

## 焦点

## 「WHO 欧州騒音ガイドライン」と「ICAO 環境レポート」\* その要点および背景の議論

金子 哲也(航空環境研究センター 技術アドバイザー)

1948年の創設以来、今日ほどWHO:世界保健機構の呼称が人々の日常に入り込んだ時代はなかっただろう。第4代事務局長中島宏氏がAIDS対策に尽力していた時期でさえ、国内では今ほど話題にならなかった。WHOは疫病対策などを実践する一方で、さまざまなビジョンを掲げて普及を図るなど、広く健康に関わる活動をしているが、純粋に医学に基づくばかりでなく、政治・経済に左右される部分も相当に大きい。

WHOにはジュネーブの本部に加えて6つの地域事務局があり、各地域の実情、特性を踏まえて活動している。日本は西太平洋事務局に所属する。表題の『欧州域の環境騒音ガイドライン: Environmental Noise Guidelines for the European Region』<sup>1)</sup>(以下、欧州ガイドライン)はその欧州局が一昨年公表したものだ。同局はそれに先立ち、2009年に『欧州夜間騒音ガイドライン: Night Noise Guideline for Europe』<sup>2)</sup>を公表している。これは1999年にWHO (Geneva)から公表された『地域騒音ガイドライン: Guidelines for Community Noise』<sup>3)</sup>を踏まえたものだ。環境問題に関しては概してオランダ、ドイツ、スイスが積極的である。欧州局の報告はEUの環境政策に一定の影響力を有しており、しばしば具体的な規制に反映される。

一方、WHO同様、国連の15専門機関の一つであるICAO:国際民間航空機関は昨年、上記ガイドラインの発表を受けて、同作成メンバーを含む著者陣で環境レポートを作成し公表した。その記述には端々に上記ガイドラインとは異なるニュアンスが込められている。

WHOとICAO、この両者の報告には、欧州を起

点として世界全体の環境騒音を「規制しようとする側」のWHOと、実際の運用状況を踏まえて調整を図っている「規制される側」ともいえるICAOとの、いわば理想と現実のギャップが投影されているように見える。

本稿ではWHO欧州およびICAO、両者の発表の微妙な相違とその背景にあった議論について概説する。

### 1 WHO 欧州の騒音ガイドライン

前出の欧州ガイドライン<sup>1)</sup>は文字通りWHO欧州局が、欧州地域のために策定・公表したものはあるが、同時にこれを起点として世界的な環境騒音の制御を睨んだものでもある。その焦点は、これまで公表された騒音関連の健康影響報告を一定の評価基準で取捨選択、総合評価することにより、好まれざる主要な騒音源5つについてその上限値を定めたことである。この概要はすでに本誌「航空環境研究」のNo.22 (2018)に紹介し<sup>4)</sup>、またガイドラインの決定過程は本誌別項<sup>5)</sup>に詳しい。ここでは航空機騒音に絞って結論部分とその背景や問題点を紹介したい。

#### 1.1 アノイアンスと睡眠妨害

航空機騒音に関わる推奨値(recommendation)は、平均騒音曝露(average noise exposure)で $L_{den}=45\text{dB}$ 、夜間騒音曝露(night noise exposure)で $L_{night}=40\text{dB}$ である。その根拠となった“健康影響”は、昼間騒音に関してはアノイアンス(annoyance)、夜間騒音に関しては睡眠妨害(sleep disturbance)、で、いずれも質問調査による“自己申告”に基づくものだ。

睡眠障害(sleep disorders)は元来、臨床場面に

\* Opinions around the noise guideline from WHO-euro and a white paper from ICAO

においても自己申告が重視され、質問票には国際的な基準が存在するため、睡眠妨害としての質問調査も、妨害因子に関する設問の妥当性はさておき、一定の医学的根拠を踏まえているといえる。他方、アノイアンスは、環境騒音の分野で長い歴史を持つ重要な影響指標ではあるが、生物医学的な規定はない。まして同ガイドラインで“健康指標”とした重度アノイアンス出現率(percent highly annoyed: % HA)すなわち「極めてうるさい」と回答した者の出現率は、他の疾病や障害の発生率とは全く異質のものである。何の客観的基準もない感覚的評価の最上位出現率を、疫学調査の指標とした意義が問われる。これは譬えて言えば全国の冷房基準設定のために、北海道から沖縄まで各地で「今日は一日、暑かったですか」と質問し、「とっても」の回答を「健康影響」とみなして、その率を各地の気温と対比するようなものだ。個々人の感受性や体力・耐力、一日の過ごし方、などに加えて、各地域の暑さへの許容度の違いは無視される。これは後述する騒音の**地域寛容**(community tolerance)に関連する問題である。

