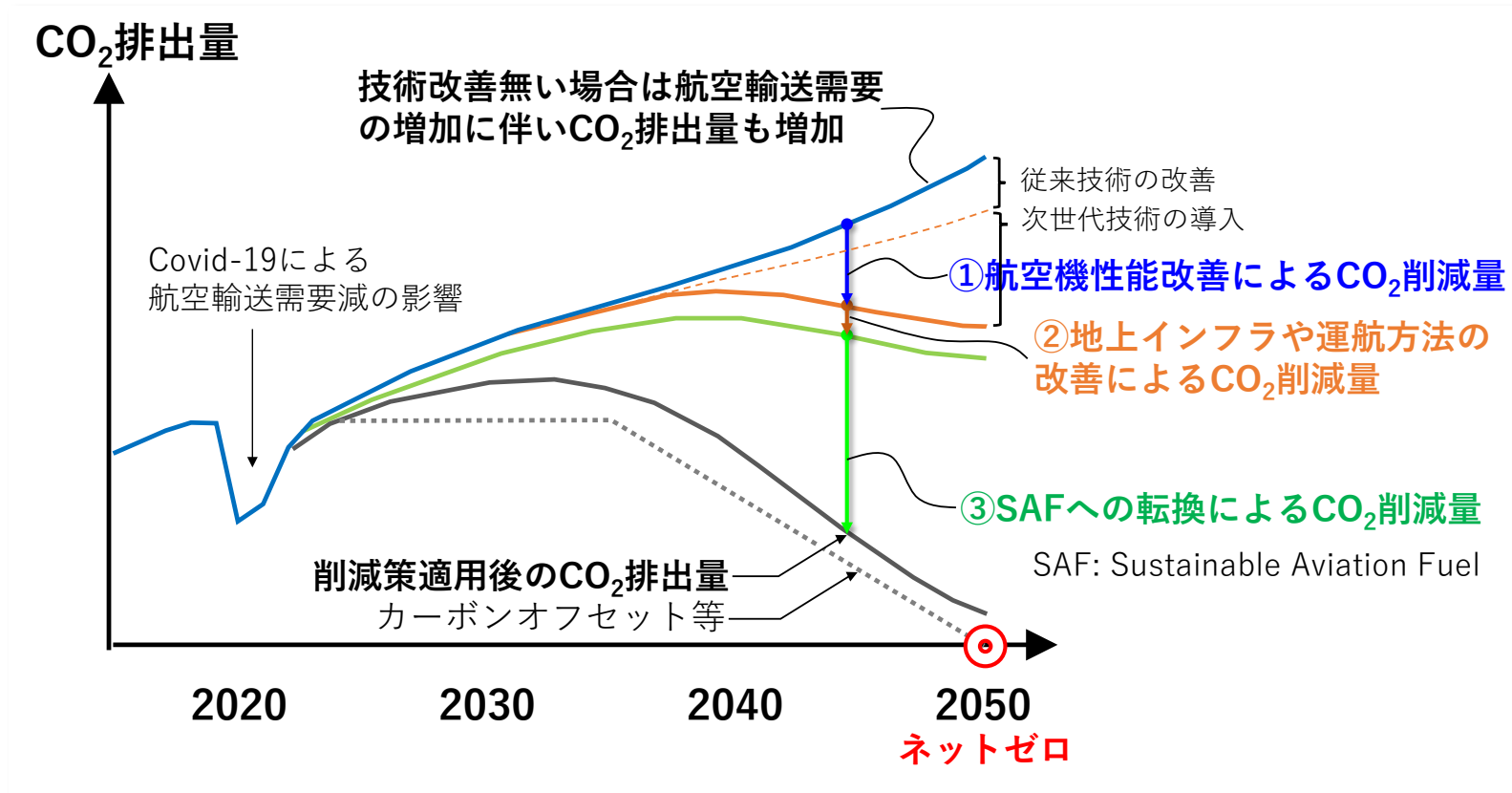


電動ハイブリッド推進技術の研究開発 —CO₂排出量の削減を促進する新しい技術への転換を目指して—

宇宙航空研究開発機構 航空技術部門
電動ハイブリッド航空機チーム長
西沢 啓

1. 背景 (社会的要請)

