

解説

## 国内外の航空機騒音評価指標と基準

### 1. はじめに

騒音とは、その音を聞く人にとって、望ましくない音、と定義されることがある。騒音を受ける側の音に対する感覚も人によって異なり、必ずしも物理的に測定した値によって騒音かどうかが決まるものでもない。そのような中で、単発的な騒音として観測される航空機騒音の場合、騒音の大きさ(ラウドネス)、やかましき(ノイジネス)、発生回数、発生する時間帯、継続時間などをどのように考慮するかによって、多くの評価指標が用いられている。かつて1971年、ICAO(国際民間航空機関)は空港周辺の騒音対策に用いる評価指標として、累積騒音暴露にはWECPNLを、単発騒音にはEPNLを提唱した。しかし、当時の米英ではすでに他の指標を用いていたこともあり、WECPNLを評価や対策の指標としたのは日本などのごく一部にとどまった。その後、各国は等価騒音レベルで評価する $L_{den}$ などへの転換が続き、日本も2013年から指標が変わった。しかし今もなお、用いる評価指標は、国によってさまざまである。本稿では、日本を含め主要な国における航空機騒音の評価指標と対策のため設定している基準を整理し、指標間の相互比較と、設定基準の国による違いを分析した結果を報告する。

### 2. 航空機騒音の評価指標

#### 2.1 評価の考え方と評価指標

教科書的な解説で申し訳ないが、航空機騒音評価の体系を図1に示す。一般的に道路交通騒音や環境騒音を計測するときはA特性音圧レベルを用いる。音圧を計測し、それを下段図の周波数重み補正を施し、人の耳で音の大きさを感じた場合を想定する。

一方、航空機騒音によるやかましき(ノイジネス)を考慮するとしてKryterによって提案されたPNL(Perceived Noise Level)をベースとした評価がある。高音域成分の強いジェット機騒音の不快

感が大きいことに着目したものである。下段図にPNLのイメージを書いたが、2~4kHzを中心とした帯域を大きく評価する。実際のPNLはこのような周波数重み補正を施すのではなく、瞬時値を周波数分析した結果をノイジネスを表すNoy曲線に当てはめ、また、特異音補正を行うなど複雑な処理を施す。このPNLに基づき航空機騒音の最大値を求めたものが $L_{PN,max}$ であり、単発騒音の積分値に相当するものがEPNL( $L_{EPN}$ )、1日の累積騒音として表したものがWECPNLやNEFである。

A特性音圧(音の大きさ)に話を戻すと、瞬時値 $L_A$ に基づき求めた航空機騒音の最大値が $L_{Amax}$ 、単発騒音の積分値が $L_{AE}$ となる。累積騒音は、1日の指標で $L_{den}$ や $L_{dn}$ 、時間帯を区切った指標もあり $L_{eq,day}$ や $L_{eq,night}$ としている。

なお、日本の航空機騒音に係る環境基準で、以前の指標だったWECPNLは、 $L_A+13dB \sim L_{PN}$ の関係であることを利用し、処理の複雑なPNL算出手順よりも、 $L_{Amax}$ を利用した簡便式を用いた。

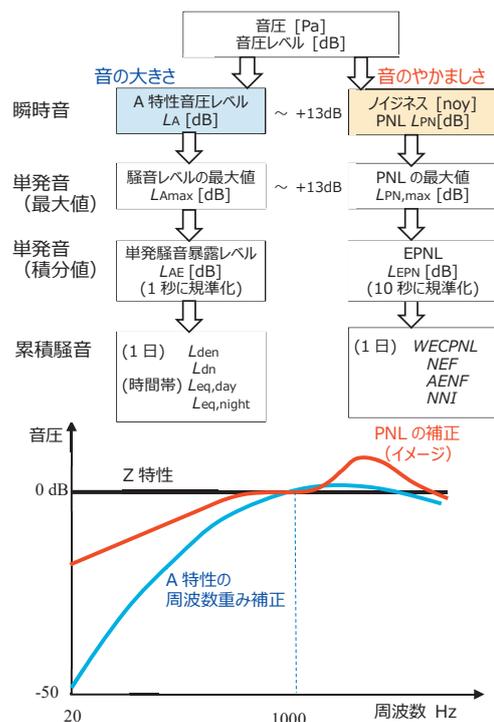


図1 航空機騒音評価の体系図(上)および周波数重み補正イメージ(下)

