

最終報告書(全体版)

令和 5 年度標準活用加速化支援事業 (航空機・装備品の環境新技術に関する国際標準化活動における優位性分析)

Nomura Research Institute Singapore Pte Ltd.

株式会社野村総合研究所

Nomura Research Institute Consulting and Solutions India Pvt Ltd

2024年3月22日



実施スケジュール、タスク

調査結果

本事業の背景・目的および実施事項

本事業の背景

- ICAO（国際民間航空機関）が「燃料効率の毎年2%改善」、「2020 年以降総排出量を増加させない」というグローバル目標を掲げ、航空分野の成長と並行して、脱炭素化の要求が高まりつつある中、2022 年10 月には「2050 年までのカーボンニュートラル」を目指すこととする長期目標が採択されたことにより、航空分野における脱炭素化への機運がさらに高まっており、次世代航空機においては革新的な脱炭素化技術の導入が求められている。
- このような状況において、目標達成のための手段として、欧米OEMは、新たな脱炭素化技術を搭載した次期単通路機の開発、更にその先の技術として電動航空機や水素航空機の開発を挙げており、2030 年代以降の実用化が見込まれている。
- こうした次世代航空機への脱炭素化技術の導入においては、大きく産業構造のゲームチェンジの実現の可能性が期待できる一方で、これまでの航空機とは推進構造やシステム構造等が全く異なる方式となるため、その安全性を証明することが重要である。
- そのような中、米・SAE や欧・EUROCAE といった工業標準化団体のほか、CMH-17 やNCAMP といった航空当局等を中心に組織された団体等においても、当該技術分野に関する標準化の議論がなされており、そこで策定された規格が将来的に各国で準用される可能性がある。
- そのため、技術開発に加えて、当該団体等での議論への参加等を通じて、標準化を含めたルール形成の領域での活動が重要となる。

本事業の実施事項

- 産業構造上欧米が主導的な航空機産業において、次世代航空機というゲームチェンジのタイミングで、日本企業が主導的な/不利にならない形で当該技術に関連するルールを形成し、日本企業が持つ優れた技術が社会実装され、プレゼンス・シェアを向上させることを目標とした検討を実施する。
- 具体的には、前述の団体等において作成された規格について、将来的に各国で準用される可能性を鑑み、標準化・技術開発の動向について調査を行う
- 調査項目は下記の4 点を想定している。
 - Task1：航空機・装備品の環境新技術に係る知的財産情報の分析
 - Task2：航空機・装備品の安全基準・国際標準における環境新技術の導入による影響分析
 - Task3：航空機・装備品の環境新技術に係る海外での試験設備・インフラ等の整備状況調査
 - Task4：国内外における航空機・装備品の環境新技術に係る標準化・技術開発動向の調査
- なお、上述の各技術については、技術的関連性や社会実装時の併用可能性が高いこと、社会実装先として、本調査で主眼に置く中大型の民間航空機のみならず、ドローンや空飛ぶクルマといった次世代空モビリティ等も考えられること等から、関係する省内他課室、他省庁、団体等と協力して実施し、貴省及び国交省が運営する「航空機の脱炭素化に向けた新技術官民協議会」における検討とも連携して調査を実施することとする

スケジュール

本調査の実施スケジュールは下記の通り

Task		調査項目	調査方法	10				11				12				1				2				3									
				1	2	3	4	5	2	3	4	5	2	3	4	5	1	2	3	4	5	2	3	4	5	2	3	4	5				
打ち合わせ				契約 手続等		▲		▲		▲		▲		▲		▲		▲		▲		▲		▲		▲		▲		▲		▲	
Task1：航空機・装備品の環境新技術に係る知的財産情報の分析	Task1-1：国内外における環境新技術特許出願状況調査	国内外における航空機の環境新技術の特許出願状況	特許情報の取得			●	●	●	●	●	●	●																					
		国内外における航空機の環境新技術の注力領域	特許情報の整理・分析					●	●	●	●	●																					
	Task1-2：日本企業における技術開発と競合となる技術調査	日本の競合となりうる技術の抽出	競合度の評価												●	●	●	●															
		日本の競合となりうる技術の詳細開発状況/海外政府からの支援状況	文献調査 有識者ヒアリング 展示会参加 結果とりまとめ			●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●												
Task2：航空機・装備品の安全基準・国際標準における環境新技術の導入による影響分析		現行の航空機・装備品における安全基準・国際標準が適用できない項目	文献調査			○	○	○	○	○	○	○			●	●	●																
		今後の安全基準・国際標準の中で策定される項目	ヒアリング調査							○	○	○	●	●	●	●																	
		日本企業にとって影響の大きい項目の抽出	結果とりまとめ																●	●	●	●	●	●	●								
Task3：航空機・装備品の環境新技術に係る海外での試験設備・インフラ等の整備状況調査		海外における試験設備・インフラの情報	文献調査				○	○	●	●	●	●																					
		設備の仕様や目的、建設費・維持費、稼働状況、利用範囲等に関する情報	結果とりまとめ												●	●	●	●															
Task3'：航空機試験整備・インフラへの示唆の抽出		日本における試験インフラ・設備の方向性	議論/結果とりまとめ																●	●	●	●	●										
Task4：国内外における航空機・装備品の環境新技術に係る標準化・技術開発動向の調査	Task4-1：民間標準化団体のコミッティにおけるキーパーソンの特定の調査	環境新技術の国際標準化における民間標準化団体のコミッティにおけるキーパーソン（チェアマン等）	文献調査			●	●																										
			有識者ヒアリング			●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●													
			結果とりまとめ																	●	●	●	●	●									
	Task4-2：当該標準化団体の実態および連携可能性調査	民間標準化団体参加者の参加目的・経緯・実績等の把握	有識者ヒアリング			●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●													
		民間標準化団体と日本政府・企業との連携可能性	結果とりまとめ																	●	●	●	●	●									
Task4'：標準化団体との連携可能性の検討		各標準化団体、コミッティとの連携方策	連携方策仮説の構築																			●	●	●	●	●							
Task5：調査報告書等の作成		Task1～4のとりまとめ	Task1～4とりまとめ																									●	●	●	●		

契約手続等

本事業の全体像

本事業の全体像を以下の通り設定

本事業の ゴール

- ・ 今後標準化の議論が起こった場合、日本企業が有利なポジショニングを取れる/不利になりうる技術を明確化する
- ・ それらの航空機・装備品の環境新技術に関する試験設備・インフラの整備の方向性を導出する
- ・ それらの航空機・装備品の環境新技術に関して今後日本が国際標準化の議論に参加する際に連携優先順位の高いパートナーを特定する

本事業の 実施項目

(1) Task1：航空機・装備品の環境新技術に係る知的財産情報の分析

(1)-① Task1-1：国内外における環境新技術特許出願状況調査

- ・ 航空機の電動化、水素化、機体の軽量化・エンジンの効率化に資する環境新技術（以降、航空機の環境新技術）に関して、国内外における特許出願状況について文献調査を行い、国内外における技術開発動向を分析する

(1)-② Task1-2：日本企業の技術と競合となる技術調査

- ・ 日本企業における技術開発と競合となる技術情報を特定し、それらの開発状況、及び海外政府からの支援状況等について整理する

(2) Task2：航空機・装備品の安全基準・国際標準における環境新技術の導入による影響分析

- ・ 航空機の環境新技術の導入にあたって、現行の航空機・装備品における安全基準・国際標準が適用できない項目について、調査を行う
- ・ 新たに策定されることが見込まれる項目や日本企業にとって影響の大きい項目を抽出し、今後標準化の議論が起こりうる基準等について分析する

(5) Task5：調査報告書等の作成

- ・ Task1～4の内容を踏まえ、報告書を作成する
- ・ また、調査中に行ったヒアリングや打合せの議事録を作成する

(3) Task3：航空機・装備品の環境新技術に係る海外での試験設備・インフラ等の整備状況調査

- ・ 国内企業が保有する環境新技術の開発及び認証等も含めた、国際標準化に必要となるデータ取得のために利用される大規模な試験設備及びインフラ等について、海外において整備されている、あるいは整備することが計画されている設備の仕様や目的、建設費・維持費、稼働状況、利用範囲等について調査を行う

(4) Task4：国内外における航空機・装備品の環境新技術に係る標準化・技術開発動向の調査

(4)-① Task4-1：標準化団体のコミッティにおけるキーパーソンの特定

- ・ 環境新技術の国際標準化において重要となる民間標準化団体のコミッティにおけるチェアマンやサブグループのリーダー等のキーパーソンを特定する

(4)-② Task4-2：当該標準化団体の実態および連携可能性調査

- ・ 特定したキーパーソンを含むその所属する標準化団体及びコミッティの参加者に対して、議論の参加状況・経緯、参加コミッティにおける標準化活動実績等について、ヒアリング調査を実施
- ・ また、当該標準化団体との連携可能性について調査

(4) Task4'：標準化団体との連携可能性の検討

- ・ Task1の結果も照らし合わせて、コミッティおよびキーパーソンの連携方策を検討する

実施スケジュール、タスク

調査結果

エグゼクティブサマリー

Task1： 航空機・装備品の環境新技術に係る知的財産情報の分析

Task2： 航空機・装備品の安全基準・国際標準における環境新技術の導入による影響分析

Task3： 航空機・装備品の環境新技術に係る海外での試験設備・インフラ等の整備状況調査

Task4： 国内外における航空機・装備品の環境新技術に係る標準化・技術開発動向の調査

■ Task1： 航空機・装備品の環境新技術に係る知的財産情報の分析

● 水素化

・ 航空機OEM+一部スタートアップ(Universal Hydrogen, Zeroavia等)が研究開発を推進

- ・ エアバスが2030年代中盤の商用化に向けて研究開発を推進、燃料電池・燃焼用エンジンなどの部品メーカーがOEMの動きを見つつ研究開発を推進
- ・ Universal Hydrogen等のスタートアップも研究開発を推進しており飛行試験を成功、安全基準策定でFAAと連携
- ・ Boeingは宇宙用ロケット用途の開発も進めているため関連特許の公開数は多いものの、民間航空機用途での水素化に関してはAirbusと相対的に消極的であるとみられる

・ 日本企業は一部部品で研究開発を推進

- ・ 日本企業は、一部部品(水素燃料用タンク、水素燃料エンジン(気化器)等)で研究開発を推進
- ・ 特許公開数観点で、リードポジションにある企業はまだ存在しないとみられる

● 電動化

・ 推進系は、電動推進用モーター、ハイブリッド推進システムの研究開発が進む。その他は、継続的な活用が進む

- ・ MagniXの開発するモーターはFAAのSpecial Condition(特別条件)を取得するなど研究開発でリードポジションにあるものとみられる
- ・ その他リチウムイオン電池は、Boeing、Airbus双方が非推進用途での活用を進めている

・ 日本企業の優位性がある分野はリチウムイオン電池

- ・ 特許公開数や技術開発トレンドをレビューすると、日本企業の優位性があるのはリチウムイオン電池分野
- ・ GSユアサを初めとした企業が過去から継続して研究開発を推進しており、依然優位なポジションにあると想定

Task1・Task2

■ Task1： 航空機・装備品の環境新技術に係る知的財産情報の分析(つづき)

● 軽量化・効率化

- 既に機体への活用が進む中で、エンジン等の高温部や小型機体への活用、およびリサイクル等の技術開発が進む
 - CFRPは、再生素材の活用や、製造工程から出るロスのリサイクル活用に関する研究開発が進んでいる
 - CFRTTPは、再生素材活用に加え、製造工程の改善により、現状より小型機体への活用に関する研究開発が進んでいる
 - CMCは、Boeing・Airbusとも、新型機体に対してCMC(SiC-SiC)を活用したエンジンの搭載を予定している
- CFRP・CFRTTPでは、日本企業の優位性が確認される
 - CFRP・CFRTTPでは、特許公開数や最新技術課題に関する研究開発動向といった観点でも、日本企業の研究開発優位性が確認される

■ Task2： 航空機・装備品の安全基準・国際標準における環境新技術の導入による影響分析

- 環境新技術に関して、現在安全基準がEASA・FAAより明確に制定されているのは、電動化技術を活用したジェネレータ
- また、“ハイブリッド推進システム”・“リチウムイオンバッテリー”・“電動推進用モーター”については、暫定的な特別条件である“Special Condition”が制定されている
 - ハイブリッド推進システムは、EASA SC E-19、電動推進用モーターは、FAA 33-022SC、EASA SC E-19、リチウムイオン電池は多数
- その他の技術に関して特別条件含めて安全基準の策定はないものの、“水素燃料タンク”、“燃料電池”、“電動タキシングシステム”に関しては標準化団体(SAE、EUROCAE等)からレポートが発行されている
- 全固体電池、水素航空機用エンジン、フライホイール型蓄電装置は、標準化団体でもレポート発行がない模様

Task3・Task4

■ Task3： 航空機・装備品の環境新技術に係る海外での試験設備・インフラ等の整備状況調査

- 欧米を中心として、電動化・水素化に関する試験設備の導入が進む
 - ・ 電動化では米国に、水素化では欧州を中心に試験設備が分布している

■ Task4： 国内外における航空機・装備品の環境新技術に係る標準化・技術開発動向の調査

- 各コミッティにおけるキーパーソンに関する結果(メインはデスクトップ調査)は後段を参照
- 海外の航空機標準化活動有識者から、日本企業の標準化活動の問題として下記のような点が挙げられた
 - ・ 【参加準備段階】そもそもの日本企業の参加の少なさ
 - ・ 【参画】コミッティへの参加には強い技術が必要、欧米企業中心のコミッティにはそもそも参加が難しい
 - ・ 【コミッティ議論】名簿だけの参加で委員会への貢献を示すことができていない、英語での議論ができない、他コミッティと連携した活動が見られない
- 海外有識者のコメントや、過去調査での日本企業のコメントを踏まえると日本政府・企業が解決すべき優先課題は下記
 - 【参加準備段階】
 - ・ 参加ハードルに関する認知向上：参加ハードルが低いことを日本企業へ認知することが必要
 - ・ 参加コミッティの見極め：一部のコミッティは、日本企業の参加ハードルが様々な事情で高いものも存在
 - 【参画】
 - ・ 研究開発力の向上：強い技術を持たないと、参加コミッティの中で存在感を示すのが難しい
 - ・ 企業・協議会レベルでの人的リソース確保：投票権を持つような影響力のあるメンバーになるには、一定のリソース投入が求められる
 - 【コミッティ議論】
 - ・ 標準化組織・人材の育成：英語での議論がメインである中で、日本人との英語コミュニケーションには難しさを感じている海外メンバーも一定存在している
 - ・ コミッティの活動見える化：複数コミュニティ間で連携している活動が多い中で、他コミッティの動向も踏まえた関与が求められている

実施スケジュール、タスク

調査結果

エグゼクティブサマリー

Task1： 航空機・装備品の環境新技術に係る知的財産情報の分析

Task1：とりまとめ

Task1-1：国内外における環境新技術特許出願状況調査

Task1-2:日本企業における技術開発と競合となる技術調査

Task1 インタビュー結果

Task2：航空機・装備品の安全基準・国際標準における環境新技術の導入による影響分析

Task3：航空機・装備品の環境新技術に係る海外での試験設備・インフラ等の整備状況調査

Task4：国内外における航空機・装備品の環境新技術に係る標準化・技術開発動向の調査

Task1の実施概要

Task1では下記の技術を対象とし技術開発動向調査を実施。Task1-1では特許公開情報調査、Task1-2では一部技術につき定性調査を実施。一部技術は調査結果をTask1のとりまとめとして整理

■ Task1-1：国内外における環境新技術特許出願状況調査

- 航空機OEM、部品Tier1、日本企業約35社につき2018-2023年の特許公開状況を調査
- また一部技術の一部企業について、特許内容の深堀調査を実施

■ Task1-2：日本企業における技術開発と競合となる技術調査

- 今後特に大きな変化が想定される技術(特に推進系技術)、また日本企業の強みを持つ技術についてデスクトップ調査、インタビュー調査により技術開発動向を補足

■ Task1の総合まとめ

- 特に重要なトレンドが認められる技術について、Task1-1・Task1-2の調査結果双方から総合的な技術開発トレンドを整理

対象分野	Task1対象技術	Task1-1対象	深堀調査対象	Task1-2対象	Task1総合まとめ対象
水素化	水素燃料タンク	✓	✓	✓	✓
	燃料電池	✓	✓	✓	✓
	水素航空機エンジン	✓ (特に気化器)	✓ (特に気化器)	✓	✓
電動化	ハイブリッド電動推進システム	✓		✓	✓
	電動推進用モーター	✓		✓	✓
	フライホイール型蓄電装置	✓			
	絶縁素材	✓			
	リチウムイオン電池	✓	✓	✓	✓
	全固体電池		✓	✓	✓
	電動機械式アクチュエーター	✓			
	インバーター・コンバーター	✓			
	電動タキシングシステム	✓		✓	
	CFRP（炭素繊維強化プラスチック）	✓		✓	✓
	CFRTP（熱可塑性炭素繊維強化プラスチック）	✓		✓	✓
効率化・軽量化	CMC (Ceramic Matrix Composites)	✓		✓	✓
	AM (Additive Manufacturing)	✓		✓	

実施スケジュール、タスク

調査結果

エグゼクティブサマリー

Task1： 航空機・装備品の環境新技術に係る知的財産情報の分析

Task1：とりまとめ

Task1-1：国内外における環境新技術特許出願状況調査

Task1-2:日本企業における技術開発と競合となる技術調査

Task1 インタビュー結果

Task2：航空機・装備品の安全基準・国際標準における環境新技術の導入による影響分析

Task3：航空機・装備品の環境新技術に係る海外での試験設備・インフラ等の整備状況調査

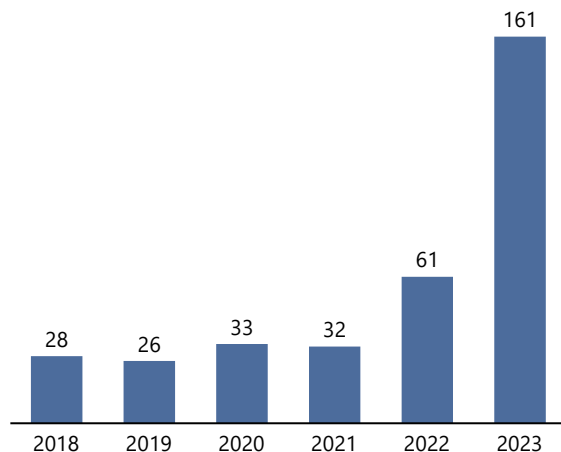
Task4：国内外における航空機・装備品の環境新技術に係る標準化・技術開発動向の調査

水素化

水素航空機の開発に積極的なAirbusが研究開発を推進。水素航空機に搭載できるタンク容積の削減が技術課題となっている

定量トレンド(特許公開数)

研究
開発
全体
トレンド



トレンド概要

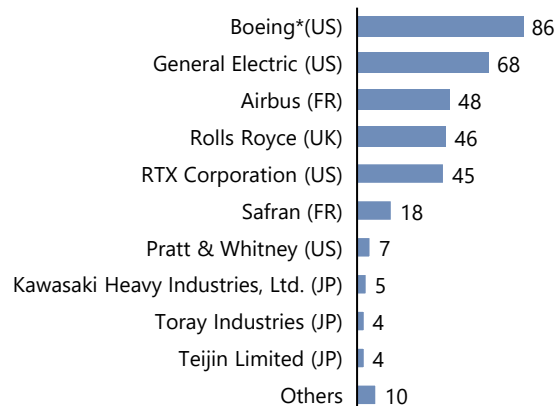
研究開発のステージ

- 現状、最も研究開発進んでいる技術に関する研究開発ステージは、TRL4～6(プロトタイプレベル)程度とみられ、商用化は2030年以降が想定されている
- 特許出願数の観点では、2022年以降、公開される特許が大幅に増加している

研究開発のテーマ

- 液体水素タンクには、熱交換器、バルブ、水素ラインの断熱材など多くの部品が必要であり、大きなスペースを必要とする一方で、航空機に搭載許容可能なタンク容積は限られており、タンクの容積削減が大きな課題となっている
- 他用途からの転用という観点では、自動車・宇宙用途からの転用が期待されているものの、航空機用途での容積制約への対応が課題となっている

企業
トレンド



企業の研究開発動向：全体動向

- 定量的な動向を見ると、航空機OEM(Airbus/Boeing)、Tier1部品サプライヤ(GE/Rolls Royce/RTX)等からの特許公開が多い
- これらの企業は基本的にはシステムレベルでの研究開発を推進している

企業の研究開発動向：個社研究開発動向

- 現在、水素航空機の開発に積極的なAirbusが研究開発を特に推進
- 2024年には水素タンクの設計と製造を担うZEROe Development Center (ZEDC) を設立、複合材料によるコスト競争力のある軽量水素システム(極低温水素タンクなど)の開発を担う
- 日本企業では、川崎重工業が液化水素燃料タンク開発のための、タンク構造軽量化に資する薄型断熱構造、燃料供給艙装構造、タンク支持構造、タンク内の温度・圧力制御システムに係る研究開発等を実施

*Boeingの公開特許にはNASA向け宇宙ロケットの関連特許が多く含まれているものと考えられる

2020年から、Airbusが積極的に水素航空機の研究開発および水素航空に関するエコシステム構築に取り組んでいる（1/3）

2020

- Sep
- **ZEROe（ゼロ・エミッション）プログラムのもと、4つの水素エンジン搭載機コンセプトを発表し、2035年までにゼロ・エミッションの民間航空機を就航させる目標を発表**
 - 1) 水素燃焼による100人乗りターボプロップ（ガスタービンとのハイブリッドエンジン）
 - 2) 水素燃焼による200人乗りターボファン（ガスタービンとのハイブリッドエンジン）
 - 3) 水素燃焼（ガスタービンハイブリッドエンジン）を用いた混合翼の未来型飛行機
 - 4) 水素燃料電池とプロペラ推進システムによる完全電動飛行機
 - 空港水素ハブを創設するため、空港インフラとエネルギー生産ニーズに関する予備調査を開始。
 - 1) 空港でのオンサイト水素製造の実現可能性を測定し、オフサイト施設から飛行機への輸送の必要性を減らす
 - 2) 空港施設と地上業務の脱炭素化
- Oct
- **燃料電池メーカーおよび部品サプライヤーであるElringKlingerとの戦略的パートナーシップを発表。**

2021

- Jun
- **極低温タンク製造と水素推進技術の研究開発を行うため、ドイツとフランスに2つのZEROe開発センター（ZEDC）の設立を公表**
- Sep
- ニュージーランド航空と、水素を動力源とする航空機の運航の可能性を探るMoUを締結
 - また同月、Air LiquideとVINCI Airportsとのパートナーシップを発表し、ヨーロッパの空港に水素ネットワークを構築する。
- Dec
- **水素を動力源とする推進エネルギーを研究する100%出資のイノベーション子会社、Airbus UpNextを立ち上げ、スペインに新たなZEDCも設立。**
 - 液体水素タンクに関する研究開発を推進。
 - **短期的には、民間飛行用の液体水素タンクは金属製になる可能性が高く、フランスとドイツのZEDCで研究開発が進められている。**
 - 一方、長期的には、複合材料で作られたタンクの研究開発が行われており、これはスペインのZEDCとStadeのシュターデにある複合材料研究センターで行われている。

2020年から、Airbusが積極的に水素航空機の研究開発および水素航空に関するエコシステム構築に取り組んでいる (2/3)

2022

- Feb
- 飛行実験プラットフォームとしてA380 MSN001型機を使用するZEROeデモンストレーターを導入
 - A380 MSN001は、水素推進システムの性能を分析するために必要となる大型の飛行試験装置（最大4つの極低温タンク）を搭載できるサイズであることから選定
 - GEとSafran Aircraft Enginesの折半出資による合併会社であるCFMインターナショナルと、水素実証プログラムに関するパートナーシップ契約を締結
 - このプログラムではZEROeデモンストレーターが使用され、CFMインターナショナルはGEPassport turbofanの燃焼器、燃料システム、制御システムを水素で作動するように改造する
- May
- ZEDCの数を4つに増やし、最新のZEDCは英国に設置
 - 英国のZEDCはエンド・ツー・エンドの燃料システム開発と極低温試験を担当し、フランス、ドイツ、スペインの他の3つのZEDCを補完する
 - 水素を燃料とする飛行機の飛行試験の目標は、2025年から2026年に変更
- Jun
- Hydrogen South Westコンソーシアムに参加し、LindeおよびACI Europeと、空港での水素インフラ開発に関する協力覚書を締結。
- Jul
- Airbus UpNextはBlue Condor projectを立ち上げ、改良型Arcus-J gliderで水素推進システムをテストした。
- Nov
- メガワット級の水素を燃料とする燃料電池エンジンを開発中であり、2027年から2028年の間に完成させる意向を発表
 - また、2024年には、200kWの燃料電池スタックと恒温室を備えた燃料電池システム統合ベンチ、実際のインターフェースとアクチュエータを検証するためのエンジン制御システムの機能統合ベンチ（FIB）、プロペラ統合ベンチ（PIB）の試験が予定されていることも発表。
 - その後、「アイアン・ポッド」（800kWの燃料電池の電力を2つの電気モーター、モーター制御ユニット、ギアボックス、新しい高電圧配電・変換システム、「フライト」空気供給装置、液体冷却システムに接続する試験装置）の試験も行われる。

2020年から、Airbusが積極的に水素航空機の研究開発および水素航空に関するエコシステム構築に取り組んでいる（3/3）

2023

- Jun • ArianeGroup（エアバスとサフランの合併会社）のHyPERION pilot projectの一環として、航空用ガスタービンに供給可能な水素調整システムのコンセプトをテスト
- PoCの成功は、当初宇宙用に設計された機器（電動ポンプ、ガス発生器、交換器）を再利用することで可能となった
 - Airbus は、機内の補助電力をすべて水素でまかなう試験計画を発表した。HyPower実証機のもと、A330の補助動力装置（APU）を水素燃料電池システムに置き換える計画である。
- Nov • Airbus UpNextのBlue Condor projectが、改良型グライダーArcus-Jによる水素エンジンによる飛行テストに成功した。水素エンジンはドイツのAero Design Worksが組み立て
- Dec • エアバスの超伝導パワートレイン実証装置ASCENDは、水素燃焼技術や水素燃料電池技術と組み合わせることができる極低温超伝導電気推進システムの開発と製造に成功した

2024

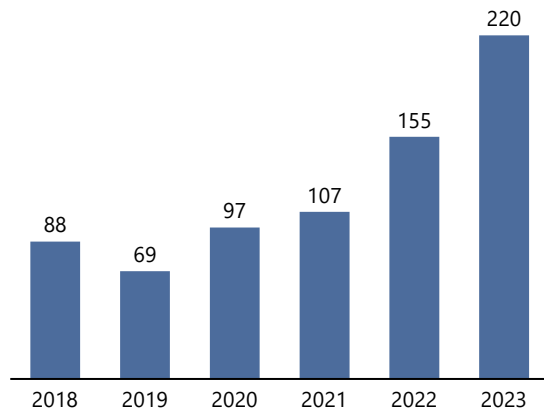
- Jan • ドイツのStadeに、極低温液体水素を貯蔵・供給するための複合水素システム技術の研究開発に特化した新しいZEDCを開設
- 2023年後半、ZEROeチームが水素推進システム「アイアン・ポッド」での電力供給に成功したと発表。
 - 完全なパワーチャネルは1.2MWで動作
 - 次のステップは、振動、湿度、高度に対するシステムの反応を含む飛行仕様を満たすために、“iron pod”のサイズ、質量、資格を最適化
 - これらの最適化と試験の後、燃料電池推進システムはZEROe A380 MSN001実証機に搭載され、試験飛行は現在2026年に予定されている

Universal Hydrogenや、Zeroaviaはテスト飛行に成功、2030年代の商用化を目指すAribusはメガワット級の電力供給をしたシステムのテストに成功。日本企業は部品/素材に関する研究開発を推進

定量トレンド(特許公開数)

トレンド概要

研究開発全体トレンド



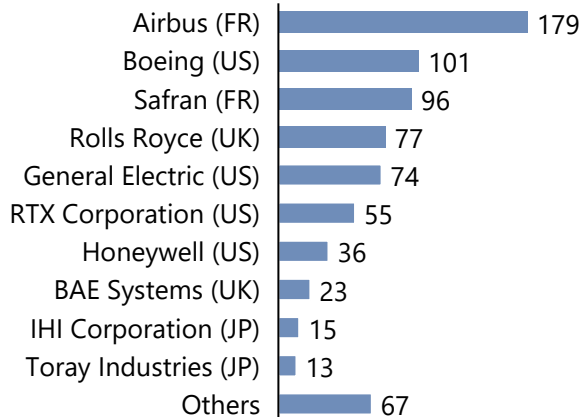
研究開発のステージ

- 現在の研究開発ステージは、～TRL6(プロトタイプレベル)程度とみられる
- **商用化は2025年以降**が想定されている
- 特許出願数の観点では、**2020年以降、公開される特許が大幅に増加している**

研究開発のテーマ

- より高い効率で作動し、より高い定格出力を得るために、**燃料電池の出力密度を向上させる研究開発がメインのテーマとなっている**
- 他用途からの転用という観点では、自動車・宇宙用途からの転用が期待されているものの、**航空機用途に耐える軽量化が必要とされている**
- 特許公開数の観点でも、主要企業からは、**効率性や軽量化に関連する特許の公開が多い**

企業トレンド



企業の研究開発動向：全体動向

- 定量的な動向を見ると、**航空機OEM(Airbus/Boeing)、Tier1部品サプライヤー(Safran/Rolls Royce/GE)等からの特許公開が多い**
- これらの**企業は基本的にはシステムレベルでの研究開発を推進している**

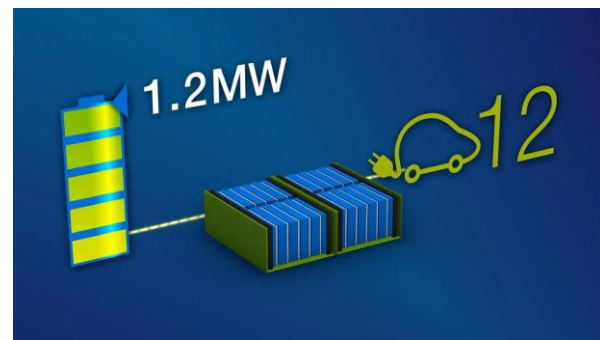
企業の研究開発動向：個社研究開発動向

- 2023年現在、**Universal Hydrogenや、Zero aviaは、燃料電池を動力とする航空機のテスト飛行に成功**(ただし、ダッシュ8やドルニエ228等の小型機での飛行)
- また、**Airbusは、2023年後半に、燃料電池と電動モーター統合したシステムに、1.2MWの電力供給をし運用することに成功。今後、2026年を目途に、A380への搭載および飛行試験を目指す**
- 日本企業では、**IHIが燃料電池用の部品(電動ターボコンプレッサ等)、東レが燃料電池用の素材開発を推進している**

Airbusは2023年に水素燃料電池システム(燃料電池やモーター等を統合した推進システム)のテストに成功、フル出力レベルである1.2MWに達したと発表

Recent R&D activity

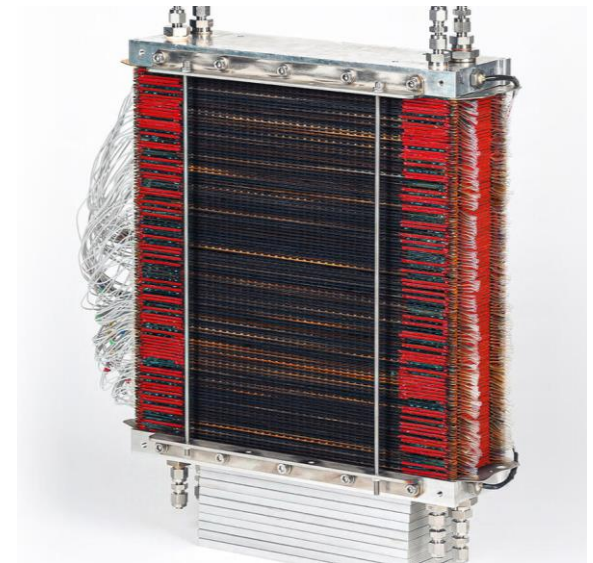
企業名	Aerostack(Airbusの関連会社、AirbusとElringKlingerとのJV)
開発年	2023
R&Dの特徴	- 水素燃料電池システム(燃料電池とモーターを統合した推進システム)のテストに成功し、フル出力レベルである1.2MWに達したと発表 - 大型航空機用に設計された燃料電池の試験としては、これまでで最も強力なもの
概要	- Airbusは2020年10月、ZEROe航空機の電気推進システムの心臓部となる水素燃料電池を開発するため、ElringKlinger社との合弁会社Aerostackを設立 2023年6月に1.2MWの燃料電池システム、2023年10月に1MWのパワートレインのテストを成功 2023年末、水素燃料電池で初めてアイアン・ポッドの電気モーターに電力を供給するテストに成功 - 実験は、ドイツのオットブルン（Ottobrunn）にあるE-Aircraft System House（EAS）で行われた - 今後、燃料電池推進システムはZEROeのマルチモーダル飛行テストプラットフォーム（Airbusが製造した最初のA380、MSN001）に搭載される予定 - システムの地上試験が行われ、2026年にA380での飛行試験が実施される想定



ZeroAviaは、2023年1月にドルニエ228の水素電気パワートレイン試験飛行を初めて実施。今後数年で、これをより大型の航空機に拡大する計画を発表してる

Recent R&D activity

企業名	ZeroAvia
国	United Kingdom/United States
開発年	2023
R&Dの特徴	- ZeroAviaは、英国のコッツウォルズ空港で水素燃料電池エンジンを搭載した19人乗りのDornier 228テストベッド機のテスト飛行の実施に成功 - ZeroAviaはまた、20kWのHTPEM燃料電池スタックの初期テストで、セルレベルで2.5kW/kgの出力レベルを実証したと発表 - 今後2年間で、同社は3kW/kg以上の出力密度を達成する見込みで、これにより水素燃料電池は100人乗り以上の大型航空機に十分なパワーを発揮することになる
概要	2023年1月、ZeroAviaは19人乗りのDornier 228型リージョナル旅客機に水素電気エンジンを1基搭載し、テスト飛行を行った - もう一方のエンジンは、HoneywellのTPE-331純正エンジンであった。ZeroAviaは、2025年までに商業路線を運航するために、水素電動エンジンの認証可能な構成に向けて取り組むと発表した - また、2027年までに航続距離700マイルの40～80席の航空機を改造するための水素電動パワートレインを開発する計画もある - 大型機は2～5mWのZA2000パワートレインを使用し、液体水素で飛行し、小型機は水素ガスを使用する



Universal Hydrogenは、2023年3月にメガワット級の水素燃料電池を搭載したDash8での飛行試験を実施。現在、燃料電池を動力源とするリージョナル航空機の認証要件を確定するためにFAAと協力

Recent R&D activity

企業名	Universal Hydrogen
国	United States
開発年	2023
R&Dの特徴	2023年3月、Universal Hydrogenは、メガワット級の水素燃料電池を搭載したダッシュ8の試験機を飛行させた - パワートレインに使用されたモーターとパワーエレクトロニクスは、magniX社が供給したmagni650電気推進ユニットである。
概要	2023年9月、FAAはUniversal HydrogenによるATR72旅客機の改造に関する補足型式証明の申請を受理した - また、FAAはUniversal Hydrogenに対し、ATR72型機の水素エンジンへの転換を認証するために必要な認証基準を定めたG-1 Issue Paperを発行した 2023年9月以降、ユニバーサル水素とFAAは、認証要件一式を確定するために緊密に協力している - 液体水素を燃料とするリージョナル旅客機が数年以内に就航する予定である



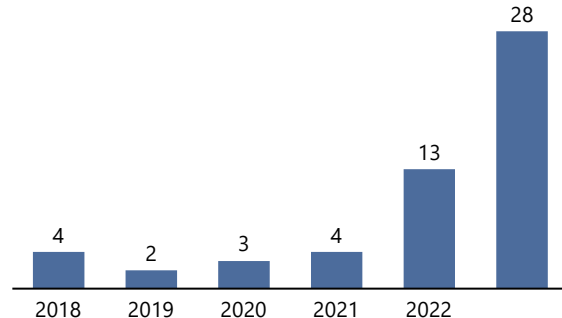
研究開発トレンド | 水素航空機エンジン

Rolls Royce、GEといった航空機エンジンOEMがシステムレベルでの研究開発を推進。他方で、Rolls Royceが研究開発計画の縮小を公表するなど、研究開発スタンスには違いがみられる

定量トレンド(特許公開数)

トレンド概要

研究開発全体トレンド



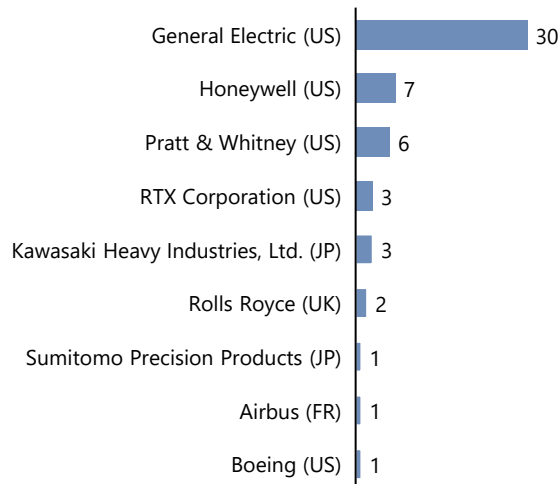
研究開発のステージ

- 現在の研究開発ステージは、TRL3程度(実証実験の初期段階)とみられる
- 商用化は2040年以降が想定されている
- 特許出願数の観点では、気化器でみると、2022年以降、公開される特許が大幅に増加している

研究開発のテーマ

- 既存の航空機エンジンの水素燃料利用への改良が進められている中で、水素の場合は、燃焼機や燃料供給システムの設計が異なるため、火炎の安定性などの課題解消が必要
- これらの課題に関して、現状研究開発の進捗状況が芳しくない指摘されている
- 他用途からの転用という観点では、宇宙分野からの転用が考えられるものの、航空機部品としての認証取得が課題となっている

企業トレンド



企業の研究開発動向：全体動向

- 気化器に関する定量的な動向を見ると、Tier1部品サプライヤー(GE/Rolls Royce/GE)等からの特許公開が多い

企業の研究開発動向：個社研究開発動向

- 2023年現在、水素燃焼航空機エンジンに関する大きな研究開発の流れは下記の2つ
 - Rolls Royce, easyJet
 - 水素を動力源とするジェットエンジンの世界初の地上燃焼試験に成功
 - ただし、2023年11月、当面はエンジン開発ではなくSAF利用に優先度を置くと公表
 - Airbus、GE、Safran
 - 2023年7月に地上燃焼試験に成功
 - 2020年代中盤の飛行試験開発を目指す
- 日本企業では、川崎重工業が、水素航空機向けエンジン燃焼器・システム技術開発等を進めている

GE・Airbusは2023年7月に地上での燃焼試験を実施する等、研究開発を推進。Rolls-Royceも研究開発を進めているものの、2023年11月に研究開発の優先度を下げる旨を表明

研究開発企業	場所	事例
GE, Airbus	Europe	2023年7月、エアバスZeroEプログラムで使用されるGE Passportエンジンを改造するプロジェクトの一環として、飛行中の航空機エンジンを代表する条件下で100%水素燃焼の地上試験がドイツで初めて実施された - ドイツ航空宇宙センター（DLR）とGE Aerospace Advanced Technologyの研究者は、この試験プログラムで提携しており、水素が燃焼する際に発生する極端な温度と圧力に耐える試験装置を開発し - GE Aero avioが主導するHYDEA（Hydrogen Demonstrator for Aviation）と呼ばれる3年間で1億1,600万ユーロ（1億3,000万米ドル）のEU研究プロジェクトの一環である。 - HYDEAは、2026年までにゼロエミッションの直接水素燃焼エンジンを開発し、一連の統合地上試験でその実現可能性を実証することを目指している。 - HYDEAの一環として、エンジニアはGEパスポート・エンジンを水素で動くように改造する。このエンジンはその後、エアバスのZEROe飛行実証機に搭載される。
Rolls-Royce, easyJet	United Kingdom	- 再生可能な潮力・風力エネルギー由来の水素を動力源とするジェットエンジンの世界初の地上実験に成功 - 実験用エンジンは、Rolls-Royce AE 2100-A regional aircraft engineを改造 - ただし、2023年11月、継続して研究開発を実施するものの、研究開発には相応の時間がかかるため、当面はSAF利用に優先度を置くと公表

水素化関連開発動向

【参考】水素航空機関連で日本企業が持つ技術の海外開発動向

システム	関連部品	技術レベル*	TRL8-9 達成見込	プロジェクト/取組企業 (主要企業)	取組状況	日本企業動向**	概要
水素燃料タンク	内部タンク	TRL4-6	?	GTL	• Hypoint向けに複合材液体水素燃料タンクを開発	川崎重工業	航空機用液化水素燃料タンク
		不明	不明	StirWeld	• FSW（摩擦拡散接合）を活用したアルミニウム製液体水素タンクを検討	IHI	液体水素貯蔵タンク
		不明	不明	GE	• 大型トラックや航空機用の液体水素タンク技術を開発するプロジェクトを主導。このプロジェクトは、米エネルギー省（DOE）から4,770万ドルの資金提供を受ける16のイニシアチブのひとつに選ばれている	JAXA	液体水素複合材タンク技術
	ポンプ	不明	不明	Rolls Royce, easyJet, UK Government's Aerospace Technology Institute	• 英国Solihullの施設で先駆的な水素研究テストを開始。これらのテストは、航空機における水素燃焼エンジン技術の実現に不可欠な極低温液体水素ポンプシステムの検証に重点を置いている	JAXA	液体水素電動ポンプ技術
	接手	—	—	—	• —	川崎重工業	航空機用水素燃料システムの接手
水素航空機用エンジン	熱交換器（気化器）	不明	不明	MTU Aero Engines	• エアバスと共同で、水強化ターボファン（WET）技術とプラット・アンド・ホイットニーのギアードターボファン（GTF）エンジンの組み合わせに取り組んでいる	住友精密工業	航空機エンジン向け水素用熱交換器の開発
		不明	不明	Reaction Engines	• リアクション・エンジン独自の熱交換器技術を搭載した高速航空機推進システムの開発で、ロールス・ロイス社と2020年に提携を発		
【参考】燃料電池	燃料電池全体	TRL4-5	2035年	H2GEAR (GKN aerospace)	• 水素燃料電池を含む、サブリージョナル航空機向けの液体水素推進システムの開発を目指す • 2025年末までに地上試験による技術実証を予定	—	—
		TRL5-6	2025年	HyPoint	• 高温高分子電解質膜（HTPEM）を用いたTurbo Air-Cooled方式により、将来的には既存の燃料電池を61%軽量化し、3000W/kgの出力密度（System）、1250Wh/kgのエネルギー密度を持つ燃料電池を量産（現時点ではラボレベルのプロトタイプのみ） • 2023年ごろからの地上試験、試験飛行を目指す		
		TRL5-6	不明	HEAVEN	• 2022年までに航空機推進用の90kW級の燃料電池開発を目指す		
		TRL3-6	-	FLHYSAFE (Safran)	• 出力範囲15kw~60kwのモジュール式燃料電池を用いた緊急動力源(EPU)の設計。TRL6を目標としている		
	電解質膜	不明	不明	BASF Environmental Catalyst and Metal Solutions (ECMS)	• 2023年にZeroAvia社と膜電極接合体（MEA）を供給する契約を締結し、ZeroAvia社の高温プロトン交換膜（HT-PEM）燃料電池スタック用次世代MEAの研究協力を行う。	—	—

*技術レベルは各企業事例に関するもの

**本表に記載のある技術レベルは日本企業の研究開発状況とは必ずしも一致しない

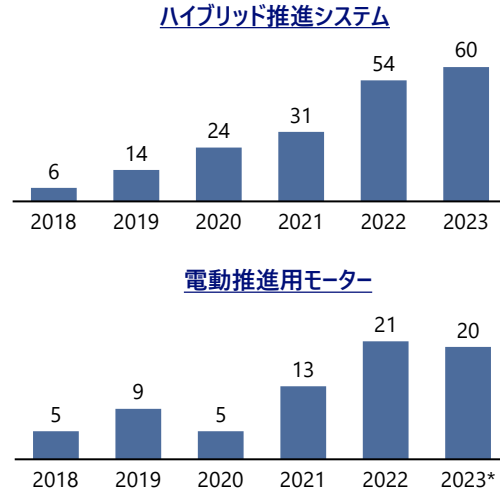
電動化

Universal Hydrogenや、Zeroaviaはテスト飛行に成功、2030年代の商用化を目指すAribusはメガワット級の電力供給をしたシステムのテストに成功。日本企業は部品/素材に関する研究開発を推進

定量トレンド(特許公開数)

トレンド概要

研究開発全体トレンド



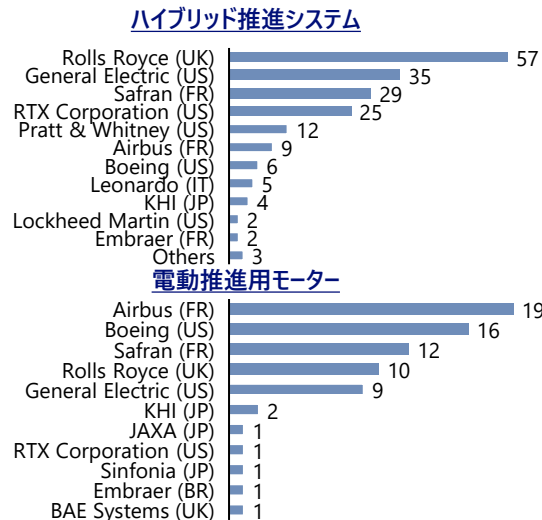
研究開発のステージ

- 現在の研究開発ステージは、ハイブリッド推進システムはTRL3程度、電動推進モーターはTRL6程度とみられる
- ハイブリッド電動推進システム、電動推進用モーターとも、商用化は2030年以降を想定
- 特許出願数の観点では、2018年以降、年々関連特許公開数が増加している

研究開発のテーマ

- 軽量・強力なモーターを、高密度・高出力のバッテリーと統合し、システム化することに課題を抱えている
- また、商用化に向けてはさらなる価格低減も必要
- 特許公開の観点では、故障防止やシステムの保護、およびシステムの効率向上を目的とした特許が多い

企業トレンド



企業の研究開発動向：全体動向

- 定量的な動向を見ると、航空機OEM(Airbus/Boeing)、Tier1部品サプライヤー(Safran/Rolls Royce/GE)等からの特許公開が多い
- これらの企業は基本的にはシステムレベルでの研究開発を推進している

企業の研究開発動向：個社研究開発動向

- MagniXの開発する電動モーターを活用した推進システムは既にFAAの特別条件付きの耐空証明を獲得している等、一部で飛行試験が開始している
- その他の企業についても、2025年ごろからの飛行試験の実施をめざしている
- 日本企業では、川崎重工業、シンフォニア、JAXA等が電動/ハイブリッド推進システムに関連する特許を公開している

現在、magniXが飛行試験に成功。その他の企業も研究開発を進める

航空機向け開発事例

eVTOL 向け

研究開発体制			搭載機体	研究開発状況	概要	イメージ
モーターサプライヤー	エンジンサプライヤー	システムインテグレータ				
Collins Aerospace	Pratt & Whitney	Raytheon Technologies	Dash 8	Now under R&D	2022: 低速エンジンテスト 2023: ハイブリッド電動推進システム試験 2024 : ダッシュ8-100飛行試験	
Wright Electric		Wright Electric	NASA's NEAT test facility	Now under R&D	1MW級モーターはテスト済み、50-100乗り航空機用の1.5MW級モーターのテストを目指す - NASAのNEATプラットフォームとのテストは2024年初頭に行われる想定	
Safran	Safran	VoltAero	Cassio 330	Now under R&D	2MW級モーターにより、1つのモーターでATRサイズの航空機のパワーを供給することを目指す。 - 現在、Advanced Research Projects Agency programの下で開発中	
magniX		AeroTec	Dash-7	Now under R&D	2022:AeroTec社およびAir Tindi社との提携を発表 2025: 初飛行を予定	
	Pratt & Whitney	Universal Hydrogen	Dash-8	Successful flight test in 2023	1機のmagniX650電動推進ユニット（EPU）と1機のPratt &Whitney製ターボプロップを使用 - EPUは水素燃料電池システムで駆動	
	Pratt & Whitney	Eviation	Eviation Alice	Successful flight test in 2022	- 飛行試験には2機のmagni650 EPUが使用された 2023年、韓国のリース会社company Solyuがアリス25機を発注	
		Aerotec	Grand Caravan 208B	Successful flight test in 2020	- 飛行試験にはmagni500 EPUが使用された 2022年、ラテンアメリカのFlapper社は、magniX社がEPUを供給するGrand Caravansを20機発注する契約を締結した。	
MAGicALL		Airbus	CityAirbus NextGen (eVTOL)	Now under R&D	航続距離80kmを目標とする4人乗りのeVTOL機。エアバスは2025年からこの機種の認証を取得することを目指している。	
Honeywell/ Denso		Lilium	Lilium Jet (eVTOL)	Now under R&D	重さ約4キログラム、出力100キロワット（kW）のモーターを提供。現在、新たな試作機の研究開発中。	

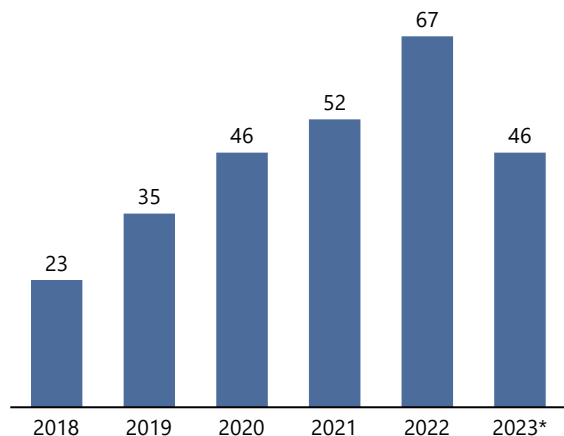
非推進用途でのリチウムイオン電池の活用をBoeing、Airbusとも進めている。リチウムイオン電池では、特許公開数の観点でも、日本メーカー(GSユアサ)の優位性が確認できる

定量トレンド(特許公開数)

トレンド概要

研究開発全体トレンド

リチウムイオン電池の特許公開数



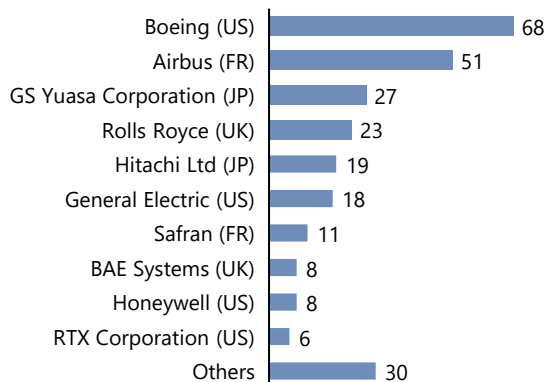
研究開発のステージ

- ・ 現在、既に一部商用民間航空機に搭載されている(例：A350、B787)
- ・ 他方で、電動航空機の推進用のリチウムイオンバッテリーはハイブリッド推進システムの研究開発進捗に伴い、今後開発が進む想定(TRL3程度)
- ・ 特許出願数の観点では、**2018年以降、年々公開される特許数が増加している**
- ・ **全固体電池は、現状初期研究段階であり、航空機部品メーカーからの特許公開も微小**

研究開発のテーマ(リチウムイオン電池)

- ・ 推進用以外では、飛行環境下での正常な動作や安全性の確保、推進用では、推進システムに特化した高出力なバッテリー開発に向け、研究開発が必要
- ・ **他用途からの転用という観点では、自動車における電動化の進展に伴い、航空宇宙用途への転用も進むことが期待されている**
- ・ 特許公開数の観点では、主要企業からは、**効率性や故障防止に加え、新用途への活用(Airbusによるタイヤ状態モニタリングへの活用)の特許公開が多い**

企業トレンド



企業の研究開発動向：全体動向

- ・ 定量的な動向を見ると、**航空機OEM(Airbus/Boeing)に加え、バッテリーサプライヤー(GSユアサ)からの特許公開が多い**

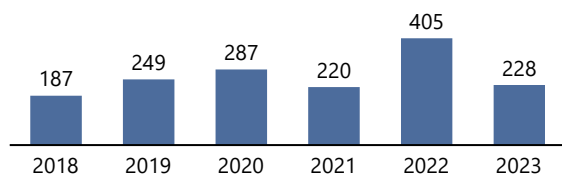
企業の研究開発動向：個社研究開発動向

- ・ Boeingが2008年からB787に、Airbusが2016年からA350にリチウムイオン電池を搭載する等、利活用が進んでいる
- ・ 他方で、推進系へのリチウムイオン電池の研究開発は、現状非常に限定的(MaginXは全電動航空機の飛行試験を成功させているものの、バッテリーサプライヤーは不明)
- ・ 日本企業では、**GSユアサが各国メーカーの中でも相対的に多くの特許を公開していることから、プレゼンスの高いポジションにいると考えられる**

効率化・軽量化

2008年にBoeing787にCFRPが使用されるなど多くの機体で利活用が進む中で、近年は再生素材の活用やリサイクルが研究開発のキーワード。当該分野では、日本企業の優位性が確認できる

定量トレンド(特許公開数)



リサイクル×CFRPに関する特許公開数*

企業名	国	計(18~22年)
Boeing	US	15
旭化成	JP	11
三菱製紙	JP	11
Ube三菱セメント、宇部興産	JP	6
東洋インキSCホールディングス	JP	6
三菱ケミカル	JP	6
Aca	JP	4
Airbus	FR	3

研究
開発
全体
トレンド

トレンド概要

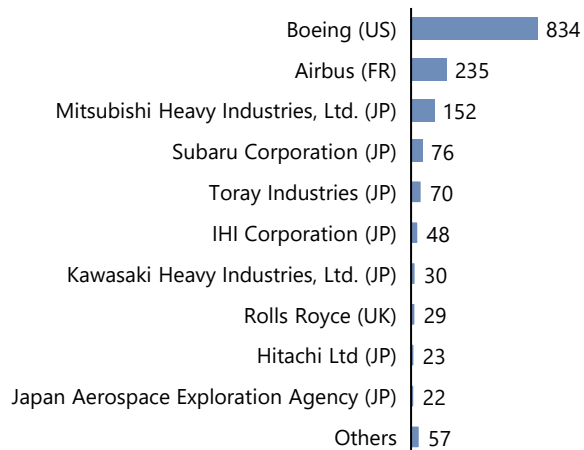
研究開発のステージ

- 既に商用化されており、特許公開数は2018年以降250件程度で推移、2022年は400件越えている

研究開発のテーマ

- Boeingが2008年以降B787にCFRPを含む複合材を活用、また2018年にAirbusがA350にCFRPを活用すると発表するなど、**多くの機体での利活用が進んでいる**、
- 研究開発のキーワードとして、CFRP自体の持続可能性の向上、また廃棄CFRPの取り扱いに関する課題の顕在化を受け、**“再生”・“リサイクル”が挙げられている**
- リサイクルCFRPに関する特許は航空機OEMと日本企業による公開が多く、当該分野での日本企業の優位性が確認できる**

企業
トレンド



企業の研究開発動向：全体動向

- 定量的な動向を見ると、**航空機OEM(Airbus/Boeing)からの特許公開が多い**
- 続いて、日本企業からの特許公開が多く、当該技術における日本企業の優位性が確認できる**

企業の研究開発動向：個社研究開発動向

- Boeingは、2018年以降、英Gen2 Carbonと提携し、**B777Xの主翼製造施設とドリームラインの製造ラインから出る未硬化の炭素複合材をリサイクル**
 - また、2023年には、**テスト機に、貨物倉の壁パネルに再生炭素繊維を40%、バイオ由来の原料から作られた樹脂を60%使用した持続可能なパネルを試験的に導入**
- 日本企業もCFRPのリサイクルに関する研究開発を進めている**
 - 一部は自動車用部品への再利用が対象としているが、特許内では将来的な航空機向けの利活用を目指した記載も存在する

*これらの企業の抽出方法：Google patentにおいて「CFRP」・「Recycled」・「Airplane」の全てに言及している特許を2018年以降3件以上公開している企業のうち、明確に関連のない特許を公開している企業を除いたもの

リサイクルCFRPに関する特許公開が多い企業は下記。航空機OEMと日本企業が多く、当領域での日本企業の優位性が確認できる

企業名	国	計	年					研究開発の概要
			18	19	20	21	22	
Boeing	US	15	6	1	4	4	0	機体へのリサイクル材の活用や、機体製造時に出る廃材の活用に関する研究開発を推進
旭化成	JP	11	0	3	0	8	0	- カーボンファイバーリサイクル工業、独立行政法人国立高等専門学校機構と連携し研究開発を推進 - 現在は自動車用がメインとみられるが、特許ないで航空機の言及がある
三菱製紙	JP	11	2	4	3	1	1	- CFRPやプリプレグ端材から低エネルギーでリサイクルされた炭素繊維を用いた炭素繊維シートを提供 - 抄紙技術を応用しており、CFRP・CFRTP用強化材として利用できる
Ube三菱セメント、宇部興産	JP	6	5	1	0	0	0	航空機由来のCFRPを固体燃料等に活用している
東洋インキSCホールディングス	JP	6	0	1	0	5	0	—
三菱ケミカル	JP	6	0	0	2	1	3	- 航空機や自動車の使用済みのCFRPや端材を熱して樹脂を気化させ、炭素繊維を取り出し - 同繊維のみを使って空隙の均一な不織布に加工し、樹脂を流し入れて中間材を生産、加熱プレスし、自動車などの部品に加工する
Aca	JP	4	4	0	0	0	0	- 東レと連携。これまで熱処理してCFRPを再加工していたが、CFRPを粉状にしてシート状に再生する技術を確立 - コストを従来比8割減らした炭素繊維のリサイクル事業を展開。現在は航空機向けではなく、農業資材として売り出しているとみられる
Airbus	FR	3	0	1	1	0	1	—

*これらの企業の抽出方法：Google patentにおいて「CFRP」・「Recycled」・「Airplane」の全てに言及している特許を2018年以降3件以上公開している企業のうち、明確に関連のない特許を公開している企業を除いたもの

**年はPriority dateベース

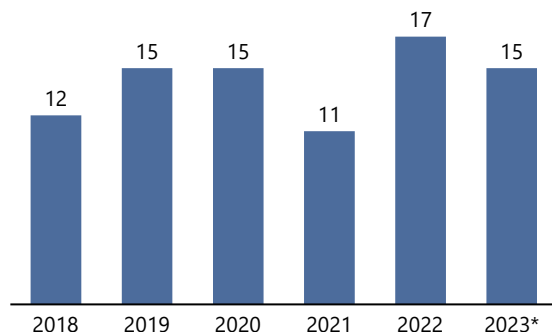
出所）Google Patent、各種公開情報より作成

CF RTPの活用が進んでいる中、再生炭素繊維の活用や製造工程の改善による対象機体の拡大が企図されている。当該分野では、日本企業の素材開発面での優位性が確認できる

定量トレンド(特許公開数)

トレンド概要

研究開発全体トレンド



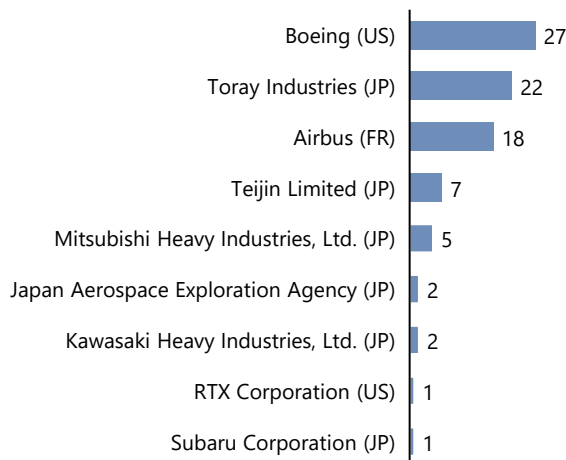
研究開発のステージ

- 既に商用化されており、特許公開数は2018年以15件程度で推移している

研究開発のテーマ

- 2014年にエアバスがA350XWBへCF RTPをFuselage clip等の一次構造材として採用するなど、機体素材への利活用が進んでいる
- その中で、研究開発テーマとしては、再生炭素繊維の活用や、CF RTP生産工程の改善による対象機体の拡大(特に単通路機への適用拡大)が企図されている
- なお、CF RTPのリサイクル観点でも、日本企業からの特許公開が各国より相対的に多いこと傾向にある

企業トレンド



企業の研究開発動向：全体動向

- 定量的な動向を見ると、航空機OEM(Airbus/Boeing)からの特許公開が多い
- また、日本企業からの特許公開が多く、当該技術における日本企業の優位性が確認できる

企業の研究開発動向：個社研究開発動向

- Boeingは客室内側壁パネルに対して再生炭素繊維を活用する試験を、2022年からCannon Ergos・三菱化学アドバンスドマテリアルと共同で推進
- 単通路機への適用拡大という観点では、ATC Manufacturingは、2023年2月Boeing社とCF RTPに関する長期契約締結(B737も契約の対象内)
- Collins Aerospaceも、AFP (Automated fiber placement) の活用による製造自動化により、単通路民間航空機へのCF RTP活用を2018年ごろから模索している

Boeingは客室内側壁パネルに対して再生炭素繊維を活用する試験を、2022年からCannon Ergos・三菱化学アドバンスドマテリアルと共同で推進

Recent R&D activity

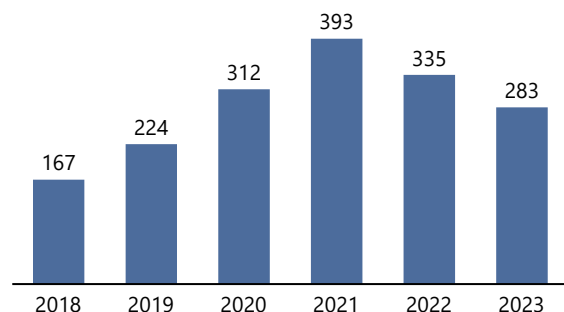
企業名	Boeing, Cannon Ergos, Mitsubishi Chemical Advanced Materials
開発年	2022
素材名	- Recycled Carbon Fiber (rCF) - Kyrontex® Material
R&Dの特徴	生産工程における炭素繊維廃棄物の回収と再利用により、廃棄量の削減、伴う埋立処分コストを削減、および経済性の向上を実現することができる
概要	- Boeingは2022年5月、CFRTPを使用した航空機の客室内側壁パネルの製造に再生炭素繊維を利用する可能性を探る試験を実施するため、複合材変換装置メーカーのCannon Ergosとの協業を開始した - このプロジェクトの最新段階には、高性能強化ポリマーサプライヤーである三菱化学アドバンスドマテリアル（MCAM）も関与 - Cannon Ergosは、特注の熱圧着装置を設計、製造、設置 - この装置は、MCAMの新素材Kyrontexを使用したサイドウォール・パネルの試作に使用された - Kyrontex® Materialで使用される代表的な樹脂マトリックスには、ポリアミド（PA）、ポリエーテルイミド（PEI）、ポリフェニレンサルファイド（PPS）、ポリエーテルエーテルケトン（PEEK）、ポリアリールエーテルケトン（PAEK）などがある



GEは、2020年、エンジン高温部全体に5つのCMC製部品を搭載したGE9Xエンジンをボーイング777Xに搭載することを公表

定量トレンド(特許公開数)

研究
開発
全体
トレンド



トレンド概要

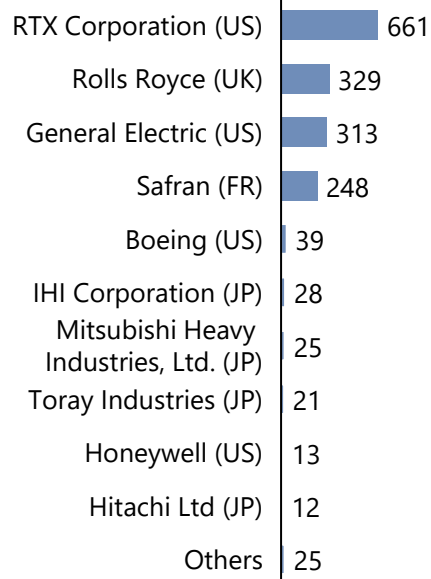
研究開発のステージ

- 既に商用化されており、特許公開数は2018年以200～400件程度で推移している

研究開発のテーマ

- 現在は、SiC SiC CMCの新型航空機エンジンへの搭載に関する研究開発が進む

企業
トレンド



企業の研究開発動向：全体動向

- 定量的な動向を見ると、航空機OEMやTier1部品サプライヤー等からの特許公開が多い
- 日本企業もIHIや三菱重工業、東レ等が関連特許を公開しているとみられる

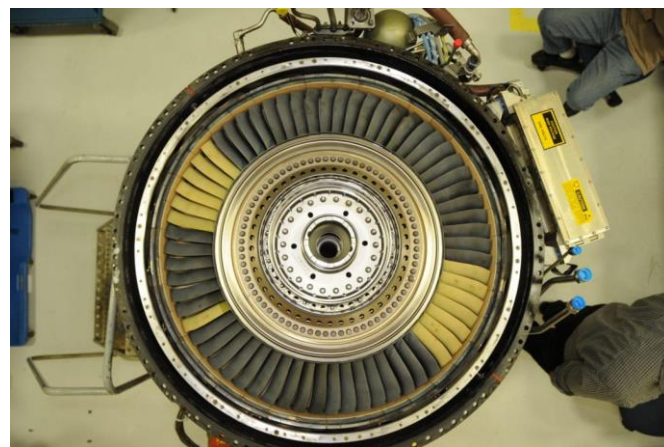
企業の研究開発動向：個社研究開発動向

- GEは、2020年、エンジン高温部全体に5つのCMC製部品を搭載したGE9Xエンジンをボーイング777Xに搭載することを公表(SiC/SiC CMCを利用)
- また、Pratt & Whitneyも、CMC製部品をエアバスA321 XLR用のPW1000Gエンジンのアップグレードにて搭載するとの見立てがある

GEはジェットエンジンでのSiC SiC CMC使用に関する研究開発を推進。2020年、エンジン高温部全体に5つのCMC部品を使用したGE9Xエンジンがボーイング777Xに搭載された

Recent R&D activity

企業名	GE (CMC製タービンシュラウド) GE & Safran (ターボファンエンジン)
開発年	2019
R&Dの特徴	SiC/SiC CMC
概要	- ジェットエンジンでCMCの使用は、燃料効率の向上、排出ガスの低減、耐久性の向上につながる - GEは、ジェットエンジンの温度において、過去の傾向を上回る大幅な上昇を達成 - CMCがエンジンコアにさらに統合されると、エンジンの推力が25%増加し、燃料燃焼が10%改善すると期待されている - これらのタービンシュラウドは、CFMインターナショナル（GEとサフランの折半出資JV）が生産するLEAPターボファンに使用される 2018年までに、GEはオハイオ州、デラウェア州、ノースカロライナ州、アラバマ州にCMC生産拠点を設立 - アラバマ拠点では、GEとサフランは日本カーボンとのJVを設立し、日本カーボンからCMC原料を直接調達している 2020年、エンジン高温部全体に5つのCMC部品（1つの燃焼器インナーライナー、1つのアウターライナー、HPTステージ1シュラウドとノズル、HPTステージ2シュラウド）を使用したGE9Xエンジンがボーイング777Xに搭載



各分野における政府による支援策

水素航空機関連の政策

国/エリア	組織	政策名	年	対象航空機	予算	対象技術	目的
EU	European Union	Clean Hydrogen Partnership under Grant Agreement No 826247	2019-2040	Hydrogen aircraft	400万ユーロ (約65億円)	Hydrogen Tank	実験用航空機への液体水素貯蔵システムの搭載
United Kingdom	Innovate UK, United Kingdom's innovation agency	Hydrogen storage and distribution supply chain Collaborative R&D	2023-2025	Hydrogen aircraft	435万英ポンド (約80億円)	Hydrogen Tank	水素貯蔵・供給のサプライチェーン確保
United Kingdom	UK Government	"Guilt-free" zero-emission flights	2023	Hydrogen aircraft	2億7800万ポンド (383億5,000万円)	Hydrogen aircraft all	航空業界の二酸化炭素排出量削減
United Kingdom	UK Government	guilt-free zero-emission flights	2022-24	Hydrogen aircraft	総額8,280万ポンド	Hydrogen aircraft all	航空機の脱炭素化とネット・ゼロ・エミッション達成Rolls-Royceの水素燃焼エンジンの開発支援
Germany	Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action (BMWK)	The LuFo Klima	2022 - 2025	Hydrogen airplane	4520万ユーロ (59億8000万円)	Hydrogen fuel cell	飛行および地上試験施設での水素技術の早期実用化試験の支援
France	Future Program (PIA)	HyPERION	2020 - 2035	Hydrogen aircraft	-	Hydrogen aircraft all	商用航空機向け水素推進ソリューションの評価

各分野における政府による支援策

水素航空機関連の政策

国/エリア	組織	政策名	年	対象航空機	予算	対象技術	目的
United states	Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA)	Experimental Spaceplane Program	2023	Hydrogen aircraft	71百万米ドル (約81億6500万円)	Hydrogen Tank	Boeing社による極低温燃料タンクの開発
United states	U.S. Department of Energy (DOE)	Investing in America	2023	Hydrogen aircraft	総額4,800万ドル (約75億円)	Hydrogen aircraft all	グリーン水素関連のプロジェクト推進、一環としての水素貯蔵インフラの整備
United states	Department of Energy - Advanced Research Projects Agency-Energy (ARPA-E)	REEACH	2021 - 2024	ハイブリッド推進航空機	450万USD (約7億円)	Hydrogen fuel cell	GEによるハイブリッド推進エンジンのプロトタイプ開発
Australia	Australian Renewable Energy Agency (ARENA)	AMSL Aero, Project Vertiia – A Renewable Hydrogen Air Transport System	2023 - 2025	Hydrogen aircraft	AUD 1086万ドル ()	Hydrogen fuel	AMSL Aeroの水素燃料電池由来のeVTOL開発支援

電動航空機、電動化関連の政策

国/エリア	組織	政策名	年	対象航空機	予算	対象技術	目的
United States	Energy U.S. Department of Energy - Advanced Research Projects Agency	Electric Aviation Programs (ASCEND and REEACH)	2019	商業用電動航空機	最大3,500万米ドル	推進モーター	統合型電動モーター、ドライブ、熱管理システムの開発
United Kingdom	Aerospace Technology Institute, Department for Business, Energy & Industrial Strategy and Innovate UK	ACCEL	2021	航空機	N/A	電動タキシングシステム	ACCEL（電動タキシングシステム開発プロジェクト）への支援
United States	The Biden Administration	The United States National Blueprint for Lithium Batteries - Bipartisan Infrastructure Law	2021 - 2030	電動航空機全般	USD28億（他分野も含む）	リチウムイオンバッテリー	米国内における電動モビリティに活用するリチウムイオン電池関連設備の増設
United States	The US Department of Energy	Pioneering Railroad, Oceanic and Plane ELectrification (PROPEL-1K) programme	2023～3年程度	100人乗りサイズの電動航空機	最高3,000万米ドル（33億7,500万円）	先端バッテリー	既存の最先端の選択肢と比較して4倍以上の改善の達成、電動航空機のLCOSカテゴリーの向上
Europe	European Union	HELENA project	2022 - 2026	電動航空機	800万ユーロ（1277億1781万4160円）	全固体バッテリー	安全で高エネルギー効率および出力密度の高い全固体電池（4b世代電池）セルの開発

電動航空機、電動化関連の政策

国/エリア	組織	政策名	年	対象航空機	予算	対象技術	目的
France	French Government	France 2030 investment fund	2023	Voltaero製 Cassio family (最大12人乗り)	560万ユーロ (6億4,960万円)	ハイブリッド電動推進システム	Cassio familyの開発支援
Canada	Government of Quebec Government of Canada	Governments of Quebec and Canada driving recovery for Quebec's aerospace sector	2021	リージョナル用ターボプロップ機	補助金総額：約830万カナダドル (約9億円) 融資総額：約7,000万カナダドル (約75億円)	ハイブリッド電動推進システム	Pratt & Whitneyの開発支援
United States	Department of Energy - Advanced Research Projects Agency-Energy (ARPA-E)	REEACH	2021 - 2024	ハイブリッド推進航空機	450万米ドル (4億9500万円)	ハイブリッド電動推進システム	GEによるハイブリッド推進エンジンのプロトタイプ開発
Germany	Ministry for Economic Affairs Labour and Energy Brandenburg	Structural Strengthening Act	2021 - 2027	ハイブリッド推進航空機	-	ハイブリッド電動推進システム	Rolls-Royceを軸としたハイブリッド推進システム産業の形成

各分野における政府による支援策

軽量化・効率化関連の政策

国/エリア	組織	政策名	年	対象航空機	予算	対象技術	目的
United States	U.S Air Force	Ceramics Research Grant	2023	航空機全体	1,000万米ドル	Ceramic matrix composite	高温および超高温複合材料を中心とした先端セラミック・マトリクス材料の開発
Singapore	Singapore Government	Advanced Manufacturing Training Academy (Amta), Jurong Innovation District (JID)	2021	航空機全体	Jurong Innovation District: 3億米ドル (327億円)	Additive manufacturing	3Dプリンティングや積層造形

実施スケジュール、タスク

調査結果

エグゼクティブサマリー

Task1：航空機・装備品の環境新技術に係る知的財産情報の分析

Task1：とりまとめ

Task1-1：国内外における環境新技術特許出願状況調査

Task1-2:日本企業における技術開発と競合となる技術調査

Task1 インタビュー結果

Task2：航空機・装備品の安全基準・国際標準における環境新技術の導入による影響分析

Task3：航空機・装備品の環境新技術に係る海外での試験設備・インフラ等の整備状況調査

Task4：国内外における航空機・装備品の環境新技術に係る標準化・技術開発動向の調査

今回対象とした各技術の特許公開状況を整理。日本企業の特許公開数が多いのは、リチウムイオン電池、CFRP、CFRTP

全体トレンド

対象分野	関連部品	特許公開数トレンド		特許公開数(2018-2023年)			特許公開企業 Top3企業(2018-2023年)		
		2018	2022	Top1	Top2	Top3	Top1	Top2	Top3
水素航空機	水素燃料タンク	28	61	207	66	48	Boeing(86)	General Electric(68)	Airbus(48)
	燃料電池	88	155	284	275	100	Airbus(179)	Boeing(101)	Safran(96)
	水素燃焼エンジン(特に気化器)	4	13	47	4	2	General Electric(30)	Honeywell(7)	Pratt & Whitney(6)
電動化	ハイブリッド電動推進システム	6	54	82	57	38	Rolls Royce(57)	General Electric(35)	Safran(29)
	電動推進用モーター	5	21	31	26	11	Airbus(19)	Boeing(16)	Safran(12)
	フライホイール型蓄電装置	16	24	61	30	19	RTX (33)	Safran(20)	Boeing(14)
	絶縁素材	109	148	323	260	163	Boeing(170)	Safran(131)	Airbus(129)
	リチウムイオン電池	23	67	104	72	62	Boeing(68)	Airbus(51)	GS Yuasa(27)
	電動機械式アクチュエーター	33	49	135	103	14	Safran(100)	Boeing(69)	Airbus(35)
	インバーター・コンバーター	323	537	1,214	800	414	Safran(519)	Boeing(513)	Rolls Royce(349)
	電動ジェネレーター (特にスターター)	23	49	82	71	70	Rolls Royce(69)	Safran(60)	General Electric(24)
効率化・軽量化	CFRP	187	405	858	443	238	Boeing(834)	Airbus(235)	Mitsubishi Heavy Industry(152)
	CFRTP	12	17	39	28	18	Boeing(27)	Toray(22)	Airbus(18)
	CMC	167	335	1032	329	254	RTX(661)	Rolls Royce(329)	General Electric(313)
	AM	287	635	2191	791	173	RTX(852)	General Electric(676)	Safran(627)

国内外における環境新技術特許出願状況調査 調査方針

下記のOEM・Tier1・日本企業の特許データを収集・整理

- これらの企業は、主要な航空機OEM、エンジンOEM、Tier1部品メーカー、および主要日本企業として抜粋
- これら以外の企業については、Task1-2で各技術の詳細情報調査をした際に重要と認められる企業をピックアップし、改めて特許情報関連情報を取得

分類	国	企業
Aircraft OEM	フランス	Airbus
	米国	Boeing
	米国	Lockheed Martin
	カナダ	Bombardier
	その他（ブラジル）	Embraer
Engine OEM	米国	General Electric
	英国	Rolls Royce
	米国	RTX Corporation*
	米国	Pratt & Whitney*
Tier1	米国	United Technologies*
	米国	Northrop Grumman
	米国	Raytheon*
	フランス	Safran
	米国	Honeywell
	イタリア	Leonard
	英国	BAE Systems
	米国	General Dynamics
	米国	Spirit
	米国	Collins Aerospace

分類	国	企業
日本企業	日本	日立製作所
	日本	東レ
	日本	帝人
	日本	多摩川精機
	日本	新明和
	日本	住友精密
	日本	ナブテスコ
	日本	シンフォニア
	日本	ジャムコ
	日本	ジーエス・ユアサ
	日本	SUBARU
	日本	三菱重工業
	日本	川崎重工業
	日本	JAXA
	日本	IHI

）2020年にUnited TechnologiesとRaytheonが合併し発足。Pratt & Whitney、United Technology、Raytheonの重複特許が存在するため、それらはRTX Corporationの特許としてカウント

下記のように技術ごとにリサーチワードを設定し、特許情報を取得・整理

対象分野	関連部品	英語検索ワード	日本語検索ワード
水素化	水素燃料タンク	("hydrogen")("fuel tank")("aircraft")	("水素")("燃料タンク")("航空機")
	燃料電池	("fuel cell") ("aircraft")	("燃料電池") ("航空機")
	気化器	①("Vaporizer") ("hydrogen") ("aircraft") and ②("Vaporizers") ("hydrogen") ("aircraft")	("気化器") ("水素") ("航空機")
電動化	ハイブリッド電動推進システム	("hybrid propulsion system") ("aircraft")	("ハイブリッド推進") ("航空機")
	電動推進用モーター	("electric") ("propulsion motor") ("aircraft")	("電気") ("推進モーター") ("航空機")
	フライホイール型蓄電装置	①("flywheel") ("energy storage") ("aircraft") ②("flywheel") ("battery") ("aircraft")	①("フライホイール")("航空機")("電池") ②("フライホイール") ("エネルギー貯蔵") ("航空機")
	絶縁素材	① ("insulation") ("aircraft") ("electric propulsion") ②: ("insulating material") ("aircraft")	Keyword 1: ("絶縁") ("電気推進") ("航空機") Keyword 2: ("断熱材") ("航空機")
	リチウムイオン電池	("lithium-ion battery") ("aircraft")	("リチウムイオン電池") ("航空機")
	電動機械式アクチュエーター	("Electro Hydrostatic Actuator")("Aircraft") ("Electro Backup Hydrostatic Actuator")("Aircraft") ("EHA")("Aircraft") ("EBHA")("Aircraft")	("電気") ("油圧アクチュエータ") ("航空機") ("電気") ("油圧アクチュエータ") ("バックアップ") ("航空機") ("EHA") ("航空機") ("EBHA")("航空機")
	インバーター・コンバーター	("Inverter") ("Aircraft") & ("Converter") ("Aircraft")	("インバータ")("航空機") & ("コンバータ") ("航空機")
	ジェネレーター（特にスターター）	("engine") ("starter-generator") ("electric") ("aircraft")	("エンジン") ("starter-generator") ("電気") ("航空機")
効率化・軽量化	CFRP（炭素繊維強化プラスチック）	("carbon fiber reinforced plastic")("aircraft") & ("carbon fiber reinforced polymer")("aircraft")	("炭素繊維強化プラスチック") ("航空機") & ("炭素繊維強化熱可塑性樹脂") ("航空機")
	CFRTP（熱可塑性炭素繊維強化プラスチック）	("carbon fiber reinforced thermoplastic") ("aircraft")	("炭素繊維強化熱可塑性樹脂") ("航空機")
	CMC	("ceramic matrix composite") ("aircraft")	("セラミックス") ("複合材料") ("航空機")
	AM	("additive manufacturing") ("aircraft")	("付加製造") ("航空機")

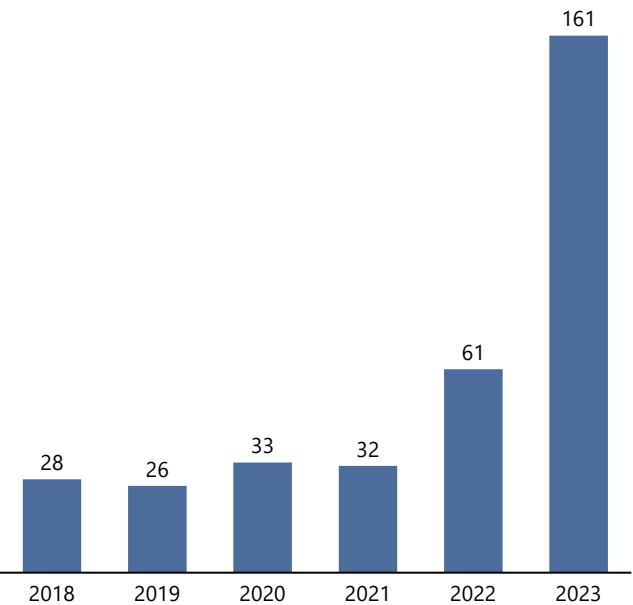
国内外における環境新技術特許出願状況調査

水素燃料タンク

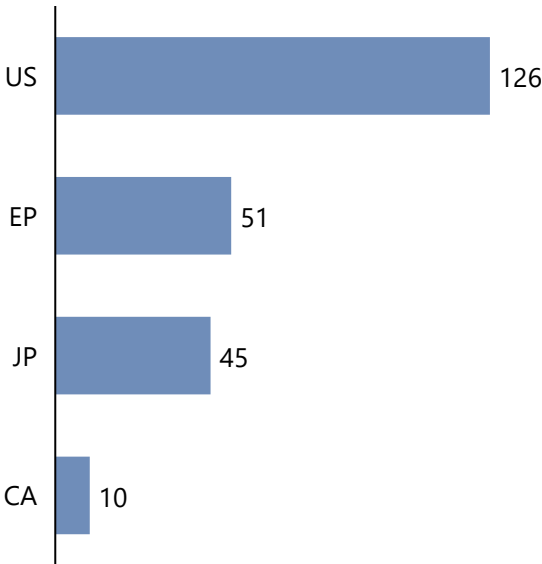
全体トレンド

- 直近の2年間で大幅に特許公開数が増加しており、**2022年には61件、2023年には2023年11月時点で161件の関連特許が公開されている**
- 最も特許出願数が多い企業はBoeing**、続いてGE、Airbus、Rolls Royce
- 日本企業は、**川崎重工業が5件、東レが4件**の関連特許を公開

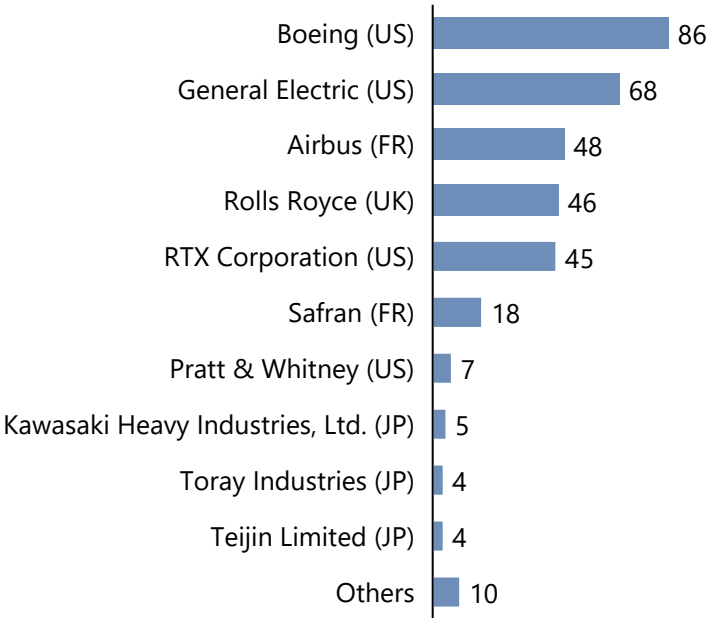
Year (Total)



Country (Patent Published)



Company (Total/Top 10)**



Note: *2023 data is till 15th November **The top 10 ranking has been derived based on the total from 2018 to 2023
Source: Google Patents Database

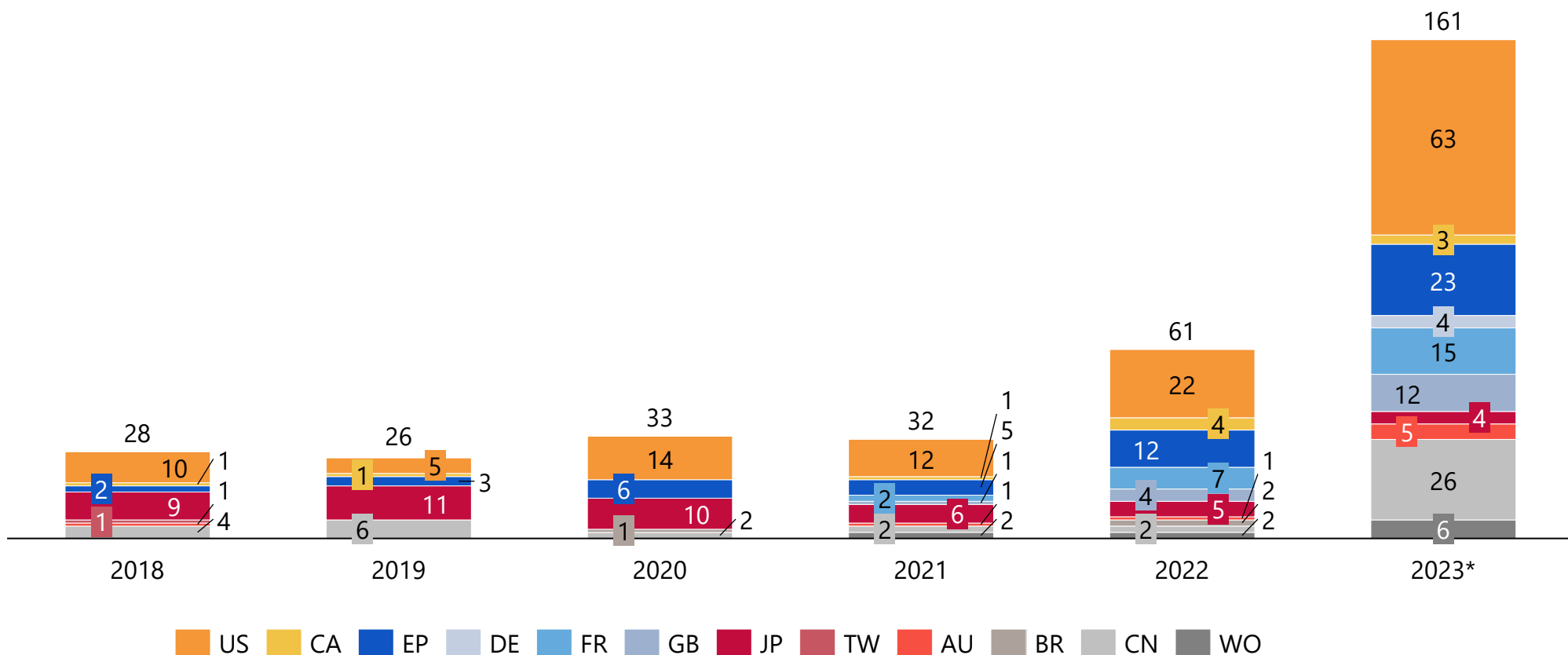
国内外における環境新技術特許出願状況調査

水素燃料タンク

Trend Review

- 特許出願先地域として多いのは米国で、全体の約3-4割程度を占めている

Year by Country (Patent Published Country)



Note: * 2023 data is till 15th November

Source: Google Patents Database

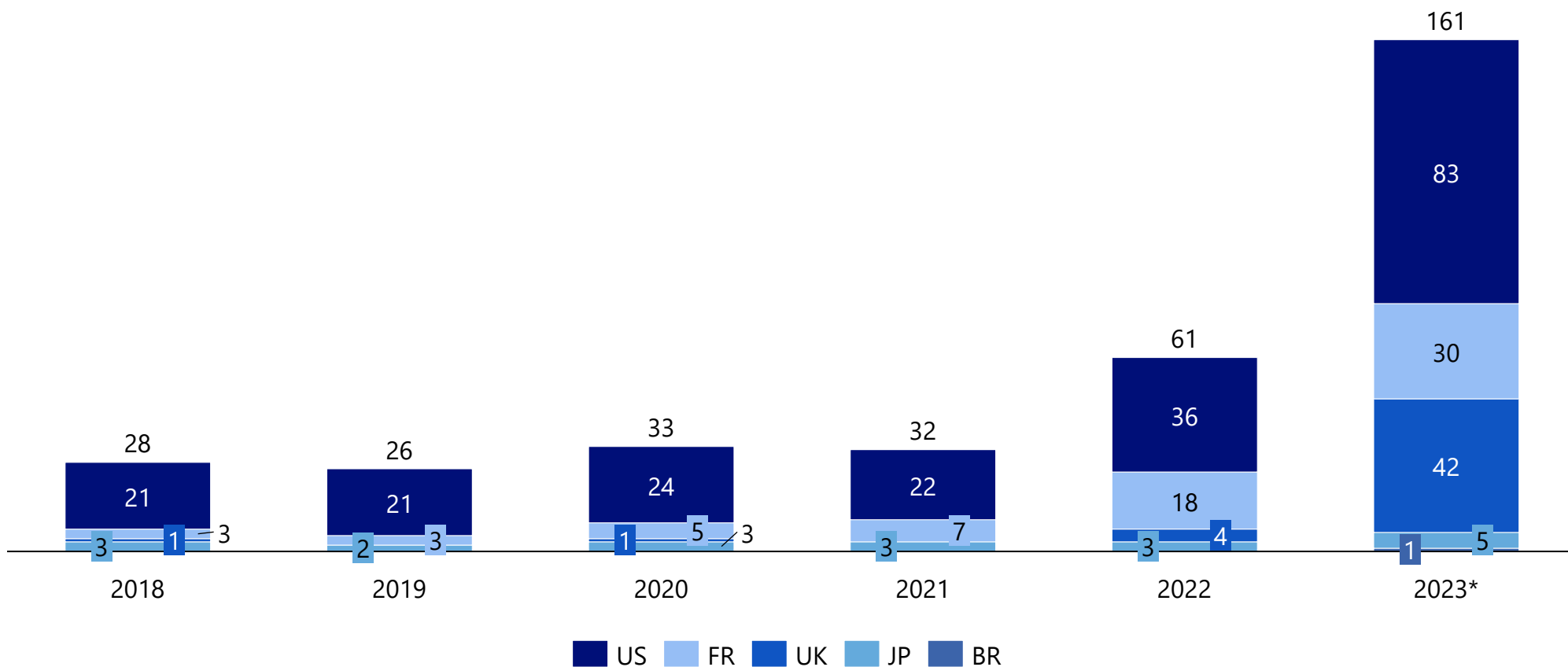
国内外における環境新技術特許出願状況調査

水素燃料タンク

Trend Review

- 過去10年でのトレンドでは、アメリカ企業による出願が多かった
- 直近2023年では、欧州（フランス・イギリス）からの出願がアメリカの件数に並ぶほどに増加している

Year by Country (Patent Assigner Country)



Note: * 2023 data is till 15th November

Source: Google Patents Database

国内外における環境新技術特許出願状況調査

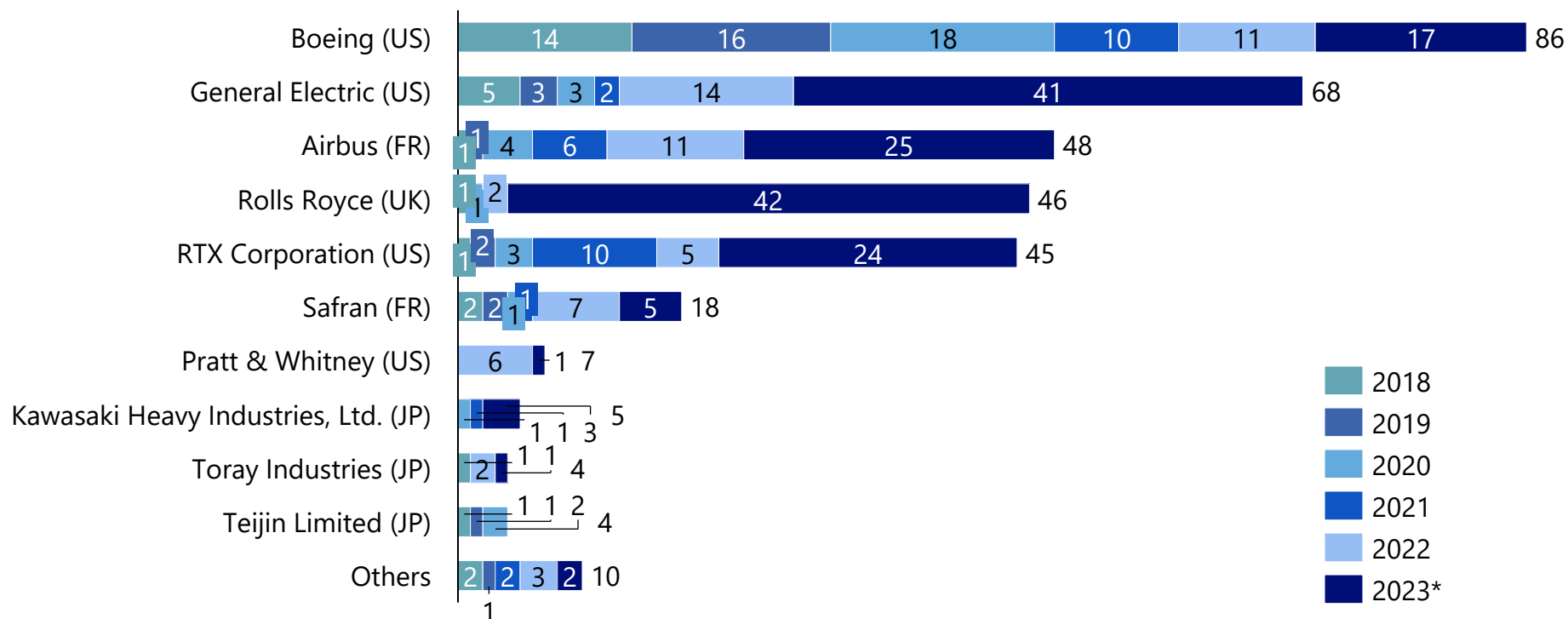
水素燃料タンク

Trend Review

- Boeingによる特許公開数が最も多い
- 他方で、2023年では、Boeingより、GE、Airbus、Rolls Roce、RTXによる特許公開が大きい
- 日本企業は、直近で特段特許公開数のペースに変化がない

Company by Year

Top 10 Companies



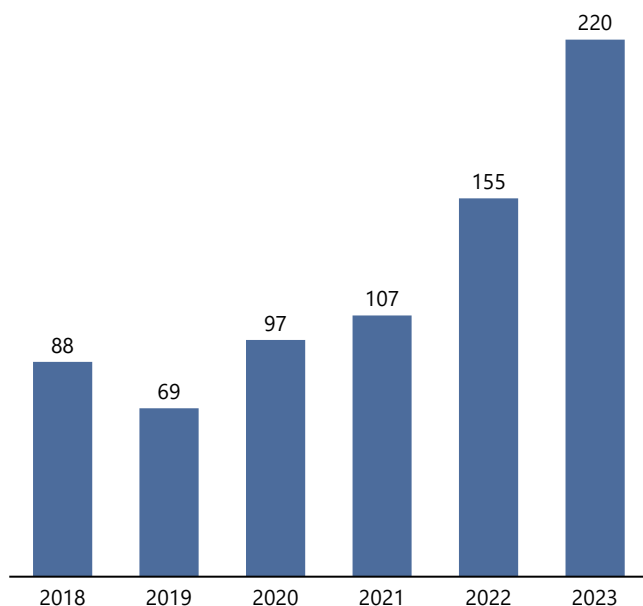
Note: * 2023 data is till 15th November

Source: Google Patents Database

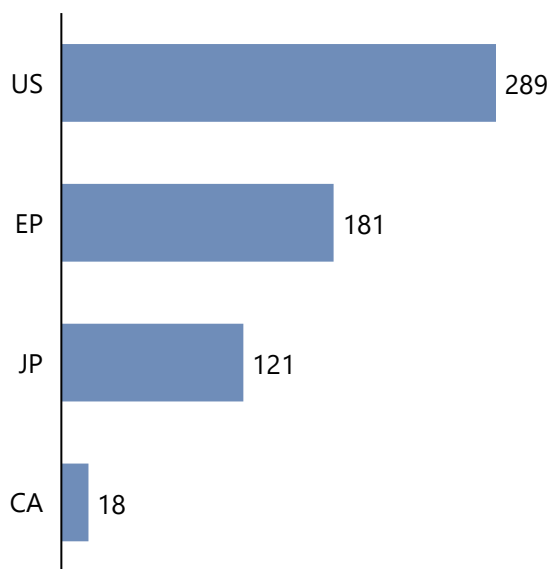
全体トレンド

- 2022年には155件が出願、2023年には2023年11月時点で220件の関連特許が公開されている
- 2019年から、継続的に特許公開数が増加している
- 最も特許出公開数が多い企業はAirbus、続いてBoeing、Safran、Rolls Royce
- 日本企業は、IHIが15件、東レが13件の関連特許を公開