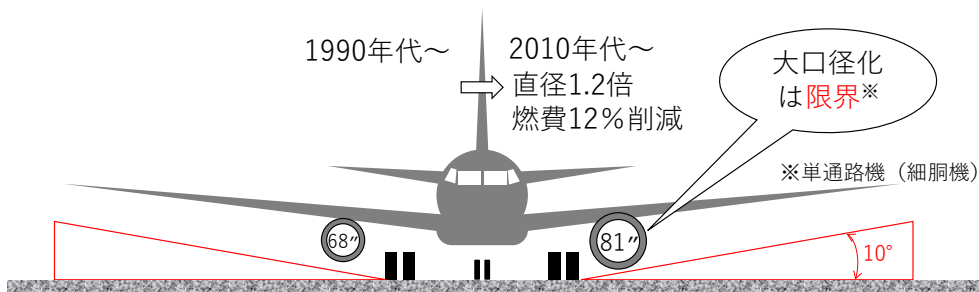


航空業界のCO₂削減目標と削減シナリオ※1の概念図

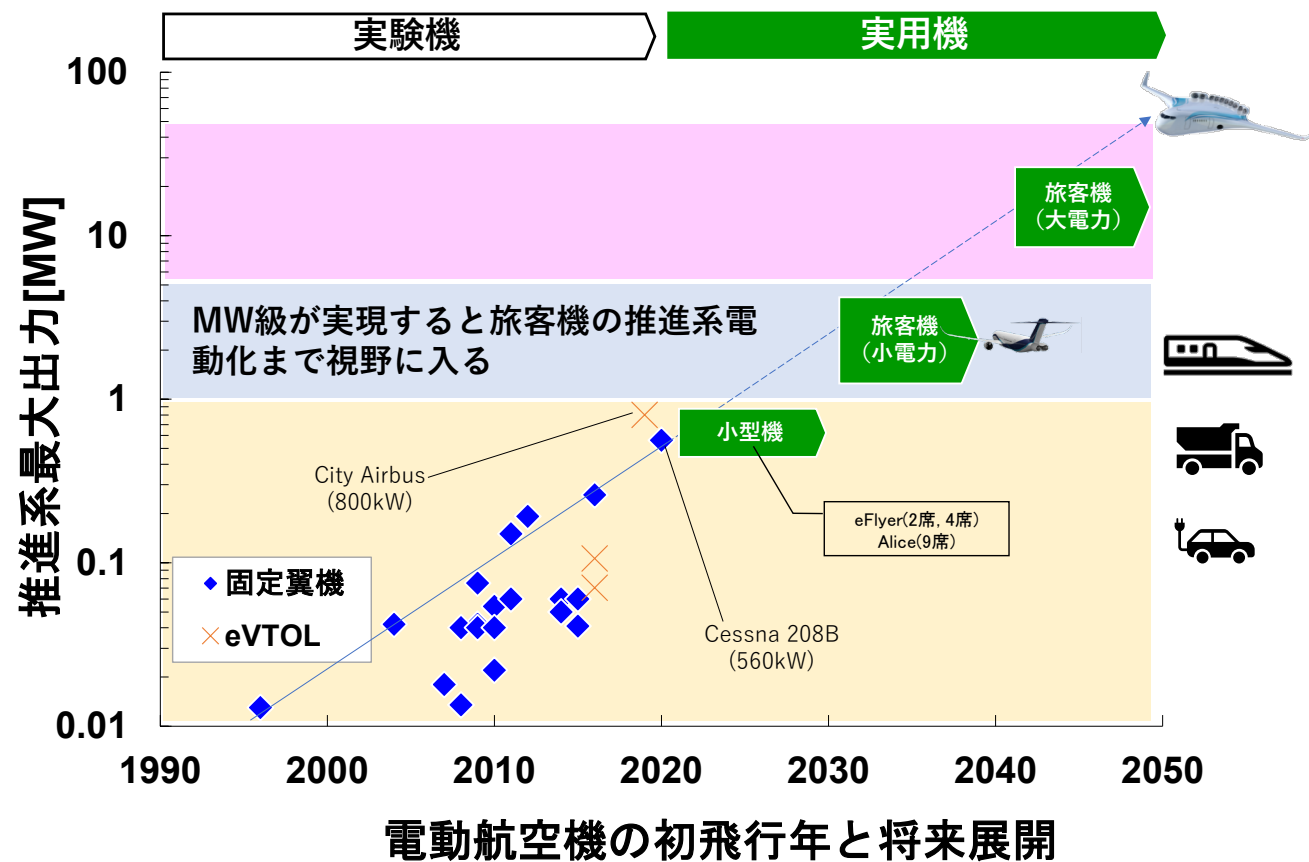
※1: ATAG (Air Transport Action Group) の”Waypoint2050”を参考に、JAXAが概念図として再作成
出典: <https://aviationbenefits.org/environmental-efficiency/climate-action/waypoint-2050/>

- 2050年の“**ネットゼロ・カーボン**”達成に向けて、SAF、水素、電動化等の次世代技術への期待が高まっている。

1. 背景（技術動向）



従来エンジン技術（大口径化）の限界



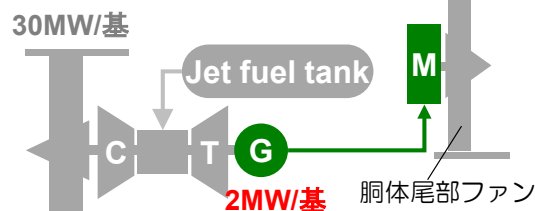
- 従来型エンジンの大口径化は限界に近付いている一方、推進系の電動化技術は着実に進歩
- 2030年代にはMW級の電動推進が実現する可能性あり

