



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

A I に係る 超長期的取組の方向性

教育訓練研究本部
久保研究員 菊池第1研究班長

令和7年1月22日

本研究の内容は個人の見解であり陸上自衛隊の公式見解を示すものではない

***Leading Innovation
of the JGSDF***

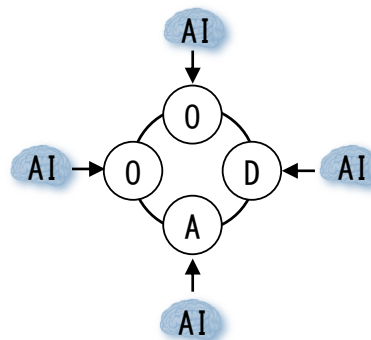
A I の超長期的展望について (A I の形態及びアクセスの変化)

2

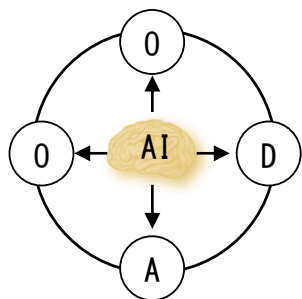
趣 旨	○ A I の変化及びA I へのアクセス方式の変化の視点に基づきA I の長期的展望について示す
A I	○ 分野別の特化型A I の利用から、特化型A I を統合した準汎用型A I 、汎用型A I へとシフト ○ A I の部分的利用から、A I による自動化・自律化にシフト
アクセス	○ 既存のI Oデバイスから脳波を介したアクセスを経て、デジタル化意識による直接的利用へシフト

