

航空環境研究



The Journal of Aviation Environment Research

No. 13, 2009

巻頭言

それは「社会に役立つ研究」か? 唯野邦男 1

焦点

大気環境問題に関する規制と対策の動向
..... 指宿堯嗣 4
Approach to Analyzing Airport Noise
..... Bill Albee・Ben H Sharp 10
睡眠に対する環境騒音の影響 影山隆之 17

研究報告

海外における航空機騒音予測に関する話題と
我が国の予測モデル 吉岡 序 23

内外報告

ICAO/CAEPの動向—WG1・WG3 成沢 浩 28
ICAO/CAEPの動向—WG2 植木隆央 32
ICAO/CAEPの動向—国際航空分野の
気候変動対策について 清水 哲 36
インターノイズ2008報告 山田一郎・吉岡 序 40
ISO/TC43/SC1総会および欧州における
交通騒音の発生源対策技術の進展に関する
ワークショップ 山田一郎 42
ICBEN主催「第9回騒音の
公衆衛生的課題 国際会議」 金子哲也 48

航空環境を取り巻く話題

新型航空機の低騒音化技術 新居一巳 52
国際規格などにみる環境騒音の
監視と情報公開の考え方 山田一郎 56
航空機と駐車車両の汚染との関係について
..... 菊間英行・江崎 彰 65

エッセイ

環境対策の体験 土屋 修 69
モントリオールは寒い? 田中鉄也 73

活動報告

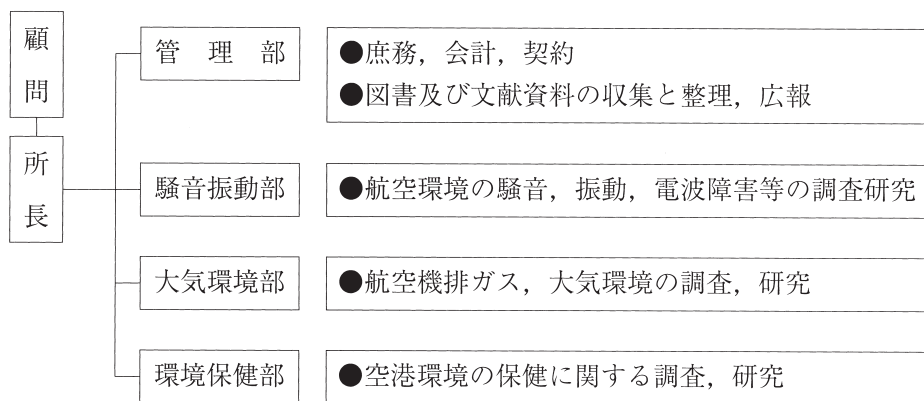
研究センターの動き(平成20年度) 管理部 76

航空環境研究センターの沿革と組織及び業務内容

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

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

なお、航空環境研究センターの組織及び業務内容は次のとおりです。



それは「社会に役立つ研究」か？*

唯野 邦男**

1. ノーベル賞

2008年という年は、黒人初の米国大統領（オバマ氏）の選出、空前の原油価格高騰、未曾有の世界同時不況など、「歴史的な」という冠の付く出来事がたくさんありました。しかし研究の分野ではなんとと言っても、「日本人4人が一度に受賞（南部陽一郎、益川敏英、小林誠、下村脩の各氏）」という快挙となったノーベル賞（物理学賞、化学賞）でしょう。ご本人達の弁を聞いて面白いなと思ったのは、ご本人が「今回のノーベル賞は、自分が相当昔に取り組んだ研究に対する評価」という受け取り方をしていることです。勝手に想像すると、「そう言えば30数年前には夢中になって研究したけど、スウェーデン科学アカデミーに評価されるまでその研究についてはすっかり忘れていたよ」、そんな感じでしょうか。現代の、そして未来の人類社会は、様々な科学技術によって支えられ、それらを応用研究が支え、更にそれらを基礎研究がしっかりと支えているのだと思います。今回の受賞で、基礎研究の重要性を改めて再認識させられました。しかしそれと同時に、その基礎研究の結果の重要性が評価を受けるまでには、如何に長い年月が掛かるモノなのかと改めて思っています。

別の見方をすれば、世界中で30年前になされた何万という基礎研究のうち、その偉大な価値が後世に発揮され認められるモノはほんの一握り

で、ほとんどの基礎研究は失敗に終わったり、価値のある成果が得られなかったり、という結果に終わっているというのが実態なのでしょう。

2. 応用研究

ドイツ人物理学者ウェルナー・フォン・ブラウンは、基礎研究について「自分のやっていることが何であるかがまだ分からないことを研究すること」と言ったそうです。これを裏返すと応用研究とは、「自分のやっていることが誰のためのものであるかが分かっている研究」と言うことになるのだそうです。大学や公的研究機関では特定の目的に縛られない基礎研究を最優先するのに対して、民間研究機関の投資は具体的に利用可能な応用研究に向けられます。基礎研究と応用研究にははっきりと線引きができない部分もありますが、私達の航空環境研究センターが行うべき研究は明らかに「応用研究」です。

航空環境研究センターは、「航空機の離着陸によって生じる騒音等の障害実態を明らかにし、その防止・軽減を図るための調査・研究を行う」という、研究目的をしっかりと持って存在する機関です。その目的を、時代や社会環境に合わせて「具体的目標」に昇華し、定めた「目標」を達成するために行うべき研究に、最も有効なプロセスで取り組む、そんな姿勢が必要なのだと思います。「やりたい研究」ではなく「社会が求める研究」、「とりあえずやっておく研究」ではなく「すぐに社会に役立つ研究」を行う必要があるのです。研究センターが有する予算、人材、機材、時間、情報に

* Is it the research truly useful for the public?

**財団法人空港環境整備協会 審議役
技術士（総合技術監理部門、建設部門）

は限りがあります。「社会に役立つ研究」の内容と方法をしっかり絞り込み、限られた資源を有効に投資して、短期間に成果を出す、そんな取り組みが求められます。

3. 研究のマネジメント

研究という仕事はそこにのめり込んでやるものですから、どうしても視野が狭くなる傾向があるのではないのでしょうか。そこで大切なのが、「取り組むべき研究を取り巻く状況」に対する広い視野なのだと思います。

技術士という制度がありますが、その中に総合技術監理という部門があります。「社会の要求に応え、科学技術を管理し、組織活動を継続的に運用していくためには、業務全体を見渡した俯瞰的な把握・分析に基づいて、技術の改善及びより合理的なプロセスによる取り組みが求められ、そのための管理技術が必要」という概念がこの部門のベースになっています。

これを私達の研究に当てはめると、「置かれている状況を含めて全体を俯瞰しながら、社会の要求に応えるために、研究をマネージメントする」ことが大切ということでしょうか。このためには、私を含め、研究センターを管理する立場にいる人間が、常にそのような姿勢でセンター全体を把握・分析し、個々の研究に対する改善を行うことは勿論のことですが、研究に携わる職員の一人一人がそのような姿勢をしっかり持つことが大事なのだと思います。

マネジメントの柱は、「総合的判断に基づく研究対象の選択」です。そして、「目標とする研究成果が真に社会に役立つモノ」となるようにすることです。また、その研究成果が一定期間内に確実に得られるような有効な研究方法を工夫することが大切です。今やっている研究の成果が社会の中でどう活用されているか、あるいは活用されていないか。その研究は本当に社会が必要としているか、という真摯な分析を行い、その結果を次の研究に反映させていく姿勢が、私達に必要なのだと

思います。

そのためには、「PDCA サイクル」という概念が有効です。ご存じの方も多いと思いますが、様々な事業活動や安全管理などの中で広く活用されている品質管理のマネジメント手法です。計画 (Plan)、実行 (Do)、評価 (Check)、改善 (Act) の4つの段階を、サイクルを描くように順番に行って、1周したら、最後の「改善」を次のPDCA サイクルに繋げる。螺旋を描くように、一周毎にサイクルを向上 (スパイラルアップ) させて、継続的な業務改善を行っていく。こんな方法です。実際には意識せずに同じようなことをやっている面もあるのだと思いますが、概念をしっかり吸収し、手法として活用すると、私達の研究センターはより効果的なマネジメントが出来るのだと思います。

4. 伝える力

研究センターの研究は、航空機騒音や航空機排ガスなどに関する専門的な研究ですから、専門用語がたくさん出てきますし、理論や概念も大変専門的です。従って、国内外の専門家を対象とするしっかりとした論文にまとめて発表することはとても大切なことです。それが、「社会に役立つ研究」の成果を活かすことになるのだと思います。

一方で、もうひとつ大事なものは、「社会に役立つ研究」であるためには、その成果を、できるだけ一般の人達に理解してもらえるように伝えることが必要なのだと思います。では、「専門的な内容を、一般の方に分かるように説明することができるのか？」という疑問が出てきます。答えは「Yes」です。その人がその専門的な内容を本当に理解しているならば、噛み砕いて分かりやすく説明することはできるのです。いつもすごいなあと感じるのは、雑誌「ニュートン」。2月号の特集は「細胞」でしたが、図解を駆使し、専門用語には理解できる説明を加えて、普通の人にも分かる内容になっています。

今手元に、「航空公害防止協会」時代に発行さ

れた「航空公害解説シリーズ」があります。例えば、そのNo.1は、「航空機騒音のはなし(30ページ)」。目次だけを拾うと、音(音波、音の波長・・・人が感じる音の範囲)、騒音とは(音の大きさ、騒音の種類・・・)、航空機騒音(航空機騒音の特質・・・空気中の音の減衰、PNL・・・WECPNL・・・)、航空機騒音をやわらげるための努力(エンジンを改良したり、飛ぶコースを考える・・・)。航空機騒音に関する話が、図や写真入りで、実に分かりやすく解説されています。(残念ながら、昭和40年代に作成され

たまま、その後の内容更新・再発行はされていません。)

私達は、私達のやっている研究を広く国民の皆様に知って頂くために、伝える力を磨き、「聞く側の立場に立って話す」、「読む側の立場になって書く」という努力を常に行っていかなければならないのだと思います。

航空環境研究センターはこれからも、航空を舞台にした環境をメインテーマに、「社会に役立つ研究」に積極的に取り組んでまいります。

大気環境問題に関する規制と対策の動向*

指 宿 堯 嗣**

はじめに

大気汚染物質にはさまざまなものがあるが、それらを発生源別に示すと図1のようになる。従来型の大気環境問題の原因物質である硫黄酸化物(SO_x)、窒素酸化物(NO_x)、浮遊粒子状物質(SPM)、一酸化炭素(CO)の大部分は、石炭、石油などの化石燃料の燃焼で大量に排出される。年間60億トン(炭素換算)以上排出される二酸化炭素(CO₂)の大部分が化石燃料起源であり、地球温暖化への寄与がもっとも大きい。光化学オキシダント、酸性物質(硫酸、硝酸などおよびそれらの塩)、SPMの一部は環境中で生成するので二次汚染物質と呼ばれ、その対策には前駆物質の排出量低減が必要である。

非燃焼起源の大気汚染物質は、製品の製造、組立、利用の過程で放出されるものが多い。揮発性有機化合物(VOC)は塗装、接着、洗浄などの用途で排出される。有害大気汚染物質にもVOCが

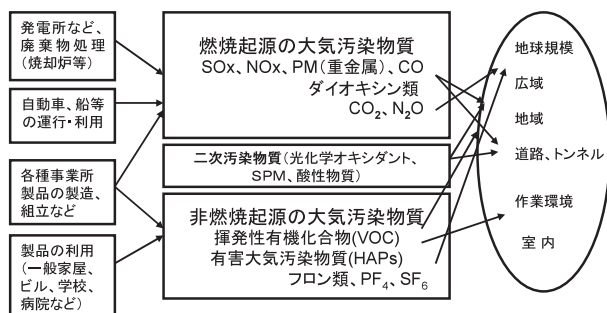


図1 大気汚染物質の発生源と大気環境問題

多く、製品の製造、組立工程の作業環境、製品を利用する室内環境の大気を汚染する。ダイオキシン類は、塩素が共存する条件で有機化合物を燃焼する過程で非意図的に生成する。フロン類等は、冷媒、洗浄剤、発泡剤等として使用され、冷蔵・冷凍庫、エアコンなど製品の利用、廃棄の過程で大部分が大気中に放出されてきた。フロン類は毒性はないが化学的に安定で大気寿命が長く、成層圏オゾン層破壊や地球温暖化(気候変動)の原因になっている。

本稿では、大気環境問題の現状と規制の動向を簡単に紹介し、解決が求められている問題、特に光化学オキシダントに関連して規制が始まっているVOCの排出削減対策について述べる。

1. 最近の大気環境状況と規制の動向

1.1 規制の動向

公害対策基本法制定以後、SO₂、CO、SPM(粒径が10 μm以下の浮遊粉じん)、二酸化窒素(NO₂)、光化学オキシダントの順に、環境基準が設定された。これらの物質が何らかの形で人の健康を害し、植物などに被害を与えるためであり、環境基準は「人の健康を保護し、生活環境を保全する上で維持することが望ましい濃度」を示している。96年5月に大気汚染防止法が改正され、「継続的に摂取される場合には人の健康を損なうおそれがある物質で大気の汚染の原因となるもの(ばい煙および特定粉じんを除く。)をいう」と有害大気汚染物質が定義された。この有害大気汚染物質に該当する可能性がある物質として234種類、

*Trends in Regulation and Control Technology on Atmospheric Environmental Issues

** (社)産業環境管理協会 常務理事

表1 優先取組物質となっている有害大気汚染物質

物質名	物質名
1.アクリロニトリル (2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) ^{a)}	12.テトラクロロエチレン (0.2mg/m ³) ^{b)}
2.アセトアルデヒド	13.トリクロロエチレン (0.2mg/m ³) ^{b)}
3.塩化ビニルモノマー (10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) ^{a)}	14.ニッケル化合物 (25ngNi/m ³) ^{a)}
4.クロロホルム (18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) ^{a)}	15.ヒ素及びその化合物
5.クロロメチルメチルエーテル	16.1,3-ブタジエン (2.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) ^{a)}
6.酸化エチレン	17.ベリリウム及びその化合物
7.1,2-ジクロロエタン (1.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) ^{a)}	18.ベンゼン (3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) ^{b)}
8.ジクロロメタン (0.15 mg/m ³) ^{b)}	19.ベンゾ[a]ピレン
9.水銀及びその化合物(10ngHg/m ³) ^{a)}	20.ホルムアルデヒド
10.タルク(アスベスト様繊維を含むもの)	21.マンガン及びその化合物
11.ダイオキシン類 (0.6pgTEQ/m ³) ^{b)}	22.六価クロム化合物

a)指針値、b)環境基準値(ダイオキシン類はダイオキシン類対策特別措置法で規定)

優先取組物質として表1に示す22種類が挙げられている。有害大気汚染物質の中から、「排出または飛散を早急に抑制しなければならない物質(指定物質)」として、96年にベンゼン、トリクロロエチレンおよびテトラクロロエチレンの3物質が、97年にはダイオキシン類、2000年にジクロロメタンが指定され、環境基準が設定された。これらの環境基準を達成するために、特定の発生源に排出基準が定められ、排出量を低減する対策が取られている。さらに、2003年度から、アクリロニトリル、塩化ビニルモノマー、水銀、ニッケル化合物などについて大気中濃度の指針値が設定された。また、自動車対策、特に、図2に示すようにディーゼルエンジン自動車の規制強化が進められており、2009年規制によってガソリン車と

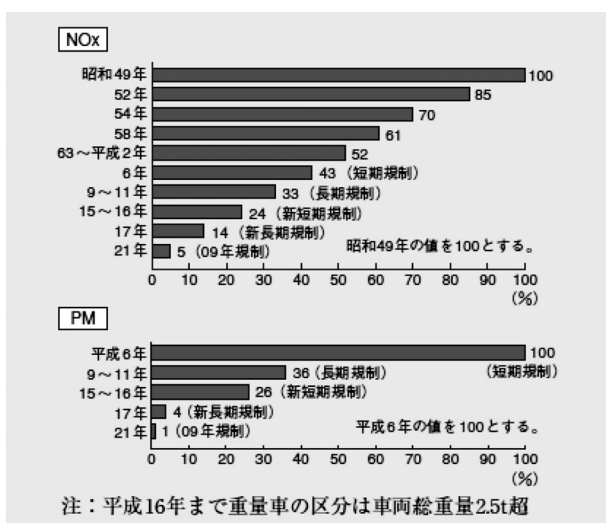


図2 ディーゼル重量車(車両総重量3.5t超)規制強化の推移

同レベルの排出となる。2006年4月に施行された改正大気汚染防止法は、2000年度VOC排出量の30%削減を2010年に達成することを目標とし、その1/3を法規制(表2に示すVOC排出量の大きな6つの施設に対して、排出口における排出濃度基準の遵守を義務付け)に、残りの2/3を法規制対象でない中小規模事業所における自主的な取組による削減に期待している。

表2 排出規制対象となるVOC排出施設および排出基準

排出施設	規模要件(排・送風能力など)	排出基準(ppmC)
塗装施設(吹付塗装)	100,000 m ³ /h以上	自動車製造 700/400 その他:700
塗装・乾燥施設	10,000 m ³ /h以上	600
接着・乾燥施設	15,000 m ³ /h以上	1,400
印刷回路用銅張積層板等の製造における接着・乾燥施設	5,000 m ³ /h以上	1,400
グラビア印刷・乾燥施設	27,000 m ³ /h以上	700
オフセット印刷・乾燥施設	7,000 m ³ /h以上	400
化学製品製造・乾燥施設	3,000 m ³ /h以上	600
工業製品洗浄(乾燥)施設	洗浄剤の空気接触面積5m ² 以上	400
ガソリン等貯蔵タンク	1000kL以上	60,000

1.2 大気汚染の状況

SO₂とCO：大気中濃度は60年代以降、順調に減少し、2006年度の大気中濃度(継続一般大気測定局における年平均値の単純平均値)は、SO₂が0.003ppm、COが0.4ppmであり、環境基準達成率は、それぞれ99.8%と100%となっている。
NO₂：2006年度のNO₂濃度は、一般局(一般大気測定局の略)で年平均値0.015ppm、自排局(自動車排ガス測定局の略)で0.027ppmであり、環境基準の達成率(環境基準の上限値(1時間値の1日平均値)は0.06ppm)は、一般局では100%、自排局は90.7%である。自動車から排出されるNO_xと粒子状物質の特定地域における総量の削減等に関する特別措置法(自動車NO_x・PM法)の対策地域では、2006年度の環境基準達成率は、自排局では83.7%であり、依然として他の地域より低い水準にある。

SPM：2006年度では一般局で0.026mg/m³、自排局で0.030mg/m³であった(いずれも年平均値)。環境基準達成率は改善傾向にあり、一般局で93.0%、

自排局で92.8%であったが、環境基準を達成していない測定局は全国20都県に分布している。

光化学オキシダント：光化学オキシダントの環境基準達成状況は極めて低く、一般局と自排局を合わせて、昼間（午前5時から午後8時）に環境基準を達成した測定局は、2006年でわずか2局（0.2%）であり、1時間値の最高値が0.12ppm（光化学オキシダントの注意報レベル）未満の測定局は624局と全測定局の約53%であった。2007年度における注意報の発令延日数は、220日（28都府県）であり、地域ブロック別に発令延日数をみると、関東ブロックで125日と全体の約57%になっている。

VOC：光化学大気汚染の原因となる非メタン炭化水素（全炭化水素から光化学反応性を無視できるメタンを除いたもの）には環境基準は設定されていないが、1977年度以来、継続測定されている。図3に示すように、午前6時から9時における年平均値の単純平均値は減少傾向にあり、2006年度では一般局で0.20ppmC、自排局で0.027ppmCであった（ppmCは炭素原子数を基準に表したppm値）。

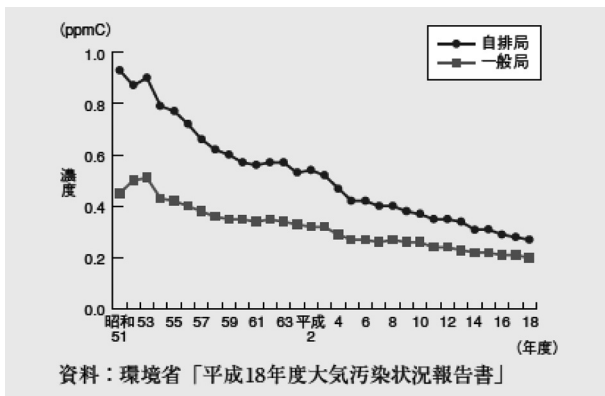


図3 非メタン炭化水素の午前6～9時における年平均値の経年変化（昭和51年度～18年度）

有害大気汚染物質：指定物質であるベンゼン、トリクロロエチレン、テトラクロロエチレンとジクロロメタンの2006年における測定結果を表3に示す。ベンゼンは451地点中13地点で、ジクロロメタンは388地点中12地点で環境基準値を超過していたが、トリクロロエチレン、テトラクロロエチ

表3 有害大気汚染物質のうち環境基準の設定されている物質の調査結果（平成18年度）

物質名	地点数	環境基準超過割合	平均値	濃度範囲
ベンゼン	451	2.9%	1.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.40～4.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
トリクロロエチレン	397	0%	0.90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.0045～13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
テトラクロロエチレン	399	0%	0.31 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.0075～6.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
ジクロロメタン	388	0.3%	2.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.18～180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

注：月1回以上測定を実施した地点に限る。
資料：環境省「平成18年度地方公共団体等における有害大気汚染物質モニタリング調査結果について」

レンは、すべての地点で環境基準値を下回っていた。また、2006年度におけるダイオキシン類の環境濃度の測定結果によると、環境基準を超える測定地点が大気と土壌では0地点、公共用水域で39地点（2.1%）、公共用水域底質で4地点（0.3%）となっており、大幅な改善が達成されている。

ベンゼンの排出源としては自動車（ガソリン自動車）が主体の寄与が最も大きく、ガソリン中のベンゼン含有率を1%以下とする対策が99年に開始されている。ベンゼン使用量は年間およそ400万トンであり、用途別には合成樹脂原料及び溶媒が最も多く、合成繊維原料・溶媒、その他の有機合成原料、洗浄、塗装剥離などが続いている。ベンゼンを排出する施設としては6施設が指定され、抑制基準が設定された。排出抑制基準は施設の種類と規模、既設と新設で異なっているが、貯蔵タンク（1500 mg/m^3 ：既設1000kl以上）を除くと、50 mg/m^3 （新設の乾燥施設、反応施設）から200 mg/m^3 （既設の乾燥施設、蒸留施設、反応施設）の範囲にある。これらの施設からの2004年のPRTR届出排出量は約1360トンと推定されている。

トリクロロエチレン、テトラクロロエチレンは金属部品、半導体やクリーニングにおける洗浄剤として使用されており、特定発生源には、1) 乾燥施設、2) 混合施設、3) 蒸留施設、4) 洗浄施設、5) ドライクリーニング機（処理能力30kg/回以上のもの）が指定されている。排出抑制基準は

施設の種類、規模、既設と新設で異なり、150mg/m³ (新設の蒸留施設) から500mg/m³ (既設の乾燥、混合及び洗浄用施設とドライクリーニング機) の範囲にある。2004年度のPRTR届出排出量は、トリクロロエチレンが5千トン、テトラクロロエチレンが1700トン、ジクロロメタンが約2万2千トンと推定されている。

2. VOCの排出低減

2.1 VOCの排出量

固定発生源からのVOC排出量は、図4に示すように2000年度において約130万トン(排出源の種類が多い環境省の調査では約150万トン)と推定されている。用途・製品別の排出割合では、塗料・塗装関連(トルエン、キシレンなど)が38%であり、印刷、接着、洗浄関連(ジクロロメタンなど)、化学製品、給油所などが大きな値になっている。VOCの業種別排出量では、輸送用機械器具(自動車等)製造業、金属製品製造業、プラスチック製品製造業、クリーニング業、化学工業、出版・印刷等、パルプ等、一般機械製造業などが大きい。なお、航空機の製造は輸送用機械器具製造に分類されるが、航空機の運用に伴い排出されるVOCは規制対象ではない。PRTR制度の届出

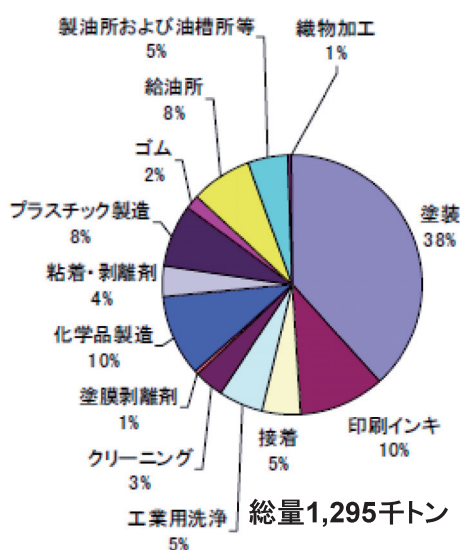


図4 平成12年度におけるVOC大気排出量と用途別発生量推計値(産業環境管理協会H19調査)

外排出量の推計結果(2002年度)によると(表4)、合計で年に28トンとわずかであり、化合物別ではベンゼン、1,3-ブタジエン、アセトアルデヒドなどの排出が目立っている。

表4 航空機に係る排出量の推計結果(PRTR平成14年度報告)

物質番号	対象化学物質名 物質名	排出量(kg/年)				合計
		第一種空港	第二種空港	第三種空港	その他の空港	
H	11 アセトアルデヒド	2,625	1,724	272	95	4,715
	63 キシレン	1,593	1,029	143	69	2,834
	227 トルエン	1,377	855	104	46	2,382
	268 1,3-ブタジエン	3,671	2,386	337	163	6,557
	299 ベンゼン	3,874	2,518	355	172	6,919
	310 ホルムアルデヒド	1,837	1,081	105	43	3,065
APU	11 アセトアルデヒド	78	128	26	5	237
	63 キシレン	56	91	18	4	170
	227 トルエン	48	79	16	3	146
	268 1,3-ブタジエン	129	211	42	9	391
	299 ベンゼン	136	222	45	9	412
	310 ホルムアルデヒド	66	107	22	5	199
合計		15,488	10,430	1,485	623	28,026

2.2 VOCの排出低減技術

VOC排出量の低減対策を概観すると図5のようになっており、1) 施設・工程の改良、2) 排出ガスの処理、および3) 新プロセス、代替品の導入・使用、の3つに分類される。

塗装分野の工程・設備の改善を表5にまとめてある。洗浄施設、乾燥施設等を集中化し、できる限り密閉系にすることは、ベンゼン、トリクロロエチレン、ジクロロメタンなどが洗浄剤、溶媒として使用される場合に有効な対策であり、コストもあまり

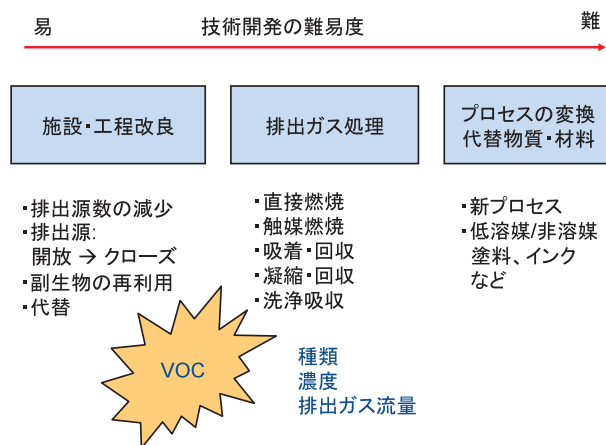


図5 VOCの排出を減らす技術

表5 塗装分野における工程・設備の改善

調色、調合：色替え方式・調色順序の見直し 塗装： スプレーガンのタイプ選択による塗着効率の向上 スプレー作業の改善による塗着効率の向上 研修による塗装技能向上 塗装ブースの風速調整 局所排気装置の設置・制御風速の調整 室内環境改善による製品の歩留まり向上 塗料の供給配管の見直し 塗料の供給方式の見直し 器具洗浄：交換・洗浄作業における揮発防止 保管：保管・貯蔵における揮発防止
--

東京都のVOC対策：<http://www2.kankyo.metro.tokyo.jp/chem/voc/index.htm>

かからず、経済的なメリットがある場合もある。

排ガスの処理については、燃焼、吸着・回収、凝縮・回収、洗浄吸収などの方法があり、VOCの物理化学的な性質、濃度、排ガスの流量（風量）などを考慮して、適切な処理方法を選択する。燃焼法で最も簡単な方法は直接燃焼法であり、ベンゼンなど可燃性の汚染物質濃度が燃焼範囲にある場合には、排ガスをボイラー等燃焼装置に導き、そのまま燃焼することができる。多くの場合、都市ガス、灯油などの補助燃料を燃焼し、そこにVOCを含む排ガスを吹き込む。この方法では燃料使用によりコストが高くなるので、排熱ボイラー、熱交換器などにより熱回収することが普通である。最近、燃焼によって発生した高温の燃焼ガスを熱容量の大きな媒体（セラミックペレットなど）層に通して熱を蓄えておき、ここに処理する排ガスを通して予熱し、燃焼を行わせるエネルギー効率の高い方法が工夫され、蓄熱層と予熱層を複数組み合わせた蓄熱式燃焼装置が開発されている（図6）。ベンゼンなど可燃性成分の濃度が低い、あるいは排ガスの温度が低い場合には、酸化触媒を用いて比較的低い温度（500℃以下ぐらい）で燃焼させる方法が有利になる。接触燃焼法又は触媒燃焼法とよばれるこの方法では、白金を中心とした触媒が用いられ、VOCをCO₂と水に分解できる。この方法は比較的小型の装置で済むために、小規模な発生源に適当な方法である。ただし、

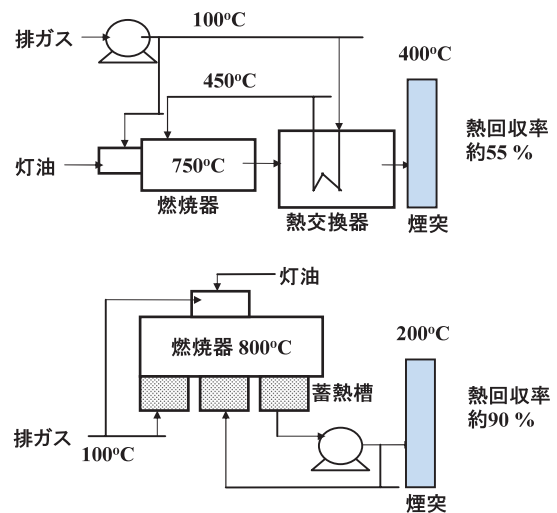


図6 VOCの燃焼処理（上：従来の直接燃焼法、下：蓄熱式燃焼法）

濃度が低すぎる場合には補助燃料を使用して触媒温度を維持する必要がある、さらに硫黄化合物などが排ガスに共存する場合には触媒の劣化が起これるので、注意が必要である。こうしたVOCの燃焼分解では、活性酸素が生成してVOCの酸化が起これている。最近、常温でこうした活性酸素を発生させる技術として低温プラズマ法、光触媒法などが開発されており、VOCの分解処理への応用が始まっている。

吸着法は活性炭、イオン交換樹脂、シリカゲル、ゼオライトなどの吸着剤を用いて、排ガスを処理する方法である。排ガスの温度は低い方がよく、また、吸着量に限界があるので、濃度はあまり高くない方がよい。図7に示すように、通常、2つの吸着装置が用意され、一つが吸着に使用されているときに、もう一つは加熱や水蒸気により活性

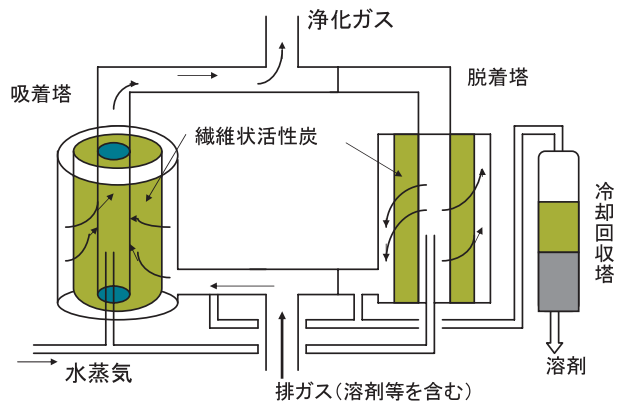


図7 VOCの吸着と脱離による回収（従来の一般的な方法）

炭からベンゼンなどが脱着される。一定時間ごとに、吸着と脱着工程を切り替えることにより、連続運転が可能になる。脱着されたVOCを含むガスは、回収・再利用されるか燃焼法により処理される。回収・再利用と燃焼処理の選択は、VOCの価格、排ガス中のVOC成分、排ガスの汚れ具合などで決まる。有機塩素系のVOCは比較的価格が高く、燃焼によりダイオキシン類が発生しやすいので、脱着ガスを冷却凝縮させて比重差で水と分離されて回収されることが多い。回収・再利用のプロセスでは、吸着剤の加熱に使用する水蒸気の発生と排水の水処理にエネルギーとコストがかかる。このため、吸着したVOCの脱離に水蒸気加熱ではなく、吸着剤を通電やマイクロ波などを用いて加熱する方法が開発されている。なお、排ガスが比較的高濃度、少量の場合には、排ガスをコンプレッサーによって吸引・加圧し、凝縮・冷却する方法も有効になる。

塗料、印刷用インクについては、低溶媒量、水性あるいは溶媒を使用しないものへの代替が効果的であるが、高品質、耐久性などが求められる用途では、低有機溶媒や水性の塗料・インクへの代替が遅れている。また、シックハウス症候群との関連から、トルエンなど溶剤含有量が少なく、ホルムアルデヒドの放散量が小さい接着剤の開発が進められている。化学品、薬品などの製造では、有機溶媒を使用しないプロセスの開発がVOC排出量削減に重要である。

2.3 VOCの低減効果

VOC排出量の低減対策の結果、2000年の固定発生源からの排出量約150万トンには2006年度には約117万トンまで減少しており、2010年までに3割削減という目標が達成される可能性はかなり高いと考えられている。問題は、大気中の光化学オキシダント濃度が減少して注意報レベルを超えない測定局数の割合が9割まで上昇するという予測(期待)(環境省による平成12年度大気環境状況に対する改善効果シミュレーション結果)が

実現するかどうかである。

対流圏ではNO₂の光分解でO₃が生成する(NO₂→NO+O、O+O₂→O₃)が、O₃が消失する反応(O₃+NO→O₂+NO₂)も起こる。この反応系にVOCが加わると、VOCとOHの反応で生成するRO₂(メタンではCH₃O₂)とHO₂がNOをNO₂に酸化する(RO₂+NO→RO+NO₂とHO₂+NO→OH+NO₂)ので、NOによるO₃の消失がなくなり、高濃度のO₃が出現する。大気中のO₃生成と濃度分布の予測には、日射強度、大気安定度、風向、風速、温度などの気象条件に加えて、VOCの各種発生源からの種類と排出量、VOCとOHの反応速度などに関するデータが必要である。特に重要なのは、実線で示す大気中のO₃濃度(ppb)とNO_x、VOCの排出量(濃度)の非線形な関係である(図8)。太い実線の右下側はVOC律速領域であり、VOC濃度を下げるとO₃濃度が下がるが、NO_x濃度を下げるとO₃濃度が増えることがある。一方、左上側のNO_x律速領域では、VOC濃度を下げてもO₃濃度は低減しない。

VOCの種類別削減量や植物起源の多量のVOC(イソプレン、ピネン類など)を含めたVOCとNO_xの排出量の比は地域によって異なっており、O₃濃度が期待よりも減少しない可能性がある。今後、モデルの精度を向上して対策効果を適正に評価するとともに、オキシダントやSPM、NO_x、有害大気汚染物質などによる健康、生態系へのリスクを総合的に評価することが重要と思われる。

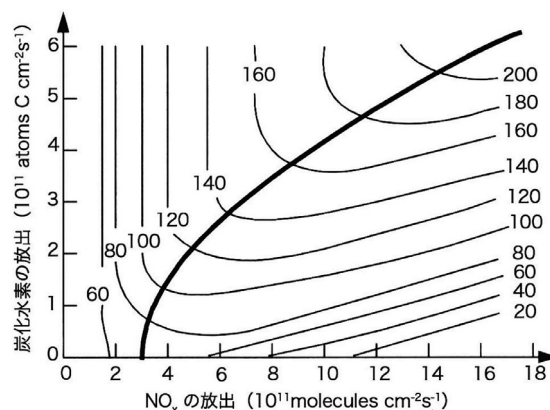


図8 O₃等濃度曲線

[D.J.Jacob (近藤豊 訳)、大気化学入門, 2002. より]

Approach to Analyzing Airport Noise*

Bill Albee** Ben H Sharp**

Wyle provides innovative approaches to airports seeking sustainable solutions for their noise management and land-use programs. Solutions are custom designed to unique needs of each airport, recognizing that a successful airport noise study program relies on strong technical expertise, effective communication, innovative skills, and collaborative processes.

