

経済安全保障重要技術育成プログラムに係る
研究開発ビジョン検討ワーキンググループ
海洋領域

経済安全保障重要技術育成プログラムが貢献し得る基本的なニーズ (先端技術による課題解決が想定され得るもの)

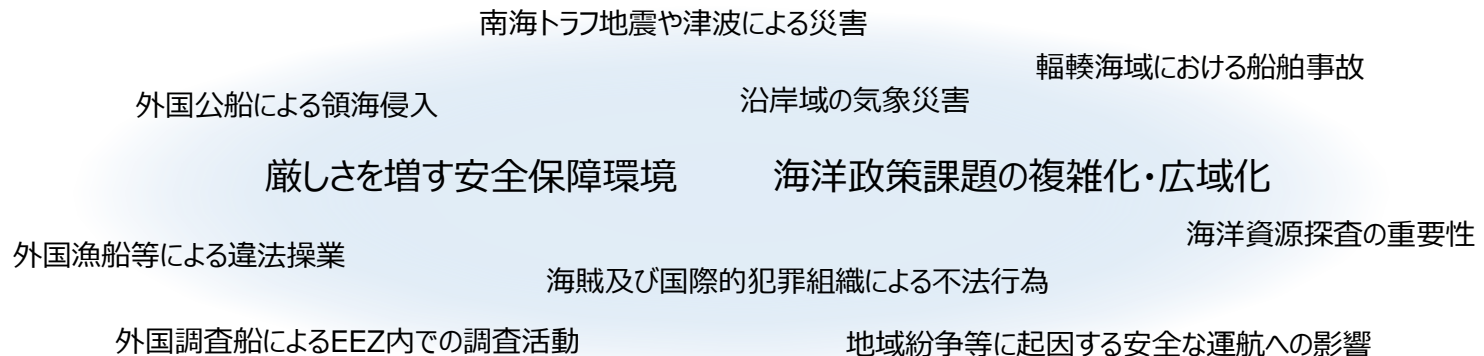
(第1回研究開発ビジョン検討WG資料再掲)

- 海洋をめぐる安全保障上の情勢及び我が国の海洋権益の広がりを踏まえ、「**総合的な海洋の安全保障**」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。
- 「経済安全保障重要技術育成プログラム」は、海洋の経済安全保障の観点から、以下の方向性（基本的ニーズ）に貢献し得るものである。

「我が国の領海等における平和と安定を維持し、国民の生命・身体・財産の安全の確保及び漁業、海洋開発等の**海洋権益の確保**、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**する。」

第3期海洋基本計画（平成30年5月15日閣議決定）より抜粋

【海洋をめぐる情勢変化】



経済安全保障重要技術育成プログラムが貢献し得る課題としてのニーズ (先端技術による課題解決が想定され得るもの)

(第1回研究開発ビジョン検討WG資料再掲)

- 海洋における我が国の方向性（基本的なニーズ）の実現に向けては、**海洋状況把握（MDA）の能力を強化し、海洋における脅威・リスクを早期に察知する**ことが必要である。
- 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、取組にあたっては、**省人化・無人化、衛星の活用等による先端技術による革新等**により、**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**を実現すること等が、課題としての主なニーズとして存在する。

【基本的ニーズの実現に向けた背景や課題】（課題としてのニーズ）

- ① 近年の海洋分野全体に共通する情勢変化としては、**人口減少・少子高齢化**、グローバル化の進展そしてIT分野等における**技術革新の加速化**が挙げられる。^{*1}
- ② 我が国の強みである科学技術を将来にわたり進展させ、**世界最先端の革新的な研究開発**を進めることが、海洋を知るための継続的な観測・調査の充実を含め海洋政策の不可欠の前提となる。^{*1}
- ③ **海洋調査・観測・モニタリング**等の活動により**収集した海洋の科学的情報**を活用し、海洋の状況を把握し、これを適切に共有する**海洋状況把握（MDA）の取組**は、多様な海洋政策の実施や海洋における**脅威・リスクの早期察知**に有効である。^{*1}
- ④ **広域な海洋の情報**を、**高精度かつ効果的に取得**するためには^{*2}、**省人化・無人化、衛星の活用等**を始めとする**世界最先端の革新的な技術開発**、イノベーション、エンジニアリング力の強化を進め、海洋産業における技術開発等の分野で世界をリードするレベルを維持することが重要な課題である。^{*1}
- ⑤ 海洋のモニタリングについては、**リアルタイム性のみならず常時継続的な運用**、**人的リソースに起因する課題の克服**^{*1}や海洋活動の基盤となる**先端技術による革新**も重要^{*2}となる。

*1 海洋基本計画（第3期）より抜粋 *2 海洋基本計画（第3期）より引用作成

【基本的なニーズ（海洋に関する情報収集・分析・共有体制）に係る課題認識※】

※関係省庁・有識者からの事務局ヒアによる。

- 現状、観測システムとして衛星、船舶、ブイ等の様々な手段が用いられているが、得られる観測データは、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。
- 海中・海底の観測に自律型無人探査機（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、AUVを目標近くの海域まで運ぶ**運用資源や、海域に到達するまでにかかる時間等に制約**。
（例えば遠隔の島しょ部にAUVを展開するには多くの人員が必要となる有人の船舶を運航し数日が必要）
- 地震や海底火山噴火の緊急観測など、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**※。
※観測・調査については、海底資源探査、洋上風力、海底ケーブル敷設、海底パイプライン検査など民生分野への展開においても重要。
- また、AUVによる観測は局所的なものに留まり、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ことは、別途適切な手段がない限り現実的でない**。
- 海上・海面・浅海域に係る情報として、従来必ずしも観測システムに組み入れられることがなかった、一般の船舶が入手可能な情報であって、**海洋状況把握に有益な情報**※が**民生・公的な利用において未活用**。
※例えば、他の航行船舶（有人・無人）、不審船、違法漁業、漁場、海流、海水、流木、気象等の海洋情報が考えられる。





⇒ 先端的な技術（無人機技術やセンサー技術等）を活用し、**観測・調査・モニタリング能力を拡大**できないか（**より広範囲を機動的に、常時継続的に**）

- 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**
- **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**
- 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**先端センシング技術を用いた観測技術**
- 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**

⇒ 先進的な通信手段により一般の船舶が入手可能な情報を共有するなど、**海洋状況把握への活用を図ることができないか。**

- 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**

経済安全保障重要技術育成プログラムが貢献し得る課題としてのニーズ (先端技術による課題解決が想定され得るもの)

- さらに、我が国の領海等における平和と安定の維持のためには、**海洋状況把握（MDA）の能力強化に加え、海上輸送の安全性を確保**することが必要である。
- 海上輸送の維持には、**デジタル技術の活用**による**安定的な船舶の確保**とともに、気象・海象等の予測も含めた**最適な運航管理・安全管理の実現**等が、課題としての主なニーズとして存在する。

【基本的ニーズの実現に向けた背景や課題】（課題としてのニーズ）

- ⑥ 海運は、四方を海に囲まれた我が国の経済・国民生活を支える重要な基盤であり、**安定的な海上輸送の確保**が重要である。^{*3}
- ⑦ 科学的知見に基づき、**事象の予測及び防災・減災の機能の強化**並びに脱炭素社会の実現に向けた取組を推進し、国民の安全・安心に貢献することが重要である。^{*3}
- ⑧ 海に囲まれた我が国にとって、**海上の安全・安心の確保**は極めて重要であり、引き続き、**海上輸送の安全・安心の確保の徹底及び海難等の未然防止**に取り組む必要がある。^{*3}
- ⑨ **海洋におけるDX**は、海域で発生する自然災害の防災・減災、海洋産業における利用、包括的・持続的な海洋調査・観測を含めた科学的知見の充実等に不可欠のものである。^{*3}
- ⑩ 自動運航船の実用化等、**船舶のDX化の推進**や、海難等の未然防止を含めた「海上の安全・安心の確保」に係る施策についても、近年その重要性が増してきている。^{*4}

取組を強化すべき今後の課題に関する背景等 及び 課題解決の方向性と考えられる技術の例

【基本的なニーズ（海洋に関する情報収集・分析・共有体制）に係る課題認識※】

- 先端的な技術による海洋調査・観測・モニタリングにおいて得られるデータの活用のためには、**海洋における通信技術**のような海洋インフラの革新も重要。
- 現在、音響通信が主要な技術として使われているが、その**通信容量は限定的**（数10kbps）で、**大容量、高速化が求められるAUV等による海洋調査・観測・モニタリングには限界**が存在。

⇒ 地上で活用が進む光通信技術を活用し、**海洋調査・観測・モニタリング能力の抜本的な強化**、並びに**安全で確実な通信網の確保**を図ることができないか（より**大容量、低遅延**に）

【考えられる技術の例※】 ※関係省庁・有識者からの事務局ヒアによる。

□ 海中作業の飛躍的な無人化・効率化を可能とする海中無線通信技術

- 人類が容易にアクセスすることができない海中ではAUV等の水中ロボットの運用が不可欠であり、その運用のための通信インフラの構築が必要である。現在、水中無線通信では主に音響通信が用いられるが、通信速度が遅くデータの送受信量に課題があるため、水中で映像や観測データなどの大容量データを伝送することは困難な状況。大容量高速通信のニーズに対応すると共によりセキュアな通信を確保するには、**海中への光通信の導入**が考えられるのではないかと。例えば、高速・大容量の通信が可能な水中光通信を水中ロボットに応用することにより、海中でのリアルタイム操作や観測データの回収を効率的に行うことが可能となるのではないかと。この際には、水中光通信の課題である光の減衰による水中光通信距離の短さや波浪や太陽光などの強い外乱の影響を緩和・補償すると共に、**水中ロボットとの連携を想定した一定範囲内のデータ送受信が可能な通信エリアの構築**を実現することが重要ではないかと。

