

航空機運航分野におけるCO2削減に関する検討会(第1回)

令和3年3月22日
航空局

1. 運航分野のCO2排出の現状と 本検討会の検討対象・設置目的

1-1. 2050年カーボンニュートラルに向けた動き

日本

■ 内閣総理大臣所信表明演説（令和2年10月26日）

2050年までに、温室効果ガスの排出を全体としてゼロにする、すなわち**2050年カーボンニュートラル、脱炭素社会の実現**を目指す。

■ 内閣総理大臣施政方針演説（令和3年1月18日）

2050年カーボンニュートラルを宣言しました。もはや**環境対策は経済の制約ではなく、社会経済を大きく変革し、投資を促し、生産性を向上させ、産業構造の大転換と力強い成長を生み出す**、その鍵となるもの。

EU

- ✓ 2020年3月に長期戦略を提出。
「**2050年までに気候中立（Climate Neutrality）達成**」を目指す。
- ✓ CO₂排出削減目標を**2030年に1990年比少なくとも55%**とすることを表明。本目標に関連した法案を2021年6月までに提案。
- ✓ コロナからの復興計画を盛り込んだ総額1.8兆ユーロ規模の次期中期予算枠組（MFF）及びリカバリーファンドに合意。予算総額の30%（復興基金の37%）を気候変動に充当。

英国

- ✓ 気候変動法（2019年6月改正）の中で、**2050年カーボンニュートラルを規定**。
- ✓ 長期戦略については、2021年提出に向けて準備中。

中国

- ✓ 2020年9月の国連総会一般討論のビデオ演説で、習近平国家主席は**2060年カーボンニュートラルを目指す**と表明。
- ✓ EVやFCV等の脱炭素技術の産業育成に注力。2020年の新エネ車の補助金予算は4,500億円程度。

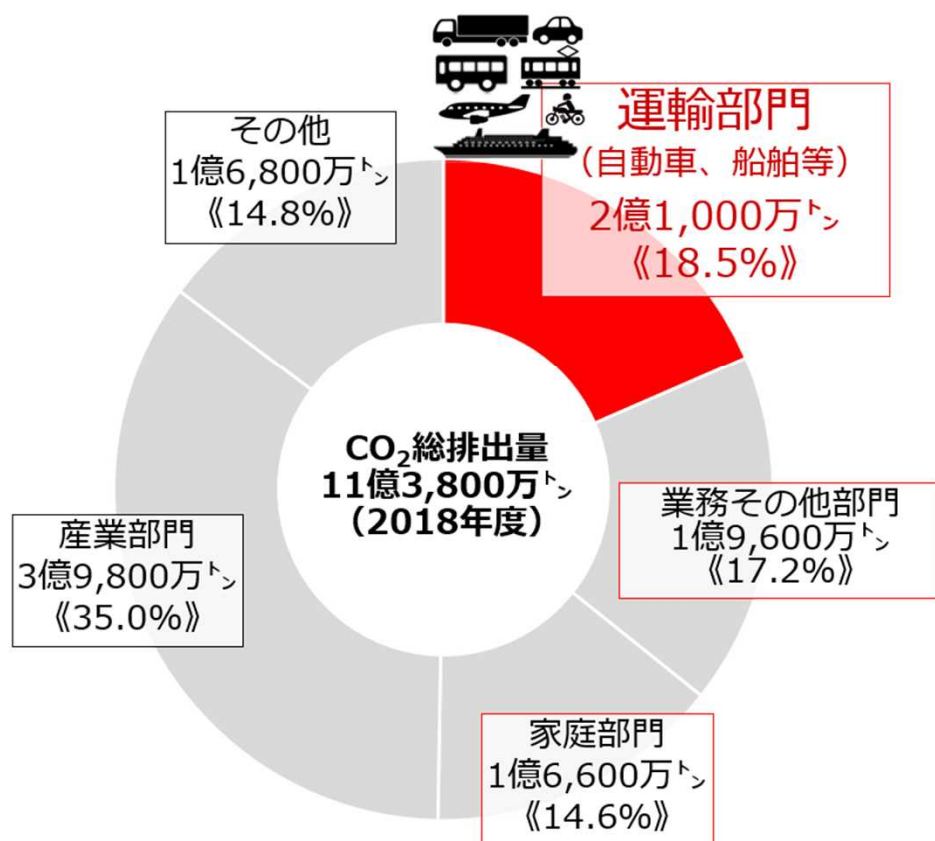
米国

- ✓ バイデン新大統領は、**2035年の電力脱炭素の達成、2050年以前のネット排出ゼロ**や、クリーンエネルギー等のインフラ投資に4年間で2兆ドル投資する計画。
- ✓ 2021年1月20日、バイデン大統領は就任直後にパリ協定への復帰に関する大統領令に署名。

1-2. 国内航空のCO2排出量の現状

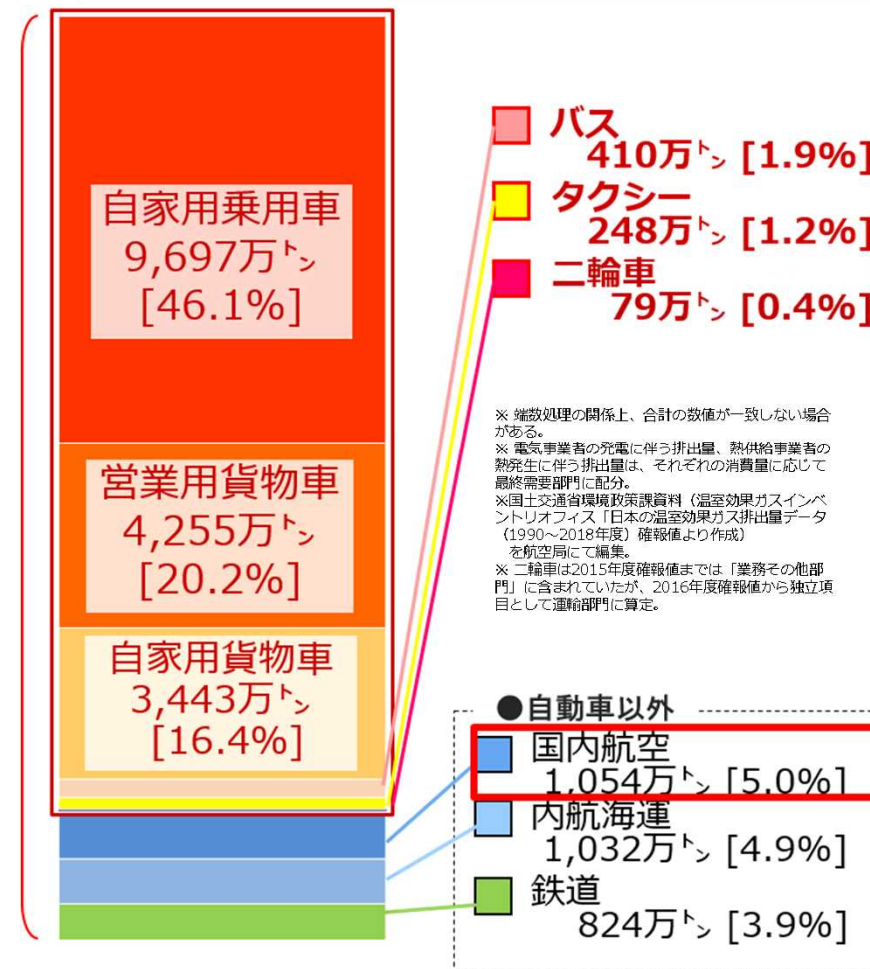
○我が国のCO2総排出量のうち運輸部門は18.5%を占め、そのうち国内航空は5%を占める。

我が国の各部門におけるCO₂排出量



内訳

運輸部門におけるCO₂排出量

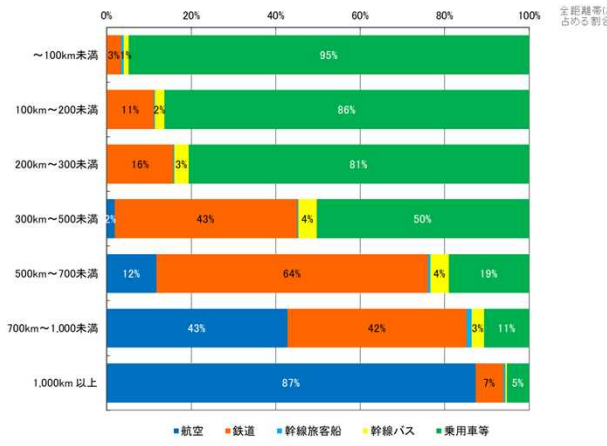
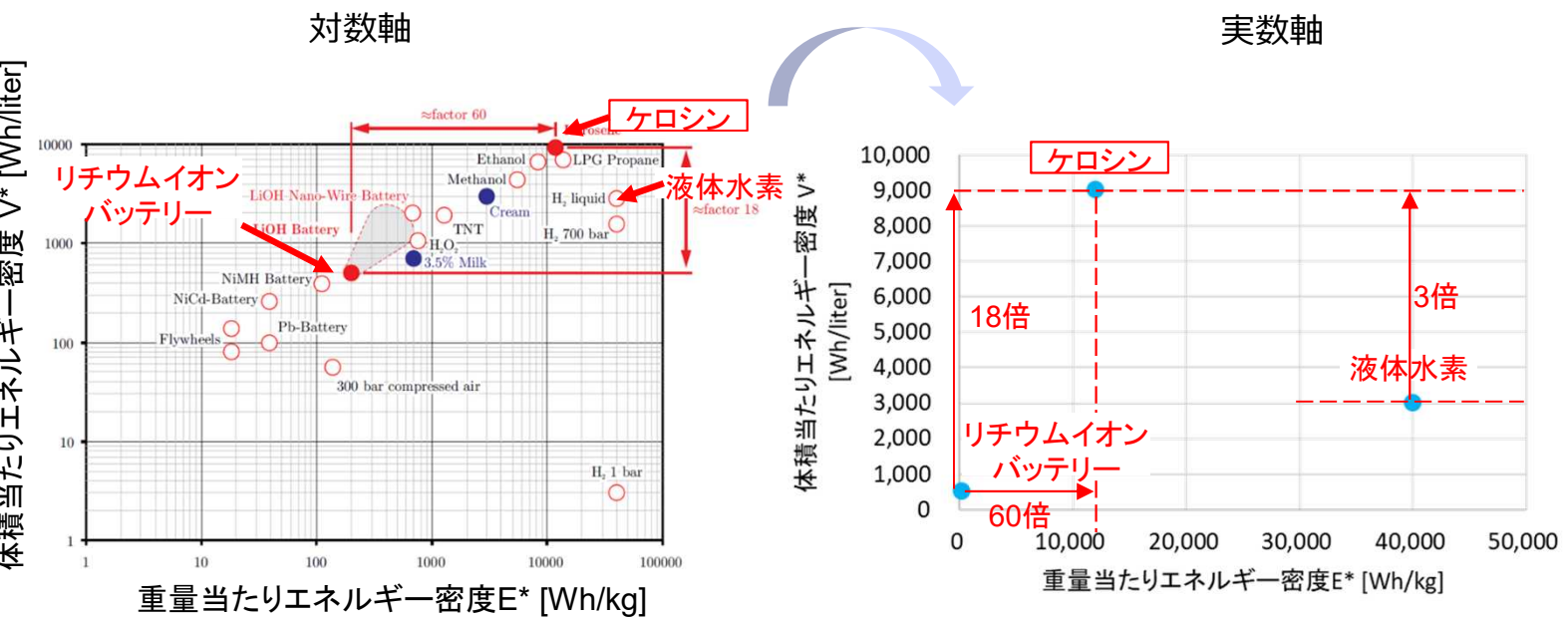


1-3. 航空機を代替する移動手段・動力確保の困難性

- ケロシンのエネルギー密度は、リチウムイオン電池の60倍の重量当たりエネルギー密度、液体水素の約3倍の体積当たりのエネルギー密度であり、航空分野においては、現状使用されている高いエネルギー密度を持つケロシンを代替する必要がある
- 航空は800km～1,000km未満の移動では約5割弱、1,000km以上の移動では、約9割が航空機を使用

航空分野に使用される燃料別のエネルギー密度

距離帯別代表交通機関別分担率（年間）



出所) Electric Flight – Potential and Limitations, Martin Hepperle, German Aerospace Center, Institute of Aerodynamics and Flow Technology (Martin Hepperle)

出典：国土交通省(2015年度)全国幹線旅客純流動調査
https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/soukou/sogoseisaku_soukou_fr_000016.html

1-4. 航空分野におけるCO2削減目標について(航空機)

	国際航空	国内航空
燃料消費量 (CO2 排出量) ※ジェット燃料密度は0.8t/kL、排出係数は3.157t-CO2/tと設定	本邦航空会社の国際航空の燃料消費量の推移 (2019年度) 605万kl (約1500万t-CO2) 航空輸送統計年報(2019年)の燃料消費量を元に航空局作成	本邦航空会社の国内航空の燃料消費量の推移 (2019年度) 419万kl (約1000万t-CO2) 航空輸送統計年報(2019年)の燃料消費量を元に航空局作成
国際 枠組	ICAO (国際民間航空機関)	パリ協定 (日本国内全体)
目標、 動向等	<u>既存の目標 (ICAOグローバル削減目標)</u> 2013年採択 1. 燃料効率を毎年2%改善 2. 2020年以降総排出量を増加させない (CNG2020 : Carbon Neutral Growth 2020)	<u>既存の目標 (地球温暖化対策計画)</u> 2016年策定 2030年度までは、排出原単位 (kg-CO2/トンキロ) にて、目標を設定 2013年度 1.3977 (kg-CO2/トンキロ) → 2030年度 1.2835 (kg-CO2/トンキロ)
	<u>2035年までの削減手段</u> 2016年採択 CORSIAの枠組みで取組を進める ①新技術の導入 ②運航方式の改善 ③持続可能航空燃料の活用 ④市場メカニズムの活用 ※長期目標について、2022年のICAO総会に向けて検討中	<u>カーボンニュートラル2050宣言</u> 2020年 菅首相が10月の所信表明演説で、2050年カーボンニュートラルを宣言 <u>2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略</u> 2020年策定 (12月25日の成長戦略会議で策定) 14分野のうち航空関係は以下の3分野 「⑧物流・人流・土木インフラ産業」：エコエアポートの推進、航空交通システムの高度化 等 「⑩航空機産業」：装備品・推進系の電動化、水素航空機、機体・エンジンの軽量化・効率化、代替燃料に係る技術開発等 「⑪カーボンリサイクル産業」：藻類のバイオジェット燃料の技術開発等

導入経緯

新技術の導入・運航方式の改善・持続可能航空燃料の活用をしても不足する部分について、市場メカニズムを活用した制度により対応

- 2016年の第39回ICAO総会において、制度の導入とその具体的内容(Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation: CORSIA)を採択
- 2018年にはCORSIAに係る条約附属書が採択
- 我が国は関連会合サブグループの議長として議論を牽引

市場メカニズムを活用した排出削減制度

最大離陸重量5,700kg以上の航空機の国際線運航者を対象に以下を義務化

	2019年～2020年	2021年～2026年	2027年～2035年
排出量の把握	全ての国を対象 (ベースラインの設定※)	全ての国を対象	全ての国を対象
カーボンオフセット (ベースラインより増加した排出量を各運航者に割当。運航者は炭素クレジット又は持続可能航空燃料等を用いて割当量を相殺)	-	自発的に参加した国間の航路	自発参加国及び義務国(小規模排出国、後発開発途上国等を除く)間の航路

