© 2021 Japan Aerospace Exploration Agency

電動ハイブリッド推進システムの技術実証構想

電動ハイブリッド航空機チーム　　横川 譲

宇宙航空研究開発機構　航空技術部門

目次

01 / 技術実証の背景
- 航空機電動化技術の進歩とシステム方式
- 電動ハイブリッド推進システムの適用方法

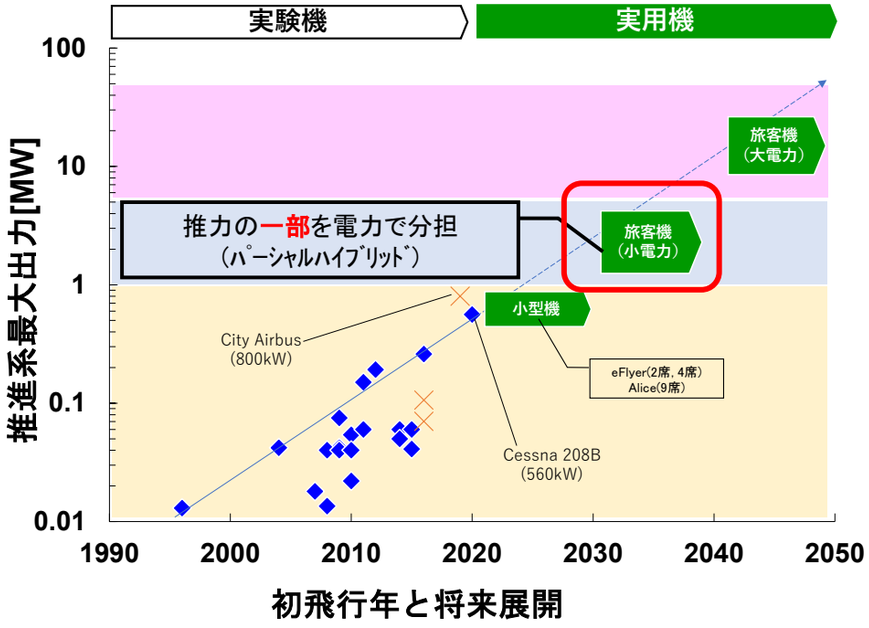
02 / 実証構想
- 実証の目的
- 目標と技術課題
- 技術実証構想の概要
- 現状の進捗