取組を強化すべき今後の課題に関する背景等

【基本的なニーズ（海上輸送の安全性確保）に係る課題認識※】

- 四面を海に囲まれた我が国における海上輸送は、国民生活や経済活動を支える基盤であり、その維持には、**安定的な船舶の供給と運航**が欠かせない。
- 今後需要が見込まれる次世代船舶は、ゼロエミッションや自動運航といった社会的ニーズへの対応が期待されると共に、複雑化する船舶の設計・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、船舶の建造技術の優位性、ひいては自律性が失われ、**安定的な船舶の供給が困難となるおそれ**。
- 気象現象がますます厳しくなる海象条件の中で、近年はコンテナ船崩落事案等の船舶事故が頻発。**気候を含めた海洋関連情報予測には限界**があり、正確な予測に基づいた航路設定等の**対策が困難**。

⇒ **デジタル技術を活用し、船舶の設計・開発効率や性能の飛躍的な向上、及び運行管理の最適化を図ることで、より海上輸送の安全性を確保できないか**

課題解決の方向性と考えられる技術の例（1/2）

【考えられる技術の例※】 ※関係省庁・有識者からの事務局ヒアによる。

□ デジタル技術を用いた高性能次世代船舶開発技術

- 今後、安定的な海上輸送を支え、かつ国際競争力の核となるカーボンニュートラル船や自動運航船などの次世代船舶は、システムや構造が複雑化するとともに高い性能が求められており、性能検証や設計・開発等を短期間に進めていくことが求められる。世界に先んじた次世代船舶の導入に向け、我が国が有する実海域における船舶運航にかかる経験・実データに基づき、船体、機関プラント、船用機器等の挙動・性能の要素シミュレーションを統合するとともに**AI等も活用**することで、バーチャル空間上で実現象等を高精度で再現し、より高度なものを**ハイスピードで開発していくシミュレーション技術**を獲得する事が必要ではないか。その際には、船舶の形状と実海域における推進性能との関係性等を高精度に再現できるシミュレーション技術に取り組むことが重要ではないか。

□ 船舶の安定運航等に資する高解像度・高精度な環境変動予測技術

- 近年の気候変動に関連し、極端現象（台風・爆弾低気圧等）の発生数と強度が増大しており、悪天候時におけるコンテナ船の荷崩れ事故も発生している状況。このため、極端現象を高解像度・高精度に予測し、より安全で安定的なシーレーンの構築に資する船舶の航路設定を可能とすることが必要ではないか。さらに、極端現象の高解像度・高精度な予測は、次世代船舶の効果的・効率的な設計に資する外力情報として必要ではないか。例えば、海洋データ（水温、湿度など）から理論的に海象等を予測する力学的手法を用いた大規模なシミュレーションを、AI等を活用し効率的に計算を行い、現在、研究開発が進められている衛星VDESなどの次世代機器との連携も見据えた研究開発を進めることで、極端現象を含めた**高解像度・高精度、かつ数か月単位での季節内予測**をすることができるのではないか。

第9回研究開発ビジョン検討WG（海洋領域）における議事のポイント

海洋領域全体に関すること

- 「取組を強化すべき今後の課題に関する背景等」や「課題解決の方向性と考えられる技術の例」については、**概ね妥当**ではないか。
- **海中光通信**について：国内外で研究開発が加速している分野であり実海域での実証を含めた研究開発が不可欠。また、光通信は通信範囲に限界があり且つ透明度が低い場合はさらに範囲が狭くなることにかんがみ、例えば、低速でも遠くまで届く音響との連携や、洋上中継機や海中のステーションなどの他のプラットフォームと連携を見据えるなど**光通信が実現した際の課題への対応**も検討すべきではないか。
- **次世代船舶開発技術**について：2030～2040年頃にゼロエミッション船が増加する事を想定し、例えば、**燃料供給システムにかかるシミュレーション技術**も視野に入れるべきではないか。また、実際の**運航実績や環境情報をデータとして蓄積**することでDXの基盤とできるのではないか。
- **環境変動予測技術**について：小型船舶も含めた船舶の航路選択等に資する、風波や海流といった**海洋独自の海象予測が重要**ではないか。

他領域との関係性に関すること、量子・AI等の新興技術との関係など

- シミュレーションについては**計算時間の高速化も重要**であり、例えばサロゲートモデル（物理シミュレーションを機械学習で代替する手法）なども活用することも検討すべきではないか。
- 海上情報の収集や陸域から海域に向けた情報発信にあたっては、**衛星VDESとの連携を図ることが重要**ではないか。

その他（社会実装など）

- MDAについては、どのくらいの密度や範囲でやるという**目標をたてられるよう、技術的課題の深堀・実証するべき**ではないか。

経済安全保障重要技術育成プログラムに係る
研究開発ビジョン検討ワーキンググループ
領域横断・サイバー空間領域
(サイバー空間)

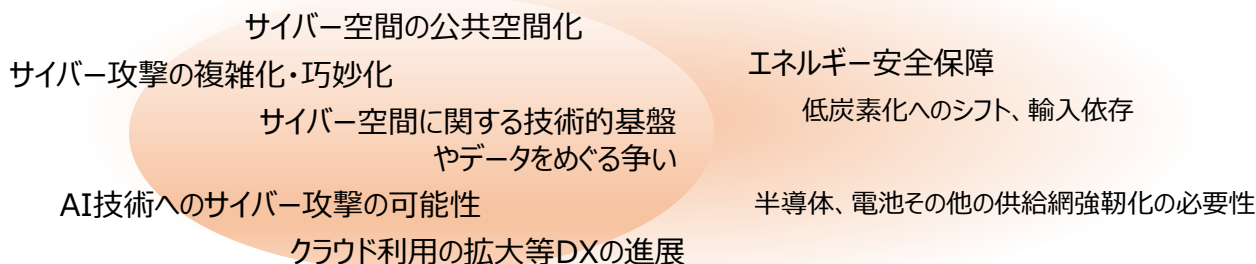
領域横断・サイバー空間領域：経済安全保障重要技術育成プログラムが 貢献し得る様々なニーズと課題

(第1回研究開発ビジョン検討WG資料再掲)

- **サイバー空間とフィジカル空間**を高度に融合させたシステムにより、経済発展と社会的課題の解決を両立する人間中心の社会を目指し、「**国民の安全と安心を確保する持続可能で強靱な社会**」への変革に向けた取組を進める必要がある。
- 「経済安全保障重要技術育成プログラム」は、経済安全保障の観点から、サイバー空間およびフィジカル空間をとりまく**不確実性の変容・増大**への対応に貢献し得るものである。

【領域横断・サイバー空間をめぐる情勢変化】<例>

*領域横断には、海洋や宇宙・航空領域等を横断するようなものも含まれる。また、エネルギー・半導体等の確保（供給安全保障）等、その他経済安全保障と関係するものも含まれる。



【背景や課題】（課題としてのニーズ）<例>

- **サイバー空間とフィジカル空間とがダイナミックな好循環を生み出す社会へと変革**させ、いつでも、どこでも、誰でも、安心してデータやAIを活用して新たな価値を創出できるようになる。^{*1}
- 信頼性確保の基盤づくりに取り組み、ひいては先端技術・イノベーションの社会実装に係る取組と相まって、**他国に過度に依存しない日本発の製品・サービス育成**に取り組む。^{*2}
- 深刻化するサイバー攻撃やサイバー空間を利用した影響工作の脅威を抑止していくためには、対応力の強化に加え、攻撃者を特定し、責任を負わせるために、**サイバー攻撃等を検知・調査・分析**する十分な能力が求められる。^{*2}
- デジタル技術の進展に応じ、**中長期的な視点**から技術トレンドを捉え研究開発推進していくことが重要である。^{*2}
- サイバーセキュリティに係る人材が、男女等を問わず多様な視点や優れた発想で幅広く活躍できる環境をつくり、次世代を担う**優秀な人材を引きつけられる好循環を生む**ことが重要である。^{*2}

^{*1} 第6期科学技術・イノベーション基本計画（令和3年3月26日閣議決定）^{*2} 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

※なお、本プログラムは、従来の施策で進める技術開発そのものを実施するものではないこと等を踏まえつつ、新規補完的な役割を有することに留意する。

【背景や一般的な課題認識】

- **サイバー空間の「公共空間化」**が進展し、サイバー空間において提供される多様なサービスが複雑化するに伴いサイバー空間内や**サイバーとフィジカルの垣根を超えた**主体間の「相互関連・連鎖性」が一層深化。「自由、公正かつ安全なサイバー空間」を確保するためにはこれらを取りまく**不確実性の変容・増大によって生じるリスク**を適切に把握した上で対応していくことが必要。
- **サイバーセキュリティ研究分野**は、脅威に関する情報やユーザー等のニーズを踏まえ、実践的な研究開発を進めることが非常に重要な分野。我が国においてその基盤となる**研究開発の国際競争力の強化と産学官エコシステムの構築**に取り組む必要。また、デジタル技術の進展に応じ、中長期的な視点から技術トレンドを捉えた取組みを推進していくことが重要。特に、**AI技術・量子技術をはじめとする先端技術の進展**を見据えた対応が求められる。
- 近年、民生のみならず公的分野における**クラウドサービスの利用拡大**や**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機器の利用拡大やAI技術の様々なシステムへの活用などにより、インシデントが発生した場合の**経済社会活動への影響は、より広範に、多様な主体・場面に及ぶおそれ**。

これまでに特定した個別の課題認識と支援対象とする技術（1/2）

（第2回研究開発ビジョン検討WG資料より引用作成）

【これまでに特定した課題認識】

- サイバーセキュリティや機器の信頼性を確保しつつ、クラウドサービスの活用を進めていくため、政府が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**ハイブリッドクラウドの利用の促進**が謳われている。（※）

（※）デジタル社会の実現に向けた重点計画、令和4年6月。なお、プライベートクラウドは、個別の設計が可能のため、オープンアーキテクチャをベースとしたホワイトボックスで構成された信頼できるクラウドが想定できることに對し、パブリッククラウドは、必ずしもホワイトボックスではないクラウドが想定される。

