

<特集>騒音小委員会共同研究

航空機騒音に係る新環境基準の測定評価等に関する  
研究報告書

全国環境研協議会企画部会 騒音小委員会  
藤原 衛・菊地英男・石橋雅之

1. はじめに

平成25年4月1日より、航空機騒音に係る環境基準の評価指標は加重等価平均感覚騒音レベル（WECPNL）から時間帯補正等価騒音レベル（ $L_{den}$ ）へと変更された。これを受け、全国環境研協議会企画部会の騒音小委員会では、新旧評価指標の違いや特徴について明らかにし、また、測定方法に関する課題や対応策についての情報を共有するため、平成25～27年度の3カ年で共同研究を行った。

2. 共同研究機関

共同研究参加機関を表1に示す。

表1 調査参加機関

青森県環境保健センター
○宮城県保健環境センター
秋田県健康環境センター
福島県環境創造センター
◎新潟県保健環境科学研究所
茨城県霞ヶ浦環境科学センター
千葉県環境研究センター
※神奈川県環境科学センター
長野県環境保全研究所
静岡県環境衛生科学研究所
浜松市保健環境研究所
愛知県環境調査センター
沖縄県衛生環境研究所

◎は調査担当幹事機関、○は騒音小委員会委員長機関を表す。

※神奈川県環境科学センターは事務局としての参加

3. 調査方法

3.1 航空機騒音実態調査（データ解析）

環境基準達成状況の把握のため、平成25年度に各自自治体が測定した航空機騒音監視データを対象とし、地点別に日単位で集計した値について、統一された報告様式に

よってデータを収集した。航空機騒音自動測定装置が標準的に出力するWECPNLや $L_{den}$ 等を必須項目とし、別途計算する必要がある日平均継続時間や $L_{AE}$ 等は可能な場合に報告する補足項目とした。

3.2 航空機騒音に係るアンケート調査

新環境基準に基づく環境基準の類型あてはめや航空機騒音の測定方法の状況及び航空機騒音に関する測定・評価マニュアルの問題点、航空機騒音測定の実務における考え方や対処方法についてアンケート調査を行った。

4. 用語の意味

本書における用語の意味は、原則として「航空機騒音測定・評価マニュアル（平成27年10月 環境省）」（以下「マニュアル」と言う。）に準拠しているが、マニュアルに記載の無い用語及びマニュアルに記載があるが本書を読む上で理解の一助になると思われる用語について以下に記す。

4.1 新指標／旧指標

新指標は $L_{den}$ を、旧指標はWECPNLを言う。本書において特に断りの無い場合、「WECPNL」は日本国内における環境基準評価指標としてのWECPNLを指す。WECPNLは明確な単位を持たない。

4.2 指標差

WECPNLから $L_{den}$ の値を差し引いたものを言う。必要に応じ、年間値同士の差を「年指標差」、日間値同士の差を「日指標差」と表す。指標差は単位を付さず数値のみの表記となる。 $L_{den}$ の環境基準値はWECPNLから13減じた値（指標差13）に定められている。

4.3 日間値

ある1日におけるWECPNL及び $L_{den}$ の値を言う。航空機

が1機も観測されなかった日の日間値は算出できないが、荒天等で欠測の場合を除き、測定日としては有効である。

#### 4.4 年間値

WECPNLまたは $L_{den}$ の日間値を全測定日にわたってパワー平均したものを言う。短期測定において複数の測定期間がある場合は測定期間ごとに全測定日をパワー平均し、さらに全ての期間についてパワー平均する。環境基準評価量に等しい。

#### 4.5 日平均値（日算術平均値，日パワー平均値）

ある項目についての日あたりの算術平均値を言う。ただし、 $L_{Amax}$ 及び $L_{AE}$ についてはパワー平均を用いる。

#### 4.6 年平均値（年算術平均値，年パワー平均値）

ある項目の日平均値を全測定日にわたって算術平均した値を言う。ただし、 $L_{Amax}$ 及び $L_{AE}$ については日パワー平均値をパワー平均する。

#### 4.7 パワー平均

騒音レベルを10の累乗（パワー）の形（ $10^{L/10}$ ；powers of 10）にして算術平均し、再びdBに戻す操作を言う。環境基準で用いられている呼称である。

※マニュアルでは「パワー平均」を「エネルギー平均」と言い換えている。 $L_{den}$ や $L_{AE}$ のようなエネルギーベースの値を計算する場合には言い換えが可能であるが、本書では $L_{Amax}$ のようなエネルギーベースとは言えない（言い換えられない）値も扱うため、「パワー平均」の呼称で統一している。

#### 4.8 準定常騒音

アイドリング音のような長時間にわたって継続する音を言う。 $L_{den}$ において新たに測定対象となった。

#### 4.9 単発騒音暴露レベル（ $L_{AE}$ ）／最大騒音レベル（ $L_{Amax}$ ）

航空機が通過した際の騒音レベル変動において、その最大値が $L_{Amax}$ 、その面積値が $L_{AE}$ に相当する。 $L_{den}$ においては面積値である $L_{AE}$ を直接測定するが、WECPNLでは騒音レベルの変動を三角形に見立て、三角形の高さ（ $L_{Amax}$ ）と底辺（継続時間）から、三角形の面積計算により $L_{AE}$ 近似値を算出する。

#### 4.10 継続時間

航空機騒音が $L_{Amax} - 10\text{dB}$ 以上である時間を言う（単

発騒音の場合）。WECPNLでは継続時間が20秒であると仮定して計算される。

#### 4.11 飛行場タイプ

マニュアルでは利用形態によって飛行場をタイプ1～5に分類している。今回のデータではタイプ1, 2, 5の飛行場のデータが得られている。タイプ1は主に民間航空が使用する飛行場、タイプ2は自衛隊等専用の飛行場、タイプ5は民間と自衛隊等が共用する飛行場である。新潟空港や秋田空港は自衛隊も利用するが民間航空が主であるためタイプ1に分類されている。

### 5 航空機騒音実態調査結果

本章では測定データ解析に基づく航空機騒音実態調査の結果について述べる。

#### 5.1 データ概要

データは日次単位で収集し、19飛行場152地点（うち通年測定地点72、短期測定地点80）、延べ日数27,431日分が得られた（図1、表2）。ただし、羽田空港は全て千葉県内の地点である。

得られた日次データを基に、表3に示す条件により、地点別の代表値（年間値、年平均値）を算出した。

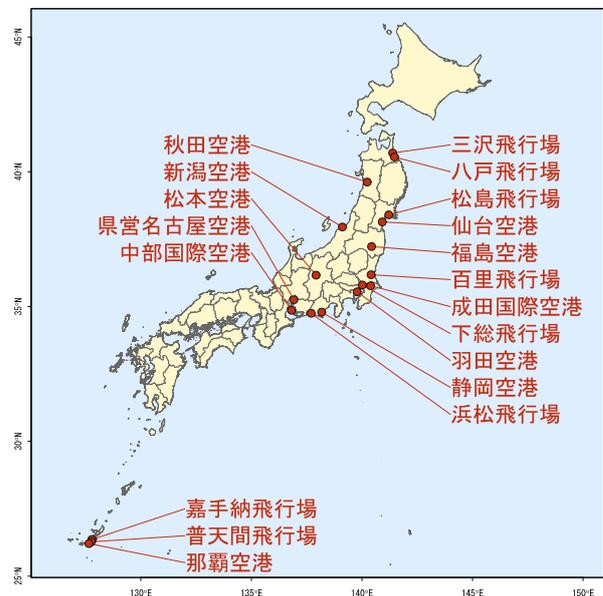


図1 調査対象の19飛行場

表 2 飛行場ごとの報告地点数

飛行場	飛行場タイプ	報告地点数		合計
		通年測定	短期測定	
成田国際空港	1	23	-	23
新潟空港	1	2	12	14
羽田空港	1	6	5	11
松本空港	1	-	8	8
中部国際空港	1	-	7	7
仙台空港	1	3	3	6
静岡空港	1	-	6	6
福島空港	1	-	4	4
秋田空港	1	2	1	3
嘉手納飛行場	2	12	-	12
普天間飛行場	2	12	-	12
下総飛行場	2	2	8	10
松島飛行場	2	3	-	3
浜松飛行場	2	-	2	2
八戸飛行場	2	-	1	1
百里飛行場	5	2	10	12
県営名古屋空港	5	1	7	8
三沢飛行場	5	-	6	6
那覇空港	5	4	-	4
全体		72	80	152

