

## 航空機用電動ハイブリッド推進システム実証要素に関する 情報提供要請 (RFI)

国立研究開発法人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

### 1. 目的

現在、航空機(旅客機)用の MW 級電動ハイブリッド推進システム技術実証を目指して、研究開発計画を検討しています。本情報提供要請 (RFI) は、この技術実証計画において、最先端の技術、知見、発想等を幅広いプレーヤーの方に伺い、JAXA の検討を深めていくことを目的としています。今後、検討を具体化し、将来的に公募も視野に入れております。ただし、公募や RFP (Request for Proposal) が発出されることを約束するものではないことをご理解ください。

### 2. 背景

ここ数年の航空機用電動推進技術の進歩は目覚ましく、数席級の小型機については既に実用化に向けた型式認証取得プロセスに入っている開発機もあり、将来は旅客機の推進系まで電動化の対象となる可能性が出てきています。一方で、長期的に増加する航空輸送需要により航空機由来の CO<sub>2</sub> 排出量を抜本的に削減していくため、従来にない新技術 (バイオ燃料、水素化、電動化等) の導入に関する検討が世界の航空業界で実施されています。日本国内では航空機の推進系電動化に必要な要素技術 (パワエレ、電池、モータ等) やそれらを構成する素材技術等について有力な技術を保有するポテンシャル企業が多数存在することから、JAXA における技術実証への協力を通じて、将来の航空機産業参入を視野に入れた研究開発が実施されることが期待されます。

JAXA で現在検討している旅客機用の電動ハイブリッド推進システムの方式や各構成要素の想定仕様は別紙 1 の通りです。各電気系コンポーネントは実機相当の出力規模で試験できるよう地上試験設備も含めて検討を行っています。

### 3. 情報提供要請事項

航空機用電動ハイブリッド推進システムの技術実証計画の検討を具体化・強化するため、大学・研究機関・民間事業者等が検討している新素材やコンポーネントに関する最先端の技術、知見、発想などを広く集めることを目的として、次の項目について RFI を行います。

#### A) 主要コンポーネント及び周辺技術に関する方式や機能・性能のご提案

- ① 主要コンポーネントの提案：別紙 1 に示す機器名と想定仕様をご参考にしていた

だき、合致するあるいは想定仕様に近い技術がありましたらご提案ください。開発中や企画中の目標性能でも構いません。

- ② 素材や部品など周辺技術の提案：別紙1に示す機器名で指定される各コンポーネントに関連する素材（絶縁材、耐熱材、伝熱材、磁性材、被覆材、放射線遮蔽材、冷却媒体…）や部品（コネクタ、センサ、軸受け、電子部品、…）など周辺技術に関して主要コンポーネントの大幅な性能向上（特に効率、軽量化、冷却性能、耐高度環境など）に資する技術がありましたらご提案ください。開発中や企画中の目標性能でも構いません。

#### B) シミュレーション技術に関するご提案

- ① 仮想システム-実システム混在による統合システム制御・計測技術の提案：電動ハイブリッド推進システムは主エンジン、各電気系コンポーネント、ファンから構成されますが、エンジンとファンは大量の空気流量を要するため推進システム全体を一つの設備で試験することは実質不可能です。そこで、エンジン、ファン、一部の電気系コンポーネントを仮想システムで置き換え、実システムと混在させた統合システムによる試験（HILS 試験を想定）が前提となります。仮想システムとしての各モデルは、異なる製作者から提供される可能性が高いため、モデルのフォーマット、忠実度、精度等は統一されていないものと想定されます。そのような試験で必要となるシステム統合技術（ハードウェア、ソフトウェア両方含む）や計測・制御技術に関してご提案ください。回転数、トルク、電圧、電流、温度等を計測しますが、例えば遮断器の動作をモニタリングするためには、発電機の出力電流波形を観察できる時間分解能が必要である一方、1回の試験時間は数時間のオーダーになることもあるため、計測と制御の時定数は試験目的に応じて広範囲に調整できる必要があります。
  