- 各主体が構築する**情報システム**において、利便性の高いパブリッククラウド利用と、我が国における自律性の確保の観点等も念頭に**し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ができるような、**データ中心のセキュリティ**を確保していくことが重要と考えられる。



□ ハイブリッドクラウド利用基盤技術

【これまでに特定した課題認識】

- サイバー空間を構成する**ICT機器・システムのサプライチェーンの複雑化やグローバル化**、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。
- 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）でも、**他国に容易に依存できない技術もあり得る**ため、産学官連携により、重点的に強化を図るべき研究領域とされている。不正機能につながり得る未知の脆弱性等を検証する技術が存在するものの、**技術の体系化までは必ずしもなされていない**。



□ 不正機能検証技術（ファームウェア・ソフトウェア）

□ 不正機能検証技術（ハードウェア）

【これまでに特定した課題認識】

- 民生部門・公的部門双方において**人工知能（AI）活用が広がり**、広範な産業領域や社会インフラなどでAI技術は大きな影響を与えている。一方で、AIそのものを守るセキュリティ（**Security for AI**）に関しては、**AIのセキュリティ面での脆弱性がどのようなものか**（※）国際的にもまだ**十分に理解されていない**と考えられる。海外では、例えば機械学習の誤認識に係る研究や防御に関する学術面での研究が多くなっている。

（※）今後高まり得るリスクとして、AIに対する不正アクセスにより、秘匿性の高い学習データが復元されて漏えいする、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が考えられる。

- AIを活用したサイバーセキュリティ対策（**AI for Security**）に関しては、実際にAIを活用したセキュリティ製品やサービスの**商用化が進んでいる**。一方で、**攻撃そのものにAI技術を活用した新たな攻撃手法が広がる**など、変化が大きい状況。（※）なお、上記以外に、AIの信頼性の向上に関して、AI戦略2022（令和4年4月）において、説明可能なAI（Explainable AI）など責任あるAIの実現に向けた取組が具体目標として挙げられている。



□ **AIセキュリティに係る知識・技術体系**

個別の課題認識と考えられる技術の例：

先進的サイバー防御機能・分析能力強化技術

【課題認識】

- サイバー空間の「公共空間化」が進展し、あらゆる情報がサイバー空間に集積される中、人工知能（AI）を活用した攻撃に代表される**新たなサイバー攻撃のリスク**や、量子計算機の活用の広がりに伴う既存暗号の危殆化により**データが漏洩するリスク**が顕在化している。
- 次々に新たな攻撃技術が生まれる中において、高度なサイバー防御を図るためには、サイバー空間の**適切な状況把握や攻撃技術に対する知見**の蓄積、AIや量子計算機に対応可能な、**防御能力の高度化**により、民間の対応能力も欧米主要国と同等以上に向上させることが求められている。
- また、データが漏洩するリスクに対し、セキュリティを確保する手段としては、データ流通の媒体であるクラウドの外部からの安全性や、クラウドの所在する場所の法令などの制度的アプローチに依存しており、データの目的外利用や意図しない第三者利用などの制御を行うための**新たな技術的アプローチ**が求められている。

【考えられる技術の例※】 ※関係省庁・有識者からの事務局ヒアによる。

□ サイバー空間の状況把握・防御技術

- サイバー防御機能や分析能力を強化していくに当たり重要となる**状況把握力及び防御力を強化**する観点から、**先進的な技術を活用**することができるのではないか。例えば、マルウェアによって暗号化されたデータの解読に向けた分析技術や、攻撃動向の詳細を把握するためのデセプション技術、攻撃や脆弱性についてAIを活用した検知・評価技術（例：ペネトレーションテストの自動化技術）、耐タンパー性の向上等によるハードウェアの信頼性確保技術等の開発及び技術展開に取り組むこと考えられるのではないか。

□ セキュアなデータ流通を支える暗号関連技術

- **データ流通における一連の過程**（生成～通信～蓄積～解析など）のセキュリティを確保し、セキュアなデータ流通を実現する観点から、我が国の知見を活かし、**セキュリティ性向上・高機能化が実装されるような暗号技術やその関連技術について基礎的な開発を進めることが重要**ではないか。また、量子計算機の進展に伴い暗号が危殆化するおそれがあることから、**量子計算機が実用化されてもセキュリティ性を保つことのできる暗号技術やその関連技術について、基礎的な取組や実用化に向けた取組を進めることが重要**ではないか。
- 例えば、公開鍵暗号や共通鍵暗号といった様々な暗号類型について、暗号アルゴリズムの開発といった理論的な検討や、高速処理化、暗号化したままでの演算、高いデータの保護性能といった機能面・性能面の向上に向けた多面的な技術開発を進めるとともに、暗号技術を補完する関連技術（安全なソフトウェア実行環境技術やプライバシー保護技術（匿名化等））についても取り組むことが重要ではないか。またその際には、人材層の拡大も念頭に、必要に応じて、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を推進することが重要ではないか。

個別の課題認識と考えられる技術の例：偽情報分析に係る技術体系

【課題認識】

- サイバー空間の「公共空間化」が進展し、あらゆる情報がサイバー空間に集積される中、情報発信の内容や主体などは多種多様になり、日々大量の情報が流れている。
- これらの情報の中には、**事実と異なる加工**をし、または**組み合わせ等**を行うことで、**発信者の意図する方向性に導くようなものが存在**し、こうした情報の拡散によって、国民生活や経済活動、ひいては我が国の政策に大きな影響を与えるものが含まれるおそれがある。
- そのため、サイバー空間における情報について、情報発信者が意図をもって事実と異なる加工等をしたものを素早く発見し、その影響を見極めるための技術を用い、**対策を講じることが求められている**。

【考えられる技術の例※】 ※関係省庁・有識者からの事務局ヒアによる。

□ 偽情報分析に係る技術体系

- サイバー空間に流布する偽情報に対抗すべく、これまでに開発されたサイバー空間における文章、画像、動画等の情報の加工自体を発見する技術を活用しつつ**加工の有無を見極め**、情報発信時点の不自然性や情報の組合せによる**事実の歪曲等を、エビデンスを踏まえて評価できる技術体系**の開発が必要ではないか。

個別の課題認識と考えられる技術の例：

ノウハウの効果的な伝承につながるヒト作業伝達等の研究デジタル基盤技術

【課題認識】

- 自動化やDX化が進展している現代においても、熟練した人のノウハウに頼る場面は多く残っており、労働人口が減少し続け熟練者不足が深刻化する我が国においては、このような**ノウハウを残すため、如何に効率的に伝承するか**が、経済活動や安全保障の活動を問わず、国民生活を支えるあらゆる領域における課題となっている。
- このようなノウハウは、個人の経験や勘に基づく、簡単に言語化できない、いわゆる「**暗黙知**」に基づくものが大勢を占めており、その**伝承に大きな困難**をもたらしている。このため、「暗黙知」の見える化（形式知化）をすべく、学術・産業界においてデータベース化や映像化といった様々な取組が行われてきており、学術的には、AIやデジタル化の進展に伴い、人の視覚や感覚に基づく動作をビックデータとして扱い、人が行う作業のメカニズムを解析する研究も始まっている。我が国では、熟練者による複雑な動作が必要なライフサイエンス実験における試みの例もあるが、国内外において、これを**抜本的に解決できる策は見つけれられていない**。

【考えられる技術の例※】※関係省庁・有識者からの事務局ヒアによる。

□ ノウハウの効果的な伝承につながるヒト作業伝達等の研究デジタル基盤技術

- 人の熟練技術に係る「**暗黙知**」を**データ化・解析し、これを利活用するためのデジタル基盤を確立**することで、ノウハウの効率的・効果的な伝承につなげることができないか。このため、例えば、我が国において先行研究が進むライフサイエンス実験を対象に、①作業環境及び作業データを自動で計測・収集・解析する技術、②作業データの統合解析から最適プロトコルを立案するAI技術、③作業を支援するナビゲーションシステム、④自動化システムへの技能転写技術の開発といった取組が考えられるのではないか。その際には、技術の伝承のみならず、**人作業によるばらつきを抑制し、再現性を高める**とともに**高品質なデータの収集を進めること**により、例えば、新薬創出の効率化や薬品製造の品質向上につなげていく観点も重要となるのではないか。

第9回研究開発ビジョン検討WG（横断領域・サイバー空間領域）における議事のポイント

サイバー空間領域全体に関すること

- 「取組を強化すべき今後の課題に関する背景等」や「課題解決の方向性と考えられる技術の例」については、概ね妥当ではないか。
- サイバーセキュリティについては国内で既に様々な研究開発が既に行われているので、整理をしっかりと行い**効率的に進める**べきではないか。
- 先進的サイバー防御機能・分析能力強化技術について：技術進化の速度が速いため、**達成目標をどこに置くかを明確に**しながら進める必要があるのではないか。
- 偽情報分析に係る技術体系について：偽情報を受け取る人間が見極められない技術が出てきており、AIの活用にも限界があるため、情報の確からしさを機械的に確認できる技術も視野に検討すべきではないか。また、偽情報と判明した場合に発信元を調べるといった技術の検討も重要ではないか。
- ヒト作業伝達等の研究デジタル基盤技術について：日本の優位性に繋がる技術であり、**様々な研究者と協調して**進められるよう、**データサイエンス的な要素**が重要ではないか。

その他（人材育成、制度、社会実装など）

- サイバーセキュリティ対策技術は各機関が独自に取り組む傾向にあるので、**拠点を設け意見交換やデータ共有**をできるようにすることも重要ではないか。
- 技術開発で終わるのではなく、**実際に運用していくための仕組み**（例えば、人材育成、拠点整備等）や**実装方を視野に入れる**べきではないか。
- 運用まで視野に入れると、グローバルな活動が必要となってくると想定されるので、**国際的に活躍できる人材の育成**や、**戦略的な国際連携の在り方**などの政策的な観点も必要になるのではないか。
- どのような脅威に対して誰がいつどのように対応するのかという視点で技術課題を整理するなど、全体を俯瞰した課題の分析や整理が将来的に必要ではないか。
- **デジタル技術の進展に伴い電力消費量も増大する**という課題もあるため、Kプロに限らず、政府・民間全体での検討・取組が必要ではないか。