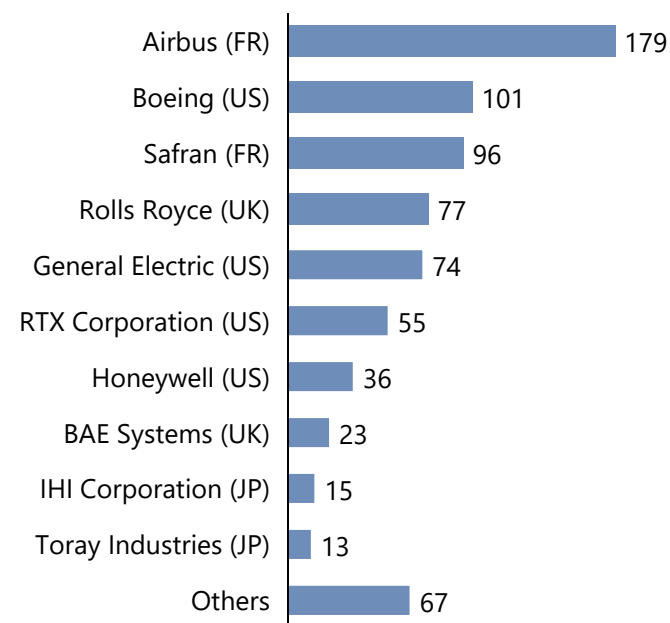
各年の関連特許出願数



特許出願先国別の関連特許数



企業別の関連特許出願数 (Top10)



Note: *2023 data is till 15th November,

Source: Google Patents Database

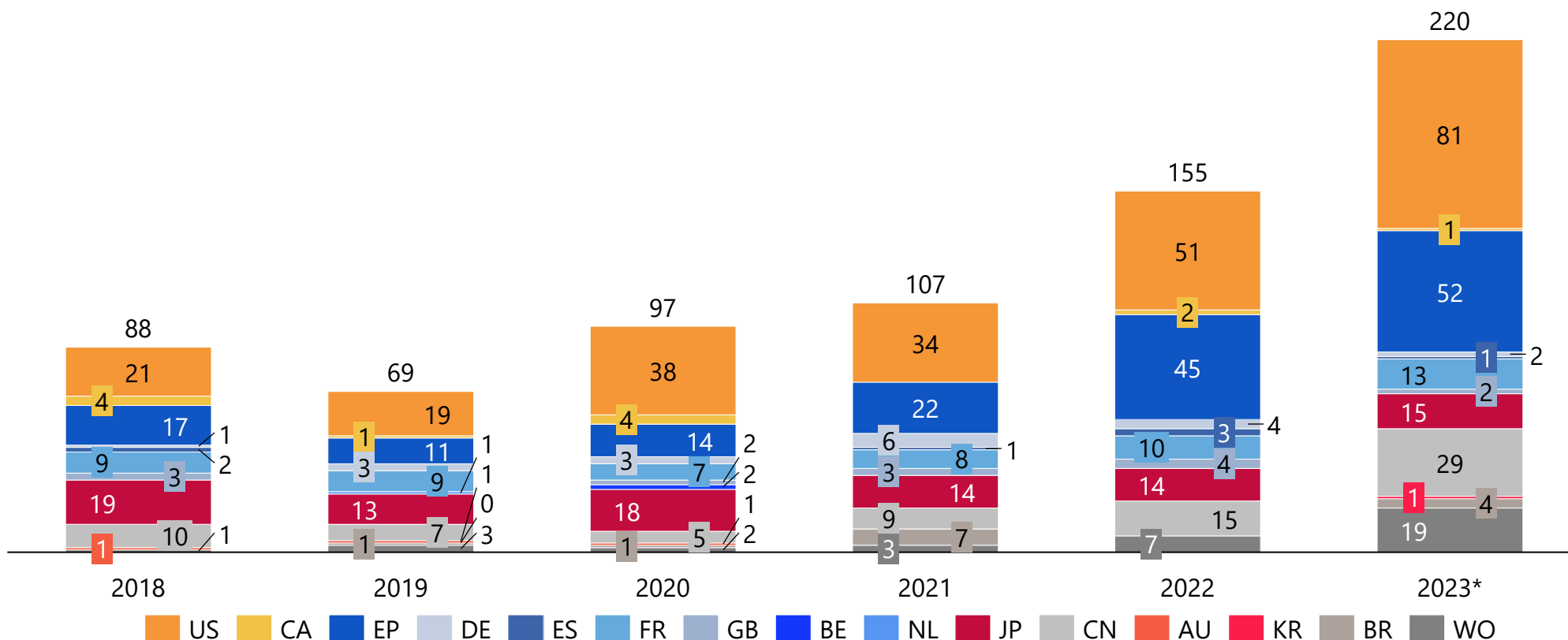
国内外における環境新技術特許出願状況調査

燃料電池

Trend Review

- 特許出願先地域として多いのは米国、欧州（EP）

Year by Country (Patent Published Country)



Note: *2023 data is till 15th November,

Source: Google Patents Database

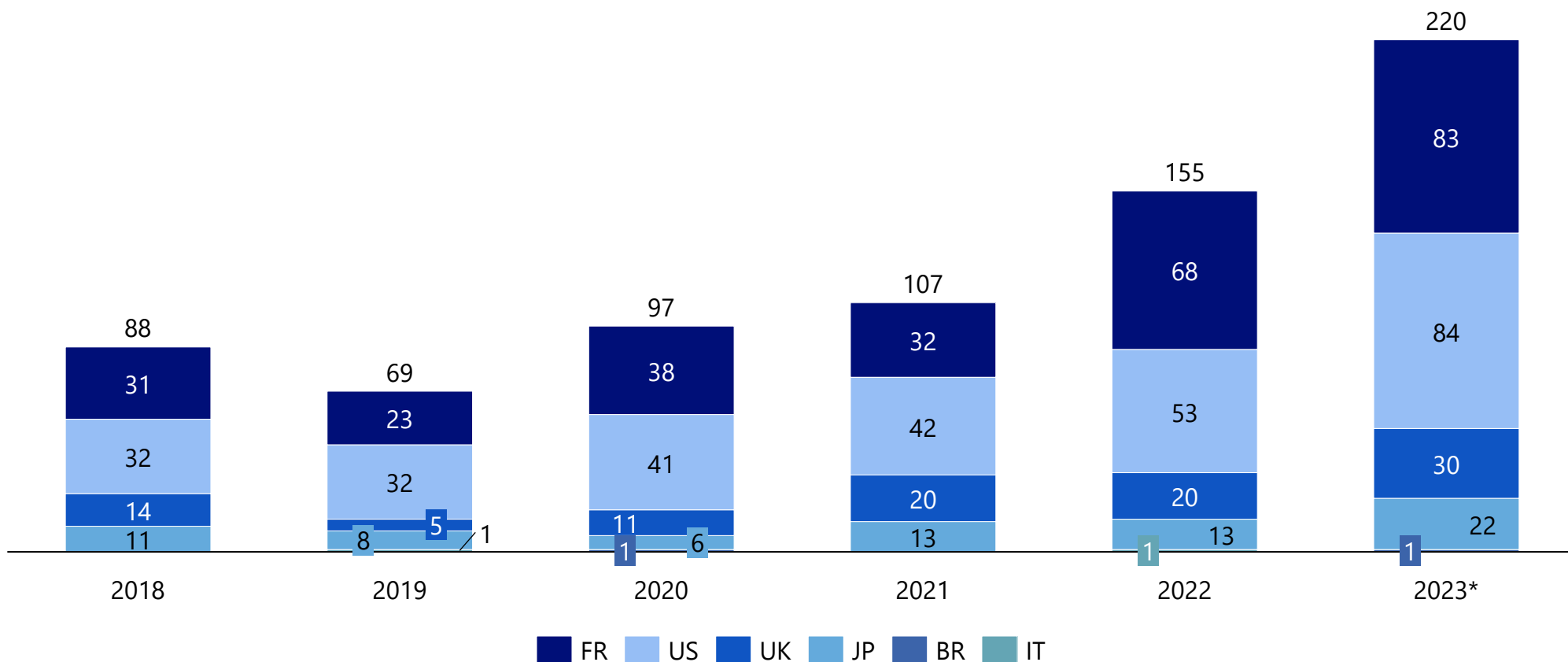
国内外における環境新技術特許出願状況調査

燃料電池

Trend Review

- 過去10年でのトレンドでは、アメリカ・フランス企業による出願が多く、このトレンドは継続している

Year by Country (Patent Assigner Country)



Note: *2023 data is till 15th November,

Source: Google Patents Database

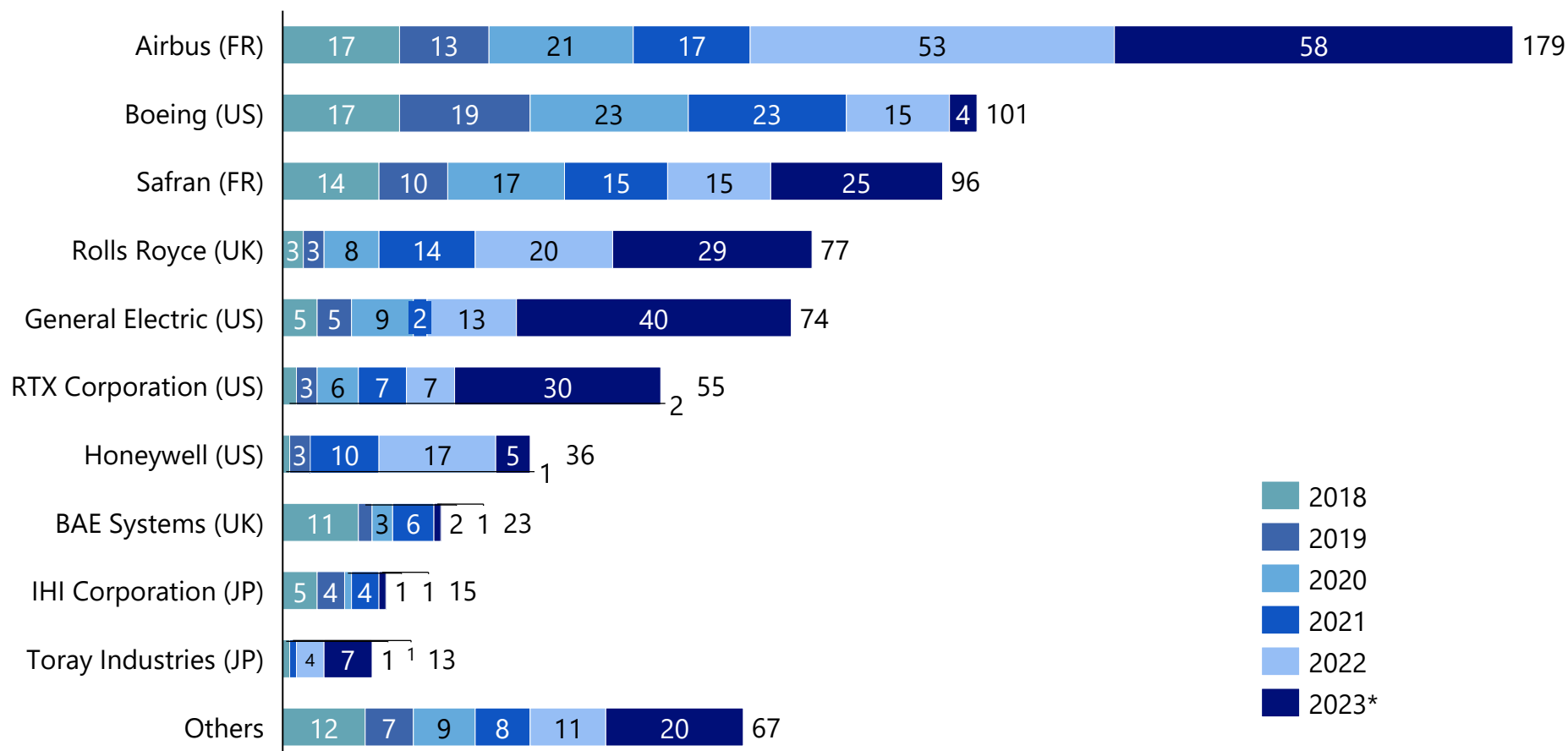
国内外における環境新技術特許出願状況調査

燃料電池

Trend Review

- Aribusの出願数が最も多い
- 直近2023年は、Aribus、Safran、GE、Rolls Royce、RTX Corporationが大きく特許出願数を伸ばしている
- 日本企業は、IHI・東レが関連する特許を公開している

Company by Year (Top 10)



Note: *2023 data is till 15th November,

Source: Google Patents Database

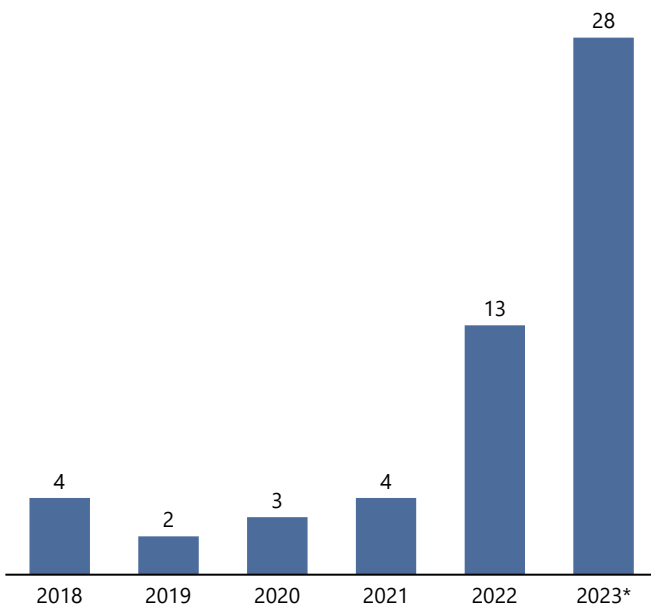
国内外における環境新技術特許出願状況調査

水素航空機エンジン（気化器）

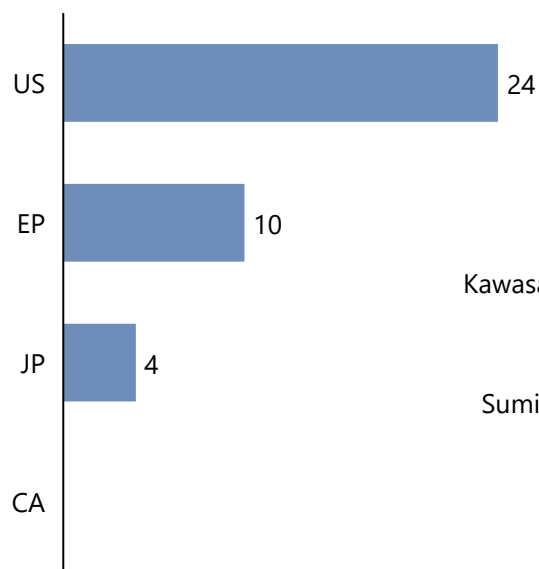
Overall Trend

- 2022年に13件が出願、2023年には2023年12月時点で29件の関連特許が公開されている
- 2022年ごろから、特許公開数が上昇傾向になる
- 最も特許出公開数が多い企業はGE、続いてHoneywell、Pratt&Whitney
- 日本企業は、KHIが3件、住友精密工業が1件の関連特許を公開

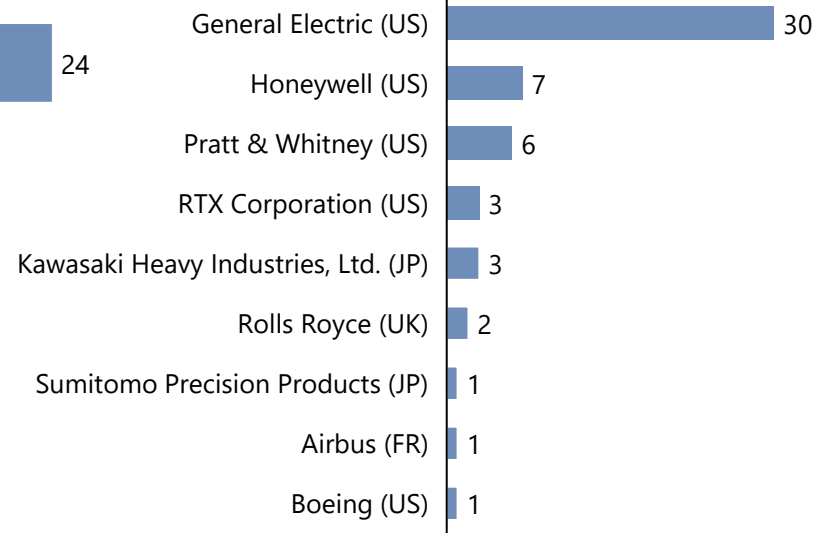
Year (Total)



Country (Patent Published)



Company (Total)**



Note: *2023 data is till 6th December **2018年～2023年の総和

Source: Google Patents Database

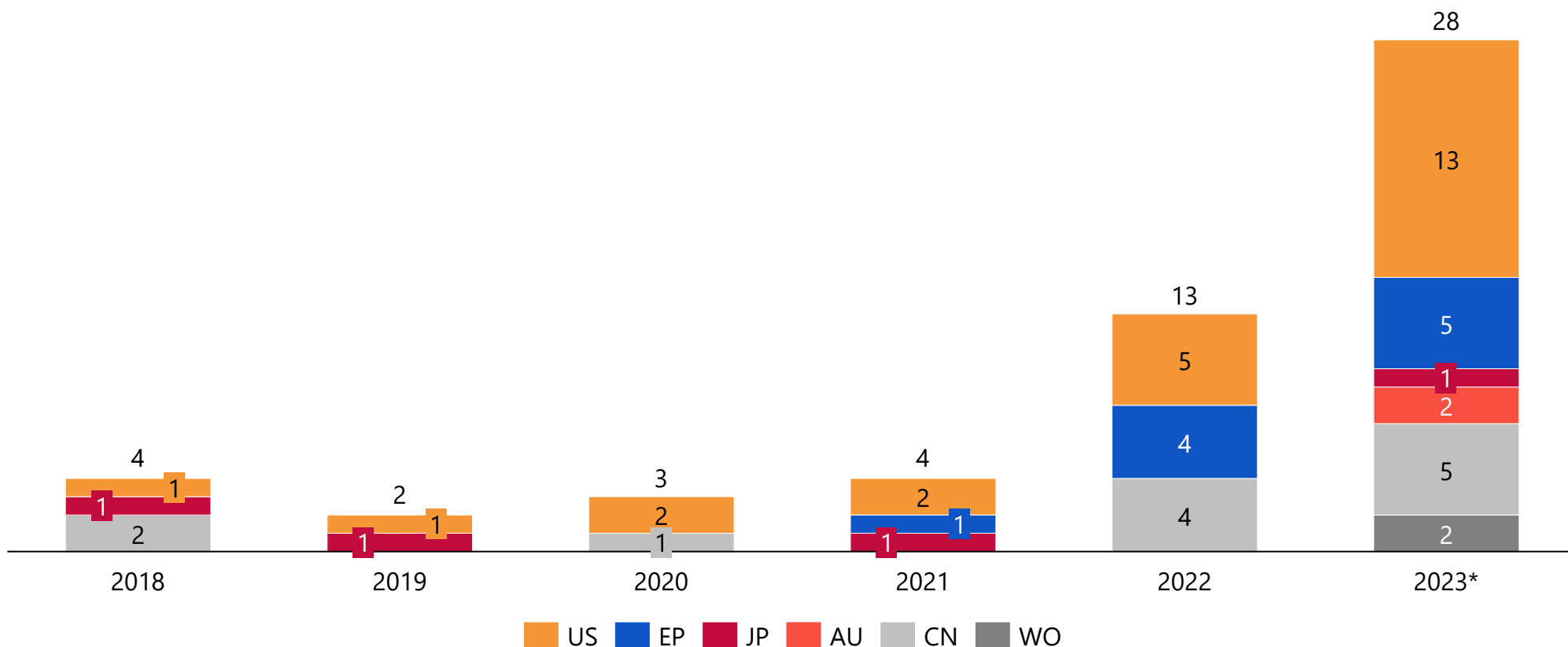
国内外における環境新技術特許出願状況調査

水素航空機エンジン（気化器）

Trend Review

- 特許出願先地域として多いのは米国、欧州（EP）

Year by Country (Patent Published Country)



Note: *2023 data is till 6th December

Source: Google Patents Database

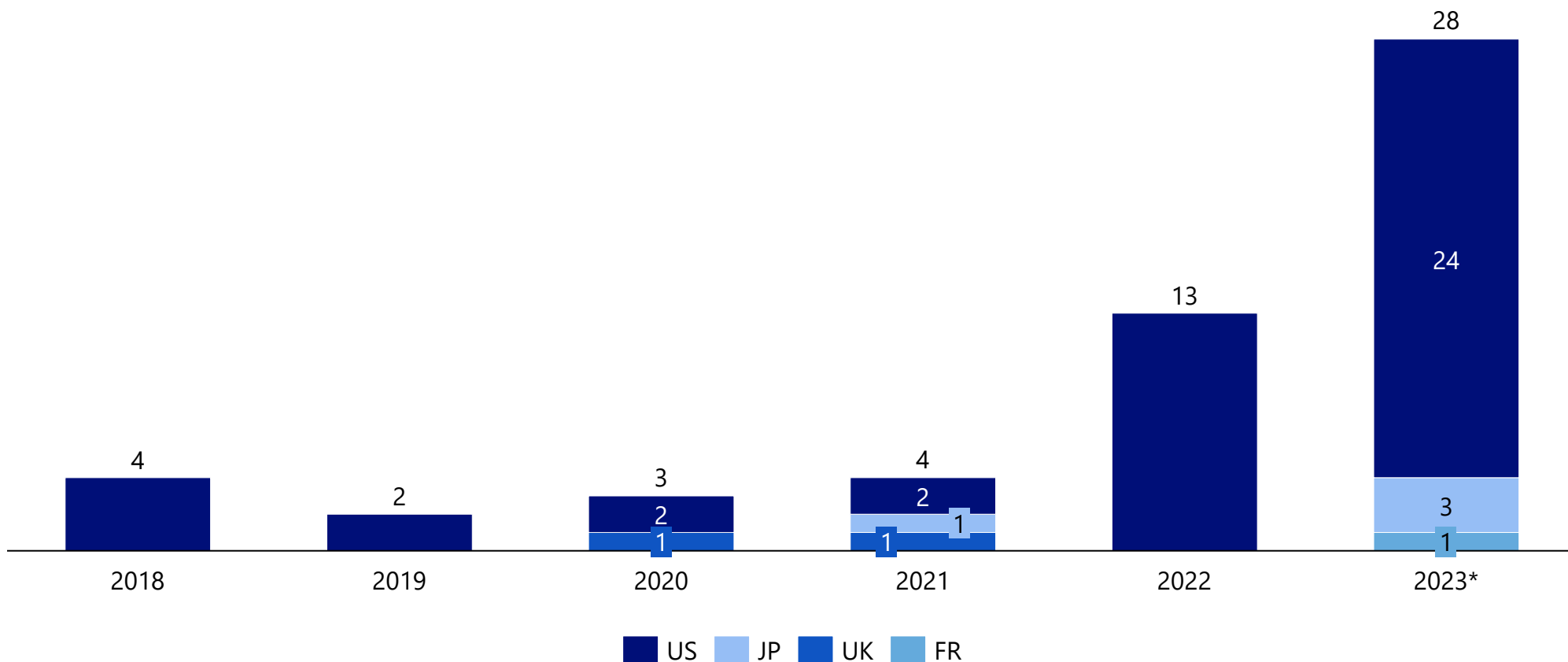
国内外における環境新技術特許出願状況調査

水素航空機エンジン（気化器）

Trend Review

- アメリカ企業による特許公開が最も大きい

Year by Country (Patent Assigner Country)



Note: *2023 data is till 6th December

Source: Google Patents Database

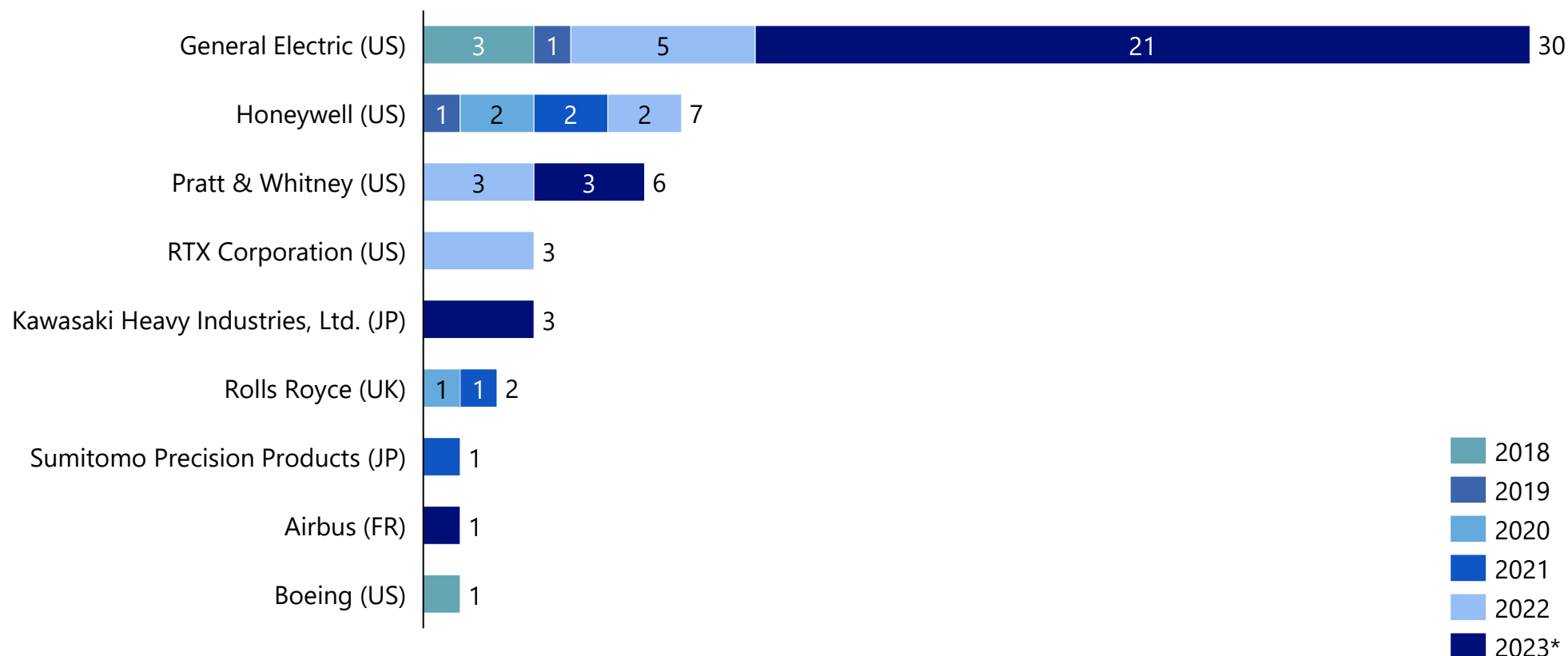
国内外における環境新技術特許出願状況調査

水素航空機エンジン（気化器）

Trend Review

- GEの出願数が最も多い
- 直近2023年に各社とも特許公開数を伸ばしている傾向にある

Company by Year**



Note: *2023 data is till 6th December **2018年～2023年の総和

Source: Google Patents Database

電動化

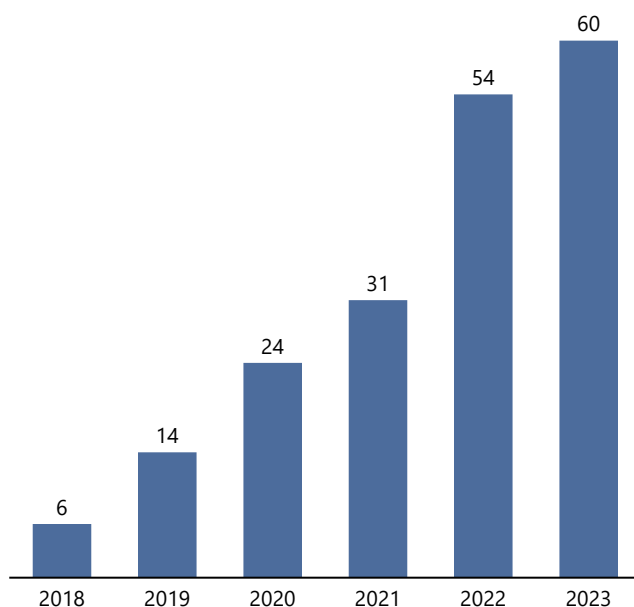
国内外における環境新技術特許出願状況調査

ハイブリッド推進システム

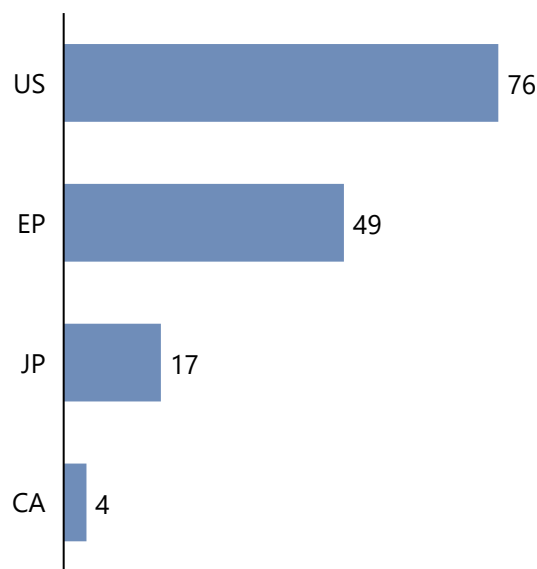
Overall Trend

- 直近の5年間で特許公開件数は増加しており、**2022年には54件の特許が公開されている**
- 2023年には2023年11月時点で60件の関連特許が公開されている**
- 最も特許出願数が多い企業はRolls Royce**、続いてGE、Safran、RTX Corporation
- 日本企業は、**川崎重工業が4件の関連特許を出願**

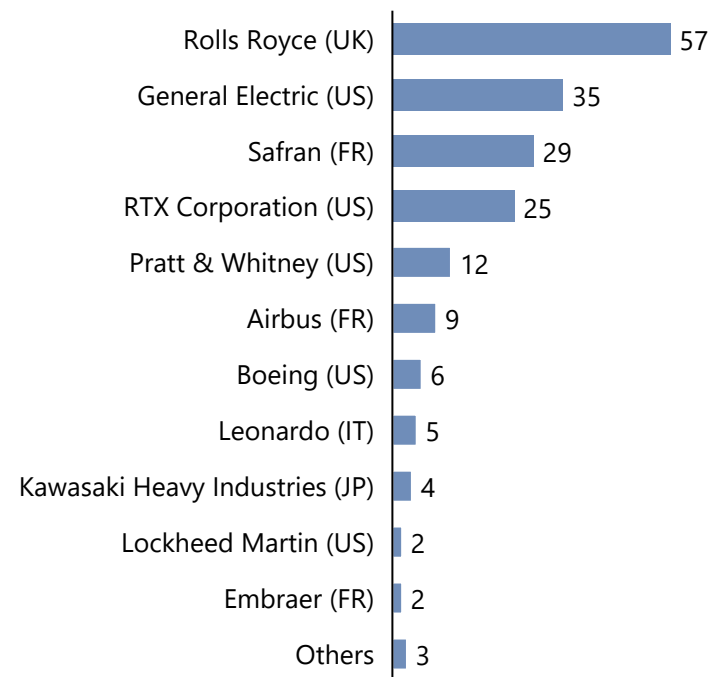
Year (Total)



Country (Patent Published)



Company (Total)



Note: *2023 data is till 10th November **2018年～2023年の総和

Source: Google Patents Database

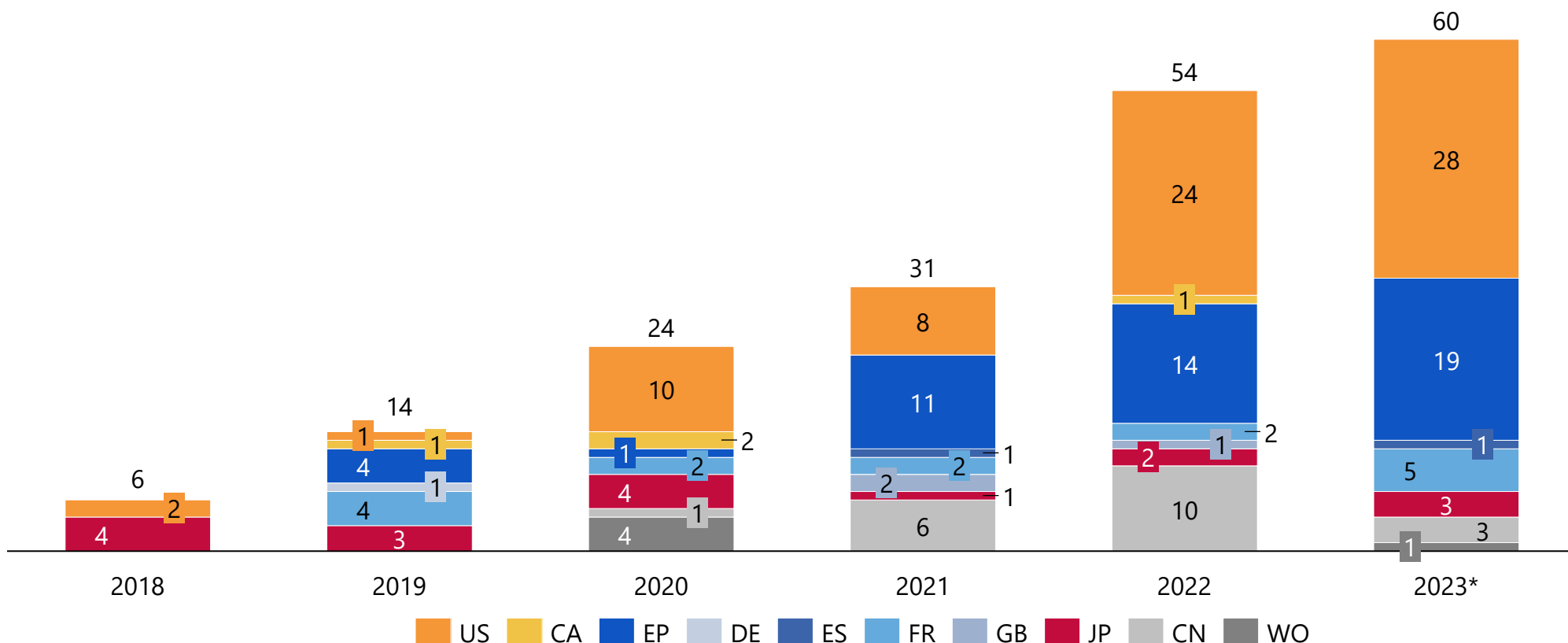
国内外における環境新技術特許出願状況調査

ハイブリッド推進システム

Trend Review

- 特許出願先地域として多いのは米国、欧州（EP）

Year by Country (Patent Published Country)



Note: *2023 data is till 10th November

Source: Google Patents Database

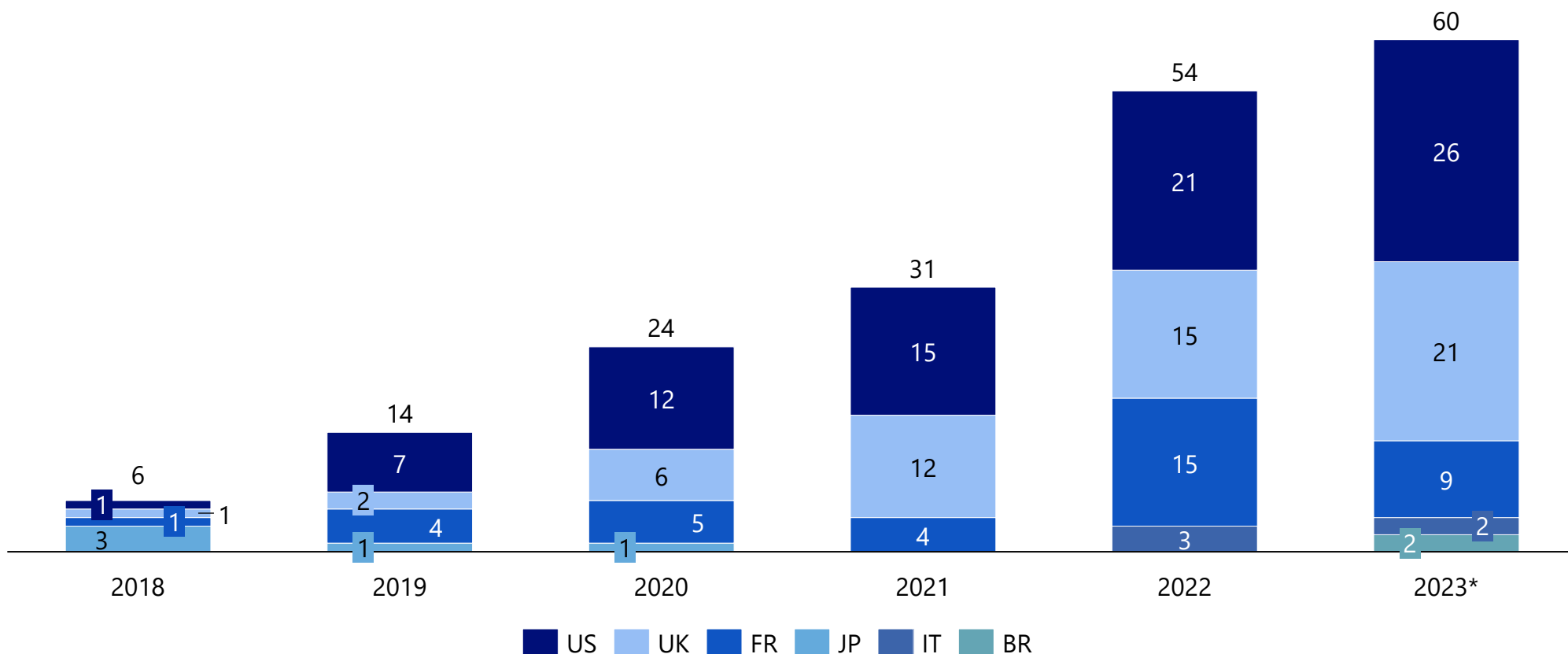
国内外における環境新技術特許出願状況調査

ハイブリッド推進システム

Trend Review

- アメリカ企業・欧州企業が同程度の特許数を出願している

Year by Country (Patent Assigner Country)



Note: *2023 data is till 10th November

Source: Google Patents Database

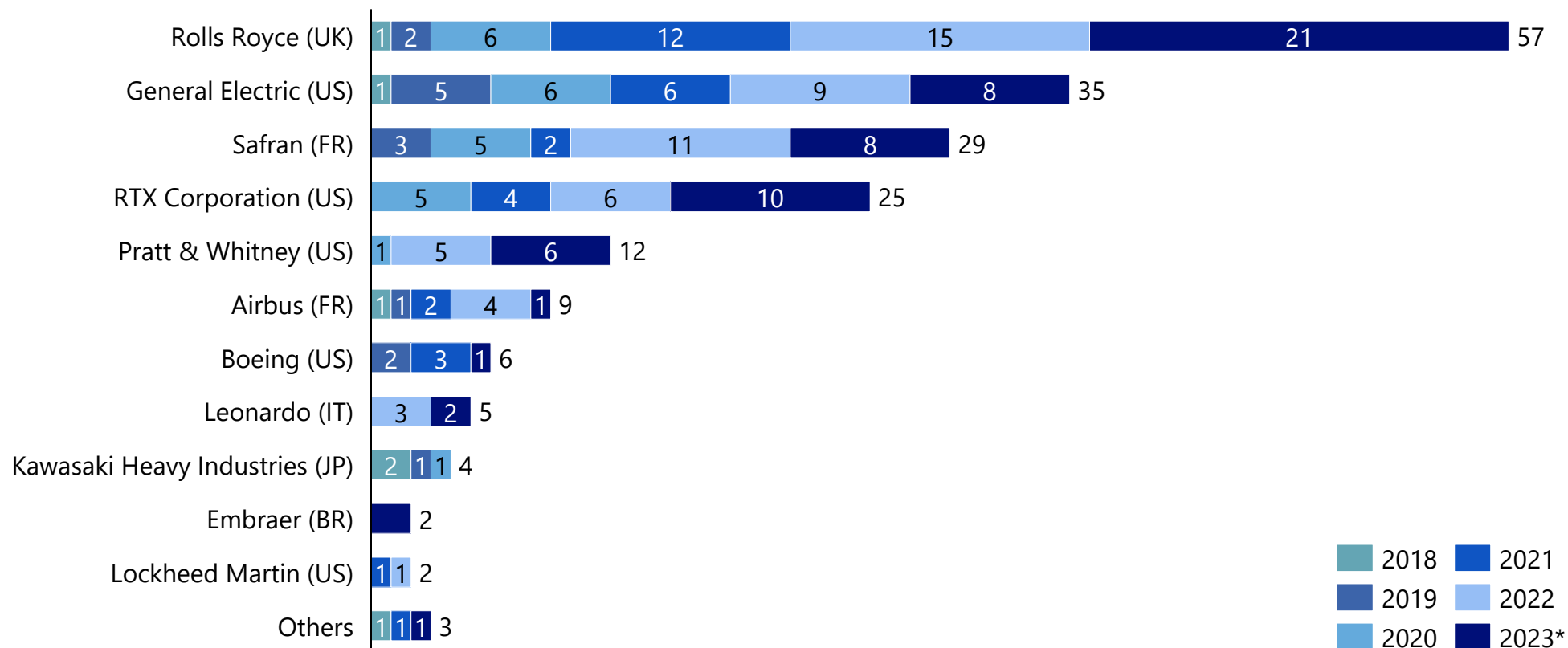
国内外における環境新技術特許出願状況調査

ハイブリッド推進システム

Trend Review

- Rolls Royceの特許公開数が最も多い
- Rolls Royceを含めて、その他出願数の多い企業も、**2022年ごろからの特許公開数増加傾向が確認できる**
- 日本企業は、川崎重工業が、2018年ごろから計4件の特許が公開されている

Company by Year (Top 10)**



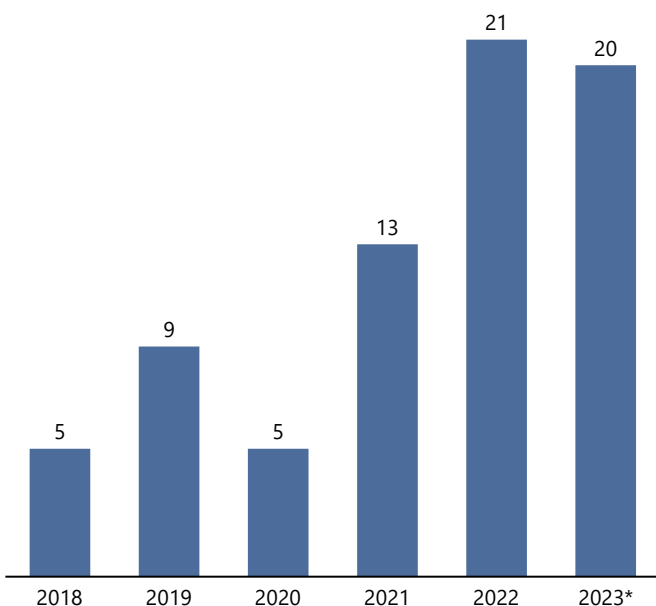
Note: *2023 data is till 10th November **2018年～2023年の総和

Source: Google Patents Database

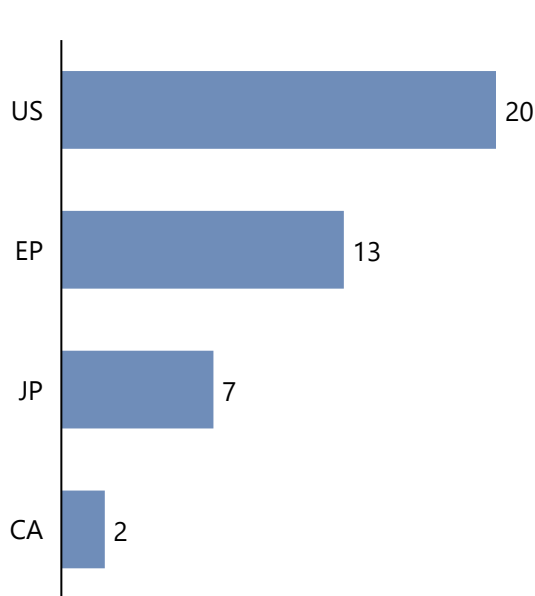
全体トレンド

- 2022年には21件が出願、2023年には2023年11月時点で20件の関連特許が出願されている
- 2021年ごろから、特許公開数が増加している
- 最も特許出願数が多い企業はAirbus、続いてBoeing、Safran、Rolls Royce
- 日本企業は、川崎重工業が2件、JAXAが1件、シンフォニアが1件の関連特許を公開

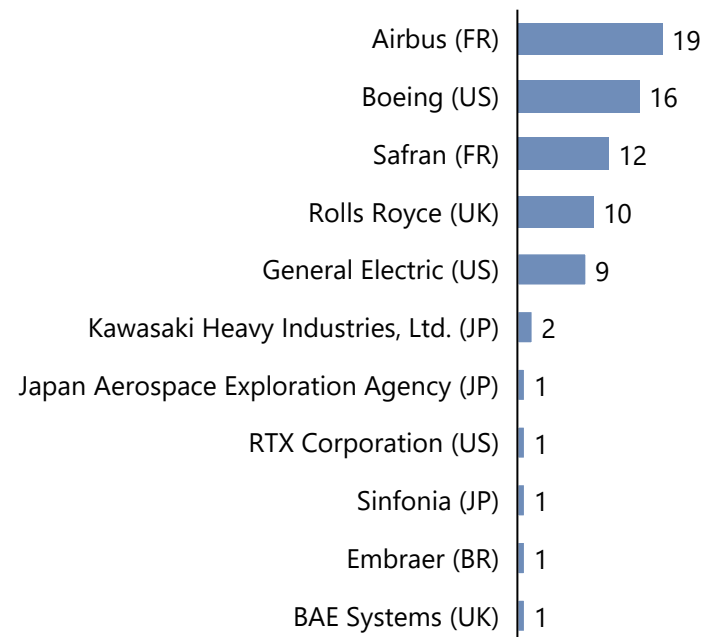
各年の関連特許出願数



特許出願先国別の関連特許数



企業別の関連特許出願数 (Top10)



Note: *2023 data is till 10th November,

Source: Google Patents Database

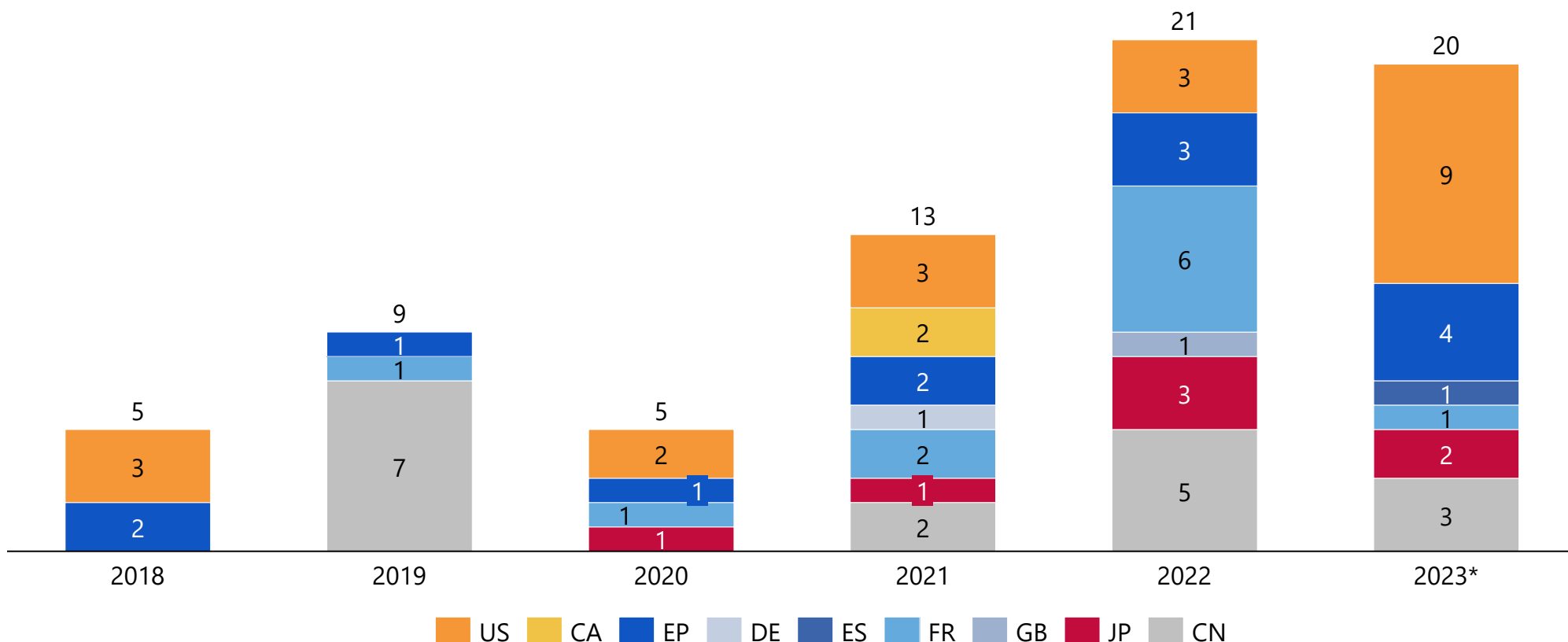
国内外における環境新技術特許出願状況調査

電動推進モーター

Trend Review

- 欧州、米国での特許出願が多い

Year by Country (Patent Published Country)



Note: *2023 data is till 10th November,

Source: Google Patents Database

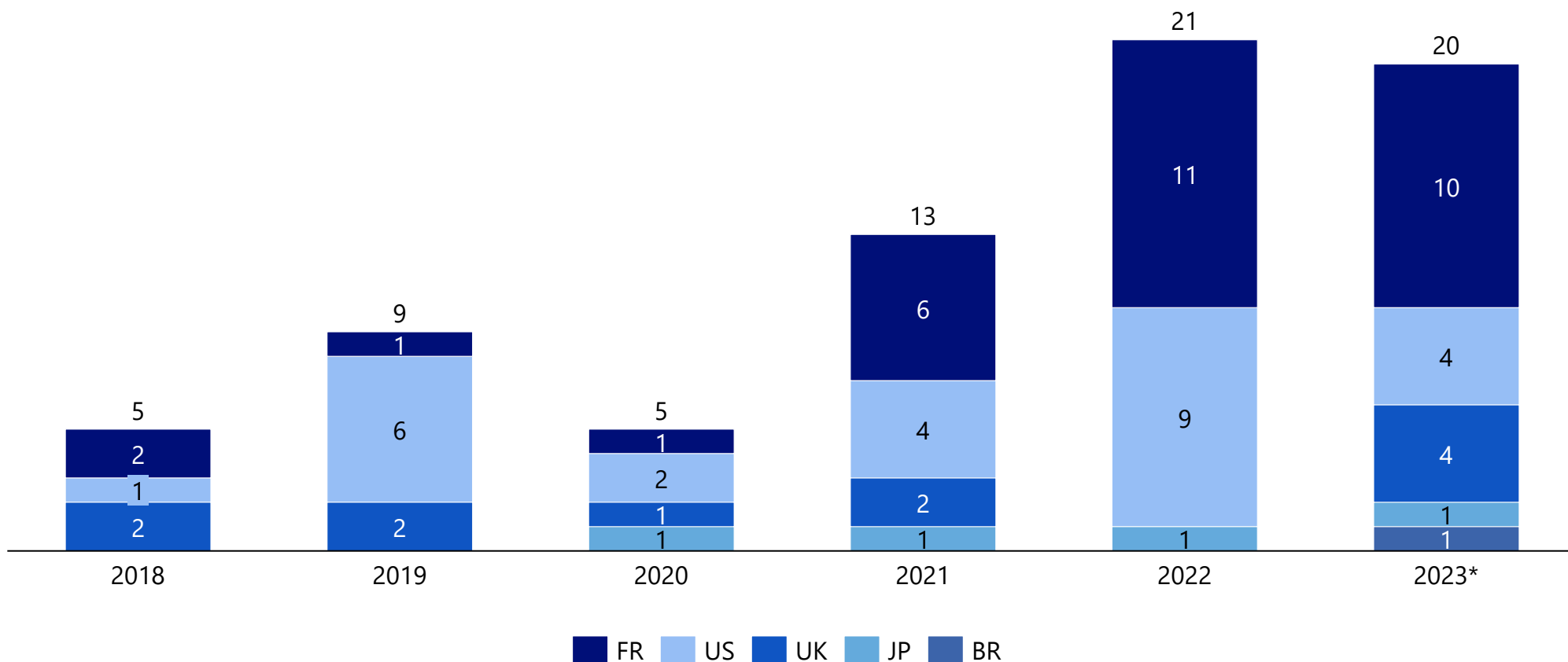
国内外における環境新技術特許出願状況調査

電動推進モーター

Trend Review

- 欧州企業、米国企業による特許出願が多い

Year by Country (Patent Assigner Country)



Note: *2023 data is till 10th November,

Source: Google Patents Database

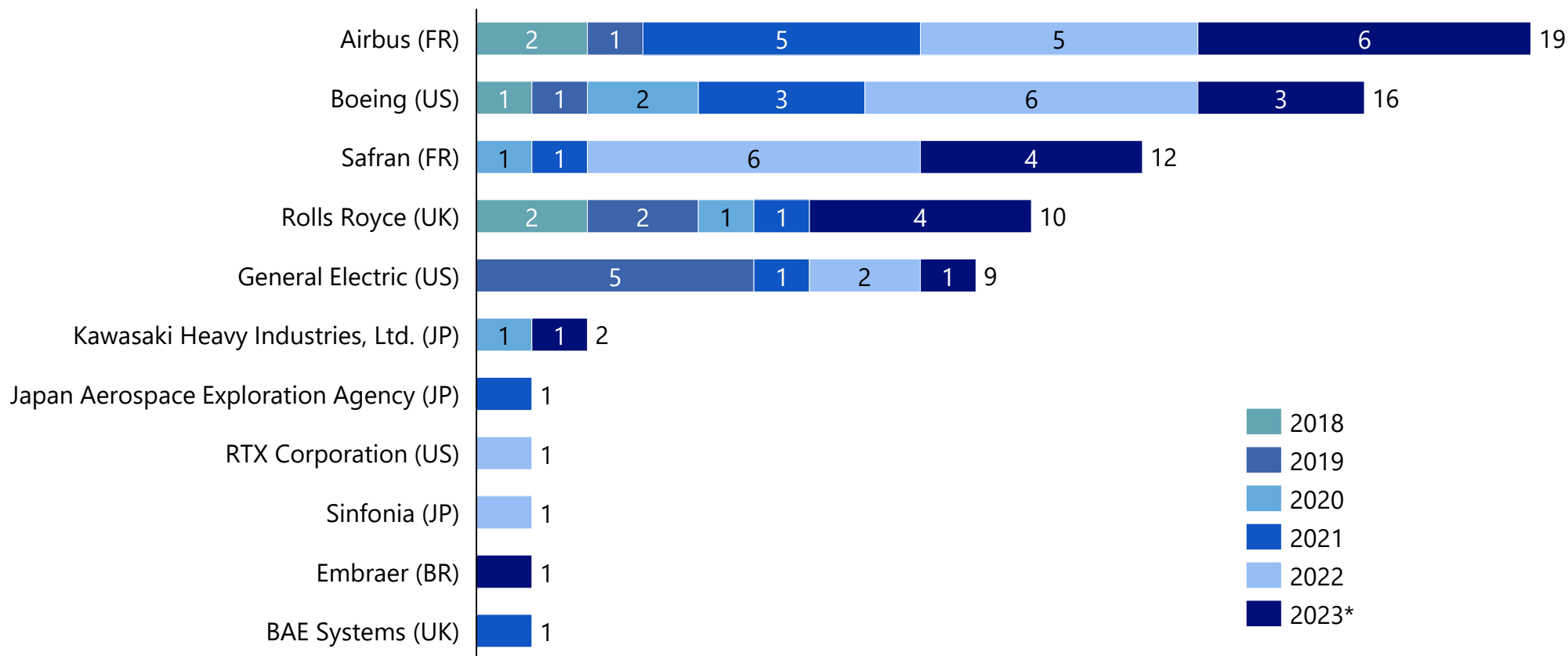
国内外における環境新技術特許出願状況調査

電動推進モーター

Trend Review

- Airbusの特許公開数が最も多い
- 日本企業は、川崎重工業が2020年・23年、JAXAが2021年シンフォニアが2022年に関連特許を公開

Company by Year



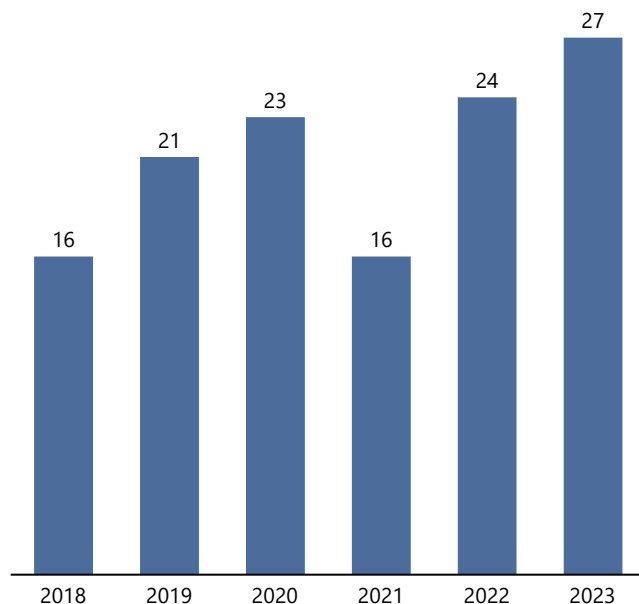
Note: *2023 data is till 10th November,

Source: Google Patents Database

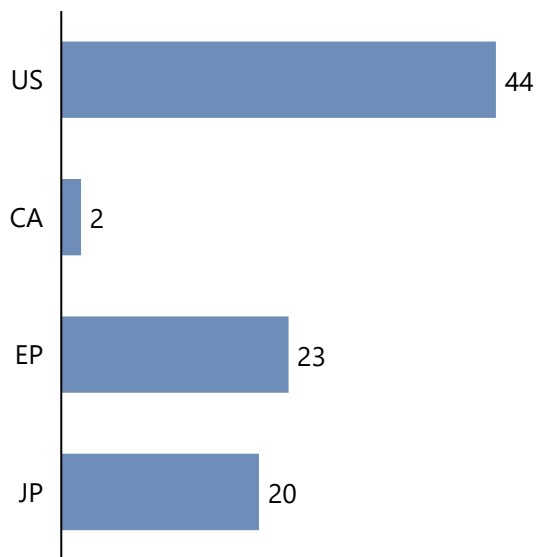
Overall Trend

- 2022年には24件、2023年には2023年11月時点で27件の関連特許が公開されている
- 2018年から、徐々に関連特許公開数が増加傾向にある
- 最も特許出願数が多い企業はRTX Corporation、続いてSafran、Boeing
- 日本企業は、ナブテスコが7件、東レが5件、IHIが4件、JAXAが2件の関連特許を公開

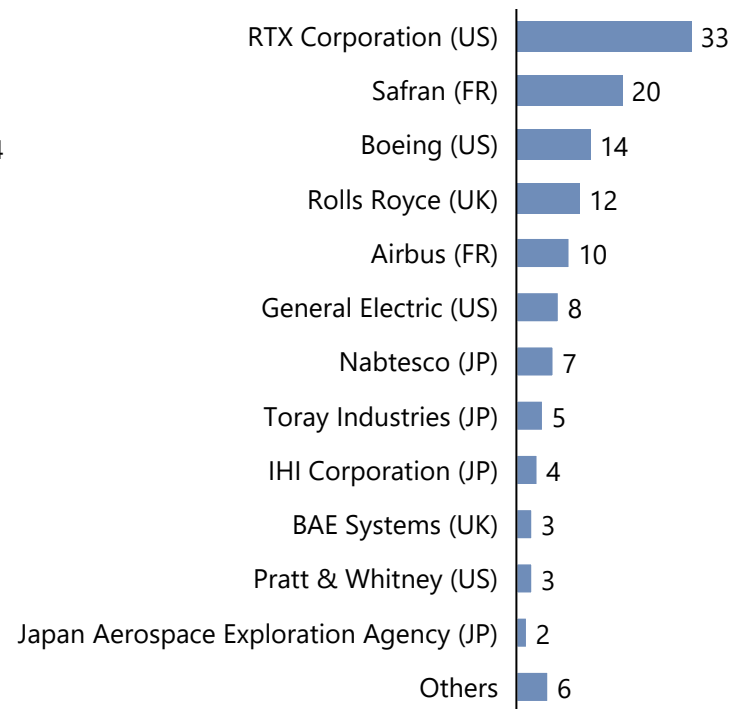
Year (Total)



Country (Patent Published)



Company (Total)



Note: *2023 data is till 17th November

Source: Google Patents Database

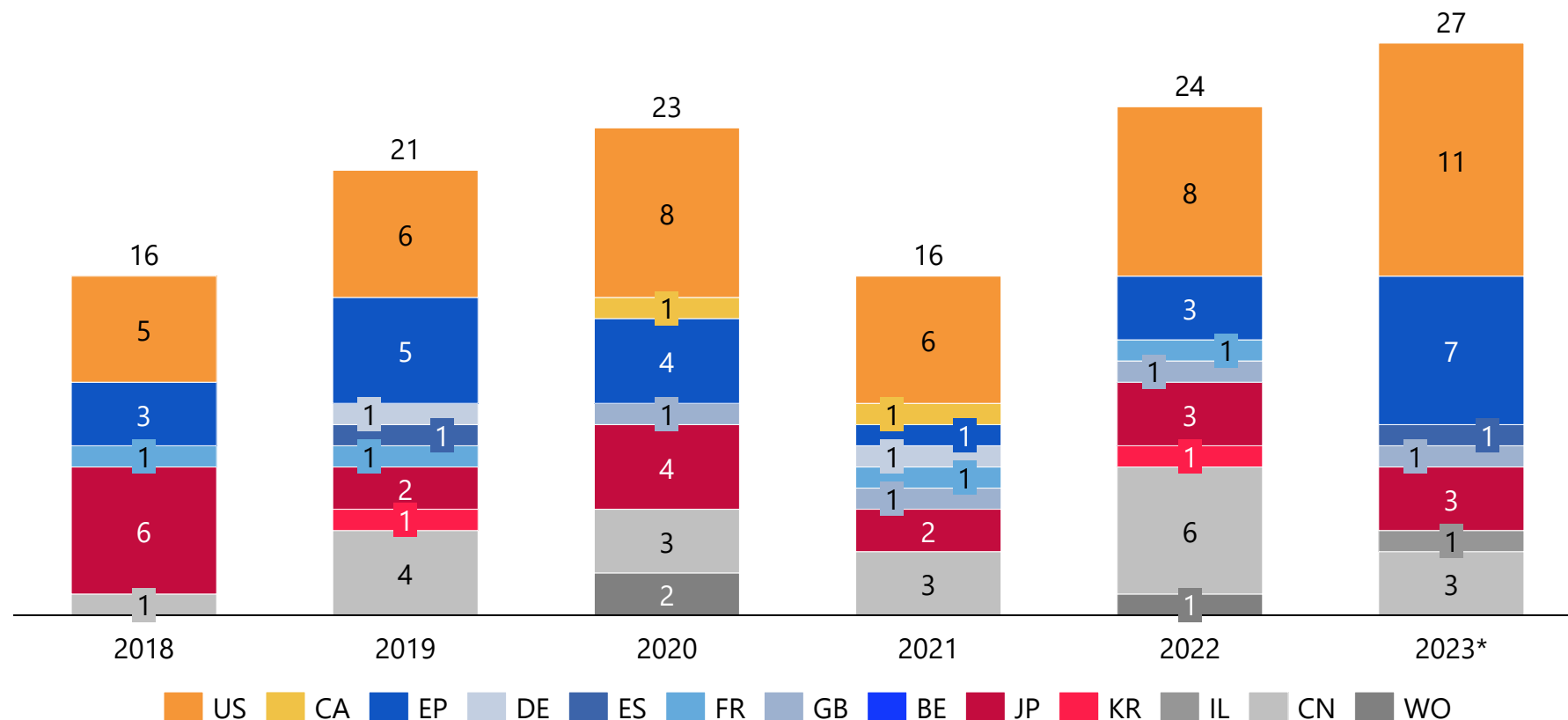
国内外における環境新技術特許出願状況調査

フライホイール型蓄電装置

Trend Review

- 特許出願先地域として多いのは米国、続いて欧州（EP）

Year by Country (Patent Published Country)



Note: *2023 data is till 17th November

Source: Google Patents Database

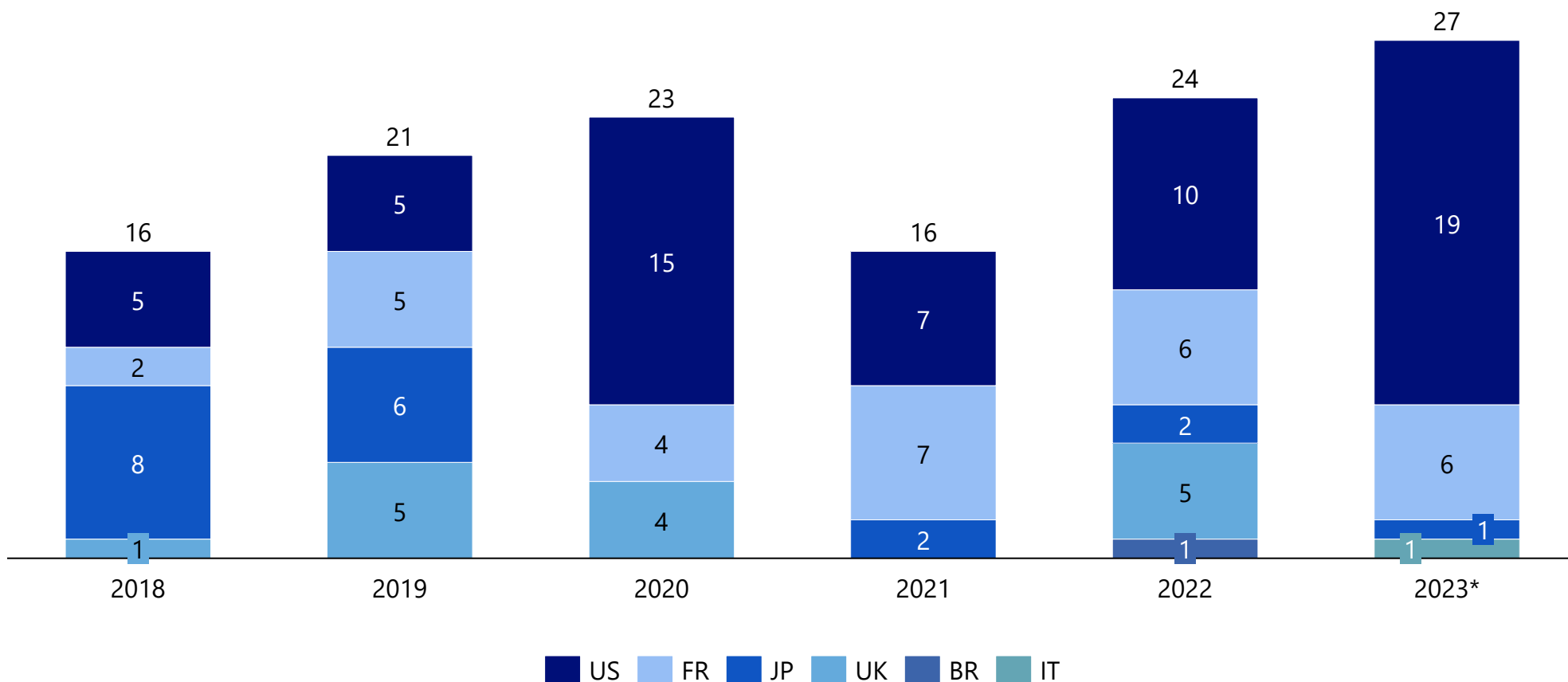
国内外における環境新技術特許出願状況調査

フライホイール型蓄電装置

Trend Review

- 2018年ごろは日本企業の特許出願数が多かったものの、直近では米国企業が多くの特許を出願している

Year by Country (Patent Assigner Country)



Note: *2023 data is till 17th November

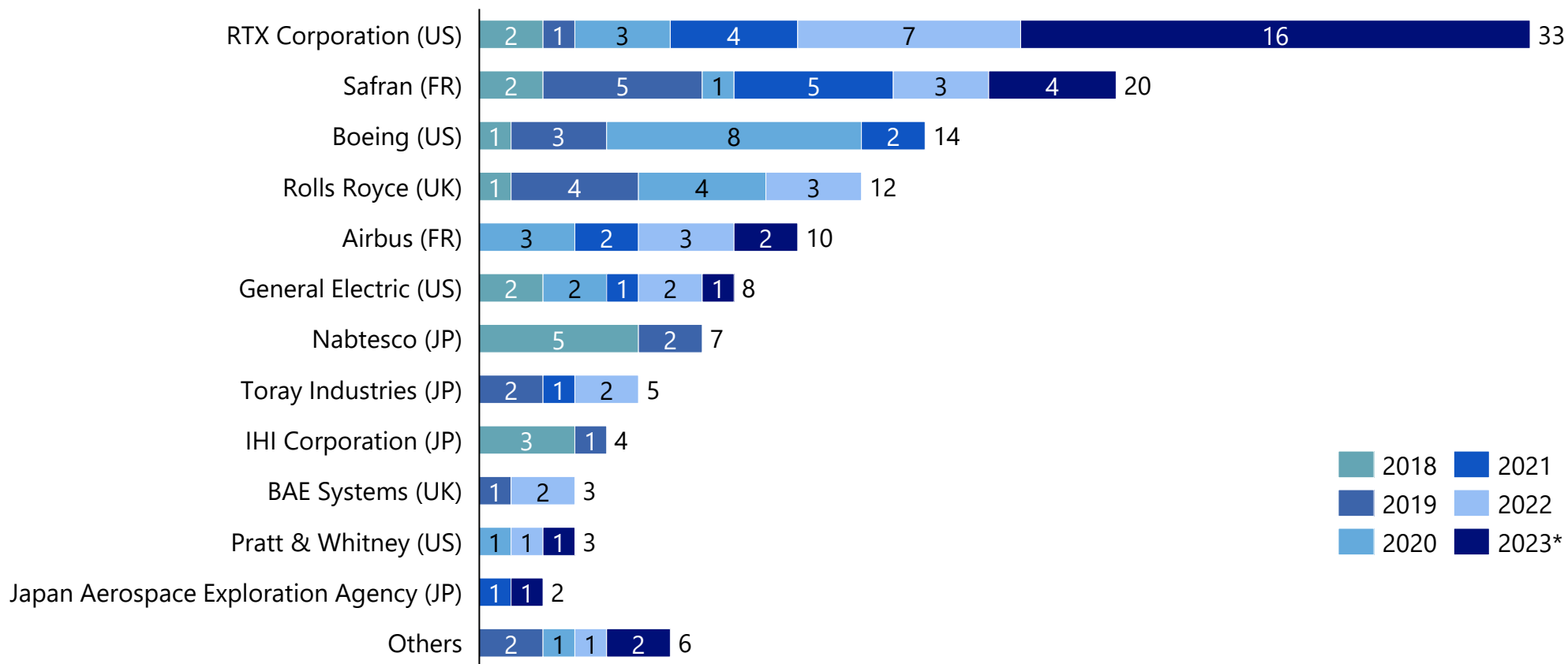
Source: Google Patents Database

フライホイール型蓄電装置

Trend Review

- RTX Corporationの出願数が最も多い
- 特にRTXが2023年の出願数が他の企業と比べて突出して多い
- 日本企業は、2018年ごろに各社多くの特許を出願している

Company by Year



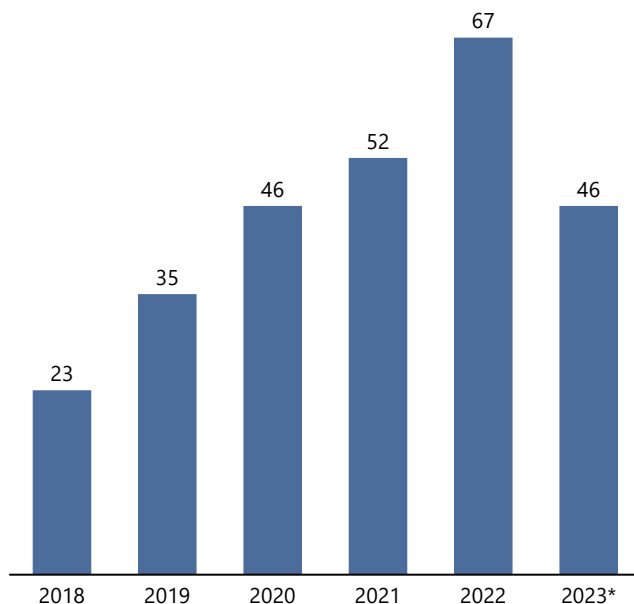
Note: *2023 data is till 17th November

Source: Google Patents Database

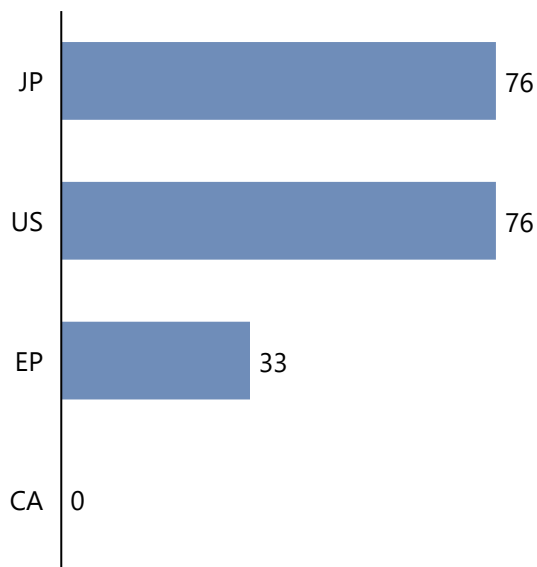
全体トレンド

- 2022年には67件が出願、2023年には2023年11月時点で46件の関連特許が公開されている
- 特許公開は、2018年以降年々増加している
- 最も特許公開数が多い企業はBoeing、続いてAirbus、GSユアサ、Rolls Royce
- 日本企業は、GSユアサ、日立製作所が多くの特許を公開

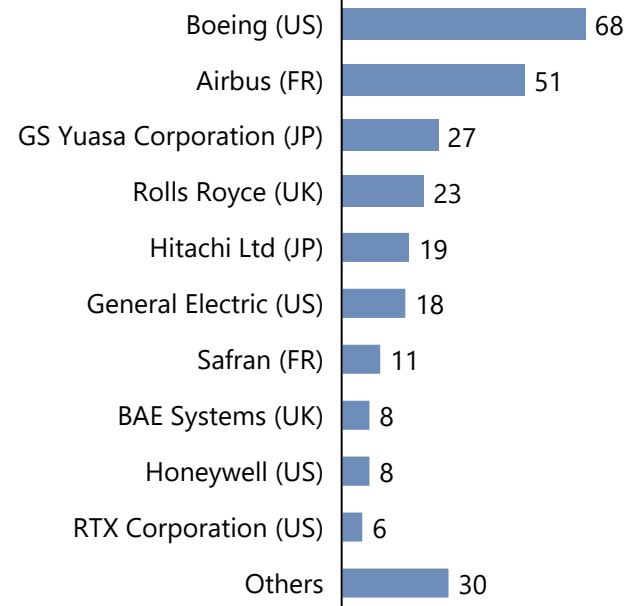
各年の関連特許出願数



特許出願先国別の関連特許数



企業別の関連特許出願数 (Top10)



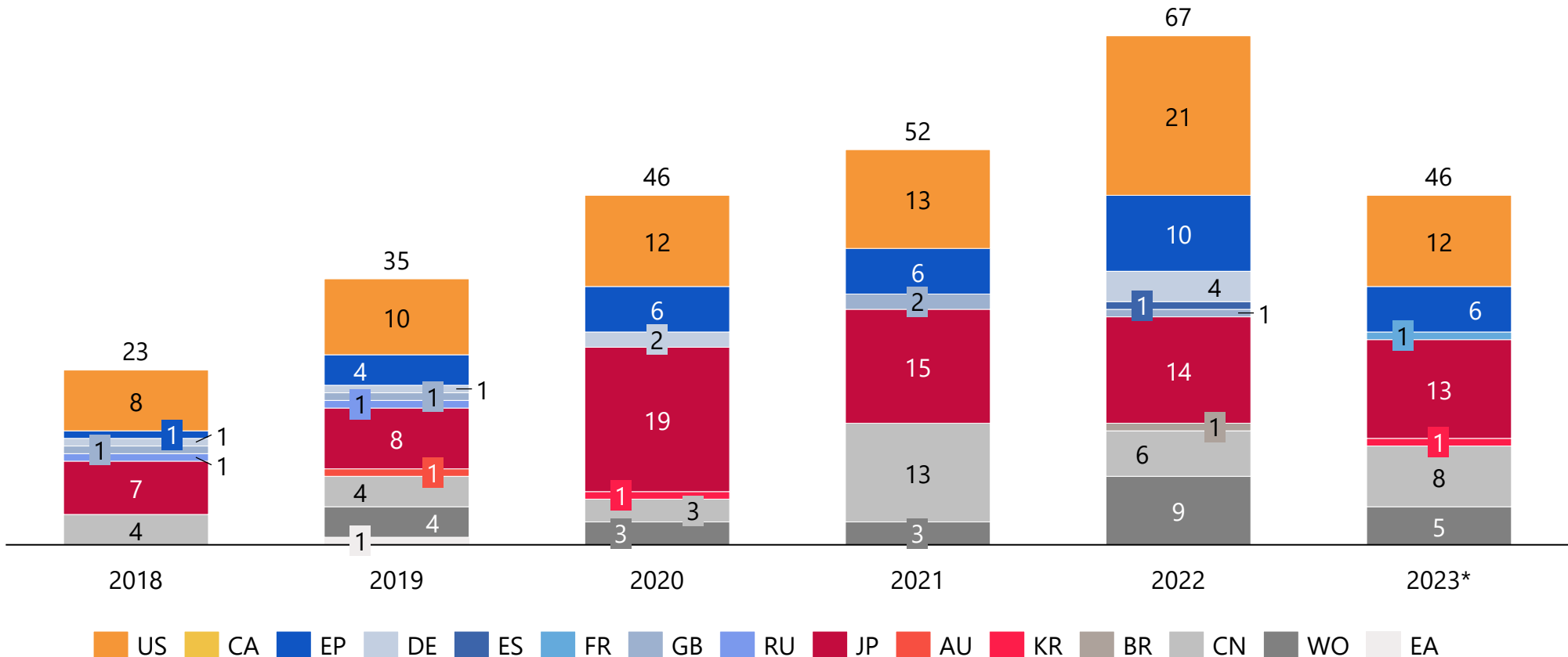
国内外における環境新技術特許出願状況調査

リチウムイオン電池

Trend Review

- 米国、日本、欧州での出願が多い

Year by Country (Patent Published Country)



Note: * 2023 data is till 10th November

Source: Google Patents Database

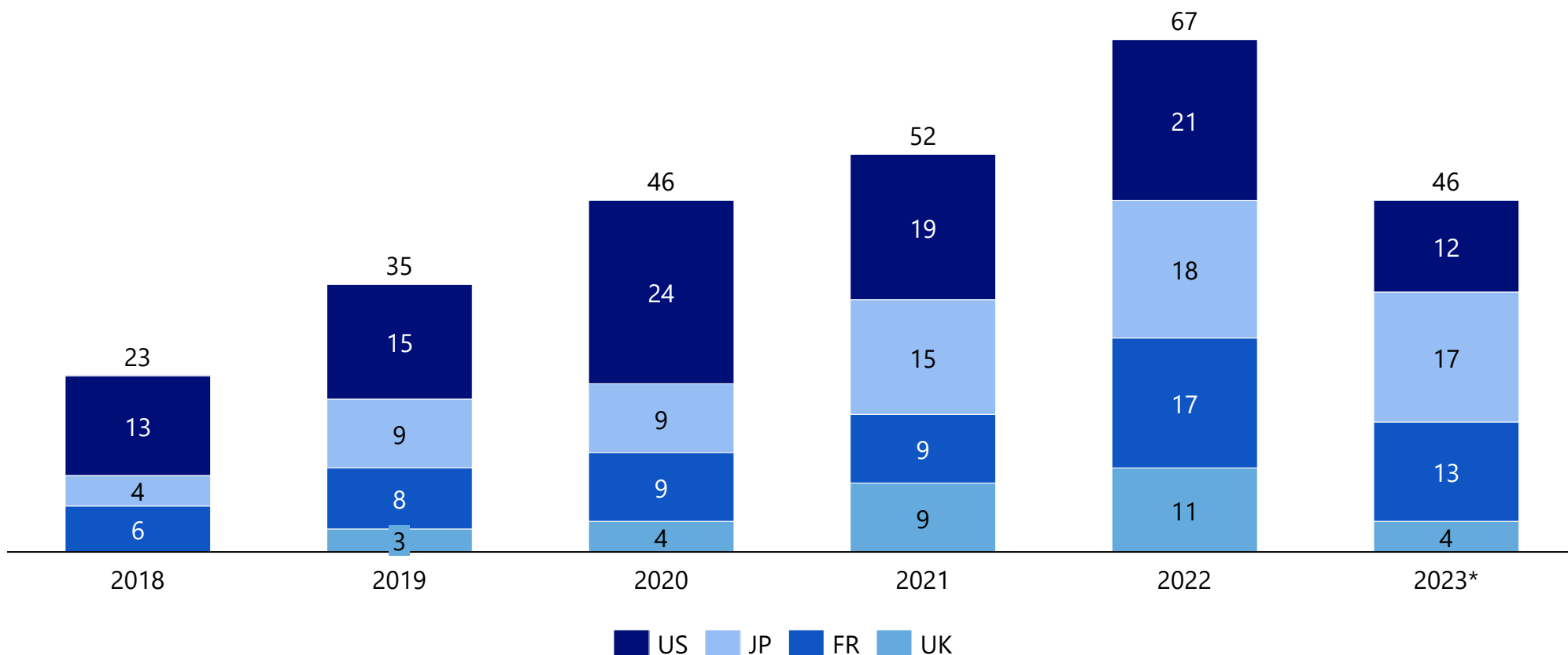
国内外における環境新技術特許出願状況調査

リチウムイオン電池

Trend Review

- 米国企業、日本企業による出願が多く、続いて欧州企業

Year by Country (Patent Assigner Country)



Note: * 2023 data is till 10th November

Source: Google Patents Database

国内外における環境新技術特許出願状況調査

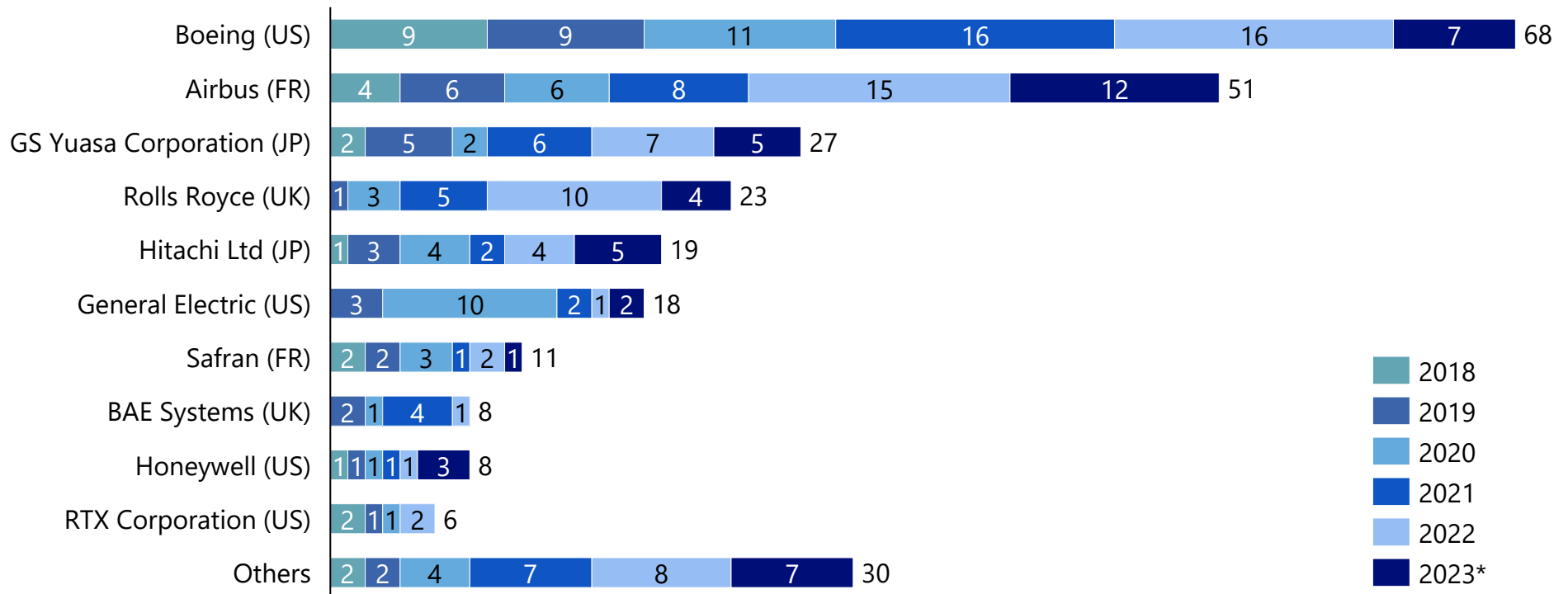
リチウムイオン電池

Trend Review

- Boeingの出願数が最も多い
- Boeingを含む出願数の多い企業では、2021年ごろから特許公開数が特に増加
- 日本企業に関しても、上記のトレンドと同様

Company by Year

Top 10 Companies



Note: * 2023 data is till 10th November

Source: Google Patents Database

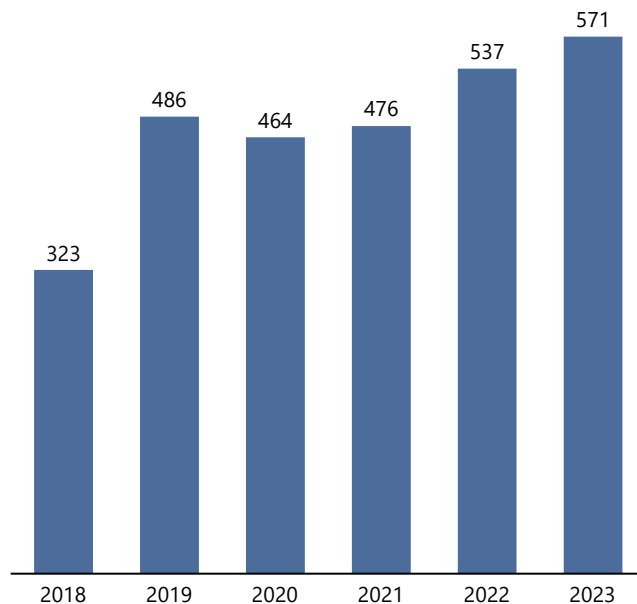
国内外における環境新技術特許出願状況調査

インバータ コンバータ

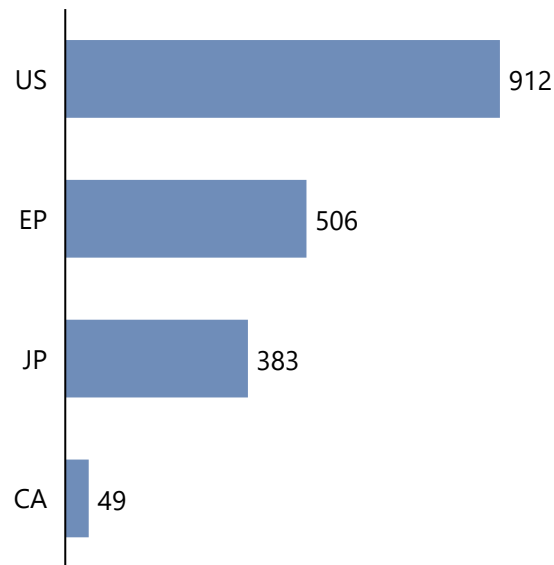
Overall Trend

- 2022年には537件が出願、2023年には2023年11月時点で571件の関連特許が公開されている
- 特許公開は、500件前後で推移
- 最も特許公開数が多い企業はSafran、続いてBoeing、Rolls Royce、Airbus
- 日本企業は、日立製作所が132件、スバルが46件を公開

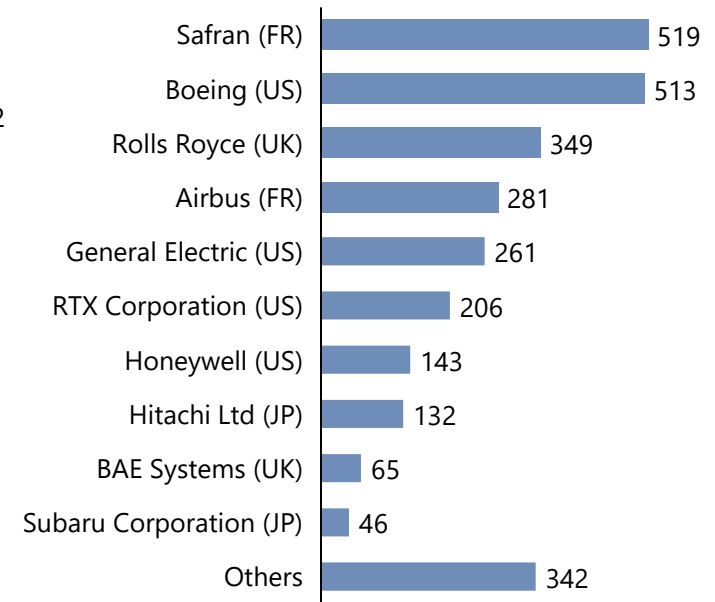
Year (Total)



Country (Patent Published)



Company (Total/Top 10)**



Note: *2023 data is till 22nd November **The top 10 ranking has been derived based on the total from 2018 to 2023

Source: Google Patents Database

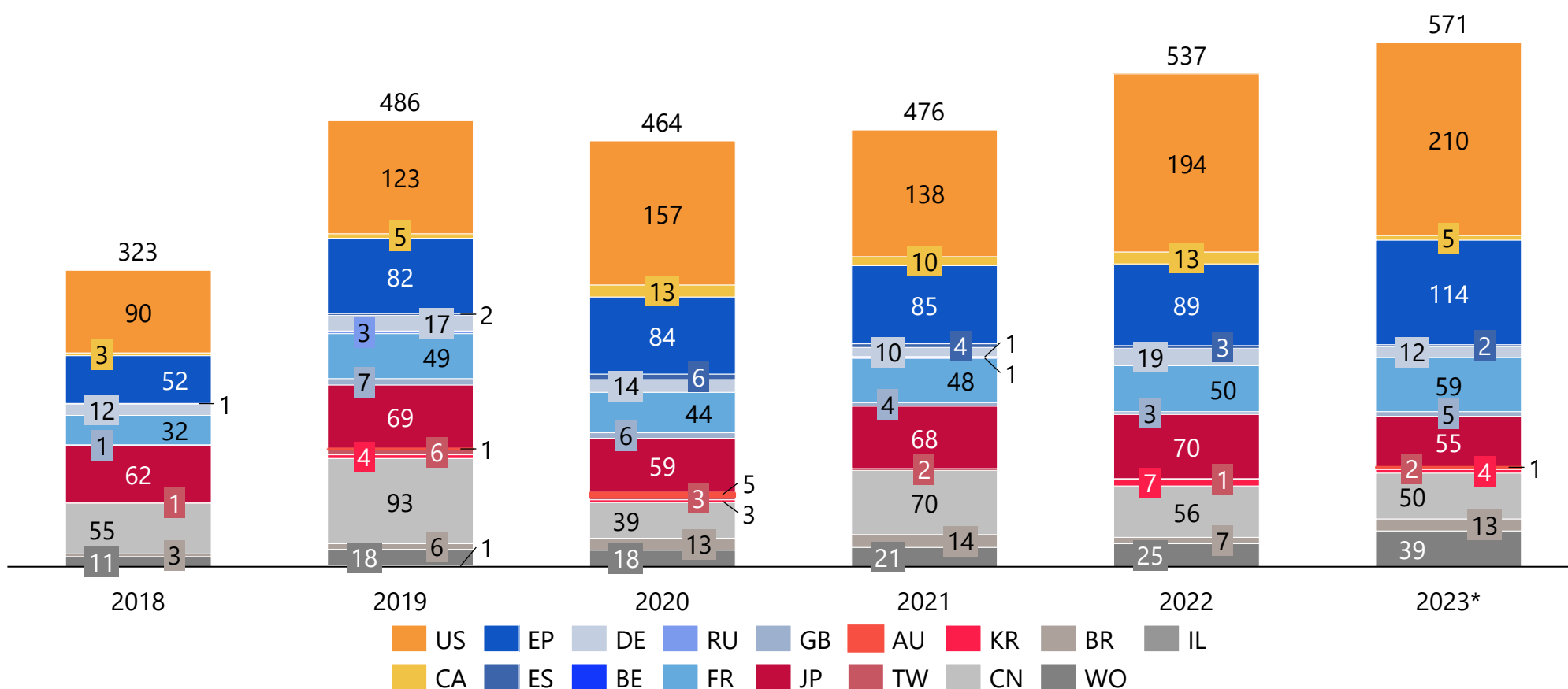
国内外における環境新技術特許出願状況調査

インバータ コンバータ

Trend Review

- 欧州、米国、日本での出願が多い

Year by Country (Patent Published Country)