- ② 協調シミュレーション技術の提案：電動ハイブリッド推進システムの構成要素数は多岐に渡り、1社で全てを賄うことは現実的ではない一方、統合化する場合に競合他社などへの技術情報流出は厳に避けたいという要求もあります。そこで、各コンポーネントの技術情報を秘匿したまま、統合化したシステムのシミュレーションができる環境があれば、インテグレータ側もコンポーネントサプライヤ側も固有技術情報をクローズドにしたままトータル性能を共通の評価尺度として開発プロセスを迅速に回せる可能性が出てきます。このような連携体制構築を支援するための基盤的ツール技術に関してご提案ください。

## C) 試験方法・設備技術に関するご提案

- ① 主要コンポーネントの環境（圧力・温度等）試験方法・装置の提案：MW 級の電気系コンポーネントについては例え各コンポーネント単位であっても試験自体が容易ではなく、環境条件を変化させるとなると難易度はさらに向上します。また、コンバータやインバータなどの半導体機器に関しては耐放射線性能の評価も要求されることが想定されます。別紙 1 の機器と想定仕様及び RTCA DO-160 を参考に主要コンポーネントの環境試験方法または環境試験装置に関してご提案ください。

## 4. 情報提供の手続き

### 4.1 提出情報

- (1) 所属、担当者名、連絡先
- (2) 3 項の提供要請事項に係る情報

### 4.2 書類提出先

エミッションフリー航空機技術チーム RFI 事務局

Email: hybrid-rfi2021 \* chofu.jaxa.jp（\* 印を @ に変更してください）

### 4.3 書類提出期限

2021 年 10 月 29 日（金）23：59（必着）

### 4.4 様式・提出方法

- ① 提供情報について別紙 2 に記載し、ご提出ください。その他、記載内容を補足する資料があれば任意に追加してください。様式は問いません。
- ② 情報提供に際して、秘密保持契約書の締結を希望される場合は、別紙 2 の該当欄にその旨記載してください。ご提出いただいた別紙 2 の情報を基に、秘密保持契約書締結手続きに関して JAXA から連絡させていただく場合があります。
- ③ メールにてご提出ください。

### 4.5 問合せ先

お問い合わせは、以下のメールアドレスまで、お願いいたします。

Email: hybrid-rfi2021 \* chofu.jaxa.jp（\* 印を @ に変更してください）

### 4.6 説明会の開催（※説明会への参加は必須ではありません）

第 1 回目

日時：2021年8月24日（火） 10時～12時

開催方法：Microsoft Teams によるオンライン開催

参加費：無料

アクセス

[https://teams.microsoft.com/l/meetup-join/19%3ameeting\\_ZDY2NGVmNGMtNjU3ZS00ZjA5LTk0OTItMGJmMzYyYjJmNjRi%40thread.v2/0?context=%7b%22Tid%22%3a%22eb3d6966-7b3b-4f51-bc29-e5b194e73c1e%22%2c%22Oid%22%3a%221420a58f-46fb-468f-b96e-26f6a3608724%22%7d](https://teams.microsoft.com/l/meetup-join/19%3ameeting_ZDY2NGVmNGMtNjU3ZS00ZjA5LTk0OTItMGJmMzYyYjJmNjRi%40thread.v2/0?context=%7b%22Tid%22%3a%22eb3d6966-7b3b-4f51-bc29-e5b194e73c1e%22%2c%22Oid%22%3a%221420a58f-46fb-468f-b96e-26f6a3608724%22%7d)

