

経済安全保障重要技術育成プログラム  
研究開発ビジョン（第一次）（案）

令和 4 年〇月〇日  
経済安全保障推進会議  
統合イノベーション戦略推進会議

前文

近年、安全保障と経済を横断する領域で様々な課題が顕在化し、世界的に科学技術・イノベーションが国家間の覇権争いの中核になる中、研究開発の強化や技術流出の防止等により、技術・産業競争力の向上や、我が国独自の優位性、ひいては不可欠性の確保に向けた取組を進める必要がある。

このような背景を踏まえ、「経済施策を一体的に講ずることによる安全保障の確保の推進に関する法律」（令和 4 年法律第 43 号。以下「法」という。）が成立し、特定重要技術の研究開発の促進とその成果の適切な活用を図ることとされた。

「経済安全保障重要技術育成プログラム」（以下「プログラム」という。）は、法の趣旨を踏まえ、先端的な重要技術の研究開発の推進を図ることを目的として、当該重要技術の研究開発から技術実証までを迅速かつ機動的に行うものである。

プログラムにおいては、科学技術力とイノベーション力が国力を左右する時代において、我が国が持っている強みを磨き、他国に対する優位性を確保し、そしてその優位性を更に磨き、国際社会にとって我が国が必要不可欠となる分野を戦略的に増やしていくことを念頭に、経済安全保障の確保・強化の観点から、我が国が支援対象とすべき重要技術の研究開発を進めることとしている。

本研究開発ビジョンは、「経済安全保障重要技術育成プログラムの運用に係る基本的考え方」（令和 4 年 6 月 17 日内閣総理大臣決裁）に基づき、プログラムにおいて支援対象とする重要技術を定めるものである。策定にあたっては、有識者を構成員とし関係府省等がオブザーバーとして参加したプログラム会議、及び同会議のもとで専門家の参画を得て開催された研究開発ビジョン検討ワーキンググループにおいて検討を行った。

なお、今回取りまとめた研究開発ビジョンは、第一次という位置づけであり、今後、時宜に応じて必要な見直しを行うこととする。

## 1. 経済安全保障重要技術育成プログラムの推進にあたっての考え方

### 1. 1 プログラムの推進にあたっての主な視点

プログラムは、法第 63 条に定める指定基金を用いて実施することを念頭に、将来の国民生活及び経済活動の維持にとって重要なものとなりうる先端的な技術のうち、当該技術を外部に不当に利用された場合等に、国家及び国民の安全を損なう事態を生ずるおそれのある特定重要技術の中から、特に優先すべきものを育成・支援対象とすることを前提とする。

支援対象とする重要技術の見極めにあたっては、(1) 技術における優位性・不可欠性の確保・維持、及び確保・維持に関わる自律性の確保に繋がり得ること、(2) 市場経済のメカニズムのみに委ねては投資が不十分となりがちな先端技術も対象とすること、(3) 科学技術の多義性も踏まえ、民生利用のみならず公的利用に係るニーズを研究開発に適切に反映していくことを指向すること、といった視点で取り組む。

研究開発の推進にあたっては、最先端の技術の知見を有する科学者・研究者の自主性を尊重しつつ、協議会（法第 62 条）の枠組みを活用し、関係府省と研究者・技術者の間で丁寧な意見交換を行うとともに、産学官が一体となり、国としても伴走支援も行う。また、プログラムや今後立ち上げるシンクタンクの運用に、科学者・研究者自らが様々な形で関わることのできる生態系や仕組みを中長期的に形成していくことを念頭に置く。

プログラムは、中長期的な視点（10 年程度）で技術を社会実装することを見据えつつ、概ね 5 年程度のスパンを基本として研究開発を実施する。具体的な研究課題は公募により選定し、その取組内容に応じて研究開発期間を設定するなど、柔軟に研究開発を推進する。

これらの研究開発の成果を社会実装につなげていくためには、公的利用・民生利用を含めた国内外の様々な利用分野の開拓を含む出口戦略を見据えながら、柔軟かつ機動的な研究開発を進めていく視点が必要であり、上述の協議会の枠組みを活用した伴走支援は勿論、関係府省は必要な協力を行う。

### 1. 2 既存施策との関係

経済安全保障上の特定重要技術の確保・維持に向けた研究開発を支援対象とする点、またその推進にあたっては、必要な機微情報の共有も行いつつ公的利用

に係るニーズの反映を含め、協議会の枠組みを活用しながら産学官が一体となって取り組む点など、本プログラムの特徴は、趣旨、運用の両面において、従来の科学技術政策での取組や各府省事業などの既存施策とは異なる新たな取組である。

他方、プログラムによる育成に相応しい技術の中には、既存施策においてこれまで開発が進められているものや、技術的な関連性が深いものも存在する。このため、既存の分野別戦略との整合性や、既存の研究開発事業との重複排除などに配慮し、プログラムは新規補完的な役割を果たしていく。その上で、中長期的には、他の施策との相乗効果を意図した積極的な役割を果たすことを目指すものとする。

## 2. 支援対象とすべき重要技術

### 2. 1 重要技術検討の視点

プログラムにおいて支援対象となり得る技術としては、例えば、人工知能(AI)や量子等、急速に進展しつつあり、かつ様々な分野での利用が不連続に起こり得る新興技術や、刻々と変化する国内外の脅威や安全・安心に対する課題やニーズなどに対処しうる技術、そして、従来、国が主導的役割を果たしてきた宇宙や海洋などの領域において、公的利用・民生利用における社会実装につなげるシステム技術、などが考えられる。

その際、技術のみに着目するのではなく、当該技術の科学者・研究者も含む国内の産学官ネットワークの存在等、総合的に検討していくことが重要である。

また、シンクタンクで蓄積される知見・経験・ノウハウや人的ネットワークを活用することや、国内のみならず関係国等をはじめとした国際的な連携やネットワークとの接続により、グローバルな視点から脅威や安全・安心に資する技術を確保・維持していく。

### 2. 2 重要技術検討の枠組み

支援対象とすべき重要技術の検討にあたっては、「先端的な重要技術」と「社会や人の活動等に関わる場としての領域」の掛け合わせを考慮し、常に全体を俯瞰する視点で我が国にとって重要な技術を見定めていく。

先端的な重要技術については、例えば内閣府委託事業「安全・安心に関するシンクタンク機能の構築」の広範囲調査において示された技術分野<sup>1</sup>を参考の一つにしつつ、現下の科学技術・イノベーションを巡る状況を踏まえ、研究開発ビジョン（第一次）においては、諸外国にて研究開発等の取組が急速に加速する「AI技術」、「量子技術<sup>2</sup>」に加え、領域を問わず無人化や自律化に対するニーズが顕在化してきていること等に鑑み、「ロボット工学」、「先端センサー技術」、「先端エネルギー技術」を着目する重要な技術としてとりあげる。

また、社会や人の活動等が関わる場としての領域は、科学技術・イノベーション基本計画等<sup>3,4</sup>を踏まえ、社会や人の活動等に不可欠かつほぼ網羅できる領域として、「海洋領域」、「宇宙・航空領域」、「領域横断・サイバー空間領域」、「バイオ領域」の4つとする。

以上の重要技術と4つの領域を技術検討の枠組みとした上で、プログラムとして社会における実装を念頭に置く観点から、場としての領域をベースとして領域毎に具体的な技術の検討を進めた。