Note: *2023 data is till 22nd November

Source: Google Patents Database

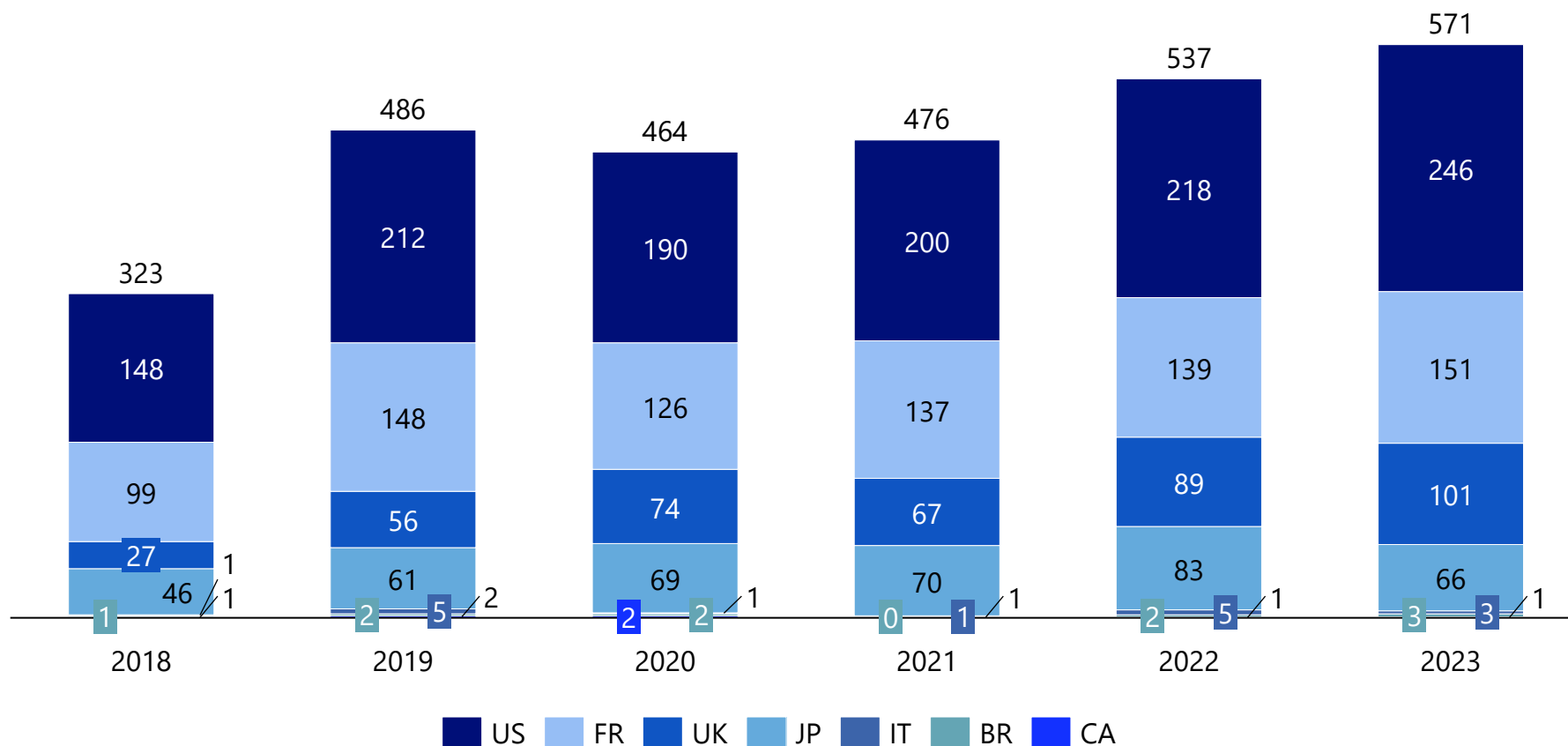
国内外における環境新技術特許出願状況調査

インバータ コンバータ

Trend Review

- 米国、欧州、日本企業による出願が多い

Year by Country (Patent Assigner Country)



Note: *2023 data is till 22nd November

Source: Google Patents Database

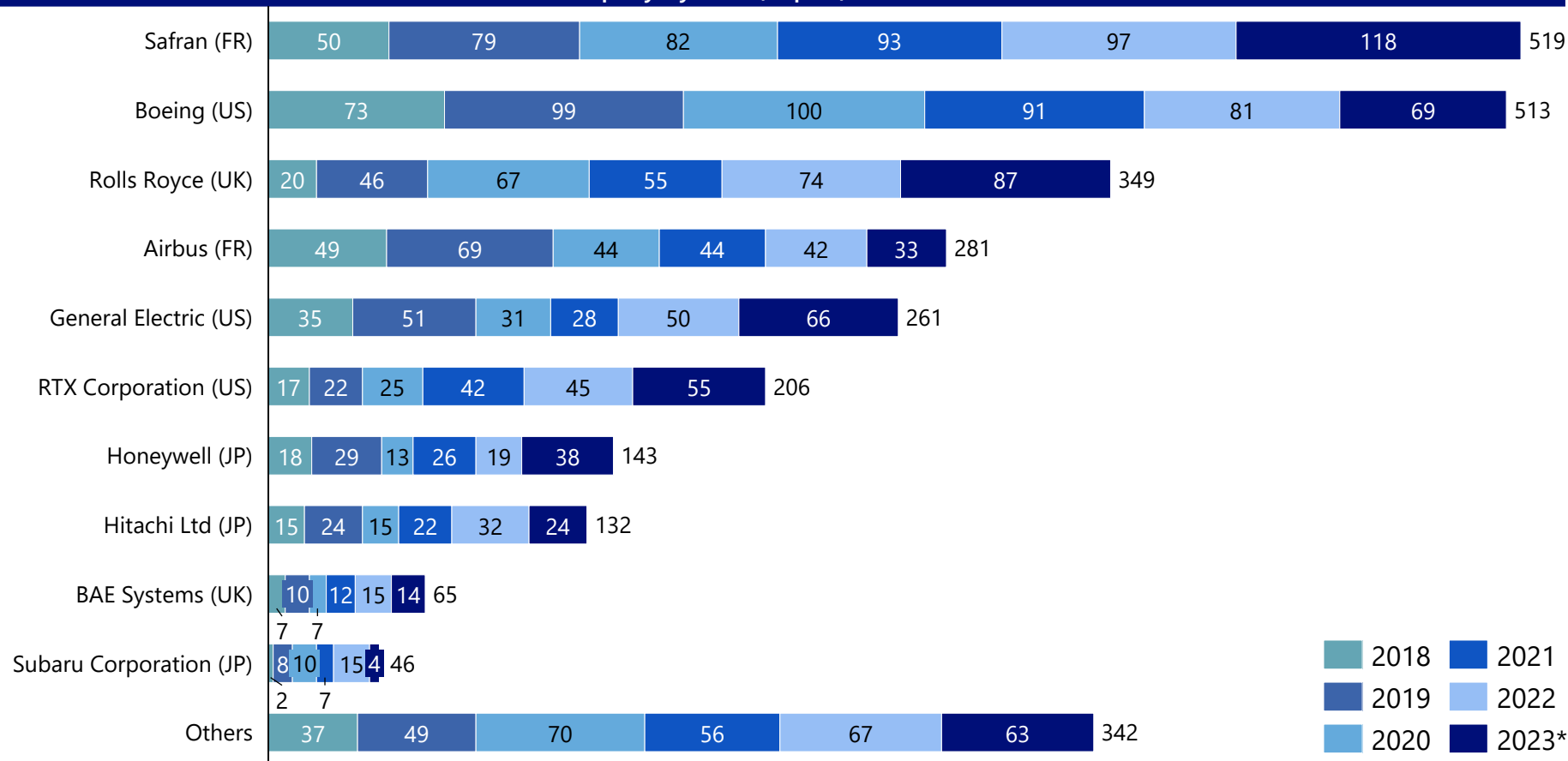
国内外における環境新技術特許出願状況調査

インバータ コンバータ

Trend Review

- 各社・各年で大きく出願傾向に変化はない

Company by Year (Top 10)**



Note: *2023 data is till 22nd November, **The top 10 ranking has been derived based on the total from 2018 to 2023

Source: Google Patents Database

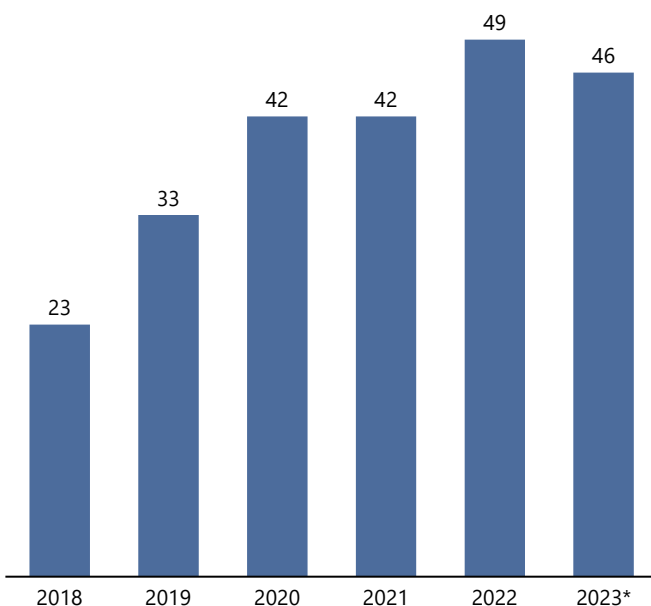
国内外における環境新技術特許出願状況調査

ジェネレータ（特に、電動スタータージェネレータ）

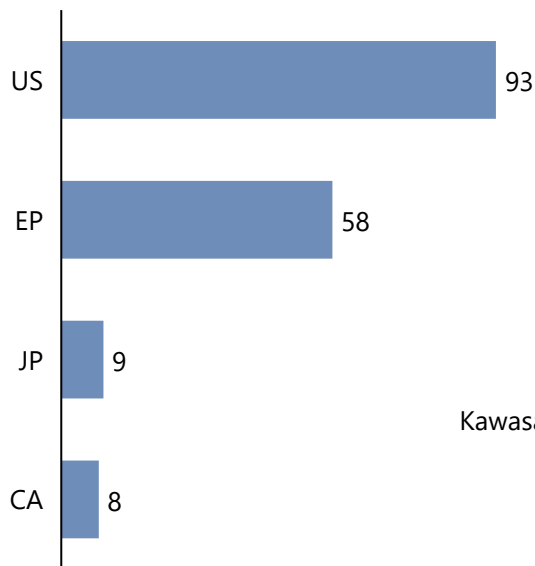
Overall Trend

- 2022年には49件、2023年は2023年12月時点で46件の関連特許が公開されている
- 特許公開数は2018年から徐々に増加傾向
- 最も特許公開数が多い企業はRolls-Royce、続いてSafran、General Electric、Pratt & Whitney
- 日本企業は、IHIが4件、川崎重工業、シンフォニアがそれぞれ2件を公開

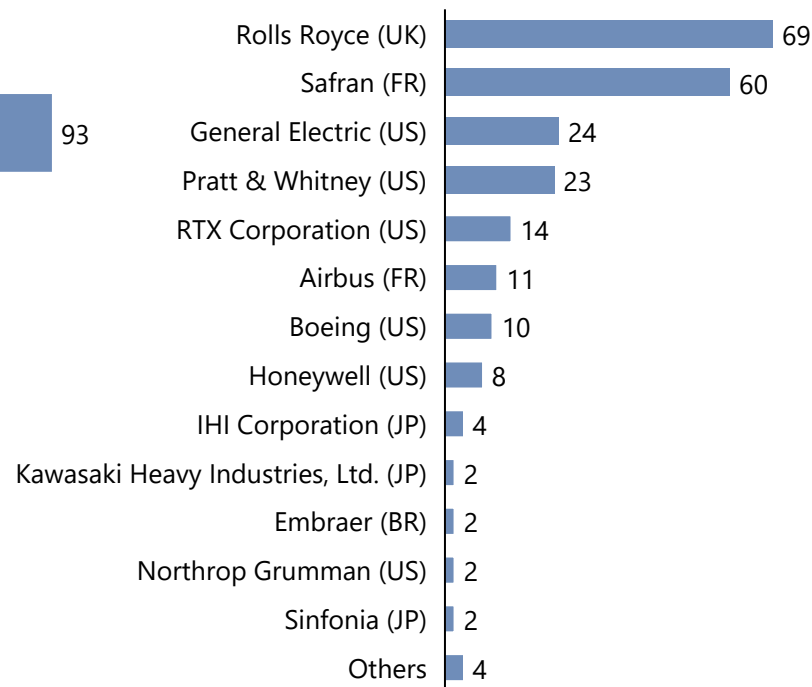
Year (Total)



Country (Patent Published)



Company (Total)**



Note: *2023 data is till 1st December **2018年～2023年の総和

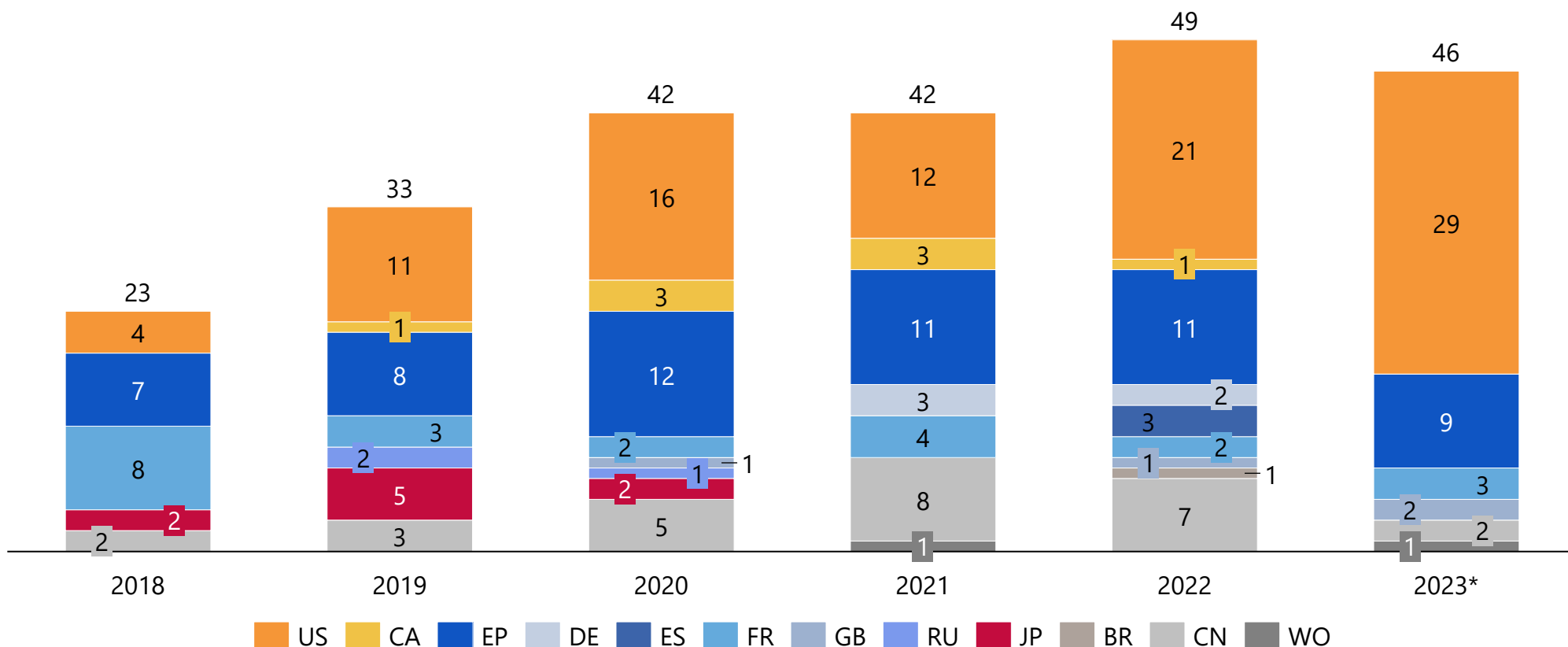
Source: Google Patents Database

国内外における環境新技術特許出願状況調査 ジェネレータ（特に、電動スタータージェネレータ）

Trend Review

- 欧州、米国での出願が多い

Year by Country (Patent Published Country)



Note: *2023 data is till 1st December

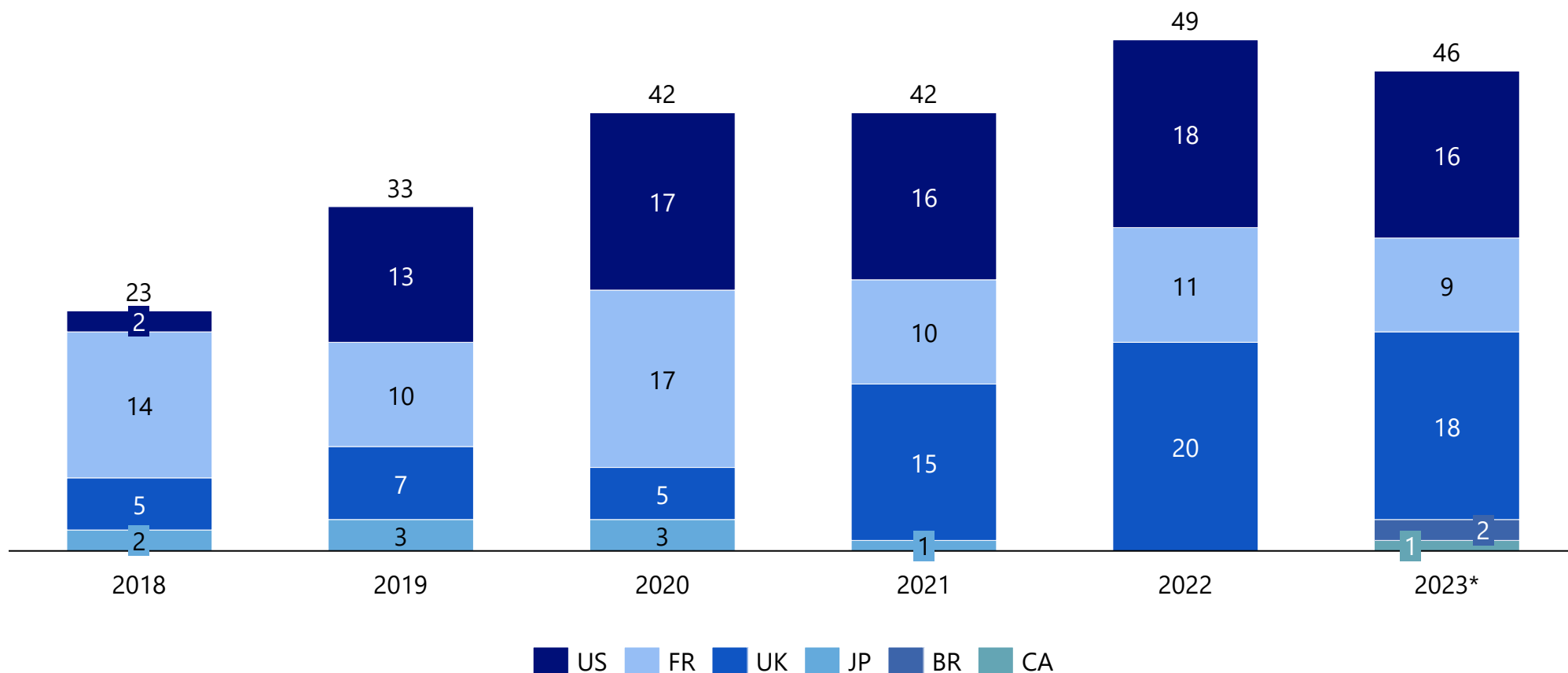
Source: Google Patents Database

国内外における環境新技術特許出願状況調査 ジェネレータ（特に、電動スタータージェネレータ）

Trend Review

- 米国、欧州企業による出願が多い

Year by Country (Patent Assigner Country)



Note: *2023 data is till 1st December

Source: Google Patents Database

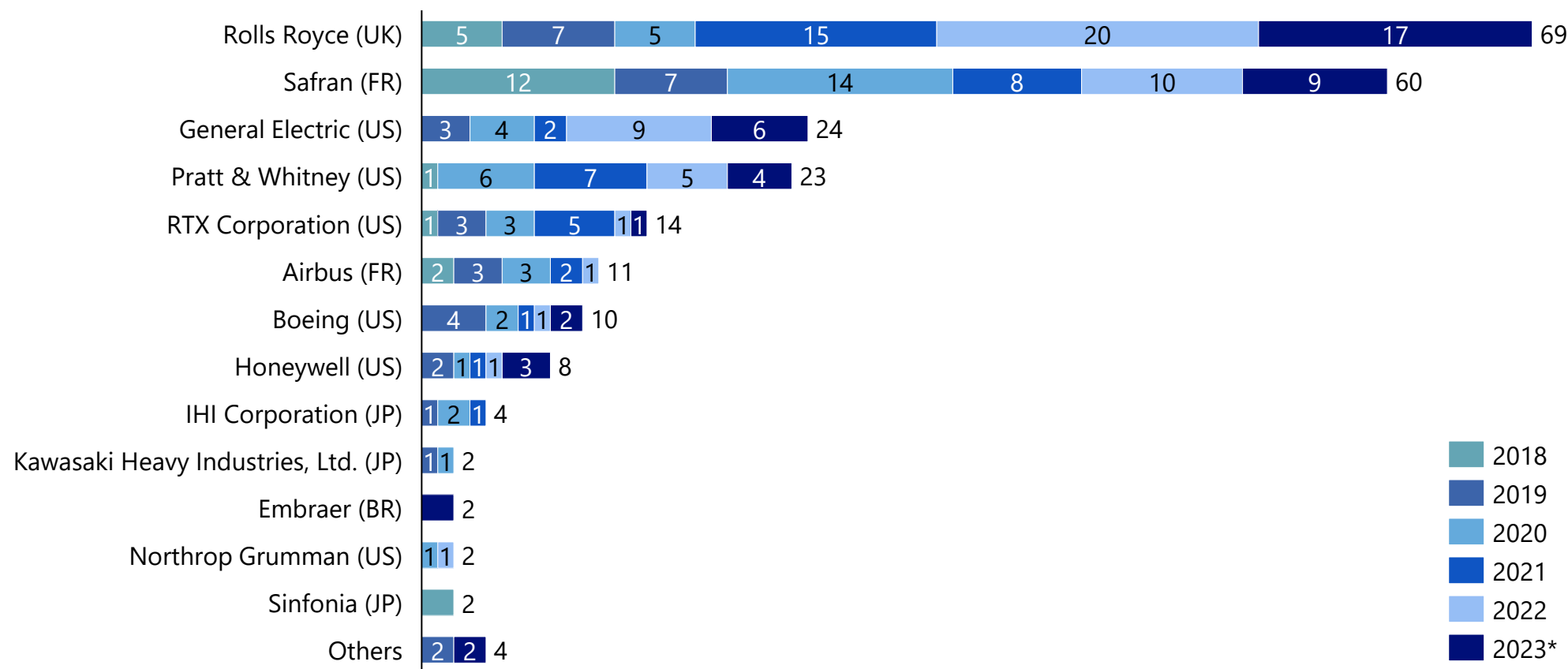
国内外における環境新技術特許出願状況調査

ジェネレータ（特に、電動スタータージェネレータ）

Trend Review

- Rolls-Royce、Safranの特許公開数が最も多く、他の企業とは3倍程度の差が離れている状況
- 日本企業に関しては、IHI、川崎重工業、シンフォニアが数件程度の特許を公開

Company by Year



Note: *2023 data is till 1st December

Source: Google Patents Database

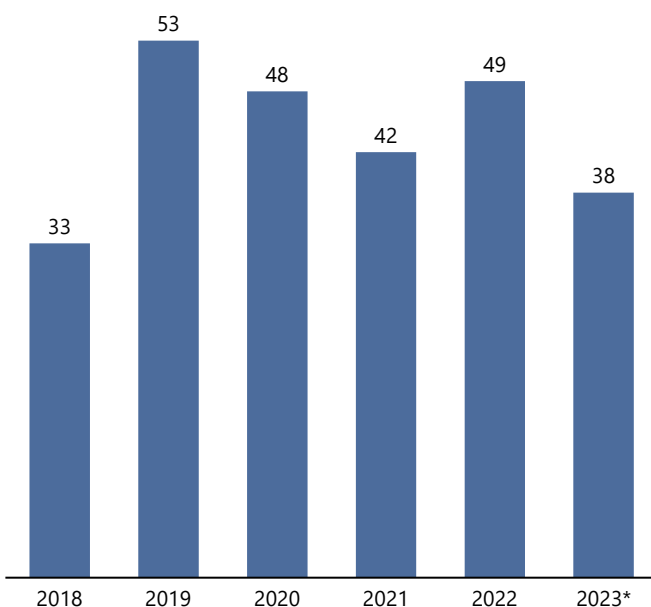
国内外における環境新技術特許出願状況調査

電動機械式アクチュエーター（EMA：Electro-mechanical actuator）

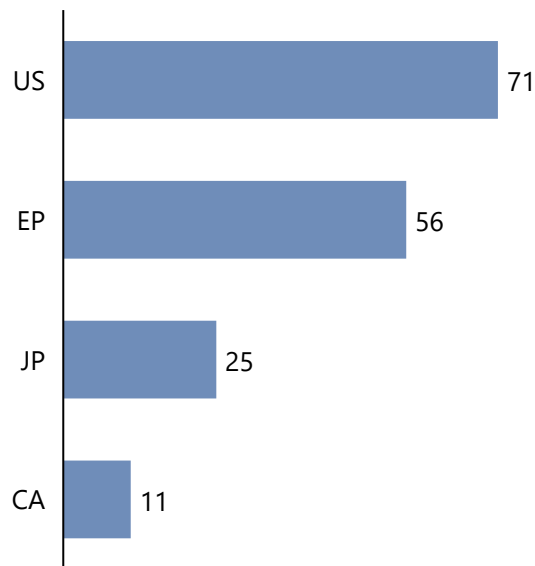
Overall Trend

- 2022年には49件、2023年には2023年11月時点38件の関連特許が公開されている
- 特許公開数は2019年に50件前後に増加した後、ほぼ横ばい
- 最も特許公開数が多い企業はSafran、続いてBoeing、Airbus、RTX Corporation
- 日本企業は、ナブテスコが9件、川崎重工業が3件の特許を公開

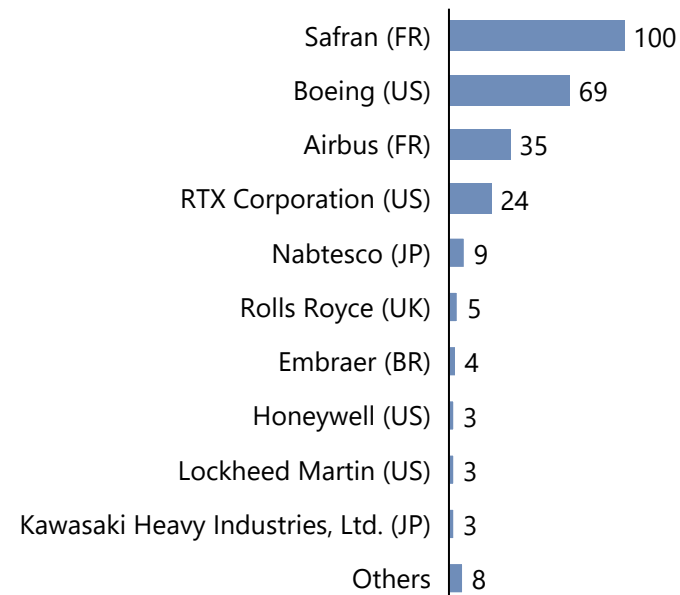
Year (Total)



Country (Patent Published)



Company (Total/Top 10)**



Note: *2023 data is till 27th November **The top 10 ranking has been derived based on the total from 2018 to 2023

Source: Google Patents Database

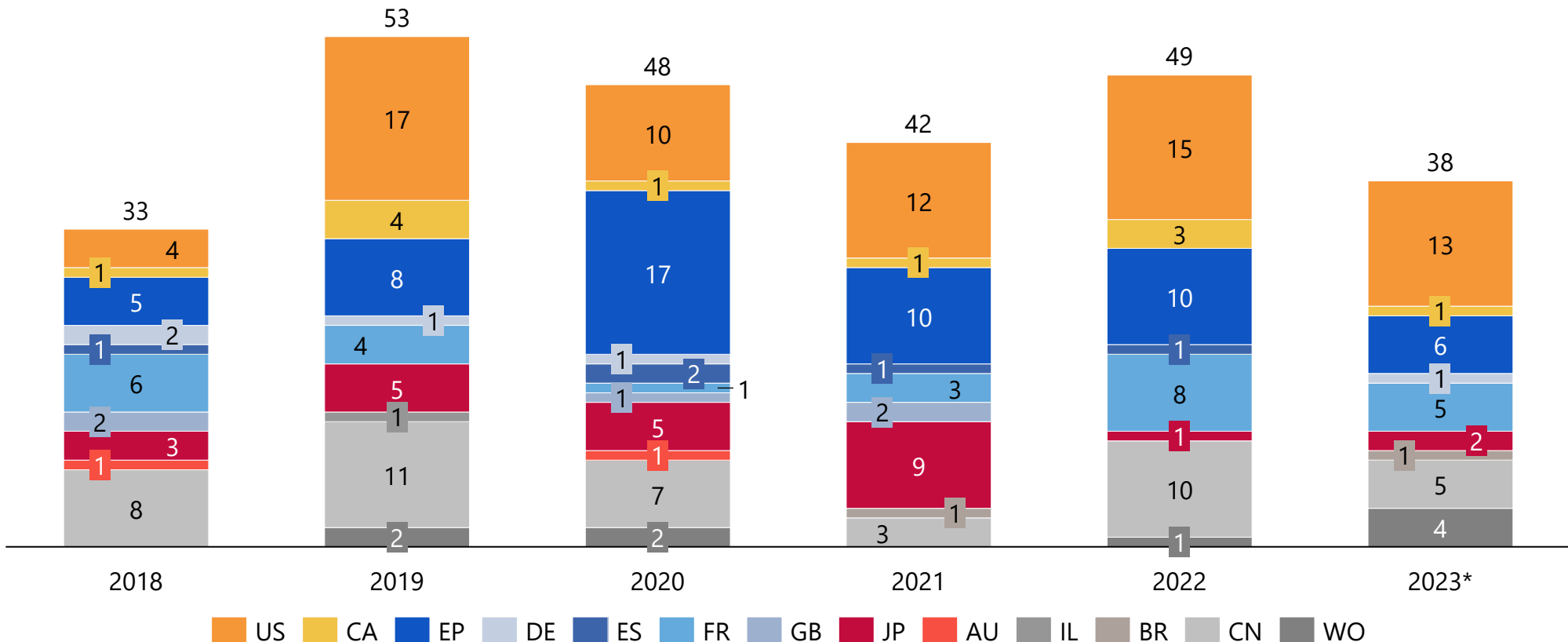
国内外における環境新技術特許出願状況調査

電動機械式アクチュエーター（EMA：Electro-mechanical actuator）

Trend Review

- 欧州、米国での出願が多い

Year by Country (Patent Published Country)



Note: *2023 data is till 27th November

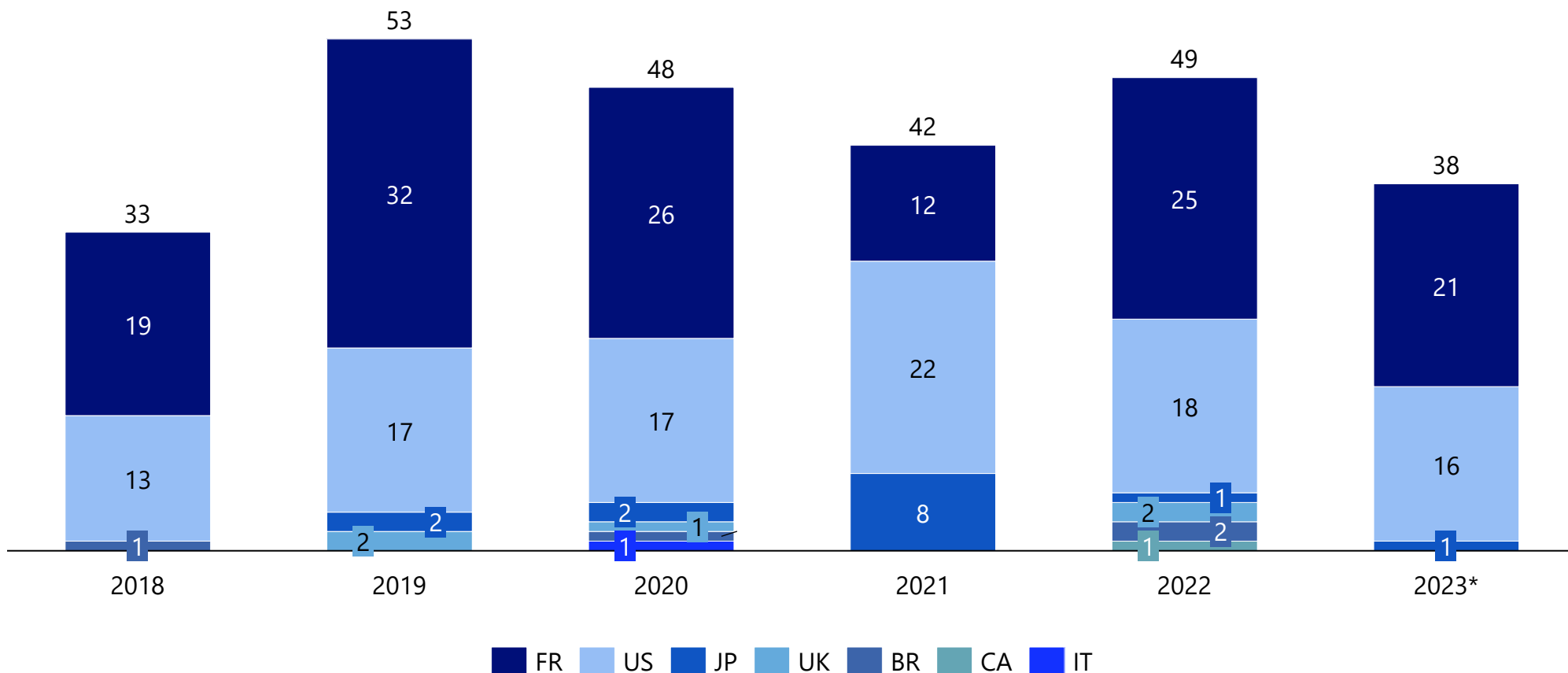
Source: Google Patents Database

電動機械式アクチュエーター（EMA：Electro-mechanical actuator）

Trend Review

- 米国、欧州企業による出願が多い

Year by Country (Patent Assigner Country)



Note: *2023 data is till 27th November

Source: Google Patents Database

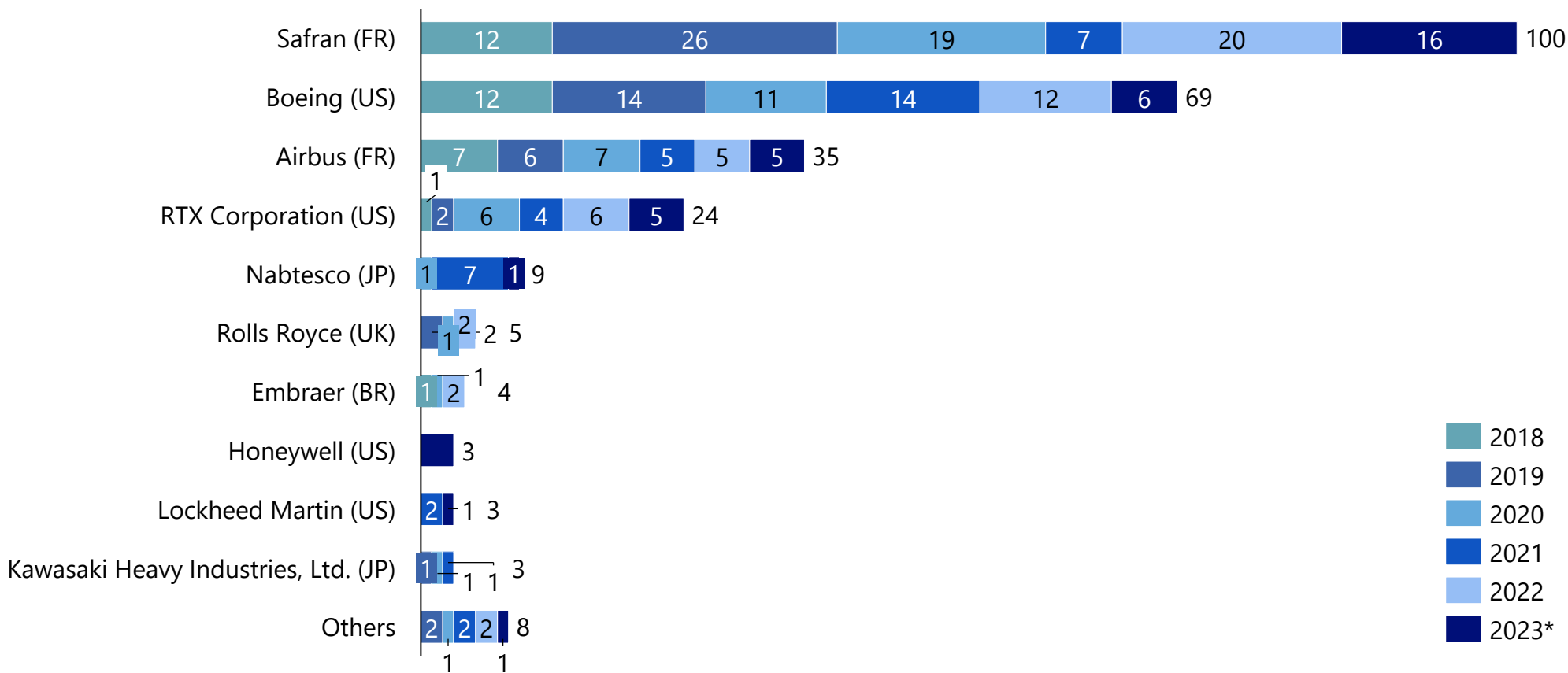
国内外における環境新技術特許出願状況調査

電動機械式アクチュエーター（EMA：Electro-mechanical actuator）

Trend Review

- Safran、Boeingの特許公開数が特に多い
- 日本企業に関しては、ナブテスコが9件、および川崎重工業が3件の特許を公開

Company by Year (Top 10 Companies)**



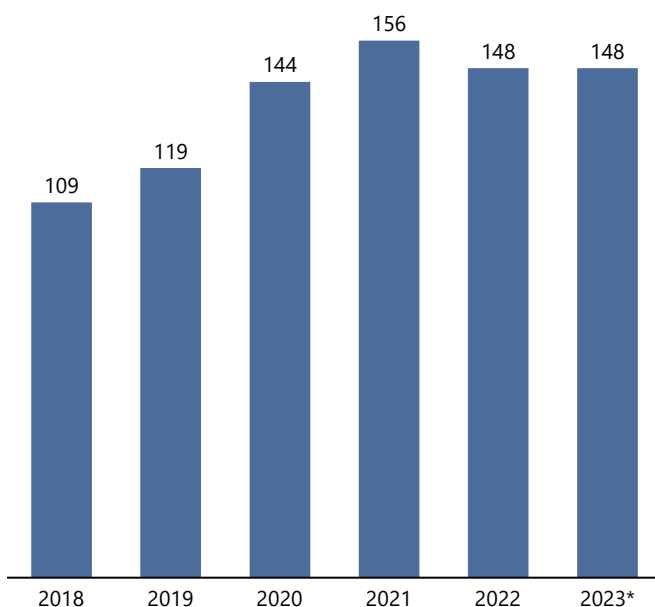
Note: *2023 data is till 27th November **The top 10 ranking has been derived based on the total from 2018 to 2023

Source: Google Patents Database

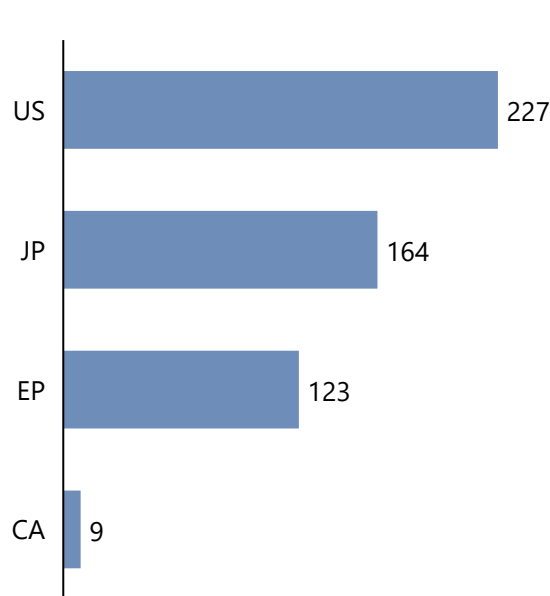
Overall Trend

- 2022年には148件、2023年には2023年11月時点148件の関連特許が公開されている
- 特許公開数は2020年以降、ほぼ横ばい
- 最も特許公開数が多い企業はBoeing、続いてSafran、Airbus、GE
- 日本企業は、日立製作所が54件、三菱重工業が25件、東レが20件の特許を公開

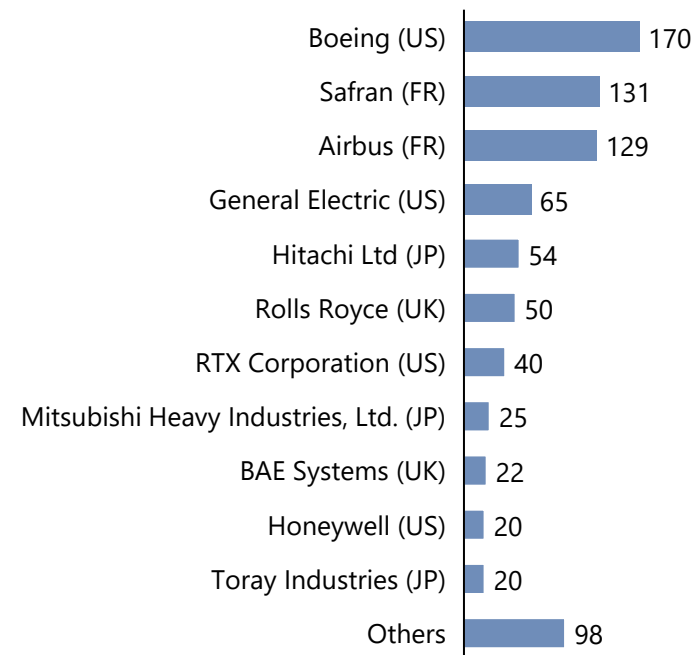
Year (Total)



Country (Patent Published)



Company (Total/Top 10)**



Note: *2023 data is till 22nd November **The top 10 ranking has been derived based on the total from 2018 to 2023

Source: Google Patents Database

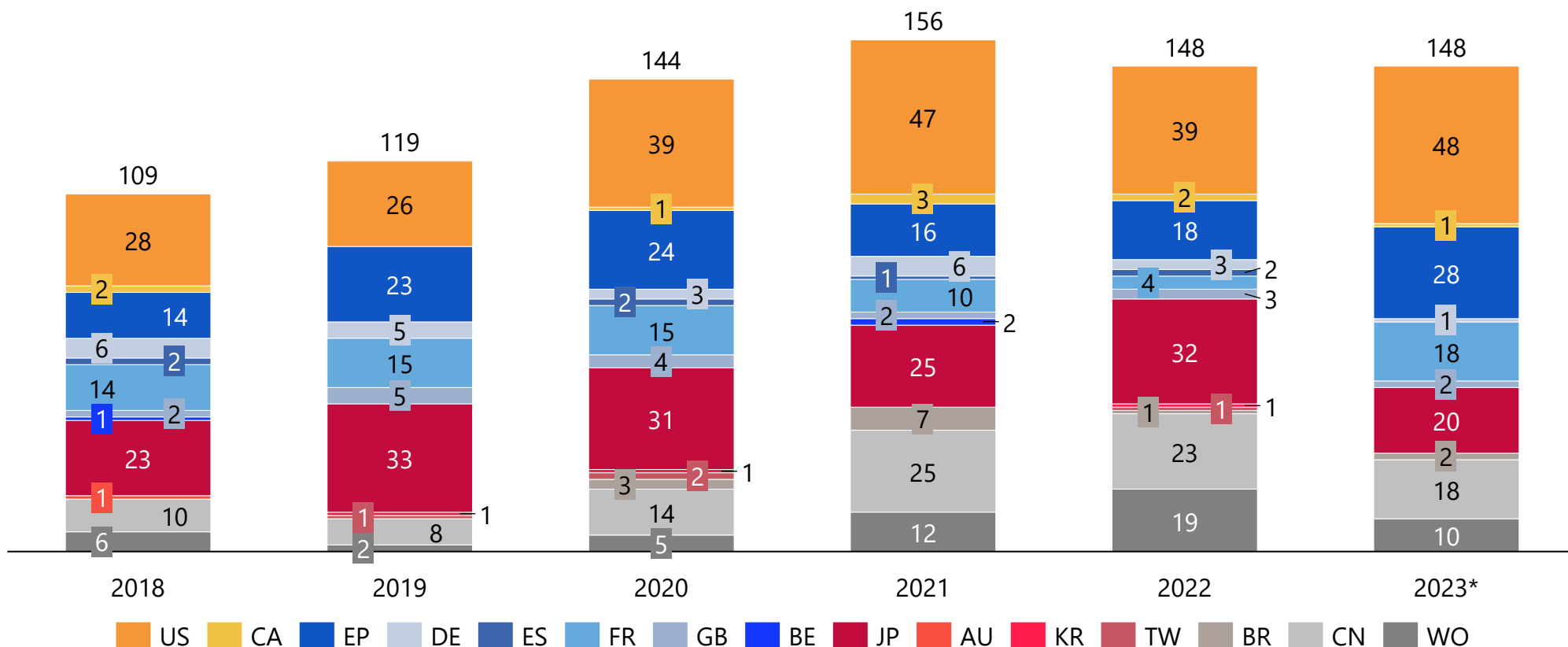
国内外における環境新技術特許出願状況調査

絶縁素材

Trend Review

- 米国、欧州、日本での出願が多い

Year by Country (Patent Published Country)



Note: *2023 data is 22nd November

Source: Google Patents Database

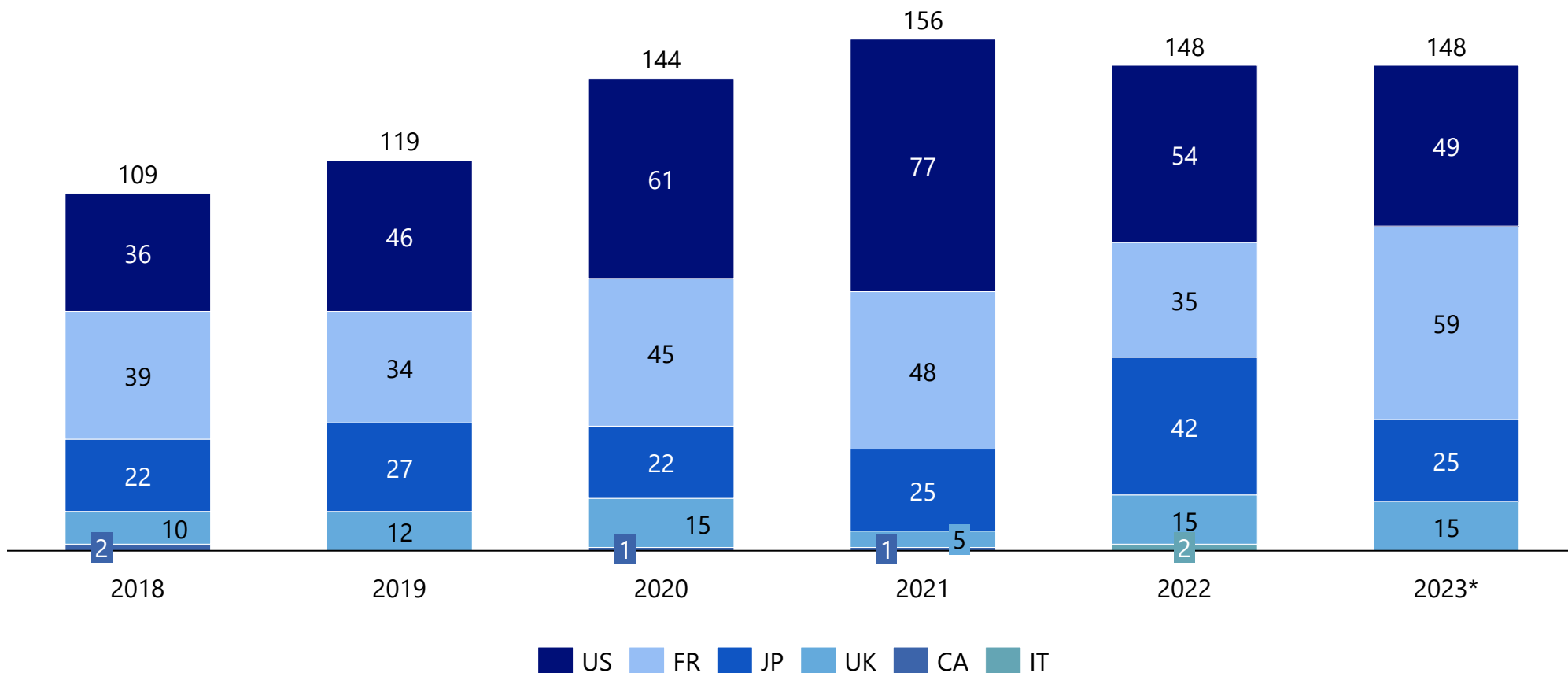
国内外における環境新技術特許出願状況調査

絶縁素材

Trend Review

- 米国、欧州、日本企業による出願が多い

Year by Country (Patent Assigner Country)



Note: *2023 data is till 22nd November

Source: Google Patents Database

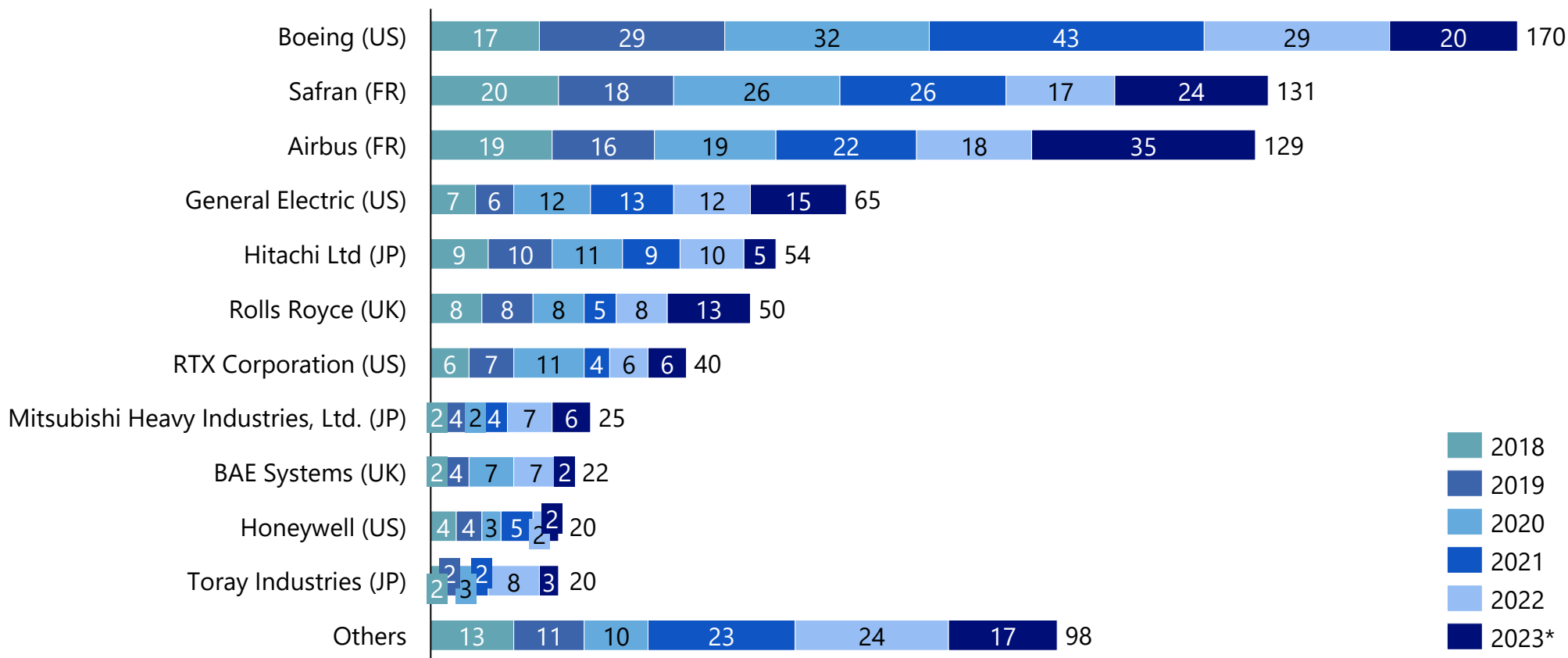
国内外における環境新技術特許出願状況調査

絶縁素材

Trend Review

- 特許公開数が100を超える3社では、各年で約20件～40件前後の特許が公開されている

Company by Year (Top 10)**



Note: *2023 data is till 22nd November **The top 10 ranking has been derived based on the total from 2018 to 2023

Source: Google Patents Database

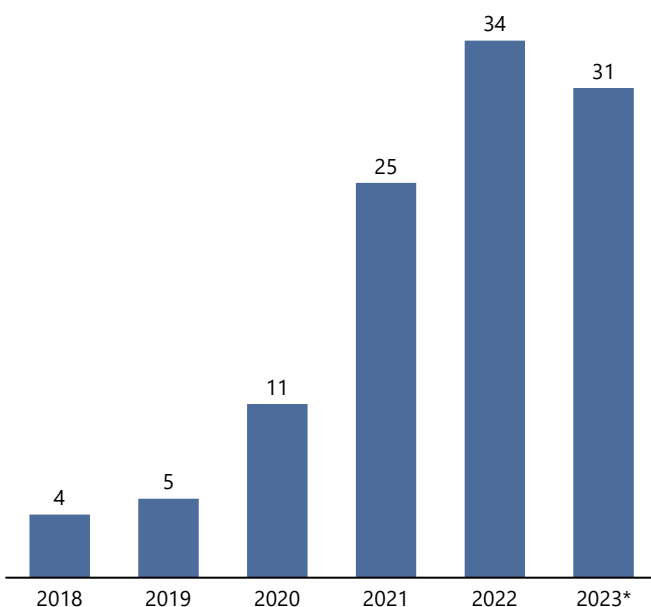
国内外における環境新技術特許出願状況調査

絶縁素材（特に、電動推進に関わるもの）

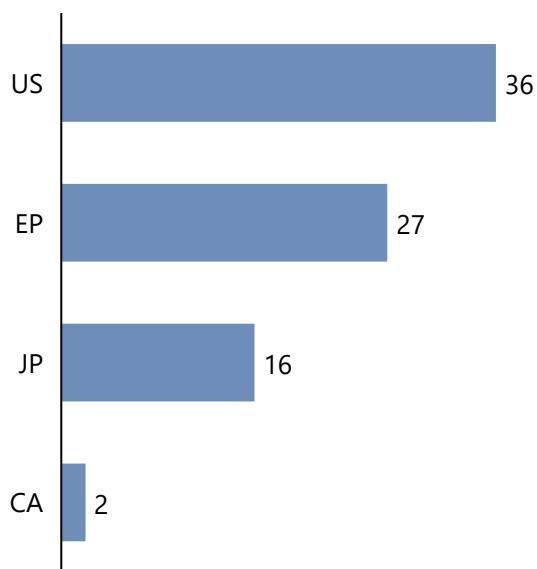
Overall Trend

- 2022年には34件、2023年には2023年11月時点で31件の関連特許が公開されている
- 特許公開数は2018年以降、増加傾向にある
- 最も特許公開数が多い企業はGE、続いてRolls-Royce、Boeing、Safran
- 日本企業は、IHI、三菱重工業、日立製作所がそれぞれ1件の特許を公開

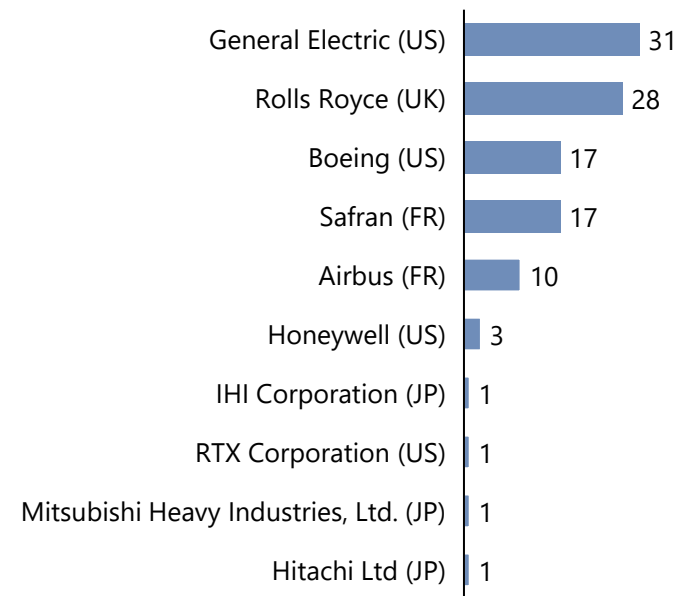
Year (Total)



Country (Patent Published)



Company (Total)**



Note: *2023 data is till 22nd November **2018年～2023年の総和

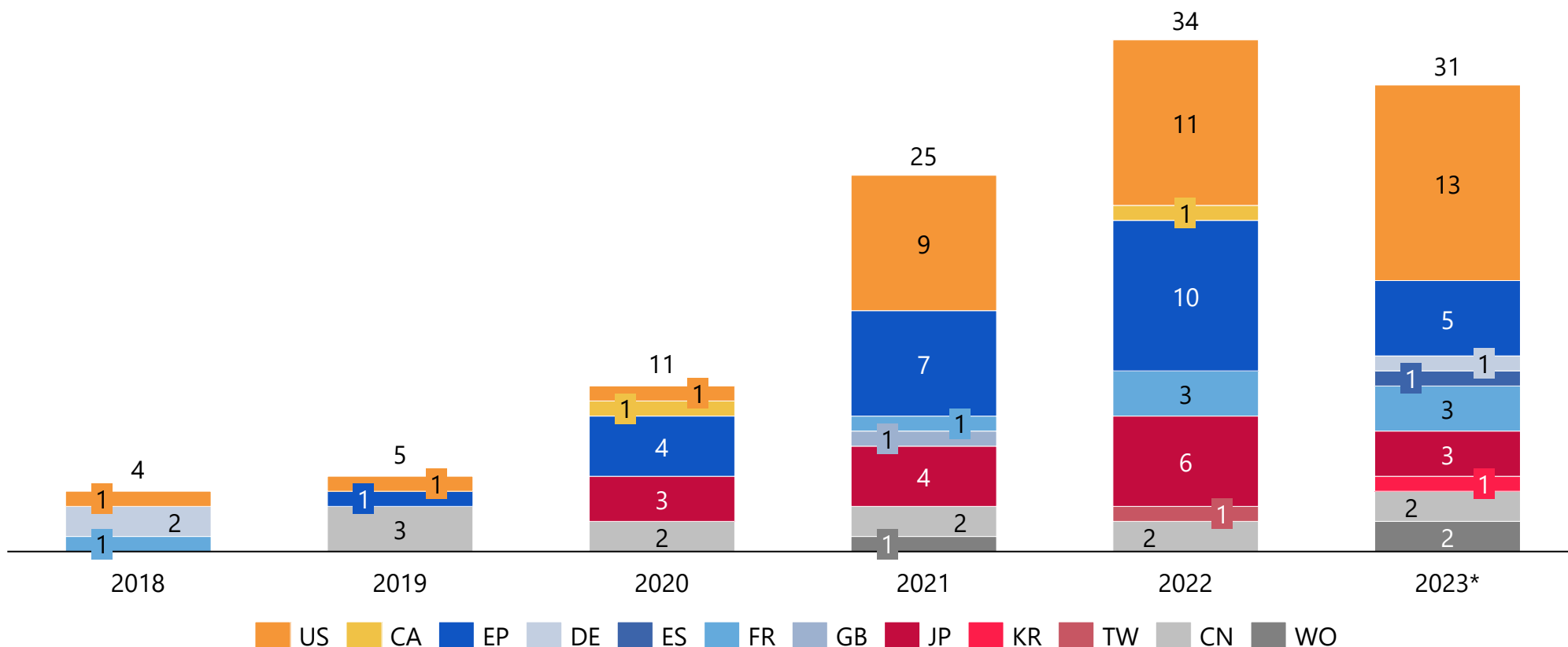
Source: Google Patents Database

国内外における環境新技術特許出願状況調査 絶縁素材（特に、電動推進に関わるもの）

Trend Review

- 米国、欧州、日本での出願が多い

Year by Country (Patent Published Country)



Note: *2023 data is till 22nd November

Source: Google Patents Database

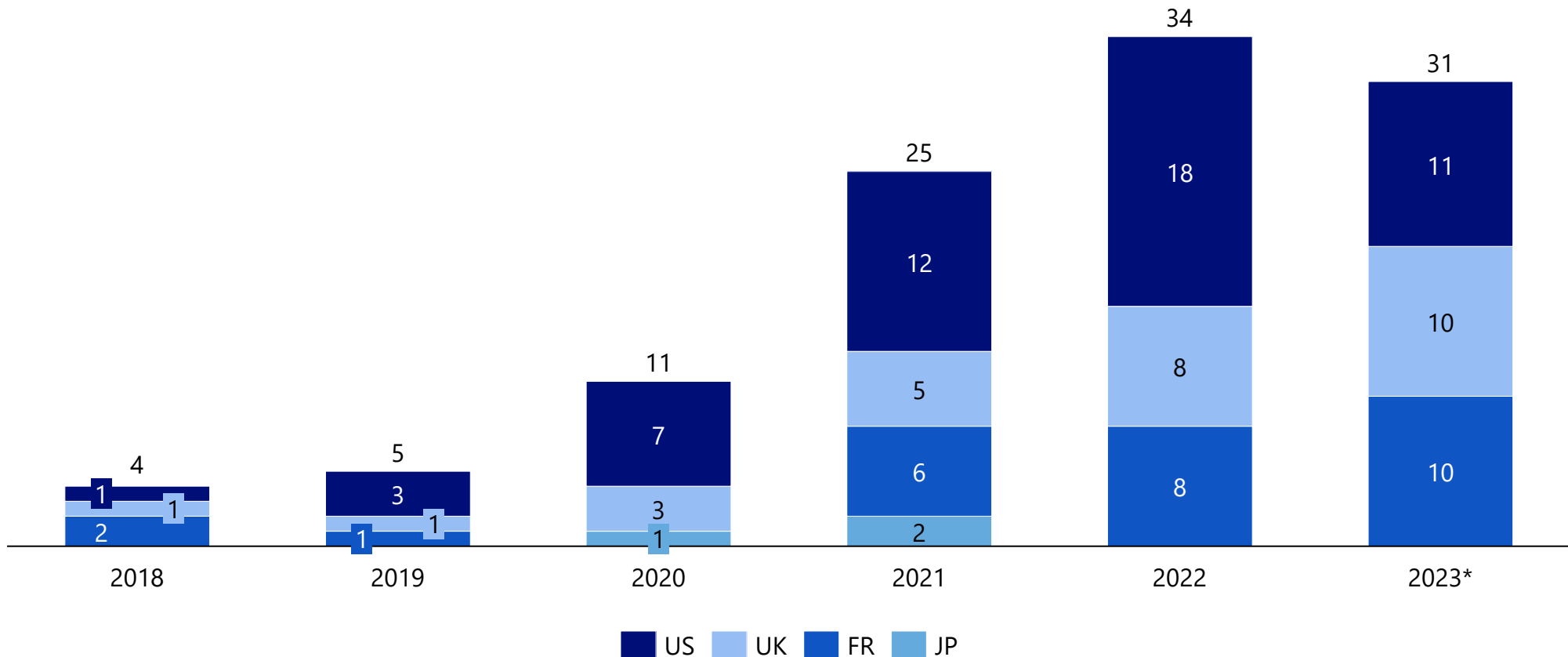
国内外における環境新技術特許出願状況調査

絶縁素材（特に、電動推進に関わるもの）

Trend Review

- 米国、欧州企業による出願が多い

Year by Country (Patent Assigner Country)



Note: *2023 data is till 22nd November

Source: Google Patents Database

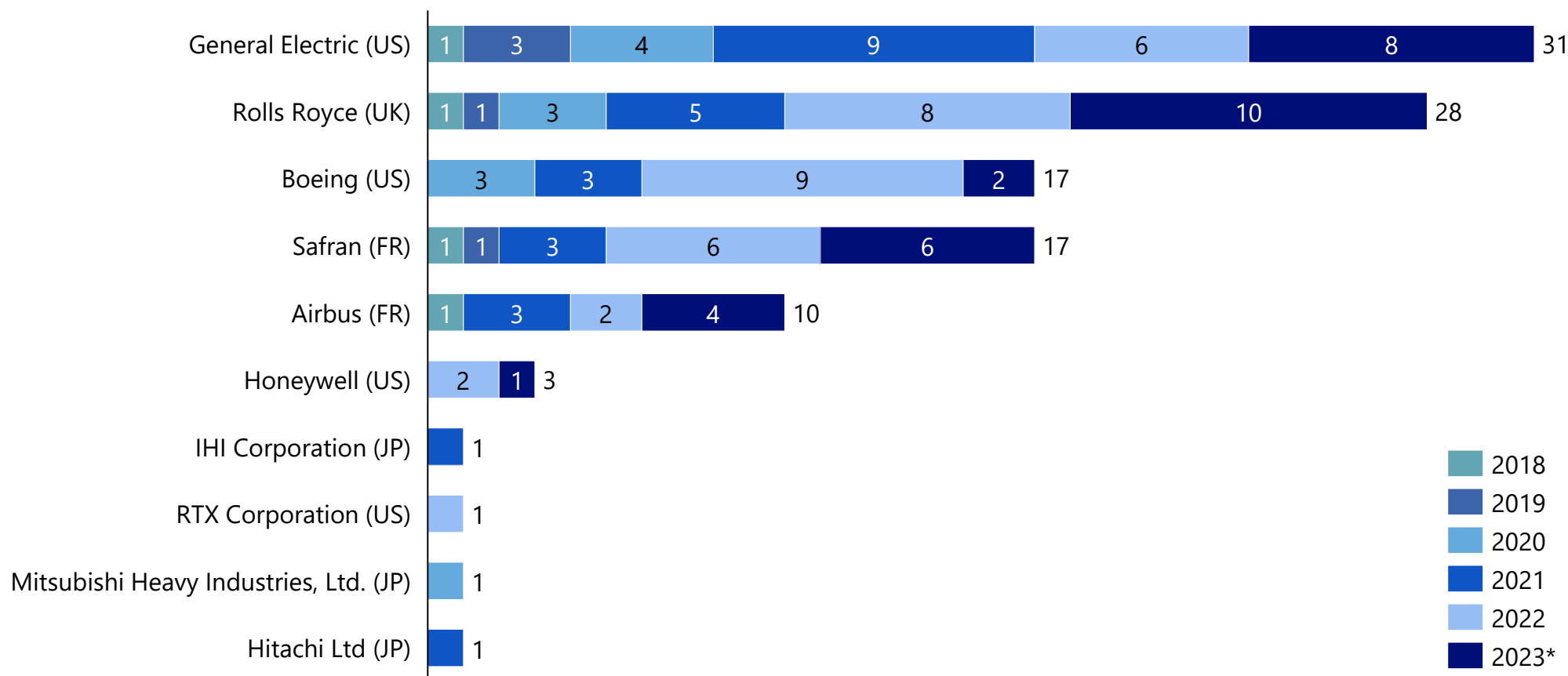
国内外における環境新技術特許出願状況調査

絶縁素材（特に、電動推進に関わるもの）

Trend Review

- GE、Rolls Royceの特許公開数が特に大きい
- 各社とも2021年以降に大きく特許公開数を伸ばしている

Company by Year



Note: *2023 data is till 22nd November

Source: Google Patents Database

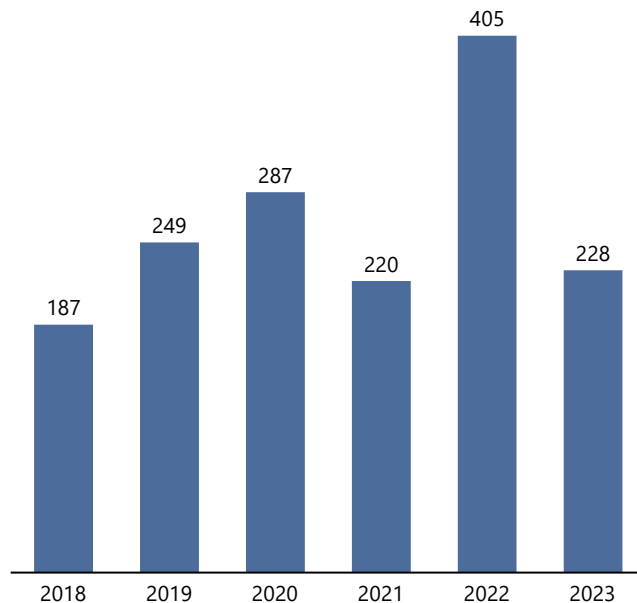
軽量化・効率化

Carbon fiber reinforced plastics (CFRP)

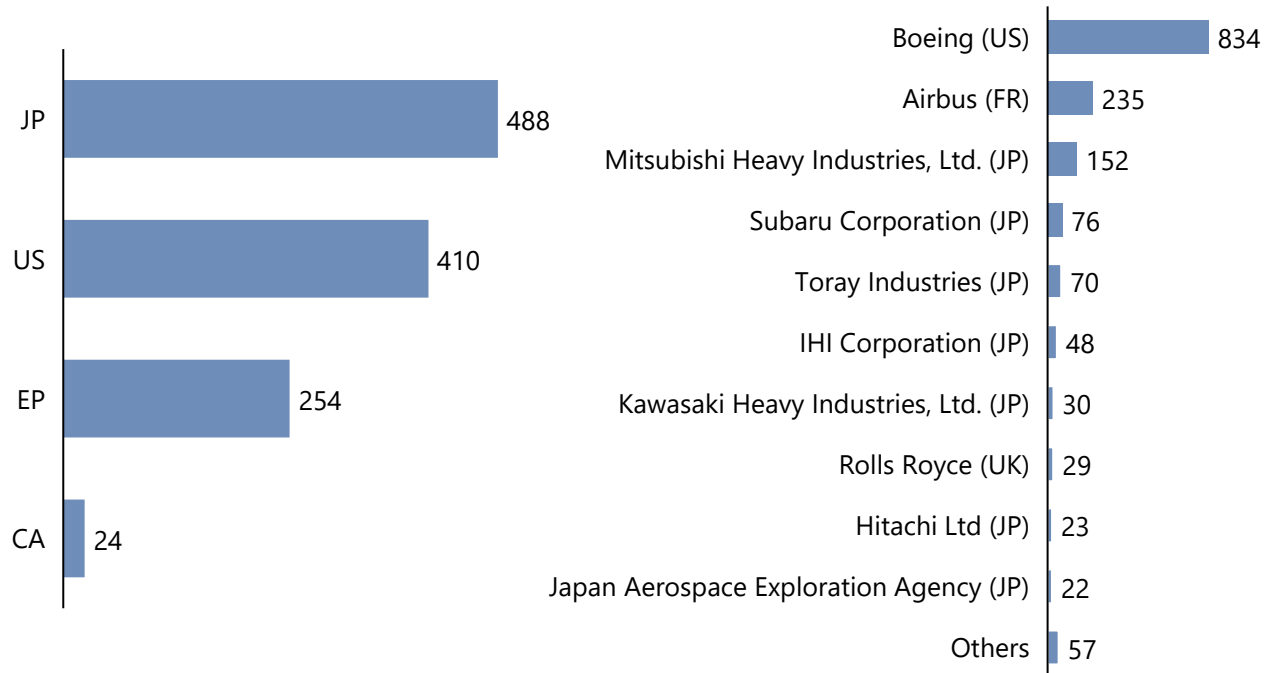
Overall Trend

- 2022年には405件、2023年には2023年12月時点で228件の関連特許が公開されている
- 特許公開数は2018年以降250件程度で推移、2022年は400件越えと大きく増加
- 最も特許公開数が多い企業はBoeing、続いてAirbus
- 航空機OEMを除くと、日本企業が多くの特許を公開しており、MHIが152件、スバルが76件、東レが70件、IHIが48件、KHIが30件と続く

Year (Total)



Country (Patent Published)



Note: *2023 data is till 8th December **The top 10 ranking has been derived based on the total from 2018 to 2023

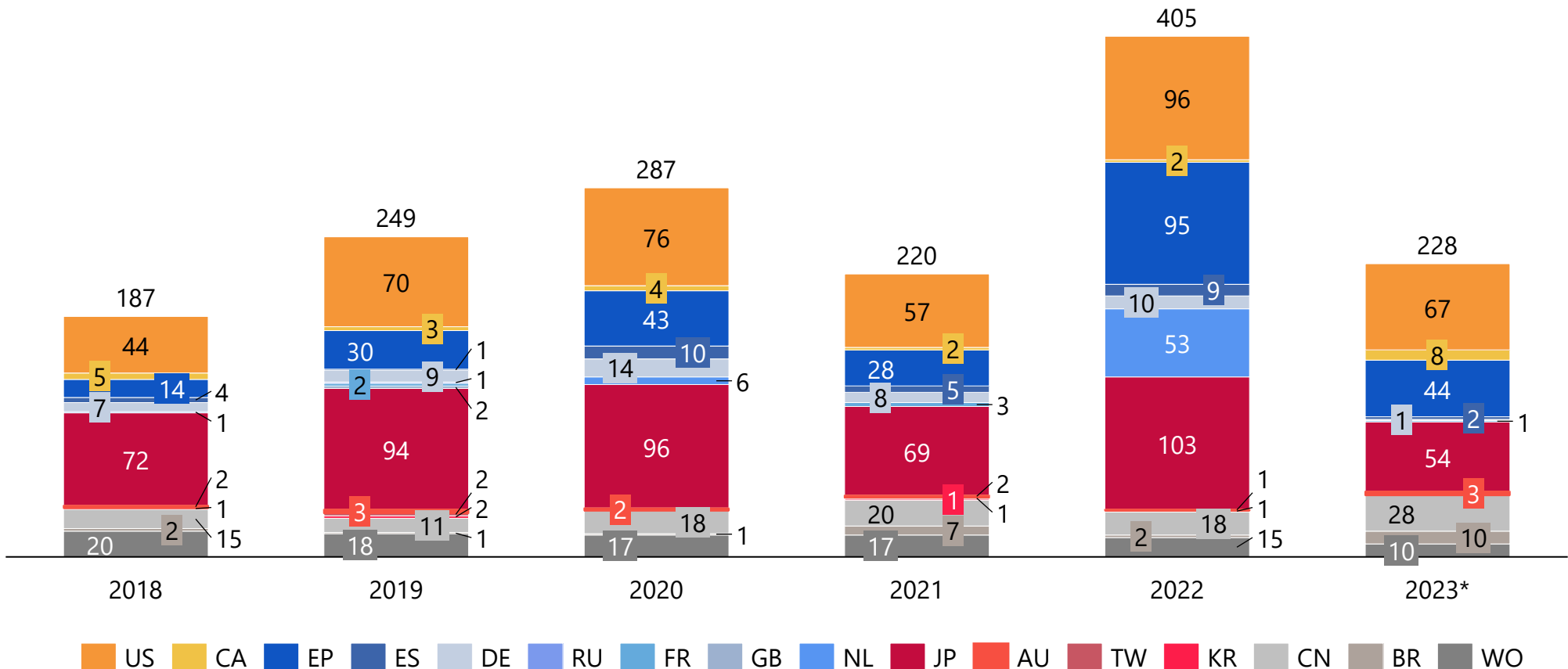
Source: Google Patents Database

Carbon fiber reinforced plastics (CFRP)

Trend Review

- 米国、欧州、日本での出願が多い

Year by Country (Patent Published Country)



Note: *2023 data is till 8th December

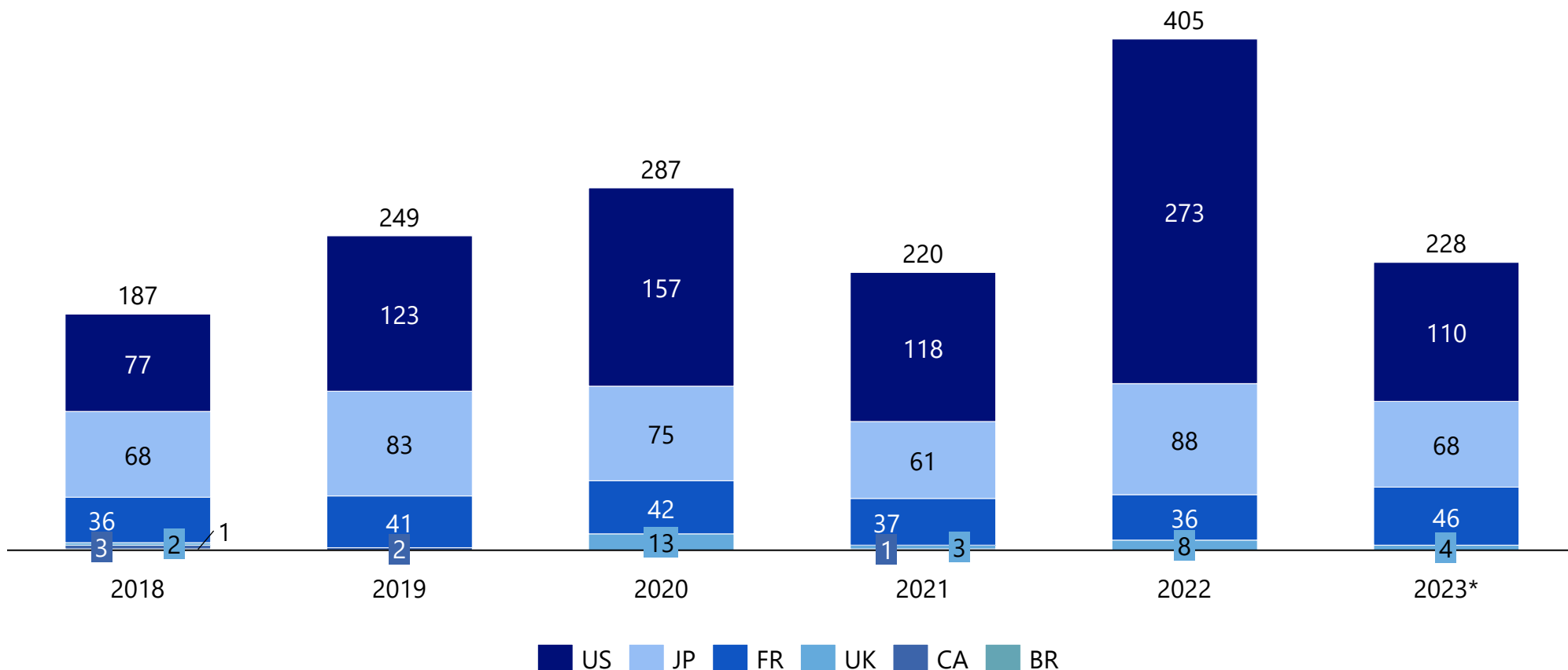
Source: Google Patents Database

Carbon fiber reinforced plastics (CFRP)

Trend Review

- Boeingの特許出願が多いため、米国企業が多い
- 他方で、日本企業も一定数の特許公開数を維持

Year by Country (Patent Assigner Country)



Note: *2023 data is till 8th December

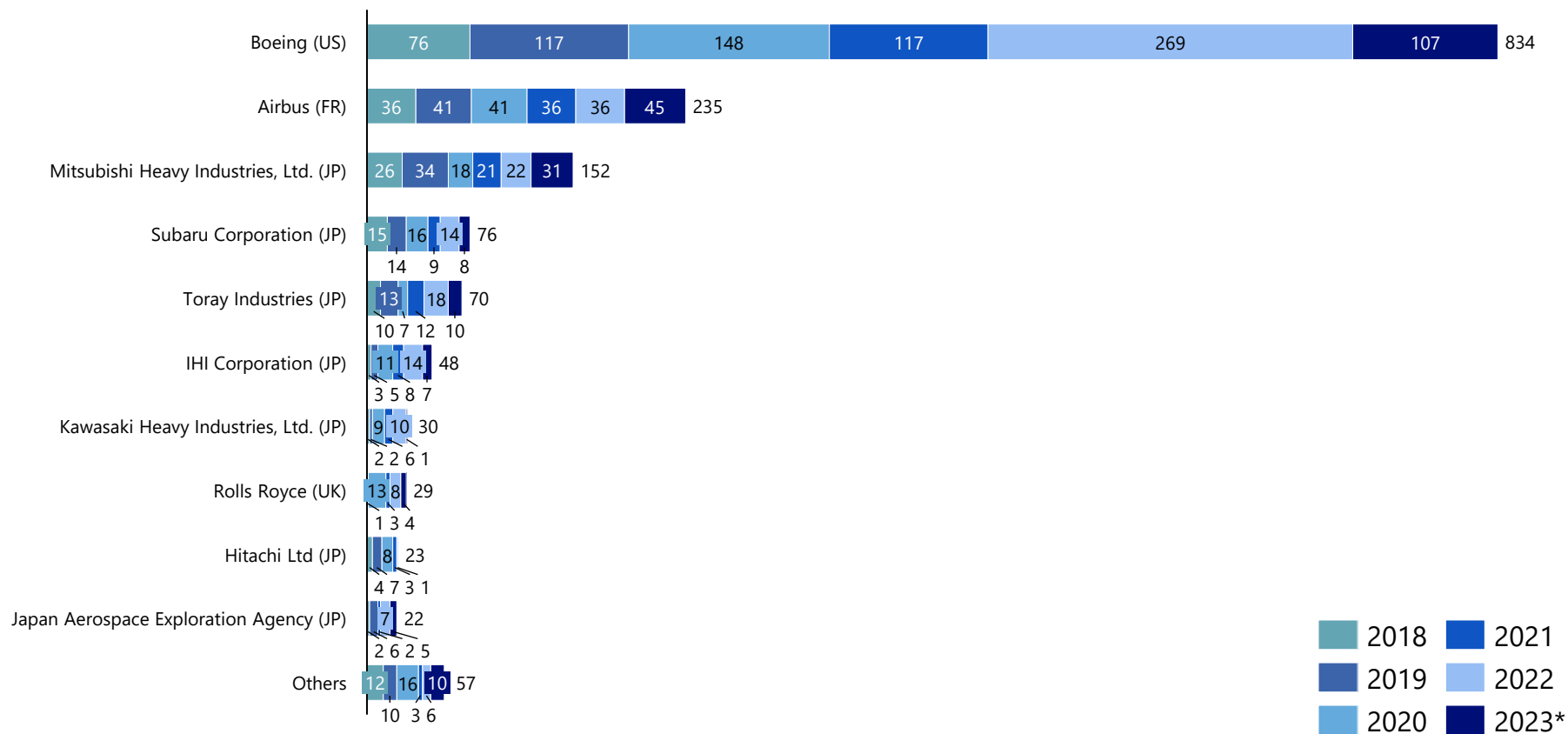
Source: Google Patents Database

Carbon fiber reinforced plastics (CFRP)

Trend Review

- Boeing、Airbusの特許公開数が特に大きい
- 2018年以降でみると、各社とも特許公開スピードに大きな変化はない

Company by Year (Top 10)**



Note: *2023 data is till 8th December **The top 10 ranking has been derived based on the total from 2018 to 2023

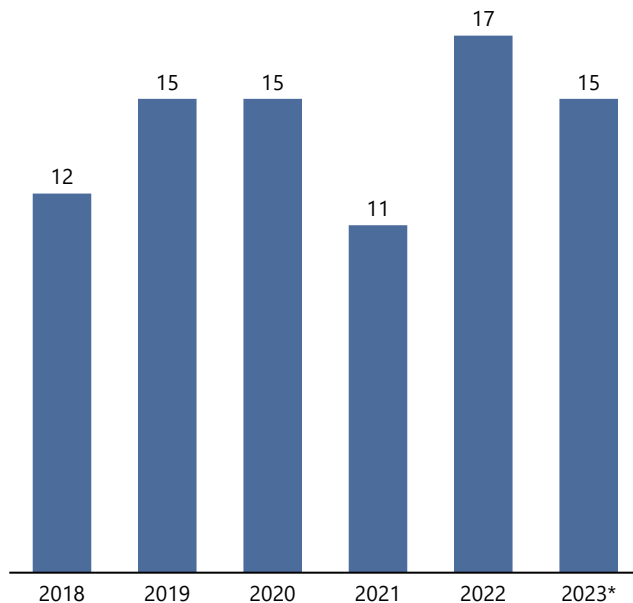
Source: Google Patents Database

Carbon fiber reinforced thermo plastics (CFRTP)

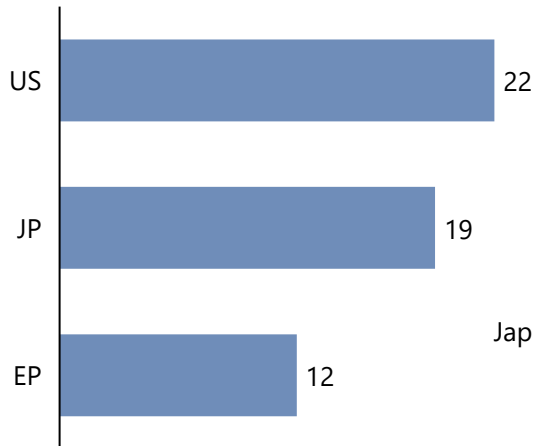
Overall Trend

- 2022年には17件、2023年には2023年12月時点で15件の関連特許が公開されている
- 特許公開数は2018年以降15件程度で推移
- 最も特許公開数が多い企業はBoeing、続いて東レ、Airbus
- 航空機OEMを除くと、日本企業が多くの特許を公開しており、東レが22件、帝人が7件、MHIが5件等

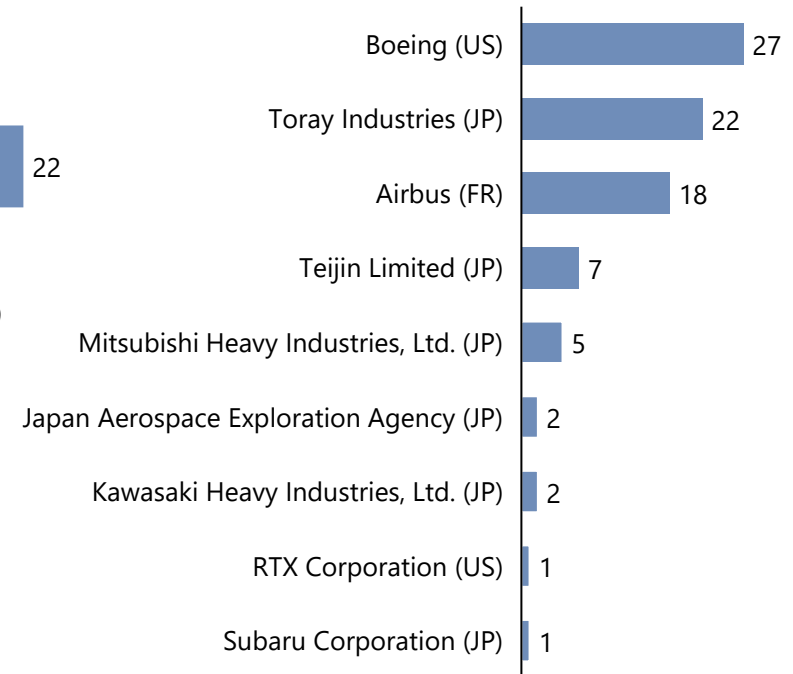
Year (Total)



Country (Patent Published)



Company (Total)**



Note: *2023 data is till 8th December **2018年～2023年の総和

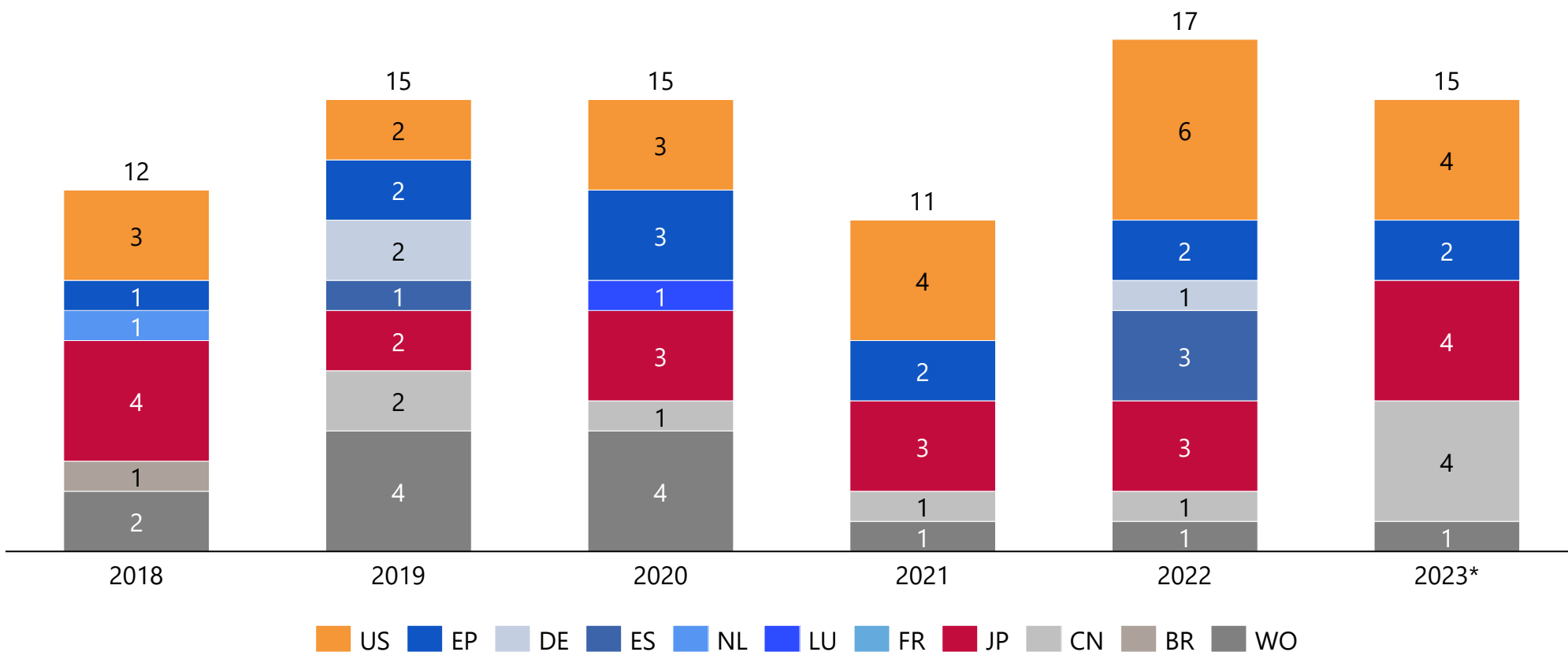
Source: Google Patents Database

Carbon fiber reinforced thermo plastics (CFRTP)

Trend Review

- 米国、欧州、日本における特許公開が多い

Year by Country (Patent Published Country)



Note: *2023 data is till 8th December

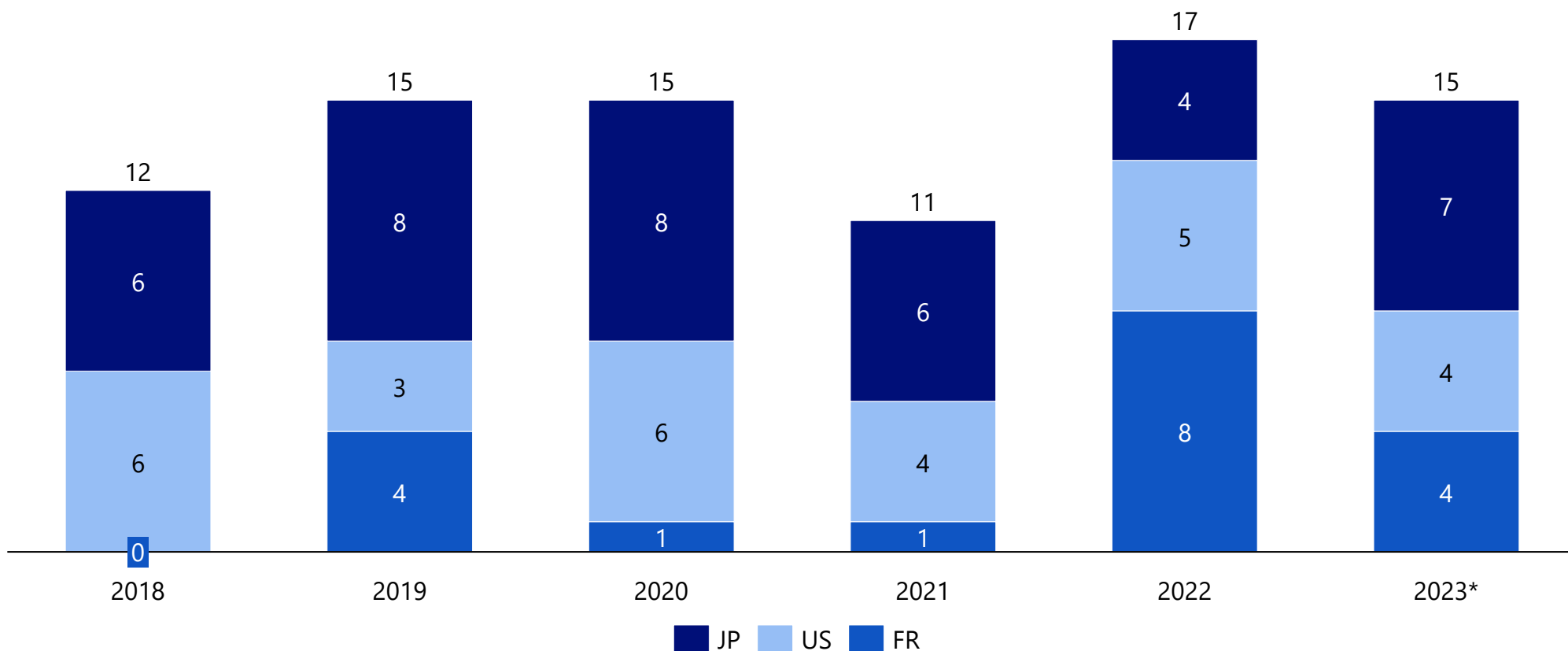
Source: Google Patents Database

Carbon fiber reinforced thermo plastics (CFRTP)

Trend Review

- 日本、米国、欧州企業による特許公開が多い

Year by Country (Patent Assigner Country)



Note: *2023 data is till 8th December

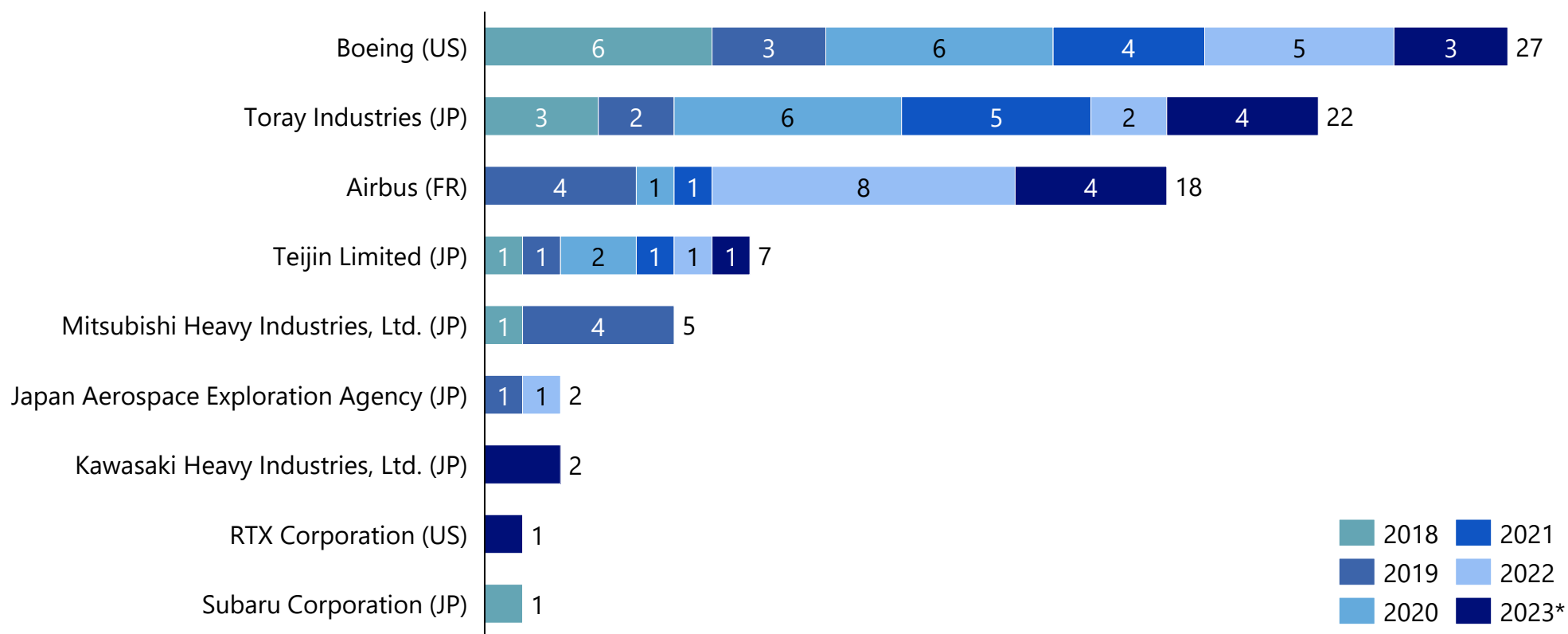
Source: Google Patents Database

Carbon fiber reinforced thermo plastics (CFRTP)