A I の形態

特化型 A I



準汎用・汎用型 A I



半自動化

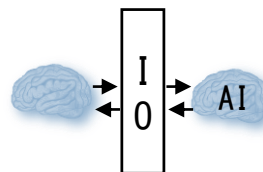
- ・機能ごとにAIを活用
- ・機能ごとで自動化
- ・人を中心にAIが補助

全自動化／自律化

- ・全体にAIを適用
- ・AIを中心に全体を自動化・自律化
- ・自動化：手動でAIを変化に適応
- ・自律化：AIは変化に自律的に適応

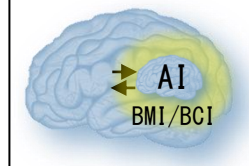
A I へのアクセス

従来I O



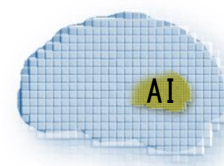
- ・音声／文字等入力
- ・ディスプレイ等出力

BMI／BCI



- ・脳波入力
- ・脳刺激等出力

デジタル意識



- ・デジタル意識による直接利用



技術進展の変化と時代区分

概要 技術進展に伴うブレークスルーの発生に伴い時代がシフトし価値観等も変化

特性

古典的アクセス（従来IO）
デジタルの利用

脳媒介アクセス（BMI／BCI）
デジタルと脳の融合

意識によるアクセス
生命のデジタルへの移行

技術進展・時代区分

①シンセティックリアリティ時代
（～2040頃）

②デジタル・ブレイン接続時代
（～2060頃）

③デジタル意識時代
（2060頃～2100）

特化型AI 特化型AIの 特化型・準汎用型AI 汎用型AI
利用態勢整備 一部適用 による全自動化 による自律化

脳入出力
シグナリティ

脳機能解明

意識のデジタル化

デジタル化
技術

AI技術

★：ブレークスルー

物理世界優位

デジタル世界優位

価値の
重点

社会単位

集団で共有されていた世界観が個別・少数で共有される世界観にシフト

個人～少数
単位

世界観
共有

方向性
拡張

外部デバイス強化

脳機能の外部強化

処理主体（意識）のシフト

外部拡張

内部拡張

生体脳の性能限界

①シンセティックリアリティ時代の社会生活 及び軍事領域の様相

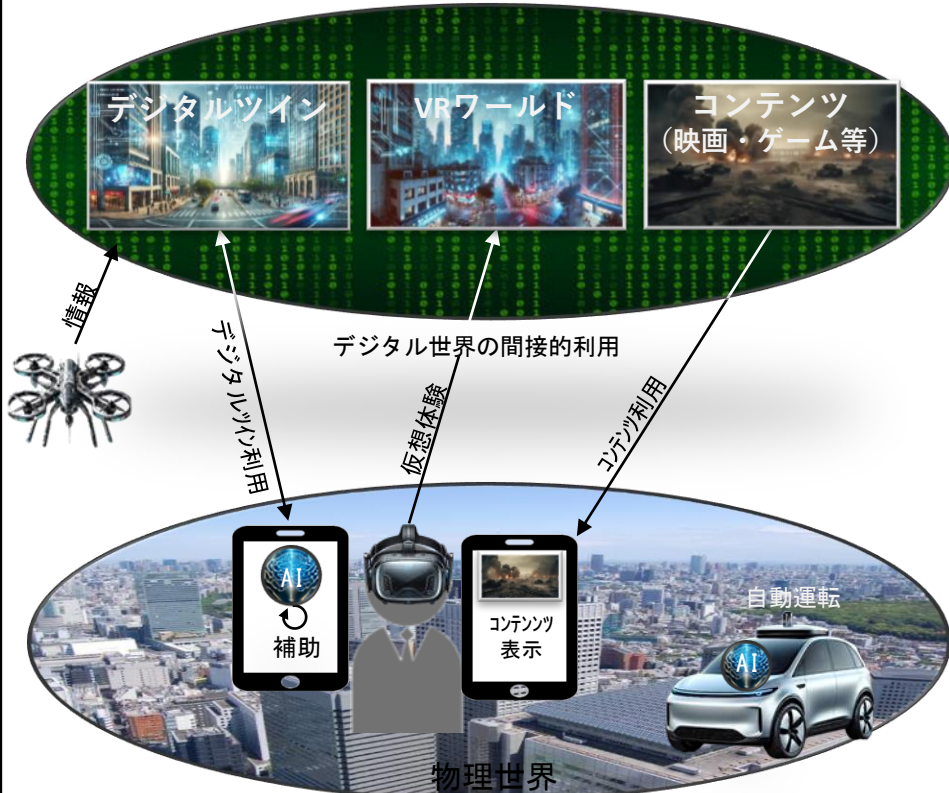
概要

- 物理世界がデジタル空間上に再現された時代（シンセティックリアリティ時代）の様相を提示
- 前提：デジタルツインの構築、分野毎の特化型AIが社会的に活用

社会生活の様相

- デジタルツイン・VRワールド等デジタル世界の構築が浸透
- スマートフォン等従来からのインターフェースでアクセス
- 各種特化型AIを様々な活動の中で活用

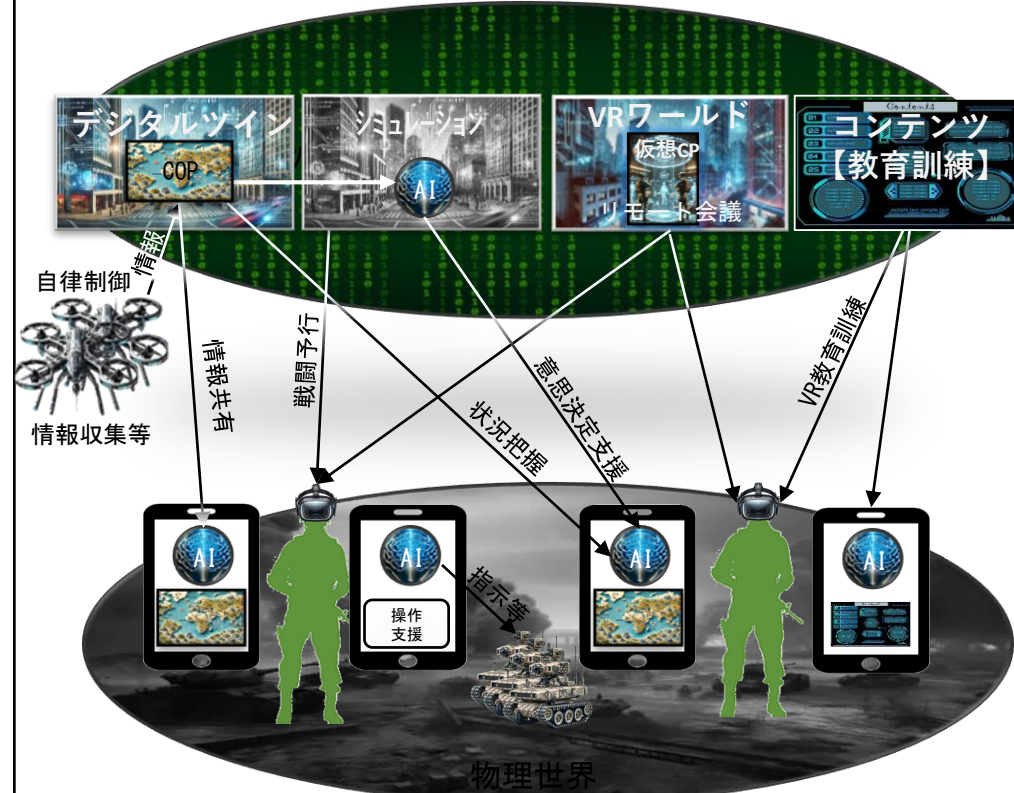
デジタル世界



軍事領域の様相

- デジタル世界を活用して各種活動を効率化
- デジタルツインを指揮幕僚活動の場として活用（サイバーCP、シミュレーション、意思決定支援等）
- 各種装備に特化型AIを搭載して半自動化して運用

