

航空環境研究



The Journal of Aviation Environment Research

No. 15, 2011

焦点

グリーン・イノベーションとしての環境大気浄化技術 竹内浩士	1
騒音軽減のための連続降下方式について 畔野一理	8
航空機騒音による睡眠影響 後藤恭一・金子哲也	12

研究報告

新型航空機航跡観測装置SkyGazerの開発について 吉野亨二	16
--	----

内外報告

ICAO CAEPの動向-WG1..... 柳澤裕司	23
ICAO CAEPの動向-WG2..... 石井寛一	28
ICAO CAEPの動向-WG3..... 町田 茂・藤原仁志	32
ICAO/CAEPの動向-国際航空と気候変動 山口茂彦	37
環境問題に関するIATAの最新動向..... 大竹英雄	41

ACI（国際空港評議会）の環境への取組み 尾形三郎	45
国際騒音制御工学会議インターノイズ2010 山田一郎・吉岡 序	52

航空環境を取り巻く話題

成田国際空港におけるLdenによる航空機騒音評価の データ処理システムの構築 堀 伸司・高橋重人・田中 勉	59
東京国際(羽田)空港の再拡張と現状..... 渡辺正己	68

エッセイ

思い出話 = 騒音対策の仕事 = 岩見宣治	73
-----------------------------	----

活動報告

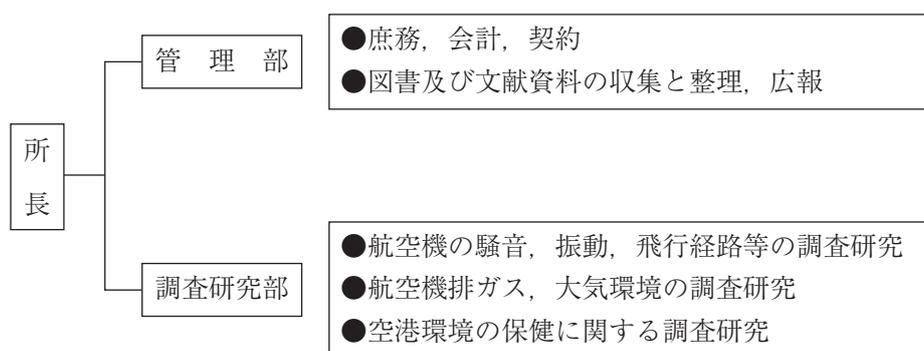
研究センターの動き（平成22年度）..... 管理部	75
----------------------------	----

航空環境研究センターの沿革と組織及び業務内容

産業、経済、文化の発展にともなう航空輸送需要の増大とジェット旅客機の開発運航は、空港周辺における環境阻害に深刻な問題を提起し、昭和43年8月航空公害防止対策について国の施策を補完する目的で「(財)航空公害防止協会」が公益法人として設立されました。当協会は設立以来、東京、大阪両国際空港をはじめ、主要空港において、各種の航空公害の調査に取り組んでまいりましたが、調査事業が増加するなかで、専門的な航空公害を体系的に調査、研究し、これを防止、削減する対策並びに科学技術を研究開発する総合的な施設の設置が要望され、昭和47年12月航空公害防止協会の附属機関として航空公害調査研究センターが東京国際空港内に設置されました。

その後、名称を昭和51年10月に航空公害研究センター、平成5年4月航空公害防止協会が空港環境整備協会に改称することにあわせて、現在の航空環境研究センターに改称されましたが、設立以来、騒音、大気環境、電波障害、空港周辺の環境などの調査と研究に取り組み今日に至っております。

なお、航空環境研究センターの組織及び業務内容は次のとおりです。



グリーン・イノベーションとしての環境大気浄化技術*

竹内浩士**

1. はじめに

環境問題を解決する上で、発生源における対策が重要であることは自明である。激甚な公害問題を経験した1960年代から現在に至るまで、我が国は発生源対策に力を注ぎ、大気質の著しい改善を見た。1990年ごろからは有害大気汚染物質（HAPs）として多くの物質が低減対象となるとともに、規制によらない自主管理や化学物質のリスク管理の考え方が受け入れられるようになってきた。

その延長線上で、環境汚染物質・負荷物質を受容する側における対策、すなわち環境浄化・修復技術が検討されるようになった。このような技術は水質や土壌の分野では早くから適用されていたが、大気分野では吸着除去くらいしか対応する技術がなく、あまり注目されるには至らなかった。発生源対策の更なる進展、住環境における健康問題、近隣諸国からの越境汚染問題等を考えると、改めて大気浄化技術の確立が求められている^{1,2)}。

本稿では閉鎖的空間と開放系に分けて大気浄化を可能にする技術を報告する。その大部分は光触媒であるが、その他の新技術についても到達点と今後の動向を展望する。

2. 環境浄化技術の重要性

(1) 化学物質リスク削減

環境問題とその対策に関する考え方は近年大きく変化しつつある。これを表1にまとめて示す。環境対策は従来、有害物質を環境からいかに排除するかということに力点が置かれていた。窒素酸化物（NOx）のような汚染物質では、ある暴露レベル以下では健康に影響を与えないという閾値が存在するとされ、環境基準はそれ以下となるように設定されている。一方、ベンゼンのような発がん性物質ではこのような閾値は存在しない。すなわち、どんなに低濃度であっても健康影響はあるとされる。これは、多くの化学物質を利用して文化的な生活を営む現代において、化学物質による健康リスクを免れ得ないことを意味する。

表1 今後の環境問題と浄化技術の要件

項目	負荷物質／処理方法	今後の状況／浄化技術の要件
今後の環境問題	発生	製品の製造・使用・廃棄等の各段階
	発生源の状況	非点源・非特定発生源化
	汚染物質の性状	低濃度・多種複合・広域化
	影響把握・対策優先度	リスク管理を基礎とする暴露低減へ
環境浄化技術の要件	必要エネルギー等	省エネルギー・省力的技術
	処理効率	長期的稼働であれば低効率可
	安全性	二次的環境問題フリー

そうであれば、化学物質による健康リスクをできるだけ正しく推定し、多くの物質の中から優先度をつけて対策に取り組むことが環境保全の費用対効果を高めるといえよう³⁾。化学物質のリスクは次のように表されるから、
 リスク = 有害性（ハザード）× 摂取量（暴露量）

* Technology for atmospheric environmental purification as Green Innovation

** 産業技術総合研究所 環境管理技術研究部門 副研究部門長

有害性が高ければすべて排除すべきということにはならない。ダイオキシン類のように、非常に有害性が高くてでも摂取量が少なければ、問題にならないと考えられる場合もある。暴露量は濃度と暴露時間の積であるので、室内空気汚染物質のようにごく低濃度であっても、健康リスクを無視できないものもある。欧州のRoHS指令（電子・電気機器における特定有害物質の使用制限）などは典型的なハザード管理に分類されるが、今後はハザード管理からリスク管理に移行していくものと考えられる。すなわち、排出抑制だけではなく、暴露低減の視点がより強く求められている。

(2) 多種多様な大気汚染物質

従来の常時監視大気汚染物質は一酸化炭素(CO)、二酸化硫黄(SO₂)、二酸化窒素(NO₂)、光化学オキシダント、浮遊粒子状物質等と限られたものであった。工場や自動車といった発生源が目に見える状態であったが、対策の進展とともに、発生源は次第に不明瞭となりつつある。それに代わって、工業製品でもその製造工程のみならず、設計、原料選択、使用、廃棄、リサイクルなど製品の全ライフサイクル/サプライチェーンにわたって、環境負荷物質の排出を少なくするような検討が必要と考えられるようになった。いわば、明確に認知できない非点源の発生源として、われわれの生活環境すべてが発生源となりうるのである。

1996年に当時の環境庁が大気経路で人の健康を損なうおそれのあるHAPs 234種、うち22種を優先取組物質として提示した。必ずしも健康影響が明らかではないことと、多種多様な排出状況もあって直ちに規制をかけるものではなく、事業者の責務として排出抑制が求められた。

一方、1999年に公布された特定化学物質の環境への排出量の把握及び管理の改善の促進に関する法律（化管法）に基づく化学物質排出移動

量届出制度（PRTR, 354物質）によっても、事業者の自主管理による排出抑制が求められた。実際にはかなりの削減効果があり、2008年の政令改正により、対象物質（第一種）が462物質に増加している。HAPsについてもPRTR物質との整合を図るために、リストの改定作業が行われている。PRTR物質の大部分は大気経路で環境に排出されるが、このような多種多様な物質を発生源における数量把握だけで削減できないことも環境浄化技術の必要性につながっている。

(3) 未知の有害物質など

今後、新規の化学物質が有害性評価などを経ずに使用されることは考えられないが、ダイオキシン類が廃棄物の不適切な焼却過程で生成することが明らかになったのは比較的最近のことである。このような非意図的に生成する有害物質に加えて、環境中の物理・化学的なプロセスにより有害な二次的汚染物質が生成することがある。浄化技術をあらかじめ環境中に組み込むことが可能であれば、化学物質リスクの予防にもなる。

酸性雨問題で知られていた近隣諸国からの越境汚染は最近、光化学オキシダント等についても確認されている⁴⁾。最近、環境基準が定められた微小粒子状物質（PM2.5）についても越境汚染が確認されている⁵⁾。長期的には国際協力・技術支援によって解決すべきではあるが、環境浄化技術でなければ対処できない問題である。

これらの事実は、環境問題に対する従来の概念の変革を迫っており、今後の環境対策技術の適用場所として、生活環境そのものを考慮しなければならなくなったといえよう。いわば化学物質の水際での防御である。環境対策は生産環境から消費（生活）環境へ、あるいは、排出低減技術から暴露低減技術へと転換していくに違いない。

3. 浄化技術の要件

環境の浄化・修復においては、広域に拡散した低濃度の環境負荷物質を処理することになるが、本来これは低効率である。したがって、新たにエネルギーや労力を加えるのでは長期にわたって継続することはできない。

自然界では汚染物質が環境に排出されても、ある程度の量までは環境問題は起こらない。汚染物質が環境中で拡散して有害性が薄められるという面もあるが、実際には自然界に備わっている浄化機構が働いている。水や土壌中では、微生物や藻類を始めとする生物が汚染物質の分解・無害化に寄与している。

拡散速度の大きい大気では生物の働きに多くを期待できないが、図1に示すような光化学反応機構が存在している。大気中では光化学反応により、ごく低濃度 (10^6 分子/cm³程度) ではあるがヒドロキシル(OH)ラジカルが常に存在している。OHラジカルは酸化力が大きく、メタンやフロン類といった化学的に非常に安定な物質さえも最終的には二酸化炭素に変える能力がある。これが天然の浄化機構となっている⁶⁾。

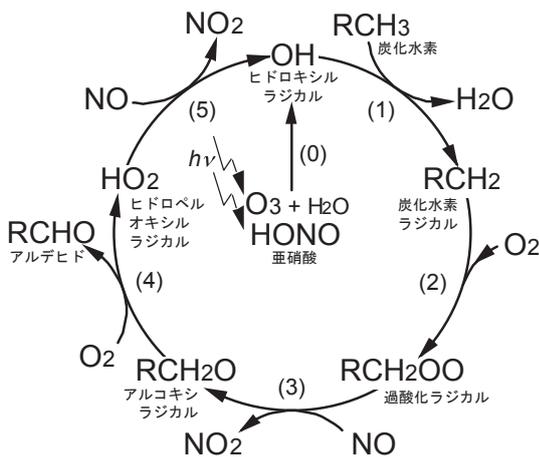


図1 大気中の光化学反応 (対流圏)

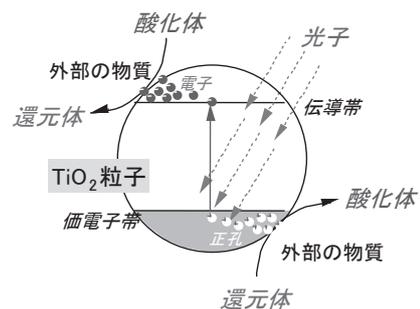
これらの浄化機構の特徴は、必ずしも強力ではないが人為エネルギーや労力が不要で、太古の昔から実証されているため、安全性などに問題がないということである。たとえば、OHラジカルは反応後に水ができるだけであって、有

害な二次的環境負荷物質を生成しない。もちろん、OHラジカル自体は強力な酸化剤であるが、強力ゆえに寿命は短いので低濃度であればあまり問題とはならない。この点は、より安定なオゾンや過酸化水素を用いる場合には考慮する必要がある。これらは新たな対策技術を考える上でも重要なポイントであり、有害物質を使わずに生成物は水や空気になるといった、自然の浄化機構を模倣、あるいは強化した環境技術を検討する必要がある。

これらの技術はまだ萌芽的な段階であり、環境保全・健康増進の希求とあいまって、効果のないあるいは少ない製品が流通する可能性がある。ライフサイクルアセスメント等による技術評価が不可欠であるとともに、標準化・認証システムの構築も併せて検討すべきであろう。

4. 光触媒技術について

大気浄化技術の中心と目される光触媒について、作用機構を図2に示す。光照射下でOHラジカルが生成することから、大気の自浄作用と同じ効果が期待される。代表的な光触媒である酸化チタン (TiO₂) は白色の粉末であり、無害・無毒ではあるが、現在のところ波長400 nm以下の紫外線でしか機能しない。



環境中では ...

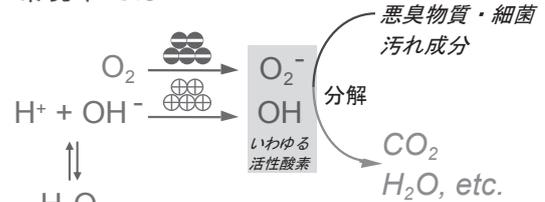


図2 半導体光触媒の働き

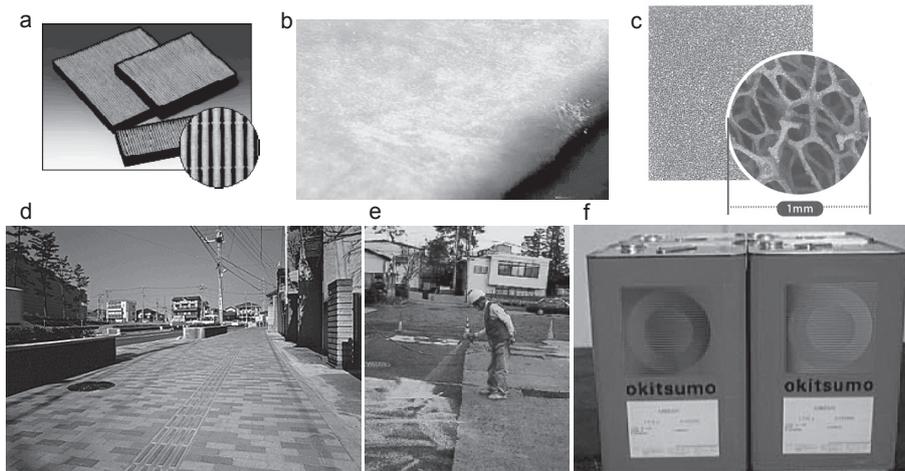


図3 空気浄化用光触媒製品の例

a 紙製プリーツフィルターユニット (三菱製紙), b 不織布 (宇部興産), c 発泡セラミックフィルター (東洋興商), d 舗装用コンクリートブロック (三菱マテリアル), e アスファルト舗装用「フォトロード」工法 (フジタ), f 光触媒塗料 (オキツモ)

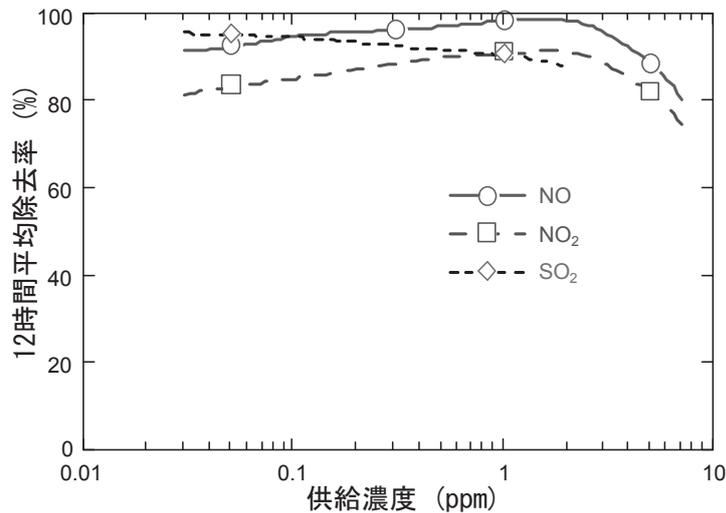


図4 光触媒材料による大気汚染物質の除去. 浄化材料, ふっ素樹脂シート (200 cm², 触媒含量40%); 供給濃度, 1.0 ppm; 流量, 1.5 l/min; 紫外線強度, 0.5 mW/cm².

これを実際の材料に加工するのはかなり難しいのであるが、図3に示すように、既にいくつかの空気浄化材料が発表されている。

材料化した光触媒は低濃度の大气汚染物質を酸化的に分解除去する¹⁾。図4に示すように、濃度的には環境基準レベルから10 ppm程度までの汚染物質処理に適合する。アルデヒドやトルエン等の揮発性有機化合物 (VOC) に対しても同様である。これ以上の高濃度になると、酸化能力が不足したり、反応生成物 (NO_xの場合は硝酸など) が蓄積することにより、処理

速度が著しく低下する。このため、発生源対策に直接適用することはできない。

5. アクティブ浄化システム

空気浄化材料、光源、送風機などを組み合わせた浄化装置であり、次項に述べるパッシブ浄化技術に対比して、動力を使用するという意味である。主たる対象は、室内、作業環境、公共施設内部など閉鎖的な空間となる。処理量は毎分m³程度の家庭用の空気清浄機から、業務用の空気清浄機・排気処理装置を経て、数百万

m³/hのトンネル換気設備用まで検討されている。基本的には各構成要素を最適化することによって性能を高めることができるが、家庭用空気清浄機のように、設計上の制約があるものについては1回のシステム通過では除去しきれず、閉鎖的空間での循環使用を想定したものである。

ここでは、大規模浄化装置の事例として、自動車道トンネル換気設備用の浄化装置を述べる。自動車交通の容量拡大の要請から、大都市においてトンネルや地下道路が増加する傾向にある。一定規模以上のトンネルには換気設備が義務づけられているが、そこからの排気は周辺環境に大きな負荷を与えることが懸念されている。

テストプラントは模擬汚染ガス調製部、光脱硝部、計測部及び制御部から構成される。図5に光脱硝部の構造の一例を示す。定期的な水洗処理が必要のため、上部にシャワーノズルが設けられている。

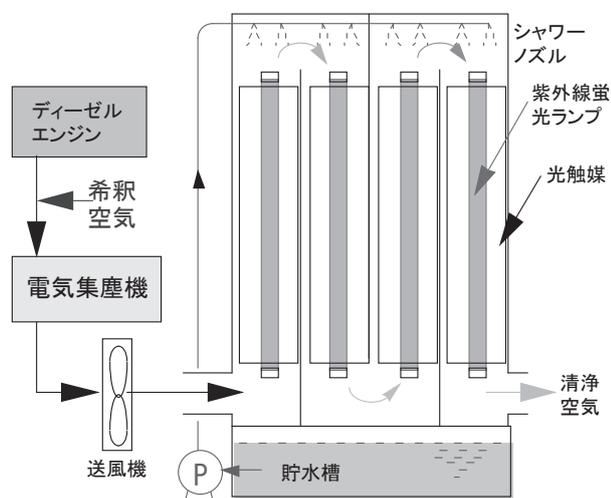


図5 トンネル用NO_x除去装置の構成

基準処理風量2,000 m³/hの装置を用いた模擬排ガスによる初期の試験ではNO_x除去率は68～88%であった。このプラントを東京都内のトンネル（4車線、延長860 m）に設置し、実ガス試験を行った結果、おおむね良好な除去率が得られたが、雨天のような高湿度条件下では、

NO₂の生成が多くなった。装置内の気流解析などによって構造の最適化を行い、最終的にはどのような条件でも目標値であるNO_x除去率80%を達成することができた。装置の容積や所要電力についても、目標を達成している¹⁾。実際のトンネル（処理風量1,500,000 m³/h）では触媒モジュールの並列化で対応する。

実際のトンネルに導入されたものとしては、光触媒方式ではないが、図6に示す首都高速中央環状線の吸着剤/吸収剤システムがある⁷⁾。この方法では環境基準が定められているNO₂が除去される。NOは除去されないが、実用装置として世界初であろう。

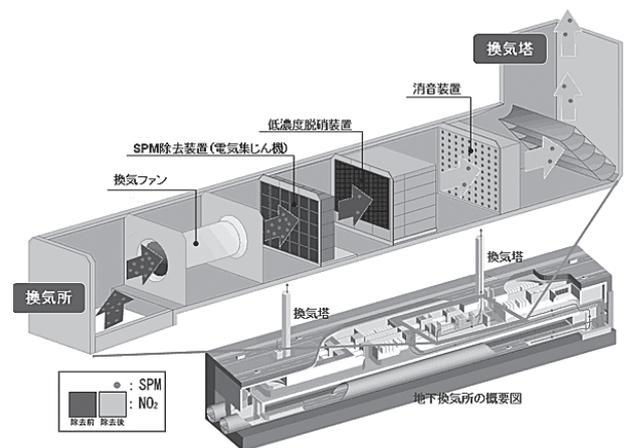


図6 トンネル換気脱硝設備（首都高速道路）⁷⁾

このほか、主として沿道空気を浄化するために、土壌層に通気してNO_xを除去する土壌脱硝法が提案され、光触媒法同様、大阪府を始めとする多くの地域で評価が行われた⁸⁾。その概念図を図7に示す。一方、湿式で吸収したNO_xに対して生物処理を適用する生物脱硝法も提案され、沿道試験の結果、平均NO_x除去率71%など、土壌浄化とほぼ同等の性能が得られている⁹⁾。これらの方法ではNOを酸化するためにオゾンを使用している。経済性試算の一例を表2に示すが、無限に存在する沿道空気を処理する技術としては、エネルギー・経費に関する問題が伴う。

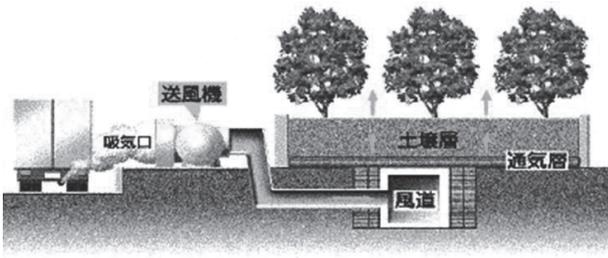


図7 沿道土壌脱硝施設の概要⁸⁾

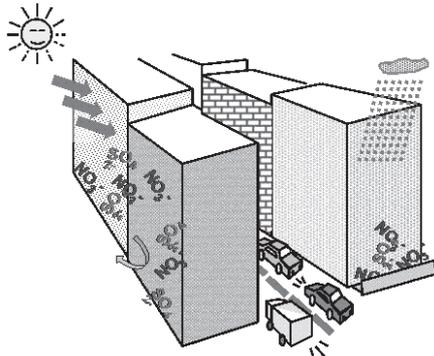


図8 光触媒パッシブ空気浄化システム

表2 生物脱硝の沿道試験結果⁹⁾

	微生物による大気浄化		土壌による大気浄化		トンネル低濃度脱硝
	沿道実験時	改良試算	吹田市	川崎市	
通気流量 (m ³ /h)	36,000		36,000	72,000	160,000
通気速度 (mm/s)	45		20	40	—
大気浄化部設置面積(m ²)	245		250		512
NOx 平均濃度 (ppm)	0.27		0.25	0.38	0.81
NOx 除去率 (%)	71	76	88	79	87
運用コスト (円/d)	11,840		13,888	21,369	124,032
浄化施設面積当たり NOx 除去量 (g/d/m ²)	1.37 (100)	1.46 (107)	1.54 (113)	4.28 (312)	10.85 (792)
運用コスト当たり NOx 除去量 (mg/円)	28.4 (100)	30.2 (107)	27.8 (98)	50.1 (177)	44.8 (158)
NOx 除去量当たり運用コスト (円/g)	35.2 (100)	33.0 (94)	36.0 (102)	20.0 (57)	22.3 (63)

並河良治ら、低濃度脱硝技術の開発、第4回新道路会議資料

表3 長期沿道暴露試験の結果

評価項目	結果	コメント
平均 NO _x 除去速度	0.5~3.0 mmol / m ² ・d	交通量・NO _x 濃度・気象条件などに依存
浄化性能	少なくとも3年維持	長期耐久性を確認
流下降水の酸性度	pH 5~7	大気粒子状物質が中和に関与
表面白色度	長期間維持	セルフクリーニング効果も発揮

長期評価試験：大阪府、愛知県、東京都、東京都板橋区、千葉県、神奈川県 (1995~2001年度)

6. パッシブ浄化システム

太陽光エネルギーの約4%は紫外線であるから、太陽光でも光触媒を機能させることができる。関東地方で屋外のA領域紫外線(315~400nm)の強度を測定すると最大で4mW/cm²、平均的には1mW/cm²程度ある。ppmレベルの窒素酸化物を除去するのに、実験室では0.1mW/cm²程度あればよいことがわかっているので、日中の屋外では酸化チタン光触媒はほぼ一年中働くものと考えられた。太陽光や風など自然のエネルギーを利用して環境浄化ができれば、エネルギーや労力をほとんど要しない新しい浄化技術となる可能性がある。問題は除去した硝酸等が光触媒材料表面に残留することであるが、これとても図8に示すように降水が利用できるはずである。

当所で小規模なフィールドテストを行ったのち、局地的な高濃度大気汚染に悩む東京都、大

阪府などの自治体は、1996年から2002年にかけて交通量の多い自動車道路沿道で大規模かつ長期的な評価試験を実施した。各地の試験方法は一定ではないが、その結果を大雑把にまとめると表3のようになる。

西淀川や川崎の公害訴訟の和解条項に、光触媒材料の積極的な活用が盛り込まれたこともあって、大都市の幹線道

路沿道などで現在までに100,000m²を超える大気浄化材料が施工されている。前述の除去速度からは、NO_xの大気濃度を有意に引き下げるのに、道路延長1m当たり10m²以上の浄化材料を設置しなければならないが、沿道遮音壁、歩道、縁石、路側帯などを合わせれば十分可能である。接触する空気中の汚染物質濃度が高いことなどから、車道の表面を光触媒化するのが最も有効と考えられる。

この方法は環境全体を均一に改善しようとするものではない。むしろ、人の生活空間に近いところだけを改善するという暴露低減の考え方に則っている。パッシブ浄化法では設置・維持費用が小さいことから、結果的に他の方法と比べても低コストであることを示している。道路関連施設は定期的な保守管理が必要であり、そのスケジュールに合わせて、少しずつ設置面積を拡大していくことが重要であろう。

7. まとめ

光触媒による環境大気浄化は最近、欧州で注目を集めている。欧州連合（EU）の研究開発プロジェクトPICADAにおいて、図9に示すように、光触媒材料の実証試験が行われたのが発端であるが、その後も、イタリア、ベルギー、オランダ、ドイツ等で大規模な野外試験が行われている。我が国では必ずコスト評価が問題となるが、彼らは従来不可能であったことが新技術によって可能になったことを評価している。問題は沿道では風任せのところがあって、空気の接触効率が低いことである。しかし、アクティブ浄化システムでは80%~90%の除去効率が得られているので、道路資材側での最適設計を図ることで除去能力の改善も可能であろう。



図9 EU PICADAプロジェクトにおけるストリートキャニオン実験（2002-5）¹⁰⁾
コンテナを用いて1:5スケールを実現。NOx減少率：40-80%。

このところ、地球環境問題（＝温暖化対策、エネルギー政策）の陰に隠れて、地域の環境問題はかすみがちであるが、身の回りの環境改善は重要であり、かつ途上国などへの技術移転にもつながる。紫外線の少ない室内環境の改善に向けて、可視光応答型光触媒の研究開発が進められている。光触媒のほか、繊維状活性炭による大気浄化も沿道試験が行われている¹¹⁾。こういった技術が数多く提案されて競い合い、真のグリーン・イノベーションが実現されることを切に願っている。

参考文献

- 1) 竹内浩士、指宿堯嗣、光触媒ビジネス最前線、工業調査会（2001）。
- 2) 竹内浩士、空気浄化テクノロジーの新展開、シーエムシー出版（2006）。
- 3) 中西準子、環境リスク学－不安の海の羅針盤、日本評論社（2004）。
- 4) 大原利真、資源環境対策，45（9），75-80（2009）。
- 5) 兼保直樹ら、大気環境学会誌，46，印刷中（2011）。
- 6) 片岡正光、竹内浩士、酸性雨と大気汚染、三共出版（1998）。
- 7) <http://www.shutoko.jp/efforts/environment/action/ldds/index.html>
- 8) (株)フジタ、フジタEKOレポート'99，p. 23（1999）。
- 9) 並河良治ら、第4回新道路会議資料（2003）。
- 10) <http://www.picada-project.com/>
- 11) 神崎隆男、市川陽一、北田敏廣、下原孝章、第49回大気環境学会年会講演要旨集，p. 237（2008）。

