゲーム・チェンジャーとなり得る先進的な技術分野を明らかにすることとしている。

2 中長期技術見積りの作成の背景

今般の中長期技術見積りの作成に当たっては、大きく分けて3つの背景がある。第一は、我が国を取り巻く安全保障環境の変化、第二は、急速な科学技術の進展とこれに伴う

¹ 装備品等の研究開発に関する訓令（平成27年防衛省訓令第37号）第8条の規定により、将来における我が国の技術的優位性を確保する技術戦略の構築に資するとともに、先進的な装備品等の創製を行うため、中長期的な科学技術分野の取り組みの方向その他の技術に関する見積りを明らかにするもの。

² 装備品等の研究開発に関する訓令第6条の規定により、長官は、第8条の中長期技術見積りの作成に資するために、装備品等についての科学技術に関する内外の動向を調査分析した防衛技術調査分析を作成する。

国家としての戦略的アプローチの変化、第三は、各種の防衛装備に関する政策課題に効果的、効率的に対応するために行われた防衛装備庁の設置である。

2. 1 我が国を取り巻く安全保障環境の変化

我が国周辺においては、周辺国による軍事力の近代化や強化が続いているとともに、依然として領土問題等を始めとする不透明・不確実な要素が残されている。いわゆるグレーゾーン³の事態が増加・長期化の傾向にあり、各種事態への実効的な抑止及び対処とともに、宇宙空間及びサイバー空間における対応等、我が国を取り巻く安全保障環境はより複雑化している。他方、我が国では少子化による若年人口の減少のほか、国家の厳しい財政状況を反映した経費の抑制等により、研究開発の推進に必要な予算の確保については依然として厳しい環境にある。

このような状況において、各種事態に迅速かつシームレスに対応するためには、陸・海・空自衛隊が保有する能力を一体的に運用することが有効であり、平成25年度より、統合機動防衛力の構築に取り組むとともに、実運用に関する業務の統合幕僚監部への一元化を果たした。

2. 2 科学技術環境の変化

近年の我が国の科学技術の進展はめざましく、特に無人装備技術、情報通信技術（ICT⁴）、材料技術等の分野においては成長が顕著な傾向にあり、防衛装備品の研究開発及び取得において、民生技術の発達が我が国の防衛に及ぼす影響は極めて大きいものがある。また、我が国の高い技術力は、防衛分野に限らず、国際社会が我が国に強く求める価値ある資源でもある。

かかる環境を踏まえ、技術力の強化は、国家戦略における戦略的アプローチとしても取り入れられている。我が国では国家安全保障会議（NSC⁵）の司令塔機能の下、政府全体として、国家安全保障政策を戦略的かつ体系的に実施しているが、その基準となる「国家安全保障戦略」が、平成25年12月17日に定められ、この中に「技術力の強化」が明記されており、経済力や防衛力の基盤である技術力強化のための施策の推進に当たっては、安全保障の視点から、装備品等の開発関連情報等、科学技術に関する動向を平素から把握し、産学官の力を結集させて、安全保障分野においても有効活用に努めていく

³ いわゆるグレーゾーンの事態は、純然たる平時でも有事でもない幅広い状況を端的に表現したものであるが、たとえば以下のような状況がありうるものと考えられる。（出典：2015年度版 防衛白書）

①国家などの間において、領土、主権、海洋を含む経済権益などについて主張の対立があり、
②そのような対立に関して、少なくとも一方の当事者が自国の主張・要求の訴え、または他方の当事者に受け入れさせることを、当事者間の外交的交渉などのみならずして、
③少なくとも一方の当事者がそのような主張・要求の訴えや受け入れの強要を企図して、武力攻撃に当たらない範囲で、実力組織などを用いて、問題に関わる地域において、頻繁にプレゼンスを示したり、何らかの現状の変更を試みたり、現状そのものを変更したりする行為をいう。

⁴ Information and Communications Technology

⁵ National Security Council

こととされている。

また、科学技術基本法（平成7年法律第130号）に基づき、平成28年1月22日に閣議決定された「第5期科学技術基本計画」においては、「国家安全保障上の諸課題への対応」を重要政策課題の一つと捉え、「国家安全保障戦略を踏まえ、国家安全保障上の諸課題に対し、関係府省・産学官連携の下、適切な国際的連携体制の構築も含め必要な技術の研究開発を推進する」ことが初めて記述されるなど、我が国の様々な高い技術力が、国及び国民の安全・安心を確保する上で重要であるとされている。また同計画では、「科学技術には多義性があり、ある目的のために研究開発した成果が他の目的に活用できること」が指摘されており、「科学技術イノベーション政策」の実施においては、「経済、安全保障、外交、教育といった他の重要政策と有機的に連携しながら推進」を図ることが必要であると述べられている。

このように、我が国が保有する高い技術力は、防衛力を構築する上で極めて重要であるとともに、一定の迅速性を持って構築できる能力（顕在化力）を持つことで、抑止力の向上にも潜在的に寄与するものであるのみならず、防衛分野のイノベーションを通じて、我が国の経済社会の新たな付加価値を生み出すことにつながる。このような技術力を確保するため、デュアル・ユース技術を含め、一層の技術の振興を促し、技術力の強化を図ることが求められている。

2. 3 防衛装備庁の設置

これまでに述べたような安全保障環境の変化や、科学技術環境の変化を踏まえ、各種事態に対応し、防衛装備行政に係る各種の課題に効果的・効率的に対応するため、防衛省は、装備品等の研究開発から生産、維持整備、廃棄に至るまでの一連の業務を所掌する省の装備取得関連部門（内部部局の一部、各幕僚監部の一部、技術研究本部及び装備施設本部）を集約・統合し、外局として防衛装備庁を平成27年10月1日に設置した。

防衛装備庁は、①一步先じた技術力の保持、技術的優越の確保、②プロジェクト管理を通じた最適な取得、③国際装備協力の推進、④防衛生産・技術基盤の強化、の4項目を基本方針としている。①の方針に関しては、自衛隊の運用に係るニーズに合致した研究開発のみならず、将来にわたる技術的優越を確保するため、科学技術に関する情報の収集及び動向の継続的な把握、技術力の国内外比較分析の実施、大学や国立研究開発法人の研究機関等との連携強化、米国等の諸外国との技術協力並びに将来の防衛装備品にも応用可能な民生技術（デュアル・ユース技術）の積極的な活用に努めることとしている。

これらの諸活動を効率的かつ効果的に行っていくには、重要な技術分野及びその進展を予見し、中長期的な視点に基づく戦略的な研究開発を効率的かつ効果的に推進していく必要がある。また、安全保障技術研究推進制度（競争的資金制度）の活用を通じて、将来性が見込める革新的・独創的な技術を発掘するとともに、萌芽的段階から育成を図り、優れた成果については防衛装備品の創製のための研究開発に効果的・効率的に活用していくことが重要である。

3 中長期技術見積りの役割

上記の目的、背景を踏まえ、今般の中長期技術見積りが有効に機能するものとなるよう、平成18年度版中長期技術見積り（以下「18中長期」という。）の評価を行い、これを踏まえた本見積りの役割を、本項で検討する。

なお、中長期技術見積りは、防衛力整備上の決定事項を示すものではなく、具体的に実施される研究開発事業等は、今後防衛省として決定されるものであることに留意する必要がある。

3. 1 平成18年度中長期技術見積りの分析

中長期技術見積りは、平成18年度に18中長期として初版が作成され、旧技術研究本部が推進していく技術研究の方向性を指し示すものとなった。そして、技術研究の計画立案や実施段階において、継続的に参照及び活用されてきた。

18中長期の作成から約9年が経過する中で、科学技術の進展は目を見張るものがあり、作成当時の予見どおりに進展した技術もあれば予想以上の進展をもたらしたのものも存在している。18中長期で示された「将来の可能性を秘めた技術」のうち、力増幅等の技術、バッテリー等の電力貯蔵技術やハイブリッド動力技術は、平成27年度時点で、平成18年度当時に比べて大きく進歩し、防衛分野のみならず我が国の強みとなる技術にまで成長した。

他方、期待したような進展が見られていない技術もある。電子透かし技術は、民生用途として製品化及び実用化が進んだものの、防衛用途での展開は予想を下回っており、また、超伝導モーターは、実用化レベルになったものの、超伝導電磁推進技術の研究は、大きな進展が見られていない状況にある。

以上のとおり、全ての分野が見積りどおりに進展した訳ではないが、18中長期で進展が予見された複数の技術分野において、着実な技術の進展が見られている。

3. 2 平成28年度中長期技術見積りの役割

18中長期の評価を踏まえ、以下の役割に留意して、平成28年度の中長期技術見積りを作成することとする。

平成28年度の中長期技術見積りは、平成28年度から約20年間程度を対象期間とし、将来において技術的優越を確保し、将来の戦闘において敵に優越する装備品等を創製することを狙いとし、防衛装備庁が実施する科学技術や装備品等の研究開発に関する取組の中長期的な計画等の作成指針を示すことができるものとする。

その役割については、以下のとおり。

- ① 防衛装備庁の科学技術や装備品等の研究開発に係る取組要領を示すことにより、効率的かつ効果的な装備品の創製を推進
- ② 将来のイノベーションにつながる技術シーズから得られる最新装備技術に関する

る情報を各自衛隊等と共有するとともに、既に製品化の段階にあるものにおいては導入を各自衛隊等に提案し、研究開発計画等の策定や装備品等研究開発見積依頼⁶及び装備品等研究開発要求⁷の作成等に活用

- ③ 将来を見据えた装備品等のコンセプト及び必要な研究開発ロードマップをまとめた研究開発ビジョンの策定における指針並びに萌芽的技術分野の開拓のための指針としての役割

すなわち、本見積りをガイドブックとし、防衛装備庁における技術の獲得に関する活動や装備品等の創製を行うことで、上記の①から③を追求し、結果として我が国の技術的優越を確保するとともに、先進的な装備品等の創製を実現するという目標を達成することにつながることになる。

また、先に述べたように、本見積りを公表することにより、優れた民生先進技術の取り込み（デュアル・ユース技術の活用）促進や、省外の関係各位による装備品等への適用を目指した技術の育成を促進（オープンイノベーション）するといった効果が期待でき、これらの成果を得ることも、本見積りの重要な役割の一つであるといえる。

⁶ 装備品等の研究開発に関する訓令第9条の規定により、装備品等研究開発見積依頼は、防衛装備庁による研究開発の必要性について、各自衛隊等における所要を明らかにすることを目的とし、装備品等研究開発見積りの作成等に資するよう各幕僚長等が作成するもの。

⁷ 装備品等の研究開発に関する訓令第11条の規定により、各幕僚長等は、長官に装備品等の研究開発を求める場合には、概算要求年度の前年度から当該研究開発が終了するまでの間、所要の時期までに、装備品等研究開発要求を作成し、長官に提出するとともに、防衛大臣に報告する。

III 取組の方向

本章では、まず取組の方向の導出に当たっての基本的な考え方等について述べ、次に導出の手順について概説した後に、将来重視すべき機能・能力等を細分化し、最後に実現のために取り組むべき方向として「重視事項及び将来技術分野」について記述する。

1 導出に当たっての基本的考え方

防衛技術は、我が国の防衛力整備に資するという役割を有するほか、抑止力、バーゲニング・パワーとしての役割を有しており、国家安全保障における重要な要素である。また、諸外国においては、装備品の機能・性能向上を目指すとともに、他国よりも優れた装備品を創製し得る技術力を保有するため、戦略的な観点から様々な技術の研究開発に取り組んでいる。

取組の方向の導出に際しては、こうした防衛技術の役割を考慮しつつ、我が国の安全保障の基本理念である積極的平和主義、取り巻く安全保障環境、科学技術の進展及び防衛装備品の研究開発の効率化を踏まえて行うことが肝要である。以下、本見積りにおける取組の方向の導出に当たっての基本的な考え方について述べる。

(1) 検討の範囲

ア 検討の前提

見積りに際しては、非核三原則、専守防衛等の我が国の防衛に係る基本的な理念を基礎とするほか、技術的可能性を考慮しつつ検討を行う。

イ 対象とする技術分野

平成26年6月に防衛省で策定した「防衛生産・技術基盤戦略」は、当該基盤の維持・強化の目標・意義を以下のとおりとしている。

- ① 安全保障の主体性の確保
- ② 抑止力向上への潜在的な寄与及びバーゲニング・パワーの維持・向上
- ③ 先端技術による国内産業高度化への寄与

本見積りにおいては、旧技術研究本部が取り組んでいた技術分野のみならず、上記目標等を達成するための技術分野を対象とする。（見積り結果について、具体的には第V章にとりまとめて列挙した。）

特に安全保障の主体性の確保においては、運用構想に基づく要求性能を有する防衛装備品の取得が重要な中、将来予想される各自衛隊等からの要求に的確に対応するとともに、新たな技術的可能性を提案していくために、技術動向を踏まえて将来の戦闘場面等を考察し、防衛装備庁が先端技術を先行的に取り込みつつ、研究開発を進めていくことが極めて重要である。

(2) 検討の重視事項

諸外国においては、宇宙空間及びサイバー空間を新たな作戦領域として捉えるとともに、国際テロ組織等の新たな事態に対応するため、スマート化⁸、ネットワーク化⁹、無人化といった技術動向の一環として、精密誘導技術、無人化技術、情報収集技術、ステルス技術、ナノテクノロジー、サイバー攻撃対処技術等を重視した研究開発が盛んに行われている。また、ルールガンや高エネルギーレーザー兵器の実験成功が伝えられているほか、極超音速滑空飛しょう体（HGV¹⁰）の開発も伝えられている。

我が国においても、「平成26年度以降に係る防衛計画の大綱について（平成25年12月17日国家安全保障会議及び閣議決定）」（以下「現大綱」という。）において、周辺海空域における安全確保、島しょ部に対する攻撃及び弾道ミサイル攻撃への対応が重視されるとともに、宇宙空間及びサイバー空間への対応や大規模災害等への対応といった新たな空間や多様な事態への対応が大きな課題となっている。また、今後の防衛力の在り方として、特に重視すべき機能・能力についての全体最適を図るとともに、多様な活動を統合運用によりシームレスかつ状況に臨機に対応して機動的に行い得る実効的なものとしていくことが必要である。このため、幅広い後方支援基盤の確立に配意しつつ、高度な技術力と情報・指揮通信能力に支えられ、ハード及びソフト両面における即応性、持続性、強靱性及び接続性も重視した統合機動防衛力を構築することとしている。

このため、以下の点を重視して取組の方向を検討する。

- 統合機動防衛力を構築するために現大綱において「重視すべき機能・能力」等¹¹とされているものを実現する技術
- 軍事技術動向を踏まえ、将来戦において優越し得る装備品等を具現化するための先進的な技術
- 防衛技術と民生技術の相乗効果をもたらす技術

(3) 本見積りにおいて明らかにする事項

本見積りにおいては、上記検討の重視事項を踏まえ、特定の将来装備品等についての取組の方向を導出するのではなく、将来重要となる技術分野及び要素技術について努めて具体的にして、「将来装備技術」及び当該技術の取組の方向性について明らかにする。

さらに、現時点では基礎研究の段階にあるが、将来的に装備品等に適用されることにより、現有装備品等の性能を飛躍的に向上させるもの及び新たな装備品等を創製し得る「将来の可能性を秘めた技術」の一例を明らかにする。

⁸ 情報通信技術を駆使した情報収集と、コンピュータによる高度な制御・処理能力を有すること

⁹ 複数、異種の装備システムが、データリンク等を介して有機的に連携すること

¹⁰ Hypersonic Glide Vehicle：平成26年に中国が超音速で飛行しミサイルによる迎撃が困難とされる極超音速滑空兵器「WU-14(DF-ZF)」の飛翔試験を実施したとの指摘がある。（2015 防衛白書）

¹¹ 表Ⅲ—2 現大綱との対応関係参照

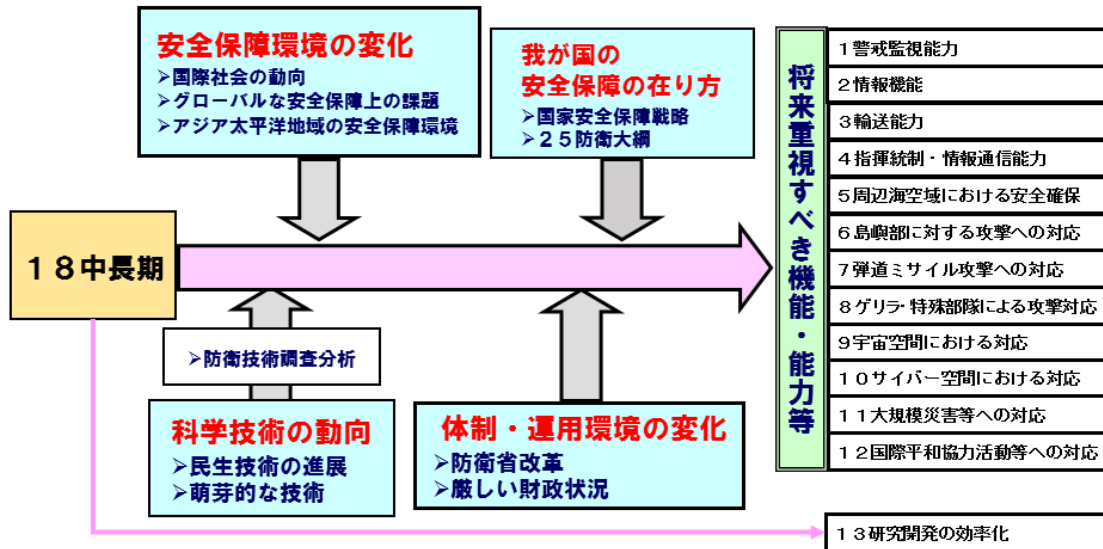
2 導出の手順

本見積りにおいては、今後の取組の方向を導き出すため、「防衛技術調査分析」等を参考として、防衛・民生技術の動向や新たな技術の芽生え等の科学技術の動向を踏まえつつ、継続して取り組むべき分野、新たに取り込むべき分野等を整理する。また、国家安全保障戦略、現大綱、防衛生産・技術基盤戦略等から、将来の多様な事態に有効に対処することを可能とするために研究が必要と考えられる「将来重視すべき機能・能力等」を導出する。

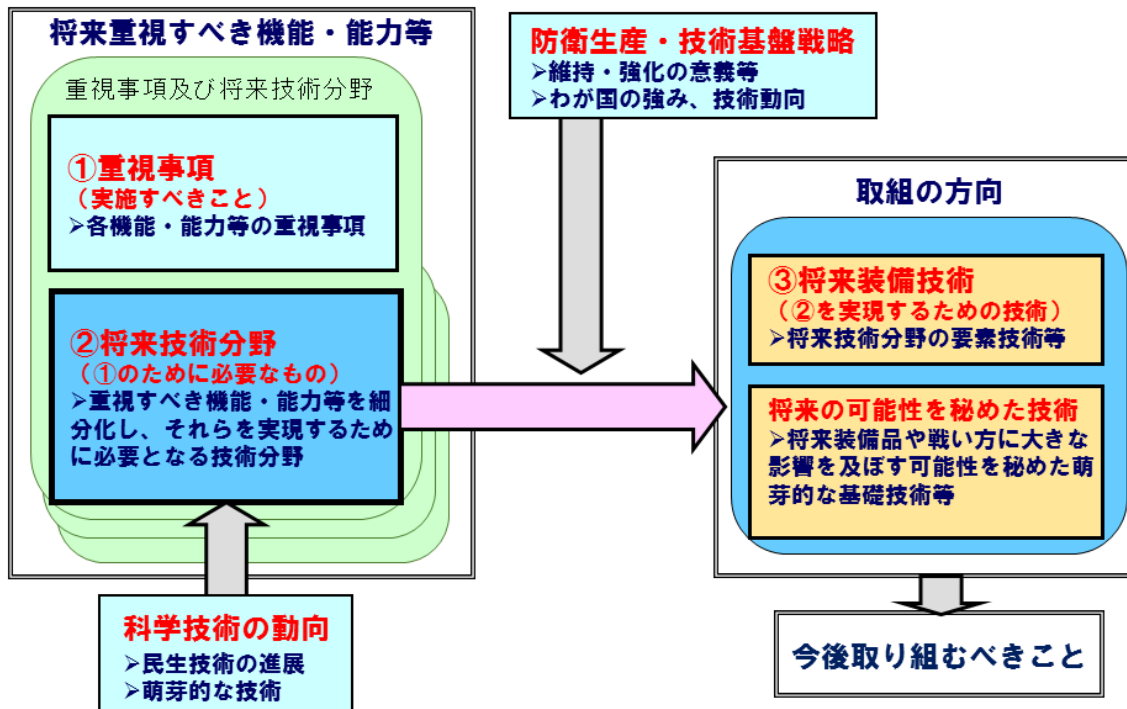
次いで、導出した「将来重視すべき機能・能力等」ごとに、その特性に応じた①重視事項（実施すべきこと）を整理するとともに、必要となる細部の機能等を抽出し、それぞれの機能等を発揮し得るための科学技術分野として②「将来技術分野」（①のために必要なもの）を明らかにする。そして、検討の重視事項である先進的な技術による実現の可能性を考察し、その結果を踏まえて、各将来技術分野の要素技術になると見積もられる③「将来装備技術」（②を実現するための技術）及び「将来の可能性を秘めた技術」を導出する。

