

航空機運航分野におけるCO2削減に関する検討会(第2回)

令和3年5月28日
航空局

1. 委員・オブザーバーからの意見を 踏まえた課題整理

1-1. 委員からの主な意見を踏まえた課題

<p>全体</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・アプローチ毎のCO2削減効果の定量化の検討 ・航空分野のCO2削減取組の社会発信 ・国産クレジットの仕組み作り ・削減策実現に係るコスト増への考慮
<p>新技術 導入関係</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・認証プロセスにおける国交省のサポート ・国際標準化・基準策定における産学官連携 ・地域航空への積極的な新技術の投入
<p>管制の 高度化関係</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・継続降下(CDO)やA-CDM等を活用した運航改善の実現 ・1便ごとの効率改善のみならず、交通流全体で無駄のない最適な飛行軌道の実現による速達性の向上 ・データ分析の精緻化(どの空域・路線・機材でCO2が過剰に出ているか) ・運航効率改善につながる現場レベルの工夫
<p>SAFの 導入促進 関係</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・燃料供給に不慣れな新規SAF事業者の参画も見据え、空港へのSAF直接搬入環境の整備 ・地方も含め、国産SAFの供給体制の整備 ・SAF使用への国からの支援策の検討

1-2. オブザーバーからの主な意見(新技術導入関係)

課題項目		内容
技術開発	個々の技術開発における課題	<ul style="list-style-type: none"> 電動化にあたっては、モーター等に係る小型軽量化・高出力化、絶縁性能の向上等が必要。また、電力機器等を効率的に冷却する熱制御システム等の開発が必要。バッテリーは高エネルギー密度化が必要。 水素航空機については、水素燃焼器のNOx低減、安定燃焼、水素燃料タンクの小型軽量化、気密性、耐久性、耐極低温等が課題。 構造部材等の軽量化については、量産性向上(低コスト化)、耐雷等が課題。ノウハウの蓄積が重要。
基準	基準策定・見直し	<ul style="list-style-type: none"> 開発した製品が基準に適合するよう、開発段階から航空局の基準策定のための関与が必要。
国際標準化	国際的な会議への参画	<ul style="list-style-type: none"> 日本発の技術が海外メーカーに採用されるには国際標準化が肝。日本の強みを活かせるルール作りが必要。 国際標準化機関に国内メーカーそれぞれが連携せずに参画しているケースあり。 国内メーカーが単独で人を国際標準化機関に送り続けるのはリソース的に難しい。 航空局が国際標準化機関等国際的な議論の場に積極参加して日本としてのプレゼンスを示すことを要望。会場での中の非公式な意見交換なども重要。 今後電動化に係るプレゼンス発信が必要。また、我が国の素材技術の優位性も発信していくことが必要。 国際的な会議では欧米当局の意向が強く反映。航空局には欧米当局と交渉・調整することを要望。
	基準案策定の主導	<ul style="list-style-type: none"> 欧米と技術力に差がある場合があり、国内で知見を集約して国際標準化団体等に提案する枠組が必要。 国内メーカーが集合する枠組みは現存するが、現状は情報交換が主目的(国際標準化は今後の課題)。 航空局には国内企業との事前の調整・意見の集約を要望。
認証	飛行試験、認証	<ul style="list-style-type: none"> 飛行実証は外国の航空機メーカーと実施するのがこれまで一般的となっているが、国内で実施できれば、効率的であるし、また我が国のプレゼンス向上につながる。 国内では、各種環境試験のための設備が既に整備されている。 航空局にはメーカー開発技術の認証支援を要望。 材料開発においては、航空局によるマテリアルスペックの円滑な認証が重要。 技術実証を効率的に行うため、国内飛行試験に係る承認プロセスの短縮や、利便性の高い空域の利用等を要望。 航空局との認証に係るコミュニケーションを要望。また、海外での基準動向の情報提供を要望。
BASA	継続的な推進	<ul style="list-style-type: none"> 航空局には今後もBASAの推進を期待。
我が国の政策	低炭素化技術開発・導入支援施策	<ul style="list-style-type: none"> 航空局には新技術の導入・運航管理技術・SAFが一体となった施策の主導を要望。 軽量化技術の実機搭載に向けて、産学官のプロジェクト立ち上げ等による連携強化を期待。

運航者(エアライン)

課題項目	内容
A)更なる飛行経路短縮	<p><経路設定(管制)> RNP-AR進入方式の導入空港拡大要望</p> <p><許認可(審査制度)> RNP-AR進入方式の操縦士訓練緩和要望(航空局として要件見直しを予定していたところ、運航者からも要望を確認)</p>
B)空域全体での最適飛行経路実現	<ul style="list-style-type: none"> ・CDO(継続降下運航方式)適用空港及び時間拡大要望 ・公示経路によらない柔軟な飛行経路の拡大要望
C)地上走行など空港における交通流の最適化	<ul style="list-style-type: none"> ・専用滑走路方式の見直し要望 ・エンジン始動時期の見直し(トーイングによる地上移動) ・ショートプッシュバックの促進

管制機器メーカー

課題項目	内容
運航効率の改善に資する管制システム開発	<ul style="list-style-type: none"> ・デジタルツイン技術/ビッグデータ分析/AI技術を活用した運航改善の事前シミュレーションや事後評価の精緻化 ・非回転式レーダー(フェーズドアレイ)による高頻度監視による管制効率化・施設維持コスト低減
無線施設の省電力システム開発	<ul style="list-style-type: none"> ・待機電力を極力減らした無線機器による施設維持コスト低減 ・空調設備を不要とする発熱が少ない高効率な機器による施設維持コスト低減

課題項目		内容
SAF製造	製造技術開発	<ul style="list-style-type: none"> • 実証段階において一部の技術が未確立、あるいは運用が不安定。 • 商用段階において規模拡張する際の原料の大量安定培養やSAF燃料収率改善が課題。 • 安定的かつ大量生産するところに課題。 • 合成燃料について、大量生産とコストを下げる面からの技術開発が必要
	原材料の収集	<ul style="list-style-type: none"> • 我が国の林業の事業性の確保が難しく、林地残材の回収が困難。 • 自治体間の制度の問題により、自治体をまたぐ広域での一般廃棄物収集・分別が実質不可能。 • 全国に分散する廃食油の回収、輸出されている廃食油の国内市場回帰が必要。 • 事業性が見込める規模で藻類SAFを製造するためには広大な培養地が必要となり、土地確保が困難。
	供給コスト・SAF価格	<ul style="list-style-type: none"> • 廃棄物由来SAFと異なり、藻類由来SAF等では原料栽培プロセスが追加的にかかりコスト高になる。
	事業商用化時期	<ul style="list-style-type: none"> • 原料栽培が必要、あるいは原料収集に高いコストがかかるSAFの場合は、SAFの市場価格が十分に高くなってからでないと事業が成り立たないとの懸念がある。

1-4. オブザーバーからの主な意見(SAFの導入促進関係②)