表1 航空機騒音の評価指標の分類

	累積期間	指標	説明	採用国	式の概要
やかましさに基づくもの PNL	日	WECPNL	ICAOで提唱したWECPNL式、EPNLに夕方は5dB、夜は10dBの重みづけ(時間帯区分が昼・夕・夜)、24時間累積の平均	ICAO	$WECPNL = 10 \cdot \log \{ \sum (10^{(L_{EPN,d}/10)} + 10^{(L_{EPN,d+5}/10)} + 10^{(L_{EPN,n+10}/10)}) - 49.4$
		WECPNL,J	日本式WECPNL、L <sub>Amax</sub> 平均と騒音発生回数で評価する。発生回数は夕方3倍、夜間10倍(時間帯区分が昼・夕・夜)、24時間累積の平均	(旧・日本)	$WECPNL_J = L_{ASmax}(ave) + 10 \cdot \log (Nd + 3Ne + 10Nn)$
		WECPNL,K	日本式WECPNLと同じ	韓国	WECPNL,Jと同じ
		NEF	Noise Exposure Forecast EPNL平均と荷重発生回数の24時間平均、夜は22時〜で重みづけは16.7倍(+12dBに相当)	カナダ、(旧・米国)	$NEF = L_{EPN}(ave) + 10 \cdot \log (Nd + 16Nn) - 88$
		ANEF	Australian Noise Exposure Forecast NEFのオーストラリア版、時間帯区分が夜は19時からで重みづけは4倍(+6dB)	オーストラリア	$ANEF = L_{EPN}(ave) + 10 \cdot \log (Nd + 4Nn) - 88$
		NNI	Noise Number Index PNL <sub>max</sub> の平均値と騒音発生回数を用いた指標	(旧・英国)	$NNI = L_{PN,max}(ave) + 15 \cdot \log (N) - 80$
		IP	Psophique Index PNL <sub>max</sub> (夜間は重みづけ)し、累積した24時間の分単位の平均を意味する。	(旧・フランス)	$IP = 10 \cdot \log \{ \sum 10^{(L_{PN,max,d}/10)} + 10^{(L_{PN,max,n+10}/10)} \} - 32$
騒音の大きさに基づくもの A特性音圧	日	Lden	航空機騒音L <sub>AE</sub> に夕方+5dB、夜間+10dBの重みづけをし(時間帯区分が昼・夕・夜)、24時間累積した平均	日本、EU、フランス、オランダ	$L_{den} = 10 \cdot \log \{ (\sum 10^{(L_{AE,d}/10)} + 10^{(L_{AE,e+5}/10)} + 10^{(L_{AE,n+10}/10)}) / 86400 \}$ 時間帯区分は国によって違うが 7~19/19~22/22~7
		Ldn	航空機騒音L <sub>AE</sub> に夜間+10dBの重みづけをし、24時間累積した平均	米国	$L_{dn} = 10 \cdot \log \{ (\sum 10^{(L_{AE,d}/10)} + 10^{(L_{AE,n+10}/10)}) / 86400 \}$ 米国の時間帯区分 d: 6:00~22:00、n:22:00~6:00
		LVA	航空機騒音L <sub>AE</sub> に夜間+10dBの重みづけをし、24時間累積した平均、評価期間が年間を3分割した期間の最繁忙週(のべ21日間)で評価する	イタリア	$LVA = 10 \cdot \log \{ (\sum 10^{(L_{AE,d}/10)} + 10^{(L_{AE,n+10}/10)}) / 86400 \}$ 時間帯区分 d: 6:00~23:00、n:23:00~6:00
	年	Ke	Kosten Unit 年間の累積指標、時間帯で重みづけしたL <sub>Amax</sub> の累積	(旧・オランダ)	$Ke = 20 \cdot \log \{ \sum nti \times 10^{(L_{ASmax}/15)} \} - 157$ ntiは時間帯で変わる 昼1、深夜10、他は2~8
	時間帯	Lday	昼間時間帯の航空機騒音L <sub>AE</sub> を累積し、時間帯で平均した等価騒音レベル。時間帯は原則6~22時	英国、ドイツ、スイス	$L_{day} = 10 \cdot \log \{ (\sum 10^{(L_{AE}/10)}) / T時間 \times 3600 \}$
		Lnight	深夜時間帯の航空機騒音L <sub>AE</sub> を累積し、時間帯で平均した等価騒音レベル。時間帯は原則として22~6時	EU、ドイツ	$L_{night} = 10 \cdot \log \{ (\sum 10^{(L_{AE}/10)}) / T時間 \times 3600 \}$
		Ld	時間帯を7~19時とした、航空機騒音L <sub>AE</sub> を累積し、時間帯で平均した等価騒音レベル	スペイン	$L_d = 10 \cdot \log \{ (\sum 10^{(L_{AE}/10)}) / 12時間 \times 3600 \}$
		Le	時間帯を19~23時とした、航空機騒音L <sub>AE</sub> を累積し、時間帯で平均した等価騒音レベル	スペイン	$L_e = 10 \cdot \log \{ (\sum 10^{(L_{AE}/10)}) / 4時間 \times 3600 \}$
		Ln	時間帯を23~7時とした、航空機騒音L <sub>AE</sub> を累積し、時間帯で平均した等価騒音レベル	スペイン	$L_n = 10 \cdot \log \{ (\sum 10^{(L_{AE}/10)}) / 8時間 \times 3600 \}$
		Lnight,1h	深夜時間帯の1時間ごとのLeq	スイス	

## 2.2 さまざまな航空機騒音評価指標

表1に航空機騒音の評価指標を取りまとめた。2.1節で説明したように、PNLを利用するもの(やかましさに基づく)、A特性音圧を利用するもの(音の大きさに基づく)に分類される。1970年代はPNLに基づくものが多かったが、1990年代以降、A特性音圧に基づく等価騒音レベル(L<sub>eq</sub>)ベースのものへと転換されている。代表例として、米国はNEFからL<sub>dn</sub>へ、英国はNNIからL<sub>eq,16h</sub>などへ、フランスはIPからL<sub>den</sub>に変わった。日本もWECPNLからL<sub>den</sub>に変わった。現在もなおPNLベースの指標を用いるのはカナダのNEF、オーストラリアのANEF、韓国のWECPNL(算出式は日本式のWECPNLと同じ)である。

