

## 《基調報告》

# 「環境問題と民間航空」

(トピックス)

- ・ICAO総会で2050年までに「実質ゼロ」合意
- ・安全保障と一体化する脱炭素
- ・メーカーが続々と新技術を公開

〈目次〉

- ・国際的な脱炭素の取り組み

## 第41回ICAO総会

- ・温暖化とは
- ・航空の温室効果ガスの実態
- ・技術的な見通し
- ・日本では

## 《国際的な脱炭素の取り組み》 (0.5/1.5)

ICAO：以前の2050年までに50%削減から100%(ゼロエミッション)に踏み出した

### ◆初合意ICAO航空輸送排出ゼロ2050年(ウイングデイリー.221011)

- ・業界団体に続き各国政府合意で排出ゼロ加速へ

国際民間航空機関は2022年10月7日、**第41回ICAO総会**で「2050年までにCO2実質排出ゼロ達成」の長期目標（LTAG）を採択した。

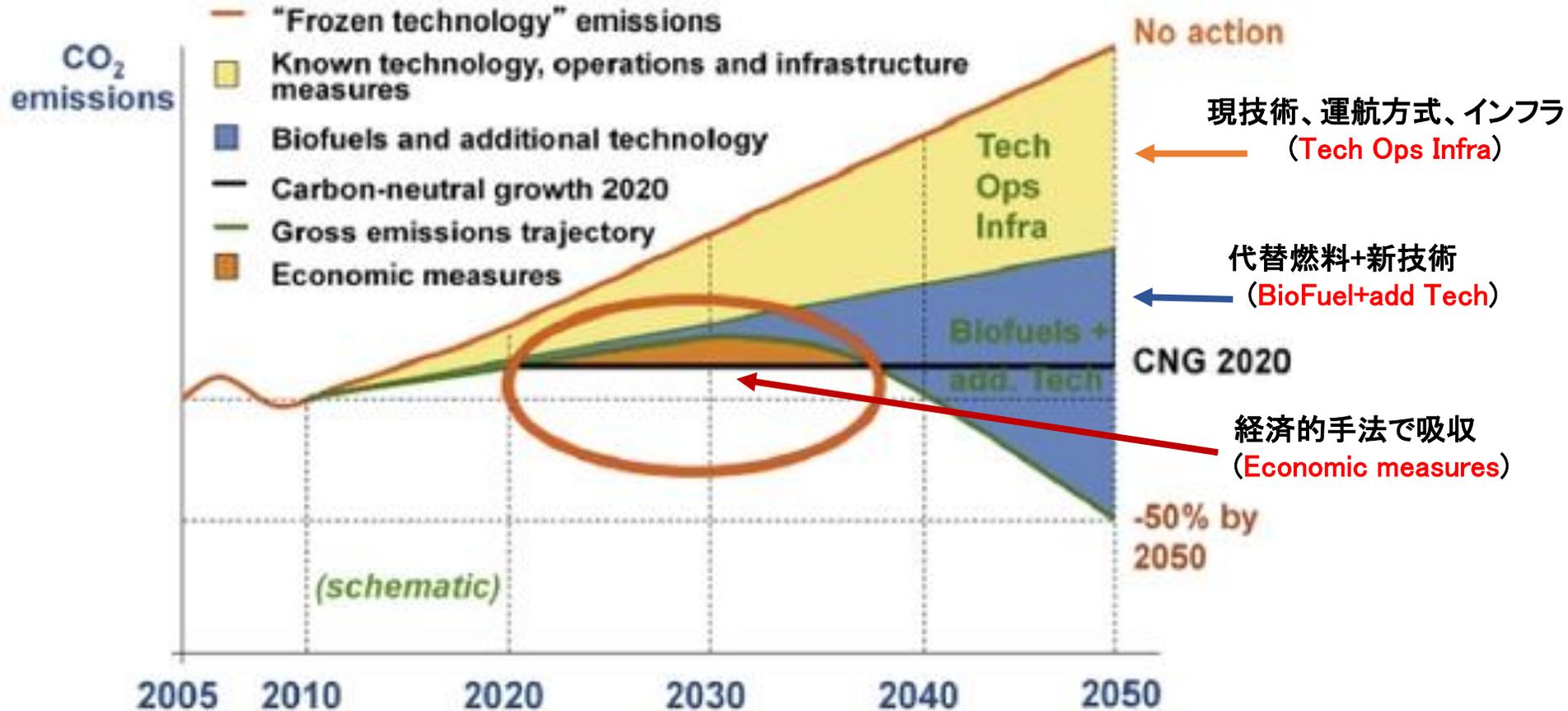
### ◆国際航空運送協会(IATA)は2021年10月の総会で2050年実質排出ゼロに合意していた。

# 《IATA：2013年当時は2050年までに50%削減が目標だった》

IATA's emissions reduction roadmap(12-Sep-2013)

(0.5/2)

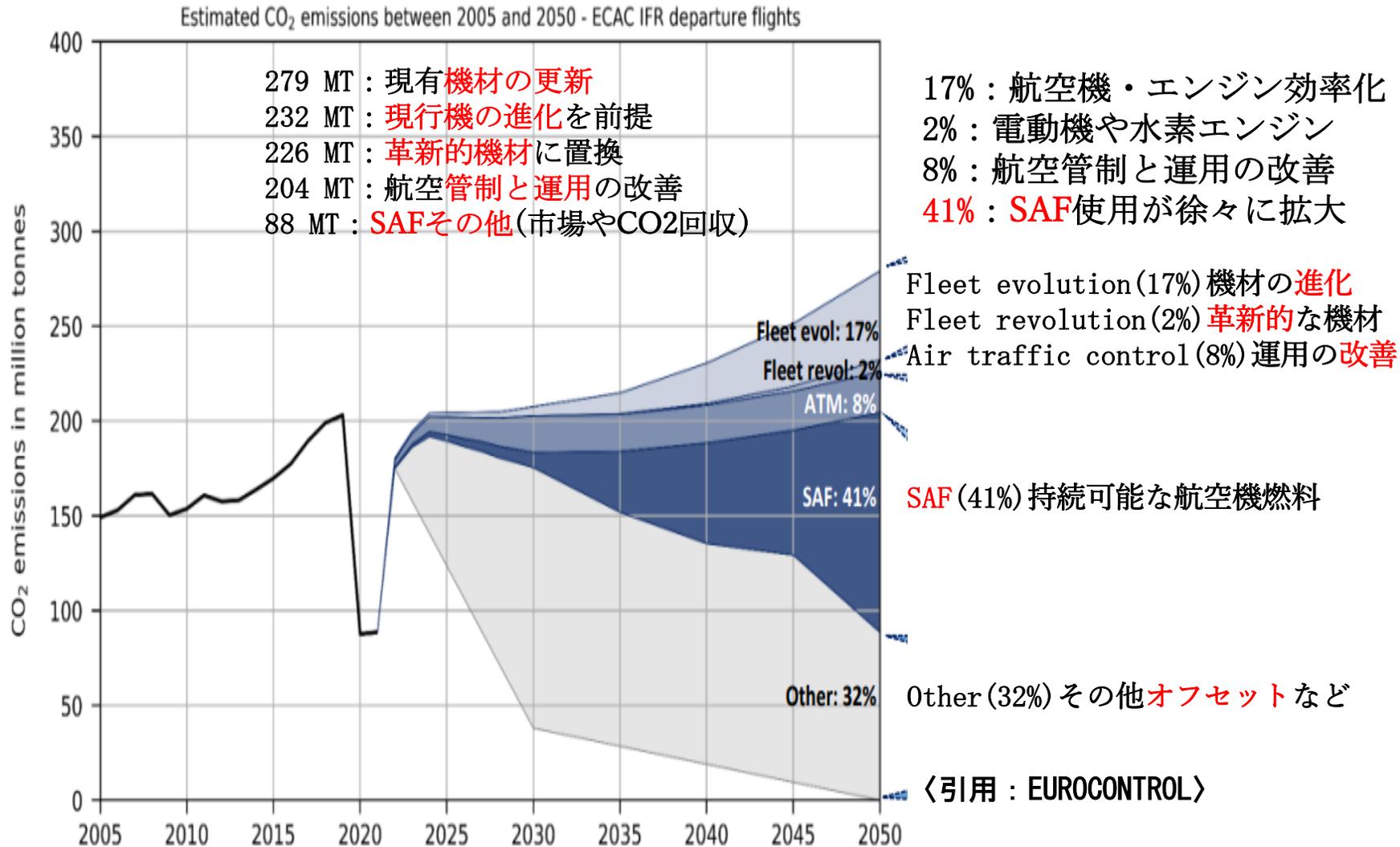
[Emissions trading: will Europe's concession to ICAO be just hot air? Airlines hold their breath | CAPA \(centreforaviation.com\)](#)



# 《ICAO : 排出ゼロ2050年》

(1/3)

## 「革新的な航空機技術、効率的な運航方式、持続可能な航空燃料(SAF)の生産と普及」



注 : SAF (Sustainable Aviation Fuel) 持続可能な航空機燃料

## 《効率的な運航方式》

(0.5/3.5)

- ・ EU各国の**主権問題**など必ずしも順調ではない
- ・ 米国でも航空交通システムNextGenは、当初の**予測に追いついていない**

### ◆フランス航空管制センター**4Dエンルートナビゲーション**システム展開 (flightglobal.221209)

- ・ フランス航空ナビゲーションサービスプロバイダー(**DSNA** : Direction des Services de la Navigation Aérienne)

「よりスムーズなフライトの流れを確保する」

管制官に**4次元**の飛行軌道の正確な予測を提供

**燃料消費の削減、飛行時間の短縮、排出量の削減**などの効果

## 【CORSA】

(1/4.5)

### 国際民間航空のためのカーボン・オフセット及び削減スキーム

(CORSA : Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation)

#### ◆航空会社：2019年1月1日から各々のCO2排出レベル報告

・国際標準勧告方式 SAPRs (Standards & Recommended Practices)をシカゴ条約附属書16-4として採択

①効率的な航空機運用、②インフラ整備、③現代化された航空管制、④世界的単一市場ベースの措置

・「市場メカニズム」排出量取引は2021年から

2021年以降、国ごとの自発的参加の枠組みのもとで運用される。

・2027年以降(極小規模運航など除き)原則、世界の国際航空輸送量の9割に相当する国が義務的参加国の対象となる。  
日本は自発的参加国となっており、2016年9月に参加を表明した。

#### ◆CORSA見直し作業「1回目完了」(ウイングデイリー.221011)

・2024年以降の基準を2019年排出量の85%で合意

今回のICAO総会、国際航空のカーボンオフセット削減スキーム(CORSA)の第1回の定期見直し完了。

2024年以降の新しいCORSA ベースラインを2019年CO2排出量の85%と定義した。

◆国際航空セクターにおける取組：炭素市場エクスプレスHP

(2/6.5)

・国際及び国内航空が世界全体のCO2排出量に占める割合は約3%

・ICAO航空環境保全会議（Committee on Aviation Environmental Protection：CAEP）

国際航空の交通量の増加に伴い、対策が取られなかった場合、CO2排出量は2010年と比較して2040年までに2.8～3.9倍になると推計

	パイロット・フェーズ (2021-2023年)	第1フェーズ (2024-2026年)	第2フェーズ (2027-2035年)
参加対象国	ICAO加盟国は自発的に参加		免除対象国を除き全てのICAO加盟国の参加を義務付け

・規制対象となる飛行ルート

CORSIAでは制度に参加する国同士を結ぶ飛行ルートが規制対象。飛行ルートの発着地国の両方が制度に不参加の場合、一方のみ参加している場合については、規制の対象とはなりません。

・各運航会社のオフセット量の算定方法

制度の開始初期（2021年～2029年）は国際航空セクター全体のCO2排出量の伸び率について、各運航者の排出量に応じたオフセット(相殺)義務量の割当が行われ、2030年以降は段階的に運航各社のCO2排出量の伸び率を反映した割当に移行していくことが予定されています。

	パイロットフェーズ (2021-2023年)	第1フェーズ 2024-26   2027-29年	第2フェーズ (2030-2035年)
オフセット 義務量	各国が以下どちらかの算定方式を選択する ①年間排出量×セクター成長係数 ②2020年の排出量×セクター成長係数		年間排出量×[(X-100%)×セクター成長係数 +X%×個社の成長係数]

注：新型コロナの影響で、排出量の基準は2019年に

- ・気候変動による損失と損害を支援する**気候資金を創設へ**
- ・パリ協定の**1.5°C目標**を確認

◆国連気候変動枠組条約第27回締約国会議 (COP27) 2022/11/6-20

<https://www.env.go.jp/content/000088572.pdf>

- ・ロス&ダメージ (**気候変動の悪影響に伴う損失と損害**) 支援のための措置

この資金面での措置 (基金を含む) の運用化に関して COP28 に向け勧告を作成する

- 「シャルム・エル・シェイク実施計画」 **パリ協定の 1.5°C目標**に基づく取り組みの実施の重要性を**確認**

気候資金は、パリ協定2条1(c)に関する理解促進の「シャルム・エル・シェイク対話」開始を決定

- ・パリ協定第6条 (**市場メカニズム**)、CDM (**クリーン開発メカニズム**)

排出削減・吸収量の国際的な取引を報告など、審査の手続き、市場メカニズムの運用細則、市場メカニズム (クリーン開発メカニズム) の活動やクレジットのパリ協定への移管ルール等を決定

◇**シャルム・エル・シェイク実施計画**

エジプトのシャルムエルシェイクで開催、COP27で採択された成果文書は「シャルムエルシェイク実施計画」と題し、

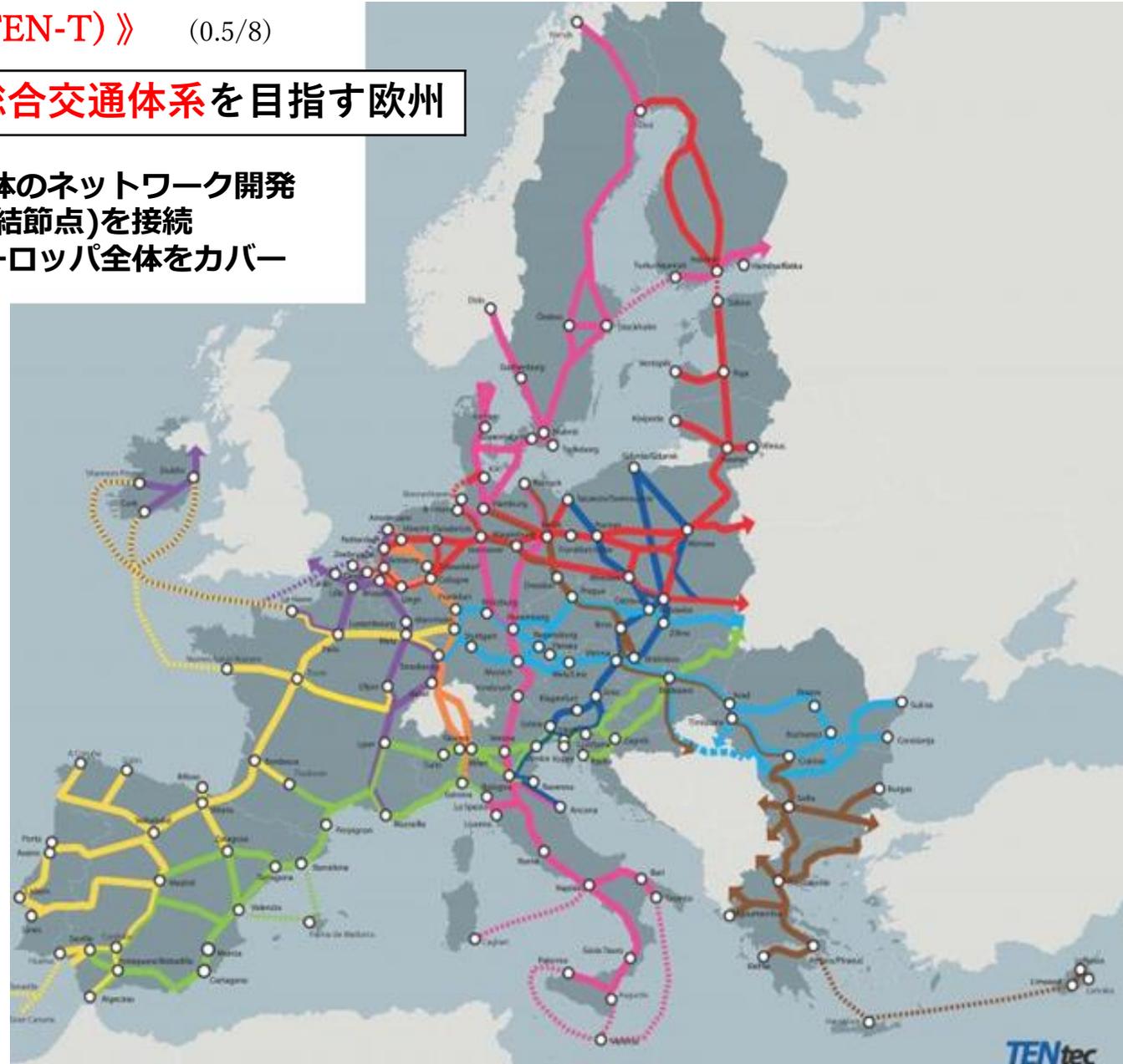
「科学と緊急性」「エネルギー」「緩和」「適応」「損失と被害」「気候資金」など17項目、