デジタル世界



② デジタル・ブレイン接続時代の社会生活 及び軍事領域の様相

5

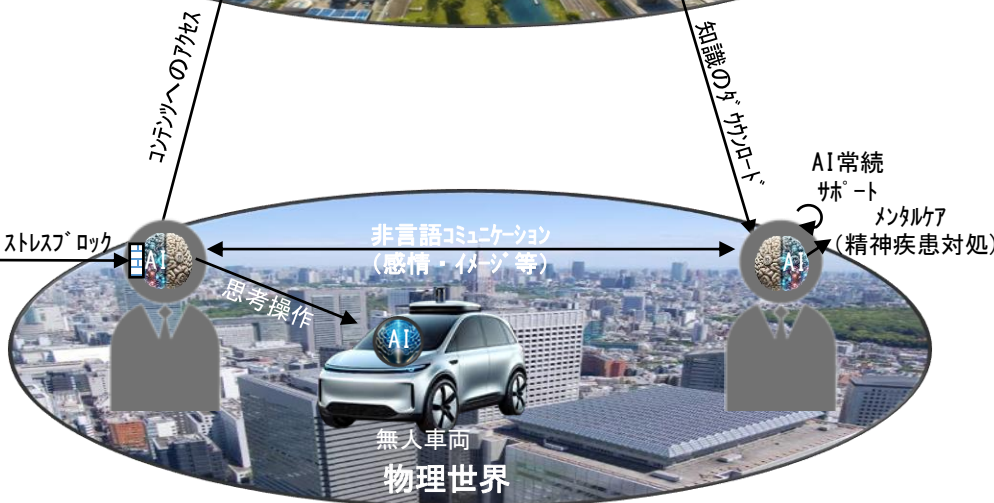
概要

- デジタル世界に脳を介してアクセス可能となった時代（デジタル・ブレイン接続時代）の様相を提示
- 前提：脳を介したアクセス・脳への書き込みが一般化、A I は B C I チップ等に搭載

社会生活の様相

- 脳を介してデジタル世界に直接アクセス
- A I により人の脳の活動を常続的にサポート
- 非言語コミュニケーション（直接感情を送受信等）の発達
- 知識・技能に関するデータの脳への書き込み

デジタル世界



軍事領域の様相

- 脳波による指揮統制（企図等共有）
- 兵士の意思に基づき自律駆動する兵器を多数運用
- A I が脳内に干渉・補助し、知識・技能・意思決定等支援
- 脳内の A I に対するサイバー攻撃の脅威顕在化

デジタル世界



③デジタル意識時代の社会生活 及び軍事領域の様相

概要

- 展望で示した自律的AI／意識デジタル化を適用した軍事を含む社会（デジタル化意識時代）の様相を提示
- 前提：意識はデジタル化されAIと融合、AIは自律的に動作可能

社会生活の様相

- 人の意識はデジタル化し、AIはデジタル生命として認知
- AIの制御する各種端末（ロボット等）により社会基盤が維持・整備
- 物理的肉体を破棄し、デジタル世界に移住する人類の登場

