

航空機の騒音負荷軽減に関する取り組みのご紹介



於 第7回羽田新経路の固定化回避に係る技術の方策検討会

2025年12月23日

宇宙航空研究開発機構 航空技術部門

我が国の**航空産業の振興**及び人々が安心して安全かつ便利に暮らすための**社会課題解決**を目指し、
産学官と多分野連携の結節点として、4+1の研究開発プログラムを推進する

1. 地球環境や安全性を向上する航空機システム技術を獲得し、産業の発展に寄与する。

2. 多様な航空機が高密度に飛び交う空の安全性と
低騒音性を確立し、空のモビリティを実現する。

3. 地表～宇宙を自由に移動する高速輸送システム
技術を獲得し、シームレスな空と宙の利用を可能とする。

4. 航空技術の応用により、人が生き生きと豊かに暮らせる安心・安全な社会を実現する。

5. DX、設備、国内外共創体制の創出・発展により、航空科学技術による産業基盤の強化を実現する。

- CO2削減等に係るGX技術等の新技術の実用化に向けたシステム実証

- 高頻度・高密度の運航管理技術の確立
- 人口密集地での社会受容性向上

- 宇宙技術×航空技術の融合
- 行政・ビジネス一体による国際的フレームワーク参画

- 気象条件やバリアフリー化など航空輸送の制約解消
- 災害救助や生活インフラなどのレジリエンス強化

- 試験・解析技術と設備の構築、研究開発情報の蓄積と共有、国際標準化・基準策定への参画

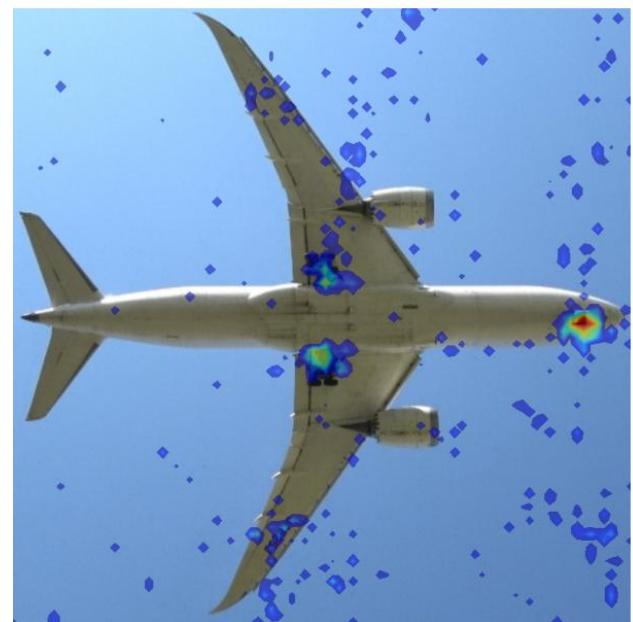
ターボファンエンジンの開発とバイパス比の向上が進んだことにより、離陸上昇時の騒音は低減してきた。一方、着陸進入時の音は、低減幅が小さく、さらに近年は停滞気味である。

JAXAにて成田国際空港に着陸進入するBoeing 787の音源分布を測定し、音源別寄与度の推定を行った結果から、着陸進入時には、エンジン騒音よりも、主に脚や、揚力を増やすため主翼の前後に展開されるスラット・フラップで生じる機体騒音の寄与が大きく、これらの音を低減することが、必要不可欠となっている。

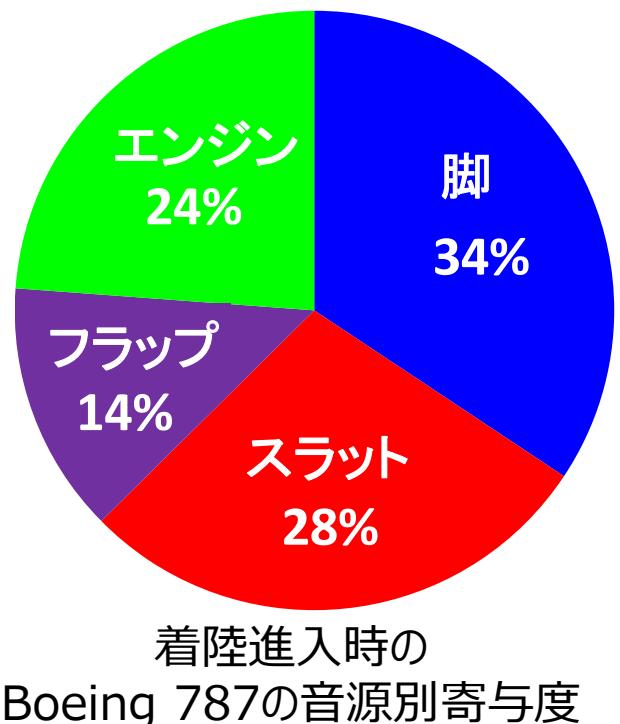
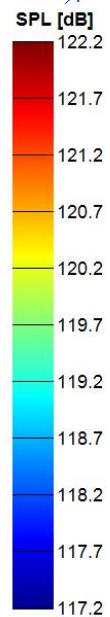
JAXAが成田空港B滑走路の着陸進入経路下にて音源測定を行った結果