この中に途上国が求めていた**支援基金を創設**する内容も含まれていた。

## 《ヨーロッパ横断輸送ネットワーク(TEN-T)》 (0.5/8)

交通ネットワーク：航空を含む**総合交通体系**を目指す欧州

- ◆**鉄道、道路、水路、空路**のヨーロッパ全体のネットワーク開発
- ・コアネットワーク：2030年までにハブ(結節点)を接続
- ・包括的ネットワーク：2050年までにヨーロッパ全体をカバー



## 【EU-ETS】

(2/10)

### ◆欧州連合域内排出量取引制度（EU-ETS：European Union Emission Trading Scheme）

EU 域内における二酸化炭素についての排出量取引制度。

EUの温室効果ガス排出量合計の40%となるエネルギー部門や工業部門を対象としている。

1年毎に二酸化炭素排出量と同量の排出許容量を一旦政府に返上が義務付けられる。

排出施設は無償で一定の排出許容量を政府から取得し、又は他の排出施設や取引業者、政府から排出許容量を**購入**する。

必要量以上の排出許容量を取得した場合、排出許容量を**転売**できる。



### 欧州排出量取引制度（EU-ETS）：第1～第3フェーズの概要

	第1フェーズ(2005-2007)	第2フェーズ(2008-2012)	第3フェーズ(2013-2020)
排出枠	欧州委員会のルールに基づき、各国がNAPを策定	欧州委員会のルールに基づき、各国がNAPを策定	欧州全体での上限を設定 2005年の排出量比▲21%（2020年時点） 2010年から毎年1.74%直線的に減少させる。
対象ガス	CO2	CO2	CO2、N2O（化学）、PFC（アルミ）
対象部門	発電部門、産業部門	航空部門を追加（2012年～）	アルミ、化学（アンモニア等）等を追加
課徴金	€40/t-CO2	€100/t-CO2	€100/t-CO2

出典：「諸外国における排出量取引の実施・検討状況」環境省地球環境局2016年6月

◆航空会社団体から**EU-ETS改革**に様々な反応 (flightglobal.221210)

(1/11)

- ・ ETSは2026年まで**欧州内のフライトのみ適用**

業界団体Airlines for Europe (A4E) 「ETS無料排出枠を段階的に廃止には非常に失望」  
2012年以降、ETS**遵守コスト**は2025年までに5倍の規模になり**年間50億ユーロ**以上に  
A4E「民間航空における脱炭素化をより支援するための決定を歓迎する」 SAF支援金

◆欧州「**Fit for 55**」は公平な競争環境に修正を (ウイングデイリー.220405)

- ・ 「**ケロシン税**の導入、**排出量取引(ETS)**強化、持続可能な航空燃料(**SAF**)**混合義務付け**」提案

◆「Fit for 55」温室効果ガス**55%削減目標達成のための政策パッケージ**(2021.07.14)

2030年の温室効果ガス**削減目標**、**1990年比**で少なくとも**55%削減**を達成するための政策パッケージ  
(抜粋)

1. EU排出量取引制度 (EU ETS) 改正

- ・ 航空機の**無償割り当てを削減**

11. 持続可能な航空燃料 (ReFuel EU Aviation) イニシアチブ

- ・ 持続可能な航空燃料(**SAF**)の生産・利用を**促進**する新規則案

## ◆航空連も加盟する国際運輸労連ITF、第41回ICAO総会に参加、提案(ワーキングペーパー)も

(2/13)

### (ITF見解)

- ・2050年までに二酸化炭素排出量を実質ゼロにする**国際合意**を**歓迎**する(2022.10.14)

### (ITF提案)

- ・「公正な**移行**、公正な**変革**、社会の**持続可能性**」を不可欠の概念とする。
- ・持続可能性と脱炭素化のための**長期的な取り組み**を強化する。

### (ITF結論)

- ・グリーン移行プロセスを効果的かつ成功なものとするには、公正な移行を担保する必要がある。
- ・航空産業の脱炭素化は、いかなる**地域**や**労働者**も**置き去りにしない**、社会的責任のある方法で管理されなければならない。
- ・航空産業のカーボンニュートラルへの移行は、航空・宇宙産業の労働者を含む、影響を受ける全てのグループ間で、全ての段階とレベルで意味ある包括的な社会対話を担保しながら、公平に達成される必要がある。
- ・スキルアップ、再教育、新たなグリーン・スキルへの対策などを含む政策と、社会的責任を持って**グリーン移行**を支援する**適切な資源**も必要である。

また、「Cop27」については以下の見解・方針を掲げています。

- ・損失と被害への突破口、**労働基準を二の次にする**試み(2022.11.20)

労働者について、COP27は複雑な結果をもたらした。

「パリ協定(2015年)に沿った労働人員の公正な移行(**雇用・失業**に対し適切な対策を行う)が組み込まれていて、労働者ならびに**グローバル・サウス**のニーズに対応することになっている」コットン書記長

「**労働者と労働組合のための構造的役割がないとだめだ**」ITF都市交通部会議長

◆国際労働機関ILOでは2023/4ジュネーブで「**民間航空部門のグリーンで持続可能かつ包括的な経済回復に関する技術会議**」が開催されます。

会議の目的は、「COVID-19パンデミック後の航空業界の回復を形成するために、**労働安全衛生**のベストプラクティス、及び**ディーセントワーク**と生産的な雇用の促進に関連する機会と課題について話し合うこと」です。

引用：航空連 国際活動委員会 幹事会資料(2022/11-12)

# ◆安全保障と一体化する脱炭素 (日経.221208)

(1/14)

米バイデン大統領「ロシアの戦争は、世界を化石燃料依存から脱却させる緊急性を高めた」

- ・ 米国は新たな電気自動車(EV)購入支援策
- ・ EUは水素の製造能力を10倍に

国際エネルギー機関IEA「2022年に再生可能エネルギー発電量の伸び率が20%」予測

ウクライナ危機が起き、中国に車載電池用部材を依存する危機感も

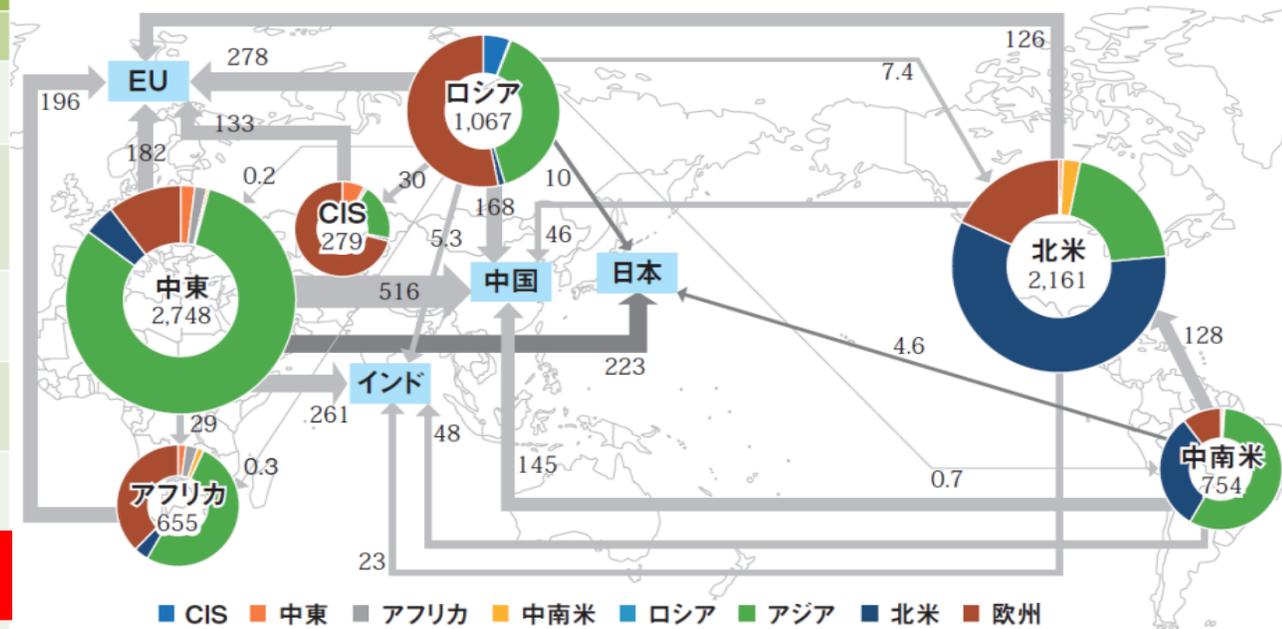
欧州のグリーン政策は単に気候対策ではなく、安全保障の確保に必要な手段となった

(ウクライナ侵略等を踏まえた資源・燃料政策の今後の方向性：資源エネルギー庁) 2022/4

国名	一次エネルギー自給率 (2020年)	ロシアへの依存度 (輸入量におけるロシアの割合) (2020年) ※日本の数値は財務省貿易統計2021年速報値		
		石油	天然ガス	石炭
日本	11% (石油:0% ガス:3% 石炭0%)	4% (シェア5位)	9% (シェア5位)	11% (シェア3位)
米国	106% (石油:103% ガス:110% 石炭:115%)	1%	0%	0%
カナダ	179% (石油:276% ガス:13% 石炭:232%)	0%	0%	0%
英国	75% (石油:101% ガス:53% 石炭:20%)	11% (シェア3位)	5% (シェア4位)	36% (シェア1位)
フランス	55% (石油:1% ガス:0% 石炭:5%)	0%	27% (シェア2位)	29% (シェア2位)
ドイツ	35% (石油:3% ガス:5% 石炭:54%)	34% (シェア1位)	43% (シェア1位)	48% (シェア1位)
イタリア	25% (石油:13% ガス:6% 石炭:0%)	11% (シェア4位)	31% (シェア1位)	56% (シェア1位)

(参考) 2020年の原油貿易

(単位：万バレル/日)



注：一次エネルギー（自然界で採れるエネルギー）  
石油・石炭・天然ガス・太陽光・風力・水力・地熱

## 飛び恥(フライトシェイム)

(1/15)

### ◆短距離便禁止は無意味：IATA事務局長(日経.221208)

- ・ 500km以内路線24.1%=CO2排出量3.8%

### ◆欧州委員会「フランス国内の短距離3路線の運航を禁止するフランス政府の措置」承認 フランス国内3路線「短距離フライト禁止」(flightglobal.221203)

- ・ 対象：高速鉄道直行が1日に数本、所要時間2時間半未満、現地滞在8時間が可能な路線

### ◆欧州「飛び恥」夜行列車ブーム(日経.221126)

欧州で夜行列車がブームを迎えている。

### ◆米FAA排気ガス規制案「767貨物機に不確実性」(flightglobal.220616)

- ・ 2028年1月以降に製造される大型機、排出量の上限を提案
- ・ 2021年1月以降に認証申請される新型機にも適用

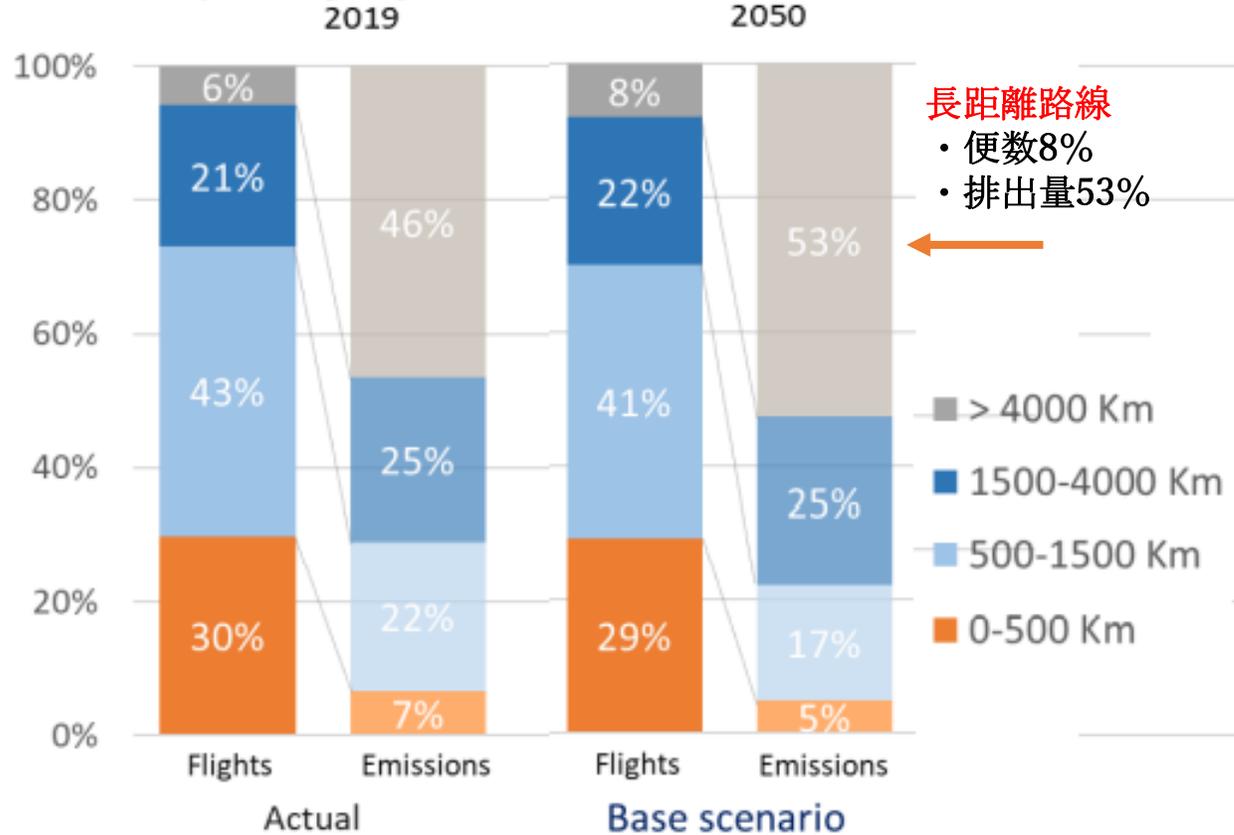
### ◇米環境保護庁2021年「767非適合」

- ・ 検討は自然なこと787貨物機

《2050年：便数8%の長距離路線がCO2排出量53%》  
(EUROCONTROLの見通し)

(2/17)

ECAC departing flights and CO<sub>2</sub> emissions by distance flown



(EUROCONTROLの試算)

