© 2022 Japan Aerospace Exploration Agency

# 航空機電動化コンソーシアムの第1期まとめと第2期計画について

電動ハイブリッド航空機チーム　　西沢 啓

宇宙航空研究開発機構　航空技術部門

# 目次

01 / 国内外の動向

02 / 航空機電動化コンソーシアムの最近の活動

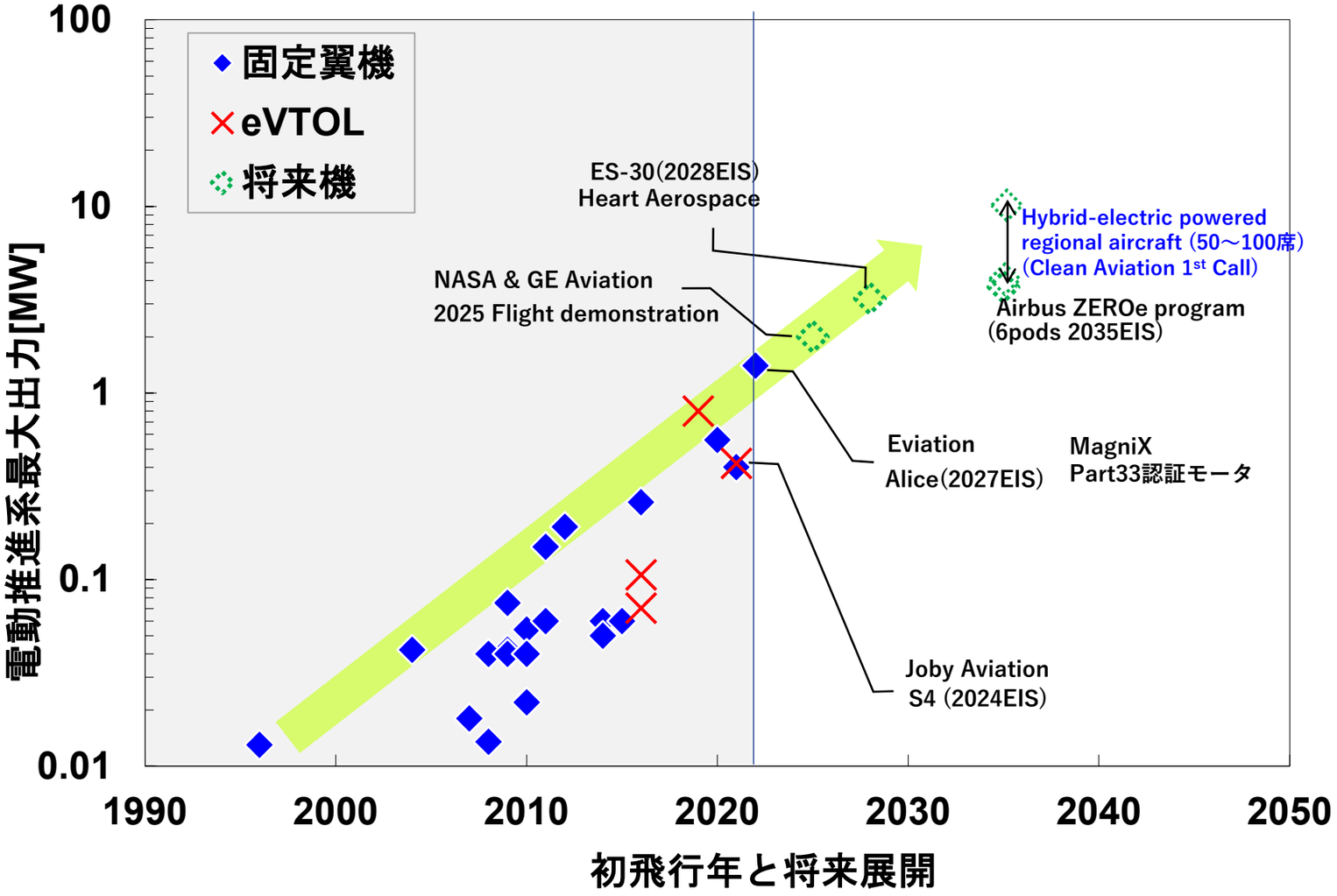
03 / 航空機電動化コンソーシアム第1期のまとめ

04 / 航空機電動化コンソーシアム第2期の計画案

© 2022 Japan Aerospace Exploration Agency

01 国内外の動向

# 電動航空機の開発状況と計画




**【固定翼小型機(FAR Part-23)】**
- EVIATION社のAlice初飛行

**【eVTOL】**
- Skydrive社　商用機のデザインを発表
- 米Joby Aviation社の型式証明申請を国土交通省航空局が受理

**【将来旅客機(FAR Part-25)】**
- Heart Aerospace社　19席級(ES-19)から30席級(ES-30)に計画変更
- 欧州Clean Aviationが1st callにてターゲット設定(Hybrid-electric powered regional aircraft (50～100席))