03 / まとめ

© 2021 Japan Aerospace Exploration Agency

01 技術実証の背景

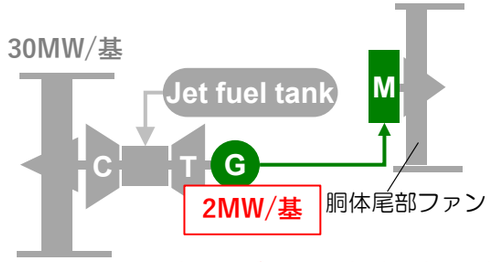
航空機電動化技術の進歩とシステム方式



2030年代前半

100席超級ジェット機

初期の電動ハイブリッドシステム



①パーシャルターボエレクトリック

✓尾部への配置でファン効率向上可能

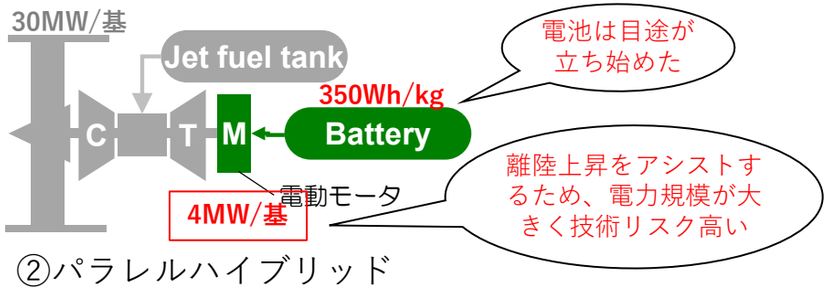
1 MW~ 2 MW級の要素技術に目途が出てきた

30席級プロペラ機

1MW/基

②パラレルハイブリッド

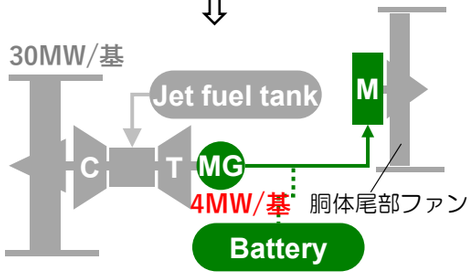
2030年代後半～2040年代前半



②パラレルハイブリッド

✓主エンジンを外部電力でアシストして燃料を節約

✓主エンジンコアを小型化⇒エンジンバイパス比向上



③シリーズ・パラレル・パーシャルハイブリッド

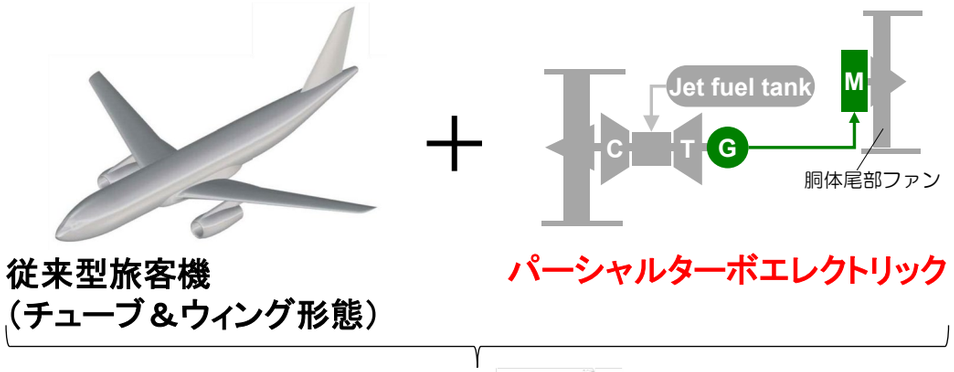
✓①と②の両方の効果

- 推力の一部を電力で分担するパーシャルハイブリッド方式のうち、100席超級ジェット機の電動化としては
  ①**ターボエレクトリック方式は技術的成立性が最も高い**のでハイブリッド方式の起点となり得る有力な候補
- ②パラレルハイブリッド方式は100席超旅客機用としては技術リスクが高いので、数十席級プロペラ機が初期の対象

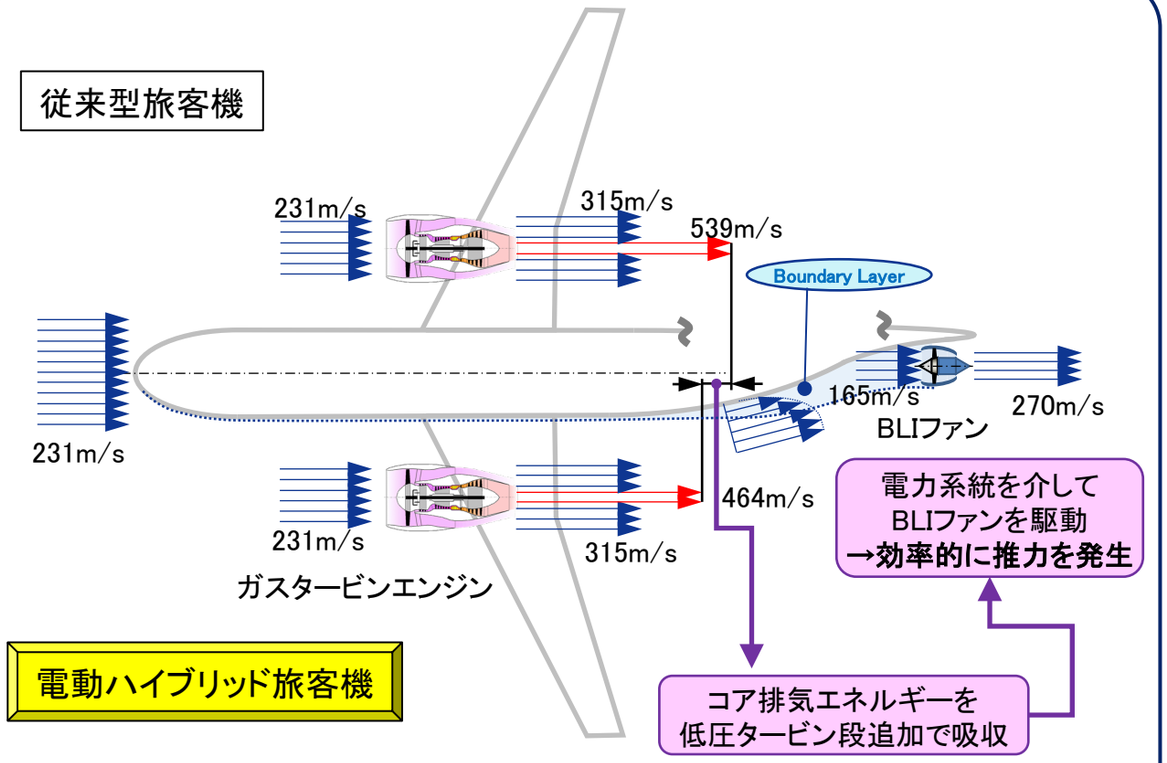
© 2021 Japan Aerospace Exploration Agency

