

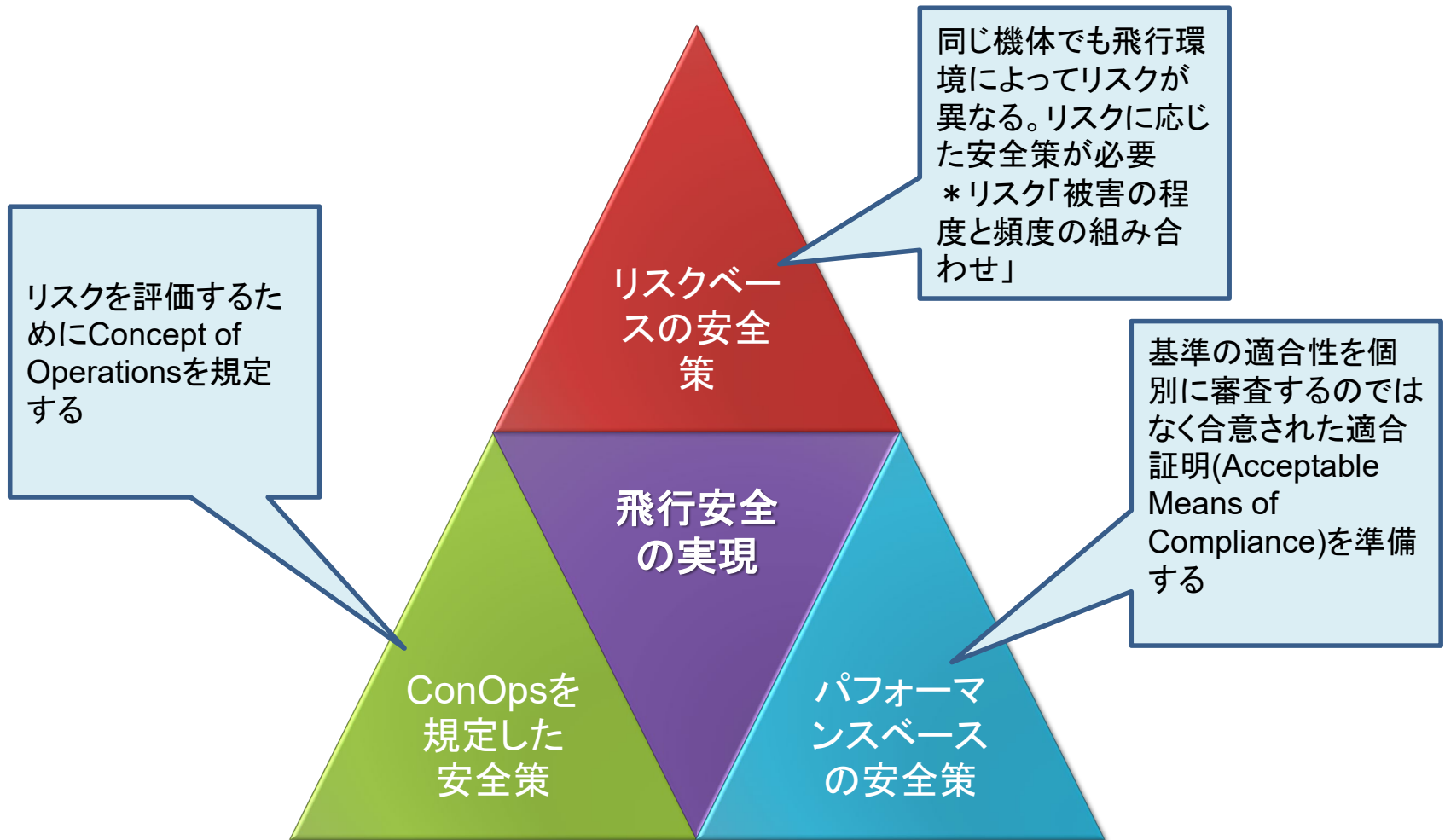
次世代エアモビリティの飛行安全策 ～その基本理念と今後の展望

鈴木真二

東京大学未来ビジョン研究センター

2022.10.11

次世代エアモビリティー安全策の基本理念

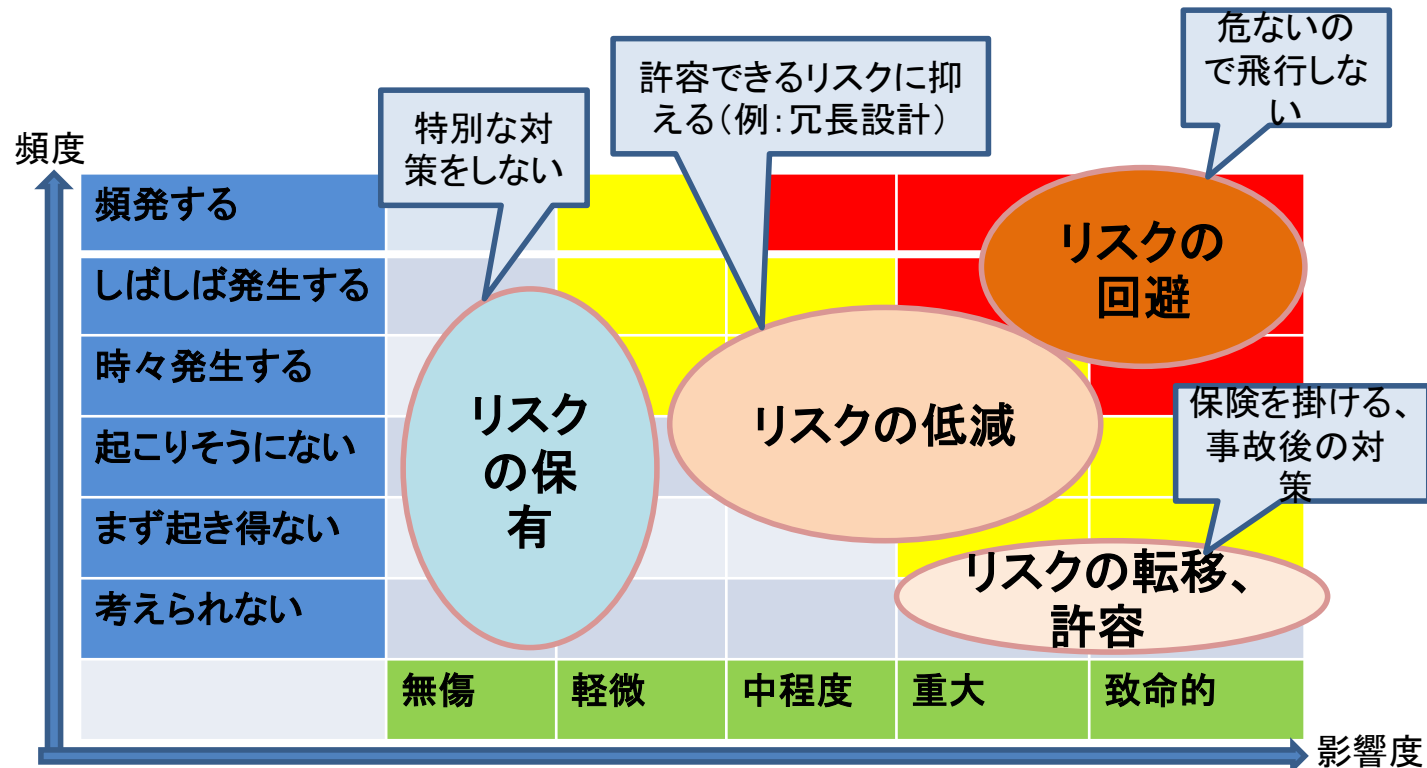


リスクベースの制度設計

- リスクとは？
 - 将来のいずれかの時において何か悪い事象が起こる可能性をいう（OXFORD英英辞典）
 - 金融学、工学、経営学など分野に応じた定義づけがなされる。
- 工学におけるリスク
 - 「ある事象生起の確からしさと、それによる負の結果の組合せ」(JIS Z 8115「ディペンダビリティ(信頼性)用語」)
 - **リスク = 影響度 × 頻度**
- 「安全とは、許容できないリスクがないこと」
 - (出典:ISO/IEC(2014)"Guide 51, Safety aspects --Guidelines for their inclusion in standards"