- 排出量把握・オフセットともに国際航空運送事業者の事業許可要件(航空法施行規則第210条第2項)にて導入済

※ ベースラインについては、COVID-19の影響により、2020年の排出量が大幅に落ち込むことから、2020年を異常値として排除し、2021年～23年について、2019年単年をベースラインに使用することを、2020年6月30日のICAO理事会で決定。

7

1-6. 長期目標検討のためのタスクグループ(ICA0 CAEP LTAG-TG) 国土交通省

ICA0理事会

航空環境保全委員会(CAEP)

長期目標タスクグループ(LTAG-TG)



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

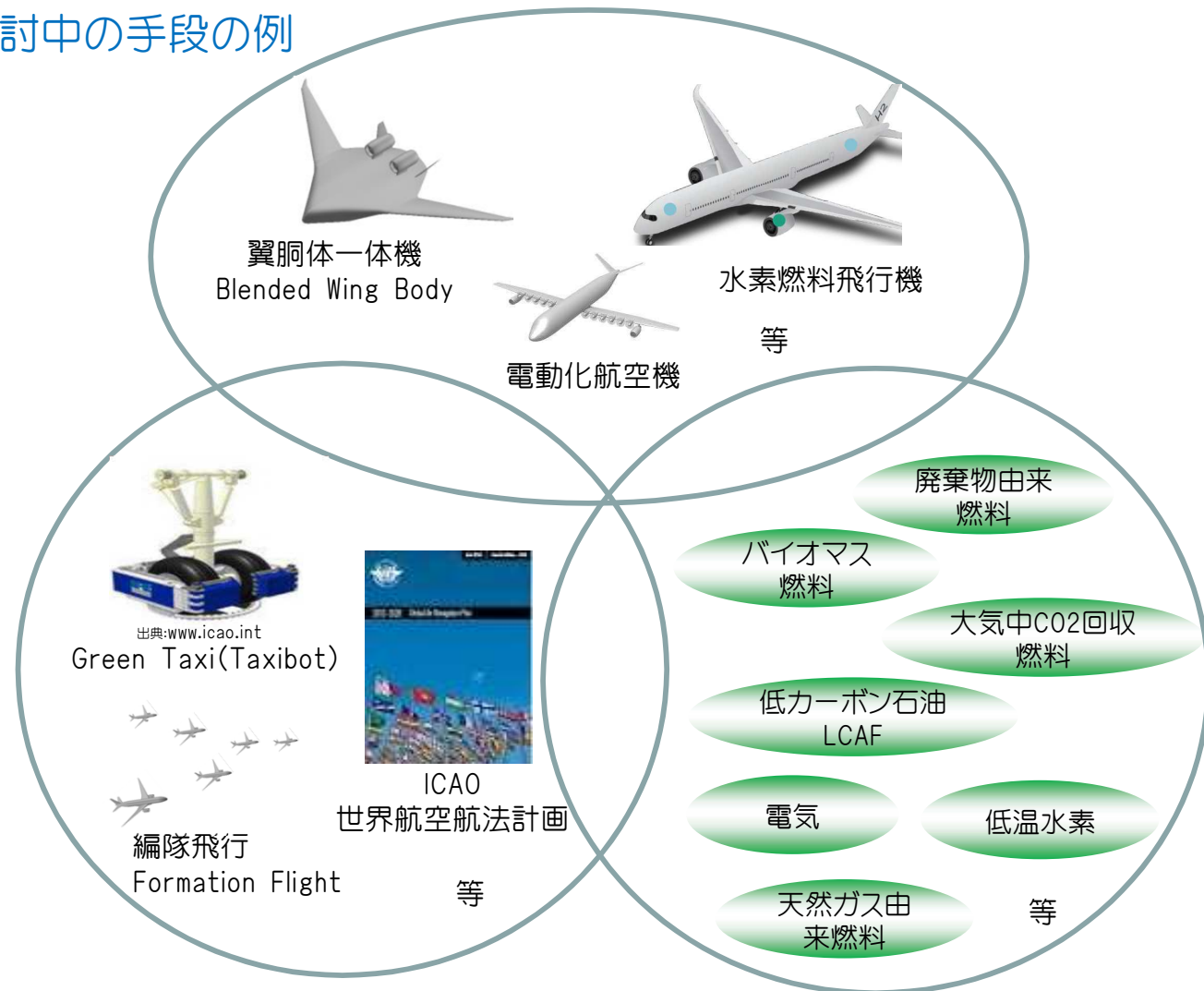
技術サブグループ

運航サブグループ

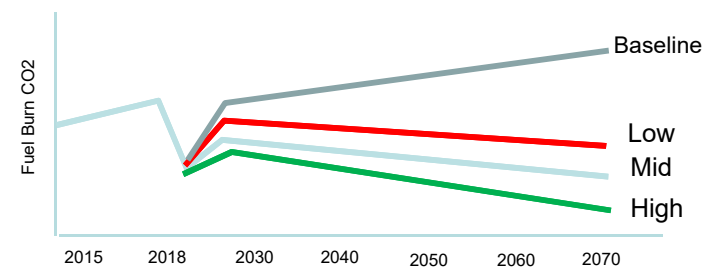
燃料サブグループ

シナリオサブグループ

現在検討中の手段の例



長期目標
(イメージ)



- ・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。

1-7. 本検討会の対象分野

国際航空 1,500万t-CO₂/年

※2035年までについて、ICAOの枠組み(CORSIA)あり
 ※それ以降の長期目標について、2022年のICAO総会に向けて議論

削減対策手法 (CORSIA) 本邦エアライン 410万t-CO₂/年 の2035年時点での削減義務(見込み値)

- 1 : 新技術の導入
- 2 : 運航改善促進
- 3 : 持続可能な航空燃料 (SAF) の促進
- 4 : 排出量取引制度

(義務付けられたオフセット量に対して、炭素クレジットを購入し相殺する制度)

国内航空 1,000万t-CO₂/年

※温暖化対策計画において、輸送単位当たりの削減目標あり

削減対策手法 (例)

- 1 : 新技術の導入
- 2 : 運航改善促進
- 3 : 持続可能な航空燃料 (SAF) の促進

地上施設 90万t-CO₂/年

排出源等：ビル、GSE、空港施設 (GPU、管制塔、航空灯火、無線施設等)

削減対策手法 (例)

- ・ GPU導入拡大
- ・ 空港施設の LED 化・再生可能エネルギー等の導入拡大
- ・ 空港車両の燃料電池 (FC) 化等の電動化の導入拡大 等

※地上側施設における航空機からの排出 (約150万t-co₂/年) など、上図の相互間に関連あり

※1 SAF・・・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。主に動植物や廃棄物由来の原料から製造され、使用により、ライフサイクルを考慮したCO₂が削減される。

※2 排出権取引制度・・・義務付けられたオフセット量に対して、炭素クレジットを購入し相殺を行う制度

本検討会の対象分野

1-8. 本検討会の設置目的

1. 「2050年カーボンニュートラル、脱炭素社会の実現」に向け、**運航分野におけるCO2 排出削減**の取組みを加速させるとともに、将来において**多様な技術・動力源等が導入**された場合を見据え、**グリーンリカバリー**の観点から我が国の運航分野の取組の方向性について、総合的・複合的に検討する必要がある。
2. 航空分野におけるCO2 排出削減のアプローチのうち、特に運航に関わる以下の分野について具体策を検討する。
 - ① **機材・装備品等への新技術導入**
(燃費向上に資する要素技術への我が国の強みを発揮、基準化等を通じた導入促進策等)
 - ② **管制の高度化による運航方式の改善**
(経路短縮など消費燃料削減に資する新たな運航方式の導入促進策、新技術の活用等)
 - ③ **持続可能な航空燃料（SAF）の導入促進**
(継続性を持ちつつ実用化を可能とすること等)
3. 本検討会では、これらの具体策に係る課題の抽出及び解決策の検討に加え、
 - ・ **多様な技術・動力源等の導入に向けた分野をまたいだ取組の方向性**
 - ・ **グリーンリカバリーの観点から我が国の強みを生かす方策**の2点を見据え、我が国の運航分野の脱炭素施策を整理する。

2. アプローチ毎の現在の取組状況

- 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

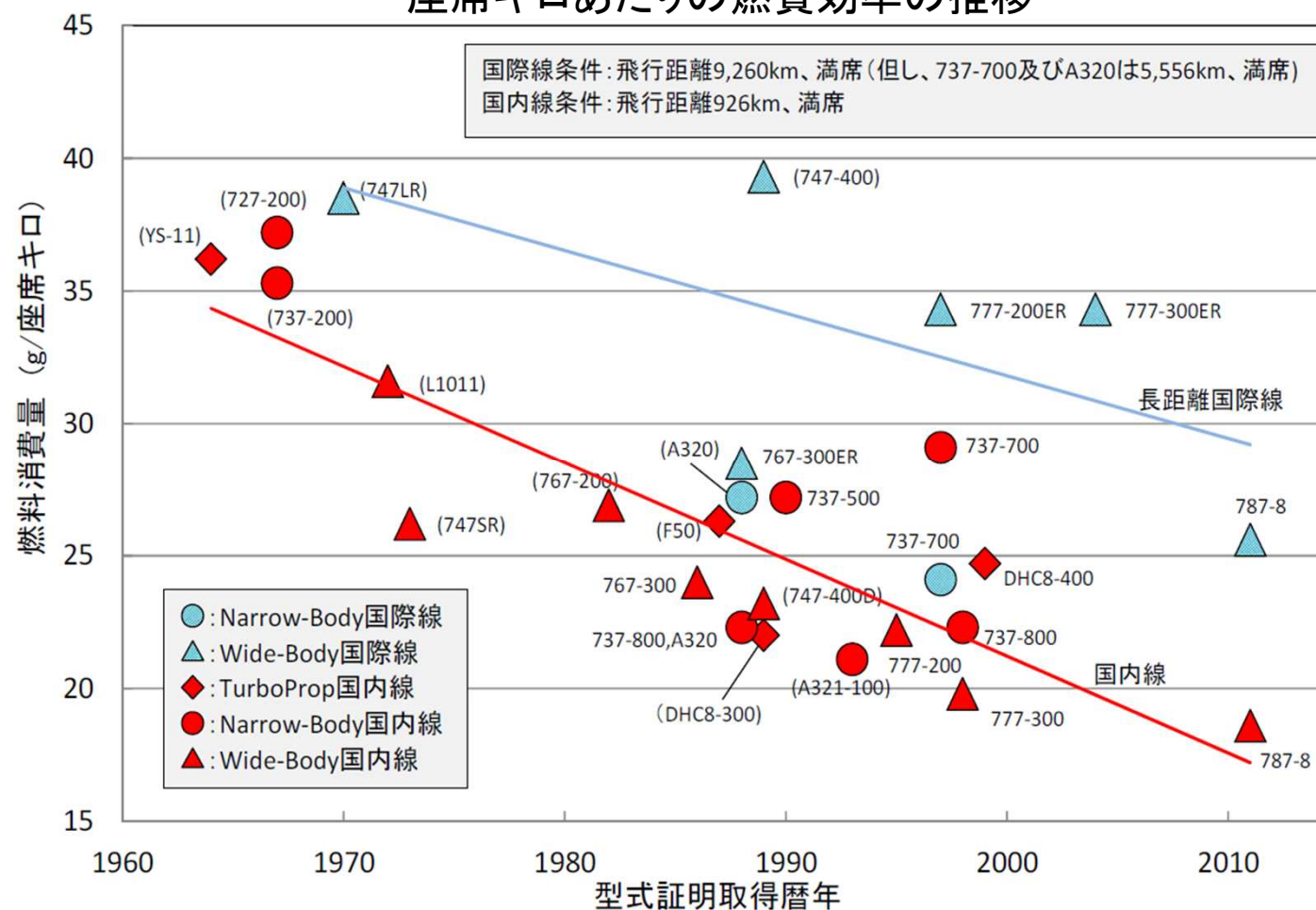
2-① 機材・装備品等への新技術導入

2-①-1. 新技術導入による機体の燃費向上

燃費効率の推移

- これまで、航空製品の製造者等による不断の技術革新と航空会社による省エネ機材への更新により、航空機の燃費向上が進んできた。

座席キロあたりの燃費効率の推移



出典: (一財)日本航空機開発協会

2-①-2. 航空機CO₂排出物基準の導入

経緯

- 航空機から排出されるCO₂のさらなる低減を図るため、2017年3月に開催されたICAO理事会において採択され、シカゴ条約附属書16の第3巻が新設（ICAOでの議論を我が国が主導）。
- 航空法施行規則附属書第4を新設し当該基準を取り込み（2019年4月公布・施行）。

概要

巡航時の単位距離あたりの消費燃料に基づいて算出されるCO₂指標がCO₂基準値以下となること。

- 適用対象の航空機：最大離陸重量5,700kgを超える亜音速ジェット機及び8,618kgを超えるプロペラ機。（消防用の航空機、水陸両用航空機等特殊な航空機を除く。）
- CO₂基準値：最大離陸重量に応じて次の表に定めるとおり。
- ICAOとしては、技術の開発動向を踏まえて、CO₂排出物基準の見直し（さらなる厳格化）を図ることとしている。

製造者への規制

航空機の種類	基準適用日
①新規設計の航空機(*1)	最初の型式証明の申請が 2020年1月1日～
②一定の設計変更(*2)を行う航空機	最初の設計変更の申請が 2023年1月1日～

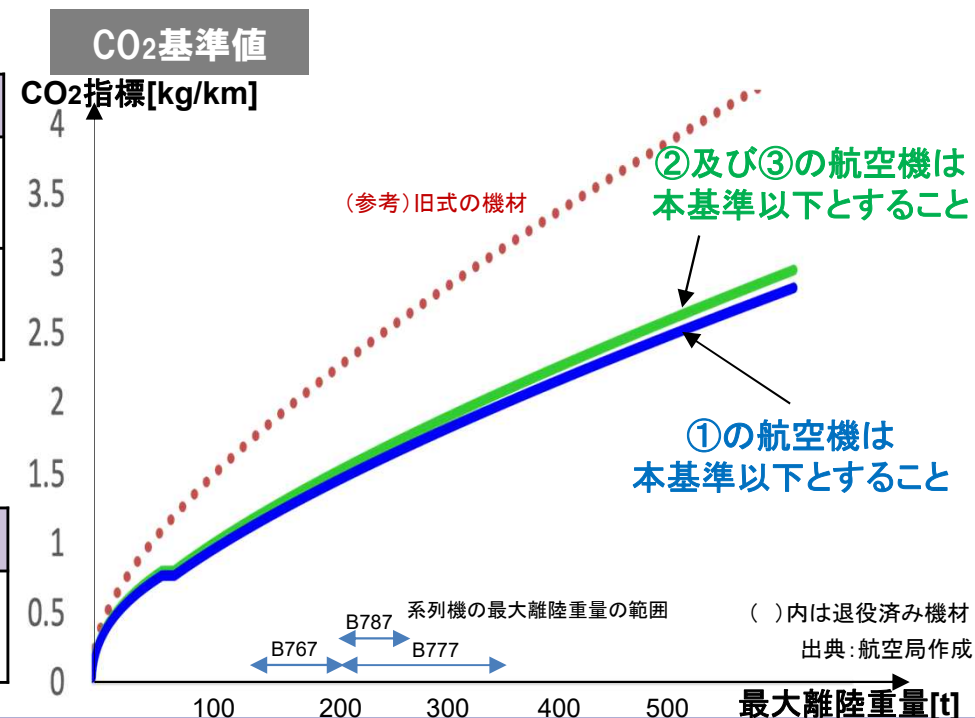
*1: 最大離陸重量60t以下で座席数が19席以下の航空機は2023年1月1日～