## 2. 3 各領域における支援対象とする重要技術

---

<sup>1</sup> 令和3・4年度内閣府委託事業「安全・安心に関するシンクタンク機能の構築」における広範囲調査で示された技術分野：バイオ技術、医療・公衆衛生技術（ゲノム学含む）、人工知能・機械学習技術、先端コンピューティング技術、マイクロプロセッサ・半導体技術、データ科学・分析・蓄積・運用技術、先端エンジニアリング・製造技術、ロボット工学、量子情報科学、先端監視・測位・センサー技術、脳コンピュータ・インターフェース技術、先端エネルギー・蓄エネルギー技術、高度情報通信・ネットワーク技術、サイバーセキュリティ技術、宇宙関連技術、海洋関連技術、輸送技術、極超音速、化学・生物・放射性物質及び核（CBRN）、先端材料科学

<sup>2</sup> 革新的な量子センサーに関する研究開発は、主に文部科学省 Q-LEAP において萌芽的な研究開発を実施中。量子コンピューター（誤り耐性型、ネットワーク型など）の研究開発は、主にムーンショット目標6（2050年までに、経済・産業・安全保障を飛躍的に発展させる誤り耐性型用量子コンピューターを実現）にて研究開発を実施中。量子暗号通信に関する研究開発は、主に SIP（光・量子を活用した Society 5.0 実現化技術）や総務省（グローバル量子暗号通信網構築のための研究開発）にて研究開発を実施中。

<sup>3</sup> 「科学技術・イノベーション基本計画」（令和3年3月26日閣議決定）において、国民の安全と安心を確保する持続可能で強靱な社会を目指し、レジリエントで安全・安心な社会の構築にあたっては、「頻発化、激甚化する自然災害への対応」「デジタル化等による効率的なインフラマネジメント」「攻撃が多様化・高度化するサイバー空間におけるセキュリティの確保」「新たな生物学的な脅威への対応」「宇宙・海洋分野等の安全・安心への脅威への対応」に具体的に取り組むこととされている。

<sup>4</sup> 第207回国会における岸田内閣総理大臣所信表明演説：「国が、五千億円規模に向けた基金を設け、人工知能・量子・ライフサイエンス・宇宙・海洋といった世界の未来にとって不可欠な分野における研究開発投資を後押しします。」令和3年12月6日

## (1) 海洋領域

### ① 我が国が目指す方向性

近年、海洋をめぐる安全保障環境の厳しさは一層増大し、海洋に関する政策課題は複雑化・広域化していることから、海洋をめぐる安全保障上の情勢、海洋の産業利用・海洋環境の維持・保全を取り巻く情勢、及び我が国の海洋権益の拡がりを踏まえ、「総合的な海洋の安全保障」の確保に向けて、政府全体として一体となった取り組みを進める必要がある。

四方を海に囲まれた海洋国家である我が国の資源を含む海洋開発・利用等の海洋権益の確保及び領海等における平和と安定を維持し、国民の生命・身体・財産の安全の確保、ひいては国民の安心の確保といった国益を長期的かつ安定的に確保するために、海洋に関する情報収集・分析・共有体制を構築するとともに、主として我が国自身の努力によって必要な抑止力・対処力を強化しなければならない<sup>5</sup>。

プログラムにおいては、我が国として海洋の経済安全保障の観点からも重要な海洋状況把握（MDA）の能力を強化し、海洋における脅威・リスクの早期察知を可能とする技術、また、人口減少・少子高齢化、IT分野等における技術革新の加速化を背景として、省人化・無人化、先端技術による革新等により、まずは高精度・効果的な広域観測、リアルタイムかつ常時継続的なモニタリング等につながる技術を確保することが重要である。

### ② 支援対象とする技術

上述の方向性を踏まえ、現在、既に行われている各種取組との関係での新規補完性を考慮し、研究開発ビジョン（第一次）として支援対象とする技術<sup>6</sup>として以下を示す。なお、海洋領域においては、必ずしも最先端技術の活用のみならず、領域等での技術検証や活用等がなされている先端技術によるシステム化やモデルベース開発の視点が有効となることにも留意する。

#### 【海洋観測・調査・モニタリング能力の拡大（より広範囲・機動的）】

<sup>5</sup> 第3期海洋基本計画（平成30年5月15日閣議決定）より引用作成。

<sup>6</sup> 気象、災害に関連する研究開発は、ムーンショット目標8（2050年までに、激甚化しつつある台風や豪雨を制御し極端風水害の脅威から解放された安全安心な社会を実現）及びSIP第2期国家レジリエンス（防災・減災の強化）にて研究開発を実施中。海洋資源の探査に関する研究開発は、SIP第2期革新的深海資源調査技術にて研究開発を実施中。

- ・ 自律型無人探査機（AUV）の無人・省人による運搬・投入・回収技術
- ・ 自律型無人探査機（AUV）機体性能向上技術（小型化・軽量化）
- ・ 量子技術等の最先端技術を用いた海中（非 GPS 環境）における高精度航法技術

【海洋観測・調査・モニタリング能力の拡大（常時継続的）】

- ・ 先端センシング技術を用いた海面から海底に至る空間の観測技術
- ・ 観測データから有用な情報を抽出・解析し統合処理する技術
- ・ 量子技術等の最先端技術を用いた海中における革新的センシング技術

【一般船舶の未活用情報を海洋状況把握へ活用】

- ・ 現行の自動船舶識別システム（AIS）を高度化した次世代データ共有システム技術

（2）宇宙・航空領域

①我が国が目指す方向性

我が国の安全保障や経済社会における宇宙・航空システムの役割は増大しており、災害時においても社会を支えるインフラとしてその重要性は一層高まっている。国民の安全と安心を確保する持続可能で強靱な社会への変革等の社会要求を踏まえ、自立した宇宙利用大国の実現、航空輸送・航空機利用の発展に向けた政府の取組を進める必要がある。

宇宙領域においては、宇宙空間を活用した情報収集、通信、測位等の各種能力を一層向上させるとともに、それらの機能保証のための能力や相手方の指揮統制・情報通信を妨げる能力を含め、平時から有事までのあらゆる段階において、宇宙利用の優位を確保するための能力の強化<sup>7</sup>が求められる。

また、航空は我が国の経済産業活動や国民生活を支える基盤であり、安全で利便性の高い交通インフラを提供し、人やモノの移動を円滑化する役割を果たす<sup>8</sup>ことが求められる。

プログラムにおいては、我が国として、宇宙・航空システムの持続的かつ安定的な利用の確保、及びその維持・発展を継続的に支えていくため、宇宙・航空の経済安全保障の観点からも重要な衛星等を用いた情報収集や通信等の能力向上、

<sup>7</sup> 宇宙基本計画（令和2年6月30日閣議決定）より抜粋。

<sup>8</sup> 新時代の航空システムのあり方（平成26年6月交通政策審議会航空分科会基本政策部会とりまとめ）より抜粋。

及びそれらの機能保証のための能力強化によって宇宙空間及び宇宙を活用した我が国を取り巻く状況把握を推進する技術、また、航空の安全性・利便性への対応を追求した上で、航空産業の拡大も見据え、我が国の優位技術の維持、新たなニーズや社会の変化に対応した技術を確保することが重要である。