等価騒音レベルベースの指標も、24時間の累積騒音を単一指標で表すL<sub>den</sub>やL<sub>dn</sub>に対し、時間帯区分ごとに表すL<sub>day</sub>やL<sub>night</sub>のマルチインデックスを採用する場合もある。

## 2.3 評価指標間の比較

さまざまな評価指標間で、いったいどのくらい値が違うのだろうか? 一般的にはWECPNLと

L<sub>den</sub>の間には約13dB、L<sub>den</sub>とL<sub>dn</sub>では約1dBの差があると理解されている。しかし、各国で採用する評価指標が異なる限り、対策基準を横並びに比較することができない。そこで、いろいろな評価指標間の違いを、一定の仮定のもとに比べてみることにした。本特別号の検討に当たって、世界の空港の運航状況をWeb情報(Flightrader24)から取得した。それは2018年12月13日(木)の1日だけを対象としたものだが、おおよそ、それぞれの空港の便数や時間帯別の運航のようすは確認できる。検討方法は以下の通り。

- ・ 欧米・日本を含む主要な20空港を対象とした。
- ・ 時刻別の運航回数を用いる
- ・ 騒音は一定(L<sub>ASmax</sub>は70dB、継続時間20秒、L<sub>AE</sub>は80dB)
- ・ PNL<sub>max</sub>はL<sub>Amax</sub> + 13dB
- ・ 騒音発生回数は、滑走路本数やその運用状況から考えた騒音を受け持つエリアの数を設定した。(例えば、滑走路2本のオープンパラレルなら4エリア、クローズパラレルなら2エリアなど)
- ・ それぞれの空港ごとにすべての評価指標で計算

このように算出した結果を $L_{den}$ 基準および $L_{eq,24h}$ 基準とした場合について表2にまとめた。

表2  $L_{den}$ と $L_{eq,24h}$ を基準とした指標間比較

評価指標	$L_{den}$ との比較 dB		$L_{eq,24h}$ との比較 dB		
	差の平均	標準偏差	差の平均	標準偏差	
P N L	WECPNL	+12.3	0.0	+16.1	0.6
	NEF	-35.1	0.3	-31.3	0.9
	ANEF	-36.7	0.4	-32.9	0.2
	NNI	-31.4	0.6	-27.6	0.0
	IP	+19.6	0.1	+23.3	0.7
A 特 性 音 圧	Lden	0.0	0.0	+3.8	0.6
	Lden,France	-0.4	0.7	+3.4	1.0
	Ldn	-0.8	0.1	+3.0	0.7
	LVA	-2.6	1.0	+1.2	1.3
	Ke	-14.3	1.7	-10.5	2.1
	Leq,24h	-3.8	0.6	0.0	0.0
	Leq,day	-2.4	0.7	+1.4	0.2
	Leq,night	-10.3	1.6	-6.6	2.1
	Ld	-2.2	0.8	+1.5	0.2
	Le	-2.6	0.7	+1.2	0.5
Ln	-10.9	1.5	-7.1	2.0	
Leq,night 1 h,max	-4.1	1.4	-0.4	1.6	

この結果によれば、 $L_{den}$ とWECPNLの差は+12.3dB、 $L_{den}$ と $L_{dn}$ の差は-0.8dB、 $L_{den}$ と $L_{eq,24h}$ の差は-3.8dBとなることが分かった。また、1日の単一指標と時間帯区分別指標を見ると、 $L_{eq,24h}$ と $L_{day}$ は+1.4dB、 $L_{night}$ は-6.6dBなども分かった。ただし、夜間に関する指標は、空港の運航状況によって異なるので、その分、ばらつき幅が大きくなっている。

### 3. 日本の航空機騒音評価と基準

海外の航空機騒音評価と基準を説明する前に、まず日本のことを簡単に振り返ってみよう。ご存じの通り、昭和48(1973)年に「航空機騒音に係る環境基準について」が告示された。専ら住居の用に供される地域のI類型でWECPNL 70、その他のII類型で75が基準値だった。航空機騒音対策の根拠法として、昭和42年8月の「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」(略称：騒防法)があった。環境基準制定以前は、学校や病院などの防音工事助成を、航空機騒音の大きさ(強度)と頻度の基準で判断して実施していた(この助成方法は現在も同じ)。環境基準の制定に伴い、騒防法も改正され、WECPNLによる騒音区域の決定と、住宅防音工事の実施などを含む、区域ごとに対応する対策を進めた。また、都市化が進むと予想される空港周辺地域には、土地利

用に関する規制・誘導により、騒音障害を未然に防ぐための法律「特定空港周辺航空機騒音対策特別措置法」(略称：騒特法)も定められ、昭和57年に成田空港周辺に地区指定を行った。その後、平成14(2002)年に成田空港のB滑走路が供用開始したことがきっかけで、WECPNLの逆転現象(遠い側の滑走路を離着陸する小さな騒音を加えたときに、それを加えない場合よりWECPNLが小さくなってしまふ)が指摘され、環境省は平成19(2007)年に、航空機騒音に係る環境基準の改正を告示し、評価指標をWECPNLから $L_{den}$ に変更した。新しい評価指標は平成25(2013)年から施行されている。現在の基準と区域の関係は以下の通り。

