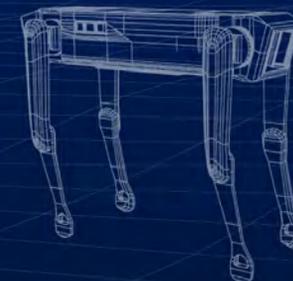


# エッジ AI・コンピューティングが もたらす新しい戦場の形 How Edge AI Computing is Reshaping the Battlefield

EdgeCortix & Keio University

15 March 2023

EDGECORTIX™



# Ukrainian Drone and Automation Examples

## ウクライナのドローンと自動化の事例

Turkish MALE ISRa/Strike  
トルコ製 MALE ISRa/Strike



Soviet-era long-range systems  
旧ソビエトの長距離システム



Commercial quadcopters, + modifications  
一般商用クアッドコプターとその改造品



Fused intel, distributed targeting  
集積された情報、分散されたターゲット



# Russian Drone Warfare Efforts

## ロシアによるドローン戦への注力

Existing Russian drones  
現状のロシア製ドローン



Advanced "combat robot" announcements  
新たな「戦闘ロボット」を公表



Simple, effective, Iranian-made strike drones  
シンプルで効果の高いイラン製戦闘型ドローン



# Russian EW/Jamming

Russian electronic warfare (EW) units are increasingly threatening Ukrainian air reconnaissance in eastern Ukraine....Russian forces are increasingly jamming all possible signals and hindering Ukrainian drone operations.

ウクライナ東部において、ロシアの電子戦 (EW) 部隊はウクライナの偵察空域をますます脅かしています。ロシア軍は可能な限りの信号を妨害し、ウクライナのドローン作戦を妨害しています。

- Institute for the Study of War

The average life-expectancy of a quadcopter remained around three flights. The average life-expectancy of a fixed-wing UAV was around six flights. [O]nly around a third of UAV missions can be said to have been successful. Of the thousands of drones the Ukrainians possessed in February, 90 percent were shot or crashed by summer.

クワッドコプターの平均耐用回数は3回程度にとどまりました。固定翼のUAVの平均耐用回数は約6回でした。成功したと言えるのは、UAVミッションの約3分の1だけです。2月にウクライナが保有していた数千機のドローンのうち、90%が夏までに撃たれたか墜落しました。

- Royal United Services Institute (UK)

# Next Round Innovations イノベーションの次のステップ

Counter drone systems  
対ドローン システム



The core of the system is the Lattice AI that takes the decision cycle of identifying a threat, gathering the characteristics, and choosing a response down from “minutes” to “seconds”.

ラティス社製のAIがシステムの核となり、相対するドローンの脅威を特定、特徴を収集し、対応策を選択するという意思決定サイクルを「分」から「秒」に短縮します。

Breaking Defense

More robust drones  
さらに堅牢な自律走行ドローン



# AI is Changing Combat Fundamentals

## 人工知能 (AI) が戦闘の基本を変えていく

Col John R. Boyd



- Cycle times accelerating
- “Loops” decentralizing, disaggregating, distributing
- Automated functions diversifying
  - Sensing, Interpreting
  - Motion control
  - Navigating dynamic environments
  - Detecting and responding to threats
  - Prioritizing options
- サイクルタイムの加速
- 「ループ」の分散、分解、分配化
- 自動化機能を多様化する
  - センシング、翻訳
  - 動体制御
  - 動的環境のナビゲーション
  - 脅威の検出と対応
  - オプションの優先順位付け

# ISR / Targeting

## ISR / ターゲット



### AI required for

- Multi-platform coverage optimization
- Multi-phenomenology sensor fusion
- Collector re-allocation for critical/time-sensitive targets
- Communications/bandwidth prioritization
- Cyber defenses
- Post strike assessment

### AIは以下の点で要求される

- マルチプラットフォームへの対応の最適化
- 様々な現象に対するセンサーの融合
- 重要な/時間に敏感なターゲットのコレクターの再割り当て
- 通信・帯域の優先順位付け
- サイバー防御
- 攻撃後の効果の分析

# 6<sup>th</sup> Gen Fighter + Autonomous “wingmen”

## 第6世代戦闘機 + 自律走行 “wingmen”



### AI required for

- Flight controls
- Navigation planning and real-time updates
- Multi-phenomenology sensor fusion
- EW/C-EW
- Communications / data links
- Cyber defenses
- Weapons allocation
- Swarm combat tactics
- Crew workload management, physiology

### AI は以下の点で要求される

- 飛行制御
- ナビゲーション計画とリアルタイム更新
- 様々な現象に対するセンサーの融合
- 電子戦/対電子戦への対応
- 通信・データリンク
- サイバー防御
- 武器の割り当て
- スォームコンバットの戦術
- 乗組員の作業負荷管理、生理学

