



TERCOM

人を育て未来を創造
Develop My Talent,
Create Our Future

「陸上自衛隊 2040」

教育訓練研究本部
令和6年9月18日

***Leading Innovation
of the JGSDF***

2040年頃の将来戦様相及び将来の戦い方に係る研究の概要

研究の位置付け	陸上自衛隊のシンクタンクである教育訓練研究本部として、将来の陸上自衛隊の方向性について研究・発信しつつ、部内外での活発な議論を行うことで陸上自衛隊の戦力化のプロセスの推進に寄与する。
---------	---

陸上自衛隊における戦力化のプロセス

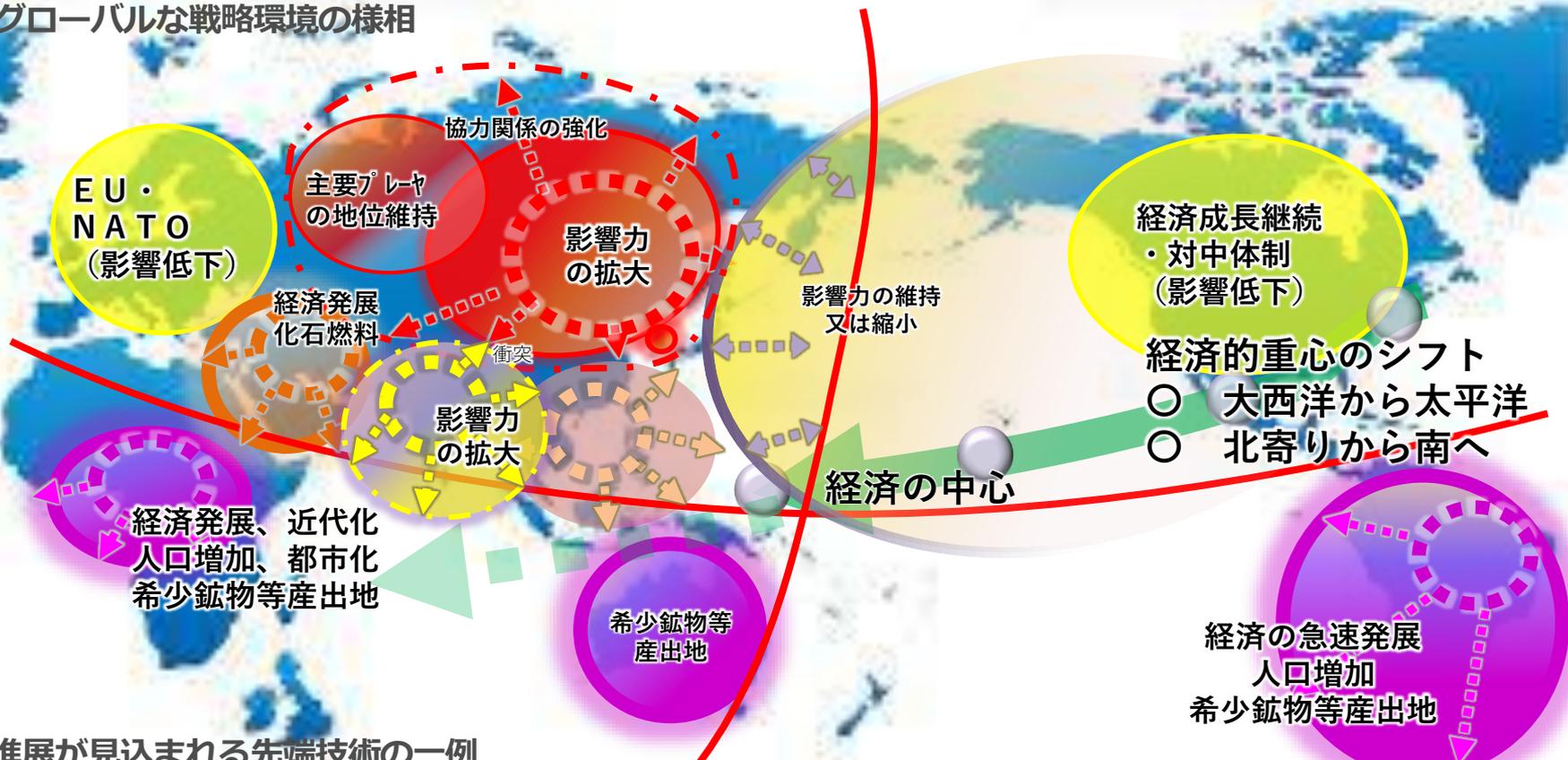


研究の手順	2040年頃の戦略環境、先進科学技術動向、諸外国の軍事理論の進展等を踏まえ、将来戦の様相、将来の戦い方を考察するとともに、これを踏まえた将来における能力を獲得するための新たな装備・技術等を例示	
項目	<ol style="list-style-type: none"> 1 2040年頃の戦略環境 2 先進科学技術動向 3 諸外国の軍事理論等 	<ol style="list-style-type: none"> 4 将来戦の様相 5 将来の戦い方の方向性 6 将来における能力獲得のための新たな装備・技術等

戦略環境の方向性

- 途上国の経済発展に伴い、先進国と途上国との間の格差が縮小し、欧米等の従来の先進国主導の国際秩序から、異なる政治体制・社会・文化間での協調と対立による秩序形成がなされる環境に変化。この際、国家間の相互依存性の継続及びグローバルに影響する要因の増大に伴い、**決定的な影響力を有する超大国は存在せず**、各種課題の制御はより困難化
- 国家の自律性、脆弱性回避のため、価値観、統治体制の類似した国家間でのブロック化が進展し、政治や流通等の一部分野では**脱グローバル化**が加速。他方、情報通信技術の進展、AI普及に伴うグローバルなデータフローの形成継続により、**情報・データ分野ではグローバル化**が継続
- AI、ロボティクス、エネルギー、ナノバイオ、宇宙、情報通信分野等の**技術進展が作戦様相に大きく影響**