01 技術実証の背景

電動ハイブリッド推進システムの適用方法



電動ハイブリッド推進システムを搭載した旅客機のイメージ（出典：JADC）



胴体尾部BLIファンによる燃費低減の原理
（BLI：Boundary Layer Ingestion）

- 胴体尾部に形成される境界層／Wakeの低速流にファンを配置することで推進効率を向上
- 翼下ガスタービンエンジンの出力の一部を取り出し、電動航空機ならではの推進システム配置の自由度を積極的に活用

© 2021 Japan Aerospace Exploration Agency

02 実証構想

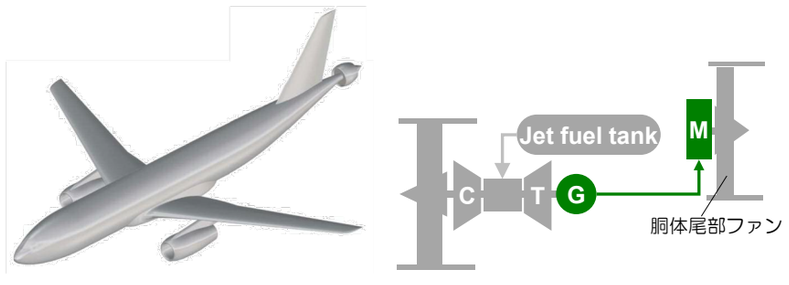
技術実証の目的

電動ハイブリッド航空機技術の有効性と適合性を、**技術成熟度の高い統合システムとして早期に実証**

⇩

目的：　世界の航空産業の持続的発展を可能とする**新事業領域**として、国内企業が個社の強みを活かした**電動化製品事業を世界に先駆けて開拓**

“Initial Hybrid System” の実装（旅客機初）



初期の電動ハイブリッドシステム

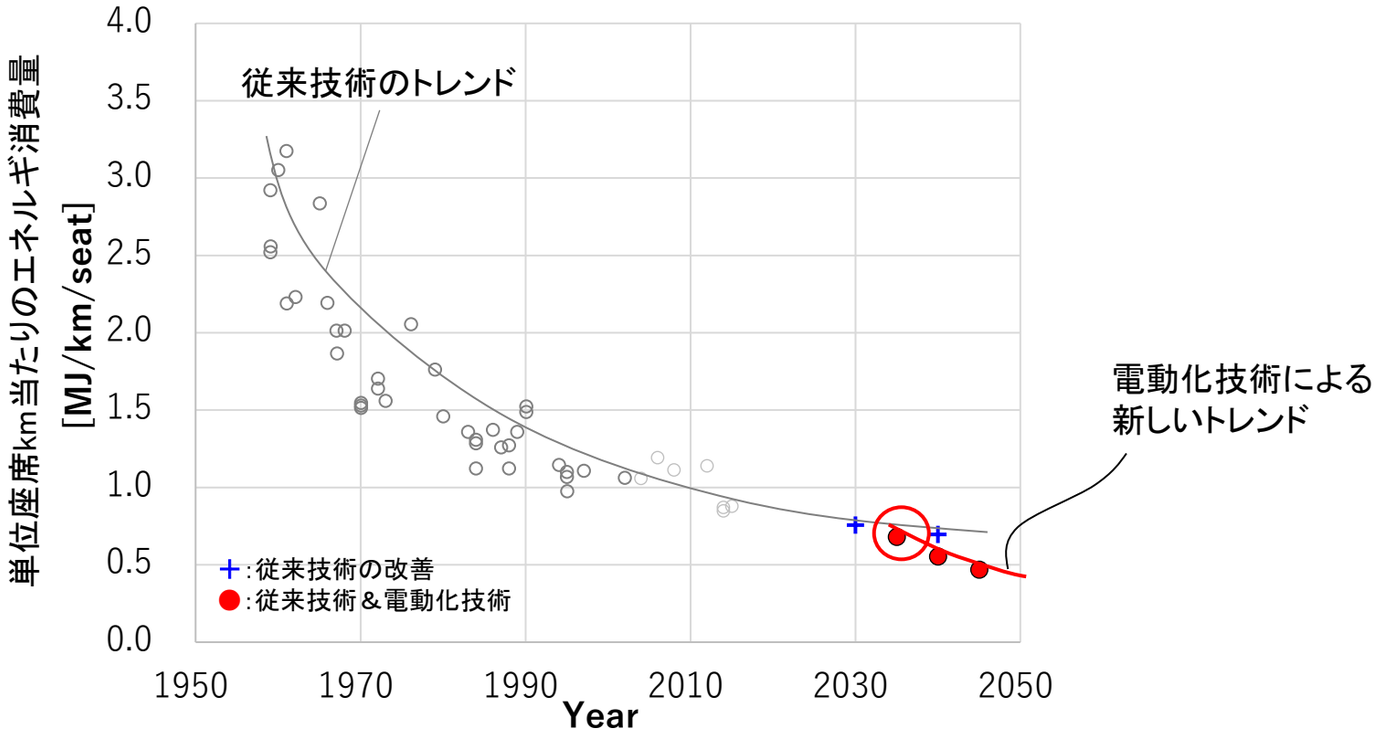
システムの基本方針

- 出力が大きすぎない
- 電圧が高すぎない
- 故障したら停止できる
- 機体のコンフィギュレーションを大きく変えない
- 巨大な試験設備が不要