3. 研究開発対象の選定

2030年代前半

2030年代後半～2040年代前半

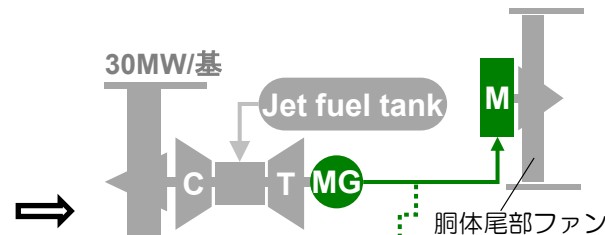
初期の電動ハイブリッドシステム



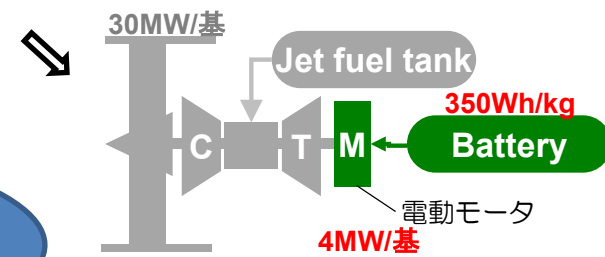
パージアルターボエレクトリック

ハイブリッド方式の起点

- ✓ 要素技術成立性に目途あり
- ✓ 従来エンジンとの親和性あり



シリーズ・パラレル・パージアルハイブリッド

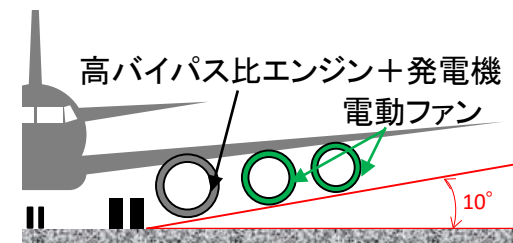


パラレルハイブリッド

離陸上昇をアシストしなければならない
“パラレルハイブリッド”は“ターボエレクトリック”よりも電力規模が大きくなるため
技術リスクが高い

パージアルターボエレクトリック方式の選択肢

①翼下電動ファン配置



- ✓ 【長所】システム統合が比較的容易
- ✓ 【短所】効果小さい

②胴体尾部電動ファン配置

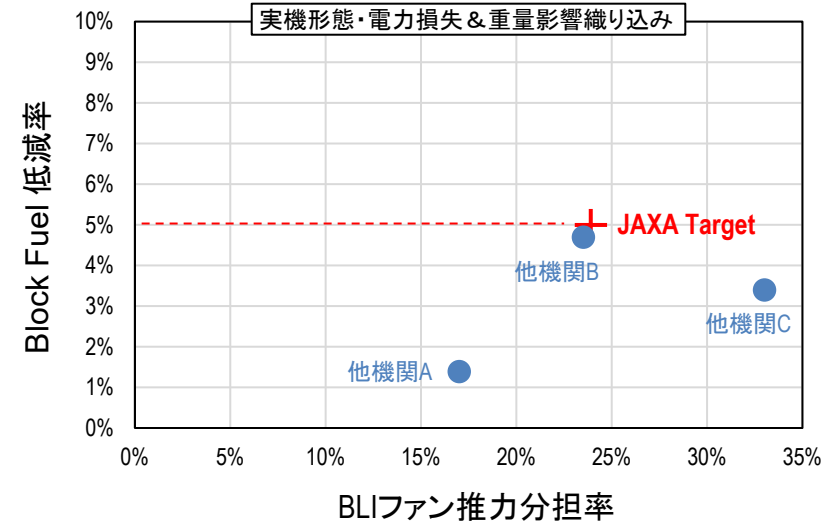
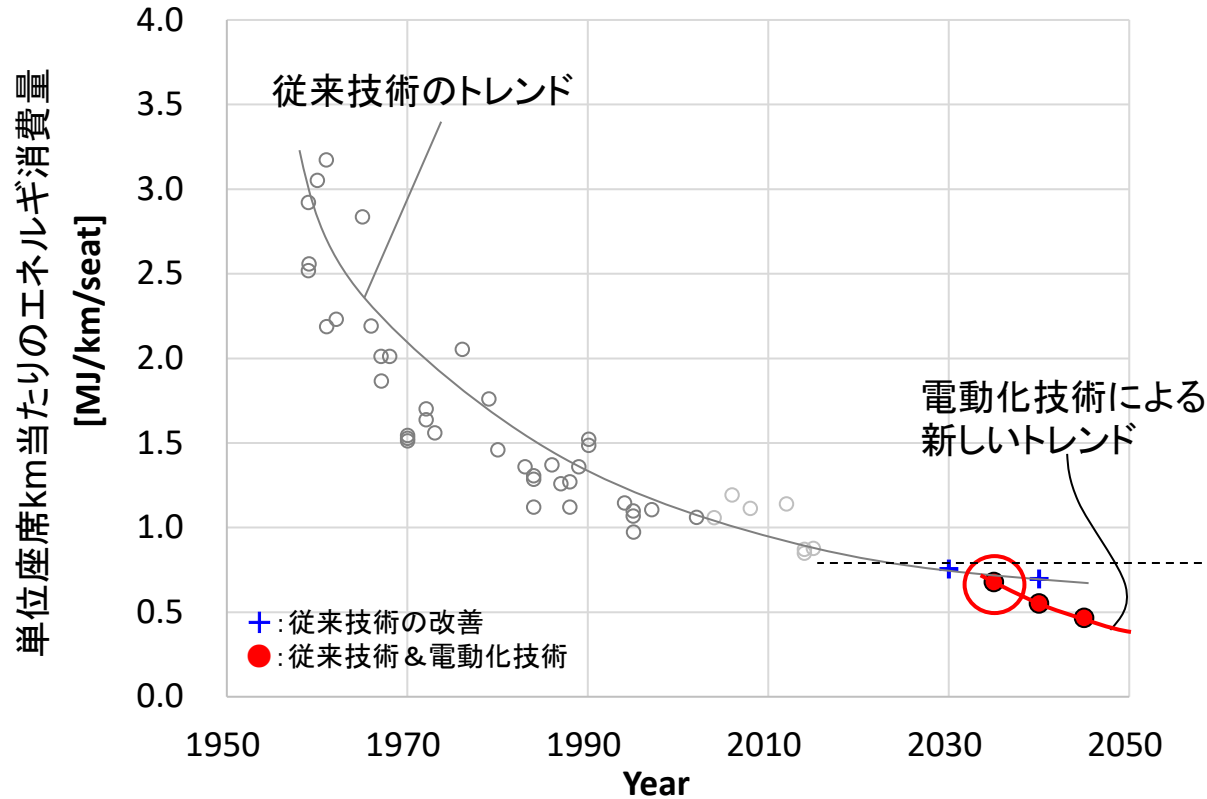


