

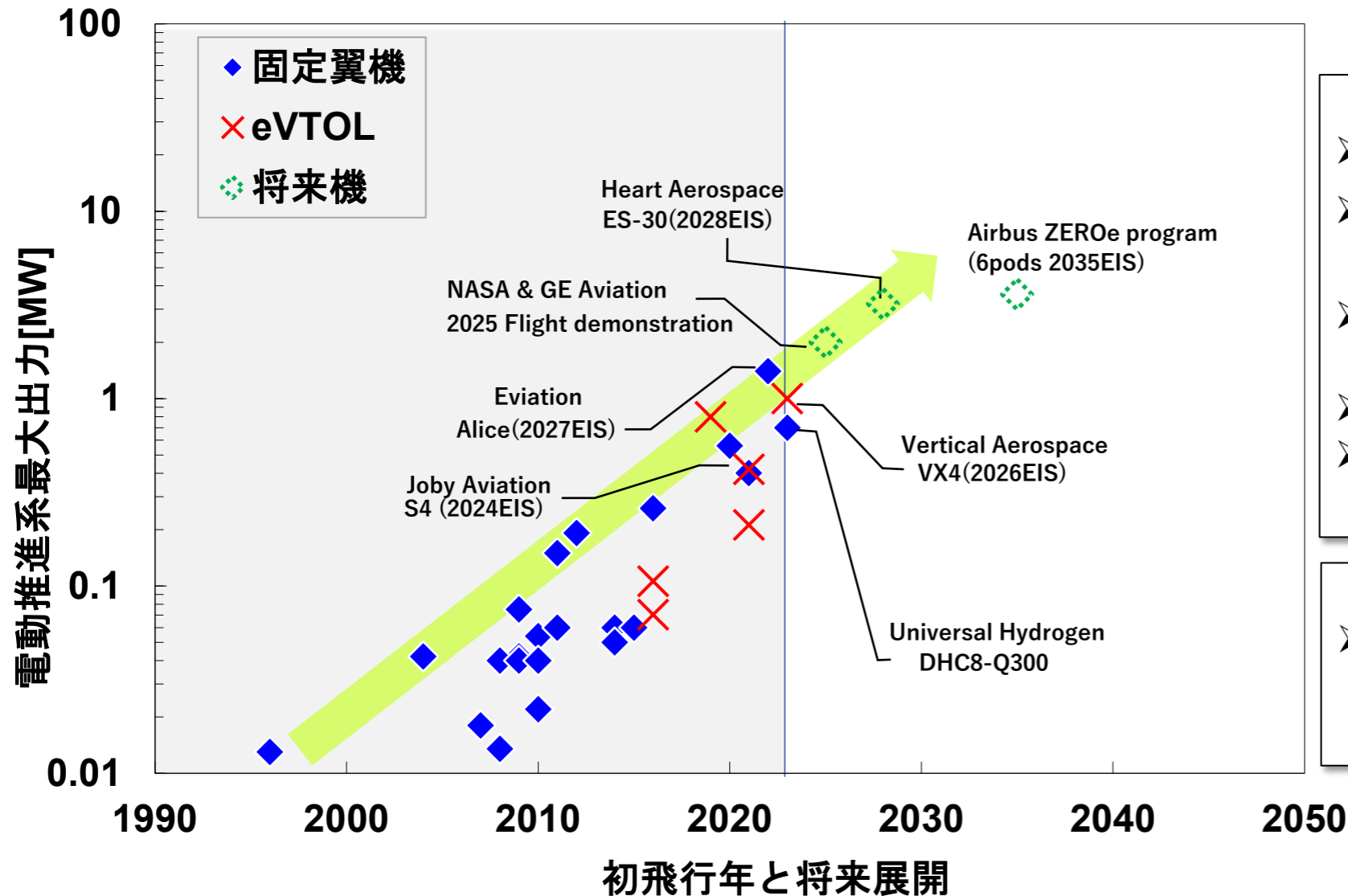
航空機電動化に関する動向と コンソーシアムの活動報告

MEGAWATTプリプロジェクトチーム

西沢 啓

目次

- 01 / 技術開発の動向
- 02 / 認証・標準化の動向
- 03 / 航空機電動化コンソーシアムの最近の活動



2023年の動向

【固定翼小型機(FAR Part-23)】

- 米EVIATION社のAlice受注5億US\$に到達
- 独H2Fly社 HY4の液体水素&燃料電池飛行成功

【eVTOL】

- SkyDrive社 商用機の仕様変更(2名⇒3名)。プレオーダー順調。製造子会社Sky Works設立。
- 英Vertical Aerospace社 VX4初飛行・墜落事故
- 米Archer Aviation社 Midnight初号機完成(2025EIS予定)

【将来旅客機(FAR Part-25)】

- 米Universal Hydrogen社 DHC8-Q300(50席級)の片発を米magnix社の電動モータmagni650に換装して水素燃料電池飛行に成功

● 1 MW超に突入、電動旅客機も現実的に。水素燃料電池による飛行も大出力化。

01

技術開発の動向

電動ハイブリッド推進システムの開発状況

企業名	研究開発名	対象	技術方式
GE	EPFD	ターボプロップ機	電動ハイブリッド推進
GE	AMBER	ターボプロップ機	電動ハイブリッド推進 (水素燃料電池)
CFM International	RISE	単通路旅客機	Open fan (電動ハイブリッド含む)
Pratt & Whitney	SWITCH	単通路旅客機	Water-enhanced turbofan (電動ハイブリッド含む)
Pratt & Whitney	STEP-Tech	ターボプロップ機	電動ハイブリッド推進
Rolls Royce	HEAVEN	双通路旅客機	UltraFan(電動ハイブリッド含む)
Rolls Royce	HE-ART	ターボプロップ機	電動ハイブリッド推進