## ②支援対象とする技術

上述の方向性を踏まえ、現在、既に実施されている各種取組<sup>9</sup>との関係での新規補完性を考慮し、研究開発ビジョン（第一次）として支援対象とする技術として以下を示す。

### 【衛星通信・センシング能力の抜本的な強化】

- ・ 低軌道衛星間光通信技術
- ・ 自動・自律運用可能な衛星コンステレーション・ネットワークシステム技術
- ・ 高性能小型衛星技術
- ・ 小型かつ高感度の多波長赤外線センサー技術

### 【民生利用のみならず公的利用における無人航空機の利活用の拡大】

- ・ 災害・緊急時等に活用可能な長時間・長距離等の飛行を可能とする小型無人機技術
- ・ 小型無人機を含む運航安全管理技術
- ・ 小型無人機との信頼性の高い情報通信技術

### 【優位性につながり得る無人航空機技術の開拓】

- ・ 小型無人機の自律制御・分散制御技術
- ・ 空域の安全性を高める小型無人機等の検知技術
- ・ 小型無人機の飛行経路における風況観測技術

### 【航空分野での先端的な優位技術の確保】

- ・ デジタル技術を用いた航空機開発製造プロセス高度化技術
- ・ 航空機エンジン向け先進材料技術
- ・ 超音速要素技術（低騒音機体設計技術）

---

<sup>9</sup> 気象、災害に関連する研究開発は、ムーンショット目標 8（2050 年までに、激甚化しつつある台風や豪雨を制御し極端風水害の脅威から解放された安全安心な社会を実現）及び SIP 第 2 期国家レジリエンス（防災・減災の強化）にて研究開発を実施中。

- ・ 極超音速要素技術（幅広い作動域を有するエンジン設計技術）

### （3）領域横断<sup>10</sup>・サイバー空間領域、バイオ領域

#### ① 取組の方向性

サイバー空間においては、公共空間化が進む一方で、サイバー攻撃の複雑化・巧妙化や、サイバー空間に関する技術的基盤やデータをめぐる国家間の争いが激化している。バイオ領域においては、感染症の世界的流行や、それに伴うワクチン・治療薬等の開発競争の激化、ゲノム編集、合成生物学等のデータ駆動型研究開発の発展、国家主導ゲノムプロジェクトが活性化している。また、半導体、エネルギー等の供給途絶不安などその他経済安全保障に係る課題も多く存在する。

このような我が国を取り巻く不確実性の変容・増大に対応するため、「国民の安全と安心を確保する持続可能で強靱な社会」への変革に向けて、サイバー空間と現実空間の融合システムにより安全・安心を確保する基盤、感染症やテロ等、有事の際の危機管理基盤の構築に向けた取組を進める必要がある。

我が国は分野別戦略を策定し、取組を進めているものの、例えばサイバー空間は目まぐるしく変化・発展し続けている技術群も数多く含まれる領域であること、領域横断においては、供給安全保障として、例えば持続可能性の観点からの省エネルギー、効率的なエネルギー利用の視点も必要であること、バイオ領域においては、人為的なバイオセキュリティリスクやバイオテロ等、国民の安全・安心の確保といった観点からの国としてのニーズが網羅的に整理されているとは必ずしも言えない状況<sup>11</sup>であること等から、今後、これら領域における支援対象とすべき技術については、経済安全保障の観点から改めてニーズや課題を同定しつつさらに検討を進める必要がある。

一方で、現時点では、プログラムにおいて、他国に過度に依存しない日本発の製品・サービスの育成、サイバー攻撃等の検知・調査・分析、サイバーセキュリティに係る優秀な人材を引き付けられる好循環の形成<sup>12</sup>、データセンターやコンピューターなどの施設・機器におけるセキュリティや脆弱性の視点、感染症拡大

<sup>10</sup> 本領域においては、海洋や宇宙・航空領域を横断するような取組や、エネルギー・半導体等の確保（供給安全保障）など、その他の経済安全保障に係る取組も含まれ得ることにも留意。

<sup>11</sup> 「ワクチン開発・生産体制強化戦略」（令和3年6月1日閣議決定）に基づき、感染症有事に備えた、より強力な変異株や今後脅威となりうる感染症への対応についての取組は、令和3年度第1次補正予算等にて進められている。

<sup>12</sup> サイバーセキュリティ戦略（令和3年9月28日閣議決定）より抜粋。



のような将来の不測の事態への対応において利用する可能性を考慮したバイオデータ基盤の整備<sup>13</sup>等へ対応することが少なくとも重要である。

## ② 支援対象とする技術

上述の認識を踏まえ、現在、既に実施されている各種取組<sup>14,15</sup>との関係での新規補完性を考慮し、研究開発ビジョン（第一次）として支援対象とする技術として以下を示す。

- ・ ハイパワーを要するモビリティ等に搭載可能な次世代蓄電池技術
- ・ 宇宙線ミュオンを用いた革新的測位・構造物イメージング等応用技術
- ・ AIセキュリティに係る知識・技術体系
- ・ 不正機能検証技術（ファームウェア・ソフトウェア／ハードウェア）
- ・ ハイブリッドクラウド利用基盤技術
- ・ 生体分子シーケンサー等の先端研究分析機器・技術

## 3. プログラムの推進にあたって配慮すべき事項

支援対象とする技術の研究開発や育成支援に関しては、個々の技術開発を行うことに加え、以下の点に留意して推進するとともに、プログラムの運営全体については、内閣官房及び内閣府並びに基金を管理・運用しプログラムにおける研究開発の推進に係る業務を担う研究推進法人を所管する文部科学省及び経済産業省が中心的な役割を担う。

- 先端技術の研究開発を進めるためには、多様で独創的な技術シーズを生

<sup>13</sup> バイオ戦略フォローアップ（令和3年6月11日統合イノベーション戦略推進会議決定）

<sup>14</sup> 領域横断や供給安全保障に関連する研究開発としては、ムーンショット目標4（2050年までに、地球環境再生に向けた持続可能な資源循環を実現）、ムーンショット目標5（2050年までに、未利用の生物機能等のフル活用により、地球規模でムリ・ムダのない持続的な食糧供給産業を創出）、ムーンショット目標7（2040年までに、主要な疾患を予防・克服し100歳まで健康不安なく人生を楽しむための持続可能な医療・介護システムを実現）、ムーンショット目標9（2050年までに、こころの安らぎや活力を増大することで、精神的に豊かで躍動的な社会を実現）、SIP第2期スマートバイオ産業・農業基盤技術及びスマート物流サービスにて研究開発を実施中。

<sup>15</sup> 蓄電池に係る研究開発は、グリーンイノベーション基金事業において、自動車産業の競争力強化やサプライチェーン・バリューチェーンの強靱化を目指す観点から次世代蓄電池・次世代モーターの開発を実施中。

み出しうる大学等の多様な研究者、スタートアップ企業や様々な分野において技術ポテンシャルを有する中小企業等の研究者や技術者など、多様な人材がプログラムに参画することが重要である。