● **MW級**の電動航空機が**初飛行**、**電動旅客機**も現実的に

© 2022 Japan Aerospace Exploration Agency

01 国内外の動向

# $CO_2$削減長期目標

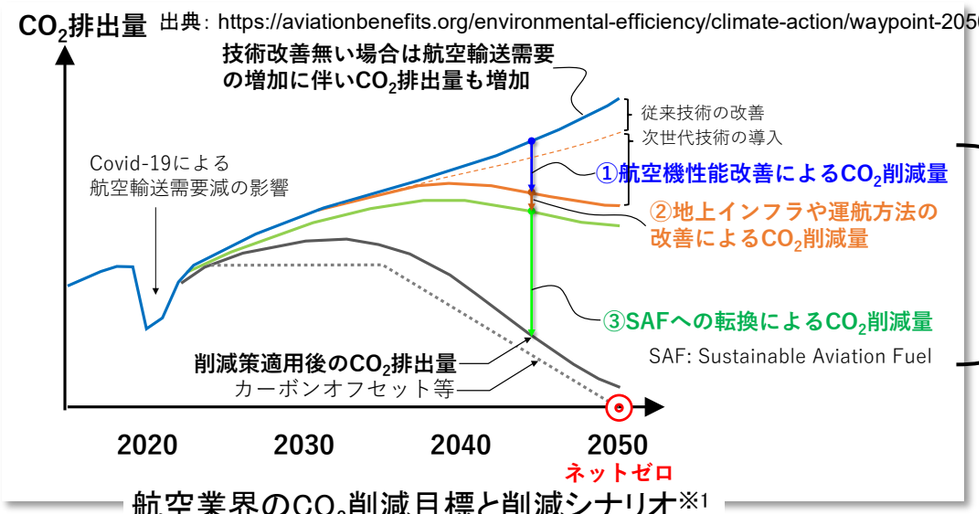
| | 2020 | 2030 | 2050 | 2100 |
|---|---|---|---|---|
| パリ協定 | • 世界の平均気温上昇を産業革命前に比べて2°Cより十分低く保つとともに、1.5°Cまでに抑える努力をする<br>• 21世紀後半には、温室効果ガス排出量と（森林などによる）吸収量のバランスをとる | | | |
| 日本の目標 | | 2013年度比総排出量26％減(2030年度) | ~~2013年度比総排出量80％減(2050年度)~~<br>**2050年カーボンニュートラル**、脱炭素社会の実現を目指す | ~~21世紀後半のできるだけ早い時期に脱炭素社会実現~~ |
| 国際海事機関（International Maritime Organization: IMO） | | 2008年比40％以上の燃費改善(2030年) | ~~2008年比総排出量50％以上減(2050年)~~<br>2050年までに、国際海運からのGHGの排出を全体としてゼロ（**2050年カーボンニュートラル**）を目指す | ~~21世紀中のできる限り早い時期にGHGゼロ排出~~ |
| ATAG(IATA含む) | • 2020年からの年平均1.5％の燃費改善<br>• 2020年以降総排出量を増加させない | | ~~2005年比**総排出量50％減(2050年)**~~<br>**2050年ネットゼロ・カーボン** | |
| **ICAO**<br>https://www.icao.int/environmental-protection/Pages/LTAG.aspx | • 燃料効率を年平均2％改善<br>• 2020年以降総排出量を増加させない | | **長期目標未定**<br>**第41回ICAO総会（2022年10月）**<br>**2050年までに炭素排出量をネットゼロ**にする国際航空のための長期目標(LTAG)採択 | |

● ICAOの長期目標として**ネットゼロカーボン(2050)**が採択された

© 2022 Japan Aerospace Exploration Agency

# 01 国内外の動向

## 国内における脱炭素化技術の取組状況




航空業界の$CO_2$削減目標と削減シナリオ※1

※1：ATAG（Air Transport Action Group）のレポートを参考にJAXAが再作成

国内の施策

METI・MLITの主導の下、満遍なく脱炭素化技術に取組んでいる

**a)2050 年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略**
https://www.meti.go.jp/press/2021/06/20210618005/20210618005-3.pdf

**b)航空機用先進システム実用化プロジェクト**
https://www.nedo.go.jp/activities/ZZJP_100104.html

**c)航空機の脱炭素化に向けた新技術官民協議会**
https://www.meti.go.jp/press/2022/06/20220617002/20220617002.html

d)第8回 産業構造審議会 グリーンイノベーションプロジェクト部会 産業構造転換分野ワーキンググループ
https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/green_innovation/industrial_restructuring/008.html