- 欧州におけるCleanAviationプログラムなどを活用して、現在ほとんどのエンジンOEMが電動ハイブリッド推進技術の開発に参画。

次世代エアモビリティ (AAM: Advanced Air Mobility)



リーディング企業

制度整備

国家的イベント

日本



空の移動革命に向けた 官民協議会 2018～



「2023年度末までに必要な基準策定を完了予定」

大阪・関西万博
(2025)

米国



ARCHEER

ARCHEER Aviation

AAM Summit 2023～
「AAMの導入に備えることを確約」ロサンゼルスオリンピック
(2028)

欧州



Lilium Aviation



Vertical Aerospace

2019.7 小型VTOL機のための特別要件
SC-VTOL-01公開。MOC整備中。
2021.4 特別要件SC E-19(Electric/Hybrid
Propulsion System)公開パリオリンピック
(2024)

中国

2022.2 EH216-Sのための特別要件発行
2023.10 EH216-Sが型式証明取得

● 国家的イベントをマイルストーンにリーディング企業が商業運行目指して活動。各国当局による制度整備も急速に進展中。

次世代エアモビリティ (AAM: Advanced Air Mobility)



国土交通省航空局への型式証明申請状況

- 2021年10月29日 (日)SkyDrive社
- 2022年10月18日 (米)Joby Aviation社
- 2023年2月21日 (独)Volocopter社
- 2023年3月29日 (英)Vertical Aerospace社

大阪・関西万博参加企業候補

参加企業	使用予定機材
ANAホールディングス	S4 (Joby Aviation)
日本航空	VoloCity (Volocopter)
丸紅	VX4 (Vertical Aerospace)
SkyDrive	SKYDRIVE (SkyDrive)