表3 航空機騒音に係る環境基準値

環境基準類型	$L_{den}$ 基準値
I	57dB以下
II	62dB以下

表4 騒防法区域と基準、対策内容

騒防法区域	$L_{den}$ 基準値	主な内容
第3種区域	76dB以上	緩衝緑地帯等整備
第2種区域	73dB以上	移転補償
第1種区域	62dB以上	住宅防音工事補助

表5 騒特法区域と基準、制限内容

騒特法区域	$L_{den}$ 基準値	主な内容
防止特別地区	66dB以上	新たな住宅等の建築禁止 既存住宅の移転補償
防止地区	62dB以上	新たな住宅には防音工事が 必要

対象は成田空港のみ

### 4. 海外の航空機騒音の評価と基準

#### 4.1 ICAO

1971年、ICAO第16附属書第1巻で、空港周辺の騒音対策に用いる評価指標としてWECPNLを提唱した。しかし、それを採用する国が少なかったことなどから、現在の版では削除されている。なお、同時に提唱された単発騒音の評価指標EPNLは、航空機騒音証明制度で現在もかわらず使われている。

#### 4.2 欧州(EU)

EUでは、EU Directive 2002/49/EC(Environmental Noise Directive : END)という環境騒音の評価と管理に関する指令がある。これは、①環境騒音の暴露状況把握、②環境騒音とその影響を公開、③騒音を低減し良好な環境を保つ、から構成される。評価指標は24時間を対象とする $L_{den}$ と夜間を対象とする $L_{night}$ の2種類である。参加国は道路・鉄道・工場・

航空の騒音源ごとに、騒音の大きさごとの影響面積や人口を5年ごとにノイズマップとともに報告する。また、 $L_{den}$  55dB以上、 $L_{night}$  50dB以上の騒音に暴露されている状況を低減するためのアクションプランを作成しなければならない。空港は年間発着回数50,000回以上の主要な空港が対象である。

EUはまた、ICAOのバランスドアプローチに基づいて空港環境対策を実施する規則Regulation (EU) No. 598/2014も定めている。

### 4.3 英国

ENDを英国国内法に取り込んだ法律(The Environmental Noise (England) Regulations 2006)によって英国全体で騒音低減に取り組んでいる。ヒースロー空港会社(HAL)はENDに従い、ノイズアクションプランを作成している。最新はNoise Action Plan 2019-2023。また、CAA(英国航空局)ではENDの5年間隔の義務以上に、毎年騒音コンターを公開している。英国のEC離脱が決定したが、離脱後もEND同等の環境管理を続けるとHALは述べている。

航空機騒音に対する体系的な枠組みについて述べる。1994年にイギリス環境省により発行されたPPG24(Planning Policy Guidance:英国政策指針計画)では、地域計画当局による環境保全計画案の方針及び、騒音に曝露されている地域を保全するための指針等が記載されていた。イギリスの土地利用はこのPPG24に基づき実施されてきたが2012年3月には廃止された。代わって施行されたNational Policy Planning Framework(NPPF)では、明確な騒音ガイドラインレベルは示されていない。英国の航空政策の考え方を示すAviation Policy Framework(APF)には、環境と生活の質を尊重しながら、航空が成長することのバランスをとることが謳われ、この中で、生活の質に悪影響をもたらすことの回避として防音工事を実施することが提唱されている。

現在実施しているヒースロー空港周辺の補償や移転に関する内容は、ヒースロー空港の解説記事をご覧ください。 $L_{eq,16h}$  69dB以上の範囲の住宅に対し防音工事の対策を実施するほか、夜間騒音に対する寝室への対策は約41,000件が対

象となる。この夜間騒音は、2007年に夜間運航していた最もうるさい機種単発騒音(SEL,  $L_{AE}$ )に基づいている。

2018年6月に第3滑走路計画を踏まえた国家空港政策声明(ANPS)が発信された。また、2018年の航空戦略(Aviation Strategy)では騒音の影響だけでなく、大気質の問題にも取り組むことを明言した。さらに政府は空港管理者に対して、防音工事の見直し( $L_{eq,16h} > 63$ dB)を期待しており、HALは現在その検討をしている。

ガトウィック空港ではガトウィック空港会社(GAL)が同様に独自に防音工事対策を実施している。2014年には対象を $L_{eq,16h} > 66$ dBから60dBに引き下げた。

### 4.4 ドイツ

ドイツでもEU directive 2002/49/EC(ENL)に基づき、 $L_{den}$  55dBと $L_{night}$  50dB以上の騒音にさらされる人口を減らすべく、ノイズマップの作成・公開や騒音削減目標値も示している。

一方、航空機騒音対策に用いる法律は、連邦法である航空機騒音防止法で定められる。評価指標は $L_{eq,day}$ (6~22時)と $L_{eq,night}$ (22~6時)である。基準は表6に示す。新設・拡張空港は既設空港より5dB厳しい。航空機騒音防止法では、騒音保護区域を定めるとともに、指定時にzone 1( $L_{eq,day} > 60$ ・新設空港)に存在する住宅は防音工事の対象となるが、指定日以降の住宅建築は禁止される。この法律は補償と土地利用規制を兼ねている。夜間のNight Zoneは $L_{eq,night} > 50$ 以上(新設・改良空港)が寝室の防音工事補助の対象になる。このほか、深夜時間帯の最大騒音と発生回数(室内で $L_{Asmax}$  53dB×6回)を利用した基準もある。