アノイアンスを健康影響とする解釈は、社会的、精神的良好も健康の要素とする70年余前のWHO健康大憲章に基づくとはいえ、一般的な健康の解釈からは程遠い拡大解釈を含んでいて、強い違和感がある。こうした「健康影響」の対象拡大は、同じくWHO欧州が2011年に公表した『環境騒音による健康負荷－欧州における健康寿命損失の定量: Burden of disease from environmental noise: Quantification of healthy life years lost in Europe』<sup>6)</sup>から着々と積み上げられてきたものである。この報告に関する批評はすでに本誌<sup>7)</sup>に掲載したので本稿では詳述しない。要は、なんの疾病も障害もない「万全な1年」を目盛りとした健康寿命healthy life year が騒音でどれだけ損なわれたか、を論じたものである。

健康寿命の損失はWHOが世界各地・各国の健康上の課題を抽出し、優先課題を決めるため、種々の健康リスクを比較する目安になる。障害調整生存年(Disability Adjusted Life Year: DALY)

は、その計算のために案出された。これは、健康な1年を“1.0”として、疾病や障害がある年はその分の“価値”を割り引いて、全体を合算したものである。この“割引率”は障害負荷(disability weight)とよばれる。死をもたらず障害であれば死亡リスクを基に算出できるが、直接的には死をもたさないような障害については、『専門家』たちの評議・投票によって定められる。結果、同報告では心筋梗塞は0.405、アノイアンスは0.02が用いられた。しかし元来、死亡リスクから“生存の割引率”を求めるのは妥当だが、“不快”をもとに死亡リスクは評価できない。従ってここから導かれる“寿命短縮”は日常生活の妨害、ひいては「健康の棄損」であって、「生命の棄損」には当たらない。原文中の“life”を「生活」と訳すか「生命」と訳すかでその含意の解釈は大きく違ってくる。

## 1.2 閾値とベンチマーク

ガイドラインでは推奨値の決定法も重要な論点である。実験とは異なり疫学調査では騒音曝露量の細かい設定は難しいうえに意味も乏しい。どこが影響出現の“境目”か、など到底検知できない。従来ガイドラインではこの境目：閾値(threshold; 観察悪影響最小量LOAEL)を考察してきたが、当ガイドラインでは量－反応関係曲線をもとに、あらかじめ定めた基準値(benchmark)を超える点をもってガイドラインの推奨値とした。ここでWHO欧州の委員会は“専門家”の意見を基に基準値を、虚血性心疾患は5% (相対的増加)、アノイアンス(% HA)は10% (絶対的増加)、睡眠妨害(% HSD)は3% (同前)と定めた。これらは、社会医学的な意義や住民の許容を基にした、というよりも既存データから有意に検知できる値をもって決めたものと推測される。

この基準から導き出された値について、上述の科学的な一連の**体系的文献評価**(systematic review)では証拠が「中程度レベル」とされながらも、結果的に「強く推奨」されることとなった。科学的根拠が十分とは言えないにも関わらず、推奨レベルが高いのは、その他に利害得失のバランス、制御・防御の可能性、資源関連の諸事情、問

題の優先度等々が考慮されているからである。皮肉な言い方をすれば推奨のレベルは、科学的根拠の次元を超えて、実社会の状況によって決められた、ともいえるだろう。

### 1.3 生物学的騒音影響国際委員会(ICBEN)

騒音の公衆衛生学的問題について1960年代から長らく議論を重ねてきた国際的組織のひとつに『生物学的騒音影響国際委員会；International Commission on Biological Effects of Noise on Man:ICBEN』がある。その国際大会は第9回(2008年)までは5年ごと、第10回以降は3年毎に開催されてきた。当センターからも毎回参加し、概要の紹介が各開催年の本誌に掲載されている。同委員会メンバーは騒音影響の研究歴が長く、WHO等で騒音問題に関わった者が少なくない。上記のガイドラインの作成グループ(GDG)の座長はICBEN古参の重鎮S.Stansfeldで、W.Babisch以下メンバーの多くはICBENでの活動歴が長い。さらにガイドライン作成の根拠となった体系的文献評価チームにも多数のICBENメンバーが含まれている。つまり、WHOの騒音に関するガイドライン作成にはこのICBENでの議論が色濃く反映されることになる。

