

DX・GX（デジタル・グリーントランスフォーメーション）等における
新技術に対応した航空局の取組について

令和6年1月26日

国土交通省 航空局 安全部

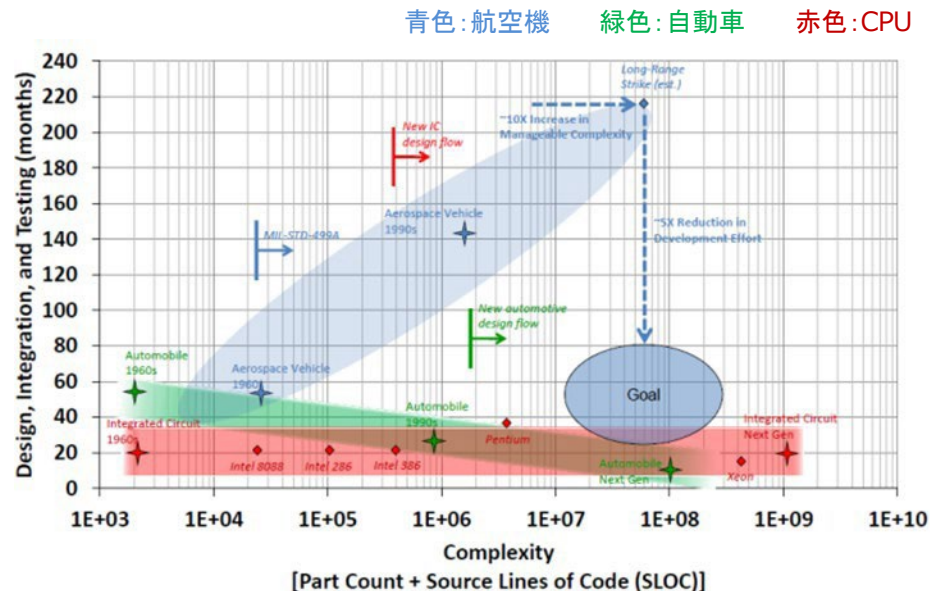
航空機安全課長 千葉 英樹

1. DX（デジタルトランスフォーメーション）関係
2. サイバーセキュリティ関係
3. GX（グリーントランスフォーメーション）関係

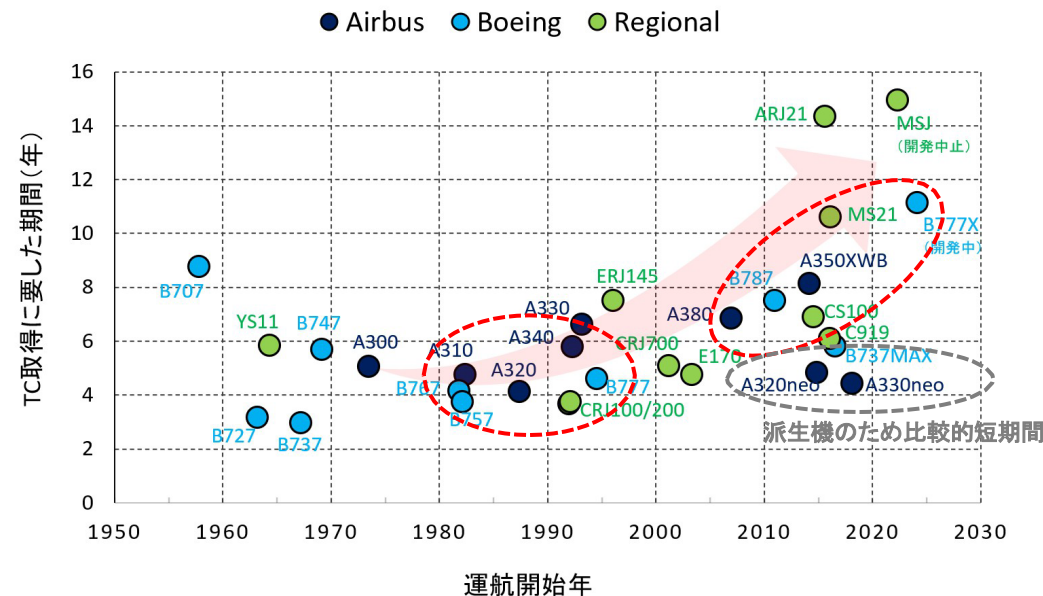
1. DX（デジタルトランスフォーメーション）関係
2. サイバーセキュリティ関係
3. GX（グリーントランスフォーメーション）関係

- 製品開発において、機能や部品点数が増加した場合、例えばCPUや自動車は開発期間は一定となっている一方で、航空機は、システムの複雑性と高い安全要求から開発期間が増加してきた。
- 実際に、プロジェクトローンチからTC取得までに要した期間は、1980年代～1990年代は5年程度であったのに対して、2000年以降は8年程度以上に増加傾向となっている。
- 今後、新たに航空機を市場投入していく上で、このように増大してきている航空機の開発リスクをマネジメントするための取組みの重要性が従前より高まってきている。

開発期間と製品の複雑性の相関関係



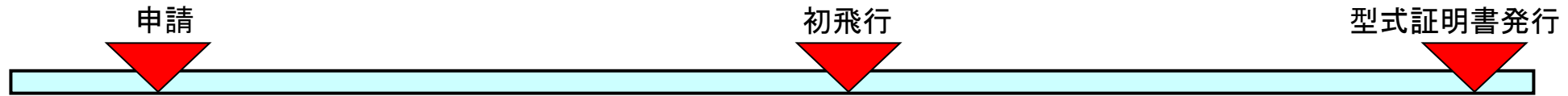
TC取得に要した期間 (PJローンチ～EIS)



出典: Aerospace Industries Association, "Life Cycle Benefits of Collaborative MBSE Use for Early Requirements Developments," 2016.