Wyle’s approaches to the various tasks in a typical airport noise analysis are described in the following paragraphs:

Project planning — Noise analysis projects are typically initiated by closely coordinating a detailed statement of work from the airport, insuring that the project goals and objectives are clearly defined and that the project tasks are logical, appropriate, and necessary to achieve the agreed upon goals and objectives. Solicitation of input and participation from all project stakeholders is strongly recommended prior to finalizing the statement of work and also at appropriate times during the project.

Public outreach and project meetings — The Project Manager and other key consultant staff usually travel to the project site to attend planning meetings with project officials and to conduct

community meetings/workshops as needed. A “noise basics” presentation is made to insure that project officials and interested members of the public understand the metrics and analysis included in the study.

Project website — Development of project website is recommended to insure wide visibility of project progress to the local communities. Posting a draft work scope on the project website for public review and comment prior to the initial project meetings usually increases stakeholder participation. Input on metrics and what results citizens want to see from this study can be solicited. Inclusion of a question and answer section is recommended where citizens can submit questions and receive responses from the project officials and consultants. This section may include a “Frequently Asked Questions” section to minimize individual responses, which can be updated whenever several citizens are asking the same question. Alternatively, all questions and answers may be individually posted with responses.

Noise monitoring — Noise monitoring is often performed to assist with public confidence in the contours generated by the noise model. Noise monitoring data is not used as input to

*Approach to Analyzing Airport Noise

**Wyle Laboratories, Inc.

the noise model, but may serve to update the modelling of specific aircraft types or specific flight procedures where they may be shown to differ significantly from standard modelling assumptions. In our experience, this type of monitoring provides project officials and the public with more confidence with the modelling process and with the local results. Locations for the noise monitoring are often identified through available noise complaint information, previous study monitoring locations, discussions with project staff and community representatives, and consultant experience. Additional focus can be placed on areas that are expected to experience changes in noise exposure as a result of the project.

Data collection—It is necessary to conduct an inventory of many aspects of an airport to ensure accurate operational data collection, particularly when data collected from different sources is not in agreement or incomplete. Preparing an inventory of all data collected by source and submitting it to project officials for review and comment prior to performing any modelling or analysis prevents later concerns with completeness and accuracy with the data. Data collection includes, but is not limited to configuration of runways and their utilization, types of aircraft, and the number of day and night operations by each aircraft type on each flight track.

When evaluating noise compatibility alternatives, the existing land uses located within the study area are collected and integrated into a GIS database to provide a detailed base map for use throughout the study. The map identifies areas of compatible and non-compatible land uses.

The resulting GIS database aids in comparing alternatives and serves as a communication tool during the community information workshops and project meetings.

Wyle developed the Noise Data and Display System (NDADS) , which is a proprietary interactive tool, to create the most accurate possible flight tracks and flight profiles for use in noise modelling. NDADS reads a sample of air traffic control radar data and displays it in a manner that allows the operator to analyze the data and statistically create representative tracks and profiles. NDADS also performs an accurate statistical analysis of airport operations by aircraft type, operation type, runway assignment, and time of day.

Modeling existing and alternative scenarios — The selected noise model is run only after all input data has been carefully verified and approved by project officials, in order to produce noise exposure information for the existing and alternative scenarios. All available sources, including stakeholder input, should be utilized to identify viable operational alternatives that will achieve the project goals, while minimizing noise exposure. The model inputs and approach are fully explained in a report narrative that is supported by both graphic and tabular formats. Model outputs include cumulative noise exposure contours, plotted on aerial photographs or on a detailed land use base map, and all supplemental noise exposure information produced with noise metrics other than DNL.

Comparing the impacts of different types of aircraft — There are several effective methods of comparing the noise footprints of different

aircraft types. One approach is to model single or multiple arrival and departure contours for each aircraft type to be compared, and to plot the Maximum Sound Level (Lmax) or Sound Exposure Level (SEL) contour side by side for each aircraft type. Another approach, preferred by Wyle, is to model the actual time history of an arrival and departure for each aircraft to be compared using Wyle's Noise Model Simulation (NMSim), which can produce both two or three dimension video simulation. NMSim uses a range of colors to show the level and extent of noise propagation for each event. This animated graphic video is presented over a background map or aerial photo of the airport study area. Each operation is simulated on an actual arrival or departure flight track. NMSim is sufficiently sophisticated to show the noise shielding effects of terrain and the variations in noise propagation attributable to a soft surface, such as a park with vegetation, or a hard surface such as a body of water.

Comparing different arrival and departure flight paths — Wyle has developed an innovative, effective approach to comparing the noise impacts of different arrival and departure flight paths, particularly when the area of concern is well beyond the DNL 65 dB contour. That approach is to perform a geographic point-of-interest analysis with alternative noise metrics that supplement the Day Night Average Sound Level (DNL) metric throughout the entire selected study area.

A detailed geographic point-of-interest analysis of noise exposure is typically performed using DNL and two supplemental metrics -- Number-of-events Above (NA) and Time Above (TA). These metrics are used to break DNL down

into its main component parts, which are more easily understood by the average citizen. A point-of-interest is a specific geographic location where noise analysis is conducted. The study area and geographic points-of-interest are selected by local project officials.

The Number-of-Events Above (NA) metric describes the quantity of aircraft operations that generate sound levels exceeding a given threshold. The threshold is expressed using the Maximum A-weighted Sound Level (Lmax). The numbers of events above a given Lmax is computed for the average annual day at each geographic point-of-interest, usually over a range of Lmax thresholds in 5 dB increments from 55 dB to an upper threshold where NA is 0 at all geographic points-of-interest in the study area. The NA metric is currently computed by proprietary software, which runs the Integrated Noise Model repeatedly while extracting the NA data for the geographic points-of-interest. The NA is calculated to the nearest whole operation. The NA metric, in conjunction with the TA, can be used to describe the impact of many noise events over a given period of time, describing noise exposure at any chosen location in the study area in far more detail than DNL alone.

The TA metric expresses the amount of time that aircraft noise levels are greater than a given continuous sound level threshold. For a given point, the amount of time each aircraft operation generates noise above the threshold level is calculated. TA is expressed in minutes because it is not a sound level. The TA is calculated to the nearest minute. The TA is a useful descriptor of the noise impact of an individual event or for many events occurring over a specified time period. When computed

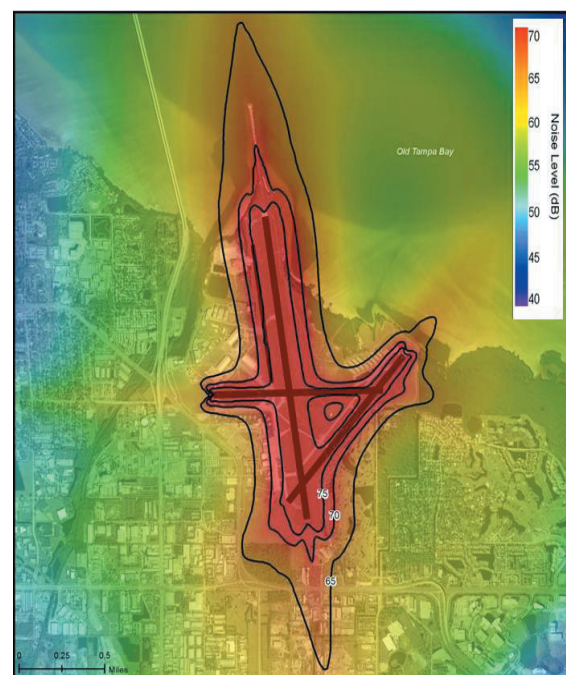
for a full day, the TA can be compared to the DNL in order to determine the sound levels and durations of events that comprise the DNL at any given grid point. TA can also be computed for a range of sound level thresholds, usually in 5 dB increments from 55 dB to an upper threshold where TA is 1 minute or less at all the geographic points-of-interest.

A separate analysis can be performed for each scenario to compare the existing and proposed arrival and departure flight corridors in the study, with tables that show the DNL and the full range of NA and TA results (and any other chosen metrics) for every geographic point-of-interest in the study. NA and TA contours at selected threshold levels can also be plotted on an aerial photo that covers the entire selected study area using hard contour lines and gradual color shading to show variations in the levels between the hard contour lines.

Comparing numbers, frequencies and times of day of operations for each alternative — In addition to using the NA metric to deconstruct the DNL metric at any given level of exposure, it can also be utilized to isolate the events occurring at various noise levels during any hour of the day (or any other time period of interest). Results can be produced for the annual average day, average busy day, average directional flow, and etc. This analysis is performed using the NA and DNL (and any other selected metrics) for selected time periods and airport configurations. Results quantify in detail the frequency of operations for the selected time periods and the number of operations at each threshold level over a full range of noise levels. Similar results are provided for other supplemental metrics specified by a client.

Illustrating single event and cumulative noise levels with various noise metrics — An increasing number of noise studies are being performed using alternative noise metrics that supplement DNL. The NA metric has emerged as the metric chosen most often to analyze the individual events that comprise DNL at any geographic point-of-interest in a study area. The TA metric is typically only used in conjunction with the NA metric to help analyze the events that comprise the DNL at the geographic points-of-interest. Public response has been very positive in every instance where NA results are presented.

Presentation of study results—Using Geographic Information System (GIS) approaches, Wyle has developed effective visual innovations to communicate noise exposure. Noise study report graphics include traditional noise contours, which are augmented by showing noise exposure levels with a gradual color-shading technique that in effect blurs the “hard” boundaries of contour lines, and shows noise exposure over



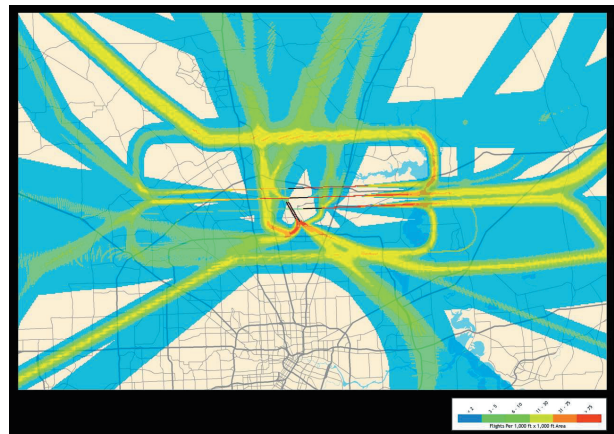
Color Shaded DNL Contours

a larger geographic area without adding additional contour lines.

Public response has been very positive, because this technique satisfies the public demand to see exposure beyond the published outer contour line without requiring the airport operator to add definitive noise contours outside of their lowest published contour line.

Another challenging issue is to clearly communicate flight corridors and airspace usage to the public. The current approach is to present maps showing actual radar data and modeled flight tracks, which are often interpreted by the public as misleading or incomplete. In response, Wyle developed an effective GIS technique of presenting flight corridors, relying on highly sophisticated algorithms to depict overflight frequency and distribution within the airport's terminal airspace. Wyle relies on

a color shading technique to simply and clearly communicate flight paths, intersecting corridors and flight frequency for the entire study area. Using this technique, an airport can effectively communicate overall airspace operations in a single graphic or with separate graphics to focus on arrivals vs. departures, jets vs. props, air carrier vs. GA operations, day vs. night operations, or any other variations of interest to stakeholders.



Example of Color Coded Departure Flight Corridors

空港騒音解析への取り組み (抄訳) *

ワイル研究所は空港騒音の管理と土地利用プログラムについて、環境にやさしい解決策を探求しつつ、革新的な取り組み方法を空港側へ提供している。騒音対策に成功している空港では、高度な技術的専門知識、地域社会との有効なコミュニケーション、革新的な技能、及び協調的な手順に依存することを認識した上で、解決策がそれぞれの空港固有の必要性に応じて個別に設計されている。典型的な空港騒音解析における様々なタスクについてワイル研究所の取り組みを説明する。

計画の企画立案—騒音解析プロジェクトは、空港側から現状について詳細な報告を厳密に調整することから開始されるが、プロジェクトの目的と目標が明確に定義されていて、タスクは論理的かつ適切であり、目的と目標が一致することが保証される必要がある。また利害関係者によるプロジェクトへの情報提供とプロジェクトへの参加の誘導は、常に強く推奨されるべきである。

普及活動と企画会議—通常、プロジェクト担当者と主要なコンサルタントのスタッフは、必要に応じてプロジェクトの企画会議や地域集会／ワークショップに出席するが、この機会を利用して騒音の基礎に関するプレゼンテーションを行うことは、利害関係者との間で騒音評価尺度や騒音解析を共通に理解するための保証となる。

ウェブサイトの企画—ウェブサイトの開発は、プロジェクトが地域社会に対して幅広い視野で展開されることが保証される。初期の段階でプロジェクトのドラフトをウェブサイトに提示することにより周辺住民から多くの質問を受けることができ、これに回答することにより、利害関係者のプロジェクトへの一層の参加が期待できる。

騒音のモニタリング—騒音監視は、公に信頼を得

るためしばしば騒音予測モデルによりコンターが作成されることがある。騒音監視で得られたデータは、騒音予測モデルにデータベースとして入力するような使い方はしないが、実測と予測の整合性の検討のために使われ、騒音予測モデルをアップデートするために役立つ。騒音監視のための位置は、様々な騒音苦情に基づく検討、今までの監視位置の継承、プロジェクト担当者と地域社会代表者との議論、及びコンサルタントの経験によって確定される。

データ収集—適切な運航データ収集を確実にするために、空港の多くの状況について処理する必要がある。異なるソースから集められたデータは目的に適合しないか、不完全である。データ収集には、航空機型式、及びそれぞれの飛行経路における各航空機型式による昼間と夜間における便数が含まれる。ワイル研究所は、専用のインタラクティブ・ツールである Noise Data and Display (NDADS) を開発した。これは航空管制レーダの情報を用いて統計的な処理を行い、代表的な飛行経路と飛行プロファイルを表示するものであり、騒音予測モデルに活用される。

現況及び代替計画のモデル化—現在及び代替計画のための騒音暴露状況は、選定された騒音予測モデルにより、注意深く検証された入力データを用いて計算される。モデルの入力はグラフィックと表の両方の形式でサポートされるべきである。またモデルの出力は、累積騒音暴露コンターを含んでいて、そのコンターは航空写真、又は詳細な土地利用ベースマップの上に描かれるべきである。

異なる航空機型式の影響の比較—異なる航空機型式の騒音の影響をみるためにフットプリントを比較するが、それには幾つかの有効な手段がある。一つの方法は、それぞれの航空機について一機または複数機について、着陸と離陸のモデル化を行い、

*Approach to Analyzing Airport Noise

騒音レベル (L_{max}) または単発騒音暴露レベル (SEL) のコンターを並べて描くことである。他の方法は、ワイル研究所が開発したモデル Noise Model Simulation (NMSim) を用いて比較することである。これは実時間に基づく騒音レベルをモデル化するもので、二次元又は三次元で騒音の大きさの範囲を色の違いで示すビデオシミュレーションモデルである。

異なる到着と出発飛行経路の比較—ワイル研究所は、Night Average Sound Level (DNL) が65dB を超えることが懸念されるエリアにおいて、異なる到着と出発飛行経路の騒音影響を比較するための、革新的かつ有効な取り組み手法を開発した。その方法は、全体の選択された対象エリアについてDNLを補足する代替の騒音評価尺度を用いて、地理的に関心のある点を解析することである。関心がある点とは、騒音の解析が行われる特定の地理的な位置である。その分析は、DNLと2つの補足的な騒音評価尺度 Number of events Above (NA) 及びTime Above (TA) を使用して実行される。対象エリアと地理的に関心のある点はローカルプロジェクトの担当者によって選定される。NAは設定された閾値を超える騒音レベルを発生させる航空機の運航便数を記述するもので、その閾値は騒音レベルの最大値 (L_{max}) で説明される。TAは、与えられた点において、個々の航空機の騒音レベルが、設定された閾値の騒音レベルを超えている時間の総和を記述するものであるが、これは騒音レベルではないので「分」で表示される。TAは個々の騒音発生の影響を評価するための有益な評価尺度である。

代替のための日別、時間別の運航の便数、頻度及び時間の比較—騒音暴露量のDNLを解析するた

めにNAを使用する。それにより、その日のあらゆる時間帯における様々な騒音レベルの発生を特定することができる。その結果から、年平均的な日、繁忙日の平均、及び平均的な飛行方向における運航便数などが導かれる。この解析は、選定した期間と空港構成に対しNAとDNLを使用して実施される。結果は最大限の範囲の騒音レベルにわたって詳細に選択された各閾値について、期間の運航の頻度と運航便数が定量化される。

様々な騒音尺度の単発騒音と累積騒音実例—DNLを補う代替の騒音評価尺度を使用した航空機騒音の研究事例が増加している。NAは、対象地域における地理的に関心のある任意の点において、しばしばDNLを構成する個々の事象を分析する評価尺度として使われる。TAは地理的な関心のある点でDNLを構成する事象を分析する補助として、通常NAに関連して使用されるだけである。あらゆる場合にNAの結果が示されることで、公共の反応は非常に積極的となる。

研究成果のプレゼンテーション—ワイル研究所は、地理情報システム (GIS) を利用して騒音暴露をコミュニケーションするために有効な視覚革新を行った。この騒音研究レポートに騒音コンター図を示した (原文の図参照)。これは騒音暴露レベル別に等高線を描いた伝統的なコンターと、等高線の境界をかすませて追加等高線を加えないで、より広大に地理的な地域にわたる騒音暴露状況を示し、色にゆるやかな陰影をつけるテクニックにより騒音暴露レベルを示す騒音マップである。この騒音暴露を表示するテクニックは公共の要望を満たしており、公共の反応は非常に積極的となる。

睡眠に対する環境騒音の影響*

影山 隆之**

1. はじめに

騒音が人間に及ぼす影響には、聴覚障害、聴取妨害、睡眠影響、作業妨害、および精神的影響（不快感）がある¹⁾。日本の都市部では30%以上の住民（幹線道路沿道ではほとんどの住民）が騒音による睡眠影響を多少とも訴えている²⁾。このため、これを防ぐ音環境の実現が、夜間の環境基準などの目標となっている^{2,3)}。日本では航空機の夜間発着が少ないが、もし今後増えるとすれば、航空機騒音と睡眠影響の関係も改めて注目される可能性がある。本稿では騒音による睡眠影響について現時点で知られていることと、今後の検討課題を整理する。

各国が環境基準を定める際に採用されている基本的な考え方は、住民個人の騒音曝露条件と睡眠影響との間の関係を科学的に把握し、これから睡眠影響を一定範囲に抑えるために必要な室内音環境を推定し、これを実現するために必要な屋外音環境を推定し、これに必要なに応じて技術的・社会的・政策的要素を加味して基準を定めるというものである。騒音による睡眠影響の現れ方には個人差が大きいため、曝露量と「集団内で影響を受ける人の割合」の関係（量-反応関係と言う）を把握することが、上記作業の出発点となる。この際には、音響科学的な知見の他に、睡眠科学の基礎知見と、疫学的な発想が必要である。そこで最初に、睡眠について概説する。

2. 睡眠の実際

2. 1. 睡眠の意義と実際

人間にとって睡眠の意義は、1) 身体の休息、2) 脳の休息、3) 自律神経の休息（睡眠時は交感神経が休息し副交感神経優位となる）、4) 身体の発育と修復（夜の前半の深い睡眠時に分泌される成長ホルモンの効果）、5) 各種免疫機能の亢進（感染やアレルギー疾患から身体を守る）などである⁴⁾。著しい睡眠不足が続くと、高血圧、虚血性心疾患、脳血管疾患、肥満、便秘などが増加し、睡眠不足による眠気・不注意により事故のリスクも上昇することが、多くの研究や重大事故の経験からわかっている⁴⁾。

日本人（10歳以上）の平均睡眠時間は7時間22分で40～50歳代ではいっそう短く（世界最短）、睡眠不足に悩んでいる人は多い^{4,5)}。睡眠を取る時間帯は、年齢や職業により多様である⁵⁾。睡眠の量と質を確保するために、騒音だけでなくさまざまな要因への配慮が求められる。

健康な若い成人の理想的な夜間睡眠を、模式化して図1に示す。睡眠の深さは、脳波や筋電位などにに基づき、覚醒、睡眠段階1～4、レム睡眠の6種類に分類される。睡眠段階1～4は数字が大きいほど深い。

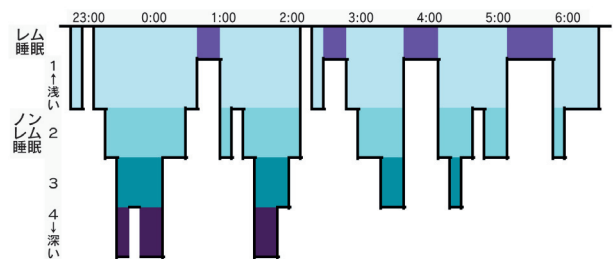


図1 健康な成人の一夜における睡眠段階の推移の例

*Effects of environmental noise on sleep

**大分県立看護科学大学・精神看護学研究室 教授

きいほど眠りが深く、ノンレム睡眠と呼ばれ、脳の休息である。眠りの深さは90～100分周期で変動する。周期の最後に出現するレム睡眠では、脳は活動しているが（夢見の時間）身体は休息脱力している。成人の総睡眠時間に占める割合は、睡眠段階1が5%、2が50%、3+4（合わせて徐波睡眠とも）が20%、レム睡眠が25%である。ただし、朝方ほど徐波睡眠は少なくレム睡眠は多い⁴⁾。高齢者では徐波睡眠があまり出現せず、眠りが全体的に浅くなる。

騒音による睡眠影響（睡眠段階の浅化や覚醒など）は、眠りが深いほど生じにくい。同じ睡眠段階でも、夜の前半は後半より騒音による影響を受けにくいという⁶⁾。同一個人が同じノイズイベントに曝露しても、そのタイミングによって睡眠影響は異なることになる。

2. 2. 不眠について

必要な睡眠の量・質には、個人差が大きい。つまり、睡眠の量・質をいくら詳しく調べても、それがその人にとって十分な睡眠かどうかは結論できない。

そこで、睡眠の他覚的（または生理学的）評価だけでなく、自覚的（または心理学的）評価も重要になる。本人に「眠れない」「眠り足りない」という自覚が強く、その結果として生活の質（quality of life, QOL）が低下していれば、これを不眠と定義する⁴⁾。ただし、他覚的評価と自覚的評価はしばしば乖離するし⁴⁾、自覚的評価法の

信頼性・妥当性も議論になる。

不眠はしばしば入眠困難、中途覚醒、早朝覚醒、熟眠困難の4タイプに分けられる（中途覚醒と早朝覚醒を合わせ睡眠維持困難とも）⁴⁾。これらが「週3回以上あって、QOLが低下する状態が少なくとも1カ月以上続く」ならば、不眠症と呼んでよい。不眠を引き起こすさまざまな要因の一つが、環境騒音である。この場合、騒音による睡眠妨害そのものが「精神的健康やQOLの低下」という健康影響であるが、同時にその不眠が前述のように心身の疾患や事故のリスクを上昇させる可能性も懸念される。近年ヨーロッパやWHOでは、騒音と睡眠影響との関係、および一般的な不眠と心身の疾患を発症するリスクとの関係を整理し、両者を総合することで騒音と睡眠影響の関係を推定して、環境政策の根拠にすることが考えられている⁷⁾。

2. 3. 騒音による睡眠影響の評価法

騒音による睡眠影響を評価する場合、ノイズイベントによる即時的な影響を問題にするのか、1カ月以上続くような不眠症を問題にするのか、注目する時間スケールによって異なる評価方法が存在する（表1）。

2. 3. 1. 即時的な睡眠影響

騒音による即時的な睡眠影響を評価するには、主に他覚的な睡眠評価法を用いる。

代表的な影響指標は、脳波からみた睡眠段階の浅化や中途覚醒である。ただし脳波測定は、被測

表1 睡眠の評価方法とタイムスケール

タイムスケール	自覚的方法	他覚的方法
～1夜	—————	睡眠脳波（ポリグラム） アクチグラフィ、心拍数
1夜～数週間	睡眠日誌、 OSA 睡眠調査票など	アクチグラフィ、 深部体温、心拍変動、 唾液・尿中ホルモンなど
数週間あるいはそれ以上	PSQI 国環研の不眠症調査票 国精研の睡眠健康調査票	—————
二次影響（後影響）	ESS など	心拍変動など

定者とっても測定者にとっても煩雑であり、一度に多数の対象者の睡眠を調べることは困難である。近年、携帯型脳波計や睡眠段階自動判定プログラムが進歩したので、作業が少しだけ簡易化されつつある。

腕時計状の機器を装着し、例えば1分毎の睡眠／覚醒を体動から推定する方法が、アクチグラフィである^{8,9)}。2週間以上の連続記録が容易で、入眠潜時(寝付くまでの時間)・中途覚醒などを評価できる。覚醒していても無動であれば睡眠と判定されるので、覚醒時間は過小評価されやすい。これを用いた初期の研究にはヒースロー空港周辺の住民調査があり¹⁰⁾、筆者もこの手法で中途覚醒発生確率と屋外から寝室に侵入した騒音レベル(2分毎に推定)との関連を見出した¹¹⁾。最近ではヨーロッパの空港周辺で、航空機の発着時の騒音と中途覚醒との関係を検討した結果が報告されている¹²⁻¹⁶⁾。

この他、騒音曝露による心拍数の一時的な増加も、騒音の即時的影響の指標となる。

2. 3. 2. 一夜の睡眠影響

一夜の眠りを主観的に振り返る質問紙として、日本で開発されたOSA睡眠調査票があり¹⁷⁾、騒音との関係も調べられている¹⁸⁾。

脳波やアクチグラフィで観察した結果を要約した睡眠指標には、総睡眠時間(入眠から最終覚醒までの時間)、徐波睡眠時間、レム睡眠時間、中途覚醒回数、睡眠効率(総睡眠時間に占める、これから中途覚醒を除いた時間の割合)などがある。

安静時や睡眠時の心拍間隔のわずかなゆらぎ(心拍変動)をスペクトル解析すると、特定帯域のパワーが、心循環系に関わる副交感神経や交感神経の活動量の指標となる¹⁹⁾。そこで、副交感神経優位の時間の長さ(徐波睡眠にほぼ対応)や、副交感神経に関連した帯域のパワー(終夜の)を求め、良眠の指標とする試みがある。近年ヨーロッパで報告されている通り環境騒音の長期曝露が高血圧症を増加させるとすれば⁷⁾、副交感神経優位の徐波睡眠が妨げられるためかもしれない、今

後この種の評価手法の発展と騒音・睡眠研究への応用とが期待される。

不眠の翌朝に残る眠気などの影響を、二次影響または後影響(aftereffect)と呼ぶ。日中の眠気に関する質問紙でよく使われるのはエプワース眠気尺度(ESS)である²⁰⁾。

2. 3. 3. 数週間以上にわたる睡眠影響

自記式質問紙または面接調査により、過去数週間以上の睡眠を回顧してもらえば、多数の対象者を同時に調査でき、かつ睡眠の短期的な日間差(毎晩の眠りの個人内変動)の影響を回避できる。

その一つが、「騒音が住民に及ぼす諸影響に関する簡便で標準的な調査方法」として提案された、いわゆる「音響学会方式」の質問紙である²¹⁾。これで「騒音による睡眠への影響あり」と回答した住民の割合は、屋外の騒音レベルと一定の相関を示す。ただし、騒音以外の理由で中途覚醒した人が、たまたま耳にした音を「覚醒の原因」と誤認してしまう可能性はあるので、不眠の原因を騒音に帰する回答の正確さについて詳しい検討が望まれる。

騒音問題に特化しない「標準的な睡眠に関する質問紙」としては、ピッツパーグ睡眠質問紙(PSQI)²²⁾や、国立環境研究所が用い始めた質問紙がある。後者で6問の組み合わせから入眠困難・中途覚醒・早朝覚醒・熟眠困難の4タイプの不眠を判定し、このうち1つ以上に該当する場合を不眠症とみなしたところ、その有症率は道路交通騒音と関連していた^{23,24)}。

他方、睡眠を他覚的評価法によって調べたデータを、長期にわたって要約するような指標は特に知られていない。

2. 4. 睡眠に影響する騒音以外の要因

睡眠の良否には多くの要因が影響するが、騒音と睡眠との関連を検討するに際し、これらの条件の統制は簡単でない。特に社会調査では、統制がいっそう困難である。不眠そのものに関連する個人要因には加齢、女性、治療中の疾患あり、生活

