

航空分野におけるCO2削減の取組状況 (参考資料)

国土交通省 航空局
令和3年4月

グローバル削減目標

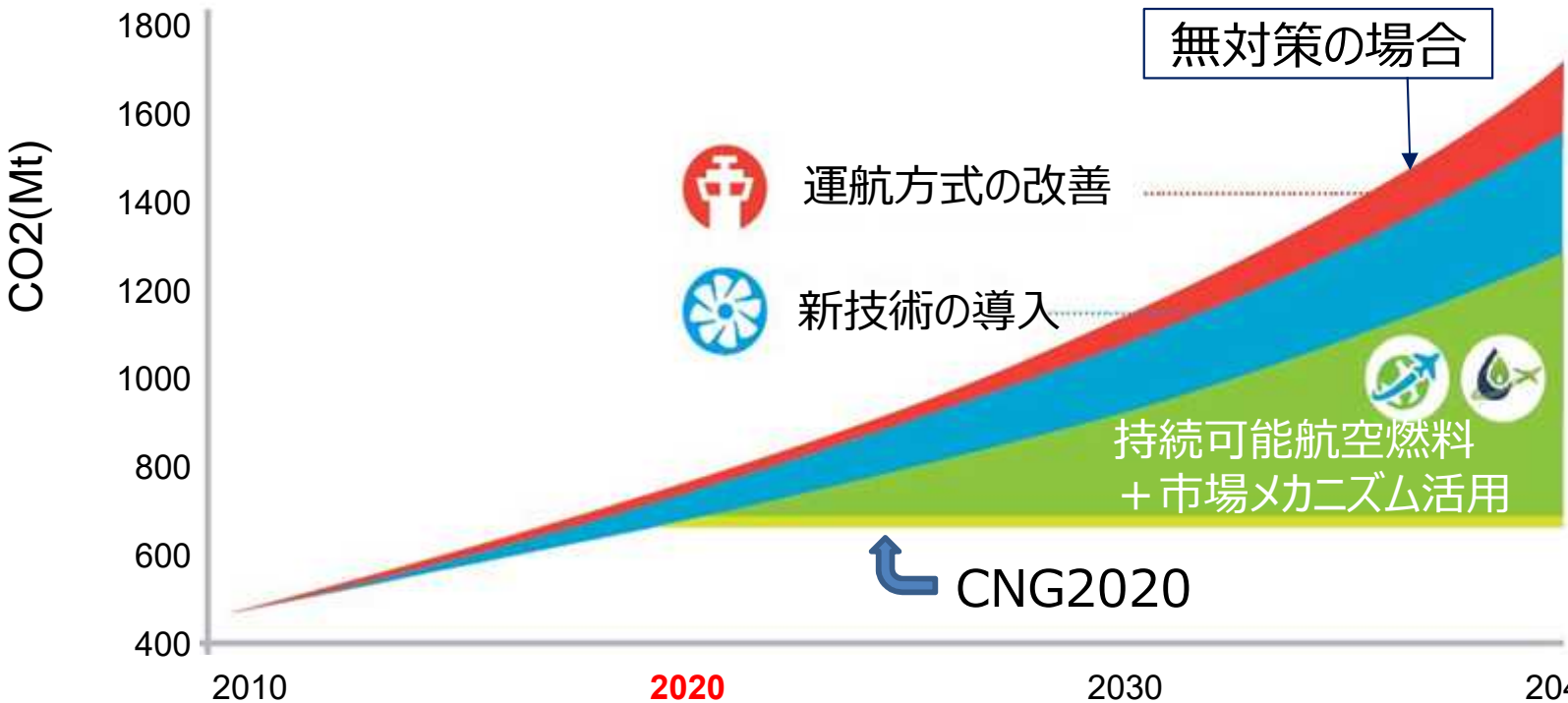
ICAO総会(2010年、2013年)において、国際航空からのCO₂排出削減に係る以下のグローバルな削減目標を決定、具体的対策を検討

グローバル削減目標

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)

目標達成の手段 (Basket of Measures)

- ① 新技術の導入 (新型機材等)
- ② 運航方式の改善
- ③ 持続可能航空燃料活用
- ④ 市場メカニズム活用



CORSIA (Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation)

- 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()を採択
- 2018年にはCORSIAに係る条約附属書が採択