© 2021 Japan Aerospace Exploration Agency

02 実証構想

電動化による燃費低減の目標と技術課題



旅客機における単位エネルギ消費量の推移と開発機の目標

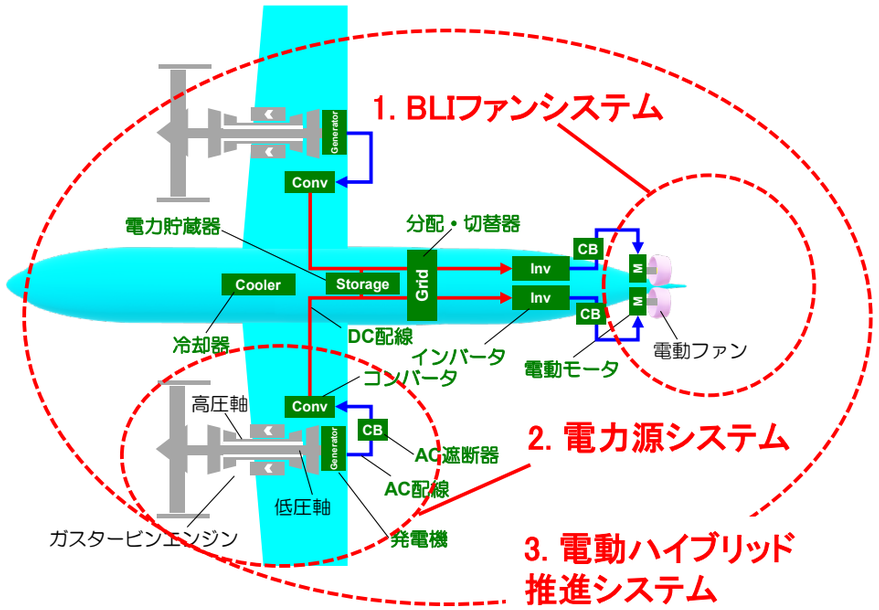
【主要な技術課題】

1. 「胴体尾部にファンを設置するBLI方式」では、実機として成立させるための形態とする必要
2. 航空機の歴史上初めてとなる大電力を機上で生成するため、新方式の発電機へ移行する必要
3. 電気系コンポーネントにおいては、高効率化・高出力密度化の他、高空環境（低圧＆高放射線）への適応

© 2021 Japan Aerospace Exploration Agency

02 実証構想

技術実証構想の概要



150-190席級の短通路機

実証する主要技術

1.BLIファンシステム
胴体尾部の遅い空気を電動ファンが吸込むことにより推進効率を向上し、**燃費を削減**する技術。

2.電力源システム（エンジン＋発電機）
エンジン低圧軸の動力を大容量発電機出力として抽出し、**電力を生成**する技術。

3.電動ハイブリッド推進システム
電力源の生成電力を電動ファンに供給、各電動要素を統合化、熱と出力のバランスを管理して**システムの健全性を維持**する技術。

初年度	次年度	～		最終年度
電動ハイブリッド推進システム概念検討	実証計画策定	予備試験	システム設計製作	**電動ハイブリッド推進システム地上試験**	解析評価