2009年の夜間騒音基準night noise guidelineの公表以来、更に包括的な騒音規制の策定が進行していることはICBENでも報告されていた。健康影響の集中的な再評価が大きく前進した背景には、2000年以降のW.Babischを中心としたグループによる、高血圧、心疾患などの疫学調査の進展があった。旧来からの騒音ストレス学説を基盤にして、循環器系、神経系から代謝系、免疫系、さまざまな障害、疾病、およびガンに至るまでの健康事象と騒音との関連がコホート調査(群別の個別追跡調査)によって研究されることになった。一部は現在も継続中である。

一方、今世紀に入り、医療分野では効果判定や影響評価においては確たる証拠(evidence)が求められるようになった。EBM (evidence based medicine)は、客観的な証拠をもとに医療を評価する考え方で、疫学および統計学的な評価手法を

基軸として体系化したアプローチに基づく。健康影響を論じる以上、EBMに基づく検証が不可避のものとなってきたのである。

欧州ガイドライン公表の前年に開催されたICBENによる第12回公衆衛生学的騒音問題国際会議(Congress on Noise as a Public Health Problem ICEN2017, Zurich)では、ガイドライン策定に関わった多くの科学者から発表があり、関連する調査・研究データが論議された<sup>8)</sup>が、推奨のレベル決定のプロセスについて深い議論はなかった。

なお、欧州ガイドラインに関わる多くの議論が予定されていた第13回ICBEN2020 (Stockholm)は2021年に延期された。

ちなみにWHOでは住環境(housing environment)を健康に関わる重要な一場面と捉え、積極的な提言を行ってきた。欧州局でも騒音を屋内での重要な健康関連因子として曝露低減を謳ってきたが<sup>9)</sup>、WHO Genevaの最新版<sup>10)</sup>では対象外となった。

## 2 民間航空機管：ICAOの「環境白書」

ICAO(International Civil Aviation Organization)の環境保護部会(CAEP: the Committee on Aviation Environmental Protection)は3年ごとに総括報告を出す。“ICAO2019 Destination Green: The Next Chapter”はその第11回報告に相当する<sup>11)</sup>。greenがしばしば自然環境もしくは理想環境の象徴とされ、同報告冒頭の記事表題にもgreen futureの語があることを踏まえて意識すれば、「理想環境への次章」というところだろうか。その構成は下記の10章(題意簡訳)である。

- 第1章 航空と環境 概観
- 第2章 航空騒音影響
- 第3章 地域大気質
- 第4章 気候変動対応：技術と運用
- 第5章 気候変動対応：持続可能な航空燃料
- 第6章 気候変動対応：二酸化炭素削減方策
- 第7章 気候変動への適応
- 第8章 循環型経済

## 第9章 活動計画と能力向上

### 第10章 他の国際機関等との協力

以上の章立てから、ICAOがいかに航空機による気象への影響を憂慮しているかがわかる。成層圏で直接、排ガスや水蒸気を撒いている現代の航空機が気象変動との関わりを疑われるのは故なきことではない。とくに水蒸気の寄与はプラス／マイナス両面があると議論は棚上げされている。単なる温暖化ではなく、気象の変動・混乱に関わっている危惧もないではないが、この点は他者に譲り、本稿では航空機騒音に関わる第2章を取り上げる。<sup>12)</sup>

この章は文字通り、現時点における騒音影響の科学的知見を取りまとめたものだ。当初、「白書」として2017年に公表されたが、新たな知見を踏まえるものとして、改めて15名の有識者を招集、作成し、公表した。2018年の欧州ガイドライン公表をうけたものと思われる。本編の著者にはWHOガイドライン作成メンバー1名と、その根拠となった体系的文献評価の検討メンバーが3名含まれている。

ここでは騒音影響の検討対象を1)アノイアンス (community noise annoyance)、2)睡眠妨害 (sleep disturbance)、3)健康影響 (health impact)、4)小児学習 (children's learning) に分類し、健康影響では a. 心臓血管系影響<高血圧、虚血性心疾患、脳卒中>、b. 代謝影響<糖尿病、肥満、腹囲、代謝指標>、c. 出生体重、d. 精神健康の4点を取り上げた。

