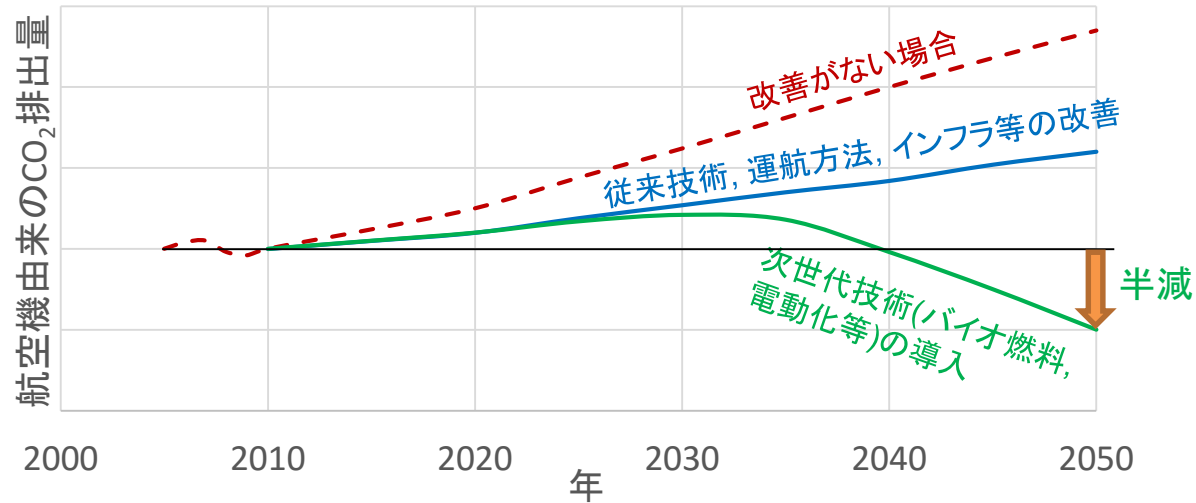


# 電動化による航空のイノベーション

宇宙航空研究開発機構 航空技術部門  
次世代航空イノベーションハブ エミッションフリー航空機技術チーム  
ハブマネージャ 西沢 啓

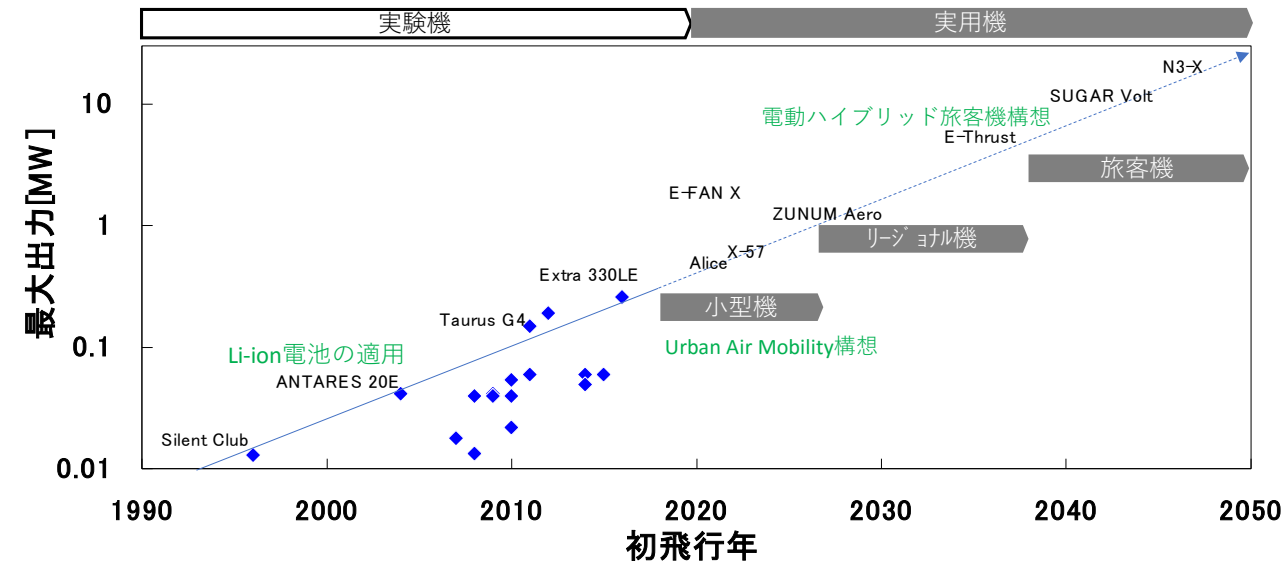
# 1.背景

- ①社会的背景： 今後20年間で航空機の輸送量が約2.4倍に増加（技術改善なければCO<sub>2</sub>排出総量も倍増）
- ②環境面での必要性： ICAO、IATAの航空機CO<sub>2</sub>排出総量削減要求（2050年に2005年の半減；左図）
- ③国際動向： 上記の目標達成に向け、推進系電動化を図る電動航空機の開発が加速（右図）



航空機由来のCO<sub>2</sub>排出量の削減シナリオ

出典: WORKING PAPER DEVELOPED FOR THE 38<sup>th</sup> ICAO ASSEMBLY Sept/Oct 2013 "Reducing Emissions from Aviation through Carbon-Neutral Growth from 2020"の図を元にJAXAが再作成



電動航空機の国際動向（出力向上の推移と将来計画）

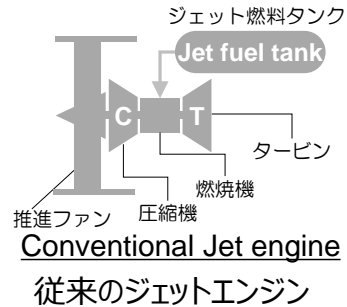
- JAXAは2004年頃から航空機電動化の研究に着手
- 国内の動向は民間の協業、全機開発、飛行実証等の点で諸外国に遅れているものの、要素技術のポテンシャルは高い

# 2. 航空機の電動化とは？

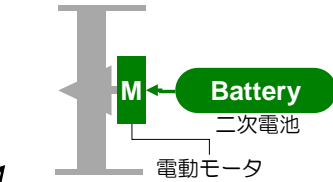