# UNITED24

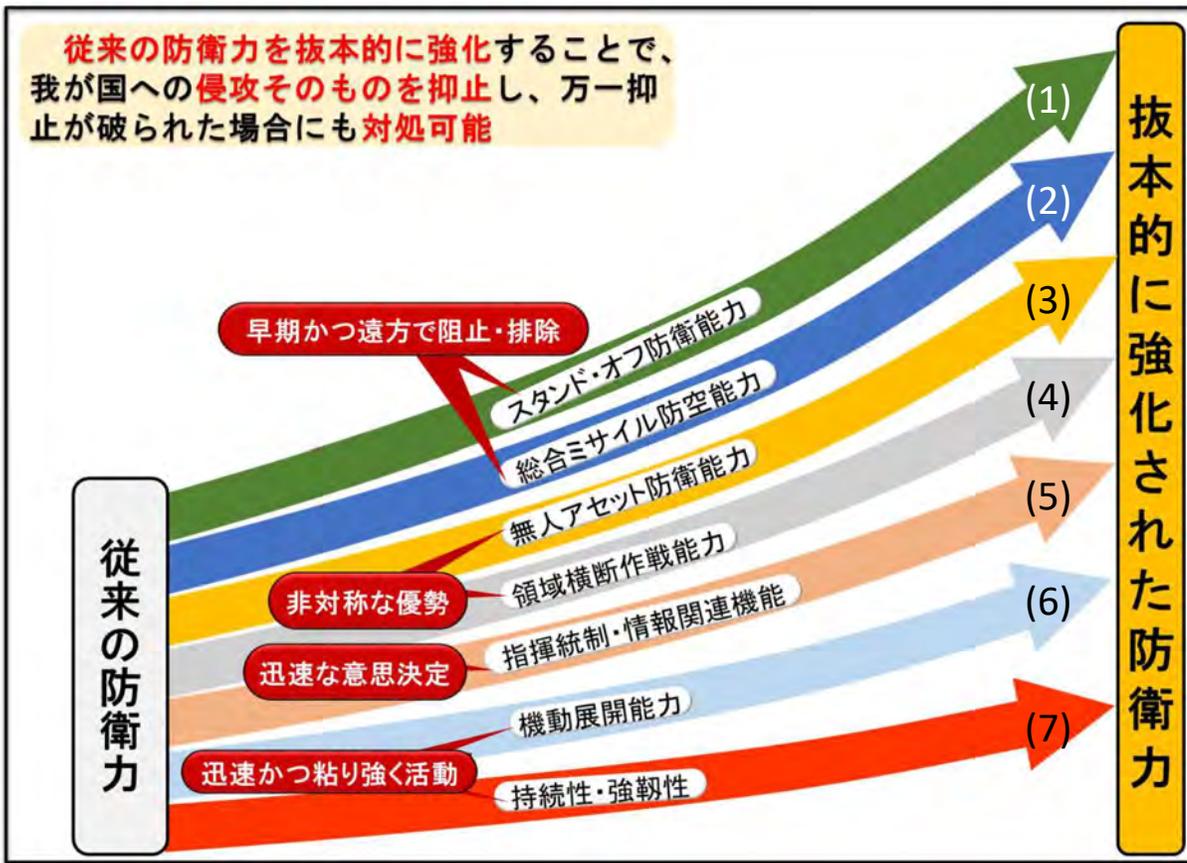
## THE INITIATIVE OF THE PRESIDENT OF UKRAINE



# 新しい国家戦略文書

## New National Strategies of Japan

- 国家安全保障戦略：相手側の能力に立脚した総合力で国家の安全を保障することを目的
- **National Security Strategy: Aims to ensure national security with comprehensive national power based on the capabilities of the other side.**
- 国防戦略：戦略の実行主体である防衛省・自衛隊は未経験の領域で課題を迅速に解決しながら脅威に備える
- **National Defense Strategy: The Ministry of Defense and the Self-Defense Forces, which are the execution bodies of the strategy, prepare for threats while quickly resolving issues in unfamiliar areas.**
- 防衛力整備計画：スタンドオフ防衛・統合防空ミサイル防衛に加え、無人アセット・宇宙・サイバーにも力点を置く
- **Defense Buildup Plan: Emphasis on unmanned assets, space and cyber in addition to stand-off defense and integrated air and missile defense.**



Conventional defense force → Drastically strengthened defense capabilities

- (1) Standoff defense capability
- (2) Joint defense missile capability
- (3) Unmanned asset defense capability
- (4) Cross-regional operation capability
- (5) Command & control/intelligence function
- (6) Mobile development capability
- (7) Resilience/continuity

### 領域横断作戦のイメージ

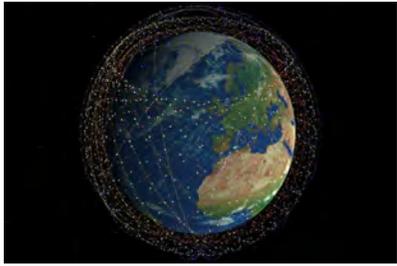


# Emerging technologies and the 3<sup>rd</sup> offset

## エマージング技術と第3オフセット戦略

- 第3オフセット戦略：軍事的に挑発する相手に対して、新しい軍事技術・作戦構想などを活用し、非対称的な手段で相手のちからを相殺すること。国防総省が掲げる戦略の中核概念。
- 3rd Offset Strategy: Using new military technology and operational concepts against opponents who are militarily provoked, offsetting the opponent's strength through asymmetrical means. The core concept of the strategy advocated by the Department of Defense.
- ゲームチェンジャー技術の獲得
- Acquisition of game changer technology.
- 当該技術を用いた有効な作戦の確立
- Establishment of effective strategy using the technology.

