

IRME21-424

航空機電動化(ECLAIR)コンソーシアム 第4回オープンフォーラム

航空機適用を目指した電動化ソリューションの研究開発

IHI

2021年11月2日

株式会社 **IHI**

航空・宇宙・防衛事業領域

技術開発センター

エンジン技術部 将来技術プロジェクトグループ

- **1. 脱炭素化に向けた航空機産業の取り巻く環境**
- **2. IHIにおける航空機電動化研究開発の歴史**
- **3. 電動化ソリューション研究開発**
- **4. 電動化研究開発活動の推進に向けて**

1. 脱炭素化に向けた航空機産業の取り巻く環境

最新の航空輸送におけるCO₂削減シナリオ

【 ATAG WAYPOINT2050 : 2021年9月改訂版】

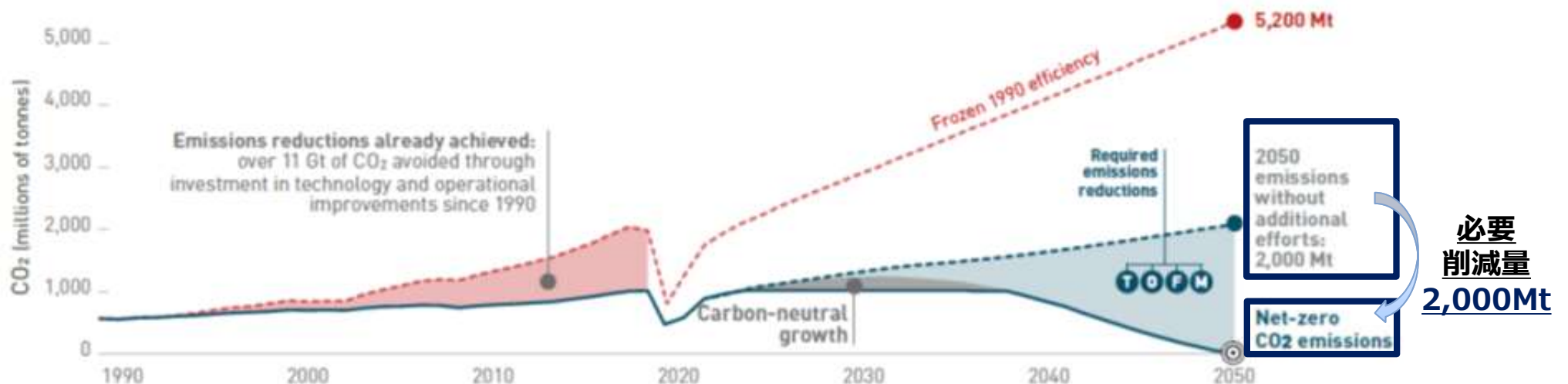


➤ 2050年にCO₂排出量ネットゼロへ

- 2050年の航空輸送によるCO₂排出量予測
 - ✦ 現技術ベースの場合：2,000Mt



- IATAも同様に行動計画を「ネットゼロ」へ更新
 - ✦ 昨年までの行動計画：2050年までに2005年CO₂排出量比50%削減



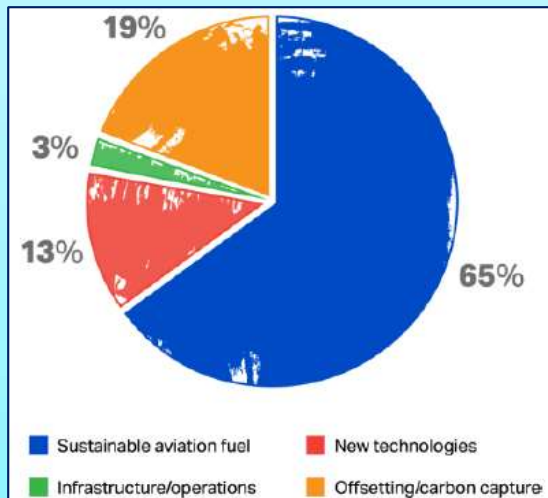
1. 脱炭素化に向けた航空機産業の取り巻く環境

最新の航空輸送におけるCO₂削減シナリオ

IATA

・(SAFをメインとし、新技術で補完)