出典: 国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構提供。

開発の
時間経過→

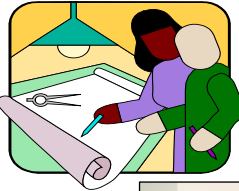


適用基準の合意

- ・適用される耐空性基準の設定
- ・設計の特徴に応じた特別要件の設定

適合性証明計画の合意

- ・適合性証明計画 (Certification Plans)、適合性見解書 (Issue Papers) 等



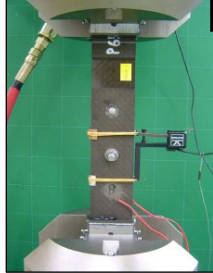
図面、解析書等の審査

- ・性能計算書、強度計算書、電気負荷解析書 等



各種試験への立会

- ・材料試験、構造部品強度試験、全機強度試験、装備品／システム機能試験 等



飛行試験の進捗にあわせ、
図面、解析書等の審査、
各種試験への立会い等も継続

製造過程の検査、品質管理体制の審査

- ・適合検査 (Conformity Inspections) 等



飛行試験の実施・立会

- ・社内飛行試験
- ・型式証明飛行試験



提供:KHI

全ての適用基準への適合性を確認

経済安全保障重要技術育成プログラム／航空機的设计・製造・認証等のデジタル技術を用いた開発製造プロセス高度化技術の開発・実証

採択テーマ：

航空機的设计、認証、生産プロセスの革新とプロセス統合

事業の目的・概要

- 日本の航空機産業の国際競争力の向上のために、航空機的设计・製造・認証などにMBSEなどのデジタル技術を活用した開発製造プロセス高度化技術の開発・実証を実施する。
- 脱炭素化を実現する次世代航空機に加え、空飛ぶクルマ、自動車、船舶、宇宙機など他分野の開発製造プロセス構築への知見を獲得し、将来の活用を目指す。

実施体制

※太字：代表機関

国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構
 株式会社IHI
 川崎重工業株式会社
 株式会社SUBARU
 一般財団法人日本航空機開発協会
 三菱重工業株式会社

事業期間 (予定)

2023年度～2027年度 (5年間)

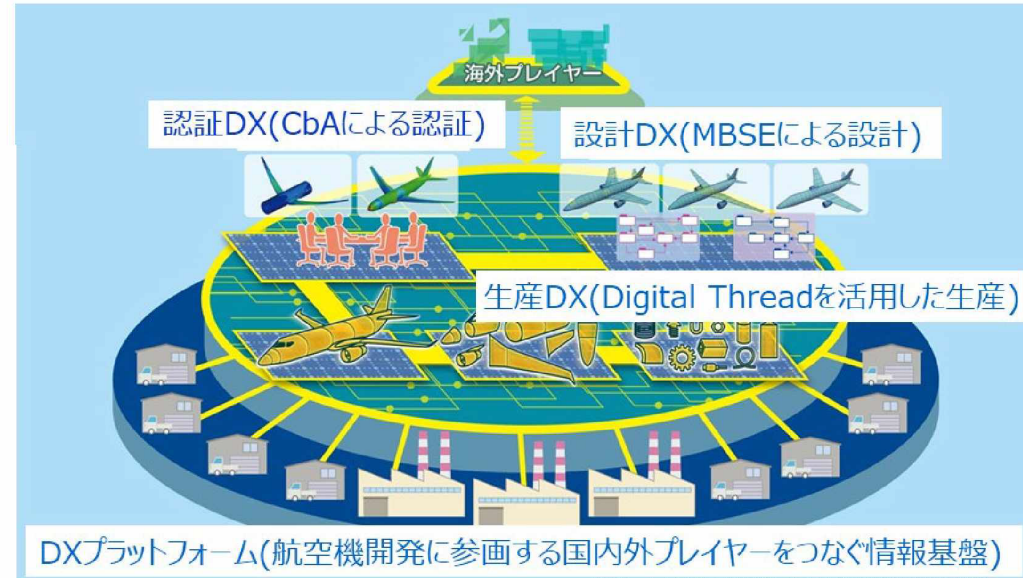
事業規模など

- 事業規模 : 150億円
- 契約形態 : 委託事業

主な研究開発内容

- 設計DX、生産DX、認証DXに関する研究開発
- 開発製造プロセスの統合 (DXプラットフォーム) ・共同開発実証

事業イメージ (全体像)