## 航空機の電動化

- 1. 装備品の電動化 (MEA: More Electric Aircraft)
- 2. エンジンの電動化 (電動航空機)

注：減速機や電力変換器等、一部の構成要素は省略して描かれている

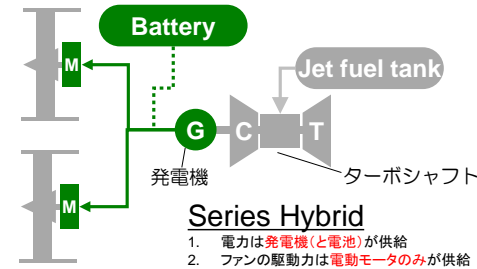


電動化



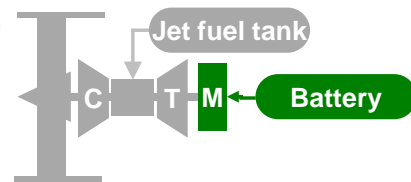
Full Electric (Pure Electric)

- 1. 電力は電池のみが供給
- 2. ファンの駆動力は電動モータのみが供給



Series Hybrid

- 1. 電力は発電機(と電池)が供給
- 2. ファンの駆動力は電動モータのみが供給



Parallel Hybrid

- 1. 電力は電池のみが供給
- 2. ファンの駆動力は電動モータと熱機関が供給

エンジンの電動化には主に3種類の方式(純電動化、シリーズハイブリッド、パラレルハイブリッド)があり、長所短所が異なる他、推進ファンの個数やレイアウトにも自由度があり、選択肢は多い。

①現状技術との著しいギャップ： 旅客機のエンジンを電動化(ハイブリッド化)するためには、電動モータやパワーエレクトロニクス(パワエレ)の質量出力密度を現状の2~3倍に、電池の質量エネルギー密度を現状の3~5倍に向上する等の**大幅な技術革新が必要**。

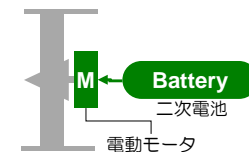
②我が国のチャンス： **国内には電動モータ、パワエレ、電池等、航空機電動化に不可欠な主要技術やそれらの構成要素としての素材技術等に関して強い競争力を有する企業が多数存在**。参入障壁は高いが、**実用化がされていない分野であり、業界地図はまだ固定していないため、国内企業にも参入チャンスがある**。