e)運航の改善によるCO2削減協議会
https://www.mlit.go.jp/report/press/kouku13_hh_000126.html

f)空港分野におけるCO2削減に関する検討会
https://www.mlit.go.jp/koku/koku_tk9_000046.html

g)持続可能な航空燃料（SAF）の導入促進に向けた官民協議会
https://www.mlit.go.jp/koku/koku_tk8_000006.html

| $CO_2$削減技術分野 | $CO_2$削減策 | 国内行政による施策 | 実施主体 |
|---|---|---|---|
| ①航空機性能改善 | 電動化 | **a)METI** グリーン成長戦略<br>**b)NEDO** 航空機用先進システム実用化プロジェクト<br>**c)METI・MLIT 航空機の脱炭素化に向けた新技術官民協議会** | JAXA, ECLAIR, IHI, HITACHI, Sinfonia, Tamagawa, Nabtesco, MHI, SPP, GYT… |
| | 水素航空機 | **a)METI** グリーン成長戦略<br>**d)METI** グリーンイノベーション基金<br>**c)METI・MLIT** 航空機の脱炭素化に向けた新技術官民協議会 | KHI, JAXA, IA |
| | 軽量化・効率化 | | MHI, 新明和, … |
| ②地上インフラや運航方法の改善 | 運航の改善 | **e)MLIT** 運航の改善によるCO2削減協議会 | ANA, JAL, その他航空会社 |
| | 空港の改善 | **f)MLIT** 空港分野におけるCO2削減に関する検討会 | 各空港会社,空港関係者 |
| ③SAFへの転換 | | **a)METI** グリーン成長戦略<br>**g)MLIT** 持続可能な航空燃料(SAF)の導入促進に向けた官民協議会 | 各石油会社, ANA, JAL, 伊藤忠,日揮, 各空港会社 |

© 2022 Japan Aerospace Exploration Agency

02

# 航空機電動化コンソーシアムの最近の活動

## 「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

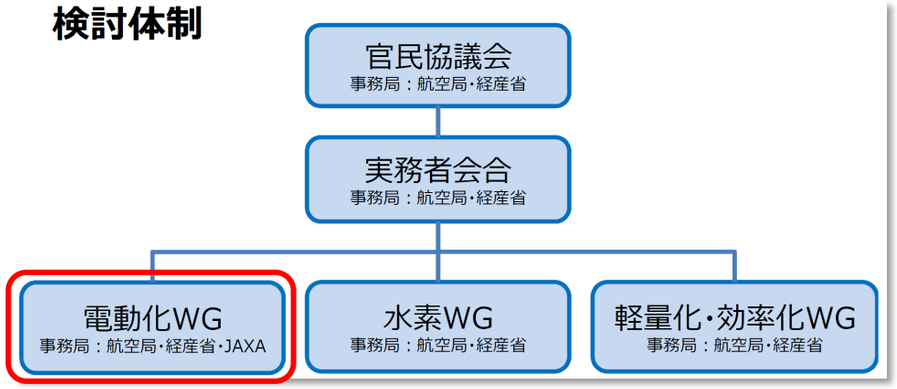
- 世界に先駆けて我が国の環境技術の実用化を進めるためには、**戦略的に安全基準、国際標準の検討・提案を進める必要**。
- これまで、**JAXA航空機電動化（ECLAIR）コンソーシアムと連携**し、①**国際標準化団体の関連コミッティの特定**、②**日本として優位性のある技術の調査**、③**日本企業の国際標準化団体の議論の場への参画支援**を実施してきた。
- 今後、これまでの成果も活かし、①水素、軽量化・効率化等の電動化以外の分野も含め、具体的な新技術分野について、**国交省とも連携**しながら、**安全基準の検討**を進め、②当該新技術の社会実装のために必要となる**国際標準化へ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

8

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

**検討体制**




出典：
https://www.meti.go.jp/press/2022/06/20220617002/20220617002.html

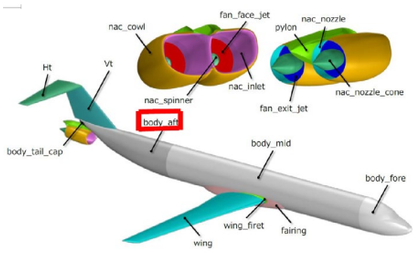
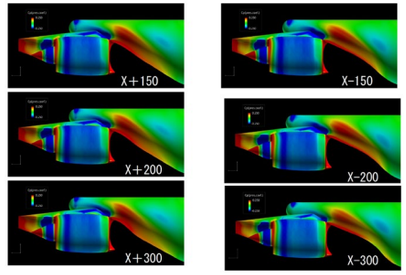
２０２２年６月に設立された「新技術官民協議会」にECLAIRとして参画し、ECLAIR標準化WGと官民協議会の電動化WGと連動・情報共有して進めている

