

【特集：指揮統制】

Joint All-Domain Command and Control

— JADC2 —

航空研究センター運用理論研究室
3等空佐 土持 太郎

はじめに

本稿では、米国議会調査局（Congressional Research Service：CRS）が2021年3月に発出したレポート（2021年5月にアップデート）を基に、将来の作戦に向けた米軍の指揮統制の概念である統合全領域指揮・統制（Joint All-Domain Command and Control：JADC2）の概要について以下の内容を中心に紹介する¹。

- 1 JADC2とは何か
- 2 現状の指揮統制の構造を変える必要性
- 3 JADC2に関連する各軍種等の取組み
- 4 JADC2の課題
- 5 JTRSの紹介とJADC2

日米同盟を安全保障の基軸とする我が国において、米軍の指揮統制に関する理解を深めることは、緊密な連携による日米共同作戦を実施する上で重要な要素である。それと同時に、宇宙、サイバーといった領域を含めた全領域的な作戦を実施する上で、JADC2の概念に基づく迅速な意思決定及び既存の指揮統制に対する米軍の問題認識は、自衛隊にとっても大いに参考にすべきものであると考える。本稿が、米軍のJADC2に対する理解の一助となれば幸いである。

1 JADC2 とは何か

米空軍では、ドクトリン附属書 3-99 において JADC2 を「決心事項を迅速に行動に移し、戦いや争いにおいて運用面と情報面の両方で優勢を獲得するために、友軍等とともに全ての領域にわたる機能を活用するための意思決定の理論と実践（The art and science of decision-making to rapidly translate decisions into action, leverage capabilities across all domains with mission partners to achieve operational and informational advantage in both competition and conflict）」としている²。

従来、各軍種は、それぞれ独自のネットワークを開発・運用しており、他軍種との相互運用性が確保できていない状況であった。JADC2 によって米国防省は、多数のセンサーと兵器システムを接続して「モノのインターネット」（Internet of Things : IoT）によるネットワークを構築することを目指している。そうすることで、統合部隊が情報、監視及び偵察（Intelligence, Surveillance, Reconnaissance : ISR）情報を共有し、意思決定の迅速化及び最適化を図ることを目指している。JADC2 を実現するための技術として、CRS レポートでは、人工知能（Artificial Intelligence : AI）を活用した自動化並びに大容量、安全及び低遅延な通信が挙げられている。

JADC2 を提唱するに至った米国防省の認識として、国防戦略委員会の報告書で現在の C2 システムは潜在的な米国と同等の競争者に対し、質が劣っている（deteriorated）とされており、C2 システムを近代化における優先事項とすることが挙げられている。

2 現状の指揮統制の構造を変える必要性

前項で述べた JADC2 の基本的な考え方については、これまでも「ネットワーク中心の戦い（Network-Centric Warfare : NCW）」において提唱されてきたものであると考える。例えば、2004 年に発表された米国防省の文書によれば、NCW は、「情報優越により可能となる作戦コンセプトであり、センサー、意思決定者及びシューターをネットワーク化することにより、認識の共有、指揮の速度増加、作戦テンポの迅速化、より大きな決定力、残存性の増加、そしてある程度の自己同期がもたらされ、結果的により大きな戦闘力が生み出されるとし、本質的に NCW は情報の優越を戦闘力に変換するものであり、戦闘空間において効果的に接続された軍隊によって行われる。」と定義されている³。また、米国防長官府が発表した 2003 年の NCW 関連の資料

では、NCWにより、

- ・強固にネットワークで接続されることにより、部隊間の情報共有が向上
- ・情報の質向上及び状況認識の共有を促進
- ・共同及び同期した作戦が可能となり、指揮の持続性及び速度が向上
- ・その結果、任務の有効性が劇的に増加