音源測定の様子



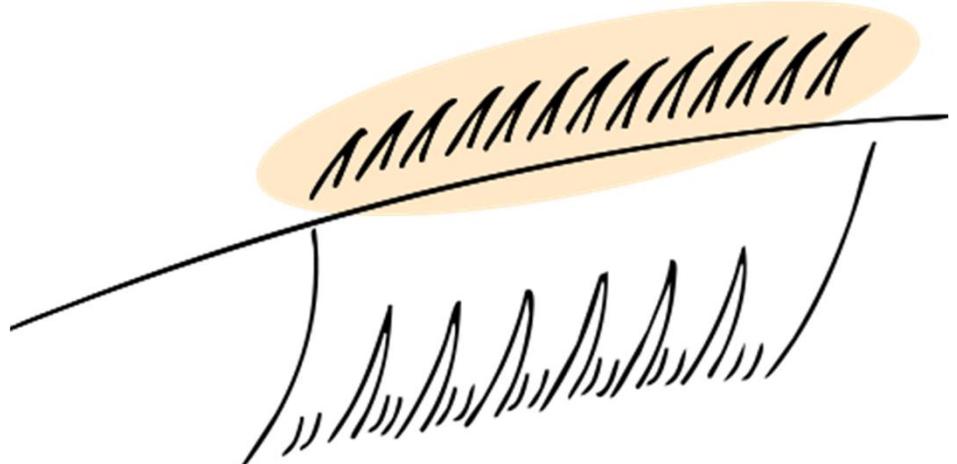
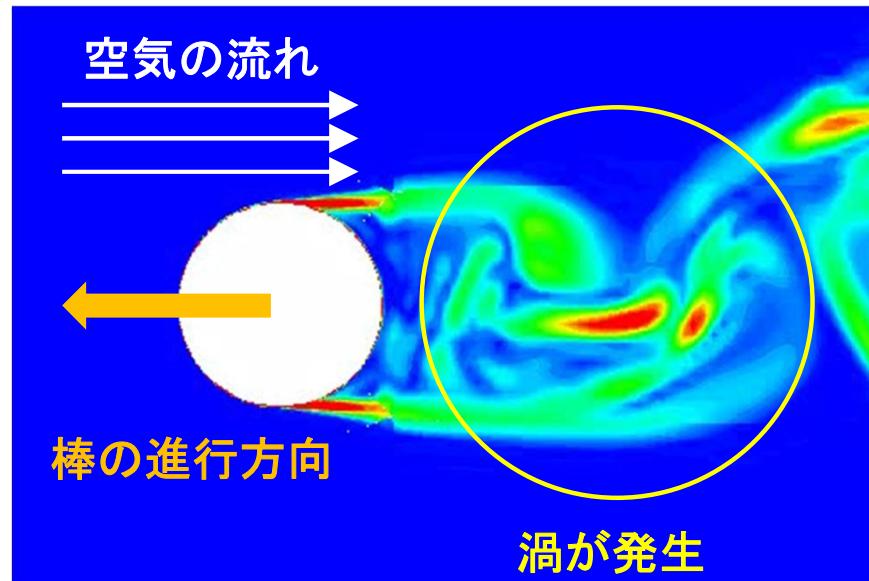
着陸進入時の
Boeing 787周りの音源分布



着陸進入時の
Boeing 787の音源別寄与度

機体騒音とは

- 機体騒音(Airframe noise)とは、旅客機の翼や車輪などの物体が空中を移動するときに発生する「風切り音」である。
- 物体が空中を移動することで渦が作られ、その渦が時間的に変化したり、渦同士や物体にあたって変形する時に、音が発生する。物体を断面方向から見ると、空気の流れは下の動画のようになっている。棒が移動する方向とは反対の面で渦が発生する。
- 騒音低減のためには渦の発生を少なくしたり、渦同士がぶつからないようにすることが効果的である。たとえば、棒に等間隔にテープを巻いて長さ方向の直径をわずかに変えることで、同じ大きさの渦が出にくくなり、音の発生が抑えられる。

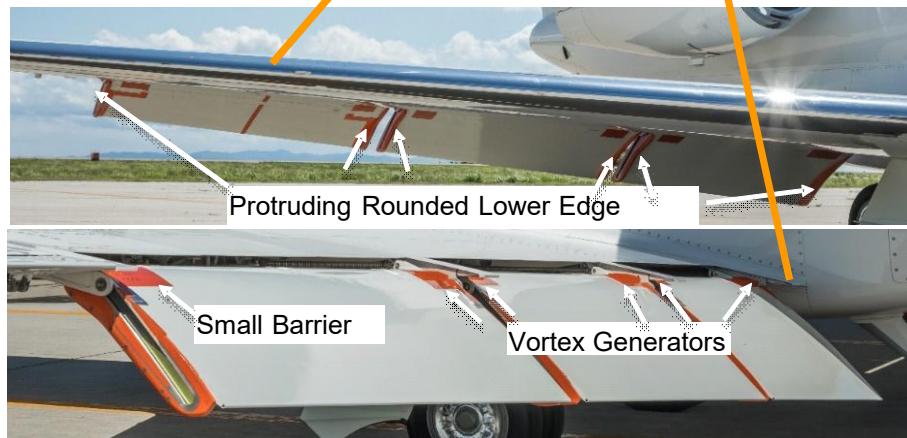


フクロウの羽根にはギザギザした構造があり、これにより風切り音の原因となる渦の発生を減らすことで、静かに飛ぶことができる。

2015年から4年間実施したFQUROH(フクロウ)プロジェクトにおいては、先進的なコンピュータシミュレーション(CFD)技術を風洞試験とともに活用して、JAXA実験用航空機「飛翔」のフラップと主脚用の低騒音化デバイスを設計し、石川県能登空港における2回の飛行実証試験を通じて、十分な騒音低減効果が得られることを確認した。



