

# 空飛ぶクルマの国際標準化動向

2023年4月28日

PwCコンサルティング合同会社



# 目次

---

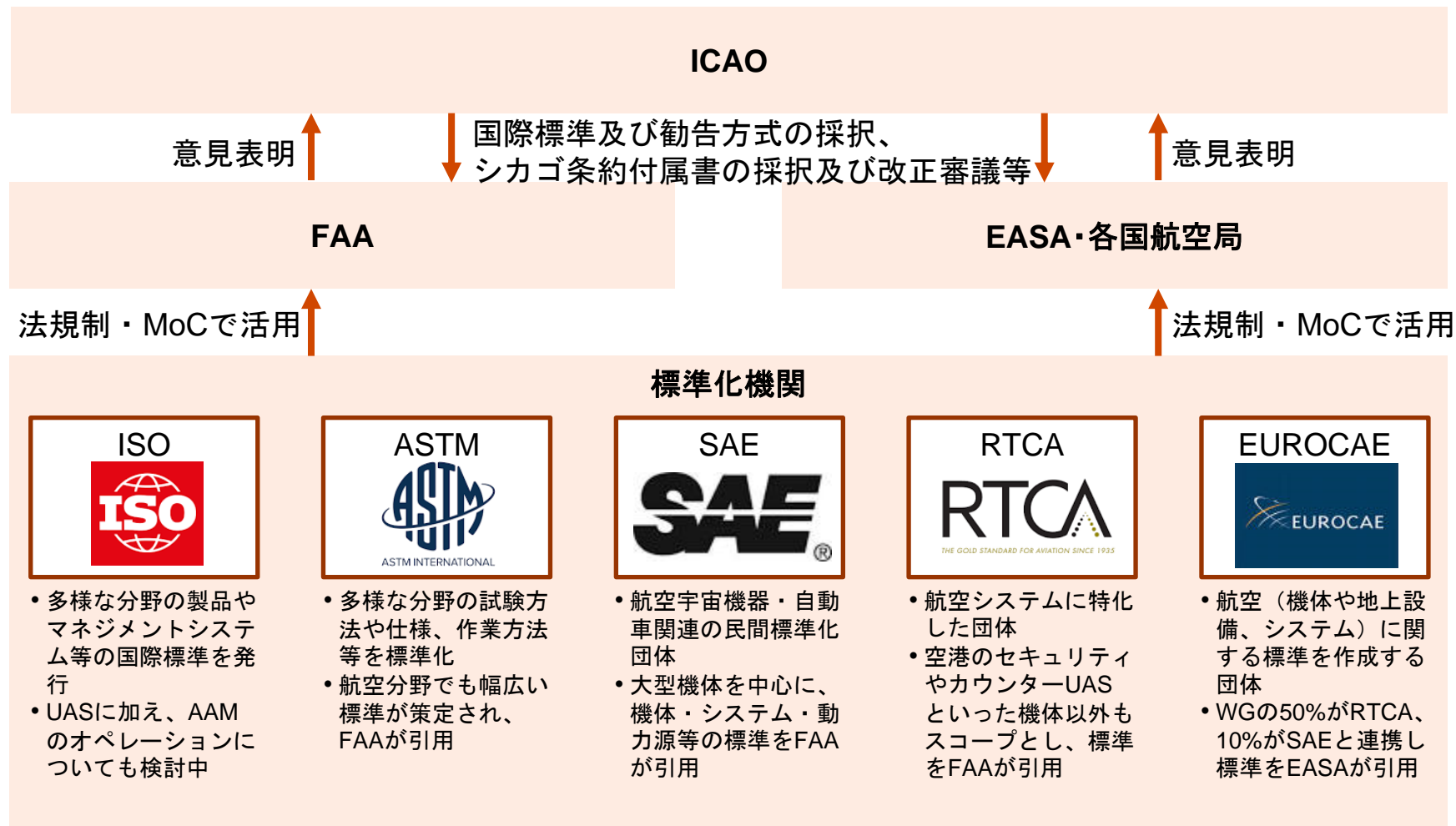
- 1.空飛ぶクルマに関する国際標準化機関
- 2.主要な国際標準
- 3.空飛ぶクルマの国際標準化の在り方



# 空飛ぶクルマに関する 国際標準化機関

## 1.1. 空飛ぶクルマに関する国際標準化機関

ICAOが規定する国際標準・勧告と整合させながら各国航空局が法規制を策定する一方、FAAやEASAが標準化機関の規格を引用しながら法規制・MoCの策定を先行させている。標準化はASTMやEUROCAEといった欧米の標準化機関が中心となって推進している。



## (参考) 各標準化機関のAAM関連WG: ISO

ISOでは、TC20/SC16でUASに関する標準化を実施しているが、AAMに関する標準化も検討が行われている。

標準化機関	WG	スコープ
ISO	TC20/SC16	<ul style="list-style-type: none"><li>無人航空機の機体、オペレーション、UTM、試験、サブシステム、ノイズ、カウンターUAS</li></ul>

## (参考) 各標準化機関のAAM関連WG: ASTM

ASTMでは、F-44がAAMの機体を中心に標準化を実施しているが、F-38やF-39とも連携して標準方針が検討されている。

標準化機関	WG	スコープ
ASTM	F-37	<ul style="list-style-type: none"> <li>最大離陸重量600kg未満のLight Sport Aircraftをスコープとするグループで、AAMに近いカテゴリの標準規格として重要</li> </ul>
	F-38	<ul style="list-style-type: none"> <li>無人航空機をスコープとするグループだが、大型固定翼機（人が乗らないサイズ）やバーティポートに関する標準化を実施</li> </ul>
	F-39	<ul style="list-style-type: none"> <li>航空機システムの設計、認証、製造、メンテナンスをスコープとしており、電動化関連の標準がAAMにも影響</li> </ul>
	F-44	<ul style="list-style-type: none"> <li>最大離陸重量8,618kg未満の航空機の設計、製造、品質試験等をスコープとしており、eVTOLの標準化を開始</li> </ul>
	Strategic Advisory Committee AC377	<ul style="list-style-type: none"> <li>F-38, 39, 44のメンバーより構成される戦略的諮問委員会</li> <li>Technical Report “Autonomy Design and Operations and Aviation Terminology and Requirements Framework”を策定し、自律運航の標準化を先導</li> </ul>
	Strategic Advisory Committee AC433	<ul style="list-style-type: none"> <li>eVTOLのMoCを作成するWGであり、既存規格とeVTOLに必要な規格のギャップ分析を実施</li> </ul>