Trend Review

- 特許出願数が多い企業でも、各年による特許公開スピードに大きな変化はなく、一定程度の特許公開数ペースが続いている

Company by Year**



Note: *2023 data is till 8th December **2018年～2023年の総和

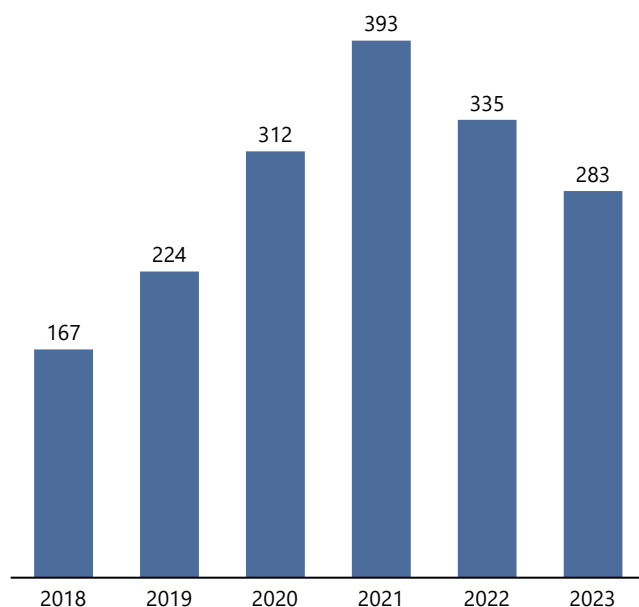
Source: Google Patents Database

Ceramic matrix composites (CMC)

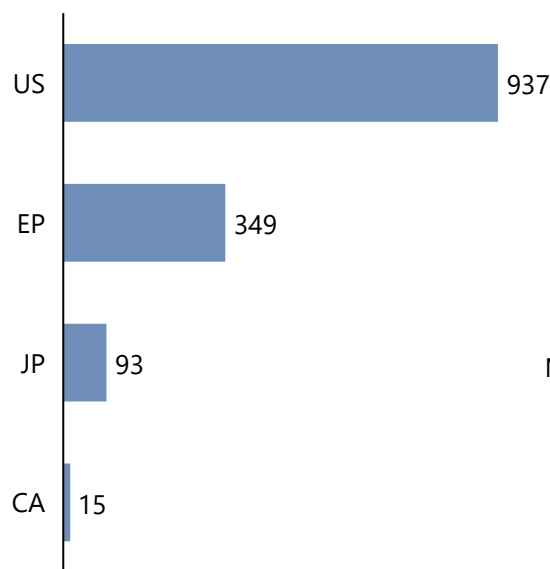
Overall Trend

- 2022年には335件、2023年には2023年11月時点で283件の関連特許が公開されている
- 特許公開数は2018年以降増加傾向にあったものの、2020年ころからは300～400件程度で推移
- 最も特許公開数が多い企業はRTX、続いてRolls-Royce、GE、Safran
- 日本企業は、IHIが28件、三菱重工業が25件、東レが21件、日立製作所が12件の関連特許を公開

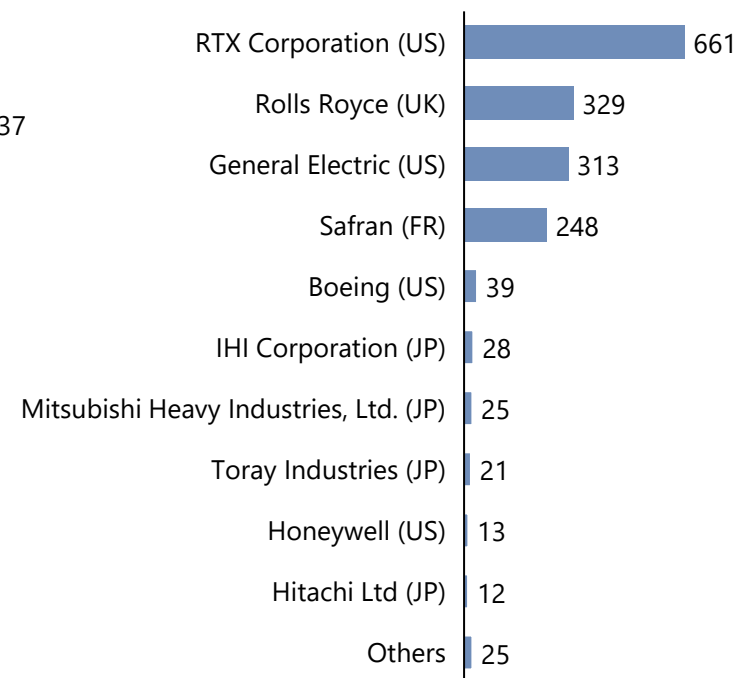
Year (Total)



Country (Patent Published)



Company (Total/Top 10)**



Note: *2023 data is till 21st November **The top 10 ranking has been derived based on the total from 2018 to 2023

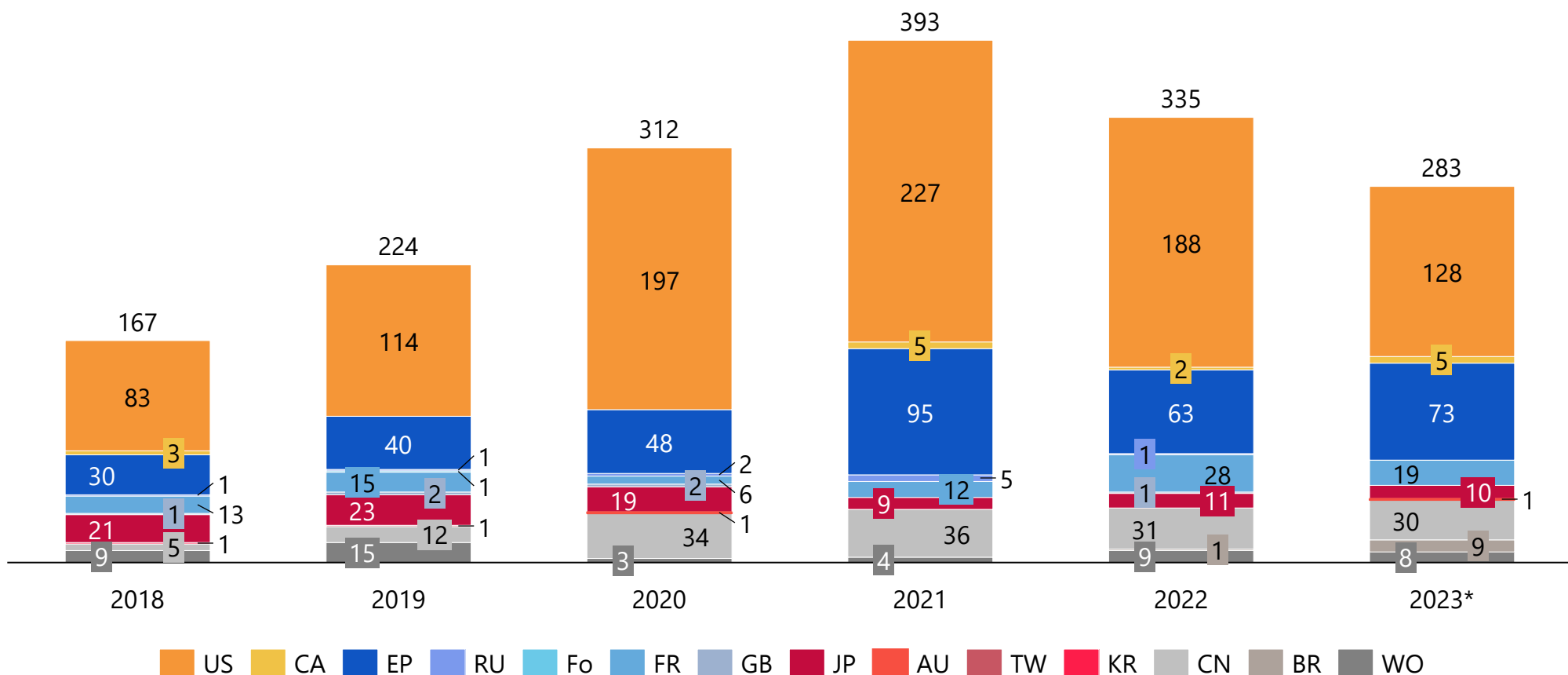
Source: Google Patents Database

Ceramic matrix composites (CMC)

Trend Review

- 米国での出願が多い、続いて欧州、日本

Year by Country (Patent Published Country)



Note: *2023 data is till 21st November

Source: Google Patents Database

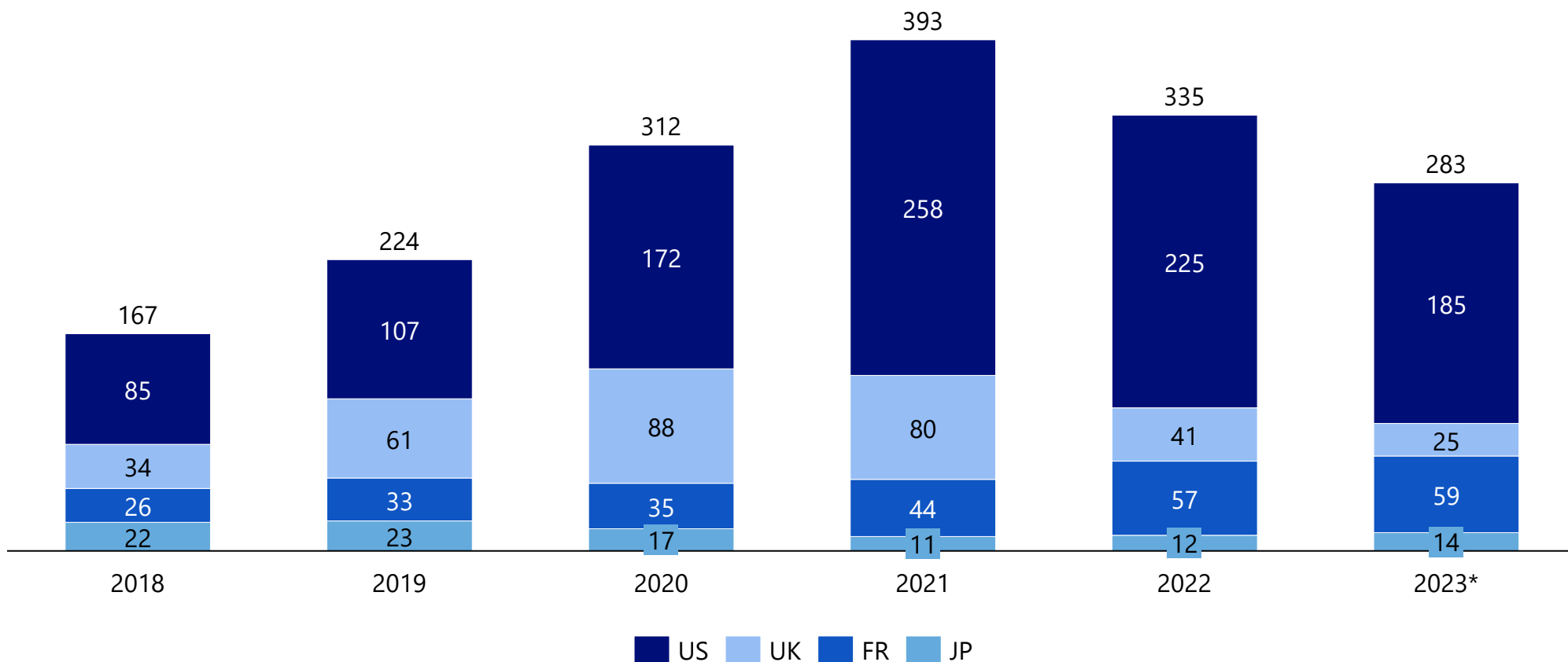
国内外における環境新技術特許出願状況調査

Ceramic matrix composites (CMC)

Trend Review

- 米国企業による特許が突出して多く、続いて欧州企業

Year by Country (Patent Assigner Country)



Note: *2023 data is till 21st November

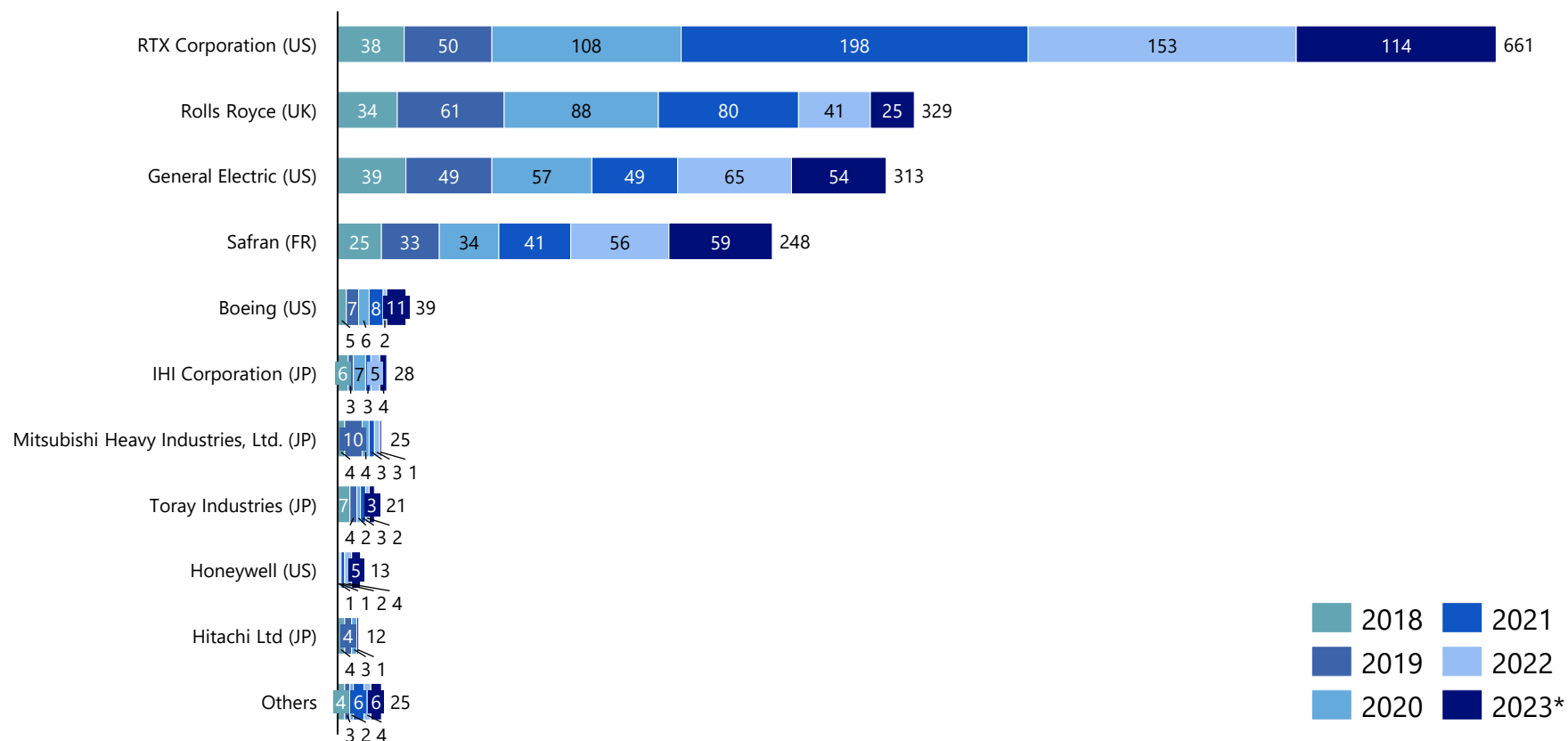
Source: Google Patents Database

Ceramic matrix composites (CMC)

Trend Review

- 出願数の多いRTXでは、2020年以降の公開特許が多い
- それ以外の企業では、2018年ごろから各年30件以上の特許が公開されている

Company by Year (Top 10)**



Note: *2023 data is till 21st November **The top 10 ranking has been derived based on the total from 2018 to 2023

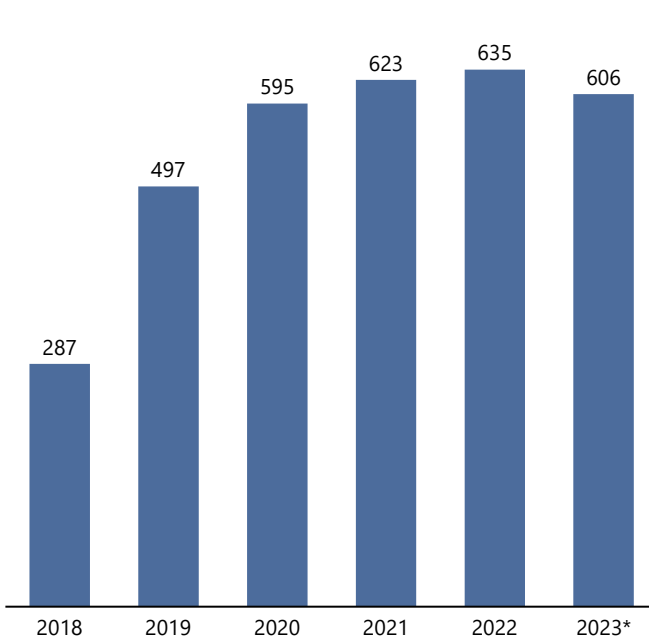
Source: Google Patents Database

Additive manufacturing (AM)

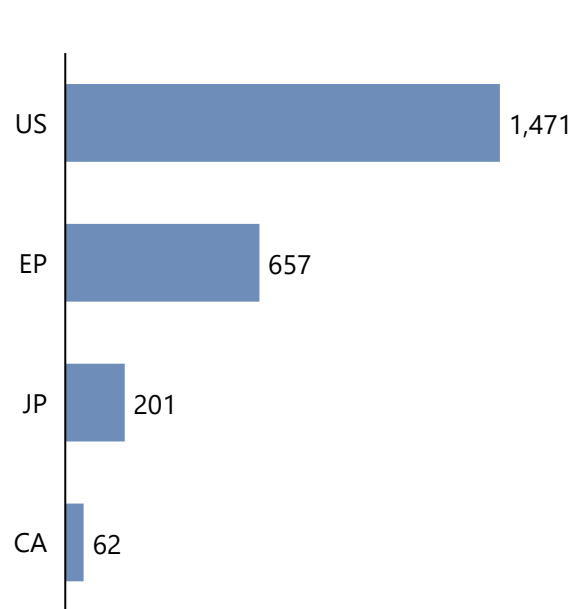
Overall Trend

- 2022年には635件、2023年には2023年12月時点で606件の関連特許が公開されている
- 特許公開数は2020年以降600件程度で推移
- 最も特許公開数が多い企業はRTX Corporation、続いてGE、Safran、Boeing
- 日本企業は日立製作所が26件の関連特許を公開

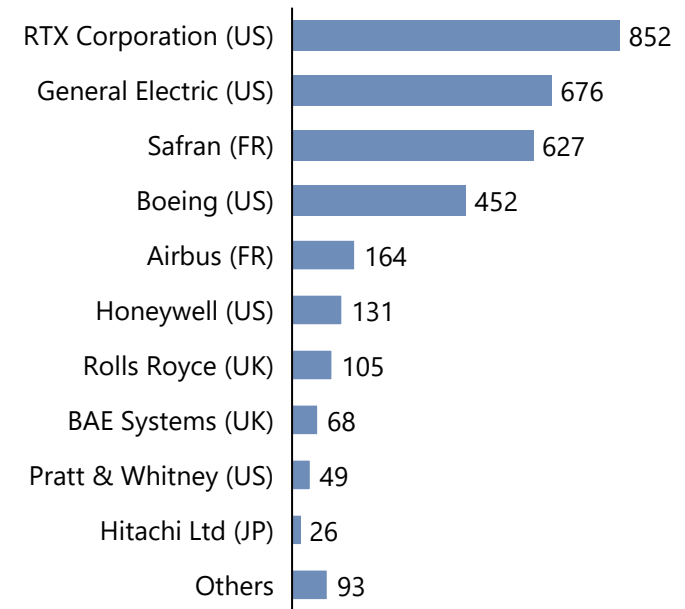
Year (Total)



Country (Patent Published)



Company (Total/Top 10)**



Note: *2023 data is till 5th December **The top 10 ranking has been derived based on the total from 2018 to 2023

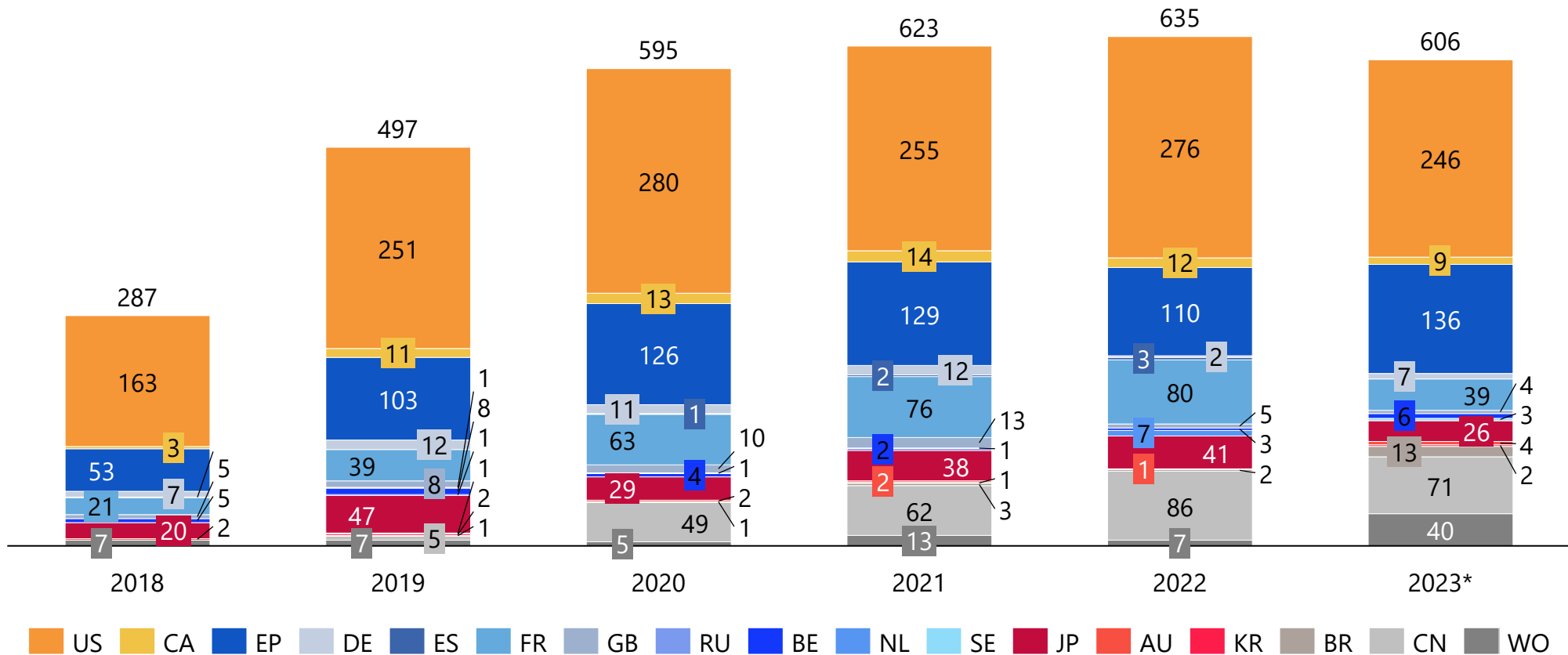
Source: Google Patents Database

Additive manufacturing (AM)

Trend Review

- 米国、欧州での特許公開が多い

Year by Country (Patent Published Country)



Note: *2023 data is till 5th December

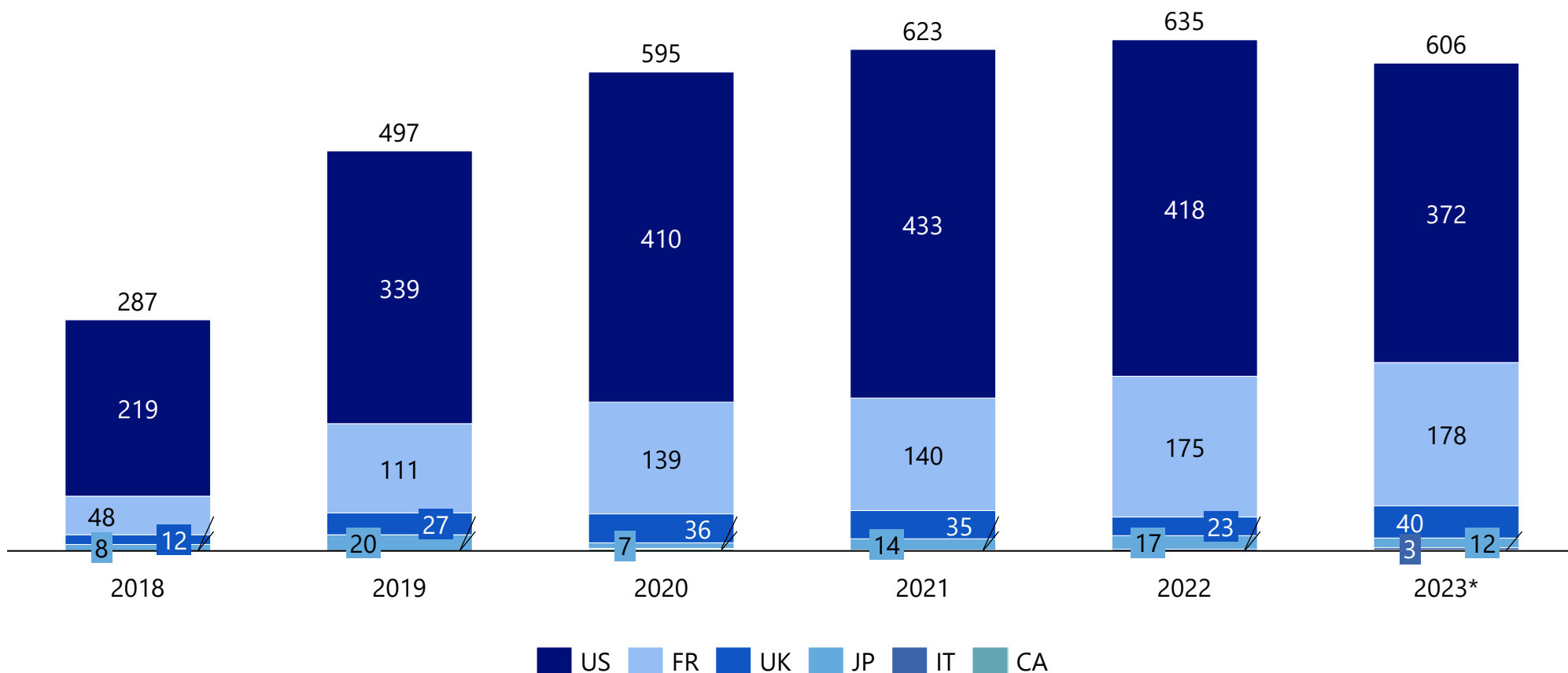
Source: Google Patents Database

Additive manufacturing (AM)

Trend Review

- 米国、欧州企業による特許公開が多い

Year by Country (Patent Assigner Country)



Note: *2023 data is till 5th December

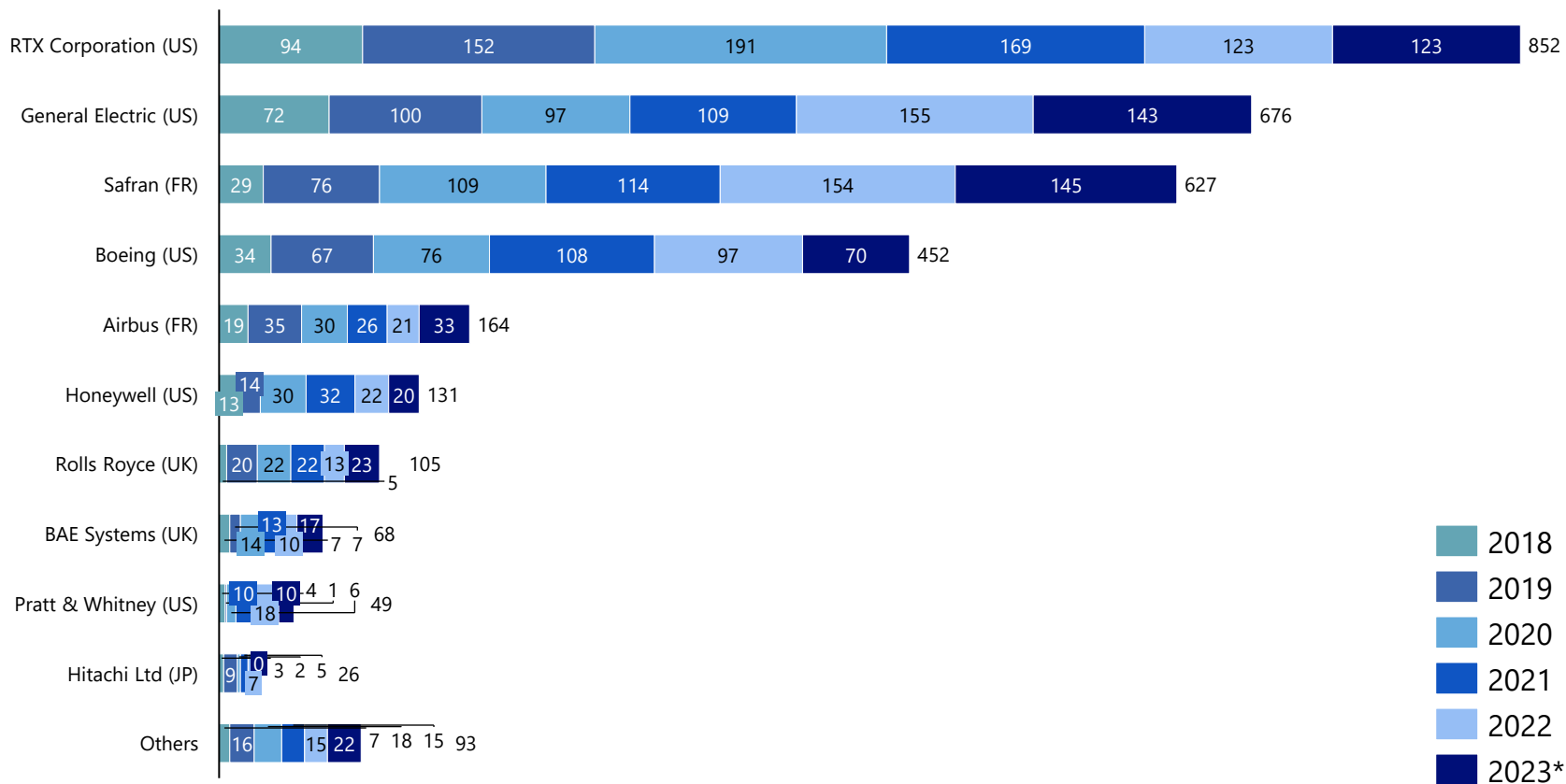
Source: Google Patents Database

Additive manufacturing (AM)

Trend Review

- 出願数の多いRTX、GE、Safranとも、特許出願ペースに大きな差異は存在しない

Company by Year (Top 10)**



Note: *2023 data is till 5th December **The top 10 ranking has been derived based on the total from 2018 to 2023

Source: Google Patents Database

定量面からの技術トレンド分析

定量面からの技術トレンド分析

各技術に関して特許公開数の多い3社をピックアップ。2018年以降に公開された特許情報から、特許における主要な技術課題と、その特許の対象ビークルを整理

- 今後大きな技術変革が想定され、航空機部品業界の産業構造に大きな変化を与えると想定されている技術を深堀調査の対象としている
- 本調査では、推進系に関連する技術を対象とした(水素化関連技術、ハイブリッド電動推進システム、電動推進用モーター、リチウムイオン電池)
- ただし、本分析は特定技術の専門家・エンジニアによるものではないため、簡易的な調査である点に留意が必要

対象分野	対象技術	Task1-1深堀対象
水素化	水素燃料タンク Hydrogen fuel tank	✓
	燃料電池 Fuel cell	✓
	水素航空機エンジン（特に、heat exchanger（熱交換器））	✓
電動化	ハイブリッド電動推進システム Hybrid Electric Propulsion System	✓
	電動推進用モーター Electric propulsion motors	✓
	フライホイール型蓄電装置	
	絶縁素材	
	リチウムイオン電池 lithium-ion battery	✓
	全固体電池 all solid-state battery*	
	電動油圧式アクチュエーター	
	電動機械式アクチュエーター	
	インバーター・コンバーター	
	電動タキシングシステム	
効率化・軽量化	FRP（繊維強化プラスチック）	
	CFRP（炭素繊維強化プラスチック）	
	CFRTP（熱可塑性炭素繊維強化プラスチック）	
	CMC (Ceramic Matrix Composites)	
	AM (Additive Manufacturing)	

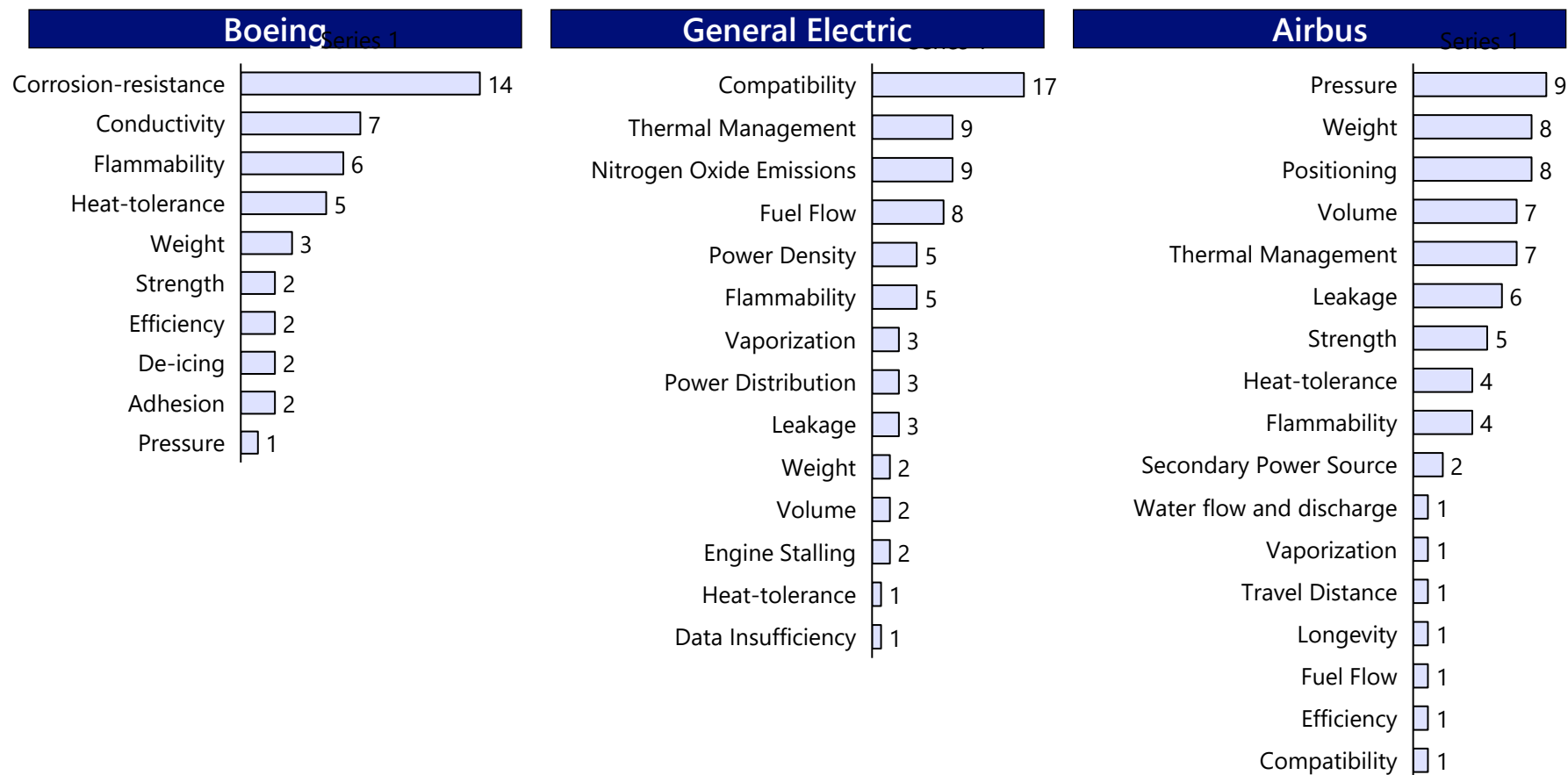
*全固体電池に関しては公開特許数が少ないため対象外とした

水素燃料タンク

技術課題

Trend Review

- ボーイングは耐食性、導電性、燃焼性に重点を置く一方で、GEは互換性、熱管理、窒素酸化物の排出を優先
- エアバスは圧力、重量等に集中している

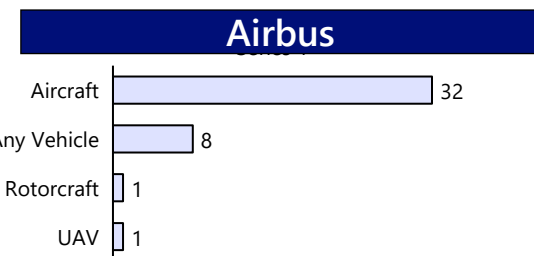
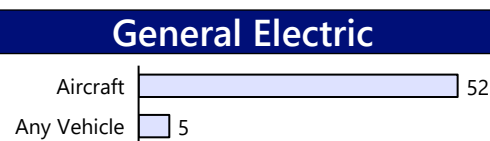
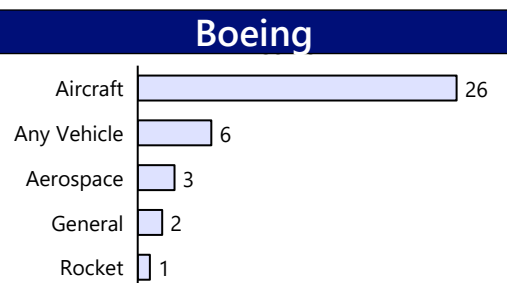


* 1 つの特許で複数技術課題を持つものあり

Trend Review

- 特許は主に航空宇宙産業と自動車産業を対象にしている
- Boeingは航空宇宙とロケット技術の双方を含む特許を多く公開

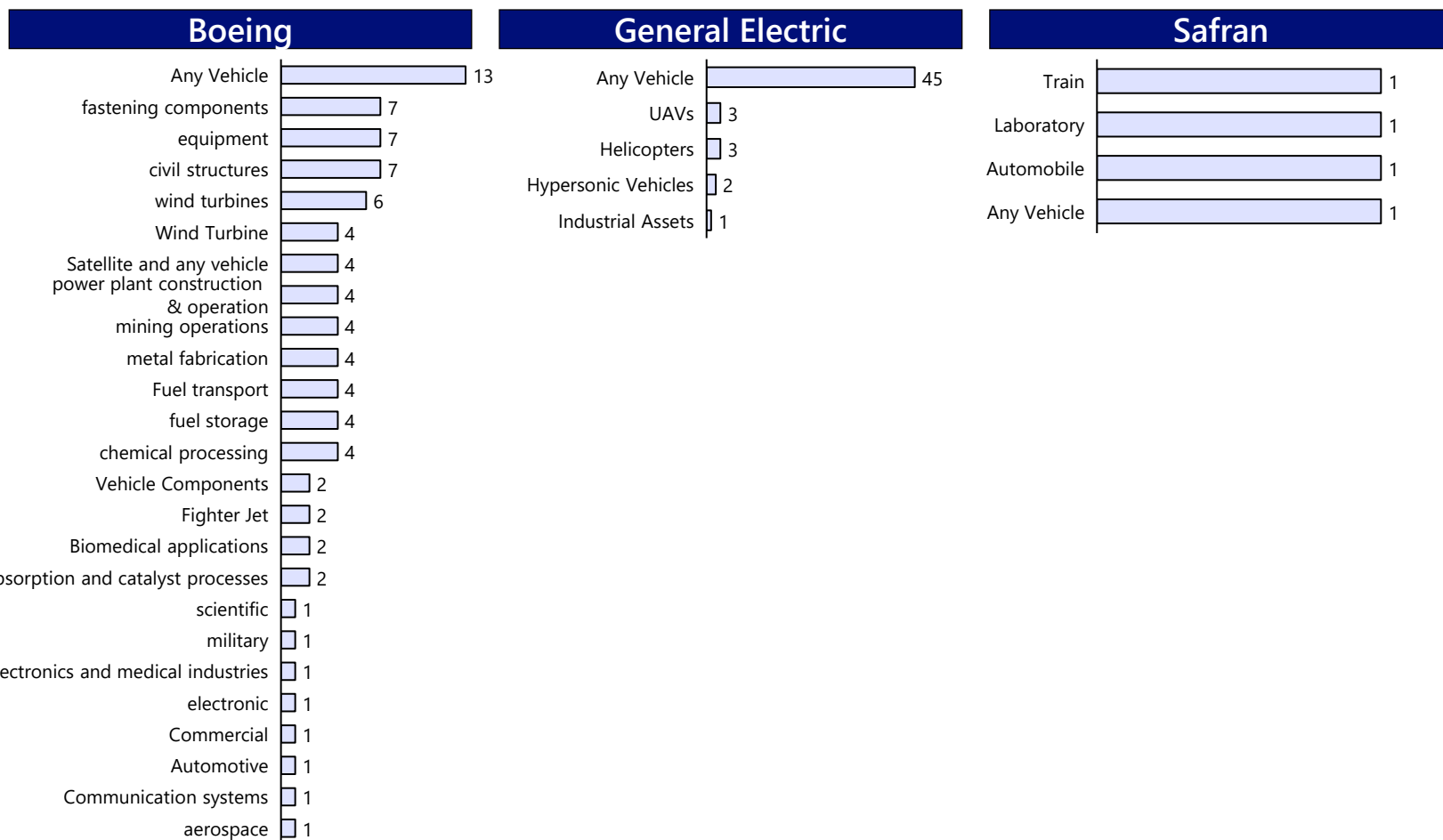
Main usage*



*One patent with multiple uses

Trend Review

- 各社とも他分野に転用可能な特許を多数出願している
- ボーイングは多くの特許を公開している



Other usage*

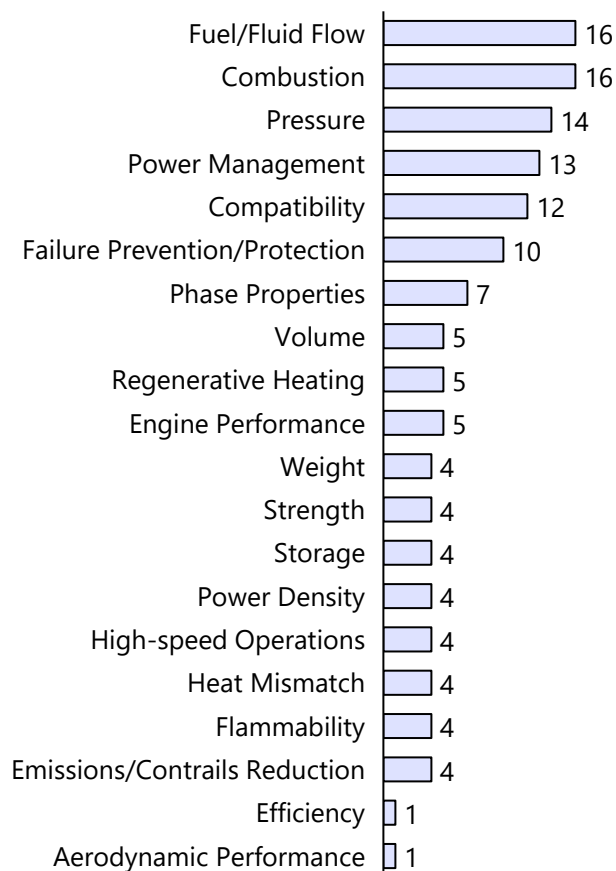
*One patent with multiple uses

**Or to produce magnetorheological fluids and composites

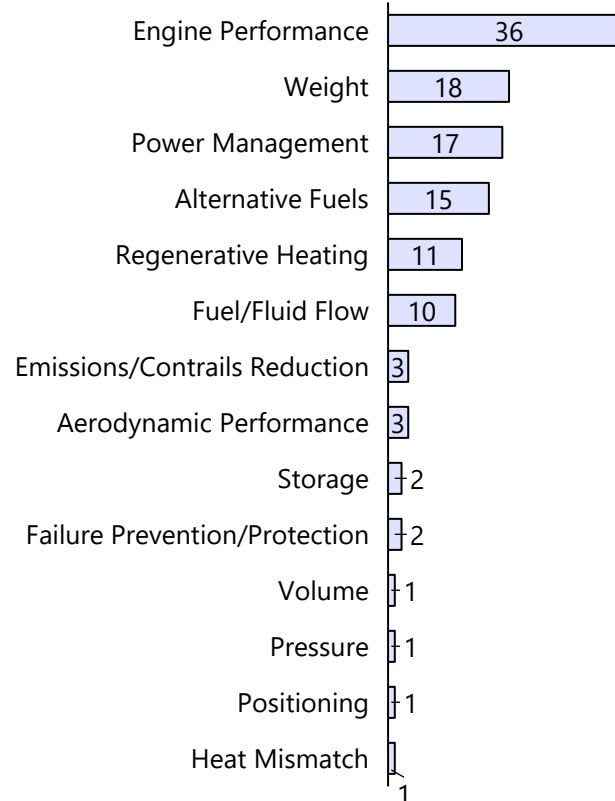
Trend Review

- GEは、燃料／流体、燃焼、圧力に関する特許を多く公開している
- RTXはエンジン性能、重量、パワー・マネジメントの特許を優先
- エアバスは効率化、軽量化、燃料／流体の最適化に重点を置いている

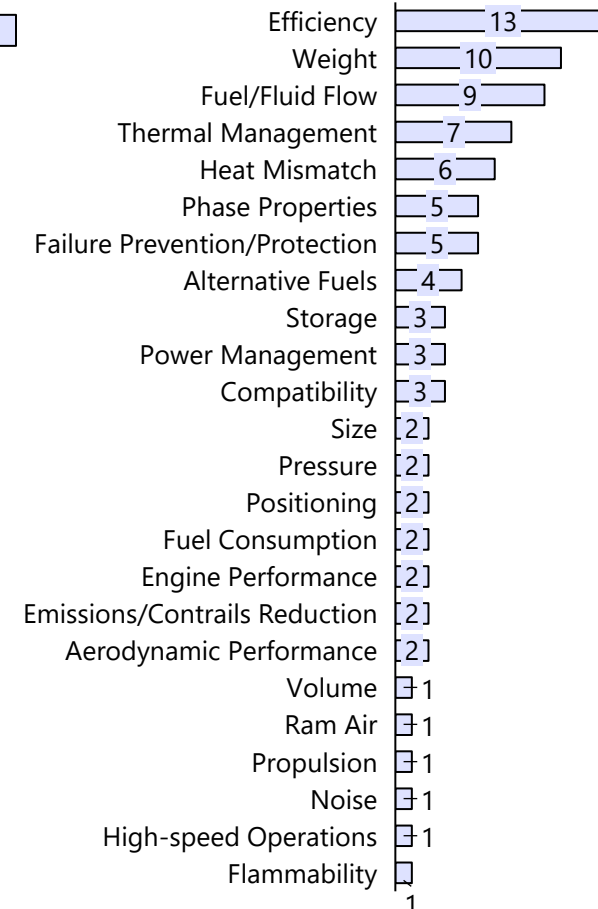
General Electric



RTX



Airbus

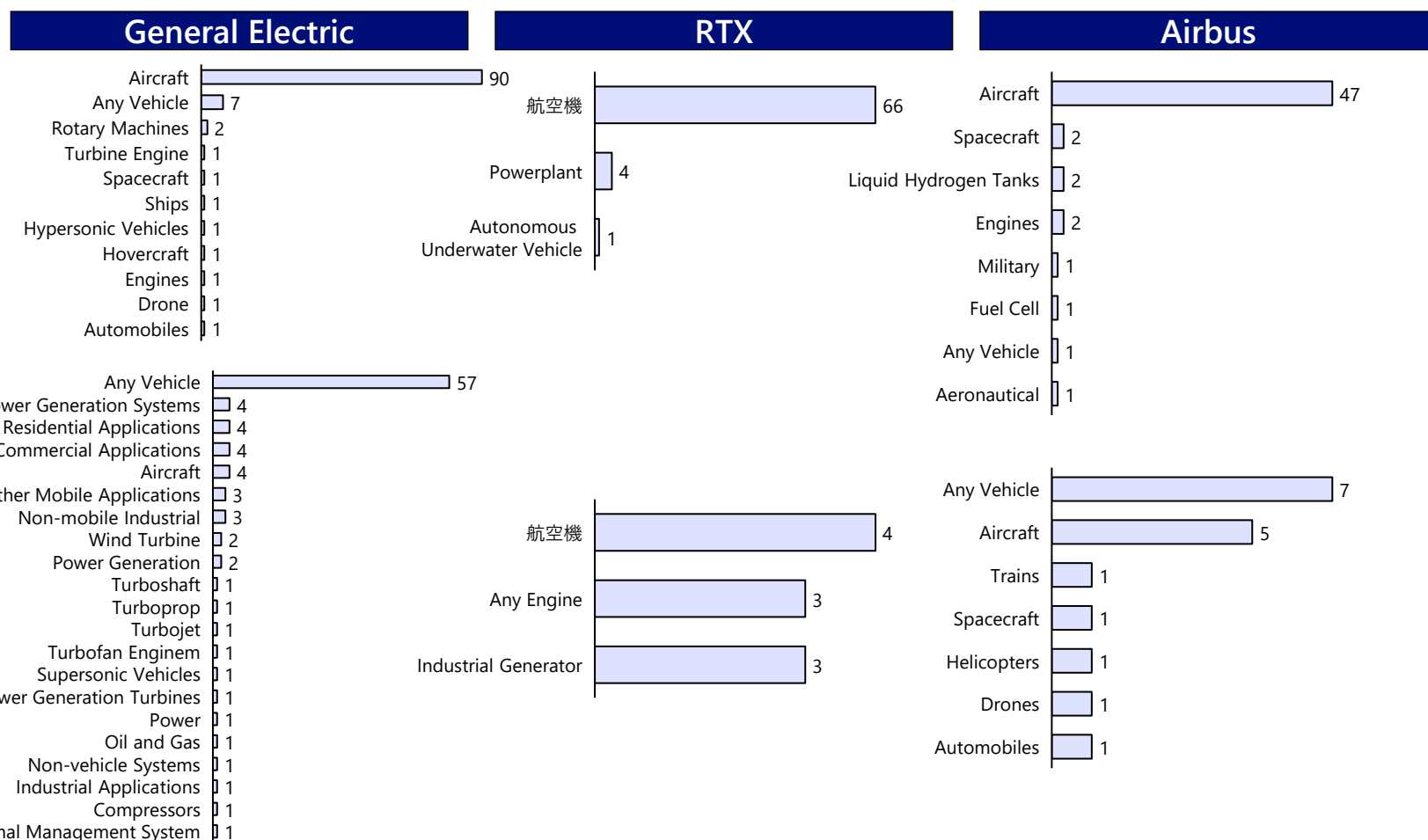


* 1 つの特許で複数技術課題を持つものあり

水素航空機エンジン（特に、heat exchanger（熱交換器）） 対象用途（ビークルなど）

Trend Review

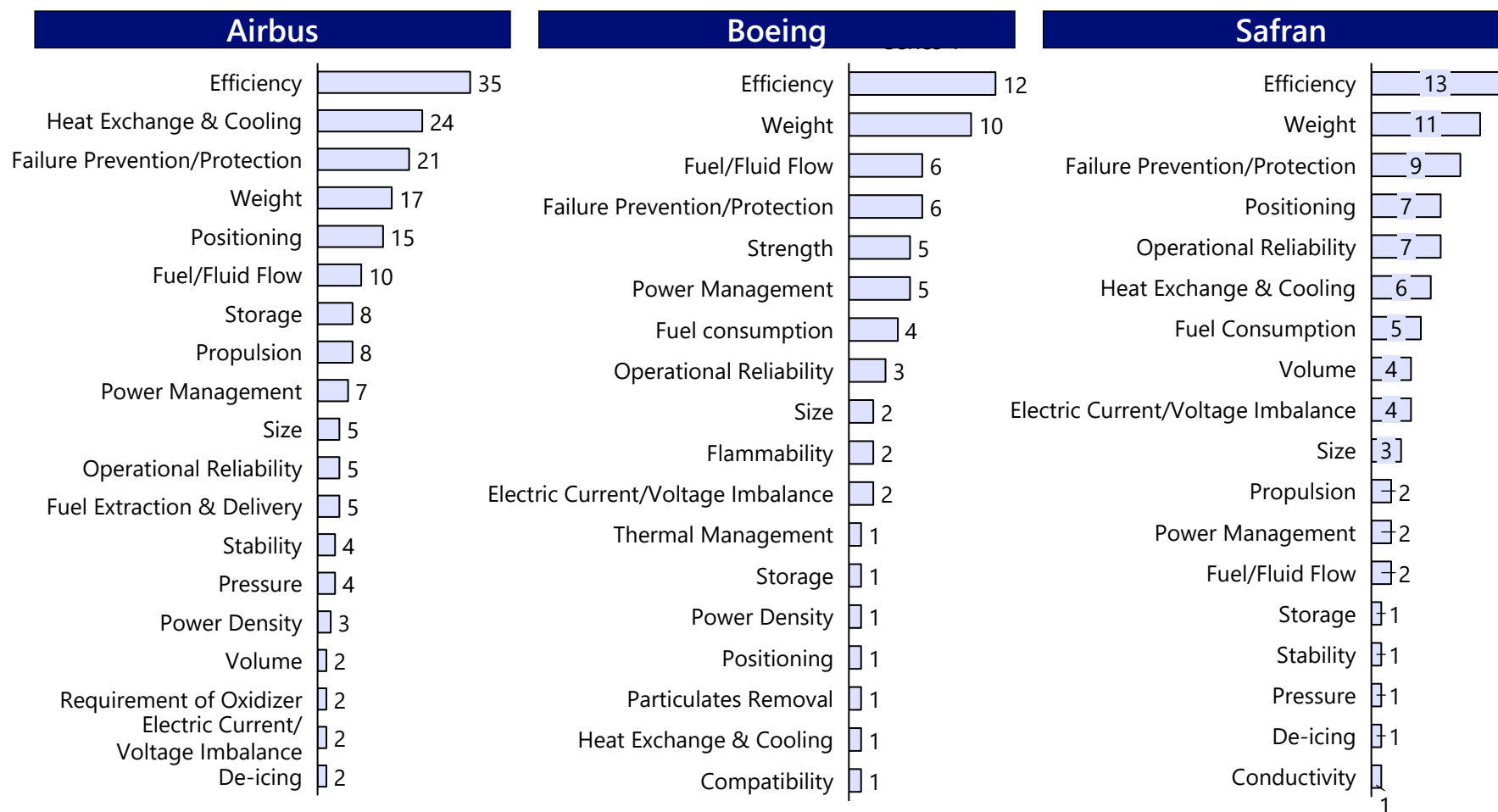
- 基本的には各社とも航空機中心に特許を公開している



*One patent with multiple uses

Trend Review

- 効率、軽量化、故障防止・保護が主なターゲット

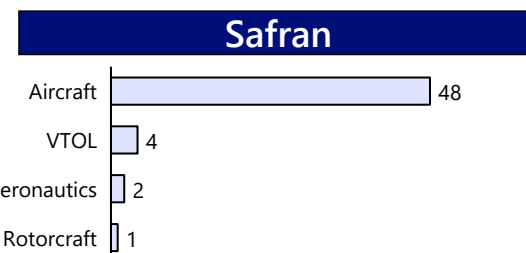
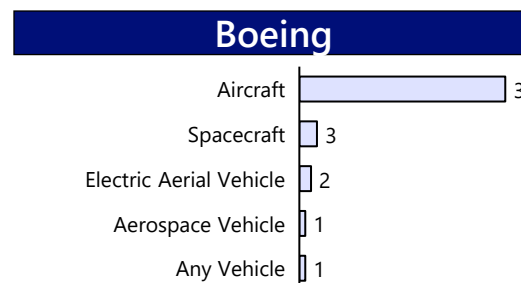
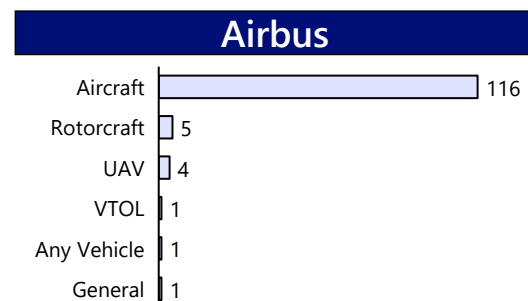


* 1 つの特許で複数技術課題を持つものあり

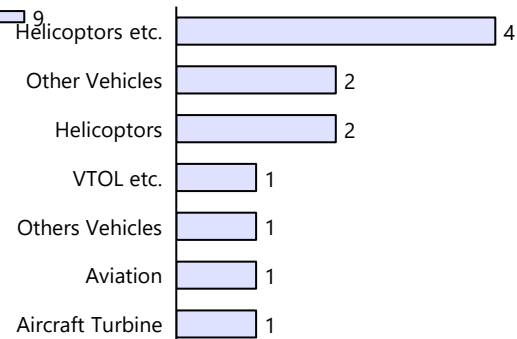
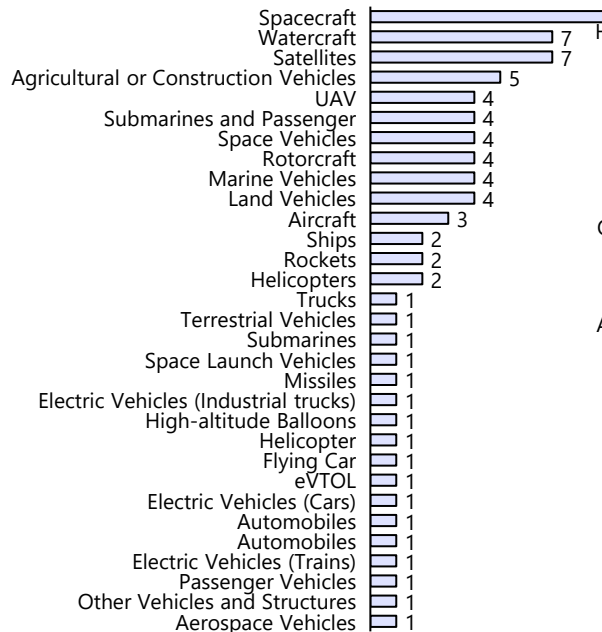
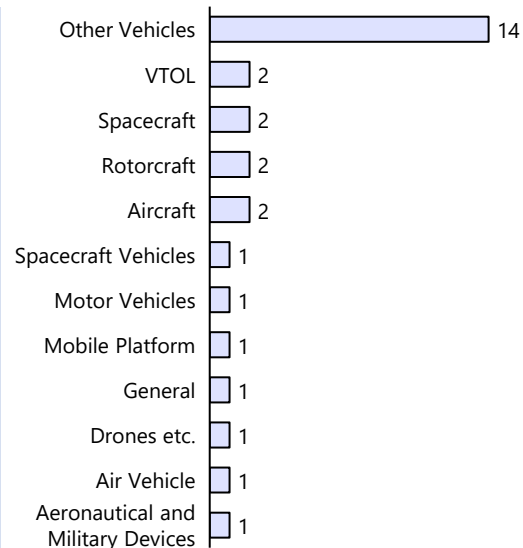
Trend Review

- 各社とも、航空宇宙、船舶、人工衛星、ヘリコプター、農業機械など、他分野に転用可能な特許を多く出願している

Main usage*



Other usage*



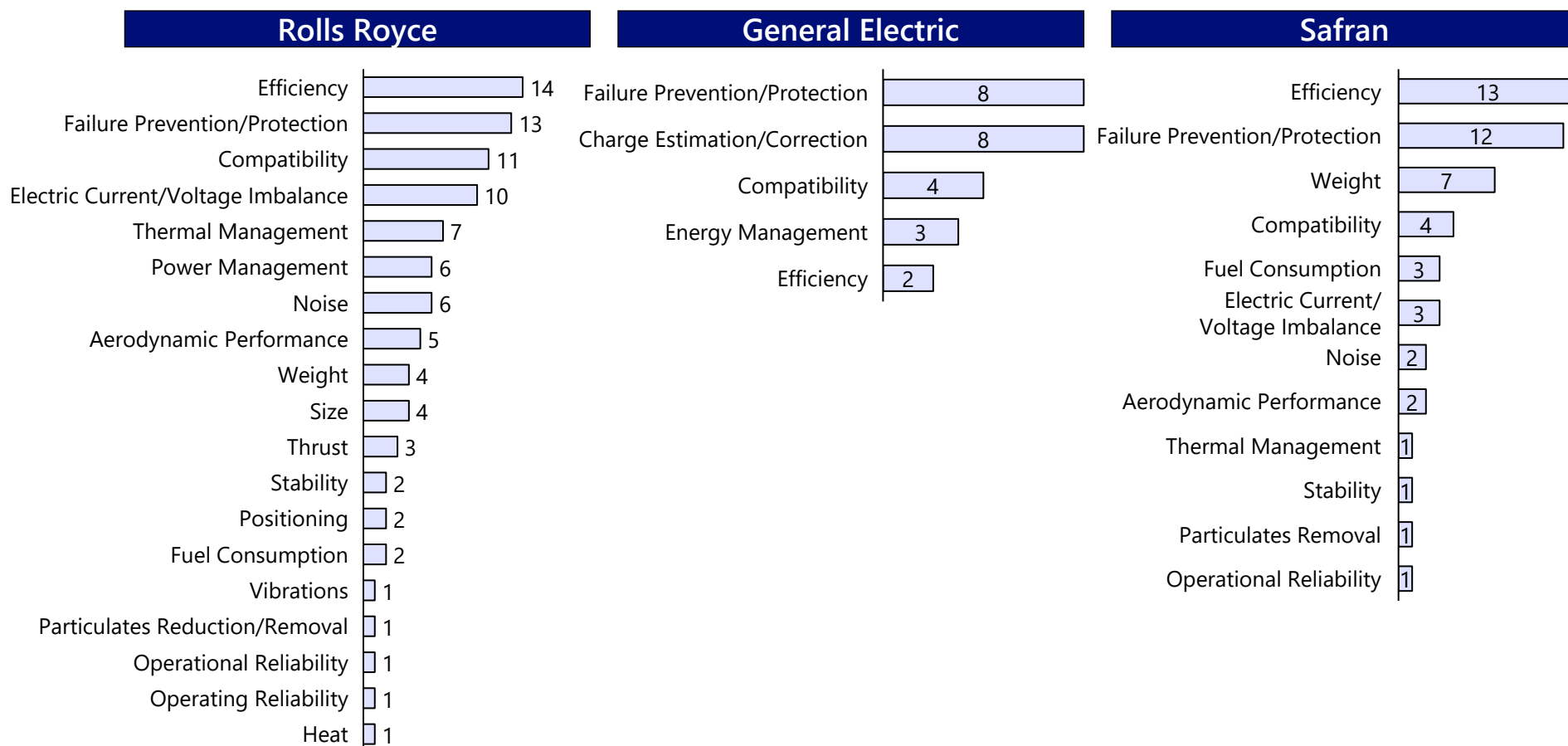
*One patent with multiple uses

ハイブリッド推進システム

技術課題

Trend Review

- 故障防止/保護は3社すべてにとって最優先事項のひとつである
- また、Rolls RoyceとSafranは、効率向上を目的とした特許が多い



* 1 つの特許で複数技術課題を持つものあり

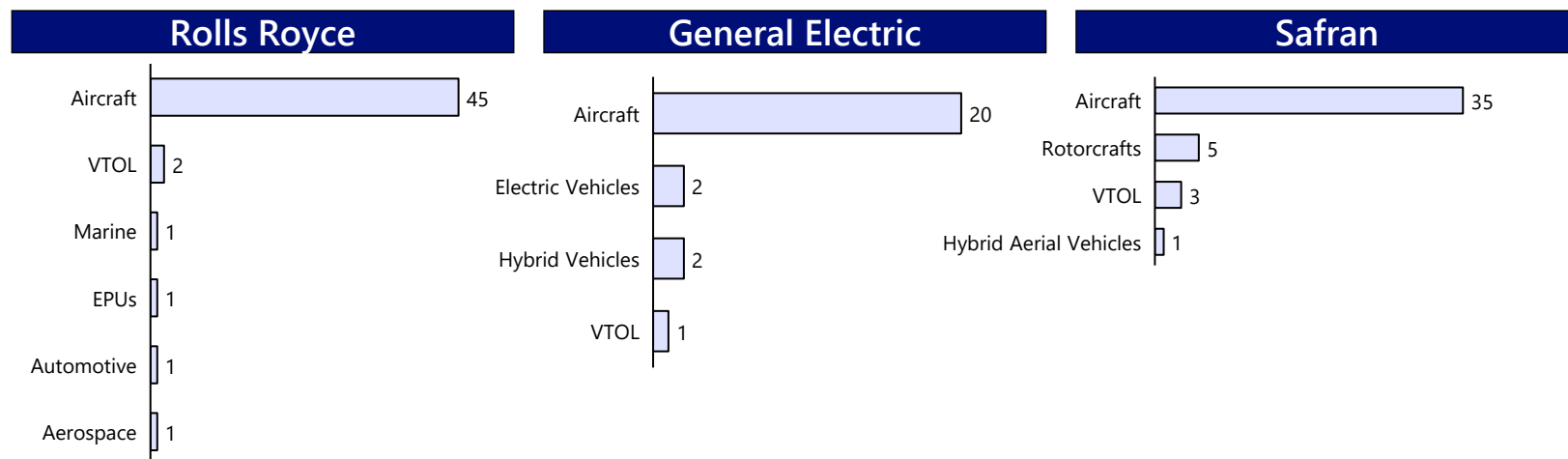
ハイブリッド推進システム

対象用途（ビークルなど）

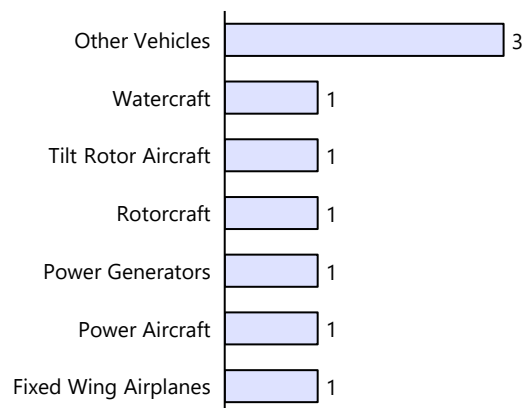
Trend Review

- 基本的には各社とも航空機向けの用途が中心であり、一部VTOLや宇宙用等の用途を持つ特許も公開している

Main usage*



Other usage*



None

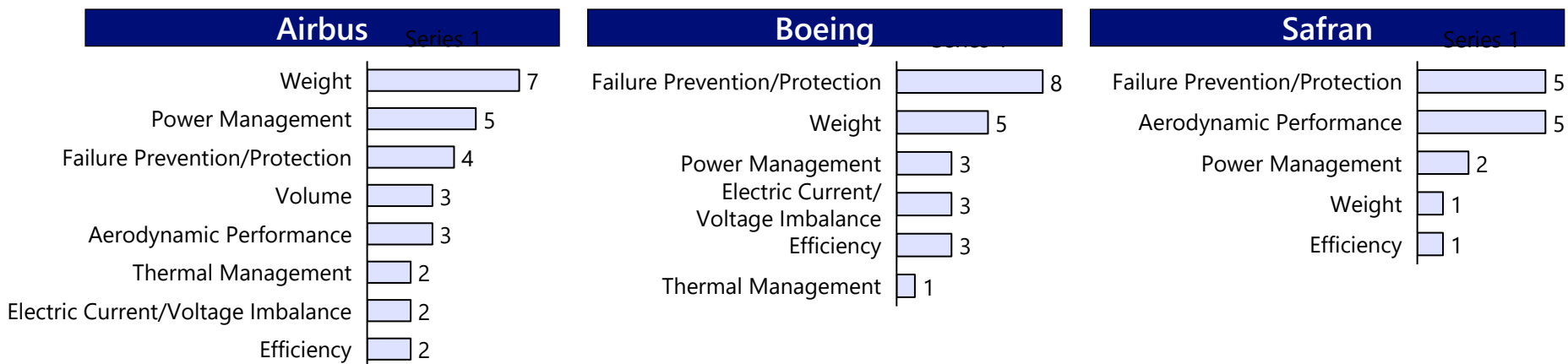
None

*One patent with multiple uses

電動推進モーター 技術課題

Trend Review

- 軽量化、電力管理、故障防止が主なターゲット

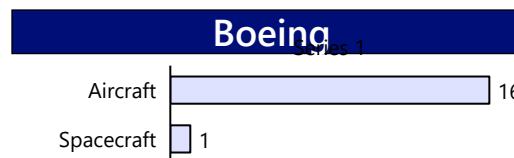
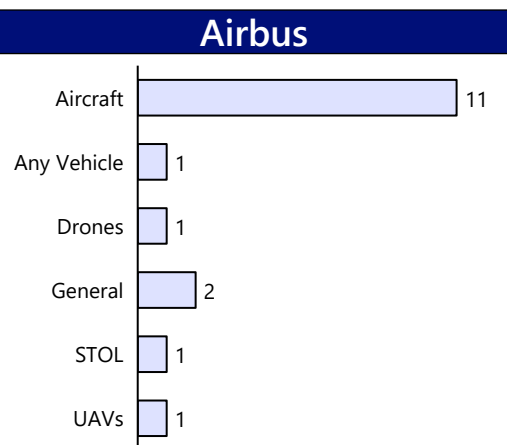


* 1 つの特許で複数技術課題を持つものあり

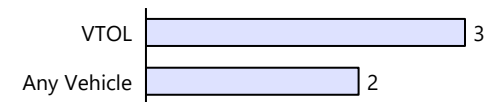
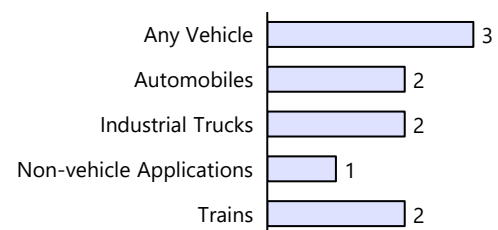
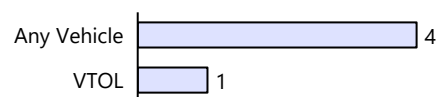
Trend Review

- 各社とも、VTOL、STOL、ドローン、列車など、他の分野に転用可能な特許を多数公開している

Main usage*



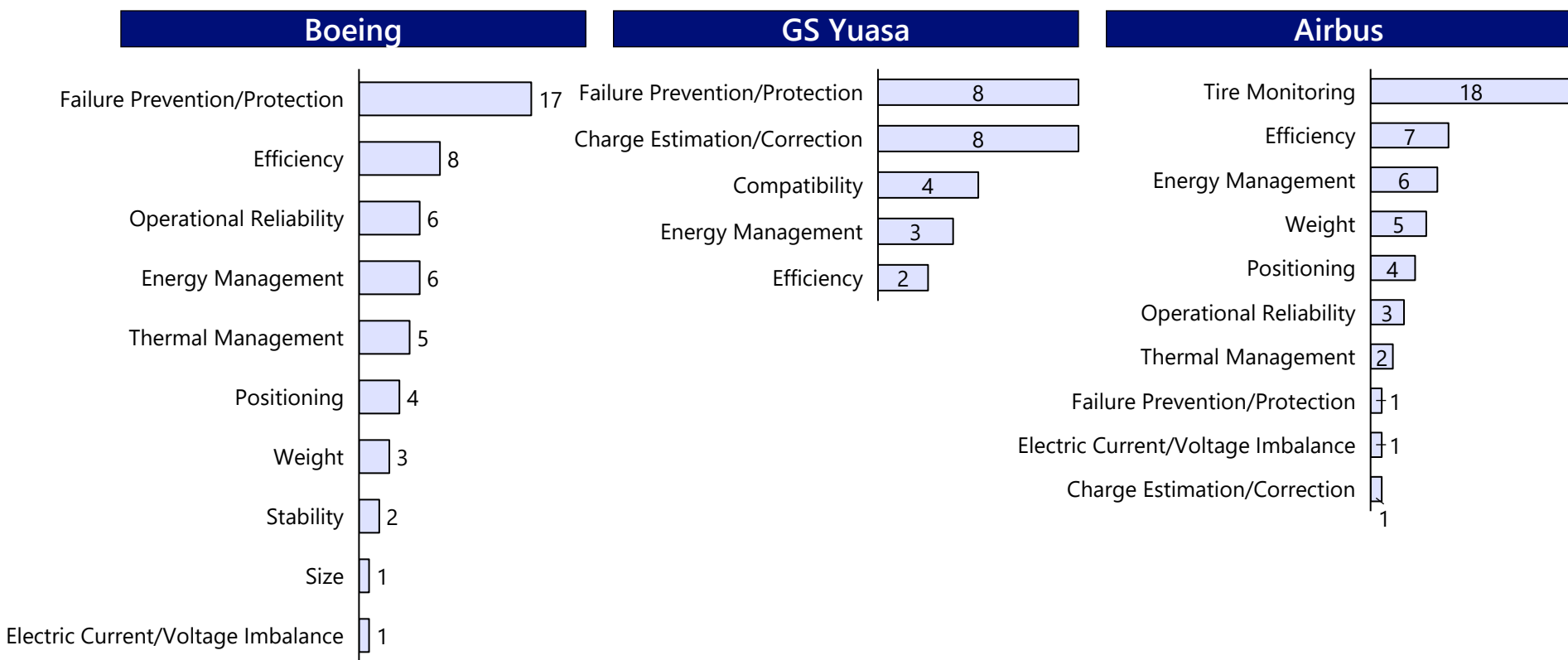
Other usage*



*One patent with multiple uses

Trend Review

- BoeingもAirbusとも、効率性に関する特許を多く公開
- また、BoeingとGSユアサは故障防止に関する特許を多く公開
- 他方、エアバスは、タイヤモニタリングへのリチウムイオンバッテリー活用の特許を多く公開している



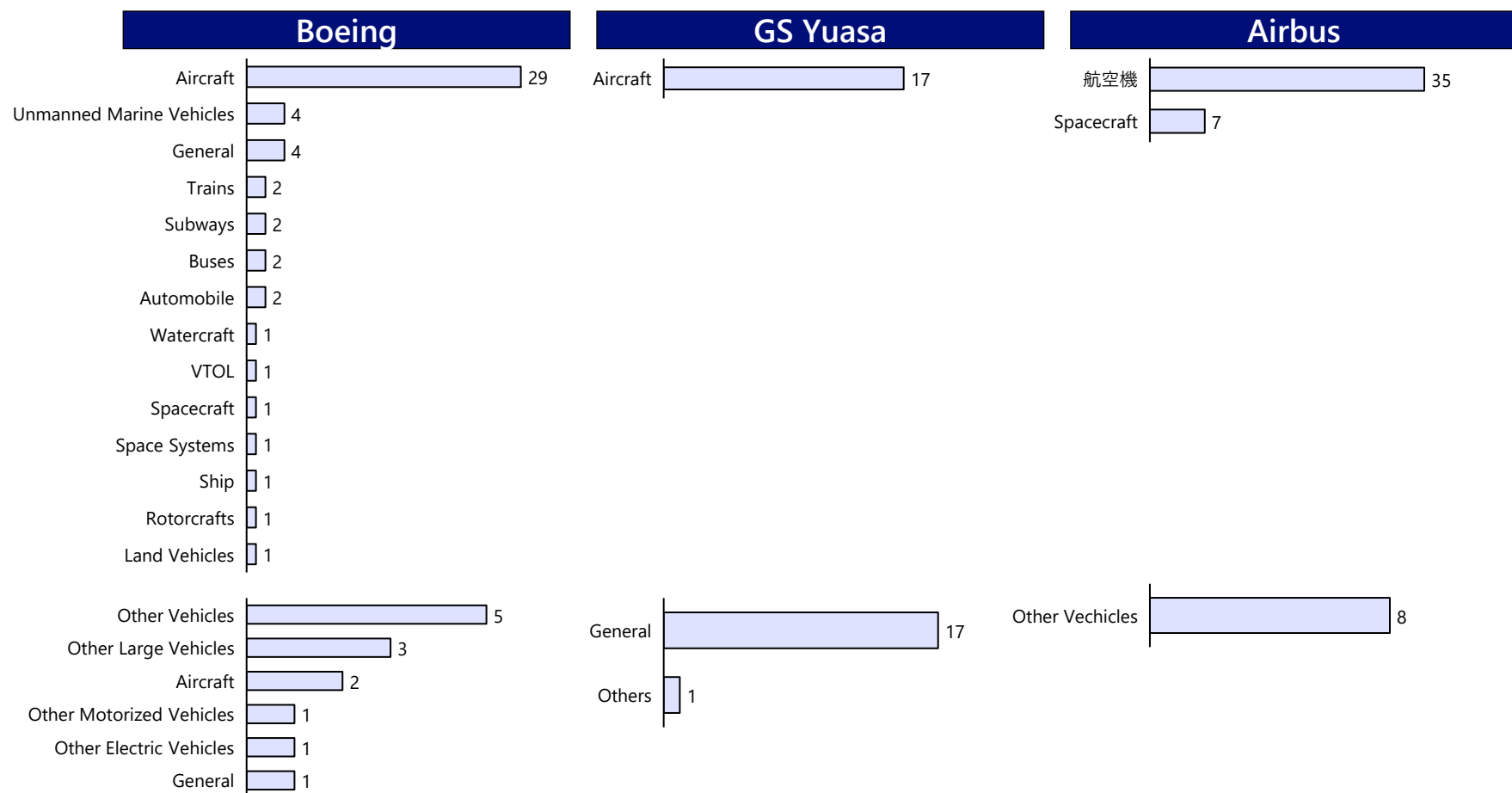
* 1 つの特許で複数技術課題を持つものあり

リチウムイオン電池 lithium-ion battery

対象用途（ビークルなど）

Trend Review

- Boeingは、他の大型車や電気自動車、宇宙関連など、他の分野に転用可能な特許を公開している
- エアバスは、航空機用途に加え、宇宙用途の特許もいくつか公開している



*One patent with multiple uses

実施スケジュール、タスク

調査結果

エグゼクティブサマリー

Task1：航空機・装備品の環境新技術に係る知的財産情報の分析

Task1：とりまとめ

Task1-1：国内外における環境新技術特許出願状況調査

Task1-2:日本企業における技術開発と競合となる技術調査

Task1 インタビュー結果

Task2：航空機・装備品の安全基準・国際標準における環境新技術の導入による影響分析

Task3：航空機・装備品の環境新技術に係る海外での試験設備・インフラ等の整備状況調査

Task4：国内外における航空機・装備品の環境新技術に係る標準化・技術開発動向の調査

水素化

航空機OEM、エンジンOEMが低温液体水素貯蔵タンクの開発を推進。欧米とも、プロジェクトベースで開発資金を支援

研究開発動向

分類	企業	地域	開発範囲	特徴
業界内事例	Airbus	France	システム	- 液体水素を燃料とする航空機のための低温水素貯蔵タンクを開発（システムレベル） 水素燃料の活用には積極的で、2026年～28年ごろの飛行実証開始を目指す
	Boeing	United States	システム	宇宙用の複合材製クライオタンクの開発を推進（システムレベル） 他方、エネルギー密度が相対的に低い水素を動力源とするのには慎重
	General Electric	United States	システム	大型トラックや航空機用の液体水素タンク技術開発を推進
	Collins Aerospace	United States	部品（システム）	- 液体水素タンク用の新しい熱可塑性プラスチック技術の開発を推進 製造エネルギー、製造時間の短縮を企図している
	HyPoint	United States	システム	現行の航空宇宙用極低温タンクと比較して75%の質量削減を実現する超軽量極低温水素タンクを開発中
異業種連携、参入事例	Gloyer-Taylor Laboratories (GTL)	United States	システム	Hypointと連携して、研究開発プロジェクトを推進

政策支援

組織	国	年	対象航空機	予算	主要目標
European Union	Spain	2019-2030	水素航空機（実験用機）	400万ユーロ（約65億円）	実験用航空機への液体水素貯蔵システムの搭載
Innovate UK, United Kingdom's innovation agency	United Kingdom	2023-2025	水素航空機	435万英ポンド（約80億円）	水素貯蔵・供給のサプライチェーン確保
Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA)	United States	2023	水素航空機	N/A	Boeing社による極低温燃料タンクの開発
U.S. Department of Energy (DOE)	United States	2023	水素航空機	総額4,800万ドル（約75億円）	グリーン水素関連のプロジェクト推進、その中で水素貯蔵インフラの整備

航空機OEM/部品メーカーによる研究開発動向調査 | Hydrogen Tank

#	企業	企業分類	地域	開発年	概要	特徴
1	Boeing	Airplane	United States	2022	- システムレベルでの研究開発を推進：特に、水素貯蔵用の極低温タンクの開発・検証に重点を置く - 複合材性のクライオタンクの試作に成功し、その材料と製造方法を航空宇宙用に検証 - このタンクは宇宙用に設計されたものだが、水素航空機にも利活用できるとしている - この複合材製クライオタンクは、従来の金属製タンクに比べ30%の軽量化を実現している - B787の胴体に使用されているような、大型で高度な複合材構造を製造してきた経験が、この技術に活かされているとしている	宇宙用に開発した複合材クライオタンクの開発を推進、今後水素航空機用への転用を検討
2	Airbus	Airplane	France	2022	- システムレベルでの研究開発を推進：エアバスは、液体水素を燃料とする将来の航空機のための、低温水素貯蔵タンクを開発 2026年から2028年の間の実証を目指す - フランスのナントとドイツのブレーメンに、水素タンクの設計と製造を担うゼロ・エミッション開発センター（ZEDC）を設立 - ブレーメンは水素関連の開発実績を持つAriane Group社およびAirbus Defence and Space社の拠点に近く、ナントは金属構造に関する実績を持つ企業が集積 - タンクはナントで製造され、液体水素のガス化を行うコールドボックスはブレーメンで製造される	- 液体水素を燃料とする将来の航空機のための、低温水素貯蔵タンクを開発 2026年～28年ごろの実証開始を目指す
3	General Electric	OEM	United States	2022	- システムレベルでの研究開発を推進：GEは大型トラックや航空機用の液体水素タンク技術開発を推進 - 米エネルギー省から補助金をうけリサーチを推進 - 低コストの複合材料と製造アプローチを用いて、20キログラム（kg）の液体水素を運搬できる複合タンクを設計、製造、試験する - このタンクは、大型トラック用には60～120キログラム、航空機用には200～1000キログラムの大容量に拡張可能としている	大型トラックや航空機用の液体水素タンク技術開発を推進

航空機OEM/部品メーカーによる研究開発動向調査 | Hydrogen Tank

#	企業	企業分類	地域	開発年	概要	特徴
4	Collins Aerospace	Tier1	United States	2023	- 部品レベルでの研究開発を推進：液体水素タンク用の新しい熱可塑性プラスチック技術を研究開発 - 同社は、従来のジェット燃料から完全に持続可能なクリーン燃焼の水素燃料への移行を目指すCOCOLIH2プロジェクトを推進 - 同プロジェクトでは、液体水素タンク用の新しい熱可塑性プラスチック技術を開発を推進 - 製造エネルギー消費を60%削減し、製造時間を少なくとも50%短縮することが可能になるとしている	- 液体水素タンク用の新しい熱可塑性プラスチック技術を開発を推進 - 製造エネルギー、製造時間の短縮を企図している
5	HyPoint/Gloyer-Taylor Laboratories (GTL)	Airplane	United States	2022	- システムレベルでの研究開発を推進 - HyPointは、テネシー州を拠点とするグロイヤー・テイラー研究所（GTL）と共同で、航空用水素貯蔵技術において画期的な超軽量極低温水素タンクを開発 - これらのタンクはグラファイト繊維複合材料やその他の材料から作られており、現行の航空宇宙用極低温タンクと比較して75%の質量削減を達成している - これらのタンクは、数回の極低温熱圧力サイクルを通じて漏れのないことがテストされ、運用環境においてベータプロトタイプレベルで検証されたことを示すTRL（Technology Readiness Level）6+に達している - 開発したタンクは、長さ2.4メートル、直径1.2メートルで、重量はわずか12キロ、スカートや真空デュワーシェルなどの追加コンポーネントを加えると、総重量は67kgに達するが、150kg以上の水素を貯蔵することができる	現行の航空宇宙用極低温タンクと比較して75%の質量削減を実現する超軽量極低温水素タンクを開発中

政府による当該技術への支援事例 | Hydrogen Tank

#	政策主体	地域	年	対象航空機	予算	主要目標	概要
1	European Union	EU	2019-2030	小型航空機 (最大4人乗り)	400万ユーロ	実験用航空機への液体水素貯蔵システムの搭載	- EUは、液体水素貯蔵システムを実験用航空機に組み込むためのプロジェクト「HEAVEN」への、資金援助を実施 90kW燃料電池システム、および液体水素貯蔵用のタンクに対して極低温技術、加圧水素タンクのエネルギー密度を向上させ航空用途に適用する新規的なプロジェクト - 燃料電池と極低温貯蔵システムは、既存の航空機のドライブトレインと組み合わせられる想定
2	Innovate UK, United Kingdom's innovation agency	United Kingdom	2023-2025	水素航空機	435万英ポンド	水素貯蔵・供給のサプライチェーン確保	- Innovate UKは、産業界と協力してイノベーション・プロジェクトに最大435万ポンドを投資する - Future Economy Net Zero Programmeの一環として、水素経済の発展に焦点を当てる - 統合された水素貯蔵・供給システムおよび関連サプライチェーンを提供する新しい方法を開発することが目的
3	Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA)	United States	2023	水素航空機	N/A	Boeing社による極低温燃料タンクの開発	Department of Defenseの研究開発機関であるDefense Advanced Research Projects Agency (DARPA) は、水素貯蔵用の極低温燃料タンクの開発資金をボーイング社に提供
4	U.S. Department of Energy (DOE)	United States	2023	水素航空機	総額4,800万ドル(約75億円)	グリーン水素関連のプロジェクト推進(一貫としてのGEプロジェクトへの補助)	- DOEは、航空分野も含め、グリーン水素関連のプロジェクトに積極的に資金を提供 - 例えば、GEリサーチは、大型トラックや航空機用の低コストの液体水素タンク技術を開発するために、DOEから資金援助を受けている(支援金額は290万米ドル(約5億円))

数社が燃料電池を採用した小型航空機のテスト飛行に成功。政府も、研究開発を支援するための補助金を投入

研究開発動向

分類	企業	地域	開発範囲	特徴
業界内事例	ZeroAvia / Powe cell	United Kingdom	システム	- ZeroAviaは、水素電動エンジンを搭載した19人乗りのドルニエ228型機の初飛行を実施 2025年までにこの技術を使った商業路線を運航を目指している
	Airbus	Europe	システム	エアバスは、2035年までに水素を動力源とする世界初の民間航空機を市場に投入することを企図している
	H2Fly	Germany	システム	液体水素を動力源とする4人乗りHY4航空機の世界初のパイロット飛行を実施
	Universal Hydrogen	United States	システム	- ダッシュ8型機のテスト飛行に成功 - 現在、燃料電池で飛行した最大の航空機となっている
	GKN Aerospace	United Kingdom	システム	- GKNエアロスペースはH2GEARプロジェクトの陣頭指揮を執る - 地域用小型航空機向けの水素推進システムの開発を目的としている - 今後、より長時間の移動に対応する大型機への拡張性も期待されている
異業種連携、参入事例	Cummins	United States	部品	エンジンメーカーのCumminsは、世界初の水素エンジン搭載航空機DLR-HY4（H2Fly開発）に燃料電池技術を提供
	Hyundai Motor Group	Korea	部品	現代自動車グループは、同社のHTWOブランドを通じて、電動航空パワートレインの試験用に水素燃料電池システムを供給

政策支援

組織	国	年	対象航空機	予算	主要目標
UK Government	United Kingdom	2023	水素航空機、電動航空機	総額8,280万ポンド(約160億円)	航空機の脱炭素化とネット・ゼロ・エミッション達成（燃料電池関連プロジェクトの有無は不明）
Australian Renewable Energy Agency (ARENA)	Australia	2023-2025	eVTOL	543万豪ドル（約5億円）	AMSL Arto社のeVTOL開発の支援
Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action	Germany	2022-25	水素リージョナルジェット	4,520万ユーロ（約70億円）	飛行および地上試験施設での水素技術の早期実用化試験の支援
Department of Energy - Advanced Research Projects Agency-Energy (ARPA-E)	United states	2021～2024	ハイブリッド推進航空機	450万USDドル（約7億円）	GEによるハイブリッド推進エンジンのプロトタイプ開発

航空機OEM/部品メーカーによる研究開発動向調査 | 燃料電池

#	企業	企業分類	地域	開発年	概要	特徴
1	ZeroAvia	OEM	United Kingdom	2023	・ <u>システムレベルでの研究開発を推進</u> ・ ZeroAviaは、水素電動エンジンを搭載した19人乗りのドルニエ228型機の初飛行を実施 ・ 今後、2025年までにこの技術を使って商業路線を運航するために、認証可能な構成に向けて研究開発に取り組んでいる ・ 燃料電池は、PowerCellから調達、今後さらに5,000個の水素燃料電池を2024年から納入開始予定 ・ 航空認証が完了した時点で、工業化された100kW燃料電池スタックをベースにした300kWのスーパースタック・モジュールからなる合計0.5GWの燃料電池を納入する予定	・ ZeroAviaは、水素電動エンジンを搭載した19人乗りのドルニエ228型機の初飛行を実施 ・ 2025年までにこの技術を使って商業路線を運航するために、認証可能な構成に向けて研究開発に取り組んでいる
2	Airbus	OEM	Europe	Since 2020	・ <u>システムレベルでの研究開発を推進</u> ・ エアバスは、2035年までに水素を動力源とする世界初の民間航空機を市場に投入することを企図している ・ 現在、4つのZEROeプロジェクトがさまざまな構成や技術を模索し、水素を製造・供給するエコシステムを準備している ・ 燃料電池の場合、電気エネルギーを作り出し、プロペラやファンを回す電気モーターに電力を供給する電動推進システムを動力源とする	・ エアバスは、2035年までに水素を動力源とする世界初の民間航空機を市場に投入することを企図している

航空機OEM/部品メーカーによる研究開発動向調査 | 燃料電池

#	企業	企業分類	地域	開発年	概要	特徴
3	H2Fly	OEM	Germany	2023	• <u>システムレベルでの研究開発を推進</u> • 液体水素を動力源とする4人乗りHY4航空機の世界初のパイロット飛行を実施 • スロベニアのマリボルにおいて実施されたこのテストは、CO2を排出することなく中・長距離の商業飛行を可能にする燃料電池システムの可能性を実証 • 加圧気体から極低温貯蔵の液体水素に切り替えることで、航続距離を2倍に伸ばすことの成功 • また、バッテリーを廃止し、燃料電池で電気モーターを直接駆動 • シュトゥットガルトに水素航空センターを新設し、燃料電池航空機向けに、液体水素インフラを提供する予定	• 液体水素を動力源とする4人乗りHY4航空機のパイロット飛行を実施
4	GKN Aerospace	OEM	United Kingdom	Since 2021	• <u>システムレベルでの研究開発を推進</u> • GKNエアロスペースは、H2GEARプログラムの陣頭指揮を執っている • H2GEARは、英国を拠点とする共同研究開発の取り組みで、小地域用航空機向けの水素推進システムの開発を目的としており、より長時間の移動に対応する大型機への拡張性も期待されている • 航空宇宙技術研究所（ATI）からの2,700万ポンドの支援と、GKNエアロスペースとそのパートナーからの同額の資金提供により、H2GEARは、水素を燃料電池を通して電気に変換し、CO2を排出することなく航空機に電力を供給する液体水素燃料システムの開発に焦点を当てている	• GKNエアロスペースはH2GEARプロジェクトの陣頭指揮を執る • 地域用小型航空機向けの水素推進システムの開発を目的としており、より長時間の移動に対応する大型機への拡張性も期待されている

航空機OEM/部品メーカーによる研究開発動向調査 | 燃料電池

#	企業	企業分類	地域	開発年	概要	特徴
5	Universal Hydrogen	OEM	United States	2023	• <u>システムレベルでの研究開発を推進</u> • 水素燃料電池を動力源とするダッシュ8型機（Lightning McClean）の試験飛行に成功 • テスト飛行はワシントン州モーゼスレイクで行われ、15分間の飛行で高度3,500フィートに達した • この飛行により、ダッシュ8型機は水素燃料電池で飛行した最大の航空機となり、Zero aviaのドルニエ228型機を上回った	• ダッシュ8型機のテスト飛行に成功、現在、水素燃料電池で飛行した最大の航空機となっている

航空機OEM/部品メーカーによる研究開発動向調査 | 燃料電池（部品レベル）

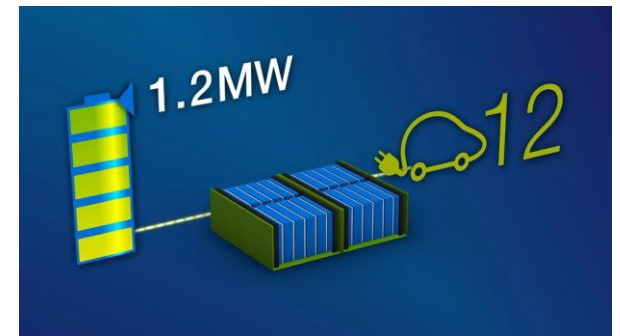
#	企業	企業分類	地域	開発年	概要	特徴
1	Powercell	部品メーカー	Europe	2022	2022年、PowerCellはZeroAviaとの提携を発表し、2024年から2028年の間に少なくとも5,000基の航空用固体高分子形燃料電池（PEM）燃料スタックを共同開発し、毎年連続納入することを決定した。 - PowerCellは、HyFlyer IIプロジェクトにおけるZeroaviaの600kW水素電気パワートレインの一部として、低温PEM燃料電池の主要サプライヤーとなっている 2023年、PowerCellはEUのClean Aviation Joint Undertakingの一部であるNewbornプロジェクトに参加、効率、温度、重量を改善した新しい300kW燃料電池スタックを開発する - Newbornは、ハネウェル・エアロスペースが主導する8,300万ユーロのプロジェクトで、2026年にパート25輸送カテゴリーのリージョナル航空機向けに1MWの水素燃料電池推進システムを地上試験する。	PowerCellは、HyFlyer IIプロジェクトにおけるZeroaviaの600kW水素電気パワートレインの一部として、低温PEM燃料電池の主要サプライヤーとなっている
2	Cummins	部品メーカー	United States	2021	2021年、ドイツシュトゥットガルト空港で、Cummins社製の燃料電池を使用した4人乗りの飛行機DLR-HY4が発表された - 専門家は、航空機を1.5MWまで大型化することが可能で、最大40人の乗客を2,000kmの距離まで輸送できると述べた	カミンズはH2FLYプロジェクトで、Ulm University, DLR, Diehl Aerospace, Pipistrelなどと提携した。
3	Plugpower	部品メーカー	United States	2021	2021年、Plugpower社はUniversal Hydrogenと提携し、商用リージョナル航空機の動力源として設計された、商業的に実行可能な2MW水素燃料電池ベースの推進システムを開発、製造、認証した 2023年、Plugpowerは、同社のProGen水素燃料電池を搭載したUniversal Hydrogen旅客機が、米・ワシントンのグラント・カウンティ国際空港で試験飛行を行ったと発表した 40人乗りの旅客機は高度3,500フィート（MSL）に達した。	2021年、Plugpower社はUniversal Hydrogenと提携