経済安全保障重要技術育成プログラムに係る
研究開発ビジョン検討ワーキンググループ
領域横断・サイバー領域
(領域横断①)

これまでに特定した個別の課題認識と支援対象とする技術（1/2）

（第2回研究開発ビジョン検討WG資料より引用作成）

【これまでに特定した課題認識】

- 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**蓄電池の開発と生産は我が国にとって戦略的に重要**。また、**領域を問わず無人化等の課題解決に重要な要素**。
- 中でも、航空機、貨物自動車輸送機、外航貨物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。電動化の核となる蓄電池については、**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高い性能**が求められるが、これらを要求全てを満たす性能の蓄電池は存在せず、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。



- 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**

これまでに特定した個別の課題認識と支援対象とする技術（2/2）

（第2回研究開発ビジョン検討WG資料より引用作成）

【これまでに特定した課題認識】

- **宇宙線ミュオン**は、宇宙から飛来する高エネルギーの素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（量子ビーム）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**。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**内部の可視化（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（※1）。さらに、地下や海底での**測位・位置推定、時刻同期**や通信にミュオンを活用するという技術的概念も報告されている。
- 災害予測等にとって、地下・大型物体**内部の可視化**は重要な手段だが、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。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かかる技術**開発は、近年米国国防高等研究計画局（DARPA）が力を入れて取り組む等（※2）（※3）、**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。
- 我が国はミュオンを含む素粒子物理学に人材を含め強みがあり、構造物イメージング等の研究を先導した実績があるが、欧米において大型の各種研究開発が増えている。
 - （※1） 物体を透過したミュオンを検出器で検出し処理することにより構造物イメージング等を行う。国内では例えば火山の内部のマグマの可視化により噴火予測技術の研究等が行われている。
 - （※2） DARPA Subterranean Challengeでは地下のトンネルや洞窟を動きまわり、マッピングする能力をもつロボット（物理・シミュレーション）の能力を競う競技大会が開催された（2021年）。また、時刻同期に関しては、Robust Optical Clock Network（ROCKN）が本年開始され、サイズ等を抑えつつ、GPS衛星の原子時計よりも優れた時刻同期精度とホールドオーバー（GPS信号を失っても正確な時刻を保持できる期間）の実現を目指している。
 - （※3） ミュオンは透過性に加え指向性が高く、妨害や盗聴は困難という特性があり、位置推定、時刻同期、通信での活用における利点となり得る。



□ **宇宙線を用いた革新的測位・構造物イメージング等応用技術**

個別の課題認識と考えられる技術の例：

多様なニーズに対応した複雑形状・高機能製品の先端製造技術

【課題認識】

- **製造機器・技術は産業の国際競争力の源**であり、世界的に高付加価値製品の開発競争が激化する中で、製品・部材に求められる多様かつ複雑なニーズに柔軟に対応できる**先端製造機器・技術の獲得**が、各国の産業競争力に直結。
- 中でも、カーボンニュートラルや利用ニーズの多様化を背景に、航空・宇宙、自動車、産業機械、船舶など幅広い分野における製品・部材には、**より一層の軽量化、高性能・高機能化**が求められ、その製造においては、**複雑化する形状を高精度・高品質**にという要求を満たした上で、カスタムメイドやオンサイト製造・修復、リードタイム短縮、歩留まり率向上、自動化・省人化といった**高効率化**を図る事が競争力確保の上での重要な要素となっている。
- このような中、近年、既存の生産プロセスを自動化・効率化する新たな**ゲームチェンジャー技術**である**金属積層造形**や**加工条件をデジタル制御しやすいレーザー加工**に期待が集まり、国際的にも開発競争が進んでいる。この内、積層造形については、その**品質や製造速度・効率化は未だ不十分**な他、規格化や認証基準の確立といった課題により、本格的な導入や適用範囲の拡大には至っていない。また、レーザー加工については、エネルギー変換効率等が優れ、装置の省スペース化等が期待できるファイバレーザーの利用が進んでいるが、**高いビーム品質と高出力の両立**といった課題により、高効率化が求められている難加工材への適用や厚板加工への本格的な適用には至っていない。

【考えられる技術の例※】 ※関係省庁・有識者からの事務局ヒアによる。

□ 高度な金属積層造形システム技術

- 金属積層造形は、複雑形状による製品・部材の高機能化や多品種少量生産、オンサイト製造が可能という利点があるものの、品質・製造速度、後工程プロセスの自動化や効率化などの各プロセスで課題が存在する他、品質保証や安全性等に関する規格化や認証基準が確立していない。我が国の技術的な優位性確保の観点から、**前工程から後工程までの製造工程をフルパッケージとした、マルチマテリアルにも適用可能な金属積層造形システム**を開発・各プロセスの課題を解決し、**国際的な品質保証や認証基準の策定等をリード**していくことが必要ではないか。

□ 高効率・高品質なレーザー加工技術

- レーザー加工技術は、加工条件を高度にデジタル制御することにより、高精度・高品質な加工が可能といった利点を有し、除去、付加、改質、接合、微細構造化などの多様な加工に用いられている。今後、更に多様な材料に対する加工と、その高速化・精密化が求められる中、**高ビーム品質と高出力化の両立など、その実現に必要な要素技術開発**を進める必要があるのではないか。その際、レーザー技術は、加工以外の複数分野での応用が可能な技術であり、**その後の多様な社会実装を見据えた、幅広い手法、展開を想定した技術開発**を進めるべきではないか。

個別の課題認識と考えられる技術の例： 省レアメタル高機能金属材料

【課題認識】

- 製造技術・機器に加え、**材料技術もまた、産業の国際競争力の源**である。我が国は機能性材料では世界的に高いシェアを有し、革新的材料を数多く生み出すことで、我が国の優位性を確保してきた。一方、近年、世界的に高付加価値製品の開発競争が激化する中で、世界情勢の急速な変化にも伴い、**原材料の確保にかかるリスクが顕在化**。
- 中でも、特に我が国が優位性を持つ、**高温等といった過酷条件下で使用される高機能金属材料の製造**には、産出量や流通量が少ない**レアメタルが必要不可欠**であり、その供給は過度に特定国に依存している。このため、高機能材料の省レアメタル化に繋がる我が国独自の革新的技術の開発とさらなる高性能化が求められている。

【考えられる技術の例※】 ※関係省庁・有識者からの事務局ヒアによる。

□ 耐熱超合金の高性能化・省レアメタル化技術

- **耐熱超合金**は経済活動及び国民の生活を支えるエネルギー源や航空輸送機などに用いられる**発電タービン・ジェットエンジン**といった**製品に必要不可欠**な材料であり、この性能（耐熱性）が、製品全体の性能・効率に直結する。これまでに我が国では世界最高水準の性能を誇る耐熱超合金を開発し、世界的にも優位性を有しているが、多くのレアメタルが含まれているところ、我が国が強みを持つレアメタル代替技術を生かし、レアメタル**利用量を低減しつつ高い性能を持つ超合金を開発**することが重要ではないか。更に、超合金を用いた製品の製造にあたり、**革新的な製造技術による高性能化**（一体成型による新たな構造の実現等）や、レアメタル等の省資源化・省コスト化（**完全リサイクル技術の開発**等）のための技術開発も併せて推進することが重要ではないか。

□ 重希土フリー磁石の高耐熱・高磁化技術

- **永久磁石**はレアメタルの中でもレアアース（軽希土及び重希土金属）を含有し、あらゆる動力装置に用いられる**モーターの性能を決定づける基幹部材**であり、**経済安全保障上の重要物資**として、次世代技術の確保・強化を通じた優位性の獲得が戦略的に重要。モーターの進化のために、耐熱性など過酷条件下における耐性が高く、高磁力、かつ資源リスクが低い元素からなる**重希土フリー磁石/理想的には完全レアアースフリー磁石を開発**することが重要ではないか。我が国が優位性を獲得し得る技術として、これら要件を満たす磁石材料候補にかかる取組が進んでいるが、現状、実磁石としての耐熱性・磁力は低い。実用化のためには、**さらなる高耐熱・高磁化**のための技術開発が重要ではないか。

個別の課題認識と考えられる技術の例：

輸送機等の革新的な構造を実現する複合材料等の接着技術

【課題認識】

- 複数の異なる材料の複合化により均質材料では達成し得ない特性を獲得できる複合材料は、その軽量・高強度といった特性を生かして、航空・宇宙、自動車、産業機械など幅広い分野における製品・部品に適用されている。
- 中でも、航空機や自動車等の**輸送機の構造部材として採用が進む炭素繊維複合材**については、金属素材のような溶接が困難であるという特性上、部材間の接合には**接着技術が用いられている**。他方、その分子レベルの**接着機構について十分な理解が進んでいない**ことから、特に高い安全性が求められる航空機設計においては、**ボルトによる接合が用いられ、更なる軽量化を困難とする要因**となっている。

【考えられる技術の例※】

※関係省庁・有識者からの事務局ヒアによる。

□ 輸送機等の革新的な構造を実現する複合材料等の接着技術

- **接着技術を活用した複合材料の輸送機等への実装に向けて、接着・接合技術の安全性・信頼性を担保するために、その接着状態を適切に評価する計測・分析技術の確立が必要**ではないか。その際、評価手法の国際標準化を見据えるとともに、**分子レベルの接着機構の解明**により、接着強度のさらなる向上を含めた**部材界面の構造を制御する技術を獲得**することで、我が国の技術的優位性・不可欠性の維持・確保に繋げることが重要ではないか。こうした革新的な物質界面構造制御技術は、輸送機等の設計を一新するゲームチェンジ技術となることが期待されるとともに、航空、船舶、宇宙機、建材等、産業領域を横断した成果の活用が期待できるではないか。

経済安全保障重要技術育成プログラムに係る
研究開発ビジョン検討ワーキンググループ
領域横断・サイバー領域
(領域横断②)