不規則、同室者(特に子ども)、最近の大きな生活変化²³⁾や、仕事ストレス、職業生活と個人生活とのアンバランスなどがある。また、騒音による睡眠影響を受けやすい個人条件としては高齢者(睡眠が浅くなるので)、妊娠中の女性、疾患あり、交替勤務者(もともと睡眠問題多い)などが考えられている⁷⁾。「自分は騒音に敏感である」と自覚している人も睡眠影響を受けやすいと言われるが、その自覚は「騒音により影響を受けた時」に生じるものであろうから、循環論法に似た印象は免れない。もちろん、睡眠の良否や騒音への感受性は、個人内でも日や時間帯により変動する。

騒音と睡眠との関連を検討する際に、これらの要因による影響を適切に除くためには、十分大きなデータ量(対象者数×観察期間)が必要になる。上記諸要因にはプライバシーに関わるものも含まれるので、社会調査などでは、回答者の匿名性に関する配慮や、データ保管方法の配慮なども重要である。

3. 騒音曝露と睡眠影響の関係

3. 1. 騒音曝露について

最後に、騒音曝露と睡眠との関係について、最近までの知見をまとめてみる。ここで騒音曝露とは本来、個人曝露のことである。しかし、騒音曝露実験をするような場合には曝露条件を任意に定めることができるが、実際の現場では「家屋の騒音曝露」の把握はできても、個人曝露の評価は容

易でない。

いくつかの調査によれば、睡眠中の騒音曝露レベルの平均は L_{Aeq} 40dB程度だが、個人差が大きい²⁾。この曝露には、同室者の発生音や自身のいびきなど各種室内発生音も含む。

屋外騒音による睡眠影響を考察するには、屋外騒音レベルから「寝室内に侵入した屋外騒音のレベル」を何らかの方法によって推定する必要もある。かりに各家屋で屋外と寝室内のレベルを並行測定してその差を得たならば、この値を屋外レベルから差し引いて「寝室内侵入音のレベル」を推定し、これを個人曝露レベルとみなすことができる。しかし、これを各戸で行うことは容易でない(この場合の屋外と寝室内のレベル差とは窓や壁の遮音性能のことではない、屋外に卓越した音源がある場合には寝室の位置が影響するし、場合によっては屋根の遮音性能も問題になる)。

3. 2. 睡眠影響と環境基準

現在の日本の環境基準を定める際には、表2に示す科学的知見が根拠とされた²⁾。これらは1990年代前半までに主に実験室で得られた知見で、レベル変動が大きい場合(ピークレベルが暗騒音より10dB以上高い場合を言う)には、 L_{Aeq} が低くても睡眠影響を生じやすいことがわかる。これらの知見に基づき設定された「屋内音環境指針」では、「音の発生が不規則・不安定な地域で騒音による睡眠影響を生じないためには室内において

表2 現行環境基準で参考にされた騒音の睡眠影響に関する知見

騒音レベル	睡眠影響がみられたレベルの下限値
L_{Aeq} 45dB(室内)	Vallet, et al. (1983) Thiessen, et al. (1983) Eberhardt, et al. (1987)
L_{Aeq} 40dB(室内)	Griefahn (1986) 影山他(1995); Vallet, et al. (1983); <u>Ohrstrom, et al. (1990)</u> <u>Eberhardt, et al. (1987)</u>
L_{Aeq} 35dB(室内)	<u>Griefahn (1986)</u> ← 一夜の曝露回数により差 <u>Ohrstrom, et al. (1990)</u>
L_{Aeq} 35dB(室内)	<u>Ohrstrom, et al. (1993)</u>

L_{Aeq} 35dB 以下が望ましいが、高密度道路交通騒音のように騒音レベルがほぼ連続的・安定的である場合には40dBでもほぼ睡眠影響を免れることができる」と結論した(表3)。そして、窓を開けた場合の室内外のレベル差を10dBと仮定し、屋外における環境基準を定めた。

3. 3. 近年の知見と今後の課題

しかし、その後現在までの間に主としてヨーロッパで、航空機・鉄道・自動車による間欠的な騒音による睡眠影響を中心に、相当の追加データが蓄積されている^{12-16,7)}。この間、2000年にWHOがまとめたガイドライン²⁵⁾では、「現状では騒音による健康影響を予測する簡便で妥当な指標は L_{Aeq} である」とした上で、「騒音が少数・不連続のイベントから構成される場合には、 L_{Aeq} より L_{Amax} が睡眠妨害の予測指標として適している」「ただし L_{Amax} よりSEL (sound exposure level) のほうが安定した値を得られるであろう」と考察し、「睡眠への好ましくない影響を避けるには、騒音レベルが定常的ならば室内 L_{Aeq} が30dBを超えないこと。低周波成分が多い場合には、より低いレベルを推奨する。暗騒音レベルが低い場合には、可能ならば L_{Amax} が45dBを超えないこと。」と結論している(これは社会的条件を考慮しない保健学的見地からの推奨値であって、基準値や規制値ではない)。

さらにこのガイドラインを発展させて2007年にWHOヨーロッパ事務局が発表した「ヨーロッパにおける夜間騒音のガイドライン」⁷⁾では、室内 L_{Amax} 32-35dB以上で睡眠に一過性の影響が生じ、屋外の夜間 L_{Aeq} (L_{night}) 40-42dB以上で睡眠

の質の低下が生じるとしている。これらより、 L_{night} (屋外値) 30dB以下を目標値として、 L_{night} 55dB以上または40dB以上の地域に住む人口を減らすべく、関係諸国に対策を勧めている。ヨーロッパでは基本的に、 L_{den} や L_{night} で環境基準の類をまとめようという動きになりつつある(L_{den} は昼間(day)・夕方(evening)・夜(night)で重み付けした L_{Aeq} の意味)。ただし、屋外における L_{Amax} や L_{AE} を L_{night} や L_{den} に換算する方法、屋外値における L_{night} の測定方法、あるいは L_{night} から屋内レベルを推定する方法が、日本の現状と大きく異なっていることに留意が必要である。

そこで日本では、こうしたヨーロッパの論理が同様に成立しているかどうかを、日本の実情をふまえて検証することが今後の課題である。航空機騒音の場合で言えば、発着毎のノイズイベントによる睡眠への即時的影響を L_{AE} の関数として整理すること(量-反応関係の検証)や、終夜のノイズイベントの回数および L_{AE} と一夜の睡眠の量・質との関係を科学的に整理することが、出発点となる。他方、環境基準を L_{AE} やWECPNLで設定するのであれば、等しい L_{night} やWECPNLの値を与えるような発着回数および L_{AE} がどのような分布になるか、そしてその L_{AE} やWECPNLがどのような室内レベルに相当しているかということについて、実証的なデータが必要である。その上で初めて、睡眠影響をどこまで許容するかしないかに応じて、屋外値(環境基準など)を議論することが可能になる。ただしいずれにしても、一定レベル以上の騒音に曝露する人口の漸減を政策目標にしよう、というヨーロッパの発想には学ぶべきものがある。

表3 現行環境基準の基礎となる屋内指針

地域	時間帯	昼間 (会話影響を防ぐ)	夜間 (睡眠影響を防ぐ)
一般		45dB 以下	35dB 以下
道路に面する地域		45dB 以下	40dB 以下

参考文献

- 1) 長田泰公：騒音のうるささ，騒音制御，13(1989)，pp.3～6.
- 2) 久野和宏：道路騒音の生理的・心理的影響．騒音制御，22(1998)，pp.317～321.
- 3) 難波精一郎：騒音の生理と心理．騒音制御，22(1998)，pp.303～309.
- 4) 白川修一郎編：睡眠とメンタルヘルス，ゆまに書房(2006).
- 5) 後藤恭一、金子哲也：睡眠影響を考慮した航空機騒音評価の展望，航空環境研究，11(2007)，pp.37～41.
- 6) L.Rosentahl, C. Bishop, T. Helmus, et al.: Auditory awakening thresholds in sleepy and alert individuals, *Sleep*, 25(2002), pp.290～295.
- 7) WHO Regional Office for Europe: Night noise guidelines (NNGL) for Europe, 2007.
- 8) R.J. Cole, D.F. Kripke, W. Gruen, et al: Automatic sleep/wake identification from wrist activity. *Sleep*, 15(1992), pp.461～469.
- 9) S. Ancoli-Israel, R. Cole, C. Alessi, et al: The role of actigraphy in the study of sleep and circadian rhythms. *Sleep*, 26(2003), 342～392.
- 10) J.A. Horne, F.L. Pankhurst, L.A. Reyner, et al.: A field study of sleep disturbance: Effects of aircraft noise and other factors on 5,742 nights of actimetrically monitored sleep in a large subject sample. *Sleep*, 17(1994), 146～159.
- 11) 影山隆之，小林敏生，錦戸典子，河島美枝子：交代制勤務者の睡眠環境－職員寮室内音環境の測定例．日本騒音制御工学会研究発表会講演論文集(2000)，pp.197～200.
- 12) W. Passcheir-Vermeer, et al.: Sleep disturbance and aircraft noise exposure: Exposure-effect relationships. TNO Inro Report No. 2002.027(2002).
- 13) W. Passcheir-Vermeer: Night-time noise events and awakening. TNO Inro Report No. 2003-32(2003).
- 14) M. Basner, et al.: Aircraft noise effects on sleep: Application of the results of a large polysomnographic field study. *J Acoust. Soc. Am.*, 119(2006), pp.2772～2784.
- 15) J. Hong, et al.: Assessment of sleep disturbance on night-time railway noise from field survey. *Inter-Noise 2006*.
- 16) S. Fidell, et al.: Effects on sleep disturbance of changes in aircraft noise near three airports. *J. Acoust. Soc. Am.*, 107(5 Pt 1)(2000), pp. 2535～2547.
- 17) 小栗 貢，白川修一郎，阿住一雄：OSA睡眠調査票の開発－睡眠評定のための統計的尺度構成と標準化，精神医学，27(1985)，791～799.
- 18) T. Kawada, Y. Sasagawa, Y. Kiryu, S. Suzuki: Daily asleep changes in a noisy environment assessed by subjective and polygraphic sleep parameters. *J. Sound Vibration*, Vol. 205(1997), 405～409.
- 19) 早野順一郎：心拍変動のスペクトル解析．総合臨床，44(増刊)(1995)，pp.1201～1209.
- 20) Y. Doi, M. Minowa, T. Fujita: Excessive daytime sleepiness and its associated factors among male non-shift white-collar workers. *J. Occupational Health*, 44(2002), 145～150.
- 21) 難波精一郎，桑野園子，加来治郎，他：音環境に関する調査票改訂版の提案，(社)日本音響学会・社会調査手法研究委員会報告，日本音響学会誌，62(2006)pp.351～356.
- 22) 土井由利子，箕輪真澄，内山真他：ピッツバーグ睡眠質問票日本語版の作成．精神科治療学，13(1994)，pp.755～763.
- 23) T. Kageyama, M. Kabuto, H. Nitta, et al: A population study on risk factors for insomnia among adult Japanese women: A possible effect of road traffic volume. *Sleep*, 20(1997), pp.963～971.
- 24) Y. Sasazawa, T. Kawada, Y. Kiryu, S. Suzuki: The relationship between traffic noise and insomnia among adult Japanese women. *J. Sound Vibration*, 277(2004), pp.547～557.
- 25) WHO: Guidelines for Community Noise(2000)

海外における航空機騒音予測に関する話題と わが国の予測モデル*

吉岡 序**

1. はじめに

1973年にWECPNLを航空機騒音の評価量とする「航空機騒音に係る環境基準」が告示されて以来、積極的に騒音発生源対策や周辺対策が進められてきた。その結果、空港周辺における航空機騒音の暴露およびその影響は大幅に軽減されている。その環境対策の基礎となる航空機騒音の評価を行う上で、航空機騒音の予測計算が大きな役割を果たしてきた。長年にわたり航空機騒音の評価にWECPNLを用いられてきたが、その間世界的には等価騒音レベル (L_{Aeq}) が多く使われるようになっていた。わが国においても一般騒音を対象とする環境基準において L_{Aeq} による評価方法が採用され、航空機騒音も L_{Aeq} に基づく評価量へ変更する機運が高まっていった。こうした状況に鑑み、航空機騒音についても L_{Aeq} に基づく評価方法が採用される場合に備えて、評価量の違い等がもたらす影響の有無について検討しておくことが望ましいと考え、2003年にエネルギーベースの騒音評価量による新しい騒音予測モデル(以後便宜上JCAB2モデルと言う)の第一版を開発した[1]。その4年後の2007年12月には「航空機騒音に係る環境基準」が改定されて騒音評価量はWECPNLから L_{den} へと変更された。

エネルギーベースの騒音評価量による予測モデル

ルについては先行するものとしてFAA(米国連邦航空局)が開発したINM(Integrated Noise Model)[2]や、わが国のヘリコプタ騒音予測モデル[3]などがあり、INMは1978年の公表以来改訂が繰り返されている。INMはパソコン上で動作し、様々な評価量で計算が可能なことやプログラムの入手が容易なことなどから世界的にも広く使われており、これを用いれば経費節約になるし、同じ土俵で国際間の比較ができるなどの利点があるが、WECPNLによる騒音予測プログラムで計算した結果と比較することや、長年培ってきた経験を活かすという観点、また国により航空機運航手順の違い等があるため、予測に影響する種々の要因について考慮の仕方を検討する必要性等を考え、自ら新たに予測モデルを構築したものである。

ここでは海外における航空機騒音予測に関する話題、及び先行している海外の予測モデルの現状を紹介し、わが国で新しく開発した L_{den} を評価量とするJCAB2モデルと先行モデルとの比較を行う。

2. 海外における航空機騒音予測に関する話題

2.1. 予測モデルに用いる騒音評価量

1960年頃から主要な航空機製造国では航空機が一機飛行した時のやかましさを基本にして騒音評価が行われていた。その後他国も加わり、一機のやかましさを基本に更に騒音の継続時間と発生回数を組み合わせる形で、多数の航空機による騒音の総暴露量を一日の平均として算出して評価する手順が用いられるようになった。しかし、その計算式等は各国

*Some topics of aircraft noise prediction in foreign countries and JCAB2 noise model

** (財)空港環境整備協会 航空環境研究センター
騒音振動部長

まちまちであった。そこで各国の評価量を統一して相互比較を可能にすることを意図して、1971年にICAO（国際民間航空機関）から航空機騒音第16付属書が公布された。これは新たに製造される航空機は発生する騒音がある一定の基準以下に収まっている証明を受けないと、原則として商用航空の用途に供することができないという、航空機騒音基準適合証明制度と、空港周辺の土地利用計画に用いる騒音評価量としてWECPNLの使用を提案するものであった。しかしながら、各国特有の事情から騒音評価量がすぐには統一されることはなく、1974年にはICAOにより各騒音評価量間の変換式を提案するガイドラインCIRCULAR 116が発行された。但し、これは後述するCIRCULAR 205の発行によって廃版となった。1979年になるとICAOによって45カ国を対象に空港周辺の土地利用計画を目的とする航空機騒音の評価量について調査が行われた。その結果によれば、24カ国で土地利用計画を目的とする評価量が制定されており、その評価量の種類は11であった。EPNLを基本量とするNEF（Noise Exposure Forecast）を用いる国が7カ国で最も多く、PNLを基本量とするNNI（Noise and Number Index）がその次に多い5カ国で使われていた。WECPNLを用いていたのは日本の他2カ国に過ぎなかった。この頃、CAEP（航空環境保全委員会）の前身であるCAN（航空騒音委員会）において土地利用計画に用いる騒音予測コンターの作成手法のガイドラインを開発する作業が進められており、その作業部会において前述の調査結果に基づき、騒音予測コンター作成に用いる騒音評価量の検討も行われることになった。その検討の結果、測定法と評価法の簡便さ、及び他の騒音との相互比較の容易さの観点から、騒音レベルの最大値（ L_{Amax} ）、あるいは単発騒音暴露レベル（ L_{AE} ）を基本量とする評価量が土地利用計画を目的とする場合には適切であると結論づけられた。

2. 2. 予測手法のガイドラインの開発

前述の作業部会における作業が終了し、空港周

辺の土地利用計画を目的とした航空機騒音の予測計算方法のガイドラインが、1988年にICAOからCIRCULAR 205 [4]として発行された。これより少し前から、アメリカとヨーロッパでも L_{Aeq} ベースに基づく騒音評価量の航空機騒音予測手法のガイドラインの開発が進められていた。1986年にアメリカではSAE（Society of Automotive Engineers）の航空機騒音担当部署SAE Committee A-21により、「空港周辺の航空機騒音の計算手順」SAE AIR 1845 [5]が、また同年ECAC（European Civil Aviation Conference）からは「民間空港周辺の騒音コンターの標準的な計算方法」ECAC.Doc. 29 first editionが発行された。これらは、これから予測モデルを新たに開発しようとする国にとっては有用なツールとなり、 L_{Aeq} ベースに基づく騒音評価量の航空機騒音予測モデルが開発し易くなった。1997年になるとICAOにおいて予測手法のガイダンスCIRCULAR 205の見直しが始まった。その一環として、まず、世界各国の予測モデルの情報を収集し、次に仮想空港を構築して、各国が所有している騒音予測モデルにより、その仮想空港周辺の L_{Aeq} , 24hを予測計算して、各国の計算結果を比較検討された。この計画には我が国を含めて9カ国が参加した。当時の我が国の航空機騒音モデルの騒音評価量はWECPNLを計算するものであったため、実測したECPNLと L_{Aeq} の関係から、求めようとする L_{Aeq} 値に相当するECPNLを算出して代用した。 L_{Aeq} 55dBのコンター面積が比較されたが、国名は明かさずA～Iのアルファベットで表記された。その面積は最小と最大では凡そ3.5倍の違いがあったが、我が国の結果はECPNLからの換算値であるにもかかわらず、最大と最小のほぼ中間であった。このような結果のばらつきは、すべてのモデルが同じ計算手法ではないこと、データベースが異なるなどにより、当初から予想されていたことであった。このことから予測手順のガイドライン間においても整合性をとる必要性が認識された。ECAC Doc.29 [6]は2005年には第三版となっている。CIRCULAR 205は間

もなく改定が完了する見込みであり、SAE AIR 1845 については現在改定中である。

2. 3. ICAO/CAEP におけるモデル評価

ICAO/CAEPにおいて、航空機の運航に伴う環境影響の三つの課題、即ち空港周辺の騒音影響、大気環境 (LAQ/Local Air Quality)、気象変動への影響 (地球温暖影響/GHG)) はこれまで個別に取り組みられてきた。しかしながら、投資できるコストや技術には限りがあり、また各課題への取り組みが相互に影響を及ぼしあうようになってきたため、課題相互の依存性まで考慮して費用対効果を最大とするような政策の在り方を探ることが必要になってきた。そこでICAO/CAEPでは、各課題が人の健康と福祉に及ぼす影響について最新の科学的知見をレビューし、今後取り組むべき事項を洗い出して研究を進め、共通の評価尺度を確立することが計画された。この計画の一環として、共通の評価尺度を確立するために使用するモデルを評価するためのタスクグループが設置され、騒音影響 (Noise)、大気環境 (LAQ)、地球温暖影響 (GHG) 及び経済影響 (Economic) に関する予測モデルが評価されている。

3. 海外の予測モデルの現状

予測手法のガイドラインが公表されて以来、種々の予測モデルが開発されているようであるが、現在公表されていて、比較的容易に入手できる航空機騒音予測モデルはアメリカのFAA (Federal Aviation Administration) が開発したINM (Integrated Noise Model) と、アメリカ空軍が開発したNOISEMAPがある。またモデル自体は入手できないが機能概要が公開されているものとしては、イギリスのCAA (Civil Aviation Authority) の開発したANCON (Aircraft Noise Contour Model) がある。INMは1978年にVersion1.0が出版されて以来、数々のバージョンアップがなされ、現在はVersion7.0 [7] となっている。このモデルは安価で入手方法も簡単な

め世界で広く使われている。NOISEMAPは軍用機を対象に1989年に開発されたもので、現在ではVersion7.3 [8] となっている。このモデルはacknowledgement-wareとなっていてWasmer Consulting社の承認を受ければ誰でも自由に使える。最後にANCONであるが、これは前述の通りイギリスCAAが航空行政に使用するために開発したモデルで、モデルを入手することはできないが機能概要を示す資料が公表されている [9]。これによると、Version1.0が1992年に出版され、現在はVersion 2.1でANCON2となっている。

4. 予測モデルJCAB2について

4. 1. 予測モデルの考え方のレビュー

今までのWECPNLによる予測モデルは L_{Amax} に基づく評価のため、観測点から飛行経路への最短距離 (或いはその近似であるスラントディスタンス) に応じて騒音/距離データベースを参照し、 L_{Amax} を算出する手順が基本であったが、 L_{Aeq} で予測を行う場合には航空機が飛行する間に飛行経路の各部分から時々刻々と観測点にもたらされる騒音の寄与をすべて合算して計算する L_{AE} を算出することが基本となるため、各部分を航空機が通過する際の飛行速度を考慮して計算しなければならない。これを実行する方法として、セグメントモデルが採用された。

セグメントモデルは航空機が通過する間の観測点での単発騒音暴露レベルを算定する際に、飛行経路を幾つかの有限長セグメントに分割し、各々の寄与 ΔL_{AE} を(1)式によって計算し、それらをエネルギー加算して全体の騒音暴露として算定する。まず、 L_{AE}^0 は航空機が一定の飛行状態で直線飛行経路を飛んだ場合の単発騒音暴露レベルである。

それに有限長セグメントであるため寄与が小さくなることを考慮する補正值 L_{NF} を加える。第3項 $\Delta L_{airspeed}$ は当該セグメントを飛行する速度が

$$L_{AE} = L_{AE}^0 + \Delta L_{NF} + \Delta L_{airspeed} + \Delta L_{G-direct} + \Delta L_{EGA} + \Delta L_{others} \quad (1)$$

基準と異なる場合の補正である。以下、 $\Delta L_{G-direct}$ は離陸滑走時の滑走路後方への指向性の補正、 ΔL_{EGA} は地表面による過剰減衰、 ΔL_{others} はそれ以外の補正で、地形による回折や遮蔽 $\Delta L_{germetry}$ 、防音壁や防音堤等による遮蔽 $\Delta L_{barrier}$ 、気象の影響 ΔL_{meteo} などである。

4. 2. フットプリントによる INM との比較

中型双発ターボジェット機の平均的な飛行重量の離陸について、INM7.0とJCAB2の予測モデルで同一の基礎データに基づいて L_{AE} フットプリント (80~95dB) を作成し両者を比較した。図1は両者のフットプリントを重ね合わせたもので、実線はJCAB2、点線はINM7.0のコンターラインである。図をみると、まず離陸滑走開始点側方から後方にかけての音源指向性形状が異なる。これはINM7.0ではカージオイド型の音源指向性を採用しているが、JCAB2では実験の結果 [10] から離陸開始時の真後ろではカージオイド型のように斜め後方と比べて指向性の強さは極端に低減しないこと、また、一日の総暴露量を算出するためには、着陸騒音や逆向きの離陸騒音の寄与も受けるので単純に無指向性とした方が合理的であると考えたためである。次に、滑走路側方の予測値に相違があるがこれは側方過剰減衰の補正式の違いによるもので、INM7.0ではSAE AIR 5662の式、JCAB2はSAE AIR 1751をベースに実験に基づきモディファイした計算式1751M [11] を使っているためである。80dBコンターの先端に相違があるが、この部分は離陸時プロファイルのエンジン推力が異なるセグメント間にあり、INM7.0ではセグメント間においてはエンジン推力値は内

挿されるが、JCAB2ではセグメント間は指定された推力値を使うことによる違いである。85dBと90dBで両者が概ね整合しているのは、ちょうどこれらのコンターの先端部がセグメントの変節点即ちエンジン推力が変化する直前あるいは直後であるため、補間した推力と補間しない推力には顕著な差がないためである。フットプリントの形状をみると、確かにINM7.0とJCAB2の間には相違はあるが、先に述べたように相違の理由は明確に説明がつく。従ってINM7.0もJCAB2も基本的な計算方式には大きな違いはないと考えられる。

5. むすび

昨年12月に「航空機騒音に係る環境基準」が改訂され騒音評価量はWECPNLから L_{den} に変更されたが、これ以前に L_{den} を評価量とする予測モデルを開発していたことについて述べた。更に海外における航空機騒音予測に関する話題、及び先行している海外の予測モデルの現状を紹介し、新しく開発した予測モデルJCAB2とINM7.0とのフットプリントによる比較を行った。

1990年頃までに予測手法のガイドラインが幾つか開発されたが、その予測手法は必ずしも整合はしていなかった。その後、それぞれのガイドラインの改訂が行われて、現在はSAE AIR1845の手法に整合したものとなっている。INM7.0はSAE AIR1845の手法に適合していると言われていた。本稿におけるINM7.0とJCAB2のフットプリントの比較において、計算条件は異なるもののINM7.0もJCAB2も基本的な計算方式には大きな違いはなかった。基本的にはJCAB2もSAE AIR1845の手法に適合していると言えよう。

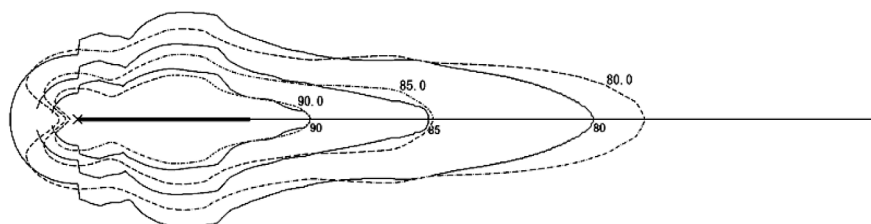


図1 中型双発ターボジェット機の離陸時のLAEコンター比較
(実線はJCAB2、点線はINM7.0のコンター)

参考文献

- [1] 岩崎、吉岡、山田：等価騒音レベルに基づく航空機騒音予測の考え方,日本騒音制御工学会研究発表会講演論文集,H14.9.
- [2] 吉岡,山田：航空機の騒音予測－米国連邦航空局の航空機騒音予測モデル,騒音制御技術資料, Vol.20,No3,1996.
- [3] 山田、吉岡：ヘリポート周辺の騒音予測の考え方,日本音響学会騒音研究資料,1991.10.25
- [4] CIRCULAR 205: Recommended Method for Computing Noise Contours Around Airports, ICAO CAEP 1988
- [5] SAE AIR 1845: Procedure for the Calculation of Airplane Noise in the Vicinity of Airport, SAE A-21 1986
- [6] ECAC Doc.29 3rd Edition: Report on Standard Method of Computing Noise Contours Around Civil Airport , ECAC 2005
- [7] INM Version 7.0 Technical Manual: FAA-AEE-08-01, 2008
- [8] BaseOps 7.3 User's Guide: Wasmer Consulting,
- [9] The UK Civil Aircraft Noise Contour Model ANCON Improvements in Version 2: R&D Report 9842, 1999
- [10] 磯部、篠原、吉岡、山田：離陸滑走時の航空機騒音の指向性,日本騒音制御工学会研究発表会講演論文集,H14.9.
- [11] I. Yamada, N. Shinohara: Developing an aircraft noise prediction model considering ground effects dependent on meteorological conditions. Proc. of Inter-noise 2006

ICAO / CAEP の動向－WG1・WG3*

成 沢 浩 一**

1. はじめに

国際民間航空機関（ICAO）は国際民間航空条約に基づき設立された国連の専門機関であるが、民間航空における環境問題に係る検討を行っているのが、ICAO 理事会により 1983 年に設立された航空環境保全委員会（CAEP：Committee on Aviation Environmental Protection）である。CAEP は委員とオブザーバーから構成されており、現在委員は 22 カ国に上る。オブザーバーとしては国際空港評議会（ACI）、国際空港運送協会（IATA）、航空宇宙工業会国際評議会（ICCAIA）、国連気候変動枠組条約事務局（UNFCCC）、欧州委員会（EC）等が参加している。

CAEP では、航空機騒音及びエンジン排出ガスの規制、空港周辺の騒音被害の軽減方策、地球温暖化対策等の民間航空における環境問題全般に係る様々な課題について、技術的・経済的観点から検討を行っている。現在、2010 年 2 月開催予定の CAEP 会議（CAEP / 8）に向けて、以下のとおりワーキング・グループ（WG）等を設置して検討を行っているところである。

- ・WG1：航空機騒音に関する技術的事項
- ・WG2：空港周辺の環境保全、運航等に関する事項
- ・WG3：航空機エンジンの排出ガスに関する技術的事項

- ・MBMTF（Market-based Measures Task Force）：経済的手法に関する事項
- ・MODTF（Modeling and Databases Task Force）：分析を行うためのモデル・データベースに関する事項
- ・FESG（Forecasting and Economic Analysis Support Group）：交通量予測、規制の効果分析に関する事項

これらWG等は随時会合を開催して検討を実施しているが、2007 年の CAEP / 7 以降、これまで 2 回のステアリンググループ（SG）会合が開催され、今後の検討の方向性が定められたとらである。本稿では、昨年 9 月に米国シアトルで開催された第 2 回 SG 会合における議論を踏まえ、WG1 及び WG3 の動向について解説する。

2. 温暖化対策に係る検討

現在の CAEP の活動を言及する上で、「温室効果ガス対策」が重要なキーワードになっているが、その経緯についてごく簡単にご説明したい。ICAO においては、2007 年 9 月に開催された総会において、温暖化対策に関する「ICAO 行動プログラム」を策定することや、その検討のために主要 15 カ国の政府高官で構成されるハイレベル作業部会（GIACC：Group on International Aviation and Climate Change）を設置すること等が決議され、ICAO 理事会の下に設置された GIACC から CAEP に対して以下の項目について検討するよう要求があった。このような背景により、温室効果ガスに係る検討が CAEP の重要課題とし

*Trends of ICAO / CAEP - WG1・WG3

**国土交通省 航空局技術部 航空機安全課
航空機技術基準企画室長

て位置付けられた。

- advice GIACC of development with respect to non-CO2 emissions and GIACC to revisit this discussion of GIACC 3;
- develop the tool to evaluate the measures on the basis of Technology availability, relative cost and relative ease of implementation and report to GIACC and;
- report on developments and what can be expected in regard to alternative fuel should be provided to GIACC 3

なお、GIACCには3つのワーキンググループが設置され、各WGでは以下の事項を検討することとしている。

ワーキンググループ1:

国際航空分野における燃料消費効率ベースのグローバル目標

ワーキンググループ2:

航空機や燃料の技術革新、航空管制の高度化等の運航の効率化、経済的手法等から構成される総合的な温暖化対策の枠組み

ワーキンググループ3:

各締約国の温暖化対策による進捗状況の報告・モニタリングの手法

以上を踏まえ、第2回SG会合ではWG毎に活動報告が行われた。

3. 航空機騒音の技術的事項 (WG1)

(1) 作業項目の変更について (主なもの)

CAEP/7 (2007年2月開催) 及び第1回SG会合 (2007年11月開催) では、WG1の作業として31項目のアイテムが割り当てられたが、第2回SG会合において、各作業項目について以下の取り扱いが確認された。

① 側方測定点騒音の追加

第1回SG会合において、ターボジェット機に係る側方測定点騒音値の決定手順の見直しの必要性が報告され、2008年11月開催のWG1を目標としたETM (Environmental Technical

Manual) の見直し作業に含めて実施する予定であった。しかしながら、WG1での検討の結果、側方測定点騒音に関する作業は上記目標年月には間に合わないことがわかったため、本項目を切り離して2009年6月開催の第3回SG会合を目標に検討を進めることとした。

② 最新の航空機騒音技術の理解のためのT類ターボジェット機の再評価及び解析における「T類ターボジェット機 (Transport category jet aircraft)」から「亜音速機ターボジェット機及び大型プロペラ機 (Subsonic jet and heavy propeller-driven aircraft)」への置き換え

従前の表現では、大型プロペラ機及び小型ターボジェット機 (light subsonic jet aeroplanes) が除外されてしまうため、表現をより適切なものにする事とした。

(2) Task Group Projects

WG1には、STTG (Supersonic Transport Task Group) 及びTTG (Technology Task Group) の2つのタスクグループが設置されており、WG1のCo-Rapporteurから、これらの活動が報告された。

① SSTG

超音速機の騒音基準として現行の亜音速機の最新基準 (チャプター4) の採用については、結論が出なかったため持ち越しとなった。

② TTG

前述のMODTFの活動をサポートするため、TTGはICCAIAへ騒音低減技術の見直しについて提案するよう求めた。ICCAIAからの提案はWG1で評価及び合意され、MODTFで暫定使用するよう提案された。

(3) 新たなETMの“統合”

ETMのドラフトは全8章から構成されており、WG1において個別に承認されてきた。これらは統合され、2009年4月のWG1での最終ドラフトのレビュー、2009年6月の第3回SG会合の後、2010