燃料電池

Airbusは2023年に水素燃料電池システム(燃料電池やモーター等を統合した推進システム)のテストに成功し、フル出力レベルである1.2MWに達したと発表

Recent R&D activity

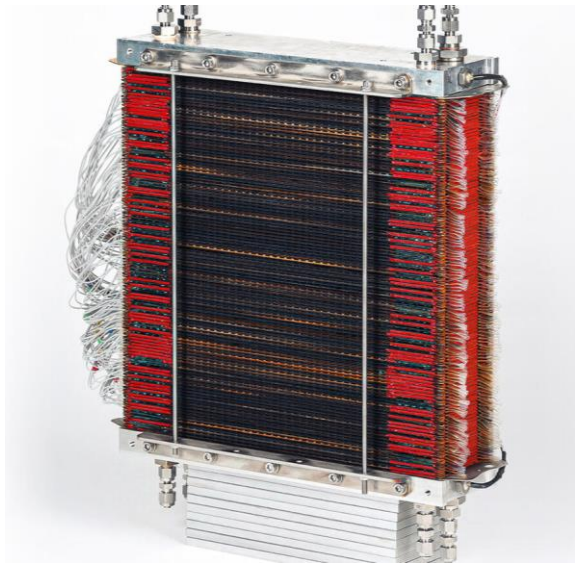
企業名	Aerostack(Airbusの関連会社、AirbusとElringKlingerとのJV)
開発年	2023
R&Dの特徴	- 水素燃料電池システム(燃料電池とモーターを統合した推進システム)のテストに成功し、フル出力レベルである1.2MWに達したと発表 - 大型航空機用に設計された燃料電池の試験としては、これまでで最も強力なもの
概要	- Airbusは2020年10月、ZEROe航空機の電気推進システムの心臓部となる水素燃料電池を開発するため、ElringKlinger社との合併会社Aerostackを設立 2023年6月に1.2MWの燃料電池システム、2023年10月に1MWのパワートレインのテストを成功 2023年末、水素燃料電池で初めてアイアン・ポッドの電気モーターに電力を供給するテストに成功 - 実験は、ドイツのオットブルン（Ottobrunn）にあるE-Aircraft System House（EAS）で行われた - 今後、燃料電池推進システムはZEROeのマルチモーダル飛行テストプラットフォーム（Airbusが製造した最初のA380、MSN001）に搭載される予定 - システムの地上試験が行われ、2026年にA380での飛行試験が実施される想定



ZeroAviaは、2023年1月にドルニエ228の水素電気パワートレイン試験飛行を初めて実施。今後数年で、これをより大型の航空機に拡大する計画を発表してる

Recent R&D activity

企業名	ZeroAvia
開発年	2023
R&Dの特徴	- ZeroAviaは、英国のコッツウォルズ空港で水素燃料電池エンジンを搭載した19人乗りのDornier 228テストベッド機のテスト飛行の実施に成功 - ZeroAviaはまた、20kWのHTPEM燃料電池スタックの初期テストで、セルレベルで2.5kW/kgの出力レベルを実証したと発表 - 今後2年間で、同社は3kW/kg以上の出力密度を達成する見込みで、これにより水素燃料電池は100人乗り以上の大型航空機に十分なパワーを発揮することになる
概要	2023年1月、ZeroAviaは19人乗りのDornier 228型リージョナル旅客機に水素電気エンジンを1基搭載し、テスト飛行を行った - もう一方のエンジンは、HoneywellのTPE-331純正エンジンであった。ZeroAviaは、2025年までに商業路線を運航するために、水素電動エンジンの認証可能な構成に向けて取り組むと発表した - また、2027年までに航続距離700マイルの40～80席の航空機を改造するための水素電動パワートレインを開発する計画もある - 大型機は2～5mWのZA2000パワートレインを使用し、液体水素で飛行し、小型機は水素ガスを使用する



Universal Hydrogenは、2023年3月にメガワット級の水素燃料電池を搭載したDash8での飛行試験を実施。現在、燃料電池を動力源とするリージョナル航空機の認証要件を確定するためにFAAと協力

Recent R&D activity

企業名	Universal Hydrogen
開発年	2023
R&Dの特徴	2023年3月、Universal Hydrogenは、メガワット級の水素燃料電池を搭載したダッシュ8の試験機を飛行させた - パワートレインに使用されたモーターとパワーエレクトロニクスは、magniX社が供給したmagni650電気推進ユニットである。
概要	2023年9月、FAAはUniversal HydrogenによるATR72旅客機の改造に関する補足型式証明の申請を受理した - また、FAAはUniversal Hydrogenに対し、ATR72型機の水素エンジンへの転換を認証するために必要な認証基準を定めたG-1 Issue Paperを発行した 2023年9月以降、ユニバーサル水素とFAAは、認証要件一式を確定するために緊密に協力している - 液体水素を燃料とするリージョナル旅客機が数年以内に就航する予定である



非航空機OEM/部品メーカーによる研究開発動向調査 | 燃料電池

#	企業	企業分類	地域	開発年	概要	特徴
1	Cummins	エンジンメーカー	United States	2021	・ <u>システムレベルでの研究開発を推進</u> ・ 世界初の水素エンジン搭載航空機DLR-HY4に燃料電池技術を提供 ・ 2時間の試験飛行を複数回成功 ・ これらの燃料電池には、高電圧活物質、高容量リチウム金属負極、導電性ハロゲン化リチウム電解質などの先進材料を利用されている	・ 世界初の水素エンジン搭載航空機DLR-HY4に燃料電池技術を提供
2	Hyundai Motor Group	自動車	Korea	2023	・ <u>システムレベルでの研究開発を推進</u> ・ 現代自動車グループは、同社のHTWOブランドを通じて、電動航空パワートレインの試験用に水素燃料電池システムを供給 ・ 顧客としては、Dovetail Electric Aviationがあり、同社は現代自動車の供給を通じて、タービン駆動の航空機をゼロ・エミッションの電動推進に転換することを企図している ・ Dovetail社のIron Bird test rigは、すでに電動モーターと関連パワーエレクトロニクスのテストに成功している	・ 現代自動車グループは、同社のHTWOブランドを通じて、電動航空パワートレインの試験用に水素燃料電池システムを供給

政府による当該技術への支援事例 | 燃料電池

#	政策主体	地域	年	対象航空機	予算	主要目標	概要
1	UK Government	United Kingdom	2022-24	水素航空機、電動航空機	総額8,280万ポンド	航空機の脱炭素化とネット・ゼロ・エミッション達成	- 英国政府は、“guilt-free” zero-emission flightsとして、航空機の脱炭素化とネット・ゼロ・エミッション達成に向けた広範な取り組みを推進 - 一連のイニシアティブ、財政投資、戦略的パートナーシップを通じて水素航空機の開発を支援している - Aerospace Technology Institute (ATI) プログラムを通じて、水素・全電動飛行技術に、2022年からの3年間で過去最高の6億8500万ポンドの政府資金が割り当てられた - うち、水素に直接関連するのは、下記3件、総額8,280万（総額約150億円）ポンドとみられる - Rolls-Royce 14.8百万ポンド：液体水素ガスタービンの燃焼器要素の技術とサブシステム・アーキテクチャの開発 - Rolls-Royce 36.6 百万ポンド：液体水素ガスタービンの主要技術と統合パワープラント・アーキテクチャの開発 - Rolls-Royce 31.4百万ポンド：水素ガスタービン用の液体水素燃料システムのための技術開発
2	Australian Renewable Energy Agency (ARENA)	Australia	2023-2025	eVTOL	543万豪ドル（約5億円）	AMSL Arto社のeVTOL開発の支援	オーストラリアの新興企業AMSL Aero社は、水素を動力源とする電気垂直離着陸（eVTOL）航空機を開発するため、オーストラリア再生可能エネルギー庁（ARENA）から543万豪ドル（約350万米ドル）の開発資金支援を受けている

政府による当該技術への支援事例 | 燃料電池

#	政策主体	地域	年	対象航空機	予算	主要目標	概要
3	Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action (BMWK)	Germany	2022-25	水素リージョナルジェット	4,520万ユーロ	2023年から開始される飛行および地上試験施設での水素技術の早期実用化試験の支援	• The Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action (BMWK) は、2025年までに4,520万ユーロを提供し、水素リージョナルジェットの研究開発に資金を提供する • この資金は、BMWKの航空研究プログラム「LuFo Klima」の一環として、German Aerospace Centre (DLR) に割り当てられる • LuFo Klima航空研究プログラムは2022年に設立され、ドイツの航空業界の企業や研究機関を支援し、クライメートニュートラル技術の開発に取り組んでいる • DLRに提供される融資は、LuFo Klima内のUpLift H2 Aviationイニシアチブの一環であり、2023年から開始される予定の飛行および地上試験施設での水素技術の早期実用化試験に焦点を当てている
4	Department of Energy - Advanced Research Projects Agency-Energy (ARPA-E)	United states	2021～2024	ハイブリッド推進航空機	450万USドル	GEによるハイブリッド推進エンジンのプロトタイプ開発	• GE Aerospaceは、小型プロトタイプエンジン開発のため、ARPA-E (Advanced Research Projects Agency-Energy) から450万米ドルの助成を受けた • ARPA-Eプロジェクトの期間は2021年から2024年までである。 • このエンジンは、持続可能な航空燃料 (SAF) を動力源とするガスタービンに固体酸化物燃料電池を統合する • GEのFLyCLEENプログラムの一部であるこのフェーズ2プロジェクトは、SAFの化学エネルギーを電力に変換する効率を大幅に向上させ、最終的にCO2排出量を正味ゼロにすることを目指している

Rolls Royceが水素航空機エンジンの研究開発に成功。また、エアバス・GE・Safranが、2020年代中頃の飛行試験を目指して、研究開発プロジェクトを推進

分類	企業		地域	特徴
業界内事例	Rolls Royce, easyJet	部品	United Kingdom	- 再生可能な潮力・風力エネルギー由来の水素を動力源とするジェットエンジンの世界初の地上実験に成功 - 実験用エンジンは、Rolls-Royce AE 2100-A regional aircraft engine を改造したもの - ただし、2023年11月、当社は継続して研究開発を実施するものの、研究開発には相応の時間がかかるため、当面はSAF利用に優先度を置くと公表
	Airbus,GE,Safran	システム	France/United states/France	- GE Passport jet engineを液体水素燃料に対応させるための燃焼器、燃料システム、制御システム開発を推進 2020年代中頃の飛行試験開始を目指して研究開発を推進

組織	国	年	対象航空機	予算	主要目標
UK Government	United Kingdom	2022-24	水素航空機、電動航空機	総額8,280万ポンド	航空機の脱炭素化とネット・ゼロ・エミッション達成Rolls-Royceの水素燃焼エンジンの開発支援

航空機OEM/部品メーカーによる研究開発動向調査 | Hydrogen Aircraft Engine

#	企業	企業分類	地域	開発年	概要	特徴
1	Rolls Royce, easyJet	Tier1	United Kingdom	2022	• 部品（エンジン）レベルでの研究開発を推進 • 水素を動力源とする航空機エンジンのテストに成功、現代の航空業界では世界初の事例となった • Rolls-Royce AE 2100-A regional aircraft engineを改造したもの • 水素を20気圧から200気圧まで圧縮し、航空機の燃料タンクに貯蔵できる量を最大化する • エンジンは、従来のジェット燃料の代わりにこの圧縮水素を燃焼させる • テストに使用されたグリーン水素は、欧州海洋エネルギーセンター（EMEC）から供給され、英国オークニー諸島にあるEMECの施設で風力や潮力などの再生可能エネルギーを利用して生成された	• 再生可能な潮力・風力エネルギー由来の水素を動力源とするジェットエンジンの世界初の実験に成功
2	Airbus/GE/Safran	OEM/Tier1	France/United states/France	2022	• システムレベルでの研究開発を推進 • エアバスとCFM International（GEとSafranの合併会社）は2022年1月に、水素を燃料とする航空機エンジンの試験推進で協力を発表 • 関連チームにおけるGEエアロスペースとサフラン・エアクラフト・エンジンズのエンジニアはすでに100人を超え急速に成長 • 現在、GE Passport jet engineを液体水素燃料に対応させるための燃焼器、燃料システム、制御システム開発を推進 • ターボ機械の先進性に加え、飛行プラットフォームに適した圧力と温度で作動する能力や、そのサイズが適している点が特徴 • 2020年代中頃の飛行試験開始を目指して研究開発を推進	• 2020年代中頃の飛行試験開始を目指して研究開発を推進

政府による当該技術への支援事例 | Hydrogen Aircraft Engine

#	Organization	Country	Year	対象航空機	予算	主要目標	Overview
1	UK Government	United Kingdom	2022-24	水素航空機、電動航空機	総額 8,280万ポンド	航空機の脱炭素化とネット・ゼロ・エミッション達成	- 英国政府は、“guilt-free” zero-emission flightsとして、航空機の脱炭素化とネット・ゼロ・エミッション達成に向けた広範な取り組みを推進 - 一連のイニシアティブ、財政投資、戦略的パートナーシップを通じて水素航空機の開発を支援している - Aerospace Technology Institute (ATI) プログラムを通じて、水素・全電動飛行技術に、2022年からの3年間で過去最高の6億8500万ポンドの政府資金が割り当てられた - うち、水素に直接関連するのは、下記3件、総額8,280万（総額約150億円）ポンドとみられる - Rolls-Royce 14.8百万ポンド：液体水素ガスタービンの燃焼器要素の技術とサブシステム・アーキテクチャの開発 - Rolls-Royce 36.6 百万ポンド：液体水素ガスタービンの主要技術と統合パワープラント・アーキテクチャの開発 - Rolls-Royce 31.4百万ポンド：水素ガスタービン用の液体水素燃料システムのための技術開発

【参考】水素航空機関連で日本企業が持つ技術の海外開発動向

システム	関連部品	技術レベル	TRL8-9 達成見込	プロジェクト/取組企業 (主要企業)	取組状況	日本企業動向	概要
水素燃料 タンク	内部タンク	TRL4-6	不明	GTL	・ Hypoint向けに複合材液体水素燃料タンクを開発	川崎重工業	航空機用液化水素燃料 タンク
		不明	不明	StirWeld	・ FSW（摩擦拡販接合）を活用したアルミニウム製液体水素タンクを検討	IHI	液体水素貯蔵タンク
		不明	不明	GE	・ 大型トラックや航空機用の液体水素タンク技術を開発するプロジェクトを主導。このプロジェクトは、米エネルギー省（DOE）から4,770万ドルの資金提供を受ける16のインシチブのひとつに選ばれている	JAXA	液体水素複合材タンク 技術
	ポンプ	不明	不明	Rolls Royce, easyJet, UK Government's Aerospace Technology Institute	・ 英国Solihullの施設で先駆的な水素研究テストを開始。これらのテストは、航空機における水素燃焼エンジン技術の実現に不可欠な極低温液体水素ポンプシステムの検証に重点を置いている	JAXA	液体水素電動ポンプ技 術
	接手	－	－	－	・ －	川崎重工業	航空機用水素燃料シス テムの接手
水素航空 機用エン ジン	熱交換器 (気化 器)	不明	不明	MTU Aero Engines	・ エアバスと共同で、水強化ターボファン（WET）技術とブラット・アンド・ホイットニーのギアードターボファン（GTF）エンジンの組み合わせに取り組んでいる	住友精密工業	航空機エンジン向け水素 用熱交換器の開発
		不明	不明	Reaction Engines	・ リアクション・エンジン独自の熱交換器技術を搭載した航空機推進システムの開発で、ロールス・ロイス社と2020年に提携を発表		
【参考】 燃料電池	システム 全体	TRL4-5	2035年	H2GEAR (GKN aerospace)	・ 水素燃料電池を含む、サブリージョナル航空機向けの液体水素推進システムの開発を目指す ・ 2025年末までに地上試験による技術実証を予定	－	－
		TRL5-6	2025年	HyPoint	・ 高温高分子電解質膜（HTPEM）を用いたTurbo Air-Cooled方式により、将来的には既存の燃料電池を61%軽量化し、3000W/kgの出力密度（System）、1250Wh/kgのエネルギー密度を持つ燃料電池を量産（現時点ではラボレベルのプロトタイプのみ） ・ 2023年ごろからの地上試験、試験飛行を目指す		
		TRL5-6	不明	HEAVEN	・ 2022年までに航空機推進用の90kW級の燃料電池開発を目指す		
		TRL3-6	-	FLHYSAFE (Safran)	・ 出力範囲15kw~60kwのモジュール式燃料電池を用いた緊急動力源(EPU)の設計。TRL6を目標としている		
	電解質膜	不明	不明	BASF Environmental Catalyst and Metal Solutions (ECMS)	・ 2023年にZeroAvia社と膜電極接合体（MEA）を供給する契約を締結し、ZeroAvia社の高温プロトン交換膜（HT-PEM）燃料電池スタック用次世代MEAの研究協力を行う。	－	－

電動化

ハイブリッド推進システム

ハイブリッド推進システム全体として研究開発を進めるのはOEM、Tier1。エアバスは、半導体メーカーと連携を進める

研究開発動向

分類	企業	地域	開発範囲	特徴
業界内事例	Airbus	FR	システム	2010年から電動およびハイブリッド電動推進航空機の開発を推進 - SafranやSTMicroelectronicsなど、多くの企業とのアライアンスを推進
	Safran	FR	部品	- Daher, Airbus, Safran は、ハイブリッド推進航空機実証機EcoPulseの開発で連携 - 実証機は地上実験には成功しており、2023年後半にハイブリッド電動推進による初飛行を行う予定
	Collins Aerospace/Pratt & Whitney	US	部品	- 親会社であるRTXのハイブリッド電動航空機のデモンストレーターや、ヨーロッパのSWITCHプログラム用のメガワット級のエンジンの開発を支援 - テストには当社の持つ最先端の電動設備試験施設「The Grid」を使用
	GE Aviation/ Boeing/ NASA	US	システム/ 部品	- NASA・GE・Boeingのチームは、2026年までにメガワット級ハイブリッド電動推進システムの地上試験・飛行試験を実施するためのプロジェクトを2021年10月に開始 - メガワット級、マルチキロボルト級のハイブリッド電気推進システムの単通路商業航空機の高度条件下で実施する世界初の試験に成功
	Rolls-Royce	UK	部品	2022年、ハイブリッド電動飛行用に特別に開発された小型ガスタービンの最初の燃料燃焼に成功
	Honeywell	US	部品	当社のメガワットジェネレータ（発電機）は、FLYING WHALES QUEBECによって重量物輸送用に設計された、新しいハイブリッド電動飛行船LCA60Tの動力源として採用されている
	VoltAero	FR	システム	Cassio テストベッド機は、フルハイブリッドモードでは同クラスの航空機より20%、フル電動モードでは100%低い排出量を実現
異業種連携、参入事例	STMicroelectronics	—	部品	エアバスと、半導体メーカーのSTMicroelectronicsは、将来のハイブリッド・パワー航空機や完全電動航空機に不可欠な、より効率的で軽量のパワーエレクトロニクスをサポートするため研究開発協力の契約を締結

政策支援

政策主体	地域	年	対象航空機	予算	主要目標
フランス政府、BPIフランス	French	2023	Cassio family（最大12人乗り）	560万ユーロ（約9億円）	Cassio familyの開発支援
カナダ政府、ケベック州政府	Canada	2021	リージョナル用ターボプロップ機	補助金総額：約830万カナダドル（約9億円） 融資総額：約7,000万カナダドル（約75億円）	Pratt & Whitneyの開発支援
Department of Energy-Advanced Research Projects Agency-Energy (ARPA-E)	United states	2021～2024	ハイブリッド推進航空機	450万USDドル（約7億円）	GEによるハイブリッド推進エンジンのプロトタイプ開発
Ministry for Economic Affairs Labour and Energy Brandenburg	Germany	2021～2027	ハイブリッド推進航空機	不明	Rolls-Royceを軸としたハイブリッド推進システム産業の形成

研究開発動向調査 | ハイブリッド推進システム

#	企業	企業分類	地域	開発年*	概要	特徴
1	Airbus	OEM	France	2010	・ システムレベルで研究開発を推進：電源、配電・整流ユニット、高電圧パワーハーネスなど、さまざまなコンポーネントを統合した、統合型ハイブリッド電動推進システムを開発 ・ 2010年から電動およびハイブリッド電動推進航空機の開発を推進	・ SafranやSTMicroelectronicsなど、多くの企業とのアライアンスを推進
2	Safran	Tier 1	France	2019	・ 部品レベルで研究開発を推進：配電・整流ユニットと高圧電源ハーネス等 ・ 2019年, Daher, Airbus and Safran は、ハイブリッド推進航空機実証機EcoPulseの開発で提携 ・ EcoPulseは、Daherの航空機プラットフォームをベースにしており、主翼に沿って配置された6基の統合型電動スラスタおよびe-プロペラを装備（サフランが供給） ・ 推進システムには、ターボジェネレーター（ガスタービンで駆動する発電機）（サフランが供給）とバッテリーパック（エアバスが供給）の2つの電源が統合されている ・ このアーキテクチャの中心には、高圧ネットワークの保護と利用可能な電力の分配を担う配電・整流ユニットと高圧電源ハーネス（いずれもサフランが提供）がある	・ Daher, Airbus and Safran は、ハイブリッド推進航空機実証機EcoPulseの開発で連携 ・ 実証機は地上実験には成功しており、2023年後半にハイブリッド電気推進による初飛行を行う予定
3	Collins Aerospace/ Pratt & Whitney (Subsidiary of RTX)	Tier 1	United States	2022	・ 部品レベルで研究開発を推進：ハイブリッド電動システム・および電気システムの主要部品を開発・試験を推進 ・ 2022年に、Collins Aerospace、Pratt & Whitney、De Havilland Aircraft of Canadaが連携し、ハイブリッド電動推進システムをDe Havilland Dash 8-100飛行実証機に搭載 ・ さらに、2023年、Collins Aerospaceは、イリノイ州ロックフォードに5,000万ドルを投じて建設した最先端の電動システム研究所「The Grid」を公開	・ RTXのハイブリッド電動航空機のデモンストレーターや、ヨーロッパのSWITCHプログラム用のメガワット級のエンジンのテストに「グリッド」を使用

*開発年は、事例が確認できた年（以下同様）

研究開発動向調査 | ハイブリッド推進システム

#	企業	企業分類	地域	開発年	概要	特徴
4	Boeing/ NASA	Engine OEM	United States	2021～	・ <u>システムレベルで研究開発を推進</u> ・ NASA・GE・Boeingのチームは、2026年までにメガワット級ハイブリッド電動推進システムの地上試験・飛行試験を実施するためのプロジェクトを2021年10月に開始 ・ NASAのElectric Aircraft Testbed（NEAT）施設で実施されたこのテストは、再現された飛行環境におけるコンポーネントの性能と動作を実証し、民間旅客機のハイブリッド電気飛行に向けた重要なマイルストーンとなった	・ メガワット級、マルチキロボルト級のハイブリッド電気推進システムの単通路商業航空機の高度条件下で実施する世界初の試験に成功
5	GE Aviation	Engine OEM	United States	2021～	・ <u>部品レベルで研究開発を推進</u>（電動モータ、ジェネレータ、コンバーター、送電、制御システムなど、個々の部品を対象とした試験） ・ NASA・Boeingと連携し、メガワット級ハイブリッド電動推進システムを搭載した実証機の開発プロジェクトを推進 ・ GEのシステムはメガワット級の発電が可能かつ、数kVで作動する高い電圧能力を持つことで、効率的な送配電が可能になるとされている	・ GEの開発する推進システムはメガワット級の発電が可能かつ、数kVで作動する高い電圧能力を持つ
6	Rolls-Royce	Engine OEM	United Kingdom	2022～	・ <u>部品レベルで研究開発を推進</u> ・ 2022年、ハイブリッド電動飛行用に特別に開発された小型ガスタービンが、最初の燃料燃焼に成功 ・ このエンジンは、超低排出ガスを生み出す新しい燃焼技術を用いて設計されている ・ 対象としては、アーバン・エア・モビリティ（UAM）および19席までのコミューター機用途の電動垂直離着陸（eVTOL）または電動短距離離着陸（eSTOL）機が含まれる ・ 試験中のガスタービンは、中長期的には、ヘリコプター、補助動力装置（APU）、防衛市場にも応用できる可能性がある	・ 2022年、ハイブリッド電動飛行用に特別に開発された小型ガスタービンが、最初の燃料燃焼に成功

研究開発動向調査 | ハイブリッド推進システム

#	企業	企業分類	地域	開発年	概要	特徴
7	Honeywell	Tier 1	United States	2023	• <u>部品レベルで研究開発を推進</u>（ハイブリッド電動推進システム内に統合される1MW級のジェネレータの開発を推進） • Honeywellの開発したジェネレータ（発電機）は電力密度・効率が高く、パイロット機や自律型航空機の推進システムや操作システムとの統合に適している • 航空宇宙および地上アプリケーションにおけるハイブリッド電気推進に不可欠な、高い出力密度（～8kW/kg）と効率（～97%）を実証	• 当社のメガワットジェネレータ（発電機）は、FLYING WHALES QUEBECによって重量物輸送用に設計された、新しいハイブリッド電動飛行船LCA60Tの動力源として採用されている
8	VoltAero	Others	France	2023	• <u>システムレベルで研究開発を推進</u>、当社は、フランスのRoyanでVoltAeroのCassio Sテストベッド機を開発、電動ハイブリッドパワートレインと持続可能な燃料の適用を検証 • 今後、提供を予定している機体は下記 • Casio330：4・5人乗りのハイブリッド推進航空機（330KW） • Casio480：6人乗りのハイブリッド推進航空機（480KW） • Casio600：10人・12人乗りのハイブリッド推進航空機（600KW） • 特許を取得した独自のparallel hybrid design設計により、飛行プロファイルとミッション要件に応じて、完全電気式から完全充電式ハイブリッドまで対応可能	• Cassio Sテストベッド機は、フルハイブリッドモードでは同クラスの航空機より20%、フル電動モードでは100%低い排出量を実現

研究開発動向調査（非航空機関連企業動向） | ハイブリッド推進システム

#	企業	企業分類	地域	開発年	概要	特徴
1	STMicroelectronics	Semiconductor	ー	2023	- 航空機の電動化に向けたワイドバンドギャップ半導体材料の利点を探ることを目的に、エアバスと連携 - 炭化ケイ素（SiC）や窒化ガリウム（GaN）のようなワイドバンドギャップ半導体は、シリコンのような従来の半導体と比べて優れた電気的特性を持つ - これらは、特に高出力、高周波、高温動作が要求されるアプリケーションにおいて、より小さく、より軽く、より効率的な高性能電子デバイスやシステムの開発を可能にする - エアバスの航空宇宙アプリケーションに適合するSiCとGaNのデバイス、パッケージ、モジュールの開発に焦点を当てる - 両社は、電子モーター制御ユニット、高圧・低圧電力コンバーター、ワイヤレス電力伝送システムなどのデモ機で先進的な研究とテストを実施することにより、これらのコンポーネントを評価する	エアバスと、将来のハイブリッド・パワー航空機や完全電動航空機に不可欠な、より効率的で軽量のパワーエレクトロニクスをサポートするため、パワーエレクトロニクスの研究開発で協力する契約を締結

政府による当該技術への支援事例 | ハイブリッド推進システム

#	政策主体	地域	年	対象航空機	予算	主要目標	概要
1	フランス政府、BPIフランス	French	2023	Cassio family (最大12人乗り)	EUR560万	Cassio familyの開発支援	- フランス政府は、ハイブリッド電動航空機のCassio familyの開発支援として、VoltAeroにEUR560万を補助 - この資金はフランス2030投資基金の一部であり、起業家支援を通じて経済成長を促進することを目的とした機関であるBPIフランスによって拠出された - VoltAeroのハイブリッド電動推進システムは、タキシング、離陸、短時間の飛行の間は電動モーターで電力を供給し、長時間の飛行の間は内燃エンジンで電力を補い、バッテリーを充電する
2	カナダ政府、ケベック州政府	Canada	2021	リージョナル用ターボプロップ機	不明	Pratt & Whitneyの開発支援	- リージョナル・ターボプロップ機用ハイブリッド・エンジンの開発に関して、Pratt & Whitneyに政府支援を提供 - 総額、1億6,300万カナダドルのプロジェクトに対し、カナダ政府から最大4,900カナダ万ドル、ケベック州政府から2,050万カナダドルの融資を確保した。将来の航空機共同プロジェクトに向けた開発作業の一部を支援するため、先に830万カナダドルの助成金が交付された。 - 試験はDe Havilland CanadaのDash-8 100ターボプロップ機で実施され、ハイブリッド電動推進システムは、リージョナル・プロップ機の平均燃料を30%節約できる可能性がある - このプロジェクトのスケジュールは、パンデミックの影響を受けて遅延している可能性がある

政府による当該技術への支援事例 | Hybrid propulsion systems

#	政策主体	地域	年	対象航空機	予算	主要目標	概要
3	Department of Energy - Advanced Research Projects Agency-Energy (ARPA-E)	United states	2021～2024	ハイブリッド推進航空機	450万USドル	GEによるハイブリッド推進エンジンのプロトタイプ開発	- GE Aerospaceは、小型プロトタイプエンジン開発のため、ARPA-E（Advanced Research Projects Agency-Energy）から450万米ドルの助成を受けた - ARPA-Eプロジェクトの期間は2021年から2024年までである。 - このエンジンは、持続可能な航空燃料（SAF）を動力源とするガスタービンに固体酸化物燃料電池を統合する - GEのFLyCLEENプログラムの一部であるこのフェーズ2プロジェクトは、SAFの化学エネルギーを電力に変換する効率を大幅に向上させ、最終的にCO2排出量を正味ゼロにすることを目指している
4	Ministry for Economic Affairs Labour and Energy Brandenburg	Germany	2021～2027	ハイブリッド推進航空機	不明	Rolls-Royceを基軸としたハイブリッド推進システム産業エコシステムの形成	- Rolls-Royceは、Federal Ministry for Economic Affairs and Energy (BMWi)とMinistry for Economic Affairs, Labour and Energy Brandenburg (MWAE)とMoUを締結 - Brandenburg州における次世代航空用ハイブリッド電動推進システムの研究開発を推進を合意 - ハイブリッド電動推進システムに焦点を当てた産業エコシステムの開発・試験・生産施設を設立することを目的としている。 - このプロジェクトは、Structural Strengthening Act、ederal government's aeronautics research programme、その他の州基金からの資金によって支援される - ロールス・ロイスは、ブランデンブルクでの開発プロジェクトに多額の投資を行う計画で、そのスケジュールは2027年まで延長される

リチウムイオンバッテリー

バッテリーメーカーが電動化関連の研究開発を主導、他方推進系での研究開発は限定的。異業種では、EVメーカーとの連携が主

研究開発動向

分類	企業	地域	特徴
業界内事例	KOKAM	KR	・ エアバスが開発した2人乗りの実験用電気航空機E-Fanの機体に搭載
	True Blue Power	US	・ 航空機用リチウムイオンバッテリーのエンジニアリングのパイオニア、Gen5では、長寿命でメンテナンスフリーのバッテリー（最長8年）のスペックを提供しており、環境廃棄物を最大90%削減
	Saft	FR	・ ロッキード・マーチンのF-35や、エアバスA350-900等に当社が開発したリチウムイオン電池が搭載されている
	EaglePicher Technologies	US	・ SAAB から、Gripen E-series 戦闘機用の24Vリチウムイオン電池を受注
	Limatech	FR	・ 民間航空業界向けにリチウム電池の設計を専門としており、現在使用されている鉛電池やニッケル・カドミウム電池に代わる、より効率的で環境に優しいバッテリーを提供
	Ampricus Technologies	US	・ シリコンナノワイヤー負極とセルに特化しており、現在はその技術を電動航空機と電気自動車に適用
異業種連携、参入事例	Renault	FR	・ 2022年11月、ルノーとエアバスは電動化ロードマップの加速とそれぞれの製品レンジの向上を目的とした研究開発契約に調印
	Porsche	DE	・ Customcellsは、電気自動車市場に加え、している ・ ボルシェは、電動航空機市場への進出を目指すCustomcellsへ投資。高性能バッテリー技術、特に電気自動車用バッテリー技術でリードすることを目指している

政策支援

政策主体	地域	年	対象航空機	予算	主要目標
The Biden Administration	US	2021 – 2030	電動航空機全般	USD28億（他分野も含む）	米国内における電動モビリティに活用するリチウムイオン電池関連設備の増設
The US Department of Energy	US	2023～3年程度	100人乗りサイズの電動航空機	最大USD3,000万（他分野も含む）	既存の最先端の選択肢と比較して4倍以上の改善の達成、電動航空機のLCOSカテゴリーの向上
European Union	EU	2022-26	電動航空機	総額EUR800万（他分野も含む）	安全で高エネルギー効率および出力密度の高い全固体電池（4b世代電池）セルの開発

研究開発動向調査 | リチウムイオンバッテリー

#	企業	企業分類	地域	開発年	概要	特徴
1	KOKAM	Others	Korea	2014～	- エアバス・グループが開発した2人乗りの実験用電気航空機 E-Fanの機体に、合計60kWの電気モーターを2つ搭載 - 航空機の電気モーターは、KOKAM製の250Vリチウムイオンポリマー電池で駆動される - 超高エネルギー-NMC電池は、1キログラム当たり約260ワット時(Wh/kg)のエネルギー密度が特徴 - バッテリーの充電効率は96%で、電池の充放電時のエネルギーの無駄が少ない	エアバス・グループが開発した2人乗りの実験用電気航空機E-Fanの機体に搭載
2	True Blue Power	Others	United States	2016～	- True Blue PowerとAvmaxは、Viking Air のDHC-6 (Twin Otter) にTB44リチウムイオン航空機用バッテリーを搭載するためのカナダ運輸省民間航空局 (TCCA) 第23部追加型式証明書 (STC) を取得 300万時間を超える飛行時間で実証された信頼性が確保されている - FAAのTSO認証を受けている	- 航空機用リチウムイオンバッテリーのエンジニアリングのパイオニア - Gen5では、長寿命でメンテナンスフリーのバッテリー (最長8年) のスペックを提供しており、環境廃棄物を最大90%削減
3	Saft	Others	France	2013～2016	- SaftのNi-CdおよびLi-Ionバッテリーソリューションは、エンジンやAPUの自律始動に必要な高ピークパワーや、非常用電源のバックアップなど、必要不可欠な機能を提供 - ロッキード・マーチンF-35は、F-35の飛行制御面に非常用電源を供給するなど、ミッションクリティカルな役割のためにリチウムイオン (Li-ion) バックアップ・バッテリーを搭載 - また、エアバスA350-900は、従来のニッケルカドミウム (NiCd) または鉛酸バッテリーを先進的なリチウムイオンバッテリーに置き換えた最初の民間航空機 - これらのバッテリーは、出力と信頼性の両方で鉛バッテリーを上回り、故障のリスクが少なく、長寿命性を提供	ロッキード・マーチンのF-35や、エアバスA350-900等に当社が開発したリチウムイオン電池が搭載されている

#	企業	企業分類	地域	開発年	概要	特徴
4	EaglePicher Technologies	Others	United States	2023	- Saab から、Gripen E-series 戦闘機用の24Vリチウムイオン電池を受注 - 極低温性能と長寿命により、メンテナンスコストと所有コストを削減 - バッテリーは、FAAの最高安全基準およびソフトウェア基準（RTCA DO-311A、RTCA DO178、DAL A）を満たしている	SAAB から、Gripen E-series 戦闘機用の24Vリチウムイオン電池を受注
5	Limitech	Others	France	2023	- EASA（欧州連合航空安全機関）から航空設計認可を取得 - 航空アプリケーションのETSO認証を受けている - メカトロニクス・アーキテクチャー（ORIONバッテリー）で設計されており、振動、衝撃、電磁波障害などの環境問題に対して優れた耐久性を発揮 2006/66/EC規格に準拠	民間航空業界向けにリチウム電池の設計を専門としており、現在使用されている鉛電池やニッケル・カドミウム電池に代わる、より効率的で環境に優しいバッテリーを提供
6	Ampricus Technologies	Others	United States	2008～	- 業界をリードするエネルギー密度のセルで知られる高エネルギー・高出力リチウムイオン電池の大手メーカー - 本社、研究開発ラボ、試験的製造施設を有し、電池技術の発展に取り組んでいる 500Wh/kg、1300Wh/L、25°Cで504Wh/kg以上、1321Wh/L以上を実現 - 現在市販されているリチウムイオンセルの約半分の重量と体積で、携帯性を高め、必要なスペースを削減	シリコンナノワイヤー負極とセルに特化しており、現在はその技術を電動航空機と電気自動車に適用

研究開発動向調査（非航空機関連企業動向） | リチウムイオンバッテリー

#	企業	企業分類	地域	開発年	概要	特徴
1	Renault	Car	France	2022	2022年11月、ルノーとエアバスは電動化ロードマップの加速とそれぞれの製品レンジの向上を目的とした研究開発契約に調印 - このパートナーシップは、特にエネルギー管理の最適化とバッテリー重量の改善に関連する技術をターゲットとし、現在の先進リチウムイオン電池技術から、2030年という時間軸の中でバッテリーのエネルギー密度を倍増させることができる全固体電池へと移行するための最善の道を探ることが目的	2022年11月、ルノーとエアバスは電動化ロードマップの加速とそれぞれの製品レンジの向上を目的とした研究開発契約に調印 - ルノーはEVを製造しており、将来のEVでは先進的なリチウムイオン電池や全固体電池の使用を拡大する計画を持つ
2	Porsche	Car	Germany	2022	- ポルシェは、ドイツのバッテリー会社 Customcellsの6,300万ドルのシリーズA資金調達ラウンドに参加 - Customcellsは、電気自動車や医療機器など、さまざまな用途向けの高性能リチウムイオン電池を専門 - 今回の資金調達は、Customcellsの電動航空機および世界市場への進出を支援することを目的としている	- Customcellsは、電気自動車市場に加え、電動航空機市場への進出を目指している - ポルシェは、Customcellsへの投資を通じて、高性能バッテリー技術、特に電気自動車用バッテリー技術でリードすることを目指している

政府による当該技術への支援事例 | リチウムイオンバッテリー

#	組織	国	年	対象航空機	予算	主要目標	概要
1	The Biden Administration	United States	2021 - 2030	電動航空機全般	総額、USD35億 (他分野も含む)	米国における調達・製造・再利用までのリチウムイオン電池バリューチェーンの構築	- Federal Consortium for Advanced Batteries (FCAB)が策定した「リチウム電池に関する米国の国家計画（National Blueprint for Lithium Batteries）」は、国内のリチウム電池製造バリューチェーンへの投資計画の概要を示している - 目標は以下の通り： - 原料および精製原料へのアクセスを確保し、商業および防衛用途の重要鉱物の代替品を発見する - 国内の電池製造需要に対応できる米国の材料加工基盤の成長を支援する - 米国の電極、セル、パック製造部門を促進する - 米国の使用済み電池の再利用と重要な材料のリサイクルを大規模に行い、競争力のあるバリューチェーンを米国内で構築する - 科学的研究開発、STEM 教育、人材育成を強力に支援することで、米国の電池技術におけるリーダーシップを維持・発展させる - 一環として、電気自動車等、電動モビリティと、電力システムに不可欠な資源を確保するため、米国の製造企業20社に35億ドルの補助金を提供する、「米国電池材料イニシアティブ」を立ち上げ - 年間200万台のEVに電力を供給するリチウムや、120万台のEVに電力を供給するグラファイトなど、EV材料に不可欠なプロジェクトを推進する - このイニシアチブは、リチウムイオン電池に不可欠な、米国初の大規模商業用LiPF6生産施設の設立を目標としている

政府による当該技術への支援事例 | リチウムイオンバッテリー

#	組織	国	年	対象航空機	予算	主要目標	概要
2	The US Department of Energy	US	2023から最大3年程度	100人までの乗客を輸送する電動航空機	他分野も含め最大USD3,000万	既存の最先端の選択肢と比較して4倍以上の改善の達成 電動航空機のLCOSカテゴリーの向上	- The US Department of Energyは、航空、鉄道、海上輸送分野の電化を加速させるための高エネルギー貯蔵ソリューションの開発に最大3,000万ドルの資金を提供すると発表 2023年に開始され、最大36か月程度（3年）でプロジェクトへの支援が終了する想定 - 最終的には、既存の最先端の選択肢と比較して4倍以上の改善を達成したいと考えている - そのうち、カテゴリーAは、より高いピーク出力と連続出力能力を目標とし、電動航空機のLCOSカテゴリーを高くすることを目標としている
3	European Union	EU	2022-2026	電動航空機	総額EUR800万	安全で高エネルギー効率および出力密度の高い全固体電池（4b世代電池）セルの開発	EUは、HELENAプロジェクトを推進 - HELENAプロジェクトは、欧州連合（EU）の「Horizon Europe research and innovation programme」（助成金契約番号101069681）の助成を受けている - 電気自動車や電動航空機への応用のために、高容量Niリッチ正極（NMC）、高エネルギーLi金属（LiM）負極および、Liイオン超イオンハライド固体電解質をベースとした、安全で高エネルギー効率および出力密度の固体電池（4b世代電池）セルを開発 8か国15組織が参画し、総額EUR800万の予算が付いている - HELENAは、欧州の高性能固体電池産業を後押しするために誕生

現在は研究段階である企業が多く、eVTOL向けの開発が主。異業種では、リチウムイオン電池と同様自動車関連メーカーが研究開発を進める

研究開発動向

分類	企業	地域	開発範囲	特徴
業界内事例	SOLiTHOR	Belgium	部品	・ ハイパワーVTOL、具体的には5時間を目安としたリージョナル・フライトへの全固体リチウムイオン電池の適用を3～5年以内に目指している
	Enpower Greentech	United States	部品	・ 2025年までに産業用バッテリーを生産し、2026年にはEVとeVTOLに用途を拡大することを目指している
	NASA	United States	部品	・ NASAのSABERSプロジェクトは、より安全で効率的な航空機用全固体電池を開発し、液体に関連する安全上の懸念を払拭することを目指している
異業種連携、参入事例	トヨタ	日本	部品	・ 詳細は不明だが、航空宇宙用途の全固体電池開発を進めており、実用化に向けてはリーディングポジションにいるとの見解が存在する
	Renault	France	部品	・ 2022年11月、ルノーとエアバスは電動化ロードマップの加速とそれぞれの製品レンジの向上を目的とした研究開発契約に調印 ・ ルノーはEVを製造しており、将来のEVでは先進的なリチウムイオン電池や全固体電池の使用を拡大する計画を持つ
	QuantumScape Corp	United States	部品	・ 主に電気自動車（EV）用の固体リチウム金属電池の開発に注力 ・ 長期的には、バッテリー技術を電動航空機に応用する可能性を検討している

政策支援

政策主体	地域	年	対象航空機	予算	主要目標
The Biden Administration	US	2021 – 2030	電動航空機全般	USD28億（他分野も含む）	米国内における電動モビリティに活用するリチウムイオン電池関連設備の増設
The US Department of Energy	US	2023～3年程度	100人乗りサイズの電動航空機	最大USD3,000万（他分野も含む）	既存の最先端の選択肢と比較して4倍以上の改善の達成、電動航空機のLCOSカテゴリーの向上
European Union	EU	2022-26	電動航空機	総額EUR800万（他分野も含む）	安全で高エネルギー効率および出力密度の高い全固体電池（4b世代電池）セルの開発

研究開発動向調査 | その他の次世代バッテリー（全固体電池等）

#	企業	企業分類	地域	開発開始年	概要	特徴
1	SOLiTHOR	Battery Manufacturer	Belgium	2021	2022年1月, SOLiTHORは研究機関imecと戦略的パートナーシップを結び、ベルギーにあるimecの最先端研究所で固体リチウム技術の商業化を主導することになった - この全固体リチウム電池の画期的な進歩は、地上、空中、海上、宇宙での輸送に革命をもたらす可能性がある - SOLiTHOR's のバッテリーは、より安全で軽量の航空機への適用（150～500 kWhの範囲）を目指している - 部品を薄くすることでエネルギー密度を高め、軽量化を実現している	ハイパワーVTOLへの適用、具体的には5時間を目安としたリージョナル・フライトへの適用を3～5年以内に目指している
2	Enpower Greentech	Battery Manufacturer	United States	2023	- 高密度で安全なソリューションのためにリチウム金属と硫化物ベースのプラットフォームを使用し、全固体電池技術を開発している - エネルギー密度は300Wh/kg	2025年までに産業用バッテリーを生産し、2026年にはEVとeVTOLに用途を拡大することを目指している
3	NASA	Government Agency	United States	2023	- NASAのSABERS（Solid-state Architecture Batteries for Enhanced Rechargeability and Safety）プロジェクトは、バッテリーの主な安全性懸念である液体電解質化学物質を固体代替物に置き換えることを目的としている - これらのバッテリーは、より高いエネルギー容量、ストレス下での強化された性能、軽量化を提供できる	NASAのSABERSプロジェクトは、より安全で効率的な航空機用全固体電池を開発し、液体に関連する安全上の懸念を払拭することを目指している

その他の次世代バッテリー（全固体電池等）

研究開発動向調査（非航空機関連企業動向） | その他の次世代バッテリー（全固体電池等）

#	企業	企業分類	地域	開発開始年	概要	特徴
1	トヨタ	Car	日本	?	- 詳細不明 - 基本的には自動車用途であるものの、航空宇宙用途にも転用可能性を示唆した全固体電池関連の特許を多く出願している	航空宇宙用途の全固体電池開発を進めており、実用化に向けてはリーディングポジションにいるとの見解が存在する
2	Renault	Car	France	2022	2022年11月、両社は電動化ロードマップの加速とそれぞれの製品レンジの向上を目的とした研究開発契約に調印 - このパートナーシップは、特にエネルギー管理の最適化とバッテリー重量の改善に関連する技術をターゲットとし、現在の先進リチウムイオン電池技術から、2030年という時間軸の中でバッテリーのエネルギー密度を倍増させることができる全固体電池へと移行するための最善の道を探ることが目的	ルノーはEVを製造しており、将来のEVでは先進的なリチウムイオン電池や全固体電池の使用を拡大する計画を持つ
3	QuantumScape Corp	Car parts	United States	2020	- 主に電気自動車（EV）用の固体リチウム金属電池の開発に注力 - QuantumScapeのバッテリー技術はまだ開発段階にあり、生産開始には4～5年かかると見られている - フォルクスワーゲン（VW）と提携し、2024～2025年頃の製造開始を目指している。 150,000マイル以上の耐久性が予測され、長期間の使用における耐久性と信頼性を提供する	- 主に電気自動車（EV）用の固体リチウム金属電池の開発に注力 - 長期的には、バッテリー技術を電動航空機に応用する可能性を検討している

その他の次世代バッテリー（全固体電池等）

政府による当該技術への支援事例 | その他の次世代バッテリー（全固体電池等）

#	組織	国	年	対象航空機	予算	主要目標	概要
1	The US Department of Energy	US	2023	100人までの乗客を輸送する電動航空機	他分野も含め最大USD3,000万	既存の最先端の選択肢と比較して4倍以上の改善の達成 電動航空機のLCOSカテゴリーの向上	- The US Department of Energyは、航空、鉄道、海上輸送分野の電化を加速させるための高エネルギー貯蔵ソリューションの開発に最大3000万ドルの資金を提供すると発表 - 最終的には、既存の最先端の選択肢と比較して4倍以上の改善を達成したいと考えている - そのうち、カテゴリーAは、より高いピーク出力と連続出力能力を目標とし、電動航空機のLCOSカテゴリーを高くすることを目標としている
2	European Union	EU	2022-2026	電動航空機	総額EUR800万	安全で高エネルギー効率および出力密度の高い全固体電池（4b世代電池）セルの開発	- HELENAプロジェクトは、欧州連合（EU）の「Horizon Europe research and innovation programme」（助成金契約番号101069681）の助成を受けている - 電気自動車や電動航空機への応用のために、高容量Niリッチ正極（NMC）、高エネルギーLi金属（LiM）負極および、Liイオン超イオンハライド固体電解質をベースとした、安全で高エネルギー効率および出力密度の固体電池（4b世代電池）セルを開発 8か国15組織が参画し、総額EUR800万の予算が付いている - HELENAは、欧州の高性能固体電池産業を後押しするために誕生

eVTOL、小型航空機向けの電動推進モーターの開発が進む。今後、より中型・大型航空機向けのモーターに関するテストが実施される想定

研究開発動向

分類	企業	地域	特徴
業界内事例	Honeywell	United States	• デンソーとの共同開発により、Lilium Jet（eVTOL）向けに、重さ約4キログラム、出力100キロワット（kW）のeモーターを提供
	Safran	France	• 既に、航空機メーカー5社（VoltAero等）が電動またはハイブリッド航空機の電動モーターに同社の開発したENGINEUSを採用 • 2026年からは量産化予定
	Collins Aerospace	United States	• 1MW電動モーターの定格出力試験を実施、Pratt & Whitneyが開発した高効率のエンジンと統合され、ハイブリッド電動推進システムとなる想定
	Wright Electric	United States	• 1MW級モーターの実験に成功 • 今後、50～100乗り航空機用の1.5MW級モーターのテストを目指す
	MagniX	United States	• 複数社に対してモーターを提供 • 2020年ごろから、MagniXの開発したモーターを使用した飛行試験を推進
	MIT and Mitsubishi Heavy Industries	United States/Japan	• 現在の小型航空エンジンに比べて競争力のあるサイズと重量で1MW級の電力を発生できるモーターの研究開発を推進
	Kite Magnetics and Monash University	Australia	• 従来の固定翼機、eVTOL、eSTOL、高高度衛星、地上翼搭載機など、さまざまな電動航空機用途に適した120KWの電動推進ユニット（EPU）を開発
異業種連携、参入事例	デンソー	日本	• Honeywellとの共同開発により、Lilium Jet（eVTOL）向けに、重さ約4キログラム、出力100キロワット（kW）のeモーターを提供

政策支援

組織	国	年	対象航空機	予算	主要目標
Energy U.S. Department of Energy - Advanced Research Projects Agency - ASCEND	United States	2019～	商業用電動航空機	最大3,500万米ドル	• 統合型電動モーター、ドライブ、熱管理システムの開発

航空機OEM/部品メーカーによる研究開発動向調査 | 電動推進モーター

#	企業	企業分類	地域	開発年	概要	特徴
1	Honeywell	Tier 1	United States	2022	- 電動航空機推進用の先進ソリューションに取り組む - ターボ電気、部分ターボ電気、直列ハイブリッド、並列ハイブリッド、直列並列ハイブリッドを含む様々なアーキテクチャアプローチが検討されている - モーター・コントローラー、ギアボックス、冷却システムが含まれ、統合された電動推進ユニット（EPU）を形成している - 従来のエンジンに比べ、効率の向上、騒音の低減、安全性の向上、環境面での利点がある 2020年ごろからデンソーと共同で、eVTOLメーカーのLilium向けにモーターを提供 - ローターとステーターが従来の軸流設計に比べて遠心または「ラジアル」構成になっており、部品の重量、製造コスト、異物による損傷の可能性が低くなるとしている	デンソーとの共同開発により、Lilium Jet（eVTOL）向けに、重さ約4キログラム、出力100キロワット（kW）のeモーターを提供
2	Safran	Tier 1	France	2023	- Safran Electrical & Powerが開発するENGINEUS™スマート電気モーターは、ハイブリッド／電動推進システム用に設計されている - フランスと英国の拠点にENGINEUS電気モーターの生産ラインを設置する計画 - ENGINEUS™ 航空機電動モーター：車両への組み込みが容易なモジュール式のパワーポッド。電力変換、保護、熱管理、空力負荷能力などの機能により、新しいモビリティ・プラットフォームやハイブリッド・ターボ機械を最適化する。これらのモーターは、効率的な車両統合のための高い出力密度を備えている。	- 航空機メーカー5社（VoltAero、Aura Aero、Bye Aerospace、Diamond Aircraft、およびCAE）が電動、ハイブリッド航空機の電動モーターにENGINEUSを選択 - 自動車部門にヒントを得た大量生産モデルにより、2026年からは年間1,000個のモーターを製造し、電気およびハイブリッド航空市場に供給する予定

航空機OEM/部品メーカーによる研究開発動向調査 | 電動推進モーター

#	企業	企業分類	地域	開発年	概要	特徴
3	Collins Aerospace	Tier 1	United States	2022	1MW電動モーターの定格出力試験を実施 - 既存の電動モーターに比べ、出力は4倍、電圧は2倍のスペックであり、軽量にもなる想定 - プラット・アンド・ホイットニーが開発した高効率の熱エンジンと統合され、ハイブリッド電動推進システムとなる - 現在使用されている最新鋭のリージョナル・ターボプロップ・エンジンと比較して、燃料効率の30%の改善とCO2排出量の削減を目的としている	1MW電動モーターの定格出力試験を実施しており、プラット・アンド・ホイットニーが開発した高効率の熱エンジンと統合され、ハイブリッド電動推進システムとなる
4	Wright Electric	その他	United States	2021	- 現在、2030年就航予定のナローボディ機（186席、航続距離800マイル）の開発を推進 - 同社はこのプロジェクトでイージー・ジェットとジェットテックスと提携している - すでに、1MW級モーターはテスト済みであり、今後、50～100人乗り航空機用の1.5MW級モーターのテストを目指している 2021年に地上試験を開始し、ボーイング747のテストベッドを使用して2023年に飛行試験を開始する計画	1MW級モーターの実験に成功 - 今後、50～100人乗り航空機用の1.5MW級モーターのテストを目指す

航空機OEM/部品メーカーによる研究開発動向調査 | 電動推進モーター

#	企業	企業分類	地域	開発年	概要	特徴
5	MIT and Mitsubishi Heavy Industries	その他	United States/Japan	2023	- マサチューセッツ工科大学（MIT）の技術者チームが、1MW級の電動モーターを開発 - モーターと関連するパワーエレクトロニクスはコンパクトかつ軽量 - 研究チームは、このモーターをバッテリーや燃料電池のような電源と組み合わせて全電動用途に使用したり、従来のジェットエンジンと組み合わせてハイブリッド推進システムに使用したりすることを想定 - このプロジェクトのスポンサーは三菱重工業	このモーターは主要部品で設計・テストされ、現在の小型航空エンジンに比べて競争力のあるサイズと重量で1MW級の電力を発生できることが実証されている
6	Kite Magnetics and Monash University	その他	Australia	2022	- 従来の固定翼機、eVTOL、eSTOL、高高度衛星など、さまざまな電動航空機用途に適した120KWの電動推進ユニット（EPU）を開発 - このユニットは、Monash Universityとの共同開発により特許を取得したAeroperm*軽量磁性材料をベースにしている（Aeropermは、アモルファス金属マトリックス内のナノスケールの結晶からなるナノ結晶磁気ソフトマテリアル） - リージョナル旅客機を含むより大型の航空機向けに技術を拡大しており、メルボルンに電動モーター専用の試験装置を備えた試験施設を公開	従来の固定翼機、eVTOL、eSTOL、高高度衛星など、さまざまな電動航空機用途に適した120KWの電動推進ユニット（EPU）を開発

航空機OEM/部品メーカーによる研究開発動向調査 | 電動推進モーター

#	企業	企業分類	地域	開発年	概要	特徴
1	デンソー	Car parts	Japan	2022	2020年ごろからHoneywellと共同で、eVTOLメーカーのLilium向けにモーターを提供 - ローターとステーターが従来の軸流設計に比べて遠心または「ラジアル」構成になっており、部品の重量、製造コスト、異物による損傷の可能性が低くなるとしている	Honeywellとの共同開発により、Lilium Jet（eVTOL）向けに、重さ約4キログラム、出力100キロワット（kW）のeモーターを提供

政府による当該技術への支援事例 | 電動推進モーター

#	政策主体	地域	年	対象航空機	予算	主要目標	概要
1	Energy U.S. Department of Energy - Advanced Research Projects Agency - ASCEND	United States	2019～	商業用 電動航 空機	最大 3,500万 米ドル	統合型電動モーター、ドライブ、熱管理システムの開発	- 米エネルギー省は、電動航空機プログラムを推進 - ASCENDとREEACHとして知られるこのプログラムは、旅客機からの排出を削減する商業クラスの電動航空ソリューションを生み出すことを目的としている - ASCENDに最大3,500万ドル、REEACHに最大2,000万ドルの支援を想定 - ASCENDは統合型電動モーター、ドライブ、熱管理システムの開発に重点を置き、REEACHはカーボンニュートラルな液体燃料の化学エネルギーを航空機推進用の電力に変換することを目指している - これらのイニシアチブは、民間航空機よりエネルギー効率の高い電動モーターとパワートレイン・システムの必要性に対処するもので、研究資金として合計5,500万ドルが割り当てられている - プログラムの一環として、Wright Electricに65万ドルが補助されている

電動タキシングシステムの開発は、Wheeltug等限られたプレーヤーによって進められているのが現状

分類	企業	地域	特徴
業界内事例	Safran Honeywell	France/US	当初はA320に搭載する計画を進めていたものの、長距離フライトでの搭載は不経済と判断され計画が中止に
	Wheeltug	US	2021年、インドのスパイスジェットは、WheelTugとの提携を発表 - Wheeltugの開発するシステムをB737に組み込むことで、タキシング時の燃料消費量を削減することを目指している
	Rolls Royce	United Kingdom	500馬力（400kw）の電動パワートレインと最新のエネルギー貯蔵技術を搭載した電動タキシングシステムによるタキシング操縦に成功

組織	国	年	対象航空機	予算	主要目標
Department for Business, Energy & Industrial Strategy/Innovate UK	United Kingdom	2021	航空機	N/A	ACCEL（電動タキシングシステム開発プロジェクト）への支援

航空機OEM/部品メーカーによる研究開発動向調査 | 電動タキシングシステム

#	企業	企業分類	地域	開発年	概要	特徴
1	Safran Honeywell	Tier 1	France/US	2013	- 両社は、2013年6月のパリ航空ショーで電動グリーン・タキシング・システム（EGTS）のデモンストレーションを行った - しかし、サフランはエアバスA320型機に電動タキシングシステムを搭載する計画を中止 - この決定は、エアバスがこのプロジェクトに関する協議を打ち切ったことによる	当初はA320に搭載する計画を進めていたものの、長距離フライトでの搭載は不経済と判断され計画が中止に
2	WheelTug	Others	US	2021	- WheelTugのE-Taxiシステムは、航空機のAPUを動力源とするノーズホイール搭載のモーターと駆動装置である - メインエンジンを使用せずに航空機のタキシングとゲートでの操縦を可能にすることで、時間、燃料、費用を節約できる 2021年、インドのスパイスジェットは、WheelTug社と提携を発表 - 同社は、WheelTugをB737に組み込むことで、タキシング時の燃料消費量を削減することを目指している - WheelTug社は400機の生産枠を確保する	インドのスパイスジェットは、WheelTugのシステムをB737に組み込むことで、タキシング時の燃料消費量を削減することを目指している
3	Rolls Royce	Tier1	United Kingdom	2021	2021年3月、ロールスロイスの開発する電動飛行機は電動タキシングシステムを活用したタキシング操縦のテストに成功 500馬力（400kw）の電動パワートレインと最新のエネルギー貯蔵技術を搭載 - ACCELと名付けられたこのプロジェクトの他のパートナーには、電気モーターとコントローラーのメーカーであるYASAと航空新興企業のElectroflightが含まれる - プロジェクトの資金の半分は、Department for Business, Energy & Industrial StrategyおよびイノバートUKと共同で、航空宇宙技術研究所（Aerospace Technology Institute：ATI）から提供されている	500馬力（400kw）の電動パワートレインと最新のエネルギー貯蔵技術を搭載した電動タキシングシステムによるタキシング操縦に成功

政府による当該技術への支援事例 | 電動タキシングシステム

#	政策主体	地域	年	対象航空機	予算	主要目標	概要
1	Department for Business, Energy & Industrial Strategy/Innovate UK	United Kingdom	2021	航空機	N/A	ACCEL（電動タキシングシステム開発プロジェクト）への支援	- ACCELと名付けられたこのプロジェクトの他パートナーには、電動モーター・コントローラーメーカーであるYASAや航空新興企業のElectroflightが含まれる - プロジェクトの資金の半分は、Department for Business, Energy & Industrial StrategyおよびイノベートUKと共同で、航空宇宙技術研究所（Aerospace Technology Institute：ATI）から提供されている

軽量化・効率化

航空機OEMは最近開発された機体にCFRPを搭載している中で、Boeingは、CFRPのリサイクル部品の活用を企図。

Company		Year
Boeing /Gen2 Carbon	2008年以降、ボーイング787ドリームライナーには、機体のほぼ50%を占める複合材（CFRPやその他の複合材を含む）が使用されている - その中で、2018年以降、ボーイングは英国のリサイクル会社（ELG Carbon Fiber、現 Gen2 Carbon）と提携し、777Xの主翼製造施設とドリームラインの製造ラインから未硬化の炭素複合材をリサイクルしている 2023年には、エコ・デモンストレーター機（777-200エクステンデッド・レンジ）で、貨物倉の壁パネルに再生炭素繊維を40%、バイオ由来の原料から作られた樹脂を60%使用した持続可能なパネルを試験的に導入	2008~
Airbus	2017年、エアバスはA350 XWBにCFRPを使用すると発表 - 構造の半分以上を占める胴体と主翼の上カバーと下カバーを含むスキン全体が炭素繊維複合材料で作られている	2017~

リサイクルCFRPに関する特許公開が多い企業は下記。航空機OEMと日本企業が多く、当領域での日本企業の優位性が確認できる

企業名	国	計	年					研究開発の概要
			18	19	20	21	22	
Boeing	US	15	6	1	4	4	0	機体へのリサイクル材の活用や、機体製造時に出る廃材の活用に関する研究開発を推進
旭化成	JP	11	0	3	0	8	0	- カーボンファイバーリサイクル工業、独立行政法人国立高等専門学校機構と連携し研究開発を推進。 - 現在は自動車用がメインとみられるが、特許内で航空機の言及がある。
三菱製紙	JP	11	2	4	3	1	1	- CFRPやプリプレグ端材から低エネルギーでリサイクルされた炭素繊維を用いた炭素繊維シートを提供 - 抄紙技術を応用しており、CFRP・CFRTP用強化材として利用できる
Ube三菱セメント、宇部興産	JP	6	5	1	0	0	0	航空機由来のCFRPを固体燃料等に活用している
東洋インキSCホールディングス	JP	6	0	1	0	5	0	—
三菱ケミカル	JP	6	0	0	2	1	3	- 航空機や自動車の使用済みのCFRPや端材を熱して樹脂を気化させ、炭素繊維を取り出し - 同繊維のみを使って空隙の均一な不織布に加工し、樹脂を流し入れて中間材を生産、加熱プレスし、自動車などの部品に加工する。
Aca	JP	4	4	0	0	0	0	- 東レと連携。これまで熱処理してCFRPを再加工していたが、CFRPを粉状にしてシート状に再生する技術を確立。 - コストを従来比8割減らした炭素繊維のリサイクル事業を展開。現在は航空機向けではなく、農業資材として売り出しているとみられる
Airbus	FR	3	0	1	1	0	1	—

*これらの企業の抽出方法：Google patentにおいて「CFRP」・「Recycled」・「Airplane」の全てに言及している特許を2018年以降3件以上公開している企業のうち、明確に関連のない特許を公開している企業を除いたもの

**年はPriority dateベース

出所）Google Patent、各種公開情報より作成

【参考】CFRP×リサイクルで2018年以降特許を公開している企業

■ なお、前ページとは異なり特許内容や企業名のクリーニングは実施していない点に留意が必要

特許出願者名	2018	2019	2020	2021	2022	総計
総計	44	27	41	42	25	179
The Boeing Company	4	1	3	2		10
三菱製紙株式会社, Mitsubishi Paper Mills Ltd	2	4	2	1		9
旭化成株式会社, Asahi Kasei Corp, カーボンファイバーリサイクル工業株式会社, Carbon Fiber Recycle Kogyo Co Ltd				7		7
A c a 株式会社, Aca Co Ltd	4					4
U b e 三菱セメント株式会社	4					4
東洋インキ S c ホールディングス株式会社, Toyo Ink Sc Holdings Co Ltd				4		4
하이즈항공 주식회사				4		4
Boeing Co	1			2		3
三菱ケミカル株式会社					3	3
三菱ケミカル株式会社, Mitsubishi Chemical Corp			2	1		3
蒋遂安	3					3
9T Labs Ag				1	1	2
Elda Entwicklungsgesellschaft Mbh	1	1				2
オムロン株式会社, Omron Corp			2			2
阿波製紙株式会社	2					2
旭化成株式会社, Asahi Kasei Corp		2				2
宇部興産株式会社, Ube Ind Ltd	1	1				2
永虹先進材料股份有限公司					2	2
株式会社イノアックコーポレーション, Inoac Corp		1	1			2
基博 天満, 恭裕 松吉					2	2
三井化学株式会社				2		2
三菱製紙株式会社			1		1	2
深圳大学	2					2
積水化成工業株式会社, Sekisui Plastics Co Ltd			1		1	2
双葉電子工業株式会社, Futaba Corp			2			2
東洋インキ S c ホールディングス株式会社, トーヨーカラー株式会社		1		1		2
日立化成株式会社, Hitachi Chemical Co Ltd	2					2
波音公司		1	1			2
富士加飾株式会社				1	1	2
주식회사 카텍에이치			1		1	2

*これらの企業の抽出方法：Google patentにおいて「CFRP」・「Recycled」・「Airplane」の全てに言及している特許を2018年以降2件以上公開している企業のうち、明確に関連のない特許を公開している企業を除いたもの

**年はPriority dateベース

出所）Google Patent、各種公開情報より作成

CFRTPの活用が進んでいるなか、再生炭素繊維の活用が検討されている。また、Automated Fiber Placementの導入による生産効率改善を通じた単通路機への展開も企図されている

Company		Year
Boeing, Cannon Ergos, Mitsubishi Chemical Advanced Materials	2022年5月、ボーイングはCannon Ergosと協力し、CFRTPによる航空機客室内側壁パネルの製造に再生炭素繊維に関する実現可能性の試験を実施すると発表 - プロジェクトでは、Mitsubishi Chemical Advanced Materials（MCAM）が関与	2022~
Boeing, ATC Manufacturing	2023年2月、ATC Manufacturingはボーイング社から様々な熱可塑性複合材部品の長期契約を獲得したと発表 - この契約拡大により、ATC Manufacturingは現在、737、767、787、777、777X等、ボーイングが現在提供している多くの民間航空機が対象となる	2023~
Airbus EconCore, The Technical University of Denmark (DTU) Fraunhofer	2023年、エアバスはEconCore, the Technical University of Denmark (DTU)、Fraunhoferと共同で、hermoplastic honeycomb sandwich compositesをベースとしたエアバス320用の新しい環境に優しいサステイナブルなラダーを開発中であることを発表	2023~
Collins Aerospace	2018年、Collins AerospaceはCFRTP production programの可能性を模索し始め、2021年にはダッチ・サーマプラスティック・コンポーネンツ（DTC）を買収 - AFP（automated fiber placement）を使って大きなスキンを作り、ハット補強材をスタンプ成形し、これらの部品を溶接 - 軽量化と歩留まり向上が2つが主な目的であり、製造自動化の機会があり、各工程のサイクルタイムを大幅に短縮でき同時に、ファスナーをなくすことで軽量化も実現できる - 今後2年間でTRL（技術準備レベル）6を目指す - 特に月産75機以上に達する可能性のある単通路民間航空機に期待される生産速度にも対応できるとしている	2018~

CFRTPのリサイクルに関しても、日本企業による研究開発が先行しているとみられる

企業	地域	総計	年						研究開発動向
			2018	2019	2020	2021	2022	2023	
三菱製紙	JP	7	6	1					CFRPやプリプレグ端材から低エネルギーでリサイクルされた炭素繊維を用いた炭素繊維シートを提供 抄紙技術を応用しており、CFRP・CFRTP用強化材として利用できる
出光興産	JP	4		1	2		1		福井大学と連携して研究開発を推進。 再生由来の炭素繊維を活用しても強度維持が可能な樹脂や製造方法等の研究開発を推進。
小嶋工業	JP	3				3			廃材のカーボン繊維と熱硬化性樹脂を混合し、独自の抄造（しょうぞう）工法を用いて製造した新素材「メタプラ」製スパナを開発

*これらの企業の抽出方法：Google patentにおいて「carbon fiber reinforced thermoplastic」・「Recycled」・「Airplane」の全てに言及している特許を2018年以降2件以上公開している企業のうち、明確に関連のない特許を公開している企業を除いたもの

**年はPriority dateベース

出所）Google Patent、各種公開情報より作成

【参考】CFRTP×リサイクルで2018年以降特許を公開している企業

■ なお、前ページとは異なり特許内容や企業名のクリーニングは実施していない点に留意が必要

特許出願者名	2018	2019	2020	2021	2022	総計
総計	13	5	4	4	5	32
三菱製紙株式会社, Mitsubishi Paper Mills Ltd	6	1				7
出光興産株式会社		1	2		1	4
小嶋工業株式会社				3		3
AI-Carbon Co., Ltd.		1				1
GM Global Technology Operations LLC	1					1
Mantis Composites Inc.	1					1
アイカーボン株式会社	1					1
グラストップ株式会社				1		1
ソルベイ スペシャルティ ポリマーズ ユーエスエー, エルエルシー			1			1
ヤスハラケミカル株式会社	1					1
宇部興産株式会社, Ube Ind Ltd	1					1
嘉兴领科材料技术有限公司	1					1
帝人株式会社, Teijin Ltd					1	1
哲大 土田, Akihiro Tsuchida, 哲大 土田, 株式会社サイム, Saimu Corp		1				1
哲大 土田, Akihiro Tsuchida, 土田 保雄, Tsuchida Yasuo, 土田 文子, Tsuchida Fumiko, 古賀 衣都美, Koga Itsumi			1			1
天津爱思达航天科技有限公司					1	1
有限会社文殊工学医学研究所, ビードローン株式会社, 株式会社 星山工業	1					1
浙大宁波理工学院					1	1
전북대학교산학협력단		1				1
苏州领裕电子科技有限公司					1	1

*これらの企業の抽出方法：Google patentにおいて「carbon fiber reinforced thermoplastic」・「Recycled」・「Airplane」の全てに言及している特許を2018年以降2件以上公開している企業のうち、明確に関連のない特許を公開している企業を除いたもの

**年はPriority dateベース

出所）Google Patent、各種公開情報より作成

Boeingは客室内側壁パネルに対して再生炭素繊維を活用する試験を、2022年からCannon Ergos・三菱化学アドバンスドマテリアルと共同で推進

Recent R&D activity

企業名	Boeing, Cannon Ergos, Mitsubishi Chemical Advanced Materials
開発年	2022
素材名	- Recycled Carbon Fiber (rCF) - Kyrontex® Material
R&Dの特徴	生産工程における炭素繊維廃棄物の回収と再利用により、廃棄量の削減、埋立処分コストの削減、および経済性の向上を実現することができる
概要	- Boeingは2022年5月、CFRTPを使用した航空機の客室内側壁パネルの製造に再生炭素繊維を利用する可能性を探る試験を実施するため、複合材変換装置メーカーのCannon Ergosとの協業を開始した - このプロジェクトの最新段階には、高性能強化ポリマーサプライヤーである三菱化学アドバンスドマテリアル（MCAM）も関与 - Cannon Ergosは、特注の熱圧着装置を設計、製造、設置 - この装置は、MCAMの新素材Kyrontexを使用したサイドウォール・パネルの試作に使用された - Kyrontex® Materialで使用される代表的な樹脂マトリックスには、ポリアミド（PA）、ポリエーテルイミド（PEI）、ポリフェニレンサルファイド（PPS）、ポリエーテルエーテルケトン（PEEK）、ポリアリールエーテルケトン（PAEK）などがある



ATC Manufacturingは、2023年2月 Boeing社とCFRTPに関する長期契約締結。B737といったサイズの小さい商用航空機も対象としている

Recent R&D activity

企業名	Boeing, ATC Manufacturing
開発年	2023
素材名	Various thermoplastic composite components
R&Dの特徴	ATC Manufacturingは、持続可能性、コスト効率、軽量化に重点を置き、認証を受けた施設で年間100万個以上の熱可塑性プラスチック部品を生産している
概要	2023年2月、ATCマニュファクチャリングはボーイング社と長期契約を締結し、熱可塑性複合材部品の供給契約を拡大した この契約は、ボーイングの商用航空機、737、767、787、777、777Xの各モデルを対象としている



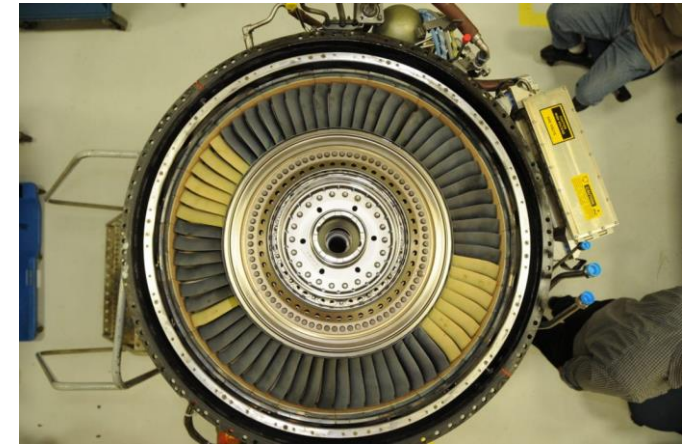
エンジンへのCMC（多くがSiC SiC CMC）の搭載に関する研究開発が進んでいる。B777Xや、A321 XLR等の航空機エンジンへの搭載が予定・検討されている

Company		Year
GE (for CMC turbine shrouds) GE & Safran (for turbofan engines)	- 炭化ケイ素、セラミック繊維、セラミック樹脂（SiC/SiCマトリックス）からなるCMCタービンシュラウド - これらのタービンシュラウドは、CFM International（GEとサフランの折半出資JV）が製造するLEAPターボファンに使用されている 2018年までに、GEはオハイオ州、デラウェア州、ノースカロライナ州、アラバマ州にCMC生産拠点を設立した - アラバマ拠点では、GEとサフランはNippon CarbonとのJVを設立し、Nippon CarbonからCMC原料を直接調達 2020年、エンジン高温部全体に5つのCMC部品（1つの燃焼器インナーライナー、1つのアウターライナー、HPTステージ1シュラウドとノズル、HPTステージ2シュラウド）を搭載したGE9Xエンジンをボーイング777Xに搭載、SiC/SiC CMCを利用	2019~
Pratt & Whitney	- F-35戦闘機に使用されるF135エンジン向けにCMC排気ノズルを既に製造している 2016年に生産を開始したPurePowerギアードターボファン（GTF）エンジンについて、次世代エンジンでは、CMCを使用する予定であるとしている 2021年後半には、米国カリフォルニア州カールスバッドに60,000平方フィートのCMC研究開発施設を開設 - これらの施設で開発されるCMCは、エアバスA321 XLR用のPW1000Gエンジンのアップグレードでデビューすることが検討されている	2016~
Safran	2022年現在、Safran HeraklesはM88エンジンでCMCタービンリングの試験を行っている（DGAの資金提供のもと） - これとは別に、Silvercrest engineでCMC製ノズルの試験も行っている	2022~

GEはジェットエンジンでのSiC-SiC CMC使用に関する研究開発を推進。2020年、エンジン高温部全体に5つのCMC部品を使用したGE9Xエンジンがボーイング777Xに搭載された

Recent R&D activity

企業名	GE (CMC製タービンシュラウド) GE & Safran (ターボファンエンジン)
開発年	2019
素材名	SiC/SiC CMC
概要	- ジェットエンジンでCMCの使用は、燃料効率の向上、排出ガスの低減、耐久性の向上につながる - GEは、ジェットエンジンの温度において、過去の傾向を上回る大幅な上昇を達成 - CMCがエンジンコアにさらに統合されると、エンジンの推力が25%増加し、燃料燃焼が10%改善すると期待されている - これらのタービンシュラウドは、CFMインターナショナル（GEとサフランの折半出資JV）が生産するLEAPターボファンに使用される 2018年までに、GEはオハイオ州、デラウェア州、ノースカロライナ州、アラバマ州にCMC生産拠点を設立 - アラバマ拠点では、GEとサフランは日本カーボンとのJVを設立し、日本カーボンからCMC原料を直接調達している 2020年、エンジン高温部全体に5つのCMC部品（1つの燃焼器インナーライナー、1つのアウターライナー、HPTステージ1シュラウドとノズル、HPTステージ2シュラウド）を使用したGE9Xエンジンがボーイング777Xに搭載



実施スケジュール、タスク

調査結果

エグゼクティブサマリー

Task1： 航空機・装備品の環境新技術に係る知的財産情報の分析

Task1：とりまとめ

Task1-1：国内外における環境新技術特許出願状況調査

Task1-2:日本企業における技術開発と競合となる技術調査

Task1 インタビュー結果

Task2：航空機・装備品の安全基準・国際標準における環境新技術の導入による影響分析

Task3：航空機・装備品の環境新技術に係る海外での試験設備・インフラ等の整備状況調査

Task4：国内外における航空機・装備品の環境新技術に係る標準化・技術開発動向の調査

Task1：インタビュー調査

Task1の遂行に関して、下記3件のインタビューを実施

#	組織	役職	インタビュー実施 日（日本時間）	インタビュー質問対象		
				Task1	Task3	Task4
1	Universal Hydrogen	• Principal Engineer, Advanced Projects	12/6（水） 10:00-11:00	✓	✓	✓
2	Boeing	• Former Vice President/General Manager of Engineering Strategy and Operations at The Boeing Company	12/7（木） 10:00-11:30 12/15（金） 9:00-10:00	✓	✓	✓
3	Airbus	• Head of Propelling at Airbus UpNext	12/15（金） 17:00-18:00			✓ (E36、E40に 参加)

実施スケジュール、タスク

調査結果

エグゼクティブサマリー

Task1： 航空機・装備品の環境新技術に係る知的財産情報の分析

Task2： 航空機・装備品の安全基準・国際標準における環境新技術の導入による影響分析

Step1-1： FAA/EASAにおける安全基準の有無

Step1-2： Special Condition等、暫定的な安全基準の適用有無

Step2： 標準化団体における議論動向

Task3： 航空機・装備品の環境新技術に係る海外での試験設備・インフラ等の整備状況調査

Task4： 国内外における航空機・装備品の環境新技術に係る標準化・技術開発動向の調査

下記オレンジの分類となる技術が日本企業にとって影響の大きいものと想定される

■ Step1-2について、Special Conditionの設定があるものが該当していると整理

Task2の調査ゴールイメージ				
		Step1-1：EASA・FAAの安全基準		
		なし	Step1-2：なし（ただし、暫定的な安全基準を適用）	あり
Step2 ：民間 標準化 団体*から近年 発行された 標準規格に関するレ ポート有 無	あり	今後民間標準化団体から発行されたレ ポートに基づきEASA・FAAの安全基準が 設定される可能性があるため、影響大 調査ゴール）標準化団体から発行されて いるレポートの概要を整理する	テクノロジーそのものに対する安全基準は ないものの、他の安全基準（Special condition）で便宜的に代用	今後民間標準化団体から発行された レポートに基づき、EASA・FAAの安全 基準がアップデートされる可能性がある ため、影響大 調査ゴール）既存の安全基準と、標準 化団体から発行されているレポートの概 要を整理する
	なし	今後、民間標準化団体で議論が始まる 可能性があるため、影響大 調査ゴール）今後の議論動向は不明 瞭であるため、技術のリストアップにとど める		既に安全基準が設定されており 遵守することが必要 調査ゴール）どの安全基準を参照 すべきかリストアップする

*RTCA・EUROCAE・SAEを想定

Task2：航空機・装備品の安全基準・国際標準における環境新技術の導入による影響分析

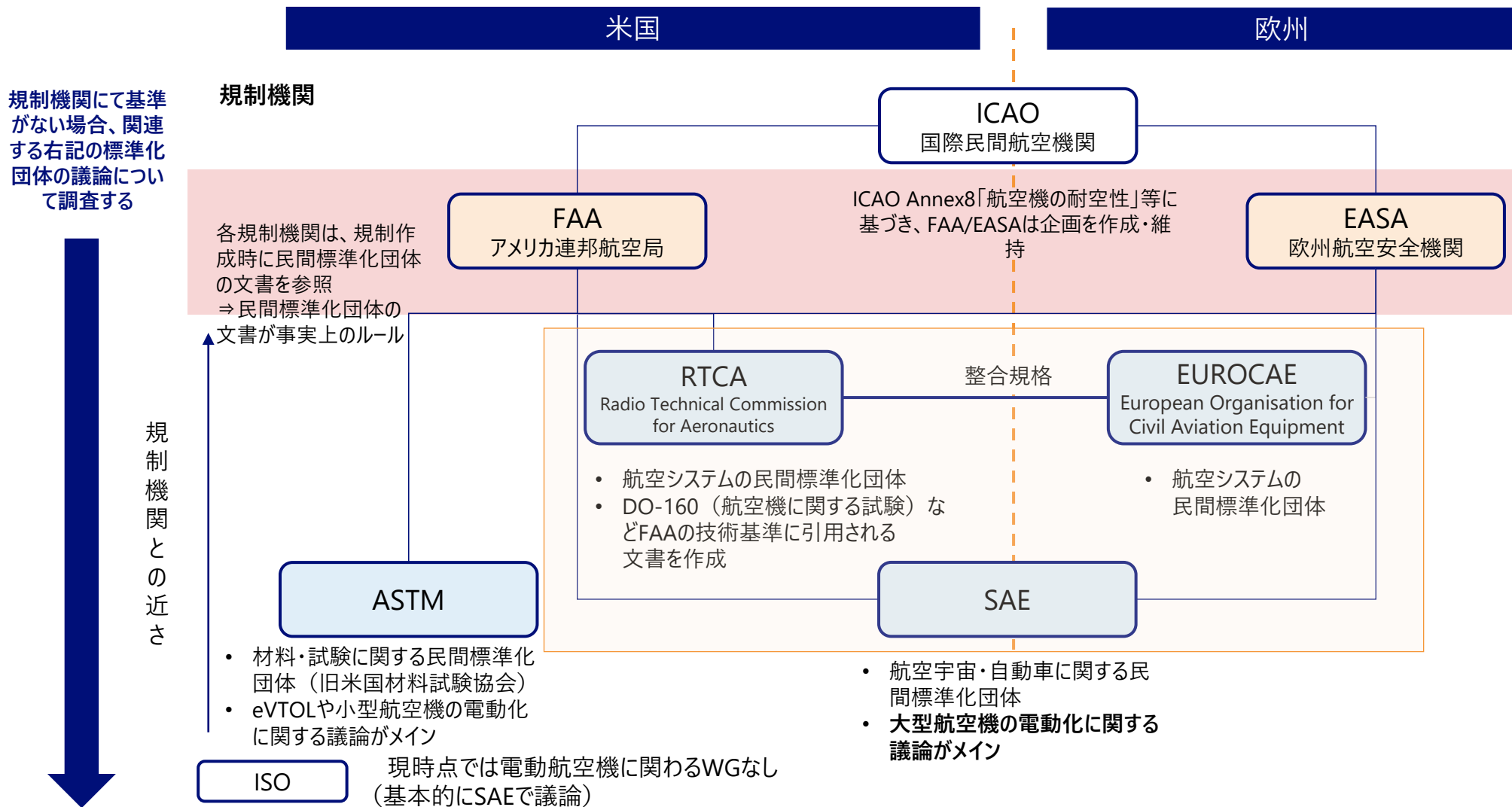
Task2における対象技術と関連部品の検索キーワードを以下の表にまとめる

- 今後大きな技術変革が想定され、航空機部品業界の産業構造に大きな変化を与えると想定されている技術を深堀調査の対象としている
 - 推進系に関連する技術：水素化関連技術、ハイブリッド電動推進システム、推進用モーター、リチウムイオン電池
- その他、電動タクシングシステムについても、タクシングがフライト全体のGHG排出量に占める割合の多さから対象とした

対象分野	対象技術	関連部品	検索キーワード
電動化	ハイブリッド電動推進システム	ハイブリッド電動推進システム	• Propulsion • Hybrid Electric Propulsion System • Hybrid Propulsion
	推進用モーター	電動推進用モーター	• Propulsion • Electric Propulsion
		ジェネレーター	• Generator • Electric Generator
		フライホイール型蓄電装置	• Flywheel
	バッテリー	リチウムイオンバッテリー	• Battery • Lithium
		全固定電池	• Battery • Solid-state
	電動タクシングシステム	電動タクシングシステム	• Taxiing • Electric Taxiing • Green Taxiing • Electric Green Taxiing System
水素航空機	水素燃料タンク	液体水素燃料貯蔵タンク	• Hydrogen • Hydrogen Fuel Tank
	水素燃料ポンプ	水素燃料ポンプ	• Hydrogen • Hydrogen Fuel Pump
	水素航空機用エンジン	水素航空機用エンジン	• Hydrogen • Hydrogen Engine • Hydrogen Combustion
	燃料電池	燃料電池	• Fuel Cell

Task2：航空機・装備品の安全基準・国際標準における環境新技術の導入による影響分析

安全基準・標準ができる構造を踏まえ、規制機関による安全基準・国際標準が無いものについては、民間標準化団体にて議論されているかどうかを確認



Task2：航空機・装備品の安全基準・国際標準における環境新技術の導入による影響分析

今回対象とした技術の安全基準策定動向は下記

Task2の調査結果

		Step1-1：EASA・FAAの安全基準		
		なし	Step1-2：暫定的な特別条件あり	あり
Step2：民間標準化団体*から近年発行された標準規格に関するレポート有無	あり	水素燃料タンク 水素燃料ポンプ 燃料電池 電動タキシングシステム	ハイブリッド電動推進システム リチウムイオンバッテリー 電動推進用モーター	ジェネレータ
	なし	全固体電池 水素航空機用エンジン フライホイール型蓄電装置		

*RTCA・EUROCAE・SAE・ASTM

今回対象とした技術の安全基準策定動向は下記

Task2の調査結果

		EASA・FAAの安全基準		
		なし	暫定的な特別条件あり	あり
標準化団体レポート	あり	水素燃料タンク 【SAE】AS7373,AS6679 【EUROCAE】ED-XXX 燃料電池 【SAE】AS6858,AS7141,AIR6464,AIR7765 【EUROCAE】ED-XXX,ER-020,ED-245,ED-219 電動タキシングシステム 【SAE】AIR6246	ハイブリッド電動推進システム <特別条件> 【EASA】SC E-19 <標準化団体レポート> 【SAE】ARP6946など【EUROCAE】ER-025,ED-321など 【ASTM】ASTM F3316/F3316M-19,WK83412など リチウムイオンバッテリー <特別条件> 【FAA】25-806-SC,25-814-SC, 25-815-SCなど 【EASA】SC-F25.1353-01, SC-G25.1585-01 <標準化団体レポート> 【SAE】AIR7502A,ARP6946など 【EUROCAE】ER-025,ED-321,ED-xxx 電動推進用モーター <特別条件> 【FAA】33-022-SC【EASA】SC E-18 <標準化団体レポート> 【SAE】AS8441など【EUROCAE】ED-320など 【ASTM】ASTM F3338-21など	ジェネレータ 多くの安全基準、標準化動向レポート
	なし	全固体電池 水素航空機用エンジン フライホイール型蓄電装置		

【参考】SAEのテクニカルレポートの分類

- テクニカルレポートには5つの種類が存在し、内4種は更新に際して5年に一度内容の精査が必須。
- ARDは有効期間が2年に制限され、期限の延長や更新は認められない。

テクニカルレポートの種類と内容

テクニカルレポート	内容	更新ポリシー
Aerospace Material Specification (AMS)	➤ 材料の性能要求及び冶金や工作技術の要求を規定	5年に一度のレビューが必須
Aerospace Standard (AS)	➤ 設計、部品、最低性能、品質、およびそれら以外の幅広い項目（材料、製品、製造工程、製造手順および試験方法）に関する性能要求を規定	
Aerospace Recommended Practice (ARP)	➤ 標準的な工作技術例示を目的とした経験や手順、技術を規定 ➤ 提供される情報は一般的な物から詳細なデータまで多岐に渡るが、将来的な技術動向等によっては基準変更の可能性もあり	
Aerospace Information Report (AIR)	➤ テクニカルコミッティにとって有益な参考データや過去の情報、教育資源等を集約して記載	
Aerospace Resource Document (ARD)	➤ 他のテクニカルレポートを補助するための実験データ等、技術的及び非技術的な情報を記載 ➤ SAEではARDを合意文書とみなしていないため、コミッティでの投票のみで発行することが可能	効力は2年間に制限

Source) SAE Aerospace_Council_Guidelines_9th_RevisionをよりNRI作成

Step1 : FAA/EASAにおける安全基準の有無

実施スケジュール、タスク

調査結果

エグゼクティブサマリー

Task1： 航空機・装備品の環境新技術に係る知的財産情報の分析

Task2： 航空機・装備品の安全基準・国際標準における環境新技術の導入による影響分析

Step1-1： FAA/EASAにおける安全基準の有無

Step1-2： Special Condition等、暫定的な安全基準の適用有無

Step2： 標準化団体における議論動向

Task3： 航空機・装備品の環境新技術に係る海外での試験設備・インフラ等の整備状況調査

Task4： 国内外における航空機・装備品の環境新技術に係る標準化・技術開発動向の調査

対象技術における現状FAAの安全基準の有無は下記

Task2の対象技術の安全基準・国際基準の有無（FAA）

対象分野	対象技術	関連部品	安全基準				
			14 CFR	Advisory Circulars	Order 8900.1	Aviation Safety Draft Documents	【参考】 TSO
電動化	ハイブリッド電動推進システム	ハイブリッド電動推進システム	×	×	×	×	×
	推進用モーター	電動推進用モーター	×	×	×	×	×
		ジェネレーター	○	×	×	×	×
		フライホイール型蓄電装置	×	×	×	×	×
	バッテリー	リチウムイオンバッテリー	×	○	×	×	○
		全固体電池	×	×	×	×	×
	電動タキシングシステム	電動タキシングシステム	×	×	×	×	×
水素航空機	水素燃料タンク	液体水素燃料貯蔵タンク	×	×	×	×	×
	水素燃料ポンプ	水素燃料ポンプ	×	×	×	×	×
	水素航空機用エンジン	水素航空機用エンジン	×	×	×	×	×
	燃料電池	燃料電池	×	×	×	×	×

凡例：

- 安全規制文書が存在する技術
- ×
- △ 安全規制文書の中で一部言及されている、あるいは技術の一例として言及されている技術

Task2：航空機・装備品の安全基準・国際標準における環境新技術の導入による影響分析 | EASA

対象技術における現状EASAの安全基準の有無は下記

Task2の対象技術の安全基準・国際基準の有無（EASA）

対象分野	対象技術	関連部品	安全基準					
			Regulation (EU) No 748/2012	CS-23	CS-25	CS-E	AMC & GM to Part 21	【参考】 ETSO*
電動化	ハイブリッド電動推進システム	ハイブリッド電動推進システム	△	△	×	×	×	×
	推進用モーター	電動推進用モーター	△	×	×	×	×	×
		ジェネレーター	○	○	○	△	×	○
		フライホイール型蓄電装置	×	×	×	×	×	×
	バッテリー	リチウムイオンバッテリー	×	×	×	×	×	○
		全固体電池	×	×	×	×	×	×
	電動タキシングシステム	電動タキシングシステム	×	×	×	×	×	×
水素航空機	水素燃料タンク	液体水素燃料貯蔵タンク	△	×	×	×	×	×
	水素燃料ポンプ	水素燃料ポンプ	△	×	×	×	×	×
	水素航空機用エンジン	水素航空機用エンジン	△	×	×	×	×	×
	燃料電池	燃料電池	×	×	×	×	×	△

- 凡例：
- 安全規制文書が存在する技術
 - ×
 - △ 安全規制文書の中で一部言及されている、あるいは技術の一例として言及されている技術

*TSOは、TSO認証は当該性能要求水準を保証するものであるが、耐空性を保証するものでなく、耐空性はあくまでも機体への搭載時に証明することが必要であるため、参考として記載
ETSOは欧州におけるTSOと同様の仕組み。TSO・ETSO相互に同様のものとして扱われる

Task2：航空機・装備品の安全基準・国際標準における環境新技術の導入による影響分析

下記2名（実施は3名）ヘビアリング調査を実施し、関連情報や、調査手法を取得

#	インタビュー対象者氏名	国・地域	役職	組織	現役・前職	インタビュー実施日 (日本時間)
1	Mr. Antonio Blanco	Spain	Certification Expert	EASA	現役	11/22 (水) 17:00-18:00
2	Mr. Justin Gierka	US	Aircraft Evaluation Inspector, Corporate Branch, AFS-120	FAA	現役	12/2 (土) 22:00-23:00
3	Mr. Jeff Stewart	US	- Director of Operations, Air Traffic Services - District Manager - Central Service Area Runway Safety Manager	FAA	前職 (2023/10まで)	11/22 (水) 08:00-09:00 知識不足でキャンセル

FAA

Task2：航空機・装備品の安全基準・国際標準における環境新技術の導入による影響分析 | FAA

対象技術における現状FAAの安全基準の有無は下記

Task2の対象技術の安全基準・国際基準の有無（FAA）

対象分野	対象技術	関連部品	安全基準				
			14 CFR	Advisory Circulars	Order 8900.1	Aviation Safety Draft Documents	【参考】 TSO
電動化	ハイブリッド電動推進システム	ハイブリッド電動推進システム	×	×	×	×	×
	推進用モーター	電動推進用モーター	×	×	×	×	×
		ジェネレーター	○	×	×	×	×
		フライホイール型蓄電装置	×	×	×	×	×
	バッテリー	リチウムイオンバッテリー	×	○	×	×	○
		全固体電池	×	×	×	×	×
	電動タキシングシステム	電動タキシングシステム	×	×	×	×	×
水素航空機	水素燃料タンク	液体水素燃料貯蔵タンク	×	×	×	×	×
	水素燃料ポンプ	水素燃料ポンプ	×	×	×	×	×
	水素航空機用エンジン	水素航空機用エンジン	×	×	×	×	×
	燃料電池	燃料電池	×	×	×	×	×

- 安全規制文書が存在する技術
- ×

安全規制文書において言及されていない技術
- △

安全規制文書の中で一部言及されている、あるいは技術の一例として言及されている技術

*明確に言及はないものの、エンジンの1コンポーネントとして明らかに対象となっている

Task2における情報収集のメソドロジー

ステップ	内容
1.航空機各部の機能	航空機の各パーツにおける機能を分類する（例：燃料システム、排気システム、吸気システム、冷却システム）
2.航空機部品に関する基本法文書	連邦規則集(CFR)のTitle 14, Aeronautics and Space「航空学と宇宙」(14 CFR)を参照する。これには、航空、航空輸送、宇宙開発に関する成文化された連邦法および規制（現在効力がある）が含まれる。
3.特別条件	現行の耐空性規則が、斬新あるいは特異な設計上の特徴により、適切な安全基準を含んでいないとFAAが判断した場合に、特定の航空機設計において発行されている特別条件を参照する。
4.アドバイザリー・サーキュラー	14CFRにおいて、耐空性規制やその他の規則を遵守するためのガイダンスとなる様々なアドバイザリーサーキュラーを参照する。
5. Order 8900.1	FAAの規制当局が認証チェックに使用する耐空性および特定の航空機部品の認証ガイドラインについて、Order 8900.1を参照する。
6. Technical Standard Orders	材料、部品、構成要素、工程、または器具を評価するために使用される最低性能基準となるTechnical Standard Ordersを参照する。
7. Type Certificate Data Sheets (TCDS)	寸法、必要なマーキング、設置、該当する場合は承認されたエンジンとプロペラの組み合わせなど、設計に関する一般情報を含む、関連するType Certificate Data Sheets (TCDS)を参照する。
8. Aviation Safety Draft Documents	一般からの意見が募集されているAviation Safety Draft Documentsを元に、今後の規制文書で注目されている最新技術や航空機部品を確認する。

Task2：航空機・装備品の安全基準・国際標準における環境新技術の導入による影響分析 | FAA

FAAの安全基準を見るうえでは、主に以下の文書の分析が必要。各規制文書の概要は下記

#	Name of Regulation Document	Purpose of Regulation Document
1	連邦規則集(CFR)のTitle 14, Aeronautics and Space「航空学と宇宙」(14 CFR)	- CFRは、米国連邦政府の各省庁が連邦官報（Federal Register）に掲載した一般規則および恒久規則を成文化した公式の法令集 - Title 14, Aeronautics and Space（航空学と宇宙）には、航空学、航空輸送/航空、宇宙探査に関連する、施行中の連邦法および規制が成文化されている - この文書は、ほとんどの特定の航空機部品に関する基本的な法的文書を形成し、初期の耐空性に関する規則を提供する - 耐空性指令は、14 CFR §39.13の改正として公表されている
2	特別条件	Special Conditionsは、特定の航空機設計に適用される規則である - これは、航空機、エンジン、プロペラの設計に関する現行の耐空性規則が、斬新な、あるいは特異な設計上の特徴により、適切な、あるいは適切な安全基準を含んでいないとFAAが判断した場合に発行される。
3	アドバイザリー・サーキュラー（AC）	アドバイザリーサーキュラーは、耐空性規制、パイロット認定、運用基準、訓練基準、および14 CFR内のその他の規則を遵守するためのガイダンスを提供する出版物の一種である
4	Order 8900.1、運航基準情報管理システム	Order 8900.1は、規制当局のプレイブックとして機能し、14 CFRの該当部分に従い、航空会社の認証、技術管理、監視を担当する航空安全検査官やその他の運航基準業務従事者の活動を指示する
5	Technical Standard Orders (TSO)	A Technical Standing Orderは、成形品を評価するために使用される最低性能基準であり、材料、部品、構成要素、工程、又は器具を対象としている
6	Type Certificate Data Sheets (TCDS)	Type Certificate Data Sheetsには、寸法、必要なマーキング、設置、該当する場合は承認されたエンジンとプロペラの組み合わせなど、設計に関する一般的な情報が記載されている
7	Aviation Safety Draft Documents	- Aviation Safety Draft Documentsでは、一般からのコメントや明確な質問を募集している - これらの文書には、航空機認証サービス（AIR）ドラフト文書および飛行基準サービスドラフト文書が含まれる場合がある

Task2における情報収集のメソドロジー

ステップ

1.航空機各部の機能

2.航空機部品に関する
基本法文書

3.特別条件

4.アドバイザー・
サーキュラー

5. Order 8900.1

6. Technical Standard
Orders

7. Type Certificate
Data Sheets (TCDS)

8. Aviation Safety
Draft Documents

1. .航空機各部の機能

航空機の各パーツの機能を分類する（例：燃料システム、排気システム、吸気システム、冷却システム）

パーツ	機能／役割
ハイブリッド電気推進システム	航空機エンジン
電動推進モーター	航空機エンジン
ジェネレーター	航空機エンジン
フライホイール型バッテリー	航空機エンジン
リチウムイオン電池	航空機エンジン
次世代電池（固体電池）	航空機エンジン
電動グリーン・タキシングシステム	タキシング
水素燃料タンク	燃料システム
水素燃料ポンプ	燃料システム
水素航空機の冷却・熱交換器（気化器）	航空機エンジン

Task2における情報収集のメソッドロジー

ステップ

1.航空機各部の機能

2.航空機部品に関する
基本法文書

3.特別条件

4.アドバイザー・
サーキュラー

5. Order 8900.1

6. Technical Standard
Orders

7. Type Certificate
Data Sheets (TCDS)

8. Aviation Safety
Draft Documents

2.航空機部品に関する基本法文書

連邦規則集(CFR)のTitle 14, Aeronautics and Space「航空学と宇宙」(14 CFR)を参照する。これには、航空、航空輸送、宇宙開発に関する成文化された連邦法および規制（現在効力がある）が含まれる。

連邦規則集(CFR)のTitle 14, Aeronautics and Space「航空学と宇宙」(14 CFR)

第1章 運輸省連邦航空局

C章 航空機

一般に、パート21、23、25、26、33、34、35、36、43は航空機部品に関連している。

パート39は、耐空性指令（AD）を含む。

URL: <https://www.ecfr.gov/current/title-14/chapter-I>

ECFR CONTENT	
Details	▼ Title 14 Aeronautics and Space
Print	▼ Chapter I Federal Aviation Administration, Department of Transportation
Search	▼ Subchapter A Definitions and General Requirements
Subscribe	Part 1 Definitions and Abbreviations
	Part 3 General Requirements
	Part 5 Safety Management Systems
	▼ Subchapter B Procedural Rules
	▼ Subchapter C Aircraft
Timeline	Part 21 Certification Procedures for Products and Articles
Go to Date	Part 23 Airworthiness Standards: Normal Category Airplanes
Published Edition	Part 25 Airworthiness Standards: Transport Category Airplanes
Developer Tools	Part 26 Continued Airworthiness and Safety Improvements for Transport Category Airplanes
	Part 27 Airworthiness Standards: Normal Category Rotorcraft
	Part 29 Airworthiness Standards: Transport Category Rotorcraft
	Part 31 Airworthiness Standards: Manned Free Balloons
	Part 33 Airworthiness Standards: Aircraft Engines
	Part 34 Fuel Venting and Exhaust Emission Requirements for Turbine Engine Powered Airplanes
	Part 35 Airworthiness Standards: Propellers
	Part 36 Noise Standards: Aircraft Type and Airworthiness Certification
	Part 39 Airworthiness Directives
	Part 43 Maintenance, Preventive Maintenance, Rebuilding, and Alteration
	Part 45 Identification and Registration Marking
	Part 47 Aircraft Registration
	Part 48 Registration and Marking Requirements for Small Unmanned

Task2における情報収集のメソッドロジー

ステップ

1.航空機各部の機能

2.航空機部品に関する
基本法文書

3.特別条件

4.アドバイザー・
サーキュラー

5. Order 8900.1

6. Technical Standard
Orders

7. Type Certificate
Data Sheets (TCDS)

8. Aviation Safety
Draft Documents

3. 特別条件 (最終&案)

現行の耐空性規則が、斬新あるいは特異な設計上の特徴により、適切な安全基準を含んでいないとFAAが判断した場合に、特定の航空機設計において発行されている特別条件を参照する。

ダイナミックな規制システム
規制関連文書および報告書
特別条件（最終）および特別条件（案）

URL: <https://drs.faa.gov/browse/SCFINAL/doctypeDetails> &
<https://drs.faa.gov/browse/SCPROPOSED/doctypeDetails>

The screenshot displays the FAA Dynamic Regulatory System (DRS) interface. The header includes the FAA logo and navigation links. A prominent red banner contains an 'ATTENTION' message regarding Multi Factor Authentication (MFA). The main content area is titled 'Special Conditions (Final)' and features a 'Browse' sidebar on the left with a search bar and a list of document types, including 'Special Conditions (Final)'. The main panel contains a 'Filters' section with dropdown menus for 'Status' (Current), 'Effective Date' (01/01/2010 - 12/09/2023), 'SC Number', 'Office of Primary Responsibility', 'Make', 'Applicant', 'Subject', 'CFR Part Reference' (Part 21, Part 23, Part 25, Part 33), and 'Docket Number'. A 'Keyword Search' section at the bottom allows for searching by keyword, with suggestions like 'electric propulsion', 'hybrid propulsion', 'hybrid electric', 'generator', 'flywheel', 'lithium', 'solid state', 'taxi', and 'hydrogen fuel'.

