

# 航空環境研究



## The Journal of Aviation Environment Research

### No. 19, 2015

#### 巻頭言

航空環境研究センターのあり方について	岩崎貞二	1
--------------------	------	---

#### 焦点

航空環境研究会の概要 II	後藤恭一	3
代替航空燃料をめぐる動向	寺崎直通	15
JAXA の次世代運航システム (DREAMS) 研究開発成果	石井寛一	23
受動型レーダーの開発の経緯と展望	塩見格一	31
航空機の運航と航空管制	高橋英昌	37

#### 研究報告

欧州空港における騒音問題への取り組みの現状	上田麻理	45
$L_{den}$ を評価指標とする航空機騒音予測モデルの開発	菅原政之、中澤宗康、吉岡序、山田一郎	51

#### 海外事情：国際機関の動向

ICAO CAEPの動向	梅澤大輔	57
ACI環境常設委員会と地域環境委員会の活動について	安斉恭子	59
ISO/TC43/SC1の2014年定時総会及び作業部会WG45等への参加	山田一郎	69

#### 海外事情：国際学会報告

インターノイズ2014及びI-INCE総会	山田一郎	72
第11回公衆衛生問題としての騒音に関する国際会議 (ICBEN2014) を終えて ~ICBEN2014 組織委員会の一員として~	上田麻理	76
騒音健康影響の動向~ICBEN 2014から~	金子哲也、後藤恭一	79
フォーラムアコースティカムに参加して	上田麻理	87

#### 海外事情：空港事情紹介

ポートランド国際空港における航空騒音管理のための取り組み (全訳)	フィリップ・ステンストロム	91
Approach to Aviation Noise Management at Portland International Airport (原文)	Philip Stenstrom	97
シドニー空港の環境対策	尾形三郎	104
ネットでみるヒースロー空港の騒音対策	中村千都世	112

#### エッセイ

環境整備課の思い出	片岡久志	116
-----------	------	-----

#### 活動報告

研究センターの動き (平成27年度)	管理部	121
--------------------	-----	-----

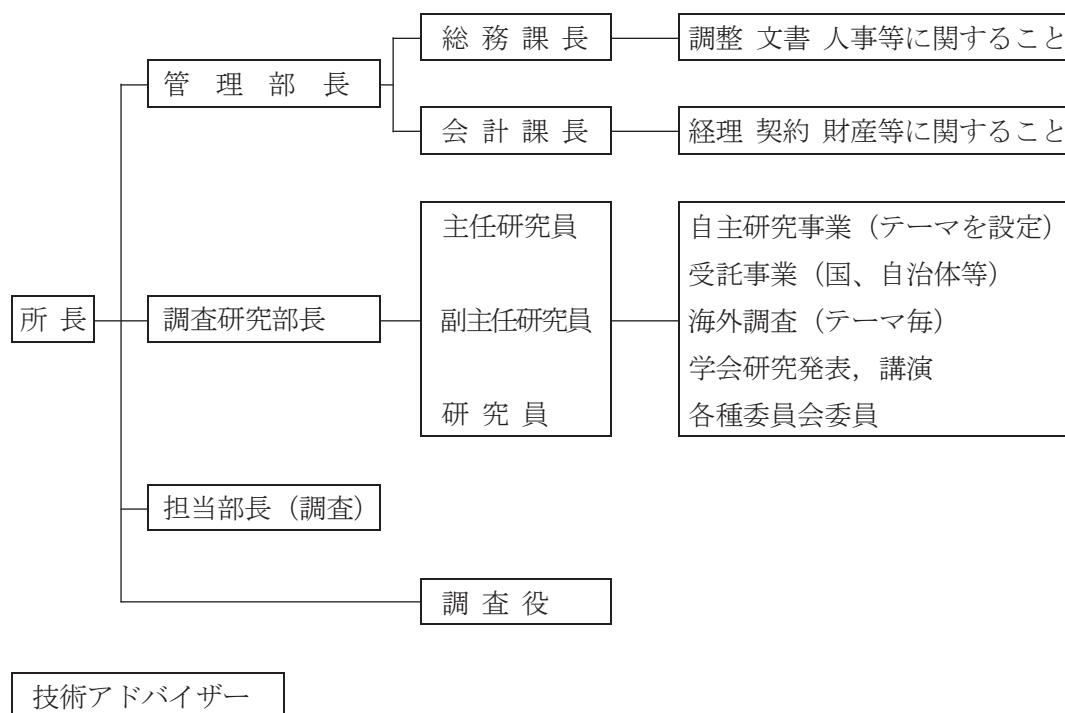
## 航空環境研究センターの沿革と組織及び業務内容

産業、経済、文化の発展に伴う航空需要の増大とジェット旅客機の大型化による運航は、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、調査事項が増加するなかで、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、当研究センターの前身である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に改め、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されたことにより、当研究センターも現在の航空環境研究センターに改称し、設立以来、航空機の騒音、振動、排ガス及び空港周辺の騒音、電波障害、大気環境、健康影響など、多岐にわたる調査と研究に取り組んでいるところです。

なお、(財)空港環境整備協会は平成24年4月1日から一般財団法人になりました。

組織及び業務内容は次のとおりです。



## 巻頭言

## 航空環境研究センターのあり方について \*

岩崎 貞二 \*\*

センターのあり方、方向について考えています。

その前提としてセンターの所属する空港環境整備協会のあり方について記します。協会は羽田ほか新千歳、福岡などいわゆる国管理空港（小松などの自衛隊機と民航機の共用の空港も含む。）のうち主要な17空港の駐車場を運営しています。その収益で、騒音の被害がある空港周辺地域での生活環境改善への助成や空港利用促進への補助をしたりするとともに、受託事業収入だけではまかなえないセンターの運営の補助をしています。

協会が駐車場を独占的に運営していることに批判が出ました。空港は滑走路、ビル、駐車場を1つの運営主体が一体的に経営すべきものです。現に、成田、関空、中部ではそうです。諸外国でも公営、民営の違いはあっても運営主体は1つが基本です。しかし、日本では歴史的な経緯もあり、滑走路は国、ビルは民間企業、駐車場は協会という空港が多いです。

今、仙台空港でコンセッションが進んでいます。コンセッションが成立すれば、その運営会社に駐車場事業を譲渡することになっています。今後、コンセッションが全国の各空港で成立するにつれて、協会は駐車場事業か

ら撤退することになります。コンセッションを含む空港運営の一体化が全空港で実現するには時間がかかるかもしれませんが。そのときには、駐車場の収益がなくなりますから、センターは自立する必要があります。

前置きが長くなりました。こうした状況を見据えて、センターのあり方、方向を考える必要があります。ポイントはセンターの業務が社会的に必要かどうかだと思っています。センターの仕事が社会的に必要ななら、駐車場の収益がなくなっても、必要とする主体がセンターを支えてくれるはずで

センターの役職員とディスカッションしながら考えた方向は2つ。

1つは正確なコンターをスピーディーに書くことです。既存空港では騒音が小さくなるにつれコンターに対するニーズが小さくなってきています。しかし、空港の運用を変えようとするとコンターの出番です。昨年からずっとコンター担当者は羽田の東京上空ルートの騒音影響、福岡の2本目の滑走路の騒音影響がどうか、コンターを何本も書いています。便数が多い、機種も多様、飛行ルートも何ルートもある空港で、正確なコンターをスピーディーに書くことは誰にでもできる仕事ではないと思います。コンター作成モデルは複雑なシステムですから、膨大なデータの整理、予測と実測の違いの説明、地上音の反映、ミスが出たときの原因究明と修正などが必要

\* What the Aviation Environment Research Center is supposed to be about.

\*\* (一財) 空港環境整備協会 会長

です。今のセンターがその期待に十分こたえられているかという疑問です。センターをより正確なものとなるよう改善し、計算システムに最新のコンピューターを使い、体制も整え、と努力すべきことは山ほどあります。しかし、これを担えるのはセンターだとの自負を持っています。更に言えば、こうした運用をすれば、空港の利用促進と環境問題が解決できるという提案もできるようになればと、目標は高いですが目指すことが必要です。

2つは空港環境に関わる情報を総合的に収集・分析・提供する機関としての役割を果たしていきたいと思います。世界の主な空港での環境に関わる取り組みはどうか、ICAOの動向は、国際的な学会でのテーマは、過去の取り組み・研究はどうだったか、関係する機関でどういう取り組みがなされ、研究がされ、情報があるか・・・、センターに聞いていただければ、たちどころにわかるということを目指したいと思います。これも、現在のセンターは不十分です。しかし、センターにはかなりの情報の蓄積はあります（十分整理されていないですが）。また、音、大気、健康それぞれの分野の研究者もいます。この役割を担うには手前味噌かもしれませんが、これ

もセンターが一番可能性を秘めていると思います。また、こうした情報は空港の利用が環境に制約される宿命を持っている以上、将来とも必要性はなくなることはないと思います。

批判をいただければと思います。我々で考えた方向ですから、間違いがあれば指摘ください。もっと、違った方向を目指すべきだとの意見も結構です。センターは私的な研究機関ではないので、普段から皆さんから批判や意見をいただきながら、やっている仕事が社会のニーズに答えているか不断の検証が必要です。

この雑誌も年に1回の発行ではありますが、空港の環境に関わる情報を提供する手段として機能しているか考えていく必要があります。今号もその役割を少しでも果たせたなら幸甚です。

巻頭言と言いながらかなり力が入ったものになりました。センターの方向について、あるいは目指すべき方向と現状とのギャップについて悩んでいることのあらわれだと、推察いただきご容赦を。センターも努力します。ご支援をたまわれれば。

## 焦点

## 航空環境研究会の概要 II \*

後藤 恭一\*\*

## 1. はじめに

一般財団法人空港環境整備協会は、平成24年度、航空環境研究会を発足しました。この研究会は航空分野の動向を多角的に分析し、「航空環境問題」に関する課題及びその対応について総合的に検討・研究し、我が国における航空の持続的な発展に資することを目的としたものです。委員は、杉山雅洋委員長（早稲田大学名誉教授）のもと、学識経験者及び航空関係者で構成されたものです。平成24年度に開催した第1回から第4回の概要につきましては、前回（航空環境研究 No.18 (2014), PP.17-25）ご報告しました。今回は、平成25年度及び平成26年度に開催しました第5回～第9回の概要をご報告致します。なお、研究会は講話及びフリーディスカッションで行われたものです。そのため記載するに当たっては筆者の認識不足等による誤解もあることをご了承下さい。

## 2. 開催内容

## 2.1 開催日時

第5回：平成25年7月25日（木）14:00～17:00

第6回：平成25年10月3日（木）14:00～17:00

第7回：平成25年12月5日（木）14:00～17:00

第8回：平成26年2月27日（木）14:00～17:00

第9回：平成26年6月26日（木）15:00～17:00

## 2.2 講話者およびテーマ

## 第5回

講話1 大橋弘委員（東京大学大学院経済学研究科教授）『合併効果について』

講話2 桑野園子委員（大阪大学名誉教授 / 放送大学客員教授）『航空機騒音の評価と空港と地域の共生』

## 第6回

講話1 加藤一誠委員（日本大学経済学部教授）

『格付け評価からみたわが国の空港経営』

講話2 大石勉専門委員（株式会社IHI航空宇宙事業本部技術開発センター要素技術部システム・環境技術グループ担当部長）『ジェットエンジンによる騒音およびエミッション低減技術の紹介』

## 第7回

講話1 山本憲夫専門委員（独立行政法人電子航法研究所所長）

『航空交通管制—しくみと将来—』

講話2 尾形三郎専門委員（成田国際空港株式会社）

\* Outline of the Aviation Environment Research Workshop II

\*\* (一財) 空港環境整備協会 航空環境研究センター 調査研究部 主任研究員

『空港管理者の環境対策の現状と今後』

講話 3 桂田健専門委員（日本航空株式会社）／宮前利宏専門委員（全日本空輸株式会社）

『エアラインにおける環境対策、航法、管制、運航方式・実運航／乗員操作・重量軽減の取り組み・Hardware の改修、整備・運航管理・その他／環境』

第 8 回

議事 1 事務局

『海外調査報告』

議事 2 フリーディスカッション

『航空環境研究会論点整理』

第 9 回

議事 航空環境研究会報告書について

### 3. 講話およびフリーディスカッションの概要

#### 3.1 第 5 回航空環境研究会

##### 3.1.1 講話 1 大橋弘委員（東京大学大学院経済学研究科教授）

『合併効果について』

政策の設計の一連の流れを考える。現実における問題点を特定化し、その背後にある因果関係を定式化する。そして、それに対処する政策を提言することがアカデミックの立場から見た政策設計の流れである。ここで、本当に定式化された因果関係によって問題は生じているのか、特定化された問題は本来市場による解決が可能なのか、また政策により解決を図る場合、それによって生じる失敗を勘案すると、どのようなバランスで政策は設計されるべきかなどは定量的に評価される必要がある。輸入関税政策、企業合併の効果を例に定量的な政策評価を紹介する。

- 政策効果の分析の例 -

#### 例 1 ハーレー・ダビットソンの V 字復活と

#### 日本車輸入

1970 年代後半から 90 年代にかけて日本のオートバイはアメリカに輸出されていた。当時、アメリカの大型オートバイメーカーであるハーレー・ダビットソン社は経営難に陥っていた。米国政府は、このハーレー社の凋落は日本車の輸入の影響であると判断し、1983 年に日本車に対するセーフガード（緊急輸入関税）を課した。それ以降、ハーレー社の業績は回復したため、緊急輸入関税は国内産業の保護、育成に有効な手段であるとする事例として用いられている。しかし、一方、販売台数の減少が始まった 1970 年代よりハーレー社の製品の不良について業界紙などで指摘されており、また経営体質にも問題を抱えていた。こうした製品や経営体質に関する改善が 1970 年代から行われ、1980 年代に入ってその効果を上げ始めたとも考えられる。そこで、関税政策、経営改善のどちらがよりハーレー社の V 字回復に寄与したのかを分析した。経済理論に即したモデリングと推計の結果、輸入関税はハーレー社の回復に対して高々 6%程度しか寄与していないことが明らかになった。これはハーレー社のオートバイと日本車の間に代替性が乏しいためである。このように経済理論に則ってモデルを作り、実証分析をすることにより、データ間の因果関係を明らかにすることができる。

#### 例 2 企業合併「JAL-JAS 経営統合」

企業合併において合併後シェアが大きくなることが問題とされることが多い。確かに合併により当該産業の企業数が少なくなることは、競争を制限し、合併企業に対して利益を生じさせる。一方で企業規模や業務範囲に経済性が存在すれば、合併により当該企業は効率性を向上させうる。したがって、単なるシェアから合併の影響を判断するのではなく、経済理論に即したモデリングと実証分析により判断する必要がある。例えば 1970 年の八幡・

富士製鐵（新日鐵）の合併により、新日鐵の生産性は約5%上昇した一方で、需要家向け価格は1%程度の上昇にとどまっている。また、1998年の現代・起亜自動車の合併は生産性を約7%向上させた一方で、価格は平均1%増加した。また、輸出は3倍に増加し、合併がないときと比較して海外利潤の増加が顕著であった。これらの分析からの合併についての含意として、シェアが50～60%となる合併にも顕著な効率性の向上が見られること、これらの合併は効率性向上が消費者の厚生を減少を補ってあまりあること、国内の消費者利益を犠牲にして輸出がされているという見方は常に正しいわけではないことなどが挙げられる。

### 3.1.2 講話2 桑野園子委員（大阪大学名誉教授 / 放送大学客員教授）

#### 『航空機騒音の評価と空港と地域の共生』

##### - 騒音評価の条件 -

騒音とは、JISでは「望ましくない音」。聴取妨害、生活の障害、苦痛を与えたりする音と定義されている。騒音とは物理的な定義でなく主観的なものであるが、社会調査等により、物理量と心理量が対応づけられて環境基準等が定められている。

騒音評価の条件には、主観的な印象と対応がよいこと、算出が簡略であること、任意の時間で測定できること、騒音源の状況が変化した時に予測ができること、様々な音源に適用できること、異なる音源間の比較や様々な音源で構成される環境騒音全体の評価ができることなどである。

##### - 騒音に係る環境基準 -

騒音に係る環境基準は、「騒音に係る環境上の条件について生活環境を保全し、人の健康の保護に資する上で維持されることが望ましい基準」と定義。主に自動車交通騒音を対

象とし、1971年5月25日に閣議決定された際の評価法は中央値( $L_{50}$ )。その後、1998年9月30日に等価騒音レベル $L_{Aeq}$ に改訂された。

航空機騒音に係る環境基準は1973年12月27日に環境庁の告示として、評価法はWECPNLが定められた。その後、2007年12月27日に評価量が $L_{den}$ に改訂、2013年4月1日から施行。 $L_{den}$ はエネルギーベースの評価量のため、夕方5dB、夜間10dBのペナルティを課すことや、地上音の加味上等の際に単純に加算をすることが出来るメリットがある。

##### - 航空機騒音に関する検討課題 -

航空機騒音を $L_{Aeq}$ で評価する場合の検討課題として以下がある。

##### • 間欠音

航空機騒音は間欠音であるため、夜間に非常に騒音レベルが高い飛行機が1機でも飛んできると、その音で目が覚めて、その後、寝つかれないといったような影響も考えられるので、睡眠影響を考える時には $L_{Aeq}$ だけでいいのか、あるいは $L_{Amax}$ という最大値も併用した評価が必要なのか、今後詳細に検討する必要がある。

##### • 認知的要因

飛行機、新幹線、鉄道、自動車、音声、音楽など様々な音源を対象に、横軸を $L_{Aeq}$ 、縦軸を主観的な印象評価として相関を求めると、音のレベルと主観的評価の間には強い正の相関性( $r=0.973$ )が認められる。しかし、「日常生活で大切だと思う音」の順に順位づけをさせると、航空機騒音は最下位となる。「なくなればいいなという音」は、航空機騒音が1位となる。「世間一般の人が苦しんでいる音源」を、やはり航空機騒音がトップとなる。交通騒音別にみても、航空機騒音が自動車の音や鉄道騒音よりは厳しい反応が見られ、音

源の認知的な要因によって評価も異なることがわかる。

• 背景騒音の影響

背景騒音のレベルが高くなるにつれて航空機騒音のやかましさは減少し、また最もやかましい音として航空機騒音を挙げる比率も減るといように背景騒音が評価に影響する。こういったS/Nは環境アセスメント、環境影響評価を考える場合には検討が必要。特に今まで静かだったところに航空機騒音が加わったらどうなるか、を配慮する必要がある。

音源対策や遮音対策などにより物理的な側面から航空機騒音による影響を軽減することが大切。

一方、空港や航空機が迷惑施設として敬遠されるのではなくて、積極的に受け入れられ、かつ楽しめる施設として地域住民と共生できることが示唆する実験結果もある。土地利用に配慮するとともに地域との共生をはかることも大切である。

### 3.1.3 フリーディスカッション

- 経営合併の効果を事後的に解析することの意義について
- 本源的需要と派生需要について
- 合併の結果の効果の検討年数について
- 航空企業間の連携について
- 環境要因の政策への組み込み
- 航空機騒音の評価と空港と地域の共生
- 騒音影響における実験室実験とフィールドの違い
- 空港周辺の有効的土地利用
- 騒音の認知的要因と航空機騒音の関係に関する意見交換があった。

## 3.2 第6回航空環境研究会

### 3.2.1 講話1 加藤一誠委員（日本大学経済学部教授）

『格付け評価からみたわが国の空港経営』

- アメリカにおける地方債の種類 -

アメリカの地方債には一般財源保証 (General Obligation :GO) 債と歳入 (Revenue) 債がある。Revenue 債は発行者 (空港) の運営による収入を返済原資としており、住民投票の必要がない、GO 債に比べて利回りが高いなどの特徴をもつ。地方債に占める Revenue 債の割合は近年 60 ~ 70% ほどを占めており、空港が発行する債券の 98% 程度に及んでいる。

Revenue 債の格付けは旅客数に大きく依存しており、例えば 1995 年にアメリカン航空の路便削減とクルーベースの閉鎖が行われた際、ローレーダーラム空港とナッシュビル空港はそれぞれ格付けをワンランク落としている。これは航空会社の撤退は、空港のキャッシュフローを減少させ、返済原資を減らすことから破綻 (デフォルト) に近づくと判断されるためである。

- 格付けから見たエアラインと空港 -

デフォルトとは、いわゆる破綻。地方債の格付けの変動 (70 年と 09 年) を見ると、事業サイト比べると結構落ち着いている。現在のところ空港の破綻事例はない。一方、エアラインは民間会社なので非常に厳しい状況。例えばサウスウエストは非常に業績も、旅客数は世界一だが、格付けは投資適格ギリギリのところ。ユナイテッドは一旦破綻し、それから回復基調。BA も厳しい状況。LCC のジェットブルーも債務比率が高いので、格付けは Caal 以下に落ち、今は B ぐらい。航空会社というのは非常に破綻の確率が高い事業体といえる。航空会社が破綻した場合には空港の格付けが落ちる可能性がある。航空会社が破綻することを想定する必要がある。

- 日本に LCC が定着するか -

LCC の参入が Revenue 債の格付けに与える影響をみると、Moody's は、LCC の相対的



に低い運賃は旅客が他の空港に移る可能性を低くすると判断し、多くの空港でLCCのシェアが高いことを「強み」として評価している。ただし、この評価は航空会社と空港との「妥当な協定」と安定的な運航が前提とされており、航空会社の経営の不安定さは「弱み」として判断されうる。

日本でLCCが定着して欧米のようなシェアになるかはまだ不明。地方空港はLCCを望んでいるが、果たして空港の経営にとって、プラスになるかどうかというのはわからない。航空旅客動態調査によると、日本で普通運賃で乗っている人は1割ぐらいであり、世界的にみても高い。割引の比率を見ても、10%未満の割引でも多くの人に乗っている。従って、日本でLCCが定着するかはまだわからない。

- 関空会社の現状とコンセッションにともなう変化 -

日本の格付け会社における関空会社の評価は、AA-という日本国債(AA+)と近い格付けをしている。しかし、コンセッションの対価が分割払いになれば、相変わらず債務を抱え続けるから、返済原資は空港運営権者のキャッシュフローに大きく依存し、信用力に響き、格付けを下げる可能性もある。

- 空港格付け -

アメリカの空港はほとんどパブリックであり、地方自治体が有している。格付けの分布の中央値はシングルA。シングルAは保証会社では格付けがAaaとなり、国債と同じ金利で資金調達が可能。アメリカ以外の空港の格付けを見ると、2008年は、BAAがBaa2、ローマはBaa3と投資適格ギリギリ。ローマは2011年にBa1と投資不適格になった。民営化は資金調達上、破綻の確率、リスクが高くなる。

- 格付けの決定要因分析モデル -

Revenue債の格付け決定要因をみる。2008年の金融危機以前において、格付け会社は格付け基準の評価項目のみを発表し、実際的な項目間の重みづけや手法については明らかにされていない。そこで順序型プロビットモデルにより、発表された格付け要因が格付けにあたえる影響を推計した。推計によると、空港運営指標では、旅客数、旅客増加率、地元利用率などが正に有意に推計されており、トップキャリアシェアは負に有意に推計されている。地元利用率が正の方向に有意に推計されていることは、トランジット客増加は航空会社の意向に左右されることから、リスクが高めるからであり、トップキャリアシェアが負の方向に有意に推計されているのは、特定の航空会社に依存することはリスクを高めるからである。またデットサービスカバレッジ(借入金全体とキャッシュフローの比)は正に有意に推計されており、借入金が少ないことやキャッシュフローが高いことがリスクを低めるからである。金融危機以降、格付け会社の格付け基準が不透明であることに批判が高まり、2011年アメリカの空港会社においても基準が発表されている。発表によると、推計結果と整合する項目にウエイトをおいた評価がなされている。

- 日本のR&Iと日本格付研究所による日本の空港の格付け評価 -

成田は「民営化されても事業基盤が強いので、引き続き高い格付けを維持できる」。関空の場合は「補給金の影響が大きく」安定的との評価されている。

3.2.2 講話2 大石勉専門委員(株式会社HI航空宇宙事業本部技術開発センター要素技術部システム・環境技術グループ担当部長)

『ジェットエンジンによる騒音およびエミッション低減技術の紹介』

- ジェットエンジンの役割 -

ジェットエンジンは、空気吸入ためのファン、空気を圧縮する圧縮機、燃焼器で構成されて、燃焼ガスでタービンを回している。エンジン内で空気を圧縮・燃焼させて空気を噴出することにより推力が生じる。推力は空気流量と排気速度の積。エンジンには発電機の駆動、氷着防止の高温空気源、機内へ加圧空気を供給する役割もある。

- 航空機騒音と ICAO 騒音規制値の変遷 -

航空機騒音の計測位置は3カ所。着陸は滑走路端から手前2kmの飛行直下、離陸は側方450m線上で騒音が最大になる地点と、離陸後滑走路の離陸開始地点から6.5km先。

1970年代にChapter2およびChapter3の騒音基準制定が行われた。2001年にChapter4制定（2006年1月1日以降適用）、2013年にはChapter14制定（最大離陸重量55トン以上の機体は2017年12月31日以降適用、最大離陸重量55トン未満の機体は2020年12月31日以降適用）と段階的に規制値が強化されている。

新型機にはChapter14に対してさらにエンジンを持った機体並びにエンジンの開発が要求される。

- 低バイパス比エンジンから高バイパス比エンジンへ -

高バイパス比化エンジンの設計技術が確立されたことが静粛化の一番大きな要因。初期のエンジンは直径が小さいため吸引する空気量は少ないため、燃焼後のガスを高速で排出する排気速度で推力を得ていた。エンジンから発生する騒音は、排気ジェットの騒音が支配的である。高バイパスエンジンは大量の空気を吸入して、排気速度を抑えて流量で推力を得る。高バイパス比化に伴い騒音抑制、燃料消費も減った。しかし、高バイパス比化はエンジンやファンの直径が大きくなるた

め、軽量化のため軽量複合材（CFRP）が必要。タービンにも耐熱軽量化材が必要となってきた。エンジンの圧力比が高くなるとNOxの排出は多くなる。様々な技術を導入して低NOx化を図っている。

- 技術の傾向 - 新騒音化技術の導入 -

動翼後流と静翼との空力的な干渉により生じる動静翼干渉音を抑制するために動翼と静翼の枚数を調整するダクト内遮断設計や、動静翼干渉音の発生そのものを抑制する静翼の最適形状設計技術、離陸時における動翼前方の衝撃波による騒音（バズソー騒音）を抑制する動翼の最適形状設計技術、騒音をエンジンの中で吸収させるための吸音ライナ、B787やB747-8等のエンジンにはシェブロンノズルと呼ばれるギザギザの形状を設けて（客室内あるいは機外騒音の）低騒音化を実現している。

航空機の騒音はジェットエンジンだけでなく、機体から発生する騒音も無視できない。例えば着陸にタイヤを出した時、タイヤの周りの乱流により騒音が生じる。また、フラップの部分から出る騒音も無視できない。そうした機体まわりの空力騒音を下げするための技術開発も行われている。

- IHI の低騒音化ノズル開発 (JAXA 共同研究) -

ノッチノズルはエンジン排出口に三角形の凹みを持たせ、シェブロンノズルと同様の騒音低減特性を有している。シェブロンノズルは燃費損失が生じるが、ノッチノズルは少ない。流体制御による低騒音化デバイス開発も JAXA との共同開発で行った。

- IHI の低 NOX 燃焼器開発の紹介 -

エンジン圧力比が高くなると NOx の排出量は高くなる。IHI では、クロスジェットスワローと呼ばれる低 NOX 燃焼器を開発し、CAEP/4 という規制値に対して約 50% 以下の

低 NOx 化を図る燃焼器を開発した。

### 3.2.3 フリーディスカッション

- 格付けについて
  - 騒音について
  - 次世代の超音速機の可能性
  - 今後の NOx 対策の方向性
- に関する意見交換があった。

## 3.3 第 7 回：平成 25 年 12 月 5 日（木）

14：00～17：00

### 3.3.1 講話 1 山本憲夫専門委員（独立行政 法人電子航法研究所所長）

『航空交通管制—しくみと将来—』

- 航空交通管制とは -

航空機相互間及び走行地域における航空機と障害物との間の衝突予防並びに航空交通の秩序ある流れを維持促進するための業務の他、安全・効率的な飛行への情報提供、捜索救難援助等がある。

航空交通業務は、管轄空域を細分化したセクターごとに行う。①航空路管制：空港周辺の空域を除く、ルート上の IFR で巡航高度を飛行する航空機に対し、管制間隔の維持、承認。②飛行場管制：飛行場に離着陸する航空機に対し、管制間隔の維持、交通流の円滑化、飛行場内の航空機、車両等の安全確保の業務。③ターミナルレーダ管制と④進入管制：ターミナルレーダ管制は、空港レーダを用いて、進入管制区内の離着陸を管制する。管制区管制所は、ローカル空港などのレーダがない飛行場に離着陸する航空機の管制を行う。

- 管制情報処理システム -

航空管制を支えるキーテクノロジー。コース、高度、機材および目的地等の飛行計画を自動処理して、関係者で共有するデータ処理システム。航空機の位置情報を自動処理するシステムとして、RDP（Radar Data

Processing System）と、ARTS（Automated Radar Terminal System）、FDMS：飛行情報管理システムがある。

- 航空管制から航空交通管理 -

航空交通量の増加により、効率的な運航、定時運航が求められ、現行の航空管制では対応はますます難しい状況。そうした課題への対応が航空交通管理業務。

航空交通管理（ATFM）とは、いわば航空管制に広域的な運航管理が加わったものであり、交通量を予測した流入量の制限する。

空域管理（ASM）は、交通流に応じて航空機を管制する範囲を調整する。洋上管理（Oceanic ATM）は、衛星等を利用して洋上における飛行機の間隔を短くするもの。A-SMGCS と呼ばれる空港面での交通管理も行われる。

- 将来航空交通システム -

今後も増加する航空交通量に対応し、安全で効率的な航空の運航を実現するためにトラジェクトリ（Trajectory 航空機の軌道）ベースとした運航方式の運用が検討され、米国の NextGen 計画、ヨーロッパの SESAR 計画、わが国では CARATS プロジェクトが進んでいる。このトラジェクトリ（航空機の軌道）ベース運航とは、航空機の軌道を作成し、関係者が共有して、それに従って航空機を運航する概念である。実現のために、空地間の情報交換が高速かつ精度よく、かつ信頼性高く行えるような技術も必要である。

### 3.3.2 講話 2 尾形三郎専門委員（成田国際 空港株式会社地域共生部部付）

『空港管理者の環境対策の現状と今後』

- 空港環境対策の体系 -

発生源対策、空港構造の改良および空港周辺対策の 3 つに分類される。

- 発生源対策 -

低騒音型航空機の導入促進、夜間の運航規制、飛行コースの監視、騒音軽減運航方式などがある。ACIの騒音インデックスはICAOの騒音基準とは別の体系で騒音基準を定めている。ACIでは2002年4月にAからFの分類で騒音基準を定め、その後、低騒音型飛行機の増加により、さらに2つのクラスを追加して、R1からR8までのカテゴリがある。成田空港では、ACIで定めた騒音インデックスに基づいて着陸料金制度を設けている。

- 運航方式の改善 -

日本の空港ではディレイド・フラップ進入方式、あるいは低フラップ進入方式、離陸の時には急上昇方式が行われている。成田空港では利根川から九十九里海岸までは直進上昇・直進降下を行っている。なお、成田空港では飛行コースの監視も行っており、合理的な理由なく監視区域を逸脱した場合には便名を公開している。逸脱機数率は発着回数の0.002%である。

- 空港構造の改良 -

成田空港では、消音施設の整備、防音堤、防音壁の整備を行っている。また、空港建設、特に滑走路等の整備によって失われた緑の回復を目的に、成田空港周辺緑化基本計画がある。

- 土地利用計画 -

成田空港独自の施策として、騒特法による土地利用計画がある。成田空港では、移転跡地を有効利用として、農業振興による土地利用、臨空工業地帯としての活用、それから博物館とか多目的広場の整備を行っている。その他、落下物対策もある。成田空港では南側から着陸する場合には洋上で脚下げするように義務づけている。

- 地球温暖化対策 -

成田国際空港では10数先を見据えた「エコ・エアポートビジョン2020」という環境ビジョンのもと、地球環境問題に取り組んでいる。「エコ・エアポートとして世界をリードする空港」をコンセプトに、地球温暖化防止に貢献する空港、循環型社会に貢献する空港、豊かな自然と共生する空港の3つの柱からなる取り組み項目を掲げ、NAAとエコ・エアポート推進協議会を中心とした空港内で働くすべての人たちが協力して環境保全活動に取り組んでいる。

- 空港における環境対策の今後 -

成田空港では、空港と地域の「共生・共栄」を目指している。空港活動によるマイナスの影響を如何にプラスの効果に導くか、空港周辺環境整備、騒音による被害感の緩和、航空機騒音の夜間における睡眠妨害等の健康影響について検討して、どのように対応するか。今後の空港における環境対策はどうあるべきか、を考えたい。

3.3.3 講話3 桂田健（日本航空株式会社運航本部運航技術部長）

宮前利宏（全日本空輸株式会社オペレーションサポートセンター品質推進室フライトオペレーション推進部長）

『エアラインにおける環境対策、航法、管制、運航方式・実運航/乗員操作・重量軽減の取り組み・Hardwareの改修、整備・運航管理・その他/環境』

- 航法、管制、運航方式 -

周辺地域における騒音軽減のため、居住地から離れた方の滑走路で運航する他、以下の運航方式がある。

- 連続降下進入（CDA: Continuous Descent Approach）：航空機のフライトマネジメントシステム使ってエンジンを絞って進入す

ることにより、騒音、排出ガスの低減につながる。

- RNP-AR 進入方式：レーダや ILS 等の電波が誘導がなくても、航空機が持つ機能で最適な経路を運航する方法。
- CDM (Collaborative Decision Making) : 飛行場管理により、適切な時間にスポットから出るようにコントロールして、CO<sub>2</sub> の発生の抑制を試行している。
- UPR (User Preferred Route) その便が発する前の風の状態で最適なルートを作成し、管制の承認のもと運航する航法。
- DARP : 離陸後に最新の風の状態をモニターして、それに応じて最適な飛行経路を取る航法。
- 将来の航空交通システムへの取組み (CARATS)

- 低騒音・排出ガス低減のため、乗員が行う運航方式 -

- Reduced Flap, Delayed Flap Operation : 飛行機は離着陸する時にフラップ（高揚力装置）を用いるが、抵抗を生じ燃料を消費する。そこで、燃費向上のために乗員がフラップを調整して操作する。
- Reduced Flap : 着陸時にフラップの展開角度を小さく方法
- Delayed Flap : フラップを出すタイミングを遅くする方法。B777-200 の場合 Reduced Flap、Reduced Flap の両方を行った場合、1 回の着陸当たりで 140kg の燃料のセーブとなる。
- Idle Reverse Operation : 着陸時に逆噴射を行わないことにより排出ガス低減と騒音低減を目指すもの。B777-200 では、1 回の着陸当たり 32kg の燃料の節減につながる。
- Engine Out Taxi Operation : 片側一方のエンジンを切って地上走行を行う。
- MRC (Maximum Range Cruise speed) : 低燃費の巡航速度での運航。

- Steepest Climb 方式 : 離陸後の騒音低減方式、急上昇の運航方式。日本の空港の場合はほとんどこの運航方式で行っている。
- Normal Climb 方式 : 高揚力装置、フラップを早めにしまい、抵抗を少なくしてスピードを稼ぎ、遠方での高度を稼ぐ飛行方式。

- 重量軽減 -

燃料消費量の低減や排出ガスの低減策のために重量軽減を図るため、マニュアル類やフライトプランの iPad 化、適量の水の搭載、機内搭載品の軽量化などに取り組んでいる。

- Hardware 改修、整備 -

低燃費低騒音の機材の導入も行っている。B787-8 は従来型に比べて燃料消費率が 20% 軽減し、低騒音である。また、需要に見合うダウンサイジングのため、Embraer170 や B737-800 等の小型機を導入している。

また、エンジン改修時に改善型部品に換えて低燃費化への取り組みや、ウィングレット (Winglet) の装着や、様々な空気抵抗を改善して燃費向上に結び付ける努力も行っている。その他、整備、修理による工夫もある。GPU (Ground Power Unit) の利用促進化による取り組みも行っている。

- 運航管理 -

燃費向上につながる旅客、貨物の重量の Weight と Balance の工夫もある。

- その他/環境 -

バイオ燃料の研究・調査に対して使用実績をつくる取り組みや、電気自動車の使用、路線ごとに排出する CO<sub>2</sub> に応じたお金による植林の取り組みなどもある。航空機による大気観測もジョイントして行い、大気中の二酸化炭素の今後推移など地球温暖化対策の一助となる活動も行っている。

### 3.3.4 フリーディスカッション

- 各種指標の出典元について
- バイオ燃料について
- 運航について
- 空港稼働の考え方
- 航空機運賃について
- エアラインにおける技術的な情報交換に関する意見交換があった。

### 3.5 第8回：平成26年2月27日（木） 14：00～17：00

#### 3.5.1 議事1 海外調査報告（事務局）

##### - 調査対象空港 -

調査対象国は欧州3カ国・3空港（フランス/パリ/シャルルドゴール空港、オランダ/アムステルダム/スキポール空港、イギリス/ロンドン/ヒースロー空港）、米国は3空港（シアトル空港、サンフランシスコ空港、ロサンゼルス空港）

##### - 調査の背景と目的 -

わが国における、特に羽田とか成田の都市型空港の空港需要増加と空港容量拡大に伴う環境負荷・変化等の課題の解決策を見いだすために海外の動向、例えば、問題解決方法、制度設計までのプロセス等の事例についてその動向を調査すること。また、コネクション・ネットワークの構築も目的としている。

##### - 調査の手順 -

まず調査空港の選定し、対象空港についてWeb等により情報収集した。また、調査項目を選出して質問票を作成した。質問票は英訳し、大使館経由で各国の機関に事前に送付して、現地でインタビュー調査等を行った。

##### - 調査内容 -

調査内容は、空港容量拡大のニーズと将来プラン、運営形態・役割分担、空港周辺対策（主

に騒音対策）の内容・財源・根拠となる法令等、土地利用、防音対策以外の騒音低減化の方策。着陸料や税等、さらに空港から離れた遠方地域の苦情の有無とその対策、情報公開・情報共有の有用性、騒音の公平負担等多岐にわたる。

##### 「欧州調査結果」

##### （空港容量拡大についてのプラン）

シャルルドゴール空港（滑走路4本、発着回数50万便）は、騒音に対する苦情に配慮し、これ以上容量を増やさないとの方針。

スキポール空港（滑走路6本、発着回数43万便）は、2020年までに発着回数を51万便に増便、7本目の新滑走路を2025年までに建設する予定がある。

ヒースロー空港（滑走路2本、発着回数48万便）は第3本滑走路の建設計画が常に話題となっている。

##### （空港環境対策 Airport management の基本体系）

騒音対策のための区域（Zone）の作成や環境対策は調査対象国の航空局に相当する機関が行っている。こうした対策に係る財源はもいずれも基本的に着陸料や、エアラインが空港に支払う landing fee である。

##### （騒音低減対策（Noise abatement））

低騒音機材の導入については、対象空港いずれも Chapter3 が適用されている。なお、スキポールは Chapter3 の機材を少なくする計画を持っている。Chapter3 の適用外の機材に対する制限は、夜間飛行制限、着陸制限等を行っている。更なる低騒音機材である Chapter14・Chapter4 機材の導入については、フランスは、低騒音機材導入によるエアラインの負担に配慮し、環境と経済性のトレードオフ・バランスを考えて、導入しないとのこと。

調査対象の空港では、都心部の飛行を回避するように飛行経路を設定し、人口密集地を避けた優先滑走路運用を行っていた。これは騒音の暴露人口を最小限に抑えるための方策と思われる。

その他、スキポール空港では、人口密集地に近い滑走路の使用制限等の滑走路使用制限を行っている。ヒースローに関しては優先滑走路方式 (Respite) という滑走路を交互に使うという方式をとっている。これは、2本の滑走路をそれぞれ離陸専用、着陸専用として、毎日3時に運用を入れ替えることで、1日の半分は航空機騒音から解放される時間を提供する方法である。

夜間飛行やエンジンテスト、機材、滑走路等の制限は各空港で行われている。

CDO (連続降下進入) についてはフランスで導入されたが、導入を結構期待していた住民にとってはあまり騒音が小さくなったというような意見はなく、むしろがっかりしたとの意見もあったようだ。

英国・ヒースロー空港では、Respite と呼ばれる優先滑走路方式を行っている。これは2本の滑走路をそれぞれ離陸専用、着陸専用とし、毎日15時を境に滑走路の運用を入れ替えることで、1日の半分は航空機騒音から解放される時間を提供する方法を行っている。

#### (情報公開)

各国とも、情報公開・情報透明性は地域住民とのコミュニケーションを図る上で、非常に大事との見解を持っている点では共通。しかし、公開方法は各国で異なり、シャルルドゴール空港は、市役所でのみで閲覧可能。一方、ヒースロー空港やスキポール空港ではWeb公開して、全ての者が閲覧可能になっている。なお、Web公開の情報提供の時間遅れ (time delay) は異なり、アムステルダム空港は15分、ヒースロー空港は24時間である。

#### (空港遠方からの苦情状況)

空港遠方からの苦情は、ヒースロー空港、シャルルドゴール空港でも多い。しかし、苦情発生時の騒音レベルは相当低いため、苦情が騒音レベルと伴っていない。各空港ともに、苦情対応には苦情件数ではなく苦情の内容を (苦情量より質) 重視している。

#### (騒音の公平負担 Noise Sharing)

各空港ともに暴露人口最小化が基本理念である。例え、騒音レベルが小さくても、飛行経路が分散された場合、暴露人口が多い地域における運航は苦情の発生につながるからの考えがある。

#### (健康影響の調査)

航空機騒音と健康の因果関係は未だ不明な点が多く、いずれの空港でも現在調査中。しかし、科学的証明が非常に難しいとの見解を持っている様子。

#### 「米国調査結果」

アメリカの連邦航空局の part150 (航空機騒音両立計画) において騒音対策、土地利用 (land use) が計画されている。いずれの空港もこの part150 に基づいて計画が実施されている。環境対策の判断は、NCP (Noise Compatible Program) の達成状況が重要で、達成されていた場合、騒音対策は十分であると判断している。達成状況を見るとシアトルは96%、サンフランシスコ空港は100%である。一方ロサンゼルス空港は未だ不十分 (non compatible) と判断されている。

欧州と米国を比較すると、財源は、欧州は基本的には汚染者負担であるが、米国は異なる。また欧州はコンター外の遠方地域やコンターより外のところに対策の重点を置いているが、米国はコンター内の対策に重点を置き、遠方地域からの苦情もないとのこと。飛行経路に関する騒音の公平負担は欧州・米国でも

検討していない。滑走路の交代利用 (Respite) を検討している国は多い。

対策については各国ともに、国の法的規制は少なくなる方針。国は監視や監督に重点を置き、地方自治体 (Local Government) や各空港に対策等を委ねる傾向にある。住民とのコミュニケーションを重視して対策を重点課題としている。

### 3.5.2 フリーディスカッション

今後の航空はどのようにあるべきなのか、国際航空・LCC・空港能力・管制システム・空港民営化・環境問題 (騒音・大気質・地球問題化、健康影響 (アノイアンス・睡眠影響) 等に関する質疑があった。

## 3.6 第9回：平成26年6月26日 (木)

15:00～17:00

### 3.6.1 議事 航空環境研究会報告書について

第9回の研究会では、第1回から第8回までの研究会の内容を取りまとめた報告書案が事務局から提示され、それに対する各委員の意見等があった。また、報告書には、航空環境研究会の一環として行われた海外調査に関する報告も加えることとなった。

## 4. むすび

本研究会を開催するにあたり、本研究会の委員長を引き受けていただきました杉山雅洋委員長をはじめとする航空環境研究会の委員・専門員の皆様には、多大なご尽力をいただきましたことを厚く御礼申し上げます。

本研究会は、第9回を持ってひとまず閉会となりましたが、今後も、航空環境分野についてテーマを変えて、また皆様にご報告する機会もあるかも知れません。今後ともご指導ご鞭撻のほどお願いいたします。



## 代替航空燃料をめぐる動向\*

寺崎 直通\*\*

### 1. 環境負荷軽減の動き—グローバルな背景

地球温暖化は、気温や水温を変化させ、海面上昇、降水量の変化を引き起こし、異常気象の増加の可能性を高め、又、生物種の大規模な絶滅を引き起こす可能性も指摘されており、人類が長期的に取り組まねばならない地球規模の課題である。IPCC（気候変動に関する政府間パネル）<sup>a)</sup>は第5次報告書で気候システムの温暖化には「疑う余地はない」とし人間活動が温暖化の支配的な要因であった可能性が極めて高い（可能性95%）とした。温暖化問題解決に向けては、開発途上国・新興国を含む全ての国が参加する公平で実効性のある国際枠組みの構築が不可欠である。地球温暖化問題に関しては国際的な枠組みを設定した国連気候変動枠組条約（UNFCCC）があり、地球上の生態系に悪影響を及ぼす恐れのあるCO<sub>2</sub>をはじめメタン、亜酸化窒素など大気中の温室効果ガス（GHG）の増加を抑制し、大気中のGHGの濃度を安定化させ、気候変動をもたらす様々な悪影響を防止するための取り組みの原則・措置を定めている。

但し、国際航空分野からのGHG排出については、UNFCCCの対象外とし、京都議定書

の削減目標に組み込むことなく、国連の専門機関であるICAO（国際民間航空機関）<sup>b)</sup>での活動を通じ、GHGの排出の抑制又は削減を追求すると規程した。これは、国際航空のCO<sub>2</sub>排出削減の取り組みは、国別の割り当てが困難なため対象外とされているが、国内航空のCO<sub>2</sub>は、各国の排出量に計上され、各国の責任で削減することとなっている。ICAO総会決議<sup>c)</sup>は、先進国のみならず、途上国も含めたグローバルな中期削減目標としての2020年までの燃料効率2%改善とその後2050年までも努力目標として継続すること、2021年以降の排出量合計を2020年レベルにとどめるカーボンニュートラルでの成長（CNG2020）、国際航空における経済的手法（MBM）<sup>d)</sup>枠組みの構築等を決議した。<sup>1)</sup>これらの目標は、いずれも国際航空の経済的成長を阻害しないこと、各国に個別の排出量削減の責務を割り当てるUNFCCCと異なり、ICAOでは、各国、各航空会社別ではなく、業界全体でのグローバルな改善目標とされた。