という効果があるとしている⁴。このように、NCWの基本的な考え方は依然として重視されているものとする。

では、なぜ、新たにJADC2という概念を提唱するに至ったのか。JADC2においては、AI等先進技術を活用した迅速な情報共有と意思決定による敵対者に対する意思決定の優越及び分散化した意思決定の重視等が、NCWから発展した形となっている。つまり、従前に比べ、意思決定を始めとする、人間のいわゆる「認知」に係る活動が重視されるようになったことが大きな要因となったのではないかと考える。例えば、Center for Strategic and Budgetary Assessments : CSBAが発表したモザイク戦に関する論文においては、「意思決定中心の戦い (Decision-Centric Warfare)」という考え方が提唱されている⁵ (モザイク戦の説明については、後述)。

CRS レポートでは、将来の作戦環境において、米国の敵対者が、電子戦、サイバー兵器、長距離ミサイル、先進的な防空システム等の能力により、高度な Anti-Access/Area Denial : A2/AD 能力を米国の軍事的優位性に対抗する手段として発展させてきていることが挙げられている。米国防省の幹部は、将来の運用環境においては、情報へのアクセスが不可欠であり、更に敵対者に対抗するためには、領域横断的なアプローチが必要であると述べている。それには、現在の C2 システムでは、将来的に戦いの速度、複雑さ、兵器の能力に対応するには不十分であり、数十年前のプラットフォームでは新しい技術を十分に活用できないと主張している。空軍当局者は、JADC2アーキテクチャは、司令官が①戦場を迅速に理解することができ、②敵よりも速く部隊を指揮することができ、③すべての領域で同期した戦闘効果をもたらすことができると主張している。

現在の C2 システムの分析として、米国の RAND 研究所は、空軍での Air Operation Center : AOC による作戦の指揮統制について、次のような問題を挙げている⁶。

- ・AOC システム及び人員は通常、前方展開して配置される。これらの機能は集中して配置されるため、脆弱点となりうる。

エア・アンド・スペース・パワー研究（第9号）

・多くの AOC の情報システムは、概ね 2000 年に作られたものである。AOC 近代化の取組を目指した AOC10.2 が中止されたことにより、重要なハードウェア及びソフトウェアの更新が遅れている。

・サイバー及び宇宙を作戰に統合することがますます重要視されることにより、AOC に新たな機能的・技術的な要求が発生するとともに、マルチドメイン運用への関心が高まっている。

・AI 及び機械学習の分野での多くの技術的な進歩により、新たな能力獲得の期待が高まっている反面、新たな脅威が生起するおそれが高まっている。

・現状の 72 時間の Air Tasking Cycle : ATC は、状況が安定している場合での作戰に関しては機能するが、敵対者が米軍と対等な能力を持ち、米軍の計画を阻止することができる場合は、機能しないおそれがある。また、事前に攻撃目標が不明である場合には、作戰の効率性が落ち、リスクが高くなる。

これらを総合すると、新たに JADC2 という概念を提唱するに至った理由として、米国の競争者に対する相対的な質の低下を背景に、いわゆる「認知」に対する関心の高まりと、JADC2 で活用されるべき新たな技術（クラウド、5G 及び AI 等）の進展及び実現可能性の向上、そしてそれに関連して情報をめぐる争いが激化していることが挙げられる。また、技術的な進展として、クラウド技術の活用によるシームレスかつ抗たん性のあるネットワークの構築、5G 技術の活用による低遅延かつ多数ユニットの同時接続、AI 技術の活用による意思決定が可能となる見込みであることが考えられる。更に、米軍の絶対的な軍事的優位が確保できなくなるおそれがあるため、作戰における敵の妨害や攻撃、不測の事態への対処が生起することも考えられる。そのことから、現在の ATC に基づく作戰では任務遂行に不安があること、そして、対象国の A2/AD 能力に対抗するためには、情報へのアクセスと領域横断的なアプローチが必要であるという問題認識に伴い、従前の脅威認識に基づく国防力整備の枠組みでは所要を満たさないという危機感の表れであるとも考えられる。