# 「新領域」と「新興技術」は不可分 “New areas” and “emerging technologies” are inseparable



宇宙 Space



サイバー Cyber



電磁波 EMS



人工知能・データ AI/Data



量子 Quantum



指向性レーザー



ドローン・ロボット  
Drone/robots

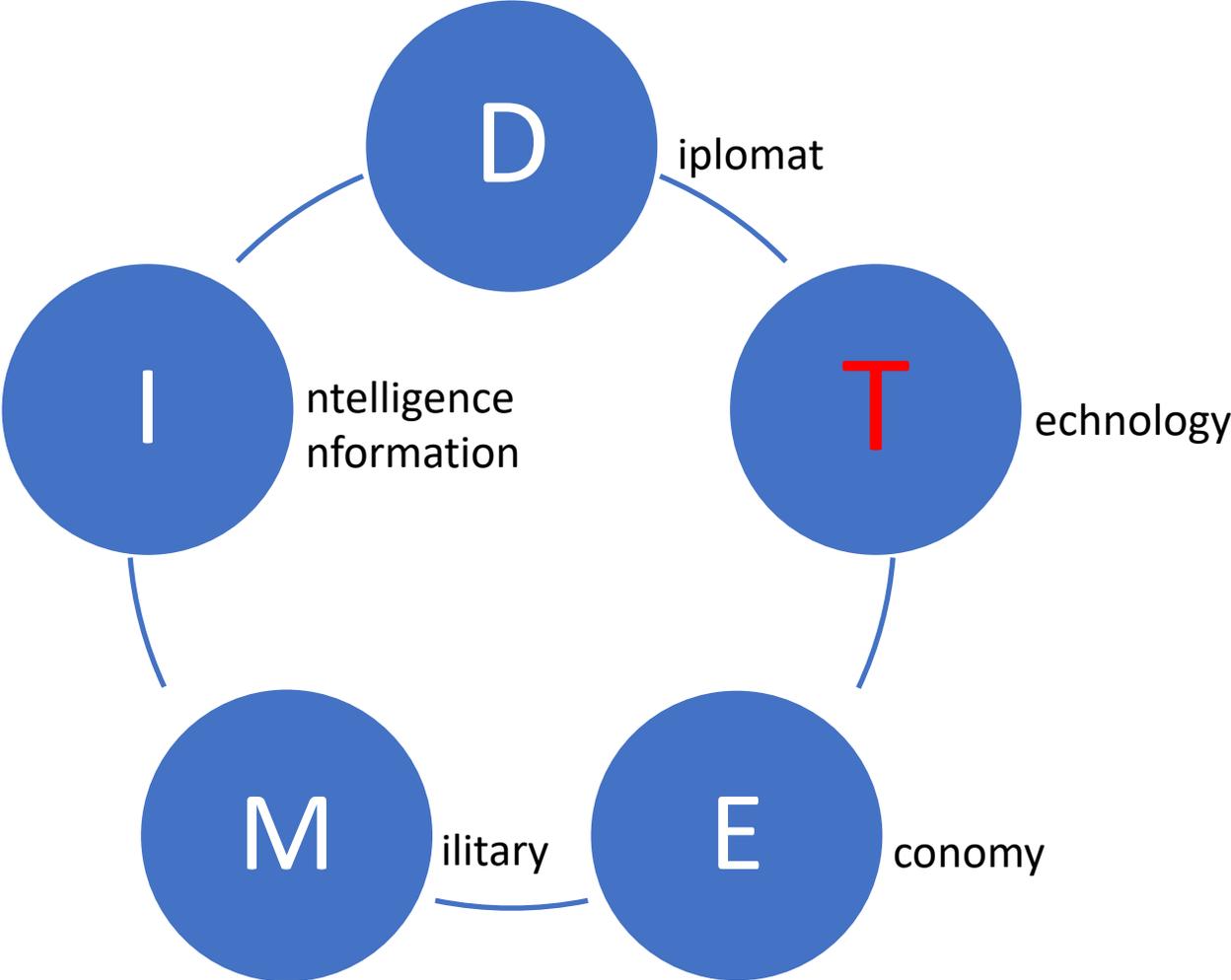


5G・エッジ技術  
Edge computing



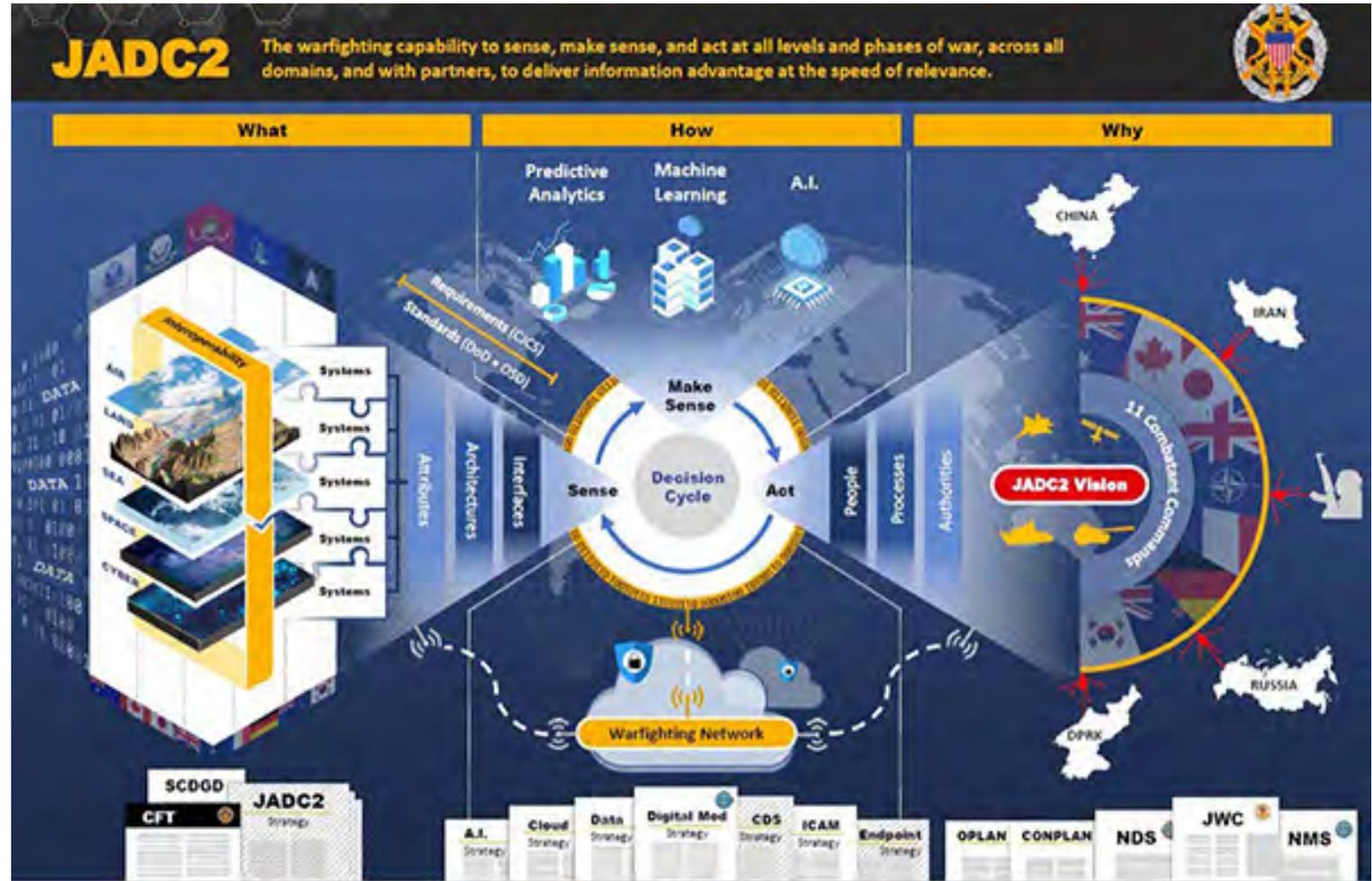
バイオ/ナノ技術  
Bio/nano tech

# National Security: DIME to DIMET



# Joint All Domain Command & Control (JADC2)

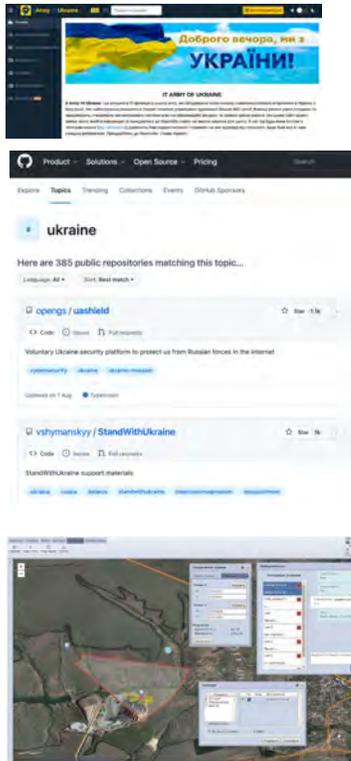
- 陸海空のみならず宇宙・サイバー・電磁波を含む全ての領域からセンサー情報を収集し、AIで分析
- 指揮官はこれをもとに戦闘方針を決定
- 統合軍がビッグデータ、AI、自律化、高高度性のあるインフラを活用して敵の意思決定サイクルより早く行動する