© 2022 Japan Aerospace Exploration Agency

02

## 航空機電動化コンソーシアムの最近の活動

# 技術開発グループの活動状況

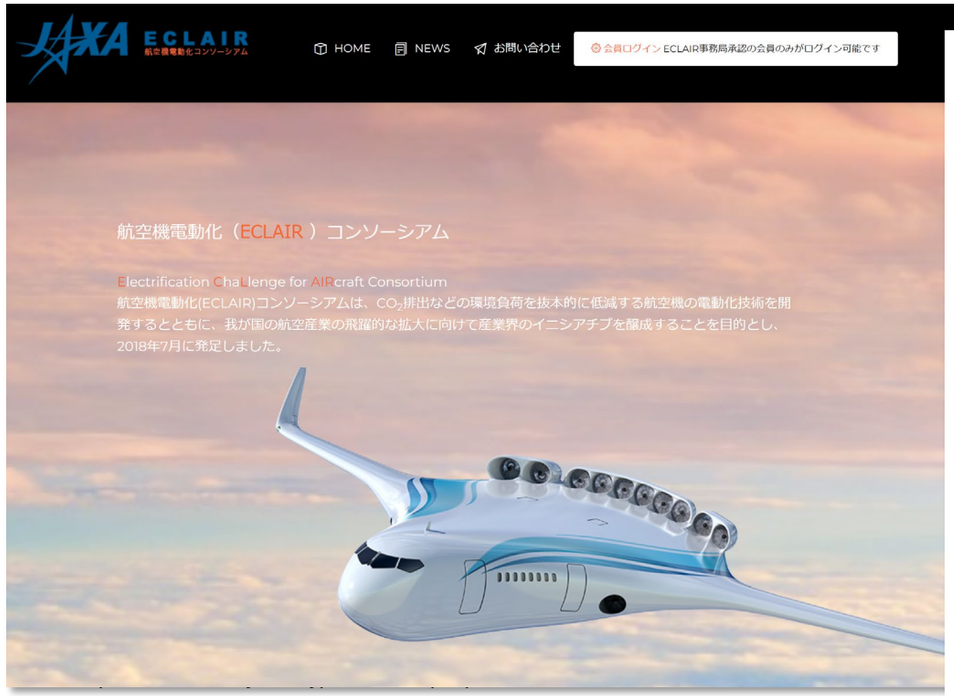
| 領域 | 番号 | サブグループ名称 | 活動期間 | 参画機関 | |
|---|---|---|---|---|---|
| ①<br>協調 | ①-1 | 航空機電動化共通基盤 | 2019.9-2021.3 | JAXA、他15機関 | 終了 |
| | ①-2 | 小型電動航空機のビジネスモデル並びに地上インフラの検討 | 2019.10-2021.3 | 慶應大、他13機関<br>http://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=0756b1a5a418337a3dd05f00cd1bed96 | 終了 |
| ②<br>競争 | ②-1 | 先進磁気回路技術を適用した<br>高出力密度モータの開発 | 2019.11-2021.3 | ㈱デンソー、JAXA<br>http://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=97ef0a60ceeda99884de94c7a2106b77 | 終了 |
| | ②-2 | 高高度環境適応電力変換・配電システム | 2020.6-2021.3 | 三菱電機㈱、川崎重工業㈱、JAXA | 終了 |
| | ②-4 | eVTOL用低騒音プロペラ | 2020.9-2022.3 | JAXA、電中研、工学院大、千葉大<br>http://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=8ff35b207fc087e3b13d36fba28edee8 | 終了 |
| | ②-5 | 重希土類フリー高磁力・高耐熱サマリウムコバルト磁石を用いた、電動航空機向け高出力密度モーター構成の検討 | 2021.11-2023.3 | JAXA、㈱東芝 | |
| | ②-6 | 胴体BLIファン搭載航空機の空力設計<br>  <br> | 2021.11-2023.3 | JAXA、東北大<br>  <br><br>東北大 大林研究室による解析結果 | |

© 2022 Japan Aerospace Exploration Agency

02

# 航空機電動化コンソーシアムの最近の活動

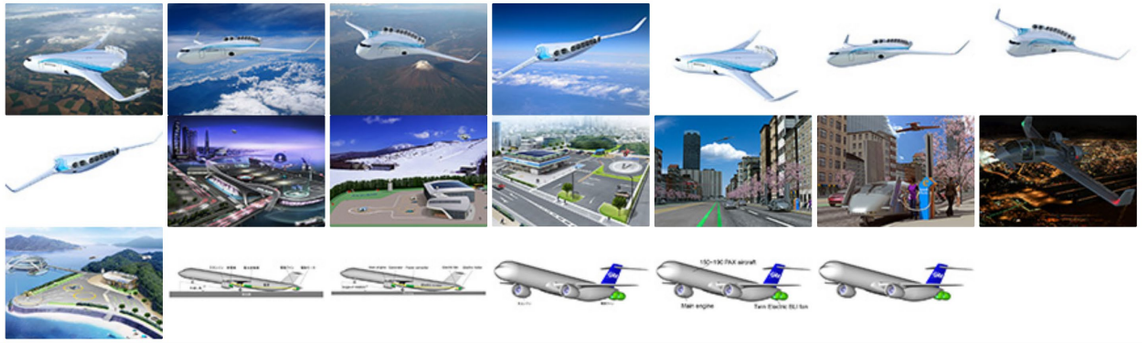
## 会員専用サイトの開設




### NEWS一覧

| 日付 | ニュースタイトル | 投稿会員 |
|---|---|---|
| 2022-08-02 | SAE E-40文書" Architecture Examples for Electrified Propulsion Aircraft AIR8678"が発行されました。 | 航空機電動化(ECLAIR)コンソーシアム事務局 NEWS投稿用 |
| 2022-08-02 | SAE E-40文書" Nomenclature and Definitions for Electrified Propulsion Aircraft ARP8676"が発行されました。 | 航空機電動化(ECLAIR)コンソーシアム事務局 NEWS投稿用 |
| 2022-07-21 | 【eVTOL】EUROCAEがeVTOL関連規格の検討に参加する企業を募集（Call for Participation） | 航空機電動化(ECLAIR)コンソーシアム事務局 NEWS投稿用 |
| 2022-06-20 | 航空機の脱炭素化に向けた新技術官民協議会が発足しました | 航空機電動化(ECLAIR)コンソーシアム事務局 NEWS投稿用 |
| 2022-05-25 | デンソーとハネウェル、 共同開発製品が電動航空機に初採用 | 航空機電動化(ECLAIR)コンソーシアム事務局 NEWS投稿用 |
| 2022-05-13 | 持続可能な航空燃料（SAF）の導入促進に向けた官民協議会が発足しました | 航空機電動化(ECLAIR)コンソーシアム事務局 NEWS投稿用 |
| 2022-04-26 | Japan Drone2022｜第7回 – Expo for Commercial UAS Market –のご案内 | 航空機電動化(ECLAIR)コンソーシアム事務局 NEWS投稿用 |
| 2022-04-15 | 【基調講演Pratt & Whitney】Hybrid-electric propulsion and the future of sustainable aviation | 航空機電動化(ECLAIR)コンソーシアム事務局 NEWS投稿用 |
| 2022-04-15 | 【基調講演European Commission】Hybrid electric aeronautics research in Horizon Europe | 航空機電動化(ECLAIR)コンソーシアム事務局 NEWS投稿用 |
| | s-Royce】Pioneering electrical power and propulsion for advanced air | 航空機電動化(ECLAIR)コンソーシアム事務局 NEWS投稿用 |

