

我が国の航空機産業の 今後の成長の方向性について

2023年7月3日

経済産業省 製造産業局

1. 前回のご議論のまとめ

2. 前回のご議論の後にいただいたご提案

3. 「新たな価値の獲得」に関連する動向

4. 本日はご議論いただきたいポイント

前回いただいたご意見の整理

（１）航空機産業を国内に保持・育成することの意義

- 航空機産業を国内に保持・育成することの意義について、経済、科学技術、安全保障（経済安全保障を含む）などの観点を含め、どのように考えるか。
- 裾野の広い産業構造であることは社会の安定にもつながるため、航空機産業を国内に保持することは、産業規模を超えた意義はあると考える。

前回いただいたご意見の整理

(2) 我が国航空機産業の目指すべき方向性

- ・ これまでの我が国の航空機産業の歩みと置かれた現状をどう捉えるべきか。これまでの取組の延長で、中長期的な我が国航空機産業の成長を描くことができるか。
- 国内の開発リソースに制約がある中、既存事業を維持・強化しつつ単通路機のような新たな市場を目指さなければならない
- 既存事業の延長としての成長を目指す場合でも、単通路機への参入等の目標を掲げて努力すると思うが、リソースの制約とバランスを見つつ、何ができて、実現性が高いものはどれなのかという優先順位付けは必要。
- 単通路機に入っていく重要性はその通りである一方で、海外OEMが傷んでおり、国内もその影響を受け苦しんでいる中で、かかってくる開発費の負担をどう乗り越えるかが課題。
- ⇒ **国内の人的・資金的リソースに制約があることを認識し、戦略的な取組を進めるべき**
- 構造体でも装備品でも飛行実証を行わないと認められない中、こうした実証インフラが国内に不足しているのは課題。
- ⇒ **国内において飛行実証等の実証インフラが不足している課題を克服すべき**
- 投資回収のプランがないと企業的意思決定もできないため安定して製品購入が見込めるマーケットの創出が必要。
- ⇒ **市場創出に向けて十分な取組ができていない**
- 海外から資金調達を行うことも含めて、航空機製造業のビジネスモデルに価値を見いだしている者から資金を集めやすい仕組みが必要。
- 安定して製品購入が見込めるマーケットの創出が難しい場合、リスクの大きさを国が資金的に支えることが必要となる。諸外国と比して、資金の大きさ、スピードで劣らないことが重要。
- MSJでは政府資金を500億円しか投じていないという現実。国内企業を統合したとしても、経済産業省が資金をどの程度集められるのか本気度を民間も注視している。
- ⇒ **航空機製造業のビジネスモデル（大規模な先行投資、長期間回収）を支える資金面での課題を克服すべき**

前回いただいたご意見の整理

(2) 我が国航空機産業の目指すべき方向性

①航空機産業を取り巻く環境変化

- グリーン、デジタル、レジリエンス、新興市場拡大といった大きな環境変化がおきている中、我が国航空機産業が今後直面し得る、リスクとチャンスそれぞれをどう捉えるべきか。
- こうした環境変化の中で、新たな産業との連携、新たなプレイヤーの参画や、ビジネスモデルの革新など、航空機産業そのものの在り方が変革していく可能性をどのように考えるか。

- 機体サイズや就航距離において、それぞれの技術で強みと弱みがあるため、どの技術をどう使っていくかを具体的に考えることが重要。その上で国際的に勝てるスピードが必要。
- 目的に応じて焦点を絞ったうえで、空港やサプライチェーン等の周辺環境も含めて整理し、航空機産業全体の取り組みを進める必要がある。

⇒ **脱炭素化に向けて、具体的なフーズビリティスタディと技術ロードマップの検討が必要**

- GXにおいては、従来の航空機をインテグレーションすることから、ビジネスをインテグレーションすることによって変わってきており、航空機産業の構造が変化している印象。そういった中で、欧米ではAAM（Advanced Air Mobility）事業に将来のGXのトライアルとして取り組んでいる面もある。日本はこうした部分が弱いのではないか。
- 技術を早期に提供していくことを考えると、次世代航空機の話は全く先の話ではないため、ターボプロップ機、リージョナル機や試験機等をターゲットにしながら、何ができるのか模索することが必要。

⇒ **脱炭素化社会における技術・ビジネスモデルを早期にトライアルしながら見定めていく取組が必要**

前回いただいたご意見の整理

(2) 我が国航空機産業の目指すべき方向性

②今後の成長の方向性と実現に向けた考え方

- ・ 現状を踏まえると成長が限定的になる恐れがある中、何を強みとしてどのように付加価値を獲得していくべきか。例えば、以下の2つの方向性が考えられるのではないかと。
 - ✓ 航空機産業の能動的成長を可能とする我が国が有していない新たな付加価値の獲得(タテの成長)
 - ✓ 従来事業を拡大し多層的で強靱なSCを構築することによる収益基盤の拡大(ヨコの成長)
- 装備品事業においては、単品ではなく、ソリューションパッケージとして提供することで、付加価値や利益率を上げていくことが必要。
- 現在の構造Tier1としての参画を超えて、プログラムレベルからの参画を目指していくことが必要。
- 今後のGXについて、経済産業省からの支援も受けながら要素技術の開発に各社が取り組んでいるがこれらを取りまとめ小さくとも完成機プロジェクトを走らせることが重要。
- MSJが最新の型式認証に取り組んだ経験は非常に大きなポテンシャル。過去のYS-11や飛鳥プロジェクト等の事業の経験がOEMとの協業につながっており、MSJでの活動を通して得た最新の認証に関する知見を新しい事業にもつなげるように検討していくことが必要。
- 国際的な発言の場においてはOEMを持っている国の発言力が強く、研究成果が活かしにくい。装備品の開発も重要であり、アビオニクス等の海外製品はブラックボックス化しているが、国産の製品があれば、もう少し中に立ち入って研究開発成果を生かすことが可能となる。
- ヨコの成長を見据えて日本で先導的に取り組む事業においても、研究開発後の世界の流れを見たときに、タテの成長についても考慮する必要がある。
- ⇒ **既存事業の延長ではない新たな価値の獲得を目指した取組を進めていくべき**
- 環境対応に係る開発は現実の利益が出るまでに遠く、産業政策という観点からは別の視点での事業開発が必要。
- ⇒ **中長期的な取組を支える収益基盤の構築に資する取組を進めるべき**

前回いただいたご意見の整理

(2) 我が国航空機産業の目指すべき方向性

②今後の成長の方向性と実現に向けた考え方

- こうした成長の実現に向け、次の10年間の取組及びそこへの政策支援を検討する上でのポイントは何か。

- 100%日本で図面を書く必要はあるのかということも問いつつ、どのようにすれば人材が育つのか、事業構造が活性化するのか、を考え、産業の成長に必要なことを見極めることが必要。
- 1社での実施は不可能に近く、海外企業も国際共同開発を必要としている。完成機事業か国際共同開発かという視点を考え直す必要がある。
- MSJが未完遂に終わった現実から、国産航空機とは何か定義を検討した上で政策の方向性を確認する必要がある。
- ⇒ **航空機開発・製造がグローバルな体制で進められている環境の中、「国産航空機とは何か」を捉え直し、我が国の航空機産業の成長にとって真に必要なことを獲得すべき**
- 唯一無二の技術があれば、部品供給の方が、収益性が高いということもある。一方、航空機産業は安全認証が重要であり、最終製品の全体が分かることが必要という観点もある。最終製品を作ることありきではなく、検討を深めるべき。
- ⇒ **価値を獲得できるか、そこに至るケイパビリティをどう獲得するかという観点から、目指すべき方向性について考えるべき**
- 装備品事業は、これまでの努力の延長で実施できるのか。国内外を含めてM & Aを含めた連携、他分野の力も借りた統合をしていかないと難しいのではないか。
- 次世代航空機のような新分野でのシナジーを最大限発揮させるためには、航空機業界という限定的なプレイヤー、マーケットを超えた業界横断的な共同研究やマーケティングを考える必要がある。
- 国の補助金設計や国研の研究リソースを検討するうえで航空機業界という限定的なプレイヤー、マーケットを超えた業界横断的な共同研究やマーケティングを意識する必要がある。
- ⇒ **新分野での価値獲得に向けては、国内外、分野を超えた連携、統合（M&A等を含む）を検討すべき**
- MSJを通じて、日本の産業界は、安全認証のハードルの高さを理解したことを踏まえ、国際標準等のルールメイキングへの関与にも取り組んでいくべき。
- ⇒ **国際標準等のルールメイキングへの関与も進めていくべき**