導出の手順を図Ⅲ－1に示す。

将来重視すべき機能・能力等の導出



取組の方向の導出



図Ⅲ-1 導出の手順

3 将来重視すべき機能・能力等

18中長期においては、科学技術の動向及び安全保障環境の変化を考慮して、平成16年12月に策定された防衛大綱において防衛力の役割として示された各種事態への実効的な対応及び技術革新が情報RMA¹²としてもたらしたネットワーク中心の戦い¹³への対応を将来必要と見込まれる分野とした。

この際、以下の事項を考察の焦点とした。

- ①新たに求められる防衛力の役割、とりわけ各種事態への対応
- ②新たな役割を実行し得る基盤となる、統合運用能力及び情報機能を強化した情報ネットワークを中心とした戦い方
- ③今後多様化する装備品等に対応した研究開発への取組

今般の改訂においては、前項で述べた導出の手順に基づき、18中長期の考察の焦点に加えて、安全保障環境の変化、科学技術の動向、体制・運用環境の変化及び我が国の安全保障の在り方を踏まえ、「将来重視すべき機能・能力等」を導出し表Ⅲ－1のように整理した。「将来重視すべき機能・能力等」と現大綱との対応関係を表Ⅲ－2に示す。

表Ⅲ－1 将来重視すべき機能・能力等

	将来重視すべき機能・能力等
1	警戒監視能力
2	情報機能
3	輸送能力
4	指揮統制・情報通信能力
5	周辺海空域における安全確保 ¹⁴
6	島しょ部に対する攻撃への対応
7	弾道ミサイル攻撃への対応
8	ゲリラ・特殊部隊による攻撃対応
9	宇宙空間における対応 ¹⁵
10	サイバー空間における対応
11	大規模災害等への対応
12	国際平和協力活動等への対応
13	研究開発の効率化

¹² Revolution in Military Affairs

¹³ Network-Centric Warfare

¹⁴ 現大綱における「重視すべき機能・能力」ではないが、「重視する取組」として島しょ部に対する攻撃への対応、弾道ミサイル攻撃への対応、宇宙空間及びサイバー空間における対応及び大規模災害等への対応とともに列挙されているため、「将来重視すべき機能・能力等」とした。

¹⁵ 現大綱における「重視すべき機能・能力」では、「宇宙空間及びサイバー空間における対応」となっているが、宇宙空間とサイバー空間では、重視して研究する科学技術分野が異なるため別項目として整理した。

表Ⅲ－２ 現大綱との対応関係

			現大綱の項目	対応関係
現 大 綱	防衛力 の役割	各種事態にお ける実効的な 抑止及び対処	周辺海空域における安全確保	5
			島しょ部に対する攻撃への対応	6
			弾道ミサイル攻撃への対応	7
			(ゲリラ・特殊部隊による攻撃 ¹⁶)	8
			宇宙空間及びサイバー空間における対応	9, 10
			大規模災害等への対応	11
	自衛隊 の体制 整備に 当たっ ての重 視事項	基本的考え方	海上優勢及び航空優勢の確実な維持	5, 6
			機動展開能力	3, 6
		重視すべき機 能・能力	警戒監視能力	1
			情報機能	2
			輸送能力	3
			指揮統制・情報通信能力	4
			島しょ部に対する攻撃への対応	6
			弾道ミサイル攻撃への対応	7
			宇宙空間及びサイバー空間における対応	9, 10
			大規模災害等への対応	11
		国際平和協力活動等への対応	12	

凡例：数字は表Ⅲ－１の対応する項目番号を示す

¹⁶ 現大綱「Ⅳ 1 (1) ウ 弾道ミサイル攻撃への対応」において、「同時並行的にゲリラ・特殊部隊による攻撃が発生した場合」が記述されている。また、弾道ミサイル攻撃への対処とは、重視して研究する科学技術分野が異なるため、「将来重視すべき機能・能力等」に列挙した。

4 重視事項及び将来技術分野

第3項で明らかにした将来重視すべき機能・能力等について、当該機能・能力等を発揮するために必要と考えられる重視事項としてそれぞれの特性に応じて整理する。そして、重視事項を実現するために必要な細部機能等を抽出し、さらにそれぞれの細部機能等に求められる科学技術分野として「将来技術分野」を明らかにする。

(1) 警戒監視能力

ア 重視事項

各種事態への実効的な抑止及び対処を確保するため、無人装備も活用しつつ、我が国周辺海空域における航空機や艦艇等の目標に対する、常時継続的な情報収集・警戒監視・偵察（ISR¹⁷）活動（以下「常続監視」という。）を広域にわたって実施することが重要であり、その実現には情報収集機能が必要である。

イ 将来技術分野

<情報収集>

必要とされる情報収集機能を構成する技術分野は、情報収集・探知及び類識別のための装備技術分野並びにこれらを搭載して画像等の各種データを取得する無人機等の技術分野が重要である。

このため、宇宙空間の活用を含む電波・光波センサシステム技術及びソーナーに関する技術並びに長期間運用可能な人工衛星、UGS¹⁸、UAS¹⁹及びUMS²⁰に関する技術が重要である。

(2) 情報機能

ア 重視事項

各種事態等の兆候を早期に察知して迅速に対応するとともに、これに必要な情報収集・処理体制及び収集した情報の分析・共有のための体制を強化する。この際、公開情報、電波情報、画像情報等に関する収集機能及び人工衛星や無人機による常続監視機能の拡充を図るほか、画像・地図上において各種情報を融合して高度に活用するための地理空間情報機能の統合的強化を図ることが重要であり、その実現には、情報収集機能、状況判断機能及び情報共有機能が必要である。

イ 将来技術分野

<情報収集>

必要とされる情報収集機能を構成する技術分野は、情報の性質に応じた、情報収集・探知装備技術分野及びそれらを搭載して画像等の各種データを取得する人工衛星や

¹⁷ Intelligence Surveillance Reconnaissance

¹⁸ Unmanned Ground System

¹⁹ Unmanned Aerial System

²⁰ Unmanned Marine System

無人装備等の技術分野が重要である。

情報収集体制を強化するためには、電波・光波センサシステム技術、ソナーに関する技術、並びに人工衛星、UGS、UAS及びUMSに関する技術が重要である。

<状況判断>

必要とされる状況判断機能を構成する技術分野は、指揮統制装備技術分野であり、情報処理及び情報分析体制を強化するためには、複数のセンサから得られた情報または事前に取得した敵情報等を融合し、情報共有することで、指揮官等の意思決定を支援する技術及び艦艇、航空機、地上部隊等の協同交戦を可能とする協同武器管制技術が重要である。

<情報共有>

必要とされる情報共有機能を構成する技術分野は、通信装備技術分野であり、映像等のデータ容量の多い情報についても広域かつ高速に伝送可能なデータリンクや電波による通信が困難な水中での通信を可能とする水中ネットワーク技術、また各種センサからの情報あるいは事前に取得した敵情報等の広域にわたる情報を各自衛隊間で迅速に伝達し共有するため、また遠隔地での情報共有を可能とする衛星通信や見通し外通信等様々な活動地域に対応した指揮通信技術が重要である。また、異なるドメイン間においてもセキュアかつ効率的なデータ共有を実現するセキュリティ技術も重要である。

(3) 輸送能力

ア 重視事項

活動地域への迅速かつ大規模な輸送・展開能力を確保し、所要の部隊を機動的に展開・移動させるために必要な海上輸送力及び航空輸送力を強化するとともに、最前線等における部隊の任務に適合した、小規模かつ迅速性を要求する輸送への対応についても考慮する必要があり、その実現には陸上（水陸両用）・海上・空中機動機能が必要である。

イ 将来技術分野

<陸上（水陸両用）・海上・空中機動>

必要とされる陸上（水陸両用）・海上・空中機動機能を構成する技術分野は、プラットフォーム技術分野、探知装備技術分野、CBRNE²¹対処装備技術分野及び後方支援装備技術分野であり、各種事態に対応し、経空・経海により部隊を迅速に展開するため、大型輸送機等の能力向上、高速化及び長航続距離化したVTOL²²機の研究、艦船システム構成技術及び水陸両用技術が重要である。その際、空港又は港湾の支援設備に頼らずに車両、貨物等を取り扱える自立的な搭載・しゃ下システム、迅速に港湾機能を確認できる埠頭技術及び目標地域に補給品等を高精度に投下できる空中投下システムについての技術が重要である。

²¹ 化学 (Chemical) ,生物 (Biological) ,放射性物質 (Radiological) ,核 (Nuclear) ,爆発物 (Explosive)

²² Vertical Take-Off and Landing

また、在外邦人等の陸上輸送において安全かつ確実に輸送するための耐弾・耐爆技術、動力技術、遠隔操縦・追従走行の機能を利用して人員を外部から隔離した状態で走行することによる人員の安全確保、輸送経路上の危険物等や自車が通過又は対向する時に甚大な被害をもたらす自動車爆弾を高速に発見することが可能なX線等による高速探知技術、CBRNE対処技術についての研究が重要である。最前線等の部隊が必要とする武器・弾薬、医薬品、糧食等を直接輸送するため、空中投下システム、UGS、UAS、UMS等に関する技術が重要である。さらに、その他の補給品を、低燃費かつ省人化して輸送できる動力技術及び自律走行技術も重要である。

(4) 指揮統制・情報通信能力

ア 重視事項

統合運用を支えるための前提となる指揮統制・情報通信能力については、特に島しょ部における基盤通信網や各自衛隊間のデータリンク機能の充実・強化を図る。この際、指揮統制システムや通信システムを構成する電子デバイスの脆弱性を補うための電磁パルス（EMP²³）攻撃への対応等、電子攻撃防御が特に重要であり、その実現には情報共有機能、状況判断機能及び電子攻撃防御機能が必要である。

イ 将来技術分野

<情報共有>

必要とされる情報共有機能を構成する技術分野は、通信装備技術分野であり、指揮統制・情報通信や各自衛隊間のデータリンクを確保するためには、高速・大容量で信頼性の高い指揮統制・通信装備が必要であり、衛星通信、見通し外通信、ソフトウェア無線機、広帯域高出力デバイス及び大容量野外デジタル通信ネットワークからなる通信システムを実現するネットワーク技術が重要である。

<状況判断>

必要とされる状況判断機能を構成する技術分野は、指揮統制装備技術分野であり、統合運用における指揮統制能力を強化するためには、複数のセンサから得られた情報あるいは事前に取得した敵情報等を融合することで指揮官等の意思決定を支援する技術が重要である。

<電子攻撃防御>

指揮統制・情報通信能力の脆弱性を補完するためには、サイバー攻撃及び電子攻撃（EA²⁴）に対し抗たん性の高い情報通信システムに関する技術のみならず電磁パルス防護技術が重要である。

²³ ElectroMagnetic Pulse：高高度核爆発などにより引き起こされる強力な電磁パルスのこと。

²⁴ Electronic Attack

(5) 周辺海空域における安全確保

ア 重視事項

各種事態における実効的な抑止及び対処を実現するための前提となる海上優勢及び航空優勢の確実な維持に向けた防衛力整備を実現するため、また、周辺海空域における警戒監視²⁵、領空侵犯対処、領海及び内水内潜没潜水艦への対応²⁶、武装工作船等への対処並びに幅広い後方支援基盤の確立を含む機動展開能力の確保を意識した研究開発を実施することが重要であり、その実現には情報収集機能、空中・海上・水中機動機能、状況判断・情報共有機能、電子対処機能及び精密攻撃機能が必要である。

イ 将来技術分野

<情報収集>

将来における海上優勢及び航空優勢の確実な維持のためには、情報の性質に応じた、情報収集・探知装備技術分野及びそれらを搭載する無人装備技術分野が重要である。

その実現のため、電波・光波センサシステム技術、ソーナーに関する技術並びにUAS及びUMSに関する技術が重要である。

<空中・海上・水中機動>

今後、敵側で電波ステルス²⁷機が配備された場合、我の地上警戒レーダによる探知距離が短くなるおそれがあることから、所要の空域までより早期に進出することが求められる。このため、高速性に優れた航空機に関する技術が必要である。

また、多様な任務に対応可能な艦船、長期水中行動が可能な被探知性に優れた潜水艦、常続的な自律監視を可能とするUMS等についての技術が必要であり、統合電気推進システム適用の艦船にあってはダメージコントロールの研究も必要である。

さらには、敵から発見されにくい水中から対水上打撃力を発揮するUUV²⁸の技術が重要である。

<状況判断・情報共有>

今後の統合運用に当たっては、確実に本土及び周辺海空域をカバーする指揮統制・通信装備が必要である。このため、指揮統制・通信装備技術分野において、大量の情報を高速に伝達し、各自衛隊等との間の円滑な通信が可能となる耐傍受性及び耐妨害性に優れたネットワーク技術が重要である。

<電子対処>

我の残存率の向上のためには、敵の行動に対して敵側勢力から極力遠方において即時対処することが望ましい。また、ネットワークを中心とした戦いにおいて我の優越性の確保のためには、我のネットワークは維持しつつも、敵のネットワーク構築を阻害することが重要となる。これらのことから、敵側装備品等の各種センサ及び通信の運用を縮退させ、敵の行動に対処する電波・光波による電子的な妨害技術が重要であ

²⁵ 「4 (1) 警戒監視能力」による。

²⁶ 「防衛白書 2007」

²⁷ ステルス：脅威側から探知されにくくして、生存性及び任務達成率を向上させるための技術のひとつ。電波／光波（可視光、赤外線）／音響ステルス等がある。

²⁸ Unmanned Underwater Vehicle

る。

＜精密攻撃＞

各種事態に実効的に対処するためには、精密な攻撃を行う必要があり、そのためには、精密攻撃武器が有効である。精密攻撃武器として、将来にわたり実現性を有し、かつ期待される能力を確保できる装備品の代表例は、誘導弾システムである。各種事態に実効的な対処を可能とする将来の誘導弾システムを実現するためには、大きく分けて、誘導弾システムそのものを支える技術と、誘導弾システムの一部を成す個別構成要素に関する技術の2つがある。前者については、従来誘導弾システムよりも幅が広く、かつ最適化された脅威情報収集、交戦統制、射撃能力配当等を可能とし、運用の自由度を向上させる誘導弾システム技術として、射程の異なる誘導弾システムや、各種の対艦、対空装備品、さらには海上、航空指揮統制システム等との接続を実現する装備品システム化技術や、適時適切にシステムの構成を変更しうるシステム構成の自由度向上技術が考えられる。後者については、誘導弾に対する技術であり、具体的には、脅威の電波ステルス化に対応するための対低RCS²⁹脅威誘導制御技術、脅威の反撃範囲外からの攻撃を可能とする高能力推進装置及びこれによる高速化に対応しうるシーカー技術や耐熱機体技術等の誘導弾要素技術がある。その他には、火砲及びロケットの能力向上を図るための砲弾薬の知能化、誘導化等による多機能・高精度化、多種目標に対処可能で高安全性を有する弾薬を実現する弾薬技術や、EMP弾、指向性エネルギー技術を研究する必要がある。あわせて、機器の高性能化に伴い増大する様々な電力消費に対応するため、十分な電力供給能力と時間変化する需要電力に対応可能な電力貯蔵技術が重要である。

また、我の艦船において敵の対艦ミサイルの飽和攻撃等に対処するために、指向性エネルギー技術や高発射速度で高速の弾丸を発射する電磁加速砲等の対空火器技術及び敵側侵攻を洋上で阻止するために、可能な限り遠方からの攻撃を行うためのロケットアシスト技術、電磁加速砲による射程延伸技術、さらに、敵側艦船をより確実に撃破するための高密度マルチEFP³⁰、シーバスター弾頭等による対艦弾頭技術が重要である。

敵側の作戦の中核となるAWACS³¹や滞空時間を増大させる空中給油機は、一般的に戦域の後方に位置すると考えられるため、これら重要目標を排除するための長距離対空誘導弾に関する技術が重要である。

²⁹ Radar Cross-Section

³⁰ Explosively Formed Projectile

³¹ Airborne Warning and Control System

(6) 島しょ部に対する攻撃への対応

ア 重視事項

海上優勢及び航空優勢を確実に維持するため、航空機や艦艇、ミサイル等による攻撃への対処能力を強化する。また、島しょ部に対する侵攻を可能な限り洋上において阻止するための統合的な能力を強化、島しょ部への侵攻があった場合に速やかに人員、装備、資材等を安全に輸送するための能力を向上させるとともに、本格的な水陸両用作戦能力により上陸・奪回・確保する必要がある。さらに、南西地域における事態生起時に自衛隊の部隊が迅速かつ継続的に対応するための能力を向上させる必要があり、これらを重視した研究開発を実施する。

これらの実現には情報収集機能、陸上（水陸両用）・海上・水中・空中機動機能、情報共有機能、電子対処機能、精密攻撃機能、防護機能、個別戦闘機能及び後方支援機能が必要である。

イ 将来技術分野

<情報収集>

島しょ部及びその周辺の情報を実時的かつ早期に収集するためには、情報収集・探知装備や無人装備が必要であり、センサ技術とそれを搭載するためのUGS、UAS及びUMSに関する技術が重要である。

<陸上（水陸両用）機動>

敵に侵攻された島しょを奪還するため、高い水上機動能力と南西諸島特有の岩礁及び内陸部までに存在する各種障害の通過能力に優れた水陸両用技術、奪還のための戦力を大量・迅速に洋上から上陸させるための高強度、対波浪性及び輸送性に優れた揚陸支援技術並びに敵が島しょ部に設置した障害を処理し、高速な水上機動及び陸上機動を実現するために迅速性、正確性に優れた障害処理技術及び隠密性に優れた潜水艦から特殊部隊を投入するための装備についての技術が重要である。

さらに、敵が島しょ部に設置した水際障害を探知・処理し安全な経路を確保する必要があり、高速な水上機動及び陸上機動を実現するために迅速性、正確性に優れた水際障害探知技術・水際障害処理技術が重要である。

また、戦闘において敵を誘致導入し、突進防止し、火力発揮の機会を増大することにより、我に有利な戦闘状態を生起させるための事態準備段階において島しょの周辺及び島内において迅速性、確実性に優れた障害構成技術が重要である。

<海上・水中・空中機動>

海上優勢及び航空優勢の確保には、高機動・高速・電波及び赤外線ステルス性を持った艦船技術及び戦闘機技術が重要である。さらに誘導弾の射撃管制を艦隊間または編隊間で共有化するクラウドシューティングにより、射撃機会の増大と命中率の向上を図る必要がある。

有人戦闘機の数的劣勢及び他国における無人機の出現に対抗するため、戦闘型無人機の研究が重要である。戦闘型無人機は有人戦闘機と同等以上の機動性と編隊保持能力を有する高アジリティ飛行を用いた空中戦闘機動を行うとともに、有人戦闘機とネ

ットワークでクラウドを形成し、センサ、シューター及びデコイとして機能する。

また、敵側勢力下における在空時間を短くし、敵の各種脅威からの健在性を高めるため、高速性に優れた航空機の研究、併せて迅速に空中から戦力を投入する空中投下システムに関する技術が重要である。