これまでは、ICAOにおける進展、経緯を見てきたが、IATA（国際航空運送協会）<sup>e)</sup>のGHG削減への取り組みを概観しておきたい。

a) Intergovernmental Panel on Climate Changeは1988年、世界気象機関（WMO）と国連環境計画（UNEP）により設立された、気候変動の専門家・研究者で構成される政府間機関。

b) International Civil Aviation Organization. 国際民間航空条約に基づき1947年に発足した国連の専門機関。191カ国が加盟。

c) 2010年第37回総会

d) Market-based Measures. 市場メカニズムを活用した燃料油課金や排出量取引等グローバルな排出削減制度。

e) International Air Transport Association. 1945年設立。125ヶ国から240を超える航空会社が加盟する民間組織。

\* Trend of alternative aviation fuel

\*\* 全日本空輸株式会社 総務・CSR部アドバイザー

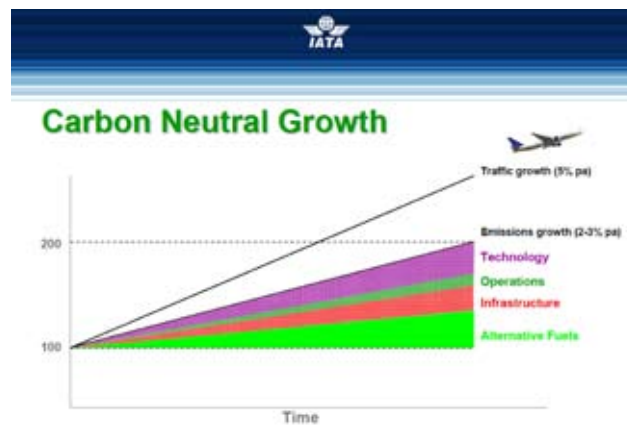


図1. Carbon Neutral Timeline - ICAO  
(出所：ICAO Alternative Fuels Workshop, 10-11 February, 2009)

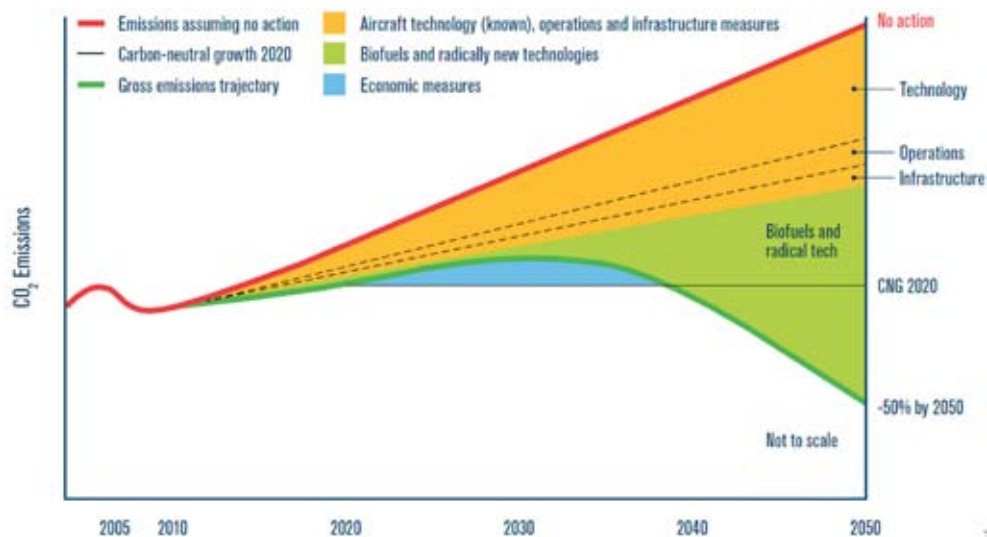


図2. IATAの2050年までのCO<sub>2</sub>削減取り組みの方向感 (出所：IATA)

IATAはICAOの取り組みに呼応して航空からのGHG排出を緩和する環境ビジョンを提案した。このビジョンを達成するために以下の四柱戦略 (Four-pillar strategy) を策定した。

1. 新技術の開発・実用化<sup>f)</sup>
2. 運航方式の改善
3. インフラの整備
4. 経済的手法 (MBM) の採用

そしてIATAは2009年、非常に意欲的な難易度の高い目標を掲げた：

①2021年以降のカーボンニュートラルな成長

(CNG2020；

②2009年から2020年までの毎年1.5%の燃料効率改善；

③2050年までにCO<sub>2</sub>排出量を2005年比で50%削減

これらの目標は、航空会社のみならず、航空に関わる他のステークホルダー共通の目標として掲げられICAOに提出された。これは、環境問題への取り組みに関する、産業界を超え、史上初の業界設定目標であった。

## 2. 代替航空燃料の必要性

上述のように国際航空では、ICAO・IATAを通じたCO<sub>2</sub>等のGHG削減の具体

f) 図2では“Technology”と“Biofuels and Radical tech”と分けているが、新技術の開発には航空機の技術革新とともに代替航空燃料の開発も含まれる。

的な枠組みが確立しているが、IATAの掲げる四柱にある「technology=新技術の開発」、「operations=運航方式の改善」や「infrastructure=空港、航空管制等のインフラの整備」だけでは、CNG2020、2050年までにCO<sub>2</sub>排出量50%削減という目標を達成できず、環境負荷軽減を実現するにはバイオ燃料をはじめとする低炭素燃料の使用が必須となる(図2)。バイオ燃料は、生育過程で吸収するCO<sub>2</sub>を燃料使用時の排出分から差し引く事が可能となる。

しかし、代替航空燃料の必要性の背景には、環境負荷軽減のみならず、以下の要素もある:「原油価格の高騰」-新興国の経済成長により原油需要が急速に増加し、投機資金の流入も影響して価格の高騰とともに不安定なマーケットを形成

「エネルギー安全保障」-資源権益を巡る国際競争の激化、総合的にエネルギー安全保障を確保する事の必要性

### 3. 航空のCO<sub>2</sub>排出状況

IPCCの最新のデータによると2010年の世界の総CO<sub>2</sub>排出量に占める運輸部門(陸上・航空・海運)排出量は14%であり、運輸部門に占める航空の割合は13%であり全世界で排出されるCO<sub>2</sub>の2%弱が航空分野からの排出となる。IATAの分析によると2013年に航空分野から排出されたCO<sub>2</sub>は7億500万トン。航空分野から排出されるCO<sub>2</sub>のほぼ80%は、代替交通手段のない1500キロメートル以上の遠隔地を結ぶフライトである。これだけのCO<sub>2</sub>を排出するために2730億リットル(約2億2000万トン)の航空燃料が消費されている。<sup>2)</sup> ICAOの予測では2005年~2025年間の航空輸送量年平均で①旅客輸送4.6% ②航空貨物6.6%と予測している。こうした世界的な航空輸送の成長の傾向の中、ICAO・IATAを通じての国際的な公約にあるように、毎年2%削減(ICAO)/1.5%削減(IATA)

のCO<sub>2</sub>排出削減、2021年以降のCNG2020に向け一層の削減努力が求められている。<sup>3)</sup> EU-28においては1990年~2012年の間にGDPは45%増加にもかかわらずGHG排出量は19.2%も削減されている。2012年のEUのGHG排出量は全世界の排出量の10%未満となっている。<sup>g)</sup> 2005年よりEU-ETS(EU域内排出量取引制度)が導入され、CO<sub>2</sub>削減目標に向けクレジットを購入して対応するよりも、発電所、製鉄所等のエネルギー多消費施設の設備の近代化に努めた。EU-ETSが2012年には国際航空にも導入されたことによりEUにおいては代替航空燃料導入に拍車がかかったといえる。

## 4. 代替燃料導入に向けた諸外国における取り組み

### 4.1 バイオジェット燃料の規格認証

航空会社にとっては、ICAO・IATAの公約であるCNG2020実現には燃費効率の良い新型機材の導入やインフラの整備では追いつかず、代替燃料の導入が不可欠となっており、海外航空会社は積極的に代替燃料を使用する有償フライトを実施している。特に、2011年7月にBio-SPK<sup>h)</sup> 50%混合のD7655規格への追加が承認されたことにより導入が加速された。ASTM<sup>i)</sup> D7566の認証を受けると、50%を上限とする混合比で現在のジェット燃料の規格であるD1655の要件を満たすものと看做される。Bio-SPK認証以前にも2009年9月、FT“Fischer Tropsch”合成によるジェット燃料(GTL“Gas to Liquid”50%混合)がD7566規格として認証されている。

更に2014年6月にFT, HEFA (Bio-SPK)

g) European Environment Agency “Why did GHG emissions decrease in the EU between 1990 and 2012” published in June 2014, PP 2-3

h) Bio Synthetic Paraffin Kerosene

i) 米国材料試験協会“American Society of Testing and Materials”は米国における試験方法に関する規格「ASTM規格」を策定。この規格は米国他多くの国で使用されている。

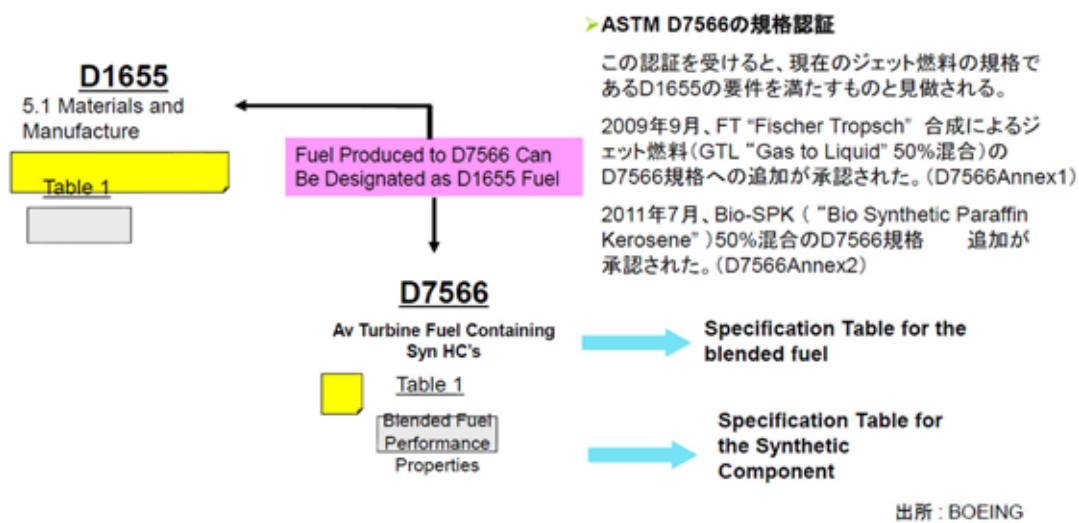


図3. バイオジェット燃料の規格認証

に続く3番目の経路 (pathway) として DFSTJ (Direct fermentation of Sugar to Jet) が認証された。その他、現在以下の pathway が ASTM 規格の認証待ちの状態である：

- \* ATJ-isobut (Gevol) -Alcohol to jet
- \* ATJ-ethanol (lanzatech,Cobalt,Biogy)
- \* CCSTJ (Virent) - Catalytic conversion of Sugar to Jet
- \* CCOTJ-Catalytic Conversion of Oil to Jet
- \* H D C J ( Kior ) -Hydrotreated Depolymerized
- \* C H H R J ( A R A ) - Catalytic Hydrothermolysis-hydroprocessing to jet
- \* Green Diesel
- \* Co-Processing
- \* FT w/Aromatics (sasol)

ASTM の認証を受け民間では活発にバイオ燃料を導入しており、2008年2月24日にバージン航空がロンドンーアムステルダム間に世界ではじめてバイオ混合燃料で飛行して以来世界では1700便近い有償フライトが実施されている。燃料規格の認証と併せ、バイオ燃料導入に向け世界各国で様々な取り組みが行われており、国家規模のプロジェクト、イニシアティブも進んでいる。

#### 4.2 米国における取り組み

一方、米国では他国に依存しない燃料として「エネルギーの安全保障」の観点より国防総省 (DOD) が注目している。

安全保障の観点より脱石油のエネルギー政策を推し進めており、米軍、特に海軍は、微細藻類を含む植物由来のバイオ燃料の使用を促進している。米軍が2018年までに年間約10億ガロンのバイオジェット燃料の供給目標を立てている。

又、バイオマス燃料の使用量を2008年の90億ガロン/年から2022年には4倍の360億ガロンまで段階的に拡大していく方針を打ち出している。<sup>4)</sup>

#### 政府による補助・助成

DOD よりバイオジェット燃料供給プランに対する補助金が支給。

農務省 (DOA) よりオハイオ州のパイロットプログラムに助成金支給。バイオ燃料のフィードストックとなる藻類は、脂質のみならずたんぱく質等栄養素も豊富で、燃料と食品や飼料、肥料となるという特性を複合的に考えているため助成を支給。<sup>5)</sup> エネルギー省 (DOE) では、2035年までに液体燃料に占める再生可能燃料の比率を14%以上に引き上

げることを目指しており、既に普及しているバイオエタノールはじめバイオディーゼル等の品質や製造コストを検証している。再生可能燃料に対する補助は、バイオディーゼルで1ガロンあたり1ドルを補助しているが、藻類燃料には補助金は設定していない代わりに、購入契約や債務保証で支援している。2012年 Sapphire Energy社はニューメキシコ州に64万平方メートルの藻類大規模実証施設を建造した。

#### イニシアティブ

Midwest Aviation Sustainable Biofuels Initiative (MASBI) はユナイテッド航空、UOP, Boeing, シカゴ空港他40程の民間、政府機関で構成され、バイオジェット燃料製造のみならず、サプライチェーン全体でバイオジェット燃料産業の発展を目指す目的で設立された。<sup>6)</sup>

Sustainable Aviation Fuels Northwest (SAFN) はアラスカ航空、Boeing,

シアトル空港等3空港とワシントン州立大学がバイオジェット燃料サプライチェーン確

立を目指し設立。

Commercial Aviation Alternative Fuels Initiative (CAAFI) は米国政府機関、海外政府機関、空港連盟、航空会社連合、航空機・部品メーカー等バイオ燃料に関心のある600のステークホルダーが加盟する組織で主に政府機関と民間の調整役としての機能を有する。<sup>7)</sup>

#### 4.3 欧州における取り組み

欧州委員会 (EC) はバイオ燃料の利用比率を定めた「再生可能エネルギー利用促進指令」を制定しており、2020年にエネルギー消費量の20%を再生可能エネルギーにすることを義務づけている。<sup>8)</sup> 更に、運輸部門におけるバイオ燃料の比率を10%以上としているとともに、食用と競合する第一世代植物由来の燃料は6%を上限とする。つまり欧州の輸送用燃料の全消費量の4%以上は藻類などをフィードストックとしたバイオ燃料で占めることとなる。

EU Advanced Biofuels Flight Pathのもと2020年までに200万トンのバイオジェット燃料を製造する目標を立てている。

Country	Rationale for selection	
	Relevant legislation	Existing biojet fuel initiatives
<b>European Union</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Renewable Energy Directive (RED)</li> <li>Fuel Quality Directive (FQD)</li> <li>Emission Trading System (EU ETS)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>EU-wide: EU Advanced Biofuels Flight path Initiative, ITAKA,</li> <li>Member State level: aireg, Biokerosene Agreement (Green deal), Bioqueroseno, NISA</li> </ul>
<b>United States</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Renewable Fuel Standard (RFS2)</li> <li>Renewable ID Numbers (RINs)</li> <li>Memorandum of Understanding with USA on biojet fuels</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Commercial Aviation Alternative Fuels Initiative (CAAFI)</li> <li>Midwest Aviation Sustainable Biofuels Initiative (MASBI)</li> <li>Sustainable Aviation Fuels Northwest (SAFN)</li> </ul>
<b>Brazil</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>National Fuel Alcohol Program (ProÁlcool)</li> <li>National Production and Use of Biodiesel (PNPB)</li> <li>Memorandum of Understanding with USA on biojet fuels</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sustainable Aviation Biofuels for Brazil (SAAB)</li> <li>Brazilian Alliance for Aviation (ABRABA)</li> <li>Brazilian Biojet Fuel Platform</li> </ul>
<b>Australia</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Australian Initiative for Sustainable Aviation Fuels (AISAF)</li> <li>Flight path to sustainable aviation</li> </ul>

図4. 各国関連法・イニシアティブ (出所: Ecofys)

## EU 又は各国政府による補助・助成

FP7 (7th Framework Programme for Research and Technological Development) ではバイオジェット燃料に対する研究開発助成を行っている。

イタリアで実証プラントを建設するプロジェクトが BIOREFLY。このプラントは、2017年までに2000トン/年のバイオジェット燃料を製造する計画。その他 FP7 のプログラムとして Swedish Biofuels 社は実証プラントを建設して運用している。

ITAKA (Initiative Towards Sustainable Kerosene for Aviation) は EU の政策、特に、EU フライトパスの短期目標 (2015) に向けて関係者が協働して実施することを目指すイニシアティブ。ITAKA は環境のみならず、経済、社会的にもサステナブルなバイオ燃料の開発をサポートするプログラム。

EU 加盟国によるバイオ燃料イニシアティブとしてドイツの aireg (Aviation Initiative for Renewable Energy in Germany)、フランスの Biofuel Initiative France、北欧諸国の NISA (The Nordic Initiative for Sustainable Aviation) が活動している。<sup>9)</sup> フランスのイニシアティブメンバーである燃料メーカーの Total はバイオ燃料メーカーの Amyris と提携しており、Amyris 社は、昨年 ASTM 認証を受け、ブラジルサンパウロ州で革新的な砂糖変換技術によりサトウキビよりバイオジェット燃料を製造している。

## 4.4 インドネシアにおける取り組み

インドネシア政府は2013年エネルギー・鉱物資源省令として航空バイオジェット燃料の使用の義務化を世界に先駆けて決定。<sup>j)</sup> 2016年2%混合；2020年3%混合；2025年5%混合を目標としている。当面はインドネシア国

j) Ministry Energy and Mineral Resources Decree 28 August, 2013. インドネシアは2025年には全エネルギーの25%を再生可能エネルギーで賄うことを目指す Vision 25/25 を推進。

内線に適用。国際線については義務ではない。

## 4.5 我が国における取り組み

今日までのところ我が国ではバイオジェット燃料を搭載した有償フライトは実施されておらず、3便のテストフライトが実施されたのみである。ANA, JAL, NCA がそれぞれ1便ずつテストフライトを実施しているが、バイオジェット燃料は全て海外の燃料メーカーが製造したものである。k) フィードストックについては、ANA, NCA は廃食油、JAL はカメリナ、ジャトロファと藻類由来であった。これらのバイオジェット燃料と混合されたケロシンは全て海外 (米国) 規格のもので、現時点で日本規格のケロシンとバイオジェット燃料を混合した燃料での飛行実績はない。

我が国におけるバイオジェット燃料開発・製造については現時点では、残念ながら米国、欧州諸国に比し遅れている。国内外の製造業者、研究者によれば、今後の増大する需要に対応するには、生産量の観点からも藻類由来のバイオジェット燃料が主力となるというのが一致した見解である。代替航空燃料導入のメリットはCO<sub>2</sub>の削減であり、輸送に際し大量のCO<sub>2</sub>を排出することとなる遠い海外から製品、原材料を輸入することは望ましくなく、国内生産、或るいは比較的近い海外で生産されたものが選択肢となろうが、日照時間等の生育条件と広大な土地、藻類培養のために必要な大量のCO<sub>2</sub>の確保という条件を満たすロケーションを日本国内で探すのは容易ではない。

更に、藻類由来のバイオ燃料の普及の障壁になりうるのが高い生産コストと言われている。日本でも、政府と企業が連携して実用化に向けてロードマップを策定し、藻類バイオ燃料の開発、製造という事業化に向けてオールジャパンで取り組む時期に入っ

k) ANA と NCA のバイオジェット燃料は廃食油由来を15%エンジン1発に混合。JAL のテストフライトは2009年1月で、バイオ燃料が ASTM 規格で認証されておらず、デیفユエルの上燃料タンク等の洗浄を行った。

ている。こうした問題意識の下、航空会社(ANA,JAL,NCA)、ボーイング社、成田国際空港、石油資源開発と東京大学(ファシリテーター)が発起人となり、2014年春に「次世代航空機燃料イニシアティブ」<sup>1)</sup>を設立、2015年4月末を目途に、次世代航空機燃料に関し、サプライチェーン全体を含めた供給体制の確立とその普及を推進すべくロードマップの策定中である。

#### 4.6 海外航空会社の独自の取り組み

ユナイテッド航空は、2014年から3年間にわたり毎年500万ガロンのバイオジェット燃料をAltAir Fuelsより購入を決定。同社のロサンゼルス発ニューヨーク行き全便に搭載予定。フィードストックは獣脂、廃食油等14種類より最も安い物を調達。

British Airwaysは米国Solena社と提携しロンドンの都市ゴミから製造する代替燃料を毎年5万トンずつ11年間買い取る契約を締結している(London GreenSky Project)。副産物としてバイオディーゼル、バイオナフサも製造される。

キャセイ航空は米国Fulcrum社と毎年375百万ガロンを10年間にわたり買い取る契約を締結。375百万ガロンは同社の全燃料消費量の2%に相当。フィードストックは都市ごみ。

KLMは自らバイオ燃料を供給するSkyNRG社を設立して自社の運航便はじめ多くの航空会社にバイオジェット燃料を供給している。KLMはBioFuel Programmeを設立して支援者を募っている。SkyNRGは環境NPOのRSBに認可されているとともに独立したサステナビリティボードを設置している。

オスロ空港では2015年3月よりハイドラントシステムによるバイオジェット燃料供給を計画。オスローベルゲン間の3000便にバ

イオ燃料50%ブレンドを供給予定。

ルフトハンザ航空はフランクフルトーハンブルグ間を中心に他のシテイペアも含め6ヶ月で1200便を既の実施。

#### 5. バイオ燃料とサステナビリティ(持続可能性)

バイオ燃料、又は、広く代替燃料は一般的にはサステナブルと思われがちであるが、2008年2月にバージン航空が世界初のバイオ燃料混合フライトを実現したが、その華々しいニュースとともに環境団体の厳しい非難の対象となったのも事実である。混合されたバイオ燃料がパーム油の一種とココナツ油由来のもので、食料と競合するとの非難を浴びせられた。<sup>10)</sup> 第一世代の食物系フィードストックは食料との競合が大きな問題となるが、食料との競合がなくとも、バイオ燃料抽出のため特定の植物を大量に栽培したりするため、土地利用の変化を誘発することにより森林破壊を引き起こしたりする。こうした直接的、又は、間接的な土地利用の変化も環境団体よりの追及のターゲットとなりうる。<sup>11)</sup> 食料と競合しない微細藻類についても、オープンポンドで培養することにより、土地利用の変化を引き起こす、大量の真水を必要とする等、環境への負荷の問題が取り上げられる可能性もある。上述のようにブラジル・サンパウロ州でAmyrisがサトウキビをフィードストックとするバイオ燃料を製造しているが、Amyrisはプロジェクトの検討段階より環境団体WWFをプロジェクトメンバーに招き一緒に進めてきたこと、更に、製造販売に際しては、RSB(Roundtable on Sustainable Biomaterials)によりAmyris社のサンパウロ州で製造されるサトウキビ由来のバイオ燃料は、環境、経済、社会的にサステナブルという証明書の発行を受けている。こうしたサステナビリティへの配慮は、燃料供給者、利用者にとっても今後ますます必要不可欠となっている。

1) INAF (Initiatives for Next Generation Aviation Fuels) には40社近くの企業の他政府6省庁もオブザーバーとして参加している。

## 6. SAFUG

最後にこうした代替燃料を取り巻く環境の中 SAFUG (Sustainable Aviation Fuel Users Group) の設立趣旨と SAFUG に加盟している本邦航空会社等の取り組みについて紹介しておきたい。SAFUG は 2008 年 9 月に設立された持続可能な航空燃料のユーザーグループ。バージン航空の苦い経験を活かし、設立に際しては、ANA、JAL 等の航空会社に加え環境団体 NRDC<sup>m)</sup>、Boeing、Airbus 等航空機メーカーも賛助会員として加わっている。参画している航空会社は、前提として、使用する代替航空燃料については以下の基準を満たしたものである：

生物多様性への影響が最小限である；持続可能である；食物と競合しない；社会経済に積極的な影響を与える；既存のエンジン、給油システムなどの改良が不要（ドロップイン）。日本においては定期的なワークショップの開催等を通じ持続可能な航空燃料の啓発、普及に努めている。



上記以外に、現在は Air China, AviancaTaca, Qatar, Singapore Airlines, South African Airways, United Airlines がメンバーとして加盟し、準メンバーとして、Aeropuertos y Servicios Auxiliares が加わっている。

図 5. SAFUG

### 参考文献

- 1) Jane Hupe : 「Sustainable Alternative Fuels for Aviation - Progress to Date」 ICAO Aviation and Sustainable Alternative Fuels Workshop Paper, October 2011
- 2) Aviation Transport Action Group(ATAG): 「Aviation Benefits Beyond Borders」 April 2014
- 3) Boeing : 「2014 Environment Report - Build a Better Planet」  
[http://www.boeing.com/aboutus/environment/environment\\_report\\_14/](http://www.boeing.com/aboutus/environment/environment_report_14/)
- 4) 小川裕一郎 「微細藻類燃料の事業化に向けて②」 Nomura IRR Industry Research Report No.171 2013 年 3 月
- 5) 倉橋みどり他 : 「応用微細藻類学」 成山堂書店、PP 67-
- 6) Midwest Aviation Sustainable Biofuels initiative(MASBI) : 「MASBI Report - Fueling a Sustainable Future for Aviation 2013」  
[http://www.masbi.org/content/assets/MASBI\\_Report.pdf](http://www.masbi.org/content/assets/MASBI_Report.pdf)
- 7) ATAG : 「Powering the Future of Flight - The six easy steps to growing a viable aviation biofuels industry」 April 2011
- 8) Sotolongo, Kristie : 「EU Energy Policy」 Fuel-The Global Business of Fuel, Hart Energy Publication, pp 54-57, September 2014
- 9) ECOFYS : 「Assessment of Sustainability Standards for Biojet Fuel - Final Report」 December 2014
- 10) ATAG : 「Beginner's Guide to Aviation Biofuels」 edition 2, September 2011
- 11) Airbus : 「Sustainable Aviation - Aviation Environmental Roadmap」 April 2014
- 12) ATAG : 「Beginner's Guide to Aviation Efficiency」 June 2010
- 13) IATA : 「Technical Roadmap」 4th Edition, June 2013
- 14) IATA: 「World Air Transport Statistics」(WATS),58th Edition, 2014
- 15) CISRO Energy Transformed Flagship : 「Flight Path to Sustainable Aviation - Towards Establishing a Sustainable Aviation Fuels Industry in Australia and New Zealand」 May 2011
- 16) ECOFYS : 「Accounting Methods for Biojet Fuel - Final Report」 December 2014
- 17) 独立行政法人 新エネルギー産業技術総合開発機構新エネルギー部 : 「戦略的次世代バイオマスエネルギー利用技術開発」 December 2013  
<http://www.nedo.go.jp/content/100545716.pdf#search=%E6%88%A6%E7%95%A5%E7%9A%84%E3%83%90%E3%82%A4%E3%82%AA%E3%83%9E%E3%82%B9%E7%87%83%E6%96%99>

m) The Natural Resources Defense Council (天然資源保護協議会)



## 焦点

## JAXA の次世代運航システム (DREAMS) 研究開発成果 \*

石井 寛 一 \*\*

## 1. 背景

世界の航空交通量は今後 20 年間で約 2.5 倍になると予測されており、航空交通の安全性、利便性を維持向上するために、新技術による運航システムの革新が必要と考えられている。

ICAO では 2005 年に世界的な相互運用性を満たす新たな航空交通管理の方向性として、グローバル ATM 運用概念 (Global ATM Operational Concept) を策定した。この概念を実現するために、米国は NextGen、欧州は SESAR と呼ばれるプログラムを精力的に進めている。

我が国では国土交通省航空局が 2010 年に長期ビジョン CARATS (Collaborative Actions for Renovation of Air Traffic Systems、航空交通システムの変革に向けた協調的行動) を策定した。CARATS は、ICAO のグローバル ATM 運用概念に包括的に対応した目標としつつ、我が国航空交通を取り巻く状況を考慮して立案された施策であるとともに、運航システムの変革期における研究開発の方向性を定めている。

JAXA は CARATS との連携の下で、次世代運航システムの研究開発 DREAMS (Distributed and Revolutionarily Efficient Air-traffic Management System、分散型高効

率航空交通管理システム) プロジェクトを実施してきた。本年度 (2014 年度) はプロジェクトの最終年度であることから、本稿では DREAMS プロジェクトの研究開発成果の概要を紹介する。

## 2. DREAMS プロジェクトの概要

次世代の運航システムでは、地上設備と機上側の装備が統合的に運用されることになる。すなわち CNS (Communication, Navigation, and Surveillance、通信・航法・監視) / ATM の管制技術と、機体ダイナミクス / GNC (Guidance, Navigation, and Control、誘導・航法・制御) の航空機技術を融合した運航システムを構築する必要がある。

DREAMS の技術課題は、JAXA が技術優位性をもつ航空機技術およびヘリコプタ運用技術を活用して、CARATS が掲げる目標の実現に貢献する方針で、以下の 5 課題を選定した。

- ①低騒音運航技術
- ②気象情報技術
- ③高精度衛星航法
- ④飛行軌道制御
- ⑤防災・小型機運航技術

2009 年からプロジェクト準備期間として各技術課題の中核技術の成立性を検証し、2012 年から JAXA のプロジェクトとして技術開発および実証を進めてきた。

\* Results of JAXA's Research Project for Next Generation Air Traffic Management System (DREAMS)

\*\* (独) 宇宙航空研究開発機構 航空本部  
DREAMS プロジェクトチーム 主任研究員

### 3. DREAMS の研究開発成果

本節では、各技術課題の研究開発成果について概説する。なお本誌の趣旨に鑑みて低騒音運航技術については他の課題より詳しく述べることにする。

#### 3.1 低騒音運航技術

ICAO では航空機の騒音対策として、発生音削減、騒音軽減運航方式、土地利用計画・管理、運用制限、を効果的に組み合わせる Balanced Approach と呼ばれる概念を採用している。DREAMS 低騒音運航技術ではその中から騒音軽減運航方式に重点を置き、将来の航空交通量が現状の 1.5 倍に増加した場合でも、気象による騒音伝搬の変化を考慮した進入経路の最適化により、騒音の影響を現状と同等に維持することを目標とした。

時々刻々変動する気象条件に応じて飛行経路を最適化するためには、航空機騒音に対する気象影響が考慮できる高精度な騒音予測モデルが必要となる。DREAMS で開発した騒音予測モデルでは、地上受音点の騒音レベルを、音源モデル、距離減衰、空気吸収減衰、気象および地表面の影響（過剰減衰）で表すこととし、DREAMS では主に過剰減衰と音源のモデル化を行った。

##### ①過剰減衰モデル

過剰減衰を予測する数値解析手法として、高速かつ高仰角まで解析可能な GF-PE (Green's Function-Parabolic Equation) 法を採用した。さらに大気の流れを表すランダムなパラメータを導入し、異なるランダムパラメータ値に対する GF-PE 法の解析結果を統計的に処理して、各気象条件における過剰減衰を求めた。大気の流れの考慮による予測精度向上効果として、図-1 に地対地伝搬の例を示す。ここで図中ハッチング部分は経験的な過剰減衰の上限を示す。大気乱れの考慮により、予測結果と実測結果はよく一致していることが分かる。

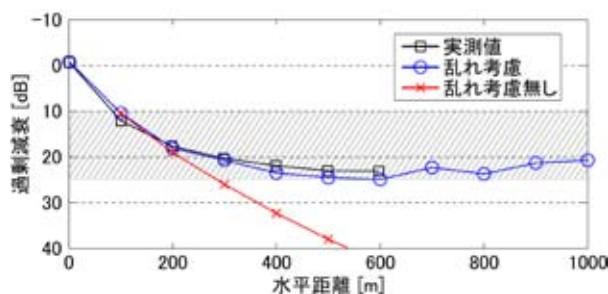


図-1 地対地伝搬の計算結果と実測値の比較

経路最適化では繰り返し計算を伴うため、GF-PE 法のような計算時間の長い数値解析を行うことは非現実的である。そこで参照気象条件として 273 パターンの相対音速の鉛直プロファイルを設定し、各気象条件に対してあらかじめ GF-PE 法により、63Hz ~ 2kHz のオクターブバンド毎の過剰減衰を求めてテーブル化した。最適化時には、その時の気象条件に最も近い参照気象条件を選択し、対応する過剰減衰の計算結果を使用することで、精度と計算速度を両立させた。

##### ②音源モデル

空港周辺の騒音予測に一般的に使われている音源モデルとして、例えば ANP (Aircraft Noise and Performance) データベースが挙げられる。その騒音データである NPD (Noise-Power-Distance) データベースは様々な機種を網羅し、距離とエンジンパワーから騒音レベルが求められるという長所を有している。しかし DREAMS では騒音伝搬に対する気象影響を高精度に予測するために、上述のように周波数別に過剰減衰テーブルを作成したことから、音源モデルも正確な周波数特性が必要となる。このため限られた機種ではあるものの、実測した着陸時の騒音から、音源パワーレベル、周波数特性および縦の指向特性をモデル化した。

##### ③騒音予測モデルの精度検証

これまで述べたように、DREAMS では騒音予測モデルのうち過剰減衰と音源のモデルを新規に開発したため、その精度検証が必要

となる。航空機騒音の場合、音源モデルの精度を直接検証すること、すなわち飛行中の航空機の近傍で発生騒音を直接測定することは困難である。このため、まず過剰減衰モデルの精度を検証し、次に地上の騒音レベルによりオーバーオールの精度を検証するという2段階で精度検証を行った。

過剰減衰モデルの精度検証のために、図-2に示すように係留気球を用いて空対地伝搬の過剰減衰を実測した。高度500mまでの高さで係留した気球にスピーカーとマイクを懸吊し、基準音（Swept Sine 信号を使用）を発生させつつ発生音を計測した。同時に地上に配置したマイクでもその音を計測し、両者のオクターブバンド音圧レベルの差から距離減衰と空気吸収減衰を差し引いて過剰減衰の実測値を求めた。様々な気象条件下で約480ケースを実施した結果、過剰減衰の予測誤差（予測値 - 実測値）は平均値 0.09dB、標準偏差 1.94dB であった。

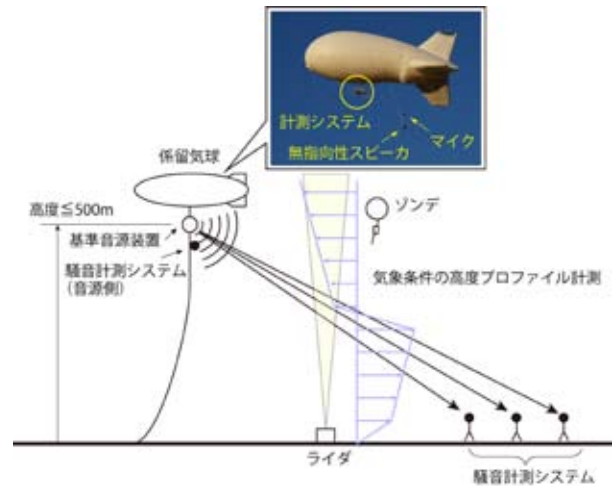


図-2 空対地伝搬の過剰減衰計測

オーバーオールの騒音レベルは単発騒音暴露レベル ( $L_{AE}$ ) とし、成田国際空港への着陸機の騒音を面的に計測してその予測精度を検証した。滑走路接地点から約8~12kmの4.4 × 4km のグリッドに最大 110カ所にマイクを配置した。様々な気象条件のデータを取得するため、各四季に1週間程度の実測を行った。

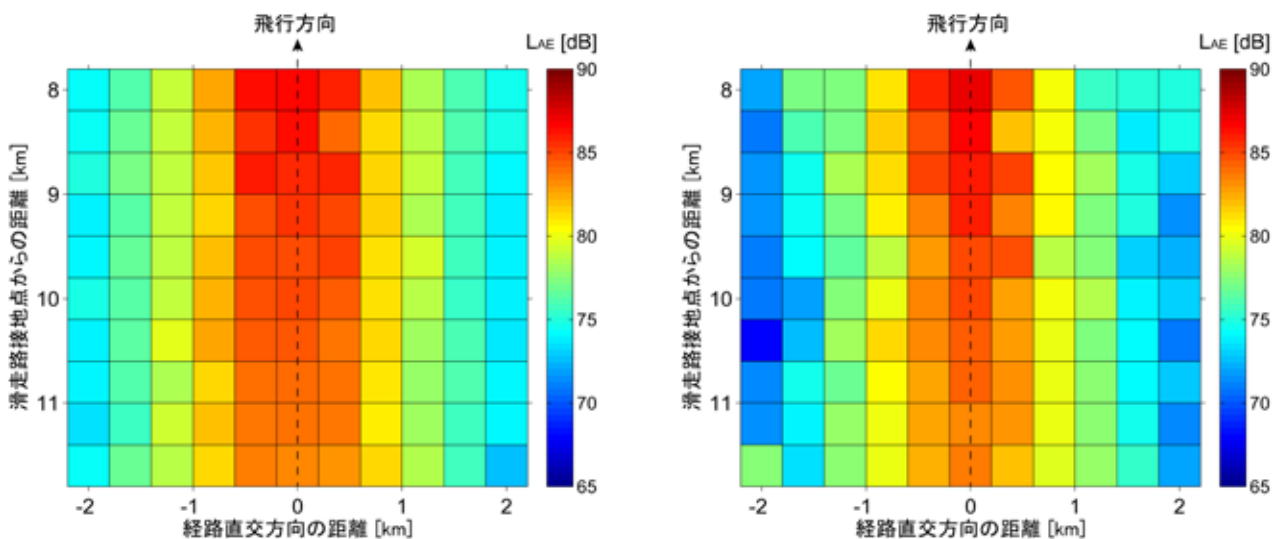


図-3 単発騒音暴露レベルの比較例

ただし、春と秋は110カ所の計測点、夏と冬は代表的な10カ所の計測点のみとした。図-3に $L_{AE}$ 分布について実測値と予測値の例を示す。対象とした4機種で合計約700便を計測し、3万点以上の騒音データを取得した。その結果、予測誤差（予測値-実測値）は平均値-0.52dB、標準偏差1.71dBであり、90%以上のデータが目標精度3dBで予測できていた。

#### ④低騒音経路最適化

①~③で開発・検証した騒音予測モデルを用いて、経路最適化による騒音暴露の低減効果の検証を行った。図-4に成田国際空港への着陸を例としたシミュレーション結果を示す。破線が経路、実線が騒音レベルの等値線（ $L_{den}=48dB$ ）を表し、経路、等値線ともに、黒線が現状、赤線が現状の1.5倍の交通量で現状と同じ経路、青線が現状の1.5倍の交通量で最適経路を飛行した場合を模擬している。経路および飛行条件の最適化により1.5倍の交通量で現状と同等の騒音暴露という目標の達成を確認した。なお、このシミュレーションでは着陸便だけを対象とし、環境基準等とは異なる騒音レベルの等値線であるため、実際の騒音対策区域とは直接比較できないことに注意されたい。

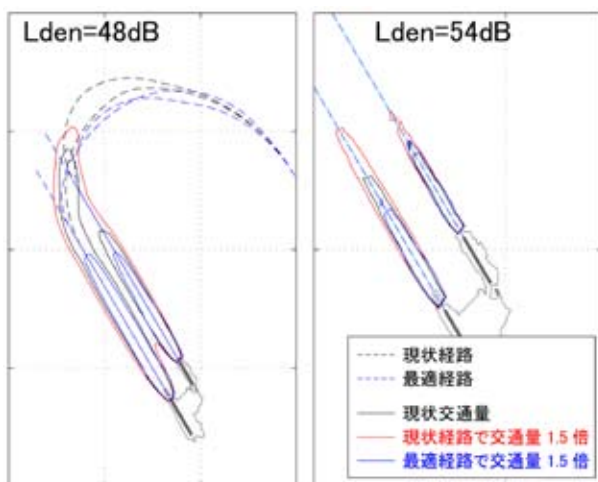


図-4 経路最適化による騒音低減効果

### 3.2 気象情報技術

DREAMS 気象情報技術では、2課題の研究開発を実施した。

1つ目は気象状況を反映して後方乱気流管制間隔を動的に短縮することを目標とした。後方乱気流予測モデルと航空機の飛行経路分散モデルを用いて後方乱気流の遭遇リスクを確率的に求め、現行間隔と同等に安全な短縮間隔を算出する手法を開発した。後方乱気流予測モデルが後方乱気流のランダムな挙動を表すためには、後方乱気流の強度、位置の確率分布が必要になる。成田空港B滑走路南方にドップラーライダー（レーザー光を用いて風速分布を計測する装置）を設置し、3千機以上の離着陸機の後方乱気流の実測データ（図-5）から確率分布を求めた。

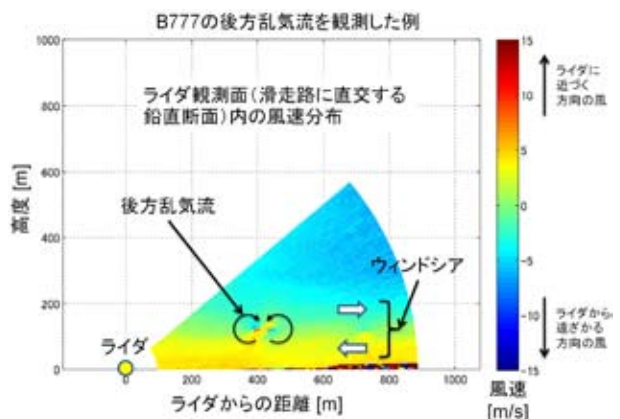


図-5 後方乱気流の観測例

後方乱気流予測モデルを組み込んだトラック最適化アルゴリズムを開発し、3次元気象データを入力した運航シミュレーションを実施することにより、気象状況を反映した最適化による後方乱気流管制間隔の短縮効果を評価した。滑走路運用が複雑な羽田空港の南風運用時を模擬したシミュレーション結果では、管制間隔を年間平均で10%以上短縮するという目標の達成を確認した。なお、このシミュレーションは滑走路運用だけを考慮して簡略化しており、実運用とは直接比較できないことに注意されたい。

DREAMS 気象情報技術のもう1つの課題は、空港周辺の低層風擾乱による運航障害（着陸できない状態）の発生を予測し、運航者にアドバイザリとして提供する技術の開発である。低層風擾乱とは低い高度で発生するウィンドシア、乱気流、強風で、成田空港における着陸復行の発生要因の96%（2008年）を占める。また庄内空港では低層風擾乱が冬期の就航率低下の主要因となっている。

DREAMS で開発した低層風擾乱アドバイザリシステム LOTAS (Low-level Turbulence Advisory System) は、着陸経路上の風擾乱を検知し警報する安全性向上を目的とした機能と、風擾乱発生の短期予測に基づき運航管理者・パイロットの着陸タイミングの判断を支援する就航率向上を目的とした機能を有する。これらの機能の実現には全天候下で空港周辺の気象を観測することが必要であり、雨天・曇天時向けの小型気象レーダと晴天時向けの小型ライダーを組み合わせた気象観測システムを開発した。図-6に LOTAS の情報提供画面を示す。観測

された気象データに基づき、着陸経路上の風向風速等を示すとともに、自動検知したウィンドシア、乱気流、および運航障害の予測情報や変化傾向を運航管理者に表示する。またこれらの情報を ACARS (Automatic Communications Addressing and Reporting System、空対地データリンクの一種) を用いてパイロットに伝達するのに適した形式のテキストを出力する機能を有している。

庄内空港において運用評価を行い、目標としていたスレットスコア（希な事象の予測的中性能の評価指標）0.6以上の達成を確認するとともに、LOTASの有用性は運航関係者から高い評価が得られた。この結果を受け、LOTAS 技術を適用した新しい風情報である ALWIN (Airport Low-level Windshear Information) の開発が気象庁により進められている。ALWIN は気象庁の空港気象ドップラーライダーが設置された成田空港、羽田空港、関西空港の3空港で平成28年度からの実用化を目指している。

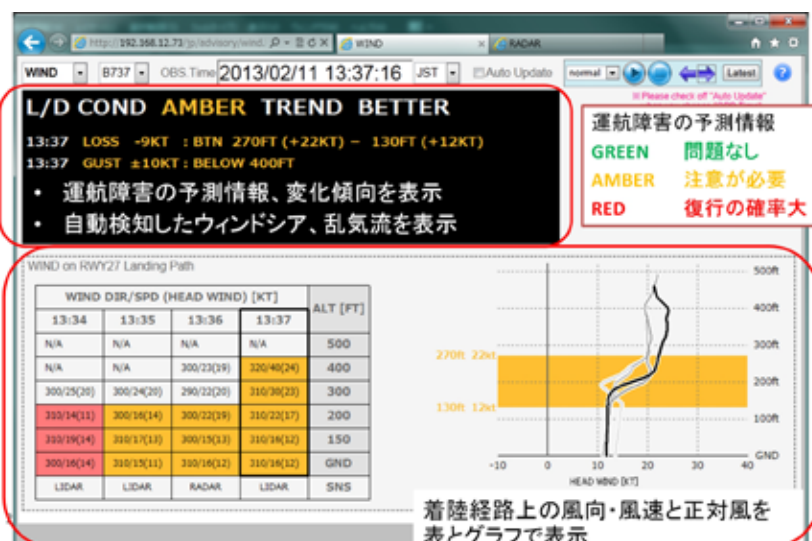


図-6 LOTAS 表示例

### 3.3 高精度衛星航法技術

ICAOではGNSS（全地球的航法衛星システム）を次世代の航法システムとして位置づけている。GBAS（地上局型補強システム）を用いた衛星航法は、従来のILS（計器着陸システム）と比較して、経路設定自由度が高いこと、および一式のシステムで複数滑走路への進入経路に利用可能なこと、等の利点を有している。一方で、電離圏異常（電離圏の電子密度の急激な変化）が発生すると、測位精度が低下するため、衛星航法精密進入の利用性（利用できる時間の割合）が低下してしまうことが課題となっている。

DREAMS 高精度衛星航法技術では、機上の慣性航法装置（Inertial Navigation System、INS）を用いてGPS衛星の追尾性能を補強することにより使用可能な衛星数を維持する追尾性能補強アルゴリズム、さらにその衛星信号、GBAS信号およびINSのデータを複合することにより衛星航法の信頼性を補強するアルゴリズムを開発した。

これらのアルゴリズムによる衛星航法の利用性向上を検証するために、日本南部を含む赤道域電離圏で発生するプラズマバブルと呼ばれる電離圏異常のデータを取得し、その発生頻度、持続時間をモデル化するとともに、電離圏異常シミュレーション環境を開発した。