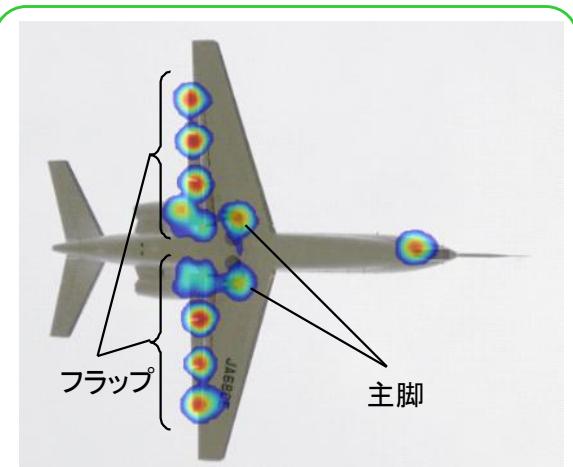
フラップとスラットを改造した状態のJAXA実験用航空機「飛翔」



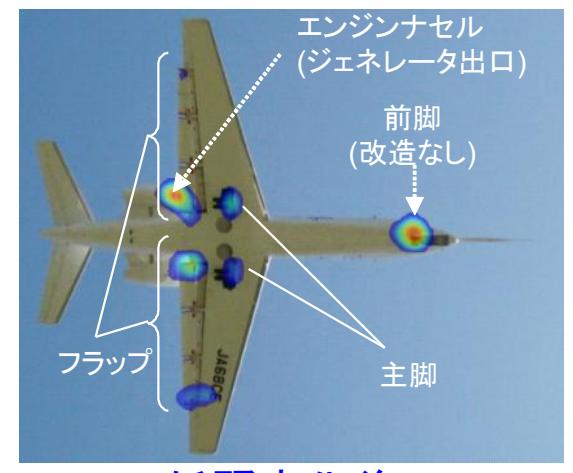
フラップの改造



主脚の改造



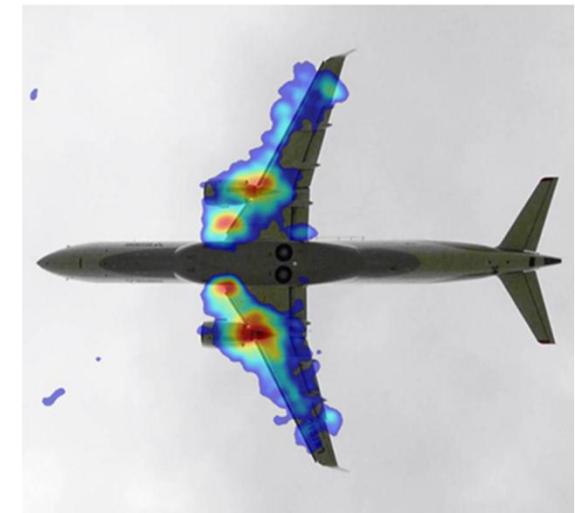
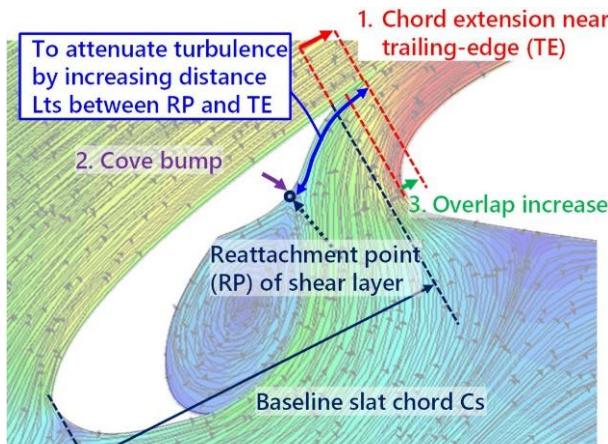
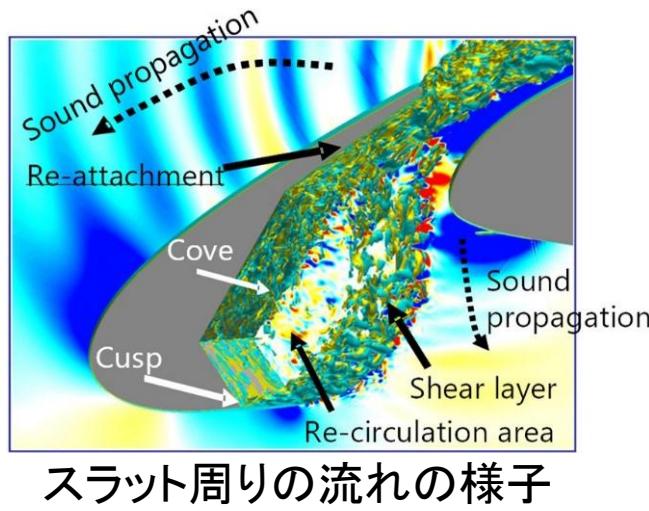
低騒音化前



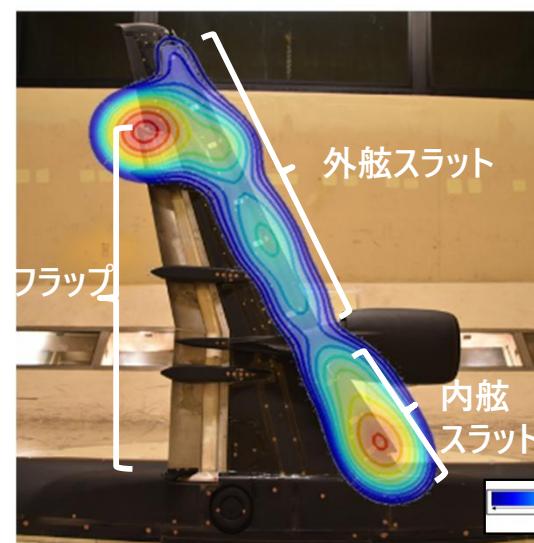
低騒音化後

高揚力装置(スラット・フラップ)の低騒音化

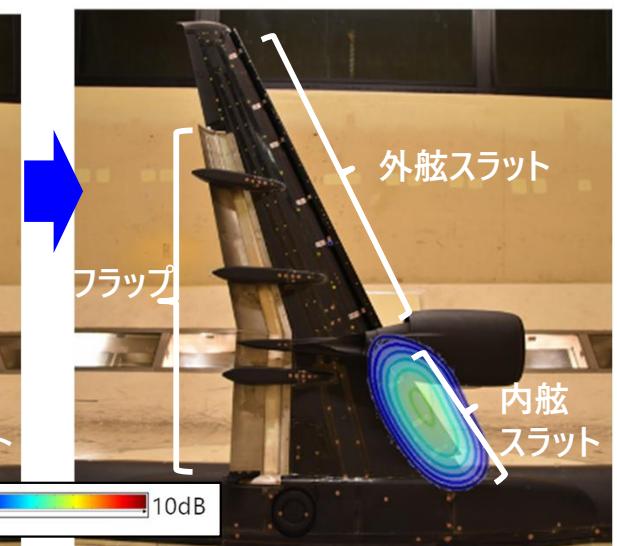
高揚力装置からの発生する音を低減するため、主たる音源であるスラットとフラップに着目した。CFDや風洞試験の結果、JAXAの提案する低騒音化コンセプトによって、十分な低減効果が得られることを確認した。