騒音軽減のための連続降下方式について *

畔野 一理 **

1. 連続降下方式とは

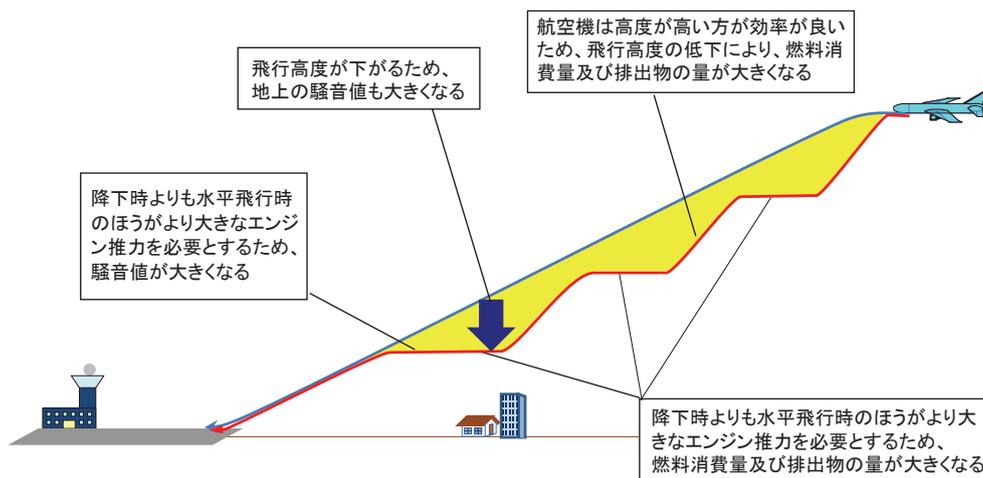
(1) 航空機の降下飛行（ステップダウンと連続降下）

航空機が着陸のための降下飛行を行う場合、巡航高度から着陸まで連続的に降下を行うのではなく、通常は、ある程度まで降下した後に一旦水平飛行を行い、その後また降下を行うという、いわゆるステップダウン方式により降下します。これは、空域の制約又は飛行する他の航空機との間隔設定などのために連続的な降下が出来ないことや、到着機の順位付けにあたって

は各到着機の高度をそろえる必要があるため、空港の寄り遠い地点から到着機を降下させざるを得ないこと、などの理由によるものです。

しかし、下図に示すとおり、ステップダウン方式には環境上様々な問題があることから、航空機が巡航高度から着陸まで可能な限り連続的に降下を行う飛行方式（連続降下方式）について、諸外国で研究・導入が進められており、我が国においても導入に向けた検討をすすめているところです。

ステップダウン方式(赤)と、連続降下方式(青)による降下の例 (ステップダウン方式における主な環境上の問題点)



* Continuous Descent Approach for Noise Abatement

** 国土交通省航空局環境・地域振興課 騒音防止技術室 専門官

(2) 連続降下方式の定義について

①英国における定義

騒音軽減を目的として2002年から先行して導入している英国では、連続降下方式を以下のよう
に定義づけています。

英国における定義：

「連続降下進入方式（Continuous Descent Approach: CDA）とは、到着機の騒音軽減手法の一つであり、パイロットが管制官からの転移高度（Transition Altitude：標準大気による高度計規制値適用高度）以下への降下の許可を受け、連続的降下を達成するために最適な降下率で降下を行い、当該降下において、管制官からの速度調整にかかる指示を満足させつつ、水平飛行への修正を行うことなく適切な高度と距離でグライドパスに会合させる方法」

②ユーロコントロールにおける定義

ヨーロッパにおけるCDAの運用は、上記①の英国をはじめとする各国が独自に実施していた状況であったことから、ユーロコントロールはヨーロッパ内での調和を図るため、2007年に「CDA導入ガイダンス」をとりまとめました。CDA導入ガイダンスにおける定義：

「CDAとは、航空機の運航方式の一つであり、運航の安全を損なわない範囲で、かつ、公示された方式及び航空管制の下において、可能な限り最適な位置から、水平飛行を避けて最小の推力で降下する方法」

③国際民間航空機関（International Civil Aviation Organization: ICAO）における定義

上記欧州での動きなどをうけ、ICAOにおいても連続降下方式に関する検討が進められ、2010年に開催された航空環境保全委員会（Committee on Aeronautical Environmental Protection：CAEP）第8回会議において、連続降下方式（Continuous Descent Operations：

CDO）マニュアルが採決されました。

CDOマニュアルにおける定義：

「CDOとは、空域設計、方式設計及び航空管制の向上により実現される運航方式であり、到着機が可能な限り最小のエンジン推力及び理想的な低抵抗の状態を保ちながら、最終進入フィックス又は、最終進入開始地点までの連続的な降下を行う方式」

注1 理想的なCDOは巡航高度から開始され、水平飛行、騒音、燃料消費、排出物及び管制官-パイロット間の交信を削減するとともに、パイロット及び管制官の予測性並びに飛行の安定性を向上させるような降下プロファイルを使用する

注2 巡航、若しくは着陸のための降下の可能な限り高い高度からCDOを開始することにより、燃料消費、騒音及び排出物の削減について、最大の効果を達成することが出来る。

ICAOでは連続降下方式をCDO: Continuous Descent **Operation**と表記しています。これは、連続降下を単に進入（APPROACH）だけでなく、進入に向けた降下フェーズである到着（ARRIVAL）まで含めて実施すべきとの考えによるものです。

一方、欧州では、より実施しやすい低高度からの連続降下方式にも環境への効果があることを重視し、ICAOにおける表記がCDOとなった後も引き続きCDA:Continuous Descent **Approach**の表記を使用し、進入フェーズにおける連続降下にも一定の地位を与え、実現可能なものから積極的に実施していくという考えを示しています。

2. 連続降下方式の効果

(1) 連続降下方式の効果

連続降下方式により見込まれる主な効果には、燃料消費量の削減、温室効果ガス等の排出

量の削減及び騒音の軽減、などがあります。

ここでは、これらの効果のうち、騒音の軽減について少し述べてみたいと思います。

(2) 騒音軽減効果について

連続降下方式を行うことにより、降下中のエンジン推力を小さく保つことが出来ること、及び、滑走路までの飛行距離が同じ地点においてはステップダウン方式よりも高い飛行高度を確保できること、により騒音軽減効果が期待できます。

国土交通省航空局環境・地域振興課が平成21年度及び平成22年度に実施した調査においては、進入フェーズに連続降下方式を実施した場合、

条件及び場所によっては3dB以上の騒音軽減効果が期待できるとの結果が得られました。

各年度の調査内容及び結果の一部について以下に示します。

①平成21年度に実施した調査

羽田空港のKAIHO NIGHT NORTH ARRIVAL（当時）を解析用モデルとし、B777-200型機他5機種について、航空機メーカーからのデータに基づいて、ステップダウン方式による降下を行った場合と、連続降下方式による降下を行った場合における騒音値の解析を行いました。

検証結果（B777-200型機）

滑走路接地 点までの飛行距離 (NM)	①連続降下方式		②ステップダウン方式		騒音値の差 (①-②) dB (A)
	気圧高度 (ft)	騒音値 dB (A)	気圧高度 (ft)	騒音値 dB (A)	
6.6	2,000	74	2,000	74	0
9.7	3,000	69	2,500	72	-3
14.8	4,000	65	3,279	68	-3
21.3	5,000	62	4,000	66	-4
25.1	6,000	60	4,000	66	-6
29.0	7,000	59	4,000	66	-7
32.9	8,000	57	4,174	65	-8

②平成22年度に実施した調査

昼間時間帯の実施を想定した経路の一つとして、広島空港のMISEN ARRIVALを選定し、B777-200型機及びB767-300型機のフライト

シミュレータを用いて、ステップダウン方式を行った場合と、連続降下方式を行った場合における騒音値の解析を行いました。

検証結果（B777-200型機、連続降下はFMS-VNAVを活用）

WAYPOINT 地点名	滑走路接地 点までの 距離 (NM)	①連続降下方式		②ステップダウン方式		騒音値の差 (①-②) (dB (A))
		高度 (ft)	騒音値 (dB (A))	高度 (ft)	騒音値 (dB (A))	
30NM	30.0	8,987	-	5,500	57.7	*
SEAWA	19.1	7,038	-	5,499	57.7	*
MISEN	13.0	5,365	58.1	4,138	61.6	-3.5
MICKY	7.7	3,562	63.7	3,574	63.8	-0.1

※ 騒音値が55dB (A) 以下の場合、騒音値の正確な算出が困難であるため、騒音値は"-"とし、騒音値の差については"*" (実際の値は-2.7以下) としています。

3. 連続降下方式を実施するにあたっての問題点

連続降下方式の実施にあたっての技術的な問題としては、以下のようなものが考えられます。

- ・誘導、経路変更又は速度調整と連続降下方式との競合

あらかじめ定められた経路長に基づいて降下率や速度を計画しているため、降下途中で経路長や速度の変更があると、最適な降下が維持できなくなる可能性があります。

- ・連続降下方式による飛行が複数の管制機関にまたがる場合の調整

特に高々度からの連続降下を行う場合、連続降下指示を発出する管制機関の区域だけでは飛行が終了せず、最終進入までに複数の管制機関から管制を受けることとなります。しかし、連続降下の指示を発出する管制機関では途中の状況が分からないことから、当該飛行が通過する各管制機関との間で十分な調整が必須となるうえ、繁忙空域の場合は時間経過により状況が複雑に変化するため、事前の調整を十分に行ったとしても、高々度からの最適な連続降下を完全に行うことは非常に困難となっています。

上記問題を根本的に解決するためには、航空機の位置に加えて通過時刻も管理するような、高次元の交通管理が必要になります。しかし、現状ではそのような高次元の交通管理は技術的に困難であることから、先行して連続降下方式

を導入している諸外国では、暫定的な解決策として、戦術的な順位付け支援システムを導入したり、繁忙空域においては進入フェーズに限定し、レーダー誘導による連続降下方式を行う、などの対応をとっているようです。

他にも空域制限等の存在や、運用に関わる運航者及び管制官の意識の啓蒙など、様々な問題がありますが、欧州のように、とりあえず無理のないところから導入し、課題が解決されればステップアップしていく、という手法も一つの有効な解決策であると思われます。

4. 我が国での騒音軽減のための連続降下方式について

我が国では、平成21年5月より、関西空港において巡航高度からの連続降下方式の試行運用を実施していますが、当該試行運用は燃料消費及び温室効果ガス排出量削減を目的としたものであり、騒音軽減を主目的とした連続降下方式については、まだ具体的な計画はありません。

しかし、2. で述べたとおり、連続降下方式には一定の騒音軽減効果が見込まれるうえ、騒音軽減に効果のある進入フェーズの連続降下方式は、巡航高度からのものよりも比較的導入し易いと考えられることから、昨年度実施したフライトシミュレータによる検証結果等を踏まえつつ、今後、運航者や管制と調整しながら、我が国における騒音軽減のための連続降下方式について、具体的な導入の検討を進めていきたいと考えています。

航空機騒音による睡眠影響*

後藤 恭一**、金子 哲也***

我が国では、騒音防止法の制定ならびに環境基準の告示以来、騒音発生源等の対策が進められ、発生源単体当たりの騒音レベルは大幅に低下した。しかし、交通量は年々増加の一途をたどっている。航空機も例外ではなく、低騒音型機の導入による発生源対策、空港周辺整備計画に基づく周辺対策及び発着規制等による対策が施された結果、居住地内に到達する一機毎の騒音レベルは大幅に改善された。しかし、航空機需要は経済活動の発展に伴い世界的に増大しており、国際線も含めた航空需給は年々増加している。そうした需要の増加に対応するため、平成22年10月、東京国際空港（羽田空港）では夜間運用が開始された。その際に課題となるのが、騒音による睡眠影響（sleep disturbance）である。睡眠影響は、騒音による心身影響および生活影響の中でも、もっとも低レベルの騒音曝露によって生じる影響とされている。従って、騒音に曝露されている地域住民にとって認識しやすい影響といえ、自治体に寄せられる騒音苦情のなかでもっとも多いのが夜間騒音に関するものである。睡眠は人間の生理的な要求の一つであり、これを妨害されることは深刻なダメージに繋がる。不眠はさまざまな原因で起こる。このうち騒音による不眠や昼間の過

剰な眠気は、暑さ・寒さなどによる不眠と同様、環境因性睡眠障害と呼ばれ、これは環境要因がなくなれば改善する不眠とされている。夜間運用が先行する欧州でも、夜間飛行の騒音影響は重要課題と位置付けられており、2009年に世界保健機関欧州事務局（World Health Organization Regional Office for Europe）は、NIGHT NOISE GUIDELINES FOR EUROPE（世界保健機関欧州事務局による欧州における夜間騒音に関するガイドライン）¹⁾を公表した。

世界保健機関欧州事務局による夜間騒音に関するガイドライン（Night noise guideline for Europe）

世界保健機関欧州事務局による夜間騒音に関するガイドラインが公表された背景には、欧州の空港、道路などの環境騒音の影響範囲がますます広範囲になっており、全世界において、騒音は多くの生活の支障を引き起こすことが明らかとなっていることが挙げられる。また、過度な騒音は公共における共通の不満の種となっている等、騒音影響に対しての懸念がある。しかし、騒音への対応は国によって異なり、また対策も遅れていた。そこで、科学的な助言を欧州委員会とその加盟国へ提供するため、2003年、WHOヨーロッパ事務局は専門家による作業部会を設置した。健康に基づくガイドライン値を定めるために学際的チームが組織され、夜間騒

* Effects of Noise on Sleep Disturbance

** (財)空港環境整備協会 航空環境研究センター 調査研究部

*** 杏林大学保健学部 環境保健学教室

音の健康影響の利用可能な各種疫学調査や実験研究等の科学的知見に関する文献調査が行われた。その後、作業部会、企業の利害関係者、政府ならびに非政府組織の代表者による最終会議により、報告書案の内容について再評価するとともに、いくつかの基本的な問題点に関する討議を経て公表されものが、このガイドライン値および『WHOヨーロッパ夜間騒音ガイドライン』である。なお、筆者らが疫学調査に基づき発表した文献も報告書中で引用されている。

騒音による影響が生じ始める値、あるいは、そのレベル以上であれば影響と関係する値を、同報告書では閾値としている。この閾値を検討することは、環境騒音曝露による健康への影響を評価する上において重要であるとし、これまでの健康影響に関する各種調査研究において「十分」あるいは「限定的」な科学的知見が確

認された影響について整理している。それら知見を踏まえて、夜間騒音レベルと住民への影響の関係をとりまとめている。なお、騒音曝露量による健康影響の検討にあたり、毒性試験の概念が導入されている。最大無毒性量 (No observed adverse effects level (NOAEL)) と、影響が生じる下限の値 (Lowest observed adverse effect level (LOAEL)) である。NOAELとは、最大無毒性量や無有害影響量を意味し、対象生物の形態、機能的耐容、成長、発達、寿命などすべての有害な影響が認められなかった検出可能な最大の曝露量である。また、LOAELとは、最小毒性量・最低副作用発現量であり、毒性学的では、疾病症状が現れる最低濃度、あるいは副作用の発現する下限量として検討された摂取量を意味する。

これら夜間騒音レベル別の住民への影響にも

表 夜間騒音レベル別に示した住民への影響

年平均夜間騒音レベル L_{night} (屋外)	住民に生じる健康影響
30dB未満	個々の感受性や環境には差異があるが、このレベルであれば生物学的な実質影響は認められない。 L_{night} (屋外) 30dB は、夜間騒音によって影響が生じないレベル (NOAEL) である。
30dB ~ 40dB	この騒音レベル領域から、体動、覚醒反応、自己申告による睡眠妨害、脳幹の反応等、睡眠への多くの影響が生じる。影響の程度は、音源特性や騒音発生回数に依存する。子供、慢性的な患者、高齢者のような脆弱性 (vulnerability) の高い人々は影響を受けやすい。しかし、最悪の場合でも、影響はそれほど大きくないと考えられる。 L_{night} (屋外) 40dB を、夜間騒音によって悪影響が生じる下限のレベル (LOAEL) とする。
40dB ~ 55dB	この騒音領域に曝露された住民は健康上の悪影響が生じる。多くの住民は夜間の騒音に適応するために生活の変更をする必要がある。脆弱性 (vulnerability) の高い人々はより重度な影響を受ける。
55dB 以上	この騒音レベル領域は公衆衛生学上、更に危険であると考えられる。健康上の悪影響は頻繁に生じ、ほとんどの住民が深刻なうるささを訴え、睡眠が妨害される。心臓血管系疾患のリスクが上昇するとの知見もある。

とついで夜間騒音のガイドラインの値が提案されている。 L_{night} (屋外) 40dBを越える騒音レベルを夜間騒音によって悪影響が生じる下限のレベル (LOAEL) とし、住民への夜間騒音関連の潜在的な健康影響を防止するためには、多くの住民が就寝している時間帯において、この値を越える騒音に曝露されるべきでないと提言している。一方で、暫定目標 (IT) 値、 L_{night} (屋外) 55dBも示されている。これは、様々な理由によって夜間騒音ガイドラインを早期に達成できない場合のための値であるが、暫定値では子供、慢性的な患者、高齢者のような脆弱性の高い人々は保護されない。従って、暫定値は実現可能な中間目標に過ぎないと考えるべきであり、各国の政府が、例外的局所地域において一時的に考慮するための値としている。

欧州夜間騒音ガイドライン

夜間騒音ガイドライン (NNG)

: 40dB L_{night} (屋外)

暫定目標 (IT) : 55dB L_{night} (屋外)

我が国における航空機騒音に係る環境基準について

我が国における旧環境基準WECPNLは、国際民間航空機関 (ICAO) が提唱したWECPNLを、測定の実用性を重視して近似評価に改変した我が国独自のWECPNLである。環境基準制定当時の、時々刻々変化する環境騒音の特質と、それを測定する機器の性能的境界とがもたらした所産であり、いわばアナログ時代の方式であったといえよう。その後、測定データの処理システムが飛躍的に向上したこともあって、環境省は、「航空機騒音に係る環境基準について」(昭和48年12月環境庁告示第154号)を一部改正し、平成19年末に「航空機騒音に係る環境基準」が改定され、航空機騒

音の評価量がWECPNLから新たな評価指標である時間帯補正等価騒音レベル L_{den} へと変更された。この騒音エネルギーに基づく評価量が採用されたため、地上音の取込み、道路交通騒音との比較、国際比較の容易性が可能となる。また、WECPNLにおいては、時間帯の騒音発生を考慮し、夜間、すなわち睡眠影響を配慮するため、騒音が発生した時間帯 (昼間/夕/夜間) で重み付けして評価していたが、 L_{den} でもこの考え方を継続している。これに従い、「公共用飛行場周辺における航空機騒音による障害の防止等に関する法律 (昭和48年8月1日法律第110号)」(以下「騒防法」という)においては特定飛行場周辺における「航空機騒音による障害が著しいと認める区域」を、その種類ごとにWECPNLで算定した値に基づき、第一種区域: (WECPNL 75以上)、第二種区域: (WECPNL 90以上)、及び、第三種区域: (WECPNL 95以上)が定めた。これらのうちWECPNL 75の L_{den} 対応値は既に62と定められた。ICAOは「快適で安全な生活環境、すなわち公衆衛生と福祉に対する国民の権利と、国家や経済にとって重要となる物資や人々を輸送する航空機需要とのバランス」が重要であり、そうした政策方針 (ポリシー)により基準値を考慮する必要がある、との見解を示した上で騒音マップの作成やコミュニティ・アノイアンスを管理/軽減 (managing/mitigating) する値として65dB未満を推奨しており²⁾、第一種区域における値はそれを下回るものである。しかし、間欠的騒音は定常的騒音より影響が大きいことが知られている。睡眠妨害のような瞬時的影響の場合には、発生騒音ごとの最大騒音レベル (L_{Amax}) がより適している。前述のWHOユーロのガイドラインでも、 L_{night} は科学的大体実務的有用性から選ばれた指標であり、 L_{Aeq} (A特性等価騒音レベル) と L_{Amax} は短期的および瞬時的な健康影響を予測する上で有用な指標としている。WHO

ユーロのガイドラインは、1999年に発表された「WHO環境騒音ガイドライン（1999）」³⁾を拡張したものであるが、定常音でない場合は、睡眠妨害は L_{Amax} と最も相関関係が高く45dB以下で影響が現れるとし、可能ならば L_{Amax} が45dBAを超える騒音は制限すべきとしていた。航空機騒音は非常に高レベルの間欠音である。健康影響は睡眠が大きく関与することを考えると、睡眠影響の視点に立った環境基準を検討する必要もある。他方、騒音と睡眠影響との関係についての研究は、非日常的な実験室におけるものが多く、日常生活場面での研究は遅れている。睡眠影響は騒音以外の要因による影響も多い。また、航空機騒音以外の音源からの影響も考慮する必要がある。幸い、航空機騒音の評価量が、騒音エネルギーにもとづく評価量に改定されたことから、道路交通騒音等との比較も行うことができる。こうした要因を十分に考慮しつつ睡眠影響に関する調査も必須である。疫学的知見のさらなる充実が望まれる。

- 1) World Health Organization Regional Office for Europe, NIGHT NOISE GUIDELINES FOR EUROPE., 2009
- 2) Final Report of the International Civil Aviation Organization (ICAO) Committee on Aviation and Environmental Protection (CAEP) Workshop, Assessing Current Scientific Knowledge, Uncertainties and Gaps in Quantifying Climate Change, Noise and Air Quality Aviation Impacts., 2007
- 3) WHO, Guideline for community noise., 1999

新型航空機航跡観測装置 SkyGazerの開発について*

主任研究員 吉野 亨 二**

1. まえがき

航空環境研究センターの主要業務の一つである航空機騒音・飛行経路実態調査は、国土交通省航空局から受託を受け（一般競争入札により）毎年各地の空港で実施している。

調査の目的は、航空機騒音の実態把握、航空機騒音軽減対策の策定等を行うことであり、そのために航空機の飛行経路を正確に測定・解析することは大変重要な要素である。

飛行経路の測定・解析は、航空機騒音が社会問題化された昭和40年代から航空機の騒音測定と併せて様々な方法で試みられてきた。

航空環境研究センターでは、長年にわたって飛行経路の測定・解析について検討し、簡便かつ実用的な様々な方法を実用にも供している。

平成22年度までは平成12年に導入した「エアースーン」という米国製の機材を主に使用し、航空機の発する電波を受信して航跡を観測してきた。

エアースーンは測定精度も高く、有効に活用されてきたが導入後長時間が経過し障害の発生頻度が高くなってきたため新たな機器に更新することとした。

平成19年に国内で入手可能な装置について調査を実施した結果、全て外国産の機材で機能、

価格等について我々の要求に一致する機器がないため、自主開発することとなった。

3年計画で、独立行政法人 電子航法研究所 およびリオン株式会社と共同研究を実施し、新型航空機航跡観測装置「**SkyGazer**（スカイゲイザー）」を開発したのでご紹介することとした。

2. 測定方法の変遷

当研究センターでは、長年にわたって飛行経路の測定・解析について検討し簡便かつ実用的な方法を幾通りか実用にも供している。

今までに実用にも供してきた幾種かの飛行経路の測定・解析方法について簡単に紹介する。

・飛行経路下での目視による観測

限られた地域の飛行経路（指定された経路を飛行しているかどうかの監視）を調査するため、想定される飛行経路下に観測者を配置し飛行する航空機を目視で観測し、飛行経路を地形図にフリーハンドで描いていた。

・レーダー画面の静止画撮影

広範囲の飛行経路を効率的に把握するために、空港監視レーダー（ASR/SSR）のレーダー画面をシャッター開放で長時間露光した写真を元に航跡を地形図上にトレースし飛行経路を得る方法。

・レーダー画面のビデオ撮影（手動解析）

空港監視レーダー（ASR/SSR）のレーダー画面上に格子状のスケールを取付け、ビデオカメラで撮影し、格子状のスケールを基準に

* Development of New Aircraft flight path observation system, "SkyGazer"

** 航空環境研究センター 調査研究部

して地形図上にフリーハンドで航跡を作図する方法。

- ・レーダー画面のビデオ撮影（自動解析）

レーダー画面をビデオ録画しビデオの再生画像をパソコンの座標データとして取り込み目標航空機の位置を読み取り飛行経路を作図する方法。

- ・トランシット+デジタル角度計を用いた観測
CCDカメラを取り付けたトランシット（測角機）とパソコンを組み合わせた装置を、飛行経路を挟む2地点に設置し、同時に目標航空機を追跡しカメラの方位、仰角を基に三角測量の原理で航跡及び飛行高度を測定可能とした。本装置は精度良く三次元的に航跡が測定できるが同時刻に複数の測定が困難であること、航空機が視認出来なければ測定が不可能であること等の問題があった。

- ・航空機の応答信号を用いた航跡観測

航空機から送信される航空管制用トランスポンダーの応答信号をマルチラレーションと言われる方式で観測する物で、天候に影響されず精度良く広範囲に三次元的な飛行経路が測定できる。

本方式の測定器は「エアーシーン」という名称で現用中である。

3. 新型航跡観測装置の開発の経緯について

前書きでも述べたが、**SkyGazer**スカイゲイザーの開発の経緯について述べたい。

当協会は、米国Rannoch社（現ERA社）の航跡観測装置エアーシーン（AirScene）を平成12年に導入し航空機の航跡観測に活用してきたが耐用年数が近づいている。

そこで、平成19年度から3カ年計画で航空機航跡観測装置の更新について、調査研究することとした。

初年度の調査の結果、市販されている機材は全て外国製で高価であることが判明した。

さらに、どの機材も国内に販売代理店がない

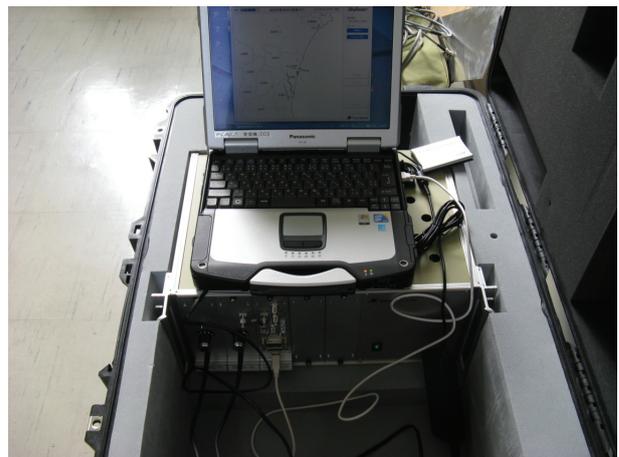
ため購入後の維持管理について不安があった。

その後も調査を継続した結果、独立行政法人電子航法研究所の上席研究員である塩見格一博士が特許を所有する「受動型航空機航跡観測装置」に着目し、塩見博士及び電子航法研究所と調整したところ快く特許の使用を認めて頂き研究開発にも協力を得られることとなった。

そこで、当協会、電子航法研究所及びリオン株式会社の3者で共同研究の契約を締結し3者が協力して、当協会用の新型航空機航跡観測装置を新規開発することとした。

試作機の製作、評価を経て平成21年度には実用機の開発を行い、平成22年3月末に新型航空機航跡観測装置「**SkyGazer**スカイゲイザー」が納入された。

現在は、機器の測定精度の確認および運用方法の確立のための試験運用中である。



測定中の**SkyGazer**スカイゲイザー

4. 新型航跡観測装置の名称について

新型航跡観測装置は当初「次期航跡観測装置」その後、測定原理から「受動型SSR装置」・「PSSR」等と呼ばれていたが、どれも一般名称であることから、固有名称-覚えやすい愛称-を付けようということになり、部内の意見を聞きながら「**SkyGazer**スカイゲイザー」に決定した。

SkyGazerは**Stargazer**に由来する造語で筆

者が考案したものである。

Stargazerは「星を見つめる人」、「天文学家」の意味であり、それに由来するSkyGazer「空を見つめる人」は新型航空機航跡観測装置に相応しいと考え命名したところであるが、幸いにして皆様から好感触をいただいている。

なお、綴り・書体にもこだわり『Skygazer』ではなくGを大文字とし、フォントも指定して『SkyGazer』を用いている。

5. SkyGazerの動作原理

受動型SSR装置（パッシブレーダー）の動作原理については、マルチラレーション方式と、親レーダーの動きを推測し観測する疑似レーダー方式（当協会が命名）が考えられる。

・マルチラレーション方式の概要

マルチラレーション方式とは、受信局2局を対にして信号受信の時間差から位置双曲線を求め、もう一対の受信局で得られる位置双曲線の交点を航空機位置とする方式である。

元々、双曲線航法として船舶・航空機の航法に用いられていた、LORAN、DECCA等の航法システムと同原理である。

LORAN等は、複数の送信局からの電波を受信し、2本の双曲線を得てその交点を自局（船舶・航空機等）の位置とする航法である。

マルチラレーション方式は逆に1局の送信局（航空機）と複数の受信局から構成され、移動する航空機の位置を特定する方式である。

この方式の場合、高精度な観測が可能であるが測定範囲を取り囲むように広範囲（数十km単位）に最低3ヶ所の受信局を配置する必要があること、各局間で精密に時間管理を行う必要があるため装置が高度で複雑になる等の弱点がある。

通常は、固定された範囲を定常的に観測することが多いため受信局も固定されるので問題にならないが、当協会は測定のために対象空港に出向き受信局を4ヶ所に配置して測定するた

め、受信局の設置・撤収も大きな負担となって居る。受信局の設置は2組に分かれ2箇所ずつ設置するが、1箇所に2～3時間程度必要で1日がかかりとなる。

エアーシーンは、図-1,2に示すように航空機から送信されるトランスポンダーの応答信号を、同時に複数の受信局で受信し、それらの受信局における受信時間差から航空機の位置を計算し、連続的な航空機航跡データを作成する。