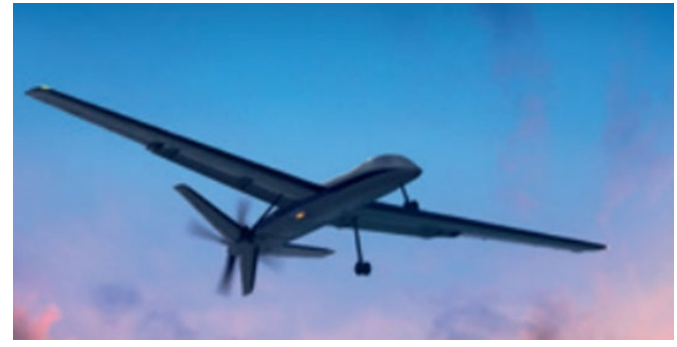
リスクマネジメント

・リスク対応の考え方



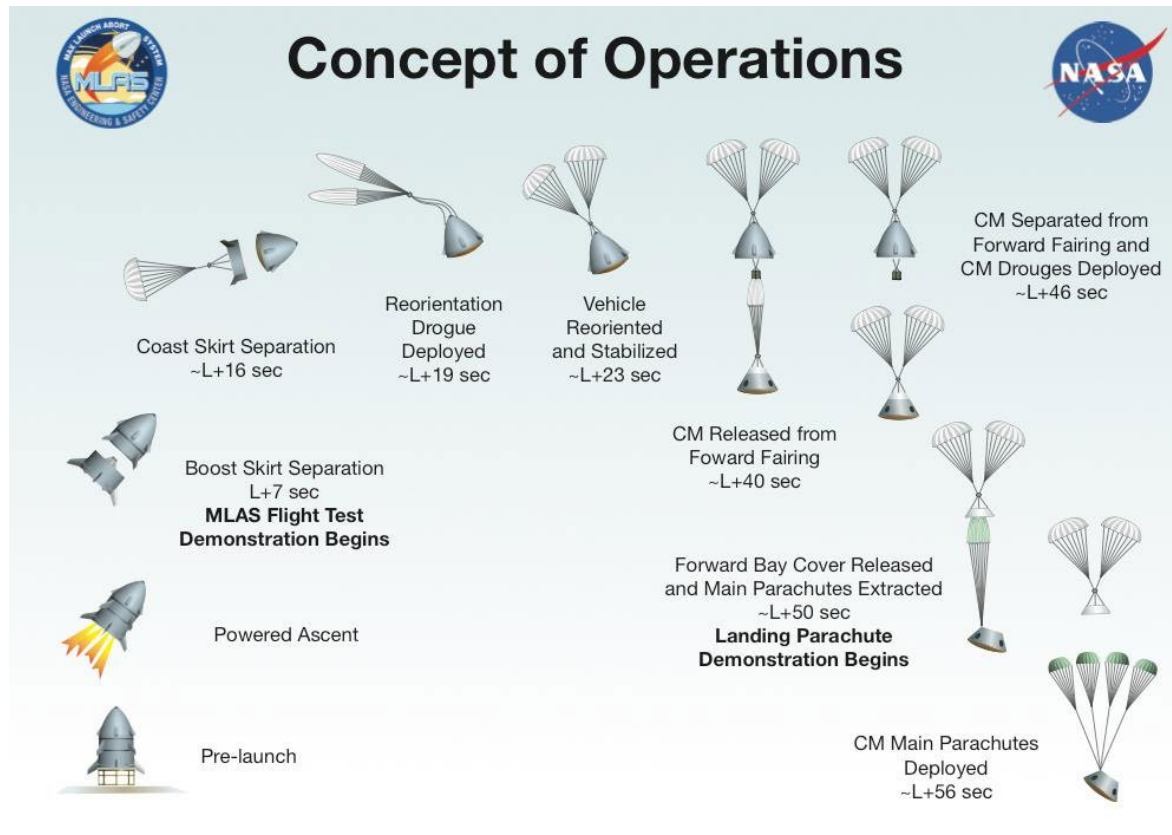
EASAのRisk Based Approach

- EASA(欧州安全航空局)は産業の発展と安全の確保の調和のためにRisk Based Approachを発表(2015. 3)
- 運航をOpen(公開)、Specified(特例)、Certified(認証)の3レベルに分類
- http://www.easa.europa.eu/system/files/dfu/205933-01-EASA_Summary%20of%20the%20ANPA.pdf



ユースケースに応じた制度設計

- ConOps (Concept of Operation) の定義



Max Launch Abort System

Note: Parachute suspension lines and risers not drawn to scale.

ConOps (Concept of Operations)

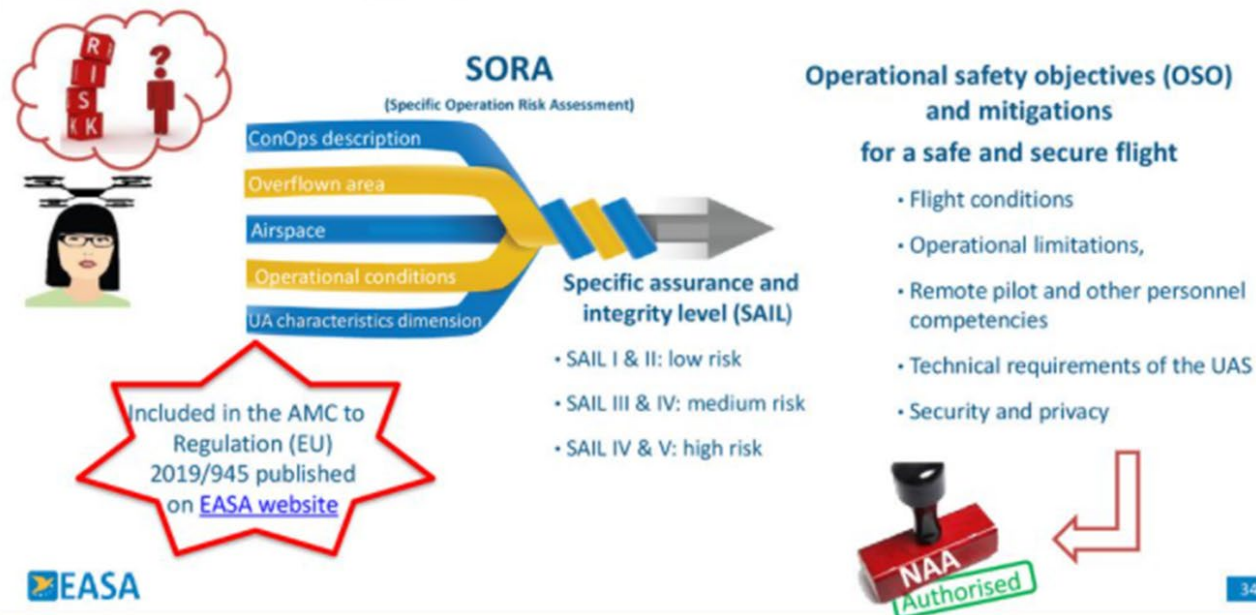
- ConOpsは、(a)対象領域の現在の状態(as is)と、課題が解決した際の同領域のあるべき状態(to be)を明示し、(b)後者の実現のために何を作る必要があるかを明示するもの(IEEE)。
- EASAによるドローンの運用に関するConOps
 1. 業務の種類と関連するリスク
 2. 運用環境と地理的領域
 3. 使用する技術的手段(機体、運航技術)
 4. 関係する人員の能力、義務、責任
 5. リスク分析、特定されたリスクの低減方法
 6. メンテナンス

