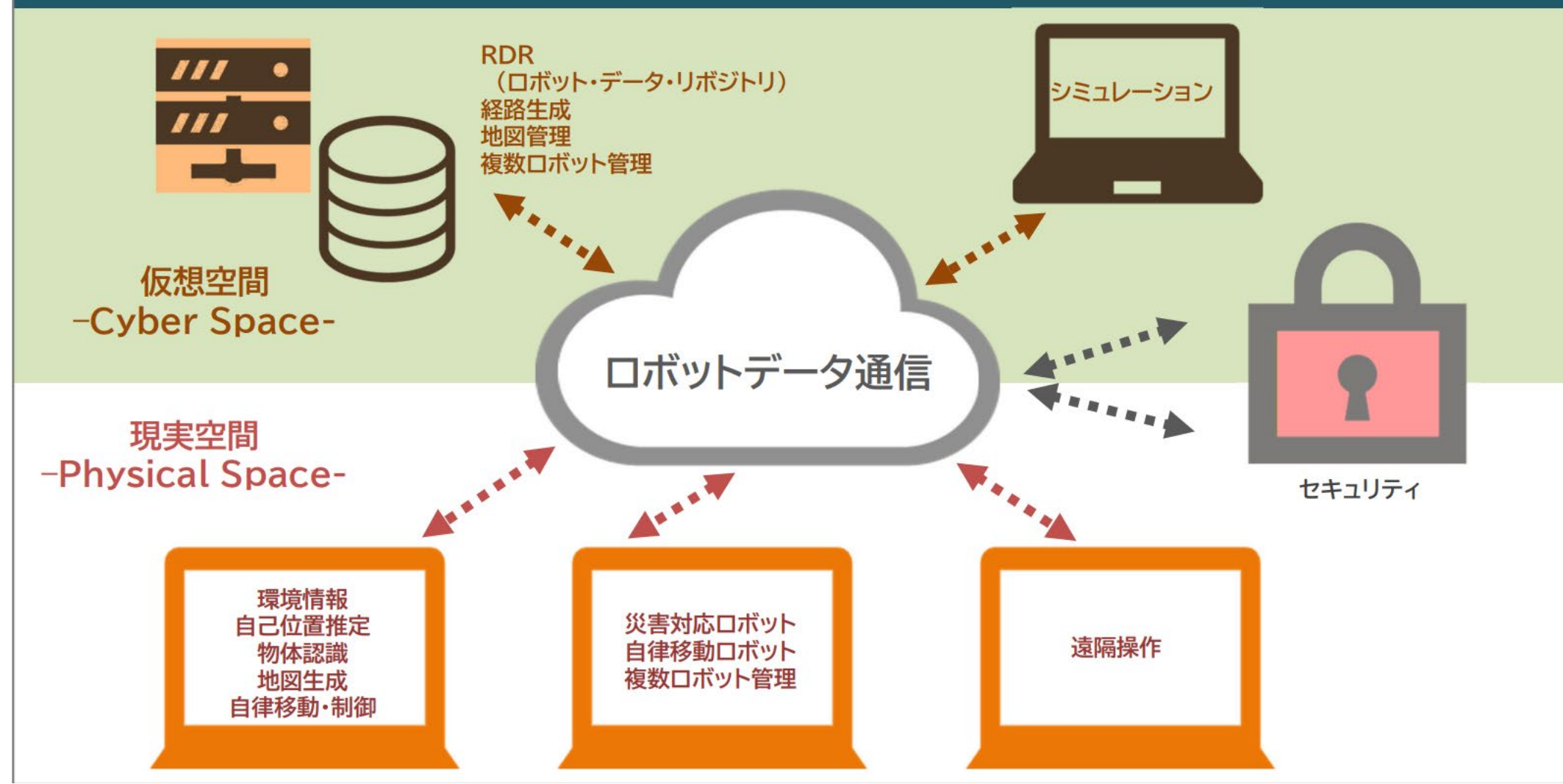


Cloud Roboticsの応用と 標準化

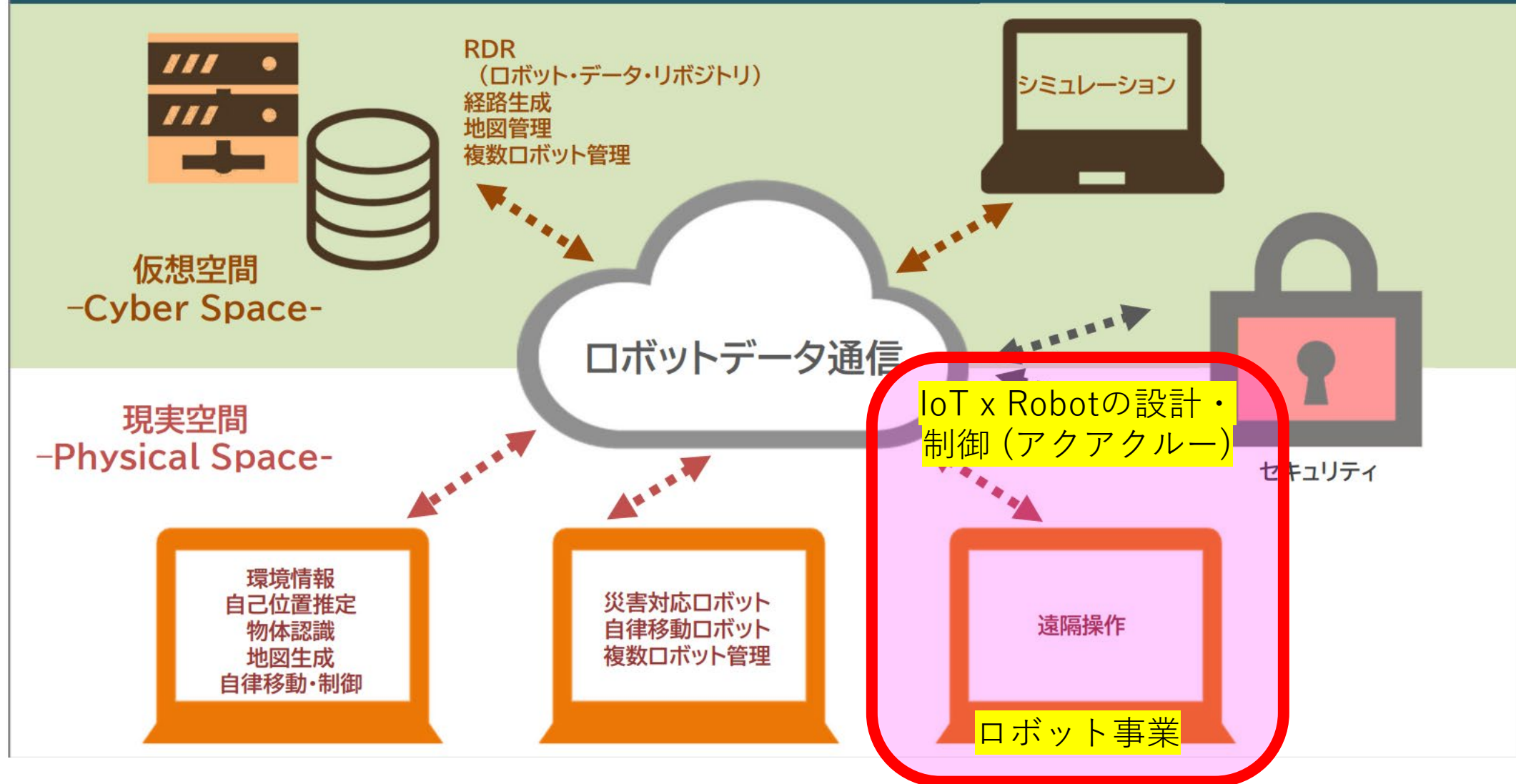
会津大学 上級准教授

矢口勇一

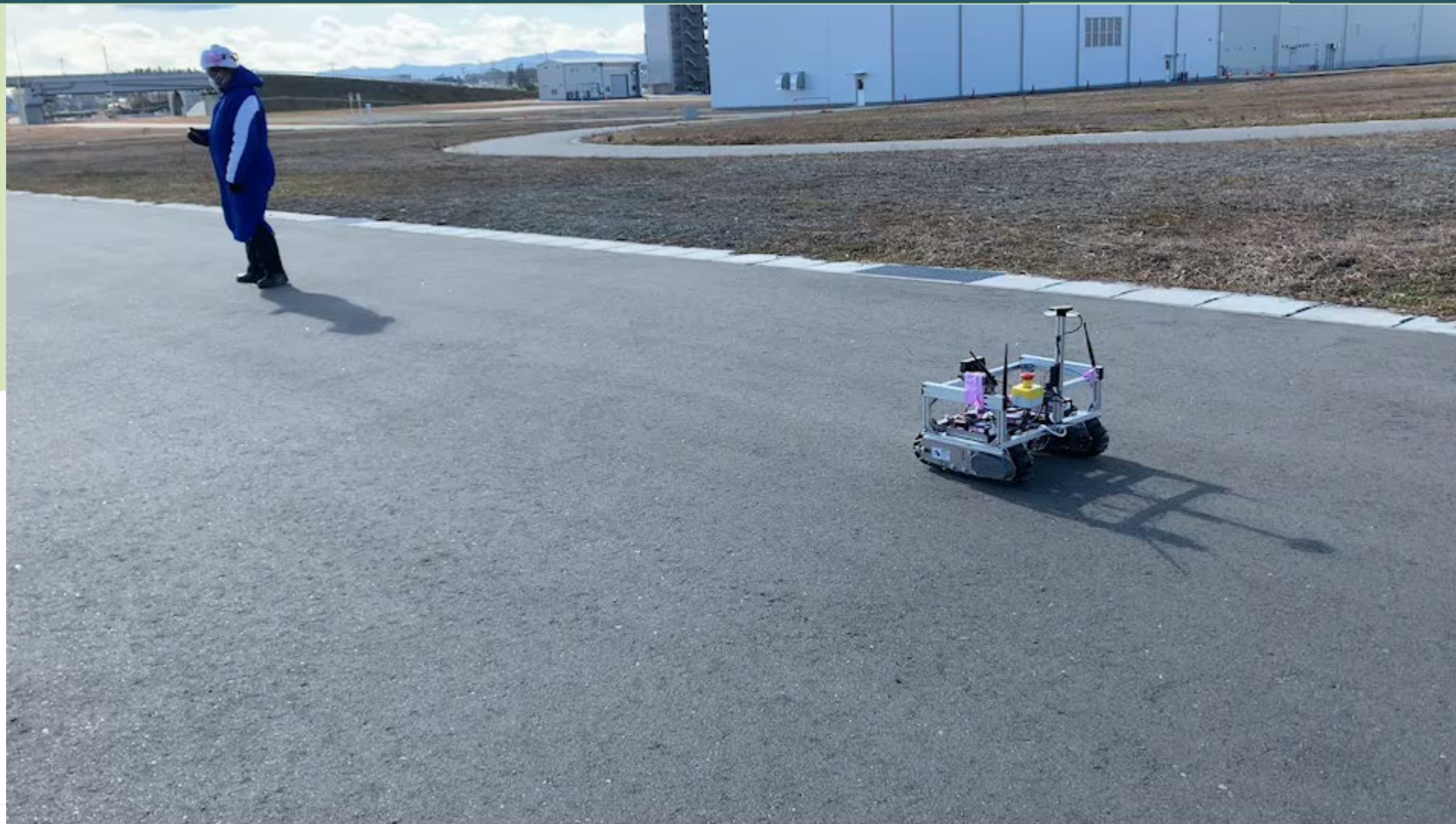
情報工学視点のロボット技術: Cloud Robotics & Dual-Space