2050年ネットゼロ試算 (成長2050/2019比)	低成長 (+19%)	基本 (+44%)	高成長 (+76%)
CO2削減量(百万トン)	194MT	279MT	359MT
機材の進化	17%	17%	17%
機材の革新	2%	2%	3%
管制と運用の改善	6%	8%	9%
SAF使用による貢献	34%	41%	56%
市場やCO2回収など	41%	32%	15%

<https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/2022-04/eurocontrol-aviation-outlook-2050-report.pdf>

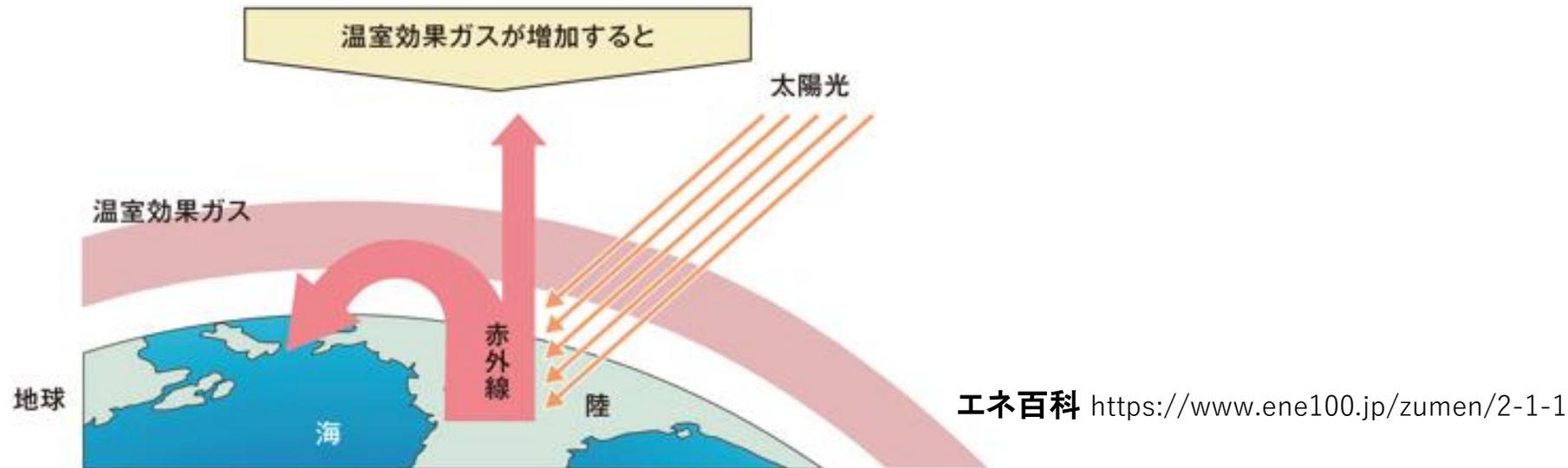
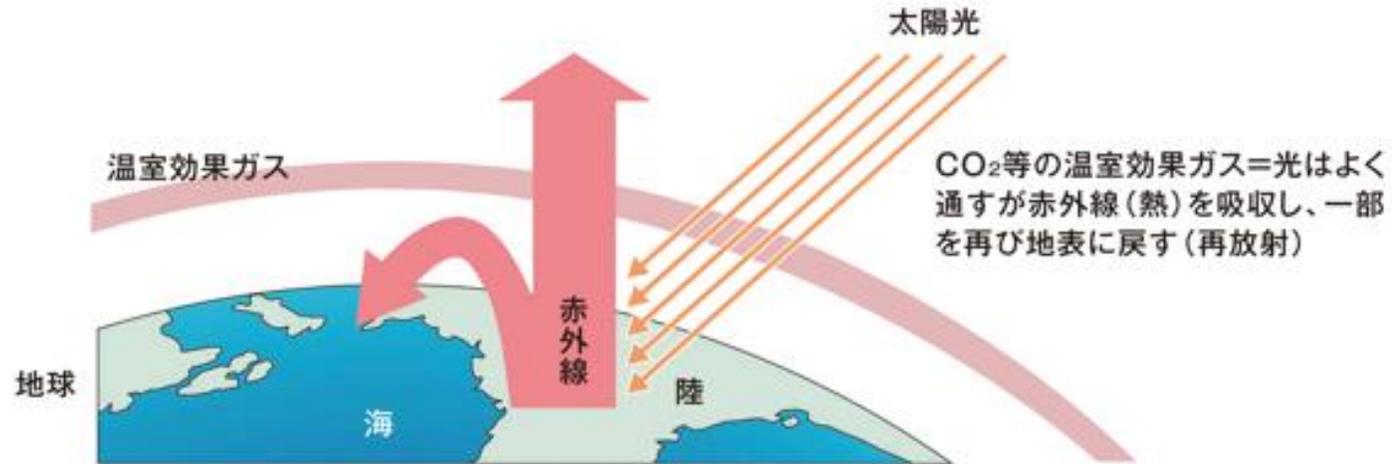
# 《温暖化とは》

(1/18)

## ◆温室効果ガス：熱を吸収し再び地球に戻す「再放射」

<https://www.asahi.com/sdgs/article/14685436>

二酸化炭素、メタン、一酸化二窒素など、**温室効果ガス**には大気中の熱を吸収する性質がある。



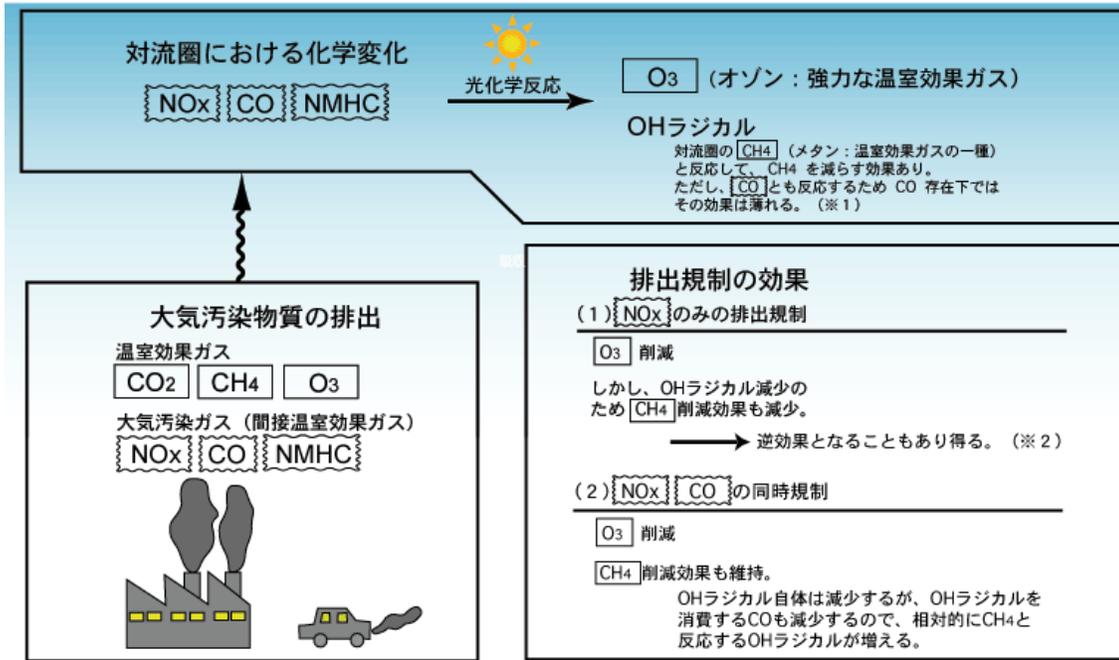
# ◆「間接」温室効果ガスも温暖化の要因に

(1.5/19.5)

[https://www.jamstec.go.jp/j/about/press\\_release/2001/20010502/](https://www.jamstec.go.jp/j/about/press_release/2001/20010502/)

窒素酸化物(NOx)、一酸化炭素(CO)、非メタン炭化水素(NMHC)などの**大気汚染ガス**からは、対流圏オゾンや、メタンなどに影響を及ぼすOHラジカル(高酸化力)が生成されるので、それらは**間接温室効果ガス**と呼ばれる。

・大気汚染ガスが温暖化に影響を及ぼすメカニズム (オゾンO3は強力な温室効果ガス)



## ◆CO<sub>2</sub>の温暖化への寄与度は全体の50%ほど

<https://www.works-i.com/works/series/macro/detail006.html>

・成層圏オゾン：酸素(O<sub>2</sub>)の一部は紫外線を受けて解離しオゾン(O<sub>3</sub>)になる。成層圏オゾンは太陽から降り注ぐ紫外線を吸収し人間を守る

・対流圏オゾン：自動車や工場からの排気ガス等に含まれる窒素酸化物(NO<sub>2</sub>)等に光があたって対流圏オゾンが発生する。温暖化の原因として、CO<sub>2</sub>の寄与度は半分程度で、次いでメタン、オゾン、すす等

## ◆温暖化に対する航空の影響(natureasia.2021.06.18)

<https://www.natureasia.com/ja-jp/commsenv/pr-highlights/13717>

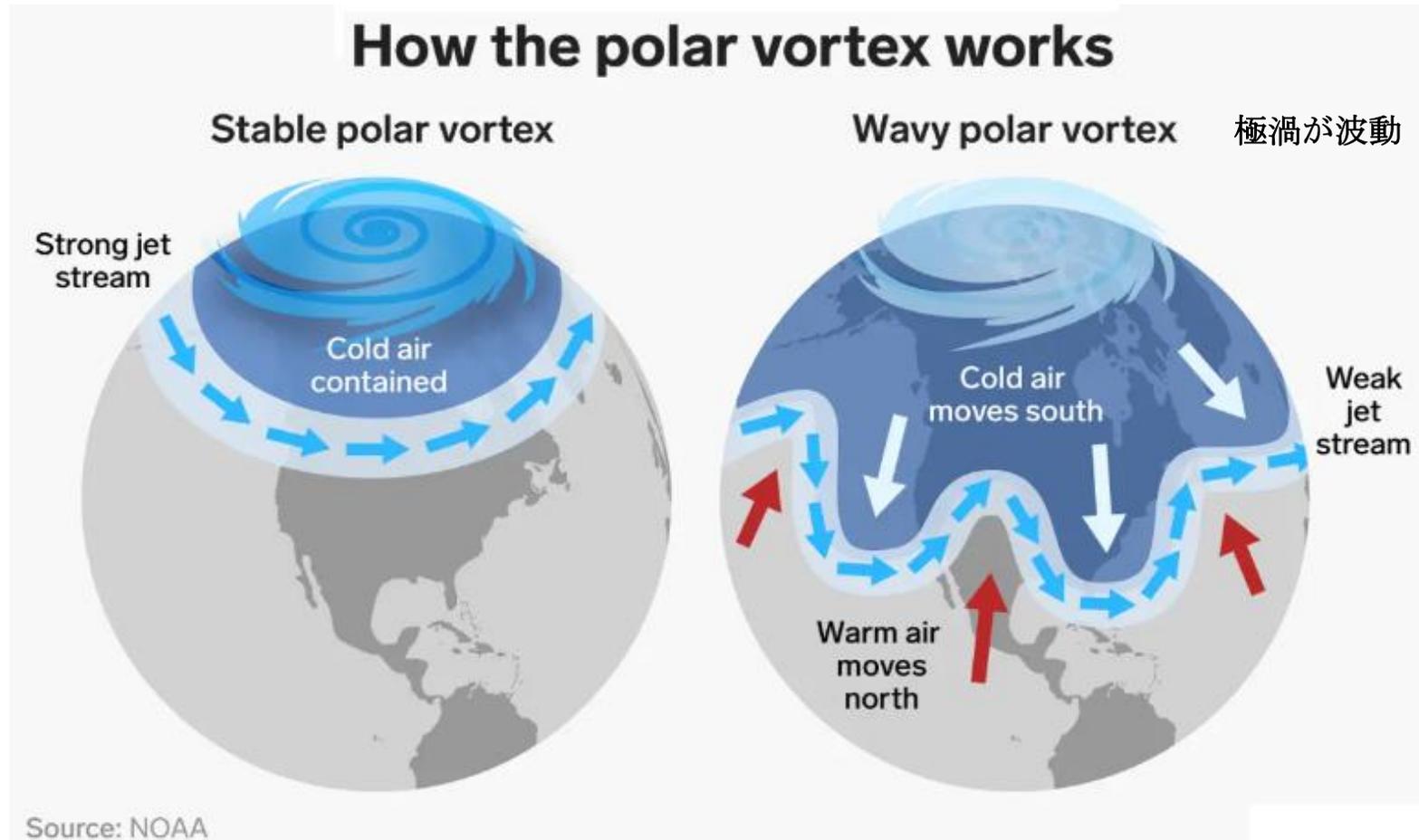
飛行機雲は、地球表面からの赤外線放射を大気中に閉じ込め気候温暖化の一因になっている。

飛行機雲の気候温暖化に対する寄与度は、航空機からの二酸化炭素と一酸化窒素の排出よりも高いと考えられている。

# 《温暖化なのに、なぜ寒い？》 (0.5/20)

- ・ 温暖化で極渦が弱まると冷たい空気が南下し、ジェット気流で運ばれる

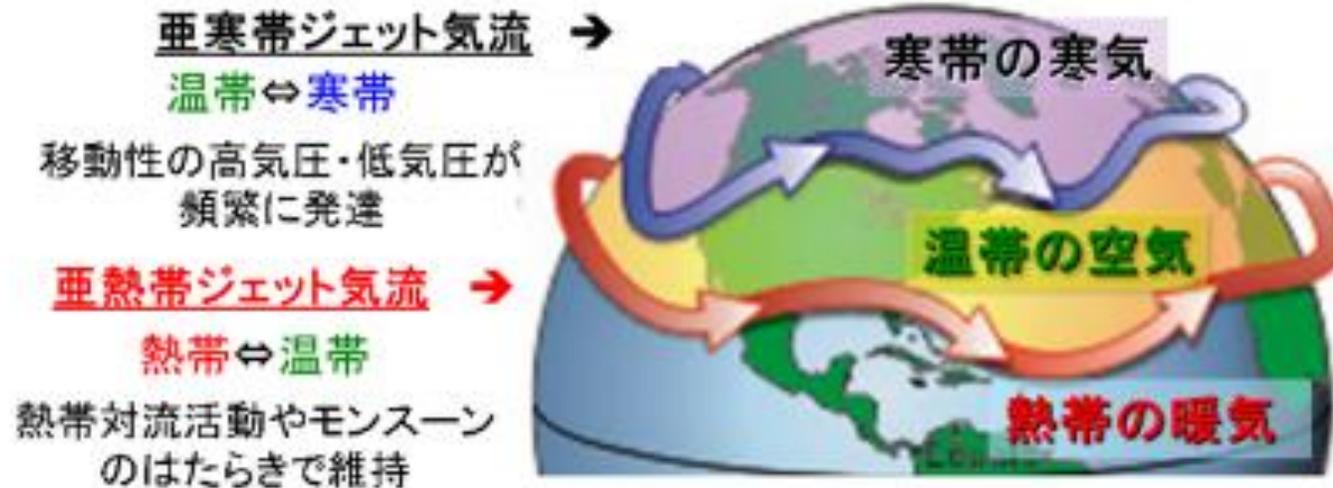
<https://www.businessinsider.jp/post-184308>



◆対流圏の偏西風ジェット気流 (東大：先端科学技術センター2010/7)

(0.5/20.5)

偏西風ジェット気流は気温の異なる空気の境目



<https://www-old.eps.s.u-tokyo.ac.jp/webmagazine/wm001.html>

注：一定の方角へ風が特によく吹く風が**卓越風**、季節により吹く方角が変化するものが**モンスーン**

## ◆日本各地に大雪をもたらす大気循環場の特徴 (日本気象協会2019夏季)

(1/21.5)