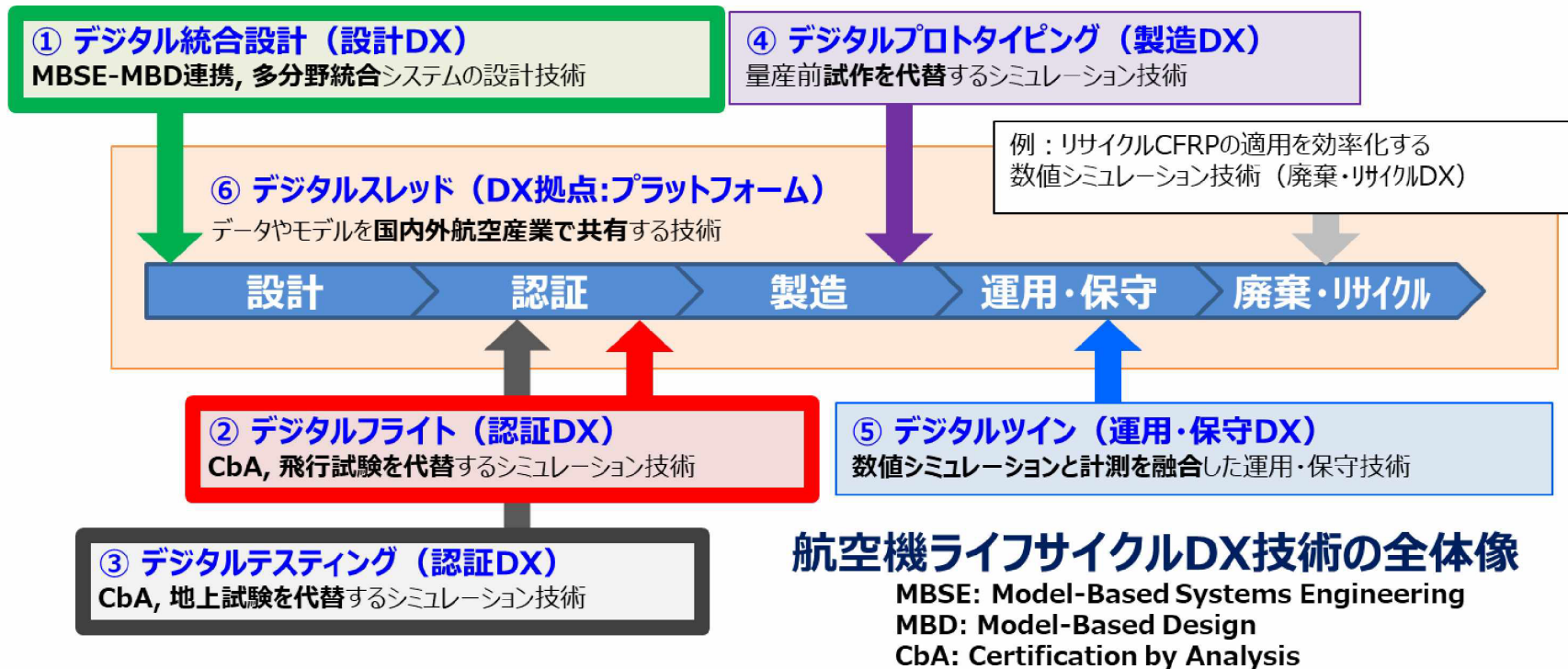


出典：国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構

CbA : Certification by Analysis 実機を用いずにデジタル上の分析により行う安全性認証

航空機ライフサイクルDX技術の研究開発

航空機ライフサイクル各フェーズのデジタルプロセスを高度な数値シミュレーション技術で革新する



ニーズ ↑

↓ 社会実装

航空機ライフサイクルDXコンソーシアム（CHAIN-X）

フェーズ	概要	担当機関
設計DX	Model-Based Systems Engineering (MBSE)と Model-Based Development (MBD)の連携に基づくプロセス、及びリファレンスモデルを構築	JAXA IHI KHI MHI
認証DX	国際的な信頼性保証フレームワークとの連携を図りつつ、認証試験を解析で代替する Certification by Analysis (CbA)のプロセスを構築し、実用性の高いガイドラインを作成	JAXA KHI MHI ※航空局と連携
生産DX	デジタル技術を活用した Advanced Product Quality Planning (APQP)、Model-Based Definition (MBD)と Model-Based Instructions (MBI) の連携、スマートサプライチェーンのプロセス構築	JADC KHI SUBARU MHI
プロセス統合(DXプラットフォーム)	複数組織間でのデータ連携手法、先進デジタルスレッド技術を確立することにより、設計・認証・生産フェーズの各プロセスをシームレスにつなぎ統合するための手法を開発。国際共同開発において適用可能なプラットフォームを構築	JAXA

※JAXAの資料を基に、航空局が作成

航空局が取り組む必要性

航空局においても、国産の航空機開発の対応に加えて、以下の観点からデジタル技術を活用し設計された機体の安全性審査への取り組みが必要

1 外国でデジタル技術を用いて開発された航空機の国内認証

- 外国で安全性証明を受けた機体を我が国で運航させる場合、我が国においても安全基準に適合するか審査が必要。
- 今後、デジタル技術を活用して設計をされ、外国当局で認証された機体が外国から我が国に輸入されるため、デジタル技術を活用した設計における認証方法、設計プロセスを理解し実施できる体制が必要。

2 外国との共同開発の際のデジタル技術を用いた安全性認証

- 外国の航空機メーカーの機体開発では、今後デジタル技術を活用した設計が確実視されている。
- 外国の航空機メーカーと共同開発する我が国メーカーも、構造部材、装備品等の開発・認証にはデジタル技術の活用が必須。
- それらの構造部材、装備品について、我が国航空当局もデジタル技術を用いた設計における安全性審査に体制が必要。