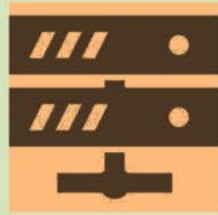
情報工学視点のロボット技術: Cloud Robotics & Dual-Space



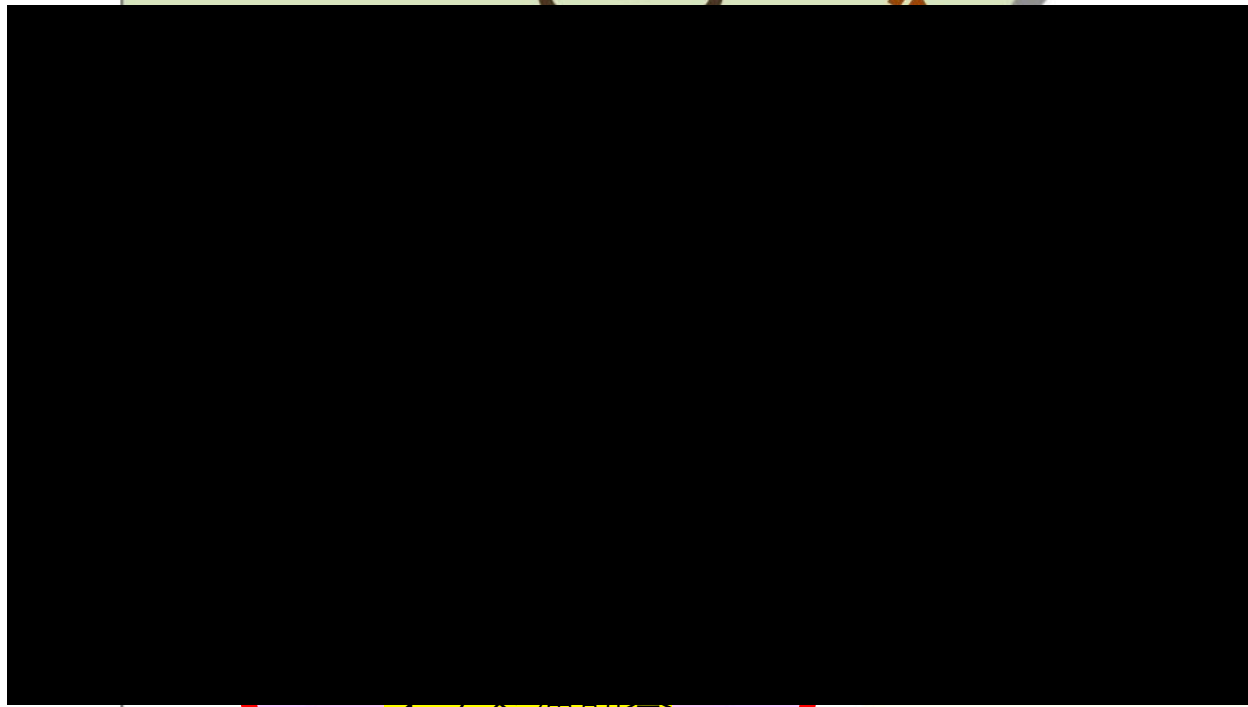
情報工学視点のロボット技術: Cloud Robotics & Dual-Space



情報工学視点のロボット技術: Cloud Robotics & Dual-Space

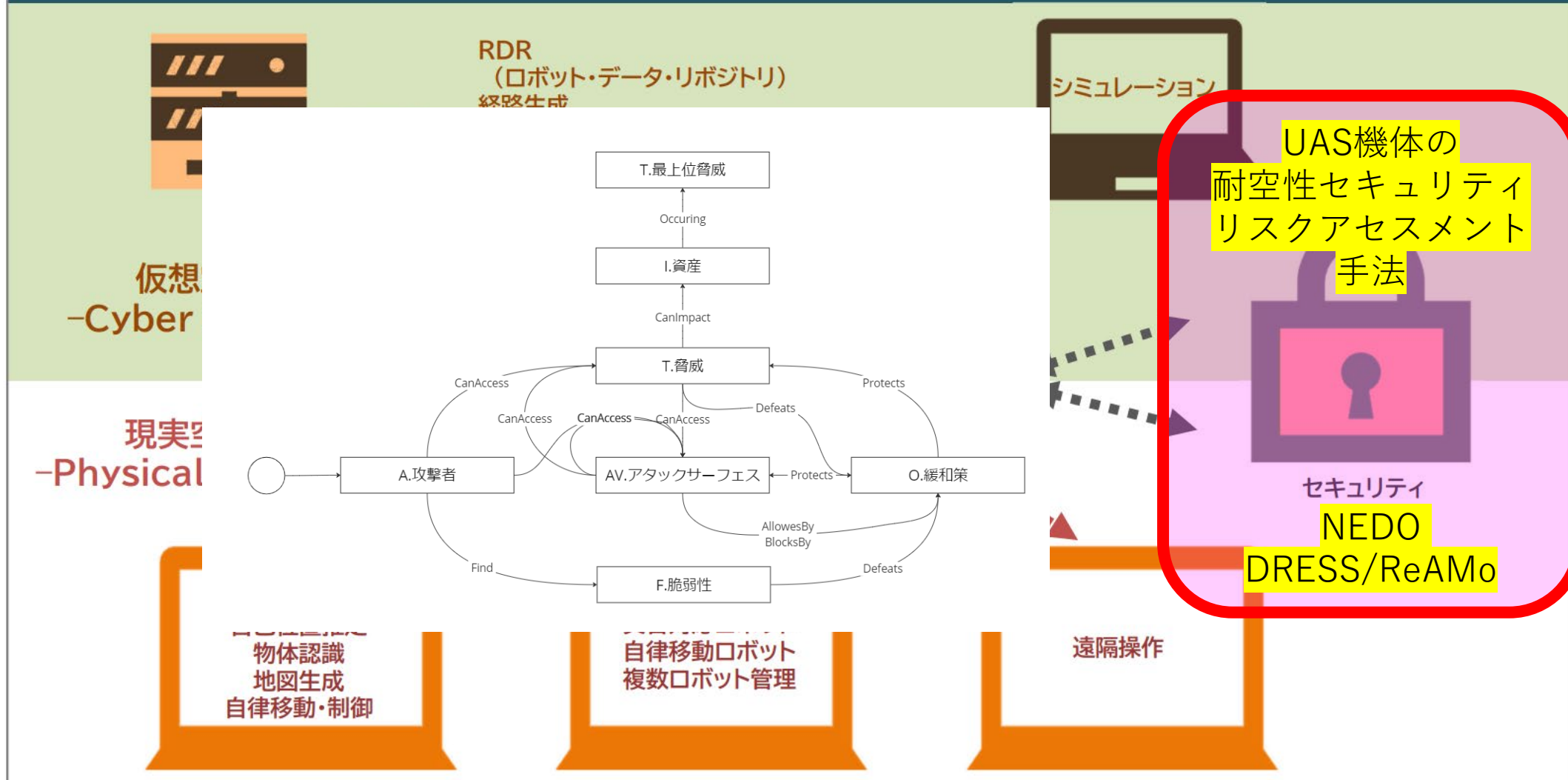


RDR
(ロボット・データ・リポジトリ)
経路生成
地図管理
複数ロボット管理



イノベ補助金

情報工学視点のロボット技術: Cloud Robotics & Dual-Space



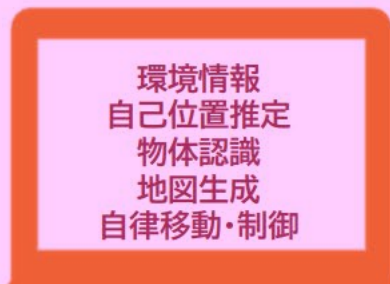
矢口の第3期の研究/開発 (AY2021-2023)