## (参考) 各標準化機関のAAM関連WG: SAE

SAEでは、長年航空機に関する標準化を実施してきたが、G-34等ではAAMやUASを含む標準化も開始されている。

標準化機関	WG	スコープ
SAE	E-40	<ul style="list-style-type: none"> <li>最大離陸重量70kgを超える航空機の電動推進システムに関する性能、安全性、インターフェース等</li> </ul>
	A-6	<ul style="list-style-type: none"> <li>航空機の設計、製造、運用、サポートに関し、推進、制御、流体系統</li> </ul>
	A-20	<ul style="list-style-type: none"> <li>航空機の照明機器の設計、製造、オペレーション、メンテナンス</li> </ul>
	AE-7A	<ul style="list-style-type: none"> <li>航空機の発電機、変圧器、太陽光発電、燃料電池、及び制御システム</li> </ul>
	AE-7C	<ul style="list-style-type: none"> <li>航空機で使用される発電システム要素（電磁回転機、変圧器、太陽光発電、燃料電池発電システム、関連制御要素など）の統合に関連する問題の検討</li> </ul>
	AE-7D	<ul style="list-style-type: none"> <li>航空機で使用されるバッテリーのエネルギー貯蔵・充電システム</li> </ul>
	AE-7F	<ul style="list-style-type: none"> <li>航空機用途向けの水素、燃料電池システムの認証をサポートするための推奨事項の策定</li> </ul>
	S-18	<ul style="list-style-type: none"> <li>航空機及び関連システムと機器の安全性評価を達成するためのプロセス、方法、ツールを含むガイドラインの開発</li> </ul>
	G-34	<ul style="list-style-type: none"> <li>航空機の安全運航のためのオンボード／オフボードシステムを含むAI技術の実装及び認証（EUROCAEのWG114と共同）</li> </ul>
	G-35	<ul style="list-style-type: none"> <li>新しい自動・自律・遠隔操縦を含む航空機、シミュレータ、操縦士、オペレータの認証</li> </ul>
	AMS AM	<ul style="list-style-type: none"> <li>航空宇宙材料、プロセス仕様、前駆体材料、システム要件、非破壊検査と品質保証など積層造形に関するテクニカルレポートの開発、維持</li> </ul>
	Aircraft SEAT Committee	<ul style="list-style-type: none"> <li>民間用回転翼航空機、輸送機、一般航空機で使用するための航空機座席システムの設計、性能に関するテクニカルレポートの開発、維持</li> </ul>

## (参考) 各標準化機関のAAM関連WG: RTCA

RTCAでは、航空機や地上設備のシステム、通信等の標準化を実施してきたが、スコープにAAMが含まれ始めている。

標準化機関	WG	スコープ
RTCA	SC-135	• DO-160「航空機用機器の環境条件と試験手順」の保守を継続 (EUROCAE WG-14と連携)
	SC-216	• 航空機、CNS/ATMシステム、航空会社の運航・保守に用いられるシステム及びネットワークのセキュリティ (EUROCAE WG-72と連携)
	SC-228	• 無人航空機の衝突回避 (DAA)、コマンド・コントロール (C2) データリンクシステムの最低運用性能標準 (MOPS)、ナビゲーションシステムのガイダンスマテリアル、Lost Link UAS Behaviorのガイダンスマテリアル (EUROCAE WG-105と連携)
	SC-238	• カウンターUAS (ターゲットの検出と対応) の技術に関する標準 (EUROCAE WG-115と連携)
	SC-240	• ソフトウェア開発におけるCOTS、オープンソース、サービス履歴の使用を明確にするためのガイダンス (EUROCAE WG-117と連携)