*2: CO₂の数値を著しく増加させるもの

使用者への規制

航空機の種類	基準適用日
③製造を継続中の航空機	最初の耐空証明の発行(*3)が 2028年1月1日～

*3: 外国での発行を含めた最初の発行を指す



経緯

- ICAOのグローバル削減目標(CNG2020)を達成する手段の一つとして、2010年のICAO総会(第37回)において、航空機からのCO₂排出物基準を策定することを決議。
- 我が国は、国産ジェット開発を見据え、国交省、JAXA、SJAC(日本航空宇宙工業会)、ANA・JALが連携して、ICAOの航空環境保全委員会(CAEP)に、航空機の重量、形状、エンジン性能の効率化を促す基準を提案し、議論をリード。最終的に我が国の提案が国際標準として採択。
- 航空委員会での審議を経て、ICAO理事会がシカゴ条約第16附属書の第3巻として採択。2020年1月1日から適用。

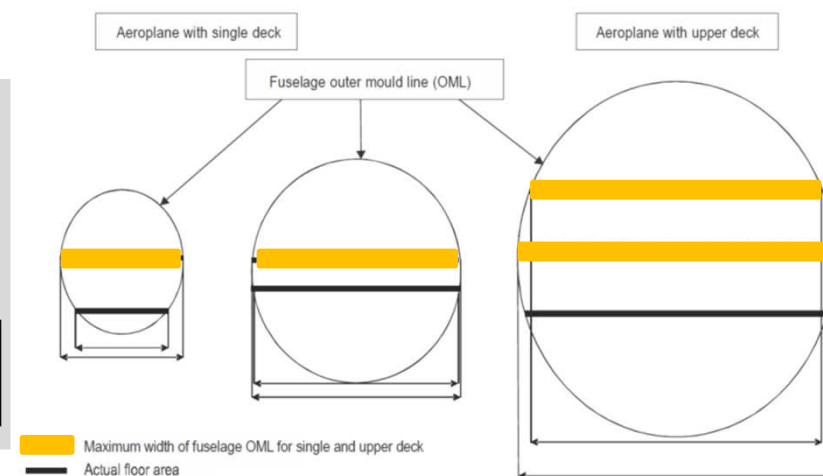
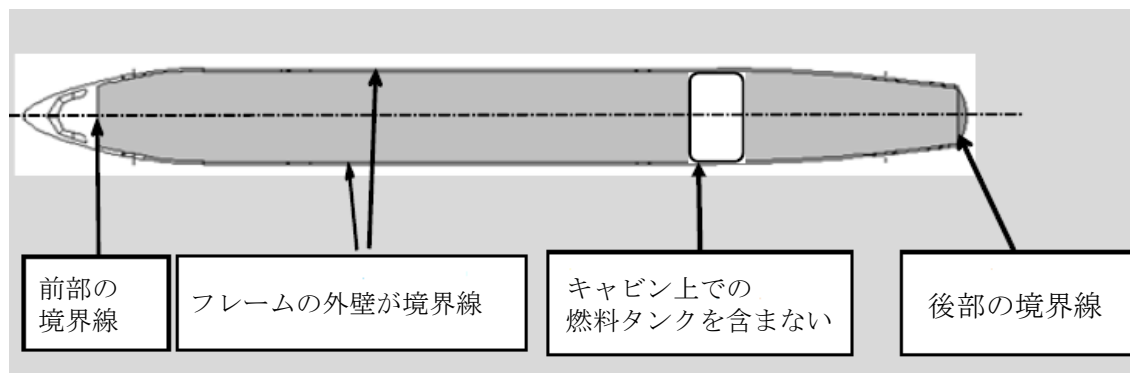
CO₂指標(CO₂ emissions evaluation Metric Value (CO₂ MV))

$$\text{CO}_2\text{指標: } \frac{1/\text{SAR}}{\text{RGF}^{0.24}}$$

- Specific Air Range (SAR) [km/kg]: 単位燃料(kg)当たりの飛行距離(km)
- Reference Geometric Factor (RGF) [無次元]: 飛行機の床面積を元にした調整係数

RGFの計算方法

- 対象範囲は左図のとおり。右図のとおり、底面積を計算(単位:m²)する。
- 当該底面積を1m²で割り、無次元RGFを計算する。



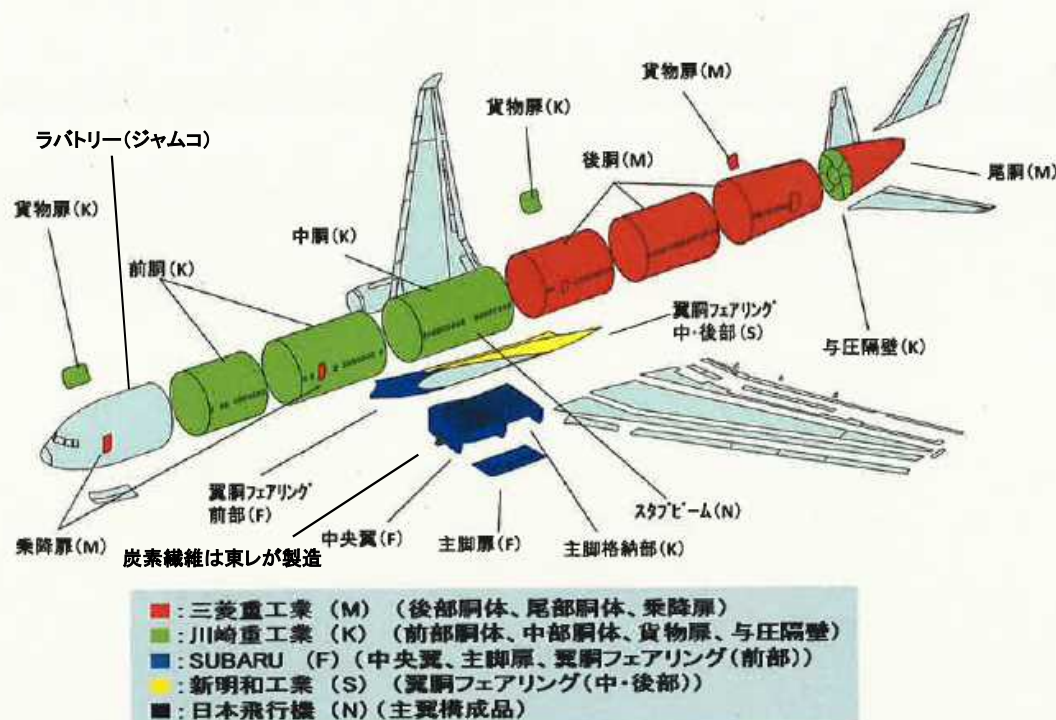
2-①-4. 低炭素化技術の研究開発・普及促進

我が国航空技術の実装状況

我が国の企業は、これまで、共同開発等により、ボーイングやエアバス等の主要機体の主要な装備品・構造部材等の製造活動に参画。

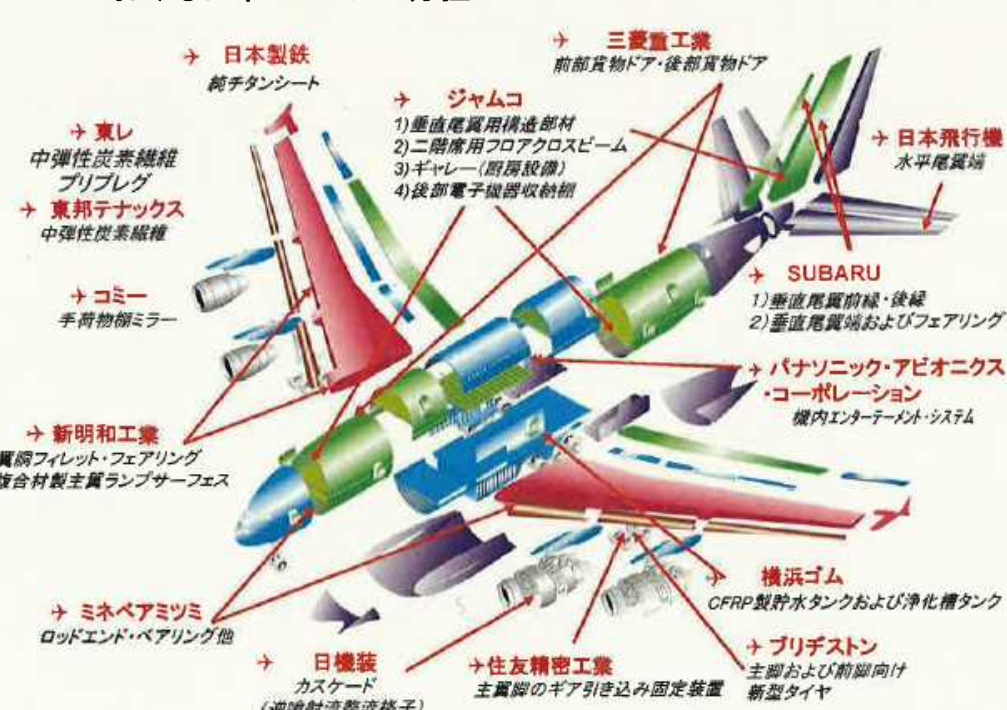
航空機製造における本邦企業の参画状況(例)

777Xにおける日本のメーカー分担



出典：(一財)日本航空機開発協会「民間航空機関連データ集」を基に航空局作成

A380における日本のメーカー分担



出典：(一財)日本航空機開発協会「民間航空機関連データ集」

2-①-5. 低炭素化技術の研究開発・普及促進

研究開発・普及促進

- 今後、低炭素な機体・エンジンの技術開発が世界的に見込まれているところ。
- 我が国製造事業者の国際競争力強化を視野に、燃費の良い機材や低炭素化技術の普及促進を図る。
- 我が国において開発される技術の確実な実用化(実機搭載)に向け、航空製品に求められる基準認証が円滑・確実に行われるよう、開発段階から積極的に関与していく必要。

更なる軽量化・効率化



出典:炭素繊維協会HP

炭素繊維複合材

低抵抗機体塗装



出典:ジャムコHP

装備品の軽量化

セラミック複合材によるエンジン軽量化

電動航空機



出典:ハートエアロスペース社HP

バッテリー

インバータ

電動モータ

水素航空機



出典:エアバス社HP

水素貯蔵タンク

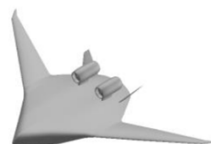
ハイブリッド水素航空機

水素供給システム

燃焼器

燃料電池

先進的な機体形状



翼胴体一体機
Blended Wing Body



出典:NASA HP

ダブルバブル型



出典:欧州委員会HP

ボックスウィング型

先進的な推進システム



出典:サフラングループ社HP

オープンロータエンジン



出典:(一財)日本航空機開発協会

Boundary Layer Injection

- 今後、電動航空機や水素航空機など、様々な形態の航空機の技術開発が見込まれるところ、我が国としては、これまで強みとしてきている上記基幹技術(赤線囲い)を中心に、さらなる拡大が重要。

2-①-6. ボーイング、エアバスの取り組み状況

ボーイング社の取り組み



出典: Zunum Aero社HP

- Boeing社は今後、ハイブリッド航空機・電動航空機の開発を進めるとしている。
- 2017年にベンチャー企業（米：Zunum Aero社）に出資。Zunum Aero社は2030年までにハイブリッド型、2040年までに電動航空機の実装を予定している。
- Boeing社は2021年1月、2030年までに持続可能な航空燃料（SAF）の混合率を100%とすることができる航空機開発を目指すことを発表。

エアバス社の取り組み

- 2020年9月、Airbus社は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コンセプトを提唱。

表 AIRBUSが提唱する3つのZEROe機体コンセプト

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		100人以下	1000nm以上 (1850km)
ターボファン機		200人以下	2000nm以上 (3700km)
翼胴一体機		200人以下	2000nm以上 (3700km)

出典: AIRBUS Zero-eウェブサイト(<https://www.airbus.com/innovation/zero-emission/hydrogen/zeroe.html>) 2020年12月15日閲覧

- 2035年までに既存の狭胴機（ターボファン機/ターボプロップ機）の商業運用を開始するものとしている
- 水素燃料利用への道を開くため、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生産、貯蔵、輸送のサプライチェーンを通じたインフラの構築を目指す。
 - 水素燃料の使用に適した機体システムの開発（水素燃焼と水素燃料電池を組み合わせたハイブリッド型電気推進系の開発）
 - 極低温での水素燃料の貯蔵方法の確立、安全性の確保、給油を含む空港ネットワーク・インフラの構築

新技術導入に向けた課題の例

電動航空機の開発上の課題

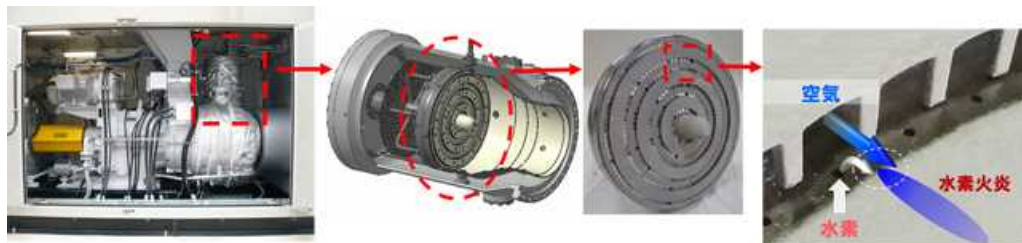
- ・ バッテリーの高出力密度向上（航続距離、重量の観点）
- ・ バッテリーの安全性・信頼性
- ・ 高高度環境における耐放電・耐放射性
- ・ 熱・パワー管理
- ・ フェールセーフ
- ・ 低騒音化（プロペラなど）
- ・ 空港でのバッテリー給電・交換の標準等

水素航空機の開発上の課題

- ・ ジェット燃料に比べ重量は1／3だが、体積は4倍以上のため、大きな燃料タンクと、航空機の燃料システムの根本的な変更が必要（主翼中に燃料を貯蔵し、循環させて飛行ができない）
- ・ 気体水素の場合、体積を抑えるための加圧タンクが必要。
- ・ 液体水素の場合、極低温の水素貯蔵タンクが必要
- ・ 水素を安定燃焼させるためのエンジン部品の開発
- ・ 空港における水素燃料の供給体制の構築等

認証基準の整備・国際標準化

- 新技術の普及促進に向け、今後、業界の動向を踏まえながら安全・環境基準を見直し・整備
- 新技術が世界的に導入されるよう、積極的な国際標準化を図り、脱炭素化に関する国際的な議論をリードしていくことが重要