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

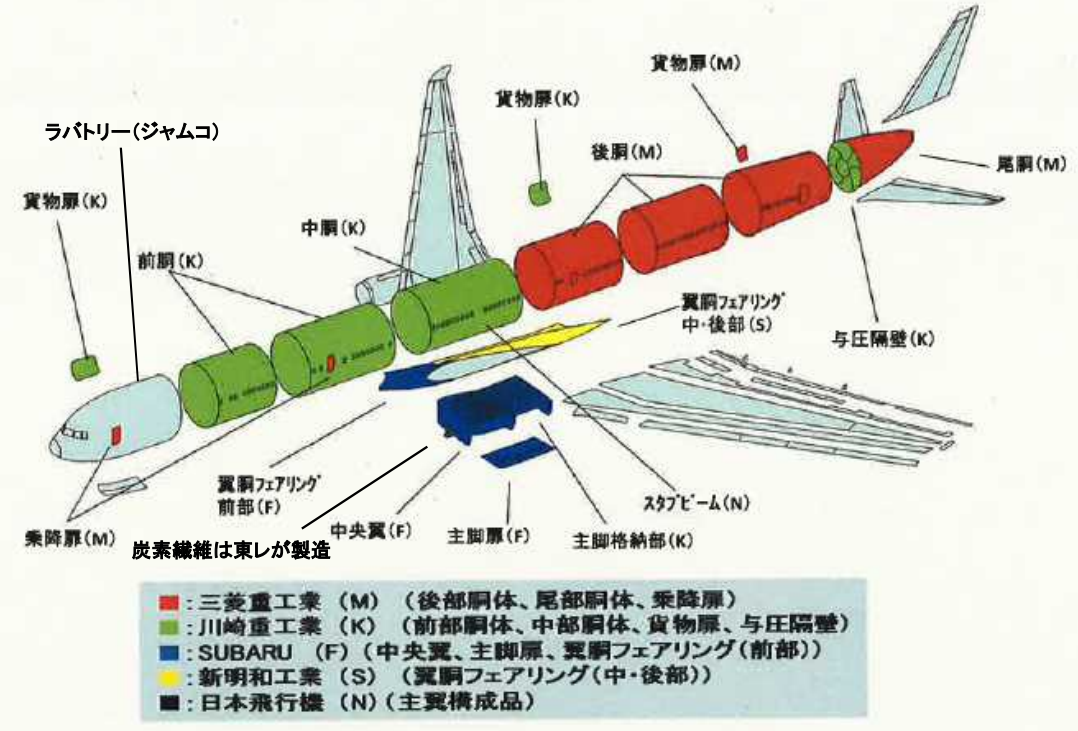
※ ベースラインについては、COVID-19の影響により、2020年の排出量が大幅に落ち込むことから、2020年を異常値として排除し、2021年～23年について、2019年単年をベースラインに使用することを、2020年6月30日のICAO理事会で決定

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。

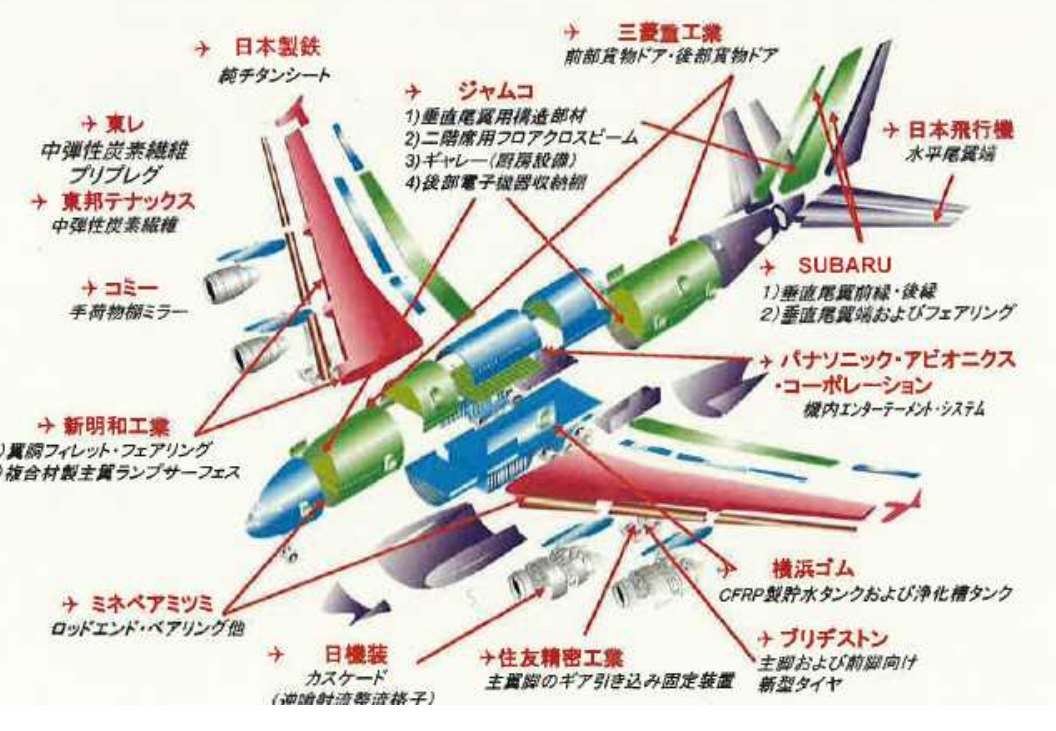
航空機製造における本邦企業の参画状況(例)