Source: DOD Summary of the Joint All-Domain Command & Control (JADC2) Strategy, March 2022

# ウクライナの戦場での先端技術活用 Advanced technologies on the Ukrainian battlefield

IT軍とオープンソースプラットフォーム  
IT army and open source platforms



GIS Arta  
(戦場のUber)

Regional Scale  
JADC2



通信衛星/SAR衛星  
Communication satellite/SAR satellite



Military drones



Commercial drones



野砲 Field guns



Javelin cannon



MLRS



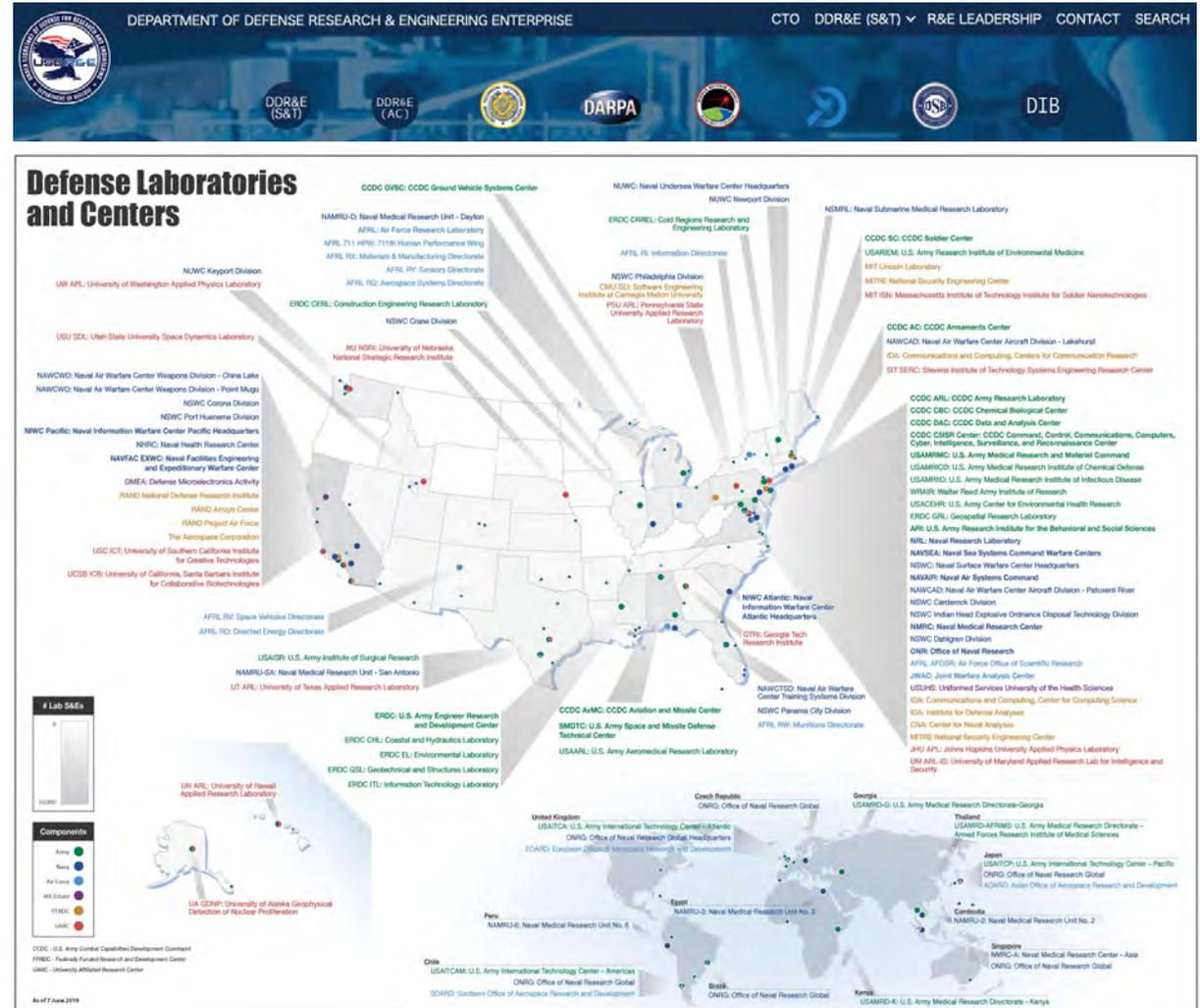
電子戦装置  
カウンタードローン  
electronic warfare  
equipment  
counter drone