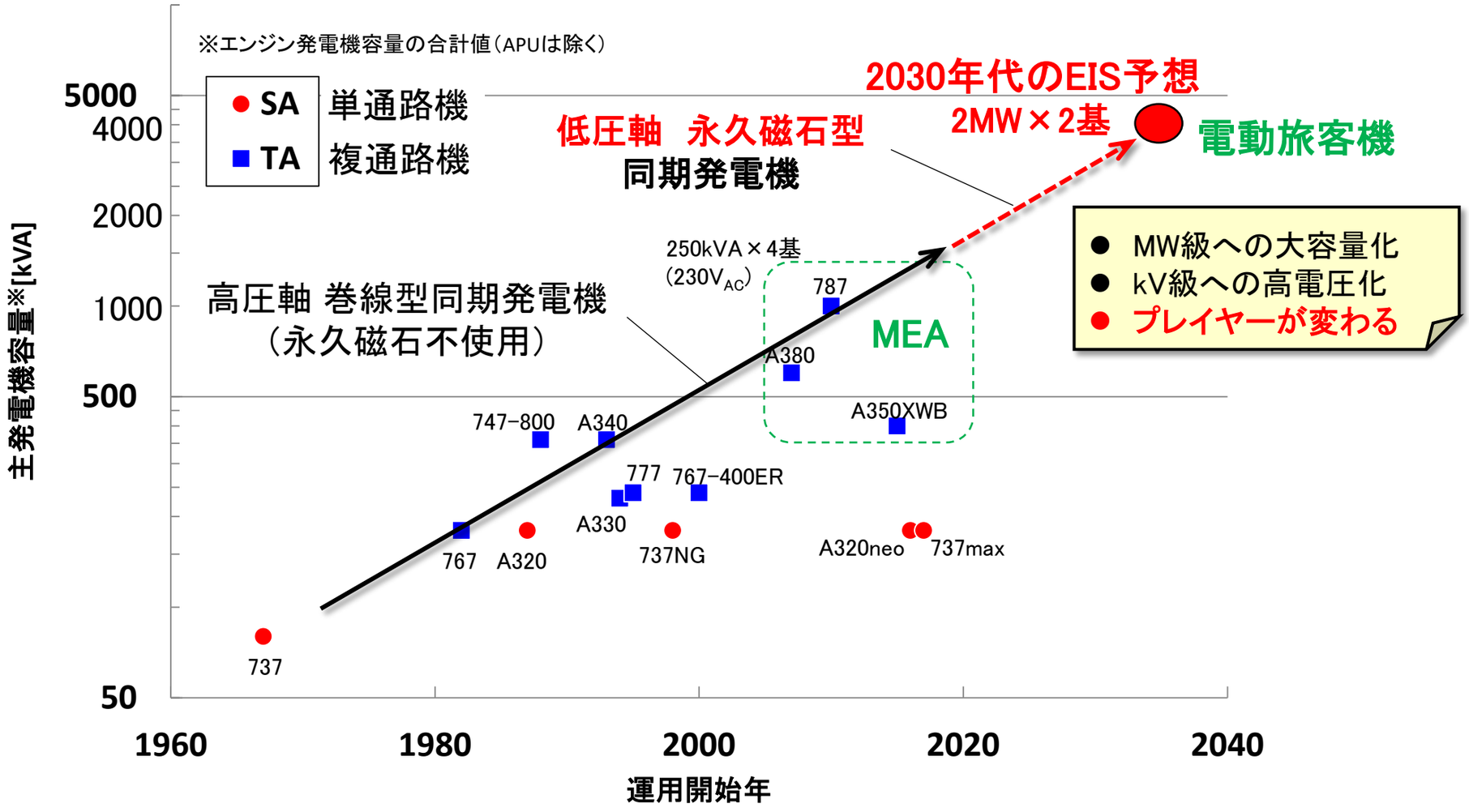
※：計画については検討中（2021年11月時点）

● 多数の国内企業と連携して技術開発＆実証試験を行う

© 2021 Japan Aerospace Exploration Agency

02 実証構想

実証技術：電力源システム

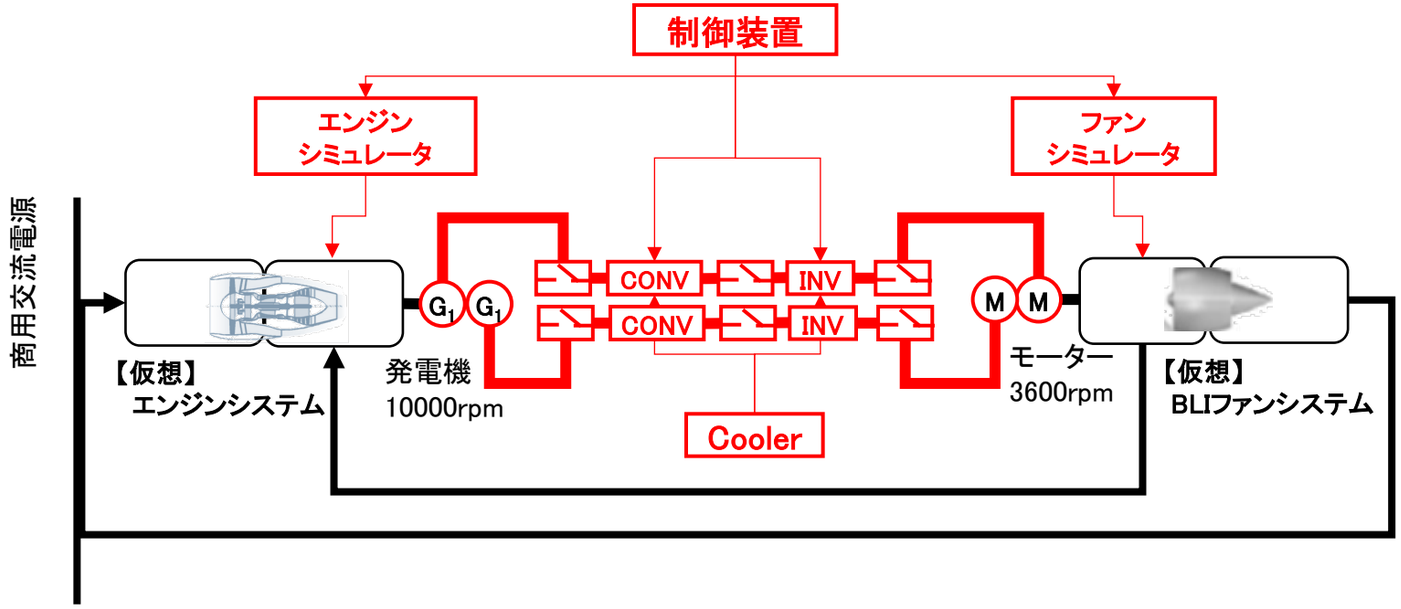


● 2030年代電動旅客機の実現に向け、エンジン搭載発電機のブレークスルーを目指す

© 2021 Japan Aerospace Exploration Agency