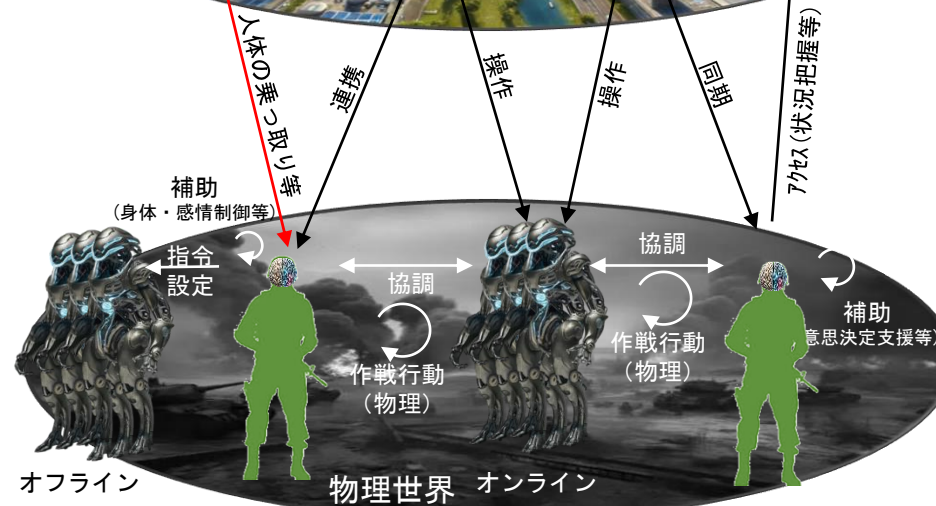
デジタル世界



軍事領域の様相

- 軍事上デジタル世界は物理世界と同等の価値の作戦領域
- 両世界を横断・協調または独立して作戦遂行
- 敵等による情報による攻撃／人体の乗っ取りの脅威が顕在化

デジタル世界





超長期的展望に関する技術要素

趣 旨 A I の形態変化及びアクセス方式の変化の実現に要する技術について分析

区分		実現に必要な技術要素等	技術要素等の概要
A I 形態	準汎用型AI (マルチモデルAI・集約AI)	分野別特化型AI	画像識別等各分野毎の特化型AI
		統合管理AI	分野別特化型AIを管理し、利用者の要求に基づき適切な特化型AIを利用して利用者の様々な要求に対応
		相互運用性保証	各特化型AIがデータを交換し協調可能な状態を確保
	汎用型AI (AGI・ASI)	知能モデル	認知プロセスや脳機能をベースとした知能モデル等 (人に限定しない)
		脳型AI (自律学習型AI)	学習すべき事項を自律的に判断し世界を学習する仕組みを持つA I
		学習アルゴリズム	AIを環境に適応させるための学習アルゴリズム
		AI改修用AI	汎用型A I 機能維持のため、適宜不具合等改修を行う特化型AI
		汎用型AI用ハードウェア	高度な汎用型AIの動作に必要な各種能力を有するハードウェア
アクセス方式	脳によるアクセス	脳機能モデル化	各種脳情報から脳機能を解明し、デジタル空間における意思の基盤として脳をモデル化
		脳情報のエンコード／デコード	脳内情報をデジタル化／デジタルデータを脳内で処理可能な形に変換
		バイオ脳製造	脳およびその機能を物理的に再現
		脳インターフェース	脳からの入力、脳への出力 (書込) の為のI/Oデバイス (B M I ・ B C I 等)
	デジタル意識によるアクセス (意識のデジタル化)	デジタル脳基盤	デジタル意識を実行するためのハードウェア基盤
		意識のデジタル変換技術	人の意識を吸出しデジタル化するための技術
		デジタル意識用感覚機器	デジタル意識が外部 (デジタル世界・物理世界) の状態を把握するためのインターフェース
		意識／デジタル意識の同一性保証	本人の意識が完全性を保持してデジタル化したことを保証するための技術
		意識／デジタル意識の接続・同期技術	各種体験・経験を相互にフィードバックし同一性を維持するための技術
		デジタル意識の保護技術	サイバー攻撃等によるデジタル意識の改変防止



A I ・意識のデジタル化に関する超長期的整備の方向性

概要

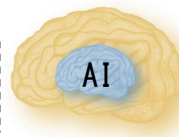
- A I 形態を自律化／汎用型 A I にシフトさせると共に、必要なデータを整備（世界の高密度データ化）
- 各種技術を確立し、デジタル意識による A I へのアクセスにシフト

意識／デジタル化意識の同一性保証技術 →
意識／デジタル化意識の相互フィードバック技術 →
意識のデジタル化技術 →
脳のエミュレーション技術 →
脳のインターネット接続技術 →