年2月のCAEP会合で承認される見込みである。

(4) 騒音に関するワークショップの開催

第1回SG会合で、航空機騒音低減技術のワークショップとIER (Independent Experts Review) への支援が合意された。また、第2回SG会合の後、ワークショップが開催された。

4. エンジン排出ガスの技術的事項 (WG3)

(1) NO_x 基準の強化の技術的分析

CAEP / 7 で決定されたWG3の将来作業「CAEP / 6から20%までの基準強化オプションの技術的分析」に関して、製造中及び最近証明されたエンジンが将来対応できるかどうかの分析結果が示された。分析では、各エンジン型式(圧縮比30)に3段階の改造を加えた場合に、-5%、-10%、-15%及び-20%の基準強化に対する適合性の可否を示した。3段階の改造は、軽微な順からMS1、MS2及びMS3で表され、MS1は「軽微な改造 (Minor Change)」、MS2は「一定の基準で証明された技術による改造」、MS3は「新技術による改造」とした。あわせて、各改造によるコスト (MS1:1000万ドル、MS2:7500万ドル、MS3:3億ドル) も示された。また、MS3では、NO_xの低減は他の改造に比べて向上するが、騒音及び燃料消費量 (fuel burn) が増加することが示された。

なお、CAEP / 6のNO_x基準に適合していないエンジンの生産中止については、結論が出ず前述のFESGで再度議論することとしたが、FESGにおいても結論が出なかったことから、今後のコスト等の検討のために製造者側がFESG及びMODTFに情報を提供することが求められた。

(2) 燃料消費効率 (fuel efficiency) の具体的な指標 (metric)

WG3の将来作業「燃料消費の中期的(10年後)・長期的(20年後)の技術目標の検討」に関して、技術目標の指標としては燃料消費量 (fuel burn)

ではなく燃料消費効率 (fuel efficiency) とすることが、第1回SG会合で了承されたところであり、本SG会合では燃料消費効率の具体的指標が示された。示された算出法は、

燃料使用量 (fuel mass used) / 有償トン・キロ (payload × distance)

で表される。なお、乗客と貨物の重量に関する換算係数については未定である。

今後、WG3内に設置されたFuel Efficiency Metric ad hoc Groupにおいて、更なる検討や他のワーキンググループとの作業を行う予定である。

(3) 燃料消費の技術目標過程

燃料消費の目標設定については、不確実な要素が多く、NO_xの目標設定に比べて極めて困難であるため、本SG会合では目標設定に向けてワークショップの開催を進めた。

(4) その他

航空機からの粒状物質の排出については、空港近辺での航空機からの粒状物質の排出量の見積もり算出法を改良し、他のワーキンググループに提供した。

5. その他の事項

(1) 毎年の開催

メンバーから、CAEPの開催頻度について、現在の3年ごとの開催では十分に議論できないことから、毎年開催すべきとの提案があった。

これに対しては、事務局からの資料の翻訳に要する手間がかかること、他のメンバーからのSG会合が1年毎に開催されていることなど否定的な意見があったが、CAEPの作業が効果的に行われることの必要性については本SG会合で合意された。

(2) GIACC WG2 への協力

温暖化対策のメニューを検討するGIACC WG2にもアドバイザーとして出席しているスイスのメ

ンバーより、GIACC WG2 は作業に当たって CAEP の既存の資料を活用する予定であることが説明され、CAEP の各 WG の Rapporteur は関連する情報を提供することとなった。その他のメンバー及びオブザーバーにあっても情報があれば CAEP 事務局に提供することとなった。

6. おわりに

以上が WG1 及び WG3 に関する最近の主な動向である。現時点では、CAEP / 8 において、騒

音基準の強化、新たに CO₂ 等の温室効果ガスに係る規制の追加、NO_x 基準の強化が行われるとの情報はない。しかしながら、前述の排出ガスに係る規制に関しては、温暖化対策をはじめとする環境問題が世界的な関心事であり政治的な要素も含んでいることから、今後の動向に注目する必要があると考える。

関係者の皆さんにおかれては、引き続きご協力をお願いしたい。

ICAO / CAEP の動向－WG2*

植木 隆 央**

1. はじめに

国際民間航空機関（ICAO）の環境保全委員会（CAEP）はICAO理事会によって1983年に創立され、同理事会の付託を受け航空機騒音及び排出ガス、空港周辺の騒音影響の軽減等民間航空における環境分野の様々な課題について検討を行っている。

2008年2月には、第7回CAEP会合（CAEP7）が開催され、2010年開催予定の第8回CAEP会合（CAEP8）に向けて、下記のとおりWG等が設置されたところである。

また、空港周辺環境対策、航空機の運航面からの環境対策に係る事項についてはWG2において検討されており専門分野別に下記の4つのタスクグループに分けられている。

TG1：土地利用計画及び騒音管理

TG2：航空交通管理面での検討

TG3：航空機の運航面での検討

TG4：空港周辺大気質

現在、これら4つのタスクグループでは合計19件の検討・作業課題が付託されているところであるが、昨年、9月22日から26日にかけて米国シアトルにおいて第2回ステアリンググループ開催され、これら19件の課題の進捗状況が報告されたところである。

2. WG2における審議動向について

第2回ステアリンググループにおいて報告された、各タスクグループにおける課題の進捗状況は以下のとおりである。

(1) TG1：土地利用計画及び騒音管理

O.01 「バランスド・アプローチ（BA）」の国際的な普及

本タスクの目的は、バランスド・アプローチ（以下BAと略す）ガイダンスのレビュー及び更新を実施するとともに、BAの利用、導入方法の検討及びBAがどの程度騒音問題の解決に寄与するかの評価である。

CAEP7において、BAガイダンスドキュメントの変更がすでにされており、この部分の作業は完了している。また、BAが各空港において、どのように利用及び導入されているのかの検討、空港の騒音問題にどれほど寄与しているのかの評価については、概要案が既に作成されており、将来TGに報告される予定である。この検討については、EUが2007年10月に公表した“Study on aircraft noise exposure at and around Community airports: evaluation on the effects of measures to reduce noise”に基づいている。この概要案においては、欧州においてどのようにBAが導入されているのが評価されており、ヨーロッパの7つの主要空港（ブラッセル空港（ベルギー）、イーストミッドランド空港（英国）、ケルン空港（ドイツ）、エージュ空港（ベルギー）、シャルルドゴール空港（フランス）、スタンスティッド空港（英国）、リスボン空港（ポルトガル））でのBA適用

*Trends of ICAO / CAEP - WG2

**国土交通省 航空局 空港部環境・地域振興課 騒音防止技術室課長補佐

に係る概要についても紹介されているとのことである。

O.02 エンクローチメント・アナリシス

エンクローチメント・アナリシスとは、騒音影響範囲における人口変化等を分析するものである。

当初、当タスクはCAEP6において、エンクローチメント・アナリシスをBAガイダンスのAPPENDIXとして取り込もうという目的から始まった。さらに、現在では、MODTFからの要望により、空港周辺の人口変化をモデルに取り込む手法が求められているところである。MODTFのトレンド分析をサポートし、また、航空機騒音の影響範囲下の人口を少なくするというCAEPにおける目標の進捗評価を行うため、MODTFとTG1との間で空港周辺の人口の変化を調査するためのアドホックグループが立ち上げられた。昨年、ロンドンで開催されたTG1会合においては、FAAによって作成されたAPPENDIX案が議論され、レビューされたところである。また、各国のデータサンプルについても更新されている。APPENDIXにおいては、騒音影響範囲への人口流入を防止する上で、土地利用計画及び管理がBAにとって非常に重要な要素であることが指摘されている。

このタスクを実施するためには、個々の空港のケーススタディが必要であり、騒音コンター及び2カ所における人口データが必要である。数年にわたる人口データがあれば、具体的な騒音コンター内での人口変化の評価が可能である。

現在これらの評価は、ブラジルとイギリスで取り組まれているが、ACIはニュージーランドのオークランド空港で実施している。また、米国における検討はリソースの制約から遅れる見通しとのことである。

O.05 空港遠方における騒音管理

本タスクは当初、空港から離れた交通量の多い航空路下において騒音管理手法のとられている空港のケーススタディが含まれていた。

O.15においては空港から9～12km離れた場

所における、出発及び到着機により発生する騒音についての検討をしており、この問題に対処する最も良い方法が、運用方法の変更であるかどうかの調査を行っている。

現在、「空港遠方における騒音管理」というドラフトペーパーが準備されているところであり、遠方の騒音にもBAを適用することが模索されている。また、スウェーデンとオーストラリアにおけるケーススタディについても含まれている。

しかしながら、遠方地域における騒音のマネジメントが排出ガスの増加につながるという、騒音と排出ガスのトレードオフに係る議論が残っているところである。

(2) TG2：航空交通管理面での検討

O.07 CNS/ATMに適用される環境影響評価の概念と評価手法の定義

本タスクはCNS/ATMに適用される環境影響評価のコンセプトを調査し、全てのフライトフェーズを包含するCNS/ATM計画及びプログラムの導入による環境へのベネフィットを定量化するため、また、ATMの進歩を確認するための方法を定義づけるものである。

そのため、本タスクにおいては、上記のためのガイダンスマテリアルを作成し、サーキュラー303の適切なセクションに組み入れることを目標としている。

このことにより、航空当局等が安全性、効率性、危機管理、費用対効果の他に環境に対する影響を考慮することが可能となる。

そして、NEXTGEN（米国）やSESAR（欧州）のようなプログラムの研究開発においては、地方及び世界的な環境への影響に焦点をあて、短期、中期及び長期にわたって、どのようなメリットが得られるかを明確にしなければならない

現時点においてCNS/ATM活動のための環境影響評価を行うための、合意されたハイレベルな共通のフレームワークは存在していないものの、CNS/ATMプログラムにおいては、航空機の燃料消費等、環境影響の改善が見込まれている。

環境影響評価手法の重要性は実際のプロジェクトの利用を通じて想定されており、イタリアを中心とした空域統合のプロジェクトである BLUE MED は環境影響評価手法の適用を検討するにあたってのケーススタディとして用いられる。

O.08 騒音、NO_x 及び燃料消費に係る ATM における中・長期目標の設定

本タスクは、NEXTGEN や SESAR 等の将来（中期（10年）、長期（20年））の ATM 構想が騒音や NO_x、CO₂ の排出にどのような影響を及ぼすかを調査検討するものである。

本件を検討するにあたり、専門家の募集が行われたが、現在のところ4名の応募しかなく、再度募集がかけられているところである。

(3) TG3：航空機の運航面での検討

O.12 連続降下進入（CDA）による騒音及び排出物の削減に係る評価・検討

本タスクは、CDA を利用することにより生ずる騒音及び排出ガスの低減効果を評価するものであり、CAEP8 において本件に係る技術的報告が実施される予定である。

また、本タスクはTG3において重要度の高い項目として位置づけられており、他のICAO内のパネル（IFPPとOPSP）と連携してCDAの定義を行うことが求められている。

CDA を用いることによる騒音及び排出ガス低減の評価を行うにあたっては、CDA の定義だけでなく、ベースとなる飛行プロファイルの定義が必要である。TG3 は、CDA を用いた騒音の評価については、人口分布等地域ごとの状況が異なることから各々の地域で実施されるべきものであると考えている。

評価は、異なる高度の水平飛行部分と降下プロファイルに対して行われ、理想的な降下プロファイルと実際のプロファイルとの比較が行われる。なぜなら、降下開始高度と降下終了高度よりベネフィットが生じるからである。

なお、グライドスロープをキャプチャーした後については、CDA も従来のケースも同じであり、

グライドスロープと会合する高度について留意する必要がある。

また、CDA の導入状況調査も本タスクの一部となっている。

現在、CDA を導入している多くの空港において CDA 方式を正式に設計、導入しているわけではない。しかしながら、それは ATC によって柔軟なクリアランス（例えばパイロットの判断による降下）が出されたときにも、パイロットが CDA を使用しないということを意味しているわけではない。

ボーイングによって実施された CDA に係る調査によると、回答した空港のうち、180 空港は CDA 未実施であり、9 空港にはトライアルまたは導入の計画があった。また、47 空港ではすでに CDA を実施していた。

O.14 高降下率進入方式について

本タスクの目的は、高降下率進入方式の利点を評価することである。なお、この項目は、高降下率進入方式の運用及び評価手法の見直しを含んでおり、運用における技術的な実現可能性についても考慮されている。

TG3 のメンバーは、特に、高降下率進入方式の運用に係る環境上の利益、運用上の問題、技術的な実現可能性のトレードオフについて評価するための手法に関心がある。

また、騒音及び排出に対する利点を理解し、定量化するために、影響評価を続けるべきであるというコンセンサスが得られている。

騒音に対する利点の可能性の最初の評価は、3～4度の最終アプローチ角度において1種類のタイプの航空機を対象として行われた。

テクニカルレポートを CAEP8 に提供することを目的として、この作業は継続される予定であり、今後評価対象を他の機種に拡大することになっている。

評価対象を4.5度未満のグライドスロープに制限することについては、以前同意されているが、PANS-OPS が単に騒音低減を理由とした3.0度

を超えるアプローチ角度の使用を制限している点に留意する必要がある。

0.15 空港の遠方で発生する騒音に関する検討と運用面からの騒音軽減手法

本タスクは、空港から9～12km離れた場所での離発着機の騒音に係る調査である。そして、これらのより広い地域での問題に対処する最良の方法は、騒音証明方法の変更よりも運用手法での対応であるかどうかの検討を行うことである。つまり、これは、騒音証明方法に係る問題でないと考えられている。

現在、このタスクをTask O.05と統合するためのドラフトペーパーが準備されている。このペーパーは、騒音問題にとどまらず、空域再編と関連した騒音/排出ガス取引問題を含むものであり、また、いくつかの事例研究を含んでいる。

今後、このドラフトペーパーをどのような形で発表していくのか等を検討する必要がある。

(4) TG4：空港周辺大気質

0.16 空港周辺大気質に影響のある排出ガス削減のための技術上、運用上、及び経済的手法

本タスクは、航空機の排出ガスについて地域の大気質に影響を及ぼす様々な技術、運用、軽減及び経済的手法を抽出し、特定の手法や計測法を選択する際に判断材料となる要素を認識するとともに、空港周辺大気質に影響を与えている排出ガス軽減手法間の相互関係に注目することである。

軽減方法と相互関係の2つ項目に係る報告がCAEP9作業プログラムのために計画されている。現在、アドホックグループにおいてドラフトレポートを作成しているところであり、作業は順調に進んでいるところである。しかし、アドホックグループでは土地使用に係る手法に排出ガスに係る影響を含めるかどうかについては結論が得られなかった。

3. 最後に

以上が現在CAEP WG2の4つのTGにおいて議論されている主な内容であるが、我が国として特に注目すべき点はCDAである。CDAはレベルフライトを行うこと無く連続して降下する方式で、一般的に数デシベル程度の騒音軽減が期待されており、今後我が国においても積極的な導入が期待されている運航技術である。

また、長期的にはCNS/ATMの将来計画がもたらす環境への影響に注目すべきであろう。

現在、将来のCNS/ATM計画として、NEXTGENやSESAR等があり、それらによってさらに安全で効率的な航空交通が実現されていくものと考えられているが、それら計画が環境についてどの程度の効果をもたらすのかを注視していく必要がある。

我が国としては、今後ともCAEP WG2の活動に注目し、その検討結果等を我が国の施策に取り入れていくことが必要であろう。

ICAO/CAEP の動向—国際航空分野の気候変動対策について*

清水 哲**

1. はじめに

1997年12月に採択され、2005年2月に発効した京都議定書の第2条2には、「附属書Iに掲げる締約国（注：いわゆる先進国を指す。）は、国際民間航空機関…を通じて活動することにより、航空機用…の燃料からの温室効果ガス…の排出の抑制又は削減を追求する。」と規定されており、国際民間航空機関（ICAO）においては、航空環境保全委員会（CAEP）が中心となって、燃費のよい航空機の技術革新、管制の高度化といった運航の効率化、排出量取引等の経済的手法といった総合的な方策による対処を目指して検討を行ってきたところである。

2009年12月の国連気候変動枠組条約（UNFCCC）第15回締約国会議（COP15）において京都議定書の第一約束期間が終了する2012年より先の気候変動対策の枠組みが決定されることとなったこと等も踏まえ、2007年9月の第36回ICAO総会においては気候変動問題が大きく取り上げられ、COP15に向けて「ICAO行動プログラム」を策定すること等が決議されたところである。

本稿では、第36回総会決議を受けたICAOにおける検討の状況を、気候変動に係る各国の立場とともに紹介することとしたい。

2. 気候変動対策に係る主要な対立構造

2.1 途上国 vs. 先進国（CBDRの原則 vs. 被差別的な取扱いの原則）

UNFCCCにおいては、各国は「共通だが差異のある責任（CBDR：Common but Differentiated Responsibilities）の原則」に基づいて気候変動に対して取り組むこととされており、途上国はこれを根拠に、国際航空分野についても先進国が率先して対策を講じるべきであるとの立場をとっている。

UNFCCCに基づく気候変動への取組みを数値目標の形で具現化した京都議定書においては、各先進国に対する2008年～2012年の温室効果ガス（GHG：Greenhouse Gas）排出量の上限が1990年のGHG排出量との比率（日本は94%）により設定されている。この目標値には、国際航空分野からの排出は含まれておらず、同分野のGHGの排出削減については冒頭に記したとおりICAOを通じて目指すこととされている。このため、先進国は、京都議定書によりICAOにおいて検討することとされていること、実質的に国際航空は単一市場であり、先進国及び途上国の区別なく国境を越えて同一の路線で輸送サービスが提供されていること等から、安全や保安と同様にICAOにおける「被差別的な取扱いの原則」が適用されるべきとの立場をとっている。

2.2 欧州各国 vs. その他の国（排出量取引制度の取扱い）

欧州委員会は、欧州域内の空港を発着する航空

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

**国土交通省航空局監理部総務課地球環境保全調整官

機の運航者に欧州排出量取引制度 (EU-ETS : EU Emissions Trading Scheme) を一方的に適用する EU 指令の案を 2006 年末に欧州議会に提出した。

当時、ICAO においては「他の締約国の国際航空に排出量取引制度を適用する場合には当該締約国との間で相互合意が必要」との趣旨を盛り込んだ排出量取引に係るガイダンスの策定が進められており、同ガイダンスは 2007 年 2 月の第 7 回 CAEP 会合において了承された。排出量取引制度の取扱いについては、第 36 回 ICAO 総会においても主要な論点の一つとなり、同総会決議にも同ガイダンスと同様の趣旨が盛り込まれた。しかしながら、欧州各国は総会決議の当該部分に対して留保の立場を表明している。

なお、この EU 指令の案については、欧州議会と欧州連合理事会との間で修正が重ねられ、最終的には、2012 年以降、欧州域内の空港を発着する航空機の運航者に対して 2004 年～2006 年の CO₂ 排出量の 97% (2013 年以降は 95%) の排出枠を交付 (全排出枠の 85% は輸送実績等に基づいて交付、15% は入札により交付) し、当該排出枠を超える CO₂ の排出を行う場合には市場から排出枠の調達を義務付けること等を内容とする EU 指令が、本年 1 月に公布されている。

3. 第 36 回 ICAO 総会決議

2007 年 9 月の第 36 回 ICAO 総会においては、国際航空分野の温暖化対策における ICAO の「被差別的取扱いの原則」及び UNFCCC の「CBDR の原則」の取扱い、排出量取引の適用等について議論が紛糾する中、我が国より成長の制限につながる枠組みに強く反対する途上国を巻き込むとともに、気候変動対策における ICAO のリーダーシップを強化する観点から、「燃料効率ベースのグローバル目標」を策定することを提案した。議論の末、

- 1) 「被差別的取扱いの原則」及び「CBDR の原則」の双方に配慮すべきこと。
- 2) GIACC (Group on International Aviation

and Climate Change) を設置し、CAEP の技術的支援を受けつつ、「総合的な気候変動対策の枠組み」、「燃料効率ベースのグローバルな目標」、「進捗のモニタリング手法」からなる「ICAO 行動プログラム」を 2009 年 12 月に COP15 が開催されることを考慮して策定すること。

- 3) 排出量取引制度を外国の運航者に適用する場合には当時国間の合意を必要とすること。等が総会決議に盛り込まれた。なお、前述のとおり、上記 3) について欧州各国は立場を留保している。

4. GIACC における検討

GIACC のメンバーには、先進国及び途上国のバランス並びに地域的なバランスを考慮して ICAO により、我が国を含む主要 15ヶ国 (日、豪、伯、加、中、仏、独、印、墨、ナイジェリア、露、サウジアラビア、南ア、瑞 (2008 年 11 月より英に交替) 及び米) の政府高官が指名された。我が国からは柴田耕介国土交通審議官 (当時) が指名されたが、人事異動に伴い 2008 年 7 月からは、瀧口敬二大臣官房審議官が引き継いでいる。

4. 1 GIACC 第 1 回会合及び第 2 回会合

2008 年 2 月に開催された GIACC 第 1 回会合においては、我が国メンバーのリードにより、

- 1) 燃料効率ベースのグローバル目標の重要性についての共通認識の醸成
- 2) 対策の要素が① CO₂ 排出基準、② 技術革新や機材更新の促進、③ 運航の効率化、④ 航空交通管理の改善、⑤ 代替燃料、⑥ 空港施設の改善、⑦ 経済的手法及び⑧ カーボンオフセットの 8 分野であることのおおよその特定
- 3) 燃料消費量及び輸送量に係るデータを把握する必要性の合意及び ICAO に対するデータ収集の要請

等がなされた。

2008 年 7 月に開催された GIACC 第 2 回会合に

においては、各メンバーを「ICAO行動プログラム」の各要素に対応したWGに分け、第3回会合に向けてそれぞれ以下の事項を検討することが決定された。

- 1) グローバル目標WG (日、加、中、仏及び墨)
 - ・ 燃料効率ベースの目標の具体的な選択肢
 - ・ 中長期的な炭素中立成長及び排出量削減の目標設定の可能性
- 2) 対策メニューWG (豪、印、ナイジェリア、瑞(英に交替)及び米)
 - ・ 実現可能性や費用対効果の評価を伴う対策のリスト
- 3) モニタリング手法WG (伯、独、露、サウジ、南ア)
 - ・ モニタリングにおける各国及びICAOの役割並びにデータ収集のあり方

4. 2 GIACC 第3回会合

GIACC第3回会合は、「各WGの成果物の検討」及び「CBDRの取扱い」を主要な議題として2009年2月に開催された。各議題に関し、以下のような議論がなされた。

4. 2. 1 グローバル目標

グローバル目標は、国際航空分野全体が目指すものであり、個々の国に対して責務を割り当てるものではないことについて概ね合意が得られた。このような方向性を目指したことについては、個々の国に責務を割り当てることとした場合には排出量を各国へ割り当てる必要が生ずるが、

- 1) 世界的に合意された割当ての方法論がないことから、まずそのための議論の必要があること。
 - 2) 各国の責務に軽重を付けたとすれば「被差別的取扱いの原則」、一律とすれば「CBDRの原則」との整合性が問題となり、いずれにしても合意に至ることが極めて困難であること。
- 等の背景がある。

目標の時期については、UNFCCCの時期に合わせること(短期:2012年まで、中期:2020年まで、長期:2050年までとすること)が合意さ

れた。

目標の内容については、今後講じる新たな施策の効果が発現するには短期は短すぎるとの観点から、1990年以降の燃料効率の改善率の推計値に基づいて「燃料効率(燃料消費量(%) / 輸送量(有償トンキロ))を2%/年(数値については更なる精査が必要)の率で改善させること」を短期目標とすることが概ね合意された。

中期目標については、多くのメンバーがICAO行動プログラムの成否を評価する上で大きなポイントとなると考えているものの、その具体的内容については、

- 1) 代替燃料の普及、技術革新の状況等に基づく複数のシナリオに基づいて議論を継続すべきとする意見
- 2) 「炭素中立成長の実現」とすべき。代替燃料の普及や技術革新等で達成できなければ排出量取引制度の導入が必須であるとする意見
- 3) (炭素中立成長のような)燃料消費効率以外の形式の目標を設定することはICAO総会決議を逸脱するものであり反対とする意見

など、様々な意見が拮抗してコンセンサスは得られず、長期目標についても合意は得られなかった。

GIACC第4回会合に向けて、短期目標の数値の精査並びに中期及び長期目標の検討を行うため、WGを設置することが合意された。このWGには、日、豪、伯、中、仏、独、印、墨、南ア、英及び米が参加を表明している。

4. 2. 2 対策メニュー

業界のコメントも踏まえた、適用可能な対策のリストが紹介された。これについては、大きな議論はなく、今後ICAOにおけるガイダンスの策定等において活用されることとなった。

また、欧州のメンバーは排出量取引制度を導入することが不可欠であるとの立場を崩しておらず、国際航空分野に適用可能な経済的手法のオプションを検討するWGが設置されることとなった。このWGには、日、豪、伯、加、中、仏、英

及び米が参加を表明している。

4. 2. 3 モニタリング手法

対策の進捗のモニタリングについては、UNFCCCに倣って先進国には毎年ICAOにモニタリングに必要な情報を報告する義務を負わせ、途上国には毎年ICAOに報告することを推奨すること、ICAOは3年に1回の頻度で進捗に係るデータを取りまとめること等が提案された。

これについては、報告義務に差異を設けるとしても、先進国及び途上国という分け方ではなく排出量の大小とするべきとする意見や各国に報告を求める代わりにレーダーの航跡図から推計すればよいのではないかといった意見があったが、既にICAOは国際民間航空条約第67条に基づき航空輸送量の実績についての情報を収集していることから、その様式に燃料消費量の欄を追加し、すべての国に報告を求める方向で進めることが合意された。

4. 2. 4 CBDRの取扱い

CBDRの取扱いを以下のように整理することについて、GIACCにおいては、一部の国を除き、途上国のメンバーも含めて概ねコンセンサスが得られた。

- 1) 目標については全締約国が目指すグローバルなものであって個々の国に責務を割り当てるものではなく、その達成のための手法についてはICAOが提供する対策メニューから各国が各国の状況及び能力に応じて選択が可能である。
- 2) モニタリングにおいては、国際民間航空条約

第67条による報告義務自体には先進国及び途上国の差異はないが、ICAOが途上国に対して技術的な支援を提供する。

なお、当該一部の国は、これには合意せず、CBDRの原則に基づき、先進国のみが責務を負うべきとの主張を繰り返している。

5. おわりに

GIACCは、5月末に開催予定の第4回会合においてGIACCとしての結論を取りまとめる予定である。その後、ICAO理事会を経てICAOの全締約国からなるハイレベル会合においてGIACCの結論を評価の上、ICAOとしての結論を出し、COP15を迎える予定となっている。

ICAOにおける議論において、先進国と途上国、先進国の中でも欧州勢とその他の国の間の見解の相違は小さくはなく、その溝を埋める道のは必ずしも平坦ではないと考えられる。しかしながら、COP15においてICAOが十分な対策を示すことができなかった場合には、UNFCCCの主導により、国際航空分野の特殊性が加味されない形でUNFCCCの原則のみに基づいた気候変動対策の枠組みを策定する方向に舵が切られることも想定される。これは、国際航空分野にとって幸福なことではないと考えられることから、我が国としては、ICAO締約国のコンセンサスに根ざしたICAO行動プログラムの策定に向けて、引き続き最大限の努力を行って参る所存である。今後とも、諸先輩の皆様からの御指導・御支援を頂ければと考えている。

インターノイズ 2008 報告*

吉岡 序** 山田 一郎***

1. はじめに

中華人民共和国・上海市において開催された第37回国際騒音制御工学会／インターノイズ2008に参加したので報告する。目的は後述する通り、講演発表することであるが、山田については、その他に2011年のインターノイズを日本に誘致するためのプレゼンテーションを行うこと、航空機騒音関連セッションのチェアマンを勤めること、総会等の会議へ出席することであり、いずれも予定通りに遂行でき目的を達成することができた。

2. 国際騒音制御工学会議（インターノイズ）

インターノイズは、国際騒音制御工学会（I-INCE）のもとに各国の加盟団体が毎年持ち回りで開催する騒音・振動制御の国際会議で、今年 Prof. Dr. Jing Tian が実行委員長をつとめて、中華人民共和国・上海市の上海国際会議中心において、10月26～29日の4日間にわたり開催された。

会議には39の国／地域からの参加があり、その総数は970人（正規登録51%、学生17%、展示関係4%、同伴者16%、VIP 2%、ボランティア6%、スタッフ4%）であった。講演は78のセッションで行われ、口頭発表479件、ポスター発表105件、プレナリー講演4件であった。国別には、

発表件数の多い順に中国231件、日本117件、韓国59件、米国57件、ドイツ36件と報告されている。

会議には以下の日程で参加した。

第1日目 10月25日（土）

将来のインターノイズ開催地を決める会議（CSC）とI-INCE 理事会に出席（山田）

第2日目 10月26日（日）

参加登録の手続きをして開会式に出席。理事会等に出席（山田）。

第3～5日目 10月27日（月）－29日（水）

本会議に出席。27日に山田と吉岡が講演発表を行い、山田はこの日は終日航空機騒音関連セッションの司会を務めた。

3. 講演発表と CSC・I-INCE 総会

今回のインターノイズにおける講演は、山田と吉岡で1件ずつ行った。山田は自分の発表だけでなく航空機騒音セッションの司会も務め、その他2件ほど山田が共著者となっている講演について発表がスムーズに行くよう努めた。

以下に講演タイトル及び共著者となっていた講演タイトルを記す。

(1) “Validity of the Method of Estimating Long-term Average Cumulative Aircraft Noise Exposure Based on Repetitive Short-term Noise Measurements” . 「反復短期測定に基づく長期平均累積航空機騒音の推定方法の妥当性の検討」山田が講演。

(2) “Improvement of the Accuracy of an L_{Aeq} -

*Report of Inter Noise 2008

** (財)空港環境整備協会 航空環境研究センター
騒音振動部長

*** (財)空港環境整備協会 航空環境研究センター 所長

Based Airport Noise Model” .

