

令和 5 年度
「安全・安心に関するシンクタンク機能育成事業」

事業項目③:国際政策動向・情勢分析
最終報告書

令和 6 年 (2024 年) 2 月 29 日

慶應義塾大学

慶應グローバルリサーチインスティテュート(KGRI)

戦略構想センター(KCS)

本報告書利用時の注意

無断複製等禁止

本報告書は、内閣府の科学技術振興調査等委託費による委託業務として、学校法人慶應義塾が実施した令和5年度「安全・安心に関するシンクタンク機能育成事業(事業項目③:国際政策動向・情勢分析)」の成果を取りまとめたものです。

従って、本報告書の著作権は、内閣府に帰属しており、本報告書の全部又は一部の無断複製等の行為は、法律で認められたときを除き、著作権の侵害にあたるので、これらの利用行為を行うときは、内閣府の承認手続きが必要です。

免責事項

本報告書は、受諾者が妥当と考える解釈・評価・推論を記載したものです。本報告書の記載内容(解釈・評価・推論、事実関係等を含む)に基づく意思決定とそれによって生じる損害・損失等について、いかなる法人や個人等も一切の責任を負いません。

実施体制

本事業(事業項目③:国際政策動向・情勢分析)の実施体制は、慶應義塾大学グローバルリサーチインスティテュート(Keio Global Research Institute: KGRI)の中に設置された戦略構想センター(Keio Center for Strategy: KCS)にて実施した。本報告書の執筆者としては、細谷雄一戦略構想センター・センター長、森聡同副センター長、鶴岡路人同副センター長が取りまとめた。

また、2023年10月から2024年2月までの期間において、国内外の専門家から聞き取り調査及び調査協力を得て、海外シンクタンクとの連携も行い、「国内外の関係機関との間の調査研究ネットワークの構築」に努めた。¹ 海外シンクタンクとの連携については、具体的には、ケンブリッジ大学地政学研究所(Center for Geopolitics)、ブリュッセル自由大学安全保障・外交・戦略研究所(CSDS)、オーストラリア戦略政策研究所(ASPI)、オーストラリア国立大学国家安全保障研究科(ANU-National Security College)、イタリア国際政治研究所(ISPI)などと共同のワークショップやシンポジウムを開催した。

同時に、「オン・ザ・ジョブ・トレーニング(OJT)による人材養成・能力開発」を目標として、主に慶應義塾大学大学院に在籍する若手研究者にも調査に参画してもらい、本事業を通じて人材育成に努めた。²

本報告書作成の過程で、内閣府科学技術・イノベーション推進事務局及び安全・安心シンクタンク運営ボード等からも適宜有益な助言や指摘を頂き、そこから得られた知見や視点も報告書に活用している。この場を借りて、記して感謝申し上げたい。

(報告書執筆者)

細谷雄一 慶應戦略構想センター・センター長/慶應義塾大学法学部教授
森聡 慶應戦略構想センター・副センター長/慶應義塾大学法学部教授
鶴岡路人 慶應戦略構想センター・副センター長/慶應義塾大学総合政策学部准教授

(国内専門家調査協力者)

佐竹知彦 青山学院大学国際政経学部准教授
相良祥之 国際文化会館・地経学研究所主任研究員
小木洋人 国際文化会館・地経学研究所主任研究員
鈴木均 国際文化会館・地経学研究所主任客員研究員
加藤智裕 一橋大学大学院法学研究科博士課程
山本みずき 慶應義塾大学大学院法学研究科博士課程
堀田主 日本学術振興会特別研究員
江頭龍士郎 慶應義塾大学大学院法学研究科修士課程

(国外専門家調査協力者)

ウェスリー・ウィドマイヤー(オーストラリア国立大学アジア太平洋研究科教授)
ディルク・ファン・デル・クレイ(オーストラリア国立大学国家安全保障研究科研究員)
ジュニファー・パーカー(オーストラリア国立大学国家安全保障研究科エキスパート・アソシエート)
ベンジャミン・ハースコーヴィッチ(オーストラリア国立大学規制グローバル・ガバナンス研究科リサーチ・フェロー)
トバイアス・ゲールケ(欧州外交評議会上級政策フェロー)
マーイケ・オカノ=ハイマンス(オランダ国際問題研究所上席研究員)
ミハエル・ライテラー(ブリュッセル自由大学特別教授、元 EU 駐韓国大使)

¹ 内閣府科学技術・イノベーション推進事務局「安全・安心に関するシンクタンクの基本設計」2023年4月7日、https://www8.cao.go.jp/cstp/anzen_anshin/sekkei.pdf、1頁を参照。

² 同上。

目次

【本篇】

第1章 国際政策動向と日本の戦略

- 1 国際情勢の変動の中の国際政策動向の分析
- 2 総合性が必要となった科学技術・イノベーション政策
- 3 「国際情勢リスク」と「国際連携」
- 4 「軍事主導アプローチ」と「非軍事主導アプローチ」
- 5 モデルとしての EU における科学技術・イノベーション政策

第2章 国際情勢から派生する技術ニーズを分析する手法

- 1 課題
- 2 国際情勢リスクと技術ニーズ
- 3 日本のサプライチェーンリスクに由来する技術ニーズを分析する手法
- 4 日本の安全保障リスクに由来する技術ニーズを分析する手法
- 5 グローバルな新興技術トレンドと技術ニーズ
- 6 国際連携と技術ニーズ

第3章 国際情勢リスクからみた重要技術の分析に関する提言

- 1 分析手法について
- 2 分析体制について
- 3 重要技術に係る政策について

【補論】

【国際的な先端技術開発政策の動向——国家的な取決の参考事例】

I 米国の政策動向——米国の重要・新興技術政策

はじめに

1. 米国における重要・新興技術政策
2. 近年の重要・新興技術のリスト化
3. 重要・新興技術の標準化に関する国家戦略
4. 結論

II 豪州の政策動向

1. 新興技術における優先分野
2. 新興技術分野の豪州にとっての重要性
3. 新興技術分野におけるアクターと課題

III 欧州の政策動向

1. EU 経済安全保障戦略
2. EU における戦略技術選定のジレンマ
3. 日本へのインプリケーション

【国際連携の動向——国際的なニーズ(その1)】

I G7 の国際連携

1. G7 サミットの仕組み
2. アジェンダの推移と経済安全保障の登場
3. 広島サミットに先立つG7仙台・科学技術大臣会合と技術
4. 2023年広島サミットにおける経済安全保障と技術
5. 結論

II クアッドの国際連携

1. 背景
2. 「スピリット・オブ・クアッド」
3. 「技術の設計、開発、ガバナンス及び利用に関する日米豪印原則」
4. 「重要・新興技術標準に関する日米豪印原則」

III AUKUS の国際連携

1. AUKUS とは何か
2. 第2ピラーの意味
3. 第2ピラーの課題
4. 日本へのインプリケーション
5. 日・NATO 連携

【国際情勢リスクの事例分析——国際的なニーズ(その2)】

I ロシア＝ウクライナ戦争の事例分析

1. 背景
2. 加速するドローン開発競争
3. サイバー安全保障の多様化
4. 結論

II 朝鮮半島有事の事例分析

1. リスクシナリオ1: 日米韓へのミサイル攻撃
2. 省レアメタル・非レアメタル化技術
3. リスクシナリオ2: 懸念国・組織とのハイブリッドな武器開発・取引及び決済
4. リスクシナリオ3: 健康危機(生物・化学兵器使用と新興再興感染症)
5. リスクシナリオ4: 電磁パルス(EMP) 攻撃

III 台湾有事の事例分析

1. 問題意識
2. 台湾有事を抑止し、対処するための水中非対称能力
3. UUVを開発・運用する上で必要となる水中無線通信技術
4. 技術開発における可変的目標マトリクス設定の必要性

【本篇】

第1章 国際政策動向と日本の戦略

1. 国際情勢の変動の中の国際政策動向の分析

現在、冷戦終結後でもっとも巨大な国際情勢の変動の中にあり、各国はそれらの変動がもたらす国際情勢リスクを視野に入れて政策を立案し実行していくことが必要となっている。

これまでは、グローバリゼーションの推移とともに国家間相互依存が高まることを想定し、企業は経済的合理性を追求する中で国境を越えたサプライチェーンの構築を行った。また、冷戦の分断を克服したことによって、民主主義や人権、法の支配といったリベラルな価値が、グローバルに広がっていくことが想定されていた。そのことは、中国のWTO(世界貿易機構)加盟や、G7へのロシアの参加によるG8への発展というような国際動向へと帰結した。そのような、いわゆるリベラルな国際秩序の拡大と、グローバリゼーションの拡大という想定は、「オープン・サイエンス」としての国境を越えた科学者の移動や、国際科学協力の推進の背景となっていた。

ところが、そのような楽観的な想定が現在では大きく崩れている。2017年12月に発表された米国の「国家安全保障戦略(National Security Strategy)」では、米中間の「大国間競争」を新しい国際環境の基調と位置付け、米中間でのいわゆる「デカップリング」や「デリスクング」がその後、進行していった。そのような認識は、米国政府内にとどまらなかった。2020年以降の新型コロナウイルスの感染拡大によって、欧州諸国などでも対中不信が増大していき、とりわけ同年6月の香港国家安全法成立によって、中国共産党政権とのより緊密な協力や交流を進めることの困難が認識されるようになった。それと同時に、ポピュリズムやナショナリズムの台頭によって、先進民主主義諸国の国内政治では「自国中心主義」的な動向が強まっていき、政治の二極化もより一層顕著になっていった。

そのような趨勢を決定付けたのが、2022年2月24日に始まったロシアによるウクライナ侵攻であった。日本を含めて国際社会の多くの国が厳格な対ロシア制裁を発動して、それまでのようなロシアとの国際交流や経済関係は大きく分断される結果となった。さらには、2023年10月7日以降は、ハマスによるイスラエルへの武力攻撃、そしてそれに対抗するイスラエル軍によるパレスチナ自治区への報復攻撃によって、世界の分断はより一層強まっている。中東における紛争は、米国、そして欧州諸国を中心に、どちらの側を支持するべきかという国内的な分裂をも引き起こしている。冷戦終結後、かつてないほど世界は分断され、国際社会の基盤が崩壊して、グローバリゼーションは様々な反作用を生じさせている。

上記のような国際情勢の推移、そして国際リスクの増大は、様々な政策領域に深刻な影響を及ぼしている。そのような認識からも、従来の政策を大きく修正するような必要性が、様々な形で浮上してきた。ここでは、そのような問題意識から、国際情勢の変動が、はたしてどのように国際政策動向に影響を及ぼし、そのことが日本の戦略を規定しているのかを検討することになる。

2. 総合性が必要となった科学技術・イノベーション政策

国際情勢の構造的な変化や、多様な国際情勢リスクの顕在化によって、各国ともにより一層総合的な政策の施策が求められるようになった。例えば、それまでは異なる政策領域と認識されることが多かった日本の安全保障政策と、科学技術・イノベーション政策は、より一層深く連関するようになって

た。そして、それらを総合して考えていくことが、これまで以上に重要となっている。科学技術・イノベーション政策と、安全保障政策と、さらには経済成長戦略と、それらが相互に密接に関連するようになっており、それらを完全に切り離して、個別的に実施することが困難となっている。

このような潮流を受けて、科学技術・イノベーション政策は日本の安全保障政策においても中核的な位置を占めるようになった。政府における外交・安全保障の最上位文書となる、2022年12月16日に閣議決定がなされた「国家安全保障戦略」においては、我が国の安全保障に関わる総合的な国力の五つの主要要素の第四として、「技術力」が挙げられている。そこでは、「科学技術とイノベーションの創出は、我が国の経済的・社会的発展をもたらす源泉である。そして、技術力の適切な活用は、我が国の安全保障環境の改善に重要な役割を果たし、気候変動等の地球規模課題への対応にも不可欠である。我が国が長年にわたり培ってきた官民の高い技術力を、従来の考え方にとらわれず、安全保障分野に積極的に活用していく。³」と述べられている。

さらに同戦略は、「外交、防衛、経済安全保障、技術、サイバー、海洋、宇宙、情報、政府開発援助(ODA)、エネルギー等の我が国の安全保障に関連する分野の諸政策に戦略的な指針を与えるもの」であると記されている。⁴ 2013年の「国家安全保障戦略」には書かれていなかった「経済安全保障」という概念が、ここでは含まれていることに留意したい。2013年の「国家安全保障戦略」の文書の際とは異なって、「技術力」と「経済安全保障」が日本の国家安全保障戦略において重要な位置を占めようになったのである。そして、「技術力」と「経済安全保障」の二つが、緊密に関連するようになっている。

国際情勢リスクと国際連携に基づいた日本の科学技術戦略

国家安全保障戦略

(2022年)

・科学技術とイノベーションの創出は、我が国の経済的・社会的発展をもたらす源泉である。そして、技術力の適切な活用は、我が国の安全保障環境の改善に重要な役割を果たし、気候変動等の地球規模課題への対応にも不可欠である。我が国が長年にわたり培ってきた官民の高い技術力を、従来の考え方にとらわれず、安全保障分野に積極的に活用していく。

統合イノベーション戦略

(2023年)

・ロシアによるウクライナ侵略の長期化は、とりわけ、エネルギー、食料、サイバー空間等を取り巻く環境の厳しさを増大させ、サプライチェーンや社会インフラ強靱化の重要性を一層高めている。さらには、各国がポストコロナへと舵を切る中での新たな国際連携構築の動きと相まって、その影響は国内外の幅広い領域に及んでいる。

経済財政運営と改革の

基本方針 (2023年)

・科学技術・イノベーションへの投資を通じ、社会課題を経済成長のエンジンへと転換し、持続的な成長を実現する。このため、AI、量子技術、健康・医療、フュージョンエネルギー、バイオものづくり分野において、官民連携による科学技術投資の抜本拡充を図り、科学技術立国を再興する。

そのような背景からも、2023年6月9日に閣議決定がなされた「統合イノベーション戦略 2023」においては、これまで以上に国際情勢の大きな変動の中での国際情勢リスクを視野に入れる必要が指摘されるようになった。そこでは、次のように記述されている。「科学技術・イノベーションは、気候変動をはじめとする社会課題を成長のエンジンへと転換し、持続的な経済成長を実現する原動力である。同時に、感染症や自然災害等の脅威に対し、国民の安全・安心を確保する観点からも、国

³ 内閣官房「国家安全保障戦略について」2022年12月16日閣議決定。

<https://www.cas.go.jp/jp/siryou/221216anzenhoshou/nss-j.pdf>

⁴ 同上。

家の生命線となっている。ロシアによるウクライナ侵略の長期化は、とりわけエネルギー、食料、サイバー空間等を取り巻く環境の厳しさを増大させ、サプライチェーンや社会インフラ強靱化の重要性を一層高めている。さらには、各国がポストコロナへと舵を切る中での新たな国際連携構築の動きと相まって、その影響は国内外の幅広い領域に及んでいる。今後の情勢の見通しの不透明感も増す中で、科学技術・イノベーションへの期待は新たなフェーズへと進展している。⁵

これらの二つの重要な文書に加え、同年6月16日に閣議決定がなされた「経済財政運営と改革の基本方針2023」(骨太方針2023)においても、「新しい資本主義の加速」をする上で、「投資の拡大と経済社会改革の実行」の五つの柱の第四として、「官民連携を通じた科学技術・イノベーションの推進」が記されている。そこでは、「科学技術・イノベーションへの投資を通じ、社会課題を経済成長のエンジンへと転換し、持続的な成長を実現する。このため、AI、量子技術、健康・医療、フュージョンエネルギー、バイオものづくり分野において、官民連携による科学技術投資の抜本拡充を図り、科学技術立国を再興する」と述べられている。⁶

このようにして、「国家安全保障戦略2022」と、「統合イノベーション戦略2023」、さらには「骨太方針2023」という、三つの政府の文章ともに、科学技術・イノベーション政策の重要性を指摘するとともに、それを考える上での国際情勢の推移を深く理解する重要性が指摘されている。⁷

3. 「国際情勢リスク」と「国際連携」

それでは、なぜそのように国際情勢のイベントとトレンドを深く理解することが重要なのだろうか。第一には、現在世界で、ロシア＝ウクライナ戦争と、イスラエル＝ガザ戦争という、ヨーロッパと中東の二つの地域で戦争が行われていることによって、世界における不透明性がより一層増していることが指摘できる。そして第二には、米中対立の構造的な深刻化によるデカップリング／デリスクングによって、従来自明とされてきた、グローバル化の進展を背景とした「オープン・サイエンス」が大きく揺らいでいることが挙げられる。そして第三には、戦争の継続が様々な国際的合意に基づく制裁措置へと帰結し、科学技術の発展や学术交流、国際科学協力にも大きな影響を及ぼしている。そのような、日本に重大な影響が及ぶような国際情勢リスクを考慮に入れて、日本はこれまで以上に重要技術の特定と、そこへと優先的に研究開発の投資を行うことが必要となっている。ここではこれらの動向を総合して、「国際情勢リスク」と称することにしたい。

さらには、「統合イノベーション戦略2023」で記されているように、科学技術・イノベーション政策の領域においても、「国際連携構築」の動きがより一層重要となっている。外務省ではそのような動きを受けて、2015年9月に「科学技術外交の在り方に関する有識者懇談会」が外務大臣に報告書を提出して、新たに外務大臣科学技術顧問を任命するに至った。⁸ 外務省のホームページでは、「国際

⁵ 内閣府「統合イノベーション戦略2023」2023年6月9日閣議決定。

https://www8.cao.go.jp/cstp/tougosenryaku/togo2023_honbun.pdf

⁶ 内閣府「経済財政運営と改革の基本方針2023について」2023年6月16日閣議決定。

https://www5.cao.go.jp/keizai-shimon/kaigi/cabinet/honebuto/2023/2023_basicpolicies_ja.pdf

⁷ 日本における科学技術・イノベーション政策の展開と、近年の経済安全保障との連関を論じたものとしては、風木淳『経済安全保障と先端・重要技術 一実践論』(信山社、2023年)、渡井理佳子『経済安全保障と対内直接投資 一アメリカにおける規制の変遷と日本の動向』(信山社、2023年)、村山裕三「日本の経済安全保障政策への展望」、村山裕三編『米中の経済安全保障戦略 一新興技術をめぐる新たな競争』(芙蓉書房出版、2021年)などを参照した。

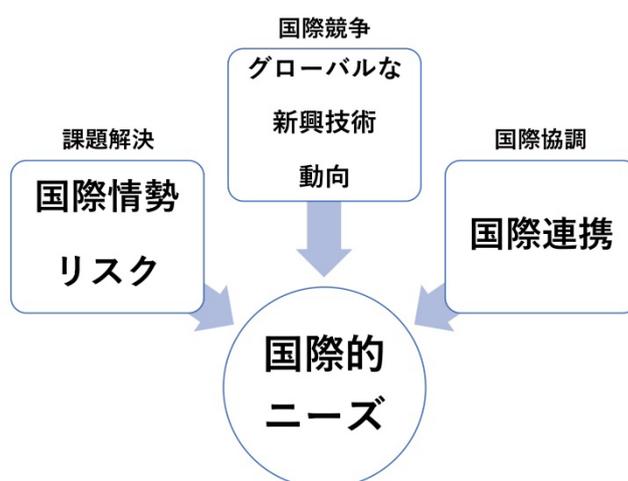
⁸ 「科学技術外交のあり方に関する有識者懇談会報告書」平成27年5月8日。

<https://www.mofa.go.jp/mofaj/files/000079477.pdf>

協力や外交において、科学技術が大きな影響力を発揮する場面が近年増えています」と論じ、「科学技術は、国の安全保障やイノベーションを通じた成長、さらには私たちの生活と福祉の発展を支える重要な要素です。この科学技術と外交とを結びつけた取組を「科学技術外交」と言います」と説明している。⁹ そして、この科学技術外交における重要な一つの柱が、前述の「国際連携構築」である。とりわけ、民主主義や人権、法の支配といった価値を共有する米国、豪州、欧州などの諸国や地域との間で、国際連携において飛躍的な前進を見せてきた。

このようにして、「国際情勢リスク」と「国際連携」の二つが、重要技術を特定する上で考慮する必要がある「ニーズ」を規定する重要な要因といえる。さらには、それらに加えてグローバルな新興技術動向もまた、国際的ニーズを規定している。本報告書では、そのような観点から、重要技術を特定する上で、主要国や機構の国際政策動向を概観してから、どのような国際連携が進行しているのが、さらにはどのような国際情勢リスクが現在重要となっているのかを検討することになる。その上で、それらの要因によって、どのようにして科学技術・イノベーションの進展が見られ、そしてどのようにして重要技術を特定する上でのニーズが見られるのかに焦点を当てていきたい。

重要技術に関する国際的なニーズを特定する分析枠組み



ここで検討する国際連携とは、日本が参画する G7 と「クアッド(日米豪印)」、及び日本が参画していない AUKUS がその中心的な調査・分析の対象となる。

G7 においては、近年は経済安全保障や科学技術分野での協力の重要性が飛躍的に増している。2023 年5月の仙台科学技術大臣会合においては共同声明を発表して、「G7 メンバーは、例えば、EU の研究及びイノベーションに関するグローバルなアプローチの下で立上げられた研究及びイノベーションにおける価値と原則に関する多国間対話や、その他の多国間及び二国間の努力を通じて、共通の理解に達するためにこれらの課題に共に取り組んでいる」と書かれている。¹⁰ 一方では「オープン・サイエンスの拡大で協力」を唱えながら、同時に、次のようにも記されている。「我々は、一部の行為者が、開かれた研究環境を不当に利用し又は歪め、研究結果を経済的、戦略的、

⁹ 外務省「科学技術」(2024 年 1 月 30 日アクセス)。 <https://www.mofa.go.jp/mofaj/dns/isc/index.html>

¹⁰ 内閣府「G7 科学技術大臣コミュニケ(仮訳)」仙台、2023 年 5 月 12 日-14 日。

https://www8.cao.go.jp/cstp/kokusaiteki/g7_2023/230513_g7_kariyaku.pdf

地政学的又は軍事的な目的のために不正に流用しようとする可能性や増大する懸念を共有する。これは、開かれた、透明性のある、相互的で、説明可能な国際研究協力と研究のインテグリティを支える原則と価値を損なうだけでなく、安全保障上のリスクをもたらす可能性がある。この懸念に対処するためには、G7 及び他のパートナーによる十分な情報に基づく意思決定及び適切なリスク軽減措置に基づき、研究及びイノベーションにおける安全、安心かつ開かれた国際協力を継続的に促進すべきである。¹¹このように、科学技術・イノベーション分野においても、「安全保障上のリスク」を考慮する必要と、それゆえに「この懸念に対処するためには、G7 及び他のパートナーによる十分な情報に基づく意思決定及び適切なリスク軽減措置」が必要となることが指摘されている。

さらには、G7 首脳会合レベルでは、G7 広島サミットの5月20日の会合を受けて、経済安全保障上の課題への対処について話し合い、「経済的強靱性及び経済安全保障に関するG7 首脳声明」を発表している。そこでは、「脆弱性を低減するとともに、それらを利用し助長する悪意ある慣行に対抗することにより、経済的強靱性及び経済安全保障に関する進行中の我々の戦略的協調を強化するため、今日、追加的な措置をとること」が合意されている。¹² G7 において、経済安全保障分野で首脳声明を出すのは初めてのことであり、G7 諸国間でのより緊密な「戦略的協調」が必要だとみなされるようになった。

同様に、日米豪印のクアッドの枠組みにおいても、近年は重要技術分野での協力の必要性が、強調されるようになってきた。例えば2023年5月20日の広島で行われた日米豪印首脳会合では、「重要・新興技術標準に関する日米豪印原則」と題する共同文書が発表されて、「技術標準の開発において、産業界主導の、コンセンサスに基づく、マルチステークホルダー・アプローチを支援することにコミットし、信頼性、透明性、開放性、公平性及びコンセンサスを確保する手続きの重要性を認識する」ことが合意された。

2021年9月、米国、英国、豪州の3カ国が、AUKUSとしての安全保障協力枠組みの結成を発表した。これは主に、原子力潜水艦の技術協力(第1ピラー)が中心となっているが、同時にサイバー、AI、量子技術、海中能力の4分野が「第2ピラー」として指定された。この3カ国はいずれも日本と緊密な同盟関係及び安全保障協力関係を構築しており、その国際連携の動向は日本にも大きな影響を及ぼす。それゆえ、その動向に関心を寄せることは、日本の科学技術・イノベーション政策にとっても大きな意味を持つ。

このようにして、本報告書においては、日本の科学技術・イノベーション政策にも重大な影響を及ぼす国際政策動向として、これらの重要技術を中核とした国際連携枠組みの動向にも注目することになる。それらがはたして、どのような方向性を明示し、そしてどのような協力の可能性、そして制約の提示をするかは、日本にとっても重要な関心事項であろう。

4. 「軍事主導アプローチ」と「非軍事主導アプローチ」

本報告書では、上記のような国際連携動向を検討することに加えて、米国の政策動向、豪州の政策動向、そして欧州の政策動向を、比較と検討をしながら概観することになる。

ここで留意せねばならないことは、米国と豪州においては国防省が科学技術・イノベーション政策の推進に主導的な役割を担い、軍事部門主導で大規模な予算が計上されて重要・新興技術の研

¹¹ 同上。

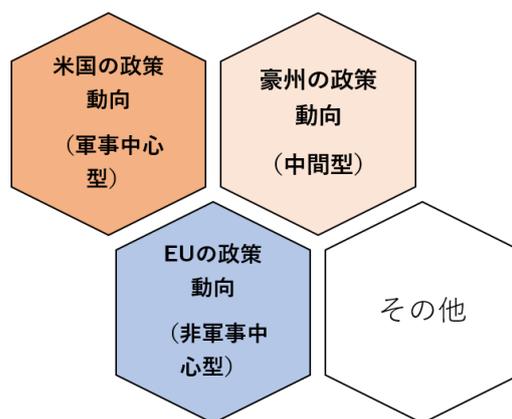
¹² 「経済的強靱性及び経済安全保障に関するG7 首脳声明」2023年5月20日。

<https://www.mofa.go.jp/mofaj/files/100506768.pdf>

究及び開発が進められてきたのに対して、EUにおいてはNATOとの棲み分けもあり、非軍事部門が中心となって科学技術・イノベーション政策が進められてきたことである。

例えば、科学技術振興機構研究開発戦略センターのフェローを務める中山智弘と鈴木和泉は、米国の科学技術政策について「その中で国防部門による技術獲得の果たす役割は、予算規模からも極めて大きかった」と論じ、「第二次世界大戦後は、宇宙、原子力、コンピューター開発の分野で軍産複合体が大きな役割を果たし、重要な先端技術開発が国防部門中心に比較的閉じられた世界の中で行われていた」と指摘する。¹³しかし、冷戦が終結に向かい、ソ連との軍備競争の重要性が後退するとともに、次第に民間部門の技術と国防部門の技術との連関が強まっていった。その結果として、「近年米国では、国防総省において新興技術の獲得方法の中心にイノベーションを据え、技術力の強化に加え、国防総省全体の能力強化のためのイノベーション・エコシステムの構築を行い始めている。¹⁴」また、豪州における科学技術・イノベーションの推進は、国防部門が大きな位置を占めている。このように、米国や豪州のように国防部門が主導して科学技術・イノベーションを推進する政策アプローチを、ここでは「軍事主導アプローチ」と位置付ける。

国際政策動向の比較分析



それとは対照的に、EUの科学技術・イノベーション政策は、同じく欧州における地域的国際機構であるNATOとの棲み分けもあり、非軍事部門が中心となっている。それをここでは「非軍事主導アプローチ」と呼ぶ。日本はEUと同様に、科学技術・イノベーションの推進は、非軍事部門が中心を担っており、その点でもEUとの共通点も多い。したがって、本報告書では、EUにおける科学技術・イノベーション政策において、「非軍事主導」の政策を進めていることに注目して、そこにおける重要科学技術の特定のための方法論を参照することに力点を置いている。

その際に重要な位置を占めるのが、「政策のための科学(Science for Policy)」、及び「証拠に基づいた政策立案(Evidence-Based Policy-Making (EBPM))」というアプローチである。あくまでも十分なデータや科学的な根拠に基づいて、科学技術・イノベーション政策における政策立案、さらには予算策定を行うことが重視されているのである。そして、そのようなEBPMを行う上で、欧州委員会の共同研究センター(JRC)が中核的な位置を占めており、欧州委員会、欧州イノベーション会議

¹³ 中山智宏・鈴木和泉「経済安全保障から見た重要技術とイノベーション・エコシステム:米国の事例から」鈴木一人・西脇修編『経済安全保障と技術優位』(勁草書房、2023年)134頁。

¹⁴ 同上。

(European Innovation Council, EIC)、そして共同研究センター(JRC)が有機的に連携することで、そのようなEBPMや「政策のための科学」が実現していることに注目する。¹⁵

上記のような問題意識からも、本報告書の分析においては、「非軍事主導アプローチ」をとる EU における科学技術・イノベーション政策における、重要技術特定の方法論を主に参考にする。ただし、EU においてもデュアルユース技術への積極的な取組の必要が近年では強調されるようになっており、2024 年 1 月 24 日発表の経済安全保障に関する新しい政策パッケージでもそのことに焦点が当てられていた。同時に、豪州においても従来の国防省が主導する軍事主導アプローチから、より民生技術を中心とする新しいアプローチの重要性が指摘されるようになっており、日本にとっても米国や豪州における軍部主導アプローチにおける重要技術特定の方法論も参照にすることが重要になってきている。

5. モデルとしての EU における科学技術・イノベーション政策

なお、EU においては、域内に五つの研究センターを有する JRC がそのような先端・重要技術の研究開発に取り組んでおり、それは社会科学的な分野を包摂して、多様な分野での報告書や研究成果を公表している。そのような科学的な知見やデータに基づいて、ブリュッセルに位置する欧州イノベーション会議(EIC)において、研究上のプライオリティーを選定し、特定のプログラムへの補助金の支出などを決定することになる。そして、そのような JRC や EIC の助言を受けて、欧州委員会の科学技術・イノベーション政策に反映させることになる。

JRC イスプラには、2000 名近い科学者や研究者、事務員が勤務しており、最先端の科学技術・イノベーションの研究から、民主主義や人口動態、ポピュリズムといった社会科学的な研究領域まで、幅広く日常的に研究を行い、その成果を報告書などの形で政策決定に反映させるエコシステムを形成している。結果として、非軍事主導アプローチとして日本のケースと類似した点が多いことに加えて、より洗練された方法論や、ポリシー・サイクルを形成している。

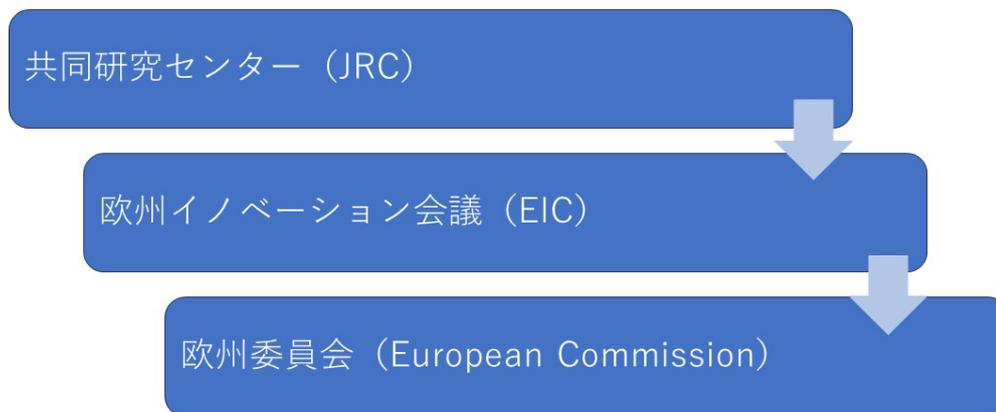
¹⁵ EU の科学技術政策については、高野良太郎・山下泉『EU の科学技術情勢』科学技術振興機構研究開発戦略センター海外動向ユニット、2015 年 12 月、<https://www.jst.go.jp/crds/report/EU20151101.html>、JST 研究開発戦略センター海外動向ユニット「EU・米国における新興・融合研究支援施策」科学技術・学術審議会基礎研究振興部会(第 3 回)参考史料、2019 年 6 月 26 日、https://www.mext.go.jp/content/1422290_12.pdf、外務省欧州連合日本政府代表部「EU の科学技術政策の概要」2023 年 9 月、<https://www.eu.emb-japan.go.jp/files/100549679.pdf>、未来工学研究所「主要国における科学技術・イノベーション政策の動向等の調査・分析」(2020 年 3 月)、及び、Join Research Center, Annual Report 2022, June 2023. <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC132130>

ヨーロッパ全域に広がる研究開発体制

- ① ブリュッセル本部（ベルギー）→統括する事務局機能
- ② イスプラ（イタリア）→欧州最大規模の研究開発施設
- ③ カールスルーエ（ドイツ）
- ④ ペッテン（オランダ）
- ⑤ セビージャ（スペイン）



EU内部における研究調査・開発のフロー



1

以上のような問題意識と方法論を用いて、本報告書では以下の章において、具体的にどのように国際政策動向から技術ニーズを分析して、特定していくかを検討することになる。

第2章 国際情勢から派生する技術ニーズを分析する手法

1. 課題

本事業は、2023年11月から2024年2月にかけて、国際情勢が生み出す重要技術に関するニーズを特定し評価するための分析手法を編み出すことを目的として活動した。

本事業を受託した時点においては、「国際情勢」がマルチユースの技術に関するニーズを生み出すという命題が前提となっていたが、前者と後者との間に直接的な因果関係はなく、「国際情勢」を技術へのニーズに結びつける因果関係を特定する先行研究も見当たらなかった。つまり、様々な「国際情勢」に適用可能な汎用性と具体的な手法を兼ね備えた技術に関する分析枠組みや分析手法というものはおそらく存在しない。