● 大阪・関西万博に向け、国土交通省航空局への型式証明申請が出そろった。

国土交通省航空局による制度整備状況

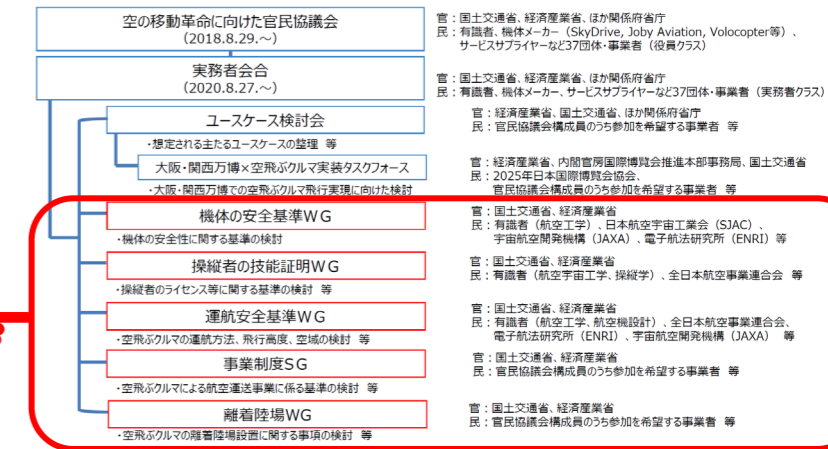
空飛ぶクルマの検討体制

- 世界に先駆けた“空飛ぶクルマ”の実現のため、2018年8月に官民協議会を設置。
- 官民での議論をより活発に行うため、2020年8月に実務者会合を設置。事業者からの情報提供や各WGの検討状況の報告等を行う。
- 実務者会合の下に各WGを設置。専門家が知見を共有し、各論点について検討を行う。



https://www.meti.go.jp/shingikai/mono_info_service/air_mobility/pdf/009_01_00.pdf

現在は基準策定に向けて議論している。



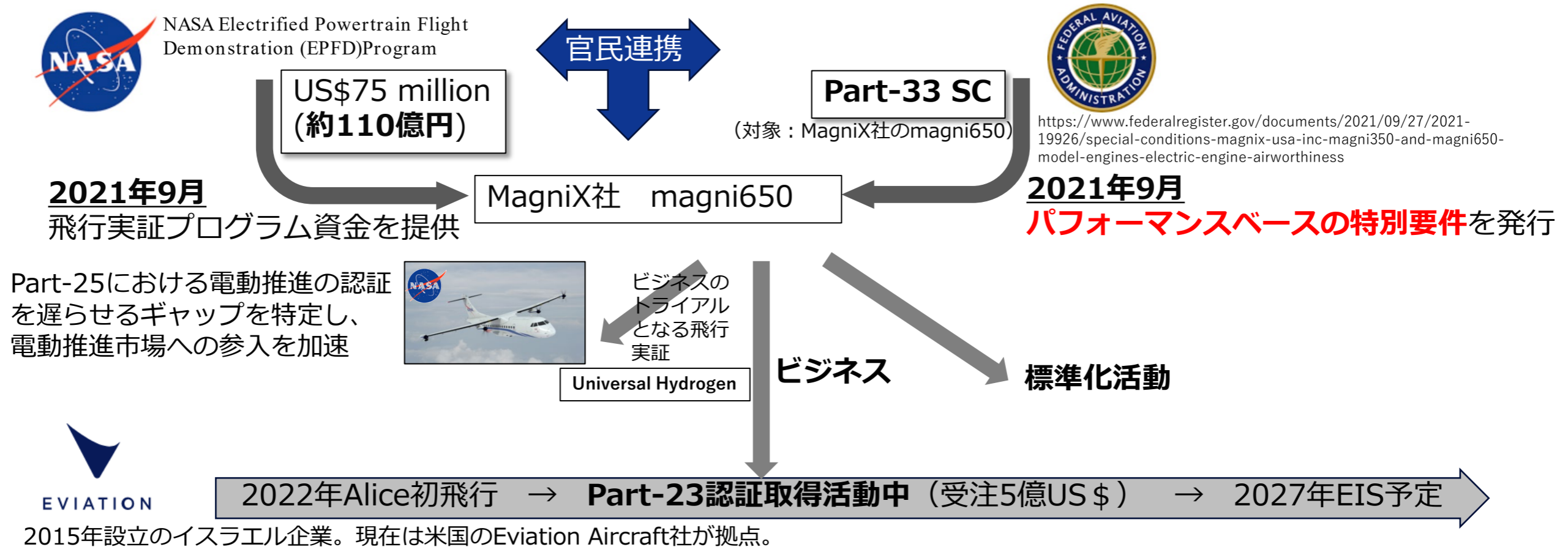
https://www.meti.go.jp/shingikai/mono_info_service/air_mobility/pdf/009_02_00.pdf