## 航空機エンジンの電動化の方式

# 3. JAXAにおけるこれまでの研究

## FEATHER事業 (期間: 2012年5月~2015年5月)

成果: **多重化モータシステム**によるエンジン故障時の推力喪失回避機能や、**回生エアブレーキシステム**による降下率制御機能等を世界で初めて有人飛行実証



純電動推進システムを独自開発し、既存航空機に搭載して飛行実証

### Full Electric (Pure Electric)

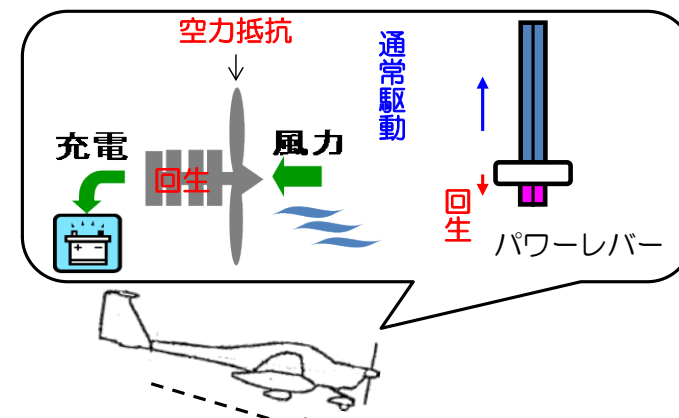
1. 電力は電池のみが供給
2. ファン駆動力は電動モータのみが供給

#### 実証試験機の仕様

全幅	16.33m
全備重量	800kg
座席数	1(原型機は2)

#### 電動推進システムの仕様

モータ方式/冷却方式	永久磁石形同期モータ/水冷
最大出力/最大効率	63kW/94%以上
電力源	Li-ion電池(75Ah,128V)
インバータ	IGBT



回生エアブレーキシステムのコンセプト

①多重化モータ

②パイロットインターフェイス

③高出力密度 Li-ion電池

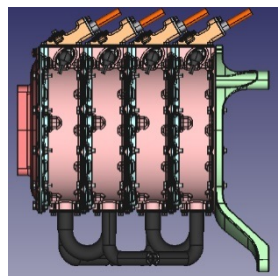
航空機用電動推進システム



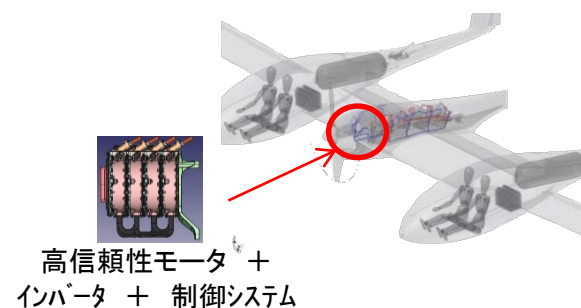
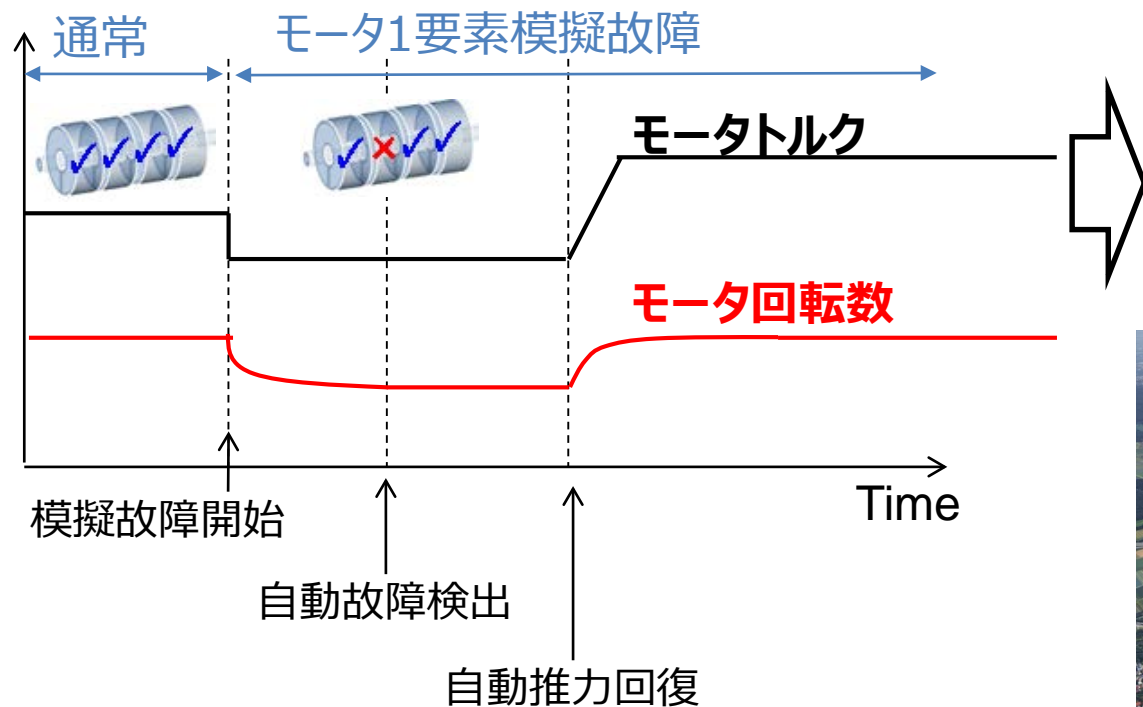
飛行試験 (2015年2月 岐阜基地)