前回いただいたご意見の整理

(2) 我が国航空機産業の目指すべき方向性

② 今後の成長の方向性と実現に向けた考え方

- こうした成長の実現に向け、次の10年間の取組及びそこへの政策支援を検討する上でのポイントは何か。

➤ 公共政策全体の観点からすべてのことが安全保障を軸にしてからんでくるため、**エネルギーや電力、鉱物資源政策等の全てを包含した政策設計が必要。**

⇒ **航空機製造業を越えた横断的な政策設計に取り組むべき**

➤ 今後10～20年の発展にとっては、国としてどういう方向でものを作るかというだけでなく、経験・人材を育成、獲得するという視点が必要。

➤ 大学等の教育においても点の技術に注力するだけでなく産業を意識していく必要がある。

⇒ **人材獲得・育成に関する取り組みを進めるべき**

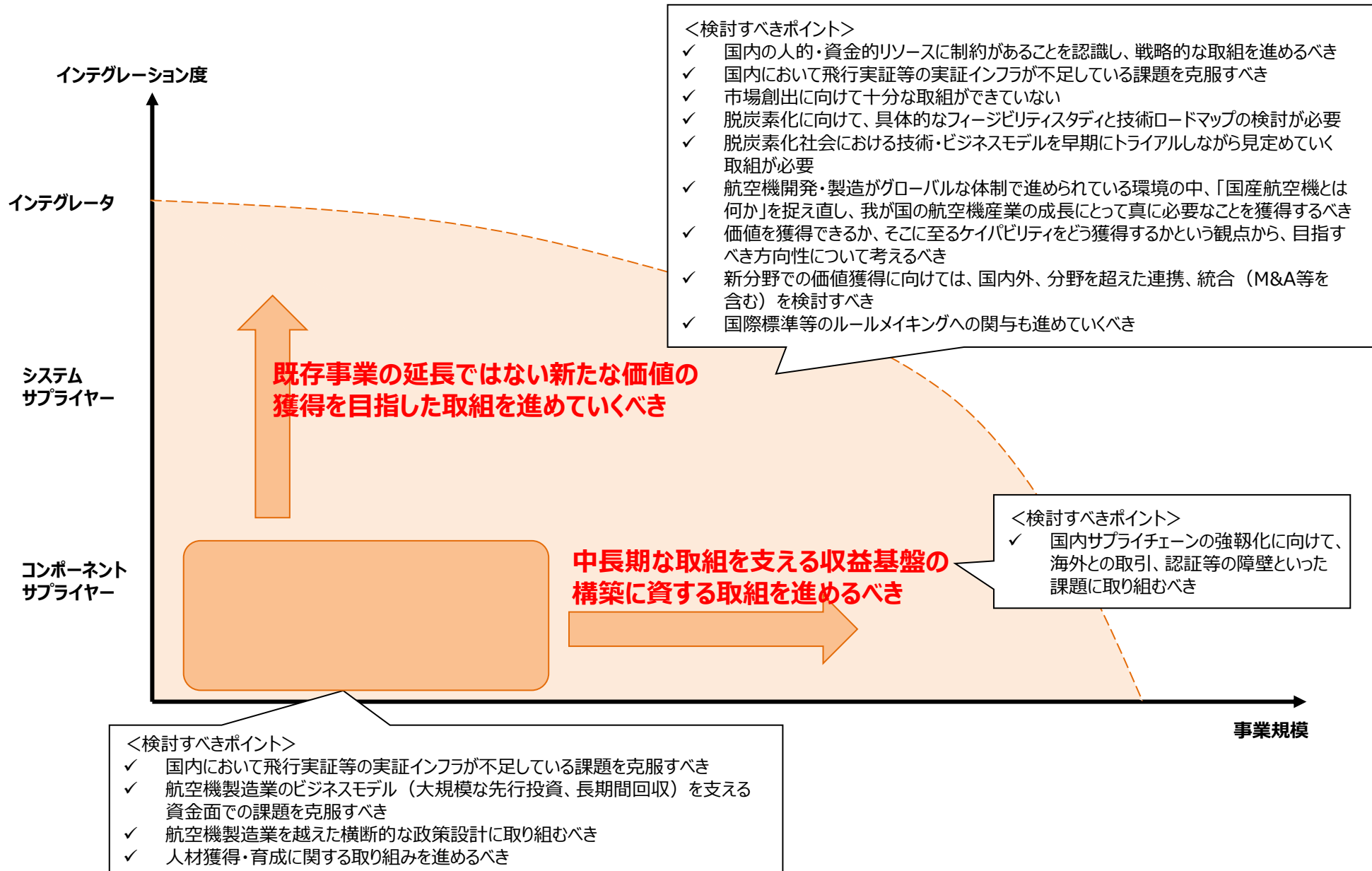
➤ **中小企業が海外OEM等と直接取引をするうえでは、契約に対するハードルが高い。これらを乗り越えるような中小企業が国内に増えると、完成機事業をより独自に進めることができる**と思う。

➤ 国内の中小企業がもっと参画し、裾野を厚くしないと完成機事業を行うことも難しいのではないか。値段の高い海外製の部品を購入しなければならないのが現状。認証の壁があるためである。

➤ 中小企業が、厳しい品質検査に耐えなければならず儲かる構造を築きにくいといった課題の中に生じる矛盾について整理することが必要。

⇒ **国内サプライチェーンの強靱化に向けて、海外との取引、認証等の障壁といった課題に取り組むべき**

今後の成長の方向性と検討すべきポイント



1. 前回のご議論のまとめ

2. 前回のご議論の後にいただいたご提案

3. 「新たな価値の獲得」に関連する動向

4. 本日はご議論いただきたいポイント

機体事業の今後の取組みのご提案概要（日本航空機開発協会）

※ 具体の提案書は別紙

- 構造Tier1の地位からの脱却を図り、「2050年カーボンニュートラル実現という新しいビジネスチャンスを取込む新技術開発と検証を経た上での完成機ビジネス参入」のため、「日本版GX機開発構想」を提案。
- 産官学の“OneJapan”に戦略、目標、推進項目を理解させ、超長期間にわたりチームを牽引するリーダシップが発揮される体制が必要であり、国の一貫した強力な支援が不可欠。
- また、海外OEMの次期民間機開発への参画において、上記構想を支える事業基盤整備（インテグレーション、認証、DXなど）の検討を行う。

2050年CN貢献のために日本主導でGX機を開発、市場投入することを目指す。技術実証の後、市場投入を行うというステップアップ構想。

GX技術統合

フェーズ1

2025-2034

開発概要:

- ・ GX機要素技術開発
- ・ GX機技術統合
- ・ 次期民間機

DXを適用した先進的な生産システムの先行評価

GX機 戦略

フェーズ0

2023-2024

開発概要:

- ・ GX機計画検討

GX市場参入

フェーズ2

2035-2044

開発概要:

- ・ GX機(小型)市場投入
- ・ 大型化要素開発

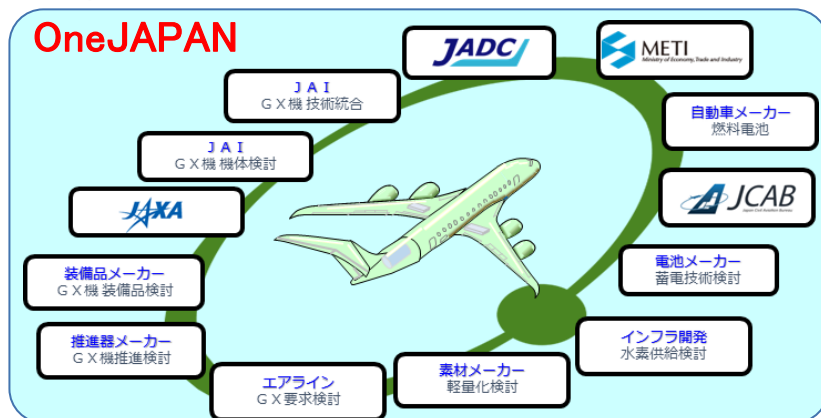
GX成長路線へ

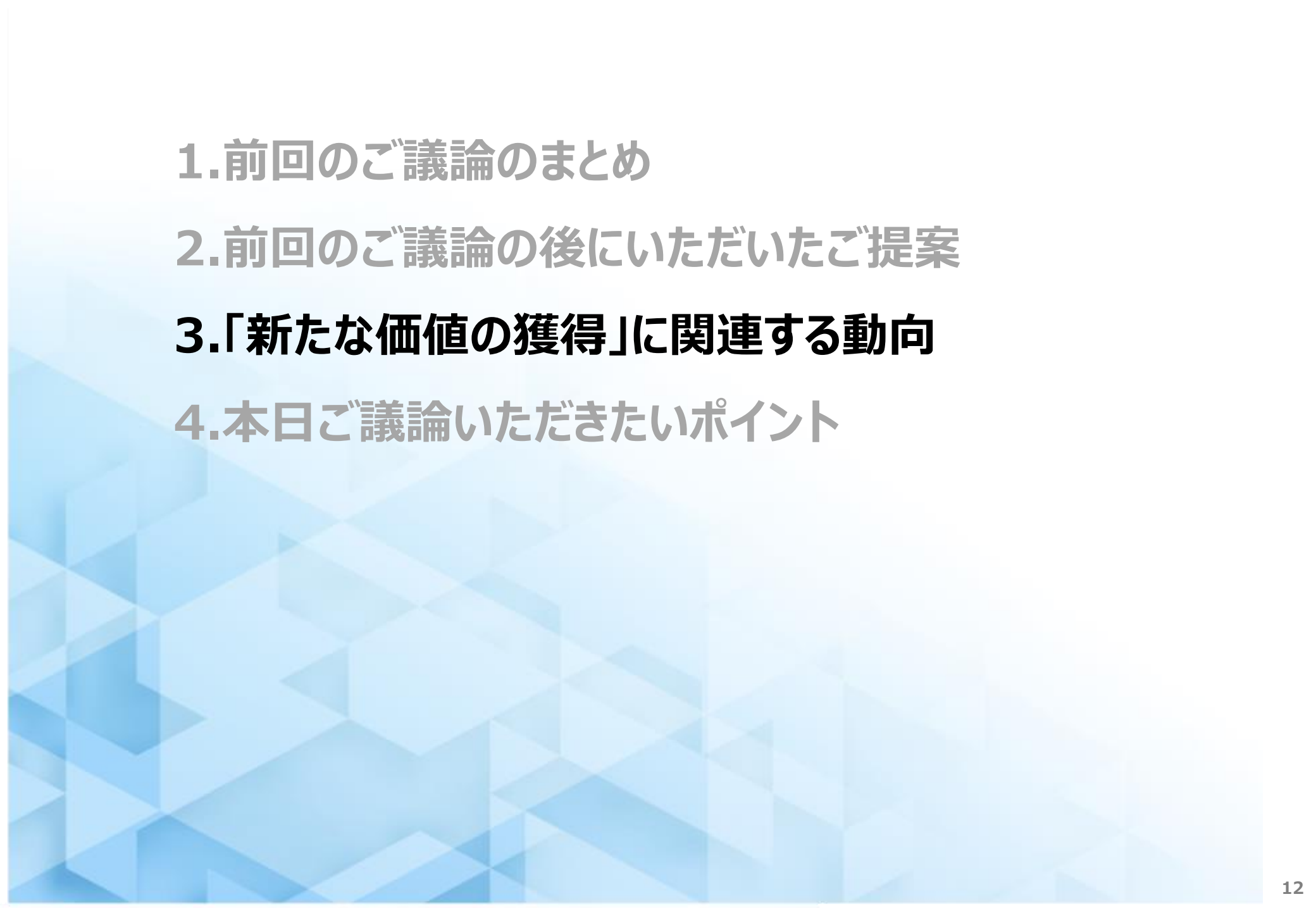
フェーズ3

2045-205X

開発概要:

- ・ GX機(大型化)市場投入



- 
1. 前回のご議論のまとめ
 2. 前回のご議論の後にいただいたご提案
 - 3. 「新たな価値の獲得」に関連する動向**
 4. 本日はご議論いただきたいポイント

技術開発への支援

- 脱炭素化の要請は、電動化、素材、水素関係技術など我が国の強みを生かし、航空機産業の国際競争力強化を図るチャンスでもあり、企業の意欲的な研究開発を後押ししている。

<電動化>

航空機の装備品や推進系に用いる電動化関連技術（モータ・インバータ、蓄電池、超電導システム等）を開発



○次世代電動航空機に関する技術開発事業【23.5億円】(22.3億円)

<水素航空機>

水素燃焼方式の航空機の実現に向け、燃焼器、燃料供給システム、軽量・耐極低温タンク等を開発。



○グリーンイノベーション基金事業「次世代航空機の開発」プロジェクト
【210.8億円】(2021年11月採択)

<SAF※（持続可能な航空燃料）>

大規模な生産量（数十万kL）を見込めるエタノールからSAFを製造するATJ技術（Alcohol to JET）を確立。

※Sustainable Aviation Fuel

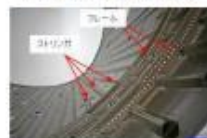


○グリーンイノベーション基金事業「CO2等を用いた燃料製造技術開発」プロジェクト
【299.5億円】(2022年1月～公募)

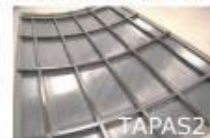
<複合材>

機体構造向けCFRP（炭素繊維複合材）を開発。

現行の機体構造（例）
（熱硬化性CFRP）



軽量の機体構造（例）
（熱可塑性CFRP）



エンジン高温部位向けCMC（セラミック基複合材）を開発。



出典：Focus NEDO 第67号

○次世代複合材創製技術開発事業【12.0億円】(13.2億円)

<耐熱合金>

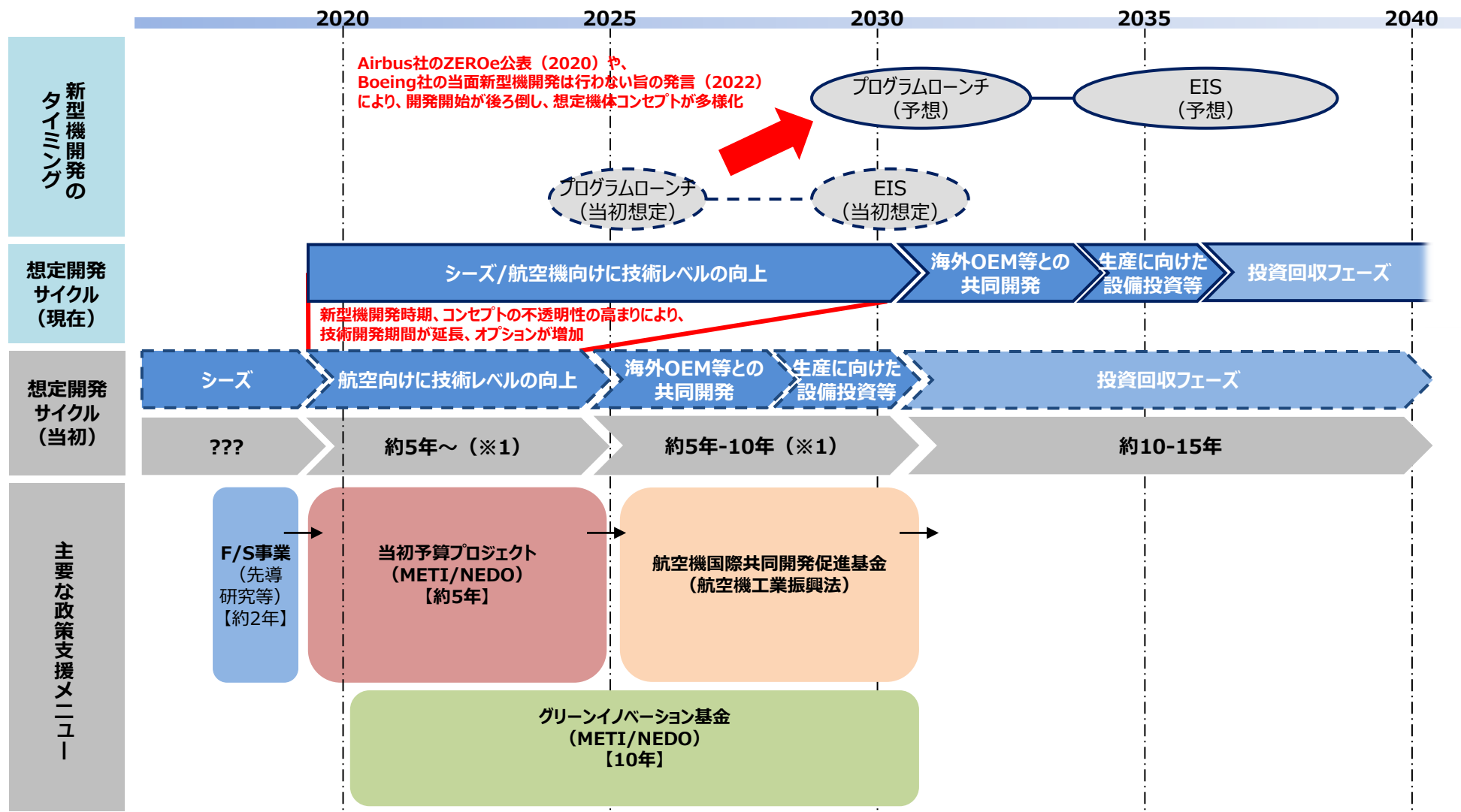
エンジン高温部位向け耐熱合金の製造プロセス、データベース等を開発



○航空機エンジン向け材料開発・評価システム基盤整備事業
【12.5億円】(7.9億円)