UAS運航管理システムに関する国際動向調査及び一般要求の抽出



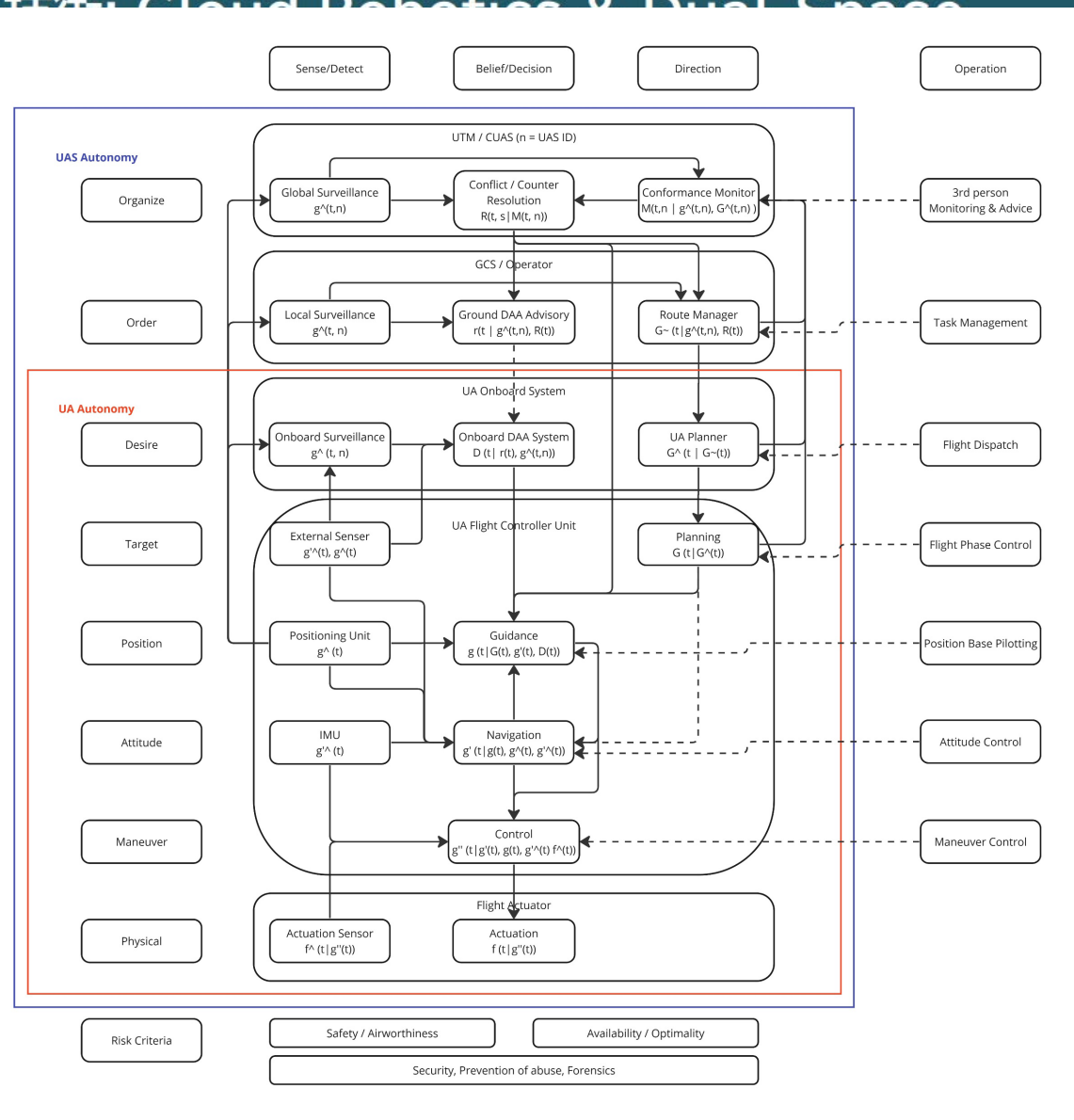
仮想空間
-Cyber Space-

現実空間
-Physical Space-



JUTM 国際標準エコシステムWG

RDR
(ロボット・経路生成
地図管理
複数ロボット)



情報工学視点のロボット技術: Cloud Robotics & Dual-Space

研究開発内容 (1年目)

月面ローバ走行等の実験を 遠隔管制 (操縦/運用) するための、「通信」経路の確立と「データ処理」の準備 → RTF - RTFユーザ間通信 を構築し、取得データ可視化システムを検討する!



会津大学

ネットワーク

RTF

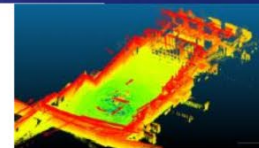
新通信ネットワーク

A-2
中継サーバを活用した通信評価
→ 現実の月惑星探査における「地球-衛星-月面ローバ」間の通信リレーを模擬する!

⇒ 通信遅延・損失・帯域制限の実験・検証をする!!

ネットワーク

JAXA
(RTFユーザ兼 アドバイザー)



B-1, 2
現地取得データの可視化処理に関する検討

連携企業1

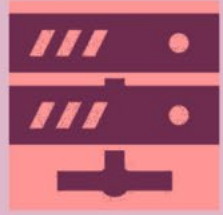
連携企業2



矢口の第3期の研究/開発 (AY2021-2023)

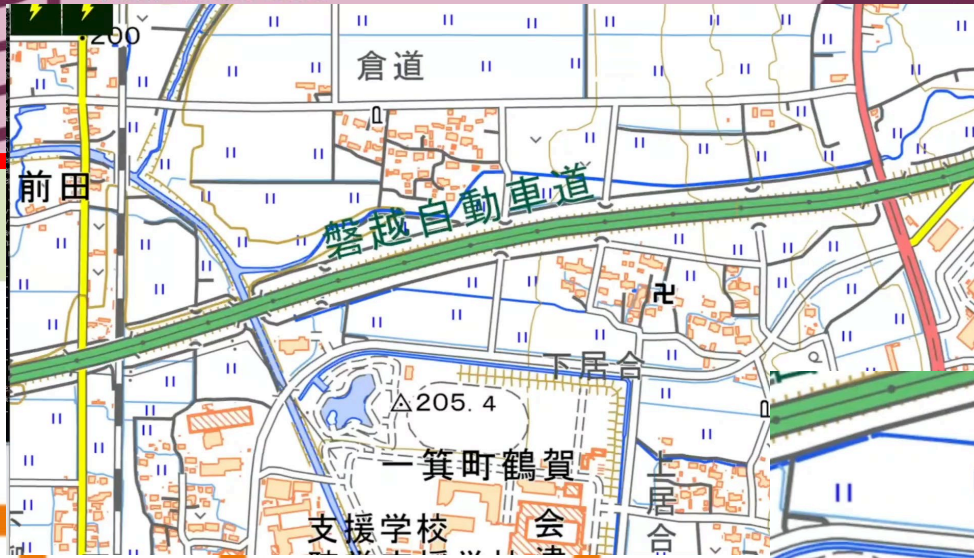
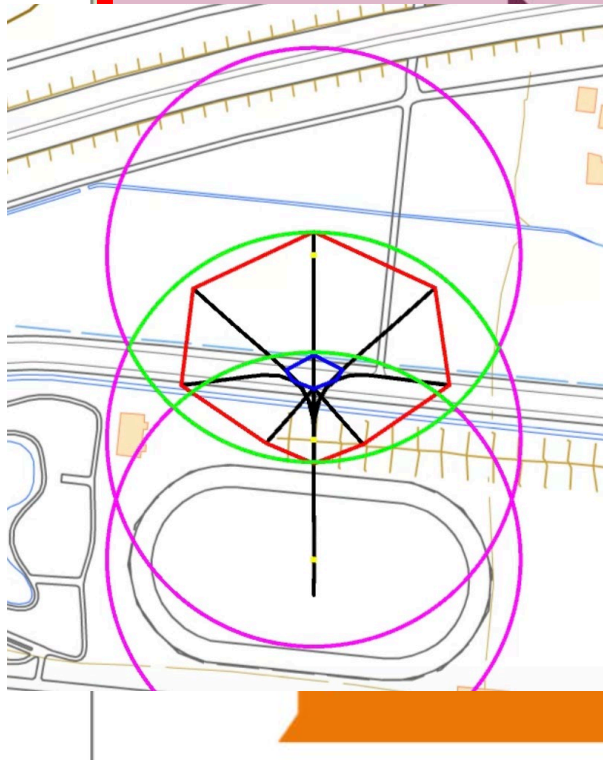
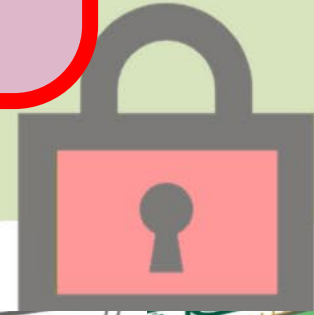
情報工学視点のロボット技術: Cloud Robotics & Dual Space