以下、各項目の要点を抜粋し紹介する。

#### 2.1 アノイアンス

アノイアンスは、騒音曝露(推定量)だけでは説明がつかず、感受性や年齢、当局への不信心など、非音響要因の関与が大きいため、この部分の解明が重要だ、と捉えている。騒音発生の変化率が大きい空港と小さい空港ではその程度は異なるという指摘があり、その差は9dB+4dB (Gelderblom et al.) と6dB (Guski et al.) ともいわれる。アノイアンス調査における対象選出の妥当性についても指摘され、どのような空港を選ぶか、そこからどのような対象を選抜するか、で結果には大き

な差異が生じる。そのため、諸々条件が異なる空港のデータを寄せ集めて、騒音とアノイアンスの関係性を一本の近似式を求めるやり方が妥当なのか、という疑問も呈されている。

この点についてはT.Gjestlandが同報告書同章に Aircraft Noise Annoyance の表題で、各コミュニティの容認レベル (community tolerance level: CTL) の重要性を論じている。そこでは1961~2015年の報告データを解析した結果を示し、騒音とアノイアンスの関係は本質的に25年前も50年前も変わらず、諸々の地域特性を反映する非音響的要因をCTL値としてまとめることで、各対象地域におけるアノイアンスを合理的にシミュレートできると結論している。同著者と前出Guskiらとの間では、後述するように科学誌上でも議論が交わされている。

つまるところ、勧告値の最たる根拠のアノイアンスについて、世界の多空港のデータから単一の関係式を導き出して、単一値による規制を目論むWHOガイドライン作成グループと、各空港周辺の住民の特性や騒音発生状況の違いを踏まえて、それぞれの実情から規制値を求めようとする組織との、立場の相違が現れているように思える。

#### 2.2 睡眠妨害

睡眠妨害については、肥満や糖尿病、高血圧のリスクに関与はするものの、睡眠の時間や質には年齢や生活様式を含む個々人の感受性が大きく反映する、と記している。ある空港周辺で覚醒のほとんどが航空機騒音との関連を認めなかったという調査結果も紹介し、騒音による睡眠妨害は、睡眠時無呼吸症など臨床上問題となる睡眠障害とは異なるものながら、体力回復を阻害し、昼間の眠気や認知力の低下をもたらす、心臓疾患リスクを増す可能性もあるとまとめている。これらを踏まえ、2000年以降のデータに基づく総説で、航空機騒音による睡眠影響は、証拠能力「中程度」で脳の覚醒や騒音による睡眠妨害(自己申告)との関連が認められた、とした。具体的には騒音と睡眠妨害の関連で統計的に有意だった現象は、睡眠が浅くなる (10dBでおよそ30%増、対象61名) と、

強い妨害の訴え (10dB でおおよそ2倍、6報告、対象6000名強) だったが、後者は報告間の違いが非常に大きかった、と紹介している。

### 2.3 健康影響

健康影響についてはNORAH<sup>13)</sup> やSIRENE<sup>14)</sup> を中心に主に欧州および北米で行われた疫学調査で2016年12月までに公表されたデータを総括した。

#### (1) 心臓血管系疾患

まず心臓血管系への影響では、高血圧、虚血性心疾患、脳卒中、糖尿病について2015年までに公表されたオランダのデータを紹介している。高血圧についてのメタ分析では、横断的調査の9報告では航空機騒音との関連が示唆されたものの、証拠能力の高いコホート調査では関連が認められず、航空機騒音に対するアノイアンスを訴えていた男性たちの中でのみ有意な関連があった、という。これらより全体の証拠能力は”低い”と判断された。他方、大規模な症例-対照研究では、対象全体では高血圧との有意な関連はないが、元来心疾患リスクの高いグループでは発症増加が認められた、という。アテネでの小規模コホート(420名)では夜間航空機騒音10dB増による高血圧リスクは2.6倍だったが有意でないと報告された。以上から結論として、航空機騒音による高血圧の誘発は、仮に有るとしても統計学的に有意なレベルではなく、現段階では不確定なものとされた。

他方、虚血性心疾患および心不全のリスクについては、高血圧より確かな証左があるとしながら、体系的文献評価により、960万人のデータから $L_{den}$  10dBあたり“9%”の有意な増加を認めたものの、調査データの証拠能力が”低い”と判定されたことが紹介されている。その後の追加的な報告であるスイスのSIRENE研究における440万人のコホート調査では心筋梗塞による死亡が2.6%増えたが、最も高い相関を示したのは夜間の間歇騒音曝露であった、とした。また、ドイツNORAH研究における83万人余の症例-対照研究では心筋梗塞の診断症例が、24時間騒音ではなく早朝の航空機騒音(55dB超)の曝露群で有意に多かった