これまでに特定した個別の課題認識と支援対象とする技術（1/2）

（第2回研究開発ビジョン検討WG資料より引用作成）

【これまでに特定した課題認識】

- 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**蓄電池の開発と生産は我が国にとって戦略的に重要**。また、**領域を問わず無人化等の課題解決に重要な要素**。
- 中でも、航空機、貨物自動車輸送機、外航貨物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。電動化の核となる蓄電池については、**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高い性能**が求められるが、これらを要求全てを満たす性能の蓄電池は存在せず、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。



- **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**

これまでに特定した個別の課題認識と支援対象とする技術（2/2）

（第2回研究開発ビジョン検討WG資料より引用作成）

【これまでに特定した課題認識】

- **宇宙線ミュオン**は、宇宙から飛来する高エネルギーの素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（量子ビーム）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**。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**内部の可視化（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（※1）。さらに、地下や海底での**測位・位置推定、時刻同期**や通信にミュオンを活用するという技術的概念も報告されている。
- 災害予測等にとって、地下・大型物体**内部の可視化**は重要な手段だが、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。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かかる技術**開発は、近年米国国防高等研究計画局（DARPA）が力を入れて取り組む等（※2）（※3）、**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。
- 我が国はミュオンを含む素粒子物理学に人材を含め強みがあり、構造物イメージング等の研究を先導した実績があるが、欧米において大型の各種研究開発が増えている。
 - （※1） 物体を透過したミュオンを検出器で検出し処理することにより構造物イメージング等を行う。国内では例えば火山の内部のマグマの可視化により噴火予測技術の研究等が行われている。
 - （※2） DARPA Subterranean Challengeでは地下のトンネルや洞窟を動きまわり、マッピングする能力をもつロボット（物理・シミュレーション）の能力を競う競技大会が開催された（2021年）。また、時刻同期に関しては、Robust Optical Clock Network（ROCKN）が本年開始され、サイズ等を抑えつつ、GPS衛星の原子時計よりも優れた時刻同期精度とホールドオーバー（GPS信号を失っても正確な時刻を保持できる期間）の実現を目指している。
 - （※3） ミュオンは透過性に加え指向性が高く、妨害や盗聴は困難という特性があり、位置推定、時刻同期、通信での活用における利点となり得る。



□ 宇宙線を用いた**革新的測位・構造物イメージング等応用技術**

個別の課題認識と考えられる技術の例：

次世代半導体材料・製造技術

【課題認識】

- **半導体**は、5G・ビッグデータ・AI・IoT・DX・電化等のデジタル社会を支える重要基盤であり、**経済安全保障上の特定重要物資として指定**。各種施策により、従来型半導体及び半導体のサプライチェーンを構成する部素材等の安定供給に対する支援や、先端半導体の安定供給、次世代半導体の研究開発のための支援などを行っているところ。
- こうした状況を踏まえつつ、次世代半導体技術の更なる発展に向けて、その製造基盤においてキーテクノロジーとなり得る**革新的技術の確保・強化を通じた優位性・不可欠性の獲得が戦略的に重要**。
- また、Society5.0に示されたようにEV・再エネの普及や宇宙空間を含めた次世代情報通信網の実現が社会的要求となり、半導体デバイスには、**より高出力でより高効率（低損失・省エネ）な出力制御や過酷環境（高温・高放射線等）下での出力制御の実現**が求められている。

【考えられる技術の例※】 ※関係省庁・有識者からの事務局ヒアによる。

□ 次世代半導体微細加工プロセス技術

- 半導体集積回路の**微細加工プロセス技術**は、電子機器のさらなる高性能化に必要不可欠。現在、微細加工の中核を担う露光技術やその周辺技術は海外企業の寡占状態にあるが、その莫大な電力消費やランニングコストが各国で社会問題となっている他、更なる微細化を追求するには光源の強度に限界が存在。このため、よりエネルギー効率が高く省エネ（エコ）・省スペースを実現する**革新的なレーザー技術・ミラー作成技術の開発やその周辺技術の高度化**、さらには最先端のEUV露光技術を超える**全く新しい技術の開拓に取り組むことが考えられるのではないか**。その際、半導体製造以外の用途の可能性についても開拓すべきではないか。

□ 高出力・高効率なパワーデバイス/高周波デバイス向け材料技術

- SiやSiCなど既存の半導体に比べ**高効率で省エネ効果が高く、また超高電圧や過酷条件下でも低損失の電力制御が可能なパワーデバイス**や、**より通信距離の長い通信装置を作動させるための高出力高周波デバイス**を開発する事が、EV・再エネの普及と過酷環境における出力制御に関する課題の克服と、次世代情報通信網の実現にそれぞれ必要ではないか。また、これらの開発デバイスを、EV関連設備、再生エネルギー関連設備、移動体通信、衛星通信、各種レーダー等への活用を図り、民生分野・公的分野の利用につなげていくことが重要ではないか。例えば、我が国が優位性を確保し得るガリウム化合物半導体の実用化・実装に向けた取組みを進めることで、このような次世代半導体デバイス技術を実現できるのではないか。

個別の課題認識と考えられる技術の例：

孤立・極限環境に適用可能な次世代電池技術

【課題認識】

- 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などをはじめさまざまな分野の電化に不可欠な**蓄電池の開発・生産は、我が国にとって戦略的に重要**。また、蓄電池は領域を問わず**あらゆる産業において、無人化・省人化の課題解決の重要な要素の一つ**となっている。
- このような中、宇宙空間の利用の広がりや海洋資源開発の重要性の高まりなども背景に、宇宙空間・海洋・島嶼といった**孤立・極限環境において利用可能な、高耐久・高安全・広温度域で動作可能かつ現行のリチウムイオン電池と同程度の高いエネルギー密度を保持する次世代蓄電池**の需要が高まっている。

【考えられる技術の例※】 ※関係省庁・有識者からの事務局ヒアによる。

□ 孤立・極限環境に適用可能な次世代電池技術

- **極高温から極低温までの幅広い温度域で動作し、より耐久性・安全性に優れた次世代蓄電池**により、宇宙空間・海洋・島嶼といった孤立・極限環境における活動はもとより、災害時における非常用電源としての活用、自動車・飛翔体などでの利用を想定した**新たな需要を開拓**し、民生分野・公的分野の利用につなげていくことが重要ではないか。
- 現行のリチウムイオン電池と比較して、例えば全固体電池は、発火リスクが少なく安全であること、広い温度域での動作が可能といった特徴がある。なかでも、一部の研究機関や大学で研究が進む不燃型の酸化物系の固体電解質を活用した酸化物型全固体電池については、セラミック（酸化物）という極めて安定な電解質を活用するため、特に優れた耐久性・安全性を有するとともに、新たな電池構造の採用により高エネルギー密度化、高出力化が可能である。また、国内の民間企業もその材料に強みを有しているところ、**官民の協力による次世代蓄電池技術の開拓**が我が国の優位性の確保に繋がられるのではないかと。

個別の課題認識と考えられる技術の例：

多様な機器・システムへの応用を可能とする超伝導基盤技術

【課題認識】

- MRIやNMR等の先端研究分析機器をはじめ、医療、エネルギー、輸送等、経済産業活動や国民生活を支える基盤となる広範な分野で用いられている**超伝導技術**は、強い磁場の発生や電気抵抗がゼロとなる特性により、**革新的なアプリケーションを生み出す**ことが見込まれており、将来的にも、モータ、発電機、電力ケーブルといった基幹部品や、電力貯蔵といった**重要インフラ等に革新を起こすことが期待**されており、今後の市場の拡大が見込まれている。
- 現在実用化されている超伝導機器の多くは「低温超伝導」技術を用いており、冷媒として希少資源かつ高額な液体ヘリウムが必要不可欠となる。近年、世界的なヘリウム供給危機や市場拡大への期待も背景に、国際的に、液体ヘリウムを必要としない「**高温超伝導技術の実用化に向けた開発競争が激化**。我が国は高温超伝導物質を数多く発見してきた強みがあり、技術的に世界をリードしているが、**近年、急速なキャッチアップの流れ**が起こっている。

【考えられる技術の例※】 ※関係省庁・有識者からの事務局ヒアによる。

□ ヘリウム冷媒フリー高温超伝導基盤技術

- 我が国は高温超伝導機器を実現するために不可欠な線材やマグネット技術について強みを有しており、世界的な高温超伝導線材メーカーも複数存在。他方、現在一部において実用化されている高温超伝導機器に用いられている材料は、脆く壊れやすいテープ型が主流であり、強い磁場を発生させるためのコイル化等が困難なことから、その応用が進んでいない。このため、国際的な価格競争への優位性獲得も視野に、世界に先駆け、**より取扱いやすく高機能な線材や、よりコンパクトで大電流密度に耐え得るコイル化技術**を獲得することで、先端研究分析機器等への適用を進め、我が国の優位性の獲得に繋げることができないか。さらに、これらの素材・技術の獲得に向けては、超伝導の様々な分野への展開を見据えて技術開発を行っていくことが重要ではないか。