表 3 地点別代表値の算出方法

1. 地点ごとにWECPNL日間値及び $L_{den}$ 日間値をパワー平均し、WECPNL年間値及び $L_{den}$ 年間値を求める（0参照）。
2. ただし、1において、航空機騒音の測定データ数が0の日については、その日の騒音暴露量を0として測定期間に算入する（荒天等による欠測日を除く）。
3. 年指標差をWECPNL年間値- $L_{den}$ 年間値により算出する。
4. その他の項目について、日ごとデータの算術平均により年平均値を求める。ただし、 $L_{AE}$ 及び $L_{Amax}$ はパワー平均により年平均値を求める。算出においては測定データがゼロの日は除く。

### 5.2 飛行場別の特徴（概況）

WECPNLや $L_{den}$ をはじめとした基本的な項目について、飛行場別に地点代表値の算術平均値及び変動係数<sup>1</sup>を求め、ヒートマップとして図2及び図3に示した。ただし、「地点数」は各飛行場における報告地点数である。また、データが無い項目は灰色で示してある。新潟空港の各地点における継続時間については、平成25年度の継続時間データが入手できなかったため、平成23~24年度の2カ年平均値で代用している。

図2について、いくつか特徴的な飛行場を挙げると、

- ・成田国際空港は地点数及び観測機数が特に多く、 $L_{den}$ 及びWECPNLも高い反面、指標差が小さい。
- ・新潟空港は継続時間が特に短い。
- ・中部国際空港は継続時間と水平距離を除き、全体的に小さい。

等がある。

<sup>1</sup> 標準偏差を平均値で除した値であり、ばらつきが平均値に対して±何%かを表す。

一方、図3から、特徴的な点は、

- ・羽田空港及び静岡空港はWECPNLと $L_{den}$ のばらつきが大きい。
- ・松本空港は特に指標差と継続時間のばらつきが大きい。
- ・地点数の少ない飛行場ほど全体的にばらつきが小さい傾向がある。

等があった。

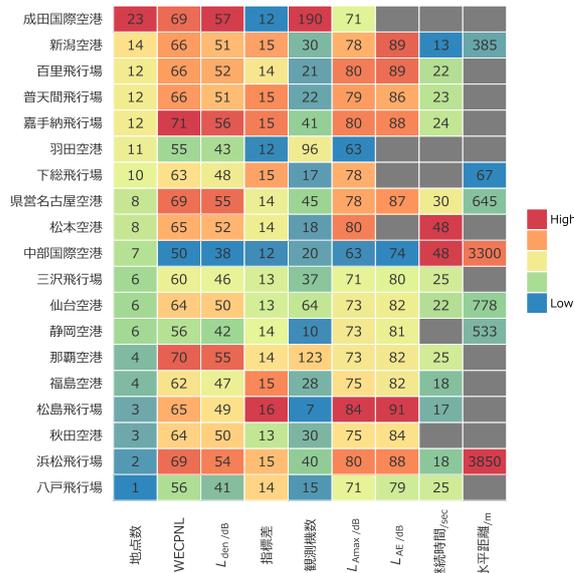


図 2 地点代表値の飛行場別算術平均値  
 (「地点数」は各飛行場の報告地点合計値)

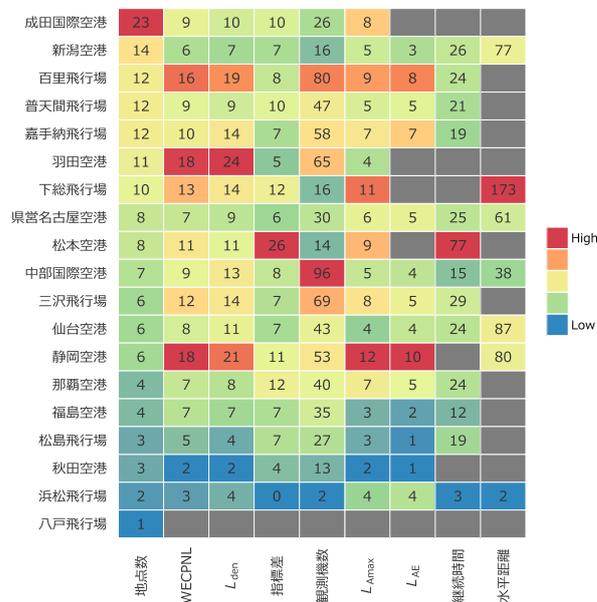


図 3 地点代表値の飛行場別変動係数

(数値は「地点数」を除き百分率表記。「地点数」は各飛行場の報告地点合計値)

### 5.3 WECPNL と $L_{den}$ の関係について

#### 5.3.1 年間値による比較

各地点におけるWECPNL年間値と $L_{den}$ 年間値の散布図を図4に示す。図中の対角線はWECPNL-13の線、赤色の線はWECPNLと $L_{den}$ の単回帰線を表す。図より、WECPNLと $L_{den}$ は広い範囲にわたって非常に良好な直線関係にあることが確認できる。このとき、WECPNLと $L_{den}$ の回帰線の傾きは0.908であった。傾きが1を下回ることから、WECPNLが大きい地点ほど差が大きい傾向にあることが示唆される。参考として、飛行場単位で整理した各地点におけるWECPNL年間値と $L_{den}$ 年間値の散布図を図5に示した。

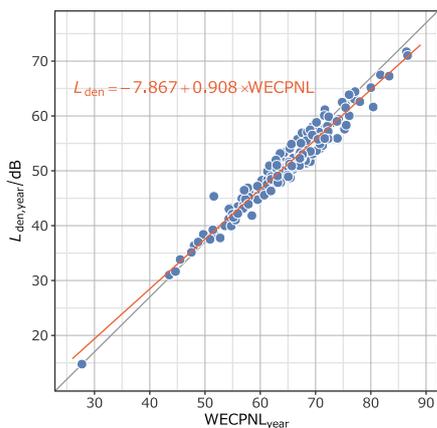


図4 各地点におけるWECPNL年間値と $L_{den}$ 年間値の散布図

(対角線はWECPNL-13の線、赤線は単回帰線)

表4 回帰式(図4中)によるWECPNLと $L_{den}$ 年間値の関係

WECPNL	$L_{den}$ [dB]	指標差
55.0	42.1	12.9
60.0	46.6	13.4
65.0	51.2	13.8
70.0	55.7	14.3
70.5	56.1	14.4
75.0	60.3	14.7
75.5	60.7	14.8
80.0	64.8	15.2

図4中の回帰式を用い、WECPNLの値に対応する $L_{den}$ の推計値及びその指標差を計算し、表4に示した。WECPNLの環境基準値(I類型70及びII類型75)に対応する指標差の推定値はI類型で14.3、II類型で14.7であり、いずれも環境基準で想定されている13より大きい値となっていた。なお、四捨五入による整数丸めを考慮する場合は、環境基準値がI類型70.5及びII類型75.5であるとして、指標差は

それぞれ14.4dB, 14.8dBであった。

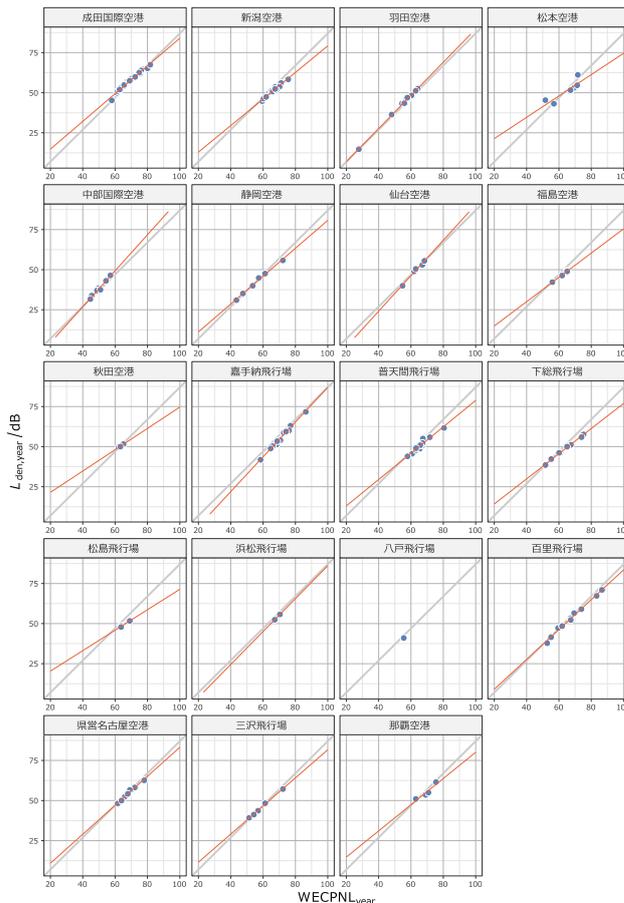


図5 飛行場単位のWECPNL年間値と $L_{den}$ 年間値の散布図

(対角線はWECPNL-13の線、赤線は単回帰線。1地点のみの八戸飛行場は回帰線無し)