課題項目		内容
SAF給油	空港での取り扱い	<ul style="list-style-type: none"> • 空港で統一されたSAFの取り扱いルールの整備が必要 • 石油連盟においてSAFの取扱要領を作成中だが、今後関係者(SAF製造者、元売り、空港関係者等)への周知が必要。 • 輸入SAFをハイドランドに入れることについては、一度不良燃料が混ざった後は取り除く設備もなく、安全性の観点から慎重な検討が必要。施設所有者、給油事業者も交えて検討が必要。
SAF混合	混合設備確保	<ul style="list-style-type: none"> • SAF製造が少量であり、石油元売りと連携した混合設備の設置・運用が困難。
ASTM・CORSAIA対応	ASTM認証 CO2削減算定・LCAルール	<ul style="list-style-type: none"> • 国内で完結できるASTM試験体制の構築が必要。 • 廃プラスチック由来原料の場合のGHG削減カウントについてCORSAIAでのルールの明確化。 • 元売りとして自前でASTM試験ができるようにする必要。
政策関係	SAF支援政策	<ul style="list-style-type: none"> • SAFの導入を義務付けするような政策の導入。 • SAFの導入への各種補助金、インセンティブにより、国産を動機づけする仕組み・政策の導入。 • 化石由来ジェット燃料とSAFとの価格差を補填するような支援策。 • SAFの研究コスト、原料調達のコストについては、航空業界にも負担いただくということも必要。 • LCAを考慮した、削減単位当たりのコスト評価ができるような指標づくり。 • 輸入SAFより国産SAFを優遇するような政策の導入。 • いつまでにどのくらいの量を供給するのか、という国の目標が必要。 • 製造者側のモチベーションとして、事業採算性が見えないと前に進めない。継続的に購入されるという見込みが必要。

1-5. 委員・オブザーバーの意見を踏まえた検討項目

横断的な取組

- 各施策の評価方法(CO2削減量の定量化等)の検討。
- 国産クレジットのCORSA適格化の推進。
- 航空分野のCO2削減取組の積極的な情報発信。

①新技術導入

- 機材・装備品等の軽量化等に関し、我が国製造者の技術開発の促進に資する基準の整備。
- 水素・電動航空機といった新技術の適応に我が国製造者の強みが活かされるよう積極的な国際標準化及び国内での認証の推進。
- 我が国技術の輸出促進のため、BASA締結のさらなる推進。
- 更なる飛行経路短縮に向けたRNP-AR等の普及促進に向けた審査基準の見直し
- SAFの混合率の現在の上限50%を100%に引き上げられるように、欧米等の当局と連携する

連携

②管制の高度化

- CARATS計画を踏まえた運航効率改善手法の検討・導入
- ・更なる飛行経路短縮に関するRNP-AR等の適用空港の拡充。
- ・空域全体での最適飛行経路実現に向けた、陸域でのデータリンク通信導入の推進等
- ・地上走行など空港における交通流の最適化に向けた、空港等関係者を巻き込んだA-CDM構築の推進。
- ・航空交通全体として最適な飛行軌道の実現による速達性の向上
- データ分析の精緻化による運航効率改善手法の評価・改善
- AI、機械学習など先進技術を活用した更なる管制の高度化に向けた研究開発分野の開拓。次期ICAO世界計画への我が国アイデアの反映

連携

③SAF等の導入促進

- エネ庁と連携し、国産SAFの低コスト化・供給量確保に向けた開発実証等の促進。
- 国産SAFのCORSA適格燃料認証取得のため、積極的なICAOへの働きかけ。
- 輸入SAFを含めた国内空港でのSAFの円滑な利用環境整備の取組。
- 航空機へJET-A1と混合せずに100%SAFによる稼働が早期に実施できるよう、関係者と連携し国際標準化機関への働きかけ。
- SAFの安全性・必要性等の情報発信
- 航空業界とエネルギー業界間の調整を推進
- SAF導入に向けた国による支援策の検討 等

2. アプローチ毎の課題解決の方向性

- ①機材・装備品等への新技術導入
- ②管制の高度化による運航方式の改善
- ③持続可能な航空燃料（SAF）の導入促進

2-① 機材・装備品等への新技術導入

2-①-1. 課題と対応策（機材・装備品等への新技術導入）

新技術導入にあたっての課題

- 航空機の技術は、部品等も極めて高い安全性が要求される
- 諸外国では開発段階から、メーカーと政府等の関係者が一体となって、安全基準（安全上の要件・検証方法等）の検討・策定を戦略的に実施し、国際機関へ提案
- 我が国においては、技術を持つ企業等が単独で国際標準化機関で基準案を提案するケースが多かった

新技術（電動化、水素航空機等）については、**安全基準が策定途上**
 → **2025年度^(※)からの技術実証までに検討・策定が必要**

世界に先駆けて我が国の環境技術の実用化を進めるためには、**開発と並行して、企業と政府とがタッグを組んで、戦略的に安全基準の検討・提案を進める必要**

－期待される国産の環境技術の例－

2025年度 ^(※) から技術実証予定	2030年頃 ^(※) から技術実証予定
<p><軽量化等></p> <ul style="list-style-type: none"> ・炭素繊維複合材の構造部材等への活用 ・セラミック複合材によるエンジン軽量化等  <p>出典：ジャムコHP</p>	<p><電動化></p> <ul style="list-style-type: none"> ・高出力密度モータ ・高エネルギー密度バッテリー ・電動アクチュエータ ・配電システム  <p>出典：IHI HP</p>
<p><水素関連></p> <ul style="list-style-type: none"> ・燃焼器 ・水素貯蔵タンク ・水素供給システム ・ハイブリッド水素航空機  <p>出典：川崎重工業HP</p>	