というのも、ある特定の「国際情勢」がいかなる意味を持つのか、そして影響を与えるのかは国家によって異なるし、多種多様な「国際情勢」のうち、どれに国家が反応するか、そしていかに対応するかは、政治的・政策的な判断という、多分に偶発性を孕んだ要因に大きく左右されるからである。どの技術が「国際情勢」との関連で意味を持つかは、この政治的・政策的な判断に懸かっていることから、「国際情勢」から技術に対するニーズが直接的に生じることを前提としたモデル化や予測には大きな問題があると言わざるを得ない。

しかしながら、本事業の中核メンバー間の検討と、外部専門家との討議を通じて、一定の分析視角や仮定を設け、専門家による定性的な分析を行うことは不可能ではないという判断に至った。鍵となるのは、「国際情勢」と「技術」との間に介在する「政策」という媒介要因である。「政策」のために活用できる技術、あるいは活用しうる技術を特定するという視座、並びに日本が政策支援の手段として必要となる可能性のある新興技術を特定するという視座から技術を捉えれば、一定の予測や仮定を含まざるを得ないが、日本で開発に取り組むべき技術、すなわち国際要因から派生する技術ニーズを特定できるかもしれない、というのが本事業の予備的かつ仮説的な見解である。

ここまで「国際情勢」という用語を一般的に使用してきたが、国外で発生する様々な事象を日本の「安全・安心」という観点から捉えるとき、(1)国家として独自に取り組むべき課題としての<国際情勢リスク>、(2)諸外国と競争して取り組むべき課題としての<グローバルな新興技術トレンド>、(3)諸外国と協力して取り組むべき課題としての<国際連携>という、性質の異なる三つの課題が浮かび上がる。<国際情勢リスク>への政策的対応に際して必要となる技術を特定するとともに、<グローバルな新興技術トレンド>を常統的に把握し、<国際連携>も視野に入れた技術協力を追求することによって、<国際情勢リスク>から派生する技術ニーズに応じる能力を向上させるアプローチに、安全・安心に関するシンクタンクが寄与しうると考えられる。本章における分析及び検討を踏まえた提言は、第3章にまとめた。

2. 国際情勢リスクと技術ニーズ

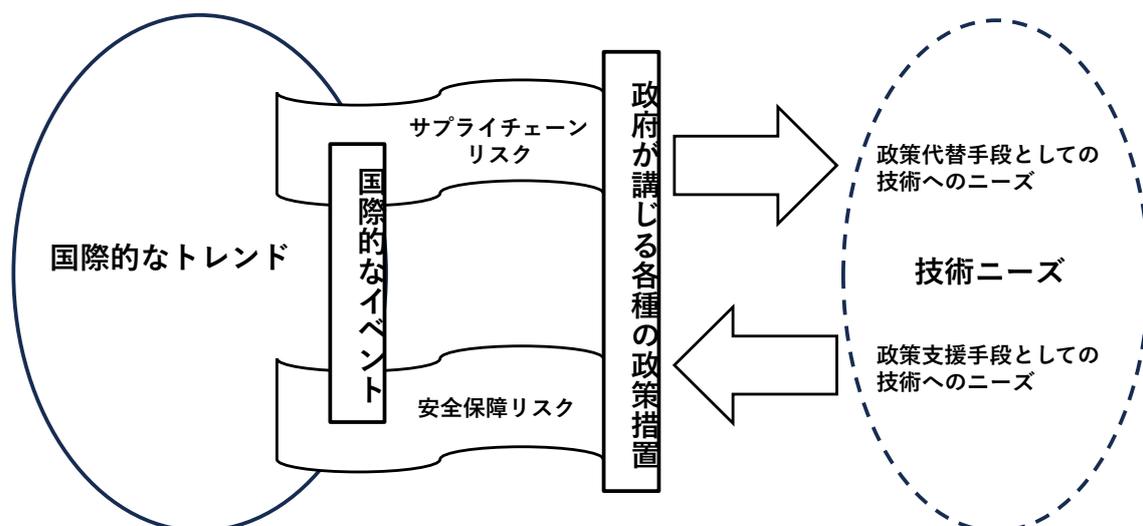
まずここでいう「国際情勢リスク」とは、日本の平和と繁栄に悪影響をもたらす国外で発生しうる、若しくは発生している事象(国際的なイベント)及び日本の平和と繁栄に悪影響をもたらしている一般

的な事象(国際的なトレンド)を指す。「国際的なイベント」の例として、ロシア・ウクライナ戦争などをはじめとする現在進行中の紛争、並びに台湾有事や朝鮮半島有事といった潜在的な紛争などがある。「国際的なトレンド」の例として、諸国家間の不均質な経済成長、気候変動の進行、国際経済活動のデジタル化、AI利用の拡散、SNSを通じた個人間のグローバルな接続などが挙げられる。イベントとトレンドの厳密な区分が難しいのも事実である。というのも、イベントはトレンドを背景に発生するし、イベント発生時にトレンドが顕現するといった事もあるからである。例えば、無人システムや自律型システムの拡散というトレンドは、ロシア・ウクライナ戦争というイベントにおいてドローン兵器の運用という形で顕れた。しかし、差し当たりここでイベントとは、国家が個別具体的な政治目標を達成するために行動を起こすことによって、二つ以上の国家ないしアクター間で生じる現象、トレンドはそれ以外の事象一般を指すものとする。

本事業では、まずは「国際的なイベント」に関する分析手法を検討した(検討の叩き台となった専門家の議論は補論に収録)。「国際的なイベント」が発生すれば、それが日本の「安全・安心」に及ぼす負の影響を特定し、そうした負の影響を緩和・局限するための政策や、事態の改善を導くための政策が講じられる。その際に様々な政策措置を支援する技術があれば、それを活用することが望ましい。「国際的なイベント」が生起する前に、今後発生するであろう政策ニーズをあらかじめ特定し、その政策ニーズに応えられるような技術を前もって研究開発しておき、いざ「国際的なイベント」が生起した際に、必要な技術を活用した政策を講じられる、というのが理想ではある(調査先の欧州委員会共同研究センター(JRC)における専門家との意見交換でもそのような見解が示された)。そのような理想的な技術開発戦略を有効に実践するのは至難の業であるが、何らかの前提や仮定を設けることによって、需要先行型の技術開発を実施することは不可能ではない。このような理解に立つとすれば、大きく以下の二つの分析が考えられる。

1. 「国際的なイベント」が日本の経済・社会にもたらす負の影響を、日本のサプライチェーンに注目して分析する手法
2. 「国際的なイベント」、特に外国政府の行動が日本の安全保障にもたらす負の影響を、防衛力のバランスに注目して分析する手法

<国際情勢リスクと技術ニーズ>



これらいずれの分析を実践するにせよ、まず「国際的なイベント」としていかなるものを想定すべきかが問題となる。言うまでもなく、国際情勢なるものの流動性と不確実性は極めて高く、見通しを立てることはほぼ不可能といっている。たとえ5年程度であっても、将来予測は困難であり、例えば2019年から2024年という5年間をとってみても、2019年の時点で、2020年からの新型コロナウイルスの世界的流行、2022年のロシアによるウクライナ侵攻、2023年のハマス・イスラエル紛争の勃発などを見通すことは不可能であったと言えよう。「国際的なイベント」は、無数の要因が相互に作用することによって引き起こされており、これから起こる「国際的なイベント」は、これから発生する要因によって引き起こされるので、現時点で見通しを立てたり、予測したりすることは困難であるばかりか、危ういとすらいえる。

したがって、重要技術に対する国際的なニーズを、これから発生する「国際的なイベント」によって特定しようとするのではなく、現在進行中で日本に負の影響をもたらしている国際的事象や、今後現実化したら日本に負の影響をもたらすであろう国際的イベントのリスクに注目して技術ニーズを特定するよりほかない。ここでいう「負の影響」には、①日本にもたらされる経済的被害や社会的混乱(サプライチェーンリスクへの注目)、そして②日本にもたらされる物理的な被害や脅威(安全保障リスクへの注目)が考えられるので、上記1及び2の分析手法を取り入れることが考えられる。

3. 日本のサプライチェーンリスクに由来する技術ニーズを分析する手法

「国際的なイベント」が、日本の経済成長や社会的安定を支えるサプライチェーンに及ぼす負の影響に注目する分析は、以下の五つの段階を踏んで実施する事が考えられる。こうした分析手法において必要となる人材とその要件は、本委託事業の「事業項目②:国内外の技術動向調査」(以下「事業項目②」という。)に係る報告書において説明される「技術評価を行うシンクタンクに期待される人材とその要件」で示されたものとほぼ符合するものである。

- 1) 日本の経済・社会にとって重要な日本の基幹産業やエネルギー源等のサプライチェーンを世界地図にマッピングする。
- 2) それらのサプライチェーンが走る国・地域が抱える国際紛争や内戦、政治動向のリスクを定性的に分析する。
- 3) 世界各地の国際紛争や内戦、政治動向が各種のサプライチェーンに及ぼすリスクを評価する。その際には、リスクが現実化した場合に日本にもたらす負の影響を分析する。
- 4) 日本に及ぶ負の影響を緩和・局限し、事態を改善するために必要な政策オプションを洗い出す。
- 5) 上記の各政策オプションで活用できる技術を特定する。

1)の分析においては、日本の対外経済関係の分布状況やパターンを可視化する作業が必要となる。これは定量的・定性的なデータの集約という作業を必要とするが、既に政府内や関連の研究機関でも相当なデータの蓄積があると思われるところ、データの可視化を専門とする安全・安心に関するシンクタンクの研究者が、既存のデータを集約してマッピング作業を行うことになる。ここでは情報処理・整理に関する専門家が中心的な役割を果たす。

2)の分析では、比較政治学ないし国際政治学分野における地域研究者(特定領域に関する専門家)の知見を動員することになる。該当する国・地域を専門とする研究者に対する構造化されたサーベイを実施することによって、紛争の発生や規制強化の動向を定性的に捉えることになる。ここで

は、いわゆるデルファイ・サーベイの手法が検討される余地があろう。紛争に関する海外の研究機関のリスク評価データベースなども参照することもできよう¹⁶。

3)の分析は、上記1)のデータと上記2)の分析結果を重ね合わせることによって、各種サプライチェーンに及ぶリスクを評価する。例えば、日本の重要物資の輸入先国で内戦発生リスクが高まっている場合、仮に内戦が勃発した場合に、その重要物資の輸入停止が部分的となるのか全面的となるのか、全面的な停止となる場合に、代替的な輸入元を確保することは可能なのかといった観点から、日本に及ぶ悪影響の度合いを評価し、リスクの高さをスコア化することになる。ここでは安全・安心に関するシンクタンクの研究員が、サプライチェーンを実際に構成している企業の担当者(特定領域に関する専門家)に対して国際情勢リスクを提示し、企業側が自社に及ぶ影響を試算して回答するというプロセスを踏む調査を実施して、リスクが現実化した場合の被害やコストを含む悪影響の大きさをできるだけ精緻に調査し、リスクの高低を評価する作業が実施される。

4)の分析では、上記3)のリスク評価の結果、高いリスクに晒されているサプライチェーンが探知される場合に、当該サプライチェーンが攪乱ないし遮断された場合に、いかなる政策オプションがあるかを検討する(いわゆる政策シミュレーションを実施することが考えられる)。この政策シミュレーションでは、政府の政策責任者あるいは安全・安心に関するシンクタンクで政策問題を専門とする研究員(特定領域の専門家)が選択しうる政策オプションを提示することになる。

5)の分析では、それぞれの政策オプションについてどのような技術の利活用が役に立つのかを検討し、必要な技術を特定する。ここでは、幅広い技術に通じた総論的な知識を有する技術の専門家(技術全般に関する専門家)が、政策ニーズを検討して、その実効性を高めるために活用可能な技術を特定する作業を実施することになる。(政策支援手段としての技術の特定)

また、サプライチェーンが攪乱ないし遮断された場合に発生する状況が、政策措置によって対処・克服できないものと判断される場合には、何らかの技術によってその状況を緩和ないし克服できるかを検討し、有望と考えられる技術を特定する。ここでも、幅広い技術に通じた総論的な知識を有する技術の専門家(技術全般に関する専門家)が、問題となっている状況を検討し、その状況を緩和ないし克服するのに役立つ技術を特定する作業を実施することになる。(政策代替手段としての技術の特定)

なお、政策支援手段としての技術へのニーズも、政策代替手段としての技術へのニーズも、国際共同開発が可能なものは国際連携を推進する方が探られるべきである。後述するように、日本の技術ニーズに他国を巻き込んでいくアプローチが必要になっていくのであり、G7 やクアッドといった連携の枠組みは、こうした観点から活用されるべきものである。他国の技術ニーズに応じながら、自国のニーズのために他国の協力を獲得していくためには、自国のニーズを把握する必要があり、上記の分析手法で特定される技術ニーズは、技術のための国際連携戦略にも示唆を与えるものとなる。

以上のような手順で、各段階で異なる種類の専門家を動員することによって、サプライチェーンという経済成長と社会的安定の基盤に及ぶ「国際イベント」のリスクを評価し、リスクが現実化した場合に利活用可能な重要技術を特定することができれば、その開発を促進し、高いリスクに晒されているサプライチェーンが攪乱・遮断された際に、技術を活用した政策を講じて、日本の経済成長と社会的安定への悪影響を最小限に留めることができると考えられる。(これはあくまで期待される理想的な展開であって、実際にそのようにうまくいくとは限らないのは言うまでもない。)

¹⁶ 例えば、外交問題評議会(Council on Foreign Relations)のGlobal Conflict Tracker (<https://www.cfr.org/global-conflict-tracker>)、国際危機グループ(International Crisis Group)のCrisis Watch (<https://www.crisisgroup.org/crisiswatch>)、独フリードリヒ・エーベルト財団(Friedrich-Ebert-Stiftung)のNew Geopolitics in Asia (<https://fes.isometric.site/fes?lang=en>)などの追跡ツールがある。

上記の各段階では、それぞれのサブジェクトマターの専門家を動員することになる。他方、これら全ての段階を一つの大きなプロセスとして推進し管理する専門家(プロジェクトマネージャー)が重要な役割を果たすことになる。このプロジェクトマネージャーは、各段階における専門家の選定や分析作業の進捗を管理し、各段階における調査・分析プロセスの妥当性評価を行える資質を兼ね備えていることが望ましい。分野横断的な能力が求められるため、特定の分野の専門知識を有する外部の専門家ではなく、様々な分野における一定の専門性を涵養するプログラムで訓練を積んだ安全・安心に関するシンクタンクの研究員がプロジェクトマネージャーになることが望ましい。

4. 日本の安全保障リスクに由来する技術ニーズを分析する手法

「国際的なイベント」が日本にもたらす悪影響は、経済成長や社会的安定に限定されるわけではなく、日本の国民の生命と財産、領土に及びうる物理的な危険もある。そうした危険は、一部の外国の行動によって生じる。2022年12月に閣議決定がなされた国家安全保障戦略では、中国と北朝鮮、ロシアが安全保障上の懸念の対象とされている。端的に言えば、防衛の文脈における抑止と対処において、いかなる技術に対するニーズが発生しているかを分析する枠組みが必要となる。

こうした必要性に対しては、米国防省が長らく採用してきたネットアセスメントを防衛の文脈における技術ニーズの特定のために活用する方途が考えられる。ネットアセスメントは、本邦の防衛問題の専門家の間でも知られており、既に各方面で独自の解釈や手法を織り交ぜて実践されている。言うまでもなく、防衛省が必要なデータの多くを保有しているため、安全・安心に関するシンクタンクのネットアセスメントは、補助的な分析と位置付けられることになる。

米国防省で実施されてきたネットアセスメントとは、米国防長官が国防予算をどう投資すべきかを判断する際の材料を提供する、戦略立案の支援手段である¹⁷。それは、軍事的能力を含む軍事情勢の傾向等を診断する(diagnostic)分析ツールで、軍事情勢に関する観察可能な傾向や、国家の防衛力の間にみられる非対称性を特定することによって、将来における彼我の相互作用を予測し、現行政策へのインプリケーションの発見を補助するものである。

つまり、ネットアセスメントは、国防組織を分析対象とし、組織は標準作業手続に基づいて一定期間定常的な行為態様を示し、個人よりも予測可能性が高いという組織理論の知見(過去10~15年にみられた安定的な動向を捉えれば、今後5年程度はその動向が続くと仮定できるという命題に拠って立つ)を前提に、防衛力を構成する様々な要素を比較分析するものである。ネットアセスメントにおける中核的な問いは、「何が軍事バランスにおいて問題となるのか(What is the balance about)」というものであり、彼我の防衛組織が、同一の関心事象(phenomenon of interest)に対して異なる構えをとっている物理的な非対称性や概念的な非対称性、ひいては我が方の優位性が存在する要素や能力・分野などを明らかにすることにある。

技術の国際的なニーズという文脈においては、彼我の防衛組織による先端技術の防衛利用に関して、いかなる非対称性が見られるのかを検証する分析作業が求められる。したがって、ハードルは高いであろうが、中国や北朝鮮の軍事組織と自衛隊や米軍に関するデータが必要となる。かつては政府・国防部門で開発された技術が民用されるというスピノフの傾向が顕著であったが、近年は、民間セクターで開発されるマルチユースの先端技術が防衛利用されるというスピノンの傾向も顕

¹⁷ ここで説明するネットアセスメントの手法は、元国防省ネットアセスメント局員によるネットアセスメントに関する研修プログラムに本章の筆者が2014年にワシントンDCで参加し聴取した内容に基づく。ネットアセスメントに関する論集として次がある。Thomas G. Mahnken ed., *Net Assessment and Military Strategy: Retrospective and Prospective Essays*, New York: Cambria Press, 2020.

著になっている。したがって、彼我ともに防衛利用できる技術の種類が類似化しているとの大雑把な推定が働きやすい。たしかに AI・機械学習、自律技術、量子技術、ロボット技術などが広く各方面で研究開発されるようになってきているのは事実であるが、主要国の技術流出規制が強化される趨勢において、民間セクターで開発される様々な技術に各国が自由自在にアクセスできるわけではない。また、軍事組織によって先端技術の実装や活用の形態に組織文化が反映されるなどするため、同じ技術を同じように開発し、同じペースで実装して同じ方法で活用するとは限らず、精緻な定性的・定量的分析が必要となる。

先端技術の防衛利用に関するネットアセスメントを実施するに当たっては、防衛利用されている、若しくは防衛利用されようとしている先端技術について、例えば以下のような比較軸に沿ってデータを叙述的に列記し、非対称性を検知する作業が求められる。以下に示す比較軸はサンプルで、安全・安心に関するシンクタンクでは、比較すべき軸について厳密な検討を行う必要がある。

<比較分析のイメージ>

技術 X について

日本	米国	比較軸	相手国 A	相手国 B
...	...	兵器システム化の形態	...	...
...	...	バトルネットワークへの導入形態	...	...
...	...	防衛利用に関する原則	...	...
...	...	商業利用における規制	...	...
...	...	国家予算投資額	...	...
...	...	民間投資額	...	...
...	...	研究拠点数	...	...
...	...	研究者数(当該国出身)	...	...
...	...	研究者数(外国出身)	...	...
...	...	国際的な学術誌における論文引用数	...	...
...	...	国際学会における発表件数が X 回以上の研究者数	...	...

防衛利用される様々な先端技術(とその要素技術)について、それぞれ定量的及び定性的な比較分析を行い、非対称性を明らかにすることにより、日本や米国が競争相手国との関係で優位にある技術を特定する。最終的な比較分析・評価の結果においては、非対称性を優位・劣位でスコアカード化する形も考えられる(豪州シンクタンク ASPI の重要技術トラッカーをより精緻化したイメージ)。防衛の文脈においては、優位にある技術に関するさらなる投資を行って、技術の高度化を図り、当該技術を活用した兵器システムやバトルネットワークへの導入を進めるとともに、当該技術を活用し

た新たな戦い方を編み出していくことにより、抑止力及び対処力を強化していく必要があり、こうした需要に基づく技術ニーズを特定することになる。こうした技術ニーズを踏まえた防衛力を整備できれば、将来「国際的なイベント」が危機あるいは有事という形で現実化した際に、技術を活用して優位にある能力を活かして即時的な抑止力を発揮したり、抑止が破れた場合の対処の有効性を高めたりすることができる。言うまでもなく、そもそも先端技術を有効に防衛利用することによって抑止力の能力部分の有効性を十全に高めることができれば、危機や有事の発生を抑えることができるのであり、そうした状況が目指されるべきである。

なお、前述の通り、防衛利用される先端技術に関するネットアセスメントは、機密情報も扱うことになることから、安全・安心に関するシンクタンクで分析作業に当たる研究員は、守秘義務を負うのは言を俟たない。また、安全保障に関する知識を必要とすることから、防衛省・自衛隊からの出向者が、本省の承諾する範囲で分析作業を実施する必要も生じるであろう。

こうした制約の下であえて安全保障リスクから生じる技術ニーズの分析を安全・安心に関するシンクタンクで実施すべきなのは、以下に述べるように、前述のサプライチェーンリスクへの対処から生じる技術ニーズと総合して、マルチユースの重要技術を特定し、政府が官民パートナーシップ等を通じて投資すべき重要技術を特定するためである。

5. グローバルな新興技術トレンドと技術ニーズ

「国際情勢リスク」から生じる技術に対する国際的なニーズを、第3節と第4節で示した2通りの方法で特定することによって、いかなる技術が多目的で有用となるのかが把握可能となる(最終的には国内的なニーズとも照らし合わせることで、日本全体にとって重要度の高い技術が判明することになる)。

しかし、当然のことながら技術開発においては、絶え間なく新興の技術が登場するため、前節の「国際情勢リスク」から生じる技術ニーズを静的に分析するだけでは不十分であり、グローバルな新興技術トレンドを把握しながら、動的な分析を実施していくことが不可欠となる。あるサプライチェーンリスクに対処するための政策を支援できる技術は、2024年に不在であったとしても2027年には利用可能になっているかもしれない。また、2024年に日本や米国の特定の防衛能力の優位を担保していた技術が、2030年までに実装可能になる技術によって相殺・無力化されるかもしれない。

したがって、技術をめぐる国際競争という文脈において、安全・安心に関するシンクタンクは、各地で生み出される新興技術の動向を把握し、それらを吟味して、日本として、あるいは外国とともに研究開発に取り組むかどうかを判断していく必要がある。あらゆる新興技術でリードすることは不可能であるので、日本として強みとなる既存の基礎的な条件を活かして一部の新興技術でリードを獲得していく余地を探っていくことになる。

特に重要となるのは、日本が既に獲得している特定の技術における優位性や不可欠性が損なわれるような攪乱的効果を引き起こしかねない新興技術については、それらをいち早く探知し、技術政策面での取組を開始する必要がある。また、中長期的に開発・発展が見込まれる技術を特定し、その成熟を様々な方法で促進することによって、国際的なイベントやトレンドから生じる技術ニーズに対して、前もって研究開発を進めて成熟させた技術を活用する政策措置を講じる余地が広がるため、技術の供給という観点からも、「グローバルな新興技術トレンド」を把握するための分析には意義がある。

このような観点から、特定の政策分野に影響をもたらさうな新興の攪乱的な技術を特定する「テクノロジー・フォーサイト(Technology Foresight)」と呼ばれる分析手法は、欧州委員会共同研究センター(JRC)で長らく実施されてきたもので、本邦でも既に紹介されているが、安全・安心に関するシ

ンクタンクにおいても導入を検討すべきものと考えられる。フォーサイト分析が使用する手法には、以下のようなものがある。

- ◆ ホライズン・スキャニング—新たな変化のシグナルをマッピングし、ワークショップを通じて発展の見通しを立てる
- ◆ メガトレンド分析—長期的なドライバーを特定する
- ◆ デルファイ・サーベイ—専門家に対する構造化されたサーベイを通じて、あるトピックに関する長期的な未来について複数の展開を見通す
- ◆ シナリオ・プランニング—今後展開しうる未来に関する二つ以上のストーリーの編成する
- ◆ ヴィジョンングとバックキャストイング—実現させたい望ましい未来を設定して、そこを参照基準点として現時点に遡って指針を立てる
- ◆ 政策ゲーミング—仮説的な未来の状況における相互作用をシミュレートする
- ◆ 未来デザイン—未来の世界や製品を創造的にデザインする

以下では、JRC における実地調査の際に紹介のあった「テクノロジー・フォーサイト」で使用されたホライズン・スキャニング(HS)の手法を説明する。

まずHSの目的は、探索的及び定性的なアプローチによって、一般公衆あるいは政策決定者の視界(主流として理解される動向の範囲)に未だ入っていない技術発展動向を早期に探知すること、そして組織が今後直面しうる挑戦課題について、先行投資すべきトピックを特定し、組織の戦略的なインテリジェンスを支援することにある。また、HSの方法は、組織外部における専門家を参与させるプロセスを活用して、あらゆるTRL(Technology Readiness Level)における新規性シグナルを評価して序列化するというものであり、具体的には以下の手順で実施される。

<ホライズン・スキャニングの手順>

- ステップ1 専門家の選定
 - マルチステークホルダー・アプローチを採用して、研究者、スタートアップ、大手企業、投資家、ビジネス協会、コンサルタント、政策責任者らを作業参加者として招集する。
 - 専門家を募集・選考・招待し、シグナル分析の提出を求め、ワークショップへの参加を招請する。
- ステップ2 ワークショップ前
 - 専門家が「変化のシグナル(Signals of Change)」を収集・選別・提示する。
 - 文献調査を実施する。
 - 科学誌論文、特許、データベースを対象にしたデータマイニング・テキストマイニングを実施する。

※JRC は Text Mining and Analysis Competence Center と呼ばれる専門技能部門 (Competence Centers)¹⁸を擁しており、この部門が分析を実施する。

- シグナルの活発度と注目度に応じてランキングを実施し、技術分野を特定する。

■ ステップ3 ワークショップ

- 分科会:シグナルの分析に関するディスカッションを行うことによって、シグナルのクラスターを再編し、トップ 10 のシグナルを選定する。
- 全体会合1:分科会での検討結果を報告し、分科会間の重複やシグナルのクラスターを特定して、最終的なトップ 10 のシグナルを選定する。
- 全体会合2:シグナルの促進要因 (drivers)、容易化の要因 (enablers)、阻害要因 (barriers)といった文脈的要素からの分析を行う。

■ ステップ4 ワークショップ後

- 報告書:トップ 10 のトピックを提示し、文脈的要素を叙述して、結果の分析をまとめる。補論において、全データと方法論を示す。
- 分析結果を助成金給付の優先順位付けの判断材料として助成金配分組織 (EIC) に提示する。

この一連のプロセスにおいて、「国際情勢リスク」という要因を分析に織り込むとすれば、ステップ3の全体会合2の段階であろう。全体会合2では、シグナルの促進要因、容易化の要因、阻害要因が検討されるが、「国際情勢リスク」が新規性シグナルにもたらしうる影響として反映されれば、当該新規性シグナルの発展の展望を精緻化できる可能性がある。

上記のような HS を経て絞り込まれた新規性シグナルは、いわゆる新興技術のシーズと呼ぶものである。安全・安心に関するシンクタンクの技術全般に関する専門家は、このようなホライズン・スキニングを通じて特定される新興技術シーズを、前2節で特定した政策ニーズに照らし合わせることで、動的な技術評価・分析を実施することが可能になる。すなわち、サプライチェーンリスクに対処する政策から派生する技術ニーズについては、それに対応可能な技術シーズを特定することが可能になる。また、防衛政策から派生する技術ニーズについては、我が国が優位にある技術の有効性が相殺され得る技術シーズを発見するとともに、相手国が優位にある技術の有効性を相殺する技術シーズを発見する可能性が生まれる。

なお、こうしたホライズン・スキニングの分析手法においても、事業項目②が示した人材の投入が重要な意味を持つ。すなわち、プロジェクトマネージャーがプロセス全体を統括・管理しつつ、特定領域の技術に関する専門家がシグナルの探索と吟味に当たるとともに、情報処理・整理の専門家がデータマイニングやテキストマイニングを実施することになる。

本章末尾に、台湾有事を事例とした分析手法のイメージを示す(参考2)。

6. 国際連携と技術ニーズ

諸外国が共通して直面する国際的課題の解決において、技術を活用した対応策の追求で一致する場合、国際連携の機会が生まれる。日本が取り組むべき国際的課題に関して、技術を活用する国

¹⁸ これ以外の JRC の Competence Center として、Foresight, Composite Indicators and Scoreboards, Modeling, Microeconomic Evaluation, Behavioral Insights, Technology Transfer, Participatory and Deliberative Democracy といった、専門的な技能部門がある。

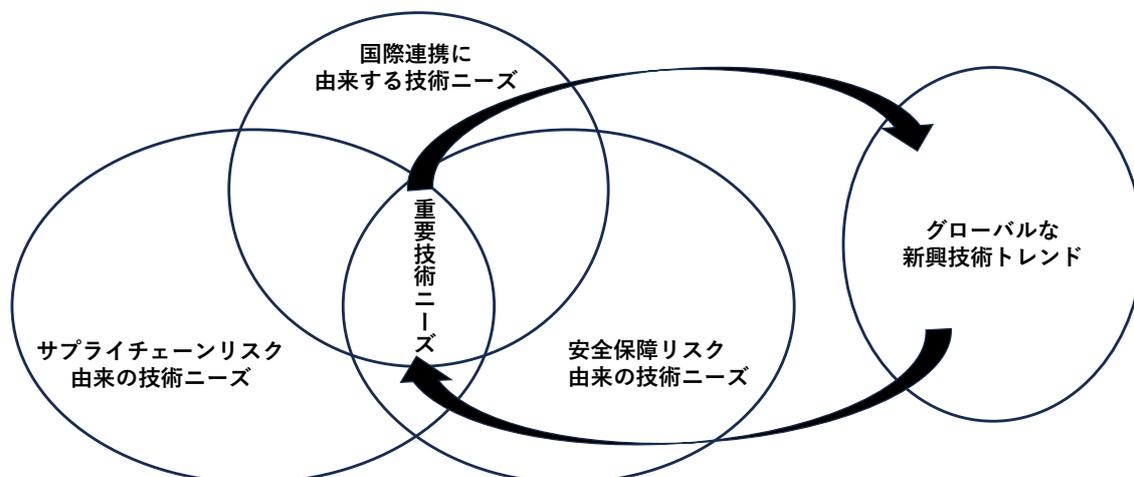
際協力の余地が見出される場合には、それ自体が技術に対するニーズを構成するとみることができる。例えば豪州では、2020年7月に内閣府内に設置された重要技術政策調整局(CTPCO)が、国防省の国防科学技術グループ(DSTG)と連携し、政府の諸機関や民間の企業、研究機関、州政府のみならず、外国政府とも3回にわたるラウンドテーブル協議を重ねて、豪州の国益に資する形で重要技術の活用に向けた分野の特定を行った。(国際連携枠組みで模索されている技術と関連する課題については補論で検討した。)

一方、国際連携は、技術に対する需要を生み出すだけではなく、獲得の可能性を広げるともいえる。すなわち、技術開発をめぐる国際連携は、本来競争的な関係が存在する中で、何らかの事情を契機に協力関係が生み出される場合に実現する。しかし、受動的な姿勢で、諸外国から技術開発協力を働き掛けられるのを待つのではなく、第3節と第4節で特定されるような自国の各種技術ニーズを踏まえて、自国だけでは開発が困難な技術について、他国を開発に巻き込んでいく能動的なアプローチが必要となる。

その際には、言うまでもなく諸外国でいかなる技術が分布しているのかを把握する作業があり、技術インテリジェンスの能力を整備する必要がある。事業項目②が示す「安全・安心に関するシンクタンクで期待されるインテリジェンス・サイクル」を確立しなければならない。どの技術に関する開発でどの相手と連携すべきかを判断するための「テクノロジー・インテリジェンス」とも言うべき能力の獲得は、安全・安心に関するシンクタンクが具備すべき重要な機能になる。主要国の大使館などには、技術情報収集の専従班を設置し、日常的かつ組織的に先端技術情報を収集し、その情報を安全・安心に関するシンクタンクの分析で活用していくべきである。安全・安心に関するシンクタンクに在籍する技術全般に関する専門家は、主要国で収集される技術に関する情報を、日本の政策ニーズに結び付けるといった観点から検討する作業を日常的に実施し、テクノロジー・インテリジェンスの実施体制を整備する必要がある。

本章で検討してきた「国際情勢リスク」の分析によって、サプライチェーンリスクに由来する技術ニーズと、安全保障リスクに由来する技術ニーズを特定するとともに、国際連携で必要となる技術ニーズを特定し、これらを重ね合わせると、下図の通り国際要因から派生する重要技術ニーズが特定される。前述の通り、この重要技術ニーズは、グローバルな新興技術トレンドによって絶え間なく影響を受けるため、重要技術ニーズは、動的的に把握されることになる。

国際要因から生じる技術ニーズ



(参考1) JRC テクノロジー・フォーサイトにおけるホライズン・スキャニング

2023年にJRCが実施・発表したテクノロジー・フォーサイトのホライズン・スキャニングは、段階を踏んで「変化のシグナル」の絞り込みを行った。以下の表1はワークショップ前に特定された注目すべき技術分野で、表2は最終的に絞り込まれた個別シグナルの一覧である。左欄の領域は、JRCと共同研究を行っている欧州イノベーション評議会(EIC)のプログラムマネージャーのポートフォリオであり、各領域に関する技術分野がまず特定され、分析によって一層詳細にブレイクダウンされた個別技術に関する「変化のシグナル」が模索・検討された。

<表1 ワークショップ前の時点で特定されている領域と技術分野>¹⁹

宇宙システムと技術	Satellite communications In-space solar energy harvesting for innovative space applications & innovative propulsion Space debris actions, in-orbit servicing, in-space assembly & manufacturing Launchers Enabling technologies Robotics Earth observation Exploration missions Microgravity
量子技術	Energy-efficient QT

¹⁹ EU Policy Lab, *Scanning Deep Tech Horizons: Participatory Collection and Assessment of Signals and Trends*, Joint Research Center, European Commission, 2023, p.13.

