

航空機運航分野におけるCO2削減に関する検討会(第3回)

令和3年10月8日
航空局

1	前回までのご指摘	P 2
2	機材・装備品等への新技術導入に係る各課題と対応	P 5
3	管制の高度化による運航方式の改善に係る各課題と対応 ..	P 9
4	持続可能な航空燃料(SAF)等に係る各課題と対応	P15
5	工程表作成にあたっての検討要素	P24
6	今後のスケジュール(案)	P28
	参考資料	P30
	・諸外国の動向	
	・骨太方針・成長戦略等	

1. 前回までのご指摘

新技術導入

新技術 導入関係	認証プロセス・ 基準策定・ 国際標準化	<ul style="list-style-type: none"> • 認証プロセスにおける国交省のサポート • 産学官の連携 • 国内における積極的な情報交換 • 技術開発動向等に応じた対応
-------------	---------------------------	---

運航改善

運航関係	個別の運航改善 策	<ul style="list-style-type: none"> • 騒音を軽減した飛行機での最短経路の飛行 • 飛行場面におけるオペレーションの合理化・効率化(A-CDM など)
	交通流全体での最 適化	<ul style="list-style-type: none"> • 1機ごとの効率改善のみではない、交通流全体で無駄のない最適な飛行軌道の実現による遅延の低減
	データ分析の精緻 化	<ul style="list-style-type: none"> • どの空域・路線・機材でCO2が過剰に排出されているかのデータを活用した評価

前回までのご指摘

SAF・炭素クレジット

SAF関係	国産SAFの製造・開発・供給	<ul style="list-style-type: none"> 原料の確保 安定的な供給量の確保 国産SAFの価格競争力の確保 ライフサイクルでのCO2削減率の高いSAFの開発
	サプライチェーンの構築	<ul style="list-style-type: none"> 輸入SAFの品質を確保しつつ、円滑な導入 SAFの空港への円滑な搬入・利用 ライフサイクル排出量の観点等からのSAFの地産地消の推進
	国際標準化への対応	<ul style="list-style-type: none"> 品質・機体の安全性を踏まえつつ、混合率の上限引き上げの検討
	目標・支援策の検討	<ul style="list-style-type: none"> 目標、方向性の設定 既存燃料との価格差への支援、費用負担の検討 SAFの供給・使用の義務化の検討 官民の連携・協議会の設置
炭素クレジット関係	国際航空における国産クレジット	<ul style="list-style-type: none"> 国際航空、CORSAIにおける国産クレジット化
	国内航空における議論	<ul style="list-style-type: none"> 国内航空に対する炭素クレジットに係る議論

2. 機材・装備品等への新技術導入に係る 各課題と対応

(1) 課題と対応 (機材・装備品等への新技術導入)

第2回検討会における委員ご指摘を踏まえ、
同会資料を一部修正し再掲
※修正箇所は黄色ハッチ




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、国際標準化団体へ提案
- 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団体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"> ・燃烧器 ・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	<p>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</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 2022年度航空局に、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 技術開発動向に呼応した対応のため、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。 <p>→ 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</p>
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・並行して認証支援） ・国際標準化団体等へ官民一体となって積極的に参画・提案。 <p>→ 国内基準を国際標準とするべく国際標準化団体・国際機関等への採択の働きかけ等</p>

(2) 欧米当局の新技术に係る動向・航空局との連携

米国 (FAA)



① 基準のパフォーマンス・ベース化・産業規格の活用

連邦航空局 (FAA) 再権限法 (2018年承認) 等により、航空機に関する耐空性基準について、規範的要件から、性能準拠要件 (performance based regulations) に見直し、かつ、国際標準化団体が策定する基準を積極的に活用する方針。

② 日米当局間の連携

FAAと航空局との課長級会合で、環境に関する作業部会を設置することに合意。第1回会合を本年7月に実施。その後も複数回会合を開催。FAA側は、耐空性を所管する課 (Aircraft Certification Service) と、環境を所管する課 (Office of Environment & Energy) が連携して対応し、新技術・SAFを中心に情報交換等を行う。

③ 環境技術に関する研究開発に対する基金の設置

2010年より「CLEENプロジェクト」を開始し、消費燃料削減のほか、NOx等の排出量低減、騒音低減等の環境に資する技術開発に対し資金提供を行う。第2フェーズ (2016年～2021年; ~\$100M) を終了し、2021年9月から第3フェーズを実施中 (2021年～2026年; ~\$100M+)。

④ 新技术の基準策定に向けた取組

- ・ 米・magniX社による電気エンジンの型式証明申請 (2019年6月) を受け、2020年11月、電動推進システムに関する特別要件 (Special Conditions) の案を公開。パブリックコメントを経て、2021年9月27日に最終版を公開。
- ・ 航空機に用いられる複合材については、ARAC (FAAが常設する航空規則制定諮問委員会) にWGを設置し基準について議論。(航空局も参画)
- ・ 水素燃料電池の基準に関するARC (FAAが臨時的に設置する航空規則制定委員会) において、FAAへの提言をまとめた報告書を作成。

⑤ 国際標準化団体への積極的な関与

①の背景により、FAAは、SAE、ASTM等の民間の国際標準化団体に積極的に関与している。

⑥ 100% SAF実現に向けた取組

2021年4月、「100% SAF ASTM Task Force」を設置し、欧米メーカー等と連携して100% SAFの実現に向け検討中 (同TFには日本も参画中)

欧州 (EASA)



① 国際標準化団体への積極的な関与

欧州航空安全庁 (EASA) は、SAE、ASTM、EUROCAE等の民間の国際標準化団体に積極的に関与。

② 日欧当局間の連携

2021年6月にEASAと航空局とのパートナーシップを立ち上げることに合意。現在、環境に関するWGの設置に向け調整中。

③ 新技术の基準策定に向けた取組

2021年4月、電動/ハイブリッド推進システムに関する特別要件 (Special Conditions) を策定。

(3) 新技術に係る開発状況・実用化見込み

分野	企業・研究機関	開発状況・実用化見込み等※
電動航空機	小型 Ampaire (米)	<ul style="list-style-type: none"> 英国政府から240万ポンド(約3.6億円)の支援を受け、9人乗り(セスナ208B グランド・キャラバンEXをベースに改造)、19人乗り(デ・ハビランド・カナダ DHC-6 ツイン・オッターをベースに改造)等のハイブリッド電動航空機を開発中。 2020年9月、セスナ337 スカイマスターの改造機により、ハワイでの約600kmの試験飛行に成功。2022年5月までに、ツイン・オッターの改造機による英国国内での試験飛行を予定。 まもなく、グランド・キャラバンEXの改造機の追加型式設計承認(STC)をFAAに申請する見込み。
	Eviation Aircraft (イスラエルにて起業後、米国に本社を移転)	<ul style="list-style-type: none"> 9人乗り・航続距離約800kmの完全電動航空機を開発中。米・magniX社製モーターを使用。 2021年後半に試験飛行を実施し、2023年後半にFAAの型式証明を取得予定。 2024年までのサービス開始を目指す。
	eVTOL Japan・法政大学(日)	<ul style="list-style-type: none"> 5人乗り(ロビンソンR66をベースに改造)等の完全電動の小型ヘリコプターを開発中。
	中大型 Boeing(米)	<ul style="list-style-type: none"> ボーイング737サイズの完全電動/ハイブリッド航空機の実現はまだ何十年も先である一方、ハイブリッドエンジンを搭載した小型のリージョナル機は2030年代に就航する可能性があるとの見解。
	九州大学・産業総合研究所・GSユアサ・IHI・多摩川精機(日)	<ul style="list-style-type: none"> 2030年以降の民間旅客機での実装を目指し、電動化に必要なコア技術やそれらのインテグレーション技術を開発中。 ※「次世代電動航空機に関する技術開発事業」(経済産業省)により支援
	JAXA(日)	<ul style="list-style-type: none"> 2030年以降の民間旅客機での実装を目指し、電動ハイブリッド推進システム技術(胴体尾部電動ファンとジェットエンジンを併用)を開発中。
水素航空機	小型 ZeroAvia(米・英)	<ul style="list-style-type: none"> 英国政府から1,230万ポンド(約18.7億円)の支援を受け、600kWクラスの水素燃料電池を搭載した19人乗り航空機を開発中。 2021年に試験飛行を実施し、2023年末までにSTCを取得、2024年までに実用化予定。
	中大型 Airbus(欧)	<ul style="list-style-type: none"> 2020年9月、水素を燃料としたゼロ・エミッションを達成する航空機の実装に向けた、3種類のZEROeコンセプト(ターボプロップ機、ターボファン機、翼胴一体機)を提唱。 2035年までに既存の狭胴機(ターボプロップ機/ターボファン機)の商業運用を開始するものとしている。 機体開発と並行して、研究機関・メーカー・空港・エアライン等と協力し水素インフラの構築を目指す。
	川崎重工業(日)	<ul style="list-style-type: none"> 2035年以降の商用化を目指し、水素航空機用燃焼器等を開発中。2030年までに実証予定。
	JAXA(日)	<ul style="list-style-type: none"> 2030年以降の民間旅客機での実装を目指し、水素化要素技術(燃料電池・水素ガスタービン複合サイクルエンジン、燃料供給系、タンク等)を宇宙用技術も投入して開発中。
軽量化・効率化	中大型 東北大学・新明和工業・川崎重工業・ジャムコ・東レ・宇部興産・IHI・シキボウ・三菱重工航空エンジン(日)	<ul style="list-style-type: none"> 2030年以降の民間旅客機での実装を目指し、機体やエンジンの軽量化・効率化に資する複合材関連技術を開発中。 ※「次世代複合材創製技術開発事業」(経済産業省)により支援
	JAXA(日)	<ul style="list-style-type: none"> 2030年以降の民間旅客機での実装を目指し、機体の低抵抗・軽量化技術(低抵抗リレット塗装、複合材最適構造設計等)、エンジンの高効率化技術(燃焼器、タービン等)等を開発中。