出典：NEDOニュースリリース（2020年7月21日付）

要素技術の例（川崎重工の地上用水素燃料ガスタービンに係る技術の適用の可能性）

認証基準
を整備
国際標準化



出典：ICAO日本政府代表部HP

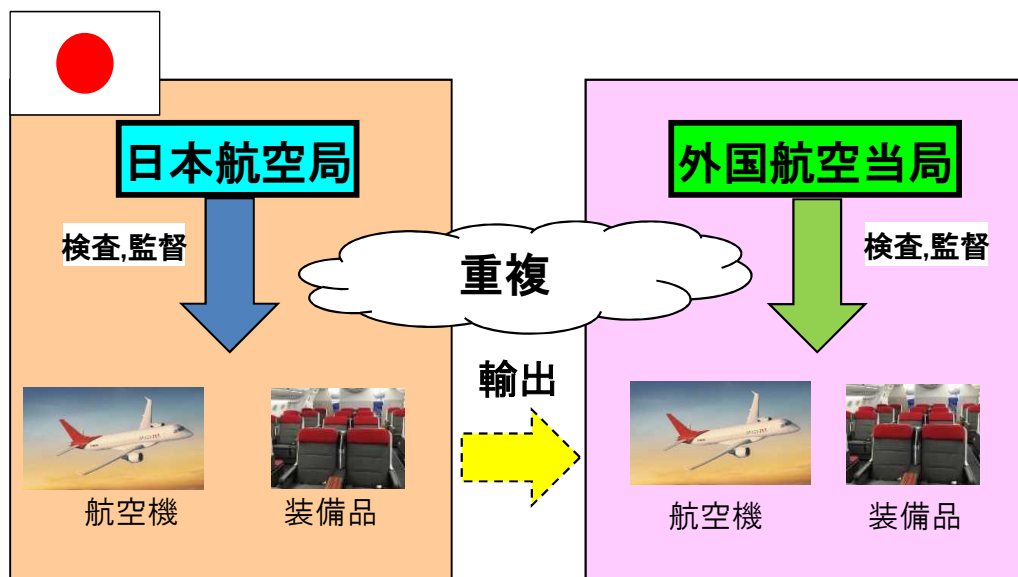
国際的な議論をリード

2-①-8. BASA締結を通じた我が国技術の輸出促進

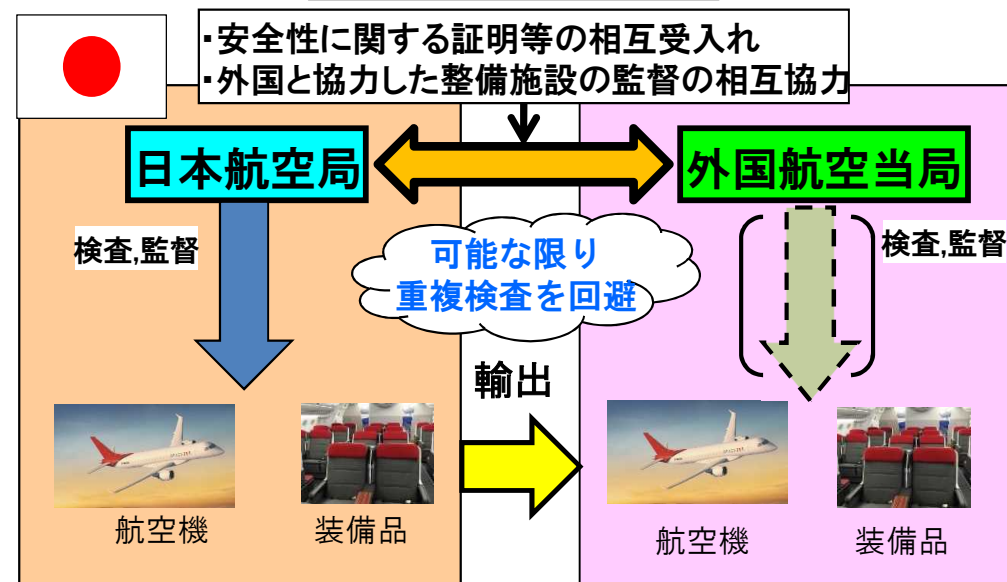
BASAの概要

- BASA (Bilateral Aviation Safety Agreement): 相手国が行う検査・認証を相互に受け入れることにより、当局による重複検査等を可能な限り省略する等、お互いの手続きを円滑化するための二国間取決め。

BASAがない場合



BASAがある場合



航空機の図の出典: 三菱航空機HP
 装備品の図の出典: ジャムコHP

各国航空当局は、輸入された航空製品について、それぞれ独自に安全性の確認等のための検査、監督等を実施する。

BASAの実施取決めにに基づき定められた手続きに従い重複検査等を回避するなど効率的な検査、監督等が可能。

BASAによる効果

- 簡素化された認証手続きにより、我が国装備品等の迅速な輸出が可能となるため、我が国製造者・開発者の国際競争力強化に寄与。
- 低炭素化に資する装備品等の普及が促進され、国際・国内航空分野の低炭素化に寄与。

2-② 管制の高度化による運航方式の改善

2-②-1. 運航改善のとりくみ(背景)

日本における航空機の交通量(2019年)

計器飛行方式で飛行する航空機数(機数/日)

	国内線	国際線	FIR通過
機数/日	約 2,450	約 1,760	約 1,010

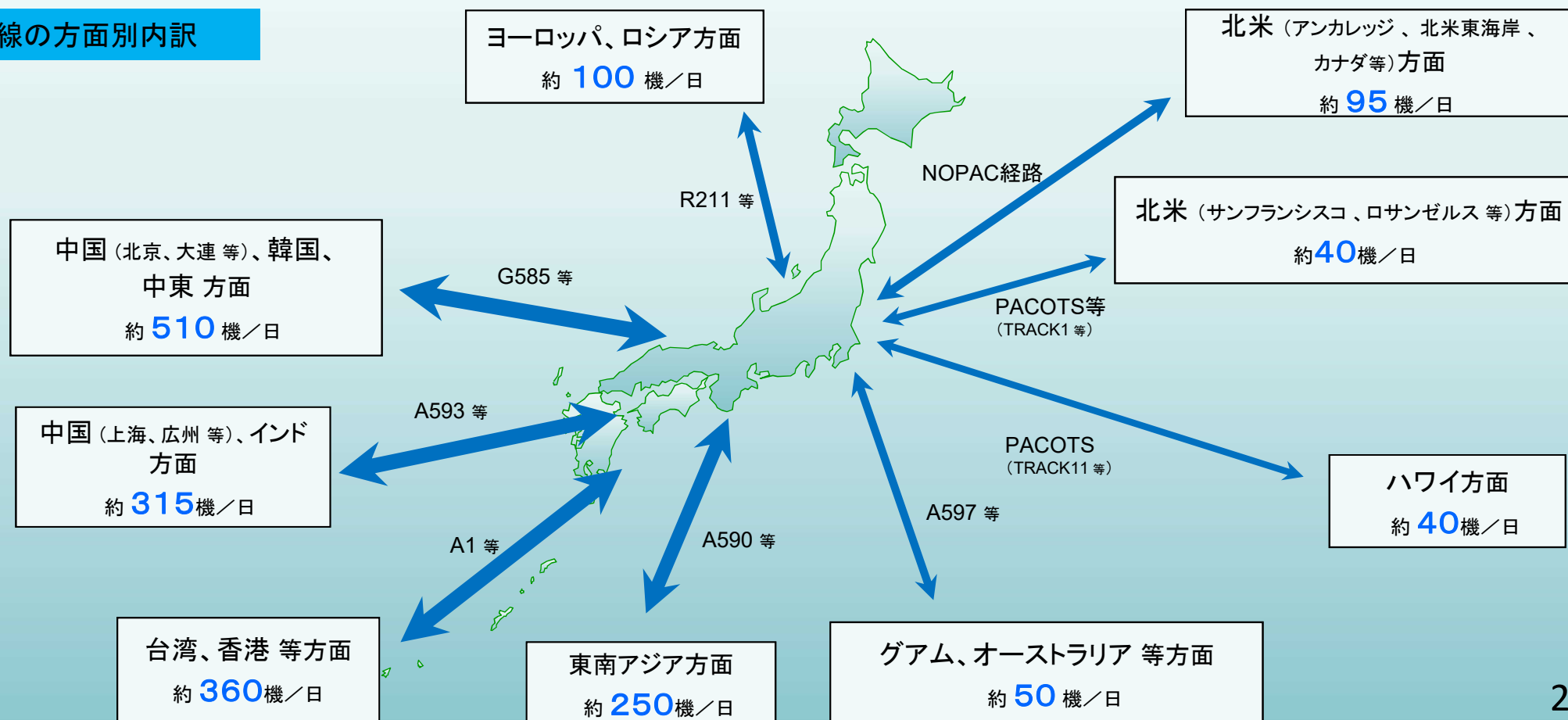
NOPAC経路：North Pacific経路

PACOTS：Pacific Organized Track System

(太平洋上において、気象状況を考慮して日毎に設定される可変経路)

データ：2019年7月の1ヶ月分の飛行計画より算出した1日平均機数。(民航機に限る)

国際線の方面別内訳



2-②-2. 運航改善のとりくみ(現状の航空交通管理)

○航空交通流管理(ATFM: Air Traffic Flow Management)

日本を飛行するすべての飛行計画を把握し、空域や空港の混雑状況、天候状況を元に、時間単位での日本の空全体の交通容量を調整し、空中待機が発生しないように、空港からの出発時刻を調整。

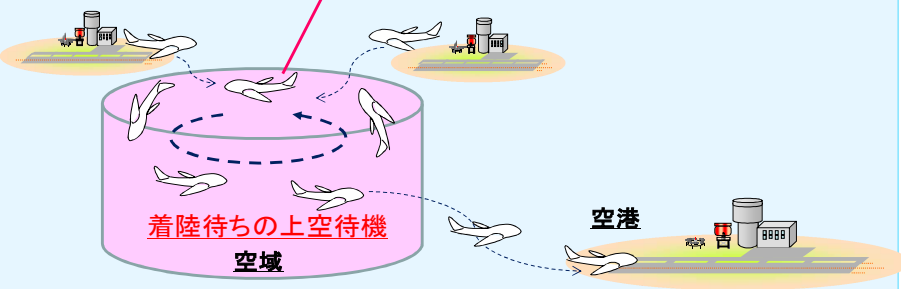
ATFM導入前

- ・朝夕のラッシュ等航空機が一度にひとつの空港に到来した場合、空港周辺の空域で着陸待ち(上空待機)が発生
→**航空機が滞留、無駄な燃料消費**

非効率な状況

(航空機の滞留、無駄な燃料消費)

- ・遅延の発生
- ・燃料消費量の増加
- ・CO₂及びNox等の排出ガスの増加



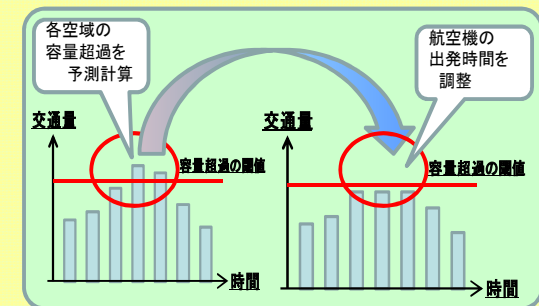
ATFM導入後

- ・我が国空域全体の交通量を把握し、各空域の容量超過を予測計算
- ・容量超過が見込まれる場合、航空管制官が航空機の出発時刻を調整(離陸前待機の指示等)
→**滞留(着陸待ち)を未然に解消**

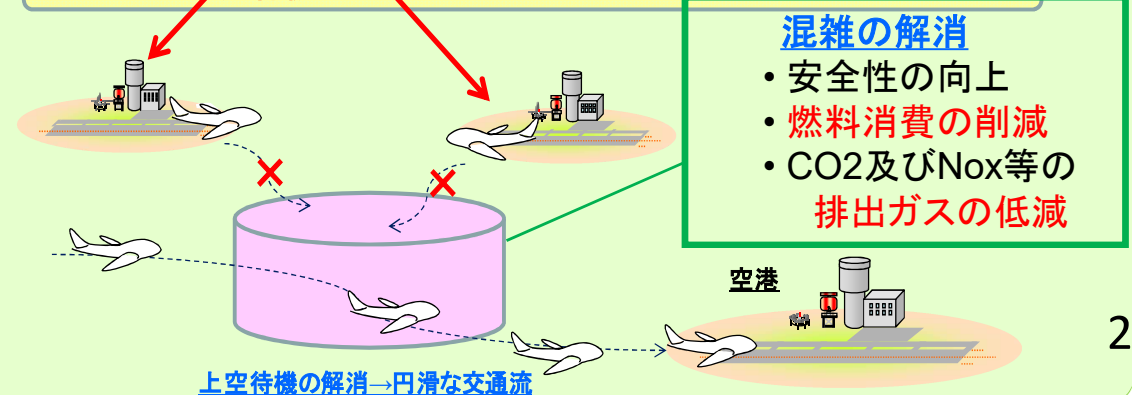
航空交通管理センター(福岡)



ATFM



出発待機を指示



混雑の解消

- ・安全性の向上
- ・燃料消費の削減
- ・CO₂及びNox等の排出ガスの低減

2-②-3. 運航改善施策の目指す方向性

- 新技術を活用した運航改善施策については、ICAOが2040年までの方向性や行動計画を「世界航空交通計画（GANP: Global Air Navigation Plan）」として示しており、我が国では、GANPと調和を図った具体的なロードマップ「CARATS長期計画」を2010年に策定し、これに基づき施策を推進。
- 最終的な2040年の**最適運航**の実現に向けて、「離陸・巡航・着陸時の消費燃料低減に資する飛行経路・飛行方法の改善」に加え、地上待機・走行の消費燃料低減に資する運航改善も含めた個別施策を検討し、順次導入・展開（早期社会実装を目指す）

運航効率の改善

【飛行経路・飛行方法】

- A: 迂回の少ない飛行ルートの実現による飛行経路・時間の短縮
- B: 燃費の良い飛行高度・飛行経路の選択自由度の向上による飛行中消費燃料の削減

【空港面】

- C: アイドリング時間（駐機中、誘導路待機）の削減、地上走行経路の最適化による離陸前等の消費燃料の削減

更なる運航改善に向けた施策の展開

2020年

2030年

- ・空域再編の完了
- ・衛星航法の普及による飛行経路短縮
- ・航空デジタル共有基盤を活用した空港運営能力の向上

2035年

- ・再編後の空域の有効活用（フリールート導入）
- ・空地通信のデジタル化による離陸後の軌道調整の柔軟化

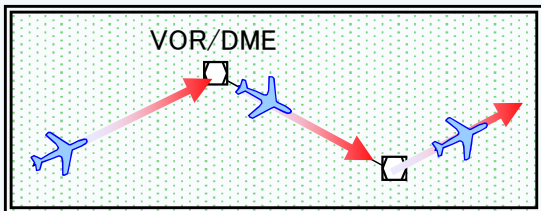
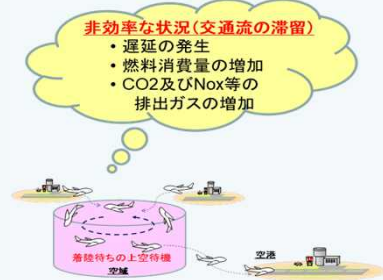
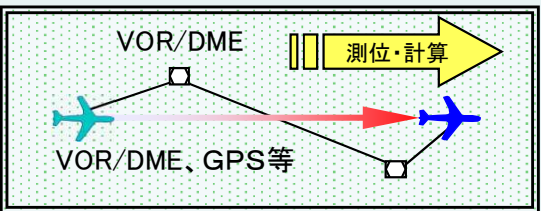
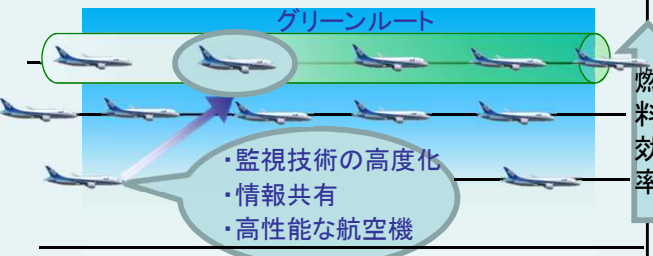
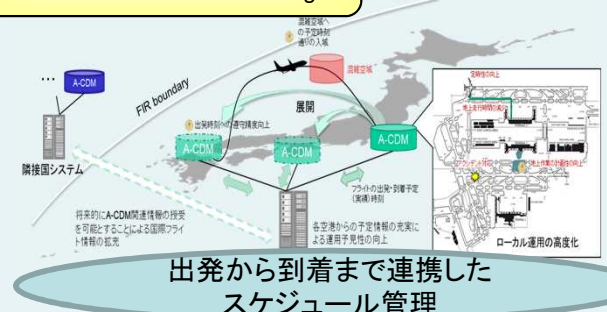
2040年