<https://www.easa.europa.eu/downloads/110913/en>

リスク評価手法 SORA

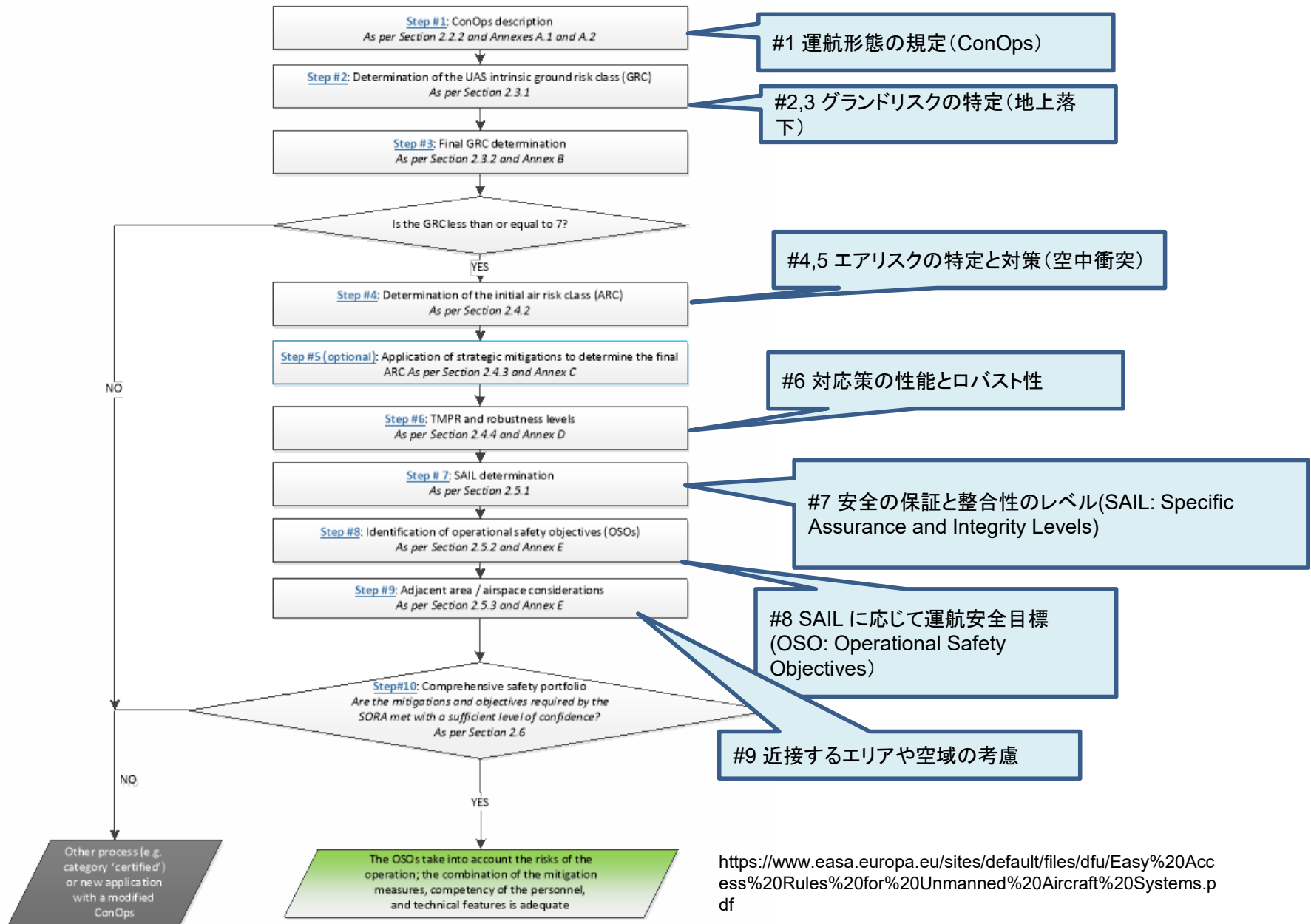
- 各国航空当局が参加するJARUSで策定（日本も参加）
- 欧州航空安全機関EASAが本格的に採用

Specific category – Risk assessment



<https://slideplayer.com/slide/17884074/>

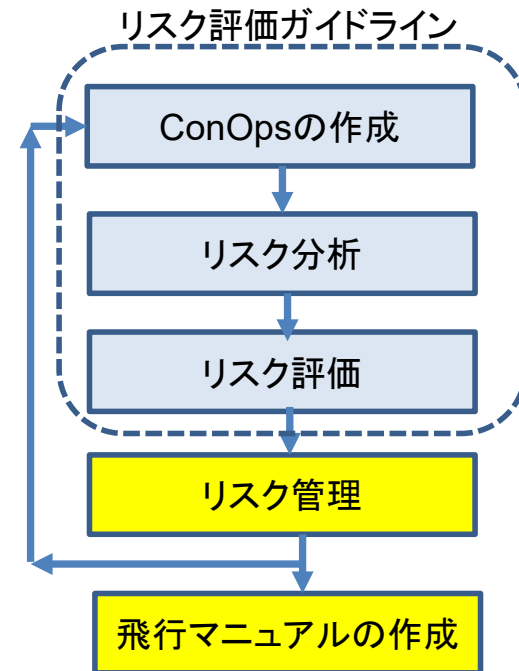
JARUS: Joint Authorities for Rulemaking of Unmanned Systems
SORA: Specific Operation Risk Assessment



福島RTFにおけるリスク評価ガイドライン

- カテゴリーIII飛行における安全確保措置に必須、カテゴリーII飛行における安全確保措に推奨
 - ConOpsの作成
 - リスクの分析(エアリスク+地上リスク)
 - リスクの評価
 - リスクの管理(リスク低減策)
 - 飛行マニュアルの作成

欧米日の航空局が参加するJARUS(Joint Authorities for Rulemaking of Unmanned Systems)作成のSORA(guidelines on Specific Operations Risk Assessment)を元に関係団体および政府関係者と作成中