航空機DXの全体像概念図

Kプロ事業における航空局の取り組み・関係者との連携

- ① デジタル技術を活用した開発における認証方法のガイドラインの作成、模擬審査
- ② 特定の分野へのデジタル技術を活用した安全性審査

その後、国際標準化への取組、適用分野の拡大、新たな形態の航空機への適用に向けて、継続した活動が必要。

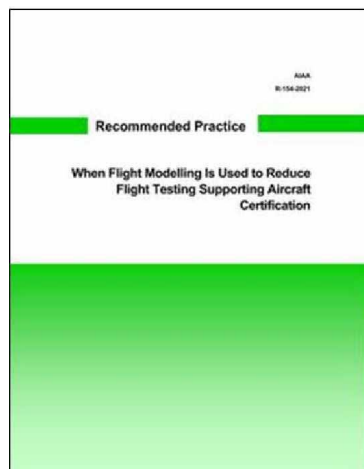
※ MBSEにより機体開発の短期化や低コスト化、認証試験をCbAで代替とDXの可能性に期待する一方、DXが実機での取組と同等の安全性を担保できるか検証が必要

海外でのCbA適用に関する議論

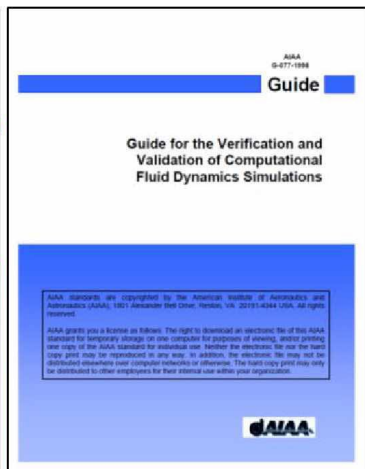
- 各国航空局、主要OEM (Original Equipment Manufacturer)及び研究機関から成る国際WGでは、構造CbAの根拠となる標準文書を作成中。
- 近い将来ASME*スタンダードとして出版予定。
同様の参加機関で構成された飛行性CbAに関するWGでもRecommended Practiceを出版。

EASA/FAAの取組

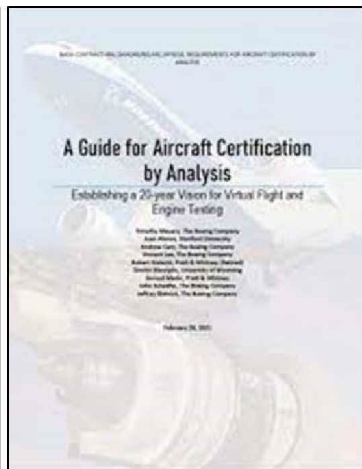
- EASAはCM(Certification Memoranda)で構造分野のCbAに対する見解を示した。
- FAA/EASAは、公的研究機関が主体的に進めるCbA実証研究プロジェクトに参画、審査者の立場でサポートまたはアドバイスを実施。