さらには敵から発見されにくい水中から対水上打撃力を発揮するUUV技術が重要である。

<情報共有>

遠隔地で統合運用のための情報を共有するためには、陸海空の部隊間で(機能的に)共通した指揮統制・通信装備が必要であり、高速、高安定に遠隔地との通信が可能なネットワーク技術及び大量の情報を高速に処理し遠隔地との通信を可能とするマルチバンド通信技術が重要である。

また、艦隊内における僚艦の協同交戦及び空中機動におけるクラウドシューティングの実現のため、艦隊又は編隊内において大量の情報を高速伝送できる耐傍受性及び耐妨害性に優れた双方向センサネットワーク技術が重要である。

<電子対処>

私の残存率の向上のためには、敵の行動に対して敵側勢力から極力遠方において即時対処することが望ましい。また、ネットワークを中心とした戦いにおいて私の優越性の確保のためには、私のネットワークは維持しつつも、敵のネットワーク構築を阻害することが重要となる。これらのことから、敵側装備品の各種センサ及び通信の運用を縮退させ、敵の行動に対処する電波・光波による電子的な妨害技術が重要となる。

<精密攻撃>

島しょ部における各種事態に実効的に対処するためには、遠隔地から精密な攻撃を行う必要があり、そのためには精密攻撃武器が有効である。精密攻撃武器の代表例は、誘導弾システムであるが、島しょ部における各種事態に実効的に対処し得る将来の誘導弾システムを実現するためには、大きく分けて、誘導弾システムそのものを支える技術と、誘導弾システムの一部を成す個別構成要素に関する技術の2つがある。前者については、従来誘導弾システムよりも幅が広く、かつ最適化された脅威情報収集、交戦統制、射撃能力配当等を可能とし、運用の自由度を向上させる誘導弾システム技術として、陸海空の各種装備品等や各自衛隊の指揮統制システム等との接続を実現する装備品システム化技術や適時適切にシステムの構成を変更し得るシステム構成自由度向上技術が考えられる。後者については、発射地点から遠距離で、複雑かつ多様な環境下に存在する目標に向けて、誘導弾を高精度に誘導し得る地形-位置データ照合技術を始めとするシーカー技術や、遠距離からの攻撃を実現するために必要な対処範囲を広域化し得る高能力推進装置、さらに各種の目標や事態に対応し得る弾頭技術等の誘導弾要素技術が重要である。

また、誘導弾システムだけでなく、敵側上陸部隊に対してできるだけ遠方から火力を集中し、敵側上陸部隊を効果的、効率的に撃破するため、水陸両用の軽装甲車両等を海上機動の段階から早期に攻撃し得る火砲・精密砲弾技術や、長射程精密火力によ

る制圧を可能とするロケットアシスト技術、電磁加速砲による射程延伸技術、レーザ等による指向性エネルギー技術、敵側上陸部隊に連携したミサイル攻撃に対処するための調整破片による対空弾頭技術や、より多くの射撃機会を増大するとともに敵の攻撃下においても残存性を向上させる築城技術が重要である。

さらに、海上からの戦力投入に際し、装備アセット間で部隊等への航空脅威や艦艇脅威をより早期に探知共有するため超水平線下（OTH³²）でのレーダ情報等を融合するセンサネットワーク技術や、航路や上陸地点の安全化を図るための無人機、爆索や水中を高速で運動させた弾丸（水中弾道弾）により、敷設された水際地雷等処理するための水際障害処理技術、さらに、上陸地点に存在する敵側部隊を広範囲に撃破するための高密度マルチEFPによる対地弾頭技術や敵の使用する電子機器を無力化するEMP弾についての技術が重要である。

敵側の作戦の中核となるAWACSや滞空時間を増大させる空中給油機は、一般的に戦域の後方に位置すると考えられるため、これら重要目標を排除する長距離対空誘導弾に関する技術が重要である。

<防護>

敵の誘導弾等による精密攻撃から我を防護し、継戦能力を向上させるためのアクティブ防護技術、敵の誘導弾等を撃墜できる対空機関砲技術、指向性エネルギー技術、電磁加速砲技術及び被弾時の被害を局限できる耐弾技術が重要である。

<個別戦闘>

本土から離隔した地域での陸上戦闘能力を確保するためには、隊員が安全に活動できる必要があり、爆発物の爆風による車両搭乗中の乗員の首・下肢等損傷の低減を考慮した耐爆技術、耐弾時鈍的外傷等や外傷性脳症の低減を考慮した隊員の防弾・防爆に関わる個人装備システム技術が重要である。

なお、個人装備システムには、無線機、暗視装置、データ表示端末等、電池で駆動する装備品が多数あることから、低消費電力化、軽量化、電池の共用化、前線における充電手段及び携行品の増加による重量増に対応しながら迅速機敏に行動できるようにするパワーアシスト技術についても考慮する必要がある。

また、隊員に対する十分な物資の供給も必要であり、昼夜問わず物資輸送を可能とするUAS及びUMSに関する技術並びに隊員と共に行動でき、荷物の運搬、隊員に先行しての偵察等を行うUGSに関する技術が重要である。

<後方支援>

侵攻事態等生起時に兵站連絡線が遮断された状況においても戦闘を継続できるよう後方支援能力を向上させるため、各種補給品を空中から投下する空中投下技術及び港湾が破壊された場合においても応急的に補給品を揚陸できる埠頭技術が重要である。

³² Over-The-Horizon

(7) 弾道ミサイル攻撃への対応

ア 重視事項

弾道ミサイル対処は、ミサイルの到着時間が発射後数分～数十分以内であり、迎撃用誘導弾発射のための対応等に要する時間が限られている。このため、人工衛星による画像情報等我が国に飛来するミサイルの発射及び発射の兆候に関する情報を早期に取得し、迅速な伝達や共有が必要である。さらに、迎撃に当たっては、早期警戒情報の迅速な共有、同時対処能力及び継続的な対処能力を強化する。この際、デコイ等の欺まんの複雑化や弾頭の多弾頭（MIRV³³）化及び機動弾頭（MaRV³⁴）化、さらに再突入時は超高速であることに着目する必要がある。また、弾道ミサイル等のブースタを使用するHGVは、ブースタ燃焼後に弾道飛しょうする弾道ミサイルとは異なり、全フェーズにわたり飛しょう制御が行われる可能性があるため、軌道予測が困難になるとみられ、その結果、弾道ミサイル以上に対処が困難となる可能性がある。HGVは、現在開発中とされるが、今後の動向を注視する必要がある。

これらの実現には情報収集機能、海上機動機能、状況判断・情報共有機能及び精密攻撃機能が必要である。

イ 将来技術分野

<情報収集>

弾道ミサイルの発射探知及び飛しょう中の追尾を含めた早期警戒情報を収集するための人工衛星、高高度滞空型UAS並びにそれらに搭載する電波・光波センサを含めたシステム技術が重要である。また、赤外線センサとレーダの情報融合を行う複合センサ技術や弾道ミサイルの探知・追尾だけでなく、分離した弾頭部を識別可能なレーダシステム技術が重要である。

<海上機動>

迎撃用誘導弾等の発射・制御プラットフォームとして、防護目標に素早く展開するために、高速性、優れた耐航性並びに電波及び赤外線ステルス性・残存性を有する先進的な艦船技術が重要である。

<状況判断・情報共有>

情報の迅速な伝達・共有、所要の措置等の適切な判断を可能とする統制・通信装備を実現するためには、対傍受性、耐妨害性及び高速伝送に優れ、相互運用性を確保するためのネットワーク技術が重要である。特にHGVは、飛しょう経路予測や弾着予測が困難であることから、飛しょう経路をリアルタイムに共有するための技術が重要となる。

<精密攻撃>

弾道ミサイル迎撃のためには、基本的に目標となる弾道ミサイルに迎撃用武器を直撃させる必要がある。このため、誘導精度が非常に高い弾道ミサイル防衛用誘導弾が不可欠である。弾道ミサイル防衛用誘導弾を実現するためには、まず、非常に高速な

³³ Multiple Independently targetable Re-entry Vehicle

³⁴ Maneuverable Re-entry Vehicle

弾道ミサイルに誘導弾を直撃させるために必要な誘導弾そのものの能力を向上させる高機動・高応答制御技術や、推進薬の組合せにより推進能力の最適化を図ることができるマルチセグメントロケットモータ等の高能力推進技術、耐熱機体技術といった誘導弾要素技術が最重要技術となる。また、迎撃範囲を拡大し、かつ、効果的に弾道ミサイルを無力化するためには、従来の誘導弾が前提としていた対処領域を高高度まで拡大して迎撃することが有効であり、それに必要な高高度における空力に依存しない制御技術を確立する必要がある。さらに、弾道飛しょう経路をとらないために軌道予測が困難になると見込まれるHGVへの対処についても研究することが重要である。これらに加えて、迎撃能力を更に向上させるためには、迎撃機会を増やす必要があり、そのためには、弾道ミサイルの観測情報を誘導弾システムとしていち早く入手する必要がある。このために、各種の対空装備品及び対空指揮統制システムとの接続を実現し、接続能力の更なる向上を可能としつつ、各種弾道ミサイル防衛用誘導弾の新旧の相違や射程、対処高度の違いを超え、複数の弾種を一つの迎撃システム内で使用可能とする誘導弾システム技術を研究し、確立する必要がある。これによる広い防護範囲の確保が可能となるとともに、さらに、レーザ等による指向性エネルギー技術及び電磁加速砲技術により、リアクションタイムの短縮や飽和攻撃に対する同時多数対処による確実な迎撃を可能とすることができる。

(8) ゲリラ・特殊部隊による攻撃対応

ア 重視事項

原子力発電所等の重要施設の防護並びに侵入した部隊の捜索及び撃破に当たっては、CBRNE兵器を含む各種の攻撃手段に対応する防護性を有する装備に関する技術についての研究が重要である。

その実現には陸上・水中・空中機動機能、情報収集機能、情報共有機能、精密攻撃機能・人的被害局限機能、個別戦闘機能及びCBRNE対処機能が必要である。

イ 将来技術分野

<地上・水中・空中機動>

人的被害の局限及び隊員の負担軽減を行いながら、常続的な自律監視と追跡等により敵に対する能動的な対処が可能になるUGS、UAS及びUMSが必要である。また、特に発見が遅れると思われる水中からの潜入に対処するUUS³⁵も重要である。これらの無人装備に使用するプラットフォームについては、ゲリラ・特殊部隊及び各種センサに検知されにくくするため、大きさ、音響、磁気、振動等が抑制されている必要がある。

<情報収集>

被害の未然防止、局限を図るためCBRNE脅威に関する検知技術を研究することが重要である。更に群葉等の遮蔽物に隠れた敵を探知するための特殊レーダ技術及び情報を得にくい夜間においても遠方から高品質な画像を得ることができる光波セン

³⁵ Unmanned Underwater System

サに関する技術が重要である。

また、常続的な監視が可能である無人装備を複数配置しておき（UGS、UAS、UMS及び固定式海中センサ網）、ゲリラ・特殊部隊の侵入を発見後、そのまま無人装備が追跡し、常に情報が提供されるようにするといったシステムが有効である。よって、敵に気付かれずに監視・追跡を行うため、小型・静粛化した探知されにくいUGS、UAS及びUMS並びに固定式海中センサ網に関する技術が重要である。

<情報共有>

ゲリラ・特殊部隊対処全般を通じて必要となる情報伝達と情報共有及び高度の指揮統制を実施するための指揮統制・通信装備について、ネットワーク技術が重要である。

<精密攻撃・人的被害局限>

重要施設の周辺において、ゲリラ・特殊部隊に実効的に対処するためには、施設等に被害を加えること無く、かつ、脅威を正確に攻撃できる比較的小型な精密攻撃武器が必要である。かかる装備品を実現するためには、高精度な誘導を実現し、かつ、小型化が可能なシーカー技術、誘導制御技術及び推進能力の最適化を図ることができるマルチセグメントロケットモータなどの高能力推進装置や、各種事態に対応し得る弾頭技術等の誘導弾要素技術が重要である。

また、知能化、誘導化、弾道修正等による多機能・高精度化、発射反動が小さく軽車両に搭載可能な軽量ロケット弾、多種目標に対処可能で高安全性を有する弾薬を実現する弾薬技術も重要である。さらに、ゲリラ・特殊部隊からの攻撃により我の部隊に被害を受けないよう、無人化砲塔技術の研究を行うことが重要である。一方、脅威に対する攻撃の際に味方や民間人への被害を局限するという観点から、非致死性対処装備の利用も考えられ、その研究も重要となる。

また、CBRNE脅威による人的被害を避けるため、これら脅威の処理等機能を有したUGS技術が重要である。

<個別戦闘>

市街地等における対処場面では、耐弾時鈍的外傷等を考慮した隊員個人の防弾・防爆に関わる性能の向上及び情報化・高機能化による戦闘能力の総合的な向上を実現するための個人装備システム技術が重要である。

なお、個人装備システムには、無線機、暗視装置、データ表示端末等、電池で駆動する装備品が多数あることから、低消費電力化、軽量化、電池の共用化、前線における充電手段及び携行品の増加による重量増に対応しながら迅速機敏に行動できるようにするパワーアシスト技術についても考慮する必要がある。

また、高度に電子情報化された敵部隊に対しての電子攻撃は有効であり、電波の探知識別技術及び電磁攻撃技術についても研究の必要がある。加えて、隊員と共に行動でき、荷物の運搬、隊員に先行しての偵察等を行うUGSに関する技術も重要である。

<CBRNE対処>

CBRNE脅威環境下で運用することから、CBRNE防護・検知・除染技術についての研究が必要である。また、人的損害を考慮せずに投入できる無人装備が有効で

あり、このためC B R N E環境下で情報収集、各種作業に関して初動対応を可能とする高い自己完結能力を有するとともに、取得性を重視しながらも（1回の任務で廃棄も考慮）、任務の遂行に必要な放射線防御機能を有したUGS、UAS及びUMSに関する技術が重要である。

(9) 宇宙空間における対応

ア 重視事項

各種人工衛星を活用した情報収集能力や指揮統制・情報通信能力を強化するほか、宇宙状況監視（SSA）³⁶の取組等を通じて衛星の抗たん性を高め、各種事態が発生した際にも継続的に能力を発揮できるよう、効果的かつ安定的な宇宙空間の利用に資する研究開発を実施する必要がある。この際、宇宙開発利用の特性として防衛と民生の垣根が低いこと、国内のJAXA等の関係機関や米国に宇宙に係る最先端の技術・知見が蓄積されていることを踏まえ、関係機関等との連携や政府全体における取組への参画も進めつつ、効率的な研究開発を推進する。また、宇宙以外の分野で培ってきた技術のうち宇宙分野への適用可能性があるものはこれを積極的に活用する。

その実現には情報収集機能、情報共有機能及び安定的利用機能が必要である。

イ 将来技術分野

<情報収集>

地球上のあらゆる地域へのアクセスが可能な各種人工衛星の活用は情報収集能力を補強する重要な手段であり、宇宙空間から地表の状況を観測することを目的とした衛星搭載型センサ技術を研究することが重要である。その際、ミッションの効果を高める観点から、様々な高度帯の活用や関係機関等及び民生分野で実施されている姿勢制御技術、管制技術並びに人工衛星の即応性向上技術の取り込みにも配慮する。さらに、即応能力を向上させるために衛星打上げコストを大幅に低減可能な自衛隊航空機を用いた空中発射技術についても検討することが重要である。また、継続的な情報収集を可能にするため、電波妨害、レーザによる光波妨害等に対する抗たん性及びランニングコスト低減に寄与する耐久性を向上させる研究も重要である。

<情報共有>

遠隔地での情報共有を可能とするために、衛星通信の活用は重要であり、活動地域に対応した指揮通信技術についての研究が重要である。

<安定的利用>

宇宙状況監視（SSA）は、安定的な宇宙利用を阻害されるような状況を未然に防止するための重要な取組であり、今後の動向について情報収集を進めるとともに、宇宙物体を監視するセンサ技術、データ解析技術等についての研究が重要である。

³⁶ Space Situational Awareness

(10) サイバー空間における対応

ア 重視事項

サイバー攻撃は、日々高度化・複雑化してきており、標的型攻撃による情報漏えいのみならず、人工知能技術を用いるなどの従来になかった新たなサイバー攻撃の脅威の出現や、製品の製造から納入までの間に不正な部品やプログラムが意図的に混入され、このあらかじめ埋め込まれた不正な部品やプログラムを通して重要な情報が漏えいしたり、システムの制御権を奪われたりする脅威等が懸念されている。これらの新たな脅威に対抗するためには、効果的な対処方法を人工知能技術等の応用により導出して自動的に対処する技術や、我々のシステムの未知の脆弱性を調査する技術、不正な部品やプログラムを検出する技術、サイバー攻撃に対応できる専門的知見を備えた人材の育成及び隊員の対処能力を向上させるためのサイバー演習環境を構築する技術について研究を実施する必要がある。

また、サイバー攻撃等による被害が発生した場合においても、システム及びネットワークの安定的・効果的な利用を維持し、任務遂行能力を確保するため、サイバー攻撃等によるシステムへの影響に対して柔軟に対応し、運用可能な状態に速やかに回復可能な環境を構築する必要がある。

さらに、サイバー空間には、コンピュータ等の情報・通信機器だけではなく、I o T³⁷ 化により通信機能をもった様々なモノが存在しており、サイバー空間の安定的な利用を確保するためには、I o T化によって生じる新たな脅威や内在するリスクに対応するためのサイバーセキュリティ技術が重要になる。例えば、自動車や航空機等の制御システムに対するサイバー攻撃の事例や、工場の制御システムのようなインターネットに接続されていないクローズドなシステムを狙ったサイバー攻撃の事例が近年報告されており、防衛省・自衛隊においても、我々の装備システムへのサイバー攻撃等の脅威に対するリスク分析を行い、装備品内部の重要な技術情報が流出することを防止するためのセキュリティ対策等を適切に講じる必要がある。

加えて、インターネット上に公開されている大量の情報の中には、防衛省・自衛隊に対するサイバー攻撃の兆候等、我が国の安全保障上有益な情報も含まれる可能性があることから、サイバー空間における公開情報の収集・分析を効果的に行っていく必要がある。

イ 将来技術分野

<サイバー攻撃対処>

防衛省・自衛隊が保有するシステム、ネットワーク及び各種装備品へのサイバー攻撃に対する十分なサイバーセキュリティを常時確保するためには、サイバー攻撃対処能力の検証が可能な実戦的な演習環境を構築するための技術や、未知の脆弱性を調査するための技術が重要である。

また、サイバー攻撃や物理的破壊による被害や障害が発生した場合においても、任務遂行能力を確保し運用を継続するための技術や、装備システムを標的としたサイバ

³⁷ Internet of Things

一攻撃を未然に防止するための技術について、研究を実施する必要がある。

さらに、サイバー攻撃発生時において効果的な対処方法を人工知能技術等の応用により自動的に導出して、速やかなサイバー攻撃対処を可能とする自動対処技術や、意図的に不正改造されたハードウェアや、不正なプログラムを埋め込まれたソフトウェアによるサイバー攻撃を防止するための技術について、研究を実施することが重要である。

なお、これらの技術は、攻撃手法が年々変化するため、新たな攻撃についても直ちにに対応できるよう研究を実施することが重要である。

<情報流出防止>

防衛装備移転三原則を踏まえ、装備品の海外への移転が拡大した場合、装備品内部の重要な技術情報が流出することを防止するため、装備品内部の重要情報をブラックボックス化するための技術を研究することが重要である。

<公開情報の収集・分析>

インターネット上にある大量の公開情報の中から、我が国の安全保障に資する情報を効果的に収集・分析する技術を研究することが重要である。

(11) 大規模災害等への対応

ア 重視事項

今後予想される巨大地震等の大規模自然災害や原子力災害を始めとする特殊災害といった各種の災害に際しては、発災の初期段階における航空機等を活用した空中からの被害情報の収集、海上を含む救助活動、応急復旧等の迅速な対応が死活的に重要である。また、2次災害防止の観点から情報収集、C R B N E 対処等に関する無人装備の活用についての研究開発が必要である。