# デュアルユース研究開発拠点の整備

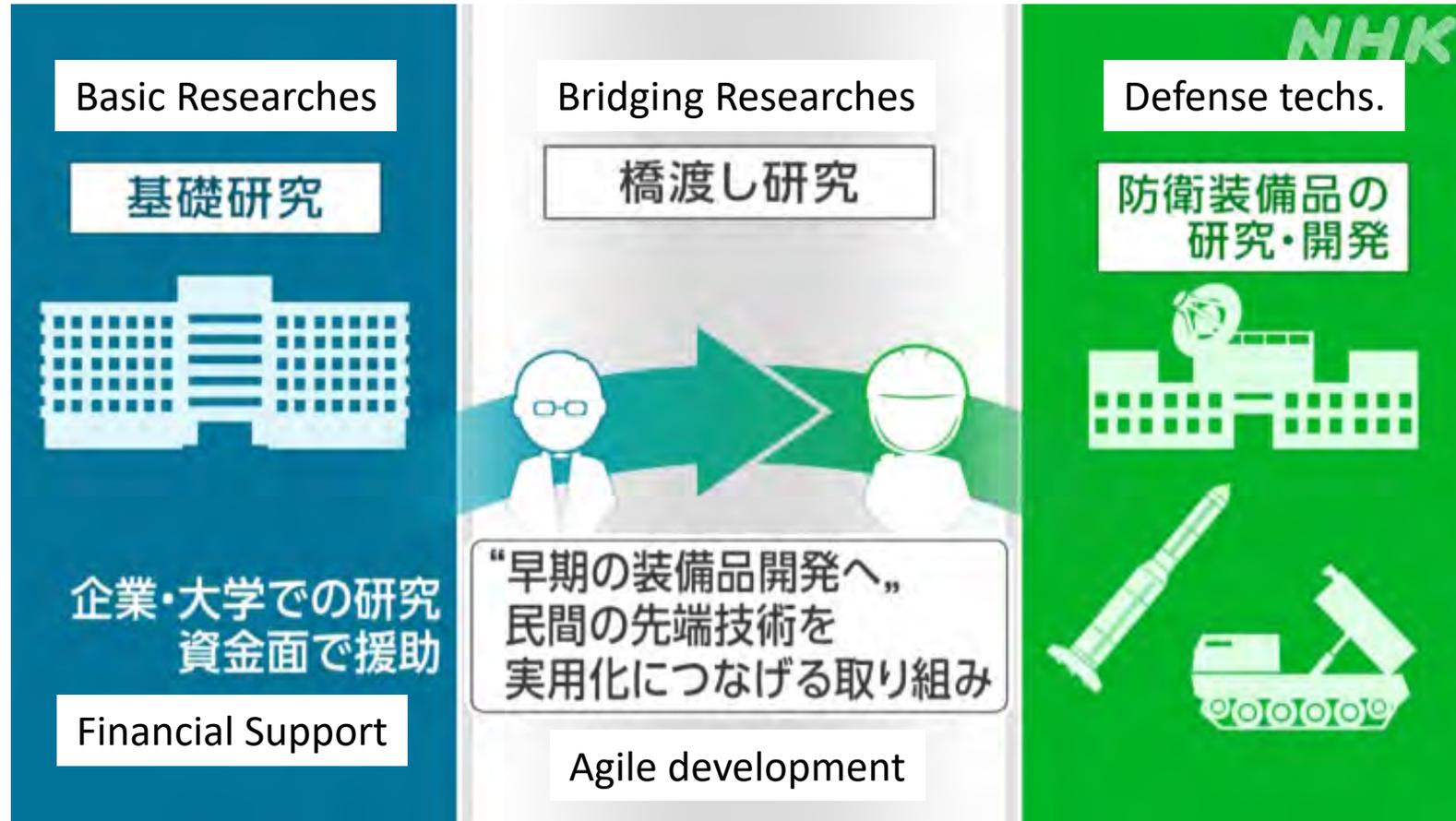
## Development of dual-use research and development bases

- 産官学軍での新技術・新領域の研究開発・教育を担う拠点整備
- Development of bases for R&D and education in new technologies and new fields in industry, government, academia, and the military
- ベンチャー企業やVCを巻き込んだエコシステムの形成
- Formation of an ecosystem involving venture companies and VCs

米国防総省・米軍の研究開発拠点



# Encouraging bridging researches: from basic researches to defense technologies



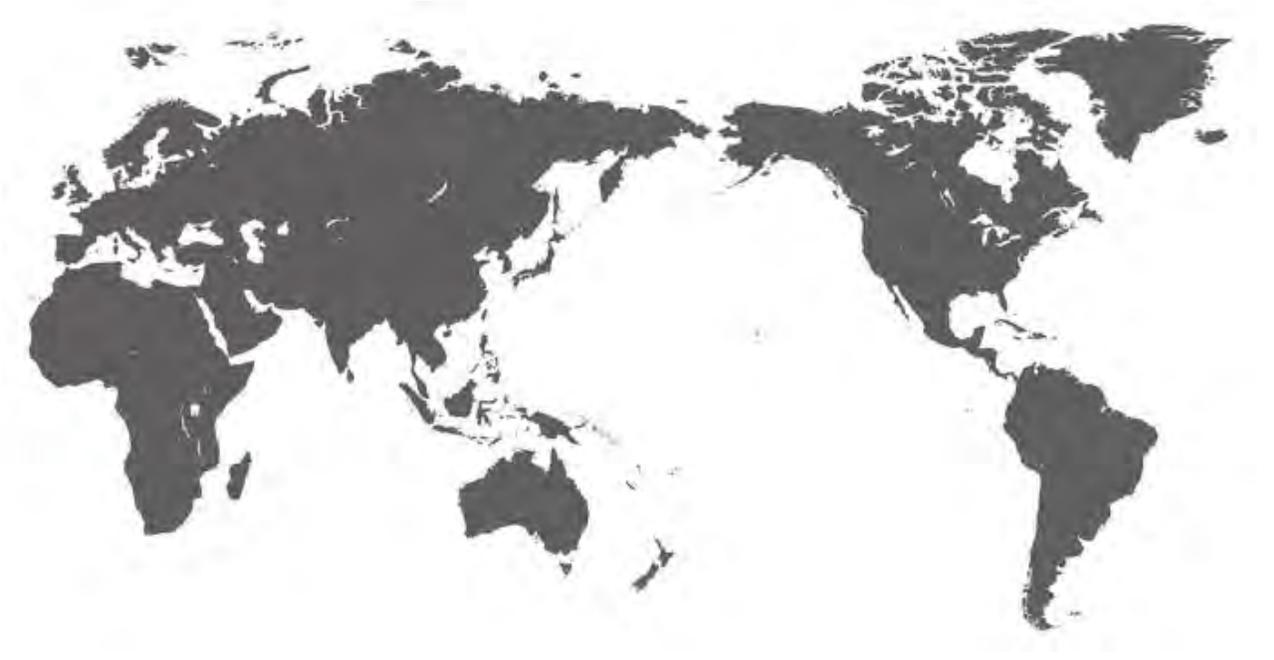
# Defense Innovation Unit (DIU)



- DoDが民生技術を米軍全体の国家安全保障技術への転用を促進
- Promoting the diversion of civilian technology to national security technology for the entire U.S. military by DoD
- 80億ドルの民間投資/\$8 billion private investment
- DoDパートナーや民間企業との緊密な連携のもと、12-24ヶ月で結果をレポート Report results in 12-24 months in close collaboration with DoD partners and private companies
- 対象分野：応用エネルギー・材料工学、人工知能（AI）、自律制御技術、サイバー防衛、ヒューマンシステム、宇宙
- Areas: Applied Energy/Materials Engineering, Artificial Intelligence (AI), Autonomous Control Technology, Cyber Defense, Human Systems, Space

# International Partnership

- U.S., Australia, India (QUAD)
- NATO countries
- Taiwan, South Korea
- Israel, Turkey ...