このシミュレーション環境において、電離圏異常環境における上述の追尾性能・信頼性補強アルゴリズムによる利用性向上効果を評価し、衛星航法精密進入の利用性が目標値の99%を達成していることを確認した。

### 3.4 飛行軌道制御技術

従来のILS（Instrument Landing System、計器着陸システム）は直線的な精密進入を可能にするシステムであり、現状ではFMS（Flight Management System）を用いた場合には滑走路から3NM（海里）以遠でILSに会合する。そのため滑走路延長線上の地形等

によりその直線距離がとれないと、その方向からの計器進入方式を設定できず、低視程時等に就航率が低下することになる。

一方GBASは、FAS（Final Approach Segment）や、TAP（Terminal Area Path）という進入経路の情報を提供する機能があり、直線区間を短縮して曲線的な計器進入が可能となる。経路設定自由度が向上することにより、これまで地形の制約によりILS進入ができなかった滑走路に対しても計器進入が可能となる。

DREAMS 飛行軌道制御技術では、GBASを用いた曲線進入の実現に必要な経路設定方式、運航手順、自動操縦アルゴリズムの研究開発を実施した。

経路設定方式の課題は、機上のFMS（Flight Management System、飛行管理システム）を用いた広域航法（RNAV）では、飛行高度は気圧高度に基づいて対氣的に飛行する。一方でILSおよびGBASのFASによる進入の最終区間は、地面に固定された座標系であり対地的に飛行する。地面に固定された座標系から見ると、気圧高度は外気温によって変化するため、曲線降下経路が最終進入区間に会合しない場合がある。DREAMSでは、外気温が±50℃の範囲内で会合可能な降下角度と進入角度の組み合わせを明らかにし、飛行シミュレータにより成立性を確認した。

運航手順の課題は、従来の運航手順（進入時のパイロットが行う管制通信や飛行条件の設定等の手順）は直線進入を対象に設定されているため、曲線進入を行った場合に曲線部分から直線部分に遷移する区間にタスクが集中してしまう点である。DREAMSでは、曲線進入に対応した手順を考案し、エアラインのパイロットによるワークロード評価を行い、直線進入と同等であることを確認した。

自動操縦アルゴリズムの課題も運航手順と同様で、現状のアルゴリズムが直線進入を想定したものであり、曲線進入に対応する

基準も無い状況である。DREAMS で開発した自動操縦アルゴリズムでは、現状では滑走路方位を参照しているアルゴリズムに代えて、GBAS の経路情報から予測基準方位を算出し参照するアルゴリズムを考案した。JAXA の実験用航空機 MuPAL- $\alpha$  にアルゴリズムを搭載し、(独)電子航法研究所が運用する GBAS 実験局からの信号に基づいて模擬自動操縦による飛行実験を実施した。その結果、直線部と同等の経路精度で曲線部を飛行できることを確認し、曲線進入に対応した自動操縦アルゴリズムの成立性を実証した。

### 3.5 防災・小型機運航技術

大規模災害発生時には、ヘリコプタをはじめとする多数の災害救援航空機が全国から被災地に集結し、様々な任務で飛行する。首都直下地震等の発生時には 400 機以上が集結することが想定されている。

DREAMS 防災・小型機運航技術では、このような多数の災害救援航空機の効率的な任務実施および飛行安全の向上（異常接近

の発生確率低減）に資することを目的として「災害救援航空機情報共有ネットワーク (D-NET)」を開発した。図-7 に示すように D-NET は、災害救援航空機とその運航管理者、および地上の災害対策本部等の間でデータ通信により情報共有を行う。そのために必要となるデータベース、地上運航管理用コンソール、機体搭載用機器を開発し、防災訓練等の実運用環境下で D-NET 使用の効果を評価した。その結果、従来手法（航空無線、電話、FAX、ホワイトボード等）と比較して、D-NET を使用した場合には、情報・任務伝達時間を 72% 短縮できることを確認した。

また D-NET の主要機能として最適運航管理プログラムを開発した。これは災害時に発生する任務に対して、無駄時間を最小にすること、および任務実施中の他機との異常接近発生確率を最小にすること、を考慮して任務実施に最適な機体を運航管理者に提案するプログラムである。東日本大震災時の運航データ等に基づいて構築したシミュレーションモデルを用いて首都直下地震、南海トラフ巨大



図-7 D-NET の概念図

地震等において、従来の運航管理手法と比較して、無駄時間および異常接近の50%低減という目標達成を確認した。この結果を受け、D-NET技術の一部は、メーカーへの技術移転により消防防災ヘリコプタ等に導入されつつある。

#### 4. おわりに

本稿ではJAXAのDREAMSプロジェクトの研究開発成果を概説した。本年度（2014

年度）までのプロジェクト期間中に、5つの技術課題の研究開発を実施し、計画していた目標を達成した。今後はDREAMSプロジェクトで開発した成果の活用を促進するとともに、CARATSへの貢献を継続していく予定である。

末筆ながら、DREAMSの実施にあたり、多大なるご支援、ご協力を頂いた国土交通省航空局、電子航法研究所をはじめとする関係機関の皆さまに深く感謝の意を表す。



## 受動型レーダーの開発の経緯と展望\*

塩見格一\*\*

### 1. はじめに

航空環境研究センター殿から、航空機の航跡観測手法に係る原稿をご依頼いただき、筆者の関わってきた受動型レーダーの開発について、その経緯から現状、また将来的な展望について、記させていただきました。

現在、航空環境研究センター殿で使用されている **SkyGazer** は、ポータブルなりリアルタイム・システムとして実用化された製品です。

受動型レーダーには幾つかの方式があり、航空機の位置の計算手法においても、楕円（3次元的には楕円面）を利用するもの、双曲線を利用するもの、楕円と双曲線の両方を利用するものがあります。単に、受動型レーダーを、「自らが電波を出すこと無く目標物からの電波を受信して、その位置や更には形状を計算するシステム」とすれば、マルチラテレーション・システム（MLAT）は当然のことながら、昨今では ADS-B も受動型レーダーの仲間かもしれません。

### 2. 初号機まで

受動型レーダーのアイデアは、1930年代に、レーダーの実用化と同時に生まれたと思われませんが、試作システム以上のシステムが運用されるのは、ずっと後になってからのようです。受信機として高性能な方向探知機を複数

利用し、三角測量の原理で電波源の位置を計算するシステムが最初の受動型レーダーのようですが、微小信号処理が発達していない状況では十分な探査性能が実現される筈がありません。レーダーといえば誰もが思い浮かべる回転走査する巨大な指向性アンテナで強力な電波を発射して、その反射を同じアンテナで受信する以外には、比較的簡単に実用化ができたものはなかったようです。当所で研究開発を行った受動型レーダーも、航空機を監視する親局としては二次レーダー（SSR: Secondary Surveillance Radar）を想定して開始しており、一次レーダー（PSR: Primary Surveillance Radar）の微弱な反射信号の処理等は全く想定してはいませんでした。SSRシステムにおいては、航空機からの電波は航空機の搭載するトランスポンダーが発信するもので、PSRの反射信号に比較して3桁以上も強力ですから、受動型レーダー受信機を航空路直下等に上手く設置すれば、利得のない無指向性アンテナを使用しても十分な強度で航空機からの応答信号を受信できたからです。

当所の受動型レーダーの測位原理については、「航空環境研究」誌2011年15号において吉野亨二氏によりご解説いただいておりますので、本稿では最小限の説明にとどめておきます。

図1が当所方式による受動型レーダーの測位原理の概念図です。T点から親局SSRは一定の角速度で回転する走査アンテナにより一定の時間間隔で質問信号を発出しているの

\* History and prospect of passive radar development

\*\* 独立行政法人 電子航法研究所 上席研究員

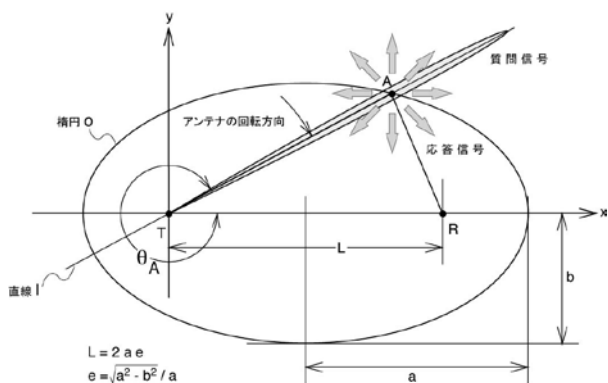


図1 航空機位置算出原理

R 点に設置する受動型レーダーは、航空機からの応答信号を受信した場合、その応答信号が「いつ、どの方向に発出された質問信号に対するものか？」計算することができて、応答信号の受信時刻から算出される測位楕円と質問信号の方位直線の交点として航空機的位置を計算することができます。なお、この基本的なアイデアは、1980年代に、当時、日本プレジジョン（株）に在籍されていた植田知雄氏によるものです。

筆者は、1987年4月に当時の運輸省電子航法研究所に就職し、電子航法開発部に配属されていました。筆者は、1987年9月に植田氏から受動型SSR（二次監視レーダー）のアイデアを伺い、興味を持ちましたが、入所早々の新人研究員が何等の研究予算を有する筈もなく直ぐには何もできない状況でした。その時の上司は後に当所の所長にもなられた石橋寅男氏で、本職に興味があるならば、ということで1988年度に試作開発費を付けていただき、1989年に初号機を実現することができました。図2は受動型SSR初号機とこれに使用したアンテナ・システムの写真です。標準ラックに組み付けられた初号機本体の筐体の一番上の段には受信機として加工したベンディックス・キング社製のトランスポンダーが見られます。受動型SSRでは親局SSRからの質問信号（1,030MHz）と航空機からの応答信号（1,090MHz）の両方を同期して受

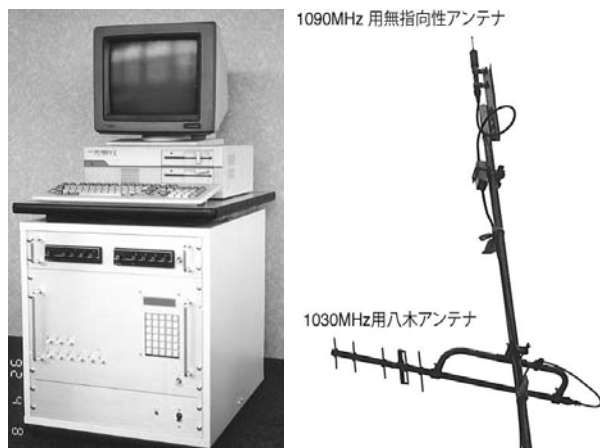


図2 受動型SSR初号機外観とアンテナ

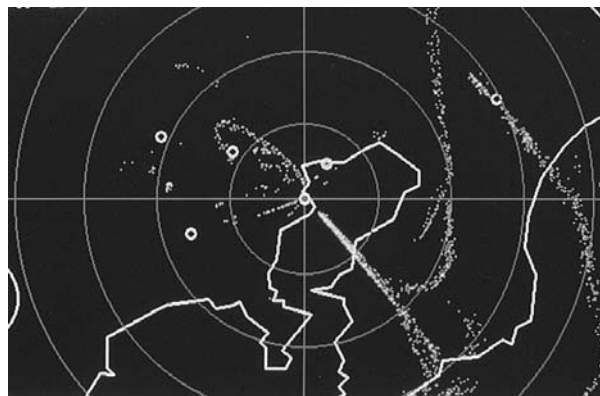


図3 初号機による関東空域の監視画像

信する必要があり、1,090MHzの受信機はトランスポンダーの1,030MHz受信機のキャビティをヤスリで削って作りました。

図3は初号機を東京ヘリポートに設置し、羽田空港のSSRを親局として観測した関東圏の航空機の運航状況です。北からと西からの航空機が合流して羽田空港に着陸している様子が観測されています。受動型SSRにはMode-A航空機識別情報とMode-C気圧高度情報をデコードする機能がありますから、監視対象のスコークが明らかである場合には、個別の航空機を識別することも可能です。

当初の受動型SSRの開発目的は、羽田空港のような大規模空港のサテライト空港にARTSと同程度の空域監視情報を提供することであり、また警察や消防等のヘリコプター等の利用者に、自らの管理する航空機の

運航情報を提供することでした。1990年は、ADS-Bもなければインターネットもないような時代でしたから、筆者には受動型 SSR は画期的なシステムに見えた訳ですが、残念ながら、航空局にデモに行っても殆ど興味を持っていただくことはできませんでした。大方の興味が GPS とその後の MTSAT の整備に向かっていた時代でした。

### 3. 初号機から SkyGazer まで

特に興味を持たれることもなく忘れられてしまった受動型 SSR ですが、filghtradar24 等が存在していなかった 1990 年代、筆者は航空交通流の統計的な特徴に興味を持ち、航空機の運航データを入手したいと思っていました。がしかし、技術的にも業務機器の記録するログ・データにアクセスするためには高価な I/O 装置が必要であって、航空局殿から提供を受けることは、今日とは別な意味で難しく、筆者は、受動型 SSR の精度を改善して当所自ら空域監視データを得ることを目指しました。測位精度の改善等は思う様には全く進まなかったのですが、1990 年代の後半になって ADS-B が普及し始めたので、筆者は、受動型 SSR を世に問うチャンスが失われつつあると思い、1998 年 11 月に米国のアトランティック・シティーで開催された ATCA (管制協会) の総会に技術資料原稿を送りました。受動型 SSR を持ち込んで行われた植田氏による講演は大変好評で、議長からベスト・ペーパーだと紹介されました。翌年には米国における市場調査も行い需要が期待されたので、我が国の T 社により実用化が検討されましたが、その後の同社の消極的な対応により、国産受動型 SSR は陽の目を見ることなく、丁度その頃に発売された米国 PASSUR 社による似た様なシステムに席卷されてしまいました。

大企業頼みではなくベンチャー企業を起こして PASSUR に先行すれば、・・・とも思いますが、ビジネスでは製品の製造よりも販

売後の関係の維持と発展が重要でしょうから、サービス基盤を有さなかった我々にはどうすることもできなかったのでしょう。

実用化の頓挫以降、植田氏の引退もあって、当所における受動型 SSR の開発は、新たなパートナー捜しの段階に戻ってしまいました。2000 年当時、筆者は、人間の発話音声分析に係る研究に重点を移しており、受動型 SSR の自主開発には対応できませんでした。当所における受動型 SSR の試作開発は 2000 年以降も細々と継続されていたのですが、初号機レベルの性能を実現することも難しい状況で、所内では「とてもできるとは思われない。」? 「出来る筈がない!」と言われる状況に陥っていました。細々と継続していた受動型 SSR の開発に転機が訪れたのは、2007 年で、当所は、空港環境整備協会殿から、リオン株式会社殿を含めた三者による受動型 SSR の実用化研究の提案を受けました。

共同研究の目的は、空港の周辺環境の騒音等の計測において航空機の航跡を知ることが必要であり、この需要に対する空域監視情報を提供する装置として受動型 SSR を実現することでした。のちに **SkyGazer** と名付けられる受動型 SSR を実現するのですが、高周波信号の取り扱いに熟練した技術者さん、信号処理のソフトウェア化に熟練した技術者さん、彼らの経験値と能力は驚くべきもので、1 年後にはバラック状態ではあっても USB によりパソコンに接続すれば、上空空域を運航する航空機をリアルタイムに観測できる信号処理部が実現されてしまいました。この開発において筆者が最初に感心したことは、目的とする装置が仕様通りに実現された場合に、その機能を確認する治具を最初に製作していたことでした。

図 4 は 2009 年に実現された **SkyGazer** 信号処理装置で、図 5 は **SkyGazer** による空域監視画像である。航空機の航跡の表示形態はソフトウェアにより任意に変更可能であり、

観測時点に航空機の存在する位置に航空機シンボルを表示し、デコードした Mode-A/C 情報をタグ付けすることも問題なく可能です。図5では、親局 SSR の毎回の走査に対する応答が走査信号のビーム幅に対応する線分（正確には楕円弧）で描かれており、航空機はほぼその中心に存在しています。



図4 SkyGazer 信号処理部

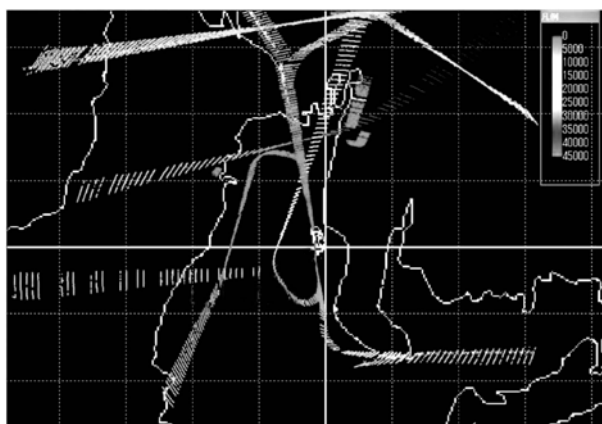


図5 SkyGazer による空域監視画像

#### 4. SkyGazer 以降

SkyGazer の実現により空港環境整備協会殿とリオン株式会社殿と当所の三者による共同研究の目的は果たされ、リオン殿においては沖縄防衛局向けにアレンジした受動型 SSR を納めるというオマケまで実現した訳ではありましたが、SkyGazer として受動型 SSR の一旦の完成を見ると、製品としての受動型 SSR には未だ多くの改善の余地が残されていることも明らかになりました。当所方式による受動型 SSR は、受動型 SSR において親局

SSR の運用プロファイルを推定することを特徴としており、推定精度が高ければ正確な航空機の測位が可能であり、推定精度が低ければ算出される航空機の位置は滅茶苦茶になってしまいます。SkyGazer は空港の周辺でを使用することを想定していましたから、親局 SSR の運用プロファイルを含めて推定していますが、この仮では空港から離れた設置条件では利用することができません。また空港周辺であっても、複雑なマルチパスが生じているような状況では必ずしも十分なプロファイルの推定ができずに、アンテナ利得等の微妙な調整を行わなければならない状況となります。受動型 SSR の利便性は、運用開始時の親局プロファイルの推定から確定までのシーケンスの合理化と自動化に依存しています。また実際の運用においては、小型軽量化と消費電力の低減が望ましく、最大覆域の拡大が望まれる場合も多くあります。

以上の様な改善項目の実施を当所において行うことは不可能でしたから、当所は新たに愛知県の（有）アイ・アール・ティー（IRT）社をパートナーとして迎え SkyGazer 以降の開発を進めることと致しました。また、ポスト SkyGazer の受動型 SSR の開発名は PRIUS としました。

PRIUS では高周波部をディスクリートに実現する等により消費電力の低減を目指しています。親局 SSR のプロファイリングについても、正対信号の精密分析を実現し、併せて受動型 SSR としての構成をプロファイラーと対空監視モニターに分離して実現できる様に再構成しました。

2012年9月オーストラリアのブリスベーン市で開催された国際航空宇宙科学会議（ICAS2012）で発表した PRIUS の仕様は表1の通りで、翌2013年3月にはアムステルダムで開催された ATC-Global において本体をお披露目することができました（図6参照）。来場者に、どの程度の興味を持っていただけ

## Specifications

Receiving Frequency and Level	1,030MHz (Interrogator) : -20 to -70dBm (within apx. 50km from SSR Interrogator)
Interrogator Interval Time	1,090MHz (Aircraft Response): -20 to -85dBm 200 ~ 600 (pps: pulses per second) (staggered interrogation is not available)
Interrogator Scan Mode	AC/AAC/ACC/SAC (staggered interrogation is not available)
Interrogator Cyclic Time	4sec (±0.3sec), or 10sec (±0.3sec)
Receiving Mode/Information Surveillance Area	Mode-A Squawk, Mode-C Height, ADS-B ±100km (±200km max.)
Receiving Targets	Unlimited (Simultaneous Tracking Available)
Antenna Size	300 x 200 x 50mm (1,030MHz) 100 x 10mmφ (1,090MHz)
Electric Power Consumption	3W
Dimension	65H x 250W x 170D mm

表1 PRIUS の仕様



図6 ATC Global にて

たのか、確信はありませんが、皆一様に、装置があまりにもコンパクトに纏められているので驚かれていたことは明確でした。

以降 PRIUS については経常的な機能向上を積み上げた結果、また購入していただいた方からの改修のリクエストに対応して、2014年12月の時点においては、Mose-S化された親局 SSR への対応を果たし、最大覆域は障害物の存在しない限りの見通し距離まで拡張されました。

## 5. 受動型レーダーの可能性

測位楕円により航空機の存在位置を計算する当所方式の受動型レーダーは、受信局を

1ヶ所に設置すれば必要な測位計算を行うことが可能であって、情報通信ネットワーク基盤が整備されておらず、また GPS の普及以前で分散配置された受信局の同期を実現することが容易ではなかった 1980 年代において、筆者は、最も合理的な方式と考えていました。もっとも、当時、今日の広域 MLAT に似たようなシステムがチェコの ERA 社（その前身か？）においては実験がなされており、どの様に受信局間の同期を実現していたのか、とても不思議で、軍用のシステムだから高価な原始時計でも何でも使用できたのだろう、と思っていました。

インターネット等として高速な情報通信網が整備され、GPS を利用すれば広域システム全体の時計を 10ns の精度で実現できるようになった 2010 年代において、MLAT は走査方式のレーダーよりも更新レートを高く取れる監視システムであり、民間航空の範囲においては、将来的には走査型のレーダーを完全に代替してしまうかも知れません。

今日、筆者には、将来的に受動型 SSR の発展を期待することには、かなり無理がある様に思われますが、当所方式の受動型レーダーは必ずしも SSR だけではありません。**SkyGazer** を実現した時点においてですが、筆者は、受動型 SSR で我が国の空を航行する全ての航空機が監視可能になると思いました。しかし、実際にはトランスポンダーが故障している航空機も珍しくはなく、低高度でトランスポンダーを切ったままで飛んでいる軍用機等も多数存在することが、今では分かっています。このような事情もあってもか、大規模空港に設置される ASR (Airport Surveillance Radar) を構成する PSR は今後も代替システムが実現されるまでは運用される様で、筆者等は、PSR を親局としてその反射信号を処理する受動型 PSR を受動型 SSR と同じ方式で実現することを検討しました。

図7に示したレーダー監視画像は、小牧

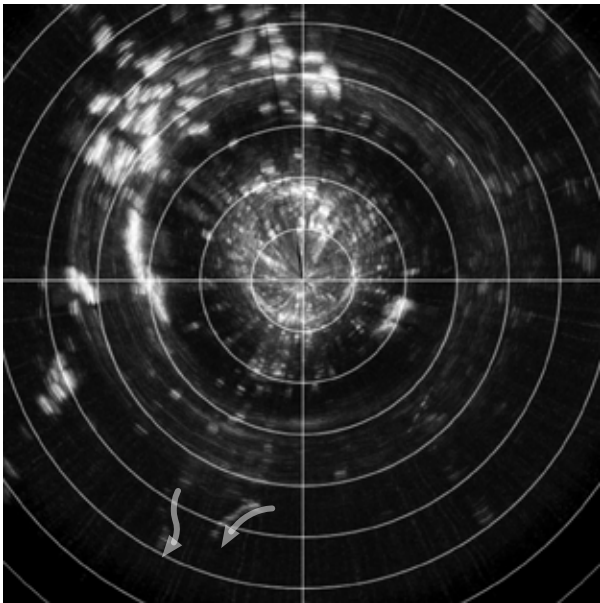


図7 PSR 質問信号の反射から算出した航跡

空港の ASR/PSR を親局として、北北西に約 8km 離れた IRT 社屋に設置した受動型 PSR により、約 1 分間、セントレア周辺を航行する 2 機の航空機の航跡を観測した結果です。レンジマークは 10km で、受動型 PSR から 70km 離れた航空機の機影が観測可能であったことが分かります。これは、筆者には驚嘆すべき結果なのですが、PSR の走査・探査信号を分析し FM デチャープを実現した結果です。現在は、この技術の更なる発展を目指して、SSR の 1,030MHz 質問信号の反射からも航空機の位置を計算できる受信機の開発を進めています。SSR の質問信号は PSR の探査信号に比較して 2 桁程度は弱いのですが、Mode-S 質問の場合は 16bits あるいは 56bits と多数回のパルス列が照射されるため、PSR における FM チャープ信号以上の効率で受信処理できる可能性があります。Mode-A/C 質問でも 2 パルスを有効に活用すれば、10km 程度の覆域を観測できることは既に確認しており、またセントレア空港における調査においては、ASDE のように空港面を走行する航空機の観測も十分に可能であることを確認しています。

なお、受動型 PSR の場合には、航空機の姿勢が探査信号の反射強度に大きく依存するので、実際の運用においては、受信局を（MLAT とは違うので、受信局間を高度に同期させる必要はありませんが）複数箇所に設置する必要があると思います。また、未だ確認には至っていませんが、親局 PSR に対して幾つかの受動型 PSR を配置すれば、ステルス機の航跡を観測することも可能だと思われますし、自衛隊のカメラ・レーダーを親局に設定できれば（運用プロファイルが分かれば）、海上の船舶等は容易に捉えられることが期待できます。

## 6. おわりに

**SkyGazer** の実用化以降暫く途絶えていた当所と航空環境研究センター殿及びリオン株式会社殿との関係ですが、2013 年から再び共同で受動型レーダーの将来的な発展を期待し、研究を再開しています。

今後の研究課題としては、観測データの後処理の効率化のようなものもありますが、受動型レーダーで観測収録したデータを見れば直ぐに分かることですが、様々な原因で航跡データに欠落が発生しており、未だ暫くは受動型レーダーの基本的な機能の向上が必要不可欠であることが理解できます。

現時点では残念ながら当所方式の受動型レーダーは、航空局殿に興味を持っていただくには至っておらず、従って研究開発に投入できる経費も少なく、当所においてもニッチな需要を当てにした研究開発以上のことはできていません。

近い将来に、航空環境研究センター殿との共同研究において、新たな開発目的が設定できることを、また頑張れることを期待しています。

## 焦点

## 航空機の運航と航空管制\*

高橋 英昌\*\*

## 1. 始めに

旅客機の運航にはパイロットや航空管制官だけでなく整備士や運航管理者等多くの職種の人に関わっています。最近では羽田の管制官や女性パイロットを題材にしたテレビ・ドラマが放映されていますので一般の方々の理解も深まっているのではないのでしょうか。しかし、旅客機の運航には経済的視点や技術的な観点だけでなく空港周辺の環境についても考慮していかなければなりません。ドラマはそのような視点では造られていないようです。

今回は空港の環境対策に携わっている方々のために空港周辺の航空機の運航と航空管制のやり方についてご紹介したいと思います。

## 2. 航空機の運航

## (1) 移動開始から離陸まで

出発前の準備が大詰めを向かえ、貨物の大半が客室の床下にある貨物室に格納され、最後の搭乗旅客がゲートを通過する頃に空港の運航担当者から操縦室のパイロットに出発5分前の連絡が入ります。

これを受けてパイロットは管制塔の管制官に対して管制承認（飛行の承認）の発出を求め、それに呼応して管制承認が出されます。



写真1ープッシュ・バック中の旅客機

ここから先は最初から自走で動き出せるプロペラ機や小型ジェット旅客機とトーイングカーと呼ばれる車両で誘導路まで押し出して貰う中大型機では多少違うので、トーイングカーを使用する場合について話を進めたいと思います。

全てのドアが閉じられたのを確認して、パイロットは管制塔から移動開始（プッシュバックと言います）の許可を受けて、トーイングカーの運転手に誘導路まで旅客機を押し出す指示を出します。旅客機が動き出すとパイロットはエンジンを順番にスタートさせますが、通常は一つのエンジンを始動させるのに50～60秒の時間を必要とします。ですから、双発機ですとジェットエンジンの始動が完了するには2分近くの時間がかかります。プッシュバックが終了してトーイングカーと旅客機の前輪を繋ぐバーを取り外している間に済んでしまいます。バー

\* Aircraft operation and Air traffic control

\*\* (一財) 空港環境整備協会 航空環境研究センター 調査役

が取り外されて、操縦席の中で地上走行（タクシーと言います）開始前の点検が終了すると管制塔からタクシーの許可を得て旅客機は自走で動き出します。此处までに必要な時間は3分30秒から5分程度です。

滑走路に着くまでの間に操縦室の中では離陸前点検が実施されますが、客室ではキャビンアテンダントが緊急時の対応についてデモンストレーションを行い、客室内の安全点検を実施します。

デモンストレーションの内容は緊急着陸時の姿勢、脱出用ドアの確認、緊急降下時の酸素マスクの着用及びライフジャケットの装着方法についてですが、最近ではビデオ上映で代行している例が多く見られます。安全点検はシートベルト着用状況、手荷物収納用の棚やギャレーカートのロック状況の点検を行っていますが、これらの客室内の作業が終わらなければ旅客機は離陸することができない規定となっています。地方空港では地上走行の距離は1～2Km程ですので3分程度で滑走路の末端に着きます。滑走路に入るのに20～30秒、離陸滑走にさらに30～40秒かかるので、旅客機がドアを閉めて駐機場で動き出してから離陸するまでに10分前後の時間が必要です。羽田などの大空港では、地上走行の距離が長いので、離陸までに15分程度が必要ですし、離陸の順番待ちをすれば20～30分かかることもしばしば起こります。羽田から千歳や福岡までの飛行時間は1時間程度ですから地上に居る時間は意外と長いものです。

## (2) 離陸及び上昇方式

旅客機のエンジンの出力は最大離陸重量の30%程度です。乗客や貨物、燃料が空の時の機体の重さは最大離陸重量の約50%、搭載可能燃料は35～40%ですから、燃料を沢山積めば乗客や貨物はそれほど乗せられない事になります。



写真2－離陸直後の旅客機

長距離国際線の旅客機では着陸したときの重さは離陸したときの重さの2/3程度しかありません。ちなみに自家用車ですと車自体の重さは1.5ト前後ですが、燃料は満タンでも50kg位しかありません。如何に旅客機が沢山の燃料を積んでいるかが分かります。また、飛行機は翼が造る揚力によって浮いているので離陸時の重量が増えるほど浮き上がるために必要な速度は大きくなります。そして、重くなるほど加速が鈍くなります。この2つの要因が重なり合って国内線では離陸滑走を始めてから浮き上がるまでに30～40秒で済むものが、長距離国際線などでは1分前後かかることもあります。

離陸後は離陸時を少し上回る速度で上昇を続け、ある程度の高度（一般的には3,000ft；900m）から加速を開始してフラップ（高揚力装置）を少しずつ翼に格納していきます。加速が終わると法律で定められた速度（3,000m迄250kt；約500km/h）を維持して再び上昇を開始しますが、重量に余裕があれば上昇を続けながら加速を続けることができます。

## 3. 騒音軽減運航方式

航空管制や空港の運用といった面からの対処方法としては、優先滑走路方式や優先飛行経路が挙げられます。

航空機の運航の面からは、離陸では急上昇方式、カットバック方式があり、着陸ではディ



レイド・フラップ進入や低フラップ角進入、着陸操作ではリバース・スラストの使用制限があります。

私が上位 32 空港について、各項目毎に航空情報 (AIP) から検索した結果は、以下のとおりです。

- ・優先滑走路方式  
仙台、松山
- ・優先飛行経路  
仙台、羽田、大阪、北九州
- ・急上昇方式  
函館、仙台、新潟、成田、大阪、高知、松山、福岡、北九州、熊本、宮崎、鹿児島
- ・カットバック方式  
該当なし
- ・ディレイド・フラップや低フラップ角進入  
函館、仙台、新潟、成田、中部、大阪、関空、神戸、高知、松山、福岡、北九州、熊本、宮崎、鹿児島
- ・リバース・スラストの制限  
大阪、福岡、北九州



写真 3 - 優先滑走路方式のイメージ

### (1) 優先滑走路方式

この方式は滑走路の一方が海などに面していて人家の殆ど無い場所で進入や出発後の飛行を行わせる方式です。言わば離陸と着陸を対面通行で行うやり方です。しかし、飛行機は空中に浮いており、翼に当たる風によって浮力を生じているわけですから、風が強い時は風に向かって離発着する必要があります。そよ風と言われる程度の風速 3 m/s の場合で

も時速に換算すると 10 km/h を超えますから、これより強い場合は風向きを考慮する必要があります。

また、飛行機の数が増えてくると衝突回避の意味合いから一方通行にする必要が出てきます。少なくとも、到着機が滑走路から 20 km の位置に来たときには出発機は離陸滑走を開始している必要があります。ちなみに、ジェット旅客機ではこの距離から着陸までの所要時間は 4～5 分ですが、最接近点での両者の距離は 10 km 程に縮まってしまう。

松山空港では優先滑走路方式の実施率は 80～85% 程度です。この空港の旅客機の数 は出発と到着を合わせて一日 80 便余りですので、このくらいの交通量の空港が優先滑走路方式を行える限度といえるでしょう。

### (2) 優先飛行経路

離陸後では標準計器出発方式の経路に合流するまでの飛行経路として河川や高速道路の近傍を飛行することを示唆しています。

進入の段階では周回進入 (空港を目視した後に着陸滑走路に回り込む飛行) の場合に旋回方向を規制している例や、場週経路の最終進入 (滑走路の延長線の飛行) を可能な限り短くすることを示唆しています。また、羽田空港では夜 11 時以降の到着機は房総半島を迂回する到着経路を飛行しています。

### (3) 急上昇方式

この方式を採用している空港は多いですが、前項でお話した「通常の離陸及び上昇方式」と比べて特に違うやり方で飛行するものではありません。

また、最近のジェット旅客機は、重量に余裕がある場合、離陸時のエンジン出力を最大にするのではなく、上昇出力に近い出力で離陸する場合も多いと聞いています。このことは騒音軽減になるばかりでなくエンジンの寿命にも良い影響があるそうです。

#### (4) カットバック方式

現在、この方式を謳っている空港は日本には無いようですが、那覇空港で北に向けて離陸（R/W36）した場合に高度1,000フィートで一時水平飛行することがあります。これは嘉手納基地に出入りする航空機との間隔を設定するために行われるものですが、この程度の低い高度でエンジンを絞るとエンジン音は小さくなりますが、水平飛行しているにもかかわらず機体が沈み込むような感じがして乗客にとっては気持ちの良いものではありません。



写真4－着陸態勢のフラップ

#### (5) ディレイド・フラップや低フラップ角進入

この方式をAIPに乗せている空港は非常に多いようです。フラップの使用は揚力を増やして低速度での飛行を可能にしますが、抵抗も増えるのでエンジンも少しふかさなければなりませんし、フラップ自体の風切り音も大きくなります。

しかし、着陸速度が大きいと滑走路を飛び出す危険性がありますから、着陸時には規定のフラップ角に設定されていなければなりません。また、直ぐに速度を落とすことも、全ての操作を一度に実施することもできません。多くの航空会社では高度1,000フィート（直線進入の場合では滑走路から約6km）の地点



では完全に着陸態勢になっていなければならないと規定しています。ジェット旅客機では進入中でも毎秒80～90mの速度が出ているので、空港から15～20km付近では車輪を下ろしたり、フラップの最終調整などを行わないと間に合いません。

#### (6) リバース・スラストの制限

着陸した旅客機の速度を落とす方法には、主翼にあるスポイラーという衝立を立てて空気抵抗を増やす、逆噴射（リバース・スラスト）を行う、車輪のブレーキを使うという3つの方法があります。騒音の面ではリバースをかけるのが一番影響が大きいのはご承知のとおりです。ただ、十分に長い滑走路に降りる場合はともかく、他の方法があるからといって全く使用しないのは安全上好ましいことではありません。そのようなことから、空港周辺の一般騒音が小さくなる夜間の時間帯にエンジンをアイドル状態のままリバースをかける規制をしています。

### 4. 進入の方式

計器に頼って進入を行う方法はいくつもありますが、大きく分けると航空保安無線施設を使った従来型の進入方式と機体の航法性能に依存した新しい進入方式の2つに区分することができます。

#### (1) 従来型の進入方式（航法無線施設を利用した方式）

旅客機が就航する空港では一般に、VOR（超短波全方向式無線標識）とILS（計器着陸装置）を備えています。

VORやILSが使用する周波数はVHFのアナログテレビで使用していた周波数帯に近いものですが、直線で飛行する部分を比較的長くとる必要があるため、自由な経路設定をすることができません。

#### a .VOR 進入方式

VORと呼ばれる無線標識は機上の計器で方位を知ることができる装置ですが、この機器にはDMEと呼ばれる距離を測る装置も併設されているので、無線標識からの方位と距離を知ることができます。

空港に進入する場合は図-1にあるように、チャートに示された経路の方位を守りつつ、各段階毎の最低高度を守って降下を続けていくことになります。図を見ると滑らかに降下していくように見えますが、踊場の長い階段を下りて行くイメージです。

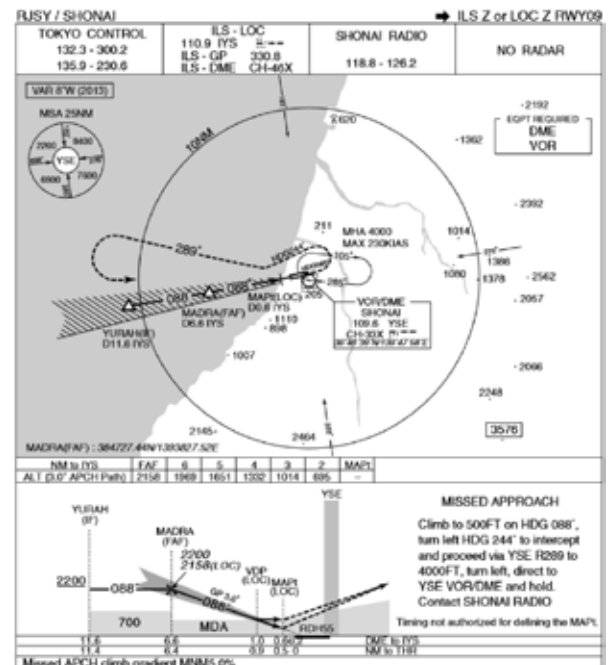


図1 - VOR 進入方式の例

ただ、最近では機上のコンピューターによって滑らかに降下することができる機体も増えています。この方式は後述するILS進入方式に比べて飛行経路を保つための精度も良くないため、着陸できる最低気象条件は視程1,000m程度です。

しかし、最低降下高度が600フィート程度であるために、パイロットは滑走路から3km程手前で滑走路を視認できる必要があります。

このため、強い雨が降ったり霧が出てくる

と着陸は難しくなりますが、ILS進入方式のバックアップとなっている場合が多いようです。

b. ILS 進入方式

ILS 進入方式は、滑走路進入端の反対側に設置されているアンテナから出される滑走路の延長線を示す電波と滑走路の着地点の脇にあるアンテナから出される進入角度を示す電波に乗って進入する方式です。航空機は進入する角度も分かるのでVOR 進入方式に比べて、より悪天候に強い進入方式となっており、一般に視程が550m まで着陸が可能な方式です。この方式には3段階のレベルがあり、カテゴリⅢでは航空機が自動着陸できる性能があり、パイロットがそれに対応する訓練を受けていれば視程100m でも着陸が可能となっています。

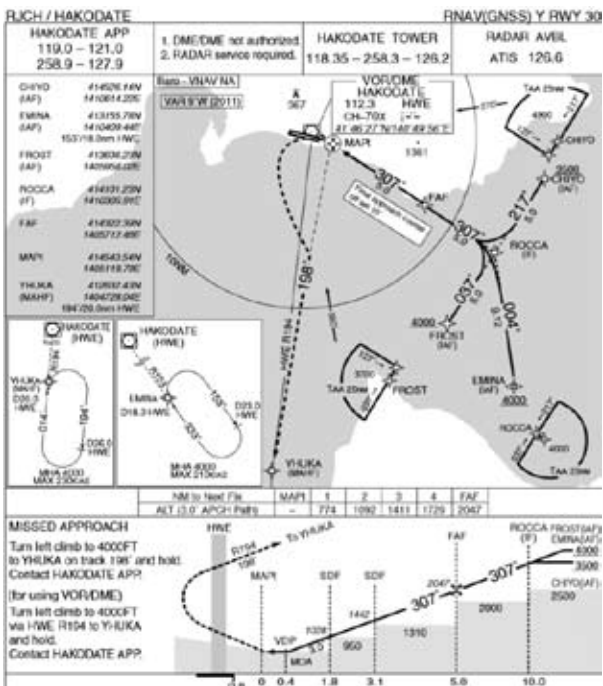


図2 - ILS 進入方式の例

このカテゴリは着陸するだけならば視程ゼロでも良いのですが、パイロットが滑走路から駐機場へ地上走行を行うための最低限の視程だと思っていただくと良いと思います。

(2) 新しい進入方式(航法装置に依存した方式)

a. RNAV 進入方式

RNAVとは日本語で広域航法と呼ばれていますが、地上の無線施設だけで無くジャイロスコープを用いた自蔵航法装置やGPS等を使った衛星航法装置を駆使して次の地点へのコースを機上のコンピューターを使って算出する航法を言います。

経路毎に無線標識を設置する必要が無いので主に航空路の設定に用いられていますが、比較的精度が高いために、進入経路を設定する場合も従来の進入方式に比べて経路設定の自由度が高くなっています。それでも最終進入経路の直線部分を10km 程度設ける必要があります。また、降下角度は示されていないのでVOR 進入方式の代替手段といった色合いが強いと考えると良いでしょう。

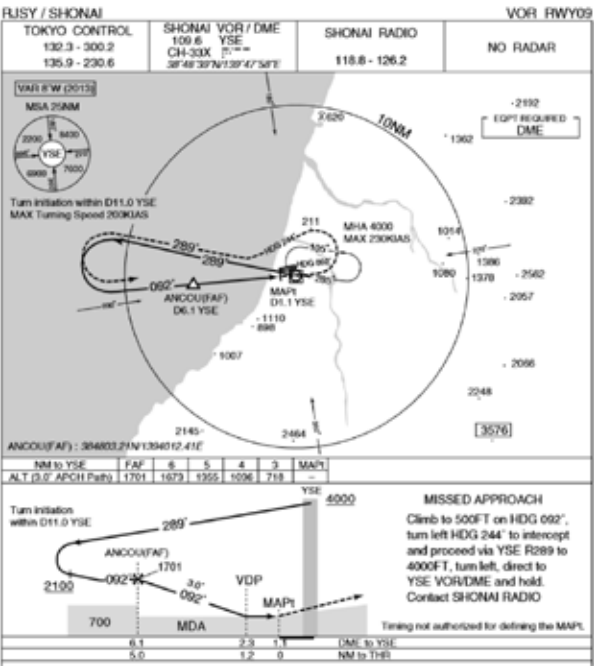


図3 - RNAV 進入方式の例

b. RNP AR 進入方式

RNP ARは承認が必要な航法性能要件と日本語で訳されていますが、RNAVに比べて精度が高いだけでなく、飛行精度を検証する機能を持っています。現在の段階はRNA

Vに比べて約3倍の航法精度（経路の幅は0.3倍）を持つものとして進入方式が設定されていますが、将来は10倍にまで高めた方式を設定してILS進入方式（カテゴリーI）と同程度の着陸最低気象条件を設定した進入方式にすることを目指しています。

この方式による進入は連続して降下する機能があるだけでなく、進入復航点（着陸の可否を判断する地点）の15秒前から滑走路までの直線飛行が要求されているだけなので直線部分の少ない進入経路を造れるだけでなく、円弧による旋回を前提とした経路も引くことが可能です。つまり、直線部分を3～4kmにすることも可能であり、人家の少ない山間を縫った飛行経路を設定することができるのです。

しかし、まだ新しい技術であることから最新型の旅客機しかこの能力を持っていません。旅客機のライフサイクルは20～30年であることを考えると普及には10数年の歳月が必要でしょう。

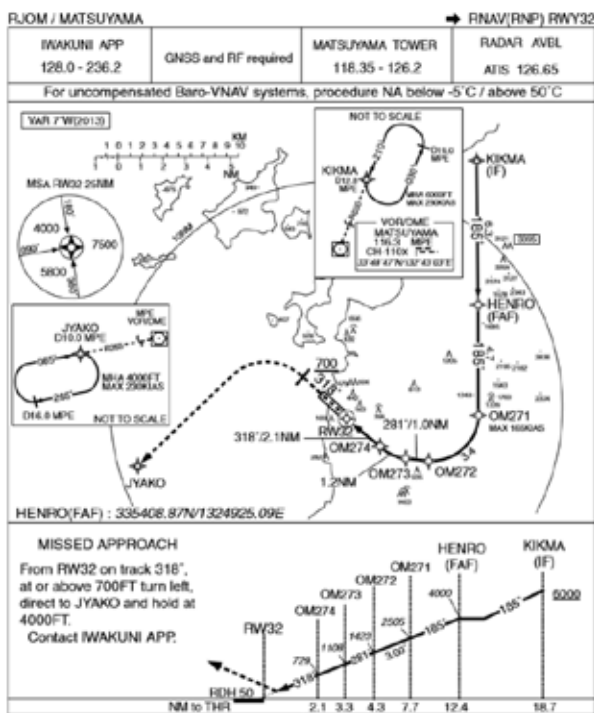


図4 - RNP AR 進入方式の例

## 5. 連続降下方式と空域管理

ジェット機のエンジンは離陸の時に最大の出力を出しますが、上昇や巡航中はやや抑え気味になります。そして、燃料消費の面から見ると高度が高いほど（空気の無いところは飛ばませんが）効率が良くなります。当然のことながら降下の段階ではエンジンの出力は最小限度（アイドル状態）で済みます。

この事はエンジンから発生する騒音も小さくなるということです。

良いことづくめのようにですが、問題もあります。航空管制官は滑走路に向けて到着機を順番に並べていきますが、高度が高いほど速度が速いということです。羽田空港のような混雑した空港では常時2分程度の間隔で航空機が着陸していますが、このスペースを作るのに大変苦労しています。図-5のように着陸直前の間隔を7km程度にしようとするためには巡航高度では25kmの間隔を保っていなければなりません。つまり、高い高度で順番付けと間隔設定をしようするとそれだけ広い空域が必要となります。羽田空港への西からの到着機は紀伊半島の串本町から伊豆大島に向かって飛行しますが、レーダー誘導で調整できるのは10分足らずの時間です。

房総半島の上空でもレーダーによる誘導で7～8分の時間調整ができますが、此处では連続降下を行うことは難しくなります。

巡航高度での空中待機も可能ですが、レーダー誘導で調整できない部分は地上で調整しています。この調整は福岡にある航空交通管理センターという所で行っていますが、出発ゲートや機内での放送で、「航空管制の指示により離陸時刻が何時何分に設定されました。」といったアナウンスを聞かれたことがあると思います。