3 JADC2 に関連する各軍種等の取組み

CRS レポートによると、JADC2 の導入に向けた米国防省、各軍種等の取組み等は、次のとおりとしている。

(1) 統合参謀本部 J6

統合参謀本部 J6（指揮・統制・通信・コンピュータ／サイバー担当）は、

JADC2 戦略の策定を実施している。当初は、統合部隊の相互運用性の向上（例えば、無線システムが相互に通信できるようにすること）が想定されていたが、JADC2 戦略はこの焦点を拡大し、意思決定のためのデータを提供することによって統合作戦を可能にする情報共有アプローチを策定した。

戦略の開発に加えて、J6 は、JADC2 クロスファンクショナル・チームを組織しており、これを通じて、各軍種と米国防省の機関が実験とプログラムを調整している。JADC2 戦略では、JADC2 を実現するため、①データに関する取組み、②人的戦力に関する取組み、③技術的事項に関する取組み、④核に関する指揮、統制及び通信に関する事項、⑤ミッションパートナーに対する情報共有の 5 つについて記載されている⁷。

(2) Office of the Under Secretary of Defense Research and Engineering : OUSD R&E

OUSD R&E は、JADC2 を実装するための長期的な技術的手段を提供（主要な技術の開発及びリスクの削減）することにより、完全にネットワーク化された指揮、統制及び通信（Fully Networked Command, Control, and Communication : FNC3）の構築を担当している。FNC3 は、物理層、ネットワーク層、およびアプリケーション層の 3 層で構成されており、現在はまだ実用段階に至っていない将来技術を活用して相互運用性と耐障害性を向上させるように設計される。

(3) 米国防省 Chief of Information Officer : CIO

米国防省 CIO は、JADC2 への 5G 技術の適用を担当している。米国防省 CIO は、5G 無線技術の商業的進歩により、大容量かつより低遅延な送信データを「エッジ」で処理（データを転送することなく、受信したサイトにおいて処理すること）するために必要であると主張している。新たな指揮統制を可能にする 5G 技術のもう 1 つの側面は、動的な電磁スペクトラム（Electromagnetic Spectrum : EMS）の共有である。EMS の輻輳が進んだため、米国は、複数のユーザーが同周波数帯域を用いつつも、互いの干渉を避けて活動できるようにする取組みを開始した。

(4) 国防高等研究計画局 (Defense Advanced Research Projects Agency : DARPA)

DARPA は、Mosaic Warfare（モザイク戦）に係るプロジェクトを推進している。現代の兵器は、例えればジグソーパズルのピースであり、いずれかのピースを失うと、パズルが完成しないこと（作戦の失敗）となるが、モザ

エア・アンド・スペース・パワー研究（第9号）

イク画のタイルは大きな絵の小さな一部分であり、一つのタイルを失っても大きな影響はない。このことから、一部の戦力が欠けても他の戦力でその代替をすることにより戦力の再編成及び全体の機能発揮が可能となる概念をモザイク戦と呼んでいる⁸。

モザイク戦に係る一連のプロジェクトでは、AIを利用して、従来は相互運用が想定されていなかったシステムやネットワークを接続することを目的としている。このプロジェクトでは、例えば人工衛星などのセンサーで収集された目標情報を利用して、そのデータを利用可能な情報に変換して、「シューター」（サイバー兵器、電子妨害装置、ミサイル、航空機または目標に対処できるその他の兵器）に送信することができる。モザイク戦での戦い方は、これら複数のシューターからの攻撃等により、敵軍に複数の重複するジレンマ（多くの場合、望ましくない2つ以上の選択肢の間で困難な選択をしなければならない状況⁹）を負わせようとするものであり、それが敵を混乱させ、敵が目的を達成するのを防ぐことができるというものである（概念図は、図1のとおり。）。