図5は、WECPNL年間値に対する年指標差の散布図及び単回帰線である。ややばらつきが大きいものの、WECPNLが大きい地点ほど指標差も大きい傾向が認められる。これは、図4において、WECPNL年間値と $L_{den}$ 年間値との回帰係数が1を下回っていたことと同義である。図中に示した回帰式から、WECPNL=56.0のときに指標差=13.0(環境基準で想定する差)になると推計される。WECPNL=56.0を分水嶺とし、WECPNLが56.0を上回るほど指標差が13より大きく、下回るほど13より小さくなる傾向があり、その傾きは0.0916であった。

参考として、飛行場単位で整理した各地点のWECPNL年間値と $L_{den}$ 年間値の散布図を図6に示した。



定・短期測定による違い（データ数による違い）は見られなかった。以上のことから、回帰直線の傾きのばらつきに影響を及ぼす要因として、WECPNL日間値の標準偏差（すなわち、WECPNLの変動の大きさ）が支配的であると考えられた。

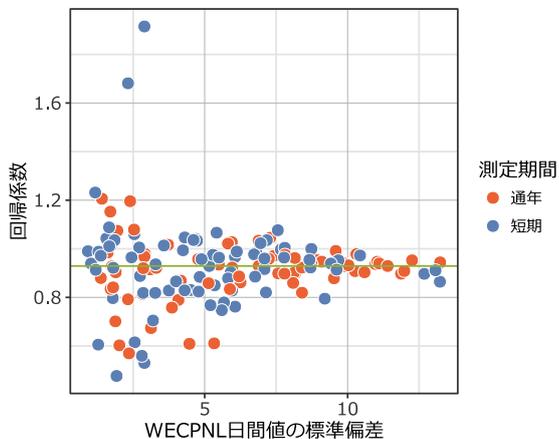


図9 各地点におけるWECPNL日間値の標準偏差と単回帰係数の関係（緑色の線は回帰係数の中央値を表す）  
▼WECPNL 日間値の標準偏差が大きくなるにつれ回帰係数のばらつきが収束していた。

5.4 環境基準達成状況の違いについて

評価指標が変更されたことによって、環境基準達成の判定が新旧指標で異なるケースが生じることが想定される。

表5は、今回得られた測定データのうち、環境基準達成状況が新旧指標で異なっていた地点を抽出したものである。達成判定においては指標の年間値を整数に四捨五入して行った。また、類型未指定の地点はII類型とみなして判定した。結果、新旧指標で達成状況が異なっていた地点は152地点中7地点あり、そのうち、 $L_{den}$ のみ達成となった地点が5地点、逆に $L_{den}$ のみ未達成となった地点が

2地点であった。 $L_{den}$ のみ達成となった5地点は飛行場タイプが2または5であり、年指標差が13.6~18.0の範囲であった。一方、 $L_{den}$ のみ未達成となった2地点はいずれも成田空港の測定地点であり、年指標差は11.3及び11.4であった。これら7地点は全て環境基準の類型指定がI類型の地点であった。

今回、新旧指標で達成状況に相違が生じた地点がI類型ばかりであった理由は、類型ごとに各地点のWECPNLを比較すると明らかとなってくる。図10は類型別のWECPNL年間値である。片方の指標のみ環境基準値を超過する場合は、基準値近傍に値が分布しているはずであるが、図より、基準値近傍（図中横線）に値が存在するものはI類型のみであったことがわかる。これにより、今回、I類型のみ達成状況に相違が生じたものと考えられる。なお、図中のWECPNLが四捨五入による整数丸めをされていない点には注意を要する。

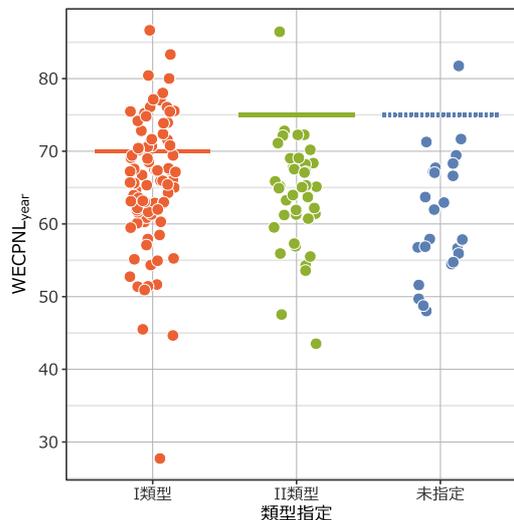


図10 類型指定の状況とWECPNL年間値の関係  
（横線はWECPNLの環境基準値を表す。ただし未指定はII類型の扱いとした。）

▼I類型ではWECPNLが旧環境基準値近傍に多く存在しており、基準達成の食い違いが生じやすかったと考えられる。

表5 環境基準達成状況がWECPNLと $L_{den}$ とで異なっていた地点

飛行場	地点	タイプ	測定期間	類型	基準値		評価値		指標差
					WECPNL	$L_{den}$	WECPNL	$L_{den}$	
下総飛行場	#03	2	短期	I	70	57	<u>74</u>	56	18.0
嘉手納飛行場	#02	2	通年	I	70	57	<u>71</u>	54	16.7
那覇空港	#02	5	通年	I	70	57	<u>71</u>	55	15.9
普天間飛行場	#01	2	通年	I	70	57	<u>72</u>	56	15.8
泉宮名古屋空港	#01	5	短期	I	70	57	<u>71</u>	57	13.6
成田国際空港	#05	1	通年	I	70	57	69	<u>58</u>	11.4
成田国際空港	#18	1	通年	I	70	57	70	<u>59</u>	11.3

※評価値のアンダーラインは環境基準値超過を表す。  
※指標差は小数点以下第一位まで示した。

### 5.5 日指標差の範囲について

日指標差の下位10位及び上位10位はそれぞれ表6及び表7のとおりであった。指標差が最も小さかったのが秋田空港\_#01地点の0.0、次が嘉手納飛行場\_#06地点の1.3、3番目が秋田空港\_#03地点の1.4であった(表6)。秋田空港\_#01地点をはじめとして、準定常騒音を評価に含めている地点のデータが多くを占めていた。準定常騒音は $L_{den}$ においてのみ測定・評価対象とされ、WECPNLには寄与しないことから、指標差を縮小する要因となる。そのため、指標差の小さいデータには準定常騒音を含めた地点が多いものと考えられた。

一方、指標差が大きかった順では、普天間飛行場\_#08地点の25.7、次いで普天間飛行場\_#06地点の25.6、3

番目に下総飛行場\_#01地点の24.5となった(表7)。上位5位的那覇空港を除き、全てタイプ2の飛行場であった。

日指標差のタイプ別ヒストグラムは図11のとおりである。ただし、日数の多い通年測定地点の影響が非常に大きいことには注意を要する。タイプ別で見ると、タイプ1に比べタイプ2及びタイプ5はやや指標差が大きい傾向が見られる。分布の形状は、タイプ1はやや尖度の大きい釣鐘型であり、タイプ2は釣鐘型、タイプ5は二峰型に近かった。日指標差の範囲は0.0~25.7、95%範囲は9.2~18.4、中央値は13.2、平均値は13.4であった。

表6 日指標差の下位10位(昇順)

	飛行場	タイプ	地点	測定期間	準定常騒音	WECPNL	$L_{den}$ [dB]	指標差
1	秋田空港	1	秋田_#01	-	含む	56.4	56.4	0.0
2	嘉手納飛行場	2	嘉手納_#06	-	-	62.4	61.1	1.3
3	秋田空港	1	秋田_#03	-	含む	60.5	59.1	1.4
4	松本空港	1	松本_#02	短期	含む	51.4	49.6	1.8
5	秋田空港	1	秋田_#03	-	含む	63.8	61.9	1.9
6	松本空港	1	松本_#02	短期	含む	52.1	49.3	2.8
7	秋田空港	1	秋田_#01	-	含む	56.8	53.2	3.6
8	秋田空港	1	秋田_#01	-	含む	57.1	53.4	3.7
9	成田国際空港	1	成田_#09	-	-	52.1	47.9	4.2
10	秋田空港	1	秋田_#01	-	含む	58.2	53.7	4.5

表7 日指標差の上位10位(昇順)

	飛行場	タイプ	地点	測定期間	準定常騒音	WECPNL	$L_{den}$ [dB]	指標差
1	普天間飛行場	2	普天間_#08	-	-	73.9	48.2	25.7
2	普天間飛行場	2	普天間_#06	-	-	59.8	34.2	25.6
3	下総飛行場	2	下総_#01	-	-	70.0	45.5	24.5
4	嘉手納飛行場	2	嘉手納_#05	-	-	80.1	56.1	24.0
5	那覇空港	5	那覇_#02	-	-	63.6	40.0	23.6
6	普天間飛行場	2	普天間_#02	-	-	41.2	17.6	23.6
7	普天間飛行場	2	普天間_#08	-	-	70.0	46.4	23.6
8	嘉手納飛行場	2	嘉手納_#02	-	-	56.0	32.5	23.5
9	嘉手納飛行場	2	嘉手納_#05	-	-	53.5	30.1	23.4
10	普天間飛行場	2	普天間_#05	-	-	60.0	36.7	23.3