	Machine learning/AI – quantum Semi-conductor fabrication for QT Photonics Quantum computing for chemistry
農業と食料	Connectivity, digital & automation Nanotech & biotech Synergies and innovative business models New methods for sustainable use of resources Novel foods & health
ソーラー燃料・化学	Multistep conversion Novel electrochemical devices Advances in photosynthetic devices Key enablers Sustainability
電子技術	Materials and processes for sustainable electronics Solutions to lower power consumption or heat conductivity Application-driven solutions Sustainability strategies
構造物、エンジニアリング、建築	Planning and design Sustainability Materials and components Fabrication and assembly

〈表 2 ワークショップで絞り込まれた具体的な優先シグナル一覧〉²⁰

宇宙システムと技術	<p><u>Workshop 1</u></p> <p>The Port – A business platform in space Space debris recycling and refueling ‘User-driven’ on-orbit servicing, assembly and manufacturing (OSAM) Thin film solar cells based on CIGS (copper indium gallium selenide) technology</p> <p><u>Workshop 2</u></p> <p>Reusable rockets/launcher systems and components In-space solar Cellular satellites and modularity Data centres at the extreme edge AI and ML solutions for distributed systems and satellite constellations Space awareness and automated collision avoidance</p>
-----------	---

²⁰ EU Policy Lab, *Scanning Deep Tech Horizons: Participatory Collection and Assessment of Signals and Trends*, Joint Research Center, European Commission, pp.4-5. 欧州イノベーション評議会 (EIC) は、JRC と共同でテクノロジー・フォーサイトを実施し、分析結果は、EIC による技術ファンディングの判断材料になるとされている。

	<p>Space-based production of food and related life-sustaining technologies</p> <p>Orbital recycling</p>
量子技術	<p><u>Workshop 1</u></p> <p>Error resilient quantum algorithms</p> <p>New types of qubits</p> <p>Quantum energetics</p> <p>Application of machine learning to quantum</p> <p>Enabling tech - scaling up capacity tools</p> <p>Linking quantum systems for advanced quantum network applications</p> <p><u>Workshop 2</u></p> <p>Competitiveness in particular bridging research to industry</p> <p>Photonics</p> <p>Scaling up of quantum processors</p> <p>Novel qubits and novel qubit platforms</p> <p>Key European weakness: private/public funding</p> <p>Quantum algorithm and software testing</p> <p>Energy efficiency</p> <p>Machine learning and quantum</p> <p>Supply chain for QT</p>
農業と食料	<p>Systems and solutions to support farmers' decisions</p> <p>Novel foods and biotechnology</p> <p>Precision nutrition</p> <p>Alternatives for antibiotics and fertilisers</p> <p>Agriculture contribution to energy production (green hydrogen, water reusing, ocean-based energy storage and desalination)</p> <p>Ecosystem restoration coupled with food production</p> <p>Waste-free farm</p> <p>Smart aquaculture</p>
ソーラー燃料・化学	<p>Interface engineering</p> <p>Scalability and application challenges</p> <p>CirculAIR fuels</p> <p>Stability of any CO2 reduction process</p> <p>Carbon efficiency in whole process cyanobacteria</p>
電子技術	<p>Circular electronics</p> <p>New bio-inspired materials / semi-conductors</p> <p>Printed and flexible electronics technologies could become omnipresent</p> <p>High-performance, low-power materials/devices (and circularity)</p> <p>Technologies for next generation neuromorphic-type hardware and sensors' bioelectronic interfaces</p>

構造物、エンジニアリング、建築	Digital fabrication / accelerated construction & manufacturing/ robotic construction Bio-based materials – wood / timber, clay, and natural fibre hybrids AI combined with real-time monitoring Recycling for low carbon re-raw materials / decarbonised materials Human-centred: processes, tool, living environment, management Energy efficiency
-----------------	---

なお、事業項目②で取り上げている食料安全保障というテーマに関連する領域として**農業と食料**があり、これに関連して特定された「変化のシグナル」の詳細は、下記の通りとなっている。事業項目②の調査結果と符合するところが少なくない。

- ◇ 農家支援のためのシステムとソリューション
 - 日常利用する作業機械への技術の導入
 - ロボット技術とAIを通じた農作業機械の制御
 - センシング技術
 - 知識重視型農業—信頼性のあるデータに基づいたAIとデジタルツインの活用
- ◇ 非在来型の食料とバイオテクノロジー
 - 人工食糧と人工乳製品の開発
 - 植物由来のたんぱく質、昆虫、藻類、人工肉
 - 新たなたんぱく源と分子農業
 - 細胞と遺伝子に関するさらなる研究
- ◇ 精密栄養
 - 食料の特注生産
 - 個人用の健康食品
 - 栄養バイオマーカー(生体指標)
- ◇ 抗生物質と肥料の代替物資
- ◇ エネルギー生産のための農業
 - グリーンな水素
 - 水の再利用
 - 海洋におけるエネルギー貯蔵と脱塩
- ◇ 食料生産と地球環境の再生
- ◇ 廃棄物ゼロ農場
- ◇ スマート養殖場

(参考 2) 台湾有事に関する分析実施イメージ

本章では、サプライチェーンリスクに由来する技術ニーズを分析する手法と、安全保障リスクに由来する技術ニーズを分析する手法を仮説的に提示した。「国際情勢リスク」の分析対象候補となりうるのは、台湾有事や朝鮮半島有事といった潜在的なリスク・イベントや、ロシア・ウクライナ戦争やハマス・イスラエル紛争といった現在進行中の武力紛争であろう。

ここでは、台湾有事の事例を参考に、分析作業の実施要領を予備的に提示してみたい。台湾危機・有事にまつわるサプライチェーンリスクと安全保障リスクは、他のいかなる国際情勢リスクよりも日本への影響度が突出して大きいため、その分析作業はかなり大がかりなものとなる。

1. サプライチェーンリスクに由来する技術ニーズの特定

まず第3節で示した、五つのステップから構成される分析の手順は以下の通りである。

- 1) 日本の経済・社会にとって重要な日本の基幹産業やエネルギー源等のサプライチェーンを世界地図にマッピングする。
- 2) それらのサプライチェーンが走る国・地域が抱える国際紛争や内戦、政治動向のリスクを定性的に分析する。
- 3) 世界各地の国際紛争や内戦、政治動向が各種のサプライチェーンに及ぼすリスクを評価する。その際には、リスクが現実化した場合に日本にもたらす負の影響を分析する。
- 4) 日本に及ぶ負の影響を緩和・局限し、事態を改善するために必要な政策オプションを洗い出す。
- 5) 上記の各政策オプションで活用できる技術を特定する。

第1ステップの分析では、台湾危機・有事の場合、台湾における日本のサプライチェーンのみならず、中国における日本のサプライチェーン、さらには台湾周辺海域のシーレーンも重大な影響を受けるため、これらを精緻にマッピングする作業から始まることになる。

ここでひとまず単純に日本の対中輸入品目(2022年)を挙げると、①通信機(2兆7,224億円)、②電算機類(2兆90億円)、③衣類・同付属品(1兆9,021億円)、④音響映像機器(9,531億円)、⑤金属製品(8,919億円)、⑥織物用糸・繊維製品(7,352億円)⑦半導体等電子部品(7,164億円)、⑧家具(6,090億円)、⑨有機化合物(6,072億円)、⑩重電機器(5,664億円)となっている²¹。次に日本の対台湾輸入品目(2021年)をみると、電気機器が1兆8,810億円と圧倒的に突出して大きく、半導体等電子部品がその大半を占めている。台湾有事が発生すれば、言うまでもなく半導体の輸入が停止される。

第2ステップの分析では、台湾危機・有事が発生した場合、どのような紛争形態をとるかという定性的な分析が必要になる。中国が台湾に対して海上封鎖を敷くシナリオや、当初から全面侵攻に及ぶシナリオ、あるいは軍事的威圧を段階的に強化・拡大するシナリオなど、いくつかのシナリオを検討することが考えられる。

第3ステップでは、シナリオ別に日本に及ぶ負の影響を分析する。シナリオの検討結果にもよるが、台湾をめぐる危機が発生すれば、ステップ1で示された物資の全ての輸入が停止・遮断される可能性が高い。通信機や電算機、半導体は、様々な製品に組み込まれるものであるため、日本経済に甚大な影響が出るのは言うまでもない。

第4ステップでは、中国からの貿易品の輸入が停止されて重大な経済的・商業的な損失が発生した場合に、こうした日本経済の基盤をなす輸入品が停止されることで生じる被害を緩和・局限し、事態を改善させるために講じる複数の政策オプションを検討することになる。日本が中国から輸入している通信機や電算機、台湾から輸入している半導体を他の諸国から輸入することが可能であれば、貿易政策上の対応で事態に対処できる。しかし、輸入先を全面的に振り替えることはおそらく困難を極めるため、①現に進められている特定の技術の国内生産を促進する技術政策と、②第三国からの輸入路をできるだけ確保する貿易政策を講じる必要があると考えられる。

第5ステップでは、通信機や電算機、半導体の製造にまつわる技術やノウハウで、日本が未だ獲得できていない要素を明らかにして、その開発に投資することになる。これまで外国に生産を頼っていた

²¹ 税関「対中主要輸入品の推移(年ベース)」、
https://www.customs.go.jp/toukei/suii/html/data/y7_5.pdf

技術を突如として国内生産に切り替えるのには時間がかかるため、国際連携なども進めつつ、必要な技術を獲得する方策を練り上げることになる。

上記はあくまで分析のイメージを示すものであって、実施例ではない。実際には、日本の国際的なサプライチェーンと、そこに及ぶリスクを精緻に抽出し、様々な政策措置を検討した上で、政策支援手段としての技術と政策代替手段としての技術を特定することになる。

2. 安全保障リスクに由来する技術ニーズの特定

安全保障リスクに由来する技術ニーズを特定すべく、中国、台湾、米国、日本のネットアセスメントを実施することが考えられる。以下は厳密なネットアセスメントの実施例ではなく、イメージを示すものである。

最初に、台湾をめぐる中国と日米台の軍事バランスにおいては、現有戦力の効果的な運用もさることながら、先端技術の実装を通じた将来戦能力の整備が大きな意味を持つと言われる。陸・海・空・サイバー・宇宙・電磁波といった多数のドメインにおいて統合運用を実現するためには、膨大なデータを通信ネットワークで交換しつつ、それらのデータを処理・加工して意思決定の迅速化に結びつけることが必要になるとされる。各国の軍隊は、データ、通信・ネットワーク、AIを導入したバトルネットワークの構築によって統合運用能力を高めようとしており、米国は全領域統合指揮統制(JADC2)、さらにはそれを同盟国と接続させる共同全領域統合指揮統制(CJADC2)を確立しようとしている。一方、中国人民解放軍においても、「智能化戦争」なる作戦構想の下で、人工知能(AI)の導入を進めようとしており、一見して同じ種類の技術を同じような方法で活用しているように映る。

統合運用のための指揮統制システムに関するネットアセスメントにおいては、例えばAI、通信ネットワーク技術、データ処理のための先進コンピューティング技術などについて、中国と日米台の研究開発基盤の強さを構成する要因や、実装の速度を左右する要因などに関する情報を収集・整理して、一見して明らかではない非対称性が存在するかどうかを検証する分析作業を実施することが考えられる。また、指揮統制システム以外にも、例えば無人システム(航空、水上、水中)とそれに対抗する兵器システム、極超音速兵器と対極超音速兵器システム、情報・監視・偵察・標的捕捉(ISRT)システムと欺瞞・対抗手段などといった組み合わせで、配備数量と性能、運用方法、生産・製造キャパシティなどを定量的及び定性的な手法で分析し、日米台が強みや優位を持つ能力とそれを支える技術を特定するとともに、さらに当該能力を強化するために新たに活用できる技術や、国際連携を通じて獲得を目指すべき技術も特定することが考えられる。

(参考 3) 豪 ASPI の重要技術トラッカーと日本のランキング

Lead country and technology monopoly risk (29 th November 2023)				
Technology	Lead Country	Technology Monopoly Risk	Quad rank	Japan rank
Advanced information and communication technologies				
Advanced radiofrequency communication	China	high	2	16
Advanced undersea wireless communication	China	high	2	18
Distributed ledgers	China	medium	2	20
Mesh networks/infrastructure independent communication technologies	China	medium	2	19
Advanced optical communication	China	medium	2	7
Protective cyber security technologies	China	low	1	17
High performance computing	USA	low	1	7
Advanced materials and manufacturing				
Coatings	China	high	2	15
Nanoscale materials and manufacturing	China	high	2	11
Advanced composite materials	China	medium	2	19
Advanced explosives and energetic materials	China	medium	2	13
High-specification machining processes	China	medium	2	15
Novel metamaterials	China	medium	2	24
Smart materials	China	medium	2	17
Wide bandgap and ultrawide bandgap semiconductor technologies	China	medium	2	3
Advanced protection	China	low	2	13
Additive manufacturing	China	low	1	21
Continuous flow chemical synthesis	China	low	2	5
Advanced magnets and superconductors	China	low	2	5
Critical minerals extraction and processing	China	low	2	9
AI technologies				
Advanced data analytics	China	medium	2	19
Artificial intelligence algorithms and hardware accelerators	China	medium	2	20
Adversarial AI	China	low	1	15
Machine learning	China	low	2	11
Natural language processing	USA	low	1	13
Advanced integrated circuit design and fabrication	USA	low	1	7
Biotechnology, gene technologies and vaccines				
Synthetic biology	China	high	2	15
Biological manufacturing	China	medium	2	19
Vaccines and medical countermeasures	USA	medium	1	12
Novel antibiotics and antivirals	China	low	2	18
Genome and genetic sequencing and analysis	China	low	1	5
 https://techtracker.aspi.org.au/				
Technology	Lead Country	Technology Monopoly Risk	Quad rank	Japan rank
Genetic engineering	USA	low	1	6
Nuclear medicine and radiotherapy	USA	low	1	7

Defence, space, robotics and transportation				
Hypersonic detection and tracking	China	high	2	10
Advanced aircraft engines	China	medium	2	7
Drones, swarming and collaborative robots	China	medium	2	29
Advanced robotics	China	low	1	11
Autonomous systems operation technology	China	low	1	15
Space launch systems	USA	low	1	7
Small satellites	USA	low	1	11
Energy and environment				
Electric batteries	China	high	2	9
Hydrogen and ammonia for power	China	high	2	9
Supercapacitors	China	high	2	10
Directed energy technologies	China	medium	2	11
Nuclear waste management and recycling	China	medium	2	10
Photovoltaics	China	medium	2	10
Biofuels	China	low	1	20
Nuclear energy	China	low	1	3
Quantum				
Quantum computing	USA	medium	1	6
Post-quantum cryptography	China	low	2	9
Quantum communication	China	low	2	10
Quantum sensors	USA	low	1	4
Sensing, timing and navigation				
Inertial navigation systems	China	high	2	13
Multispectral and hyperspectral imaging sensors	China	high	2	10
Photonic sensors	China	high	2	11
Sonar and acoustic sensors	China	high	2	13
Atomic clocks	USA	medium	1	5
Radar	China	medium	2	12
Satellite positioning and navigation	China	medium	2	13
Gravitational-force sensors	USA	low	1	7
Magnetic field sensors	China	low	2	7
Unique AUKUS technologies				
Autonomous underwater vehicles	China	high	2	35
Electronic warfare	China	high	2	16
Air-independent propulsion	China	medium	2	16

第3章 国際情勢リスクからみた重要技術の分析に関する提言

本章では、第1章及び第2章を踏まえて、安全・安心に関するシンクタンクの設定に当たって検討されるべき点について提言をまとめる。また、第1章及び第2章で敷衍できなかったものの、国際情勢の動向が日本の技術開発戦略にもたらしているインプリケーションについても論じる。

1. 分析手法について

- 国際的なサプライチェーンリスクに由来する技術ニーズを特定するための分析手法を導入すべき。以下の各段階の分析作業を、シンクタンク研究員が事務局となって各種の専門家を招集して実施しつつ、プロジェクトマネージャーが全体を統括すべき。

実施作業	主たる活動主体
1. サプライチェーンのマッピング ※データの可視化	<ul style="list-style-type: none"> 情報処理の専門家
2. サプライチェーン上の地政学リスクの分析 ※紛争・規制の複数の展開経路の特定	<ul style="list-style-type: none"> 地域研究の専門家
3. 地政学リスクの現実化に伴うコストの分析 ※シナリオ毎に、サプライチェーンへの予想される影響と被害の試算	<ul style="list-style-type: none"> 企業担当者
4. 上記3.のコストを緩和・局限するための政策オプションの抽出 ※政策シミュレーションによる対応策の検討	<ul style="list-style-type: none"> 政策責任者あるいはシンクタンク研究員(政策専門家)
5. 上記4.で抽出した政策オプションに対応する技術の特定 ※政策支援・代替手段としての技術の特定	<ul style="list-style-type: none"> シンクタンク研究員(政策専門家) 技術全般に関する専門家

- 安全保障リスクに由来する技術ニーズを特定すべく、前章第4節で示したネットアセスメントを導入すべき。以下の各段階の分析作業を、シンクタンク研究員が事務局となって各種の専門家を招集して実施しつつ、プロジェクトマネージャーが全体を統括すべき。

実施作業	主たる活動主体
1. 相手国による先端技術の防衛利用の動向を把握し体系的に整理 ※情報の収集・整理・叙述	<ul style="list-style-type: none"> 国際安全保障の専門家 情報処理の専門家
2. 日米における先端技術の防衛利用の動向を把握し体系的に整理 ※情報の収集・整理・叙述	<ul style="list-style-type: none"> 国際安全保障の専門家 情報処理の専門家
3. 軍事バランスの「重心」の特定と、それに係わる兵器システムやネットワークの特定 ※作戦構想に関する比較分析	<ul style="list-style-type: none"> 戦略研究の専門家 地域研究の専門家

4. 上記 3. で特定した兵器システムやネットワークを構成する技術の特定 ※軍事利用されている技術の特定	<ul style="list-style-type: none"> 兵器システム・ネットワークの専門家 兵器技術の専門家
5. 上記 4. で抽出した技術に関する要素分析と非対称性の特定 ※技術の要素・開発エコシステム等の比較分析	<ul style="list-style-type: none"> 個別技術の専門家 技術全般の専門家 戦略研究の専門家
6. 上記 5. で特定した相手国と日米との間に見出された非対称性のうち、①日米が優位を維持可能な期間と、②日米が劣位にある技術で挽回可能なものを特定 ※技術競争力の評価	<ul style="list-style-type: none"> 個別技術の専門家
7. 上記 6. で特定した日米が比較的長期にわたって優位を維持可能な技術で、新たな戦い方に活かせるものを特定 ※日米が優位を持つ技術を活用して、相手国が真似できない非対称な戦い方を模索	<ul style="list-style-type: none"> 個別技術の専門家 技術全般の専門家 戦略研究の専門家

- サプライチェーンリスクと安全保障リスクに由来する技術ニーズを並置し、(さらには本委託事業の「事業項目①:国内需要動向調査」の分析手法で特定される国内から生じるニーズも並置して)重要マルチユース技術を特定すべき。
- グローバルな新興技術トレンドを早期に探知するホライズン・スキャニング分析を実施すべき(詳細は第 5 節を参照)。初動においては、実績のある欧州委員会共同研究センターにシンクタンク研究員を派遣し、ノウハウを習得させ持ち帰らせるべき。
- サプライチェーンリスクと安全保障リスクに由来する技術ニーズを把握する静態的な分析に加え、ホライズン・スキャニングによって新興技術のシーズを把握し、動態的な分析を実施する。新興技術シーズが、政策支援手段及び政策代替手段となりうるポテンシャルを評価する。また、それら新興技術シーズが、防衛力の優位を担保している技術を相殺する効果を持ちうるか、並びに防衛力の優位を獲得・促進するために活用する余地の有無を評価する。
- 主要国における先端技術の研究開発動向を把握し、日本の技術ニーズに応じうる技術を有する国を特定することによって、先端技術をめぐる国際連携外交において、いかなる国とどのような枠組みで連携すべきか判断する材料を提供すべき。また、既存の国際連携の枠組みが研究開発を促進しようとしている技術については、それ自体を国際情勢から派生する技術ニーズとして認定し、日本が国際連携に参加する方途を模索すべき。
- まずサプライチェーンリスクと安全保障リスクに由来する技術ニーズを分析する体制と実績を作った上で、これら以外の「国際情勢リスク」から派生する技術ニーズを分析する手法と体制を検討すべき。

2. 分析体制について

- 安全・安心に関するシンクタンクの国際分析部門は、上記のようなワークストリームを前提に、以下のようなユニットを設置すべき。

- コレクション・ユニット
 - ※ 以下の業務を担当
 - ※ 収集した情報をデータベース・ユニットに提出
 - 主要国の大使館・領事館に専門調査員としてシンクタンク研究員を常駐させて技術情報(データベース情報)を収集
 - 本邦でグローバル新興技術シーズに関する文献調査を実施

- データ・ユニット
 - ※ 以下の情報を集約しデータベースを整備・運用
 - ※ データマイニング・テキストマイニングの技能を有するサブユニットも設置
 - 日本のサプライチェーン
 - 主要国の技術規制動向及び技術開発動向
 - 関係国(中国、北朝鮮、ロシア、米国、韓国、豪州など)の先端技術の防衛利用の動向
 - 関係国の兵器システム
 - グローバルな新興技術シーズとその地理的分布状況

- 分析ユニット
 - ※ 以下のサブユニットを編成して業務を担当
 - ※ 外部の専門家とのコミュニティを形成し分析作業を実施・管理
 - 地政学リスク:地域研究専門家とのネットワークを構築し分析作業を実施
 - 技術規制:主要国の技術政策・法制度の専門家とのネットワークを構築し分析作業を実施
 - 国際ビジネス:商社等企業関係者とのネットワークを構築し分析作業を実施
 - 政策シミュレーション:省庁政策責任者らとのネットワークを構築し分析作業を実施
 - 安全保障:国際安全保障・戦略研究・兵器技術の専門家とのネットワークを構築し分析作業を実施
 - 国際連携:パートナー国及び潜在的パートナー国の技術政策動向の分析作業を実施

- 政策・技術インターフェース・ユニット
 - ※ 「技術全般の専門家」及び「プロジェクトマネージャー」からなる部門
 - 技術全般の専門家は、分析ユニットの実施する各種の分析について、政策ニーズと技術を結び付ける専門的知見を提供
 - プロジェクトマネージャーたちは、自ら担当するプロジェクトで得られた知見を横断的に共有し、互いに担当プロジェクトのニーズに応じられる余地の有無を定常的に検討

3. 重要技術に係る政策について

- 近年は、ウクライナと中東における二つの戦争の勃発や、米中間の構造的なデカップリング/デリスキングの継続に見られるように、国際情勢の構造的な変化が続いている。そのことは、日本の重要技術に係る政策にも重大な影響を及ぼしつつある。科学技術・イノベーション

ン政策と、国家安全保障戦略を、それぞれ切り離して考えるのではなく、これまで以上にその二つを総合的に考慮し、長期的な視野からの政策を立案するべきである。

- 新興の重要技術を特定していく上では、国際政策動向を適切に認識することが重要となる。最先端の重要技術の研究や開発は、「オープン・サイエンス」をベースにグローバルな協力体制で進展することが多く、またそれと同時に国際情勢リスクや、主要国の国際政策動向、さらには国際連携動向によって、各国ともに大きな影響を受けることになる。日本は、そのような国際情勢リスク、国際政策動向、国際連携動向を十分に視野に入れるべき。
- EU では、「育てる(Promoting)」と、「守る(Protecting)」に加えて、「連携する(Partnering)」が、欧州経済安全保障戦略の中核を占めている。日本では、このうちの「連携する」の側面がこれまで必ずしも重視されてこなかった。日本独自の「戦略的自立性」を育んでいくことも重要であるが、それと同時並行で、日本の「戦略的不可欠性」を活用しながら、「連携する」ことも十分に活用するべきである。
- 国際連携のアプローチについては、技術の民生利用に関しては欧州委員会との協力を、防衛利用に関しては米国との協力を主軸に据えるアプローチを取りながら、マルチユース技術の利活用が主流化していく国際的な傾向を踏まえ、双方のアプローチを意識した分析や技術開発政策を目指すべき。
- 民生分野の技術に関しては、技術開発の国際的な動向を把握していく上では、情報収集活動の組織化・強化もさることながら、研究協力そのものを促進することにより、国際的なネットワークに実体として接続することが重要となる。こうした観点から、特に EU との連携強化を進めるべきである。日 EU 間では、日欧科学技術協力協定(2011年)、日 EU 戦略的パートナーシップ協定(2018年)、科学技術・イノベーション協力の強化に関する合意文書(2020年)が締結されているが、その先に進むべきである。特に EU が推進している研究イノベーション助成事業ホライズン・ヨーロッパ(Horizon Europe)に、アソシエイト加盟国として参加すべき。(予算を独自に確保するか、例外的な助成を申請することになるが、加盟国と対等な資格で事業参加が可能になる。)
- 機微な先端技術になればなるほど、保秘の徹底が求められ、情報セキュリティの体制が不十分だとみなされれば、協力は実現しないため、安全・安心に関するシンクタンクにおいては、国際的な信頼に足る情報セキュリティの体制を整備すべき。

【補論】

I 国際的な先端技術開発政策の動向——国家的な取決の参考事例

第1節 米国の政策動向——米国の重要・新興技術政策

米中の覇権をめぐる競争において、先端・新興技術は軍事的・経済的競争優位性を生み出すことから、両国は共に科学技術分野の研究開発や政策推進に力を入れている。中国は「中国制造2025」政策や第14次五カ年計画などの下で次世代通信や航空宇宙などの新興技術分野に重点を置き、技術優位性確保を目指している。これに対し、米国も以下で見るように重要・新興技術の特定・投資や当該技術分野における国際標準策定を主導することなどを通して、技術的優位性を確保しようと試みている。本稿においてはそのような米国の施策について、第1項で政策全体を概観し、第2項で重要・新興技術の特定の試みを、第3項で重要・新興技術の国際標準化の推進、第4項で重要・新興政策を取り巻く議論についてそれぞれ扱う。

1. 米国における重要・新興技術政策

○戦略文書における重要・新興技術の位置付け

米国の安全保障・科学技術政策における重要・新興技術(Critical and Emerging Technologies, CET)の重要性を認識した戦略文書としては、2020年10月に公表された「重要・新興技術のための国家戦略(National Strategy for Critical and Emerging Technologies)²²」が挙げられる。この中では重要・新興技術が軍事的・経済的観点から米国の安全保障上重要であるとし、国家安全保障イノベーション基盤(NSIB)²³の育成と米国の保有する技術的優位の保護を通して重要・新興技術における世界的なリーダーシップを維持することが目標とされた²⁴。この国家戦略では、後述のように20項目の技術分野が重要・新興技術としてリスト化(以後2020年CETリストと表記)されており、バイデン政権の下でリストの更新(以後2022年CET更新リストと表記)が行われた。

バイデン政権発足後も重要・新興技術を重視する姿勢は維持され、2022年に発表された国家安全保障戦略では、技術が「今日の地政学的競争、国家安全保障、経済及び民主主義の未来にとつ

²² The White House, *Statement from the Press Secretary Regarding the National Strategy for Critical and Emerging Technologies*, October 15th 2020, <https://trumpwhitehouse.archives.gov/briefings-statements/statement-press-secretary-regarding-national-strategy-critical-emerging-technologies/>.

²³ NSIBは2017年国家安全保障戦略において、学术界・国立研究所・民間セクターからなる知識・能力・人材のネットワークであって、国家安全保障上重要なものと定義されている。詳細は、White House, *National Security Strategy of the United States*, December 2017, <https://trumpwhitehouse.archives.gov/wp-content/uploads/2017/12/NSS-Final-12-18-2017-0905.pdf>, pp.21.

²⁴ The White House, *National Strategy for Critical and Emerging Technologies(hereinafter WH 2020 CET Strategy)*, October 2020, <https://trumpwhitehouse.archives.gov/wp-content/uploads/2020/10/National-Strategy-for-CET.pdf>, pp.1-11.

て中核的」²⁵な位置を占めていることを明記し、特に重要・新興技術が「今後十年間で経済・軍事力を変化させ、ひいては世界を変革させる」²⁶位置にあるとの見解が示された。その上で同戦略においては、技術分野における米国の競争力向上や、同盟国・同志国(like-minded nations)との協調を図る姿勢が示された。

重要・新興技術に係る戦略文書に関しては、このほかに「重要・新興技術の標準化に関する国家戦略」(第3項にて詳述)がバイデン政権の下で策定されている。

○バイデン政権での重要・新興技術振興政策

国家安全保障戦略等においてその重要性が明記された重要・新興技術の研究開発(R&D)などに関し、バイデン政権の下では下記のような立法措置などが行われている。

・研究予算の優先配分

2024 会計年度(2023 年 10 月～2024 年 9 月)における米国連邦政府機関による科学技術研究開発の予算配分に関し、大統領府下の行政管理予算局(OMB)及び科学技術政策局(OSTP)は、米国の国家安全保障及び技術的競争力向上につながるとして重要・新興技術への優先的な予算配分と各省庁による研究促進を両局間の共同覚書の中で明記した²⁷。2025 会計年度(2024 年 10 月～2025 年 9 月)の予算に関する両局の共同覚書においても、各省庁による重要・新興技術分野の研究への資金提供が引き続き行われるよう記載された²⁸。

2023 会計年度・2024 会計年度における連邦政府全体の研究開発予算額の合計と各省庁研究開発予算の占める割合については下表のとおりで、国防総省の研究開発予算は連邦政府全体の研究開発予算の約 46%を占めており、省庁別では最大規模である。冷戦終結後、国防総省の研究開発予算が連邦政府全体の予算に占める割合は減少しているものの²⁹、依然 40%台後半を推移しており、本篇第1章で指摘した通り、米国の科学技術政策は国防総省が主導する「軍事主導アプローチ」であるということが出来るものと考えられる。

	2023 会計年度推定額(FY2023)	2024 会計年度要求額(FY2024)
連邦政府 R&D 予算	2,010 億ドル(100%)	2,097 億ドル(100%)
国防総省(DOD)	928 億ドル(46.1%)	959 億ドル(45.7%)
保健福祉省(HHS)	481 億ドル(24.0%)	508 億ドル(24.2%)
エネルギー省(DOE)	232 億ドル(11.5%)	242 億ドル(11.5%)

(表 1. 連邦政府及び各省庁の研究開発予算額³⁰)

²⁵ The White House, *National Security Strategy*, October 2022, <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2022/10/Biden-Harris-Administrations-National-Security-Strategy-10.2022.pdf>, pp.32.

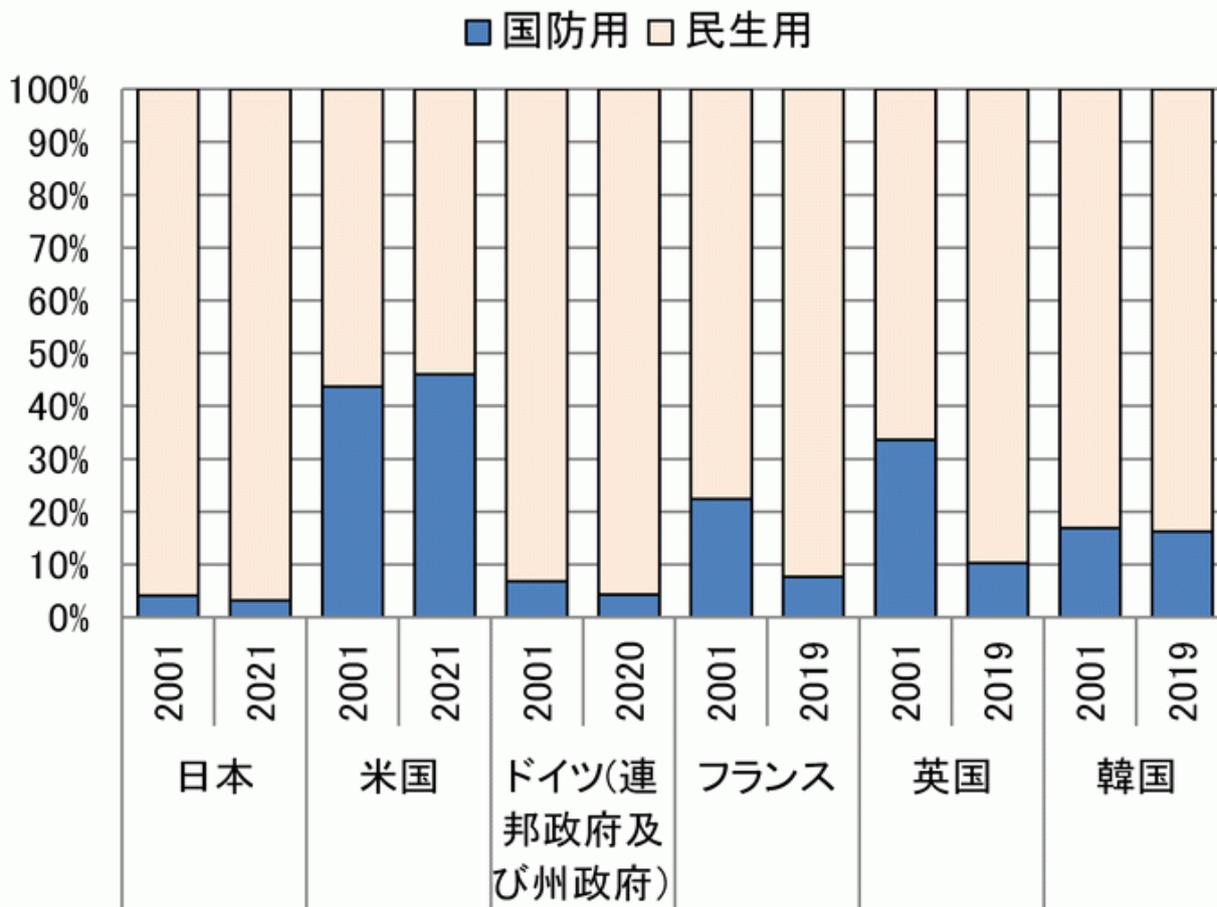
²⁶ 前掲,pp.32-33.