航空機に搭載されているFMS（運航管理コンピューター）にある地点の通過時刻を指定して管制官のワークロードを減らそうという試みも始まっていますが、航空機の能力向

上だけでは無く上空の風の状態を正確に把握して上空の航空機に伝える技術の向上も必要です。

以上、雑ばくなご紹介となりましたが、皆様のご理解の一助となれば幸いです。

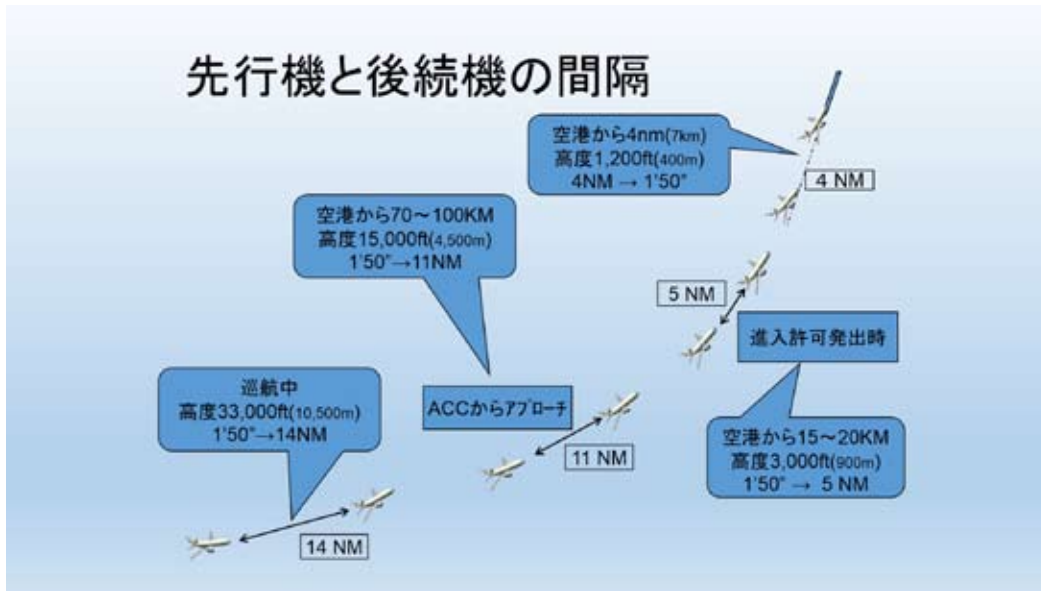


図5 - 各高度で必要な間隔

## 研究報告

## 欧州空港における騒音問題への取り組みの現状 \*

上田 (平栗) 麻理 \*\*

本報告は、H25 年度、国土交通省航空局の要請を受けて、当研究センターが自主研究事業の一貫として実施した「欧州及び米国都市型空港における騒音対策等に係る調査」の一部である。

## 1. はじめに

航空技術の進展により航空機の低騒音化が実現しつつある現在、我が国の主要空港では、空港容量拡大ニーズに伴う環境面の変化により、これまでにはなかった問題等が発生している。

例えば、東京国際空港では 2010 年の 4 本目の滑走路建設により、南風時の到着機の飛行ルートが特定の地域に集中することで、その地域からの騒音苦情が深刻になってきた。これらの地域は空港から離れた地域であり、騒音レベル自体は比較的低い。このような、騒防法<sup>1)</sup>の対策区域の外からの苦情に対する解決策の検討は今後の課題の一つであり、これらの問題解決の指針等を得るには諸外国の対策対応の現況や事例等を把握することも重要である。

以上を背景に、本稿では、海外の主要空港における航空機騒音問題の現状及び政策対応等を把握するために、欧州 3 都市 (仏・蘭・英) の運輸省及び、空港会社等の騒音対策担当者

を訪問してヒアリング調査を行った。

## 2. 調査概要

調査方法は、質問票に基づく自由面接法である。図 1 に調査フローを示す。調査対象空港は、年間の発着便数、空港の規模、騒音対策の有無等を配慮して選定し、シャルルドゴール国際空港 (パリ)、スキポール国際空港 (アムステルダム)、ヒースロー国際空港 (ロンドン) の 3 空港に決定された。次に、各空港の騒音対策や法制の現況等を精査して質問票を作成した。

質問項目は、以下に示す全 10 項目である。なお、質問数は各空港の状況等に応じて異なる。

- (a) 空港のキャパシティニーズ及び将来プラン
- (b) 騒音対策の実施主体 (国と空港運営者の役割分担等)
- (c) 対策内容、財源、根拠法等
- (d) 土地利用規制
- (e) 周辺地域との共生を図るための協議会
- (f) 騒音低減のための運航規制や滑走路使用方法の工夫等
- (g) 航空機騒音に関連する着陸料や税制
- (h) 空港から離れた地域における対策
- (i) 情報共有、情報公開等の方法及び、内容
- (j) その他 (健康影響等)

\* Survey of efforts for managing recent airport noise problem in European airports (CDG, AMS, LHR)

\*\* (一財) 空港環境整備協会 航空環境研究センター 調査研究部

調査先は、各国の航空局（DGAC：仏、IenM：蘭、CAA：英）及び、騒音規制庁（ACNUSA：仏）、空港会社（Schiphol Group：蘭、Heathrow Airport Limited：英）の合計6機関である。調査は2013年5月に実施した。



図1 調査手順

### 3. 結果

#### 3.1 キャパシティニーズ及び将来プラン

##### (a) シャルルドゴール国際空港 (CDG)

CDGは、現在、1/2のキャパシティで運航しており、物理的には容量拡張可能な状況であるが、遠方地域からの苦情の増加を回避するために、現況以上の空港容量は拡大を行わない方針であった。

LCC (Low Cost Carrier：格安航空会社) をボーベ空港等の近隣空港へ振り分けることで空港容量を現在のレベルに抑制している。

##### (b) スキポール国際空港 (AMS)

AMSでは、ヨーロッパ随一のハブ空港をめざす意向であり、短期・長期の2つの空港

容量拡張を計画中である。短期計画は、2008年から12年間の計画として、現在の滑走路本数のまま、レジャー便を近隣空港に振り分ける等により、ビジネス便を中心に、2020年までに発着便数を51万回に増便するものである。長期計画は、2025年までに7本目の滑走路を増設することで、発着便数を60万回から65万回に増便するものである。"遊びではなく仕事に利用する空港"等の意味を持たせることで地域住民の理解を得たいという考えである。

##### (c) ヒースロー国際空港 (LHR)

LHRは、世界を代表する主要空港の一つであるが、滑走路は2本であり、他の主要空港に比べて少ない。数年前から処理能力は限界であり、慢性的な容量不足に悩まされている。このため、空港会社及び政府の空港容量拡張ニーズは大きく、滑走路増設や、滑走路移転、空港増設等の様々な計画がある。ヒースロー株式会社は、空港容量拡張のために様々な準備を行っている。2013年5月(中旬)には「A quieter Heathrow」が発表され、航空機騒音の低減を政府に約束している。但し、政権交代や住民投票等の影響により、日々計画案は変化している。

#### 3.2 騒音対策に係る各空港の役割分担

表1に、騒音対策に係る役割分担について、各空港の基本体系を示す。対策に関する法律・制度設計、規制に関する全ての監督及び、ゾーン設定は3空港が共通で航空局(国)が実施している。コンターは、スキポール空港は航空局(但し外注)であり、他2空港は空港会社が作成している。空港周辺の騒音対策は、3空港ともに基本的には空港会社が実施している。但し、スキポール空港は、2012年にコンター内全ての対策が終了したとのことである。夜間の飛行制限、低騒音機材の導入等の騒音低減対策は、空港会社がエアラインに対して対策を課すものである。



騒音対策に係るこれらの基本体系は共通して、PPP (Polluter-Pays-Principle: 汚染者負担) の理念に基づいており、汚染者 (空港会社、

エアライン、乗客) が対策に係る費用を負担している。

表 1 騒音対策に係る空港の役割分担

	シャルルドゴール国際空港(CDG)	スキポール国際空港(AMS)	ヒースロー国際空港(LHR)
0. 法律制定・制度設計・規制	全ての監督は航空局(国)が行う(3 空港共通)		
1. ゾーン設定	DGAC	IenM	CAA
2. コンター作成	Airport de Paris	IenM	Heathrow Airport Limited
3. 空港周辺(騒音)対策	Airport de Paris	Schiphol Group※	Heathrow Airport Limited
4. 騒音低減対策	空港会社がエアラインに対して対策を課す		
5. 対策に係る財源	空港使用料・着陸料・Noise surcharge(税率等は国が決定)		

※対策は 2012 年に全て完了

### 3.3 騒音低減対策

表 2 に、騒音低減対策に関する各空港の基本体系を示す。対策は航空局 (国) の監督の下、空港会社がエアラインに対して対策を課

すものである。低騒音機材の導入、夜間の運航・エンジンテスト制限等はどの空港でも実施されている。

表 2 騒音低減対策に係る各空港の基本体系

	シャルルドゴール国際空港(CDG)	スキポール国際空港(AMS)	ヒースロー国際空港(LHR)
1. 低騒音機材導入	ICAO/Capter3 Chapter4 以上導入なし (課金・罰金あり)	Chapter3 機材の削減 夜間制限 (課金・罰金あり)	Chapter3 機材の削減 QC※1 導入 (課金・罰金あり)
2. 優先滑走路方式	なし (課金・罰金なし)	夜間の使用制限 人口密集地制限 (課金・罰金なし)	Runway Alternation (Respite※2 の提供) (課金・罰金なし)
3. 優先飛行経路方式	Preferential routes(都心部の飛行回避)		
4. 夜間の運行制限	機材制限 エンジンテスト (課金・罰金あり)	機材制限・滑走路制限 エンジンテスト (課金・罰金あり)	機材制限 エンジンテスト (課金・罰金なし)
5. 騒音軽減運航方式	CDA※3 導入 (課金・罰金なし)	CDA 導入 Fixed Radius Turn※4 (課金・罰金なし)	CDA※3 導入 Steeper Approach Angles※5 (課金・罰金なし)

※1 QC(Quota Count System): 割当カウントシステム, ※2 Respite: 滑走路交代運用方式

※3 CDA(Continuous Decent Approach): 連続降下進入方式, ※4 Fixed Radius Turn: 固定半径回転

※5 Steep Approach: 急角度進入方式

#### ・低騒音機材の導入

3空港全てにおいて、ICAOのChapter基準或いは、QCシステムのようなLHR独自の基準に基づき、機材、騒音レベルに応じて課金・罰金を課すというシステムが導入されている。

2005年に成田空港が国内で初めて導入した「成田航空機騒音インデックス」<sup>2)</sup>等に相当する。CDGは、Chapter4以上の機材の導入は当面の間Restrictionとしない予定である。機材の変更等はエアラインにとって経済負担が大きいため、環境と経済のバランスを確保した上で騒音低減対策を行うというDGAC(国)のポリシーに基づく。

#### ・優先滑走路方式

AMSでは人口密集地に近い滑走路の夜間使用に制限が課されている。LHRでは、滑走路交代運用方式(Runway Alternation)を採用し、毎日15時に離陸滑走路と着陸滑走路を交代することで、空港近傍の地域に対して一日の半分の時間は航空機騒音から解放される時間を提供している(Respiteという)。同時に、Respiteを行うことで風向きによらず、騒音のより公平な負担の実現を目的とする。

#### ・優先飛行経路方式

いずれの空港も安全性及び、大気・騒音影響等の観点から“都心部の飛行回避”を目的として採用している。但し、LHRについては、ロンドン上空の飛行についてもニーズ等により検討中である。

#### ・騒音軽減運航方式

各空港で様々な検討がなされている。例えば、CDA(Continuous Decent Approach(連続降下進入方式):降下する際、ステップダウン方式ではなく、連続的な降下を行う方式)は全ての空港で導入或いは試験運用されている。

さらに、AMSでは、飛行経路の分散を回避するためにFixed Radius Turn(固定半径回転)が導入されている。3空港いずれも曝露人口最小化を理念として、可能な限り飛行

経路を分散させないよう経路設計等がなされている。

LHRにおけるSteep Approach(急角度進入方式)は、大気・騒音低減等の効果を検証中である。

なお、低騒音機材の導入及び、夜間のエンジンテスト等を除くオペレーションは、安全確保が前提であるため、管制官やパイロットが状況に応じて適応するボランティアの措置である場合がほとんどである。

### 3.4 最近の動向

表3に対象空港の騒音問題及び、対策等に係る特筆すべき最近の動向を示す。

#### ・遠方地域からの苦情

CDG及びLHRにとって、“遠方地域からの苦情”は我が国同様、最も重大な騒音問題の一つであり、空港容量を拡張する際の大きな妨げとなっている。

CDGでは、空港から80km遠方の地域で苦情が発生していることから、騒音の苦情は距離と比例しないと考えている。さらに、空港容量を僅かでも増やすことで遠方からの苦情が著しく増加するため、その対策は国や空港会社にとって大きな負担である。解決策の一つとして、ACNUSAでは $L_{den}$ 以外の指標であるNA(Number Above)をDGACに提案している。NAは、ある基準レベルを超えた飛行機をカウントする指標である。NAの導入は、DGAC(国)にとって対策エリアが広がるだけで問題に対する収拾がつかない等の様々な理由により消極的であった。

LHRにおいても、近年の騒音に対する苦情は物理量に依存しないという判断であり、遠方における騒音レベルの低い地域からの苦情に対する解決策を検討中である。

逆に、AMSでは空港に近い住民からの苦情が最も多く、遠方地域の苦情は比較的少ない。近年では地上音の低周波音が大きな騒音問題となっている。

表3 騒音問題等に関する最近の動向

	シャルルドゴール国際空港(CDG)	スキポール国際空港(AMS)	ヒースロー国際空港(LHR)
1. 遠方地域からの苦情の有無	あり	なし	あり
2. ガイドライン等の改正や騒音評価指標の変更の有無	ACNUSA が DGAC に新たな指標(NA※1)を提案中	Ke※2 から $L_{den}$ に変更	PPG24※3 の廃止
3. 情報公開システム	飛行経路・騒音レベルを市役所 PC で公開	飛行経路・騒音レベルを web により公開	飛行経路・騒音レベルを web により公開
4. 健康影響	DGAC が騒音影響による疫学調査(服薬量、心臓発作等)を実施	調査等を検討中	ERCD※4 が騒音による健康影響に関する調査及び研究を実施
5. その他	空港関係施設の雇用促進	低周波音(地上音)の問題	PPG24 廃止後も騒音評価指標は $L_{Aeq,16h}$ を使用

※1 NA(Number Above) : ある基準レベルを超えた飛行機の回数をカウントする指標

※2 Ke(Kosten-Index) : 1967 年オランダの Kosten 教授により政府に提案された評価指標

※3 PPG24(Planning Policy Guidance : 英国政策指針計画)

※4 ERCD(The Environmental Research and Consultancy Department of the Civil Aviation Authority)

#### ・Ke から $L_{den}$ へ

オランダでは第二次世界大戦後、膨大な数の住宅が必要となった空港周辺において、航空機騒音が大きな問題となった。そこで、1967 年に Kosten 教授により Kosten-Index (24 時間の評価) が騒音評価法として提案され、Ke を用いて騒音コンターが作成されてきた。1996 年から  $L_{Aeq, 23\sim 7h}$  も導入されたが、2011 年に Ke 及び、 $L_{Aeq}$  は  $L_{den}$  に変更された。

#### ・PPG24 の廃止

1994 年にイギリス環境省により発行された「Planning Policy Guidance (PPG24) : 英国政策指針計画」は、地域計画当局による環境保全計画の方針及び、騒音に曝露されている地域を保全するための指標等が記載されている。イギリスの土地利用は 2012 年まで PPG24 に基づき規制されてきた(航空機騒音だけでなく、道路交通騒音、鉄道騒音、複合

騒音等の様々な音源を対象としている)。

しかしながら、政権交代により 2012 年 3 月に PPG24 が廃止され、現在は、2013 年 3 月に発行された「Aviation Policy Framework, 2013」に基づく騒音管理がなされている。

PPG24 は、土地利用計画や騒音低減等に関する細かな指針の記載があったのに対し、Aviation Policy Framework, 2013 は、より抽象的なガイダンスであり、具体的な数値等の記載がない。都市計画は、地方自治体の規模(人口密度等)や地域性等が影響するため、ローカリズムをポリシーとして、テイラーメイド型の都市計画を行う必要があるという新政権の考えに基づくようである。

PPG24 廃止後も LHR を含むロンドン周辺空港では航空機騒音評価は  $L_{Aeq, 16h}$  が使用されており、指標等の変更は、地方自治体及び、航空会社を含めた今後の課題である。

#### ・情報公開システム

いずれの空港においても、情報公開システムは、住民の理解を得る上で重要なツールであった。CDG 及び LHR にとって、遠方地域からの苦情に対応する際にも有効のようであった。

提供する内容は飛行経路、騒音レベル及び、機材情報等が主である。CDG では、各地域の市役所内の PC でのみ閲覧可能であり、情報公開までのインターバルは 30 分であった。DGAC は 30 分が適度なインターバルであるという見解であった。

AMS では、web による閲覧が可能でタイムディレイは 15 分である。LHR も web による情報公開システムを導入しており、24 時間後の情報を提供している。CAA は LHR からの要求があれば、タイムディレイの変更等も検討する。

各空港ともに、セキュリティ上の理由によりリアルタイム公開及び、軍用機や政府専用機等のデータの消去等に様々な制限がある。

#### ・健康影響

国や国が管轄するラボ等において健康影響に関する疫学調査を行っている。しかしながら、いずれの空港も、航空機騒音と健康に関する因果関係の究明は困難とし、時間をかけて調査等を実施する意向である。

#### 4. まとめ

本稿では、諸外国の主要空港における航空機騒音問題の現状及び、政策対応等を把握することを目的として、欧州 3 都市（仏・蘭・英）

の運輸省及び、航空会社等の騒音対策担当者に対するヒアリング調査結果の一部を紹介した。特に近年我が国の主要空港で問題となっている空港容量拡張に関する話題及び、遠方地域からの騒音問題に重点をおいて調査を実施した。

騒音対策に係る基本体系は、3 空港ともに、PPP（汚染者負担）の理念に基づき国の監督の下に、原則として空港会社対策等を実施するというものであったが、最近では空港容量拡張は、経済発展のために国を挙げた重点課題であるため、騒音対策等にも国や地方自治体等が参画していることが分かった。

騒音苦情は、AMS を除く 2 空港（CDG、LHR）が我が国同様、遠方からの騒音レベルの低い地域からの苦情が大きな問題であった。いずれの空港も、解決の具体的指針等は得られておらず、様々な騒音低減運航方式の試験的運用や騒音評価指標の再考、情報公開等により解決策を模索中であると言える。

当研究センターでは今後も情報交換を行いながら、諸外国の動向を把握していく予定である。

#### 参考文献

- 1) 公共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 42 年，法律第 110 号
- 2) 篠原他，航空機の騒音適合証明制度と成田空港騒音インデックス，騒音制御秋研究資料，pp.77-80（2006）。

## $L_{den}$ を評価指標とする航空機騒音予測モデルの開発 \*

菅原 政之、中澤 宗康、吉岡 序、山田 一郎 \*\*

### 1. はじめに

わが国の航空機騒音の評価指標が日本版 WECPNL からエネルギーベースの指標へと変更になる見通しのもと、空港環境整備協会（以下、空環協）は、それに対応できる予測モデルの開発を 2000 年ころから進めてきた。その結果は航空局（CAB）の  $L_{den}$  予測コンターモデル（以下、 $L_{den}$  モデル）の作製へと応用され、2008 年のプロトタイプの構築から始まって 2011 年の実用モデル第 3 版の構築まで至っている。本稿ではこの  $L_{den}$  予測コンターモデル開発の経緯と概要、課題等を述べる。

### 2. 開発の経緯

#### 2.1 $L_{den}$ 予測コンターモデルの開発

わが国の航空機騒音予測モデルの歴史は 1970 年代に遡る。その当時ジェット旅客機の離着陸は空港周辺に甚大な騒音暴露を与え、深刻な公害問題を引き起こしていた。政府は被害の実態を把握するために騒音測定を実施したが、実施可能な測定点数に限りがあり、広範囲にわたる騒音暴露の状況を適切に把握することは困難であった。そのため予測して騒音コンターを作成することとなり、当時、米国連邦航空局（FAA）が使用してい

た予測モデル<sup>1)</sup>に倣い計算手法の研究が始められ、1978 年に最初の予測モデルが完成した<sup>2),3)</sup>。WECPNL を評価指標としてコンターを計算するモデルである（以下、WECPNL モデル）。WECPNL は 1973 年告示の航空機騒音に係る環境基準で最大騒音レベルのパワー平均値に観測回数の補正を加えて算定するとして定義されている。それ以来、WECPNL モデルは 30 年間にわたり性能機能の向上とデータベース拡充を図りながら活用されてきた。WECPNL モデルは環境基準とともに四半世紀にわたり騒防法の下に実施してきた騒音対策の基礎として重要な役割を果たした。

しかし、「航空機騒音に係る環境基準」が 2007 年末に一部改正され<sup>4)</sup>、騒音評価指標として  $L_{den}$  を用いることになり、駐機中の APU（補助動力装置）の稼働やエンジン試運転、タクシング（誘導路走行）等、航空機の地上運用に伴う騒音（以下、地上騒音）の寄与が重要である場合は考慮することとなった<sup>5),6)</sup>。地上騒音は空港近傍で騒音苦情の原因となることがあるためである。しかし、 $L_{den}$  モデル初版<sup>7)</sup>は、基準改正前に作られたため、WECPNL モデルと同様、計算対象を離着陸の騒音に限定し、離陸滑走以降と着陸リバースまでの飛行騒音のみ取り扱うものであった。そのため 2010 年にモデル改修し地上騒音を考慮できるようにした。これが  $L_{den}$  モデルの第 2 版である<sup>8),9)</sup>（図 1）。APU やエンジン試運転は有指向性の静止音源、タクシン

\* Developing an airport noise model using  $L_{den}$  as noise index

\*\* (一財) 空港環境整備協会 航空環境研究センター

グは離着陸に似た運航形態として取り扱うこととした。地上騒音の場合、周辺地域までの間に介在する建物等や地形の影響を強く受ける。そこで2011年にもモデルを改修し、防音堤・防音壁・ターミナルビル等の挿入損失を考慮できるようにした。地形が平坦でない場合の伝搬距離の変化を考慮する機能も追加した。これが $L_{den}$ モデル第3版である。

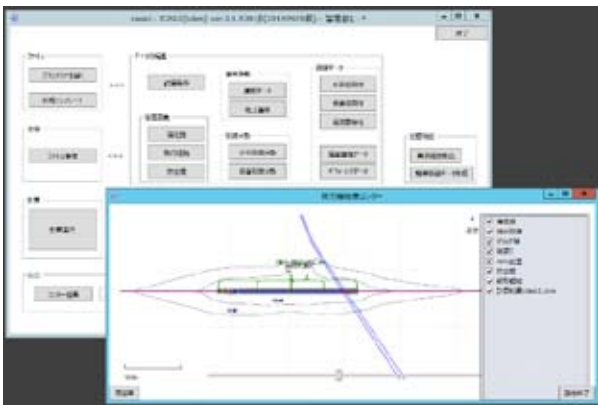


図1  $L_{den}$ モデルの操作画面(左上)と  
カウンター描画の事例(右下)

## 2.2 ECAC Doc 29 3<sup>rd</sup>との関係

ICAOは航空交通の環境影響に係る政策を検討するため航空環境保全委員会(CAEP)を設けている。近年は環境政策に費用対効果の検討を加え騒音・大気質のローカルな課題と地球温暖化の相互依存までも考慮して施策の在り方を検討する段階になり、CAEPにその検討を行う作業部会を設置して作業を進めている。CAEPの本会議は3年毎に開催され、2007年からの会期CAEP8に設けられたMODTF(Modeling and Databases Task Force)でその検討に使う予測ツールの選考が行われた。その検討作業に日本も参加し、2008年に $L_{den}$ モデルの情報提供を行った。この選考条件の要件として欧州の航空機騒音カウンターモデル開発の指針ECAC Doc 29 3<sup>rd</sup> 10)への準拠があり、それに適合できるように $L_{den}$ モデルを改修した。なお、ECAC Doc 29 3<sup>rd</sup>は、その後、ICAOのモデル開発指針に採

用され、ICAO Doc 9911 11)となっている。

## 3. $L_{den}$ モデルの概要

$L_{den}$ モデルは計算エンジンとデータベース、ユーザーインターフェースの3モジュールで構成され、そのほかに入力として幾通りかの情報を用意する。データベースは $L_{den}$ 計算の基礎となる情報で、機種別に騒音基礎データ・パフォーマンスデータ・指向性データが整備されている。データベースは新型の航空機が導入される都度、拡充される。

### 3.1 計算エンジン

計算エンジンはモデルの核となる部分で、航空機運航に伴う騒音をセグメントモデルと呼ばれる手法で算定する(図2)。セグメントモデルでは経路を多数の有限長セグメントに分割し、個々のセグメントを定常直線経路の一部とみなし、経路全体の騒音暴露に有限長セグメントの補正を行うことにより算定する。

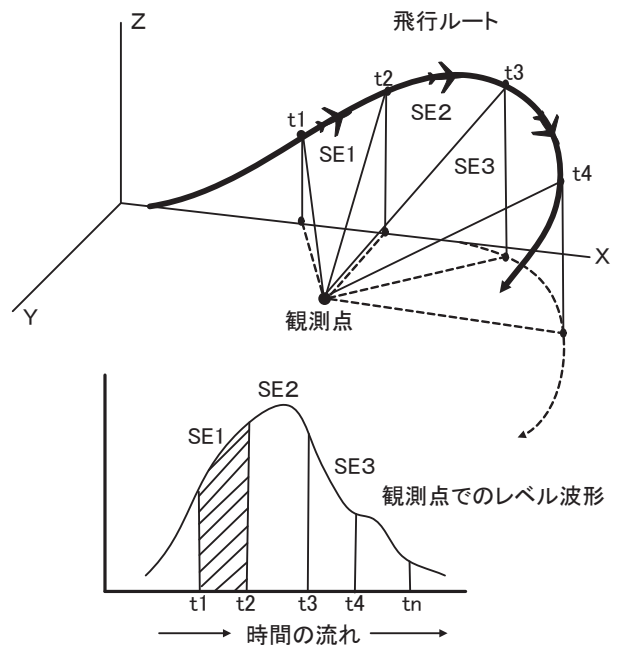


図2 セグメントモデルの計算概念図

**地上運用**：タクシングは飛行騒音と同じようにセグメントモデルで計算するが、速度一定で走行すると仮定する。APU やエンジン試運転は有指向性静止音源とみなし、高低の2段階または3段階の出力設定を持つ準定常騒音として音源位置・機体の向き・出力状態・継続時間を入力して計算する。

**地物等の遮蔽効果**：地上騒音は、飛行騒音と異なり地物の遮蔽減衰の影響を無視できない。ここでは道路交通騒音の有限長障壁モデル<sup>12)</sup>の手順を利用して遮蔽効果を計算する。

**地面の過剰減衰**：音が地面上を伝搬することによる過剰減衰量（EGA：Excess ground attenuation）の計算はSAE-AIR1751に基づくCAB方式や現用航空機の音源スペクトルで再構築したM1751方式、ECAC Doc 29 3<sup>rd</sup>のSAE-AIR5662を用いて行うようにしてある。

### 3.2 騒音基礎データ

騒音基礎データは機種別・推力別に距離と単発騒音暴露レベルの関係を与えるデータである。騒音基礎データは離着陸（リバーズを含む）、タクシング・APU・エンジン試運転について用意する。

### 3.3 パフォーマンスデータ

航空機運航時の高度・推力・速度の変化を飛行経路に沿って距離の関数として表現したものをパフォーマンスデータといい、機種別・飛行形態別・重量別に用意する。

ECAC Doc 29 3<sup>rd</sup>では機種別にエンジンと航空力学に係る係数を格納し、予測時に離陸重量や飛行方式に応じて推力・高度・速度を計算し、予測計算に適用するが、わが国の $L_{den}$ モデルではそうした手順を取らず、騒音基礎データ作成時に機上データを合わせて取得しパフォーマンスデータを作成している。その理由は国内で運航されている機材と

ECACのデータベースの機材は機種が同一でも大半はエンジン型式が異なること、上昇方式も国内での運用と異なることなどのためである。

### 3.4 指向性データ

APUとエンジン試運転の音源指向特性を30度毎の方位の補正值テーブルとして用意する。なお、飛行時の音源指向特性は有限長セグメントの補正に含めて考慮するのでここでは用意しない。

### 3.5 入力データ

予測条件に基づき離着陸と地上運用の運航回数、飛行経路とタクシング経路を規定した様式に表した結果を入力データとして与える。運航回数は離着陸では機種別・飛行形態別・重量別（離陸のみ）・飛行経路別・時間帯別の運航回数、タクシングでは機種別・走行経路別・時間帯別の運航回数を入力する。APU、エンジン試運転は機種別に運用位置別・出力状態別・時間帯別の運用時間長を入力する。

### 3.6 ユーザーインターフェース

Windowsのアプリケーションとして、一般ソフトと同じインターフェースを用いて予測条件の入力やデータベースの編集、計算エンジンの呼び出しを行えるように整備してある（図1参照）。

## 4. 予測の妥当性

$L_{den}$ モデルの妥当性は開発開始以来、随時、検証している。図3は開発初期（2003年）に離着陸騒音の単発騒音暴露レベル $L_{AE}$ の予測結果と自動監視の実測結果を比較した事例である<sup>13),14)</sup>。実測値は図に示した飛行経路の直下付近で三日間にわたり測定されたもので予測との差異は $\pm 1 \sim 1.5\text{dB}$ に止まっている。図4はプロトタイプの $L_{den}$ モデル作成時点の実測と $L_{den}$ 予測値を比較した事例<sup>15)</sup>であ

る。地点4, 7~10は離陸経路直下で乖離は±1dB程度、地点1は離陸旋回内側、地点2, 3, 5は外側で乖離は-3~3.5dBと少し大きめだった。地点11は進入経路直下だが乖離が+3.5dBと大きかった。この乖離の原因は予測において前者は経路分散設定、後者は平均経路設定に適切でないものがあったことと考えられる。

## 5. 今後の課題

$L_{den}$  モデルの検討課題について若干述べる。計算負荷に関する課題と計算アルゴリズムに関する課題がある。

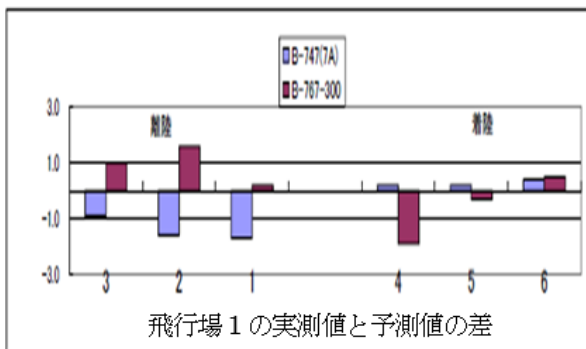


図3 飛行経路と測定点配置図および $L_{AE}$ の実測と予測の差

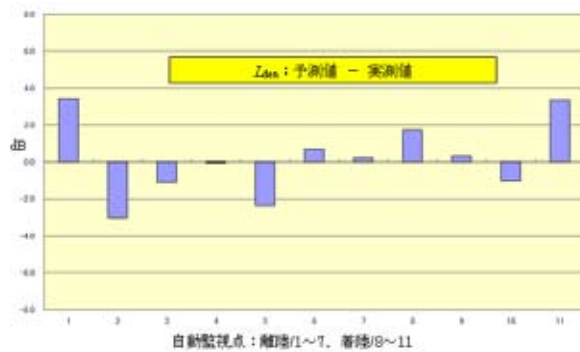


図4  $L_{den}$ の予測値と実測値の差

## 5.1 計算負荷増大の課題

$L_{den}$  モデルでの予測コンター作成の実務的課題として計算負荷や予測条件の入力作業の負荷が大きくなったことが挙げられる。

**計算負荷：**WECPNL予測は最大騒音レベルを基本とするので運航毎に受音点と飛行経路の最短距離を求め騒音基礎データのテーブルを引いて一つの値を算定すれば足りる。しかし、 $L_{den}$ 予測は単発騒音暴露レベルを基本とするため飛行経路を構成する全セグメントからの騒音暴露の寄与を算定し合算せねばならない。しかも音源が地上近くにある場合は建物等による遮蔽効果を考慮する必要があるため音源位置を特定するために該当するセグメントはプログラム内で100m以下の長さに自動的に再分割されセグメント数がさらに多くなっている。建物等の遮蔽影響を考慮するとレベル変化が激しくなり、カーブトレース方式ではコンター線の追跡が難しく、メッシュ計算の方式を使わねばならなくなった。これも計算負荷の増大を招く原因の一つである。

**予測条件の入力作業：**もう一つの課題として予測条件の入力の難しさが挙げられる。3.5節で述べた通り、運航回数を入力データは様々な条件別に作成する必要があるため、空港が大きくなると複雑なデータ処理が必要になる。地上騒音ではスポットや誘導路、滑走路進入離脱口の使用比率による按分作業も加わる。条件の一部を変えて騒音暴露の変化を調べる感度分析の必要性も高く、入力データ作成の負荷は否応なしに高まっている。

**計算負荷増大への取り組み：**計算負荷増大についてはクラウド化と並列処理導入で対応を図っている。感度分析の実施については変更する条件の運航だけ再計算するよう計算アルゴリズムを変更して対応すべく検討している。入力データ作成処理の煩雑さ増大についてはデータベースソフト活用で自動化することを考えている。



## 5.2 計算アルゴリズムの課題

$L_{den}$  モデルの計算アルゴリズムは基本的に ECAC Doc 29 3<sup>rd</sup> と整合するものであるが、地上運用の騒音に係る計算手順は改正基準に応じて追加したものである。

**過剰減衰**：過剰減衰は ECAC の補正式や 1751M（音源スペクトルを最近の機種に変更して AIR1751 の構築手順で作った式）も用意してあるが、コンターの継続性の観点から、WECPNL モデルから使ってきた CAB 方式（AIR1751 に上限値を設けたもの）を用いることが多い。だが、1751M は気象影響を考慮できる利点があり、ECAC は翼や機体による騒音の強調効果が考慮されている。そうした特徴の違いも踏まえ、どう整合するか、どう使い分けるかといった検討課題が残る。

**地上運用**：現在タクシングを定速走行と見做して騒音暴露を計算しているが、実際は途中で停止したり渋滞したりする。そうした違いの影響を精査し、必要に応じ対処できるよう検討しておくことが望ましい。

APU の騒音は、主エンジンと周波数特性が異なるために別個に騒音基礎データを作成し、過剰減衰は適用しない。周辺地域の実測値と比較して妥当性はみているが、更なる検証が必要である。

**地物等の遮蔽効果**：地上騒音の地物等による遮蔽効果の計算は現実の複雑な建物群を厚み無しの塀又は直方体の建物と見做して行っており、音源と受音点の間に幾つか建物がある場合は最も音源に近いものの遮蔽のみを考慮している。そうした地物が散在する複雑な状況下の騒音伝搬はコンターモデルの適用範囲を超えるが、波動音響理論を用いた計算等でコンターモデルの妥当性を見ておくことが望ましいと考えている。

**過剰減衰と障壁の相互関係**：過剰減衰と遮蔽効果はそれぞれ実績のある計算法を採用しているが、両者を独立に扱うか相互影響を考慮するかしなければならない。現在のところ、

独立に計算する方法と遮蔽物上に二次音源を置いて過剰減衰を計算するモードを用意してあるが、補正値が過大にならないよう上限を設けている。実地に妥当性検証をすることは容易ではないが、波動音響理論の計算を行い、どうするのが適切かを確かめる必要がある。

**パフォーマンスデータの整備**：前述の通り、パフォーマンスデータは実運航の機上データ等を活用して構築しているが、国際線や新型航空機の情報収集が簡単ではないため、ECAC や ICAO のパフォーマンスデータ計算機能の活用について海外との情報交流を進め、検討していく必要がある。

**その他**：ECAC Doc 29 3<sup>rd</sup> は  $L_{den}$  モデルにない機能、構築の仕方が異なる機能を有する。例えば気象条件による騒音基礎データの補正、機種グループ別の音源の周波数特性のデータベースの装備である。 $L_{den}$  モデルの適用範囲拡大には必要かもしれない。データベースも ECAC は運航に合わせた調整が可能な構造になっているが、 $L_{den}$  モデルは機種別に用意し、固定である。そうした違いの是非についての検討も意義あることと考える。

## 6. おわりに

本稿では空環協が開発し航空局が使用している  $L_{den}$  モデルの構築の経緯と概要、課題について述べた。コンターモデルの性能向上は、日本だけの課題でなく、先進諸国では各々が独自のモデルを持ち、長年にわたって検討を続けている。しかし、地上運用騒音の考慮は、わが国は基準改正により取り入れているが、海外は米国、EU、ドイツで検討し始めているところである。日本の経験や情報を提供し国際整合性を担保しつつモデルの性能向上を図っていくことが望ましいと考えている。

### 参考文献

- 1) Integrated Noise Model (INM) , Version 1, User's Guide, FAA (1978) .

- 2) J. Igarashi, Y. Ishii, I. Yamada: Computation and drawing of aircraft noise exposure forecast contour with the aid of mini-computer (in Japanese) , Report of the Inst. Space and Aeronautical Science 6, No.2 C (1973) 606-625.
- 3) H. Yoshioka: Evaluation and prediction of airport noise in Japan, J. Acoust. Soc. J. (E) 21, No.6 (2000) 314-344.
- 4) 航空機騒音に係る環境基準の一部改正について (2007)、環境省
- 5) 航空機騒音測定・評価マニュアル第一版 (2009)、環境省
- 6) 航空機騒音測定・評価マニュアル第二版 (2012)、環境省
- 7) Yamada Ichiro, Recent Progress in Development of Airport Noise Models in Japan, 19th ICA, Madrid, 2-7 SEP 2007
- 8) M. Sugawara, K. Iwasaki, H. Yoshioka, I. Yamada, N. Shinohara, The treatment of noise contribution due to aircraft ground activities on an airport noise model, INTER-NOISE 2011
- 9) 山田一郎、航空機騒音の予測における地上騒音の取り扱い、航空環境研究 No.18 (2014) , PP. 26 - 34
- 10) Report on Standard Method of Computing Noise Contours Around Civil Airports, ECAC/CEAC Doc No.29, 3<sup>rd</sup> Edition, European Civil Aviation Conference.
- 11) Recommended Method for Computing Noise Contours Around Airports, ICAC Doc 9911, International Civil Aviation Organization
- 12) 道路交通騒音の予測モデル "ASJ RTN-Model 2008" の解説と手引き 2009、日本音響学会
- 13) 吉岡序、山田一郎、エネルギーベースの航空機騒音予測モデルの妥当性に関する検討」日本騒音制御工学会講演論文集、2005.11
- 14) 岩崎潔、吉岡序、山田一郎、等価騒音レベルに基づく航空機騒音予測の考え方 -パイロットプログラムの作成、日本騒音制御工学会技術発表会講演論文集、2003
- 15) Information on LAeq-based airport noise model ( JCAB2-AERC) , ICAO/CAEP8 Meeting of Modeling and Database Task Force (MODTF) in 2008.

## ICAO CAEP の動向 \*

梅澤大輔\*\*

### 1. はじめに

CAEP (航空環境保全委員会) は、ICAO (国際民間航空機関) の理事会のもとに設置されている常設委員会の1つで、航空機騒音及び発動機排出物の国際基準等について技術的な検討を行い、ICAO 条約附属書 16 の制改定案を作成しています。CAEP 本会合は3年毎 (ICAO 総会のある年の2月頃) に開催されており、次回は2016年2月に第10回 CAEP 会合 (CAEP/10) が ICAO 本部モントリオール (カナダ) にて開催の予定です。また、各 CAEP 会合の中間年においては、毎年ステアリンググループ (SG) 会合が開催されており、前回 SG 以降の各 WG における検討状況の報告等が行われ、次の SG までの作業について議論を行っています。

なお、本誌第18号 (2014年) においても紹介しましたが、次回第39回 ICAO 総会 (2016年) に向け、理事会の指示のもと、世界的な CO<sub>2</sub> 排出削減のための経済的手法 (Global MBM: Global Market-based Measures) に関する技術的な項目についても CAEP で検討を行っています。

本稿では、本誌第18号 (2014年) への寄稿後、昨年9月にデンパサール (インドネシア) において開催された SG 会合の内容について紹介します。

### 2. CO<sub>2</sub> 排出基準

国際航空分野における気候変動対策の1つである CO<sub>2</sub> 排出基準の設定については、前回の CAEP サイクル (CAEP/9 サイクル) から段階的に検討が進められています。具体的には、前回 2013 年の CAEP/9 会合において、まず排出指標について合意しており、今回の CAEP サイクル (CAEP/10 サイクル) において、当該指標による CO<sub>2</sub> 排出規制値を具体的にどうするかについて検討を進めています。

昨年の SG 会合においては、排出基準の厳しさを変えた 10 種類の規制値案 (SO1 ~ SO10) について、それぞれについてのコスト効果分析計算を行うために必要なデータ収集や条件整理が終了したことが報告され、適用開始年 (新規航空機型式証明の申請時期による) として 2020 年と 2023 年の 2 つを想定して、実際にコスト効果分析計算に着手することについて合意しました。このコスト効果分析計算の結果、必要に応じて規制値案の絞り込みを行うことも SG の段階においては議論していましたが、その後、昨年末から本年1月にかけて数回にわたって開催された CAEP メンバーテレコンにおいて当該分析結果について議論した結果、現段階では規制値案の絞り込みは行わないこととしました。

なお、詳細は略しますが、引き続き、別の想定ケースについてコスト効果分析を行うこととなっており、これらの結果を総合して次回 SG (本年7月モントリオールにて開催予定) において、さらに議論されることとなってい

\* Recent trends of ICAO/CAEP

\*\* 国土交通省航空局安全部航空機安全課航空機技術基準企画室 室長

ます。

また、CO<sub>2</sub> 排出物関係で、もう一つ課題となっているのは、既に製造中の航空機に対する CO<sub>2</sub> 基準の適用の方法です。これについては、何をトリガーにして CO<sub>2</sub> 基準を適用させるか（新規耐空証明の取得が一定の時期以降であるもの、CO<sub>2</sub> 排出量に一定以上の影響を与える改修の実施など）や、適用基準を上記の新型式機に適用するものと同じとするかどうか等々について、検討が進められています。

### 3. PM（不揮発性粒子状物質）排出基準

大気中に浮遊する微粒子（PM）のうち、特にナノ粒子（数 nm ～ 100nm）については、肺胞への沈着など健康影響が懸念されており、自動車用ディーゼルエンジン等については近年急速に規制が強化されています。現在の ICAO 基準では煤煙が規制対象となっていますが、これを粒子の総重量や大きさを勘案した基準に変えることになっています。しかしながら、上記 CO<sub>2</sub> 排出基準の策定等 CAEP のリソースが逼迫しており、また必要なエンジン排出物測定データを揃えるまでにまだ時間を要することから、PM 排出物基準の策定を 2016 年以降の次の CAEP サイクル（CAEP/11 サイクル）先送りすることとし、今 CAEP サイクルにおいては、エンジン排出物測定データの収集、分析及び排出指標の検討までに止めることとなりました。

### 4. ヘリコプター騒音

ヘリコプター騒音については、SG においてノルウェー、スウェーデン等の国々からヘリコプター騒音の実情と対応の必要性が紹介されました。バランスアプローチの中でも発生源対策は重要であることから、ヘリコプター騒音基準の強化も視野に入れ、まずは我が国を含む 9 か国 CAEP メンバーで検討範囲（スコープ）を検討して、次回 SG に提案することとなっています。もし、ヘリコプター騒音基準の強化等について検討すべきとの結論になれば、2016 年以降の次の CAEP サイクル（CAEP/11 サイクル）において検討が進められることとなります。

現在の CAEP のリソースの相当な部分が MBM に関する技術的な検討に割かれています。MBM に関する内容は ICAO 理事会の直接指示に基づくものであり、機微な内容が多く含まれることから、この紙面でご報告できないのが残念ですが、ご理解頂けると幸いです。

なお、今回の SG は、現在の CAEP/10 サイクルの中間の SG であったことから、各 WG 等における作業状況やスケジュールを確認することが主な内容でしたが、次回 7 月の SG は CAEP/10 サイクルにおける最後の SG となることから、次号の報告はより内容の濃いものをお届けできると思います。

## ACI 環境常設委員会と地域環境委員会の活動について \*

安 齊 恭 子 \*\*

### 1. 始めに

成田国際空港株式会社は、その前身である新東京国際空港公団時代から国際的な空港間組織に加盟し、現在は ACI に加盟しています。その ACI の中の専門部会のひとつとして、空港にかかわる環境対策について協議する環境常設委員会があり、この委員会に弊社から現在、私が参加しています。また近年 ACI の地域組織であるアジア太平洋地域でも、地域環境委員会が設立され、環境問題に対する関心が高まっていることが伺えます。

本件では、ACI の環境常設委員会、地域環境委員会の活動を中心に、空港を取り巻く環境対策の状況についてご報告します。

### 2. ACI の組織概要と体系

ACI とは、Airports Council International の略称で、国際空港評議会と訳されています。1991 年、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) が統合する形で設立され、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世界機構となっています。

ACI の活動は、会員相互の協力はもとよ

り、個々の空港の声を世界の空港管理者間で共有、議論を行い、統一的な見解として取りまとめ、ICAO (International Civil Aviation Organization : 国際民間航空機関) 等の航空関係機関に表明、提唱すること、安全で環境に調和した航空輸送体制を確立することを目的としており、ICAO と IATA (International Air Transport Association : 国際航空運送協会) とともに、世界の民間航空業界を支える 3 本柱のひとつとなっています。

ACI の本部は設立以来、ジュネーブ (スイス) に設置されていましたが、ICAO との連携を強化し、航空産業における優位性を確保するため、2011 年 6 月にモントリオール (カナダ) に移転しました。ACI の会員数は 591、会員の運営する空港は世界 177 ヶ国・地域、1861 空港 (2014 年 1 月現在) に達しています。ACI には 6 つの世界常設委員会 (経済、環境、空港情報技術 (IT)、航空保安、技術・安全、簡易化) が設置されており、定期的に各委員会の会議が開催されています。

また、ACI は 5 つの地域 (アジア太平洋、北米、欧州、ラテンアメリカ・カリブ、アフリカ) に分かれての活動も行っています。アジア太平洋地域には、環太平洋地域、ハワイなどの島々、オセアニア、東南アジア、西アジア、中東地域が属しており、会員数 99、48 ヶ国・地域、587 の空港 (2014 年 9 月現在) が所属しています。また、本地域には 5 つの地域委員会 (環境、航空保安、運用・安全、経済、HR (Human Resources : 人事)) が設