※グリーン成長戦略の工程表による

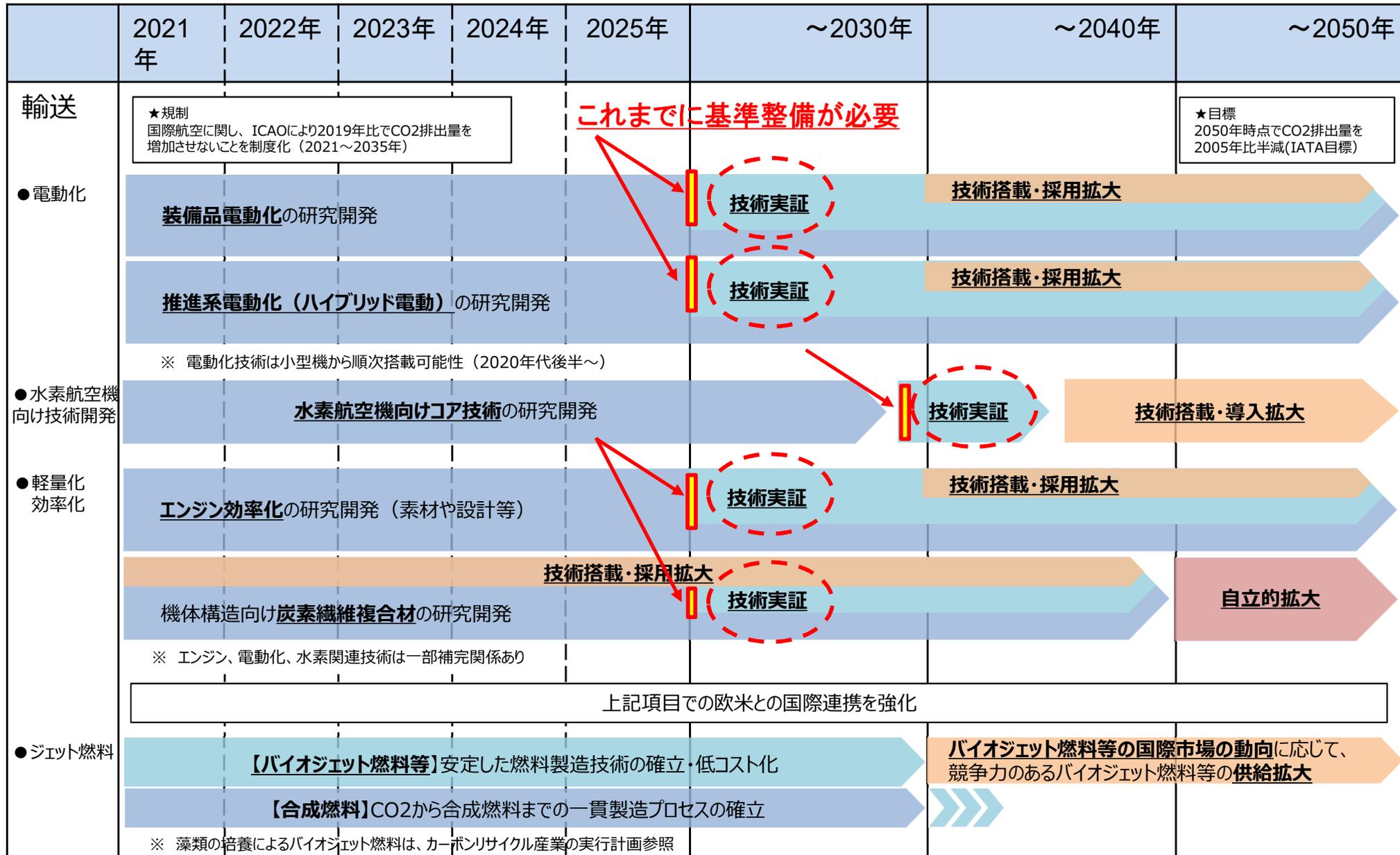
今後の対応策

年度	必要な対策
2022年度末まで	関係者が一体となって戦略的に基準策定等を実施する体制を構築 ①航空局に、関係省庁、有識者、メーカー、研究機関等からなる検討会を設置。 ②国内外の技術開発や業界基準の検討動向等を調査。 ③国内技術についての実用化の見込みを精査。 → 日本として重点的に安全基準の検討・導入を行う①対象技術、及び、②具体的な手法、をまとめた計画 を作成
2023年度～2025年度	<ul style="list-style-type: none"> ・上記計画に則って安全基準の検討・策定（実機検証等も実施） ・国際標準化機関等へ官民一体となって積極的に参画・提案。 → 国内基準を国際標準とするべく国際機関等への採択の働きかけ 等

2-①-2. 重点分野と関連基準整備の必要性

- 導入フェーズ： 1. 開発フェーズ 2. 実証フェーズ 3. 導入拡大・コスト低減フェーズ 4. 自立商用フェーズ
- 具体化するべき政策手法： ①目標、②法制度（規制改革等）、③標準、④税、⑤予算、⑥金融、⑦公共調達等

グリーン成長戦略では、①装備品・推進系の電動化、②水素航空機、③機体・エンジンの軽量化・効率化、④ジェット燃料の4分野について、以下の工程表に従って技術開発を進めることとされた。航空局としては開発段階からメーカーと連携し、関連する基準を技術実証開始までに整備するとともに、以降の技術実証を通じて、基準のさらなる見直しを進めていく必要がある。



2-①-3. 国際標準化機関における議論状況

機材・装備品の認証基準において引用される規格は、以下のような国際標準化機関の各委員会又はその下位のタスク・グループにおいて議論されている。我が国が強みを持つ分野の国際標準化や、世界の新技术開発動向把握のためには、これらの委員会／タスク・グループの議論に参画していくことが必要不可欠。

 <h3>SAE (Society of Automotive Engineers) International</h3> <ul style="list-style-type: none"> ● 米国の国際標準化機関であり、自動車及び航空宇宙関連の標準規格を策定 ● 民間(OEM、装備品メーカー)、研究機関、航空当局等多数の航空業界関係者が参加 ● FAA(米国連邦航空局)が策定する基準において多数引用 ● 電動航空機関連の主要な委員会が多数 ● 以下の分野のほか、多数の分野の規格について議論 <ul style="list-style-type: none"> ・ 電動推進系 ・ 安全性評価 ・ 水素燃料電池システム(EUROCAEとのJoint Committee) <p>等</p>	 <h3>ASTM (American Society for Testing and Materials) International</h3> <ul style="list-style-type: none"> ● 米国の国際標準化機関であり、航空機関連を含む多数の工業規格(主に試験方法)を策定 ● 民間(OEM、装備品メーカー)、研究機関、航空当局等多数の航空業界関係者が参加 ● FAAが策定する基準において多数引用 ● 我が国においても、ジェット燃料として使用可能なSAFの種類等についてはASTMの規格を引用 ● 以下の分野のほか、多数の分野の規格について議論 <ul style="list-style-type: none"> ・ 航空燃料の製造方法及び原料 ・ プラスチックや金属等の材料の試験方法 <p>等</p>
 <h3>RTCA (Radio Technical Commission for Aeronautics)</h3> <ul style="list-style-type: none"> ● 米国の民間非営利団体であり、航空宇宙関係のガイダンス・ガイドラインを策定 ● FAA、EASA(欧州航空安全庁)が策定する基準において多数引用 ● 以下の分野のほか、多数の分野のガイダンスについて議論 <ul style="list-style-type: none"> ・ 環境試験の手順 ・ 航空機のソフトウェア・ハードウェアの安全性評価 <p>等</p>	 <h3>EUROCAE (European Organisation for Civil Aviation Equipment)</h3> <ul style="list-style-type: none"> ● 欧州の国際標準化機関であり、航空機及び地上システム・機器の標準規格を策定 ● EASAが策定する基準において多数引用 ● 以下の分野のほか、多数の分野の規格について議論 <ul style="list-style-type: none"> ・ ハイブリッド電動推進系 ・ 水素燃料電池システム(SAEとのJoint Committee) <p>等</p>

2-①-4. 国際標準化機関等参画の方向性

- 国内メーカー等への聞き取り結果を踏まえ、現時点で以下の会議体への航空局の積極的関与が必要と見込まれる。
- 今後、関係省庁、有識者、メーカー、研究機関等からなる検討会を設置し、国内外の技術開発や業界基準の検討動向等を調査の上、国内技術についての現段階で実用化の見込みを精査し、これから日本として重点的に安全基準の検討・導入を行う対象とその方法をまとめた計画を作成していく。

	委員会名	委員会の概要	国内の参画の状況
電動化	SAE EASG (電動航空機運営グループ)	SAEの電動航空機に関する委員会全体の統括	<ul style="list-style-type: none"> • JAXA (Vice Chairman) • メーカー (Voting Member)
	SAE E-40 (電動推進系)	SAEの電動航空機に関する主要な委員会 <ul style="list-style-type: none"> • 電動航空機の推進システム等に関する技術報告書の作成 • 用語と基本構造の定義 • EASGやその他関連委員会への提言・協力 	<ul style="list-style-type: none"> • JAXA (Voting Member) • メーカー多数 (Voting Member及びオブザーバー) • 航空局 (Voting Member)
	SAE E-36 (エンジン制御)	SAEの電動航空機に関する主要な委員会 <ul style="list-style-type: none"> • エンジン制御システムの設計・装備・運用・整備に関する技術文書作成 	<ul style="list-style-type: none"> • メーカー (Voting Member)
	SAE S-18 (航空機・システム開発・安全性評価)	<ul style="list-style-type: none"> • 航空機及び関連システム・機器の安全性評価を行うためのプロセス、手法、ツールを含むガイドラインの策定 	<ul style="list-style-type: none"> • 航空局 (オブザーバー)
水素航空機	EUROCAE WG-80 (水素燃料電池システム)	<ul style="list-style-type: none"> • 水素燃料電池に関する適格性及び認証に関するガイドラインの策定 • SAE AE-7AFCとも連携 	—
軽量化・効率化	ARAC Transport Airplane Metallic and Composite Structures Working Group (金属・複合材料)	<ul style="list-style-type: none"> • 金属・複合材料に関する耐久性・疲労等に関する基準等の策定及びFAAへの提言 	<ul style="list-style-type: none"> • メーカー (Voting Member) • 航空局 (オブザーバー)