※ Aviation Daily等のニュース記事、及び各社等の報道資料等を基に、航空局においてまとめ。

3. 管制の高度化による運航方式の改善に係る 各課題と対応

(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**

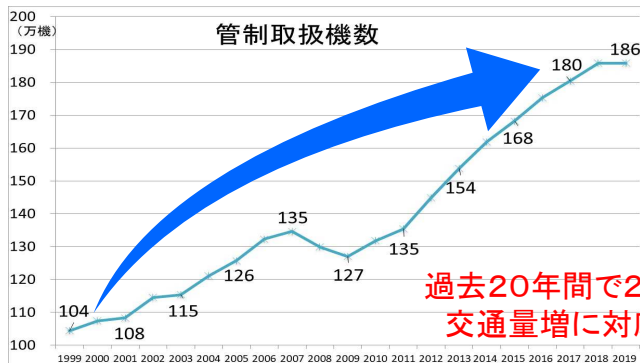
安全性
向上

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)



過去20年間で2倍近い
交通量増に対応

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

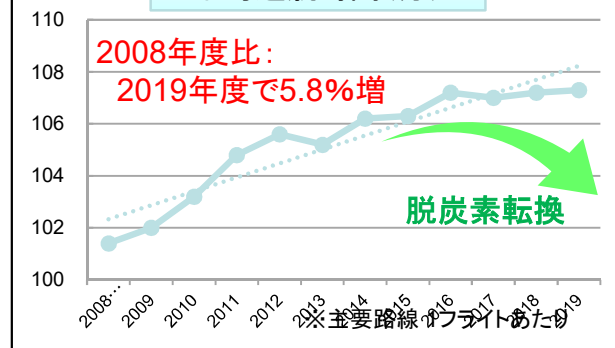
CO2排出量
削減

定時性
向上

遅延の
縮小

就航率
向上

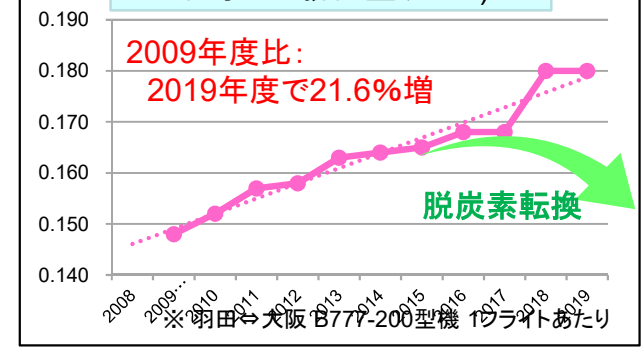
平均運航時間(分)



2008年度比:
2019年度で5.8%増

脱炭素転換

平均CO2排出量(t/NM)



2009年度比:
2019年度で21.6%増

脱炭素転換

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**運航時間の短縮(遅延の縮小)**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、通信の高速大容量化等が必要**

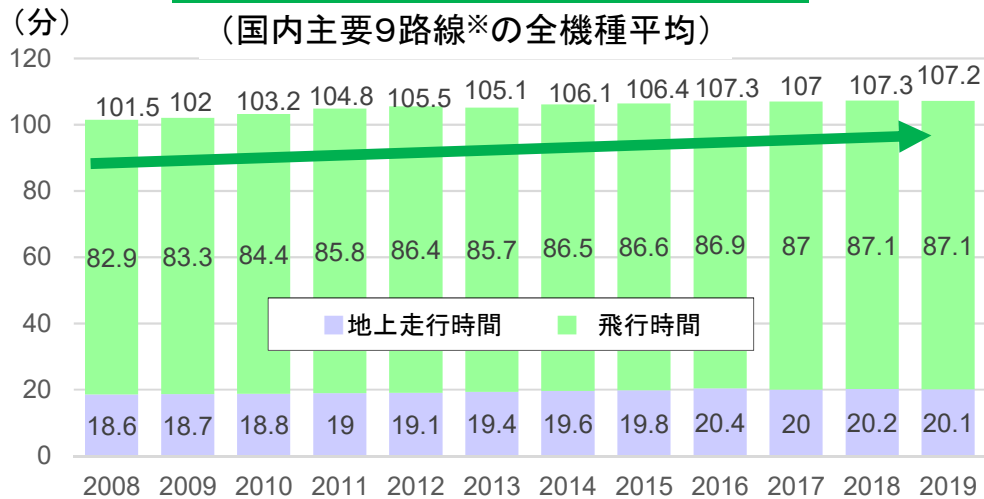
(気象状況や運航状況を精緻に把握した上で、管制システムが最適な運航を算出し、機上システムとデータ通信することが必要)

(2) 運航効率の改善アプローチの再整理

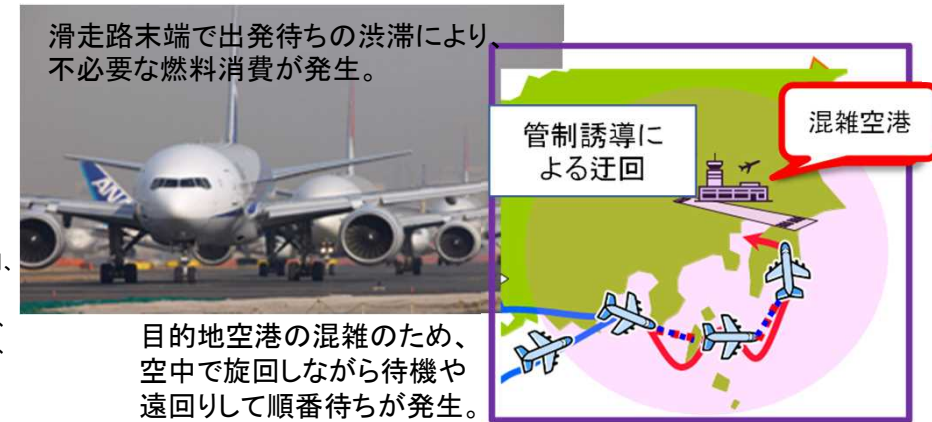
- 運航時間は「**地上走行時間**」、「**飛行時間**」いずれも**増加傾向**にある。これらの改善には、地上での出発待ちの渋滞解消や空中での遠回りや待機解消が必要。
- 飛行経路の短縮等の個別運航の効率化に加えて、**航空交通全体を適切に管理することにより円滑な交通流を実現することが必要**。

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

運航効率改善策

<交通流全体に対する方策>

A: 精緻な時間管理等を用いた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

<運航フェーズごとの方策>

【航空路】

B: 迂回の少ない飛行ルート及び高度・経路の選択自由度の向上

【出発・到着】

C: 燃費の良い上昇・下降の実現及び就航率の改善

【空港面】

D: アイドリング時間の削減、地上走行経路の最適化

(3)-1 A:航空交通全体の最適化(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

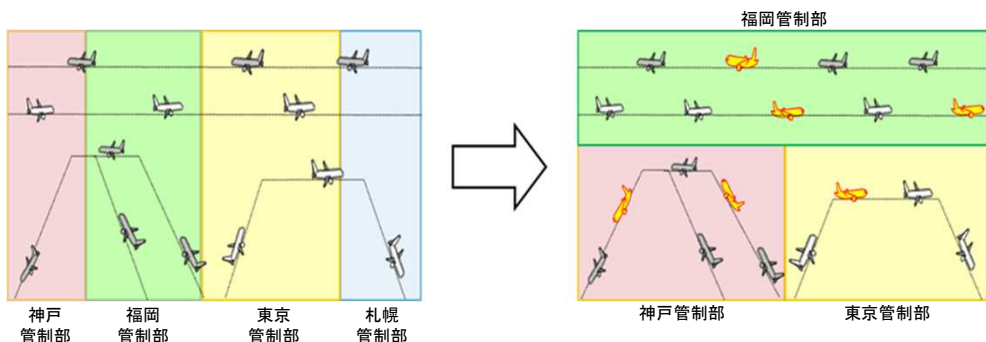
各管制官の管轄空域の拡大と処理能力の向上により、より円滑な交通流の形成が可能となり、上空待機や迂回飛行が減少。

●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)

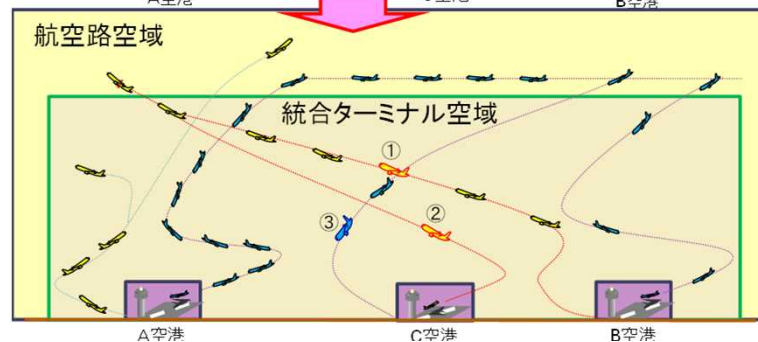
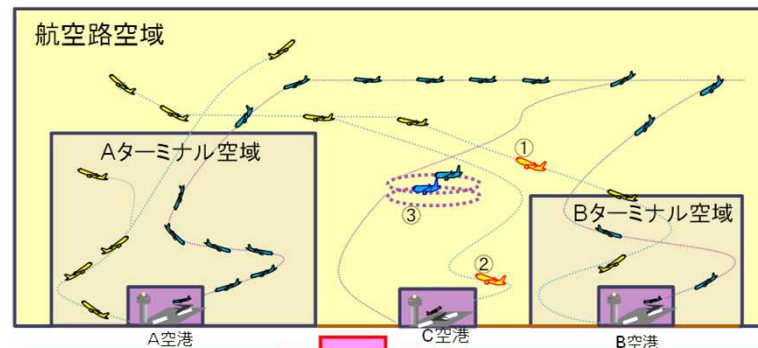
- ・近隣空港を含めた複数空港を離着陸する航空機を、監視範囲を拡大した空港で一元的に管制することで処理能力が向上

運航時間の削減

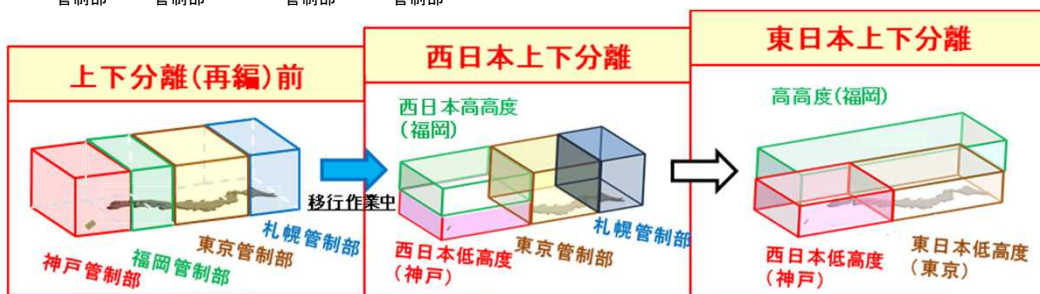
航空路空域の再編



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~

(3)-2 A:航空交通全体の最適化(その他課題)