# Enablers like security and trial projects

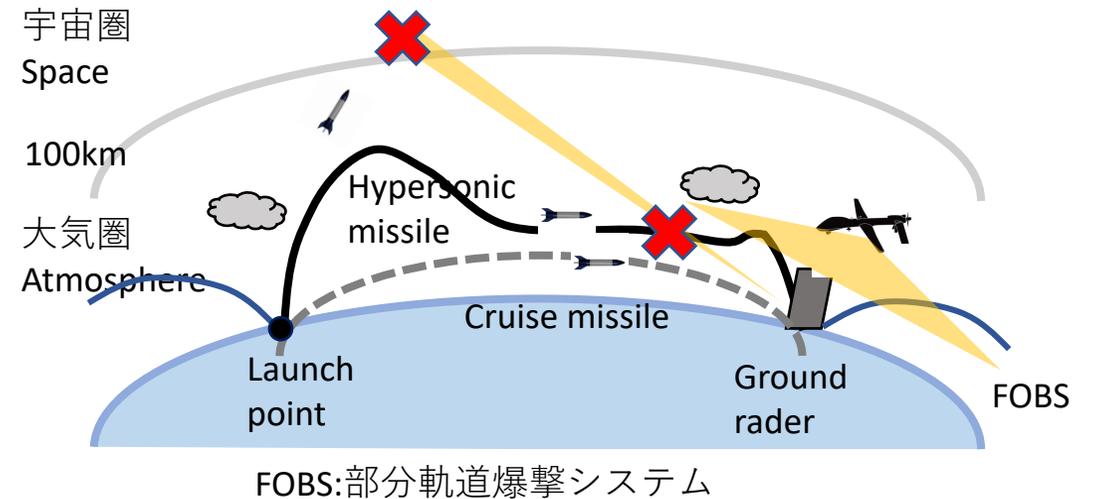
- Pre-conflict/gray zone ISR, indications and warning to de-escalate/deter conflict
- Post-conflict and support applications



## 低軌道衛星コンステレーション LEO Satellite constellation



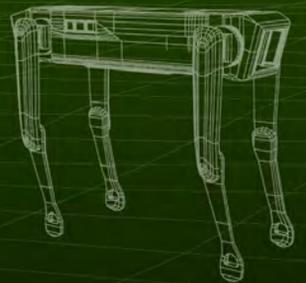
## 弾道ミサイル/Ballistic missile



# Why Edge computing and Edge AI for modern warfare

なぜ現代戦において  
エッジコンピューティングや  
エッジAIが必要とされるか

EDGECORTIX™



# Warfare Implications for Autonomy (1/2)

## 自律化による戦争への影響 (1/2)

### Warfare Characteristics

#### 戦争の特徴



#### Time compression

- Agile, local decision-making
- Hypersonics

#### 時間の短縮

- アジャイルでローカルな意思決定
- 極超音速兵器の利用



#### Complexity

- Multi-domain operations
- Variable security and trust

#### 複雑性への対処

- マルチドメインでのオペレーション
- セキュリティと信頼性の確保



#### Data intensity throughout kill chain

- Precision
- OODA Loops at the Edge

#### キルチェーン上のデータ強度確保

- 精度の維持
- エッジ側での OODAループ



# Warfare Implications for Autonomy (2/2)

## 自律化による戦争への影響 (2/2)

### Autonomy-Enhanced Functions 自律化により強化された機能



#### Integrated on-platform processing

- “Comm optional” operations
- Sense/react “reflexes”

#### プラットフォーム上で統合された計算処理

- 「通信オプション」操作
- 「反射」に感知/対応する



#### Smart data transfer

- Fit-for-purpose synthesis
- Adaptable routing

#### スマートデータ転送

- 目的に合ったデータの生成
- 目的に適応するルーチン



#### Distributed delegated autonomy

- Computer aided tactical decisions
- Ubiquitous automated “check six”

#### 分散移譲された自律性

- 戦術決定をコンピュータが支援
- いつでもどこでも自動的に死角を排除

# Edge AI: Transforming Autonomy

## エッジ AI: 自律化への変革

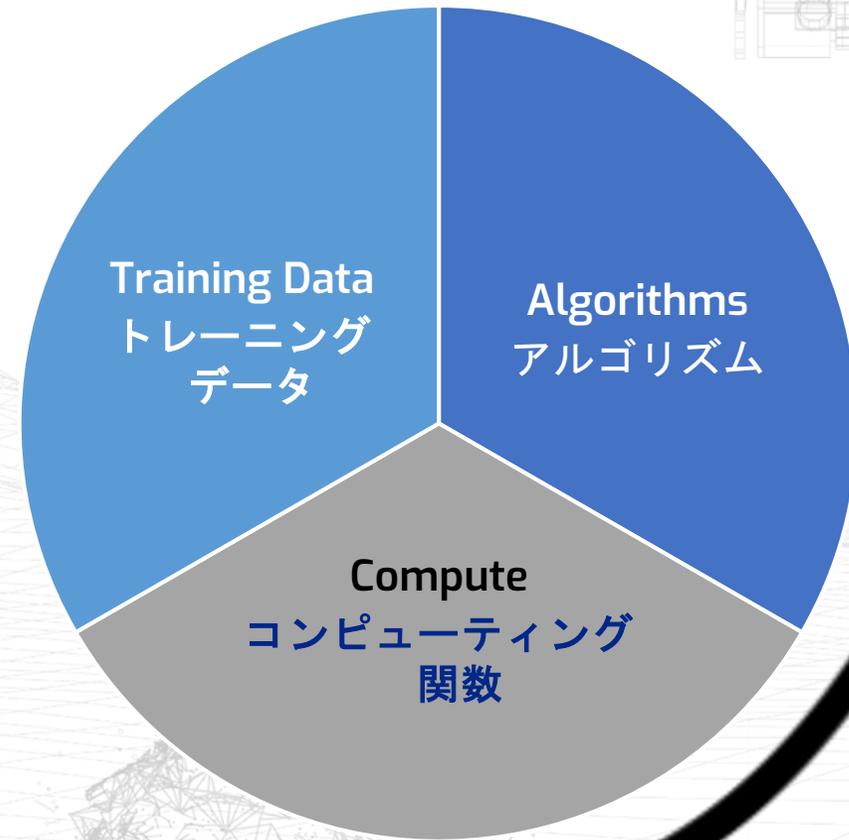
Edge computing is a distributed computing paradigm that brings computation and data storage closer to the sources of data. This improves response times and saves bandwidth.