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」

(参考) 運航改善施策の目指す方向性 < ② 運航方式の改善 >

- 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、航空機の状況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。

(参考) ICAO GANP(世界航空交通計画)の将来改訂に向けて<②運航方式の改善>

○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



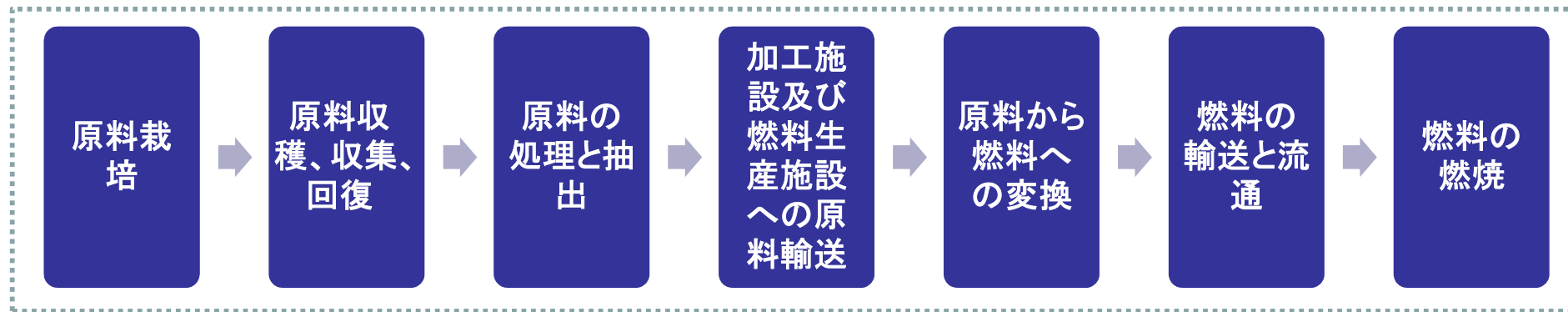
(参考) SAFに係る国際規格 < ③SAFの導入促進 >

- 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

- ライフサイクル排出量は、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て算定
 - ※ CORSIA適格燃料においては、間接的土地利用変化も含む

製造、輸送、消費過程自体による排出量の基本的なプロセスの分類



主な製法によるライフサイクル排出量の例

	原料栽培	原料収穫、収集、回復 /原料輸送(*)	原料の処理と抽出 /油抽出(*)	原料輸送 /油輸送(*)	原料から燃料への変換 /発酵とupgrading(*)	燃料の輸送	合計 [gCO2e/MJ]
FT (森林残留物)	3.3(31%)		-	2.9(28%)	4(38%)	0.3(3%)	10.5
HEFA(カメリナ・米国)	23(55%)	0.9(*) (2%)	2.9(*) (7%)	0.5(*) (1%)	14(33%)	0.5(1%)	41.8
SIP(サトウキビ)	17.6(55%)	2.8(9%)		11.4(*) (36%)		0.3(1%)	32.1
ATJ (サトウキビイソブタノール)	12.4(60%)	1.9(9%)		6(*) (29%)		0.3(1%)	20.7

(参考)CORSLIAにおいて利用可能な炭素クレジット(2021年2月時点) <③SAFの導入促進>

■ CORSLIA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(CORSLIA 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(NDGR)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)

海外取組事例

- 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	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • 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）

- 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)	<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	
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)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 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)	<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。
スウェーデン	—	ジェット燃料の炭素集約度基準 (提案)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 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	<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。 ・ 当該協定案はインフラ・水管理大臣が設置した”Duurzame Luchtvaartafel” (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/~/media/NESTE/2020/12/Decarbonizing-Aviation-The-Role-of-Policy-windows.net)、2021年1月20日閲覧) より三菱総合研究所作成

- 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の取組みあり	欧州Flightpathイニシアチブに積極関与	—