新型機開発のタイミングと主要な支援スキームの関係

- 新型機開発の遅れや搭載技術の不確実性の高まりにより、官民でこれまで以上に長期間かつリスクの高い技術開発投資が必要に。

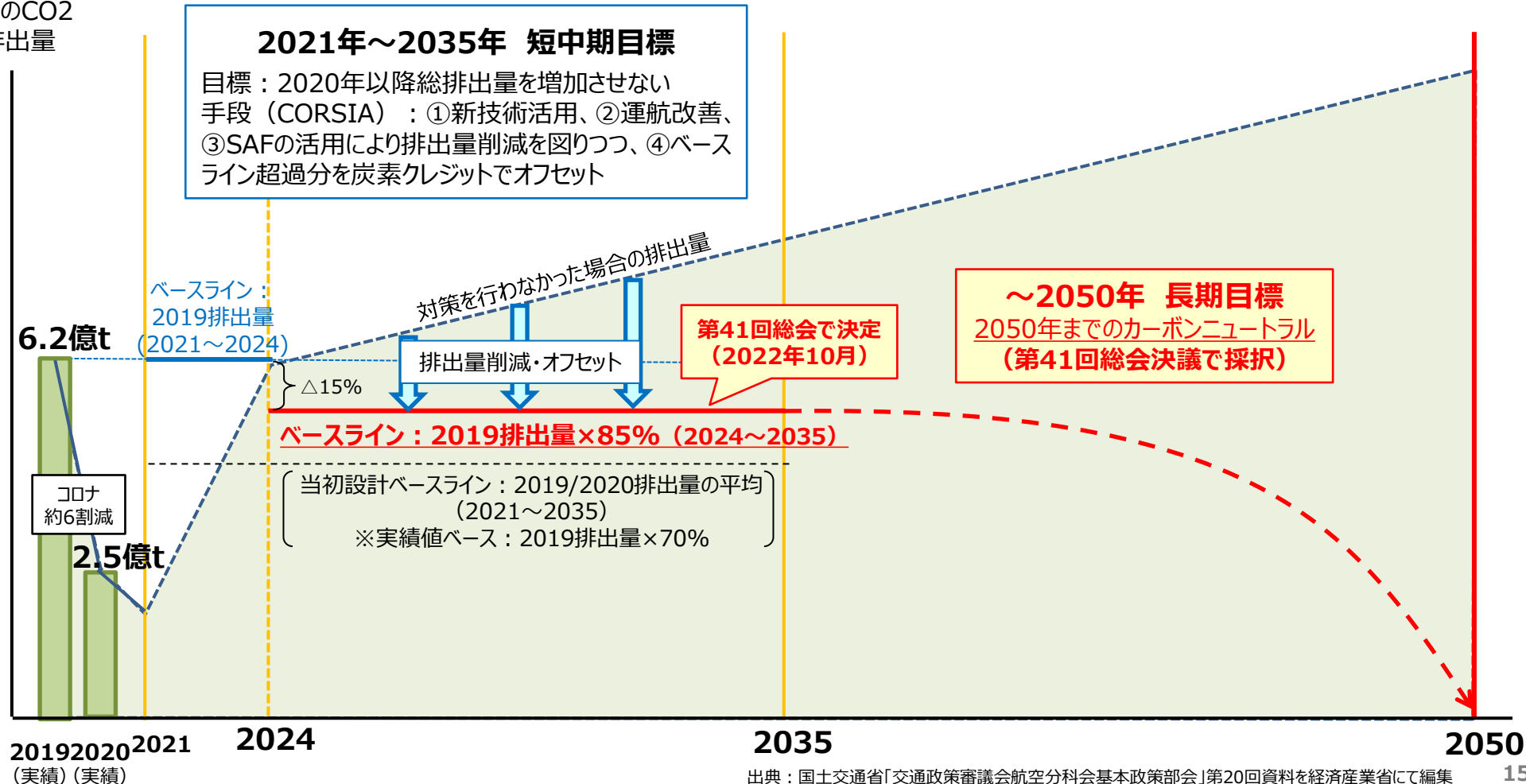


（※1） 海外完成機メーカー・OEMの機体・エンジン開発スケジュールに影響

脱炭素化を目指した制度的枠組み（国際的な動向）

- 2016年にICAOにおいて、新技術の導入、運航方式の改善、SAFの活用 of 組合せにより排出量を図りつつ、なお不足する部分について、市場メカニズムを活用した制度として、定められたベースラインを超過した排出量を炭素クレジットでオフセットするCORSIAの導入が採択された。
- 2022年のICAOでは、長期目標の採択とともに、ベースラインの引き下げが決定された。

国際航空全体
からのCO2
排出量



世界のエアラインにおける環境対応

- 世界のエアラインにおいても、ICAOによる国際目標の策定を受け、CO2削減目標の設定や、SAF導入に向けた取り組みを各社が行っている。

エアライン	CO2削減目標		SAF導入に向けた取り組み例
	短中期	長期	
JAL	2030年度にはCO2の総排出量を2019年度の90%に抑える	2050年までにCO2排出量実質ゼロ（機材更新、運航技術、SAF）	Fulcrumに出資 国産SAFを搭載した飛行など、SAFの開発促進や活用を実施
ANA	2030年度にはCO2の総排出量を2019年度（1,233万kL）以下	2050年までにCO2排出量実質ゼロ（航空技術、運航技術SAF、オフセット、ネガティブエミッション技術）	NESTEとSAFの中長期的な供給に向けた戦略的提携 国産SAFを搭載した飛行など、SAFの開発促進や活用を実施
アメリカン航空	2020年以降は純CO2排出量に削減	2050年までに100%GHG削減（機材更新、航空技術、運航技術、SAF、オフセット）	Deloitte社とSAF Certificateと呼ばれるSAF購入スキーム立ち上げ、HEFA+の導入
ユナイテッド航空	—	2050年までに100%GHG削減（オフセットを含まない）	Fulcrumに出資・連携 Direct Air Captureに取り組むベンチャーに出資
デルタ航空	2021～35年の国際線CO2排出増加をカーボンニュートラル化	2050年までに純CO2排出量2005年比▲50%	Northwest Advanced Bio-fuelsと連携
IAG	2020年1月からすべての国内線の排出量をオフセット	2050年までにCO2排出量をネットゼロ	シエル・Velocysと連携
ルフトハンザドイツ航空	2020年からのCO2のニュートラルな成長	2050年までに純CO2排出量2005年比▲50%	Power-to Liquid、CCUSの取り組み有り
KLM・エールフランス航空	2030年にCO2フットプリントを2005年比▲15%	—	企業向けSAF購入サービス有り 欧州Flightpathイニシアチブに積極関与
フィンエアー	2025年までにネットCO2排出量2019年比▲15%	2045年までにカーボンニュートラル	SkyNRGと連携したサービス

【参考】世界のエアラインにおける次世代航空機に係る動き（電動航空機）

採用予定								その他連携方法	
エアライン	企業名	型式	種別	機体数	運用開始時期	導入予定路線	連携概要	連携方法	
フラグシップ	ユナイテッド航空	Heart Aerospace ^{*1}	ES-30	全電動(~200km) ハイブリッド電動(200km~)	100機	2028年	リージョナル路線	NA	投資 (46億円)
	エアカナダ	Heart Aerospace	ES-30	全電動(~200km) ハイブリッド電動(200km~)	30機	2028年	リージョナル路線	出資	投資 (7億円)
	フィンエア	Heart Aerospace	ES-30	全電動(~200km) ハイブリッド電動(200km~)	20機	2028年	リージョナル路線	NA	NA
	ニュージランド航空	Eviation	Alice	全電動	3機 (追加で最大20機)	2026年	NA	NA	NA
リージョナル	メサ航空	Heart Aerospace	ES-30	全電動(~200km) ハイブリッド電動(200km~)	100機	2028年	リージョナル路線	NA	投資 (ユナイテッド航空と共同投資)
	セブンエア	Heart Aerospace	ES-30	全電動(~200km) ハイブリッド電動(200km~)	3機 (追加で3機)	2028年	リージョナル路線	NA	NA
	Aerus	Eviation	Alice	全電動	最大30機	2027年	リージョナル路線	NA	NA
	Widerøe	Rolls-Royce	NA (Tecnam P2010に搭載予定)	全電動(~200km) ハイブリッド電動(200km~)	NA	2026年	コムーター路線	開発協力	パートナーシップ (+Tecnam)

推進系メーカーのRolls-Royce、機体フレームメーカーのTecnam、エアラインのWiderøeの3社で電動航空機を開発する計画

*1: Heart Aerospace社は2022年9月に元々19名乗りの機体(ES-19)の開発を取りやめ、30名乗りの機体(ES-30)に注力する方向に方針転換した。元々ES-19として発注を受けていたオーダーをES-30に順次切り替えている状況

【参考】世界のエアラインにおける次世代航空機に係る動き（水素航空機）

採用予定								その他連携方法	
エアライン		企業名	型式	種別	機体数*1	運用開始時期	導入予定路線	連携概要	連携方法
フラグシップ	ユナイテッド航空	ZeroAvia	ZA2000-RJ	水素燃料電池	最大50機	2028年	リージョナル路線	出資	投資
	アメリカン航空	ZeroAvia	NA	水素燃料電池	最大50機	2020年代後半	リージョナル路線	出資	投資
		Universal Hydrogen	NA	水素燃料電池	NA	NA	NA	出資	投資
	デルタ航空	Airbus	NA	水素燃焼	NA	NA	NA	開発協力	パートナーシップ (知見提供*2)
	アラスカ航空	ZeroAvia	ZA2000-RJ	水素燃料電池	NA	NA	リージョナル路線	開発協力	パートナーシップ
	ブリティッシュエアウェイズ	ZeroAvia	NA	水素燃料電池	NA	NA	短距離路線	出資	パートナーシップ (投資)
	アイスランド航空	Universal Hydrogen	NA	水素燃料電池	NA	NA	リージョナル路線	開発協力	パートナーシップ
	ANA	Airbus	NA	水素燃焼	NA	NA	NA	開発協力	パートナーシップ
リージョナル	コネクト航空	Universal Hydrogen	NA	水素燃料電池	75~100機	2026年	リージョナル路線	開発協力	NA
	Easy Jet	Rolls-Royce	AE 2100-A	水素燃焼	NA	2030年代中盤	NA	NA	NA

*1: ZeroAvia社のコンバージョンキットは航空機1機当たり2個必要な想定、*2: 実現可能性の高い航空機のコセプト、運航に必要なインフラならびに重要なステークホルダーとの連携について知見を提供する

次世代航空機に向けた動向（エアバス）

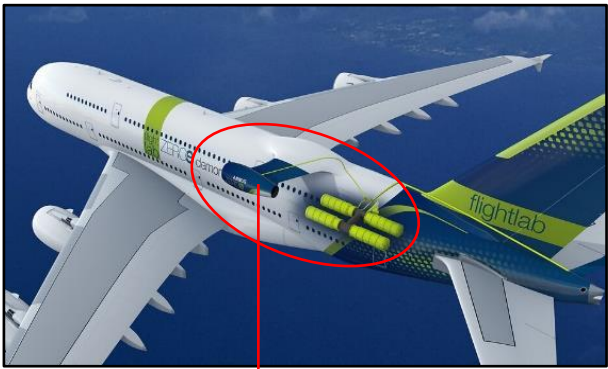
- 2020年9月、2035年に世界初の「ゼロエミッション航空機」の実用化を目指すとして、複数のコンセプト航空機（ZEROe）を公表。3つのコンセプトはいずれも、液体水素を燃料として燃焼させる改良型ガスタービンエンジンとガスタービンを補完する水素燃料電池から構成されるハイブリッド型の推進システム。
- 2022年2月、11月にA380をプラットフォームにした水素燃焼エンジン、水素燃料電池エンジンの飛行実証を実施する旨を発表。