第2回目

日時：2021年9月2日（木） 10時～12時

開催方法：Microsoft Teams によるオンライン開催

参加費：無料

アクセス

[https://teams.microsoft.com/l/meetup-join/19%3ameeting\\_NTY3YmI5ZDctNzA3OS00NGJiLWE2MDQtYjY4MTM2MzM5N2U0%40thread.v2/0?context=%7b%22Tid%22%3a%22eb3d6966-7b3b-4f51-bc29-e5b194e73c1e%22%2c%22Oid%22%3a%221420a58f-46fb-468f-b96e-26f6a3608724%22%7d](https://teams.microsoft.com/l/meetup-join/19%3ameeting_NTY3YmI5ZDctNzA3OS00NGJiLWE2MDQtYjY4MTM2MzM5N2U0%40thread.v2/0?context=%7b%22Tid%22%3a%22eb3d6966-7b3b-4f51-bc29-e5b194e73c1e%22%2c%22Oid%22%3a%221420a58f-46fb-468f-b96e-26f6a3608724%22%7d)

#### 5. 本意見募集にあたっての留意事項

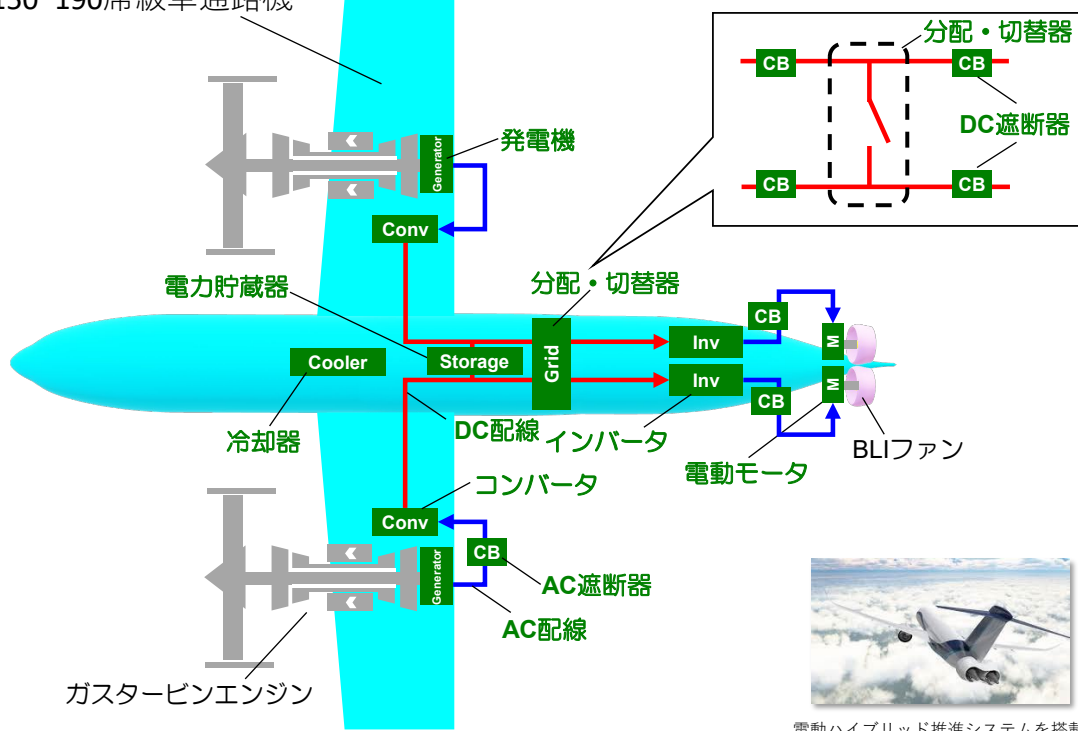
- (1) 本意見募集は、今後、JAXA で計画している概念検討を行うための参考情報として利用することを目的に実施するものであり、将来にわたって契約相手の選考に影響を与えるものではありません。
- (2) ご提供頂いた情報は、当該概念検討に反映しないことがありますので予めご了承下さい。
- (3) ご提供頂いた「情報提供書」は、本 RFI に提示した目的及びその結果を監督官庁へ報告する目的以外では使用せず、提供者の許可なく第三者へ開示することはございません。
- (4) ご提供頂いた情報・資料等につきましては返却いたしませんのでご了承下さい。
- (5) ご提供頂いた情報に関し、後日質問をさせていただく場合がありますので、情報提供の際はご連絡先の明記をお願い致します。
- (6) 情報提供に係る書面・資料の作成、提出等に要する費用は、情報提供者にてご負担頂きますようお願いいたします。

