

羽田空港を離発着する航空機の排熱・排ガスデータベース構築 および都市気象への影響調査

東京理科大学 正会員 ○仲吉 信人
土木大学 正会員 小野村 史穂
土木大学 非会員 近藤 慧史

1. はじめに

近年、世界的に航空需要が高まりを見せており、今後の数十年にわたってさらなる航空機の運航数、発着回数は増加していくと予測されている。航空機は膨大な量の燃料を使用する熱源であると同時に、その燃焼に伴う汚染物質を多量に排出する汚染源であるため、航空機による化学物質の発生過程や飛行機雲が引き起こす太陽放射の阻害などの気候への影響など、航空機による地球環境への影響が懸念される。

日本の航空市場は、その大半を首都圏の空港が担っており、短距離路線にも排出量の多い大型機が多数使用されるという特殊な事情を抱えている。特に羽田空港は一日千便を超える世界的にも大きな発着回数を持つ空港であり、東京都心部から距離にして 10km と近接しているため運航される航空機から排出される化学物質や人工排熱による影響を調査することは有用である。加えて、2020 年 3 月より都心の直上を航空機が飛行する特殊な飛行経路が使用されるなど都市空間への影響が増加する懸念がある。

そこで、本研究は羽田空港を離着陸する航空機による排熱と排ガスの排出量の実態について実運用をできるだけ考慮したデータベースを構築し、その排出データを使用した気象シミュレーションを通じて、周囲の都市環境に対する航空機の影響調査を試みる。

2. 航空機の排熱・排ガスデータベース構築

本研究では羽田空港の 2018 年 9 月ダイヤをベースとし、全定期航空便が高度 3000 ft (約 914 m) 以下に排出する排熱、窒素酸化物 (NO_x)、一酸化炭素 (CO)、および炭化水素 (HC) の量を推定した。各排出量の分布を 500 m の格子解像度で算出した。具体的な算出手順を次節以降に示す。

(1) 機材情報

定期便に使用される航空機の機材を航空会社時刻表および Flightradar24 によって調査し、各機材が装備しているエンジン、航続距離、燃料搭載量、離陸にかかる時間および滑走に必要な距離をまとめた詳細な時刻表データを作成した。さらに、国際民間航空機関 (ICAO) が公開しているエンジンデータを使用し、離陸・上昇・着陸進入・地上走行の 4 エンジンモードにおける排熱量および汚染物質量を各航空機が装備しているエンジンに基づいて毎秒あたりの排出フラックス量として算出した。

(2) 飛行経路情報

羽田空港は 4 本の滑走路を保有しており、北風運用・南風運用に大別される運用方法によって使用される滑走路および飛行経路が変化する。本研究では Flightradar24 により提供されている実際の航空機の軌跡データを平均し飛行経路を算出した。各便の行先・滑走距離・時間帯などからどの経路を通過するかを分配して排出量計算を行った。

(3) 排出データ

航空機排ガス・排熱データ例として、羽田空港全便の CO・HC・NO_x・排熱フラックス量の 24 時間平均値を地上から高度 3000 ft まで鉛直積算し図 1 に示す。南風運用時と北風運用時は排出分布に明確な違いが確認される。CO は不完全燃焼時に多く排出されるため、エンジン出力の低い地上走行時に排出が多くなる傾向が反映されている。排熱は離陸経路を中心に高い値が分布している。50 W/m² を超える値は滑走路端付近のみに集中しており、その他の地上走行部では 10~30 W/m² 程度であった。

作成したデータは 500 m 格子にリサンプリングし、メソ気象計算用データベースとした。

キーワード 領域気象シミュレーション, 人工排熱, 都市気象, 拡散過程

連絡先 〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641 東京理科大学 TEL 04-7122-9620