²⁷ Executive Office of the President, *MEMORANDUM FOR THE HEADS OF EXECUTIVE DEPARTMENTS AND AGENCIES- Multi-Agency Research and Development Priorities for the FY 2024 Budget*, July 2022, <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2022/07/M-22-15.pdf>.

²⁸ Executive Office of the President, *MEMORANDUM FOR THE HEADS OF EXECUTIVE DEPARTMENTS AND AGENCIES- Multi-Agency Research and Development Priorities for the FY 2025 Budget*, August 2023, <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2023/08/FY2025-OMB-OSTP-RD-Budget-Priorities-Memo.pdf>.

²⁹ John F. Sargent Jr., *R45403 The Global Research and Development Landscape and Implications for the Department of Defense*, Congressional Research Service(hereinafter CRS), June 28th 2021, <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/R/R45403>, pp.5.

³⁰ John F. Sargent Jr., *R47564 Federal Research and Development(R&D) Funding: FY2024*, CRS, May 19th 2023, <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/R/R47564>. pp.4-5.



(表 2. 主要国の科学技術予算に国防関係予算が占める割合³¹⁾)

・立法措置

バイデン政権下で行われた重要・新興技術関連の立法の中で重要な物としては大統領令第 14017 号(2021 年)、インフラ投資・雇用促進法(2021 年)、半導体・科学法(CHIPS 法、2022 年)、インフレ削減法(2022 年)が挙げられる。それぞれの法律の概要については下表のとおりである。

法律・大統領令	該当技術分野の例	施策
米国サプライチェーンに関する大統領令第 14017 号	半導体製造・大容量電池・医薬品	省庁によるサプライチェーンのリスク分析・報告
インフラ投資・雇用促進法(2021 年)	クリーン・エネルギー・核融合技術	助成金交付
CHIPS 法(2022 年)	半導体製造	基金創設・税額控除・研究支援
インフレ削減法(2022 年)	クリーン・エネルギー・燃料電池	税額控除・研究支援

(表 3. 米議会調査局(CRS)資料などを基に作成³²⁾)

³¹ 科学技術予測・政策基盤調査研究センター、「科学技術指標 2023」,pp.30, 2023 年 8 月, <https://nistep.repo.nii.ac.jp/records/2000006>.

³² Jason A. Gallo, *R47373 Science and Technology Issues for the 118th Congress*, CRS, November 27th 2023, <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/R/R47373>., Lida R. Weinstock, *IN11927 Summary of Selected Biden Administration Actions on Supply Chains*,

2. 近年の重要・新興技術のリスト化

重要・新興技術に関し上記立法や予算配分措置などが採られているのに加え、どの技術がこれに該当するかを示すリストアップ化が米国政府・各省庁により進められている。以下においてはこの数年で行われた米国政府内における重要・新興技術の特定の試みについて概観する(CETリスト掲載の技術や各省庁指定の技術一覧については末尾資料参照)。

○トランプ政権における CET リスト策定(2020 年 10 月)

前述の通り、トランプ政権末期の 2020 年 10 月には「重要・新興技術のための国家戦略(National Strategy for Critical and Emerging Technologies)」が策定され重要・新興技術に注力する姿勢が示されたが、文書末尾には国家安全保障上有益と評価された重要・新興技術のリストが附属している(2020 年 CET リスト)。このリストは国家安全保障会議により毎年見直し及び更新がされることとされた。

2020 年 CET リスト策定に当たっては国家安全保障会議(NSC)が主導的役割を果たした。NSC と約 15 の省庁・連邦政府機関との調整³³の中で、各省庁が優先的に取り組んでいる技術分野の候補を挙げた上で、NSC が最終的に AI・半導体・量子情報などの 20 分野を選定した³⁴。

○バイデン政権における CET リスト更新と 2020 年 CET リストとの比較(2022 年 2 月)

バイデン大統領への政権交代後も 2020 年 CET リストの見直し及び更新活動は続けられ、2022 年 2 月には重要・新興技術更新リスト(Critical and Emerging Technologies List Update、2022 年 CET 更新リスト)が公表された³⁵。リスト更新に当たっては、前年発表の「暫定国家安全保障戦略指針(Interim National Security Strategic Guidance)」で掲げられた米国民の安全保障・経済的繁栄/機会拡大・民主主義的価値観の擁護といった 3 目標³⁶の達成に役立つ可能性を秘めている 19 分野の技術と各分野のサブカテゴリ技術が、国家科学技術会議(NSTC)と各省庁との協議の下リスト

CRS, June 14th 2022, <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/IN/IN11927.>,

John F. Sargent Jr. et al., *IF12016 Semiconductors, CHIPS for America, and Appropriations in the U.S. Innovation and Competition Act (S. 1260)*, CRS, January 13th 2022,

<https://crsreports.congress.gov/product/pdf/IF/IF12016.>,

Corrie E. Clark et al., *IF12376 DOE Office of Energy Efficiency and Renewable Energy FY2024 Appropriations*, CRS, August 23rd 2023, <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/IF/IF12376.>,

Martin C. Offutt, *IF12514 DOE Appropriations for Hydrogen and Fuel Cell Activities: FY2024*, CRS, October 19th 2023, <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/IF/IF12514.>,

Brent D. Yacobucci et al., *R47034 Energy and Minerals Provisions in the Infrastructure Investment and Jobs Act (P.L. 117-58)*, CRS, March 31st 2023,

<https://crsreports.congress.gov/product/pdf/R/R47034.>

³³ Government Accountability Office(hereinafter GAO), *GAO-21-158 DOD CRITICAL TECHNOLOGIES*

Plans for Communicating, Assessing, and Overseeing Protection Efforts Should Be Completed, January 12th 2021, <https://www.gao.gov/assets/720/711740.pdf.>, pp.9.

³⁴ 前掲 WH 2020 CET Strategy, pp.A1.

³⁵ Office of Science and Technology Policy, *Technologies for American Innovation and National Security*, February 7th 2022, <https://www.whitehouse.gov/ostp/news-updates/2022/02/07/technologies-for-american-innovation-and-national-security/>.

³⁶ White House, *Interim National Security Strategic Guidance*, March 3rd 2021, <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2021/03/NSC-1v2.pdf.>, pp.9.

アップ³⁷された。なお、2022年 CET リストの位置付けとしては、具体的政策立案や予算配分の優先順位を示すものではなく、米国の技術的優位増進の取組や同盟国・同志国との協力枠組み、技術漏洩防止などの措置を検討する際の参照点として用いられることが企図されている³⁸。実際に2022年 CET 更新リストは「重要・新興技術の標準化に関する国家戦略」とその関連文書³⁹、2023年10月に公布された「人工知能(AI)の安心、安全で信頼できる開発と利用に関する大統領令第14110号⁴⁰」などにおいて参照されている⁴¹。

○各省庁における重要・新興技術の特定・リスト化の取組

ホワイトハウス主導による一連の CET リストのほか、連邦政府の各省庁においても独自に重要・新興技術の特定・リスト化が行われている。以下では代表的な取組と重要・新興技術に関連する部局等について説明し、各省庁がどのような基準で当該技術が重要(Critical)・基盤(Foundational)又は新興(Emerging)であると判断したのかを明らかにする。

なお、各省の選定の基準・指標については下記で述べるが、各省庁が新興技術のもたらす影響や潜在的な課題を検討する際に用いる検討手法について簡潔に紹介する。米会計検査院(GAO)が新興技術に対する、運輸省(DoT、自動運転車や無人航空機を規制)・連邦通信委員会(FCC、5G や 6G 等の次世代通信を規制)・食品医薬品局(FDA、付加製造技術の医薬品分野への応用を規制)などの取組を調査した報告書⁴²の中では、各省庁機関が技術的な変化に伴い生じうる主として以下の二つの手法を活用して予測を行っているとして記載されている⁴³。

①ホライズン・スキャニング:新興技術などの変化を予測。FDA は 4 年おきに実施

②シナリオ・プランニング:新興技術が他の要素との相互作用の結果どのような未来を生じせしめるかをいくつかのシナリオに分け検討。

・商務省の新興技術特定の試みとその頓挫

トランプ政権下に成立した 2018 年輸出管理改革法(Export Control Reform Act of 2018)1758 条に基づき、輸出管理強化のため大統領は①国務省・国防総省・エネルギー省及び他の連邦機関間の省庁間協議を立ち上げ、②国家安全保障上重要な新興(Emerging)・基盤(Foundational)技術を選定することとされた⁴⁴。これを受け 2018 年 11 月、商務省は新興技術の定義と基準・特定方法に関する事前公告(ANPRM)を連邦官報上に発出した。本事前公告の中では極超音速技術や AI などの

³⁷ White House, *Critical and Emerging Technologies List Update(hereinafter WH 2022 CET List Update)*, February 2022, <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2022/02/02-2022-Critical-and-Emerging-Technologies-List-Update.pdf>.

³⁸ 前掲 WH 2022 CET List Update, pp.1.

³⁹ Department of Commerce, *Request for Information on Implementation of the United States Government National Standards Strategy for Critical and Emerging Technology (USG NSSCET)*, Federal Register 88, No.172(September 7th 2023):61527-61529, <https://www.govinfo.gov/content/pkg/FR-2023-09-07/pdf/2023-19245.pdf>.

⁴⁰ Executive Office of the President, *Executive Order 14110 of October 30, 2023. Safe, Secure, and Trustworthy Development and Use of Artificial Intelligence*, Federal Register 88, No.210(November 1st 2023):75191-75226, <https://www.govinfo.gov/content/pkg/FR-2023-11-01/pdf/2023-24283.pdf>.

⁴¹ このほかに GAO による調査において 2022 年 CET 更新リストが活用されている。詳細は、GAO, *GAO-24-106122 Federal Regulation: Selected Emerging Technologies Highlight the Need for Legislative Analysis and Enhanced Coordination*, January 25th 2024, <https://www.gao.gov/assets/d24106122.pdf>, pp.53.

⁴² Ibid., pp.1-5.

⁴³ Ibid., pp.9-10.

⁴⁴ U.S. Congress, *John S. McCain National Defense Authorization Act for Fiscal Year 2019*, Public Law No. 115-232(H.R. 5515), August 2018, <https://www.congress.gov/115/bills/hr5515/BILLS-115hr5515enr.pdf>, Sec. 1758., p.583.

14 分野の技術を例示した上で、規制対象となりうる技術の特定方法に関する以下の 7 項目の問いに対して、産業界や学术界などからの意見を募った⁴⁵。

1. 将来的に対象技術の特定を容易にするためには、「新興技術」をどのように定義すればよいか
2. 14 の技術分野の中で規制対象とすべき個別技術の有無を判断するための基準
3. 対象技術を特定するための情報源
4. 米国の安全保障に重要な新興技術を特定するために目を配るべき、14 以外の一般的技術分野
5. 米国や他国におけるこれら技術の開発状況
6. 特定技術に対する規制が米国の技術的優位性に及ぼす影響
7. 米国の安全保障にとって重要な新興技術を特定するその他の方法（輸出規制の際に考慮すべき新興技術の開発・成熟段階などを含む）

基盤(Foundational)技術についても同様に事前公告が行われ、特定基準などに関しパブリックコメントが募集された⁴⁶。

このように新興・基盤技術に関し商務省はパブリックコメントを募集し、国家安全保障上有用な技術の特定を試みたが、2022 年には「新興」・「基盤」技術の特定と区別を断念し「(ECRA 法)第 1758 条技術」とまとめて取り扱うこととした。商務省は断念の理由として、一連のパブコメ募集で寄せられた特定の基準を用いても、技術を「新興」・「基盤」のいずれかに区別することが困難であることを挙げている⁴⁷。

商務省による一連の試みと断念は、新興技術の発展スピードや技術的複雑さなどによって政府機関による選定の難しさを示している。

・エネルギー省による選定

米国サプライチェーン大統領令第 14017 号を受け、エネルギー省はエネルギー産業におけるサプライチェーンリスク・脆弱性の分析評価を行った。エネルギー省は以下の 10 指標を用い、燃料電

⁴⁵ Department of Commerce, *Review of Controls for Certain Emerging Technologies*, Federal Register 83, no. 223(November 19th 2018):58201-58202, <https://www.govinfo.gov/content/pkg/FR-2018-11-19/pdf/2018-25221.pdf>,

鈴木敦,「ビジネス短信 輸出規制対象とする新興技術のパブコメ開始(米国)」, 日本貿易振興機構, 2018 年 11 月 22 日, <https://www.jetro.go.jp/biznews/2018/11/2ce360cc2109815b.html>.

⁴⁶ Department of Commerce, *Identification and Review of Controls for Certain Foundational Technologies*, Federal Register 85, no.167(August 27th 2020):52934-52935, <https://www.govinfo.gov/content/pkg/FR-2020-08-27/pdf/2020-18910.pdf>,

磯部真一,「ビジネス短信 米商務省、輸出管理における『基盤的技術』の特定に向けパブコメ募集(米国)」, 日本貿易振興機構, 2020 年 9 月 1 日,

<https://www.jetro.go.jp/biznews/2020/09/1a30218b3648f672.html>,

Emma Rafaelof, *Unfinished Business: Export Control and Foreign Investment Reforms*, U.S.-China Economic and Security Review Commission(USCC), June 1st 2021,

https://www.uscc.gov/sites/default/files/2021-06/Unfinished_Business-Export_Control_and_Foreign_Investment_Reforms.pdf.

⁴⁷ Department of Commerce, *Commerce Control List: Controls on Certain Marine Toxins*, Federal Register 87, no.99(May 23rd 2022):31195-31203, <https://www.govinfo.gov/content/pkg/FR-2022-05-23/pdf/2022-10907.pdf>.

池や高圧直流送電(HVDC)技術などの 11 分野の技術を重要技術に指定し、サプライチェーンリスクの評価対象とした⁴⁸。

1. 国家安全保障:国家安全保障上重要な技術か
2. サプライチェーンリスクへの脆弱性:当該技術が国内製造の制限又は原材料物資の供給不足に起因するサプライチェーンリスク、若しくは外国敵対者からの悪意あるリスクにさらされているか
3. 他の重要インフラに対する影響度:サプライチェーンの脆弱性を助長するような形で、他の重要インフラやエネルギー網が当該技術に依存しているか
4. 質の高い雇用機会創出:新規雇用を持続的に創出する大きな機会が存在するか
5. 脱炭素化への貢献度:当該技術は米国の脱炭素化への工程に大きく寄与するか
連邦政府による技術採用により一定目標値までの排出量削減が可能か
6. 米国の基盤活用:当該技術の製造において、米国が技術的優位性・コスト優位性を有する又は継続的研究投資を行っている既存の製造工程・基盤を活用できるか
7. 商業化の段階の程度:米国の研究開発・産業政策が充実している場合にあつて、当該技術の国内製造がコスト競争力に長けているか、又は 5 年以内にそうなると見込まれているか
8. 市場規模:当該技術の推定市場は、複数経済圏からの供給貢献を支えるのに十分な規模にあるか。国内需要のみで国内製造のかなりの部分を十分にまかなうことができるか
9. 国際取引の可能性:当該技術のサプライチェーンは、国内製造を後押しし、輸送費高騰又はその他の障壁の影響下にあるか
10. 付加価値:既存の製造フットプリントと比較して、当該技術の国内製造の増加が米国経済への付加価値の大幅な増大をもたらすか

・国防総省における取組と重要・新興技術に関連する部局

連邦政府研究開発予算中約 46%を占める国防総省では、重要・新興技術に関して部局の設立や技術戦略などの取組が行われている。

国防総省内における技術革新を図るべく 2017 年に研究・工学担当国防次官職(Under Secretary of Defense for Research and Engineering, USD(R&E))が再設置され、同次官職が国防総省の「最高技術責任者(Chief Technology Officer, CTO)」として省内における研究開発の監督や政策立案を担うこととされた⁴⁹。重要・新興技術に関しては、2022 年 2 月に次官職(USD(R&E))が重要技術の戦略ビジョンを発表。AI・極超音速などの 14 分野⁵⁰の重要技術分野を選定し、国防総省全体として技術

⁴⁸ Department of Energy, *America's Strategy to Secure the Supply Chain for a Robust Clean Energy Transition- U.S. Department of Energy Response to Executive Order 14017, "America's Supply Chains"*, February 24th 2022, <https://www.energy.gov/policy/articles/americas-strategy-secure-supply-chain-robust-clean-energy-transition>.

⁴⁹ John F. Sargent Jr., *R45403 The Global Research and Development Landscape and Implications for the Department of Defense*, CRS, June 28th 2021, <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/R/R45403>, pp.16-17.

近年の国防総省における技術イノベーション政策については、森聡「オバマ政権期における国防組織改編の模索」、国際安全保障第 45 巻第 1 号、国際安全保障学会、2017 年、https://www.jstage.jst.go.jp/article/kokusaijzenhosho/45/1/45_24/_article/-char/ja/、24-42 頁参照のこと。

⁵⁰ 14 分野の技術詳細については、Under Secretary of Defense, "Critical Technology Areas", <https://www.cto.mil/usdre-strat-vision-critical-tech-areas/>.参照

競争力を向上させる姿勢が示された⁵¹。これに加え 2023 年 5 月には国防科学技術戦略(National Defense Science & Technology Strategy 2023⁵²)が公表され、上記戦略ビジョンで選定された 14 分野の重要・新興技術の研究開発基盤の確保や当該技術を用いた装備品の配備加速などに取り組むこととされた⁵³。

国防総省内には国防高等研究計画局(Defense Advanced Research Projects Agency, DARPA)といった研究開発部局のほか、2015 年に新設された国防イノベーションユニット(Defense Innovation Unit, DIU)といった組織が存在している。DIU はテキサス州ボストンやカリフォルニア州のシリコンバレーなどに事務所・技術拠点(ハブ)を開設し、当該地域に所在するスタートアップ企業などの民間の技術力や人材の国防部門への活用を企図しており、契約・調達プロセスも短縮化するなどし、民間の新興技術活用に取り組んでいる⁵⁴。

・(参考)クリントン政権における重要技術の定義と指標

近年の米国政府による重要・新興技術の特定に関し、前掲のエネルギー省のものを除き重要・新興技術の定義・選定基準について公表されているものは少ない。そこで本項の最後では、クリントン政権下における重要技術の定義と選定指標について概観する。

1980 年代後半から日米貿易摩擦が高まる中で、米国の競争力向上のため 1990 会計年度国防権限法(FY1990 NDAA)に基づき、1991 年から 1998 年にかけてジョージ・H・W・ブッシュ政権とクリントン政権のもとで連邦政府の研究開発政策における重点分野の特定などを目的に調査と 4 度の報告書(National Critical Technologies Report, NCT Report)作成が行われた。

報告書作成に当たっては大統領府の科学技術政策局(OSTP)及び大統領科学技術諮問委員会(PCAST)メンバーや産業界の有識者により構成された国家重要技術有識者会議(NCT Panel)が主体となり⁵⁵、「国家安全保障及び経済的繁栄促進に不可欠な」技術を「重要(Critical)技術」と定義した⁵⁶上で分析が行われた。なお、報告書や下記重要技術リストの調査・編纂は、連邦法⁵⁷により設

⁵¹ Under Secretary of Defense, *USD(R&E) Technology Vision for an Era of Competition*, February 1st 2022, https://www.cto.mil/wp-content/uploads/2022/02/usdre_strategic_vision_critical_tech_areas.pdf.

⁵² Department of Defense(hereinafter DoD), *National Defense Science & Technology Strategy 2023*, May 9th 2023, <https://media.defense.gov/2023/May/09/2003218877/-1/-1/0/NDSTS-FINAL-WEB-VERSION.PDF>.

⁵³ DoD, “DoD Releases National Defense Science and Technology Strategy”, May 9th 2023, <https://www.defense.gov/News/Releases/Release/Article/3389118/dod-releases-national-defense-science-and-technology-strategy/>.

⁵⁴ John F. Sargent Jr., *R45403 The Global Research and Development Landscape and Implications for the Department of Defense*, CRS, June 28th 2021, <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/R/R45403>, pp.19-21, 森聡「米国防省の技術政策(2) —国防イノベーション・ユニット—」、『米中競争による先端技術分野の安全保障化の背景とグローバル経済への影響』エッセイシリーズ No.6、東京大学未来ビジョン研究センター、2022 年 3 月 30 日、<https://if.u-tokyo.ac.jp/ssu-report/12751/>、1-8 頁

⁵⁵ Executive Office of President, *National Critical Technologies Report Introduction*, March 1995, <https://clintonwhitehouse3.archives.gov/WH/EOP/OSTP/CTIformatted/chap1/intro.html>.

⁵⁶ 42 U.S.C. Chapter 79 § 6683(b)(1994), <https://uscode.house.gov/view.xhtml?req=granuleid%3AUSC-1994-title42-chapter79-subchapter6&edition=1994>.

⁵⁷ CTI 設立根拠法は 42 U.S.C. Chapter 79 § 6686(1994), <https://uscode.house.gov/view.xhtml?req=granuleid%3AUSC-1994-title42-chapter79-subchapter6&edition=1994>.

立された重要技術研究所(Critical Technologies Institute, CTI⁵⁸)が行うこととされたが、CTI 運営はランド研究所(RAND Corporation)が担当した⁵⁹。このような民間シンクタンクによる公的調査機関の運営と重要技術調査実施の形態は、我が国の経済安全保障推進法第 64 条に規定されている特定重要技術調査研究機関との類似性を有するものと思料される。

1995 年に公表された NCT 報告書のもとでは、7 領域 28 分野をカバーする国家重要技術リスト(National Critical Technologies List)が策定された。リスト策定に際し用いられた重要技術の選定基準の主な事項は以下の通りである。

- | |
|--|
| <ol style="list-style-type: none">1. 経済的繁栄<ol style="list-style-type: none">①当該技術が米国の単一又は複数産業の国際的競争力の維持又は促進に不可欠な科学技術基盤に貢献すること②当該技術の潜在的な経済的重要性の有無③産業界のニーズが認識されているにもかかわらず、必要な投資の規模や投資回収期間の長さ、技術開発上のリスクの高さ、又は単一企業だけでは研究開発投資の回収が見込めないような技術の汎用性などの理由により、連邦政府の支援なしには民間セクターによる十分な研究開発投資が行われないという基準に適合すること2. 国家安全保障
当該技術が将来的統合作戦能力(Future Joint Warfighting Capabilities)を可能にする、又は前進させるために不可欠な貢献をすること |
|--|

このほかに重要技術の分析・評価に当たって用いられた方法論についても、同 NCT 報告書の中に記載がある⁶⁰。

3. 重要・新興技術の標準化に関する国家戦略

バイデン政権は 2023 年 5 月 4 日、「重要・新興技術の標準化に関する国家戦略」を公表した⁶¹。同戦略は、「重要技術及び新興技術の国際標準に対する政府の支援を強調し、民間部門が主導する標準化への取組を加速させ、(中略)米国の競争力とイノベーションを促進する」⁶²。また重要・新興技術の標準策定への米国の関与は、米国の経済及び国家安全保障を強化する。加えて同戦略では、米国はこれまで同志国(like-minded nations)と共に、国際標準の策定でリーダーシップを発揮してきたが、現在中国

⁵⁸ CTI は政府が出資し、運営は民間団体が担う連邦政府出資研究開発センター(FFRDC)に当たる。

⁵⁹ Pitcher, Christina, ed., *Critical Technologies Institute Annual 1995-1996 Report*, RAND Corporation, 1998. https://www.rand.org/pubs/annual_reports/AR7005.html, pp.7.

⁶⁰ Executive Office of President, *National Critical Technologies Report Appendix B Technology Selection and Analysis*, March 1995, <https://clintonwhitehouse3.archives.gov/WH/EOP/OSTP/CTIformatted/AppB/appb.html>.

⁶¹ The White House, *United States Government National Standards Strategy for Critical and Emerging Technology*, May 2023, <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2023/05/US-Gov-National-Standards-Strategy-2023.pdf>.

文書の中で標準については、「製品・それに関わるプロセス・慣行・生産方法に関する一般的かつ繰り返し使用されるルール、条件、ガイドライン、特性」と定義されている(p. 3)。

⁶² The White House, “FACT SHEET: Biden-Harris Administration Announces National Standards Strategy for Critical and Emerging Technology,” May 4, 2023, <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2023/05/04/fact-sheet-biden-harris-administration-announces-national-standards-strategy-for-critical-and-emerging-technology/>.

をはじめとする戦略的競争相手による挑戦を受けている、という認識が示されている⁶³。確かに、中国は近年欧州連合(EU)、特にドイツとの連携を強化し、米国や欧州と肩を並べ、国際標準を自ら主導する存在になっている、と評価されている⁶⁴。

同戦略では具体的に、米国の競争力と国家安全保障にとって重要な重要・新興技術として、通信・ネットワーク技術、半導体、AI・機械学習、バイオテクノロジー、測位航法・タイミング(Positioning, Navigation, Timing Service, PNT)、デジタル ID 分散台帳技術、クリーン・エネルギー発電と蓄電、量子情報技術の技術標準策定に優先順位を置くと示した。これらに加えて、各省庁がグローバル経済や国家安全保障に影響を与え得る、特定の応用技術として、自動化・コネクテッドインフラ、バイオバンキング、自動化・コネクテッド・電化輸送手段、重要鉱物サプライチェーン、サイバーセキュリティ及びプライバシー、炭素回収・除去・貯留、なども重視することを明らかにした⁶⁵。

そして上記分野の国際標準策定に向けて、以下の四つに注力することを表明した⁶⁶。

1. 投資: 研究開発から生まれる技術貢献は、新標準を生み出す原動力である。そこで、国際標準化において米国がリーダーシップを発揮するためのイノベーション、最先端科学、トランスレーショナル・リサーチを促進するため、標準化前の研究開発への投資を強化する。また米国政府は、民間企業、大学、研究機関に対し、標準開発への長期的な投資を呼びかける。
2. 参画: 民間部門及び学术界の技術革新は、効果的な標準の開発を促進するものである。それゆえ米国は、産業界及び研究コミュニティと緊密に協力し、時代の先端を走り続けることが不可欠である。米国政府は国内外を問わず、民間企業、学术界、その他の主要な利害関係者と幅広く協力し、重要・新興技術 標準開発活動への米国の参画を強化する。
3. 労働力: 標準化に関わる機関(特に重要・新興技術に関連する機関)の数は、過去 10 年間で急速に増加したが、米国の標準化に関わる人材は不足している。米国政府は、学术界、産業界、中小企業、市民社会のメンバーを含む利害関係者が、より効果的に技術標準開発に貢献できるよう、教育と訓練に投資する。
4. 統合性(Integrity)と包摂性: 米国にとって、標準開発プロセスが技術的に健全であること、独立性が担保されていること、そして幅広い市場や社会の要請に対応していることを保証することは不可欠である。米国政府は、志を同じくする同盟国(like-minded allies)やパートナー国の支援を活用し、国際標準化システムの統合性を推進する。そうすることで世界各国の参加を促進し、万人のための包摂的な成長を実現する公正なプロセスを通じて、技術的なメリットに基づいて国際標準が制定されることを担保する。

ファクトシートでは、上記四つについて各省庁が取り組んでいる施策についても公表された。そして、「重要・新興技術の標準化に関する国家戦略」は、バイデン政権の「国家安全保障戦略」⁶⁷、「国家サイバ

⁶³ The White House, *United States Government National Standards Strategy for Critical and Emerging Technology*, pp. 3, 12.

⁶⁴ 森直子・稲葉緑・岩田祐一「国際標準化の『変貌』と日本に必要な『対応』～『ルール設定主導』の流れに対する日本の心理的『強み弱み』を踏まえ～」「情報通信技術と国際的問題」研究会レポート No. 2、中曽根平和研究所、2019 年、3-4 頁。

⁶⁵ The White House, *United States Government National Standards Strategy for Critical and Emerging Technology*, pp. 6-7.

⁶⁶ The White House, “FACT SHEET: Biden-Harris Administration Announces National Standards Strategy for Critical and Emerging Technology,” May 4, 2023.

⁶⁷ The White House, *National Security Strategy*, October 2022, <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2022/10/Biden-Harris-Administrations-National-Security-Strategy-10.2022.pdf>.

ーセキュリティ戦略」⁶⁸、米国規格協会 (ANSI) の「米国標準戦略」⁶⁹の原則に沿ったものであり、標準開発の統合性を守るだけでなく、長期的な米国のイノベーションに資するものであると結ばれている⁷⁰。

4. 結論

最後にバイデン政権の重要・新興技術政策の直近の議論について紹介する。まず「重要・新興技術の標準化に関する国家戦略」自体の評価である。米情報技術・イノベーション財団 (Information Technology & Innovation Foundation) のコーリー (Nigel Cory) 氏は、同戦略について批判的な立場をとる。同氏によると、同戦略は技術標準策定における国家安全保障の側面を強調しすぎており、民間セクターとの協力に関して、具体性に欠けているとする⁷¹。

国家安全保障と民間セクターへの投資及びイノベーション推進のバランス、という点に関連して、バイデン政権が 2023 年 10 月 30 日に発令した、「人工知能 (AI) の安心、安全で信頼できる開発と利用に関する大統領令第 14110 号」について触れたい⁷²。ホワイトハウスが公表したファクトシートによると、この大統領令は「AI の安全性とセキュリティに関する新たな基準を確立し、米国人のプライバシーを保護し、公平性と公民権を向上させ、消費者と労働者を支援し、イノベーションと競争を促進し、世界における米国のリーダーシップを促進する」ものである⁷³。この大統領令の発令により、政府は、AI 技術を開発する企業に対して、一般消費者へのサービス提供開始前に新たなモデルのテスト結果を政府に提出することを求めることになる⁷⁴。現状、米国大手テック企業側は概ねこの大統領令を歓迎しているという。今回の発令では企業に規制や義務を課すのではなくあくまで自主的な協力を求めている点、及び政府が AI への投資を重視している点を企業側は評価している。このような点から、現状のホワイトハウスのアプローチは「依然としてシリコンバレー寄りで、制限や制約よりもイノベーションと競争を強調している」という指摘もあ

⁶⁸ The White House, *National Cybersecurity Strategy*, March 2023, <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2023/03/National-Cybersecurity-Strategy-2023.pdf>.

⁶⁹ American National Standards Institute, *United States Standards Strategy*, 2020, <https://share.ansi.org/Shared%20Documents/Standards%20Activities/NSSC/USSS-2020/USSS-2020-Edition.pdf>.

⁷⁰ The White House, “FACT SHEET: Biden-Harris Administration Announces National Standards Strategy for Critical and Emerging Technology” May 4, 2023, <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2023/05/04/fact-sheet-biden-harris-administration-announces-national-standards-strategy-for-critical-and-emerging-technology/>.

⁷¹ Nigel Cory, “Unpacking the Biden Administration’s Strategy for Technical Standards: The Good, the Bad, and Ideas for Improvement,” *Innovation Files*, October 10, 2023, Information Technology & Innovation Foundation, <https://itif.org/publications/2023/10/10/unpacking-the-biden-administrations-strategy-for-technical-standards-the-good-the-bad-and-ideas-for-improvement/>.

⁷² The White House, “Executive Order on the Safe, Secure, and Trustworthy Development and Use of Artificial Intelligence,” October 30, 2023, <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/presidential-actions/2023/10/30/executive-order-on-the-safe-secure-and-trustworthy-development-and-use-of-artificial-intelligence/>.

⁷³ The White House, “FACT SHEET: President Biden Issues Executive Order on Safe, Secure, and Trustworthy Artificial Intelligence,” October 30, 2023, <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2023/10/30/fact-sheet-president-biden-issues-executive-order-on-safe-secure-and-trustworthy-artificial-intelligence/>.

⁷⁴ Akayla Gardner, Oma Seddiq and Courtney Rozen, “Biden Signs Sweeping Order Regulating Artificial Intelligence,” *Bloomberg*, October 31, 2023, <https://news.bloomberglaw.com/artificial-intelligence/biden-targets-artificial-intelligence-in-broad-regulation-order>.