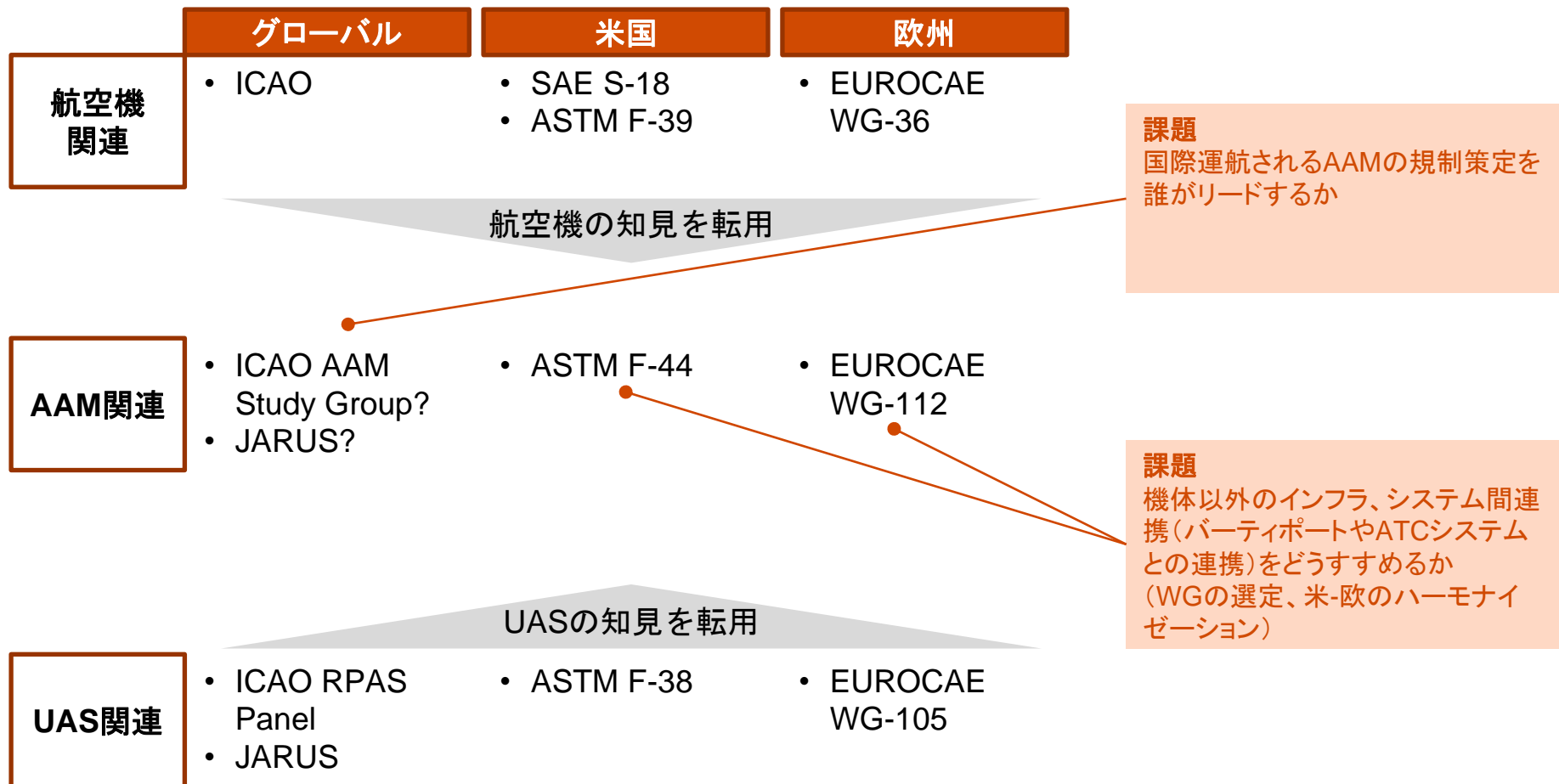
## (参考) 各標準化機関のAAM関連WG: EUROCAE

EUROCAEでは、WG-112を中心に他のWGとも連携しながらVTOLの標準化が進んでいる。

標準化機関	WG	スコープ
EUROCAE	WG-80	<ul style="list-style-type: none"><li>航空機における水素燃料電池システムの認証および認証支援のためのガイドライン開発およびベストプラクティスの収集</li><li>SAEのAE-7Aと合同で活動</li></ul>
	WG-105	<ul style="list-style-type: none"><li>あらゆる空域、時間、種類のオペレーションにおいて、UASの安全な運用を可能にする規格およびガイダンス文書作成を目的とする</li><li>衝突回避（DAA）、コマンド／コントロール／コミュニケーション（C3）、UTM、設計と耐空性基準、RPAS自動化（ERA）、SORAの6領域でフォーカスグループを形成</li></ul>
	WG-112	<ul style="list-style-type: none"><li>EASAのVTOLに関するSpecial ConditionのMoCを策定</li><li>電動、リフトスラスト、安全、飛行、地上、アビオニクス、ConOps、座席の8サブグループが存在</li></ul>
	WG-113	<ul style="list-style-type: none"><li>航空機の電動及びハイブリッド推進の促進により、二酸化炭素排出量削減に寄与</li><li>電動／ハイブリッド推進システムの標準化を推進</li></ul>
	WG-114	<ul style="list-style-type: none"><li>SAEのG-34と連携し、AI技術を実装するシステムの開発と航空システムの認証をサポートするために必要な技術基準、ガイドを作成</li></ul>

## 1.2 各標準化機関のWGの位置づけと今後の課題

航空機とUASの関係者が連携し、機体・システム先行でAAMの標準化が進展している。一方、機体以外のインフラやシステム間連携、国際運航されるAAMの規制策定主体が今後の課題となっている。



# 2

主要な国際標準

## 2.1 各標準化機関による標準一覧：ISO

ISOではUASのバーティポートや衝突回避システムといった、AAMの検討でも参考となる規格について議論されている。

標準化機関	WG	規格番号	Work Item	概要
ISO	TC20/SC16 Unmanned Aircraft Systems	ISO 5015-2:2022	Unmanned aircraft systems — Part 2: Operation of vertiports for vertical take-off and landing (VTOL) unmanned aircraft (UA)	VTOL UAのバーティポート運用
		WD15964	Detection and Avoidance System for Unmanned Aircraft Systems	衝突回避システムに関する要件

## 2.1 各標準化機関による標準一覧：ASTM (1/2)

ASTMでは大型UASやeVTOL機向けの標準策定や既存規格の見直しが進行している。

標準化機関	WG	規格番号	Work Item	概要
ASTM	F-37	F2972-15	Standard Specification for Light Sport Aircraft Manufacturer's Quality Assurance System	軽量スポーツ航空機メーカーの品質保証システムに関する標準仕様
	F-38	F3563-22	Specification for Design and Construction of Large Fixed Wing Unmanned Aircraft Systems	大型固定翼UASの設計・製造の新仕様
		F3269	An Industry Standard on Run Time Assurance for Aircraft Systems	航空機システム向けのRun time Assuranceに関する産業基準
		F3442 /F3442M	Specification for Detect and Avoid Performance Requirements	パフォーマンス要件の探知・衝突回避のための仕様
		WK59317	Vertiport Design	バーティポートの設計
	F-39	WK56255	New Specification for Design of Electric Propulsion Energy Storage Systems for General Aviation Aircraft	民間機用電動推進エネルギー貯蔵システムの設計に関する新仕様
		WK70381	Revision of F3338-18 Standard Specification for Design of Electric Propulsion Units for General Aviation Aircraft	航空航空機用電気推進ユニットの設計仕様書
		WK76044	New Practice for Exercising a Contextual Framework for Increasingly Autonomous Aviation Systems	自律航空システムのための概念的枠組みに関する新技法

出所：経済産業省・NEDO事業各種報告書、標準化機関のWG及びWork Item一覧、有識者ヒアリングより作成

## 2.1 各標準化機関による標準一覧：ASTM (2/2)

標準化機関	WG	規格番号	Work Item	概要
ASTM	F-44	F3264-18	Standard Specification for Normal Category Aeroplanes Certification	航空機の認定基準 F44での各種MoC検討のベース
		WK68762	New Practice for Maintenance and Development of Maintenance Manuals and Training Materials for eVTOL Aircraft	eVTOL機のメンテナンスマニュアルとトレーニング資料の維持・更新の新技法
		WK68850	Standard Specification for Low-Speed Flight Characteristics of Aircraft	航空機の低速飛行特性の標準仕様
		WK68839	Standard Specification for Aircraft Handling Characteristics	航空機のハンドリング特性の標準仕様
		WK68781	Standard Specification for Emergency Conditions, Occupant Safety and Accommodations	非常事態、乗員の安全確保および収容の標準仕様
		WK66028	Standard Specification for Aircraft Electric Propulsion Systems	航空機の電気推進システムの標準仕様
		WK77098	New Practice for External Loads and Aeroelastic Compliance Demonstration for multimodal VTOL/eVTOL aircraft	マルチモーダルVTOL/eVTOL機の外部負荷と空力弾性実証に関する新技法
		WK77612	New Practice for Alternative Injury Criteria for Dynamic Seat Testing	動的座席試験における代替傷害基準に関する新しい実施方法について