02 実証構想

実証技術：電動ハイブリッド推進統合実証システム



電動ハイブリッド推進システム地上試験（HILS試験）のイメージ

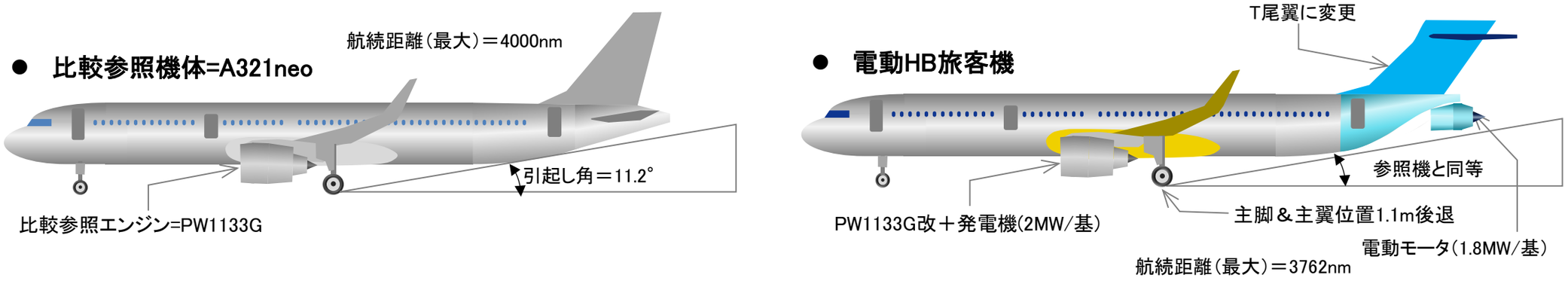
コンポーネント単体環境
試験のイメージ

- 実機相当出力規模（MW級）のシステムを国産コンポーネントで構築
- 国産ワイドバンドギャップ半導体を用いた高効率システム（飛行プロファイル＆冷却条件）
- 永久磁石型回転機との直結を前提とした安全遮断システムの構築
- 高高度環境（特に低圧）への適合性　➔コンポーネント単体試験で実証