2-①-5. 外国の基準策定に係る取組の例

米国

- 米国では、FAA（米国連邦航空局）がSAE等国際標準化機関へ参画し、欧米の当局・企業等と基準案を調整。
- さらに、FAAが産学関係者も含む基準策定会議での議論を経て、当該基準案の採用の是非等を議論し国内基準を策定するとともに、欧州やICAOの基準とのハーモナイゼーションを行い、グローバルな基準としている。
- また、FAAの下の独自の研究施設（FAA Technical Center）で取得した定量データや評価も上記議論に活用。

（参考）FAA Technical Center

- ・航空管制、通信、空港、機体安全、セキュリティ等に関する調査・開発・試験等を実施
- ・産学と連携し、専門的・多様な体制によって、新技術や、プロシージャー、訓練方法の開発を行うとともに、技術文書等を策定



耐火性の検証



ソフトウェア・システムの検証

出典：FAA Technical Center HP

欧州

- 欧州においても、EASA（欧州航空安全庁）がEUROCAE等国際標準化機関へ参画して国際標準化を推進。
- さらに、EASAがEU等の産学関係者とも連携して基準を策定、国際標準化も視野に入れつつ検討。

例) 民間の電動ハイブリッド航空機民間コンソーシアムと合同のウェビナーを開催。

- ・ EASAはEUROCAE等の国際標準化機関、研究機関、ICAOやFAAと連携して基準を検討していく方針。

2-② 管制の高度化による運航方式の改善

2-②-1. 課題と対応策 (管制の高度化によるCO2削減策)

これまでの取組み

従来の優先目標:

- ①急増する航空交通量への対応
- ②安全性の維持+生産性の向上
- ⇒ **管制の高度化により順調に航空交通量の増大に対応**

安全性
向上

航空交通量
増大

業務効率性・
生産性向上

(低アクシデント率)

(システム高度化)
(管制官等の高い習熟度)



CO2排出面での課題

交通量の増大に伴う空域の混雑が急速に増大

⇒ 管制の高度化により、交通量には対応できてきたが、

一方で、運航時間・CO2排出量が増加

(参考) 同じ路線での平均運航時間増加 ⇒ **CO2排出量も増加**

今後は、**交通量増加への対応と運航時間(所要時間)短縮の両立が必要**

- ①より短いルート・効率的な高度、②地上走行部分も含めたエンジン稼働時間の短縮、③全体最適化等

燃料消費量
低減

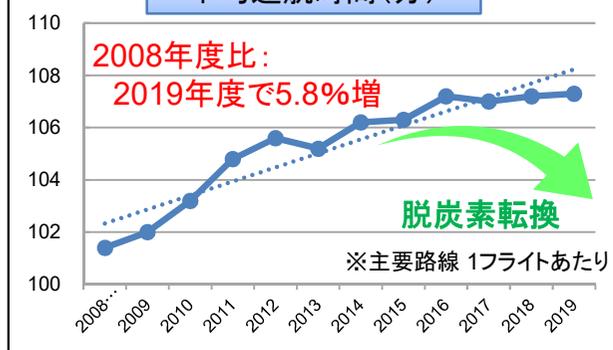
CO2排出量
削減

定時性
向上

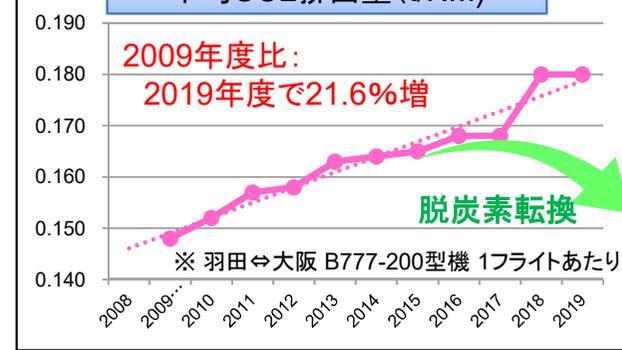
速達性
向上

就航率
向上

平均運航時間(分)



平均CO2排出量(t/NM)



解決策

運航時間の増加により、燃料消費量とCO2排出量が増大(その他、定時性悪化、機材・乗員稼働低下も)

→ 解決には、管制の高度化を通じた**運航時間の低減(速達性の向上)**が必要

(対応策) **航空交通全体の最適化による円滑な交通流の実現**(迂回飛行や空中待機の削減) ⇒ 運航時間・CO2排出量を削減

・出発から到着まで、気象状況の変化やイレギュラー対応等も含め全ての運航を細かく時間管理し、交通流全体を精緻に制御

→ **運航情報のデジタル化、航空機監視の高精度化、管制システムの高度化(AIの活用等)、通信の高速大容量化等が必要**

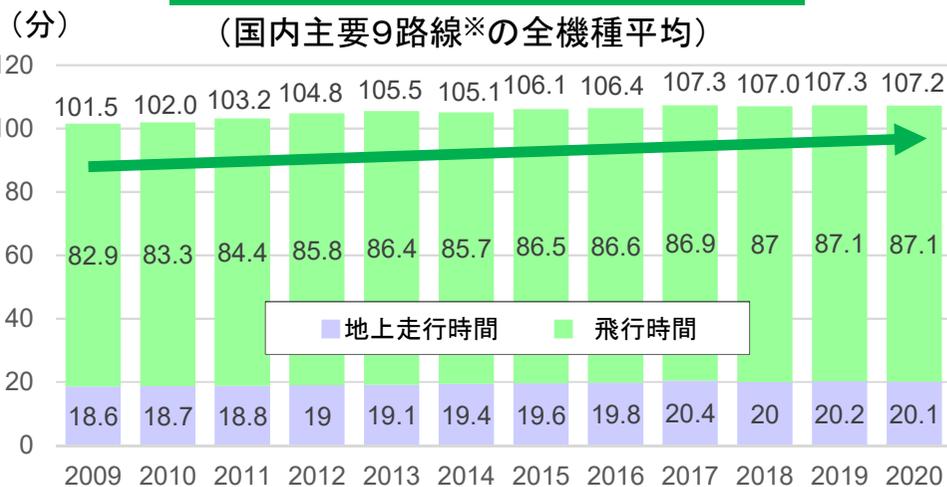
(気象状況や運航状況を精緻に把握した上で、管制システムが最適な運航を算出し、機上システムにデータ通信することが必要)

2-②-2. 運航効率の改善アプローチの再整理

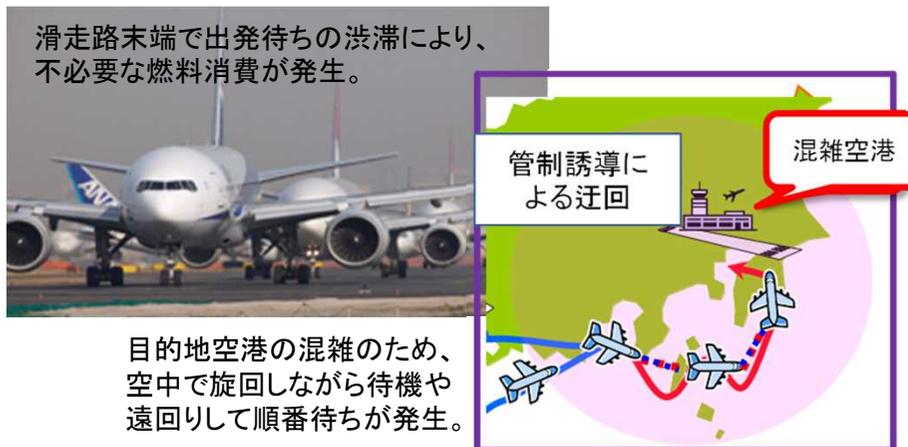
- 運航時間は「**地上走行時間**」、「**飛行時間**」いずれも**増加傾向**にある。これらの改善には、地上での出発待ちの渋滞解消や空中での遠回りや待機解消が必要。
- 飛行経路の短縮等の個別運航の効率化に加えて、**航空交通全体を適切に管理することにより円滑な交通流を実現することが必要。**