ベースライン形態



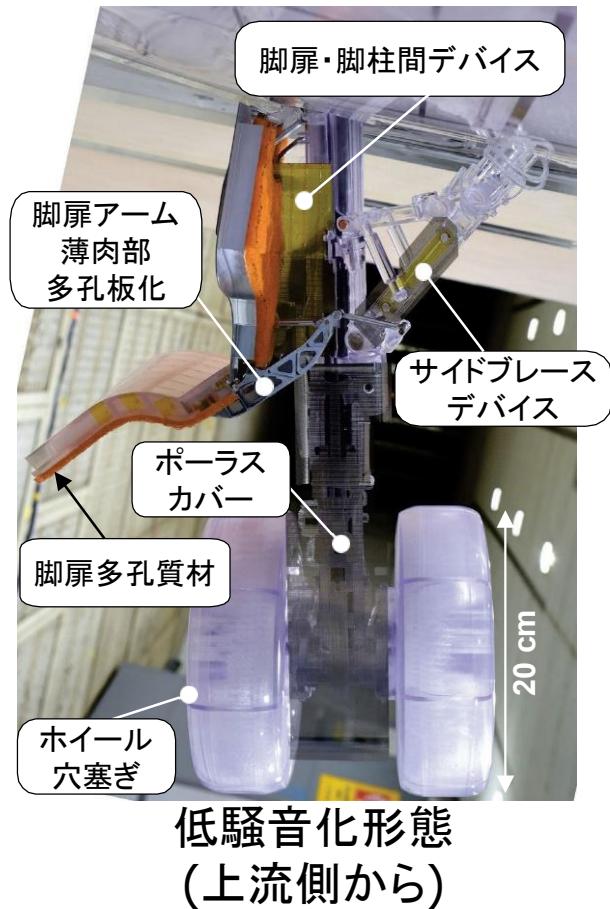
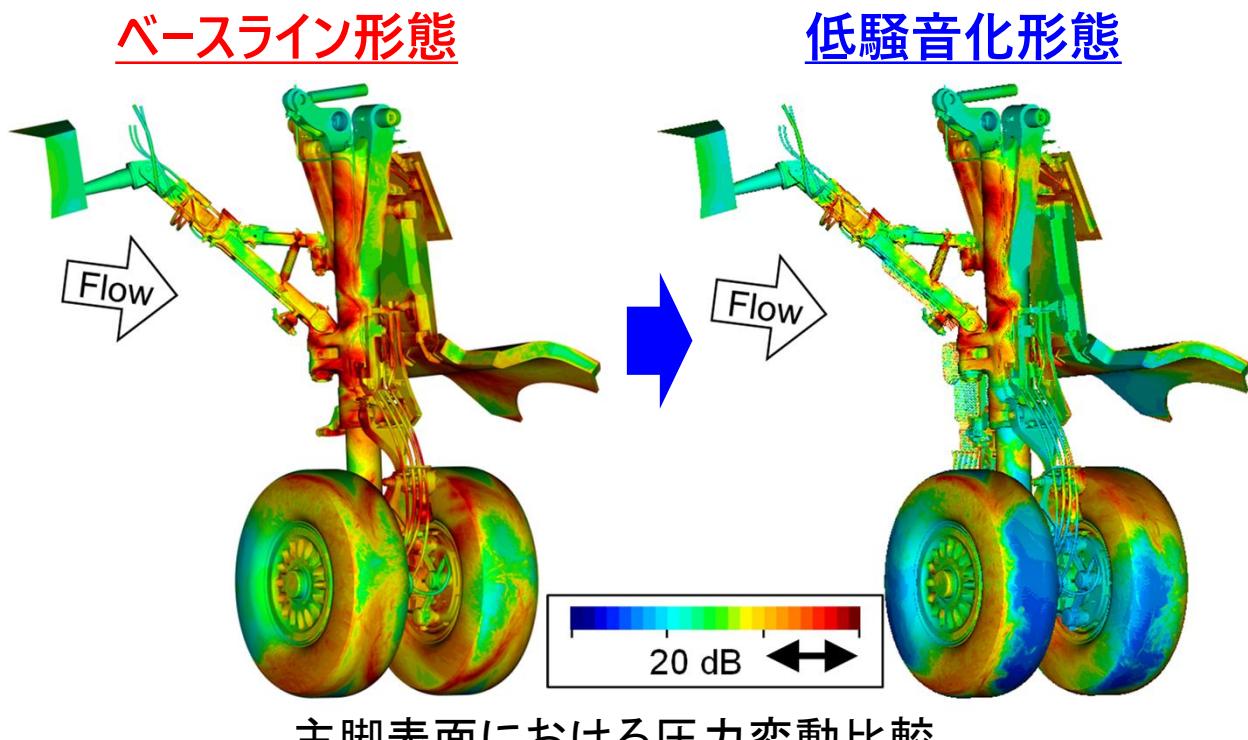
低騒音化形態



風洞試験による低騒音化前後の音源分布比較

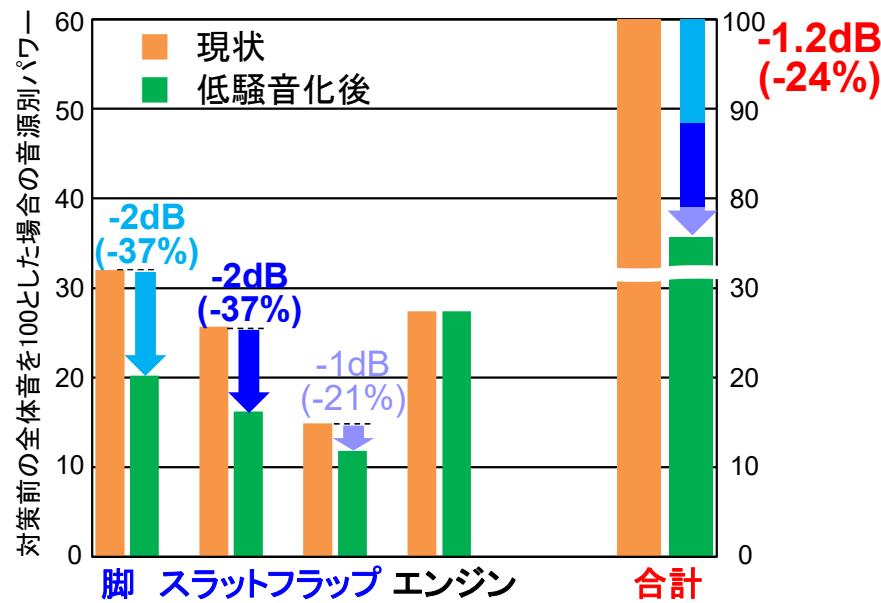
主脚の低騒音化

機体が大きくなるほど降着装置から生じる騒音は相対的に大きくなる。風洞試験やCFDを用いた検討によって、飛行中に低騒音化デバイスが付いたままで脚が収納できる見通しを得た上で、十分な低騒音化効果を確認することができた。