- ・迂回・滞留・遅延のない最適運航（軌道ベース運用※）

※全飛行フェーズにおいて運航が最適化されるよう、予め運航計画を調整するとともに、航空機の状態をリアルタイムかつ正確に把握・管理し、時々刻々と変化する状況に合わせて自動的に運航を最適化していく管制手法。

2-②-4. 運航改善促進の全体像

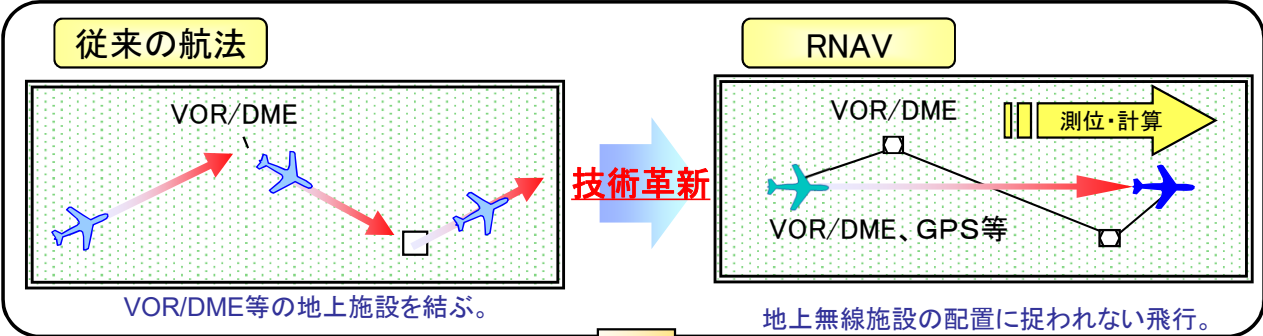
運航効率の改善 『ICAO GANP(グローバルな技術)の導入→CARATS(我が国への最適化)』

改善策	A: 迂回の少ない飛行ルートの実現による飛行経路・時間の短縮	B: 燃費の良い飛行高度・飛行経路の選択自由度の向上による飛行中消費燃料の削減	C: アイドリング時間(駐機中、誘導路待機)の削減、地上走行経路の最適化による離陸前等の消費燃料の削減
メリット(効果)	- 環境への配慮(CO2排出量削減) - 運航効率の向上(消費燃料削減) - 安全性の向上	- 環境への配慮(CO2排出量削減) - 運航効率の向上(消費燃料削減) - 交通量増大への対応 - 安全性の向上	- 利便性(定時制)の向上 - 環境への配慮(CO2排出量削減) - 運航効率の向上(消費燃料削減) - 交通量増大への対応 - 安全性の向上
現状 2020	従来の航法  VOR/DME等の地上無線施設を結ぶ。	従来の高度選択(限定的)  燃料効率	渋滞による空中待機  非効率な状況(交通流の滞り) - 遅延の発生 - 燃料消費量の増加 - CO2及びNox等の排出ガスの増加 着陸待ちの上空待機
導入後 2040	RNAV  VOR/DME、GPS等 地上無線施設の配置に捉われない飛行。	燃費の良い飛行高度・飛行経路  燃料効率 - 監視技術の高度化 - 情報共有 - 高性能な航空機	空港運用連携(CDM) Collaboration Decision Making  出発から到着まで連携したスケジュール管理

- 従来の航法よりも飛行距離を短縮し、より多くの航空機を効率よく飛行させることが可能となるRNAV経路等の導入を航空路・空港周辺空域(ターミナル・着陸進入)の全フェーズで順次展開。
- (※RNAV:衛星や機上装備を活用して飛行する航法)
- 加えて、曲線経路を含む進入方式(RNP-AR)や、GPSを補強するシステムを活用した高精度な着陸(悪天候時の就航率向上)を可能とする進入方式(SBAS/GBAS)の導入を推進。

【RNAV導入の効果(空域容量増加、経路短縮、遅延低減)】

【経路短縮イメージ(例:大館能代空港 RNP-AR)】



空の交通にとって ...

増加する航空需要への対応

空域容量の拡大

航空機にとって ...

運航効率・就航率の向上、環境負荷軽減

飛行距離・経路の短縮

欠航・遅延の低減

【令和2年度導入予定】

導入空港	導入時期	短縮効果(最大値)
函館空港	令和2年12月3日導入済み	約3分
奥尻空港	令和3年3月	約8分
利尻空港	令和3年3月	約8分
丘珠空港	令和3年3月	約4分

※函館空港については、到着経路のみ導入

2-②-4. 運航効率の改善例 (B) : 最適な飛行経路の選択

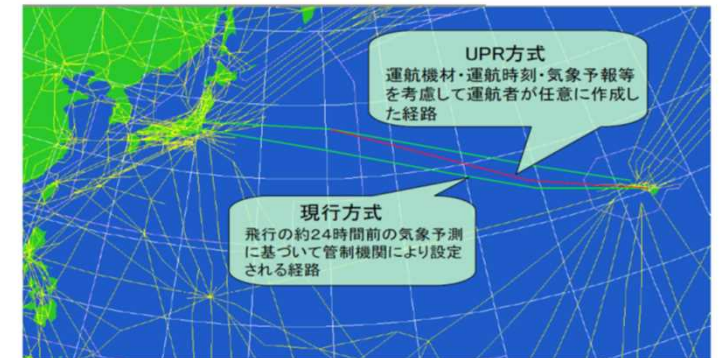
- ① データリンクを活用した**管制間隔の短縮化**
 管制官とパイロット間の通信の音声からデータリンク化により管制間隔を短縮(15分(150~120海里)から30海里)。**運航効率の良い高度帯の空域容量を拡大。**
- ② UPR: User Preferred Routeの導入
 運航者が、**運航機材、運航時間、気象予測(風情報)**等を考慮に入れた経路(UPR)を作成し、運航便に最適なUPRで飛行。

洋上空域における管制間隔の短縮

縦間隔	平成17年4月以前	平成17年4月~	平成20年8月~
	150~120海里 (15分)	50海里	30海里
		短縮	短縮
横間隔	平成10年4月以前	平成10年4月~	平成20年8月~
	100海里	50海里	30海里
		短縮	短縮

※ 30海里的の管制間隔は、RNP4の運航承認を有する航空機相互間に適用される。RNP4とは、全飛行時間の95%における横方向の航法誤差が±4海里以内となる航法精度をいう。
 ※ 現在、我が国の洋上空域を飛行する航空機のうち、約18%がRNP4承認機であり、今後漸次増加する見込み。
 ※ 横間隔30海里を適用した経路設定は、RNP4承認機の増加状況を踏まえた上で実施する。

洋上空域におけるUPR方式の実施イメージ



【参考】

洋上空域における管制間隔短縮導入効果の試算

消費燃料削減量(年間)	約2,480万ポンド 約1,400万リットル ドラム缶(200ℓ)換算で、約7万本
CO2削減量(年間)	約34,400トン 一般家庭(年間排出量5.3トン)で、約6,500世帯分 一般家庭の年間排出量は、(独)国立環境研究所・「温室効果ガスインベントリオフィス」による
削減金額(年間)	約12億7千万円 シンガポール市場のケロシン価格の2008年1月~6月の平均値(1ガロン=3.2ドル)で算出 1ドル=108円(2008年8月5日の為替相場)で算出

※ 1. 2007年8月の飛行実績を基に、すべての航空機がRNP4承認を受けたB747-400型機と仮定し、現行の縦間隔50海里を適用した場合と縦間隔30海里を適用した場合をシミュレーションした結果を比較したもの。
 (電子航法研究所実施)
 2. 試算結果は我が国の洋上空域内のみではなく、目的地までの飛行により得られる効果。

【参考】

日本・ハワイ間におけるUPR導入効果の試算

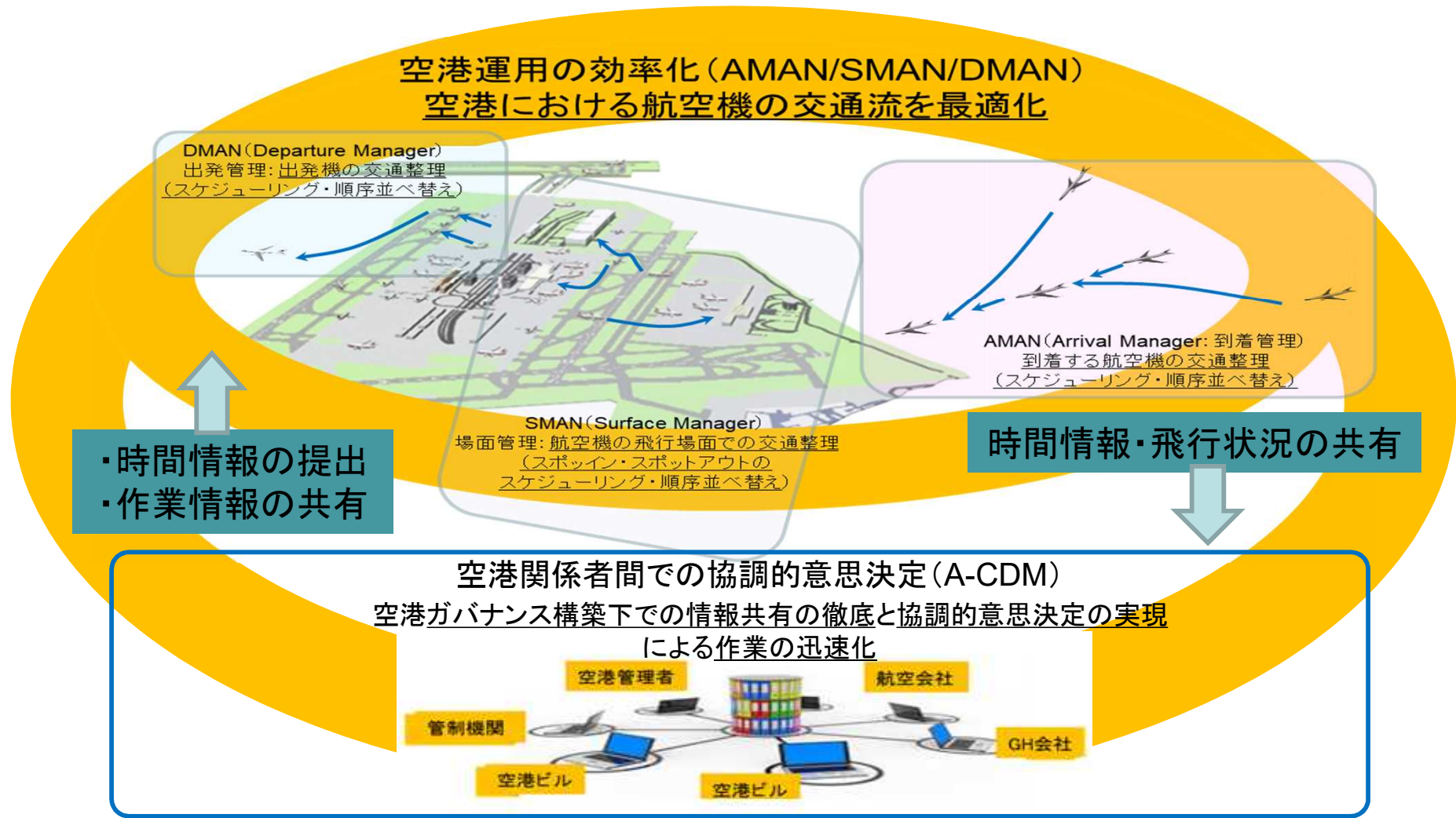
消費燃料削減量(年間)	約314万ポンド 約177万リットル ドラム缶(200ℓ)換算で、約8,850本
CO2削減量(年間)	約4,350トン 一般家庭(年間排出量約5.3トン)で、約820世帯分 一般家庭の年間排出量は、(独)国立環境研究所・「温室効果ガスインベントリオフィス」による
削減金額(年間)	約1億6千万円 シンガポール市場のケロシン価格の2008年1月~6月の平均値(1ガロン=3.2ドル)で算出 1ドル=108円(2008年8月5日の為替相場)で算出

※ IATA試算(ある会社の実際の運航実績と燃料消費上最適な経路を飛行した場合を比較したもの)を基に、日本・ハワイ間に就航しているすべての機材の消費燃料削減量を算出した上で、定期便の半数がUPR方式により飛行した場合の試算。

データリンク通信の性能向上(技術)、国内空域の抜本的再編による高高度空域の設定(運用・体制)の改善により、今後陸域を含んだ、我が国空域全体での最適な飛行経路(グリーンルート)の選択を実現

2-②-4. 運航効率の改善例(C):場面走行の最適化による離陸前消費燃料の削減(空港面)

- 空港処理能力の拡大に伴い、飛行場面の航空機の滞留を招くことのない空港運用の実現
- 到着・出発に加えて、誘導路等の走行時間を考慮した最適な離着陸機の順位付けに基づいた航空管制を通じて、飛行場面の運用や滑走路運用が複雑な大規模空港等の交通流の効果的な管理を図り、離陸前及び着陸後の航空機の飛行場面の円滑な走行(消費燃料の削減)を実現させる。



2-②-4. 運航効率の改善例(C): 場面走行の最適化による離陸前消費燃料の削減(空港面)

最適な離着陸機の順位付け(並べ替え)による運航最適化の例

【仮定】バードストライクにより滑走路が15分間使用停止になり、出発機3機が地上待機、到着機3機が空中待機。使用再開後、管制官はこれらの航空機に対して順位付けを行い、運航回復の上、平常運用に戻す必要。

現行システム：先着順に、離着陸順位を表示

先着順が「出発・出発・出発・到着・到着・到着」の場合、その順位通りに計算するため、非効率な順位付けを管制官に表示。

➤ 現行システムによる順位付けに基づき処理を行うと、上記6機の処理時間は**671.2～765.2秒**となる。

全体の
処理時間が
約2分短縮

性能向上：最適な組合せに則り、離着陸順位を表示

先着順が「出発・出発・出発・到着・到着・到着」であっても、**出発機と到着機のバランスを鑑みて計算の上、「出発・到着・出発・到着・出発・到着」の順位を表示。**

➤ 性能向上後のシステムによる順位付けに基づき処理を行うと、上記6機の処理時間は**525.2～644.8秒**となる。

地上走行(アイドル)の低減

スポット～離陸まで ※現状: 10～20分程度(羽田15分、成田20分)