「 L_{Aeq} を基本量とする航空機騒音予測モデルの精度向上」。吉岡が講演（山田共著）。

- (3) “The Report of Pilot Study on the Visitors’ Impression to Aircraft and Noise Compatible Land Use” . 「航空機騒音を両立させるための利用者の印象に関するパイロットスタディ」 森長氏[防衛施設整備協会]が講演（山田、吉岡共著者）。
- (4) “New Method of Detecting and Identifying Long-Duration Noise Events Due to Ground Activities for Airport Noise Monitoring” . 「航空機の地上運航により発生する継続時間の長い騒音イベントの探査と確定の方法」 岡崎氏[リオン株]が講演（山田が共著者）。

また、2 件ほど「連続降下着陸進入方式」(CDA)に関する講演があった。研究センターが受託している調査に関することであり、非常に参考となった。コーヒープレイク時に講演者らと話しをすることができ、情報交換をする約束をした。講演者の一人 Dr.Delia Dimitriu は山田とは旧知の仲で、彼女は我々の進めている調査について積極的に協力してくれそうであった。

また、今回のインターノイズには参加していなかったが、彼女の講演の共著者となっている

Martin Eran-Tasker は、4 - 5年前まで ICAO / CAEP 会議の IATA 代表メンバーであり、吉岡とは以前に ICAO / CAEP 会議で何度か顔を合わせたことがあり、2008 年 9 月の ICAO / CAEP SG 会議ではしばらくぶりに彼と再会している。このことを彼女に告げると大変驚いていた。このようなこともあり Dr.Delia Dimitriu とは有益な関係を築けそうに感じた。

講演発表の他に山田は、将来のインターノイズ開催地を決める Congress Selection Committee (CSC)、及び I-INCE 理事会に出席した。CSC では 2011 年の開催に立候補した国によるプレゼンテーションが行われ、ライバル香港のあと山田が大阪へ誘致するための詳細な開催計画案の説明を行った。この日の午後は、橘先生の要請を受けて引き続き理事会に出席した。

4. 今後の予定

今後のインターノイズの開催予定については、2009 年 8 月カナダ / オタワ、2010 年 6 月ポルトガル / リスボン、2011 年香港または日本、2012 年環アメリカ地域となっている。日本へインターノイズを誘致すべく、多くの方々の支援を受けて活動した結果、2011 年は大阪で開催されることに決定した。



写真 1 会議場



写真 2 参加登録手続きの風景

ISO/TC43/SC1 総会および欧州における交通騒音の 発生源対策技術の進展に関するワークショップ*

山田 一郎**

1. ISO/TC43/SC1 総会およびWG会議

2008年5月26～30日にかけてスウェーデンの国立技術研究所(Sweriges bredaste forsknings- och teknologinstitut; www.sp.se)で開催されたISO/TC43/SC1の第27回年次総会に日本代表の一員(ISO/TC43/SC1国内委員会の幹事)として出席し、作業グループWG52, WG45, WG40の会議にも委員として出席した。以下、簡単に概要を記す。

(1) ISO/TC43/SC1 年次総会

- 1) ISO/TC43はTC43本体(音響)、SC1(騒音)、SC2(建築音響)の3つに分かれて活動しており、総会も別々に行う。取扱う規格の数はSC1が圧倒的に多く、航空機騒音の規格もその中にある。今回の総会はSC2, SC1, TC43本体の順に行われた。筆者はSC1総会にのみ出席した。SC1総会は29日午後～30日午前にかけて開催された。日本は橘秀樹先生(千葉工大)ら、8人が出席した。議長は今回からスウェーデンH.G. Jonasson氏になった(正式にはTC43総会で決定するため、SC1総会の時点では暫定)。前任の委員長K. Brinkmannが病気になったため、前回の総会でJonassonが議長代理を務めたが、今回から本職となったものである。
- 2) 出席国 カナダ, デンマーク, フランス, ドイツ, 日本, オランダ, ノルウェー, スウェーデン, イギリス, アメリカ。議長、事務局, ISO/CS, TC43/SC2, ISO/TC22, IEC/TC29

- 3) 総会はJonasson議長が事務局L. Nielsen, L. Sorensen及びISO中央事務局のF. Perradとともに壇上に座り、議事進行を司る形で進められた。会議は議長の開会宣言で始まり、主催者としての挨拶も行った。その後、出席確認、議事次第承認、書記指名(英仏各1名)、前回総会以降のSC1の活動報告、関連する欧州規格CENの活動報告と、順次、議事次第に従って議事が進められた。関連文書がプロジェクトでスクリーンに写されるほか、各自、PCを机において、眺めていたため、紙の資料は殆ど不要、かつ役に立たなかった。インターネットも、もちろん、完備していた。
- 4) 事務局からの委員会活動等の報告:活動中の作業グループは15。規格案の審議、投票は以下の通り:IS正式規格6件, TS技術仕様1件, TR技術報告1件, FDIS最終規格案3件, DIS正式規格案14, DTS正式技術仕様案1件, CD委員会案4件。
- 5) 議長から27日夕方に開かれた諮問委員会の報告があった:TC43事務局の活動資金の状況が相変わらず苦しく、寄付をお願いしたい。
- 6) 測定の不確かさに関する指針文書GUMが改訂され、2008年の初頭にISO/IEC Guide 98-3として訂正版が発行された(HTML versionがonlineで入手可)。

* Report of ISO/TC43/SC1 General Assembly Meeting and CAETS Workshop entitled "Transport Noise in Europe"

** (財)空港環境整備協会 航空環境研究センター 所長

- ◇ ISO/IEC Guide 98 – Uncertainty of measurement – Part 1 – Introduction to the expression of uncertainty in measurement [測定の不確かさ – 第1部 – 測定の不確かさの表現に関する紹介]
- ◇ ISO/IEC Guide 98 – Uncertainty of measurement – Part 2 – Concepts and basic principles [測定の不確かさ – 第2部 – 測定の不確かさの概念と基本原理]
- ◇ ISO/IEC Guide 98 – Uncertainty of measurement – Part 3 – Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995) [測定の不確かさ – 第3部 – 測定の不確かさの表現の指針 (GUM)]
- 7) 新規作業提案：新規作業項目の提案NWIPが2件あった。1件は米国の提案でイヤプロテクタを装着しているときのA特性の実効音圧レベルを測定する方法、もう1件はスウェーデンの提案でサウンドスケープの知覚評価を質問票で行うための手順の規格化である。前者はWG17の会議でNWIPとすることの可否を議論することとなった。後者は住居地域やレクリエーション地域など、環境音のレベルが50dB未満の静かな音環境を評価する際に、騒音評価に用いる形容詞だけでは適切な評価ができないため、研究者が各々適当に補って評価しているものを統一しようという提案であるが、日本は反対した。まだ研究段階にあるものを一つの方法に決めると、研究の進展を阻害することになりかねないという危惧からである。しかし、他に反対の国はなく、米国等がNational Park Serviceで作業グループの会合を主催してもよいという申し出をし、当面レベル0の項目として基礎検討を行うのがよいということになった。
- 8) CDからDISへの移行案件：CD 3745とCD 10302-2について審議し、DIS化を認める方向となった。ただし、後者は個別機械のC規格であり、より一般的なB規格を審議しているWG22の案件との調整の必要性が指摘され、WG間で討議することとなった。
- 9) 現行規格のレビュー：9件の現行規格の存続が承認されたが、ISO 10843については評価量の単位に簡単な間違いがあり、正誤表を作成することになった。ISO 11094, ISO 13473-2:2002についても軽微な修正が必要との指摘があった。次に、レビューのため、現在回付されている10件の規格の扱いが審議され、WG45のISO 1996-1については、新たに衝撃騒音の評価方法について検討を開始する旨の提案がなされ、認められた。鉄道騒音の測定方法に関する規格ISO 3095については、CENで改訂の準備を進めているが、改訂はISO leadで行うべきだとの考え方が示された。2, 3の国がこれに同調した結果、フランス代表がCEN側の委員長と夜に連絡を取り、調整を図ることとなった。結局、CENから協調して進める意向が示され、WG56を新設することとなった。
- 10) 測定の不確かさの評価方法に関する提案：フランスAFNORから「GUMには種々のやり方が記載されている。柔軟な対応を可能にするため、両立する方法であれば採用することにしたらどうか」との提案があり、了承された。次の総会で、フランスが試案を提出することになった。
- 11) 作業グループ活動報告：WG28では幾つかのCDをDIS化する準備が整った。WG51では、大砲からの音の放射について、ガス排出の影響で音源の位置が砲口から少し変化することの影響を補正する正誤表を出す方向で検討している。
- 12) WGの解散：WG31は作業が終了し、次の総会までに解散できる見込み。TC108も了承。
- 13) 進展のない作業項目の扱い：PWI-0 10847 屋外防音塀の挿入損失の現場測定は、担当するWGもコンピューターも決まらず、作業を始めないまま6年経ったため、削除する。
- 14) 次回総会の開催場所：日本に水を向けられ、

橋委員長が日韓共催の可能性を検討する旨の発言をした。前週開催されたIEC/TC29総会でも日本開催の打診があった模様。SC2の韓国代表と相談し、韓国開催を検討してもらうことにした。結局、日本でIEC/TC29総会、韓国でISO/TC43総会を開催することとなった。

15) 決議：全24項目の決議案が提出され、表現等について審議のうえ、承認。

(2) WG40 (衝撃騒音の長距離伝搬の計算方法)

この作業グループでは大音圧の衝撃騒音の伝搬特性の算定方法の規格を作成している。「DISの投票期限前だが、今回の会議で討議するから早めにコメントを出せ」と求められていたが、これに応じたのは日本、オランダ、ISO中央事務局のみであった。わが国のコメントから順に討議したが終わらず、6月末の投票締め切り後、主査が意見対応の作業を行い、その結果をWGに回付することとなった。その後、2-DISを作り、12月に投票のため回付することになる見込みである。わが国が提出したコメントは、INCE-J騒音伝搬分科会の協力を得、最近の調査経験も踏まえて作成したものであり、多くは適切な指摘として了承された。地形影響について、色々な考慮方法を採用できるようにすることを提案し、受け入れられた。計算の対象を主要な周波数成分に限定したらどうかと提案したが、音源の種類によって周波数特性等が異なり、にわかに決め難いとして採用に至らなかった。なお、規格題目が変更されたのはドイツの提案によるもので、具体的な計算方法を記載できなかったため、枠組みという語を入れたという。

(3) WG45 (環境騒音の評価方法)

この作業グループは環境騒音の測定評価に関する規格ISO 1996-1, 2の改訂を検討している。今回はまず、ISO 1996-2の作成をリードしてきたH. Jonnasonが測定の不確かさに関する記述の

充実を図るための検討材料に提出されたEU/IMAGINE Projectの資料 (L_{den} , L_{night} を測定で求める方法)の内容を説明し、討論した。現在の1996-2は L_{Amax} や L_{den} , L_{night} の評価を扱っていないが、IMAGINEはこれを扱っている。わが国から、日本では調査経験の少ない人達も測定業務に携わることが多く、簡便な測定・評価の方法も重要であること、短期測定のみならず、長期にわたる騒音評価の不確かさの検討が必要であること等を指摘した。次に、騒音に対する住民反応 (dose-response curve) の不確かさを検討している主査P. Schomerが作成した資料について討議が行われ、騒音暴露の物理評価の不確かさも考慮して合成不確かさを求めるべきであることを指摘した。純音補正については進展がなかったのか話題には登らなかった。また、衝撃音補正の検討を新たに始めることを総会に提案することとなった。

(4) WG52 (航空機騒音の自動監視)

この作業グループは航空機騒音の自動監視の方法の規格を作成している。先般、DISの投票が完了し、反対はUSとNew Zealandのみであった。作業は、寄せられたコメントを章別に検討し、適宜、文章を修正する形で進められた。日本の改訂意見の大半は了承された。測定の不確かさに関する記述へのコメントへの対応について種々の考え方が述べられたなか、わが国も発言を求め、監視測定の精度に関わる要点のあり方を規定するのが本規格の趣旨であるから、制御可能な要因のみを考慮の対象とすべきだと指摘し、受け入れられた。

2. 欧州における交通騒音の発生源対策技術の進展に関するワークショップ

国際工学アカデミーCAETS主催の「欧州における交通騒音の発生源における対策技術の進展に関するワークショップWorkshop on Transportation Noise Sources in Europe」が6月2～4日にかけて英国サザンプトン大学/音響振動研究所

(Inst. of Sound and Vibration Research /ISVR, University of Southampton) で開催された。本ワークショップは、国際騒音制御工学会 I-INCE 元会長 B. Lang と T. Kihlman の両氏が、工学分野の全てをカバーする国際組織 CAETS に対して騒音問題の重要性をアピールする一環として、ISVR の協力を得て企画し、実施したものである。これに日本の加盟団体（日本工学アカデミー EAJ）の会員として橋秀樹氏（千葉工大教授）、山本貢平氏（小林理研所長）とともに参加した。ISVR は英国における音響・振動に関する研究活動の拠点の一つである。前週の ISO/TC43 から 2 週間続きでの国際会議出席となった。

会議は、1 日目が航空機騒音、2 日目が道路交通騒音、3 日目は鉄道騒音を議題として取り上げ、各セッションの司会者が研究の現状と動向をレビューした後に、数名のパネリストが個別の技

術課題を取り上げて研究の現状と将来の進展の見込みを論じ、最後に全員でパネル討論する形態で実施された。プログラムの概要を表 1～3 に示す。初日の会議は、ISVR の Nelson 教授（昨秋まで国際音響学会 ICA の会長を務めた）が開会の言葉を述べ、ISVR の活動を紹介して始まった。続いて、Kihlman 教授から CAETS の説明があった。今回の交通騒音のワークショップを CAETS の活動の一環として開催することは、昨年度の東京での会議で承認されたものであり、その成果を今年度の理事会で報告し、さらなる騒音問題の重要性のアピールへつなげることを意図している。

(1) 航空機騒音

ISVR の J. Astley 教授が、航空機騒音の発生源対策技術の現状と課題について話をした。航空交通が依然として高い増加率を維持していること、

表 1 航空機騒音のセッション

9:00	開会式	Tor Kihlman と Philip Nelson	ワークショップの趣旨説明
9:15	S.1	Jeremy Astley, ISVR	航空機騒音の問題について
10:05	Panel 1	E. Kors, Snecma	エンジン騒音低減 SILENCER Project 以降
10:45	Panel 2	P.Lempereur, Airbus	機体空力騒音の現状と将来
11:25	Panel 3	A. Kempton, Rolls Royce	航空機の設計への騒音低減技術の適用
12:05	Panel 4	C. Thomas, Manchester Met. Univ.	航空交通管制と空港の運用手順の改訂による騒音影響の低減の可能性
13:45	Panel 5	A.Dowling, Cambridge	Silent aircraft の実現に向けて
14:25	討議	全パネリスト	パネル討論
17:00	終了		

表 2 道路交通騒音のセッション

9:00	S.2	W. Kropp, Chalmers Univ.	道路騒音の問題について
9:30	Panel 1	E.-U. Saemann, Continental	低騒音放射に向けたタイヤの設計
10:10	Panel 2	T. Beckenbauer, Muller-BBM	低騒音路面の設計と建設：挑戦と制約
11:10	Panel 3	U. Sandberg, VTI	タイヤと路面の相互作用と騒音発生
11:50	Panel 4	K. Bodlund, Volvo Truck	Heavy-duty vehicles トラックやバスなどの低騒音道路車両の設計と生産
13:30	Panel 5	J. Plunt, Muller-BBM	自動車、SUV、pick-up などの低騒音道路車両の設計と生産
14:10	討議	全パネリスト	パネル討論
17:00	終了		

表 3 鉄道騒音のセッション

9:00	S.3	D. Thompson, ISVR	鉄道騒音の問題について
9:30	Panel 1	P.-E. Gautier, SNTF, France	転動騒音と空力騒音の低減技術の見通し
10:10	Panel 2	J. Farm, Bombardier, Sweden	騒音とTSSsの影響低減における車両メーカーの役割
11:10	Panel 3	P. de Vos, DHV, Netherlands	複合ブレーキ装置の取り付け方の進歩とそれを活性化する経済的な方法
11:50	Panel 4	M. Jacker-Cuppers, UBA, Germany	鉄道騒音低減の促進における政府機関の役割
13:30	討議	全パネリスト	パネル討論
15:30	終了		

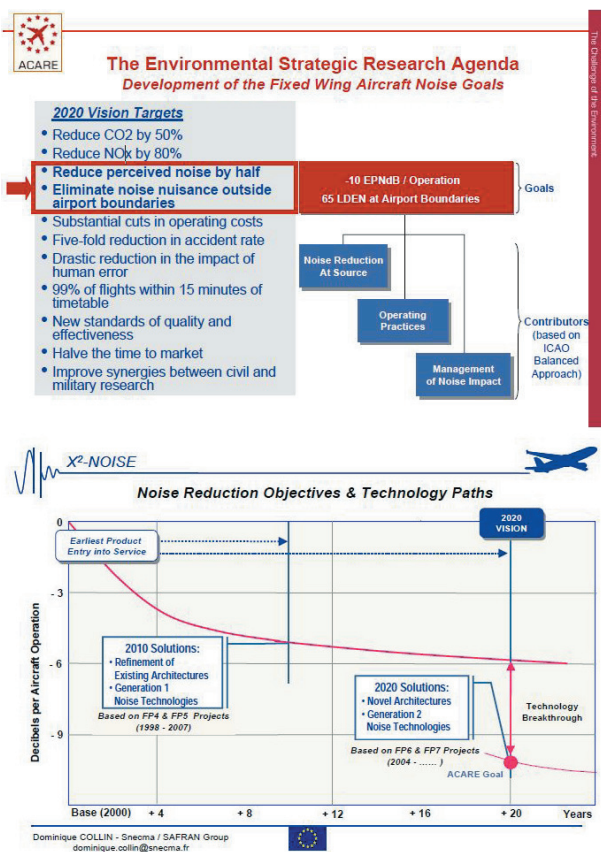


図 ACARE vision 2020

環境課題として interdependency (地域環境問題：騒音・大気質、地球環境問題：地球環境の相互依存) が重要視されていること、EUの中・長期的な騒音低減の改善目標として ACARE vision 2020 (2020年までに2000年比で50%/10dB低減) が掲げられていること、ジェット旅客機の騒音発生源として何があり、以前と比べてどう変化してきたか、などが説明された。50%/10dBの意味がはっきりせず、質問したが明確な答えはなかった。帰国後、ACARE vision 2020についてネットで調べてみたところ、SnecmaのDominique Collinの資料が見つかった(図参照)。それによれば、騒音については感覚的な大きさを1/2に低減する(物理的なレベルではEPNLで10dB低減する、空港の敷地境界で $L_{den} \sim 65$ dB以下とする)という目標が掲げられているようである。中間の目標として2010年までに5dB低減することとなっており、それについては現在の技術レベルでの努力で達成できそうな状況にあるが、

残りの10年でさらに5dB低減することは、技術革新がなければ実現できそうにないというのが現在の見通しであるようだ。なにしろ2025年までの航空交通の増(年5%増として300%増となる)を相殺するだけで、5dBの騒音軽減を図る必要がある。

パネリストの講演では、E. Kors/Snecmaは、エンジン騒音の低減技術として、SILENCE Project(2000年比5-6dBの低減を6年間で達成する)の実施状況としてファン音低減技術としての0-splicer liner(ライナーの継ぎ目を無くするもの、A380に応用されている)やアクティブコントロールの応用の見込みについて話した。P.Lempereur/Airbusは機体空力騒音の低減の話、A.Kempton/Rolls Royceは航空機の設計への騒音低減技術の適用の話をした。機体後部の翼の上にエンジンを取り付け、その騒音を垂直尾翼で遮蔽し、低減を図る技術の説明があった。A.Dowling/Cambridgeは、Silent aircraftの実現に向けて実施した概念設計の結果を説明した。Silent aircraft(SAX40)は騒音レベルが空港敷地境界で62dBという、周辺地域への騒音暴露が事実上、無視できる程度となる航空機の仕様について検討したもの(215人乗り、MAC 0.8、航続距離5000nm、3 engines/9 fans、エンジンバイパス比18.3:1、排気ノズルのedgeをシェブロン同様に適応的に開閉するvariable area nozzle、等々の条件を前提としている)。

その後、Astley氏、パネリストおよびNelson氏が、予め用意された質問(新技術実用化の見通しと時期、実際に空港周辺の騒音暴露はどれ位軽減できるか、目標実現に必要な事項はなにか、超音速機の騒音証明は亜音速機と同じでよいか、interdependencyが騒音低減技術の適用に課する制限は何か、等々)を軸にパネル討論した。

道路交通騒音

T. Kihlmanが司会し、最初にセッションチェア W. Kroppが講演した。欧州では人口の1/3が騒音

に悩まされ、うち10%がなんらかの健康被害のリスクを被っている。1億人が L_{den} で60dBの騒音に暴露されている。 L_{den} で55dBを改善目標(2025年)としているが、現時点での低減見込みはエンジン騒音5dB、タイヤ騒音2-3dB、路面吸音で0-6dBであり、現在技術の粋を結集しても5dB低減は簡単でない。E. Saemannはタイヤの溝切りの仕方ですら騒音の大きさが変わる、しかし、その低減には限界があるといった内容の話をした。K. Bodlundはトラック騒音の話で、騒音対策は常に排ガス規制対策の添え物的取扱いをされてきた、騒音低減の見込みは6.5dB程度、さらに2dB低減するには莫大な金がかかるといった説明をした。夜間規制や駐車中のアイドリングの規制の必要性についての質問があった。U. Sandbergはタイヤ/路面騒音の発生メカニズムや騒音低減の見込みについて話した。T. Beckenbauerは路面特性を詳しく説明した。やはり、騒音は主たる考慮対象とされてこなかったという。

鉄道騒音

T. Kihlmanが司会し、最初にセッションチエアD. Thompsonが講演した。欧州の全域にわたる道路交通、航空交通、鉄道のノイズマップを示し、鉄道の騒音影響が小さいことを強調したが、それでもやはり騒音が鉄道交通の発展にネックとなっていると指摘し、騒音基準と試験方法の導入(high speed train / 2002 & conventional rail / 2004)や騒音発生源の現状について話をした。P-E Gautierは転動音と空力騒音の低減について話した。車輪やレールのダンピング強化、車輪からの騒音放射の低減の試み、レール面付近のみの遮音、スラブ軌道や防音塀の設計、費用対便益解析の結果などを話した。今後さらに10dBの低減を図るには様々な対策を並行して行う必要があるという。車両と軌道の所有者と運航者が異なるために対策推進が難しいといった話もあった。P. de Vosは複合ブレーキへの交換の推進計画の話、M. Jacker-Cuppersは鉄道騒音の低減促進における政府機関の役割についての話をした。

ICBEN 主催「第9回 騒音の公衆衛生学的課題 国際会議」*

金子 哲也**

2008年7月、第9回「公衆衛生問題としての騒音 Noise as a public health problem」国際会議が米国 Connecticut 州 Mashantucket の”狐の杜 Foxwoods II リゾートで開催された。本会議の主催は International Commission on Biological Effects of Noise (略称 ICBEN: 一般に“イクベン”と読まれている) である。騒音公害が社会問題となりはじめた60年代終盤、1968年に第1回会議がワシントンで開かれて以来、5年に1度、開催されてきた。次回が第10回となる。大会名は「公衆衛生」だが、実施機関名が“biological effects (生物学的影響)”を謳っているように、海洋生物や鳥類まで広く生態系への影響までがテーマとなっている。

環境保健部は第7回のシドニー大会と、前回のロッテルダム大会に続いて今回が3回目の参加となった。この10年間で大会名通り「公衆衛生学」的に振り返ると、一見、大きな進展はないようにも見える。分子生物学や電子工学などの分野なら10年もあれば画期的な発見や新技術の展開があるものだが、人体影響、社会影響の解析を要する分野ではなかなかそうはゆかない。社会医学、保健学における宿命とも言えよう。騒音研究の権威、R. Rylander 氏は今から5年前の日本スウェーデン騒音シンポジウムで「この分野では

20年、30年たっても同じようなテーマの研究が繰り返されている。」と厳しく指摘した。何がどこまで分かっているのか、何を順次積み上げてゆかねばならないのか、を踏まえた枠組みなくして騒音影響の研究は成立しない、と氏は力説した。そうした課題について、前回のロッテルダム大会では予告に過ぎなかったいくつかの研究が答えを出した本会議であったように思える。

最も大きな進展は、欧州グループが精力的に取り組んだ大規模な“疫学的”調査によって、騒音・睡眠障害と高血圧、心臓疾患との関連が絞り込まれてきた点だろう。従来から、騒音→ストレス→健康影響(高血圧・心臓病・神経系障害・その他)の枠組みの存在が指摘されてきたが、いずれも断片的な研究結果に基づく検討に終わっていた。

HYENA (HYpertension and Exposure to Noise near Airports) 研究は欧州6カ国、6空港の周辺住民約、5000名を対象に行われた調査で、その計画自体は2005年に公表されていたものである。道路および航空機の騒音地図を作成して被験者の居住地から昼間および夜間の環境騒音量を割り出し、訪問インタビューでアノイアンス等の聞き取りと血圧測定を行ったものである。多重ロジスティックモデルによる解析の結果では、長期にわたる道路騒音曝露や夜間航空機騒音と“高血圧”との間に有意な相関を認め、とくに後者では昼間の航空機騒音へのアノイアンスの関連が示唆されていた。横断研究であるため、とくにアノイアンスと高血圧の関連においては因果関係は論じにくく、生活習慣や環境などの地域差は変数とし

*9th International Congress on Noise as a Public Health Problem

** (財) 空港環境整備協会 航空環境研究センター
環境保健部長

て制御していたが、国（空港）によって回答率も異なるため、生態学的な要素の差異は払拭しきれない。それでも広域における調査として、一定の価値を持っている。とくに、騒音と高血圧との関連において夜間騒音＝睡眠妨害の関与が大きいことは従来から筆者らが指摘してきた点であり、夜間飛行制限の重要性が改めて確認されたことは意義深い。

RANCH (Road traffic and Aircraft Noise exposure and Children's cognition and Health) 計画は、2002年にオランダ、スペイン、イギリス3カ国で、9-10才の学童3200人を対象に航空機騒音と児童の読解力の関連を調査した横断的研究である。前回のICBEN2003ではまだ予告段階だったが、本会では解析の結果として、両者の直線的な関連性が報告された。大変重要で興味ある結果であるが、学力判定より明確なアウトプットである疾病発生においても社会経済的な地域差の影響が大きいこと、騒音量最大の地区でも静穏地区との有意差がないこと、などの結果を考えると、短絡的な解釈は慎むべきだろう。そもそもおよそ全ての条件が同じであれば、好き好んで騒音の大きな学校に子供を入れたがる親は居ない。学校間差には社会・経済指標の制御だけでは補正しきれない、学校、家庭、本人の意識・意欲などが強く反映することを考慮にいれねばならない。

GLOBE 研究は、'Health and Living Conditions of the Population of Eindhoven and its surroundings'を意味するオランダ語、"Gezondheid en Levens Omstandigheden Bevolking en omstreken) の略である。社会経済指標と健康の関連を検討するため1991年にEindhovenで開始された、長期にわたるプロジェクトである。18,220人のコホートにおいて、心臓血管系疾患による通院、血圧の降圧剤服用と幹線沿道の騒音大気汚染との関連を解析したもので、同疾患と騒音の関連性が示唆されたものの、大気汚染指標である微粒子成分PM₁₀への曝露を補正したところ、

両者の有意な相関性は消えたと報告している。

同様に、食習慣とガンに関わるコホート調査1987-96の追跡120,852人を追跡調査したオランダのいわゆる“cancer cohort”データの再解析(Cox比例ハザードモデルによる)でも、道路騒音と心臓疾患の関連が示唆されたが、大気汚染指標として“黒煙”と交通量とを調整すると、心臓血管系疾患の発生率と騒音の相関性が減弱したことから、両者の関連については議論のあるところとなった。

今世紀冒頭のオランダTNOグループのレポートでは、騒音→ストレスの影響は高血圧より心臓疾患リスクにおいて高い関連が示唆されていた。変動が大きく、1時点データでは評価の難しい血圧より、発症の有無が明らかな心臓疾患の方が確実に把握できる、という側面もある。“高血圧”での治療を指標とする場合にも、高血圧の発見が健康診断や疾病・体調不良による受診がきっかけとなること、高血圧そのものが他の疾患の原因であったり結果であったりとさまざま、その治療も一様ではない。医療制度や受療環境が異なる国、地域間の差異は大きく、単純な比較は難しい側面がある。その点、“虚血性心疾患”の場合は病理学的にも明確だといえる。しかしながら、欧州における疫学的な騒音影響評価のデータをそのまま我が国にあてはめるのは大変危険である。心臓疾患を誘発する環境、条件が大きく異なるからである。

我が国は歴史的に高血圧の頻度は高いが、心臓疾患の頻度と死亡率は欧米よりかなり低い。オランダの半分以下、米国の4分の1以下である。そもそも虚血性心疾患の危険因子は肥満～食習慣と喫煙が双璧で、この二つを制御すればその発症の2/3以上を抑止できるとも言われている。米国の場合、肥満人口の比率が日本の10倍あることが大きく影響している。生活習慣と体質という大きな要因を考えると、環境ストレスがもたらすリスクはかなり小さいと考えざるを得ない。他方、心臓疾患死亡率が低い我が国だが、心臓病のリス

ク要因のひとつ“高血圧”は、伝統的な高い塩分摂取によって高率な地域がある。騒音の大小によって異なる地域を選び、疾病発生を比較する時、各地域の年齢構成や食・生活習慣の違いの方が大きく影響することになる。さらに近年、他の危険因子である糖尿病、高脂血症の患者数も増加傾向にある。騒音による影響はそうした違いに飲み込まれてしまうことにもなりかねない。

騒音による心臓疾患誘発モデルでは、心理的要素の意義が大きい。血圧変動へのストレスの介在を前提としているため、“騒音ストレス仮説”では、騒音およびストレスの感受性、あるいは耐性が大きな意味を持つのである。それゆえ国、民族によるメンタリティの違いが無視できない。そのメンタリティが日本と欧米ではだいぶ違う可能性について、近年のAタイプ性格傾向の研究が明らかにしつつある。従来から俗な表現では「自殺の多い日本、他殺の多い米国」というものがあつた。あまりに単純で飛躍した表現もあるが、国、地域、文化によってストレス対応に違いがあることは今日広く認められているところである。これを無視して騒音ストレスの影響は語れないだろう。我々は従来から本大会において、人集団を単純なブラックボックス化した影響評価モデルを批判し、騒音アノイアンスから血圧への直接影響を否定する解析結果を示してきた。この意図は、最終日のFinegold氏のまとめでも「国、地域、民族間の相異についても、データの蓄積・検討が進められるべき」とのコメントに反映したものと思われる。

とはいえ、元来心臓疾患の発生率が欧米に比べて明らかに低い我が国では、騒音による心臓疾患のリスク増加があるとすれば、その影響が顕著に現れやすい条件にあると言える。別の言い方をすれば、その影響を検出しやすいとも言える。住民の健康を守り、また不安に応えるためにも、継続的な観察で地域の健康・環境の変化をすばやく検出し、対処できるシステムの整備が必要だろう。今回の大会で指摘された夜間騒音と睡眠影響の重要性を再認識しつつ、適切なヘルスマニタリ

ングの重要性を改めて強調しておきたい。

なお、我々が行った発表内容の概要は下記の通りである。

1) 山田 他:「インターネットとGISを用いた新しい交通騒音影響調査法について」

新しい社会調査法として、インターネットによる参加者募集・回答収集と、GIS (geographic information system) による環境騒音曝露量の推定を組み合わせた試みである。従来のインタビュー法、または郵送自記式調査法等と比較して、回答者の年齢層に比較的若年層が多く含まれること、方式の工夫によって、繰り返し対応や個別対応などが比較的容易に図れる、などの利点がある。

2) 金子、後藤:「日本の一空港周辺における航空騒音とアノイアンスの量-反応関係」

空港周辺の住民健康診断に併せて行った環境と騒音への評価について、新たな統計学的分析法により評価したものである。その結果は、騒音-アノイアンス-血圧の関連性が直接的なものではなく、むしろ個人的な特性の関与が大きいという示唆であった。これに併せて、夜間飛行の制限や生活習慣など日本における特性が、我が国で高血圧・心臓疾患リスクが低いことに関連している可能性を紹介した。

発表に対してP.Lercher氏 (Austria) から日本の夜間飛行制限の時間帯について質問があり、コーヒーブレイクで夜間騒音の重要性を指摘した彼らのデータとの相似性について意見交換を行った。またI.van Kamp氏 (Canada) からストレス対処行動の影響についても質問があった。翌日にはG.Belojevic氏 (Serbia) から血圧影響と民族差について質問があり、J.Fields氏 (USA) からは事前の打診に沿って調査年次と方法、今後の方向性について質問を受けた。

以下は同じく本会に出席した当センターの山田

一郎所長による本会の主要論点の要約である。上記とは異なる視点でまとめられており、極めてわかりやすく有用と思われるのでここに掲載する。

- 1) 航空機騒音に関するうるささの社会反応が以前よりも厳しくなっている。これには住民の環境意識・価値観の変化でよりよい環境が強く求められていること、激甚レベルではないながらも交通騒音への曝露人口が増えたこと、などが反映していると考えられている。
- 2) 航空機騒音による高血圧, CVD (動脈系疾患) のリスク増大が一段と確実になった。欧州主要6空港周辺での45-70歳成人4,861人の訪問調査 (HYENA研究プロジェクト) の結果では、夜間の航空機騒音で10dB、24時間の道路交通騒音で10dB増すと高血圧有意に増加する、と報告された。他の報告でも身体影響における夜間騒音の寄与が指摘され、航空機の夜間運航を含む就眠時間帯の騒音規制の重要性が改めて強調されたものといえる。また環境騒音が大気汚染などと複合的に作用してCVD (心血管系疾患) のリスクを増大させている可能性についても研究が進められている。
- 3) 小児・学童への影響について関心が高まっている。一には病者を含む弱者保護の観点からであり、二つ目には幼少期での騒音曝露が将来重大な影響として現れうるからである。まず学童期においては学習能力・発達に対する影響が大きな懸念であり、ミュンヘン空港などでの研究事例が紹介された。身体影響では聴力障害が典型例である。小児期・若年期の

騒音曝露レベルは予想外に高く、聴力を守る生活習慣の学習と、周囲の大人に対する理解の拡大を進める必要がある。また、高血圧についても問題は幼少期から始まっている、という捉え方がある。都市部の小学校を比較した調査では、Leq,night 45dB以上、Leq,day 60dB以上の交通騒音と学童の血圧上昇との関連性が示唆されていた。

- 4) いわゆる鉄道ボーナス効果 (Railway Bonus: 社会のうるささ反応が鉄道騒音に対しては道路交通や航空機の騒音より緩やかだ、として限度を緩める考え) を支持する根拠が薄れてきた。これには航空機騒音の質的・量的変化、TGV等高速鉄道網拡大など欧米の鉄道事情の変化等々が関わっているとされるが、いずれにせよ航空機騒音の“特殊性”についても多少見直される部分があろう。
- 5) 水中の環境騒音レベルの増大によって海生動物に聴力障害や通信妨害の発生リスクが高まっていることなどが示された。水中の環境騒音は2000年以前は潜水艦が放射するソナーが主たる発生源であったが、それ以降様子が変わり、建設工事等による衝撃的騒音などの影響が大きくなってきたようだ。