- 研究開発の過程における情報の取り扱いにあたっては、情報の性質や技術の進展状況を踏まえ、協議会ごとに決定のうえ、適正に管理するために必要な安全管理措置を講ずるものとする。
- 先端技術の研究開発において人材育成の視点は重要であり、将来的に利用可能性のある有用技術を確保していく観点からも、次世代の社会変革を導く若手の科学者・研究者・技術者に対し、我が国の将来にとって重要なプログラム等への参画意義を発信していくことや、中長期的な国内の人材・産業育成のあり方などを考えていく必要がある。
- 急速に進展しつつあり、かつ様々な分野での利用が不連続に起こり得る量子・AI等の先端技術の研究開発については、特に様々な研究開発のアプローチを試みる意義があること、また、これら先端技術を扱う研究者や技術者に各領域における技術の研究開発やシステム化への参画を広く促す枠組みや体制づくり等の工夫が求められる。
- プログラムは公的利用に一定の力点があることに鑑み、調達の在り方、規制緩和の検討や国際標準化の支援、国際プレゼンスの向上等に関する検討も研究開発の当初から視野に入れることが重要である。
- 領域によらず、横断的視点から個々の要素技術を捉えるだけでなく、組合せによるシステム化、様々なセンシング等により得られたビッグデータの処理、設計製造へのデジタル技術の活用を踏まえて各種開発を進めることが重要である。システム化にあたっては、技術全体を俯瞰的に捉え、多義性も考慮しながら開発の程度や範囲についても検討する必要がある。
- 社会実装を見据えた研究開発を進めるにあたっては、持続性確保の観点から、潜在的な社会実装の担い手につなげていくことや将来の運用に関する枠組みの検討に関する視点、技術の競争優位を産業化において十分に活かすきれないということがないよう、国としても伴走支援も行いながら、常に国際的な技術動向に注意を払いつつ、世界に通用する技術の開発を機動的かつ柔軟に推進する視点も重要である。
- 領域ごとの技術開発に留まらず、他領域との連携により付加価値を高める視点が重要である。船舶情報以外の海洋領域でのセンシングデータや無人航空機等で得られる宇宙・航空領域におけるセンシングデータ等をつないでMDA能力強化の付加価値を高めるなどが一例として考えられる。
- プログラムは多義性を有する技術を対象とすることに鑑み、協議会には研究者のみならず様々な潜在的な社会実装の担い手が参画するため、責

任ある研究とイノベーション<sup>16</sup>の観点を踏まえ、適切に研究を推進することが重要である。

#### 4. その他

本研究開発ビジョンに基づき、プログラムの研究開発に係る業務を行う国立研究開発法人科学技術振興機構及び国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構に対し、内閣府及び両機関を所掌する省は、両機関の具体的な業務遂行に資するため、別途支援対象とすべき技術の具体を定めた研究開発構想を示す。

また、今後、プログラムで支援対象とすべき重要技術については、時々刻々と変化する新興技術をはじめとした先端技術の特性を考慮し、経済安全保障上の課題、各府省のシーズ及びニーズ、安全安心に関するシンクタンク機能の調査結果・提言、技術動向や産業動向等を踏まえながら、さらには、基金の活用により機動的かつ柔軟な運用が可能であることなどを考慮し、時宜に応じて修正や追加、取りやめの検討を行うとともに、本研究開発ビジョンは必要に応じて見直しを行うものとする。

(了)

---

<sup>16</sup> RI (Responsible Innovation) や RR I (Responsible Research and Innovation)。21 世紀初頭より欧米において提唱され始めた考え方で、研究やイノベーションに関して、研究者だけではなく、政府、民間、市民等などの多様な主体が参画し、研究開発の初期段階から様々な視点で議論・討議を行い、より好ましい結果が得られるように研究開発の推進や社会実装に向けた取組を推進するもの。代表的な視点としては、科学やプロセスのオープンネスを確保すること、研究開発により得られた成果の社会実装に関して、経済性のみならず社会的な価値を考慮することや有用性のみならず倫理面や悪影響についても考慮すること、科学的な質の向上や創造的なイノベーション創出の観点から多様性やジェンダーを考慮することなどが挙げられる。

## 支援対象とする技術について

## 1 海洋領域

## 【海洋観測・調査・モニタリング能力の拡大（より広範囲・機動的）】

## ● 自律型無人探査機（AUV）の無人・省人による運搬・投入・回収技術

現状、海洋の観測システムとして用いられている既存の手段から得られるデータは、海上・海面・浅海域のものが多く、海中・海底では局所的なものに留まり、効率面・効果面も含め海洋全般の観測には限界が存在している。また、有人による観測を前提とするシステムでは、有人船舶での立ち入りが難しい海域における安全な観測・調査が困難との課題もある。

現状、海中・海底の観測システムの無人化・省人化に係る試みとして国内外にて自律型無人探査機（AUV）が活用されているが、目標に AUV を展開するには、AUV の性能等だけでなく、多くの人員が必要となる有人の船舶を運航し AUV を運搬するために数日が必要になる等、運用資源や、目標近くの海域に到達するまでにかかる時間等に制約がある。

このため、船舶による AUV 展開と比して飛躍的な展開力が期待できる小型無人航空機等を活用し、かつ、AUV の運搬・投入・回収の一連の作業を無人化することで、より広範囲を機動的にカバーし、かつアクセスする能力を確保する。AUV を自動投入・回収する技術については、我が国産学官連携チームが参加した 2017-18 年の国際コンペティションにおいて欧州の技術に基づき無人水上機を用いた先端事例があり、近海かつ洋上曳航という限定的な条件ではあるものの、一定の成果を収めた実績がある他、一部国内企業においては小型無人航空機を活用して展開する方法が検討されている。海外においてもこのような観測システムの無人化・省人化は課題であり、航空機から小型の観測機器を投下して観測する事例や、小型無人航空機から浅海域仕様の AUV を展開する事例についての研究開発実績はあるものの、国内外において一連の作業の無人化に成功した事例は見られず、世界に先駆けて確立することで、我が国技術の優位性の獲得を狙う。

## ● 自律型無人探査機（AUV）機体性能向上技術（小型化・軽量化）

AUV については、国内では 1980 年代から研究開発が本格化し、2000 年頃から AUV を用いた海域試験や海底調査が実施されてきたが、ここ 20 年で海外企

業を中心に商品化が進んでいる。国内で活用される AUV 機体の多くが海外製であるが、上述のとおり、海洋観測システムの無人化・省人化に係る AUV の重要性に鑑み、我が国としての AUV 技術に係る自律性の確保も念頭にした、機体性能の確保・向上、深深度化等に係る技術開発が必要である。とりわけ、小型無人航空機等による AUV の運搬・展開にはその小型化・軽量化が必要不可欠であり、上述の AUV の無人・省人による運搬・投入・回収技術と併せた総合的なシステムとしての我が国技術の優位性の獲得も視野に、これら機体性能の向上を図る。

- 量子技術等の最先端技術を用いた海中（非 GPS 環境）における高精度航法技術

より高精度・効果的な AUV 等による海洋観測・調査・モニタリングには、GPS 電波が届かない海中において自らの位置・速度・姿勢を把握する航法技術が基盤技術として欠かせないが、現在 AUV に搭載されている我が国の航法装置では長期間の活動等に足る精度が得られていない。現在、我が国を含め、国際的に、光や原子・イオンの量子性を利用した量子技術による高精度航法技術としてのジャイロスコープ（角速度計）等の研究が進んでいる。ジャイロスコープについては欧露の技術が世界的に優位である一方、その精度はまだ発展途上である。我が国大学が強みを有する分野であり、これら技術開発を強化し、最先端技術を用いた高精度航法装置の国内における実現を図ることで、我が国技術の優位性の獲得及びこれに繋がり得る自律性の確保を狙う。