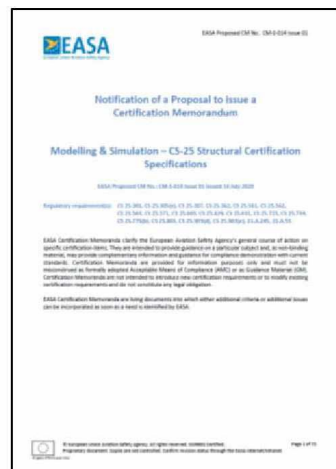
AIAA R-154-2021



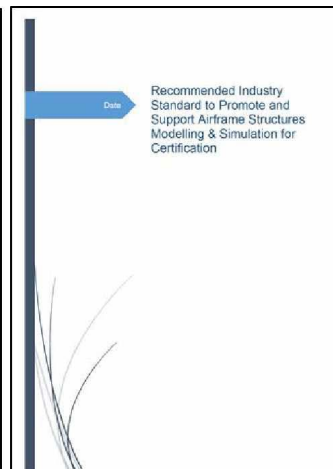
AIAA G-077-1998



NASA/CR-20210015404



EASA Proposed CM-S-014



国際WG 標準文書ドラフト

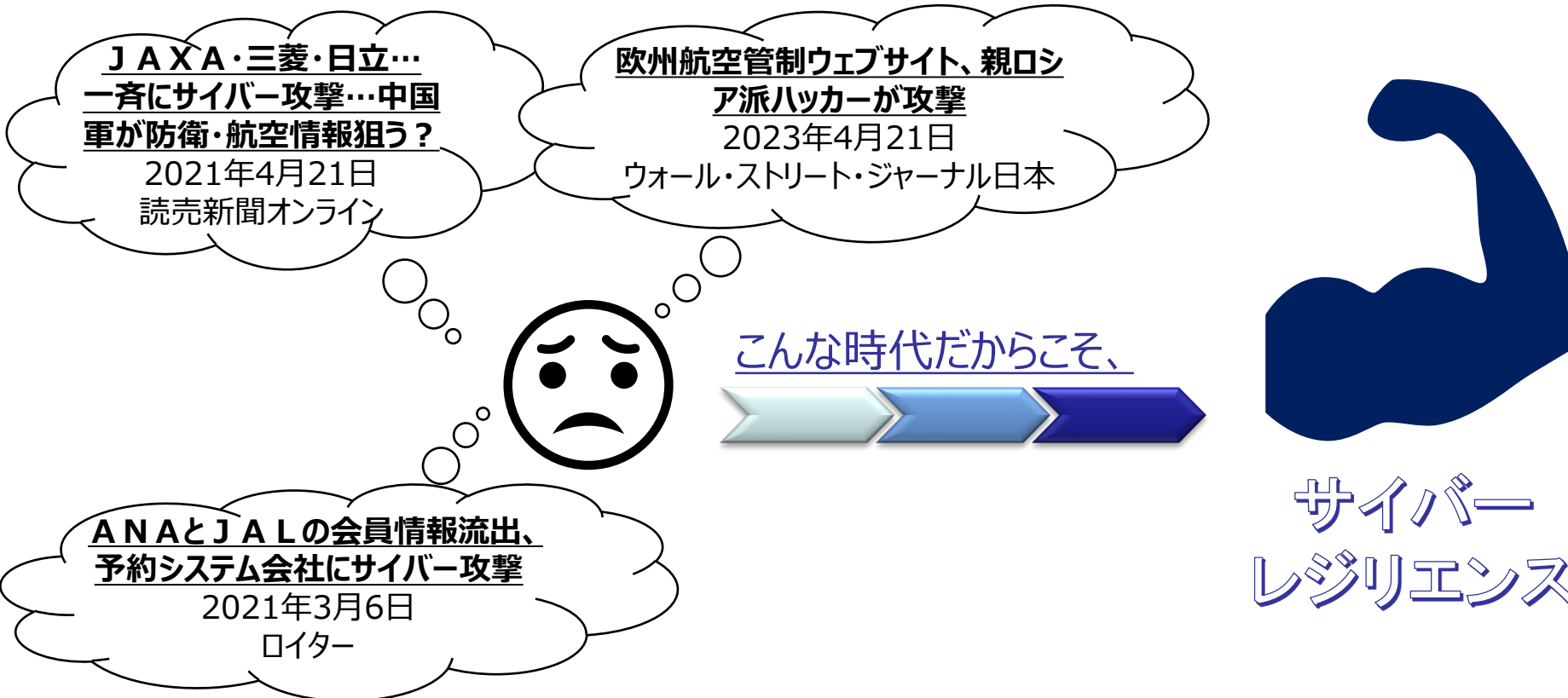
*ASME: American Society of Mechanical Engineers(米国機械学会)

1. DX（デジタルトランスフォーメーション）関係
2. サイバーセキュリティ関係
3. GX（グリーントランスフォーメーション）関係

概要

- サイバーセキュリティの重要性は年々高まっており、電子技術を多用する近代航空機においても同様
- 航空分野全般への攻撃が散見されている
- 航空機をはじめ、安全を担う重要なシステムに対し、サイバーレジリエンス※の向上が必要
- DX・GXでのデジタル化においてサイバーレジリエンスについても考慮が必要

※サイバー攻撃を受けた際の被害を最小化し、素早いリカバリーを行うための対応力・回復力



概要

- サイバーセキュリティの観点で、無人航空機にも航空機にも対応が必要
- 基本的な考え方は無人航空機も航空機も同じであり、
 - セキュリティリスクの特定、評価及び必要な緩和策。そして維持



- **GX・DXにおいて、新たな脅威やリスクが発生しないような対策が必要**

(参考) 無人航空機の型式認証におけるサイバーセキュリティの要件

サーキュラー No.8-001

・115 サイバーセキュリティ

(a)別のシステムと連携する無人航空機の機器、システム及びネットワークは、無人航空機の安全性に悪影響を及ぼす意図的で許可されていない電子的な干渉から守られなくてはならない。

セキュリティ対策は、セキュリティリスクが特定され、評価され、かつ、必要により緩和されていることを示すことによって確実になされなければならない。

(b)上記 (a)項により必要とされる場合、セキュリティ対策が維持されるような手順及び指示がICA に含まれなければならない。

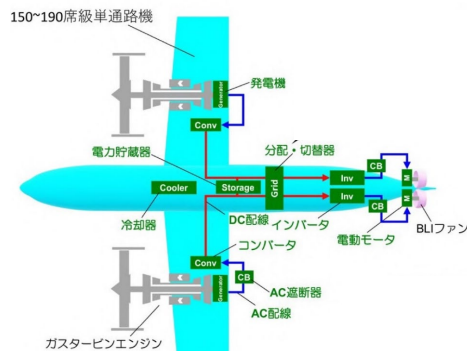
1. DX（デジタルトランスフォーメーション）関係
2. サイバーセキュリティ関係
3. GX（グリーントランスフォーメーション）関係

新技術の活用

○今後、低炭素な機体・エンジンとして、電動航空機や水素航空機など、様々な形態の航空機の技術開発が見込まれるところ。

○我が国において開発される環境新技術の実用化（実機搭載）に向け、航空製品に求められる基準認証が円滑・確実に行われるよう、開発段階から標準化・安全基準の策定に積極的に関与していく必要。