着陸機数や誘導路の混雑状況に応じ、スポットアウトのタイミングや円滑な地上経路の最適化を図り、スポットから離陸までの消費燃料の削減を実現

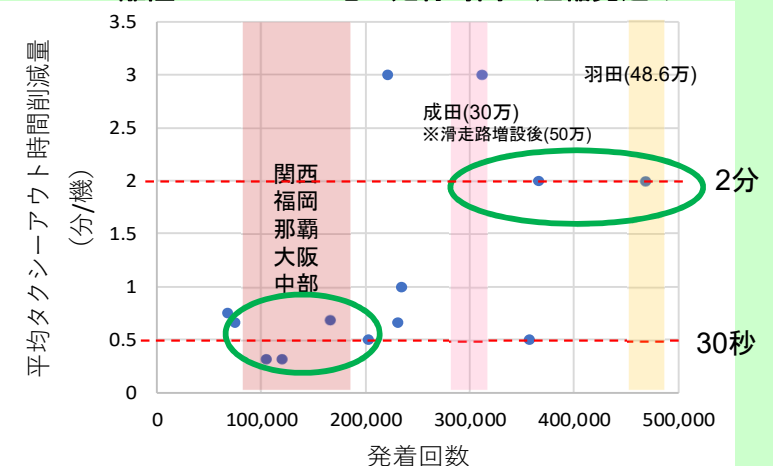
着陸～スポットまで ※現状: 5～10分程度(羽田5分、成田10分)

離陸機数や誘導路の混雑状況に応じ、着陸のタイミング・順位や円滑な地上経路の最適化を図り、着陸からスポットまでの消費燃料の削減を実現

※複数滑走路を有する主要空港

「離陸」に係る航空機自走時間が平均30秒～2分/機 短縮

離陸フェーズでの地上走行時間の短縮見込み



※発着回数と時間短縮の相関(図中の「・」は欧州実績データ)に、我が国主要空港の規模を当てはめたもの

2-②-5. ICAO GANP(世界航空交通計画)の将来改訂に向けて 国土交通省

- 航空交通システムの発展の方向性を規定する「ICAO GANP(Global Air Navigation Plan)」の第6版が2019年秋の第40回ICAO総会で承認。目達年度が2030年から2040年に拡張。(CARATSロードマップも2040年へ拡張)
- 今春2月より、次期改訂(2022年部分改訂、2025年第7版全面改訂)」に向けたStudy GroupがICAOで発足

次期改訂に向けた論点

2021年2月23日～25日 第1回 GANP Study Groupの討議資料より(日本含む16か国、11団体参加)

＜AI等の将来技術を活用した更なる効率化、水素燃料航空機等の航空機の登場による多様化への対応＞

ICAO事務局



2022年部分改訂に向けて

- ・COVID-19の影響や環境対応の観点から施策を整理・検討

2025年全面改訂(第7版)に向けて

- ・イノベーションの対象となる可能性のある先進要素技術としてAIや機械学習に関する分野を特定

米国

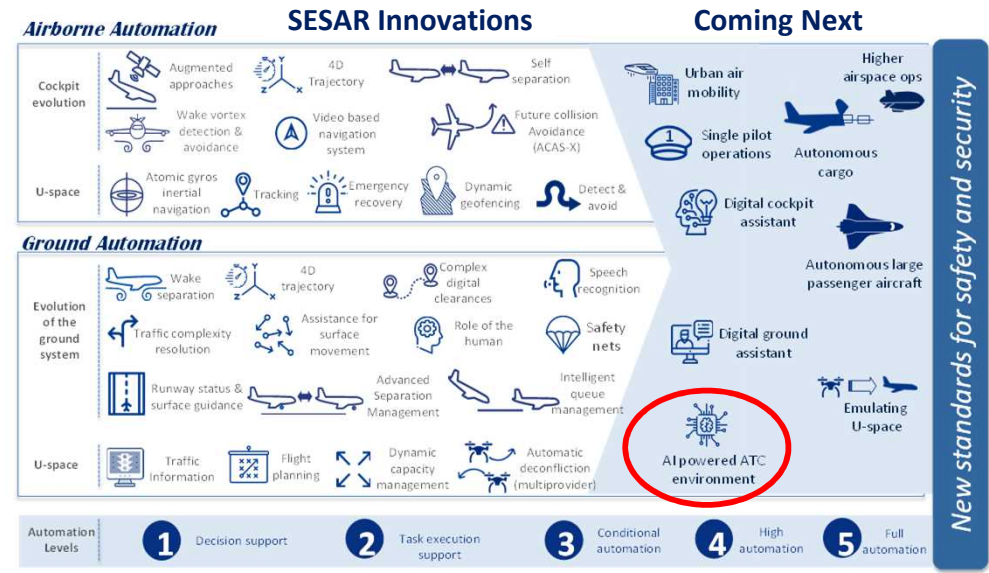
機械学習・AIを使用した管制サービスの認証に関するR&D

欧州

(現行の欧州長期計画にはないが)AIを管制業務の支援に活用するコンセプト明示

New Development

- Recognize and leverage on innovation
 - Research: Internet of Thing (IOT) to support real time safety
 - Research: Certification of services using Machine Learning/Artificial Intelligence
- Status: North American eANP Volume III
 - FAA and NavCanada
 - Alignment with 6th edition of ASBU
 - Data gathering planned for after the pandemic

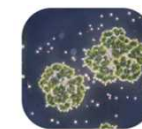


2-③ 持続可能な航空燃料（SAF）の導入促進

2-③-1. SAFの現状と現在の取組

① SAFの主な原料等

- 廃食油、廃獣脂、パーム油等：米国、フィンランドで商用プラントを運転中。商用としてSAFを供給した実績あり
- 都市ごみ・廃棄物等：米国で都市ごみ由来SAF製造プラントを建設中。我が国でも事業化に向けた検証を実施中
- 木質バイオマス等：米国にて商用化予定。我が国でも技術開発・大規模化に向けた検証を実施中
- 藻類等：我が国において2030年頃の商用化に向けて技術開発・大規模化に向けた検証を実施中



〈藻〉



〈木質バイオマス〉

② SAFを使用したフライト実績

■ JAL

- ✓ 2019年 サンフランシスコ空港発の運航便にSAFを使用
- ✓ 2021年 国産SAFを使用した日本初の定期便を運航



＜JAL＞令和3年2月国産SAFを羽田発の定期便に使用

■ ANA

- ✓ 2018年 サンフランシスコ空港発の運航便にSAFを使用
- ✓ 2020年 本邦エアラインとして初めて輸入SAFを使用した日本発の定期便を運航



＜ANA＞令和2年10月以降フィンランドより輸入したSAFを羽田・成田発の定期便に使用

③ 現在の取組

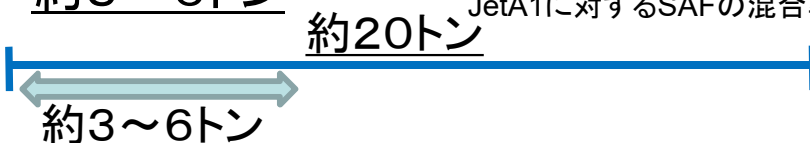
- 2020年11月 「航空分野におけるCO2削減取組に関する調査検討委員会燃料小委員会」設置（エアライン、石油精製・元売会社、業界団体、空港関係者、有識者、行政）
- 主な検討課題
 - ① 国産のSAF製造
 - ・ 十分な供給量の確保、低コスト化（2030年頃には100円台/Lまで低減することを目標）
 - ・ 製造過程も含めたライフサイクルの視点から見た十分なCO2削減率を実現するSAFの開発
 - ② 認証体制
 - ・ 国内において国際規格を遵守していることを確認する体制の確保、輸入SAFの円滑な品質検査の実施
 - ③ 流通・サプライチェーン
 - ・ サプライチェーンの確立（SAF製造事業者と石油元売事業者の協力、空港側の受け入れ態勢の確保等）

2-③-2. SAF導入によるCO2削減効果(試算)と課題

- 導入するSAFのCO2削減率によるが、現在の**SAF混合率(Max 50%)**の場合、例えば**CO2削減率50~80%**のSAFを使用すると、通常のJet A1を使用した場合に比べ、約2~3割程度のCO2削減が可能となる。

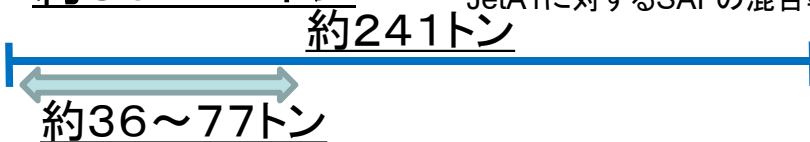
国内線1フライト (東京-福岡、ボーイング767型の場合)

既存Jet A1燃料を使用した場合の燃料消費量	約8kL(ドラム缶約39本分)	※ドラム缶(200L)換算
CO2排出量	約20トン	※ジェット燃料密度は0.8t/kL、 排出係数は3.16t-CO2/tと設定
SAFを使用した場合のCO2削減量	約3~6トン	※SAFのCO2削減率50%~80% JetA1に対するSAFの混合率30%~40%



国際線1フライト (東京-ロサンゼルス、ボーイング777型の場合)

既存Jet A1燃料を使用した場合の燃料消費量	約95kL(ドラム缶約477本分)	※ドラム缶(200L)換算
CO2排出量	約241トン	※ジェット燃料密度は0.8t/kL、 排出係数は3.16t-CO2/tと設定
SAFを使用した場合のCO2削減量	約36~77トン	※SAFのCO2削減率50%~80% JetA1に対するSAFの混合率30%~40%



○CO2削減効果を高めるには、**ライフサイクル排出量(原料の栽培、収穫、製造、輸送等におけるプロセスでの排出量を含めた排出量)**が少ないSAFを導入する必要がある

○将来的には、**SAF混合比率の上限**を取り払い、**ニートのSAFを導入**できるよう環境整備していく必要がある

2-③-3. SAFに係る国際規格

- 航空燃料の製造方法及び原料の国際規格はASTM Internationalが策定
- ASTM D7566において、代替燃料の原料と製造方法の組合せによりAnnexに分類され、Annex毎に従来燃料との混合上限比率を規定。
- 混合比率、及び混合後のスペックがD7566の規定に合致すれば、ASTM D1655(航空機燃料の国際規格)に適合したと見なせる。(D1655燃料として流通可能)

ASTM D7566	製造技術	従来の燃料との混合上限	原料
Annex1	Fischer-Tropsch 法により精製される合成パラフィンケロシン (FT-SPK)	<u>50%</u>	有機物全般
Annex2	植物油等の水素処理により精製される合成パラフィンケロシン (Bio-SPK 又は HEFA)	<u>50%</u>	生物系油脂
Annex3	発酵水素化処理糖類由来のイソ・パラフィン (SIP)	<u>10%</u>	バイオマス糖
Annex4	非化石資源由来の芳香族をアルキル化した合成ケロシン (SPK/A)	<u>50%</u>	有機物全般
Annex5	アルコール・ジェット由来の合成パラフィンケロシン (ATJ-SPK)	<u>50%</u>	バイオマス糖 紙ごみ
Annex 6	Catalytic Hydrothermolysis Jet (CHJ)	<u>50%</u>	生物系油脂
Annex 7	Hydrocarbon-HEFA (HC-HEFA)	<u>10%</u>	微細藻類

2-③-4. 我が国におけるSAFの製造技術開発の状況(NEDO事業)



国土交通省

技術	プレイヤー	原材料	達成予定時期	備考（※3）
ガス化・FT合成技術	三菱パワー等(※1)	製紙スラッジ、おが粉 等	2030年頃の商用化を目指す	木質草本系バイオマスを蒸し焼きにしてガス化し、更に液化（Fischer-Tropsch合成）することでバイオジェット燃料を製造
ATJ技術（Alcohol to Jet）	Bits(※2)	廃パルプ、廃菌床 等		純国産バイオエタノールを原料として、触媒等を利用してバイオジェット燃料を製造
微細藻類培養技術	IHI	ボツリオコッカス		光合成により、二酸化炭素から油分・脂質を生み出す微細藻類を安定大量培養し、バイオジェット燃料を製造
	ちとせ研究所	クロレラ		
	ユーグレナ	ユーグレナ		
	電源開発	海洋珪藻		

※1 三菱パワー、東洋エンジニアリング、JERA、JAXAによる共同研究

※2 Biomaterial in Tokyo(バイオベンチャー企業)

※3 国交省、運輸総合研究所によるヒアリング結果に基づいて記載

2-③-5. 諸外国におけるSAFの製造技術開発の状況

プレイヤー	原材料	技術	商用化時期	実施場所	我が国との関係
NESTE (フィンランド)	パームオイル、大豆油、廃獣脂等	HEFA	既に商用化	・シンガポール ・フィンランド ・オランダ（ロッテルダム）	ANAがNESTEの輸入SAFを使用した商用フライトを20年10月に実施
LanzaJet (米国)	サトウキビ、炭素含有ガス	ATJ技術 (Alcohol to Jet)	商用化を計画	・米国ジョージア州においてプラント計画中	三井物産、ANA等がLanzaJetの技術を活用した国内事業を検討中
Fulcrum Bioenergy (米国)	都市ごみ	ガス化・FT合成技術	商用化に向け 一号プラント 建設中	・米国（ネバダ州）シカゴにおいてプラント計画中	丸紅、JAL等がFulcrumの技術を活用した国内事業を検討中

2-③-6. SAFに係る課題

課題	内容
国産SAFの製造コスト・製造量関係	- 国産SAFにおける十分な供給量の確保 - 十分な供給量の確保のための、十分な原料の調達 - 国産SAFの製造コスト - 国産のSAFの導入時期
国産SAFのCORSIA適格燃料関係	CORSIA適格燃料となるための事前の検討 - ライフサイクルGHG基準(ジェット燃料の89g-CO₂/MJに対する▲10%)の遵守、CORSIAにおけるライフサイクルGHG計算方法に基づき十分な削減率の実現
規格遵守・認証関係	(国産SAF) - 国産SAFを実用化するための混合の設備・実施主体 - 国内において規格遵守を確認する体制の確保 (輸入SAF) - 海外から輸入されるSAFに求める規格や検査に関する検討(特に共同利用貯油施設に投入する場合の扱い) - 海外でASTM規格を取得した燃料に対して、国内共同利用貯油施設へ投入する場合の検査の扱い
空港関係	- 主要な国際空港におけるSAFの導入の拡大(CORSIAの対応を踏まえて) - SAFの取り扱い実績のない空港を中心に、国産SAF・輸入SAFの双方を想定して、空港に就航する本邦・外航エアライン、石油元売等も含めた関係者間の合意の形成 - 空港ごとのジェット燃料のロジスティクスを踏まえた空港ごとの導入形態、施設要件、検査方針の確認



2020年11月 (一財)運輸総合研究所に「航空分野におけるCO₂削減取組に関する調査検討委員会燃料小委員会」を設置

- SAFの幅広い関係者(エアライン、石油精製・元売会社、業界団体、空港関係者、有識者、行政)において、課題解決に向けた議論を継続

(参考) CORSIAにおいて利用可能な炭素クレジット(2021年2月時点)

- CORSIAのパイロットフェーズ(2021~23年)において使用可能なクレジット(CORSIA Eligible Emissions Units)は下表に示す制度・適性スコープのうち、**2016年以降に発行期間が開始したプロジェクトにおける2020年までの削減分**