\* Activities of the ACI World Environment Standing Committee and the ACI Asia-Pacific Regional Environment Committee

\*\* 成田国際空港株式会社 経営計画部 空港計画室 マネージャー

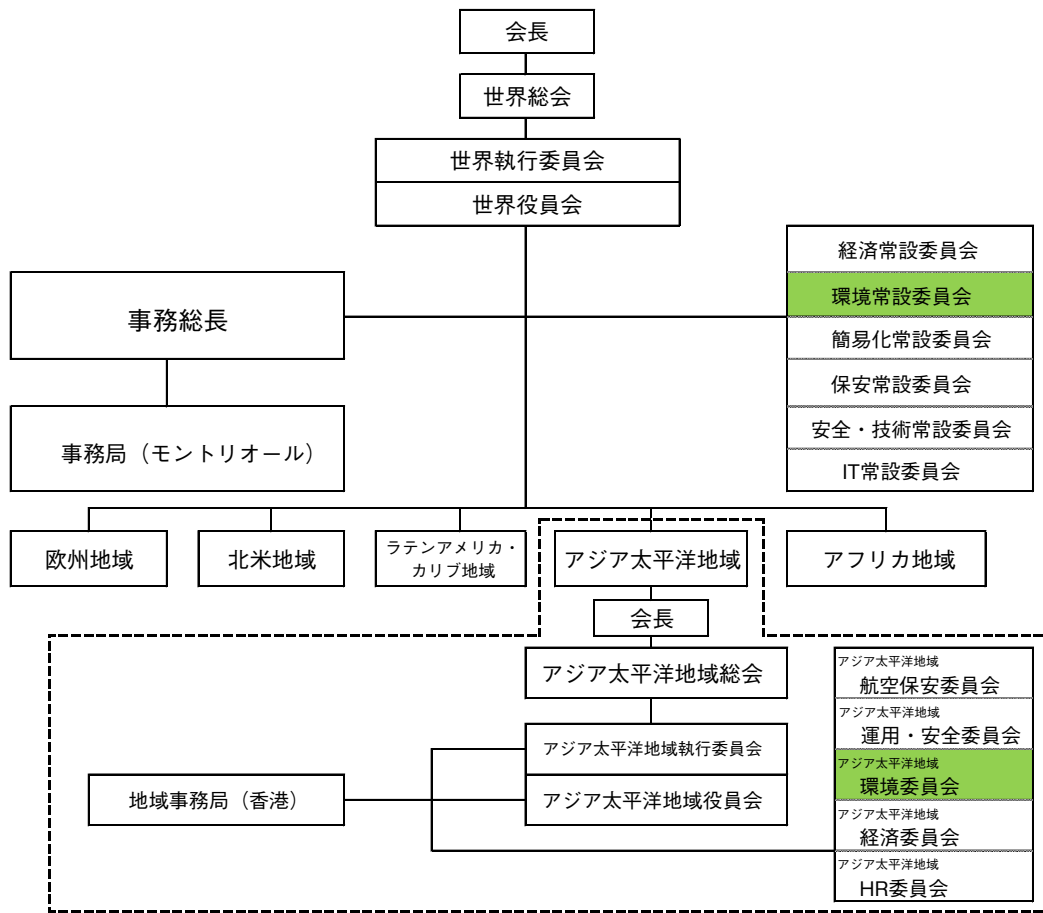


図1 ACI 組織図 (2015年1月現在)

置されています。(2015年1月より新たに地域経済委員会が設立されました)

### 3. 日本国内空港の加盟状況

日本からは、日本空港ビルデング株式会社、中部国際空港株式会社、新関西国際空港株式会社と成田国際空港株式会社の4社がアジア太平洋地域会員となっています。その中でも、成田国際空港株式会社 (NAA) は、前組織の新東京国際空港公団時代から長く空港間組織に参加し活動を続けています。1970年にはICAA、1987年にAOCIに加盟、ACI設立以降は太平洋地域に所属しており、2006年に太平洋地域がアジア地域と統合された後は、アジア太平洋地域所属となり現在に至っています。現時点における弊社のACI公式代表は副社長となっており、世界役員会、及び

アジア太平洋地域役員会で役員を務めています。他に日本からは、新関西国際空港株式会社社長がアジア太平洋地域役員会に参加されています。さらに成田国際空港株式会社からは、ACIの経済、環境、航空保安、空港情報技術 (IT)、技術・安全の各世界常設委員会、及びACIアジア太平洋地域の環境、航空保安、運用・安全、HR (Human Resources: 人事) の各地域委員会に社員が参加しています。私はACI環境常設委員会、ACIアジア太平洋地域環境委員会の両方に参加しています。

### 4. 環境常設委員会

基本的に、ACI各地域の環境委員会メンバーやACI各地域所属空港の環境担当者がメンバーとして参加する他、空港関係のコンサルタント会社などの方がオブザーバーとして



写真1 第29回環境常設委員会にて（2011年11月、オーストラリア／ブリスベン）

参加し、毎回20名ほどで10ヶ月に一度の頻度で開催されています。常設委員会は、ACI Worldが事務局を執り行っており、現在の本委員会の議長はスウェーデン空港会社の方が勤めています。

ACIがICAO CAEP（Committee on Aviation Environmental Protection：航空環境保全委員会）にオブザーバー参加していることもあり、CAEPでの検討案件の状況や結果などはこの委員会で報告されます。またICAOだけでなく、IATA、CANSO（Civil Air Navigation Services Organization：民間航空管制協会）などとも協力関係にあり、彼らとの協議についても常に報告が上がります。

常設委員会で議論、話題となるものは多岐にわたり、航空機騒音、大気質に関してはもとより、航空機エンジンの性能にかかわる問題や、空港を取り巻く関係者や地域との関係性の在り方への議論なども行っています。

## 5. 各地域の環境委員会

ACI worldに環境常設委員会があるように、ACIの地域組織の一部にも地域環境委員会があります。地域環境委員会を立ち上げているのは、欧州地域、北米地域、アジア太平洋地

域になります。それ以外のラテンアメリカ・カリブ、アフリカ地域も域内の空港の環境担当者間でメンバーリストなどを作成するなど、個別の活動を行っている様子です。

欧州地域は、域内約60の空港管理者やコンサルタント会社が参加する大きな委員会となっています。後述するACA（Airport Carbon Accreditation）なども欧州地域から生まれたもので、欧州地域各国の環境問題への関心の高さがうかがわれます。

北米地域（アメリカ・カナダ）は、各空港やACIの他、FAAや大学などと連携して、バイオフィューエルや騒音対策への取組みが盛んに行われています。

## 6. アジア太平洋地域環境委員会

2006年にアジア太平洋地域となってからも、本地域には地域環境委員会は設置されていませんでした。その代わり主要空港の環境担当者によるメンバーリストが作成され、電子メールなどによる意見交換を主に行っていました。しかしアジア太平洋地域の今後の航空需要の伸びに伴う環境問題への取組みの重要性と、本地域加盟空港の更なる環境対策の向上を目指して、2013年4月に地域環境委員



写真 2 第 4 回アジア太平洋地域環境委員会にて（2014 年 9 月、香港）

会が発足しました。発足時は 14 の空港管理者が参加していましたが、回を重ねるごとにメンバーが増え、2015 年 1 月現在、19 の空港管理者が現在参加しています。日本からは現在、成田国際空港株式会社が本委員会に参加、新関西空港株式会社が 2014 年に開催された第 3 回、第 4 回会議にオブザーバー参加しています。

現在、地域環境委員会では、メンバー空港の環境対策の状況などの報告や、委員会での共通の議論として、機内取り降ろしゴミの分別方法のあり方などを検討しています。また地域委員会が立ち上がったのを機に、アジア太平洋地域の加盟空港の環境対策調査を行う計画を立てています。これは、各空港の環境対策ポリシー、騒音、大気質、水質など全十項目について調査を行うものです。決して各空港の対策を比較するものではなく、本地域の置かれている状況と、各空港の状況を把握しようというものです。

委員会参加者の所属はほとんどが空港会社ですが、台湾（高雄）やサウジアラビアなどは、国機関の担当者が参加しています。ひとつの空港だけを管理する会社もあれば、複数の空港を管理している会社もあります。また本地域は、東アジアから中東地域、さらにオセアニア地域も含むため、暑い地域から寒い地域まで多様な気象条件下の空港が存在していま

す。さらに言えば、香港、バンコク、ドバイなどの大規模空港から、小さな島国の空港も存在しています。そのためそれぞれが抱える問題は大小さまざまです。また一方で地域として高い航空需要が見込まれるため、更なる拡張、発展を計画している空港が多い地域であるともいえます。現実には香港やドバイなど空港面積の拡大、滑走路やターミナルの増設を計画・実行している空港があり、それぞれが「守るべきもの」を見据え、「空港」がもたらす環境影響を最小に抑え、より多くの利益がもたらされるように努力を続けています。

## 7. ACI 騒音インデックス

ACI では全世界の空港が同じ基準を使用し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、ACI 騒音インデックスを提唱、2002 年 10 月、東京で開催された ACI 世界役員会総会で採択しました。ちなみに ACI 騒音インデックスは成田国際空港（当時は新東京国際空港）の提案によるものです。成田国際空港では、「成田航空機騒音インデックス」と名称を変え、2005 年 10 月から導入された新着陸料金制度の基準となっています。その後、環境常設委員会では、A380、B787 などのカテゴリー 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を鑑み、ACI 騒



table 1 Original ACI Aircraft Noise Rating Index (2002)

Criteria to be met concurrently	Categories					
	F	E	D	C	B	A
Cumulative EPNdB reduction from ICAO Chapter 3 standard of at least:	Less than 0	0 or more	5 or more	10 or more	15 or more	20 or more
Individual EPNdB reduction from ICAO Chapter 3 Standard at each noise measurement point of at least:	Not applicable	0	1	2	3	4

table 2 The Modified ACI Aircraft Noise Rating Index (2010)

Criteria to be met concurrently	Categories (and Former Categories)							
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
	(F)	(E)	(D)	(C)	(B)	(A)		
Cumulative EPNdB reduction from ICAO Chapter 3 standard of at least:	Less than 0	0 or more	5 or more	10 or more	15 or more	20 or more	25 or more	30 or more
Individual EPNdB reduction from ICAO Chapter 3 Standard at each noise measurement point of at least:	Not applicable	0	1	2	3	4	5	6

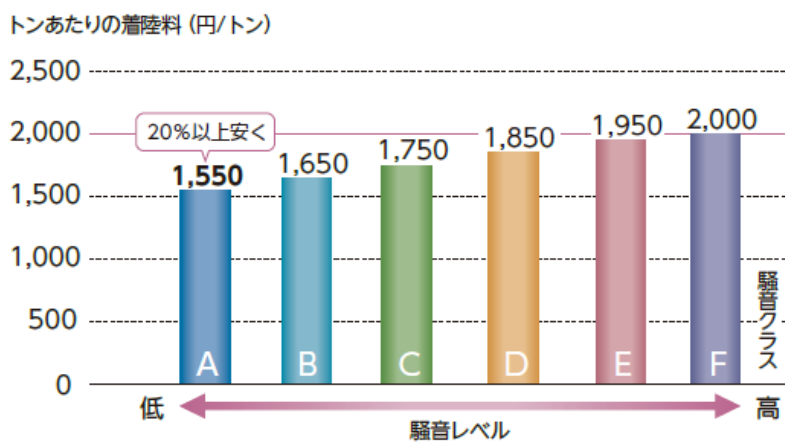


図2 成田航空機騒音インデックス別国際線着陸料 (2015年1月現在)

音インデックスの改訂が検討され、その改定案が2009年11月のACI世界役員会で提示され了承されています。

成田国際空港が採用している国際線着陸料金は、成田航空機騒音インデックスによる航空機の騒音カテゴリ（A～F）に応じて、着陸料を引き下げるといったものです。2013年度、成田国際空港に着陸した航空機の87.4%が、弊社が「低騒音型機」と位置付けるカテゴリA～Cに該当しています。これは近年、航空会社各社が機材更新の時期を迎え、更新に当たっては、最新鋭の技術を取り入れた新型機材の導入を進めていること、成田国際空港のこの料金体系が低騒音型機ほど着陸料金を優遇する制度であることが相まって、高いレベルを維持しているものと推察されます。当初、このACI騒音インデックスを着陸料などの料金制度に使用しているのは成田国際空港だけでしたが、ユーロエアポート・バーゼル＝ミュールーズ空港（フランス）、アイントホーフェン空港（オランダ）やフランクフルト空港（ドイツ）でも、その料金制度の一部基準に採用するなどの動きが出てきています。

## 8. 騒音基準（Chapter）について

ICAOは付属書ANNEX16において騒音基準を定めており、Chapter4基準は2001年に開催された第5回CAEP会議（CAEP/5）で採択され、2006年1月1日以降に製造、登録される航空機はこの基準を満足している必要があります。ACIはオブザーバーとしてCAEPに出席しており、その都度この騒音基準について意見、要望を出しています。

ICAOでは、毎年4～5%の間で航空需要が成長すると予測、これは14～17年の期間で交通量が倍になることを意味しています。そこでACIはICAOの騒音基準について、Chapter4基準より厳しい基準を設けるべきだとCAEP/7でICAOに対して働きかけを行ってきました。この騒音基準強化につい

て、2010年のCAEP/8では見送られましたが、CAEP/9で検討が行われ、同時に航空機からの排出ガス（CO<sub>2</sub>）規制についても検討が行われました。CAEP/9及びその配下のステアリングミーティングで、本件について継続して議論されていたこともあり、環境常設委員会でも会議の進捗報告やメンバー間での航空機騒音規制についての議論が活発に行われました。その中で、より厳しい基準を歓迎する一方、古い基準（Chapter3）下の航空機を早く退役させる方法は考えられないか、といった議論がありました。騒音エネルギーの小さい航空機が増えるよりも、Chapter3基準に該当する騒音エネルギーの大きい航空機が減らなければ、航空機騒音のエネルギー総量は下がらず、騒音レベルに効果が表れないという訳です。

結果的にCAEP/9ではChapter4基準からさらに強化された新しい騒音基準（Chapter14）が合意され、CO<sub>2</sub>排出規制に関してはCAEP/10に合意が持ち越されています。

## 9. 気候変動への取組み、ACAの広がり

現在、ACIで広がりを見せているのが、ACA（Airport Carbon Accreditation）です。全世界的に気象変動、温室効果ガス排出の増加が問題となっているのは周知の通りです。これに対し、航空関係業界はATAG（Air Transport Action Group）という組織を立ち上げ、この活動の中で、排出ガス低減に向けた取組みを行うこととし、それぞれの団体が対策を打ち出しています。空港管理者の集合団体であるACIが打ち出している取組みがACAです。ACAは「空港」が運用されていく中で排出される温室効果ガスの低減を目標とし、その排出管理、及び低減への取組みを段階的に評価していく仕組みです。ACI欧州地域がコンサルタント会社と共同開発したプログラムとして同地域に2009年6月から導入され、二酸化炭素排出問題への高い関心か



図3 ACAのメインロゴとACI各地域への進展年次

ら急速に普及していきました。2011年11月末にACIアジア太平洋地域、2013年6月よりACIアフリカ地域、2014年9月よりACI北米地域、そして2014年11月にはACIラテンアメリカ・カリブ地域も本認証制度を導入し、ACI全地域へ広がりを見せました。

ACAには4段階の認証レベル(Level1、Level2、Level3、Level3+)が設けられています。各レベルの概略は、

Level 1: マッピング (排出要因の特定とカーボンフットプリントの作成)

Level 2: 削減目標の策定

Level 3: 削減目標に向けた実行

Level 3+: 削減目標を遂行し、カーボンニュートラルな状態の確保

となります。

また一方で、ACI worldは従前からACI加盟空港が共通で使用することのできる温室効果算出プログラムの開発に力を入れており、カナダ政府などの協力を得て、カナダの国内空港で使用されていた温室効果ガス算出プログラムをベースに改良を加えたプログラム、ACERT (Airport Carbon And Emissions Reporting Tool) を2012年に発表しました。ACERTは、各空港の固有値(発

着回数、機材構成、消費エネルギー量など)や、空港までのアクセス手段の内訳、エネルギーの供給量、及び体制などをデータシートに投入すると、空港のどの構成要素から温室効果ガスが排出されているかを算出、図示することができます。当初ACAは欧州地域だけの制度として先に展開されていたこともあり、ACERTの存在が認識されておらず、ACERTとACAはACI worldと欧州地域でそれぞれ独立した存在でした。しかし、ACAが欧州地域だけでなく各地域へ広がりを見せ始めたこともあり、相互認識と親和性を図り、ACERT ver.2からACA Level 1、2に対応、2015年1月に配布されたver.3ベータ版からはACA Level 3に対応するよう改良が進められています。このことからACIが温室効果ガス排出低減に取り組む姿勢を推進していることが伺えます。これらの成果は、ACIの世界総会、及び地域総会でも報告されています。

アジア太平洋地域では、2015年1月現在、22の空港がACAに参加しており、香港、韓国/仁川、インド/ケンペコウダ、ラジフガンジー、インディラガンジーの5空港がLevel 3を取得しています。

残念ながら、日本からはACAへの参加、認証取得はまだありません。二酸化炭素をはじめとする温室効果ガスの排出問題、またそれに伴う気象変動への全世界的な警鐘はIPCC（Intergovernmental Panel on Climate Change：国連気候変動に関する政府間パネル）やCOP（Conference of the Parties to the UNFCCC：国連気候変動枠組条約締約国会議）でも報じられており、その対策は国家レベルのものを含み多岐にわたります。航空業界、とりわけ空港が独自に温室効果ガス排出抑制に取り組んでいくという姿勢は、全体から見れば小さな動きではあります。しかし空港は、空港管理者だけで成り立っているのではなく、様々な関係者の活動によって成り

立っています。これら空港関係者が協力して排出ガスを低減する努力を重ね、最終的に結果として現れる数値や排出量低減へのプロセスをACAは評価しようとしています。日本でも、こういった空港独自の取り組みが環境対策への姿勢として評価・認知されていくことを期待しています。

## 10. 環境対策と地域との関係

空港は、その立地条件、国や地域の考え方や政策により、個々に様々な事情を抱えています。それはどの局面においても同様で、「環境対策」も例外ではありません。騒音対策、大気質対策、水質対策など、重要度の差はあれ共通の話題や、冬季の空港表面や航空機の

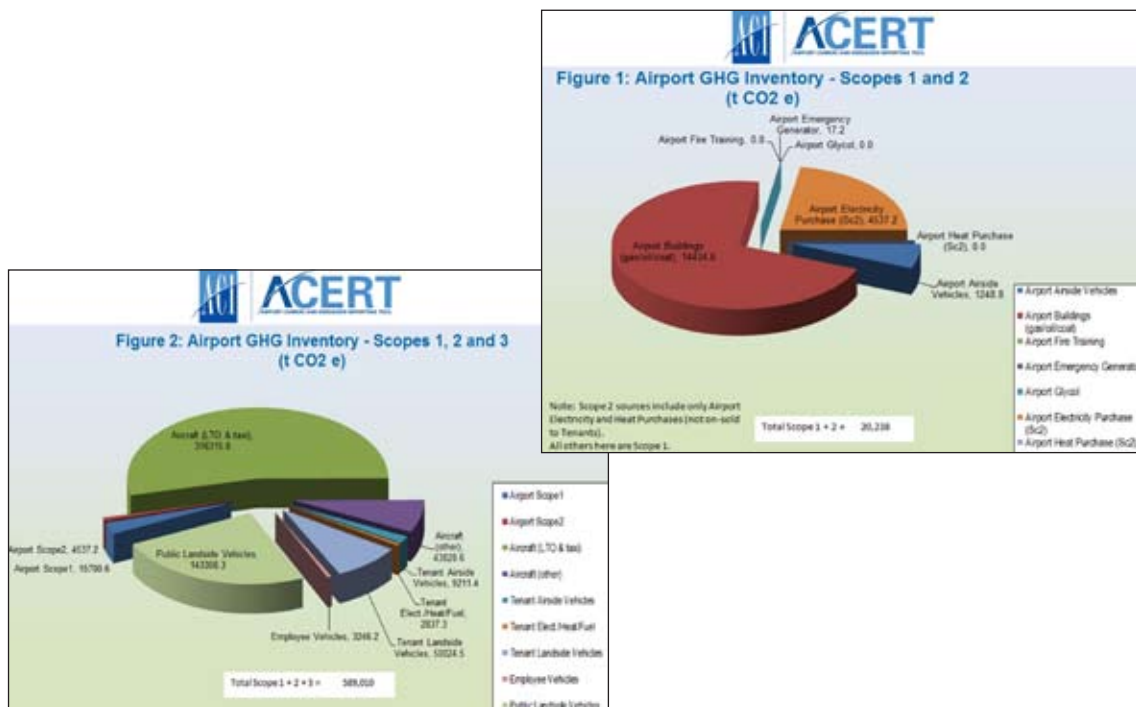


図4 ACERTの算出結果画面

除雪対策など地域的な特徴のあるもの、個々の空港が抱える固有の問題、例えば空港敷地内に化学的有害物質が点在しているため、その管理対策を取っているところなどもあります。それらの問題や対応策は、空港管理者が適切な空港運営を行うなかで必要な措置であるという性格である一方、空港の存在している地域社会の問題でもあるという一面もあります。「空港」の進展には、それ自身の努力、例えば空港能力の増強や、魅力ある便利なサービスや施設を提供していくことが必要となりますが、それに伴って周辺地域が受ける影響、環境的側面では、それこそ騒音や大気質などへの影響に対し、管理者だけでなく地域もそれにどう向き合っていくか、マイナスの影響を抑え、プラスの側面、結果として得られる利益をどう反映させていくかが重要になってきます。そのため、ACIではこれらの「環境対策」は空港や航空関係者だけの問題ではなく、周辺のコミュニティとの関係性も重要であるとの認識に基づき、ACIが発行している「ポリシーハンドブック」、「エアポートプランニングマニュアル」などで、環境対策、関係するステークホルダーとの関係性について重点を置いて改定作業に取りかかっています。

## 11. 今後の動き

現在、いろいろな場面で「サステナビリティ (Sustainability) : 持続可能性」という言葉を耳にします。ACIでも環境面だけでなく様々な場面でこの言葉が使われています。現代社会が「持続可能な」社会を目指していく中で、「航空と環境」というひとつの局面において、我々がどのように取り組み、活動していくのか、それはACIの抱える命題のひとつでもあるかと思えます。前述の通り、特に「環境対策」においては、それぞれの空港が、それぞれの国や地域の事情を抱えているため、単純に比較したり優劣をつけたりすることは非

常に難しく、求められる結果にも違いがある場合があります。そんな中でも世界の各空港は、自身を取り巻く状況を鑑みながら、少しでも良い状況を作り出そうと努力を重ねています。そして、至る所で謳われる「サステナビリティ」という考え方に対し、我々はどうか対峙していくのか、空港を管理・運営する立場にあるものとして、あるいは「航空」に携わるもののひとりとして、「環境」という要素にどのように取り組んでいくのかが問われる時代になって来ていると感じます。そして環境面においても投資家やNPOなどに代表される第三者や世論、地域社会によって、我々の行動が評価される時代にもなっています。これは言い換えれば、環境対策に関して積極的な情報発信を行うことで、第三者からの投資や、社会信用を得て企業活動に活かしていくということに繋がっていきます。環境に関する施策はえてして「投資」「効率」といった経済的な側面からは即時性もなく非効率なものとして映る一面があります。しかし昨今は「CSR (Corporate Social responsibility) : 企業の社会的責任」といった言葉で表されるものの中に環境対策が含まれている状況からも、重要な一面にもなっていることが伺えます。

ACIの環境常設委員会、地域環境委員会に参加している中で感じることは、航空業界の環境問題への対応や各国が取る対策事例など、ACIを通じていろいろと取得し自社に還元できる一方で、翻って自分たちの取っている環境対策や行動はどうだろうかと自問することが多くなりました。近年アジア各国も経済的な発展が著しく、空港もそれに伴って発展していくために積極的に環境対策を打ち出しています。「他人の芝生は青く見える」訳ではありませんが、そういった中で、ある意味で先行して環境問題に取り組んできた日本や国内の空港が、これからどうしていくのか、何か積極的な対策を打ち出すことが出来るのか、

空港自体の発展と共に我々は考えていく必要があるのかもしれませんが。

## 12. 最後に

空港の発展とそれに比例して増加する傾向にある環境影響について適正にマネジメントを行っていくこと、空港を取り巻くステークホルダー、例えば航空会社や管制機関、空港内事業者などと環境対策面でも協力体制を整えていくこと、そして周辺地域社会との関係

確立など、空港管理者として取り組むべき課題は多く、かつ短期間では解決できないものも多く存在します。ACIというひとつの世界的な組織において、同じ課題を共有し、解決への糸口を模索していくこと、そして広い視点で自身の足元を見つめることが出来る点においても、環境常設委員会や地域環境委員会への参加の意義は大きいと思います。さらにこれからは自らの新たな取組みも発信していきたいようになりたいと望んでやみません。

## ISO/TC43/SC1 の 2014 年定時総会及び 作業部会 WG45 等への参加 \*

山 田 一 郎 \*\*

音響関連の国際規格を審議する ISO の技術委員会 TC43 の第一分科会 SC1 (騒音) 及び TC43 本体 (共通事項) の総会、並びにそれらに先立ち開かれた作業部会に出席するため 5 月 17 日から 25 日に掛けてベルリンに出張した。会議は市内中心にあるドイツ規格協会 DIN で開催された。総会には TC43 国内委員会幹事、WG45 には委員として参加した。日程的には 19 日には WG56 (環境騒音の伝搬特性を計算するソフトウェアが満たすべき条件や不確かさを規定する規格案を審議する作業部会) の会合に参加、20～21 日は WG45 (環境騒音の測定・評価方法に係る規格 ISO 1996 の改訂案を審議する作業部会) の会合に参加、22～23 日は TC43/SC1 と TC43 本体の定時総会に参加した。なお、往路フランクフルトに立ち寄り、(以前フラポートの環境担当だった) Volker Nitsche 氏を訪問した。

TC43/SC1 では、前回総会以降、国際規格 IS を 2 件、国際規格一部修正 IS/Amd を 2 件、公開仕様書 PAS を 1 件、また、最終国際規格案 FDIS を 3 件、国際規格案 DIS を 8 件、国際規格一部修正案 DIS/DAM を 1 件、技術報告書案 DTR を 2 件、委員会案 CD を 10 件、委員会案の一部修正案 CD/DAM を 3 件、新

規作業項目提案 NWIP を 5 件、及び NWIP/DAM を 1 件、回付した。現在、進行中の作業項目 WI は 23 件、準備中の案件 PWI が 9 件である。

TC43/SC1 定時総会：日本の出席者は代表の橋秀樹 (東大名誉教授)、桑野園子 (大阪大学)、君塚郁夫 (日本アイ・ビー・エム)、倉片憲治 (産業技術総合研究所)、白橋良宏 (日産自動車)、井上仁郎 (産業医科大学)、山田一郎 (空環協) の 7 名であった。規格案の作成状況、WG の活動報告があった。SC1 総会は 22 日午後 2 時から 23 日 12 時過ぎに掛けて行われた。続いて TC43 本体の定時総会が開催され、午後 2 時には全ての審議を終了した。決議案のうち幾つかの事項を翻訳した結果を資料 1 に添付する。

以下、総会で討議された事項のうち航空機騒音に関係することを含め、幾つか紹介する。

- ・環境騒音の測定・評価に関する規格 ISO 1996-1 の改訂において騒音に対する社会反応が交通機関で異なることの補正の変更が検討され、航空機と道路交通の違いを現行より 2dB 大きくする案が採択された。鉄道騒音はこれまで反応が緩やかだとしてボーナス (負の補正) 適用が記載されていたが、わが国等の指摘によりペナルティ (正補正) 適用の記載を追加する案が採択された。純音検出の手順の記述を技術報告として別個

\* Report on ISO/TC43/SC1 General Assembly and WG45 Meeting

\*\* (一財) 空港環境整備協会 航空環境研究センター 所長

に出版する方向で了解された。電気自動車の低速走行時等の安全確保のために付加する音の測定に関する規格案も採択された。

- ・ 航空機騒音の自動監視について規定する国際規格 ISO 20906 の案を審議してきた作業部会 WG52 が 2009 年に規格が完成してから 5 年を経、業務は終了したとして作業部会を解散することになった。
- ・ TC43 は、長年、デンマークが事務局を務めてきたが、政府の予算カットで継続できなくなり、事務局の任を辞することとなった。上部委員会 ISO/TMD で事務局担当の選定投票があり、ドイツ・ロシア・中国が立候補したがドイツが引き継ぐことになった。SC1 総会の開会に先立ち、参加者全員が前方に並んで記念写真を撮影した。また、長年にわたって事務局を担ってきたデンマーク規格協会 L. Nielsen 夫妻の功を称えて、TC43 委員長から感謝の言葉が述べられ、記念品が贈呈された。2015 年の始まりとともにドイツ規格協会 DIN の事務局活動が開始された。

作業部会 WG45 の討議：WG45 の会議は 20 日朝から 21 日昼まで行われた。20 日午前 ISO/DIS1996-1 に関する各国意見への対応を審議した。航空機騒音は道路騒音に比して社会反応が厳しい。その補正值が以前より 2dB ほど大きい方に改訂された。鉄道騒音は、道路騒音より反応が緩やかだとして負の補正（レールウェイボーナス）が加味されてきたが、日本等が実情に合わないと改訂提案してきたものが受け入れられた。午後は新規に規格案を作成する風車騒音につきブレインストーミングを行った。21 日午前 ISO/2CD1996-2 に関する各国意見への対応を審議した。DIS の審議へ段階を進めることが認められた。日本の意見を説明し了解させた。

記述の一部につき山田が改訂案文作成を委ねられているが間に合わず、6 月中旬まで期限の延長を依頼した。なお、ISO1996 の現行規格は、わが国の航空機騒音に係る環境基準が引用している日本工業規格 JIS Z 8731（騒音の測定方法）の原規格である国際規格の最新版（2003/2007 年版）であり、現在審議しているのはその改訂である。わが国が不利益を被らないよう意見を述べてきている。

作業部会 WG56 の討議：会議は 5 月 19 日午前 10 時～16 時まで行われた。作業部会 WG56（ソフトウェアにより実施する騒音計算方法の品質保証）では環境騒音の伝搬特性の計算方法に関する規格 ISO9613-2 に基づいて作成されるソフトウェアが満たすべき条件や不確かさを規定する規格及び建物や地形の影響を考慮する際に必要な実務的取扱いについて規定する規格を審議している。今回は DTR 17534-3 に対して寄せられた意見への対応を審議した。この規格案は建物や地形の影響を考慮する際の実務的な取扱い方を規定しようとしており、JCAB2 の改良に参考になるため、討議内容を知りたいと考え、作業部会に参加したものである。

Volker Nitsche 氏の訪問：TC43/SC1 総会のベルリン開催の機会を利用してフランクフルト在住の知人 Nitsche 氏（フラポートの元環境担当者）を訪問した。同氏によれば、ドイツは連邦制で航空環境対策の担い手は州によって異なる、フラポートはヘッセン州にあり、環境対策は航空局が担当するが、ハノーバー・ハンブルク空港のあるニーダーザクセン州は州の環境省が担っている。全体的には航空局が担う州が多いとのことであった。

Bernard Berry 氏との雑談：TC43/SC1 総会に旧知の英国音響コンサルタント Berry 氏が英国代表として総会に出席していたので、ヒー



スロー空港の騒音問題の現状や英国の土地利用指針 PPG24 廃止以降の状況について尋ね、廃止後もまだ使われているとの情報を得た。

#### 資料 1 総会決議案 (抜粋)

決議 3 : ISO 4869-2 “防音保護具 – 第 2 部着用状態での実効 A 特性音圧レベル推定” の第 2 次委員会案 2CD をプロジェクトリーダーの最終修正後に国際規格原案 DIS として回付するため ISO 中央事務局に提出するよう要請する。

決議 4 : ISO 4869-6 “防音保護具 – 第 6 部 : 能動制御イヤマフの減音量測定” 第 2 次委員会案 2CD を用意し、意見と投票を求めて TC43/SC1 加盟国に回付するよう WG 17 に要請する。2 次 CD 案の提出期限は 2014 年 7 月 1 日。

決議 7 : ISO 14163:1998 “サイレンサによる騒音制御の指針” の定期見直しで改訂を要望する意見が多数寄せられたため、軽微な改訂として 2 か月投票規則で回付する。改訂案の用意を事務局に要請した。

決議 8 : ISO 17201-1 “射撃場騒音 – 第 1 部 : 砲口爆発音の測定による算定” の定期見直し投票の結果、適用範囲を変えずに改訂を行うこととなり、作業を WG 51 に割り当てることとした。プロジェクトリーダーは D. Kühner 氏 (独)。48 か月の拡張審議期間規則を適用して改訂作業を行うこととし、エキスパートを募集する。

決議 18 : “トーンの卓越を検出する手順” に関する公開仕様書 (PAS: Publicity Available Specifications) を作成することとし、L. Schmidt 氏 (独) をプロジェクトリーダーとし、WG 45 に作業を割り当てることとした。

決議 19 : ISO 17201-2:2006 “射撃場騒音 – 第 2 部 : 砲口爆発音と推進音の計算推定” の改訂を行うこととなり、作業を WG 51 に割り当てることとした。プロジェクトリーダーは D. Kühner 氏 (独)。48 か月の拡張審議期間規則を適用して改訂作業を行うこととし、エキスパートを募集する。

決議 20 : 作業部会 WG 52 “空港周辺の航空機騒音” を解散することとした。

## インターノイズ 2014 及び I-INCE 総会 \*

山 田 一 郎 \*\*

国際騒音制御工学会 (I-INCE) が主催する国際会議「第 43 回国際騒音制御工学会議インターノイズ 2014」が 2014 年 11 月 16 日から 19 日の 4 日間にわたりメルボルンで開催された。インターノイズは騒音振動制御に関するあらゆる事項を討議する国際会議で、I-INCE のスポンサーシップの下、アジア・オセアニア、南北アメリカ、欧州・アフリカの 3 地域の加盟団体が交代で開催している。今回はオーストラリア音響学会が主催し、実行委員長は Norm Broner 氏、論文委員長は Charles Don 氏であった。二人は主催学会の現会長、前会長である。

インターノイズ 2014 は、メルボルンの新名所、ヤラ川に面したサウスワーフ地区の中核施設、メルボルン国際会議場で開催された。2009 年完成の施設でオーストラリア最大の会議場である。2003 年の西太平洋地区音響学会議 WESPAC もメルボルンで開催されたが、十年程の間に沢山の高層ビルが建った。

会議は総合テーマを「騒音制御を通じて世界を改善する Improving the World through Noise Control」として開催された。会議日程は例年と同じで、初日が開会式と 1 件目のプレナリ (全体) 講演、2 日目からが本会議で 15 会場パラレルセッションの形式で開催され

た。最終日の午後には 2 件目のプレナリ講演と閉会式が開催された。本会議と並行して騒音制御に資する計測機器やソフトウェア等の展示会も行われた。I-INCE の定時総会や理事会、開催地選定委員会 Congress Selection Committee、今後の企画を討議する検討会 Future Congress Technical Planners も例年通り開催された。しかし、数年以上続けられてきた CAETS (工学全分野にわたる国際組織) と I-INCE の協力事業、騒音制御評価パネルの活動報告会はなかった。活動を主導する二人の元 I-INCE 会長 T. Kihlman 氏と W. Lang 氏が参加しなかったからである。

インターノイズ 2014 の参加者は正規登録が 37 か国から 1106 人の (2013 年は 1332 人)、同伴者登録が 80 人、学生登録が 199 人であった。計測機器等の展示会への出展は 47 社であった。参加者の国別内訳ではオーストラリア 207 人、日本 158 人、中国 102 人 + 香港 19 人、韓国 65 人、ドイツ 54 人、米国 46 人、ニュージーランド 29 人、英国 29 人、仏国 23 人、デンマーク 18 人、ベルギー 15 人、ノルウェー 15 人の順であり、日本の参加者数は昨年に続き開催国に次いで第 2 位であった。

発表論文は総数 791 編、うちプレナリ (全体) 講演が 2 編 (開会式直後と閉会式直前)、キーノート (基調) 講演が 4 編 (本会議の一日目と二日目の朝に 2 編ずつ同時開催)、一般講演は招待論文 248 編、投稿論文 465 編、ポスター発表 72 編であった。791 編中 98 編は査読付きであった。同一講演者の複数発表とし

\* INTERNOISE 2014 and I-INCE General Assembly Meeting

\*\* (一財) 空港環境整備協会 航空環境研究センター 所長

て申し込まれた論文は 69 編あった。登録費不払いで返戻された発表申込は 21 編であった。企画セッションの総数は 91、企画を依頼されたオーガナイザの総数は 117 名であった。

航空機騒音に関する企画セッションは 4 つあった。筆者等が企画、司会した「空港騒音の予測と測定」のほか、「航空機騒音への反応」、「航空機騒音に対する EU の取り組み」、「騒音政策」である。筆者等の「空港騒音の予測と測定」では 11 編の講演があった。以下、種別毎に主に航空機騒音に関係する発表について紹介する。

#### プレナリ講演

プレナリは、韓国の若手研究者 Jung-Woo Choi 氏によるサウンドスケッチと題した空間的・時間的音場制御の講演とオーストラリアの大学教授 Alan Lex Brown 氏による環境騒音管理の補助手段としてのサウンドスケープに関する講演の 2 件で、航空に関係するものはなかった。

#### キーノート講演

キーノートは 4 件あり、うち 3 件は能動騒音制御、マイクロホンアレイ、風車騒音、建築音響の講演で、残る 1 件のみが航空機騒音に関するものであって、英国の大学教授 R Jeremy Astley 氏が「技術は航空機騒音を容認できるレベルまで下げられるか？」と題して講演した。：1960 年代初頭のジェットエンジンの導入以来、燃料消費が 75% 削減され、エネルギー効率では年あたり 1.5% 改善した。騒音は第一世代ターボファンに比して離着陸で 15-20 dB 静かになった。1970 年代前半から一機当たりの騒音は平均的に年あたり 0.3dB 低減してきたが、航空交通量が年あたり 4% (英国は 2%) の割合で増えており、交通量増加と騒音低減が相殺し、改善になっていない。2020 ~ 2050 年に掛けて改善していくには技術のブレークスルーが必要である。

#### 企画セッション

航空機騒音関係の企画セッションで発表された講演の著者と題目を記す。

##### 騒音と健康：全体影響と感受性群

Hansell, A. 他、「ロンドンヒースロー空港周辺の昼間及び夜間の航空機騒音と心臓血管系疾患」

Sanchez, Diana 他、「航空機騒音の影響に関する経済的価値：英国における見方」

White, K. 他、「連続降下方式と通常進入方式のアノイアンスはどちらが低いのか」

Gelderblom, Femke B. 他、「民間機と軍用機の騒音が騒音のアノイアンスに及ぼす影響」

Cheramakara, N. 他、「バンコクスワナブミ空港における航空機騒音及びその他の環境面の影響に関する主観的選択評価」

Porter, N. 他、「次世代の航空騒音評価補助指標とその航空騒音制御における活用」

Adams, K., 「航空機騒音及び一般環境騒音のイベントの知覚に関する考察」

Ogata, S. 他、「成田空港における運航規制緩和が騒音と住民反応に及ぼす影響」

##### 空港騒音のモデリングと測定

McLeod, I. 他、「オーストラリアにおける航空機騒音の暴露予測への挑戦」

Weinandy, R. 他、「ドイツの空港における土地利用計画」

Shinohara, N. 他、「予測との比較のための測定による航空機騒音評価の信頼性」

Ishii, H. 他、「航空機の進入経路近傍における騒音暴露の平面分布の測定」

Filomena, V. 他、「イタリアの軍用空港周辺における騒音評価」

Wall, M. 他、「航空機騒音の最大騒音レベルの標準偏差の角度及び距離依存性」

Yamada I., 「音響伝搬に対する地形・地物の影響を考慮する実用法」

Yokota T. 他、「航空機騒音予測モデルのための気象と地面の効果による屋外音響伝搬への影響の実験的研究」

Arntzen, M. 他、「航空機の離陸騒音のモデル化における大気伝搬効果の考慮」

Zellmann, C. 他、「個々の航空機運航の騒音の伝搬に対する層状大気の影響」

Notario, A.、「単一モデルによる全騒音源の評価：騒音マップ作成用ソフトウェアにおけるINM及びECAC第3版の実施」

#### 空力音響学

Campos, L. M. B. C.、「航空機のエンジン騒音及び空力騒音の低減について」

#### 騒音評価における心理音響学

Morinaga, M. 他、「航空機騒音の心理評価に関する軍用機と民間機の違いの比較」

#### 航空機エンジン騒音

Chiarriotti, P. 他、「風洞試験中の回転翼航空機モデルの空力音の音源同定」

Blunt, D. M. 他、「プロペラ騒音モデルの巡航高度で飛行する航空機への適合」

Ji, Chenzhen 他、「騒音制動性能への穴あきオリフィスが及ぼす幾何的な影響に関するLattice Boltzmann法による研究」

Joseph, Phillip,「コヒーレンス法によるダクト内広帯域雑音場の特徴づけ」

#### ポスター発表

Takanashi, K. 他、「屋外拡声放送システムの音声明瞭度に対する航空機騒音及び多重反射音の影響」

#### 式典等

開会式は16日午後4時から行われた。最初にメルボルンの紹介があり、論文委員長が会議マスコットとしてコアラの縫いぐるみを紹介した。次いでアボリジニーの楽器奏者と三人の踊り手による演奏と踊りの披露があった。その後、組織委員長から挨拶と準備に携わった委員の紹介があり、会議の参加者数や論文数が説明された。最後に、I-INCE会長Joachim Scheuren氏の挨拶と開会宣言があった。式典の終了後にはホール前のロビーで歓

迎レセプションが行われ、飲み物とスナックが振る舞われた。

座長会議は、開会式の直後に、会議場から徒歩十分のヤラ川に面したレストランで開催された。セッションの進行や発表させ方については一枚紙の説明書が配られたのみであった。

バンケットは18日夜6時から会議場のホールで行われた。ホワイエで飲み物が振る舞われ、コアラや犬の歓迎があった。その後ホールに入り食事となり、バンド演奏と歌手の演奏でもてなされた。

閉会式は、19日午後3時から開会式と同じ大ホールで2件目のプレナリ講演に引き続き行われた。実行委員長が挨拶し、プログラム委員長が会議を総括し、I-INCE会長が閉会挨拶を行った。I-INCEの40周年記念を祝い、過去のインターノイズのスライド写真が写された。式の終了後は、ホール前のロビーで来年開催のサンフランシスコの実行委員会の提供で「さよならレセプション」が行われ、飲み物とスナックが振る舞われた。今度もバンド演奏があった。

#### I-INCE 理事会の概要

・ I-INCE 科学技術担当副会長の説明：

TSG-9 報告草案 Supplemental Metrics for Day/Night Average Sound Level and Day/Evening/Night Average Sound Level をWEBにアップし、賛否の投票を行う。投票期限は2015年1月15日。FCTPのアドバイザー任期の説明があった。西村正春氏の任期は本年末で終了。第4回のI-INCEシンポジウム「防音塀と静穏舗装の費用便益解析」を2014年1月16日にワシントンで開催した。来年は第5回シンポジウム「Buy-Quiet」をINTERNOISE 2015の一部として8月11日開催の予定。若手研究者表彰の経緯説明があり、2010～2014年の5年間に87人が表彰された（I-INCEが76

人を表彰し、賞金を授与した。また今回の会議でメルボルンからの表彰があり、11人が奨励金を支給された。)。前者に日本在住の中国人研究者1名、後者に日本人研究者1名の受賞があった。累積では日本人受賞は6人。なお、2015年は15人を表彰する予定である。

- ・ I-INCE 通信 WEB 管理担当副会長の説明：  
加盟団体への過去 Proceedings 等のオンラインデータベース提供を2015年1月から開始する。現在まで日本の INCE-J, ASJ を含む17団体が賛同し、支払いをした。  
I-INCE への新規加盟として、ASME の騒音制御・音響部門、クロアチア、エジプトの加盟と、ナイジェリアのオブザーバー加盟が認められた。

### I-INCE 定時総会

理事等の選任があり、東大名誉教授橋秀樹氏が元会長として名誉顧問理事をさらに1年務めることになった。小林理研山本貢平氏も加盟団体 (ASJ/INCE-J) 推薦で2015～2017年の任期での Asia-Pacific 選出理事 (Director-at-Large) に新任された。筆者 (山田一郎) はインターノイズ2011の実行委員長として2012～2017年の任期で理事をしているが、それとは別に理事会の指名を受けて2015～2017年の任期で Asia-Pacific 担当の副会長を務めることになった。汎米からの理事選出は2人の立候補があったために選挙となり、米国 James Thompson 氏が選ばれた。

## 第 11 回公衆衛生問題としての騒音に関する国際会議 (ICBEN2014) を終えて ～ ICBEN2014 組織委員会の一員として ～ \*

上田 (平栗) 麻理 \*\*

平成元年に置県 100 年を記念して開館した奈良県新公会堂において、6 月 1 日～5 日の 5 日間の日程で ICBEN2014 が開催された。この ICBEN 会議は、騒音の生物学的影響とその騒音政策への適用を議論する国際会議で、国際委員会 ICBEN (International Commission on Biological Effects of Noise)のもと各国委員が交代で主催してきた。過去 10 回の ICBEN 会議は、1968 年ワシントン開

催の第 1 回会議以降、2008 年までは 5 年ごと、2008 年以降は 3 年ごとに欧米諸国で開催されてきた (表 1 参照)。ICBEN2014 は初めてアジアで開催される ICBEN 会議で、20 余りの国から約 170 名の参加 (日本人参加数は約 70 名) があった。ヨーロッパを中心に、航空機騒音の健康影響調査等が積極的に行われている学会である。

開催年	開催地	参加国数	参加者数	日本人参加者数 *
1968 年 (第 1 回)	ワシントン DC (米国)	—	—	—
1973 年 (第 2 回)	ドブロクニク (旧ユーゴスラビア)	—	—	—
1978 年 (第 3 回)	フライブルク (旧西ドイツ)	—	—	—
1983 年 (第 4 回)	トリノ (イタリア)	—	—	—
1988 年 (第 5 回)	ストックホルム (スウェーデン)	35	約 220	19
1993 年 (第 6 回)	ニース (フランス)	41	約 280	25
1998 年 (第 7 回)	シドニー (オーストラリア)	37	約 250	27
2003 年 (第 8 回)	ロッテルダム (オランダ)	30	約 160	9
2008 年 (第 9 回)	コネチカット (米国)	25	約 160	8
2011 年 (第 10 回)	ロンドン (英国)	33	236	17