- ✓ 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運航時間の短縮を図る

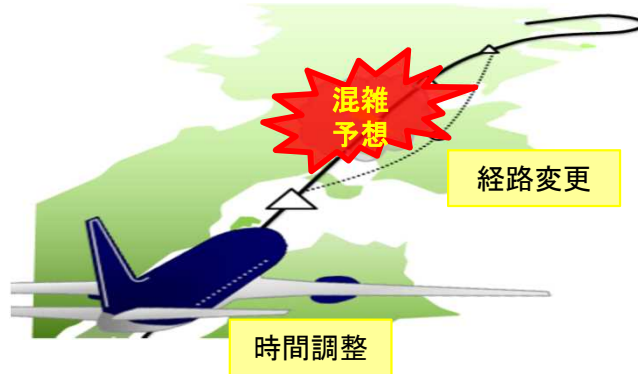
現在



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

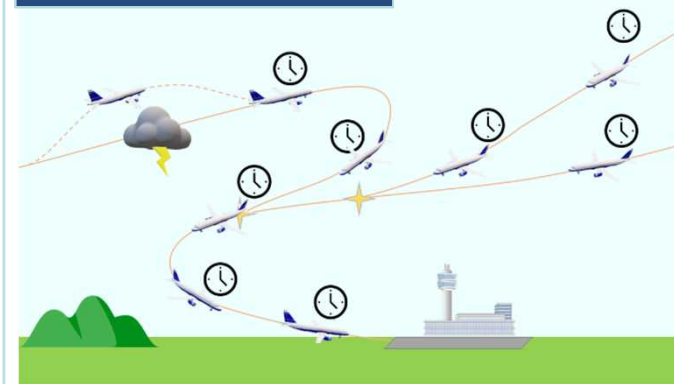
短期(～2030)



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

航空交通全体の運航時間の最小化

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

飛行計画等のデジタル化

デジタル情報共有基盤(SWIM)の導入

通信のデジタル化(データリンク)

通信の高速・大容量化

機上での観測情報の活用

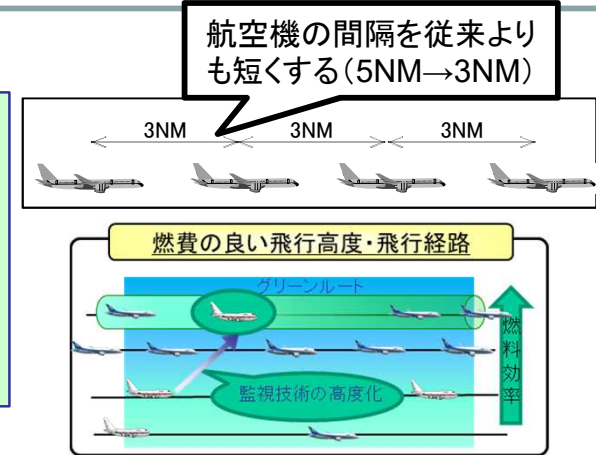
地上と機上とのシステム連携

管制支援機能の高度化

B: 迂回の少ない飛行ルート及び高度・経路の選択自由度の向上

✦衛星航法の導入・拡大(ADS-B)

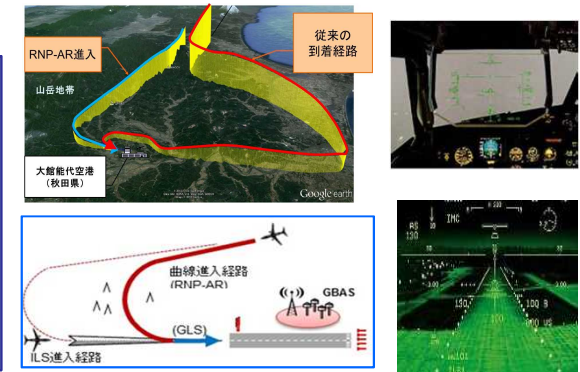
- ①高高度フリールートの実現
→空域再編後の上下分離された高高度空域で、固定された航空路等によらない効率的な経路の設定
- ②ADS-Bを用いたブラインドエリアの解消及び高密度管制の実現
→管制間隔(前後)の短縮による高度選択の自由度向上
- ③洋上オフセット高度変更の実現
→関連機を避けた上昇(下降)による高度選択の自由度の向上



C: 燃費の良い上昇・下降の実現及び就航率の改善

✦衛星航法の導入・拡大(SBAS、GBAS)、システム高度化による最適な上昇・降下の実現

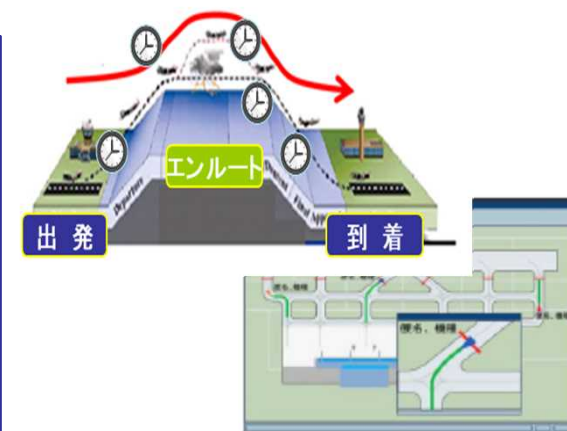
- ①SBAS、GBAS導入による進入方式設定の拡充及び曲線進入方式の高度化
→到着経路の短縮及び離島空港等での就航率向上
- ②継続的な上昇・下降(CDO等)の実現
→水平飛行を行わない連続上昇・降下による、燃費の良い飛行の実現
- ③パイロット視覚支援システムを組み合わせた更なる進入方式の改善
→灯火整備困難空港への設定による就航率改善



D: アイドリング時間の削減、地上走行経路の最適化

✦運航情報の同時共有による地上走行を含めた運航時間の最適化、空港及び周辺空域の運用支援ツールの高度化による運用の最適化

- ①SWIMを活用した発着の両空港での連携したA-CDMの実施
→出発から到着まで一括した運航状況把握(飛行計画・スポット状況等)による運航効率の向上
- ②機体性能の異なる機体毎に最適化した地上走行、出発及び到着スケジューリングの最適化(AMAN/DAMN/SMAN)
→時間管理の精度向上による運航効率の向上(時間節約)
- ③灯火・監視技術の高度化による空港面の誘導能力の向上(A-SMGCS)
→運航効率の向上及び安全性(悪天時)の向上



4. 持続可能な航空燃料(SAF)等に係る 各課題と対応

◆ 持続可能な航空燃料 (SAF) については、今後、以下の取組を柱として推進する

(1) 国産SAFの研究開発 (グリーンイノベーション基金等の活用)

(2) 輸入SAF (混合・ニート) のサプライチェーン構築

(3) 国際標準化等に向けた取組

(国産SAFのCORISIA適格燃料化、SAF混合率の上限引上げ、ASTMの国内検査体制の構築)

(4) 空港の再エネを活用したSAFの地産地消

◆ 上記のほか、中長期的な検討事項として、導入支援策等の制度、官民連携の仕組みづくりなどを推進・検討

◆ また、炭素クレジットについては、Jクレジット及びJCMのCORISIA申請等を進める

(1) グリーンイノベーション基金事業等における 持続可能な航空燃料(SAF)について

- ・持続可能な航空燃料(SAF)について、研究開発・実証のため、グリーンイノベーション基金(2兆円基金)等の活用を検討
- ・採択した事業に対しては、最大10年間、研究開発・実証から社会実装までを継続して支援

- バイオジェット燃料を含むSAFの技術開発については、**生産量の低さや製造コストの高さ等が課題**。**生産量の向上や2030年頃には既製品と同等の100円台/Lまでコスト低減するための研究開発・大規模実証**を実施し、**実用化を達成**する。

グリーンイノベーション基金事業 (経産省・資源エネルギー庁と連携)

SAF技術開発関連

- 18の想定プロジェクトのうち、**SAF・合成燃料**に関連するプロジェクトは、以下項目において検討予定。

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。

グリーン成長戦略に 記載のある技術開発項目

- ① 代替航空燃料
- ② 合成燃料

現在推進中の案件(NEDO事業)

- ✓ 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。

技術	プレイヤー	原材料
ガス化・FT合成技術	三菱パワー等 <small>※三菱パワー、東洋エンジニアリング、JERA、伊藤忠商事による共同研究</small>	製紙スラッジ、木くず 等
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	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
HEFA	日揮、Revo、コスモ石油	廃食油

※その他、微細藻類技術協会(IMAT)において、微細藻類関連技術に関する研究開発拠点を設立予定。

今後のスケジュール

産構審グリーンイノベーションプロジェクト部会の下に設置された分野別ワーキンググループでの議論
(WG2第1回)

パブコメ

研究開発・社会実装計画の策定
(WG2第2回)

NEDOがプロジェクトの公募を開始

(2)-2 輸入SAFのサプライチェーン構築に向けた取組

概要

- SAFの導入促進のためには、SAFを低コストで安定的に供給できる体制(サプライチェーン)の構築が必要。
- 現在、資源エネルギー庁と連携し、グリーンイノベーション基金等の活用を通じて、国産SAFの開発に向けた取組を進めているが、国産SAFの商用化は2030年頃となる見通し。

○「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略(2020年12月25日策定)」

- 「2030年頃には、既製品と同等の100円台/Lまでニートの製造コストを低減し、実用化を目指す。また、(中略)航空機へ競争力のあるバイオジェット燃料等の供給を拡大していく。」とされている。

⇒ **十分な数量の国産SAFが供給されるまでの間は、国産SAFの商用化を促進しつつも、輸入SAFを活用するための環境整備が急務**

取組概要

i. 輸入混合SAFの円滑な利用のための環境整備

(目的)

国内で輸入混合SAFを円滑に利用するための品質検査の合理化や施設整備の検討に関する調査を実施。

(取組内容)