### IMAGE GALLERY



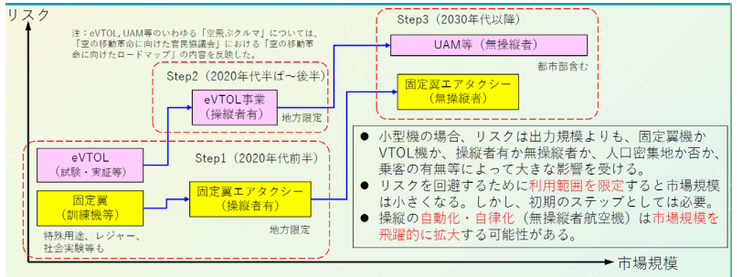
コンソーシアム内で情報共有を図るとともに、会員間の柔軟な交流を促す専用WEBサイトを開設

© 2022 Japan Aerospace Exploration Agency

03

## 航空機電動化コンソーシアム第1期のまとめ

# 第1期期間における目標値の更新と空飛ぶクルマの動向

| | 設立当初（2018年7月） | 現在（2022年10月） |
|---|---|---|
| **$CO_2$削減目標** | 2050年に2005年時点の半減<br>https://www.aero.jaxa.jp/about/hub/eclair/pdf/eclair_vision.pdf | 2050年にカーボンニュートラル<br>https://www.aero.jaxa.jp/about/hub/eclair/pdf/eclair_vision.pdf |
| **燃料消費削減目標** | 想定する開発機の燃費削減目標<br>EIS時期 / サイズ / 燃費削減率<br>2030年代 / 細胴機以下 / 10%<br>**2040年代 / 全サイズ / 30%**<br>2050年代 / 全サイズ / 50%<br>https://www.aero.jaxa.jp/about/hub/eclair/pdf/eclair_vision.pdf | EIS時期 / 機材サイズ / 燃費削減率目標 / 従来技術による寄与分 / 次世代技術による寄与分<br>**2035年頃 / 細胴(単通路) / 20% / 10% / 10%**<br>**2040年頃 / 広胴(複通路) / 35% / 10% / 25%**<br>**2045年頃 / 細胴(単通路) / 45% / 15% / 30%**<br>https://www.aero.jaxa.jp/about/hub/eclair/pdf/eclair_vision.pdf |
| **空飛ぶクルマ** |  <br>我が国が目指すべき小型電動航空機の社会実装順序<br>https://www.aero.jaxa.jp/about/hub/eclair/pdf/eclair_vision.pdf | 事業化や型式証明取得に向けた活動が活発化<br>SkyDrive 社<br>2022.09.26商用機のデザインを発表<br>https://skydrive2020.com/archives/13866<br>「SkyDrive式SD-05型」<br>国土交通省 2022.10.18米国Joby Aviation からの空飛ぶクルマの型式証明の申請受理 |