る⁷⁵。

とはいえ、今後政府がこの方針を転換する可能性はゼロではないのではないか。CETリスト内で国家安全保障の観点から米国政府が、優先度が高いと判断した技術の標準設定を巡り中国との競合状況が激化した場合、米国政府が「シリコンバレー寄りのアプローチ」から脱却し企業に対して「義務的な」協力ないし規制強化に踏み切らないという保証はない。その時に、企業のイノベーション及び競争力を阻害しない形で、米国が重要・新興技術の標準設定においてリーダーシップを発揮できるかについては注視していく必要がある⁷⁶。

2点目は、戦略の推進方法についてである。重要・新興技術の標準設定にはホワイトハウスを中心として、多くの省庁が関与している。例えば、2023年12月12日、米国DOEは、AI、バイオテクノロジー、量子コンピューティング、半導体などの分野への米国の投資を確実にするため、CET局(Office of Critical and Emerging Technology)を立ち上げた。DOEによると、「同局は、連邦政府が民間企業や学界と連携して、米国の競争力と安全保障に影響を与える重要な技術革新の研究、開発、展開の最前線に立ち続けることを確実にするため、同省の重要・新興技術に関する唯一の窓口としての役割を果たす」、という⁷⁷。同局のディレクターには、国家安全保障会議(NSC)の技術・国家安全保障担当ディレクターやOSTPでリサーチ・セキュリティ政策の策定を指揮した経験を持つ、ヘレナ・フー(Helena Fu)氏が就任した。政府によるAIの規制を求める声もあるが、フーによれば、CET局は規制的な性格を持つものではなく、他の(政府)機関がどのように規制を行うかについて情報を提供するための科学研究を行なっているという。実際に、商務省(Department of Commerce)、国土安全保障省(Department of Homeland Security)、国立標準技術研究所(National Institute of Standards and Technology: NIST)と協力して、最終的には規制の一部となりうる、AIチャットボットなどの応答を制御するガードレールのモデルを開発している⁷⁸。

重要・新興技術を特定する際と同様に、今後も各省庁で重要・新興技術の標準設定に向けての政策も進められていくであろう⁷⁹。今後、ホワイトハウスが各省庁の取組を、技術標準設定において中国に先行すべくどのように政策に昇華していくか注目する必要があるだろう。

⁷⁵ Tate-Ryan-Mosley & Melissa Heikkila, “Three things to know about the White House’s executive order on AI,” *MIT Technology Review*, October 30, 2023, <https://www.technologyreview.com/2023/10/30/1082678/three-things-to-know-about-the-white-houses-executive-order-on-ai/>.

⁷⁶ AIの規制に関して、AIの技術革新のスピードはあまりにも速いので、政策立案者が法的に規制することの難しさを指摘する議論もある。以下を参照。

Ian Bremmer and Mustafa Suleyman, “The AI Power Paradox: Can States Learn to Govern Artificial Intelligence—Before It’s Too Late?” *Foreign Affairs*, September/October 2023, <https://www.foreignaffairs.com/world/artificial-intelligence-power-paradox>.

⁷⁷ Department of Energy, “DOE Launches New Office to Coordinate Critical and Emerging Technology,” December 12, 2023, <https://www.energy.gov/articles/doe-launches-new-office-coordinate-critical-and-emerging-technology>.

⁷⁸ Rachel Frazin, “Managing emerging technology at the Energy Department,” *The Hill*, January 17, 2024, <https://thehill.com/policy/energy-environment/4411606-emerging-technology-energy-department-ai/>.

⁷⁹ John VerWey, *Through a Glass, Darkly: Mapping Emerging Technologies and Their Supply Chain – Using CSET’s Map of Science and Supply Chain Explorer*, Center for Security and Emerging Technology, August 2023, p.15, <https://cset.georgetown.edu/publication/through-a-glass-darkly-mapping-emerging-technologies-and-their-supply-chains/>.

また、米国の科学技術政策の政策決定プロセス自体が、多くの政府機関や議会、民間企業、アカデミアといった多様なアクターが介在する、分散した(decentralized)性質であるとの指摘もある。以下を参照。Deborah D. Stine, *Science and Technology Policymaking: A Primer*, CRS, May 27, 2009, pp. 27, 36, 38, <https://sgp.fas.org/crs/misc/RL34454.pdf>.

○参考資料 各省庁新興技術リスト掲載の技術分野一覧⁸⁰

技術/リスト	2018 CommerceB IS ANPRM	2020 WH CET	2021 ODNI List	2022 DOD CET List	2022 WH CET Update
半導体・マイクロエレクトロニクス		○	○	○	○
AI	○	○	○	○	○
量子情報技術	○	○	○	○	○
先端コンピューティング	○	○		○	○
通信・ネットワーク技術		○		○	○
データサイエンス	○	○			
金融技術		○			○
先進ネットワーク型センシング・シグネチャ管理		○		○	○
ネットワーク型センサー・センシング技術		○		○	○
先進監視技術	○				
先端製造技術	○	○		○	○
先端工学素材	○	○		○	○
測位航法・ タイミング技術(PNT)	○				
宇宙輸送技術		○		○	○
極超音速	○		○	○	○
先端ガスタービンエンジン		○			○
自律システム・ロボティクス	○	○	○	○	○
ブレイン・コンピュータインターフェース	○				
マンマシンインターフェース		○			○
先端原子力エネルギー					○
指向性エネルギー				○	○
再生可能エネルギー生成・ 貯蔵				○	○
エネルギー技術		○			
バイオテクノロジー	○	○	○		○

⁸⁰ 2018 BIS ANPRM: Department of Commerce, *Review of Controls for Certain Emerging Technologies*, Federal Register 83, no. 223(November 19th 2018):58201-58202,

<https://www.govinfo.gov/content/pkg/FR-2018-11-19/pdf/2018-25221.pdf>.

2020 WH CET: <https://trumpwhitehouse.archives.gov/wp-content/uploads/2020/10/National-Strategy-for-CET.pdf>

2021 ODNI(国家情報長官室) List:

https://www.dni.gov/files/NCSC/documents/SafeguardingOurFuture/FINAL_NCSC_Emerging%20Technologies_Factsheet_10_22_2021.pdf.

2022 DOD CET List: https://www.cto.mil/wp-content/uploads/2022/02/usdre_strategic_vision_critical_tech_areas.pdf.

農業技術		○			
ロジスティクス	○	○			
CBRN 兵器関連技術		○			
先進通常兵器技術		○			

国際的な先端技術開発政策の動向——国家的な取決の参考事例

第2節 豪州の政策動向

1. 新興技術における優先分野

2020年7月に首相内閣府内に設置されたCTPCOは、国防省のDSTGと連携し、政府の諸機関や民間の企業、研究機関、州政府や外国政府等とも協議を重ねることで、豪州の国益に資する形での重要技術の活用に向けた分野の特定を行ってきた。その結果、CTPCOは2021年11月に「重要技術のための青写真」及び「重要技術のための行動計画」を発表した。行動計画は安全保障、経済的繁栄、そして社会の結束という豪州の三つの国益の観点から63の重要技術リストを特定し、その中から九つの優先分野を特定した⁸¹。

その後も豪政府は科学資源エネルギー省を中心に、リストの更新に向けた作業を継続した。2022年の8月以降、同省は学术界や産業界、政府関係者を交えた公開のラウンドテーブルを15回、閣僚によるラウンドテーブルを1回、そして外国政府との二国間のラウンドテーブルを3回開催したほか、多様なステークホルダーから205に及ぶ意見書を集めた⁸²。ラウンドテーブルの参加者には、健康、農業、エネルギー、環境、通信、輸送・ロジスティクス、銀行・金融、そして防衛産業の関係者も含まれる。科学資源エネルギー省はまた、オンライン上に公開協議ポータルを設置し、政府の設定したリストに対する一般の意見を募った。

その結果、2023年5月に豪州の産業科学資源省(DISR)が発表した「重要技術声明」では、以下の七つの分野が重要技術の優先項目として改めて挙げられた。

- 先端製造・材料技術
- AI技術
- 高度情報通信技術
- 量子技術
- 自律システム、ロボット工学、ポジショニング、タイミング、センシング
- バイオテクノロジー
- クリーン・エネルギー生成・貯蔵技術

同声明によると、これらの新興技術は豪州の国家的な課題の解決、投資を通じたより安全かつ高賃金の雇用の創出、そして国際的なパートナーシップの強化と豪州の国益の支援という点において価値を持つ。より具体的な例として、気候変動や健康な高齢化、ワクチン供与といった国家的課題への対処、製造業の強化や新たな雇用の創出、排出量が少なく余剰があり、信頼性のあるエネルギーの確保、2050年までの排出ガスゼロに至るまでのエネルギー安全保障の支援、そしてより信頼性・競争性・多様性のあるサプライチェーンの構築等が挙げられている⁸³。

2. 新興技術分野の豪州にとっての重要性

⁸¹ Australian Government, *The Action Plan for Critical Technologies*, Commonwealth of Australia, 2021.

⁸² Australian Government Department of Industry, Science and Resources, “List of Critical Technologies in the National Interest: stakeholder consultation report”, 19 May 2023, <https://www.industry.gov.au/publications/list-critical-technologies-national-interest-stakeholder-consultation-report>.

⁸³ Australian Government, Department of Industry, Science and Resources, “Critical Technologies Statement”, 19 May 2023, <https://www.industry.gov.au/publications/critical-technologies-statement>.

特に豪州が今後持続的な経済成長を維持していく上で、これらの新興技術を含む技術革新は必要不可欠な要素として位置付けられている。2023年に政府が発表した今後40年間の長期的な見通しに関する報告書は、少子高齢化や生産年齢人口の減少により、今後40年間の経済成長率は過去40年間のそれと比べ、0.9%低下するとの見通しを示した⁸⁴。豪州では、これまでのような資源輸出に依存した成長モデルがもはや持続不可能であるとの見通しが強く、製造業の復活を含む新たな経済成長モデルの必要性が問われている。こうした中、新興技術開発やデジタル経済への移行は、豪州における生産性の上昇や雇用の確保、ビジネスコストの削減や国際的な投資の促進等に向けた起爆剤となることが期待されている。

新興技術の開発はまた、豪州が近年力を入れて取り組んでいるクリーン・エネルギーへの転換と、その輸出拡大を促す。例えば豪州はその豊富な資源とアジア市場との近接性を活かし、国内で製造した水素を海外に輸出する計画を推進している。その一環として、2022年には日本企業と協力し、褐炭から抽出した水素を液化し、日本に運ぶ実験を初めて成功させた。豪州は日本以外にも欧州やインド、韓国、米国等とも水素エネルギーに関する協力を進めており、こうしたクリーン・エネルギーの生成や貯蔵技術がより一般化すれば、世界的な水素大国になるという豪州の目標はより現実的なものとなる。

安全保障面でも、これらの先端技術は豪州の国防力強化に革新的な影響をもたらすと共に、豪州が直面する課題の克服にも重要な役割を果たすことが期待されている。2023年4月に労働党政権が発表した「国防戦略見直し(Defence Strategic Review: DSR)」は、低強度紛争への対応を主体としたこれまでの路線から、より高強度の紛争への対処を目的とした新たな「国家安全保障」路線への転換を打ち出した。そこでは特に、長距離打撃能力の強化やAUKUSを通じた原子力潜水艦の取得を含む水中・水上戦闘能力の強化等を通じた、中国に対する非対称な能力の強化が課題として挙げられている⁸⁵。

そこにおいて、例えばAIを搭載した自律型システムやロボティクスは、無人の水中ピークルやスマート機雷、集団のドローンや情報収集、監視、偵察及び電子戦等の分野で能力を発揮するであろう⁸⁶。豪海軍は2020年に「ロボティクス、自律システムと人工知能(RAS-AI)2040戦略」と題する報告書を発表し、より低コストで効果的な水中戦能力の強化に向けた青写真を提示した⁸⁷。既に豪州はスマート機雷の導入を決定しており、また2023年11月には海軍の自律技術や無人システムの実験等を行なっている。2023年12月のAUKUS国防大臣会合でも、海洋での自律型システムの共同運用や、AIを用いた対潜水艦戦能力の向上、そして測位・航法・タイミングのための量子技術の開発による海中でのステルス性の強化等に取り組んでいることなどが明らかにされた⁸⁸。

新興技術の開発はまた、豪州にとって「国家的事業」となりつつある豪英米の安全保障パートナーシップ(AUKUS)を通じた原子力潜水艦の導入を進める上でも鍵となる。2023年3月に発表されたAUKUSの実現に向けた「最適の経路」では、原潜の建造のために向こう30年間で2万人の労働力が必要となると見積もられている。その一方で、中小企業が大半を占める豪州の産業は、既に生産能力を上回る需要に直面しており、また職人、技術者、労働者ほど顕著な技能不足に直面してい

⁸⁴ Australian Government, *Intergenerational Report 2023: Australia's Future to 2063*, Commonwealth of Australia, 2023, p. 21.

⁸⁵ Australian Government, *National Defence: Defence Strategic Review*, Commonwealth of Australia, 2023.

⁸⁶ Jennifer Jacket, "Laying the foundations for AUKUS: Strengthening Australia's high-tech ecosystem in support of advanced capabilities", 7 July 2023, <https://www.ussc.edu.au/analysis/strengthening-australias-high-tech-ecosystem-in-support-of-advanced-capabilities>.

⁸⁷ Royal Australian Navy, *RAS-AI Strategy 2040: Warfare Innovation Navy*, 9 October 2020, available at <https://www.navy.gov.au/media-room/publications/ras-ai-strategy-2040>.

⁸⁸ Australian Government Defence, "AUKUS Defense Ministers Meeting Joint Statement", 2 December 2023, <https://www.minister.defence.gov.au/statements/2023-12-02/aukus-defense-ministers-meeting-joint-statement>.

る⁸⁹。さらに失業率の低下により、近年豪州軍は慢性的な人員不足に苦しんでおり、特に海軍では水上艦や潜水艦の搭乗員不足が深刻な問題となっている。AI やロボティクス、自律システム等の技術は、潜水艦の能力面の強化のみならず、省人化や生産性の拡大による労働力不足の解消という点でも、原潜の取得に向けた道筋に大きな影響を与えるであろう。

3. 新興技術分野におけるアクターと課題

豪州政府が重要技術に関するオプションの開発と行動を決断するに当たっては、上記優先項目に当てはまるかという点に加え、2022-23 年度予算で決められた「国家再建ファンド」(産業の多様化や持続的な経済成長に向けた資金)や、AUKUS といった政府の優先事項や戦略的な必要性への適合、先述の豪州の国益の三つの側面との合致、さらには豪州が特定の技術の経済的機会を確実に獲得できるよう、具体的な戦略を策定することなどが考慮に入れられる。また各重要実現技術分野には、それぞれ独自のインフラや、技術、投資ニーズがあることから、各分野に適したアプローチを個別に調整していくことが求められる⁹⁰。

こうした役割を担うのが、2022 年 7 月の行政組織改変によって発足した DISR と、DISR 内に設置され、CTPCO の役割を引き継いだ「重要技術ハブ」である。DISR や重要技術ハブは、ビジネス界や資源業界、科学組織や大学・研究機関といった多様なステークホルダーと連携しつつ、新興技術開発における戦略の立案や全政府的な対応・調整を行う⁹¹。DISR はまた、AUKUS や米英豪加 NZ による技術協力計画 (TTCP)、そしてサイバーや新興技術における英国やインドとの二国間枠組み等を通じて、同分野における国際的な連携の強化を図っている。

司令塔としての役割を果たす DISR に対し、技術開発そのものの中心的な役割を担うのが、DISR の傘下にある豪州連邦科学産業研究機構 (CSIRO) である。1916 年に政府の諮問機関として発足した CSIRO は、国内産業の発展と科学技術の導入・実施を目的とし、過去には WiFi やポリマー紙幣等の技術を開発したことで知られている。現在では豪州のみならず世界中から集まった 3000 人以上の研究者と 2000 人近い研究支援者が在籍しており、国内のほかにはチリやフランス、米国にも拠点を持つ。CSIRO の研究分野は多岐にわたるが、特に新興技術開発においてはロボット工学や自律システムの分野で、世界を牽引する機関の一つであると言われる。

さらに国防省内の DSTG、国家情報局 (ONI) 内のサイバー・重要技術インテリジェンスセンター、そして外務貿易省が主導するサイバー・重要技術協力計画のように、関連省庁内にも新興技術開発やその利用に関する組織や計画が存在する。2023 年 4 月には DISR の提言を受け、国防省内に新たに先進戦略能力加速機構 (Advanced Strategic Capabilities Accelerator: ASCA) を設立することが発表された。ASCA は DARPA をモデルとし、特定の技術分野と関連する産業界や大学の専門家とパートナーシップを確立し、国防科学者、軍のエンドユーザー、取得・調達の専門家と協力して、現場で迅速に配備・運用できる最低限実行可能な能力の提供を推進することをその任務とする⁹²。これにより、革新的な技術を国防能力に迅速に反映させることが可能となることが期待されている。

豪政府と連邦議会はまた、国防分野における新興技術開発の促進と技術保護のための法整備を急ピッチで進めている。2023 年 9 月には、国家機密を保護する政府の能力を強化する、新たな軍事機密保護法案が議会に提出された。この新法が成立すれば、豪国防軍の元隊員及び元国防公

⁸⁹ Peter Dean, Alice Nason, Sophie Mayo and Samuel Garrett, “AUKUS inflection point: Building the ecosystem for workforce development”, 11 December 2023, <https://www.ussc.edu.au/aukus-inflection-point-building-the-ecosystem-for-workforce-development>.

⁹⁰ Australian Government, Department of Industry, Science and Resources, “Critical Technologies Statement”.

⁹¹ Australian Government, Department of Industry, Science and Resources, “Corporate plan 2022-23”, 2 March 2023, <https://www.industry.gov.au/publications/corporate-plan-2022-23>.

⁹² Advanced Strategic Capabilities Accelerator, “About”, <https://www.asca.gov.au/about>.

務員は、外国の軍隊、外国政府、外国政府機関で働く場合に許可を得ることが義務付けられる。また、同法は管理された軍用品や軍事戦術、技術、手順に関する外国との訓練に従事する豪州国民又は永住権保持者にも、同様の許可の取得を義務付けた。さらに国防に従事する、又は過去に従事したことがある豪州人は、国の秘密を所有することになった場合、連邦での雇用期間を超えてその秘密を維持することも義務付けられた⁹³。

同11月には、貿易管理の拡大と、国防・戦略物資リストの規制品目の供給とサービス提供の規制、そして豪州の最先端軍事技術の保護を強化する「国防貿易管理修正法案」が議会に提出された。同法案は、米国及び英国との防衛品及び技術の取引に対する国家免除を提供し、豪州の産業、研究、科学の分野でライセンスフリーの環境を確立することを定めた。これにより、年間輸出許可申請のおよそ3分の1にも及ぶ米国及び英国への防衛品輸出許可が不要となる。法案はまた、軍事技術やデュアルユース技術を生産する企業が中国やインドを含む様々な国の外国人労働者を雇用する場合、その都度免除を求めなければならないことや、軍事利用の可能性のある研究を行う大学が、外国人科学者とのパートナーシップに新たな制限を受けること、そして管理された軍事技術やデュアルユース技術を米英以外の外国に移転する場合、ライセンスを取得することを企業に義務付けている。

このように豪州は新興技術の開発やそれに向けた法制度枠組みの構築を急速に進めているが、そこには課題も多い。最大の問題は、これら技術開発を担う高度技能を持った労働人材の不足である。パンデミックの影響もあり、豪州では科学・技術・工学・数学(STEM)技能を身につけた労働者の数がむしろ減少傾向にあると言われており、AUKUSの協力を進める上でも深刻な課題となっている。政府も近年、大学等と連携しSTEM教育の底上げを図っているが、これらが拡大する需要を十分に満たせるかは不透明である。また技能移民の受け入れ増加も、特に国防や安全保障分野ではビザの発給やセキュリティ・クリアランスの取得という点で課題が残る⁹⁴。今後はこれらの課題をいかに克服していくかが、豪州の新興技術開発に向けた取組の成否を握ることになるであろう。

⁹³ Australian Government Defence, “New legislation to safeguard Australia’s military secrets”, 14 September 2023, <https://www.minister.defence.gov.au/media-releases/2023-09-14/new-legislation-safeguard-australias-military-secrets>.

⁹⁴ Peter Dean, Alice Nason, Sophie Mayo and Samuel Garrett, “AUKUS inflection point: Building the ecosystem for workforce development”, United States Studies Centre, 11 December 2023, <https://www.ussc.edu.au/aukus-inflection-point-building-the-ecosystem-for-workforce-development>.

国際的な先端技術開発政策の動向——国家的な取決の参考事例

第3節 欧州の政策動向

経済安全保障は欧州(EU)にとっても大きな課題になっている⁹⁵。そこで注目されるのは、重要技術や重要インフラを守ることとともに、新たな戦略技術を確保することである。その過程では、米国や日本といった価値を共有するパートナー諸国(同志諸国)との協力が重要な要素になる。こうした全般的な内容には日米欧で共通点があり、中国の台頭への対応という側面を強く有している。同時に、戦略技術の開発や実社会への適用、事業化などに関して日米欧はライバルでもある。欧州の経済安全保障議論においても、対中の側面が多く語られる一方で、対米という発想も強く存在する。これは日本にとっても同様だが、欧州の場合は米国に対する「自律性(autonomy)」が強調される度合いが政治的にも高い点には注意が必要である。

経済安全保障という言葉自体が欧州(EU)で頻繁に使われるようになった歴史は日本より浅いものの、中国の欧州への経済進出が拡大し、欧州企業の買収案件が増えた2010年代後半頃から、重要技術や重要インフラを守る必要性が急速に認識されるようになり、投資審査制度の導入などが進められることになった。対中警戒感が最初に顕著になったのは、それまで中国との経済関係が最も強かったドイツの経済界だった。中国への依存リスクが認識されたのである。EUにおいては、その後も外国政府による補助金規則や経済的威圧への対応策、サイバー攻撃への対処、デュアルユース技術の輸出管理強化などの措置を立て続けに導入されてきた⁹⁶。

経済安全保障関連の文書でEUが中国を名指しすることは少ないが、これらの措置の多くが中国を念頭に導入されたことは疑いようがない。欧州における対中警戒感の強まりがこれらの措置の導入を促してきたのである。以下では、EUが2023年6月に発表した「欧州経済安全保障戦略(European Economic Security Strategy)」を概観した上で、今後の戦略技術の特定状況を検討し、日本へのインプリケーションを考えたい。

1. EU 経済安全保障戦略

EUにおける経済安全保障への取組を考える上で欠かせないのが「リスク軽減(de-risking)」である。EUの基本方針の柱として打ち出したのは、2023年3月のフォン・デア・ライエン(Ursula Von der Leyen)欧州委員会委員長による演説だった⁹⁷。これには四つの要素があるとされ、第一がEU経済の競争力向上、強靱化であり、これによって中国に対抗しようという考え方である。具体的には、健康、デジタル、環境技術に焦点があり、そうした分野において不可欠となるレアアースなどの供給源の多様化が目指された。中国による日本へのレアアース輸出停止の事例も言及された。第二は、既存の貿易関連措置を従来以上に活用することである。第三は、量子コンピューティング、ロ

⁹⁵ 本節では基本的にEU(欧州連合)を対象とする。その場合、厳密には英国などが含まれないことになるが、紙幅の制約、及び欧州におけるEUの圧倒的存在ゆえにEUに焦点を当てる。

⁹⁶ これらの個別の措置については本稿では扱わないが、例えば鶴岡路人「変容するEUの対中戦略——経済安全保障分野を中心に」『RIETI Discussion Paper』23-J-037(2023年10月)を参照。また、次項の議論は同論文の一部依拠している。

⁹⁷ 最初に「リスク軽減」が使われたのは、2023年1月の世界経済フォーラム(ダ沃斯会議)での演説だった。European Commission, “Special Address by President von der Leyen at the World Economic Forum,” Davos, 17 January 2023, https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/speech_23_232.

ボティクス、AI、バイオなどの機微技術に関する新たな防御的措置 (defensive tools) であり、第四には、日本を含めた G7 や豪州、ニュージーランド、インド、ASEAN (東南アジア諸国連合) など、との協力が強調された⁹⁸。

EU における経済の強靱化やリスク軽減に関するこうした課題は、日本でいうところの経済安全保障のアジェンダとも重なる部分が多い。米国との関係では、デジタル分野を含めて EU の「自律性 (autonomy)」が中区を集めたが、中国との関係ではサプライチェーンの安全確保に注目が集まった。新型コロナウイルス感染症の広がりに伴うマスクの不足という事態を受け、ボレル (Josep Borrell) EU 外交・安全保障政策上級代表・欧州委員会副委員長は、「マスクよりも簡単に作れるものはないほどで、単純な繊維だが、急に死活的な課題になった。これがもしインフラや通信のように製造がより困難なものだったとしたらどうなるか、想像してみなければならぬ⁹⁹」と述べた。マスクについてのくぐりには語弊もあるかもしれないが、サプライチェーンやレジリエンスに関して、新型コロナ危機はまさにウェークアップコールになったのである。

そうした中で EU は、2023 年 6 月 20 日には初めてとなる「欧州経済安全保障戦略¹⁰⁰」を発表した。新型コロナ危機やロシアによるウクライナ侵略戦争が、サプライチェーンのリスクを浮き彫りにし、異なる価値を有する特定国への過度な依存が欧州の戦略的選択肢を狭め、経済や市民にとってのリスクになることを示したとの前提認識に立っている¹⁰¹。その中で、競争力を促進 (promoting) し、リスクから防護 (protecting) し、価値を共有する諸国と協力 (partnering) することが 3 本柱とされた。内容的には多くの分野が中国を念頭に考えられているはずだが、中国に関する直接的な言及はほとんどない。「中国に触れない対中戦略」と呼んでもよい。

その上で、この経済安全保障戦略の積み残しとして課題になったのは、対外投資 (outbound investment) に関する規制・審査の導入である。そのための議論を開始するのがこの戦略発出の大きな目的になっている。まず行われるのは EU が直面するリスク評価である。具体的には、エネルギー安全保障を含めたサプライチェーンのレジリエンスへのリスク、重要インフラの物理的及びサイバー安全保障上のリスク、技術の安全、漏洩防止へのリスク、経済的依存関係の武器化、経済的威圧へのリスクが挙げられた¹⁰²。

EU はその後 2024 年 1 月 24 日に、経済安全保障パッケージとして 5 分野にわたるイニシアティブを提案した¹⁰³。対内直接投資に関する審査規則の強化、デュアルユース技術の輸出管理に関する EU レベルでの取組に関する検討、対外投資の潜在的リスクに関する協議、デュアルユースの可能性を有する技術の研究開発支援の検討、研究セキュリティ (research security) の強化がその項目

⁹⁸ European Commission, “Speech by President von der Leyen on EU–China relations to the Mercator Institute for China Studies and the European Policy Centre,” Brussels, 30 March 2023, https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/speech_23_2063.

⁹⁹ “EU’s undiplomatic diplomat seeks third way between US and China,” *Irish Times*, 1 June 2020 (online), <https://www.irishtimes.com/news/world/europe/eu-s-undiplomatic-diplomat-seeks-third-way-between-us-and-china-1.4267911>.

¹⁰⁰ Joint Communication to the European Parliament, the European Council and the Council, “European Economic Security Strategy,” JOIN(2023) 20 final, Brussels, 20 June 2023, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52023JC0020&qid=1687525961309>.

¹⁰¹ Ibid., p. 1.

¹⁰² Ibid., p. 5.

¹⁰³ それぞれについて、白書や提案として個別文書が発出された。全体を包括する説明は下記。Communication from the Commission to the European Parliament and the Council, “Advancing European economic security: an introduction to five new initiatives,” COM(2024)22 final, Brussels, 24 January 2024, https://commission.europa.eu/document/download/8b5910fe-10ea-4645-8b14-162ff72ea049_en?filename=Communication%20on%20European%20economic%20security.pdf.

である。輸出管理はこれまで加盟国が担ってきたため、EU レベルで実施するに当たっては、EU (例えば欧州委員会) の権能が拡大することになり、EU 政治にとっては大きな問題である。これに関しては、半導体製造装置の輸出管理問題などで、EU レベルで統一的に管理を強化することへの米国からの要請が強いとみられている。

2. EU における戦略技術選定のジレンマ

欧州委員会は、2023 年 6 月の上述「経済安全保障戦略」を受け、同年 10 月にリスク評価の対象としての重要技術 (critical technologies) に関する提案を行った¹⁰⁴。10 の分野が指定され、その中身は、①先進半導体技術、②AI 技術、③量子技術、④バイオ技術、⑤先進コネクティビティ、測位、デジタル技術、⑥先進センシング技術、⑦宇宙・推力技術、⑧エネルギー技術、⑨ロボティクス、自律システム、⑩先進材料、製造、リサイクル技術であり、①から④までが優先分野とされた¹⁰⁵。

このリスト自体に意外性や EU としての独自性はほとんどない。半導体や AI、量子などは、ほとんどの国で重視され、国際的な戦略的競争の焦点になっているからである。ただし、ここで留意すべきは、これらを戦略技術として EU が発展を支援していくという観点では必ずしもないことである。あくまでも、リスクをもたらし得る技術として特定されているのである。そしてその判断基準となったのは、(1)何かを可能にし、革新的性質 (the enabling and transformative nature) を有しているか、(2)軍民融合として双方で使われるか、また、平和と安全保障を損なうために使われないか、(3)基本的自由の制限など人権侵害のために悪用されないか、であった¹⁰⁶。このうち特に(2)と(3)は技術開発にアクセルを踏むというよりは、ブレーキをかける方向である。危険な技術の発展がリスクになるという発想が強い。アクセルとブレーキを同時に踏んでいるともいえる。

こうした立場は、EU が力を入れてきた AI 規則 (AI 法) の導入とも符号している¹⁰⁷。規制を導入することで悪影響が生じるリスクを軽減ないし排除したいのである。しかし、社会に対してリスクをもたらすとともに多くの恩恵をもたらすなど、国際競争の観点でも不可欠な重要技術は少なくない。どの側面をみるかによって、その技術の顔は異なるのである。

最後に EU が今後重要技術を特定した上で育成支援に本腰を入れるとすれば、EU——中でも特に欧州委員会——が有する最大の武器は予算である。EU には既に各種の研究開発に関する予算が存在するが、新たに「欧州のための戦略技術プラットフォーム (STEP: Strategic Technologies for Europe)」が発足予定である。当面の優先分野はディープ・デジタル技術 (高性能コンピューター、量子、クラウド、エッジなどのコンピューター技術、AI、サイバー、ロボティクス、VR など)、クリーン技

¹⁰⁴ European Commission, “Commission Recommendation of 3.10.2023 on critical technology areas for the EU’s economic security for further risk assessment with Member States,” C(2023) 6689 final, Strasbourg, 3 October 2023, https://defence-industry-space.ec.europa.eu/document/download/31c246f2-f0ab-4cdf-a338-b00dc16abd36_en?filename=C_2023_6689_1_EN_ACT_part1_v8.pdf.

¹⁰⁵ European Commission, “ANNEX to the Commission Recommendation on critical technology areas for the EU’s economic security for further risk assessment with Member States,” C(2023) 6689 final, ANNEX, Strasbourg, 3 October 2023, https://defence-industry-space.ec.europa.eu/document/download/d2649f7e-44c4-49a9-a59d-bffd298f8fa7_en?filename=C_2023_6689_1_EN_annexe_acte_autonome_part1_v9.pdf.

¹⁰⁶ “Commission Recommendation of 3.10.2023,” p. 1.

¹⁰⁷ 概観は、「EU、AI を包括的に規制する法案で政治合意、生成型 AI も規制対象に」JETRO ビジネス短信 (2023 年 12 月 13 日)、<https://www.jetro.go.jp/biznews/2023/12/8a6cd52f78d376b1.html> を参照。

術、バイオ技術とされているが、追加で国防技術への投資も決まっている。なお、EU では新型コロナ感染症からの復興として、デジタル化とグリーン化を掲げてきたが、2022年2月からのロシアによるウクライナ全面侵攻を受けて、武器弾薬の製造能力強化や新たな国防技術への投資の必要性が強く認識されるようになり、クリーンやデジタルから、国防分野への一部資金などのシフトが起きている¹⁰⁸。しかし、これがどこまで金額的に大きな転換になるかについてはまだ不透明な部分が多い。

3. 日本へのインプリケーション

上述のとおり、EU において重要技術として指定される対象自体は、国際的にも日本との比較においても特徴があるわけではないが、例えばバイオ技術など、EU 諸国自身が強みを持つ技術の優先度が高くなるのは自然なことであるし、クリーン技術など、社会において需要や期待が高い技術も同様である。今後の変化として注目されるのは、国防関連の技術(及び製造能力)がどこまで優先されるかであろう。

他方で、リスクを管理する観点で技術自体を管理することへの政治的意思が強いのはEU の特徴だと指摘できる。競争法を最大限に活用したGAF A 等への制裁金などに関しても、背後には技術をめぐる米欧の競争と、米欧の考え方の違いが存在する。EU では「デジタル主権(digital sovereignty)」という言葉聞く機会も多い。先端技術をめぐる競争には政治が介在するのである。この観点で、AI 規則は重要なステップだったが、同様の動きが他の分野にも拡大していく可能性がある。EU は従来から「規制パワー」と呼ばれ、EU が設定する各種の規制がEU の境界線を超えて影響力を有してきた現実がある¹⁰⁹。今後、戦略技術に関しても、技術開発や社会実装のみならず、新たなルール形成においてEU の役割が拡大するかもしれない。あるいは少なくともEU が様々な分野でルール形成の主導権をとろうとすることは確実である。

日本としては、自国(産業)の利益を守るためにも、EU との一致点を見出し、可能な部分では協力・調整を模索することがこれまで以上に必要になる。EU は米国との間で「貿易・技術評議会(TTC: Trade and Technology Council)」を設置し、広く経済安全保障や重要技術に関する協力・調整を模索している。これが先端技術分野のルール形成の主導権をとるようなことになる可能性には注意が必要である。日EU 間でTTC のような枠組みの創設を試みるのも一つの可能性だが、米国や英国を入れた関係国間の枠組みに発展させることも考えられ、そこで求められるのはEU のルール形成力を活用するような発想である。

¹⁰⁸ “EU shifts spending focus from climate to defence,” *Financial Times*, 31 January 2024, <https://www.ft.com/content/c777a195-ccd5-43a3-95c4-18b05e1ef643>.