電動航空機



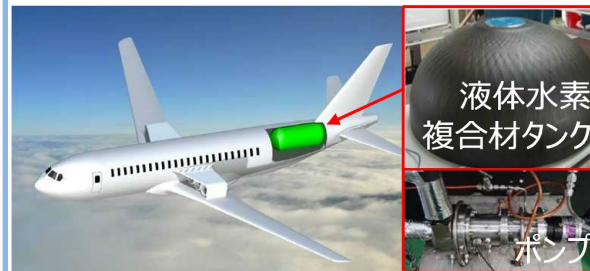
電動ハイブリッド推進システムイメージ

出典：宇宙航空研究開発機構

開発中の技術

- 航空機の装備品や推進系に用いる電動化関連技術
- モータ・インバータ、蓄電池等

水素航空機



水素航空機イメージ

出典：宇宙航空研究開発機構

開発中の技術

- 水素燃焼器
- 液化水素タンク
- 水素供給システム 等

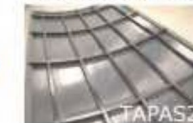
更なる軽量化・効率化

機体構造向けCFRP（炭素繊維複合材）を開発。

現行の機体構造（例）
（熱硬化性CFRP）



軽量の機体構造（例）
（熱可塑性CFRP）



複合材の活用による軽量化

出典：経済産業省

開発中の技術

- 炭素繊維複合材による構造部品の更なる軽量化
- セラミック基複合材によるエンジン等の更なる軽量化 等

- **世界に先駆けて我が国の環境新技術（電動化、水素航空機等）の実用化を進め、航空分野の環境対策を推進するためには、産学官が連携し、戦略的に安全基準・国際標準の検討を進めることが重要。**
- 日本企業が持つ優れた環境新技術の社会実装、及び日本のプレゼンス・シェアの向上も見据え、日本企業が不利にならない形で、技術に応じた主導的に、当該技術に関連する安全基準等を策定することを目標とし、官民が一体となって取り組む場として「**航空機の脱炭素化に向けた新技術官民協議会**」を設立。

＜官民協議会の構成員＞（事務局：国土交通省、経済産業省）

（順不同）

学識者	李家教授（東京大学大学院工学系研究科教授）
民間	構成員 IHI、川崎重工業、GSユアサ、ジャムコ、シンフォニアテクノロジー、新明和工業、SUBARU、住友精密工業、多摩川精機、東レ、ナブテスコ、三菱重工業 航空イノベーション推進協議会、航空機装備品認証技術コンソーシアム、日本航空宇宙工業会 全日本空輸、日本航空
	オブザーバー 定期航空協会、成田国際空港、中部国際空港、新関西国際空港、関西エアポート
政府等	国土交通省、経済産業省、文部科学省（オブザーバー）、JAXA（航空機電動化コンソーシアムを含む）、NEDO

官民協議会の議論概要

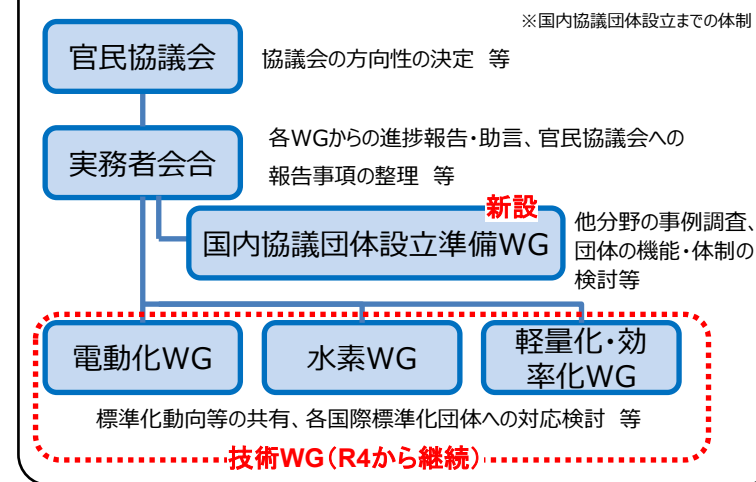
R4年度のとりまとめ概要

- **戦略的な安全基準・国際標準を策定するためのロードマップを策定**
 - 国際標準化に向けた国内連携体制の構築、国の積極的な関与
 - 電動化、水素、軽量化・効率化分野ごとに、国際標準化団体への参画・標準化案の提案等のスケジュールを明確化
 - 国内の産官学連携の場として、国内協議団体を2025年度末までに設立予定（それまでの間は官民協議会を活用）

R5年度の検討・取組事項

- | | |
|------------------|---------------------------------|
| ● 国内協議団体設立への対応 | ● 電動化、水素、軽量化分野に係る対応 |
| ➢ 他分野の事例調査 | ➢ 国際標準化団体への参画 |
| ➢ 協議団体の機能・体制の検討等 | ➢ 国際標準化団体の個別会議体毎のタスクグループの設置・活動等 |