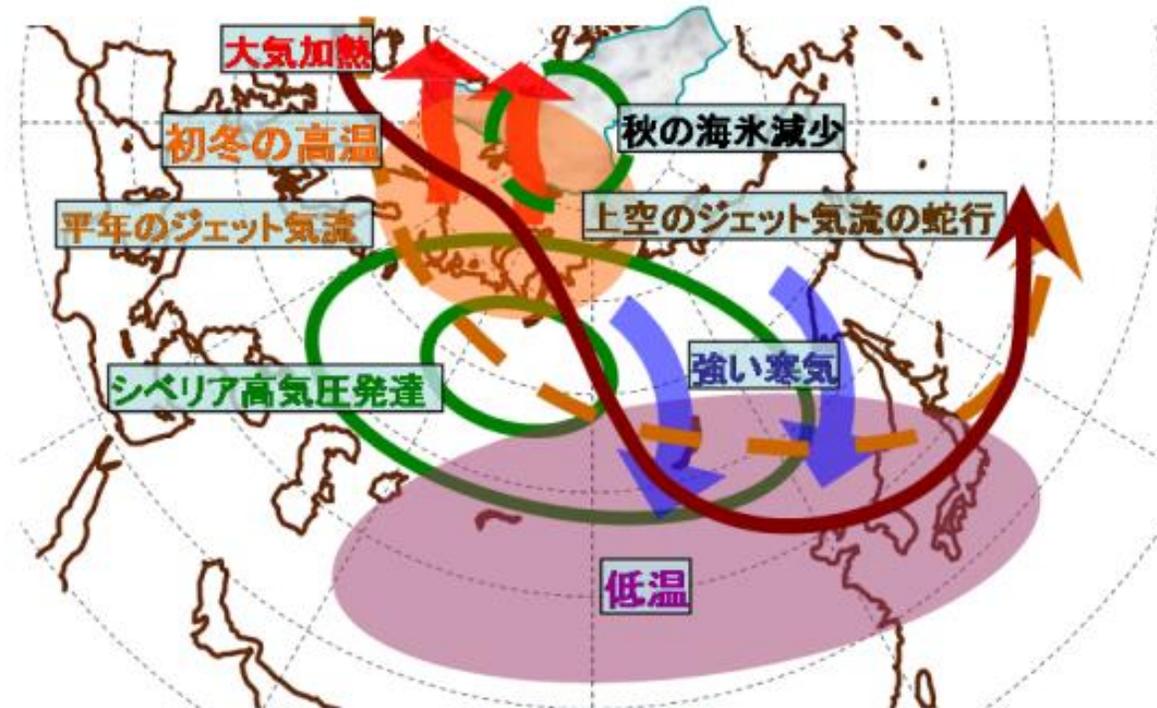
[https://www.metsoc.jp/default/wp-content/uploads/2020/08/SS2019\\_06.pdf](https://www.metsoc.jp/default/wp-content/uploads/2020/08/SS2019_06.pdf)

- ・初冬のバレンツ海周辺では高温となり、露出した海面により大気は例年より加熱されやすくなる。
- ・ユーラシア上空の偏西風はヨーロッパ側で北に蛇行、反動で極東では南に蛇行しやすくなる。
- ・大陸上では寒気が蓄積されシベリア高気圧が発達し東方へ拡大する。
- ・ユーラシア中高緯度帯は広く低温偏差に覆われ、日本など極東にも寒気が入りやすくなる。

## ◆テレコネクション (遠隔応答)

<https://sr.rois.ac.jp/article/sr/002.html>

- ・北極に連動して遠隔地が変化する
- 海氷が減ってしまった海上に、冬場の低気圧が北へ移動  
この低気圧による南風が海氷を北へ押し流している  
相対的に陸は寒冷化して高気圧となり、寒気が強くなる



## ◆北極海の気温と偏西風の蛇行

(0.5/22)

<https://shizen-hatch.net/2021/11/04/heat-wave-cold-wave/>

三重大学などの研究チームが、2017年から18年にかけての大寒波について研究した結果があります。

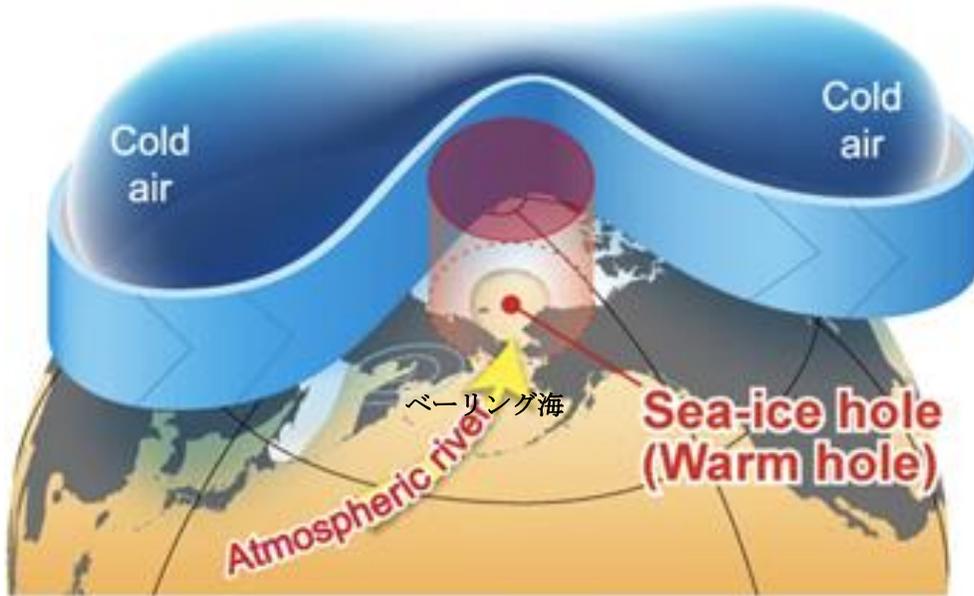
この時も、北米を大寒波が襲っています。

- ・南からの暖かい風がベーリング海にめりこむように侵入、寒気が東西に押し出される形で北米などの上空を襲った。
- ・温度分布の変化が、寒気と暖気の境目を吹く偏西風（ジェット気流）を大きく蛇行させる要因になった。

Jet stream



2017-2018年にかけての気温と偏西風イメージ

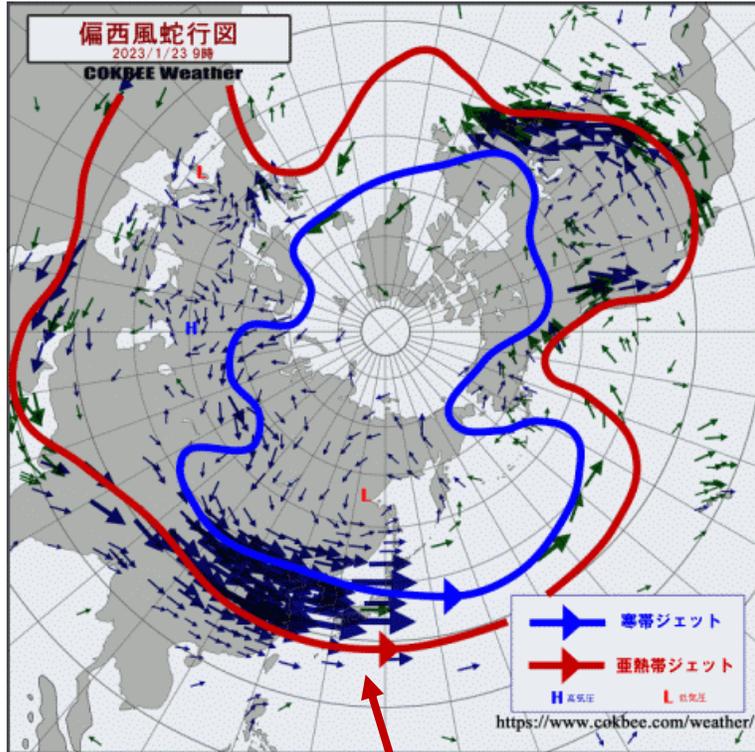


◆年末年始の偏西風蛇行図(Cokbee.Weather.引用)

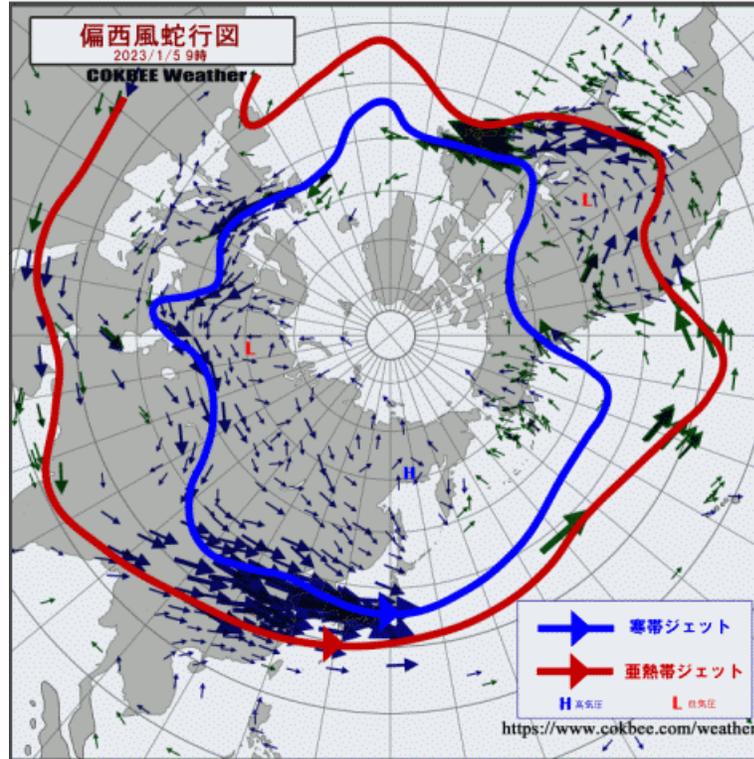
<https://www.cokbee.com/weather/jet.htm>

(1/23)

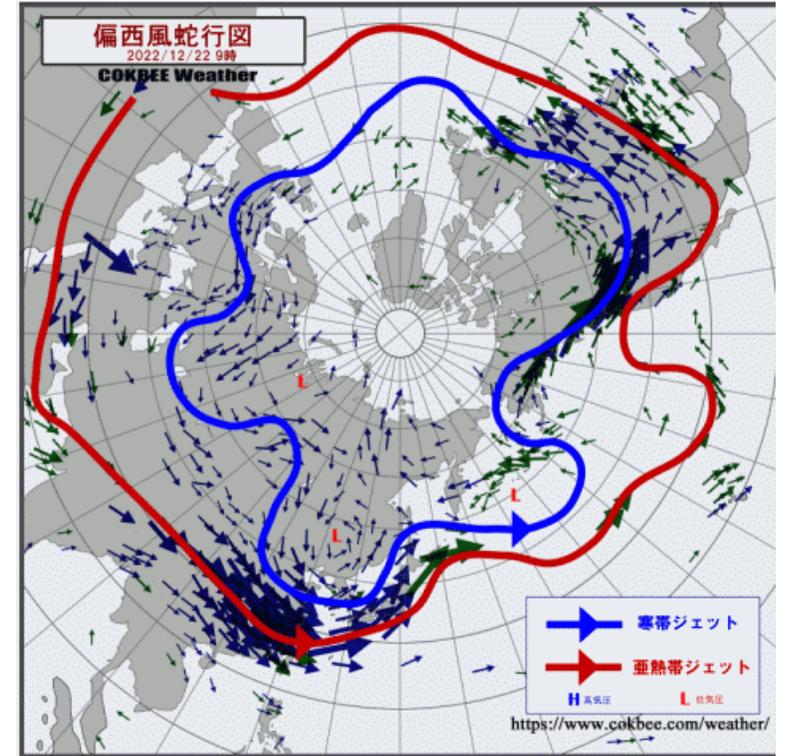
2023/1/23 日本10年に一度の寒波



2023/1/5 スペインで海水浴



2022/12/22 北米のクリスマス寒波



◆メキシコ湾流「水温上昇」 欧州寒冷化 (朝日.2006.07.24)

(1/24)

<http://www.asahi.com/special/NorthPole/TKY200607260664.html>

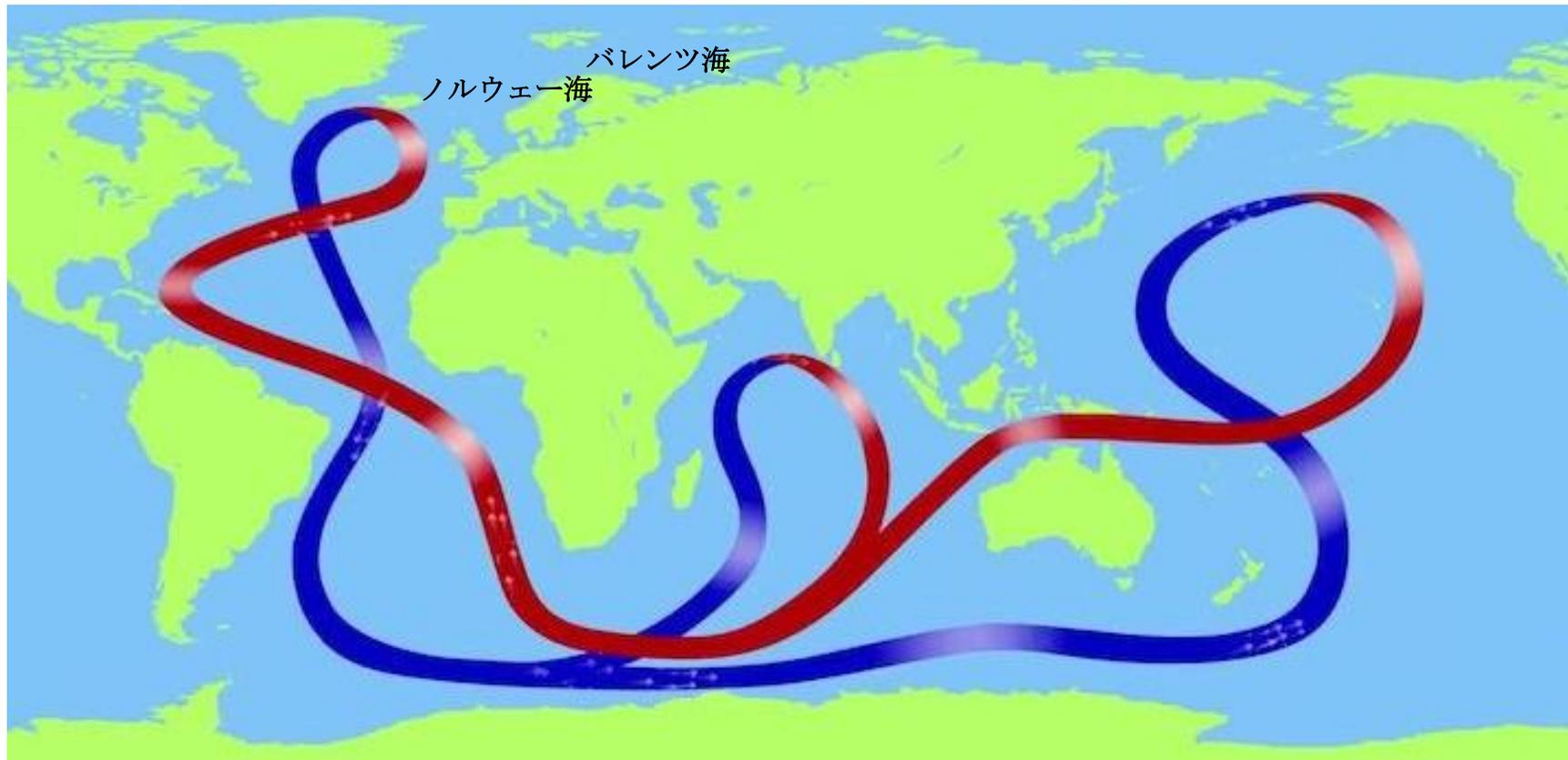
・メキシコ湾流は水温が上昇、流量が衰えてきた。

メキシコ湾流の沈み込む量が30年前に比べ1-2割減った。

・本来、メキシコ湾流はノルウェー北方で冷え、海底へ沈む。

沈まないとメキシコ湾流が届かなくなり欧州は寒冷化する。

注：水温が下がり海氷ができ塩分も濃くなり密度が高まり沈む



深層循環(周期1500-2000年)