有力候補として選定

- ✓ 【長所】巡航時の燃費削減効果が大きい
- ✓ 【短所】システム統合の難易度高い

- 推力の一部を電力で分担するパージアルハイブリッド方式のうち、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電動ハイブリッド方式の起点となり得る有力な候補として選定
- ターボエレクトリック方式のうち、胴体尾部に電動ファンを設置するBLI方式が燃費削減効果が高いので選定

4. 目標



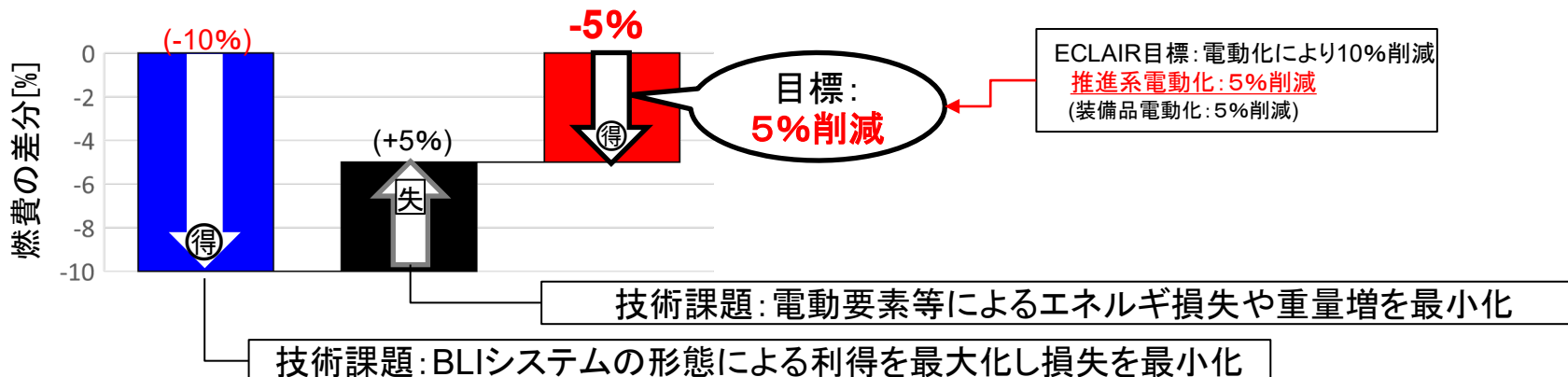
胴体尾部BLIファン方式(電動ハイブリッド推進)における他機関^{※1}との比較

※1: Block Fuel低減率は全機レベルの解析に基づくものであるが、対象としている機体の規模や基準となる性能、解析対象システムの忠実度等がそれぞれ異なるので、同一条件での比較ではない。

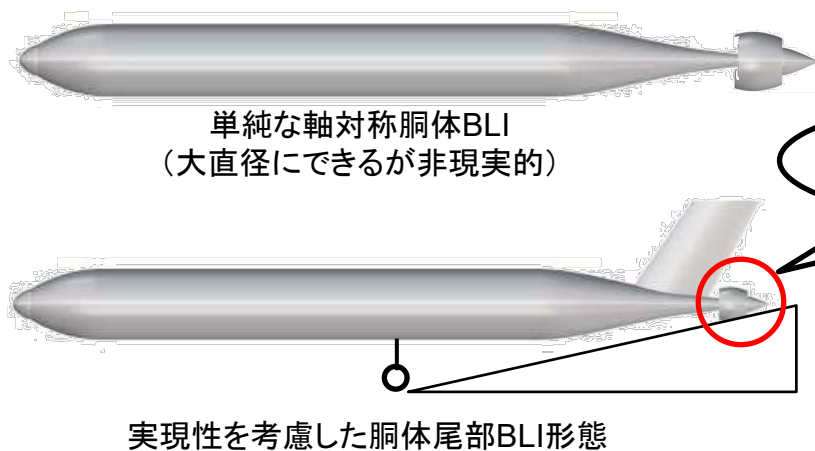
旅客機における単位エネルギー消費量の推移と開発機の目標

- 他機関が検討中の「胴体尾部に電動ファンを設置するBLI方式」より優位になるよう、**燃料消費量として現状に比べて5%以上の削減効果**(CO₂削減率としても5%に相当)を目指す。