付記> 会規改正により3年毎の開催となり、次回会議は2011年のロンドンとなった。新役員はSA. Stansfeld氏 (Chair), C. Giguère氏 (Co-chair), M. Basner氏 (Secretary)。

新型航空機の低騒音化技術*

新 居 一 巳**

1. はじめに

環境への配慮が求められる現代社会の中、空の旅が増加するにつれ、航空機騒音の軽減に対する要求は強くなっている。そのため、航空機メーカーは、騒音の発生源（機体およびエンジン）の改良、航空機性能の改善に努力を続けており、新型航空機では旧型航空機と比較し、常に地上の住民や機上の乗客への騒音低減が図られている。

ここでは、新型のボーイング737-700/-800、ボーイング787、更には、他の将来の航空機について、実施、研究されている騒音低減の主な技術について紹介する。

2. 新型航空機の騒音低減効果

技術の進歩により、新型航空機では、下表に示す通り、騒音コンターの面積が縮小され、騒音影響が減少している。

表1. 機材変更による騒音コンター縮小率

旧型機	⇒	新型機	騒音コンター縮小率
MD-83	⇒	B737-800	-40%
B767	⇒	B787	-60%
B747-400	⇒	B747-8	-30%

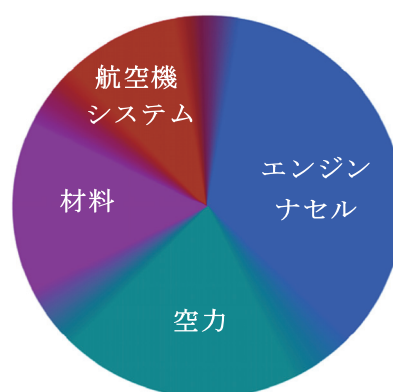
注) Typical Mission Rangeでの離陸時の85dBA。
2008年時点でのボーイング計算値。

*New Aircraft Type's Technology for Lower Noise

**全日本空輸株式会社(ANA) 運航本部 運航サポート室
技術部 性能技術チーム 主席部員

3. 新型航空機の騒音低減技術

騒音低減は、次に示す技術の進歩により、実現されている。



(a) エンジン、ナセル

- ・ エンジンの高バイパス比化 [3.1 参照]
- ・ 吸音面積の拡大による静穏化 [3.2 参照]
- ・ シェブロン型（鋸歯状）排気ノズルの採用 [3.3 参照]

(b) 空力

- ・ 機体胴体、フラップ、着陸装置の抵抗減少による機体空力騒音減少 [3.4 参照]
- ・ 空力性能向上による離陸上昇性能向上 [3.5 参照]
- ・ 空力性能向上による必要エンジン推力減

(c) 材料

- ・ 重量軽減による性能向上、必要推力減

(d) 航空機システム

- ・ 航法精度向上、RNAV（広域航法）の能力向上、連続降下方式の運用に関する新技術などによる航空機の運用方法改善

図1. 昨今の騒音低減技術の概要

3.1 エンジンの高バイパス比化

昨今の大多数のエンジンはバイパス比が5以上の高バイパスエンジンであるが、787用のロールスロイスエンジンではバイパス比が10を越え、ジェット排気流による騒音が大幅に低減されている。

3.2 吸音面積の拡大による静穏化技術

エンジン吸気口の内側表面にはファンから発生する騒音を吸音するための音響的な処理が施されている。その吸気口の音響処理は、通常、2枚から3枚のパネル部材をスプライス（重ね継ぎ）加工して繋ぎ合わせ、単一の吸気口ディフューザーバレル（筒）を形成することで行われてきた。しかし、スプライスは音響処理に利用できる表面積を減少させるだけでなく、音場の構造（モード形状）を変化させ、ライニングの効果を低下させる拡散メカニズムとして働く。

787では、この吸気口の音響処理を一体成形して行い、音響処理面積を拡大し、騒音低減を実現する。

また、将来への対応として、その音響処理を更に拡大すべく、前方へは、吸気口の空力スロート部を超え、リップハイライト（吸気口の前縁部分）の領域まで拡大すると共に、後方へは、吸気口の取付けフランジを超えてファンのエンジンファンケースの上流部にまで拡大した場合の研究も実施されている。図2は、従来型吸気口と全面吸音処理して音響的に滑らかにした吸気口の実効的な音響処理面積の違いを示したものである。



図2. 従来型吸気口（左）と改良型吸気口（右）

この改良型吸気口での実験では、ブレード通過周波数での純音性のファン音が機外騒音レベルで最大15dB軽減され、また、広帯域騒音も数dB軽減されていた。更に、機内騒音の軽減も実現している。

3.3 シェブロン型排気ノズルの技術

ジェット排気流は、離陸時および巡航時に騒音源となる。離陸時には、隣接空気流が混合し、それが比較的周波数の低い広帯域騒音を発生させる。これは主に機外騒音の問題となる。巡航時には、ジェット排気流が超音速に達した際に騒音が発生する。この騒音は、ショックセルノイズと呼ばれている。ショックセルノイズは、エンジンから噴出されたガス（ジェットプルーム）中の下流乱流構造と準周期的ショックセルの相互作用によって生じ、後部客室の機内騒音の主要成分となる。

近年、ジェットミキシングノイズおよびショックセルノイズの両方を軽減する手段として、シェブロンノズルの研究が行われている。こうしたノズルには、ノズル終端に通常三角形をしたセレーション（鋸歯）が付けられている。ジェット排気流にこうしたノズルを侵入させると、下流の剪断層に水流のような渦が生じる。これによって混合作用が変化し、低周波のミキシングノイズが減少する。787の排気ノズルは、このシェブロンノズルとなっている。

また、パイロンや翼の存在等、エンジンの機体への取付の影響も考慮した研究も実施されてい



図3. コアシェブロンとPAA ファンシェブロン

る。その研究では、Propulsion Airframe Aeroacoustics (PAA) シェブロンと呼ばれ、ストラット（エンジンを主翼に繋げる構造物）付近では鋸歯のギザギザが深く、エンジンナセルの底部付近では次第に歯が浅くなる非一様なシェブロンが採用されている。

更に、ファンノズルへのシェブロンに加え、コアへのシェブロンも併せて研究されている。

セレーション（鋸歯）のジェット流への侵入を大きくすれば低周波の騒音をさらに軽減できるが、エンジン推力のロスや高周波騒音が増大する可能性がある。これらを適切にバランスさせるために、形状記憶合金製の撓曲部品が埋め込まれた可変形状シェブロン (VGC) ファンノズルが開発された。この形状記憶合金は、高温時は侵入が大きく（エンジン内側に大きく倒れ）、寒冷時は侵入が小さくなるように調整されている。これにより、機外騒音の軽減が最も重要な離陸時には、大気が比較的高温であり、ファンシェブロンへの侵入が大きいことから、大きな騒音軽減効果をもたらす。巡航時は、寒冷なためエンジン内側への侵入が小さくなり、効率低下に伴う燃料消費への影響を小さくすることができる。

これらの技術を用いた試験では、ジェットノイズのピーク値が、ある周波数および角度の範囲で最大2dB程度減少した。また、巡航時の機内騒音は後部機内の低周波騒音とオーバーオール音圧レベル (OASPL) の両面で軽減された。



図4. 可変形状シェブロン

3. 4 フラップ、着陸装置関連の静穏化技術

機体空力騒音（エアフレームノイズ）は進入または着陸時の航空機騒音の重要な構成要素であり、エンジン騒音と同程度の重要性を持っている。

この機体空力騒音は、フラップ騒音と着陸装置騒音が大きな構成要素であるが、まず、フラップ騒音軽減のために、フラップとしての性能は変更せず、構造の単純化を実現している。737シリーズでは、当初トリプル・スロットドフラップであったが、737-700/800では、ダブル・スロットドフラップが使用されている。また、着陸装置からの騒音軽減を目的とし、トボガン（小型のそり）の形状をした主脚の着陸装置の整流カバー（フェアリング）について研究されており、効果が確認されている。

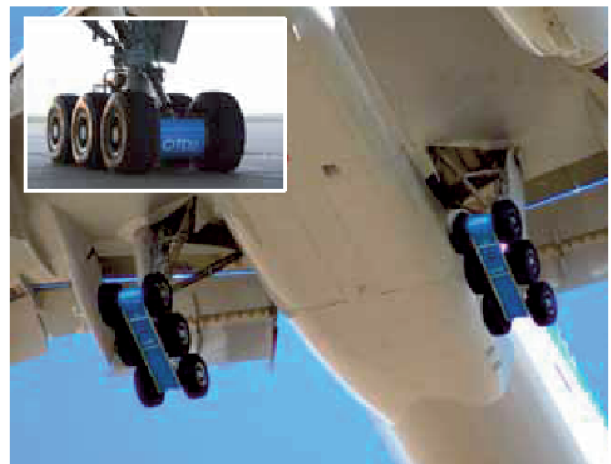


図5. 主脚着陸装置の整流カバー

3. 5 空力性能向上による離陸上昇性能向上

離陸時の地上の住民に対する騒音軽減については、離陸後、早く高高度に上昇し、航空機と地上との距離（スラントディスタンス）を拡大することが有効である。この航空機性能の向上のために、翼の形状に関する研究が絶え間なく実施されており、新型航空機では、図6に示す通り、翼の改良が行われている。

また、翼端渦の影響により発生する翼端抗力を抑制するために、737-700/-800では、翼端にほぼ垂直にウイングレットと呼ばれる小さな翼

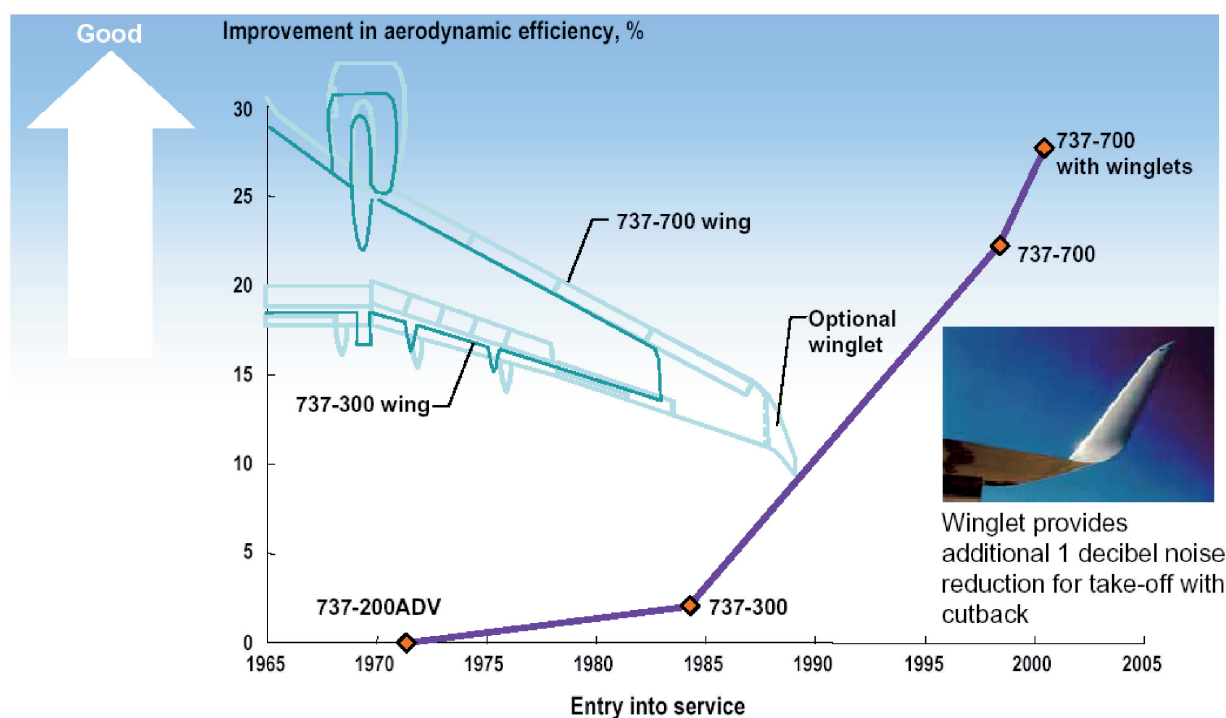


図6. 翼の形状変更による空力性能の向上

が取り付けられている。このウイングレットの装備により、抗力の減少と、若干ではあるが揚力の増加が得られ、5%以上の空力性能の向上が図られる。その結果、離陸上昇性能が良くなり、航空機と地上とのスラントディスタンスが拡大され、1dB程度地上騒音が減少する。



図7. ウイングレット

4. 結び

この記事では、ボーイングにて実施されている静穏化技術実証機試験プログラム（QTD: Quiet Technology Demonstrator test programs）での飛行試験結果を多用した。

このQTDは、2度のプログラムが既に終了しているが、2005年8月に実施された第2回目のプログラムでは、ANAのB777-300ERを使用して試験が実施された。

航空機の静穏化は、環境への影響削減に大いに貢献するものであり、航空会社としても航空機メーカーの静穏化技術の研究活動に協力していきたい。

参考文献

- 1) David Reed · William Herkes · Belur Shivashankara ; 航空機騒音低減へのボーイングの取り組み (A Boeing Program for Aircraft Noise Reduction) 騒音制御 Vol.31 No.2 2007.4

国際規格などにみる環境騒音の監視と情報公開の考え方* (騒音制御 Vol. 33 No.1 2009.2 掲載)

山田 一郎**

1. はじめに

本稿では国際規格などの資料に示された環境騒音の監視と情報公開に関する考え方を振り返り、若干の考察を試みる。

「監視」は広辞苑によれば（悪い事が起こらないように）見張ることである。したがって、環境騒音の監視とはその状況が悪化しないように見張ることである。「モニタリング」はどうだろうか。広辞苑にはモニタしかなく、放送や商品の品質について意見をいう者または機械が正常に保たれるよう監視する装置や調整技術者となっているが、モニタリングは後者の意味の動作を指す外来語といえる。国立国語研究所による外来語の言い換えに関する調査の結果¹⁾でモニタリングの言い換え語は「継続監視」とされており、状況の変化を見逃さないよう監視を続けることだと書いてある。EIC ネットの環境用語集²⁾によれば監視・追跡のために行う観測などとされ、やはり継続性に重点が置かれている。モニタリングとは継続性を重視した監視ということだ。ただし、継続といっても連続と限らず、月一回、年一回といった断続的な監視を長期間続けることも含んでいると考えられる。前記の環境用語集ではモニタリングの例として大気質や水質の継続観測や植生の経年的調査を挙げている。同じ手法で長期にわたり調査し、変

化を把握すること、各種事業の環境影響評価の妥当性の検証もモニタリングのひとつである。類義の外来語に「サーベイランス」があるが、こちらは病気や政治や経済の悪い部分を見逃さないよう詳しく調べて監視することを指し、使い分けられるようだ。

次に「情報公開」であるが、この言葉を辞書やネット検索で調べると、国や自治体の政治・行政に関する記録等を主権者である国民に広く公開する制度となっている。環境騒音の監視も基本的には行政によって行われるものであり、その情報公開はまさにこの定義に当てはまる。公開と類義の言葉に「開示」があるが、こちらは辞典では明らかにし、示すこと、教えさすこととされている。広く一般に開示するのが公開だといえる。ここで情報公開を英語で書いてみると、“free access to information” または “information disclosure” となるが、前者は情報提供を受ける者の知ろうとする能動性を感じさせるのに対し、後者は情報を提供する者が能動的である感じがする。さらに類義の言葉として「周知」がある。これは辞書では知れ渡っていること、周知徹底とは広く知れ渡るように徹底することである。したがって、情報周知とは手段を尽くして知らせたい情報を伝達し、提供を受ける者にしっかり納得させることではないだろうか。英語で書けば “information dissemination”、情報の普及、宣伝である。

ここで環境騒音の監視に関するわが国の状況に触れておく。まず、平成10年に騒音に係る環境基準が改定され³⁾、それに応じて平成11～12年

*Monitoring of Environmental Noise and Information Disclosure Provided in International Standards and Other Documents

** (財) 空港環境整備協会 航空環境研究センター 所長

に評価マニュアル⁴⁾が3部構成で作られ、騒音監視の基本となっている。自動車騒音については騒音規制法の第18条で地方公共団体がその状況を常時監視し、環境大臣に報告することが義務付けられ、第19条で監視した自動車騒音の状況を公表することが義務付けられている。この規定に基づき、環境省は、毎年、地方公共団体が監視した結果を報告書に取りまとめて公表し、国立環境研究所のホームページには全国自動車騒音マップを公開しているのである⁵⁾。その後、平成17年になって、環境省では「環境モニタリング(常時監視等)の進め方」という通知を出した^{6,7)}。これは国の補助金が廃止され、地方公共団体に税源移譲して環境モニタリングを実施してもらう体制になったため、自動車騒音や大気、水質等、6種類の環境影響要因についてモニタリングを行う際の測定点の配置、監視の項目と対象範囲、測定頻度等に関する基準を新設したものである。全国的観点に立って、モニタリングの水準を適正な範囲に保つことが目的とされている。ただし、常時監視とはいうが、「監視の質を確保しつつ、毎年～5年毎(最大10年に一度)」という頻度での断続監視であり、航空機騒音の監視とは趣が異なる。航空機騒音については昭和63年に監視測定マニュアル⁸⁾が出され、年に1回～数回の短期測定と年間を通じた連続測定で監視が行われてきたが、昨年末の環境基準の改定⁹⁾を受けて現在、マニュアルについても見直しが行われているところである。他方、新幹線鉄道と在来鉄道についてはこれまで監視測定マニュアルは存在しなかったが、現在、これらについても案を作成しているところである。

2. 国際規格等における監視に関する記述

ここでは、環境騒音の測定、評価に関する国際規格等として(1)ISO 1996:“環境騒音の記述・測定・評価”^{10,11)}、(2)ISO 2 DIS 20906:“空港近傍における航空機騒音の無人監視”¹²⁾、(3)ANSI S12.9:“環境騒音の記述と測定のための評

価量と手順”¹³⁻¹⁵⁾、(4)Imagine Project資料:“測定による L_{den} と L_{night} の算定”¹⁶⁻¹⁸⁾を取り上げ、概要を紹介し、監視に係る考え方の比較を行う。

(1) ISO 1996

ISO1996は環境騒音の通則的な表示及び測定の方法を規定する国際規格であり、最新版がISO1996 Part-1/2003¹⁰⁾、ISO1996 Part-2 / 2007¹¹⁾である(以下、1996-1および1996-2と略記)。環境騒音について記述、測定、評価する方法の国際的な整合性の確保を目的としている。環境騒音に暴露される住民の潜在的なannoyance反応を予測する指針の提供も目的のひとつである。騒音評価は音源別に行う場合も環境騒音全体を対象として行う場合もあり、適宜、衝撃成分や純音成分、低周波音成分の影響や音源の稼働状況を考慮して行う。現在のところ長期間の平均騒音暴露によるannoyanceを万遍なく評価できる評価指標はA特性の補正付き等価騒音レベル、すなわち評価騒音レベルrating levelであるとし、これを用いている。ちなみにJIS Z 8731:1999「環境騒音の表示・測定方法」はJIS国際整合化の流れの中でひとつ前の版の内容を採用しているし、ISO 2DIS 20906やImagine ProjectもこのISO 1996を規定の一部をなすものとしている。

ISO 1996において環境騒音を評価する具体的な方法はPart-2で規定しており、直接測定する方法、直接測定の結果を計算で外挿する方法、純然たる計算で算定する方法が示されている。この規格は種々の周波数重みによる測定や種々の周波数帯域における測定等に用いることができる。この規格案では騒音伝搬への気象の影響、測定マイクロホンの設置方法、純音成分を含む騒音の評価方法等が附録(参考)として示されている。このうち純音性補正については、臨界帯域幅に基づく計算による評価方法と1/3オクターブバンド分析による簡易法の2種類が示されている。

測定する際に記録・報告すべき事項として挙げ

られているのは、a) 測定の日時、場所、d) 使用する測定機器とその校正、c) 測定結果（A特性および必要に応じてC特性や帯域ごとのレベルによる等価騒音レベル、騒音暴露レベル、最大騒音レベル）、d) Nパーセントの超過騒音レベルおよびその標本間隔など、e) 測定の不確かさ、f) 測定時の暗騒音の情報、g) 測定時間間隔、h) 測定場所の性状（地面の種類や条件、マイクロホンや音源の位置や地面からの高さ）、i) 騒音性状に影響を及ぼす音源稼動条件、j) 騒音伝搬に影響する気象条件、k) 測定の結果を異なる条件の値に外挿するために用いた方法である。

(2) ISO / 2DIS 20906

航空機騒音の評価は、長期間平均騒音暴露を基礎として行われるため、自動監視による通年測定が不可欠である。その方法を規定する国際規格ISO 20906の案を作る作業が漸く大詰めの段階に至り、FDISが発行されようとしている。この規格案作成の経緯は作業グループWG43設立の年、1991年まで遡る。航空機騒音の測定に関する既存の規格として、ISO 3891:1978¹⁹⁾があったが、これは航空機の騒音証明のための騒音測定とデータ解析の手順を記述したもので、それが国際民間航空条約の附属書ANNEX 16²⁰⁾に取り込まれてしまったため、事実上、意義を失っていた。しかしながら、一般的な趣旨の航空機騒音の測定に関する規格の要望が高かったため、このWGが設立されることとなり、当初は「地上で聞こえる航空機騒音の記述・処理方法」という名称で基礎・長期監視、短期測定、騒音管理の4部仕立ての空港周辺の航空機騒音の監視、測定を目的とするImmission Standardを目指すものであった。しかし、内容の論争や審議遅れのため挫折し、作業が進んでいた長期監視の部分のみを内容とする新規格として完成させることになり、さらに紆余曲折があったが、漸く最終段階に達したものである。経緯の詳細は文献21を参照されたい。

この規格の対象は、最初あらゆる空港とするこ

ととされたが、主査交代により小空港のみに変わり、最後に再びあらゆる空港に戻った。無人監視を行うにあたり、限られたリソースしかないユーザーを重視するか、適用可能性を重視するかの論争であったが、記述に違いはないとして決着がついた。測定の目的は測定機器の性能や測定手順の仕様、評価量、記録報告事項の規定とされ、予測コンターの検証は除外されている。限られた数の測定点における観測の結果からコンターの妥当性を検証することはできないが、特定地点における予測と実測の整合性を検証することはできる。基本の測定量はA特性騒音レベルで、連続値と単発騒音暴露レベル、最大騒音レベル、 $L_{eq,1s}$ を算出する。 $L_{eq,1s}$ を認めたのは仏が法律で規定しているため、いわば妥協の産物である。航空機による単発騒音（イベント）の識別や暗騒音の算定方法はメーカーが考えるものとして、単純な閾値処理や L_{pAS95} 等の時間率騒音レベルによる処理の事例を示すにとどまっている。それに対し、測定用マイクロホンの高さについては考え方が分かれ、当初3mとされたが、4m, 6m, 10mと変わり、最後は6mに落ち着いた。人の耳の高さに由来する1.2～1.5mの高さは、高バイパスジェットエンジンの音が主で騒音レベルの主要な部分が仰角30°以上で到来する条件であれば使ってもよいとされたが、この高さが積極的に推奨されることは一度もなかった。測定場所は測定すべき航空機騒音の最大値が暗騒音より15dB以上大きいところとされている。これは10dB-downの範囲を正確に測れるということによるものである。航空機騒音のイベント検出の精度は、拡張不確かさが3dBを超えず、真のイベント数の50%以上が正しく検出されること、暗騒音を航空機騒音と間違える数は航空機騒音のイベント数の半分以下であることとかなり緩やかな条件が定められているが、最悪条件を示したもので、通常はこれより十分よい精度になると想定されている。

報告事項として挙げられているのは、a) 使用機器、校正方法、測定時間、b) 空港の稼動条件、

c) 測定点の地形や地面特性を含む状況、d) 騒音イベント情報（必須情報は単発騒音暴露レベル、最大騒音レベル、測定時刻、降雨の有無。あると望ましい情報として継続時間や他の気象情報、運航情報、および音環境を示すものとして短時間 $L_{Aeq,1s}$ ）、日報や月報等である。

(3) ANSI S12.9

この規格は屋外における環境騒音の記述と測定のための評価量と推奨手順を定めるもので、Par-1は基本的評価量と評価手順、Part-2は長期・広域測定、Part-3は有人短期測定、Part-4は騒音評価と長期的社会反応の予測について記述する部である。

Part-2は様々な地域において環境評価や騒音と両立する土地利用の計画、騒音予測の妥当性検証、騒音規制を目的として長期間の平均騒音暴露の多点の測定を行う方法を記述している。騒音源として高速道路、鉄道、工場、空港等あらゆる騒音源を想定している。対象地域の長期平均騒音暴露を評価するため、3段階の測定精度A～Cを想定し、空間および時間領域の必要な標本の仕様を規定している。空間的及び時間的なサンプルを取得する方式が幾通りか示されている。測定精度については、クラスAは±3dB、クラスBは±5dBと設定してある。空港、鉄道、道路等の音源について $L_{dn}=65\text{dB}$ を基準とする騒音区域を定めることを推奨している。商工業地域、定常騒音の地域、住居地域も定義している。住居地域の状況は人口密度で区分してある。測定は地域ごとに音源と気象の条件を調べ、その主な条件をカバーするように行うこととし、最大値でなく平均値を求める。測定は特定騒音と総合騒音のレベル測定を行う。なお、測定は有人で行うことが暗黙のうちに想定されているようである。測定結果の記録、報告に関する記述は見当たらない。

Part-3では特定の場所における特定音源からの騒音暴露を数分から数時間にわたる短時間の有人測定方法について記述し、測定の妨げとなる暗騒

音の影響を排除する手順を述べている。目的は最大騒音レベルの規制への適合を調べたり環境騒音を評価したりすることである。音源の種類に応じた等価騒音レベルや騒音暴露レベルの求め方が示されている。ただし、航空機騒音等の単発的な騒音を想定したものではない。長期および短期の暗騒音レベルについて定義を示し、その算定方法を示してある。測定結果の記録については騒音レベルや測定時間の記録、暗騒音の記録、測定地点や測定方法等の情報が要求されているが、報告に関する記述はない。

(4) Imagine

Imagine Projectは道路・鉄道・航空機・工場の騒音を包括的に計算するモデルHarmonoiseを開発して騒音マップ作り、交通流を制御する指針作りを推進する欧州の活動中の研究事業である。EU（欧州連合 European Union）の行政執行機関EC（欧州委員会 European Commission）の環境担当部門では日常生活や健康に影響、被害を生じることのない社会の実現を目指し政策作りを行っており、その第一段の検討成果として1996年に“Green Paper on Future Noise Policy”を出版し、EU域内の人口の20%、8000万人が健康被害の恐れのある騒音影響（ L_{dn} で60dB以上）を被っていると指摘した。その後、欧州指令2002/49/EC²¹⁾が發布され、環境騒音の影響を低減するための各国共通の方策として L_{den} と L_{night} を評価量とする騒音マップを作成し、それを情報公開し、地域毎に行動計画を立てて各種騒音源に対処していくことを決めた。それによれば、加盟国は主要道路、鉄道、空港から始めて段階的に作業を進め、2012年までにEU域内全域の騒音マップを完成すること、さらにその後は5年ごとに更新することが求められている。

Imagineは10件の研究課題WP1～WP10で構成され、3番目WP3が環境騒音の監視と測定となっている。ちなみに、WP1は騒音マップ作成の仕様とGIS、WP2は交通需要と交通流のモデル

化、WP4～7は騒音源（道路騒音、鉄道騒音、航空機騒音、工場騒音）、WP8はImagineプロジェクトとその成果の普及・宣伝活動、WP9はプロジェクトの管理、WP10が科学技術的協力となっている。WP3は欧州指令2002/49で定義された L_{den} と L_{night} を直接測定で算定する方法、および測定を計算で補い、算定する方法を規定する文書の策定が目的とされており、その最新案がIMA32TR-040510-SP10（以下、Imagine）である。Imagine Projectのホームページ²⁰⁾から第8案をダウンロードすることができる。

Imagine Projectは騒音マップを作成するための環境騒音の予測方法の確立を目指すものであり、いずれ予測のみできちんと評価できるようになる時は来るが、まだ測定の方が信頼性において優るため、測定で予測の妥当性を検証することが必要であり、その方法を規定する文書作りがWP3の目的である。もちろん、監視も目的に含まれている。測定対象は道路、鉄道、航空、工場等、すべての環境騒音である。評価は（たとえば10年間の平均気象に相当する）平均的な1年間の騒音暴露を算定する形で行うこととし、長期の無人測定による方法と特定の音源および気象の条件（音源窓、気象窓）の下で行う有人短期測定と予測計算を組み合わせる方法の2通りが記述されている。どちらかといえば、道路・鉄道に重点を置いた内容である。長期測定の観測データは1s以下の間隔での時間平均音圧レベルの時系列と気象データ、単発騒音暴露レベル、観測時刻、音源識別結果等、短期測定ではバンド別の等価騒音レベルまたは騒音暴露レベル、パーセント超過レベル、FまたはSの最大騒音レベルとなっている。短期測定の場合の気象窓は音の伝わり易さで4区分されている（ISO1996-2と区分が異なる）。測定を1,2回しか行えない場合には音が伝わりやすいfavorable条件で行うこととされている。測定結果の処理では暗騒音の影響が大き過ぎる測定結果を除外し、次に短期測定では暗騒音補正の処理を行う。他点へ外挿する場合は、予測による方法

か基準点との同時測定によるレベル差の補正による方法のいずれかによる。測定の記録・報告事項として挙げられているものはISO 1996-2とほぼ同じである。

（5）環境騒音の監視についての考え方の比較

ここでは前節で紹介したISO 1996 Part-1, 2、ISO 2DIS 20906、Imagine、ANSI S12.9 Part-2, 3（以下、1996-1, 2、20906、Imagine、ANSI-1, 2と略記する）における監視に係る要点について考え方を比較する。このうち1996-2とImagineは同一主査の下に作成されたものであるため、自ずと内容が似ているが、1996-2は純然たる計算による評価も認めているという違いがある。また、20906は無人監視のみ、その他は基本的には有人測定を想定していると考えられる。

目的：1996-2や20906は測定や監視の方法の標準化、ANSIは環境評価や騒音と両立する土地利用計画、騒音予測の妥当性検証、騒音規制、Imagineは騒音マップの妥当性の検証が目的である。なお、20906では騒音予測や騒音証明の妥当性の検証は対象から除外されている。

評価期間：20906が通年の騒音監視を前提とするのに対し、1996-2やImagine、ANSIは長期評価が最終目的ではあるが、特定条件での短期評価も対象にしている。ただし、1996-2やImagineの短期測定はfavorable条件で行うことを求めている。

評価の対象と音源分類：1996-2、Imagine、ANSIは自動車、鉄道、航空機、工場等のあらゆる騒音源を評価の対象としている。ただし、1996-2とImagineは、個々の騒音源の寄与を測定し、音源の統計的な分布を考慮して総合評価する手順を取っているため、例えば鉄道の音を対象とするときは他を暗騒音とみなす。音源分類については、道路騒音では、1996-2は大型、小型の2区分、Imagineは大型・中型・乗用の3区分を考えている。鉄道では1996-2には区分がなく、Imagineには高速鉄道・在来特急・普通・貨物の4区分が

ある。航空機については1996-2ではカテゴリ別と書くのみ、Imagineは使用滑走路、離着陸手順、機種別運航比率、時間帯別運航回数に基づき評価するとしている。要するに、1996-2よりImagineのほうが詳細な音源分類になっている。他方、20906は通年監視のため、音源分類し、総合評価する考え方はない。また、ANSIでも、主要な騒音源により騒音区域を設定する考え方はあるが、音源分類し、総合評価する考え方はない。

音源と気象の変動に関する考え方：1996-2とImagineでは音源と気象の変動について、各々、窓として条件を区分して統計処理し、長期平均評価する考えを取っているが、気象窓の区分の仕方が異なる。favorable条件を基本に測定することにより変わりはない。ANSIにはこうした考え方は見られない。20906は通年監視のため、音源と気象の変動は実態がそのまま反映される。

測定場所：いずれの資料も基本的には屋外の騒音評価を前提とするが、1996-2は屋内も評価の対象にしている。地理的配置については様々な騒音源を対象とする1996-2、Imagine、ANSIのうち、最初の二つでは場所の特定に関する記述はないが、ANSIのPart-2では評価対象が総合騒音か特定騒音かで選び方が異なり、前者では空間的、時間的標本化の指針を示し、後者では暗騒音の低い場所とのみ規定している。航空機騒音の通年監視を対象とする20906は音の到来仰角が小さくない飛行経路下に限定している。