これら航空機騒音対策のフレームワークは連邦・州で、実行者は地方自治体および空港管理者である。

表6 連邦法による空港周辺騒音区域と基準

		昼間(6時~22時)		夜間(22時~6時)	
		Zone 1	Zone 2	Night Zone	
		$L_{Aeq, day}$	$L_{Aeq, day}$	$L_{Aeq, night}$	発生回数(n)× $L_{Amax}$ *
既存空港	民間空港	65	60	55	6×57,室内
	軍用空港	68	63	55	6×57,室内
新設・拡張空港	民間空港	60	55	50	6×53,室内
	軍用空港	63	58	50	6×53,室内

#### 4.5 フランス

フランスでもEU Noise Directive 2002/49/ECを国内政令に組み込んだn° 2006-361が適用されている。5年おきに $L_{den}$ と $L_{night}$ の騒音が予測され、他の交通騒音も含めたノイズマップおよびアクションプランが策定されている。

これとは別に、空港周辺対策として補償制度と土地利用規制があり、これらについても $L_{den}$ が用いられている(以前はPNLベースのIP:Psophique Indexという指標が用いられていたが、変更された)。住宅防音工事等を実施する補償はPGS (Plans de Gêne Sonore、騒音不快計画)に基づく。Zone Iは $L_{den}$  70dB以上、zone IIは65dB以上、Zone IIIは55dB以上で、それぞれ室内での騒音目標値が定められる。土地利用規制はPEB (Plan d'Exposition au bruit、騒音暴露計画)に基づき、4つのゾーンに区分される。それぞれで土地利用の基準が示され、これに合致しないと建築許可が下りない。Zone Aは70dB以上、Zone Bは65dB以上とともに空港関連施設のみとなる。Zone Cは56dB以上でホテルや居住しない商工施設は建築できる。Zone D 50dB以上は防音工事を施した住宅に適用される。55dB以上はPGSで対策されるので、50~55dBの範囲は居住者が防音措置を行うことになる。土地利用は空港周辺の自治体が管理し、防音工事対策は空港管理者がTNSAという航空騒音税からの資金を得て実施する。

詳細はシャルルドゴール空港の解説記事をご覧ください。

#### 4.6 オランダ

オランダでもEU Noise Directive 2002/49/ECを基に、他の騒音源も含め $L_{den}$  55dBと $L_{night}$  50dBの騒音影響範囲を減らすため、アクションプランの策定とノイズマップの作成が行われている。

航空機騒音に対する基準は、航空法によって定めている。制定当初はKe (コステンユニット)という時間帯で重みづけした最大騒音の累積と騒音発生回数の年間値を利用したものを指標とした。世界的に見ても例のない独自のものだった。2007年には指標が $L_{den}$ に変更されている。 $(L_{den} \sim 0.5 Ke + 41 dB)$ の関係とされている。)表7に航空

法による基準を示す。Ke 65/ $L_{den}$  71を移転の対象、Ke 35/ $L_{den}$  58は防音工事を行う。深夜の時間(23~6時)は $L_{night}$  48dB以上に対する寝室の防音工事の対象である。当初基準は $L_{Aeq,night}$  26dBとの記載があるが、その算出方法は情報がなく筆者は室内基準でないかと推察している。

表7 オランダの航空騒音基準

騒音の大きさ		
当初	2007年以降	内容
65 Ke	$L_{den}$ 71 dB	移転
35 Ke	$L_{den}$ 58 dB	住宅等の防音工事
$L_{Aeq,night}$ 26	$L_{night}$ 48 dB	寝室の防音工事

航空法に基づいた関連規則も多く制定されている。スキポール空港周辺では、 $L_{den}$  58dBおよび48dB以上の騒音にさらされる人口や家屋の上限数を定めている。また、「スキポール空港交通管理規則(LVB)」では、空港周辺の測定地点を指定し、それらの場所での $L_{den}$ および $L_{night}$ の上限を設けている。これらによって、実質的な騒音の総量規制を行っていると言えよう。

土地利用規制は、航空法に基づいた関連規則で実施される。「スキポール空港周辺土地利用規則(LIB)」では、上記表7の基準に加え、事故リスクを考慮した土地利用制限地域も加えている。

いずれも詳細は空港別の解説記事をご覧ください。

#### 4.7 スペイン

スペインでもEU Noise Directive 2002/49/ECに基づく国内法(Lay 37/2003 on Noise)があり、 $L_{den}$  55dBと $L_{night}$  50dB以上の騒音にさらされる人口を減らすべく、5年ごとにノイズマップと騒音問題解決のための行動計画作成を課している。

そのスペインの騒音法(Lay 37/2003 on Noise)とRoyal Decree 1367/2007に基づき、騒音に応じた土地利用計画(Easements for Land use planning)を策定し、騒音区域を指定し、騒音対策計画(Noise Action Plan: NAP)を行うこととなっている。

RD1367は土地利用条件ごとの騒音の上限値を、時間帯別の $L_{eq}$ によって示している。詳細は空港別の解説記事をご覧ください。住居地区を例にとると、 $L_d$  65dB、 $L_e$  65dB、 $L_n$  55dBである。d, e, nはそれぞれ時間帯で、区切りは7~19時、19