#### 【海洋観測・調査・モニタリング能力の拡大（常時継続的）】

- 先端センシング技術を用いた海面から海底に至る空間の観測技術

我が国の広大な排他的経済水域の海面から海底に至る海洋の全ての空間を常時継続的に観測する技術は、海洋における状況を早期に察知する能力を飛躍的に向上させるものであり、四方を海で囲まれた島国である我が国にとって重要かつ有効である。他方、上述のような広範囲・機動的な観測を以てしてもその観測範囲は局所的なものに留まり、このような常時継続的な観測は、別途適切な手段がない限り現実的でない。例えば、国内では地震・津波の観測のため、海底ケーブルで接続した海底観測システムの開発がなされ、米英においても類似の海洋センシングの研究がなされてきた実績がある他、国内外において地殻構造探査、魚群探査及び水温及び流速の計測への音響センサーの利用等がなされているが、いずれにおいても、海洋環境・海況・自然現象・人工現象を含め、より広

い範囲で様々な海洋状況を経時的に観測・把握できる技術としては必ずしも確立されていない。このため、後段の観測データ統合処理技術と併せた、省人による総合的な常時継続的海洋観測システムとしての我が国技術の優位性の獲得、及びこれに繋がり得る自律性の確保も念頭に、より広い範囲で海洋環境を捉えることのできる我が国先端センシング技術や様々なセンサーの組み合わせを活用し、世界に先駆け海洋環境にて実証することにより、海洋環境を経時的に観測できる新たな観測アプローチを確立する。

- 観測データから有用な情報を抽出・解析し統合処理する技術

上述の先端センシング技術や様々なセンサーより得られる情報は様々かつ膨大であり、省人化のためにも、これらの中から有用な情報を自動で抽出・解析する技術や、膨大な観測データを統合的に処理する技術が必要である。人工知能やビッグデータ解析手法は国内外にて近年目覚ましい発展を遂げているが、実問題に如何に適用していくかが課題であり、上述の先端センシング技術によって得られる膨大な海洋情報に適用することで、我が国技術の優位性の獲得、及びこれに繋がり得る自律性の確保も念頭に、省人による総合的な常時継続的海洋観測システムを確立する。

- 量子技術等の最先端技術を用いた海中における革新的センシング技術

光や原子・イオンの量子性を利用した量子センシングは、地上環境において我が国や欧米が研究開発を進める最先端のセンシング技術であるが、海洋環境にこれを適用することにより、これまで観測手段に乏しかった海中の磁場等の変化を高感度に観測でき、最先端の観測技術が開拓できる可能性がある。世界に先んじて最先端技術を海洋環境に応用し技術開発・実証を行うことで、我が国技術の優位性の獲得を狙う。

【一般船舶の未活用情報の海洋状況把握への活用】

- 現行の自動船舶識別システム（AIS）を高度化した次世代データ共有システム技術

現状、一部の民間船舶の情報収集システムとして自動船舶識別システム（AIS）が運用されており、海上輸送、ロジスティクス、不審船把握等により利用されている。AISを活用した民間船舶情報のMDAへの活用が有効な手段として考えら

れるが、現行の AIS は、①双方向デジタル通信に対応していない、②利用メリットが少なく小型船舶に普及していない、③衛星を前提としていないため沖合を含む広範囲で活用できていないため、海洋状況把握利用や、協調航法等のための船舶間通信に課題がありこのままでは活用できないといった課題を有している。このため、これらを解決する、衛星 VDES (VHS Data Exchange System) といった総合的な次世代システム技術を確認する。衛星 VDES システムは欧州、中国にて研究が進むが黎明期であり、我が国が世界に先駆けて技術実証するとともに、国際基準の議論を主導することで我が国技術の自律性の確保も念頭に、優位性の獲得を狙う。

## 2 宇宙・航空領域

### 【衛星通信・センシング能力の抜本的な強化】

#### ● 低軌道衛星間光通信技術

近年、安全保障、防災、民生等、様々な用途で衛星を介した大容量・低遅延でのデータ伝送が求められている。一方、従来の静止軌道の大型通信衛星は地球から約 36,000 km 離れているため、データ伝送容量に限られる他、遅延が大きい。また、衛星の安全保障や経済社会に求められる役割の増大に伴い、従来の電波通信を超える、よりセキュアな通信が求められる。大容量高速通信のニーズに対応するとともによりセキュアな通信を確認するには、従来の静止軌道大型衛星の電波通信に代わる先端通信技術が必要となる。大容量高速通信技術として地上環境で活用が進む光通信の宇宙空間への導入は、国内では 1980 年代から研究開発が本格化し、1994 年（静止衛星-地上局）、2005 年（低軌道衛星-静止衛星）及び 2006 年（低軌道衛星-地上局）にそれぞれ世界初の実証実験に成功している。一方で、低軌道小型衛星間の光通信については、海外でも官民による研究開発が活発に行われつつあるものの、いずれも技術実証の途にある。このため、宇宙利用の優位を確認する自立した宇宙利用大国の実現の目的の下、我が国技術の自律性の確保も念頭に、世界に先駆け低軌道小型衛星間の光通信技術を実証し、後述の衛星コンステレーション・ネットワークシステム、及び高性能小型衛星技術と併せ確立することで、我が国技術の優位性の獲得を狙う。

#### ● 自動・自律運用可能な衛星コンステレーション・ネットワークシステム

現状の周回衛星は地球を約 90 分で一周する間に 10 分程度しか地上局と通信が行えないため、通信のリアルタイム性に欠けるという課題がある。地球低軌道の通信衛星コンステレーションは、データ伝送容量が大きいこと、低遅延通信が可能であること、地球全体に通信サービスを提供できることなどから国内外での関心や期待が高く、実現のためには、数多くの衛星の管制、衛星—衛星間及び衛星—地上間の通信リンクの管理、地上局の制御、高速・大容量でのデータ処理・データ伝送などを自動・自律的に行える、衛星コンステレーション・ネットワークシステム技術を確認する必要がある。欧米においては 2020 年代中盤の実証を目途とした軌道上実証や宇宙通信網計画が進められており、我が国の国立研究開発法人においても長年の研究実績があり、上述の光通信技術及び後述の小型衛星技術と併せ、総合的なシステムとして自動・自律運用可能な衛星コンステレーション・ネットワークシステムを確認することで衛星通信能力の抜本的強化を図り、我が国技術の自律性の確保も念頭に、優位性の獲得を狙う。

#### ● 高性能小型衛星技術

上述の低軌道衛星間光通信技術、及び自動・自律運用可能な衛星コンステレーション・ネットワークシステムと併せ、高度な姿勢制御能力等を有する安価・高性能な小型衛星及び部品・コンポーネント技術の確認を併せて行うことにより、衛星通信能力の抜本的強化を図る総合的なシステムとして我が国技術の自律性の確保も念頭に、優位性の獲得を狙う。