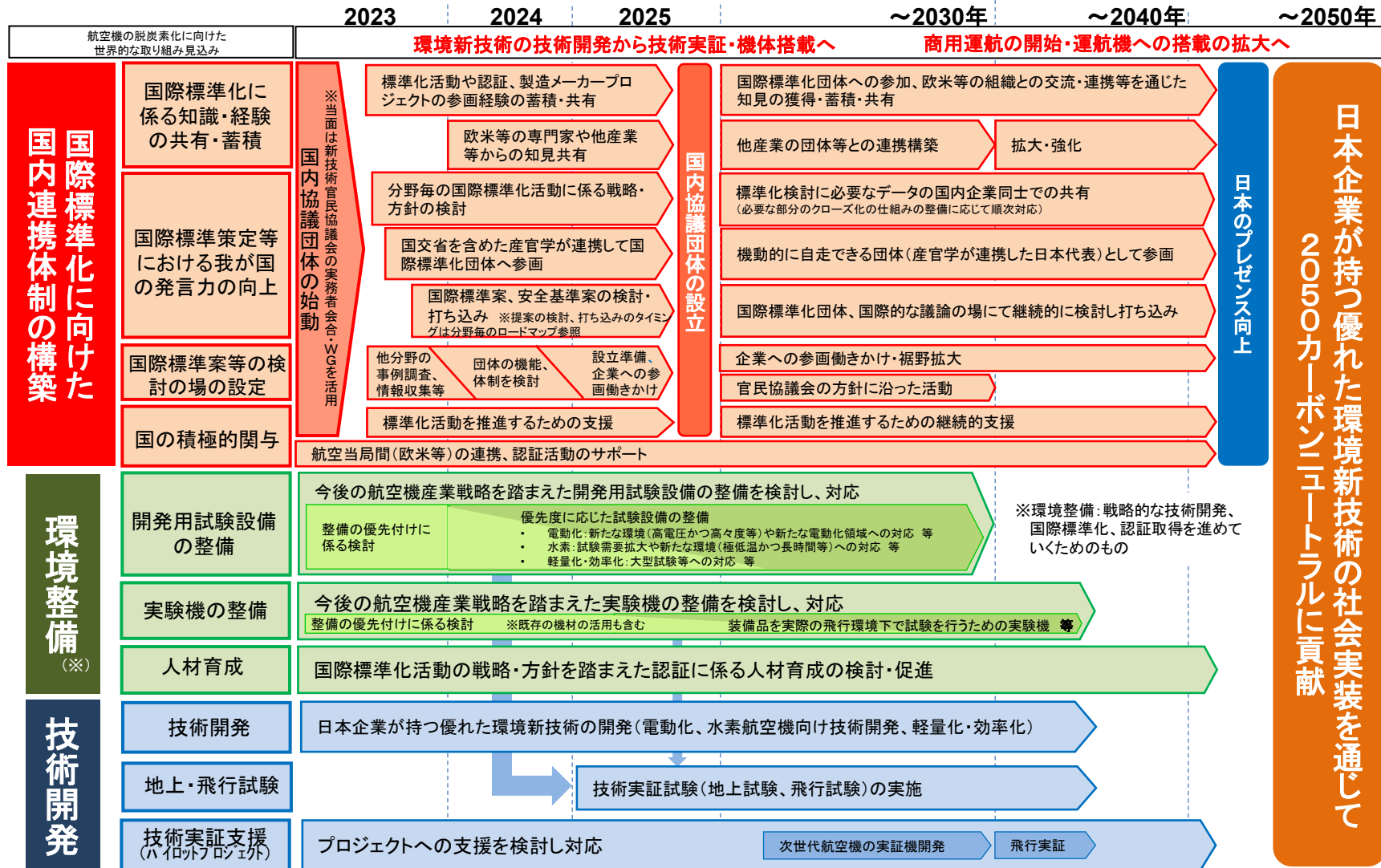
＜R5年度の検討体制＞



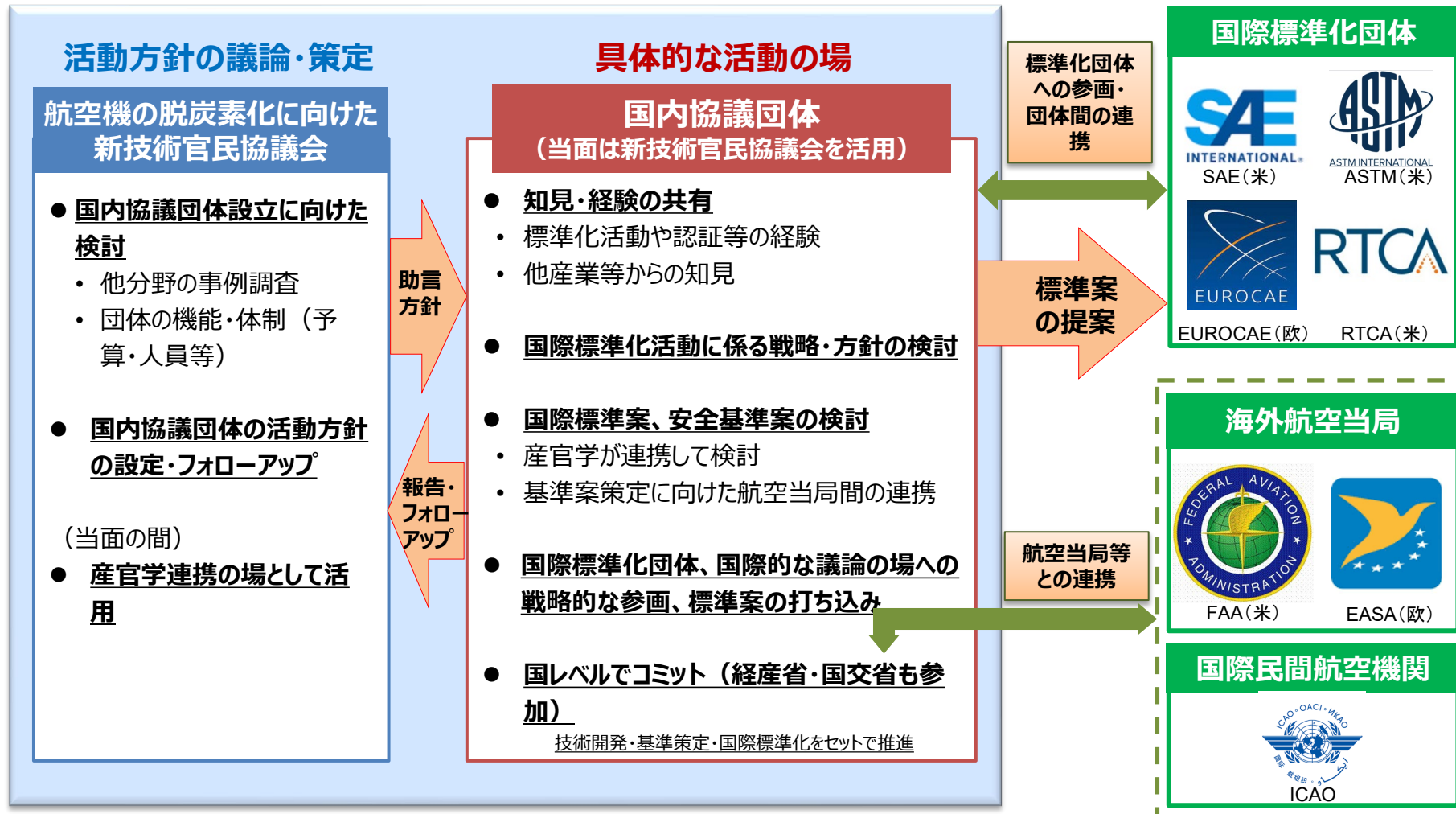
航空機の脱炭素化に向けた新技術ロードマップ

2023年3月15日 航空機の脱炭素化に向けた新技術官民協議会

このロードマップは、日本企業が持つ優れた環境新技術（航空機の電動化、水素航空機、軽量化など）の技術開発動向を踏まえ、その社会実装及び日本のプレゼンス向上に向け、官民が戦略的に国際標準化等に取り組んでいくべき国内連携体制の構築及び制度整備等についてまとめたものである。



国内の産官学連携の場



電動化WG関係

SAE E-40 Electrified Propulsion Committee

日時・場所：2023年9月12日～9月14日・ドイツ ミュンヘン（航空局も参加）

SAE A-6 Aerospace Actuation, Control and Fluid Power Systems Committee

日時・場所：2023年10月16日～20日・カナダ ナイアガラフォールズ（航空局も参加）

その他、SAE AE-10（9月11日～13日）、RTCA SC-135（10月16日～20日）等にも電動化WGより構成員が参加

水素WG関係

Hydrogen as aviation fuel workshops 2023

日時・場所：2023年6月12日・ドイツ ケルン 欧州航空安全庁（EASA）（航空局も参加）

SAE Sustainable Alternative Fuel Steering Group (SAFSG)

日時・場所：2023年9月21日以降、年内に毎月開催・オンライン（航空局も参加）

International Aircraft Materials Fire Test Forum(Material Forum)

日時・場所：2023年10月16日及び17日・米国 FAA William J. Hughes Technical Center（航空局も参加）

Hydrogen Impact on Transport Aircraft Certification Fire and Explosion Safety Meeting

日時・場所：2023年10月20日・米国National Aerospace Research and Technology Park（航空局も参加）

軽量化・効率化WG金井

CMH-17 Polymer Matrix Composites (PMC) Coordination Group Meeting