グローバルな戦略環境の様相



進展が見込まれる先端技術の一例



2040年頃の先進科学技術の進展による戦闘様相の変化

概要

科学技術の進展に伴い、AIの活用や情報通信技術の進展、ノンキネティック手段の増加等により、2040年頃の戦闘様相は大きく変化

技術	2040年頃実現する要素	作戦機能	戦闘様相の変化	
AI技術	情報大量処理、判断、無人化	指揮統制	AI及び情報通信技術の発達により 知能・伝達力が向上	
ロボティクス技術	人の代替、群制御			
ナノ技術	強化素材、微小センサ	インフォメーション	AI等による新たな情報収集・分析手段の登場により 認知能力の重要性が増大	
バイオ技術	再生医療（一部臓器等）、人工血液			
ニューロ技術	脳波での機械制御、感情読み取り	インテリジェンス	センサ、無人機、衛星の発達による 目標情報収集能力、共有能力が向上	
量子技術	量子PC			超高速情報処理、暗号解読
	量子暗号	安全性が極めて高い暗号		
量子センサ	高精度センサ（測位、検知）	打撃	エネルギー兵器等、ノンキネ含む 打撃手段の増加、長射程火力の実現	
情報通信	高速大容量・低遅延・多数接続			
エネルギー	高出力レーザ	安価、瞬間・連続交戦		
	HPM	安価、瞬間交戦、非物理破壊		
	電磁加速砲	瞬間・連続交戦		
	電力貯蔵	高エネルギー密度次世代電池		
発電	廃棄物発電、超小型集電	機動	長射程火力の戦略機動の不要化 及び無人機発展による 機動手段・利用空間の多様化	
製造技術	3Dプリンティング技術			
宇宙関連技術	衛星通信	衛星の抗たん性大	防護	偽装・偽騙及び多重防護技術の発達により 能動的に打撃を無効化
	情報収集	精密位置標定		
電磁波	GNSS妨害	衛星利用妨害、地上局への電波妨害	戦力維持	AI、無人機、エネルギー生成による、人間・組織の レジリエンス向上
	センサ	各種センサ小型・高性能化		
火砲誘導弾	電磁波偽装	我位置偽装、囮	機動	空中機動 eVTOL、成層圏移動
	ミサイル・ロケット	長射程化・高速化・突破力向上		
機動	大口徑火砲	長射程化・高威力化	防護	水中機動 無人USV、UUV
	多重防護	アクティブ防護		
防護	偽装・偽偏	可視・電波デコイ等	戦力維持	AI、無人機、エネルギー生成による、人間・組織の レジリエンス向上

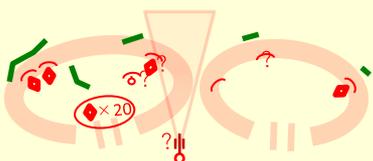
将来戦の様相（その1：戦場の変化）

概要説明

- 技術進展に伴う戦場の可視化・情報共有化、戦場空間の拡大化・縮小化、空間と時間の関係変化に伴い、将来の戦場空間は拡大化・統合化・戦況進展が加速化
- 戦況進展や遅延と人間の時間観念との差が当事者等にストレスを与え、行動やその評価に影響

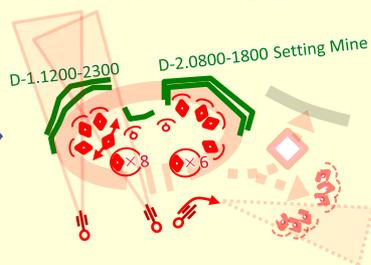
戦場の可視化及び情報共有化

【近代の戦場・敵情評価】



- 把握できる情報量が少
- 相手の行動予測は見積が主体

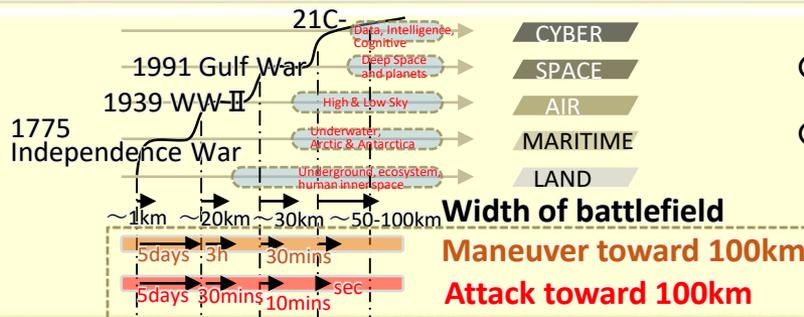
【将来の戦場・敵情評価】



- 相手の行動の大半を把握
- 過去データと対比した将来の相手の行動予測、現在の相手の状況評価

戦場空間の拡大化及び縮小化

【戦場の拡大】 ※1

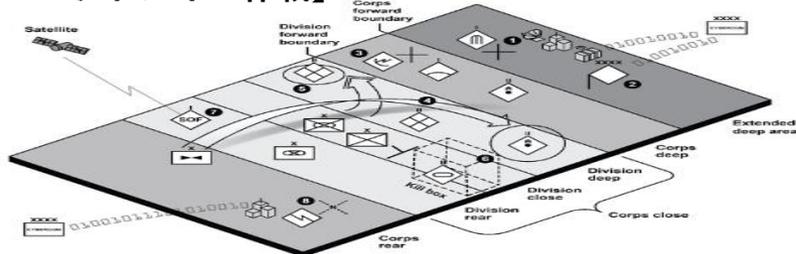


※1 L.gen Eric Wesley, US. Army.