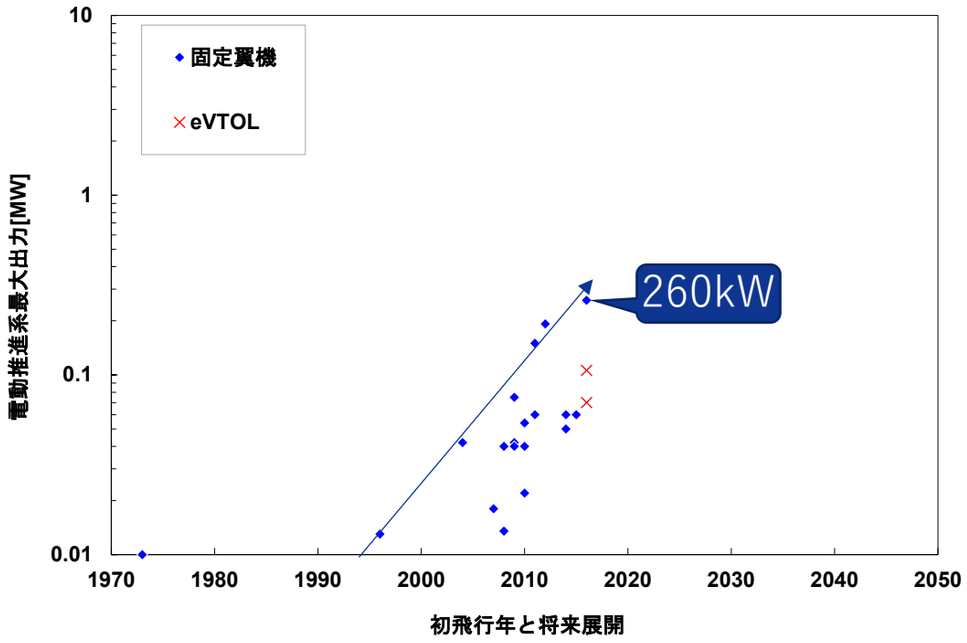
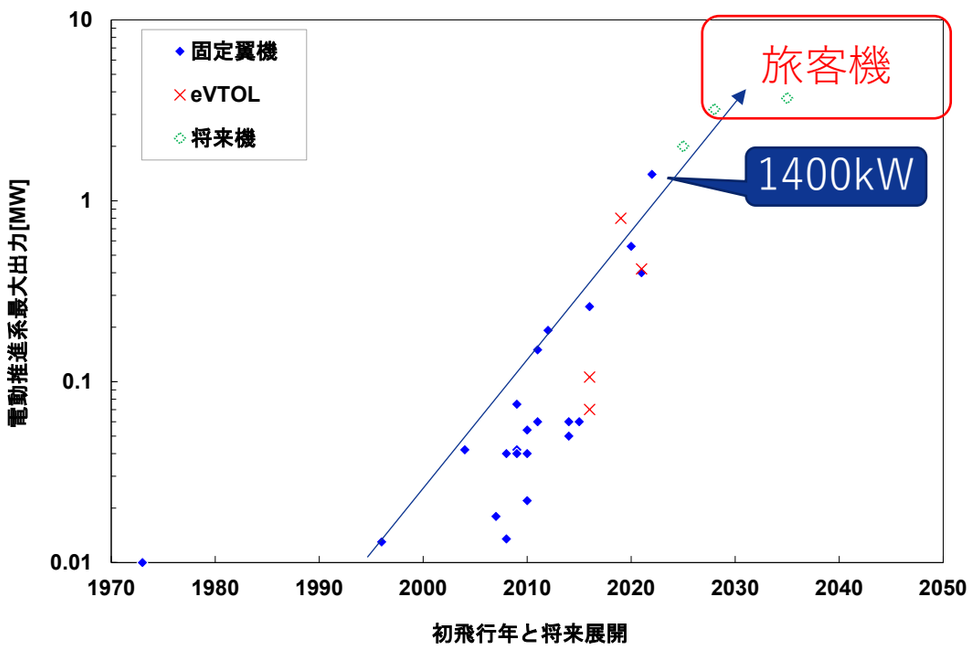
- **$CO_2$**の長期削減目標が厳しい側に更新されたのに伴い、**電動化の寄与分**も更新した。
- **空飛ぶクルマ**は国内民間企業による**事業化に向けた活動が具体化**した。

© 2022 Japan Aerospace Exploration Agency

03

## 航空機電動化コンソーシアム第1期のまとめ

# 電動航空機の技術動向

| | 設立当初（2018年7月） | 現在（2022年10月） |
|---|---|---|
| 電動航空機技術動向 |  |  |





- 出力規模が増加し続けて**MW級に到達**し、**電動旅客機が開発対象**になってきた。
- 将来ビジョンを改訂し技術ロードマップの更新内容に反映した。

© 2022 Japan Aerospace Exploration Agency

# 03 航空機電動化コンソーシアム第1期のまとめ

## コンソーシアムの体制

| | 設立当初（2018年7月） | 現在（2022年10月） |
|---|---|---|
| **体制** | ● 代表<br>● 事務局<br>● ステアリング会議<br>● 一般会員 | ● 代表、事務局<br>● ステアリング会議<br>● 一般会員<br>● 技術開発グループ<br>● 航空機電動化技術標準化ワーキンググループ |
| **ステアリング会議メンバー** | | |
| **会員数** | 20 | 142 |
| **標準化機関への参画** | SAE EASG(IHI), AE-9(IHI) | SAE EASG(IHI, JAXA), E-40(IHI, JAXA, MHI, Sinfonia, Tamagawa, muRata), AE-9(IHI), AE-7(MELCO, KHI), AE-7D(muRata), …<br>https://www.meti.go.jp/meti_lib/report/2019FY/000444.pdf |

● 活動規模、内容とも**大幅に拡大**した。

© 2022 Japan Aerospace Exploration Agency

04

## 航空機電動化コンソーシアム第2期の計画案

# コンソーシアムの期間延長

（目的）

第２条　本コンソーシアムは、航空工学分野のみならず異分野も含めた連携と協調により、$CO_2$ 排出などの環境負荷の抜本的な低減を目指した航空機の電動化を実現する革新的な技術を円滑に創出するとともに、我が国の航空産業の飛躍的な規模の拡大に向け、産業界のイニシアティブ醸成のための産学官連携推進の基盤を構築・提供することを目的とする。

民間主導の体制に移行するため、コンソーシアム設置期間の延長が必要

（設置期間）

第１４条　本コンソーシアムの設置期間は、２０２３年３月３１日までとする。ただし、ステアリング会議において決議された場合、期限を定めて設置期間を延長または短縮することができる。