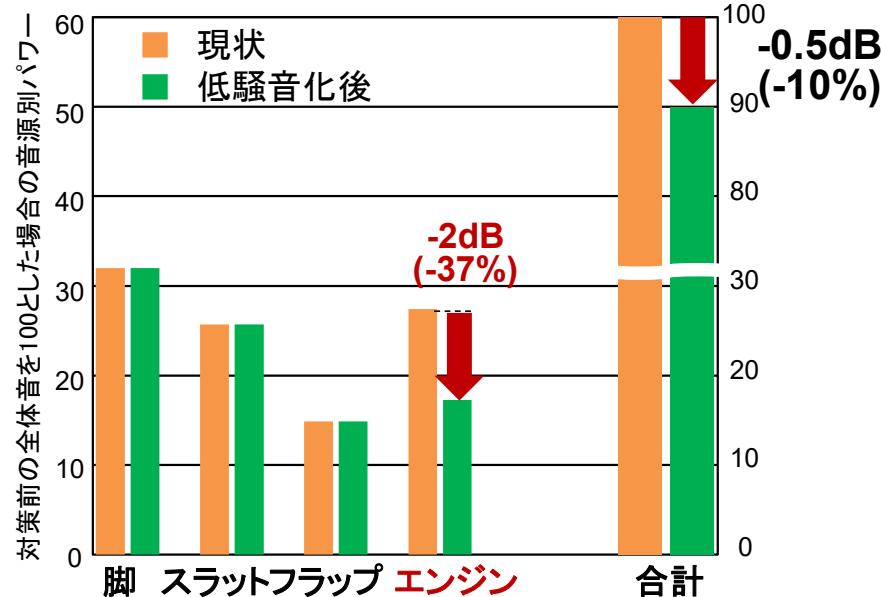


着陸時の航空機騒音へ与える影響の推算

シナリオ #1 機体騒音のみ低減

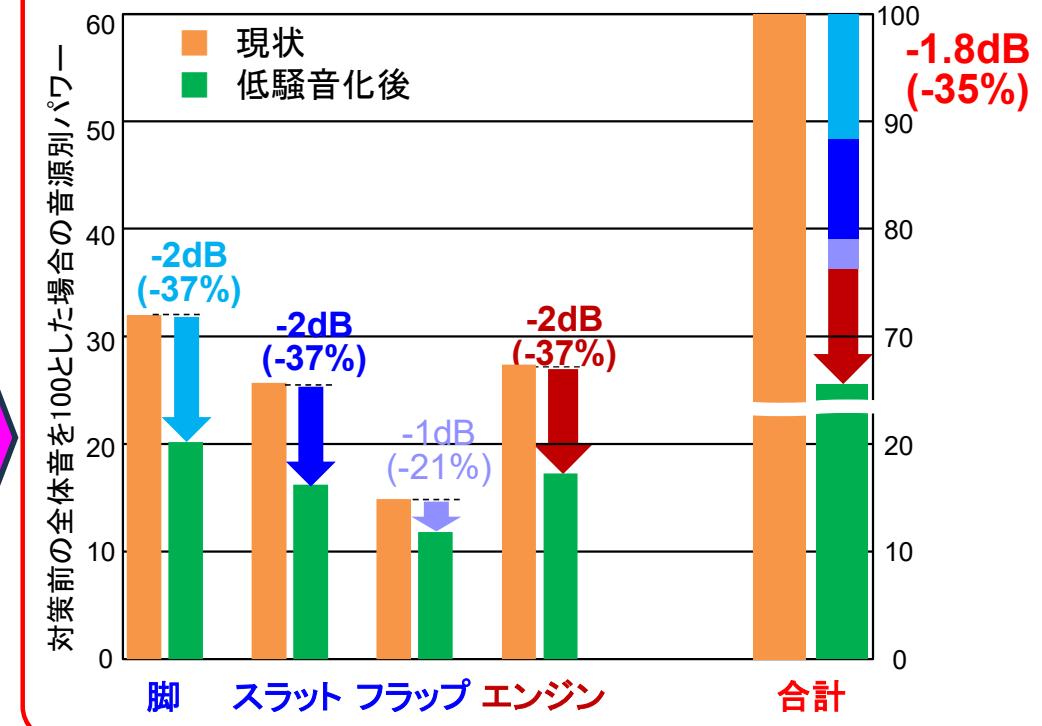


シナリオ #2 エンジン騒音のみ低減



着陸時においては航空機騒音全体に対する寄与が大きい機体騒音を低減することが重要である。

シナリオ #3 機体騒音・エンジン騒音 共に低減



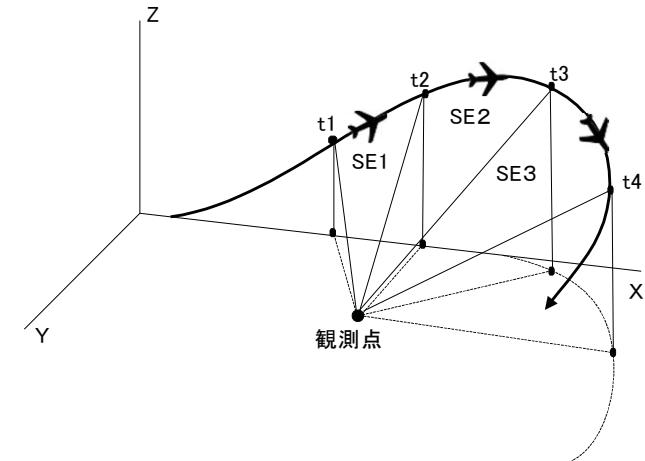
従来の航空機騒音予測モデル

1. セグメントモデル/シミュレーションモデル

- FAA(米)のAEDT(旧INM)、EURO CONTROLのSTAPES、日本のJCAB2モデルなど。
- 一機全体を一つの点音源として表現 (Noise Power Distance Data)
- 航空機騒音対策には、広く用いられている。
- それぞれの騒音源の寄与を、評価することはできない。

2. 詳細モデル

- NASA(米)のANNOP2、DLR(独)のPANAMなど。
- コンポーネント毎の精緻なモデルで構成
- 航空機の設計(特に型式証明)には、用いられている。
- 非開示のメーカー技術情報を入手することが困難である。