図1 モザイク戦におけるネットワーク接続の概念図

出典：DARPA, “DARPA Tiles Together a Vision of Mosaic Warfare,” November 18, 2018, <https://www.darpa.mil/work-with-us/darpa-tiles-together-a-vision-of-mosaic-warfare> を基に筆者作成

その他、DARPA では相互運用性の確保のため、System-of-systems

Technology Integration Tool Chain for Heterogeneous Electronic Systems : STITCHES を開発している。これは、互換性のないデータを使用するプラットフォーム間で、メッセージを変換するソフトウェアパッチを自動的に作成するものである¹⁰。それに加え、Dynamic Network Adaptation for Mission Optimization : DyNAMO の開発も行っている。これは、ネットワークを介して情報を必要とするユーザーにルーティングするものである¹¹。

これらにより、異なるシステム間においてデータフォーマットを統一したり、それぞれのシステムにおけるアップグレードやハードウェアのアップデートを行ったりすることなく、大容量かつ低遅延の通信を確立することができる。また、異なる軍種間だけではなく、新型の装備品と旧式の装備品の間においても接続が可能になるとされる¹²。

(5) 空軍

空軍は、JADC2 実現のための中心的なシステムとなる Advanced Battle Management System : ABMS の開発を行っている。ABMS は当初、E-8 (Joint Surveillance and Target Attack Radar System : JSTARS) に代わるものとして構想されていた。空軍は、2019 年に ABMS プログラムを、航空機やレーダーなどの開発から「Digital Network Environment (デジタル・ネットワーク環境)」の開発へと移行させた。デジタル・ネットワーク環境は、「全ての領域及びあらゆる階層にわたって戦闘能力を接続し、世界中で意思決定の優位性を達成する」ことを目指している。空軍によると、ABMS は、①センサーの統合、②データ管理、③安全な情報処理、④複数ドメインでの接続、⑤アプリケーション、⑥戦果の統合という 6 つの機能の開発を進めるという。

ABMS は、各ドメインの全てのユニットを接続し、クラウドにより情報処理を行って戦闘するシステムであり、概念図は、図 2 のとおり。

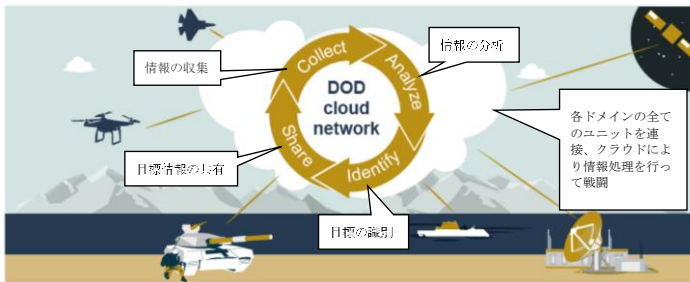


図 2 ABMS の概念図

エア・アンド・スペース・パワー研究（第9号）

※ 図中の日本語表記部分は、筆者追記

出典：United States Government Accountability Office, “Defense Acquisitions: Action is Needed to Provide Clarity and Mitigate Risks of the Air Force’s Planned Advanced Battle Management System,” April, 2020, <https://www.gao.gov/assets/gao-20-389.pdf>

また、これまでに空軍は、ABMS の検証を次のとおり実施してきた。

- ・2019年12月：陸軍のレーダーや海軍の駆逐艦からのデータを空軍のF-22及びF-35に対して送信を行った。また、同検証において、宇宙と地上のセンサーを組み合わせる衛星を追跡するクラウドのデモンストレーションも行われた。

- ・2020年9月、米国に向けて発射された模擬巡航ミサイルを探知・迎撃する能力について検証した。

- ・2020年9月、第4世代戦闘機の保有するデータをKC-46空中給油機が中継して第5世代戦闘機に送信、指揮統制を実施するという訓練を実施した。

- ・2021年2月、欧州においてオランダ、ポーランド、英国などの同盟国とともに、F-15Eからの空対地スタンド・オフミサイルの発射、F-35を航空基地の防衛に利用しながら長距離打撃任務を遂行する能力について検証した。