## ◆永久凍土

(1/25)

[https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/ipcc/ar5/ipcc\\_ar5\\_wg1\\_faq6.1\\_jpn.pdf](https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/ipcc/ar5/ipcc_ar5_wg1_faq6.1_jpn.pdf)

- ・大気中のCO<sub>2</sub>の炭素の少なくとも**2倍の炭素**を保持
- ・凍結固定された**メタン**ハイドレートも存在する

## ◆Tipping Point (ティッピングポイント)

<https://www.casa1988.or.jp/2/letter/107.2.pdf?V2009111043>

### 臨界点：不可逆的で大規模な変化

#### (氷)

- ・グリーンランドの氷床の融解=海面7メートル上昇
- ・南極の氷床の融解=海面60メートル上昇
- ・北極海の海氷 (**CO<sub>2</sub>吸収**の10%)

#### (陸地)

- ・アマゾンの熱帯雨林 (酸素**20%**供給)
- ・永久凍土の融解 (**メタン**温室効果CO<sub>2</sub>の**25倍**)

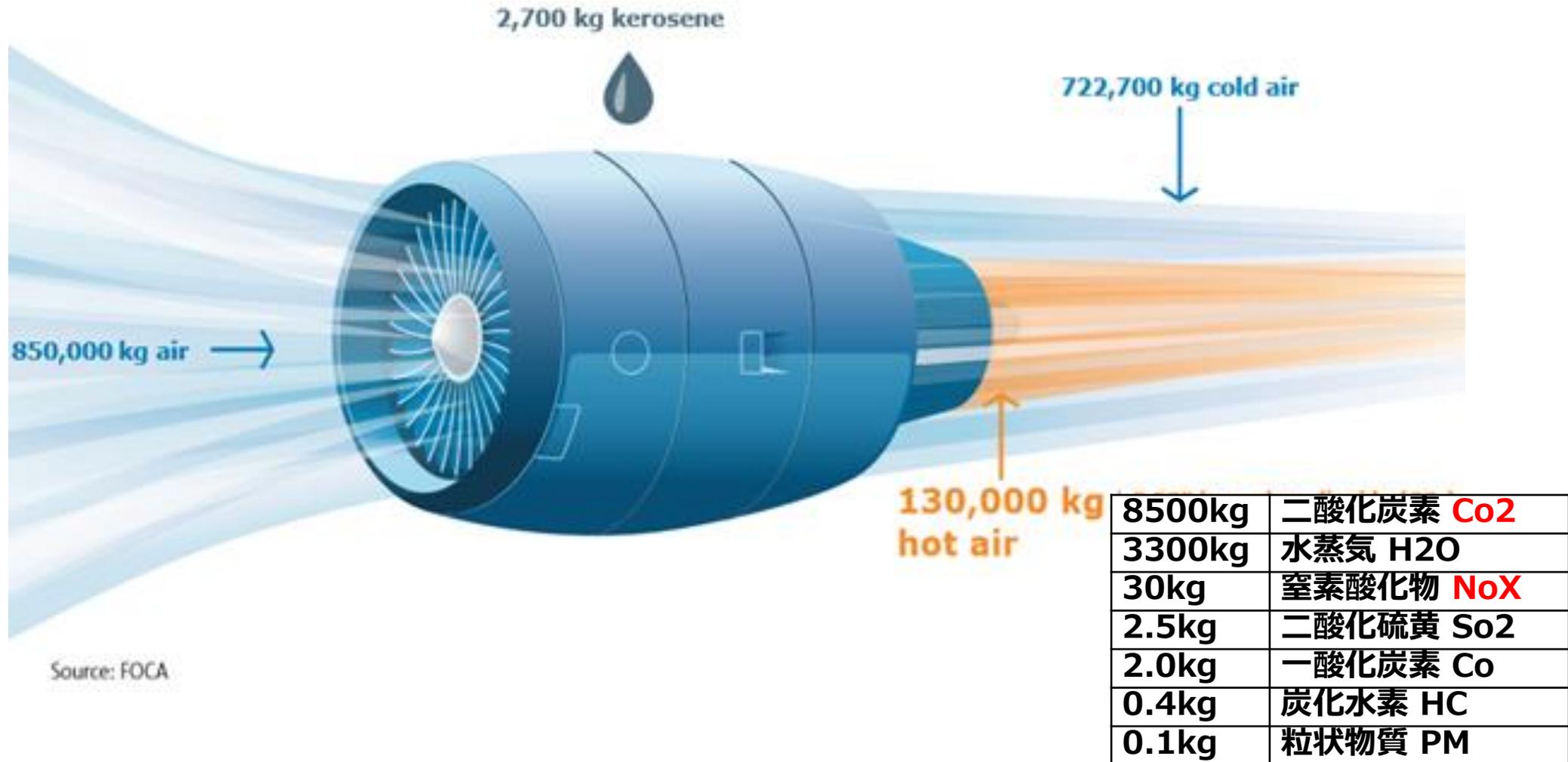
#### (海)

- ・サンゴ礁 (平均気温2℃上昇で死滅)
- ・**深層循環の停滞**=ヨーロッパ寒冷化
- ・海洋の**酸性化** (溶け込んだCO<sub>2</sub>は除去できない) =水産物の**死滅**

# 《航空機の温室効果ガスの実態》

(1/26)

Emissions from a typical two-engine jet aircraft during 1-hour flight with 150 passengers



Source: FOCA

◆ 「**二酸化炭素(CO2)以外の温室効果ガス削減の効果**」 地球環境研究センター野尻幸宏 (20100328) (1/27)

<https://www.cger.nies.go.jp/publications/qa/s010.pdf>

・ **長寿命温室効果ガス**

主要な温室効果ガスには、最も濃度の高いCO2の他、微量大気成分であるCH4、一酸化二窒素(N2O：亜酸化窒素)、フロン類などハロゲン元素を含む人工ガス類があり、これら数年以上の寿命で**大気中に長く留まるガス**を「長寿命温室効果ガス」といいます。

各ガスの温室効果は、大気中人為増加量とGWP (Global Warming Potential：地球温暖化係数) の積で評価されます。GWPはCO2を1としているため、微量ガスの量とGWPの積はCO2換算の温室効果を表します。

	化学式	大気濃度 (2005年/ppb)	大気寿命 / 年	100年 GWP
二酸化炭素	CO <sub>2</sub>	379000	—	1
メタン	CH <sub>4</sub>	1774	12	25
一酸化二窒素	N <sub>2</sub> O	319	114	298
CFC-11	CCl <sub>3</sub> F	0.251	45	475
CFC-12	CCl <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	0.538	100	10900
HCFC-22	CHCl <sub>2</sub> F	0.169	12	1810
六フッ化硫黄	SF <sub>6</sub>	0.006	3200	22800

**N<sub>2</sub>O**は、成層圏に輸送されてから紫外線による光化学反応を受けるのが主たる分解過程であり、平均**寿命**は約**114年**

## 《三菱重工》

- ・ ICAOの環境規制への取り組み「**グリーン・アビエーション**の実現に向けて」  
航空機の環境排出物の基準の方向性と取り組み（2012.10.11）

(1/28)

排ガス種別	地上(空港周辺)問題点
二酸化炭素CO <sub>2</sub>	
<b>窒素酸化物 NO<sub>x</sub></b>	健康(光化学スモッグ)
炭化水素THC	
一酸化炭素CO	
PM(Particulate Matter)	健康(粒子状物質)
水H <sub>2</sub> O	
硫黄酸化物SO <sub>x</sub>	健康(酸性雨)

- ・ **NO<sub>x</sub>**は空港周辺の総排出量(離着陸=LTOサイクル)で規制
- ・ **航空機**から出るPMは非常に**小さな粒子**で、ほとんどが0.25μm以下である。  
粒子が非常に小さく、トラックなどのPMとは全く異なり、特有の**環境影響**が懸念される

B787	出力(対定格)	時間(分) 注:消費燃料は <b>3000フィート以下</b>
離陸	100%	0.7 (注:消費燃料96kg)
上昇	85%	2.2 (256kg)
降下	30%	4.0 (164kg)
地上	7%	26.0 (249kg)

# 《技術的な見通し》

(1/29)

## 【本命のSAF】 持続可能な航空燃料 (Sustainable Aviation Fuel)

- ・ SAFを50%の混合比で最大40%、100%なら**排出削減効果80%**
- ・ SAFは生産規模が小さく、通常の燃料より**2~8倍高い**

### ◆持続可能な航空燃料 (シェルHP引用)

<https://www.shell.com/business-customers/aviation/the-future-of-energy/sustainable-aviation-fuel.html>

SAFは、使用済み**食用油**、**都市ごみ**、**木質バイオマス**など再生可能資源から作る。

### ◆フィンランドNESTE社 (会社HP引用)

<https://www.neste.com/products/all-products/saf#d0b695e7>

再生可能な**廃棄物**と使用済み**食用油**など残留原料から作るSAF

現在、年間10万トン(約3400万ガロン)の生産能力

### ◆木質系**バイオマス**から製造したSAF (三菱重工.20210618)

<https://power.mhi.com/jp/news/20210618.html>

木質セルロースから液体燃料を合成するガス化**FT合成**技術

常圧酸素/水蒸気吹き噴流床ガス化技術

注：FT合成とは**触媒**反応

## ◆持続可能な航空燃料(SAF)に商機 (NnaAsia.221221)

(0.5/29.5)

<https://www.nna.jp/news/2417173>

タイでは、バイオエタノールの生産に必要な原料である**植物由来**の再生可能な生物資源（**バイオマス**）を入手しやすい。住友商事は、サトウキビ「**搾り汁**」を原料とするバイオエタノールの製造、**第二世代バイオエタノール**は食料との競合がない。双日タイは「工場建設を含め3年以内をめどにSAFの生産を開始したい」と話す。タイでは2022年に約1億1,500万リットルの**廃食油**が発生、一部はバイオディーゼル燃料に加工される。地場企業エナジー・アブソリュートは、**パーム油**のバイオディーゼル燃料の開発

### （**パーム油**は世界で最も多く使われる植物油）

<https://www.wwf.or.jp/activities/basicinfo/2484.html>

・パーム油はアブラヤシの果実から搾油され、森林減少との批判の一方、**採れる油量が圧倒的で、環境負荷は少ない**との指摘も。  
1ヘクタールあたり：**パーム油**：**3.8トン**、菜種油：0.59トン、ヒマワリ油：0.42トン、大豆油：0.36トン

### 《**バイオ燃料**の製造方法（北九州市立大学国際環境工学部）》

[https://shingi.jst.go.jp/pdf/2009/02\\_jst9.pdf](https://shingi.jst.go.jp/pdf/2009/02_jst9.pdf)

**パーム油**：分解油**収率71.5%** 廃食用油：分解油収率**46.2%**

## ◆バイオマス発電の曲がり角「燃料高騰で撤退相次ぐ」（日経.230129）

<https://www.nikkei.com/article/DGXZQOCC113BX0R10C23A1000000/>

バイオマス発電の採算悪化が止まらず、稼働停止が相次いでいる。

ロシア産の木材輸入の減少や**パーム油の価格高騰**が続き、需要が急増した国産材の調達にもしわ寄せが及ぶ。



◆2022年の世界の**SAF生産量**3億~4億5000万リットルに (ウイングデイリー.221208)

(1/30.5)

- ・2030年300億リットルに向け長い道のり

**2050年には年間4500億リットルの生産が必要 = 3桁の増産が必要に**

〈世界**SAF生産量**推移〉

- ・2019年 = 2500万リットル
- ・2020年 = 6250万リットル
- ・2021年 = 1億リットル
- ・**2022年推定 = 3億~4億5000万リットル**

◆SAF生産拡大へ大規模**インセンティブ**を : IATA事務局長(ウイングデイリー.220622)

- ・**2050年**時点における航空業界の**炭素削減量の65%**を **SAF** が占める  
**新技術13%、効率性向上3%、炭素回収・貯留11%、オフセット(相殺)8%**

◆**出張もサステナブル** (travelvision.221207)

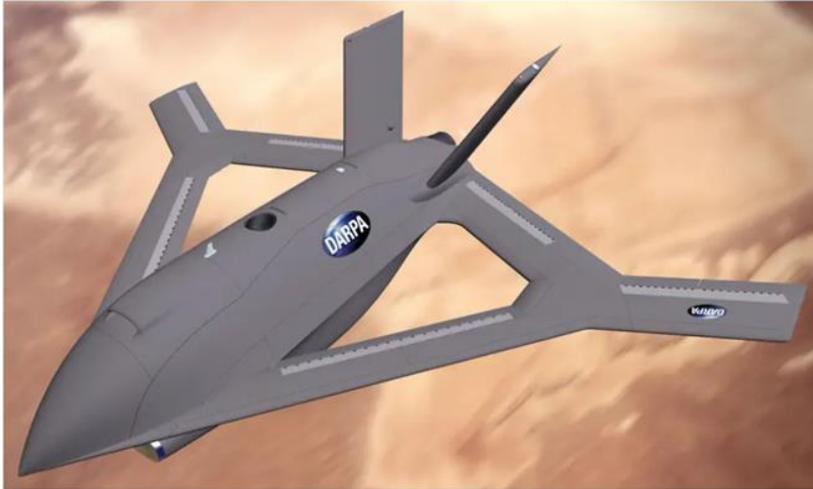
- ・出張予約時に排出量シミュレーション機能
- ・企業は**SAFをクレジット購入**  
燃料予約時に**航空会社を選択**する
- ・シンガポール-東京の片道だけで1人あたり1.2トンのCO2排出量

# 《航空機設計の進化》

(0.5/31)

## ◆米国防総省DARPAアクティブフロー飛行制御 (flightglobal.230119)

- ・航空機の飛行制御の新しい方法を開発する国防高等研究計画局DARPAプロジェクト
- ・可動制御面(操縦舵面やフラップ)の代わりに、**圧縮空気**のアクチュエーター(作動装置)やエフェクター(効果器)を使用



## ◆NASAとボーイング「遷音速トラス支持翼」(ウイングデイリー.230119)

- ・2020年代後半飛行実証、**30年代**の亜音速単通路機に適用を目指す
- ・遷音速トラス支持翼TTBW (Transonic Truss-Braced Wing)



## 【水素】 民間航空との関り

(1/32)

水素燃焼は二酸化炭素(CO2)を排出しない、熱量も高い

### ◆航空に水素エネルギーは正しい道か？ (flightglobal.220520)

- ・ 小型機は燃料電池、大型機は水素の直接燃焼

試算「シンガポール-ニューヨーク8,000海里(14,800km)300トンA350-900飛行」R-R製Trent XWBエンジン

- ・ 19時間のフライトに、4万4000ガロン(約16万6558リットル)のジェット燃料A-1が必要

持続可能性が急務でなければ、気体でも液体でも、水素は非現実的なものだった

- ・ 水素は、灯油の4倍も密度が低い = 体積が大きい

### ◆エアバス「供給懸念グリーン水素」新型機を遅らせる可能性 (flightglobal.221130)

- ・ 2030年までに全機種100%SAFを目指し、  
「適切な場所に適切な量の水素を適切な価格で供給」
- ・ 十分なグリーン水素がなければ、水素航空機の供給開始を延期する可能性