CO ₂ 削減要素	比率
新技術	13%
運用・インフラ	3%
SAF	65%
カーボンオフセット	19%



出典：IATA Airline Commitment to Net Zero 2050 Oct. 2021

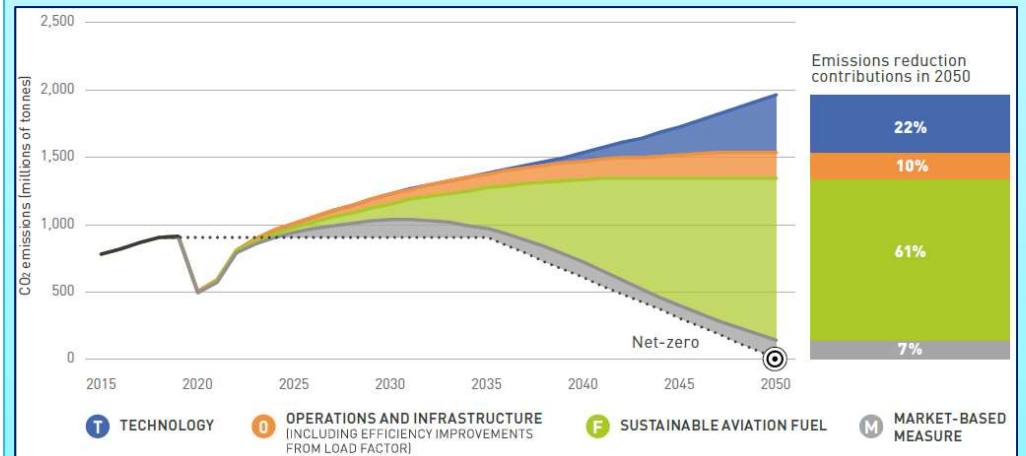
ATAG Scenario0

・従来の改善ベース：カーボンオフセットに依存

ATAG Scenario1

・SAFをメインとし、新技術で補完

CO ₂ 削減要素	比率
新技術	22%
運用・インフラ	10%
SAF	61%
カーボンオフセット	7%



出典：ATAG WAYPOINT2050 Sep.2021

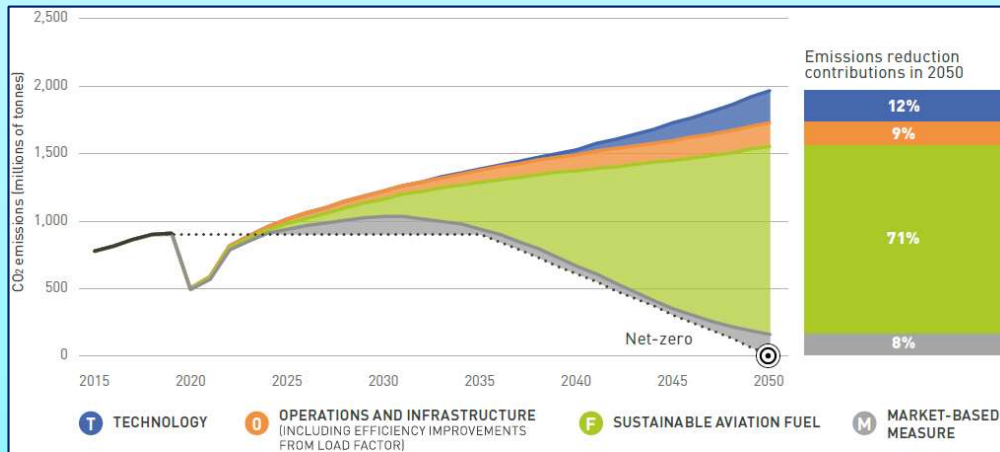
1. 脱炭素化に向けた航空機産業の取り巻く環境

最新の航空輸送におけるCO₂削減シナリオ

ATAG Scenario2

・SAFによる効果に依存

CO ₂ 削減要素	比率
新技術	12%
運用・インフラ	9%
SAF	71%
カーボンオフセット	8%

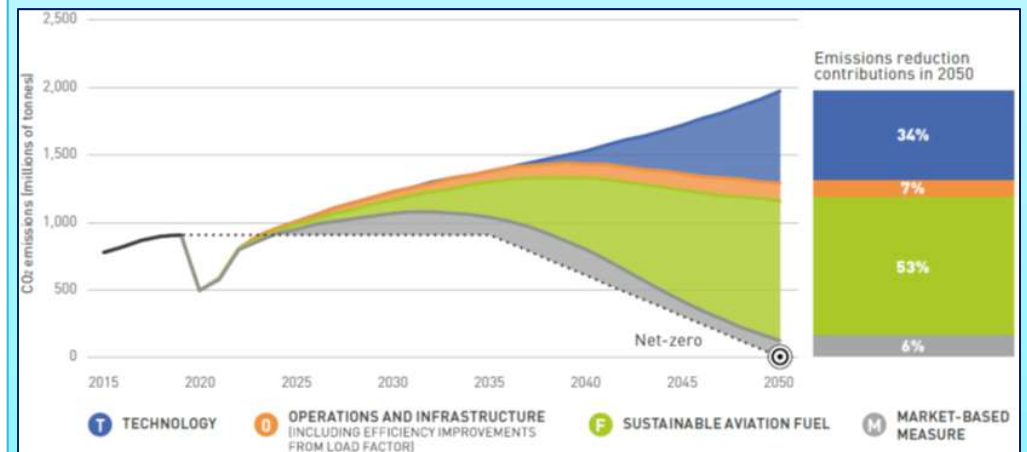


出典：ATAG WAYPOINT2050 Sep.2021

ATAG Scenario3

・SAFと技術革新のベストバランス

CO ₂ 削減要素	比率
新技術	34%
運用・インフラ	7%
SAF	53%
カーボンオフセット	6%



出典：ATAG WAYPOINT2050 Sep.2021

ATAG Scenario3をベースラインとした技術開発

⇒SAFによるCO₂排出量削減効果の限界と我が国航空機産業拡大への切り口として

1. 脱炭素化に向けた航空機産業の取り巻く環境

脱炭素化に向けた航空機業界の動向

欧州/Airbus

- ・エネルギー政策と連動した水素航空機の推進



FAA

- ・CLEENプログラム フェーズⅢへ



Federal Aviation
Administration

- ・燃費低減：20%低減(CAEP/10比)
- ・騒音低減：25dB低減
- ・NOx低減：70%マージン(CAEP/8比)
- ・粒子排出低減：CAEP/11以下

GE

- ・RISEプログラム：オープンローターファン、ハイブリッド電動推進