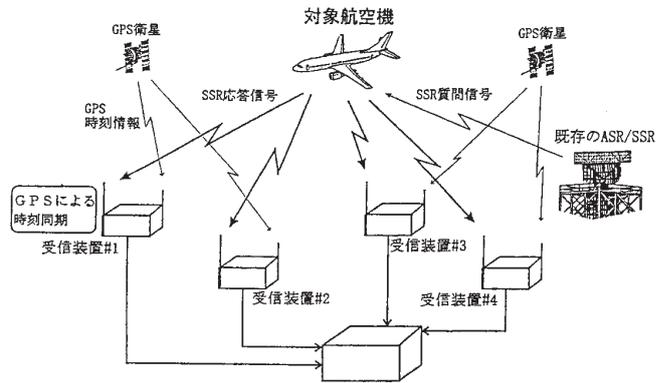


図-1 マルチラレーション方式概念図

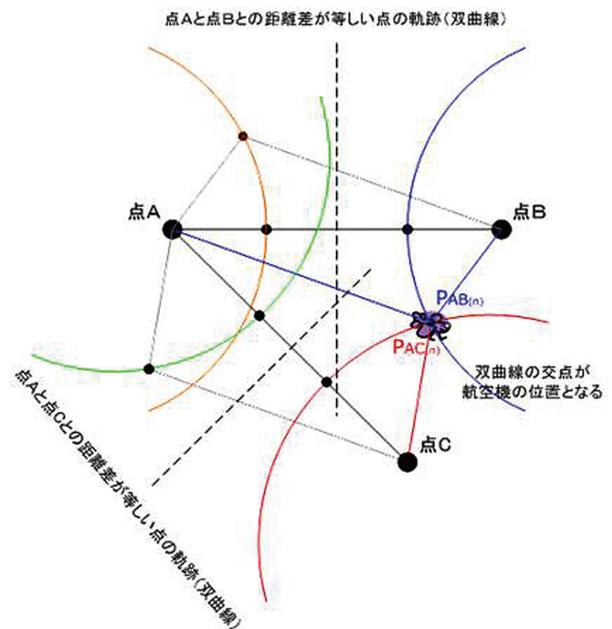


図-2 双曲線による位置の決定

双曲線について、簡単に説明すると図-2において、受信点AとBで航空機からの信号を受信しその受信時間差の等しい点を結びと黄色と紫

色の2本の曲線（双曲線）が得られる。

同様に、点AとCから緑と桃色の双曲線が得られる。

双曲線のうち、先に信号を受信した局側の曲線上に航空機が存在するので、図の例ではBとC側の交点が航空機の位置とされる。

エアーションシステムは中央処理装置（パソコン）、及び空港周辺に配置され航空機のトランスポンダー応答信号及びGPS信号受信機、受信機を制御するノートPCで構成される可搬型受信局4台により構成されている。

各受信局で受信し記録した信号を中央処理装置に収集して解析し、航空機毎の航跡情報を抽出する。



図-3 空港監視レーダー
上の細長いアンテナがSSR送受信アンテナ

・疑似レーダー方式の概要

疑似レーダー方式である**SkyGazer**は、図-3に示す空港監視レーダー装置（以下、親局という）のSSR質問信号及び航空機からの応答信号を受信し、質問電波発信から応答信号受信までの所用時間から算出される楕円と、システムが把握している親局のアンテナ方向の交点を航空機の現在位置として、システムからの距離・方位を測定する方式である。

SkyGazerシステムには次項で説明するとおり、親局の質問信号の受信機と航空機の応答信

号の受信機及び制御器が備えられ、1局のみで航空機の航跡の観測が可能である。

親局の質問信号受信機は、親局のアンテナ方向と質問信号発信を把握するために用いられる。

親局のアンテナ方向は、アンテナが**SkyGazer**に正対した時刻からの時間経過で角度を算出できる。

国土交通省航空局のレーダーは毎分15回転±1回転の仕様となっているが、非常に正確に15回転に制御されている。

これは4秒で1回転することなので、正対時から1秒後には親局と受信点を結ぶ線から親局のアンテナは90度右方向に回転していることとなり、これを細かく計算することにより正確に親局のアンテナの向きを把握することが可能である。（1度=0.0111111秒）

次に距離の算出であるが、本物のレーダー装置でも質問信号発信から航空機の応答受信までの時間から距離を算出している。

電波が1NM（海里=1,852m）を往復するのに必要な時間は12.36 μ 秒（これを1レーダーマイルと言う）であるから、質問電波発信から応答受信までの時間を12.36で除することで距離を求められる。

たとえば、質問電波発信37.08 μ 秒後に応答信号を受信した場合はアンテナから3NMの位置にいることになる。

空港監視レーダーのように送受信アンテナが同じ位置にある場合は、アンテナを中心に半径3NMの真円上のどこかに航空機が存在することになり、その円とアンテナ方向の交点が実際の航空機の位置になる。（実際には、アンテナの方向に航空機がいることは分かっているので、距離が分かれば位置を特定できる）

ところが、**SkyGazer**のように送信アンテナ（親局）と受信アンテナ（**SkyGazer**）の位置

が異なる場合は、両方のアンテナを焦点とする楕円の上に航空機が存在することになる。

なぜ楕円上にいるのかということの説明すると、図-4で親局Tから発信した質問電波が航空機Aに到着し応答した信号がSkyGazer Rに到達するまでの時間 37.08μ 秒になる点を結ぶとTとRを焦点とする楕円が形成される。

親局のアンテナ方向は先に説明した方法で常に把握しているため、楕円上の航空機位置を特定することが可能となる。

このようにしてアンテナの回転ごとに得られた多数の航空機の位置を航空機毎に整理記録し、研究センターの航跡解析装置を使用して航空機毎の航跡を抽出し、目的ごとに加工して使用される。

6. SkyGazerのシステム構成

SkyGazerは、測定原理でお話ししたとおり、親レーダーの質問信号を受信するための受信機と航空機からの応答信号を受信するための受信機、受信信号を処理するためのデコーダー等制御器、アンテナで構成される受信装置及び、受信信号から出力される受信信号を処理し、航空機の航跡を算出・記録する中央処理装置（ノートPC）で、構成される。

このほかに、システムの時刻を正確に保つための装置が付属している。

更に現地で収集したデータを解析するための処理装置（PC及び大型プリンター等）が研究センターに設置されている。

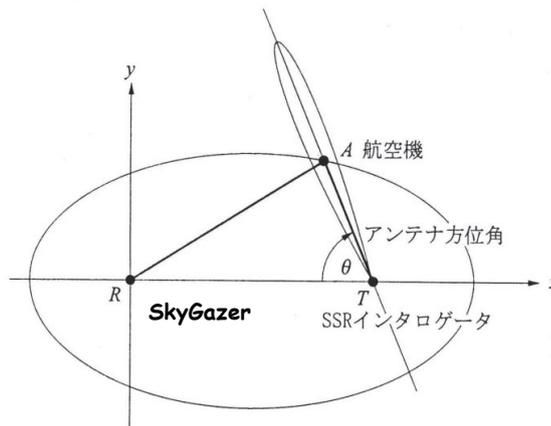


図-4 疑似レーダー方式原理図



図-5 SkyGazerシステム構成図

SkyGazer用アンテナ

上の黒い短いアンテナが航空機からの応答信号（1,090MHz）受信用、下の垂直偏波八木宇田アンテナが親レーダー信号（1,030MHz）受信用アンテナ。



図-6 SkyGazerアンテナ

SkyGazer本体

ノートPCがSkyGazer中央処理装置、その下が受信装置



図-7 測定中のSkyGazer



図-8 測定中のSkyGazer外観

SkyGazer測定画面例

図-9は、測定中に測定状況を確認するためにリアルタイム表示される表示画面のコピーである。

1辺が40kmのエリアが表示されており画面上の点が航空機の位置を表し、過去2分間（可変）分の航跡が表示されている。

空港のすぐ東側の赤い点は着陸した航空機、その東側にオレンジの点は東から西に向かって進入している航空機の航跡である

また、その左下に緑の点があるがこれは空港を出発し上昇している航空機、図左端の下部に表示されている青の点は遙か上空を飛行している航空機である。

点の色は低高度の赤から高々度の青と高度を示している。

このように、リアルタイムで航跡が表示されるため測定終了後の正式な解析を待たずに刻々と測定成果を確認することが出来る仕組みになっている。

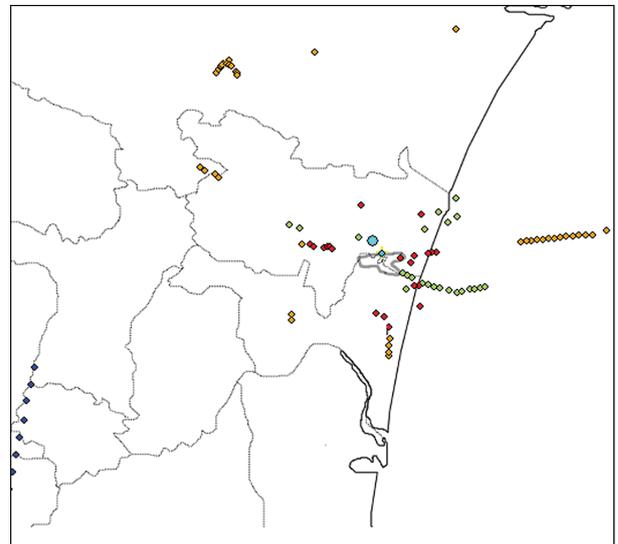


図-9 SkyGazer測定画面

SkyGazer航跡解析例

図10は現地での測定後研究センターの解析装置を用いて航空機の航跡を解析し、大型プロッターを用いて平面図を作図した例である。

紫は到着機、青は出発機を表している。この

例では、航空機が東から西に向かって離着陸している状況を示している。

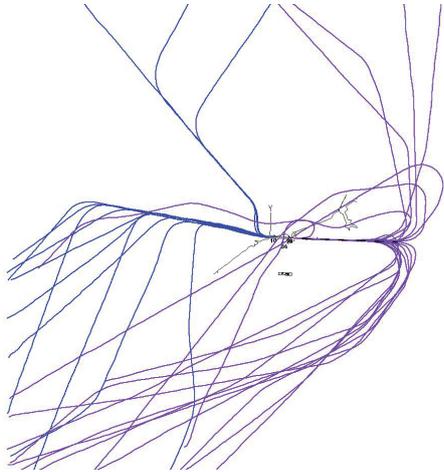


図-10 SkyGazer航跡解析例

7. まとめ

SkyGazerは、関係者のご協力ご努力の結果無事完成した。

筆者が塩見博士の最初の論文を拝読した頃は現在とは異なる組織に属しており、失礼ながら『面白いけど、レーダーで正確な位置を得られるのにこの装置を作っても誰が使うんだろ

う?』と言ったものであったが、まさか自分が実用化の旗を振ることになるとは思いもよらなかった。

疑似レーダー方式の動作原理は確立されているものの実験室レベルのバラックセットに近い実験機のための段階から、実際に長期間安定して航空機の航跡を観測する実用機を製作することは予想以上に大変なことであった。

私は口を出すだけの「お邪魔虫」であったが、幸いにも優秀な技術者達に恵まれたことと各分野の頼もしい専門家の協力を得られて（勿論、開発のための多大な予算を計上して頂いて）短期間で何とか実用機を完成させることが出来た。

平成22年度のシステムシェイクダウンでは幾つかの初期障害も発生したが、無から作り上げたハードウェアとソフトウェアとしては予期したよりもバグが少ないと感じている。

今後は、**SkyGazer**の運用経験を積み重ねてノウハウを蓄積し、更にシステムの完成度を高めて**SkyGazer**の活用範囲を広げられるよう努力を続けていく所存である。

ICAO CAEPの動向－WG 1 *

柳澤裕司**

1. はじめに

航空輸送はジェット旅客機が登場して以来、飛躍的な発展を遂げ、世界貿易の拡大を大きく支えてきたが、近年は燃料高騰や世界経済の低迷等の影響を受けて厳しい状況に直面している。また、運航に伴う環境影響については、空港周辺のローカルな騒音・大気環境問題だけでなく地球温暖化というグローバルな問題への対応が求められており、欧米間や先進国と途上国の間で思惑が交錯する難しい領域となっている。このような中、ICAOでは国際航空輸送の持続的発展のために各地域が抱える航空安全問題への対応、効率的な運航の実現、セキュリティの確保に取り組むとともに、環境負荷の抑制という社会的要請に応えるために航空環境に係る様々な課題に取り組んでいる。ICAOのビジネスプランでは航空環境にかかる目標（Strategic Objective）として騒音影響に曝される人口の抑制（図1）、地球環境及び空港周辺の大気質へのインパクトの低減を掲げており、当該目標達成に向けてICAOの航空環境保全委員会（CAEP）では環境影響の定量的把握や対応策の検討が行われている。

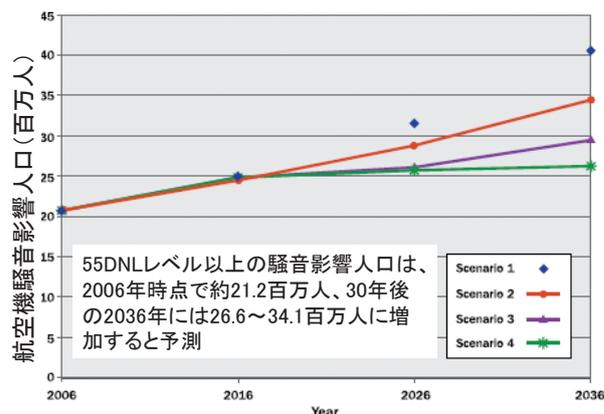


図1 騒音影響人口の世界的な推計

現在、CAEPは我が国を含む23カ国のメンバーと国際的な業界団体13団体のオブザーバから構成され、航空機騒音及びエンジン排出物の発生源対策、環境影響を低減するための運航上の改善策、航空分野における地球温暖化対策等について中長期的な観点から技術的に検討している（図2）。国土交通省航空局では国内唯一の航空技術の研究開発機関であるJAXAと連携してCAEPに対応しており、各WGにおける技術的な議論にはJAXAの専門家も参加、貴重な貢献を頂いているところである。各WGにおける最近の動向を紹介するにあたり、WG2及び3についてはJAXAの専門家より別稿にて概説頂くことにしており、本稿ではWG1の活動を中心に概観する。

* Progress update on ICAO/CAEP - WG1 activities

** 国土交通省 航空局 技術部 航空機安全課 航空機技術基準企画室長

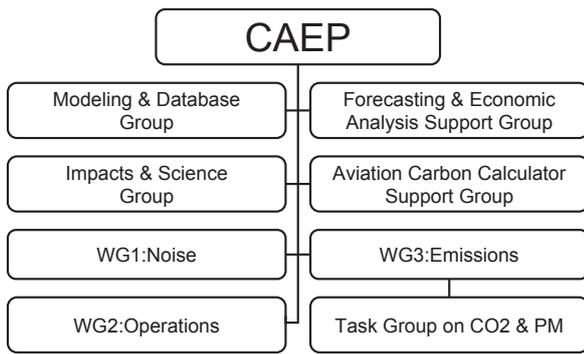


図2 CAEPのWG構成

2. WG1の役割

WG1の主な役割は第16附属書第1巻「航空機騒音」の国際標準及び勧告方式を見直し、共通の解釈と理解の促進を図ることである。また、騒音低減化の中長期的な展望、騒音データベースの整備、前述のICAO環境目標の評価支援等を行うとともに、WG3等との連携して騒音低減と排ガス抑制の間の相互関連性を調査している。

3. CAEP/8からCAEP/9サイクルへの移行

平成22年2月にCAEP/8が開催され、2007年から2010年までのCAEP/8サイクルにおいてWG1が取り組んだタスクの成果が報告された。第16附属書改正案の検討では、解釈に疑義

が生じないように文言の統一や修正を盛り込んだ改正案を取り纏めた。ただし、内容的には”stringency neutral”であり、騒音基準の強化は含まれていない。また、FAA AC36-4C等を参考にしながらICAO環境テクニカルマニュアル (Doc.9501) の全面的見直しを行い、同第1巻 (2010年版) として取り纏めた。更に、騒音低減化技術の動向を把握するため、現行機材の騒音証明値の状況をレビューした (図3)。別途、専門家パネルを設けて騒音低減に向けた中長期的な技術目標を検討 (図4)、現在の技術的成熟度 (TRL) がレベル5/6の技術は10年後に、またレベル3/4の技術は20年後に各々レベル8に到達するものと想定し、一定の不確かさを考慮しながら騒音低減の見通しを示した。

CAEP/8の結果、3年後のCAEP/9に向けて騒音基準強化案を検討することに合意、具体的には①3地点の累積マージンについてはChapter 4から最大10~12dBを上限に騒音強化を検討、併せて各地点のマージンも考慮、②適用開始日は2017年1月~2020年1月、③現行基準で証明された機体のフェーズアウトは行わない、との前提で今後3年間かけて詳細検討を行うことになった。

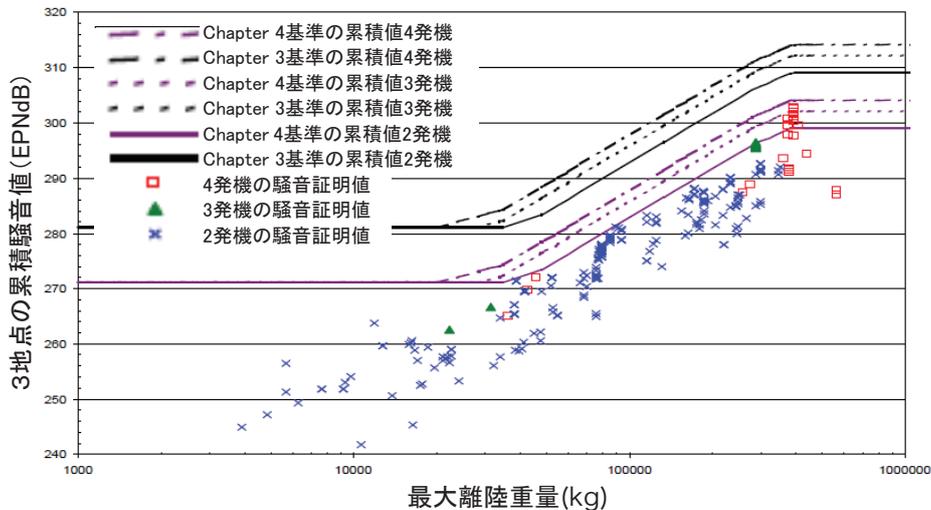


図3 累積騒音値の分布

Mid-term and Long-term Noise Goals (Cumulative Effective Perceived Noise Level (EPNL) – re: Chapter 4 Limits)		
Aircraft Category	Mid-term (2018)	Long-term (2028)
Regional Jet	13.0	20.0
Small-Med. Range Twin	21.0	23.5
Long-Range Twin	22.0	24.5
Long-Range Quad	21.0	23.5

図4 騒音低減の中長期的な技術目標

4. 詳細検討のためのデータベース整備

ICAOでは、様々な航空機の騒音証明値を一元的にとりまとめ、ICAO Noise DBとしてデータベース化している。Chapter 3又は4の騒音証明がなされた航空機のエンジン型式、最大離陸重量、騒音証明値等を包括的にとりまとめたものであり、これまでに5000以上のデータが収録されている。現時点の最新データを反映したVersion2.8を発行予定であり、引き続きデータの追加・更新を進めていくことにしている。

また、騒音証明レベルの現状と今後の見通しを得るため、ICAO Noise DBの中から既に生産が終了した機材を除外し最新の騒音基準に適合する代表的な機材を抽出、また航空機メーカーの協力を得て現在開発中の機材の騒音予測データを追加してデータベース化（Best Practice DB）している。収録されている機材を短/中距離、長距離の別に分類してデータ整理・分析を行い、基準強化の検討資料として用いることにしている。

更に、基準強化による騒音暴露人口の変化や経済的影響等の分析を行うにあたり、今後どの程度の騒音レベルの機材が新規導入又は機材更新されていくのか見積もる必要がある。航空機

メーカーより現在開発中の機材の騒音予測データの提供を受けるとともに、これを補完するために将来機材を想定し、成熟度の比較的高い低騒音技術が実用化し採用されると仮定した場合の騒音レベルを推定しながら様々な分析を行うことにしている。

5. 基準強化オプションの検討

(1) 3地点の累積マージンによる強化案

CAEP/8の合意を受け、3地点の累積マージンをChapter 4より最大10~12dBまでの範囲で基準強化を検討している。現行機材の騒音証明レベルを分析したところ、比較的マージンの少ない双発狭胴ジェット機の場合でもChapter 4に対して平均3 dB程度のマージンがあることから、少なくとも3 dB以上の基準強化を検討することになった。次に、世界中で運航されている機材の機種別機数データと騒音証明値のデータをリンクさせ、Chapter 4より3~12dBまでの範囲で基準強化した場合にこれをクリアすることができなくなる機数を試算したところ、2 dB刻みで基準強化するに従い影響機数は概ね一定割合で増加、また11dB以上強化した場合には現在開発中の機材の中にも達成できないものが出てくることが明らかになった。このような分析結果を受け、3地点の累積マージンをChapter 4より3, 5, 7, 9, 11dBと2 dB刻みで強化する計5ケースに絞り、また適用時期は2017年1月と2020年1月の2ケースで基準強化案を詳細検討することになった。

(2) 二次的な基準強化案の検討

基準強化案を検討するにあたり各地点のマージンも考慮することが検討事項となっており、上記3地点の累積マージンによる基準強化案に加えて二次的な基準強化策も検討している。Chapter4を採択した際は、Chapter 3で認められていたトレードオフを削除、また2地点のマージンの和は組み合わせによらず2 dB

以上という二次的な規制を設けた経緯を踏まえ、今回の基準強化案の検討においても同様に2地点のマージンの和により規制する案が当初提案された。一方、依然として空港周辺の騒音問題を抱えており、騒音低減化技術の進展を踏まえて各地点の騒音レベルを改善させていくことが、各地点周辺に居住する地域住民の理解を得る上でも重要となっている。このため、各地点の基準ラインを強化する提案も検討することになり、今後、各地点の基準ラインを全体的に1dB強化する案を検討することとしている。

また、最大離陸重量を横軸としてフラット部分及びスロープ部分から構成される基準ラインのうち、低重量の機材に適用されるフラット部分の扱いについても議論されている。そのベースは約30年前に設定されたものであり、当時は小型ジェット機の機材数が少なかったが、現在では機材数や運航回数が増加し、また現行機材の騒音値はフラットな基準ラインに対し相当な余裕があること等を踏まえ、低重量の機材に適用されるフラット部分をスロープに変更する案も検討している（図5）。

から、更に2年先の2020年を中期、2030年を長期として将来的な見通しを得ることにしている。2011年には専門家グループを設けて本格的レビューを開始し、実現可能性や不確定要素の考慮しながら中長期的な見通しをとりまとめることにしている。

7. 第16附属書及びICAOマニュアルの改訂

第16附属書第1巻（航空機騒音）及びICAO環境テクニカルマニュアル（Doc.9501）に記載されている技術的内容について引き続き見直しを行うことにしている。具体的には、SAE委員会A-21における標準化動向を注視しながら必要に応じて調和を図るとともに、騒音証明飛行試験時の測定飛行経路と基準飛行経路との差の調整手順、大気吸収係数の上限値等に係る記述内容を検討する。また、附属書とマニュアルの間で技術的表現を統一したり、本文で相互に参照している項目番号を整合させるための修正等を行う。更に、騒音基準強化オプションを検討する中で具体的な附属書改正案の作成も行うことにしている。

8. 他のWGとの連携

基準強化による騒音影響人口の低減や経済的影響を評価するため、モデリングや経済分析を担当するWGに対し、3地点の累積マージンによる基準強化案や二次的な基準強化案を提示することとしている。またWG3と連携して、騒音基準の強化がNO_x等のエンジン排出物や燃費にどのような影響があるのかスタディを行うために必要なデータをリンクさせ、騒音低減、NO_x低減、燃費改善の間に存在する相互関連性を評価することとしている。

経済的分析においては、経年機材の退役や航空需要に対応するための新機材導入が進む一方、基準が強化されることが決まれば、その基準に適合困難な機材が製造中止を強いられたり機材の価値が下がる等の影響を受けることが見

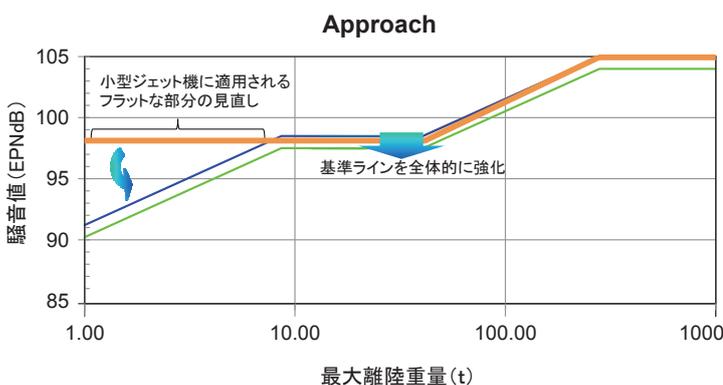


図5 基準強化案の検討イメージ（進入測定点における騒音の基準）

6. 騒音低減化に向けた技術開発の動向

CAEP/8では、検討を開始した2008年を基準に10年先の2018年を中期、20年先の2028年を長期として騒音低減化の見通しが報告された。CAEP/9では、最新の技術開発動向を踏まえな

込まれ、様々な経済的影響を如何に考慮するのか今後の検討課題となっている。

9. おわりに

国際航空分野における環境問題への取り組みが益々重要になる中、ICAO総会や理事会はCAEPに対して多種多様な検討課題を付託しているが、他方で具体的な検討作業に必要な人的リソースは非常に厳しい状況になっている。今後ともICAOが強いリーダーシップを発揮しながら、課題に的確に対応し国際社会の期待に応えていくためには、欧米のみならずこれ以外の国々も含めてグローバルに各国当局及び業界組織が連携・協力してCAEPの活動をサポートす

ることが不可欠となっている。また、効率性の向上、安全性の確保、地球温暖化への対応と両立させながら騒音低減を図るためには、将来のATM運用概念や運航技術面も含めて幅広い検討が必要であり、WG1、WG2、WG3等の各グループ間で如何に連携を図っていくのか今後の課題となっている。

CAEPの各WG及び様々なタスクグループの会合には我が国より多くの方々が積極的に参加されている。多忙な日常業務をこなしながら、勤務時間終了後や週末等を利用して会議の準備を行い、また欧米の時間帯で開催されるテレコンに深夜遅くまで参加されている皆様に、この紙面を借りて感謝申し上げたい。

ICAO／CAEPの動向－WG2 *

石井 寛 一 **

1. はじめに

WG2はCAEP/8までは空港周辺環境対策と運航面からの環境保全方策を担当していたが、CAEP/9サイクルでは次に示すように、運航に関する3つのタスクを担当している。

タスク1：運航の中長期目標のIE検討

タスク2：運航効率改善による消費燃料・排出ガス削減に関するガイダンス文書の更新

タスク3：CNS/ATMの環境アセスメントの原則に関するガイダンス文書の作成
本稿では、CAEP/9サイクルにおけるWG2のタスクの内容、および進捗状況を概説する。

2. WG2の活動状況

WG2の活動はラポータであるTed Elliff氏（EUROCONTROL）とJulie Marks氏（FAA）の2人を中心に、さらにタスク毎のリーダーの下で進められている。また運航に関するタスクを実施していることから、ICAO ANB（Air Navigation Bureau、航空技術局）、CANSO（Civil Aviation Navigation Services Organization、管制業務実施機関協会）と連携して進めている。

2010年2月のCAEP/8以降のWG2の活動は、2010年11月のSteering Group会合（以下、SG会合）をはさんで、3回のWG2会合（表1）

を中心に、タスク毎の電話会議、メールにより進められている。

表1 WG2会合開催状況

開催	場所
2010年5月	米ワシントンDC
2010年9月	独ランゲン
2011年2月	加モントリオール

以下に各タスクの概要を述べる。

タスク1：運航の中長期目標のIE検討

本タスク（Independent Expert Operational Goals Review）は、騒音軽減および消費燃料削減に関する運航の中長期（2020、2030年）の目標をIE（Independent Expert）により検討するものであり、Alan Melorose氏（EUROCONTROL）をリーダーとして進められている。その目的は、潜在的な運航効率改善を実施した場合に、達成可能となる環境保全効果に関する情報を意志決定者に提供することである。なお、経緯を補足すると、本タスクはCAEP/8サイクルでも実施したものの、検討時間不足、検討範囲が不明確等の指摘を受け、CAEP/9サイクルで再度実施することになったものである。

IE検討におけるWG2の役割は、検討の範囲、計画をIEに対して示すとともに、検討に必要な情報の提供を行うことである。2011年のSG会合では全体スケジュール、IEの募集要項を提案し、承認された。運航IEの特徴としてIE

* Trends of ICAO/CAEP - WG2

** 宇宙航空研究開発機構 航空プログラムグループ
事業推進部 研究員

募集の対象者が挙げられる。他のWGにおける機体騒音低減技術、NOxまたは消費燃料の削減技術に関するIEは大学、研究機関等から任命されている。これに対して本IEでは、必要な専門性が多岐に渡ることで、運航に関する専門家が少ないこと、等の理由により、航空当局や管制業務経験者も所属機関から独立した検討をすることを前提に“Independent”な専門家とする方針が承認されている。

SG会合開催後にCAEPメンバー国にIE推薦を依頼するレターが展開され、2011年2月のWG2では合計6名が推薦されている状況が報告された。分野・地域的なバランスを考慮し、IATA（国際航空運送協会）、アジア地域からの参加が期待されているところである。