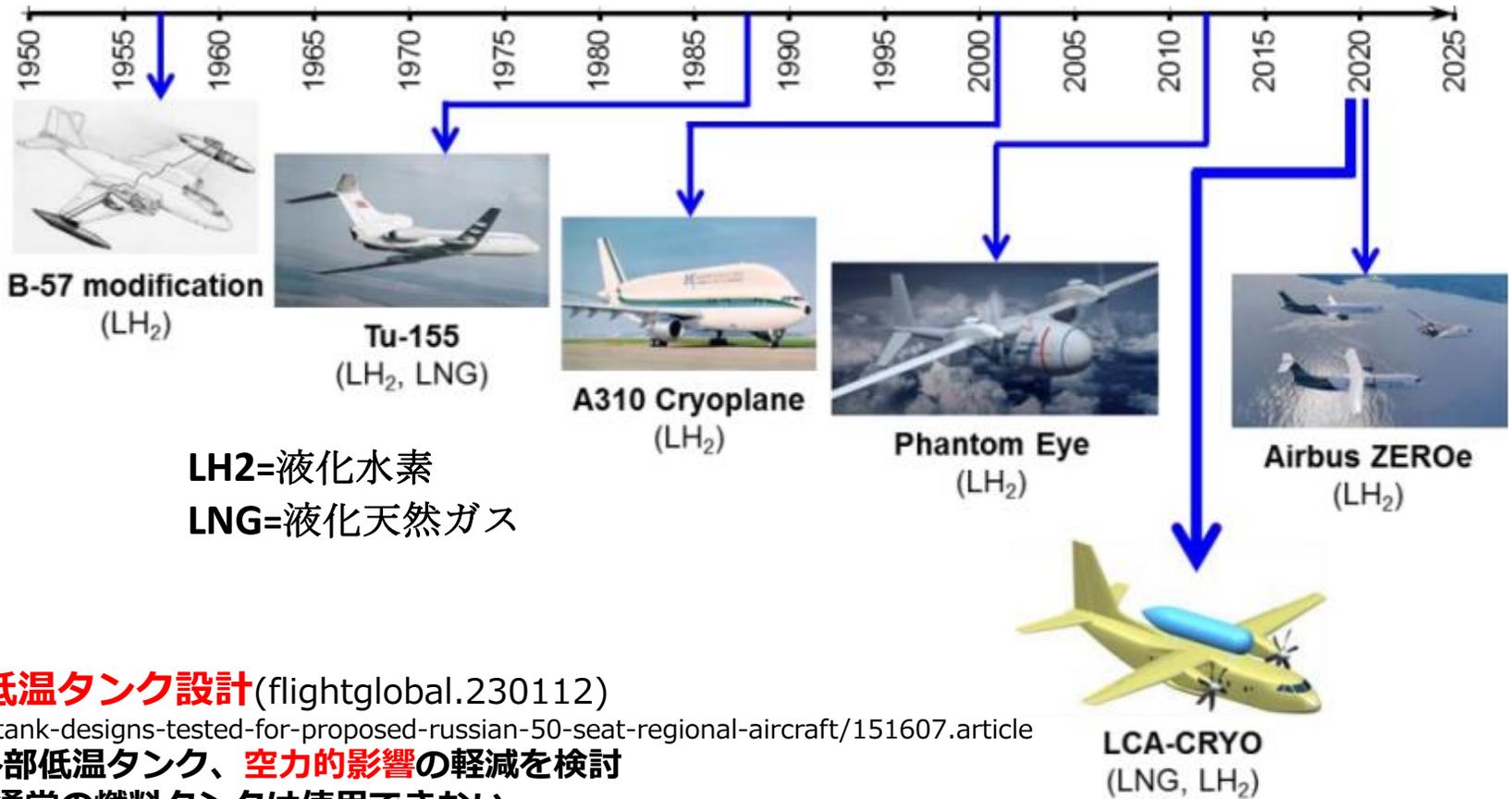
注：グリーン水素とは、再生可能なエネルギーで生成された水素

# ◆ 極低温領域ターボプロップ空カレイアウト設計課題

(0.5/32.5)

<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/1226/1/012017/pdf>

## ・ 水素エンジンの開発には長い歴史



## ◆ ロシア「50席リージョナル機」 極低温タンク設計(flightglobal.230112)

<https://www.flightglobal.com/aerospace/cryogenic-tank-designs-tested-for-proposed-russian-50-seat-regional-aircraft/151607.article>

ロシアの研究所、50人乗り小型航空機に外部低温タンク、**空力的影響**の軽減を検討

液体水素や液化天然ガス等は低温特性から通常の燃料タンクは使用できない

特殊な**断熱材**を使った大容量タンクの設置は、内部スペースが限られるリージョナル機では困難

タンクを外付けにすると、操縦性や空力性能に影響が出る

同研究所では、離陸、巡航、着陸時の安定性を評価するための風洞試験を実施

# 《EUROCONTROLが予測する新技術機材の開発時期》

(1.5/34)

New type of aircraft	Size	Tech	Range	Aircraft	2025	2030	2035	2040	2045
Electric aircraft (2 versions)	9 19	Revol	Very short Short	Turboprop	●	●	●		
Turboprop with regional jet specificities / capabilities	70	Evol	Short & Med	Turboprop	●	●			
Turboprop with regional jet specificities / capabilities	90	Evol	Short & Med	Turboprop		●	●		
Hybrid electric	30-40	Revol	Very short & Short	Turboprop		●	●	●	
Conventional aircraft (re-engined and upgraded)	170	Evol	Med & Long	Single aisle		●			
Wide body aircraft (re-engined and upgraded)	300	Evol	Long	Wide body		●	●	●	
Regional jet (re-engined and new aircraft design)	145	Evol	Med	Regional jet		●	●	●	
Electric regional aircraft	100	Revol	Short	Regional jet			●	●	
Hybrid electric (H2 fuel cells)	70	Revol	Short	Turboprop			●		
Hybrid electric H2	200	Revol	Medi	Single aisle			●	●	●
Blended wing body H2 aircraft	140	Revol	Med	Single aisle			●	●	●
New version of the A220	150	Evol	Medi & Long	Regional jet				●	

- **High scenario**
- **Base scenario**
- **Low scenario**

## ◆ボーイングecoDemonstratorプログラム

(0.5/34.5)

(デモンストレーター機に搭載する主な技術)

### ・適応型後縁テクノロジー

FAAのCLEENプログラムで開発中のテクノロジー

離陸・巡航・着陸など飛行中のあらゆる段階において騒音と排ガスを削減します

### ・可変面積ファンノズル

近隣騒音を削減するほか、エンジンを効率化する先進技術を可能にします

### ・飛行計画時における運航路線の最適化

航空会社がより燃料効率に優れた路線を特定・運航できるようにする

パイロットが天候などの制約を受けた際に路線を変更できるようにします

### ・機内電源用再生型燃料電池

効率的な発電・蓄電を実現する

重量・燃料消費・二酸化炭素排出量をすべて削減する可能性を有しています

◆エアバス「水素燃料電池エンジン」モデル (ウイングデイリー.221201) (1/35.5)

## Turbofan

2基のハイブリッド水素ターボファンエンジン、液体水素タンクと配給システムは後部圧力隔壁後方に



## Turboprop

8枚羽根プロペラを2基のハイブリッド水素ターボプロップエンジンで駆動、液体水素システムは後部圧力隔壁後方に



**Blended-Wing Body (BWB)** = 翼と胴体を一体化、翼胴融合、翼胴一体とも呼ばれる  
広い機内空間、液体水素タンクが主翼の下に格納、2基のハイブリッド水素ターボファンエンジンが推力を供給



## ◆エンブラエルEnergia新コンセプト発表 (ウイングデイリー.221206)

(0.5/36)

### ・19人~30人乗りハイブリッド水素燃料電池機

#### 《ENERGIA HYBRID E19-HE & E30-HE》

ハイブリッド電気推進、技術を組み合わせることで、熱機関と電気エンジンの相乗効果を最大限に引き出す

- Technology Readiness – 2030+    • Range – **500 nm**    • Seats – 19 & 30 pax
- Carbon Emissions –30% less with JetA1-90% less with SAF
- Noise – 60% lower External Noise

#### 《ENERGIA H2 FUEL CELL E19-H2FC & E30-H2FC》

水素燃料電池は、単一電源として又はガスタービンやバッテリーとのハイブリッド電源として可能性がある

- Technology Readiness – 2035    • Range – **200+nm**    • Seats – 19 & 30 pax
- Emissions – Zero CO2
- Noise – 70% lower External Noise

#### 《ENERGIA ELECTRIC E9-FE》

大容量で長寿命のバッテリーで、短距離飛行の完全電動航空機は、CO2排出量をゼロにすることが可能

- Technology Readiness – 2035    • Range – **200 nm**    • Seats – 9 pax
- Emissions – Zero CO2
- Noise – 80% lower External Noise

#### 《ENERGIA H2 GAS TURBINE E50-H2GT》

2つの異なる燃料源 (SAFまたは水素) でガスタービンを駆動、運用性を高め、軽くできる。

新しい燃料に対応したガスタービンを使用することで、航続距離と乗客数を増加できる。

- Technology Readiness – 2040    • Range – **350 - 500nm**    • Seats – 35-50 pax
- Emissions – Zero CO2
- Noise – 60% lower External Noise

## ◆共同事業体Switch「将来のGTFエンジン技術テスト」詳述 (flightglobal.221129) (1.5/37.5)

・プラット&ホイットニー「次世代ギアードターボファン(GTF)エンジン」に装備  
持続可能な航空燃料(SAF)を想定だが、将来は水素燃料も

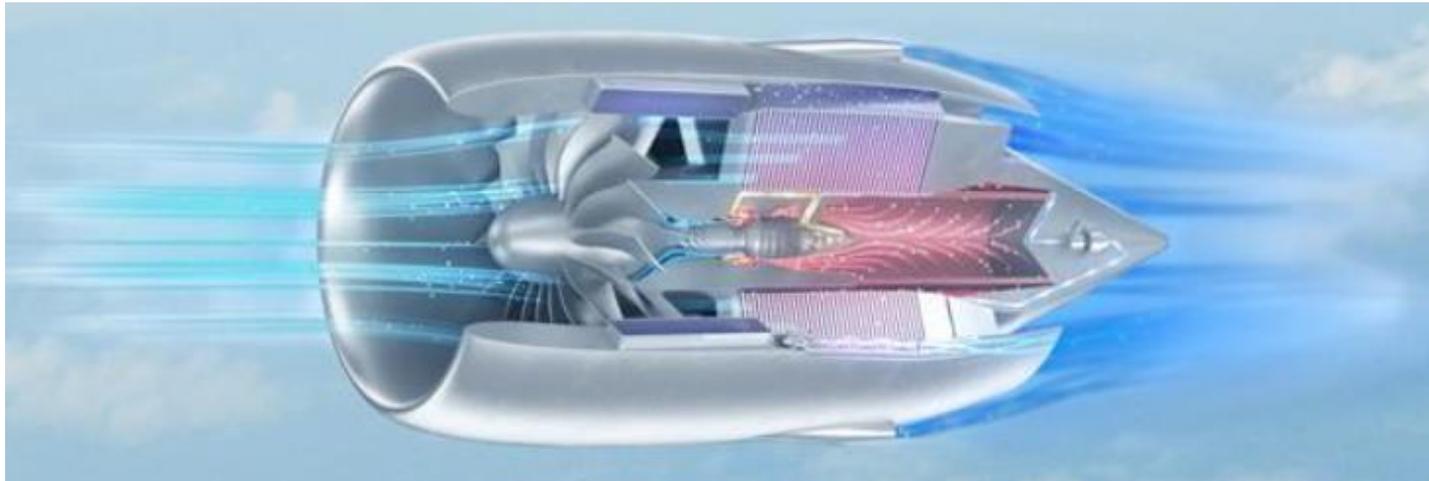
「WETシステム」(Water-Enhanced Turbofan)

排ガスの余熱を利用して、熱交換器で水を蒸発させ、それを燃焼器に噴射  
エンジンが長くなり、抵抗が大きくなるが、

- ・燃費25%向上
- ・CO2排出量を最大25%削減できる
- ・NOx排出量は80%削減される
- ・(硫黄など有害微粒子を含む)飛行機雲(コントレイル)の形成は半減

## ◇水噴射ターボファン(WET)エンジン

・ケロシン、SAF、水素を燃料とし、短距離、中距離、長距離で使用可能

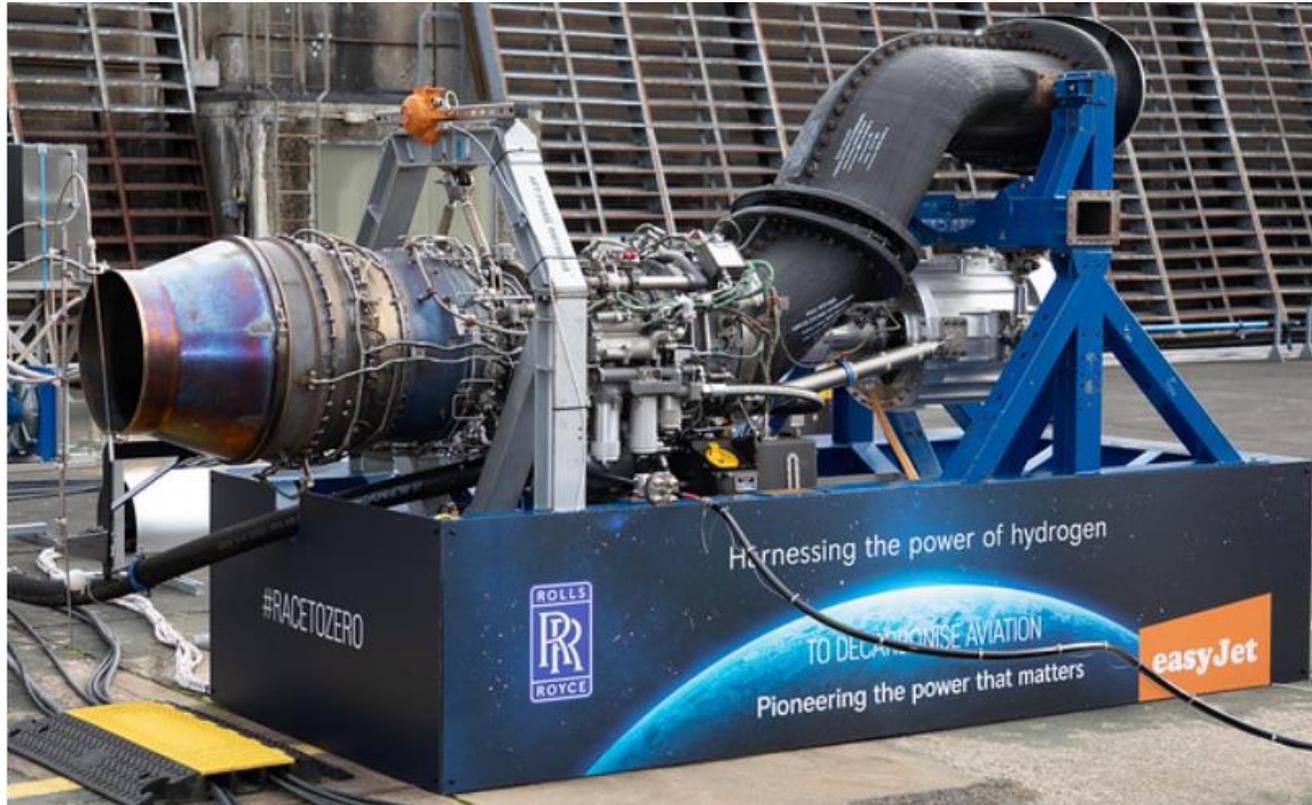


◆ロールス・ロイス「水素エンジン」運転に成功 (flightglobal.221128)

(0.5/38)

- ・ターボプロップエンジンAE2100-A改良型にグリーンガス水素
- ・推力15,125ポンドのビジネスジェット機用Pearl15エンジンにつなげる

Hydrogen test - November 2022



## 《航空機エンジンの脱炭素化が急務の背景》

<https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johoteikyo/methanation.html>