- 時代を経るにつれて戦場は空間・領域的に拡大傾向
- 機動や打撃手段の高速化により効果が表れるまでの時間は縮小傾向

空間と時間の関係変化

【マルチドメイン作戦】 ※2



※2 "FM-3-0 Operations", US. Army HQ.

【利便性と忍耐力のギャップ】



彼我の接触線（前線）は消滅し、広域で彼我が衝突 利便性向上に伴い、人の忍耐力は低下し、行動に影響

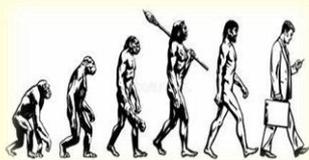
<p>概要説明</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 火力効果の増大とその影響緩和のための冗長性、組織のウェブ構造化は従来の局所優勢の獲得を困難化させるとともに、打撃と防護、火力と機動、攻撃と防御の関係を変化させる。 ○ 彼我の軍事システム全体同士の適応化競争は短期間の作戦内でもソフト面のみならずハード面まで拡大
<p>防護への打撃の相対的有利化</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div data-bbox="305 382 666 691"> <p>【射程と威力の進展状況】</p> <p>威力(薬量)</p> <p>射程</p> <p>● 2000年代 ● 2020年代 ● 2040年代</p> </div> <div data-bbox="676 382 1052 691"> <p>【Survivability of Onion】</p> <p>兵器の射程や威力は増大傾向であり、防護要領の見直しが必要</p> </div> <div data-bbox="1062 382 1839 691"> <p>【キルチェーンからキルウェブへの変化】</p> <p>特定ノード破壊による局地優勢 (領域横断作戦、キルチェーン)</p> <p>キルウェブによる全体一体化 (質による量の克服困難化)</p> </div> </div>
<p>機動と火力、攻撃と防御の関係変化</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div data-bbox="305 708 859 1016"> <p>【相互の交戦距離の関係】</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 地表での交戦距離は将来的にも大差なし ○ 見通しの内外含め、地対空、空対地の交戦距離は拡大傾向 </div> <div data-bbox="869 708 1323 1016"> <p>【攻撃と防御の関係①】</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 機動部隊が接触前から攻撃され、敵前に到達前に機能発揮が困難化 </div> <div data-bbox="1333 708 1839 1016"> <p>【攻撃と防御の関係②】</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 遠距離火力戦は数的劣勢側が不利となるため打撃機会作為のための機動利用が増大 </div> </div>
<p>組織・兵器・運用の適応化競争</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div data-bbox="305 1033 1052 1338"> <p>【ソフト面及びハード面での適応化競争】</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 保有資源 (アセット) の最適利用や相手へのOODAループの優越に加え、組織・装備の環境適応競争が激化 </div> <div data-bbox="1062 1033 1839 1338"> <p>【賢く戦うために (カタイプフィードバックシステムの利用)】</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 組織体や個人は生存のために行動可能な定常状態維持のシステムが機能 ○ 外部からの打撃やシステム破壊には定常へのフィードバックが働くため、その回避・利用が重要 </div> </div>

概要説明

- 人体・脳構造や機能の解明、機械の能力向上に伴い人間そのものの能力が向上することにより、人間の感覚や価値観が変化
- 人同士の協調手段、人間の形態、人間と機械の役割・比率が変化
- 軍事組織での機械利用の増大に伴い、その維持コストが拡大。特に電力需要増への対応が必要

知覚・知能・身体・伝達力の向上

【人間そのものを知ることの重要性】



- 人類の身体は1万年前から変化なし
- 人間への深い理解が必要



- 技術・データを利用した無意識・暗黙知の可視化及びその利用

【身体能力・知覚力・脳力・伝達力の拡張】



- 身体感覚のデジタル化による新たな知覚・経験による脳力向上



- 人間一人ができることの拡大
- 感性・尺度・常識の変化

人間の形態変化と分身(アバター)活用

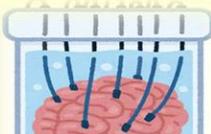
【人間の定義、形態の変化】



機械の遠隔制御 (1 on 1)



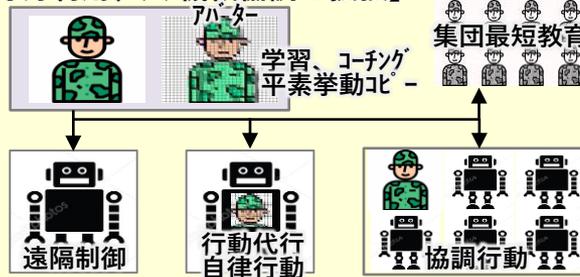
身体装着機械の遠隔制御 (2 on 1)



人工脳培養 (脳オグノイト)