機体関係	離着陸場関係	技能証明関係	運航関係	事業制度関係
<ul style="list-style-type: none"> 航空機の種類 耐空類別 耐空性基準 騒音基準 	<ul style="list-style-type: none"> Vertiport法的位置づけ 離着陸帯の広さ・強度 制限表面 充電設備、消火設備等 	<ul style="list-style-type: none"> 操縦者ライセンス 整備者ライセンス 	<ul style="list-style-type: none"> 有視界気象状態 装備要件 必要搭載燃料 充電作業・バッテリー交換作業 空域・交通管理 	<ul style="list-style-type: none"> 機長要件 最低安全飛行高度 充電作業の地上取扱業務従事者の要件 旅客在機中の燃料補給等

● 機体関係以外についても基準策定の方向性が具体的に整理されており、**国内の制度整備も欧米並みに進んでいる。**

パフォーマンスベース基準と国際標準

米国の事例より



- パフォーマンスベースの特別要件がまず当局から発行され、具体的な適合性基準については国際標準化団体が発行する産業標準文書を用いる、という流れができつつある。
- 国際標準化団体における文書制定活動に、開発段階から参画することの重要性が益々高まっている。

第2期の活動概要（標準化活動の強化）

「技術開発・標準化グループ」を設置

（技術開発・標準化グループ）

「航空機電動化コンソーシアム規約」より抜粋

第8条 航空機電動化技術の研究開発・実証及び事業化を航空工学の枠を超えた異分野協働体制で推進するため、第3条第1項第2号及び第3号に定める事業を実施する技術開発・標準化グループを設置する。

2 本コンソーシアム会員が第3条第1項第2号及び第3号に定める事業を実施する場合、所定の申請書を事務局に提出し、代表が本コンソーシアムの目的達成のために有意義であると認めた場合は、ステアリング会議メンバーの意向を反映して承認し、技術開発・標準化グループの活動として位置付けることができる。