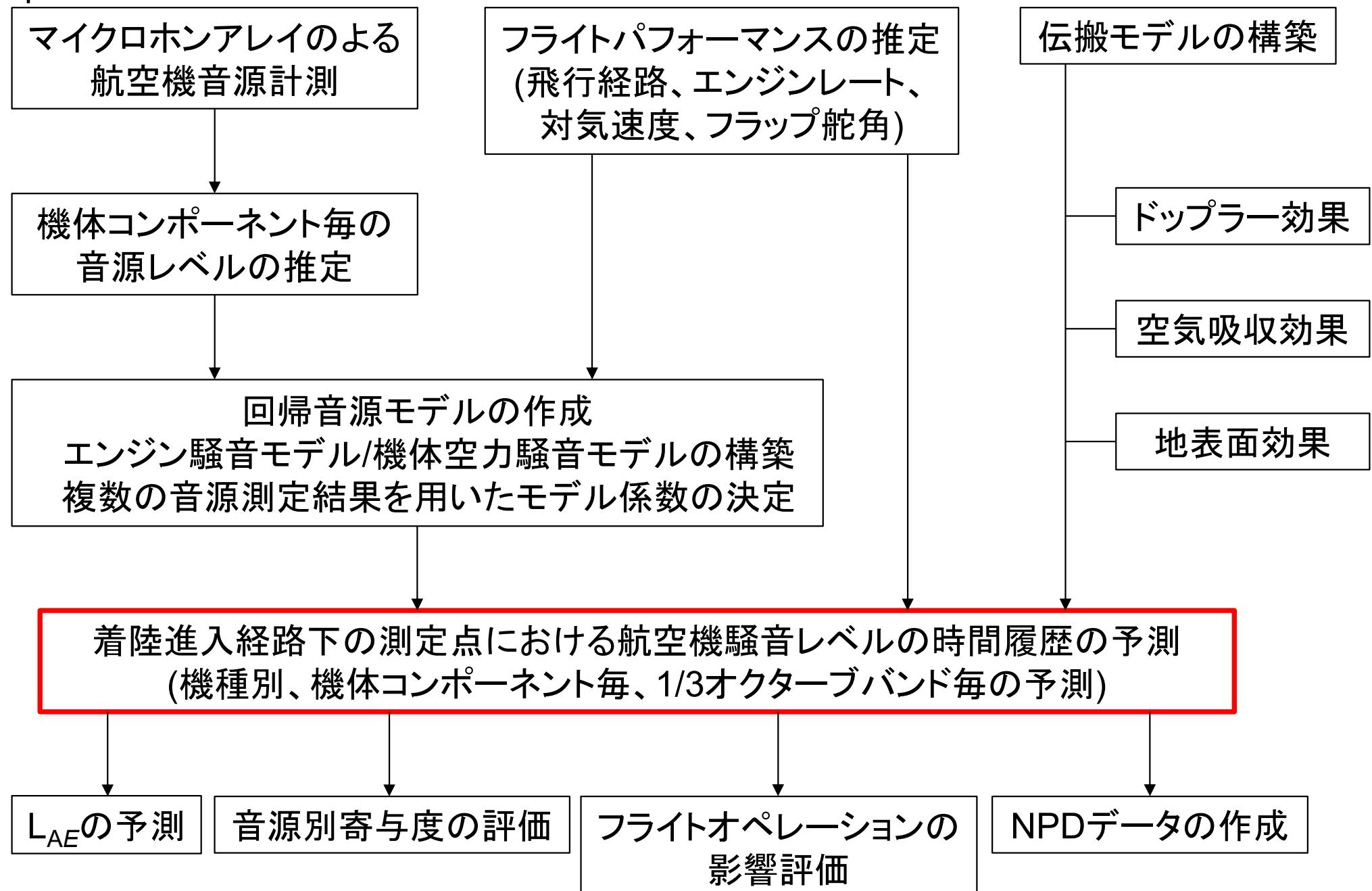


JAXA、小林理学研究所、東京大学、成田国際空港振興協会の4者の共同研究にて、

- ✓マイクロホンアレイによる旅客機実機騒音源測定結果を用いて、脚・高揚力装置・エンジンといった機体コンポーネント毎の音源モデルを作成
- ✓着陸進入フェーズにおける任意の高度・速度・エンジンレート・高揚力装置および脚の展開状況における地上騒音の時間履歴を、機体コンポーネント毎、1/3オクターブバンド周波数毎に予測可能なJ-FRAIN(Japan- FRamework for Aircraft Noise simulation)モデルを開発

J-FRAIN予測モデルの全体構成

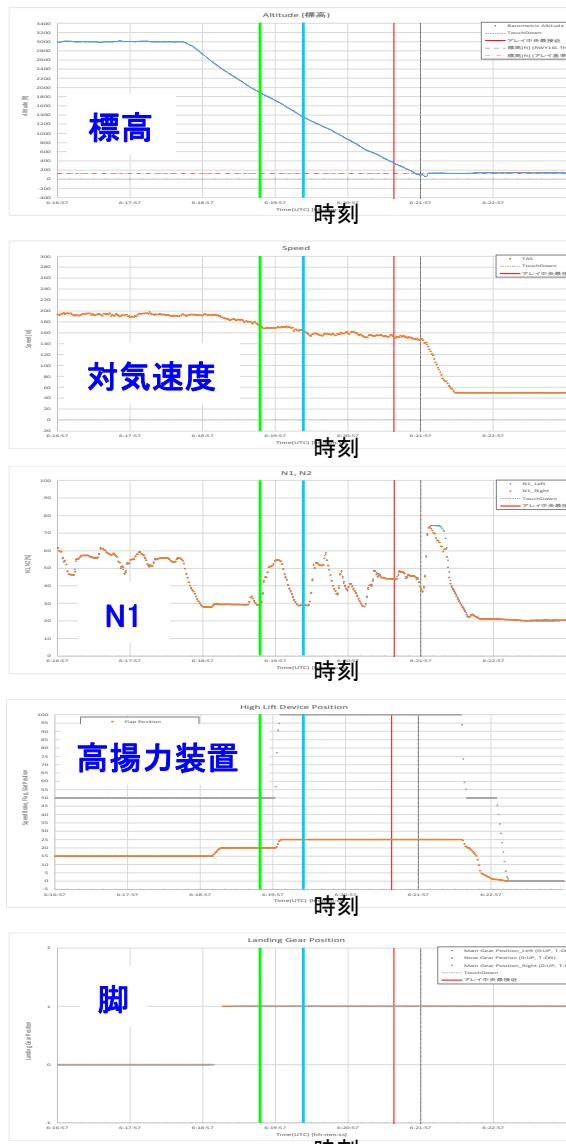
Japan- FRamework for Aircraft Noise simulation