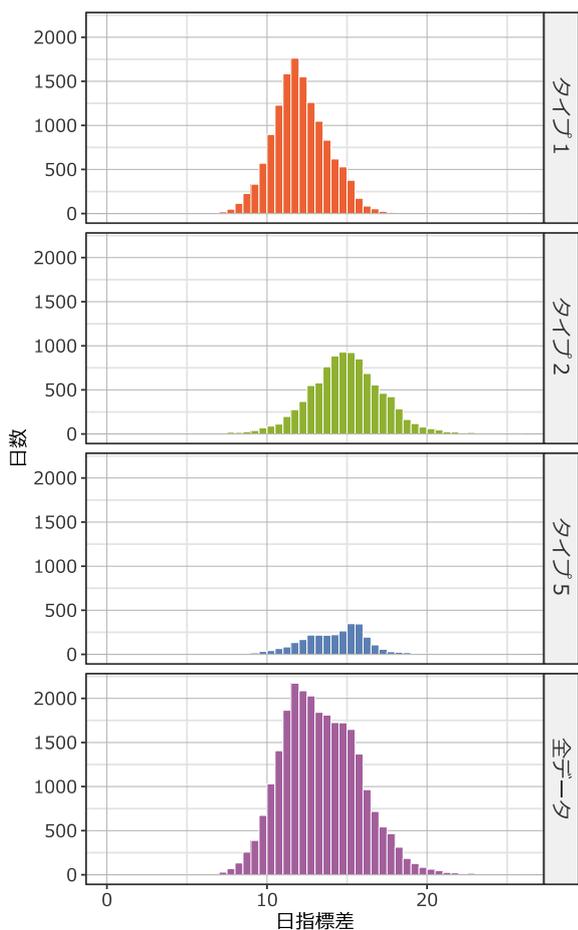


図 11 飛行場タイプ別の日指標差ヒストグラム

▼データ数の多い通年測定局の影響を強く受けていることに注意。

### 5.6 年指標差の範囲について

年指標差の下位 10 位及び上位 10 位はそれぞれ表 8 及び表 9 のとおりであった。年指標差が最も小さかったのは松本空港\_#02 地点の 6.2 であり、年指標差が唯一 10 を下回っていた。2 番目に小さかったのは成田空港\_#21 地点の 10.4、3 番目は松本空港\_#05 地点の 10.5 であった。

一方、年指標差が大きかった地点は、普天間飛行場\_#04 地点の 18.8、下総飛行場\_#03 地点の 18.0、下総飛行場\_#01 地点の 17.6 の順であった。下位 10 位は全てタイプ 1 の飛行場であり、上位 10 位は新潟空港及び松本空港の各 1 地点を除き、タイプ 2 の飛行場が占めていた。

年指標差のヒストグラム (図 12) では、指標差 6.2 の松本空港\_#02 地点が一つだけ外れた位置にあること、中央付近の 13.5~14.5 の階級が最も度数が大きいこと等の特徴が認められた。年指標差の範囲は 6.2~18.8、95% 範囲は 10.6~17.3、中央値は 13.9、平均値は 13.8 であった。

表 8 年指標差の下位 10 位 (昇順)

	飛行場	タイプ	地点	測定期間	準定常騒音	WECPNL	$L_{den}$ [dB]	指標差
1	松本空港	1	松本_#02	短期	含む	51.6	45.4	6.2
2	成田国際空港	1	成田_#18	-	-	63.6	53.2	10.4
3	松本空港	1	松本_#05	短期	含む	71.7	61.1	10.5
4	中部国際空港	1	中部_#04	短期	-	57.1	46.5	10.6
5	成田国際空港	1	成田_#08	-	-	67.6	56.9	10.6
6	成田国際空港	1	成田_#06	-	-	61.7	50.9	10.7
7	成田国際空港	1	成田_#20	-	-	65.6	54.9	10.7
8	羽田空港	1	羽田_#10	-	-	57.7	46.9	10.8
9	成田国際空港	1	成田_#19	-	-	62.8	52.0	10.8
10	成田国際空港	1	成田_#07	-	-	53.7	42.7	11.0

表 9 年指標差の上位 10 位 (昇順)

	飛行場	タイプ	地点	測定期間	準定常騒音	WECPNL	$L_{den}$ [dB]	指標差
1	普天間飛行場	2	普天間_#04	-	-	80.4	61.6	18.8
2	下総飛行場	2	下総_#03	短期	-	73.9	55.9	18.0
3	下総飛行場	2	下総_#01	-	-	75.2	57.6	17.6
4	松島飛行場	2	松島_#01	-	含む	69.0	51.7	17.4
5	新潟空港	1	新潟_#10	短期	-	75.5	58.3	17.2
6	嘉手納飛行場	2	嘉手納_#05	-	-	68.4	51.4	17.0
7	嘉手納飛行場	2	嘉手納_#02	-	-	70.7	54.0	16.7
8	普天間飛行場	2	普天間_#06	-	-	65.4	48.7	16.7
9	松本空港	1	松本_#07	短期	含む	71.3	54.6	16.7
10	嘉手納飛行場	2	嘉手納_#12	-	-	58.5	41.8	16.6

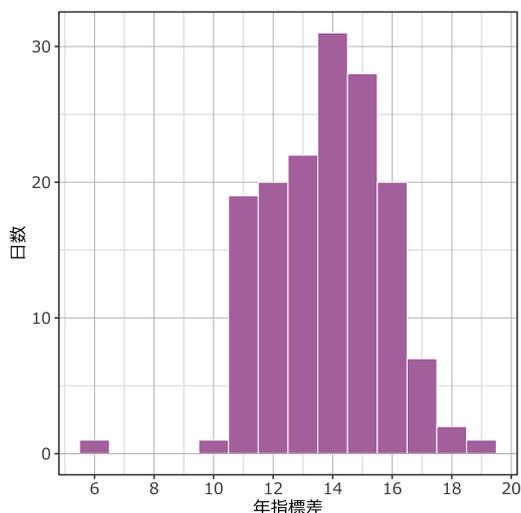


図12 年指標差のヒストグラム

### 5.7 飛行場別の各地点指標差と飛行場タイプ

各地点における年指標差を飛行場別に整理し、図13に示した。今回のデータにおいて、松本空港は特に地点による違いが際立っていた。松本空港では準定常騒音を測定・評価していることがその理由と考えられる。タイプ別で最も年指標差が大きかった地点はそれぞれ、タイプ1が新潟空港、タイプ2が普天間飛行場、タイプ5が百里飛行場の地点であり、最も年指標差が小さかった地点はタイプ1が松本空港、タイプ2が普天間飛行場、タイプ3が那覇空港であった。そのほか、成田空港では指標差11付近に多数の地点が集中していたこと、羽田空港では全地点で指標差が13未満となっていたこと、新潟空港、福島空港、嘉手納飛行場、松島飛行場、浜松飛行場及び八戸飛行場の6飛行場では全ての地点で指標差が13を上回っていたことが特筆すべき点であった。

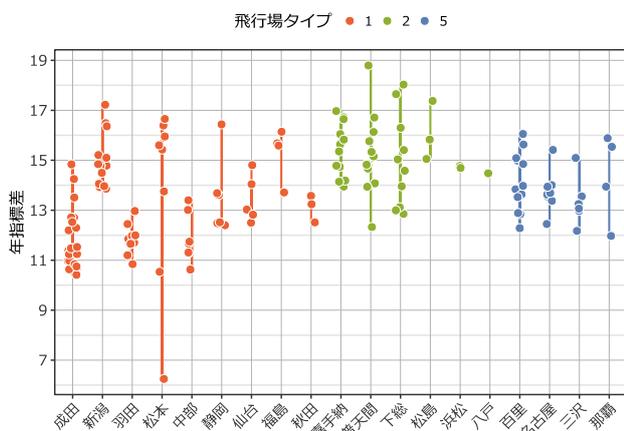


図13 飛行場別の全地点年指標差 (飛行場名は略称)