© 2021 Japan Aerospace Exploration Agency

02 実証構想

現状の進捗：想定実機の設計と性能評価



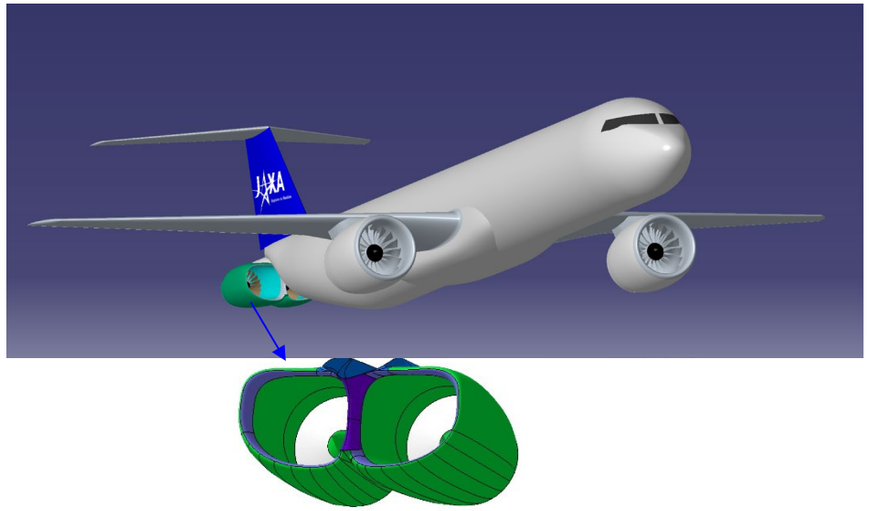
参照機と電動HB旅客機の形態比較

- 提案する電動HB旅客機は、参照機と比較して一定の燃費削減効果を有する見通し。
- BLI形態への変更による空力抵抗増加を抑制することが、燃費削減効果を向上する鍵となる。

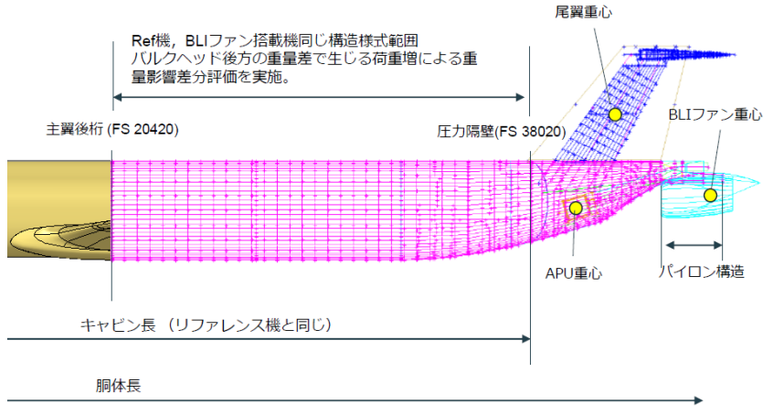
© 2021 Japan Aerospace Exploration Agency