3 技術開発・標準化グループの活動内容は、総会等のコンソーシアム活動全般を通じて共有することができる。

技術開発・標準化グループの下、複数のサブグループが設立される。各サブグループの活動内容は種々のケースを想定（下記）。

想定されるサブグループの目的や活動内容の例

【共同研究】

外部資金の枠組みも含む通常の共同研究。個別の契約に従う。

【勉強会/研究会】

有志を募った共研手前の活動。要すれば個別にNDA等締結。

【外部資金提案準備】

外部資金へのRFI提案や応募を目的とした準備・マッチング活動。

【調査・分析】

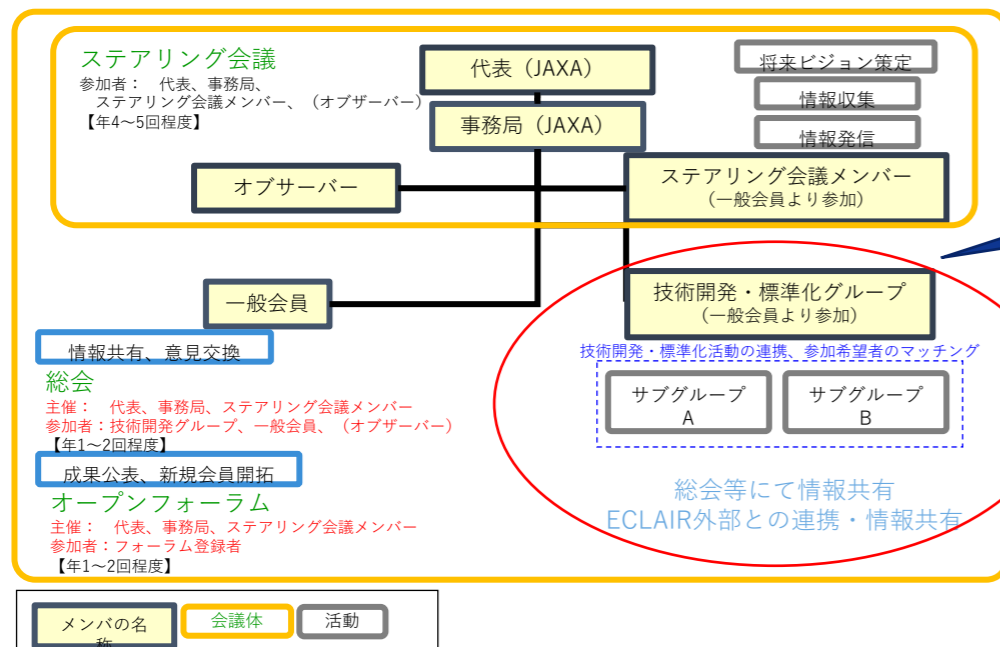
外部機関から委託された調査活動への参加・支援や自発的活動等。

【外部機関活動支援】

官民協議会等の外部機関が主導する枠組みへの参加。

【対外発表連携】

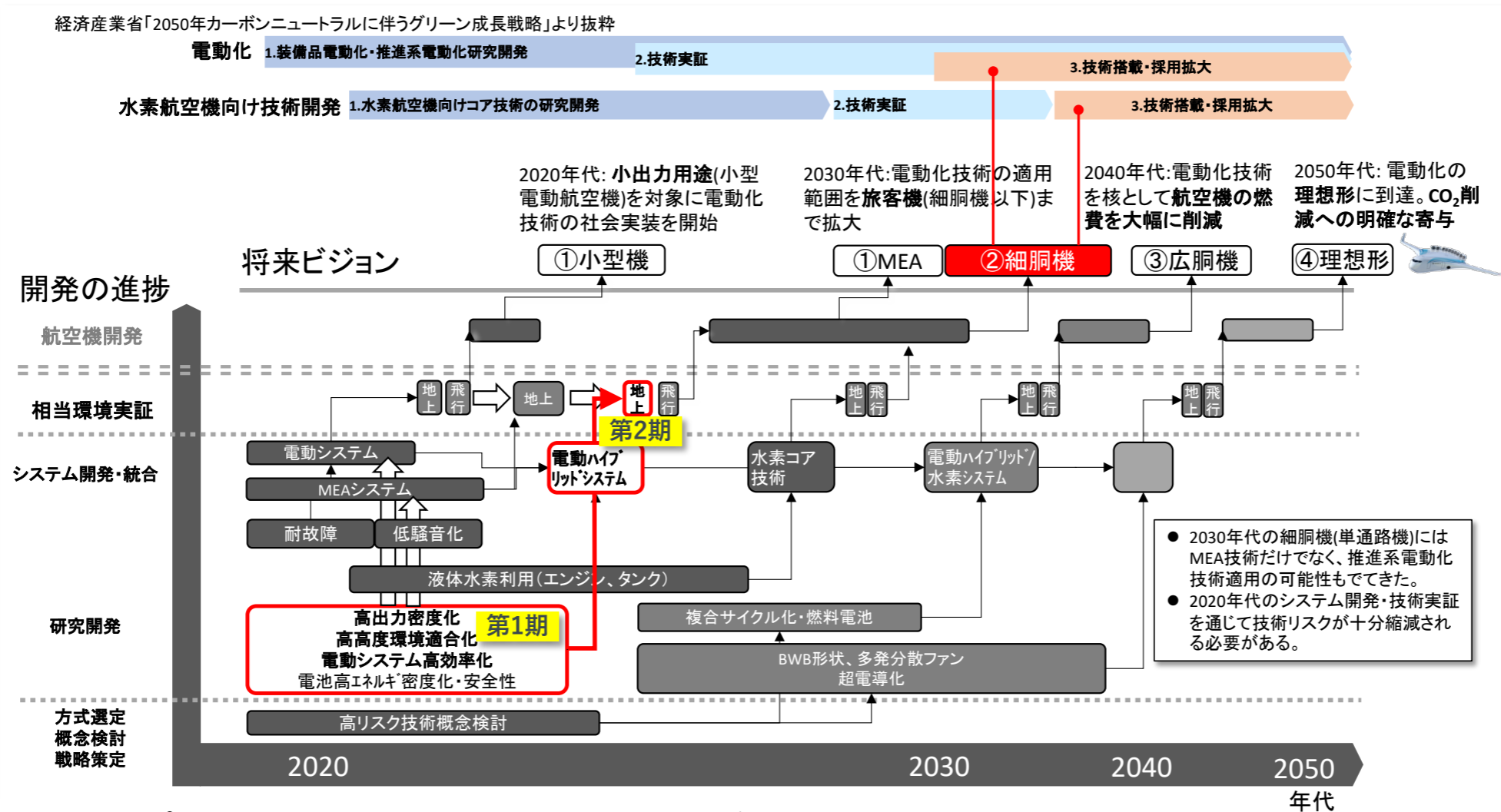
学会誌の特集記事企画やシンポジウム企画・連携に関する活動。



コンソーシアムの体制

- 標準化活動も強化するため、「技術開発・標準化グループ」の制度を新たに設置。

第2期の活動概要(大規模システム実証フェーズへの移行)