今後、2011年5月にモントリオールのICAO本部において、IE検討開始のためのワークショップを開催する予定である。

タスク2：運航効率改善による消費燃料・排出ガス削減に関するガイダンス文書の更新

本タスクは、運航効率改善による消費燃料、排出ガス削減に関するガイダンス文書としてICAOから発行されているCircular 303（以下、Cir303）の内容を更新し、ICAO Manualとして発行するというものである。CAEP/8後、2010年のSG会合まではTed McDonald氏（Transport Canada）をリーダーとして進められてきたが、SG会合においてShannon Scott氏（CAA of New Zealand）に引き継がれた。

2009年に「ICAO行動プログラム」が承認され、国際航空セクターにおける燃料効率（燃料消費量 [リットル] を輸送量 [RTK] で割った値）を2050年まで毎年2%改善する等のグローバル目標が掲げられている。これに関連して、第37回ICAO総会（2010年9月）では、グローバル目標達成に向けた各国の行動計画と進捗状況を報告することとされた。本ガイダンス文書は、次節で述べるタスク3で作成中の文書

とともに、各国の行動計画策定に資するものと位置づけられており、SG会合においても重要性が強調された。

表2に現行のCir303の構成と進捗状況を示す。CAEP/8で承認された計画に従い、2010年のSG会合で第2、6、7、12章の4章分の更新が承認された。ただし第7章については、新たにICAOマニュアルとして発行するにあたり、本文書には含めないことを提案し、承認されている。

今後2012年のSG会合までに他の章についても更新を完了する予定である。なお、これらの章の更新に当たってはICCAIA（国際航空宇宙工業会協議会）、IATA（国際航空運送協会）の貢献も必要であるが、他のCAEP活動で優先度が高いもの（CO₂基準の策定等）にワークロードが割かれており、CAEP事務局、WG2および両機関で調整をしているところである。

表2 Cir303の構成と進捗状況

章	見出し	進捗
1	Background	
2	Airport operations	完了
3	Aircraft environmental performance	
4	Maintenance	
5	Mass reduction	
6	Air traffic management	完了
7	Non-revenue flying	新文書に含めず
8	Flight/route planning and other operational issues	
9	Take-off and climb	
10	Cruise	
11	Descent and landing	
12	Load factor improvement	完了
13	Implementation	

タスク3：CNS/ATMの環境アセスメントの原則に関するガイダンス文書

本タスク（CNS/ATM Environmental Assessment High-Level Principles）は、CNS/ATMの改善に伴う環境影響（排出ガス、騒音の両方）のアセスメントの原則に関するガイダンス文書を作成するというものであり、Manfred Dieroff氏（独DFS）をリーダーとして進められている。なおCAEPのタスクとしては“CNS/ATM”という表現が使われているが、内容に鑑みて適宜“operational”等への変更を提案する可能性もある。

本タスクもタスク2と同様にICAOグローバル目標の達成に向けて、各国が行動計画を策定し、その計画を評価する際のガイダンスとなるものと位置付けられており、WG2に対してCAEP事務局からタスクの重要性が強調されている。またタスクのタイトルにある“High-Level”とは、世界各国で適用可能な「基本的原則」を意味している。限られたメンバーからの情報をもとにガイダンスを作成した場合には、適用の可能性が狭まる恐れがあるため、広い地域からの貢献が求められている。

表3に現時点における文書の構成と進捗状況を示す。現在、議論の叩き台となる素案を作成しているところである。2011年2月のWG2会合では、全体を3グループに分けて、それぞれ1～3章、4.2節、4.3節及び4.5節を集中的に議論した。

排出ガス（特にCO₂）と騒音のトレードオフ（4.7節）については、このタスク、あるいはWG2以外においても、議論のポイントになるところである。本タスクに関連した例としては、短縮された飛行経路を設定すると消費燃料（CO₂排出量）削減に効果があるが、住宅密集地の上空を通過し、騒音の影響が増大する、という場合が想定される。まだ素案の段階であるため、今後議論の上、変更される可能性もあるが、次のような考え方が提案されていることを

紹介する。

- ①騒音の影響の大きい時間帯、あるいは地上の騒音レベルが大きくなる地域または飛行高度では、騒音軽減を優先した飛行を行い、それ以外では排出量を最小とするように飛行する。
- ②騒音の影響が最小となるような運航を行い、CO₂排出を最小とした場合との排出量の差分を推算し、カーボンオフセットにより騒音最小とCO₂最小を両立する。

今後は、まず第1～4章の素案作成を中心に進め、2012年のSG会合にガイダンス文書案を提出する予定である。

表3 タスク3文書の構成と進捗状況

章	見出し	進捗状況
1	Purpose	素案
2	Context	素案
3	Scope	素案
4	High-level principles	
4.1	Assessment planning and preparation	素案
4.2	Assessment steps	作成中
4.3	ATM/CNS changes subject to an environmental assessment	素案
4.4	Geographic area of environmental assessment	素案
4.5	Criteria for triggering an assessment	素案
4.6	Environment parameters to be assessed	作成中
4.7	Environmental interdependencies (tradeoffs)	素案
4.8	Interdependencies between environmental and non-environmental parameters	未
4.9	Regulatory compliance	作成中
4.10	Documentation, communication, reporting	未
5	Assessment methodologies	
5.1	Methods, models	作成中
5.2	Metrics	作成中
6	Assessment examples	
5.1	Wide area assessment (CO ₂)	未
5.2	Local assessment (Noise)	未

3. おわりに

冒頭に書いたように、WG2のタスクは空港周辺環境（騒音）から運航へシフトしつつある。また、そのタスクも目標の検討、ガイダンス文書の整備であり、運航大国である日本に対する期待は高い。我が国が参加している特に洋上空域における運航効率改善による排出ガス削減を目指すASPIRE（Asia and Pacific

Initiative to Reduce Emissions）の取り組みや、将来の航空交通システムに関する長期ビジョン（CARATS）等に関して情報提供を求められる機会もあろうかと思う。今後も航空局と密接に連携し、WG2を通じて航空の環境保全に貢献するとともに、我が国のプレゼンス向上を図りたい。

ICAO CAEP の動向－WG3 *

町田 茂**、藤原 仁志***

1. はじめに

民間航空機の環境規制に関する検討を行っている国際民間航空機関（ICAO）の航空環境保全委員会（CAEP：Committee on Aviation Environmental Protection）には、現在3つのワーキンググループ（WG）がある。WG1では、航空機騒音に関する技術的検討、WG2では空港周辺的环境保全および運航等に関する検討、そしてWG3では航空機エンジンの排出ガスに関する技術的検討をそれぞれ担当している。

WG3には、各国の航空局やEPA（Environmental Protection Agency）等の国の機関、大学、研究所、製造メーカ、エアライン代表として国際航空運送協会（IATA）が参加して検討を行っている。日本からも国土交通省航空局、航空環境研究センターおよび日本航空宇宙工業会が会議に参加しており、宇宙航空研究開発機構（JAXA）からは研究者がWGメンバーとして参加し、各国参加者とともに技術的検討を行っている。

地球温暖化が懸念され世界的な環境への取り組み強化が進められる中、2009年10月のICAO「国際航空産業と気候変動に関するハイレベル会合」において気候温暖化に対する特定業界に

よる世界初となる世界規模の合意を採択しており、CAEPにおいては温室効果ガスに関する検討が重要課題として位置付けられている。本稿では、筆者らが参加しているWG3における温室効果ガスに関する航空機エンジンの排出ガスに関する技術検討状況について説明する。

2. WG3の概要

WG3には、3つのTask Group(TG)と2つのFocal Pointが置かれている。

- ① Aircraft CO₂ standard task group (CO₂ TG)
型式証明に対するCO₂排出規制内容を検討している。
- ② Particular Matter Task Group (PMTG)
航空エンジン排気ガス中の微粒子に対する規制内容について検討している。
- ③ Certification task group (CTG)
関連するデータベースの維持管理、巡航時の窒素酸化物（NO_x）、超音速旅客機、新型エンジン（Open Rotor）等の検討を行っている。
- ④ Fuel Burn Reduction Technology Goals & Fuel Efficiency Metrics Focal point
世の中の旅客機全体の排出に対する目標設定（毎年2%CO₂低減、2050年までに半減など）などの検討を行っている。
- ⑤ Technology Advances Focal Point
排出ガス、微粒子、燃料消費に影響しうる航空機やエンジンの設計技術に関する先進技術の動向調査を行っている。

* Trend of ICAO/CAEP WG3

** 独立行政法人宇宙航空研究開発機構 航空プログラムグループ 運航・安全技術チーム

*** 独立行政法人宇宙航空研究開発機構 航空プログラムグループ 環境適応エンジンチーム

以下の章では、CO₂TGとPMTGの活動内容について、説明する。

3. CO₂排出に関する規制の動向

3.1 概要

CO₂TGのタスクは、CO₂排出規制に必要な要求指標と評価手法の検討、規制適用の範囲、CO₂排出規制案文の検討を行う事である。限られたリソースの中、検討を効率的に行うために3つのad-hoc groupが作られている。Metrics ad-hoc group (MET) は規制に用いる指標の検討を、Procedure ad-hoc group (PRO) は規制に対する認証プロセスについて検討し、そしてApplicability and implementation of certification requirements ad-hoc group (AIM) では規制の適用対象範囲や要求項目をどのような規制文にしていくかについて検討している。

CO₂TGの目標は、2011年のステアリンググループ会議 (SG2011) までに認証をとるために満足すべき要求内容 (Certification Requirements) 作成と、2013年を目指してCO₂排出規制を策定である。2010年のCAEP/8会議においてWG3の中にCO₂TGが置かれることとなり、その後これまでに3回のTG会議を行ってきた。2010年11月にフランスのツールーズで行われたステアリンググループ会議 (SG2010) では、これまでの活動内容と課題について報告を行った。

3.2 CO₂規制策定に向けた活動の現状

CO₂TGでの現状での検討内容を、以下にまとめる。

①AIM Ad-hoc Group

規制の対象とする機体については、次の通りである。

- ・ 亜音速ジェット機 (Subsonic jet aeroplanes) を対象とする
- ・ プロペラ機 (Turboprops) を含める

- ・ 回転翼航空機やオープンロータ機、ピストンエンジン機、超音速機は対象としない
- ・ 現在運用されている機体は対象としない
- ・ これから型式証明を取得する機体を対象とし、new “in-production” aeroplane typesは現時点で対象から外さない (ここで、“in-production” aeroplane typesとは、既にTCとProduction Certificateを取得していて、出荷していないオーダーがある、または新たなオーダーを受けようとしている場合を指す。)

さらに、亜音速ジェット機では最大離陸重量 (MTOW) が5670kg (12500lb) 以上、プロペラ機ではMTOWが8618kg (19000lb) 以上が対象となる。CO₂規制をクリアした型式に対しては、Type Certificate Data Sheet (TCDS) に記載し、同時にICAO Aerospace CO₂ Emission Databankにも記載することとしている。

②MAP Ad-hoc Group

規制に用いる燃料効率の評価指標 (Metrics) の検討を行っており、当初57あった候補から定性的評価により約30候補まで絞込んできた。WG3の第2回会合 (2010年9月にスイスジュネーブで開催) までに5程度に絞るとしていたが、メンバーにそれぞれの主張があり絞り込むことができなかった。その後、CO₂TGのリーダーにより選ばれた11の候補Metricsにつき3つまで絞り込むためにメンバー投票を実施したが、定性的な評価の段階では絞り込むことが困難とのメンバーからの意見が多く定量的な評価のフェーズに移ることとなった。現在、指標の概念として、消費燃料を距離やペイロードで割った指標や、単位燃料当たりの飛行距離にペイロードを掛けた指標等が検討されている。

評価指標の定量的絞込みに向けた今後の作業としては、評価に用いるデータベース

(Common Dataset) に使うパラメーター設定とDatasetの作りこみ、データの開示およびデータ管理に係るルール作り、定量評価のための条件設定等があり、現在進められているところである。

3.3 今後の課題

SG2010では、今後活動を進めるに当たりCO₂規制策定は最優先に取り組むべき課題であるがリソースが不足していること、それに加えてSG2011にて出すべきCertification Requirementとは何かの議論がTG内では結論出ずステアリンググループにおける判断を依頼した。

SG2011で行ったCO₂TG活動内容と課題報告に対して、ステアリンググループでの結論は次のとおりである。CO₂削減に向けた規制設定は最優先に取り組むべき課題であるとの認識であり、非常にタイトなスケジュールであるが参加各国とオブザーバーに対してリソースの追加を要請した。また、「SG2011にて出すべきCertification Requirementとは何か」については結論を出さず、今後次回のSG2011に向けて事務局とともに検討を進めることが決められた。

4. 航空エンジン排出ガス中のPM規制の動向

4.1 概要

航空エンジン排気ガス中の微粒子（以下PM: Particular Matter）の規制については、これまで、所定量の排気ガスをフィルタに通して、その汚れ具合（光の反射率）に応じて規制する方法が用いられてきた。しかし、この方法では、排気ガス中の微粒子の総重量（もしくは総体積）のみが問題となり、大きな微粒子一つでも、多数の小さな微粒子でも、総重量が同じなら同じ扱いとなってしまう。PMの人体への影響に関しては、小さな微粒子が多数ある方が健康に与える影響が大きいという専門家の意見

を踏まえて、CAEPでは、2013年より、航空エンジン排出ガス中のPMの数も規制する方針を打ち出し、そのための検討を進めている。

4.2 航空エンジン燃焼器でのPMの発生

航空エンジンの排気ガス規制は、NO_x、CO（一酸化炭素）、THC（炭化水素（メタン換算））、PMの4種類の物質に関して行われている。PMの主成分は未燃の炭素で、燃焼によって発生したPMは、燃焼ガス中で熱せられて黄色に輝くので、一般に、ろうそくの内炎のような黄色い炎が出来た場合は、PMが燃焼ガス中に発生していることを示すものとされる。逆に、台所のガスレンジのガスの炎のような青い炎の中には、PMがあまり発生していないと考えられる。ガスバーナでガスと空気の流量比を変えてみると、ガスに対して空気が少なすぎて燃料が濃い状態で燃やすと黄色い炎になることから分かるように、航空エンジンでも、あまり出力が高くない時に燃料過多の状態では拡散燃焼するとPM発生することが多い。拡散燃焼タイプの航空エンジン用燃焼器の燃焼試験において、徐々に燃料濃度を上げていくと、PMは、燃料濃度がある一定値（煙点）までは全く出ないが、ある限界値を超えるとPMの発生量が急増する。一方、NO_x排出の少ない希薄予混合燃焼方式では、PMもほとんど発生しない。PMの発生は、航空エンジンでは、ジェット燃料中の芳香族炭化水素が原因の一つであるとされており、ほとんど芳香族を含まず鎖状炭化水素で構成されている合成ケロシンのバイオ燃料ではPMの発生がかなり抑えられるのではないかと期待されている。

4.3 規制の現状

ジェットエンジンの排気ガス中のPM濃度（重量濃度）については、SAE（The Engineering Society For Advancing Mobility Land Sea Air and Space：米国の学会）指

定の方法によって計測されたSN (Smoke Number) の値で評価されている。具体的には、所定のフィルタ 1 m^2 あたり 16.2 kg の排気ガスを通過させ、汚れたフィルタの光の反射率を計測し、

$$\text{SN} = 100 \times (1 - \text{Rs}/\text{Rw})$$

Rs：排気ガス通過後のフィルタの反射率、

Rw：クリンなフィルタでの反射率

としてSNを求める。実際にはSAEの規格に対応した専用の計測装置を用いる。

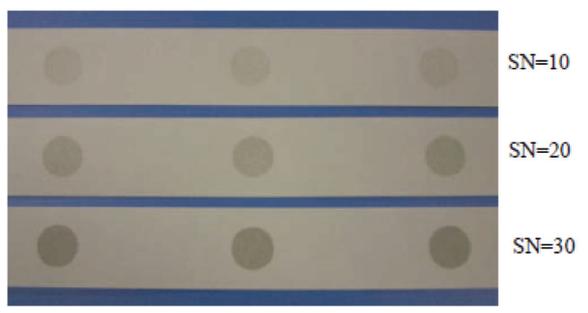


図1 排気ガスを透過させた後のフィルタの様子

図1は、実際に排気ガスを透過させた後のフィルタの様子である（文献(1)参照）。規制値については、エンジンの定格推力 F_{∞} [kN] 別に定められており、SNが $83.6(F_{\infty})^{-0.274}$ または50のどちらか低い値より小さくならなければならないことになっている。例えば、300席クラスのA340-500、600用Trent500エンジンでは、定格推力がおよそ6万ポンド(266kN)であるから、SNは18.1未満でなければならない

い。一般に、SNは、排気ガス中のPMの重量密度 (g/m^3) と一意に対応しており、PMの重量密度が分かれば、SNはかなり高い精度で推定できる。ちなみに、前記のSN=18程度の排気ガスであれば、PMは $2\text{ g}/\text{m}^3$ 弱の濃度であったと思われる。

4.4 新しい規制制定に向けた動向

WG3の中にあるPMTGでは、新しいPMの規制に向けた検討作業を行っている。PMTGには、米国FAAやEPA (Environmental Protection Agency)、欧州EASAなどの国の機関や、大学、研究所、製造メーカーが参加して議論を行っている。ただし、実際のPMの測定方法や、規制値の目安などの技術面での検討は、SAEのE31という委員会で行われており、そこで出された検討結果がWG3のPMTGに提出されて、技術面以外の内容も含めて、規制の制定に向けた議論が行われている。欧州ではSAMPLE IIというEUのサポートする研究開発プログラムがあり、主にRolls Royce社とCardiff大学が中心となって、排気ガス中のPMに関して、結果の不確定要因の分析や、精度の検証を通じて、航空エンジンの型式承認時に用いられる信頼性の高いPM計測手法の開発を行っている。SAMPLE IIでの開発状況は随時SAE-E31やWG3でも報告されており、開発状況を知ることができる。

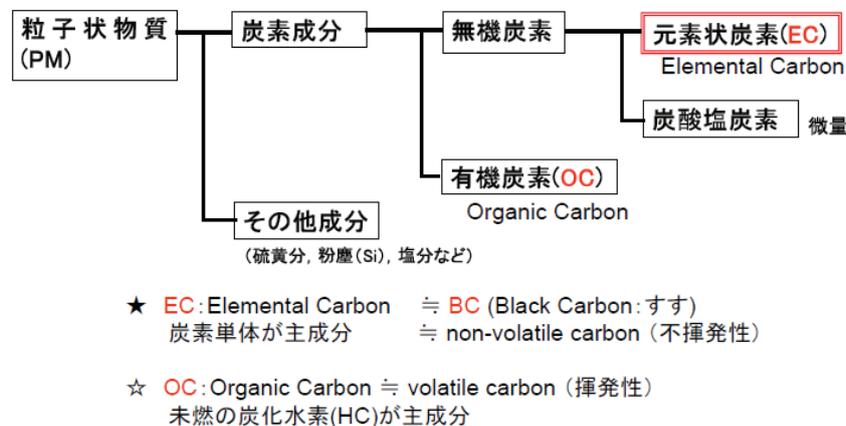


図2 PMの分類

4.5 新しい規制の対象

PMには、色々な種類があり、主に図2のように分類できる。

このうち、CAEP9で対象となるものに関しては、“engine generated non-volatile carbonaceous PM mass and number”（エンジンから出る不揮発性の炭素系PMの重量と数）と明記されている。図2の分類では、概ね、赤線で囲んだ元素状炭素（EC：Elemental Carbon）に相当すると思われる。その他、炭素系以外の微粒子や、一般にOC（Organic carbon）と呼ばれる未燃の炭化水素を主成分とする揮発性の微粒子は規制の対象とならない。

前記の通り、PMの「重量」の計測に関しては、種々の手法があるものの、これまで通りのフィルタリングによる手法の延長線上でもそれほど問題は生じないし、結果についてもあまり測定方法にも大きくは左右されず安定している。一方、PMの数に関しては、これまでとは全く違った方法を用いる必要があり、自動車の排気ガス規制の例なども参考にする必要があり。具体的には、SMPS（Scanning Mobility Particle Sizer）と呼ばれる方式の装置を用いて、サイズごとの粒子数分布を計測することになる。SMPSに排気ガスを入れる前には、SMPSで精度よく計測するために排気ガスを100倍程度に希釈したり、高温に熱して揮発分を除去したりする必要があるが、現在報告されている内容によると、希釈の方法や、用いる配管の長さや径、温度などによって同じ排気ガスでも結果

が異なるという結果が報告されており、重量密度と違って、数密度は、測定方法によって結果にかなりのばらつきが生じるようである。これは計測配管通過時に一部のPMが壁面に堆積するなどの現象が起きているからではないかとされている。このような国際的な規制強化の動きを受けて、日本でもJAXAにおいて、航空エンジン用燃焼器の排気ガスのPMの数の測定を始めている。計測方法のさらに詳しい内容や、PMのサイズや構造などについては、また機会があれば紹介していきたい。

5. おわりに

WG3における温室効果ガスに関係する航空機エンジンの排出ガスに関する技術検討状況について、特にCO₂TGとPMTGの活動と現状について説明した。今後さらに増加すると推定されている航空機による輸送量に比例して増加する温室効果ガスに対する規制強化は、国際的な経済への影響と今後の技術の進歩を考慮しつつ慎重に策定を行わなければならない。本規制策定は、環境の面からは非常に急がれる作業であるが、各関係者のそれぞれの立場からの議論と検討を進める中において筆者らは中立的な立場で検討に参加していく所存である。

参考文献

- 1) 岩澤利幸他：航空エンジン用排煙濃度測定装置の開発、JAXA-RM-08-018（2009）

ICAO/CAEPの動向－国際航空と気候変動*

山口 茂彦**

航空分野からの排出量は、世界の全分野からの排出総量の約2%である。一方で、世界の航空交通需要は年率4.7%成長が予測されている。国際民間航空機関（ICAO）としても、排出削減の取り組みを軽視して良いということにはならない。

2010年の第37回ICAO総会においては、気候変動に関する決議A37-19を採択した。削減目標、経済的手法、各国行動計画、途上国支援、適用除外を中心にとりまとめられた。しかし、先進国と途上国との間で見解の相違が埋まらないうままであり、複数の国が一部の条項について留保を付した決議となった。ICAOでは、引き続き先進国と途上国とがともに取り組みを進展させる枠組みづくりを模索していくことになる。

A37-19の議決を受け、ICAOではA37-19の具現化を進めていくことになる。航空環境保全委員会（CAEP）は、技術面からA37-19の具現化に貢献する役割を担う。このうち、排出基準の検討においては、削減目標を達成することに加え、コスト効果の面で航空界が持続可能であることが求められる。

削減の具体策として、航空機に対する環境技術、運航上の手法、経済的手法、代替燃料が挙

げられる。相応の削減量を目指すには、1つの方策では不十分であり、複数からの選択、組み合わせで総合的に実施していく必要がある。我が国を含む世界各国はA37-19により、2012年6月までに行動計画を策定することを求められている。

他方、世界各国ごとの削減目標などを定めた京都議定書では、国際航空分野からの排出問題はICAOを通じて取り組むとしている。2010年の第16回気候変動枠組条約締約国会議（COP16）では、ICAOが取り組み進捗を報告し、引き続きICAOは報告することを求められた。ICAOとしては、次期COP17においても取り組みが進んでいることを示しつつ、気候変動枠組条約（UNFCCC）に主導権を奪われないようにする必要がある。我が国としても削減の取り組みを推進し、ICAOにおける議論に積極的に貢献していきたい。

1. 世界航空需要の伸びに伴って排出量も増加

従来の航空分野における環境対策といえば、燃料効率の改善を通じたものであった。具体例として、エンジン排出物基準の策定、新技術への投資、運航手法の改善による取り組みが挙げられる。これまでのところは、航空交通需要よりも燃料消費量の増加ペースを抑えることができていた（図1）。1958年に初飛行したコメット4を基準にすると、現在の1座席当たりの燃料消費量は80%以上改善されている（図2）。

* Trends of ICAO/CAEP - International Aviation and Climate Change

** 国土交通省航空局監理部総務課
地球環境保全調整官

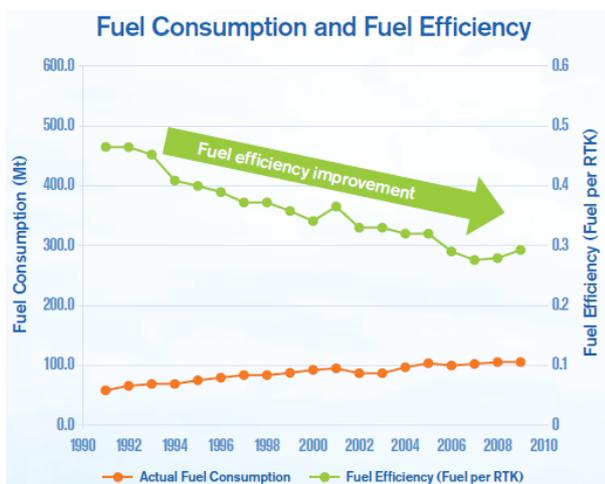


図1：燃料消費量（左縦軸）と燃料効率性（右縦軸）の推移（1991年から2009年、出所：ICAO環境パンフレット）

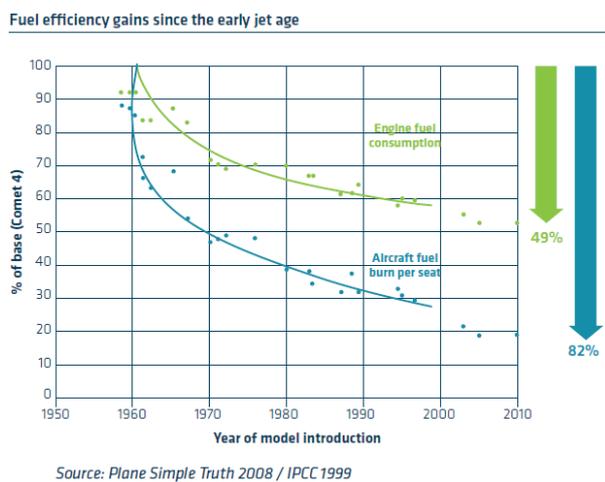


図2：ジェットエンジン時代幕開けからの燃料効率性改善の推移（コメット4を基準、出所：航空輸送行動グループ ATAG「Beginner's Guide to Aviation Efficiency」）

全世界の排出総量のうち、航空分野からの排出量は約2%である（IPCC第4回評価報告、2007年）。国際運航と国内運航の割合は6対4であることから、国際航空分野からの排出量は約1.2%である。この量はわずかともいえる現状である一方で、将来の航空交通需要は年率4.7%成長と見込まれており、排出削減の取り組みを航空分野として何もしなくてよいと考えることはできない。

2. ICAO総会で燃料効率の改善と排出総量の中長期的抑制などを決議

前回2007年の第36回ICAO総会で、気候変動問題に関する「行動プログラム」を策定することを決定したことを契機に、今日までICAOでは対策の検討を加速させてきた。

2010年の第37回ICAO総会においては、気候変動に関する決議A37-19を採択した。前回まで環境保全に関する決議として1つにまとめられていたところだが、気候変動に関する部分が分離される形となった。A37-19は、削減目標、経済的手法、各国行動計画、途上国支援、適用除外を中心にとりまとめられた（表1）。

決議採択に至るまで、19カ国のメンバー（日、豪、白、伯、加、中、仏、独、印、墨、ナイジェリア、韓、露、サウジ、星、南ア、UAE、英、米）及び4カ国のオブザーバー（アルゼンチン、バルバドス、キューバ、エジプト）からなる非公式会合が設置され、総会決議案の審議が進められた。2020年の時点で2005年の排出量を下回る目標を設定すべきとの意見、目標は共有するが削減義務は各国事情を勘案すべきとの意見、温室効果ガス排出の過去の責任に基づいて取り組まれるべきとの意見など、議論は簡単には収束しなかった。我が国は、グローバル目標を全ての国が共有すべきとの考えのもと、一連の議論の中で主張、あるいは合意点を見出すための提案を行った。

結局、地球温暖化対策は先進国のみで実施すべきとする途上国と目標などを共有すべきとする先進国との間で見解の相違が埋まらないままであり、我が国を含む複数の国が一部の条項について留保を付した決議となった。今後、ICAOでは引き続き先進国と途上国とがともに取り組みを進展させる枠組みづくりを模索していくことになる。

- **燃料効率***のグローバル目標として、2050年まで年2%の割合で改善
 - **CO₂排出量**のグローバル目標として、2020年以降は排出総量を増加させない
 - 2050年までの長期グローバル目標の更なる検討を継続
 - 2013年までに航空機に対するグローバルなCO₂基準を策定
 - 経済的手法に関し、**枠組みづくり**、第37回総会で採択された**指針**の見直し、グローバルなスキームの検討
 - 全世界の取り組みに参画しようとする**国への支援**
 - 排出割合の少ない国に過大な責務を負わせないような**適用除外**の検討
 - CO₂排出削減活動や支援の必要性を含む**国別行動計画**の策定
- (*) 燃料消費量 (リットル) / 輸送量 (有償トンキロ)

表1：国際航空と気候変動に関する総会決議A37-19、主な項目
(出所：ICAO環境パンフレット)

3. 総会決議の具現化におけるCAEPの役割

A37-19の議決を受け、ICAOではA37-19の具現化を進めていくことになる。航空環境保全委員会 (CAEP) は、技術面からA37-19の具現化に貢献する役割を担う。その一例として、航空機に対する排出基準が2013年をメドに策定されることとなっている。当該基準は、削減目標を達成する一助となることに加え、コスト効果の面で航空界が持続可能であることが求められる。