エアバスが発表したZEROeコンセプト機

機体コンセプト	イメージ図	乗客数	航続距離
ターボプロップ機 （水素燃焼）		100人 以下	1000nm以上 (1850km以上)
ターボファン機 （水素燃焼）		200人 以下	2000nm以上 (3700km以上)
翼胴一体機 （水素燃焼）		200人 以下	2000nm以上 (3700km以上)
ポッド式 （水素燃料電池）		100人 以下	1000nm以上 (1850km以上)

エアバスが発表したデモンストレーター機(左図：水素燃焼、右図：水素燃料電池)

- ・水素タンク、水素燃焼エンジン、燃料供給システムなどの各技術コンポーネントは、個別に地上実証され、その後、システム全体で地上実証し、飛行実証へ移る。
- ・最初の飛行は今後4年以内の予定。



水素燃焼エンジン部分の地上・飛行実証をするためのパートナーシップを、CFMインターナショナルと締結

- ・燃料電池エンジンポッドを搭載するために外部が変更される見込み。テストプラットフォームは、左図イメージ同様A380。
- ・最初の飛行は今後4年以内の予定。



水素燃料電池スタックの開発をエルリングクリンガーと合併企業を設立し実施。

次世代航空機に向けた動向（ボーイング）

- NASAやエンジンOEMと連携をしながら、次世代航空機のコセプト検討、ハイブリッド電動推進システムや、TTBW(支柱付き主翼)といった次世代航空機コンセプトの実証機開発を推進。また水素などの極低温燃料タンクの製造など要素技術検討も進めている。
- 2022年6月に公表したサステナビリティレポートにおいて、「カーボンニュートラルへの移行を可能にするフリート効率の改善、SAF、将来のプラットフォーム技術への投資」を進めることとしている。



<2022年1月>

GEアビエーションのハイブリッド電動飛行試験デモンストレーションプログラムにおいて、ボーイングとその子会社であるオーロラと提携を公表。



<2023年1月18日>

NASAがTTBW(支柱付き主翼)の実証機の開発と飛行試験について、ボーイングに主導するよう選定。TTBWにより、現行の単通路機と比較して、燃料消費と排出量を最大30%削減可能。

2022年

2023年



<2022年2月>

大型かつ複合材で製造された極低温燃料タンクを製造。水素燃料の航空機への活用可能性も示唆。

<2022年7月>

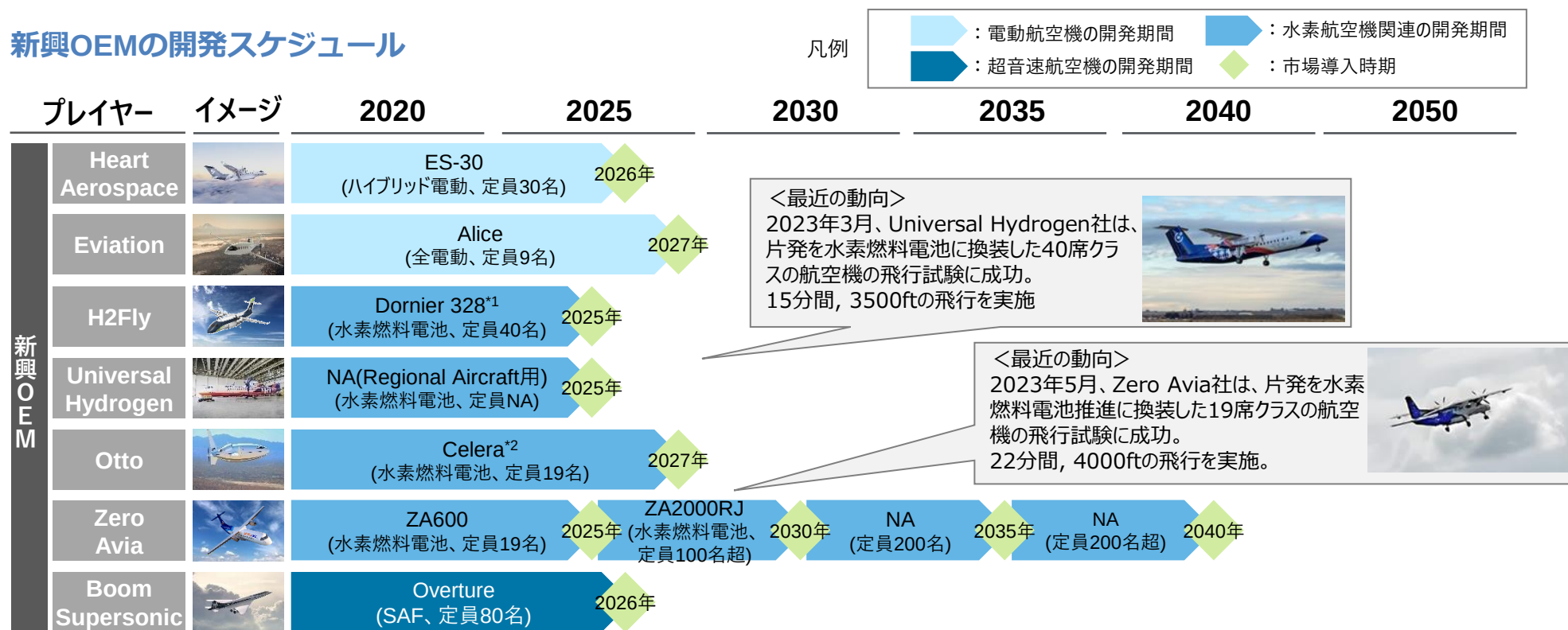
大学と共同開発した分析ツール（Cascade）を発表するとともに、ハイブリッド技術、電気及び水素動力の航空機を描いた将来の機体コンセプトの一例も公表。



次世代航空機に向けた動向（スタートアップ）

- 欧米のスタートアップを中心に、100席以下のサイズの次世代航空機（電動、ハイブリッド電動、水素燃料電池、超音速）の開発、飛行試験が進展。
- 2020年代後半での市場投入を目指している。

新興OEMの開発スケジュール



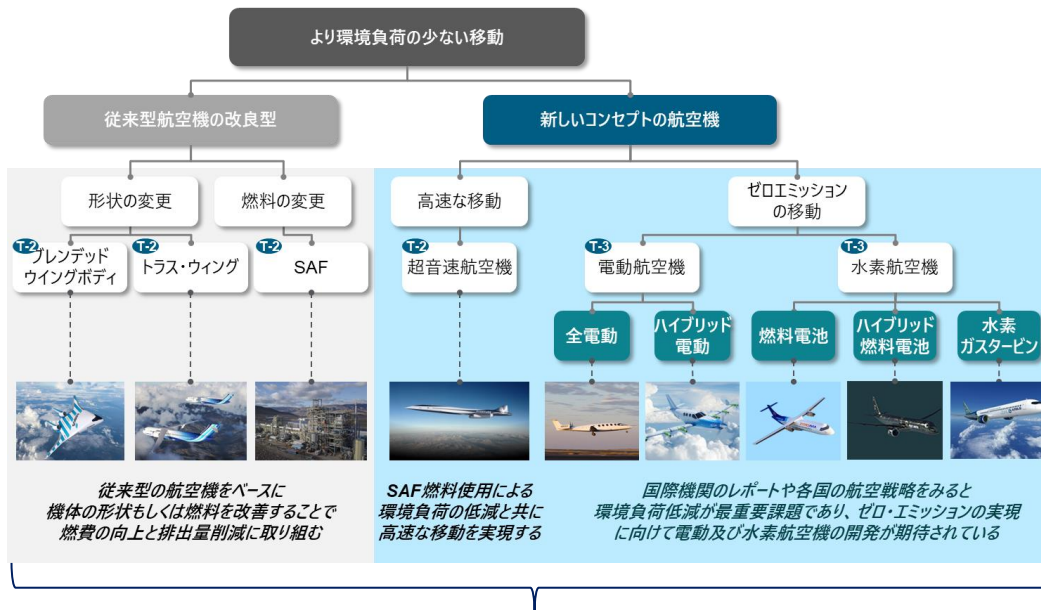
*1: Dornier社のDornier 328にH2Flyの開発した水素燃料電池を換装する計画、*2: ZeroAvia社の水素燃料電池が用いられる予定

ZeroAvia HP、Universal Hydrogen HP、euronews.next(2022)「All-electric aircraft 'Alice' makes its first test flight in a milestone for zero-carbon aviation」等を基にDeloitte作成

新技術の導入による排出量削減

- 新技術が導入される次世代航空機においては、様々なコンセプトが存在し、どの技術オプションが採用されるかについて、不透明性が大きい。
- その中でも、航空機のエネルギー源の変革の対象、時期については、SAF(持続可能な航空燃料)は機体サイズ等に制限されず2020年代から導入、電動化は小型機を中心に2020年代後半以降に導入、水素燃料電池は小型機を中心に2025年代以降、水素燃焼技術は中小型機中心に2035年以降に導入されると分析されている。