その実現には陸上・海上・空中機動機能、情報収集機能、情報共有機能、C B R N E 対処機能及び人的被害局限機能が必要である。

イ 将来技術分野

<陸上・海上・空中機動>

地上からの接近が困難な被災地に所要の災害派遣部隊や物資を輸送するため、艦船装備システム技術、倒壊した橋りょうを応急的に構築するための橋りょう技術並びに高速化及び長航続距離化したV T O L機の研究が重要である。その際、空港又は港湾の支援設備に頼らずに車両、貨物等を取り扱える、自立的な搭載・しゃ下システムを装備する必要がある。

更なる被害が予想される被災地に取り残された被災者を直接救助するため、ホイスト等の救助機材を装備したV T O L機の研究が必要である。その際、昼夜間を問わず、長時間在空中が可能で、効率的に救助活動が実施可能なダウンウォッシュ(吹き降ろし)が極力少ない機体であることが求められる。

また、孤立した被災地等に補給の優先度の高い毛布、医薬品、糧食等を直接輸送するための空中投下システム、U G S、U A S、U M S等に関する技術が重要である。

さらに、輸送のためのUGS、UAS、UMS等を、負傷者を駐屯地等まで運搬する手段として利用することも考えられ、負傷者を迅速かつ安全に運ぶための機能・性能を付加する技術も重要である。

<情報収集>

瓦礫に埋もれた生存者を一刻も早く救出するために、瓦礫下の生存者を検出するレーダーに関する技術が重要である。

また、被害者の探索及び被害の状況確認のための装備並びにこれらを搭載するロボット・無人機等のプラットフォームが重要である。

このため、宇宙空間の活用を含む電波・光波センサシステム技術、ソーナーに関する技術並びに人工衛星、UGS、UAS及びUMSに関する技術が重要である。さらに、UASとUGS、UASとUMS等、異なる無人装備を同時に利用し、各無人装備から得られる情報を統合して効率的に被害者の探索等を行うシステムについての技術も重要である。

<情報共有>

被災地等の民間通信インフラ等に制約がある状況においても、各種情報を現地の部隊、警察、消防、自治体等との間で情報共有するための情報通信装備が重要であり、このために相互運用性・抗たん性に優れた衛星通信ネットワーク及び野外デジタル通信ネットワークを実現する技術が重要である。

<CBRNE対処、人的被害局限>

原子力災害や火山災害等に適切に対処するためCBRNE対処装備が必要であり、CBRNE防護・検知・除染技術が重要である。この際、人的被害局限のため各種作業も可能な無人装備に関する技術及び個人装備システム技術が必要である。また、負傷者に対して迅速に治療ができるようにする、遠隔治療等に関する衛生関連の技術も重要である。

(12) 国際平和協力活動等への対応

ア 重視事項

国際平和協力活動は、アフリカ等の部隊運用実績のない遠隔地での様々な状況下、国内とは異なる運用環境下で実施される。

このため、人員・部隊の安全確保のための各種探知・防護能力、遠隔地での長期間の活動も見据えた輸送・展開能力、情報通信能力及び円滑かつ継続的な活動実施のための補給・施設・衛生等を重視した装備品等の研究開発を行う。

その実現には陸上・海上・空中機動機能、情報収集機能、情報共有機能、CBRNE対処機能、人的被害局限機能及び後方支援機能が必要である。

イ 将来技術分野

<陸上・海上・空中機動>

所要の人員・物資を、状況に応じ陸海空各経路で安全・確実・効率的に輸送するための車両技術、艦船技術及び航空機（VTOL）技術が重要である。特に、高速化及

び長航続距離化したVTOL機に関する技術が重要である。その際、空港又は港湾の支援設備に頼らずに車両、貨物等を取り扱える自立的な搭載・しゃ下システムを装備する必要がある。

なお、空路に関しては、途中、反政府勢力等の支配空域を通過する可能性があることから、MANPADS³⁸に対する自己防御機能を有する必要がある。

また、危険地域を含む長距離の陸上輸送³⁹を確保するため、アクティブ防護や耐爆性を持ち低燃費で走行できる耐弾技術及び動力技術が重要である。

加えて、駐屯地等から離れた地点で活動する部隊に対し、補給の優先度の高い武器・弾薬、医薬品、糧食等を直接輸送するための空中投下システム、UGS、UAS、UMS等に関する技術が重要である。さらに、輸送のためのUGS、UAS、UMS等を、負傷者を駐屯地等まで運搬する手段として利用することも考えられ、負傷者を迅速かつ安全に運ぶための機能・性能を付加する技術が重要である。

<情報収集>

任務遂行及び部隊保全のため、遠方の状況を監視する監視カメラ・ネットワーク等の情報収集・探知装備が重要であり、用途に応じた各種センサ技術についての研究が重要である。また、センサを搭載し複数のロボット群からなるシステム運用が可能なUGS技術や小型可搬性等を有するUAS技術が重要である。

部隊保全のためには、駐屯地への反政府勢力等の接近やIED⁴⁰による待ち伏せ攻撃を早期発見するため、長期間在空中可能な気球型、滞空型及び移動型UASの装備が必要であり、また、同勢力によるロケット弾、迫撃砲弾等による発射を探知するための音響センサ及び小型軽量の対迫レーダに関する技術が重要である。

<情報共有>

活動地域、我が部隊等の各種情報を、現地の部隊・関係機関及び本国との間で、また、連携する他国の部隊・関係機関等との間で共有するための情報通信装備が重要であり、このために相互運用性・抗たん性に優れた衛星通信ネットワーク及び野外デジタル通信ネットワークを実現する技術が重要である。

<CBRNE対処>

活動は、CBRNE脅威環境下で実施する可能性もあることから、CBRNEの脅威からの隊員の防護、その存在の検知及び除染に関する技術並びに遠方から迅速に対処するための指向性エネルギー技術についての研究が重要である。また、自爆テロ等の脅威から隊員を防護するために、不審な動きをする人物や衣服の下に隠された爆発物等を発見する爆発物等センサ技術が重要である。

<人的被害局限>

補給品等の輸送経路上の危険物等を発見する探知技術、敵ミサイル等から我の車両

³⁸ MAN-Portable Air-Defense Systems, 携帯式対空ミサイルのこと。個人で携行し、低空を飛行する航空機やヘリコプターを目標として、通常、肩に乗せて発射する。

³⁹ 自衛隊法第84条の4（在外邦人等の輸送）に基づく任務等を安全に遂行することを考慮している。

⁴⁰ Improvised Explosive Device, 即席爆発装置

を防護するアクティブ防護技術及び省人化により補給品等を輸送できる自律走行技術が重要である。

活動地域からの地雷や爆発物の撤去作業のためには無人装備が重要であり、地雷及びIEDの探知・処理等機能を有したUGS技術が重要である。また、IEDの爆風による車内乗員の首・下肢等損傷の低減を考慮した耐爆技術、耐弾時鈍的外傷等を考慮した隊員の防弾・防爆に関わる個人装備システム技術も重要である。今後ドローン等の小型無人機を用いた新たな脅威の出現が予想され、これらに対する電波の探知識別技術及び電磁攻撃技術も重要である。また、負傷者に対して迅速に治療ができるようにする遠隔治療等に関する衛生関連の技術も重要である。さらに、海賊船対応等のため、マイクロ波や音波を非殺傷対処装備に応用するための技術も重要である。

駐屯地等に対するロケット弾又は迫撃砲による攻撃に対処するため、これらを飛ばすように迎撃可能な対空機関砲又は指向性エネルギー技術が重要である。

<後方支援>

活動地域は様々であり、水等の資源が乏しい地域や劣悪な衛生環境下等での活動が予想される。このような環境下において、汚染水を浄化して飲料水等に利用できる技術、自然エネルギーから発電できる技術(再生可能エネルギー技術)及びエネルギー・マネジメント技術が重要である。

(13) 研究開発の効率化

ア 重視事項

システム・オブ・システムズ⁴¹に代表されるような、複数のシステムで有機的に構成される複雑な装備品をより低コストで効果的に開発するためには、開発リスクを低減し、開発期間の短縮や研究開発経費の削減を図るとともに、システム・インテグレーション技術を蓄積することが必要である。

イ 将来技術分野

<研究開発効率化>

システム・オブ・システムズとしてより複雑化していく装備システムの開発効果等を研究開発に着手する前の構想段階において的確に把握するためには、M&S⁴²が有用であり、能力分析・評価に資するため、多数の装備システムが登場する戦闘場面における戦闘様相をシミュレーションして技術的課題を定量化し、評価する統合シミュレーション技術について研究し、M&Sを整備・構築し有効に活用することが重要である。

また、非常に高額な研究開発費を要する高度にシステム化された戦闘機等の装備品の開発を効率的に実施するためには、M&S検討とともに3Dプリンタ等を活用したプロトタイプ試作を並行させることによって、M&Sモデルの精度向上による高度な

⁴¹ 個々のシステムを組み合わせ、全体としてシステム化することで、それぞれの相乗効果を発揮させること(防衛研究所「東アジア戦略概観2001」)

⁴² Modeling and Simulation

エンジニアリングノウハウを蓄積するシステム・インテグレーションが重要である。特に航空機については、システムの高度化・複雑化に伴って研究開発に要する期間が長期化する傾向にあり、かつ、運用期間の長期化に伴い不断の能力向上が必要となる傾向であることから、機体、アビオニクス、エンジン等に関する要素技術のみならず、それぞれの有機的な連携まで考えた総合的な航空機システム・インテグレーション技術を維持向上させる研究が重要である。

さらに、これら装備品の機能・性能を評価するための高度な評価システムに関する研究を実施する必要がある。特に、我が国には諸外国に情報が露見されずに装備品の試験評価が可能な領域が少ないため、屋内における評価システムの構築に関する研究が重要である。

IV 将来装備技術及び将来の可能性を秘めた技術

第Ⅲ章第3項「将来重視すべき機能・能力等」及び第Ⅲ章第4項「重視事項及び将来技術分野」における検討結果を取りまとめ、細部機能と将来技術分野との相関関係を図IV-1に示す。表は横軸に細部機能を、縦軸に将来技術分野を列挙し、第Ⅲ章第4項の分析結果を整理した。数値は将来重視すべき機能・能力等ごとに、細部機能と将来技術分野が対応した記述の数を集計したものである。表から、「無人化」「スマート化・ネットワーク化」「高出力エネルギー」「現有装備の機能・性能向上」といった取組の方向が重視されている傾向を読み取ることができる。

さらに、将来技術動向を踏まえ、我が国の強みとなる技術分野⁴³を考慮し、今後の方向として、特に以下の取組を重視する。

① 無人化への取組

少子化の傾向を踏まえた省人化、4D⁴⁴任務対応や人員の危害予防の観点のみならず、有人であることに起因する機能・性能上の制約を克服した領域における活用を実現するための自律化、群制御、電源等の無人装備技術

② スマート化、ネットワーク化への取組

高度な自律化等スマート化のため及び大量な情報を迅速に処理するための人工知能技術並びにサイバー攻撃への抗たん性を有し広域分散したシステム・オブ・システムズを実現する情報通信技術

③ 高出力エネルギー技術への取組

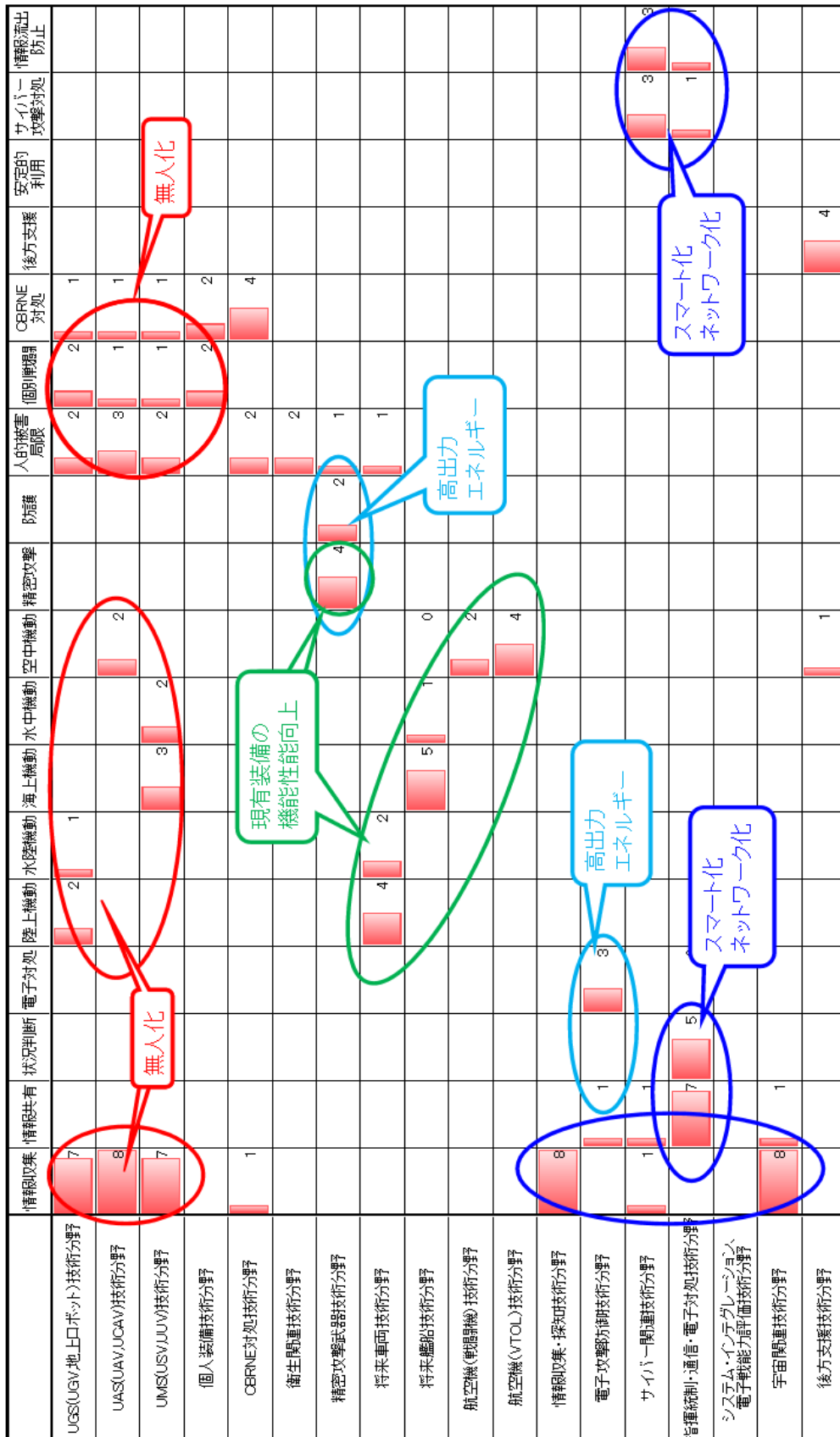
敵の量的優越性を克服するとともに、弾薬補給等の兵站が困難な環境下における継戦能力を向上させる高出力レーザ、マイクロ波等を活用した瞬間交戦能力及び持続戦闘能力の高い指向性エネルギー技術、EMP弾技術並びにこれらへの対処技術

④ 現有装備の機能・性能向上への取組

小型・軽量化、情報収集性能向上、ステルス性能の向上等、将来装備のみならず現有装備の機能・性能の向上にも期待できる材料技術、センサ技術、誘導弾要素技術等

⁴³ 科学技術振興機構 研究開発戦略センター「研究開発の俯瞰報告書」等

⁴⁴ Dangerous, Dirty, Dull, Deep



図IV-1 細部機能と将来技術分野との相関関係

中長期的な技術分野の取組の方向として第Ⅲ章において導出された将来技術分野における「将来装備技術」及び関連する「将来の可能性を秘めた技術」の一例を以下にとりまとめて示す。

なお、参考として、実現のための主要な技術課題と、これを解明し得ると見積もられる時期を記載した。

1 UGS (UGV⁴⁵、地上ロボット) 技術分野

(1) 移動機構技術

ゲリラ・特殊部隊による攻撃対処時や大規模災害等への対処時に隊員とともにロボットが移動できる場所及び隊員には進入できないもののロボットには進入できる場所の範囲を増やすため、従来から広く用いられている移動機構(クローラ、車輪、回転翼等)では対応できない複雑な地形、狹隘空間等に対応できる移動機構を実現する技術である。特に、岩場等の不均一の大きな段差が続く場所にも対応できる可能性がある複数の脚により移動する機構に関する技術(多脚機構技術)に注目する。さらに、UGSの情報収集用デバイスとしての役割を果たすことを想定し、昆虫のように複雑な飛行(急停止、急旋回、ホバリング等)が可能である小型ロボットを実現できる可能性がある、昆虫等の羽ばたきを模した機構に関する技術(羽ばたき機構技術)にも注目する。多脚機構技術を適用したロボットにより物資を運搬しながら隊員とともに広範囲を移動できるようになり、隊員の負担軽減を実現し得る。また、羽ばたき機構技術を適用した小型ロボットにより狹隘空間に対して進入や通過が可能になり、より広範囲に偵察ができることからより詳細な偵察情報の取得を実現し得る。

多脚機構技術については、所要の研究を経ることで、おおむね10年後に多脚機構(4脚)により移動するロボットの実現のため制御アルゴリズム、自律機能等の技術課題を解明し得る見込みである。また、羽ばたき機構技術については、所要の研究を経ることで、おおむね10年後に羽ばたき機構により飛行する小型ロボットを実現するため、構成要素の小型・軽量化、自律機能等の技術課題を解明し得る見込みである。

(2) 領域センシング・認識技術

ゲリラ・特殊部隊による攻撃対処、大規模災害等への対応及び国際テロ対策として、CBRNE脅威等の探知や負傷者等の捜索・救助、経路啓開・障害物除去等において三次元情報抽出機能、SLAM⁴⁶機能、不審目標に対する認識機能・追尾機能、隊員への情報提示機能、身体動作・音声操縦機能、複数ロボット協調機能等を有する複数ロボットにより比較的広い範囲で効率的に偵察、情報収集、各種作業等を行うロボットシステムに必要な機能を実現する技術である。

所要の研究を経ることで、おおむね10年後に複数ロボットによる情報収集、偵察等を行うロボットシステムを実現するため、複数ロボットの協調制御等の技術課題を

⁴⁵ Unmanned Ground Vehicle

⁴⁶ Simultaneous Localization and Mapping

解明し得る見込みである。

(3) 自律走行技術

ゲリラ・特殊部隊による攻撃対処、大規模災害等への対応及び国際テロ対策として、CBRNE脅威等の探知や負傷者等の搜索・救助等において自律的に移動できるロボットの機能を実現する技術である。

ロボットの移動は、遠隔操縦による移動と自律的な移動に分けられるが、遠隔操縦の場合においても、操縦を支援するために一部機能を自律化する場合が多い。自律的な移動は、基本的には環境認識、自己位置推定及び経路生成の機能により、推定した自己位置と周囲環境データに基づき移動経路を生成し、その経路上を進むように移動することで実現される。現在、民生向けに自動運転車の研究が盛んに行われており、高速道路等で実証実験が行われている。この自動運転では地図データとGPSの情報により自己位置を求めたり、道路上の白線を認識して道路上の位置を求めたりしており、整備された道路上での走行を前提としている。一方、防衛用途においては事前に地図データ等が用意できない場合や不整地での移動に対応する必要がある場合もあり、民生向けの自動走行とは異なる技術が必要である。特に、雨、霧等の悪天候下においても自衛隊は行動する必要があるため、悪天候下での環境認識・障害物検知を可能とする技術が必要である。また、隊員や他の車両等とともに行動するために移動障害物を検知・回避する技術も重要である。

所要の研究を経ることで、おおむね5～10年後に悪天候環境及び動的環境で移動できるロボットを実現するため悪天候下での障害物の検知、移動障害物の検知等の技術課題を解明し得る見込みである。

(4) ヒューマノイドロボット技術

大規模災害等への対応等において周囲の環境を認識し、自身の行動計画を生成して移動や作業を自律的に実行できる機能を有するヒューマノイドロボットを実現する技術である。

以前から日本においてヒューマノイドロボットの研究が盛んに行われていたが、2011年における東日本大震災後、災害対策ロボット開発の機運が高まり、車両型のUGVでは対応困難な災害時対応のためのヒューマノイドロボットの可能性が一層追求されるようになった。そして、米国防総省高等研究計画局(DARPA⁴⁷)主催でヒューマノイドロボットを念頭に置いた競技会であるDARPA Robotics Challengeが開催され、ヒューマノイドロボットの実用化を目指す気運が高まっている。