こと、追加データでは心不全や高血圧性心疾患は24時間騒音レベルの10dB増加当たりで“1.6%”であったことを紹介した。総じて、航空機騒音と心疾患との関連性はありうるものの、リスク増加推定にかなりの開きがあること、規制すべき対象は $L_{den}$  ではないこと、を指摘しているようだ。

他方、脳卒中についてはスイスのコホートデータを含む7研究の総括では有意な関連は認められない、とされた。

以上、心臓血管系に関わる研究結果は道路交通騒音に関わる諸データとの共通点が多く、騒音による非特異的なストレスは自律神経系や内分泌系に作用して広範な健康影響を生じうると指摘している。

#### (2) 代謝障害

糖尿病、肥満、腹囲、コレステロールなどの代謝指標に関しては、スウェーデンのコホートが紹介されている。8~10年の追跡調査によって、腹囲の増加が航空機騒音曝露と有意に相関したが、BMI(肥満指数)や生活習慣関連度が大きい2型糖尿病の増加との関連は認められなかったという。スイスのSIRENE研究では12dBの航空機騒音増により糖尿病の発症がおおよそ2倍になるが、血糖値のマーカである糖・ヘモグロビン結合体(HbA1c)の増加は有意ではなかった。韓国の妊娠女性に関する調査では、夜間飛行騒音と糖尿病のリスクに関連が認められたという。

これらのことから、騒音によるストレスや、夜間騒音による睡眠妨害が内分泌系に作用して代謝に変化を及ぼしたという仮説が成り立つが、さらに対象を拡大した調査・解析が必要であると結論付けている。

#### (3) 出生

新生児の出生体重に関しては、地域の騒音曝露レベルが非常に高い(75dB以上)とか、発表年が古く基準適応が難しいなど、メタ分析の対象となりうる研究が少ないため、今後の検討課題とするのが適当だと判断された。

#### (4) 精神保健

NORAH研究では抑うつ症の有意な増加が、24

時間レベル50~55dBの曝露群で報告されているが、より高い群では増加が認められていない。高レベル曝露群の対象を増やさねば確認できない。他方、5~6歳から9~10歳までを追跡したドイツの研究では、精神保健上の問題と航空機騒音の関連は認められていない、と指摘した。

以上、すべての健康影響について騒音曝露との関連が近年、蓄積されつつある。とくに心臓血管系疾患なかでも虚血性心疾患の疫学データがそろいつつある。航空機騒音については、とくに証拠レベルが高いとされる道路騒音のデータと符合する。疫学データからの結論は、心臓血管系疾患に関するヒトや動物を対象とした現地調査や実験データとも一致する内容だ。しかしながらその確からしさは研究によって異なり、推定された諸数値も変わりうる。驚くことに航空機騒音が精神健康に与える負荷についての研究は少ない。一般に健康影響研究では $L_{den}$ 、 $L_{day}$ 、 $L_{night}$ が用いられ、アノイアンス研究でも援用されている。しかし健康影響の評価研究においては他の騒音指標、例えば間歇騒音比(intermittent ratio: IR)、最高音レベル(maximum noise level)や騒音発生時間、とくに夜間についての検討が必要であろう。これらは追加的な指標として検討されるべきだ、とまとめている。

## 2.4 小児学習影響

小児学習については、読解力、記憶力や標準化試験の点数に航空機騒音によって影響を受けることが報告されてきた。ヒースロー(ロンドン)、スキポール(アムステルダム)、バラヤ(マドリッド)の3空港周辺の89校2844人(9~10歳)において、社会的要因や交通騒音を考慮しても、航空機騒音曝露が読解力や認知・記憶の低さに関与すると判定された。5dBの騒音増は読解力を2ヶ月(UK)または1ヶ月(Netherlands)の遅れを招くという。NORAH研究におけるフランクフルト空港周辺の近年のデータでは10dBで読解年齢(reading age)に1カ月の遅れを生じるとされた。RANCHおよびNORAHの両研究では、読解力への影響が非常に低いレベルの航空機騒音から認