2010年11月に開催されたCAEPステアリンググループ会合 (CAEP9/-SG/1) では、作業スケジュールとともに、モデリング及びデータベースグループ (MDG) と予測及び経済的解析サポートグループ (FESG) の作業項目が確

認された。ただし、A37-19を受けたCAEPとしての新たな作業の一部については、予算を含む検討体制が不十分であることから、改めて確認される。

4. 削減は複数方策のパッケージで達成

ICAOで検討を進める削減の具体策としては、①航空機技術、②運航上の手法、③経済的手法、④代替燃料に大別される (表2)。相応の削減量を目指すには、1つの方策では不十分であり、複数からの選択、組み合わせで総合的に実施していく必要がある。

国際航空運送協会 (IATA) など産業界は、対策の総合的实施により、2020年まで燃料効率を年1.5%の割合改善し、2020年以降排出量を増やすことなく、2050年までに2005年比50%減とすることをコミットしている (図3)。

対策の種類	具体例
①航空機技術	機材更新、素材軽量化、エンジン性能向上、空力特性改善、新たな排出ガス認証要件
②運航上の手法	柔軟な空域利用、交通流管理ATFM、動的経路管理、ターミナル空域設計・管理、空港設計・管理、性能準拠型航法PBN
③経済的手法	(ICAOの枠組みのもとでの) 排出量取引、課金、カーボン・オフセット
④代替燃料	航空機改修不要な燃料の開発 (ジェットロファ、カメラア、藻)

表2：対策のバスケット (出所：ICAO環境パンフレット)

Emissions reduction roadmap (schematic, indicative diagram)

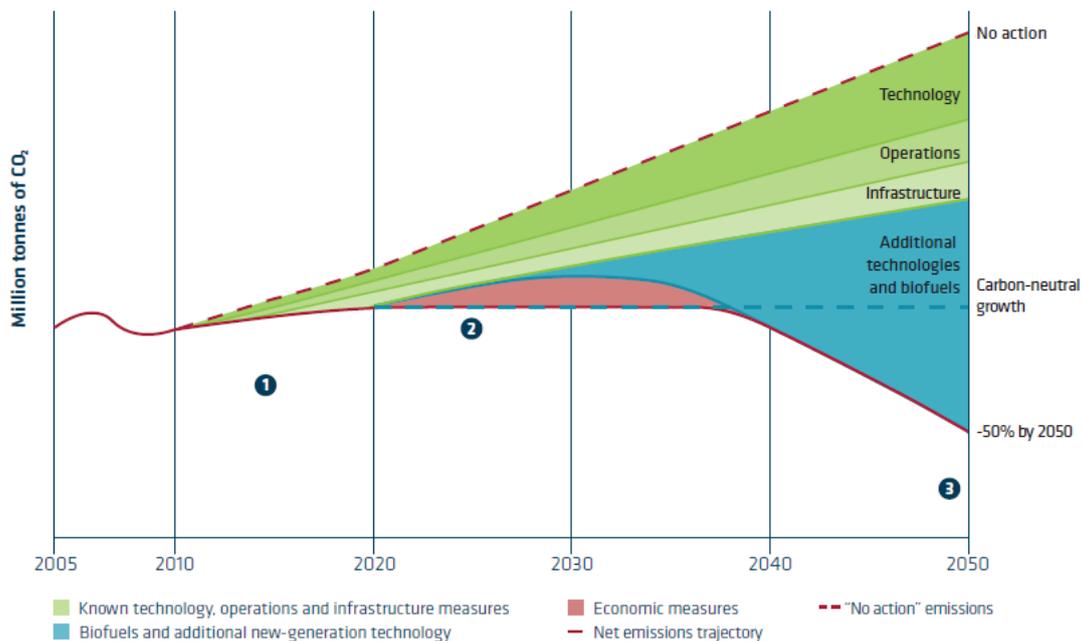


図3：排出ガス削減ロードマップ概略
(出所：ATAG [Beginner's Guide to Aviation Efficiency])

A37-19においては、削減の取り組みを確実にするため、各国が自主的に行動計画を策定したり、途上国に対する支援を実施したりする方針が確認された。

気候変動問題に関する行動計画は、各国にとって削減策や支援の必要性を特定することができるようになり、ICAOにとってその進捗の把握や支援策の検討をすることができるようになると期待される。近年、各国の航空の安全及びセキュリティの水準が高まっているのは、ICAO監査プログラムが良い結果につながっているとされ、これに倣うことで気候変動問題への取り組みが促進されると考えられている。

途上国に対する支援の一環として、A37-19では、ガイダンスの策定、行動計画づくりの支援者向けの訓練、技術及び資金協力の実施要領の検討を行うことが盛り込まれている。

5. ICAOは更なる取り組み成果が求められる

他方、世界各国ごとの削減目標などを定めた京都議定書では、国際航空分野からの排出問題はICAOを通じて取り組むとしている。

2010年の第16回気候変動枠組条約締約国会議(COP16)において、ICAOは排出量の抑制を含むグローバル目標を掲げたA37-19を紹介し、国際航空分野はグローバル目標にコミットした最初の分野であることをアピールした。結果として、ICAOは引き続き取り組み状況を報告することを求められた。

ICAOとしては、次期COP17において取り組みがさらに進んでいることを示しつつ、気候変動枠組条約(UNFCCC)に主導権を奪われないようにする必要がある。我が国としても削減の取り組みを推進すると同時に、ICAOにおける議論に積極的に貢献していきたい。

環境問題に関するIATAの最新動向*

全日本空輸株式会社

CSR推進部主席部員

大竹英雄**

1. IATA（国際航空運送協会）とは

1. 名称：International Air Transport Association（国際航空運送協会）
（民間航空会社の国際的業界団体）
2. 設立：1945年
3. Head Office：カナダ モントリオール
（Executive Officeは、スイス ジュネーブ）
Director General（事務総長）：Giovanni Bisignani（2011年4月～ Tony Tyler）
4. 従業員数（2010年6月現在）約1,300名
5. 加盟航空会社（2010年12月現在）118ヶ国
230社

6. 定款

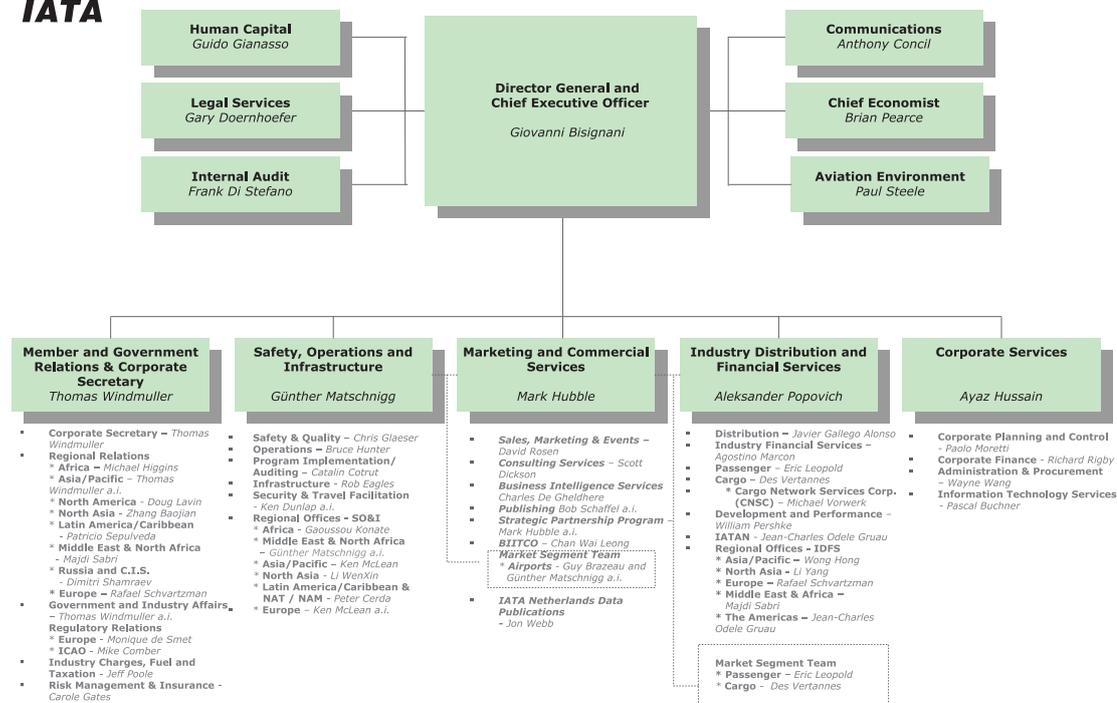
- (1) 世界各国国民のための安全、確実且つ経済的な航空運送を発達させ、航空産業を推進し、これに関する問題を研究し
- (2) 直接もしくは間接に国際航空運送事業に従事している航空運送企業間の協力機関となり
- (3) 国際民間航空機関（ICAO）及びその他の団体に協力すること

7. 5事業部制

8. WEB site： <http://www.iata.org>



Organization Chart No. 01/2011



15 January 2011

* Aviation and Climate Change～Updates on IATA～

** 全日本空輸株式会社

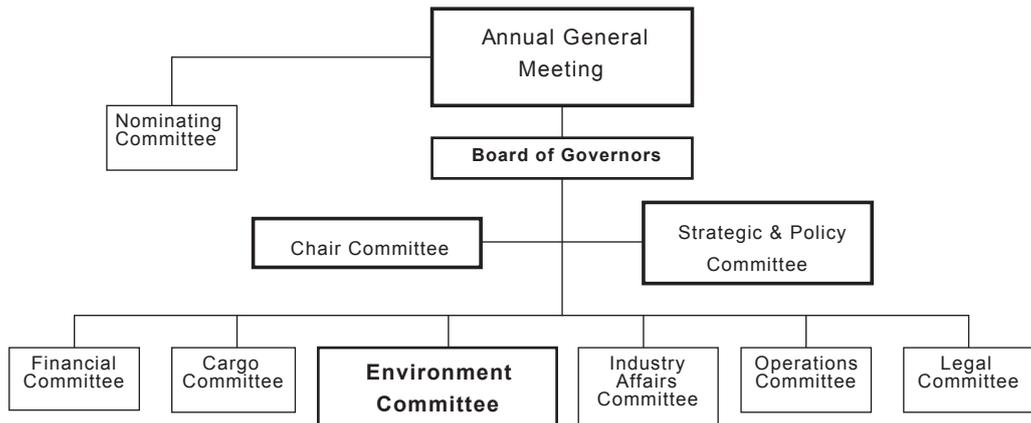
別図1 2011年1月現在 組織図

2. IATAにおける地球温暖化対策に関する最新の動向

IATAにおいては、2005年環境保全対策へ

の世界的気運の高まりを受け、従来からある「環境タスクフォース」を委員会の1つに格上げし、6委員会制とした。

IATA 各委員会構成図



2010年9月 現在

別図2 2010年9月現在 各委員会構成図



写真 モントリオールIATA本部における第1回環境委員会（2005年）様子

その後、以下の環境に関わる重大な方針を次々と決議し、発表。

(1) 環境 4本柱 戦略 -4 Pillar Strategy

2007年6月のバンクーバーにおけるIATA総会で採択

<IATAの環境4本柱戦略 4-Pillar Strategy>

- ①代替燃料を含む技術革新の推進
- ②地上および飛行中の燃料効率を最大限に高める
- ③航空路、航空管制、ならびに空港インフラの整備・改善
- ④コスト効果のある地球温暖化対策のための経済的手法の積極的導入

上記IATA4本柱戦略は、同年9月モントリオールICAO本部にて開催された第36回ICAO総会にも報告され、産業界の自主行動計画として承認された。

なお、④の経済的手法について補則すると、IATAが主張するのは「世界共通の経済的手法」のことであって、欧州連合の排出権取引制度(EU-ETS)のような、ある地域やある一つの国家に限定された制度や、「環境税」のような公租公課・税金に対しては、反対の立場をとっている。

(2) 新環境ビジョン

2009年10月ICAO環境ハイレベル会議、および、COP15コペンハーゲンに先立ち、同年6月、IATA新環境ビジョンを宣言

<IATAの新環境ビジョン> Vision for the Future

- ①Carbon Neutral Growth (炭素中立成長) を2020年までに実現する
- ②2009-2020年の間、年率で平均1.5%燃料効率を改善する
- ③2050年までに2005年対比、CO₂総量を半減させる

上記ビジョン実現のための具体的施策として、以下の施策を提案している。

① 機材更新

何もしなかった場合と比べCO₂を21%改善するため、2020年までに航空業界は1.5兆ドルを投資し、世界全体の保有機数の27%にあたる5,500機を更新する。

② 省エネオペレーション

APU(補助動力装置)の使用低減、より効率の良い飛行方式の採用等運航手法の見直し、貨物コンテナ・機内食カート・イス・食器等の軽量化により2020年までに3%のCO₂削減を目指す。ちなみに、IATAでは2008単年で1,100万トンの削減を達成した。

③ インフラ整備

ヨーロッパのSESAR(シングル・ヨーロッパアン・スカイ)、アメリカのNextGen(次世代航空交通管制)等の最新技術・方式を用いた航空交通管制(ATM)の向上や、空港のインフラ整備により2020年までに4%のCO₂を削減する。ただし、実現には580億ドルの投資が必要である。

④ エンジンと機体の技術改善

エンジン換装(新しいエンジンへの載せ換え)、主翼端の改造(ウイングレット後付け)等、航空機の改造に20億ドルを投資して、1%の燃費改善を図る。

⑤ バイオ燃料

第2世代バイオ燃料(食物用と非競合)を、ドロップイン(普通の燃料と同様にそのまま給油)で2020年までに6%混ぜることを目指して1,000億ドルを投資、CO₂排出量を5%減らす。なお、IATAは、2017年までに10%代替燃料を使用するとの目標も設定している。

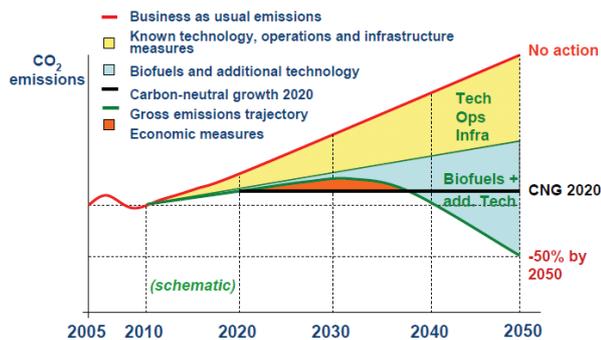
⑥ 経済的手法の導入

2020年からの炭素中立成長(CNG)実現のためには、2025年までに9,000万トンのCO₂を購入(オフセット:相殺)しないと、2020年レベルでの頭打ちは達成できない。そのためには、

2025年までに毎年70億ドルのコストをかける必要がある。

ただし、経済的手法については、航空分野のみを対象とする特定の地域に片寄らない国際的枠組みを標榜している。

Emissions reduction roadmap



別図3 IATA 排出ガス削減ロードマップ

(3) 第37回ICAO総会に対するIATAの反応

国連機関において地球温暖化防止に関する具体策について、初の国際合意が形成されたことを歓迎している。

大筋において、地球温暖化防止に関するICAOの目指す方向性とIATAの目指す方向性は一致している。ただし、細部については相違が存在する（ICAO：2050年までに年率2%改善、IATA：2020年までに年率1.5%改善、等）。本ICAO総会決議は、今後の地球温暖化対策へ向けた第一歩にすぎず、さらなる前進に向け、

IATAを始めとする産業界は、今後も引き続きICAOと協調・協働していく。

（総会直後発表されたビジネスマン会長の声明から）

(4) COP16（国連気候変動枠組条約締約国会議）に対するIATAの反応

ポスト京都議定書の新たな枠組みが形成されなかったことにより、不安定な状況は当面続くと予想されるものの、最終文書に航空分野については何も触れられなかったため、事実上ICAOにおける自主裁量権が、少なくともCOP17までは継続されることになったことをまずは評価している。

3. IATAに係わる今後の見通し

産業界の立場より、ICAOにおける論議をサポートしつつ、2009年から打ち出した新環境ビジョンを引き続き精力的に推進していくスタンスにあるが、COP17については、ICAOがそうであると同様に、地球温暖化対策に関わる航空界の自主裁量権を維持継続することを最大の関心事として、その趨勢に注目している。

また、次期第38回総会に向けてICAOが進めるCO₂削減のための経済的手法（国際的枠組み）の検討に、業界としての見地から政策提言を積極的に行っていくこととなる。

ACI（国際空港評議会）の環境への取組み*

尾形 三郎**

1. はじめに

国際空港評議会（ACI：Airports Council International）は世界179ヶ国、580団体、1690の空港がメンバーとなっており、その活動としては会員相互の協力はもとより、各空港に共通の利益を有する問題について意見を取り交わし、統一的な見解としてとりまとめ、ICAO等の国際航空機関に表明および提唱し、安全で環境に調和した航空輸送体制の確立を目的としている。

本稿ではACIの概要ならびに騒音、排出ガスおよび地球温暖化などへの取組みについて紹介する。

2. ACIの概要

(1) 沿革

1991年に、それまで北米の空港を中心に組織されていたAOCI（Airport Operators Council International）と欧州の空港を中心に組織されていたICAA（International Civil Airports Association）が統合して上述のような目的を持つ世界の空港や空港ビルの管理者または所有者

を会員とする非営利の世界機構である。

本部はスイスのジュネーブに設置されていたが、ICAOとの関係を強化するため、昨年（2010年）末にカナダのモントリオールに移転された。

(2) 構成

モントリオールの本部を中心に5つの地域（欧州、北米、南米、アフリカおよびアジア・太平洋）からなり日本はアジア・太平洋地域に属し、その事務局は香港に設置されている。我が国では関西国際空港株式会社、中部国際空港株式会社、成田国際空港会社および日本空港ビルディング株式会社がメンバーとなっている。

また、6つの世界常設委員会（経済、環境、施設&サービス、保安、安全／技術及び空港IT）が設置されており、必要に応じて各委員会の会議が開催されている。筆者は現在、環境常設委員会の地域代表を務めている。図1はACI世界機構の構成を示す。

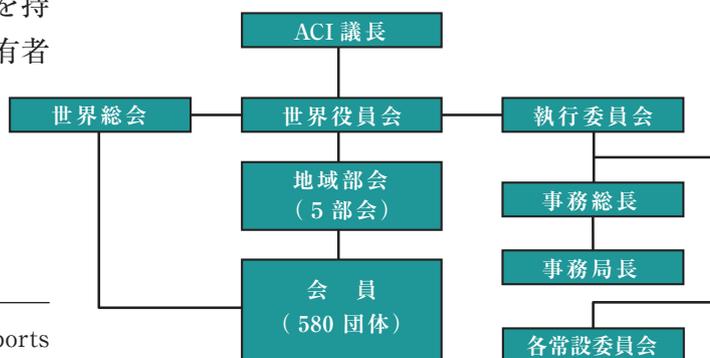


図1. ACI世界機構

* Approach to the environmental issues of Airports Council International

** 成田国際空港株式会社 地域共生部 担当部長

3. 航空機騒音インデックス

(1) 航空機騒音インデックス (ACI Aircraft Noise Rating Index)

ここでは発生源対策の一つとして、ACIが考案した航空機騒音インデックスについて紹介する。

航空機騒音インデックスは、全世界の空港が同じ基準を使用して航空機騒音の管理を行い、その結果、相互に統一性を保つための手段を提供することを最大の目的として、ACIが2002年

10月、東京で開催された世界役員会で採択したものである。

この騒音インデックスはICAOの附属書16に定める騒音基準に基づき表1に示すように航空機を6つのカテゴリーに分類している。例えば、3測定地点におけるICAO Chapter 3基準値からの騒音低減値の累計が20EPNdB以上で、かつ、3測定点の各点における騒音低減値が4EPNdB以上であればカテゴリーAに分類される。

表1. 航空機騒音インデックスのカテゴリー

基準	カテゴリー					
	A	B	C	D	E	F
3測定地点におけるICAO Chapter3基準からの騒音低減値の累計 (EPNdB)	20以上	15以上	10以上	5以上	0以上	0未満
3測定点の各点におけるICAO Chapter 3基準からの騒音低減値 (EPNdB)	4	3	2	1	0	適用なし

図2は航空機の機種ごとに属するカテゴリーを示したものであり、同一機種でも最大離陸重量によって騒音低減値が異なるため複数のカテゴリーにまたがることになる。

なお、低減値の数値が大きいほど低騒音型の航空機であり、カテゴリーC以上 (A、B、C) は概ねICAO騒音証明基準のChapter4に相当すると言える。しかしながら、ICAOの3測定点

におけるChapter3制限値との余裕値を使っていることから騒音インデックスは必ずしも空港周辺住民が実際に耳にする絶対的な騒音水準に関する情報を提供するものではない。つまり、おおよそ同様の重量の航空機が、どの程度の騒音抑制技術を反映しているかの情報を提供するものである。

	騒音インデックスに基づく航空機の種別					
	A	B	C	D	E	F
B747-400			■			
B747					■	
B777	■					
B767		■				
A340	■					
A330		■			■	

図2. 主要機種の騒音インデックス該当種別

また、騒音インデックスは、航空会社に対して低騒音型航空機の使用を促すために使用することができ、航空機製造会社に対して、可能な限り低騒音の航空機を開発、製造して販売するためのインセンティブにもなる。

空港は、このインデックスを次のように使うことができる。

- ・ 空港に運航する航空機を6種別に分類してその割合に基づく空港フリート分析
- ・ 航空会社別のフリート分析と空港での騒音水準低減に対する各航空会社の貢献度の分析
- ・ 世界の空港および航空会社の騒音に関する統計
- ・ 周辺住民、自治体、政府および空港のビジネス・パートナーとの協議
- ・ 航空機のロット配付
- ・ 騒音に関連づけた料金設定

(2) 航空機騒音インデックスを用いた着陸料金制度

航空機騒音インデックスの活用事例として成田国際空港における着陸料金制度について紹介する。この制度は低騒音型航空機ほど国際線着陸料を値下げするものであり、その料金体系を表2に示す。この制度を導入するまでは1トン

当たり2,400円の着陸料であったが、表2に示すようにカテゴリAに属する航空機であれば約30%値下げした1,650円となっている。この制度は2005年10月1日から導入されている。

表2. 騒音インデックスによる国際線着陸料 単位：円

騒音インデックスの カテゴリ	国際線着陸料 (1トン当たり)
A	1,650
B	1,750
C	1,850
D	1,950
E	2,050
F	2,100

図3は騒音インデックスのカテゴリごとの航空機の割合の推移を示しており、新着陸料金制度の導入以降は低騒音型航空機の割合が徐々に増加している。各航空会社はより燃料効率や運航性能に優れた航空機に置き換えていることの影響もあるが2009年度下半期におけるICAO Chapter 4 相当の航空機 (A+B+C) の割合が76.9%にまで達している。

また、最も高騒音のカテゴリFの比率は0.6%と少なくなっており、新着陸料金制度導入の効果が認められる。

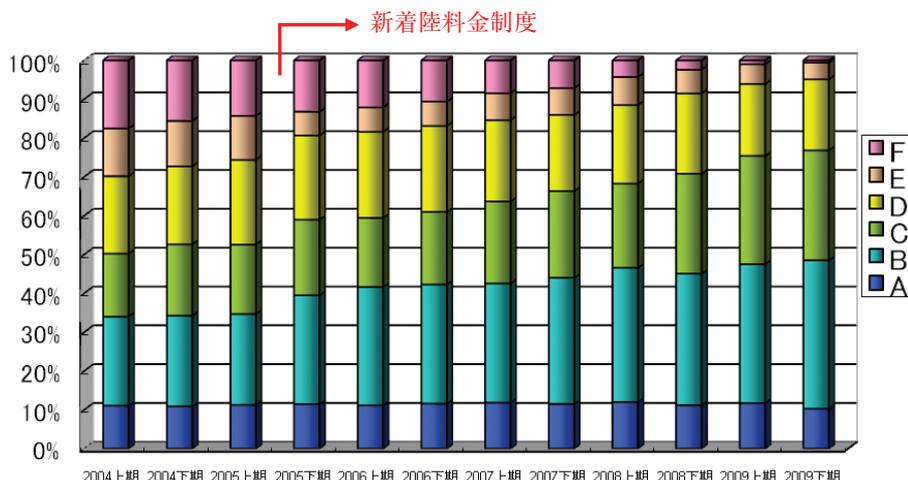


図3. 航空機騒音インデックス別航空機の推移

(3) 航空機騒音インデックスの改訂

ACI航空機騒音インデックスを用い、騒音の大きさに応じた料金制度は成田国際空港で初めて導入されたが、同様な制度が欧州のBasel/Mulhouse空港でも2009年4月から導入されている。ACI環境常設委員会では今後A380、B787等のカテゴリーAの基準を大きく上回る航空機の運航が増えてくることから、騒音インデックスの改訂が検討され表3のような改定案

が2008年11月のACI世界役員会で提示され了承された。

新航空機騒音インデックスではこれまでの6つのカテゴリーに加えてさらに2つの低騒音カテゴリーR7とR8が設けられた。カテゴリーR7にはA380、B777、A340およびCRJが該当し、今後これら上位に該当する航空機の機種は増加すると見込まれる。

表3. 新航空機騒音インデックス

基準	カテゴリー							
	R8	R7	R6	R5	R4	R3	R2	R1
			(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)
3測定地点におけるICAO Chapter3基準からの騒音低減値の累計 (EPNdB)	30以上	25以上	20以上	15以上	10以上	5以上	0以上	0未満
3測定地点の各点におけるICAO Chapter 3基準からの騒音低減値 (EPNdB)	6	5	4	3	2	1	0	適用なし

4. ICAO等の国際機関との関係

(1) ICAO

ACIは本誌でも紹介されているICAO/CAEP（航空環境保全委員会）のオブザーバーにもなっており前述のACI世界環境常設委員会の中にはCAEPサブコミッティが設けられている。そこでは航空機騒音基準、航空機排出基準など航空環境問題全般にわたり議論され、ICAO総会、CAEP本委員会および同スティアリンググループ会議においてWP、IPによりACIからの提言をしている。喫緊の課題として今後、世界的な航空交通量の増加に伴ってICAOの騒音基準を強化しなければ騒音の影響が増大することとなるため、早急に新基準について検討すべきだとの主張をしてきた。

また、昨年2010年9月27日～10月8日モントリオールで開催された第37回ICAO総会においてACIから後述する二つの取り組みについて提言している。

- ① 空港の温室効果ガス削減に関するガイダンス・マニュアル
- ② 空港カーボン認証制度

(2) IATA等航空産業界

ACIはIATA（国際航空運送協会）とともにATAG（航空輸送アクショングループ）の一員でもあり、航空産業界として、温室効果ガス削減のための取り組みを実施しており、2008年5月ジュネーブで開催された第3回航空環境サミットでは気候変動に対する航空産業界の行

経済人会議（WBCSD: World Business Council for Sustainable Development）が中心となって策定したGHG（Greenhouse Gas）プロトコル（WRI2004）で二つ目が米国の空港共同研究プログラム（US ACRP: Airport Cooperative Research Program）のレポート11である。また、このマニュアルの目的は、問題点や各空港管理者に利用可能なオプションを明確にすることであり、地域ごとの様々なアプローチや要求事項があるが、空港活動に伴う温室効果ガスの排出について統一した手法で管理することが可能となる。

① 対象とする汚染物の種類

上記の米国のACRPでは汚染物の種類を以下のように定めている。

Level 1：二酸化炭素（CO₂）のみ。ACIヨーロッパのACAの枠組みはCO₂のみ取組んでいる。一般的にほとんどの空港で、CO₂は排出量の95%以上を示している。

Level 2：京都議定書での排出ガスで二酸化炭素（CO₂）、メタン（CH₄）、亜酸化窒素（N₂O）、ハイドロフルカーボン（HFC）、パーフルオロカーボン（PFC）、六フッ化硫黄（SF₆）である。これは、ACRP（2009）によって推奨されたレベルである。

Level 3：京都議定書での6つの排出ガスすべてと前駆物質、その他GHGの影響と同様なもの。

②発生源の分類

Scope 1：空港管理者によって所有されるか、あるいは管理される排出源からのGHG排出である。

Scope 2：空港管理者によって購入される空港外での発電等からのGHG排出である。

Scope 3：空港管理者によって所有されたり、管理されない空港関連事業による排出源からの排出である。

以上はWRI（2004）に定められている分類であり、このマニュアルではScope3をさらに

以下のように分類している。

Scope 3 A：空港管理者が影響しうる発生源と空港のGHG排出物管理計画上含める発生源からの比出物

Scope 3 B：合理的な範囲で空港管理者が影響しえない発生源からの排出物

図5は発生源の分類図を示す。

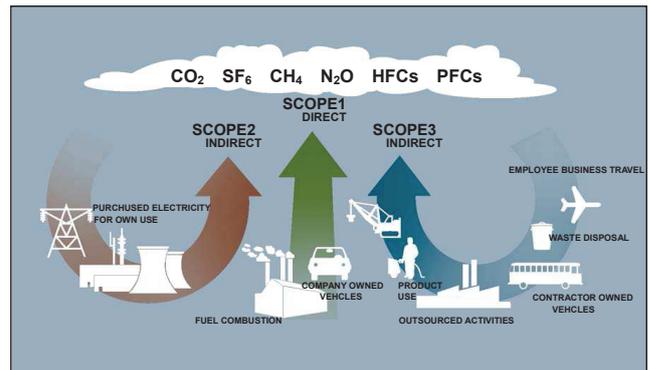


図5. 地球温暖化ガスの発生源分類図

(2) 空港カーボン認証制度（ACA：Airport Carbon Accreditation）

ACI欧州部会が一昨年（2009年）の総会で議決し、同年6月16日からスタートさせた空港の二酸化炭素の排出を管理、削減する取組みを評価し最終的には炭素中立化（カーボンニュートラル、二酸化炭素排出量をトータルでゼロ化）を目指すという約束を実施するための認証制度である。そしてこの認証機関としてEuro Controlとヨーロッパ民間航空会議（ECAC：European Civil Aviation Conference）が担当している。

この認証制度には図6に示すように4段階の認証レベル（Level 1：マッピング、Level 2：削減、Level 3：最適化、Level 3+：中立）が設けられており、今のところ欧州の空港が対象となっているが、今後、欧州以外の空港でも認証を受けることができるよう検討される。

また、この認証制度では特に空港運営者または空港会社の異なった部門の地球温暖化ガス削減に対する意識を改善することや世界的な統一

したアプローチを提供できることや空港の環境への取り組みについて特に空港周辺住民や一般大衆からある一定レベルの評価が得られる。

欧州の空港でドイツのフランクフルト空港が初めてLevel2の認証を受け、現在38の空港が認証申請し、すでに欧州の32の空港が認証を受けている。

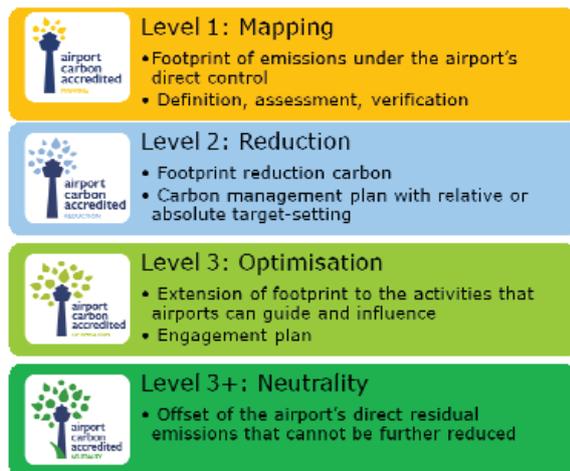


図6. 空港カーボン認証制度の認証レベル

6. おわりに

以上が、ACIの紹介とその活動内容の一部であるが、ここ数年は特に地球温暖化問題に関する議論が活動の中心となっている。この問題に空港を含めた航空産業界が温室効果ガスの削減に向けて取り組んでいる。1997年12月に京都で開催された第3回気候変動枠組条約締約国会議（COP3）で京都議定書が採択されてから、まもなく温室効果ガスの削減目標年である2012年を迎えることとなるが、昨年メキシコのカンクンで開催されたCOP16では2012年以降の温室効果ガス削減の新たな枠組み、つまりポスト京都議定書は今年、南アフリカで開催予定のCOP17に先送りとなった。航空分野における温室効果ガスの寄与は2%～3%であり、京都

議定書においては国際間の航空、船舶などの温室効果ガスについては対象外とされている。しかし、温室効果ガスの排出削減を目指す国際的な流れの中で例外は認められず、ICAOでは規制を如何に実施していくかが議論されている。ACIとしては航空産業界の一員としてICAOに対しても提言していくとともに今後も継続して空港から排出される温室効果ガスの削減に取り組んでいくこととしている。

一方、航空需要の増大とともに今後、毎年、航空交通量が5%ずつ増加し、航空機からの排出ガスおよび騒音暴露量は増大の一途をたどることから、ACIとしては常に排出基準および騒音基準の強化をICAOに対して働きかけており、2013年のCAEP/9に向けて具体的に検討予定となっている。

最後に、ACI世界環境常設委員会にアジア・太平洋地域の代表として、空港における環境問題全般について議論、意見交換できる場に参画できることは貴重で有意義なことであると考えている。本稿では紙面の都合でACIの活動内容の多くを紹介できなかったが、少しでも読者の理解の一助にして頂ければ幸いである。

参考文献

- 1) ACI Policy and Recommended Practices Handbook, Seventh Edition, November 2009
- 2) Guidance Manual: Airport Greenhouse Gas Emissions Management, 1st Edition, November 2009, Airports Council International
- 3) Documentation and Guidance: Airport Carbon Accreditation, Airports Council International-Europe, May 2009.