- AI、バイオ技術進展に伴い、知能や人間の定義が拡大
- 機械感覚の体感、培養脳への学習による高度知能化

【分身利用、人-機械協調の拡張】



- バーチャルアシスタントやアバターによる業務代行
- 機械の遠隔制御、平素挙動コピーによる機械と人との協調容易化

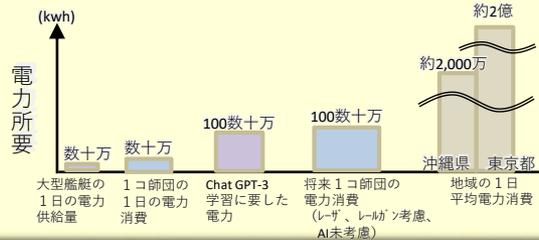
人間と機械の役割・比率変化

【機械の生産性及び維持コストの増大】



- 機械の処理能力向上に伴い、機械の把握・制御能力が向上
- 機械の生産性及び維持コストは拡大傾向

【機械の生産性及び維持コストの増大】



- 機械高度化に伴い電力消費量が増大
- 計算量管理及び電力管理の重要性が増大

諸外国における軍事理論の発展状況

- 産業革命以降、諸外国においては軍事理論が飛躍的に発展。この際、**軍事が取り扱うべき問題の範囲や作戦が行われる領域は逐次拡大**し続ける傾向
- 諸外国が競争相手に対して**非対称的な手法により優位獲得を目指す傾向**の増大に伴い、我が国においても諸外国の軍事理論の後追いではなく**独自の視点に基づく理論構築**を図っていくことが重要



- 第一次世界大戦の陣地戦以来、軍事理論は消耗戦を避けつつ効率的に敵を撃破しよう**作戦空間・領域的を拡大**する方向で逐次発展
- 欧米では、**軍事を超えた分野(政治、宇宙、サイバー)まで拡張して考察**する傾向、湾岸戦争以降は**米軍作戦教義や技術的要素を取り込み**つつ進展
- 中国は欧米を参考としつつ**特色ある独自の軍事理論**を構築

撃破メカニズムの概要

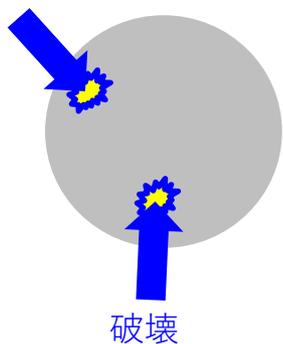
- 諸外国が前提とする従来の撃破メカニズムは、敵を物理的に破壊することにより撃破を図る「消耗」、敵の中枢の破壊、重要ネットワークを切断にすることにより撃破を図る「システム崩壊」の2つのアプローチが存在
- 将来的なネットワークの他接続性、冗長性向上に伴い、システム崩壊を図るアプローチは困難化し、消耗戦に陥る可能性が増大。このため、より効率的に敵システムを崩壊に導く2つの手法として「無効化」、「見当識妨害」の導入を含めた新たな撃破メカニズムを構築

従来の撃破メカニズム

新たな撃破メカニズム

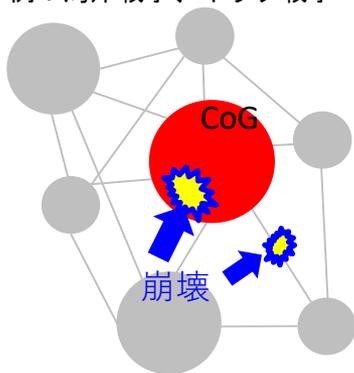
消耗

例：第一次世界大戦の塹壕戦



- 敵を物理的に破壊することで撃破するモデル
- 兵員の殺傷、装備破壊の量的な累積が敵を撃破する指標

例：湾岸戦争、イラク戦争



- 敵をシステムと見做して、中枢の破壊、ネットワーク切断により効果的に撃破するモデル
- 敵部隊の組織的な麻痺が撃破指標、質的側面に注目

システム崩壊

無効化

- 敵の行動の意義を喪失させ、敵システムの構成要素等を変換
- 敵の企図
-
- 敵の行動の意義を喪失させ、敵システムの構成要素を変換
 - 迂回（戦場変更）、非対称戦力の利用、電磁的・物理的欺へん