UAS運航管理システム構築のための種々の研究開発



RDR
(ロボット・データ・リポジトリ)
経路生成
地図管理
複数ロボット管理

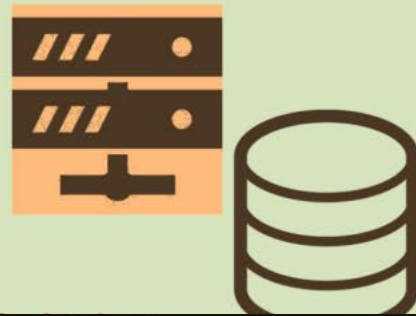
シミュレーション



災害対応ロボット
自律移動ロボット
複数ロボット管理



情報工学視点のロボット技術: Cloud Robotics & Dual-Space

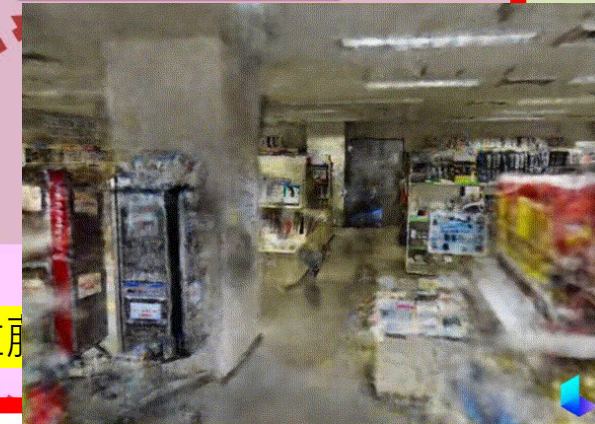
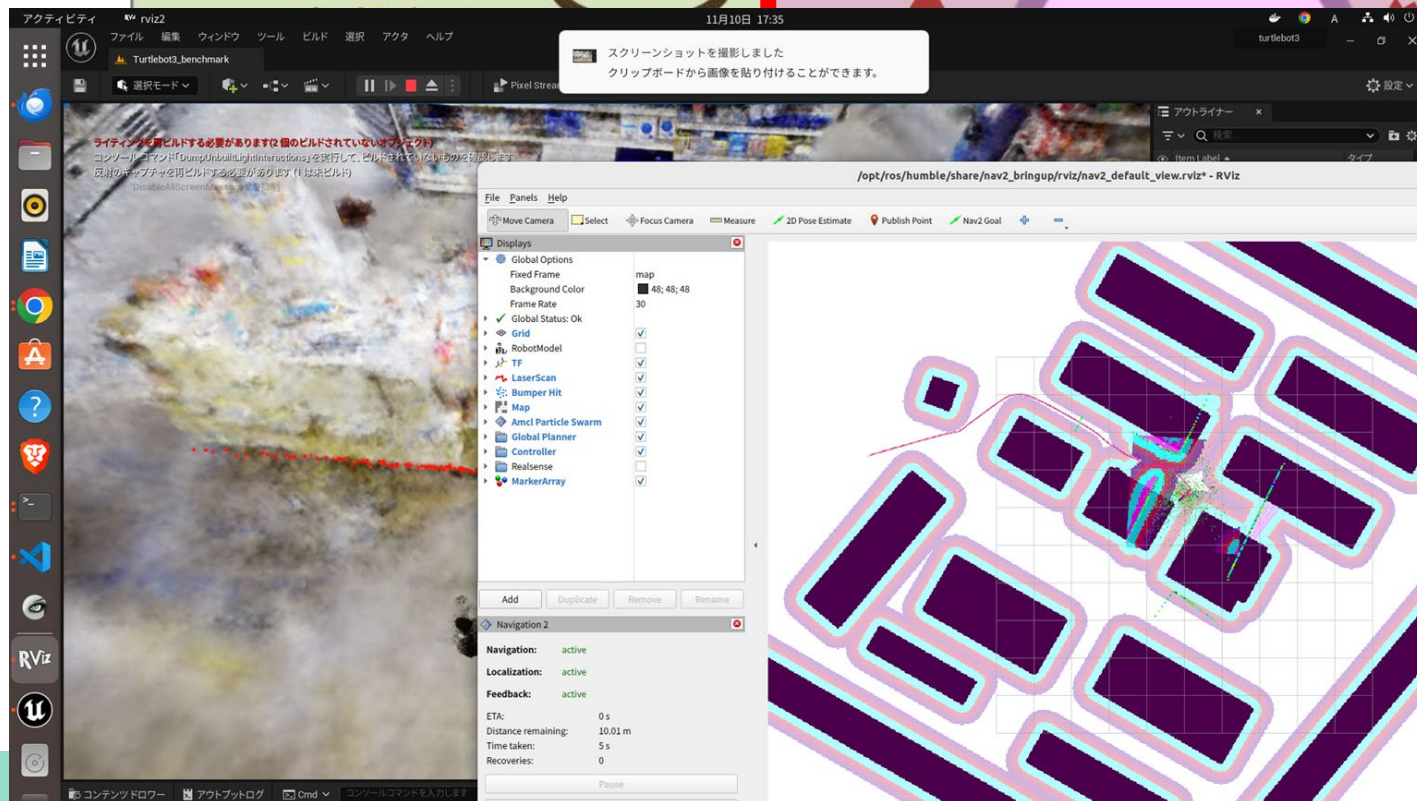


物理的な空間計測からのロボットシミュレーション

RDR
(ロボット・データ・リポジトリ)
経路生成
地図管理
複数ロボット管理

環境の構築

シミュレーション



(佐藤)



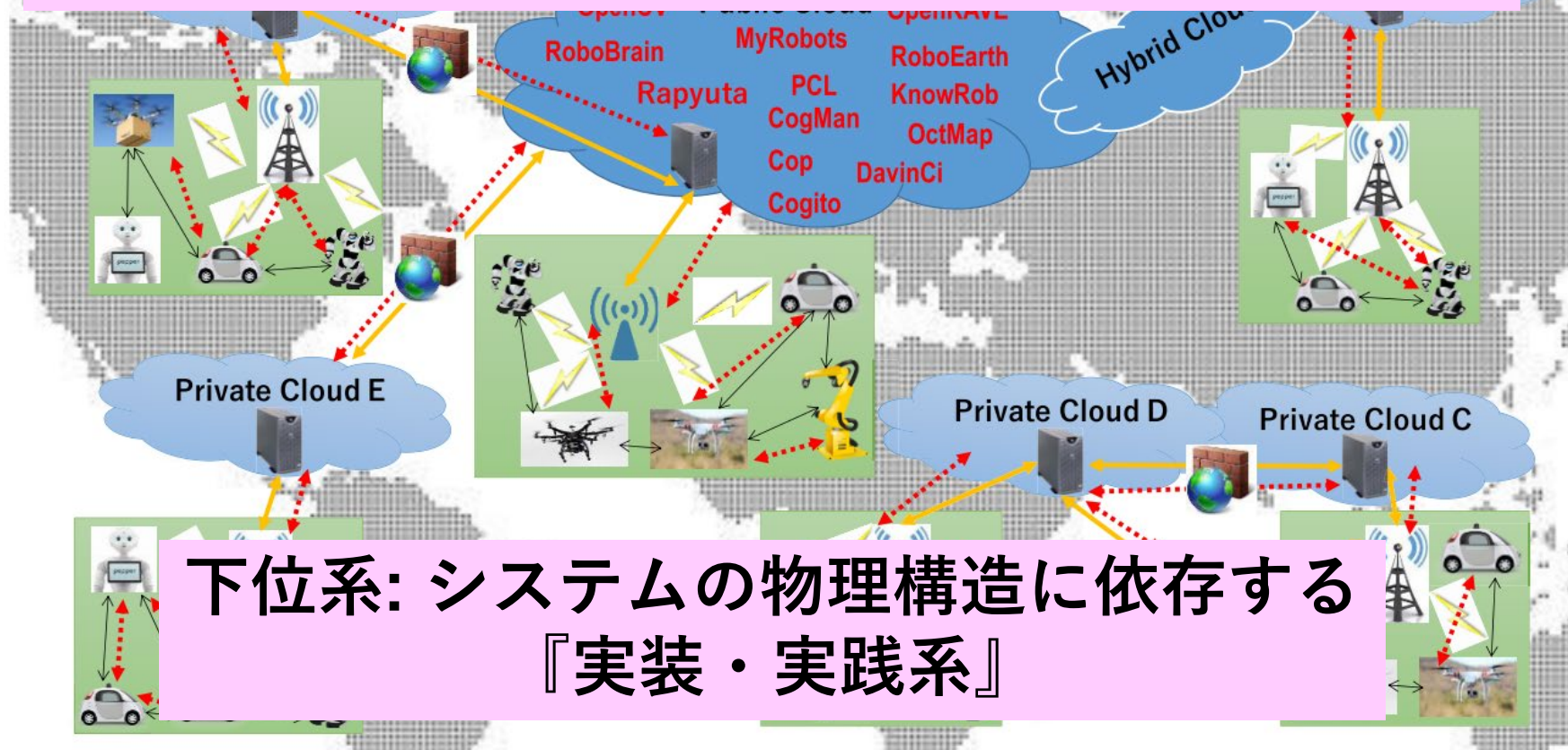
遠

[矢口] 特筆すべき活動

- ISO TC20/SC16 Unmanned Aircraft System (2022~)
 - WG3: Operational Procedure [JUIDA] Expert (JISC)
 - ISO TR 23350, Project Member
 - WG4: UAS Traffic Management [JUTM] Expert (JISC)
 - ISO TR 23310, Project Leader
 - WG8: Counter UAS [JUTM] Expert (JISC)
 - AG6: UAS Autonomy Powered by AI [JDC] Expert (JISC)
- JUTM 国際標準・エコシステムWG 幹事 (2021~)
 - JUTM 運航管理小委員会 副委員長
 - 国土交通省/航空局 運航管理WG 委員
- NEDO ReAMo Project
 - 各次世代空モビリティ関係WG 委員

Cloud Roboticsとは

上位系: システムのアーキテクチャに依存しない
『データ処理系』



↔ : Uplink/Downlink ⚡ : Air Link ↔ : Robot-Robot Connection -.-> : Data Communication 🖥️ : Proxy Server