Task2における情報収集のメソッドロジー

ステップ

1.航空機各部の機能

2.航空機部品に関する
基本法文書

3.特別条件

4.アドバイザリー・
サーキュラー

5. Order 8900.1

6. Technical Standard
Orders

7. Type Certificate
Data Sheets (TCDS)

8. Aviation Safety
Draft Documents

4. アドバイザリー・サーキュラー

14CFRにおいて、耐空性規制やその他の規則を遵守するためのガイダンスとなる様々なアドバイザリー・サーキュラーを参照する。

ダイナミックな規制システム
アドバイザリー・サーキュラー（AC）

URL: <https://drs.faa.gov/browse/AC/doctypeDetails>

The screenshot displays the FAA Dynamic Regulatory System (DRS) interface. At the top, the header includes the FAA logo, the text "United States Department of Transportation", and the title "Dynamic Regulatory System". Below the header, a navigation bar contains links for "About DOT", "Our Activities", and "Areas of Focus". A search bar and a "What's New" button are also present. A prominent red banner with an "ATTENTION" icon provides information about Multi Factor Authentication (MFA) for external users. The main content area is titled "Home" and "Browse". On the left, a sidebar lists various document types, including "Advisory Circulars (AC)". The main panel shows the "Advisory Circulars (AC)" section with a search bar and a "Filters" section. The filters include "Status" (set to "Current"), "AC Number" (set to "Choose"), "CFR Part Reference" (set to "Choose"), "Document Issue Date" (set to "Type or Select a date/date range"), "Office of Primary Responsibility" (set to "Choose"), and "Subject" (set to "Choose"). A "Keyword Search" section is also visible, with a text input field and a "Click 'Enter' or use pipe (|) symbol to separate values" instruction. "Apply" and "Reset" buttons are located at the bottom right of the filters section.

Task2における情報収集のメソッドロジー

ステップ

1.航空機各部の機能

2.航空機部品に関する
基本法文書

3.特別条件

4.アドバイザー・
サーキュラー

5. Order 8900.1

6. Technical Standard
Orders

7. Type Certificate
Data Sheets (TCDS)

8. Aviation Safety
Draft Documents

5. Order 8900.1

FAAの規制当局が認証チェックに使用する耐空性および特定の航空機部品の認証ガイドラインについて、Order 8900.1を参照する。

ダイナミックな規制システム
Order 8900.1、航空基準情報管理システム
8900.1目次

URL: https://drs.faa.gov/browse/ORDER_8900.1/doctypeDetails

The screenshot displays the FAA Dynamic Regulatory System (DRS) interface. The header includes the FAA logo and navigation links. A prominent red banner contains an attention message about Multi Factor Authentication (MFA). The main content area is titled "8900.1, Contents" and features a "Browse" section on the left with a search bar and a list of document types. The right side contains a "Filters" section with dropdown menus for Status, Volume, Chapter, Section, Document File Date, Area Of Interest, Job Category, Office of Primary Responsibility, and Specialty. A "Keyword Search" section is also present with a text input field and a "Save Selected Results List" button at the bottom.

Task2における情報収集のメソッドロジー

ステップ

1.航空機各部の機能

2.航空機部品に関する
基本法文書

3.特別条件

4.アドバイザー・
セキュラー

5. Order 8900.1

6. Technical Standard Orders

7. Type Certificate
Data Sheets (TCDS)

8. Aviation Safety
Draft Documents

6. Technical Standard Orders

材料、部品、構成要素、工程、又は器具を評価するために使用される最低性能基準である、A Technical Standing Orderを参照する。

ダイナミックな規制システム

その他の指令、通達、Technical Standard Orders (TSO)、ハンドブック、公報、マニュアル
Technical Standard Orders (TSO)

URL: <https://drs.faa.gov/browse/TSO/doctypeDetails>

The screenshot displays the FAA Dynamic Regulatory System (DRS) interface. The header includes the FAA logo and navigation links. A prominent red banner contains an attention message about Multi Factor Authentication (MFA). The main content area is titled 'Technical Standard Orders (TSO)' and features a 'Browse' section on the left with a search bar and a list of document types. The right side contains a 'Filters' section with dropdown menus for Status, TSO Number, CFR Part Reference, Document Issue Date, and Office of Primary Responsibility. Below the filters is a 'Keyword Search' section with a text input field and a 'Reset' button. At the bottom, there are options to 'Sort By' and 'Save Results List'.

Task2における情報収集のメソッド

ステップ

1.航空機各部の機能

2.航空機部品に関する
基本法文書

3.特別条件

4.アドバイザー・
サーキュラー

5. Order 8900.1

6. Technical Standard
Orders

7. Type Certificate
Data Sheets (TCDS)

8. Aviation Safety
Draft Documents

7. Type Certificate Data Sheets

寸法、必要なマーキング、設置、該当する場合は承認されたエンジンとプロペラの組み合わせなど、設計に関する一般的な情報が記載されているType Certificate Data Sheetsを参照する。

ダイナミックな規制システム

設計・製造に関する承認

Type Certificate Data Sheets (TCDS)

URL: <https://drs.faa.gov/browse/TCDSMODEL/doctypeDetails>

The screenshot displays the FAA Dynamic Regulatory System (DRS) interface. At the top, there's a header with the FAA logo and navigation links. A prominent red banner contains an attention message about Multi Factor Authentication (MFA). Below this, the 'Home' section is visible. The main content area is titled 'Type Certificate Data Sheets (TCDS)' and features a 'Browse' section on the left with a search bar and a list of document types. The right side contains a 'Filters' section with various dropdown menus for Status, TCDS Number, Office of Primary Responsibility, Model, and Revision Date. A 'Keyword Search' section is also present at the bottom right.

Task2における情報収集のメソッドロジー

ステップ

1.航空機各部の機能

2.航空機部品に関する
基本法文書

3.特別条件

4.アドバイザー・
サーキュラー

5. Order 8900.1

6. Technical Standard
Orders

7. Type Certificate
Data Sheets (TCDS)

8. Aviation Safety
Draft Documents

8. Aviation Safety Draft Documents

一般からの意見が募集されているAviation Safety Draft Documentsを元に、今後の規制文書で注目されている最新技術や航空機部品を確認する。

Aviation Safety Draft Documents

- Aircraft Certification Service (AIR) Draft Documents
- Flight Standards Service Draft Documents

Direct URL: https://www.faa.gov/aircraft/draft_docs

The screenshot shows the FAA website's 'Aviation Safety Draft Documents Open for Comment' page. The page header includes the FAA logo and navigation links. The main content area features a section titled 'Aviation Safety Draft Documents Open for Comment' with a brief introduction. Below this, there is a table titled 'Aircraft Certification Service (AIR) Draft Documents'.

Document Type	No. Open	Last Updated
Advisory Circulars (ACs)	2	October 26, 2023
Notices	None	
Orders	None	
Policy	None	
Publications	None	

FAA

Title 14, Aeronautics & Space of the Code of Federal Regulations (14 CFR)

ジェネレーターおよび発電システムは以下のように定義されており、以下の要件を満たさなければならない

対象技術	推進用モーター	関連部品	ジェネレーター
資料名	Title 14, Aeronautics and Space, of the Code of Federal Regulations		
資料コード	14 CFR		
テキスト	Chapter I – Federal Aviation Administration, Department of Transportation Subchapter C – Aircraft, Part 25 – Airworthiness Standards: Transport Category Airplanes Subpart F – Equipment, Electrical Systems and Equipment § 25.1351 General b) Generating system. The generating system includes electrical power sources, main power busses, transmission cables, and associated control, regulation, and protective devices. It must be designed so that— 1) Power sources function properly when independent and when connected in combination; 2) No failure or malfunction of any power source can create a hazard or impair the ability of remaining sources to supply essential loads; 3) The system voltage and frequency (as applicable) at the terminals of all essential load equipment can be maintained within the limits for which the equipment is designed, during any probable operating condition; and 4) System transients due to switching, fault clearing, or other causes do not make essential loads inoperative, and do not cause a smoke or fire hazard. 5) There are means accessible, in flight, to appropriate crewmembers for the individual and collective disconnection of the electrical power sources from the system. 6) There are means to indicate to appropriate crewmembers the generating system quantities essential for the safe operation of the system, such as the voltage and current supplied by each generator. c) External power. If provisions are made for connecting external power to the airplane, and that external power can be electrically connected to equipment other than that used for engine starting, means must be provided to ensure that no external power supply having a reverse polarity, or a reverse phase sequence, can supply power to the airplane's electrical system. d) Operation without normal electrical power. It must be shown by analysis, tests, or both, that the airplane can be operated safely in VFR conditions, for a period of not less than five minutes, with the normal electrical power (electrical power sources excluding the battery) inoperative, with critical type fuel (from the standpoint of flameout and restart capability), and with the airplane initially at the maximum certificated altitude. Parts of the electrical system may remain on if— 1) A single malfunction, including a wire bundle or junction box fire, cannot result in loss of both the part turned off and the part turned on; and 2) The parts turned on are electrically and mechanically isolated from the parts turned off.		

Task2：航空機・装備品の安全基準・国際標準における環境新技術の導入による影響分析 | FAA

各バッテリー点火システムは、エンジンオペレーションの代替電動エネルギー源として、自動的に利用可能なジェネレーターによって補完されなければならない

対象技術	- 推進用モーター - バッテリー	関連部品	ジェネレーター
資料名	Title 14, Aeronautics and Space, of the Code of Federal Regulations		
資料コード	14 CFR		
テキスト	Chapter I – Federal Aviation Administration, Department of Transportation Subchapter C – Aircraft, Part 25 – Airworthiness Standards: Transport Category Airplanes Subpart E – Powerplant, Powerplant Controls and Accessories § 25.1165 Engine ignition systems a) Each battery ignition system must be supplemented by a generator that is automatically available as an alternate source of electrical energy to allow continued engine operation if any battery becomes depleted. b) The capacity of batteries and generators must be large enough to meet the simultaneous demands of the engine ignition system and the greatest demands of any electrical system components that draw electrical energy from the same source. c) The design of the engine ignition system must account for— 1) The condition of an inoperative generator; 2) The condition of a completely depleted battery with the generator running at its normal operating speed; and 3) The condition of a completely depleted battery with the generator operating at idling speed, if there is only one battery. d) Magneto ground wiring (for separate ignition circuits) that lies on the engine side of the fire wall, must be installed, located, or protected, to minimize the probability of simultaneous failure of two or more wires as a result of mechanical damage, electrical faults, or other cause. e) No ground wire for any engine may be routed through a fire zone of another engine unless each part of that wire within that zone is fireproof. f) Each ignition system must be independent of any electrical circuit, not used for assisting, controlling, or analyzing the operation of that system. g) There must be means to warn appropriate flight crewmembers if the malfunctioning of any part of the electrical system is causing the continuous discharge of any battery necessary for engine ignition. h) Each engine ignition system of a turbine powered airplane must be considered an essential electrical load.		

主電源ケーブル（ジェネレーターケーブル含む）は、適度な変形や伸張への耐性を確保するように設計されなければならない

対象技術	推進用モーター	関連部品	ジェネレーター
資料名	Title 14, Aeronautics and Space, of the Code of Federal Regulations		
資料コード	14 CFR		
テキスト	Chapter I – Federal Aviation Administration, Department of Transportation Subchapter C – Aircraft, Part 25 – Airworthiness Standards: Transport Category Airplanes Subpart H – Electrical Wiring Interconnection Systems (EWIS) § 25.1703 Function and installation: EWIS a) Each EWIS component installed in any area of the aircraft must: 1) Be of a kind and design appropriate to its intended function. 2) Be installed according to limitations specified for the EWIS components. 3) Perform the function for which it was intended without degrading the airworthiness of the airplane. 4) Be designed and installed in a way that will minimize mechanical strain. b) Selection of wires must take into account known characteristics of the wire in relation to each installation and application to minimize the risk of wire damage, including any arc tracking phenomena. c) The design and installation of the main power cables (including generator cables) in the fuselage must allow for a reasonable degree of deformation and stretching without failure. d) EWIS components located in areas of known moisture accumulation must be protected to minimize any hazardous effects due to moisture.		

FAA

Advisory Circulars

Voyageur Aerotechは、非常用バックアップ電源の内部に充電式リチウム電池パックを搭載するための耐空証明を申請した

対象技術	バッテリー	関連部品	リチウムイオンバッテリー
資料名	Guidance on Testing and Installation of Rechargeable Lithium Battery and Battery Systems on Aircraft		
資料コード	AC No: 20-184		
テキスト	PURPOSE This AC provides an acceptable means to show compliance to the airworthiness requirements for installed rechargeable lithium battery and battery systems on aircraft using standards provided in RTCA, Inc., documents RTCA DO-347 and RTCA DO-311. This AC provides guidance on how to obtain installation approval for installed rechargeable lithium battery and battery systems on aircraft. The guidance in this AC is intended for manufacturers, installers, maintenance personnel, and users of installed rechargeable lithium batteries and battery systems on aircraft. As with all advisory material, this AC is not mandatory and does not constitute a regulation. It is issued for guidance purposes and to outline a means of compliance with applicable airworthiness requirements. SCOPE Chapter 2 of this AC applies to the certification of installed lithium batteries on aircraft approved under Title 14 of the Code of Federal Regulations (14 CFR) parts 23, 25, 27, and 29 per: • Type certificates (TC), • Amended type certificates (ATC), • Supplemental type certificates (STC) • Amended supplemental type certificates (ASTC), and • Parts manufacturer approvals (PMA) BACKGROUND The proposed use of lithium batteries for equipment and systems on aircraft prompted the FAA to review the adequacy of its guidance. Our review indicates the existing guidance does not adequately address failure, operational, and maintenance characteristics of lithium batteries that could affect the safety and reliability of aircraft lithium battery installations. At present, there is limited in-service experience with the use of installed rechargeable lithium battery technology in applications on aircraft. However, users of this technology from aircraft operators to personal computer users, wireless telephone manufacturers, and the electric vehicle industry have noted safety problems with lithium batteries. These known potential safety problems may result from overcharging, over-discharging, internal cell defects and flammability of cell components. In general, lithium batteries are significantly more susceptible to internal cell failures that can result in self-sustaining increases in temperature and pressure (that is, thermal runaway) than existing nickel-cadmium or lead-acid batteries. The following are examples of the possible failures of lithium batteries. These possible failures are mitigated by following the tests and validation stipulated by MOC in Appendix E and F.		

FAA

Order 8900.1

Order 8900.1において、関連する安全規則は記載されていなかった

対象技術	NA	関連部品	NA
資料名	Order 8900.1, Flight Standards Information Management System		
資料コード	Order 8900.1		
テキスト	NA 記載なし		

FAA

Aviation Safety Draft Documents

Task2：航空機・装備品の安全基準・国際標準における環境新技術の導入による影響分析 | FAA

Aviation Safety Draft Documentsのリストには、関連する安全規制が存在しない

対象技術	NA	関連部品	NA
資料名	Aviation Safety Draft Documents		
資料コード	NA		
テキスト	NA		
	記載なし		

FAA

【参考】Technical Standard Orders (TSO)

非充電式リチウム電池及びバッテリーは、以下のTSOを遵守する必要がある

対象技術	バッテリー	関連部品	リチウムイオンバッテリー
資料名	Non-Rechargeable Lithium Cells and Batteries		
資料コード	TSO-C142b		
テキスト	PURPOSE This technical standard order (TSO) is for manufacturers applying for a TSO authorization (TSOA) or letter of TSO design approval (LODA). In it, we (the Federal Aviation Administration, (FAA)) tell you what minimum performance standards (MPS) your non-rechargeable lithium cells and batteries must meet for approval and identification with the applicable TSO marking APPLICABILITY This TSO affects new applications submitted after its effective date. - TSO-C142a will also remain effective until September 26, 2018. After this date, we will no longer accept applications for TSO-C142a. - Non-rechargeable lithium cells and batteries approved under a previous TSOA may still be manufactured under the provisions of its original approval. - This TSO is not applicable to coin or button cells containing less than 2 Watt-hours (Wh) of capacity that is compliant to the requirements UL 1642 and the UN transport Regulations REQUIREMENTS New models of non-rechargeable lithium cells and batteries identified and manufactured on or after the effective date of this TSO must meet the requirements in RTCA document RTCA/DO-227A, Minimum Operational Performance Standards for Non-Rechargeable Lithium Batteries, dated September 21, 2017, Section 1.0 and 2.0, and as amended per Appendix 1 of this TSO. APPLICATION DATA REQUIREMENTS You must give the FAA Aircraft Certification Office (ACO) manager responsible for your facility a statement of conformance, as specified in 14 CFR § 21.603(a) (1) and one copy each of the following technical data to support your design and production approval. LODA applicants must submit the same data (excluding paragraph 5.f) through their civil aviation authority.		

充電式リチウムバッテリーは、以下のTSOを遵守する必要がある

対象技術	バッテリー	関連部品	リチウムイオンバッテリー
資料名	Rechargeable Lithium Batteries and Battery Systems		
資料コード	TSO-C179b		
テキスト	PURPOSE This technical standard order (TSO) is for manufacturers applying for a TSO authorization (TSOA) or TSO letter of design approval (LODA). In it, we (the Federal Aviation Administration, (FAA)) tell you what minimum performance standards (MPS) your rechargeable lithium cells, lithium batteries and battery systems must meet for approval and identification with the applicable TSO marking. APPLICABILITY This TSO affects new applications submitted after its effective date. a. TSO-C179a will also remain effective until September 23, 2018. After this date, we will no longer accept applications for TSO-C179a. b. Rechargeable lithium cells, lithium batteries and battery systems approved under a previous TSOA may still be manufactured under the provisions of its original approval. REQUIREMENTS New models of rechargeable lithium cells and lithium batteries and battery systems identified and manufactured on or after the effective date of this TSO must meet the MPS qualification and documentation requirements in section 1 and section 2 of RTCA document, DO-311A, Minimum Operational Performance Standards for Rechargeable Lithium Batteries and Battery Systems, dated December 19, 2017. The FAA did not acknowledge Appendix C of DO-311A for this TSO. Section 1.4.1 and section 1.4.2 of RTCA/DO-311A lists the energy categories and venting categories. Testing will be based on these categories and must be identified as such in paragraph 4 of this TSO. APPLICATION DATA REQUIREMENTS You must give the FAA Aircraft Certification Office (ACO) manager responsible for your facility a statement of conformance, as specified in 14 CFR § 21.603(a)(1) and one copy each of the following technical data to support your design and production approval. LODA applicants must submit the same data (excluding paragraph 5.g) through their civil aviation authority.		

EASA

Task2：航空機・装備品の安全基準・国際標準における環境新技術の導入による影響分析 | EASA

対象技術における現状EASAの安全基準の有無は下記

Task2の対象技術の安全基準・国際基準の有無（EASA）

対象分野	対象技術	関連部品	安全基準					
			Regulation (EU) No 748/2012	CS-23	CS-25	CS-E	AMC & GM to Part 21	【参考】 ETSO*
電動化	ハイブリッド電動推進システム	ハイブリッド電動推進システム	△	△	×	×	×	×
	推進用モーター	電動推進用モーター	△	×	×	×	×	×
		ジェネレーター	○	○	○	△	×	○
		フライホイール型蓄電装置	×	×	×	×	×	×
	バッテリー	リチウムイオンバッテリー	×	×	×	×	×	○
		全固体電池	×	×	×	×	×	×
	電動タキシングシステム	電動タキシングシステム	×	×	×	×	×	×
水素航空機	水素燃料タンク	液体水素燃料貯蔵タンク	△	×	×	×	×	×
	水素燃料ポンプ	水素燃料ポンプ	△	×	×	×	×	×
	水素航空機用エンジン	水素航空機用エンジン	△	×	×	×	×	×
	燃料電池	燃料電池	×	×	×	×	×	△

- 凡例：
- 安全規制文書が存在する技術
 - ×
 - △ 安全規制文書の中で一部言及されている、あるいは技術の一例として言及されている技術

*TSOは、TSO認証は当該性能要求水準を保証するものであるが、耐空性を保証するものでなく、耐空性はあくまでも機体への搭載時に証明することが必要であるため、参考として記載
ETSOは欧州におけるTSOと同様の仕組み。TSO・ETSO相互に同様のものとして扱われる

Task2：航空機・装備品の安全基準・国際標準における環境新技術の導入による影響分析 | EASA

EASAによる以下の各規制文書进行分析し、それぞれの目的を以下の表に示した

#	Name of Regulation Document	Purpose of Regulation Document
1	Regulation (EU) 2018/1139 of the European Parliament and of the Council	- Regulation (EU) 2018/1139 of the European Parliament and of the Councilは、民間航空分野における共通規則を定めている - また、EASAの役割も定めている - この文書には、関連する航空機部品に関する具体的な規定はない
2	Commission Regulation (EU) No 748/2012	- Commission Regulation (EU) No 748/2012は、航空機および関連部品、部品、器具の耐空性および環境認証、ならびに設計および製造組織の認証に関する一般規則を定めている - また、これらの認証基準に関連する許容される適合手段やガイダンス資料も網羅している
3	Certification Specifications CS-23, CS-25, AMC-20 & CS-E - CS-23: Normal, utility, aerobatic, and commuter aeroplanes - CS-25: Large aeroplanes - AMC-20: General acceptable means of compliance for airworthiness of products, parts, and appliances - CS-E: Engines	- Certification Specifications (CS) は、型式証明書（普通型飛行機、大型飛行機、エンジンなど）を発行するための耐空性基準を提供する - 普通型航空機の場合、Commission Regulation (EU) No 748/2012とCS-23（普通型航空機用）の両方を遵守する必要がある - これらの規則文書は、これらの認証規格に関連する許容可能な適合手段およびガイダンス資料も網羅している
4	European Technical Standard Orders (ETSO)	- European Technical Standard Orders (ETSO)は、Part 21, Section A, Subpart O of Commission Regulation (EU) No 748/2012に従って発行される - ETSO文書は、異なるタイプの航空機、エンジン、補助動力装置に共通する可能性のあるコンポーネントの設計に対する共通のアプローチについて言及している
5	Special Conditions	- Special Conditionsには耐空性に関する追加基準が記載されており、上記のどの規定文書にも記載されていない場合がある - Special Conditionsは、EASAの公式出版物として事前に合意され発行されている場合を除き、少なくとも3週間の公開協議の対象となる

Task2における情報収集のメソドロジー

ステップ	内容
1.航空機各部の機能	航空機の各パーツの機能を分類する（例：燃料システム、排気システム、吸気システム、冷却システム）
2. EU基本規則	共通民間航空規則に関連するEU基本規則（欧州議会および理事会規則（EU）2018/1139）ならびにEASAの役割について参照する。
3.耐空性および環境認証に関する統合規則	欧州委員会規則（EU）第748/2012号において、EASAの耐空性および環境認証に関する規則の統合版を参照する。
4. Certification Specifications	航空機の種類や関連部品（エンジンなど）ごとに存在する初版の耐空証明規格（CS）とその改定版を参照する。
5.許容可能な適合手段・ガイダンス資料	各認証規格において、耐空性および環境認証のための許容可能な適合手段（AMC）およびガイダンス資料（GM）を参照する。
6. European Technical Standard Orders	様々なタイプの航空機、エンジン、補助動力装置に共通する部品設計に関する情報を提供する、現行のETSO（European Technical Standing Order）認可を参照する。
7.特別条件	Certification Specifications (CS)および European Technical Standard Orders (ETSO)に変更・追加を行うような特別条件を参照する。これらは、ステップ2～6でカバーされている、過去の全ての規定文書で言及されていない可能性のある航空機部品にも関連する。

Task2における情報収集のメソッドロジー

ステップ

1.航空機各部の機能

2.EU基本規則

3.耐空性および環境認証に関する統合規則

4. Certification Specifications

5.許容可能な適合手段・ガイダンス資料

6. European Technical Standard Orders

7.特別条件

1. 航空機各部の機能

航空機の各パーツの機能を分類する（例：燃料システム、排気システム、吸気システム、冷却システム）

パーツ	機能／役割
水素燃料タンク	燃料システム
燃料電池	燃料システム
水素航空機用エンジン	航空機エンジン
ハイブリッド電動推進システム	航空機エンジン
電動推進用モーター	航空機エンジン
ジェネレーター	航空機エンジン
フライホイール型バッテリー	航空機エンジン
リチウムイオン電池	航空機エンジン
次世代バッテリー	航空機エンジン
インバーター	航空機エンジン
コンバーター	電源と配電
高圧配電設備	電源と配電
断熱材	断熱材
冷却・熱交換器	航空機エンジン
エア・サイクル・マシン	エアインテークシステム
静電アクチュエータ（EHA）/静電バックアップアクチュエータ（EBHA）	航空機エンジン
電気機械アクチュエータ	航空機エンジン
電動燃料供給バルブシステム	燃料システム
電動グリーン・タクシングシステム	タクシング
先端材料 & 積層造形	複合材料
微小電気機械システム（MEMS） & 慣性航法システム（INS）	ナビゲーション

Task2における情報収集のメソッドロジー

ステップ

1.航空機各部の機能

2.EU基本規則

3.耐空性および環境認証に関する統合規則

4. Certification Specifications

5.許容可能な適合手段・ガイダンス資料

6. European Technical Standard Orders

7.特別条件

2. EU基本規則

共通民間航空規則に関連するEU基本規則（欧州議会および理事会規則（EU）2018/1139）ならびにEASAの役割について参照する。

欧州議会および理事会規則（EU）2018/1139

第I章 耐空性と環境保護

第9条から第14条は航空機部品に関連する

注：この規則における大半はEASAの権限確立に関するものであり、航空機部品に関する記載はほとんどされていない。

URL: <https://www.easa.europa.eu/en/document-library/easy-access-rules/online-publications/regulation-eu-20181139-european-parliament?page=6>

The screenshot shows the EASA website interface for Regulation (EU) 2018/1139. The page is titled 'Regulation (EU) 2018/1139 of the European Parliament and of the Council' and includes a 'Revision from January 2023' note. The 'Table of contents' on the left lists sections such as 'Disclaimers', 'Incorporated amendments', 'Powers and recitals', and 'CHAPTER I - PRINCIPLES'. The main content area displays 'CHAPTER III - SUBSTANTIVE REQUIREMENTS' and 'SECTION I - AIRWORTHINESS AND ENVIRONMENTAL PROTECTION'. Under 'Article 9 - Essential requirements', two points are listed: 1. Aircraft referred to in points (a) and (b) of Article 2(1), other than unmanned aircraft, and their engines, propellers, parts and non-installed equipment shall comply with the essential requirements for airworthiness set out in Annex II to this Regulation. 2. As regards noise and emissions, those aircraft and their engines, propellers, parts and non-installed equipment shall comply with the environmental protection requirements contained in Amendment 13 to Volume I, in Amendment 10 to Volume II, and in Amendment 1 to Volume III, all as applicable on 1 January 2021, of Annex 16 to the Chicago Convention. The essential requirements for environmental compatibility set out in Annex III to this Regulation shall apply to products, parts and non-installed equipment to the extent that the provisions of the Chicago Convention referred to in the first subparagraph of this paragraph do not contain environmental protection requirements. Organisations involved in the design, production and maintenance of products referred to in points (a) and (b) of Article 2(1) shall comply with point 8 of Annex III to this Regulation.

Task2における情報収集のメソッドロジー

ステップ

1.航空機各部の機能

2.EU基本規則

3.耐空性および環境認証に関する統合規則

4. Certification Specifications

5.許容可能な適合手段・ガイダンス資料

6. European Technical Standard Orders

7.特別条件

3. Initial Airworthiness

欧州委員会規則（EU）第748/2012号において、EASAの耐空性および環境認証に関する規則の統合版を参照する。

欧州委員会規則（EU）No.748/2012の統合版

第2条 - 製品、部品および器具の認証

Annex I Part 21 航空機および関連製品、部品、器具、ならびに設計・製造組織の認証

サブパート K - 部品および器具

URL: <https://www.easa.europa.eu/en/document-library/easy-access-rules/online-publications/easy-access-rules-airworthiness-and?page=16>

The screenshot shows the EASA website's 'Easy Access Rules for Airworthiness and Environmental Certification (Regulation (EU) No 748/2012)'. The page is titled 'Easy Access Rules for Airworthiness and Environmental Certification (Regulation (EU) No 748/2012)' and includes a 'Table of contents' on the left and 'Publication's content' on the right. The content area displays 'ANNEX I' and 'SECTION A — TECHNICAL REQUIREMENTS', with 'SUBPART K — PARTS AND APPLIANCES' highlighted. Below this, '21.A.301 Scope' and '21.A.303 Compliance with applicable requirements' are listed, with the latter being the current page.

Task2における情報収集のメソッドロジー

ステップ

1.航空機各部の機能

2.EU基本規則

3.耐空性および環境認証に関する統合規則

4. Certification Specifications

5.許容可能な適合手段・ガイダンス資料

6. European Technical Standard Orders

7.特別条件

3. Initial Airworthiness

欧州委員会規則（EU）第748/2012号において、EASAの耐空性および環境認証に関する規則の統合版を参照する。

また、規則の統合版（欧州委員会規則（EU）No 748/2012）にはPDF ファイルでのアクセスも可能である。

URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:02012R0748-20220518>

02012R0748 — EN — 18.05.2022 — 013.001 — 1			
This text is meant purely as a documentation tool and has no legal effect. The Union's institutions do not assume any liability for its contents. The authentic versions of the relevant acts, including their preambles, are those published in the Official Journal of the European Union and available in EUR-Lex. Those official texts are directly accessible through the links embedded in this document			
► B			
COMMISSION REGULATION (EU) No 748/2012			
of 3 August 2012			
laying down implementing rules for the airworthiness and environmental certification of aircraft and related products, parts and appliances, as well as for the certification of design and production organisations			
(recast)			
(Text with EEA relevance)			
(OJ L 224, 21.8.2012, p. 1)			
Amended by:			
		Official Journal	
		No	page date
► M1	Commission Regulation (EU) No 7/2013 of 8 January 2013	L 4	36 9.1.2013
► M2	Commission Regulation (EU) No 69/2014 of 27 January 2014	L 23	12 28.1.2014
► M3	Commission Regulation (EU) 2015/1039 of 30 June 2015	L 167	1 1.7.2015
► M4	Commission Regulation (EU) 2016/5 of 5 January 2016	L 3	3 6.1.2016
► M5	Commission Delegated Regulation (EU) 2019/897 of 12 March 2019	L 144	1 3.6.2019
► M6	Commission Delegated Regulation (EU) 2020/570 of 28 January 2020	L 132	1 27.4.2020
► M7	Commission Delegated Regulation (EU) 2021/699 of 21 December 2020	L 145	1 28.4.2021
► M8	Commission Delegated Regulation (EU) 2021/1088 of 7 April 2021	L 236	3 5.7.2021
► M9	Commission Delegated Regulation (EU) 2022/201 of 10 December 2021	L 33	7 15.2.2022
► M10	Commission Implementing Regulation (EU) 2022/203 of 14 February 2022	L 33	46 15.2.2022
Corrected by:			
► C1	Corrigendum, OJ L 146, 5.6.2019, p. 116 (2019/897)		

Task2における情報収集のメソドロジー

ステップ

1.航空機各部の機能

2.EU基本規則

3.耐空性および環境認証に関する統合規則

4. Certification Specifications

5.許容可能な適合手段・ガイダンス資料

6. European Technical Standard Orders

7.特別条件

4. Certification Specifications

航空機の種類や関連部品（エンジンなど）ごとに存在する初版の耐空証明規格（CS）とその改定版を参照する。

- CS-23 ノーマル機、ユーティリティ機、曲技機、コミューター機
- CS-25 大型機
- AMC-20 製品、部品および器具の耐空性に関する一般的な適合手段
- CS-Eエンジン

URL: <https://www.easa.europa.eu/en/document-library/certification-specifications>

Initial Airworthiness

AMC-20 General Acceptable Means of Compliance for Airworthiness of Products, Parts and Appliances	CS-CCD Cabin Crew Data
CS-22 Sailplanes and Powered Sailplanes	CS-CO2 Certification Specifications, Acceptable Means of Compliance and Guidance Material for Aeroplane CO2 Emissions (CS-CO2)
CS-23 Normal, Utility, Aerobatic and Commuter Aeroplanes	CS-Definitions on Definitions and Abbreviations
CS-25 Large Aeroplanes	CS-E Engines
CS-26 Additional airworthiness specifications for operations	CS-ETSO European Technical Standard Orders
CS-27 Small Rotorcraft	CS-FCD Flight Crew Data
CS-29 Large Rotorcraft	CS-GEN-MMEL Generic Master Minimum Equipment List
CS-31GB Gas Balloons	CS-LSA Light Sport Aeroplanes
CS-31HB Hot Air Balloons	CS-MCSD Certification Specifications for Maintenance Certifying Staff Data
CS-31TGB Tethered Gas Balloons	CS-MMEL Master Minimum Equipment List
CS-34 Aircraft Engine Emissions and Fuel Venting	CS-P Propellers
CS-36 Aircraft Noise	CS-SIMD Simulator Data
CS-ACNS Airborne Communications, Navigation and Surveillance	CS-STAN Standard Changes and Standard Repairs
CS-APU Auxiliary Power Units	CS-VLA Very Light Aeroplanes
CS-AWO All Weather Operations	CS-VLR Very Light Rotorcraft

Task2における情報収集のメソッド

ステップ

1.航空機各部の機能

2.EU基本規則

3.耐空性および環境認証に関する統合規則

4. Certification Specifications

5.許容可能な適合手段・ガイダンス資料

6. European Technical Standard Orders

7.特別条件

5. 許容可能な適合手段・ガイダンス資料

各認証規格において、耐空性および環境認証のための許容可能な適合手段（AMC）およびガイダンス資料（GM）を参照する。

CS-25（大型機）におけるAMCの例：

AMC 25.1351(b)(5) Generating System

ED Decision 2003/2/RM

- 1 The disconnect means required by [CS 25.1351\(b\)\(5\)](#) should be accessible to the appropriate flight-crew members in their normal seated positions.
- 2 The power source controls should be considered as cockpit controls and therefore also comply with [CS 25.777](#).
- 3 It may not be necessary to provide disconnection controls for all power sources, for example RAT generators or engine control dedicated generators. Where it is necessary to isolate the alternate power source when normal generator power is restored, such isolation should be possible.

AMC 25.1351(b)(6) Generating System

ED Decision 2003/2/RM

Each source of electrical supply (e.g. generators and batteries) should be provided with means to give the flight crew immediate warning of the failure of its output. These warning means are additional to the system indication requirements of [CS 25.1351\(b\)\(6\)](#). For multiphase systems the warning should also indicate the loss of any phase.

AMC 25.1351(d) Operation without Normal Electrical Power

ED Decision 2020/024/R

- 1 Provision should be made to ensure adequate electrical supplies to those services, which are necessary to complete the flight and make a safe landing in the event of a failure of all normal generated electrical power. All components and wiring of the alternate supplies should be physically and electrically segregated from the normal system and be such that no single failure, including the effects of fire, the cutting of a cable bundle, the loss of a junction box or control panel, will affect both normal and alternate supplies.
- 2 When ensuring the adequacy of electrical supplies relative to alternate power source duration and integrity, special consideration should be given to aeroplanes such as those with fly-by-wire, for which the total loss of electrical supplies could result in an immediate loss of control.
- 3 In considering the services which should remain available following the loss of the normal generated electrical power systems, consideration should be given to the role and flight conditions of the aeroplane and the possible duration of flight time to reach an airfield and make a safe landing.

Task2における情報収集のメソッドロジー

ステップ

1.航空機各部の機能

2.EU基本規則

3.耐空性および環境認証に関する統合規則

4. Certification Specifications

5.許容可能な適合手段・ガイダンス資料

6. European Technical Standard Orders

7.特別条件

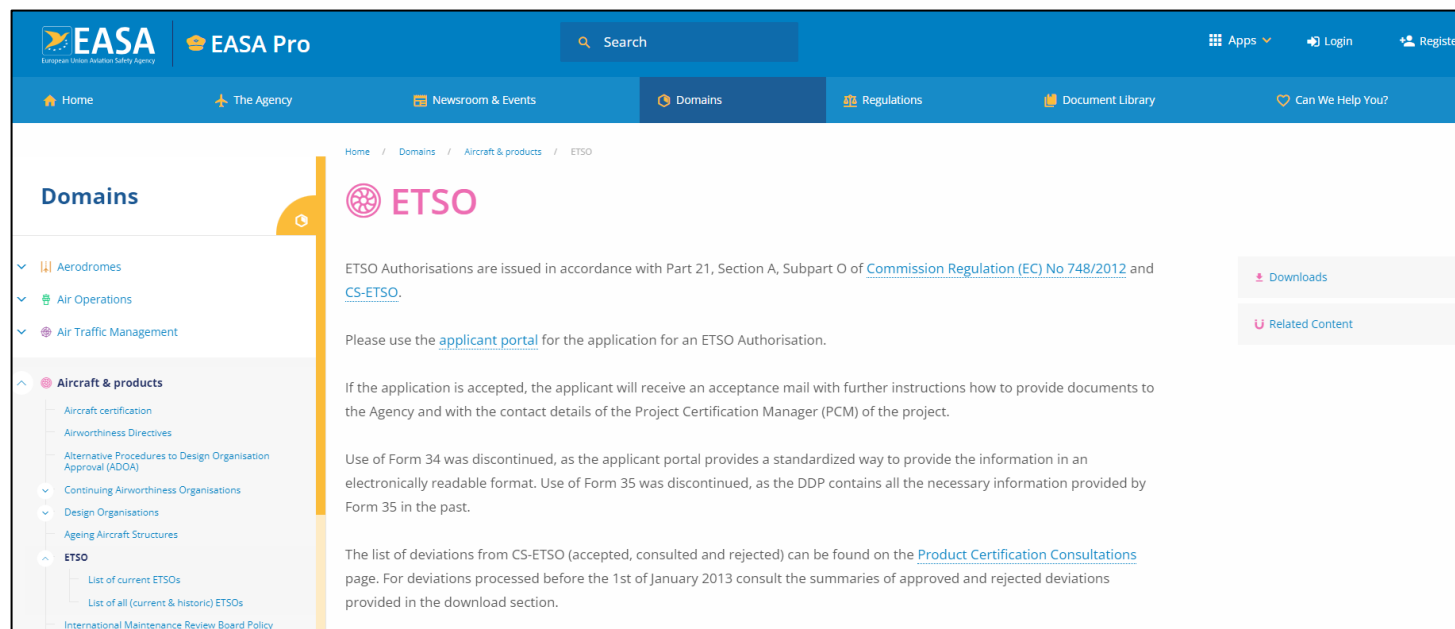
6. European Technical Standard Orders

様々なタイプの航空機、エンジン、補助動力装置に共通する部品設計に関する情報を提供する、現行のETSO（European Technical Standing Order）認可を参照する。

Domains > Aircraft & products > ETSO

URL: <https://www.easa.europa.eu/en/domains/aircraft-products/etso>

現行のETSOリストに関するURL: <https://www.easa.europa.eu/en/domains/aircraft-products/etso/list-of-current-etso>



Task2における情報収集のメソッドロジー

ステップ

1.航空機各部の機能

2.EU基本規則

3.耐空性および環境認証に関する統合規則

4. Certification Specifications

5.許容可能な適合手段・ガイダンス資料

6. European Technical Standard Orders

7.特別条件

7. 特別条件

Certification Specifications (CS)および European Technical Standard Orders (ETSO)に変更・追加を行うような特別条件を参照する。

これらは、ステップ2～6でカバーされている、過去の全ての規定文書で言及されていない可能性のある航空機部品にも関連する。

URL: <https://www.easa.europa.eu/en/consultation-type/special-condition>

ハイブリッド推進に関する特別条件の例：

Final Special Condition SC E-19 - Electric / Hybrid Propulsion System - Issue 01

13 Apr 2021

[Login or register](#) to stay informed

CONSULTATION PERIOD EXPIRED

WITH COMMENTS

Consultation Type: [Special Condition](#)

Issue: 01

Deadline for comments: 19/06/2020

The initial deadline for comments of 06/03/2020 was extended to 10/04/2020 and further extended to 19/06/2020.

Downloads

 [Final Special Condition SC E-19 - Electric / Hybrid Propulsion System - Issue 01](#)

 [Proposed Special Condition : Electric / Hybrid Propulsion System](#)

 [CRD for Final Special Condition SC E-19 - Electric / Hybrid Propulsion System - Issue 01](#)

 [Downloads](#)

 [Contact Person](#)

 [Get notified via email alerts](#)

EASA

Regulation (EU) No 748/2012

設計変更の一環としての代替エンジンの設置については、備考に記載された一定の閾値に該当する場合、重要な変更とは見なされない場合がある

対象技術	- ハイブリッド電動推進システム - 推進用モーター	関連部品	- ハイブリッド電動推進システム - 電動推進用モーター												
資料名	Easy Access Rules for Airworthiness and Environmental Certification														
資料コード	Regulation (EU) No 748/2012, Annex I Section A – Technical Requirements Subpart D – Changes to Type-Certificates and Restricted Type-Certificates														
テキスト	GM 21.A.101 Establishing the certification basis of changed aeronautical products Appendix A to GM 21.A.101 Classification of design changes The following tables of ‘substantial’, ‘significant’, and ‘not significant’ changes are adopted by the FAA, Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), the European Aviation Safety Agency (EASA), and Transport Canada Civil Aviation (TCCA) through international collaboration. The classification may change due to cumulative effects and/or combinations of individual changes. Table A-6. Examples of Not Significant Changes for Large Aeroplanes (CS-25) <table><tr><th>Example</th><th>Description of change</th><th>Is there a change to the general configuration? 21.A.101(b)(1)(i)</th><th>Is there a change to the principles of construction? 21.A.101(b)(1)(i)</th><th>Have the assumptions used for certification been invalidated? 21.A.101(b)(1)(ii)</th><th>Notes</th></tr><tr><td>1.</td><td>Alternate engine installation or hush kit at same position.</td><td>No</td><td>No</td><td>No</td><td>It is not significant so long as there is less than a 10 per cent increase in thrust or there is not a change to the principles of propulsion. A change to position to accommodate a different engine size could influence aeroplane performance and handling qualities and result in a significant change.</td></tr></table>			Example	Description of change	Is there a change to the general configuration? 21.A.101(b)(1)(i)	Is there a change to the principles of construction? 21.A.101(b)(1)(i)	Have the assumptions used for certification been invalidated? 21.A.101(b)(1)(ii)	Notes	1.	Alternate engine installation or hush kit at same position.	No	No	No	It is not significant so long as there is less than a 10 per cent increase in thrust or there is not a change to the principles of propulsion. A change to position to accommodate a different engine size could influence aeroplane performance and handling qualities and result in a significant change.
Example	Description of change	Is there a change to the general configuration? 21.A.101(b)(1)(i)	Is there a change to the principles of construction? 21.A.101(b)(1)(i)	Have the assumptions used for certification been invalidated? 21.A.101(b)(1)(ii)	Notes										
1.	Alternate engine installation or hush kit at same position.	No	No	No	It is not significant so long as there is less than a 10 per cent increase in thrust or there is not a change to the principles of propulsion. A change to position to accommodate a different engine size could influence aeroplane performance and handling qualities and result in a significant change.										

Task2：航空機・装備品の安全基準・国際標準における環境新技術の導入による影響分析 | EASA

設計変更に伴う発電機からオルタネーターへの交換については、小型機にとって重要な変更とは見なされない

対象技術	推進用モーター	関連部品	ジェネレーター												
資料名	Easy Access Rules for Airworthiness and Environmental Certification														
資料コード	Regulation (EU) No 748/2012, Annex I Section A – Technical Requirements Subpart D – Changes to Type-Certificates and Restricted Type-Certificates														
テキスト	GM 21.A.101 Establishing the certification basis of changed aeronautical products Appendix A to GM 21.A.101 Classification of design changes The following tables of ‘substantial’, ‘significant’, and ‘not significant’ changes are adopted by the FAA, Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), the European Aviation Safety Agency (EASA), and Transport Canada Civil Aviation (TCCA) through international collaboration. The classification may change due to cumulative effects and/or combinations of individual changes. A.1.3 Table A-3 contains examples of changes that are ‘not significant’ for small aeroplanes (CS-23).														
	<table><tr><th>Example</th><th>Description of change</th><th>Is there a change to the general configuration? 21.A.101(b)(1)(i)</th><th>Is there a change to the principles of construction? 21.A.101(b)(1)(i)</th><th>Have the assumptions used for certification been invalidated? 21.A.101(b)(1)(ii)</th><th>Notes</th></tr><tr><td>26.</td><td><u>Replace generator with alternator</u></td><td>No</td><td>No</td><td>No</td><td>Not an aeroplane-level change</td></tr></table>			Example	Description of change	Is there a change to the general configuration? 21.A.101(b)(1)(i)	Is there a change to the principles of construction? 21.A.101(b)(1)(i)	Have the assumptions used for certification been invalidated? 21.A.101(b)(1)(ii)	Notes	26.	<u>Replace generator with alternator</u>	No	No	No	Not an aeroplane-level change
	Example	Description of change	Is there a change to the general configuration? 21.A.101(b)(1)(i)	Is there a change to the principles of construction? 21.A.101(b)(1)(i)	Have the assumptions used for certification been invalidated? 21.A.101(b)(1)(ii)	Notes									
26.	<u>Replace generator with alternator</u>	No	No	No	Not an aeroplane-level change										

設計変更に基づくガスジェネレーターの変更については、備考に記載された一定の条件を満たす場合、重要な変更とみなされる場合がある

対象技術	推進用モーター	関連部品	ジェネレーター											
資料名	Easy Access Rules for Airworthiness and Environmental Certification													
資料コード	Regulation (EU) No 748/2012, Annex I Section A – Technical Requirements Subpart D – Changes to Type-Certificates and Restricted Type-Certificates													
テキスト	GM 21.A.101 Establishing the certification basis of changed aeronautical products Appendix A to GM 21.A.101 Classification of design changes The following tables of ‘substantial’, ‘significant’, and ‘not significant’ changes are adopted by the FAA, Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), the European Aviation Safety Agency (EASA), and Transport Canada Civil Aviation (TCCA) through international collaboration. The classification may change due to cumulative effects and/or combinations of individual changes. A.4.2 Table A-11 contains examples of changes that are ‘significant’ for engines (CS-E).													
	<table><tr><th>Example</th><th>Description of change</th><th>Is there a change to the general configuration? 21.A.101(b)(1)(i)</th><th>Is there a change to the principles of construction? 21.A.101(b)(1)(i)</th><th>Have the assumptions used for certification been invalidated? 21.A.101(b)(1)(ii)</th><th>Notes</th></tr><tr><td>5.</td><td>A change to the gas generator (core, turbine/ compressor/ combustor) in conjunction with changes to approved operating limitations.</td><td>No</td><td>No</td><td>No</td><td>Change is associated with other changes that would affect engine thrust/power and operating limitations, and have affected the dynamic behaviour of the engine, foreign object ingestion behaviour (birds, hail storm, rain, ice shed), induction system icing capabilities. Assumptions used for certification may no longer be valid.</td></tr></table>			Example	Description of change	Is there a change to the general configuration? 21.A.101(b)(1)(i)	Is there a change to the principles of construction? 21.A.101(b)(1)(i)	Have the assumptions used for certification been invalidated? 21.A.101(b)(1)(ii)	Notes	5.	A change to the gas generator (core, turbine/ compressor/ combustor) in conjunction with changes to approved operating limitations.	No	No	No
Example	Description of change	Is there a change to the general configuration? 21.A.101(b)(1)(i)	Is there a change to the principles of construction? 21.A.101(b)(1)(i)	Have the assumptions used for certification been invalidated? 21.A.101(b)(1)(ii)	Notes									
5.	A change to the gas generator (core, turbine/ compressor/ combustor) in conjunction with changes to approved operating limitations.	No	No	No	Change is associated with other changes that would affect engine thrust/power and operating limitations, and have affected the dynamic behaviour of the engine, foreign object ingestion behaviour (birds, hail storm, rain, ice shed), induction system icing capabilities. Assumptions used for certification may no longer be valid.									

水素は新たな潜在的危険性として挙げられているが、業界内プレイヤーの多くにとってまだあまり知られていないため、「新規の」危険性に分類されている

対象技術	水素航空機	関連部品	- 水素燃料タンク - 水素燃料ポンプ - 水素航空機用エンジン気化器
資料名	Easy Access Rules for Airworthiness and Environmental Certification		
資料コード	Regulation (EU) No 748/2012, Annex I Section B – Procedures for Competent Authorities Subpart B – Type-Certificates and Restricted Type-Certificates		
テキスト	AMC 21.B.100(a) and 21.A.15(b)(6) Level of involvement (LoI) in a certification project for a type certificate (TC), a major change to a TC, a supplemental type certificate (STC), a major repair design or European technical standard order (ETSO) authorisation for an auxiliary power unit (APU) 3.2.2. Novelty For the purpose of risk class determination, the following simplification has been made: a CDI may be either novel or non-novel. Whether or not a CDI is novel is based on the extent to which the respective elements of the certification project, as well as the related requirement or means of compliance, are new/novel to either the industry as a whole, or to the applicant, including their subcontractors, or from an EASA panel perspective. The determination that a CDI is novel may be driven by the use of new technology, new operations, new kind of installations, the use of new requirements or the use of new means of compliance. When an applicant utilises a type of technology for the first time, or when that applicant is relatively unfamiliar with the technology, this technology is considered to be 'novel', even if other applicants may be already familiar with it. This also means that a type of technology may no longer be novel for one applicant, while it may still be novel for other applicants. The following list includes some examples: - the introduction of a new threat (e.g. new threats regarding fire, fuel, hydrogen, energy storage devices, etc.) or a new prevention/detection/mitigation method;		

EASA

Certification Specifications for Normal, Utility, Aerobatic and Commuter Category Aeroplanes (CS-23)

Task2：航空機・装備品の安全基準・国際標準における環境新技術の導入による影響分析 | EASA

電動推進システムまたはハイブリッド電動推進システムを搭載した航空機は、F3316-19を検討適用することが可能であるが、EASAによってまだ受理されていない

対象技術	ハイブリッド電動推進システム	関連部品	ハイブリッド電動推進システム
資料名	Certification Specifications for Normal-Category Aeroplanes (CS-23) – Amendment 6		
資料コード	CS-23 – Amendment 6 AMC & GM to CS-23 – Issue 4		
テキスト	AMC1 23.2325 Fire protection AMC1 23.2500 General requirements on systems and equipment function AMC1 23.2505 General requirements on equipment installation AMC1 23.2525 System power generation, storage, and distribution ASTM F44 published standards for showing compliance for electrical systems that are installed on aeroplanes with <u>electric or hybrid-electric propulsion systems</u> . EASA has not yet accepted F3316-19; however, EASA would take into consideration applications from applicants that use this standard as the basis for the development of their means of compliance subject to agreement with EASA.		

電動推進システムを搭載した航空機は、F3239-19を検討適用することが可能であるが、EASAによってまだ受理されていない

対象技術	推進用モーター	関連部品	電動推進用モーター
資料名	Certification Specifications for Normal-Category Aeroplanes (CS-23) – Amendment 6		
資料コード	CS-23 – Amendment 6 AMC & GM to CS-23 – Issue 4		
テキスト	AMC1 23.2325 Fire protection AMC1 23.2400 Powerplant installation AMC1 23.2405 Power or thrust control systems AMC1 23.2410 Powerplant installation hazard assessment AMC1 23.2415 Powerplant installation ice protection AMC1 23.2425 Powerplant operational characteristics AMC1 23.2430 Powerplant installation, energy storage and distribution systems AMC1 23.2435 Powerplant installation support systems AMC1 23.2440 Powerplant installation fire protection AMC1 23.2500 General requirements on systems and equipment function AMC1 23.2505 General requirements on equipment installation AMC1 23.2525 System power generation, storage, and distribution ASTM F44 published standards for showing compliance for electric propulsion systems. EASA has not yet accepted F3239-19; however, EASA would take into consideration applications from applicants that use this standard as the basis for the development of their means of compliance subject to agreement with EASA. or ASTM F44 published standards for showing compliance for electrical systems that are installed on aeroplanes with electric or hybrid-electric propulsion systems. EASA has not yet accepted F3316-19; however, EASA would take into consideration applications from applicants that use this standard as the basis for the development of their means of compliance subject to agreement with EASA.		

定格出力6kW以上のジェネレーターは、火災の危険性を最小限に抑えるような設計・設置が必須となる

対象技術	推進用モーター	関連部品	ジェネレーター
資料名	Certification Specifications for Normal-Category Aeroplanes (CS-23)		
資料コード	CS-23		
テキスト	Powerplant Controls and Accessories CS 23.1163 Powerplant accessories a) Each engine mounted accessory must – 1) Be approved for mounting on the engine involved and use the provisions on the engines for mounting; or 2) Have torque limiting means on all accessory drives in order to prevent the torque limits established for those drives from being exceeded; and 3) In addition to sub-paragraphs (a)(1) or (a)(2) , be sealed to prevent contamination of the engine oil system and the accessory system. b) Electrical equipment subject to arcing or sparking must be installed to minimise the probability of contact with any flammable fluids or vapours that might be present in a free state. c) Each generator rated at or more than 6 kilowatts must be designed and installed to minimise the probability of a fire hazard in the event it malfunctions.		

各バッテリー点火システムはジェネレーターによって補完される必要があり、バッテリーとジェネレーターの容量はエンジンからの要求を十分に満たす必要がある

対象技術	推進用モーター	関連部品	ジェネレーター
資料名	Certification Specifications for Normal-Category Aeroplanes (CS-23)		
資料コード	CS-23		
テキスト	Powerplant Controls and Accessories CS 23.1165 Engine ignition systems a) Each battery ignition system must be <u>supplemented by a generator</u> that is automatically available as an alternate source of electrical energy to allow continued engine operation if any battery becomes depleted. b) The <u>capacity of batteries and generators</u> must be large enough to meet the simultaneous demands of the engine ignition system and the greatest demands of any electrical system components that draw from the same source. c) The design of the engine ignition system must account for – 1) The <u>condition of an inoperative generator</u>; 2) The condition of a completely depleted battery with the <u>generator running at its normal operating speed</u>; and 3) The condition of a completely depleted battery with the <u>generator operating at idling speed</u> if there is only one battery. d) There must be means to warn appropriate crew members if malfunctioning of any part of the electrical system is causing the continuous discharge of any battery used for engine ignition. e) Each turbine engine ignition system must be independent of any electrical circuit that is not used for assisting, controlling or analysing the operation of that system. f) In addition, for commuter category aeroplanes, each turbopropeller ignition system must be an essential electrical load		

少なくとも1台のジェネレーター/オルタネーターによって、連続定格電力を供給できなければならない。また、過電圧制御装置を設置する必要がある

対象技術	推進用モーター	関連部品	ジェネレーター
資料名	Certification Specifications for Normal-Category Aeroplanes (CS-23)		
資料コード	CS-23		
テキスト	Electrical Systems and Equipment CS 23.1351 General c) Generating system. There must be <u>at least one generator/alternator</u> if the electrical system supplies power to load circuits essential for safe operation. In addition – 1) Each <u>generator/alternator must be able to deliver its continuous rated power</u>, or such power as is limited by its regulation system; 2) Generator/alternator voltage control equipment must be able to dependably <u>regulate the generator/alternator output within rated limits</u>; 3) Automatic means must be provided to <u>prevent either damage to any alternator/generator</u>, or adverse effects on the aeroplane electrical system, due to reverse current. A means must also be provided to disconnect each generator/alternator from the battery and the other generators/alternators. 4) There must be a means to give <u>immediate warning to the flightcrew of a failure of any generator/alternator</u>; and 5) Each <u>generator/alternator must have an overvoltage control</u> designed and installed to prevent damage to the electrical system, or to equipment supplied by the electrical system, that could result if that generator/alternator were to develop an overvoltage condition. d) Instruments. A means must exist to indicate to appropriate flight-crew members the electric power system quantities essential for safe operation. 1) For normal, utility, and aerobatic category aeroplanes with direct current systems, an ammeter that can be switched into each generator feeder may be used and, <u>if only one generator exists, the ammeter may be in the battery feeder</u>. 2) For commuter category aeroplanes, <u>the essential electric power system quantities include the voltage and current supplied by each generator</u>.		

主電源ケーブル（ジェネレーターケーブル含む）は、適度な変形や伸張への耐性を確保できるように設計されなければならない

対象技術	推進用モーター	関連部品	ジェネレーター
資料名	Certification Specifications for Normal-Category Aeroplanes (CS-23)		
資料コード	CS-23		
テキスト	Electrical Systems and Equipment CS 23.1365 Electric cables and equipment e) Main power cables (including generator cables) must be designed to allow a reasonable degree of deformation and stretching without failure and must – 1) Be separated from flammable fluid lines; or 2) (2) Be shrouded by means of electrically insulated flexible conduit or equivalent, which is in addition to the normal cable insulations.		

EASA

Certification Specifications for Large Aeroplanes (CS-25)

大型航空機の推進システムは、以下の要件を満たす必要がある

対象技術	推進用モーター	関連部品	電動推進用モーター
資料名	Certification Specifications for Large Aeroplanes (CS-25)		
資料コード	CS-25		
テキスト	Subpart B – Flight Performance CS 25.101 General a) Unless otherwise prescribed, aeroplanes must meet the applicable performance requirements of this Subpart for ambient atmospheric conditions and still air. b) The performance, as affected by engine power or thrust, must be based on the following relative humidities: 1) 80%, at and below standard temperatures; and 2) 34%, at and above standard temperatures plus 10°C (50°F). Between these two temperatures, the relative humidity must vary linearly. c) The performance must correspond to the propulsive thrust available under the particular ambient atmospheric conditions, the particular flight condition, and the relative humidity specified in sub-paragraph (b) of this paragraph. The available propulsive thrust must correspond to engine power or thrust, not exceeding the approved power or thrust, less – 1) Installation losses; and 2) The power or equivalent thrust absorbed by the accessories and services appropriate to the particular ambient atmospheric conditions and the particular flight condition. (See AMCs No 1 and No 2 to CS 25.101(c).) AMC No. 2 to CS 25.101(c) General 1 GENERAL - CS 25.101 1.1 Explanation - Propulsion System Behaviour. CS 25.101(c) requires that aeroplane “performance must correspond to the propulsive thrust available under the particular ambient atmospheric conditions, the particular flight condition, . . .” The propulsion system’s (i.e., turbine engines and propellers, where appropriate) installed performance characteristics are primarily a function of engine power setting, airspeed, propeller efficiency (where applicable), altitude, and ambient temperature. The effects of each of these variables must be determined in order to establish the thrust available for aeroplane performance calculations.		

CS 25.1309の要件は、エンジン、プロペラ、および推進システムの設置に適用される。具体的な適用性や例外についてはCS 25.901(c)に記載されている

対象技術	推進用モーター	関連部品	電動推進用モーター
資料名	Certification Specifications for Large Aeroplanes (CS-25)		
資料コード	CS-25		
テキスト	Subpart F – Equipment General CS 25.1309 Equipment, systems and installations AMC 25.1309 System Design and Analysis e) The requirements of CS 25.1309 are generally applicable to engine, propeller, and <u>propulsion system</u> installations. The specific applicability and exceptions are stated in CS 25.901(c).		

ジェネレーターおよびジェネレーターシステムは、以下を含むものと定義される

対象技術	推進用モーター	関連部品	ジェネレーター
資料名	Certification Specifications for Large Aeroplanes (CS-25)		
資料コード	CS-25		
テキスト	Subpart F – Equipment Electrical Systems and Equipment CS 25.1351 General b) Generating system. The generating system includes electrical power sources, main power busses, transmission cables, and associated control, regulation, and protective devices. It must be designed so that – 1) Power sources function properly when independent and when connected in combination; 2) No failure or malfunction of any power source can create a hazard or impair the ability of remaining sources to supply essential loads; 3) The system voltage and frequency (as applicable) at the terminals of all essential load equipment can be maintained within the limits for which the equipment is designed, during any probable operating condition; 4) System transients due to switching, fault clearing, or other causes do not make essential loads inoperative, and do not cause a smoke or fire hazard; 5) There are means accessible where necessary, in flight, to appropriate crew members for the individual and rapid disconnection of each electrical power source (see AMC 25.1351(b)(5)); and 6) There are means to indicate to appropriate crew members the generating system quantities essential for the safe operation of the system, such as the voltage and current supplied by each generator (see AMC 25.1351(b)(6)). AMC 25.1351(b)(6) Generating System Each source of electrical supply (e.g. generators and batteries) should be provided with means to give the flight crew immediate warning of the failure of its output. These warning means are additional to the system indication requirements of CS 25.1351(b)(6). For multiphase systems the warning should also indicate the loss of any phase.		

機体内の主電源ケーブル（ジェネレーターケーブル含む）は、適度な変形や伸張への耐性を確保するように設計されなければならない

対象技術	推進用モーター	関連部品	ジェネレーター
資料名	Certification Specifications for Large Aeroplanes (CS-25)		
資料コード	CS-25		
テキスト	Subpart H – Electrical Wiring Interconnection Systems CS 25.1703 Function and Installation; EWIS a) Each EWIS component installed in any area of the aeroplane must: 1) Be of a kind and design appropriate to its intended function. 2) Be installed according to limitations specified for the EWIS components. 3) Function properly when installed. 4) Be designed and installed in a way that will minimise mechanical strain. b) The selection of wires must take into account known characteristics of the wire in relation to each particular installation and application in order to minimise the risk of wire damage, including any arc tracking phenomena. c) The design and installation of the main power cables, including generator cables, in the fuselage must allow for a reasonable degree of deformation and stretching without failure. d) EWIS components located in areas of known moisture accumulation must be adequately protected to minimise any hazardous effect due to moisture. e) EWIS modifications to the original type design must be designed and installed to the same standards used by the original aeroplane manufacturer or other equivalent standards acceptable to the Agency		

EASA

Certification Specifications for Engines (CS-E)

高出力のジェネレーターには、十分な過熱防止対策が必要である

対象技術	推進用モーター	関連部品	ジェネレータ
資料名	Certification Specifications for Engines (CS-E)		
資料コード	CS-E		
テキスト	Subpart A – General Performance AMC E 80 Equipment 3) The provision of a weak link in the drive or the specification of a weak link in the equipment will normally be an acceptable means of limiting excessive torque. However for some equipment which might be included under CS-E 20(c) (e.g. a <u>high output electrical generator</u>) a weak link might not provide an adequate safeguard against damage to the Engine from overheating and break-up of the equipment. In such a case other means of disconnect would need to be provided or specified in order to permit disengagement of the equipment with the Engine running.		

EASA

Acceptable Means of Compliance (AMC) and Guidance Material (GM) to Part 21 - Airworthiness and Environmental Certification

AMC・GMのパート21には、関連する安全規制は存在しなかった

対象技術	NA	関連部品	NA
資料名	Acceptable Means of Compliance (AMC) and Guidance Material (GM) to Annex I (Part 21) to Commission Regulation (EU) No 748/2012		
資料コード	AMC & GM to Part 21		
テキスト	NA 記載なし		

EASA

【参考】European Technical Standard Orders (ETSO)

Safran Electrical & Power Chatouは、DCジェネレーターについて、以下のようにETSO認可を取得した

対象技術	推進用モーター	関連部品	ジェネレーター
資料名	European Technical Standard Orders (ETSO)		
対象企業	Safran Electrical & Power Chatou SA		

Approval Number	Date of last issue	Description	Part Number(s)	ETSO Standards	DDP Reference
EASA.21O.672, REV. B	08.02.2023	<u>DC Starter Generator</u>	G3666-220 Amendment A, G3666-220 Amendment AB, G3666-220 Amendment ABC(>,<)>G3666-230 Amendment A, G3666-230 AmendmentAB, G3666 Amendment ABC,G3666-230 Amendment ABCE, G3666-230Amendment ABCEF	C56A	
EASA.21O.10063642, REV. A	07.02.2023	<u>DC Starter Generator</u>	P/N: G3666-400 Amendment A, G3666-400 Amendment B, G3666-400 Amendment C	C56B A1	
F.O.032	08.02.2001	<u>DC Starter Generator</u>	G3570-(xxx)DC Starter Generator		Y42-167 OF 18/10/00

Safran Electrical & Power UKは、DCジェネレーターについて、以下のようにETSO認可を取得した

対象技術	推進用モーター	関連部品	ジェネレーター
資料名	European Technical Standard Orders (ETSO)		
対象企業	Safran Electrical & Power UK Limited		

Approval Number	Date of last issue	Description	Part Number(s)	ETSO Standards	DDP Reference
EASA.21O.10063642, REV. A	28.07.2004	DC Starter Generator	30086-01130V Brushless DC Generator	C56A	1627
EASA.21O.127, REV. A	28.07.2004	DC Starter Generator	23091-00430V DC Starter Generator	C56A	1633
EASA.21O.128, REV. B	17.02.2006	DC Starter Generator	23081-()30V DC Starter Generator	C56A	1650

Aviation Productsは、リチウムイオン電池を搭載した電子スタンバイ計器について、以下のようにETSOの認可を取得した

対象技術	バッテリー	関連部品	リチウムイオンバッテリー
資料名	European Technical Standard Orders (ETSO)		
対象企業	Aviation Products Inc.		

Approval Number	Date of last issue	Description	Part Number(s)	ETSO Standards	DDP Reference
EASA.IM.21O.10033092	21.12.2010	ESI-2000 Electronic Standby Instrument with <u>Lithium Ion Battery</u>	9200-32500-(XX)(Y)(Z) 9230-32501-()	C10B 5 C113 5 C2D 1 C3D 1 C46A 1 C4C 2 C6D	0030-32548-01

Mid-Continent Instrumentは、リチウムイオン電池を搭載した電子スタンバイ計器について、以下のよう
にETSOの認可を取得した

対象技術	バッテリー	関連部品	リチウムイオンバッテリー
資料名	European Technical Standard Orders (ETSO)		
対象企業	Mid-Continent Instrument Co., Inc.		

Approval Number	Date of last issue	Description	Part Number(s)	ETSO Standards	DDP Reference
EASA.IM.21O.10048085	11.02.2014	TB17 / 17 Amp Hour <u>Lithium-Ion Battery</u>	6430017-()	C179A	DDP-TB17
EASA.IM.21O.10050184	12.08.2014	TB44 Advanced <u>Lithium-Ion Battery</u>	6430044-()	C179A OTHER	DDP-TB44

Safran Aerosystemsは、燃料電池用タンクウォールについて、以下のようにETSOの認可を取得した

対象技術	燃料電池	関連部品	燃料電池
資料名	European Technical Standard Orders (ETSO)		
対象企業	Safran Aerosystems		

Approval Number	Date of last issue	Description	Part Number(s)	ETSO Standards	DDP Reference
EASA.21O.10058629	04.07.2016	TANK WALL // Crashworthy tank wall for fuel cells	P/N: 1060200	C80	DT-00007925
EASA.21O.10059794	17.10.2016	TANK WALL // Crashworthy tank wall for fuel cells	P/N: 1060201	C80	DT-00007926
EASA.21O.10059795	17.10.2016	TANK WALL // Crashworthy tank wall for fuel cells	P/N: 1060202	C80	DT-00007927
EASA.21O.10064530	31.01.2018	TANK WALL // Crashworthy tank wall for fuel cells	P/N: 1060204	C80	DT-00010957

実施スケジュール、タスク

調査結果

エグゼクティブサマリー

Task1： 航空機・装備品の環境新技術に係る知的財産情報の分析

Task2： 航空機・装備品の安全基準・国際標準における環境新技術の導入による影響分析

Step1-1： FAA/EASAにおける安全基準の有無

Step1-2： Special Condition等、暫定的な安全基準の適用有無

Step2： 標準化団体における議論動向

Task3： 航空機・装備品の環境新技術に係る海外での試験設備・インフラ等の整備状況調査

Task4： 国内外における航空機・装備品の環境新技術に係る標準化・技術開発動向の調査

Task2：航空機・装備品の安全基準・国際標準における環境新技術の導入による影響分析

対象技術における現状EASA/FAAのSpecial Conditionの有無は下記

Task2の対象技術のSpecial Conditionの有無

対象分野	対象技術	関連部品	FAA		EASA
			Special Conditions		Special Conditions
			Final	Proposed	
電動化	ハイブリッド電動推進システム	ハイブリッド電動推進システム	×	×	○
	推進用モーター	電動推進用モーター	○	○	○
		ジェネレーター	○	○	×
		フライホイール型蓄電装置	×	×	×
	バッテリー	リチウムイオンバッテリー	○	○	○
		全固体電池	×	×	×
	電動タキシングシステム	電動タキシングシステム	×	×	×
水素航空機	水素燃料タンク	液体水素燃料貯蔵タンク	×	×	×
	水素燃料ポンプ	水素燃料ポンプ	×	×	×
	水素航空機用エンジン	水素航空機用エンジン	×	×	×
	燃料電池	燃料電池	×	×	×

凡例：

○	安全規制文書が存在する技術
×	安全規制文書において言及されていない技術
△	安全規制文書の中で一部言及されている、あるいは技術の一例として言及されている技術

FAA

Task2：航空機・装備品の安全基準・国際標準における環境新技術の導入による影響分析 | FAA

NPRMを閲覧するか、最終化され安全基準を見ることで安全基準策定の方向性が判別できる。他方で、全てのNPRMが参照できないため、最終化された安全基準での判断が必要

- FAAでは、Special Conditionを含む、全ての安全基準が下記のプロセスに則り基準策定される

一般的に公開される

時期

Pre-Rulemaking Period

Rulemaking Period

手順

Steps:

1. FAA内部での問題の優先順位付け
2. 国際的な検討事項（EASAなど）
3. 委員会の設置
 - Aviation Rulemaking Committee (ARC)
 - Aviation Rulemaking Advisory Committee (ARAC)

Steps:

1. Notice of Proposed Rulemaking (NPRM)の起草
2. 既存規則の評価
3. FAA内の調整

Issuing of NPRM

- 意見募集期間（通常3ヶ月）

- コメントの確認・反映

Steps:

1. さらなる規制の評価
2. さらなる調整

Issuing of Final Rule/ SC

追加説明

- 問題の優先順位付けはFAA内で行われる。
- 通常、国家目標や注目すべき技術に沿った課題が優先される
- 国際機関との取り決めは、別途決定される。
- ほとんどの場合、FAAも外部団体も、ルール決定前の情報を開示する必要はない。

- NPRMは、FAAがある分野の規則制定を検討していることを一般に知らせるものである
- NPRMには規制案が含まれる
- ただし、全てのNPRMが参照できない

- 一般市民は、公式ルートを通じて意見書を提出したり、FAAとの公開会合を要請したりFederal Docket Management Systemを通じて規則の採択、改正、廃止を求める規則制定請願書を提出したりすることで、FAAの規則制定プロセスに参加することができる
- 場合によっては、NPRMが実行不可能、不必要、または公共の利益に反すると判断された場合、FAAは、パブリックコメントを集めることなく、最終規則を発行することができる。

- A direct final ruleは、FAAがコメント期間内（通常、直接最終規則が連邦官報に掲載されてから60日後）に不利なコメントを受け取らない限り、指定された日付に発効する
- Special Conditionとして公開されたものは、原則既存の規制に対する特別付加条件を整理している
- ただし、既存条文ベースではあるが、1から新たな規制を作っているように読める
- 従って、Final Ruleとして公開されてはじめて、既存条文の小規模な改正か、大幅な追加が判断できるとみえる

Task2：航空機・装備品の安全基準・国際標準における環境新技術の導入による影響分析 | FAA

例えば、magniXが適用した電動エンジンに関するSpecial Conditionsでは、以下のように14CFRの一部（オレンジの矢印）を参照している一方で、1から新たな規制を策定していると想定される

- Special Conditions上では、既存安全基準を参照し、付加条項を付けている
- 既存条文ベースではあるが、1から新たな規制を作っているように読める
- これらが実際の規制になる場合どのような規制反映のされ方になるかは、当該技術に関連するNPRMの公開、および最終版の規制確定を待たないと判断が難しいと思料される

Special Conditions: magniX USA, Inc., magni250 and magni500 Model Engines

A Proposed Rule by the Federal Aviation Administration on 11/19/2020

PUBLISHED DOCUMENT

AGENCY:
Federal Aviation Administration (FAA), DOT.

ACTION:
Notice of proposed special conditions.

SUMMARY:
This action proposes special conditions for magniX USA, Inc. (magniX), magni250 and magni500 model engines that operate using electrical technology installed on the aircraft for use as an aircraft engine. These engines have a novel or unusual design feature when compared to the state of technology envisioned in the airworthiness standards applicable to aircraft engines. The design feature is the use of an electric motor, controller, and high-voltage systems as the primary source of propulsion for an aircraft. The applicable airworthiness regulations do not contain adequate or appropriate safety standards for this design feature. These proposed special conditions

Start Printed Page 73645

contain the additional safety standards that the Administrator considers necessary to establish a level of safety equivalent to that established by the existing airworthiness standards.

DATES:
Send comments on or before December 21, 2020.

DOCUMENT DETAILS

Printed version:
[PDF](#)

Publication Date:
11/19/2020

Agencies:
[Department of Transportation](#)
[Federal Aviation Administration](#)

Dates:
Send comments on or before
December 21, 2020.

Comments Close:
12/21/2020

Document Type:
Proposed Rule

Document Citation:
85 FR 73644

Page:
73644-73655 (12 pages)

CFR:
14 CFR 33

Agency/Docket Numbers:
Docket No. FAA-2020-0894
Notice No. 33-19-01-SC

Document Number:
2020-23434

DOCUMENT DETAILS

Type Certification Basis

Under the provisions of [14 CFR 21.17\(a\)\(1\)](#), generally, magniX must show that magni250 and magni500 model engines meet the applicable provisions of part 33 in effect on the date of application for a type certificate. 

If the Administrator finds that the applicable airworthiness regulations (*e.g.*, [14 CFR part 33](#)) do not contain adequate or appropriate safety standards for the magni250 and magni500 model engines because of a novel or unusual design feature, special conditions may be prescribed under the provisions of § 21.16. 

Special conditions are initially applicable to the model for which they are issued. Should the type certificate for that model be amended later to include any other engine model that incorporates the same novel or unusual design feature, these special conditions would also apply to the other engine model under § 21.101.

In addition to the applicable airworthiness regulations and special conditions, the magni250 and magni500 model engines must comply with the noise certification requirements of [14 CFR part 36](#). 

The FAA issues special conditions, as defined in [14 CFR 11.19](#), in accordance with § 11.38, and they become part of the type certification basis under § 21.17(a)(2). 

Novel or Unusual Design Features

The magni250 and magni500 model engines will incorporate the following novel or unusual design features:

An electric motor, controller, and high-voltage systems that are used as the primary source of propulsion for an aircraft.

URL:

<https://www.federalregister.gov/documents/2020/11/19/2020-23434/special-conditions-magnix-usa-inc-magni250-and-magni500-model-engines>

FAA

Special Conditions (Final)

magniX USAは、電気モーター、コントローラー、高電圧システムを推進源として使用するmagni350およびmagni650エンジンの耐空証明を申請した

対象技術	推進用モーター	関連部品	電動推進用モーター
資料名	Special Conditions: magniX USA, Inc., magni350 and magni650 Model Engines; Electric Engine Airworthiness Standards		
資料コード	Final Special Conditions: 33-022-SC		
テキスト	APPLICANT magnix USA, Inc. SUMMARY These special conditions are issued for the magniX USA, Inc., (magniX), magni350 and magni650 model engines, which operate using electrical technology installed on the aircraft for use as an aircraft engine. These engines have a novel or unusual design feature when compared to the state of technology envisioned in the airworthiness standards applicable to aircraft engines. <u>This design feature is an electric motor, controller, and high-voltage systems as the primary source of propulsion for an aircraft.</u> The applicable airworthiness regulations do not contain adequate or appropriate safety standards for this design feature. These special conditions contain the additional safety standards that the Administrator considers necessary to establish a level of safety equivalent to that established by the existing airworthiness standards. NOVEL OR UNUSUAL DESIGN FEATURES The magni350 and magni650 model engines will incorporate the following novel or unusual design feature: <u>An electric motor, controller, and high-voltage systems is used as the primary source of propulsion for an aircraft.</u> DATES Effective October 27, 2021.		

Task2：航空機・装備品の安全基準・国際標準における環境新技術の導入による影響分析 | FAA

magniXが適用した電動エンジン（magni350 & magni650）に関するSpecial Conditionsでは、以下のように14CFRのPart 21と33（オレンジの矢印）を参照している

The Special Conditions

よって、MagniX USA, Inc.(以下、magniX)のmagni350及びmagni650モデルエンジンの型式認証の基礎の一部として、Administratorから私に委任された権限に従い、以下の特別条件を発行する。申請者はまた、連邦規則集（14 CFR）パート21のタイトル14に規定された認証手順を遵守しなければならない。

1. Applicability

Unless otherwise noted in these special conditions, the design must comply with the airworthiness standards for aircraft engines set forth in 14 CFR part 33, except those airworthiness standards specifically and explicitly applicable only to reciprocating and turbine aircraft engines.

14 CFR Part 33 Developed for Aircraft Engines That Operate Using Aviation Fuel

14 CFR Part 33 航空燃料を使用して動作する航空機エンジンのために開発された航空機エンジンは、航空機に推進力を与える機械システムを駆動するためにエネルギー源を利用する。パート33の認定を受けたタービン・エンジンおよびレシプロ・エンジンは、航空燃料をエネルギー源として使用する。14CFRパート33の開発においてFAAが期待した技術は、酸素と燃料を変換して内燃システムを通じてエネルギーを生成し、プロペラやダクト付きファンなどの推進装置に取り付けられたシャフトを回転させるための熱と燃焼生成物の質量流を発生させることである。パート33の規制は、これらのエンジンの基準を定め、故障や不具合に起因する潜在的な危険を軽減するものである。エンジンの故障の性質、進行、重大性は、エンジンメーカーが航空機エンジンの設計と製造に使用する技術と密接に結びついている。これらの技術には、化学的、熱的、機械的なシステムが関わっている。そのため、14CFRパート33の既存のエンジン規制は、周期的に負荷がかかる高速、高温、高ストレスのコンポーネントで動作する空気と燃料の燃焼システムに特有の、化学的、熱的、機械的に誘発される特定の不具合を取り上げている。magniX社の電気エンジンは斬新で珍しい。FAAの現在の航空機エンジンの耐空性基準である14 CFR part 33は1964年にさかのぼる[4]。FAAはこれらの耐空性基準を航空燃料を使用して動作する航空機エンジンに基づいている。しかし、magniX magni350 および magni650 モデルエンジンは、機械システムを駆動するために航空燃料の代わりに電気エネルギー源を使用する、斬新で珍しい設計特徴を持っている。電気エンジンは、内燃システムとは異なる化学的、熱的、機械的な動作条件にさらされる。そのため、14 CFR part 33には、magniX magni350およびmagni650モデルエンジンの斬新で珍しい設計特徴に対する適切な安全基準が含まれていない。

URL:
<https://drs.faa.gov/browse/excelExternalWindow/FR-SCFINAL-2021-19926-0000000000.0001?modalOpened=true>

magniXが適用した電動エンジン（magni350 & magni650）に関するSpecial Conditionsでは、ASTM F3338-18（オレンジの矢印）の技術基準も参照している

Background

On April 18, 2019,^[1] magniX applied for a type certificate for its magni350 and magni650 model electric engines.^[2] The FAA has not previously type certificated an engine that primarily uses electrical technology for propulsion of the aircraft. Electric propulsion technology is substantially different from the technology used in previously certificated aircraft engines that operate using aviation fuel; therefore, these engines introduce new safety concerns that need to be addressed in the certification basis.

As noted in the Notice of Proposed Special Conditions, the FAA used technical criteria from ASTM F3338-18, *Standard Specification for Design of Electric Propulsion Units for General Aviation Aircraft*,^[3] along with engine information from magniX and other information, to develop these special conditions. These special conditions establish a level of safety that is equivalent to the level of safety required by title 14, *Code of Federal Regulations* (14 CFR) part 33.

参照された安全・技術基準	ASTM F3338-18 Standard Specification for Design of Electric Propulsion Units for General Aviation Aircraft
民間標準化団体名	ASTM
本レポートの参考箇所	電動化（ハイブリッド推進/電動推進モーター/ジェネレータ） ・ 【ASTM】

Peregrineは、充電式リチウム電池を内蔵した非常口灯電源装置の耐空証明を申請した

対象技術	バッテリー	関連部品	リチウムイオンバッテリー
資料名	Special Conditions: Peregrine; Installed Rechargeable Lithium Batteries		
資料コード	Final Special Conditions: 25-806-SC		
テキスト	APPLICANT Peregrine SUMMARY These special conditions are issued for a supplemental type certificate to install rechargeable lithium batteries in the Emergency Exit Light (EEL) power supply on certain transport category airplanes. These airplanes, as modified by Peregrine, will have a novel or unusual design feature when compared to the state of technology envisioned in the airworthiness standards for transport category airplanes. This design feature is the <u>installation of an EEL power supply that contains rechargeable lithium batteries</u>. The applicable airworthiness regulations do not contain adequate or appropriate safety standards for this design feature. These special conditions contain the additional safety standards that the Administrator considers necessary to establish a level of safety equivalent to that established by the existing airworthiness standards. NOVEL OR UNUSUAL DESIGN FEATURES The airplanes with STC no. ST01086DE will incorporate the following novel or unusual design feature: The <u>installation of an EEL power supply that contains rechargeable lithium batteries</u>. DATES This action is effective on Peregrine on January 26, 2022.		

Task2：航空機・装備品の安全基準・国際標準における環境新技術の導入による影響分析 | FAA

Peregrineが適用した充電式リチウムバッテリー非常口照明に関するSpecial Conditionsでは、以下のように14CFRのPart 25（オレンジの矢印）を参照している

Accordingly, pursuant to the authority delegated to me by the Administrator, the following special conditions are issued as part of the type certification basis for airplane models listed on the approved model list of supplemental type certificate no. ST01086DE, as modified by Peregrine.

改正25-123の第25.1353条(b)(1)から(4)、または以前の改正の第25.1353条(c)(1)から(4)の代わりに、各充電式リチウム電池の設置において、以下が求められる：

1. Be designed to maintain safe cell temperatures and pressures under all foreseeable operating conditions to prevent fire and explosion.
2. Be designed to prevent the occurrence of self-sustaining, uncontrollable increases in temperature or pressure, and automatically control the charge rate of each cell to protect against adverse operating conditions, such as cell imbalance, back charging, overcharging and overheating.
3. Not emit explosive or toxic gases, either in normal operation or as a result of its failure that may accumulate in hazardous quantities within the airplane.
4. 第25.863条の要件を満たすこと。
5. Not damage surrounding structure or adjacent systems, equipment, or electrical wiring from corrosive fluids or gases that may escape in such a way as to cause a major or more-severe failure condition.
6. Have provisions to prevent any hazardous effect on airplane structure or systems caused by the maximum amount of heat it can generate due to any failure of it or its individual cells.
7. Have a failure sensing and warning system to alert the flight crew if its failure affects safe operation of the airplane.
8. Have a monitoring and warning feature that alerts the flightcrew when its charge state falls below acceptable levels if its function is required for safe operation of the airplane.
9. Have a means to automatically disconnect from its charging source in the event of an over-temperature condition, cell failure or battery failure.

Peregrineは、True Blue PowerのTB40 main ship rechargeable lithium battery搭載に対する耐空証明を申請した

対象技術	バッテリー	関連部品	リチウムイオンバッテリー
資料名	Special Conditions: Peregrine, Textron Aviation Model 400A Airplane; Rechargeable Lithium Batteries		
資料コード	Final Special Conditions: 25-814-SC		
テキスト	APPLICANT Peregrine SUMMARY These special conditions are issued for the Textron Aviation (Textron) Model 400A airplane. This airplane, as modified by Peregrine, will have a novel or unusual design feature when compared to the state of technology envisioned in the airworthiness standards for transport category airplanes. This design feature is a <u>main ship rechargeable lithium battery</u>. The applicable airworthiness regulations do not contain adequate or appropriate safety standards for this design feature. These special conditions contain the additional safety standards that the Administrator considers necessary to establish a level of safety equivalent to that established by the existing airworthiness standards. NOVEL OR UNUSUAL DESIGN FEATURES The Textron Model 400A airplane will incorporate the following novel or unusual design features: <u>Installation of True Blue Power TB40 main ship rechargeable lithium battery.</u> DATES This action is effective on Peregrine on April 6, 2022.		

Peregrineが適用した充電式リチウムバッテリー（True Blue Power TB40）に関するSpecial Conditionsでは、以下のように14CFRのPart 11, 21, 25, 34, 36（オレンジの矢印）を参照している

Type Certification Basis

連邦規則集（14 CFR）21.101の規定に基づき、Peregrine社は、変更後の400A型機が、FAAが合意した以前の改正を除き、型式証明書No.A16SWに記載されている規則の適用条項、または変更申請日に有効な適用規則を引き続き満たしていることを示さなければならない。

適用される耐空性規則（例：14 CFR part 25）が、斬新または特殊な設計上の特徴のために、Peregrine Model 400A飛行機に対して適切な安全基準を含んでいないとAdministratorが判断した場合、第21.16条の規定に基づいて特別条件が規定される。

Special conditions are initially applicable to the model for which they are issued. Should the applicant apply for a supplemental type certificate to modify any other model included on the same type certificate to incorporate the same novel or unusual design feature, these special conditions would also apply to the other model under § 21.101.

適用される耐空性規則と特別条件に加えて、Textron 400A型機は、14 CFR part 34の燃料バントと排気エミッション要件、および14 CFR part 36の騒音証明要件に準拠しなければならない。

FAAは、第11.38条に従い、14 CFR 11.19に定義される特別条件を発行し、それらは第21.101条に基づく型式証明の基礎の一部となる。

Novel or Unusual Design Features

The Textron Model 400A airplane will incorporate the following novel or unusual design features:

Installation of True Blue Power TB40 main ship rechargeable lithium battery.

Peregrineは、充電式リチウム電池を搭載した電子スタンバイ計器供給装置の耐空証明を申請した

対象技術	バッテリー	関連部品	リチウムイオンバッテリー
資料名	Special Conditions: Peregrine; Installed Rechargeable Lithium Batteries		
資料コード	Final Special Conditions: 25-815-SC		
テキスト	APPLICANT Peregrine SUMMARY These special conditions are issued for a supplemental type certificate to install rechargeable lithium batteries in an electronic standby instrument on certain transport category airplanes. These airplanes, as modified by Peregrine, will have a novel or unusual design feature when compared to the state of technology envisioned in the airworthiness standards for transport category airplanes. This design feature is the <u>installation of an electronic standby instrument supply that contains rechargeable lithium batteries</u>. The applicable airworthiness regulations do not contain adequate or appropriate safety standards for this design feature. These special conditions contain the additional safety standards that the Administrator considers necessary to establish a level of safety equivalent to that established by the existing airworthiness standards. NOVEL OR UNUSUAL DESIGN FEATURES The airplanes with STC no. ST01985WI will incorporate the following novel or unusual design feature: The <u>installation of an electronic standby instrument containing a rechargeable lithium-ion battery</u>. DATES This action is effective on Peregrine on April 6, 2022.		

Task2：航空機・装備品の安全基準・国際標準における環境新技術の導入による影響分析 | FAA

Peregrineが適用した充電式リチウムバッテリーを含めた電子スタンバイ計器供給装置に関するSpecial Conditionsでは、以下のように14CFRのPart 11, 21, 25, 34, 36（オレンジの矢印）を参照している

Type Certification Basis

連邦規則集第14編（14 CFR）第21.101条の規定に基づき、Peregrine社は、STC No.ST01985WIにより変更申請された航空機は、FAAが合意した以前の修正を除き、各航空機の各型式証明書に記載された規則の適用規定、または変更申請日に有効な適用規定を引き続き満たしていることを示さなければならない。

適用される耐空性規則（14 CFR part 25）が、新規あるいは特殊な設計上の特徴のために、適切な安全基準を含んでいないとAdministratorが判断した場合、第21.16条の規定に基づき、特別条件が規定される。

Special conditions are initially applicable to the airplane model for which they are issued. Should the applicant apply for an STC to modify any other model included on the same type certificate to incorporate the same novel or unusual design feature, these special conditions would also apply to the other model under § 21.101.

適用される耐空性規則および特別条件に加えて、STC No.ST01985WIにより改造された航空機は、適用される耐空性規則および特別条件に加えて、14 CFR part 34の燃料バントおよび排気エミッション要件、ならびに14 CFR part 36の騒音証明要件に適合しなければならない。

FAAは、第11.38条に従い、14 CFR 11.19に定義される特別条件を発行し、それらは第21.101条に基づく型式証明の基礎の一部となる。

Discussion

充電式リチウム電池は、第25.1353条の要求事項に関して、輸送分類の航空機では斬新または特殊な設計上の特徴であるとみなされる。この種の電池は、現在、輸送分類の航空機への搭載が承認されているニッケル・カドミウム充電式電池や鉛酸充電式電池とは大きく異なる特定の故障特性、運用特性、保守特性を持つ。これらのバッテリーは、さまざまなバッテリー・セルのサイズと構造に新しい化学組成を採用することで、航空機システムに高いエネルギー・レベルを導入する。バッテリー・パック内でこれらのセルを相互に接続すると、故障モードが発生するため、熱管理などの独自の設計上の配慮が必要になる。

特別条件3、7、8は自明である。特別条件4は、第25.863条の可燃性流体防火要件が充電式リチウム電池の設置に適用されることを明確にしている。セクション25.863は、航空機のシステムからの可燃性流体の漏れにさらされる可能性のある航空機の領域に適用される。充電式リチウム電池は、可燃性流体である電解液を含んでいる。

URL:
<https://drs.faa.gov/browse/excelExternalWindow/FR-SCFINAL-2022-07254-0000000000.0001?modalOpened=true>

Dassaultは、Model Falcon 6X型航空機に搭載する非充電式リチウムイオン電池の耐空性を申請した

対象技術	バッテリー	関連部品	リチウムイオンバッテリー
資料名	Special Conditions: Dassault Aviation Model Falcon 6X Airplanes; Non-Rechargeable Lithium-Ion Battery Installations		
資料コード	Final Special Conditions: 25-815-SC		
テキスト	APPLICANT Dassault SUMMARY These amended special conditions are issued for <u>non-rechargeable lithium-ion battery installations on the Dassault Aviation (Dassault) Model Falcon 6X airplane</u>. Non-rechargeable lithium-ion batteries are a novel or unusual design feature when compared to the state of technology envisioned in the airworthiness standards for transport-category airplanes. The applicable airworthiness regulations do not contain adequate or appropriate safety standards for this design feature. These special conditions contain the additional safety standards that the Administrator considers necessary to establish a level of safety equivalent to that established by the existing airworthiness standards. NOVEL OR UNUSUAL DESIGN FEATURES The Dassault Model Falcon 6X airplane will incorporate the following novel or unusual design feature: <u>Installation of non-rechargeable lithium-ion batteries</u>. For the purpose of these special conditions, the FAA refers to a battery and battery system as a battery. A battery system consists of the battery and any protective, monitoring, and alerting circuitry or hardware inside or outside of the battery. It also includes vents (where necessary) and packaging. DATES This action is effective on Dassault on March 9, 2022.		