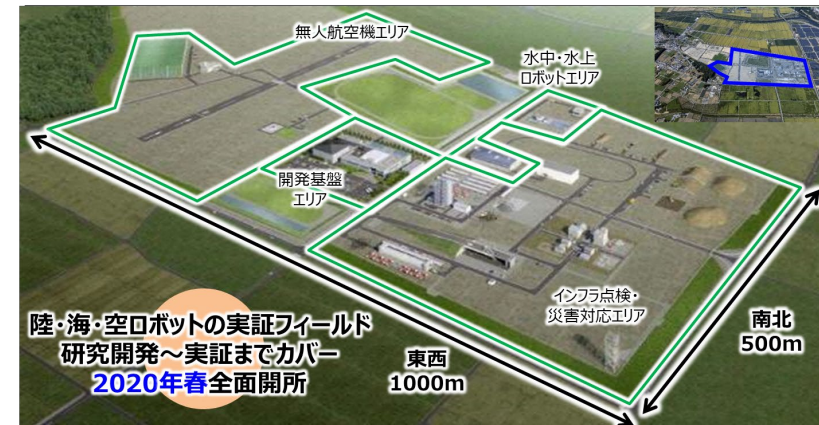


福島RTFの役割(ドローン団体との連携)

- 各種要素試験
- 機体認証にむけた飛行試験方法の開発
- 特殊な操縦トレーニングの実施
- 各種ユースケースに対応したガイドライン策定
- 安全確保措置に向けたリスク分析評価ガイドライン
- サービス品質の向上にむけたドローンサービス規格
- 災害時の航空運用調整ガイドライン

福島イノベーション・コースト構想

FUKUSHIMA
ROBOT
TEST FIELD
福島ロボットテストフィールド



<https://www.fipo.or.jp/robot/>

パフォーマンスベースの制度設計

- パフォーマンスベースとは？
- 硬直的なプロセス、技術、手順よりも、測定可能であり望ましい成果（パフォーマンス）に焦点を当てる考え方。どのように結果や成果を得るか（Prescriptive、How to do）よりも、何が達成されなければならないか（What to do）を重要視する。
- パフォーマンスベースには以下の特性がある。
 - -パフォーマンスを監視するための測定可能なパラメータが存在する
 - -パフォーマンスを評価する客観的な基準（MOC）が確立されている。
 - -パフォーマンスを満足する方法に自由度を与え、パフォーマンス向上を促し、向かわせる。
 - -パフォーマンスを満足しない状態が即時の安全上の問題とならないようにする枠組みがある。

FAA 小型航空機Part23の近代化

- 2017年8月 FAAは小型機の耐空性基準Part23の改正
- 革新的で安全性の高い技術を効率よく小型航空機に適用可能とする63の手法
- **Performance Baseの規定は、ASTMなどが定めたAMC標準**を採用する



航空法のN類(小型機)の耐空性審査要領も改定

To Go From This



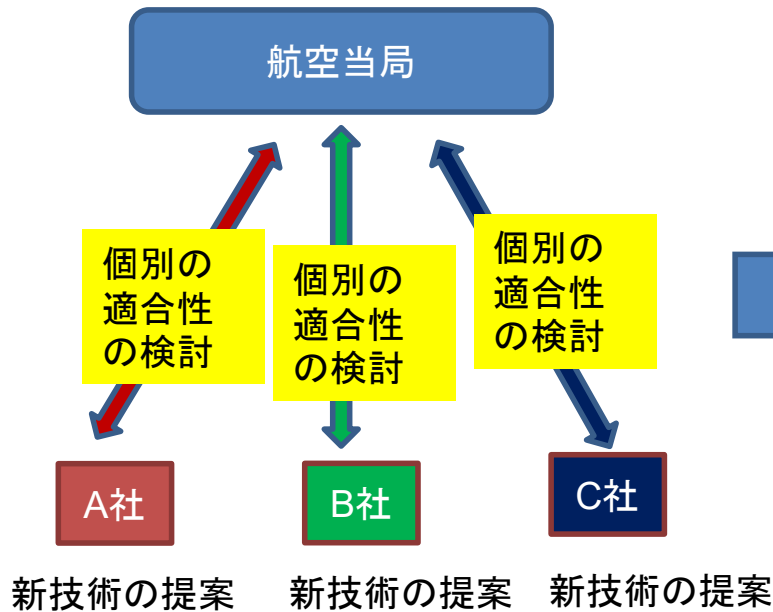
To This



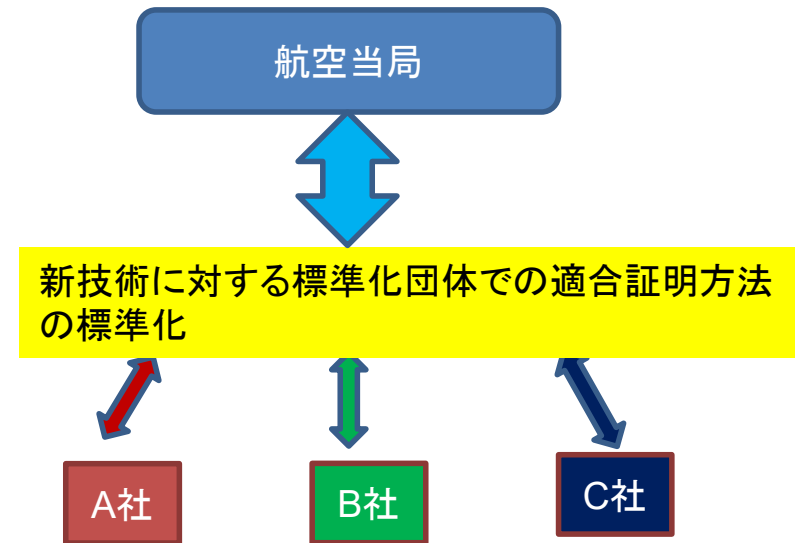
<https://jdasolutions.aero/blog/faa-rulemaking-speed/>