(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

- 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

○ ACI (国際空港評議会)による空港カーボン認証制度

- ACIとは、1991年に設立された、世界の空港の管理団体である。2018年において176の国や地域にある1957の空港を管理運営する641の団体が加盟している(我が国では日本空港ビル、NAA、中部国際空港会社、関空エアポート、福岡国際空港会社の5社加盟)
- 2009年にヨーロッパACIにおいて、空港がCO2管理のベストプラクティスを実施し、排出量削減を達成することを奨励し、これを可能にすることを目的として、「空港カーボン認証」(Airport Carbon Accreditation)が開発された
- 空港カーボン認証を受けている空港は現時点で333空港。国内の空港では4空港が認証(LEVEL3:関西国際空港、大阪国際空港、成田国際空港、LEVEL2:神戸空港)

空港カーボン認証のレベルと活動範囲



・ACIの空港カーボン認証では、認証レベルや事業活動範囲が以下のように設定されている

認証レベル		主な要件
LEVEL1	Mapping マッピング	<ul style="list-style-type: none"> ・排出量削減のための政策コミットメント ・空港のスコープ1と2の排出量のカーボンフットプリントの策定
LEVEL2	Reduction 削減	<ul style="list-style-type: none"> ・レベル1の認証要件を全て満たしていること ・CO2排出量削減目標の設定 ・目的を達成するためのCO2削減マネジメント計画の策定 ・スコープ1と2の排出削減量を3年間の平均と比較して実証すること
LEVEL3	Optimisation 最適化	<ul style="list-style-type: none"> ・LEVEL2の認証要件を全て満たしていること ・特定のスコープ3の排出量を含むカーボンフットプリントの追加 ・利害関係者参画計画の策定
LEVEL3+	Neutrality 中立	<ul style="list-style-type: none"> ・LEVEL3の認証要件を全て満たしていること ・空港の管理下にある残留排出量のオフセット
LEVEL4	Transformation 変革	<ul style="list-style-type: none"> ・絶対的な排出量削減に向けた政策コミットメント ・空港のスコープ1、2、3の排出量のカーボンフットプリント(追加の強制排出源を含む)の策定 ・ICPPの1.5℃または2℃経路に沿った、スコープ1と2、またはスコープ1、2と選択されたスコープ3のCO2排出量の長期的な絶対削減目標の設定 ・削減の軌道と目標達成に必要な対策を定めたCO2管理計画の策定 ・空港のスコープ3排出量の効果的な削減につながる排出量削減目標や対策を含む、利害関係者パートナーシップ計画の策定
LEVEL4+	Transition 移行	<ul style="list-style-type: none"> ・LEVEL4の認証要件を全て満たしていること ・空港の管理下にある残留排出量のオフセット

事業活動範囲	内容
スコープ1	空港が所有・管理している排出源から発生する直接的なGHG排出量、例えば、所有・管理しているボイラー、炉、車両などの燃焼による排出量
スコープ2	空港が購入した電力、蒸気、熱または冷却生成による間接的なGHG排出量。スコープ2の排出量は購入した電気を発生させる施設で物理的に発生する
スコープ3	空港の活動の結果として発生するが、会社が所有および/または管理していない発生源(例:航空機の移動、第三者が運転する車両や設備、場外の廃棄物管理など)から発生するその他のすべての間接的な排出量。このような発生源は空港の敷地(地理的境界線)の中にも外にも存在する可能性がある

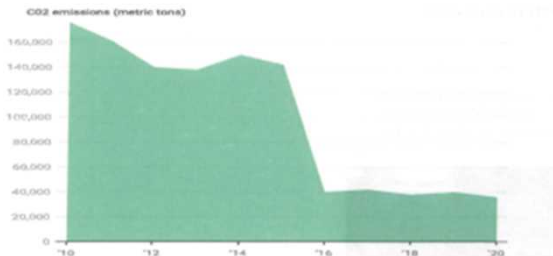
出典:「Airport Carbon Accreditation Application Manual Issue12」(2020.11 ACI)

○ ダラス・フォートワース空港(米/ACA認証レベル4+/発着回数2019世界ランキング4位)