見当識妨害

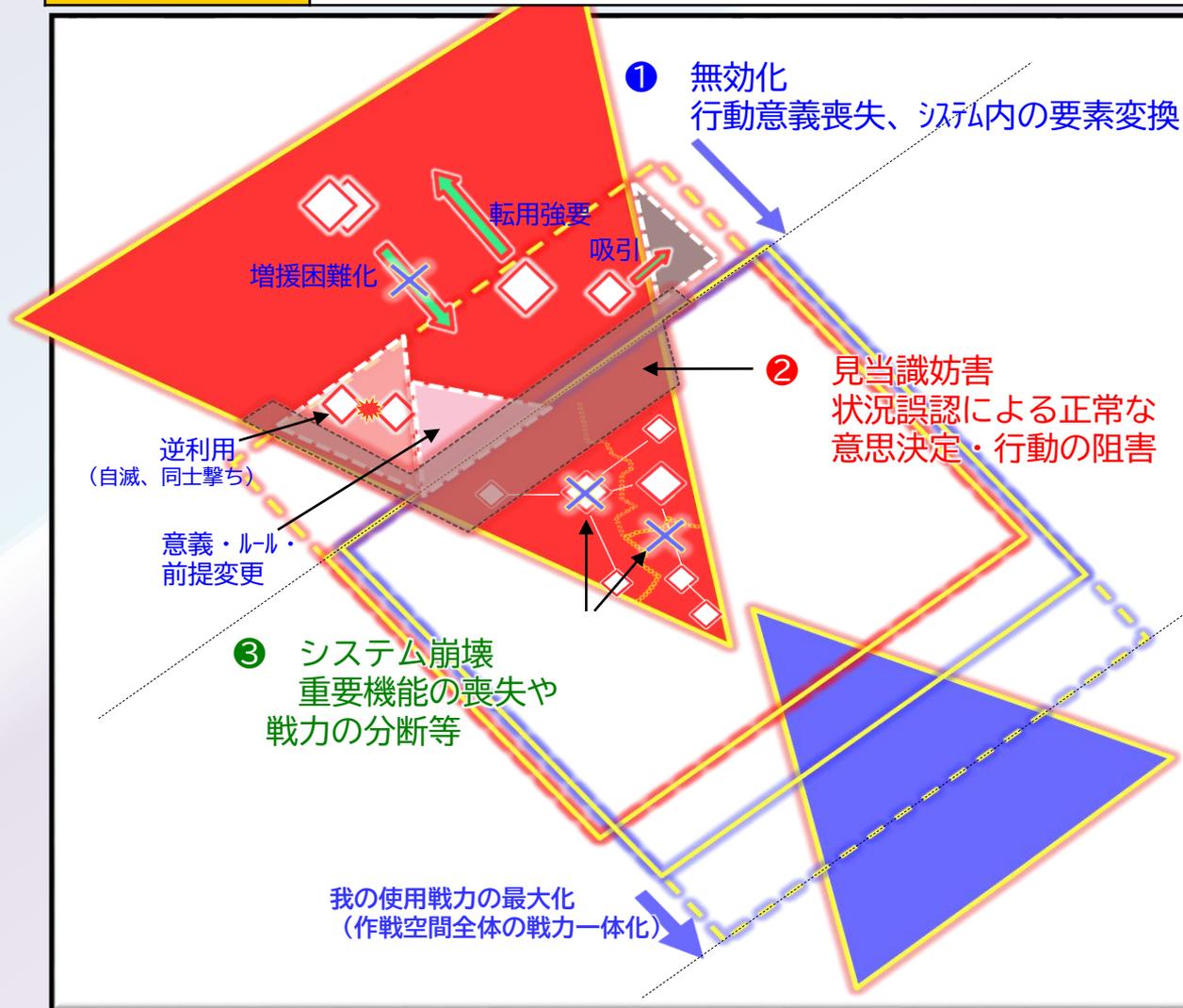
- 敵指揮官に状況を誤認させ、正常な意思決定を阻害



- 敵指揮官に状況を誤認させ、正常な意思決定を妨害
- 電磁波妨害、偽信号、データの誤学習等により達成

撃破メカニズムの各手法の具体的方策

- 撃破メカニズムを実現する具体的な手法となる「無効化」、「見当識妨害」、「システム崩壊」、「消耗」の具体的方策は下表の通り
- 誤認により正常な意思決定・行動を阻害する「見当識妨害」には、「無効化」や「崩壊」の手段として利用される側面も存在



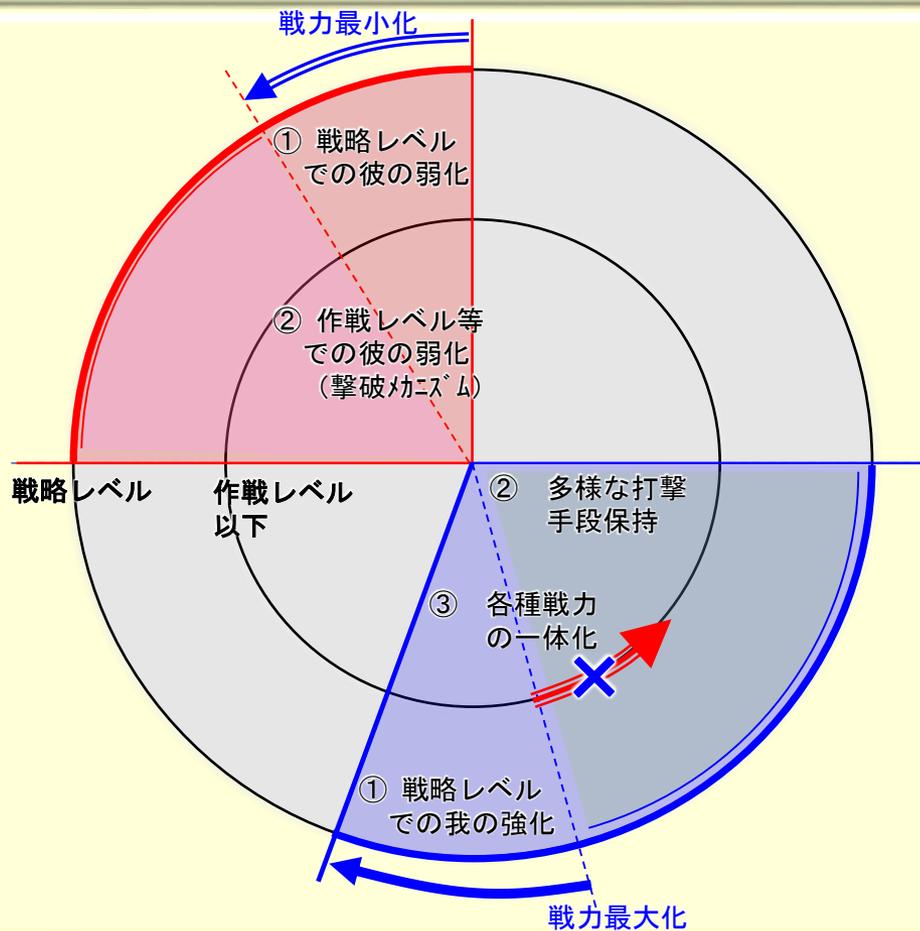
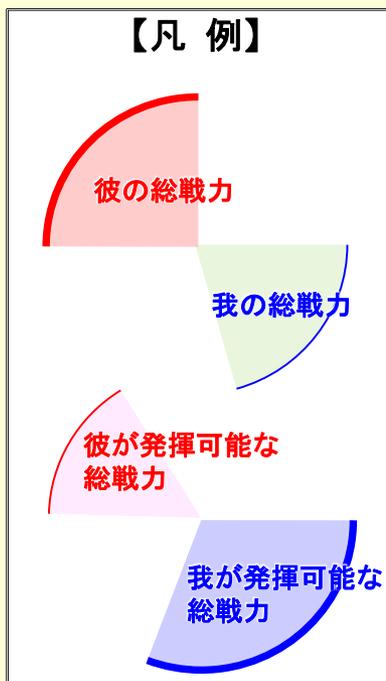
具体的方策及び一例		
① 無効化	吸引	戦力・努力の浪費強要
	増援困難化	後続、増援戦力の投入困難化（移動間減殺）
	逆利用	相手戦力・努力の逆用（自滅、彼言説反論）
	前提等変更	相手の期待効果・資源の活用困難化（迂回）
	転用強要	他正面への転用（第2戦線の形成）
② 見当識妨害	誤認識	誤った認識を持たせることにより誤った判断を誘発
	楽観化	不利な状況の把握困難化、自信過剰化
	悲観化	有利な状況の把握困難化、行動の消極化
	混乱	矛盾する情報の氾濫による判断困難化
③ システム崩壊	ノード破壊	重要機能／能力喪失による組織的行動困難化
	リンク破壊	戦力分断、情報遮断による組織的行動困難化
④ 消耗		量的な戦力、資源減少に伴う行動困難化