マイクロホンの高さ：20906は、入射音場の測定を前提とし、無人監視であることも考慮してマイクロホンの高さを6m以上と規定しているが、測定場所は飛行経路下に限定されている。Imagineは多層建物の住居地域での測定を前提に4.0mと規定している。他方、1996-2では多層家屋の並ぶ住居地域は4m、平屋が主の場合は1.2～1.5mと区分してある（測定値の変化が5dB以下となる間隔）が、使い分けをするのは難しいのではないだろうか。ANSI/Part-2の長期監視では地面上1.2mまたは地面に直置きするのを基本とし、住

民の1/4以上が高層に住む場合には地面との中間または代表的な高さに設置する。他方、ANSI/Part-3の短期測定は地面上1～2mの高さとしている。なお、マイクロホンの高さの違いが測定の信頼性にどのように影響するかはどの資料にも記述されていない。

評価量：いずれも等価騒音レベルと騒音暴露レベル、周波数重み特性A特性が基本である。

騒音計のクラス：20906、Imagineはclass-1に限定している。ANSIも当局が認める時はclass-2でもよいが基本はclass-1としている。それに対し、1996-2はclass-1だけでなくclass-2も許容している。

気象観測：測定機器の性能規定はImagineにはあるが、他の規格にはない。風速を測る高さは1996-2では地上3～11m、Imagineでは10mの高さと規定しているが、20906やANSIには関係する記述はない。なお、気象データを取得する際の平均化時間や測定間隔、測定点数に関する記載はいずれの規格にも見られない。広範な地域を測定の対象とする場合、どれくらいの数と場所で観測すれば足りるかの目安等の記載が欲しいところである。

暗騒音算定：1996ではPart-1で暗騒音や残留騒音が定義され、Part-2で暗騒音の算定、補正の方法が記述されている。また暗騒音の評価に関連してパーセントイルレベル L_{95} の記述がある。ただし、その標本間隔や測定時間の指針等の記述はない。20906でも騒音イベントを検出するための暗騒音の評価に L_{90} や L_{95} を用いられると書いてあるが、具体的な算定方法は書いてない。Imagineも同様である。

計算による評価：1996-2では計算モデルの章が設け、ISO 9613 Part-1, Part-2、ISO/TS 13474を紹介しているが、他の資料にはそうした記述はない。

基準条件への補正：1996-2とImagineに記述してあるが、後者のほうが充実している。他点へ外挿する考え方もあるが、やはりImagineのほうが詳しい。残りの資料にこれらの記述はない。

記録・報告事項：いずれの資料も基本的な考え方は変わらず、測定の日時や場所、測定機器、測定結果、暗騒音の記録、測定場所や気象状況等の情報の記録・報告を求めており、1996-2とImagineは記述がほぼ同じでもっとも詳しく、20906も基本的に同じだが航空機騒音に特化した通年無人監視のため、日報や月報等として記録・報告すること、騒音イベント情報や運航情報、および音環境を示すものとして短時間 $L_{Aeq,1s}$ を記載することが求められている。一方、ANSI-3には騒音レベルや測定時間、暗騒音、測定地点や測定方法等の記録を求める記述があるが、ANSI-2には見当たらず、また、いずれも報告に関する記述はない。

3. EUの資料による環境騒音の監視に係る情報公開の考え方

欧州では、前述のとおり、Green Paperによって環境騒音の悪影響を低減することの必要性が認識され、次いで環境騒音に関する欧州指令2002/49/EC²²⁾が出され、騒音マップを作成し、少なくとも五年毎、および騒音状況が大きく変化するような開発を行う場合には見直しを行うこととされた。これが実施されれば域内の各地域における環境騒音の状況を包括的に評価し、予測することが可能になる。現在、加盟各国は家屋密集地、空港、道路、鉄道等について騒音マップを作成し、それに基づき環境改善を図るための行動計画の立案を、2013年7月18日を期限として段階的に進めているところである。その際、市民への情報公開の一環として、公開協議を行ない、その結果を考慮して行動計画を承認すること、2002/49/ECの附属書IVとV、および環境に関する情報公開についての欧州指令2003/4/EC²³⁾に合致する形で騒音マップと行動計画を作成し、一般に情報周知することが求められている。それによれば、加盟国は騒音マップを収集し、行動計画を作成してECに報告し、ECではその要旨を報告書にとりまとめ、公表する。その最初の報告は2009年6月18日までに行うこととされ、その後には再調査

して、環境騒音について更なる対策を講ずべきかどうか検討、報告し、必要ならその戦略を提案することが求められている。なお、報告は5年毎に行うことが求められている。

欧州における環境騒音に係る情報公開は欧州指令2002/49/ECと2003/4/ECに基づいているが、これらの指令はオーフス条約(The Aarhus Convention)に端を発する。オーフス条約^{24, 25)}は、Wikipediaによれば、「環境に関する情報へのアクセス、意思決定における市民参加、司法へのアクセスに関する条約」の通称であり、国連の欧州経済委員会(UNECE)において協議され、作成された国際的な環境に関する条約で、環境と開発に関する国連会議(リオ宣言)の第10原則(市民参加条項)に基づいている。デンマークのオーフスで開催されたUNECE環境閣僚会議で採択されたことから「オーフス条約」と呼ばれている。市民やNGOによる環境情報の入手、政策決定への参加、および法の下での政策の実施に係る行政手順への関与を柱として加盟国における法制化・制度化を促し、環境分野における市民の権利確立、市民参加を促すことを目的としている。環境情報に騒音が含まれることは条約の第2条の第3項に明記されている。環境情報とは印刷物、視聴覚および電子的媒体により表現される環境に関するあらゆる情報、(a) 種々の構成要素とそれら相互の関係、(b) 物質やエネルギー、騒音等の要因や環境に係る行政施策や政策決定に用いるCBA等の経済解析、(c) 人間の健康と安全や生活条件等のことである。欧州指令2002/49/ECはこのオーフス条約を参考にしている(I-INCE/TSG-5レポート²⁴⁾)。

欧州における環境情報に関する情報公開についてはオーフス条約に基づいて欧州指令2003/4/EC²³⁾が定められており、公的機関による環境情報の公開と周知に関する規則や用語、条件等を規定している。公的機関が所有する環境情報の入手に関する加盟国の間での法律上の不均衡が情報入手に関する不公平に繋がりがかねないという理由に

よる。環境情報として挙げているものは国際条約から地域条例に至る様々なレベルでの環境に関する法制、環境政策、環境計画、環境の現状報告、環境に影響を及ぼす活動の影響評価やリスク評価の結果等である。

この指令によれば、加盟国は、個人・法人に関係なく情報を入手したい人に、要求の有無にかかわらず、公的機関から環境情報が提供されるようにして国民の情報入手を助力すること、公的機関のリストが入手できること、情報を入手する権利を遂行できることを保証しなければならない。加盟国は公的機関が保有する人の健康や環境への差し迫った脅威に関するすべての情報を、影響を受けると予想される市民に、ただちに配布するよう保証しなければならない。情報の提供は要求を受けてから1ヶ月以内に行うものとし、情報が膨大、または複雑で期間内に用意できない場合には2ヶ月まで遅らせてもよいが、情報提供を拒否できるのは以下の場合に限られる：該当する情報がない場合（他機関にあれば知らせること）、過度に一般的な情報、終結したことの情報、内部連絡の情報、公的機関の業務遂行や商業的、工業的秘匿性の侵害の恐れがある情報、国民の安全や国防に関わる情報、訴訟や知的財産権に関わる情報、個人情報、情報を自発的に提供した人の権利の秘匿に関わる情報、環境の保全を侵害する情報等である。なお、拒否された場合に再考を要求する手続きが可能であることも必要とされている。

4. おわりに

本稿では国際規格等における環境騒音の監視と情報公開の考え方について述べた。監視とは環境騒音の状況を把握し、悪化しないよう見張ることであり、その目的は状況改善に向けた意思決定の材料を取得することや苦情対応、騒音予測の妥当性の検証等である。監視を継続して確実にを行うには監視の方法が妥当であること、測定器の信頼性や観測条件の一貫性を確保することが必要である。監視結果を情報公開することが求められるた

め、手順の透明性を確保することも必要である。そうした意味で国際規格等との整合性を確保することには大きな意義がある。情報公開については迅速性や了解性も重要な要素である。その方法としてどんな手段があり、使われているかを調べるには至らなかったが、監視結果を定期的に報告書として取りまとめ、閲覧場所を定めて公開したり、環境レポートや広報誌として発行し、配布したりする方法に加え、最近ではホームページに掲載することも多くなっていると思われる。現代は情報化社会、そうした形の情報公開は不可欠であるが、これを意義あるものにするには一工夫必要なのではないだろうか。人は不確実な状況や未知の状況に不安や脅威を感じるという²⁶⁾。そうした不確実性回避傾向（Uncertainty avoidance index）は国や地域によって異なり、韓国やフィンランドは情報公開やコミュニケーションの手段としてのインターネット利用に積極的だが、日本人はまだ起きていないことに対して漠然とした不安を持つ傾向が強くて、ウェブやネットに対する社会的な信頼感は高くないそうで、2000年以降の日本ではとくに三十代以下の世代でその信頼感の低下が進んでいるのだという。そうした現状を踏まえ、うまく情報を周知する工夫をしなければ情報公開は有意義なものにならないのではないだろうか。

文献

1. 国立国語研究所ホームページ：「外来語」言い換え提案，http://www.kokken.go.jp/gairaigo/Teian1_4/Words/。
2. EIC ネットホームページ：環境用語集，<http://www.eic.or.jp/ecoterm/>。
3. 騒音に係る環境基準，H10.9.30環境庁告示第64号。
4. 騒音に係る環境基準の評価マニュアル：I.基本評価編（平成11年6月），II.地域評価編（道路に面する地域）（平成12年4月），III.地域評価編（一般地域）（平成11年7月）。
5. 国立環境研究所，全国自動車交通騒音マップ（環

- 境GIS自動車交通騒音実態調査報告), <http://www-gis.nies.go.jp/noise/car/>。
6. 環境省ホームページ：報道発表「環境モニタリング(常時監視等)に関する基準の制定について」, <http://www.env.go.jp/press/press.php?serial=6132>。
 7. EIC ネットホームページ：国内ニュース「6種の環境モニタリングに基準制定 地方分権に対応して」, <http://www.eic.or.jp/ecoterm/>。
 8. 航空機騒音監視測定マニュアル(昭和63年7月、環境庁大気保全局)。
 9. 航空機騒音に係る環境基準について, 平成19年12月17日 環境省告示第114号。
 10. ISO 1996-1:2003, Acoustics - Description, measurement and assessment of environmental noise - Part 1: Basic quantities and assessment procedures.
 11. ISO 1996-2:2007, Acoustics - Description, assessment and measurement of environmental noise - Part 2: Determination of environmental noise levels.
 12. ISO 2DIS 20906, Acoustics - Unattended monitoring of aircraft sound in the vicinity of airports.
 13. ANSI S12.9-1992/Part 2, Quantities and Procedures for Description and Measurement of Environmental Sound - Part 2: Measurement of long-term, wide-area sound.
 14. ANSI S12.9-1993/Part 3, Quantities and Procedures for Description and Measurement of Environmental Sound - Part 3: Short-term measurements with an observer present.
 15. ANSI S12.9-1996/Part 4, Quantities and Procedures for Description and Measurement of Environmental Sound - Part 4: Noise assessment and prediction of long-term community response.
 16. IMA32TR-040510-SP08, Determination of L_{den} and L_{night} using measurements.
 17. 山田一郎, EUの資料等に見る L_{den} などの測定による評価方法について, 日本音響学会騒音研究会資料, 2008.8。
 18. <http://www.IMAGINE-project.org/>.
 19. ISO 3891:1978, "Procedure for describing aircraft noise heard on the ground".
 20. ANNEX 16 to the Convention on International Civil Aviation, Environmental Protection, Volume I Aircraft Noise, ICAO.
 21. 山田一郎, 航空機騒音の自動監視に関する国際規格の審議における論点あれこれ, 騒音制御工学会2008年秋季研究発表会。
 22. Directive 2002/49/EC of the European Parliament and of the Council of 25 June 2002 relating to the assessment and management of environmental noise.
 23. Directive 2003/4/EC of the European Parliament and of the Council of 28 January 2003 on public access to environmental information and repealing Council Directive 90/313/EEC.
 24. I-INCE TSG #5, A GLOBAL APPROACH TO NOISE CONTROL POLICY, I-INCE PUBLICATION 05-1.
 25. <http://www.unece.org/env/pp/contentofaarhus.htm>.
 26. 木村忠正, 日本のネット文化を変えるには, 日経サイエンス, pp.96-101, 2008.12。

航空機と駐車車両の汚染との関係について*

菊 間 英 行** 江 崎 彰***

1. はじめに

成田国際空港は、緑豊かな土地に囲まれた内陸空港として昭和53年5月に開港した。開港から30年が経過し、36カ国2地域98都市と結ばれ、日本における旅客、物流を支える国際空港としてその役割を担うと同時に、周辺には物流センターや工業団地が形成されている。

内陸空港の環境問題として2007年度11号にて、航空機排ガスと農業用ビニールハウスの汚染との関係について述べたところである。

本稿では、飛行コース直下の工業団地の従業員用駐車場で、航空機から落下したと思われるグリースが車両に付着しているといった苦情が度々寄せられており、その調査の一部について弊社が実施してきた手法及び結果について紹介することとし、同様な事例が発生した場合の解決の糸口になれば幸いである。

2. 調査の概要

2.1 事例の紹介

平成9年6月及び平成16年6月、N工業団地内の従業員用駐車場において、車両のボンネットやフロントガラス等に細かく糸状で、茶系の物質が多数付着しているとの連絡を受けた。付着物の状況写真を図-1から図-3に示す。



図-1 車両上の付着物質の状況



図-2 フロントガラスに付着した飛来物質の状況

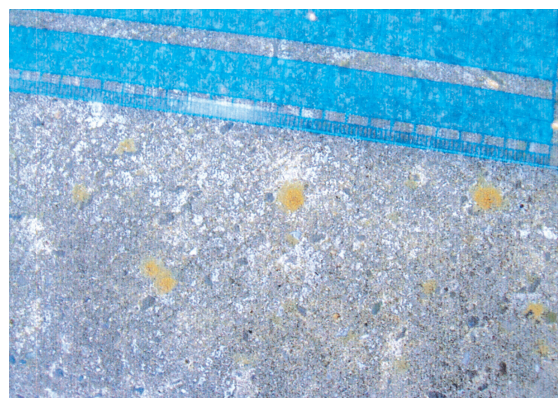


図-3 駐車場付近の縁石における付着状況

*Regarding the relation to pollution between the aircraft and the parking vehicle

**成田国際空港株式会社 地域共生部 環境業務グループ マネージャー

***成田国際空港株式会社 地域共生部 環境業務グループ

2. 2 成田国際空港との位置関係

空港周辺には、航空機騒音のレベルに応じて区域を分けており、問題が発生したN工業団地の従業員用駐車場は、公共用飛行場周辺における航空機騒音による障害の防止等に関する法律の第2種区域内の端に位置している。また、離着陸する航空機を視認できる飛行コースのほぼ直下にあたる。

N工業団地と成田国際空港との位置関係を図-4に示す。

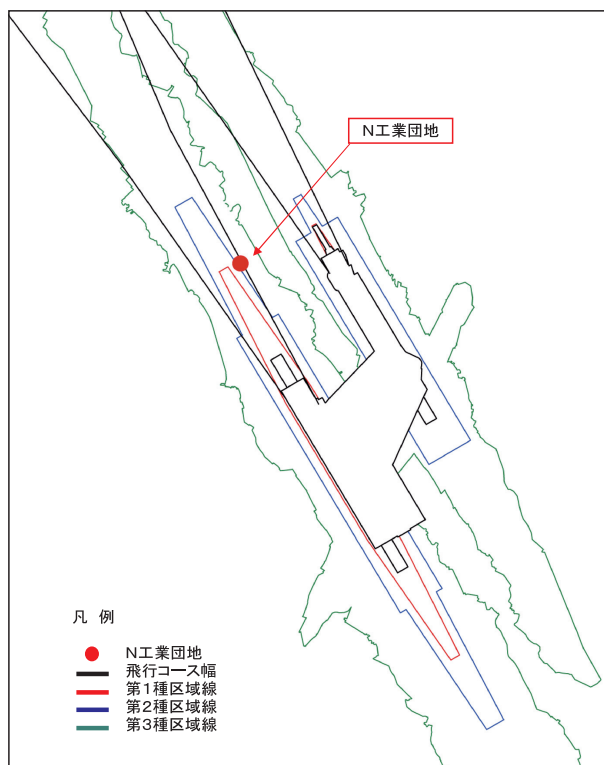


図-4 成田国際空港とN工業団地の位置関係

2. 3 付着物質に係る聴き取り調査

N工業団地における飛来物質の状況を聴き取り調査した結果、次のことが判明した。

- (1) 春先から夏にかけて付着物が多い。
- (2) 風の強い日に多く見られる。
- (3) 付着物が乾燥すると、車体にシミ込んでしまい、洗車しても汚れが取れない。
- (4) 従業員用駐車場全体に、飛来物質が付着している。
- (5) 建物を挟んだ駐車場（飛行コースより遠い場所）では、飛来物質は見られない。

3. 調査方法

3. 1 調査場所

本調査は、N工業団地内で下記の隣接した2地点にて実施した。

- (1) N社 従業員用駐車場内
- (2) N社 貨物棟屋上

3. 2 調査方法

前項で記した調査場所において、1m四方の試料採取用のステンレス板を高さ約1.2mの位置に設置し、近傍に風向風速計を設置した。

設置状況を図-5及び図-6に示す。



図-5 N社 従業員用駐車場内 設置状況

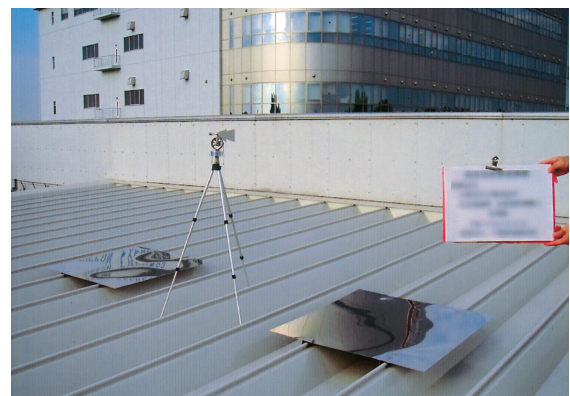


図-6 N社 貨物棟屋上 設置状況

3. 3 調査期間

平成18年4月から9月の間において、2週間毎に試料採取を計画した。しかし、降雨時の試料採取では、正確な分析が難しく、梅雨時など数回は試料採取を中止せざるを得なかった。

3. 4 分析項目

(1) ガスクロマトグラフー質量分析計 (GC-MS) による定性分析

ステンレス板上に付着した飛来物質をサンプル瓶に採取し、有機溶剤を入れ、超音波抽出を実施した。抽出した溶媒試料を直接GC-MSに注入し、走査質量範囲を40～260m/z、測定時間を8.00～23.00分まで測定し、トータルイオンクロマトグラフから定性可能な物質について解析した。

(2) フーリエ変換赤外分光光度計 (FT-IR) による解析

ステンレス板上に付着した飛来物質をサンプル瓶に採取し、FT-IR1回反射ATR方又はKRS(透過性)により、4,000～400cm⁻¹範囲の赤外吸収スペクトルを測定し、解析を行った。

(3) 航空機グリース成分分析

飛来物質との成分と比較するため、航空機の飛行時の落下物として懸念されるグリースを航空会社より提供を受け、成分の特定を行った。

4. 調査結果

4. 1 採取試料の状況

飛来物質は約1cm弱の線状物質と直径2～3mmの円状物質の2種類の形状が確認された。

貨物棟屋上よりも従業員用駐車場の方が飛来物質の付着量が多かった。

また、気温の差による増減並びに気温の上昇による飛来物質量の相関関係は見られなかった。

採取試料の状況を図-7に示す。

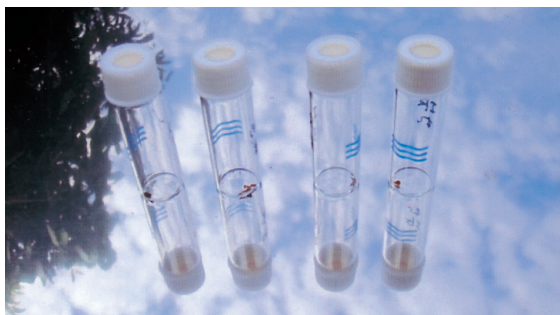


図-7 採取試料の状況

4. 2 分析結果

(1) ガスクロマトグラフー質量分析結果 (GC-MS)

トータルイオンクロマトグラフの強度から、定性可能と推測される最大10ピークを選出し、ライブラリー情報をもとに類似度及びピーク強度から、定性可能な物質について解析を行った。しかし、何れのピークに関しても物質名までは同定が困難であった。分析結果を表-1に示す。

また、航空機のグリースを定性分析したところ、グリースの成分である脂肪族炭化水素系の成分が検出された。

表-1 GC-MSによる定性分析結果

調査日	同定可能であった物質の組成式
平成18年5月2日	C ₆ H ₁₂ O, C ₈ H ₈ O ₂ , C ₉ H ₁₈ O
平成18年5月16日	C ₆ H ₁₂ O, C ₈ H ₁₈ , C ₉ H ₁₈ O
平成18年5月30日	C ₅ H ₈ NO, C ₆ H ₁₀ O ₂ , C ₆ H ₁₂ O, C ₈ H ₁₈ , C ₉ H ₁₈ O
平成18年7月4日	定性可能な物質は未検出
平成18年8月1日	定性可能な物質は未検出
平成18年8月29日	C ₄ H ₁₀ O ₃ , C ₈ H ₈ O, C ₈ H ₁₆ O, C ₁₁ H ₂₂ O
平成18年9月19日	C ₆ H ₁₂ O ₂ , C ₇ H ₁₄ O

(2) フーリエ変換赤外分光光度計 (FT-IR) による解析結果

FT-IRによる解析については、全てライブラリー情報をもとに解析を実施した。FT-IRによる解析は、前処理することなく解析可能であることから、少量の試料でも解析が可能である。FT-IRによる解析結果を表-2に示す。

また、航空機のグリースをFT-IRによる分析をしたところ、ピーク形状が類似していたことから、グリースと推測された。

表-2 FT-IRによる定性分析結果

調査日	同定可能であった物質の組成式
平成18年5月2日	エステル, カルボン酸, 長鎖アルキル, ケイ酸塩
平成18年5月16日	エステル, カルボン酸, 長鎖アルキル
平成18年5月30日	エステル, カルボン酸, 長鎖アルキル
平成18年7月4日	アミド, エステル, カルボン酸, 長鎖アルキル
平成18年8月1日	アミド, エステル, カルボン酸, 長鎖アルキル
平成18年8月29日	アミド, エステル, 長鎖アルキル
平成18年9月19日	アミド, エステル, カルボン酸, 長鎖アルキル

5. まとめ

本調査では、飛来物質が航空機で使用されているグリースであるか否かを確認するためにGC-MSの定性分析及びFT-IRによる解析を行った。

FT-IRの解析結果から、エステル及びカルボン酸が検出され、平成18年7月4日以降の解析結果からは前述の物質に加えてアミドが検出された。これらの物質は、生物由来に多く含まれるものである。

その一方で、オイルやワックス由来を示す長鎖アルキルの検出が認められた。

車両のボンネットより試料を採取したものであれば、車両用ワックスと推定することは可能である。しかし、今回の調査ではステンレス板上で採取したものであるため、検出された物質の由来については不明である。

採取試料の分析結果について、グリース成分との比較を行ったところ、微量ながらグリースには含まれないアルデヒド類、脂肪酸及びケトンといった成分が飛来物質中に存在していることが確認され、グリースの性状とは異なっていた。

今回の調査結果から、発生源は不明であるものの、航空機のグリースでないことが分かった。

6. 今後の方針

平成18年の調査結果から飛来物質が航空機の影響によるものでないことが判明したが、物質の特定までには至らなかった。

その後、平成20年11月、同所で再び同様な事

象発生の苦情を受けた。航空機との因果関係はないが、発生源を究明し対応するために、現地確認を行った。また、過去の調査経緯並びに結果の見直しを行い、分析会社や学識経験者等から意見を求めたところ、昆虫の糞、特に集団で生活するハチの糞である可能性が高いことが分かった。特にミツバチは糞をする際に、上空で排泄するため、茶色の雨粒のようなものが残るとのことである。インターネット等で事例調査を実施したところ、ハチの糞による駐車車両、布団並びに屋根瓦への汚損被害が多数確認されていた。

今後の調査方針としては、ミツバチは3月頃から活発に活動するので、近々、植物の開花状況を見ながらハチの巣等の現地踏査を実施し、同様に飛来物質の試料採取を実施する計画である。そして、採取した試料に花粉や窒素系の化合物が含まれているか確認すべく、現在関係先と調整を実施している段階である。

7. 最後に

内陸空港の定めでもあるが、飛行コース直下の地点においては、上空を見上げれば航空機が行き交い、飛来物に対しては航空機からの影響でないかと思われがちである。

今回の事例については、生物由来の可能性が高いと思われるが、今後とも周辺地域からの報告については、あらゆる方面から可能性を探り出し、慎重に調査を進めていくこととしたい。

環境対策の体験*

土屋 修**

はじめに

晴耕雨読の生活に入り半年が過ぎたある日、環境研究センターの某部長さんから原稿依頼の電話をいただいた。

「文章を書くのは苦手だね、それに記憶も定かでなくなっているし……」

「材料は一杯ありますよ。……の騒音調査、……、……、言ってくれば調べもしますよ。」

私は航空技術行政を主に航空関係業務におよそ40年携わったが、航空技術行政の職場はどこにいても環境問題と無縁でない。空港環境整備協会にも5年勤務した。振り返ってみればずいぶん長い間環境問題と関わってきたわけで、その間のちょっとした体験を記すこととした。

初めての騒音調査

次年度予算の概算要求作業が一段落した昭和49年の秋口、空港周辺騒音調査のOJTを受けるため上司に付いて某空港に出張した。当時、国が管理する空港周辺の騒音調査は航空公害防止協会（現空港環境整備協会）研究センターの職員を主体とし航空局および地方公共団体の職員が加わり実施されていた。協会の職員を除けば騒音測定は初めての人がほとんどであったから、測定開始の前日に測定員全員を集めて講習が行われていた。現地到着後、現場を見て回った後、上司は私に翌

日の講習の講師を行うよう指示したうえ測定器の扱い方を教習し、あとは任したからと言って翌朝に帰京していった。センター職員の応援を得て講習会を何とか済ませ、その翌日から測定が始まったが、それを聞きつけた地元紙の若い記者が早速やってきた。報道対応は初めてのことで私の説明が要を得ていなかったのか、送った記事がデスクから返されるらしくその記者は繰り返し繰り返しやってきた。どの程度の記事になるのかなと楽しみにしていたところ翌日の朝刊に1段の小さな記事が掲載されていた。あの記者もOJT中であつたに違いない。

鶏の鳴き声

ある日、某空港所在県庁の環境部門から、第一種区域（家屋の防音工事費用を助成する区域）の外で基準を上回るWECPNL値が観測されたと連絡が入った。データを送っていただき見ると騒音観測回数がえらく多い。そこは騒音観測回数が多いところとは予想される場所ではあるけれども、それにしても多すぎる。使用騒音計などについて尋ねたところ、騒音計は持ち運びが出来WECPNLも計算してくれる自動測定装置だという。また、設置した場所は農家の庭先でその農家に監視を依頼したとのことであった。当時、集積回路の電子部品を組み込んだ自動測定装置が販売されるようになり、我々も1台購入し試験的に騒音調査に使用していたので問題点も少し分かっていた。聞いた測定環境から田舎育ちの私が行き着く推測は鶏または鳥の鳴き声である。県に調べてみてくれる

* Experiences in Environment Protection Affairs

** (財)空港環境整備協会 元専務理事

よう依頼したところ、後日、その農家では鶏を飼っておりその鳴き声が入っていたらしいこと、また、再測定では基準値より低かったとの連絡があった。

尼崎の奥様

声から判断すると中年と思われる女性からの電話であった。尼崎の方で飛行機騒音は何とかならないかと切々とおっしゃるのである。上品な話しぶりで、苦情電話という言葉の通常のイメージと異なるものであった。電話が長くなってきたので、「奥さん電話料金も大変になるでしょうから、こちらから電話を架けなおしますよ。」と申し上げたところ「かまいません、話を聞いていただければそれで気持ちが落ち着くんです。」と奥様。その後、二言三言交わして電話は終わった。その気持ち、普段の生活の中でよく経験するところである。

大森の方

沖合い展開前の東京国際空港C滑走路の北側延長上は大森、大井の人口稠密地であった。そのため羽田地域とともにこの地域への騒音が課題であった。その対策のひとつとして航空情報誌でモノレールより住宅地側に進入しないよう指導が行われていたが、北向き離陸で右旋回が遅れるとモノレールより住宅地側に入り込む。また、北側からの旋回進入ではスムーズな着陸をしようとパイロットは最終進入直線区間を長くとりがちであり、その場合モノレールより住宅地側に入り込むという状況であった。その状況は成田国際空港開港前は離陸重量の重い国際線が多かったので特にひどかった。騒音苦情には空港事務所が対応してくれていたが、騒音がひどかった夜の翌朝など時々霞ヶ関に電話してくる方がいた。どのような言い訳をしていたのか記憶に無いが、何度か対応しているうちに会話も噛み合うようになり、そのうちに一杯やりましょうということになった。その約束未だそのままになってしまっている。あの

頃から30年も経過しているが、あの方は今もお元気だろうか。

シミュレーターの活用

その北側からの着陸機がモノレールより住宅地側に入り込む対策として進入コースの改善とガイダンスライトの強化を図ろうということになり、官民合同の騒音軽減方式推進委員会でコース設計と燈火配置の調査が行われた。この調査では昼間飛行の調査にB747シミュレーターを、また、夜間飛行の調査にB737シミュレーターを用いた。当時のB747シミュレーターの景色は模型をテレビカメラで映し出すもので、模型に虫ピンを刺して糸を張り燈火代わりとした。また、B737シミュレーターは当時最新のコンピューター・グラフィックスによる景色であったが、コンピューターの能力はまだ低く、夜景のみが可能なものであった。知恵を出し合い、試験を繰り返した結果、ドグレッグ形のコースとすれば重いB747貨物機でも進入が容易となるとの結論に達した。この調査に基づき設置されたガイダンスライトのコースは傑作であったと思うが、空港の沖合い展開という根本対策が採られたことにより今は無い。なお、この種の調査にシミュレーターを活用したのはこれが初めてではなかろうか。

滝だって大きければ音も大きい

B747SR、L1011等の広胴大型機、所謂エアバスの大阪国際空港への導入は、機材そのものが在来機に比べ10デシベル程度低騒音であることに加え座席数が多く便数減も可能となるので音源対策の切り札なのであるが地元の理解が得られず、遅れに遅れていた。当時、同空港の騒音問題は訴訟で争われていたが、また、公害等調整委員会で調停も行われていた。その調停の場にエアバスの説明のために上司に付いて何度か出席した。騒音証明値や飛行機のシステム図を用意して低騒音と安全性の向上を説明するのであるが、住民側の主張は「滝だって大きければ音も大きい、飛行機が

大きくなって静かになる訳がない。ジェット機導入の時も運輸省に騙された。説明は信用できない。」といった具合であった。この住民の素朴な疑問と不信を拭い去るには大変な時間と努力が必要であった。

時代が時代なら

その大阪国際空港へのエアバス導入に航空局をあげて取り組んでいたある日突然に環境庁大気保全局長から航空局長宛てにエアバスの騒音、排気ガス等について質問文書（「13項目の質問状」と呼ばれた。）が届いた。課を挙げて資料を作成し質問の各項目について回答したのであるが、その資料は空港周辺の住民、公共団体への説明にも使用された。およそ1年後、住民の方々にエアバスを理解していただくための試験飛行が一日おきに5日行われたが、その後の国会で13項目の質問状の説明資料について誤りを指摘され、62項目の訂正を行い、運輸大臣が陳謝して新聞にも1面に段抜きで報道されるという事件があった。指摘されたのは、計算に利用した環境庁の報告書が訂正されていたのを知らず訂正前の数値を用いたことで、結果の数値が若干小さくなった点であったが、これにあわせ誤字脱字の類を訂正したので62項目になったものであった。その多くが私のそそっかしさにもとづくもので、内容の本質にかかわるものは無かったが、時代が時代なら切腹のものであった。苦い思い出であるが、仕事をしなければそのようなことも生じないと思うようになってきた。