出所：経済産業省・NEDO事業各種報告書、標準化機関のWG及びWork Item一覧、有識者ヒアリングより作成

## 2.1 各標準化機関による標準一覧：SAE (1/4)

SAEでは、電動推進や電池、AIに加え、VTOL機向けのトレーニングや座席に関する性能基準も議論されている。

標準化機関	WG	規格番号	Work Item	概要
SAE	E-40	AIR8678	Architecture Examples for Electrified Propulsion Aircraft	電動航空機の設計例
		ARP8677	Safety Considerations for Electrified Propulsion Aircraft	電動航空機の安全性検討
		ARP8689	Endurance tests for Aircraft Electric Engine	航空機電動エンジンの耐久試験
	A-6	AIR744	Aerospace Auxiliary Power Sources	航空宇宙用補助電源
		ARP5724	Aerospace - Testing of Electromechanical Actuators, General Guidelines For	航空宇宙-電気機械式アクチュエータのテスト、一般ガイドライン
		ARP94910	Aerospace - Vehicle Management Systems - Flight Control Design, Installation and Test of, Military Unmanned Aircraft, Specification Guide For	航空宇宙-車両管理
	AE-7C	AIR6127	Managing Higher Voltages in Aerospace Electrical Systems	航空宇宙電力システムの高電圧管理
		AIR6198	Design Considerations for Aerospace Electric Power Systems	航空宇宙電力システムの設計上の考慮事項
		AIR6540B	Fundamentals in Wire Selection and Sizing for Aerospace Applications	航空宇宙分野のためのワイヤの大きさの選択の原則
		AIR7502	Aircraft Electrical Voltage Level Definitions	航空機の電圧レベルの定義

## 2.1 各標準化機関による標準一覧：SAE (2/4)

標準化機関	WG	規格番号	Work Item	概要
SAE	AE-7D	AIR6343	Design and Development of Rechargeable Aerospace Lithium Battery Systems	航空宇宙向け充電式リチウム電池システムの設計開発
		AIR6897	Battery Management Systems for Rechargeable Lithium Batteries Used in Aerospace Applications	航空宇宙向け充電式リチウム電池のバッテリーマネジメントシステム
		AS6968	Connection Set of Conductive Charging for Electric Aircraft	電動航空機向けコンダクティブ充電の接続セット
	AE-7F	AIR6464	EUROCAE/SAE WG80/AE-7AFC Hydrogen Fuel Cells Aircraft Fuel Cell Safety Guidelines	EUROCAE/SAE WG80/AE-7AFC 水素燃料電池 航空機用燃料電池安全ガイドライン
		AIR7765	Considerations for Hydrogen Fuel Cells in Airborne Applications	航空機搭載用水素燃料電池の留意点
		AS6679	LIQUID HYDROGEN STORAGE FOR AVIATION	航空用液体水素貯蔵
		AS6858	Installation of Fuel Cell Systems in Large Civil Aircraft	大型民間航空機への燃料電池システムの搭載



## 2.1 各標準化機関による標準一覧：SAE (3/4)

標準化機関	WG	規格番号	Work Item	概要
SAE	S-18	AIR6276	USE OF MODELING AND TOOLS FOR AIRCRAFT SYSTEMS DEVELOPMENT – A STRATEGY FOR DEVELOPMENT ASSURANCE ASPECTS WITH EXAMPLES	航空機システム開発におけるモデリングとツールの利用 - 事例を用いた開発保証のための戦略
		AIR6913	Using STPA During Development and Safety Assessment of Civil Aircraft	民間航空機の開発・安全性評価におけるSTPAの活用
		ARP1834B	Fault/Failure Analysis for Digital Systems and Equipment	デジタルシステム・機器の故障・不具合解析
		ARP4754A	Guidelines for Development of Civil Aircraft and Systems	民間航空機およびシステムの開発に関するガイドライン
		ARP4754B	Guidelines for Development of Civil Aircraft and Systems	民間航空機およびシステムの開発に関するガイドライン
		ARP4761A	Gudelines And Methods for Conducting the Safety Assessment Process on Civil Airborne Systems and Equipment	民間航空機システムおよび機器に関する安全性評価プロセスを実施するためのガイドラインおよび手法
		AIR7209	Development Assurance Principles for Aerospace Vehicles and Systems	航空宇宙機のための保証原則の開発
		AS7209	Development Assurance Objectives Standard	開発保証目標基準

出所：経済産業省・NEDO事業各種報告書、標準化機関のWG及びWork Item一覧、有識者ヒアリングより作成

## 2.1 各標準化機関による標準一覧：SAE (4/4)

標準化機関	WG	規格番号	Work Item	概要
SAE	G-34	AIR6987	Artificial Intelligence in Aeronautical Systems: Taxonomy	航空システムにおける人工知能：分類法
		AIR6988	Artificial Intelligence in Aeronautical Systems: Statement of Concerns	航空システムにおける人工知能：懸念事項の表明
		AIR6994	Artificial Intelligence in Aeronautical Systems: Use Cases	航空システムにおける人工知能：使用例
		AS6983	Process Standard for Development and Certification/Approval of Aeronautical Safety-Related Products Implementing AI	AIを搭載した航空安全関連製品の開発および認証のためのプロセス規格
	G-35	AS7062	Pilot Training and Qualification for VTOL-Capable Aircraft	垂直離発着可能な航空機のパイロット訓練と資格取得について
		AS7091	Technical Standards for VTOL-Capable aircraft Training Devices to support evaluation	評価支援のための、垂直離発着可能な航空機向けトレーニングデバイス向けの技術基準
	A-20	AS7094	Modeling and Simulation to support certification of aircraft and avionics:	航空機およびアビオニクス認証サポートに向けたモデリングおよびシミュレーション
	AMS AM	AIR7352	Additively Manufactured Component Substantiation	積層造形により製造されたコンポーネントの実証
	Aircraft SEAT Committee	AS6849	Performance Standards for Passenger and Crew Seats in Advanced Air Mobility (AAM) Aircraft	AAMの乗客と乗務員の座席に関する性能基準

出所：経済産業省・NEDO事業各種報告書、標準化機関のWG及びWork Item一覧、有識者ヒアリングより作成

## 2.1 各標準化機関による標準一覧： RTCA (1/2)

機上・地上の設備・システムの通信や最低運用基準、セキュリティに関する標準化を実施している。

標準化機関	WG	規格番号	Work Item	概要
RTCA	SC-135	DO-160G	Environmental Conditions and Test Procedures for Airborne Equipment	航空機搭載機器の環境条件とテスト手順
		DO-380	Environmental Conditions and Test Procedures for Ground Equipment	地上設備の環境条件と試験方法
	SC-216	DO-326A	Airworthiness Security Process Specification	耐空性セキュリティプロセス仕様
		DO-355A	Information Security Guidance for Continuing Airworthiness	耐空性を継続するための情報セキュリティガイダンス
		DO-356A	Airworthiness Security Methods and Considerations	耐空性セキュリティの方法と考慮事項
		DO-391	Aeronautical Information System Security (AISS) Framework Guidance	航空情報システムセキュリティ (AISS) フレームワークガイダンス
		DO-392	Guidance on Information Security Event Management, consisting of a new RTCA document.	新しいRTCA文書からなる情報セキュリティイベント管理に関するガイダンス
		DO-393	Process Standard for Security Certification/Declaration of Air Traffic Management/Air Navigation Services (ATM/ANS) Ground Systems	航空交通管理／航空保安サービス (ATM/ANS) 地上システムのセキュリティ認証／宣言のためのプロセス規格