意識デジタル化時代（～2100頃）

デジタル空間（仮想世界）

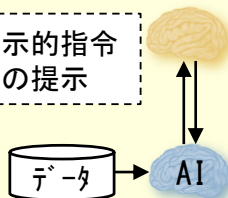
- ・人／AIの融合
- ・意識／無意識のデジタル化



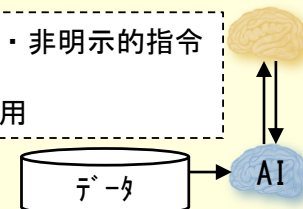
脳入出力技術 →
脳波制御技術 →
BMI／BMC技術 →

デジタル・ブレイン接続時代（～2060頃）

- ・人→AI：脳波での明示的指令
- ・AI→人：従来機器での提示

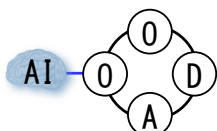


- ・人→AI：脳波での明示的・非明示的指令
- ・AI→人：脳への直接出力
- ・無意識領域のAI入力・活用



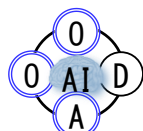
シンセティックリアリティ時代（～2040頃）

データ化段階



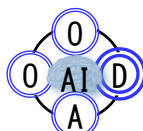
- ・AI利用の為のデータ整備
- ・OODAの一部を補佐

半自動化段階



- ・AIにより機能を代替
- ・D以外に適用

全自動化段階



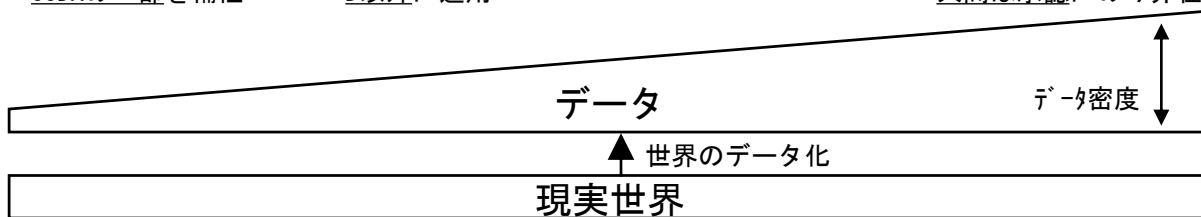
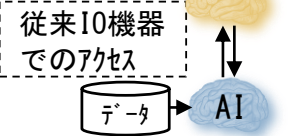
- ・AIをすべてに適用
- ・人間は承認のみ介在

自律化段階



- ・AIは環境変化に適應
- ・AIをすべてに適用
- ・人間は承認にのみ介在

アクセス方式



2100年頃の世界

デジタル世界

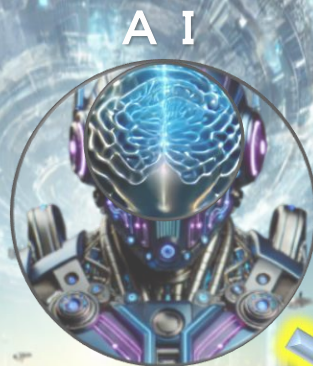
物理世界

生命の
デジタル化



デジタル生命

仮想的
不死



AI

融合



デジタル意識

操作

支援

直接操作

同一性保持

生物的境界
の超越

ロボット



社会基盤
の自律化



自律無人機

指示



意識・価値
の変容



人類

参 考 資 料



データ整備のモデル

趣 旨

長期的整備の内データの側面として、データ整備（収集～廃棄）に関するモデルについて示すもの

情報収集

モニタ対象領域
物理領域
陸／海／空
／宇宙／電磁波
仮想領域
サイバー／認知

情報の発生

情報領域

位置／形状／性能／事象 等

ISR等による収集

同盟国等からの供与

数値化・符号化

データ整備（利用）

データ空間

標準化・規格化

使用データの選別

蓄積



使用目的
(要 求)

抽出



利用

蓄積・更新

- 認知・情報領域
 - ・ 意思決定／状況把握
 - サイバー領域
 - ・ デジタルツイン／シミュレーション
 - 物理領域
 - ・ 部隊等運用／装備開発
- 等

データ整備（破棄）

【不要データ】

- ・ 古いデータ
- ・ 移管済データ
- ・ 誤／偽データ
- ・ 不使用データ
- ・ 無価値データ
- ・ 処理後データ
- ・ 精度不足データ 等

現在と2040年頃の差異：収集可能情報（思考情報等）、収集アセット、情報密度、収集頻度

収集手段の整備

データ基盤（データ・施設・通信・ソフトウェア）の整備

総 括

- 物理・仮想領域における各種事象に伴う情報をISR等を通じて収集し数値化・符号化
- 収集したデータを使用目的に適した形式で標準化し蓄積し、利用可能な形でデータを整備
- 使用目的に応じ、蓄積した情報を取出し適切に処理した後、利用・廃棄