\* 正規登録者の数

表 1 過去の ICBEN 国際会議

\* ICBEN2014, from the standpoint of a member of the organizing committee

\*\* (一財) 空港環境整備協会 航空環境研究センター  
調査研究部

ICBEN2014 の開催にあたり、公益社団法人日本騒音制御工学会と一般社団法人日本音響学会の共催のもと、熊本大学・矢野隆教授を中心とする組織委員会が2011年に発足し、筆者は寄付・広告部会に加えて現地部会・事務局のフォロー要因としてその運営に携わった。また、会議に係るコンgresバッグ等のノベルティのデザインも小職が担当した。

ICBEN は Inter noise のような大規模な学会とは異なり、組織委員会も小規模な編成であったため、運営資金を確保するために寄付・広告部会として日々駆け回った。その結果多くの支援・協力を頂くことが出来、ノベルティ等の充実をはじめとする細かなおもてなしをすることが出来た。

国際委員会 ICBEN には、会長・副会長・事務局・前会長から成る執行部のもとに、下記の9つの国際研究チーム - Team 1: Noise-induced Hearing Loss (騒音による聴力損失)、Team 2: Noise and Communication (騒音と音声伝達)、Team 3: Non-auditory Effects of Noise (騒音の非聴覚的影響)、Team 4: Influence of Noise on Performance and Behavior (騒音の作業能率や行動への影響)、Team 5: Effects of Noise on Sleep (騒音による睡眠影響)、Team 6: Community Responses to Noise (騒音に対する社会反応)、Team 7: Noise and Animals (騒音と動物)、Team 8: Interactions with Other Agents and Contextual Factors (騒音以外の要因や背景要因との相互作用)、Team 9: Policy and Economics (騒音政策と経済) - があり、ICBEN2014 のテクニカル・プログラムもこれらの研究チームによるセッションと、基調講演、ポスターセッションで構成された。

今回、基調講演には Dr. Wolfgang Babisch (Federal Environmental Agency, Germany)、Prof. A. Lex Brown (Griffith University, Australia)、Prof. Staffan Hygge (University of Gävle, Sweden) の3名が指名され、6月2日～4日の3日間の朝一番にそれぞれ講演をお願いした。また、Team 7 と Team 8、2つの研究チームからの発表がなかったが、他の6つの研究チームから9件～38件の論文が投稿され、全体で110件を超える発表件数であった。各研究チームの発表は、Plenary Session や Parallel Session、Poster Session として4日間のスケジュールに組み込まれた。

また、伝統と格式高い奈良ホテルで開催されたバンケットでは、H25年度の海外調査で一緒した元国土交通省航空局環境・地域振興課 滝川伸輔課長にご紹介頂き、影山清奈良県くらし創造部長にご挨拶して頂けた。参加者も日本及び奈良県の熱いおもてなしに満足されている様子であった。

会期中、組織委員の一人が、ある大学の先生から「今まで参加した ICBEN 会議の中で一番良かったよ」というお褒めのお言葉を頂いた。自分の仕事ぶりは別として、若手メンバーを中心とする組織委員の献身的な活動、PCO・JTB スタッフの支援により、ICBEN2014 は成功裏に終わることができたのが何よりであった。

次回、3年後の ICBEN 2017 はチューリッヒ (スイス) で開催予定である。アルプス山脈を望む湖の畔で、音響学・生理/心理学・生態学・公衆衛生学・経済学等に関する熱い議論がまた繰り返されるのだろう。



写真1 開会式で講演する矢野組織委員長 (奈良県新公会堂 能楽ホール)



写真2 組織委員会メンバーと PCO・JTB スタッフの記念撮影 (Farewell Reception を終えて)

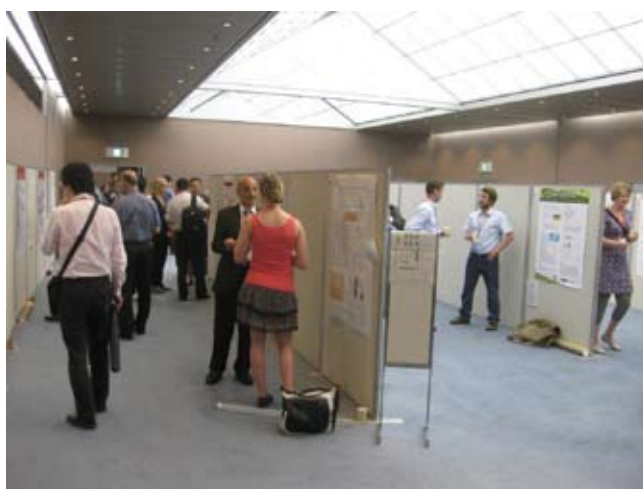


写真3 Poster Session 会場における質疑・討論の様子 (奈良県新公会堂 会議室 3・4)



## 騒音健康影響の動向 ～ ICBEN 2014 から～ \*

金子 哲也 \*\*,\*\*\* 後藤 恭一 \*\*\*

### 1. はじめに

生物学的騒音影響国際委員会 (ICBEN) 主催の第 11 回公衆衛生学的騒音問題国際会議 2014 (International Congress on Noise as a Public Health Problem) は、昨年 7 月に奈良で開催された。同会議は 3 年ごとに開かれ、前回はロンドンだった。ICBEN には、世界保健機構欧州事務局 (WHO/Euro) の騒音セクションのメンバーも居り、その方針に一定の影響力を持っている。本会議の全体の流れや今後の方針、次回開催地等については当誌別項に、スタッフとして運営に携わった上田研究員の記事があるので、そちらをご覧頂きたい。本記事では航空騒音と関わりが深い課題、とくにこの 10 年来この分野で焦点のひとつとなっている心臓疾患リスクと、その背景要因として重要な睡眠妨害に関する報告を取りあげたい。

#### 1.1 騒音パラドクス

冒頭の講演では、欧州・騒音心理分野の古株 R.Guski が航空機騒音の現状について、ある“造語”を引用して的確に概説した。その語とは、13 年前の国際会議「騒音制御工学会 (NOISECON2001 : Portland)」で J.Freytag が提唱した「航空騒音パラドクス (Aircraft noise paradox)」である。今日しばしば指摘されることだが、その当時からすでに、「各

航空機からの騒音は大幅に減ったにも関わらず、空港周辺住民からは『騒音がひどくなった』と評価される」ようになっていた。その原因のひとつとして、従来の物理エネルギーベースの騒音評価法が、住民不満などとの対比においては有用性を失っている可能性を指摘されたのである。これまで専ら音量削減を進めてきた環境騒音対策が当節、若干の針路の修正を迫られていることも既に予想されていた、といえるだろう。

#### 1.2 公衆とは

本会議の命題である「公衆衛生 (Public Health) 上の課題」として「騒音」を論ずるのであれば、当然ながら“人々:public”の“健康:health”が中心に据えられねば意味がない。さりながら対象としての“公衆”の把握も、“健康影響”の規定も、研究手法が違う分野間での概念的共有が難しいのは事実である。

公衆には当然ながら老若男女が含まれ、衣・食・住を含め多様なライフスタイルの人々が混在している。当然ながら、これらに関わる昼・夜のリズムや疾病への抵抗力においても、大きな差異が内包されていることになる。ウイルスや紫外線など、特定の有害因子による疾病・障害への“弱さ/強さ”は「感受性」と呼ばれ、個々人の間で少なからぬ差異があるが、騒音に対する感受性においても、アノイアンス、睡眠障害、ストレス関連疾患等々、それぞれにおいて個人差があるはずである。一般にどんな有害因子であれ、100 人の内の

\* Recent Data on Noise and Health from ICBEN 2014.

\*\* 杏林大学大学院

\*\*\* (一財) 空港環境整備協会 航空環境研究センター

何十人もが被害を受けるレベルでは、個人差の意義は相対的に小さい。対象集団に対するその因子の曝露量で、発症率がほぼ決まるからである。しかし、100人に1人、あるいは千人、万人に何人か、のレベルでは個人差の持つ意味が重大になる。ちなみに、シックハウス症候群に陥る危険性が高い化学物質過敏症の者は、100人に1～2人程度存在すると推定されている。大多数の人々が反応しないレベルの微量のホルムアルデヒドによっても、健康障害が現れる危険性が高いということだ。こうした感受性の違い、とりわけ感受性が高い“弱者：vulnerable group”を把握しておかなければ、公衆衛生の向上に寄与する有効な対策が実施できないことになる。

近年、欧州でよく指摘される騒音と心臓疾患との関連については、生命に関わる問題だけに、上記の感受性の評価と弱者の把握・保護が重大な課題である。しかしながら、心臓疾患死と環境騒音との関連を的確に把握するのは容易でない。人口1億3千万人のわが国では、虚血性心疾患の有病者数は大凡90万人程度。そのうちの約1割が毎年死亡している。欧州では虚血性心疾患の死亡率（人口比）がわが国の2～10倍あり、騒音による虚血性心疾患の増加は20～30%に相当すると報じられている。わが国で主要大都市圏の総人口概数2千万人をもとに、これに沿った数値を検討しようとするならば、年間4万人ほどの有病者、4000人程度の死亡増を検出せねばならない。もし観察対象が一般公衆1万人程度であれば、推定される死亡者数の増加は2名／年でしかなく、検出は相当に難しいが、この1万人規模の追跡調査でさえ、とりわけ騒音曝露から発症までの年月が長い疾患については、膨大な労力と費用が必要である。上述した騒音感受性等の個人差を考慮しなければ、有効な検討や対応が困難であるという理由は、ここにもある。

### 1.3 健康概念について

健康影響を論じる以前の、【健康】そのものについての共通理解も欠かせない。WHO憲章に謳う【身体・精神・社会のすべての面で完璧に良好であること】こそが健康だとするならば、世界70億人余の人々のうち一体何人が“健康人”よ呼べるのだろうか。常識的に考えればこれは、該当の適否を定めた基準ではなく、目指す方向を差し示す理念に他ならない。20世紀の終盤にWHOが唱えたスローガン「西暦2000年までにすべての人に健康を」に通じるひとつの哲学なのである。もしそれが具体的目標であったのならWHOは、身体・精神・社会のすべての面で完璧に良好になった人、なれなかった人を算定・評価し、未到達部分についての反省と事後策を表明しなければならないだろうが、そうではない。ここから考えれば、“アノイアンス”として表出される住民の不快感も、身体疾患と同列の“健康影響”であるとする「WHO欧州の哲学」－具体的には騒音の健康寿命への影響推定においてアノイアンスも算入している－と同じ地平に立てるか否かは、わが国の現状を鑑みて慎重に考慮する必要がある。

医学的評価・対応を要する課題として健康を取り上げるならば、医科学的な妥当性がなければならない。「証拠に基づく医療：Evidence Based Medicine」が求められる今日、比較的「証拠能力が高い」とされていた集団追跡疫学調査（コホート研究）でさえ証拠としての評価レベルは中の下にすぎない。重大案件となっている虚血性心疾患や脳卒中と騒音の関連については、相関研究の段階は終わったといえる。もはや従来からの漠とした「ストレス仮説」だけでは議論が定まらない。身体影響の招来機序について、より具体的な基盤がある睡眠影響に絞り込んで、踏み込んだ検討が求められる段階に来た、ともいえよう。

## 2. 交通騒音影響の関連演題について

上記の諸点を踏まえ、今回の会議で焦点となった“個人差”と“睡眠影響”を中心にいくつかの報告を紹介する。

### 2.1 空港周辺対策のパターンと効果について

標記の点を的確にまとめたのがUwe Müller & S.Bartelsの報告である。空港周辺対策における、いわば“結論”であり、指針でもあると言って良いだろう。彼らは、欧州の主要3空港、Arlanda (Stockholm)、Cologne/Bonn (Bonn)、Heathrow (London)における調査(COSMA Study: <http://fp7-cosma.eu/project>)から、住民の航空機騒音に対する評価を左右する諸要因について表1のように整理した。

表1 空港周辺住民との関係性の変化

● 悪化を招く要因	○ 改善をもたらす要因
夜間・早朝・深夜の不快感 仕事・安息の攪乱 健康被害の感情 対策必至の状況 個人の騒音感受性	当局対応への好感 いずれ慣れる、という認識 空港の経済的重要性の認識 防音対策への満足 居住地域への満足

(U.Müller & S.Bartels, ICBEN2014)

ここで示されたのはまさに、冒頭で述べた【航空機騒音パラドクス】を補う要因と言える。常々我々が指摘していたごとく、ただひたすらに音量を下げてゆくだけでは住民の不快・不満は解消しない、ということであろう。

### 2.2 睡眠影響に関わる個人間差

睡眠に関するM.Basnerらの報告では、騒音による覚醒の著しい個人差が再認識された。図1に示すように、最大65 dBの航空機騒音が一晩に64回発生する中での覚醒率が、最頻の者は88%であったのに対し、最少の者はたった3.3%しかなかったのである。この差異は単純にみて25倍以上の開きがある。道路/鉄道/航空機の騒音を4パターンで流した実験で得られた72名の覚醒頻度を、低い方から並べた様子は図2のようなものだった。パターンによる差異は顕著でなく、個人間差が著しいことが見てとれる。実際の騒音地域における個人差は、曝露に関わる外的要素と、反応に関わる内的要素とによって出現する。前者には“地域割り”だけでは説明しきれない家屋構造や生活様式等々による実際の曝露量の違い、後者には聴力や心理状態など音に対する感受性の差異が関連要因として挙げられよう。しかしながらこのデータには、地域研究の評価においては除外しなければならない「実際の曝露量の個人差」が存在せず、病者も幼児も含まない小集団でのデータである。このことを考えると、図2に現わされたバラツキの大きさは驚くべきレベルと言わねばならないだろう。“一般公衆”を単なる“一様なヒト集団”とみなす評価の不当を改めて思い知る。公衆への影響を単純な“割合と曝露量との関数”としてのみ扱うのは不適切だろう。睡眠妨害が交通騒音による健康影響の要であることが強く疑われることになった今、睡眠妨害に対する感受性の個人差について真剣に対処しなければ、いわゆる騒音弱者を健康被害から守ることはできまい。

騒音による睡眠影響については、関連が疑われる種々の要因を調整したデータ評価も報告されていた。

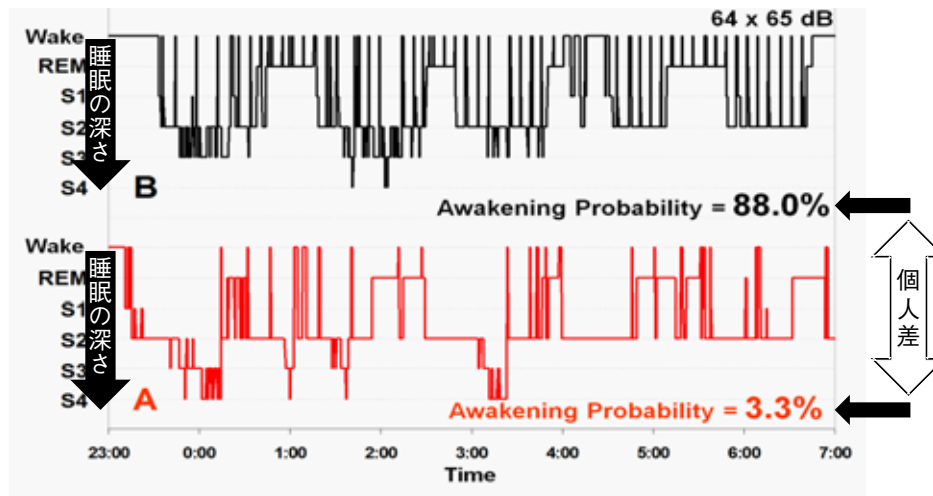


図1：航空機騒音曝露（最大65dB×64回/夜）下での睡眠変化  
M.Basner (ICBEN 2014)

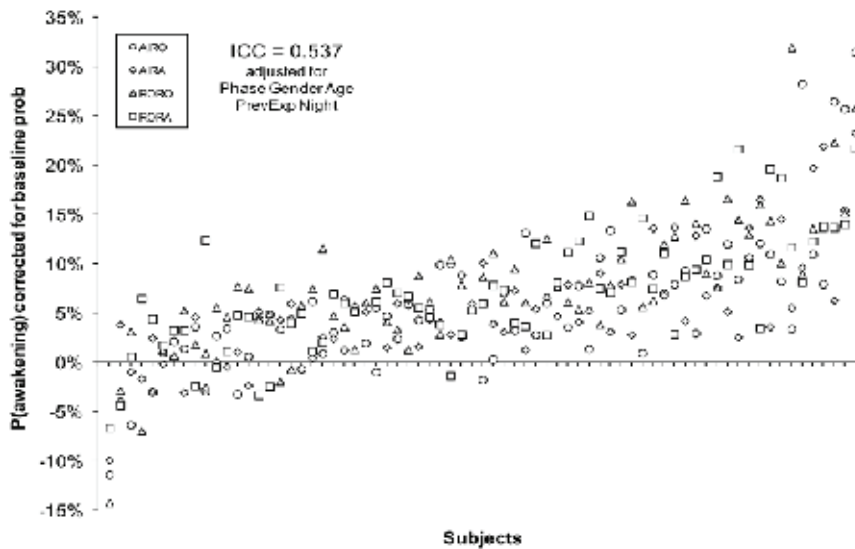


図2 覚醒確率の分布：最小から最大まで並べた72名のデータ  
騒音曝露（80回）の組み合わせ：  
○航空機+道路 ◇航空機+鉄道 △道路+道路 □道路+鉄道  
M.Basner (ICBEN 2014)

道路騒音と睡眠障害の関連を見た J Evandtらのデータを図3に示す。この報告では、「入眠障害」「中途覚醒」「早朝覚醒」の3要素の発生リスクがそれぞれ、夜間騒音量の増加に沿って増える事が示されている。しかしそれらリスクの増加の割合は、性・年齢のみを調整した場合に比べて、社会経済要因を加えて調整した場合に小さくなることも示されている。つまり、WHO 欧州の2011レポート「家屋の不備に伴う健康への環境負荷 Environmental burden of disease associated with inadequate housing.” に記述されていたように、社会経済要因（収入や職業）に左右されうる家屋構造や屋内環境は、騒音影響評価に欠かせないのである。逆の見方をすれば、「環境騒音量－睡眠」間の量－反応関係は、まだ捉えていない何らかの要因の導入で、より明らかになる－場合によっては少なくとも中レベル音量域までは、ほぼフラットに示なる－可能性もある。睡眠影響の大きさ、深刻さは、単純に環境騒音の大小で決まるわけではない。家屋構造や屋内環境の改善は、場合

によっては環境音対策以上に効果的に、睡眠の質の向上に寄与しうるだろう。

### 2.3 航空機騒音と健康影響

心臓疾患と脳卒中のリスクを航空機騒音レベルで比較した AL.Hansellらの報告は、また、社会経済要因の重要性と夜間騒音レベル、すなわち睡眠影響の大きさを示唆するものとして注目すべきだろう。英国では国営の National Health Service (NHS) に基づいて医療が提供されており、1年以上滞在の登録者を含めた地域住民の受療行動は、あまねく各病院・医院に記録される。各自が病院を任意に選んで、自分の都合で受診できる日本とは事情が大いに異なっている。それが故に、わが国では得ることが難しい、信頼性の高い受療データに基づく疫学調査が可能であり、「居住地域」と「受療」の関連も相当程度に確かである。

図4に示したデータによれば、脳卒中、冠動脈性心疾患、心臓血管系疾患のいずれにおいても、昼間騒音量との増加に沿って相対的

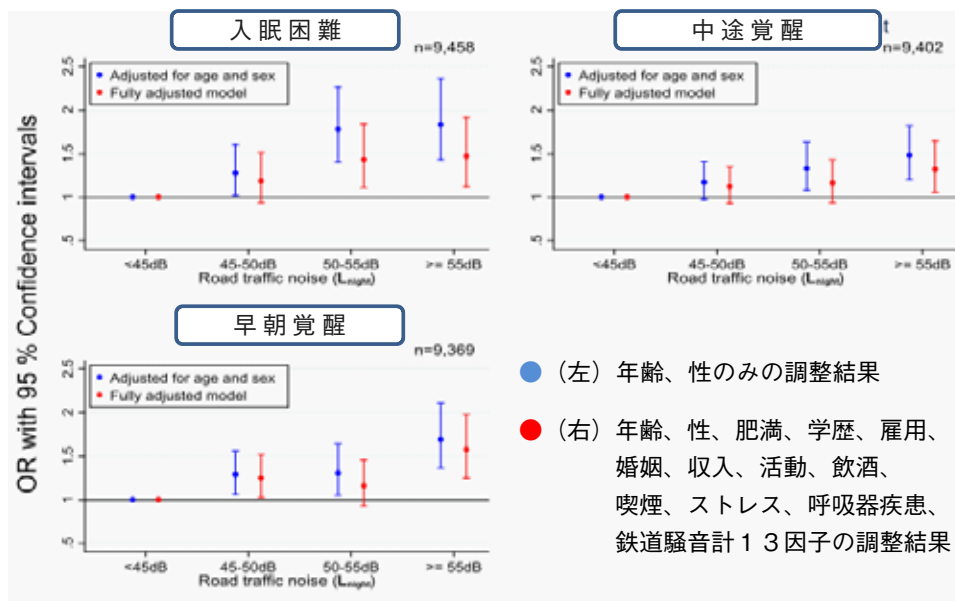


図3. 睡眠影響の各パターンの出現とオッズ比と95%信頼区間：

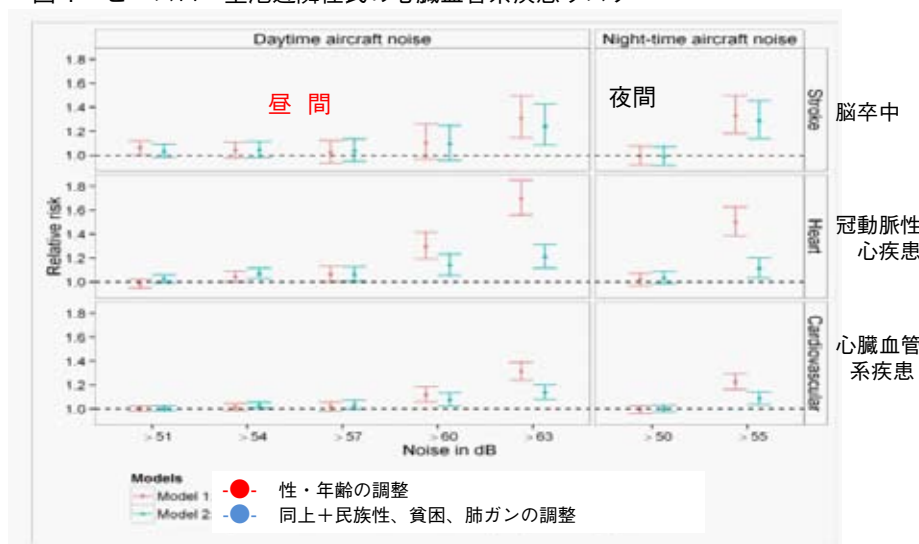
J.Evandt et al. (ICBEN 2014)

なりリスクが増加傾向を示し、昼間騒音では60～63dBで、夜間騒音では55dB以上でそれ以下に比して、明らかな差異が認められる。夜間の航空機騒音音量が高い地域は当然、昼間の同騒音も大きいと解するべきで、昼間騒音が疾患リスクを引き上げるかどうかについては、相応の注意が必要である。個々人の騒音曝露量から考えると、休息-就寝の時間帯である夜間は地域の環境騒音音量との相関性は高いだろうが、昼間の騒音曝露様態は生活様式・行動様式によって大きく異なり、地域の環境騒音とは必ずしも比例しないからである。端的には通勤・通学など当地外への移動によって、実際の騒音曝露量とは大きな乖離が生じる。単純に騒音曝露量で見た場合には、皮肉なことだが、都心部や工場地帯など、勤務先の方が居住地域より高いことさえある。建築業や製造業、販売業でもスーパーなど、職務による騒音曝露が遙かに大きいケースは少なくないだろう。単に環境騒音音量との関連を見るばかりでは肝心の健康リスクの制御は論じられない。他方、しばしばストレスとの相関

性が議論されてきた騒音アノイアンスは、曝露時の条件、たとえば休息や読書など静音を求める時など、活動状況等によって大きく異なっており、とりわけ睡眠妨害との関連が強いことは、多くの報告で知られている。これらを総括的に考えるならば、上記のような疾患リスク増加には、騒音による「睡眠妨害」が大きく関与していると解するのが妥当であろう。

この図4にはもう一つ注目すべきデータがある。上記のJ Evandtらの報告と同様、単純な性・年齢のみの調整結果と、民族性（アジア系、アフリカ系、等）や貧困、肺ガン（喫煙、大気汚染の関与大）などを加えた調整結果の比較では、いずれの疾患でも-とりわけ心疾患で-調整後の方が顕著なりリスク低減を示したことだ。すなわち、これも上記の睡眠影響評価と同様に、考え得る多くの要因を調整した結果でも「やはり騒音の影響が認められた」と解することと、これほど大きく変わるのであれば、「主犯」は調整済みの因子の中にこそある。さらに未測定の【何か】を加えれば、

図4 ヒースロー空港近隣住民の心臓血管系疾患リスク



病院受診【脳卒中、心臓疾患、循環系疾患】の相対リスクと昼間・夜間航空機騒音【年間人口比調整済みの関連】（但し、昼間≤51dB、夜間<50dBを基準とする）

AL.Hansell et al.(ICBEN 2014)

騒音との相関性はより小さくなる」と解すること、の両推論が可能であるわけだ。

いずれにせよ、WHO 欧州の唱える心疾患リスクの増大に関しては、従来の漠とした騒音リスクモデルではなく、「夜間騒音→ 睡眠妨害→ 心臓血管系疾患リスク増」という仮説を中心において、真摯に検証を進める必要があるだろう。

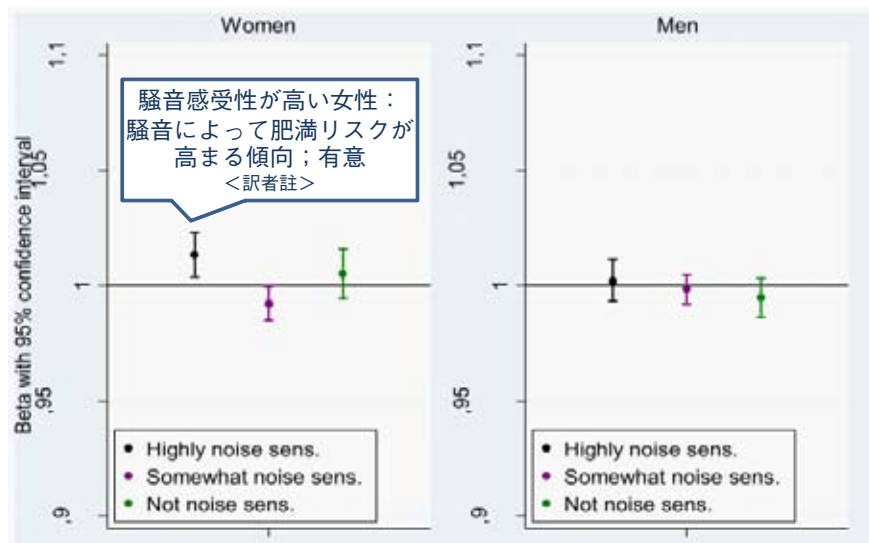
## 2.4 騒音と心臓疾患関連要因

心臓疾患のリスク要因のひとつに「肥満」があることは広く知られている。B.Oftedalらの報告は「騒音と肥満の関連」を見たもので、上記報告にも関わる興味深いものである。ストレスによる過食や、夜ふかし時の飲食は、巷間、しばしば話題にもなるように、肥満を招くおそれがあるからだ。この報告では、自己申告の騒音感受性で対象者を分け、それぞれのグループで道路騒音レベルと肥満率の相関性をみていた(図5)。その結果、男性ではいずれの群でも有意差はなかったが、女性では高感受性群で有意な増加が認められた、という。このデータでは、年齢、食生活、飲酒、

学歴、精神健康度、雇用、運動、睡眠、喫煙等に加え、男性では通勤を考慮した鉄道騒音曝露を、女性ではホルモン療法と婚姻も調整済みとされている。

騒音下の住民でコレステロール値が高いというデータや、夜間の騒音ストレスが脂質代謝に影響するというデータは従来から報告されていた。交感神経系と副交感神経系が昼夜、交番する周期を持つなど、体内の自律神経系とこれに関わる代謝が、約24時間周期(概日リズム: Circadian rhythm)で変動することはよく知られている。脂質代謝にも昼夜の活動-休息リズムが反映しており、本来眠っているはずの夜間に活動すると、栄養代謝変動 ⇔ 血中脂質増 ⇔ 肥満・血管変性を招いて、脳心臓血管系疾患のリスク増に至る、という「要因連鎖の図式」はしばしば語られる。ネズミの実験では確かに、睡眠の制限で脂質代謝に関わるホルモン(レプチン)が減って食欲亢進や糖尿病様の変化が起こるようだ。食餌制限をしても代謝は変化するが、制限が無ければ肥満化が促進されるだろう。しかし「寝るべき時に起きていれば腹が減る」

図5 交通騒音指標と肥満



騒音感受性別でみた、道路交通騒音10 dBの増加に対する肥満増加: 男女別リスク【年齢、食生活、飲酒、喫煙、活動性、精神保健等々を調整済み】

B.Oftedal et al. (ICBEN 2014)

のは自然の摂理である。「寝かさぬヤツが悪い」とはいえ、「体重増加の原因が夜間騒音だ」とまでいうのは因果連鎖の拡大、「風が吹けば・・・」の感が拭えない。眠りを妨げられるのは明らかな生活権の侵害だが、そこで夜食をとることまで騒音発生者の責任なのかが疑問に思えるからである。尤も、「眠れないから酒を飲む」「眠気の極限まで起きている」など、環境騒音によって曝露エリアの人々の食生活やライフスタイルに変化が生じ、それが心臓血管系疾患のリスクを上昇させるとしたら、それらは騒音の「間接的影響」として検討すべき課題なのかもしれない。

騒音感受性については、各人固有の特性とみるべきか、なんらか外部要因で変化するものなのか、各要因の寄与やその検出法の妥当性を含め、この部分だけを突き詰めた議論はほとんど行われていないように思える。騒音感受性がストレス反応など精神状態との関連性が高いことは知られている。他方、やや古いデータになるが、環境騒音のレベルが高いエリアほど、「自分は騒音感受性が高い」と申告する者も多くなる、という報告もあり(M.Kabuto, 2004)、騒音感受性そのものが環境条件など外部要因によって変動する可能性もあるのである。同じ騒音曝露下でもアノイアンスに個人差があるように、感受性の亢進も起きやすい人・起きにくい人があることも確かなようだ。環境騒音増→感受性増加→心理的負荷増大→騒音評価悪化→感受性亢進・・・という負の連鎖が起こるとすれば、騒音感受性を個人要因と捉えるべきか、それ自体を騒音影響の一部と見なすべきか、議論が混乱するかもしれない。騒音感受性が曝露の経過によって変化するとしても、一時点を切り取って議論する場合には、個人要因として処理せざるをえないだろう。ともあれ、肥満という身体的な変化の観察に、騒音感受性という「個人要因」を取り込んで解析したことが、本報告のおもしろい点である。

### 3. まとめ

環境騒音の制御で心臓疾患リスクを下げようとする試みは、その部分の相対リスクが相当に大きいと考えられるエリアが対象でなければ、努力の割に成果が乏しくなるは必定である。騒音以上に深刻なリスク要因を放置したまま、騒音曝露削減による疾病リスク削減を図る取り組みは、国民の健康、公衆衛生上の利益は少なく、膨大な資源の浪費に終わるに相違ない。繰り返すが、個々の被害が深刻でも発生率が低い健康リスクに対しては、集団(mass)からのアプローチだけをいくら重ねても、労多くして益は少ない、すなわち、総じて公益性は乏しくなるのである。

筆者らは今大会に、環境騒音被害に対する暫定的な対策・補償モデルを提示した。その骨子は、「公害」時代に行われたような、特定された個々の被害者への補償ではなく、大気汚染医療助成(註)をヒントに、地域のリスク増加に応じて行う医療費補填と、健康リスク削減に関する公衆衛生サービスを組み合わせたモデルである。具体的には、騒音感受性が高く、健康被害のリスクが大きい人々の抽出とケアを行いつつ、喫煙や肥満などのリスク寄与を相殺した上での虚血性心疾患等、騒音関連疾患に対する医療費の補填を進める対策である。俄には解決が望めない状況で、環境騒音による健康被害が潜在的に進行してゆくとすれば、その予防と補償は同時並行的に進めるのが現実的ではないだろうか。

いうまでもなく“公衆衛生の向上”は、日本国憲法・第25条に明記されている国の責務である。公衆衛生学的課題としての騒音問題は、“健康影響”のどの範囲までを、わが国環境施策の対象とするか、が問われている課題でもある。

註：東京都の助成は来年度から縮小される。



## フォーラムアコースティカムに参加して \*

上田 (平栗) 麻理 \*\*

### 1. はじめに

「7<sup>th</sup> Forum Acusticum 2014 (フォーラムアコースティカム 2014)」が2014年9月7日から12日、ヨーロッパ音響学会 (EAA) の主催により、ポーランドで開催された。3年毎に開催される Forum Acusticum は第7回である今回は、ポーランド音響学会 (PAS) がオーガナイザーを担当した。会議は、Keynote lecture と、33 の Structural

session、24 の Regular session で構成された。さらに、今回はポーランド音響学会と日本音響学会 (ASJ) との Joint session が開催された。参加者は42か国から791名であった (表1)。Closing ceremony における開催報告によると、PAS 及び ASJ のジョイントセッションにより日本からの参加者が例年に比べて2倍程度多かった。

表1 7<sup>th</sup> Forum Acusticum 2014 参加国と人数

Algeria	-	2	Greece	-	6	Poland	-	136
Australia	-	4	Hungary	-	5	Portugal	-	7
	-			-		Republic of	-	
Austria		13	Iceland		2	China		2
	-			-		Russian	-	
Belarus		1	India		1	Federation		18
Belgium	-	13	Iran	-	1	Serbia	-	4
Brazil	-	9	Ireland	-	1	Slovak Republic	-	6
Canada	-	1	Israel	-	1	Slovenia	-	3
Croatia	-	6	Italy	-	38	Spain	-	22
Czech Republic	-	10	Japan	-	65	Sweden	-	20
Denmark	-	36	Kazakhstan	-	2	Switzerland	-	12
Estonia	-	2	Korea	-	9	Netherlands	-	14
Finland	-	16	Malaysia	-	1	Turkey	-	5
France	-	43	New Zealand	-	1	United Kingdom	-	50
Germany	-	71	Norway	-	13	United States	-	10

\* 7<sup>th</sup> Forum Acusticum 2014 -Polish Acoustical Society  
- Acoustical Society of Japan special session stream-

\*\* (一財) 空港環境整備協会 航空環境研究センター  
調査研究部

## 2. 開催場所について

7<sup>th</sup> Forum Acusticum 2014 は、ポーランド南部にあるクラクフ市で開催された。クラクフ市は、ポーランドで最も歴史ある都市の一つであり、17世紀初頭にワルシャワに遷都するまではクラクフがポーランド王国の首都であった。会場は、クラクフ中心部でポーランド屈指の国立の工科大学とされる、AGH 科学技術大学 (AGH University of Science and Technology) である。ヨハネパウロ2世・クラクフ・バリツェ国際空港 (John Paul II International Airport Krakow-Balice : 通称クラクフ空港) は、市街の西約 18 km のところに位置する中規模の地方空港で、頻度も多くないため、会場では航空機騒音は気にならない程度であった。

## 3. ポーランド音響学会×日本音響学会 ジョイントセッション

ポーランド音響学会と日本音響学会の研究者の親交を深めることを目的として、7<sup>th</sup> Forum Acusticum 2014 ではジョイントセッションが開催された。セッション全体のコーディネータは、ポーランドは Adam Mickiewicz University (AMU) より Prof. Aleksander Sęk が、日本からは東北大学の鈴木陽一教授が担当された。表2に PAS × ASJ ジョイントセッ

ション構成と各セッションコーディネータを示す。ジョイントセッションは音響心理・マルチモーダル、信号処理、音声 (合成・認識等)、建築音響、超音波、音響環境・騒音、風車騒音、音響教育の8つのセッションで構成され、各セッションコーディネータ及び、チェアはポーランドと日本から一名以上ずつ担った。

今回の会議では特に、比較的若い年齢層の研究者が招集され、今後の音響分野を担っていくために、各国の専門の研究の動向を紹介し合い、ジョイントセッションの目的に挙げたように、ポーランド音響学会と日本音響学会の研究者の親交を深めることが目的の一つとされた。

筆者は、Environmental Acoustics において、高周波領域の騒音問題に関する日本の現状について紹介した。これまで、20 kHz 以上の高い周波数の音は「聴こえない音」として認識されてきたため、超音波 (Ultrasonic) の領域で扱われることが多かった。しかしながら、筆者等の研究により、幼児や20歳代の若齢層は20 kHz 以上の音であっても知覚可能であることが示された。そのため、騒音の領域として扱う重要性や対策・ガイドライン制定するための基礎的知見が今後重要であることを示した。



図1 7<sup>th</sup> Forum Acusticum 2014 の会場 (AGH 科学技術大学)

表2 PAS × ASJ ジョイントセッション構成とセッションコーディネーター

Structured sessions:	Section coordinators:
1. Psychoacoustics And Multimodal Perception (音響心理、マルチモーダル知覚) 11 件	Prof. Masashi Unoki (Japan Advanced Institute of Science and Technology) Prof. Aleksander Sęk (Adam Mickiewicz University)
2. Signal Processing (信号処理) 8 件	Prof. Kotaro Sonoda (Nagasaki University) Prof. Yoshinobu Kajikawa (Kansai University) Prof. Tomasz Zieliński (AGH University of Science and Technology)
3. Speech Science and Technology (音声) 10 件	Prof. Keikichi Hirose (The University of Tokyo) Prof. Grażyna Demenko (Adam Mickiewicz University)
4. Architectural Acoustics (建築音響) 12 件	Prof. Akira Omoto (Kyushu Univ.) Prof. Andrzej Kulowski (Gdansk University) Ph.D Tadeusz Kamisiński (AGH University of Science and Technology)
5. Ultrasonics (超音波) 8 件	Prof. Kentaro Nakamura (Tokyo Institute of Technology) Dr. Arkadiusz Józefczak (Adam Mickiewicz University)
6. Environmental Acoustics (音響環境 / 騒音) 9 件	Prof. Shinichi Sakamoto (IIS, The Univ. of Tokyo) Prof. Anna Preis (Adam Mickiewicz University)
7. Wind Turbine Noise (風車騒音) 6 件	Prof. Yasuaki Okada (Meijo Univ.) Prof. Rufin Makrewicz (Adam Mickiewicz University)
8. Educational Acoustics (音響教育) 9 件	Prof. Shin-ichiro Iwamiya (Kyushu University) Prof. Andrzej Kulowski (Gdansk University)

#### 4. おわりに

ポーランド音響学会と日本音響学会のジョイントセッションは8セッション全て同じ会場で開催され、研究者同士の親睦がより深まったように感じる。会議の合間には各国の空港関係の情報交換もでき、現在も当センターにおける海外調査等の際に有益な情報が得られている。若手研究者を積極的に Invite

し、このような貴重な機会を下さった鈴木陽一教授をはじめとする関係各位に深く感謝する。

なお、会議の最終報告は、Fa2014 ホームページに公表されている。関心のある方は下記 URL をご確認ください。

<http://www.fa2014.pl/>

## ポートランド国際空港における航空騒音管理のための取り組み (全訳) \*

フィリップ・ステンストロム \*\*

### 1. まえがき

オレゴン州とポートランド市はその積極的な環境管理と企画立案について米国で高い評価を得ている。我々が航空騒音問題について住民対応を行う際は「ポートランド港湾局が運営する空港を利用する航空機の騒音影響をできる限り最小化し内外のパートナーとの協力連携を促進する」ことを目標に任務を遂行している。本稿では過去 30 年にわたるポートランド国際空港の航空騒音管理の取り組みを論じる。



図1：米国オレゴン州ポートランドにあるポートランド国際空港の位置

行便の目的地には東京、アムステルダム、カナダのバンクーバーとカルガリー、メキシコのグアダハラ、サンホセデルカボ、プエルトバラータがある。近々、アイスランド航空によるレイキャビク線とコンドル航空によるフランクフルト線も季節運航の国際線として運航を開始する予定である。PDX は一年を通じてアジアや欧州に向けて直行便が運航する全米 14 都市の 1 つであり、貨物航空会社 8 社が利用し、F-15 戦闘機を飛ばすオレゴン州空軍第 142 戦闘機隊の基地でもある。

ポートランド港湾局はポートランド国際空港の他にゼネラルアビエーション空港 2 つを所有している。PDX は旅客数で全米第 29 位、貨物では全米第 24 位の空港であり、2 州にまたがり 350 万人を超える集客地域を有する。PDX がトラベルレジャーワールド誌の読者投票で 2013 年と 2014 年の全米第 1 位の空港に選ばれたことを我々は誇りにしている。

### 2. 背景

ポートランド国際空港（以下、PDX）は国内線と国際線を合わせて 14 の旅客航空会社が本拠地とし、国内 50 都市、国外 7 都市へ直行便が運航する空港であり、毎年 1,500 万人を超える旅客が利用し、毎日 500 便を超える定期便発着がある。PDX からの国際線直

### 3. ポートランド港湾局の騒音管理計画

ポートランド港湾局は、局所有 3 空港の周辺地域を対象に 35 年以上にわたって騒音管理計画を実施している。それにより航空業界と地域社会の双方を支援し、航空旅行が安全、効率的かつ便利で、航空機騒音の影響を最小にするものとなるよう図っている。騒音管理計画は、現在、空港運用グループ内の騒音アナリスト 3 名とマネージャー 1 名のチームで担当して実施している。

\* Approach to Aviation Noise Management at Portland International Airport

\*\* MBA, PMP 米国オレゴン州ポートランド市ポートランド港湾局騒音プログラムマネージャー

表 1：2013 年の騒音管理計画の統計値

	ポートランド国際空港 PDX	港湾局所有の全空港
年間運航回数	209,909	533,552
寄せられた苦情や意見の件数	2,516	3,372
苦情や意見をいつてきた人の数	194	352
上位 5 人の件数が全体に占める割合	88%	86%
(地域社会と航空業界の双方を含む) 利害関係者の取組み件数	13	31
情報源：ポートランド港湾局の航空機騒音・運航監視システム (ANOMS)		

### 3.1 持続可能性への配慮の公約

我々は、経済・社会・環境という持続可能性が重要な 3 要素を基底として配慮しながら業務を行うことを約束するとともに、騒音管理計画においては常にこれら 3 要素と運航の安全と効率に必要な事項の均衡を保つべく努力する。

### 3.2 地域的焦点

騒音管理計画は港湾局が所有・運営する 3 空港の航空機運航の影響に焦点を当てている。地理的にみればオレゴン州とワシントン州の複数の都市と 4 郡の地域社会である。PDX の航空機運航がもたらす便益と影響は多数の行政管区にまたがるので、地域住民の要求を満たすために多数の代表者と共同作業している。そのため、騒音コンター図から予想されるよりはるかに広い地理的な範囲が管理対象となっている。

### 3.3 騒音管理計画の要素

航空機騒音管理計画は（訳注：航空機騒音が激甚であった）1979 年に創設された。それ

以降、航空機技術が格段に向上し、静かで効率のいい航空機ができてきた。だが、騒音が空港と周辺地域社会にとって今も切実な問題であることは我々の地域だけでなく世界中にみても変わらない。

航空機騒音が我々の地域社会に及ぼす悪影響を認識したうえで、航空輸送サービスに対する地域の需要と航空機騒音を最小にしたいという地域社会の要望の間でバランスをとることに我々は心血を注いでいる。その使命を果たすための支援策として我々の管理計画は以下の要素を重要なものとして頼みにしている。

- すべての利害関係者に対し、理解し、敬意を払い、その利益のために尽くすこと。
- 皆が満足できる解決策を求めて提唱し、受容可能な妥協策を探ること。
- 地元（空港の周辺）、地域、国家、世界のあらゆるレベルにおける持続可能性の達成に向けてバランスのとれた取り組みを促進すること。
- 常に機会を見つけ利害関係者に対する我々の行動や奉仕を改善すること。
- 「唱道－協調－教育」モデルを使用すること。
  - ・利害関係者すべてに向け、各者の利益と目標を理解し敬意を払うと唱道すること。
  - ・利害関係者間の協調と関与を促すこと。集团的利益、障害、機会の理解に重要。
  - ・相互理解を確実にするため我々自身と協力者をともに教育すること。協調を有意義なものにするうえで必須。

### 3.4 リーダーシップ

我々は、地域社会及び米国内と国際的な航空業界により、騒音管理と利害関係者関与のトップランナーとして認められている。その職務改善の新戦略と機会を見定めていくことこそは我々の取り組みの基本理念である。長

年にわたり PDX において達成してきた成果の主なものは以下の通りである。

- 米国連邦航空規則 Part 150 に基づく「騒音との両立に係る調査」を実施した第8番目の空港であること。これは航空機騒音の影響低減の方策を見定め、評価し、推奨する自主的な調査計画である。最初の調査は1983年に終了し、これまで4回更新調査が行われた。
- 航空機エンジンの整備後試運転騒音を低減する地上試運転用防音囲いを建設した米国で3番目の空港であること。
- 北米において唯一、騒音軽減飛行経路確立のみを目的として VOR（超短波帯全方位式無線標識）航法装置（航法援助）を所有し、運用している空港として知られている。
- 市民参加の騒音諮問委員会を主催する米国で最初の空港の1つである。我々の委員会は1983年に設置された。
- 安全性と空域効率を強化しつつ騒音と環境の影響を低減する、衛星方式の次世代型航空輸送システム（NextGen）の航法手順を早期に採用した。

我々はまた数多くの航空業界の委員会や作業部会、プロジェクトチームに参加している。我々が関与する時は利害関係者の関与や地域社会の利益の唱道などを促したりすることに重点的に取り組むことが多い。最近の取り組みでは、以下のようなものがある。

- 空港の共同研究プログラム（全米科学アカデミーの一環）
- 航空輸送に伴う騒音と排出物の低減のためのパートナーシッププロジェクト
- NoiseQuest ウェブサイトプロジェクトチーム（訳注：ウェブサイトによれば FAA や NASA が後援し、研究機関やコンサルタントがコンテンツを作っている。前記パートナー