制度名	制度概要	各制度の主な対象分野	プロジェクト例
ACR (American Carbon Registry)	米国で最初の自主的なGHG排出量登録簿として、1996年に設立された。GHG排出量の登録簿の管理や運営、自主的な認証基準や方法論の作成を実施している。カリフォルニア州における排出量取引制度においても、参加企業はACR認証を取得したクレジットなどを活用している。ACRでは取り組みの規模(プロジェクトレベル、またはプロジェクトをネ스팅した準国レベル)に応じて、セーフガードに関する既存の国際的な基準を満たすことを要求している。	対象ガスには、温室効果ガス全般に加え、オゾン層破壊物質も含む。方法論に制限を設けていないため、あらゆるプロジェクトタイプの申請が可能(再生可能エネルギー、省エネルギーについて一部制限あり)。	米国内でのオゾン層破壊物質の破壊、米国内の植林や森林管理等
ART (Architecture for REDD+ Transactions)	開発途上国の森林減少・劣化に由来する排出を削減することにより、クレジットを発行	開発途上国の森林減少・劣化(REDD+)(*)に由来する排出を削減 *途上国が、森林減少の抑制によりGHGを減少させた場合や、森林保全により炭素蓄積量を維持、増加させた場合に、先進国が途上国への経済的支援を実施するメカニズム	南米(米国、ブラジル、ガイアナ)におけるREDD+プロジェクト
China GHG Voluntary Emission Reduction Program	中国国家気候局(NDCR)によって2012年に設立され、現在は中国の気候局である生態環境部によって運営されている。	・ CDMの対象分野から11.と16.を除いた分野 ・ 中国の指定国家機関(DNA)が独自に認めるもの ※CDMプロジェクトとして登録されていないが中国のDNAが認めているPJ、CDMプロジェクトのうちクレジットが発行されていないPJ等も対象	(中国国内のプロジェクトが大多数と考えられる)
CDM (Clean Development Mechanism)	京都議定書における附属書I国(先進国)が投資国として関与し、GHG排出量の上限が設定されていない非附属書I国(途上国)において排出削減プロジェクトを実施し、その結果生じた排出削減量に基づいてクレジット(CER)が発行される仕組み。京都議定書に盛り込まれた京都メカニズムと呼ばれる制度の一つ。CERが移転されることで、投資国(先進国)の総排出枠が増えることとなる一方、ホスト国側には、事業の投資、技術移転等のメリットがある。	1.エネルギー産業、2.エネルギー分配、3.エネルギー需要、4.製造業、5.化学工業、6.建設、7.輸送、8.鉱業/鉱物生産、9.金属生産、10.燃料(固体、石油、ガス)からの排出、11.ハロカーボンとSF6の生産・消費からの排出、12.溶剤の使用、13.廃棄物処理、14.植林と再植林、15.農業、16.CCS	世界各国の幅広い分野のプロジェクト(例として再エネ、省エネ、随伴ガス回収、N2O・メタン・フロン対策など)
CAR (Climate Action Reserve)	カリフォルニア州の自主的な算定と排出量の公表を通じて気候変動に対処するために、2001年にカリフォルニア州気候変動行動登録局として始まった。カリフォルニア州登録局は、カリフォルニアに本拠を置く415以上の主要な企業、組織、政府機関、および自治体が自発的にGHG排出量を算定し、公表するのを支援した。北米炭素市場の炭素クレジットとして、GHG排出削減プロジェクトの環境保全と経済的利益を確保することで、GHG削減を奨励している。	CAR 独自に策定した方法論に準じた分野のみ対象。エネルギー起源CO2削減に関する方法論はなく、メタン、N2O、フロン、森林由来の排出等が対象	米国内での森林管理、埋立地ガス対策、畜産分野のメタン対策、オゾン層破壊物質破壊
The Gold Standard (GS)	CDMやJIプロジェクトの質に関する認証基準。GHG削減につながると同時に、持続可能な開発への貢献を支援するためのツールで、クレジットの買い手に対しては、クレジットの質を保証するもの。ゴールドスタンダードは、CDMおよびJIの両方に使用できるほか、京都議定書下のクレジットを目的としないプロジェクトにも適応可能。	再生可能エネルギー、エネルギー効率向上プロジェクトの2つに限定(方法論はCDMと同様のもの+独自の方法論)	世界各国のバイオマス、バイオガス、省エネ、地熱、バイオ燃料、太陽光など
VCS (Verified Carbon Standard)	気候グループ、国際排出量取引協会および持続的発展のための世界ビジネス協議会が、市場専門家、NGOさらに産業界と協力しながら2005年に策定し、2007年11月に公開。市場で取引されるカーボンオフセットの透明性と信頼をもたらすべく、VCSに基づいたプロジェクトの厳格な検査が行われている。発行されるクレジットは自主的市場において流通するものであり、NDCに使用することはできないが、民間企業などが自社排出量のオフセットや環境への貢献などを目的に活用することが可能。ACRと同様に、カリフォルニア州の排出量取引制度で認められた方法論のものは当該制度下におけるオフセットに利用可能であるが、オフセット量はACRの方が多い。	CDMとほぼ同じだが、以下※部分で異なる 1.エネルギー産業、2.エネルギー分配、3.エネルギー需要、4.製造業、5.化学工業、6.建設、7.輸送、8.鉱業/鉱物生産、9.金属生産、10.燃料(固体、石油、ガス)からの漏洩、※11.ハロカーボンとSF6の漏洩、12.溶剤の使用、13.廃棄物処理、※14.AFOLU、※15.家畜・肥料管理	世界各国の幅広い分野のプロジェクト(例として農業、林業及びその他の土地利用、化学、エネルギー、製造業、運輸分野)

3. 海外取組事例

- 航空セクターのCO2排出量削減をテーマに開催。主なポイントは以下のとおり。
 - 航空業界のリーダーや開発者、研究者、国等のステークホルダーが集まり、**国際航空における野心的な脱炭素計画（排出ゼロに向けた具体的なロードマップを含む）を共有**
 - **先進的・新規な航空機や、空中及び地上における運用改善、SAFの規模拡大等について議論**
 - **One WorldアライアンスのCEOは、加盟航空会社が2050年までにCO2をネット・ゼロにする公約を発表。**
 - **ICAOは加盟国と産業界が航空部門のグリーン・リカバリーの機会を捉えることを支援することにコミットすることを強調**

ICAO Aviation CO2 Reductions Stocktaking Seminarの概要

- 2020年9月に、バーチャルイベントとして開催。
- 航空分野のリーダー、産業界のリーダー、技術専門家、研究者、イノベーター、NPOを含む約100人のステークホルダーが、国際航空の脱炭素化に向けた野心的な計画を共有。
- 航空業界のリーダー等による基調講演では、将来のCO2排出削減のビジョンを提示（One Worldが、気候変動への取り組みに対するアライアンスの重要な野心を強調）。
- ICAO理事会議長は閉会挨拶の中で、航空業界によるCOVID-19後のより良い回復の重要性を再確認

- 航空セクターにおけるCOVID-19からのグリーン・リカバリーをテーマに開催。主なポイントは以下のとおり。
 - 「より良い復興」を目指した排出量削減のための対策の全体像を展望
 - 産業として何ができるか、政府やICAOとしてどのように支援できるかについて意見交換を実施
 - 環境主導型イノベーション(例えば、電気、ハイブリッド航空機)の認証要件をタイムリーに策定する等、航空の脱炭素化を加速し、奨励するためのソリューションを提案
 - 国際航空輸送の持続可能な将来を包括的に議論
 - ICAOプロセスにおいて、**全ての国の関与のための包括的なアプローチが必要であり、ICAO主導の下、オープンで包括的なグローバルな対話の重要性を強調**

ICAO Aviation Green Recovery Seminarの概要

- 排出削減ソリューション提供者(産業界、国際機関、投資家、シンクタンク、炭素市場の関係者)間でパネルディスカッションを実施。
- 短期・中期・長期の優先的な解決策とその主な障壁・課題等について意見交換
- 各国のグリーン・リカバリーを支援するために、ICAOが果たす重要な役割に焦点

IATA(国際航空運送協会)の直近の動向(2020年11月)

- IATAは、2050年までにCO2排出量を2005年の半分に削減するという目標を達成するための重要なステップとして、持続可能な航空燃料（Sustainable Aviation Fuel : SAF）の開発を支援するよう、世界各国の政府に呼びかけた。
- IATAは、航空カーボンオフセット取引のプラットフォームとして、Aviation Carbon Exchange（ACE）を立ち上げた。
 - ✓ 最初の取引は、ジェットブルーがドミニカ共和国の風力発電プロジェクトのクレジットを購入。

IATAによる最新の取り組み（2020年11月25日発表内容）

項目	概要
SAF開発支援	- SAFへの移行には政府の支援が必要であり、COVID-19危機は高コストで供給の限られるSAFの課題を解決する好機であるとして、各国政府に支援を呼びかけ。 - 現在、SAFは化石燃料と比較して平均2～4倍の価格。生産量は世界で約1億リットル(10万kL)/年（航空業界の燃料消費量全体の約0.1%）。 - これを2%(SAF生産量600-700万kL)にまで押し上げると、対化石燃料で競争力を有した価格帯になる潜在的な転換点になると推定。
カーボンオフセット取引のプラットフォーム(ACE)設立	- ACEは、カーボンオフセットの取引資金の決済のためにIATAクリアリングハウス(ICH)と統合された、最初の集中型リアルタイム市場。 - ジェットブルーが最初の取引を完了。2015年に開発を開始したドミニカ共和国のLarimar風力発電プロジェクトの第1フェーズにおけるクレジットを購入。 - 当該システムにより、CORSIAの義務を履行するためのクレジット、及び自主的償却に用いるクレジットの購入が可能。

米国の動向：バイデン政権の関連公約

- バイデン政権における航空政策、燃料政策、気候変動政策に関する公約は以下のとおり。
- 2050年の野心的な気候変動目標と、NextGenへの言及、燃料政策における航空部門の排出削減の提示。

バイデン政権の政権公約	航空部門の気候変動対策に関連する内容
PLAN FOR A CLEAN ENERGY REVOLUTION AND ENVIRONMENTAL JUSTICE	• 新しいSAFの開発、航空機の技術と基準、および航空運航管理の改善にインセンティブを与えるための方策を追求。 • バイデンは就任後最初の100日間で、世界をリードし、世界の航空、海運の排出量を削減するための強制力のある国際協定にロックインさせる。
PLAN TO INVEST IN MIDDLE CLASS COMPETITIVENESS	• クリーンエネルギーの研究と革新に10年間で4,000億ドルを投資するという“Biden’s plan”の一環として、バイオ燃料のコストをさらに削減することに焦点を当てた連邦研究プログラムを開始。 • 長距離トラック、航空機、船舶のより効率的なエンジンを開発して、2050年までに排出量をゼロに到達させながら世界の交易を持続させる。ICAO及びIMOと協力し、それらの技術を他国と共有。 • FAAの空港改善プログラムを通じて空港への資金を倍増し、主要な空港改修プロジェクトのための新しい競争的助成プログラムを開始。 • FAAと協力して、NextGenを完全に実装する。
PLAN TO BUILD BACK BETTER IN RURAL AMERICA	• エタノールと次世代のバイオ燃料を推進 • 気候変動の課題に対処する方法でセルロース系バイオ燃料を開発するための研究に投資 • 次世代の液体燃料（の生産量）を倍増にすることで、付加価値のある農業が気候変動の解決策の中核となり、航空機、船舶、その他の輸送手段での排出量が削減。

出典：THE BIDEN PLAN FOR A CLEAN ENERGY REVOLUTION AND ENVIRONMENTAL JUSTICE, <https://joebiden.com/climate-plan/>
 THE BIDEN PLAN TO INVEST IN MIDDLE CLASS COMPETITIVENESS, <https://joebiden.com/infrastructure-plan/>
 THE BIDEN-HARRIS PLAN TO BUILD BACK BETTER IN RURAL AMERICA, <https://joebiden.com/rural-plan/>

より三菱総合研究所作成（2020年12月25日閲覧）

- 欧州委員会は2020年12月、“Sustainable and Smart Mobility Strategy”と題する戦略を発表。
- 本戦略では、欧州グリーン・ディール（2019年12月）において示された運輸部門の目標（2050年におけるGHG排出量を90%削減）に向けた戦略と、主要な10のフラグシップ領域における行動計画を示している。

分野	Sustainable and Smart Mobility Strategy（2020年12月）の施策方針
新技術の導入	・ 排出ゼロ大型航空機の市場投入を目指す（2035年） ・ 飛行機・船舶からの排出を削減し、省エネ性能を向上させるために、設計および運航の野心的な基準が必要であり、ICAOと密な連携を進める。
運航改善	・ より効果的な航空運航管理をSingle European Sky等の取り組みを通じて実現。 ・ 航空交通管理（ATM）の効率性を向上。より良い移動経験を提供すると共に、規制枠組みの近代化、デジタルATMインフラ導入を進め、フライトの離着陸時間をより正確なものとする。
SAF（Sustainable Aviation Fuel）	・ ReFuelEU AviationイニシアティブおよびFuelEU Maritimeイニシアティブを通じて持続可能燃料の導入を図る。 ・ 航空燃料への免税措置を見直し、2021年に改正提案を行う。税金の見直しにより、持続可能輸送用燃料ヘインセンティブを付与する。
排出量取引	・ EUETSにおける航空セクターの排出枠の無償割当を減少。CORSIAを実施するためのEU-ETS指令を2021年に改正。
空港における対策	・ 欧州委員会は空港をグリーンにするための方策を提案。 ・ 具体的には、再生可能・低炭素燃料の導入へのインセンティブ付与、停泊中の航空機への再生可能電力の供給、環境配慮型の航空機開発へのインセンティブ付与、空港使用料の見直し、空港の陸上活動のグリーン化、スマートな交通管理の採用等。
その他	・ 欧州において短距離は高速鉄道サービスで、長距離はグリーンな航空サービスでカバーする高品質の交通ネットワークを構築。航空会社によるマルチモーダルな航空券をより販売も実施。 ・ 欧州航空安全機関（EASA）による航空セクターの環境ラベルプログラムの開発※

※CO2性能の良い機材等にラベルを与えるプログラム。EASAにて詳細検討中。

【EUの動向】 ReFuelEU Aviation

■ 政策オプション：前頁のSAF製造・使用拡大に係る課題を踏まえて、開始影響評価およびパブリックコンサルテーションで提案された政策オプションは以下のとおり。これらのオプションのうち1つ、もしくは組み合わせでの導入が今後検討される。

項目	概要
SAF混合義務 (SAF blending mandate)	- 長期の事業予見性・投資価値を高めることを目的に燃料供給会社に対して航空会社へ供給するSAFの最低割合(長期的に割合を暫増)の義務化、かつ/もしくは航空会社に対して使用するSAFの最低割合の義務化を行う。 - 他の方法として、一定期間のSAFの最低使用量(割合ではなく量)の義務化や、ジェット燃料のGHG集約度の最低削減レベル(石油系燃料に対する削減率)策定が考えられる。
EU REDの乗数 見直し	- EU RED(再生可能エネルギー指令)は2030年までに輸送用燃料の再エネ比率を14%以上とする目標を設定。 - REDでは、食料・飼料作物由来の燃料を除いて、航空・海運用セクターに再生可能燃料が供給される場合には、1.2倍カウントするという優遇策を採用。この乗数を1.2倍以上とすることを検討。
オークション	一定期間における一定量のSAF供給について、政府がオークションを開催。最も安価なSAF供給価格で落札したSAF製造事業者が、供給する権利を獲得する(再エネ電力市場の入札制度を模倣)。
資金提供	- EU域内でのSAF製造設備導入を支援し、コストギャップを埋め製造規模を拡大することで航空市場が競争力ある価格でSAFを使用できるようにするために、EUの財務的手法を活用し、資金面での後押しを行う。 - 想定されている支援策としては、Horizon Europeを通じた研究革新補助、石油系燃料の税制改革、航空に対する環境税導入、空港使用料や管制サービス料の一部を活用したSAF基金の設立等。
原料供給の優先	- 電動や水素駆動の航空機の商用化には今後数十年を要しており、航空部門はSAF以外に化石燃料を短期的に代替できるようなエネルギー源がない。一方で、SAFと比べバイオディーゼルの製造コストが安く、また燃料規格認証取得が容易であるため、燃料が航空セクターではなく陸上輸送部門に向けられている状況。 - 原料が不足している状況下では、低炭素化するためにSAF以外の選択肢がない航空セクターに優先的に持続可能な輸送燃料が提供されるべきであり、SAF製造のための原料供給が優先される必要がある。
自主的な合意	SAF製造事業者と航空会社の間でのSAF購買契約を促進するために、協働プラットフォームを設立する。効率的な購入契約の締結に向けたガイダンスの提示も考えられる。
技術的促進イニシアティブ	SAF製造事業者がジェット燃料規格の認証を取得するための技術的サポートを行う。航空業界、SAF製造事業者、政策立案者の集まる協調プラットフォームの設立も考えられる。
モニタリング	EU域内のSAF製造・使用量をモニタリング。収集したデータはSAF政策の効果のモニタリングのためにも活用。