型式証明審査方式の変更

・従来の方法



・パフォーマンスベース



AMOC (Acceptable Means of Compliance)

- 当局が定めた機体認証基準に対する適合性証明に活用可能な手法・規格等
- 産学官のエキスパートが参加して業界団体がAMCを策定
 - **RTCA** (Radio Technical Commission for Aeronautics)
 - 装備品環境試験 (DO-168)、ソフトウェア (DO-178)、セキュリティ (DO-326) など
 - **SAE** (Society of Automotive Engineers)
 - システム安全 (ARP4761, ARP4754) など
 - **ASTM** (American Society for Testing and Materials)
 - 小型機、無人機など
 - **EUROCAE**
 - 欧州を拠点にした航空標準化団体

The logo for RTCA (Radio Technical Commission for Aeronautics) features the letters "RTCA" in a bold, blue, sans-serif font. A small, stylized aircraft icon is positioned to the right of the letter "A".The logo for SAE International consists of the letters "SAE" in a large, bold, blue, sans-serif font. Below "SAE", the word "INTERNATIONAL" is written in a smaller, blue, sans-serif font.The logo for ASTM International features the letters "ASTM" in a bold, blue, sans-serif font, with a stylized globe or orbital path graphic behind the letters. Below "ASTM", the words "ASTM INTERNATIONAL" are written in a smaller, blue, sans-serif font.The logo for EUROCAE is a blue square containing a stylized white and yellow graphic that resembles a flight path or a globe. Below the square, the word "EUROCAE" is written in a blue, sans-serif font.

NEDO DRESSにおけるAMOC検討

- NEDO DRESSプロジェクト*を延長し、「無人航空機の第二種認証に対応した証明手法の事例検討WG」を設置
 - 航空局「無人航空機の型式認証等における安全基準及び均一性基準に対する検査要領」に対応するAMOC
 - 各分野エキスパート(産官学)によるサブWGでの審議とロールプレイ

区分	検討サブWG
001 運用のコンセプト	サブWG1
105 無人航空機の安全な運用に必要な関連システム	サブWG2
110 ソフトウェア 115 サイバーセキュリティ	サブWG3
300 耐久性と信頼性	サブWG4
305 起こりうる故障	サブWG5

<https://public-comment.e-gov.go.jp/servlet/PcmFileDownload?seqNo=0000236481>

*NEDO「無人航空機に求められる安全基準策定のための研究開発」

NEDO ReAMoでの活動

- 「次世代空モビリティの社会実装に向けた実現プロジェクト」
- 研究開発項目〔1〕「性能評価手法の開発」
 - (1)ドローンの性能評価手法の開発(委託)
 - (2)空飛ぶクルマの性能評価手法の開発(委託)
 - (3)ドローンの1対多運航を実現する安全性評価手法の開発(委託)
 - (4)ドローンの1対多運航を実現する機体・システムの要素技術開発(助成)

次世代空モビリティの安全認証および社会実装に求められる性能評価手法に関する研究開発

委託

国立大学法人東京大学
国立大学法人長岡技術科学大学
国立大学法人筑波大学
BIRD INITIATIVE 株式会社

今後の課題

- 小型無人機事業者の定義と認証のありかた
 - 米国(FAA)では航空事業者、リモートオペレーター
 - 欧州(EASA)ではオペレーター認証制度
 - わが国では福島RTF・DSPAが進めるドローンサービスJISにおいてサービス品質の標準化
- 国際的な整合性
 - ISO TC20/SC16
- 運航管理
 - NEDO ReAMo 研究開発項目[2]「運航管理技術の開発」
- 大型無人機(無操縦者航空機)との関係
 - 欧州(EASA)では最大離陸重量600kg
 - 米国(FAA)ではVLSクラスまで視野

U-Space

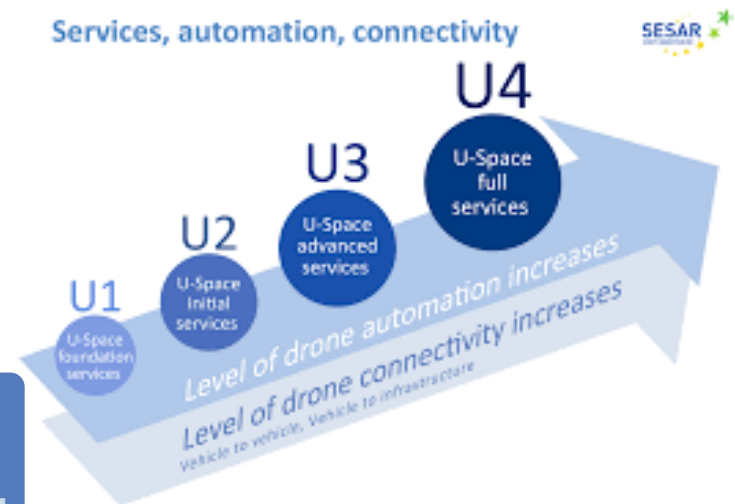
- 2016 ワルシャワ宣言にて新たな空域管理U-Space
- 2017 SESAR (シングルヨーロッパンスカイ航空管制研究共同実施機構)がU-SpaceのBlueprint
- 2021 Commission Implementing Regulation (EU) 2021/664~666
- 2023.1 実施