国際騒音制御工学会議インターノイズ2010*

山田一郎・吉岡 序**

1. 概要

第39回国際騒音制御工学会議「インターノイズ2010（以下、IN10と略記）」は、国際騒音制御工学会（I-INCE）のスポンサーシップの下、ポルトガルとスペインの音響学会が共催して2010年6月13-16日に掛けて、ポルトガルのリスボンで開催された。筆者らは、この会議に参加し、講演発表を行い、幾つかの会合に出席するとともに、その直後に開催されたISO/TC43/SC1/WG45の会合にも参加した。

会議はリスボン現代国際会議場で開催された。会議場はテージョ川河畔に再開発されたウォーターフロントの一角にあり、近くに洒落た庭園や遊歩道が整備され、レストラン街もある。会場のそばに「4月25日橋」と呼ばれる長さ2 kmの吊り橋が架かり、風景の大きなポイントとなっているが、車両走行による橋梁の共鳴現象により定常的な騒音が鳴り響き、騒音制御の国際会議の開催場所としては皮肉な感が否めなかった。

会議のテーマは騒音と持続可能性Noise and Sustainabilityで、関連する特別講演と企画セッションが設けられた。会議には53カ国からの参加があり、参加者の総数は、同伴者を含め、最終的に1200人を超えた。国別でいうと日本99名、ポルトガル91名、ドイツとスペイン79

名、英国64名、米国59名、フランス54名、オランダ53名、スウェーデンとブラジル42名、デンマーク41名、イタリア40名、韓国38名と続く。講演論文総数は844件、うち口頭発表が786件（13パラレルセッション）、ポスターは53件であった。地域別にみると、ヨーロッパ584件、アジア154件、北アメリカ56件、南アメリカ41件、オセアニア6件、アフリカ3件と報告されている。著者登録された人の総数はおよそ2500人に達した。全体講演（プレナリ講演）は5件で著名な研究者（Hideki Tachibana, Abigail Bristow, Brigitte Schulte-Fortkamp, Samir Gerges and Gilles Daigle）が環境、社会、経済、効率の五つの観点から持続可能性について論じた。展示は42社、44ブースあり、最新の製品や装置、ソフトウェアが展示された。展示参加のパスも250枚発行された。CAETSフォーラムもINTERNOISEの本会議と平行して三日間にわたり開催された。会議に先立って3つの研修講座が開催された。会議の後にはCENとISOの会議が開かれた。

歓迎レセプションは開会式後、フェアウェルレセプションは閉会式後に行われ、いずれも700人ほどの人が参加した。月曜はリスボン市庭園でポルトワインの試飲会があり、参加者はたそがれの市内の景色を楽しんだ。バンケットは火曜日に乗馬学校にもなっている郊外の農場で開催され、参加者は乗馬ショーを楽しんだ後、食事をしながらポルトガルの伝統的な民族舞踊を楽しんだ。同伴者ツアーは有

* Inter-Noise 2010 and Advancing Air-Noise Impacts Research

** 航空環境研究センター

料であるが、三日間にわたり毎日催され、大西洋最西端の地や著名な別荘地等を見物した。座長晩さん会（説明会）は日曜夕方に行われ、テージョ川のボートクルーズで食事を楽しみつつ、司会手順等の説明があった。開会式は日曜午後でリスボン大学のコーラスで始まり、会議の共同実行委員長（Jorge Patrício, Antonio Pérez-López）らの歓迎の挨拶の後、I-INCE 会長 Gilles Daigle が開会を宣言した。閉会式は、水曜夕方に行われ、Jorge Patrícioらが組織委員会を代表して閉会の挨拶をし、会議の概要報告を行った。I-INCE 会長が12人の若手研究者奨学金の受賞者を紹介した。最後に山田が INTER-NOISE 2011の紹介をし、参加を呼び掛けた。

2. 各項の要点

- 1) I-INCE理事会：IN11組織委員長として出席し、準備状況を報告した。I-INCEとの契約で参加登録費をEURO建てで徴収することになっていたが、極端なEURO安により収入見込みが立たなくなっている現状に鑑み、円建てへの変更を願い出て、審議のうえ、承認された。
- 2) I-INCE/TSG-9/環境騒音の評価量：広く普及しているA特性の騒音評価を補完する方法について検討し、指針文書を策定することを趣旨とするTSGでオブザーバーとして参加した。今回が最初の会合であり、今後の作業方針を検討するブレイクアウトミーティング的な議論が行われた。主査はP. Schomer。
- 3) I-INCE定例総会：IN11組織委員長として出席し、準備状況を説明し協力を依頼した。将来のインターノイズの開催地を決める委員会Congress Selection Committeeの委員の任期満了に伴う改選があり、欧州アフリカ・汎米・アジア太平洋の3地域から各1名推薦され、承認された。2011年のインターノイズは大阪、2012年は米国ニューヨーク、2013年は欧州で3都市が立候補、2014年はアジアで2都市が立候補している。その他、加盟団体の電子メールによる連絡体制の強化、財務報告、I-INCEのWEBSITEの改修、定款の改訂（地域代表理事3人を総会で選任すること等）、TSGの活動報告、Noise News Internationalの電子化によりPDF無料ダウンロードが可能となったことなどが報告された。
- 4) IN10開会式後の全体講演：千葉工大教授の橋秀樹氏が、道路交通騒音の総合展望と題して講演された。
- 5) IN10 SESSION Chair晩さん会：空港騒音のセッションの座長として招かれた。150人ほどの参加があった。会議場前に広がるテージョ川を船で遊覧しつつ、司会の手順や注意事項の説明を受けた後、会食を楽しんだ。
- 6) IN10展示業者の歴訪：IN11への出展を勧誘するため、42ブースの展示者を順次訪問した。Eco-phoneという展示者から逆にインタビューを受け、カメラの前でIN11の宣伝をした。会議後、彼らのホームページに動画ニュースとして掲載された。
- 7) IN10バンケット：会議場からバスに乗り一時間ほどかけて訪れた農場で、乗馬ショーを楽しんだ後、食事した。
- 8) IN10空港騒音のセッション：初日の午後全体にわたって開催され、山田がブラジルの大学教授とともに座長を務めた。米国、ノルウェー、並びに日本4件の計6件の招待講演を含む14件の発表があった。吉岡が1件の発表を行った。
- 9) IN10-FCTP（Future Congress Technical Planners）：IN11組織委員長として参加。IN11での企画セッションの話題について提案を得、参加勧誘等のアドバイスを受けた。
- 10) IN10閉会式：全てのセッションが終了し

た後に閉会式が行われ、IN10実行委員長から会議の総括があった後、I-INCE会長から若手研究者への奨学助成の受賞者の紹介があった。最後に、IN11組織委員長として山田がインターノイズ2011のPR講演をした。その後、Farewell Receptionとなったが、その費用はIN11組織委員会が負担した。

- 11) ISO/TC43/SC1/WG45の会議：環境騒音の測定評価の方法に関する国際規格ISO 1996の改訂に関する審議を行っている。今回は、その第一部に掲載されている騒音に対するうるささの社会反応に関する非音響的要因によるばらつきと不確かさについての記述、取り扱いに関する議論が前回に引き続き行われた。米国S. Fidellらの提案する方法とオランダTNOの方法の対立等について議論された。

3. 講演発表

今回のインターノイズにおける講演は、吉岡が1件行った。山田は航空機騒音関連セッションの司会を務めた。その他、山田が共著者となっている講演が2件あった。以下、(1)～(3)は吉岡の講演及び山田が共著者となっていた講演のタイトルと概要、(4)～(14)は山田が司会を務めたセッション・「Community noise around airport (空港周辺地域の騒音)」において発表された講演のタイトルと概要を記したものである。

- (1) “Comparison of noise calculation method between AERC Model and ECAC Doc.29”. 「AERCモデルとECAC Doc.29の騒音の計算方法の比較」吉岡が講演（山田共著）。

改定された「航空機騒音に係る環境基準」で定める L_{den} による我が国の騒音予測モデル（AERC）と欧州民間航空協議会のECAC Doc.29で定める計算手法の比較に

ついて述べてある。ECAC Doc.29はワールドワイドに対応できるようになっているが、AERCは我が国の空港周辺対策のツールとして開発されたナショナルモデルである。計算手法に部分的な相違はあるが、基本的なコンセプトは共通している。とはいえ、国際比較を行う上では共通の土俵とする必要があるため、AERCのECAC Doc.29バージョンの開発も進められている。

- (2) “Heavy weapon noise prediction model with considering terrain and meteorological effects”. 「地形と気象を考慮した重火器騒音の予測」森長氏〔防衛施設整備協会〕が講演（山田共著）。

榴弾砲、戦車、及び迫撃砲のような重火器騒音は、長距離を伝搬し衝撃性の高エネルギーを発生する。ここでは重火器騒音の L_{CE} を計算するための地表面と気象状態を考慮した騒音予測モデルについて報告している。

- (3) “Long-term average evaluation of heavy weapon noise with considering occurrence probability of meteorological conditions”. 「気象状態の発生確率を考慮した重火器騒音の長期平均評価」森長氏〔防衛施設整備協会〕が講演（山田共著）。

気象の影響に起因する L_{Cden} の変動を考慮した重火器騒音の長期間平均 L_{Cden} の計算に係る手順の報告。長期間平均 L_{Cden} の適切な予測は、気象状態の発生確率を考慮することにより可能であることが示唆されている。

- (4) “Noise levels around Lyon Saint-Exupery airport, between 2002 and 2008”. 「2002年から2008年までのリヨン空港周辺の騒音レベル」

リヨン空港周辺の6個所の騒音測定局の2002年から2008年における騒音暴露状況の観測結果の報告。2001年末から2008年まで

の運航の増加により、 L_{eq24h} では0.5dBの増加となったが、 L_{den} では-0.3~+2.4dBの変動があった。運航の増加は2006年から始まっていて、これは騒音の計算方法が変更になった時期と一致している。この期間は夜間帯の運航便数は11844から7879に減少している。 L_n 値は減少しているが、 L_{max} に基づく計算値はわずかに増加している。

- (5) “ZFI, an index for the effects of aircraft noise on the population experiences”. 「経験に基づく人口に対する航空機騒音の影響のための評価量 ZFI」

最近の騒音影響評価量は航空機騒音の影響がどの程度人口に影響を与えるかを推定するものである。このような評価値は空港周辺の人口について、航空機のアノイアンスや睡眠障害に関する総合的な影響を記述される。ここでは、2007年における航空機騒音低減政策を支援するためのツールとしてのZurich Aircraft Noise Index (ZFI) について報告されている。

- (6) “Next generation aircraft noise models-need and requirements”. 「次世代航空機の騒音モデルの必要性と必要条件」

従来の総合航空機騒音モデルを使った標準方式はECAC Doc.29の提案に基づきICAOにより改定された。SAEにより提案された側方過剰減衰の暫定方法は24年間使われ、他の基本的な計算方法も30年以上変更されていない。今後は機材構成の変更が反映された結果を提供できるモデルツールと航空機データベースの供給に需要がある。これは、より精確な騒音源の記述、一層優れた航空機の構成の記述、及びより精巧な騒音伝搬手順による気象の影響を考慮することが要求されるものである。

- (7) “Describing the uncertainty associated with low aircraft noise level data derived from noise models; implications for noise

effects studies”. 「騒音モデルから得られる低航空機騒音に関する不確実性の記述；騒音影響研究の関連事項」

最近の、特に航空機騒音の影響に関する研究は、子供の睡眠妨害や、リーディングと数学得点等との関係を調べるのが試みられている。ここでは、米国のいくつかの空港の周辺に設置されている騒音監視装置の結果に基づき、この問題の重大さについて報告している。

- (8) “Community response to aircraft and combined noise in HANOI”. 「ハノイにおける航空機と複合騒音に対する社会反応」

ベトナムの広域騒音政策のために、航空機騒音と自動車及び航空機の複合騒音の社会反応に関する社会調査がハノイの空港周辺で実施された。航空機騒音は1週間、複合騒音は24時間測定された。航空機騒音の L_{den} は48~61dB、そして複合騒音は70~82dBであった。これらのデータは2008年に実施したホーチミンにおける調査結果と比較検討された。ベトナム人の航空機騒音に対するdose-response curveはEU-curveより僅かに高かった。

- (9) “Measures to reduce AWACS noise impact”. 「空中警戒機 AWACS の騒音低減のための測定」

ドイツにおけるNATOの空中警戒機AWACSの騒音の低減方法に関する報告。実測結果に基づき、低減方法として運航回数の低減、低騒音機の導入、他の飛行方式の採用、滑走路の伸張などが検討されている。

- (10) “Noise measures for airport capacity expansion at Narita international airport”. 「成田国際空港における航空機の容量拡大のための騒音測定」

成田国際空港は開港以来、運航の需要に応えてきた結果、運航数が徐々に増大して

きている。ここでは空港拡張と騒音制御の観点から実施された騒音測定の結果が報告されている。

- (11) “Survey of thrust reversal noise after landing for further noise measures at Narita airport”. 「成田国際空港における騒音測定を推進するための着陸後のリバース騒音の監視」

成田国際空港の容量拡張を目的としたリバース騒音の監視結果の報告。騒音測定は滑走路に沿って多数の騒音計を設置して行われた。リバースの使用方法は機種、航空会社により変化し、アイドルリバースの使用率は年々徐々に増加していることが述べられている。

- (12) “Tools support for application of balanced approach in Brazilian airports”. 「ブラジルの空港におけるバランスド・アプローチの適用を支援するツール」

バランスド・アプローチに従った航空機騒音制御のための二つの方法についての報告。それらの方法とはIndicator of Sonorous Unbalanced (ISU) と Sensitivity Coefficientsである。ISUの目的は航空機騒音の低減を必要とする空港を明確にすることであり、航空機騒音制御におけるSensitivity Coefficientsは音響的シミュレーションと人口に及ぼす影響の比率を比較して分析することが説明されている。

- (13) “Airport noise impact in urban area-An approach to mitigate conflicts between airports and the cities held in Brazil by INFRAERO”. 「ブラジルにおける市街地の騒音影響に関する空港と行政の間の対立

を低減するための取り組み」

近代社会における交通機関の需要の上昇は、異なる交通機関から発生される騒音に関する考え方の対立を増加させている。この事実の証拠は都市生活のより良質な生活を探求するための社会的圧力により実証されている。ここでは空港の運用から発生する都市対立の管理に関する幾つかの代替手段について検討している。

- (14) “Balanced approach and urban integration of airports”. 「バランスド・アプローチと空港の都市集中化」

2001年のA33/7の決議において、ICAOは空港騒音の制御に関するバランスド・アプローチを発表した。このアプローチは、騒音減の低減、土地利用計画、騒音低減運航方式、及び運航規制の4つの側面から成り立っている。ここでは、ブラジルにおけるバランスド・アプローチの取り組みについて紹介されている。

上記講演以外にも航空機騒音に関連するセッションが多数あった。以下、それらのセッションのタイトルと発表件数を示す。

「Aircraft Noise Characterization (航空機騒音特性)」4件、「Aircraft Noise Modeling and Control (航空機騒音モデルと制御)」6件、「Aircraft noise [special session X-noise] (特別セッション X-Noise)」15件、「Community Response and Exposure Criteria in Environmental Situations (環境状況における社会反応と暴露基準)」6件、「Low Frequency and Airport Ground Noise (低周波と空港地上騒音)」9件。



写真1 会議場



写真2 参加登録手続きの風景



写真3 航空機騒音セッションで司会を務める山田



写真4 インターノイズ2011（大阪）のPR講演をする山田（1）



写真5 インターノイズ2011（大阪）のPR講演をする山田（2）

成田国際空港における L_{den} による航空機騒音評価の データ処理システムの構築*

堀 伸 司・高 橋 重 人・田 中 勉**

1. はじめに

成田国際空港周辺における航空機騒音の測定は、昭和53年5月の開港以来、千葉県や周辺の自治体が環境基準への適合の確認や苦情対応等の環境行政の一環として、また新東京国際空港公団（現在の成田国際空港（株）：以下、N A A）が空港設置管理者の立場からの航空機騒音の状況の把握のためなど、各々、独自の目的で行ってきたものであり、当初、合計70局の航空機騒音測定局（以下、測定局）が設置され、各設置管理者が独自に集計処理を行っていた。そのため、測定局が近接した場所にありながらも相互に整合しない測定結果が公表されるなど様々な問題が生じていた。これを解決し、公正中立かつ効率的に航空機騒音を監視測定する方策として、後述する円卓会議の合意を経て、（財）成田空港周辺地域共生財団（以下、共生財団）の内部組織として航空機騒音調査研究所が設置され、平成9年10月から、千葉県や周辺自治体及びN A Aが設置・管理する全測定局の観測データを共生財団に設置する「航空機騒音データ処理システム」において収集し、一元的かつ中立的立場で集計処理して結果を公表するとともに個々の測定局の設置管理者に還元することになった。

その後、平成19年12月の「航空機騒音に係る環境基準」の一部改正に伴い、平成21年7月に環境省により「航空機騒音測定・評価マニュアル（以下、マニュアル）」が作成されたことから、共生財団において平成21年度に新たな航空機騒音データ処理システム（以下、新システム）を構築し、平成22年度より105局の測定局のデータ処理を開始したところである。（図-1参照）

2. 地域との共生のための道筋 ～共生財団設立の経緯について～

成田国際空港は、国際線の基幹空港として、昭和41年7月の閣議で成田市三里塚を中心とした地区に建設することが決まったが、地元住民の反対運動や過激派による管制塔占拠事件によって供用が遅れたものの、昭和53年5月にA滑走路1本で開港した。

その後、各方面の努力により、空港建設をめぐる諸問題を話し合いで解決しようとする機運が高まり、平成3年11月、立場の異なる、国・千葉県・反対同盟・N A Aの4者による「成田空港問題シンポジウム」が隅谷調査団主催で開催された。その結果、それまでの空港建設経緯の反省に立って、2期工事（B・C滑走路の建設）の計画を白紙に戻し、地域の人々との話し合いによって問題解決への道を探ることとなった。その後「成田空港問題円卓会議」に舞台を移し、成田空港問題シンポジウムでの合意に基づいて話し合いが続けられた結果、平成6

* Aircraft noise monitoring system based on L_{den} at Narita International Airport

** 財団法人 成田空港周辺地域共生財団 航空機騒音調査研究所

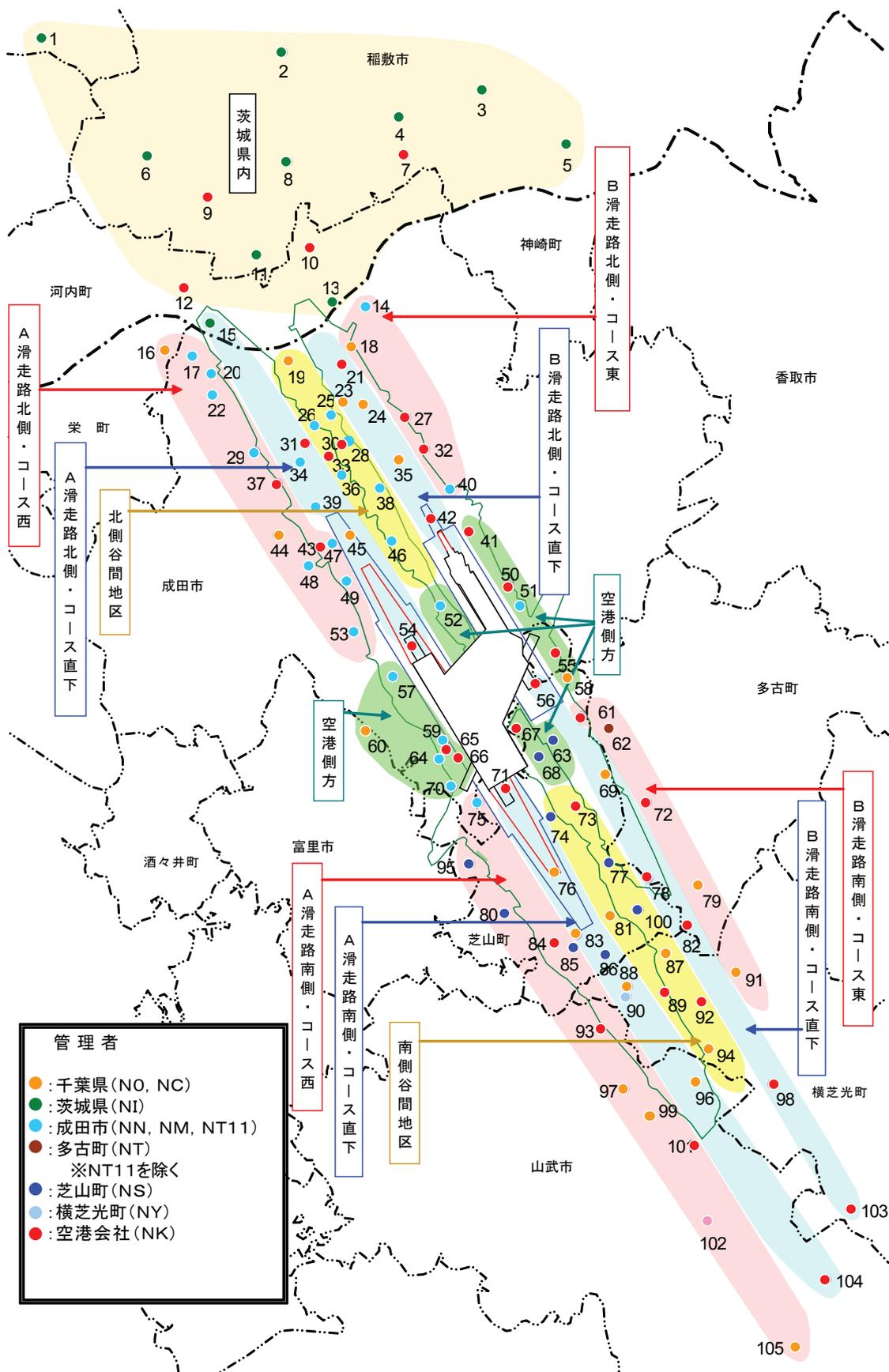


図-1 成田空港周辺の航空機騒音測定局

年10月に隅谷調査団から最終所見が示され、それを関係者全員が受け入れて円卓会議が終了し、四半世紀にわたる対立構造は解消された。

円卓会議の最終所見で「騒音研究機関の設置」が求められたことを受け、同年の12月に開催された円卓会議拡大運営委員会において「騒音等の監視・観測および今後の騒音対策の研究の推進体制を整備する」ことが確認された。そのため、国は平成8年12月に「今後の成田空港と地域との共生、空港整備、地域整備に関する基本的考え方」を公表し、今後の空港整備と共生策の実施、地域づくりを三位一体のものとして取り組むこととし、共生策の一つとして成田の実情にあった航空機騒音の対策や監視、調査研究を実施する新たな仕組みとして地方公共団体とともに財団法人を創設することを提案した。

これを受け、千葉県、空港周辺1市7町（現在は町村合併で3市3町）およびN A Aは、地域の実情に即したきめ細かな周辺対策等の事業を、従来の枠組みを超えて実施することによって空港と地域の共生の実現を図るとともに地域相互の理解と一体感を深め、空港周辺地域の発展に寄与することを目的として平成9年7月28日に共生財団を設立し、同年10月1日から事業を開始した。

3. 航空機騒音データ処理システム

3-1 新システムの概要

新システムは、「航空機騒音評価指標変更に伴うシステム構築に係る有識者等検討会（安岡正人委員長）」を開催し、平成21年に作成されたマニュアルに基づく仕様等、改修の基本的な考え、データ処理の流れ、正式運用までのスケジュール等を検討した後に構築した。

新システムの6つの主要な機能として下記が挙げられる。

- ①測定局からのデータを受信し一元管理する機能
- ②航空管制に用いるレーダー航跡情報等を利用し正確な飛行経路を把握することにより、測定局と航空機との最接近時間を検出して測定データを（二次）照合する機能
- ③二次照合したデータを過去の記録のDB（データベース）と比較し、明らかに航空機騒音でないものを除外し、また、さらに誤って照合している可能性が高く確認が必要なデータを分別する機能（誤照合抽出機能）
- ④照合されたデータを修正する機能や地上音に関して照合・修正を行う機能
- ⑤データを集計し、帳票を作成する機能
- ⑥情報公開する機能

新システムは今年度より試験運用を開始したが、地上音やリバーサルフライト等、現システムでは集計対象でなかった音源を集計対象としているため、今後、照合や寄与等の状況の妥当性について確認を行い、平成24年度までに必要に応じて部分改修を行い、平成25年度の L_{den} による評価開始に備えることとしている。