EUの動向：SAF混合義務の導入・検討

- 2020年12月現在、SAFに関する導入目標を政府として掲げている国は以下のとおり。**ノルウェーはSAF導入義務を2020年1月より実施済**。**フランスでは2020年12月にSAF導入義務について議会を通過**。
- フィンランド、スウェーデンでは各々、SAFの導入義務、ジェット燃料の平均ライフサイクルGHGの目標の導入が提案。なお**EU全体では欧州委員会がReFuelEU Aviationとして、SAF混合義務を含めた施策を検討中**（2021年早期に制度案公開）。

EU諸国におけるSAF導入目標の動向

国	SAF目標比率	位置付け	備考
ノルウェー	0.5% (2020年～)	燃料供給者へのSAFの混合義務 (導入済み)	- 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	
フランス	2% (2025年) 5% (2030年)	燃料供給者へのSAF混合義務 (2022年1月より発効予定)	2020年12月に議会を通過。食料競合のあるバイオ燃料は対象外。 “フランスの航空輸送における持続可能なバイオ燃料の立ち上げ”と題したロードマップ(エコロジー転換省、2020年1月27日公表)では2050年に50%の混合率とすることにも言及。
フィンランド	30% (2030年)	SAF混合義務 (提案)	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。
スウェーデン	—	ジェット燃料の炭素集約度基準 (提案)	左記とは別に、政府が有識者に付託した報告書では、2021年1%、2025年には5%、2030年には30%のSAFの混合を求める提案あり。
オランダ	14% (2030年) ※グリーン水素・グリーン電力含む	インフラ・水管理大臣設置の諮問委員会による協定案	- 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。 - 当該協定案はインフラ・水管理大臣が設置した”Duurzame Luchtvaarttafel”(サステナブル航空産業委員会)による検討結果。 - オランダの航空部門で消費される燃料につき2030年までに持続可能な先進バイオ燃料、グリーン電力・グリーン水素のシェア 14 %

出所) ノルウェー、オランダは政府発表より作成。フランスはEuropean Federation for Transport and Environmentレポート

https://www.transportenvironment.org/sites/te/files/publications/2020_12_Aviation_SAF_mandates_rating_final.pdf (2021年1月29日閲覧)、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日閲覧)、スウェーデンについてはNESTE社資料 ([Decarbonizing Aviation - The Role of Policy \(windows.net\)](https://www.neste.com/en/aviation/decarbonizing-aviation-the-role-of-policy)、2021年1月20日閲覧) より三菱総合研究所作成

諸外国エアラインにおける気候変動対策表明一覧

- 諸外国のエアラインによる気候変動に係る取組み施策は下表の通り。
- ✓ **短中期CO2削減目標**：Finnair、KLM/Air Franceが2025年、2030年までの具体的な数値目標を掲げる。
- ✓ **長期CO2削減目標**：アメリカン航空、ユナイテッド航空、IAG、Finnairが**2050年までの排出をゼロ（条件は各エアラインで異なる）とする目標を発表**。ユナイテッド航空の目標はカーボンオフセットを含まないものとされる。
- ✓ **SAF**：SAF供給事業者との購買契約や出資、R&D実証を通じて、SAFの導入を進める。

欧米エアラインの取組み一覧

		American Airlines	United Airlines	Delta	IAG	Lufthansa	KLM・AirFrance	Finnair
ジェット燃料消費量 (含国内線)		約1,700万kL	約1,600万kL	約1,600万kL	約1,200万kL	約1,300万kL	約1,100万kL	約140万kL
CO2 削減目標	短中期	2020年以降は純CO2排出量に上限	—	2021～35年の国際線CO2排出増加をカーボンニュートラル化	2020年1月から全ての国内線の排出量のオフセット	2020年からのCO2ニュートラルな成長	2030年にCO2フットプリントを2005年比▲15%	2025年までにネットCO2排出量2019年比▲15%
	長期	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)	2050年までに100%GHG削減(オフセットを含まない)	2050年までに純CO2排出量2005年比▲50%	2050年までにCO2排出量をネットゼロ	2050年までに純CO2排出量2005年比▲50%	—	2045年までにカーボンニュートラル
SAF	購買契約	—	World Energy、Fulcrumと調達契約	GEVO、Northwest Advanced Bio-Fuelsと調達契約	LanzaJet社と調達契約	NESTE、GEVOと調達契約、World Energyから供給	NESTE、SkyNRGとの調達契約	Nesteとの調達契約、World Energyから供給
	出資	—	Fulcrumに出資	—	—	—	—	—
	調達スキーム	Deloitte社とSAF Certificateと呼ばれるSAF購入スキームの立ち上げ	—	—	—	—	企業向けSAF購入サービス有り	SkyNRGと提携したサービス
	R&D・実証	HEFA+の導入	Fulcrumと連携 Direct Air Captureに取り組むベンチャーに出資	Northwest Advanced Bio-Fuelsと連携	シェル・Velocysと連携。	Power-to-Liquid、CCUSの取り組みあり	欧州Flightpathイニシアチブに積極関与	—

—：未確認

出所) エアライン公表資料等より三菱総合研究所作成

100%SAFに係る取り組み状況(ロールスロイス・ボーイング)

(ロールス・ロイス社の取組)

- 2020年11月12日、ロールスロイス社は、従来、利用のために石油系燃料とのブレンドを要しているSAFについて、ブレンドを要さず100%SAFで稼働するエンジンテストを実施する旨発表。
- ライフサイクルGHG削減量は従来燃料に比べて▲75%であるものとされる。
- 当該試験はSAF100%をドロップイン燃料（エンジンの改造なしに利用できる燃料）として使用することを実証。

(ボーイング社の取組)

- ボーイングは2021年1月、2030年までに全ての民間航空機に100%持続可能な航空燃料（SAF）を使用できることを保証することをコミットすると発表。
- 同社は2050年までに2005年のレベルから炭素排出量を50%削減するという航空業界の目標を達成するため、航空機は「2050年よりかなり前に」100%SAFを使用する機能が必要であるとし、規制当局、エンジン会社、その他の主要なステークホルダーと協力するものとしている。
- なお、ボーイング社が表明している自社の今後の貢献を以下二つと表明している。
 - 将来的にSAF100%でのフライトを整備するにあたり、現在と将来の規定にどのような変更を加える必要があるかを定めること
 - 規制機関や業界全体と協力し、SAFの混合比率の上限の引き上げや使用の拡大を目指すこと

出典：ロールスロイス社ウェブサイト (<https://www.rolls-royce.com/media/press-releases/2020/12-11-2020-rr-to-test-100-percent-sustainable-aviation-fuel-in-next-generation-engine-demonstrator.aspx>、<https://www.rolls-royce.com/media/our-stories/insights/2018/alecsys-lean-burn-combustor.aspx>、2021年1月14日閲覧)

ボーイング社ウェブサイト (<https://boeing.mediaroom.com/2021-01-22-Boeing-Commits-to-Deliver-Commercial-Airplanes-Ready-to-Fly-on-100-Sustainable-Fuels>、2021年1月29日閲覧) 等より三菱総合研究所作成

AIRBUSの水素燃料旅客機のコセプト表明

- 2020年9月以降、AIRBUSは水素を燃料としたゼロ・エミッションを達成する旅客機の運用を目標に掲げ、3種類のZEROeコンセプトを提唱。
 - 2035年までに既存の狭胴機（ターボファン機/ターボプロップ機）の商業運用を開始するものとしている
- 水素燃料利用への道を開くため、機体開発と並行して研究機関・メーカー・空港・エアライン・二次輸送事業と協力し生産、貯蔵、輸送のサプライチェーンを通じたインフラの構築を目指す。
 - 水素燃料使用に適した機体システムの開発（水素の循環システムを含むハイブリッド型電気推進系の開発）
 - 極低温での水素燃料の貯蔵方法の確立、安全性の確保、給油を含む空港ネットワーク・インフラの構築

表 AIRBUSが提唱する3つのZEROe機体コンセプト

機体コンセプト	乗客数	航続距離
ターボプロップ機	100人以下	1000マイル以上(1850km)
ターボファン機	200人以下	2000マイル以上(3700km)
翼胴一体機	200人以下	2000マイル以上(3700km)

出所) AIRBUS Zero-eウェブサイト (<https://www.airbus.com/innovation/zero-emission/hydrogen/zeroe.html>) 等より三菱総合研究所作成 (2020年12月15日閲覧)

参考：欧州委員会が開発を進める
水素燃料旅客機のイメージ



出所) 欧州委員会ウェブサイト (<https://www.enableh2.eu/technologies/>) 2020年3月16日閲覧

北欧における電動化の動向

■ 北欧地方の取組み

- SAFの利用及びリチウムイオンバッテリー等の蓄電池を利用した小型ハイブリッド電動航空機を導入し、国内線の脱炭素化を目指す

■ Nordic Network for Electric Aviation

- 地域エアラインが政府から資金援助を受け、小型電動航空機の開発・導入を進めるもの。
- 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、グリーンランドが参画。

北欧諸国の電動化等の目標

国名	電動化等の目標	備考
ノルウェー	2040年までに国内線を完全電動化する目標	ノルウェー政府は他モード（陸上、フェリー）において豊富な補助金により電化を推進
スウェーデン	2030年までに国内線を全て化石燃料フリー、2045年までにスウェーデンを出発する便すべてを化石燃料フリーとする目標 - 同国のスタートアップHeart Aerospace社は、2026年に電動航空機の承認	Heart Aerospace社の電動航空機は、航続距離約400km(250マイル)、19人乗り

出所 <https://avinor.no/en/corporate/klima/electric-aviation/>（2021年2月18日閲覧）、<https://www.fossilfreeaviation.com/projects/nea>（2021年2月18日閲覧）より三菱総合研究所作成

主要なSAF製造事業者概要:NESTE

- フィンランド・エスポーに本拠を置く上場企業であり、2010年頃からHVO製造プラントを操業。SAFについてもルフトハンザ航空、KLM航空などに供給を実施。
- 製造技術は独自に有するNExBTL（ASTM D7566 Annex2に該当）による。

NESTEの企業概要

会社名	NESTE	
本社所在地	フィンランド エスポー	
設立年	1948年	
事業内容	➤ 石油製品製造（プレミアム品質の再生可能燃料を含む）。SAFを含む再生可能燃料製造は、独自に有するNExBTL 技術を用いて製造。 ➤ 再生可能製品（再生可能吸収材、再生可能プラスチック等）製造 ➤ フィンランド、一部ロシア、バルト三国を含む石油小売	
プラント情報	➤ Porvoo Refinery（フィンランド）：再生可能製品全体で生産能力200万トン（約250万kL）／年（2007年生産開始） ➤ Rotterdam refinery：再生可能製品全体で生産能力100万トン（約125万kL）／年（2011年生産開始） ➤ Singapore refinery：再生可能製品全体で生産能力100万トン（約125万kL）／年（2011年生産開始）。2023年にかけてニートSAFベースで生産能力100万トン（約125万kL）／年に増設中。	
調達契約等の例※	Lufthansa Airlines	2011年よりSAFの供給を実施しており、2019年に調達量増加を発表。
	KLM	75,000トン（約9.4万kL）／年の調達を実施する旨を発表。（2019年）

※発表当時の情報

- LanzaTech社は、菌を用いたガス発酵による合成ガスを原料としてエタノールを製造する技術を有するエンジニアリング企業。製鉄所の排ガスなどへの適用が可能とされる。
- SAFの製造事業としては2020年6月にLanzaJet, Incを立上げ、事業が開始。

LanzaTech・LanzaJetの企業概要

会社名	LanzaTech Inc.	
本社所在地	米国イリノイ州シカゴ	
設立年	2005年(LanzaTech Inc.)	
事業内容	➤ 炭素含有ガスの回収・利用による燃料・化学品製造技術の開発・実証 ➤ エタノールの他、2,3ブタンジオールの製造も可能となっており、ポリエチレンプラスチックやブタジエン(ゴム原料)の製造も可能 ➤ LanzaTech Inc.は開発実証事業とは別に、Lanza Jet社としてATJ技術によるSAF製造事業を立ち上げ。	
プラント情報	➤ Freedom Pines(米国ジョージア州): 再生可能燃料全体で生産能力1000万ガロン(約3.8万kL)を予定 ➤ 日本や中国などにおいて排ガス由来のエタノール生産実証を実施(LanzaTech社)	
調達契約等の例※	ANA	本邦商社等とともに出資(2019年)
	British Airways	LanzaJet社と年間7,500トン(約9,400kL)の調達契約(2021年2月)

※発表当時の情報

- Fulcrum BioEnergy社は都市ゴミを原料としてバイオジェット燃料の製造を計画している事業者。
- Fulcrum社のバイオジェット燃料技術は、都市ごみ原料を前処理後、ThermoChem Recovery International, Inc. (TRI)のガス化技術、Emerging Fuels Technology, Inc.やJonson Matthey等のFT合成技術を行い、合成粗油を生産する予定。
- 2018年には、日本航空、丸紅、海外交通・都市開発事業支援機構が出資を実行。

Fulcrum Bioenergyの企業概要

会社名	Fulcrum BioEnergy, Inc.	
本社所在地	米国カリフォルニア州Pleasanton	
設立年	2007年	
事業内容	都市ごみ由来のガス化FT合成原油の製造。(粗油の製造までを対象。Sierra BioFuels Plantで生産するFT合成原油は他社がD7566に適合する燃料に改質する予定。)	
プラント情報	➤ Sierra BioFuels Plant(ネバダ州Reno近郊)を建設中 ➤ 2019年時点の資料ではシカゴ近郊において計画あり	
調達契約等の例※	JAL	本邦商社等とともに出資(2018年)
	Cathay Pacific Airways	合計3.75億ガロン(約142万kL)を10年間の販売契約
	United Airlines	9,000万ガロン/年(約34万kL/年)を10年以上調達するMOUを締結

※発表当時の情報

4. 今後の検討の方向性・項目・スケジュール

4-1. 今後の検討の方向性・検討項目

- 各アプローチの取組を加速させ「**運航分野の脱炭素化**」を進めるだけでなく、多様な技術・動力源の導入に対応した**分野をまたいだ中長期の運航分野の目指すべき方向性を検討**する。
- 検討にあたっては、我が国の強みを生かすため、**グリーンリカバリーの観点**を考慮。

今後の検討項目（案）

①新技術の導入

○ 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、空域の抜本的再編や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。

○ **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ィアの反映

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**CORSIA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の円滑な国内利用への**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。**

4-2. 今後のスケジュール(案)

令和3年3月22日	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
令和3年5月末	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
令和3年8月末	第3回 検討会 ○アプローチ毎の 具体方策の検討
令和3年12月	第4回 検討会 ○具体方策に基づく 工程表の策定
令和4年度以降	取組の進捗状況に応じ、適宜開催を予定