次世代航空機の類型



SAFがメインオプションとなったとしても、供給量、価格の観点から、革新的な燃費向上を実現するためのゲームチェンジは必須

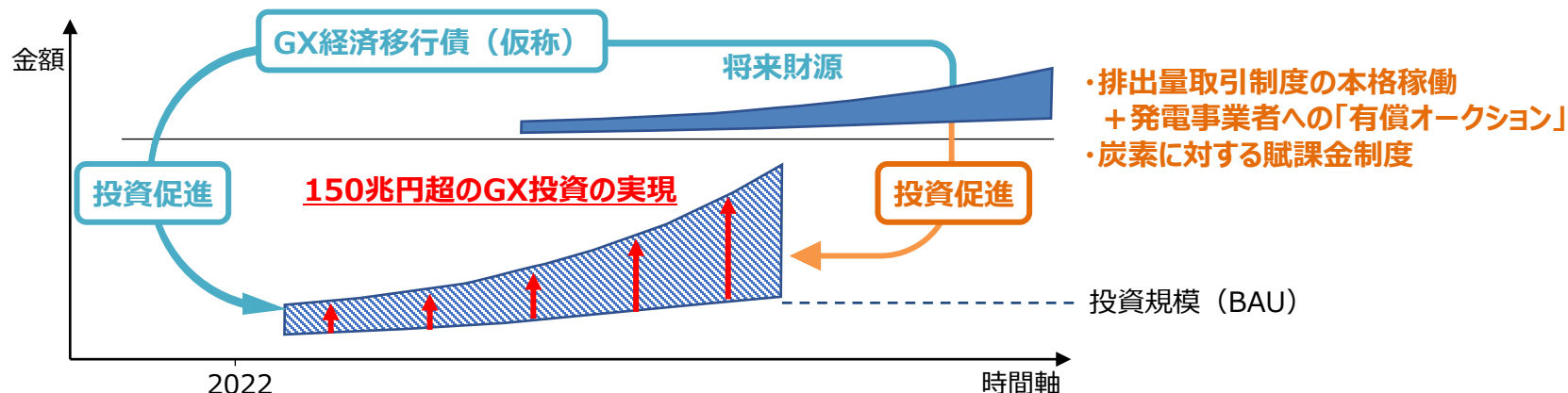
エネルギー源変革の見通し

	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Commuter » 9-19 seats » < 60 minute flights » <1% of industry CO ₂	SAF	Electric or Hydrogen fuel cell and/or SAF	Electric or Hydrogen fuel cell and/or SAF	Electric or Hydrogen fuel cell and/or SAF	Electric or Hydrogen fuel cell and/or SAF	Electric or Hydrogen fuel cell and/or SAF	Electric or Hydrogen fuel cell and/or SAF
Regional » 50-100 seats » 30-90 minute flights » ~3% of industry CO ₂	SAF	SAF	Electric or Hydrogen fuel cell and/or SAF	Electric or Hydrogen fuel cell and/or SAF	Electric or Hydrogen fuel cell and/or SAF	Electric or Hydrogen fuel cell and/or SAF	Electric or Hydrogen fuel cell and/or SAF
Short haul » 100-150 seats » 45-120 minute flights » ~24% of industry CO ₂	SAF	SAF	SAF	SAF potentially some Hydrogen	Hydrogen and/or SAF	Hydrogen and/or SAF	Hydrogen and/or SAF
Medium haul » 100-250 seats » 60-150 minute flights » ~43% of industry CO ₂	SAF	SAF	SAF	SAF	SAF potentially some Hydrogen	SAF potentially some Hydrogen	SAF potentially some Hydrogen
Long haul » 250+ seats » 150 minute + flights » ~30% of industry CO ₂	SAF	SAF	SAF	SAF	SAF	SAF	SAF

※赤枠は、電動ハイブリッド化についてのタイミング

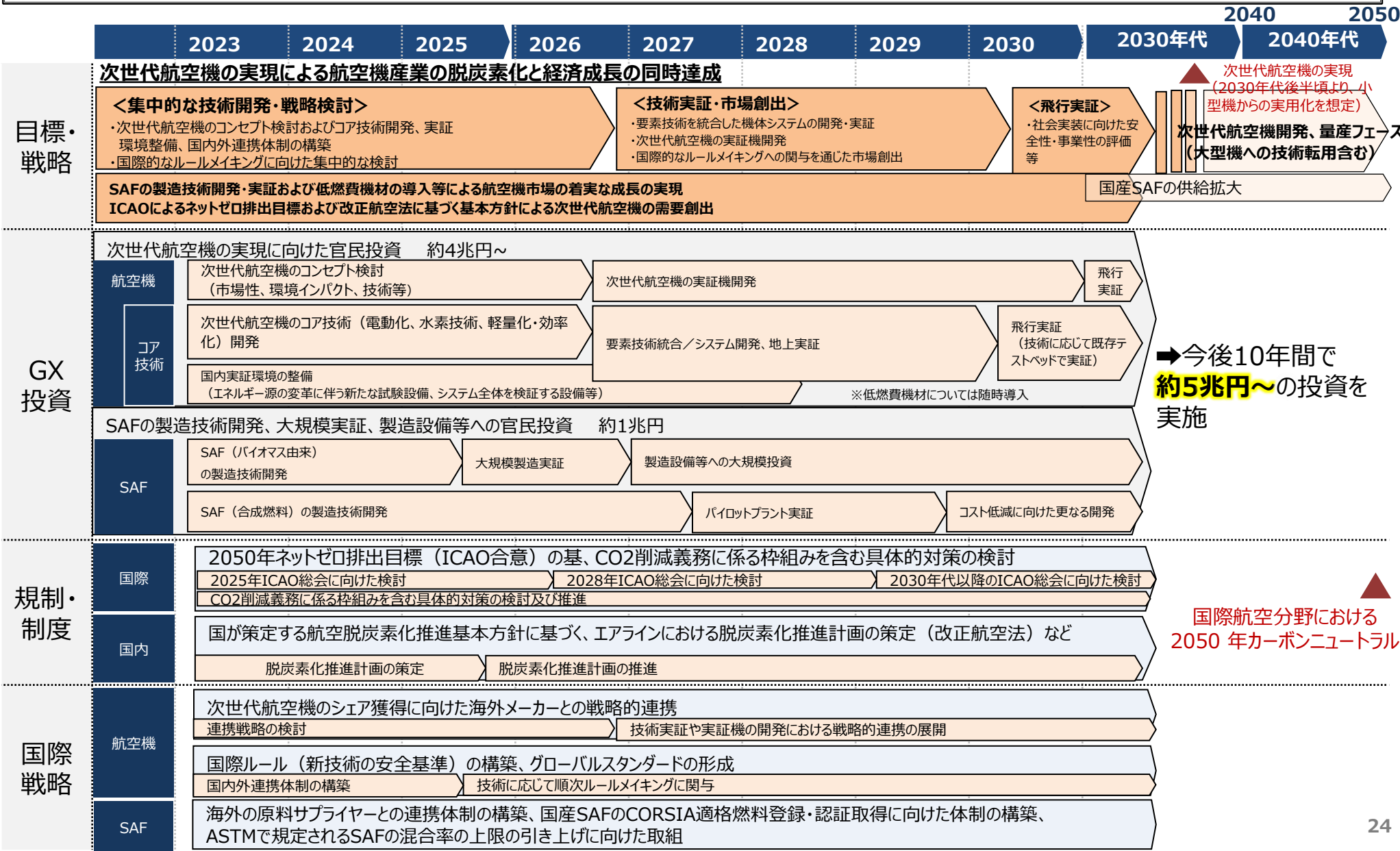
GX実現に向けた基本方針（総論）

- エネルギー安定供給の再構築を行うため、クリーンエネルギーの最大限活用などを行う。
 - － 再エネ：再エネ導入拡大のため、系統整備計画を策定。今後10年で過去10年に比べ8倍の投資
 - － 原子力：廃止決定した炉の次世代革新炉への建て替え。運転期間 40年 + 20年 + 停止期間
- 2050年カーボンニュートラル実現と産業競争力強化・経済成長を共に達成していくため、20兆円規模の政府の先行投資支援を行い、今後10年間に150兆円超の官民投資を実現。
- このGX投資を進めていくため、『成長志向型カーボンプライシング構想』を速やかに具体化・実行。
 1. 「GX経済移行債」を発行し、大胆な先行投資を実施（今後10年間に20兆円規模）
 2. カーボンプライシングの導入による投資インセンティブ
 - ① 多排出産業において排出量取引制度の本格稼働【2026年度～】
+ 発電事業者へ段階的に有償オークションを導入【2033年度～】
 - ② 化石燃料輸入事業者に対し、炭素賦課金制度の導入【2028年度～】
 3. 官民連携での金融支援の強化



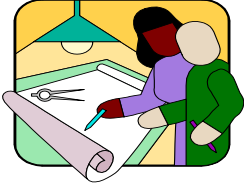
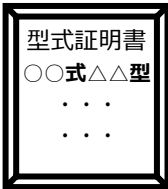
【今後の道行き（案）】 事例 1 1：航空機産業

- 次世代航空機の実現による航空産業の脱炭素化と経済成長の同時達成を目指し、2030年代までに実証機開発等に取り組むとともに、国際ルール構築に向けた取り組みや、2050年ネットゼロ排出目標（ICAO合意）の基、CO2削減義務に係る枠組みを含む具体的対策の検討を行う。