3-2 測定データ処理の流れと情報公開

図-2にデータ受信から照合、確認修正・集計、確定処理（結果の取りまとめ）、情報公開に至る流れを示す。

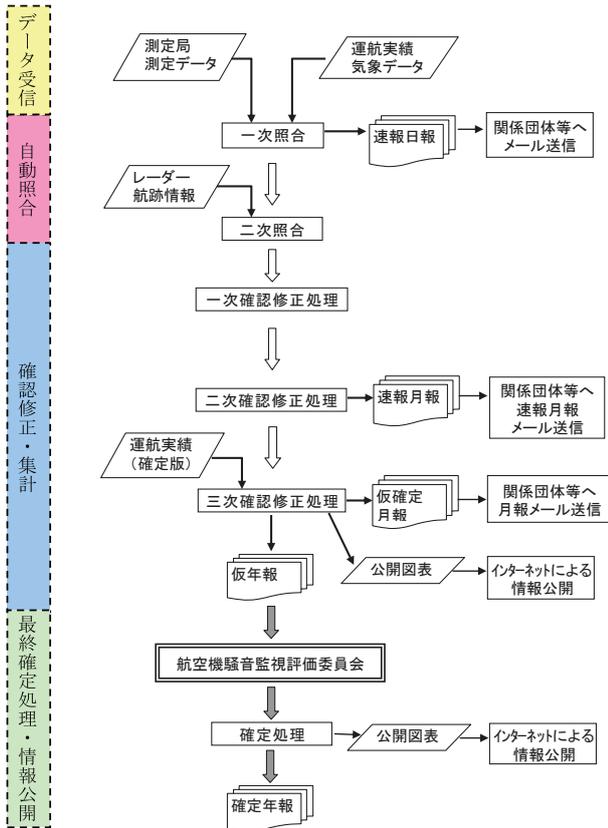


図-2 データ処理と情報公開の流れ

データ処理を内容で大きく区分すると、2段階の自動照合、3段階の確認修正、最終確定処理、各帳票作成、情報公開という段階に分けられる。

各段階の処理の詳細を示すと、受信した騒音データは、まず（翌早朝までに前日の状況把握

を目的として）関係団体へ速報日報を送信するため、地域（エリア）ごとに滑走端にある基準測定局と周辺測定局との観測時間差を調べ、運航情報と突合する1次照合を行う。

その後続いて、管制レーダーの航跡情報を得て航空機が各測定局へ最接近する時刻を算出し、より高い精度での運航情報と騒音データの突合を行って2次照合し、航空機騒音の候補となるデータを抽出する。

次は確認処理である。前項③誤照合抽出機能により、照合処理の結果から特異なデータを抽出し、図-3に示すように、騒音レベル変動のパターンを比較したり実音聴取したりして確認を行う（1次確認修正処理）。次に離着陸する航空機の一機ごとに全測定局の最大騒音値を一覧比較し、近隣局に比べて不自然に突出したデータがないか確認する（2次確認修正処理）。最後に、確定版運航実績に基づく照合・修正を行い、運航機数等の最終的な確認をし、帳票の確認を行う（3次確認修正処理）。

全ての確認修正処理が終了したデータは、航空機騒音監視評価委員会において学識経験者・行政機関・空港会社・実務経験者らによる審議を経て最終集計結果として確定させた後、関係団体へ送付するとともに、年報等をHPにより公開している。

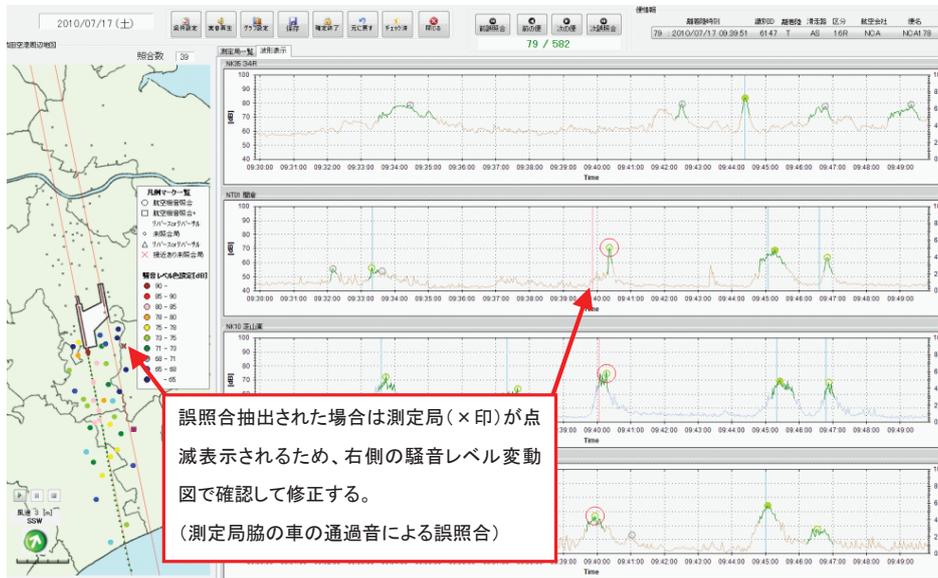


図-3 確認・修正処理画面

3-3 新システムにおけるデータ処理の改善点

①照合時の騒音DBとの比較/誤照合抽出機能

現システムでは確認・修正処理に多くの作業コストが費やされてきた。その原因はかなりの数の騒音測定局で自動測定装置が妨害音（道路交通騒音、動物の鳴き声、風切音等）を航空機騒音と誤って検出してしまうことにある。これは妨害音の発生時刻と航空機の最接近時刻が一致しただけで航空機騒音と照合してしまうためである。（図-4参照）

新システムでは、誤照合を減らすことを目的に、照合処理結果を既存集計データと比較し、極端に乖離したデータを除外するとともに、所定の閾値を越えて乖離するデータを「要確認用データ」として分別し、オペレータの手動操作で、航空機騒音かどうかを確認・修正するようにした。既存集計データとは過去に航空機騒音と確認したデータの集計結果を測定局別・離着陸別に整理して機種ごとの $L_{A, Smax}$ ・ L_{AE} ・継続時間の（平均及び標準偏差）データとして蓄積したものである。

②騒音レベル変動図による近隣地点との騒音比較

航空機騒音であるか否かを判断するうえで必要な処理として騒音レベル変動図による確認がある（図-3）。新システムでは複数の相互に近接した測定地点の騒音レベル変動図を時刻同期させて一覧表示し、騒音発生時刻を比較することができる。これにより妨害音と航空機騒音の誤照合が容易に確認できる。特にリバース音

等は多数の測定局でほぼ同時刻に騒音が観測されるため、誤照合があった場合には格段に特定しやすくなった。

③日々の測定率・暗騒音・修正回数の確認

測定局によっては、これまで、稀なことではあるが、暗騒音のレベルの上昇や測定器の設定誤り等のため不適切な測定状況になり、算出された航空機騒音評価値の大きさが疑わしいものがあった。そのような問題にもいち早く対応できるように、新システムでは測定局ごとに離着陸別/滑走路別の測定率や暗騒音の状況を表示し、確認できるようにした。

妨害音等による誤照合があると測定結果の不確かさが大きくなる。これを極力減らすにはオペレータによる修正作業が欠かせない。しかし、修正作業を行うにも限界があるので、修正作業のコスト軽減を意図して測定局ごとの修正回数を管理し、あまりに修正作業の多い測定局についてはマイクロホンの設置場所を変えて妨害音から遠ざける等の対応を設置管理者に提案できるようにしている。どのような状況で修正回数が大きくなるか、要因の分析等を進め、さらに改善を図りたいと考えている。

3-4 集計対象となる音源の追加

環境基準改定を受け、これまで集計対象から除外していた航空機騒音を集計対象に取りこむよう改めた。そのデータ処理方法等を報告する。



図-4 妨害音を誤って航空機騒音と識別している例（○印が航空機騒音として識別）

①地上騒音

地上騒音は、空港内での航空機の運用や整備に伴い発生するもので、タクシーイング、エンジン試運転、APUの稼働に伴う騒音が対象である。地上騒音の識別については、発生源の詳細な実績が得られにくく、レーダー航跡情報やトランスポンダ応答信号による特定も困難なこと、また全データの実音聴取による確認も現実的ではないため、現時点で実用的手段として考えられるのは音の到来方向を監視し、発生源を特定することくらいである。

しかし、本システムは空港内（駐機場や整備地区等）には測定局を持たず、音の到来方向のデータが得られる測定局も限られているため、自ら収集するデータのみで地上騒音の発生源を特定することは難しい。そこで、NAAが、独自に設置、運用する「航空機騒音監視システム」による空港内・周辺での音の到来方向の測定結果を活用して取りまとめた「地上騒音発生情報」を利用して、騒音レベル変動の同期を確認することにより地上騒音の照合を行っている。

②リバーサル騒音

リバーサル騒音とは離陸した一部の航空機が高度を上昇させながら空港周辺などを再び高い高度で通過する際の騒音である。離着陸時の騒音に比べると騒音レベルは著しく低いものの、場所によっては高い頻度で観測される場合がある。

新システムでは、リバーサル機の飛行位置を特定するため、レーダー航跡情報（6000ft以下の航跡を受領）で提供されない高い高度の航跡情報も得られるADS-B（放送型自動従属監視）を導入した。ADS-Bとは航空機がGPSを活用して測位した自機の位置情報等を、地上局等に対して発信するためのシステムで、共生財団屋上に受信アンテナを設置し情報を得ている。ADS-Bにより航跡等を把握するとともに、航空機と測定局の最接近時刻を算出し、該当する

リバーサル騒音の照合を行っている。

一方、リバーサル騒音の照合では、発生箇所の特定期間だけでなく、実際に観測できるような騒音であるかどうか判断基準が必要になる。そこで空港周辺に複数設置している音の到来方向が識別できる測定器（NA36・37リオン製）の上空音識別結果を利用して、リバーサル機が接近し、且つ上空音として識別結果が得られる場合にリバーサル騒音と照合している。また上空音識別機能の無い測定局では、妨害音がリバーサル騒音として誤照合されることを避けるため、近隣の上空識別機能のある測定局がリバーサル騒音と照合できた場合に限り、同時刻の騒音を照合する仕組みとしている。

③ヘリコプタ

成田空港のヘリコプタによる運用は、警備・訓練・取材等で空港周辺を周回飛行・停止飛翔する割合が大半を占めている。ヘリコプタはVFR（Visual Flight Rules）による飛行方式がほとんどのため、レーダー航跡情報が無く、空港周辺をどのように飛行していたのか把握することが困難となる。このため新システムの照合では、運航情報による離着陸した時刻と空港周辺の音の到来方向識別結果を利用して、ヘリコプタの移動方向を推測しながら測定局の単発騒音データを照合している。

4. マニュアル改正に伴う自動測定器の対応

共生財団は測定局を設置している関係団体へ、下記に示すマニュアルの改正に伴った測定器の改修方針・要望等を示し、平成25年度からの L_{den} による評価に備えている。

① L_{AE} の算出機能

新システムでは自動測定器が算出する L_{AE} を集計することより L_{den} を算出しているため、 L_{AE} が正しく測定できるよう関係団体へ測定器改修を依頼している。

測定器の多くは、マニュアルにおける「施工前に L_{den} を評価する場合の取扱」でH24年度ま

での過渡的な措置の適用を受けている機器のため、対象となる機器は、今後マニュアル準拠に向けた改修を行う予定である。

②他の騒音から航空機騒音を識別する機能

マニュアルでは、自動監視における測定器には「航空機騒音をその他の騒音から識別するための機能」を備えることが求められた。航空機騒音を他の騒音から識別するための自動測定器の機能には、大きく分けて音の到来方向による識別、トランスポンダ応答信号による識別がある。共生財団が集計する測定器には、これらのどちらかの機能を備えた機器もあるが、識別機能を備えてない機器もまだ多数あり、また識別機能を備えていたとしても有効な識別結果が得られていないケースもある。

例を挙げると、新システムでは、当初トランスポンダ応答信号を識別している測定局のデータは、識別結果の有無や飛行経路直下にくっつか設置されている識別基準局との識別結果の一致・不一致により、航空機騒音であるか否かの判断を行うことで誤照合を防ぎ、修正作業の効率化が図れる予定であった。

しかしながら、測定データの中には、航空機騒音であるにもかかわらず識別結果が識別基準局の結果と合致しない、もしくは識別結果そのものが得られていないといったケースや、識別結果は一致するものの航空機騒音ではなく妨害音の寄与のほうが大きいといったケースなどが多数存在することが判った。

このため、新システムの自動照合の方法では、トランスポンダ応答信号の識別結果の有無や、識別基準局との結果の一致・不一致にかかわらず、妨害音を含む全ての騒音イベントを自動照合する際の照合対象とせざるを得なくなり、妨害音が航空機騒音としてそのまま照合されてしまうケースが発生するなど、識別機能の本来の目的である「観測された音が航空機騒音であるかどうか識別する」という役割が果たせていない例もある。

このため、共生財団では、測定器の識別機能の違いによる照合状況や暗騒音による影響など、識別機能についての妥当性を今後検討していくことで、修正作業の効率化による作業コストの低減や測定機器の導入にかかるコスト削減等に貢献していきたい。

③測定器の動作確認

マニュアルでは、「騒音計の動作確認を自動的に行う機能」を備えることが望ましいと挙げている。共生財団がデータ処理する一部の自動測定器には、校正機器を供えたものがあり、正常に動作していることを日々確認できる。一方で、データ受信の際に機器が稼動していたかは確認できるものの、校正値が外れるなど、正常に動作しているかどうかの判断はできていない測定器もある。校正値が外れるといったケースは年間を通して数回程の少ない頻度ではあるが、運用者が発見できない場合には、誤った測定値が継続してしまうおそれがある。また発見できたとしても発見が遅れた場合には、長期間にわたって欠測とせざるを得ないため、共生財団では可能な限り欠測期間を短縮させるために、関係団体へ正常に動作していることが確認できる測定器の導入を提案している。

5. 固定閾値を超える騒音区間から L_{AE} を計算して L_{den} 評価をする際の取り扱い

マニュアルでは、平成24年度までの過渡的措置として、固定閾値を超える騒音区間から L_{AE} を計算し L_{den} を算出した評価も認めている。しかし固定閾値を用いて L_{AE} を算出する際の問題点として、閾値が高い場合は航空機騒音イベントが検出されにくかったり、一つの航空機の騒音に対して複数の最大騒音値が検出されたりするため実際の騒音暴露量に比べ低くなる場合がある。(図-5参照)一方で閾値が低い場合には、 L_{AE} 計算区間に妨害音が混入することを防がないケースや、妨害音を誤って航空機騒音として集計してしまうことがあり、実際よりも過

大評価となる可能性がある。(図-6 参照)

これは L_{den} における評価だけでなく、これまでもWECPNLによる評価を行う場合に測定

機数(回数)が増減する要因となっており、測定結果に疑義を生じさせる要因の一つとなっていた。

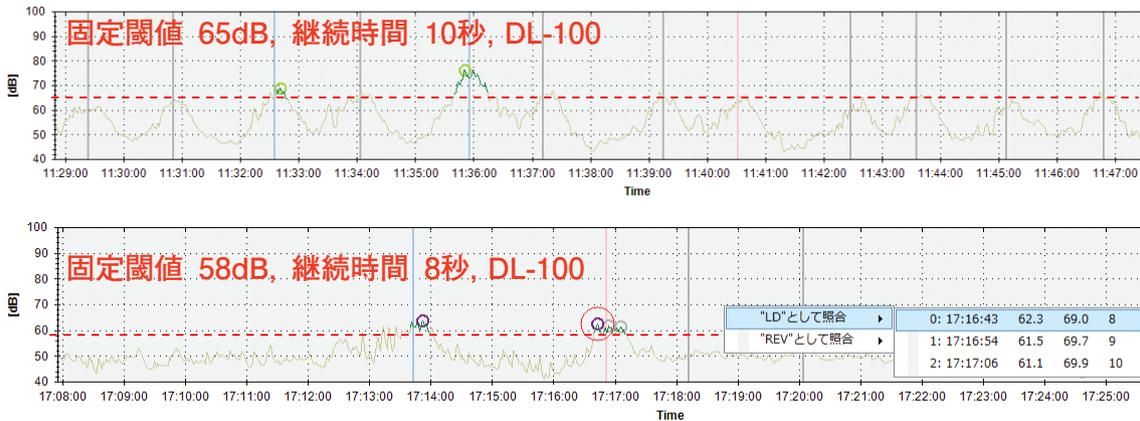


図-5 固定閾値設定が高い例(航空機騒音と識別したものを○印で表示)

※上図: 航空機騒音が固定閾値を超過していないため、航空機騒音を識別できていない例。

下図: 航空機騒音の最大値が固定閾値付近にあるため、騒音イベントが複数できてしまう。

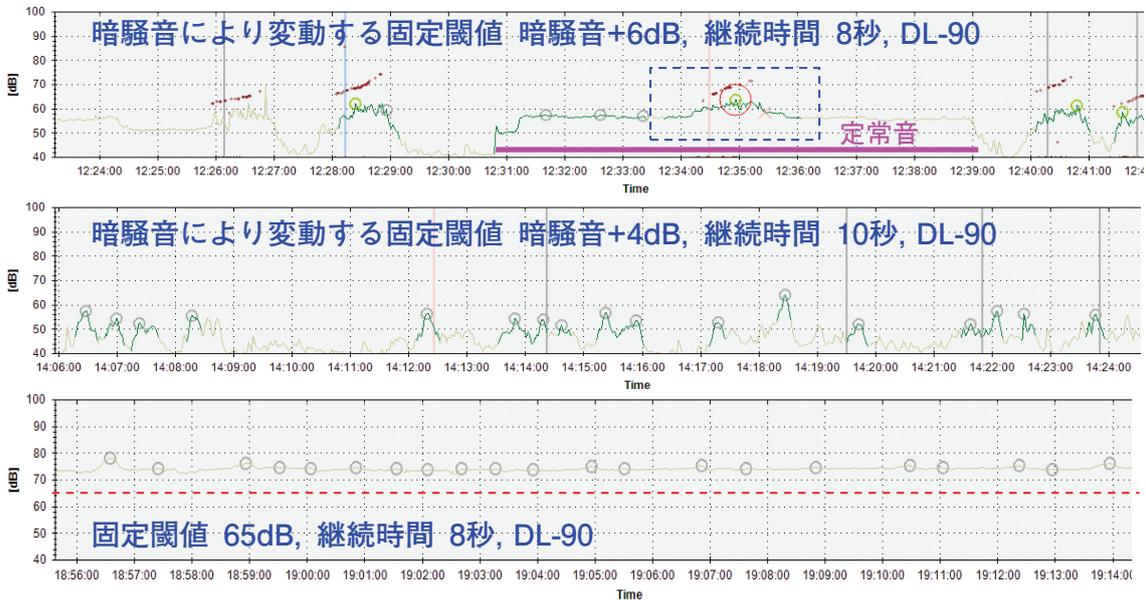


図-6 固定閾値設定が低い例(航空機騒音と識別したものを○印で表示)

※上図: 航空機騒音と定常音による妨害音が重なった場合、積分区間が長く過大評価となる。

中図: 暗騒音より4dB高くなると騒音イベント作成されるため、航空機騒音ではない不要な航空機騒音イベントが多数作成されてしまい、誤照合の要因となる。

下図: 妨害音(蟬の鳴き声で定期的に暗騒音が上昇)を航空機騒音として識別している例。

ここでは L_{AE} の算出方法の違いによる L_{den} の差について、観測される航空機騒音に対して閾値設定が低い場合と高い場合、適切な場合における3つの測定局の集計結果（3日間）を用い、固定閾値により計算した L_{AE} と、マニュアルに基づき $L_{eq,1sec}$ から計算した L_{AE} を用いて算出した L_{den} を比較した（表-1）。

測定局	Ldenの差(固定閾値方式-マニュアル準拠)			
	1	2	3	平均
①閾値が低い局	+1.1	+1.1	+1.3	+1.2
②閾値が高い局	-0.4	-0.5	-1.3	-0.5
③閾値が適切な局	+0.3	+0.3	+0.1	+0.3

表-1 L_{AE} の計算方法の違いによる L_{den} の差

固定閾値が低い局の例では、単発騒音の L_{AE} 計算区間内に固定閾値以上の道路交通騒音等が多数混入してしまったため、航空機騒音と評価される部分が増加したため+1.2dBの過大となった。一方で固定閾値が高い局の例では、発生した航空機騒音が閾値を超過しなかったため、騒音イベントとして検出できず-0.5dBの過小となった。また固定閾値が適切であった局では差は+0.3dBであった。今回の報告では、固定閾値が適切に設定されている場合には、マニュアル準拠による結果との差は小さかったが、閾値が適切に設定されていない場合には、 L_{den} が正しく算出することができないため、固定閾値を用いて $L_{AE} \cdot L_{den}$ を算出する場合には取扱に細心の注意が必要である。

6. まとめ

共生財団ではマニュアルの作成を受け、平成21年度に新システムを構築し、平成22年度より運用を開始し、 L_{den} による評価を始めた。運用を開始して、 L_{den} による評価をする上で妨害音の処理や測定局の測定環境の違いが最終的な評価値に大きく影響することがわかってきた。

今後は航空機騒音データ処理作業の精度を確保しつつも効率良く集計するために、照合・誤照合抽出機能の充実化を図るとともに、新たな評価対象音の評価の妥当性や寄与度合いについても検討していきたい。また固定閾値により算出された L_{AE} による評価値へ影響等についても引き続き検討していきたい。

参考文献

- 1) 環境省:航空機騒音測定・評価マニュアル、H21年7月
- 2) 山田一郎:「航空機騒音の環境基準と測定・評価方法の改定に係る考察」INCE/J 研究発表論文集(2009.09)
- 3) 齋藤孝:「成田国際空港における航空機騒音測定結果の一元処理と情報公開」INCE/J 技資 Vol.33, No1 (2009)

東京国際（羽田）空港の再拡張と現状*

渡辺正己**

羽田空港の再拡張事業として、新たな滑走路、国際ターミナル、管制塔が供用し、待望された空港の能力拡大と国際線の就航が実現、話題を集めている。

管制塔は一足早く昨年1月12日に運用を始め、四本目の滑走路や国際ターミナルはモノレール、京浜急行の駅とともに10月21日に供用を開始した。

国際線の利用者からは、何より近く便利である、国内線との乗継がとても良いと好評をもって迎えられ、会社帰りに直接海外へ旅行される方も多いと聞く。再拡張事業に携わった方々にとっては何よりの労いであろう。

新滑走路の供用に伴い、滑走路の運用方法なども変更されている。再拡張事業の概要とともに羽田空港の現状をご紹介します。

1. 第三空港から羽田再拡張

首都圏の将来の空港容量不足を第3の空港を以て対応しようと検討が進められていた2000年、羽田空港のC滑走路沖側に滑走路を増設するという提案がなされた。羽田空港の再拡張計画はこれに端を発している。

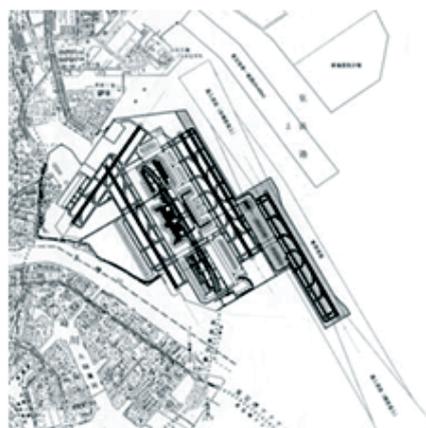


図-1 再拡張の提案

2001年には、東京湾奥や九十九里沖等の第3空港の候補地と比較し、羽田の再拡張が既存資産の活用やアクセスの利便性といった点で優位とされた。この年、国土交通省は既存のB滑走路と平行に2500mの新滑走路を設けるという再拡張の基本的な考え方を示している。

2002年には「国際化を視野に4本目の滑走路整備に早急に着手する」と都市再生プロジェクトの一つに選定され、構造改革に関する基本方針では再拡張のうえ国際定期便の就航を図ると、羽田空港の再拡張を後押しした。

環境影響評価準備書は2005年8月に公告されるが、この間には新滑走路の構造について、栈橋、埋立てと栈橋の組合せ、浮体という従来の空港建設では考えられなかった工法について検討が進められている。

これは、新しい滑走路（D滑走路）の端部が多摩川の川岸延長線の内側に1000mほど入り込むことから、この部分については、海域環境保

* Current situation of Haneda airport

** 国土交通省東京航空局東京空港事務所

全、河川管理といった観点から通水性を確保するため、浮体あるいは栈橋構造としようとするものである。三工法とも「空港として長期・安定的に機能する」、「環境への影響」などの重要な点について大きな差異は認められないものであった。

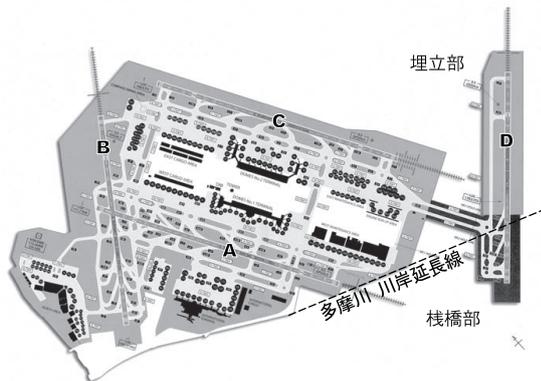


図-2 新滑走路の構造

実際に契約に至ったのは埋め立てと栈橋構造を組み合わせた工法であり、コストと工期管理がしやすい設計施工一括方式により2005年3月に契約、設計を経て2007年3月に現地着工、3年半後の2010年8月に新滑走路が完成している。

2. 三つのPFI

1992年まで使用されていた多摩川沿いの旧ターミナル跡地に新国際ターミナルは展開している。旅客ターミナルビル、貨物ターミナルビル及び駐機場（エプロン）により構成され、それぞれ事業主体として事業期間を30年とする民間資金等活用事業（PFI：Private Finance Initiative）による特別目的会社（SPC：Special Purpose Company）が2006年に設立された。

旅客ターミナルビルの建設から運営を東京国際空港ターミナル株式会社、貨物ターミナルについては同様に東京国際エアカーゴターミナル株式会社が担う。エプロンについては、羽田空港国際線エプロンPFI株式会社が建設と維持を担い、国が国内線側のエプロンと同様に運用し、その対価をSPCに支払うサービス購入型の

PFI事業であり、独立採算の先の二つの会社とは異なる。



写真-1 国際線地区鳥瞰

旅客ターミナルビルの規模は約16万㎡、1978年に羽田空港の国際線は新たに整備された成田空港（当時は新東京国際空港）に台湾路線を除き移転したが、その際に成田空港で国際線を迎えたターミナルビルも同程度の規模であった。ダイナミズム溢れる造形、バラエティに富む店舗などが好評で大勢の見学者が集まっている。

貨物ターミナルは、貨物上屋を中心に4万㎡程の施設で構成されており、需要増に従い施設を強化して行く。貨物の出入やステイタス情報、トラック誘導システムなどはCLISTyと呼ぶシステム（Cargo Logistics Integrated System for Tokyo）が担い、航空会社や通関のシステム等と連携、正確でスピーディな貨物取扱いを支援する。首都圏の国際航空貨物のニーズは膨大で、成田空港の貨物輸出入貿易額は海港を抑え国内最大であり、また、取扱量でも世界トップクラス（2009年世界3位）である。

空港の門限が無く、都心に位置する羽田空港を利用すれば、米国で水揚げされたマグロを深夜に受け取り早朝の築地でセリに掛けることが可能となる。羽田に登場した国際物流のターミナルが成田空港とその周辺や東京の有明地区などに展開しているフォワーダー施設との連携により新たな物流を生み出すものと関係者の期待は大きい。

3. 玄関と客間

エプロンはコンクリートで舗装しており、40.6万㎡の広さ、ボーディングブリッジにより航空機に搭乗可能なスポットが10、オープンスポットを24設けている。

空港能力を計る際に滑走路の能力で論じられることが多いが、実はエプロンの能力（同時駐機可能数）も非常に重要なのである。大勢のお客さん（航空機）が玄関（滑走路）を通ることができても、招く部屋（エプロン）が狭ければ一杯になり受け入れられない。かといって先客を早く追い返す（短時間で出発させる）こともできないのである。中には泊っていく（夜間駐機）客もあり、客間はより手狭になる。

昨年10月以降、国際旅客は目標を上回る勢いであり、部屋（スポットとゲートラウンジ）の増築は思いのほか早くなりそうな様相にある。

4. 発着の特色

2010～2011年の冬季ダイヤでは一日あたり国内線が48空港との間に約900便、国際線は16都市と約100便、合計1000便ほどが発着する。

基幹空港である羽田では大型ジェット機の発着が主流、と思われていた方が多いと思う。航空機の世代交代、ダウンサイジングが進み、今日の羽田ではB737やA320などの小型ジェット機が43%を占め、ジャンボは5%に過ぎない。ターミナルにズラリとジャンボが並んだ時代をご存知の方にとっては隔世の感である。

さて、羽田では夜間駐機していた航空機が一斉に地方空港へ飛び立ち朝の7時台に出発便のピークを形成する。一方、地方空港から羽田に向かう到着便は8時台から一挙に増加する。

地方空港の門限が近づく20時頃から羽田の出発機は減り、逆に地方空港の門限前に出発し、羽田に向かった航空機は21～22時台にピークを形成し、羽田で夜を明かす。

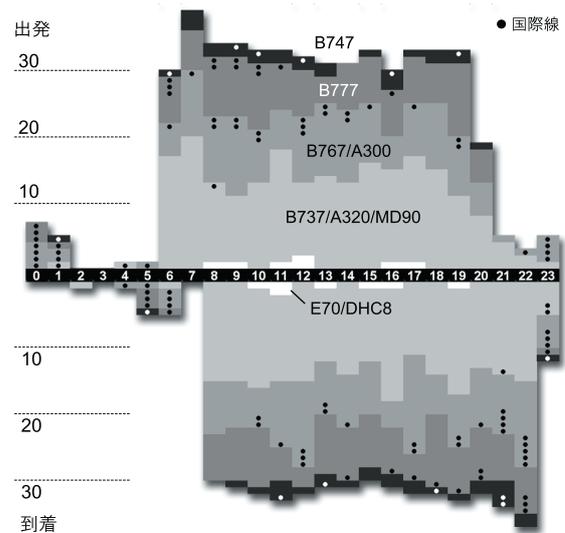


図-3 機材・時間帯ごとの発着状況

これまで深夜早朝の時間帯の利用はほとんど無かったが、再拡張後は欧米便など遠距離の国際線が深夜に出発し、深夜あるいは早朝に到着している。韓国、台湾、中国といった比較的近距离の国際線は昼間の時間帯を中心として広い時間帯に分布している。