多脚のロボットより移動時や作業時の安定性確保が難しくなるが、人を基準に作られている建物内において移動や作業を行う場合、人と同様の姿勢を取ることが可能で、階段の昇降、ドアの開閉等、人型のロボットの方が適している場面も多いと考えられる。また、従来からある道具を使用して隊員と同様の作業を行うことができるようになることも利点である。

所要の研究を経ることで、おおむね5～10年後にヒューマノイドロボットを実現

⁴⁷ Defense Advanced Research Projects Agency

するため、実時間でのタスク実行、適用可能な動作環境の拡大等の技術課題を解明し得る見込みである。

(5) 水中走行技術

島しょ水際部における障害の探知処理や大規模災害時の汀線部での作業を実施するためのUGVの水中走行を実現する技術である。複数ロボット協調制御技術やUMS等の異機種連携技術についての技術も重要である。

所要の研究を経ることで、おおむね5～10年後に水中作業ができるUGVを実現するため、軟弱地盤を含む水中走行に対応した走行機構、水中での地形や障害物等の周辺環境の認識等の技術課題を解明し得る見込みである。

(6) 将来の可能性を秘めた技術

- ・人工知能・コグニティブコンピューティング技術をUGS搭載のコンピュータに適用することにより、自律的に実施可能な作業・行動の範囲の拡大が期待できる。
- ・電力貯蔵技術（特に次世代蓄電池に係る技術）をUGS搭載のバッテリーに適用することにより、UGSの稼働時間の大幅な増加が期待できる。

2 UAS (UAV⁴⁸、UCAV⁴⁹) 技術分野

(1) 自律化技術

搭乗者のいない無人機では、自律的に状況を認識し環境の変化に対応する「自律化技術」が重要となる。一般に自律化と管制の所要には相反関係があり、高度に自律化したシステムでは管制の所要は低く、高度な管制が可能なシステムでは自律化の必要性は低下する。防衛用途の無人機においては、自律化が進むことで必要な管制の頻度が減少し、通信傍受による被探知確率を低減させられるメリットがある。また、自律化と管制を高度に両立することにより、有人機のパイロットが複数の無人機を効果的に指揮し、リスクを低減しつつ編隊としての任務を遂行することが可能となる。

自律化技術については、初期においては自機や他機の飛行状態・健全性を認識し、編隊飛行や空中給油を自動で行うといった限定的な能力に限られるが、将来的には外部センサの情報を含めた多量のデータを基に敵の行動を推定して脅威を回避するとともに、編隊全体を群制御することで最適な行動をとり、操作者の僅かな指示で複数無人機による戦術的な目標達成を可能とすることが技術的目標となる。また、自機の位置を把握するためにGPS航法装置が多用されているが、GPSの妨害又は装置の故障に対抗するため、GPSに依存しない（非GPS）航法システムに関する技術も重要である。空対空戦では、シミュレーションや実機を用いた模擬戦闘で有人機と交戦することで無人機特有の機動を利用した空中戦闘機動を学習し、さらに実際の戦闘における敵の戦技のデータからより有効な機動を獲得できるようになり得る。

自機の故障や飛行条件を認識し、飛行経路変更を伴う回避判断等を行う程度の自律

⁴⁸ Unmanned Aerial Vehicle

⁴⁹ Unmanned Combat Aerial Vehicle

化技術については、OPV⁵⁰による実証も行いつつ5年程度で技術課題を解明し得る見込みである。また、僚機の行動を認識し、自分の行動を判断することで空中給油等を行う程度の自律化技術や非GPS航法システムについては、10年程度で技術課題を解明し得る見込みである。さらに、多量のデータを基に敵の行動を推定し、空中戦闘機動を行う程度の自律化技術については、15年～20年程度で技術課題を解明し得る見込みである。

(2) 機体技術

無人機の設計においては、任務に応じた機体形状・システムの選択の幅が広いことから、システム・インテグレーションに早期に取り組むことが効率的な研究開発を進める上で重要である。その際、国際民間航空機関（ICAO⁵¹）で策定される国際基準に沿ったシステムとしつつ、被弾による損傷も考慮したヘルスマニタリング技術等を適用することで高度な安全性を確保する必要がある。また、空中戦闘機動を行う機体では、有人機の限界を超える高い敏捷性を実現する高アジリティ飛行技術も重要となる。

見通し外飛行も含め、安全性を確保したシステム・インテグレーション技術については、OPVによる実証も行いつつおおむね5年程度で、長時間滞空型無人機のシステム・インテグレーション技術についてはおおむね10年程度で、戦闘型無人機のシステム・インテグレーション技術についてはおおむね15年～20年程度で技術課題を解明し得る見込みである。

ヘルスマニタリング技術については、おおむね5年～10年程度で小型・コンフォーマルなセンサ及び多量のデータから健全性を判断する解析手法等の技術課題を解明し得る見込みである。

高アジリティ飛行技術については、おおむね15年～20年程度で、軽量高強度な機体構造、高運動を可能とする推力偏向等の技術課題を解明し得る見込みである。

(3) 推進・動力技術

空中戦闘機動を行う無人機については、有人戦闘機と同様にハイパワー・スリム・エンジンを適用することで、高速高運動を実現することができる。一方でスクラムジェット複合サイクルエンジン技術を用いることで、極超音速巡航を行い、高脅威環境下の監視・偵察が可能な無人機が実現できると見込まれる。

また、高効率な太陽電池や無線給電を用いることで、長期間高高度を滞空する無人機が実現できると見込まれる。

スクラムジェット複合サイクルエンジン技術については、おおむね10年～20年程度で、安定的な超音速燃焼やタービンエンジンとのインテグレーション等の技術課題を解明し得る見込みである。

(4) 将来の可能性を秘めた技術

・デトネーションエンジン技術により、高効率な飛行が可能となることが期待できる。

⁵⁰ Optionally Piloted Vehicle

⁵¹ International Civil Aviation Organization

- ・メタマテリアル技術により、現在の形状による電波ステルス性の向上を図らずとも劇的にRCSを低減することが期待できる。
- ・機体形状を滑らかに変更するモーフィング技術により、多様な飛行条件において最適な機体形状を選択する、又は翼を最適形状に変形させる(空弾制御)ことにより、飛行特性の向上、燃費の低減等が期待できる。
- ・無線送電技術を応用したバッテリーレスシステムにより、無人装備等の電力課題克服が期待できる。
- ・MEMS⁵²・半導体技術を用いることにより、慣性航法装置の小型・高性能化が進むほか、既存装置の改良や冷却原子(Cold Atom)を活用したジャイロ等の技術の進展により、非GPS航法における位置精度の更なる向上が期待できる。

3 UMS (USV⁵³、UUV) 技術分野

(1) 長期運用大型UUV技術

島しょ部に対する攻撃への対応、ゲリラ・特殊部隊による攻撃対処、大規模災害等への対応及び国際テロへの対応において、大きな機器搭載スペースがあり、1か月以上活動可能な大型UUV(LDUUV⁵⁴)を実現するための技術である。長期活動についてはUUVに大量のエネルギーを搭載する技術、水中エネルギー補給技術、長期間任務を任せておける信頼性技術等が必要であり、UUVの大型化については機器の搭載スペースを確保するための搭載機器の小型化技術等が必要となる。

所要の研究を経ることで、おおむね10年後に実現のため必要な大型UUV技術に関する技術課題を解明し得る見込みである。

(2) 異機種協調制御技術

島しょ部に対する攻撃への対応、ゲリラ・特殊部隊による攻撃対処、大規模災害等への対応及び国際テロへの対応において、海上において複数異機種の無人機(UASも含む)が自律的に情報収集等の任務を遂行する無人タスクフォースを実現するための技術である。海上においてUAVを運用するためには、USVに離着艦させることが効率的なことも多く、その際はUAV及びUSVの協調制御が必要となってくる。また、海中の情報収集の際にもエリア捜索用の巡航型UUV及び精密捜索用のホバリング型UUVを使い分けることが効率的である。多機種協調制御のためには多機種間通信技術及び制御技術が必要となる。

所要の研究を経ることで、おおむね10年後に実現のため必要な異機種UMS協調制御の技術課題を解明し得る見込みである。

(3) 港湾警戒用目標探知技術

島しょ部に対する攻撃への対応及びゲリラ・特殊部隊による攻撃対処において、こ

⁵² Micro Electro Mechanical Systems

⁵³ Unmanned Surface Vehicle

⁵⁴ Large Displacement Unmanned Underwater Vehicle

れまでの水中目標探知センサでは探知が困難な環境下においても探知可能なUMS等を実現するための技術である。刻々と変化する海流中での安定航走技術及び自己位置推定技術並びに複雑なマルチパスが生じる状況での目標探知技術が必要となる。また、長期運用が可能で静粛性に優れ水中音響測定に有効な水中グライダーや小型のロボットブイについての技術も重要である。

所要の研究を経ることで、おおむね10年後に実現のため必要な安定航走、自己位置推定技術、及び目標探知技術の技術課題を解明し得る見込みである。

(4) 戦闘型UUV技術

周辺海空域における安全確保及び島しょ部に対する攻撃への対応において、対艦誘導弾あるいは魚雷を搭載し、陸上・母艦からの調定・発射指示を受けて、目標に対して打撃力を行使するUUVを実現するための技術である。相手に妨害あるいは欺まんされない発射指令通信技術、発射装置技術、対艦誘導弾を水上まで保護するカプセル技術等が必要となる。

所要の研究を経ることで、おおむね20年後に実現のため必要な発射装置等の技術課題を解明し得る見込みである。

(5) ヒューマンサポート技術

島しょ部に対する攻撃への対応、ゲリラ・特殊部隊による攻撃対処、大規模災害等への対応等において、水中で活動する隊員を器材等の輸送でサポートするUMSを実現するための技術である。UUVが隊員を追尾して航走する技術等が必要である。

所要の研究を経ることで、おおむね10年後に実現のため必要な追尾航走の技術課題を解明し得る見込みである。

(6) 無人機、母艦等との接続技術

USV及びUUVの運用に当たり、無人機間⁵⁵、母艦等からの投入揚収を可能とするための技術である。

所要の研究を経ることで、おおむね10年後に技術課題を解明し得る見込みである。

(7) 将来の可能性を秘めた技術

- ・電力貯蔵技術及びパワーMEMS技術を各種機器の動力及び電源に適用することにより、装備の小型・軽量化、連続稼働時間の延伸、行動範囲の拡大等の効果が期待できる。

4 個人装備技術分野

(1) パワーアシスト技術

島しょ部に対する攻撃への対応、大規模災害等への対応等において迅速機敏な行動を可能にする高応答・大出力の駆動システム、軟弱地、山岳地等での行動を可能にするバランス維持機能及び転倒等から装着者を保護する安全性を有するパワードスーツを実現する技術である。

⁵⁵ UMS から UAS (回転翼) を飛行させる等の組合せも重要

所要の研究を経ることで、おおむね5年～10年後にパワードスーツを実現するためアクチュエータの小型化・高出力化、安全性向上等の技術課題を解明し得る見込みである。

(2) マン・マシンシステム技術

各種事態において個人装備の操作に係る負担軽減のため外部機器を制御できる非侵襲型運動出力型BMI⁵⁶及び効率的なシミュレーションによる訓練のための裸眼立体視が可能な電子フォログラフィや操縦者の知覚・判断能力を評価して適切な訓練設定を可能とする訓練システムを実現する技術である。

所要の研究を経ることで、おおむね10年後にマン・マシンシステムを実現するため、抽出した脳内情報の詳細化（BMI関連）、膨大な画素のスクリーンへの表示を可能とする計算機の能力向上（訓練シミュレーション関連）等の技術課題を解明し得る見込みである。

(3) 装具類技術

島しょ部に対する攻撃への対応、ゲリラ・特殊部隊による攻撃対処等において使用する戦闘用被服の透湿防水機能及び対中・遠赤外偽装機能向上並びに防弾・防爆装具に使用するセラミックスやスーパー繊維の耐弾性能向上を実現する技術である。

なお、防弾装具の研究開発においては、耐弾時鈍的外傷や外傷性脳障、車両搭乗中の爆風による乗員の首・下肢等の損傷等の人員の損傷評価を考慮する必要がある。

所要の研究を経ることで、おおむね10年～20年後に装具類の性能向上を実現するため、素材性能を向上させる製造方法構築等の技術課題を解明し得る見込みである。

(4) ウェアラブル技術

各種事態において個人装備の操用性を向上するため、脳活動を計測できるウェアラブルセンサ並びにハンズフリー機能及びAR⁵⁷機能を有するウェアラブル端末を実現する技術である。

所要の研究を経ることで、おおむね5年～10年後にウェアラブルセンサ及びウェアラブル端末を実現するため、ノイズ除去、AR表示の精度向上等の技術課題を解明し得る見込みである。

(5) 将来の可能性を秘めた技術

- ・電力貯蔵技術、パワーMEMS技術及び新エネルギー技術を各種機器用電源及び被服内蔵情報通信電子機器に適用することにより、装備の小型・軽量化による隊員の身体的負担軽減、連続運用による作戦の柔軟性向上等の効果が期待できる。
- ・ブレインマシンインターフェイス技術を適用することにより、装着した装備の操作に係る隊員の負担軽減が期待できる。
- ・スーパー繊維については、新しい製造方法の採用も含め、現在も開発が行われており、今後も軽量化、高比強度化が進んだ複合材料が登場すると予想される。現時点においても複合材料は車両、飛行機等に採用されているが、スーパー繊維を用いた

⁵⁶ Brain-Machine Interface

⁵⁷ Augmented Reality

将来の複合材料を防弾装具に適用することにより大幅な軽量化による隊員の負担軽減が期待できる。

5 CBRNE対処技術分野

(1) 検知技術

ゲリラ・特殊部隊に対する攻撃対処、大規模災害等への対応、国際テロ対策等においてレーザ又はハイパースペクトルカメラを用いたスタンドオフ化学剤検知・警報システム、無人機への搭載が可能な放射線計測用ポッド及び遺伝子解析又は抗原抗体反応を用いたSPR⁵⁸センサ等による検知装置を実現する技術である。

所要の研究を経ることで、おおむね5年～10年後に各検知・計測装置を実現するため、安定性と高出力を両立したレーザ、作成可能な抗体の種類増加等の技術課題を解明し得る見込みである。

(2) 対処(予測・評価)技術

ゲリラ・特殊部隊に対する攻撃対処、大規模災害等への対応、国際テロ対策等において汚染物質の拡散予測を行うシミュレーションを実現する技術である。

所要の研究を経ることで、おおむね5年～10年後に拡散予測シミュレーションを実現するため、観測情報に基づくシミュレーションモデルの精度向上等の技術課題を解明し得る見込みである。

(3) 防護技術

ゲリラ・特殊部隊に対する攻撃対処、大規模災害等への対応、国際テロ対策等においてナノテクノロジー、分離膜、不織布材料、制菌加工、光触媒等の技術及び軽量かつ微粒子の遮断効果の高い先進素材を適用した防護衣、効果の大きい活性炭、添加物を用いたフィルター又はフィルターと触媒酸化を用いた空気清浄機能を有する防護マスク並びに戦闘服等の一般的な個人用装備品と統合化された個人防護装備を実現する技術である。

所要の研究を経ることで、おおむね5年～10年後に高い防護機能を有する個人防護装備を実現するため、防護性能の維持が可能な耐久性向上(防護衣関連)、フィルターの寿命延長(防護マスク関連)等の技術課題を解明し得る見込みである。

(4) 除染技術

ゲリラ・特殊部隊に対する攻撃対処、大規模災害等への対応、国際テロ対策等において、装備の腐食性低減、無害性の確保、精密器材への適用が可能な化学剤除去、生物剤に対する特異的選択的な結合・吸着・不活性化、精密機材の除染、抗菌剤を添加した素材による自己除染が可能な生物剤除去及び人の除染を可能にする無毒な除染剤による除染並びに除染後の放射性廃液のろ過が可能な放射性物質除去を実現する技術である。

所要の研究を経ることで、おおむね5年～10年後に各汚染物質に対する効果の高

⁵⁸ Surface Plasmon Resonance

い除染を実現するため、人・環境に対する除染剤の無害化、対象の生物剤に結合する機能性タンパク質の作製等の技術課題を解明し得る見込みである。

(5) IED対処技術

国際平和協力活動等における隊員等人的被害局限のため、IEDの探知及び処理を無人で効率的に行うIED対処を実現する技術である。

所要の研究を経ることで、おおむね5～15年後に無人化したIED対処技術を実現する無人機用IED探知能力及び都市部環境を考慮し、周囲への被害を局限でき、安全なIED処理等の技術課題を解明し得る見込みである。

(6) 将来の可能性を秘めた技術

- ・テラヘルツ波応用技術を生物・化学剤検知装備に適用することにより、生物・化学剤の検知の迅速・広範囲化、遠隔検知による隊員の防護性向上等の効果が期待できる。
- ・バイオセンサ技術の適用により、検出装置の小型・軽量化、検出時間の短縮化及び抗体に代わる人工物質の適用による取扱いの容易化が期待できる。

6 衛生関連技術分野

(1) 遠隔治療技術

国際平和協力活動等、遠隔地における治療能力の向上を図るため、マルチメディア技術やロボティクスを医療分野に取り入れ、手術ロボットを操作することにより、遠隔地における傷病者の治療を実現させる技術である。

所要の研究を経ることで、おおむね5～15年後に医師の手技を再現し、正確かつ精密な治療を行うために必要な触覚伝達技術やマニピュレータ技術、臓器の変動や血管の拍動を補正する画像処理技術等の技術課題を解明しうる見込みである。

(2) TCCC⁵⁹シミュレーション技術

バーチャルリアリティによりTCCCを実践する訓練環境を模擬し、医官・看護官・救命士等の第一線救護の能力向上を実現させる技術である。

所要の研究を経ることで、おおむね5～15年後にリアリティの高い模擬環境を実現するために必要な触覚伝達技術、3次元画像シミュレーション技術等の技術課題を解明しうる見込みである。

(3) 将来の可能性を秘めた技術

- ・触覚センサ技術を適用することで、触覚、温感等の皮膚の7感覚を模擬することにより、手応えの感覚をバーチャルリアリティとしてフィードバックすることが可能となり、正確な治療の提供及び医官・看護官等の一層の救護能力向上が期待できる。

⁵⁹ Tactical Combat Casualty Care

7 精密攻撃武器技術分野

(1) 誘導弾システム技術（クラウドシューティング）

精密誘導武器が攻撃の主体となりつつある中で、誘導弾そのものに加え、他の装備品等とも接続し、システム・コンセプトを定義し、ウェポン、センサ、プラットフォーム、火器管制システム等のネットワークを構成し、各リソースを最適に活用することでクラウドシューティングが実現可能となる。

地对空誘導弾システムについては、超低空から高高度/超高速まで、幅広い脅威に対応でき、かつ、高精度誘導、同時多数対処、高応答迎撃、耐妨害性及び広範囲防護を長～近距離の多層構造で確実にを行う技術が求められ、所要の研究を経ることで、おおむね10年後に本システムを実現するための技術課題を解明し得る見込みである。

(2) 誘導弾要素技術

周辺空海域の安全確保、島しょ部に対する攻撃、飽和攻撃への対応、弾道ミサイル攻撃への対応等を有効に行うためには、目標を正確に迎撃するとともに、状況によっては周囲への被害を局限することが重要となるため、これらを可能とする、長射程化、広覆域化、高精度誘導、高高度（大気圏外）への対処領域の拡大及び小型化を可能とする誘導弾を実現する技術である。

所要の研究を経ることで、おおむね5年後に小型化光波誘導弾及び対処領域拡大型誘導弾を、おおむね10年後に高精度地上目標対処誘導弾を、おおむね15年後に長射程かつ広覆域化が可能なネットワーク射撃対応型誘導弾を実現するための技術課題を解明し得る見込みである。

(3) 弾薬技術

島しょ部に対する攻撃への対応、ゲリラ・特殊部隊対処において、確実かつ効果的な破壊力を持つ知能化、誘導化、弾道修正等による多機能・高精度化、多種目標に対処可能で高安全性を有する弾薬を実現する弾薬技術の研究を行う必要がある。さらに、水際障害を処理するために、空気中だけでなく抵抗の高い水中においても精密な弾道が要求される水中弾道弾についても、研究を行う必要がある。