<https://www.youtube.com/watch?v=CQj7DWAHwpI>

P&W Canada

- ・Project804後継プログラムを始動



<https://www.pwc.ca/en/company/news-and-events/news-details/pratt-whitney-canada-advances-sustainable-hyb?id=123476>

2. IHIにおける航空機電動化研究開発の歴史

これまでの取り組み

2010年代

電動化
研究開始



2012年5月～ 国内各社連携によるMEAAP^{*1}推進

*1: More Electric Architecture for Aircraft and Propulsion



2012年12月～ 社会連携講座 将来航空推進システム技術創成

2020年代

再生型燃料電池
搭載の飛行試験に
世界に先駆け成功



「Regenerative Fuel Cell(RFC) for High Power Space System Applications」 AIAA 2013-3923, 11th International Energy Conversion Engineering Conference, July 14-17, 2013, San Jose, CAより

2016～2019

NEDOプロジェクト

航空機用先進システム実用化プロジェクト/
次世代エンジン電動化システム研究開発

2018～2020

NEDO先導研究

エネルギー・環境新技術先導研究プログラム/
革新的ハイブリッド飛行システムの研究開発

2020～2023

NEDOプロジェクト

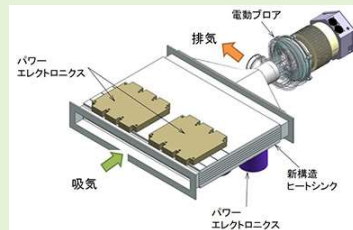
航空機用先進システム実用化プロジェクト/
次世代電動推進システム研究開発/
電動ハイブリッドシステム

世界初、ジェットエンジン
後方に搭載可能な
エンジン内蔵型電動機
(250kW)を開発



IHIプレスリリースより
https://www.ihico.jp/ihico/all_news/2019/aeroengine_space_defense/1196481_1594.html