その他、米空軍では、ドクトリン附属書3-99において、JADC2を達成するために必要な事項をJADO for Command and Controlのビジョンとして、次のとおり挙げている¹³。

- ・運用環境に関する共通の理解
- ・地球規模の（マクロな）戦力及び局所的な（マイクロな）戦力の指揮系統内への統合
- ・各種情報の総合と分散型意思決定の支援
- ・ミッションタイプオーダー（詳細な実施要領は明示せず、作戦目的及び達成すべき任務のみを命じる方法）及び各段階における権限委任による機敏かつ弾力性のある運用

（6）陸軍

陸軍は、JADC2に関連して、Project Convergenceを推進している。陸軍によると、Project Convergenceは、JADC2が提起する課題に対応するために設けられた、継続的かつ構造化された陸軍の新しい学習のための取組みで

ある。Project Convergence は、次の 5 つの要素で構成されている。

- ・ 陸軍が適切な人員及び才能を有することを確保すること
- ・ 陸軍近代化の優先事項に沿った陸軍将来作戦司令部のクロスファンクショナル・チーム (Army Futures Command cross-functional teams) と連携した陸軍近代化の取組み
- ・ ますます急速になる脅威に対処するための適切な指揮統制の確立
- ・ AI を使用した情報処理及びネットワークを介した情報共有
- ・ 最も厳しい環境下において検証を実施する機能

また、Project Convergence は、年間サイクルで実施する計画となっている¹⁴。Project Convergence2020 では、3 つの軍事施設で約 750 人の兵士、民間人、契約要員が動員され、アリゾナ州ユマ試験場で 2 回の演習が行われた。この演習で陸軍は、地理的に分散した部隊を指揮・統制する新しい方法をテストするために、AI、自動化及びロボットに関連する技術を実証した。Project Convergence2021 では、空軍と海軍のシステムとの統合、Project Convergence2022 に外国軍の統合が計画されている。

なお、2020 年 9 月には、陸軍と空軍の間において、より緊密な連携を図るため、指揮統制における協力に関して、協定を締結した¹⁵。

(7) 海軍

海軍は、JADC2 に関連して、Project Overmatch を推進している。Project Overmatch とは、海軍が保有する艦艇を陸・空軍の装備品とリンクさせ、JADC2 を実現することを目的としたものである。その目標とするところは、まず、分散型海上作戦の実施が可能なアーキテクチャの構築である。具体的には、ネットワーク、インフラストラクチャ、データ・アーキテクチャ・ツール及び分析手法を開発することとしている。これと並行して、当該アーキテクチャに無人システム (船舶、航空機) を組み込む計画を策定することが指示されている。報道発表によれば、海軍は 2023 年に初期の運用能力を獲得することを意図している。

JADC2 への米国防省、各軍種等の取り組み等をまとめると、統合参謀本部 J6 を中心に戦略の策定、関連事業の管理を行い、各国防省関連機関がそれぞれ調整の上、役割分担をしているものと考ええる。また、各軍種については、空軍の ABMS を中心に、適用された技術を用いて軍種間の連携を図っているものと考ええる (概略図は、図 3 のとおり)。