J-FRAINを用いた音源別寄与度の推定 (B787の例)



QARから取得した機体のパラメータ値



滑走路から離れた観測点では、**機体空力騒音**の割合が高く、**エンジン騒音**の割合が低い。

これは、

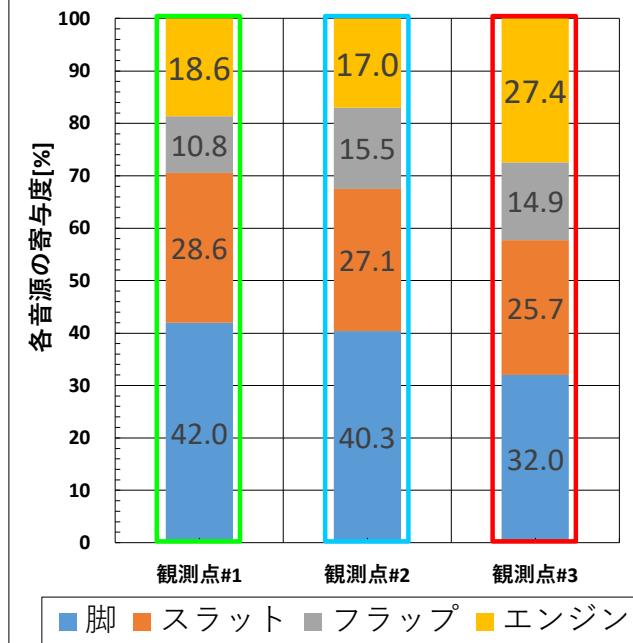
- ・対気速度が大きく、空力音が大きい
- ・伝搬距離が長く、エンジンの高周波数音ほど減衰しやすい
- ・(エンジンレートが小さく、エンジン音が小さい)

といった理由が考えられる。

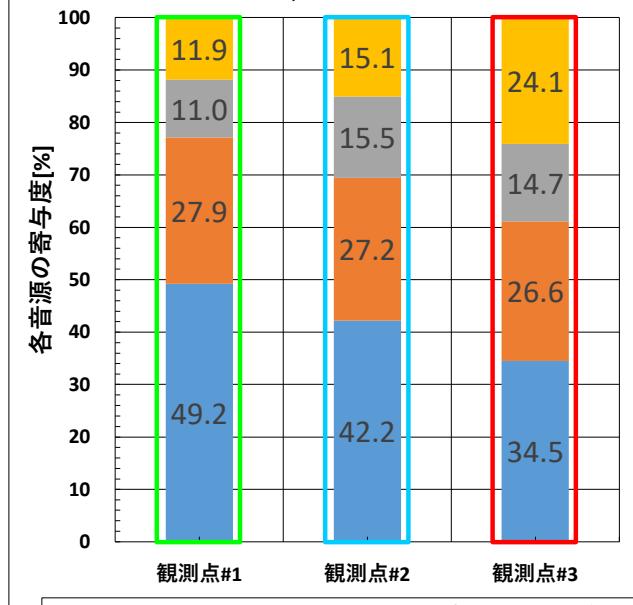


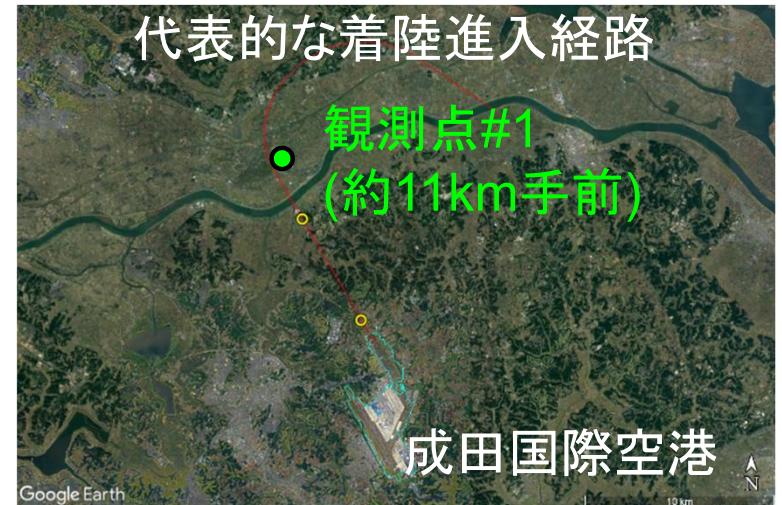
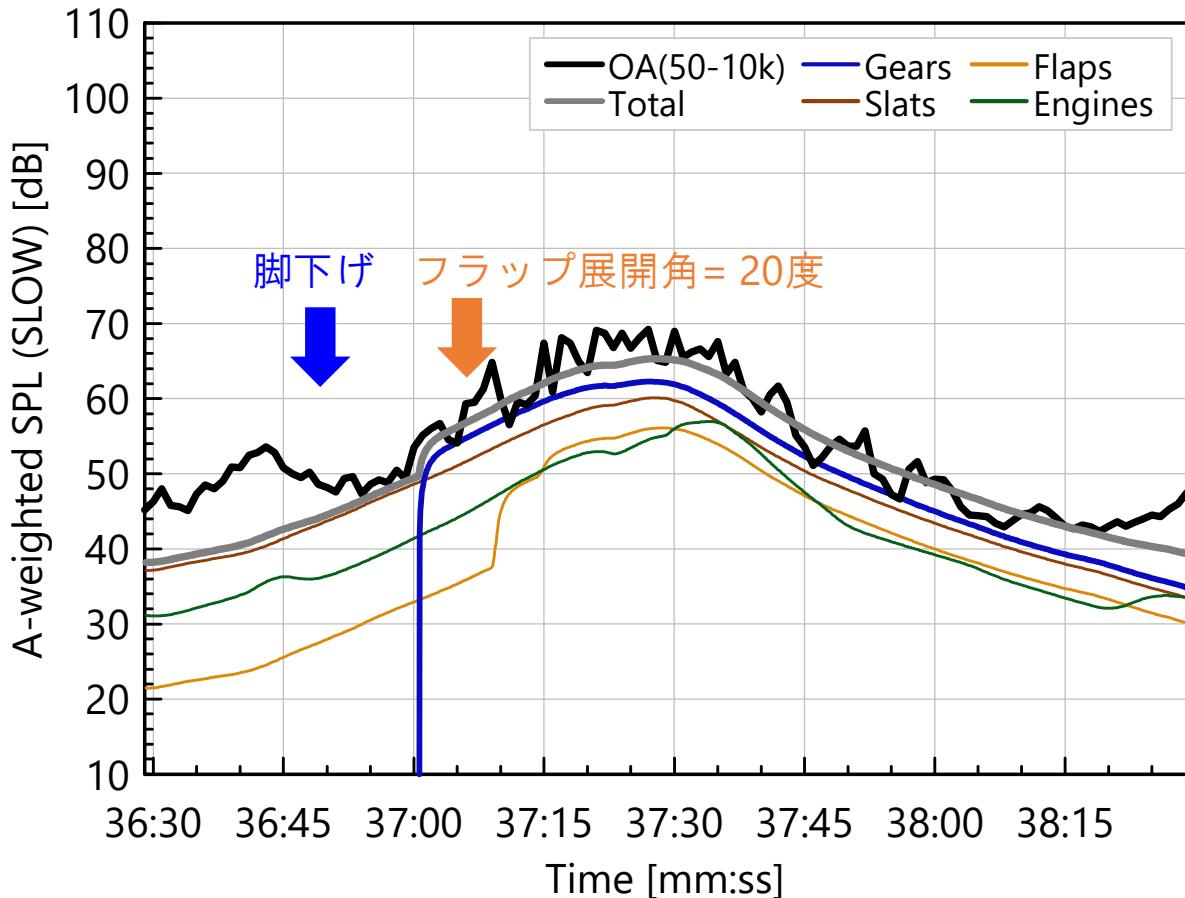
(FQUROH2019_B787_8x_PN311)