Gate to Gateの運航時間の内訳

(国内主要9路線※の全機種平均)



・かつては、大幅な地上待機・上空旋回による待機が恒常化しつつあったものの、**交通流制御や首都圏空域の再編等により緩和**。一方で、脱炭素への転換に向けて、更なる運航効率改善に向けた取り組みが必要



※羽田～新千歳、羽田～福岡、羽田～伊丹、羽田～那覇、中部～新千歳、中部～那覇、関西～新千歳、関西～那覇、関西～福岡

個別運航の最適化

【航空路】

A: 迂回の少ない飛行ルートの実現による飛行経路の短縮

【出発・到着】

B: 燃費の良い飛行高度・飛行経路の選択自由度の向上

【空港面】

C: アイドリング時間の削減、地上走行経路の最適化



航空交通全体の最適化

D: 精緻な時間管理による円滑な交通流の実現による航空交通全体の最適化

➤ 空域容量の拡大(取扱可能機数の増加)

➤ 時間管理による交通流の最適化

2-②-3. 国内空域の抜本的再編

○安全かつ効率的な航空機の運航を実現するため、国内管制空域（航空路空域及びターミナル空域）の抜本的再編を段階的に実施する。

●航空路空域の再編（「高高度」と「低高度」に分離）

- ・近距離及び空港周辺の上昇・降下に専念する「低高度」と、上空通過機など巡航が中心となる「高高度」に航空路空域を分離
- ・管制業務の質の単純化と各管制官の管轄空域の拡大により、処理能力が向上

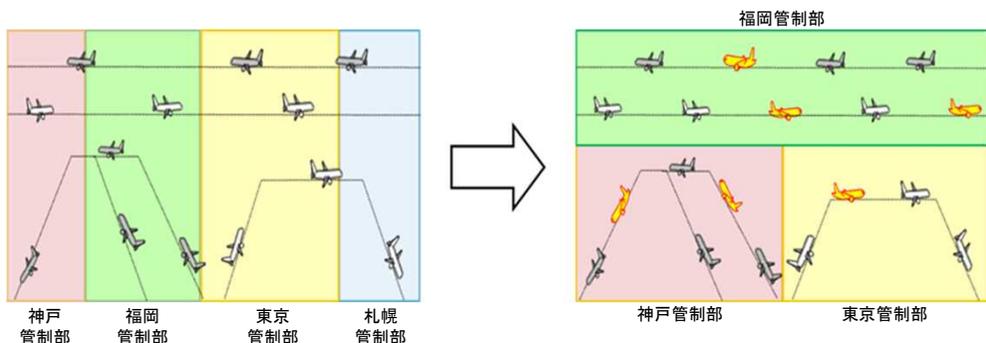
各管制官の管轄空域の拡大と処理能力の向上により、より円滑な交通流の形成が可能となり、上空待機や迂回飛行が減少。

●空港周辺の空域（ターミナル空域）の統合（近隣空港の離着陸機の処理一元化）

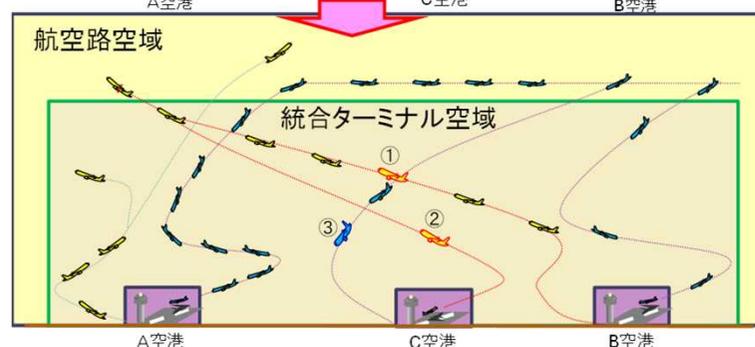
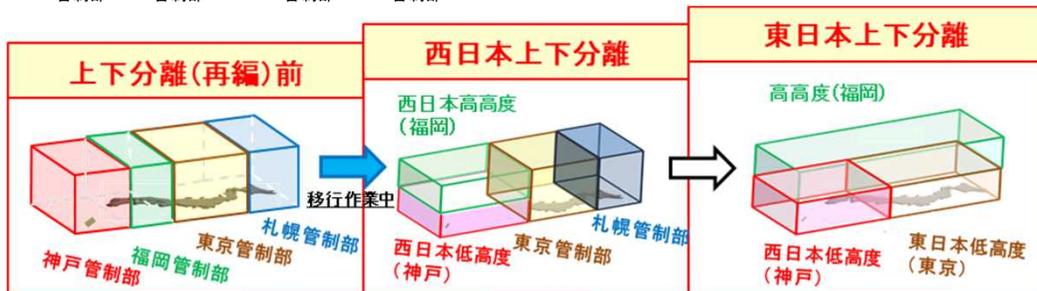
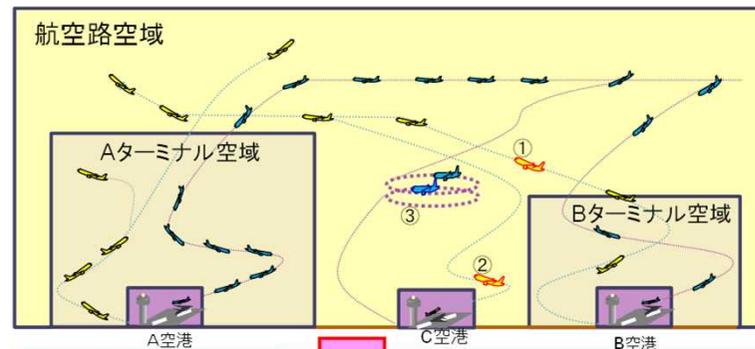
- ・近隣空港を含めた複数空港を離着陸する航空機を、監視範囲を拡大した空港で一元的に管制することで処理能力が向上

運航時間の削減

航空路空域の再編



ターミナル空域の再編（統合）



①②出発：迂回減少
③到着：上空待機低減

2022年(R4)3月～

2025年(R7)4月～

2-②-4. 航空交通全体の最適化を可能とする管制の実現

- ✓ 同じ時間に特定の空域に航空機が集中することで混雑が発生し、迂回飛行や空中待機が発生。
- ✓ 交通の集中を回避するためには、航空機の運航を細かく時間管理し、円滑な交通流の確保が必要。