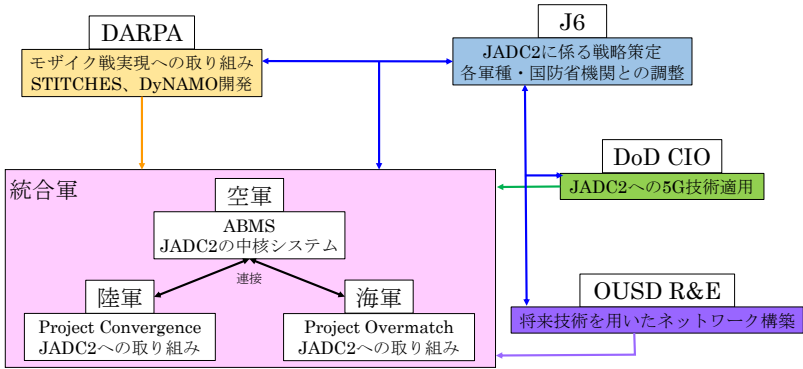


図3 JADC2 への米国防省、各軍種等の取り組み等の関連

※ CRS レポートを基に筆者作成

4 JADC2 の課題

CRS レポートにおいて、米国防省が軍隊を指揮統制するための新たな方法を開発するにあたり、議会は次に挙げるような課題を検討する可能性があるとしている。

(1) JADC2 関連事業の必要性と予算要求

米国防省は、JADC2 に関連する活動に対して、数会計年度にわたり、予算要求を行ってきた。ただし、議会の一部では、米国防省が従来の方法での予算見積もりや事業の必要性に関する資料を提供していないことに懸念を表明している。そのため、軍事委員会と歳出委員会は、特に ABMS と 5G の研究開発関連の予算を削減した。

(2) 相互運用性の確保

米国防省は、それぞれ異なる無線周波数、規格及びデータリンクを使用する多くの通信システムを運用している。米国防省は、JADC2 を使用して複数の領域で同時に戦力を発揮することを想定しているため、これらの戦力を互いに接続する必要がある。ただし、これら米国防省の運用しているシステムは、相互運用性に欠けることから、①ゲートウェイの設置、②新たな通信機器の開発、③新たなソフトウェアの開発といったアプローチで、それぞれのシステムを接続することが考えられる。また、相互運用性の課題は、米国内だけではなく、同盟国との間でも発生することから、解決がより困難となるおそれがある。

(3) 通信所要の競合

JADC2 の要件を満たすための通信ネットワークには、①大容量 (AI と情報作戦により、予測分析を含めた指揮官への戦闘空間の情報提供)、②低遅延 (ミサイルや航空機のように高速で移動する目標の情報処理)、③耐妨害性 (電子戦環境下における通信能力確保) といった要件が求められる。これらのうち1つの要件を優先することは、他の2つの要件が影響を受ける可能性があることから、通信器材等の取得にあたり、困難な選択を迫られる可能性がある。

(4) 人工知能の役割

AI は、JADC2 において迅速な意思決定を可能にするための重要な要素であるが、そのためにはいくつかの潜在的な問題が生じる。まず、AI はどの程度意思決定に関与すべきか、逆に言えば殺傷力のある兵器を使用する際に、どの程度人間の判断が要求されるのかという点、そして2点目は、AI のアルゴリズムに関して、どのようにセキュリティを確保すべきかという点である。例えば、データに誤りがある場合に、指揮官は当然適切ではない判断を下すおそれがある。

また、敵対者のサイバー攻撃による乗っ取りのおそれもある。そのため、AI に関連するデータの保護は必要不可欠である。

DARPA では、意思決定支援ツールとして、Adapting Cross-domain Kill-Webs プログラムを開発している。これは、異なる軍種及び領域にまたがるセンサー情報を基に、指揮官が取りうる選択肢を提示し、その領域横断的な決心を行うことを支援するものである¹⁶。

(5) 必要な戦力構成

JADC2 は、これまでとは異なる部隊や兵器を必要とする可能性があるため、各軍は将来を見据えて、部隊の訓練方法、編成及び装備品を変更しなければならない可能性がある。

(6) JADC2 関連事業の管理

JADC2 に関しては、統合参謀本部 J6 を中心に、各軍種及び多数の米国防省機関が様々な活動を行っており、米国防省の取組みは、時間とともに規模を拡大し、その結果、事業の管理がより困難になることが予想される。そのため、将来的に米国議会は事業管理、ネットワーク・アーキテクチャの開発及び財務管理を担当する組織を創設する可能性がある。