- 輸入混合SAFに課される試験の簡易化・合理化のための実証試験、諸外国動向調査
- SAFに対応した空港施設(タンク、棧橋等)整備の必要性の検討、諸外国動向調査

ii. 輸入ニートSAFの供給モデル実証の実施

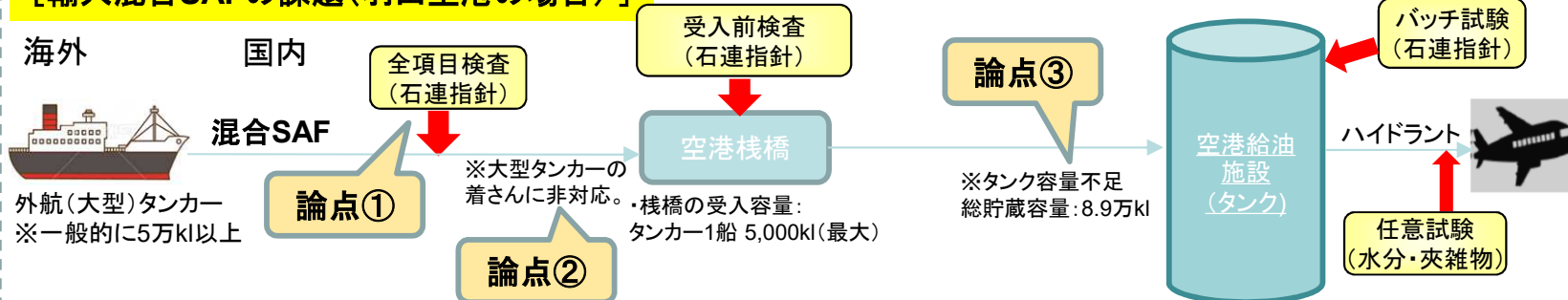
(目的)

現状、ニートSAF(混合率100%のSAF)は輸入実績がないが、サプライチェーンを構築しておく意義は大きい(※)。実際にニートSAFを輸入し、輸送等の過程における課題を抽出するための検証を実施。

(取組内容)

- 既存の空港施設を活用したニートSAFの受入や化石燃料との混合等に関する実証。実施にあたっては、海路・陸路等の複数の輸送ルートを想定。

[輸入混合SAFの課題(羽田空港の場合)]



(※) 輸入ニートSAF活用の意義

- 混合SAFと比較して輸送量が少なく済むため、輸送コストやライフサイクル排出量(一連のCO2総排出量)の面で有利。
- 将来的に国産SAFの生産が拡大した場合に必要となる、商用規模の混合施設・方法の早期整備に資する。

(3) 国際標準化等に向けた取組

課題

i) 国産SAFのCORSA適格燃料化

- 国産SAFをCORSAにおいてCO2削減効果のあるSAFとして使用するためには、ICAOの認証スキームに従って、CORSA適格燃料としての認証が必要
- 国産SAF事業者等が今後CORSA適格燃料の認証を取得するにあたり、必要な情報等の共有が必要

ii) SAFの混合率引き上げ

- SAFのCO2削減効果を高めるためには、国際標準化団体であるASTMで定められているSAFの混合率の上限を引き上げる必要
※現状ではASTMにおいて、最大混合率50%とされている
- ASTMを通じて、既存のジェットA1燃料と混合しないニートSAFを航空機に搭載する際の機体の安全性、適合性について検証が必要

iii) ASTM検査の国内体制の構築

- 国内でのASTM規格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、順次検査機器が導入されているところであるが、引き続き未導入の機器がある
- また、一部試験機器は検定機関の所有物ではないため、恒久的にどの事業者も利用できるかが課題

対応の方向性

- 本年7月、(一財)運輸総合研究所と連携し、「CORSA 持続可能性認証スキーム(SCS)に関するタスクグループ」を設立
→ SAF製造事業者等にCORSA適格燃料の認証取得に向けて必要な情報を共有
- 国産SAFのCORSA適格燃料化に係る先行事業者のケーススタディ調査を実施【2022予算要求】
→ CORSA適格燃料化に向けたモデルを構築

- 米国航空当局(FAA)と環境対策に係るワーキンググループを設立
→ ASTMにおける議論の状況等について情報交換
- SAF混合率上限引上げに必要なデータを収集、我が国で貢献可能な方法の調査・検討【2022予算要求】
→ SAF混合率上限引上げに必要なデータなどを調査し、SAFを用いた品質検査等を実施

- 未導入の機器(潤滑性試験機器)を、航空局予算にて2021年度中に国内検定機関に導入できるよう措置予定
→ 2021年度中に国内で試験体制が確立予定
- 引き続き、関係者にて、試験機器が恒久的にどの事業者も利用できるよう調整

(4) SAFの地産地消に向けた取組

空港の再エネを活用したSAFの地産地消

- SAFとは、バイオジェット燃料を含む持続可能な航空燃料(Sustainable Aviation Fuel)のこと。(原料:廃食油、サトウキビ、木質バイオマス、都市ごみ、廃棄プラスチック、排ガス等)
- 資源の乏しい我が国にとって、国産SAFの商用化には原料の確保が課題となるが、排ガス由来のCO2を原料とする製造方法は、空港の再生可能エネルギーを活用することで、空港周辺でSAFの製造が可能と考えられ、SAFの安定供給につながるモデルとして期待される。

対応の方向性

- 空港の再エネを活用したSAF製造、及び空港側のSAF受入に関するモデル(地産地消)の可能性の検討

(目的)

SAFの安定供給につながるモデルとして、空港におけるSAFの地産地消モデルの実現可能性の検討を実施。

(取組内容)

- ・ 空港の再エネ(太陽光発電等)を活用したSAFの製造に関するポテンシャル調査
- ・ 空港周辺で製造したSAFを空港側で受入を行うための必要な施設整備・品質確認の検討調査

(参考) 空港における太陽光発電の導入に向けた取組

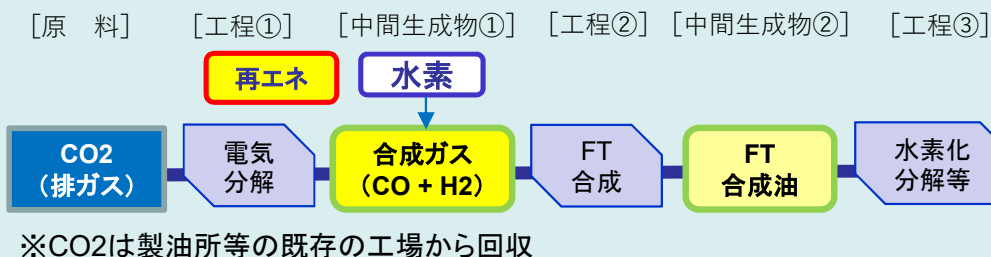
- ・ 航空局では、「空港分野におけるCO2削減に関する検討会」等を通じて、空港における太陽光発電の導入を推進している。具体的には、脱炭素化に特に意欲的な空港(重点調査空港)を公募し、太陽光発電の導入を含むCO2排出削減の取組内容や事業スキーム構築等のケーススタディを通じて、全国の空港におけるCO2削減に資する検討を行っている(現在、21空港を選定)。

調査のイメージ

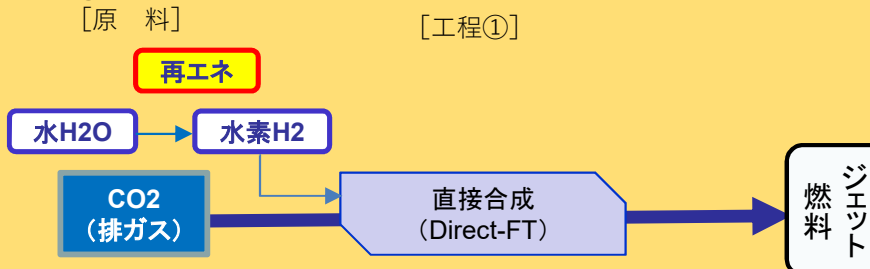
- ・ 太陽光発電等の再エネ電力が活用できるSAF製造プロセスにどのようなものがあるか、空港での地産地消として活用するための課題(流通・施設面等)などについて調査

再エネ電力を活用したSAF製造プロセスの例

【例①】合成燃料・CO2電解



【例②】合成燃料・直接合成(Direct-FT)



(5) - 1 国際的連携の確保、国際協力の推進

- 国際民間航空機関 (ICAO) におけるCO2削減に向けた長期目標の策定を主導し、国際航空からの排出削減へ貢献するなど、国際的連携の確保、国際協力を推進するとともに、日本のプレゼンスの発揮が重要。

長期目標タスクグループ (LTAG-TG)

- ICAOにおけるCO2削減に向けた長期目標の策定に向けたタスクグループ
- LTAG-TGは、29か国、18の国際団体から265名以上の専門家が参画。1年間で160回以上の電話会議を実施。
- サブグループには日本より**航空局及び研究機関 (JAXA、運輸総合研究所、MRI)**が参加。



LTAG-TG議長

吉村 源 国土交通省 航空局
航空機技術基準企画室長
元 ICAO President of Air Navigation
Commission

(参考) 直近の日本の取組の世界への発信例

～ICAO Stocktaking Seminar等での日本からの発表～

Study Framework in the Civil Aviation Bureau

- In response to movements toward carbon neutrality by 2050 in other countries and the Japanese Prime Minister's declaration of carbon neutrality by 2050 in October 2020, it is necessary in the aviation sector as well to accelerate and promote discussion toward the "realization of a carbon-neutral and decarbonized society in 2050" more than ever.
- "Committee on CO2 Reduction in the Aircraft Operation Sector" and the "Committee on CO2 Reduction in the Airport Sector" were established in March 2021, consisting of experts from academia and private sectors, etc., to discuss the direction of specific efforts in the aviation sector in Japan.
- Committee on CO2 Reduction in the Aircraft Operation Sector
 - Reduction by aircraft: Efforts to develop standards that contribute to the promotion of technological development with a view to operational standardization with regard to electrification of equipment and facilities, and weight reductions, etc.
 - Reduction through ATC sophistication: Study and introduction of methods to improve operational efficiency based on the long-term vision for future air traffic systems (CATS, Collaborative Actions for Resilience of Air Traffic Systems)
 - Reduction by SAF: Promote development and verification, and create a smooth environment for use
- Committee on CO2 Reduction in the Airport Sector
 - Airport facilities: LED aviation lights, AI-based operation optimization for building air conditioning and lighting
 - Vehicles: Promote to introduce clean energy vehicles such as conversion of airport vehicles to EV and FCV
 - Renewable energy: Make the airport a renewable energy hub by expanding solar power generation and using storage batteries

**航空局 航空戦略室
大塚参事官**
"Green Policies to Foster Sustainable Development of Aviation" (2021年9月4日)

Kansai Airports (KAP)

Operator: Kansai Airports (KAP) (KIX and ITAMI: 44 years (April 2016 - March 2060), KBE: 42 years (April 2018 - March 2060))

Operating right: Consideration for operating right

Owner: New Kansai International Airport Company (NKIAC) = Kobe City, Ownership of airport assets such as runways

*KAP shareholders: Orix 40%, VINCI Airports 40%, VEHSEL 20%

Others: Inland, Fukuoka, ORIX, MIZUHO, 3D, Passnet, JASCO, ORIX, MIZUHO, 3D, companies

**関西エアポート株式会社
CTO, Mathieu Boutitie氏**
"Airports and Infrastructure Sub-Session" (2021年9月2日)

Concept of CO₂-free Hydrogen Chains

Stable energy supply while suppressing CO₂ emissions

Producing country (Australia, ...)