U1: 電子的な空中ドローンの登録制度, ジオフェンスサービス

U2: 空中ドローンの飛行管理を支援するサービス (飛行計画, 飛行承認, 追跡, 空域の動的情報提供, ATMとのインターフェースなど)

U3: 高密度な空中ドローンの飛行を, 衝突管理などで実現

U4: 有人機の運航に対しても統合されたインターフェース



<https://www.sesarju.eu/u-space-blueprint>

The Regulation (EU) 2021/664 on a regulatory framework for the U-Space (U-space regulation) lists four mandatory services in the airspace defined as "U-Space airspace" and two additional services based on the airspace risk assessment.

You can find the status of the implementation of services in Switzerland by SUSI below.



Network remote identification service (art. 8 U-space Regulation)

This service ensures the remote identification of the operator throughout the flight. It shares the registration number of drone operators as well as further details about their flights (speed, height, course) with authorised users (citizens, authorities, air traffic services).

Status: *Implemented by SUSI*



Geo-awareness service (art. 9 U-space Regulation)

The service provides UAS operators with information about static and dynamic airspace constraints, such as UAS geographical zones information.

Status: FOCA has published the **geozone data** corresponding to the Swiss drone map. USSPs and drone manufacturers can download the data and use them to provide the Geo-awareness service.



UAS flight authorisation service (art. 10 U-space Regulation)

The service is a strategic deconfliction tool. It ensures that UAS operations are free of intersection in space with any other notified UAS flight authorisation within the same portion of U-Space airspace. The service does **not** cover authorizations provided by competent authorities such as national and local authorities, or skyguide in controlled airspace.

Status: *In progress*



Traffic information service (art. 11 U-space Regulation)

The service informs UAS operators about other air traffic (both manned and unmanned) that may be present in proximity to their UAS.

Status: *Pending*



Weather information (art. 12 U-space Regulation)

The service provides relevant weather data to UAS operators during the flight planning and executions phases, as well as improve the performances of other U-Space services provided in the U-Space airspace.

Status: *Pending*



Conformance monitoring service (art. 13 U-space Regulation)

The service provides real-time alerting of non-conformance with the granted flight authorisation and inform the operator and other relevant stakeholders when a significant deviation occurs.

Status: *Pending*

<https://susi.swiss/u-space-services/>
スイス航空局

Art8 ネットワークリモートID

Art 9 ジオアウェアネスサービス

Art10 UAS飛行許可(飛行前の空域管理)

Art11 運行情報サービス

Art12 気象情報

Art13 適合監視サービス

空の産業革命に向けたロードマップ2022 レベル4の実現、さらにその先へ

<案> 2022年●月●日 小型無人機に係る環境整備に向けた官民協議会

		2022	2023	2024~ (年度)
		レベル4飛行を段階的に人口密度の高いエリアへ拡大		
環境整備	法制度等の整備	運航管理システム (UTMS) の導入に向けた検討	Step 1 ※1 UTMSの利用を推奨 ※1 早期のUTMS利用の例：災害時等	Step 2 ※2 <2025年頃> ※2 認定UTMプロバイダの利用により、複数の運航者による近接した運航を可能とする。併せて認定UTMプロバイダ間の接続のための環境整備を実施する。 ※3 指定空域内のすべてのドローンが認定UTMプロバイダを利用すること等により、航空機や空飛ぶクルマも含めた混雑飛行が可能とする。
	機体の認証	新制度詳細決定 リスク評価ガイドラインの策定 メーカーと情報共有 検査機関の登録	リスク評価 認証	運航管理におけるリスク評価手法の改良とその適切な実施の促進、事故等の情報収集・分析 機体の認証取得促進、整備・検査人材の育成、認証機の継続的な安全確保
	操縦ライセンス	試験準備 講習準備、登録	試験 講習	操縦ライセンス取得促進、操縦者の育成・技量確保 登録講習機関の登録促進と適切な監督、講習内容の充実、講師の育成支援
	登録・リモートID	継続的に登録・リモートID搭載の徹底		UTMSでの利用に適したリモートIDの検討
	申請システム【DIPS】	新制度への対応等	運用	利活用の更なる促進等を図る観点から、システムを改善
	上空における通信の確保	・高度150m以上でのLTEの利用等を可能とするための技術条件や手続の簡素化を検討 ・衛星通信等の代替策を検討		制度化、更なる対応を検討・実施
	標準化の推進	ICAO、ISO等を通じた国際標準化、事業者のサービス品質に係る産業規格化の推進等		
福島ロボットテストフィールド	レベル4 運航支援（機体認証取得、リスク評価、実証運航（南相馬・浪江間））		災害対応などドローンの社会実装に貢献するための施設の整備・提供	
技術開発	機体等の開発	行政の現場を活用したドローンの実証実験 具体的な用途に応じたドローンの技術開発	行政ニーズに対応するため必要な標準機体の性能仕様を策定 SBIR制度の活用による支援の検討	国内企業の開発を促進 順次実装 市場投入・活用促進
	試験手法の開発	大積載量・長距離飛行の実現に資するモータ技術等の開発 第一種機体認証の安全基準に対応した機体の試験手法の開発		
	運航の省人化	一操縦者による多数機同時運航を実現するために必要な機体・要素技術の開発・実証		一操縦者多数機同時運航のための性能評価手法の開発
	運航管理技術	空域の高密度化を可能とするため、ドローンや空飛ぶクルマと航空機がより安全で効率的な航行を行うために必要となる運航管理技術の開発・実証		大阪・関西万博で実証
社会実装	物流・医療（生活物資・医薬品等）	ドローン物流の実用化に向けた実証を支援 医薬品配送ガイドラインの改定検討 荷物等配送ガイドラインの改定	レベル4飛行によるドローン物流の課題の整理、物流サービスの実装を促進 河川での発着拠点の設置等に対する支援強化 河川利用ルール等のマニュアルを策定	人口密度の高い地域、多数機運航
	インフラ・プラント点検（産業保安）	スマート保安を推進するための認定制度の創設・制度詳細の具体化		制度の施行
	防災・災害対応	・防災基本計画において、航空運用調整の対象としてドローンを位置づけ ・先進的取組の自治体間情報共有	・地域の防災体制等への反映 ・ドローンを活用した防災訓練の推進	災害現場での活用拡大
	地域との連携強化	ドローンサミットの開催 情報共有プラットフォームを通じた情報発信の強化		更なる地域との連携促進