## JAXAとドイツDLRとの共同研究

- JAXAのモータシステムをDLRの飛行試験プラットフォームに搭載し2019年度に飛行試験の予定。
- FEATHERプロジェクトで開発した多重化モータシステムを改良。
- 故障を自動的に検出し、減少した推力を自動的に回復する機能を実飛行環境下で実証することを目的としている。



JAXA  
改良型多重化  
モータシステム

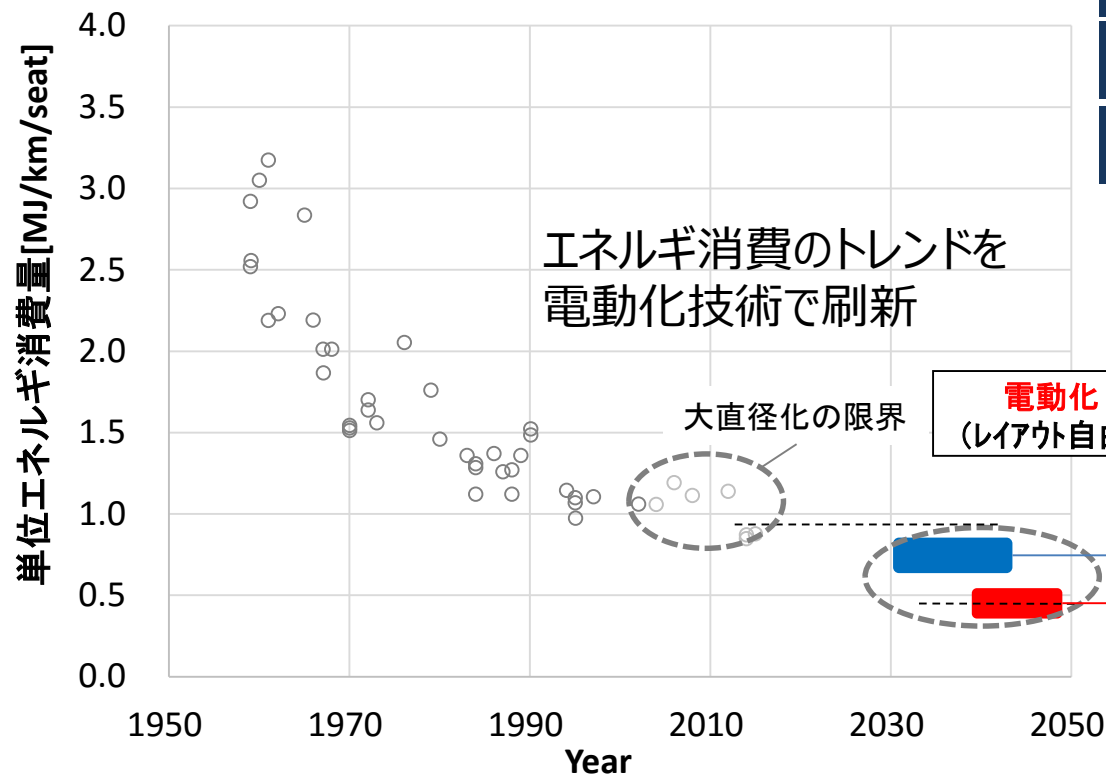




## 将来目標と重要技術課題

### 重要技術課題

- ① : 航空機用従来エンジンシステムを超えるエネルギー効率の実現
- ② : 高高度低圧高放射線環境における高電圧化
- ③ : 著しい軽量化と高度な安全性・信頼性の両立



#### 諸外国の構想

燃費削減目標: 10~20%

特徴: 多発分散化 → 推進効率向上