Utilizing country (Japan)

Production: Production of hydrogens at low CO₂ emissions using renewable energy (Photovoltaic hydrogen, Wind power, Biomass, etc.)

Transport/Storage: Liquid hydrogen, CO₂-free hydrogen, Liquid hydrogen storage tanks

Utilization: Hydrogen pre-cooled turbojet engine, Hydrogen fuel cell, Hydrogen gas turbine engine, Hydrogen gas engine, Hydrogen gas engine

**川崎重工株式会社株式会社
西村 元彦氏**
"Infrastructure development for supplying clean energy for air travel" (2021年7月27日)

Hydrogen Jet Engine Research for Hypersonic Aircraft

Hydrogen pre-cooled turbojet engine has been developed aiming at Mach 5 class hypersonic aircraft.

Stable hydrogen combustion has been demonstrated by 102 fuel supply system with supercritical condition at ground level test and Mach 6 wind tunnel test.

Technologies for the stable hydrogen combustor and fuel supply system can be also applied to subsonic hydrogen jet engines.

**JAXA
田口 秀之氏**
"Hydrogen, getting to zero carbon flights" (2021年4月15日)

(5)-2 炭素クレジットに係る取組

検討内容と議論の方向性

■国際航空(CORSIAにおける国産クレジット)関係

✓ **Jクレジット**のCORSIA申請に係る動き

- 地球温暖化対策計画案(2021年7月公表)に記載「・・・企業、政府、自治体でのオフセットでの活用による需要拡大を行う。具体的には、**国際航空業界のオフセットスキーム(CORSIA)での活用を検討・・・**」
- 申請に向けたスケジュール



出所)第7回 世界全体でのカーボンニュートラル実現のための経済的手法等のあり方に関する研究会 経産省資料より一部抜粋

✓ **JCM**のCORSIA申請に係る動き

- 2020年第2回審査に日モンゴル間JCMを申請したが承認されなかった
- 次回2022年第4回審査への申請に向けて準備中

■国内航空における炭素クレジット関係

✓ 国内でのカーボンプライシングに係る検討(経産省・環境省)を注視しつつ、以下について、検討、調査

- 国内のカーボンプライシングの議論の航空業界への影響
- 航空会社の自主的目標達成のためのクレジットの活用に向けた取組み
- 諸外国航空会社におけるカーボンオフセットの取組み

市場メカニズム小委員会

■委員:座長 高村ゆかり 東京大学未来ビジョン研究センター教授、有識者、エアライン、経産省、環境省、国交省
(2021年8月 第1回開催 2022年1月 第2回開催予定)

■趣旨

- 国産クレジットのCORSIA適格化を見据えた、クレジット使用のルールや市場動向等の調査、CORSIA認証スキーム等の調査
- 航空セクターを対象に含む排出量取引制度や、航空燃料に対する気候変動対策税等、市場メカニズムを活用した温暖化政策の導入・運用が進んでいる諸外国についての情報収集
- 我が国政府におけるカーボンプライシングの導入検討の状況も踏まえつつ、航空分野における市場メカニズム活用の可能性やその影響についての検討

5. 工程表作成にあたっての検討要素

工程表作成にあたっての検討要素

- 新技術導入に係る工程表については、下記の要素を含めた上で、グリーン成長戦略において示された工程表を踏まえて作成する。

項目	検討要素
分野横断的な取組	<ul style="list-style-type: none"> 「基準策定等を行う検討会」の設置・運営【2022年度以降】 産学官で連携し、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の作成【2022年度】
各分野 (電動化・水素航空機・軽量化等)	<ul style="list-style-type: none"> グリーン成長戦略の工程表との整合 基準の策定・認証支援・国際標準化【2023年度以降】 基準の継続的な見直し・認証支援・国際標準化【2020年代後半～(水素航空機は2030年頃～)】

- その上で、2022年度末までに作成する計画において、今後の取組の方向性及び工程表の具体化について、改めて検討する。

計画を作成する上で考慮すべき事項

- 計画を作成(工程表を具体化)する上で考慮すべき事項としては、以下の要素等が挙げられる。

① グリーン成長戦略の工程表

② 新技術に係る開発状況・実用化見込み

- 短期的に実現が可能なもの、実現まで長期にわたるもの(大型の電動・水素航空機等)を見極め、区別して検討する必要。
- 開発状況等の事例については、8ページ参照。

③ 新技術に係る基準策定・検討状況

- FAA: 米・magniX社による電気エンジンの型式証明申請(2019年6月)を受け、2020年11月、電動推進システムに関する特別要件(Special Conditions)の案を公開。パブリックコメントを経て、2021年9月27日に最終版を公開。
- EASA: 2021年4月、電動/ハイブリッド推進システムに関する特別要件(Special Conditions)を策定。
- ASTM: 2018年12月、民間機の電動エンジンの設計に関する規格(“ASTM F3338 "Standard Specification for Design of Electric Engines for General Aviation Aircraft")を発行。

項目		検討要素
A：精緻な時間管理等を用いた円滑な交通流の実現による航空交通全体の最適化	空域の抜本的再編	<ul style="list-style-type: none"> 導入拡大フェーズ（航空路の上下分離） <ul style="list-style-type: none"> 2022年4月～ 西日本分離完了 2025年4月～ 西日本・東日本分離完了（再編完了）
	運航情報の共有による飛行計画の調整	<ul style="list-style-type: none"> SWIMの導入（2024年度末開始） SWIMを活用したFF-ICE(運航前軌道調整)の導入（2026年度） SWIMの外国との接続、FF-ICE（運航中）の導入（2040年頃まで）
	時間管理の導入	<ul style="list-style-type: none"> 固定メタリング（2026年頃運用開始） 動的メタリング（2025年頃から2030年代中頃まで開発）
B：迂回の少ない飛行ルート及び高度・経路の選択自由度の向上		<ul style="list-style-type: none"> ADS-C CDPを活用した短縮管制間隔の一部空域における適用（2021年9月試行開始） 洋上オフセット高度変更（2025年頃まで） ADS-Bを用いたブラインドエリアの解消及び高密度管制（2030年頃まで） 高高度フリールート（上下分離後の西日本空域における柔軟な経路設定の試行運用を検討）
C：燃費の良い上昇・下降の実現及び就航率の改善	高度化された衛星航法の全国の空港への導入推進	<ul style="list-style-type: none"> RNP-AR 導入空港の拡大（年間数空港程度） SBASの高度化に合わせ、RNP進入方式の導入推進
	継続的な上昇・下降（CDO等）の実現	<ul style="list-style-type: none"> 管制圏内の離陸時における上限速度見直し（2021年度末予定） 継続的な上昇・下降が可能となる運航の導入（CDOにつき2022年度から1空港拡大予定）
D：アイドリング時間の削減、地上走行経路の最適化	全運航関係者・管制機関の連携で運航計画・地上走行等を最適化するシステムの導入・高度	<ul style="list-style-type: none"> 空港面のより効率的な運用（例：地上動力による航空機移動の拡大） A-CDM統合、AMAN高度化

以上の各項目については、CARATSの中でも位置づけ推進するとともに、必要な施設整備について2022予算にて要求中。

工程表作成にあたっての検討要素(SAF・炭素クレジット)

項目		検討要素	
SAF	国産開発 (G I 基金・N E D O 実証等)	<ul style="list-style-type: none"> 安定した燃料製造技術の確立・低コスト化、 SAFの国際市場の動向に応じた競争力のあるSAFの安定した供給量の確保 十分なCO2削減効果【グリーン成長戦略の工程表:2030年商用化】 	
	サプライチェーン構築	輸入混合SAF受入体制の整備	<ul style="list-style-type: none"> SAFに対応した空港施設整備の必要性の調査やオプションの検討 本格的な輸入混合SAF受入のための必要な施設整備
		品質管理の在り方	<ul style="list-style-type: none"> 輸入混合SAFに課される試験の簡易化・合理化のための実証試験 SAFの品質検査の円滑化・合理化、ルール整備
		輸入ニートSAF受入	<ul style="list-style-type: none"> 輸入ニートSAFの国内空港受入やブレンド等に関する実証 本格的な輸入ニートSAF受入のための必要な施設整備
		国産SAFサプライチェーン整備	<ul style="list-style-type: none"> 羽田、成田空港等における恒常的なSAFの陸路輸送の受入施設の整備
	国際標準化等	CORSIA適格燃料認証	<ul style="list-style-type: none"> 運輸総研と連携した「CORSIA持続可能性認証スキーム(SCS)に関するタスクグループ」の開催 CO2削減量のデフォルト値の登録・ケーススタディ、CEF申請モデルの構築、承認
		SAF混合率の上限の引上げ	<ul style="list-style-type: none"> ASTMにおける議論状況の把握(規格策定プロセス、必要となる品質検査やエンジン試験等) 上限引上げに向けた品質検査、エンジン試験等の実施
		ASTM国内検査体制	<ul style="list-style-type: none"> 潤滑性試験機器の国内導入 恒久的に全ての事業者が円滑に試験可能となるよう試験環境の整備
	地産地消	<ul style="list-style-type: none"> 空港の再エネを活用したSAFの製造に関するポテンシャル調査 空港におけるSAFの地産地消に向けたFS、実証、施設整備 	
	導入促進策	導入促進策等	<ul style="list-style-type: none"> 諸外国の実態調査、SAFの目標設定、導入支援策等の制度の推進・検討
SAFの社会実装に向けた体制整備		<ul style="list-style-type: none"> 「工程表」に位置づけた取組を推進するための官民協議会(仮称)の設置・運営 	
炭素クレジット	CORSIAにおける国産クレジット	<ul style="list-style-type: none"> JCMのCORSIAへの再申請、適格化 JクレジットのCORSIAへの申請、適格化 	
	国内航空における炭素クレジット	<ul style="list-style-type: none"> 運輸総研と連携した「市場メカニズム小委員会」の開催 国内のカーボンプライシングの議論の航空業界への影響の調査、検討等 	