▼準定常騒音を評価に含めている松本空港で特に変動幅が大きい。

次に、飛行場タイプによる特徴を比較するため、年指標差を飛行場別に算術平均してタイプごとに整理し、図14に示した。丸の大きさは地点数を表している。図からはタイプ2の飛行場において指標差が大きい傾向にあることが容易に読み取れる。タイプ1の飛行場は、指標差が大小の概ね3グループに分かれており、指標差が大きいグループはタイプ2飛行場と同程度、指標差が中程度のグループはタイプ5飛行場と同程度であった。ただし、松本空港に関しては指標差のばらつきが大きく(図13)、算術平均では指標差の特に小さい地点の影響を受けていることに注意する必要がある。

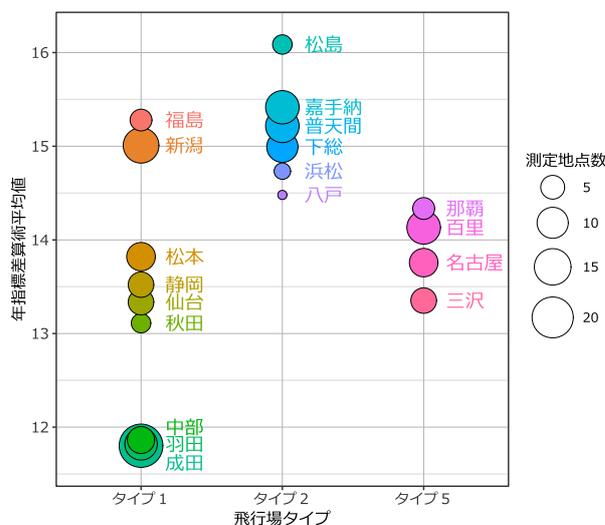


図14 飛行場ごとの年指標差算術平均値の飛行場タイプ別比較 (飛行場名は略称)

▼タイプ2の飛行場で指標差が大きい傾向が見られる。  
▼松本空港の算術平均値は指標差の特に小さい地点の影響を受けていることに注意。

### 5.8 継続時間, $L_{Amax}$ , 水平距離, 観測機数と年指標差の関係

本節では、年指標差と表10に示した項目との関係について検討した。表の項目のうち、継続時間と水平距離については任意の報告項目である。報告数は、継続時間が99地点分、水平距離が46地点分であった。ただし、新潟空港の継続時間については、

5.2でも述べたように平成23~24年度の2ヵ年平均値により代用した値である。

水平距離の項目について補足すると、これは航空機と受音点との空間的な距離(スラントディスタンス)の代替として設定したもので、主飛行経路と測定地点の距離を地図上から読み取る簡易な方法により求めた値である。明確な主飛行経路を持たない地点では適用出来ない手法であることから、報告地点数は総地点数の約3割(46地点)となっている。

表 10 年指標差との関連性について検討を行った項目

項目	適用
継続時間 [sec]	継続時間の年算術平均値 (観測機数ゼロの日を除く)
$L_{Amax}$ [dB]	$L_{Amax}$ の年パワー平均値 (観測機数ゼロの日を除く)
水平距離 [m]	主飛行経路と測定地点との地上における直線距離
観測機数	観測機数の年算術平均値 (観測機数ゼロの日を含む)

図15～図18に各項目と年指標差の散布図を示す。継続時間、水平距離及び観測機数は対数軸とした。その際、水平距離が0mであった3地点(新潟空港\_#13, 下総飛行場\_#01, 下総飛行場\_#06)については、すべて水平距離を10mとした。図より、年指標差は、継続時間及び水平距離との間に負の相関が、 $L_{Amax}$ との間に正の相関があることがわかる。一方、観測機数との関係性は明瞭ではなかった。

指標差と相関関係にあった継続時間、 $L_{Amax}$ 、水平距離の3項目については、それら自身の間にも相関関係が認められた(図19～図21)。これら相互の相関関係は、根本的には水平距離に依拠した因果関係であると考えられることができる。つまり、水平距離が短いほど、すなわち受音点と航空機が近いほど、航空機騒音の $L_{Amax}$ は大きく、かつ、継続時間も短くなると考えられる。このとき、 $L_{Amax}$ が大きくなることによって受音点が発生源に近づいていく(水平距離が短くなる)とはならないため、この関係が因果関係であることは直感的にも理解できる。これら3項目の関係性を整理すると、図22のように表せる。

