

【課題番号】 5-2405

【研究課題名】 持続可能な航空燃料による CO₂ 削減と健康リスク低減の共便益性評価に資する航空機排出インベントリの構築

【研究期間】 2024 年度（令和 6 年度）～2026 年度（令和 8 年度）

【研究代表者（所属機関）】 竹川 暢之（東京都立大学）

研究の全体概要

民間航空需要が COVID-19 から回復傾向にある中で、従前より重要課題であった航空機排出 CO₂ の削減が改めて注目されている。そのために、再生可能又は廃棄物を原料とするジェット燃料（持続可能な航空燃料：SAF）の導入が推進されている。SAF はエンジンからの不揮発性粒子（煤）排出量を減少させる可能性があり、CO₂ 削減と健康リスク低減への関心が国際的に高まっている。本研究では、SAF 導入に伴う CO₂ 削減と健康リスク低減の共便益性あるいはトレードオフの定量的評価に資する、国内空港を対象とした最新の航空機排出インベントリを構築することを目的とする。

民間航空機のガスタービンエンジンの試験は多大なコストと時間を要する上に SAF の化学的性状も多種多様であり、現状では SAF 対応インベントリ構築に必要なデータは極めて限定的である。このため、限られた先行研究データを独自の室内実験に基づき体系化した上で、排出量推計の基礎データを整備する。複数種の SAF を用いた室内燃焼実験により従来燃料 Jet A-1 と SAF の燃焼特性を比較し、化学動力学計算による評価を行うことで、SAF 由来のガス・粒子排出係数を近似的に推定する。また、ジェットエンジンオイルに特化した粒子排出係数や、エンジン以外の多様な発生源（ブレーキ等）に関する排出係数も推定する。これらの知見に基づき、SAF やオイル等に対応したガス・粒子排出係数をデータベースとして整備する。上記の排出係数を用いて、米国連邦航空局が提供する数値モデル（AEDT）等によりガス・粒子状物質の排出量を推計し、空港周辺における実大気観測に基づき検証する。最終的には排出量推計値を時間的・空間的に平滑化した上で航空機排出インベントリを構築する。SAF は次世代の航空需要と環境対策の共生で鍵となる要素であり、本研究の成果は航空分野の地球温暖化対策と健康リスク低減の指針を与えるものとして、環境行政への貢献が期待される。

研究の全体概要図

持続可能な航空燃料によるCO₂削減と健康リスク低減の共便益性評価に資する航空機排出インベントリの構築

(研究代表機関: 東京都立大学; 研究期間: 2024-2026年度)

国際的背景

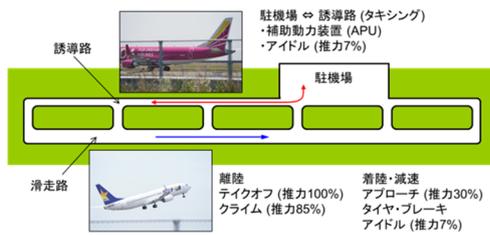
▶ 持続可能な航空燃料 (SAF) 導入によるCO₂削減と健康リスク低減が国際航空分野における重要課題。

目的

▶ SAF導入に伴うCO₂削減と健康リスク低減の共便益性あるいはトレードオフの定量的評価に資する、国内空港を対象とした最新の航空機排出インベントリの構築。

サブテーマ1 (東京都立大学、日本自動車研究所)

空港内の多様な発生源を考慮した航空機排出インベントリの構築



航空機からのガス・粒子排出特性は離着陸 (LTO) サイクルで大きく変化
⇒ 高い時間・空間分解能の詳細推計が必要

PRTR届出外排出量推計

- ・インベントリ構築法として実績有。
- ・現状は古い基礎データを使用。
- ・観測による直接検証は困難。
- ・基礎データの更新手法の開発により有効活用が可能。

併用

数値モデルAEDTによる推計

- ・連邦航空局による最新モデル。
- ・高い時間・空間分解能。
- ・観測による直接検証が可能。
- ・長期的な観点ではインベントリ構築法としては適していない。

【独創性・新規性】

- ・SAF導入を見据えた最新知見のパラメータ化。
- ・従来インベントリにないジェットエンジンオイルやブレーキも新たに考慮。

SAF対応排出係数 (サブテーマ2):

$$EI_{SAF}(LTO) = EI_{JetA1}(LTO) \times f_{SAF}$$

既存データ f_{SAF} : 室内実験 + 先行研究

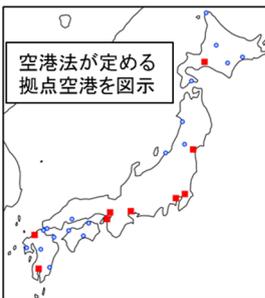
ジェットエンジンオイル排出係数 (サブテーマ3):

$$EI_{oil}(LTO) = CFM56 \text{エンジン試験から近似式}$$

既存データの燃料由来有機物もCFM56で近似

ブレーキ排出係数 (サブテーマ1):

$$EI_{brake}(着陸) = \text{室内実験と機体重量から近似式}$$



拠点空港28のうち離発着の多い主要空港10 (■印) に対してAEDTで排出量計算 (それらの一部を実大気観測で検証)

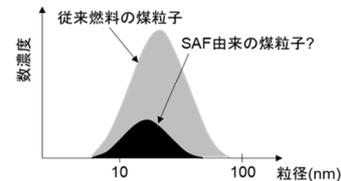
AEDTとの比較で改良されたPRTR推計法に基づき、国内空港 (拠点空港28、地方管理空港54、その他空港7、共用空港8) について排出インベントリ構築

→ 定期的な更新が可能

サブテーマ2 (東京電機大学)

持続可能な航空燃料を中心とした燃料由来のガス・粒子排出量推計に関する基礎データの構築

- ・室内実験で従来燃料Jet A-1およびSAFについて排出データを取得。
- ・実機エンジンに対する先行研究データを室内実験に基づき体系化。

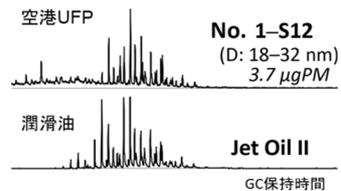


サブテーマ3 (国立環境研究所)

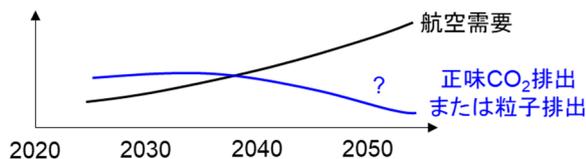
ジェットエンジンオイル由来の粒子排出量推計に関する基礎データの構築

- ・ジェットエンジンオイルからの粒子生成メカニズムの解明と排出係数の推定。
- ・オイル粒子をトレーサーとした航空機排ガスの拡散過程の検証。

GC-MS分析結果 (Fushimi et al., 2019)



急速に変化する国際航空情勢への対応



・今後30年程の間に、航空機からの粒子排出はかつてない急速な変化を示す可能性がある。

・航空需要あるいはSAF供給量に合わせて、定期的に排出インベントリを更新できるスキームが必要。

・本研究の改良PRTR推計法により上記スキームを整備。