B787-8 Genx1B70の平均



B787-8 Genx1B70, 左のQARを示したPN311





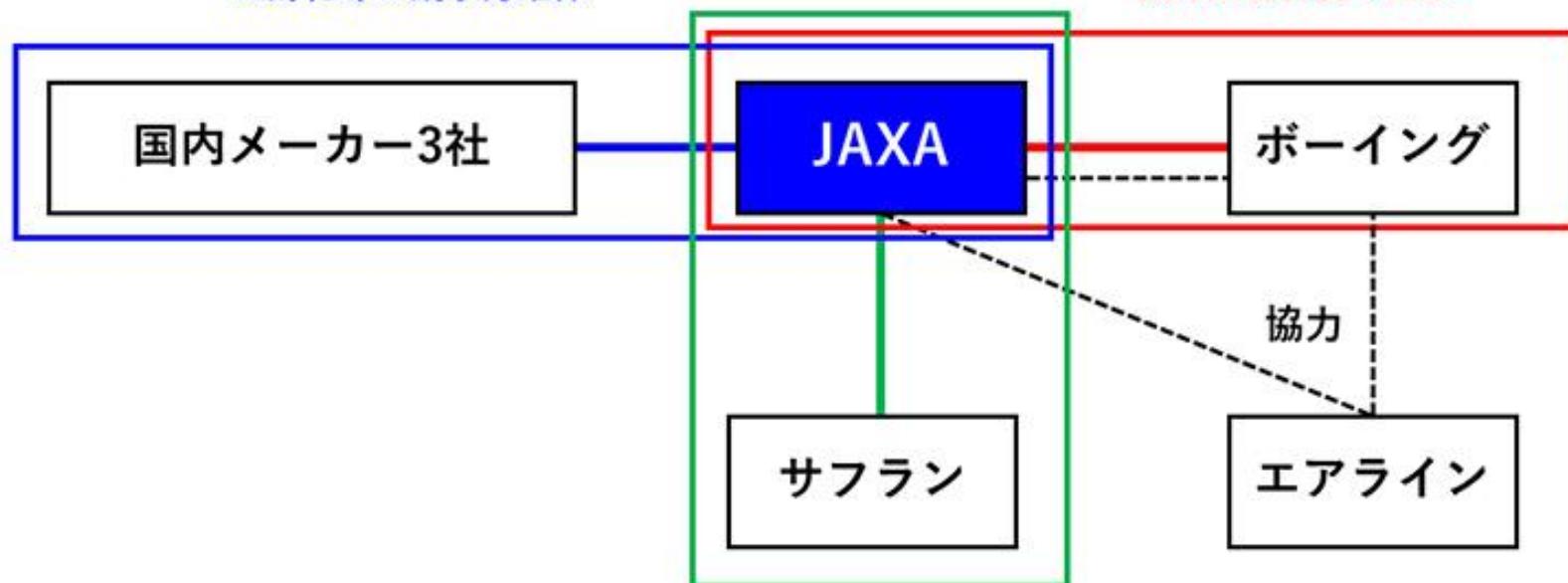
- 観測点#1の手前の高度2000feet(600m)付近で、脚下げ。音波が地上に伝搬する時間差の後、脚からの音(青線)が増加し、全体音の予測値(灰線)も約4dB増加。実測値(黒線)にも、同様の増加がみられる。
 - フラップの展開角が20度に大きくなると、フラップからの音(橙線)は増加するが、全体音(灰線)への寄与は小さい。
- ⇒ Delayed gear-downやDelayed flap-downなどの効果を評価可能になった。

課題と今後の方向性

- ✓ JAXAでは、下図のような連携体制を構築して、これまでの研究開発で得られた技術的知見に加え、ボーイング社とサフラン・ランディング・システムズ社が持つ多くの旅客機開発経験を結集し、機体騒音低減技術の実用化に向けた活動に取り組んでいる。
- ✓ 低騒音化技術の実用化を加速するためには、研究開発と合わせて、同様なニーズを持つ諸外国の航空当局・空港などとも連携して、国際的な場での認知度向上や、技術導入に対する優遇策といったことも、必要になると改めて認識している。

共同研究 : 低騒音化デバイスのコンセプト検討
・知財化等の競争力確保

共同研究 : 低騒音化デバイスのコンセプト検討
・飛行実証計画の立案



共同研究・脚低騒音化の検討