発電機や電動モータのロスが加算される分むしろエンジンの熱効率については低下が避けられない。

#### JAXAで検討中の構想

燃費削減目標: 50%以上

特徴: 多発分散化 → 推進効率向上  
+ 複合サイクル化 → 熱効率向上

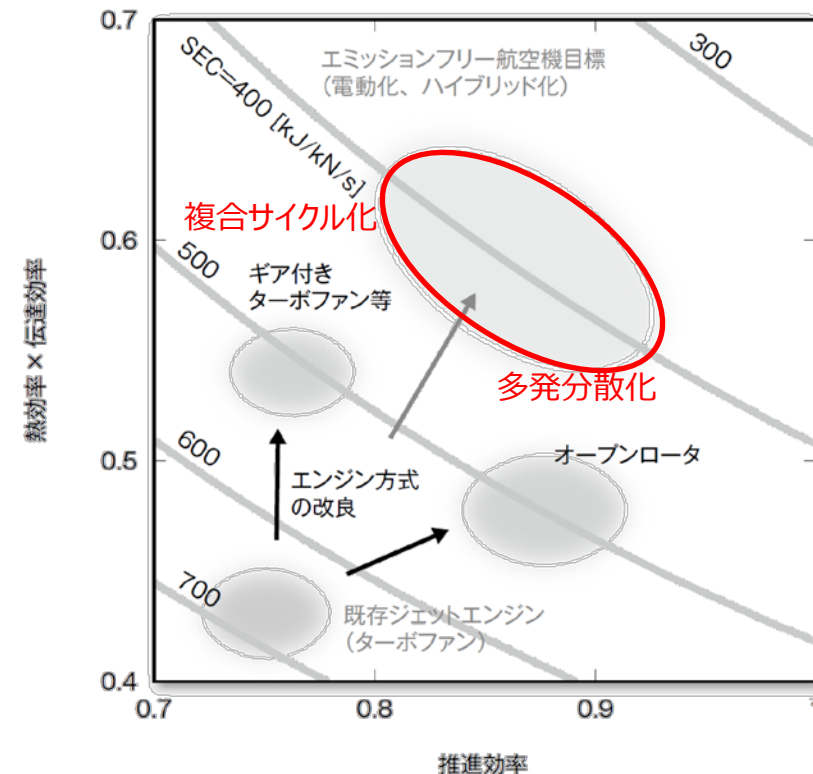
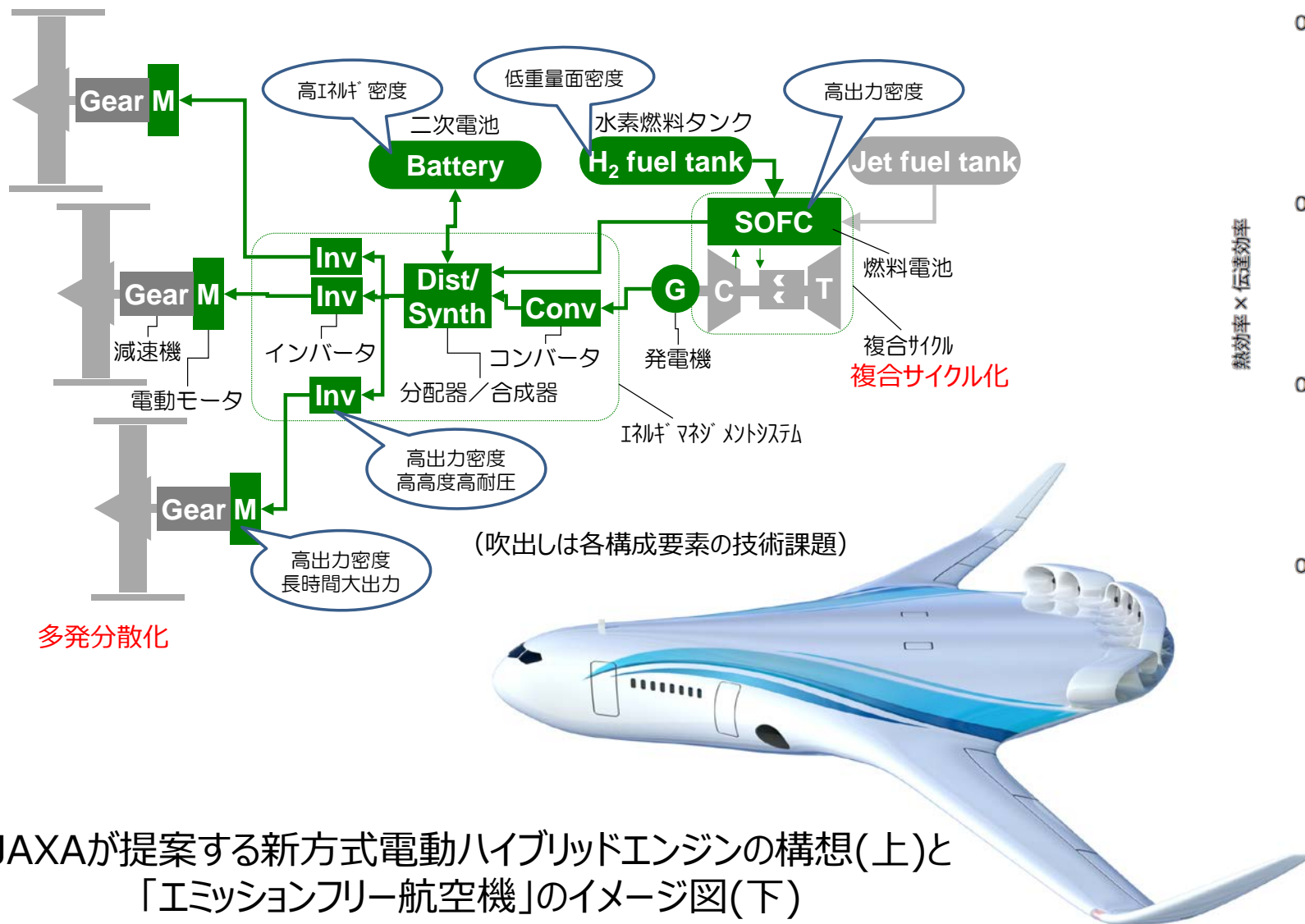