航空機、空飛ぶクルマも含め一体的な空、モビリティ施策への発展・強化

NEDO ReAMoプロジェクト

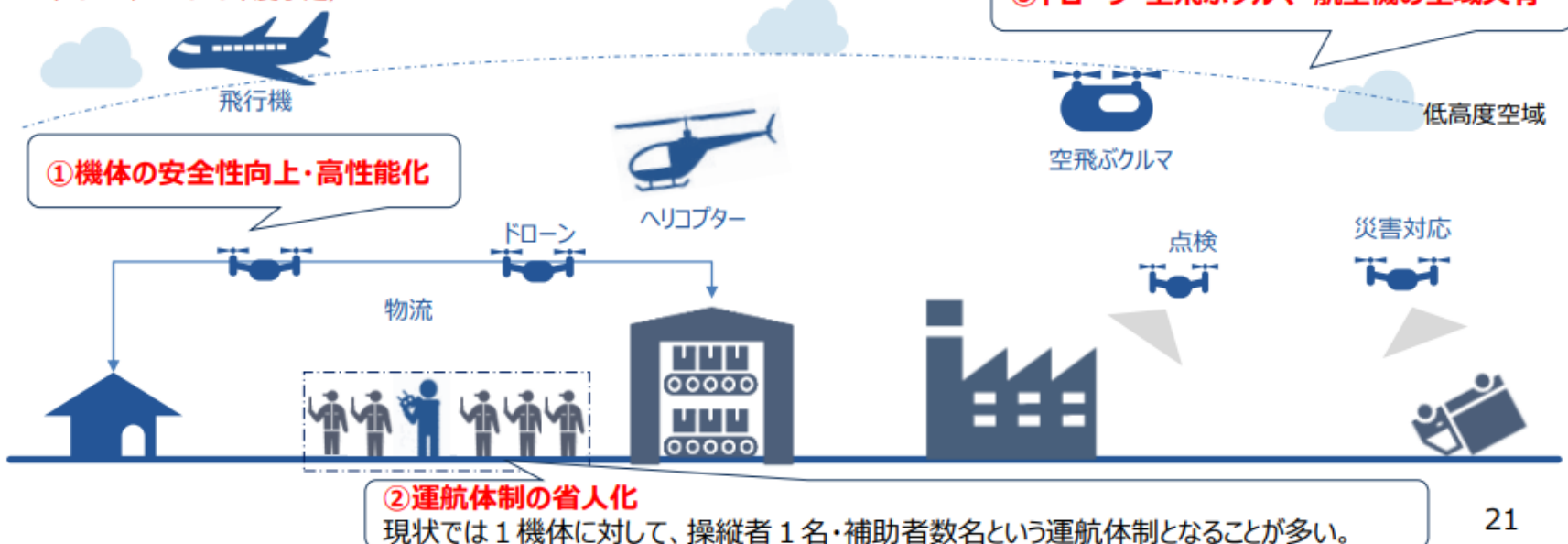
次世代空モビリティの社会実装に向けた実現プロジェクト

今後のドローンの利活用拡大を見据え、

- ① レベル4に対応した試験方法の標準化等により、「機体の安全性向上・高性能化」を進め、ドローンの活用の幅を拡大する。
- ② 「運航体制の省人化」によって1人の操縦者が複数の機体を操縦できるようにし、ドローン利活用のポテンシャルをさらに引き出す。
- ③ また、空飛ぶクルマが登場することも見据え、ドローンと空飛ぶクルマ、航空機が空域を共有するための技術の確立を目指す。

【次世代空モビリティの社会実装に向けた実現プロジェクト】

(2022年～2026年度予定)



藤巻さんへのコメント

- 米国の「目視外飛行の拡大に向けた規則検討委員会」では完全な合意が得られた訳ではないと聞いていますが、それはどの部分でしょうか？
- 規則検討委員会での答申が新たなルールになるのに通常どの程度の時間がかかるのでしょうか？
- 欧州EASAのルールとFAAのルールの違いが散見されますが、その理由は？また国際的なハーモナイゼーションへの動きはあるのでしょうか？
- 公的利用（インフラ点検、国境警備など）に関する目視外飛行のルールはどのような状況でしょうか？