められるとしているが、自動車などの他の騒音や暗騒音レベルを鑑みて、過剰に懸念する必要はない、としている。

6年間の追跡調査において、RANCH研究では15~6歳になったときには有意差を認めなかったが、小学校でも中学校でも高騒音曝露は読解力を低める傾向が観察された。これらの研究は対象者が少ないため、有意な差が認められていない、とした。航空機騒音は読解と記憶における認知技能(cognitive skill)に影響する可能性はある。教員の話妨害する、なども含め、コミュニケーションの障害がこれらに影響している可能性がある。また、教員、生徒双方でやる気や注意力の低下をもたらすこともありうる。これらはアノイアンスの原因ともなりうる。航空機騒音の低減は子供たちの学習成果を改善することが知られている。ミュンヘン空港の閉鎖によって子供の長期記憶や読解力の低下が解消したことも報告されており、これら認知技能への影響が回復可能であることを示唆している。同様に防音措置によっても航空機騒音の学習影響は消失する。教室の音響改善で航空機騒音の影響を抑制し、子供の学習を改善させることもできる。ただし会話環境の改善が試験の点数や読み書きの向上に結びつくとは限らない。子供の学習に対する航空機騒音の影響評価はまだ研究途上にある。結局のところ航空機騒音が子供の読みや記憶などの認知技能、標準化テストの点数に影響することは確かである。学習環境整備に有効な騒音評価指標の策定と、学習環境を整備するための解決策決定に必要な研究データが望まれている。

## 2.5 まとめ

同書ではこの後に、ヘリコプター騒音、無人機、超音速機等の記載があるが省略し、以下、総括と今後の課題を掲げた節を紹介する。

航空機騒音に関わる結論:アノイアンスについては十分な証拠はあるが騒音発生頻度の影響など検討の余地あり。睡眠影響については、量一反応関係の確認、騒音睡眠妨害の長期健康影響の解明、騒音弱者の研究、有効な騒音対策の実証が重

要。健康影響に関しては、虚血性心疾患との関連性は疫学的には明らかで、道路騒音と同等のデータが必要。高血圧、脳卒中との関連は疫学データでは不鮮明。糖尿病、肥満、精神保健、妊娠、出産への影響はさらなる研究が必要。子供の認知技能への影響は明らかで、生涯にわたる研究が必要。

### 3 WHO、ICAO両報告の著者間の議論

前節、両機関の報告における微妙な相違点の背景は、ICAOレポートの著者陣として名前を連ねている研究者間の学術誌上の議論でもうかがい知ることができる。GjestlandとGuskiらとの間の議論は、論文として公表されており、興味深い。

必ずしも原文の表現をなぞったものではないが、要点を書きだすと下記のようなになるだろう。

#### 3.1 GjestlandによるWHOガイドライン批判

ICAOからの上記白書に先立って公表された論文で、WHO航空騒音規制の根底に関わる体系的文献評価<sup>15)</sup>と題されている。要点は以下の通り。

(1) WHOがガイドライン作成に用いた論文はデータ・発表年が古く、ISOの標準手法と相違がある。統計的解析では、地域の騒音が%HAの増加を説明できる分は1/3ほどでしかない。逆から見れば、2/3は非音響影響である。

(2) 分析データの中心となっているHYENA研究は元来、高血圧を対象とした調査であり、対象者の年齢が偏っている。とくに社会調査におけるアノイアンス反応率が最も高い40歳代が多く含まれている。また、ここで用いられたアノイアンスは、ICBENが定めた標準法とは異なり、時間帯別のアノイアンス評価を求めているそれが活かされていない。また、当該調査は空港周辺5年以上在住の住民を対象としているはずだが、実際には運用2年目のアテネ空港周辺の住民も含まれており、その強い住民反応の混在が懸念される。航空機騒音の規制値を求めるために適切な対象者ばかりとは言えないのではないか。

(3) 各調査地点における騒音量と%HAの量-反応関係を求めるに当たって、対象者数の多寡に応じた重みづけが行われているが、その中でアムス

テルダム空港の対象者が40%を占めている。だが、同空港周辺では一貫して%HAがかなり高めであり、全体の量-反応関係がこれに大きく歪められている。

#### (4) 不適格な対象空港：

一般に空港の運用はどこも増加しているが、多くの空港ではその変化は徐々に起きる。だが一部の空港では、滑走路の増設などによって急激な増加が生じている。こうした状況下では社会反応アノイアンスを生じやすいため、騒音影響の量-反応関係を求める標準的データとするのは不適當である。