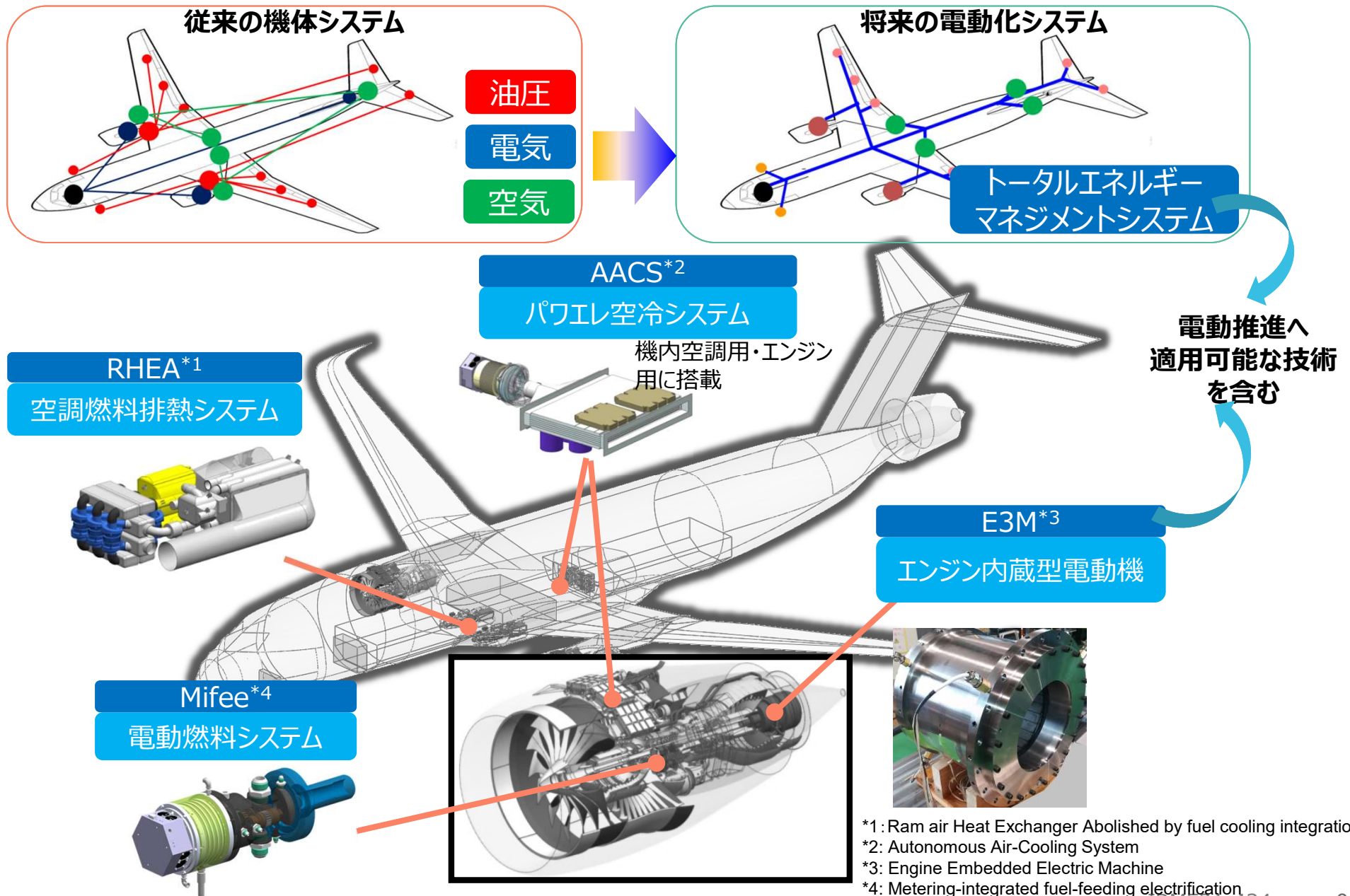
世界初、航空機用
100kW級高出力
パワーエレクトロニクス
の空冷化に成功



IHIプレスリリースより
https://www.ihico.jp/ihico/all_news/2020/aeroengine_space_defense/1196478_1607.html

2. IHIにおける航空機電動化研究開発の歴史

航空機システム電動化：主な研究アイテム



*1: Ram air Heat Exchanger Abolished by fuel cooling integration
*2: Autonomous Air-Cooling System
*3: Engine Embedded Electric Machine
*4: Metering-integrated fuel-feeding electrification

3. 電動化ソリューション研究開発

電動ハイブリッドシステムのトータルエネルギーマネジメントに向けた地上システム実証

- システム検証1：電動ファンを含む複数の負荷変動に対応する**電力システム**の検証
- システム検証2：空冷システムとエネルギー回収を含めた機体の**熱・エアマネジメントシステム**の検証