技術ロードマップ(航空機電動化コンソーシアム将来ビジョンから抜粋)

出典: https://www.aero.jaxa.jp/about/hub/eclair/pdf/eclair_vision.pdf

● 第1期研究開発成果を活用し、**第2期は電動ハイブリッドシステムの開発・技術実証に注力**する。

「航空機の脱炭素化に向けた新技術官民協議会」への参画

基準策定等を通じた新技術の社会実装へ向けた取組

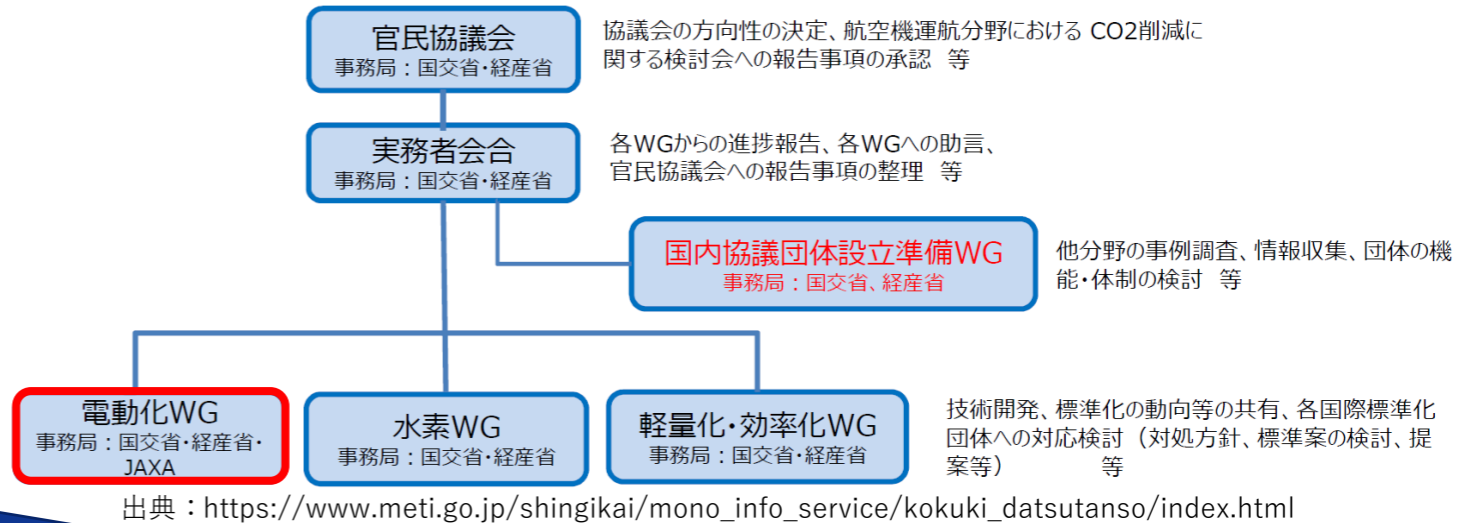
- 世界に先駆けて我が国の環境技術の実用化を進めるためには、**戦略的に安全基準、国際標準の検討・提案を進める必要**。
- これまで、**JAXA航空機電動化(ECLAIR)コンソーシアムと連携し、①国際標準化団体の関連コミッティの特定、②日本として優位性のある技術の調査、③日本企業の国際標準化団体の議論の場への参画支援**を実施してきた。
- 今後、これまでの成果も活かし、①水素、軽量化・効率化等の電動化以外の分野も含め、具体的な新技術分野について、**国交省とも連携しながら、安全基準の検討を進め、②当該新技術の社会実装のために必要となる国際標準化へ向けた具体的アクションを検討**していく必要がある。