技術成熟度と基準策定・国際標準の関係のイメージ

- 開発と並行して、技術実証に向けて基準案策定・国際標準化への取り組みを進めていく必要。
- 策定した基準案については、技術実証をふまえて精査をしていく必要。

TRL	TRL 1 - 3	TRL 4	TRL 5	TRL 6	TRL 7	TRL 8	TRL 9
概要	初期のアイデア～設計コンセプト 	実験室やコンピュータモデルによる技術検証  【提供：三菱重工業】	スケールモデルの試作品の相当環境による技術検証  【提供：三菱重工業】	実大の試作品を用いた相当環境の地上試験による技術実証  【提供：三菱重工業】  【提供：三菱重工業】	実大の試作品を用いた通常運用環境下の飛行試験による実証  【提供：三菱重工業】	量産形態の機体を用いた試験を経て認証取得、市場への導入 	フリートへの複数機の導入、実運用を通じた改善
機材、装備品の研究・開発	研究	開発			飛行試験・認証		本格導入
基準策定・国際標準化		基準案策定・国際標準化への取組			実証を踏まえた基準案の精査		技術の進展等に応じた基準の整備

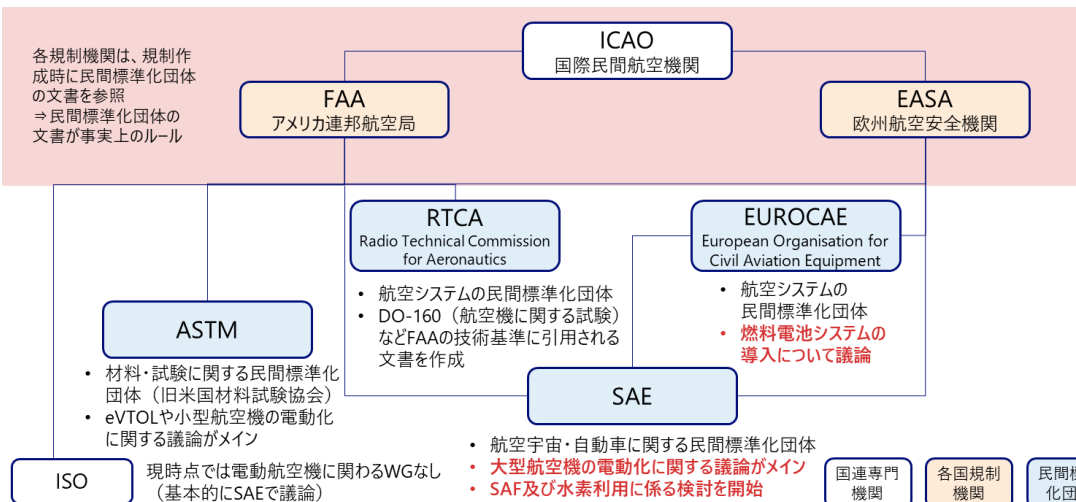
Report on the Feasibility of a Long-Term Aspirational Goal (LTAG) for International Civil Aviation CO2 Emission Reductions (ICAO航空環境保全委員会) 及びWaypoint 2050 Second Edition (ATAG) を基に作成

出典：第1回航空機の脱炭素化に向けた新技術官民協議会 資料3

新技術の社会実装へ向けた取組

- 航空機の耐空性に係る基準については、規範的要件から、性能準拠要件（Performance based regulations）に見直され、国際民間航空機関（ICAO）、欧米航空当局（FAA、EASA）では、**民間標準化団体（SAE、ASTM、RTCA、EUROCAE等）の規格を積極的に活用**する方針に移行しつつある。
- 新技術を社会実装し、航空機の脱炭素化を進め、我が国の競争力強化に繋げていくためには、**技術開発を推進するとともに、官民が連携して、安全基準の策定や国際標準化に向けた取組を進めて行くことが重要**。
- こうした観点から、令和4年度から、国土交通省と合同で、「航空機の脱炭素化に向けた新技術官民協議会」を開催。**日本企業が技術に応じて主導的な役割を果たすための戦略的な取組の検討**を行っている。

新技術の社会実装へ向けた安全基準作成のプロセス



航空機の脱炭素化に向けた新技術官民協議会



出典：経済産業省「令和2年度省エネルギー等に関する国際標準の獲得・普及促進事業委託費：国際ルールインテリジェンスに関する調査（電動航空機のルール形成（国際標準化含む）戦略に係る調査研究）」を一部修正

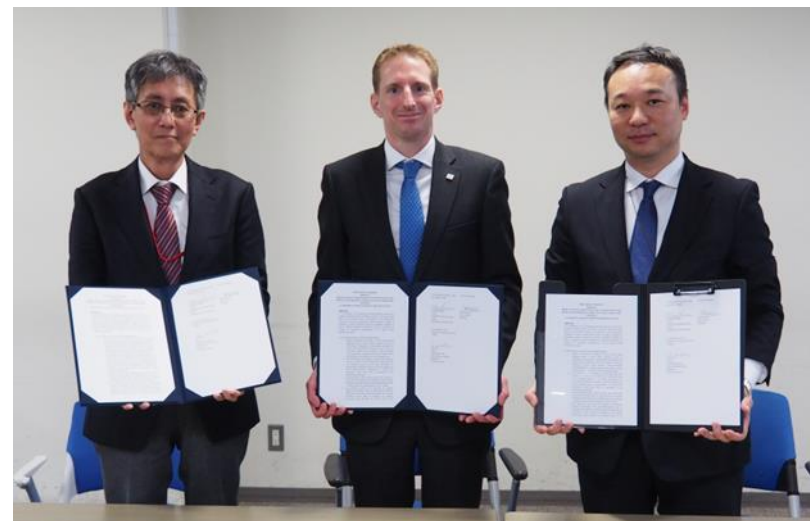
国際標準化団体との連携

- 航空機の耐空性に係る基準については、規範的要件から、性能準拠要件に見直され、国際標準化団体の規格を活用する方針へと移行しつつあり、我が国で開発した脱炭素化に向けた技術を社会実装していくうえでは、技術開発のみならず、並行して安全基準の策定に関する国際標準化の動きにも積極的に対応していくことが必要不可欠。
- そこで、2023年3月29日、経済産業省と国土交通省航空局は航空機の国際標準の検討を進めている SAE internationalと、航空機の脱炭素化分野（電動化、水素、軽量化・効率化）における国際標準の検討に関して、日本の産業界との連携を深めるための協力覚書を締結。

「日本国経済産業省、国土交通省航空局とSAEとの間の航空機の国際標準の検討における協力覚書」の内容

- SAEと日本の産業界（※）との間で定期的に意見交換を行う場を設ける。
- 日本の産業界とSAEの関連コミッティの代表者との間の議論の場の実現に向けて相互に協力を行う。
- コミッティの活動に関する情報のうち、両者において開示することが合意された項目について、日本の産業界に開示可能とする。

※SAE会員のみならず、SAEの活動に貢献しうるとして両者が認めた日本の産業界の者を含む。

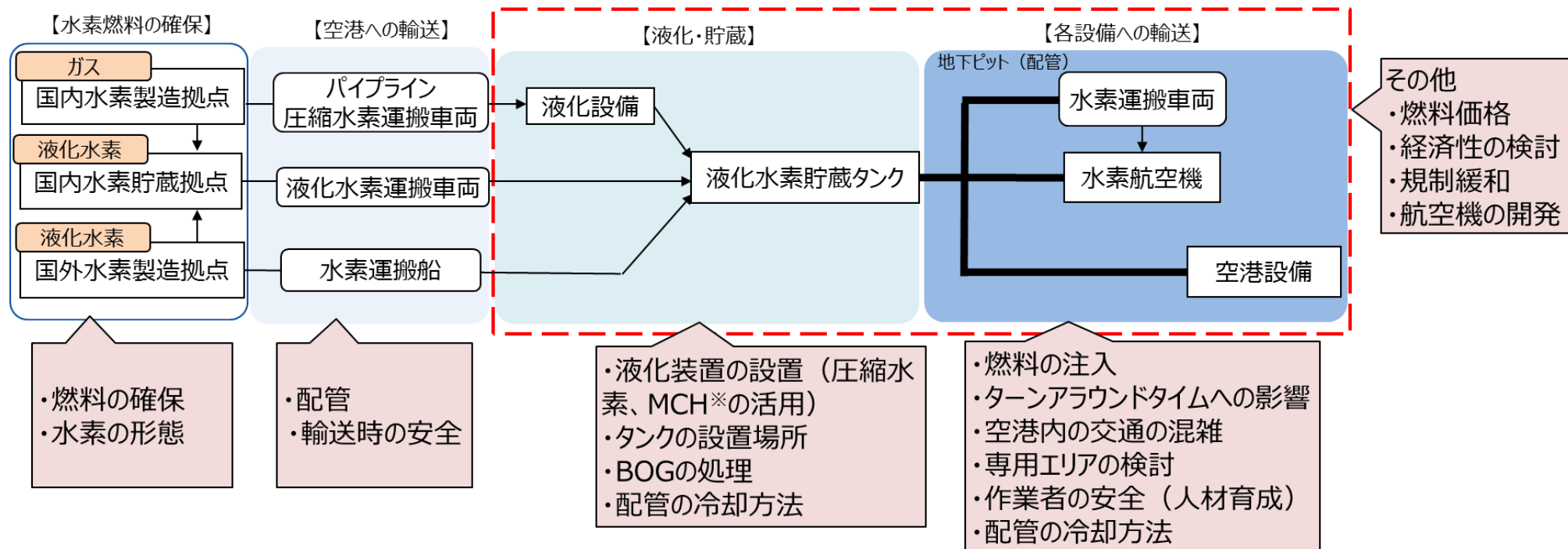


2023年3月29日
（左から）国土交通省航空局石井航空機安全課長、SAEデビッド・アルサングー氏、経済産業省呉村航空機武器宇宙産業課長

空港周辺インフラに関する取組

- 水素航空機の社会実装には、機体・エンジン側の技術開発だけではなく、空港インフラ側の開発・整備も必要。整備にあたっては、**水素燃料の輸送、貯蔵、供給設備やオペレーションの変更等**が考えられる。また、搭載必要量と併せて、水素燃料価格も、既存ケロシン燃料やSAF等とも比較して検討していく必要。
- 令和3年度、水素航空機関連メーカー、エアライン、水素インフラ事業者、水素販売会社、空港整備に関わる団体、研究機関、関連省庁等の関係機関から構成される、「**水素航空機の実現に向けた空港周辺インフラ検討会**」を実施し、**空港インフラの水素化に関わる課題を抽出**。