~150席級

エンジンの熱効率そのものを向上するためのシステム方式について検討をすすめている。

航空機の単位エネルギー消費量の推移と将来目標

## 将来目標(旅客機電動化) に対するJAXAの独自コンセプト

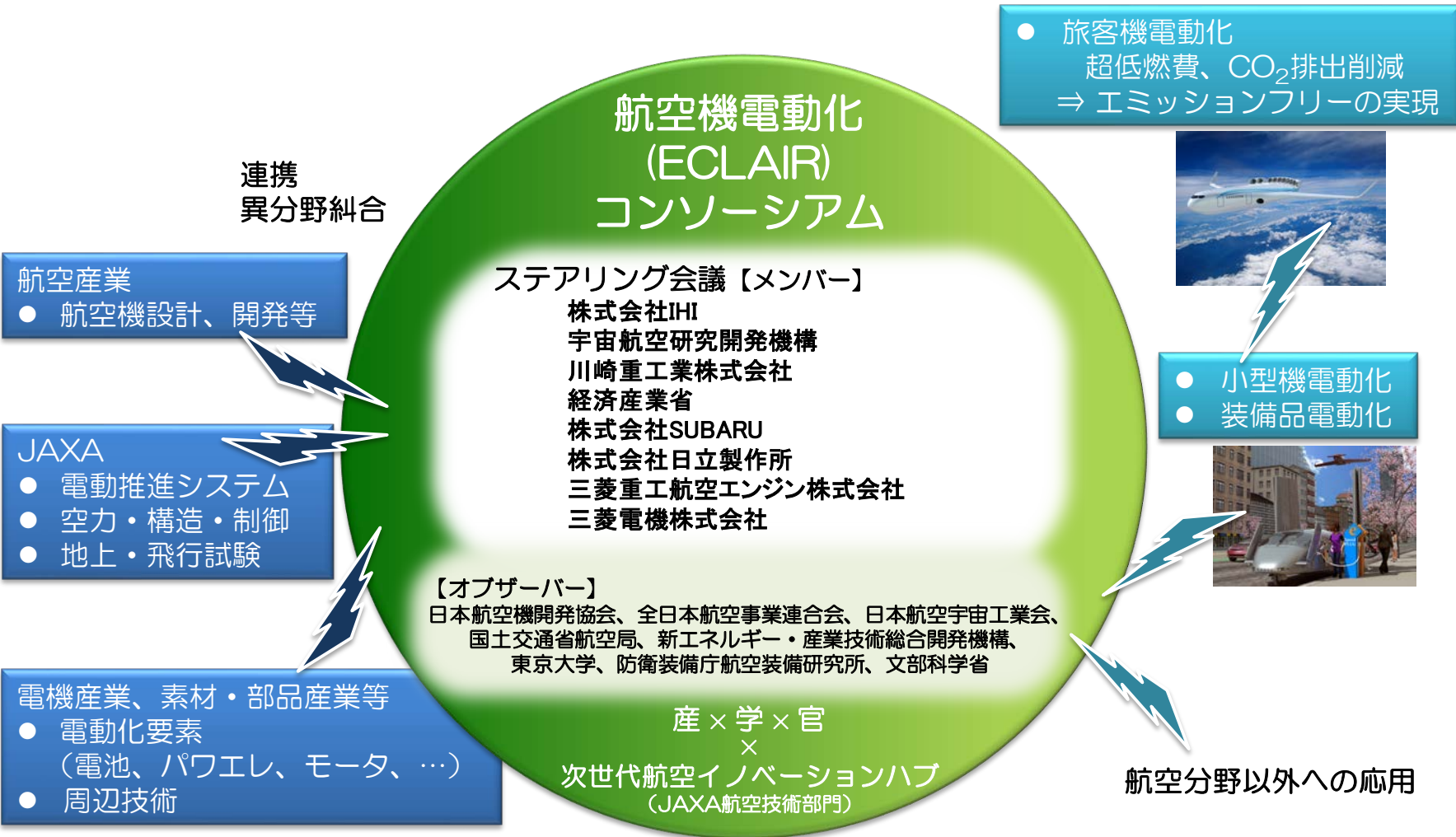


### 推進効率と熱効率の目標

小島・岡井・西沢、超電導応用・最前線「航空機用モータ」OHM2017年12月号

JAXAが提案する新方式電動ハイブリッドエンジンの構想(上)と「エミッションフリー航空機」のイメージ図(下)