ペンは強い

ある空港で騒音軽減のための飛行経路変更計画をプレスレクした。翌日各紙の地元版でその内容が報道されたが、一紙の記事がレクした内容と異なっていた。説明会出席者記録を確認したところ同紙の記者は出席していなかった。同紙に記事の内容が若干異なる、また、貴社の記者はレクにおいてになっていなかったのではないかと抗議し

た。数日してその記事を書いた記者から「抗議を取り消せ」と強圧的な話しぶりの電話が入った。仕事柄報道には弱い立場であり、後々同紙との関係が悪くならないかとの心配もあったが、ここは筋を通すべきと思い、訂正をしてほしいと申し上げた。その後同記者から何の連絡も無ければ、記事の訂正もなかった。ペンは強い。

油

空港事務所に勤務していたときのこと。着陸進入経路下の町の役場から飛行機から漏れた油が農作物に付着していると連絡があった。日没が近づいていたので、急いで現場確認に行ったところ、畑一面の野菜の葉に粘度の低い油がべっとりと付着している。飛行機の油だとすればエンジンオイルか作動油であろう。しかし、着陸速度といっても秒速70m前後あり、そのような速度では粘度の低い油は漏れても飛散するであろうから、滑走路から数キロ離れた所でこれほどべっとりと付着することは考えられない。野菜畑の隣は土木作業の資材置き場になっていてかなり使用したらしいブルドーザーと資材が置かれていた。油はその資材の上にも飛散している。よく観察すると積んである資材の側面も油で濡れている。これは上空からの油ではない。ひょっとするとブルドーザーではないか。調べてみたがホース類はちゃんと繋がっており油漏れの形跡は無い。しかし、それ以外には考えられない現場の状況であった。事務所に帰り、こちらの見解を町役場に連絡した。数時間して町役場から、資材置き場所の会社に確認したところこちらの推測どおりであった旨の連絡が入った。「これにて一件落着」皆で一杯やり家路についた。

工夫

空港環境整備協会本部に勤務していたときのこと、航空局から国際民間航空機関でのヘリコプター騒音基準検討のためのデータ取得を依頼された。元航空機検査官でヘリコプターの飛行に若干

の知識を有していたので、私も研究センターの調査グループに加わった。研究センターは騒音と飛行経路の測定については豊富な経験を有していたが、問題はヘリコプターの進入角を一定にするための誘導装置であった。飛行場に設置されている進入角指示燈は進入角が3度になるように設置されているが、ヘリコプター騒音証明の進入角は6度である。当初、飛行場用燈火を利用できるのではないかと安易に考えていたが、調べてみると、改造は容易ではないし、その経費も時間も無い。ヘリ搭載艦船用のガイダンスライトというのがあらしいが、それも使用困難との結論に達した。飛行試験を行う場所については、富士重工業と陸上自衛隊にお願いして宇都宮飛行場および富士重工の事務所の一部とエプロンを休日に使用させていただくことで日時も決めてあり、その日も数日後に迫っていた。誘導装置なしで試験がうまくいく見込みはまず無い。鳩首、こうなったら自作するしかならうということになった。自動車のヘッドライトはレンズが付いており結構明るいから使えるかも知れないということで、早速Y君が自動車屋に走りヘッドライトを数個手に入れてきた。研究センター裏の土手（かつて研究センターは多摩川沿いにあった。）でそのライトを点灯しておよそ1,600メートル離れた多摩川に架かる大師橋の上から確認したところ昼間でも十分な視認性が得られることが分かった。ライトに赤のフィルターをかけ、その何メートルか前方に遮蔽板を置いて、赤い光は進入角6度30分以上では見えないようにする。また、フィルターをかけないライトをもうひとつ置き、そちらの光は遮蔽板で5度30分以下では見えないようにする。即ち、5度30分から6度30分の進入角で飛行しているとき

にのみ両方の光が見えるようにすることにした。Y君が飛行試験に必要な精度を得るための遮蔽板のライトからの適切な設置位置、寸法などの検討に入り、また、N君らはライトにかけるフィルターと電源装置の製作に取り掛かった。飛行試験前日、誘導装置はまだ完成していなかったが、私は騒音振動部長と朝宇都宮に向かった。富士重工、自衛隊への挨拶を済ませ、かなり早い時間にホテルに入り実行部隊を待たがなかなか到着しない。連絡をとったところ、まだ遮蔽板が出来ておらず製作を依頼した工場で付きっきりで作業を督促しているとのこと。結局到着したのは夜10時過ぎであった。翌日の飛行試験は正にぶっつけ本番であった。後日解析してみるとパイロットの腕が良かったこともあり、飛行は実に正確に行われ、ばらつきの少ない良いデータが得られていた。正に「窮すれば通ず」であった。この試験には東昭東京大学名誉教授、航空局職員他に見ていただいたが、教授からこのガイダンスの工夫にはお褒めの言葉をいただいた。

おわりに

航空関係業務に携わった40年間を振り返ると、上述の他にも、地元説明に行ったときに私の不注意な発言で会場が騒ぎになってしまったこと、騒音対策予算の概算要求および長期計画の資料作りを電算化しようとしてにわか勉強で毎晩遅くまでプログラム作りをしたが円形脱毛症を患ったうえ失敗してしまったこと、その他多くの体験をしたが、いつも追いかけられて仕事をしていたためか失敗しても落ち込んでいる余裕などなかった。順調に行ったことはもちろん、失敗したことも今は良い思い出である。

モントリオールは寒いか？*

田中鉄也**

1. モントリオール (ICAO 事務局) に来た背景

昨年10月よりカナダ・モントリオールのICAO事務局で働いております田中鉄也でございます。前職は航空局総務課の地球環境保全調整官として、航空分野のCO2排出削減策を担当しておりました。

京都議定書が2012年で有効期限切れになることから、現在、「ポスト京都議定書」なる新たな約束を今年末(2009年12月)までに策定すべく、国際的に議論が活発に行われております。京都議定書は先進国だけの国別のCO2削減目標を約束しておりますが、国際航空に伴うCO2は各国の領空を超えて排出されますし、また、先進国の航空機は先進国の領空のみで運航しているわけではありません。というわけで、国際航空については、各国が排出責任を負う範囲や先進国と途上国との責任分担が明確でないという理由から、1997年の京都議定書において「ICAOで検討しなさい！」と丸投げされております。

1997年以降、ICAOの航空環境保全委員会(CAEP)において一定の活動はしてきたものの、京都議定書のようなCO2削減目標は国際航空分野において策定されてませんでした。「ICAOでの検討が10年経っても進まない！待ちきれん！」ということで、欧州連合(EU)は、欧州を発着す

る航空会社を独自の排出権取引制度に組み込み、欧州路線に伴う排出については欧州の排出権取引市場での取引を義務付ける提案を2006年末に行ったわけです。

「ICAOも負けてはならん！」ということで、2007年9月のICAO総会において、1) 国際航空分野のCO2削減目標、2) 総合的な温暖化対策、3) 締約国の履行状況のモニタリング手法という3つの要素から構成される「ICAO行動プログラム」を策定することを決議し、そのために、日本を含む主要15ヶ国のハイレベルメンバーから構成されるGIACC(Group on International Aviation and Climate Change)を設置し、ポスト京都議定書の策定期限である今年末までに同プログラムを策定しようと決めたわけです。このままでは、議論の場としてのICAOが潰されるという懸念から、ぎりぎりのタイミングでICAOも本腰を入れ始めたところでしょうか。

このICAO総会を受けて、直ちに、事務局のリソース不足が問題となったようです。それまでの環境ユニットは、チーフのジェーン女史+2人の女性スタッフという3人体制で、実質的にジェーン一人で面倒を見てきたようでして、新たに3人の職員を公募したわけです。私と同時に採用された他の2名の職員は、エバット氏というPWのバリバリのエンジニアと、テッド氏という元FAAのコンサル会社にいた方です。エバット氏は、パキスタン人で元米国在住でして、テッド氏は、米

*In Montreal, is it cold?

**ICAO本部・航空運送局・環境ユニット

国人です。米国2名と日本人1名を採用した（欧州を外した）というのは何か裏があるのかもしれませんが。

更に昨年12月からイタリアのJPOも加わり、環境ユニットは従来の3人から7人の多国籍集団に拡大しました。職場のレイアウトは、ジェーンの部屋を中心に、各職員の個室がそれを囲むような配置になっており、通常は、それぞれ個室で作業しておりますが、週に2～3回はジェーンの部屋等で情報共有と作業進捗状況のチェックのためのミーティングを行っております。想像していたのと異なってチームワークを基本としており、割と日本の役所の仕事のやり方に近い印象を受けます。

主な業務は、ICAO 理事会、GIACC、CAEP、UNFCCC といった関係会合へ提出するワーキングペーパーの作成や、実際に会合に出席して議論を加速させることです。日本政府として立場を主張するのと異なり、事務局として中立な振りをしなければならないのが辛い場面もございます。ジェーンから次から次へとタスクが降ってくるため、昨年10月3日に着任してから11月末までの2か月間で作成したペーパー・プレゼンだけでも15程度になるかと思えます。

2. スーパー秘書

環境ユニットのスーパー秘書、アンジェリカ女史には皆々が助けられております。忙しい時など、私の作成した文書を直ちにre-formatしてくれます。古文書の保存場所も全て把握しており、仕事以外にも、車の格安保険や子供の風邪薬など細かいことでも親身に教えてくれます。

日本を発って昨年10月2日にモントリオールに到着、翌日の10月3日（金）に時差ボケのままICAO事務局に出頭し、午前中は人事部で必要書類の記載やら挨拶回りをし、午後になって環境ユニットに出頭したのを記憶しています。着任

早々、ジェーンが、「昨夜到着したばかりでセットアップもあるから大変だろうけど、仕事も忙しいから頑張って！ちなみに・・・他の新人職員はGIACCの経緯を知らないから、今日中にでも経緯をレクしておいて！でもって、来週中にでも・・・のペーパーを作成して欲しいの！」との指示。私も「了解！」と軽快に答えたものの、仕事の書類は未だホテルのスーツケースの中で、初日はお土産だけ持ってきたという状況で若干戸惑っていたところ、アンジェリカがやってきて、「何も考えず今日は金曜日だから銀行口座だけ作って帰りなさい！奥さんと子供が体調崩したら終わりよ！あとは私がやっておくから！」と・・・。どうやら、ジェーンは朝から忙しくて仕事モードのスイッチが入っていたらしく、こういう時はアンジェリカ先生がジェーンをcool downさせる役目を果たしているようです。

3. コミュニケーション

当然ですが、職場のコミュニケーションは全て英語です。ただし、私やジェーンも含めてほとんどの職員は英語が母国語ではありません。ジェーンはブラジル出身なので、ポルトガル語が母国語で、他に、英語、フランス語、スペイン語を話します。昼休みに国連言語のクラスが無料で用意されており、現在、ジェーンは中国語に挑戦しておりますが、彼女には相当難しいらしく、クラスから帰ってくるたびにブチ切れております。

また、職場には、6か国語（ポルトガル語、英語、フランス語、イタリア語、スペイン語、ドイツ語）を自由に操るセリア女史がおります。セリアもポルトガル語が母国語ですので、セリアとジェーンが2人で雑談しますと途中からポルトガル語にシフトしてまいります。2人が熱くポルトガル語で話したあとに、「で、田中はどう思う？」と振られても相当困ります。仕事上は、コミュニケーションの問題は全くありませんが、この職場のsocial activitiesにはマルチ言語が必須のよう

です。そろそろフランス語あたりから始めてみようかと考えております。

4. モントリオール生活

皆様ご承知のとおり、モントリオールの冬は厳しく、零下28度、体感温度零下36度という状況もありました。着任してからの生活のセットアップも極めて順調でして、ICAO代表部や事務局の日本人の方々に大変お世話になりました。また、以前の米国カリフォルニア滞在時のような単なる留学生の身分とICAO職員の身分とでは、諸手続きを行う上での先方の対応が全く異なり、信用が高いため、ほとんど苦労無く1か月程度で手続き

を済ますことができました。最近、マルシェ(市場)の生牡蠣とスモークサーモンとチーズにはまっておりますが、体重の方は全く増加しておりません。嫁も子供もこの町が気に入ったようで、元気に暮らしております。

最後になりますが、今年は、まさに環境ユニット絶頂の年になりそうです。特に、気候変動問題に係るGIACC、CAEP、UNFCCC諸会合の結論を得なければならない年ですので、年中バタバタしそうです。タイトルに戻りますと、モントリオールは、外は寒いですが、仕事と生活は非常に熱いです！

活動報告

研究センターの動き*

平成20年度航空環境研究センターでは、次の受託業務及び自主研究等を実施した。

1. 受託業務

【騒音振動部】

- (1) 東京国際空港 A 滑走路北向き離陸航空機騒音実態調査
- (2) 航空機騒音監視システム更新検討に係る基礎資料整備等調査
- (3) 成田国際空港における航空機騒音調査（夏季）巡回業務
- (4) 東京国際空港沖合展開事業に係る航空機騒音資料補足調査
- (5) 沖縄米軍飛行場周辺における飛行航跡調査
- (6) 高知空港航空機騒音及び飛行経路実態調査
- (7) 東京国際空港周辺における A 滑走路北向き離陸左旋回航空機騒音実態調査
- (8) 航空機騒音測定・評価マニュアルに関するデータ集計業務
- (9) 「騒音軽減運航（連続降下）方式に関する調査」における騒音関連項目の調査
- (10) 航空機地上騒音低減技術の動向・課題調査
- (11) 函館空港周辺航空機騒音・飛行経路実態調査
- (12) 騒音予測コンター用基礎データ整備作業（成田空港）
- (13) 仙台空港周辺航空機騒音・飛行経路実態調査
- (14) 欧州都市型空港における騒音対策等に係る調査
- (15) 航空機騒音の影響度における評価値検討調査
- (16) 航空機騒音基礎調査（福岡空港）
- (17) 鹿児島空港航空機騒音及び飛行経路実態調査
- (18) 航空機騒音予測コンター作成業務（成田空港）
- (19) 福岡空港航空機騒音予測コンター作成業務
- (20) 空港周辺における航空機騒音影響範囲予測調査

- (21) 平成20年度福岡空港航空機騒音予測コンター作成業務

- (22) 那覇空港滑走路増設後の将来予測コンター図の作成

【大気環境部】

- (1) 高知空港大気環境調査

2. 自主研究（航空局からの要請研究を含む）

航空局からの要請に基づいての研究及び当研究センターの自主事業としての基礎研究を次のとおり実施した。

【騒音振動部】

- (1) 航空機騒音予測技術検討調査
- (2) 航空環境の保全に関する動向調査（大気環境部との共同研究）
- (3) 空港周辺整備に関する音環境の研究（環境保健部との共同研究）
- (4) 風雑音低減効果の高い防風スクリーンの実用化の研究
- (5) 次期航跡観測装置に関する基礎調査

【大気環境部】

- (1) 大阪空港航空機排出ガスによる大気汚染の実態調査
- (2) 航空環境の保全に関する動向調査（騒音振動部との共同研究）
- (3) 空港関連発生源からの温室効果ガス排出に関する環境調査
- (4) 航空機により排出される二酸化炭素の削減に関する研究

【環境保健部】

- (1) 空港周辺における環境と健康に関する統計学的調査・研究
- (2) 空港周辺整備に関する音環境の研究（騒音振動

* Annual activities of Aviation Environment Research Center

部との共同研究)

- (3) 航空環境と健康に関する疫学的研究
- (4) 航空機騒音の睡眠に及ぼす影響調査
- (5) 低レベル騒音変動に伴う住民意識の動向調査

3. 研究発表

【騒音振動部】

・日本音響学会における研究発表

- (1) 「インターネット及びGISを用いた交通騒音に係る社会調査手法」
加来治郎・横田考俊（小林理研）・難波精一郎（大阪大学）・緒方正剛（交通安全研）・山田一郎（航空環境研究センター）
〔沖縄・2008-3〕
 - (2) 「気象や地形の影響を考慮する航空機騒音予測モデル－地面の過剰減衰の考慮による予測と実測の整合性の向上－」
菅原政之・吉岡 序・山田一郎（航空環境研究センター）・篠原直明（成田空港振興協会）
〔千葉・2008-3〕
 - (3) 「空港と周辺地域との共生に関わる要因の検討(1)－空港の利便性と環境保全に関する態度調査－」
難波精一郎・桑野園子（大阪大学）・山田一郎・吉岡 序・後藤恭一（航空環境研究センター）・森長 誠（防衛施設周辺整備協会）
〔千葉・2008-3〕
 - (4) 「空港と周辺地域との共生に関わる要因の検討(2)－空港ならびに周辺地域のイメージ評価に与える視覚的情報の影響－」
森長 誠（防衛施設周辺整備協会）・難波精一郎・桑野園子（大阪大学）・山田一郎・吉岡 序・後藤恭一（航空環境研究センター）
〔千葉・2008-3〕
 - (5) 「EUの資料等に見るLdenなどの測定による評価方法について」
山田一郎（航空環境研究センター）
〔北海道・2008-8〕
 - (6) 「Ldenを騒音評価量とする航空機騒音の予測」
吉岡 序・山田一郎（航空環境研究センター）
〔北海道・2008-8〕
 - (7) 「気象や地形の影響を考慮する航空機騒音予測モデル－幾つかの異なる気象条件における予測と実測の整合性の検討－」
菅原政之・吉岡 序・山田一郎（航空環境研究センター）・篠原直明（成田国際空港振興協会）
〔福岡・2008-9〕
 - (8) 「Ldenを騒音評価量とする航空機騒音予測モデルの予測と実測の比較」
吉岡 序・菅原政之・岩崎 潔・山田一郎（航空環境研究センター）
〔福岡・2008-9〕
 - (9) 「砲撃音の長距離伝搬に及ぼす地形の影響」
山元一平・森長 誠・月岡秀文（防衛施設協会）・牧野康一・横田考俊・山本貢平（小林理研）・山田一郎（航空環境研究センター）・安岡正人（東大名誉教授）・武田和仁（防衛省）
〔福岡・2008-9〕
 - (10) 「砲撃音の長距離伝搬に及ぼす気象の影響」
牧野康一・横田考俊・山本貢平（小林理研）・山元一平・森長 誠・月岡秀文（防衛施設協会）・山田一郎（航空環境研究センター）・安岡正人（東大名誉教授）・武田和仁（防衛省）
〔福岡・2008-9〕
 - (11) 「空港共生対応行動が騒音の社会反応に与える影響分析」
森長 誠・月岡秀文（防衛施設周辺整備協会）・松井孝典（大阪大学）・山田一郎（航空環境研究センター）
〔福岡・2008-9〕
- ・日本制御工学会における研究発表
- (1) 「航空機騒音の自動監視に関する国際規格の審議における論点あれこれ」
山田一郎（航空環境研究センター）
〔東京・2008-9〕
 - (2) 「インターネットとGISを利用した社会調査手法の有効性について」
加来治郎・横田考俊・難波精一郎（小林理研）・緒方正剛（交通安全研）・山田一郎（航

空環境研究センター)

〔東京・2008-9〕

- (3)「飛行経路分散の実態と騒音予測に及ぼす影響」
永里孝弘・吉野亨二・吉岡 序・山田一郎（航空環境研究センター）

〔東京・2008-9〕

- (4)「航空機騒音の短期測定に基づく年間平均騒音値の推計」

掘 伸司・篠原直明（成田国際空港振興協会）・月岡秀文（防衛施設協会）・吉岡 序・山田一郎（航空環境研究センター）

〔東京・2008-9〕

- (5)「防風スクリーンの風雑音低減効果の向上に関する研究」

藤松靖之・吉岡 序・山田一郎（航空環境研究センター）

〔東京・2008-9〕

・インターノイズ2008における研究発表

- (1)「Validity of the Method of Estimating Long-Term Average Cumulative Aircraft Noise Exposure Based on Repetitive Short-Term Noise Measurements」

山田一郎（航空環境研究センター）・篠原直明（成田国際空港振興協会）・月岡秀文（防衛施設協会）・吉岡 序（航空環境研究センター）

〔上海・2008-10〕

- (2)「Improvement of the Accuracy of an LAeq-Based Airport Noise Model」

吉岡 序・岩崎 潔・山田一郎（航空環境研究センター）・辻 康二（航空局）

〔上海・2008-10〕

【環境保健部】

・日本母性看護学会における研究発表

- (1)「妊娠期におけるストレスの特徴について」
湯舟邦子（昭和大学准教授）・久米美代子（東京女子医大教授）・後藤恭一（航空環境研究センター）

〔大阪・2008-6〕

・ICBEN 2008（公衆衛生問題としての騒音に関

する国際会議）における研究発表

- (1)「空港周辺における航空機騒音と騒音による不快感（アノイアンス）の関連について」

金子哲也・後藤恭一（航空環境研究センター）

〔米国・2008-7〕

・日本ウーマンズヘルス学会における研究発表

- (1)「女性一般住民における精神的健康度の実態」
後藤恭一（航空環境研究センター）

〔東京・2008-7〕

- (2)「妊娠期におけるストレスの特徴について－ストレスサーに着目して－」

湯舟邦子（昭和大学准教授）・久米美代子（東京女子医大教授）・後藤恭一（航空環境研究センター）

・日本公衆衛生学会における研究発表

- (1)「都市住民の主観的環境評価と精神的健康について」

出嶋靖志（杏林大学准教授）・関 健介（杏林大学）・金子哲也（航空環境研究センター）

〔福岡・2008-11〕

・山梨大学医学部における研究発表

- (1)「脳神経外科・救急病棟における入院患者が不快に感じる夜間の音の検討 - 第1報 -」

飯島純夫（山梨大学教授）・福井聡美・米山愛永美・山本ゆかり・川崎真由美・岩品宏美・高野和美（山梨大学）・後藤恭一（航空環境研究センター）

〔山梨・2008-11〕

- (2)「脳神経外科・救急病棟における入院患者が不快に感じる夜間の音の検討 - 第2報 -」

飯島純夫（山梨大学教授）・福井聡美・米山愛永美・山本ゆかり・川崎真由美・岩品宏美・高野和美（山梨大学）・後藤恭一（航空環境研究センター）

〔山梨・2008-11〕

〔山梨・2008-11〕

4. 広報事業

- (1)「成田空港エコキッズ・クラブ」に協力

（成田・2008-8）

成田国際空港で開催された「成田空港エコキッズ・クラブ」に協力し、当研究センター所長が講演を行った。

(2) 函館空港「空の日」イベントへの参加

(函館・2008 - 9)

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

(3) 大阪国際空港「空の日」イベントへの協力

(2008 - 9)

大阪国際空港「空の日」イベントの「航空機の音体験コーナー」に、歴代ジェット旅客機の騒音のデモ用パワーポイントを提供・協力した。

(4) 第33回空港環境対策担当者研修会の開催

(東京・2008 - 10)

国及び地方自治体等の職員(61名)を対象に研修会を開催した。

(5) 地球人講座への参加

(松山・2008 - 10)

日航財団と空港環境整備協会共催により、愛媛県松山市において地球人講座を開催し、当研究センター所長が講師として参加した。

(6) 研究誌「航空環境研究」No13号を発刊した。

(2009 - 3)

5. 平成19年度各委員会委員の委嘱状況(別紙のとおり)

6. その他

- 本部主催全国事務所長会議に出席

山田所長、新屋敷管理部長

[東京・2008-4]

- ISO/TC43/SC1(音響に関する基本規格に係る技術委員会)総会及び作業委員会 WG52、WG45に出席

山田所長

[スウェーデン・ボロース・2008-5]

- 欧州における交通騒音の発生源対策に関するワークショップに出席

山田所長

[イギリス・サザンプトン・2008-6]

- ICAO/CAEP(航空環境保全委員会)MODTF会議に出席

菅原騒音振動部副主任研究員、橋本大気環境部副主任研究員

[ポルトガル・リスボン・2008-6]

- 山田所長が平成20年度の環境保全功労者として環境大臣賞を受賞

[東京・2008-6]

- 公衆衛生問題としての騒音に関する第9回国際会議に出席

山田所長、金子環境保健部長

[アメリカ・フォックスウッズリゾート・2008-7]

- 平成20年度第1回「大気環境委員会」開催

山田所長、鈴木大気環境部長 他

[東京・2008-7]

- 平成20年度第1回「航空機騒音委員会」開催

山田所長、吉岡騒音振動部長 他

[東京・2008-7]

- 本部主催全国事務所長会議に出席

山田所長、新屋敷管理部長

[東京・2008-9]

- ICAO/CAEPステアリンググループ会議に出席

吉岡騒音振動部長

[アメリカ・シアトル・2008-9]

- 第33回空港環境対策関係担当者研修会開催

山田所長 他

[東京・2008-10]

- 日航財団・(財)空港環境整備協会共催による「地球人講座」への参加

山田所長、吉岡騒音振動部長、仰山文献資料室長

[松山・2008-10]

- 第37回国際騒音制御工学会(インターノイズ2008)に出席

山田所長、吉岡騒音振動部長

[中国・上海・2008-10]

- 本部による内部監査実施

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> 〔2008-11〕 ・平成20年度第2回「航空機騒音委員会」開催
山田所長、吉岡騒音振動部長 他
〔東京・2008-12〕 ・平成20年度第2回「大気環境委員会」開催
山田所長、鈴木大気環境部長 他
〔東京・2009-3〕 ・「航空機騒音委員会」ワーキンググループ会議 | <ul style="list-style-type: none"> の開催
山田所長、吉岡騒音振動部長 他
〔東京・2009-3〕 ・平成20年度第3回「航空機騒音委員会」開催
山田所長、吉岡騒音振動部長 他
〔東京・2009-3〕 ・研究誌「航空環境研究」No13号発刊
〔2009-3〕 |
|---|---|

平成20年度各委員会委員の委嘱状況

件数	件名	承認日	任期	氏名	主催者
1	航空機騒音監視評価委員会委員	H19.5.17	H19.5.17～ H21.3.31	山田所長	(財)成田空港周辺地域共生財団
2	住宅防音工事における工法仕様等に係る調査の検討委員会委員	H20.1.8	H20.1.8～ H20.6.30	山田所長	防衛省地方協力局
3	共同研究員	H20.3.28	H20.4.1～ H21.3.31	大気環境部 橋本副主任研究員	慶應義塾大学
4	地域環境委員会委員	H20.4.11	H20.4.11～ H22.3.31	山田所長	成田国際空港(株)
5	(社)日本騒音制御工学会認定技士資格審査委員会委員	H20.6.10	H20.6.10～ H22.5	山田所長	(社)日本騒音制御工学会
6	(社)日本騒音制御工学会研究功績賞・環境デザイン賞選定委員会委員	H20.6.10	H20.6.10～ H21.5	山田所長	(社)日本騒音制御工学会
7	(社)日本騒音制御工学会出版部会委員	H20.6.20	H20.6.～ H22.5	騒音振動部 吉岡部長	(社)日本騒音制御工学会
8	平成20年度新幹線鉄道・航空機騒音のモニタリングのあり方に関する検討調査検討委員会の委員及び検討ワーキンググループ(航空機騒音測定WG)の委員	H20.6.30	H20.6～ H21.3.19	委員及びワーキンググループ委員 山田所長 ワーキンググループ委員 吉岡騒音振動部長	環境省水・大気環境局
9	「環境影響評価におけるアドバイザー」委員	H20.8.4	H20.8.4～ H21.8.3	山田所長	沖縄防衛局
10	平成20年度航空機騒音コンターの作成方法に関する調査の検討委員会委員	H20.11.18	H20.11.18～ H21.3.31	山田所長	防衛省地方協力局
11	平成20年度砲撃音の伝搬予測に関する調査の検討委員会委員	H20.11.18	H20.11.18～ H21.3.31	山田所長	防衛省地方協力局
12	平成20年度演習場周辺住宅防音事業に係る工法検討調査の検討委員会委員	H20.12.3	H20.12.3～ H21.3.31	山田所長	防衛省地方協力局
13	「温室効果ガス排出量算定方法検討会-運輸分科会-」委員	H20.12.18	H20.12.18～ H21.3.31	大気環境部 橋本副主任研究員	(株)数理計画 (主催元：環境省)

編集後記

環境問題が叫ばれる昨今、日常において省エネやエコロジーそしてCO₂の削減など耳にしない日はありません。現在の経済不況のまっただ中では、なおさらそれを実感いたします。

自然界は敏感なもので、環境破壊や地球の温暖化の原因を作っているのは人間様、そしてそれを防止するのも人間の責任です。国や企業だけに任せるのではなく、わたしたち一人一人がもっと環境に関心を持ち、改善に努めなければなりません。

当研究センターもそして本部も環境というネームがついていることから、やはり環境に配慮した事業や研究が重要であることは言うまでもありません。

さて、今年度で第13号となる「航空環境研究」を発行しましたが、毎号の構成である焦点・研究報告・内外報告・話題そしてエッセイ等を掲載しました。

今号では、焦点に海外からの寄稿（英文）も掲載いたしました。その他外部執筆者から、大気環境問題や睡眠に対する騒音環境について、それぞれ大変貴重な原稿を執筆いただきました。

内外報告では航空局からICAO/CAEPの最近の動向を、当センターからは出席したインターノイズ2008、ISO会議、ICBEN国際会議の内容を報告しました。

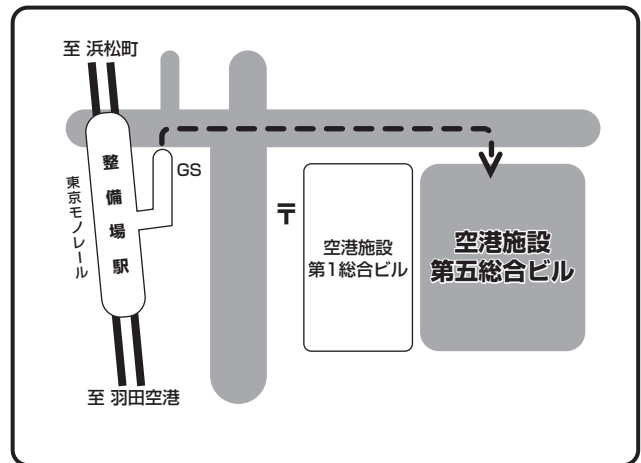
環境の話題では、全日空と成田国際空港から興味深い原稿を執筆していただきました。

その他エッセイも含め、外部の執筆者の皆様には厚く御礼申し上げます。

又読者の皆様には、発行が遅れましたことをお詫び申し上げます。

編集事務局：

航空環境研究センター 文献資料室長 仰山 博文



航空環境研究センター案内図

航空環境研究 第13号 平成21年3月10日印刷 平成21年3月31日発行 ©2009

発行人 山田 一郎

発行所 財団法人 空港環境整備協会 航空環境研究センター

144-0041 東京都大田区羽田空港1-6-5 第五総合ビル5階

電話 (03)3747-0175 FAX(03)3747-0738

印刷所 有限会社国分工芸

143-0015 東京都大田区大森西2-2-31

電話 (03)3768-9444

無断転載を禁じます

CONTENTS

PREFACE

Is it the research truly useful for the public?	Kunio Tadano	1
---	--------------	---

FOCUSES

Trends in Regulation and Control Technology on Atmospheric Environmental Issues	Takashi Ibusuki	4
Approach to Analyzing Airport Noise	Bill Abee · Ben H Sharp	10
Effects of environmental noise on sleep	Takayuki Kageyama	17

RESEARCH REPORTS

Some topics of aircraft noise prediction in foreign countries using ICAO noise model	Hisashi Yoshioka	23
--	------------------	----

DOMESTIC AND FOREIGN REPORTS

Trends of ICAO/CAEP-WG1 · WG3	Koichi Narisawa	28
Trends of ICAO/CAEP-WG2	Takao Ueki	32
Trends of ICAO/CAEP-International Aviation and Climate Change	Tetsu Shimizu	36
Report of InterNoise 2008	Hisashi Yoshioka Ichiro Yamada	40
Report of ISO/TC43/SC1 General Assembly Meeting and CAETS Workshop entitled "Transport Noise in Europe"	Ichiro Yamada	42
9th International Congress on Noise as a Public Health Problem	Tetsuya Kaneko	48

CURRENT TOPICS

New Aircraft Type's Technology for Lower Noise	kazumi Iii	52
Monitoring of Environmental Noise and Information Disclosure in International Standards and Other Documents	Ichiro Yamada	56
Regarding the Relation to Pollution between the Aircraft and Parking Vehicle	Hideyuki Kikuma Akira Esaki	65

ESSAY

Experiences in Environment Protection Affairs	Osamu Tsutiya	69
In Montreal, is it cold?	Tetsuya Tanaka	73

ACTIVITIES OF AERC

Annual Activities of Aviation Environment Research Center	Management Division	76
---	---------------------	----