5. 技術課題

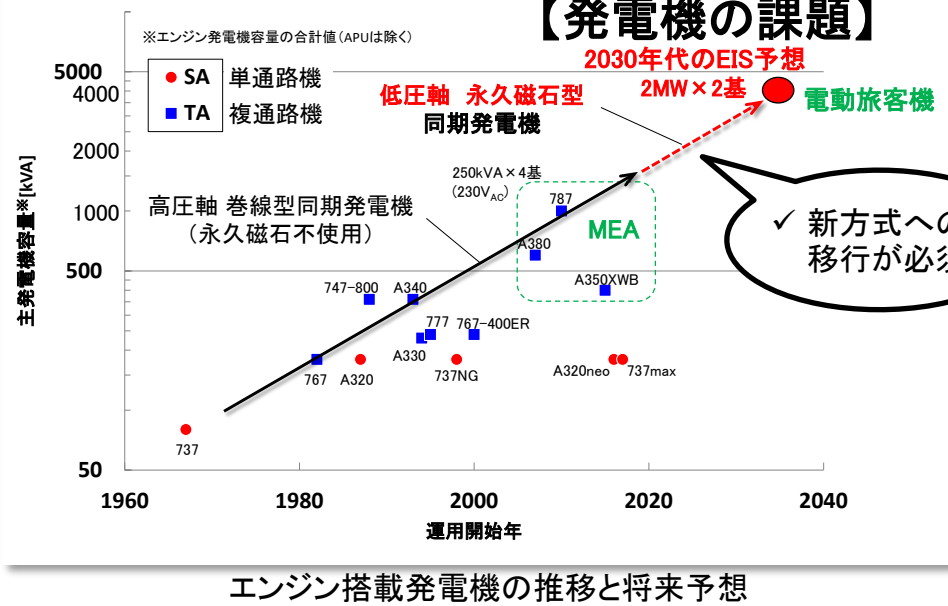


【BLI方式の課題】



- ✓ BLIファン直径の制約あり
- ✓ 燃費削減に対する感度高い

【発電機の課題】

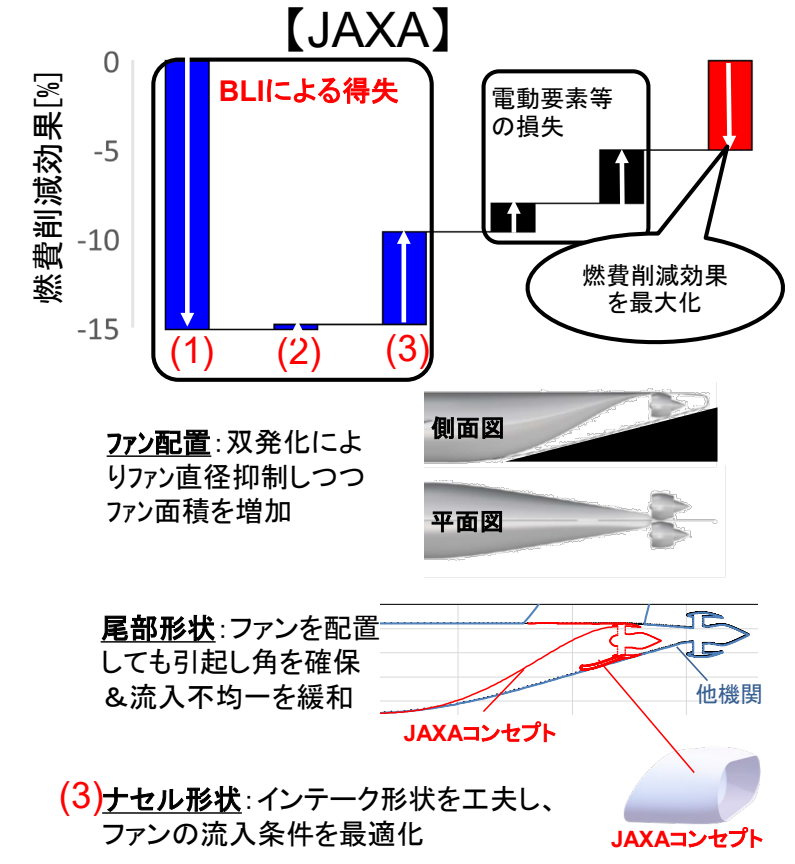
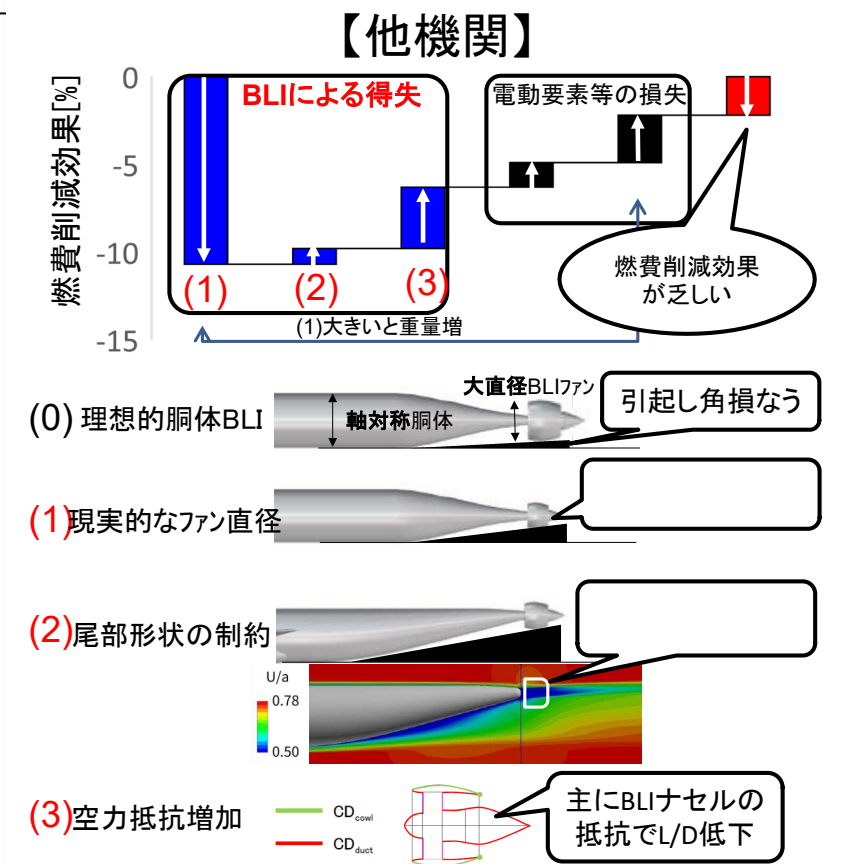


1. 「胴体尾部にファンを設置するBLI方式」には、**実機として成立させるための形態に関する技術課題**がある。
2. 航空機の歴史上初めてとなる大電力を機上で生成するため、**新方式の発電機へ移行**する必要がある。
3. 電気系コンポーネントにおいては、**高効率化・高出力密度化**の他、**高空環境(低圧&高放射線)への適応**が課題。