航空交通全体の最適化により速達性向上を図る

現在

管制誘導による迂回

混雑空港

同じ時間に特定の空域に航空機が集中
混雑により迂回飛行や空中待機が発生

運航時間の増加に伴い、CO2増加

短期（～2030）

混雑予想

経路変更

時間調整

混雑する時間・空域を予想し、
飛行前に経路・時間等を最適化

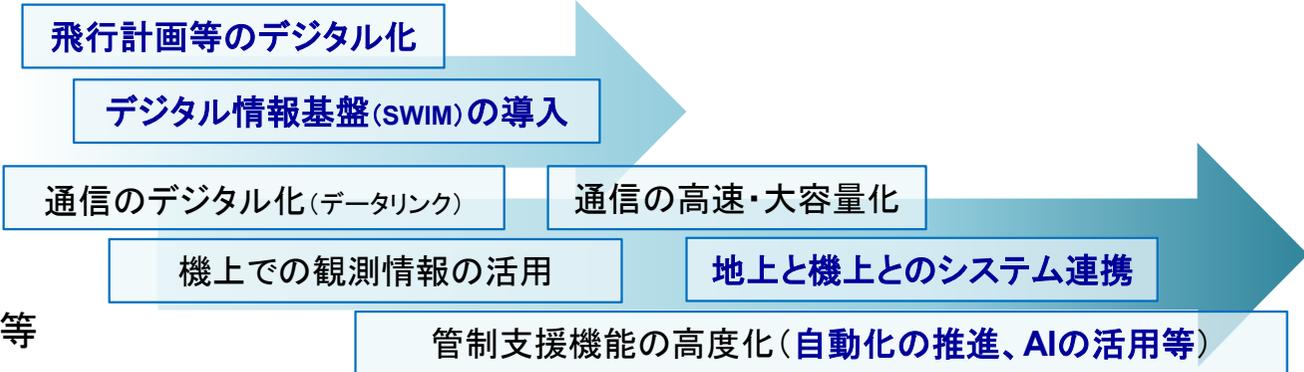
混雑を回避し、円滑な交通流を実現

中長期（～2040）

天候の変化等も踏まえ、
飛行中においてもリアルタイムに
経路・時間等を最適化

運航全体の速達性を向上

- 課題**
- ✓ 飛行計画等の情報量が少ない
 - ✓ 管制機関や運航者との情報共有が限定的
 - ✓ 管制官とパイロットとが音声により通信
 - ✓ 航空機の動態情報の予測精度が不十分



2-③ 持続可能な航空燃料（SAF）の導入促進

2-③-1. 課題と対応策（SAFの導入促進）

現状

- CORSIAへの対応として、SAFの活用は必要不可欠。水素等の新技術は、要素技術を確立し、中長期的に着実に対応していく必要。**SAFは2030年頃の商用化を目指した“目の前の課題”**。
- 既に**一部SAFの商用化**など諸外国では先行する動き^{※1}。エアラインによっては、将来のSAF調達契約を締結する社も出ている。また、まだ、ごく一部の国ではあるが、SAF混合義務化の動きもあり^{※2}。

※1: フィンランドのNESTE社は、既に商用化(廃食油・動植物油脂等を原料)。米国のLanzaJet社(サトウキビ、炭素含有ガスを原料)やFulcrum社(都市ごみを原料)においても商用化を計画又は商用化に向けたプラントを建造中。

※2: 米ユナイテッド航空、米デルタ航空、独ルフトハンザ航空、KLMオランダ航空 等

課題

- 航空産業の国際競争力の強化にとって、**SAFを低コストでの安定的な確保・供給が可能となる体制を構築**することが必要。とりわけ、輸入SAFのみに依存するのではなく、**国産SAFの技術開発**を推進することが重要。
- また、**国内空港で円滑にSAFを使用できる環境整備**や、**SAFの導入・普及を促進・支援するための方策の検討・実践**を、官民が一体となって展開する必要がある。

課題①: 開発・製造の推進

- ◆ **国産SAFの開発・製造の推進**
 - SAF製造事業者に対する、研究開発・実証のため、グリーンイノベーション基金等の活用を検討(対象技術) ガス化・FT合成、ATJ、微細藻類培養 等
- ◆ **国産SAFのCORSIA適格燃料化**
 - SAF事業者等と連携して、国際民間航空機関(ICAO)への打ち込み

課題②: 国内空港での取扱いの円滑化

- ◆ **空港でのSAF取扱いの円滑化**
 - 国際認証規格品の石連規格合格品と同様に扱える旨の明確化・周知等
 - 統一されたSAF取扱ルール(マニュアル)の策定
 - 輸入SAFの品質確認を担保しつつ国内空港での搬入の円滑化を図る
- ◆ **国内での燃料認定検査体制構築**
 - 国内のみでASTM検査が実施できるよう、必要な検査機器の導入

課題③: 導入・普及促進策

- ◆ **SAF導入に向けた関係者間の共通認識の醸成**
 - 供給者、使用者それぞれの課題を共有し、解決のため必要な調整を図る
- ◆ **SAF混合率上限引上げの推進**
 - 早期にSAF100%で飛行可能となるよう我が国で貢献可能な方法の検討
- ◆ **SAFの導入取組に係る情報発信**
 - SAFの必要性、安全性等の認知を図るため、積極的な情報発信を行う

2-③-2. SAFの開発・製造の推進に関する検討状況・方針

国産SAFの開発・製造の推進

- ✓ 現在NEDOで進める「**バイオジェット燃料生産技術開発事業・実証を通じたサプライチェーンモデルの構築**」事業等を通じ、原料調達から輸送・保管までのサプライチェーンの実証、製造コストの評価等を実施。また、**微細藻類基盤技術開発事業**を通じ、カーボンリサイクル技術を利用した微細藻類によるSAF製造技術について、安定大量培養技術等を確立すべく、実用化に向けた実証事業を実施。

技術	プレイヤー	原材料	達成予定時期
ガス化・FT合成技術	三菱パワー等 ※三菱パワー、東洋エンジニアリング、JERA、JAXAによる共同研究	製紙スラッジ、木くず 等	2030年頃の商用化を目指す
ATJ技術 (Alcohol to Jet)	Biomaterial in Tokyo	廃パルプ、廃菌床 等	
微細藻類培養技術	IHI	ボツリオコッカス	
	ちとせ研究所	クラミドモナス 等	
	ユーグレナ	ユーグレナ、ココミクサ	
	電源開発	海洋珪藻	

- ✓ さらに、SAF製造事業者に対する、研究開発・実証の支援するため、**グリーンイノベーション基金事業の活用**を検討中（24ページ）

国産SAFのCORISIA適格燃料化

- ✓ 国産SAFをCORISIA適格燃料とするための基礎的な理解を深めるため、**国内のSAF事業者等との勉強会の開催**（（一財）運輸総合研究所と連携）
- ✓ **廃プラスチック由来原料のSAF**については、同じく化石燃料を由来とするSAFのICAOでの**議論状況も注視**しつつ、ICAOへの打ち込みの準備

概要

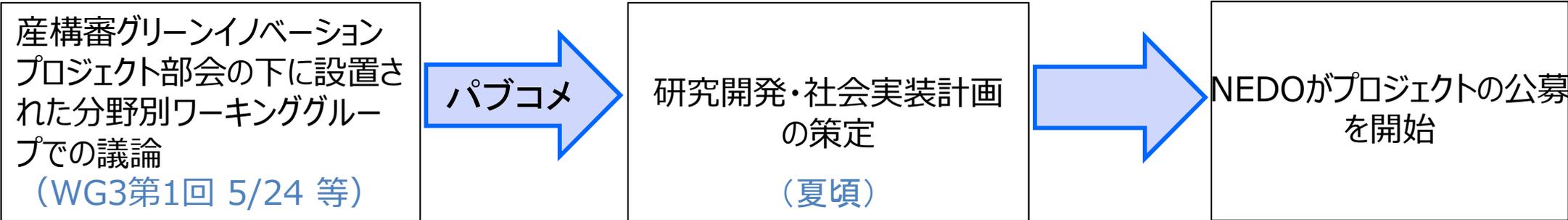
- ✓ 2050年カーボンニュートラルの実現に向け、NEDOに2兆円の基金を造成し、野心的な目標にコミットする企業等に対して、10年間、研究開発・実証から社会実装までを継続して支援
- ✓ グリーン成長戦略において実行計画を策定している重点分野であり、政策効果が大きく、社会実装までを見据えて長期間の継続支援が必要な領域に重点化して支援