#### ● 小型かつ高感度の多波長赤外線センサー技術

現状、衛星リモートセンシングには光学センサー（可視・赤外、熱赤外等）・マイクロ波センサー（合成開口レーダー・放射計等）がそれぞれ利用されているが、多種多様な情報収集には観測対象、解像度（分解能）、観測頻度（観測幅・回帰日数）等には一定の限界が存在する。各国が高解像度のリモートセンシング技術開発を進める中、我が国は多波長赤外線データの利用研究が各分野において先行しており、令和 3 年 4 月に国際宇宙ステーションで定常運用を開始した宇宙実証用ハイパースペクトルセンサ HISUI からは、重要鉱物・エネルギー資源の探査、海洋状況把握、土砂災害リスクの評価等における多波長データの高い利用ポテンシャルと優位性獲得の可能性が示されている。他方、多目的利用には各種分解能（空間分解能・波長分解能・輝度分解能）や観測頻度（観測幅・回帰日数）などの観測性能の高度化に課題がある。このため、小型衛星やドローンに搭載して観測頻度向上を図ることができる小型かつ高感度の多波長センサー技



術を確立することで、我が国技術の優位性の獲得を狙う。

#### 【民生利用のみならず公的利用における無人航空機の利活用の拡大】

- 災害・緊急時等に活用可能な長時間・長距離等の飛行を可能とする小型無人機技術

無人航空機（ドローン等）の活用が進み、今後も空の産業革命が期待される中、様々な主体が多種多様で多くの無人航空機を利活用するようになることが想定される。公的利用において災害・緊急時をはじめ利活用の広がりが想定される他、民生利用でも物流、輸送、検査など様々な利活用が想定され、無人航空機の安全で利便性の高い利活用を確保する必要がある中、無人航空機や関連する技術については海外企業が商品化を進め、マルチコプター関連技術については海外企業の寡占状態にある。欧州等において翼による飛行が可能な垂直離着陸（VTOL）機の実用化も進められているが、いずれにおいても長距離飛行が可能な航続性能と高機動性を有する垂直離着陸性能を両立した機体技術は開発の途にあり、確立されていない。我が国の遠隔の被災地などでの迅速な対応に小型無人機の活用が進みつつあること及び本格的な有人地帯目視外飛行（レベル4）制度を実現する我が国の先進性を踏まえれば、より長時間・長距離（あるいは広範囲）の飛行や悪天候対応が可能な国産小型無人機の獲得が望まれる。このため、我が国技術の優位性及びこの獲得に繋がり得る自律性の確保も念頭に、VTOL機や固定翼機を活用し、このような課題を克服する小型無人機の機体性能・制御性能の向上を図り、遠隔被災地などでの迅速な活用に資するとともに、高度な安全性を実現する無人航空機の開発を世界に先駆け推進することで、技術の独自性を確保し、総合的な空の運航安全を実現する管理システムを確立する。

- 小型無人機を含む運航安全管理技術

災害時等では、多数の航空機が当該地域に集まるが、持ち込み型端末を多種多様な航空機に予め搭載することで、航空機を安全かつ効率的に運用するシステム技術（災害救援航空機情報共有ネットワーク：D-NET）が近年我が国において開発・運用されている。このシステムは有人機を対象としているが、今後、小型無人機の活用が拡大する中で、ある地域で、有人機と無人機が連携し、情報収集、情報共有等を安全かつ効率的に行えるような、空の安全の確保に資する無人機を含む運航安全管理技術が重要となる。このような拠点間、有人機と無人機間において飛行情報等の様々な情報を共有可能な技術は、軍用を除き、海外において

も検討が開始されていることから、我が国技術の優位性の獲得に繋がり得る自律性の確保及び将来的に国際的な制度作りに貢献することも念頭に、このような運航安全管理技術を上述の小型無人機技術及び後述の情報通信技術と併せ、災害・緊急時等への活用に向けて早期に開発を進める。これにより、本格的なシステムアーキテクチャー構築の指針となる運航安全管理システムの先駆的なモデルを構築し、総合的な空の運航安全を実現する管理システムを確立する。

- 小型無人機との信頼性の高い情報通信技術

現在、小型無人機の制御、テレメトリー、情報伝達等には主に無線通信が用いられているが、今後、長距離・広範囲利用など多様な活用を想定した場合、利用可能範囲、電波環境影響、送信出力等に課題がある。災害・緊急時をはじめ利活用が拡大する際、小型無人機との間で、途絶せず、セキュリティの確保された頑健な通信がより求められることから、次世代高速通信技術や次世代衛星通信技術の活用を含め、小型無人機に搭載可能なサイズ・重量で、高速・大容量通信・低遅延かつ低コストの通信技術も必要となる。このため、我が国技術の優位性の獲得に繋がり得る自律性の確保も念頭に、上述の小型無人機関連技術と併せ信頼性の高い情報通信技術を開発することで、総合的な空の運航安全管理システムを確立する。

【優位性につながり得る無人航空機技術の開拓】

- 小型無人機の自律制御・分散制御技術

無人航空機（ドローン等）の活用が進み、様々な主体が多種多様で多くの無人航空機を利活用するようになる中では、空の運航安全管理のみならず、複数の小型無人機それ自体が、未知な環境や複雑な環境において、情報収集や救援支援等の任務を遂行することが求められている。このような任務の遂行には、高度な自律制御が必要となり、ハードウェア的要素だけでなく、AIを含め、それを支えるプロトコルやアルゴリズムなどソフトウェア的な技術要素が重要であり、欧米等諸外国において研究開発が盛んに行われている。また、自律分散制御の研究についてはロボット分野を中心に組み込まれているものの民生・産業分野での目立った実利用はなく、ドローンでの応用についてもその研究開発の事例が限られている。我が国の複数のプロジェクトにおいても、無人機の自律性向上に関する制御・センサー技術の開発は行われているが、未だ、実用レベルに至っていないのが現状である。

このため、小型無人機の自律制御・分散制御という国際的にも新興領域において、ソフトウェア的な技術要素に関する知見の蓄積や人材層の拡大も念頭に、災害対応や救援活動といった公的利用ニーズを想定して様々なアプローチによる複数の研究チームでの研究開発を進めることで関連技術の開拓・蓄積を図り、これによる我が国技術の自律性の確保も念頭に、優位性の獲得を狙う。

- 空域の安全性を高める小型無人機等の検知技術

様々な主体による多種多様で多くの小型無人機の利活用が拡大するに伴い、空域の安全性を高めるための小型無人機等の検知技術等が重要となる。現在、ドローンが通信用に用いる無線通信や、カメラ・レーダー・ライダーといった SLAM（自己位置推定と環境地図作成技術）に用いられるセンサーが検知技術として知られ、一部の海外企業を中心にシステムとしての商用化も進んでいる。一方、レーダーでは、分解能がカメラやライダーに比して低いという弱みを克服するため、国内外で、高分解能化に向けた信号処理技術やアンテナ技術が提案され、研究が行われているが、車載レーダーを念頭にした数メートル～数百メートル程度の距離のセンシングに係る研究が多く、センシング・イメージングの要素技術や革新的手法については未着手の先進的な領域があると考えられる。このため、より広範な領域をも念頭に我が国が新たな検知技術を世界に先駆けて開拓することで、我が国技術の優位性の獲得を狙う。

- 小型無人機の飛行経路における風況観測技術

我が国の独自技術として、風況も観測可能な先進ライダー技術が存在する。風況の影響を受けやすい小型無人機にとって、このような技術は重要であり、高度化することで飛行空域全般の風況観測のみならず、小型無人機の飛行が予測される経路の詳細な風況や乱気流の監視や、ヘリコプターといった有人機と小型無人機の連携運用時における乱気流等の監視にも活用可能である。今後、国内外において小型無人機の利活用が拡大することが想定される中、このような技術の重要性は益々高まると考えられ、我が国が優位性をもつ技術であることから、技術開発を強化することで、その地位を確実なものとする。