将来(2040年頃)の戦い方の方向性

戦い方の方向性

- 1 諸外国での軍事理論の進展、将来戦の様相、新たな撃破メカニズムを踏まえた将来の戦い方の方向性として、基本的な考え方は、彼の発揮可能な戦力の最小化（弱化）、私の発揮可能な戦力の最大化（強化）することにより彼を撃破
- 2 上記考え方を行う上での視点は下記の通り
 - ① 作戦・戦術レベルに加え、**戦略レベルにおいても彼の弱化・私の強化を推進**
 - ② 戦場可視化、AI高度化に伴う兵器・戦法の陳腐化への対抗のための**多様な打撃手段の保持**
 - ③ 私の発揮可能な戦力の最大化のための距離的・領域的に隔てられた**各種戦力の一体化**
(彼による私の発揮可能戦力の最小化（弱化）への対応を含む)

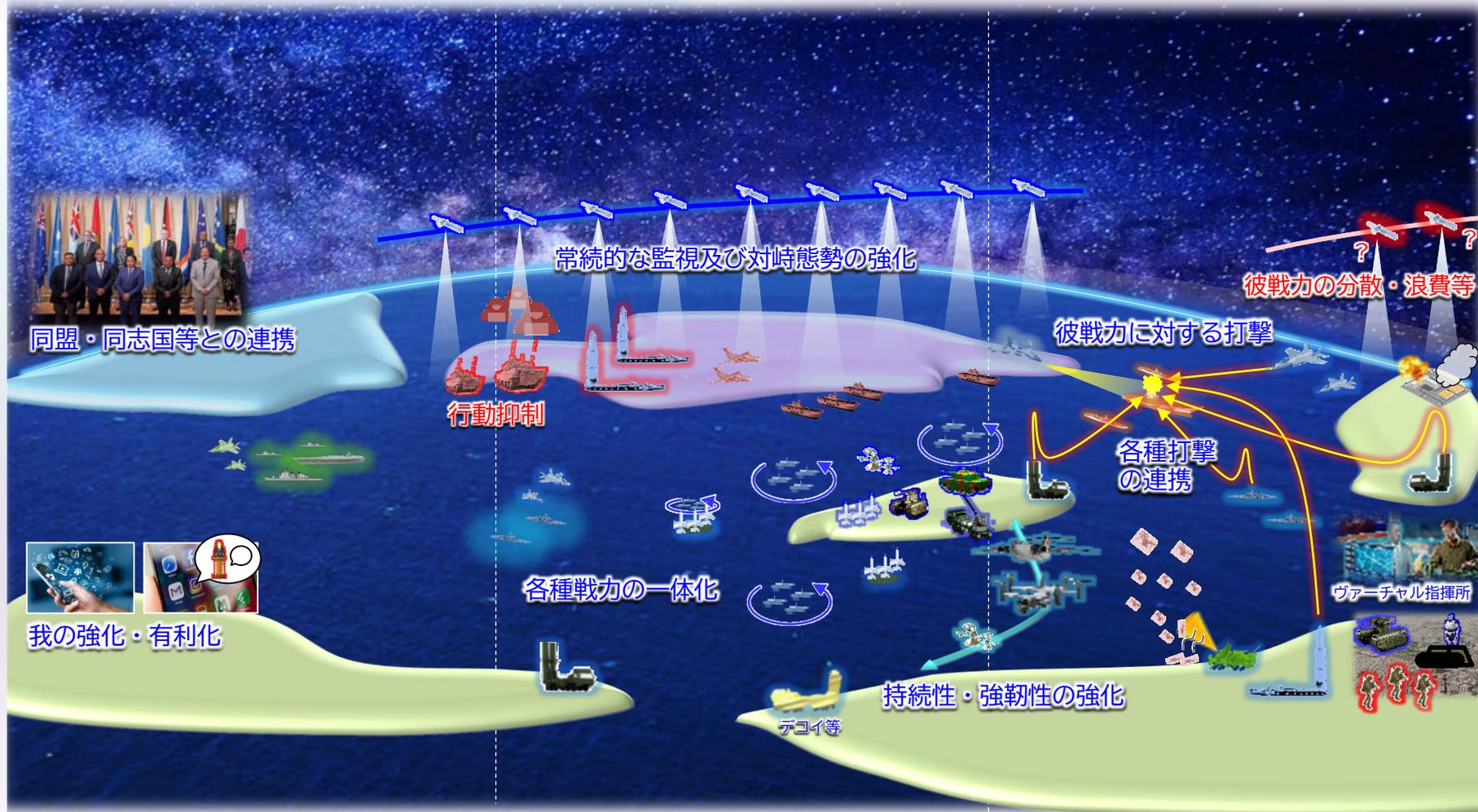
イメージ



将来(2040年頃)の戦い方

【将来(2040年頃)の戦い方】

- 1 同盟・同志国、省庁間・官民間連携を行いつつ、統合運用下において各種作戦を行うとともに、**有利な安全保障環境の構築**に寄与
(取組みの一例)
同盟国・他軍種・各省庁等との連携、我が国の戦力の強化及び安全保障環境の有利化
- 2 火力や兵器の長射程化、宇宙・サイバー空間等の従来の空間的概念を超えた領域の作戦への影響増大により、**距離的・領域的に隔てられた各種戦力が一体となった作戦**の遂行
(取組みの一例)
全国に配置された各種戦力の一体化、常続的な監視及び対峙態勢の強化、持続性・強靱性の強化
- 3 戦場の可視化、機械学習や組織全体としての適応速度の増加による兵器・戦法の陳腐化に対抗するため、認識・模倣困難な手段を含めた**多様な打撃手段を保持し、連携し利用**
(取組みの一例)
彼戦力の分散・浪費等、彼戦力に対する打撃、各種打撃の連携



将来における能力を獲得するための新たな装備品等の一例

趣旨

2040年頃の将来の戦い方の実現に必要な装備の一例について例示するもの

指揮統制機能



統合指揮統制システム



次世代通信ネットワーク



仮想空間指揮所システム



通信衛星

インテリジェンス機能



情報収集衛星



広域対空レーダー



次世代偵察UAV



CBRN探証装置

打撃機能



極超音速誘導弾



高出力レーザー

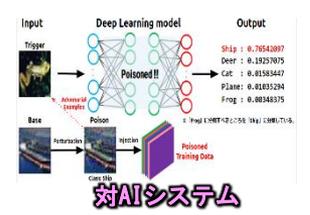


攻撃用UAV



高出力マイクロ波発射装置

インフォメーション機能



対AIシステム



行動分析・予測システム

部隊移動・機動機能



高速水中翼船



eVTOL

防護機能

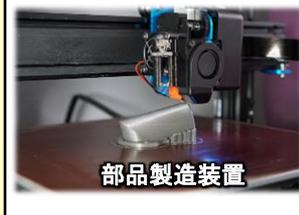


アクティブ防護システム



無人施工システム CBRN対処無人機

戦力維持機能



部品製造装置



輸送用UUV



患者搬送UGV

【凡例】 各種戦力の一体化 多様な打撃手段の保持 : 将来の戦い方を実現する上で関連性の高い装備品等

(前述「先進科学技術」、「将来の戦い方」等を踏まえ教育訓練研究本部が独自に作成)