- (7) 情報提供に関連して提供された個人情報については、個人情報の保護に関する法律及び関係法令を遵守し、下記の各項目の目的にのみ利用します（ただし、法令等により提供を求められた場合を除きます）。
- (8) ご提供頂いた情報に関する質問等に関連する事務連絡に利用します。
- (9) JAXA が開催する成果報告会、セミナー、シンポジウム等の案内状や、諸事業の募集、事業案内等の連絡に利用させていただくことがございます。
- (10) 本意見募集に関連して提供頂く情報に関し、秘密保持契約の締結を希望される場合は、契約締結が可能です。

以上

別紙1

150~190席級単通路機



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)

電動ハイブリッド推進システム構成のイメージ図

各コンポーネントの想定仕様

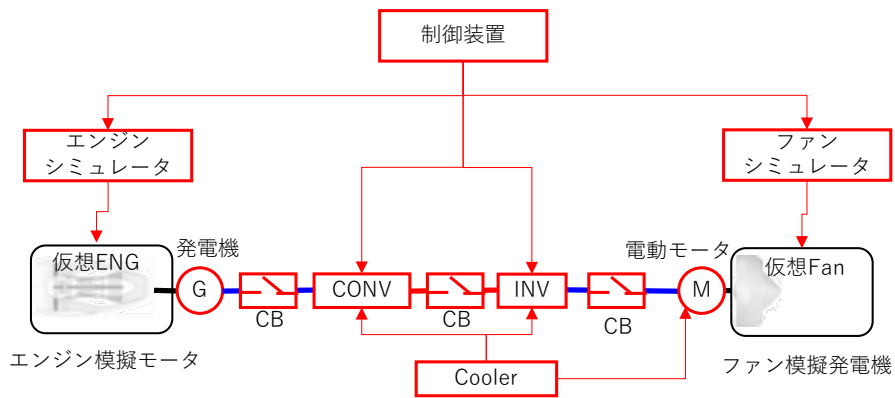
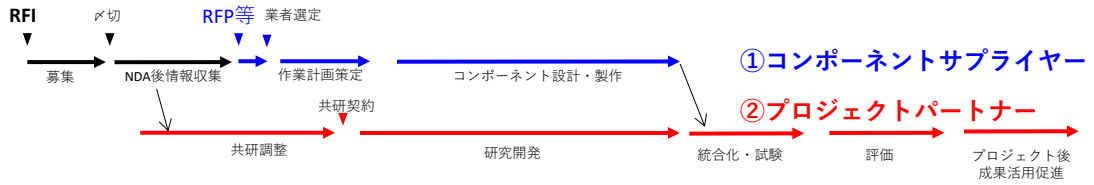
機器名	想定仕様	提供要請する技術情報	備考
発電機	<ul style="list-style-type: none"> <li>出力: 2MW/基 (定格)</li> <li>出力密度: 8kW/kg (定格)</li> <li>発電効率: 96% (定格)</li> <li>回転数: 10000rpm (定格)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>出力 (定格)</li> <li>N-T特性(定格)</li> <li>線間電圧 (定格)</li> <li>出力密度 (定格)</li> <li>発電効率 (定格)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>単一の要素であることは必須ではなく、多重化されたコンポーネントでも可 (例: 0.5kW*4台=2MW)。回転数は航空機用ガスタービンエンジンに適合する範囲を想定。</li> <li>定格出力は瞬時的な値ではなく定期的に得られること。</li> </ul>
AC遮断器	<ul style="list-style-type: none"> <li>容量: 1kV&amp;2kA ~ 3kV&amp;0.67kA (定格)</li> <li>形態: 外部にアークや高温部が露出しない</li> <li>事故電流: 定格の10倍</li> <li>印加周波数: 400Hz~800Hz</li> <li>容量密度: 100kW/kg~200kW/kg</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>定格電流(AT)</li> <li>最大定格電流(AF)</li> <li>耐電圧</li> <li>動作(遮断)時間</li> <li>重量</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>動作時間は遮断指示信号受信から遮断完了までの時間のこと。</li> </ul>
コンバータ	<ul style="list-style-type: none"> <li>出力: 2MW/基 (定格)</li> <li>DC出力電圧: 1kV~3kV</li> <li>出力密度 14kW/kg (定格)</li> <li>変換効率 99% (定格)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>出力 (定格)</li> <li>DC出力電圧 (定格)</li> <li>出力密度 (定格)</li> <li>変換効率 (定格)</li> <li>放熱性能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>単一の要素であることは必須ではなく、多重化されたコンポーネントでも可 (例: 0.2kW*10台=2MW)。</li> <li>放熱性能については冷却器の項を参照のこと</li> </ul>
分配・切替器	<ul style="list-style-type: none"> <li>通電形態: DC</li> <li>容量: 1kV&amp;2kA ~ 3kV&amp;0.67kA (定格)</li> <li>容量密度: 100kW/kg~200kW/kg</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>定格電流</li> <li>耐電圧</li> <li>動作時間</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>動作時間は指示信号受信から切替完了までの時間のこと。</li> </ul>
DC遮断器	<ul style="list-style-type: none"> <li>容量: 1kV&amp;2kA ~ 3kV&amp;0.67kA (定格)</li> <li>アークレス (密閉)</li> <li>事故電流: 定格の10倍</li> <li>容量密度: 100kW/kg~200kW/kg</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>定格電流(AT)</li> <li>最大定格電流(AF)</li> <li>耐電圧</li> <li>動作(遮断)時間</li> <li>重量</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>動作時間は遮断指示信号受信から遮断完了までの時間のこと。</li> </ul>