シッププロジェクトの結果、空港と地域社会の情報交流を目的として作られたようだ。）

- ACI（国際空港評議会）の北米支部
- カリフォルニア大学の騒音・排出物シンポジウム（プログラム委員会と発表者）
- 世界ヘリコプター協会：音響・環境委員会と FLY-Neighborly（訳注：近隣地域と調和する運航を推進することを目的とする）委員会
- 全米ビジネス航空協会（空港アクセス委員会）
- 欧州空港地域会議
- 米国連邦航空局「環境のための航空輸送における長所と統率力の認識」の核グループ
- 航空無線技術委員会の PBN Blueprint for Success（将来の成功のための性能準拠型航法詳細計画）タスクグループ
- 騒音制御環境を保証するための全米組織

#### 4. 騒音管理への全体論的アプローチ

我々は、航空機騒音に対する感受性は人によって異なることに鑑み、「著しい」騒音のレベルを定義する連邦や州の基準に留まらず、その先を考えている。騒音管理計画では、騒音問題に取り組むための3つの主要な戦略を柱としている。すなわち、「運航手順」、「技術」、「利害関係者の協力と関与」である。

##### 4.1 運航手順

航空機の運航手順は航空機騒音の管理において重要な役割を果たす。港湾局は航空機を運航しないし航行中の航空機を管轄する権限も無いが、管理する空港に関係して発生する航空機騒音問題を認識し、その悪影響を軽減する戦略を立てる責務がある。その取り組みの多くは、航空機運航者や米国連邦航空局（FAA）の航空交通管制者のような航空産業の利害関係者の支援や参加を頼みとするものである。

PDX の現在の運航方式は、1970 年代から実施している騒音軽減運航方式に基づくものである。新技術が利用可能になる都度、幾度となく強化されてきたが、コロンビア川上空に飛行を集中させ、住宅地域の航空機騒音をできる限り最小化するという目標は変わらない。

航空業界の協力者の助力によって騒音軽減手順を開発し実施してきたけれども、FAA や航空機運航者を含めた協力者を頼りとして可能な限り最も安全かつ最も効率的なやり方で航空機を運航させつつ、騒音軽減手順を設計し活用することを支援している。

こうした努力はこれまで大きな効果を上げている。大半は自主的なものであるが我々の空港の騒音軽減手順は非常に高い割合で順守されている。PDX の複雑な空域と様々な機種比率の混合運用 (fleet mix) を処理するため、騒音軽減チームは様々な機種に適用できる計画要素を開発した。2013 年のデータを用いた調査により、航空会社と航空交通が騒音プログラムを順守する割合は常に 85-95 パーセントであることを示した。

#### 4.2 技術

技術は騒音管理計画の重要な要素で、騒音管理チームや管制官、パイロットが使用するツールを含む。

航空機エンジンと機体技術の性能向上の結果、我が空港は騒音暴露レベルが大幅に低減した。一方、港湾局がしばしば主導した航法技術の改善もさらなる騒音低減を起こした。1984 年、我々は、通常 VOR 航行援助装置として知られる超短波帯 (VHF) の全方位無線標識航法装置を専ら騒音軽減のために設置した。VOR は航空機に、より正確な航行能力を与え、衛星技術に置き換わるまでの

29 年間、騒音影響の分散の低減に貢献した。2004 年、衛星航法システムの進化により得られる潜在的利益を認識し、アラスカ航空、ホライゾン航空、そして FAA と協力し、その当時は革新的であった GPS 技術の活用の可能性を探り、騒音軽減経路に沿って飛ぶ際の飛行精度を改善し、航空機騒音をさらに低減することをを行った。この作業の結果、PDX は広域航法 (RNAV) 技術を早期に採用した空港のひとつとなり、FAA の NextGen 計画の礎石の一角となった。

航空機の飛行を追跡する能力は地域社会の懸念に応え、飛行実態を監視する重要な手段である。我々は、1993 年に最初の飛行追跡システムを導入し、空港職員が騒音軽減手順の使用を監視したり PDX 近辺のコロンビア川両岸 10 カ所の地点で騒音レベルを記録したりできるようになった。システムは地域社会や他の利害関係者に対してより良いサービスを提供するため、絶えず更新されている。地域社会からの応答に基づき、2007 年のシステム更新でネットに情報公開する飛行追跡ツール Web-track を導入した。住民は Web-track を使って飛行活動を監視することができ、自分の地域あるいは自宅のそばを飛行した運航を特定して詳細な情報を要求することが容易になった。

#### 4.3 利害関係者の協調と関与

利害関係者との協調は、航空業界内の協力者であれ地域社会内であれ、騒音管理計画の基礎として役立つ。

##### 4.3.1 航空業界

航空業界の協力者との協調を通じて取り組むことで我々は世界で最も包括的で効果的な騒音管理計画の 1 つを開発することができた。また、航空機を運航し、空域を管理する地域と国の協力者と直接に共同作業を行うことで、



地域社会にプラスの影響を及ぼしている。地域の航空業界との協調の最近の事例として次の事例を挙げることができる。

- PDX の新入社員に対する FAA の航空交通管制官による騒音管理のブリーフィング
- PDX を利用する航空会社－騒音軽減手順の開発と拡張
- オレゴン州空軍やその他軍隊の運航者－騒音軽減手順の開発とパイロットの地域奉仕活動；PDX の市民騒音諮問委員会への技術アドバイザー
- 地域パイロットと飛行インストラクター－騒音計画教育のためのブリーフィング
- 地域の法執行機関のパイロット－騒音軽減手順の開発と地域奉仕活動
- 地元マスコミとニュース取材機のパイロット－教育的奉仕プログラム

#### 4.3.2 地元自治体と地方政府

我々は航空機を運航しないし、航空交通の管制も自分たちで行っているわけではない。航空業界のパートナーたちの助けを得て航空機の運航に伴って発生する騒音の地域影響を最小化している。同様に、我々は空港敷地境界の外では土地利用の権限がないので騒音と両立する土地利用や土地開発の奨励に当たっては地元自治体や地方政府と密接に協力して作業を行う。

騒音低減に運航方法の確立と航空技術の活用が重要なように、土地利用について優れた判断をすることは空港と近隣社会との両立性を確保するうえで不可欠である。たとえば、ポートランド、グレシャム、トラウトデールなどの都市との協力関係によりコロンビア川沿いの工業的並びに商業的な開発事業が促進された。これにより PDX から東西方向に高い頻度で行われる上空飛行活動の影響を受ける地域から住居等の騒音敏感建造物を遠ざけ

ておくことができる。

土地利用計画に有効なもう一つの協力関係は、「ポートランド国際空港騒音影響区域」(空港騒音区域の名称で知られている)を設定したことであった。航空機騒音のレベルが非常に高い空港に近接する地域の宅地開発を阻止する目的でポートランド市は 1991 年に空港騒音区域を設定した。他の管轄区における類似の取り組みに以下のものがある。

- 騒音影響指定区域 (ワシントン州バンクーバー市)
- 空港利用区域、空港保安及び両立指定区域 (オレゴン州ヒルズボロ市)

地方自治体のパートナーとの協力は土地利用計画の他にも広がっている。自治体以外の機関とも住民の航空機騒音に関する懸念を理解し対処するため、また受け持つ地域社会と接する機会を見定めるために密接に協力して作業を進めている。そうした取り組みを幾つか以下に紹介する。

#### 4.3.3 地域社会

(自治体等との) 協力と同様に重要なものとして地域社会の利害関係者との協力がある。代表的な者として、地元住民や地元政府、航空機騒音の影響を受ける者、港湾局の空港を使用する者が挙げられる。協力の事例としては以下のものが挙げられる。

- 地域貨物支線調査。これは飛行パターンを変えた時の影響を調べるものである。
- オレゴン州空軍の連続降下進入方式 (CDO) によるオーバーヘッドアプローチ計画
- NoiseQuest プロジェクトチーム (www.noisequest.psu.edu を参照のこと。)
- 空港の将来に関する騒音作業グループ。騒音に係る勧告の開発を目的としている。

- 航空騒音に関して地域社会の住民を対象に啓発教育を行う航空騒音 101 ワークショップ。

#### 4.3.4 諮問委員会

我々港湾局は、利害関係者の役に立つとともに利害関係者の関与を深めるための改善策を見定める助けとして、地域社会のニーズと利益を代表する市民の参加を得ている数多くの諮問委員会を主催している。これらの会議への一般の出席や討論への参加は常に歓迎され、議事次第には一般参加者からの意見陳述や質問の時間が設けられている。

- PDX 市民騒音諮問委員会
- ヒルズボロ市空港円卓会議意見交換会
- PDX 地域社会諮問委員会

#### 4.3.5 利害関係者からみた利用のしやすさ

我々ポートランド港湾局は、利害関係者、特に地域社会の利害関係者にとってアクセス可能かつ利用しやすい関係であるよう努力している。騒音関連情報を説明する電話窓口は24時間、週7日間利用でき、就業時間帯には担当者が常駐する。我々のウェブサイトには騒音管理計画や諮問委員会の情報、誰でも利用できる飛行追跡ツールの情報が掲載され、

意見や懸念を電子的に投稿するための手段も用意されている。電子メールを使用する通知システムを設け、これからのイベント予定や滑走路閉鎖による飛行経路の変更のような航空機騒音の変化をもたらす可能性のある状況を積極的に住民に知らせている。我々はまた、関心のある加入者に情報を積極的に送信するためソーシャルメディアも活用している。

これらのツールに加え、騒音チームのメンバーは地域社会に出掛け、航空機騒音を懸念する個人やグループと対話の機会を持つ。この取り組みによって問題とされていることや懸念へのより良い理解をもたらし、解決策を見定めるに当たっての協力関係を促進する。我々はまた、多くの市議会や郡の委員会の会合、町内会の会議、地域社会の農産物直売市、様々な地域社会や学校の行事に出席することも行う。

30年以上にわたる経験に照らせば、空港の隣人や利害関係者との長年にわたる進行中の関係の保持は、地域を住みやすくし、地域社会や業界のパートナーを支えるという我々の目標達成の助けとなる。

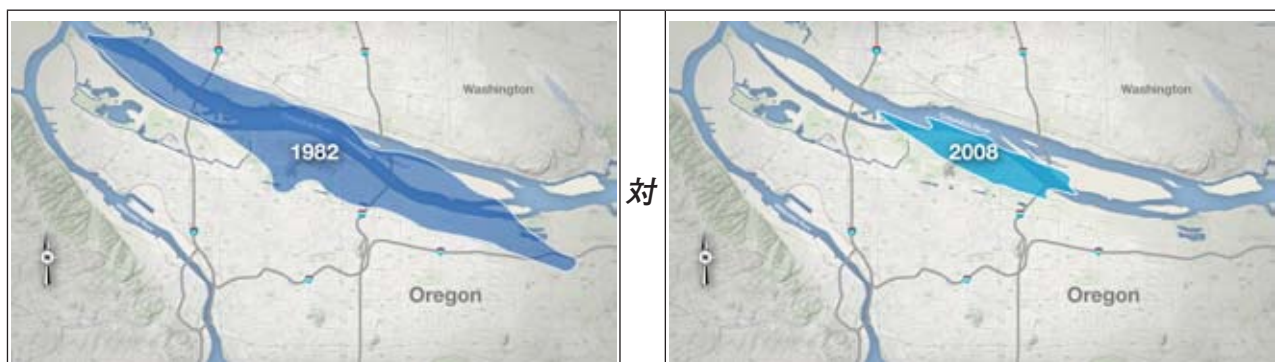


図2: 先を見越した25年にわたる航空騒音管理

1983年にPDXの騒音管理プログラムが開始されて以来、連邦政府の定義による「高い騒音レベル」にさらされる面積は、1982年の19,840エーカーから2008年は3,701エーカーまで減少した。これは80パーセントの減少である。騒音影響を受ける面積が減ったことで、高い航空騒音レベルにさらされる住民の数は1981年の890,000人から2008年は0人までに減少した。

## Approach to Aviation Noise Management at Portland International Airport (原文)

Philip Stenstrom \*

### Introduction

The state of Oregon and the city of Portland have earned a national reputation for proactive environmental stewardship and planning within the United States. When we engage with residents on aviation noise issues, we are executing our mission to “Minimize, to the extent possible, the noise impacts from aircraft utilizing airports operated by the Port of Portland. Encourage cooperation and collaboration with internal and external partners.” This article will discuss the elements of our approach to aviation noise management at Portland International Airport over the past three decades.



Figure 1: Location of PDX in Portland, Oregon, USA

### Background

Portland International Airport is home to 14 domestic and international passenger airlines offering nonstop service to 50 domestic destinations and seven international cities. PDX serves more than 15 million passengers annually, with more than 500 scheduled arrivals and departures daily. International nonstop destinations from PDX include: Tokyo, Amsterdam, Vancouver BC, Calgary, and Guadalajara, San Jose del Cabo and Puerto Vallarta in Mexico. We will soon have seasonal international service on Icelandair to Reykjavik, and on Condor Airlines to Frankfurt. PDX is one of 14 U.S. cities with year-round nonstop service to both Asia and Europe, is served by eight all-cargo air carriers and is home of the Oregon Air National Guard's 142<sup>nd</sup> Fighter Wing, flying F-15 fighter aircraft.

The Port of Portland owns Portland International Airport, as well as two general aviation airports. PDX is the 29th largest passenger airport and the 24th largest cargo airport in the United States, with a capture region of more than 3.5 million people in two states. We are proud that PDX was voted the best U.S. airport in Travel+Leisure World's Best Awards reader poll in 2013 and 2014.

---

\* MBA, PMP, Noise Program Manager, Port of Portland, Portland, Oregon, USA

## Port of Portland Noise Management Program

For more than 35 years, the Port of Portland Noise Management Program has served communities surrounding all three Port of Portland airports. The program supports both our aviation and community partners by facilitating safe, efficient, and convenient air travel options that minimize the impacts of aircraft noise. We currently have a team of three noise analysts and a manager within the Airport Operations group.

Table 1: Noise Program Statistics for 2013

	PDX Portland International	All Port Airports
Annual Flight Operations	209,909	533,552
Complaints and Comments Submitted	2,516	3,372
People Submitting Complaints or Comments	194	352
% of Total Submissions by Top 5 Individuals	88%	86%
Stakeholder Engagement Events (Community & Industry)	13	31
Source: Port of Portland Aircraft Noise & Operations Monitoring system (ANOMS)		

### Commitment to Sustainability

We are committed to doing business in consideration of the “triple bottom line” of economic, social and environmental sustainability factors and our noise management program continually seeks to balance those with the need for operational safety and efficiency.

### Regional Focus

The noise management program focuses on impacts from aircraft operations at the three airports owned and operated by the Port. Our geographic focus is on communities within multiple cities and four counties in the states of Oregon and Washington. Because the benefits and impacts of PDX flight operations are spread across different governmental jurisdictions we work with many representatives to meet the needs of local residents, and we serve a much broader geographic area than one might assume from looking at a noise contour map of our region.

### Noise Program Elements

We founded the aviation noise management program in 1979. Since that time, there were significant improvements in aircraft technology, resulting in quieter, more efficient aircraft. However, noise remains a critical concern for airports and surrounding communities both in our region and across the globe.

Recognizing the impact aircraft noise can have on our community, we are committed to balancing the regional demand for air transportation services with the desire for a community with minimal aircraft noise. In support of that mission, our program relies on these critical elements:

- Understanding, respecting, and serving the interests of all stakeholders.
- Advocating for win-win solutions and finding acceptable compromises.
- Encouraging a balanced approach to sustainability at all levels: local, regional,

national, and global.

- Identifying opportunities to improve our performance and service to our stakeholders.
- Using an “Advocate-Collaborate-Educate” model:
  - Advocate for all stakeholders, ensuring the interests and goals of each are understood and respected.
  - Encourage collaboration and engagement among all stakeholders. This is critical to understanding the collective interests, obstacles, and opportunities.
  - Educate ourselves and our partners to ensure mutual understanding which is essential for meaningful collaboration.

### Leadership

We are recognized as a leader in noise management and stakeholder engagement by communities and the aviation industry across the country and even internationally. Identifying new strategies and opportunities to better do that job remains a cornerstone of our approach. The highlights of our accomplishments at PDX over the years include:

- Eighth airport in the U.S. to conduct a Part 150 Noise Compatibility Study—a voluntary program which identifies, evaluates, and recommends measures for reducing aircraft noise impacts. The initial study was completed in 1983 and has been updated four times.
- Third airport in the nation to build a ground run-up enclosure, which reduces noise from aircraft engine testing following maintenance.
- Only known airport in North America

to have owned and operated a VHF Omnidirectional Range navigation system (navigational aid) exclusively for establishing noise abatement flight pathways.

- One of the first airports in the U.S. to host a noise advisory committee with citizen participation. Our committee started in 1983.
- Early adopter of satellite-based Next Generation Air Transportation System (NextGen) navigation procedures, reducing noise and environmental impacts while enhancing safety and airspace efficiency.

We also participate in numerous industry committees, working groups, and project teams. Our involvement often focuses on encouraging inclusive stakeholder engagement and advocating for community interests. Recent efforts include:

- Airport Cooperative Research Program (*Part of the National Academies of Science*)
- Partnership for Air Transportation Noise and Emissions Reduction
- NoiseQuest Website Project Team
- Airports Council International-North America
- University of California Noise and Emissions Symposium (*Program Committee and Presenter*)
- Helicopter Association International (*Acoustics and Environmental Committee and Fly Neighborly Committee*)
- National Business Aviation Association (*Airport Access Committee*)
- European Airport Regions Conference
- Federal Aviation Administration “Recognizing Excellence and Leadership in

Air Transportation for the Environment”  
Core Group

- Radio Technical Commission for Aeronautics (*Performance Based Navigation Blueprint For Success Task Group*)
- National Organization to Insure a Sound Controlled Environment

### **A Holistic Approach to Noise Management**

We understand that sensitivity to aircraft noise varies by individual, and we look beyond federal and state standards which define “significant” noise levels. The noise management program relies on three main strategies for addressing noise issues: operational procedures, technology, and stakeholder collaboration and engagement.

#### **Operational Procedures**

Aircraft operational procedures play an important role in managing aircraft noise. Although the Port does not operate aircraft or have authority over aircraft in flight, we are responsible for recognizing aircraft noise issues associated with our airports and identifying strategies to mitigate those impacts. Most of these efforts depend on the support and participation of other industry stakeholders such as aircraft operators and the US Federal Aviation Administration (FAA) air traffic controllers.

Current operational procedures at PDX are based on noise abatement flight procedures in place since the 1970s. The procedures were enhanced multiple times as new technologies became available, but the goal remains the same—focus flights over the Columbia River and minimize aircraft noise

over residential areas to the greatest extent possible.

Although we, with the help of industry partners, have developed and implemented noise abatement procedures, we rely on partners including the FAA and aircraft operators to help design and utilize those procedures while operating in the safest and most efficient manner possible.

These efforts have been extremely effective. Although for the most part voluntary, compliance with the noise abatement procedures at our airports is extremely high. To address the complexity of the airspace and fleet mix operating at PDX, the noise abatement team developed program elements which apply to different aircraft types. A study using 2013 data showed airline and air traffic compliance with the noise program consistently between 85-95 percent.

#### **Technology**

Technology is a critical component of the noise management program and includes the tools used by the noise management team, air traffic controllers and pilots.

Improvements in aircraft engine and airframe technology have resulted in tremendous reductions in noise exposure levels at our airports. Meanwhile, navigational technologies—that the Port often initiated—further reduce noise. In 1984, we installed a Very High Frequency (VHF) Omnidirectional Range navigation system—commonly known as a VOR navigational aid—exclusively for noise

abatement. The VOR provided more precise navigation for aircraft, reducing the dispersion of noise impacts for 29 years until it was replaced by satellite technology. In 2004, recognizing the potential benefits of the evolving satellite-based navigation systems, we partnered with Alaska Airlines, Horizon Air, and the FAA to explore the use of then-new GPS technology to further reduce aircraft noise by improving flight precision along noise abatement routes. This work resulted in PDX becoming an early adopter of Area Navigation (RNAV) technology, a cornerstone in the FAA's NextGen program.

The ability to track flight operations is an important tool when responding to community concerns and monitoring operational performance. We introduced our first flight tracking system in 1993, enabling staff to monitor the use of noise abatement procedures and record sound levels at ten locations on both sides of the Columbia River near PDX. The system is continually upgraded to enable better service to the community and other stakeholders. Based on feedback from the community, the 2007 system upgrade added Web-track, a public web-based flight tracking tool. Web-track enables residents to monitor flight activity, including specific operations in proximity to their community or home, and conveniently submit a request for more information.

**Stakeholder Collaboration and Engagement**  
Collaboration with stakeholders—both within the industry and within the community—serves as a foundation for the noise management program.

### *Industry*

Through collaboration with industry partners, we have developed one of the most comprehensive and effective noise management programs in the world. Working directly with local and national partners who fly aircraft and manage the airspace is making a positive difference for the community. Recent examples of industry collaboration locally include:

- FAA Air traffic controller noise management briefings for staff new to PDX
- PDX airlines—Development and expansion of noise abatement procedures
- Oregon Air National Guard and other military operators—Noise abatement procedures development and pilot outreach program; technical advisor to the PDX Citizen Noise Advisory Committee
- Local pilots and flight instructors—Noise program educational briefings
- Local law enforcement pilots—Noise abatement procedures development and community outreach program
- Local media and news-gathering pilots—educational outreach program

### *Local and Regional Government*

Because we don't operate aircraft and we don't control air traffic, we depend on our industry partners to help minimize community noise impacts associated with aircraft operations. Similarly, because we have no land-use authority outside the airport perimeter, we work closely with local and regional authorities to encourage compatible land-use and development.

As important as it is to establish operational procedures and utilize aviation technologies to reduce noise, good land-use decisions are critical to ensuring compatibility between the airport and our neighbors. For example, collaboration with the cities of Portland, Gresham, and Troutdale encouraged industrial and commercial development along the shoreline of the Columbia River. This keeps noise sensitive structures such as homes away from an area which experiences high-density overflight activity east and west of PDX.

Another effective partnership in land-use planning was the development of the “Portland International Airport Noise Impact Zone” (known as the Airport Noise Zone). The City of Portland created the Airport Noise Zone in 1991 in an effort to discourage residential development close to the airport where aircraft noise levels are highest.

Similar efforts by other jurisdictions include:

- Noise Impact Overlay District (City of Vancouver, Washington)
- Airport Use Zone and Airport Safety and Compatibility Overlay Zone (City of Hillsboro, Oregon)

Collaboration with our partners in local government extends beyond land-use planning. We also work closely with other agencies to help understand and address the aircraft noise-related concerns of residents and to identify opportunities to be accessible to the communities we serve. Some of those initiatives are further described below.

### *Community*

An equally important aspect of collaboration

is working with community stakeholders. Typically, these include local residents and governments, those impacted by aircraft noise, and those who use Port airports. Examples include:

- Regional Cargo Feeder Study examining alternative flight pattern impacts
- Oregon Air National Guard continuous descent overhead approach project
- NoiseQuest Project Team (visit [www.noisequest.psu.edu](http://www.noisequest.psu.edu))
- Airport Futures Noise Working Group developing noise recommendations
- Aviation Noise 101 workshop educating community members about aviation noise

### *Advisory Committees*

We host a number of advisory committees, which include citizens representing the needs and interests of the community, helping identify better ways for us to serve and engage stakeholders. Public attendance and participation is always welcome at these forums and meeting agendas include time for public comments and questions.

- PDX Citizen Noise Advisory Committee
- Hillsboro Airport Roundtable Exchange
- PDX Community Advisory Committee

### *Accessibility*

We strive to be accessible and available to our stakeholders, especially those in the community. This includes managing a Noise Information Phone which is available 24 hours, 7 days a week and staffed during our business hours. Our website includes information about the noise program, our advisory committees, the public

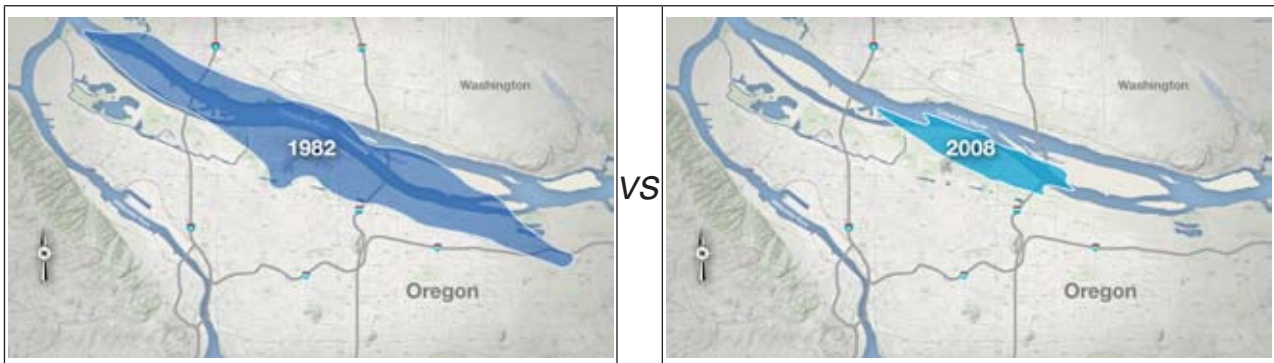


flight-tracking tool, and other avenues for submitting comments or concerns electronically. We manage an email notification system to proactively notify residents of upcoming events and conditions that may result in changes in aircraft noise, such as modified flight paths due to runway closures. We are also using social media channels to proactively send the information to interested subscribers.

In addition to these tools, members of the noise team go out into the community, talking with individuals or groups concerned about aircraft noise. This effort provides

a better understanding of the issues and concerns and fosters collaboration in identifying solutions. We also are available at many city council and county commission meetings, neighborhood association meetings, community farmers' markets, and a variety of community and school events.

With more than three decades of experience, our longstanding and ongoing commitment to our neighbors and stakeholders helps us achieve our goal of enhancing our region's livability and supporting our community and industry partners.



*Figure 2: 25 Years of Proactive Aviation Noise Management*

*Since the inception of the PDX Noise Management Program in 1983, the number of acres exposed to federally-defined "high noise levels" has been reduced from 19,840 acres in 1982 to 3,701 acres in 2008. That's an 80 percent reduction. With this smaller footprint, the number of residents experiencing those levels of aviation noise decreased from 890,000 people in 1981 to none by 2008.*

## シドニー空港の環境対策\*

尾形三郎\*\*

## 1. はじめに

これまでオーストラリアの空港における環境対策に関する情報については欧米の主要空港に比べて少ない状況にあった。昨年(2014)の11月16日から11月19日までInternoise2014(第43回国際騒音制御工学会議)がメルボルンで開催され、その機会を利用し、会議終了後の11月20日に航空環境研究センターの山田所長にも同行を願い、シドニー空港を訪問し、環境対策に関する意見交換や管制塔等の視察を行った。

訪問したシドニー空港会社は国際線旅客ターミナルビルT1の真向かいの立体駐車場と併設された9階建てのビルディング内にあり、懇切、丁寧な対応を受けた。

本稿では、オーストラリアの主要な空港であるシドニー空港における環境対策について訪問に際して得た情報をもとに説明し、他の資料で補足した。

以下にシドニー空港の対応者を示す。

シドニー空港会社

- ・Airfield Planning Manager  
Mr. Ken Allcott
- ・Head of Government and Community Relations  
Mr. Ted Plummer
- ・Manager Environment  
Ms. Julia Phillips (急用により欠席)

Airservices Australia

- ・Aviation Relations Planning Manager  
Mr. Brad Parker

## 2. 空港の概要

シドニー空港は、オーストラリア大陸の南東部NSW(ニューサウスウェールズ)州のボタニー湾に面する3本の滑走路(南北方向2本の平行滑走路(間隔1,037m)と直交する東西方向の1本の滑走路)と3つの旅客ターミナルビル(T1が国際線、T2/T3が国内線および地域航空用)を有するオーストラリア最大の空港である。年間の取扱い旅客数は年間3,800万人で年間発着回数は326,228回(2013年)である。また、日本からは、日本航空とカンタス航空が成田国際空港から直行便を就航しており、利用航空会社は37、世界95空港に定期路線がある。

滑走路

- ・34L/16R 南北滑走路 3,962m × 45m  
(両滑走路 ILS CAT II)
- ・34R/16L 南北平行滑走路 2,438m × 45m
- ・07/25 東西滑走路 2,530m × 45m

空港の面積 907ha

## 2.1 空港の運営

オーストラリアでは1980年代までは約500の空港を連邦政府や州政府が管理運営していたが、巨額の財政赤字を解決するため1988年に連邦政府100%出資の空港会社(FAC:Federal Airports Corporation)が設

\* Environmental Measures at Sydney Airport

\*\* 成田国際空港株式会社 地域共生部

立され、主要な 23 空港の管理運営が FAC に移管された。その後、民間航空の健全な発展や効率的な空港運営の促進などのため、1996 年に空港法 (Airport Act1996) が制定され、1997 年メルボルン、ブリスベンおよびパースの 3 空港を皮切りに空港が 50 年間 (最大で 99 年間まで延長可能) の長期リース権を売却する形で民営化が実施された。シドニー空港については 2002 年に民営化が実現した。そして、国が土地と基本施設を保有し、シドニー空港会社 (SACL: Sydney Airport Corporation Limited、以下「空港会社」という。) がターミナルビル、諸施設を管理運営している。また環境管理のうち、離着陸機の騒音管理は Airservices Australia (以下「AA」という。) が実施し、地上騒音については空港会社が担っている。



図1 シドニー空港

### 3. 航空機の運航と騒音対策

シドニー空港では AA が航空管制を行っている。AA はオーストラリア連邦直轄の機関でありブリスベンとメルボルンにある 2 つの管制センターとオーストラリア内のシドニー空港を含む 29 の空港の管制、運航サービス等を行っている。今回の訪問では空港会社の配慮により管制塔を視察することができ、ノイズシェアリングなど 3 本の滑走路の運用方法について説明を受けた。

#### 3.1 カーフェュー時間設定の経緯

シドニー空港では 1950 年代後半に、初期のピュア・ジェット機であった B707 の就航後、住宅地域上空飛行時に、高騒音を排出したことからジェット機の騒音に対する強い反発が起こり 23 時から 6 時までの運航規制が、カンタス航空と政府とによって自発的に設定されたのが始まりとされている。当初 2,438m の東西滑走路と 1,859m の短い南北滑走路で運用されていたが、その後、南北滑走路がボタニー湾側に 3,962m に延長されたことにより、大部分の着陸と離陸がボタニー湾上で行えるようになった。さらに、カンタス航空が 1978 年に当時としてはより静かな型式の航空機であった B747 を 19 機導入したのを契機に運航規制の緩和が議論された。そして、最終的には一部の規制緩和を含んだ現在のカーフェュー時間が決められている。<sup>1)</sup>

#### 3.2 カーフェュー時間および一部緩和

カーフェュー時間に関する規制は根拠法として Sydney Airport Curfew Act1995 等に規定されており午後 11 時から午前 6 時までとなっている。さらに以下の曜日、時間が付加されている。

毎日 22:45-23:00

土日 06:00-07:00, 22:00-23:00

そして、この決まりに違反したものは最大 550,000 オーストラリア・ドルの罰金を支払

うことになっている。ただし、ICAO 騒音基準 Chapter3 を満たす最大離陸重量 34,000Kg 未満の低騒音のプロペラ機など指定された航空機については、以下のように曜日、滑走路を限定してカーフェュー時間内でも運航が認められている。

着陸：毎日 23:00-06:00 34L 滑走路

土日 06:00-07:00 34L 滑走路

22:00-23:00 34L 滑走路

離陸：毎日 23:00-06:00 16R 滑走路

毎日 22:45-23:00 16R または

16L 滑走路

土日 06:00-07:00, 22:00-22:45

ATC が他の滑走路を指定しない限り 16R または 16L 滑走路

なお、23 時以前に離陸のための地上走行開始の許可が得られれば離陸滑走開始がカーフェュー時間内であっても離陸可能となっている。



図2 管制塔全景（螺旋状の緊急避難施設が付加されている）



図3 管制塔よりボタニー湾を臨む



図4 管制塔内部

### 3.3 ノイズシェアリング (Noise Sharing)

シドニー空港では、空港の南側のボタニー湾を有効利用し、南北滑走路の南側からの着陸および南側への離陸が積極的に運用されており、それ以外の滑走路については空港周辺の住民が均等に騒音を被るようなノイズシェアリングという滑走路の運用が行われている。我が国の成田空港では、2本の滑走路がシドニー空港の南北滑走路と同じ方位(34、16)に配置され、南の九十九里海岸と北の利根川間は直進上昇、直進降下するよう飛行経路が設定され、騒音を拡散しないような方策が採られているが、このノイズシェアリングは、まったく逆の概念である。1994年にさらなる空港容量を拡大するため南北平行滑走路が供用開始され、それまでに比べて南北滑走路の使用頻度が増大し、特に空港北側から激しい反対運動が起こった。このことから AA は 1997 年連邦政府からの指示に基

づき各滑走路の長期的運用計画（LTOP:Long Term Operating Plan）を策定した。それまでは、前述のように人家のないポタニー湾上空で騒音が発生するような運用が行われていたが、LTOPでは東西滑走路の使用頻度を増加させ、周辺住民が公平に騒音の影響を負担するというノイズシェアリングの概念が採り入れられた。つまり、各滑走路の運用の組み合わせで構成されている10個のフライトモード（図5）によりノイズシェアリングを実現している。

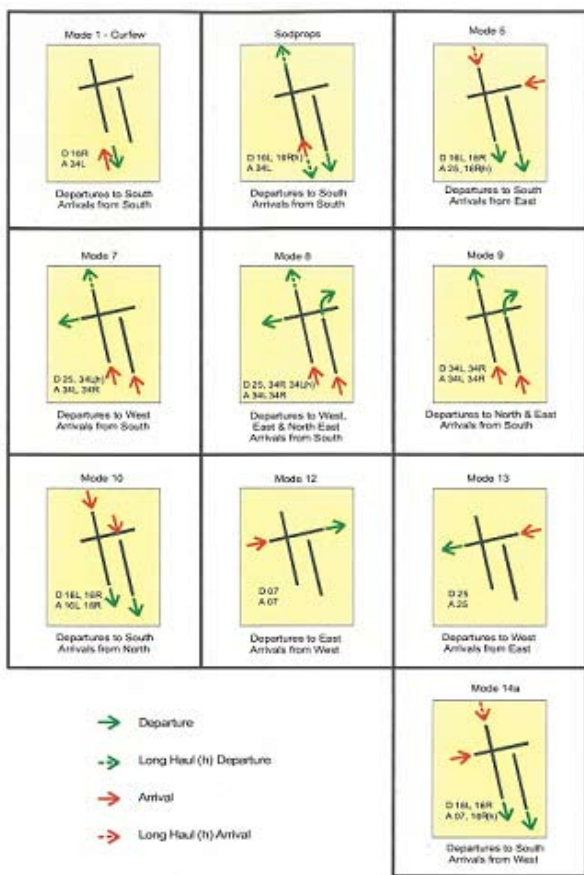


図5 フライトモード（10パターン）

10個のフライトモードはParallel ModeとNoise Sharing Modeに大別されるが、東西滑走路と南北滑走路が交差していることからNoise Sharing Modeは比較的トラフィックの少ない時間帯に運用されている。なお、LTOPの目標では東西南北の使用割合を定めており、3ヶ月ごとに使用割合（実績）を公

表している。年間の推移を見ると空港北側では目標値より多く、西側では使用頻度が少なくなっている。<sup>2)</sup>（表1）シドニー空港における各滑走路の運用状況についてはWeb Track (<http://ems02.bksv.com/webtrak/syd3>) という飛行航跡システムによりインターネット上で確認できる。シドニー空港会社訪問の際には、会議室の壁面に埋め込まれた大型モニターに映し出された画面を用いて滑走路の運用方法について説明を受けることができた。

表1 東西南北の使用割合

年	北	南	東	西
目標値	17.0%	55.0%	13.0%	15.0%
1998	28.4%	51.8%	11.4%	8.4%
2002	27.1%	49.4%	14.0%	9.5%
2004	28.3%	50.0%	12.8%	8.9%
2006	28.3%	50.3%	13.8%	7.6%
2008	31.1%	51.0%	14.2%	3.8%
2012	31.2%	51.8%	14.5%	2.5%

### 3.4 騒音測定

環境対策については国が実施しており、その一環としてAAはNFPMS (Noise and Flight Path Monitoring System) という騒音と飛行航跡を取り扱うシステムを設置している。このシステムはオーストラリア内の主要空港を対象にキャンベラのAA本部のセンターで運用・管理されている。シドニー空港では東西滑走路および南北滑走路の飛行経路直下付近を中心に12個所に騒音測定局が設置されている。<sup>3)</sup>（図6）NFPMSでは騒音イベントと実際の飛行航跡が自動的に関連づけられ、 $L_{Aeq, 24hr}$ 、 $L_{Aeq, night}$ 、CNE（航空機と関連付けられた騒音イベント数）、N70（70dB（A）以上の騒音イベント数）、N80、N90を算出し、AAは四半期ごとにその集計結果を飛行航跡情報と併せて公表している。

なお、オーストラリアでは航空機騒音の評価指標としてアメリカで考案されたNEF

(Noise Exposure Forecast) を住民反応調査に基づいて修正したオーストラリア独自の ANEF (Australian Noise Exposure Forecast) が用いられており、次式で表される。  
 $ANEF = EPNL + 10 \log_{10} (N_D + 4N_N) - 88$  (1)  
 ここで

- EPNLは実効感覚騒音レベル
- $N_D$  は昼間 (07:00-19:00) の測定機数
- $N_N$  は夜間 (19:00-07:00) の測定機数

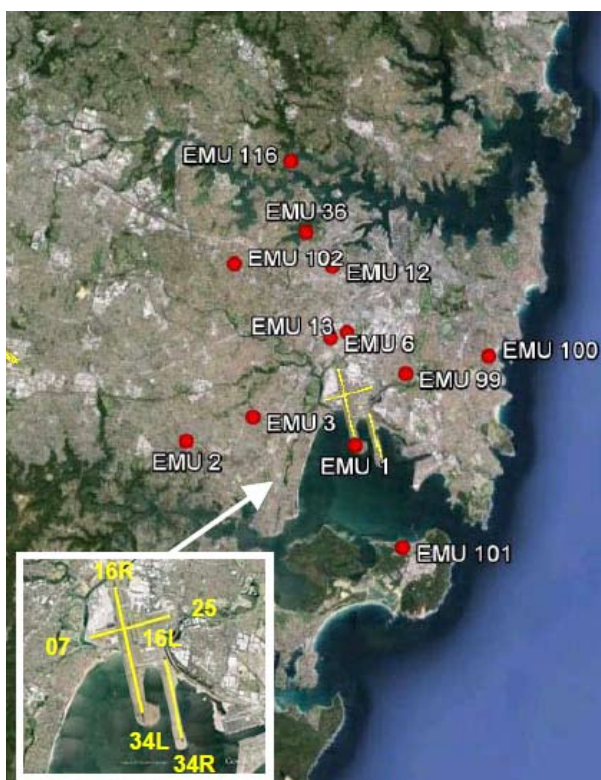


図6 騒音測定局 (12局)

ANEF は主として将来の騒音予測を目的としているが、別に実況予測のための ANEI (Australian Noise Exposure Index) があり、実際の運航情報および騒音測定局の測定値に基づき過去の実況予測コンターを作成して、四半期毎に、その結果を騒音や飛行航跡と同様に情報公開している。オーストラリアでは上記 ANEF に基づいて騒音対策、土地利用計画を策定している。

ANEF < 20 : 制限なし

$20 \leq ANEF < 25$  : 住宅、学校、病院は十分な防音対策が必要

$35 < ANEF$  : 新規建物の建築は制限される

参考のため 2012 年度まで我が国で用いられていた WECPNL と ANEF の関係を以下に示す。この図は  $EPNL = L_{ASmax} + 13$  と仮定し、成田国際空港周辺の騒音測定局の実測値 (2013 年度) を元に相関を求めたものである。両者の差は約 48 である。(ANEF = WECPNL - 48)

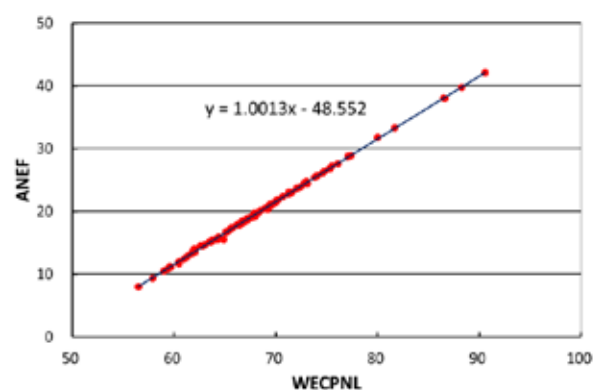


図7 WECPNL と ANEF の関係

### 3.5 騒音対策

これまでシドニー空港では 4,083 戸の民家と 99 個所の公共施設の防音工事および 147 戸の民家の自主的移転が実施されている。そしてこれらの騒音対策費は旅客の航空運賃から充当されている。

また、オーストラリアでは ANEF 以外の付加的な指標として、あまり馴染みのない 3.4 でも少し触れた NA (Number Above) という指標も用いられている。この指標は一般住民に受け入れやすいものであり、日中の騒音は N70、夜間は N60 を目安としている。屋外で 70dB の騒音であれば、窓を開けた状態でもラジオ、テレビや日常会話には支障ない値とされている。(建物の遮音効果を 10dB とみて、日中は室内で 60dB、夜間は 50dB を実際の睡眠影響判断基準としている。)

## 4. 地上騒音

航空機の離発着以外で空港から発生する騒音としては、道路音、工事、警報システム、プラント、航空機の地上走行、エンジン試運転、APU（補助動力装置）等がある。シドニー空港では、これらの地上騒音に基づく苦情が年間14件（過去3年間の平均）あり、そのほとんどがエンジン試運転に伴うものである。APUの運用に伴う騒音苦情もあるが、順次固定ゲートにGPU（Ground Power Units）の整備を進め、騒音および排出ガスの低減に努めている。

### 4.1 エンジン試運転施設

エンジン試運転は航空機の運航にとって必要不可欠で安全性を確保するものであり、主にカンタス航空の試運転施設で実施されている。この施設は回転式のブラストフェンスを備えたものであり、風向きに応じて回転可能なものである。（図8）そして最新の大型航空機であるA380やB747-8も試運転可能とのことであった。

また、エンジン試運転に関する苦情は空港に近接したカイエアマー地区とマスコット地区から年数件ある。低周波音に関する苦情はないが風力発電に伴う低周波問題があり、NSW州では低周波音に関する調査方法が州政府の工業騒音施策に記載されている。



図8 エンジン試運転施設（回転式ブラストフェンス付）

### 4.2 エンジン試運転の運用規則

シドニー空港では、空港周辺へのエンジン試運転に伴う騒音の影響を極力低減するための運用規則を定めており、エンジンパワー（idle、medium、high power）ごとに試運転可能な時間帯が定められている。（図9）

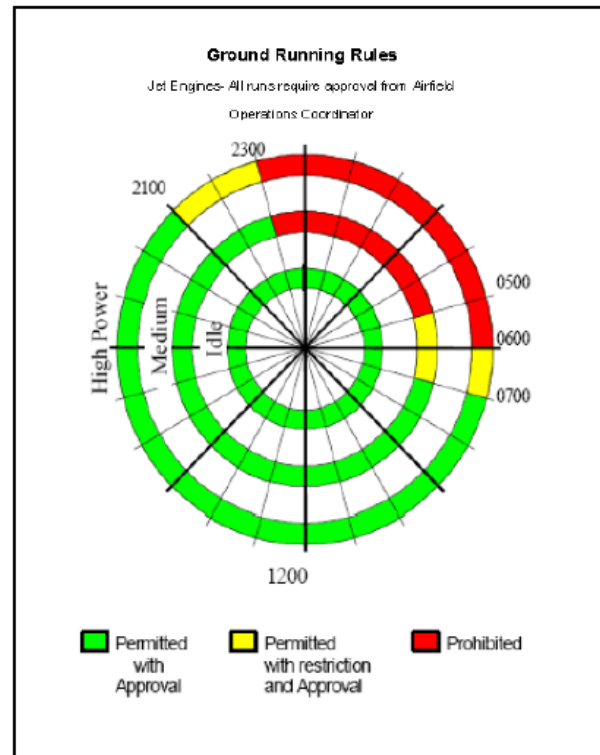


図9 エンジン試運転の運用規則

最近ではB787などの低騒音の航空機の導入により空港周辺の騒音暴露は低減してきている。

なお、地上騒音を対象とした常時騒音測定局はなく、必要に応じて短期測定を実施している。

## 5. 気候変動、大気質、水質

### 5.1 大気質、水質

表2 空港からの排出

単位：トン／年

排出源	CO	VOC	NOx	SOx	PM <sub>10</sub>
航空機の運用	1,969.9	372.5	2,395.3	197.9	13.9
GSE（地上車両）	1,075.9	37.6	126.7	2.7	4.8
APU（補助動力装置）	42.1	4.1	54.4	7.1	7.6
道路交通車両	188.9	17.3	24.3	0.2	0.9
エンジン試運転	75.5	17.6	292.7	16.7	1.5
ボイラー・発電機	2.8	0.4	6.1	0.3	0.4
燃料貯蓄、輸送	-	23.3	-	-	-
塗料、溶剤使用	-	35.6	-	-	-
火災訓練	30.2	0.9	0.2	0.0	6.9
合計	3,385.3	509.3	2,899.6	225.0	35.9

空港の南側にはボタニーコンテナターミナルやボタニー工業団地があり、空港近傍での排気ガスの大きな汚染源になっている。一方、空港内に関して言えば表2に示すような発生源があるが、寄与は小さい。表2は2012年における排出量（トン）を示している。空港会社では前述のように固定スポットにおけるAPUの使用を減らし、順次、GPUの整備を進めている。

また、空港はNSW州の中で、一番の水のユーザーであり、空港内のトイレ、空調のクーリングタワー、工事や保守および洗車の消費が多い。空港会社はT1ターミナルビルに水のリサイクルシステムを整備しており、例えば排水は生物・科学的手法により処理されトイレの洗浄水などに使用されている。2012年にこのプラントにより毎日、平均600klの飲料水が節約されている。

### 5.2 環境管理

空港会社は環境対策について、空港周辺地域との協議を経て環境管理計画を策定することが空港法で義務づけられており、政府の認可が必要となっている。また、Airports (Environment Protection) Regulation 1997

において空港会社は空港における環境負荷を軽減し、環境管理を推進していくことが明記されている。

### 5.3 気候変動

シドニー空港は他の空港と同様に気候変動に係る取り組みとして計画的に二酸化炭素の排出削減に努めている。その一環として空港内にトリジェネレーション（trigeneration）施設を計画している。この施設は、コージェネレーションを発展させ、熱源から生産される熱・電気に加え発生する二酸化炭素も有効活用するエネルギー供給システムであり、その利点として、温室効果ガスの削減、省エネおよび電力供給のバックアップとしての使用ができる。