第9回研究開発ビジョン検討WG（横断領域・サイバー空間領域）における議事のポイント

領域横断全体に関すること

- 「取組を強化すべき今後の課題に関する背景等」や「課題解決の方向性と考えられる技術の例」については、概ね妥当ではないか。
- 先端製造技術について：金属積層造形については、実用化を見据え、**高精密度・高速度の両立を目指す**とともに**国際標準化にも取り組むべき**ではないか。また、高融点材料も対応可能となるよう、**非溶融型の技術についても検討が必要**ではないか。レーザー加工技術については、**ファイバーレーザー以外も視野に入れるべき**ではないか。また、**加工以外の用途への展開も念頭に**研究開発を進めるべきではないか。
- 省レアメタル高機能金属材料について：超合金については耐熱材料の多くが高融点であるので、これも同様に、例えば**非溶融型も含めた積層造形技術や、焼結技術といった加工技術**も検討すべきではないか。また、**製造加工までを視野に入れた開発が必要**ではないか。磁石については、例えば、モーターやインダクターに用いられる**軟磁性材料も**、我が国の強みに繋がる重要な技術であり、**K Program以外の取組を含め一層強化していくべき**ではないか。
- 接着技術について：非破壊解析技術として、汎用性の高い**X線イメージングの高性能化**や**分子レベルでの構造解析**も視野に入れるべきではないか。
- 次世代半導体材料・製造技術について：微細加工技術については日本の強みであるレーザー技術を活かして**既存技術に置き換わる技術の開発**が重要ではないか。そのためには**本プログラムの先も見据えた研究開発**とするべきではないか。パワーデバイス・高周波デバイス技術については、所要の機能を得るために重要な周辺素子、例えばインダクタなどの周辺部品も重要ではないか。また、本プログラムの枠外を含め**最終的にはモジュール化までを見据えた研究開発**とすることが必要ではないか。
- 次世代蓄電池技術について：既存施策の結果も踏まえ、実用化までを見据えた研究開発とすることが重要ではないか。
- 超伝導基盤技術について：使用環境も考慮した用途を踏まえた形で研究開発を進めることが重要ではないか。

その他（人材育成、制度、社会実装など）

- **社会実装を見据え**、ユーザーに何を提供するのかという軸を決めた**研究開発**となるように進めるべきではないか。また、他の施策等で**蓄積されたデータを如何に活用していくか**、**デジタル技術も活用しつつ**検討していくべき。
- 国内のみならず、**国際連携や情報交換**、また、**人材の確保や育成についての視点も重要**ではないか。

経済安全保障重要技術育成プログラムに係る
研究開発ビジョン検討ワーキンググループ
宇宙・航空領域

宇宙・航空領域：経済安全保障重要技術育成プログラムが貢献し得る課題としてのニーズ（先端技術による課題解決が想定され得るもの）

（第1回研究開発ビジョン検討WG資料再掲）

- **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」「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。
- 「経済安全保障重要技術育成プログラム」は、宇宙・航空の経済安全保障の観点から、以下の方向性（基本的ニーズ）に貢献し得るものである。

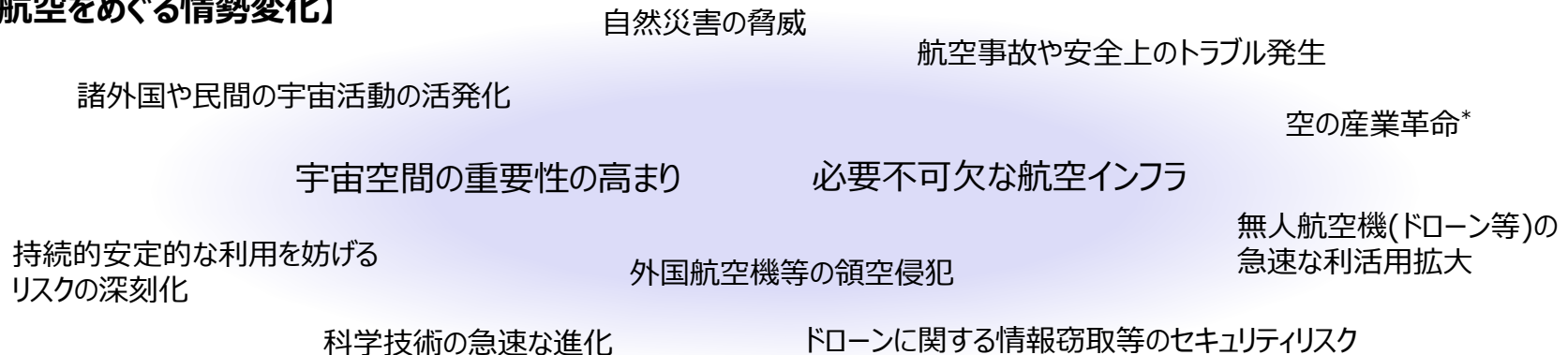
「**宇宙空間を活用した情報収集、通信、測位等の各種能力を一層向上させるとともに、それらの機能保証のための能力**や相手方の指揮統制・情報通信を妨げる能力を含め、平時から有事までのあらゆる段階において、**宇宙利用の優位を確保するための能力を強化**する。」

宇宙基本計画（令和2年6月30日 閣議決定）より抜粋

「**航空は我が国の経済産業活動や国民生活を支える基盤**である。航空は**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（以下略）。」

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

【宇宙・航空をめぐる情勢変化】



*「空の産業革命」とは、（中略）多様な産業分野の幅広い用途に小型無人機が利用されるようになることで、小型無人機による空の活用を通じて、産業、経済、社会に変革をもたらすことと考えられる。将来的には、多数の自律飛行する小型無人機が空を飛び交って、都市における物流などの様々なサービスを提供する社会が実現することも想定される。」

「空の産業革命に向けたロードマップ 2018 ～小型無人機の安全な利活用のための技術開発と環境整備～」補足資料より抜粋

宇宙・航空領域：経済安全保障重要技術育成プログラムが貢献し得る課題としてのニーズ（先端技術による課題解決が想定され得るもの）

（第1回研究開発ビジョン検討WG資料再掲）

- 宇宙・航空における我が国の方向性（基本的なニーズ）の実現に向けては、**宇宙・航空システムの持続的かつ安定的な利用の確保**、およびその**維持・発展を継続的に支えていく**ことが必要である。
- 取組にあたっては、**衛星等を用いた情報収集や通信等の能力向上**、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**を推進すること、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開発**を行うこと等が、課題としての主なニーズとして存在する。

【基本的ニーズの実現に向けた背景や課題】（課題としてのニーズ）

- ① 宇宙空間の安全保障上の重要性はこれからも一層高まると考えられることから、各種**衛星の有効活用**を図るとともに、**宇宙空間の状況監視体制**の確立を進める必要がある。^{*1}
- ② 小型・超小型衛星の**コンステレーションの構築**が進み、宇宙産業の**ゲームチェンジ**が起こりつつある。我が国が戦後構築してきた宇宙活動の自立性を維持していくためには、**産業・科学技術基盤の再強化**は待ったなしの課題。^{*1}
- ③ 持続可能で強靱な社会の実現に向けて、物流、オンデマンド旅客輸送、災害・危機管理対応等への**無人航空機（ドローン）の利用**が期待される。^{*2}
- ④ 将来においては、**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求された上で、「より速く」、「より正確に」、「より快適に」、「より無駄なく」といったユーザー個々の**ニーズに細かく対応したサービス**が提供される。^{*2}
- ⑤ 我が国航空機産業が**国際的な優位技術を有する先進材料分野**が挙げられ、これらは引き続き**国際的な優位性を維持**することが必要。これに加え、超音速機のソニックブーム低減技術、コアエンジンの環境負荷低減技術等、**世界最先端レベルの技術及び産業分野が有する生産技術、情報技術における優位性の維持**が重要。^{*2}

*1 宇宙基本計画より抜粋

*2 航空科学技術分野に関する研究開発ビジョン最終とりまとめ（令和4年2月航空科学技術委員会）より抜粋

【基本的なニーズ（宇宙空間を活用した情報収集、通信、測位等の各種能力の向上）に係る課題認識※】

※関係省庁・有識者からの事務局ヒアによる。

- 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36,000km離れているため、**データ伝送容量が限られる他、遅延が大きい。**
- 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。**
- 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。**
- 現状、衛星リモートセンシングには光学センサ（可視・赤外、熱赤外等）・マイクロ波センサ（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）等に一定の限界が存在。**



- 新たな低軌道衛星通信ネットワークや先端的なセンサー技術を活用した、**衛星通信・センシング能力の抜本的な強化を図ることができないか**
（よりセキュアで大容量・低遅延に・より多用途に高頻度・高解像度で）

- 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技術

宇宙領域（１）：さらに取組を強化すべき今後の課題に関する背景等

【基本的なニーズに係る課題認識※】

※関係省庁・有識者からの事務局ヒアによる。

（宇宙空間を活用した情報収集、通信、測位等の各種能力の向上）

- 安全保障や防災等の分野においては、迅速かつ継続的な**宇宙空間等からの状況把握**が求められる。
- そのためには、観測対象に応じて多様な情報を収集できるよう、**常時性・継続性**を確保し、**より高精細な画像取得**を可能とするセンシング能力が必要。
- **静止軌道上の観測衛星**は、常時性・継続性が期待できるが、搭載される既存のセンシング技術では高精細な画像データの取得には限界がある。
- **低軌道上の観測衛星**からのセンシングは、地球全体を広域に観測できるメリットがあるが、1日あたりの観測回数に限りがあり、常時性の確保には限界がある。
- また、**航空機**は機動的な観測が可能だが、気象条件の影響も受けやすく、常時・継続的な観測への対応は難しい。

- 状況把握能力をさらに高めるため、**低軌道上の衛星や航空機からの観測を補完・補強し、多層的な連携**ができないか。
- 例えば、静止軌道や成層圏などの**高高度域からのセンシング能力の抜本的な強化**を図ることができないか。

衛星通信・センシング能力の抜本的な強化

【考えられる技術の例※】 ※関係省庁・有識者からの事務局ヒアによる。

□ 高高度無人機を活用した高解像度かつ継続性のあるリモートセンシング技術

- 低軌道衛星や航空機を補完・補強し、我が国周辺の状況把握を可能とするセンシング能力を高めるため、**成層圏を活用**し、特定地域を長時間滞空可能な高高度無人機によって、海洋状況把握や自然災害への対応に必要な情報を、**高解像度かつ継続的に観測する事を検討**できないか。
- 高高度無人機は実用化に向けた開発は欧米にて研究開発が進められているが、供給電力に限界があることから、現在の実証段階は低緯度地域にとどまり、高緯度地域での長期航行の実現には至っていない。また、高精度なセンシングを行うには比較的センサが大型化するが、ペイロードの重量に限界があり、供給電力にも制約があるため、センシングへの高高度無人機の活用は進んでこなかった。このため、高高度無人機の高緯度での長期航行とこの活用による観測を実現する**動力源の確保**と併せ、効率的・効果的な運用を実現するための**運航管理及び観測に適したセンシングにかかる技術の確立**が必要ではないか。例えば、船舶等の海上の物体を識別・動静把握するためのセンサや、従来困難とされていた海上の空気中の水蒸気や気圧・風速等の常時観測を可能とするセンサの小型・省電力化技術等を、データ解析技術と併せ開発することが考えられるのではないか。