機器名	想定仕様	提供要請する技術情報	備考
インバータ	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 定格出力：2MW/基</li> <li>✓ DC入力電圧：1kV~3kV</li> <li>✓ 出力密度：14kW/kg（定格）</li> <li>✓ 変換効率：99%（定格）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 出力（定格）</li> <li>✓ DC入力電圧（定格）</li> <li>✓ 出力密度（定格）</li> <li>✓ 変換効率（定格）</li> <li>✓ 放熱性能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・単一の要素であることは必須ではなく、多重化されたコンポーネントでも可。</li> <li>・放熱性能については冷却器の項を参照のこと</li> </ul>
電動モータ	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 定格出力：2MW/基</li> <li>✓ 出力密度：8kW/kg(定格)</li> <li>✓ 出力効率：96%(定格)</li> <li>✓ 回転数：3600rpm(定格)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 出力（定格）</li> <li>✓ N-T特性(定格)</li> <li>✓ 線間電圧（定格）</li> <li>✓ 出力密度（定格）</li> <li>✓ 発電効率（定格）</li> <li>✓（減速機性能）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・単一の要素であることは必須ではなく、多重化されたコンポーネントでも可。</li> <li>・減速機を用いても可。</li> <li>・定格出力は瞬時的な値ではなく定期的に得られること。</li> </ul>
AC配線	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 耐電圧（線間）：AC600V~1800V</li> <li>✓ 定格電流：2kA~0.67kA（1本あたり）</li> <li>✓ 線材：アルミまたは銅</li> <li>✓ 周囲温度：-55°C~+70°C</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 耐電圧</li> <li>✓ 定格電流</li> <li>✓ 単位長さあたり抵抗</li> <li>✓ 単位長さあたり重量</li> <li>✓ 外形寸法(被覆含む)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・1本分の配線を複数本で並列化することは可。</li> </ul>
DC配線	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 耐電圧：DC1~3kV</li> <li>✓ 定格電流：2kA~0.67kA（1本あたり）</li> <li>✓ 線材：アルミまたは銅</li> <li>✓ 周囲温度：-55°C~+70°C</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 耐電圧</li> <li>✓ 定格電流</li> <li>✓ 単位長さあたり抵抗</li> <li>✓ 単位長さあたり重量</li> <li>✓ 外形寸法(被覆含む)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・1本分の配線を複数本で並列化することは可。</li> </ul>