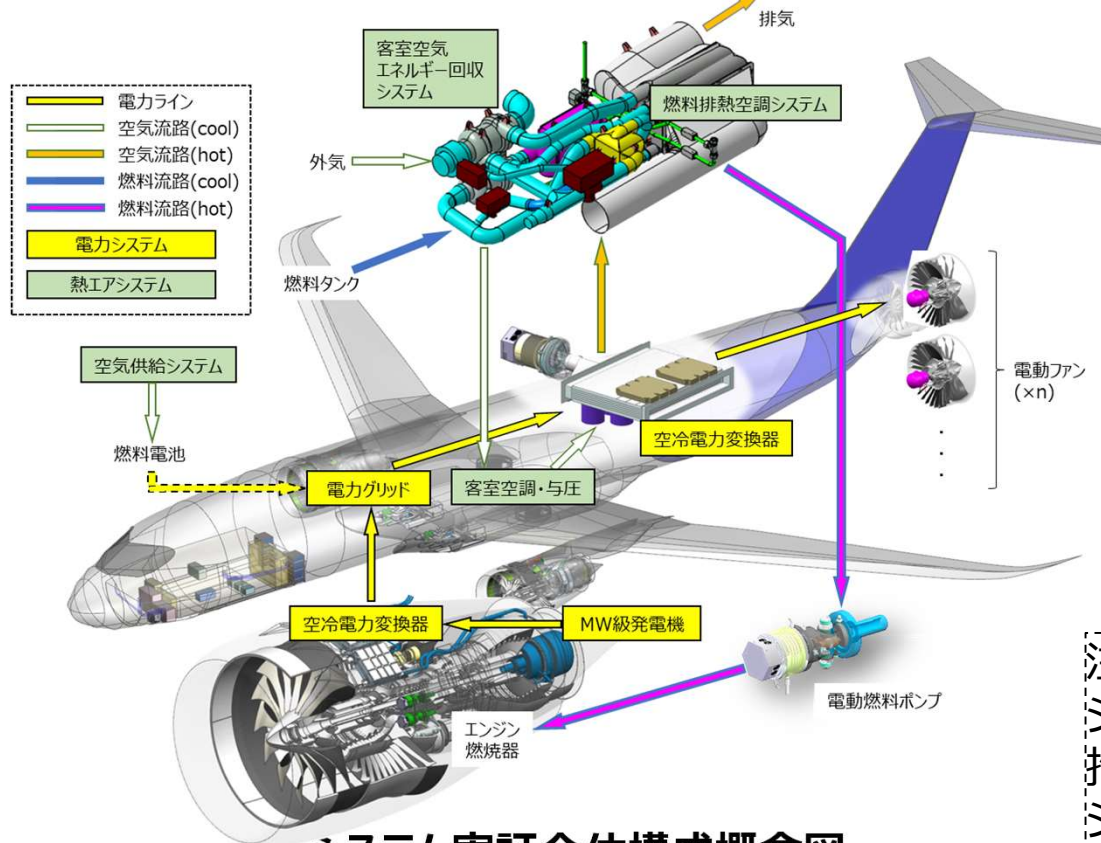


- ・システムベースライン設定
- ・主要機器設計
- ・設備整備(1)

- ・主要機器製造
- ・設備整備(2)

- ・サブシステム検証
- ・主要機器試験

- ・システム検証1、2



システム実証全体構成概念図

想定機体形態

項目	想定形式・仕様
機体形式・乗員数	Tube&Wing単通路機, 180人乗り
推進システム形態	Partial Turboelectric + 機尾BLI ⁽¹⁾ 電動ファン
主推進器形態	Turbofan双発, 離陸時出力約40MW
発電機出力	2MW×2

注：本取組みは、NEDO「航空機用先進システム実用化プロジェクト／次世代電動推進システム研究開発／電動ハイブリッドシステム」にて実施。

3. 電動化ソリューション研究開発

電力システム実証：国内システム実証設備の活用

- 電動化システム共同研究センター：秋田大学、秋田県立大学共同運営
- Copper Pheasant：国内初の実寸大航空機電力グリッド試験設備
 - ✓ 航空機実寸大の配電線設置(実寸大グリッド)
 - 汎用性を重視した航空機を含む将来の電力網実証設備(スマートグリッド)
 - 従来仕様のワイヤーハーネスや次世代アルミ・ブスバーなどへの交換も可能
 - ✓ 日本最大級電動機性能評価設備(ダイナモメータ)
 - 電動機/発電機性能評価試験
 - 電動機で駆動する装置の耐久試験/信頼性試験
 - グリッドと連携した大小システムの実証試験