2021年度上半期に開始を想定しているプロジェクト

18の想定プロジェクトのうち、SAF、航空機産業関連は、

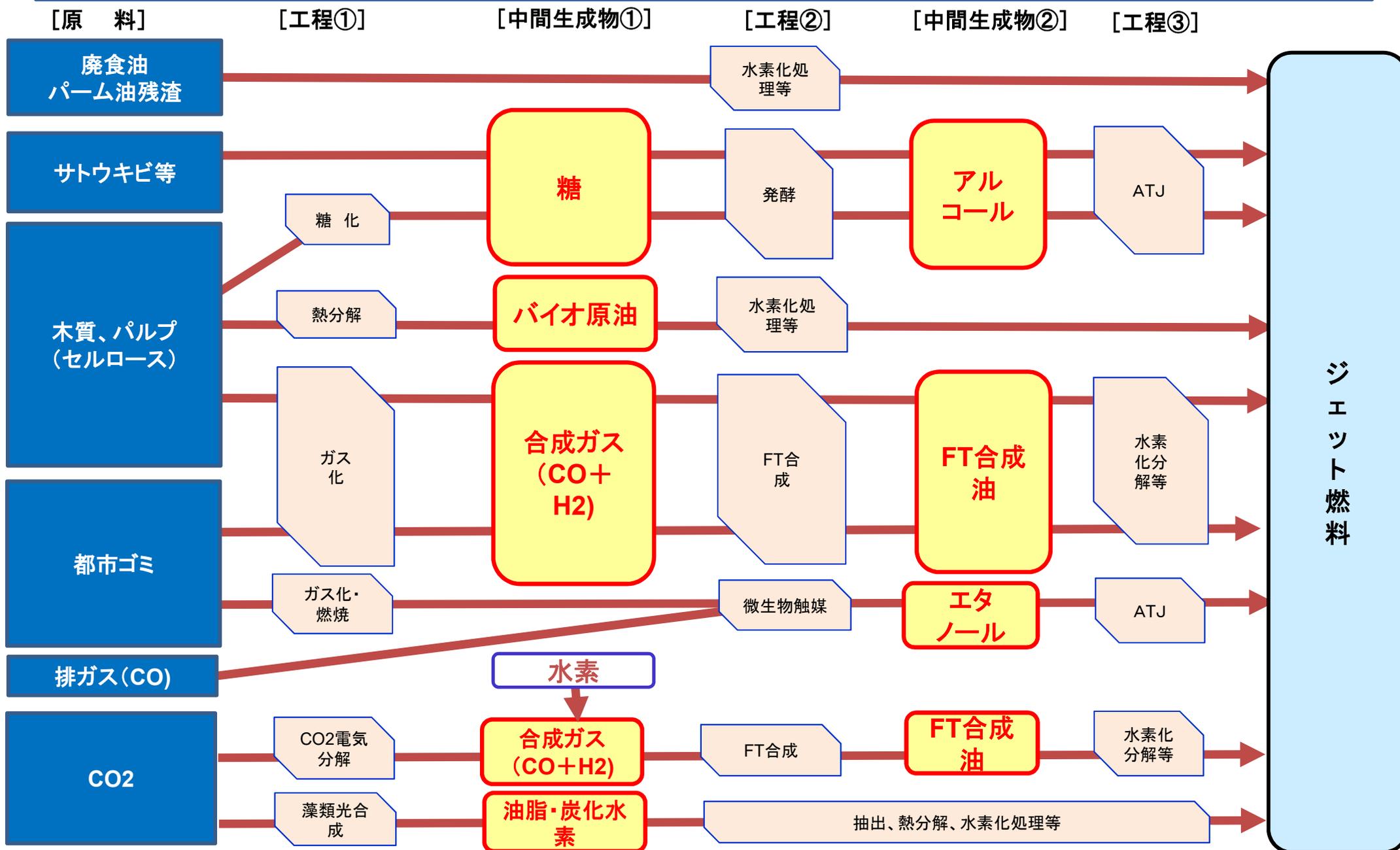
- ✓ ⑧CO2等を用いた燃料製造技術開発（WG2：エネルギー構造転換分野）
：自動車燃料・ジェット燃料・家庭・工業用ガス等向けの燃料をCO2等を用いて製造する技術を開発。
- ✓ ⑯次世代航空機の開発（WG3：産業構造転換分野）
：水素航空機・航空機電動化に必要となるエンジン・燃料タンク・航空機構造の複雑形状化・燃料供給システム等の要素技術を開発。

今後のスケジュール



(参考) SAFの製造プロセスの例

SAFは様々な原料と燃料製造プロセスの組合せによって製造される。我が国で開発が検討されている製造プロセスの例を、原材料別に整理すると以下の通り。



空港でのSAF取扱いの円滑化

- ✓ 石油連盟から、ASTM D1655 等の国際規格を満たした燃料の共同利用貯油施設での取り扱いを明確化するため、国内共同利用貯油施設におけるASTM D1655 規格品 等の扱いについて、エアラインを含む関係者へ周知
⇒ **ASTM等の国際認証規格品は、国内の共同利用貯油施設においても石連規格合格品と同様に扱える旨明確化**
- ✓ **石油連盟において、代替ジェット燃料（SAF）の取扱要領を作成**し、エアラインを含む関係者へ周知
- ✓ **輸入SAF**の空港への搬入時において品質確認を担保した上での円滑に取り扱えるよう**検査項目の検証を実施**
- ✓ 輸入SAFの供給モデル構築の調査を実施

国内での燃料認定検査体制構築

- ✓ 国内でのASTMの検査体制については、これまで一部の検査機器が国内になかったため、一部の検査項目を米国で実施。**国内の検定機関において、5月以降検査機器が導入**されたが、引き続き未導入の機器があるため、関係者と調整のうえ、必要な検査機器の導入を図る

2-③-5. SAFの導入・普及促進策に関する検討状況・方針

SAF導入に向けた関係者間の共通認識の醸成

- ✓ CORSIAへの対応により、一定の仮定を置いた場合の**2030年時点の日本での給油（本邦・外航エアライン）が必要となるSAF想定量を粗々に試算**（28ページ）
- ✓ 今後、必要に応じて数字を提示するなど、SAFの普及促進のロードマップ作成に向けて、関係者間の課題を共有し、関係者一体となって解決できるよう調整を図る。

SAFの混合率上限引き上げの推進

- ✓ CO2削減にSAFが一層寄与できるよう、**SAFの混合率50%の上限を引き上げる**ために我が国で貢献可能な方法の調査・検討の実施。
- ✓ 混合率を引き上げられるよう欧米等の当局との連携、関係者と連携した**国際標準化機関(ASTM)への働きかけを図る**

SAFの導入取組に係る情報発信

- ✓ SAFの導入を促進するため、国として、**SAFの必要性や安全性等に関し、積極的な情報発信**を行う。

支援策の調査検討

- ✓ SAFの供給者、使用者、関係省庁等において、**諸外国の取組を継続的に調査**しつつ、必要な対応策を引き続き検討

2-③-6. 2030年時点の一定の前提を基に試算したSAF想定量 [CORSA対応]

(概略試算)

- ◆ 国際航空のCO2排出削減枠組みであるCORSAへの対応により、本邦・外航エアラインは、2019年以降CO2排出量を増加させない必要がある。増加するCO2については、①新技術の導入、②運航方式の改善、③持続可能航空燃料(SAF)の活用、④市場メカニズム(炭素クレジット)の活用、により削減する必要がある。
- ◆ 今般、新技術の導入及び運航方式の改善は国際統計に基づいて一定の範囲で見込まれるとの前提の上、それらで削減できないCO2は、SAF(輸入SAF含む)で削減しなければならないものと仮定し、そのために2030年時点で日本での給油が想定されるSAF量を試算する(議論の簡略化のために、④市場メカニズム(炭素クレジット)の活用は考慮しない)。

日本での給油が想定される2030年時点のSAF量 = 約250万kl~約560万kl

※本試算は統計データ等に基づき、一定の仮定を置いて機械的に試算したものであり、将来実際に使用されるSAF量や供給量を予測するものではなく、COVID-19による影響等の不確定要素等、状況に応じた見直しも必要
 ※本試算で使用したICAO Long Term Forecasts Tablesにおいては、日本が含まれる北アジアのデータを使用。なお、ICAO Long Term Forecasts Tablesは、COVID-19による影響は考慮されていない