これらの技術はすでに研究を着手しており、おおむね5～10年後に技術課題を解明しうる見込みである。

(4) 指向性エネルギー技術

周辺空海域の安全確保、島しょ部に対する攻撃、弾道ミサイル攻撃及び飽和攻撃への対応において、飛来する目標に対して迅速かつ精確に照射することで破壊・迎撃することが可能な高出力レーザ及びマイクロ波技術である。高出力レーザ技術はIED等処理、誘導弾等のシーカー無効化、水中通信等の用途にも重要な技術である。また、ゲリラ・特殊部隊対処、武装工作船等対処においても、人的被害を局限しつつ、敵部隊の情報・指揮・通信機能や戦闘機能のみを喪失させ得る、高出力レーザやマイクロ波等の照射による直接・間接的破壊技術である。電源小型化、熱処理（冷却）、防塵・耐振動等の実装上の技術課題について研究することが重要である。

所要の研究を経ることで、高出力レーザー照射技術に関してはおおむね10年後に高エネルギー小型光源技術、マイクロ波照射技術等に関してはおおむね15年後にパワーモジュールの小型、大電力化、広帯域化等の技術課題を解明し得る見込みである。

(5) EMP弾技術

電磁パルスを発生して照射し、敵部隊の情報・指揮・通信機能等の電子機器の機能を無力化する弾薬の技術である。この技術は既に研究を着手しており、おおむね5～10年後に技術課題を解明し得る見込みである。

(6) 電磁加速砲技術

現用火砲の頭打ちとなった射程及び威力の大幅な向上を可能とするため、電気エネルギーを利用することによる電磁加速砲用弾丸の高初速化を実現させる。所要の研究を経ることでおおむね15年後に電磁加速砲の実現のため電源の小型化及び連射性能の向上についての技術課題を解明し得る見込みである。

(7) 将来の可能性を秘めた技術

- ・新素材技術（ナノテクノロジー）を用いて、発射薬等火薬類の粒子径や結晶を制御することにより、高燃焼性、高安全性な発射薬等火薬類の開発が可能と考えられる。
- ・新素材技術（ナノテクノロジー）を用いて、弾薬の各種弾芯材料の性能を向上させることにより、飛躍的に能力を向上させた弾薬の開発が可能と考えられる。
- ・ナノレベルで金属、セラミックス、プラスチック等の複合粒子に力学的な力を加えて粒子同士を結合させ任意の形状に成型する機能性複合粒子技術により、強度増による軽量化及び耐熱性向上が期待できる。さらに、非加熱による粒子合成、粒子複合化により、粒子及び集積体の微細構造制御によるリチウムイオン二次電池等の特性向上が可能となると考えられる。
- ・誘導弾等に適用可能な小型化されたスクラムジェット技術により、超音速流において燃焼を行うことで、極超音速飛しょう中でも適切な推力を発揮し、極超音速巡航が可能となる。
- ・マイクロ波ビーム等をエネルギー源とした電磁波推進技術により、UAS、ロケット等の小型化が期待できる。

8 将来車両技術分野

(1) 車両システム技術、車体技術及び動力技術

陸上におけるウェポンプラットフォームとして、また国際平和協力活動等への対応、国際テロ対策の強化等国内外における輸送や警戒等の多様な任務に対応するため、活動地域まで人員・物資を効率的かつ迅速に輸送する遠隔操縦・操縦支援、また、活動地域における部隊の移動の秘匿や負傷者の後送に必要な電気駆動、高機能懸架等の走行懸架システム及び将来車両の概念設計が効率的に可能となる車両シミュレーション技術である。

所要の研究を経ることで、おおむね5年後には燃費及び熱・音響ステルス性を向上

させ大電力の供給も可能とする電気駆動並びに将来車両の概念設計が効率的に実施可能となる車両シミュレーションの技術課題を解明し得る見込みである。

(2) 耐弾・耐爆技術

国際平和協力活動等への対応、国際テロ対策の強化等国内外における多様な任務に対応するため、活動地域及びそれに到達するまでの間、銃弾等を防護する耐弾構造や爆発物の爆風による車両搭乗中の乗員の首・下肢等の損傷等低減を考慮した車両の防護及び乗員の損傷の評価を可能にする技術である。所要の研究を経ることで、おおむね5年後には大型の爆発物に耐えることができる耐弾・耐爆構造についての技術課題を解明し得る見込みである。また、おおむね10年後にはロケット弾や対戦車ミサイルに対するアクティブ防護機能の技術的課題を、おおむね20年後には徹甲弾に対するアクティブ防護機能の技術的課題を、それぞれ解明し得る見込みである。

(3) 水陸両用車技術

島しょ部に対する攻撃への対応のため、水上から対処正面への迅速な部隊の機動・展開を可能にする技術である。

島しょ部奪回場面における水上での高速航走かつ困難地形を走破できる水陸両用機能を有する将来車両については、現在保持している戦闘車両技術等の活用により、おおむね5年以内には技術課題を解明し得る見込みである。更なる困難地形克服に向けた水没走行等までを可能とする水陸両用車技術については、所要の研究を経ることで、おおむね15年後には技術課題を解明し得る見込みである。

(4) 将来の可能性を秘めた技術

電力貯蔵技術及び新エネルギー技術を電気駆動式将来車両に適用することにより、走行距離の延伸及びステルス性向上の効果が期待できるとともに、活動地域における我が国の行動の安全性向上に寄与できる。

9 将来艦船技術分野

(1) 艦船システム構成技術

護衛艦、潜水艦等の艦船は、島しょ部侵略やゲリラ・特殊部隊対処、武装工作船等対処等の任務拡大により対象海域が沿岸域から南西諸島にまで拡大するものと想定される。

このため、護衛艦は低速域から高速域まで高い耐航性を有し、敵の捜索・探知センサーや誘導弾シーカーに対する高度な電波・光波ステルス性能、水中脅威に対する音響、磁気・水中電界ステルス性能を向上させる必要がある。防空能力向上のためには高出力レーダによる探知能力向上及びセンサネットワークによる情報共有能力向上が不可欠である。さらに、搭載センサの大出力化への対応や指向性エネルギー、電磁加速砲等の大電力を必要とする装備品を搭載するためには、先進的な艦船用エネルギープラント技術の実現が必要である。また、艦船のライフサイクルコストを低減させるために、長期間艦船プラットフォームの使用を可能とする、装備品の載せ替えが容易とな

る構造・ぎ装技術の実現も必要である。

潜水艦については、敵の探知センサ能力向上に対応するため、自艦の音響、磁気・水中電界ステルス性能向上並びに搭載魚雷射出時及び航走時の静粛化を図るための技術が必要である。また、水中音響通信ネットワークによる他の艦船等との情報共有能力の向上や、無人機運用を含む対処能力向上を図るための技術も必要である。

また、費用対効果に優れた多用途に使い得る新たな小型艦艇が必要である。このため、低速域から高速域までの機動性を有することで哨戒や迅速な展開が可能であること及び排水量に比して広い甲板面積を有することで、多数の無人機運用、物資・人員の輸送等を可能とする、多用途な高速多胴船を実現するための技術が必要である。

所要の研究を経ることで、おおむね10年後に将来艦船システム実現のために必要な、ステルス化、センサネットワーク、無人システムとの接続等の技術課題を解明し得る見込みである。

(2) 統合電気推進システム技術

各種装備品の電力需要増大による電源用発電機的能力拡大及びそれに付随して可能となる推進用動力源としての共用化によって、現用の推進システムより静粛性が向上する等更なる低シグネチャ化の実現及び長尺の推進軸が不要になることによる艦内レイアウトの自由度の向上が見込まれる。所要の研究を経ることでおおむね10年後に統合電気推進システムの実現のため超伝導発電機等専用の構成品の技術課題を解明し得る見込みである。

なお、本技術導入により、推進システムの動力源にパワーエレクトロニクスが使用されることはもちろん、将来的に装備が考えられる電磁加速砲等の高出力エネルギーシステムが必要とするエネルギーの供給が可能となる。

また、現状のエネルギープラントの主力であるガスタービンエンジンに対し、再生サイクル（再生サイクルガスタービン：熱交換機により、燃焼器へ流入する低圧空気を冷却、高圧空気を予熱又は低圧空気の冷却と高圧空気の予熱を併用することで、エンジンのサイクル効率を向上させる技術）を適用することで、大幅な燃費向上が期待できる。

(3) 将来の可能性を秘めた技術

- ・電力貯蔵技術及び新エネルギー技術により、艦船の電気推進性能の向上が期待できる。
- ・現用の電動モーターよりも高出力、高効率（低消費電力）及び小型といった特徴を有する超伝導推進技術を潜水艦用推進装置に適用することにより、高速化による機動性の向上、静粛化による被探知性の向上等の効果が期待できる。

10 航空機（戦闘機）技術分野

(1) 機体技術

我が国よりも数的に優勢な周辺国の第5世代戦闘機⁶⁰及び戦闘型無人機と対峙し、航空優勢を確保できる戦闘機を実現することが必要であり、良好な空力特性と電波ステルス性とを両立した機体技術が重要となる。

空力特性と電波ステルス性を両立した機体については、既に先進技術実証機等において技術課題の解明に取り組んでいるが、おおむね15年程度で実飛行状態において更に高度な電波ステルス性を実現するインテグレーション技術の技術課題を解明し得る見込みである。

より軽量の機体構造については、おおむね5年程度で実現に必要な一体化・ファスナレス構造技術の技術課題を解明し得る見込みである。

ウェポン内装化については、おおむね5年程度で実現に必要な超音速環境におけるウェポン射出技術の技術課題を解明し得る見込みである。

(2) 推進・動力技術

ウェポン内装化等を適用した機体において高機動を実現するためには小型で高推力を得られるハイパワー・スリム・エンジンや推力偏向技術が重要となる。また、ステルス化のため、機体とエンジンを総合的に検討した熱処理(ヒートマネージメント)技術が重要である。

ハイパワー・スリム・エンジンについては、既に戦闘機用エンジンシステムの研究等において技術課題の解明に取り組んでいるが、おおむね15年程度で多様な飛行条件において安定的に作動し、十分な性能を発揮するインテグレーション技術の技術課題を解明し得る見込みである。

高機動を実現する推力偏向技術については、おおむね5年程度で実現に必要な機体推力統合制御等の技術課題を解明し得る見込みである。

(3) アビオニクス技術

第5世代戦闘機と対峙する上では、ステルス機を早期に探知するとともに、自らの存在を暴露しないLPI⁶¹レーダ、大型機・無人機ともネットワークで結び高度に情報化・クラウド化するためのデータリンクが重要となる。

ステルス機に搭載するアビオニクスは、CNI⁶²全般にわたって、目標機のESM⁶³による被傍受性を低減(LPI)するために、放射制御(Emission Control)が必要である。とりわけ、レーダはアンテナ等が目標からのレーダ反射源になることを防止するとともに、自機のレーダ波が目標のESM装置によって探知/識別されることを局限することが、ステルス機に搭載する上で不可欠である。これまでの戦闘機搭載用

⁶⁰ 第5世代戦闘機：正確な定義はないが、高度なステルス性と運動性を両立し、ネットワークやセンサ情報統合等の先進的なアビオニクス能力を有する戦闘機

⁶¹ Low Probability of Intercept

⁶² Communications, Navigation and Identification

⁶³ Electronic Support Measures

レーダの開発を基盤とすれば、おおむね5年から10年でLPI化技術の技術課題を
解明することが可能である。

また、データリンクも使用周波数、その帯域幅及び既存器材との整合性確保を別と
すれば、データリンクのLPI化技術はおおむね5年で技術課題を解明することが可
能である。僚機間において高速・大容量通信を可能とする僚機間秘匿データリンク技
術については、おおむね5年で技術課題を解明することが可能である。

(4) ステルス技術

ステルス技術を構成する電波、光波（可視光、赤外線）及び音響の3分野のうち、
遠達性及び全天候性に優れた電波の特性から、戦闘機の多くはレーダや無線通信機等
から電波を発射し、また相手のレーダ波を反射する可観測性の状況下にある。このた
め、海外の第5世代戦闘機が電波ステルスを指向する中、我側が電波ステルス技術
を確立することは、カウンター・ステルス能力⁶⁴の高い戦闘機開発を実施する上で重要
である。

形状ステルス技術、電波吸収材（RAM⁶⁵）及び電波吸収構造（RAS⁶⁶）といった
可観測性を低減（Low Observable）する技術に加えて、レーダ等アビオニクスからの
放射電波低減及び自機の高反射面制御を可能とするフライト制御／飛行マネジメント
技術といった被傍受性を低減（LPI）する技術については、所要の研究を経ること
でおおむね5年から10年で必要な技術課題を解明し得る見込みである。

(5) 将来の可能性を秘めた技術

- ・航空機に搭載可能な小型かつ軽量の指向性エネルギーシステムの適用により、高出
力レーザや高出力マイクロ波により敵誘導弾や敵機を破壊ないし機能不全に陥れ
ることが可能になると期待できる。
- ・メタマテリアル技術により、現在の形状による電波ステルス性の向上のほか、劇的
にRCSを低減することが可能になると期待できる。
- ・機体形状を滑らかに変更するモーフィング技術により、多様な飛行条件において最
適な機体形状を選択し、飛行特性の向上、燃費の低減等が期待できる。
- ・ジェットエンジンの材料であるニッケル（Ni）基合金の耐熱温度を超越する耐熱
合金等の新素材技術により、エンジン推力の更なる高出力化が期待できる。

1.1 航空機（VTOL）技術分野

(1) 複合ヘリ技術

より高速飛行が可能なヘリコプターを実現するため、主に揚力を発生するメインロー
ターとは別に推力を発生する機構を設けるなどしたヘリコプター技術である。

⁶⁴ 敵を凌駕するステルス（ステルス技術）、ハイパワー・レーダー（アビオニクス技術）、ハイパワー・ス
リム・エンジン（推進・動力技術）により実現される能力

⁶⁵ Radiation Absorbing Material

⁶⁶ Radiation Absorbing Structure

いくつかの形態が想定されるが、おおむね15年程度で推力発生機構等及びシステム・インテグレーションに係る技術課題を解明し得る見込みである。

(2) ティルトロータ・ウィング技術

ロータ単体またはウィングごと機体に対して可変とすることで垂直・短距離離着陸機能と高速巡航性能を両立させる技術である。

おおむね15年程度で推進装置を機体に対して可変とするシステム・インテグレーションの技術課題を解明し得る見込みである。

(3) 将来の可能性を秘めた技術

- ・メタマテリアル技術により、ロータが露出している機体においても劇的にRCSを低減することが可能になると期待できる。

1.2 情報収集・探知技術分野

(1) レーダ技術

全天候で遠距離にある目標を探知し測位できるというレーダの特性は、他に代替手段がなく、今後もその重要性は変わらない技術であり、将来の周辺空海域の安全確保、島しょ部に対する攻撃、飽和攻撃への対応、弾道ミサイル攻撃への対応等を確実に行うためには、継続してその能力を向上させる必要がある。特にステルス機等の発見が難しい目標あるいは識別の難しい港湾や地上背景下の目標、群葉等の遮蔽物に隠れた目標を早期かつ確実に搜索及び探知することが可能なレーダ技術が重要であり、所要の研究を経ることで、おおむね10年後にこれらレーダ技術実現のための複数高速大規模信号処理やレーダ出力の高効率化等の技術課題を解明し得る見込みである。

(2) 光波センサ技術

島しょ部侵略やゲリラ・特殊部隊、武装工作船等に有効に対処するためには、目標のみならず、その周辺の状況をより詳細に把握することが可能な光波センサ技術がなくてはならないものであり、特に鮮明な映像の得られにくい夜間においても高品質な映像を隊員に提供するため、また隠れた目標や遠方の目標の探知・識別を可能とするための技術が重要であり、所要の研究を経ることで、おおむね5～10年後にこれら光波センサ実現のための極微光検知のための検知素子等の技術課題を解明し得る見込みである。

(3) 複合センサ技術

将来の周辺空海域の安全確保、島しょ部に対する攻撃、飽和攻撃への対応、弾道ミサイル攻撃への対応、ステルス機等の発見が難しい目標の探知等を確実に行うためには、複数のセンサ情報を利用することで、それぞれのセンサ単体では発見が困難な目標を探知・識別するための技術が重要である。これらの技術については、所要の研究を経ることで、おおむね5～10年後に複合センサ実現のための赤外線センサとレーダの統合処理等の技術課題を解明し得る見込みである。

(4) 電波監視技術

近年の軍用通信は、デジタル信号処理技術により、周波数拡散通信、短時間通信、帯域可変通信等のような秘匿性に優れた通信方式が使用されている。電波監視においては、このような通信波を離れた地点で収集するため、受信電波は微弱で輻輳し、所望波以外の干渉波や雑音等の影響により受信品質が通常の通信機材の受信状況に比べて極めて劣化する。したがって、このような劣悪な電波環境下であっても目標とする通信波を特定し、的確に探知捕捉し、通信諸元分析、復調するための技術が必要であり、所要の研究を経ることで、おおむね10年後に上記電波環境に応じた適応可変な受信方式等の技術課題を解明し得る見込みである。

(5) ソナー技術

我が国の脅威となる潜没潜水艦、外海から港湾等に進入してくる不審船・不審者の監視・捜索や浮遊物、小型水中目標、海底埋設機雷等を探知・類別するため、様々な海洋音響環境、特に浅海域において使用可能な自律分散型に代表される将来ソナーを実現する技術である。

所要の研究を経ることで、おおむね10年後に実現のため静粛化が進む目標に対する更なるソナーの目標探知性能向上のため、多様な信号特性の音響信号検出に対応可能なパッシブ音響処理方式等の技術課題を解明し得る見込みである。

(6) 爆発物等センサ技術

国際平和協力活動等における、爆発物等の脅威から隊員を防護するために、不審な動きをする人物や衣服の下に隠された爆発物や殺傷兵器、隠蔽された大量の爆発物等を発見するための技術である。

所要の研究を経ることで、おおむね15～20年後に衣服を透過してその下の物体を検知できるミリ波等技術、対向車等に仕掛けられた爆発物に対応できる高速走査識別技術等の技術課題を解明し得る見込みである。

(7) 将来の可能性を秘めた技術

- ・音響レンズ方式を用いた低消費電力及び小型軽量な水中映像ソナー技術により、実時間で奥行きのある水中映像を得ることができ、目標類別及び目標識別の性能向上に画期的に寄与できることが期待できる。
- ・フォトニック結晶技術を適用することにより、目標探知、識別及び標定能力が向上し、情報収集の迅速化、高精度化及び分析の高速化が期待できる。
- ・ダイヤモンド薄膜製造技術を適用することにより、レーダ出力が向上し、探知距離の延伸、低消費電力化及びシステム規模の小型化が期待できる。
- ・グラフェンによる優れた特性（高い電気伝導率、熱伝導率あるいは強度）を利用することで、各種センサの電気部品の性能向上、耐環境性の向上、小型・低消費電力化が期待できる。

1.3 電子攻撃防御技術分野

(1) 電磁波透過制御技術

敵の侵攻に対し、確実な対処を可能とするために、敵のセンサに探知されずに捜索・監視等の各種任務を可能とする技術であり、特に遠方からのレーダアンテナの低被探知化技術が重要であり、所要の研究を経ることで、おおむね10年後にレーダ低被探知化実現のための周波数を選択的に透過、反射制御する低RCSレドーム技術、レーダ反射方向制御等の技術課題を解明し得る見込みである。

(2) 電磁パルス防護技術

強力な電磁パルスは、装備品の電子機器に損傷等を及ぼし、指揮・統制機能を無力化する効果がある。このような電磁パルス（EMP）攻撃等に対応するために電子機器の重要部位を防護する技術が重要であり、所要の研究を経ることで、おおむね10年後に電磁シールド等の技術課題を解明し得る見込みである。

(3) 将来の可能性を秘めた技術

・メタマテリアル等の可視光制御技術を光学迷彩に適用することが可能となれば、隊員や車両等のプラットフォームの格段の低被探知性向上が期待でき、侵攻してくる敵に察知されない安全な作戦行動が可能となる。