【航空分野での先端的な優位技術の確保】

- デジタル技術を用いた航空機開発製造プロセス高度化技術

航空機開発は、部品点数が300万点（自動車の約100倍）に及ぶなど極めて高い複雑性を有し、高度な安全認証試験を要求されること等から、デジタル技術活用の効果が大きく期待できる分野であり、国際競争力を確保する側面から、国際的にも注目されている。従来の航空機開発は、航空機に関わる様々な工学分野（空気力学等）における様々な技術や知見の蓄積を基礎として行われてきたが、航空機製造を含めた製造業のシステムエンジニアリングにおいては、設計・製造・検証・妥当性確認（認証）を包括的・体系的に行う手法（MBSE:モデルベースシステムズエンジニアリング）が国際的にも主流となりつつある。

我が国には航空機の安全認証に取り組んだ最新の経験・実データを有する点において強みがあり、航空機産業の国際競争力の観点からは、我が国が有する航空機安全認証に係る最新の経験・実データを活用できる形で、航空機の設計・製造プロセスへのMBSE手法の適用やMBSE手法との親和性のある安全認証手法の獲得が必要であり、国際協力も視野に入れつつ、設計・開発・試験・製造・運航サポートといった航空機のライフサイクルを視野に入れたデジタルプラットフォーム技術を獲得することで我が国技術の国際競争力の維持・確保により、国際的な航空機産業の枠組みの中で確固たる地位と優位性を確保するとともに、大型無人機や小型電動航空機など次世代航空機開発の推進基盤とする。

#### ● 航空機エンジン向け先進材料技術（複合材製造技術）

航空輸送は経済産業活動や国民生活を支える基盤であり、安全性、信頼性、環境適合性、経済性等の社会共通の要求への対応が追及された上で、「より静か」で「より速く遠くへ」移動可能な航空機性能が期待されるとともに、複雑化するシステムや製品の開発効率や性能を革新的に高めるデジタル技術の活用が国際競争力の獲得のための重要な要素となっている。こうした技術開発に取り残されれば、超音速旅客機を含む世界の航空機開発・製造の一端を担うことができなくなるおそれがある。

現在、航空機エンジンの構造材料として用いられる高温部品は、ニッケル基超合金（最高耐熱温度は1100℃程度）など超合金材料を用いたものが主流であるが、耐熱性・重量の観点から航空機エンジンの燃費・性能向上に限界がある。欧米や中国等の海外航空機エンジンメーカーを中心に耐熱構造材料の温度向上、生産性の向上について研究開発への投資が盛んに行われているが、現状、耐熱性、軽量性といった性能面で我が国の材料技術に高い優位性が期待できることから、より耐熱温度が高く、かつ重量の軽減が図れ、より高速で安定した次世代構造材料製造技術を確立することで我が国の技術的な優位性の確保・獲得を狙う。

- 超音速要素技術（低騒音機体設計技術）

陸域を含む超音速飛行を可能とする上で、ソニックブームの騒音の低減は重要な社会要求である。我が国は、航空機の陸域超音速飛行の実現に不可欠な技術として、ソニックブームが到来する全域での低騒音化が可能で、かつどのような機体形状でも適用可能な航空機の概念設計（全機ロバスト低ブーム設計）について、世界に先駆けてその技術的な成立性を獲得し、国際的な研究コミュニティにおいて評価されている。国際的な超音速飛行時の騒音基準が改定される機運が高まる中、これに貢献できる技術実証データを取得し、国際的な騒音基準策定に貢献することで、我が国の低騒音機体設計技術の先進性、優位性を示す。これにより今後の超音速機の本格的国際共同開発における優位性を確保する。

- 極超音速要素技術（幅広い作動域を有するエンジン設計技術）

将来的に航空宇宙業界にハイインパクトを与える可能性が高く、世界的にも関心の高い極超音速エンジン技術は、航空輸送の「速さを追求」する最先端の技術であるが故に世界でも発展途上の技術である。我が国では、スクラムジェットエンジンに関するジェット燃料適用、冷却等の要素技術の研究開発が実施されており、風洞試験による燃焼試験のみならず、ロケットを用いた飛行実験にも成功し飛躍的な進歩がみられているものの、その開発は限定的なものである。

このため、上述の超音速要素技術とともに、音速を超える速度領域において、幅広い作動域を有するエンジンを実現するための要素技術を獲得し、我が国技術の優位性の確保・獲得を狙う。

### 3 領域横断・サイバー空間領域、バイオ領域

- ハイパワーを要するモビリティ等に搭載可能な次世代蓄電池技術

カーボンニュートラルを背景に社会全体で電化が求められる中で、モビリティ分野の電動化に資する蓄電池は我が国にとって戦略的に重要であり、領域を問わず無人化等の課題解決にも重要な要素となり得る。中でも、大型重機・建機、船舶等のハイパワーを要する大型モビリティには電動化の大きなポテンシャルがあり、市場の拡大も見込まれる。他方、このような大型モビリティの電動化の核となる蓄電池については、現行の液系リチウムイオン電池を超える、高い安全性・耐久性と、過酷な温度域における大電流動作といった要求全てを満たす高性

能の蓄電池が必要であり、大型モビリティ等の電動化のボトルネックとなっている。

我が国においては、我が国の独自技術として、例えば、リチウムイオン電池の負極に従来とは異なる材料である酸化物負極を用いてハイパワーと信頼性（寿命・安全性）に優れたものとする、電池の電解質に不燃の水溶液を用いるといった試みが進められており、このような技術を用いてより広い温度範囲での急速充電、長寿命、高安全性等の特性を有する次世代蓄電池技術を開拓することで我が国技術の優位性の獲得を狙う。

- 宇宙線ミュオンを用いた革新的測位・構造物イメージング等応用技術

宇宙線ミュオンは、宇宙から飛来する高エネルギーの粒子が大気と衝突することにより生成される自然の素粒子の一つであり、自然由来でありながら非常に高いエネルギーを持つために高い透過能を有する、かつ検出の容易な量子ビームである。この特性を利用し、これまで国内外において、地盤・地質、火山、ピラミッドといった地下・大型物体の内部構造の可視化（構造物イメージング）や海面潮位変化の計測を行う研究等が進んでいる他、地下や海底での測位・位置推定・時刻同期や通信への活用についても技術的な概念の可能性が報告されている。災害予測等にとって、地下・大型物体内部の可視化は重要な手段であるが、従来の波動を使った物理探査や放射線を使う場合であっても限界が存在し、また、地下や海底のような非 GPS 環境下での測位・位置推定や高精度の時刻同期に係る技術開発は、近年米国等の取組が増加する等注目を集めており、極限環境を含む様々なモビリティの自律化・無人化における重要な要素技術と捉えられる。

我が国は、世界に先駆けてミュオンを用いたイメージング技術の実証や時刻同期等の技術提案を行うとともに、ミュオンを含む素粒子物理学に人材を含め強みがあることから、そのポテンシャルに鑑み、我が国技術の優位性の獲得も念頭に、ミュオンを用いた革新的応用技術の可能性を開拓・吟味することで革新的測位・構造物イメージング等応用技術の獲得を目指す。