¹⁰⁹ 遠藤乾、鈴木一人編『EU の規制力——グローバル・スタンダードを左右する隠れた超大国』(日本経済評論社、2012年)。

国際連携の動向——国際的なニーズ(その1)

第1節 G7の国際連携

1. G7サミットの仕組み

主要国首脳会議(G7サミット)は毎年5月から6月の間に開催される、議長国輪番の非公式・非公開の会合である。1975年以来毎年、フランス、米国、英国、ドイツ、日本、イタリア、カナダで順に開催され、会合後には首脳コミュニケを発出するのが通例だが、拘束力はない。米トランプ大統領と日欧首脳の溝が埋まらず、コミュニケが発出されないこともある。仏ジスカールデスタン大統領が「暖炉の前の腹を割った話し合い」を望んだとおり、常設事務局はなく、各首脳にはシェルパ(首脳個人代表、外務審議官級)のみ随伴し、首脳在籍が長いリーダーほど発言力があるとされている。2023年5月の広島サミットでは、小野啓一外務審議官がシェルパを務めた。

G7サミットの前後には担当大臣会合が開催され、アジェンダのすり合わせと事後のフォローアップなどを行う。7カ国が世界経済の中で占める割合は、新興国の経済成長に伴い低下傾向にあるが、G7サミットは主要国がグローバルな課題や地域課題の中で優先的に取り組むべきものをアジェンダとして設定し、コンセンサスを形成・確認する場として機能してきた。その一致内容を網羅しているのが、首脳コミュニケである。本稿では首脳コミュニケの分析をおし、どのような国際情勢を背景として、何が技術ニーズとして主要国の間で一致しているのか整理する。

2. アジェンダの推移と経済安全保障の登場

G7サミットは1975年11月、仏ランブイエにおいてG6「経済サミット」として始まり、現在に至るまで経済全般に加え、外交・安全保障、パンデミック、人権と法の支配、民主主義などへのコミットメントを確認し、内外に宣言してきた。2010年代の中国による経済威圧などを受けつつ、COVID19の流行以降は経済安全保障もアジェンダに新たに加えられた。

G7サミットの参加国も、アジェンダと共に歴史の推移を受けて変化してきた。1998年5月の英バーミンガム・サミット以降はロシアが加わりG8主要国首脳会議となったが、2014年3月のロシアによるクリミア併合を受け、同年にG7主要国首脳会議に戻って現在に至る。2022年2月のウクライナ侵攻以降、参加7カ国はG7サミットを使い、対ロ制裁とウクライナ支援のコンセンサスを確認し、政策内容のすり合わせを行っている。

首脳コミュニケに「経済安全保障」が言葉として最初に盛り込まれたのは、2022年6月の独エルマウ・サミットであり、経済安全保障に言及する起源の一つは、2020年6月10日から12日まで開催予定だった米キャンプ・デービッド・サミットがCOVID19のため開催中止となった経緯に求めることができる。

翌2021年6月の英コーンウォール・サミットの首脳コミュニケでは「経済安全保障」という言葉は使われていないが、COVID19への対応の中で、経済安全保障に該当する政策内容の重要性と意義が強調されている。特に気候変動や南北問題等の不平等・格差問題と並び、グローバルに開かれた経済秩序に対するリスク対応として、特に重要鉱物資源及び半導体分野におけるサプライチェーン強靱化の重要性が、以下のように説かれている。

26. 新型コロナウイルスのパンデミックは、世界的な危機及び衝撃により引き起こされる、経済上の強靱性に対するリスクを例証した。[中略]我々は、気候変動及び拡大しつつある不平等を、世界経済に

対する主要リスクであると認識する。我々は、ストレステストのような他で用いられているモデルを反映させ、重要鉱物資源及び半導体のような分野で、極めて重要な世界的なサプライチェーンの強靱性に係るリスクに対処するためのメカニズムを検討し、ベストプラクティスを共有する。我々はまた、全ての人に対する開放性に関して強靱であり、開かれた市場、透明性及び競争という我々の共通の原則を保つに際してのリスクに対処可能であることを確保するため、G7投資審査専門家会合における投資の安全保障に関する協力を強化する。我々の解決策は、開放性、持続可能性、包摂、イノベーション及び競争といった我々の共通の原則に基づき、開かれた市場の利益の維持と強化に資する。

続く2022年6月の独エルマウ・サミットの首脳コミュニケでは「経済安全保障」が2回、2023年の広島サミットでは6回登場する。首脳コミュニケ(仮訳)は2021年コーンウォールが約39,000単語、2022年エルマウが約34,000単語に対し、2023年広島は約52,000単語と記述量が大幅に増え、その増加分の多くを経済安全保障を含む具体的な技術への言及に費やしていることが一つの特徴である。

G7サミット「首脳コミュニケ」で列挙された重要技術として、2022年独エルマウ及び2023年広島、双方に共通で列挙された技術は、グリーンとデジタル(量子、AI、サイバー)と原子力関連だった。

3. 広島サミットに先立つ G7 仙台・科学技術大臣会合と技術

2023年5月20日に首脳コミュニケを発出したG7広島サミットに先立ち、5月12日から14日にかけて、仙台でG7科学技術大臣会合が開催された。議長は高市早苗内閣府特命担当大臣(科学技術政策担当)が務め、メインテーマを「信頼に基づく、オープンで発展性のある研究エコシステムの実現」に定め「共同声明」を発出した。その中でG7参加国が特に強調したのは、以下4点だった。

- ① 民主主義、法の支配、自由と人権の尊重という共通の価値観や、ジェンダー平等を含む多様性などの重要性へのコミットメント
- ② 新たな知の創造に貢献できるよう、研究データや論文を含む科学的知識を公平に広めながら、オープン・サイエンスの拡大で協力
- ③ 不正な知識・技術の移転や研究・イノベーションに対する外国からの干渉のリスクに対する認識を高め、必要な場合は低減措置を効果的に適用するために、更なる努力
- ④ 地球規模の課題を解決するため、宇宙、海洋、研究インフラ、国際的な人材の移動及び循環における国際協力を促進

今後促進すべき点としてG7参加国が大臣会合で一致したのは、ジェンダー平等を促進する科学・技術・工学・数学(STEM)、情報やデータの開放性及び信頼性を守り担保する技術、技術移転及びイノベーションを促進しつつこれを盗まれないための技術、宇宙、海洋、研究人材の国際移動を守り促進するための技術だった。参加国として国名に言及があるのは英国(2021年G7共同コミュニケ、宇宙空間の安全かつ持続可能な利用に対するコミットメント)及び欧州連合=EU(研究及びイノベーションに関するグローバルなアプローチ)だった。このように議長国イニシアティブを発揮すること、その上で、後年のサミットにおいて継続的な取組としてコンセンサスを「生き残らせる」意義を、コミュニケの書きぶりから確認することができ、科学技術大臣会合から首脳会合に引き継がれている。

G7 科学技術大臣会合を受け、その一週間後に開催された G7 サミットでの首脳コミュニケに反映された技術については、次項で紹介する。

4. 2023 年広島サミットにおける経済安全保障と技術

G7 サミットに期待される役割が、7 カ国間のコンセンサスの確認、政策内容のすり合わせであることは前項で紹介したが、前項の最後で紹介したとおり、議長国イニシアティブによる新たなアジェンダの提案、これに対する支持国集め、言い換えればアドバルーン機能も重要である。2023 年広島サミットでの首脳コミュニケの中で、経済安全保障関連技術についての記述が過年度(2021 年コーンウォール及び 2022 年エルマウ)よりも大幅に増やされたことは特筆に値する。

日本が議長国として技術面で強調したイニシアティブとして、一週間前に開催された G7 科学技術大臣会合において一致したもの(大臣コミュニケ)のうち、当該首脳コミュニケ前文に盛り込まれた文言を順番に列挙すると、①ジェンダー、②ワクチン、③AI、量子技術、④デジタル技術、⑤クリーン・エネルギーである。前文において明示される文言は、G7 参加国が特に固く一致したアジェンダと見ることができる。

これら 5 点のうち、技術として首脳コミュニケの中で最も頻繁に盛り込まれているのが「クリーン・エネルギー」であり、前文のほか、19「気候」、25 及び 26「エネルギー」、27「クリーン・エネルギー経済」、29「経済的強靱性及び経済安全保障」で詳述されている。列挙された五つの分野のうち、最も G7 における取組が多角的であり、かつ取組を継続・強化する分野であると推測できる。

次いで、「首脳コミュニケ」前文のほか、本文 1 か所において言及される技術は、35「保健」に登場する「ワクチン」と、38「デジタル」に登場する「AI、量子技術」である。前文には登場しないが、「首脳コミュニケ」本文に言及がある技術として、「バイオテクノロジー」が 40「科学技術」に、「クリーン技術」が 21「気候」と 23「環境」に登場している。

首脳コミュニケ前文に言及される三つの分野「クリーン・エネルギー」「ワクチン」「AI、量子技術」それぞれに列挙されているのは、以下の技術である。

クリーン・エネルギーとして列挙されているのは、脱炭素・排出削減技術、インフラや材料の使用の変更の促進、最終用途技術の採用、炭素市場及び炭素の価格付け、車両からの GHG 排出削減、道路部門でのネット・ゼロ排出の達成、関連するインフラ及び持続可能なバイオ燃料や合成燃料を含む持続可能なカーボンニュートラル燃料の促進、国際海運からの GHG 排出をライフサイクル全体でのゼロ達成、国際航空のためのカーボン・オフセット及び削減、持続可能な航空燃料(SAF)導入促進、新技術の導入及び運航の向上への取組などである。

特にエネルギーの側面として、再生可能エネルギーのグローバルな利用拡大を含め、エネルギー安全保障、気候危機、地政学的リスクに一体的に取り組むことが模索される。「石炭火力発電所のプロジェクトを世界全体で可及的速やかに終了することを他国に呼びかけ、協働する」との言及の直後、二酸化炭素回収・有効利用・貯蔵(CCUS)／カーボン・リサイクル技術が列挙されている。

ロシアのエネルギーへの依存からのフェーズアウトを加速するための取組として、液化天然ガス(LNG)の供給増と共に、ロシア依存のフェーズアウト加速、低炭素及び再生可能エネルギー由来の水素の開発が一例として挙げられている。同じ目標の下、ベースロード電源やシステムの柔軟性、エネルギー安全保障のため、既存の原子炉の安全、確実、かつ効率的な最大限の活用、「高度な安全システムを有する小型モジュール炉及びその他の革新炉のような原子炉の開発及び建設の支援、核燃料を含む強固で強靱な原子力サプライチェーンの構築並びに原子力技術及び人材の維持及び強化にコミット」することをうたっている。また「グローバルなクリーン・エネルギー移行における重要鉱物の重要性の高まり、及び脆弱なサプライチェーンに起因する経済及び安全保障上のリスクを管

理する必要性」が再確認され、経済安全保障とGXの関連性が明記されており、EU及び加盟国の意向が反映された書きぶりとなっている。

ワクチンについては、首脳コミュニケ前文において「世界各地でのワクチン製造能力、パンデミック基金、パンデミックへの対応に関する新たな法的文書及びユニバーサル・ヘルス・カバレッジ(UHC)の達成に向けた取組を通じて、国際保健に投資」することが明記され、グローバルヘルス・アーキテクチャー(GHA)の強化とUHC達成のための革新的なデジタルヘルスへの取組が強調される。安全で有効な、品質が保証され負担可能な感染症危機対応医薬品等(MCMs)への公平なアクセスを強化し、MCM製造の多様化、最も脆弱なパートナーのニーズと期待に応えることを優先すべき、と説く。

2023年5月に「MCMへの公平なアクセスのためのG7広島ビジョン」が発表され、公平性、包摂性、効率性、負担可能性、質、説明責任、機動性、迅速性の原則に基づき、MCMsへのより公平なアクセスとデリバリーに貢献するための「MCMに関するデリバリー・パートナーシップ(MCDP)」が立ち上げられた。技術面では、抗菌薬の研究開発を加速させるためのプッシュ型及びプル型のインセンティブの探求、実施、抗菌薬へのアクセス及び抗菌薬の慎重かつ適切使用のための管理促進、認知症ケアのための政策及び資金投入、アルツハイマー病を含む様々な種類の認知症に対する疾患修飾の可能性がある治療薬の開発が列挙された。

AI、量子技術においては、これら新しいデジタル技術の国際的ガバナンスが追いついていない、との認識に基づき、国際ガバナンスの強化、コンピューティング技術の研究開発における協力、デジタル貿易の促進が言及された。AI、メタバースのような没入型技術、量子情報科学技術などの分野における経済ガバナンスは、G7参加国が共有する民主的価値に沿うべきであり、そのためにG7参加国は、AI標準の開発におけるマルチステークホルダー・アプローチ、責任あるAIの推進のため、透明性、開放性、公正なプロセス、公平性、プライバシー及び包括性を推進する、共通のビジョン「信頼できるAI」を目標とする。

技術面では、信頼できるAIのためのツール開発を国際機関をとおして支援することをうたう。マルチステークホルダープロセスを通じ、標準化機関における国際技術標準の開発・採用を促す。生成AIの機会と課題を評価するため、OECDなどにおいて政策の影響を分析し、人工知能グローバルパートナーシップ(GPAI)の実践的な実施を勧める。G7の作業部会がOECD及びGPAIと協力し、関係閣僚間で生成AIに関する議論を行うため、広島AIプロセスの創設を提唱した。

これはデジタル・技術大臣会合における「AIガバナンスの相互運用性を促進等するためのアクションプラン」を受けた提案であり、ガバナンス、著作権を含む知的財産権の保護、透明性の促進、偽情報を含む外国からの情報操作への対応、これらの技術の責任ある活用などのテーマを包摂する。AI、量子技術においては、個別技術の開発・支援に加え、国際的なルール作りの重要性と必要性が強調されている。

5. 結論

G7サミットは主要7カ国がグローバルな課題や地域課題の中で優先的に取り組むべきアジェンダを列挙し、コンセンサスを形成・確認する場として機能してきた。加えて、議長国インドネシアによる新たなアジェンダの提案、これに対する支持国集めも重要であり、2023年G7広島サミット「首脳コミュニケ」の中で、経済安全保障関連技術についての記述が過年度よりも大幅に増やされたことは特筆に値する。広島サミットは、経済安全保障を首脳コミュニケのバックボーンの一つに据え、その技術面を体系的に細部まで言及した初のサミット、との歴史評価を与えられよう。

2023年5月に発出された「首脳コミュニケ」の分析をとおし、首脳会合に先立つG7科学技術大臣会合において重要性が高いと一致したアジェンダ(大臣コミュニケ)のうち、広島「首脳コミュニケ」

において特に重要性が高い論点として、①ジェンダー、②ワクチン、③AI、量子技術、④デジタル技術、⑤クリーン・エネルギーが盛り込まれた。

これら5点のうち、最も言及回数が多く、G7参加国が一致して重視するのが、⑤クリーン・エネルギーである。この分野における技術ニーズの背景には、脱炭素を加速するべきであるというグローバルな安心安全課題としての側面と、国際法を無視してウクライナ侵攻を続けるロシアへのエネルギー依存を低減する側面が混在している。

次いで言及が多い、③AI、量子技術は、最先端の科学技術を安心安全に促進すると同時に、民主的な選挙の実施が20ヵ国近く予定されている2024年に先立ち、諸外国からの偽情報による選挙介入について、高い危機意識が背景にあると理解できる。3番目に言及が多い、②ワクチンについては、COVID19の流行、特に途上国におけるワクチンの供給不足が背景にあり、前項「AI、量子技術」と共に、G7参加国が技術開発において足並みを揃えて支援することがコンセンサスとして確認されている。

⑤クリーン・エネルギー及び③AI、量子技術をめぐる国際的なルール作りにおいては、EU及び加盟国の意向が「首脳コミュニケ」にも色濃く反映されており、これに対する米英カナダとの立場の相違に留意しつつ、日本はG7広島サミットにおいてリーダーシップを発揮した経済安全保障関連技術における横断的な取組が今後のG7サミットにおいて継続・強化されるよう、引き続き働きかけることが望まれる。

第2節 クアッドの国際連携

1. 背景

日本が参画する国際連携の枠組みとして、近年重要な位置を占めつつあるのが、いわゆる「クアッド(QUAD)」と呼ばれる、日米豪印の協力枠組みである。これは、外務省の説明では、「基本的価値を共有し、法の支配に基づく自由で開かれた国際秩序の強化にコミット」し、さらには『「自由で開かれたインド太平洋」の実現に向けて、ワクチン、インフラ、気候変動、重要・新興技術などの幅広い分野で実践的な協力を進めており、4カ国の間では、地域に前向きな形で貢献していくことの重要性で一致している」と書かれている。

その経緯としては、2007年5月の第一次安倍晋三政権において、事務レベル会合を開催したが、この段階ではインド政府や豪州政府は、中国を牽制するような日米豪印の4カ国の協力について慎重な姿勢を示し、これ以後暫くは議論が大きく前進することはなかった。中国の豪州に対する経済的威圧や、中国のインドに対する越境攻撃などを経て、次第に両国政府ともに、この4カ国での連携に前向きになっていった。また、同時に、トランプ政権下の2017年12月の米国の新しい「国家安全保障戦略」でも、中国との関係を「大国間競争」の枠組みで捉え、次第に米中間の「競争」の側面が強まっていったことで、米国政府もそのような価値を共有する民主主義諸国間の国際連携を重視するようになっていった。

第二次安倍政権期の2019年以降、さらにクアッドは大きく前進することになる。2019年9月の国連総会の機会に、ニューヨークで初めてとなる外相会合を開催して、その後の2020年10月には菅義偉政権下の茂木敏充外相の下で第2回外相会談を東京で行った。この頃には、経済安全保障上の中国に対する懸念が日米豪印の4カ国の間で高まっており、共同での対処の必要性が認識されるようになっていた。

2. 「スピリット・オブ・クアッド」

そして、新型コロナウイルスの感染拡大が続いていた2021年3月には、初めてとなる日米豪印首脳会談をオンラインで行い、広範な合意が見出された。そこでは、「スピリット・オブ・クアッド(日米豪印の精神)」と題する共同声明が発表されて、幅広い分野における4カ国間の協力が示されている。日本の菅義偉首相と茂木敏充外相に加えて、米国からのバイデン大統領とハリス副大統領、及びブリンケン国務長官、豪州からのモリソン首相とペイン外相、インドからのモディ首相とジャイシャンカル外相が参加している。

そこでは、「我々は、インド太平洋及びそれを超える地域の双方において、安全と繁栄を促進し、脅威に対処するために、国際法に根差した、自由で開かれ、ルールに基づく秩序を推進することに共にコミットする」と記されている。¹¹⁰当初は、クアッドの協力枠組みは、急速に台頭する中国の軍事力に対抗するための、日米豪印4カ国間の安全保障協力が主眼となっていた。しかしながら、それまでの中国に対する対抗姿勢は後退し、より多岐にわたる課題への対応が議題の対象となって

¹¹⁰ 外務省「日米豪印首脳共同声明:『日米豪印の精神』」2021年3月12日。
<https://www.mofa.go.jp/mofaj/files/100159229.pdf>

いた。そこには例えば、質の高いインフラ、海洋安全保障、テロ対策、サイバーセキュリティ、人道支援・災害救援をはじめ、様々な分野での実務的協力が課題となっている。

さらにはそれらに加えて、「ワクチン」、「重要・新興技術」、「気候変動」の三つの分野で作業部会を立ち上げることで一致した。この中で、「日米豪印重要・新興技術作業部会」では、「重要・新興技術が共通の利益と価値観に従って管理し運用されることが必要であることを認識」して、以下のような合意が見出された。第一には、「技術の設計、開発及び利用に関する原則に係る声明を策定すること」であり、第二には「各国の技術標準機関間のものや幅広いパートナーとの連携を含め、電気通信の展開、機器の供給者の多様化及び将来の電気通信に係る協力を促進すること」、第三には「各国の民間部門・産業界との緊密な協力を通じたものを含め、電気通信の展開、機器の供給者の多様化及び将来の電気通信に係る協力を促進すること、第四には「バイオ技術を含む重要・新興技術の開発に関連する動向及び機会をモニターするための協力を円滑化すること」、そして第五には「重要技術サプライチェーンに関する対話を実施すること」である。¹¹¹

この段階では依然として抽象的な合意にとどまっているが、この後には4ヵ国間でより具体的で、より幅広い分野での協力が発展していく。

3. 「技術の設計、開発、ガバナンス及び利用に関する日米豪印原則」

2021年9月24日に米国のワシントンDCで行われた第2回日米豪印首脳会合では、初めての対面でのクアッドの首脳会合が行われ、作業部会で検討した三つの分野についてより具体的な合意が見出された。「重要・新興技術」の分野においては、「3月に新たな重要・新興技術作業部会を立ち上げて以来、我々は、技術標準、5G多様化及び展開、技術動向調査並びに技術サプライチェーンの四つの取組を中心に作業を整理してきた」と説明されている。¹¹²

より具体的には、次のような五つの分野での「技術に関する原則声明」がなされている。第一には、「原則に関する日米豪印声明を公表する」と記されており、「日米豪印は、技術の設計、開発、ガバナンス及び利用に関する原則声明を公表する」と規定されている。この4ヵ国の協力によって、世界水準での「高水準の技術革新へと導くことを期待する」と記されている。第二には、「技術標準コンタクトグループを発足される」と記されている。そこでは、例えば、「次世代情報通信及び人工知能に関するコンタクトグループを発足させる」ことが記されている。第三には、「半導体サプライチェーン・イニシアティブを立ち上げる」ことが規定されている。具体的には、「日米豪印のパートナーは、半導体及びその重要部品の供給能力をマッピングし、脆弱性を特定し、サプライチェーン・セキュリティを強化する共同イニシアティブを立ち上げる」ことが規定されている。第四には、「5G展開・多様化を支持する」ことが記されている。第五には、「バイオ技術の動向調査を実施する」ことが記されている。より具体的には、「日米豪印は、合成生物学、ゲノム解析、バイオ製造を含む先端バイオ技術を皮切りに、重要・新興技術の動向をモニタリングする。我々は、このプロセスを通して、関連する協力の機会を特定していく」ことが規定されている。¹¹³ これら以外にも、サイバーセキュリティや宇宙の分野でも、日米豪印の協力の推進が記されている。

さらには、この第2回の日米豪印首脳会合では、「技術の設計、開発、ガバナンス及び利用に関する日米豪印原則」が採択されて、4ヵ国間での幅広い分野での協力の指針が表明されている。ここではその原則として、冒頭に次のように書かれている。「日米豪印各国(豪州、インド、日本及び米

¹¹¹ 外務省「日米豪印首脳会議ファクトシート」2021年3月12日。

<https://www.mofa.go.jp/mofaj/files/100159232.pdf>

¹¹² 同上。

¹¹³ 同上。

国)は、技術の設計、開発、ガバナンス及び利用に関する方法は、我々が共有する民主的な価値及び普遍的な人権の尊重によって形成されるべきであることを確認する。技術は、衡平な成長、気候変動、エネルギー安全保障、パンデミック等の世界最大の共通の課題に取組、我々の市民の生活をより安全で、豊かで、実りあるものにすべきである。我々は、相互の信頼と信用に基づき、開かれた、アクセス可能で、安全な技術エコシステムを促進することにコミットし、全ての国が以下の原則を支持することを歓迎する。¹¹⁴」

この「日米豪印原則」については、具体的には、「普遍的な価値の擁護」、「信頼性、健全性及び強靱性の構築」、「科学技術のフロンティアを推進させるための健全な競争と国際的な協働の促進」の三つの項目が並んでいる。新型コロナの感染拡大を経験して、中国の閉鎖的で、透明性を欠いた経済活動について、懸念が広まっていた。また、豪州や一部の欧州諸国などに対する経済的威圧(economic coercion)、さらには経済的相互依存の武器化(weaponization)によって、価値を共有して信頼できる諸国間の中でサプライチェーンを再編して、さらには科学技術分野での協力を進めていく必要性が唱えられるようになっていた。またこの間、2020年5月9日には、中印国交地帯における軍事衝突が発生し、双方に負傷者が生じ、インドにおける対中脅威認識が高まっていた。これらの背景からも、日米豪印4ヵ国における協力を発展させる気運が高まっていたのである。

2021年7月13日に、米国議会の独立委員会の「AI 国家安全保障委員会」(委員長は Google の エリック・シュミット元最高経営責任者)が、先端技術の国際協力を議論する国際会議を開催して、そこに参加していた井上信治内閣府特命担当大臣(科学技術政策担当)はオンライン討論で、「日米豪印での新興技術の協力が重要」だと述べて、AI やデータフローの分野での協力の必要を強調した。¹¹⁵ この独立委員会がまとめた報告書では、「AI で中国に追い抜かれ、米国の安全保障を脅かす恐れがある」として、日米豪印という四つの民主主義諸国が、この分野で中国に対して優位に立つ必要が述べられている。この会合とあわせて、クアッドの4ヵ国の科学技術担当大臣の閣僚会合が開催されて、井上大臣は、「国際社会の持続的、包括的な経済成長を促進するものとなるよう、基本的価値を共有する日米豪印が新興技術における協力を進めることは重要だ」と述べている。¹¹⁶

4. 「重要・新興技術標準に関する日米豪印原則」

首脳会議及び外相会合を続けた4ヵ国は、2023年5月20日にはG7 広島サミットで訪日していた米国のバイデン大統領、豪州のアルバニー首相、インドのモディ首相、そして日本の岸田文雄首相が集まって、クアッドの首脳会合を行った。そこでは、日米豪印ビジョン・ステートメント及び、4ヵ国の共同声明をあわせて、「重要新興技術標準に関する日米豪印原則」の文書を発表している。それ以外にも、「インド太平洋におけるクリーンエネルギー・サプライチェーンに関する原則声明」や「オープン RAN セキュリティ報告書」、「ソフトウェア・セキュリティに関する共同原則」という合意文書が発表された。第1回目のクアッドの首脳会談が開かれてから2年が経過して、各作業部会での議論も深まり、このような多くの成果が生み出されたのであろう。

この中でも、科学技術政策の領域での国際連携を考える上で重要なのが、「重要・新興技術標準に関する日米豪印原則」の文書であろう。そこでは、「技術標準は、我々の市民の生活をより安全で、豊かで、実りあるものにする重要・新興技術の開発を促進すべきである」と記されており、また、

¹¹⁴ 外務省「技術の設計、開発、ガバナンス及び利用に関する日米豪印原則」2021年9月23日。

<https://www.mofa.go.jp/mofaj/files/100238184.pdf>

¹¹⁵ 「井上科技相『クアッドの技術協力重要』米主催の AI 会議」『日本経済新聞』2021年7月14日。

<https://www.nikkei.com/article/DGXZQOGN13E1W0T10C21A7000000/>

¹¹⁶ 「一米豪印『クアッド』、最先端技術テーマに初会合 井上科技相『協力進めることは重要』」『読売新聞』2021年7月14日。 <https://www.yomiuri.co.jp/world/20210713-OYT1T50363/>

「技術標準は、相互運用性、イノベーション、信頼性、透明性、多様な市場、セキュリティ・バイ・デザイン、互換性、包摂性及び自由で公正な市場競争を促進すべきである」と論じられている。¹¹⁷ ここでは、「技術標準」という概念を用いて、4カ国間での「相互運用性、イノベーション、信頼性、透明性」などについて、言及がなされている。そこでの具体的に合意された原則として、「産業界主導の、コンセンサスに基づく、マルチステークホルダー・アプローチの支持」、「相互運用性、競争、包摂性及びイノベーションを促進する技術標準の支持」、「安全性、セキュリティ、強靱性を支える技術標準の促進」の三つの事項が挙げられる。やや抽象的な表現ではあるが、一定の技術標準の原則を共有しながら、この4カ国は科学技術・イノベーション政策を推進し、また国際的に連携していく意向であった。またそれは、この4カ国に限定される性質のものではなく、他国によっても共有されるべきものと認識されている。

なお、このクアッドのうちの米豪2カ国については、後述するAUKUSの「第2ピラー」として重要・新興技術に関する協力が論じられてきた。そして、このクアッドサミットの舞台となったG7広島サミットにおいても、経済安全保障や経済強靱化についての共同声明が発表されている。このように、対中デカップリング/デリスキング政策を進める米国を中心に、G7やクアッド、AUKUSというような「ミニラテラリズム」の枠組みで、重要・新興技術をめぐる連携が進展している。日本もまた、そのような国際連携によって一定の利益と一定の制約を得ることになる。

¹¹⁷ 外務省「重要・新興技術標準に関する日米豪印原則(概要)」2023年5月20日。
<https://www.mofa.go.jp/mofaj/files/100509249.pdf>

国際連携の動向——国際的なニーズ(その1)

第3節 AUKUSの国際連携

米国、英国、豪州は2021年9月に、3カ国の新たな枠組みとしてAUKUS(豪・英・米の国名を並べた略称)を発表した¹¹⁸。当日まで完全に秘密裏に交渉が進められ、突然に発表されたために大きな注目を集めた。極度の秘密交渉が必要だったのは、AUKUSの第1ピラー(Pillar 1)が、米英両国による豪州への原子力潜水艦の技術提供だったからである。原子力潜水艦技術が極めて機微であることに加え、当時豪州は、フランス企業との契約により次期(通常動力)潜水艦の開発を進めており、AUKUSの発表は、フランスとの協力を破棄し、米英にいわば乗り換えるものだったのである。当然のことながらフランスは猛反発し、仏豪関係は危機的状況に陥った¹¹⁹。

技術に関する国際連携の観点では、原子力潜水艦技術は機密中の機密であることから、この第1ピラーも興味深い。AUKUSには原子力潜水艦以外の先端防衛技術協力の第2ピラーも存在する。2021年9月にAUKUSが発表された当時は、サイバー、AI、量子技術、海中能力(undersea capabilities)の4分野が指定された¹²⁰。その後、2022年4月に具体的分野としては極超音速・対極超音速能力と電子戦が、機能的分野としてイノベーションと情報共有が加わった¹²¹。

以下では、国際連携としてのAUKUSを理解するに当たって必要となるAUKUSの本質にまず触れた上で、第2ピラーの意味と課題、そして日本へのインプリケーションを検討する。

1. AUKUSとは何か

ここではAUKUSを技術に関する国際連携の事例として捉えるものの、「AUKUSとは何か」についての理解は参加国においても定まっていない。それには政治的背景が存在するからであり、特に豪州において論争的な問題になっている。

第一の立場は「同盟ではない」というものである。そこでは、AUKUSはあくまでも技術協力促進の枠組み(technology accelerator)だという点が強調される¹²²。純粋に技術が着目される場合もあるものの、これには、AUKUS参加によっても豪州の主権が損なわれることはなく、米国への従属が進むわけではないという、想定される批判への防御的なメッセージという政治的意図も見え隠れする。AUKUSを必ずしも支持していない東南アジア諸国の懸念払拭という外交的考慮も指摘できる。地域への脅威や不安定要因にならないことを説明する文脈での話だが、こうした対処が必要になるほどAUKUSは特別なものとして認識されているということでもある。AUKUSに対する警戒や色眼鏡

¹¹⁸ White House, “Joint Leaders Statement on AUKUS,” 15 September 2021, <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2021/09/15/joint-leaders-statement-on-aukus/>.

¹¹⁹ 鶴岡路人「AUKUSとは何か」『Foresight』(2021年9月24日)、<https://www.fsight.jp/articles/-/48285>。

¹²⁰ White House, “Joint Leaders Statement on AUKUS.”

¹²¹ White House, “AUKUS Leaders’ Level Statement,” 5 April 2022, <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2022/04/05/aukus-leaders-level-statement/>.

¹²² Michael Shoebridge, “What is AUKUS and what is it not?” *Strategic Insights*, No. 166, Australian Strategic Policy Institute, December 2021, <https://www.aspi.org.au/report/what-aukus-and-what-it-not>.