なお、水平距離と継続時間との関係については附録 1 に解説を載せた。

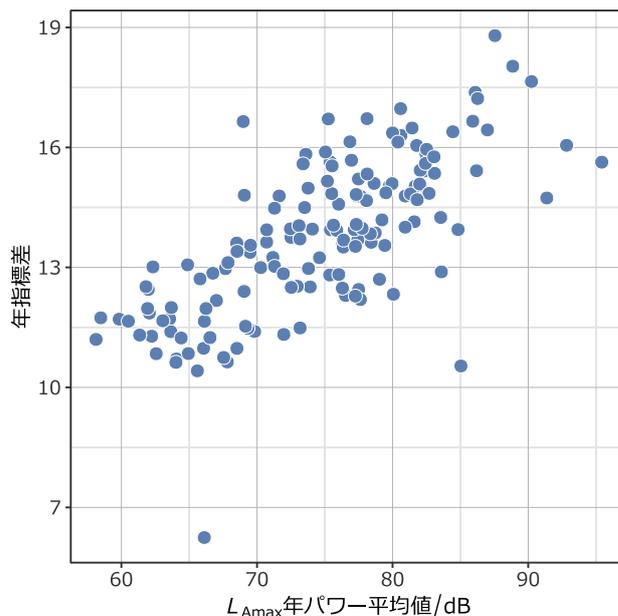


図 16  $L_{Amax}$ 年パワー平均値と年指標差の散布図

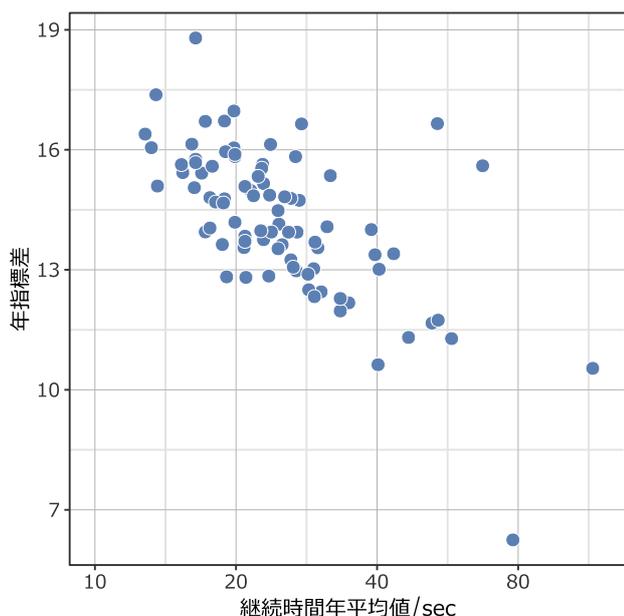


図 15 継続時間年平均値と年指標差の散布図

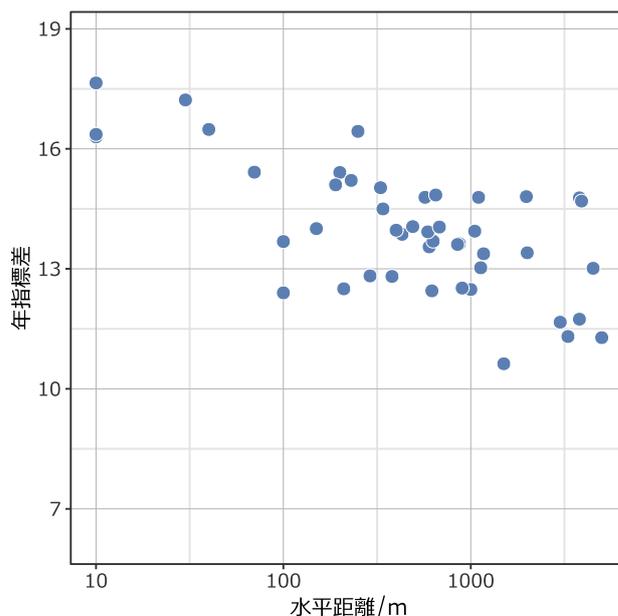


図 17 水平距離と年指標差の散布図

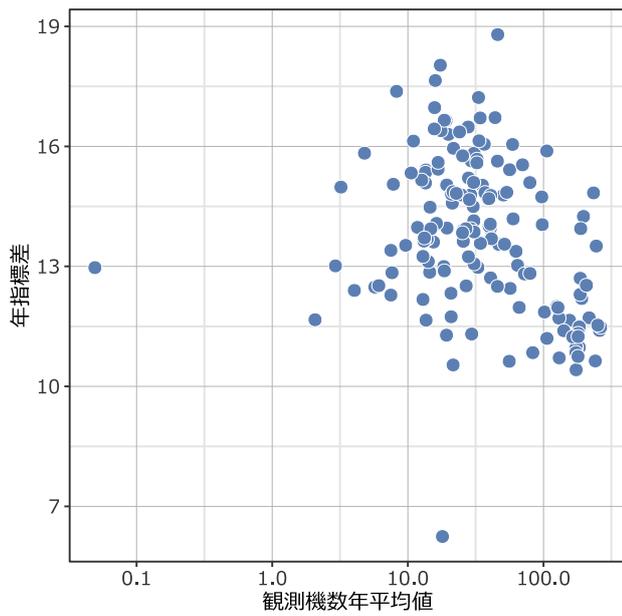


図 18 観測機数年平均値と年指標差の散布図

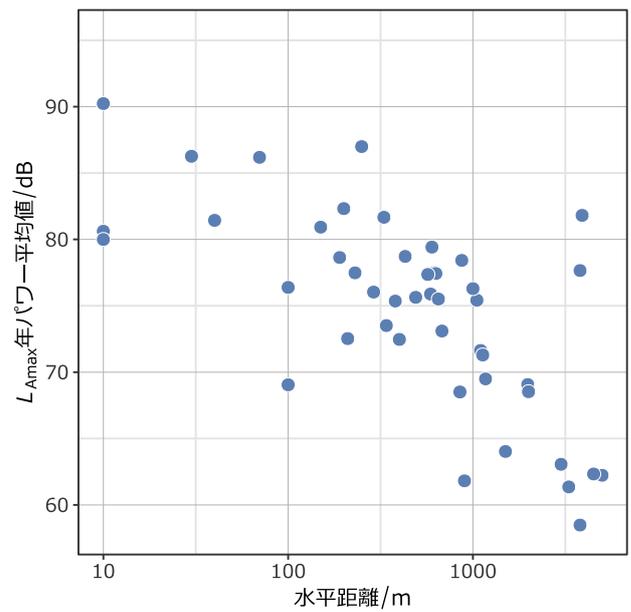


図 20 水平距離と $L_{Amax}$ 年パワー平均値の散布図

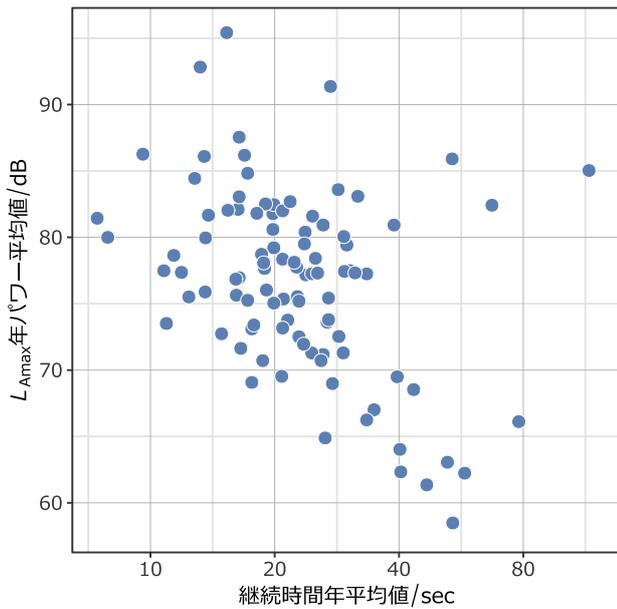


図 19 継続時間年平均値と $L_{Amax}$ 年パワー平均値の散布図

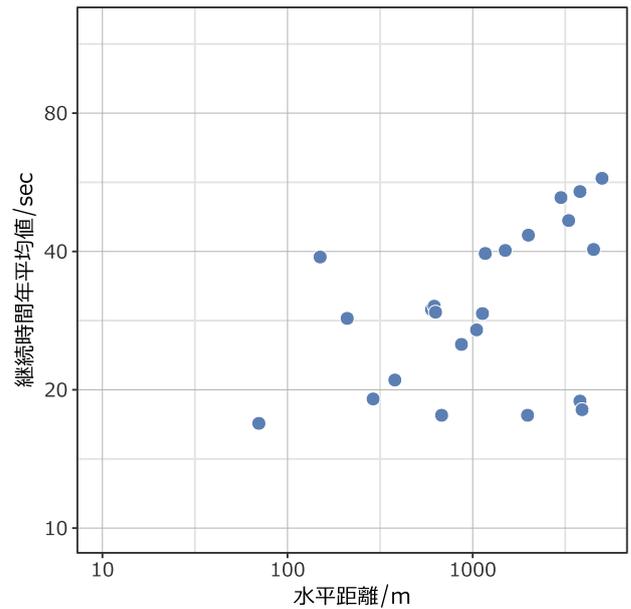


図 21 水平距離と継続時間年平均値の散布図

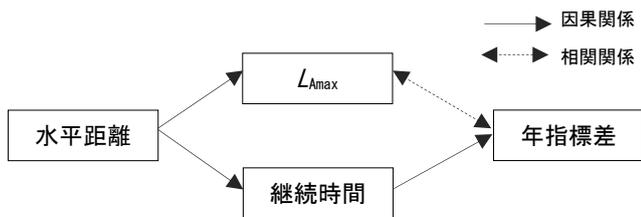


図 22 年指標差と水平距離，継続時間， $L_{Amax}$ の相関・因果関係<sup>2</sup>

5.9 近似計算に起因する指標差への寄与因子について

WECPNLと $L_{den}$ では騒音レベルの測定方法を異にし，前者は $L_{Amax}$ （騒音レベルの最大値）を，後者は $L_{AE}$ （騒音レベルの面積値）を測定する。ただし，実際は，WECPNLにおいても計算の過程で $L_{Amax}$ から面積値を近似的に求めている。よって， $L_{den}$ とWECPNLの測定方法の違いは，つまるところ， $L_{AE}$ を実測するか近似計算するかの違いと言える。WECPNLにおける面積値： $L_{AE}$ の近似方法は，航空機通過に伴う騒音レベルの変動を三角形に見立て，三角形の高さを $L_{Amax}$ ，底辺を継続時間20秒とし，その面積を求めることによる。具体的には， $L_{AE} = L_{Amax} + 10dB$ として， $L_{AE}$ 近似値を算出する<sup>3</sup>。

こうした $L_{AE}$ の近似値と実測値の差（以下「三角形近似差」という。）は，指標差の直接的な変動因子であるため，三角形近似差について論じられる機会は数多い。翻って，三角形近似差以外の要因について検討した例は限られている。そこで，本節では指標差に対する三角形近似差と，三角形近似差以外の要因（以下「残差要因」と言う。）に着目し，それぞれの寄与を調べた。

まず，日指標差に対する各寄与を以下の(1)～(3)により算出した。なお， $L_{AE}$ の報告があった地点は88地点である。

三角形近似差 =  
 $(L_{Amax} \text{日パワー平均値} + 10) - L_{AE} \text{日パワー平均値}$  (1)  
 定数差 =  $13 - 0.63 = 12.37$  (2)  
 残差要因 =  $\text{日指標差} - (\text{三角形近似差} + \text{定数差})$  (3)

ただし，静岡空港，福島空港，秋田空港については，WECPNLと $L_{den}$ とで観測機数が異なるため，参考扱いとなる。なお，式(2)右辺第二項の0.63は，指標差の理論値13と，実際の理論値12.37との乖離分を表している。

<sup>2</sup> 藤原衛，家合浩明：新潟県保健環境科学研究所年報 第30号 p. 77 (2015) 「新潟空港における航空機騒音評価指標 WECPNL と $L_{den}$ の差に影響を及ぼす要因についての検討」より，図5を一部修正

<sup>3</sup>  $10 \log_{10}(10^{L_{Amax}/10} \times 20 \div 2) = L_{Amax} + 10 \log_{10}(20/2) = L_{Amax} + 10$

計算した三角形近似差及び残差要因について，飛行場ごとに全地点全日分をまとめ，両者の寄与を縦軸に，日指標差を横軸に取り，図23に示した。図より，三角形近似差は全ての飛行場において指標差の増加に寄与しており，両者の増減は良く連動していた。一方，残差要因は飛行場によって挙動が異なり，嘉手納飛行場をはじめとした残差要因と指標差が連動する（残差要因が指標差の増減に寄与する）飛行場と，松島飛行場をはじめとした残差要因と指標差が無関係（残差要因がゼロ付近で一定値）である飛行場との，大きく二つに分かれていた。それぞれの寄与の範囲は，参考扱いの3飛行場を除くと，三角形近似差が-10.1～12.0，残差要因が-7.2～8.8であり，飛行場によっては日指標差の変動に残差要因も大きく寄与していることが明らかとなった。