機器名	想定仕様	提供要請する技術情報	備考
冷却器(外気に熱伝達)	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 冷却対象（発電機、電動モータ、インバータ、コンバータ）での発生損失：20kW~80kW</li> <li>✓ 外部環境：-55°C、260hPa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 熱抵抗(冷却対象表面-外気)</li> <li>✓ 重量</li> <li>✓ 外形寸法及び外観</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・各数値は単位ユニット当たりのものとする。</li> <li>・熱抵抗は外気風速との関係を示すこと。</li> <li>・インバータ等に含まれている場合は、重量については未記載でよく、熱抵抗は半導体ジャンクション温度-外気間の値を示すこと。</li> </ul>
冷却器(冷媒に熱伝達)	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 冷却対象（発電機、電動モータ、インバータ、コンバータ）での発生損失：20kW~80kW</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 熱抵抗(冷却対象表面-冷媒)</li> <li>✓ 冷媒種類</li> <li>✓ 定格冷媒流量</li> <li>✓ 定格流量時圧力損失</li> <li>✓ 最高冷媒温度</li> <li>✓ 重量</li> <li>✓ 外形寸法及び外観</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・各数値は単位ユニット当たりのものとする。</li> <li>・熱抵抗は冷媒流量との関係を示すこと。</li> <li>・インバータ等に含まれている場合は、重量については未記載でよく、熱抵抗は半導体ジャンクション温度-冷媒間の値を示すこと。また、設定されている半導体ジャンクション温度の値を示すこと。</li> </ul>
放熱器(外気に熱伝達)	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 冷却対象（発電機、電動モータ、インバータ、コンバータ）での発生損失：20kW~80kW</li> <li>✓ 外部環境：-55°C、260hPa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 熱抵抗(冷媒-外気)</li> <li>✓ 冷媒種類</li> <li>✓ 定格冷媒流量</li> <li>✓ 定格流量時圧力損失</li> <li>✓ 最高冷媒温度</li> <li>✓ 重量</li> <li>✓ 外形寸法及び外観</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・各数値は単位ユニット当たりのものとする。</li> <li>・熱抵抗は冷媒流量及び外気風速との関係を示すこと。</li> </ul>
電力貯蔵器	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 電力容量：数百kJ~数百MJ</li> <li>✓ エネルギー密度：300Wh/kg~500Wh/kg（パッケレベル）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 電力容量</li> <li>✓ エネルギー密度</li> <li>✓ ノミナル電圧</li> <li>✓ I-V特性</li> <li>✓ 動作温度範囲</li> <li>✓ 重量</li> <li>✓ 寿命</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・電池、キャパシタ、フライホイール等、形態は指定しない。</li> </ul>



2022年度以降の計画については現在未定であり、今後変更する可能性があります。



電動ハイブリッド推進システム地上試験概念図  
(構成要素は省略されて描かれています)

技術実証計画 (案)



**別紙2**

情報提供書

1. 所属： \_\_\_\_\_
  2. 担当者名： \_\_\_\_\_
  3. 連絡先： \_\_\_\_\_
- 
4. 秘密保持契約： 希望する・希望しない （どちらか一方に○を記載してください）
  5. 提供情報：