1.4 サイバー関連技術分野

(1) サイバー演習環境構築技術

防衛省・自衛隊のシステムを標的としたサイバー攻撃の脅威に適切に対応するため、さまざまなシステムを模擬した更新可能な環境で、参加者のレベルに応じた演習を実施する必要がある。また、隊員の対処能力を向上させるためには、日々進化する新たな攻撃手法を取り込みながら、指揮システムで起こり得る多種多様な攻撃手法を模擬する必要がある。特に野外系システムにおいては、ネットワークに制約等があるが、このような特殊性のあるシステムを標的としたサイバー攻撃への対処について効果検証等を行うためには、野外系サイバー演習環境を構築するための技術が必要であり、所要の研究を経ることで、おおむね5年以内～10年後に野外系システムにおいて脅威となるサイバー攻撃の再現・制御等の技術課題を解明し得る見込みである。

(2) サイバーレジリエンス技術

防衛省・自衛隊のシステムを標的としたサイバー攻撃の脅威に適切に対応するため、防衛省・自衛隊が運用するシステムがサイバー攻撃等を受けた後の対処について、運用の継続を図り、動的な一元統制による可用性及び抗たん性を向上させる技術が必要であり、所要の研究を経ることで、おおむね5年以内～10年後にサイバー攻撃の拡散防止と重要システムの運用継続を両立させ、システムの抗たん性が確保されたクラウド環境を実現するために必要な技術課題を解明し得る見込みである。

(3) 装備システムサイバー攻撃対処技術

防衛省・自衛隊の装備システムを標的としたサイバー攻撃の脅威に適切に対応するため、汎用製品の適用が進む装備システムに対するサイバー攻撃を未然に防止する技術が必要であり、所要の研究を経ることで、おおむね5年～10年後に各種サイバー攻撃に対して耐性のある装備システムを実現するために必要な技術課題を解明し得る見込みである。

(4) サイバー攻撃自動対処技術

人工知能技術を用いるなどの従来にない新たなサイバー攻撃の脅威に適切に対応するため、蓄積されたログの自動解析、攻撃と被害の早期検知及び被害を受けた場合の被害拡大防止と運用継続を両立させるためのネットワーク対処に関して、攻撃を凌駕する対人工知能技術等が必要であり、所要の研究を経ることで、おおむね10年後にサイバー攻撃対処に係る隊員の負担を軽減するための自動対処アルゴリズム等の技術課題を解明し得る見込みである。

(5) 脆弱性調査技術

新たなサイバー攻撃の脅威に適切に対応するため、我々の指揮システムや装備システムに対してペネトレーションテスト⁶⁷やファジング⁶⁸等を用いて未知の脆弱性を調査するための技術が必要であり、所要の研究を経ることで、おおむね5年～10年後に調査対象となるシステムの特성에応じた調査手法確立等の技術課題を解明し得る見込みである。

(6) サプライチェーン・インテグリティ⁶⁹技術

意図的に不正改造されたハードウェアや、不正なプログラムが埋め込まれたソフトウェアによるサイバー攻撃の脅威に適切に対応するため、製品の流れを追跡し真贋を判定するためのハードウェア一意性技術等が必要であり、所要の研究を経ることで、おおむね5年～10年後に不正な製品の検出等の技術課題を解明し得る見込みである。

(7) 耐タンパー技術

装備品内部の重要な技術情報が流出する脅威に適切に対応するため、装備品内部の重要情報を保護するための技術が必要であり、所要の研究を経ることで、おおむね5年～10年後にプログラムの難読化や重要情報のブラックボックス化等の技術課題を解明し得る見込みである。

(8) 公開情報の収集・分析技術

インターネット上に大量に公開されている情報のうち、我が国の安全保障に資する情報を効果的に収集・分析する技術が必要であり、所要の研究を経ることで、おおむね5年～10年後に意思決定に資する情報を統計解析により抽出するアルゴリズム等の技術課題を解明し得る見込みである。

⁶⁷ 運用中のネットワーク・システムが攻撃された場合、どのような被害が想定されるかを実際の攻撃に近い形で実施し、被害がどの程度想定できるのか明らかにする検査

⁶⁸ 検査対象のソフトウェア製品に「ファズ (fuzz)」と呼ばれる問題を引き起こすようなデータを大量に送りこみ、その応答や挙動を監視することで脆弱性を検出する手法

⁶⁹ Supply Chain Integrity

15 指揮統制・通信・電子対処技術分野

(1) 指揮通信技術

敵の侵攻に確実に対処するために、各種センサの情報を遅滞なく各部隊に共有することを可能とするための高速ネットワーク、統合データリンク技術であり、所要の研究を経ることで、おおむね5～10年後にこれら指揮通信装置実現のためのデータリンクのマルチバンド化等の技術課題を解明し得る見込みである。また、遠隔地からの映像等の大容量のデータの共有を可能とする衛星通信や見通し外通信の技術であり、所要の研究を経ることで、おおむね15年後にこれら遠隔通信装置実現のための大容量通信化等の技術課題を解明し得る見込みである。

(2) 意思決定支援技術

敵の侵攻に確実に対処するために、高速大容量の通信ネットワークにより各種センサ情報を共有して情報融合することによって目標抽出等を行い指揮官に的確な判断支援をするための技術であり、また、艦艇、航空機・地上部隊等の協同交戦能力等今後の戦闘様相の変化に大きく寄与することが期待される技術である。今後所要の研究を経ることで、おおむね5～10年後にこれら指揮統制装置実現のためのセンサデータ融合のリアルタイム化等の技術課題を解明し得る見込みである。

(3) 電子対処技術

敵のネットワーク戦闘を縮退させ、我が国の残存率の向上を図るために、敵の各種作戦行動を阻害するための電波及び光波を用いた統合的な電子妨害技術であり、所要の研究を経ることで、おおむね10年後にこれら電子妨害装置実現のための高効率妨害技術等の技術課題を解明し得る見込みである。

(4) 水中ネットワーク技術

水中音響通信ネットワークを構成する技術のひとつで、現在のアナログ通信では困難な水平方向へのデジタル情報の送受信を可能とし、潜水艦から対潜水艦又は対水上艦の広域的通信、広範囲に分散配置した自律型ソナーを統合するなどの水中センサネットワーク等に応用される見込みで、所要の研究を経ることで、おおむね10年後にこれら水中音響通信ネットワーク実現のための水中音響データリンク技術等の技術課題を解明し得る見込みである。

(5) 将来の可能性を秘めた技術

- ・フォトニック結晶技術を適用することにより、通信能力（通達距離、耐雑音性及び耐妨害性）が向上し、統合・相互運用の効率化、情報収集の迅速化、高精度化並びに情報伝達及び分析の高速化が期待できる。
- ・大容量ビームコントロール技術を適用することにより、艦艇等の各種プラットフォーム間において自由空間光通信システムによる通信データの大容量化、それによる情報収集の迅速化及び情報伝達の高速化が期待できる。
- ・人工知能技術の進展とその活用により、高速かつ的確に目標の探知、識別等情報処理の高速化による指揮支援能力の向上が期待できる。

- ・量子暗号技術の進展により、秘匿性の高い通信の確保が可能となるなど、電子攻撃にも対処可能な通信能力の向上が期待できる。

16 システム・インテグレーション、電子戦能力評価技術分野

(1) 統合シミュレーション技術

高度化・複雑化する装備システムの研究開発、拡大する自衛隊の運用場面及び新たに出現する将来の脅威への対処に関する解析・評価に対応するため、研究開発の構想検討段階等で用いる効果的、効率的な戦闘シミュレーションシステムの構築を実現する技術である。また、この技術に基づき、部隊の作戦を検討する際に使用する作戦シミュレーション等へと応用できる可能性もある。

所要の研究を経ることで、おおむね5～10年後に各種装備システムの性能に対する分析や、他の装備品に置き換えた際の効果の分析を定量的に行うことにより、装備品全体における防衛力の解析・評価を実現するために必要な技術課題を解明し得る見込みである。

(2) 航空機システム・インテグレーション技術

これまで、技術実証機、対潜哨戒機、輸送機等の研究開発を通じて蓄積してきた航空機システム・インテグレーション技術を、将来にわたって維持・向上するとともに、次世代高性能機に関する先進性、発展性等に対応するため、機体、アビオニクス、エンジン及び電波ステルスに関する我が国技術力を総合的に検証するための技術である。

その手段として、3次元CAD⁷⁰及び3Dプリンタを活用したCAM⁷¹によるモックアップ確認、シミュレーションを通じて得られる基礎データの蓄積並びに飛行実証を実施して、おおむね5年後にサブシステムのインテグレーション技術を、かつ、おおむね10年後に全機システムのインテグレーション技術を実証し得る見込みである。

また、既存の輸送機等に各種センサ等の搭載や大電力化対応を施し、各種用途に対応可能なプラットフォームとして最適化を図るための技術も重要である。

(3) 電子戦評価システム技術

各種センサ、通信機材、妨害機器等の機能・性能を評価するための技術である。これら装備品が、近年急速に高度化・複雑化していることから、その機能・性能の評価が格段に困難になってきており、研究開発の効率化のために装備品の評価システムを構築することが求められている。

おおむね10年後に評価システムの根幹をなす電子戦評価技術及び電子戦環境模擬技術を実現するために必要な技術課題を解明し得る見込みである。

⁷⁰ Computer Aided Design

⁷¹ Computer Aided Manufacturing

17 宇宙関連技術分野

(1) 衛星搭載型赤外線センサ技術

早期警戒機能に資する宇宙空間での耐環境性を有する赤外線センサ技術及び赤外線センサを人工衛星に搭載する技術である。

所要の研究を経ることで、おおむね5～10年後に機能・性能の向上した衛星搭載型赤外線センサの静止軌道での実現のため、より高性能の宇宙用赤外線検知器、大口径赤外線反射光学系、監視や捕捉のためのミラーやジンバル機構等の光路変更機能、冷却器が衛星本体に与える振動低減等の技術課題を解明し得る見込みである。

(2) 宇宙状況監視技術

センサにより宇宙物体を監視し、得られたデータを解析することにより、宇宙物体の状況を把握する技術である。既に関係機関等において宇宙ごみ（スペースデブリ）の追跡技術の研究が行われているが、対衛星兵器等を用いた攻撃から衛星を防護する観点から、宇宙物体を識別する技術や宇宙物体の人為的な動きを正確に検知する技術等（例えば、光学センサ技術として分光分析技術やライトカーブ観測技術、衛星レーザ測距⁷²、軌道上デブリ観測センサ等）について、基礎的な調査や研究を幅広く行うことが重要である。

また、宇宙状況監視は日米連携に基づく取組として位置付けられていることを踏まえ、防衛省本省や各自衛隊等の行う米国との会議等にも積極的な参加を図るほか、調査や研究に際しては、技術的実現性のみならず米国の宇宙状況監視網と我が国の地理的特性を踏まえた効果的な宇宙状況監視網の構築に資するよう配慮する。

(3) 空中発射技術

衛星打ち上げコストを大幅に削減することで、即応性の高い衛星の活用機会が大幅に増大する。特に自衛隊航空機を用いた空中発射システムは全天候性も有しており、我が国が有する高い固体ロケット技術を適用することも考慮した検討の推進を図る必要がある。

(4) ミッション効果向上技術

以下の技術は、防衛装備品固有に必要とされる技術ではないが、関係機関等及び民生分野での研究成果を取り込むことにより、人工衛星のミッションの効果を向上させる技術である。

ア 姿勢制御技術

姿勢制御アクチュエータの高出力化や姿勢センサの高精度化、そして、高速姿勢制御アルゴリズムの構築によりもたらされる技術である。

高速・高精度の姿勢制御が可能な人工衛星の実現のためには、姿勢制御アクチュエータの高出力化と省エネルギー化の両立、ジャイロの高精度化等の技術課題が解明される必要がある。

⁷² Satellite Laser Ranging

イ 管制技術

撮影に係る自動タスキング技術の実用化及びデブリ等から衛星を防護するため自律回避機能の実現により可能となる技術である。

自律的にタスク実行及び障害物回避を実施できる人工衛星の実現のため、複数タスク処理の自動化、推進剤消費を抑制する回避軌道の生成等の技術課題が解明される必要がある。

なお、推進剤消費を抑制する回避軌道の生成に関する技術課題を解明した場合、撮影のための軌道変更に応用できる可能性もある。

ウ 即応性向上技術

衛星の長期保管の実現やインテグレーション時間の短縮化、そして衛星運搬時の安全性向上等を実現する技術である。特に、高性能小型SAR⁷³センサ技術は、全天候性を有するとともに即応衛星の打上げコストや衛星コストを大幅に低減可能な、小型高性能でかつ即応性を備えたセンサ技術である。

SARセンサ特有の瞬時大電力供給技術や高度な姿勢安定化技術、広帯域伝送技術などSARセンサ技術のみでなく、センサ、バス一体化技術や物体識別技術等の技術課題が解明される必要がある。また、衛星保管時における管理の自動化、衛星に使用するハードウェア・ソフトウェアの共通化等の技術課題についても解明される必要がある。

18 後方支援技術分野

(1) 空中投下技術

島しょ部等に対する攻撃への対応等において、大型の補給品等を空中から投下して補給するための技術である。

所要の研究を経ることで、大型の補給品を目標地域へ自動誘導及び降着させるため、自動誘導、補給品を搭載するためのペイロードの確保、降着時の衝撃緩衝等の技術課題を解明し得る見込みである。

(2) 橋りょう・埠頭技術

島しょ部等に対する攻撃への対応及び大規模災害対処において、倒壊した橋りょうを応急的に構築する橋りょう技術や港湾等が破壊され接岸困難な場合においても艦船を接岸させるための埠頭技術である。

所要の研究を経ることで、埠頭を構築するための浮体構造、門橋曳航等の技術課題を解明することで実現し得る見込みである。

これらの将来装備技術について、その取組の方向を整理して表IV-1に、また将来の可能性を秘めた技術の一例について表IV-2に示す。

⁷³ Synthetic Aperture Radar

表IV-1 将来装備技術

将来装備技術				適用可能な将来装備例
技術分野	取組の方向		技術課題の解明見込み時期	
1	移動機構技術	多脚機構技術:物資運搬等を目的とした4脚ロボットの実用化 羽ばたき機構技術: (UGSの構成要素のひとつとなる偵察用昆虫型ロボット等を想定)耐環境性向上、操縦性向上、自律機能の付与等による実用化、センサ、バッテリー、モーター等の構成要素の小型・軽量化	おおむね 10年後	UGS
2	領域センシング・認識技術	三次元情報抽出機能、SLAM機能、不審目標の認識機能、追尾機能、隊員への情報提示機能、身体動作・音声操縦機能及び複数ロボット協調機能の実用レベルまでの性能向上	おおむね 10年後	
3	自律走行技術	悪天候環境(雨、霧等)対応能力及び動的環境(車両等の移動障害物が存在する環境)対応能力の実用レベルまでの能力向上	おおむね 5～10年後	
4	ヒューマノイドロボット技術	タスク実行能力、周囲環境認識能力、行動計画生成能力の実用レベルまでの能力向上	おおむね 5～10年後	
5	水中走行技術	軟弱地盤を含む水際部等における走行機構	おおむね 5～10年後	
6	自律化技術 機体技術 推進・動力技術	UAV:長時間滞空性、空中自律行動、群制御、小型可搬性、ヘルスマニタリング、非GPS航法、極超音速機体、ラムジェット複合サイクルエンジン、大容量ネットワーク、低負荷管制 UCAV:高アジリティ飛行、空中戦闘機動、他機・攻撃状況判断・対処、敵位置推定、複数機任務分担、有人システムとの協調行動	おおむね 5～20年後	UAS
7	長期運用大型UUV技術、異機種協調制御技術、港湾警戒用目標探知技術、戦闘型UUV技術、ヒューマンサポート技術、無人機又は母艦との接続技術	LDUUV:水中自律行動、長時間運用、周辺の知覚、目標の識別・判断、通信等プラットフォームとのネットワーク化 UUV:遠距離探知、自律監視活動、協調制御、水際部での活動、指令による戦闘能力、ヒューマンサポート USV:遠隔操縦、自律航行、高速化、耐航性、水際部での活動、協調制御、ヒューマンサポート	おおむね 10～20年後	UMS
8	パワーアシスト技術	迅速機敏な行動の実現のための駆動システムの高応答・大出力化、軟弱地、山岳地等での行動を可能にするためのバランス維持機能の性能向上、衝突、転倒等から装着者を保護するための安全性向上	おおむね 5～10年後	個人装備
9	マン・マシンシステム技術	マン・マシンインタフェース:非侵襲型運動出力型BMI (Brain Machine Interface)の実用化 訓練システム:裸眼立体視を可能とする電子フォログラフィ、操縦者の知覚・判断能力を評価して適切な訓練設定を可能とするシミュレーションの実用化	おおむね 10年後	
10	装具類技術	戦闘用被服:透湿防水素材の性能向上、対中・遠赤外偽装の実用化 個人用防弾装具:セラミックスやスーパー繊維の耐弾性能向上及び耐弾時鈍的外傷等人員の損傷評価技術手法の構築	おおむね 10～20年後	
11	ウェアラブル技術	ウェアラブルセンサ:脳活動計測センサの実用化 ウェアラブル端末:ハンズフリー機能及びAR (Augmented Reality)機能の実用化	おおむね 5～10年後	
12	検知技術	化学剤検知:波長が可変で安定性と高パワーを両立したレーザ、またはハイパースペクトルカメラを用いたスタンドオフ化学剤検知・警報システムの実用化 放射線計測技術:無人機への搭載が可能な放射線計測用ポッドの実用化 生物剤検知技術:PCR (Polymerase Chain Reaction)、DNAマイクロアレイを用いた遺伝子解析による検知装置、抗原抗体反応型SPR (Surface Plasmon Resonance)センサを用いた検知装置の実用化	おおむね 5～10年後	CBRNE 対処装備
13	対処(予測・評価)技術	汚染物質の拡散予測を行うシミュレーションの構築	おおむね 5～10年後	

14	防護技術	防護衣: ナノコーティング、ナノファイバー等のナノテクノロジーの適用、分離膜、不織布材料、制菌加工、光触媒等の技術の適用及び軽量かつ微粒子の遮断効果の高い先進素材の適用による性能向上 防護マスク: フィルターに用いる活性炭及びその添加物の研究、フィルターと触媒酸化を用いた空気清浄の実用化 個人防護装備のシステム化: 常時着用を可能とするため、戦闘服等の一般的な個人用装備品との統合化	おおむね 5～10 年後	
15	除染技術	化学剤除去: 装備の腐食性の低減、身体及び環境への無毒性の確保並びに精密器材の適用が可能な除染技術の実用化 生物剤除去: 生物剤のみを特異的選択的に認識して結合・吸着・不活性化する除去技術、精密機材の除染のためのガス除染技術等及び自己除染素材の実用化 放射性物質除去: 人体の除染も可能な無毒性の除染剤及び除染後の放射性廃液のろ過技術の実用化	おおむね 5～10 年後	
16	IED対処技術	IED離隔探知技術、滞空型探知技術、深々度探知技術、IED処理技術、自動車爆弾検出技術の実用化	おおむね 5～15 年後	
17	遠隔治療技術	ロボティクス応用による触覚伝達技術、マニピュレータ技術及び血管の拍動を補正する画像処理技術等	おおむね 5～15 年後	衛生関連 装備
18	TCCCシミュレーション技術	3次元画像シミュレーション技術、触覚伝達技術	おおむね 5～15 年後	
19	誘導弾システム技術	各種装備品やシステムとの接続、システム構成の自由度向上等による広い覆域とロバスト性の向上、同時多数対処の実現、リアクションタイムの短縮	おおむね 10 年後	精密攻撃 装備
20	誘導弾要素技術	長射程化、広覆域化、高精度誘導、対処領域の拡大、小型化	おおむね 5～15 年後	
21	弾薬技術	知能化、誘導化、弾道修正等の多機能・高精度化(自己位置標定、自動測合)、終末制御、高安全性、射程延伸(ロケットアシスト技術、軽量ロケット弾技術、多種目標対処弾技術、電磁加速砲)、対艦・対地弾頭技術(高密度マルチEFP、シーバスター弾頭)、対空弾頭技術(調整破片)、無人化砲塔技術、水際障害処理技術(水中弾道)、材料技術(火薬類及び弾薬の各種材料)	おおむね 5～10 年後	精密攻撃 装備
22	指向性エネルギー技術	高出力レーザー、マイクロ波等の照射による直接・間接的破壊(電源を含めた小型、軽量化を追求)	おおむね 10～15 年後	
23	EMP弾技術	電磁パルスを発生させる弾薬の技術	おおむね 5～10 年後	
24	電磁加速砲技術	高初速な電磁加速砲の実現のための電源小型化、連射性能向上	おおむね 15 年後	
25	車両システム技術、車体技術、動力技術、耐弾・耐爆技術、水陸両用車技術	遠隔操縦、操縦支援、高機能懸架、軽量化履帯、電気駆動(ハイブリッド動力化等)、ステルス性、アクティブ防御、水陸両用、車両シミュレーション、銃弾等を防護する耐弾構造や車両搭乗中にIED等の爆風による乗員の首・下肢等の損傷等低減を考慮した防護車両、人員損傷評価手法	おおむね 5～20 年後	将来車両
26	艦船システム構成技術 統合電気推進システム技術	低速から高速域まで広い耐航性 電波・光波、音響、艦艇磁気・水中電界に対する高ステルス化 水中脅威への高残存性、対処能力 大パルス負荷に安定供給可能なエネルギープラント 対艦ミサイルへの部隊防空対処	おおむね 10 年後	将来艦船
27	機体技術 推進・動力技術 アビオニクス技術 ステルス技術	高空力特性かつ高ステルス性機体 機体構造軽量化 ハイパワー・スリム・エンジン、推力偏向機構 統合化アビオニクスシステム クラウドシューティング 一体化・ファスナレス構造、耐熱複合材	おおむね 5～15 年後	航空機 (戦闘機)
28	複合ヘリ技術 ティルトロータ・ウイング技術	耐衝撃性、高速・長航続距離・高機動化、複合ヘリコプター(新形式アンチトルク)	おおむね 15 年後	航空機(VTOL)