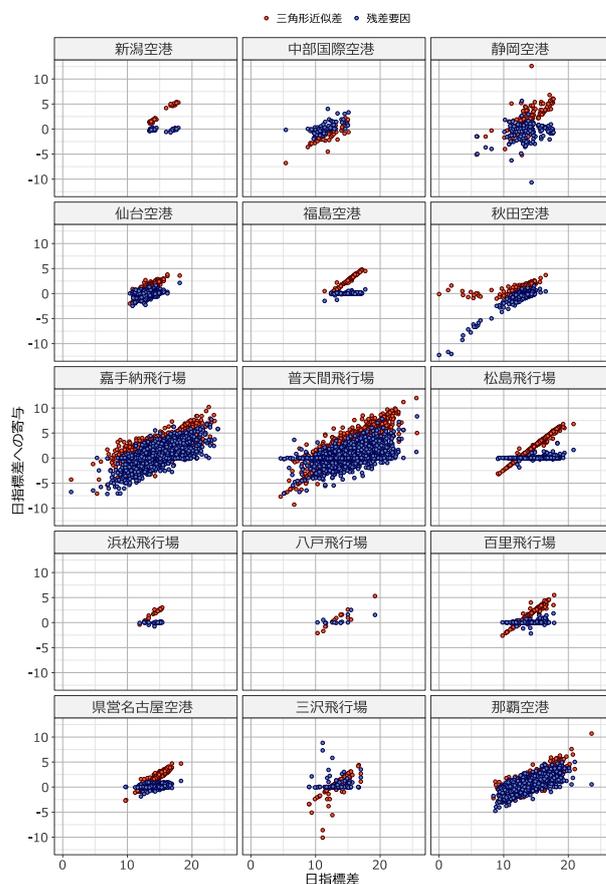


図 23 飛行場別の日指標差に対する三角形近似差と残差要因の寄与量

▼残差要因が日指標差に寄与する飛行場とほとんど寄与しない飛行場とがあった。

同様に、年間値の場合についても三角形近似差及び残差要因の寄与を算出した（図24）。データが少なくなるため傾向が見えにくくなっているものの、残差要因が変動する飛行場と、概ね一定の飛行場とに分かれている様子が認められた。

図25は、年間値における三角形近似差と残差要因の散布図である。年指標差との関係がわかるよう、年指標差を斜めの軸と色により表している。三角形近似差と残差要因の寄与がともにゼロである場合、年指標差は12.37となる。三角形近似差の寄与は+1～+3程度の地点が多く、最小が-2.4、最大が+5.6であった。一方、残差要因による寄与は-1～+1程度の地点が多く、最小が-1.7、最大が+2.4であった。

以上のように、指標差に影響する因子については三角形近似差が主要因であることが確認されたが、地点によっては残差要因による寄与も無視できない程度に存在していることが明らかとなった。

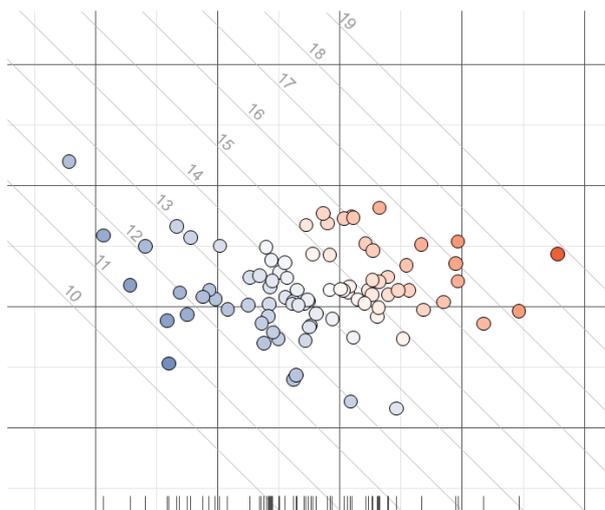


図25 三角形近似差と残差要因の散布図（色及び斜めの軸は年指標差を表す）

▼両要因がゼロの場合、指標差は12.37となる。

▼三角形近似差の寄与は-2.4～+5.6、残差要因の寄与は-1.7～+2.4であった。

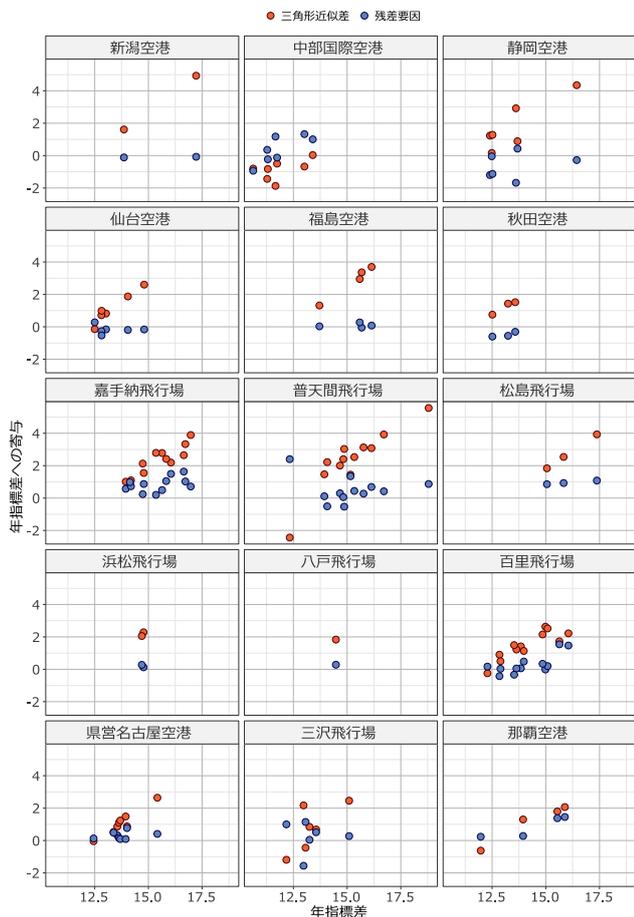


図24 飛行場別の年指標差に対する三角形近似差と残差要因の寄与量

残差要因が生じる理由は、WECPNLと $L_{den}$ との時間帯重み付け計算方法の違いに求めることができる。図26は、図23から時間帯重み付け計算の必要が無い日、つまり昼間の時間帯（7時～19時）にのみ航空機騒音が観測された日を抽出したものである。これにより、参考扱いの静岡空港を除く全ての地点・日において、時間帯重み付け計算が行われない場合には、残差要因の寄与がゼロとなっていることが確認できる。

時間帯重み付け計算方法の違いによる影響は、昼間の騒音レベルが大きい場合はWECPNLが過大となって日指標差が拡大する方向へ、夕方以降の騒音レベルが大きい場合はWECPNLが過小となって日指標差が縮小する方向へ寄与するとされる<sup>4</sup>。つまり、時間帯重み付けされた航空機騒音を正確に評価する $L_{den}$ に対して、WECPNLでは過小・過大となり得るため、その差が残差要因である。

なお、5.8において、地点単位で見た場合には騒音レベルが大きいほど指標差が拡大する傾向にあることを述べた。しかしながら、日単位で見た場合には、騒音の発生時間帯により正負の寄与が入れ替わるため、その日の騒音レベルが大きいことが必ずしも指標差拡大に寄与するわけではないことが報告されている<sup>4</sup>。

残差要因（時間帯重み付け）の詳細については附録2に解説を示した。

<sup>4</sup>藤原衛，家合浩明：新潟県保健環境科学研究所年報第30号 p. 77 (2015) 「新潟空港における航空機騒音評価指標WECPNLと $L_{den}$ の差に影響を及ぼす要因についての検討」より