6. 今後のスケジュール

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</p> <ul style="list-style-type: none"> ○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>令和3年5月28日</p>	<p>第2回 検討会</p> <ul style="list-style-type: none"> ○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 <ul style="list-style-type: none"> ・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>令和3年10月8日</p>	<p>第3回 検討会</p> <ul style="list-style-type: none"> ○アプローチ毎の具体方策の検討 ○工程表作成にあたっての検討要素の提示
<p>令和3年12月</p>	<p>第4回 検討会</p> <ul style="list-style-type: none"> ○具体方策に基づく工程表の策定
<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>

参考資料

1. 諸外国の動向
2. 骨太方針・成長戦略等

■欧州各国における電動化、水素化の取組例は以下の通り。

- **オランダ**：Eindhoven Airport、Rotterdam The Hague Airport、Groningen Airport Eeldeの3空港がパートナーを組み、5年以内に乗客を乗せた電動航空機のフライトを目指す取り組みを開始
- **フランス**：パリ空港での水素製造に向けた検討を、パリ周辺の空港を運営するGroup ADP、Air France-KLMとAirbusが共同で開始。
- **北欧諸国**：小型電動航空機の開発・導入を推進するNordic Network for Electric Aviationと呼ばれるイニシアチブを推進。エアラインからFinnair Icelandair Group、SAS Group、政府からスウェーデン、デンマーク、ノルウェー、フィンランド、アイスランドが参画。

オランダ3空港の電動航空機取組イメージ



出所 <https://nieuws.schiphol.nl/luchthavens-in-nederland-gaan-starten-met-elektrisch-vliegen/>より引用(2021年9月21日アクセス)を基に三菱総合研究所が作成

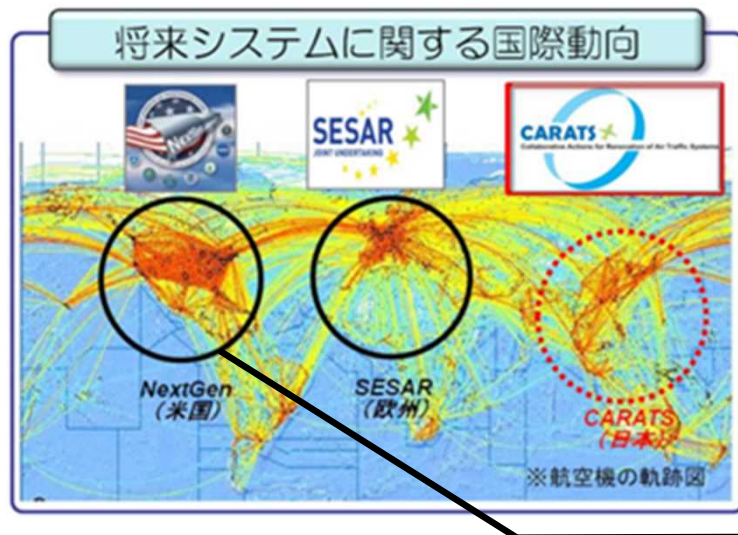
Nordic Network for Electric Aviation 活動目的

1. 北欧諸国の電気航空インフラの標準化
2. 北欧諸国間の地域的なpoint to point接続のビジネスモデルの開発
3. 北欧の気象条件に合った航空機技術の開発
4. 欧州及び世界とのコラボレーションのためのプラットフォーム

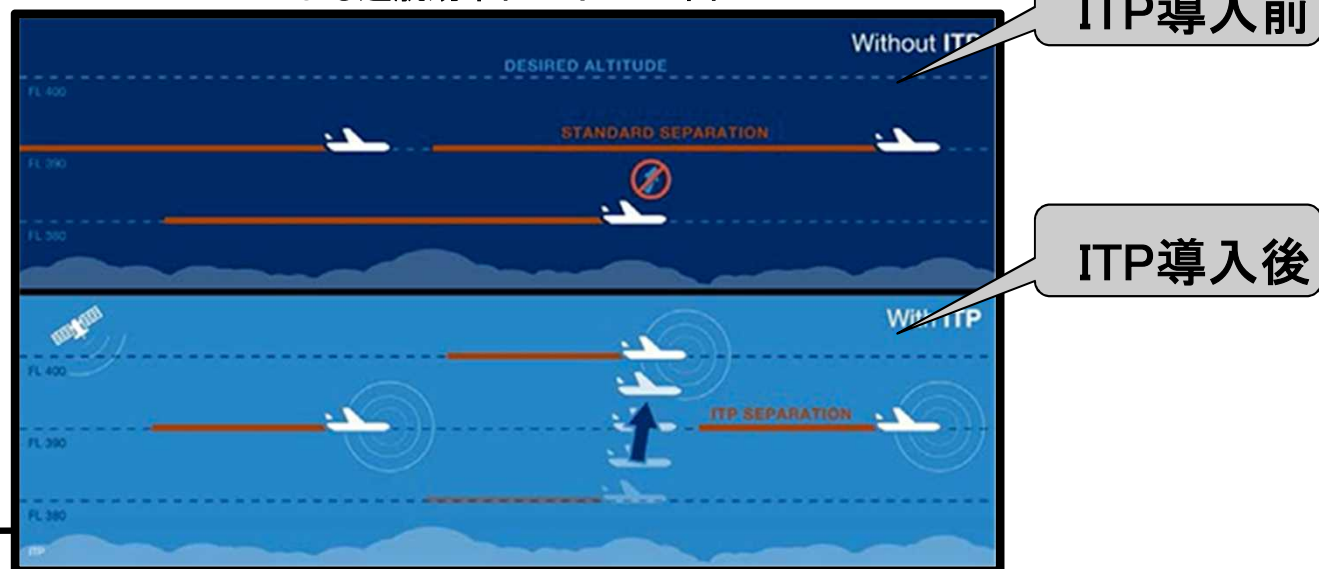
出所 <https://www.fossilfreeaviation.com/projects/nea> より引用(2021年9月21日アクセス)を基に三菱総合研究所が作成

航空技術・運航技術-運航技術の最近の取組

- 欧米ではICAO GANPの方針に基づいて、**米国ではNextGen、欧州ではSESARと呼ばれる計画の下、CO2削減を含む目標実現に向けた各種施策の導入を推進**。中でも、CO2削減の関連では、航空機の燃料消費の削減に繋がる運航効率化に資する各種施策が推進されている。
- その一例として、**米国NextGenではADS-B(機上監視装置)を活用したITP(In-Trail Procedure)と呼ばれるアプリケーションの導入が計画**されている。洋上の空域を飛行するITP搭載機について、近接する航空機間の間隔を正確に把握し、短縮された管制間隔を可能とする技術である。これにより、従来の間隔を維持するための非効率な高度での飛行から、希望高度での運航を可能とし、運航を効率化することが可能となる。



ITPによる運航効率化のイメージ図



注)イメージ図に重畳している吹き出しは追加

出所) <https://www.mlit.go.jp/common/001017432.pdf> (2021年5月20日閲覧)

<https://www.faa.gov/nextgen/programs/adsb/pilot/itp/> (2021年5月20日閲覧)を基に三菱総合研究所作成

米国の動向-バイデン政権の動き (2021年9月)

- 2021年9月、米ホワイトハウスは、2050年までのカーボンニュートラル実現に向けたバイデン大統領の取り組みの一環として、**2030年までに航空業界の温暖化ガス排出量を20%削減することを目指す**と発表。この中で以下2つを含む政策提言が盛り込まれている。
 - ✓ **税制優遇策**：**ライフサイクルGHGを少なくとも50%削減するSAFに対する税制優遇策**を提言。当該提案は2021年5月に提出されたSustainable Sky Act（後述）と同様。
 - ✓ **5本の柱から成る連邦政府の行動計画**：特にエネルギー省、運輸省、農務省間でMOUを締結した**SAF グランドチャレンジ**では、**2030年までに少なくとも年30億ガロン（約1,140万kL）のSAF供給、2050年までに約350億ガロン（1.3億kL）と予想される航空燃料需要を100%満たすSAF目標。**

連邦政府の行動計画

- SAFの生産SAF量を、2030年までに年間少なくとも30億ガロン（約1,140万kL）のまで引き上げるためのSAFグランドチャレンジ
- SAFプロジェクトと燃料生産者を支援する新たな資金調達機会（総額43億ドル）
- 航空機の燃費の少なくとも30%を改善する新しい技術を実証するための研究開発
- 燃料使用量を削減し、鉛暴露を排除し、空港とその周辺の空気をクリーンにするための航空交通と空港の効率を向上させる取組み
- 国際社会での米国のリーダーシップ

SAFグランドチャレンジでの各機関の役割

機関	各機関の役割（一部抜粋）
エネルギー省 (DOE)	<ul style="list-style-type: none"> • コスト効率の高い低炭素燃料の開発に対する投資継続 • SAF大規模化戦略の継続 • SAF生産の新規パスウェイの創設に向けた研究開発 • SAFの環境分析の進展
運輸省 (DOT)	<ul style="list-style-type: none"> • 航空分野の脱炭素化に向けた全体戦略の開発 • SAF試験・分析の調整 • 標準機関と連携し、SAFの安全性・持続可能性の確立
農務省 (USDA)	<ul style="list-style-type: none"> • 持続可能なバイオマス生産システムへの投資継続 • バイオ製造業への投資 • ライフサイクルGHG削減を可能とする新たな原料の承認

米国の動向 - 第117回米国連邦議会SAF法案

- 第117回米国連邦議会では、2021年2月3日に下院において、ジェット燃料の炭素集約度の目標を定める Sustainable Aviation Fuel Actが提出。
- 加えて、2021年5月20日にSAFに対して燃料物品税の税制優遇を定める Sustainable Sky Actが提出。