- AI セキュリティに係る知識・技術体系

民生部門・公的部門双方における AI の活用が広がり、広範な産業領域や社会インフラなどで AI 技術が大きな影響を与える状況となりつつある中、今後、意図的に AI の誤認識を誘発し機能不全に陥れる、AI アルゴリズムが窃盗・改ざんされることで AI の判断が意図的にゆがめられてしまう等、AI 技術利用に係る

リスクが高まることが懸念され、AI セキュリティは近年、米国をはじめとする海外のサイバーセキュリティコミュニティにおいて注目度の高い分野となっている。他方、AI のセキュリティ面 (Security for AI) での脆弱性がどのようなものであるのかについては、国際的・学術的にも十分に理解されていない。また、サイバーセキュリティ対策への AI の活用(AI for Security)に関しても製品やサービスの商品化が進んでいる半面、攻撃そのものに AI 技術を活用した新たな攻撃手法が広まるなど、情勢変化が大きい。

AI セキュリティは、AI とセキュリティの境界領域であるが故に研究者・技術者のコミュニティが十分でないことが課題のひとつであり、我が国において AI セキュリティに係るリスクが今後顕在化した際に、自らの技術力で課題の理解・解決ができるよう、産学官の技術力を高める必要がある。このため、我が国技術の優位性の獲得に繋がり得る自律性の確保も念頭に、人材層を幅広く糾合し、様々なアプローチによる複数の研究チームでの知見の共有を含めた研究開発の推進などの工夫により柔軟な技術開発を実施することで、産学官における必要な知見蓄積及び知識・技術体系の整理・獲得を図る。

#### ● 不正機能検証技術 (ファームウェア・ソフトウェア/ハードウェア)

ICT 機器・システムのサプライチェーンの複雑化、グローバル化、また、オープン API (Application Programming Interface) や OSS (Open Source Software) の普及など、サイバー分野におけるサプライチェーンを取り巻く環境は一層複雑化し、サプライチェーンの過程で不正機能等が埋め込まれるリスクなど、サプライチェーン・リスクが顕在化している。このようなリスクに対応するサプライチェーンセキュリティ技術は、我が国のサイバーセキュリティ研究開発戦略 (令和 3 年 5 月改訂) においても重点的な研究領域とされている。あらゆる産業において複雑かつグローバルなサプライチェーンを経由する製品・サービスの拡大・浸透、IoT 機器の利用拡大が進む中では、検証技術など他国に容易に依存できない技術について、我が国技術の優位性の獲得も念頭に、産学官の技術力を高め、自律性を確保する必要がある。他方、現状は必ずしもその技術の体系化はなされていない。

このため、ICT 機器・システムを構成するファームウェア・ソフトウェアにおいては、バックドア等の不正機能が仕込まれていないかを検証する観点から、未知の脆弱性の検証やその不正な意図性の評価を試みる技術、不正機能の効率的・安定的な検出・検証ツールを開発するとともに、産学官の複数の参画チーム間でのデータ・知見共有・蓄積を含め技術体系の整理と高度化を図る。半導体・電子機器等のハードウェアについては、機器・システムに不可欠な根幹であり、これ

らの信頼性を確保する検証技術は、我が国技術の優位性の獲得に繋がり得る自律性を確保していく観点から重要であるが、本来期待される機能以外の不正機能が混入していないかを、機器をブラックボックス的に保ったまま検証し不正機能を特定することは極めて困難であるため、半導体・電子機器等のハードウェアを詳細情報に基づくホワイトボックス的な検証を行うために必要となる要素技術の特定や技術開発を行うとともに、セキュリティ要件仕様の定義や標準化、パイロット実証を行うことで、検証基盤を確立する。

#### ● ハイブリッドクラウド利用基盤技術

変化に柔軟な運用ができ、最新技術導入が容易なクラウドサービスの利用が進展しており、今後、企業の基幹システムや行政サービス、社会インフラの制御の領域に拡大していく見込み。こうした中、特に利用が進むパブリッククラウドに関して、米国企業が高い技術力と市場競争力を有している一方、欧州において、データや運用、ソフトウェアの主権を重視したクラウドを形成する動きがある等、国際的にクラウドの自律性の確保が注目されているところである。我が国においては、政府情報システムにおけるクラウド利用を、セキュリティを確保しつつ進めるため、取り扱う情報の機密性等に応じて、パブリッククラウドとプライベートクラウドを組み合わせる、いわゆるハイブリッドクラウドの利用を促進することとしている。他方、我が国においては、クラウド間の単純なデータ連携を行う技術等は存在するが、利便性の高いパブリッククラウド利用と、我が国技術の優位性の獲得に繋がる自律性の確保も視野に入れたプライベートクラウド利用、オンプレミスシステム利用という、異なるセキュリティ領域を必要に応じて行き来して情報処理やデータ利活用を行えるような、データ中心のセキュリティを実装したハイブリッドクラウド技術は確立していない。

このため、クラウド間のセキュアな中継やアクセス制御を行うソフトウェア技術を開発し、信頼性の高いハイブリッドクラウドの実現を図る。

また、ソフトウェアレベルで運用者等にとってのホワイトボックスなクラウドを構築できたとしても、ハードウェアの信頼性をホワイトボックス的な検証により確保することも必要と考えられるため、上述の半導体・電子機器等のハードウェアの不正機能検出技術と併せ推進することで、検証基盤を確立する。

#### ● 生体分子シーケンサー等の先端研究分析機器・技術

先端研究分析機器・技術は、先端研究そのものの優位性や自律的な発展をけん引し、様々な現場での分析等に用いられるとともに、先端研究分析機器・技術に



よって解析されたデータやそのデータの蓄積が、各国の産業競争力に直結する状況にある。DNA や RNA、ペプチドなどの生体分子情報は、がんや難病、個別化医療等の創薬・医療分野や、微生物を利用したバイオものづくりなど、研究・医療・産業に必要不可欠であるが、現在ゲノム解析を主に担うシーケンサーは、その海外依存度が高まっているとともに、海外製を含め、既存の手法のままでは多種類の生体分子情報の読み取りは不可能な状況にある。また、同様の技術は、産業利用や研究利用にとどまらず、パンデミック等への脅威や化学・生物物質等によるテロ等の脅威への対応にも資する。このため、我が国技術の優位性の獲得に繋がり得る自律性の確保も念頭に、我が国独自の革新技术として、これまでにない革新的な技術提案から、一定程度の技術実証のための研究開発まで、広く提案を FS 的に募った上で、研究や技術の成熟度、実現可能性等に合わせた柔軟な研究開発推進を検討することで、既存シーケンサーでは読み取り困難な、DNA や RNA の修飾（遺伝子の発現に影響する構造の付加）や、アミノ酸配列、糖鎖配列まで解読可能な技術、又、遺伝情報・ゲノム情報等の活用ポテンシャルや情報管理の観点から、長い領域のゲノム解読（ロングリード）が可能な最先端のシーケンス技術を開拓し、ゲノム・エピゲノム解析<sup>17</sup>やプロテオミクス解析<sup>18</sup>における我が国技術の自律性の確保も念頭に、優位性の獲得を狙う。

---

<sup>17</sup> ゲノム DNA の可逆的な化学修飾の仕組みに係る解析

<sup>18</sup> タンパク質の構造や機能の網羅的な解析