#### (5) CTL分析法、ISO音響標準の不採用<sup>16)17)</sup>

そもそも、音響影響評価においてISOで標準法と規定されている方式をとっていない。CTLの不採用も同様である。

#### (6) 新たな報告・データを加えた解析結果

WHOは新たなデータを加えて再分析すべきだ。新たな報告を含め、上記に準拠して解析すると、各空港で全く異なる量-反応結果を示す。

#### 3.2 Guskiグループからの反論<sup>18)</sup>

##### (1) 除外研究報告について

対象は適切に取捨選択している、例えば除外した報告3件は、WHOガイドライン検討グループからの問い合わせに対して適切な回答を送ってこなかったものであり、また一件は軍事併用空港であったためである。

##### (2) 非音響影響の寄与について

統計分析の結果から音響による寄与は約33%とされたが、残りの66%が非音響要因であると解釈するのは必ずしも妥当とは言えない。統計量をもとに正しく表現するならば、“非音響33% + 不明33%”とすべきである。

直前に事故があった空港での調査について、その危惧をアノイアンスへの寄与要因と指摘しているが、そうしたケースは稀であり、調査上の単なるエピソードである。直近に起きた事故の影響などはないと考えてよいと思われる。

##### (3) 高感受性年齢について

NORAH研究で年代別のアノイアンスを検討

したが、年齢の影響は微弱であった。

(4) 空港関連工事の影響等について：

機能拡張、関連工事等の影響を以てアテネ、ミラノ両空港を除外すべきとの議論は不適切である。実際、何年も工事が無い空港はない。Gjestlandが唱える標準的な空港とは何を以て判定するのか。

(5) 大数調査データがもたらす影響について

統計学的に信頼しうる有意な結論を得るために一定以上の標本数が必要なのは自明。本件では標本数による重みづけは平方根によっているので、線形モデルで生じるような大きな影響はない。

(6) CTLモデル

各調査地の社会文化的背景は全く違っており、単純な数学的モデルで量-反応関係のシフト量を想定するのは適当でない。

### 3.3 Gjestland の再批判 19)

(1) アノイアンス(% HA)についてノルウェーのトロンハイム空港に関してはISO 1996:2016によりCTLを考慮したクリアな量-反応関係が求められており、単なるロジスティック回帰より優位なモデルである。にも関わらず、Guskiらはこれを考慮していない。

(2) 非音響要因

単変数回帰モデルでは多くの関連要素が無視される。そもそも音響要因には最大音、頻度等々、非音響要因には感受性や音に対する態度等、多くの変数が含まれるが、そのそれぞれに誤差が含まれている。CTL分析では非音響の諸因子をまとめて補正しているので有用と考える。

Guskiらは、当方からの% HA増加への寄与は2/3が非音響要因だという指摘に対して、2/3のうち半分が非音響要因で他は説明不能だ、と反論した。だがこれには根拠がない。

(3) 年齢影響

GuskiらはHYENA研究データを重視しているようだが、そのアノイアンス質問票は標準化されておらず、対象年齢も45~70歳に限定されている。そのため、同研究原典の著者らも自ら、他の

EUデータとの全面的な比較はできない、と記している。特定年齢層を基にしたデータは、一般住民を代表するものとは言えない。Guskiらは自らメタ分析の基準として「一般集団」であること、と明記しているのではない。

(4) HYENA研究の問題点

同調査では昼・夜のアノイアンスを分けて聞いているが、量-反応関係の算出には昼の値のみを「代表値」として用いている。その根拠は、科学的データに基づかないBabischらの論文におけるコメントだけである。そのようなデータがWHOのガイドライン作成におけるデータの28% (推定)も占めている。

(5) HYENA研究では、航空機の騒音問題に関心がある市民等のグループHACAN (Heathrow Association for the Control of Aircraft Noise)が積極的にかかわっている。調査主体である大学からの然るべき通知とは別に、調査への参加を呼び掛ける活動を行っていた。こうした行動が一般住民の反応を知る上でバイアスをもたらした危険はぬぐえない。

(6) 騒音暴露量へ疑問

Babischらは航空機騒音レベル $L_{Aeq,24h}$ で11dB (Stockholm)、24dB (Milan)という極めて「稀有」な値を引用して検討していたが、Guskiらはこれらを約2.6dBという補正值を以て採用している。こうした値を出す測定そのものの信ぴょう性もさることながら、これを用いた騒音暴露推定と、さらにそこから導き出される量-反応関係や閾値等々には疑問を抱かざるを得ない。

(7) CTL分析

CTL分析では、発生間隔を補正した騒音暴露量で% HAの増加をモデル化する。そのため単に傾きや切片で求める回帰モデルと異なり、アノイアンス増加に対して種々の要因を包含した妥当なモデルを提示できる。