～23時、23～7時となっている。基準の値は、年平均値がこの値を越えないことだが、日単位の設定もある。日の値は、前述の年平均の上限値 +3dBを越えないこととしている。また、 $L_{Amax}$  に対する基準もある。毎日の値の97%は $L_{Amax}$  の上限値(住居地域では85dB)を越えないこととされる。

RD1367は内部居住空間の騒音目標値も定めている。住宅の居室では、 $L_d$  45dB、 $L_e$  45dB、 $L_n$  35dB、寝室では $L_d$  40dB、 $L_e$  40dB、 $L_n$  30dBである。

実際の騒音対策や土地利用は、策定した騒音対策計画(NAP)に基づいて実施する。土地利用制限は自治体が、防音工事などの補償は空港会社が行う。

防音工事は、将来を想定して予測した $L_d$  60dB、 $L_e$  60dB、 $L_n$  50dBのコンターに存在する住居と学校や病院・文化施設に対して行う。RD1367が示す室内目標値に整合するよう、住宅個々の状況に応じて遮音材料を決定する。防音工事は対策範囲を示した日に存在する建物が対象だが、期日以降の建築には防音措置の適用などの制限が付く。

#### 4.8 イタリア

イタリアもEU加盟国であり、2002年のEU Noise Directive以来、5年ごとにノイズマップと騒音低減のための行動計画作成が課せられている。

航空機騒音に対する評価指標は、1997年の環境省令で $L_{VA}$  が用いられる。1日の評価式は $L_{dn}$  と同じだが、時刻区分は昼間6～23時、夜間23～6時と異なる( $L_{dn}$  は6～22時、22～6時)。 $L_{dn}$  は年間平均を対象とするが、 $L_{VA}$  は以下に示す3つの期間のうち、それぞれ最頻の1週間を選択し、のべ21日間の平均値を表す。

- ・ 期間1：10月1日～1月31日
- ・ 期間2：2月1日～5月31日
- ・ 期間3：6月1日～9月31日

ゾーニングのための基準は表8に示すとおりである。Zone A ( $L_{VA}$  65dB未満)は制限が付かないが、Zone B 65～75dB地域の住宅は、防音措置を施した場合を除き、禁止となる。実際の土地利用の計画と管理は、国の枠組みに従って、地域と地方自治体に直接の責任がある。空港管理者が描いた騒音予測コンターに基づき、環境省、公共機関、地域、地方自治体と協力して、土地利用のゾー

ニングを承認する。防音工事等の対策はケースバイケースで定義されている。

表8 イタリアの航空騒音基準

Zone	$L_{VA}$	用途制限
A	< 65 dB	制限なし
B	65～75 dB	住居禁止(防音対策実施は除く)
C	> 75 dB	空港関連施設のみ

#### 4.9 スイス

スイスは連邦騒音保護条例(Larmschutz-Verordnung)により騒音基準を決めている。詳細はチューリッヒ空港の解説記事をご覧ください。同条例では、騒音感受レベルごとに、計画推奨値、受忍限度値、警告値を定めている。また、さまざまな騒音源に対する基準を定めているが、航空機騒音は表9のとおりである。大規模空港で騒音指標 $L_{rt}$  は $L_{Aeq,16h,6-22}$  と同じと考えてよい。夜間時間帯は1時間ごとの $L_{eq,1h}$  に対する基準値が設定される。(表9下段)

表9 スイスの航空騒音基準

(上段：適用地域、中段：昼の基準、下段：夜の基準)

騒音感受レベル	主な土地利用目的
I	静穏地区
II	住宅地
III	住宅と工場用地の混在
IV	工場用地

昼間に対する基準(6時から22時) 騒音指標  $L_{rt}$  (dBA)

騒音感受レベル	計画推奨値	受音限度値	警告値
I	53	55	60
II	57	60	65
III	60	65	70
IV	65	70	75

夜間に対する基準(22時から6時) 騒音指標  $L_{rn}$  (dBA)

騒音感受レベル	計画推奨値	受音限度値	警告値
I	43	45	55
II	47/50*	50/55*	60/65*
III	50	55	65
IV	55	60	70

\*前者は23時から24時及び5時から6時までの基準、後者は22時から23時に関する基準である。

これらの基準は、航空法および騒音保護条例に従って、すべての飛行場に適用され、地方自治体は、空港の騒音と土地利用対策を計画に組み込む。防音工事等の騒音対策は、空港の責任で実施される。表9に示した感受レベルごとに基準値(受忍限度)を超える場合に防音工事を実施する。

#### 4.10 米国

米国は航空機騒音対策のための指標として

DNL ( $L_{dn}$ )を用いている。航空機騒音を軽減するための連邦の基準はDNL65である。

FAAは連邦航空規則14 CFR Part 150を定めている。これはFAAが空港周辺の騒音環境改善のための枠組みを提供しているものである。これにより、空港管理者は、航空機騒音を予測して騒音暴露範囲を定め、騒音の程度に応じた土地利用方針、騒音軽減方策を検討し、防音工事を含めた騒音対策計画NCP (Noise Compatible Plan)を作成する。FAAはその計画を調査し、航空機騒音の対策・規制などの様々な方策を認可する。Part 150に適合する場合は連邦税の空港整備特別会計から、補助金を受け取ることができる(AIP Airport Improvement Program)。