接続性と相互利用について

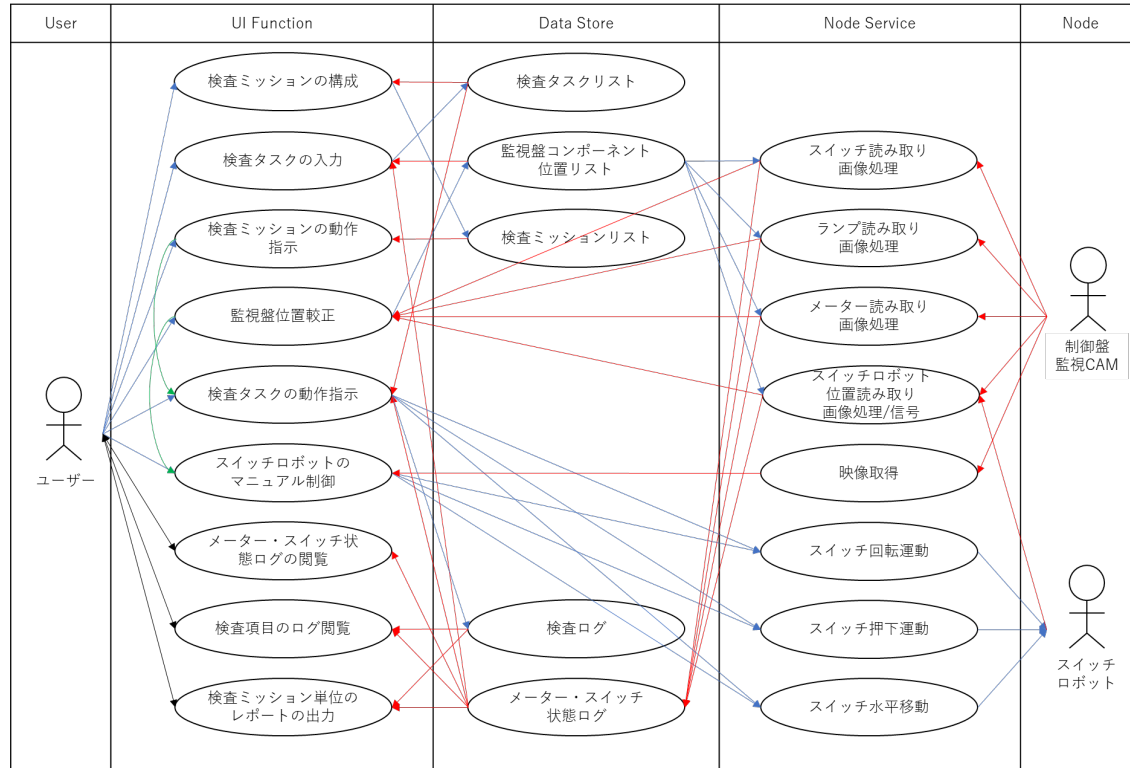
- 上位系: システムのアーキテクチャに非依存
 - 接続および相互利用については、一定のルールがあれば『どんなものでも接続可能』
- 下位系: システムのアーキテクチャに依存
 - 動作特性など種々の条件によって、データ（もしくはデータ構造）自体がAcceptableであっても、システムの仕様によって想定の出力は得られない可能性がある。
- 必要な相互接続性の情報: データ構造と『システムの仕様（身体性）』の共有

RDRで用いている数珠繋ぎDBの意味 (矢口の意図)

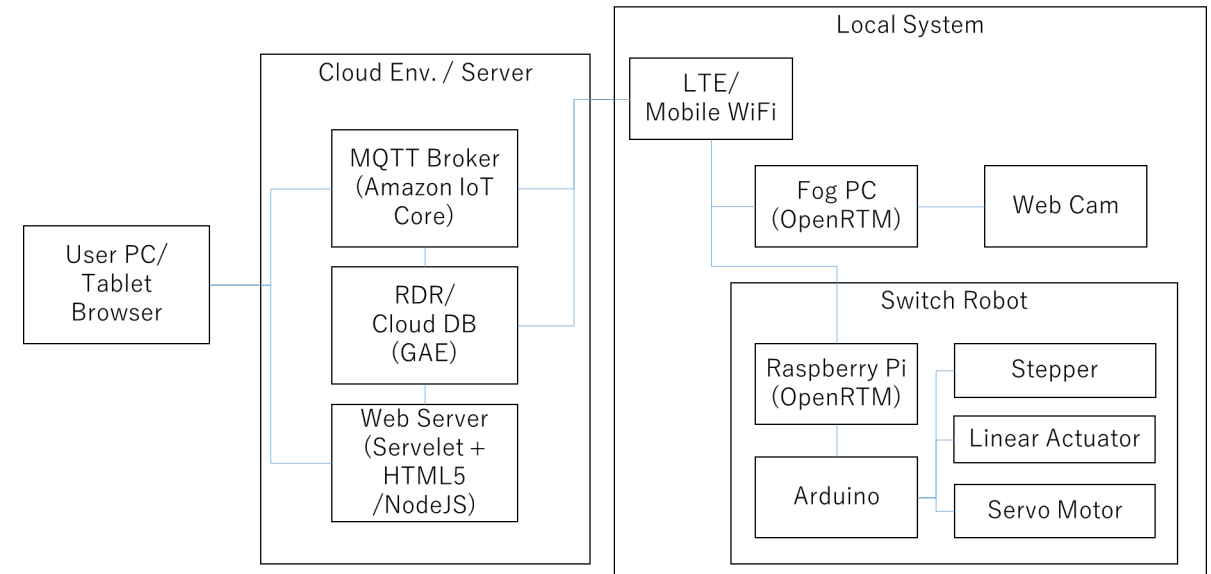
- データストアや処理を『サービス（コンポーネント）』として見る：
 - サービスは複数のFunctionを含む
 - サービスはデータモデルを含む
 - サービスはインターフェースを持つ
 - サービスはステークホルダーを持ち、インターフェースを介して情報のやり取りをする

= ロボットデータは『サービス（コンポーネント）』の連結で考えれば、インターフェースの『意味（Semantics）』を合わせることでロボットサービスの構築ができる『はず』

アクアクルーシステムの例



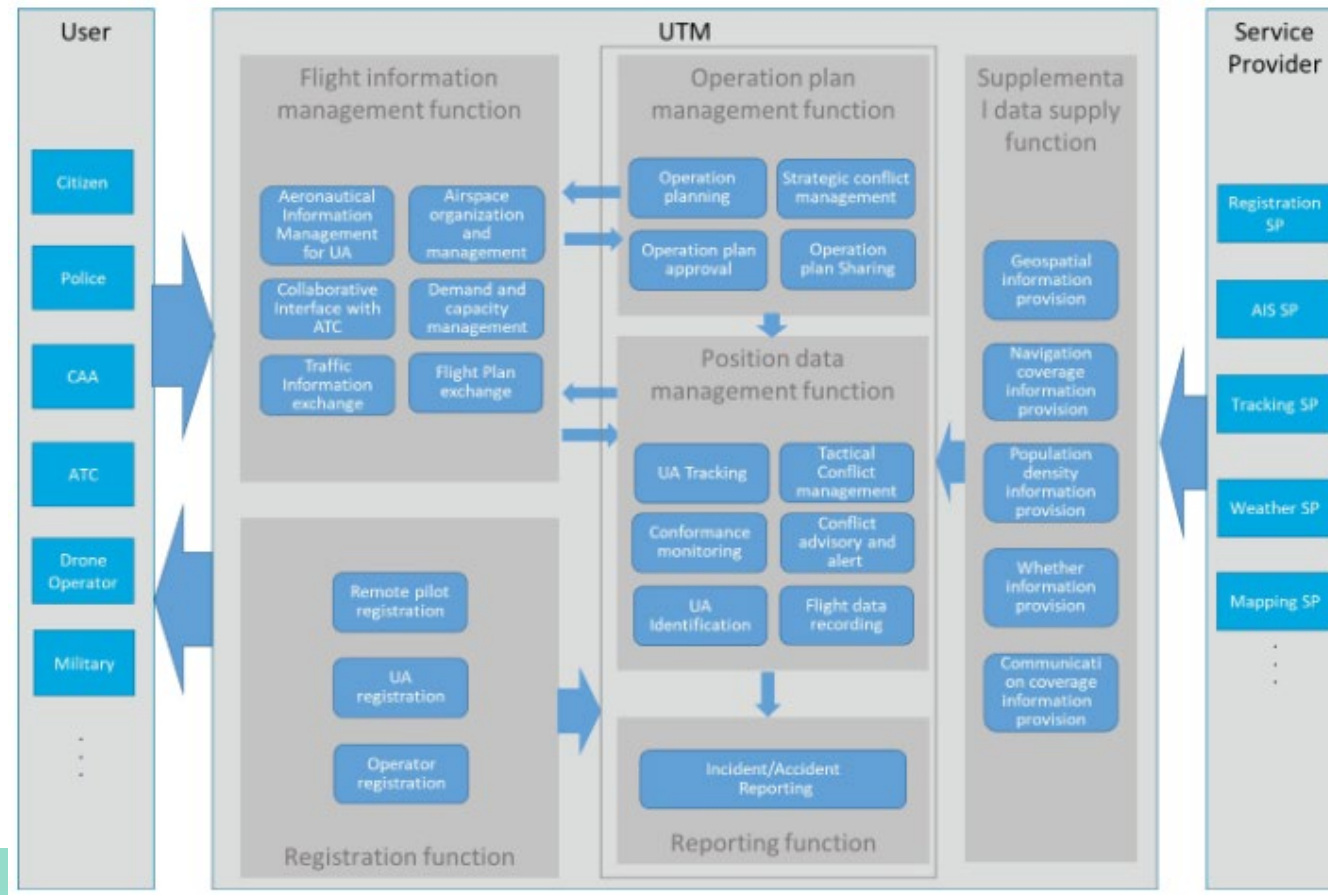
サービスの連結 (ユースケース)



システム (物理) の連結 (システム図)