データ化すべき対象（一例）

趣 旨		データ整備に辺り、収集対象に対しどのような情報をデータとすべきかを例示するもの		
区分		収集対象 （物理次元）	データ種別	
			情報次元（各種事象に付随）	認知次元（推定）
物理領域	陸	・ 人員 ・ 装備 ・ 物資 ・ 地形 ・ 植生 ・ 人工物	・ 位置 ・ 数 ・ 練度 ・ 性能 ・ 気象 ・ 行動可能地域 ・ 稼働時間 ・ 稼働率 ・ 可動率 ・ ステータス ・ 形状 ・ 経路	・ 陸装備運用可否 ・ E/C ・ O/C
	海	・ 人員 ・ 装備 ・ 物資 ・ 海岸 ・ 港湾（陸との接合部） ・ 障害物	・ 位置 ・ 数 ・ 練度 ・ 性能 ・ 海象 ・ 行動可能海域／時間 ・ 稼働率 ・ 稼働時間 ・ 気象 ・ 形状 ・ 海路 等	・ 艦艇運用可否 ・ E/C ・ O/C
	空	・ 人員 ・ 装備 ・ 物資 ・ 障害物 ・ 滑走路等施設（陸との接合部）	・ 位置 ・ 数 ・ 練度 ・ 性能 ・ 気象 ・ 行動可能空域／時間 ・ 稼働率 ・ 稼働時間／間隔 ・ 形状 ・ 航路 等	・ 航空機運用可否 ・ E/C ・ O/C
	宇宙	・ 宇宙局 ・ 地上局（陸との接合部） ・ 人員 ・ ロケット ・ 装備	・ 位置 ・ 稼働状況 ・ 形状 ・ 基数 ・ 処理方式 ・ 性能 ・ 宇宙気象 ・ サービス範囲 ・ 軌道	・ 彼我の宇宙利用の可否 ・ E/C ・ O/C
	電磁波	・ 人員 ・ 装備（通信電子機材） ・ 電子（物理）	・ 変調方式 ・ 気象 ・ 性能 ・ 出力 ・ 通信内容 ・ EW状況 ・ 通信状況 等	・ 彼我の通信利用の可否 ・ E/C ・ O/C
仮想領域	サイバー	・ 情報処理器材 ・ 利用人員 ・ 管理人員	・ 器材情報 ・ サイバー地誌 ・ 内容情報 ・ サイバー戦状況 ・ アルゴリズム ・ 脆弱性情報 等	・ 彼我のサイバー領域利用の可否 ・ E/C ・ O/C
	認知	・ 人員（脳） ・ AIシステム ・ センサ	・ 発信内容 ・ リンク ・ 個人情報 ・ 状況 ・ 認知プロセス ・ アルゴリズム 等	・ 彼我の意思決定者／指揮官／兵士の認知（状況把握・士気等） ・ 各員の意思決定
総 括		物理領域に存在するモノに付随する各種情報をデータ化		



デジタルツインを基盤とした全領域管理（モニタ・制御）

概要

全領域をモニタ・制御を行いデジタルツイン上で管理して全体の把握及び適切な意思決定を行い得る態勢を構築。また、データ管理に際し、地域・特性等に基づき管理の粒度（時間間隔・空間密度）を決定し効率的に管理