In Edge AI, algorithms are processed locally, utilizing data generated by the devices themselves.

エッジ コンピューティングは、データの計算と保存をデータが入ってくる側に近づける分散コンピューティング パラダイムです。これにより、応答時間が短縮され、帯域幅が節約されます。

エッジ AI では、端末側で取り込んで合成したデータを利用して、人工知能の計算アルゴリズムがローカルで処理されます。

Ingredients in AI "Recipe"  
AI 計算「レシピ」の要素



# Edge AI Key Considerations

## エッジ AI の実現における主な考慮事項

### Criticality of Software ソフトウェアの重要性

- SW First: Algorithm execution informs HW
- ソフトウェアファースト: アルゴリズムの実行をSWからハードウェアに通知

### Compute Architecture コンピューティングアーキテクチャ

- Specialization: CPU + Co-processors
- AIは専用チップで: CPU + コプロセッサ

### Interoperability 相互運用性

- Compatible with standard AI tools
- Operate across heterogeneous systems
- 標準の AI ツールと互換性がある
- 異種システム間で運用可能であること

### Performance and Efficiency パフォーマンスと効率性

- Low SWAP-C
- Low Latency
- サイズ、重量、消費電力、単価が低い
- 低レイテンシ(リアルタイムで計算)

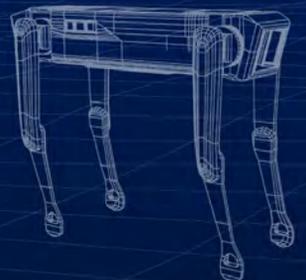
# EdgeCortix Solution

## EdgeCortix のソリューション

Designed from the ground up to re-define Edge AI processing specifically for the workloads found in deep neural networks; achieves near cloud-level AI performance at the edge.

ディープ ニューラル ネットワークに代表されるエッジAI 推論特有の計算処理を再構築するために、ゼロから設計。ほぼクラウドレベルの AI パフォーマンスをエッジ(端末側)で実現します。

- EdgeCortix, Founded in 2019
- R&D Center and Operations HQ in Tokyo, Japan
- Operations offices in US & Singapore  
[edgecortix.com/dsei](https://edgecortix.com/dsei)