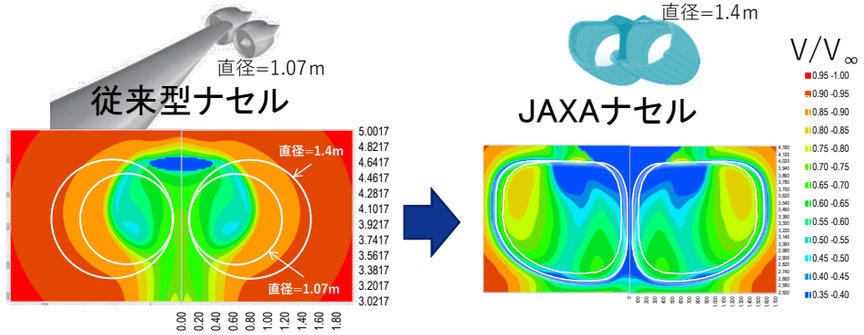
02 実証構想

現状の進捗：BLIファンシステムの設計

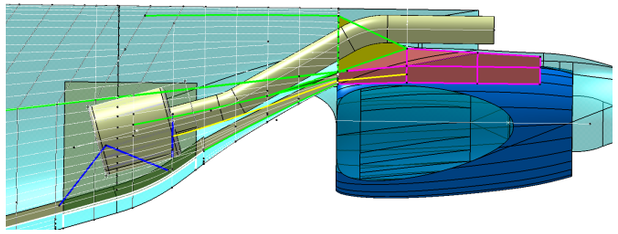


空力設計（1次）が完了した電動HB旅客機





ナセル形状の工夫によるインテーク流入条件の改善



JAXAコンセプトの胴体尾部とBLIファンナセルの実機構造設計
➔構造強度や重量を詳細に評価

- 主エンジンとBLIファンの推力分担割合を最適化
- BLIファン方式の得失を最適化する独自胴体尾部形状とナセル形状を設計

© 2021 Japan Aerospace Exploration Agency

02 実証構想

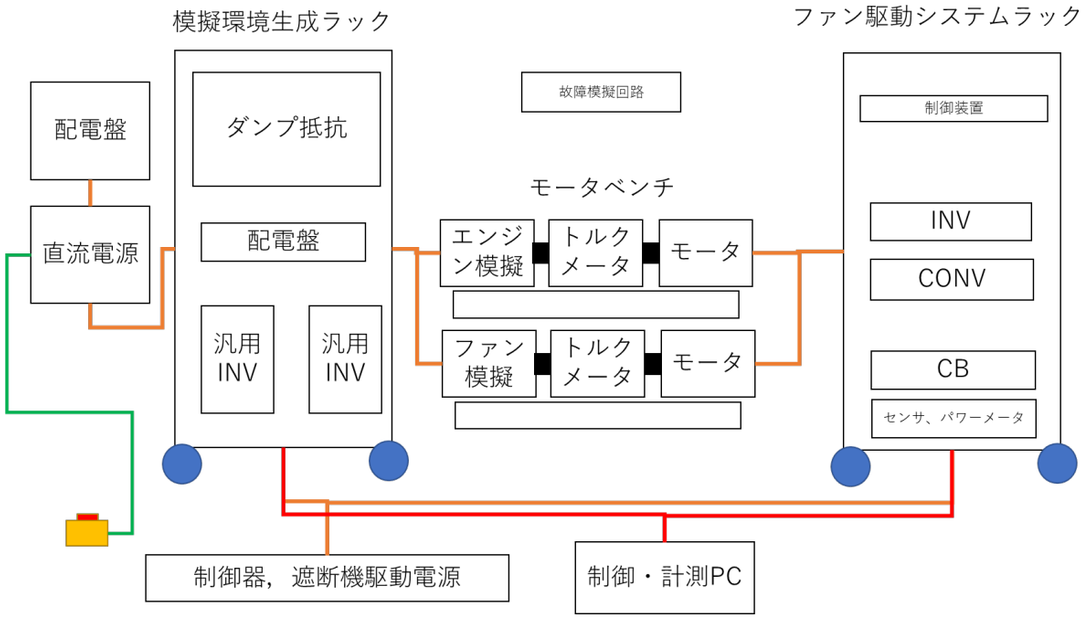
現状の進捗：統合実証システム／電力源システム

電力源システム

- エンジン低圧軸への発電機搭載および耐故障機能について概念検討を実施中。

統合実証システム

- 実証システム(MW級)の要素・機能を網羅し、出力のみを抑えたBBM試験装置により、安全機能等のJAXAコンセプトや全システム評価を実施中。



電動ハイブリッド推進システムBBM試験装置
（BBM：Bread Board Model）

© 2021 Japan Aerospace Exploration Agency

03 まとめ

- JAXAは、「CO_2排出インパクトの大きい旅客機サイズに適用可能な電動ハイブリッドシステムの実現」を目指し、実負荷の技術実証構想を検討中。
- 現在、想定実機設計と全機性能評価、BLIファンの空力・推進設計、統合実証システムのBBM試験を始めとする各種技術研究を順調に進めている。

- 今後、システム忠実度ならびに統合度の向上を図るとともに、当コンソーシアム会員を始めとする関係企業・機関との連携を強化し、技術実証プロジェクトに向けた研究開発と体制構築を積極的に推進していく。

© 2021 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