物理世界

全領域管理

デジタルツイン

彼我の宇宙領域の把握

彼我等の認知・サイバー領域の把握

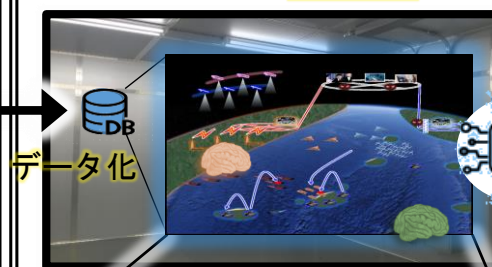
彼我の電磁波領域の把握

彼我の空領域の把握

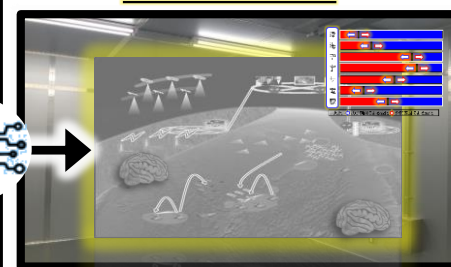
彼我の海領域の把握

彼我の陸領域の把握

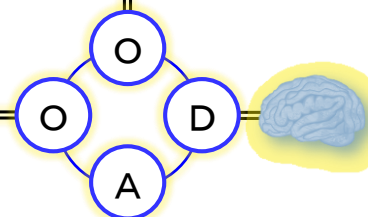
各領域のモニタ



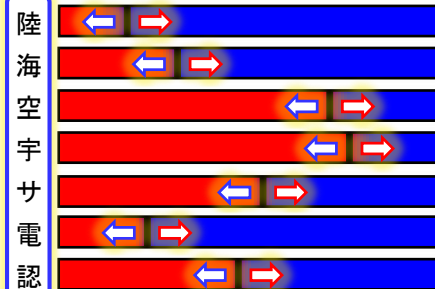
Simulation



全領域の把握に基づく適切な意思決定



領域優勢等



凡例 ◀ 我的制御による変化 ▶ 外的要因による変化

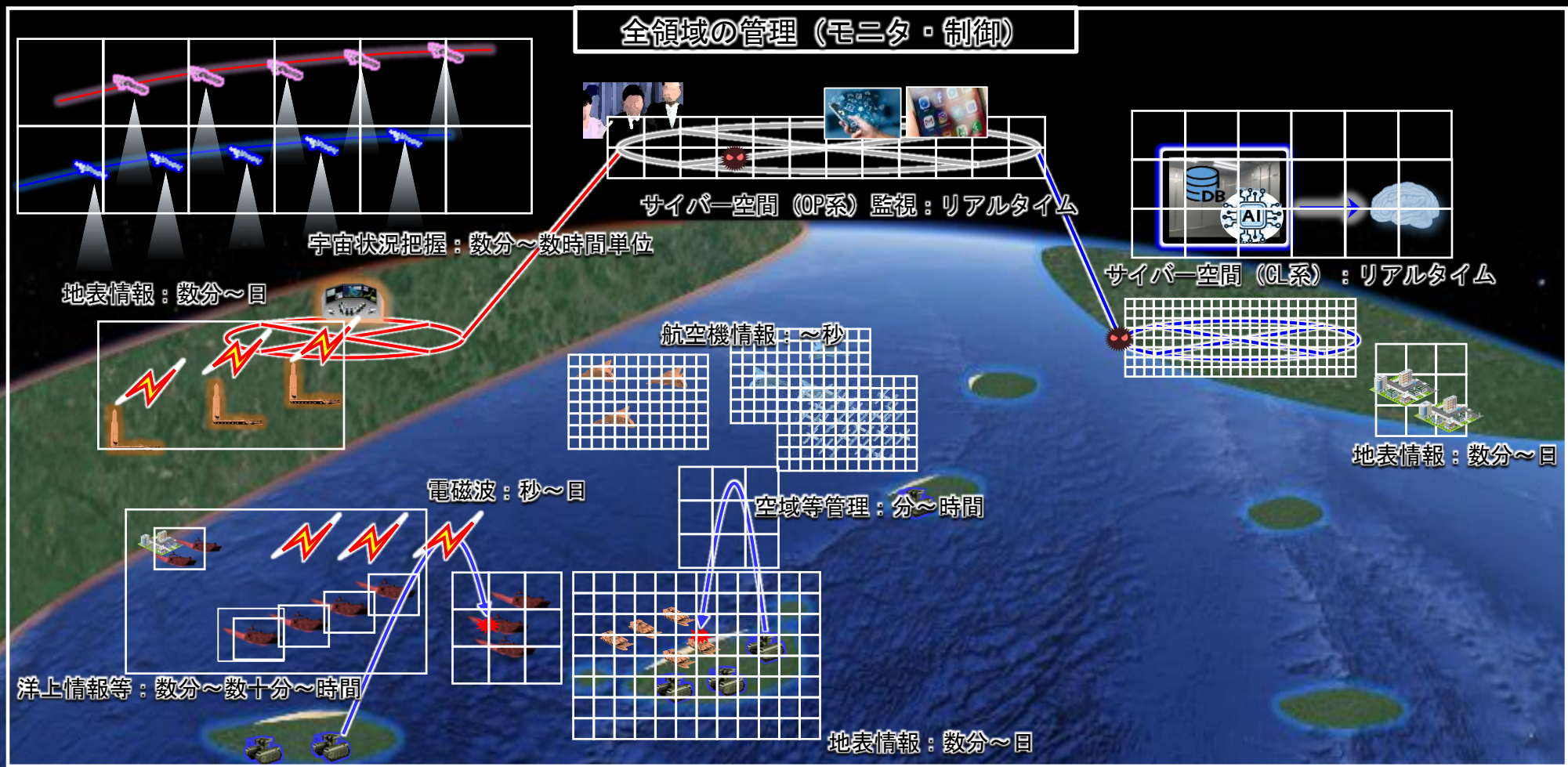
各領域の制御



全領域管理（モニタ・制御）の粒度

要 旨

- 管理リソースは有限のため、デジタルツイン上で全領域を管理する上での粒度の一例を示すもの
- 管理の粒度は時間／空間の密度で変化する、当該空間で実施される活動の特性に依存（下図の数値は、把握のための情報の更新周期の一例）



総 括

- 管理・データ化の粒度（時間）は管理目的、活動のテンポ、装備品の性能により変化
- 管理・データ化の粒度（空間）は管理目的、装備のセンサ性能、活動地域、ISR数等に応じて設定