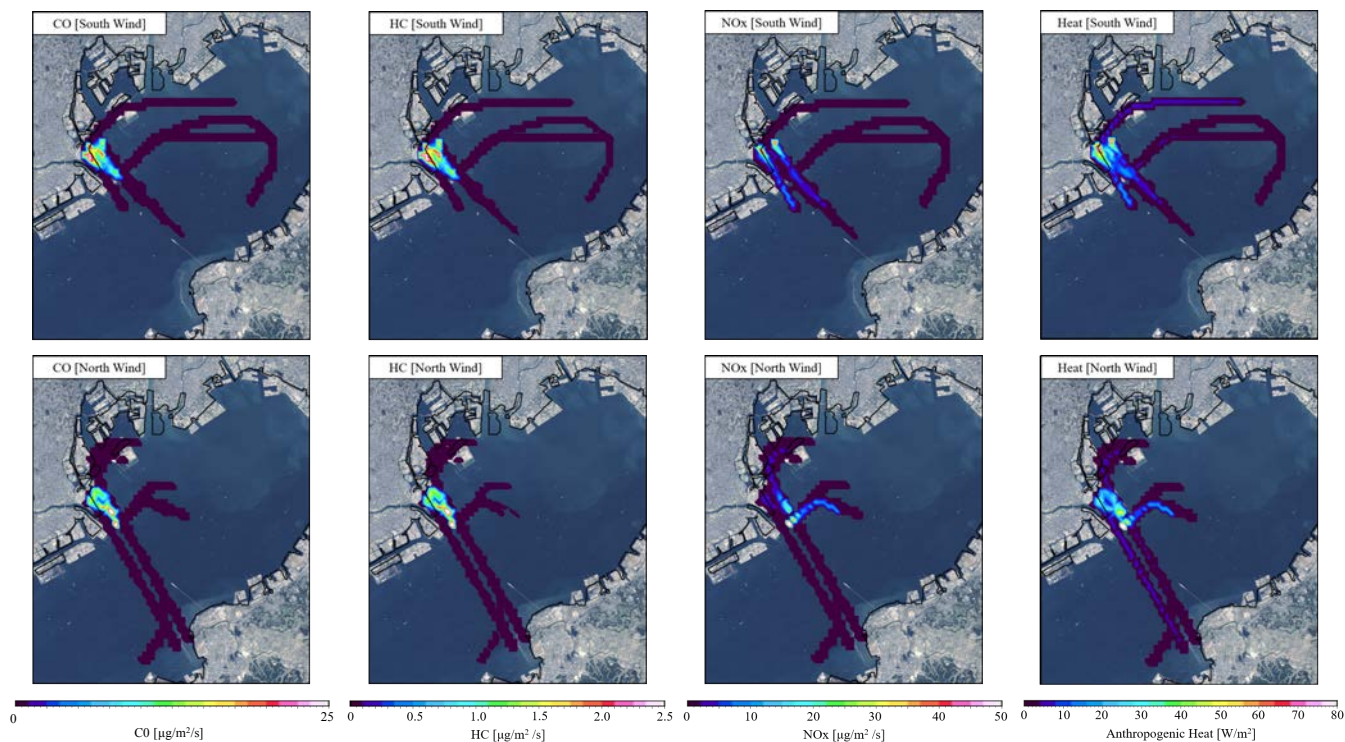


図-1 排ガス・排熱フラックスの鉛直積算の空間分布（24 時間平均値）。上段：南風運用時、下段：北風運用時

3. 気象シミュレーション

領域気象モデル WRF、WRF chem（どちらもバージョン 3.9.1.1）を用い、2018 年 8 月の晴天日を対象とし気象シミュレーションにより航空機排熱・排ガス量の影響調査を実施した。図 2 に南風運用時の航空機排熱による地上気温（図 2-a）、および境界層高度（図 2-b）の偏差を示す（東京 23 区の平均）。ここで偏差とは排熱を含まない計算値と排熱を含んだ計算値の差分であり、航空機排熱のみの影響に加え、航空機排熱とその他の人工排熱（自動車、産業排熱など）を加味した場合も併せて示す。航空機排熱による地上気温の昇温（図 2, 黒実線）は 23 区平均で最大で 0.2 K 程度であり、人工排熱由来のものより低い。一方、大気境界層高度は最大 100 m 近く上昇している。大気境界層は乱流混合が盛んな層として定義される。乱流混合される高度が増加することで排熱が大気で稀釈され、地上気温の上昇に繋がらなかった可能性が考えられる。また、航空機排熱による乱流混合の促進が積乱雲の形成に寄与する可能性があり、それについては今後詳細な検討が必要である。

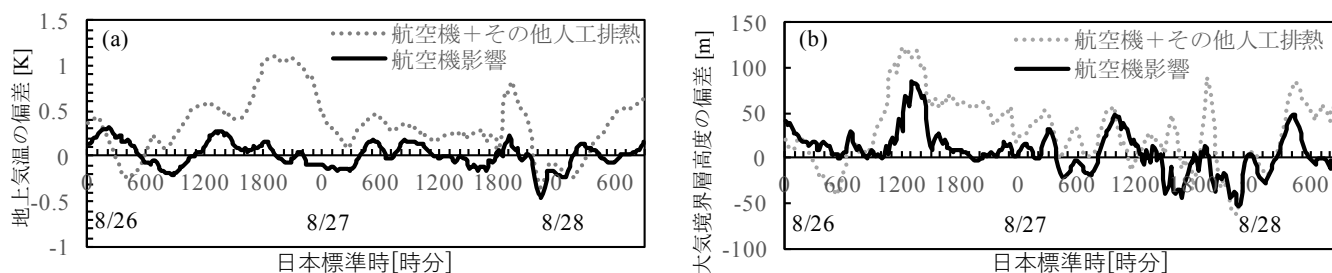


図 2 羽田空港を発着する航空機の排熱影響。排熱を含まない計算結果と排熱を含む計算結果の差分。

謝辞

本研究は次の大成学術財団の助成を受け行われた。ここに謝意を表す。