羽田の長距離便は深夜出発が多く、仕事帰りの利用や地方空港からの乗り継ぎ利用にも便利である。相手空港には早朝に到着する便も多く旅行時間が有効に使え、行き先で行動しやすいと評価して頂いている。好評なのは都心に近いばかりではなく、24時間運用で、かつ国内路線のハブであるという羽田空港の特色を生かしていることもその要因であるようだ。



図-4 羽田国際線の旅行イメージ

5. 四本滑走路の運用

再拡張前の滑走路運用はシンプルで、主滑走路である二本のA、C滑走路の何れかを出発に使用すれば、他方は着陸となり、航空機の目的

地や出発地は使用する滑走路に関係しない。

再拡張後は、B滑走路を含む4本の滑走路のうち、向かい合う滑走路（AとC、BとD）を一組とする運用が基本であり、南風運用の場合、BとDを着陸、AとCを離陸に使用する。

北風運用の場合はAとCへ着陸、離陸はD及びC滑走路が担う。B滑走路から離陸を前提としていないのは騒音影響を考慮しているためである。

さて、タワーに上がり空港を見下ろせば滑走路が管制塔を井桁のように囲んでいる。加えてC滑走路に離陸もしくは着陸する航空機はD滑走路の上を通過するなど航空機の動線は平面上で交差する。また、目的地や出発地により一組となった滑走路をそれぞれ使い分ける運用となった。南風運用の場合は、南または西方面へ向かう場合はA滑走路から、北方面へ向かう場合はC滑走路からそれぞれ離陸する。同様に南方面からの到着機はB、北方面からの到着機がD滑走路を使用する。

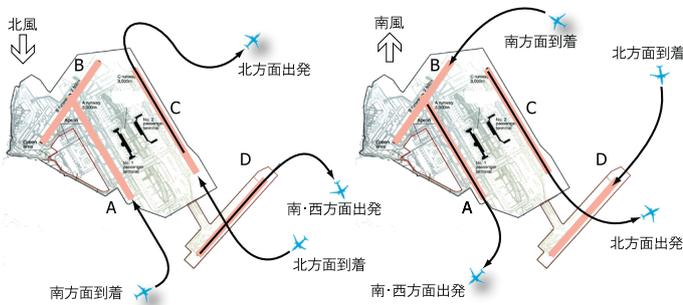


図-5 滑走路運用の概念

このように再拡張後は十分な習熟を前提とした滑走路の運用形態となるため、能力を段階的に向上させることとしている。再拡張前の1時間当たり離陸32回、着陸31回から、本年3月末にはそれぞれ35回、数年後には40回に引き上げる予定である。

6. 新しい管制塔

管制塔最上部の管制室には四本の滑走路とその地上交通を担当する管制官ら12名が勤務する。新管制塔は旧管制塔（77.6m）の1.5倍、115.7mの高さであるが、この高さは、空港南側に林立する大型格納庫越しにD滑走路南西端を見通し、かつ管制塔から4km離れる北東端を一定の角度で見下すために必要である。その高さは東京スカイツリーとは比ぶべくもないが海外の管制塔と比較してみると結構高い方である。



写真-2 管制塔の高さ比較

最も高いバンコク国際空港の建築高は132m、次いでクアラルンプール空港が119m、アトランタ空港は屋上の避雷針まで含めて398ft、約121mとのこと。羽田の新管制塔の建築高は115.7mであるが屋上に設置している7mほどの避雷設備を含めれば約122mとなる。世界で三番目の高さの管制塔と言えそうだ。

これだけ高い塔状構造物の場合、地震や強風により大きく揺れることがある。新管制塔は、剛性が高く揺れに強い鉄筋コンクリート構造とし、さらに管制室の下層、地上約100mの位置に15tの「おもり」二つを置き、これを建物の揺れと反対方向に作動する制振装置を置くことにより管制業務に支障を及ぼす揺れを抑え込んでいる。しかしながら、管制室自体は空港全体を見渡すため「360° ガラス張り構造」であり、どうしても他の部分より構造体としての剛

性は低く、大地震時の強い揺れには弱い。このため管制室を浮かして、ゴムと金属バネにより支持する免震構造を採用し大地震時の揺れから守っている。

7. 空港の現場から

昨年10月以来、大勢のご視察客を迎えている。好調な国際線を目に「次は5本目ですね」と先々の利用増に備えるべきとの声も多い。

一日1000便を扱う羽田では、航空機がトラブルを抱えて羽田に帰ってくることや絶え間なく航空機が発着する滑走路のトラブルなどはそう珍しいものではなく、むしろこれを視野に入れた運用体制で臨んでいる。とはいえ、この対応

のため滑走路を1～2時間閉鎖すれば、遅延や欠航などその影響は終日続き、利用者の方々の経済的損失も大きい。滑走路すべてを常時運用の前提とする今日の羽田では離着陸機能のリダンダンシーを確保するため、もう一本の滑走路があればという声は大きい。また、現在の滑走路では、行先や気温などによっては航空機の運航条件に制約が生じる。

国際化とは路線が設けられることのみならず空港の運用や利用者サービスについても海外主要空港に伍していくことであろう

空港側が航空機の運航に制約を与えることなく、24時間、安全で快適な空の旅を提供し続けたい、現場の率直な気持ちである。

思い出話 = 騒音対策の仕事 = *

常務取締役 岩見宣治**

本誌「航空環境研究」にエッセイ投稿の依頼を受けて、さて私は航空機騒音問題に携わってから何年か、携わらなくなってから何年か、などぼんやりと記憶を辿ってみている。記憶は半ば時系列を無視して奥行きのない平面上に張りつくように散在しているが、一つ二つ拾い出してみよう。

騒音の仕事の最初は間違いなく旧運輸省に就職して最初に配属された「航空局飛行場部騒音対策課」であった。勤務の初日、どんな仕事をしているのかさっぱりわからないままにコピーや清書などの手伝いをしながら、さて夕方、定時がきたのでいつ帰れるのか声がかかるのをひたすら待ちながら、7時、8時、9時と時間が過ぎても誰一人席を立って帰ろうとしない。定時に帰らない役所があるのか、えらいところに来たもんだと仕事の中身よりはこれからの生活の行く末ばかりが気になったのを覚えている。頃は1973年（昭48）で、航空機騒音防止法改正が国会で審議され、伊丹空港で騒音被害を巡る訴訟・調停が次々に提起され、環境基準が定められ、民家防音工事がスタートし、騒音対策予算が空港整備の予算を超えて、やがて単年度1000億円に達しようかという時代であった。職員が残業と休日出勤に追われたのも無理

もない。席を並べた同僚は結婚して新婚旅行の3日間は休ませてもらえたが、出勤するなり1週間連続の泊り残業で、官舎には電話もなく、田舎から出てきた奥さんは帰らぬ亭主に騙されたと思い、実家に帰る準備をしていたという話まであった。

騒音対策課のちに環境対策課で係員、異動しては出戻って係長、専門官、このまま行けば騒音防止技術室長までやって騒音ポストのグランドスラムの達成＝生涯騒音族かと半ば諦めていたところで、とりあえず空港計画に転身となって騒音はめでたくいったん卒業と相成った。‘めでたく’というほど嫌な仕事だったということではないが、昭和60年当時は、一連の訴訟・調停が集結し、民家防音工事も概成して、騒音対策事業が峠を越えた時期である。大阪・福岡の空港周辺整備機構の統合や都市計画手法を用いた緑地造成事業などを盛り込んだ騒音法改正で忙しかったが、それまでの事業、制度の問題点が徐々に滲み出してきて、会計検査や行政監察への対応に奔走することにもなっていて、行政はイケイケどんどん進むより、ピークを越えて終息に向かう方がよほど大変だと感じたころではあった。

さて、いつ航空機騒音の仕事から離れたか。その後、空港の計画・建設、航空保安大学校、大阪航空局、航空大学校と異動したが、直接—間接、レベル差、臨場感は異なるものの、

* Reminiscences = Work for countermeasures of aircrafts noise =

** 空港施設株式会社

結局はつかず離れず騒音とのお付き合いをさせていただいた。どんな立場でも航空の仕事が続ける限りは航空機騒音の仕事が全くの埒外になることはないようである。

そんなわけで騒音の仕事には結構思い出も多い。一つだけ挙げるとすればやはり平成7年の阪神淡路大震災のことである。当時私は大阪航空局飛行場部長で、私自身も豊中市の官舎に住んでいて震度6強の激しい揺れを体験し、また神戸で生まれ育ったので瓦礫の山と化した故郷に涙したことであった。大仕事は、不通になった新幹線の代替で羽田—伊丹便を大幅に増便することとなり、さらに伊丹の門限の9時以降にダイヤ設定をする、については地元との調整を大阪局でやれとの本省のお達しがきたことであった。非常事態とはいえそこまで必要かと思いつつも、やむなく急いで関係者調整にあたったが、どこの市役所も避難民と救援物資でいっぱい担当部長も復旧作業に追われている。そこをつかまえては立ち話で趣旨を説明して回ったが、何ともご迷惑をかけたことであった。さらに調停団や主な自治会も順次伺ったが、ある役員の方に「緊急事態だから門限破りも止む無しとするが、9時の門限は最高裁まで争って住民が勝ち取ったものだから住民にとっては大変重いもので、時を経てもこれを軽んじることはできない。」と静かに語る人があった。改めて住民運動の精神性を思い、大地震—大被害という大きな社会的興奮のなかで、人々の役に立つことは正しいことだという論理で突っ走ることの戒めを受けたような気がした。

最近の空港を巡る情勢の変化は誠にめまぐるしい。かつて騒音対策に明け暮れた伊丹空港は廃止—存続—活用と変転し、国際線の復活まで

取沙汰されている。かつて急激な需要増に対応するためにジェット化、大型化と追い立てられるように拡張整備を進めた地方空港は収支計算をしてみると赤字になったということで、一転無駄の象徴のように廃港議論にさらされている。かつて騒音対策行政の隙間を埋める形で進められた空港環境整備協会の騒音対策事業は国への移管を含めた不要論が支配して、事業の廃止に仕分けられた。最近の議論は○か×かでAll or Nothingの結論を求めるが、多くの場合、正しさはその中庸にあると思うことが多い。足して2で割るのではなく、粘り強くメリット・デメリットの分析的議論を尽くせば、両極を両立させるソリューションが見いだせるのではないだろうか。

もう一つ老いの繰り言を付け加えるならば、世の中の変化に対応することは重要であるが、もっと大切なことは変化する世の中にあって変化しないものは何かを見据えるということである。旧態依然とした社会の弊害は取り除くべきである。しかし脈々と受け継がれてきた社会の核をなすものは生かし続けなければならない。歴史か、伝統か、地域性か、精神性か、和か、輪か、定かにわからないが、そのような類いの変化しないものがあるではないか。最近、変化しないものに真実があると感じることが多い。

空環協は世の中の変化の波に吞まれて大きな変革と縮小を迫られていると聞く。正当な評価と議論の末の結論であれば致し方ないのであろうが、ことを性急に運びすぎているか少々心配ではある。公害問題のみならず地球環境問題としての空港環境の重要さは疑いを容れない。調査研究事業は継続されるとのこと、これからを担う若い方々のご努力と熱意に期待したい。

研究センターの動き *

平成22年度航空環境研究センターでは、次の受託業務及び自主研究等を実施した。

1. 受託業務

【騒音・飛行経路・コンター関係】

- (1) 東京国際空港 A 滑走路北向き離陸航空機騒音実態調査
- (2) 普天間飛行場における航空機の飛行状況調査業務
- (3) 仙台空港周辺航空機騒音・飛行経路実態調査
- (4) 新潟空港周辺航空機騒音・飛行経路実態調査
- (5) 航空機騒音の影響度における評価値検討調査
- (6) 航空機の地上騒音予測モデルの技術検討
- (7) 那覇空港航空機騒音及び飛行経路実態調査
- (8) 航空機燃料譲与税法第2条第1項第2号に規定する空港に係るWECPNL75以上の騒音予測コンター図作成に係る請負業務
- (9) 航空機騒音予測コンター作成業務 (H22-1) (成田空港)
- (10) 航空機騒音基礎調査 (福岡空港)
- (11) 調布飛行場航空機騒音予測コンター作成
- (12) 騒音予測コンター用基礎データ整備作業
- (13) 騒音軽減運航方式に関する調査での騒音影響変化等の検証
- (14) 航空機騒音予測プログラム作成作業
- (15) 航空機騒音予測コンター作成業務 (H22-2) (成田空港)

2. 自主研究

当研究センターの自主事業としての調査・研究を次のとおり実施した。

【騒音・飛行経路・コンター関係】

- (1) 航空機騒音予測技術検討調査
- (2) 航空環境の保全に関する動向調査
- (3) 空港周辺整備に関する音環境の研究
- (4) 次期航跡観測装置に関する基礎調査

【大気環境関係】

- (1) 大阪国際空港航空機排出ガスによる大気汚染の実態調査
- (2) 航空環境の保全に関する動向調査
- (3) 航空機温室効果ガス排出量算定モデルの開発

【環境と保健関係】

- (1) 空港周辺における環境と健康に関する統計学的調査・研究
- (2) 空港周辺整備に関する音環境の研究
- (3) 航空環境と健康に関する疫学的研究
- (4) 航空機騒音の睡眠に及ぼす影響調査

3. 研究発表

【騒音振動関係】

- 日本音響学会騒音・振動研究会における研究発表 (口演)

「交通騒音に対する社会反応のばらつきに関する ISO/TC43/SC1/WG45 の論議について」

山田 一郎、後藤恭一 (空環協・航空環境研究センター)、森長 誠 (防衛施設周辺整備協会)、加来治郎 (小林理研)

* Annual activities of Aviation Environment Research Center

[2010-5]

○第39回国際騒音制御工学会／インターノイズ
2010における研究発表

(1)「AERCモデルとECAC Doc.29の騒音の計
算方法の比較」

吉岡 序、山田 一郎（空環協・航空環境
研究センター）

[ポルトガル国・リスボン・2010-6]

(2)「地形と気象を考慮した重火器騒音の予測」
森長誠、月岡秀文（防衛施設整備協会）、
山田 一郎（空環協・航空環境研究セン
ター）

[ポルトガル国・リスボン・2010-6]

(3)「気象状態の発生確率を考慮した重火器
騒音の長期平均評価」

森長誠、月岡秀文（防衛施設整備協会）、
山田 一郎（空環協・航空環境研究セン
ター）

[ポルトガル国・リスボン・2010-6]

○日本騒音制御工学会における研究発表

シンポジウム「航空機騒音の予測」

吉岡 序（空環協・航空環境研究センター）

[新潟・2010-9]

○日本音響学会における研究発表

山田一郎（空環協・航空環境研究センター）

[大阪・2010-9]

○日本音響学会における研究発表

(1)「砲撃音の長距離伝搬に対する地表面影響」

山元一平、森長 誠、月岡秀文（防衛施
設周辺整備協会）、牧野康一、横田考俊
（小林理研）、山田一郎（空環協・航空環
境研究センター）、比内友昭（防衛省）

(2)「航空機騒音の予測における防音堤の遮蔽
効果・地上騒音の寄与・気象影響の取扱い
方法」

山田 一郎、吉岡 序、菅原政之（空環協・
航空環境研究センター）、篠原直明（成田
空港振興協会）

[北海道・2010-10]

【環境保健関係】

○日本母性衛生学会における研究発表

(1) ストレスの実態について

後藤恭一（空環協・航空環境研究センター）

(2) 女性研究者の研究支援の一考察

後藤恭一（空環協・航空環境研究センター）

[三重・2010-6]

○日本ウーマンズヘルス学会における研究発表

(1) ストレス構造の性差に関する検討－（女性
を対象とした精神的健康質問票）の男性へ
の適用－（WMH I）

後藤恭一（空環協・航空環境研究センター）

(2) 女性一般住民の更年期世代における心血管
系疾患のリスクに関する検討

後藤恭一（空環協・航空環境研究センター）

[東京・2010-7]

○日本ウーマンズヘルス学会における研究発表
（原著論文）

「A市における母親の健康と児の発達との
関連の検討」

後藤恭一（空環協・航空環境研究セン
ター）、村山より子、野口真貴子、
久米美代子（東京女子医科大学）との共
同研究

[2010-8]

○International congress on Acoustics におけ
る研究発表（口演）

「Factors affecting the harmonious
coexistence of the airport and local
communities.」

Hisashi Yoshioka, Kyoichi Goto, Makoto
Morinaga, Ichiro Yamada, Sonoko
Kuвано,

Seiichiro Namba.

[2010-8]

○日本更年期医学会における研究発表

「更年期女性の血中エストロジオールと抑
うつの関連」

後藤恭一（空環協・航空環境研究セン

ター)、村山より子(東京女子医科大学)、
久米美代子(東京女子医科大学)

[鹿児島・2010 - 10]

○日本公衆衛生学会における研究発表

「航空機騒音による精神的健康への影響に
関する検討」

後藤恭一(空環協・航空環境研究セン
ター)、日本女子医科大学、杏林大学との
共同研究

[東京・2010 - 10]

○日本騒音制御工学会における投稿(解説)

「うるささの標準尺度-アノイアンスとス
トレスの間-」

金子哲也(空環協・航空環境研究センター・
杏林大学)、後藤恭一(空環協・航空環境
研究センター)

[2010 - 12]

○日本更年期医学会雑誌における研究発表
(原著論文)

「地域住民の女性の更年期世代における精
神的健康の実態について」

後藤恭一(空環協・航空環境研究セン
ター)、久米美代子(東京女子医科大学)
との共同研究

[2010 - 12]

4. 広報事業

(1) 宮崎空港「空の日」イベントへの参加

[宮崎・2010-9]

宮崎空港「空の日」イベントの「大声コ
ンテスト」に、当研究センター所長他が
参加・協力した。

(2) 第35回空港環境対策担当者研修の開催

[東京・2010-11]

空港周辺地域を管轄する関係自治体等の
職員を対象に研修を開催した。

(34名の参加)

(3) 研究誌「航空環境研究」No15号を発刊した。

[2011 - 3]

5. 平成22年度各委員会委員の委嘱状況 (別紙のとおり)

6. その他

・本部主催全国事務所長会議に出席

山田所長、新屋敷管理部長

[東京・2010-4]

・日本騒音制御工学会 2010 年春季研究発表
会に参加

山田所長、吉岡調査研究部調査役、菅原
調査研究部副主任研究員

[東京・2010 - 4]

・第71回分析化学討論会(2010)に参加

橋本調査研究部副主任研究員

[島根・2010 - 5]

・日本音響学会 2010 騒音・振動研究会に参加

山田所長

[名古屋・2010 - 5]

・第39回国際騒音制御工学会議(インター
ノイズ2010)に出席

山田所長、吉岡調査研究部調査役

[ポルトガル国・リスボン・2010 - 6]

・日本母性看護学会に参加

後藤調査研究部副主任研究員

[三重・2010 - 6]

・山田所長が日本騒音制御工学会会長に就任

[2010 - 7]

・日本ウーマンズヘルス学会に参加

後藤調査研究部副主任研究員

[東京・2010 - 7]

・日本音響学会第18回音響技術セミナーに
参加

菅原調査研究部副主任研究員

[東京・2010-7]

・平成22年度第1回「航空機騒音の影響度
における評価値検討委員会」開催

山田所長、調査研究部(騒音関係職員)他

[東京・2010 - 8]

- ・ 本部主催全国事務所長会議に出席
山田所長、新屋敷管理部長
[東京・2010 - 9]
- ・ 宮崎空港の空の日イベント「大声コンテスト」に協力・参加
山田所長、吉岡調査研究部調査役
[宮崎・2010 - 9]
- ・ 第4回航空機騒音等に関する研究会に参加
山田所長、水島調査研究部副主任研究員、菅原調査研究部副主任研究員
[東京・2010 - 9]
- ・ 日本音響学会 2010 年秋季研究発表会に参加
山田所長
[大阪・2010 - 9]
- ・ 日本騒音制御工学会 2010 年秋季研究発表会に参加
山田所長、吉岡調査研究部調査役
[新潟・2010 - 9]
- ・ 日本更年期医学会に参加
後藤調査研究部副主任研究員
[鹿児島・2010 - 10]
- ・ 日本音響学会 2010 年 10 月騒音・振動研究会に参加
山田所長
[北海道・2010 - 10]
- ・ 日本公衆衛生学会に参加
後藤調査研究部副主任研究員
[東京・2010 - 10]
- ・ 日本公衆衛生学会認定専門家として認定
後藤調査研究部副主任研究員
[東京・2010 - 10]
- ・ 日本音響学会第 111 回技術講習会
「音響・振動における FDTD 法の基礎と応用」講習会に参加
菅原調査研究部副主任研究員
[東京・2010 - 10]
- ・ 航空機騒音と鉄道騒音の測定・評価マニュアルの解説と測定方法の実習に参加
吉野調査研究部主任研究員、永里調査研究部主任研究員、水島調査研究部副主任研究員
[東京・2010 - 11]
- ・ ICAO/CAEP/9 (第 1 回ステアリンググループ会議) に出席
橋本調査研究部副主任研究員
[フランス国・ツールーズ・2010 - 11]
- ・ 第 35 回空港環境対策関係担当者研修開催
山田所長 他
[東京・2010 - 11]
- ・ 平成 22 年度第 2 回「航空機騒音の影響度における評価値検討委員会」開催
山田所長、調査研究部 (騒音関係職員) 他
[東京・2010 - 12]
- ・ 日本音響学会 騒音・振動研究会に出席
山田所長
[沖縄・2011 - 2]
- ・ 平成 22 年度第 3 回「航空機騒音の影響度における評価値検討委員会」開催
山田所長、調査研究部 (騒音関係職員) 他
[東京・2011 - 2]
- ・ 外部監査人による監査実施
[2011 - 2]
- ・ 平成 22 年度第 4 回「航空機騒音の影響度における評価値検討委員会」開催
山田所長、調査研究部 (騒音関係職員) 他
[東京・2011 - 3]
- ・ 研究誌「航空環境研究」No15 号刊行
[2011 - 3]

平成22年度委員の委託状況

件数	件名	承認日	任期	氏名	主催者
1	地域環境委員会	H22. 2. 10	H22. 5. 10～ H24. 3. 31	山田一郎	成田国際空港(株)
2	(社)日本騒音制御工学会認定 技士資格審査委員会委員	H20. 6. 10	H20. 6. 10～ H22. 5	山田一郎	(社)日本騒音制御工学会
3	(社)日本騒音制御工学会出版 部会委員	H20. 6. 20	H20. 6～ H22. 5	吉岡 序	(社)日本騒音制御工学会
4	(財)成田空港周辺地域共生財 団航空機騒音調査研究所所 長(非常勤)	H21. 3. 18	H21. 4. 1～ H22. 8. 7	山田一郎	(財)成田空港周辺地域共 生財団
5	環境影響評価におけるアド バイザー	H21. 8. 7	H21. 8. 8～ H22. 8. 7	山田一郎	沖縄防衛局
		H22. 7. 14	H22. 7. 15～ H23. 7. 14		
6	南関東防衛施設地方審議会 委員	H21. 11. 2	H21. 11. 13～ H24. 6. 14	山田一郎	南関東防衛局
		H22. 6. 7	H22. 6. 15～ H24. 6. 14		
7	「静浜飛行場周辺(22)航 空機騒音度調査業務に係る 検証会議」委員	H22. 7. 23	H22. 7. 23～ H23. 3. 31	山田一郎	(財)防衛施設周辺整備協 会
8	航空機騒音調査に係る検討 委員会委員	H22. 8. 13	H22. 8. 13～ H25. 3. 31	山田一郎	東京都環境局
9	(社)日本騒音制御工学会委員 会委員(社会貢献委員会委 員他2件) ①社会貢献委員会委員 ②研究奨励賞選定委員会委員 ③出版部会員	H22. 8. 27	H22. 8. 27～ H24. 5. 31 H22. 8. 27～ H23. 5. 31 H22. 8. 27～ H24. 5. 31	吉岡 序	(社)日本騒音制御工学会
10	「平成22年度新幹線鉄道騒 音・航空機騒音のモニタリ ング等のあり方に関する検 討調査」検討委員会及び検 討ワーキンググループ(航 空機騒音測定WG)委員	H22. 9. 16	H22. 8. 25～ H23. 3. 18	検討委員会 委員及び ワーキング グループ委員 山田一郎 ワーキング グループ委員 吉岡 序	環境省水・大気環境局

(次ページにつづく)

件数	件名	承認日	任期	氏名	主催者
11	「平成22年度航空機騒音センターの作成方法に関する調査業務に係る検討委員会」委員	H22. 10. 25	H22. 10. 25～ H23. 3. 31	山田一郎	(財)防衛施設周辺整備協会
12	「平成22年度演習場周辺における砲撃騒音の実態調査に係る検討委員会」委員	H22. 10. 25	H22. 10. 25～ H23. 3. 31	山田一郎	(財)防衛施設周辺整備協会
13	「船舶・航空機排出大気汚染物質削減技術・効果検討会」委員	H22. 11. 4	H22. 11. 4～ H23. 3. 18	橋本弘樹	(株)環境計画研究所
14	(財)成田空港周辺地域共生財団航空機騒音調査研究所所長（非常勤）	H23. 3. 23	H23. 4. 1～ H25. 3. 31	山田一郎	(財)成田空港周辺地域共生財団

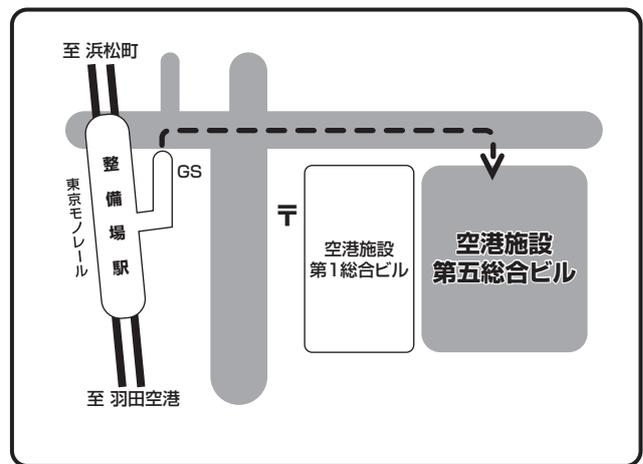
編集後記

このたびの東北地方太平洋沖地震により、被害を受けられました皆様に、心よりお見舞い申し上げますとともに、犠牲になられた方々のご遺族の皆様に対し、心よりお悔やみを申し上げます。一日も早く復興されますよう、心よりお祈りいたします。

いただきました。「エッセイ」では、1編を執筆していただきました。各執筆者の皆様に深く感謝申し上げます。

編集：航空環境研究センター
水島 実

さて、本誌第15号では、「焦点」として外部から2編、内部から1編大変貴重な報告3編を執筆していただきました。研究報告は、当研究センターが進めている研究から1編掲載しました。「内外報告」では、今年ICAO/CAEPとIATAの最新の動向を6担当に執筆していただきました。又当研究センターが毎年参加しているインターノイズ国際会議における2010年の報告を掲載しました。「航空環境を取り巻く話題」では、2編を執筆していた



航空環境研究センター案内図

航空環境研究 第15号 平成 23 年 3 月 25 日印刷 平成 23 年 3 月 30 日発行 ©2011

発行人 山 田 一 郎

発行所 財団法人 空港環境整備協会 航空環境研究センター

144-0041 東京都大田区羽田空港 1-6-5 第五総合ビル5階

電話 (03) 3747-0175 FAX (03) 3747-0738

無断転載を禁じます

CONTENTS

FOCUSES

Technology for atmospheric environmental purification as Green Innovation	Koji Takeuchi	1
Continuous Descent Approach for Noise Abatement	Takamichi Unno	8
Effects of Noise on Sleep Disturbance	Kyoichi Goto Tetsuya Kaneko	12

RESEARCH REPORTS

Development of New Aircraft flight path observation system, "SkyGazer"	Kyoji Yoshino	16
--	---------------	----

DOMESTIC AND FOREIGN REPORTS

Progress update on ICAO/CAEP - WG1 activities	Yuji Yanagisawa	23
Trends of ICAO/CAEP - WG2	Hirokazu Ishii	28
Trend of ICAO/CAEP WG3	Shigeru Machida Hitoshi Fujiwara	32
Trends of ICAO/CAEP - International Aviation and Climate Change	Shigehiko Yamaguchi	37
Aviation and Climate Change~Updates on IATA~	Hideo Ootake	41
Approach to the environmental issues of Airports Council International	Saburo Ogata	45
Inter-Noise 2010 and Advancing Air-Noise Impacts Research	Ichiro Yamada Hisashi Yoshioka	52

CURRENT TOPICS

Aircraft noise monitoring system based on L_{den} at Narita International Airport	Shinji Hori Shigeto Takahashi Tsutomu Tanaka	59
Current situation of Haneda airport	Masami Watanabe	68

ESSAY

Reminiscences = Work for countermeasures of aircrafts noise =	Nobuharu Iwami	73
---	----------------	----

ACTIVITIES OF AERC

Annual activities of Aviation Environment Research Center	Management Division	75
---	---------------------	----