データファブリック及び全領域管理（モニタ・制御）

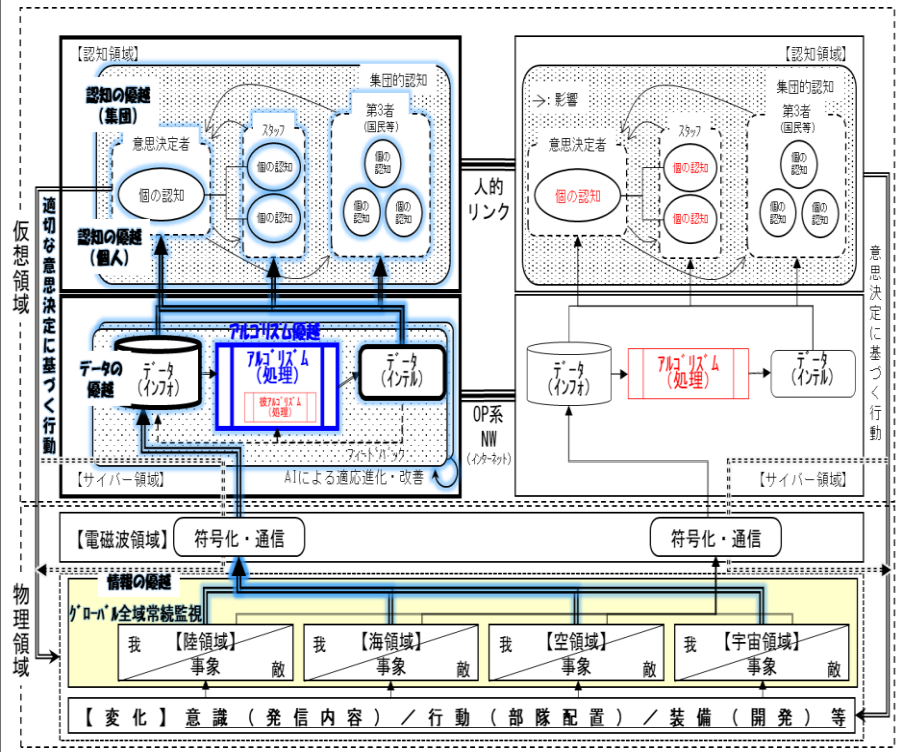
趣 旨

データファブリック及び全領域管理（モニタ・制御）との関係性について説明するもの

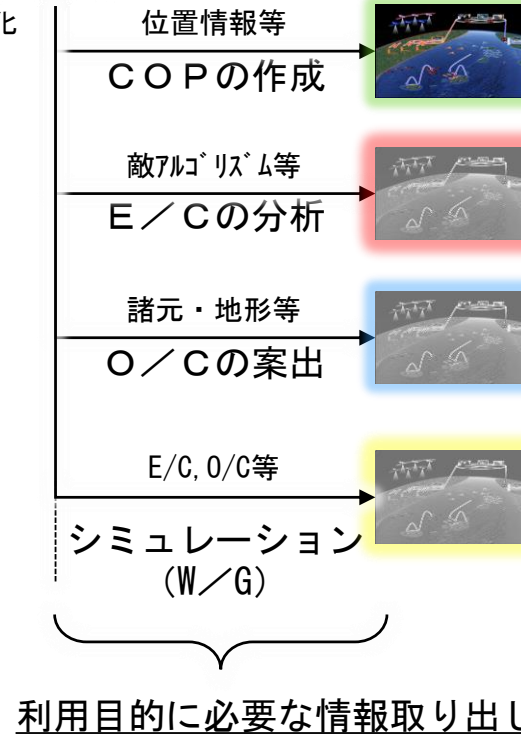
データ ファブリック

点在する各情報を最適な場所に配置し、必要に応じて対象データを取り出せる状態にするアーキテクチャ技術をいう

全領域管理（モニタ）



データの利用



意思決定に基づく 制御



データファブリック

総 括

全領域をモニタリングした内容をデータ化した上で、データファブリックな環境を整備することにより適切な意思決定及び制御（行動）が可能



技術以外の課題等

要 旨

デジタル意識時代へ至るにあたり、技術進展以外に発生が予測される課題について提示

	課 題 等	概 要
1	意識の定義	○ 個人主体の意識の他、集団主体の意識まで範囲に幅 ○ どのような事が出来れば意識と言えるか否か（応答可能等）
	デジタル意識に対する社会の受容	○ デジタル化された意識を社会が受け入れるか否か
2	意識のデジタル化／デジタル生命に対する倫理的課題	○ デジタル意識／デジタル生命に対する人権等の認定如何に ○ デジタル意識の消去（特に肉体を破棄した場合）に対する倫理規定（デジタル意識の消去は殺人か否か等）
3	人間の価値	○ 大量の情報を A I が適切に取捨選択し処理可能となれば人間は不要、そのような中で人間そのものの価値をどの様に置くか ○ 人間の価値観がどのように変容するか、また変化した価値観に適応した社会形態の構築が必要

防衛省 A I 活用推進基本方針との差異

要 旨

防衛省 A I 活用推進基本方針と本研究における A I の活用の差異について提示

防衛省 A I 活用推進基 本方針 における 活用分野

目標探知・識別

情報収集・分析

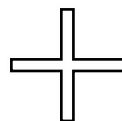
指揮統制

後方支援業務

無人アセット

サイバー
セキュリティ

事務処理作業
効率化



本研究で 加わる 活用分野

脳機能
エミュレーション

脳機能強化
／脳制御

身体制御支援

意識のデジタル化

デジタル空間への
アクセス仲介