## 2.1 各標準化機関による標準一覧： RTCA (2/2)

標準化機関	WG	規格番号	Work Item	概要
RTCA	SC-228	DO-362	Command and Control (C2) Data Link MOPS	C2システムの最低運用性能基準
		DO-365	MOPS for Detect and Avoid (DAA) Systems	DAAシステムの最低運用基準
		DO-366	MOPS for Air-to-Air Radar for Traffic Surveillance	交通観測用の空対空レーダーの最低運用基準
	SC-238	DO-389	Operational Services and Environment Definition (OSED) for Counter-UAS in Controlled Airspace	管理された空域におけるカウンターUAS(C-UAS)のためのオペレーショナルサービスと環境の定義
	SC-240	DO-XXX	Software Considerations in Lower Risk Applications, Equipment Certifications and Approvals	低リスクのアプリケーション、機器の認証および承認におけるソフトウェアの考慮事項
		DO-XXX	Integration of COTS, Open Source and Service History into Software	COTS; Commercial-off-the-Shelf) オープンソース、サービス履歴のソフトウェアへの統合

## 2.1 各標準化機関による標準一覧：EUROCAE (1/5)

EUROCAEではVTOLをスコープとするWG-112以外にも、電池や電動化、人工知能の活用についても議論されている。

標準化機関	WG	規格番号	Work Item	概要
EUROCAE	WG-80	ED-219	Aircraft Fuel Cell Safety Guidelines	航空機用燃料電池の安全ガイドライン
		ED-xxx	MASPS for Liquid Hydrogen storage and distribution on-board aircraft	航空機搭載用液体水素貯蔵・分配装置に関する航空システム最低性能基準
		ED-xxx	MASPS for Gaseous Hydrogen Storage and Distribution for Small Aircraft	小型航空機における気体水素の貯蔵・供給に関する航空システム最低性能基準
		ED-020	Considerations for Hydrogen Fuel Cells in Airborne Applications	航空機搭載用水素燃料電池の検討事項
	WG-112/SG-1	ED-296	Guidance on Design Assurance for High Voltage Standards and Power Quality for VTOL Applications	VTOL機での高電圧規格と電力品質の設計保証のガイダンス
		ED-289	Guidance on determination of accessible Energy in Battery Systems for eVTOL Applications	eVTOL 機用の蓄電システムに関するガイダンス
		ED-290	Guidance on High Voltage Definition and Consideration for Personal Safety	高電圧の定義と安全性に関するガイダンス

## 2.1 各標準化機関による標準一覧：EUROCAE (2/5)

標準化機関	WG	規格番号	Work Item	概要
EUROCAE	WG-112/SG-1	ED-XXX	Process Standard for crashworthiness test of battery systems for eVTOL applications	eVTOL機用蓄電システムの耐衝撃性テストの標準プロセス
	WG-112/SG-2	ED-306	Design Considerations for VTOL Aircraft Protection From Uncontained High Energy Fragments and Sustained Imbalance	露出した高エネルギーフラグメントと継続的なアンバランスからVTOL機を保護するための設計時の配慮
		ED-XXX	Guidance for rotorburst analysis for VTOL enhanced category	VTOL機拡張カテゴリーのローターバースト分析に関するガイダンス
	WG-112/SG-3	ED-300	Guidance on Conducting an Aircraft Functional Hazard Analysis and Preliminary Aircraft Safety Assessment for a VTOL Using a Generic Example	VTOLの機能に関する緊急事態の分析と準備段階における一般的な例を伴う安全性評価のガイダンス

## 2.1 各標準化機関による標準一覧：EUROCAE (3/5)

標準化機関	WG	規格番号	Work Item	概要
EUROCAE	WG-112/SG-3	ED-307	Guidance on the Demonstration of Acceptable Occupant Safety Emergency Egress	搭乗者の緊急脱出用出口の許容できる実証のガイダンス
		ED-XXX	Partial Generic Preliminary Aircraft Safety Assessment (PASA) for VTOL	VTOL機の一般的なPASA
	WG-112/SG-4	ED-295	Guidance on VTOL Flight Control Handling Qualities Verification	VTOL機の飛行制御での品質検証に関するガイダンス
		ED-XXX	Compliance Methodologies for VTOL Certification in “inadvertent icing” Operation	「不注意による着氷」時の操縦におけるVTOL機認証の準拠手段
		ED-XXX	VTOL Performance	VTOL機のパフォーマンス
	WG-112/SG-5	ED-299	Guidance for Vertiport Operators and Operations	垂直離着陸用飛行場の運用者と運用に関するガイダンス
		ED-308	Guidance on VTOL Charging Infrastructure	VTOLの充電設備に関するガイダンス
		ED-XXX	VTOL Vertiports	VTOL機用バーティポート

## 2.1 各標準化機関による標準一覧：EUROCAE (4/5)

標準化機関	WG	規格番号	Work Item	概要
EUROCAE	WG-112/SG-6	ED-298	Guidance on Minimum Primary Flight Instruments for VTOL Aircraft	VTOL機に最低限必要な飛行計器に関するガイダンス
		ED-309	Compliance Methodologies for VTOL Energy Level Information Display to the Crew	乗組員向けVTOL機エネルギーレベル情報の提供・準拠方法論
		ED-XXX	VTOL Minimum Flight Instruments – Display of Parameter Trends and Limitations	VTOL機の最小飛行計器-パラメータ表示の傾向と制限
	WG-112/SG-7	ED-293	Concept of Operations for VTOL Aircraft – Volume 2: Commercial Passenger Air Taxi Transport	VTOL機の運用コンセプト：ボリューム2 商用エアタクシー輸送
		ED-278A	Concept of Operations for VTOL Aircraft - Volume 1: General Considerations	VTOL機の運用コンセプト：ボリューム 一般的な考慮事項



## 2.1 各標準化機関による標準一覧：EUROCAE (5/5)

標準化機関	WG	規格番号	Work Item	概要
EUROCAE	WG-112/SG-8	ED-304	Technical Standard for Passenger and Crew Seats in Advanced Air Mobility (AAM) Aircraft	次世代空モビリティの搭乗員の座席のための技術基準
		ED-XXX	MOPS on crashworthy seat systems for Advanced Air Mobility (AAM) aircraft	AAM機用耐衝撃性シートシステムの最低運用性能基準
		ED-XXX	Guidance on crashworthy seat systems for Advanced Air Mobility (AAM) aircraft	AAM機用耐衝撃性シートシステムに関するガイダンス
	WG-113	ED-xxx	Guidance material for endurance substantiation of Electric - Hybrid Propulsion Systems EHPS	EHPS（電動・ハイブリッド推進装置）の耐久性実証のためのガイダンス資料
		ER-025	List of standardization needs for Hybrid Electric Propulsion	ハイブリッド電気推進装置に関する標準化ニーズ一覧
	WG-114	ER-022	Artificial Intelligence in Aeronautical Safety-Related Systems Statement of concerns	航空安全関連システムにおける人工知能の懸念事項