米国内の各空港は、このPart 150に従い作成したNCPに基づき対策を実施する。前述のように評価指標は $L_{dn}$ 、時間帯区分は昼6~22時、夜22~6時で、基準値は65dBである。ただし、カリフォルニアのみ、州法で規定するCNEL (Community Noise Equivalent Level)と称する $L_{den}$ と同じ指標を用いる。時間区分は日本と同じ、昼7~19時、夕19~22時、夜22~7時で、夕方には+5dB、夜間には+10dBの重みづけがされる。なお、基準値は65dBである。

FAAでは現在の騒音指標と基準が適切かどうかについて、大掛かりな研究をしていると聞かすが、現時点でまだ結果は公表されていない。

#### 4.11 カナダ

カナダでは航空機騒音の評価指標としてNEFを用いている。カナダ運輸省が土地利用のガイドラインを示すのみであり、法的な基準ではない。

なおガイドラインはNEFの区分を「30以下」「30~35」「35~40」「40以上」に分類しており、30以上の区分で、騒音に適合した土地利用を推奨しているにとどまっている。

#### 4.12 オーストラリア

オーストラリアでは航空機騒音の評価指標はANEF (Australian Noise Exposure Forecast)と定められている。ANEFはNEF (Noise Exposure Forecast)を独自に修正したもので、時間帯区分と回数の荷重係数が異なる。もともとアメリカで使っていたNEFは時間区分が22時で区切られ、夜

間荷重の係数が16.7 (12dBの重みづけに相当)だったが、ANEFは19時以降を夜間とする代わり荷重係数を4 (6dBの重みづけに相当)とした。

航空機騒音に関するオーストラリア規格AS 2021 'Acoustics --Aircraft noise intrusion-- Building siting and construction'では、ANEFをもとに、航空機騒音と建築容認の目安を示している。ANEFが20未満であればすべての建築物が容認されるが、20~25では条件付き容認、25以上では容認出来ないとされる。また、室内で目安とする騒音も示している。詳細はシドニー空港の解説記事をご覧ください。

防音工事等の補償基準は、ANEF 40区域の移転、ANEF 30以上の住宅の防音工事、ANEF 25以上の学校等の防音だが、対策は現在すでに終了している。

#### 4.13 韓国

韓国では、1990年代以降航空機運航の増加によって空港周辺地域の騒音問題が浮上し、航空法の改正により騒音対策事業体系の構築を進めてきた。その結果、2010年には「空港騒音の防止及び騒音対策地域の支援に関する法律」(略称、空港騒音防止法)を制定・施行している。騒音対策を実施しているのは金浦・仁川・麗水・蔚山・金海(プサン)・済州の6空港で、航空機騒音の評価指標はWECPNL (日本の旧環境基準の算出式と同じ)、対策基準は表10である。空港騒音防止法は、騒音区域を指定した時点で補償を行うと同時にそれ以降の土地利用の制限も行うことになる。

表10 韓国・航空機騒音防止法の区域・基準

区域	WECPNL	用途制限	建物制限	補償
騒音対策地域	第1種区域	95以上	緩衝緑地	新築、増築禁止 土地買入請求、防音工事
	第2種区域	90~95 未満	工業地域	新築禁止、増築は防音要
	第3種区域	「ナ」地区	80~85 未満	防音施行が条件
「ダ」地区				
近隣地域	70~75 未満			住民支援事業

### 5. WHO-EU 環境騒音ガイドライン

2018年10月にWHO欧州事務局から公表された「欧州地域向けの環境騒音ガイドライン」に記

載された航空機騒音に関連する勧告値を記す。当ガイドラインの主たる目的は、交通騒音(道路交通、鉄道、航空機)、風車騒音、娯楽関連騒音による環境騒音曝露から住民の健康を保護するための勧告の策定である。1日を通じた平均的な騒音曝露に対しては $L_{den}$  45 dB、夜間の騒音曝露に対しては $L_{night}$  40 dBという厳しい勧告がなされている。勧告値の内容や是非については別の機会に譲るが、騒音による影響を生じさせない目安を示したと理解できるだろう。

表11 WHO-EU 環境騒音ガイドライン(航空機騒音の勧告値)

対象	指標	勧告値
平均的な騒音曝露	$L_{den}$	45 dB
夜間の騒音曝露	$L_{night}$	40 dB

## 6. 対策基準の各国比較

評価指標と基準についてここまで振り返ってきた内容を、 $L_{eq,24h}$ 相当に換算したうえで各国の比較を行った。 $L_{eq,24h}$ への換算は表2の評価指標間の比較検討結果を用いた。例えば表2の結果から、 $L_{den}$ は $L_{eq,24h}$ に対し3.8dB大きい。したがって、 $L_{den}$  62の基準値は $L_{eq,24h}$ 相当では4dBを減じて58dBと位置付ける。時間尺度は違うが、 $L_{day}$ は $L_{eq,24h}$ に対し、+1.4dB大きいので、 $L_{day}$  60の基準値は $L_{eq,24h}$  59dBと位置付けるわけである(整数単位で補間した)。