は、第2ピラーを考える際に考慮する必要がある。AUKUSに反発したり警戒したりする国や人々は、第1ピラーのみならず、第2ピラーにも同様の否定的感情を有することが少なくないからである。

第二の立場は、AUKUSは戦略的決定に基づく同盟のさらなる進化・深化だというものである¹²³。豪州は技術的な側面を強調することが多いものの、例えばAUKUS発表時の背景ブリーフィングで米政府高官は、「これは、何世代にもわたって豪州を米英に結びつける根本的、そう、根本的な決定だと強調したい。豪州がこの数世代で選択した最も大きな戦略的ステップだ¹²⁴」として意義を強調した。少なくとも米国ではそうした認識が主流だといえる。

米国と豪州の間にはANZUS条約に基づく同盟が既に存在し、英国との間には5カ国防衛取極(FPDA)が存在する。後者が同盟であるかについては議論があるかもしれないが、豪州が英国の植民地、自治州だったこと、及び今日においても英君主が豪州の元首である事実を踏まえれば、英豪が特殊な関係にあることは疑いようがない。加えて、米英豪は、この3カ国にカナダとニュージーランドを加えたインテリジェンスの共有メカニズムであるファイブ・アイズ(Five Eyes)の主要メンバーでもある。

つまり、AUKUSの有無にかかわらずこの3カ国は同盟国であり、AUKUSが同盟か否かを問うことはあまり建設的ではない。あえていうのであれば、「同盟より上」だというのが実態である。通常の間盟国間ではできない特別なことを特別な同盟国間で行おうとしているのである。これは第1ピラーのみに当てはまるのではなく、第2ピラーを考える上でも重要な出発点になる。

2. 第2ピラーの意味

AUKUSという枠組みを新たに創設する最大の目的が豪州への原子力潜水艦技術の供与であることは論を俟たない。その上で第2ピラーが創設された背景については、必ずしも全貌が明らかになっているわけではないが、AUKUSを潜水艦のみに限定せずにより広範な3カ国の戦略的連携にしたかったという、特に英ジョンソン政権の政治的思惑があったとされる¹²⁵。その文脈で、AUKUS以前に既に米英や一部豪州が参加して行われつつあった先端防衛技術協力に新たな枠組みを付与して強化するに当たって、AUKUSが最適だったという事情があったのだろう。

そのため、AUKUSで当初指定された4分野は、AUKUSにおいて新たに始まったものでは必ずしもない。その後加わった2分野(及び機能的2分野)にしても、AUKUSとして特定能力(技術)の重要性をリストアップしたというよりは、米英豪それぞれ、及び米英、米豪などで既に行われていたものをAUKUSに取り込んだと捉えるのが実態に近い。例えば豪州では、2023年4月に開始した防衛イノベーションに関する先述のASCAとAUKUS第2ピラーの連関が強調されている¹²⁶。

¹²³ Sam Roggeveen, *The Echidna Strategy: Australia's Search for Power and Peace* (Melbourne: La Trobe University Press, 2023), pp. 151–156.

¹²⁴ White House, “Background Press Call on AUKUS,” 15 September 2021, <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/press-briefings/2021/09/15/background-press-call-on-aucus/>.

¹²⁵ “‘Like a scene from *le Carré*’: how the nuclear submarine pact was No 10’s biggest secret,” *The Times*, 18 September 2021, <https://www.thetimes.co.uk/article/like-a-scene-from-le-carre-how-the-nuclear-submarine-pact-was-no10s-biggest-secret-dj7z5f8bh>.

¹²⁶ Department of Defence (Australia), “Government announces most significant reshaping of Defence innovation in decades to boost national security,” 28 April 2023, <https://www.minister.defence.gov.au/media-releases/2023-04-28/government-announces-most-significant-reshaping-defence-innovation-decades-boost-national-security>.

また、第1ピラーの原子力潜水艦は、実際に AUKUS 級と呼ばれる新たな潜水艦が就役するのは英国が 2030 年代後半、豪州は 2040 年代になる。AUKUS の具体的成果という観点ではまだ先の話である。それに比べて第2ピラーは、より早期の成果が期待されている。AUKUS の実際の利益を可能な限り早く示すという役割を背負っているのが第2ピラーだといえる。

また、第1ピラーの原子力潜水艦は関係する業界が限られるものの、第2ピラーは、米英豪の防衛産業の様々なアクターが参画することになる。そのため、AUKUS における協力を通じて、これら3カ国の防衛産業の統合を進めるといった目的も重要である。この点は、既に 2021 年9月の AUKUS 発表時から新たな枠組みの意図として明示されていた。同首脳声明は「安全保障・防衛関連の科学、技術、産業基盤、そしてサプライチェーンのさらなる統合を進める¹²⁷」としていた。実際、当初の4分野から既に8分野に協力分野が拡大しているし、おそらく今後も拡大する可能性が高い。

第2ピラーの詳細については情報が限られるが、公開されているものを具体的にみていくと以下のようになる¹²⁸。

- 1 サイバー:重要コミュニケーションやオペレーションのためのシステムの防護が中心
- 2 AIと自律能力:2023年4月にスウォーム飛行のトライアルが実施され、飛行中の状況変化に対応した再学習や、米英豪間でのAIモデルのインターチェンジなどが行われた¹²⁹
- 3 量子技術:当初の焦点はPNT(positioning, navigation and timing)に関する技術
- 4 海中能力:自律型無人潜水機(自律型海中ロボット)(autonomous undersea vehicle)に関するAURAS(AUKUS Undersea Robotics Autonomous Systems)プロジェクトが中心に推進
- 5 極超音速・対極超音速能力(公表されている具体的進展は無し)
- 6 電子戦:電子防護、攻撃、支援を対象とし、具体的には米英豪が運用予定(豪は既に運用開始)のE-7 Wedgetail 早期警戒管制機を通じた相互運用性の向上が焦点

3. 第2ピラーの課題

米英豪はいずれもファイブ・アイズの主要国であり、米国にとっての英豪は特別な同盟国であった。それでも、AUKUS のような防衛上の極めて高度に機微な情報を扱う段階で、問題が存在していることが改めて明らかになった。端的に言って、ファイブ・アイズを含む長年の関係では不十分だったのである。

問題になったのは、防衛技術に関する米国の輸出管理制度である。冷戦時代に構築された当時、米国はほとんど全ての領域で世界をリードしていたため、米国にとっての課題は、とにかく他国に——たとえ同盟国であっても——情報を漏らさないことだった。しかし今日、分野によっては同盟国を含む米国以外の諸国がより進んだ技術を保有している。そうした分野での他国との協力は米国の国益でもあるのだが、これになかなか対応できない状況が続いてきたのである。焦点の一つは ITAR(International Traffic in Arms Regulations)だった。ただしこれは法律であり、これを変更する

¹²⁷ White House, “Joint Leaders Statement on AUKUS,” 15 September 2021.(脚注1と同じ。)

¹²⁸ 各種報道以外に、公式・準公式のもので包括的な資料として下記参照。”AUKUS Pillar 2: Background and Issues for Congress” R47599, Congressional Research Service, 20 June 2023, <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/R/R47599>; Louisa Brooke-Holland, “AUKUS pillar 2: Advanced capabilities programmes,” *Research Briefing*, House of Commons Library, 9 November 2023, <https://researchbriefings.files.parliament.uk/documents/CBP-9842/CBP-9842.pdf>.

¹²⁹ Gov.uk, “World first as UK hosts inaugural AUKUS AI and autonomy trial,” 26 May 2023, <https://www.gov.uk/government/news/world-first-as-uk-hosts-inaugural-aukus-ai-and-autonomy-trial>.

には、行政府の支持だけでは不十分であり、議会への働きかけが重要になった。2023年12月に採択された2024年度国防授權法(NDAA)は、輸出管理規則からの英国と豪州の除外を決定した。これはAUKUSを進めるに当たっての重要な前進になった¹³⁰。なお、これと並行して豪政府は自らの輸出管理体制の強化を図り、米英を適用除外にする立法を議会に提出している¹³¹。

本事業での聞き取り調査においてオーストラリア国立大学(ANU)のジェニファー・パーカー氏が指摘したように、情報共有(information sharing)も重要な課題であり、それゆえに、第2ピラーの1分野として加えられることになった。米英豪政府間の情報共有においては、関連する技術の機密指定の度合いが高くなり過ぎること(over classification)が問題であり、産業界や学界との協力に関してはセキュリティ・クリアランス取得の困難さが課題になっている。産業界や学界が多国籍であることも問題を複雑にしている。

4. 日本へのインプリケーション

日本の一部では、日本もAUKUSに参加し、AUKUSをJAUUKUSにすべきだとの主張が政治家などからなされることが少なくない。日本も原子力潜水艦を保有すべきだとの議論もあるが、多くは第2ピラーに参加すべきだとの主張である¹³²。ただし、AUKUSを進めるに当たって英豪両国が抱えてきた米国の輸出管理や情報開示の体制に関するフラストレーションに鑑みれば、情報セキュリティなどの観点で、英豪にとっても越えることの難しいハードルが、日本に克服可能であるようには思えないというのが当面の現実であろう¹³³。

その上で、日本から「入れて欲しい」と表明する必要はなくても、第2ピラーに関してAUKUSの側が日本の有する技術に関心を持って日本に接近してくる可能性は十分に存在する。そのときに、AUKUS全体との公式な関係になるのか、米国などAUKUSの一部の国との二国間関係になるのかは状況次第ではあるものの、日本としてAUKUSとどのような技術協力が自らにとって有益であり、いかなる形式であれば可能であるかについて、あらかじめ検討しておくことは重要であろう。そのためにもAUKUSの実態をフォローし続ける必要がある。

加えて、国際連携枠組みとしてのAUKUSは、機密度の高い分野で連携を進めるに当たっての課題を先取りしたような側面があり、これは日本が直接AUKUSとの関係を有さない場合においても重要な示唆を提供している。特に豪州の経験を日本はより検証する必要がある。

第一に、豪州は上述のとおり、米国の輸出管理体制への適応のために国内法整備が必要になった。豪州側には米国の制度への不満が非常に高まった。米国の制度の丸呑みを求められることへの疑問の声や反発もあった¹³⁴。しかし最終的には米国の条件を受け入れるほかなかった。ファイ

¹³⁰ Andrew Dowse, “Title: Opportunities and Challenges of AUKUS,” *Georgetown Journal of International Affairs*, 7 February 2024, <https://gia.georgetown.edu/2024/02/07/opportunities-and-challenges-of-aukus/>.

¹³¹ Defence, Australian Government, “Defence Trade Controls Amendment Bill 2023,” <https://www.defence.gov.au/about/reviews-inquiries/defence-trade-controls-amendment-bill-2023>.

¹³² 例えば、「麻生副総裁、「JAUUKUS」を提唱…露中北に近い日本は「世界中でこれだけ危険な地域はない」『読賣新聞』(2023年11月13日)、<https://www.yomiuri.co.jp/politics/20231113-OYT1T50201/>。

¹³³ Ryosuke Hanada, “No, Japan is not ready for AUKUS,” *The Strategist*, ASPI, 7 December 2023, <https://www.aspistrategist.org.au/no-japan-is-not-ready-for-aukus/>.

¹³⁴ Tom Corben, “AUKUS needs trilateral technology safeguards, not just capabilities,” *The Strategist*, ASPI, 13 June 2023, <https://www.aspistrategist.org.au/aukus-needs-trilateral-technology-safeguards-not-just-capabilities/>.

ブ・アイズに長く参加する豪州でさえも苦勞させられた事実は、日本が同様に機密度の高い分野で米国と協力する際の教訓と参照対象になる。

第二に、豪州の一部で、AUKUS に伴う主権の侵害が議論されていることも、日本にとって無関心ではられない。原子力潜水艦は極端な事例といえるが、米国にとっての機密度が上がれば上がるほど、同盟国相手ではあっても制限が厳しくなることは、日本の F-35 運用に様々な制限が科されていることから明らかである。英国以外では初めての国外売却として日本が導入するトマホーク巡航ミサイル(豪州へも売却の予定)の運用に当たっては、日米同盟において新たな指揮統制システムの構築が課題になっている。高度な防衛技術を米国と共有する場合には、互いに踏み込み合うような関係になることが避けられず、米国との力関係が対等でない以上、それは米国からの主権侵害にみえる構図が存在する。米国との関係に加えて、こうした問題に国内的にいかに対処するかも重要な課題である。

第三に、AUKUS 第 1 ピラーである原子力潜水艦が抱えている課題も日本にとって他人事ではない。最大の問題は建造能力の不足である。2023 年 3 月の合意により、2030 年代以降、米国は 3 隻から 5 隻のヴァージニア級攻撃原潜(SSN)を豪州に売却するとされたが、この目処がたっていないのである。米海軍向けの同型艦の納入も常に遅れがちであり、米国内では連邦議会を含めて、自国向けを優先すべきだとの声があがっている¹³⁵。当然のことだろう。この問題に対処するために豪州は米国における潜水艦建造能力強化への投資を約束しているが、それでも不十分な状況である。高度な技術開発の先に製造能力が不足しては、技術開発の成果が活かされないことになってしまう。

最後に、AUKUS において輸出管理や情報セキュリティなどの問題が克服され、米英豪の防衛産業の一体化が進むとすれば、結果として AUKUS とそれ以外の諸国の間の垣根が高くなってしまふ効果が生じる可能性があるほか、参加国内であっても、そうした高い水準を満たすことのできない企業や大学が排除される懸念も指摘されている¹³⁶。国際連携は深化すればするほど、たとえそうした意図がなかったとしても限定的な中核アクター以外との協力が難しくなる懸念が生じる。この点は、米英豪のそれぞれと同盟関係や、正式な同盟には至らなくても極めて強固な防衛協力を進めている日本にとっても懸念事項である。JAUkus などを考える前にまずは現実の AUKUS を正しく把握する必要がある。

5. 日 NATO 連携

日本が自らは加盟していない国際的枠組みとの連携という観点では、NATO との関係も好例である。今日の日・NATO 協力は 2023 年 7 月のヴィリニウス NATO 首脳会合に岸田文雄首相が出席した際に合意された「国別適合パートナーシップ計画(Individually Tailored Partnership Programme: ITPP)」に規定されている¹³⁷。同文書は、四つの優先課題における 16 の協力分野を列挙しており、その中にはサイバー防衛、新興破壊技術、相互運用性などにおける協力強化が含まれる。相互運用性の重要な柱となるのは標準化(standardisation)であり、これこそ、NATO が長年にわたって積

¹³⁵ “Donald Trump’s top defence advisers warn against selling nuclear subs to Australia,” *The Australian*, 1 January 2024, <https://www.theaustralian.com.au/nation/one-of-donald-trumps-top-defence-advisers-warns-against-selling-nuclear-subs-to-australia/news-story/bbddd3dbbd24264529180a1d290f9c3f>.

¹³⁶ “New AUKUS legislation rings alarm bells at defence firms, universities,” *Australian Financial Review*, 13 February 2024, <https://www.afr.com/politics/federal/new-aukus-laws-ring-alarm-bells-at-defence-firms-universities-20240213-p5f4hm>.

¹³⁷ 同文書には公開版と非公開版が存在し、公開版は下記日本外務省ウェブサイトに掲載。
<https://www.mofa.go.jp/mofaj/files/100527274.pdf>.

み重ねてきたものである。NATO には個別の兵器やその部品に関するものを含め、多数の標準化協定(Standardisation Agreements: STANAGs)が存在している。当面は、例えば英国、イタリアとの次期戦闘機共同開発(GCAP)などを通じて NATO 基準を受け入れることになるが、いずれは特に新たな技術に関して NATO とともに新たな基準をつくりだしていくことも期待される。そのためにも、まずは NATO における標準化の実態を深く理解しておくことが求められる。

さらに NATO は、DIANA(Defence Innovation Accelerator for the North Atlantic)という官民一体となった新技術開発のプラットフォームを開始し、NATO 各国を拠点とした新技術の開発・検証などが進められている。こうした取組の中身を把握しつつ、どのような連携が可能かを検討する必要がある。

ただし、AUKUS の場合と同様にそこでも障害となる可能性が高いのが情報セキュリティの問題である。日本は NATO との間で情報保護協定を有するが、それは必要最低限のテンプレートであり、一部の NATO 非加盟国は NATO との間で、情報共有上、より上位の関係にある。これが「NNN(non-NATO nations)」と呼ばれるカテゴリーであり、オーストリア、アイルランド、スイスという欧州諸国に加えて、豪州、ニュージーランドが含まれる。従来は参加国数を冠して「7NNN」と呼ばれていたが、フィンランドとスウェーデンの NATO 加盟¹³⁸によって、対象は 5 カ国になった。NATO の活動においては、加盟国以外ではこの 5 カ国のみに参加が許されているものも少なくない。そのため、日本が NATO と連携する上で実質的な障害になっている。NATO 側の制度を変えるためには、日本が自らの情報セキュリティ体制の強化という「宿題」を果たした上で、NATO への働きかけを行うとともに、NATO 内でそれを支持する諸国を増やす必要がある。最低限、米国が熱心に働きかけるような状況にならない限りは、正式な制度変更は望めず、個別の例外措置を模索することになるのだろう。

こうした問題においても、AUKUS と同様、日本が有する技術に NATO が関心を持つことが、障害を除去する突破口になる可能性がある。日本との協力を深化させることが NATO 側の利益になるからである。

¹³⁸ スウェーデンの加盟手続きは 2024 年 2 月現在完了していないが、同国は「招聘国(invitee)」として NATO の多くの活動に加盟国に準じる資格で既に参加している。

第1節 ロシア＝ウクライナ戦争の事例分析

2022年2月のロシアによるウクライナ侵攻は、近隣諸国のみならず、国際社会全体が先端技術の重要性を再認識する契機となった。欧州における国際リスクの増大は、とりわけ食料やエネルギー供給をめぐる懸念を巻き起こし、関係各国が外交的解決を目指して奔走する事態となっている¹³⁹。その一方で、軍事侵攻から2年ほどが経過し、ロシア・ウクライナ両国による急速な技術革新が見られる分野として、ドローン兵器の存在が多く指摘されている。本節は、2024年現在のウクライナ情勢における最新の事例として、ドローン技術とサイバー安全保障の結びつきを指摘し、それらに対して日本の行うべき対応を検討するものである。

1. 加速するドローン開発競争

前述の通り、ロシア＝ウクライナ戦争の勃発から一定の期間が経過し、2024年現在の情勢において最重要技術として挙げられる傾向にあるのが、ドローンに代表される無人航空機である。2024年2月、ウクライナ軍総司令官のヴァレリー・ザルジニー(Valerii Zaluzhnyi)は、CNNに寄せた論考において、今後5ヶ月間において、無人兵器やサイバー戦を中核とする、新たな戦術システムを構築する方針を示した¹⁴⁰。欧米諸国からの軍事的・経済的支援が今後さらに減少していく状況が想定される中で、「無人技術」の重要性が改めて強調されたのである。

ドローン開発をめぐる競争という点で、ウクライナはロシアに遅れを取りつつある。当初、ウクライナはドローン戦で優位に立ち、新兵器を導入してロシア軍を後手に回らせた。しかし、時が経つにつれてロシアは技術革新競争に追いつき、ウクライナは軍事援助の流れを維持することに苦勞するという状況が生まれている。グーグル元会長のエリック・シュミット(Eric Schmidt)は、こうした局面においてウクライナとその同盟国は、防衛に要する軍備の生産を増強するだけでなく、ロシアの新型ドローンに「対抗できる技術の開発と拡張」に投資する必要があると主張している¹⁴¹。引き続き戦争の長期化が予想されることで、比較的安価で、かつ効率の良い手段となり得るドローンの役割に、ますます注目が集まっているのである。

ロシアがドローン産業への投資を拡大する動きは、2022年末頃から本格化したとされている。2023年6月、「ロシア連邦における2030年までの期間及び2035年までの展望における無人航空

¹³⁹ ウクライナ情勢をめぐる食糧危機の状況をまとめたものとして、以下の欧州理事会による報告書を参照。
“Infographic - How the Russian Invasion of Ukraine Has Further Aggravated the Global Food Crisis,”
European Council, October 23, 2023. <https://www.consilium.europa.eu/en/infographics/how-the-russian-invasion-of-ukraine-has-further-aggravated-the-global-food-crisis/>.

¹⁴⁰ “Ukraine’s army chief: The design of war has changed,” *CNN*, February 1, 2024.
<https://edition.cnn.com/2024/02/01/opinions/ukraine-army-chief-war-strategy-russia-valerii-zaluzhnyi>.
論考の全文については、以下を参照。Valerii Zaluzhnyi, “On the Modern Design of Military Operations in the Russo-Ukrainian War: In the Fight for the Initiative”.

<https://s3.documentcloud.org/documents/24400154/ukraine-valerii-zaluzhnyi-essay-design-of-war.pdf>.
¹⁴¹ Eric Schmidt, “Ukraine Is Losing the Drone War: How Kyiv Can Close the Innovation Gap with Russia,”
Foreign Affairs, January 22, 2024. <https://www.foreignaffairs.com/ukraine/ukraine-losing-drone-war-eric-schmidt>.

開発戦略」と名付けられた戦略文書が、ロシア政府によって承認された¹⁴²。ここでは、特にドローンの国産化に重点が置かれ、民間需要によって生まれる様々な部品を、国産化のレベルが高いドローン開発に活用することが期待されるなど、長期的視野に基づいた様々な方針が示されている。

ロシアの日刊紙「コメルサント」が報じるところによると、ロシア産業貿易省は当初、2030年までの国及び国営企業の発注量を2,000億ルーブル、そのうち2026年までの発注量を1,000億ルーブルと見積もっていた。しかし、2023年秋になると、同省は2030年までの計画を1,900億ルーブル弱、1万3,000機のドローンとし、より明確な見通しを示した。また、ドローンを国産とみなす要件が厳しくなることも予想されており、ドローン全体のシェアの中で、国産ドローンの割合は現在の25%から45%近くまで拡大するとも予想されている。その過程では、国産化のレベルが低いドローンを製造するメーカーは、国家による発注から切り離されるという見通しも生まれている¹⁴³。

とはいえ、実態としては、ロシア産とされる多くのドローンが、中国製の部品を用いて組み立てただけの状況となっているようである。そのため、ロシアにおける2023年時点でのドローンの国産化の度合いは、非常に暫定的なものであるとも指摘されている。ロシア国内では、産業貿易省の要求が、モーターやバッテリーを含む重要な部品がロシアで生産されない「擬似ローカライゼーション」につながることへの懸念も見られている¹⁴⁴。

ロシアが政府主導でドローンの開発並びに国産化を進める中で、ウクライナもその開発のペースを加速させている。特に、地上のパイロットが搭載カメラのライブ映像を見ながら操縦する「一人称視点ドローン (first-person-view drones, FPVドローン)」の役割は、極めて大きなものとなっている。このFPVドローンによって、戦車同士の交戦は過去のものとなったという指摘さえも行われている¹⁴⁵。

ここまで見たように、ロシア・ウクライナ両国は、戦争の長期化につれて、ドローンをめぐる国際的な開発競争を巻き起こしている。対照的に、日本のドローン開発への投資は、諸外国と比較しても遅れを取っているとも考えられる。2022年12月の「安保3文書」(国家安全保障戦略、国家防衛戦略、防衛力整備計画)は、ドローンを含む「無人アセット」を「防衛力の抜本的強化に当たって重視する能力」の一つとして位置付けている。そこでは、2027年度までに「幅広い実践的な能力」を獲得し、10年後となる2032年頃までに「本格運用を拡大する」との方針が示されている¹⁴⁶。しかし、ウクライナ情勢をめぐって進むドローン開発競争は、より近い将来に向けた開発と投資を要する状況を生み出している。

2024年2月6日、ウクライナのウォロディミル・ゼレンスキー (Volodymyr Zelenskyy) 大統領は、ドローン専門の部隊を創設する大統領に署名し、これが「将来の問題」ではなく、「ごく近い未来に具体的な結果を出さなければならない」と指摘した¹⁴⁷。日本としても、「安保3文書」に示された長期的な戦略に加えて、より早期の能力獲得、及び投資の拡大に向けた動きが求められるであろう。

¹⁴² "Strategiia razvitiia bespilotnoi aviatsii Rossiskoi Federatsii na period do 2030 goda i na perspektivu do 2035 goda," June 21, 2023.

<http://static.government.ru/media/files/3m4AHa9s3PrYTDr316ibUtyEVUpnRT2x.pdf>.

¹⁴³ "Tanets gadkikh utiat. Kakaia promyshlennost' vdrug okazalas' nuzhna Rossii," *Kommersant*, December 29, 2023. <https://www.kommersant.ru/doc/6428786>.

¹⁴⁴ "Dron otechestva. Proizvoditeli bespilotnikov opasaiutsia vysokoi stoimosti lokalizatsii," *Kommersant*, June 13, 2023. <https://www.kommersant.ru/doc/6043226>.

¹⁴⁵ Schmidt, "Ukraine Is Losing the Drone War," *Foreign Affairs*.

¹⁴⁶ 「国家防衛戦略」(IV 防衛力の抜本的強化に当たって重視する能力、3 無人アセット防衛能力) https://www.mod.go.jp/j/policy/agenda/guideline/strategy/strategy_04.html.

¹⁴⁷ "Ukraine's Zelenskiy orders creation of separate military force for drones," *Reuters*, February 6, 2024. <https://www.reuters.com/world/europe/ukraines-zelenskiy-orders-creation-separate-military-force-drones-2024-02-06/>.

2.サイバー安全保障の多様化

以上のドローン開発競争に付随して浮上するのが、サイバー空間における安全保障の問題である。これまで、ウクライナ情勢をめぐるサイバーの側面に関しては、データやシステムへの攻撃、重要インフラの混乱、そして影響力工作といった手法が注目されてきた。こうした手法が特に見られた戦争初期の数ヶ月間を分析したものとしては、マイクロソフト社によって2022年6月に公表された報告書が、とりわけ有用であろう¹⁴⁸。

当該報告書が示すように、ウクライナはロシア軍が侵攻する数日前の2月17日、政府当局がパブリック・クラウドでデータを処理・保存することを禁止する、データ保護法(Data Protection Law)を改正していた。それまで、ウクライナの公共部門におけるデジタルインフラは、物理的に国内のみで運用され、ミサイル攻撃や砲撃の影響を受けやすい政府庁舎内のサーバーのみで動いていた。しかし、ウクライナはデータ保護法の改正によって、政府のデータを既存のサーバーから、ヨーロッパ各地のデータセンターに移行できるようにする措置をとった。実際に、ロシアのミサイル攻撃の初期の標的の一つは、ウクライナ政府のデータセンターだったとされている。このようなデータの分散が、とりわけ戦争初期の状況を大きく左右する結果をもたらしたことは疑いようがない。

また、欧州議会が作成した報告書は、ロシアのサイバー攻撃を四つに類型化し、その傾向を整理している¹⁴⁹。その内訳は、(1)データの永続的な削除や、回復不可能なシステムへの損害を目的とする「破滅的攻撃(Destructive attacks)」、(2)ウクライナ政府に関係のあるロシアの組織や、NATO加盟国の公共機関などの業務に混乱を引き起こすことを目的とする「破壊的攻撃(Disruptive attacks)」、(3)データの盗難や流出、又はスパイ活動、監視、諜報目的のデータ取得につながる「データの武器化(Data weaponisation)」、(4)真実ではない情報やプロパガンダの拡散に重点を置いた「偽情報(Disinformation)」である。この類型化によれば、とりわけ2022年2月以降に見られたサイバー空間の出来事は、通常兵器の使用と組み合わせることで、ウクライナの重要データやインフラに損害を加える、(1)の「破滅的攻撃」であったと指摘できよう。

2024年現在、こうしたサイバー空間を利用した「破滅的攻撃」は、ドローンの使用と密接に結びついた状況となっている。ロシアによるドローン開発が進むにつれて、そのサイバー技術との連携が進み、ウクライナのドローンとそのパイロットの間の信号を妨害し、なりすますことが可能になった。ウクライナがこれに対抗し、ロシアのドローンを無力化するには、当然ウクライナ側も同様の能力を必要とする。しかし、米国のサプライヤーや国内の新興企業から妨害装置を入手しているウクライナの旅団は、比較的限られた数となっているのが現状である。西側諸国から供給された兵器のほとんどは、ロシアの対空システムや電子攻撃に弱く、ミサイルや攻撃ドローンがロシアの拠点を狙っても、なりすまされて撃墜されることが多い。特に米国の兵器は、GPSジャミングによって妨害されることが多く、2024年後半にウクライナに到着する予定のF16戦闘機も、その性能をどの程度発揮できるかは未だ定かでない¹⁵⁰。

サイバー空間に対する日本の危機意識は、前述の2022年12月の「安保3文書」においても表れている。ここでは、宇宙・サイバー・電磁波の領域における能力を「領域横断作戦能力」と位置付け、それらを陸・海・空の領域における能力を有機的に融合し、相乗効果によって全体の能力を増

¹⁴⁸ Microsoft, "Defending Ukraine: Early Lessons from the Cyber War," June 22, 2022.

<https://query.prod.cms.rt.microsoft.com/cms/api/am/binary/RE50KOK>.

¹⁴⁹ European Parliament, Policy Department, Directorate-General for External Policies, "The Role of Cyber in the Russian War against Ukraine: Its Impact and the Consequences for the Future of Armed Conflict," September 2023.

[https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2023/702594/EXPO_BRI\(2023\)702594_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2023/702594/EXPO_BRI(2023)702594_EN.pdf).

¹⁵⁰ Schmidt, "Ukraine Is Losing the Drone War," *Foreign Affairs*.

幅させることを目的としている¹⁵¹。サイバー領域に関しては、2027年度までに、サイバー攻撃状況下において「指揮統制能力及び優先度の高い装備品システムを保全できる態勢」を確立することが目指されている。また、10年後となる2032年頃までには、サイバー攻撃状況下において「指揮統制能力、戦力発揮能力、作戦基盤を保全し任務が遂行できる態勢」を確立しつつ、「自衛隊以外へのサイバーセキュリティを支援できる態勢」を強化するという方針が示されている。これらを踏まえた上で、現在のウクライナ情勢が示唆するのは、より多様なサイバー安全保障への備えであろう。とりわけ、急速なドローン技術の発展は、サイバー技術への投資をより一層求める状況を生み出していると考えられる。

進化する脅威の状況は、社会全体のアプローチを必要としている。民間セクター、特にテクノロジー企業は、サイバー攻撃や情報攻撃の最前線にいる。同様に、市民社会組織もまた、その関与において重要な役割を果たす存在であり、時にはサイバー・データ分析に関与し、自らもこのようなキャンペーンの標的になることがある¹⁵²。日本としても、今後様々な形で、外部人材や民間企業との密接な連携を拡大して行くことが求められるであろう。

3. 結論

ロシア＝ウクライナ戦争の勃発は、軍事・非軍事を問わず様々な次元で国際的なリスクを引き起こした。その中でも、2024年現在の情勢において際立っているのが、ドローン技術の発展と、それに伴うサイバー安全保障の多様化である。両者に共通するのは、その進展が極めて急速であり、日本を含む国際社会が迅速な対応を行う必要性を生み出している点である。新アメリカ安全保障センター(CNAS)の報告書に見られるように、ドローン技術はあくまで既存の戦術の「進化」であり、戦場を一変させるほどの「革命」ではないかもしれない¹⁵³。しかし、その急速な「進化」は、将来起こりうる朝鮮半島有事や台湾有事に通ずる、日本にとっての重大なリスクであり続けるであろう。

¹⁵¹ 「国家防衛戦略」(IV 防衛力の抜本的強化に当たって重視する能力、4 領域横断作戦能力)
https://www.mod.go.jp/j/policy/agenda/guideline/strategy/strategy_04.html.

¹⁵² Microsoft, "Defending Ukraine: Early Lessons from the Cyber War," June 22, 2022.
<https://query.prod.cms.rt.microsoft.com/cms/api/am/binary/RE50KOK>.

¹⁵³ Stacie Pettyjohn, "Evolution Not Revolution: Drone Warfare in Russia's 2022 Invasion of Ukraine,"
Center for a New American Security (CNAS), February 8, 2024.
<https://www.cnas.org/publications/reports/evolution-not-revolution>.