日時・場所：2023年10月16日～19日・米国ウィチタ（航空局も参加）

SAEへの訪問

- 2023年10月31日
- SAE本部（米国 ペンシルベニア州 ピッツバーグ）
- 参加者：SAEからDavid Schutt, President & Chief Executive Officerほか担当者



SAEとの情報交換

- 我が国の新技術官民協議会について昨年の取りまとめ及び現状の活動状況を説明
- SAEの標準文書策定プロセスや航空分野における標準文書についての現状の説明
- 航空分野の当局認証におけるSAE文書の採用状況について意見交換



FAA

- 2023年11月2日
- 米国 ワシントンDC FAA オフィス
- 参加者（課長級会合）：FAA Lirio Liu, Executive Director AIRほか担当者

情報交換内容

- 我が国の新技術官民協議会について昨年の取りまとめ及び現状の活動状況を説明
- 新技術の情報共有の場としてFAAとの**ワークショップを開催することで合意**
 - ✓ ワークショップの議題は**新技術官民協議会進捗報告**や環境新技術（電動化、水素、軽量化・効率化）に関する**基準策定の状況**等について、分野ごとに**定期的な意見交換**を行うことを提案

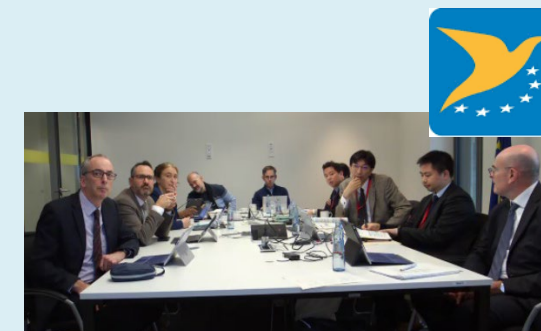


EASA

- 2023年11月21日
- ドイツ ケルン EASA本部
- 参加者（課長級会合）：EASA Rachel Daeschler, Certification Directorほか担当者

情報交換内容

- 我が国の新技術官民協議会について昨年の取りまとめ及び現状の活動状況を説明
- EASAが取り組んでいる電動航空機、水素航空機の安全基準に係る意見交換
- 新技術の情報共有の場としてEASAとの**ワークショップを立ち上げることで合意**
 - ✓ ワークショップの議題は**新技術官民協議会進捗報告**や環境新技術（電動化、水素、軽量化・効率化）に関する**基準策定の状況**等について**定期的な意見交換**を行うことを提案



- DX・GX等の新技術の社会実装に向け、航空局としても産学と連携して積極的に取り組んでいるところ
- 技術や基準の考え方、業界の標準は変化するが、認証を通じて安全を確保するという重要性は変わらない
- ビジネスをする上では認証の取得は必須であり、引き続き認証取得、基準策定に向けた皆様の積極的な活動とご協力をお願いしたい