29	レーダ技術	ステルス機・弾道ミサイルの探知追尾性能等に優れた高出力・高効率なスマートレーダ技術の構築 無人機等の各種プラットフォームに搭載して、上空から地上の警戒監視や複雑背景下での目標を検知する特殊レーダ技術の構築	おおむね 10 年後	情報収集・探知装備
30	光波センサ技術	無人機等の各種プラットフォームに搭載可能で、かつ昼夜間問わずより遠距離から高品質な映像が得られる光波スマート技術の構築	おおむね 5～10 年後	
31	複合センサ技術	大型機に搭載し、遠方からステルス機等の新たな脅威を早期に探知し、ウェポン等と連携して対処するマルチターゲット対応マルチセンサ技術の構築	おおむね 5～10 年後	
32	電波監視技術	劣悪な電波環境に応じた適応可変な受信方式等	おおむね 10 年後	
33	ゾナー技術	目標の探知・類別が可能な分散自律型ゾナー技術の構築 水中測的システム構成技術、水中対処機器システム構成技術	おおむね 10 年後	
34	爆発物等センサ技術	ミリ波センサ等による衣服下の爆発物離隔検知技術	おおむね 15～20 年後	電子攻撃 防御装備
35	電磁波透過制御技術	脅威センサに探知されない電波・光波クローキングのための電磁波メタマテリアル技術の構築	おおむね 10 年後	
36	電磁パルス防護技術	EMP弾等に耐える電磁パルス防護対策技術の構築	おおむね 10 年後	
37	サイバー演習環境構築技術	対象システムの更新が可能で、様々なサイバー攻撃手法を模擬して対処要領について効果検証等を行う演習環境を構築する技術。特に、自衛隊特有の野外系サイバー演習環境の構築	おおむね 5 年以内～10 年後	
38	サイバーレジリエンス技術	クラウド環境がサイバー攻撃を受けた後の対処について、運用の継続を図り、可用性及び抗たん性を向上させるための技術の構築	おおむね 5 年以内～10 年後	
39	装備システムサイバー攻撃対処技術	装備システムに対するサイバー攻撃を未然に防止するための技術の構築	おおむね 5～10 年後	サイバー 関連装備
40	サイバー攻撃自動対処技術	自動的なサイバー攻撃対処を可能とするための技術の構築	おおむね 10 年後	
41	脆弱性調査技術	指揮システムや装備システムに対してペネトレーションテストやフレンジング等を用いて未知の脆弱性を調査するための技術	おおむね 5～10 年後	
42	サプライチェーン・インテグリティ技術	意図的に不正改造されたハードウェアや、不正なプログラムが埋め込まれたソフトウェアによるサイバー脅威に対応するための技術	おおむね 5～10 年後	
43	耐タンパー技術	プログラム難読化、重要情報のブラックボックス化	おおむね 5～10 年後	
44	公開情報の収集・分析技術	インターネット上にある大量の公開情報から我が国の安全保障に資する情報を収集・分析するための技術	おおむね 5～10 年後	指揮統制 ・通信 ・電子対処 装備
45	指揮通信技術	警戒・監視センサからの情報を高速に伝送し、より広範囲かつ早期に敵の侵攻を把握するための高速ネットワーク技術、異なるドメイン間においてもセキュアかつ効率的に必要な情報を速やかに共有するための統合データリンク技術、高抗堪性大容量野外デジタル通信ネットワーク・システム及びセンサネットワーク技術の構築	おおむね 5～15 年後	
46	意思決定支援技術	各種センサからの情報を統合化することによって目標を精密に追尾して協同で対処できるとともに、これらの情報を融合することによって指揮官が適時・適切に判断・命令が行えるような意思決定支援技術の構築	おおむね 5～10 年後	
47	電子対処技術	敵のネットワーク戦闘を無力化し、我の残存率を向上させるために、電波及び光波を用いた電子妨害を行う電子対処技術の構築	おおむね 10 年後	
48	水中ネットワーク技術	水中音響データリンク技術の構築	おおむね 10 年後	
49	統合シミュレーション技術	研究開発の構想検討段階等で用いる効果的、効率的な戦闘シミュレーションシステム、各種装備システムの性能に対する定量的な分析、他の装備品に置き換えた際の効果の分析、装備品全体における防衛力の解析・評価に係る技術の実用化	おおむね 5～10 年後	システム・インテグレーション
50	航空機システム・インテグレーション技術	小型高性能機のシステム・インテグレーションの技術基盤維持・向上、実機による先進技術の飛行実証、HMI ⁷⁴ 技術	おおむね 5～10 年後	電子戦能力 評価

⁷⁴ Human Machine Interface

51	電子戦評価システム技術	各種センサ、通信機材及び妨害機器の電子戦能力評価技術、電子戦環境模擬技術	おおむね10年後	
52	衛星搭載型赤外線センサ技術	目標検出・識別性能の向上した赤外線センサ及び赤外線センサの衛星搭載技術の実用化	おおむね5～10年後	宇宙関連 装備
53	宇宙状況監視技術	宇宙物体を識別する技術等	おおむね5～15年後	
54	空中発射技術	航空機を利用した空中発射技術	おおむね10～15年後	
55	ミッション効果向上技術	姿勢制御技術、管制技術、即応性向上技術	おおむね5～15年後	
56	空中投下技術	大型の補給品等を目的地に降下させる自律誘導・降着技術、降着時の衝撃緩衝等	おおむね5～10年後	後方支援 装備
57	橋りょう・埠頭技術	軽量先進材料の適合技術	おおむね10年後	

表IV-2 将来の可能性を秘めた技術の一例

項目	概要	適用可能な将来装備例	期待効果	すう勢・動向	
1	電力貯蔵技術	電気エネルギーを他の形(化学エネルギー、磁気エネルギー等)に変換して貯蔵する技術	ロボット・無人機 UUV、個人装備 プラットフォーム	高密度化すればシステムの軽量・小型化、長期運用	二次電池の高エネルギー密度化
2	テラヘルツ波応用技術	テラヘルツ波の特性を利用し、検知、計測、イメージングなどに応用する技術	CBRNE 対処装備	生物・化学剤探知 爆発物探知	小型軽量化、耐環境性が課題
3	超伝導推進技術	固定子、回転子を液体窒素で冷却し、超伝導化した電動機を実現する技術	プラットフォーム (艦船)	艦艇の高速化、静粛化	部分実証段階 移行にやや期間要
4	バイオセンサ技術	生体反応を利用して、センシングを行う技術	CBRNE 対処装備	装置等の小型化、軽量化	・部分実証段階 ・実用には期間要
5	機能性複合粒子技術	ナノレベルで金属、セラミックス、プラスチック等の複合粒子同士を任意の形状に結合、成型する技術 非加熱による粒子合成、粒子複合化により、粒子及び集積体の微細構造制御によるリチウムイオン二次電池等の特性向上が可能となる。	プラットフォーム (航空機、車両) 精密攻撃武器 電子装備(電池)	強度増による軽量化、耐熱性向上 二次電池の特性向上	・部分実証段階 ・移行にやや期間要
6	新素材技術	フォトニック結晶等の構造により電気特性等の物性を制御する技術やグラフェン、カーボンナノチューブやダイヤモンドなどの小型・高機能化が可能な炭素を用いた素材技術 Ni基を超越する高温強度特性を持つ耐熱合金等の素材技術 スーパー繊維による防弾装具の軽量化	各種電子機器等 航空機 精密攻撃武器 個人装備	装備の超小型軽量化、高機能化、高強度と高弾性、隊員の負担軽減	・部分実証段階 (一部実用化) ・実用化に5~10年
7	先進的水中映像ソーナール技術	夜間や濁水中でも鮮明な映像が得られる音響による水中ソーナール技術	情報収集・探知装備(ソーナール)	水中目標の識別性能向上	・部分実証段階 ・移行にやや期間要
8	量子暗号技術	量子状態の特性によって、通信路上の盗聴者を検出できることを利用した暗号鍵伝送技術	指揮統制・通信装備	絶対的なセキュリティの確保	・部分実証段階 ・移行にやや期間要
9	メタマテリアル技術	光波、電波、音響ステルス能力の付与	情報収集・探知装備、UAS、航空機	機動、防護の変化	・部分実証段階 ・移行にやや期間要
10	ブレインマシンインターフェイス	脳波及び神経信号を利用した人間と機械の間の入出力を行う技術	個人装備	ワークロード低減 抗たん性向上 プラットフォーム軽量化	・部分実証段階 ・脳内情報の抽出、分析の精度向上が課題
11	新エネルギー技術	化石燃料以外からエネルギーを抽出し、電気エネルギーとして使用	将来車両電源装置	作戦継続能力の向上、輸送・補給量の減少	・燃料電池 → 高効率化、高耐久化、低コスト化 ・熱電変換 → ナノ構造化やカゴ状などの特徴的な原子構造に基づく熱伝導率低減手法の発展、新原理の探求
12	人工知能・コグニティブコンピューティング	データ処理機能向上 無人機に判断能力付与 情報分析、作戦支援能力向上	無人装備、M&S 意思決定支援システム、サイバー	情報収集・判断能力を高速化・高精度化	実用化に向けた研究の促進

13	MEMS技術	機械機能を超小型なデバイスに作り込む技術であり、慣性航法装置、小火器用弾道修正弾(見えない目標に命中する小口径弾)や非常に大きな出力を生み出す小型電源・動力源の実現を可能とする	精密誘導武器 ロボット・無人機 UUV、個人装備 プラットフォーム	装置の小型化、 軽量化、高精度 化、高機能化	・部分実証段階 ・実用にやや期間要
14	量子計測技術・ 量子センシング 技術	冷却原子を活用した高精度な時計、ジャイロや重力加速度計等	全般	非GPS航法 高精度計測	部分実証段階
15	スクラムジェット技 術	マッハ5以上の飛しようが可能	UAS、精密誘導 武器、航空機	極超音速での巡 航を実現	・部分実証段階 ・実用にやや期間要
16	大容量ビームコン トロール技術	ビームが鋭いレーザやミリ波等を用いた大容量通信を実現するために必要な高精度な視軸安定化及び大気揺らぎを補正する補償光学技術並びにミリ波サブミリ波素子技術	通信装備	大容量通信	部分実証段階、移行に やや期間要
17	電磁波推進技術	マイクロ波ビーム等をエネルギー源とした推進技術 推進剤変更による比推力向上	UAS、精密誘導 武器	射程及びペイロ ード向上	・部分実証段階 ・実用にやや期間要
18	デトネーションエ ンジン技術	爆轟によるエネルギー発生を利用	精密誘導武器、U AS、航空機、艦 船	コンパクト化及び 高効率化による 燃料消費率の向 上	部分実証段階、移行に 期間が必要
19	バッテリーレスシ ステム技術	バッテリーを用いずに電気を利用するシステム(無線送電技術等)	小型無人装備 高高度無人機	無人装備等の電 力課題克服	一部実用化実験
20	モーフィング技術	多様な飛行条件に応じた機体形状の選択	UAS、航空機	飛行特性向上、 燃費性能向上	実用に期間要
21	触覚センサ技術	遠隔臨場感技術による皮膚感覚伝達	衛生関連装備	手応えの感覚を 遠隔地に伝達	部分実証段階

V 今後取り組むべきこと

本章では、第Ⅲ章及び第Ⅳ章で導出された将来技術分野における主要な構成技術になると見積られる「将来装備技術」と、それらに関連し当該分野の将来装備に大きな革新（イノベーション）をもたらす得る先進的かつ萌芽的な「将来の可能性を秘めた技術」について、今後取り組んでいくべき事項等について記述する。

1 全般

我が国の技術的優越性を発展させ、敵の競合上の優越性を相殺（オフセット⁷⁵）し、平素から十分な技術的観点での抑止力を維持するため、技術戦略的視点から、限られた予算、設備、研究員等を効果的かつ効率的に重点指向していかなければならない。特に、技術戦略的に重要な分野においては、おおむね20年後までに我が国の主要な装備品となり得るものを対象とした中長期的な研究開発の方向性を定める研究開発ビジョンを策定し、技術的優越性の確保を実現しうる体制の整備及び技術シンポジウム等の情報発信の充実強化を含めて確実に実施していく。

また、防衛にも応用可能な民生技術（デュアル・ユース技術）については、将来装備等への適用を想定して各研究所等で実施する装備品等の研究に積極的に取り組むとともに、基礎技術の研究開発に関わる他省庁等とも連携し、将来的にデュアル・ユース技術となり得る技術に関する情報共有等を深化させる。さらに、将来的に装備品等の研究開発へ適用できる可能性がある基礎技術について安全保障技術研究推進制度（ファンディング制度）により発掘・育成し、その成果は優れた将来の装備品の創製のための研究開発において効果的・効率的に活用していく。研究開発の効率化に当たってはM&Sの活用のみならず、3Dプリンタの普及にともない容易に行われるようになったアディティブ・マニュファクチャリング（積層造形）の活用を検討し、進展が著しく速いサイバー分野等においては先進的な民生技術を効果的に活用し運用に適合させていくとともに、宇宙分野においては国立研究開発法人等と緊密に連携して研究開発を推進する。

2 将来装備技術

(1) 重点的な装備品等の研究の実施

研究の計画に当たっては、本見積りの中で提示する将来装備技術に対応した研究項目の具体化を図り、さらに研究内容を精選して重要度の高い研究を実施するものとする。また、研究の実施に際しては、個別の技術課題の解明にとどまることなく、システム全体として機能を発揮できるよう、統合的な運用を踏まえた将来戦闘の様相、細

⁷⁵ 米国においては、50年代の第1のオフセット戦略（核兵器）、70年代の第2のオフセット戦略（ステルス機、精密誘導弾等）に続く、第3のオフセット戦略（Third Offset Strategy）が検討されている。

部機能等を念頭に置いて適切な目標を設定した上で、的確な体制の下で個々の研究を推進して成果を蓄積させ、将来装備技術の確立を目指すものとする。

(2) 技術的検証の着実な実施

将来装備技術は比較的近い将来も念頭に置いていることから、要素技術の研究段階からM&S等を含む各種手段による技術的検証を着実に実施するとともに、可能な限り実運用の場面を想定した評価等の実際的な評価を実施することにより、装備品等の開発を含む装備品の取得フェーズへの円滑な移行に着意する。

(3) 実用化技術の積極的な取り込み

安全保障技術研究推進制度(競争的資金制度)による基礎的技術の育成のみならず、従来以上にいわゆる“アウトリーチ”な取組を検討し、サプライチェーン全体に視野を広げ、ベンダー企業や中小企業(SME⁷⁶)の保有する実用化技術の発掘にも努めていく。

3 将来の可能性を秘めた技術

(1) 萌芽的技術の重点的調査

将来の可能性を秘めた技術の選定に当たっては、萌芽的な技術の幅広い調査を行うとともに、シンポジウム等において研究活動を発表する場を提供するなどにより、調査から漏れている潜在的な研究にも光を当てる活動を行い、その中で将来の装備品に適用できる可能性の高い有望な技術について重点的に調査する。

また、調査した萌芽的な技術の評価は、技術の特性を十分に理解するとともに、既存の概念にとらわれない柔軟な発想と運用に対する幅広い知見をもって実施すべきことから、防衛装備庁における評価のみならず、必要に応じて部外の知見の活用を図る。

(2) 萌芽的技術の育成

こうした取組の一環として、平成27年度から、防衛省独自のファンディング制度である安全保障技術研究推進制度を実施している。

本制度では、外部の研究者から広く研究課題を公募し、優れた研究課題を採択し委託研究を行う。委託研究内容は、防衛装備品そのものの研究開発ではなく、将来の装備品に適用できる可能性のある基礎研究を想定している。研究の結果、良好な成果が得られたものについて、防衛装備庁において引き続き研究を行い、将来の装備品に活用することを想定しているが、それに留まらず、研究成果の最大活用の観点から、得られた研究成果が広く民生分野で活用されることも期待している。

また、本制度が対象としている基礎研究分野では、研究者同士の開かれた議論によってより優れた研究成果(オープン・イノベーション)が期待できることから、研究成果は公開する。

⁷⁶ Small and Medium-sized Enterprise

VI おわりに

今般、約10年ぶりに中長期技術見積りを見直し、安全保障環境及び科学技術環境の変化並びに防衛装備庁の設置という背景を踏まえ、最新の科学技術動向と安全保障政策を取り込み、新たに平成28年度版中長期技術見積りを作成した。特に、宇宙空間やサイバー空間への取組方向を明らかにするとともに、18中長期で対象としていた「技術研究本部が独自に実施する技術研究」に係る技術分野のみならず、18中長期で対象としていなかった、各自衛隊等の防衛構想に基づく研究開発の要求に対応し得る技術分野についても対象として作成した。

その中で、将来重視すべき機能・能力等を13項目導出し、これらの実現に必要な科学技術分野として18の項目を明らかにした。また、今後重視する取組の基本的な方向として、①無人化への取組、②スマート化、ネットワーク化への取組、③高出力エネルギー技術への取組、④現有装備の機能・性能向上への取組、の4項目を挙げ、57将来装備技術と、これに関連する21の将来の可能性を秘めた技術の一例を明らかにした。科学技術の進展に伴う内容の見直しにおいては、防衛装備庁の基本方針を踏まえた取組の要領を示すことで、単なる将来技術の羅列にならないよう、記述を充実させたところである。

技術革新の著しい現代において、20年後の科学技術を的確に見積ることは難しくなりつつあるが、本見積りを作成することで、防衛装備庁が目指していく将来技術の方向性を提示し、また将来の技術の可能性（シーズ）を情報発信することで、運用ニーズに応え得る将来の装備品の創製の資とする、という所期の目的は達成できたものと考えている。

防衛装備庁は、第II章に概要を記載したとおり、我が国の技術的優越を確保し、先進的な装備品等の創製を効果的かつ効率的に行い、また各種の政策課題に適時適切に対応していくために、中長期技術見積りを始めとした防衛技術戦略に基づき、技術を知り、技術を獲得し、また獲得した技術を守るための各種政策及び施策を積極的に企画立案していく。本見積りについても、防衛技術戦略に関する議論の深化に応じて不断の検討を行い、記述の充実や最新技術の反映等、平成29年度以降も必要に応じて内容を継続的に更新していく予定である。

防衛装備庁では、本見積りの趣旨に則り、更に運用ニーズに的確に応え、将来においても自衛隊が任務を完遂できるよう、関係部署と密接に協力・連携し、技術の獲得と先進的な装備品等の創製を推進していく所存である。