# 5.航空機電動化コンソーシアムによるイノベーション



JAXA単独で「電動化」に取り組むことは困難であるが、国内には電動化に関して高いポテンシャルを持つ企業が多数存在する。

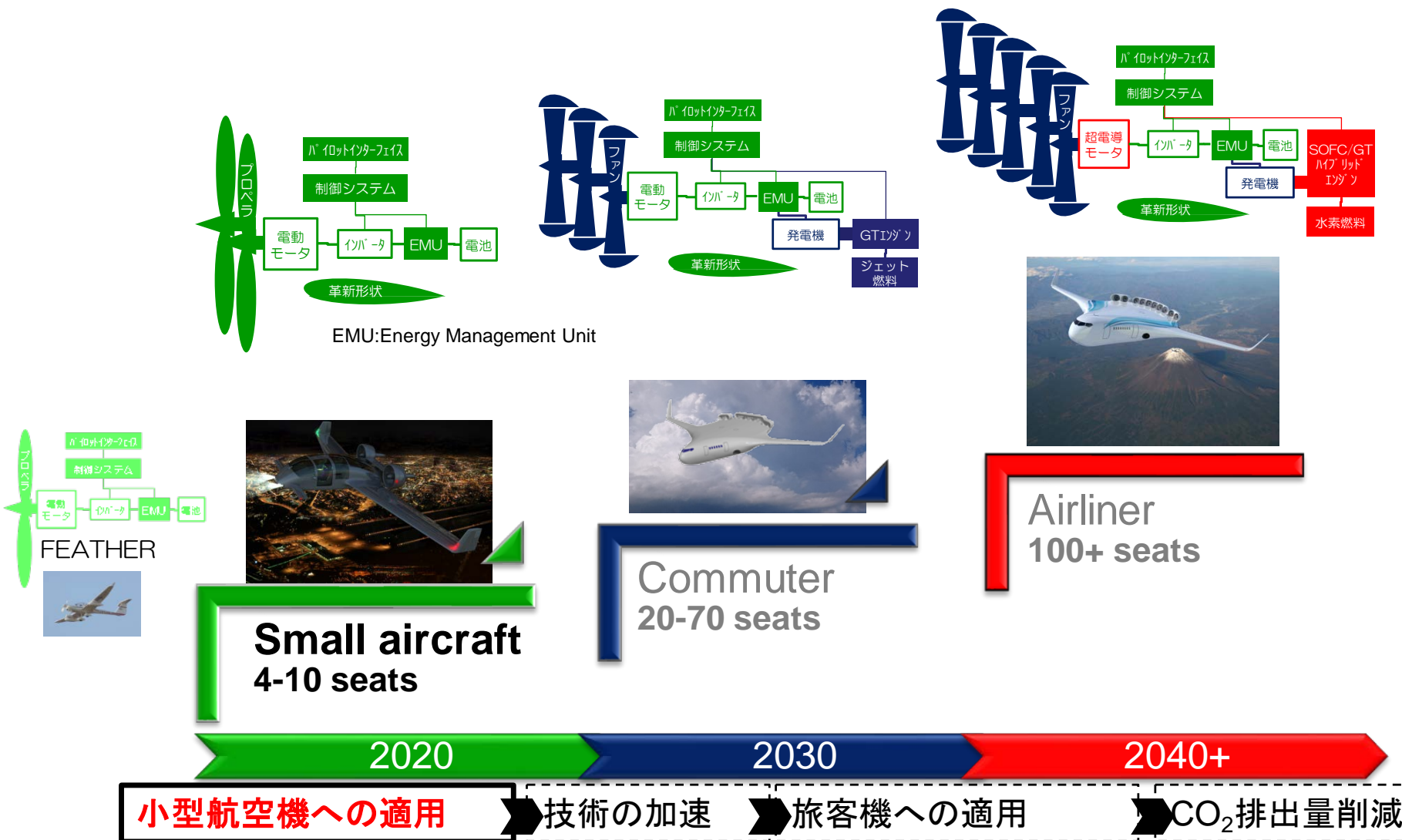
2018年7月に「航空機電動化コンソーシアム※」を発足した。本コンソーシアムでは、日本が世界に誇る電動要素技術と航空技術を糾合し、抜本的にCO<sub>2</sub>排出量削減が可能な「エミッションフリー航空機」の実現に必要な技術開発、国際競争力のある技術力強化を目指す。

\*英文名称： Electrification ChaLLenge for AIRcraft (ECLAIR) Consortium  
<http://fanfun.jaxa.jp/jaxatv/detail/12230.html>



# 6.技術の将来展開構想

技術の難易度



異分野との連携強化によるオープンイノベーションにより、電動パワートレイン、燃料電池、超電導等の我が国が優位性を持つ技術を航空分野に積極的に適用し、電動航空機技術の着実なレベルアップと社会実装を目指す。

- 異分野との連携強化によるオープンイノベーションにより、電動パワートレイン、燃料電池、超電導等の我が国が優位性を持つ技術を航空分野に積極的に適用し、電動航空機技術の着実なレベルアップと社会実装を目指す。
- 第4期中長期計画期間（2018～2024）においては、航空機電動化コンソーシアムとの連携の下、小型機にも旅客機にも必須となるシステム共通部分や燃費削減への寄与が大きい技術の研究開発を先行させる計画。
- その成果を、短中期的には小型機や装備品等の電動化へ、長期的には旅客機の電動化へと展開していく。

ご清聴ありがとうございました。



宇宙航空研究開発機構  
次世代航空イノベーションハブ