	燃料使用量			SAF換算量
	2019年	2030年	増加量 (2030年時点 2019年比)	
ケース① (燃費改善上位、SAF:CO2削減率上位)	約890万kl	約1090万kl	約200万kl	約250万kl
ケース② (燃費改善上位、SAF:CO2削減率下位)				約340万kl
ケース③ (燃費改善下位、SAF:CO2削減率上位)		約1230万kl	約340万kl	約420万kl
ケース④ (燃費改善下位、SAF:CO2削減率下位)				約560万kl

[算定方法]

1. 将来の燃料使用量は、航空需要(人キロ)の成長率を乗じることにより推計。2019年の燃料消費量は、「令和1年資源・エネルギー統計年報(石油)」のジェット燃料油ポンド輸入・輸出を使用
2. 人キロ成長率は、2019年の方面別の人キロシェア※1に、方面別の成長率※2を掛け合わせて年度別に算出
3. COVID-19の影響は、IATAの需要見通しを使用 (出典: IATA「COVID-19 Outlook for air travel in the next 5 years」(2020.5.13))
4. 2. 及び3. の成長率及び需要見通しを基に、2030年の2019年比人キロ増加率を計算(=1.43倍)
5. 燃料使用量は、2030年で2019年比1.43倍を使用し、燃費改善率(下位ケース0.58%、上位ケース1.37%※3)を加味して2019年比からの燃料増加量を計算(下位ケースはCOVID-19の影響による機体の更新頻度の低下等を見込み、燃費改善がCOVID-19の影響後に開始すると仮定)
6. SAF削減率を上位80%ケース、下位60%ケースとして、SAF換算量を計算

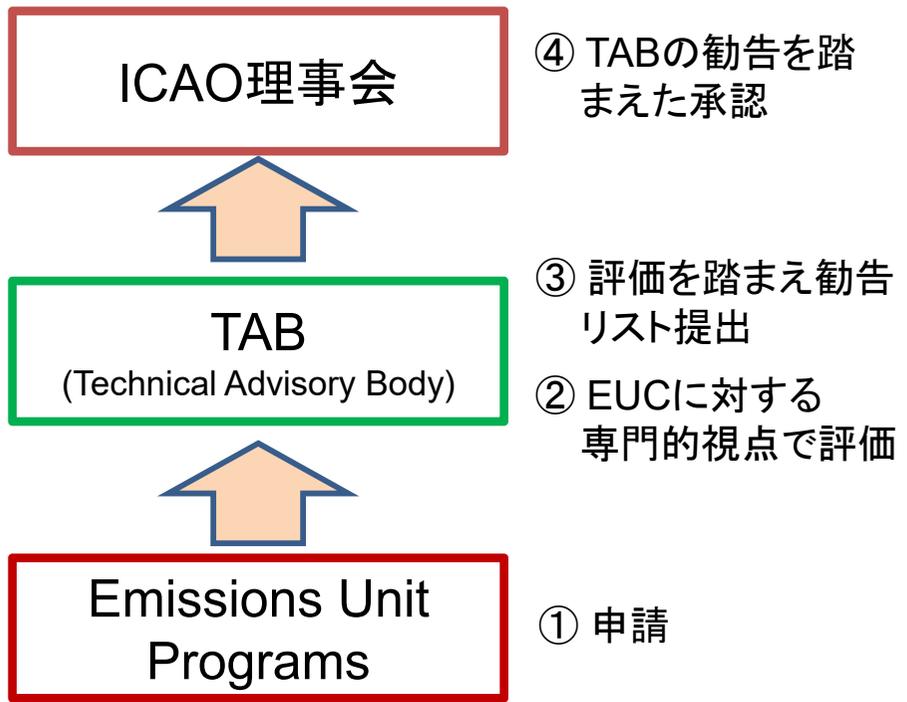
- ※1 2019年の方面別の人キロシェアは、OAGのデータを集計して算出
- ※2 方面別の成長率として、ICAO Long Term Forecasts Tablesを使用(日本は「北アジア」に含まれる)。ただし、ICAO Long Term Forecasts TablesはCOVID-19による影響は考慮されていない (出典: https://www.icao.int/sustainability/Documents/tables%20of%20the%20traffic%20forecasts_v2.pdf)
- ※3 ICAO Environment Report 2019による、Low Aircraft Technologyシナリオと楽観的なシナリオの、機体更新等による新技術導入及び運航改善による燃費改善率を使用

CORSIA で使用可能な炭素クレジット

- 国産クレジットをCORSIAで使用できるようにするべきとの要望が高まっている。
- CORSIAで使用できるようになるためには、以下のスキームで承認を受ける必要。
- 現在、JCM(二国間クレジット制度)については、CORSIAで使用できるように準備を進めているところ。

※ 日モンゴル間のJCMについては、CORSIAに申請実績あり

Emissions Unit Program (EUP) 承認スキーム



Emission Unit Criteria (EUC)

- (1) プログラムの設計要素
 1. 明確な方法論とプロトコル及び開発プロセスを有する
 2. 活動レベルとオフセットの基準(対象分野など)の定義を公開する
 3. クレジットの発行、償却、開示、有効期間等の定義を定め公開する
 4. Unitの追跡及びシリアルナンバーによる識別手順及び登録簿のセキュリティ確保のための手順を定め、Unit所有者が識別されるとともに、他の登録簿とのリンク、登録簿が遵守する国際基準について規定している。またこれらを公開している
 5. Unitの法的所有権を定義し、その手順を公開する
 6. 妥当性確認、検証の基準及び手順を定め、公開する
 7. 責任者と意思決定方法を開示する
 8. どのような情報を把握し異なる利害関係者に開示できるか、地元利害関係者との協議要件、パブリックコメント、について公開する
 9. 環境及び社会的リスクに対するセーフガードを設け、公開する
 10. 使用する持続可能な開発基準及びモニタリング等に関する規定を公開する
 11. 二重計上、二重発行及び二重主張の防止手段に係る情報を提供する
- (2) クレジットに関する十全性評価基準
 1. プログラムがなければ排出削減は起こらなかったであろうという、追加性を示す
 2. 現実的で信頼できるベースラインを設定している
 3. 削減量は保守的で透明性を有する方法で計算され、クレジットは正確な測定及び評価方法に基づき、第三者機関による検証も受けている
 4. クレジットに識別番号が割り当てられている
 5. クレジットは永続的な排出削減に基づいているか、永続性担保措置があること
 6. 別の場所での排出量増加(Leakage)を評価し軽減するための方法を定めること
 7. 二重計上等を防止する手段を有する
 8. 活動が法令違反をせず、社会・環境セーフガードに適合している

3. 今後のスケジュール

3-1. 今後のスケジュール(案)

<p>令和3年3月22日</p>	<p>第1回 検討会 ○アプローチ毎の現状と課題の整理 ○今後の検討に資する諸外国の取組の抽出</p>
<p>令和3年5月末</p>	<p>第2回 検討会 ○短期及び中長期的のアプローチ毎の具体的な取組の方向性の策定 ・短期：アプローチ毎の課題と解決に向けた取組の方向性 ・中長期：具体策に加え、多様な動力源等への対応やグリーンリカバリーの観点の反映</p>
<p>令和3年9月末</p>	<p>第3回 検討会 ○アプローチ毎の具体方策の検討、工程表案の提示</p>
<p>令和3年12月</p>	<p>第4回 検討会 ○具体方策に基づく工程表の策定</p>
<p>令和4年度以降</p>	<p>取組の進捗状況に応じ、適宜開催を予定</p>