H.R.741 – Sustainable Aviation Fuel Act

項目	概要
航空部門の排出削減目標	<ul style="list-style-type: none"> 国際線、国内線を含め2035年までに2005年比で▲35%、2050年までにGHGの排出をネットゼロとする排出削減目標（Goal）を宣言。
補助プログラム	<ul style="list-style-type: none"> 運輸省は環境保護庁と連携して、米国国内に立地するSAFの製造、輸送、ブレンド、貯蔵するプロジェクトに対し、競争補助金・コストシェアリングプログラムを実施。 プログラムの対象を選定するに当たっては、公益性、GHG削減量、新規の雇用創造、土地利用変化を含む直接・間接のGHG排出を考慮。 補助プログラムの実行として、2022年から2026年まで各会計年度に2億ドルを割り当て。 なお補助の対象は、州・地方政府、空港運営者、運航事業者、SAFの製造・輸送・ブレンド、貯蔵に関わる事業者のみ。
LCFS (Low Carbon Fuel Standard) の導入	<ul style="list-style-type: none"> LCFSは適用対象に対し、該当する燃料について熱量あたりのライフサイクルGHGの平均値の目標達成義務を定めるもの。2050年にかけての毎年目指すべき水準を設定し、2005年比で2030年時点で最低20%、2050年時点で最低50%の削減の水準を設定。 適用対象は、航空燃料を生産、輸入する者。 炭素集約度の計算方法についてはICAOのルールと整合 目標水準を超える事業者にはクレジットを発行。 現行のRFS2制度（大気浄化法211(o)）との調整を実施。
国防省による調達	<ul style="list-style-type: none"> 国防省はoperational purposesに定義される燃料消費のうち10%のSAFのバルク調達を実施。（SAFに対してはコスト競争力や米国内で精算されることなどの条件付）
研究活動の強化	<ul style="list-style-type: none"> FAA及びDOEによる研究開発の強化。ブレンドを要さないSAFの開発、フィードストックの開発など。
税制優遇	<ul style="list-style-type: none"> 従来再生可能ディーゼルに適用されてきた免税措置をSAFにも適用。

出所) <https://www.congress.gov/bill/117th-congress/house-bill/741> (2021年9月21日閲覧) を基に三菱総合研究所作成

H.R.3440 – Sustainable Sky Act

項目	概要
税制優遇の程度	<ul style="list-style-type: none"> 持続可能な航空燃料（石油系燃料に対して削減量が50%を超えるもの）を利用する場合に\$1.50/ガロン（0.39\$/リットル）のベースの税制優遇（excise taxes、燃料物品税）を行う。 石油系燃料に対して削減量が50%を超える削減率パーセンテージ毎に0.01ドル/ガロンの追加の税制優遇を行う。
税制優遇の対象	<ul style="list-style-type: none"> 持続可能な航空燃料の定義は、ASTM D7566規格を充たす、あるいはD1655においてFT合成由来の燃料としてCo-Processされた燃料を指す。 原料は廃棄物、再生可能エネルギー源、またはCO₂。PFAD（パーム脂肪酸留出物）は対象外。
持続可能性の確認方法	<ul style="list-style-type: none"> GHG削減量が50%を超えるとみなす燃料については、製造方法毎に規定。具体的にはICAOが定める方法によって評価された結果50%以上の削減となっている製造方法、あるいはEPAが定める方法によって評価された結果50%以上の削減となっている製造方法である。 税制優遇を受けるためには、削減率に関する認証を受ける必要あり。ICAOが定める方法によって評価する場合はCORISIAが認めるSCS（持続可能性認証スキーム）、EPAが定める方法によって評価される場合はEPAが認める認証とCORISIAが求める持続可能性基準とトレーサビリティを確保する追加の認証を示す必要がある。
税制優遇の期限	<ul style="list-style-type: none"> 当該制度の期限は2031年12月31日。

出所) <https://www.congress.gov/bill/117th-congress/house-bill/3440/text?r=30&s=1> (2021年9月21日閲覧) を基に三菱総合研究所作成

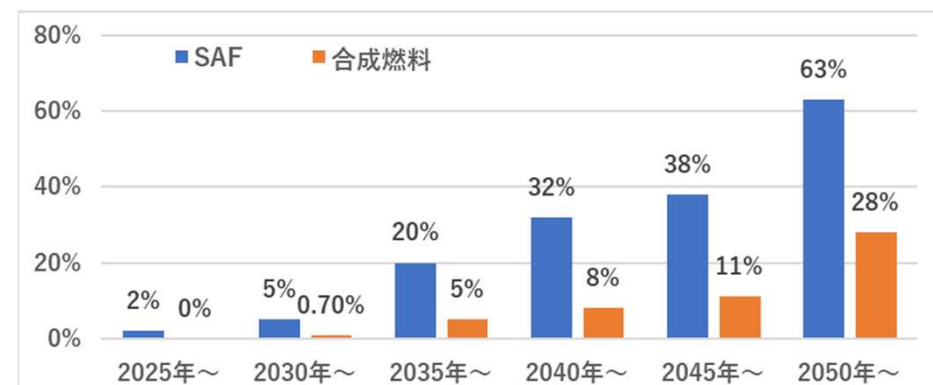
EUの動向-ReFuelEU Aviation

- 2021年7月14日、EUは計18の政策文書から成る総合的な気候変動対策パッケージ“Fit For 55”を発表。
- 当該パッケージではSAF導入義務を含む“ReFuelEU Aviation”を以下の通り提案している。

	内容
航空燃料の供給者に対する義務	<ul style="list-style-type: none"> 航空燃料の供給者は、EU域内の空港でエアライン向けに供給される全ジェット燃料に、設定されたSAFの最低比率(合成航空燃料の最低比率を含む)に沿って、SAFが混合されていることを保証しなければならない。同最低比率は、下表(Annex 1)の通り。(Article 4) 航空燃料の供給者がある報告期間において最低供給量を供給できなかった場合、少なくとも次の報告期間においてその不足分を補完しなければならない。(Article 4)
EU域内の空港に対する義務	<ul style="list-style-type: none"> EU域内の空港は、SAFの最低比率を含む航空燃料にエアラインがアクセスするために必要な措置を講じなければならず、また、同燃料の輸送、保管、積み上げに必要なインフラを提供しなければならない。(Article 6) エアラインは、特定のEU域内の空港において、適切な空港インフラの欠如により、SAFを含む航空燃料へのアクセスが困難であると欧州連合航空安全機関に報告することができる。その場合、同機関は当該空港に対し、情報提供を求めることができる。(Article 6)
航空機の運航者(エアライン)に対する義務	<ul style="list-style-type: none"> EU域内の空港で、エアラインが搭載する航空燃料の年間量は、年間必要航空燃料量の90%以上でなければならない。(Article 5) 報告年の3月31日には、エアラインは、以下の情報を欧州連合航空安全機関に報告する。なお、報告はテンプレートに沿って行われ、独立した検証機関によって報告書は検証されなければならない。報告内容は、以下の通り。(Article 7) <ul style="list-style-type: none"> ➢ (a) 各EU域内の空港で搭載された航空燃料の総量(単位:トン) ➢ (b) 各EU域内の空港で必要とされる1年間の航空燃料量(単位:トン) ➢ (c) 各EU域内の空港における1年間の非タンク量(Non-tanked quantity)。年間非タンク量がマイナスの場合、又は年間必要航空燃料量の10%未満の場合は、報告された年間非タンク量を0とする。 ➢ (d) 各EU域内の空港からの出発便に利用するための、航空燃料供給者から購入したSAFの総量(単位:トン) ➢ (e) SAFの購入毎の航空燃料供給者の名称、購入量(単位:トン)、変換技術、製造に使用された原料の特性と原産地、SAFのライフサイクル排出量。特性の異なるSAFが含まれる場合、SAFの種類毎に情報提供しなければならない。

表 航空燃料の供給者に対するSAF及び合成燃料の最低比率

	2025年～	2030年～	2035年～	2040年～	2045年～	2050年～
SAF	2%	5%	20%	32%	38%	63%
合成燃料	—	0.7%	5%	8%	11%	28%



EU各国の動向-SAF導入目標(赤字が最近のアップデート)

- ノルウェーはSAF混合義務を2020年1月より実施中。
- 英国は2020年11月にSAF導入命令の実施を検討する旨を表明し、2021年7月から9月にかけてコンサルテーションを実施。
- ドイツでは2021年12月にPtL導入命令 (SAF mandate) を含む法案を提出し、2021年4月にはロードマップを公表。

国	SAF目標比率	位置付け	備考
ノルウェー	0.5% (2020年~)	SAFの混合義務 (導入済み)	<ul style="list-style-type: none"> 製品・消費者サービス管理法に基づく規制として2019年4月30日に決定、2020年1月から発効。毎年翌年の3月31日までに同法で規定する持続可能性基準を満たす、国内・国際航空向けに利用された先進バイオ燃料の消費量を報告。
	30% (2030年)	政府発表	
スウェーデン	炭素集約度目標 2021年▲0.8%、 2030年▲27%	ジェット燃料の炭素集約度基準 (2021年6月開始)	<ul style="list-style-type: none"> 2020年9月11日に財務省、環境省、インフラ省は、スウェーデン国内で販売されるジェット燃料に対して、2021年6月よりGHG排出削減を行う命令を実施する予定を発表。(特にその後政府発表の更新はなく、2021年6月に開始したものと考えられる)
英国	10% (2030年) 75% (2050年)	SAF導入命令(mandate) (コンサルテーション実施中)	<ul style="list-style-type: none"> 2021年7月に政府公式コンサルテーションを開始。2030年10%、2050年75%のSAF導入とともにGHG削減目標についても言及。
ドイツ	0.5% (2026年) 1% (2028年) 2% (2030年)	ジェット燃料に対するPtL導入命令 (mandate) (法案提出)	<ul style="list-style-type: none"> 2020年12月に議会に提出されたEU RED2の担保法において、航空燃料に対して左記の比率のPtL由来の燃料を導入する命令を盛り込んでいる。 2021年4月にはPtLの導入に向けたロードマップを公表 (2026年5万トン、2028年10万トン、2030年20万トン)。
フィンランド ※目標値は非政府資料	30% (2030年)	SAF混合義務 (blending obligation) (提案段階)	<ul style="list-style-type: none"> 持続可能なバイオ燃料に対する混合義務を含めた政策検討を2019年にフィンランド政府が公表。2021年5月の政府発表でも確認
フランス	2% (2025年) 5% (2030年)	政府発表ロードマップ (2020年1月)	<ul style="list-style-type: none"> 左記ロードマップでは2050年に50%の混合率とすることにも言及。 SAF導入に対する税制優遇適用 (2022年1月より発効予定)
オランダ	14% (2030年) グリーン水素・電力含む	インフラ・水管理大臣設置の諮問委員会による協定案	<ul style="list-style-type: none"> インフラ・水管理省と民間各社が連名による“持続可能な航空輸送に関する協定案”。2019年3月にオランダ議会へ提出。
スペイン ※非政府資料	2% (2025年)	国内法に基づく国全体目標	<ul style="list-style-type: none"> 気候変動法に基づく目標