□ 超高分解能常時観測を実現する光学アンテナ技術

- 災害時等の迅速な状況把握に観測衛星による情報取得が不可欠となっているが、より高精細なデータ取得のため観測衛星は地球に近い低軌道を周回していることから、日本上空に滞在している時間、すなわち観測頻度に限界がある。静止軌道上の衛星からであれば、リアルタイムで日本周辺を観測可能であるが、地上との距離が離れるため分解能が低くなるのが課題であり、災害時等に活用できるレベルの画像取得の実現には至っていない。このため、まずは、**静止軌道からでも状況把握に適した観測**が可能となるような、**高分解能を実現する光学アンテナ（鏡）の基盤技術の獲得**が必要ではないか。その際には、我が国が強みを持つ、材料・精密部品製造技術やこれまでに培われた光学センサのインテグレーション技術等を活用する事が可能ではないか。

宇宙領域（２）：さらに取組を強化すべき今後の課題に関する背景等

【基本的なニーズに係る課題認識※】

※関係省庁・有識者からの事務局ヒアによる。

（宇宙空間を活用した情報収集能力等の機能保証のための能力強化）

- 安全保障・経済・社会活動における宇宙システムの重要性が一層高まる一方で、宇宙空間の持続的かつ安定的利用を妨げる脅威・リスクは深刻化しており、**宇宙状況把握能力等の機能保証の強化**が必要である。
- 例えば、コンステレーション等による衛星数の増加により、**宇宙空間の混雑化**がさらに進むことで、デブリの発生やデブリ回避のための軌道修正の頻度が増加するなど、宇宙システムの安定的利用に際して懸念が高まりつつある。
- 運用中の衛星は、**燃料枯渇や機器故障**といった問題が生じても解決が難しく、タイムリーな輸送によって衛星をリプレイスすることも困難であることから、現状では**運用リスクが高い**といえる。よって**衛星のライフサイクルを適切に管理**することが重要である。

- 宇宙空間における**活動内容を拡充・高度化し、宇宙利用の優位を確保**するための基盤として、宇宙システムの**安全かつ安定的な利用を継続して確保**していくために、**衛星の長寿命化等**を実現する技術を獲得できないか。

機能保証のための能力強化

【考えられる技術の例※】 ※関係省庁・有識者からの事務局ヒアによる。

□ 衛星の寿命延長に資する燃料補給技術

- 衛星の寿命は、燃料積載量が主な制約の一つであるが、衛星の大きさ・重量等の制約により、打上げ時に充填できる燃料には限界がある。また、財政や我が国内の輸送システムに限りがある状況等を踏まえると、必ずしもタイムリーな衛星のリプレイスが困難であることから、従来の「衛星＝使い捨て」「一度打ち上げたら手を加えられない」という考えから転換し、衛星の寿命延長を図ることが重要である。このため、我が国が優位性を持つ制御が可能な衛星への接近・捕獲技術をさらに伸ばしつつ、**軌道上の衛星への燃料補給を実現する基盤技術を世界に先駆けて獲得**することが必要ではないか。また、関連する技術の活用により、衛星を他軌道へ遷移させる等の**新しい市場を生み出す**ことも出来るのではないか。

【課題としてのニーズ（航空産業の拡大、優位技術の維持）に係る課題認識※】

※関係省庁・有識者からの事務局ヒアによる。

- 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共に、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。
- 「より静か」：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が、我が国が有する騒音低減技術は、国際的な騒音基準の策定において参照されるに必要ない技術実証には至っていない。
- 「より速く遠くへ」：現在の構造材料（Ni基耐熱合金等）では、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。さらに、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。
- 「デジタル技術」：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。



- 航空輸送に求められる**性能向上**を図る、**航空機エンジンの先進材料**や将来的な**超音速・極超音速**技術の獲得を見据えた**要素技術**と言った、我が国航空分野における**先端的な優位技術の確保**が重要ではないか
 - 航空機エンジン向け先進材料技術（高耐熱・軽量の**複合材製造技術**）
 - 超音速要素技術（低騒音**超音速機体設計**技術）
 - 極超音速要素技術（幅広い作動域を有する**極超音速エンジン**設計技術）
- また、**デジタル技術**を活用し、**安全認証までを含めた航空機の開発製造効率の飛躍的な向上**を図ることができないか
 - **デジタル技術を用いた航空機開発製造プロセス高度化**（デジタルモデルに基づくシステムエンジニアリング・安全認証技術）

【課題としてのニーズ（無人航空機の利活用拡大、航空の安全性・利便性）に係る課題認識※※】

※関係省庁・有識者からの事務局ヒアによる。

- 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。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。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**。また、無人航空機や関連する技術について**海外企業が商品化**を進めている。

- 先端的な技術（ロボット工学、情報通信技術、センサー技術等）により、安全性・利便性を確保しつつ、**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**を促進できないか。
 - 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**
 - 災害・緊急時等に活用可能な**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**
- また、先進的な領域において**我が国の技術的な優位性につながり得る技術を開拓**をしていくことも重要ではないか。
 - 小型無人機の**自律制御・分散制御**
 - 空域の安全性を高める**小型無人機等の検知技術**
 - 航空安全等に資する小型無人機の**飛行経路の風況観測技術**

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

【考えられる技術の例※】 ※関係省庁・有識者からの事務局ヒアによる。

□ 長距離物資輸送用無人航空機技術

- 近年、マルチコプターに代表されるドローン等の小型無人機の物流への利活用が進みつつあるが、ペイロード・航続距離に制約が存在する。多くの島嶼を有し、広い領土・領海を有する我が国の輸送ニーズに対応するためには、我が国が優位性を確保し得る技術として開発が進むハイブリッド動力システム等を活用した、**ペイロード・航続距離を一層向上した無人航空機を実現する革新的な要素技術**の開発・実証が必要ではないか。その際には、機体の軽量化に加え、その後の社会実装に結び付ける上で、ペイロード、航続距離、滑走路制約下での離着陸機能など、**我が国の実利用ニーズを踏まえた設計概念とその実証**が重要ではないか。

第9回研究開発ビジョン検討WG（宇宙・航空領域）における議事のポイント

宇宙・航空領域全体に関すること

- 「取組を強化すべき今後の課題に関する背景等」や「課題解決の方向性と考えられる技術の例」については、**概ね妥当**ではないか。
- 高高度無人機を活用した高解像度かつ継続性のあるリモートセンシング技術について：高高度無人機を**観測用途として使用する方向性は良い**。コンポーネント技術について、**幅広く出口を設定し、多方面への利用展開**を想定すべきではないか。その際、通信系、画像処理の技術も組み合わせたシステム化についても検討が必要ではないか。また、コンポーネント技術に焦点をあてつつも、**将来的には機体開発も視野**に入れていくと良いのではないか。さらに、**海外との連携により実証機会を増やす**ことも重要ではないか。
- 超高分解能常時観測を実現する光学アンテナ技術について：利用用途を広げるために**可視光以外の波長帯**を取り込むなど、機体システムとの相性を考えながらセンサ等の開発を検討していくことが必要ではないか。
- 衛星の寿命延長に資する燃料補給技術について：どのように**国際標準化**をリードしていくのかも念頭に置きながら、開発や運用の方向性を考えるべきではないか。
- 長距離物資輸送用無人航空機技術について：将来的にレベル4での飛行を行うには、従来の航空機と同じ空域を安全に棲み分けることが不可欠になるので、**運航管理**という視点について十分に配慮すべきではないか。また、想定する用途を踏まえて、**機体の認証も視野**に入れたプロジェクトを組むべきではないか。更に、幅広くニーズを取り入れて取り組むべき中で、将来的にはより大型の無人航空機も視野に入れつつ、まずは、国内の法制度を踏まえて、総重量150kg程度をメルクマールにすることではないか。

その他（社会実装など）

- 数多くのステイクホルダーを巻き込み、**ビジネス展開も含めたエコシステム**をどう作っていくかという視点も重要ではないか。
- 社会実装の観点からは将来的に**海外展開することを視野**に入れる必要があり、そのためには、海外での認証の獲得が課題となる。ICAOなど**国際的なレギュレーションの議論**を、日本としても積極的にリードしていくことが重要。

経済安全保障重要技術育成プログラムに係る
研究開発ビジョン検討ワーキンググループ
バイオ領域

バイオ領域：経済安全保障重要技術育成プログラムが貢献し得る 様々なニーズと課題

(第1回研究開発ビジョン検討WG資料再掲)

- バイオテクノロジーや健康・医療などにおいて分野別戦略を策定し、取組を進めている一方、国民の安全・安心の確保といった観点からの検討は網羅的に整理されているとは必ずしも言えず、化学・生物物質等によって生じる脅威への対応など、**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検討を進める必要がある**のではないかと。

※なお、近年新たに策定された「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。

【バイオをめぐる情勢変化】<例>

- 感染症の世界的流行
- 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
- 英米を中心とした国家主導ゲノムプロジェクトの活性化
- 人為的なバイオセキュリティリスク、バイオテロ等への懸念、など

【背景や課題】（課題としてのニーズ）<例>

- 国家安全保障に関わる情報に加え、特に、国民の**個人情報**や国際競争力の源泉となる**知的財産に関する情報**は、**国として防護すべき重要な対象**であり、経済安全保障の観点も含め、こうした情報の横断的な防護に向けた対策を強化する。^{*1}
- データ基盤の整備に当たっては、現時点で認識されている課題の解決のみならず、今般の新型コロナウイルス感染症の拡大のような**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もの**とすること等への留意が重要である。^{*2}
- まだ見ぬ感染症対応も含めたアンメット・メディカル・ニーズに応えられるだけの創薬力を維持・強化する（以下略）^{*3}