大局的な『サービス』の定義と標準化

- 例) ドローンの運航管理システム『UTM』の形
 - 機能-アーキテクチャで見た場合の図



大局的な『サービス』の定義と標準化

- 例) ドローンの運航管理システム『UTM』の形
 - 機能-アーキテクチャで見た場合の図

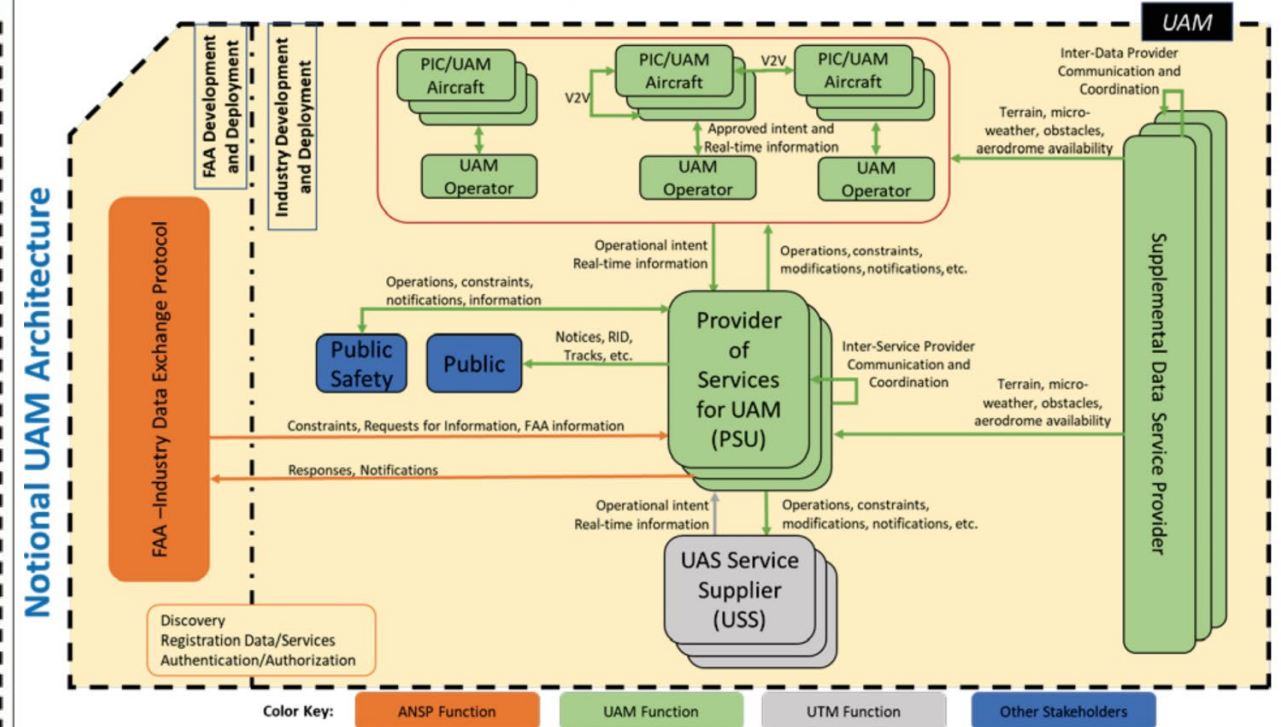
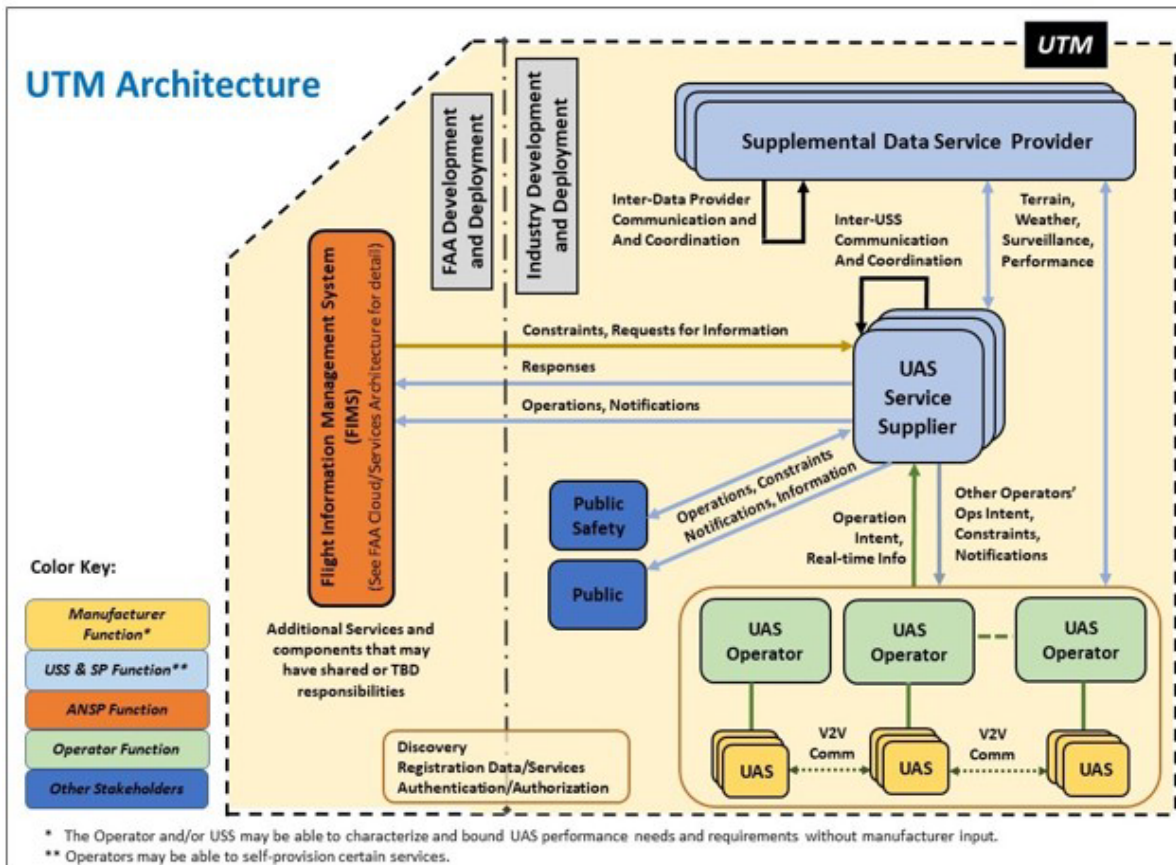


Figure 5-1: Notional UAM Architecture

大局的な『サービス』の定義と標準化

- 例) ドローンの運航管理システム『UTM』の形
 - サービス・ユースケースで見た場合の表の例

Table 13 — Service between USP and operator

UTM functions	UTM services	Information exchanged
Flight information management function	Aeronautical information management for UAS	Aeronautical information, flight plan information
Operation plan management function	Dynamic (airspace) capacity management service	Operation plan information
	UTM route design service	Operation plan information
	Strategic conflict management service	Operation plan information
	Flight clearance service	Operation plan information
	Geo-awareness service	Authority-issued geospatial information

NOTE 1 The names and explanations of functions are adapted from ISO 23629-5.
 NOTE 2 The names and explanations of services are adapted from ISO 23629-12.
 NOTE 3 The “authenticated tracking service” is an extension of the “tracking service” included in ISO 23629-12.

Table 13 (continued)

UTM functions	UTM services	Information exchanged
Position data management function	Traffic information service	Unmanned air traffic information
	Network (electronic) identification service	Unmanned air traffic information
	Tracking service	Unmanned air traffic information
	Authenticated tracking service	Unmanned air traffic information
	Real-time GIS	Unmanned air traffic information
	Vertical alert service	Unmanned air traffic information, operation guidance information
	Tactical conflict management service	Unmanned air traffic information, operation guidance information
	Conformity monitoring service	Unmanned air traffic information
	Procedural interface with ATC	Unmanned air traffic information
Reporting function	Collaborative interface with ATC	Unmanned air traffic information
	Traffic information service	Unmanned air traffic information
Supplemental data supply function	Geospatial information service	Collected geospatial information
	Weather information service	Weather information
	Population density information service	Population density information
	Electromagnetic interference information service	Electromagnetic interference information
	Communication coverage information service	Communication coverage information
	Navigation coverage information service	Navigation coverage information

NOTE 1 The names and explanations of functions are adapted from ISO 23629-5.
 NOTE 2 The names and explanations of services are adapted from ISO 23629-12.
 NOTE 3 The “authenticated tracking service” is an extension of the “tracking service” included in ISO 23629-12.