● ステアリング会議において**設置期間の延長**を決定。

© 2022 Japan Aerospace Exploration Agency

04

## 航空機電動化コンソーシアム第2期の計画案

# 第2期に向けた方針等

**①ECLAIR規約の改訂案**

**1．期間の延長**

- 2023年3月末が現規約に定めた期限。⇒ **2028年3月末まで（5年間延長の予定。）**

**2．事業内容の追加**

- 標準化活動に関する事項を追加の予定

**②標準化活動の強化**

- 「航空機の脱炭素化に向けた新技術官民協議会」との密接な連動
- SAE等の国際標準化団体との連携

**③技術開発**

- 技術開発戦略、標準化戦略、設備戦略の策定・更新と将来ビジョンver2への反映
- 技術開発グループの制度更新（会員ニーズへの適合）
- 他組織（航空機ライフサイクルDXコンソーシアム等）との連携

**④ECLAIRの後継体制検討**

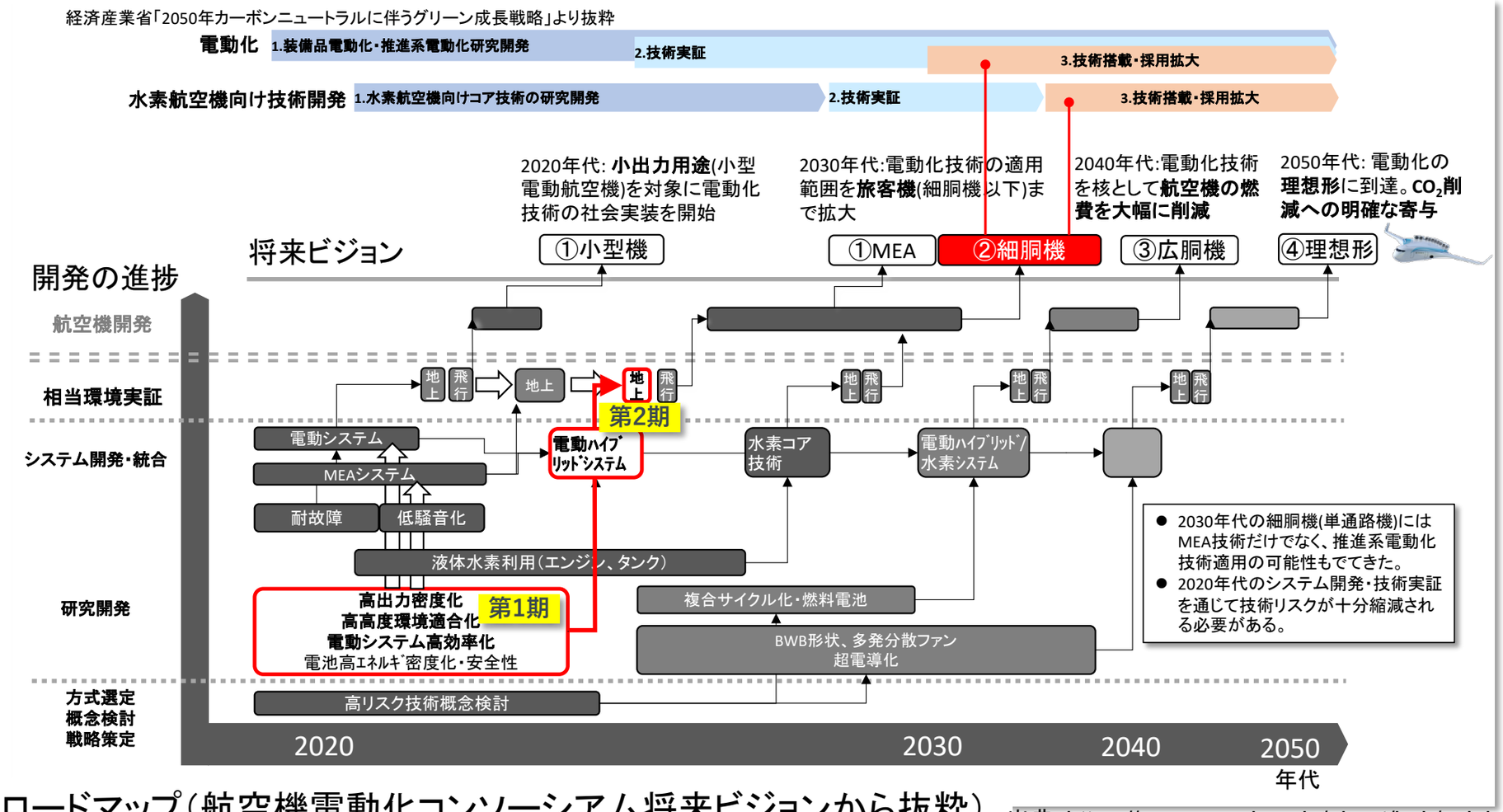
- 産業界がイニシアティブを発揮するECALIR後の民間主導体制構築に向けた議論