### ◆ メタネーション技術

工場などから回収した二酸化炭素でメタンを合成  
水素と二酸化炭素を反応させ、天然ガスの主成分メタン合成  
水素は再エネルギー電力で水を電気分解「グリーン水素」  
都市ガスの主成分はメタン、既存のインフラを活用できる

### ◆ 工場排出CO2をジェット燃料変換

NEDO研究開発（ウイングデイリー.210308）

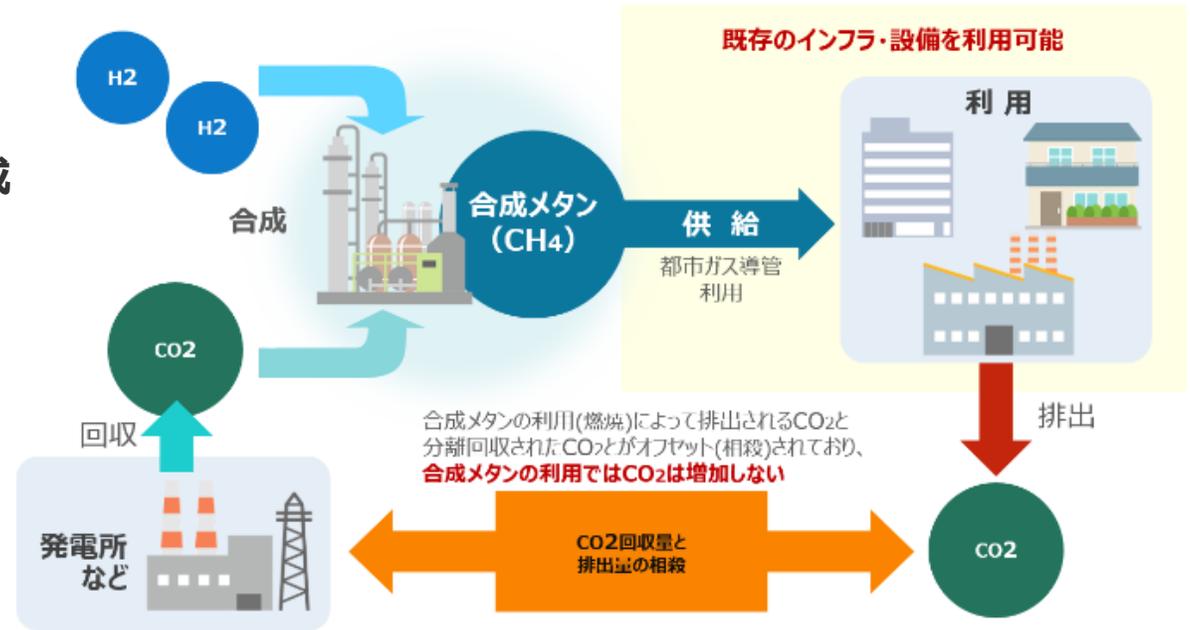
・次世代FT反応と再生エネルギー由来電力利用の液体合成燃料

注：FT反応合成ガス（一酸化炭素と水素の混合ガス）から軽油など石油代替燃料および化学品を合成する触媒反応

参考：FT反応（Fischer-Tropsch process）ドイツの研究者、フランツ・フィッシャーと、ハンス・トロプシュによって1920年代に開発された触媒技術

(2/40)

メタネーションによるCO2排出削減効果



(出典) 日本ガス協会「カーボンニュートラルチャレンジ2050 アクションプラン」を一部修正

◆エアバスと航空会社**DACCS**技術でカーボンクレジット創出（ウイングデイリー.220719） (2/42)

・2025年～28年にエアラインが**炭素除去クレジット**事前購入を視野に  
CO2を**大気中から直接回収**する技術（**DAC**：Direct Air Capture）  
二酸化炭素回収・貯留（**CCS**：Carbon dioxide Capture and Storage）  
組み合わせて**直接大気式炭素回収・貯留（DACCS）**

◆**川崎重工DACCS**関連の取り組み

[https://www.meti.go.jp/shingikai/energy\\_environment/green\\_innovation/pdf/006\\_03\\_08.pdf](https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/green_innovation/pdf/006_03_08.pdf)

多孔体にアミンを担持した**固体吸収材**で、CO2回収温度が60℃程度となり、省エネで**CO2分離回収**が可能に

◆**IHI** 世界トップレベル収率「**CO2からSAF合成**」（ウイングデイリー.221219）

IHIはシンガポールの研究所(ISCE)と開発を進めているCO2を原料としたSAFを合成する**新触媒**開発に成功し、  
反応試験において世界トップレベルである**26%**の液体炭化水素**収率**を達成と発表した。

収率とは、投入したCO2に含まれる炭素のうち、炭化水素に変換された炭素の割合で、触媒性能の指標となる。

**触媒を用いてCO2とH2を化学反応させると**、様々な長さの炭素鎖を持つ炭化水素が生成される。

含まれる炭素数が5以上の液体炭化水素は、**液体燃料の原料**として利用が可能だ。

## 《その他の新技術》

### ◆CFM社「革新的なオープンファン・エンジン構想」発表 (20210727)

(0.5/42.5)

<http://tokyoexpress.info/2021/07/27/cfm>

CFM Internationalが発表した「オープン・ファン」エンジンの完成予想図。

プロペラと同じように回転・大量の空気を後方に送り推力を出すオープン・ファン1段と、ファン空気流を整流する可変ピッチ・ステーター1段で構成する。

・オープン・ファンはオープン・ローターとも呼ばれ、**ファン・ダクトを廃止**  
アンダクテッド(Un-ducted)化、ファン直径を大きくしてバイパス比を増やしファン圧力比を下げ燃費を改善する。  
現用エンジンに比べ**燃費とCO2排出を20%改善**が目標。

狭胴機を含む大型機用としては「オープン・ファン」を含むガスタービンの性能改善が続いている。

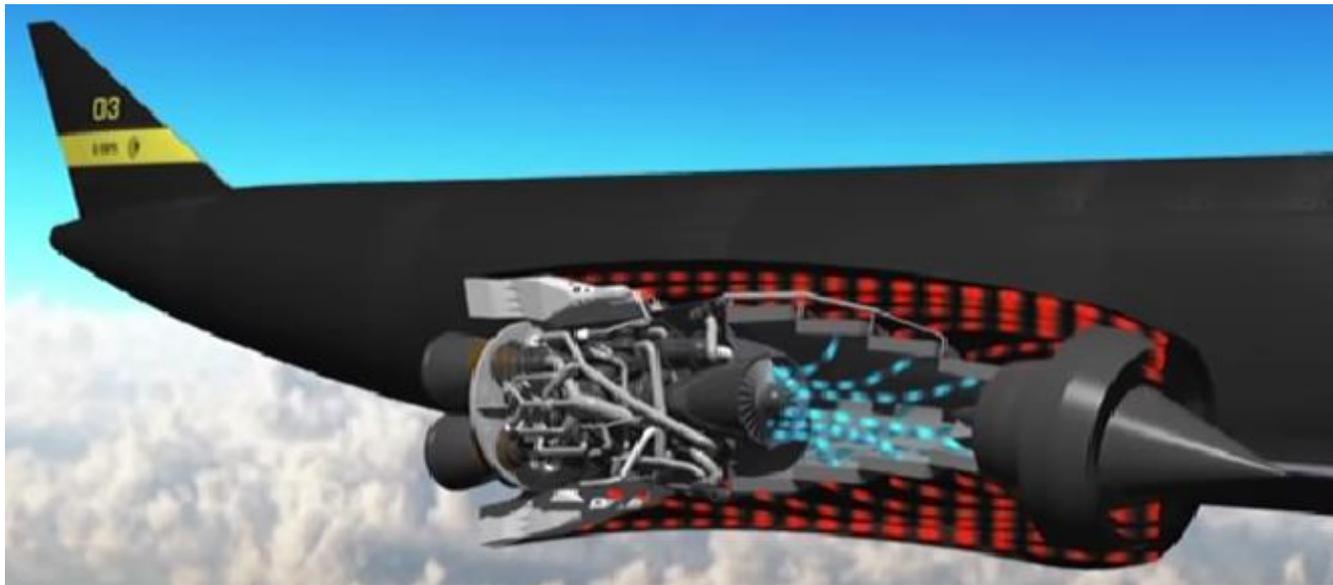
また「オープン・ファン」を駆動するハイブリッド電動装置 (hybrid-electric operation) の開発も重要。



◆ジェット・エンジンSABREでアンモニア燃焼「二酸化炭素排出ゼロ」 (flightglobal.211106) (1/43.5)

・エネルギー密度が高いが不活性で、ガスタービンで使用するには、水素3部と窒素1部に分解する水素と残りのアンモニアを混合して可燃性燃料に、エンジンに**わずかな変更**を加えて使用できる  
装備品を設置のため**翼を広げ**、**燃料タンク**を変更する必要も

A320：航続距離が現在の3,350海里から約1,100海里(2,000km)に減少する



◆ハーバー・ボッシュ法  
アンモニアは超臨界流体状態で  
水素と窒素を触媒を使って製造  
される

<https://www.titech.ac.jp/public-relations/about/stories/ammonia-synthesis>

◆ハイブリッド・エンジンSABRE

- ・アンモニア燃料は**二酸化炭素を排出しない**
- ・アンモニアは水素よりも貯蔵や輸送が容易でコストも安い
- ・ガスタービンや内燃機関で水素と混合燃焼させることができる

## ◆ 「全固体電池」 実用化の見通しは？ (ビジネス+IT.20191009) (0.5/44)

<https://www.sbbit.jp/article/cont1/37046>

### 全固体電池に共通する特性

- ・ 構造や形状が自由 = 薄型など柔軟な電池が実現
- ・ 小さな層を重ねることで小型・大容量化が可能
- ・ 固体なので丈夫 = 寿命が長く、熱や環境変化に強い
- ・ 高速充放電が可能

## ◆ エアバスとルノー「全固体電池」共同研究 (ウイングデイリー.221201)

- ・ 電気自動車とハイブリッド電気航空機開発に寄与

エネルギー管理の最適化とバッテリー重量の改善に関する技術

全固体電池：リチウムイオンに比べ、バッテリーのエネルギー密度を2倍にできる

## 《ユーグレナ(藻)の行方は？》

### 藻類バイオマス (藻類産業創生コンソーシアム)

(0.5/44.5)

[https://algae-consortium.jp/about\\_algaebiomass](https://algae-consortium.jp/about_algaebiomass)

作物・藻類	オイル生産量 L/ha/年	世界の石油需要を満たすのに必要な面積 (100万ha)	地球上の耕作面積に対する割合(%)
とうもろこし	172	28,343	1430.0
綿実	325	15,002	756.9
大豆	446	10,932	551.6
菜種	1,190	4,097	206.7
ヤトロファ	1,892	2,577	130.0
ココナッツ	2,689	1,813	91.4
パーム	5,950	819	41.3
微細藻類① *	136,900	36	1.8
微細藻類② **	58,700	83	4.2

\* バイオマス (乾燥重量) の \* 70%、\*\* 30%が、オイルの種あるいは培養株  
Chisti, Y.(2007) : Biodiesel from microalgae. Biotechnol. Adv. 25, 294-306

- ・ バイオマス燃料が燃焼して放出されるCO<sub>2</sub>は、生物の成長過程で光合成によって大気中から吸収されたCO<sub>2</sub>です。
- ・ 微細藻類は、植物と同様に光合成を行い、オイルを産生します。
- ・ 桁違いに生産効率が高く、またトウモロコシ等のように**食品利用との競合**もありません。

### ◆オイル生産性が飛躍的に向上「スーパー藻類」

・ バイオ燃料生産における最大の壁を打破2018.08.20

<https://www.titech.ac.jp/news/2018/042168.html>

東工大研究グループは、オイル合成**遺伝子**を強化させて**オイル生産と細胞増殖が両立**することを発見した。

微細藻類がオイルを生産するには栄養が欠乏していなければならず、細胞増殖には適さない。オイル生産と細胞増殖を同時に実現することは課題となっていた。



## ◆ユーグレナ「マレーシアにバイオ燃料プラント」検討 (ウイングデイリー.221221)

(1/45.5)

・マレーシアと伊企業と3社2023年に最終投資決定

ユーグレナとマレーシアのPetroliam Nasional Berhad (PETRO-NAS)、イタリアEni社は、バイオ燃料の製造プラントを建設・運営するプロジェクトを共同で検討と発表した。3社は、2025年中に商業プラント完成を目指す。

持続可能な航空燃料 (SAF) や自動車、ディーゼル列車、船舶用の次世代バイオディーゼル燃料 (HVO : Hydrotreated Vegetable Oil) の各製造量を柔軟にコントロールできる設備を備える。

プラントにはEni社がハネウェルUOPと共同開発した「Honeywell UOP's Ecofining process 技術」を導入。

年間65万トン、バイオ燃料 (SAF、HVO、バイオナフサ) 製造能力は日産1万2500バレル (年産72.5万キロリットル) を計画。

原料は使用済み植物油や加工の廃棄物、動物性油脂、**将来的には微細藻類由来の藻油など**、食料生産と競合しない原料を使用する。

★身近にいた新種の**微細藻類**(東京大学、東京理科大学、日本女子大学、国立環境研究所、山口大学、科学技術振興機構JST : 2023.01.27)

—最小サイズの緑藻・**メダカモ**を発見—学名「Medakamo hakoo」

<https://www.jst.go.jp/pr/announce/20230127/pdf/20230127.pdf>

メダカや金魚を飼育していた水槽の藻類を固形培地に線画培養を繰り返すことによって、新種の淡水性緑藻メダカモを発見しました。

メダカモは直径わずか1マイクロメートルの微細藻類であり、光により同調培養が可能です。

微細藻類は、次世代のバイオマスとしても注目されています。

特に**高密度で培養できる小型の微細藻類**への需要が高まり、新種の微細藻類の発見が期待されてきました。

特徴は、メダカモが光合成を行う真核生物として、必要最小限の遺伝子しか保持していないこと

メダカモは**光により**明暗同調培養が可能であり、大量培養して物質生産を行わせる際にも、人為的に

**細胞増殖を管理**できる

メダカモは高密度の大量培養を可能にすることから、高機能食品、**バイオ燃料**、化粧品など有用材料を

**低コストかつカーボンフリー**で生み出す生物資源としても有用な藻類として活用されることが期待されます。

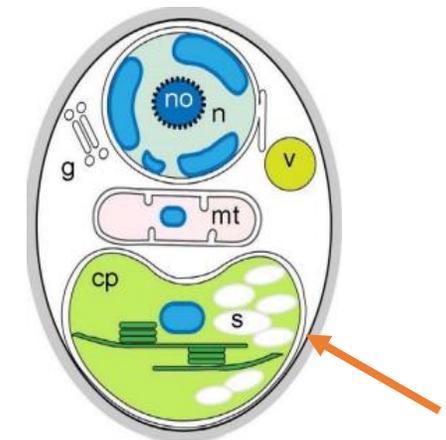
★**デンプンからバイオ燃料を作る** (農畜産業振興機構2017/10)

[https://www.alic.go.jp/joho-s/joho07\\_001393.html](https://www.alic.go.jp/joho-s/joho07_001393.html)

酵母が**デンプンを分解**、発酵し、**バイオエタノール**や**バイオディーゼル**を生産することを見いだした。

注：デンプンとは、光合成によって作られる炭水化物 (多糖類)

お米から作られるお酒は、**バイオエタノール**生産そのもの



デンプン(S)を貯蔵

## 《日本では》

(2/47.5)

### ◆本邦航空分野「中長期」**どれだけCO2排出削減可能か**（ウイングデイリー.220315）

《航空分野：国内の気候変動対策導入効果：推計》

**(2050年)**

- ・ベースケース：排出量5038万トン
- ・**航空技術**による削減**23～31%**（1146万～1545万トン）
- ・**運航技術**による削減**7～8%**（360万～401万トン）
- ・**SAF**による削減**38～55%**（1920万～2775万トン：国内給油：995万～1851万トン、外地給油：925万トン）
- ・**残余分7～31%**（358万～1571万トン）