Task2：航空機・装備品の安全基準・国際標準における環境新技術の導入による影響分析 | FAA

DassaultがModel Falcon 6X飛行機に搭載したリチウムバッテリーに関するSpecial Conditionsでは、
以下のように14CFRのPart 11, 21, 25, 34, 36（オレンジの矢印）を参照している

Type Certification Basis

14 CFR 21.17の規定に基づき、Dassaultはファルコン6X型機が改正25-1から25-146によって改正されたパート25の適用規定を満たしていることを示さなければならない。

Administratorが、適用される耐空性規則（14 CFR part 25）が、新規または特殊な設計上の特徴のために、ダッソーモデルファルコン6X機に対して適切な安全基準を含んでいないと判断した場合、第21.16条の規定に基づいて特別な条件が規定される。

Special conditions are initially applicable to the airplane model for which they are issued. Should the type certificate for that model be amended later to include any other model that incorporates the same novel or unusual design feature, these special conditions would also apply to the other model under § 21.101.

適用される耐空性規則及び特別条件に加えて、ダッソーモデルファルコン6X機は、14 CFR part 34の燃料ベント及び排気エミッション要件、及び14 CFR part 36の騒音証明要件に適合しなければならない。

FAAは、第11.38条に従い、14 CFR 11.19に定義される特別条件を発行し、それらは第21.17条に基づき型式証明の根拠の一部となる。

Discussion

FAAは、1965年2月に、14 CFR part 25を制定したCAR 4bの再修正の一環として、民間航空規則 (CAR) 4b.625(d) から輸送カテゴリーの航空機へのバッテリーの搭載を管理する現在の規制を導出した。この再修正は、基本的にCAR 4bのバッテリー要件を言い換えるもので、現在、第25.1353条の(b)(1)から(4)に規定されている。非充電式リチウムイオン電池は、これらの要件が成文化されたときに考慮された技術の現状からすると斬新かつ特殊である。非充電式リチウムイオン・バッテリーは、さまざまなバッテリー・セルのサイズや構造に新しい化学組成を採用することで、航空機システムに高いエネルギー・レベルを導入する。バッテリー・パック内でこれらのセルを相互に接続すると、故障モードが発生するため、熱管理などの独自の設計上の配慮が必要になる。

URL:
<https://drs.faa.gov/browse/excelExternalWindow/FR-SCFINAL-2022-04935-0000000000.0001?modalOpened=true>

Textron Aviationは、Standby Attitude Moduleに含まれる充電式リチウムイオン電池の搭載における耐空証明を申請した。

対象技術	バッテリー	関連部品	リチウムイオンバッテリー
資料名	Special Conditions: StandardAero Business Aviation Services, LLC, Textron Aviation Inc. Model BAe.125 Series 800A/800B and Hawker 800/800XP Airplanes; Rechargeable Lithium Batteries and Battery Systems		
資料コード	Final Special Conditions: 25-826-SC		
テキスト	APPLICANT Textron Aviation Inc. SUMMARY These special conditions are issued for the Textron Aviation Inc., (Textron) Model BAe.125 Series 800A/800B and Hawker 800/800XP airplanes. These airplanes, as modified by StandardAero Business Aviation Services, LLC, will have a novel or unusual design feature when compared to the state of technology envisioned in the airworthiness standards for transport-category airplanes. This design feature is a rechargeable lithium-ion battery contained in the Standby Attitude Module (SAM). The applicable airworthiness regulations do not contain adequate or appropriate safety standards for this design feature. These special conditions contain the additional safety standards that the Administrator considers necessary to establish a level of safety equivalent to that established by the existing airworthiness standards. NOVEL OR UNUSUAL DESIGN FEATURES The Textron Model BAe.125 Series 800A/800B and Hawker 800/800XP airplanes will incorporate the following novel or unusual design feature: <u>Installation of a rechargeable lithium-ion battery contained in the SAM.</u> DATES This action is effective on StandardAero Business Aviation Services, LLC on July 25, 2022.		

Textron Aviationが800シリーズの飛行機に搭載した充電式リチウムバッテリーに関するSpecial Conditionsでは、以下のように14CFRのPart 11, 21, 25, 34, 36（オレンジの矢印）を参照している

Type Certification Basis

連邦規則集（14 CFR）21.101の規定に基づき、StandardAero Business Aviation Services, LLCは、変更後のTextron Model BAe.125シリーズ800A/800BおよびHawker 800/800XP型機が、FAAが合意した以前の改正を除き、型式証明書No.A3EUに記載された規則の適用条項、または変更申請日に有効な適用規則を引き続き満たしていることを示さなければならない。

Textron社製BAe.125シリーズ800A/800BおよびHawker 800/800XPに適用される耐空性規則（例：14 CFR part 25）が、新規または特殊な設計上の特徴により、適切な安全基準を含んでいないと米国連邦保安長官が判断した場合、第21.16条の規定に基づき、特別条件が規定される。

特別条件は、最初に発行された型式に適用される。申請者が、同じ型式証明書に含まれる他の型式を変更し、同じ新規または異常な設計上の特徴を組み込むために、型式証明書の補足申請を行う場合、これらの特別条件は、21.101条に基づき、他の型式にも適用される。

適用される耐空性および特別条件に加えて、Textron Model BAe.125シリーズ800A/800BおよびHawker 800/800XP航空機は、14 CFR part 34の燃料ベントおよび排気エミッション要件、ならびに14 CFR part 36の騒音証明要件に準拠しなければならない。

FAAは、第11.38条に従い、14 CFR 11.19に定義される特別条件を発行し、それらは第21.101条に基づく型式証明の基礎の一部となる。

Discussion

充電式リチウム電池は、14 CFR 25.1353の要件に関して、輸送カテゴリの航空機では斬新または特殊な設計機能とみなされる。この種のバッテリーは、現在、輸送分類の航空機への搭載が承認されているニッケル・カドミウム充電式バッテリーや鉛充電式バッテリーとは大きく異なる、特定の故障特性、運用特性、保守特性を持つ。これらのバッテリーやバッテリー・システムは、さまざまなバッテリー・セルのサイズや構造に新しい化学組成を採用することで、航空機システムに高いエネルギー・レベルを導入する。バッテリー・パック内でこれらのセルを相互に接続すると、故障モードが発生するため、熱管理などの独自の設計上の配慮が必要になる。

Textron Aviation社は、2個のニッケルカドミウムバッテリーに代わる2個の充電式リチウムバッテリーとバッテリーシステムの設置について耐空証明を申請した

対象技術	バッテリー	関連部品	リチウムイオンバッテリー
資料名	Special Conditions: Aerospace Quality Research and Development, Textron Aviation Inc. Model 680A Latitude Airplane; Rechargeable Lithium Batteries and Battery Systems Installations		
資料コード	Final Special Conditions: 25-834-SC		
テキスト	APPLICANT Textron Aviation Inc. SUMMARY These special conditions are issued for the Textron Aviation Inc. (Textron) Model 680A Latitude airplane, as modified by Aerospace Quality Research and Development (AQRD). These airplanes will have a novel or unusual design feature when compared to the state of technology envisioned in the airworthiness standards for transport-category airplanes. This design feature is the <u>installation of two rechargeable lithium batteries and battery system that will replace two nickel-cadmium batteries previously installed on the airplane</u>. The applicable airworthiness regulations do not contain adequate or appropriate safety standards for this design feature. These special conditions contain the additional safety standards that the Administrator considers necessary to establish a level of safety equivalent to that established by the existing airworthiness standards. NOVEL OR UNUSUAL DESIGN FEATURES The Textron Model 680A Latitude airplane, as modified by AQRD, will incorporate the following novel or unusual design feature: <u>installation of two rechargeable lithium batteries and battery system to replace two nickel-cadmium batteries previously installed on the airplane</u>. DATES This action is effective on AQRD on October 6, 2022.		

Task2：航空機・装備品の安全基準・国際標準における環境新技術の導入による影響分析 | FAA

Textron AviationがModel 680Aの飛行機に搭載した充電式リチウムバッテリーに関するSpecial Conditionsでは、以下のように14CFRのPart 11, 21, 25, 34, 36（オレンジの矢印）を参照している

Type Certification Basis

連邦規則集（14 CFR）第14編第21.101条の規定に基づき、AQRDは、変更後のTextron Model 680A Latitude機が、FAAが合意した以前の改正を除き、型式証明書番号T00012WIに記載された規則の適用規定、または変更申請日に有効な適用規定を引き続き満たしていることを示さなければならない。



適用される耐空性規則（例：14 CFR part 25）において、新規または異常な設計上の特徴により、Textron Model 680A Latitude航空機のための適切な安全基準が含まれていないとAdministratorが判断した場合、第21.16条の規定に基づいて特別条件が規定される。



特別条件は、最初に発行された型式に適用される。申請者が、同じ型式証明書に含まれる他の型式を変更し、同じ新規または異常な設計上の特徴を組み込むために、型式証明書の補足申請を行う場合、これらの特別条件は、第21.101条に基づき、他の型式にも適用される。



適用される耐空性規則と特別条件に加えて、Textron Model 680A Latitude airplaneは、14 CFR part 34の燃料ベントと排気ガスに関する要求事項、および14 CFR part 36の騒音証明に関する要求事項に準拠しなければならない。



FAAは、第11.38条に従い、14 CFR 11.19に定義される特別条件を発行し、それらは第21.101条に基づく型式証明の基礎の一部となる。



Discussion

充電式リチウム電池および電池システムは、14 CFR 25.1353 の要件に関して、輸送カテゴリーの航空機では新規または特殊な設計機能であると考えられている。この種のバッテリーは、現在、輸送用カテゴリー航空機への搭載が承認されているニッケル・カドミウム充電式バッテリーや鉛充電式バッテリーとは大きく異なる、特定の故障特性、運用特性、保守特性を持っている。これらのバッテリーやバッテリー・システムは、さまざまなバッテリー・セルのサイズや構造に新しい化学組成を採用することで、航空機システムに高いエネルギー・レベルを導入する。バッテリー・パック内でこれらのセルを相互に接続すると、故障モードが発生するため、熱管理などの独自の設計上の配慮が必要になる。



URL:
<https://drs.faa.gov/browse/excelExternalWindow/FR-SCFINAL-2022-21663-0000000000.0001?modalOpened=true>

Textron Aviation社は、充電式リチウム電池を搭載したElectronic GI 275 Standby Instrumentsの耐空証明を申請した

対象技術	バッテリー	関連部品	リチウムイオンバッテリー
資料名	Special Conditions: Blackhawk Aerospace Technologies, Textron Model 500 Series Airplanes; Rechargeable Lithium Batteries and Battery System Installations		
資料コード	Final Special Conditions: 25-817-SC		
テキスト	APPLICANT Textron Aviation Inc. SUMMARY These special conditions are issued for the Textron Model 500/550/S550/560/560XL/560XLS airplanes. These airplanes, as modified by Blackhawk Aerospace Technologies (Blackhawk), will have a novel or unusual design feature when compared to the state of technology envisioned in the airworthiness standards for transport-category airplanes. This design feature is <u>electronic GI 275 Standby Instruments containing rechargeable lithium-ion batteries</u>. The applicable airworthiness regulations do not contain adequate or appropriate safety standards for this design feature. These special conditions contain the additional safety standards that the Administrator considers necessary to establish a level of safety equivalent to that established by the existing airworthiness standards. NOVEL OR UNUSUAL DESIGN FEATURES The Textron Model 500 series airplanes will incorporate the following novel or unusual design feature: <u>Electronic GI 275 Standby Instruments containing rechargeable lithium-ion batteries.</u> DATES This action is effective on Blackhawk on April 3, 2023.		

Task2：航空機・装備品の安全基準・国際標準における環境新技術の導入による影響分析 | FAA

Textron Aviationが適用した充電式リチウムバッテリーを含めた電子スタンバイ計器供給装置に関する Special Conditionsでは、以下のように14CFRのPart 11, 21, 25, 34, 36（オレンジの矢印）を参照

Type Certification Basis

連邦規則集（14 CFR）21.101の規定に基づき、Blackhawkは、変更後のTextron Model 500シリーズ機が、FAAが合意した以前の改正を除き、型式証明書No.A22CEに記載されている規則の適用条項、または変更申請日に有効な適用規則を引き続き満たしていることを示さなければならない。

適用される耐空性規則（例：14 CFR part 25）が、新規または特殊な設計上の特徴によって、Textron Model 500シリーズ機に対して適切な安全基準を含んでいないとAdministratorが判断した場合、第21.16条の規定に基づいて特別条件が規定される。

特別条件は、最初に発行された型式に適用される。申請者が、同じ型式証明書に含まれる他の型式を変更し、同じ新規または異常な設計上の特徴を組み込むために、型式証明書の補足申請を行う場合、これらの特別条件は、第21.101条に基づき、他の型式にも適用される。

適用される耐空性規則と特別条件に加えて、Textronモデル500シリーズ飛行機は、14 CFRパート34の燃料ベントと排気ガス要件、および14 CFRパート36の騒音証明要件に準拠しなければならない。

FAAは、第11.38条に従い、第11.19条で定義された特別条件を発行し、それらは第21.101条に基づく型式証明の基礎の一部となる。

Discussion

充電式リチウム電池および電池システムは、第25.1353条の要件に関して、輸送カテゴリーの航空機では斬新または特殊な設計機能であると考えられている。この種のバッテリーは、現在、輸送用カテゴリー航空機への搭載が承認されているニッケル・カドミウム充電式バッテリーや鉛充電式バッテリーとは大きく異なる、特定の故障特性、運用特性、保守特性を持つ。これらのバッテリーやバッテリー・システムは、さまざまなバッテリー・セルのサイズや構造に新しい化学組成を採用することで、航空機システムに高いエネルギー・レベルを導入する。バッテリー・パック内でこれらのセルを相互に接続すると、故障モードが発生するため、熱管理などの独自の設計上の配慮が必要になる。

URL:
<https://drs.faa.gov/browse/excelExternalWindow/FR-SCFINAL-2023-06729-0000000000.0001?modalOpened=true>

Aptozは、緊急ロケータ・トランスミッタへの非充電式リチウム電池と電池システムの搭載についての耐空証明を申請した

対象技術	バッテリー	関連部品	リチウムイオンバッテリー
資料名	Special Conditions: Aptoz EHF; Non-Rechargeable Lithium Batteries and Battery System Installations		
資料コード	Final Special Conditions: 25-827-SC		
テキスト	APPLICANT Aptoz SUMMARY These special conditions are issued for a supplemental type certificate (STC) to install non-rechargeable lithium batteries and battery systems on certain transport-category airplanes. The airplanes, as modified by Aptoz EHF (Aptoz), will have a novel or unusual design feature when compared to the state of technology envisioned in the airworthiness standards for transport-category airplanes. This design feature is non-rechargeable lithium batteries and battery system in emergency locator transmitters (ELTs). The applicable airworthiness regulations do not contain adequate or appropriate safety standards for this design feature. These special conditions contain the additional safety standards that the Administrator considers necessary to establish a level of safety equivalent to that established by the existing airworthiness standards. NOVEL OR UNUSUAL DESIGN FEATURES The airplanes listed in the FAA STC ST000301B approved model list (AML) will incorporate the following novel or unusual design feature: <u>Non-rechargeable lithium batteries and battery systems installed in ELTs.</u> DATES This action is effective on Aptoz on November 15, 2022.		

Task2：航空機・装備品の安全基準・国際標準における環境新技術の導入による影響分析 | FAA

Aptozが緊急ロケータ・トランスミッタに適用した充電式リチウムバッテリーに関するSpecial Conditionsでは、以下のように14CFRのPart 11, 21, 25, 34, 36（オレンジの矢印）を参照

Type Certification Basis

連邦規則集（14 CFR）21.101の規定に基づき、Aptoz EHFは、FAA STC ST00030IBによる変更申請を行う飛行機がFAAが合意した以前の改正を除き、各飛行機の型式証明書に記載されている規制の適用条項、または変更申請日に有効な適用規制を引き続き満たしていることを示さなければならない。

適用される耐空性規則（14 CFR part 25）が、斬新あるいは特殊な設計上の特徴のために、適切な安全基準を含んでいないとAdministratorが判断した場合、第21.16条の規定に基づいて特別条件が規定される。

特別条件は、当初、発行された航空機モデルに適用される。申請者が、同じ型式証明書に含まれる他の機種を変更し、同じ新規または特殊な設計上の特徴を組み込むためにSTCを申請する場合、これらの特別条件は、第21.101条に基づき、他の機種にも適用される。

適用される耐空性および特別条件に加えて、STC no.ST00030IBは、14 CFR part 34の燃料ベントおよび排気エミッション要件、ならびに14 CFR part 36の騒音証明要件に準拠しなければならない。

FAAは、第11.38条に従い、14 CFR 11.19に定義される特別条件を発行し、それらは第21.101条に基づく型式証明の基礎の一部となる。

Discussion

FAAは、1965年2月に、14 CFR part 25を制定したCAR 4bの再修正の一環として、民間航空規則 (CAR) 4b.625(d) から輸送カテゴリーの航空機へのバッテリーの搭載を管理する現在の規則を導出した。この再修正により、CAR 4b のバッテリー要件は本質的に言い換えられ、現在§25.1353(b)(1)から(4)に規定されている。非充電式リチウム電池および電池システムは、これらの要件が成文化されたときに考慮された技術の現状からすると、斬新かつ珍しい。非充電式リチウム電池と電池システムは、さまざまな電池セルのサイズと構造に新しい化学組成を採用することで、航空機システムに高いエネルギー・レベルを導入する。バッテリー・パック内でこれらのセルを相互に接続すると、故障モードが発生するため、熱管理などの独自の設計上の配慮が必要になる。

URL:
<https://drs.faa.gov/browse/excelExternalWindow/FR-SCFINAL-2022-24773-0000000000.0001?modalOpened=true>

Airbusは、エアバス航空機モデルにおいて、充電式リチウム電池を搭載した小型非常用電源装置の耐空証明を申請した

対象技術	バッテリー	関連部品	リチウムイオンバッテリー
資料名	Special Conditions: Airbus SAS Model A320 and A321 Series Airplanes; Rechargeable Lithium Batteries and Battery System Installations		
資料コード	Final Special Conditions: 25-837-SC		
テキスト	APPLICANT Airbus SAS SUMMARY These special conditions are issued for the Airbus SAS (Airbus) Model A320–251N, –252N, –253N, –271N, –272N, and –273N; and Model A321–251NX, –252NX, –253NX, –271NX, and –272NX airplanes. These airplanes will have a novel or unusual design feature when compared to the state of technology envisioned in the airworthiness standards for transport-category airplanes. This design feature is a mini emergency power supply unit containing rechargeable lithium-ion batteries. The applicable airworthiness regulations do not contain adequate or appropriate safety standards for this design feature. These special conditions contain the additional safety standards that the Administrator considers necessary to establish a level of safety equivalent to that established by the existing airworthiness standards. NOVEL OR UNUSUAL DESIGN FEATURES The Airbus Model A320–251N, –252N, –253N, –271N, –272N, and –273N; and Model A321–251NX, –252NX, –253NX, –271NX, and –272NX airplanes will incorporate the following novel or unusual design feature Mini Emergency Power Supply Unit containing rechargeable lithium-ion batteries. DATES This action is effective on Airbus on June 8, 2023.		

Task2：航空機・装備品の安全基準・国際標準における環境新技術の導入による影響分析 | FAA

Airbusが小型非常用電源ユニットに適用した充電式リチウムバッテリーに関するSpecial Conditionsでは、以下のように14CFRのPart 11, 21, 25, 34, 36（オレンジの矢印）を参照

Type Certification Basis

連邦規則集（14 CFR）21.101の規定に基づき、エアバスは、エアバスA320-251N型機、-252N型機、-253N型機、-271N型機、-272N型機、-273N型機およびエアバスA321-251NX型機、-252NX型機、-253NX型機、-271NX型機、-272NX型機の変更が、変更後の型式証明書No.A28NMに記載されている規則、またはFAAが合意した以前の改正を除き、変更申請日に有効な適用規則を引き続き満たしているものとする。

エアバスA320-251N型機、-252N型機、-253N型機、-271N型機、-272N型機、-273N型機、エアバスA321-251NX型機、-252NX型機、-253NX型機、-271NX型機、-272NX型機について、適用される耐空性規則（例：14 CFR part 25）が、新規または特殊な設計上の特徴のために、適切な安全基準を含んでいないとAdministratorが判断した場合、第21.16条の規定に基づき、特別条件が規定される。

特別条件は、当初、発行された型式に適用される。その機種別の型式証明書が後に修正され、同じ新規または特殊な設計上の特徴を組み込んだ他の機種が追加された場合、または、同じ型式証明書に既に含まれている他の機種が修正され、同じ設計上の特徴を組み込んだ場合、これらの特別条件は、第21.101条に基づき、他の機種にも適用される。

適用される耐空性規則および特別条件に加えて、エアバスモデルA320-251N、-252N、-253N、-271N、-272N、-273N、およびエアバスモデルA321-251NX、-252NX、-253NX、-271NX、-272NXの航空機は、14 CFR part 34の燃料バントおよび排気エミッション要件、および14 CFR part 36の騒音証明要件に準拠しなければならない。

FAAは、第11.38条に従い、14 CFR 11.19に定義される特別条件を発行し、それらは第21.101条に基づく型式証明の基礎の一部となる。

Discussion

充電式リチウム電池および電池システムは、第25.1353条の要件に関して、輸送カテゴリーの航空機では斬新または珍しい設計機能であると考えられている。この種のバッテリーは、現在、輸送用カテゴリー航空機への搭載が承認されているニッケル・カドミウム充電式バッテリーや鉛充電式バッテリーとは大きく異なる、特定の故障特性、運用特性、保守特性を持つ。これらのバッテリーやバッテリー・システムは、さまざまなバッテリー・セルのサイズや構造に新しい化学組成を採用することで、航空機システムに高いエネルギーレベルを導入する。バッテリー・パック内でこれらのセルを相互に接続すると、故障モードが発生するため、熱管理などの独自の設計上の配慮が必要になる。

URL:
<https://drs.faa.gov/browse/excelExternalWindow/FR-SCFINAL-2023-12278-0000000000.0001?modalOpened=true>

FAA

Special Conditions (Proposed)

Task2：航空機・装備品の安全基準・国際標準における環境新技術の導入による影響分析 | FAA

magniX USAは、電気モーター、コントローラー、高電圧システムを推進源として使用するmagni250およびmagni500エンジンの耐空証明を申請した

対象技術	推進用モーター	関連部品	電動推進用モーター
資料名	Special Conditions: magniX USA, Inc., magni250 and magni500 Model Engines		
資料コード	Proposed Special Conditions: 33-19-01-SC		
テキスト	APPLICANT magnix USA, Inc. SUMMARY This action proposes special conditions for magniX USA, Inc. (magniX), magni250 and magni500 model engines that operate using electrical technology installed on the aircraft for use as an aircraft engine. These engines have a novel or unusual design feature when compared to the state of technology envisioned in the airworthiness standards applicable to aircraft engines. The design feature is the <u>use of an electric motor, controller, and high-voltage systems as the primary source of propulsion for an aircraft.</u> The applicable airworthiness regulations do not contain adequate or appropriate safety standards for this design feature. These proposed special conditions contain the additional safety standards that the Administrator considers necessary to establish a level of safety equivalent to that established by the existing airworthiness standards. NOVEL OR UNUSUAL DESIGN FEATURES The magni250 and magni500 model engines will incorporate the following novel or unusual design features: <u>An electric motor, controller, and high-voltage systems is used as the primary source of propulsion for an aircraft.</u> DATES Send comments on or before December 21, 2020.		

Task2：航空機・装備品の安全基準・国際標準における環境新技術の導入による影響分析 | FAA

magniXが適用しようとした電動エンジン（magni250 & magni500）に関するSpecial Conditionsでは、以下のように14CFRのPart 19, 21, 33, 36（オレンジの矢印）を参照している

Special Conditions: magniX USA, Inc., magni250 and magni500 Model Engines

A Proposed Rule by the Federal Aviation Administration on 11/19/2020

PUBLISHED DOCUMENT

AGENCY:
Federal Aviation Administration (FAA), DOT.

ACTION:
Notice of proposed special conditions.

SUMMARY:
This action proposes special conditions for magniX USA, Inc. (magniX), magni250 and magni500 model engines that operate using electrical technology installed on the aircraft for use as an aircraft engine. These engines have a novel or unusual design feature when compared to the state of technology envisioned in the airworthiness standards applicable to aircraft engines. The design feature is the use of an electric motor, controller, and high-voltage systems as the primary source of propulsion for an aircraft. The applicable airworthiness regulations do not contain adequate or appropriate safety standards for this design feature. These proposed special conditions

[Start Printed Page 73645](#)

contain the additional safety standards that the Administrator considers necessary to establish a level of safety equivalent to that established by the existing airworthiness standards.

DATES:
Send comments on or before December 21, 2020.

DOCUMENT DETAILS

Printed version:
[PDF](#)

Publication Date:
11/19/2020

Agencies:
[Department of Transportation](#)
[Federal Aviation Administration](#)

Dates:
Send comments on or before
December 21, 2020.

Comments Close:
12/21/2020

Document Type:
Proposed Rule

Document Citation:
85 FR 73644

Page:
73644-73655 (12 pages)

CFR:
14 CFR 33

Agency/Docket Numbers:
Docket No. FAA-2020-0894
Notice No. 33-19-01-SC

Document Number:
2020-23434

DOCUMENT DETAILS

Type Certification Basis

14 CFR 21.17(a)(1)の規定により、一般的にmagniXはmagni250とmagni500モデルのエンジンが型式証明の申請日に有効なパート33の適用規定を満たしていることを示さなければならない。

Administratorが、新規または特殊な設計上の特徴により、適用される耐空性規制（例：14 CFR パート 33）にmagni250およびmagni500モデルのエンジンに対する適切な安全基準が含まれていないと判断した場合、第21.16条の規定に基づいて特別な条件が規定される場合がある。

Special conditions are initially applicable to the model for which they are issued. Should the type certificate for that model be amended later to include any other engine model that incorporates the same novel or unusual design feature, these special conditions would also apply to the other engine model under § 21.101.

適用される耐空性規制と特別条件に加えて、magni250とmagni500モデルエンジンは14 CFR part 36の騒音認証要件に準拠しなければならない。

FAAは、第11.38条に従って、14 CFR 11.19に定義される特別条件を発行し、それらは第21.17(a)(2)に基づく型式証明の基礎の一部となる。

Novel or Unusual Design Features

The magni250 and magni500 model engines will incorporate the following novel or unusual design features:

An electric motor, controller, and high-voltage systems that are used as the primary source of propulsion for an aircraft.

URL:

<https://www.federalregister.gov/documents/2020/11/19/2020-23434/special-conditions-magnix-usa-inc-magni250-and-magni500-model-engines>

magniXが適用しようとした電動エンジン（magni250 & magni500）に関するSpecial Conditionsでは、ASTM F3338-18（オレンジの矢印）の技術基準も参照している

Background

On June 4, 2019, magniX applied for a type certificate for its magni250 and magni500 model electric engines. The FAA has not previously type certificated an engine that uses electrical technology for propulsion of the aircraft. Electric propulsion technology is substantially different from the technology used in previously certificated turbine and reciprocating engines; therefore, these engines introduce new safety concerns that need to be addressed in the certification basis.

There is a growing interest within the aviation industry to utilize electric propulsion technology. As a result, international agencies and industry stakeholders formed a new committee under ASTM International Committee F39 to identify the appropriate technical criteria for aircraft engines using electrical technology that has not been previously certificated for aircraft propulsion systems. ASTM International, formerly known as American Society for Testing and Materials, is an international standards organization that develops and publishes voluntary consensus technical standards for a wide range of materials, products, systems, and services. ASTM International published ASTM F3338-18, *Standard Specification for Design of Electric Propulsion Units for General Aviation Aircraft*, in December 2018.^[1] The FAA used the technical criteria from the ASTM standard and engine information from magniX to develop special conditions to establish an equivalent level of safety to that required by [title 14, Code of Federal Regulations](#) (14 CFR) part 33.



参照された安全・技術基準	ASTM F3338-18 Standard Specification for Design of Electric Propulsion Units for General Aviation Aircraft
民間標準化団体名	ASTM
本レポートの参考箇所	電動化（ハイブリッド推進/電動推進モーター/ジェネレータ） ・ 【ASTM】

URL:
<https://www.federalregister.gov/documents/2020/11/19/2020-23434/special-conditions-magnix-usa-inc-magni250-and-magni500-model-engines>

General Electricは、燃料効率を向上させ推力を増大させながら、騒音排出を低減させるGE9Xエンジンモデルの耐空証明を申請した

対象技術	推進用モーター	関連部品	ジェネレーター
資料名	Special Conditions: General Electric Company, GE9X Engine Models; Endurance Test Special Conditions		
資料コード	Proposed Special Conditions: 33-17-02-SC		
テキスト	APPLICANT General Electric SUMMARY This action proposes special conditions for the General Electric turbofan engine models GE9X-105B1A, -105B1A1, -105B1A2, -105B1A3, -102B1A, -102B1A1, -102B1A2, -102B1A3, and -93B1A. These engine models will be referred to as "GE9X" in these special conditions. The <u>engines will have a novel or unusual design features associated with the engine design</u>. The applicable airworthiness regulations do not contain adequate or appropriate safety standards for this design feature. These proposed special conditions contain the additional safety standards that the Administrator considers necessary to establish a level of safety equivalent to that established by the existing airworthiness standards. NOVEL OR UNUSUAL DESIGN FEATURES The GE9X engine models will incorporate the following novel or unusual design features: <u>Technological advances that reduce noise and emissions while improving fuel efficiency and increasing thrust, when compared to previous similar certificated GE engine models</u>. The GE9X series engine type design incorporates new technologies such that it cannot run the endurance test conditions prescribed in § 33.87 without significant test-enabling modifications, making the test vehicle non-representative of the proposed type design. The modifications needed to run the § 33.87 endurance test have become increasingly complex over time, and reconciling the test results to the proposed type design has also become increasingly difficult. For past certifications, GE has shown that the proposed engine design, as modified, still represented the durability and operating characteristics of the intended type design but the modifications needed to the GE9X engine model to run the § 33.87 endurance test cannot be reconciled and would affect the test outcome. DATES Send your comments on or before August 10, 2017.		

General Electricが適用しようとしたGE9Xシリーズのエンジンに関するSpecial Conditionsでは、以下のように14CFRのPart 11, 21, 33, 34（オレンジの矢印）を参照している

Type Certification Basis

連邦規則集（Title 14, Code of Federal Regulations, 14 CFR）第21.17条の規定に基づき、GEは、GE9Xエンジンモデルが改正33-1から33-34によって改正されたパート33の適用規定を満たしていることを示さなければならない。

適用される耐空性規則が、新規または特殊な設計上の特徴により、GE9Xエンジンモデルに対して適切な安全基準を含んでいないとFAAが判断した場合、第21.16条の規定に基づいて特別条件が規定される。

特別条件は、最初に発行されたエンジン型式に適用される。そのエンジン・モデルの型式証明書が後に修正され、同一または類似の、新規または特殊な設計上の特徴を組み込んだ他のエンジン・モデルが追加された場合、特別条件は、第21.101条に基づき、他のエンジン・モデルにも適用される。

適用される製品耐空性および特別条件への適合に加え、GE9X エンジンモデルは、14 CFR part 34 の燃料ベントおよび排気エミッション要件に適合しなければならない。

FAAは、第11.38条に従って、14 CFR 11.19に定義される特別条件を発行し、それらは第21.17(a)(2)条に基づく型式証明の基礎の一部となる。

Novel or Unusual Design Features

The GE9X engine models will incorporate the following novel or unusual design features: Technological advances that reduce noise and emissions while improving fuel efficiency and increasing thrust, when compared to previous similar certificated GE engine models.

GE9Xシリーズエンジンの型式設計には新技術が盛り込まれているため、試験を可能にする大幅な改造を行わなければ、第33.87条に規定された耐久試験条件を実行することができず、試験車両は提案された型式設計を代表するものではない。第33.87条の耐久試験を実施するために必要な改造は、時間の経過とともにますます複雑になってきており、試験結果を型式設計案と整合させることもますます困難になってきている。

過去の認証について、GEは、提案されたエンジン設計が修正されたとしても、意図された型式設計の耐久性と運転特性を表していることを示したが、第33.87条の耐久試験を実施するためにGE9Xエンジンモデルに必要な修正は調整できず、試験結果に影響を与える可能性がある。

Discussion

これらの提案された特別条件は、現行の第33.87条の耐久試験で意図されているエンジンレベルおよびコンポーネントレベルの影響を検証するために必要な条件を提供する。特別条件には、現行の第33.87条の耐久試験で要求されるオイル、燃料、エアブリード、アクセサリ駆動システムの実証が含まれる。

厳しさのレベルは、臨界点分析（CPA）により決定されたガスパス限界温度、シャフト速度レッドライン、および最も極端なシャフト速度でのエンジン試験実証により提供される。加えて、現行の第33.87条の試験スケジュールでは困難であった、新しく斬新な機能に対する追加の挑戦を可能にするために、条件とサイクル数に関する時間が開発された。この代替試験では、稼働中に潜在的な安全上の問題が生じないことが証明されている。

URL:

<https://www.federalregister.gov/documents/2017/06/26/2017-13210/special-conditions-general-electric-company-ge9x-engine-models-endurance-test-special-conditions>

Airbusは、スーパーキャパシタ技術に基づく無停電電源装置（UPS）の設置について耐空証明を申請した

対象技術	バッテリー	関連部品	・ リチウムイオンバッテリー
資料名	Special Conditions: Lufthansa Technik AG, Airbus Models A319-133 and A321-200 Series Airplanes; Supercapacitor Systems and Installation		
資料コード	Proposed Special Conditions: 25-22-02-SC		
テキスト	APPLICANT Airbus SUMMARY This action proposes special conditions for the Airbus Model A319–133 and A321–200 series airplanes. This airplane, as modified by Lufthansa Technik AG (Lufthansa), will have a novel or unusual design feature when compared to the state of technology envisioned in the airworthiness standards for transport category airplanes. This design feature is the <u>installation of an uninterruptible power supply (UPS) system based on supercapacitor technology</u>. The current airworthiness regulations do not contain adequate or appropriate safety standards for this design feature. These proposed special conditions contain the additional safety standards that the Administrator considers necessary to establish a level of safety equivalent to that established by the existing airworthiness standards. NOVEL OR UNUSUAL DESIGN FEATURES The Airbus Model A319–133 and A321–200 series airplanes will incorporate the following novel or unusual design features: This design feature for this <u>installation of a UPS system is based on supercapacitor technology</u>. DATES Send comments on or before July 17, 2023.		

Airbusが適用しようとしたスーパーキャパシタ技術に基づく無停電電源装置システムに関するSpecial Conditionsでは、以下のように14CFRのPart 11, 21, 25, 34, 36（オレンジの矢印）を参照している

Type Certification Basis

Under the provisions of [title 14, Code of Federal Regulations](#) (14 CFR) 21.101, Lufthansa must show that the Model A319-133 and A321-200 series airplanes, as changed, continue to meet the applicable provisions of the regulations listed in Type Certificate No. A28NM or the applicable regulations in effect on the date of application for the change, except for earlier amendments as agreed upon by the FAA.

Administratorが、適用される耐空性規則（例：14 CFR part 25）が、新規または特殊な設計上の特徴のため、エアバスA319-133型機およびA321-200型機シリーズについて適切な安全基準を含んでいないと判断した場合、第21.16条の規定に基づき特別な条件が規定される。

Special conditions are initially applicable to the model for which they are issued. Should the applicant apply for a supplemental type certificate to modify any other model included on the same type certificate to incorporate the same novel or unusual design feature, these special conditions would also apply to the other model under § 21.101.

適用される耐空性規則および特別条件に加えて、エアバスモデルA319-133およびA321-200シリーズ機は、14 CFR part 34の燃料ベントおよび排気エミッション要件、および14 CFR part 36の騒音証明要件に準拠しなければならない。

FAAは、第11.38条に従い、14 CFR 11.19に定義される特別条件を発行し、それらは第21.101条に基づく型式証明の根拠の一部となる。

Discussion

Currently, there are no regulatory or industry standards for supercapacitors and their installation on transport category airplanes. Supercapacitors are used to provide power to non-essential cabin equipment when the normal power source is interrupted for a short period of time. In this design, the supercapacitor UPS system will allow connected equipment to be provided back-up power if normal electrical power source is interrupted and remain operational such as during power transfers as well as provide transient voltage surge suppression should harmful high voltage transients occur. The UPS is only used for systems not critical to continued safe flight and landing.

特別条件3は、第25.863条の可燃性流体防火要件がスーパーキャパシタの設置に適用されることを明確にしている。セクション25.863は、航空機システムからの可燃性流体の漏れにさらされる可能性のある航空機領域に適用される。スーパーキャパシタは、可燃性流体である電解液を含む場合がある。

Kestrel Aircraftは、航空機のメインバッテリーまたはエンジン始動用バッテリーとなる充電式リチウムバッテリーの搭載について耐空証明を申請した

対象技術	バッテリー	関連部品	リチウムイオンバッテリー
資料名	Special Conditions: Kestrel Aircraft Company, Model K-350 Turboprop, Lithium Batteries		
資料コード	Proposed Special Conditions: 23-15-01-SC		
テキスト	APPLICANT Kestrel Aircraft Company SUMMARY This action proposes special conditions for the Kestrel Aircraft Company, Model K-350 Turboprop airplane. This airplane will have a novel or unusual design feature associated with the <u>installation of a rechargeable lithium battery</u>. The applicable airworthiness regulations do not contain adequate or appropriate safety standards for this design feature. These proposed special conditions contain the additional safety standards that the Administrator considers necessary to establish a level of safety equivalent to that established by the existing airworthiness standards. NOVEL OR UNUSUAL DESIGN FEATURES The K-350 will incorporate the following novel or unusual design feature: <u>Installation of a rechargeable lithium battery as the Main or Engine Start aircraft battery</u>. DATES Send your comments on or before December 21, 2015.		

Kestrel Aircraft Companyが適用しようとした充電式リチウムバッテリーに関するSpecial Conditionsでは、以下のように14CFRのPart 11, 21, 23, 34, 36（オレンジの矢印）を参照している

Type Certification Basis

14CFR21.17の規定に基づき、Kestrel Aircraft社は、K-350が改正23-1から23-62によって改正されたパート23の適用規定を満たしていることを示さなければならない。

Administratorが、適用される耐空性規則(14 CFR part 23)は、新規または特殊な設計上の特徴により、K-350の適切な安全基準を含んでいないと判断した場合は、第21.16条の規定に基づいて特別な条件が規定される。

特別条件は、最初に発行された型式に適用される。その機種の型式証明書が後に修正され、同一または類似の新規または特殊な設計上の特徴を組み込んだ他の機種が追加された場合、特別条件は、第21.101条に基づき、他の機種にも適用される。

適用される耐空性規制と特別条件に加えて、K-350は14 CFR part 34の燃料ベントと排気エミッション要件、14 CFR part 36の騒音証明要件に準拠しなければならない。FAAは1972年の騒音規制法である公法92-574の611条に基づき、規制の妥当性の認定を発行しなければならない。

FAAは、第11.38条に従って、14 CFR 11.19に定義される特別条件を発行し、それらは第21.17条(a)(2)に基づく型式証明の根拠の一部となる。

Novel or Unusual Design Features

The K-350 will incorporate the following novel or unusual design feature:

Installation of a rechargeable lithium battery as the Main or Engine Start aircraft battery.

1. Overcharging: In general, lithium batteries are significantly more susceptible to internal failures that can result in self-sustaining increases in temperature and pressure (i.e., thermal runaway) than the nickel-cadmium or lead-acid counterparts. This is especially true for overcharging which causes heating and destabilization of the components of the cell, leading to the formation (by plating) of highly unstable metallic lithium. The metallic lithium may ignite, resulting in a fire or explosion. Finally, the severity of thermal runaway due to overcharging increases with increasing battery capacity and physical size.

2. Over-discharging: Discharge of some types of lithium battery cells beyond a certain voltage (typically 2.4 volts) can cause corrosion of the electrodes of the cell, resulting in loss of battery capacity that cannot be reversed by recharging. This loss of capacity may not be detected by the simple voltage measurements commonly available to flight crews as a means of checking battery status, which is a problem shared with nickel-cadmium batteries. □

3. Flammability of Cell Components: Unlike nickel-cadmium and lead-acid batteries, some types of lithium batteries use liquid electrolytes that are flammable. The electrolyte may serve as a source of fuel for an external fire, if there is a breach of the battery container.

リチウム・バッテリーの使用におけるこれらの問題は、民間航空におけるこれらのバッテリーの使用に懸念を抱かせるものである。提案された特別条件の目的は、K-350に搭載されるリチウムバッテリーの適切な耐空性基準を確立し、第23.1309条および第23.601条の要求に従い、これらのバッテリーの搭載が危険または信頼できないものでないことを保証することである。

Kestrel Aircraft Companyが適用しようとした充電式リチウムバッテリーに関するSpecial Conditionsでは、RTCA DO-311（オレンジの矢印）の技術基準も参照している

As previously mentioned, Kestrel Aircraft Company proposes to utilize a rechargeable lithium Main Battery on their new Model K-350 turboprop airplane. At the Kestrel Preliminary Type Certification Board Meeting it was brought to the attention of the FAA that the Lithium battery used in the K-350 will be qualified to RTCA standards DO-311, titled Minimum Operational Performance Standards for Rechargeable Lithium Battery Systems. Additionally, on July 18, 2013, Kestrel advised the Civil Aviation Contingency Operations (CACO) that the battery will have Technical Standard Order Authorization for TSO C-179a, titled Permanently Installed Rechargeable Lithium Cells, Batteries and Battery Systems. Finally, Kestrel plans to use the same manufacturer for both the lithium battery and the battery controller.

(11) In showing compliance with the proposed special conditions herein, paragraphs (e)(1) through (e)(8), and the RTCA document, Minimum Operational Performance Standards for Rechargeable Lithium Battery Systems, DO-311, may be used. The list of planned DO-311 tests should be documented in the certification or compliance plan and agreed to by the CACO. Alternate methods of compliance other than DO-311 tests must be coordinated with the directorate and CACO.

参照された安全・技術基準	RTCA DO-311 Minimum Operational Performance Standards for Rechargeable Lithium Battery Systems
民間標準化団体名	RTCA
本レポートの参考箇所	電動化（特にバッテリーに関連するもの）【RTCA】

Task2：航空機・装備品の安全基準・国際標準における環境新技術の導入による影響分析 | FAA

Honda Aircraft Companyは、リチウム電池の搭載において耐空証明を申請した

対象技術	バッテリー	関連部品	リチウムイオンバッテリー
資料名	Special Conditions: Honda Aircraft Company, Model HA-420 HondaJet, Lithium-Ion Batteries		
資料コード	Proposed Special Conditions: 23-15-03-SC		
テキスト	APPLICANT Honda Aircraft Company SUMMARY This action proposes special conditions for the Honda Aircraft Company, Model HA-420 airplane. This airplane will have a novel or unusual design feature associated with the <u>installation of lithium-ion (Li-ion) batteries</u>. The applicable airworthiness regulations do not contain adequate or appropriate safety standards for this design feature. These proposed special conditions contain the additional safety standards that the Administrator considers necessary to establish a level of safety equivalent to that established by the existing airworthiness standards. NOVEL OR UNUSUAL DESIGN FEATURES The HA-420 will incorporate the following novel or unusual design feature: The <u>installation of Li-ion batteries</u>. The current regulatory requirements for part 23 airplanes do not contain adequate requirements for the application of Li-ion batteries in airborne applications. This type of battery possesses certain failure, operational characteristics, and maintenance requirements that differ significantly from that of the nickel cadmium and lead acid rechargeable batteries currently approved in other normal, utility, acrobatic, and commuter category airplanes. DATES Send your comments on or before May 4, 2015.		

Task2：航空機・装備品の安全基準・国際標準における環境新技術の導入による影響分析 | FAA

Honda Aircraft Companyが適用しようとした充電式リチウムバッテリーに関するSpecial Conditionsでは、以下のように14CFRのPart 11, 21, 23, 34, 36（オレンジの矢印）を参照している

Type Certification Basis

14CFR21.17の規定に基づき、Honda Aircraft Companyは、HA-420が改正23-1から23-62までにより改正されたパート23の適用規定に適合していることを示さなければならない。

Administratorが、新規または特殊な設計上の特徴により、該当する耐空性規則（14 CFR パート 23）に HA-420 の適切な安全基準が含まれていないと判断した場合、第21.16条の規定に基づいて特別な条件が規定される。

特別条件は、最初に発行された型式に適用される。その機種の型式証明書が後に修正され、同一または類似の新規または特殊な設計上の特徴を組み込んだ他の機種が追加された場合、特別条件は、第21.101条に基づき、他の機種にも適用される。

適用される耐空性規則と特別条件に加えて、HA-420は14 CFR part 34の燃料バントと排気エミッション要件、14 CFR part 36の騒音証明要件に適合しなければならず、FAAは公法92-574のセクション611、"Noise Control Act of 1972 "に基づき、規制が適切であるとの認定を出さなければならない。

FAAは、第11.38条に従って、14 CFR 11.19に定義される特別条件を発行し、それらは第21.17(a)(2)に基づく型式証明の根拠の一部となる。

Novel or Unusual Design Features

The HA-420 will incorporate the following novel or unusual design feature: The installation of Li-ion batteries.

Discussion

第23.1353条を含む、一般航空機へのバッテリーの取り付けに適用されるパート21および23の耐空性規則は、14 CFRパート23を制定した再改定の一環として、民間航空規則（CAR 3）から派生したものである。23.1353で特定されるバッテリーの要件は、実質的な技術的要件を追加することなく、CARの要件を言い換えたものである。航空機におけるニッケル・カドミウム(Ni-Cad)バッテリーの使用の増加に伴うバッテリーの火災や故障に関わる事故の増加により、輸送カテゴリ-航空機のバッテリー要件に関する規則制定活動が行われた。これらの規則は第23.1353条(f)および(g)に組み込まれ、Ni-Cadバッテリーの設置にのみ適用される。

The proposed use of Li-ion batteries on the HA-420 airplane has prompted the FAA to review the adequacy of the existing battery regulations with respect to that chemistry. As the result of this review, the FAA has determined that the existing regulations do not adequately address several failure, operational, and maintenance characteristics of Li-ion batteries that could affect safety of the battery installation of the HA-420 airplane electrical power supply.

The introduction of Li-ion batteries into aircraft raises some concern about associated battery/cell monitoring systems and how these may affect utilization of an otherwise "good" battery as an energy source to the electrical system when monitoring components fail. Associated battery/cell monitoring systems (i.e., temperature, state of charge, etc.) should be evaluated/tested with respect the expected extremes in the aircraft operating environment.

URL:

<https://www.federalregister.gov/documents/2015/04/14/2015-08586/special-conditions-honda-aircraft-company-model-ha-420-hondajet-lithium-ion-batteries>

Honda Aircraft Companyが適用しようとした充電式リチウムバッテリーに関するSpecial Conditionsでは、RTCA DO-311（オレンジの矢印）の技術基準も参照している

Additionally, the Radio Technical Commission for Aeronautics (RTCA), in a joint effort with the FAA and industry, has released RTCA/DO-311, Minimum Operational Performance Standards for Rechargeable Lithium Battery Systems, which gained much of its text directly from previous Li-ion special conditions. Honda Aircraft Company proposes to use DO-311 as the primary methodology for assuring the battery will perform its intended functions safely as installed in the HA-420 airplane and as the basis for test and qualification of the battery. This Special Condition incorporates applicable portions of DO-311.



参照された安全・技術基準	RTCA DO-311 Minimum Operational Performance Standards for Rechargeable Lithium Battery Systems
民間標準化団体名	RTCA
本レポートの参考箇所	電動化（特にバッテリーに関連するもの）【RTCA】

Finoff Aviationは、航空機のメインバッテリーまたはエンジン始動用バッテリーとなる充電式リチウムバッテリーの搭載について耐空証明を申請した

対象技術	バッテリー	関連部品	リチウムイオンバッテリー
資料名	Special Conditions: Pilatus Aircraft, Ltd., Model PC-12, PC-12/ 45, and PC-12/47 Airplanes, Lithium Batteries		
資料コード	Proposed Special Conditions: 23-16-02-SC		
テキスト	APPLICANT Finoff Aviation SUMMARY This action proposes special conditions for the Pilatus Aircraft, Ltd., Model PC-12, PC-12/45, and PC-12/47 airplanes. This airplane as modified by Finoff Aviation will have a novel or unusual design feature associated with the <u>installation of a rechargeable lithium battery</u>. The applicable airworthiness regulations do not contain adequate or appropriate safety standards for this design feature. These proposed special conditions contain the additional safety standards that the Administrator considers necessary to establish a level of safety equivalent to that established by the existing airworthiness standards. NOVEL OR UNUSUAL DESIGN FEATURES The Model PC-12, PC-12/45, and PC-12/47 airplanes will incorporate the following novel or unusual design feature: <u>Installation of a rechargeable lithium battery as the main or engine start aircraft battery</u>. DATES Send your comments on or before October 11, 2016.		

Finoff Aviationが適用しようとした充電式リチウムバッテリーに関するSpecial Conditionsでは、以下のよう14CFRのPart 11, 21, 23, 34, 36（オレンジの矢印）を参照している

Type Certification Basis

第21.101条の規定に基づき、Finoff Aviationは、モデルPC-12、PC-12/45、PC-12/47が変更後も型式証明書A78EUまたは変更申請日に有効な適用規則に参照として組み込まれた規制を引き続き満たしていることを示す必要がある。

Administratorが、適用される耐空性規則（14CFRパート23）が、新規で特殊な設計上の特徴により、PC-12型機、PC-12/45型機、PC-12/47型機について適切な安全基準を含んでいないと判断した場合、第21.16条の規定に基づいて特別な条件が規定される。

特別条件は、最初に発行された型式に適用される。申請者が、同じ型式証明書に含まれる他の型式を変更し、同一または類似の新規または特殊な設計上の特徴を組み込むために、型式証明書の補足申請を行う場合、特別条件は、第21.101条に基づき、他の型式にも適用される。

適用される耐空性規則と特別条件に加えて、モデルPC-12、PC-12/45、PC-12/47の飛行機は、14 CFR part 34の燃料バントと排気ガス要件、14 CFR part 36の騒音証明要件に準拠しなければならない。

FAAは、第11.38条に従って、14 CFR 11.19に定義される特別条件を発行し、それらは第21.101条に基づく型式証明の根拠の一部となる。

リチウムバッテリーの使用に伴うこれらの問題は、民間航空におけるリチウムバッテリーの使用に懸念を抱かせるものである。この特別条件の目的は、モデルPC-12、PC-12/45、PC-12/47にリチウムバッテリーを搭載する際の適切な耐空性基準を確立し、第23.1309条と第23.601条の要求通り、これらのバッテリーの搭載が安全で信頼性が高いことを保証することである。

In summary, the lithium battery installation will consider the following items:

(a) The flammable fluid fire protection requirement is § 23.863. In the past, this rule was not applied to batteries of normal, utility, acrobatic, and commuter category airplanes since the electrolytes utilized in Ni-Cd and lead-acid batteries are not flammable.

(b) New Instructions for Continuous Airworthiness that include maintenance requirements to ensure that batteries used as spares have been maintained in an appropriate state of charge and installed lithium batteries have been sufficiently charged at appropriate intervals. These instructions must also describe proper repairs, if allowed, and battery part number configuration control.

(c) The applicant must conduct a system safety assessment for the failure condition classification of a failure of the battery charging and monitoring functionality (per Advisory Circular AC 23.1309-1E^[2]), and develop mitigation to preclude any adverse safety effects. Mitigation may include software, Airborne Electronic Hardware (AEH) or a combination of software and hardware, which should be developed to the appropriate Design Assurance Level(s) (DALs), respectively (per Advisory Circular AC 20-115C^[3] and Advisory Circular AC 20-152^[4]).

URL:

<https://www.federalregister.gov/documents/2016/08/24/2016-20273/special-conditions-pilatus-aircraft-ltd-model-pc-12-pc-1245-and-pc-1247-airplanes-lithium-batteries>

Finoff Aviationが適用しようとした充電式リチウムバッテリーに関するSpecial Conditionsでは、RTCA DO-311（オレンジの矢印）の技術基準も参照している

(11) In showing compliance with the proposed special conditions herein, paragraphs (1) through (8), and the RTCA document, Minimum Operational Performance Standards for Rechargeable Lithium Battery Systems, DO-311, may be used. The list of planned DO-311 tests should be documented in the certification or compliance plan and agreed to by the Denver ACO. Alternate methods of compliance other than DO-311 tests must be coordinated with the directorate and Denver ACO.



参照された安全・技術基準	RTCA DO-311 Minimum Operational Performance Standards for Rechargeable Lithium Battery Systems
民間標準化団体名	RTCA
本レポートの参考箇所	電動化（特にバッテリーに関連するもの）【RTCA】

Gulfstream Aerospace Corporationは、非充電式リチウム電池の搭載について耐空証明を申請した

対象技術	バッテリー	関連部品	リチウムイオンバッテリー
資料名	Special Conditions: Gulfstream Aerospace Corporation, Gulfstream GVI Airplane; Non-Rechargeable Lithium Battery Installations		
資料コード	Proposed Special Conditions: 25-15-09-SC		
テキスト	APPLICANT Gulfstream Aerospace Corporation SUMMARY This action proposes special conditions for the Gulfstream Aerospace Corporation GVI airplane. This airplane will have a novel or unusual design feature when compared to the state of technology envisioned in the airworthiness standards for transport-category airplanes. This design feature is <u>non-rechargeable lithium battery systems</u>. The applicable airworthiness regulations do not contain adequate or appropriate safety standards for this design feature. These proposed special conditions contain the additional safety standards that the Administrator considers necessary to establish a level of safety equivalent to that established by the existing airworthiness standards. NOVEL OR UNUSUAL DESIGN FEATURES A battery system consists of the battery and any protective, monitoring and alerting circuitry or hardware inside or outside of the battery and venting capability where necessary. For the purpose of these special conditions, we refer to a battery and battery system as a battery. The Gulfstream GVI will incorporate <u>non-rechargeable lithium batteries</u>, which are novel or unusual design features. DATES Send your comments on or before January 4, 2016.		

Gulfstream Aerospace Corporationが適用しようとした充電式リチウムバッテリーに関するSpecial Conditionsでは、以下のように14CFRのPart 11, 21, 25, 34, 36（オレンジの矢印）を参照している

Type Certification Basis

連邦規則集（Title 14, Code of Federal Regulations, 14CFR）第21.101条の規定に基づき、Gulfstream社は、設計変更および設計変更の影響を受ける箇所が、型式証明書番号T00015ATに記載されている規則の適用条項、またはFAAが合意した以前の修正を除き、変更申請日に有効な適用規則を引き続き満たしていることを示さなければならない。型式証明書に記載されている規則は、一般的に "原型認証基準" と呼ばれている。型式証明書番号T00015ATに記載されている規則は、改正25-1から25-120、25-122、25-124、25-132を含む1965年2月1日発効の14 CFRパート25である。また、認証基準には、本特別条件案とは関係のない、特定の特別条件、適用除外、同等の安全性に関する所見も含まれている。

適用される耐空性規則および特別条件に加えて、ガルフストリーム・モデル GVI 飛行機は、14 CFR パート 34 の燃料バントおよび排気ガス要件、および 14 CFR パート 36 の騒音証明要件に準拠する必要がある。

適用される耐空性規則（14 CFR part 25）が、新規または特殊な設計上の特徴のために、ガルフストリーム・モデル GIV 機に対して適切な安全基準を含んでいないと管理者が判断した場合、第21.16条の規定に基づき特別条件が規定される。

特別条件は、当初、発行されたガルフストリーム・モデル GVI 型機に適用される。当該機種別の型式証明書が後に修正され、同一または類似の新規または特殊な設計上の特徴を組み込んだ他の機種が追加された場合、あるいは、同じ型式証明書に既に含まれている他の機種が修正され、同一の新規または特殊な設計上の特徴を組み込んだ場合、これらの特別条件は、第21.101条に基づき、他の機種にも適用される。

FAAは、第11.38条に従って、14 CFR 11.19に定義される特別条件を発行し、それらは第21.101条に基づく型式証明の根拠の一部となる。

Novel or Unusual Design Features

A battery system consists of the battery and any protective, monitoring and alerting circuitry or hardware inside or outside of the battery and venting capability where necessary. For the purpose of these special conditions, we refer to a battery and battery system as a battery. The Gulfstream GVI will incorporate non-rechargeable lithium batteries, which are novel or unusual design features.

Discussion

我々は、1965年2月に14 CFR part 25を制定したCAR 4bの再修正の一環として、輸送カテゴリー航空機へのバッテリーの搭載に関する現行の規則を、Civil Air Regulations (CAR) 4b.625(d)から導出した。現在第25.1353条(b)(1)から(b)(4)にあるバッテリーの要件は、基本的にCARの要件から言い換えたものである。非充電式リチウムイオン電池は、これらの要件が成文化されたときに考慮された技術の現状からすると斬新かつ特殊である。これらのバッテリーは、さまざまなバッテリー・セルのサイズと構造に新しい化学組成を採用することで、航空機システムに高いエネルギー・レベルを導入する。バッテリー・パック内でこれらのセルを相互に接続すると、故障モードが発生するため、熱管理などの独自の設計上の配慮が必要になる。

これらの特別条件は、改正25-113の第25.1353条(b)(1)から(b)(4)の代わりに、すべての非充電式リチウム電池の設置に適用される。修正条項25-113の第25.1353条(b)(1)から(b)(4)は、その他の電池の設置には引き続き適用される。

These proposed special conditions contain the additional safety standards that the Administrator considers necessary to establish a level of safety equivalent to that established by the existing airworthiness standards.

Task2：航空機・装備品の安全基準・国際標準における環境新技術の導入による影響分析 | FAA

Boeingは、非充電式リチウム電池システムの搭載について耐空証明を申請した

対象技術	バッテリー	関連部品	リチウムイオンバッテリー
資料名	Special Conditions: The Boeing Company, Boeing 767-2C Airplane; Non-Rechargeable Lithium Battery Installations		
資料コード	Proposed Special Conditions: 25-16-01-SC		
テキスト	APPLICANT Boeing SUMMARY This action proposes special conditions for the Boeing Model 767-2C airplane. This airplane will have a novel or unusual design feature when compared to the state of technology envisioned in the airworthiness standards for transport-category airplanes. This design feature is non-rechargeable lithium battery systems. The applicable airworthiness regulations do not contain adequate or appropriate safety standards for this design feature. These proposed special conditions contain the additional safety standards that the Administrator considers necessary to establish a level of safety equivalent to that established by the existing airworthiness standards. NOVEL OR UNUSUAL DESIGN FEATURES A battery system consists of the battery and any protective, monitoring and alerting circuitry or hardware inside or outside of the battery and venting capability where necessary. For the purpose of these special conditions, we refer to a battery and battery system as a battery. The Model 767-2C airplane will incorporate non-rechargeable lithium batteries, which are novel or unusual design features. DATES Send your comments on or before March 14, 2016.		

Boeingが767-2C航空機のために適用しようとした充電式リチウムバッテリーに関するSpecial Conditionsでは、以下のように14CFRのPart 25, 34, 36（オレンジの矢印）を参照している

Type Certification Basis

連邦規則集（Title 14, Code of Federal Regulations, 14CFR）第21.101条の規定に基づき、Boeing社は、モデル767-2C型機が、型式証明書A1NMに記載されている規定の適用条項を満たしていること、またはFAAが合意した以前の改正を除き、変更申請日に有効な適用規定を満たしていることを示さなければならない。型式証明書に記載されている規則は、一般的に "原型式証明基準" と呼ばれている。型式証明書No.A1NMに記載されている規則は、型式証明書に記載されている例外を除き、改正25-1から25-37を含む1965年2月1日に発効した14 CFR part 25である。さらに、認証基準には、今回提案された特別条件とは関係のないその他の規則、特別条件、免除が含まれている。型式証明書No.A1NMは、この飛行機モデルの認証根拠の完全な記述を含むように更新される。

適用される耐空性規則と特別条件に加えて、モデル767-2Cの飛行機は、14 CFRパート34の燃料ベントと排気ガスの要件、および14 CFRパート36の騒音証明要件に準拠しなければならない。

管理者が、適用される耐空性規則(14 CFRパート25) には、新規または特殊な設計上の特徴のために、モデル767-2C航空機に対する適切な安全基準が含まれていないと判断した場合には、第21.16条の規定に基づいて特別な条件が規定される。

特別条件は、当初、発行された型式に適用される。型式証明書または、同じ型式証明書に既に記載されている他の型式が、同じ新規または異常な設計上の特徴を組み込むように変更された場合、これらの特別条件は、第21.101条に基づき、他の型式にも適用される。

Discussion

我々は、1965年2月に14 CFR part 25を制定したCAR 4bの再修正の一環として、輸送カテゴリー航空機へのバッテリーの搭載に関する現行の規則をCivil Air Regulations (CAR) 4b.625(d)から導出した。現在第25.1353条(b)(1)から(b)(4)にあるバッテリーの要件は、基本的にCARの要件から言い換えたものである。非充電式リチウムイオン電池は、これらの要件が成文化されたときに考慮された技術の現状からすると斬新かつ特殊である。これらのバッテリーは、さまざまなバッテリー・セルのサイズと構造に新しい化学組成を採用することで、航空機システムに高いエネルギー・レベルを導入する。バッテリー・パック内でこれらのセルを相互に接続すると、故障モードが発生するため、熱管理などの独自の設計上の配慮が必要になる。

FAAは、第25.863条の可燃性流体防火要件が非充電式リチウム電池の設置に適用されることを明確にするため、特別条件4を提案する。セクション25.863は、航空機のシステムからの可燃性流体の漏れにさらされる可能性のある航空機の領域に適用される。非充電式リチウム電池には、可燃性流体である電解液が含まれている。

これらの特別条件は、改正25-123の第25.1353条(b)(1)から(b)(4)の代わりに、すべての非充電式リチウム電池の設置に適用される。修正条項25-123の第25.1353条(b)(1)から(b)(4)は、その他の電池の設置には引き続き適用される。

These proposed special conditions contain the additional safety standards that the Administrator considers necessary to establish a level of safety equivalent to that established by the existing airworthiness standards.

Task2：航空機・装備品の安全基準・国際標準における環境新技術の導入による影響分析 | FAA

Boeingは、非充電式リチウム電池システムの搭載について耐空証明を申請した

対象技術	バッテリー	関連部品	リチウムイオンバッテリー
資料名	Special Conditions: The Boeing Company, Boeing Model 737-8 Airplane; Non-Rechargeable Lithium Battery Installations		
資料コード	Proposed Special Conditions: 25-16-02-SC		
テキスト	APPLICANT Boeing SUMMARY This action proposes special conditions for the Boeing Model 737-8 airplane. This airplane will have a novel or unusual design feature when compared to the state of technology envisioned in the airworthiness standards for transport-category airplanes. This design feature is <u>non-rechargeable lithium battery systems</u>. The applicable airworthiness regulations do not contain adequate or appropriate safety standards for this design feature. These proposed special conditions contain the additional safety standards that the Administrator considers necessary to establish a level of safety equivalent to that established by the existing airworthiness standards. NOVEL OR UNUSUAL DESIGN FEATURES A battery system consists of the battery and any protective, monitoring and alerting circuitry or hardware inside or outside of the battery and venting capability where necessary. For the purpose of these special conditions, we refer to a battery and battery system as a battery. The Model 737-8 airplane will incorporate <u>non-rechargeable lithium batteries</u>, which are novel or unusual design features. DATES Send your comments on or before March 28, 2016.		

Task2：航空機・装備品の安全基準・国際標準における環境新技術の導入による影響分析 | FAA

Boeingが737-8航空機のために適用しようとした充電式リチウムバッテリーに関するSpecial Conditionsでは、以下のように14CFRのPart 25（オレンジの矢印）を参照している

Special Conditions (Proposed) - DRS_25-16-02-S.html

[Copy URL](#)[Print/Save as PDF](#)[Feedback](#)

Details

Notice Number:

25-16-02-SC

Document Type:

Special Conditions (Proposed)

Docket Number:

FAA-20155758

Subject:Special Conditions: The Boeing Company, Boeing Model 737-8 Airplane; Non-Rechargeable Lithium Battery Installations [Show less](#)

CFR パート参照:パート25

**CFR Subpart/Appendix Reference:****CFR Section Reference:****AB Reference:****CAR Reference:****Exemption Reference:****SFAR Reference:****Status:**

Current

Make:

Boeing

Model:**Applicant:**

Boeing

Office of Primary Responsibility:**PROPOSED SPECIAL CONDITIONS: 25-16-02-SC****CITATION:** [Federal Register Volume 81, Number 28 (Thursday, February 11, 2016)]**PAGE NUMBER:** [Pages 7249-7251]**DOCKET NUMBER:** FAA-20155758**NOTICE:** 25-16-02-SC**ACTION:** Notice of proposed special conditions.**DATES:** Send your comments on or before March 28, 2016.**SUMMARY:** This action proposes special conditions for the Boeing Model 737-8 airplane. This airplane will have a novel or unusual design feature when compared to the state of technology envisioned in the airworthiness standards for transport-category airplanes. This design feature is non-rechargeable lithium battery systems. The applicable airworthiness regulations do not contain adequate or appropriate safety standards for this design feature. These proposed special conditions contain the additional safety standards that the Administrator considers necessary to establish a level of safety equivalent to that established by the existing airworthiness standards.**ADDRESSES:****FOR FURTHER INFORMATION CONTACT:****SUPPLEMENTARY INFORMATION:****THE PROPOSED SPECIAL CONDITIONS:****FOOTER:** Issued in Renton, Washington, on February 4, 2016.

URL:
<https://drs.faa.gov/browse/excelExternalWindow/469984A572422F3286257F56004F550D.0001?modalOpened=true>

AmSafeは、特定の輸送カテゴリーの航空機の座席に非充電式リチウム電池を備えたインフレータブル拘束システムを搭載するための耐空証明を申請した

対象技術	バッテリー	関連部品	リチウムイオンバッテリー
資料名	Special Conditions: AmSafe; Non-Rechargeable Lithium Battery Installations		
資料コード	Proposed Special Conditions: 25-17-01-SC		
テキスト	APPLICANT AmSafe SUMMARY This action proposes special conditions for a supplemental type certificate for <u>installing an inflatable restraint system with non-rechargeable lithium batteries on seats in certain transport category airplanes</u>. These airplanes, as modified by AmSafe, will have a novel or unusual design feature when compared to the state of technology envisioned in the airworthiness standards for transport category airplanes. This design feature is a <u>non-rechargeable lithium battery</u>. The applicable airworthiness regulations do not contain adequate or appropriate safety standards for this design feature. These proposed special conditions contain the additional safety standards that the Administrator considers necessary to establish a level of safety equivalent to that established by the existing airworthiness standards. NOVEL OR UNUSUAL DESIGN FEATURES STC no. ST02152LA is for the <u>installation of an inflatable restraint system that incorporates non-rechargeable lithium batteries</u>, which are a novel or unusual design feature. For the purpose of these special conditions, we refer to a battery and battery system as a battery. A battery system consists of the battery and any protective, monitoring, and alerting circuitry or hardware inside or outside of the battery. It also includes vents (where necessary) and packaging. DATES Send your comments on or before April 17, 2017.		

Task2：航空機・装備品の安全基準・国際標準における環境新技術の導入による影響分析 | FAA

AmSafeが適用しようとしたリチウムバッテリーを含めたインフレータブル拘束システムに関するSpecial Conditionsでは、以下のように14CFRのPart 21, 25, 34, 36（オレンジの矢印）を参照している

Type Certification Basis

14CFR21.101の規定に基づき、AmSafeは、STC No.ST02152LAにより変更申請する航空機はFAAが合意した以前の改正を除き、各航空機の型式証明書に記載された規則の適用条項、または変更申請日に有効な適用規則を引き続き満たしていることを示さなくてはならない。

Administratorが、新規または特殊な設計上の特徴により、適用される耐空性規則（14 CFR part25）において適切な安全基準が含まれていないと判断した場合、第21.16条の規定に基づき特別な条件が規定される。

特別条件は、当初、発行された航空機モデルに適用される。申請者が、同じ型式証明書に含まれる他の機種に、同様の新規または特殊な設計上の特徴を組み込むためにSTCを申請する場合、これらの特別条件は、第21.101条に基づき、他の機種にも適用される。

適用される耐空性規則および特別条件に加えて、STC No.ST02152LAにより改造された航空機は、適用される耐空性規則および特別条件に加えて、14 CFR part 34の燃料放出および排気エミッション要件、ならびに14 CFR part 36の騒音証明要件に適合しなければならない。

FAAは、第11.38条に従って14 CFR 11.19に定義される特別条件を発行し、それらは第21.101条に基づく型式証明の根拠の一部となる。

Discussion

FAAは、1965年2月に、14 CFR part 25を制定したCAR 4bの再修正の一環として、民間航空規則（CAR）4b.625(d) から輸送カテゴリーの航空機へのバッテリーの設置を管理する現行の規則を導出した。この再修正により、CAR 4bのバッテリー要件は基本的に言い換えられ、現在第25.1353条(b)(1)～(4)に規定されている。非充電式リチウムイオン電池は、これらの要件が成文化されたときに考慮された技術の現状からすると斬新かつ特殊である。これらのバッテリーは、さまざまなバッテリー・セルのサイズと構造に新しい化学組成を採用することで、航空機システムに高いエネルギー・レベルを導入する。バッテリー・パック内でこれらのセルを相互に接続すると、故障モードが発生するため、熱管理などの独自の設計上の配慮が必要になる。

FAAは、第25.863条の可燃性流体防火要件が非充電式リチウム電池の設置に適用されることを明確にするため、特別条件No.4を提案する。セクション25.863は、航空機システムからの可燃性流体の漏れにさらされる可能性のある航空機の領域に適用される。非充電式リチウム電池は、可燃性流体である電解液を含んでいる。

これらの特別条件は、対象航空機の座席に非充電式リチウム電池を搭載した膨張式拘束システムを設置する場合、修正案25-123の第25.1353条(b)(1)から(4)の代わりに適用される。修正条項25-123の25.1353(b)(1)から(4)は、これらの航空機へのその他のバッテリーの取り付けについては、引き続き有効である。

URL:

<https://www.federalregister.gov/documents/2017/03/17/2017-05198/special-conditions-amsafe-non-rechargeable-lithium-battery-installations>

Voyageur Aerotechは、非常用バックアップ電源の内部への充電式リチウム電池パック搭載における耐空証明を申請した

対象技術	バッテリー	関連部品	リチウムイオンバッテリー
資料名	Special Conditions: Voyageur Aerotech Inc., Bombardier DHC-8-100, DHC-8-200, DHC-8-300 and DHC-8-400 Series Airplanes; Installed Rechargeable Lithium Batteries		
資料コード	Proposed Special Conditions: 25-19-09-SC		
テキスト	APPLICANT Voyageur Aerotech Inc. SUMMARY This action proposes special conditions for the Bombardier Model No. DHC-8-100, DHC-8-200, DHC-8-300, and DHC-8-400 series airplanes. These airplanes, as modified by Voyageur Aerotech Inc. (Voyageur), will have novel or unusual design feature when compared to the state of technology envisioned in the airworthiness standards for transport category airplanes. This design feature is a <u>rechargeable lithium battery pack inside the Emergency Backup Power Supply</u>. The applicable airworthiness regulations do not contain adequate or appropriate safety standards for this design feature. These proposed special conditions contain the additional safety standards that the Administrator considers necessary to establish a level of safety equivalent to that established by the existing airworthiness standards. NOVEL OR UNUSUAL DESIGN FEATURES The Bombardier Model DHC-8-100, DHC-8-200, DHC-8-300, and DHC-8-400 series airplanes will incorporate the following novel or unusual design feature: The <u>installation of a rechargeable lithium battery pack inside the Emergency Backup Power Supply</u>. Known uses of rechargeable and non-rechargeable lithium batteries on airplanes include: • Flightdeck and avionics systems such as displays, global positioning systems, cockpit voice recorders, flight data recorders, underwater locator beacons, navigation computers, integrated avionics computers, satellite network/communication systems, communication management units, and remote monitor electronic line replaceable units; • Cabin safety, entertainment and communications equipment including emergency locator transmitters, life rafts, escape slides, seat belt air bags, cabin management systems, Ethernet switches, routers and media servers, wireless systems, internet/in-flight entertainment systems, satellite televisions, remotes and handsets; and • Systems in cargo areas including door controls, sensors, video surveillance equipment and security systems. DATES Send comments on or before September 5, 2019.		

Voyageur Aerotechが適用しようとしたリチウムバッテリーを含めた非常用バックアップ電源に関する Special Conditionsでは、以下のように14CFRのPart 21, 25, 34, 36（オレンジの矢印）を参照

Type Certification Basis

連邦規則集（title 14 Code of Federal Regulations, 14 CFR）第 21.101条の規定に基づき、Voyageur社は、変更後のモデルDHC-8-100、DHC-8-200、DHC-8-300、およびDHC-8-400シリーズ機が、FAAが合意した以前の改正を除き、型式証明書No.A13NMに記載された規則の適用規定、または変更申請日に有効な適用規定を引き続き満たしていることを示さなければならない。

管理者が、Bombardier社のモデルDHC-8-100、DHC-8-200、DHC-8-300、およびDHC-8-400シリーズ機について新規または特殊な設計上の特徴により、適用される耐空性規則(14 CFR part 25)において適切な安全基準が含まれていないと判断した場合は、第21.16条の規定に基づいて特別な条件が定められる。

特別な条件は、最初に発行された型式に適用される。申請者が、同じ型式証明書に含まれる他の型式を変更し、同じ新規または特殊な設計上の特徴を組み込むために、型式証明書の補足申請を行う場合、これらの特別な条件は、第21.101条に基づき、他の型式にも適用される。

適用される耐空性および特別な条件に加えて、BombardierモデルDHC-8-100、DHC-8-200、DHC-8-300、およびDHC-8-400シリーズ機は、14 CFR part 34の燃料バントおよび排気エミッション要件、および14 CFR part 36の騒音証明要件に準拠しなければならない。

FAAは、第11.38条に従い、14 CFR 11.19に定義される特別な条件を発行し、それらは第21.101条に基づき型式証明の根拠の一部となる。

Discussion

充電式リチウム電池は、第25.1353条の要件に関して、輸送カテゴリーの航空機では新規または特殊な設計機能であると考えられる。この種の電池は、現在、輸送分類の航空機への搭載が承認されているニッケル・カドミウム充電式電池や鉛酸充電式電池とは大きく異なる特定の故障特性、運用特性、保守特性を持つ。これらのバッテリーは、さまざまなバッテリー・セルのサイズと構造に新しい化学組成を採用することで、航空機システムに高いエネルギー・レベルを導入する。バッテリー・パック内でこれらのセルを相互に接続すると、故障モードが発生するため、熱管理などの独自の設計上の配慮が必要になる。

これらの特別な条件は、特定の機能及び能力を要求し、充電式リチウム電池及びその設置の特定の重大な故障モードに対応するものであるが、申請者は、これらの特別な条件に加えて、該当する場合には、第25.1301条、第25.1309条及び第25.1709条の要件も満たさなければならない。現在までの使用経験から、充電式リチウム電池の熱/圧力暴走状態は極端にあり得ないものではないことが示されている。申請者は、第25.1309条に適合していることを証明する場合、電池の寿命期間中にそのような故障が発生する可能性があることを想定しなければならない。

申請者がローターバーストゾーンに充電式リチウム電池の設置を提案する場合、申請者は、充電式リチウム電池の特別な条件への適合を示すと同時に、第25.903条(d)(1)への適合を示すために、ローターバーストによる電池への損傷を評価しなければならない。

これらの特別な条件は、改正25-123の第25.1353条(b)(1)から(4)または以前の改正の第25.1353条(c)(1)から(4)の代わりに、すべての充電式リチウム電池の設置に適用される。これらの規則は、他の電池の設置については引き続き有効である。

URL:

<https://www.federalregister.gov/documents/2019/07/22/2019-15478/special-conditions-voyageur-aerotech-inc-bombardier-dhc-8-100-dhc-8-200-dhc-8-300-and-dhc-8-400>

EASA

Task2：航空機・装備品の安全基準・国際標準における環境新技術の導入による影響分析 | EASA

EASAに関しては、Special Conditionの中に、「REQUIREMENTS INCL. AMENDMENTS」があるもの
 とないものが存在し、あるものは既存条文の改正ベースに安全基準策定が進むものと想定される

EASAのSpecial Conditionの例

対象技術	- ハイブリッド電動推進システム - 推進用モーター	バッテリー
資料名	Final Special Condition SC E-19 - Electric / Hybrid Propulsion System - Issue 01	Final Special Condition ref. SC-F25.1353-01 on Non-rechargeable Lithium Battery Installations
資料コード	SC E-19	SC-F25.1353-01
テキスト	SUBJECT Electric / Hybrid Propulsion System DATE 07/04/2021 IDENTIFICATION OF ISSUE This Special Condition has been developed to support Applications received by the Agency for the certification of <u>Electric and / or Hybrid Propulsion Systems powered by propulsion batteries and / or fuel.</u> These EHPS are intended to be certified: - as part of an aircraft or - as an engine product and dedicated to a known intended aircraft application. The certification specifications that are usually applicable to aircraft engines dedicated to CS-23, CS-25, CS-27, CS-29, and airships are contained in CS-E amendment 6. However, this certification specification considers neither Electric and / or Hybrid Propulsion Systems nor engines intended for new product architectures such as VTOL aircrafts. Innovative EHPS and aircraft architectures bring new challenges such as new interfaces, new interactions, or new functions. <u>It is considered challenging at this stage to provide a generic set of requirements for an EHPS that could encompass all possibilities.</u> These are the reasons why this Special Condition provides the certification requirements for an Electric and / or Hybrid Propulsion System when the intended aircraft application is identified. This ensures consistency between the certification requirements of the aircraft and those of the EHPS and therefore would contribute to a proper integration of the propulsion system in the aircraft. This Special Condition is articulated so as to provide objective based certification requirements which are independent of the propulsion system design or architecture. The type of technology used in the propulsion system will be addressed in the Means of Compliance. Means of Compliance will depend on the type of EHPS that is considered and on the type of aircraft on which the EHPS is intended to be integrated	SUBJECT Non-rechargeable Lithium Battery Installations DATE 07/04/2021 REQUIREMENTS INCL. AMENDMENTS CS 25.1353(c) at Amendment 18 IDENTIFICATION OF ISSUE Applicants propose to <u>install electrical components containing non-rechargeable lithium batteries.</u> Recent experience (reference FAA Airworthiness Directives 2013-15-07 and 2013-18-09) has shown that non-rechargeable lithium batteries and battery systems have design features or identified hazards that may lead to the development of unsafe conditions. As the related certification specifications do not contain adequate or appropriate safety standards, in application of point 21.B.75 of Part-21, EASA shall prescribe special conditions containing safety standards necessary in order to establish a level of safety equivalent to that of the applicable certification specifications. As the proposed installation is a novel and unusual design feature, the applicable airworthiness codes JAR/CS 25 do not provide adequate safety standards. <u>The current requirements governing the installation of batteries in Large Aeroplanes are covered under CS 25.1353(c). The content of CS 25.1353(c) do not adequately address several failure, operational, and maintenance characteristics of Li-Batteries that could affect safety and reliability of those battery installations.</u> Past events involving a non-rechargeable lithium battery system in emergency locator transmitter (ELT) installations have identified unanticipated failure modes associated with non-rechargeable lithium battery installations. These may include over-discharging, cell imbalance, external short circuit, internal short circuit, and flammability of cell components among other possibilities. Non-rechargeable lithium batteries, in design and Operation, are different than nickel-cadmium and lead-acid non-rechargeable batteries. While the non-rechargeable lithium battery concept is not itself novel, higher energy levels are being introduced into aircraft systems by adopting new chemical composition in various battery cell sizes and construction. Interconnection of these cells in battery packs introduces failure modes that require unique design considerations, such as provisions for thermal management.

EASAは、CS-23、CS-25、CS-27、CS-29に適用されるアプリケーションをサポートする電動/ハイブリッド推進システムにおける、最終のSpecial Conditionを発表した

対象技術	- ハイブリッド電動推進システム - 推進用モーター	関連部品	- ハイブリッド電動推進システム - 電動推進用モーター
資料名	Final Special Condition SC E-19 - Electric / Hybrid Propulsion System - Issue 01		
資料コード	SC E-19		
テキスト	SUBJECT Electric / Hybrid Propulsion System DATE 07/04/2021 IDENTIFICATION OF ISSUE This Special Condition has been developed to support Applications received by the Agency for the certification of <u>Electric and / or Hybrid Propulsion Systems powered by propulsion batteries and / or fuel.</u> These EHPS are intended to be certified: - as part of an aircraft or - as an engine product and dedicated to a known intended aircraft application. The certification specifications that are usually applicable to aircraft engines dedicated to CS-23, CS-25, CS-27, CS-29, and airships are contained in CS-E amendment 6. However, this certification specification considers neither Electric and / or Hybrid Propulsion Systems nor engines intended for new product architectures such as VTOL aircrafts. Innovative EHPS and aircraft architectures bring new challenges such as new interfaces, new interactions, or new functions. <u>It is considered challenging at this stage to provide a generic set of requirements for an EHPS that could encompass all possibilities.</u> These are the reasons why this Special Condition provides the certification requirements for an Electric and / or Hybrid Propulsion System when the intended aircraft application is identified. This ensures consistency between the certification requirements of the aircraft and those of the EHPS and therefore would contribute to a proper integration of the propulsion system in the aircraft. This Special Condition is articulated so as to provide objective based certification requirements which are independent of the propulsion system design or architecture. The type of technology used in the propulsion system will be addressed in the Means of Compliance. Means of Compliance will depend on the type of EHPS that is considered and on the type of aircraft on which the EHPS is intended to be integrated		

Task2：航空機・装備品の安全基準・国際標準における環境新技術の導入による影響分析 | EASA

EASAがハイブリッド電動推進システムに関するSpecial Conditionsでは、以下のようにCS-23, CS-25, CS-27, CS-29とCS-E（オレンジの矢印）を参照している

SUBPART A - GENERAL

EHPS.10 Scope

The purpose of this special conditions is to provide the certification requirements for an Electric and / or Hybrid Propulsion System when the intended aircraft application has already been identified.

本特別条件は、あらゆる電気／ハイブリッド推進システム（以下、EHPSと呼ぶ）に適用され、有人・無人航空機の飛行に必要な揚力／推力／動力を供給または生成するため、通常時および緊急運用時共に使用される。ただしCS-22、CS-LSA、CS-23 レベル 1 日 VFR および軽飛行機を除く。
CS-25 航空機の場合、この特別条件は適切な排出要件で補完されるものとする。EHPSについてはまだ定義されていない。

Even if the EHPS contributes to the lift production in some intended aircraft applications like VTOL, the function of control of the lift to ensure the aircraft sustentation, control and manoeuvrability, is an aircraft function and it should be covered by the intended aircraft application certification basis.

Exclusions from the scope of the SC E-19:

EHPS for which no intended aircraft application is identified is outside of the scope of this Special Condition.

As the Type-certification basis for CS-22, CS-LSA, CS-23 Level 1 Day VFR and Light UAS do not systematically provide safety objectives but instead only provide reliability objectives, EHPS that are dedicated to these applications are considered outside the scope of this Special Condition.

EHPS that are not used to produce lift/thrust/power in flight are outside of the scope of this Special Condition. For example, electric motors that drive wheels for taxiing are outside of the scope and should be considered as part of the landing gear system.

Any design that includes the use of hydrogen, whether used to feed fuel cells or combustion engines is considered, at this stage, to be outside the scope of this Special Condition. These designs require further work and research before defining the associated certification requirements.

Propellers are also outside of the scope of this Special Condition as the certification specifications for propellers are already provided in CS-P.

Aircraft Rotors providing lift are also outside of the scope of this Special Condition.

Additional certification requirements beyond this Special Condition will need to be satisfied at the aircraft level in order to safely integrate an EHPS into a manned or unmanned aircraft and these are outside of the scope of this Special Condition.

Associated Interpretative Material / Means of Compliance

The following notes about Means of Compliance are published for awareness only in order to ease the reading of the Special Condition.

1. The Means of Compliance are intended to be published as a Matrix. The Applicant should select the components that constitute their EHPS. For each component, there will be a proposed means of compliance for each relevant requirement of the Special Condition.
2. The Means of Compliance may be different depending the intended aircraft application.
3. 遵守手段は、既存の材料（CS-E、ASTM F3338-18、既存の特別条件など）に基づく。
4. **EHPS.40 (g):** "at all time during the flight". The Means of Compliance should at least cover the measurement and control system accuracy as well as the State of Charge and State of Health of Energy Storage Devices such as batteries
5. EHPS.50: 遵守手段は少なくとも CS-E 70 (材料と製造方法) および CS-E 90 (腐食と劣化の防止) をカバーする必要がある。
6. EHPS.80 (b): 遵守手段は、少なくとも CS-E 850 (コンプレッサー、ファン、タービン シャフト)、AMC CS-E 850 および関連する CM をカバーする必要がある。
7. **EHPS.200 (a):** "The loads induced by any part of the EHPS": The Means of Compliance should at least cover pressure loads, static loads from a sub-system of the EHPS on another, and when applicable LCF (Low Cycle Fatigue)
8. EHPS.200 (c): 適合手段は、少なくとも CS-E 190 (曲技飛行用エンジン) をカバーする必要がある。
9. EHPS.240: 遵守手段は、少なくとも CS-E 840 (ローターの完全性) をカバーする必要がある。
10. **EHPS.270:** "and/or installed". The Means of Compliance should at least cover aircraft air protections (cowlings, air intake screens...)
11. EHPS.280: 遵守手段は、少なくとも CS-E 230 (除氷及び着氷防止に関する注意事項) をカバーする必要がある。
12. **EHPS.290 (a):** "and/or installed". The Means of Compliance should at least cover aircraft air protections like on rotorcrafts
13. **EHPS.300 (a):** "atmospheric conditions". The Means of Compliance should at least cover fuel icing risk
14. EHPS.300 (b): 「エビデンス」。遵守手段は、少なくとも CS-E 670 (b) (汚染燃料) をカバーする必要がある。
15. EHPS.300 (c): 遵守手段は少なくとも CS-E 660 (燃料圧力および温度) をカバーする必要がある。
16. EHPS.320 (a): 遵守手段は、少なくとも塵や砂から空気システムを保護するための CS-E 580 (空気システム) と CS-E 860 (タービンローターの過熱) をカバーする必要がある。
17. EHPS.330 (d): 遵守手段は、少なくとも CS-E 80 (機器) とその AMC、および DO-160 の使用をカバーする必要がある。
18. EHPS.340: 遵守手段は、少なくとも CS-E 240 (点火)、CS-E 360 (爆発試験)、CS-E 460 (バックファイア試験)、CS-E 500 (機能)、CS-E 720 (連続点火) をカバーする必要がある。
19. EHPS.350 (a): 遵守手段は、もしあれば、少なくとも再生モード (エネルギー貯蔵装置を充電するための発電機としての電気エンジンの動作) をカバーする必要がある。
20. EHPS.350 (e): CS-E 50 (エンジン制御システム) に存在する基本的に単一の故障許容基準は、タービンまたはピストン エンジン用の制御システムを開発する際の EHPS.80 への準拠手段の一部である必要がある。

Task2：航空機・装備品の安全基準・国際標準における環境新技術の導入による影響分析 | EASA

EASAがハイブリッド電動推進システムに関するSpecial Conditionsでは、ASTM F3338-18（オレンジの矢印）の技術基準も参照している

Associated Interpretative Material / Means of Compliance

The following notes about Means of Compliance are published for awareness only in order to ease the reading of the Special Condition.

- 1. The Means of Compliance are intended to be published as a Matrix. The Applicant should select the components that constitute their EHPS. For each component, there will be a proposed means of compliance for each relevant requirement of the Special Condition.
- 2. The Means of Compliance may be different depending the intended aircraft application.
- 3. The Means of Compliance will be based on existing material (such as CS-E, ASTM F3338-18, existing Special Conditions...) ←

参照された安全・技術基準	ASTM F3338-18 Standard Specification for Design of Electric Propulsion Units for General Aviation Aircraft
民間標準化団体名	ASTM
本レポートの参考箇所	電動化（ハイブリッド推進/電動推進モーター/ジェネレータ） ・ 【ASTM】

EASAは、レベル1までのCS-23に適用されるアプリケーションをサポートする電動推進ユニットについて、最終のSpecial Conditionsを発表した

対象技術	推進用モーター	関連部品	電動推進用モーター
資料名	Electric Propulsion Units for CS-23 Normal, Utility, Aerobatic and Commuter Aeroplanes up to Level 1		
資料コード	SC E-18		
テキスト	SUBJECT Electric Propulsion Units for CS-23 Normal-Category Aeroplanes up to Level 1		
	DATE 22/10/2020		
	IDENTIFICATION OF ISSUE An applicant has made an application for the certification of an <u>electric propulsion unit (called hereafter EPU). It consists of an electric motor associated with its controller (inverter). The motor and the inverter are liquid cooled. The liquid cooling system (heat exchanger, coolant tank, draining capabilities...) and the energy storage devices are not included in the scope of this special condition.</u> This type of EPU is intended to be installed on CS-23 Normal, Utility, Aerobatic and Commuter Aeroplanes up to Level 1. Any EPU that shows compliance with this Special Condition could also be installed on CS-22 Sailplanes and Powered Sailplanes, CS-LSA Light Sport Aeroplanes and CS-VLA Very Light Aeroplanes (Note that CS-VLA was merged into CS-23 amendment 5). The certification specifications that are usually applicable to aircraft engines are contained in CS-E amendment 5, CS-22 Subpart H, or Special Condition EA-42 "Airworthiness Standard for CS-22H Electrical Retractable Engine to be operated in Powered Sailplanes". However they do not cover the case of an EPU for CS-23 Normal, Utility, Aerobatic and Commuter Aeroplanes up to Level 1.		
	<u>The applicant has proposed to use the ASTM F3338-18 "Standard Specification for Design of Electric Propulsion Units for General Aviation Aircraft" as the basis to define the certification requirements. However the scope of the referenced ASTM standard needs to be modified to fully address the intended design of the applicant.</u> Some adjustments are required to take into account the extended scope of the product to be certified, especially the fact that the engine is liquid cooled.		

Issue 2 has been released in order to address an identified issue with the ASTM standard regarding the water spray test. Initial wording from the ASTM F3338-18, paragraph 5.19.5 states: "5.19.5 Water spray must not result in any hazardous EPU effects throughout the EPU operating range. Spray must be arranged to deliver water in a manner representative of very heavy rain over the whole frontal area of the EPU including cowlings, air intakes, etc., throughout the full running time." This requirement is contradictory with the fact that operation under rain conditions is considered to be a normal operation. As such, the applicant must demonstrate the continued proper functioning of the EPU during the water spray test. Issue 2 also incorporates a change of name of the Special Condition in order to be consistent with the new title of CS-23 amendment 5 Normal-Category Aeroplanes.

Task2：航空機・装備品の安全基準・国際標準における環境新技術の導入による影響分析 | EASA

EASAが推進用モーターに関するSpecial Conditionsでは、以下のようにCS-23とCS-E（オレンジの矢印）を参照している

SUBJECT : Electric Propulsion Units for CS-23 Normal-Category Aeroplanes up to Level 1

REQUIREMENTS incl. Amdt. :

ASSOCIATED IM/AMC¹ : Yes ☒ / No ☐

ADVISORY MATERIAL : AMC 20-115D

INTRODUCTORY NOTE:

The following Special Condition has been classified as important and as such shall be subject to public consultation in accordance with EASA Management Board decision 12/2007 dated 11 September 2007, Article 3 (2.) which states:

"2. Deviations from the applicable airworthiness codes, environmental protection certification specifications and/or acceptable means of compliance with Part 21, as well as important special conditions and equivalent safety findings, shall be submitted to the panel of experts and be subject to a public consultation of at least 3 weeks, except if they have been previously agreed and published in the Official Publication of the Agency. The final decision shall be published in the Official Publication of the Agency."

IDENTIFICATION OF ISSUE:

An applicant has made an application for the certification of an electric propulsion unit (called hereafter EPU). It consists of an electric motor associated with its controller (inverter). The motor and the inverter are liquid cooled. The liquid cooling system (heat exchanger, coolant tank, draining capabilities...) and the energy storage devices are not included in the scope of this special condition.

このタイプのEPUは、レベル1までのCS-23ノーマル機、ユーティリティ機、曲技飛行機、コミューター機に搭載されることを目的としている。

Any EPU that shows compliance with this Special Condition could also be installed on CS-22 Sailplanes and Powered Sailplanes, CS-LSA Light Sport Aeroplanes and CS-VLA Very Light Aeroplanes (Note that CS-VLA was merged into CS-23 amendment 5).

通常、航空機のエンジンに適用される認証規定はCS-E amendment 5、CS-22 Subpart H、またはSpecial Condition EA-42「Airworthiness Standard for CS-22H Electrical Retractable Engine to be operated in Powered Sailplanes」に記載されている。

しかし、CS-23 Normal, Utility, Aerobatic, Commuter Aeroplanes Level 1までのEPUの場合は対象外である。

The applicant has proposed to use the ASTM F3338-18 "Standard Specification for Design of Electric Propulsion Units for General Aviation Aircraft" as the basis to define the certification requirements.

However the scope of the referenced ASTM standard needs to be modified to fully address the intended design of the applicant. Some adjustments are required to take into account the extended scope of the product to be certified, especially the fact that the engine is liquid cooled.

Issue 2 has been released in order to address an identified issue with the ASTM standard regarding the water spray test.

Initial wording from the ASTM F3338-18, paragraph 5.19.5 states:

"5.19.5 Water spray must not result in any hazardous EPU effects throughout the EPU operating range. Spray must be arranged to deliver water in a manner representative of very heavy rain over the whole frontal area of the EPU including cowling, air intakes, etc., throughout the full running time."

This requirement is contradictory with the fact that operation under rain conditions is considered to be a normal operation. As such, the applicant must demonstrate the continued proper functioning of the EPU during the water spray test.

また、第2号は、CS-23改正5ノーマルカテゴリー航空機の新しいタイトルと整合させるために、特別条件の名称変更を組み込んだものである。

URL:

<https://www.easa.europa.eu/en/document-library/product-certification-consultations/electric-propulsion-units-cs-23-normal-utility>

Task2：航空機・装備品の安全基準・国際標準における環境新技術の導入による影響分析 | EASA

EASAが推進用モーターに関するSpecial Conditionsでは、ASTM F3338-18、EUROCAE ED-12CとRTCA DO-178C（オレンジの矢印）の技術基準も参照している

Associated Interpretative Material / Means of Compliance

Software Development:

- In reference to ASTM F3338-18 chapter 5.10, for software development, the applicant should consider AMC 20-115D - Airborne Software Development Assurance Using EUROCAE ED-12 and RTCA DO-178. Other proposed Means of Compliance should be justified and agreed by EASA.

←
←

The associated Interpretative Material / Means of Compliance indicated below are published for awareness only and are not subject to public consultation.

1. ASTM F3338-18 - Standard Specification for Design of Electric Propulsion Units for General Aviation Aircraft

2. AMC 20-115D - AMC 20-115D Airborne Software Development Assurance Using EUROCAE ED-12 and RTCA DO-178

←
←

参照された安全・技術基準	• ASTM F3338-18 Standard Specification for Design of Electric Propulsion Units for General Aviation Aircraft • EUROCAE ED-12C Aviation Software Standards Training – Airborne • RTCA DO-178C Software Considerations in Airborne Systems and Equipment Certification
民間標準化団体名	ASTM、EUROCAE、RTCA
本レポートの参考箇所	電動化（ハイブリッド推進/電動推進モーター/ジェネレータ） • 【ASTM】 • 【EUROCAE & RTCA】

URL:
<https://www.easa.europa.eu/en/document-library/product-certification-consultations/final-special-condition-sc-e-19-electric>

EASAは、CS-25を補完する非充電式リチウム電池の搭載について、最終のSpecial Conditionsを発表した

対象技術	バッテリー	関連部品	リチウムイオンバッテリー
資料名	Final Special Condition ref. SC-F25.1353-01 on Non-rechargeable Lithium Battery Installations		
資料コード	SC-F25.1353-01		
テキスト	SUBJECT Non-rechargeable Lithium Battery Installations DATE 07/04/2021 REQUIREMENTS INCL. AMENDMENTS CS 25.1353(c) at Amendment 18 IDENTIFICATION OF ISSUE Applicants propose to <u>install electrical components containing non-rechargeable lithium batteries</u>. Recent experience (reference FAA Airworthiness Directives 2013-15-07 and 2013-18-09) has shown that non-rechargeable lithium batteries and battery systems have design features or identified hazards that may lead to the development of unsafe conditions. As the related certification specifications do not contain adequate or appropriate safety standards, in application of point 21.B.75 of Part-21, EASA shall prescribe special conditions containing safety standards necessary in order to establish a level of safety equivalent to that of the applicable certification specifications. As the proposed installation is a novel and unusual design feature, the applicable airworthiness codes JAR/CS 25 do not provide adequate safety standards. <u>The current requirements governing the installation of batteries in Large Aeroplanes are covered under CS 25.1353(c). The content of CS 25.1353(c) do not adequately address several failure, operational, and maintenance characteristics of Li-Batteries that could affect safety and reliability of those battery installations.</u> Past events involving a non-rechargeable lithium battery system in emergency locator transmitter (ELT) installations have identified unanticipated failure modes associated with non-rechargeable lithium battery installations. These may include over-discharging, cell imbalance, external short circuit, internal short circuit, and flammability of cell components among other possibilities. Non-rechargeable lithium batteries, in design and Operation, are different than nickel-cadmium and lead-acid non-rechargeable batteries. While the non-rechargeable lithium battery concept is not itself novel, higher energy levels are being introduced into aircraft systems by adopting new chemical composition in various battery cell sizes and construction. Interconnection of these cells in battery packs introduces failure modes that require unique design considerations, such as provisions for thermal management.		