6. JAXAのコンセプト

注: 本講演では技術課題1についてのみ紹介

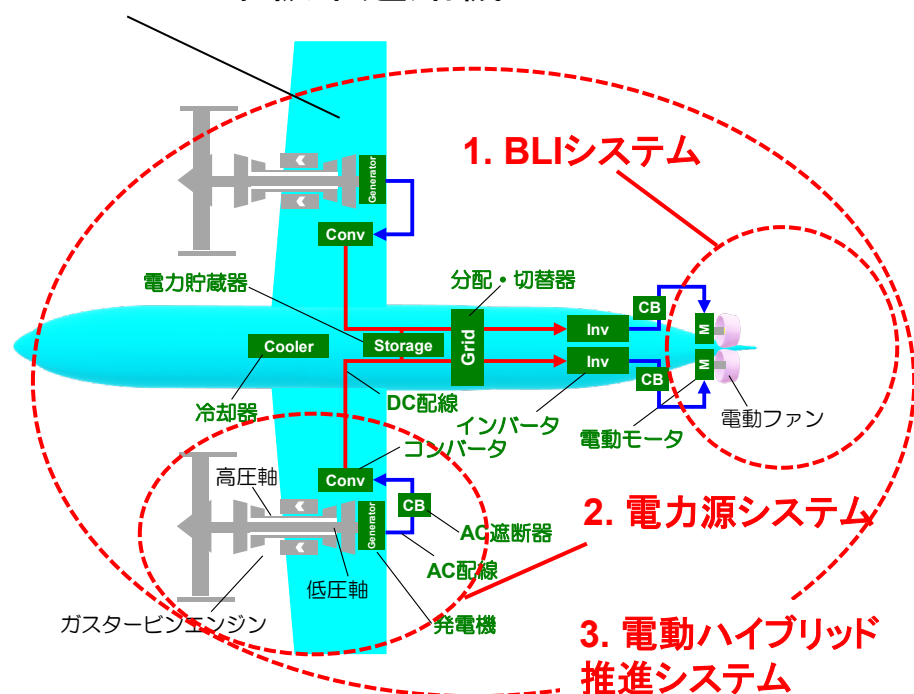
1. 「胴体尾部にファンを設置するBLI方式」には、実機として成立させるための形態に関する技術課題がある。
2. 航空機の歴史上初めてとなる大電力を機上で生成するため、新方式の発電機へ移行する必要がある。
3. 電気系コンポーネントにおいて、高効率・高密度化の他、高電圧(低圧・高電圧)への対応が課題



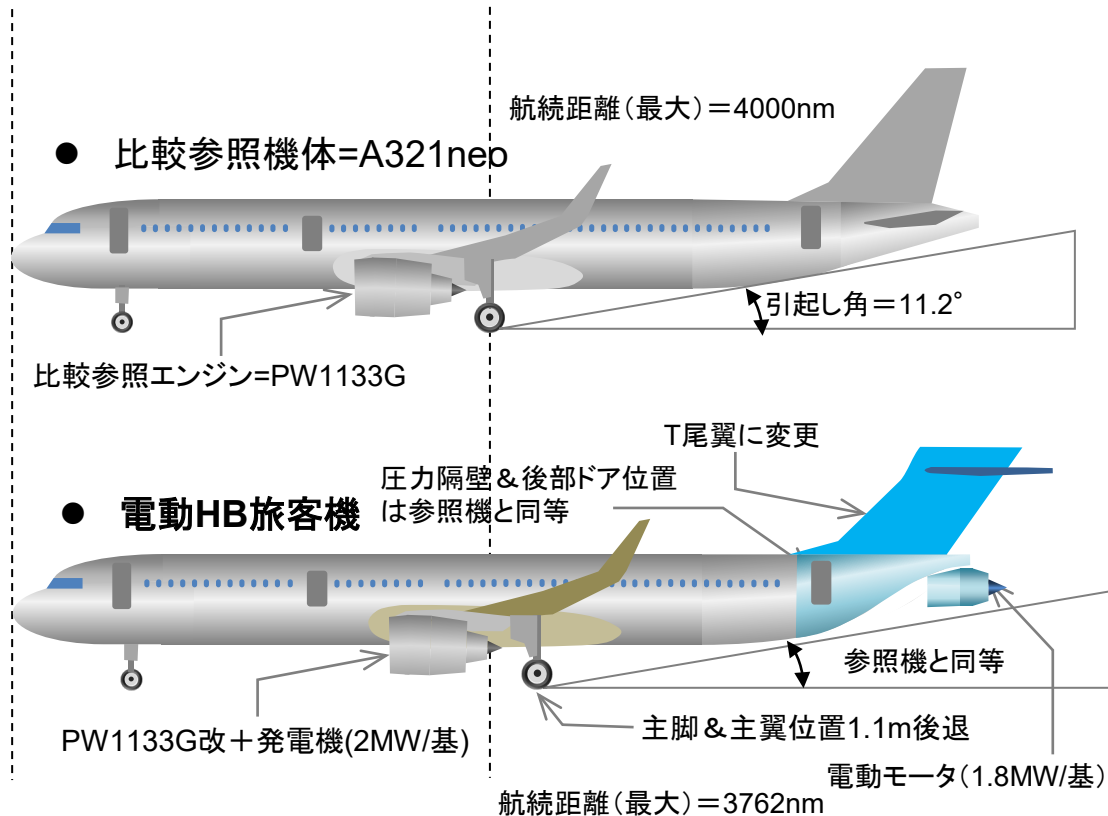
● 実機形態の制約条件の下、胴体尾部及びナセル空力形状を工夫して、BLI方式の得失を最適化する。