Gjestlandは10空港のデータに対して同解析を行い、アノイアンスの増加カーブがそれぞれで異なることを提示した。

#### 4 終わりに

WHO 欧州騒音ガイドラインには、極めて観念的な要素がある。タイムテーブルに沿って提示すること自体に意義がある、と考えたやにも思える。純粋な科学論議のように見えながら、結論部だけでは見えない、覆い隠されているような問題が処々に内包されている。これをそのまま規制と捉えるのは無謀である。そもそも今次のコロナ禍でも明らかのように、欧米と我が国は疾病構造も、それを取り巻く医療保健環境も、多くの点で大きく異なることが改めて明らかになった。WHO 欧州によるガイドラインが欧州で実際にどのように運用されてゆくか、注意深く見守る必要があろう。

#### 文献

- 1) WHO Regional Office for Europe, Environmental noise guidelines for the Europe Region. ([https://www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0008/383921/noise-guidelines-eng.pdf](https://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0008/383921/noise-guidelines-eng.pdf), accessed 2020.9.30)
- 2) WHO Regional Office, Night noise guideline. ([https://www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0017/43316/E92845.pdf](https://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0017/43316/E92845.pdf), accessed 2020.9.30)
- 3) WHO Regional Office for Europe, Guidelines for community noise (<https://www.who.int/docstore/peh/noise/Comnoise-1.pdf>, accessed 2020.9.30)
- 4) 金子哲也、WHO ガイドラインの改訂動向と航空機騒音、航空環境研究、22,62-67、2018
- 5) 下山晃司、WHO-EU 環境騒音ガイドラインと社会調査データから見る騒音施策展開への課題、航空環境研究、24 (印刷中)
- 6) WHO Regional Office for Europe, Burden of disease from environmental noise: Quantification of healthy life years lost in Europe ([https://www.who.int/quantifying\\_ehimpacts/publications/e94888.pdf?ua=1](https://www.who.int/quantifying_ehimpacts/publications/e94888.pdf?ua=1), accessed 2020.9.30)
- 7) 金子哲也・後藤恭一、環境騒音と障害調整生存年数、WHO Euro. の視点 - ,航空環境研究、16,38-43,2012
- 8) ICBEN, Proceedings, Congress on Noise as a Public Health Problem ICBEN 2017, Zurich
- 9) WHO Regional Office for Europe, Environmental burden of disease associated with inadequate housing. Summary report,2011 ([https://www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0017/145511/e95004sum.pdf](https://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0017/145511/e95004sum.pdf), accessed 2020.9.30)
- 10) WHO, Housing and health guidelines (<https://www.who.int/publications/i/item/who-housing-and-health-guidelines>, accessed 2020.9.30)
- 11) ICAO, Destination Green: The Next Chapter. (<https://www.greenaironline.com/news.php?viewStory=2636>, accessed 2020.9.30)
- 12) ICAO, Aviation Noise Impacts White Paper, State of the Science2019, (<https://www.icao.int/environmental-protection/Documents/ScientificUnderstanding/EnvReport2019-WhitePaper-Noise.pdf>, accessed 2020.9.25 )
- 13) NARAH, <http://laermstudie.de/en/norah-study/>
- 14) SIRENE, <http://www.sirene-studie.ch/>
- 15) Gjestland,T., A Systematic review of the basis for WHO' s new recommendation for limiting aircraft noise annoyance. (Int.J.Environ.Res.Public Health 2018,15,2717; doi:10.3390/ijerph1512217)
- 16) ISO, Acoustics — Description, measurement and assessment of environmental noise — Part 1: Basic quantities and assessment procedures. (<https://www.iso.org/standard/59765.html>.)
- 17) ISO, CHF158 (<https://www.iso.org/obp/ui/-iso:std:iso:1996-1:ed-3:v1:en>)
- 18) Guski,R. et al. Comment on Gjestland,T. A Systematic review of the basis for WHO's new recommendation for limiting aircraft noise annoyance. (Int.J.Env.Rev.Pub.Health 2018,15,2717, Int.J.Environ.Res.Public Health 2018,15,2717; doi:10.3390/ijerph16071088)
- 19) Gjestland,T.,Reply to Guski, Schreckenburger, Schuemer, Brink and Stnsfeld: Comment on Gjeestland,T. A systematic review of the basis for WHO's new recommendation for limiting aircraft noise annoyance. (Int.J.Res.Health 2018,15,2717. Int.J.Environ.Res.Public Health 2019,16,1105; doi:10.3390/ijerph16071105 )