^{*1} サイバーセキュリティ戦略（令和3年9月28日閣議決定）

^{*2} 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）

^{*3} 医薬品産業ビジョン2021（令和3年9月13日厚生労働省）、より抜粋

【これまでに特定した課題認識】

- **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。**
- **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。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。このため、我が国独自の革新的技術の開拓が、優位性・不可欠性につながる可能性。**
- 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、当該技術を我が国として自律的に開発・保有することも重要。



□ **生体分子シーケンサー等の先端研究分析機器・技術**

個別の課題認識と考えられる技術の例：

多様な物質の探知・識別を可能とする迅速・高精度なマルチガスセンシングシステム技術

【課題認識】

- 安全・安心な国民生活や経済活動の維持のためには、日常生活や経済活動における環境を**継続的にモニタリング**しつつ、迅速かつ高精度に異常を検知・識別し、適切な対応につなげていくことが必要。
- 中でも、災害現場等での危険物質や多くの人が集まる駅や空港、工場等で屋内外の空気中の微量な有害物質の検知・識別は、二次被害や不慮の事故を未然に防ぐために重要であり、微量であっても吸入や接触により人体への影響が大きいものがあることから、物質に応じた適切な対応のため、**迅速かつ高精度に行うことが求められている**。
- 他方、このような多くの人が集まる雑多な環境や災害現場等においては、検知・識別対象となる物質以外にも**測定環境中に多様な物質が存在**する。既存のガス分析器では、このような環境中の多様な物質の処理に時間的・機材的に多くの資源を要し、オンサイトで分析が困難であるなど使用条件が限られ、**その迅速性や精度に限界**がある。

【考えられる技術の例※】 ※関係省庁・有識者からの事務局ヒアによる。

□ 多様な物質の探知・識別を可能とする迅速・高精度なマルチガスセンシングシステム技術

- 既存のガスセンサも活用しつつ、**複数のセンサを組み合わせ、その計測データを統合的に解析し、データの相関等から高精度に混合物の識別を行うソフトウェア**を開発するとともに小型の計測システムとすることで、非侵襲/非接触で継続的にモニタリングしつつ、微量な複数の物質を迅速かつ高精度に検知・識別できるオンサイト分析システムの実現につなげることはできないか。その際には、大学等における知見も活用し、従来の小型ガスセンサでは検知できない濃度等での識別も可能となるような**革新的なセンシング技術の開拓**も重要ではないか。

個別の課題認識と考えられる技術の例：

有事に備えた止血製剤製造技術

【課題認識】

- 感染症の流行や地震・噴火といった自然災害など、**突発的に発生する有事に対し**、被害を最小限に抑え、自律性を確保した形で対応可能な「**備え**」をすることは、我が国にとって**戦略的に重要**。
- 中でも、**医薬品は被災者等の救命・救急医療に必要不可欠**であり、平時から有事に備えた供給体制の構築を進めることが重要。医薬品の種類によっても長期備蓄が可能なものから、保存期間が極めて短いものまで多種多様であり、**想定される被害に応じた備えが必要**となる。
- 例えば、重度外傷を被った被災者等の救命・救急においては、血漿：血小板：赤血球の1：1：1の輸血が重要(*)とされているが、**ヒト由来の血小板製剤については、その性質上、長期保存が困難**。

※「大量出血症例に対する血液製剤の適正な使用のガイドライン」, 2019年, 日本輸血・細胞治療学会

【考えられる技術の例※】 ※関係省庁・有識者からの事務局ヒアによる。

□ 有事に備えた止血製剤製造技術

- 大量出血を伴う**重度外傷を被った数多くの被災者等の救命・救急医療を実現する技術**として、先端的な技術を活用し、**ヒト血液由来の血小板製剤に過度に依存しない止血製剤**を開発し、有事に備えた備蓄に繋げることができないか。この際には、血液内の血小板を活性化させ効率的に凝集させる血小板凝集促進製剤や血小板そのものについて長期間の備蓄を前提とした生産技術や緊急時に現地で連続的に生産する技術の開発が必要ではないか。

個別の課題認識と考えられる技術の例：

脳波等を活用した高精度ブレインテックに関する先端技術

【課題認識】

- 超高齢化や社会問題の複雑化が進む現代において、脳が関連する認知症やうつ病などの精神・神経疾患などの対策は我が国のみならず国際社会にとって重要な課題。これらの疾患を未病段階で早期に診断し、治療につなげることは、国民の安全やクオリティオブライフ（QOL）の向上に直結。
- このような中、ヒトの脳波等を計測・解析し脳の状態や機能を評価する技術である**ブレインテック**（脳科学技術）は、精神・神経疾患等の**診断・治療**や脳損傷の**リハビリテーション等への応用が期待**されている。ビジネス分野（マーケティングやヘルスケア等）に大きなインパクトを与えるとされ、各国で大きな投資がなされるとともに、米国を中心に多数のスタートアップが現れており、新産業創出の機運も高まっているなど、**国際的にもブレインテックに関する議論・取組が進んでいる**。このような新興技術の開発に遅れをとる場合、ライフサイエンス分野における我が国の優位性・自律性が脅かされるおそれがある。
- また、脳波等の計測には、測定精度が高い脳に装置を埋め込む**侵襲型**と埋め込みをしない**非侵襲型**があり、米国が**侵襲型**で他国を圧倒している一方で、**侵襲型は使用者への心理的・身体的負担が高い**といった側面から特に我が国においては社会的受容が進まない可能性があるほか、安全評価試験を行う上でも多大な時間・コストを要する。

【考えられる技術の例※】

※関係省庁・有識者からの事務局ヒアによる。

□ 脳波等を活用した高精度ブレインテックに関する先端技術

- 我が国は脳波の解読等を行う**非侵襲型**の技術に一定の強みを有しているところ、**非侵襲型**の脳波の計測のノイズ対策等により正確性や信頼性を高め、微弱な脳波を長時間、安定的に計測できるよう**計測機器（EEG等）の高度化**を推進することが重要ではないか。同時に、我が国の大学等にて研究が進む脳機能の知見を活用した**計測技術やアルゴリズム開発を最先端材料技術に組み合わせ**、我が国の技術的優位性を維持・確保できるよう戦略的な開発を進めることが重要ではないか。なお、その際には、思考や感情を司る「脳」という器官に働きかける技術であることにかんがみ、**安全面だけでなく、ELSIやプライバシー保護の観点も考慮**していく必要があるのではないか。

第9回研究開発ビジョン検討WG（バイオ領域）における議事のポイント

バイオ領域全体に関すること

- 「取組を強化すべき今後の課題に関する背景等」や「課題解決の方向性と考えられる技術の例」については、概ね妥当ではないか。
- ガスセンシングについて：使用環境でセンサの感度が変わり得るので、パラメータを充分に取る等、**丁寧に進めていく事が重要**ではないか。また、化学物質のみならずウイルス等の**生体物質のセンシングも検討**すべきではないか。
- 人工止血製剤について：**広く応募が可能となるような研究開発構想**とすべきではないか。
- ブレインテック：経済安全保障上の視点から、**本技術が目指すべきアウトカムをしっかりとった研究開発構想**とすべきではないか。また、**計測技術と計測結果のデータ処理**（アルゴリズム）について、個別に行うのではなく、**双方関連付けて研究開発**を行うべきではないか。また、外部刺激に対する脳機能を詳細に知ることは、感情の誘導やコントロールといった事に使われると言った懸念もあり、国際協調の観点も念頭に、**プライバシーのみならず社会に与えるインパクトの大きさに配慮しながら進める**必要があるのではないか。

その他（人材育成、制度、社会実装など）

- **食料安全保障は重要なテーマ**であるが現時点で提案に至っていないので、**継続して検討を進める**べきではないか。
- 事務局提案の検討過程においては、**有識者から意見を聴取する場をもっと多く持つ**て良いのではないか。
- 本プログラムのみならず、**これまでにない発想で、様々な技術を組み合わせることで社会課題に果敢に挑戦**するような事も検討が必要ではないか。また、**日本にしかないような技術をどう有効活用するか**といった視点も重要ではないか。有事に備えるという視点での幅広い検討も重要ではないか。

第10回研究開発ビジョン検討WG（全体会合）における議事のポイント

研究開発の進め方について

- 提案する技術はそれぞれ技術的成熟度に差があるので、**技術フェーズに合った公募を検討すべきではないか。**
- 従来の公募型研究費とは違い、本プログラムでは**関連人材を広く集めつつ統合する形で実施体制を組み、ひとつの社会課題の解決に取り組むといった考え方も重要ではないか。**
- AI技術を社会実装していく上では、**AIコミュニティが様々な領域に入っていく、各領域の問題をAIの活用によって解決することを目指すことが重要であり、そのように進められると良いのではないか。**
- **国際連携の在り方を戦略的に検討すべきではないか。**
- **領域を超え多様な用途への応用が期待**できる技術が複数ある。そのため、領域間の連携を進め、**シーズ側とニーズ側のインタラクションを行うことが重要**ではないか。産学官間の連携には協議会の効果的な運用にも期待。
- 社会実装を円滑に進めるために適切な**知的財産権の取扱い等についても、協議会等も活用しながら、よく検討していくべきではないか。**
- 製造技術のような**共通基盤となる技術**については、産業分野によってその技術の使い方、伸ばし方も異なるので、**成果が産業界全体の利益につながるよう、うまくフィードバックできるようにすべきではないか。**

その他

- 海外から多くの研究者が入ってきているので、本プログラムにおいても**研究インテグリティの確保を徹底していくことが必要ではないか。**
- 最近急速に成長している生成系AIについては、フェイク情報のほかにも、ある特定の意見に誘導していくような、プロパガンダが流布されるようなものもあるので、**将来的には、生成系AIがもつバイアスや公平性を見極め**についても検討していくべきではないか。