航空機電動化に関する国際標準化活動
(H30、R1、2年度委託調査)



出典：<https://www.meti.go.jp/press/2022/06/20220617002/20220617002.html>
経済産業省製造産業局航空機武器宇宙産業課「グリーン成長戦略を踏まえた新技術の社会実装に向けた取組」

航空機の脱炭素化に向けた新技術官民協議会



2022年6月に設立された「新技術官民協議会」にECLAIRとして参画し、ECLAIR技術開発・標準化Gの枠組みも活用しながら官民協議会の電動化WGと連動・情報共有して進めている

SAE E-40議長による
ECLAIR第2回オープン
フォーラムでの基調講演



<https://www.aero.jaxa.jp/news/event/pdf/event191128/03eclair.pdf>



SAE E-40議長を招待
(2019年11月)



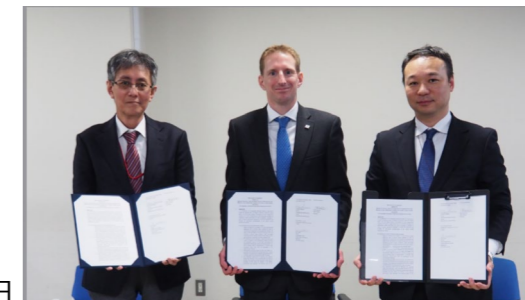
SAE E-40東京開催

E-40 (Electrified Propulsion) Committee
年2回対面会議を開催
日本(東京)初開催
期間: 2023年3月28日~30日
場所: 経済産業省



SAE E-40の活動を支援

SAE とのMoC締結



2023年3月29日
(左から) 国土交通省航空局石井航空機安全課長、SAE 代表取締役
アレクサンダー氏、経済産業省呉村航空機武器宇宙産業課長

SAE Expands Development of Global Aerospace Standards with Japanese Industry Experts

2023-04-13 WARRENDALE, PA.

SAE International, Japanese Ministry of Economics, Trade and Industry (METI) and Japan Civil Aviation Bureau (JCAB) of the Japanese Ministry of Land, Infrastructure and Transport (MLIT) Sign Memorandum of Cooperation

WARRENDALE, Pa. (April 10, 2023) – SAE International proudly announces the signature of a Memorandum of Cooperation (MoC) with the Japanese Ministry of Economics, Trade and Industry (METI) and Japan Civil Aviation Bureau (JCAB) of the Japanese Ministry of Land, Infrastructure and Transport (MLIT) to cooperate on the promotion of global aviation standards development.

The Memorandum builds on the growing involvement and participation of Japanese aerospace industry, research and regulatory experts alongside the global stakeholder community in the development and use of SAE International standards and sets out a path to strengthen collaboration, particularly in areas advancing the decarbonization of aviation.

David Alexander, Senior Director of Standards at SAE International remarked, "We are honored to sign this agreement formalizing the partnership with METI and JCAB to support the collaboration of Japanese industry with partners across the world to achieve sustainable aviation goals. The SAE Group's engagement with Japan through aerospace standards, Nadcap conformity assessment and training, and automotive collaboration continues to be a fruitful cooperation in advancing safe and green mobility."

Successful meetings between the parties took place in Tokyo with the backdrop of the eighth meeting of the SAE E-40 Electrified Propulsion Committee supported by METI and the Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA). The E-40 is pioneering the aviation industry's progress through consensus and supporting certification for electrification.