© 2022 Japan Aerospace Exploration Agency

04

## 航空機電動化コンソーシアム第2期の計画案

# 大規模技術実証




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

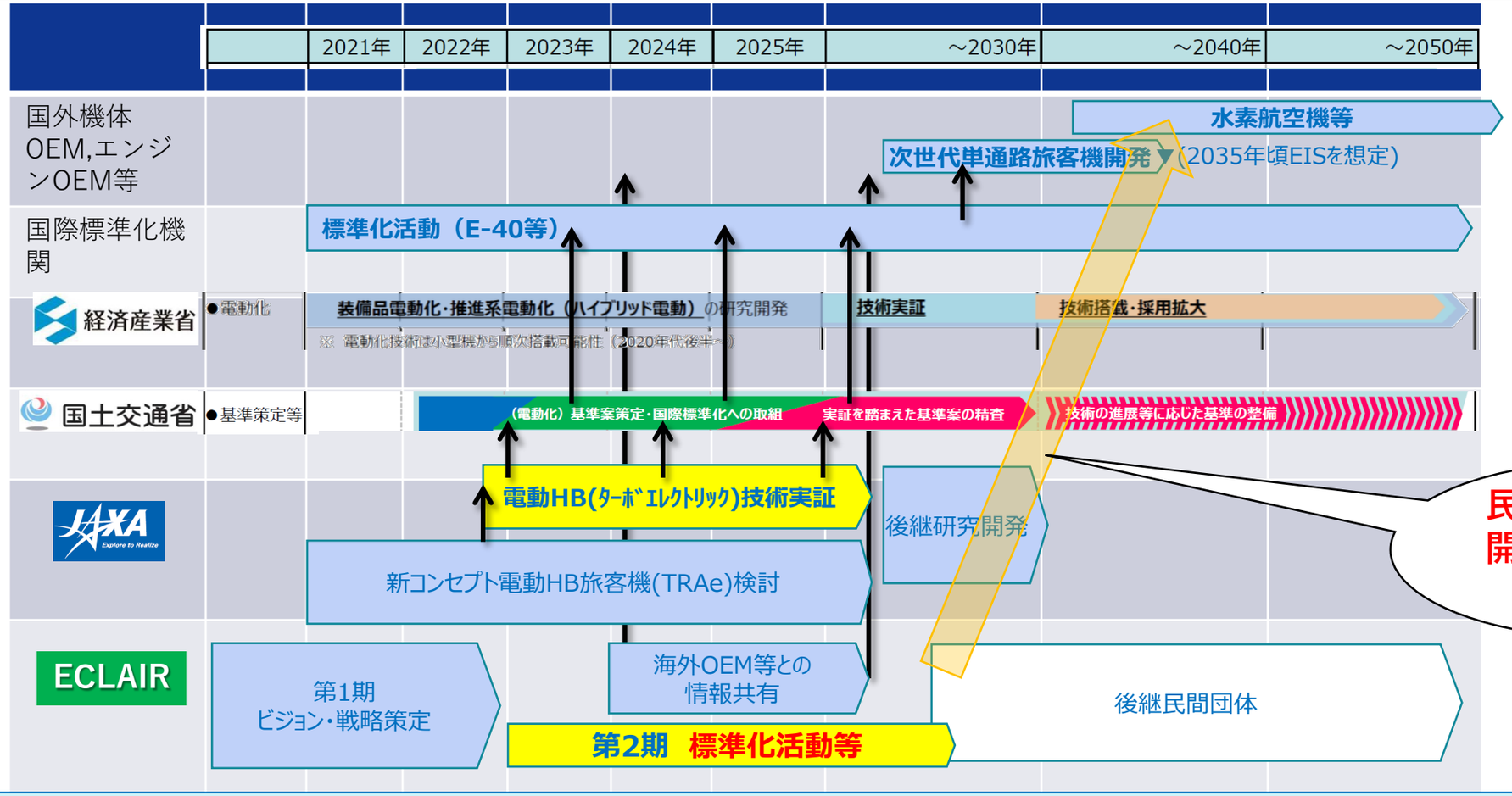
● 第1期研究開発成果を活用し、**第2期は電動ﾊｲﾌﾞﾘｯﾄﾞｼｽﾃﾑの開発・技術実証に注力**する。

© 2022 Japan Aerospace Exploration Agency

04

## 航空機電動化コンソーシアム第2期の計画案

# ECLAIR体制を基にした社会実装シナリオ




民間主導の研究開発～社会実装の体制確立

**目指す姿（2020年代後半頃）：**
**JAXA技術実証プロジェクトを事例とし**、実施後に産業界主体の研究開発～社会実装の体制ができている。
① ECLAIR体制の中に要素研究→試験設備→システム実証の環境が整備され、参加企業が独自の競争力強化と標準化活動への関与を推進。
② 航空産業の新事業領域として電動化技術の事業化に向けた具体的活動を開始、国内産業界が強みを活かして市場参入することが見込まれている。

© 2022 Japan Aerospace Exploration Agency

# まとめ

- ECLAIRが設立された2018年から今日までの間に、航空機電動化技術は飛躍的に進歩し、もはや電動旅客機までが現実的な開発対象となりつつある。
- ICAOを含む航空業界のCO2削減目標は2050年にネットゼロ・カーボンを達成することであり、そのためにあらゆる次世代技術を最大限導入する必要がある。
- 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する予定である。
- また、技術開発と並行して「航空機の脱炭素化に向けた新技術官民協議会」と連携し、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。

© 2022 Japan Aerospace Exploration Agency

© 2021 Japan Aerospace Exploration Agency

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