※ 記載装備の陸自の導入については、検討中であり、決定事項ではない

将来における能力を獲得するための新たな技術等の一例

趣旨 2040年頃の将来の戦い方の実現に必要な技術について、『防衛技術指針2023』に示す重要な技術分野（物理分野・情報分野・認知分野）の観点から、一例を提示するもの

無人化・自律化技術

Tok-Robc
7Pター技術
マン・マシンコミュニケーション技術
BMI技術

新プラットフォーム技術

宇宙衛星技術
HAPS技術
無人水中航行技術

エネルギー関連技術

高出力エネルギー技術
エネルギー創出技術

材料・付加製造技術

付加製造技術
先端半導体製造技術
先端材料製造技術

センシング技術

センシングデータ融合・統合技術
量子センシング技術
新領域センシング技術

コンピューティング技術

エッジコンピューティング技術
量子コンピュータ技術

可視化技術

ビッグデータ分析技術
ネット情報分析技術

仮想空間・現実化技術

メタバース技術
GNSS妨害技術

状況分析・未来予測技術

高度情報処理技術
デジタルツイン技術

ネットワーク技術

Beyond 5G技術
光空間通信技術

サイバー防護技術

サイバー攻撃防御技術
サイバーキルチェーン自動分析・対処技術

認知関連技術

ディープフェイク識別技術
認知分野可視化技術

【凡例】 : 物理面で優勢を獲得するための技術 : 情報面で優勢を獲得するための技術 : 認知面で優勢を獲得するための技術

(防衛装備庁「防衛技術指針2023」を参考として前述「先進科学技術」、「将来の戦い方」等を踏まえ教育訓練研究本部が独自に作成)

画像引用元

- 1 2040年頃のグローバルな戦略環境の方向性 進展が見込まれる先端技術の一例
 - ▷ <https://www.kaku-ichi.co.jp/media/tips/technology/ai-conversion/>
 - ▷ <https://newswitch.jp/p/33849>
 - ▷ https://www.robonews.net/2014/01/13/nano_drones/
 - ▷ <https://nedo-quantum.aist.go.jp/quantum-computer.html>
 - ▷ <https://nedo-quantum.aist.go.jp/quantum-computer.html>
 - ▷ <https://news.lockheedmartin.com/2022-09-15-Lockheed-Martin-Delivers-Its-Highest-Powered-Laser-to-Date-to-US-Department-of-Defense>
 - ▷ <https://assets.publishing.service.gov.uk/media/6286575de90e071f69f22600/FOE.pdf>
 - ▷ <https://www.darpa.mil/news-events/2021-09-27>