第2節 朝鮮半島有事の事例分析

朝鮮半島では北朝鮮が核戦力強化の方針を継続し、ミサイル関連技術を急速に発展させつつも、非核化に向けた交渉に取り組む姿勢を見せず、ロシアとの連携を深めている。朝鮮半島有事は台湾有事、オホーツク海の軍事演習、あるいは国内の大規模災害とともに複合危機として現実のものとなる可能性もある。たとえ米朝協議が再開したとしても、2019年2月のハノイでの米朝首脳会談以降、北朝鮮が新型ミサイルの発射を繰り返したことを踏まえれば、外交交渉の間も着々と核・ミサイル開発を続けていたことは明らかであり、予断を許さない。日本政府が2022年12月に閣議決定した国家安全保障戦略で記したとおり「北朝鮮の軍事動向は、我が国の安全保障にとって、従前よりも一層重大かつ差し迫った脅威」であり、その脅威は増す一方である。

本稿では北朝鮮により引き起こされるリスクシナリオとして、**1) 日米韓へのミサイル攻撃**、**2) 懸念国・組織とのハイブリッドな武器開発・取引及び決済**、**3) 健康危機(生物・化学兵器使用と新興再興感染症)**、**4) 電磁パルス(EMP)攻撃**の四つを提示する。そしてそれぞれのシナリオについて、国民の生命・身体・財産の安全を確保するため研究開発を進めるべき重要技術について提言したい。

1. リスクシナリオ1: 日米韓へのミサイル攻撃

北朝鮮は弾道ミサイルを700から1,000発ほど保有し、そのうち90%が韓国及び日本を射程に収めるスカッド級、ノドン級と見られている¹⁵⁴。こうした旧来型の弾道ミサイルは発射から5分程度で本州に着弾する。日韓の米軍基地もターゲットとなる。弾道ミサイル防衛がまず対処すべきは、こうした旧来型の弾道ミサイルによる飽和攻撃である。また北朝鮮はスカッド用及びノドン用のTEL(発射台付き車両)を最大200両ほど保有しており、鉄道軌道ミサイルの発射実験も行った。さらに北朝鮮が2021年から発射訓練を繰り返している戦略巡航ミサイルのファサル(矢)1及びファサル2は、核弾頭を搭載可能と見られている。

北朝鮮は、固体燃料推進方式化が進む弾道ミサイル、低空を変則軌道で飛翔する短距離弾道ミサイル、極超音速滑空兵器(HGV)、そして戦略巡航ミサイルの研究開発のみならず、実運用を想定した訓練を積み重ねてきている。

日本には、反撃能力によりTEL、列車、潜水艦などプラットフォームを破壊できる運用と政治的な決心が求められる。そのためにはミサイルの策源地や軌道を迅速に把握する必要があり、情報収集・警戒監視・偵察・ターゲティング(ISRT)、中でもレーダーやセンシングの能力が重要となる。そうした整備品で必要なのが高性能パワー半導体であり、その材料として日本が研究開発を進めてきたのがSiC(シリコンカーバイド、炭化ケイ素)、GaN(窒化ガリウム)、Ga₂O₃(酸化ガリウム)である。

省レアメタル・非レアメタル化技術

防衛装備庁の「安全保障技術研究推進制度」はこれまで、レーダー性能向上に資するGaNトランジスタ高出力化に成功するなど、一定の成果をあげてきた。対外公表されている研究成果一覧24件のうち、ガリウムとGaNに関するものが8件を占める¹⁵⁵。また内閣府「経済安全保障重要技術

¹⁵⁴ 令和5年版防衛白書、Jane's Sentinel Security Assessment China and Northeast Asia

¹⁵⁵ 安全保障技術研究推進制度 (<https://www.mod.go.jp/atla/funding/seika.html>)

育成プログラム(K Program)」の第二次研究開発ビジョンで採択された「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開発」(5年で最大80億円)もガリウム系材料の技術開発である。経済産業省が2021年に策定した「半導体・デジタル産業戦略」でもパワー半導体では、次世代技術としてSiCパワー半導体等の性能向上・低コスト化、その先の将来技術の研究開発ではGaN・Ga₂O₃パワー半導体の実用化を目指してきた。つまり日本はSiC、GaN、Ga₂O₃をめぐる技術を「勝ち筋」として育ててきた。

しかし2022年2月24日に米国政府が公表したサプライチェーン調査報告書は、米国内で使用されているガリウムが全て輸入に頼っていること、世界で使用されているガリウムの90%以上は中国が生産していること、そして米国が黒鉛の世界最大の輸入国であることを指摘していた¹⁵⁶。さらに、2021年度及び2022年度に内閣府がGRIPSに委託したシンクタンク試行事業における「広範囲調査分析」に係る報告書も、こうしたガリウムをめぐる中国依存リスクを指摘するとともに、欧米ではガリウムを使用しないSiCパワー半導体の開発に注力していることを指摘していた¹⁵⁷。

こうして日米でガリウムの中国依存について警鐘が鳴らされてきたところ、2023年7月3日、中国商務部はガリウム及びゲルマニウム、それらの関連品目であるGaNやGa₂O₃等の輸出規制を強化すると発表した。中国はこれを国家の安全と利益を守るための措置と説明している。さらに中国商務部は2023年10月20日、黒鉛の輸出管理強化も発表した。

日本は産業でも安全保障でもガリウム関連技術、中でもGaNの技術を磨いてきた。また日米欧とも半導体サプライチェーンの上流で、ガリウムとゲルマニウム、黒鉛という素材に関するチョークポイントをさらしたまま、ガードを固めてこなかった。そして中国に、そのチョークポイントを締め上げられた。中国が輸出規制を始めた2023年8月、9月のガリウム輸出はゼロ。10月から輸出再開され、11月は1.53トンが輸出されたものの、2022年11月の4分の1程度に留まった¹⁵⁸。さらに中国政府は2023年12月、レアアース輸出に許可制を導入し、レアアースの流通データを把握しようとしている。中国は、西側諸国が見逃しているチョークポイントを分析している可能性がある。

こうした状況を踏まえると、日本にとって重要な素材(マテリアル)について、懸念国への依存が高いレアメタル¹⁵⁹の使用量を抑えつつ高性能を維持する「省レアメタル(レアメタルレス)・非レアメタル化技術」の重要性は、かつてなく高まっている¹⁶⁰。日本に重要なマテリアルのうち、懸念国に過剰に依存しているレアアースが何か、内閣府がリードする形で経済産業省や文部科学省などの関係省庁、そしてJOGMEC(エネルギー・金属鉱物資源機構)、NIMS(物質・材料研究機構)、NEDO(新エ

¹⁵⁶ US Department of Energy, “Semiconductor: Supply Chain Deep Dive Assessment,” US DoE response to Executive Order 14017 “America’s Supply Chains,” 24 February 2022.

¹⁵⁷ 内閣府委託事業「我が国が戦略的に育てるべき安全・安心の確保に係る重要技術等の検討業務」(シンクタンク機能の試行事業)「広範囲調査分析」報告書「第17節 半導体とマイクロエレクトロニクス」(2023年4月20日公開)

<https://www8.cao.go.jp/cstp/stmain/pdf/20230314thinktank/seikabutsu/20230314seikabutsu.html>

¹⁵⁸ 2023年11月のガリウム製品輸出は1.53トン。最大の輸出先は日本で全体の65.4%。ベトナムが32.7%、タイが約2%と続いた。2022年11月は5.61トン。(ロイター、2023年12月20日「中国ガリウム輸出、11月は65%が日本向け 8月に規制強化も回復」)

<https://jp.reuters.com/markets/japan/funds/NWMONI5WQJJYTFZCVRLBS2HLUA-2023-12-20/>

¹⁵⁹ 金属は鉄などベースメタル、貴金属、レアメタルに大別される。レアアースは、リチウム、タングステン等とともにレアメタルに含まれる。レアアースで代表的なものが、永久磁石の材料であるネオジムやジスプロシウムである。詳しくは以下参照。NIMS「レアメタルの基礎知識」

<https://www.nims.go.jp/research/elements/rare-metal/study/index.html>

¹⁶⁰ 中国やロシアなど懸念国以外からのレアアース安定供給確保は引き続き重要であり、内閣府SIPで進めてきた、南鳥島周辺海域の深海底からレアアース泥を回収する技術開発も、より一層、加速化させるべきである。

エネルギー・産業技術総合開発機構)、JST(科学技術振興機構)など国研やアカデミアともに、重要鉱物のサプライチェーン調査を定期化すべきである。永久磁石についてはK Programで「重希土フリー磁石の高耐熱・高磁力化技術」(5年で最大34億円)が支援対象であり、こうした技術はますます重要となる。我が国では文部科学省やJSTが2004年から2022年まで続けていた「元素戦略プロジェクト¹⁶¹⁾」において、新材料や希少元素代替の研究が進んだ。その成果の一つとして、細野秀雄・東京工業大名誉教授は高解像度ディスプレイ用半導体として、ガリウムを材料とする「IGZO」の代わりに、ガリウムをスズに置き換えた「ITZO」を開発した。経済産業省とNEDOも2007年以降、「希少資源代替材料開発プロジェクト¹⁶²⁾」に取り組んでいた。2010年に中国がレアアース輸出規制を行って以来、こうした研究はさらに加速した。2021年には、内閣に設置されている統合イノベーション戦略推進会議が「マテリアル革新力強化戦略」を策定した。これは政府が策定してきた数多ある戦略のなかでも優先度を上げて推進すべき戦略であろう。日本の国研やアカデミアが蓄積してきたマテリアルの研究成果の中には、これから国として技術優位性の創出が期待されるシーズから、我が国が技術優位性を持つ機微技術まで、幅広く蓄積があり、それらを棚ざらしにしてはならない。他国は、我が国以上に関心を持って見ているかもしれない。

2. リスクシナリオ2:懸念国・組織とのハイブリッドな武器開発・取引及び決済

ロシア・ウクライナ戦争は消耗戦となっており、北朝鮮はロシアに砲弾やロケット弾数百万発を供与してきたと見られている。バイデン政権は2023年末以降、ロシアからウクライナに撃ち込まれた弾道ミサイルに北朝鮮製のKN-23とKN-24が含まれていたことを明らかにした¹⁶³⁾。北朝鮮はロシアのみならず、イラン、ハマスなど懸念国・組織との武器取引も長く指摘されてきた。

北朝鮮がミサイルを発射する際、翌朝の北朝鮮メディアでその鮮明な写真を公開する場合、一部モザイクをかける場合、また発射の事実を公表しない場合がある。理由としてはミサイル技術の向上を米韓日などに誇示すること、米韓日の防衛体制を把握するための威力偵察、北朝鮮の軍や市民など国内向けの意識高揚などが考えられる。

しかし、それだけでなく、ミサイル発射の写真公開は北朝鮮にとって、外貨獲得のための重要な手段かもしれない。想定されるスキームは以下のとおりである。

(1) 北朝鮮開発の新型ミサイルのショーケース

1. 展示:北朝鮮が新型ミサイルを発射し鮮明な写真を公開
2. 調達:懸念国・組織から北朝鮮に新型ミサイルを購入依頼
3. 決済:ドルや人民元、ルーブルなどの不正送金、直接の受け渡し、あるいは暗号資産の送金
4. 輸送:北朝鮮から懸念国・組織へ新型ミサイルを密輸

(2) 新型ミサイルの共同開発・発射代行

1. 共同開発:懸念国・組織が開発する新型ミサイルの仕様や図面などを北朝鮮と共有(イランやハマスの場合、ミサイル発射により周辺国の警戒を高めるリスクあり)
2. 決済:ドルや人民元、ルーブルなどの不正送金、直接の受け渡し、あるいは暗号資産の送

¹⁶¹⁾ <https://elements-strategy.jp/about/relation/>; <https://elements-strategy.jp/>.

¹⁶²⁾ <https://www.jst.go.jp/keytech/event/20090127/pdf/keizaisangyosho.pdf>

¹⁶³⁾ Timothy Wright, Joseph Dempsey, “North Korea’s ballistic-missiles transfer to Russia: Operational constraints thwart objectives” (IISS, 17 January 2024)

金

3. 発射代行:新型ミサイルを発射し写真を公開(発注元に配慮してモザイクをかける、あるいは発射の事実を公表しない可能性あり)
4. データ共有:発射データを北朝鮮から懸念国・組織へフィードバック
5. 再発射:共同開発しているミサイルが完成するまで1から4を繰り返す
6. (懸念国・組織がミサイル製造を北朝鮮に依頼する場合)輸送:北朝鮮から懸念国・組織へ新型ミサイルを密輸

ロシアがウクライナに発射した北朝鮮製ミサイル KN-23 は、北朝鮮が2018年2月の軍事パレードで公開し、2019年5月に発射試験が行われたときから、ロシアのイスカンデル M 短距離弾道ミサイルに酷似していると指摘されてきた。その意味では北朝鮮がロシアから技術・ライセンス供与を受けた上でのスキーム1、あるいは共同開発としてのスキーム2、いずれの可能性もあり得る。

なぜこのハイブリッドな武器開発・取引が重要かと言えば、それが対北朝鮮制裁や新型コロナによる北朝鮮の経済的な「痛み」をやわらげていたかもしれないからである。北朝鮮の年間の輸出総額は2011年から2016年まで30億ドル(約3,500億円)を超えていたが、度重なる核実験と弾道ミサイル発射に対して強力な経済制裁が科され2017年には18億ドル、2018年には2.5億ドルまで減った。さらに新型コロナ感染症の影響により中国やロシアとのモノと人の流れを厳しく制限していたため、2020年の輸出総額は0.9億ドル程度まで減った。石油や食料は外から輸入する必要があり、2020年は実に7億ドルもの貿易赤字が生じていたようである¹⁶⁴。

世界でもっとも厳しい経済制裁を科された北朝鮮は、こうした貿易赤字の穴埋めとして、サイバー攻撃により外貨や暗号資産を詐取してきたことが知られている。米国政府が2020年に発表した「サイバー脅威に関するガイドライン」は2016年、北朝鮮がSWIFTを悪用した不正取引を仕掛け、バングラデシュ銀行から8,100万ドルを盗んだことを明らかにした¹⁶⁵。また国連安保理北朝鮮制裁委員会専門家パネルは、サイバーセキュリティ企業Chainalysisの分析を参照し、北朝鮮がサイバー攻撃により2021年に4億ドル相当の暗号資産を盗んだと報告した。米国に本社があるChainalysisは暗号資産の違法取引の解析で世界をリードしている企業である。同社によれば北朝鮮は2022年に16億ドル以上もの暗号資産を盗んだものの、2023年は3億ドル程度にとどまった。しかし、2022年に北朝鮮が際立って暗号資産を詐取していたとしても、2016年までの輸出総額30億ドルには、まったく届かないのである。

ではどこで北朝鮮が収入を得ているのか。考えられるのはロシア、イラン、ハマスなど懸念国・組織とのハイブリッドな武器開発・取引により、対面あるいは暗号資産の形で資金(資産)を獲得している、という可能性である。近年、米欧やアジア各国でサイバーセキュリティが強化されており、北朝鮮のサイバー攻撃による暗号資産詐取は難しくなっている。しかし北朝鮮と懸念国・組織との暗号資産を介した取引は、そうした対策をすり抜け、直接行われてしまう。ビットコインやイーサリアムなど取引量の多い暗号資産は2023年にマーケットで価格が急騰した。北朝鮮は今後も暗号資産を重視すると考えられ、ハイブリッドな武器開発・取引及び決済は、今後も一つのリスクシナリオである。

暗号資産はブロックチェーンと分散型台帳技術の社会実装であり、その性質上、資産の移動をオープンソースで観測することができる。Chainalysisなど一部の民間企業は暗号資産取引の高度な解析技術を有しており、北朝鮮の違法取引を追跡してきた。ただし北朝鮮はMoneroのような匿名

¹⁶⁴ 北朝鮮の対外貿易推移(2009年—2020年)はジェトロ資料を参照した。

https://www.jetro.go.jp/view_interface.php?blockId=32247175

¹⁶⁵ 米国国務省、財務省、国土安全保障省(DHS)、連邦捜査局(FBI)「北朝鮮サイバー脅威に関するガイドライン」

https://www.cisa.gov/sites/default/files/publications/DPRK_Cyber_Advisory_JPN_S508C.pdf

性の高い暗号資産を駆使していることも知られている。我が国もこうした暗号資産取引の解析技術を国内で磨き上げるべきだろう。

3. リスクシナリオ3:健康危機(生物・化学兵器使用と新興再興感染症)

北朝鮮は炭疽菌、天然痘、ペストなどの生物兵器、さらにサリン、VX、マスタードなどの化学兵器を保有していると見られている。実戦においては核兵器より先に生物・化学兵器を使用するという見方もある。こうした北朝鮮の生物・化学兵器使用は静かに、テロとして行われる可能性もある。さらに天然痘テロが行われる際には、既存の天然痘ワクチンが効かないよう、遺伝子編集が加えられる可能性もある。また北朝鮮では2019年5月に家畜伝染病であるアフリカ豚熱(ASF)が発生した¹⁶⁶。ASFは人には感染しないが、豚に感染すると致死性が高い。こうした家畜伝染病は、我が国の食料安全保障において脅威となる¹⁶⁷。

こうした健康危機については国立感染症研究所(厚生労働省)や農林水産省が平時からサーベイランスを行っているが、コロナ危機以降、早期警戒の新たな手法として社会実装が進んでいるのが下水サーベイランス技術である。新型コロナのような呼吸器感染症については鼻咽頭からだけでなく、便からもウイルスが検出される。さらにゲノム解析を実施すれば新型コロナの新たな変異株や、人為的に遺伝子改変された病原体を検出することもできる。米 Ginkgo 社は疾病対策予防センター(Centers for Disease Control and Prevention: CDC)とともに米国、ウクライナ、東アジア、中東、アフリカ等で下水サーベイランスを実施しており、いわば「バイオレーダー」としてグローバル展開を推進している。日本も健康危機の早期警戒として、こうしたバイオレーダーの取組に参画してはどうか。

4. リスクシナリオ4:電磁パルス(EMP)攻撃

2022年10月、北朝鮮は5年ぶりに日本上空を通過する弾道ミサイルを発射した。さらに2023年には軍事偵察衛星の発射試験を繰り返し、11月には新型衛星運搬ロケット「千里馬(チョンリマ)1型」に搭載した軍事偵察衛星「万里鏡(マンリギョン)1号」を地球周回軌道に投入したと発表した。偵察衛星としての性能には疑問符がつくものの、むしろ懸念すべきは電磁パルス(EMP: Electromagnetic Pulse)攻撃のリスクではないか。EMP攻撃とは、核爆発などにより瞬時に強力な電磁波を発生させ、公共インフラの電気系統や電子機器に過負荷をかけ、誤作動させたり破壊させたりする攻撃である。北朝鮮が2012年に打ち上げた衛星「光明星3号(KMS-3)」と2016年に打ち上げた衛星「光明星4号(KMS-4)」について、かつてソ連が米国に高高度電磁パルス(HEMP)攻撃で奇襲するため周回させていた部分軌道爆撃システム(FOBS=fractional orbital bombardment system)と、ほぼ同じ軌道で周回していることが指摘されてきた。

つまり北朝鮮が日本上空を通過するミサイル、あるいは「衛星」に核弾頭を搭載する形でEMP攻撃を引き起こすリスクシナリオが考えられる。EMP攻撃により想定される影響や課題、対応について

¹⁶⁶ 農水省「アフリカ豚熱(ASF)について」<https://www.maff.go.jp/j/syouan/douei/asf.html>

¹⁶⁷ 日本学術会議「アフリカ豚熱(ASF、旧名称:アフリカ豚コレラ)対策に関する緊急提言」(2020年4月16日)<https://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-24-t288-2.pdf>

は、昨年度の内閣府委託事業「シンクタンク試行事業」報告書で詳述されている¹⁶⁸。基幹インフラの強靱性確保や、政府内でのさらなる検討を期待したい。

¹⁶⁸ 委託事業「我が国が戦略的に育てるべき安全・安心の確保に係る重要技術等の検討業務」(シンクタンク機能の試行事業)「健康・医療」報告書「第9章 核兵器による電磁パルス(EMP)攻撃」(2023年4月20日公開)

<https://www8.cao.go.jp/cstp/stmain/pdf/20230314thinktank/seikabutsu/shiryu2-1-02.pdf#page=6>

第3節 台湾有事の事例分析

1. 問題意識

政府においては、民生と防衛用途双方に利用可能なデュアルユース、マルチユースの先端重要技術の開発や、これに対する資金提供の必要性が認識されており、経済安全保障推進法を踏まえた経済安全保障重要技術育成プログラム(K Program)において、様々な重要技術の研究開発が進められている。我が国にとって重要となる多用途の先端技術を特定し、その社会実装を見据えて実践的に研究開発を進めていくことが重要であることは論を俟たない。しかし同時に、社会実装の重要性を強調するのであれば、社会実装が特定の先端技術の研究開発によってのみ実現されるものではなく、当該技術と他の技術との組合せや、それら技術進歩のレベルやスピードの違いによっても決定付けられるものであることを見過ごしてはならない。そして、目標とすべき社会実装のゴール自体が変動し得る変数でもあり、必ずしも所与のものというわけではない。

この点、K Program においては、社会実装のイメージの共有や議論等の伴走支援の重要性が認識される一方で、その目標設定に関して、ニーズ側の関係省庁や民間部門を含む協議会(意見交換会)設置・実施以外の具体的手法は示されていない¹⁶⁹。しかしこのことは、今後特定重要技術の研究開発が進捗していく中で、社会実装への円滑な移行にとって大きな課題となるリスクを孕んでいる。

これらのことを踏まえ、本節では、台湾有事への対応に必要な能力を事例として、重視する先端技術の発展の度合いや他の技術との組合せのマトリクスにより、社会実装に向けた可変的な複数目標設定の重要性を指摘したい。もちろん、台湾有事に対応する上で重要となる先端技術は、民生・防衛用途双方で様々なものが考えられるが、ここでは、社会実装に向けた目標設定の考え方を端的に示すため、鍵となり得る防衛技術の一つに事例を絞り、具体的に掘り下げた形で論じることとする。

2. 台湾有事を抑止し、対処するための水中非対称能力

中国の台湾への武力侵攻を抑止するとともに、万一これが発生し、我が国が武力紛争に巻き込まれた際にその対処に必要な作戦上の能力は何か。そうした能力は当然ながら多岐にわたるが、あえて一つ重要なものを挙げるとすれば、それは中国の海上・航空能力を非対称的に消耗させ、減殺し得る水中能力ということになるだろう。

¹⁶⁹ 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、第62条、<https://elaws.e-gov.go.jp/document?lawid=504AC0000000043>;内閣官房、内閣府「経済安全保障重要技術育成プログラムの運用・評価指針」令和4年9月、https://www8.cao.go.jp/cstp/anzen_anshin/nyo-hyouka.pdf;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「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)」令和4年9月、https://www8.cao.go.jp/cstp/anzen_anshin/2_vision.pdf;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「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(第二次)」令和5年8月、https://www8.cao.go.jp/cstp/anzen_anshin/siryol.pdf。

中国が台湾を侵攻する場合の具体的手法を断定することは不可能であり、米国防省の見立てとしても、サイバー攻撃、特殊部隊による指導部の排除、海上・航空封鎖から、ミサイル・航空攻撃、本格的な着上陸侵攻までその可能性は多岐にわたる¹⁷⁰。しかし、仮に本格的な着上陸侵攻を要し、米軍も軍事介入した場合、中国は台湾に侵攻兵力を輸送するとともに、台湾東側の西太平洋においても、台湾の兵力分散と米軍阻止のため、大規模な海上兵力を展開することを迫られる可能性が高い。本来、中国は長射程のミサイルによって米空母打撃群等の高価値目標を非対称的に攻撃する態勢をとることにより、米軍の介入を牽制する接近阻止・領域拒否(A2/AD)を企図していると考えられてきた。

しかし逆に、中国が台湾侵攻のため戦力投射を行おうとすれば、その揚陸艦や空母を中心とする海上兵力が米軍等の攻撃から脆弱となる可能性も高い。特に、中国は艦艇を経空・水中攻撃から守るための艦隊防空や対潜水艦戦(ASW)能力に弱みを持つとされているので¹⁷¹、米軍や自衛隊にとって、水中からの非対称的能力は中国に対する大きな強みとなる¹⁷²。また、中国のミサイル・経空脅威下に置かれた競合地域(contested environment)においては、その標的となることを避ける上でも、水中からの対処は重要となる。

その中でも今後極めて重要となってくるのが、水中無人機(UUV)だろう。求められる技術の高度化や、単一のプラットフォームに情報収集から電子戦、攻撃に至る様々な多機能を搭載する必要性から、防衛装備品は高価格となり、長期間の武力紛争に堪え得る数量を揃えることが課題となっている。一方で、現下のウクライナ戦争は、軍事力の拮抗した紛争当事者間では、消耗戦が常態化し、弾薬、ミサイルなどを中心に装備の量的持続性が重要となることを改めて示している。また今後、中国の軍事力の飛躍的な進展に伴い、日本や米国はその能力と量的に均衡させることはますます困難となる。

こうした防衛装備品の多機能化・高価格化と継戦能力の維持を両立させるためには、無人アセットの大胆な活用が求められる。DARPAが発案し、米シンクタンクのCSBAなどが具体化した「モザイク戦(Mosaic Warfare)」の概念では、任務に応じて有人アセットと無人アセットをモザイク状に柔軟な形で組み合わせた戦力設計を行うことが提唱されている。その中では、それぞれ異なる単一機能を有する無人アセットを大量配備した上で、それらを、有人機を含む他のプラットフォームと接続し、AIの助けを借りた指揮統制システムを通じ、指揮統制することの重要性が強調される¹⁷³。こうした提言と軌を一にする形で、米国防省は、米海軍第5艦隊に無人機、無人艇を組み合わせた部隊の試験

¹⁷⁰ US Department of Defense, “Military and Security Developments Involving the People’s Republic of China 2023” (October 2023), 140–142, <https://media.defense.gov/2023/Oct/19/2003323409/-1/-1/1/2023-MILITARY-AND-SECURITY-DEVELOPMENTS-INVOLVING-THE-PEOPLES-REPUBLIC-OF-CHINA.PDF>.

¹⁷¹ Toshi Yoshihara and Jack Bianchi, “Seizing on Weakness: Allied Strategy for Competing with China’s Globalizing Military” (Center for Strategic and Budgetary Assessments, 2021), 68–69.

¹⁷² Bryan Clark and Timothy A. Walton, “Fighting into the Bastions: Getting Noisier to Sustain the US Undersea Advantage” (Hudson Institute, June 2023), 21, <https://s3.amazonaws.com/media.hudson.org/Fighting+into+the+Bastions+Bryan+Clark+Timothy+A+Walton.pdf>.

¹⁷³ Bryan Clark, Dan Patt and Harrison Schramm, “Mosaic Warfare Exploiting Artificial Intelligence and Autonomous Systems to Implement Decision-Centric Operations” (Center for Strategic and Budgetary Assessments, 2020), https://csbaonline.org/uploads/documents/Mosaic_Warfare.pdf.

運用を行う第 59 任務部隊を組織したり¹⁷⁴、中国に対抗するため安価で精密な無人システムを大量配備する「レプリケーター計画」を発表したりしている¹⁷⁵。

中国の量的優位を相殺するとともに、想定され得る台湾有事では、自らへの被害を避けつつ中国が有する戦力投射能力の脆弱性を突くことができる能力として、UUV への期待が高まっていることは明らかである¹⁷⁶。

3. UUV を開発・運用する上で必要となる水中無線通信技術

台湾有事の可能性を想定した場合、UUV 開発の必要性は明らかだが、そこで一つ問題となるのが、UUV を有人プラットフォームやその他の無人アセットとどのように接続するのかである。もし安価で単一機能のみを有する UUV を大量配備するのであれば、同種の UUV や、相互補完的な機能を有する UUV と接続できなければならない。また、UUV が攻撃機能を有するのであれば、その判断をどのように指示するのかも検討しなければならない。

そのためには、UUV 相互間や他のアセットとの通信手段を確保する必要がある。しかし、地上において無線通信に用いられる電波は水中で減衰しやすく、また減衰しにくい音波は大容量の通信が難しい。この点、可視光を用いた水中無線通信は、大容量で減衰しにくい特徴があるとされ実用可能なレベルに向けて技術の研究が進められている。水中光無線通信技術は、2023 年に内閣府 K Program における「第二次研究開発ビジョン」に掲げられるとともに、その開発に関する個別研究型研究開発構想も発表され、45 億円程度を限度とする支援も計画されている¹⁷⁷。また、内閣府の取組よりも前に、防衛装備庁においては、安全保障技術研究推進制度の下で 2015 年からプロジェクト・ベースで資金提供が行われるとともに、2020 年に発表された「水中防衛」に関する「研究開発ビジョン」でも、獲得すべき技術として掲げられている¹⁷⁸。UUV に不可欠な技術として政府が水中無

¹⁷⁴ US Naval Forces Central Command, “U.S. 5th Fleet Launches New Task Force to Integrate Unmanned Systems” (September 9, 2021), <https://www.cusnc.navy.mil/Media/News/Display/Article/2768468/us-5th-fleet-launches-new-task-force-to-integrate-unmanned-systems/>.

¹⁷⁵ “Hicks Discusses Replicator Initiative”, *DOD News* (September 7, 2023), <https://www.defense.gov/News/News-Stories/Article/article/3518827/hicks-discusses-replicator-initiative/>.

¹⁷⁶ US Marine Corps, “Force Design 2030” (March 2020), <https://www.hqmc.marines.mil/Portals/142/Docs/CMC38%20Force%20Design%202030%20Report%20Phase%20I%20and%20II.pdf>; Thomas G. Mahnken, et al., “Tightening the Chain: Implementing a Strategy of Maritime Pressure in the Western Pacific” (Center for Strategic and Budgetary Assessments, 2019), https://csbaonline.org/uploads/documents/Tightening_the_Chain_web_Final.pdf; Mark F. Cancian, “Security in the Western Pacific: Building Future Capabilities in the Time of AUKUS” (Center for Strategic and International Studies, January 2024), https://csis-website-prod.s3.amazonaws.com/s3fs-public/2024-01/240112_Cancian_Western_Pacific.pdf?VersionId=yU9QO6UPkm7srGMT_IKRC3D.rto2S2oI.

¹⁷⁷ 内閣府、文部科学省「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」に関する研究開発構想(個別研究型) 令和 5 年 12 月、https://www8.cao.go.jp/cstp/anzen_anshin/1_20231225_mext.pdf.

¹⁷⁸ 防衛装備庁「研究開発ビジョン 多次元統合防衛力の実現とその先へ 解説資料 水中防衛の取組」令和 2 年 3 月 31 日、https://www.mod.go.jp/atla/soubiseisaku/vision/rd_vision_kaisetsuR0203_04.pdf.

線通信技術に着目しているのは、上記のような背景によるものであり、その基本的な方向性は妥当だと言える。

4. 技術開発における可変的目標マトリクス設定の必要性

一方で、UUVの研究開発には、水中通信技術のみならず、自律化、自動航行、探知、給電等の他の先端技術の進展も必要となる。ここで留意すべきなのは、多機能有人艦とは異なり、情報収集・偵察、攻撃、掃海、機雷散布など、プラットフォームごとに機能を絞って開発され得るUUVは、その開発に当たって発想の転換が必要となるという点である。UUVの開発においては、プラットフォームに求められる機能や他の先端技術の進展に応じ、最適な技術のレベルやその組合せが異なるものとなる可能性がある。

例えば、水中を長期間にわたって定点観測し情報を収集するUUVと、他の攻撃プラットフォームが求めるターゲティング情報を提供するUUVは、同じ情報収集・偵察型のものであったとしても、求められる水中通信技術は異なり得る。また、自律化や給電技術のレベルによっても、必要となる外部からの指揮統制の頻度や情報共有の量は左右される可能性がある。搭載が想定されるUUVプラットフォームが大型なのか小型なのかによっても、光通信に利用できる光源の搭載重量が変わってくるため、その性能が大きく左右される。

こうした考慮要素を踏まえた場合、先端技術の研究開発やそれへの投資を、K Programが目指すように「社会実装化することを見据えて」進めていくことが、いかに一筋縄では行かないかが分かる。防衛用途だけではなく、民生利用も含めた「マルチユース」での活用を視野に入れるのであれば、社会実装に求められる技術のレベルや内容を考慮に入れて技術開発を進めるプロセスは、なおさら複雑化する。

もともと、これらは一義的には、プラットフォームの開発を含む社会実装側の課題ではあるが、技術研究開発プロジェクトの目標をある程度固定するためにも不可欠であり、プロジェクト開始時点や資金提供側の視点としても重要となる。

そのため、プロジェクト推進に当たっては、単にプロジェクトごとに関係する政策当局者や専門家との協議会(意見交換会)にその目標設定や実用化についての議論をゆだねるのではなく、社会実装を見据えて先端技術を開発していくための目標設定の考え方そのものを示すことが望ましい。水中通信技術であれば、想定される技術レベルに応じた水中通信技術の複数目標(①)と、他の関連先端技術とその技術レベル(②)との組合せにより実現できる能力の複数オプション(③)を二次元、三次元のマトリクスで示し、考えられるプラットフォームとその運用イメージ(ニーズ)を当てはめていくことが必要となる。技術開発の具体的な目標は、求めるプラットフォームの運用イメージ(作戦構想)がなければ導出できない一方で、多機能な有人艦と異なり、単一機能プラットフォームの組合せで必要な作戦能力を考えていく場合、当然ながら目標は可変的で複数のものとなり得る。そして、得られた技術を用いた防衛装備品の開発(実装)に当たっては、旧来装備品の代替更新(この場合、例えば特定有人艦の無人艦への代替)のため、厳密に要求性能を固定するのではなく、まず実用化可能なプラットフォームの開発に着手した上で、技術の進展に応じてそれをより高機能なものに代替していくという「ミッション統合(mission integration)」型の柔軟な手法を採用する必要がある¹⁷⁹。そし

¹⁷⁹ Bryan Clark and Dan Patt, “Unalone and Unafraid: A Plan for Integrating Uncrewed and Other Emerging Technologies into US Military Forces” (Hudson Institute, August 2023), <https://s3.amazonaws.com/media.hudson.org/Unalone+and+Unafraid+-+Bryan+Clark+Dan+Patt.pdf>. 著者は、「ミッション統合」型の開発を、旧来型装備品開発における「システム・エンジニアリング」型開発と対比させて論じている(30-44)。

てその際には、技術開発の前提として、ミッション志向型の能力を運用構想としていかに具体的に想定できるかが重要となる。

もともと、K Program などの先端技術の研究開発支援は、防衛利用だけではなく民生利用も念頭に置いているので、その社会実装は双方のイメージを検討する必要があり、求められる技術開発の目標はさらに複雑化し得る。しかし、マルチユースで、社会実装も見据えた先端技術(新興技術)の研究開発というコンセプトそのものが、そのような目標の複雑性や可変性を、本来的に内在していることに留意しなければならない。そうであれば、そのような複雑な社会実装に向けた議論や出口戦略の在り方を、プロジェクトごとの協議会に一任するのではなく、政府が目標や社会実装オプションの設定を主導していくべきだろう。

単一機能のネットワーク化により運用され得る UUV に必要な水中通信技術は、そのような実装段階を見据えた技術開発に関する可変的目標マトリクスを持つことの重要性を、分かりやすく示唆している。