7. 現在までの研究成果

150~190席級単通路機



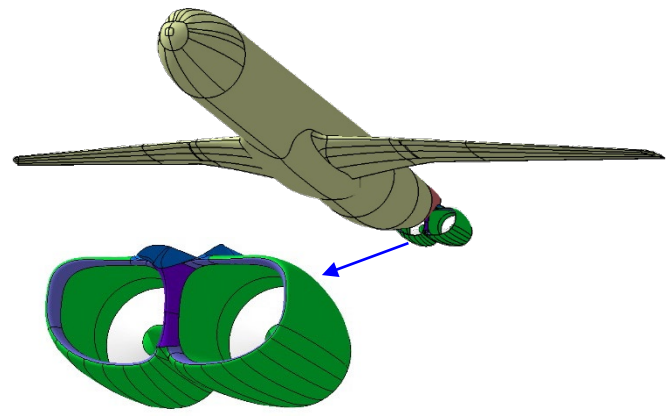
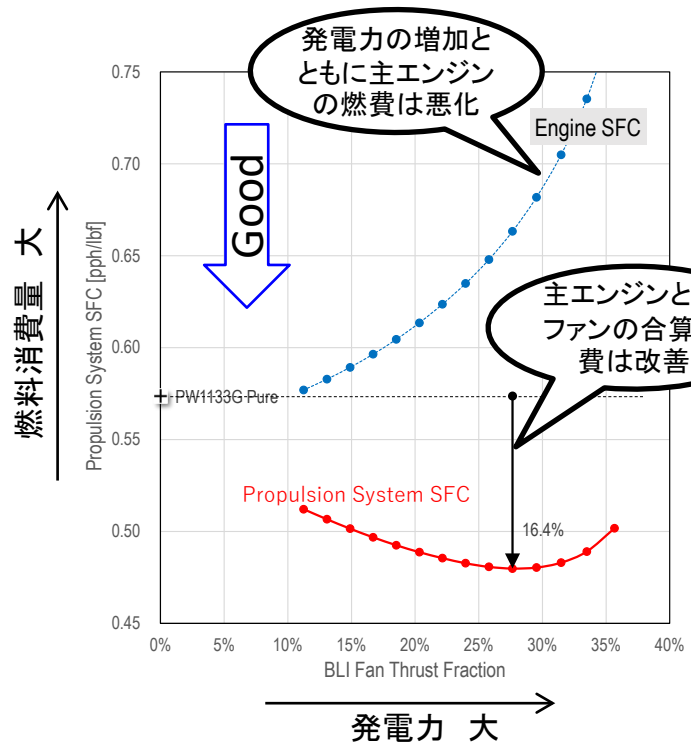
電動ハイブリッド推進システム構成のイメージ図



参照機と電動HB旅客機の形態比較

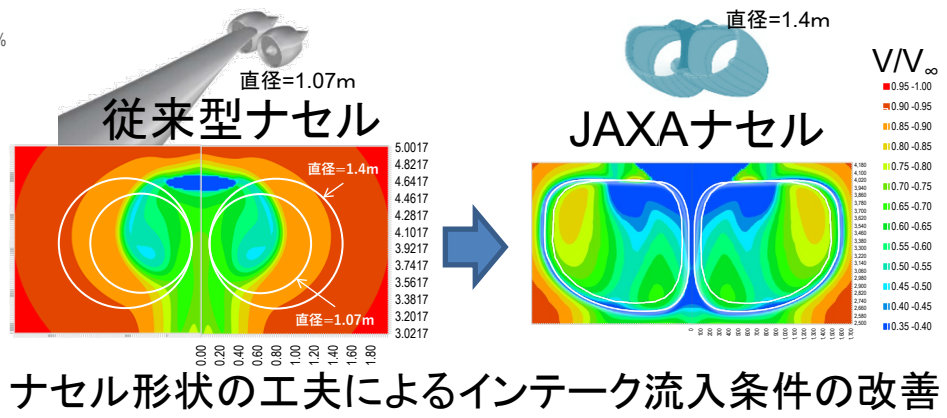
- 電動ハイブリッド推進システムの構成と仕様を設定し、電動ハイブリッド旅客機の形態を考案