# EdgeCortix Solution (1/4)

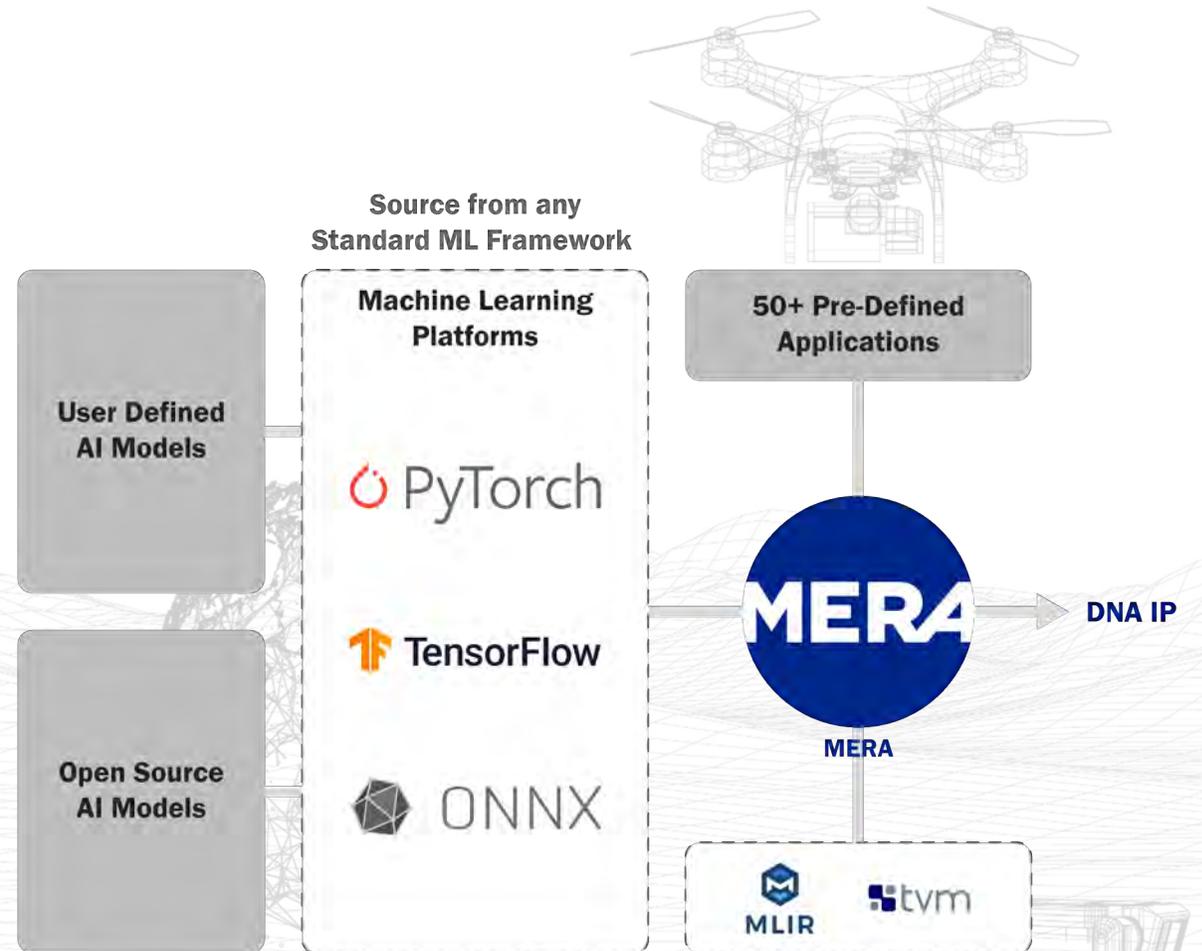
## EdgeCortix のソリューション

### Mera

Full-stack AI inference software development environment

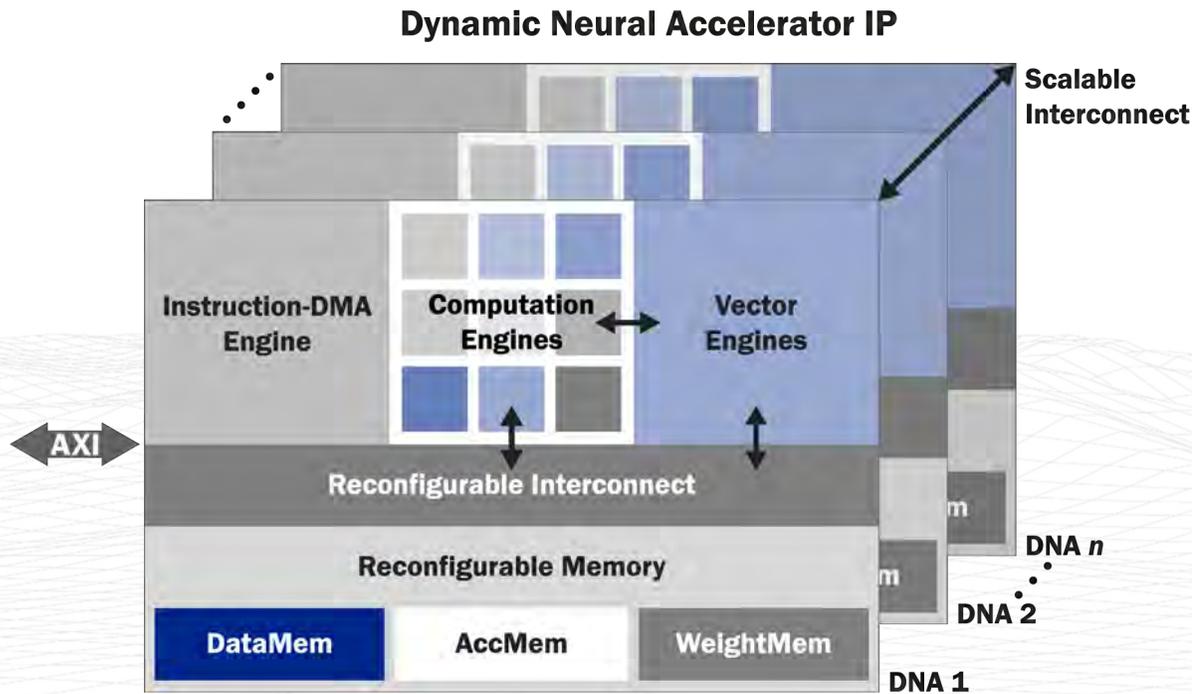
フルスタックのAI推論ソフトウェア開発環境

- Flexible software platform allows deploying AI solutions efficiently across an existing landscape of heterogeneous systems
- Easy to implement and use; supports common AI tools – Plug and play
- 柔軟なソフトウェアプラットフォームにより、異種システムの既存環境にAIソリューションを効率的に展開可能
- システム実装と使用が容易; 一般的なAIツールをサポート – プラグアンドプレイ対応



# EdgeCortex Solution (2/4)

## EdgeCortex のソリューション



**Dynamic Neural Accelerator (DNA)**  
Run-time reconfigurable neural network processor architecture for EdgeAI  
ランタイム実行時に再構成可能なエッジAI 向けのニューラル ネットワークプロセッサ

- Optimized processor architecture for low-power yet high performance, real-time edge applications
- Run-time reconfigurable design – maximizes compute efficiency and speed
- 低消費電力かつ高性能なリアルタイム・エッジ・アプリケーション向けに最適化されたプロセッサ・アーキテクチャ
- ランタイムで再構成が可能な設計 - 計算効率と速度を最大化

# EdgeCortix Solution (3/4)

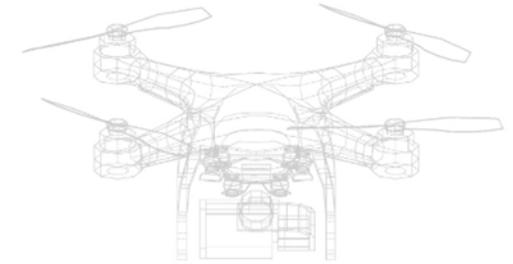
## EdgeCortix のソリューション

### SAKURA-I

Edge AI chips for boards and systems

ボードおよびシステム向けのエッジ AI チップ

- 1st generation, silicon device (system on chip) fabricated by TSMC, that implements the DNA edge compute architecture in silicon
- >50X efficiency and performance improvement over leading GPUs
- DNAエッジコンピュータアーキテクチャをシリコンに実装した、TSMC社で製造される第1世代シリコンデバイス(システムオンチップ)
- 主なGPU製品に対し50倍以上の効率と性能向上を実現



# EdgeCortix Solution (4/4)

## EdgeCortix のソリューション

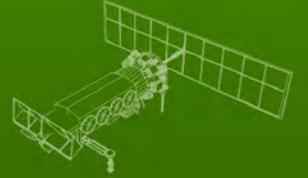
### Summary

- Current battlefield experience in Ukraine shows the importance and rapid evolution of autonomy
- Operational concepts and defense priorities articulated by Japan, the US, and our Allies are increasingly AI-intensive
- Core functions of defense systems are increasingly incorporating Edge AI
- Edge AI solutions should start with software, enable interoperability across heterogeneous systems, and optimize compute for efficiency (SWAP-C) and speed
- The EdgeCortix Edge AI platform (MERA Software, DNA Architecture, and SAKURA chip family) is available today, offering orders of magnitude improvement over GPUs
- ウクライナにおける現在の戦場での経験は、自律性の重要性と急速な進化の必要性を表している
- 日本、米国、同盟国における作戦のコンセプトと防衛の優先順位は、ますますAI集約的になっている
- 防衛システムの中核機能において、ますますエッジAIを取り込むようになってきている
- エッジAIソリューションは、ソフトウェアから始まり、異種システム間での相互運用性を可能にし、効率(SWAP-C)と処理速度のために演算機能・能力を最適化する必要がある
- EdgeCortix Edge AIプラットフォーム(MERAソフトウェア、DNAアーキテクチャ、SAKURAチップファミリー)は、現在ご利用可能で、主なGPUと比較して桁違いの性能改善を実現できます

Click the image to watch the video on YouTube

# MILITARY TECH IN WAR

A small, white military aircraft is flying horizontally through the middle of the word 'WAR' in the large, bold, dark brown title. The aircraft is positioned between the 'A' and 'R' of 'WAR', appearing to fly through the text.



[info@edgecortix.com](mailto:info@edgecortix.com)

[www.edgecortix.com](http://www.edgecortix.com)

[edgecortix.com/dsei](http://edgecortix.com/dsei)



EDGECORTIX<sup>™</sup>