<https://www.sae.org/news/press-room/2023/04/medi-jcab-moc>

SAE-METI-MLITのMoC締結を支援

技術開発・標準化グループの進捗状況 (1/2)

No.	サブグループ名称	参加者	状況
1	航空機電動化技術の環境試験における標準化の検討調査	<ul style="list-style-type: none"> エスペック株式会社 JAXA 	2023.5～
2	MEGAWATT電力源システムの概念設計	<ul style="list-style-type: none"> JAXA 株式会社IHI 	2023.8～
3	次世代航空機へ搭載される部素材におけるルール形成戦略に係る調査研究	<ul style="list-style-type: none"> JFEテクノリサーチ株式会社 JAXA ECLAIR会員から募集 	2023.10～
4	高高度環境にて運転されるインバータ駆動電動機における放電特性の基礎検討	<ul style="list-style-type: none"> JAXA 東京大学 	2023.10～
5	MEGAWATT航空機用MW級電動ハイブリッド推進システムに適用するサーフェスオイルクーラーの設計	<ul style="list-style-type: none"> JAXA 住友精密工業株式会社 	2023.10～
6	SAE E-40 Electrified Propulsion Committeeへの参画支援 (仮)	<ul style="list-style-type: none"> JAXA E-40参加企業等 	準備中

- 新設された「技術開発・標準化グループ」の制度活用し、複数のサブグループが活動中。

既存の航空機装備品に関する試験標準
RTCA DO-160G
(例：Section 4.6.1 高度試験)

- ✓ 環境条件（圧力・温度）はDO-160G指定の通り設定可能
- ✓ **試験対象の運転条件（電圧・電流・周波数）は従来の装備品の範囲を超えるため実績がない。**
- ✓ どこまで再現すべきなのか、基準も不明確。



試験方法を提案・実施
データを分析して知見を取得

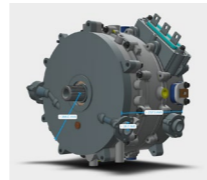
1kV級が必要。

サブグループNo.4 東大
高高度環境にて運転されるインバータ駆動電動機における放電特性の基礎検討

素線レベルの試験

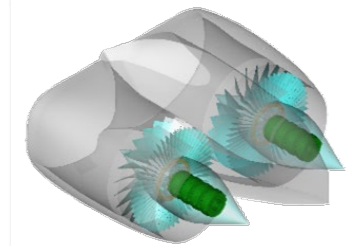
常温・低気圧・オイル浸漬・高電圧環境

サブグループNo.1 Quality is more than a word
航空機電動化技術の環境試験における標準化の検討調査



電動機レベルの試験

低温・低気圧・オイル浸漬・高電圧環境



電動機 & 冷却器 in ナセル

低温・低気圧・オイル浸漬・**フル負荷回転**

まとめ

- JAXAが航空機電動化技術の研究に着手してから20年が経過したが、この間に電動航空機の出力規模は指数関数的進歩を継続し、もはや**MW級の電動旅客機までが現実的な開発対象**となっている。
- さらに、ECLAIRが設立された2018年以降、**ICAOによる2050年ネットゼロ・カーボン目標**の設定や、**次世代エアモビリティの社会実装を目指すスタートアップ企業の参入**等、航空機電動化技術に対する要求は飛躍的に増大した。
- 航空機の電動化は、従来技術を超えて燃料消費を削減するための有力な候補の一つであり、ECLAIRでは第1期の開発成果を基に、第2期では燃費削減の鍵となる**電動ハイブリッドシステム**の開発及び**技術実証に注力**している。
- また、新たに設置した**技術開発・標準化グループの枠組み**を活用しつつ「航空機の脱炭素化に向けた新技術官民協議会」とも連携して、**標準化活動への積極参加**を図っていく予定である。
- 当ECLAIRコンソーシアムでは、航空機電動化技術によって航空機産業の持続的発展に寄与するため、会員の皆様とともに研究開発を積極的に推進していく。

本コンソーシアムの運営サイト

<http://www.aero.jaxa.jp/about/hub/eclair/index.html>

問い合わせ先

eclair_sec@chofu.jaxa.jp

注：@が画像化されているので、使用時はテキストを入力してください