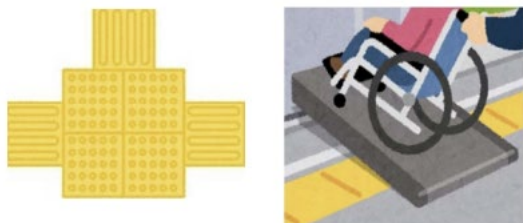
つなぐには『標準化』

- ローカルな標準化: つなぎ方について『自分（たち）で決めればいい』
- グローバルな標準化: つなぎ方がたくさんあるので、どうするかについて『合意』が必要

Compatibility and Quality



Vulnerable Response



Sharing Awareness



Environmental Protection



Safety and Security



Availability



ISO TC20/SC16 Unmanned Aircraft System



- Scope

- 無人航空機システム（UAS）の分野における標準化。UASの分類、設計、製造、運用（保守を含む）、およびUAS運用の安全管理を含むが、これらに限定されない。

23
Published ISO standards*

10
ISO standards under development*

27
Participating members

10
Observing members

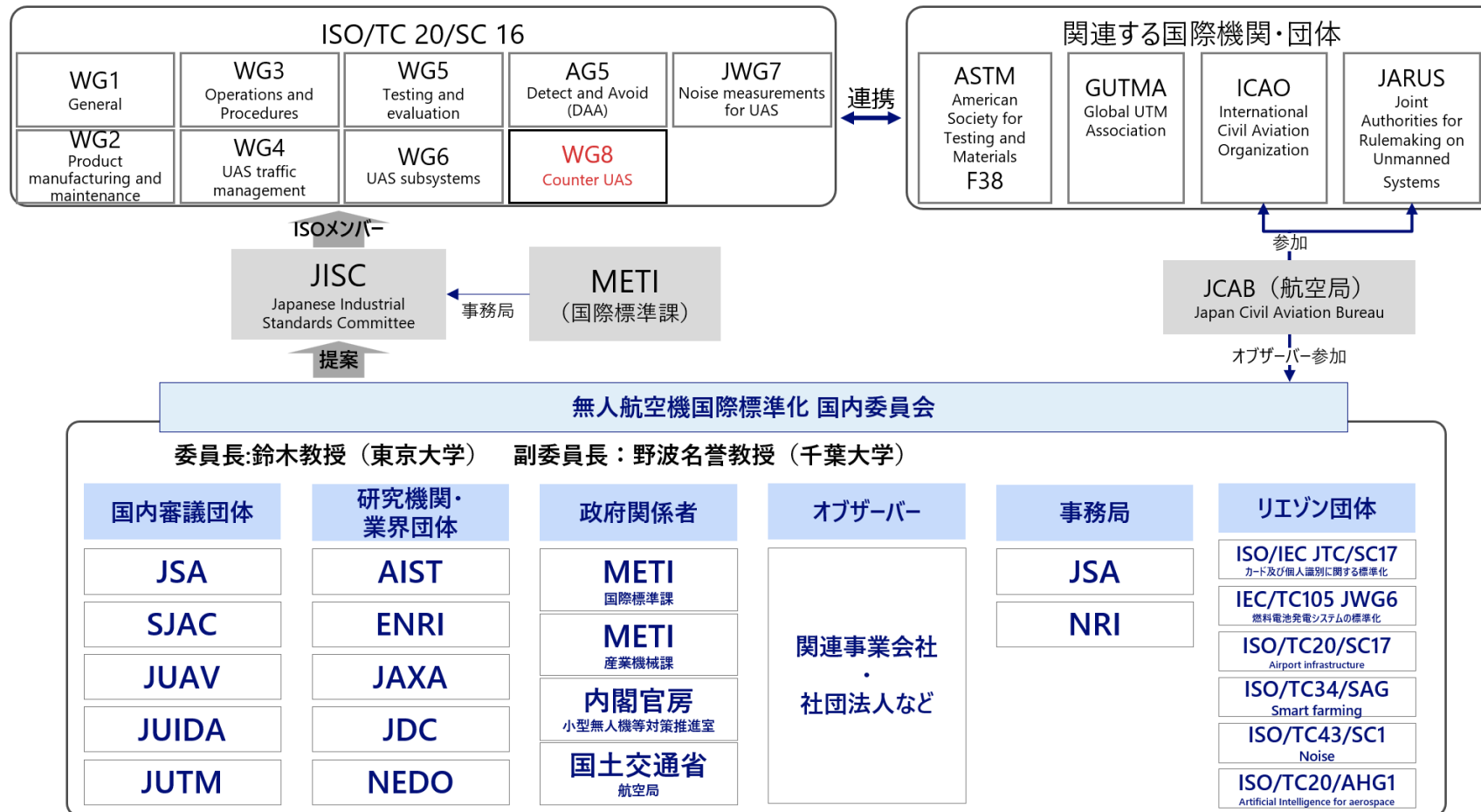
* number includes updates

Structure **Liaisons**

Reference ↑	Title	Type
ISO/TC 20/SC 16/AG 5 ⓘ	Detect And Avoid (DAA)	Working group
ISO/TC 20/SC 16/AG 6 ⓘ	UAS Autonomy powered by AI Technology	Working group
ISO/TC 20/SC 16/CAG ⓘ	Chair's Advisory Group	Working group
ISO/TC 20/SC 16/JWG 7 ⓘ	Joint ISO/TC 20/SC 16 - ISO/TC 43/SC 1 WG: Noise measurements for UAS (Unmanned Aircraft systems)	Working group
ISO/TC 20/SC 16/WG 1 ⓘ	General	Working group
ISO/TC 20/SC 16/WG 2 ⓘ	Product manufacturing and maintenance	Working group
ISO/TC 20/SC 16/WG 3 ⓘ	Operations and procedures	Working group
ISO/TC 20/SC 16/WG 4 ⓘ	UAS Traffic Management	Working group
ISO/TC 20/SC 16/WG 5 ⓘ	Testing and evaluation	Working group
ISO/TC 20/SC 16/WG 6 ⓘ	UAS subsystems	Working group
ISO/TC 20/SC 16/WG 8 ⓘ	Counter UAS	Working group

Counter parts of ISO TC20/SC16 in Japan

22年度からの更新



※2023/4/20時点

Copyright (C) Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved. **NRI**

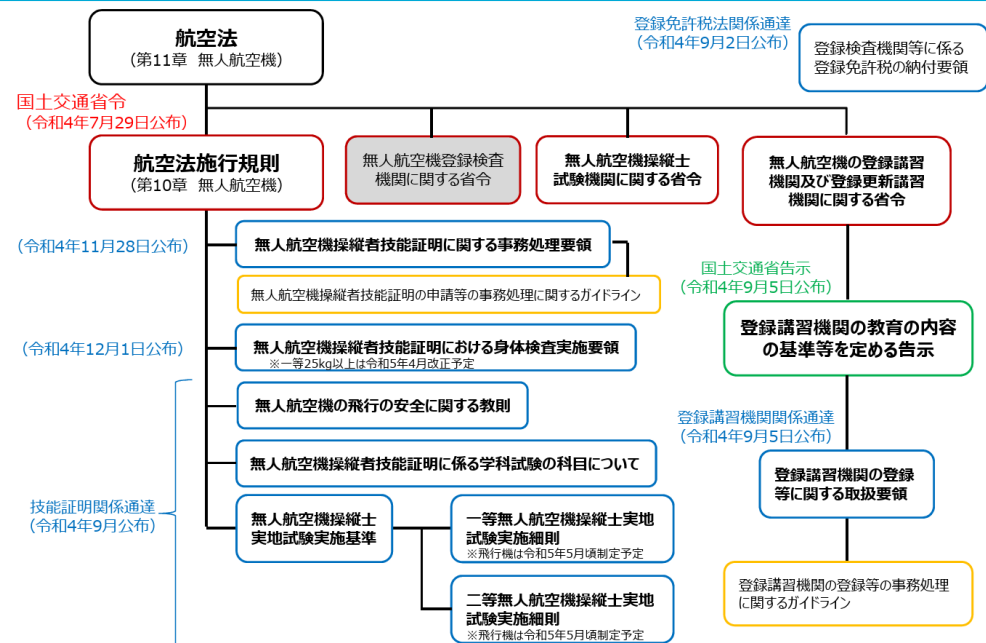
Counter parts of ISO TC20/SC16 in Japan



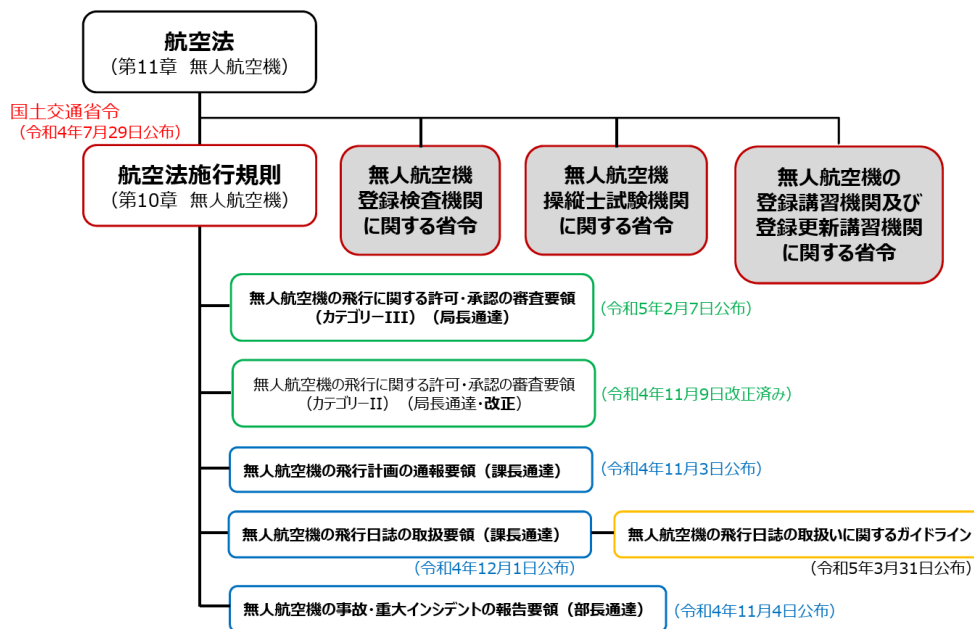
日本のUAS行政

- 国土交通省が所管
 - 基本的には航空法が根拠
 - 航空法施行規則の中に機体と運航・運用・ライセンスの細則が含まれる
 - ライセンスのための講習機関に関する省令は別途