7. 現在までの研究成果

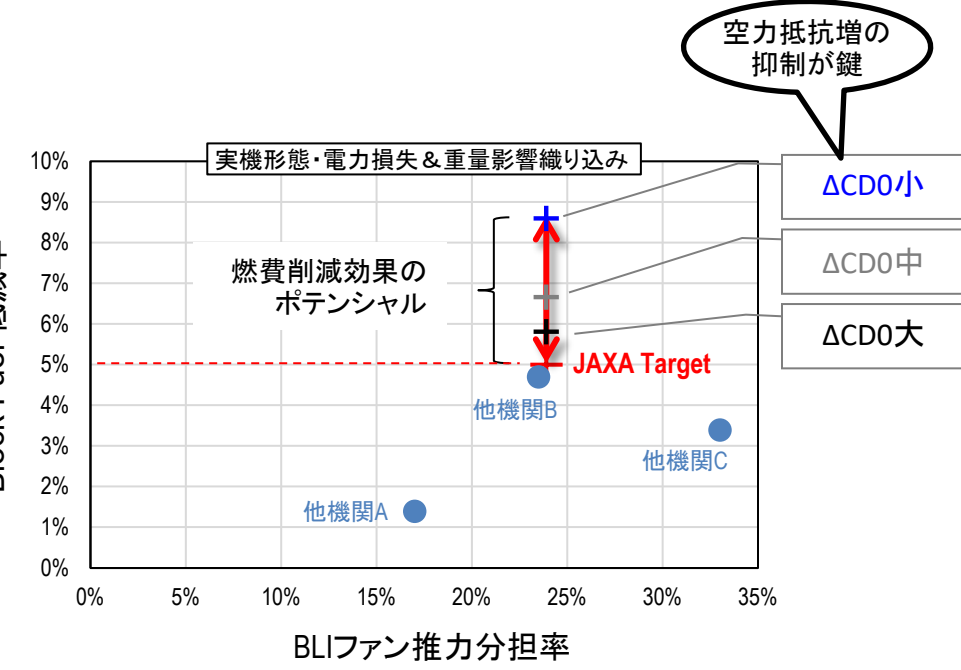


空力設計(1次)が完了した電動HB旅客機
(注:T字尾翼は省略して表示)

主エンジンとBLIファンの
推力分担割合を最適化



ナセル形状の工夫によるインテーク流入条件の改善

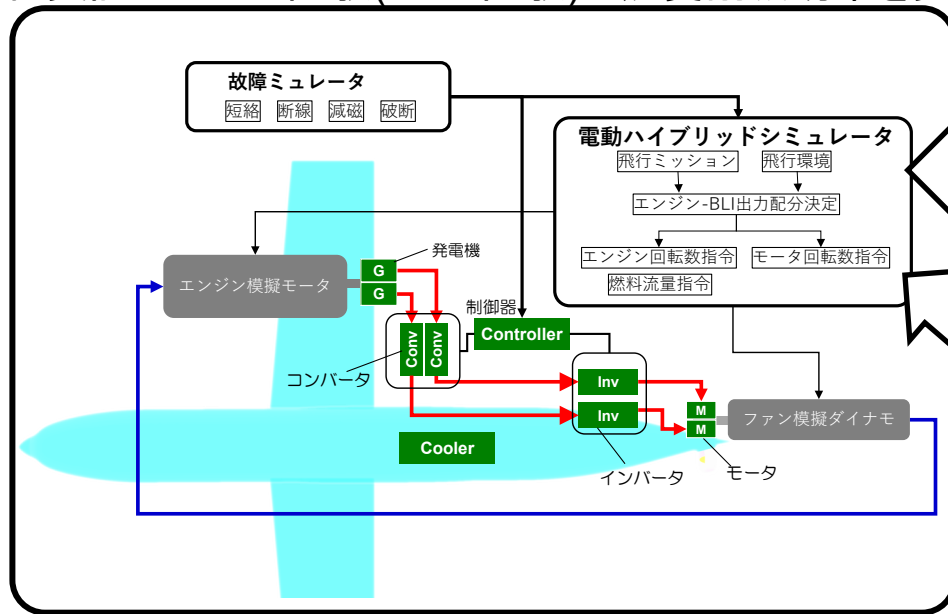


提案する電動ハイブリッド航空機の
燃費削減量見込み(解析結果)

- 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

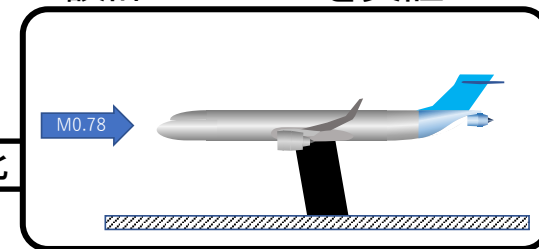
3. 電動ハイブリッド推進システム

統合実証システム試験(HILS試験)で燃費削減効果を実証



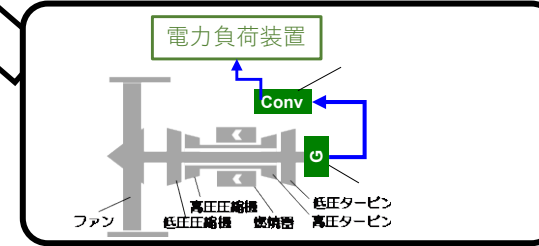
1. BLIシステム

遷音速風洞試験でBLI空力設計コンセプトを実証



2. 電力源システム

エンジン試験で発電性能を実証



航空機電動化コンソーシアムと連携



技術実証計画案

電動ハイブリッド推進システム技術実証構想のイメージ図

各種試験を組み合わせて、電動ハイブリッドシステムのコンセプトと性能を実証する

● 多数の国内企業と連携して技術開発 & 実証試験を行う

- Covid-19で航空業界が大きな影響を受けたにもかかわらず、航空分野におけるCO₂排出削減への要求は全世界規模で関心が高まっており、SAF(Sustainable Aviation Fuel)や水素等、新しいエネルギーへの転換が注目される中、電動化技術は依然として次世代技術の有力な候補である。
- 従来のエンジン大口径化が限界に近付きつつある中、推進系の電動化技術は小型機において実用化のフェーズに入りつつあり、近い将来は旅客機に適用可能なMW級の電動推進システムが実現する可能性も出てきた。
- JAXAでは、CO₂削減に寄与する新しい技術方式として推進系電動化を旅客機に適用することを目指し、国内の各機関と連携を図りながら重要技術の研究開発に取り組んでいく。



飛びたくなる空を、いつまでも。

電気で飛び、美しい空を、未来へつなぐ。

〔エミッションフリー航空機〕



宇宙航空研究開発機構
航空技術部門
www.aero.jaxa.jp

ご清聴ありがとうございました。