＜水素航空機の実現に向けた空港周辺インフラに関わる主な課題＞



航空機開発プロセスのDX

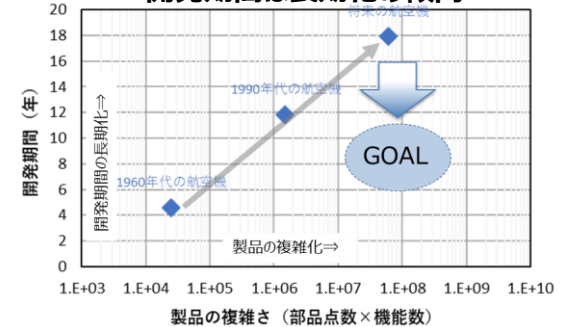
- 極めて高い複雑性を有し、高度な安全認証試験を要求される航空機開発においては、近年、機体システムの高度化、安全認証の厳格化の進展により、開発期間の長期化、開発コストの増大が課題となっている。
- このため、デジタル技術を活用した航空機の開発製造プロセスの高度化技術を開発、実証し、我が国の航空機産業の国際競争力の向上を目指す。

航空機の設計・製造・認証等のデジタル技術を用いた開発製造プロセス高度化技術の開発・実証 (150億円を超えない範囲／5年)

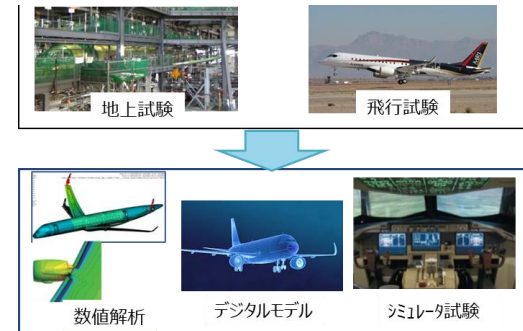
研究開発の内容

- **設計DXに関する研究開発**
機体システムからコンポーネントまでを繋ぐシステムモデルを構築しシミュレーション等により早期に妥当性を検証する高度な設計技術を構築する。
- **認証DXに関する研究開発**
安全性を担保しつつ、認証プロセスの効率化を実現するため、解析の信頼性保証の手順を実機データを活用した模擬的なプロセスの試行を通して構築する。
- **生産DXに関する研究開発**
生産・サプライチェーン管理の高度化及び上流工程とのデータ接続を行い、開発の早期に製造性や品質のリスクを特定、改善し開発全体を効率化する技術を構築する。
- **高度化された開発製造プロセスの統合及び共同開発実証**
上記プロセスを統合し、開発したプロセス、複数関係者がセキュリティ、データアクセスを管理しながら共同開発を進める手法を実証する。

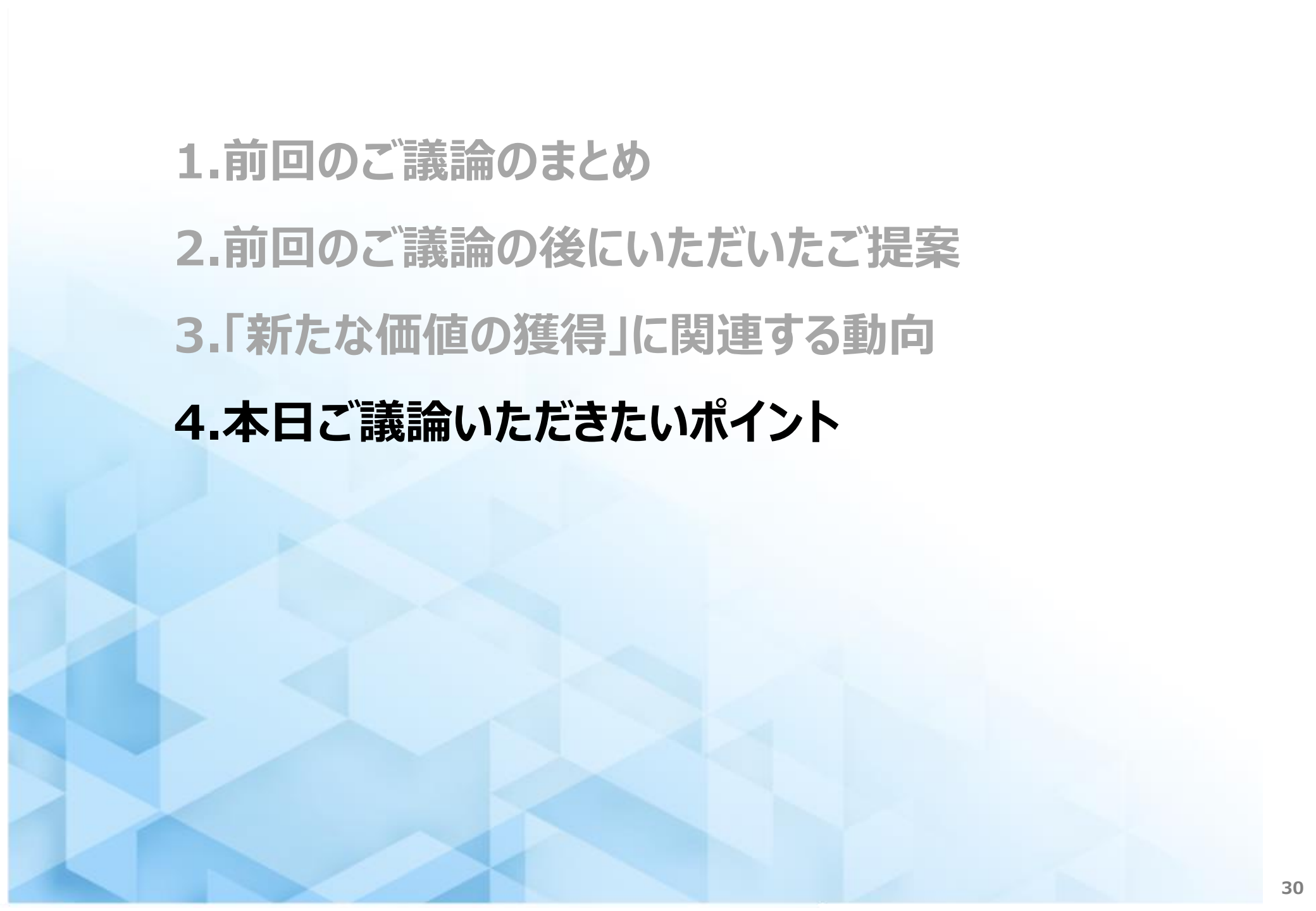
ハードとソフトが複雑に統合された航空機の
開発期間は長期化の傾向



安全性の認証取得には多大なコストと時間が必要



安全性の認証も、デジタル解析を援用する
取組の進展が期待される。

- 
1. 前回のご議論のまとめ
 2. 前回のご議論の後にいただいたご提案
 3. 「新たな価値の獲得」に関連する動向
 - 4. 本日はご議論いただきたいポイント**

本日ご議論いただきたいポイント

＜既存事業の延長ではない新たな価値の獲得＞

我が国航空機産業が、外的要因に左右されず主体的に成長を続けることを可能とするため、グリーンやデジタルといったゲームチェンジの機会を踏まえ、完成機事業への関与を目標として掲げるべきではないか。

航空機開発・製造は本質的にグローバルな体制で実施されるものであり、新しい要素をこれまで以上に取り込んでいくゲームチェンジの中で、グローバル化は更に進むと考えられる。完成機事業を目指す際にもマーケット、インテグレーション能力の獲得を可能とする国際連携を追求すべきではないか。（それとも、単独での国内OEMを追求し続けるべきか）

そのために、例えば、脱炭素化に向けた航空機産業における構造変革の中で、リソース制約等の我が国の現状を認識し、

- ・ 技術、ビジネスモデルのトライアルとして、実証機開発プロジェクト等を進めてはどうか。
- ・ こうしたプロジェクトの成果の社会実装の確度を上げるために必要な以下のような協調領域の取組を進めてはどうか
 - 新たな航空機コンセプトの検討を加速するデジタル開発基盤
 - 技術実証のための試験・実証インフラ
 - 新技術の国際標準化・安全基準の策定 等
- ・ 技術開発に関する取組と以下のような将来航空機の需要動向に関する取組の相互連携を進めてはどうか
 - 航空分野におけるCO2削減義務に係る枠組みを含む具体的対策の検討
 - エネルギー、オペレーション、インフラ等、製造業を越えた政策領域における検討

＜中長期的な取組を支える収益基盤の構築＞

一方、取組が長期間にわたるため、こうした将来の飛躍を支える収益基盤の構築の一環として、次期新型機開発へのスピノフ、既存サプライチェーンの置き換えなども念頭においた技術ロードマップを官民で議論すべきではないか。

※収益基盤の構築に関するその他の具体的な論点は次回にご議論いただくこととする