## 2.2 直近の標準化動向

国際ルール、標準共にどこでどのようなAAMに関する活動を行うか、議論が活発化しており、重要な転換期にある。

標準化機関	主な動向
ICAO	5月に開催されるAAM Study Groupの会合で、ICAOがAAMのどの範囲で、どのような標準化を目指すか、注視が必要
JARUS	ICAOの決定次第で、UASをテーマとするJARUSでもAAMに関する検討が本格化
ISO	TC20/SC16/WG3においてパーティポートのオペレーションに関する規格が策定された他、パイロットが搭乗するAAMのオペレーションに関する標準化も検討
ASTM	AC377 Autonomy Task Groupでは、AAMを含む自動・自律運航に関するホワイトペーパーを策定中で、レビュー段階では日本の産業界にも依頼する可能性有
	AC433 eVTOL means of compliance groupでは、民間航空機の法規制とeVTOLのギャップ分析を実施中
SAE	G-34において、AIを航空機にどう搭載するか、EASAのAI Concept Paperを参考に検討中 AAMやUASでは民間航空機よりも早く適用される見込み
	S-18Aにおいて、UAS, RPASを含めた開発保証・安全性評価がどうあるべきかを議論中 (既存のガイドラインで対応できていないUAS運航やn:m operation等の点を洗い出し) (AIをテーマとするG-34からもリエゾン派遣)
RTCA	SC-135 Environmental Testingにおいて、eVTOLも議論のスコープに入る可能性有
	SC-240 Topics on Software Advancementにおいて、航空機のソフトウェアはDO-178Cが航空機の搭載ソフトウェアに準拠すべきガイドラインとして公開されているが、AAMを念頭によりローリスクな機体向けの標準化を議論中
EUROCAE	UASをテーマとするWG-105とVTOL機をテーマとするWG-112が、遠隔操縦される大型VTOLの標準化を見据えて連携を検討

## 2.3 ICAO AAM Study Group

ICAOは、AAMの課題解決を目的に、AAMエコシステム評価やギャップ分析を行うAAM Study Groupを設立し、2023年5月より活動を開始させる。

### 設立の背景 および目的

- 2022年10月のICAO総会において、急速に発展するAAMに関して、ICAOが取り組むべき課題が複数あることを確認
- 2022年11月末のAir Navigation Commission (ANC) において、AAM SG (the Advanced Air Mobility Study Group) の設立を承認
- 同SGは、「ICAOに対する、AAMに関連する全体ビジョンおよび枠組の策定支援」を目的として活動予定

### スケジュール

- 2022年12月末に政府（12か国）および関連団体（20団体）に募集要項を送付
- 2023年2月末に上記政府および関連組織からの受付を締切
- 2023年5月初旬に第一回会合を実施予定

### 想定される 活動

- 国を跨ぐAAMの運航に関する標準策定
- 国を跨ぐAAMの耐空証明・型式証明基準策定
- AAMのパーティポートに関する標準策定
- 空域管理やSDSPIに関する標準策定

# 3

空飛ぶクルマの  
国際標準化の在り方

## 3.1 EASA SC-VTOLのMoC（欧州）

SC-VTOL-01について、複数の国際標準を活用しながらMoCを策定している。

### SUBPART A – 一般規定

- VTOL.2000 適用範囲及び定義
- VTOL.2005 小型区分のVTOL機の認証
- VTOL.2010 受容された適合性証明手法（AMC）

### SUBPART B – 飛行

- VTOL.2105 性能データ
- VTOL.2115 離陸性能
- VTOL.2120 上昇要件
- VTOL.2130 着陸
- VTOL.2135 最低受容操縦性レーティング

### SUBPART C – 構造

- VTOL.2200 構造設計エンベロープ（包囲線）
- VTOL.2205 システム及び構造の相互作用
- VTOL.2210 構造的設計荷重
- VTOL.2215 飛行荷重条件
- VTOL.2220 陸上及び水上荷重条件
- VTOL.2225 部品荷重条件
- VTOL.2230 制限及び非制限荷重
- VTOL.2235 構造強度
- VTOL.2240 (a)(b) 構造耐久性
- VTOL.2240 (d) 高エネルギーフラグメント - 特定リスク評価
- VTOL.2245 空力弾性
- VTOL.2250 (c) Category Enhancedにおける構造上単一不具合による致命的影響がないこと
- VTOL.2250 (e) ドア、キャビン、出口
- VTOL.2250 (f) 鳥の影響を受けた後の航空機の能力
- VTOL.2255 構造の保護
- VTOL.2260 材料及びプロセス
- VTOL.2265 安全の特殊要因
- VTOL.2270 緊急条件
- VTOL.2270 (a)(c) 緊急着陸条件：一般的な考慮事項
- VTOL.2270 (b)(1) 緊急着陸のダイナミックな条件
- VTOL.2270 (e) 貨物室及び荷物室

### SUBPART D – 設計及び製造

- VTOL.2300 フライバイワイヤー制御システム：定義と範囲
- VTOL.2300 フライバイワイヤーのASTM規格 F3232/F3232M-20の受容性
- VTOL.2300 (a)(1) フライバイワイヤーの飛行制御システムの機能と運用
- VTOL.2300 (a)(2) フライバイワイヤーの飛行制御システムの危険に対する防護
- VTOL.2300 (a)(3) 制御マージンの認識
- VTOL.2300 フライバイワイヤー飛行制御機能のコモンモードの不具合とエラー
- VTOL.2300 フライバイワイヤー飛行制御システムの隠れた不具合
- VTOL.2305 着陸装置システム
- VTOL.2310 (b) 緊急浮揚
- VTOL.2310 (c) 胴体着陸
- VTOL.2315 (a) 出入手段及び非常口
- VTOL.2320 (a)(1) 乗務員と乗客の間の明確なコミュニケーション
- VTOL.2320 (a)(2) 乗員の物理環境
- VTOL.2320 (a)(3) フロントガラス、窓、キャピートの破損からの乗員保護
- VTOL.2325 (a)(4) 防火・エネルギー貯蔵所の衝撃への耐性
- VTOL.2325 (b)(1)(2) 防火 - 消火器及び内装の設計
- VTOL.2325 (b)(1)(2) 火災保護：火災伝播の最小
- VTOL.2330 指定された火災区域における防火
- VTOL.2335 雷撃からの防護
- VTOL.2340 設計及び製造情報