- 2 2040年頃の陸自の戦い方の実現に必要なとなる装備品等の一例
 - ▷ <https://www.gao.gov/products/gao23105495>
 - ▷ 富士通株式会社「人間拡張・強化・支援技術の適用可能性に関する調査役務 中間報告用説明資料（2023年12月21日）
文書番号：HXR 23 05E FK PRD 1221 001」抜粋
 - ▷ https://www.rd.ntt/research/JN20200310_h.html
 - ▷ <https://www.tamron.com/jp/technology/detail/20230214035250.html>
 - ▷ <https://jpsec.ai/attack-to-hijack-ai/>
 - ▷ <https://news.satnews.com/2023/05/11/cesiumastros-active-phased-array-technology-is-enlisted-by-raytheon-technologies-for-7-space-vehicles-supporting-sdas-tranche-1-tracking-layer/>
 - ▷ <https://www.ga-asi.com/ga-asi-the-future-of-small-uas>
 - ▷ <https://www.rtx.com/raytheon/lang/jp/capabilities/products/ghosteye>
 - ▷ https://www.army.mil/article/247190/mobile_chemical_laboratory_test_plays_key_role_in_army_modernization
 - ▷ <https://www.cbo.gov/publication/58924>
 - ▷ <https://news.lockheedmartin.com/2022-09-15-Lockheed-Martin-Delivers-Its-Highest-Powered-Laser-to-Date-to-US-Department-of-Defense>
 - ▷ <https://www.sciencefocus.com/future-technology/drone-killer-fires-microwave-beams-to-disable-uavs>
 - ▷ <https://www.airforce-technology.com/features/russias-top-long-range-attack-drones/>
 - ▷ <https://press.jal.co.jp/ja/release/202310/007663.html>
 - ▷ <https://newswitch.jp/p/34247>
 - ▷ <https://idstch.com/geopolitics/active-protection-systems-aps-on-military-tanks-detect-track-and-destroy-enemy-rpgs-and-anti-tank-guided-missiles/>
 - ▷ <https://www.bing.com/images/create>

画像引用元 (続き)

- ▷ https://jss1.jp/wp/wp-content/uploads/2022/11/shutterstock_1950741178.jpg
- ▷ <https://www.navalnews.com/naval-news/2022/11/remus-620-hiis-new-medium-class-uuv/>
- ▷ <https://yab.yomiuri.co.jp/adv/chuo/research/20150205.html>

- 3 2040年頃の陸自の戦い方の実現に必要な技術の一例
- ▷ <https://assets.publishing.service.gov.uk/media/6286575de90e071f69f22600/FOE.pdf>
- ▷ <https://newswitch.jp/p/21705>
- ▷ <https://www.nhk.jp/p/gendai/ts/R7Y6NGLJ6G/blog/bl/pkEldmVQ6R/bp/p3O572xIEk/>
- ▷ https://www.mext.go.jp/content/20200220-mxt_uchukai01-000005509_2.pdf
- ▷ <https://www.softbank.jp/corp/philosophy/technology/special/ntn-solution/haps/?orig=ja>
- ▷ https://www.mod.go.jp/atla/research/ats2023/pdf_oral_matl/15_1055.pdf
- ▷ https://www.riken.jp/press/2023/20231219_2/
- ▷ <https://www.city.yokohama.lg.jp/kurashi/sumai-kurashi/gomi-recycle/namagomi/namagas.html>
- ▷ https://www.mod.go.jp/j/policy/defense/technology_guideline/index.html
- ▷ <https://news.1242.com/article/428490>
- ▷ https://www.aero.jaxa.jp/topics/magazine/pdf/fp_no23.pdf
- ▷ https://www.jst.go.jp/stpp/q-leap/sensing/pdf/sensing_pamph2023.pdf
- ▷ <https://group.ntt.jp/newsrelease/2020/11/12/201112b.html>
- ▷ https://www.nict.go.jp/nalab/innovative_3.html
- ▷ https://www.riken.jp/pr/news/2023/20230324_1/
- ▷ https://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2022/pr20220831/pr20220831.html
- ▷ https://www.ntt.com/business/sdpf/knowledge/archive_63.html
- ▷ <https://blog.fltech.dev/entry/2023/03/20/verifiable-endorsement-ja>
- ▷ <https://ucri.nict.go.jp/artl/research/>
- ▷ <https://www.nict.go.jp/press/2016/10/13-1.html>
- ▷ https://www.jaxa.jp/projects/sas/mdss/index_j.html
- ▷ <https://stock.adobe.com/jp/search/images>
- ▷ <https://www3.nhk.or.jp/news/html/20220425/k10013594101000.html>
- ▷ <https://b5g-rd.nict.go.jp/special/r05-1.html>
- ▷ https://www.jaxa.jp/projects/sat/lucas/index_j.html
- ▷ <https://www.nict.go.jp/press/2021/04/12-1.html>
- ▷ <https://www.nict.go.jp/press/2024/02/13-1.html>
- ▷ <https://www.knowbe4.jp/blog/the-shadow-war-cognitive-warfare-and-the-politics-of-disinformation>
- ▷ <https://www.nii.ac.jp/seeds/2019/echizen-yamagishi.html>