### ◆「空の脱炭素へ**再生燃料推進**」**2030年1割めざす**（日経.220215）

（再生燃料の**主力は二酸化炭素・水素**に）

日本：2030年時点の最大供給力=1313万キロリットル

- ・**二酸化炭素・水素合成燃料**：514万キロリットル（**39.1%**）
- ・一般廃棄物：306万キロリットル（23.3%）
- ・森林残さ：122万キロリットル（9.3%）
- ・建設木材・製材残さ：119万キロリットル（9.1%）
- ・産業廃棄物：118万キロリットル（9.0%）
- ・農業残さ：106万キロリットル（8.1%）
- ・その他：28万キロリットル（2.1%）

## 《身近な取り組みは？》

(1.5/49)

### ★日本でも運航や空港オペレーションで**可能なことは？**

(発想の転換が必要)

・短い**便間インターバル**や**タイトコネクション**など、日常運航で燃料消費抑制と相反する諸事情が存在する。

それらを見直せば、**今できることは身近にあるはず**。

・**効率的なオペレーション**は、**コスト削減**だけでなく**環境優先**の取り組みでもある。

それは高収益よりも大切な経営目標の時代、なぜなら**二酸化炭素の排出量が増えればクレジット購入という支出になる**。

### ◆**日航「DJSI Asia Pacific Index」構成銘柄に** (ウイングデイリー.221215)

・英国CDPからは**気候変動「A-」**評価を獲得

日航 (JAL) は、**環境・社会・ガバナンス**を対象にした**ESG 投資の指数**となっている「Dow Jones sustainability Index (DJSI)」の**アジア・太平洋地域の企業**で構成される「DJSI Asia Pacific Index」構成銘柄に初めて選定された。

加えて、**国際的な環境非営**

**利団体CDP**から**気候変動「A-」**評価を獲得した。

・CDP：気候変動対策に関する企業の環境情報の開示を推進する英国の**非政府組織NGO**

### ◆**ANAHD「CO2排出減目標」アジア初SBT認定**(jmd.221215)

ANAホールディングスは、同社のCO2 (二酸化炭素) などの**温室効果ガス (GHG) 排出量の削減目標**が、**国際的なイニシアチブ「Science Based Targetsイニシアチブ」**から、**科学的根拠に基づいた目標「SBT」**として認定されたと発表した。

SBT認定を受けたのは、**アジアの航空会社**で初めて。

### ◆**ANAホールディングス気候変動対応で初の最高評価**(daily-cargo.221215)

ANAHDは、**国際環境非営利団体CDP**から**最高評価の「CDP気候変動 Aリスト企業」**に選定されたと発表した。

ANAHDが**Aリスト企業**に選ばれたのは初めて。

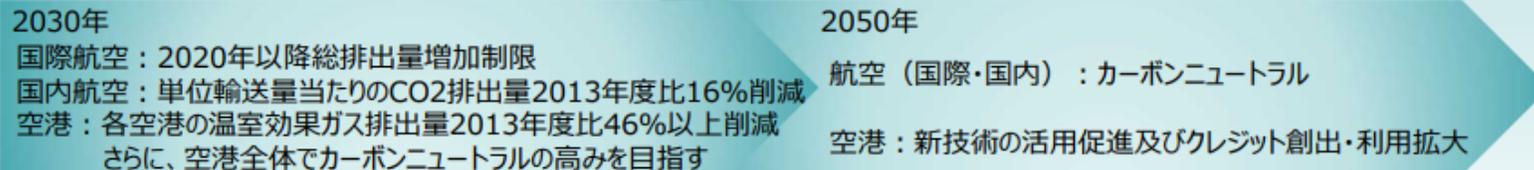
# 航空脱炭素化推進基本方針のポイント

## 1. 航空の脱炭素化の推進の意義及び目標

(意義)

- 2050年カーボンニュートラルに向けて航空の脱炭素化への取組は不可欠
- 国際競争力の維持・強化、航空ネットワークの維持・発展、地域連携・レジリエンス強化のためにも脱炭素化の推進が重要

(目標)



## 2. 政府が実施すべき施策に関する基本的な方針

(基本的な方向性)

- 航空機運航分野と空港分野において脱炭素化を推進
- 国土交通省、環境省、経済産業省その他関係省庁の連携

(具体的な施策)

<b>SAFの導入促進※1</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>国産SAFの原料調達及び開発・製造</li> <li>サプライチェーンの構築及びCORSLA認証 等</li> </ul>	<b>管制の高度化等による運航の改善</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>航空交通全体の最適化への取組及び航空路、出発・到着、空港面といった場面ごとの改善策の推進 等</li> </ul>	<b>航空機環境新技術の導入</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>低燃費機材の導入促進</li> <li>安全基準の策定、国際標準化への取組 等</li> </ul>
<b>空港施設・空港車両の省エネ化等の促進</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>空調・照明等の高効率化</li> <li>航空灯火のLED化</li> <li>空港車両のEV・FCV化 等</li> </ul>	<b>空港の再エネ拠点化等の促進※2</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>太陽光発電等の地域特性を考慮した再エネの導入拡大</li> <li>地域との連携やレジリエンス強化 等</li> </ul>	<b>航空機・空港の利用者等への航空脱炭素化の取組の理解促進</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>インターネット等を活用した積極的な情報提供・発信 等</li> </ul>

※1 2030年時点の本邦航空運送事業者による燃料使用量の10%をSAFに置換  
 ※2 2030年度までに再エネ発電容量230万kW導入を目標

## 3. 関係者が講ずべき措置に関する基本的な事項

(航空運送事業者)

- SAFの積極的な利用推進、運航改善策の検討、低燃費機材や航空機環境新技術を搭載した機材の導入、航空機・空港の利用者への取組の理解促進 等

(空港管理者、空港関係事業者等)

- 空港施設・空港車両の省エネ化等、空港の再エネ拠点化等、空港脱炭素化推進協議会の活用、地域との連携、航空機・空港の利用者への取組の理解促進 等

(その他関係者)

SAF原料調達に関する事業者	新技術開発事業者、大学・研究機関	省エネ・再エネの技術等を有する事業者	空港周辺の地方公共団体
燃料製造・供給事業者			航空機・空港の利用者

## 4. 航空運送事業脱炭素化推進計画の認定に関する基本的事項

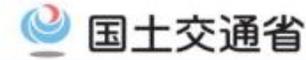
①認定手続き（申請者、計画期間、計画内容、申請時期）

## 5. 空港脱炭素化推進計画の認定に関する基本的事項

②認定基準（基本方針に適合等）、③変更

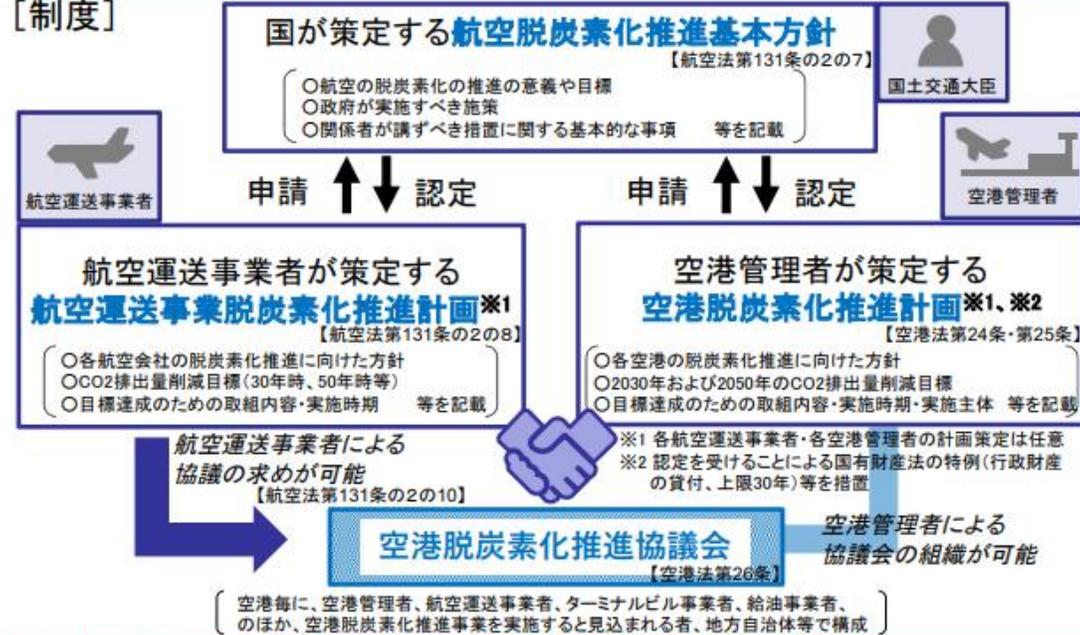
・2022年度予算要求に支援策

## 航空脱炭素化推進の制度的枠組み



- 世界各国・各分野でカーボンニュートラル推進の動きが加速する中、昨年度、国土交通省では、2030年～2050年を見据えた航空分野の脱炭素化を推進するための工程表(ロードマップ)を作成。
  - 今般、工程表等に基づく施策を広く国民的な課題として共有するとともに、各事業者や各空港が主体的・計画的に取組を進め、適切に説明責任を果たしていくことができるようにするための制度的枠組みを導入。
- ➔ **航空法・空港法等の改正(両法の目的規定に脱炭素化の推進を位置付け)** [令和4年6月10日公布、令和4年12月1日施行]

[制度]



[主な取組内容](工程表等に掲げた事項)

**航空機運航分野**

- 機材・装備品等への新技術の導入
- 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

**空港分野**

- 空港施設・空港車両からのCO2排出削減
- 再生可能エネルギーの導入促進
- 地上航空機・空港アクセス等からのCO2排出削減

太陽光発電の導入の様子

※写真提供：関西エアポート㈱

反映

### 国によるフォローアップ

- ・航空運送事業/空港脱炭素化推進計画の取組状況の進捗管理(計画の変更認定時等)
- ・国土交通省航空局が設置するCO2削減に関する有識者会議等における大局的・専門的議論

### 国の指針等に関する取組

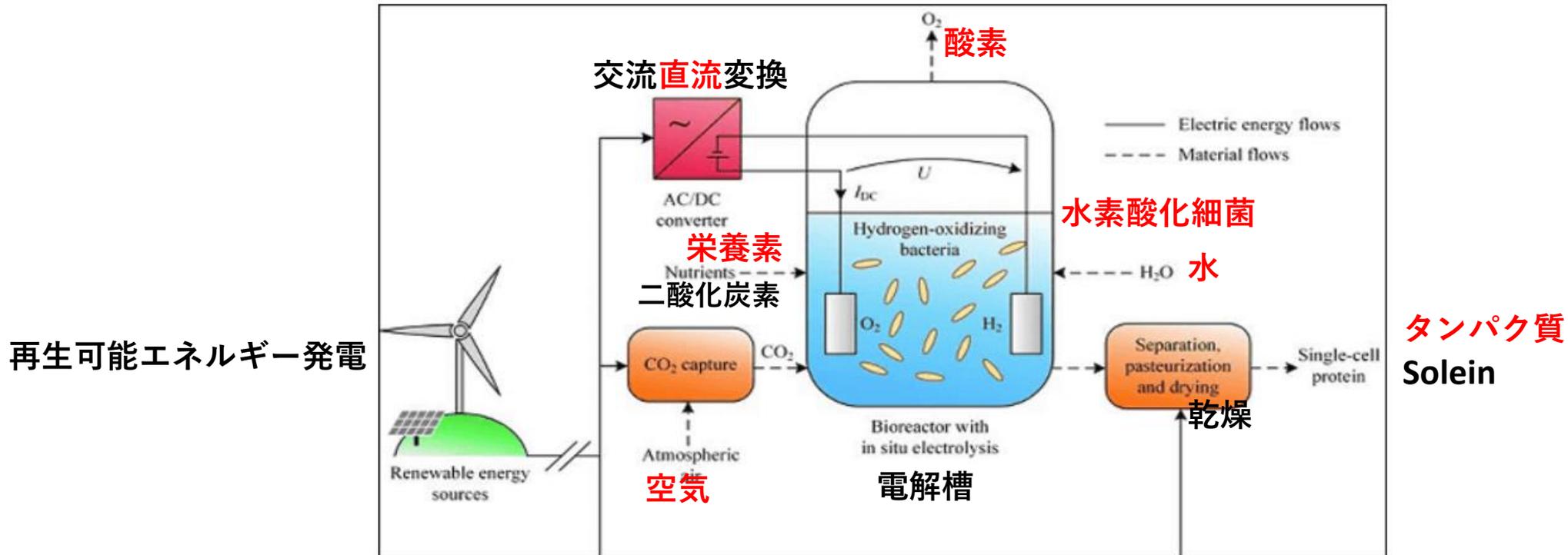
- ・地球温暖化対策計画等との調和を図るための基本方針の改定【航空法第131条の2の7】
- ・「**空港脱炭素化推進のための計画策定ガイドライン**」や整備マニュアルの策定及び改定

◆微生物、空気、電気でタンパク質「フィンランドSolar Foods社」 (2021.04.09)

<https://foodtech-japan.com/2021/04/09/solar-foods-2/>

微生物、空気、電気を使ってタンパク質を開発するソーラーフーズ社がフィンランド気候基金 (The Finnish Climate Fund) から1000万ユーロ (約13億円) の出資を受けた。SOLEIN

同社のタンパク質SOLEINは微生物に餌として空気と電気を与え発酵させ増殖させたものをタンパク質の粉末としている。生産プロセスで排出される温室効果ガスは畜産牛肉の200分の1、植物性タンパク質の5分の1となる。主役は微生物の1つ水素細菌(水素酸化細菌)で、細菌を増やすのに電気分解プロセスを活用している。微生物の体の中では、取り込んだ二酸化炭素が炭素化合物(タンパク質)として貯蔵される。Soleinは65~75%以上のタンパク質を含有し、さまざまな食品に活用できる。



## 《他産業と水素の争奪戦も？》

(1.5/55)

### ◆水素発電「実現のカギは調達力」 (日経.230110)

<https://www.nikkei.com/article/DGXZQOUF0476Y0U3A100C2000000/>

関西電力は2050年のカーボンニュートラルを見据え、既存の火力発電所を水素など次世代燃料に切り替える。2025年に液化天然ガスLNG発電所で少量の水素を混焼する実証を始め、2030年には大規模発電所で取り組みを始める。どれくらい水素比率を高められるか、カロリーベースで1割、体積ベースで3割ほど混ぜられる。課題は大量の水素を安定して調達できるかだ。関西電力は製造した水素を確実に購入する「オフテイカー」として参加できる。東京電力と中部電力が出資するJERAなども水素調達に取り組んでいる。安定調達に向けては国内での製造も不可欠だ。系統用蓄電池を使った再生可能エネルギーで水素を製造するほか、地熱発電所の熱を使って製造する研究を進める。原子力発電の次世代炉が実現すれば、将来は原発を使った水素製造も目指す。韓国やシンガポールなども水素の普及に力を入れており、水素輸入にも積極姿勢を示す。日本貿易振興機構JETROの試算では国内需要の2割は豪州産の水素になるという。

### ◆国内LNG火力発電所「水素利用」実証事業 (Jera.210826)

[https://www.jera.co.jp/information/20210826\\_748](https://www.jera.co.jp/information/20210826_748)

株式会社JERAは、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構NEDOプロジェクトに対し、LNG火力発電所における水素発電技術の実証事業の応募を行い、採択を受けました。当社は、火力発電所の燃料として、水素やアンモニアを利用することで、化石燃料の使用量を削減し、発電時にCO2を排出しない「ゼロエミッション火力」の開発を目指しています。ゼロエミッション火力への過程では、段階的に水素やアンモニアの利用率を高め、CO2排出量を抑制していく計画です。水素とLNGを混合燃焼できる燃焼器をガスタービンに設置し、2025年度に体積比で約30%（熱量比で約10%相当）のLNGを水素に転換して発電することを目指します。