### SUBPART E – 揚力/推力システムの導入

- VTOL.2400 (b) 電気・ハイブリッドの揚力/推力システムの必要された仕様
- VTOL.2400 (c)(3) 揚力/推進システムの設置-運用時の危険性
- VTOL.2425 (b) 飛行中の揚力/推進ユニットの停止及び再起動
- VTOL.2430 (a)(2) 燃料システムの雷撃からの防護
- VTOL.2430 (a)(3)(4) 電気エネルギー貯蔵システムにおける利用可能エネルギー
- VTOL.2430 (a)(6) 緊急着陸時のエネルギー保持能力
- VTOL.2435 (f) 揚力/推進システムへの異物混入防止
- VTOL.2435 (g) 揚力/推進システム構成に関する乗員の認識
- VTOL.2440 推進用バッテリーの熱暴走

### SUBPART F – システム及び装備品

- VTOL.2500 (b) システム及び装備品の意図された機能
- VTOL.2500 (b) 電磁的両立性
- VTOL.2500 (b) Category Enhancedにおける耐空性セキュリティ
- VTOL.2500 (b) シミュレーション及びリグ試験の認証単位
- VTOL.2510 装備品、システム、設置
- VTOL.2510 (a) 航空機パラシュート救助システム
- VTOL.2515 電子的及び電氣的システムの雷撃からの防護
- VTOL.2520 高強度放射電界(HIRF)の防護
- VTOL.2530 外部及び操縦席の照明
- VTOL.2535 安全装置
- VTOL.2555 レコーダーの設置

### SUBPART G – 飛行要員インターフェイス及びその他情報

- VTOL.2600 飛行要員区画
- VTOL.2605 設置及び運用情報
- VTOL.2610 計器マーキング、操縦マーキング、プラカード
- VTOL.2620 航空機飛行マニュアル
- VTOL.2625 継続した耐空性維持の指示

\* ハイライト箇所は、国際標準化機関で策定された規格に言及されている項目

出所：Means of Compliance with the Special Condition VTOL

Second Publication of Means of Compliance with the Special Condition VTOL

Third Publication of Proposed Means of Compliance with the Special Condition VTOL

## 3.2 EASA SC-VTOLで参照されている標準 (1/2)

EASAのSC-VTOLで参照されている標準規格から、ASTMやEUROCAEの規格が影響力を有しているものの、RTCAやSAEの規格まで幅広く活用されている。

### SC VTOL MoC 第1版

- MOC 3 VTOL.2500(b) Airworthiness Security in the Category Enhanced  
[EUROCAE ED-248 Guide to Civil Aircraft Electromagnetic Compatibility \(EMC\)](#)
- MOC VTOL.2510 Equipment, systems, and installations  
The following references are quoted in different sections of this MOC as a source of additional guidance:
  - (a) [EUROCAE ED-79A/ARP4754A, Guidelines for development of civil aircraft and systems](#)
  - (b) [SAE ARP4761, Guidelines and methods for conducting the safety assessment process on civil airborne systems and equipment.](#)
  - (c) AMC 20-115( ), Airborne Software Development Assurance [Using EUROCAE ED-12 and RTCA DO-178. Software Considerations in Airborne Systems and Equipment Certification](#)
  - (d) AMC 20-152( ), Development Assurance in Airborne Electronic Hardware (AEH)
  - (e) AMC 20-189( ), Management of Open Problem Reports.
  - (f) AMC 25-19 Amdt. 24, Certification Maintenance Requirements
- MOC VTOL.2515 Electrical and electronic system lightning protection
  - [F3061/F3061M Specification for Systems and Equipment in Small Aircraft](#)
  - [F3230 Standard Practice for Safety Assessment of Systems and Equipment in Small Aircraft](#)
  - [F3309 Standard Practice for Simplified Safety Assessment of Systems and Equipment in Small Aircraft](#)
  - [ED-81/ARP5413A Certification of an Aircraft Electrical/Electronic Systems for the Indirect Effect of Lightning](#)
  - [ED-84/ARP5412B Aircraft Lightning Environment and Related Test Waveforms](#)
  - [ED-91/ARP5414B Aircraft Lightning Zoning](#)
  - [ED-105/ARP5416A Aircraft Lightning Test Methods](#)
  - [ED-158/ARP5415B User/s Manual for Certification of Aircraft Electrical/Electronic Systems for the Indirect Effect of Lightning](#)
  - [ED-14\(\)/DO-160\(\) Environmental Conditions and Test Procedures for Airborne Equipment](#)
- MOC VTOL.2520 High-intensity radiated fields (HIRF) protection
  - [F3061/F3061M Specification for Systems and Equipment in Small Aircraft](#)
  - [F3230 Standard Practice for Safety Assessment of Systems and Equipment in Small Aircraft](#)
  - [F3309 Standard Practice for Simplified Safety Assessment of Systems and Equipment in Small Aircraft](#)
  - [ED-107A/ARP 5583A Guide to Certification of Aircraft in a High Intensity Radiated Field \(HIRF\) Environment](#)
  - [ED-14\(\)/DO-160\(\) Environmental Conditions and Test Procedures for Airborne Equipment](#)

## 3.2 EASA SC-VTOLで参照されている標準 (2/2)

### SC VTOL MoC 第2版

- MOC VTOL.2240 (a) and (b) Structural durability  
Additional guidance for structural durability of composite structures in the categories Basic and Enhanced:  
[ASTM F3061/F3061M-19 “Standard Specification for Systems and Equipment in Small Aircraft”](#).
- MOC VTOL.2250(e) Doors, canopies and exits  
Relevance to ASTM F3061 – 16a Standard Specification For Systems And Equipment In Small Aircraft  
(a) 13.11.1 should be applicable, and complements Section 4 below.  
(b) 13.11.9 could be a means of compliance to Section 4 below, but need not be a separate point.
- MOC VTOL.2510(a) Aircraft Parachute Rescue System  
[ASTM standard ‘F3408/F3408M – 20, Standard Specification for Aircraft Emergency Parachute Recovery Systems’, reference \[2\], together with the additional requirements in \(b\),](#)
- MOC VTOL.2555 Installation of recorders  
(h) The following flight parameters should as a minimum be recorded with a recording resolution at least as high as specified in [EUROCAE Documents ED-155 MOPS Lightweight Flight Recording Systems or ED-112 MOPS for Crash Protected Airborne Recorder Systems](#)
- MOC VTOL.2400(c)(3) Lift/thrust system installation – likely hazards in operation  
(2) The accuracy of the hover should meet the accuracy expected in operations. Height, heading and lateral/longitudinal position accuracy values could be the “desired” values used to evaluate the handling qualities in hover as per Eurocae ED-295 standard.  
[Eurocae ED-290 “Guidance on High Voltage definition and Consideration for Personal Safety”](#) is accepted as a means to determine the likely hazards related to High Voltage to be accounted for in VTOL 2400 (c)(3)
- MOC VTOL.2425(b) Shutdown and Restart of a Lift/Thrust Unit in Flight  
(a) [Eurocae ED-289 “Guidance on the determination of accessible energy in battery systems for eVTOL applications”](#) is accepted as a means to determine the adequate margins of an electrical energy storage system required by VTOL.2430(a)(3).  
(b) [Eurocae ED-289 “Guidance on the determination of accessible energy in battery systems for eVTOL applications”](#) is accepted as a means to define the reliability of the relevant information of an electrical energy storage system to be provided to the flight crew as required by VTOL.2430(a)(4) and established in VTOL.2445(g).
- MOC VTOL.2440 Propulsion Batteries Thermal Runaway  
[RTCA DO-311A section 2.4.5.5](#)  
[RTCA DO-160/EUROCAE ED-14](#)