5 JTRS の紹介と JADC2

CRS レポートの最後に、前項（2）～（4）と関連すると考えるが、付録（Appendix）として、過去の取組みである Joint Tactical Radio System : JTRS の開発についての紹介がある。JTRS は、互いに通信することのできない軍用無線システムを新たにソフトウェアベースの無線機に置き換えることにより、相互運用性を向上させることを目的とするものであった。1990年代半ばに開始されたこの取組みは、技術的な課題や費用対効果の低さにより、2011年に中止された。中止の要因として、①無線機のサイズや送信範囲の技術的制約、②脆弱なネットワークセキュリティ、③旧式装備との相互運用性確保の技術的問題の3点が挙げられている。

JADC2 においては、②についてはゼロトラストアーキテクチャ¹⁷により、セキュリティを確保するものとし¹⁸、③については先述した DARPA での STITCHES や DyNAMO の開発等により課題の解消を図っている。ただし、高度なサイバー、宇宙、EMS 関連の能力を有する敵に対して、現在のネットワークは JADC2 の要求を満たすには脆弱すぎるという指摘もある¹⁹。

米統合参謀本部の Chief Information Officer である Crall 中将は、JADC2 成功の鍵は、情報のセキュリティと迅速な情報共有それぞれに対するニーズのバランスを取ることであると述べている²⁰。

おわりに

以上、JADC2 について概観した。今後、JADC2 による全部隊間での情報共有、迅速な意思決定、分散型の指揮実行がどのように戦いそのものを変えていくかは注視していく必要があるものと考ええる。

我が国は、専守防衛に徹し、日米同盟を基軸とした防衛の基本方針を持っている。また、地理的な特性として、四面環海、長大な海岸線、多くの島嶼及び広大な排他的経済水域を有しており、縦深性に乏しいということが挙げられる。更に、将来的な安全保障環境は、複雑さを増していくことが予想される。その中で、敵対者の攻撃を受けた際の対処にあたって、迅速な意思決定と各自衛隊間の緊密な連携による統合は、ますますその重要性を増すものと考ええる。その実行を可能とする JADC2 のような考え方は、日米共同による作戦の実施という観点も含めて自衛隊にとっても参考になるのではないだろうか。

現在の航空自衛隊の指揮統制の構造の特性は、Centralized Command and

Control（一元的な指揮統制）と言えるが、上記のような理由から、指揮の分散化と統合運用を両立させる指揮統制の構造の構築が必要である。そのための鍵となるのは、前項で述べたような、情報のセキュリティ及び新旧の装備品や軍種の異なるシステムの間でいかに情報共有を達成するかということではないだろうか。敵対者からの電子攻撃やサイバー攻撃に対する抗たん性は確保しながらも、米軍の STITCHES や DyNAMO のような各アセットを接続することのできるシステム等により、新旧のアセットを含めた他自衛隊、米軍との接続による状況認識の共有が任務遂行には必要不可欠になるものと考ええる。

また、防衛省内での情報共有はもちろんだが、宇宙、サイバー等、作戦の実施に際して民間に大きく依存している領域において、他省庁や民間を含めた情報共有要領の策定が今後必要となる可能性がある。これまで以上に有事と平時の境界、軍事と非軍事の境界が曖昧になることも考えられる中、そういった部分も含め、将来的に指揮統制系統の見直しが必要になるものと考ええる。

¹ John R. Hoehn, “Joint All-Domain Command and Control: Background and Issues for Congress,” Congressional Research Service, May 24, 2021, <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/R/R46725/4>

なお、本稿における引用は、本参考資料を基に記載し、それによらない引用は別途注釈を付す。

² USAF, U.S. Air Force Doctrine Annex 3-99 Department of the Air Force Role in Joint All-Domain Operations, October 8 2020, https://www.doctrine.af.mil/Portals/61/documents/Annex_3-99/Annex%203-99%20DAF%20role%20in%20JADO.pdf

³ U.S. Department of Defense, “Data Sharing in a Net-Centric Department of Defense,” December 2, 2004, p8.