このように整理した結果を図2に示す。縦軸は $L_{eq,24h}$ 相当の値であり、横には各国別の対策基準値を元の評価指標の値で記載した。例えば「62住宅防音」ならば、62は元の評価指標の基準値、住宅防音を実施することを表している。左半分には防音工事に関連する基準だけを整理し、右半分には、土地利用規制の基準やガイドラインに加え、WHO-EUに航空機騒音勧告値も示した。

まず、防音工事に係る基準について見ると、日本の1種区域の対策基準 $L_{den}$  62dBが相当する $L_{eq,24h}$  58dB相当あたりに各国の住宅防音補助に対する基準が集中する。表12は、住宅防音工事の対策最低値を国別に比較したものである。住宅防音工事で最も低騒音に対して助成しているのはフランスの $L_{den}$  55dB ( $L_{eq,24h}$ 相当 51dB)で、次いでオランダの $L_{den}$  58dB (同 54dB)と続く。夜間

騒音に対する基準でスイスの $L_{rn}$  ( $=L_{eq,1h}$ ) 55dB (同55dB)、ドイツとスペインの $L_{night}$  50dB (同57dB)が続く。欧州では夜間騒音に対する対策を実施している例が多い。(ヒースローも夜間騒音対策エリアがあるが、高騒音機の単発騒音( $L_{AE}$ )を対象とした範囲なので、ここでの検討には出てこない。)日本の $L_{den}$  62dB (同58dB)は全体の中ほどで、平均的集団に位置する。このグループにはドイツの昼間 $L_{day}$  60や韓国のWECPNL 75(ともに同59dB)がある。米国DNL 65 (同62dB)やオーストラリアのANEF 30(同63dB)は基準値としては高い方で、英国・ヒースロー空港の $L_{eq,16h}$  69dB (同68dB)は最も対策基準値が高い。

表12 住宅防音の対策最低値の比較

$L_{eq,24h}$ 相当	国・地域・空港	指標と基準値	対策種別
51	フランス	$L_{den}$ 55	住宅防音zone III
54	オランダ	$L_{den}$ 58	住宅防音
55	スイス	$L_{rn}$ 55	夜間基準
57	ドイツ	$L_{night}$ 50	夜間・寝室防音(新設空港)
	スペイン	$L_{night}$ 50	夜間・寝室防音
58	日本	$L_{den}$ 62	住宅防音(1種区域)
	英国(ガトウィック)	$L_{eq,16h}$ 60	住宅防音
	ドイツ	$L_{day}$ 60	住宅防音(新設・改良空港)
	スイス	$L_{rt}$ 60	住宅防音II
	韓国	WECPNL 75	住宅防音(3種区域)
61	カリフォルニア	CENL 65	(空港によって防音実施)
62	米国	DNL 65	(空港によって防音実施)
63	オーストラリア	ANEF 30	住宅防音
68	英国(ヒースロー)	$L_{eq,16h}$ 69	住宅防音

図2右半分の規制基準などのクライテリアに目を移す。フランスは土地利用制限を課す基準も低い騒音レベルから指定している。スイスも同様の傾向が見える。防音工事対策の基準は高めだったオーストラリアは、土地利用計画においては低いレベルから騒音ゾーンの設定をしている。騒音対策をほとんど実施していないカナダは、土地利用計画の上でも基準騒音は高めの設定である(居住者側の自己責任なのか?)。

かたや、WHO-EUの環境騒音ガイドライン勧告値は、他のどの空港の基準よりも相当低く設定されていることが分かる。世界のどの国・空港でも実現できない値となっている。今後、勧告値をどのように取り込んでいくか注目される場所である。

最後に、夜間騒音対策エリアを設けている国・空港が欧州に多く見られた。また、対策基準も低めの値に設定している。今後もこの流れが続くと予想されることを付け加えておく。

Leq,24h 換算	防音工事の基準										ガイドライン・土地利用										
	日本 対策 Lden	英国LHR 対策 Leq,16h	英国LGW 対策 Leq,16h	ドイツ 対策 Leq,day Leq,night	フランス 対策 Lden	オランダ 対策 Lden Leq,night	スペイン 対策 Ld, Le Ln	スイス 対策 Lit Lm	米国 基準(対策) Ldn	カリフォルニア 基準(対策) CENL	オーストラリア 対策 ANEF	韓国 対策・制限 WECPNL	日本 環境基準 Lden	ドイツ 規制 Leq,day Leq,night	フランス 規制 Lden	イタリア 基準 LVA	スイス 基準 Lit Lm	カナダ ガイドライン NEF	オーストラリア ガイドライン ANEF	WHO 勧告値 Lden	
80																					
79																					
78																					
77																					
76																					
75																					
74																					
73																			40 軽工業×		
72																			40 さらに厳定		
71																					
70																					
69	73 移転																				
68	69住宅防音																				
67																					
66																					
65																					
64																					
63																					
62	63学校防音																				
61																					
60																					
59	62住宅防音																				
58																					
57																					
56																					
55																					
54	57学校防音																				
53																					
52																					
51																					
50																					
49																					
48																					
47																					
46																					
45																					
44																					
43																					
42																					
41																					
40																					45 Lden

図2 各国の騒音対策基準の比較～Leq,24h相当に換算した評価量での比較～  
(換算補正值は表2の検討結果に基づく)