### SC VTOL MoC 第3版

- MOC VTOL.2440 Propulsion Batteries Thermal Runaway  
[RTCA DO-311A section 2.4.5.5](#)  
[RTCA DO-160/EUROCAE ED-14](#)

### 3.3 標準化への関与度（SC-VTOL関連規格を例に）

欧州がSC-VTOLで引用した規格が議論されているWGへの参加は一部であるように、日本の関係者だけで標準化動向を把握するのは困難な状況となっている。

凡例<sup>1</sup>：

- 議長や規格原案作成等、深い関与
- 原案への意見など等、浅い関与
- 関与なし

標準化機関	SC-VTOLが引用する規格を扱うWG	関与度
ASTM	F-44 General Aviation Aircraft	
EUROCAE	WG-14 Environment	
	WG-31 Electromagnetic hazards	
	WG-63 Complex Aircraft Systems	多くがSAE S-18と連携
	WG-71 UG FAS/EUROCAE/RTCA User Group Forum on Aeronautical Software	
	WG-112 Vertical Take Off and Landing(VTOL)	
	WG-118 Crash-Protected and Lightweight Flight Recorders	
SAE	AE-2 Lightning Committee	
	AE-4 Electromagnetic Compatibility (EMC) Committee	
	S-18 Aircraft and Sys Dev and Safety Assessment Committee	
RTCA	SC-135 Environmental Testing	
	SC-205 Software Considerations in Airborne Systems	
	SC-225 Rechargeable Lithium Batteries and Battery Systems	



## 3.4 標準化の在り方（法規制策定に関して）

機体・装備品は、欧米とも規制を整合させるが、AAMIの国際運航ルールやインフラ、システム間連携については今後官民で協議するため、民間側でも積極的な情報収集が必要となる。

### 法規制のテーマ

機体・装備品

### 法規制策定の方針

- AAMIは国際運航も想定される
  - 航空の安全に関する相互承認協定（BASA）の適用を目指して、ICAOや欧米の法規制と整合を取る
  - 官民協議会のWGで協議している
- ⇒ 民間も動向を確認し、対応が必要

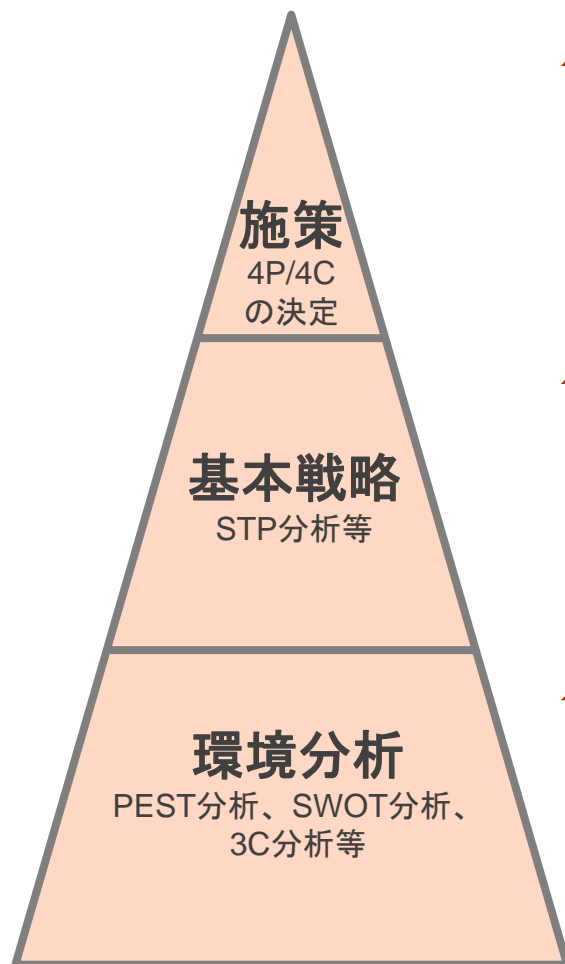
国際運航ルールや  
インフラ、システム間連携

- 世界的にも方針が定まっていない
  - そのため今後、官民で議論が活発化する
- ⇒ 民間も情報収集や自社の意見を持つことが必要

### 3.4 標準化の在り方（日本企業の事業展開に関して）

国際ルールや法規制、標準を理解し、要件を満たさなければ基本戦略、施策が実効性を伴わないため、長期的視点で法規制理解や標準化活動の実施が必要となる。

#### 一般的な戦略策定の流れ



- 事業上の施策や実施計画を決定し、実施するには、標準化参加者を確保し、長期的な人脈の構築（新たな標準提案・修正・改訂を受け入れてもらうため、標準規格として扱われない課題に対する有識者の考え方を把握するため）や、環境分析で活用する新たな情報の収集に取り組むことが必要
- 強み活かすポジションが見えれば、そのポジションを国内外で構築するためには、MoCや試験・評価方法といった標準化にも取り組むことが必要
- 国際ルール（ICAO等）、法規制（FAA、EASA等）、標準（ASTM、EUROCAE等）は戦略を立案する上で知るべき基礎的な情報

# Thank you

[www.pwc.com/jp](http://www.pwc.com/jp)

© 2023 PricewaterhouseCoopers Aarata LLC, PricewaterhouseCoopers Kyoto, PwC Consulting LLC, PwC Advisory LLC, PwC Tax Japan. All rights reserved. PwC refers to the PwC network member firms and/or their specified subsidiaries in Japan, and may sometimes refer to the PwC network. Each of such firms and subsidiaries is a separate legal entity. Please see [www.pwc.com/structure](http://www.pwc.com/structure) for further details.

This content is for general information purposes only, and should not be used as a substitute for consultation with professional advisors.