⁴ Office of Secretary of Defense, “Network-Centric Warfare Creating a Decisive Warfighting Advantage,” 2003, <https://www.hsdl.org/?view&did=446193>

⁵ Bryan Clark, Dan Patt, Harrison Schramm, “MOSAIC WARFARE Exploiting Artificial Intelligence and Autonomous Systems to Implement Decision-Centric Operations”, CSBA, 2020, https://csbaonline.org/uploads/documents/Mosaic_Warfare.pdf

⁶ Sherrill Lingel et al., “Joint All-Domain Command and Control for Modern Warfare,” RAND Corporation, July 1, 2020, p.iii, 3-5

⁷ JADC2 戦略の具体的な内容は、2021年5月現在、非公表となっている。

⁸ Stew Magnuson, “DARPA Pushes ‘Mosaic Warfare’ Concept,” National DEFENSE, November 16, 2018, <https://www.nationaldefensemagazine.org/articles/2018/11/16/darpa-pushes-mosaic-warfare-concept>

⁹ USAF, “U.S. Air Force Doctrine Annex 3-99 Department of the Air Force Role in Joint All-Domain Operations,” October 8, 2020, https://www.doctrine.af.mil/Portals/61/documents/Annex_3-99/Annex%203-99%20DAF%20role%20in%20JADO.pdf

¹⁰ Valerie Insinna, “Path for DARPA Tech to Become Part of Military’s JADC2 Enterprise Still Unclear,” C4ISRNET, July 21, 2021, <https://www.c4isrnet.com/battlefield-tech/c2-comms/2021/07/21/path-for-darpa-tech-to-become-part-of-militarys-jadc2-enterprise-still-unclear/>

¹¹ Ibid.

¹² DARPA, “Creating Cross-Domain Kill Webs in Real Time,” September 18, 2020, <https://www.darpa.mil/news-events/2020-09-18a>

¹³ Ibid.

¹⁴ Andrew Feickert, “The Army’s Project Convergence,” Congressional Research Service, October 8, 2020, <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/IF/IF11654>

¹⁵ “USAF, Army Move Forward Under New Command and Control Agreement”, Air Force Magazine, October 19, 2020, <https://www.airforcemag.com/usaf-army-move-forward-under-new-command-and-control-agreement/>

¹⁶ DARPA, “Creating Cross-Domain Kill Webs in Real Time,” September 18, 2020, <https://www.darpa.mil/news-events/2020-09-18a>

¹⁷ ゼロトラストとは、全ての通信を信頼しないことを前提に、様々なセキュリティ対策を講じることである。具体的には、ネットワークの内外に関わらない通信経路の暗号化や多要素認証の利用等によるユーザー認証の強化、ネットワークやそれに接続される各種デバイスの統合的なログ監視などが挙げられる。ICT Business Online、NTT コミュニケーションズ、<https://www.ntt.com/bison/glossary/j-s/zero-trust.html>

¹⁸ Mila Jasper, “Defense Secretary Approves JADC2 Strategy,” Nextgov, June 4, 2021, <https://www.nextgov.com/emerging-tech/2021/06/defense-secretary-approves-jadc2-strategy/174521/>

¹⁹ Shaun Waterman, “Probing the Fragility of JADC2,” The Cyber Edge, August 1, 2021, <https://www.afcea.org/content/probing-fragility-Jadc2#:~:text=The%20JADC2%20strategy%2C%20according%20to%20Gen.%20Crall%2C%20identifies,cha%20the%20Joint%20Requirements%20Oversight%20Council%20or%20JROC>

²⁰ Mila Jasper, “Defense Secretary Approves JADC2 Strategy,” Nextgov, June 4, 2021, <https://www.nextgov.com/emerging-tech/2021/06/defense-secretary-approves-jadc2-strategy/174521/>