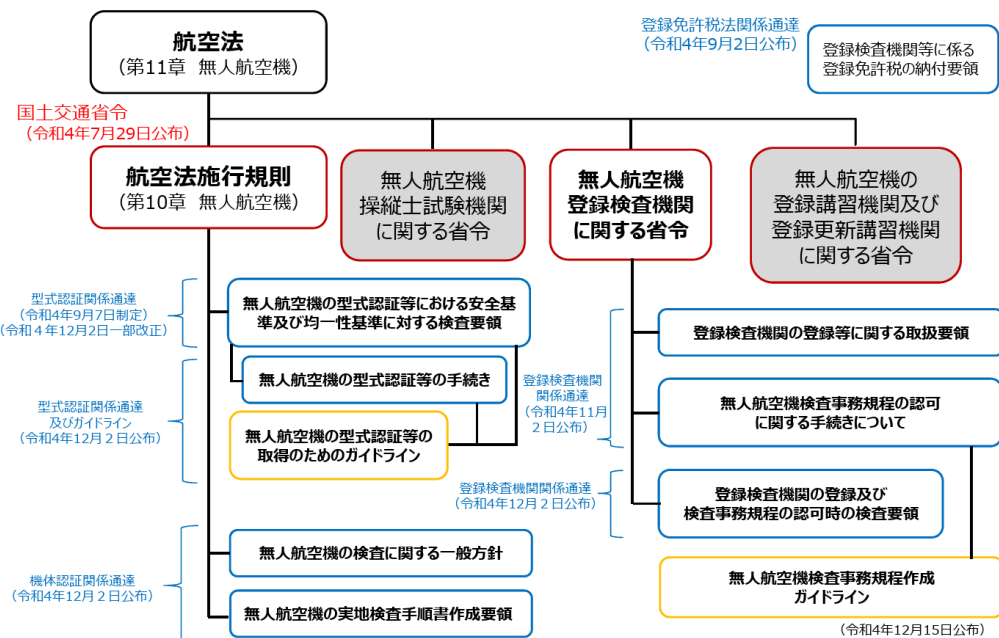
無人航空機操縦者技能証明に関する法体系 (令和5年4月5日時点)



無人航空機の運航に関する法体系 (令和5年4月5日時点)



機体認証等に関する法体系 (令和5年4月5日時点)



ポリシーがない？

- 『空の使い方』と『責任関係』に関するポリシーが存在しない
 - 所謂『運用コンセプト』というドキュメントは国交省は出さない。
 - UASのConOps, UTMのConOpsに類するものは経済産業省（NEDO DRESS/ReAMo Project成果物として）が出そうとしている。
- 比較: 欧州
 - U-Space ConOps (v.4.0): 空域の使用方法和責任関係、空域管理の方法について
 - JARUS SORA (v.2.0->2.5): 空域利用の際のUASのリスク（特定飛行）の算出方法和緩和策について
- 比較: 米国
 - FAA UAS ConOps (v.2.0)に凡そ明記: 空港周辺等のみFAA Cloudを介して設立されるUSS（運行管理サービス）に接続することで利用の促進化

ないのでどうということが起こるか？

第1回デジタル行財政改革会議(10月11日) 岸田総理指示(抜粋)

➢ 齊藤大臣においては、地域交通の担い手不足や、移動の足の不足といった、深刻な社会問題に対応するため、タクシー・バス等のドライバーの確保や、不便の解消に向けた地域の自家用車・ドライバーの活用などの検討を進めるとともに、西村大臣と協力して、自動運転やドローンの事業化を加速してください。

第2回デジタル行財政改革会議(11月22日)


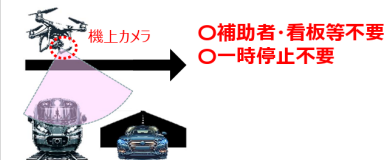
齊藤大臣ご発言(抜粋)

➢ 無人地帯における目視外飛行における事業化を促進するため、年内に新たにレベル3.5飛行の制度を新設します。このレベル3.5飛行の制度の下では、ドローンの操縦ライセンスを保有する者が機上のカメラにより歩行者等の有無を確認することにより、補助者や看板の設置、地上を車両などが走行している際のドローンの上空での一時停止といった現在の立入管理措置を不要とします。これにより、効率的なドローンの飛行が可能となります。

岸田総理ご発言(抜粋)

➢ 交通分野に関し、ドローンによる配送サービスの事業化のため、無人地帯における目視外飛行の規制について、レベル3.5飛行制度を年内に新設します。

デジタル技術(機上カメラの活用)により補助者・看板の配置といった**現在の立入管理措置を撤廃**するとともに、操縦ライセンスの保有と保険への加入により、**道路や鉄道等の横断を容易化**。

事業者の要望	改革案【年内実施】
現在のレベル3飛行の立入管理措置(補助者、看板、道路横断前の一時停止等)を緩和してほしい。	レベル3.5飛行の新設 により、 現在の立入管理措置を撤廃
(現在のレベル3飛行)	(レベル3.5飛行)
 <p>○補助者・看板等の配置 ○一時停止</p>	 <p>機上カメラ ○補助者・看板等不要 ○一時停止不要</p>

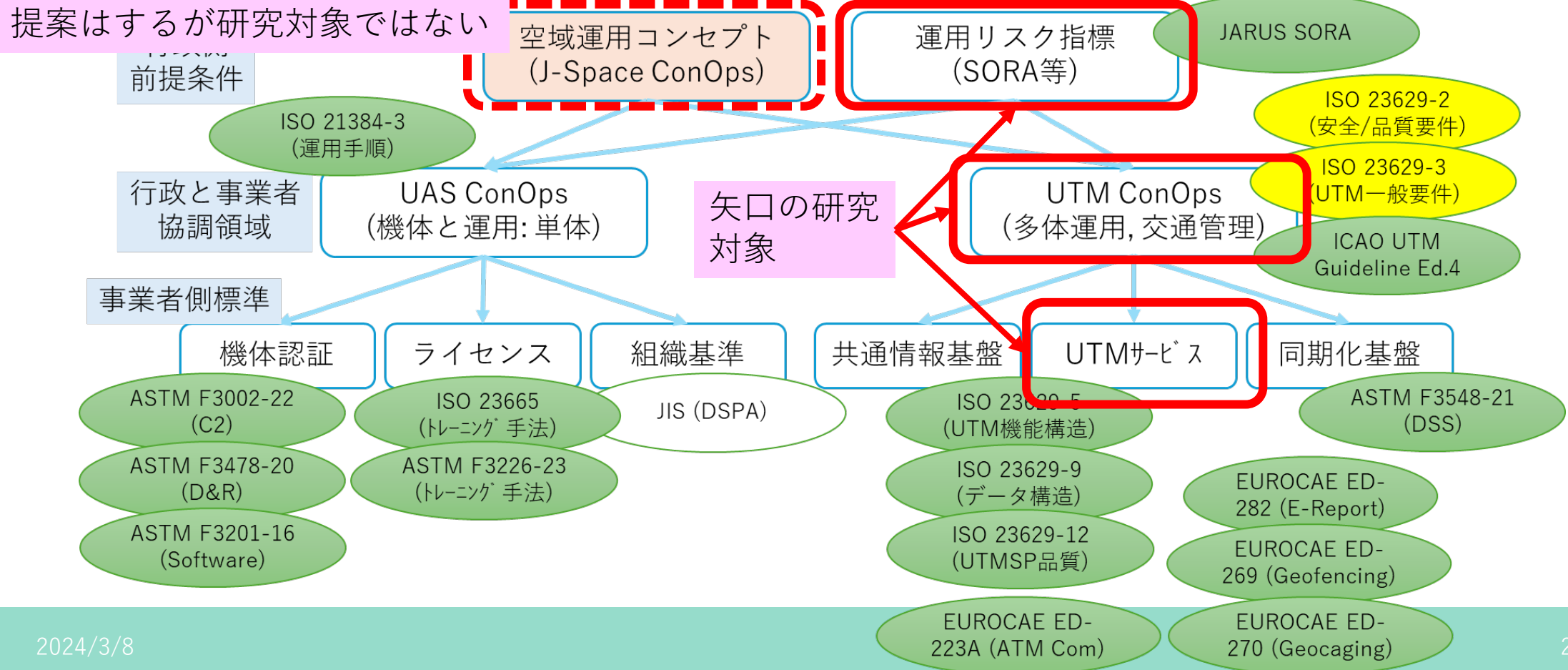
レベル3.5飛行の許可・承認手続期間について来年度内に**1日を目指す**とともに、**型式認証取得機増加により許可・承認手続を不要化する(0日化)**。

事業者の要望	現状の措置状況	改革案
許可・承認申請手続を簡素化・スピード化してほしい。(現在10日前申請)	○ 最大1年間の包括許可・承認導入済	①レベル3.5飛行について来年度内に DX化(システム改修)等を実施し1日での許可・承認を目指す
	○ 機体認証・操縦ライセンスがあれば、許可・承認手続不要(制度導入済)	② 型式認証取得機増加 に向け、社内試験データの活用等による 効率的な認証取得の実現

- その制度の抜き方が『安全なのかどうか』が分からない
 - 例) レベル3.5: 国交省は『立ち入り禁止措置』と『カメラによる歩行者の有無の確認』が同等の安全管理措置とみている
 - ← レベル3は無人地帯前提 = 『カメラによる歩行者の有無の確認』は無人地帯であることの証明にはならない(人がいるという証明は可能だが、人がいないという証明にならない)
 - 例) 型式認証の効率化という名で簡単に抜かれる『安全対策』

どうすべきなのか？（議論・研究対象）

- コンセプトとリスク指標を上位にした運用基準体系と、戦略的な国際標準化（ないし国際標準の導入）



まとめ

- Cloud Roboticsとは、単純にデータの所在や連結ではない
 - システム全体のアーキテクチャは『単純化』
 - 運用と評価のための『ポリシー』が明確化する必要がある
 - 要求工学に基づく『サービス』と『機能』、『データ』の要求の接続のための解析が重要
- 実業での最先端は（恐らく）UAS分野（特に航空交通管理）
 - 実体はまだ『牛丼配送』レベル（国内）。
 - どうにかして『使える場所』『使うべき場所』をリスクとコストを当てはめて計算しなければいけない
 - 今は『リスク』が高すぎて導入ができない<適切な『リスク指標』が課題