なお、シドニー空港は2008年航空産業界における二酸化炭素の排出を削減していくための気候変動に係る国際行動公約に署名している。そして、ヨーロッパの空港から始まったACI（国際空港評議会）のACA（Airport Carbon Accreditation: 空港カーボン認証制度<sup>4)</sup>）のLevel1（マッピング、フットプリント）の認証を取得している。（図10）



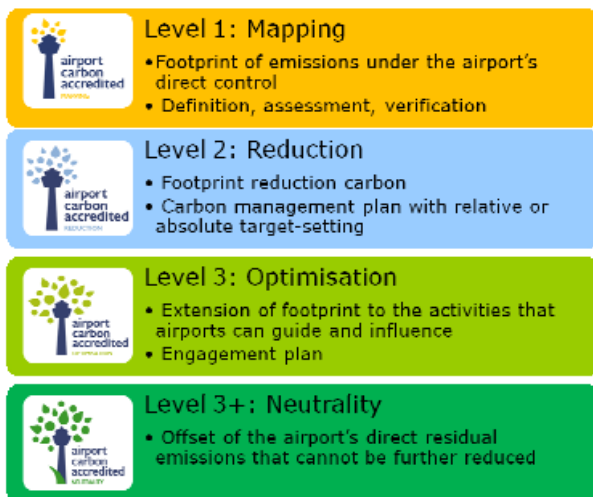


図 10 空港カーボン認証制度

## 6. おわりに

このたび、インターノイズの帰路のシドニー空港視察に際して、事前に空港会社の Ms. Julia Phillips と訪問日時や質問内容などについて何度かメールのやりとりをした。とかく、このような視察に関しては、どの空港もあまり好意的ではないのが常である。今回はシドニーとの時差が2時間ということもあり、レスポンスが非常に良く、こちらから送付した質問事項に対して完璧とも言える回答が日本を出発する前に届いていた次第である。ただ、メルボルン滞在中に彼女から急用により出席できないという知らせを受け、当日は上司に対応して頂いた。管制塔から実際の滑走路の運用状況を目で見ることができ、短時間の訪問であったが有意義な視察であった。

空港会社の方から教示して頂いた資料を読み、それぞれの空港は立地環境、運営管理の形態や歴史的な背景が異なるものの空港ができることにより、利便性や土地の資産価値などの経済効果を求めて人が集まり、それによって騒音問題が発生するという構図は同じであると思った。昨今、航空産業界でも気候変動に対する取組みとして二酸化炭素排出の削減に目が向けられがちである。空港における安全運航は最優先事項であることは言うまでもないが、騒音問題は、今後、低騒音化がさらに進んだとしても航空機の推進力が現在と変わらない限り永遠の課題であり、重要である。

シドニー空港におけるノイズシェアリングは空港周辺住民に納得づくの上、実施しているもので、この概念は、現在、進めている首都圏における空港容量拡大の検討において参考になるであろう。

以上、まとまりがなく、拙い報告となったが、騒音対策等の一助にして頂ければ幸いです。

## 参考文献

- 1) Frank A. Spencer (1980) 諸外国におけるジェット輸送機の騒音軽減対策 ,pp.23-29
- 2) Sydney Airport Master Plan 2033 pp.172-178
- 3) Airservices, Sydney Basin Aircraft Noise Information Report, Quarter 3 2014 (July to September) pp.4-5
- 4) 尾形三郎 (2011),ACI (国際空港評議会) の環境への取組み 航空環境研究 No15,pp.45-51

## ネットでみるヒースロー空港の騒音対策 \*

中村 千都世 \*\*

### 1. はじめに

インターネットの普及でオフィスにいなからアップトゥデートで海外の事情を把握することができるようになった。航空環境に係わる話題についてもネット検索をかけるとある程度まで調べられる。そこでネットを利用して英国ロンドンヒースロー空港の環境、特に騒音に係わる話題について調べてみた。

### 2. ヒースロー空港の概要

ヒースロー空港は1946年1月に軍管理から民間管理へ移管されて運用が始まったが、公式の開港は同年5月である。その当時、ターミナルビルが無く、旅客は飛行場の北側の仮設テントで搭乗手続きをしたようである<sup>1)</sup>。

現在のヒースロー空港は面積1,227ヘクタール、滑走路2本で、2014年の離着陸回数は年間470,695回、1日平均1,290回であった。また、同空港を利用するエアラインの数は80社、行先の数は84カ国、185都市にのぼる<sup>2)</sup>。

### 3. 英国の空域近代化

欧州の空域設定は、運航便数が少なく洗練された航法もなく運航効率が低かった時代のものであり、近代化が必要である。英国では飛行経路が40年間殆ど変わらないままなの

に運航する航空機の数も2倍になった。そこでヒースロー周辺の空域効率化を計れないか、如何にしたら騒音の影響を分散あるいは低減できるか調べるための試行が行われている。

空域の近代化はヒースロー単独で行えるものではなく、英国すべての空港の周辺空域を対象に行うものであり、英国の将来にわたる空域戦略“Future Airspace Strategy”の一環であると同時に、欧州全域にわたる空域近代化計画“Single European Sky”の一環でもある。現在の欧州の空域はおよそ40もの飛行管制区域に分割されており、その複雑に入り組んだ飛行経路を管理しやすく、効率の良いものにするため、段階的に空域の近代化を進める。まずは「機能空域ブロック(FAB)」という、現在よりも広い15の区域にまとめ、最終的には欧州全域にわたる単一の空域に統合しようというものである<sup>3)</sup>。

出典 URL: <http://www.heathrowairport.com/noise/future-plans/modernising-uk-airspace>

#### 3.1 ヒースローの空域近代化の試行

英国政府は空域近代化計画の一環として2013年から2016年に掛けて一連の試行を行っている。ヒースローでは旅客、航空会社、近隣の地域社会の利益のために周辺空域の改良を図っており、東行き及び西行き出発経路の試行1を2013年12月16日～2014年6月15日に実施、東行き出発経路の試行2を2014年7月28日～2014年11月12日に実施、西行き出発経路の試行2を2014年8月25日

\* London Heathrow Airport Noise Control Measures: Internet-based research

\*\* (一財) 空港環境整備協会 航空環境研究センター 調査研究部

～2014年11月12日に掛けて実施した。なお、この東行きと西行きの出発経路の試行2は、本来は2015年1月まで試行を行う予定だったが、周辺住民の反発があまりに大きかったために11月で切り上げたものである。

出典 URL: <http://www.heathrowairport.com/noise/future-plans/modernising-uk-airspace/heathrow%E2%80%99s-airspace-trials>  
<http://www.airportwatch.org.uk/2014/10/over-1000-attend-packed-ascot-protest-meeting-against-heathrow-flight-path-trials/>

## 4. ヒースローの運航方式

### 4.1 到着飛行経路

ヒースローは世界中の滑走路を2本持つ空港の中で最も繁忙な空港で、前述した通り、航空機の離着陸が約1,300回/日もあるが、騒音を減らそうとする努力が実を結び、1970年代よりも騒音の影響を受ける住民の数は減っている。しかし、空港の周辺や到着あるいは出発の飛行経路下の住民にとっては今も航空機騒音が大きな環境問題となっている。

出典 URL: <http://www.heathrowairport.com/noise/heathrow-operations/arrival-flight-paths>

ヒースローの到着が始まるのは早朝4:30からであるが、交通量が多いため、大半の到着便は待機旋回を行う。待機旋回は、いわば待合室の役割を果たし、航空交通管制官による効率の良い着陸誘導を可能にしている。ヒースロー周辺には4つの待機旋回区域があり、地上航空保安無線施設(VOR)の名前によってBovingdon、Lambourne、Ockham、Bigginと呼ばれている。この区域を設定したのは政府であり、1960年代から変わっていないが、その見直しによって待機旋回時間を減らし、騒音影響、燃料消費、CO<sub>2</sub>排出を減らそうという試みが行われている。

参考 URL: <http://www.aerc.jp/index.php?ID=210>

### 4.2 出発飛行経路

ヒースローでは1日の最初の出発便は早朝06:00、最終便は22:50に出発する。出発便はすべて、高度4,000フィートまでは騒音規制によって指定されたNPRs(優先飛行経路)という出発経路を使用しなければならない。このNPRsは運輸省(DfT)が1960年代に設定したものである。航空機がこのNPRsに沿って飛んでいるかどうか監視が続けられているが、達成率は高く、2013年はヒースローを出発する全便中の94.5%が指定経路内を飛行していた。

出発便には政府による騒音規制値が設定されており、空港周辺の固定測定点で騒音監視されている。規制値を上回る騒音値を出した出発便を運航するエアラインには最大1,000ポンドの罰金が科される。規制値は日中(07:00-23:00)が94dB、夜間(23:30-06:00)が87dB、移行時間帯(06:00-07:00と23:00-23:30)が89dBとなっている。集金されたお金は「ヒースロー地域社会基金」を通じて空港運用の影響を受ける地域の様々な地域社会プロジェクトに分配されている。

出典 URL: <http://www.heathrowairport.com/noise/heathrow-operations/departure-flight-paths>

### 4.3 夜間飛行

夜間のほうが昼間より騒音の迷惑度が高くなることは空港も認識している。夜間は昼間より静かで大部分の人々にとって就寝時間である。夏には窓を開けたまま就寝することが多く、騒音影響の度合いが高くなると予想される。

ヒースローは年間を通じて24時間運用される空港であり、夜間の着陸または離陸を飛行禁止にしたことはないが、1960年代から政府によって夜間飛行の制限が設けられており、pm11:30からam6:00の間の年間離着陸回数が5,800回に制限されている。夜間空港騒音

の上限を設定する夜間クォータ制限もある。ヒースローの夜間運航はおよそ80%がam4:30からam6:00の間に行われ、平均で約16機到着する。ヒースローには自主的な規制もあり、am4:30からam6:00の間に着陸設定された航空機のam4:30前の着陸を禁止している。また、pm11:00からam6:00の間に定期便の出発を設定することもできない。

空港の夜間騒音の総量制限を決めるのは運輸省(DfT)であるが、pm11:00からam6:00の離着陸便数を制限している他、西向き・東向きの運航を週替わりで替えている。すなわち、無風かそれに近い場合に限るが、夜間の着陸のある週が西からなら翌週は東からとする。DfTは5年ごとに夜間飛行制限について諮問を実施する。現在の制限に関する決定文書は2014年7月に公表されたものであり、2017年夏まで有効である。

出典 URL: <http://www.heathrowairport.com/noise/heathrow-operations/night-flights>

#### 4.4 使用滑走路の切り替え

航空機騒音が空港周辺住民にとって迷惑であることはヒースローも理解している。そのため、ヒースローでは西向き運航の場合に限るが、周辺地域で騒音の負担を分かち合い、航空機騒音から解放される時間をすべての住民に提供する趣旨で、滑走路を交互使用するシステムを採用している。滑走路を時間帯によって着陸と離陸に使い分ける単純な方式である。am7:00からpm3:00まで北滑走路を着陸、南滑走路を離陸に使用していた場合は、pm3:00以降は北滑走路を離陸、南滑走路を着陸に使用する。am7:00からpm3:00まで北を離陸、南を着陸に使用していた場合はpm3:00以降で北を着陸、南を離陸にする。詳細は下記出典 URL に図やスケジュールが載っている。

出典 URL: <http://www.heathrowairport.com/noise/heathrow-operations/runway-alternation>

## 5. Fly Quiet プログラム

Fly Quiet (静穏飛行) プログラムはヒースローが航空機騒音を段階的に低減するために採用する手段の1つである。ヒースローには騒音について世界でも最高水準の厳格な規則、規制が敷かれており、より静穏な航空機の技術開発の推進の主要な原動力になってきた。特にヒースローで施行されている夜間飛行の規制値や制限事項が最高水準の航空機導入を普及する誘因となっている。低騒音型航空機を優遇する着陸料制度があり、より低騒音の航空機を使用することがエアラインの経費節減になる。そうした施策を重ねてヒースローでは最高水準の低騒音型航空機が多く使用されることになり、エアラインは世界全体での運用航空機の平均に比べて15%も静かな航空機をヒースローで運用している。

航空機の技術改善は1970年代から進められ、運航便数が2倍に増えたにもかかわらず、ヒースローの周辺で航空機騒音の影響を受ける地域住民の数は10分の1に減少した。運航便数の変化が少なかった最近数年においてもA380のような最新世代の機体が導入されたおかげで騒音影響人口の減少傾向は続いている。

出典 URL: <http://www.heathrowairport.com/noise/making-heathrow-quieter/flyquiet-programme>

ヒースローでは騒音効率、騒音証明、夜間運航、到着と出発の運航などの6つの基準、及び累積点に基づく総合ランクによってエアラインを順位付けしており、エアラインには総合ランクと基準毎の赤/黄/緑のランクが与えられる。

参考 URL: <http://www.aerc.jp/index.php?ID=177>

## 6. 英国空港委員会

ヒースローは、欧州の他の国際ハブ空港(フランス/パリ/シャルルドゴール空港、ドイ

ツ/フランクフルト空港、オランダ/アムステルダム/スキポール空港)と比べて空港容量に余裕がないため、何らかの対策を講じないと中国やインドなどの新興成長市場への路線を運航することができず英国経済の衰退を招くとして、エアライン等から第3滑走路を増設して容量問題を速やかに解決せよというプレッシャーが政府にかかっている。ただし、現在の連立政権は前の労働党政権と異なり、第3滑走路増設に反対して2010年の総選挙に勝ったため、できれば他の望ましい選択肢を選びたいところであると思われる。

出典 URL: <https://www.gov.uk/government/organisations/airports-commission> (英国空港委員会)

この空港容量の問題解決のため英国空港委員会 (Airports Commission) が2012年11月に設立された。委員会は2013年に中間報告、2015年に最終報告を出して英国の航空政策のための提言をすることになっている。ただし、最終報告が出されるのが2015年の総選挙後ということで、この問題に関する決定を先延ばしにした、と現政権に対して非難の声が上がっている。

参考 URL: <http://www.aerc.jp/index.php?ID=105> (委員会設立について)

英国の空港容量拡張については、現在、3つの選択肢に関して最終的な検討が行われているところであり、2014年11月11日から

2015年2月3日まで、インターネット上で関連資料を公開して広く一般から意見を募るという形式の公的諮問が行われた。

参考 URL: <http://www.aerc.jp/index.php?ID=193> (3つの選択肢について)

## 7. まとめ

空港はやり方は様々であるがウェブページで環境対策についてアピールを行っている。飛行経路をウェブ上で追跡できるところも多い。空港には利害関係者が多数あるが、環境問題については特に空港周辺の地域社会の理解を得ることが重要であるためと思われる。地域社会とのコミュニケーションが十分でないと空港の容量拡大の施設拡充は難しくなるようだ。情報をどのように公開し理解を得ていくかが重要なポイントになると思われる。

なお、文章中に参考として載せている URL は、当研究センターのホームページ上に掲載した「海外情報紹介」という記事のもので、その原典は記事中に示してある。

### 参考資料

- 1) Aviation: London Heathrow Airport, SN1136, 18 July 2012, Louise Butcher, House of Commons Library
- 2) <http://www.heathrowairport.com/about-us/company-news-and-information/company-information/facts-and-figures#>
- 3) Beginner's Guide to Aviation Efficiency, June 2010, Air Transport Action Group, p.16

## 環境整備課の思い出\*

片岡久志\*\*

### 1. はじめに

もう公務員を辞めてから1年以上経ちましたが、役所に勤務していた頃は航空環境研究センターの発行する「航空環境研究」が届くと事務所内で供覧され、その記事を読むと航空機騒音に関する最近の動向や情報を知ることができ、環境整備課を離れて随分時間が経ったとはいえ、関心を持って記事を読んでいた。その中の諸先輩方のエッセイを、書かれた方の顔を思い浮かべながら読むことも楽しみの1つでした。ところが、この私にその役割が回ってくるとは思ってもいませんでした。たまたま今の職場が研究センターの近くにあり、私の就任挨拶で研究センターをお伺いした際に懐かしい方々に再会したことが今回のきっかけになったのかもしれませんが。そんな訳で、先輩方のエッセイのように書くことができないかもしれませんが、私が環境整備課で経験した幾つかの思い出を書き綴ってみたいと思います。

### 2. 航空機騒音とのかかわり

私が環境整備課で仕事をすることになったのは昭和62年夏のことでした。27年も前のことですが、年齢と時間の経過に対する感覚は反比例するそうなので、私の記憶には当時のことが比較的鮮明に残っています。最初は

騒音防止技術室での仕事であったため、dBや音響工学は学生時代の知識もあり、電気屋の私にもそれほど違和感なく入っていくことができました。むしろ、航空機の運航に関することは騒音防止技術室で勉強することが多かったように思います。当時も騒音防止技術室では、毎年順番で幾つかの空港の騒音測定と離着陸機の飛行経路測定を行っており、研究センターの皆さんとその準備や調査のために幾つかの空港に出張しました。当時の飛行経路測定は、空港レーダーの設置されている空港の場合はレーダー機器室にある保守用指示器の画面を撮影し、その映像から離着陸機の航跡を作成していましたが、レーダーの設置されていない空港では滑走を挟んで2箇所にテレビカメラを設置してビデオを撮影し、三角測量の原理で航跡を測定していました。しかし、それらの方法は後処理の手間がかかり、作業を行う研究センターの皆さんにとって航跡解析は面倒な作業でした。楽に仕事を済ませたい私としては、レーダーで捕らえた飛行機の位置と高度情報がデジタルデータとしてレーダーシステムのコンピュータに保存されていることから、それを利用しようと当時の管制保安部の担当者に相談しました。しかし、その当時は航空管制用に設置したレーダーのデータを目的外に利用することに理解が得られず、結局は断念せざるを得ませんでした。今では、成田や羽田空港のホームページで飛行航跡を公表しており、関空でも到着ロビーで到着機の様子をCGで見ることがで

\* Memory of Environment Division

\*\* (一財) 航空保安施設信頼性センター 理事長

きるなど当時とは隔世の感があります。

また、当時は航空機の騒音コンターを計算するために本省の大型計算機を使用しており、大がかりな計算をしなければならないものでした。さらに、その計算結果をそれぞれの空港の地図に描き写すために、担当の係長は蛍光灯が内蔵されたトレース台を使って手作業でコンターを描き写していました。この作業を何とか自動化し、作業を効率化できないのかと製図用の小型プロッタを購入し、自動化に向けた試行を繰り返しましたが、微妙な調整もあり当時の私の技術では100%の実用化までには至りませんでした。



複写用トレース台

### 3. 大阪国際空港の逆発着対策

大阪空港の運用は、年間を通じて風向が安定しており、夏場の一時期を除いては南から着陸し、北に向けて離陸するのが通常の離着陸コースでした。したがって、騒音対策区域もそれを基本に設定されているため、夏場に北側から周回進入で着陸する航空機が騒音対策区域外を飛行する際の騒音問題、いわゆる「逆発着対策」が課題となっていました。その対策として、先輩の騒音防止技術室長のアイデアで、宝塚のある地点に VOR/DME を新しく設置する計画が作成されていました。その方式で航空機がスムーズに着陸できるかどうかを評価するため、騒音防止技術室が調査を発注し、日本航空の B747 シミュレータに評価用の VOR/DME や航空灯火を入力し、航空会社の現役キャプテンに着陸を試行してもらい、運航方式の有効性の評価を実施しました。その調査の担当者として、私はシミュレータの操縦席の後ろに立って何度も着陸を繰り返したのですが、シミュレータとはいえないリアルなアクションに最後は気分が悪くなった思い出があります。

この VOR/DME は設置場所も決まっていたのですが、あいにく宝塚の高級住宅地の奥まった場所であったため、地元の理解が得られず残念ながら設置することは叶いませんでした。

### 4. 大阪国際空港のジェット枠と存廃問題

騒音防止技術室での仕事が1年も経たない昭和63年春、騒音防止技術室から環境整備課の専門官として内部異動することになりました。当時の環境整備課の大きな仕事は、調停団との調停条項に基づく関空開港後の伊丹空港の存廃を判断するために必要な調査の実施と、その調査結果に基づき調停団や地元市等と協議して伊丹空港の存廃を決定することでした。一方では、伊丹のジェット機発着枠が200便に制限されていたため、関空開港までの近畿圏の航空需要に十分対応できていないことの解決という大きな課題がありました。

環境整備課の同じ部屋の中で隣の席に異動したわけですが、前任者が実施していた存廃調査と福岡空港の騒音訴訟の仕事を自分が引継ぐとは思っていませんでした。私の経験と知識の範囲を越えたことが多く、これからどうなることやと心配しておりましたが、生来のアバウトな性格であることが幸いし(?)、初めてのことばかりで周囲に心配と迷惑をかけながらも何とか仕事をスタートさせることができました。

#### (1) YS代替ジェット枠の設定

存廃問題の前の喫緊の課題は、大阪空港の旅客需要に対応するため老朽化したYS-11の代わりに低騒音小型ジェット機でプロペラ機枠のうち50枠をジェット機に代替することで、それを地元へ提案し、その調整が大きな仕事として始まりました。事前の計算から、ジェット機に代替しても騒音コンターが拡大しないことを確認しての提案でしたが、地元との調整は大変で、当時の課長や総括は

毎週のように大阪に出張して調整を重ねていました。私自身は上司と一緒に出かけ、記録を取る位の貢献しかできませんでしたが、貴重な経験をすることができました。豊中市での町内会単位の説明会には、本省と大阪局の皆さんで説明班を編成し、夕食後の時間帯に自治会館等で地元説明会を連日行いました。この説明会は、まさに地元の皆さんの気持ちを肌で感じる機会でありましたが、同時に大阪人気質の一端を知ることができる場でもありました。

いわゆるYS代替50枠については、当時の課長の熱意が通じ、低騒音ジェットへの代替が認められました。その後の話として、前号の平澤さんのエッセイの中に出てくる有馬温泉のくだりは、私にとっても思い出に残る出来事でした。

## (2) 大阪国際空港存廃調査

当時、航空局や関西圏では「存廃調査」という言葉は普通に通用する言葉だったと思いますが、今ではきっと死語になってしまったのではないかと思います。存廃調査の内容は、海外の都市における複数空港の運用に関する調査、大阪国際空港の経済波及効果の調査、大阪国際空港周辺住民の意識調査などで構成され、何年度かに分けて実施しました。私の時期に実施したのは最後の2つの調査で、大阪航空局で経済波及効果の調査、本省で住民意識調査を実施しました。

アンケート調査の実施に当たっては、調査を請負ったコンサルタントのスタッフと空港周辺の騒音対策区域毎に対象世帯をサンプリングし、アンケート用紙を郵送して調査を実施しました。アンケート項目については十分検討したつもりでしたが、上司に説明する中で適切な指摘を受け、何度も修正を繰り返してアンケート用紙は完成しました。しかし、どのような結果が出るかは誰にも全く予想がつかず、その結果をどう評価し、存廃の

判断に繋げるかということは重大なことでした。アンケート結果が出るまでは心配でしたが、結果的には空港に対する否定的な意見は空港近傍の第3種騒音対策区域では比較的多かったものの、空港から離れ2種、1種、区域外となるにしたがって存続に対する要望が高くなるというものでした。担当者としては、その結果にほっと胸をなでおろしました。

その調査結果を、当時は大阪空港内にあった大阪航空局で定期的開催されていた調停団との会議で報告することになっていました。今でも忘れられないその日、会議の出席者が順次集まって来たのですが、当時の調停団の団長のうちの理論派のリーダーとなっていた方が時間になっても姿を見せず、心配した事務方が連絡を取ると前日にお亡くなりになったことがわかりました。このアンケート結果は、騒音被害者である調停団の側から見ると予想外の結果と感ずるものだったと思いますが、この日のことは私にとっても忘れられない出来事となりました。

同時期に実施した経済効果調査では、大阪空港が廃止されることにより失われる地元に対する経済効果の大きさが明らかになり、そのことが地元公共団体の決断に大きな影響を及ぼすことになったと思います。

何年度にもわたって実施した分厚い存廃調査の報告書を取り纏め、公表用に読み易く作成した最終報告書はページ数も少なめにし、それを調停団や地元自治体に公表したのは平成2年4月のことでした。その説明会や、その後の存廃に関する会議を経て、具体的な期日は記憶に残っていませんが「数字で見る航空」によると6月には調停団から、7月には地元11市協と大阪府および兵庫県から大阪国際空港の存続を要望する意見書が出されました。最終的に両者との協定が結ばれたのは平成2年11月22日のことでしたが、私はその約2ヶ月前の9月に環境整備課を離れ関西国際空港株式会社に出向することとなりました。



た。そのシーンに立ち会うことができなかつたのは残念ではありましたが、公務員生活の中で強く記憶に残る仕事に参加することができたことは一生の思い出となりました。

約3年間、大阪国際空港の問題を担当した後、関西国際空港の開港準備の仕事に携わることとなったのは不思議な縁ですが、関空会社の社員でありながら最初の頃は伊丹のことが頭の中で渦巻いて何となく変な感じとなることがありました。

## 5. 福岡空港騒音訴訟の一審判決

環境整備課在職中の昭和63年12月16日に福岡空港騒音訴訟の一審判決の言い渡しがあり、その準備と対応に奔走したことも忘れられません。もともと裁判については私の知識の及ぶところではなく、法務省の検事さんや航空局の関係各課の専門家の皆さんに教えてもらいながら色々な準備をしました。当時は小型の携帯電話が普及し始めた頃で、裁判所で判決を受けた後、速やかに本省に連絡する手段として写真のような携帯電話をレンタルしました。この電話から本省等に判決内容を伝えたはずですが、その瞬間の記憶はすっかり私のメモリーから消えてしまい、携帯電話のことしか記憶に残っていません。



当時の携帯電話

私自身はあまり役にはたちませんでした。裁判の関係で福岡空港にも何度も出張する機会がありました。当時は地下鉄が開通する前で夕方になると市内方面の道路が渋滞していましたが、今では地下鉄で市内まで結ばれ、福岡空港はより便利な空港となり、増大需要に対応するため滑走路の増設計画が進められており、騒音対策の面でも確実に進歩していることと思います。

## 6. 大阪国際空港に勤務して

環境整備課を離れ、本職の航空衛星関係の仕事を経て、平成18年春から約2年間大阪空港事務所で空港長として勤務する機会がありました。環境整備課当時の空港事務所はターミナルビルの中央にあり、管制塔もその上にありましたが、私が赴任した時には空港事務所はターミナルの南側に新築され新しくなっていました。

空港周辺もすっかり様変わりし、環境整備課時代は予算要求の段階だった「エアフロントオアシス」や「スカイパーク」が完成し、スカイパークの1期工事の完成式典には空港長として出席させていただきました。スカイパークには何度も行きましたが、間近に飛行機の離着陸を見ることができ、飛行機マニアだけでなく幅広い人に親しまれています。私の個人的な感想として、スカイパークの防音堤を、某有名女優の出演する液晶テレビのCMで使われていたイギリスにある芝に覆われた「草とガラスの家」のようなレストランにすれば、空港が人気デートスポットになるはずだと会う人毎に言っていたのですが、そのことは未だ実現されていません。



草とガラスの家

([http://trendy.nikkeibp.co.jp/lc/world/090218\\_london/](http://trendy.nikkeibp.co.jp/lc/world/090218_london/) より引用。)

伊丹では、環境整備課時代にお世話になった懐かしい方にも再会する機会があり、私自身も愛着のある空港ということで楽しく仕事をすることができました。ただし、夜9時のカーフェーの運用では気を使うことも多く、携帯電話で連絡が入る度に何とか9時に間に合うようにと祈るような場面も何度もありました。間に合えば問題ないのですが、結局は間に合わずに関西空港にダイバーすることも何度もありました。

定期便以外では、大阪空港周辺には臓器移植で高名な大きな病院があり、深夜や早朝に心臓を運ぶための小型ジェット機が運航することもありました。これらについては、地元の皆さんも理解をしていただき、空港自体もかつての24時間空港から21時までの運用になっていたため、1機の飛行機の着陸のために深夜・早朝に職員が出勤して対応していました。先日の大阪航空局のメールマガジンによると、日本で実施された心臓移植の半分以上が大阪の病院で実施されているようで、大阪空港事務所がその貢献に対して公益財団法人 日本臓器移植ネットワークから感謝状を送られたことが紹介されていました。

## 7. おわりに

私の公務員生活30数年の中で3年2ヶ月の環境整備課の経験ではありましたが、存廃調査をはじめ普通では経験できない仕事をさせていただき、一生忘れられない貴重な経験をすることができました。航空機の騒音は技術の進展とともに小さくなってきていますが、全く無くすることはできません。本当かどうかは知りませんが、当時誰かから聞いた話では、世の中で1番大きな音を出せる音源はジェットエンジンだという話がありました。<sup>注)</sup>

騒音技術防止室時代の上司に「about片岡」と言われたとおり、何事も大雑把な私が担当したことで皆さんにご迷惑をかけたことや、期待した結果が出なかったこともあったと思いますが、自分で勝手に「結果オーライ」と解釈して拙いエッセイを終わることにします。

注) その後担当した衛星打ち上げの際に、種子島で聞いたロケットエンジンの音の方が大きかったような気もしますが、本当のところはよくわかりません。



伊丹スカイパーク

## 活動報告

## 研究センターの動き \*

平成26年度航空環境研究センターでは、主に次の自主研究、受託事業、研究発表・講演及び広報活動等を実施した。

## 1. 自主研究事業

- (1) 航空環境研究会の実施
- (2) 海外主要空港周辺における環境と運航方式に係る調査
- (3) ICAOの動向調査
- (4) 航空機騒音予測技術検討調査
- (5) 航空関連の大気環境の動向調査
- (6) 空港周辺における環境と健康に関する疫学的研究
- (7) 航跡観測装置に関する性能向上
- (8) アジア諸国との航空環境に係る情報交流網構築に関する調査（ベトナム、タイ）
- (9) 情報公開システムのユーザビリティ向上のための基礎的検討
- (10) 空港容量拡大のための航空機運航状況と騒音影響及び経済性に関する分析
- (11) バリアフリーに根ざした空港の音環境整備に関する検討
- (12) ヘドニック法を用いた空港周辺地域の騒音影響の分析

## 2. 受託事業

- (1) 航空機騒音基礎データ作成
- (2) 東京国際空港航空機騒音影響検証（コンター作成）
- (3) 福岡空港航空機騒音測定局適地調査
- (4) 調布飛行場航空機騒音影響基礎調査
- (5) 静岡空港周辺航空機騒音予測調査
- (6) 県営名古屋空港航空機騒音基礎調査

- (7) 燃料譲与税法に係るL den コンター作成

注) 事業主体から直接委託を受けた事業に限る

## 3. 研究発表・講演

## 【騒音振動関係】

- (1) ICBEN2014 [奈良]
  - ① Considering noise policy for low-noise but frequent fly-over events far from the airport  
 空港から離れた地域における低レベル高頻度の航空機騒音に対する対策について考える。  
 山田一郎（研究センター）
  - ② The recognition ratio of acoustic support systems for people with visual impairments in nonusers  
 障害者支援のための音響支援機器の認知  
 上田麻理(研究センター)・三浦貴広(東大)・太田篤史(横国大)
  - ③ Investigation on high-frequency noise in public space-We tried noise abatement measures for displeasure people  
 公共空間の高周波騒音の実態・不快を感じる人に対する騒音低減対策の試み  
 上田麻理(研究センター)・太田篤史(横国大)・高橋弘宣(産総研)
  - ④ Fundamental investigation of easy to talk at multigroup communication space

\* Annual activities of Aviation Environment Research Center

- 多群会話空間の話しやすさに関する基礎的検討  
平栗靖浩 (徳山高専)・上田麻理 (研究センター)・川井敬二 (熊本大)・矢野 隆 (熊本大)
- (2) 第7回ヨーロッパ音響学会フォーラムアコースティカム (2014): (招待)  
Investigation on high-frequency noises in public spaces. We tried noise abatement measures for displeasure people  
公共空間の高周波騒音の実態・不快を感じる人に対する騒音低減対策の試み。  
日本における高周波音問題の現状  
上田麻理 (研究センター)  
[ポーランド/クラコフ]
- (3) 音響学会建築音響研究会  
多群会話空間での会話しやすさに関する基礎的研究  
平栗靖浩 (徳山高専)・上田麻理 (研究センター)・川井敬二 (熊本大)
- (4) 音響学会2014  
① 公共空間における高周波音の実態調査—その5対策方法の改善—  
上田麻理 (研究センター)・太田篤史 (横国大)・高橋弘宣 (産総研)  
② 耳鳴りと音バリアフリー  
白石君男 (九大/芸工)・上田麻理 (研究センター)
- (5) 日本音響学会 騒音振動研究会  
上田麻理 (研究センター)
- (6) 日本音響学会春季研究発表会  
公共空間における高周波音の実態調査—その6施設利用者の聴感反応—  
上田麻理 (研究センター)・太田篤史 (横国大)・高橋弘宣 (産総研)
- (7) 日本建築学会大会  
① 駅コンコースにおける音環境の実態調査  
亀田暁子 (JR 東日本)・太田篤史 (横国大)・上田麻理 (研究センター)・坂本圭司 (JR 東日本)・伊積康彦 (鉄道総研)・豊田恵美 (小林理研)
- ② 多群会話空間における会話しやすさへの残響の影響に関する実験室実験  
その1、実験のシステム構築と単語了解度実験  
その2、空間印象評価実験  
田中雅也 (熊本大)・古川愛美 (熊本大)・川井敬二 (熊本大)・平栗靖浩 (徳山高専)・上田麻理 (研究センター)
- ③ 多群会話空間における会話しやすさへの残響の影響に関する実験室実験  
その2、空間印象評価実験  
古川愛美 (熊本大)・田中雅也 (熊本大)・川井敬二 (熊本大)・平栗靖浩 (徳山高専)・上田麻理 (研究センター)
- (8) Internoise2014 国際騒音制御工学会議  
① Practical method of considering effects of terrain and building structures on sound propagation  
航空機騒音予測における騒音伝搬への地形・地物の影響を考慮する実用法  
山田一郎 (研究センター)  
[オーストラリア/メルボルン]  
② Investigation on high-frequency noise in public space.  
公共空間の高周波騒音の実態・不快を感じる人に対する騒音低減対策の試み  
上田麻理 (研究センター)・太田篤史 (横国大)・高橋弘宣 (産総研)  
[オーストラリア/メルボルン]
- (9) 日本騒音制御工学会秋季研究発表会  
① 大規模複合ビルにおける非常警報の実態  
上田麻理 (研究センター)・平栗靖浩 (徳山高専)・廣江正明 (小林理研)  
② 欧州空港 (英・仏・蘭) における騒音問題への取り組みの現状  
上田麻理、吉岡 序、山田一郎 (研究

センター)

(10) 日本聴覚医学会

実環境下における児童及び若年者の高周波聴覚閾値の測定

上田麻理 (研究センター)・蘆原 郁 (産総研)・高橋弘宣 (産総研)・白石君男 (九大/芸工)

【環境保健関係】

(1) ICBEN2014 [奈良]

A public health service model as a part of countermeasures against the risk of environmental noise.

環境騒音のリスクへの対応の一環としての公衆衛生サービスモデル

金子哲也 (杏林大)・後藤恭一、山田一郎 (研究センター)

(2) 日本ウーマンズヘルス学会「更年期女性における騒音感受性とストレスの関連性に関する検討」

後藤恭一 (研究センター)・久米美代子 (聖徳大)

(3) 日本公衆衛生学会「水泳プール水の有機物量評価に関しての一考察」

関 健介 (杏林大)・後藤恭一 (研究センター)・松塚雅博 (杏林大)・金子哲也 (杏林大)

(4) 日本母性衛生学科「中高年女性の孫を持つことによる自己意識に関する検討」

後藤恭一 (研究センター)・久保恭子 (横浜創英大)・宍戸路佳 (横浜創英大)・坂口由紀子 (日本医療科学大)・田崎知恵子 (日本保健医療大)・石舘美弥子 (横浜創英大)・山下麻実 (横浜創英大)・及川裕子 (群馬大)

【その他】

日本交通学会2014年度研究報告会「社会資本のメンテナンスが与えるマクロ経済的影響」

高橋 達 (研究センター)

4. 広報事業

(1) 釧路空港・宮崎空港の「空の日」イベントへの参加

「大声コンテスト」の実施、協力。

(2) 第39回空港環境対策担当者研修の開催  
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実施。

(32団体の参加)

(3) 研究誌「航空環境研究」No 19号の発刊。

5. 各委員会委員の委嘱状況 (別紙)

6. その他 (学会等への出席)

(1) ISO/TC 43 音響 (本体) 並びに ISO/TC 43 第一分科委員会 (SC1 騒音) 定例総会及び作業委員会WG 45 (環境騒音)

山田所長

[ドイツ/ベルリン]

(2) 国際騒音制御工学会/インターノイズ2014における研究発表会

山田所長、上田研究員

[オーストラリア/メルボルン]

(3) ICAO / CAEP / 10 第2回 ステアリンググループ会議

橋本主任研究員、高橋研究員

[インドネシア/デンパサール]

(4) ヨーロッパ音響学会 Forum Acusticum 2014

上田研究員

[ポーランド/クラコフ]

(5) ベトナム航空局への騒音予測モデル講義

山田所長、高橋調査役、中澤副主任研究員

(6) ベトナム航空局へ訪問し、面談講演の実施

山田所長、高橋調査役

[ベトナム/ハノイ]

(7) 日本音響学会平成26 (2014) 年春

- 季・秋季研究発表会  
山田所長、吉岡調査研究部長、高橋調査  
役、上田研究員
- (8) 日本音響学会騒音・振動研究会  
上田研究員
- (9) 公衆衛生問題としての騒音に関する国際  
会議 I C B E N 2 0 1 4  
山田所長、後藤主任研究員、上田研究員
- (10) 日本ウーマンズヘルス学会  
後藤主任研究員
- (11) 日本母性衛生学会  
後藤主任研究員
- (12) 日本公衆衛生学会  
後藤主任研究員
- (13) 航空と環境のワークショップ  
橋本主任研究員、高橋調査役
- (14) 第59回日本聴覚医学会総会学術講演会  
上田研究員
- (15) 第17回日本音響学会関西支部若手研究  
者交流研究発表会  
上田研究員
- (16) 高周波音分科会  
上田研究員
- (17) 騒音振動研究会  
上田研究員
- (18) 日本海運経済学会年次大会  
高橋研究員
- (19) 日本交通学会 2014 年度研究報告会 (第  
73 回)  
高橋研究員
- (20) 全国事務所長会議 (本部主催)  
山田所長、石塚管理部長

## 別紙 平成26年度委員の委嘱状況

	機 関	役 職	任 期	氏名
1	公益社団法人 日本騒音制御工学会	委員会委員（出版部会委員）	H24.7.5～ H26.5.31	吉岡 序
2	公益財団法人 成田空港周辺地域共生財団	航空機騒音調査研究所所長 (非常勤)	H25.4.1～ H27.3.31	山田一郎
3	東京都環境局	航空機騒音調査に係る検討会 委員	H25.7.8～ H27.7.7	山田一郎
4	成田国際空港株式会社	航空機騒音健康影響調査委員 会委員	H25.7.17～ H27.3.31	山田一郎
5	成田国際空港株式会社	地球環境委員会委員	H26.4.22～ H28.3.31	山田一郎
6	一般財団法人 防衛施設協会	航空機による騒音・低周波音 の影響に係る評価検討業務検 討委員会委員	H26.5.13～ H27.3.20	山田一郎
7	公益社団法人 日本騒音制御工学会	平成26年度航空機騒音に係 る環境保全対策検討委員会委 員	H26.6.24～ H27.3.20	後藤恭一
8	株式会社 数理計画	温室効果ガス排出量算定方法 検討会－運輸分科会－委員	H26.7.18～ H27.3.31	橋本弘樹
9	成田空港に関する四者協議会	成田空港の離着陸制限の弾力 的運用に関する検証小委員会 委員	H26.8.14～ H27.3.31	山田一郎
10	グリーンブルー株式会社	平成26年度船舶・航空機排 出大気汚染物質削減に関する 検討調査業務検討委員	H26.8.27～ H27.3.20	橋本弘樹
11	南関東防衛局	地方審議会委員	H24.9.1～ H28.8.31	山田一郎
12	株式会社オリエンタルコンサルタ ンツ（環境省関連）	低周波音測定評価方法等検討 会委員	H26.10.28～ H27.3.20	上田麻理
13	一般財団法人 防衛施設協会	新田原飛行場周辺騒音度調査 業務(その1)検討委員会委員	H26.11.26～ H27.3.31	山田一郎
14	一般財団法人 防衛施設協会	嘉手納飛行場周辺騒音度調査 業務(その1)検討委員会委員	H27.1.5～ H27.3.20	山田一郎

## 編集後記

この1年は世間を騒がすニュースが色々ありました。まずは、ウクライナの政変で危機感を抱いたロシアが3月にクリミア半島をロシアに編入し、その後、ロシア系住民の多いウクライナ東部では内戦のような状態が続き、そんな状況の中で、ウクライナ上空を飛んだマレーシア航空機が墜落しました。また、マレーシア航空にあってはクアラルンプールから北京に向かっていたMH370便が3月に消息を絶ち、いまだに行方不明です。

そしてイスラム国の台頭が顕著で、何人もの外国人が拉致監禁され、処刑のニュースが流れました。今年になって日本人2人が殺害されたとの報道は周知のところですが、安倍総理がイスラム国と闘う有志連合に巨額の経済支援をするかのように受け取られたせいなのかわかりませんが、この攻撃的な自称国家は恐怖による支配で世界を震撼とさせています。

世界で起こっている事件が日本にとって、対岸の火事だからと安穏としてばかりもいられない時代になりました。

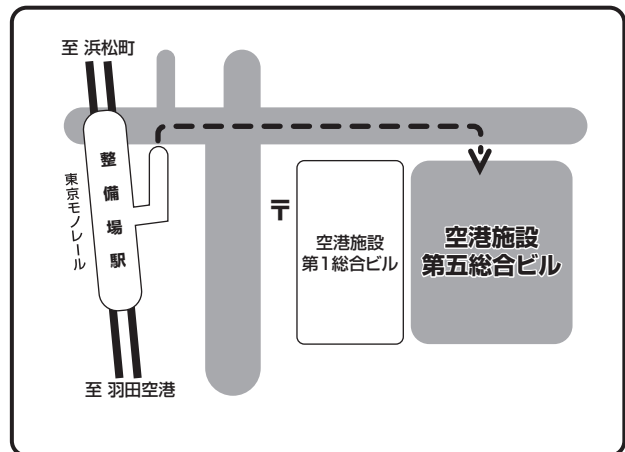
環境対策においてもしかりだと思えます。人間活動によるCO<sub>2</sub>排出が地球温暖化の原因になっていると言われており、航空機排出物もその一端を担っているとして、世界規模で航空機排出物を規制しようという動きがあります。

ところで、本誌19号では外部の執筆者による原稿に加え、研究センター研究員の原稿も例年より増したので、ページ数も増え更に充実しました。

「焦点」としては、当協会主催で昨年まで開催されその取りまとめとしての、航空環境研究会の報告、航空用代替燃料について、JAXAの次世代運航システムについ

て、航空機の経路測定に使用する受動型レーダーについて、航空機の運航と航空管制についての計5編、「研究報告」では、欧州空港における騒音対策について、航空機騒音予測モデルについての計2編、そして海外事情として「国際機関の動向」ではICAOの動向について、ACIの動向について、ISOの動向についての計3編、「国際学会報告」ではインターノイズ2014及びI-INCE総会について、ICBEN2014について、フォーラムアコースティカムについての計4編、「空港事情紹介」では米国・ポートランド空港の騒音対策に関する記事の翻訳、原文各1編と、オーストラリア・シドニー空港の環境対策について、英国・ヒースロー空港の騒音対策についての計4編、「エッセイ」では環境整備課の思い出についての1編を掲載し、合計19編となりました。

お忙しいところ、ご執筆いただきました各執筆者の方々に深く感謝申し上げます。



航空環境研究センター案内図

---

## 航空環境研究 第19号 平成27年3月20日印刷 平成27年3月31日発行 ©2015

発行人 山田一郎

発行所 一般財団法人 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4階

電話 (03) 3747-0175 FAX (03) 3747-0738

URL : <http://www.aerc.jp/>

---

無断転載を禁じます



CONTENTS

PREFATORY NOTE

What the Aviation Environment Research Center is supposed to be about	Teiji Iwasaki	1
---	---------------	---

FOCUSES

Outline of the Aviation Environment Research Workshop II	Kyoichi Goto	3
Trend of alternative aviation fuel	Naomichi Terasaki	15
Results of JAXA's Research Project for Next Generation Air Traffic Management System (DREAMS)	Hirokazu Ishii	23
History and prospect of passive radar development	Kakuichi Shiomi	31
Aircraft operation and Air traffic control	Hidemasa Takahashi	37

RESEARCH REPORTS

Survey of efforts for managing recent airport noise problem in European airports (CDG, AMS, LHR)	Mari Ueda	45
Developing an airport noise model using $L_{den}$ as noise index	Masayuki Sugawara, Toshiyasu Nakazawa, Hisashi Yoshioka, Ichiro Yamada	51

OVERSEAS CIRCUMSTANCES: INTERNATIONAL ORGANIZATIONS

Recent trends of ICAO/CAEP	Daisuke Umezawa	57
Activities of the ACI World Environment Standing Committee and the ACI Asia-Pacific Regional Environment Committee	Kyoko Anzai	59
Report on ISO/TC43/SC1 General Assembly and WG45 Meeting	Ichiro Yamada	69

OVERSEAS CIRCUMSTANCES: INTERNATIONAL ACADEMIC CONFERENCE

INTERNOISE 2014 and I-INCE General Assembly Meeting	Ichiro Yamada	72
ICBEN 2014, from the standpoint of a member of the organizing committee	Mari Ueda	76
Recent Data on Noise and Health from ICBEN 2014	Tetsuya Kaneko, Kyoichi Goto	79
7th Forum Acusticum 2014 - Polish Acoustical Society - Acoustical Society of Japan special session stream -	Mari Ueda	87

OVERSEAS CIRCUMSTANCES: INTERNATIONAL AIRPORTS

Approach to Aviation Noise Management at Portland International Airport (Japanese translation)	Philip Stenstrom	91
Approach to Aviation Noise Management at Portland International Airport (Original article)	Philip Stenstrom	97
Environmental Measures at Sydney Airport	Saburo Ogata	104
London Heathrow Airport Noise Control Measures: Internet-based research	Chitose Nakamura	112

ESSAY

Memory of Environment Division	Hisashi Kataoka	116
--------------------------------	-----------------	-----

ACTIVITIES OF AERC

Annual activities of Aviation Environment Research Center	Management Division	121
---	---------------------	-----