実寸大グリッド通称

Copper Pheasant 【カッパーフェザ】
⇒日本名:やまどり(秋田県 県の鳥)

出典：英の国あきたネット



従来から航空機のシステム試験設備はIron Bird (鉄の鳥)と呼ばれている。電線にちなんだ銅(copper)の鳥(bird)は、既に海外の航空機電力グリッド試験設備の登録商標となっており、当グリッドは、秋田県にちなんだCopper Pheasant(銅の雉)を通称とする。

出典：秋田大学プレス発表資料 令和2年8月27日



出典：秋田大学プレス発表資料 令和2年8月27日

3. 電動化ソリューション研究開発

電力システム実証：キー要素<E3M：エンジン低圧軸直結発電システム>

コンセプト

- 機体システム電動化に伴い増大する電力需要への対応(電動推進含む)



特徴

- 出力容量：1MW@8,400rpm

高耐熱絶縁性

- ✓ 高負荷時発熱に対応可能
- ✓ 高効率化のための複雑形状巻線への塗装技術

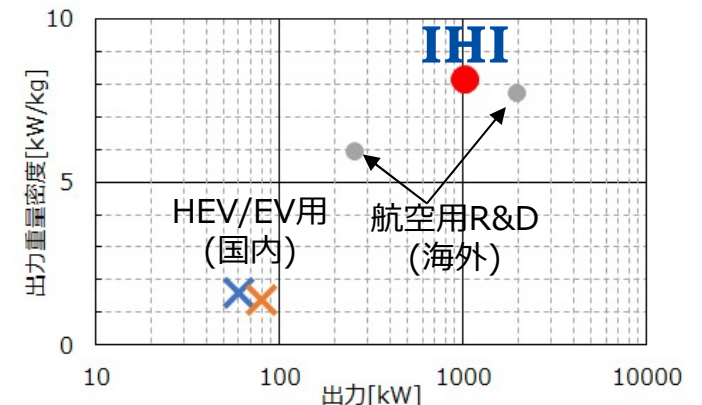


	耐熱性
E3M	300℃
EV用	~200℃
一般用	100~200℃

IHI 技報 Vol.57 No.4 (2017)
「航空機・エンジン電動化システムの技術開発」, 大依他

高出力密度

- ✓ EV用途の**5倍の出力密度**
- ✓ 航空用途でも**世界トップクラス**



4. 電動化研究開発活動の推進に向けて

実装に向けた電動化研究開発活動の推進

- 2020年度 NEDO/SJAC「航空機装備品、電動化分野における研究開発動向調査」にてまとめられた我が国の航空機電動化に係る戦略骨子

システム指向の事業獲得 (点から線・面へ)

- ・装備品単体では競争相手も多く日本の優位性を活かしきれない
⇒ex.)アクチュエータ単体から高信頼グリッドへ
- ・電力だけでなく、熱・空調・燃料関連も同様
⇒トータルエネルギーマネジメントの最適化システムへ

電動化戦略

我が国産業の強みを最大活用 (材料・半導体, 等)

- ・磁性材料は技術はあるが設備投資されていない
⇒独VAC社が寡占状態
- ・国全体の見通しを示すことで材料メーカーの後押しが必要
- ・半導体も同様の構図(航空機用途は米Cree社一択)
- ・材料・部品の一サプライヤーでの脆弱な事業参入を回避

技術的ブレークスルーシナリオ に基づく提案型アプローチ(受動から能動へ)

- ・「日本であれば我々の技術で〇〇のシナリオが現実的」をアピール
- ・新たなコンセプトの取り組みの強いメッセージの発信
- ・不可能を可能にするシステムレベルの明快なゴールの提言
⇒ex.)安全上必須とされるRATの削減コンセプト

エネルギー政策との連動

- ・バイオ燃料、PTL、水素燃料への電動化としての対応(システム、電動推進)

ソフトウェア化への対応

- ・ソフトウェアの規模増大化に伴うセキュリティに対する重要性の高まりへの対応

IHI

Realize your dreams