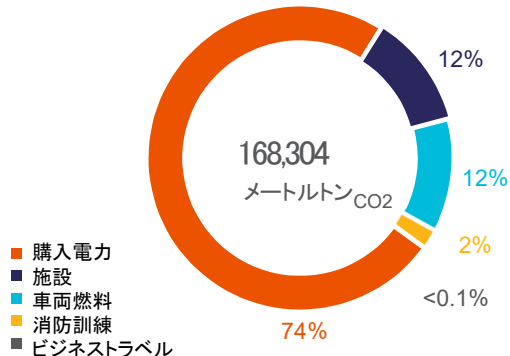
- ダラス・フォートワース(DFW)空港は、ACIの空港カーボン認証において、世界中で2空港しかない最高位であるレベル4+を取得しており、**2030年までにCO2排出量ゼロを目指して積極的な取り組みを行っている。**

CO2削減の取り組み実績

- 2010年以降、絶対炭素排出量を79%削減



- 2010年以降、乗客1人あたりの炭素排出量を83%削減し、全体 電力コストを32%削減
- 再生可能エネルギー100%の電力を購入
- 空港車両の再生可能燃料使用量の増加
- ターミナルビルの照明をLEDに変更
- 全ての新築工事にグリーン建築基準を適用
- 既存設備のエネルギー効率の最適化



2019年カーボンフットプリント(ロケーションベース)

CO2削減への具体策

◆再生可能天然ガスイニシアティブ

- ・圧縮天然ガス(CNG)車両を、地元の埋立地から生産されるバイオガスを原料とした天然ガス(RNG)に移行し、CO2排出量を劇的に削減(使用する天然ガスの70%がRNG)
- ・輸送用バイオ燃料の生産はバイオ燃料クレジットを生成、関係者に収入源を提供

◆ダイナミックグラス・プログラム

- ・太陽光に反応して、自動的に調光を行うダイナミックグラスをターミナルDの一部に導入
- ・暖房、換気、空調の負荷と全体的なエネルギー使用量を削減

◆電気自動車充電ステーション

- ・2019年時点で35箇所(エアサイド9、駐車場26)のEV充電ステーションを設置
- ・これはテキサス州排出削減代替燃料施設プログラムの助成金により支援されている

◆建設廃棄物のリサイクル

- ・空港内の建設工事で生じるコンクリートの破片等を他のプロジェクトで再使用(進入道路の骨材は滑走路補修プロジェクトで破碎されたスラグを使用)

◆廃棄物の削減

- ・プラスチック製ストローの廃止、レストランの廃食用油を再生可能な燃料に変換 等

パートナーシップの重視

- DFWでは持続可能性経営計画において、ステークホルダーや従業員のサステナビリティへの取り組みへの参加を積極的に支援する等、CO2排出量削減に対する全関係者のパートナーシップを重視している
- 全国及び地域フォーラムの開催、従業員サステナビリティ表彰制度や研修教育を実施

- ルフトハンザ航空では、**2030年までに地上作業でカーボンニュートラルになることを目標**としており、CO2排出量削減のための独自のエレクトロモビリティプロジェクト「Airport eMove」において、航空機の地上移動の電動化を進めている
- 空港における航空機の動きの電動化割合を現状よりも大幅に高めると共に、燃料電池等に代替エネルギー源の利用可能性を実証することを目的として、以下の機材を導入する



◆eパレットトラック

- ・用途: 航空機への貨物、手荷物、機内用品等の積み込み
- ・積載重量: メイン7t+フロント7t
- ・電気モーター: 80V AC
- ・走行速度: 15km/h
- ・自重: 1.7t



◆TAXIBOT

- ・イスラエルのエアロスペースインダストリーズと共同開発
- ・パイロット制御モードあり
- ・ハイブリッド駆動のトーイングトラクター、2台の発電機とディーゼル
- ・走行速度: 42km/h
- ・引張力: 8t
- ・自重: 27t



◆eトランスポーター

- ・用途: eパレットトラックの荷物輸送
- ・積載重量: 7t
- ・電気モーター: 24V
- ・走行速度: 25km/h
- ・自重: 9.6t



◆eTug

- ・用途: A380サイズまでの航空機牽引が可能なトーイングトラクター
- ・駆動方式: ハイブリッド
- ・CO2排出量は70%以上削減
- ・エネルギーコストは60%以上削減



◆eタクシー車

- ・用途: 乗客の航空機への乗降
- ・電動式
- ・バッテリーは屋根の太陽光パネルで充電される
- ・階段内の照明はLEDを使用



◆eFleet

- ・空港内に多数のインテリジェント充電ポイントを設置
- ・電気自動車の適合性調査、試験
- ・電源最適化のための可能性調査



◆eLift

- ・用途: 航空機への機内食、機内用品等の積み込み
- ・積載重量: 10t
- ・走行及びリフトは全て電動式
- ・リフト高さ: 8m



◆電気バス

- ・2019年より運行を開始