出所)ノルウェー、英国、スウェーデン、フランス、オランダは政府公式サイトより作成。ドイツは連邦政府発表資料、スペインは国家民間航空教育協会 (SENASA) 発表資料、フィンランドはNordic Energy Institute (<https://www.nordicenergy.org/wp-content/uploads/2020/01/Sustainable-Jet-Fuel-Update-FinalNER.pdf>、2021年1月20閲覧)より引用。スペインSENASA資料ではデンマークもSAF混合義務 (Blending Obligation)を研究中との情報を基に三菱総合研究所が作成

業界団体の動向①-IATAのCO2削減目標表明(2021年10月)

- 2021年10月、IATAはパリ協定の支持とCORSIA実施の再確認しつつ、航空業界に関わるステークホルダー全体の努力として、**2050年に炭素排出をネットゼロとする目標** (Target) を採択したと発表。
- 当該目標の発表と同時に、ICAO及び各国政府に対して以下の通りの政策の方向性について呼びかけた。
 - ✓ 地域の偏りがなく全世界的に整合された政策を実施すること
 - ✓ イノベーションやイニシアチブを促進する首尾一貫した政策による支援により実施すること
 - ✓ 航空券や炭素税などの非コスト効率的な手段に依存しないこと

IATAが表明した目標の内容

	内容
ステークホルダー連携	・ 政府を含め、全てのステークホルダーが、政策、製品、活動を通じた環境対策に取り組み、化石燃料の脱却に向けて協力することが必要
排出削減計画	・ 排出削減は、SAF、新たな航空機技術、効率的なオペレーション・インフラ、そして、電動航空機や水素航空機などゼロ排出エネルギー源により達成する。
上記の実施に必要な要素	<ul style="list-style-type: none"> ・ 燃料製造企業による大規模でコスト効率的なSAFの製造 ・ 政府およびANSPs(管制機関)による航空交通やインフラにおける非効率の排除 ・ 航空機・エンジンメーカーによる、大胆に効率化する機体や推進技術の開発 ・ 空港運営者によるコスト効率的なSAF供給インフラの提供
政府への期待	・ エネルギートランジションのため政策が必須、特に低コストと供給増加を実現するSAFへのインセンティブに期待

出所) RESOLUTION ON THE INDUSTRY'S COMMITMENT TO REACH NET ZERO CARBON EMISSIONS BY 2050 (IATA, 2021) を基に三菱総合研究所が作成

業界団体等の動向② - SAF導入促進に向けた動き

■ 世界経済フォーラム 2030 Ambition Statement

- ✓ 2021年9月、ANA、JALを含む60社の連合が、持続可能な航空燃料（SAF）の供給・使用の割合を2030年までに10%に増加させるというコミットメントを表明した。
- ✓ 声明文に署名した企業は、SAFの導入促進を目指す世界経済フォーラムの連合「Clean Skies for Tomorrow Coalition」に参画する、グローバル航空会社グループ、空港、燃料供給会社、その他業界関係者などの企業60社。航空エネルギーのバリューチェーンにおけるトップ企業が今回参加したことはネットゼロの達成に向けて極めて重要である。
- ✓ この取組みを促進するため、Clean Skies for Tomorrow Coalitionは新たな会計ツールSustainable Aviation Fuel Certificate (SAFc) システム（※）を開発した。

■ アジア太平洋航空連合（AAPA）、2050年までのCO2排出実質ゼロを表明

- ✓ 2021年9月、アジア太平洋航空連合（AAPA）は、2050年までに排出量を実質ゼロにするという目標を発表した。AAPAには、JAL、ANAを含む東南アジア、日本、香港などの航空会社が加盟している。
- ✓ 目標達成にはSAF、CORSAなどグローバルな施策を組み合わせた業界全体の取組みが必要。政府やその他ステークホルダーが研究開発、補助金、インセンティブ等を通じてSAFの商業化を支援することが重要。
- ✓ 航空業界の排出量の80%が1,500km以上の飛行によるものであり、電気や水素などの代替エネルギーを使用した航空機が利用できないことから、航空業界では大量のSAFが必要となる。SAFは航空業界にとって非常に重要な役割を担っている。

※Sustainable Aviation Fuel Certificate (SAFc)システムの概要

- SAFcシステムは世界経済フォーラムの「Clean Skies for Tomorrow Coalition（CST）」イニシアティブを通して開発。
- 乗客や貨物輸送業者がSAFのコスト増加分を負担することで、SAFによる排出削減量を請求できるようにする会計ツール。
- 当面、同システムは企業の航空旅行を対象としており、SAFに対する需要を高め、新たな資金源を確保することを目的としている。
- また、同システムは、生産工場に近い空港にSAFの在庫を配送することで、燃料サプライチェーンのロジスティクスを処理する。
- 既存の技術とSAFcのようなデジタルデマンドプラットフォームの利用により、ライフサイクルベースでGHG排出量を最大80%削減することができる。

参考資料

1. 諸外国の動向
2. 骨太方針・成長戦略等

経済財政運営と改革の基本方針2021(骨太の方針)

第2章 次なる時代をリードする新たな成長の源泉～4つの原動力と基盤づくり～

1. グリーン社会の実現

(2) 脱炭素化に向けたエネルギー・資源政策

水素の輸入等のためのカーボンニュートラルポートの形成や船舶・航空分野の脱炭素化を進める。

成長戦略(実行計画、フォローアップ、革新的事業活動実行計画)

成長戦略実行計画

第3章 グリーン分野の成長

1. 2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略

(3) 分野別の課題と対応 ⑩物流・人流・土木インフラ産業

水素の輸入等のためのカーボンニュートラルポートの形成、スマート交通の導入、自転車移動の導入促進、グリーン物流の推進、交通ネットワーク・拠点・輸送の効率化・低炭素化の推進、インフラ・都市空間等でのゼロエミッション化、建設施工におけるカーボンニュートラルの実現に総合的に取り組むことで、物流・人流・土木インフラ産業での2050年のカーボンニュートラル実現を目指す。

⑫航空機産業

ICAO(国際民間航空機関)が2020年比でCO2排出量を増加させないことを決定した中、電動化・ハイブリッド電動化、水素等の代替燃料、機体向け炭素繊維複合材などにおける我が国航空機製造業の技術的優位性の確立を目指す。

具体的には、将来航空機の市場導入のタイミングに合わせ、2030年以降の電動化技術の拡大、2035年以降の水素航空機等に必要のコア技術の確立を目指す。

成長戦略フォローアップ、革新的事業活動実行計画

2. グリーン分野の成長

(1) 2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略

iii) 分野別の課題と対応 (物流・人流・土木インフラ産業)

・航空分野の脱炭素化による航空産業の競争力強化に向けて、機材・装備品等への新技術導入や、管制の高度化による運航方式の改善、持続可能な航空燃料(SAF)の導入促進、空港の施設・車両のCO2排出削減等を加速するとともに、2021年度中に空港を再エネ拠点化する方策を検討の上着手し、官民連携を推進する。

(5) 循環経済への移行とビジネス主導の国際展開・国際協力、その他

・国際民間航空機関(ICAO)におけるタスクグループ(日本が提案し設立)で、CO2排出削減の長期目標について、議長国として2022年までの検討を先導する。

2. 国土交通グリーンチャレンジにおいて分野横断・官民連携により取り組む重点プロジェクト

(1) 省エネ・再エネ拡大等につながるスマートで強靱なくらしとまちづくり

(インフラ等を活用した地域再エネの導入・利用の拡大)

○公的賃貸住宅、官庁施設や、道路、空港、港湾、鉄道・軌道施設、公園、ダム、下水道等のインフラ空間等を活用した太陽光発電について、施設等の本来の機能を損なわないよう、また、周辺環境への負荷軽減にも配慮しつつ、可能な限りの導入拡大を図る。

(4) デジタルとグリーンによる持続可能な交通・物流サービスの展開

(船舶・鉄道・航空の次世代グリーン輸送機関の普及)

〈航空の脱炭素化〉

○航空機材等による脱炭素化に向け、機材・装備品等への新技術導入については、戦略的に電動化や軽量化、水素航空機等の基準策定等を実施する体制を構築した上で、官民の関係者が一体となって、安全基準の検討・策定を行うとともに、国内基準を国際標準とするべく国際団体等への採択の働きかけ等を推進する。

○管制の高度化による運航方式の改善については、航空交通全体の最適化による円滑な交通流の実現のため、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を推進する。

○持続可能な航空燃料(SAF)の導入促進については、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ため、国産SAFのCORSA適格燃料認証取得のための積極的な国際民間航空機関(ICAO)への働きかけを行うとともに、輸入SAFも含めて国際認証規格品を石連規格合格品と同様に扱える旨を明確化・周知し、供給者・使用者等が一体となって課題解決を図れるよう必要な調整等を推進する。

○ICAOでは、既に採択済みの国際航空のCO2削減に係る中期目標に加え、長期目標についても議論が現在進められているが、島国である我が国の立場が適切に反映されるよう、長期目標の検討に積極的に関与していく必要がある。検討グループの議長である我が国が、引き続き長期目標の策定に係る議論を牽引していき、国際的に調和が図られた野心的な目標設定を目指す。

(気候変動リスクに対応した交通・物流システムの強靱化)

○人命救助等の観点から、災害時の交通抑制等を図るため、鉄道の計画運休の深化、空港の孤立化防止等の推進による災害時における人流・物流コントロールを適切に推進する。

(6) インフラのライフサイクル全体でのカーボンニュートラル、循環型社会の実現

(インフラサービスにおける省エネ化の推進)

○空港における脱炭素化に向け、空港から航空機への電力・空調供給施設(GPU)導入の促進、空港施設のLED化の促進、空港車両のEV・FCV化の促進等による空港の施設・車両のCO2排出削減に取り組むとともに、太陽光発電等の導入促進による空港の再エネ拠点化を推進する。また、航空機の地上走行時の排出削減の取組を推進する。