EASAが推進用モーターに関するSpecial Conditionsでは、以下のようにCS-25（オレンジの矢印）を参照している

SUBJECT	: Non-rechargeable Lithium Battery Installations
要件（修正条項を含む）	: 修正条項18におけるCS 25.1353(c)
ASSOCIATED MOC ¹	: Yes ☒ / No ☒
ADVISORY MATERIAL	:



INTRODUCTORY NOTE:

The following Special Condition (SC) has been classified as important and as such shall be subject to public consultation in accordance with EASA Management Board decision 12/2007 dated 11 September 2007, Article 3 (2.) which states:
"2. Deviations from the applicable airworthiness codes, environmental protection certification specifications and/or acceptable means of compliance with Part 21, as well as important special conditions and equivalent safety findings, shall be submitted to the panel of experts and be subject to a public consultation of at least 3 weeks, except if they have been previously agreed and published in the Official Publication of the Agency. The final decision shall be published in the Official Publication of the Agency."

IDENTIFICATION OF ISSUE:

Applicants propose to install electrical components containing non-rechargeable lithium batteries. Recent experience (reference FAA Airworthiness Directives 2013-15-07 and 2013-18-09) has shown that non-rechargeable lithium batteries and battery systems have design features or identified hazards that may lead to the development of unsafe conditions. As the related certification specifications do not contain adequate or appropriate safety standards, in application of point 21.B.75 of Part-21, EASA shall prescribe special conditions containing safety standards necessary in order to establish a level of safety equivalent to that of the applicable certification specifications.

提案された設置は新規で特殊な設計機能であるため、適用される耐空性コードJAR/CS 25は適切な安全基準を提供していない。大型飛行機へのバッテリーの設置に関する現行の要件は、CS 25.1353(c)でカバーされている。CS25.1353(c)の内容は、リチウム電池の安全性と信頼性に影響を及ぼす可能性のあるいくつかの故障特性や運用特性、保守特性に適切に対応していない。



Past events involving a non-rechargeable lithium battery system in emergency locator transmitter (ELT) installations have identified unanticipated failure modes associated with non-rechargeable lithium battery installations. These may include over-discharging, cell imbalance, external short circuit, internal short circuit, and flammability of cell components among other possibilities.
Non-rechargeable lithium batteries, in design and operation, are different than nickel-cadmium and lead-acid non-rechargeable batteries. While the non-rechargeable lithium battery concept is not itself novel, higher energy levels are being introduced into aircraft systems by adopting new chemical composition in various

Special Condition

Non-rechargeable Lithium Battery Installations

The intent of this Special Condition is to ensure that ~~these~~ non-rechargeable Lithium battery installations are not unsafe, to an extent necessary to support issuance of an airworthiness certificate.

CS 25.1353(c)(1)から(c)(4)の要件に代えて、非充電式リチウム電池および電池の設置は、以下の特別条件に準拠しなければならない：



1. Be designed so that safe cell temperatures and pressures are maintained under all foreseeable operating conditions to preclude fire and explosion.
2. Be designed to preclude the occurrence of self-sustaining, uncontrolled increases in temperature or pressure.
3. Not emit explosive or toxic gases in normal operation, or as a result of its failure, that may accumulate in hazardous quantities within the **aeroplane**.
4. CS 25.863(a)から(d)の要件を満たすこと。
5. Not damage surrounding structure or adjacent systems, equipment or electrical wiring of the **aeroplane** from corrosive fluids or gases that may escape and that may cause a major or more severe failure condition.
6. Have provisions to prevent any hazardous effect on **aeroplane** structure or essential systems caused by the maximum amount of heat it can generate due to any failure of it or its individual cells.
7. Have a means to detect its failure and alert the flight crew in case its failure affects safe operation of the aircraft.
8. Have a means for the flight crew or maintenance personnel to determine the battery charge state if its function is required for safe operation of the **aeroplane**.



EASAは、認証された航空機の設計構成に含まれず、機内に搭載されるリチウム電池に関する最終の Special Conditionを発表した

対象技術	バッテリー	関連部品	リチウムイオンバッテリー
資料名	Final Special Condition ref. SC-G25.1585-01 Mitigation of flight deck fires originating from lithium batteries that are not part of the aircraft design - Issue 02		
資料コード	SC-G25.1585-01		
テキスト	SUBJECT Mitigation of flight deck fires originating from lithium batteries that are not part of the aircraft design DATE 26/04/2022 REQUIREMENTS INCL. AMENDMENTS CS 25.831, CS 25.851, 25.853, 25.855, 25.857, 25.863, 25.1309, 25.1360, 25.1453(a)(2), 25.1453(b)(1), 25.1501, 25.1541, 25.1581, 25.1585 at Amdt. 27 IDENTIFICATION OF ISSUE In recent years, EASA has made significant efforts to address the threat associated to thermal runaways of rechargeable and non-rechargeable lithium batteries that are certified as part of the aircraft design. Nonetheless, a significant amount of lithium batteries not included in the design configuration of the certified aircraft, are brought on board by crew members, passengers, or as part of the cargo. Personal Electronic Devices (PEDs) powered by lithium batteries are commonly transported on the flight deck of Large Aeroplanes, e.g. electronic flight bags (EFB) or devices carried by the flight crew for personal convenience (mobile phones, tablets, laptop computers, e-cigarettes, etc.). Transportation of PEDs on Large Aeroplanes is addressed in the EASA Air Ops rules. EFBs are considered as controlled PEDs (C-PEDs). A 'Controlled portable electronic device (C-PED)' is a PED subject to administrative control by the operator that uses it. This includes tracking the allocation of the devices to specific aircraft or persons and ensuring that no unauthorised changes are made to the hardware, software, or databases. In addition to PEDs, also power banks or spare batteries may be transported on the flight deck by flight crew members. Lithium batteries, including the ones that power PEDs, can go into thermal runaway. A thermal runaway may result in the release of heat, smoke, flames and in some cases in explosion. FAA report DOT/FAA/TC-16/37 shows how a lithium cell in thermal runaway may experience a rapid and uncontrolled temperature rise, with peaks that may exceed 760° C. The increasing number of lithium batteries contained in PEDs carried by the flight crew on commercial transport aircraft results in a higher risk of in-flight lithium battery fire on the flight deck.		

Task2：航空機・装備品の安全基準・国際標準における環境新技術の導入による影響分析 | EASA

EASAがリチウムバッテリーに関するSpecial Conditionsでは、以下のようにCS-25（オレンジの矢印）を参照している

SUBJECT: Mitigation of flight deck fires originating from lithium batteries that are not part of the aircraft design

要件（修正条項を含む） 修正条項27におけるCS25.831、CS25.851、25.853、25.855、25.857、25.863、25.1309、25.1360、25.1453(a)(2)、25.1453(b)(1)、25.1501、25.1541、25.1581、25.1585

ASSOCIATED IM/MoC¹: Yes ☒ / No ☐

ADVISORY MATERIAL:

Reference Documents: FAA report DOT/FAA/TC-16/37 "Summary of FAA Studies Related to the Hazards Produced by Lithium Cells in Thermal Runaway in Aircraft Cargo Compartments"

INTRODUCTORY NOTE:

The following Special Condition (SC) has been classified as important and as such shall be subject to public consultation in accordance with EASA Management Board decision 12/2007 dated 11 September 2007, Article 3 (2.) which states:

"2. Deviations from the applicable airworthiness codes, environmental protection certification specifications and/or acceptable means of compliance with Part 21, as well as important special conditions and equivalent safety findings, shall be submitted to the panel of experts and be subject to a public consultation of at least 3 weeks, except if they have been previously agreed and published in the Official Publication of the Agency. The final decision shall be published in the Official Publication of the Agency."

IDENTIFICATION OF ISSUE:

In recent years, EASA has made significant efforts to address the threat associated to thermal runaways of rechargeable and non-rechargeable lithium batteries that are certified as part of the aircraft design.

Nonetheless, a significant amount of lithium batteries not included in the design configuration of the certified aircraft, are brought on board by crew members, passengers, or as part of the cargo.

Personal Electronic Devices (PEDs) powered by lithium batteries are commonly transported on the flight deck of Large Aeroplanes, e.g. electronic flight bags (EFB) or devices carried by the flight crew for personal convenience (mobile phones, tablets, laptop computers, e-cigarettes, etc.). Transportation of PEDs on Large Aeroplanes is addressed in the EASA Air Ops rules. EFBs are considered as controlled PEDs (C-PEDs). A 'Controlled portable electronic device (C-PED)' is a PED subject to administrative control by the operator that uses it. This includes tracking the allocation of the devices to specific aircraft or persons and ensuring that no unauthorised changes are made to the hardware, software, or databases. In addition to PEDs, also power banks or spare batteries may be transported on the flight deck by flight crew members.

Lithium batteries, including the ones that power PEDs, can go into thermal runaway. A thermal runaway may result in the release of heat, smoke, flames and in some cases in explosion. FAA report DOT/FAA/TC-16/37 shows how a lithium cell in thermal runaway may experience a rapid and uncontrolled temperature rise, with peaks that may exceed 760° C.

The increasing number of lithium batteries contained in PEDs carried by the flight crew on commercial transport aircraft results in a higher risk of in-flight lithium battery fire on the flight deck.

Typical locations for PEDs on the flight deck may be the available stowage compartments or mounting brackets. PEDs lithium batteries may be connected to a power supply unit available on the flight deck, or even to a power bank.

On certain aircraft, the flight deck storage boxes may be located in close proximity to critical systems, such as flight control and oxygen lines routed on the flight deck.

In case of a battery/cell thermal runaway, the flight deck would become potentially affected by generation of heat, smoke and flames, as well as by explosions. Additionally, a battery fire affecting critical aircraft systems (e.g. flight controls and oxygen lines) may be catastrophic.

CS 25.1585(a)(3) では、すでに「操作手順は以下のために提供されなければならない」と要求している
...
(3) Emergency procedures for foreseeable but unusual situations in which immediate and precise action by the crew may be expected to substantially reduce the risk of catastrophe", the existing specifications included in CS-25 do not explicitly address the battery fire risk described above.

EASA has acknowledged that the use of PEDs on the flight deck is a common practice and, to address the risk of PED battery fire on the flight deck, has developed the special conditions and the related means of compliance that are detailed below.

EASA is aware that future evolution of the design of PEDs may have an impact on the risk associated to their use/stowage on the flight deck. This may result in the need to reconsider and update the content of these special conditions and the associated means of compliance.

Considering all the above, the following Special Condition is proposed:

実施スケジュール、タスク

調査結果

エグゼクティブサマリー

Task1： 航空機・装備品の環境新技術に係る知的財産情報の分析

Task2： 航空機・装備品の安全基準・国際標準における環境新技術の導入による影響分析

Step1-1： FAA/EASAにおける安全基準の有無

Step1-2： Special Condition等、暫定的な安全基準の適用有無

Step2： 標準化団体における議論動向

Task3： 航空機・装備品の環境新技術に係る海外での試験設備・インフラ等の整備状況調査

Task4： 国内外における航空機・装備品の環境新技術に係る標準化・技術開発動向の調査

代表的な国際標準化団体の概要及び各技術関連コミッティ

■ これらの標準化団体における各技術に対する議論動向をレビューする（2023年12月末時点）

	団体概要	関連コミッティ		
電 動 化 ・ 水 素	SAE (米)	1905年に米国自動車技術者協会として設立 1916年より航空機や船舶を含む自動推進の乗物の標準化を推進 - 基本的に技術者個人が参画	- A-5 - A-6 - AE-7 - AE-9	- AE-10 - AE-11 - E-36 - E-40
	EUROCAE (欧)	1963年にスイスにて、航空輸送に関する標準化を目的として設立 - WGの50%はRTCAと、10%はSAEと連携して標準化を推進 - 企業や国家、教育機関が参画	- WG-63（航空機システム・装備品） - WG-72（システムセキュリティ） - WG-80（水素燃料電池） - WG-113（電動ハイブリッド推進） - WG-116（高電圧システム/コンポーネント）	
	RTCA (米)	1935年に航空無線技術委員会として設立し、1991年に民営化 1975年～2018年まではFAAの諮問機関として、標準化を推進 - 企業や国家機関が参画	- SC-135 - SC-159 - SC-180 - SC-200	- SC-205 - SC-216 - SC-225
	ASTM (米)	1898年に米国材料試験協会として設立 - 世界最大の標準化機関として、幅広い分野の標準化を推進 - 個人または団体として参画	- F39.05 (電気推進システム) - F44.40 (航空機パワープラント) - F44.50 (航空機システム・装備品)	

標準化団体の議論動向

各標準化団体における各技術に関する議論動向は下記の通り

- 凡例：
- 標準化団体で議論が実施されている技術
 - × 標準化団体で議論が実施されていないとみられる技術
 - △ 明確な言及はないものの議論対象となっていると考えられる技術（例：RTCAの環境試験のデファクトスタンダードであるDO-160など）

対象分野	対象技術	関連部品	標準化団体			
			SAE	EUROCAE	ASTM	RTCA
電動化	ハイブリッド電動推進システム	ハイブリッド電動推進システム*	○	○	○	△*
	推進用モーター	電動推進用モーター*	○	○	○	△*
		ジェネレーター*	○	○	○	△*
		フライホイール型蓄電装置	×	×	×	△*
	バッテリー	リチウムイオンバッテリー	○	○	○	○
		全固体電池	×**	×**	×**	×**
	電動タキシングシステム	電動タキシングシステム	○	×	×	△*
水素化	水素燃料タンク	液体水素燃料貯蔵タンク	○	○	×	△***
	水素燃料ポンプ	水素燃料ポンプ	○	○	×	△***
	水素航空機用エンジン	水素航空機用エンジン	×	×	×	△***
	燃料電池	燃料電池	○	○	×	△***

注釈

*環境試験に関するデファクトスタンダードであるDO-160のアップデートの中で議論されている可能性がある

**現在明示的に全固体電池に言及した議論ペーパーはないため×と判定

***直接的な言及はないものの、EUROCAR WG-80と活動を連携しているとみられる

電動化（ハイブリッド推進/電動推進モーター/ジェネレータ）

【SAE】AE7Cでは、システムレベルでの電力の生成と制御、貯蔵、変換、配電、負荷管理、利用に関する規格と仕様に関して幅広い議論が実施されている

Committees	Status	Document	Title	Date	Overview
AE-7C Systems	WIP	AIR6540C	Fundamentals in Wire Selection and Sizing for Aerospace Applications	2023/10/5	航空宇宙アプリケーションのワイヤサイズを選択する基本原則を把握し、ワイヤの選択が特定の物理的および環境条件で適切に機能することを確認
AE-7C Systems	WIP	AIR7098	System Recommendations for Power Conversion between Propulsive and Nonpropulsive Buses	2022/11/18	ノイズや電圧の不均衡がある電気バス内の電力変換に関する推奨事項について記載
AE-7C Systems	WIP	AIR7502A	Aircraft Electrical Voltage Level Definitions	2021/10/20	将来のMEAや電動航空機の定義等に関する検討
AE-7C Systems	WIP	AIR7497	Advanced methods for Wire Selection and Sizing for Aerospace applications	2019/5/31	AIR6540から継続し、機体及びコンポーネントにおける電線の選択方針及びサイズについて記載
AE-7C Systems	WIP	AIR8445	Aerospace Electrical Power System Stability	2018/9/11	電力システムの安定性に関して、運用上想定されるシナリオや必須となるレンジについて議論
AE-7C Systems	WIP	AIR6198	Considerations for future more electric aircraft electric power systems	2011/5/7	現在の規格では扱われていないMEAへの影響を評価するために、業界との対話を可能にする予備的なステップとして位置づけ

【SAE】AE-9では、機体及びエンジンで使用する電気機器について幅広く議論されている

Committees	Status	Document	Title	Date	Overview
AE-9 Electrical Materials Committee	WIP	AIR6674	Electrical Insulation Materials in Hybrid Aerospace	2019/10/3	今後注視すべき項目について検討されており、部分放電による絶縁劣化やメカニズム、寿命予測、評価方法等が検討中
AE-9 Electrical Materials Committee	WIP	AIR7219	Electrical and Magnetic Materials in Hybrid Aerospace	2018/3/13	主にケイ素鋼板や鉄コバルト鋼板に関する様々な特性について、文献を参照し検討
AE-9 Electrical Materials Committee	WIP	ARP6946	Assessment of Dielectric Fluids in Aerospace Electrical Machines	2020/6/29	MEAや電動ハイブリッド機における誘導電流に関する航空宇宙電機メカニクスについて議論

【SAE】AE-10では、航空機に搭載される部品の高電圧技術標準について議論されている

Committees	Status	Document	Title	Date	Overview
AE-10 HVCC High Voltage Coordinating Committee	WIP	AIR7058	High Voltage DC Electromechanical, Solid State and Hybrid Switching Devices in Aerospace Applications	2023/5/10	航空宇宙機における直流高電圧アプリケーションの定義や用語を検討し、対象とすべきスイッチング技術を特定
AE-10 HVCC High Voltage Coordinating Committee	WIP	ARP7215	Aerospace Conductor Surface Spacing on Dielectric Material	2022/11/2	高度や試験方法アプローチを含む沿面放電に関する高電圧設計標準について検討
AE-10 HVCC High Voltage Coordinating Committee	WIP	ARP7376	Design And Test of High Voltage Power Electronic equipment	2022/10/20	航空機に搭載する高電圧機器において、Level4~5に相当する電圧の推奨設計及び試験について検討
AE-10 HVCC High Voltage Coordinating Committee	WIP	AS7499	Aircraft High Voltage DC Power Quality Standard	2019/6/5	電動推進システムにおける電力品質の設計、解析、検証及びテスト方式について検討
AE-10 HVCC High Voltage Coordinating Committee	WIP	AS8441	Minimum Performance Standard for Permanent-Magnet Propulsion Motors and Associated Variable-Speed Drives	2018/6/4	永久磁石を使用した推進用モーター及びコンバーターの設計、製造及び最低性能要件について検討

【SAE】AE-11では、高エネルギーシステムにおける絶縁性の劣化について議論されている

Committees	Status	Document	Title	Date	Overview
AE-11 Aging Models for Electrical Insulation in High-Energy Systems	WIP	AIR7374	Aging Mechanisms of Electrical Insulation Materials in a High Energy System	2024/2/16	絶縁コンポーネントの故障メカニズムや物理的影響を特定し、高電圧及び高電流下における経年劣化モデルを検討
AE-11 Aging Models for Electrical Insulation in High-Energy Systems	WIP	ARP7375	Test Guidelines for assessment of Electrical Insulation Materials Ageing in a High Voltage System	2021/7/16	高電圧システムにおける絶縁材料の経年劣化を評価するための試験ガイドラインを検討
AE-11 Aging Models for Electrical Insulation in High-Energy Systems	WIP	ARP7380	Electrical Insulation Aging and Life Models for a High Energy System	2021/7/16	高エネルギーシステムの絶縁劣化モデルと寿命モデルを検討

【SAE】E-36では、エンジンの電子コントロールユニットの設計、運用及びメンテナンスを中心に議論が進んでいる

Committees	Status	Document	Title	Date	Overview
E-36 Electronic Engine Controls Committee	WIP	AIR5924B	Guidelines for the Integration of Electronic Engine Control Systems for Transport Category (Part 25) and General Aviation (Part 23) Aircraft	2019/3/26	航空機における全権限デジタルエンジン制御システム（FADEC）を搭載・統合するための方法論とアプローチについて議論
E-36 Electronic Engine Controls Committee	WIP	AIR6993	Engine Control Systems Interdependencies	2021/1/8	エンジン制御システムの相互依存性戦略及び機能に関する技術情報について記載
E-36 Electronic Engine Controls Committee	WIP	ARP5757B	Guidelines for Engine Component Tests	2020/7/22	航空機エンジンコンポーネントの耐空性実証に必要なガイダンスについて記載
E-36 Electronic Engine Controls Committee	WIP	ARP5890C	Guidelines for Preparing Reliability Assessment Plans for Electronic Engine Controls	2020/7/22	電動推進システムの信頼性評価に向けたプロセスおよびガイドラインについて議論
E-36 Electronic Engine Controls Committee	WIP	ARP6950	Application of ARP4754A to Propulsion Control System Integration	2017/3/10	ARP4754Aで定義された項目をどのように電動推進システムへ適合させるか議論
E-36 Electronic Engine Controls Committee	WIP	AS7986	Control System Fault Accommodation	2020/4/1	FAA 33.28コントロールシステムレギュレーションの認証に向けて、障害検出、対応方針及び耐久性に関する推奨事項について議論

【SAE】E-40では、ペイロード150lb/70kg以上の機体における電動推進システムに関して包括的な議論が進んでいる

Committees	Status	Document	Title	Date	Overview
E-40 Electrified Propulsion Committee	WIP	AIR7130	Assessment of Electric Engine Failures Leading to LOPC	2023/1/13	電動推進システムにおける出力制御及び電力制御が喪失した際の許容範囲について議論
E-40 Electrified Propulsion Committee	WIP	AIR7128	Integration and Certification Considerations for Electrified Propulsion Aircraft	2022/10/4	電動推進システムに関して現在提供可能な知見や標準、ガイダンス等について包括的に情報を提供
E-40 Electrified Propulsion Committee	Issued	ARP8676	Nomenclature and Definitions for Electrified Propulsion Aircraft	2022/8/1	電動推進航空機を記述する新しい領域、新しい技術、新しいアーキテクチャに関する共通言語を確立
E-40 Electrified Propulsion Committee	Issued	AIR8678	Architecture Examples for Electrified Propulsion Aircraft	2022/8/1	当分野での将来の研究の出発点として参照アーキテクチャを提供
E-40 Electrified Propulsion Committee	WIP	ARP8689	Endurance tests for Aircraft Electric Engine	2021/3/9	電動推進システムの耐久性と安全性の要件を定義するためのガイダンスを検討 型式証明を含む推進システムの認証手法を提供することが目的
E-40 Electrified Propulsion Committee	WIP	ARP8677	Safety Considerations for Electrified Propulsion Aircraft	2019/4/2	電動推進システムの安全性評価を行う際に考慮すべき特殊性について整理し、故障診断や故障率の評価方法、想定されるリスク等について検討 電動化による新たな特徴や危険性に対するアプローチの明確化を実施

【EUROCAE】WG-113では、ハイブリッド推進システム全体に関して包括的な議論が進む

Committees	Status	Document	Title	Date	Overview
WG-113 Hybrid Electric Propulsion	Issued	ER-025	List of standarisation needs for Hybrid Electric Propulsion	2022/5/11	電動ハイブリッド推進システムに関する標準化ニーズを検討し、リストを作成
WG-113 Hybrid Electric Propulsion	WIP	ED-321	Guidance material for endurance substantiation of Electric - Hybrid Propulsion Systems EHPS	Open consultation	電動ハイブリッド推進システムの耐久性に関するガイドラインについて検討
WG-113 Hybrid Electric Propulsion	WIP	ED-xxx	Guidance material for durability substantiation of Electric - Hybrid Propulsion Systems EHPS	2024/12/31	電動ハイブリッド推進システムの持続性に関するガイドラインについて検討

【EUROCAE】WG-116では、航空機の高電圧システムおよびコンポーネントに関する新しい規格を定義する議論が進行している

Committees	Status	Document	Title	Date	Overview
WG-116 High Voltage Systems and Components in Aviation	WIP	ED-zzz	Interface Characteristics and Power Quality of Aircraft High Voltage Propulsive Electrical Systems	2024/6/30	推進系の高電圧電気システムのインターフェース特性及び電力品質について検討
WG-116 High Voltage Systems and Components in Aviation	WIP	ED-zzz	Guidance for High Voltage Risk Mitigation at EWIS and Human Safety Level	2024/9/30	電気配線の相互接続系統(EWIS)基準及び人体的に安全なレベルへの高電圧リスク低減方法について検討
WG-116 High Voltage Systems and Components in Aviation	WIP	ED-320	Aging mechanisms of electrical insulation materials in a high energy system	2024/2/05	高エネルギーシステムにおける電気絶縁材料及び経年変化メカニズムについて検討
WG-116 High Voltage Systems and Components in Aviation	WIP	ED-xxx	Test guidelines for electrical insulation materials and components for a high voltage system	2024/12/31	高電圧システムにおける電気絶縁材料及びコンポーネントの試験に関するガイドラインを定義
WG-116 High Voltage Systems and Components in Aviation	WIP	ED-xxx	Electrical insulation aging and life models for a high energy system	2023/12/31	高電圧システムにおける電気絶縁の経年変化と寿命モデルについて検討

【ASTM】F39番台のコミッティでは、各コミッティにおいて推進系を含む航空機電動化の議論が進行している（1/2）

Committees	Status	Document	Title	Date	Overview
F39.01 Design, Alteration, and Certification of Electrical Systems	Active	ASTM F2490-20	Standard Guide for Aircraft Electrical Load and Power Source Capacity Analysis	2020/7/27	航空機の電気負荷及び電源容量解析に関する標準化議論を実施
F39.01 Design, Alteration, and Certification of Electrical Systems	Active	ASTM F2639-18	Standard Practice for Design, Alteration, and Certification of Aircraft Electrical Wiring Systems	2018/11/7	航空機の電気配線システムの設計、変更及び認証に関する標準的な実施事項を整理
F39.02 Inspection, Alteration, Maintenance, and Repair	Active	ASTM F2696-14 (2019)	Standard Practice for Inspection of Aircraft Electrical Wiring Systems	2019/6/5	航空機の電気配線システムの検査に関する標準化議論を実施
F39.02 Inspection, Alteration, Maintenance, and Repair	Active	ASTM F2799-14 (2019)	Standard Practice for Maintenance of Aircraft Electrical Wiring Systems	2019/6/5	航空機の電気配線システムの整備に関する標準化議論を実施
F39.03 Design of Avionics Systems	Active	ASTM F3153-22	Standard Specification for Verification of Aircraft Systems and Equipment	2022/4/27	航空機のシステム・機器に関する検証のための標準仕様を規定
F39.04 Aircraft Systems	Active	ASTM F3246-18	Standard Specification for Quality Assurance for Manufacturers of Aircraft Systems	2023/11/30	航空機システム製造業者のための品質保証のための標準仕様を規定
F39.05 Design, Alteration, and Certification of Electric Propulsion Systems	Active	ASTM F3338-21	Standard Specification for Design of Electric Engines for General Aviation Aircraft	2021/8/19	一般航空旅客機向けの、基本的な電動エンジン設計に関する標準化議論を実施

【ASTM】F39番台のコミッティでは、各コミッティにおいて推進系を含む航空機電動化の議論が進行している（2/2）

Committees	Status	Document	Title	Date	Overview
F39.05 Design, Alteration, and Certification of Electric Propulsion Systems	Work item	WK66523	Revision of F3338-18 Standard Specification for Design of Electric Propulsion Units for General Aviation Aircraft	2019/1/9	一般航空旅客機用電動推進装置設計標準仕様書の改訂を検討（液冷適合手段を追加）
F39.05 Design, Alteration, and Certification of Electric Propulsion Systems	Work item	WK70381	Revision of F3338-18 Standard Specification for Design of Electric Propulsion Units for General Aviation Aircraft	2019/10/29	一般航空旅客機用電気推進装置設計標準仕様書の改訂を検討（一般航空旅客機（Aeroplanes）用の電動推進装置（EPU）の設計に、一体型スラストを含む最小限の要求事項を追加）
F39.05 Design, Alteration, and Certification of Electric Propulsion Systems	Work item	WK82685	Revision of F3338-21 Standard Specification for Design of Electric Engines for General Aviation Aircraft	2022/7/8	F3338-21 一般航空旅客機用電動機設計標準仕様書の改訂を検討（前回のF3338の投票に寄せられた意見を踏まえ、さらなる改訂を提案）
F39.05 Design, Alteration, and Certification of Electric Propulsion Systems	Work item	WK83412	New Specification for Design of Hybrid-Electric Powerplants for General Aviation Aircraft	2022/9/9	一般航空機用ハイブリッド電気駆動システムの設計に関する新仕様を検討

【ASTM】F44番台のコミッティでは、電動推進システムに関するシステム設計、標準仕様が議論されている

Committes	Status	Document	Title	Date	Overview
F44.40 Powerplant	Active	ASTM F3239-22a	Standard Specification for Aircraft Electric Propulsion Systems	2022/9/21	航空機用電動推進システムの設計及び設置に関する耐空要求を規定
F44.50 Systems and Equipment	Active	ASTM F3316/F3316M-19	Standard Specification for Electrical Systems for Aircraft with Electric or Hybrid-Electric Propulsion	2019/12/19	電気またはハイブリッド電気推進機を搭載する航空機の電気システムの標準仕様を規定

電動化（特にバッテリーに関連するもの）

【SAE】AE-7Dでは、MWクラスや、推進システム向け含むバッテリーに関連する事項が議論されている

Committees	Status	Document	Title	Date	Overview	リチウムイオン電池に特化
AE-7D Aircraft Energy Storage and Charging Committee	WIP	AIR7357	MegaWatt and Extreme Fast Charging for Aircraft	2023/5/23	航空機向けMWクラスの超高速充電のデザインやユースケースについて議論	
AE-7D Aircraft Energy Storage and Charging Committee	WIP	ARP7131	Validation Process for Thermal Runaway Mitigation in Large Electrical Energy Storage Systems for Aviation	2021/7/6	熱暴走を定量的に検証するために、航空機の大型推進システム向けの熱暴走条件を検討	
AE-7D Aircraft Energy Storage and Charging Committee	WIP	AS6968	Connection Set of Conductive Charging for Light Electric Aircraft	2019/11/21	電動航空機向けの導電性接続セットに関する検討	
AE-7D Aircraft Energy Storage and Charging Committee	Issued	AIR6897	Battery Management Systems for Rechargeable Lithium Batteries Used in Aerospace Standards	2020/8/20	航空宇宙用途のRLBで使用するBMSアーキテクチャの設計と開発に関する基本的な背景情報とガイダンスを提供	
AE-7D Aircraft Energy Storage and Charging Committee	Issued	AIR6343	Design and Development of Rechargeable Lithium Battery Systems for Aerospace Applications	2020/1/21	航空宇宙用途のリチウム二次電池システムの設計・開発を行う際に活用すべき手法の基本的な概要を提供	✓

【ASTM】F39番台のコミッティでは、現在議論中（Work item）として、リチウムイオン電池を中心とした議論が進んでいる

Committees	Status	Document	Title	Date	Overview	リチウムイオン電池に特化
F39.01 Design, Alteration, and Certification of Electrical Systems	Work item	WK80483	New Specification for Installation of Rechargeable Lithium Batteries on Aircraft	2022/1/11	リチウム蓄電装置の設置に関するガイダンスを提供	✓
F39.05 Design, Alteration, and Certification of Electric Propulsion Systems	Work item	WK56255	New Specification for Design of Electric Propulsion Energy Storage Systems for General Aviation Aircraft	2016/10/17	一般航空機用電動推進エネルギー貯蔵システム（ESS）設計のための新仕様を検討	

【RTCA】SC-225において過去リチウムイオン電池に関連する議論が進行していたとみられるものの、現在休止中

Committees	Status	Document	Title	Date	Overview	リチウムイオン電池に特化
SC-225 Rechargeable Lithium Batteries and Battery Systems	Issued	DO-311A	Minimum Operational Performance Standards for Rechargeable Lithium Batteries and Battery Systems	2017/12/19	航空運航中に充電式リチウム電池及び電池システムが意図した機能を安全に果たすことを保証する手段を提供	✓
SC-225 Rechargeable Lithium Batteries and Battery Systems	Issued	DO-347	Certification Test Guidance for Small and Medium Sized Rechargeable Lithium Batteries and Battery Systems	2013/12/18	航空機に搭載される小型及び中型の充電式リチウム電池及び電池システムに関する試験・搭載に向けた指針を提供	✓

電動化（特に電動タキシングに関連するもの）

【SAE】A-5において、電動タキシングを含む新たなタクシング技術の議論が開始されているとみられる

Committees	Status	Document	Title	Date	Overview
A-5 Aerospace Landing Gear Systems Committee	Published/Reaffirmed	AIR6246	Landing Gear (Engine Off) Taxi System	2021/2/3	現在様々な企業によって開発されている新しい動力着陸装置タクシー技術が影響を受ける規制を特定、既存の耐空性規則が新技術を適切にカバーしているかどうかを確認する。（ただし、2015年時点のデータで議論）

水素化

【SAE】水素燃料タンク、燃料電池に関する議論が開始している。他方で、水素燃料エンジンに関しての議論は開始していないとみられる

Committees	Status	Document	Title	Date	Overview	対象技術		
						水素燃料タンク	水素燃料エンジン	燃料電池
AE-7F Hydrogen and Fuel Cells	Published/Reaffirmed	AS6858	Installation of Fuel Cell Systems in Large Civil Aircraft	2023/4/21	燃料貯蔵、燃料供給、電気システムの航空機への統合を含む、固体高分子形燃料電池システムの安全な開発、試験、統合、バリデーション、認証のための技術ガイドラインを定義			✓
AE-7F Hydrogen and Fuel Cells	WIP	AS7141	Hydrogen Fuel Cells for Propulsion	2023/5/22	推進システムのための電力生成、および飛行制御、油圧、空気圧、航空電子工学などの重要なシステム（一次電力）を分配する航空機の電気システムのための水素PEM燃料電池の使用			✓
AE-7F Hydrogen and Fuel Cells	WIP	AS7373	Gaseous Hydrogen Storage for General Aviation	2021/7/6	一般小型航空機向けの水素ガスタンクにおける、ガス充填方法を含む運用、メンテナンス、統合、認証について検討	✓		
AE-7F Hydrogen and Fuel Cells	Published/Reaffirmed	AIR6464	EUROCAE/SAE WG80/AE-7AFC Hydrogen Fuel Cells Aircraft Fuel Cell Safety Guidelines	2020/2/5	補助電力を供給する目的で、航空機に燃料電池を搭載することに関する包括的な参考情報と背景情報を提供			✓
AE-7F Hydrogen and Fuel Cells	WIP	AS6679	LIQUID HYDROGEN STORAGE FOR AVIATION	2019/11/21	航空機向けの液体水素タンクにおける、充填方法を含む運用、メンテナンス、統合、認証について検討	✓		
AE-7F Hydrogen and Fuel Cells	Published/Issued	AIR7765	Considerations for Hydrogen Fuel Cells in Airborne Applications	2019/11/18	水素を燃料とする燃料電池システムの航空機利用を促進するために必要な、包括的な参考資料、背景情報、潜在的な利点を提供			✓

【EUROCAE】SAEと同様、水素燃料タンク・燃料電池に関する議論が開始している一方で、水素燃料エンジンに関しての議論は開始していないとみられる

Committees	Status	Document	Title	Date	Overview	対象技術		
						水素燃料タンク	水素燃料エンジン	燃料電池
WG-80 Hydrogen Fuel Cell Systems	WIP	ED-XXX	MASPS for Liquid Hydrogen storage and distribution on-board aircraft	2024/12/31	航空機向け液体水素燃料電池の Minimum Aviation System Performance Standards(MASPS)について議論			✓
WG-80 Hydrogen Fuel Cell Systems	WIP	ED-XXX	MASPS for Hydrogen Fuel Cells for Propulsion	2024/12/31	航空機向け燃料電池推進システムに関する Minimum Aviation System Performance Standards(MASPS)について議論			✓
WG-80 Hydrogen Fuel Cell Systems	WIP	ED-XXX	MASPS for Gaseous Hydrogen Storage and Distribution for Small Aircraft	2023/9/1	航空機向け気体水素貯蔵に関する Minimum Aviation System Performance Standards(MASPS)について議論	✓		
WG-80 Hydrogen Fuel Cell Systems	Published /Issued	ER-020	Considerations for Hydrogen Fuel Cells in Airborne Applications	2019/11/18	航空機以外の分野で使用されている水素燃料電池に関する検討を行い、航空燃料として水素を使用するための包括的な分析を実施			✓
WG-80 Hydrogen Fuel Cell Systems	Published /Issued	ED-245	MASPS for Installation of Fuel Cell Systems on Large Civil Aircraft	2017/7/30	大型航空機向けの燃料電池システム導入に対するMinimum Aviation System Performance Standards(MASPS)を策定。この文書の技術的な概念とアプローチの大部分は業界のベストプラクティスを示す			✓
WG-80 Hydrogen Fuel Cell Systems	Published /Issued	ED-219	Aircraft Fuel Cell Safety Guidelines	2013/2/1	プロトン交換膜(PEM)燃料電池システム(FCS)と水素燃料の安全な統合実現に関する技術ガイドラインについて記載。この文書は燃料電池システムの設計や運用、搭載方法、安全性についても記載			✓

【参考】各コミッティの概要

各コミッティの概要

SEAにおいて関連技術が議論されているコミッティ

グループ名	コミッティ #	コミッティ名	コミッティ概要	対象技術
Aircraft Systems Group	A-5	Aerospace Landing Gear Systems Committee	ランディングギアの設計やメンテナンス、運用上の知見等について議論	電動
Aerospace Mechanical & Fluid Systems Group	A-6	Aerospace Actuation, Control and Fluid Power Systems	- アクチュエーター、制御及び油圧等について網羅的に議論 - 特にA-6B2では電動油圧式アクチュエーター、A-6B3では電動機械式アクチュエーターを担当	
Aerospace Electronics & Electrical Systems Group	AE-7	Aerospace Electrical Power and Equipment Committee	発電、コントロール、蓄電、変圧、分電等、電力及び電気設備について議論（サブコミッティが存在）	
	AE-7(F)	Hydrogen and Fuel Cells	水素燃料電池や水素燃料タンク（ガス及び液体）について議論	水素
	AE-9	Electrical Materials Committee	機体及びエンジンで使用する電気機器について議論	電動
	AE-10	HVCC High Voltage Coordinating Committee	搭載される部品の高電圧技術標準について議論	
	AE-11	Aging Models for Electrical Insulation in High-Energy Systems	高エネルギーシステムにおける絶縁性の劣化について議論	
Aerospace Propulsion Systems Group	E-36	Electronic Engine Controls Committee	エンジンの電子コントロールユニットの設計、運用及びメンテナンスについて議論	
	E-40	Electrified Propulsion Committee	ペイロード150lb/70kg以上の機体における電動推進システムについて議論	
Aerospace General Projects Systems Group	G-32	Cyber Physical Systems Security Committee	コンポーネントのサイバーフィジカルセキュリティについて議論	電動
Systems Development and Safety, Component Process and Management Systems Group	S-18	Aircraft and Systems Development and Safety Assessment Committee	機体及びシステムの安全性評価について議論	

各コミッティの概要

EUROCAEにおいて関連技術が議論されているコミッティ

ワーキンググループ#	ワーキンググループ名	コミッティ概要	対象技術
WG-14	Environment	航空機の堅牢性に係る最低品質基準及び上空における環境負荷の基準について検討	
WG-71	UG FAS/EUROCAE/RTCA User Group Forum on Aeronautical Software	航空ソフトウェア開発に携わる人々が情報を共有するためのフォーラムとして設置	電動化 (RTCAと協業)
WG-72	Aeronautical Systems Security	航空システムの長期的な安定性を保証すべく、航空システムセキュリティガイドラインについて検討	
WG-113	Hybrid Electric Propulsion	ACARE (the Advisory Council for Aeronautics Research in Europe)ゴールを実現すべく、ハイブリッド電動航空機の推進システムに関する検討を実施	
WG-116	High Voltage Systems and Components in Aviation	電動航空機やハイブリッド航空機の開発に向け、高電圧システムおよびコンポーネントに関して標準化が求められる箇所の特定と規格検討	電動化
WG-80	Hydrogen and fuel Cell Systems	MEA検討の一環として、水素燃料電池システムを航空宇宙機で使用するための認証に向けた調査やガイドラインを作成。なお、電力や信頼性などの性能要求は対象外	水素

各コミッティの概要

ASTMにおいて関連技術が議論されているコミッティ

コミッティ#	コミッティ名	サブコミッティ#	サブコミッティ名	コミッティ概要	対象技術
F39	Aircraft Systems	F39.01	Design, Alteration, and Certification of Electrical Systems	航空機における電気系統の設計・代替・認証に関する検討を実施	電動化
		F39.02	Inspection, Alteration, Maintenance, and Repair	航空機における電気配線システムにまつわる検査・改造・維持・修理に関する検討を実施	
		F39.03	Design of Avionics Systems	航空電子機器システムの設計に関する検討を実施	
		F39.04	Aircraft Systems	航空機システムの設計・設置・品質保証に関する検討を実施	
		F39.05	Design, Alteration, and Certification of Electric Propulsion Systems	電気推進システムの設計、改造、及び認証に関する検討を実施	
F44	General Aviation Aircraft	F44.40	Powerplant	航空機動力装置に関する検討を実施	
		F44.50	Systems and Equipment	航空機のシステム及び機器に関する検討を実施	

各コミッティの概要

RTCAにおいて関連技術が議論されているコミッティ

コミッティ#	コミッティ名	コミッティ概要	連携を図っている他標準化コミッティ・規格（太字は共同で文書を作成）	対象技術
SC-135	Environmental Testing	商用アビオニクスの環境試験に関する国際的なデファクトスタンダードである、DO-160の継続的なメンテナンスを実施	• EUROCAE WG-14 • EUROCAE WG-99 • RTCA SC-159 • SAE AE-2 • SAE AE-4 • MIL-STD-461	電動化
SC-180	Design Assurance for Airborne Electronic Hardware（休止中）	航空電子機器開発に向けた設計方針を検討	• EUROCAE WG-46	
SC-200	Modular Avionics（休止中）	統合したアビオニクスモジュールの開発及び認証について議論	• EUROCAE WG-60	
SC-205	Software Considerations（休止中）	航空機のソフトウェアに関して議論	• EUROCAE WG-71	
SC-216	Aeronautical Systems Security	航空機へ搭載するシステムのセキュリティについて議論	• EUROCAE WG-72※	
SC-225	Rechargeable Lithium Batteries and Battery Systems（休止中）	航空機コンポーネントとして搭載されるリチウム電池及びバッテリーシステムの認証ガイダンスについて議論	—	

※現状、定期全体会議も共同で実施

実施スケジュール、タスク

調査結果

エグゼクティブサマリー

Task1： 航空機・装備品の環境新技術に係る知的財産情報の分析

Task2： 航空機・装備品の安全基準・国際標準における環境新技術の導入による影響分析

Task3： 航空機・装備品の環境新技術に係る海外での試験設備・インフラ等の整備状況調査

Task4： 国内外における航空機・装備品の環境新技術に係る標準化・技術開発動向の調査

航空機開発向け試験設備調査

Task3：航空機開発向け試験設備

新技術官民協議会の技術WG参加企業へのヒアリング結果を基に、海外設備について調査。
必要な試験項目は従来の航空機と同じケースも多く、OEM等多くのメーカーは設備を保有。

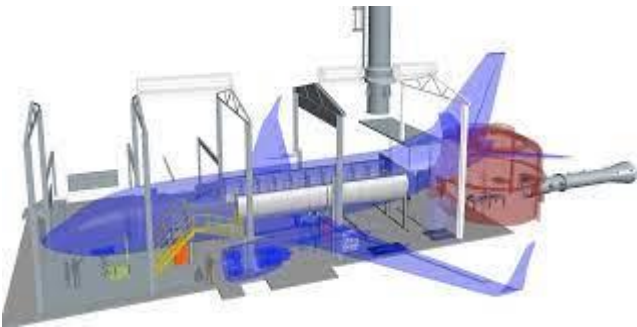
技術類型	設備類型	次世代航空機開発において必要と想定される試験設備	今回ベンチマーク対象とした試験設備	地域	設置年	取得している認証
GX 推進-電動化	システム	二桁MWクラスの大電力発電機、モータ・蓄電池のシステム試験装置	NASA Electric Aircraft Testbed (NEAT) Power Electronics and Machines Centre	US/UK	2016/2020	不明
GX 推進-電動化	サブシステム	HV電源装置	NASA Electric Aircraft Testbed (NEAT)	US	2016	不明
GX 推進-電動化	システム	電動推進機構検証（耐久性試験・振動）のための実証試験設備	—	—	—	—
GX 推進-水素化	システム	水素（極低温）燃料供給設備	FSE/GKN Aerospace/Fabrum Coventry University and FEV's Centre for Advanced Low-Carbon Systems (C-ALPS)	UK	2022/不明	不明
GX 推進-水素化	システム	GM（ギフォード・マクマホン）型冷凍機などを活用した極低温試験装置	—	—	—	—
GX 装備品-電動化	コンポーネント	高電圧対応EMI試験装置	BOEING TESTING SERVICES	US	不明	RTCA DO-160 MIL-461,462
GX 装備品-電動化 DX 装備品	コンポーネント	装備品の試験開発設備	Liebherr-Aerospace test center	FR	2021	不明
DX 装備品	コンポーネント	防爆試験装置	National Technical Systems	US	1961*	RTCA DO-160 MIL-810等
DX 装備品	コンポーネント	耐絶縁性評価装置	—（ただし装備品レベルは多数存在）	US	—	—
DX 構造/材料	サブシステム	脚揚降用Rig試験装置	AIRBUS	UK	2010	不明
DX 構造/材料	コンポーネント	プレス装置	National Composites Centre/ University of Bristol	UK	2014	不明
DX 構造/材料	コンポーネント	自動積層装置	Premium Aerotec、GKN Aerospace	DE/UK	不明/2012	不明
DX 構造/材料	コンポーネント	非破壊検査装置	Avior	CA	2002	Nadcap
DX 構造/材料	全機地上試験	静的・動的荷重用アクチュエーター	NASA Flight Loads Laboratory (FLL)	US	不明	不明
完成機システム 飛行システム	全機地上試験	水/氷に対する耐久試験装置	マッキンリー極限気候研究所	US	1944	MIL-810等
完成機システム 飛行システム	全機地上試験	特に温度、高度等の環境試験設備	マッキンリー極限気候研究所	US	1944	MIL-810等
完成機システム 飛行システム	飛行試験	テストベッド機/実証機	AIRBUS、Lufthansa、DLR	FR/DE/DE	2025?/2022 /2023	—

Task3：航空機開発向け試験設備 (二桁MWクラスの大電力発電機/モータ・蓄電池のシステム試験装置)

NASA Electric Aircraft Testbed (NEAT)は最大12MWクラスまでの高出力に対応可能な電動推進システム試験装置を設置し運用。

開発・試験設備情報

装置・設備名	電動推進システム試験装置（高電圧対応を含む）
設置施設名	NASA Electric Aircraft Testbed (NEAT)
施設所在地	オハイオ 米国
設置者	NASA
設置年	2016（2016年9月に最初のテストを実施）
対象技術開発領域	電動推進システムを含む高電圧な装備品
装置仕様	- 最大12MWまでの出力に対応可能 - 冷却については最大950kWまで対応可能 - 上空環境の再現については、60,000ftまで再現可能
取得している認証	不明
利用条件	米国内における産業、研究等の振興を目的として設置（詳細不明）
概要	- B737クラスの機体の電動化を見越して試験設備を整備 - 電動推進システム等を試験、開発するためにMWクラスの出力への対応や高高度環境を再現した動作運用試験を実施可能



Task3：航空機開発向け試験設備 (二桁MWクラスの大電力発電機/モータ・蓄電池のシステム試験装置)

University of Nottinghamは産業用電動推進システム向け試験設備としてPEMCを整備。
航空用途に限らず、複数のモビリティにおける推進システムの電動化に対応。

開発・試験設備情報

装置・設備名	電動推進システム試験装置（高電圧対応を含む）
設置施設名	Power Electronics and Machines Centre（PEMC）
施設所在地	ノッティンガム 英国
設置者	University of Nottingham
設置年	2020
対象技術開発領域	電動推進システムを含む高電圧な装備品
装置仕様	2-5MWの航空用途に対応した設備 4.5m x 5.7m (15ft x 19ft) の大きさに対応した扉 70,000ftの環境を再現可能な試験用チャンバー 120,000rpmの回転数に対応した試験機器 - 各種EMC試験
取得している認証	不明
利用条件	不明（Clean Sky 2参加メンバーが優先される可能性あり）
概要	- KV,MWクラスの電動推進システムの試験が可能な産業用の設備 - 航空機用途に限定せず、モビリティ全体が対象（TRL 6まで） - Clean Sky 2プログラムに参加 - 直近では80席クラスのハイブリッド電動推進システムにおけるTRL 4クラスの研究開発を実施



University of Nottingham (PEMC Research Group) の詳細

施設概要

- 輸送モードの電動化を主目的として、電気機械、電子システム、パワーエレクトロニクスなど電気・電子工学に関する様々な試験が可能。
- 環境試験やEMC/EMI試験などにも対応しており、統合した状態での全体試験についても対応可能。

• 施設設置の背景・目的

- 過去60年以上にわたる産業間との研究連携の一環として、進行技術の進歩に寄与するべく設置。
- 電動化技術の促進を図ると共に、英国が当該分野で世界をリードするための政府の目標達成をサポート。

• 施設建設にあたっての概要

- 推進システム電動化を目的として従来の設備は設置されており、それらの機能を拡張する形式で建設。
- 投資資金総額は5,600万英ポンド
- 設備投資費用の半分は英国政府が負担し、残りを大学側の自己資金で賄う。
- 具体的な仕様の決定は大学が行い、資金調達の後に3年間かけて具体的な設計・建設などを実施。その後追加で2年間の建設期間を経て5年間で整備。

• 施設の運用状況

- 試験自体の稼働率は17~18%程度だが、前後の準備期間もあるため一定以上の稼働率を担保。
- 専門家によるコンサルテーションは比較的早く対応できるが、試験項目によっては待ち時間も発生。

• 今後の運用・更新見通し

- 常に研究で必要とされる設備のニーズは変化するため機器の更新は必要。
- 具体的には毎年5か年計画を更新し、政府と協議の上で今後の整備方針を検討中。

• 協調設備設置に関する課題

- 特殊な設備が多いため、安定的な設備や部品の調達にサプライヤーを巻き込むことが困難。
- また試験を実施するオペレーターのトレーニングに時間を要するため、試験ニーズに対応するだけの人員の安定的な確保も課題。

Task3：航空機開発向け試験設備 (水素（極低温）燃料供給設備)

Filton Systems Engineering (FSE)、GKN Aerospace、Fabrumは共同で水素航空機開発用水素試験設備を設立。

開発・試験設備情報

装置・設備名	水素試験設備（水素燃料供給設備/極低温燃料供給試験設備）
設置施設名	existing hot and cold fuel test facility
施設所在地	Bristol UK
設置者	- Filton Systems Engineering (FSE) - GKN Aerospace - Fabrum
設置年	2022
対象技術開発領域	水素燃料電池開発
装置仕様	2.4 kW級液体水素地上試験システム - 液体水素の製造及びフライト条件（電気負荷/圧力/温度）下での燃料電池開発試験が可能
取得している認証	不明
利用条件	FSE社保有開発施設のため、利用可否不明
概要	- Innovate UKが出資するSafe Flight projectの中で、FSEがGKN Aerospaceと共同で開発し、製造。 2022年8月に完成



Task3：航空機開発向け試験設備 (高電圧対応EMI試験装置)

BOEINGは航空機向けのEMC/EMI試験や耐雷試験、飛行試験等外部の航空機における様々な試験を実施するBOEING TESTING SERVICESを運用。

開発・試験設備情報

装置・設備名	EMC/EMI・耐雷試験装置
設置施設名	BOEING TESTING SERVICES
施設所在地	米国
設置者	BOEING
設置年	不明
対象技術開発領域	航空機装備品全般（完成機体を含む）
装置仕様	航空機向けに特化したEMC/EMI及び耐雷試験設備
取得している認証	- RTCA DO-160 - MIL-461, MIL-462
利用条件	企業規模に関わらずオープン利用可能
概要	- BOEINGが自社の機体を開発するために設置した設備 - 全米中に点在しており、使用料金を支払うことで世界中の航空機メーカー等が使用可能 - 対象となる試験はEMC/EMIに留まらず、飛行試験なども含めて幅広く対応が可能 - 米国におけるNational Voluntary Laboratory Accreditation Program (NVLAP)にも参加しており試験設備としての認証を受ける



Task3：航空機開発向け試験設備 (装備品の開発試験設備)

Liebherr-Aerospace test centerは航空機のエアマネジメントを対象とした設備。
Clean Sky 2のメンバーとして2021年より水素燃料電池による電源供給が可能な設備を整備。

開発・試験設備情報

装置・設備名	Liebherr-Aerospace test center
設置施設名	Liebherr
施設所在地	トゥールーズ フランス
設置者	Liebherr
設置年	2021（水素燃料電池試験設備の設置開始年）
対象技術開発領域	水素燃料電池で動作する装備品（エアマネジメント等）
装置仕様	- 次世代航空機向けの水素燃料電池システムを模した約400kWの電力を発生できる試験設備 - 水素燃料電池システムを電源とする航空機用装備品の試験及び開発に使用
取得している認証	不明
利用条件	Clean Sky 2に関係する企業・団体を中心に利用可能
概要	- この試験設備は、フランス民間航空局（Direction Générale de l'Aviation Civile）が支援するFrance Relance計画の一環として整備 - Clean Sky 2プロジェクトにも参加する等、航空機向けに特化した設備として運用

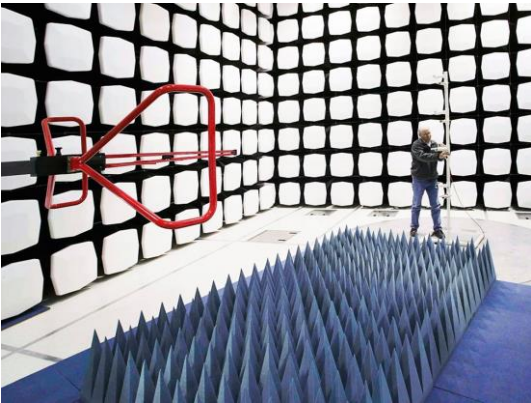


Task3：航空機開発向け試験設備 (防爆試験装置)

National Technical Systemsは第三者認証を受けた様々な試験サービスを提供
防爆試験だけでなく、コンポーネントレベルでの様々な環境試験に対応

開発・試験設備情報

装置・設備名	防爆試験装置
設置施設名	National Technical Systems
施設所在地	United States
設置者	National Technical Systems
設置年	1961（企業設立年）
対象技術開発領域	航空分野向け装備品開発
装置仕様	・ 米国および欧州における軍民の安全喜寿運に適合した装置 ・ 高度100,000 ft（30,480m）まで再現可能な試験用加圧チャンバー ・ +300°F（150°C）まで再現可能な加熱装置 ・ 揮発性物質としては下記の物に対応 ・ n-ヘキサン ・ プロパン ・ 水素ガス ・ 気化ジェット燃料（水素ガスとの混合含む）
取得している認証	・ RTCA DO-160 ・ MIL-810等
利用条件	・ オープンに利用可能
概要	・ National Technical Systems社は米国を中心に59の拠点で試験サービスを提供する民間企業 ・ EMIを中心に航空・軍事・宇宙等様々な産業における試験に対応 ・ NASAの月面探査プロジェクト「アルテミス計画」にも参画しており、2019年にはNASAより Space Flight Awareness Supplier Awardを受賞



Task3：航空機開発向け試験設備 (脚揚降用Rig試験装置)

AIRBUSは英フィルトンにA350開発用着陸装置システム試験施設を保有。

開発・試験設備情報

装置・設備名	ランディングギアRig試験設備(脚揚降用Rig試験装置)
設置施設名	A350 XWB Landing Gear Systems Test Facility
施設所在地	Filton UK
設置者	AIRBUS
設置年	2010
対象技術開発領域	航空機着陸装置システム開発
装置仕様	不明
取得している認証	不明
利用条件	不明
概要	- AIRBUSは2010年に英フィルトンにA350着陸装置システム試験施設を開設。 - 上記施設に39万ユーロ(34万ポンド)を投資。 - HydeグループがA350用ノーズランディングギア/メインランディングギアRig試験装置の設計/製造/納品を担当。



Task3：航空機開発向け試験設備（プレス装置）

英国National Composites Centre (NCC) はUniversity of Bristol内に複合材開発用36,000kN級大型プレス機を共有設備として保有。航空宇宙分野への利用も想定されている。

開発・試験設備情報

装置・設備名	複合材料開発用プレス加工装置
設置施設名	University of Bristol
施設所在地	Bristol UK
設置者	National Composites Centre (NCC) University of Bristol UK
設置年	2014
対象技術開発領域	航空分野向け複合材開発
装置仕様	- メーカー：Schuler - 成形出力：36,000kN - クランプ面積：3.6×2.4m - HP-RTM(High Pressure Resin Transfer Molding) 成形に対応
取得している認証	不明
利用条件	企業規模に関わらずオープン利用可能
概要	2014年にNational Composites Centre (NCC) がUniversity of Bristol内に導入。 - University of BristolではNational Composites CentreやRolls-Royce社等と提携し、複合材に関する研究開発を推進。 - Rolls-Royce社の支援により、大学内にComposites Technology Centre (UTC) を保有。同社向けの複合材料部品設計及び製造向けの解析技術の研究を実施。 - 複合材の高速かつ低コスト成形が重要となる分野（エネルギー/航空宇宙/自動車/防衛/船舶/鉄道）での素材開発を想定しプレス装置を導入。 - 国内では名古屋大学がナショナルコンポジットセンター研究開発用に川崎重工製のプレス機を保有している。



Task3：航空機開発向け試験設備 (自動積層装置)

AIRBUSの子会社であるPremium AerotecはAugsburg工場にA350胴体パネル生産用自動積層装置（ATL：Automated Tape Laying Machine）を保有。

開発・試験設備情報

装置・設備名	自動積層装置（ATL：Automated Tape Laying Machine）
設置施設名	Augsburg工場（A350 胴体構造製造工場）（推測）
施設所在地	Augsburg Germany
設置者	Premium Aerotec
設置年	不明（ただしA350開発用と見られるため2013年以前の可能性が高い）
対象技術開発領域	航空分野向け複合材開発
装置仕様	- メーカー：MAG - その他スペックについては公開情報無し
取得している認証	不明
利用条件	生産用装置であるため、自社外の試験/開発用途での利用は不可
概要	- ATLとはプリプレグを自動的に配置・積層する自動積層装置の一種であり、比較的単純な形状の部材の積層に用いられ、平面状に積層する部材において高い生産性を発揮する装置である。 - Premium Aerotec（AIRBUS子会社）はAIRBUS製航空機の航空機構造部材の生産を幅広く担当。MAG社製のATLを用いてA350の胴体パネルの製造を行っている。

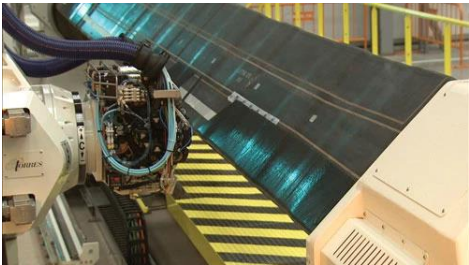


Task3：航空機開発向け試験設備 (自動積層装置)

GKN AerospaceはWestern Approach工場内にA350リアスパー製造用自動積層装置 (AFP：Automatic Fiber Placement Machine) を保有。

開発・試験設備情報

装置・設備名	自動積層装置（AFP：Automatic Fiber placement Machine）
設置施設名	GKN Western Approach Plant
施設所在地	Weston Approach UK
設置者	GKN Aerospace
設置年	2012
対象技術開発領域	航空分野向け複合材開発
装置仕様	- メーカー：Mtorres - 配置速度（切断/追加/配置）：60~100mpm（Mtorres HPより推定）
取得している認証	不明
利用条件	生産用装置であるため、自社外の試験/開発用途での利用は不可
概要	- AFPとはプリプレグを自動的に配置・積層する自動積層装置の一種であり、3次元曲面を有する部材にも対応できるのが特徴である。 - GKN Western Approach PlantではA350及びA400Mの翼構造部材の生産組立を担当。Mtorres社製のAFPを用いてA350リアスパーの製造を行っている。 - 国内でも川崎重工業がB787胴体スキンの積層用にAFPを導入している。

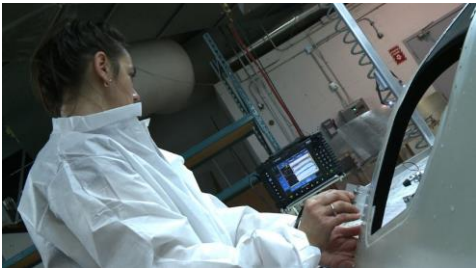
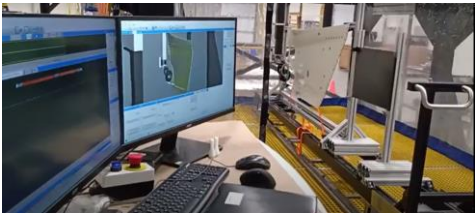


Task3：航空機開発向け試験設備 (非破壊検査装置)

Avior社は超音波探傷試験を中心に、
Nadcap認定を受けた航空宇宙向け複合材料の非破壊検査サービスを提供

開発・試験設備情報

装置・設備名	非破壊検査装置 (超音波探傷試験(UT)等)
設置施設名	Granby Business Unit Aerospace Testing Lab
施設所在地	Granby, Quebec, Canada
設置者	Avior
設置年	2002 (企業設立年)
対象技術開発領域	航空分野向け複合材開発
装置仕様	- 超音波検査(A-スキャン)、透過固定式ウォータージェットヨーク噴出システム、パルスエコー、透過型検査 - フェーズドアレイ超音波検査、パルスエコー/A-B-Cスキャン、ミニホイールエンコーダ - 共振、ピッチキャッチ、メカニカルインピーダンス解析 超音波検査 - 自動超音波検査、透過およびパルスエコー、10軸ピストルウォータージェット噴出システム - 以下装置等を設置 - Olympus OmniScan MX portable ultrasonic equipment - Portable CMM (Faro-Arm) - Static Yoke Focus PX Through-Transmission Ultrasonic equipment - Automated 10-axis sidearm Ultrasonic gantry system 10' x 5' x 6'
取得している認証	Nadcap
利用条件	オープンに利用可能
概要	- Avior社は航空機構造分野におけるTier2サプライヤーであり、航空機部材の検査サービスも提供している。Avior社は三菱重工業との取引実績あり。 - Avior社の航空宇宙用非破壊検査法はNadcap認定を受けており、BOEING、ボンバルディア、ベルフライト、ノースロップ・グラマン等の航空機メーカーの仕様を満たした検査が可能。



Task3：航空機開発向け試験設備 (静的・動的荷重用アクチュエーター)

NASA Flight Loads LaboratoryはArmstrong Flight Research Center内に機体開発用荷重負荷試験用設備（含静的・動的荷重用アクチュエーター）を保有。

開発・試験設備情報

装置・設備名	荷重負荷試験用設備（含静的・動的荷重用アクチュエーター）
設置施設名	Armstrong Flight Research Center
施設所在地	米国 カリフォルニア州
設置者	NASA Flight Loads Laboratory (FLL)
設置年	不明
対象技術開発領域	航空機装備品全般（完成機体を含む）
装置仕様	- 飛行荷重試験及び、構造部品や完成機体に対する機械荷重試験/熱試験が可能。 - 設備寸法：幅164ft/奥行120ft/高さ40ft 84チャンネルで油圧コントロールが可能。 300,000lbfまでの荷重に対応するアクチュエーター/ロードセル/ロードフレームを搭載。
取得している認証	不明
利用条件	オープンに利用可能
概要	- FLLは1964年に設立された国立研究所であり、亜音速/超音速飛行に係る研究と航空機構造試験のサポートを実施。 - 過去右記機体の構造試験を実施：X-15, X-24, YF-12, Space Shuttle, F-111 AFTI／MAW, X-30, F-15 ACTIVE, X-37, X-38, X-43, Orion Crew Module, F-18 AAW, E-2C Advanced Hawkeye, Global Observe



Task3：航空機開発向け試験設備 (水/氷に対する耐久試験装置) (温度、高度等の環境試験設備)

格納庫大のサイズを誇るマッキンリー極限気候研究所の試験装置では、軍用機のみならず民間機も対象として完成機体の環境試験を実施。

開発・試験設備情報

装置・設備名	高温・極低温・雨雪氷等環境負荷試験装置
設置施設名	マッキンリー極限気候研究所
施設所在地	フロリダ 米国
設置者	アメリカ空軍
設置年	1944
対象技術開発領域	航空機装備品全般（完成機体を含む）
装置仕様	-40℃～50℃の温度環境を再現 - 太陽光や雨、雪、氷の環境を再現
取得している認証	MIL 810等
利用条件	企業規模に関わらずオープン利用可能
概要	- エグリン空軍基地の第96試験飛行隊の施設とした開設・運用 - 軍用に留まらず、民間の航空機メーカー各社も使用し型式証明取得に向けた試験を実施 - 環境試験については格納庫クラスのサイズを誇る非常に大型の設備を備えており、完成機体をそのまま試験室に格納し試験を実施することが可能



Task3：航空機開発向け試験設備 (テストベッド機/実証機)

AIRBUSは水素燃料電池と水素エンジンのハイブリッド機であるZEROeの市場投入に向け、A380をベースにした飛行試験機を開発し運用することを想定。

開発・試験設備情報

装置・設備名	飛行試験機
設置施設名	AIRBUS
施設所在地	フランス
設置者	AIRBUS
設置年	2025？（2025年ごろから飛行試験を開始する想定）
対象技術開発領域	水素航空機関連技術全般
装置仕様	・ 後部（尾部）4つの液体水素タンクを配置 ・ 後部胴体に沿って搭載された水素燃焼エンジン ・ 液体水素供給システム ・ 液体水素をガス状にするコンディショニング・システム ・ エンジン推進のために水素ガスを燃焼させる推進システム
取得している認証	・ 不明
利用条件	・ オペレーターだけが使用可能
概要	・ AIRBUSのZEROeデモンストレーターは、さまざまな低炭素技術を試験するために設計されたA380ベースの飛行実証機である ・ A380 MSN1試験機は、2035年までに世界初の水素を動力源とする民間航空機を市場に投入するための試験設備として運用



Task3：航空機開発向け試験設備 (テストベッド機/実証機)

Lufthansaは、自社グループで運航し退役したA320ceoを活用して、DLRやZAL等と共同で水素航空機開発用の試験機を整備・運用。

開発・試験設備情報

装置・設備名	飛行試験機
設置施設名	Lufthansa-Technik Hydrogen Aviation Lab
施設所在地	ハンブルク ドイツ
設置者	Lufthansa-Technik
設置年	2022
対象技術開発領域	水素燃料電池や水素燃料タンク
装置仕様	退役したA320ceoをベースに液体水素燃料タンク及び燃料電池を搭載
取得している認証	不明
利用条件	オープンに利用可能であると推察
概要	水素技術のメンテナンスと地上プロセスの研究に注力 Hamburg's Ministry of Economic Affairs and InnovationとCity's investment and development bank (IFB Hamburg)が出資。



Task3：航空機開発向け試験設備 (テストベッド機/実証機)

DLRは、ドイツ連邦政府の航空研究プログラムであるUpLift projectの一環として、水素航空機技術検証用テストベッド機（Dornier 328-100）を導入

開発・試験設備情報

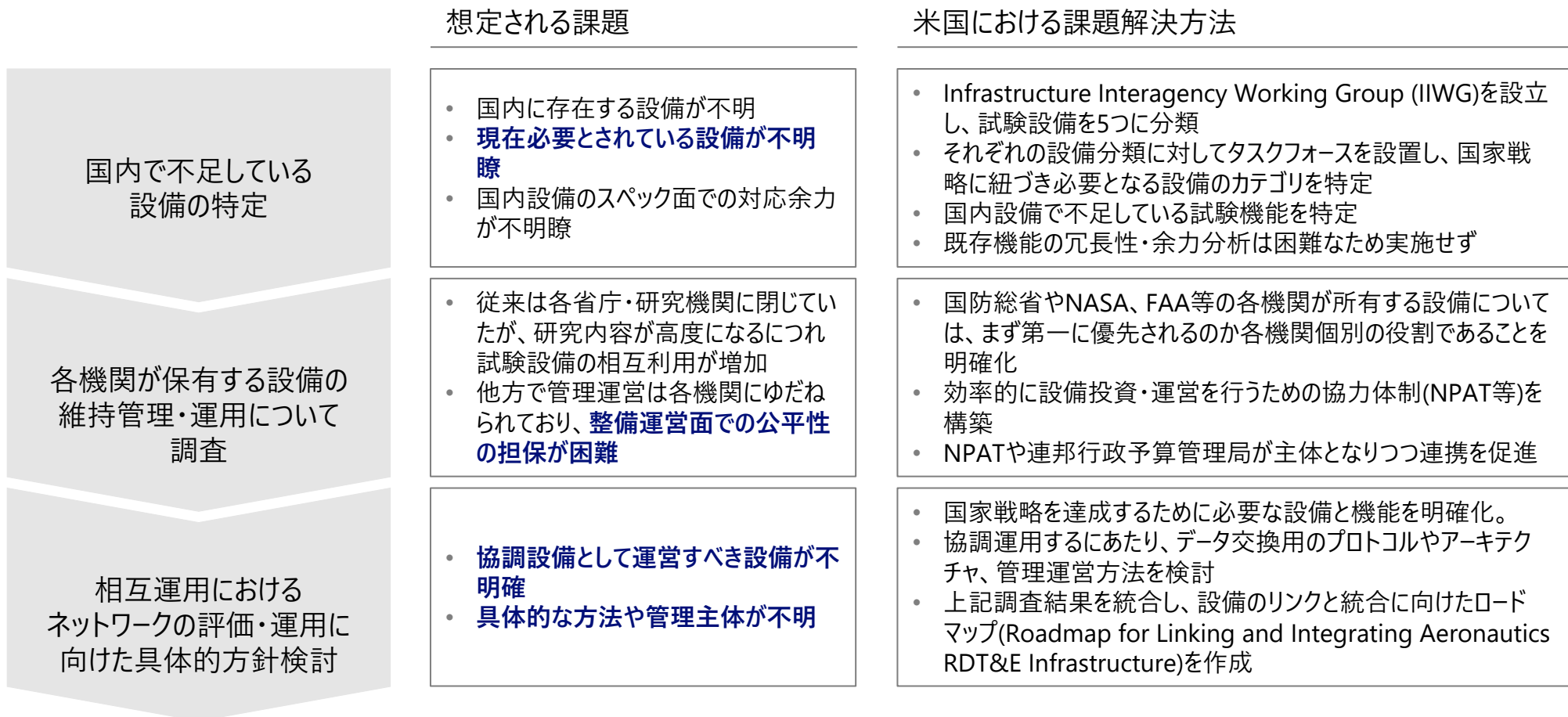
装置・設備名	飛行試験機
設置施設名	DLR Braunschweig施設内
施設所在地	Braunschweig Germany
設置者	DLR（Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt）
設置年	2023
対象技術開発領域	水素航空機関連技術全般
装置仕様	- 機種：Dornier 328-100 Model 20 - 最大離陸重量：13,990 kg - ペイロード：3,700 kg - 最高高度：9,450 m - 最大航続時間：6 h - 最大速度：348 knots
取得している認証	不明
利用条件	オープンに利用可能
概要	- ドイツ連邦政府の航空研究プログラム、UpLift projectの一環としてDLRが導入。 - 航空機の調達・改造にドイツ連邦経済・気候保護省から4,520万ユーロの資金を受け入れ。 - Deutsche Aircraft GmbHが航空機の改造を実施。 - 実際の飛行条件下における水素推進/燃焼システムの試験用途への利用を想定（排気物の環境影響評価等）。 - 飛行試験用の施設を持たない、中小企業や新興企業も利用可能。



航空機開発向け試験設備の文献調査

米国では国家戦略としての開発目標及びそれを達成するための設備目標を策定。 5つの設備分類毎にタスクフォースを設置し、設備の不足や各機関の連携状況を分析。

米国における試験設備の相互運用環境構築プロセス



参考) 米国にて設置されたタスクフォースの設備分類

#	Task Force	日本語名	概要
1	Ground Test Facilities	地上試験設備	- 航空機向けコンポーネント地上での研究、開発、試験及び評価（RDT&E）データ取得を実施 - 飛行中に想定される環境を地上で再現するため、風洞や空気の吸入が可能なエンジン試験設備、材料・構造試験装置、データ取得・計測システム等が存在
2	Flight Test Facilities (incl. aircraft)	飛行試験設備（機体を含む）	- 航空機向けコンポーネントの飛行特性に関する研究、開発、試験及び評価（RDT&E）データ取得を実施 - 上空における試験を実施するため、試験用航空機、支援航空機（随伴機によるデータ取得）、試験用空域等が存在
3	Simulation Facilities	シミュレーション設備	- リスクやコストを回避すべく、物理的な実験を伴わない試験 - 大規模な空域を再現した試験や手動試験、加速試験、フライトシミュレーター等が存在
4	High-End Computational Facilities	先進的な計算設備	- 航空機向けコンポーネントのRDT&Eプロセスにおける演算を実施 - 特に流体力学や構造力学、航空工学に関連する演算に使用されており、スーパーコンピュータ、高速プロセッサ、大容量ストレージ、高速インターネット等が存在
5	Network Infrastructure	ネットワークインフラ	各種試験装置や試験設備、組織などの相互連携性について検討

標準化議論とテスト・試験設備の連携事例

Clean Aviationは欧州におけるNet Carbon Zero達成を目的とした官民連携プロジェクト。 University of Nottinghamは、コアメンバーの一角として標準化議論に貢献

- Clean Aviationは欧州における2050年のNet Carbon Zero達成を目指し、欧州を中心に24カ国120の企業や団体及び51の大学が参加する国際的な官民連携プロジェクト。
 - 合計で654百万ユーロの出資が計画されており、現在は244のプロジェクトに対して資金を提供。
 - 特にリージョナル機向け推進系電動化や短中距離機向けの新たな高効率エンジンの開発、これらの航空機に適応可能な新たな機体形状の検討に注力しており、技術の開発に加えて国際標準化についても各国当局やメーカー等を通じて取り組む。
- 後述の通りコアメンバーは主要OEM,Tier-1に加えて試験設備を持つ研究機関・大学等も含む。
 - University of Nottinghamは産業界との長年にわたり連携を推進、SAEなどの標準化委員会への参加を含め、数十年にわたり安全基準の作成に関与している。
 - 2024年1月よりコアメンバーの一角である“The Associated Member”としてノミネート。

Clean Aviationが注力する領域および達成目標

Aircraft Class	Key technologies and architectures to be validated at aircraft level in roadmaps	Earliest entry-into-service (EIS) feasibility	Fuel burn reduction (technology- based) ¹	Emissions reduction (net – i.e. including fuel effect) ²	Current share of air transport system emissions
Regional Aircraft	Hybrid-electric, distributed propulsion coupled with highly efficient aircraft configuration	~2035	-50%	-90%	~5%
Short-Medium Range Commercial Aircraft	Advanced ultra-efficient aircraft configuration and ultra-efficient gas turbine engines, ultra-high bypass (possibly open rotor)	~2035	-30%	-86%	~50%

Clean Aviationコアメンバー企業・機関・団体（2024年3月時点）

The Founding Members		The Associated Member	
Aciturri Aeronáutica S.L.U.	MTU Aero Engines AG	Hellenic Aerospace Industry	ATR G.I.E.
Aernnova Aerospace SAU	National Institute for Aerospace Research	Israel Aerospace Industries	CAPGEMINI – represented by Capgemini Service SAS
Airbus SE	Office National d'Etudes et de Recherches Aérospatiales	NTNU	Fokker Next Gen N.V.
Centro Italiano Ricerche Aerospaziali SCPA	Piaggio Aero Industries	Politecnico di Torino	H2FLY GmbH
Dassault Aviation SA	Pipistrel Vertical Solutions d.o.o.	Siemens	INEGI
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.	Raytheon	SINTEF2	IRT Saint Exupery
Fokker Technologies Holding BV	Rolls-Royce Deutschland Ltd & Co KG	Solvay	PowerCell Sweden AB
Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der Angewandten Forschung e.V.	Safran	TECNALIA	Skylife Engineering S.L.
GE Avio S.r.l.	Stichting Koninklijk Netherlands Lucht-en Ruimtevaartcentrum	Tecnam	SOLITHOR BV
GKN Aerospace	Thales AVS France SAS	TU Braunschweig	TEST-FUCHS GmbH
Honeywell International s.r.o.	University of Patras	TU Delft	The University of Nottingham
Industria de Turbo Propulsores S.A.U.		University of Stuttgart	TUSAS (Turkish Aerospace)
Leonardo SpA		Aeromechs srl	Universidad Politecnica de Madrid
Liebherr-Aerospace & Transportation SAS		Ascendance Flight Technologies	Von Karman Institute for Fluid Dynamics
Lufthansa Technik AG		Asco Industries N.V.	VZLU – Czech Aerospace Research Centre
Łukasiewicz Research Network – Institute of Aviation		AIMEN Technology Centre	ZeroAvia UK

実施スケジュール、タスク

調査結果

エグゼクティブサマリー

Task1： 航空機・装備品の環境新技術に係る知的財産情報の分析

Task2： 航空機・装備品の安全基準・国際標準における環境新技術の導入による影響分析

Task3： 航空機・装備品の環境新技術に係る海外での試験設備・インフラ等の整備状況調査

Task4： 国内外における航空機・装備品の環境新技術に係る標準化・技術開発動向の調査

民間標準化団体におけるキーパーソン特定

SAEにおける現在の主な標準化議論動向

グループ名	コミッティ #	コミッティ名	コミッティ概要	対象技術
Aircraft Systems Group	A-5	Aerospace Landing Gear Systems Committee	ランディングギアの設計やメンテナンス、運用上の知見等について議論	電動
Aerospace Mechanical & Fluid Systems Group	A-6	Aerospace Actuation, Control and Fluid Power Systems	- アクチュエーター、制御及び油圧等について網羅的に議論 - 特にA-6B2では電動油圧式アクチュエーター、A-6B3では電動機械式アクチュエーターを担当	
Aerospace Electronics & Electrical Systems Group	AE-7	Aerospace Electrical Power and Equipment Committee	発電、コントロール、蓄電、変圧、分電等、電力及び電気設備について議論	
	AE-7(F)	Hydrogen and Fuel Cells	水素燃料電池や水素燃料タンク（ガス及び液体）について議論	水素
	AE-9	Electrical Materials Committee	機体及びエンジンで使用する電気機器について議論	電動
	AE-10	HVCC High Voltage Coordinating Committee	搭載される部品の高電圧技術標準について議論	
	AE-11	Aging Models for Electrical Insulation in High-Energy Systems	高エネルギーシステムにおける絶縁性の劣化について議論	
Aerospace Propulsion Systems Group	E-36	Electronic Engine Controls Committee	エンジンの電子コントロールユニットの設計、運用及びメンテナンスについて議論	
	E-40	Electrified Propulsion Committee	ペイロード150lb/70kg以上の機体における電動推進システムについて議論	
Aerospace General Projects Systems Group	G-32	Cyber Physical Systems Security Committee	コンポーネントのサイバーフィジカルセキュリティについて議論	電動
Systems Development and Safety, Component Process and Management Systems Group	S-18	Aircraft and Systems Development and Safety Assessment Committee	機体及びシステムの安全性評価について議論	

SAEにおけるAircraft Systems Groupのキーパーソン候補は下記

サブコミッティ		キーパーソン	団体での役職	所属機関	左記役職	概要
A5	Aerospace Landing Gear Systems Committee	Nemcheck Thomas	Chairman Emeritus	Meggitt Aircraft Braking Systems	Meggitt Aircraft Braking Systems	- 主にMRBE（Material Review Board Engineering）であり、修理/リワーク処理-MPE（Manufacturing Process Engineering）およびサプライヤーのソース検査、一次成形品検査承認-QAE（Quality Assurance Engineering）を担当する - MRBE機能は、工程能力に対応するために必要な再設計や、製品設計エンジニアが使用する設計基準に対する責任を持つ
		John Gowan	Vice chairman of A-5A committee for Wheels, Brakes, and Skid Controls	Crane Aerospace	Principal Systems Engineer	ボーイング717、737、747、757、767、777、787、エンブラエル145、エアバスA400Mなど、航空宇宙用途の着陸装置システムの開発に従事
A6B2	Electrohydrostatic Actuation Committee	Sanford Fleishman	Chairman of A6 - Aerospace Mechanical & Fluid Systems Group	Boeing	Aerospace Engineer	- 過去35年間ボーイング社に勤務し、バリューストリームマッピング、プロジェクトマネジメントシステムエンジニアリング、フライトテスト、テストに熟練 - 航空宇宙工学、航空工学、宇宙工学を専攻し、理学修士（MS）を取得
		Marin Besliu	A-6B Chairman	Safran Landing Systems Canada Inc.	Hydro/Electro Mechanical Systems Lead	Safranで24年間、着陸装置システムの要件に適合する油圧および電気油圧部品と回路の構想、設計、選定に携わる
A6B3	Electro-Mechanical Actuation Committee	不明	—	—	—	—

SAEにおけるAircraft Systems Groupのキーパーソン候補は下記

サブコミッティ		キーパーソン	団体での役職	所属機関	左記役職	概要
AE-7	Aerospace Electrical Power and Equipment Committee	Philippe Naneix	AE-7 Chairman	Safran	Head Of Engineering - Business Line Electrical Distribution - POWER Division	• Zodiac Aerospaceでシステムエンジニアリング副社長とエンジニアリングディレクターとして18年間勤務 • システム・エンジニアリング担当副社長とエンジニアリング・ディレクターを歴任
AE-7(F)	Hydrogen and Fuel Cells	Olivier Savin	Chairman, (AE-7F)	Blue Spirit Aero	Founder, CEO	• Dassault-Aviationプロジェクト・マネージャーとして17年間勤務した後、独立
AE-9	Electrical Materials Committee	Al Lambourne	Past Chairman of AE-9 (2018年以降のこの委員会に関する情報はない)	Rolls-Royce Group Plc	Materials research engineer	• 過去18年間ロールス・ロイス・グループの研究開発を担当し、2年間SAE AE-9会長を務めた
AE-10	HVCC High Voltage Coordinating Committee	Thomas Taylor	AE-10 High Voltage Committee Chairman	Boeing	Head Of Engineering - Business Line Electrical Distribution - POWER Division	• テクニカル・フェロー、エンジニアリング・ユニット・メンバー（E-UM） • 電気システム設備および接地・ボンディングの設計、試験、分析、認証において30年の経験を持つ • 電線相互接続システム（EWIS）の業界エキスパート
AE-11	Aging Models for Electrical Insulation in High-Energy Systems	不明	—	—	—	—

SAEにおけるAircraft Systems Groupのキーパーソン候補は下記

サブコミッティ		キーパーソン	団体での役職	所属機関	左記役職	概要
E-36	Electronic Engine Controls Committee					
E-40	Electrified Propulsion Committee	Gabriel Godfrey	Vice-Chair - SAE E-40	Airbus	Propulsion and Energy Standardization Leader	- 過去6年間、エアバス社でさまざまな職務や子会社を経験 - APSYS社（エアバス社）で技術アドバイザーおよびプロダクト・オーナーとしてスタートし、エアバス・プロテクト社でプロダクト・オーナーを務めた後、エアバス社で推進・エネルギー標準化リーダーとして現在の職務に就いている
		Richard Ambroise	Ex- Chair	Airbus	Head of Propelling at Airbus UpNext	- 過去数年間、E-36、およびE-40で議論を推進 - JAXAとも連携 - 日本との連携にも積極的
G-32	Cyber Physical Systems Security Committee	Howard Miller	SAE G-32 Cyber Physical System Security, Co-Leader: Risk Management Sub-Committee	Alliant Insurance Services	VP, Account Executive	- Alliant Cyber社で副社長、アカウント・エグゼクティブを務め、サイバー保険と技術的過失・過失の設計に注力している - SAE G-32 JA7496 Cyber Physical System Security Engineering Standardの発行に貢献
S18	Aircraft and Systems Development and Safety Assessment Committee	不明	—	—	—	—

EUROCAEにおける現在の主な標準化議論動向

ワーキンググループ#	ワーキンググループ名	コミッティ概要	対象技術
WG-14	Environment	航空機の堅牢性に係る最低品質基準及び上空における環境負荷の基準について検討	
WG-71	UG FAS/EUROCAE/RTCA User Group Forum on Aeronautical Software	航空ソフトウェア開発に携わる人々が情報を共有するためのフォーラムとして設置	電動化 (RTCAと協業)
WG-72	Aeronautical Systems Security	航空システムの長期的な安定性を保証すべく、航空システムセキュリティガイドラインについて検討	
WG-113	Hybrid Electric Propulsion	ACARE (the Advisory Council for Aeronautics Research in Europe)ゴールを実現すべく、ハイブリッド電動航空機の推進システムに関する検討を実施	
WG-116	High Voltage Systems and Components in Aviation	電動航空機やハイブリッド航空機の開発に向け、高電圧システムおよびコンポーネントに関して標準化が求められる箇所の特定と規格検討	電動化
WG-80	Hydrogen and fuel Cell Systems	MEA検討の一環として、水素燃料電池システムを航空宇宙機で使用するための認証に向けた調査やガイドラインを作成。なお、電力や信頼性などの性能要求は対象外	水素化

民間標準化団体のコミッティにおけるキーパーソンリスト

WG-14 Environment | WG-71 UG FAS/EUROCAE/RTCA User Group Forum on Aeronautical Software WG-72 Aeronautical Systems Security | WG-113 Hybrid Electric Propulsion

ワーキンググループ		キーパーソン	団体での役職	所属機関	左記役職	概要
WG-14	Environment	Marc Ponçon	Chairman	Airbus Group	不明	不明
		Alex Milns	Technical Programme Manager	EUROCAE (Current full-time)	Technical Programme Manager	Airservices Australiaで27年間ATCシステムに携わる
WG-71	UG FAS/EUROCAE/RTCA User Group Forum on Aeronautical Software	不明	不明	不明	不明	不明
WG-72	Aeronautical Systems Security	Cyrille Rosay	Chairman	EASA - European Union Aviation Safety	Senior Expert-Cyber Security in Aviation	EASAで17年間勤務 以前はCEATでソフトウェアとCEHのエキスパートとして17年間勤務
WG-113	Hybrid Electric Propulsion	Sylvain Clary	Chairman	Safran	Electric Hybrid Propulsion System Chief Engineer	Safranで17年間、さまざまな職務に従事
WG-116	High Voltage Systems and Components in Aviation	Rémy BIAUJAUD	Chairman	Safran	Product Line Leader	Thalesで10年間電気システム分野に携わり、その後Safranに移って5年勤務
WG-80	Hydrogen and fuel Cell Systems	Olivier Savin	Chairman	Blue Spirit Aero	CEO, Founder	Dassault-Aviation 17年間プロジェクト・マネージャーを務めた後、独立。SAEのAE 7F会長も務める

民間標準化団体のコミッティにおけるキーパーソンリスト

RTCAにおける現在の主な標準化議論動向

コミッティ#	コミッティ名	コミッティ概要	連携を図っている他標準化コミッティ・規格（太字は共同で文書を作成）	対象技術
SC-135	Environmental Testing	商用アビオニクス環境試験に関する国際的なデファクトスタンダードである、DO-160の継続的なメンテナンスを実施	• EUROCAE WG-14 • EUROCAE WG-99 • RTCA SC-159 • SAE AE-2 • SAE AE-4 • MIL-STD-461	電動化
SC-180	Design Assurance for Airborne Electronic Hardware（休止中）	航空電子機器開発に向けた設計方針を検討	• EUROCAE WG-46	
SC-200	Modular Avionics（休止中）	統合したアビオニクスモジュールの開発及び認証について議論	• EUROCAE WG-60	
SC-205	Software Considerations（休止中）	航空機のソフトウェアに関して議論	• EUROCAE WG-71	
SC-216	Aeronautical Systems Security	航空機へ搭載するシステムのセキュリティについて議論	• EUROCAE WG-72※	
SC-225	Rechargeable Lithium Batteries and Battery Systems（休止中）	航空機コンポーネントとして搭載されるリチウム電池及びバッテリーシステムの認証ガイダンスについて議論	—	軽量化
SC-159	Navigation Equipment Using the Global Navigation Satellite System (GNSS)	GNSSを活用したナビゲーション機器の最低運用性能基準及び最低航空性能基準について議論	• EUROCAE WG-62※	

※現状、定期全体会議も共同で実施

民間標準化団体のコミッティにおけるキーパーソンリスト

RTCAにおけるコミッティのキーパーソン

コミッティ		キーパーソン	団体での役職	所属機関	左記役職	概要
SC-135	Environmental Testing	Kyle McMullen	Chairman	NIAR	Director	Cessna Aircraft Companyでエンジニア・スペシャリストとして13年勤務、2014年にNIARに入社
SC-180	Design Assurance for Airborne Electronic Hardware（休止中）	不明	—	—	—	—
SC-200	Modular Avionics（休止中）	不明	—	—	—	—
SC-205	Software Considerations（休止中）	不明	—	—	—	—
SC-216	Aeronautical Systems Security	Patrick Morrissey	Co-Chair	Collins Aerospace	Technical Fellow	Rockwell Collinsで22年間サイバーセキュリティ・エンジニアリングに従事
SC-225	Rechargeable Lithium Batteries and Battery Systems（休止中）	不明	—	—	—	—
SC-159	Navigation Equipment Using the Global Navigation Satellite System (GNSS)	Chris Hegarty	Co-Chair	The MITRE Corporation	Director	1992年からCNS Engineering & Spectrumにて勤務

キーパーソン含む各コミッティとの今後の連携可能性

SAEを例とした、標準化団体参画～規格発行までの流れ

SAEの標準化検討における一般的なプロセスは下記。各段階において、各コミッティのキープレーヤーとの関係性構築が必要となる

標準化プロセス概要

■ 下記は理想的なフローであり、活動の前後・実施有無は状況によって変わる

プロセス フロー	1. 参画準備	2. SAE参画 (コミッティ参画)	3. コミッティ議論 (標準化内容議論)	4. 規格発行
概要/目的	➢ 全体トレンドや自社技術情報を整理し、ルール形成に参加することが自社R&D活動や経営戦略に合致するかを判断	➢ コミッティで行われている議論や技術課題を把握し、自社に適したコミッティを探索・参画	➢ 自身が参加すべきタスクフォースを特定し、情報を発信することでプレゼンスを高め、議論内容への関与を強化	➢ 規格発行後を見据え、技術制約を埋め込むことで参入障壁を築く
想定活動	1-1. 事前情報収集 1-2. 自社技術整理 1-3. コネクション構築	2-1. コミッティ探索 2-2. コミッティ参画 2-3. (プレゼン実施)	3-1. コミッティ会議出席 3-2. 議論内容把握 3-3. ロビイング活動 3-4. タスクフォースの特定・参加 3-5. タスクフォース議論	4-1. バロットプロセス推進 4-2. 規格発行後の営業
想定期間 (目安)	～1年	～1年	～10年	

海外有識者へのヒアリングおよび過去調査では、キーパーソンとの連携を含む各標準化団体との連携について下記のような問題が指摘されている

問題の整理

青字は共通の問題

フロー*	1. 参画準備	2. コミッティ参画	3. コミッティ議論 (標準化内容議論)	4. 規格 発行
問題 (日本企業の 指摘)	・ コミッティ内でどのような議論がされているかわからない (情報がクローズド) ・ どのような動き方をすれば良いか全体感が分からない ・ 誰に相談したら良いかがわからない ・ 航空業界の商慣習・ビジネスの進め方が分からない (他業界からの参入)	・ どのコミッティに参加すれば良いか分からない ・ コミッティへの参加が認められない	・ 人的リソースの確保が困難 ・ 参加しても認識してもらえない ・ 英語での議論についていけない ・ 積極攻勢(ゴリ押し)を仕掛けてくる欧米企業に対応できない ・ どのWGに参加するべきか分からない ・ コミッティでのプレゼンスが上がらず、投票権を持てないため議論に深く入り込めない ・ 他のコミッティの情報が分からない ・ 他標準化団体の関連する議論が分からない	・ —
問題 (海外有識者の 指摘)	・ メーリングリストメンバーになれば、コミッティ内での議論動向など大半の情報に対してはアクセスが可能である一方、日本企業からの参加登録が少ない印象がある ・ ボランティアベースであるため出張費程度の出費しかかからないものの、日本企業はハードルを高く感じている印象がある	・ コミッティに参加するには強い技術を持つことが重要(ルール上) ・ 欧米企業中心のコミッティへの参加は難しいケースがある	・ 日本との協業では言葉が通じない ・ 名簿上の参加だけであることが多い (専任の通訳やリエゾンがない) ・ 積極的な発言がないため、委員会への貢献を示すことができていないケースがある ・ 他のコミッティでの議論と連携ができていないケースがある	・ —

*フローはSAEの例、他標準化団体では異なる可能性がある

Source) NRI過去知見、有識者インタビューよりNRI作成

問題を解決する手段としては、下記のようなものが挙げられる。これらの手段により、今後の連携が加速される可能性がある

	指摘された問題事項	課題	解決手段仮説	
			手段概要	取組主体(案)
1. 参画準備	【日本】動き方が分からない	参加ハードルに関する認知の向上	・ 標準化団体等と連携した活動の継続・拡大	・ 政府・民間企業・研究機関(・標準化団体)
	【日本】誰に相談したらいいかわからない		・ 国際標準形成に関する官民連携の活動継続(その中での情報共有)	・ 官民協議会
	【海外】日本企業からの参画が少ない			
2. コミッティ参画	【日本】コミッティへの参加が認められない	参加コミッティの見極め	・ 標準化団体への実際のアプローチ推進(SAE以外)	・ 政府・調査会社
	【海外】コミッティに参加するには強い技術を持つことが重要	研究開発力の向上	・ 継続的な共同研究プロジェクトの推進	・ 研究機関・民間企業
	【海外】欧米企業中心のコミッティへの参加は難しいケースがある			
3. コミッティ議論(標準化内容議論)	【日本】人的リソースの確保が困難	企業・協議会レベルでの人的リソース確保	・ 現在取組に成功している企業のベストプラクティスの共有	・ 政府・民間企業・研究機関
	【海外】委員会への貢献を示すことができていないケースがある		・ 1社のみならず、企業が連携して関与できる体制の確保	・ 政府・民間企業・研究機関
	【海外】名簿上の参加だけであることが多い、プレゼンスが薄い	標準化組織・人材の育成	・ 標準化議論に関与する人材や組織の整備	・ 民間企業・研究機関
	【日本】英語での議論についていけない、参加しても認識してもらえない		・ 育成や整備に対する補助	・ 政府
	【海外】日本との協業では言葉が通じない	コミッティの見える化	・ 標準化団体等と連携した活動の継続・拡大	・ 政府・民間企業・研究機関(・標準化団体)
	【日本】他のコミッティの情報が分からない		・ 継続的な調査の実施、結果共有	・ 政府・調査会社
	【海外】他のコミッティでの議論と連携ができていないケースがある			

Task4：インタビュー調査

Task4について下記3件のインタビューを実施（Task1・3と同時実施）

#	組織	役職	インタビュー実施 日（日本時間）	インタビュー質問対象		
				Task1	Task3	Task4
1	Boeing	Former Vice President/General Manager of Engineering Strategy and Operations at The Boeing Company	12/7（木） 10:00-11:30 12/15（金） 9:00-10:00	✓	✓	✓
2	Airbus	Head of Propelling at Airbus UpNext	12/15（金） 17:00-18:00			✓ (E36、E40に参加)

The text is framed by two decorative swooshes. The top swoosh is a gradient bar transitioning from blue on the left to red on the right. The bottom swoosh is a solid blue bar.

Share the Next Values!