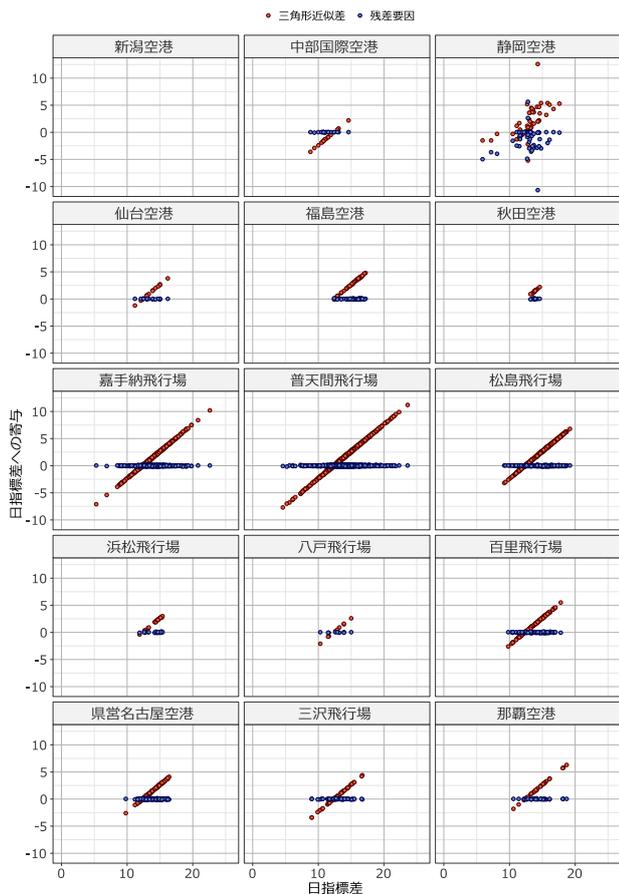


図 26 昼時間帯のみ航空機騒音が観測された日の日指標差に対する三角形近似差と残差要因の寄与量（新潟空港は該当日無し）

▼昼のみの日の残差要因は0である（静岡空港を除く）。

### 5.10 実態調査まとめ

全国19飛行場、152地点のデータを基にWECPNL及び $L_{den}$ について比較した結果、以下のことが明らかとなった。

- WECPNLと $L_{den}$ は広い範囲にわたって良好な直線関係にあるが、WECPNLが大きい地点ほど指標差が大きい傾向があると考えられた。
- 回帰式から、WECPNL=70.5, 75.5に対応する $L_{den}$ はそれぞれ56.1, 60.7であり、そのときの指標差は14.4及び14.8と見積もられた。
- 飛行場タイプ別では、タイプ2飛行場において指標差が大きい傾向が見られた。タイプ1飛行場は、飛行場ごとの違いが大きかった。
- 指標差は、継続時間、 $L_{Amax}$ 、水平距離の3項目と相関関係が認められた。
- 指標差には、 $L_{AE}$ の求め方の違いによる寄与（三角形近似差）のほか、時間帯重み付け方法の違い（残差要因）も少なからず寄与していた。

## 6 航空機騒音に係るアンケート調査結果

本章ではアンケート調査の集計結果について述べる。

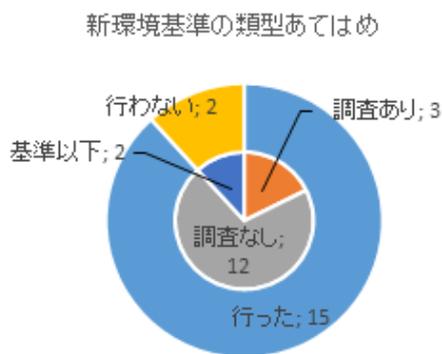
### 6.1 調査方法及び機関

平成28年1月に騒音小委員会の共同研究に参加している13機関に対してアンケート調査を実施し、10機関から17飛行場についての回答があった。

### 6.2 新環境基準の類型あてはめ状況等

#### 6.2.1 新環境基準の類型あてはめ状況

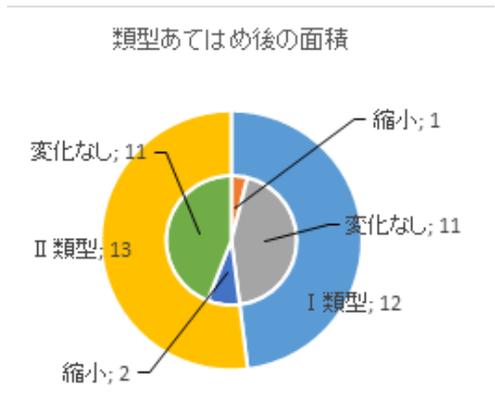
新環境基準に基づく類型あてはめを行った15飛行場のうち、3飛行場（仙台、松島、新潟）は実態調査を行った上で類型をあてはめており、10飛行場は旧基準の類型あてはめを引き継いでいた。また、新基準の類型あてはめを行わない2飛行場では、「生活環境を保全する必要がある地域」に該当しないこと（環境基準を達成することが明らかである、空港に近い地域に集落が存在しない等）を理由に挙げている。



参考：類型あてはめは、I 類型のみは1飛行場、II 類型のみは2飛行場であり、11飛行場ではI 類型、II 類型の両方の類型あてはめを行っていた。

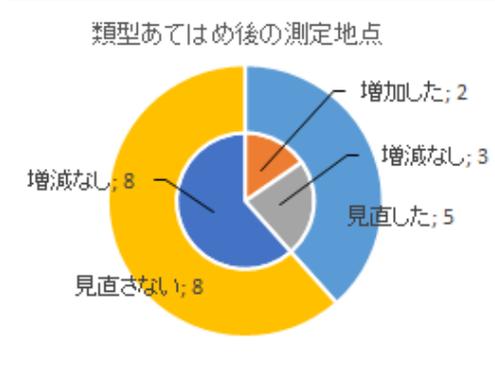
### 6.2.2 類型あてはめ後の面積

新環境基準に基づく類型指定範囲の面積は、多くの飛行場において、従来の環境基準に基づく類型指定範囲の面積と変わらないという結果であった。類型指定範囲の面積が縮小した飛行場は、Ⅰ類型では12飛行場のうち1飛行場（松島）、Ⅱ類型では13飛行場のうち2飛行場（仙台、松島）であり、これらの飛行場は、いずれも類型あてはめに際して実態調査を行っていた。



### 6.2.3 類型あてはめ後の測定地点見直し

新環境基準の類型あてはめを行った13飛行場について、類型あてはめ後に測定地点の見直しを行った飛行場が5飛行場あった。そのうち測定地点が増加したのは2飛行場（仙台、新潟）であり、3飛行場では増減が無く、減少した飛行場はなかった。



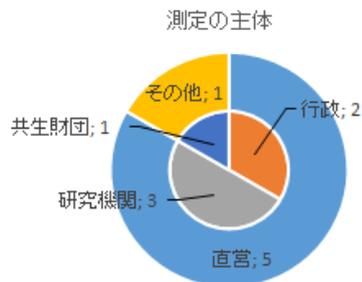
## 6.3 航空機騒音の測定状況

### 6.3.1 通年測定地点の測定方法等

成田国際空港は（公益財団法人）成田空港地域共生財団（以下「共生財団」という。）が測定を行っており、東京国際空港と下総飛行場は千葉県が実施していることから6機関として集計した。

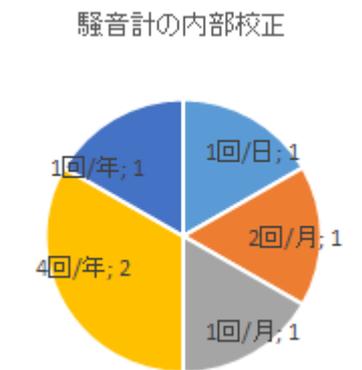
### 6.3.1.1 測定及び集計の主体

成田国際空港以外の5機関は直営で行っていた。直営の場合の測定主体は、行政が2機関（千葉県、新潟市）、研究機関が3機関であった。測定結果の集計作業についても、測定と同じ機関で行っていた。



### 6.3.1.2 騒音計の校正及びピストンホンによる動作確認

全ての機関において、騒音計の内部校正を行っているが、その頻度は毎日1回から年1回までばらつきがあった。また、騒音計のマイクロホンを含めた動作確認についてはピストンホンなどを用いて行うが、その頻度は月2回から年1回までとなっており、マニュアルに定める年1回以上の自動監視装置の保守点検は行われている状況であった。



### ピストンホンなどによる動作確認



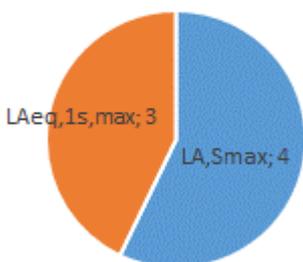
### 6.3.1.2 騒音計の校正及びピストンホンによる動作確認

全ての機関において、騒音計の内部校正を行っているが、その頻度は毎日1回から年1回までばらつきがあった。また、騒音計のマイクロホンを含めた動作確認についてはピストンホンなどを用いて行うが、その頻度は月2回から年1回までとなっており、マニュアルに定める年1回以上の自動監視装置の保守点検は行われている状況であった。

### 6.3.1.3 $L_{AE}$ の算出方法

$L_{AE}$ の算出方法については、マニュアルで2種類の方法が定められており、4機関ではⅠ型騒音計の騒音レベルのデジタル記録から求める方法 ( $L_{A,Smax} - 10$ ) dB以上の時間範囲) であり、3機関ではⅡ型騒音計の1秒間平均騒音レベルのデジタル記録から求める方法 ( $L_{Aeq,1s,max} - 10$ ) dB以上の時間範囲) であった。この算出方法の違いは使用する自動監視装置のメーカーに依存しており、算出方法が異なることで、求める $L_{AE}$ に差が生ずることが懸念される。

$L_{AE}$ の算出方法



※ 1機関ではⅠ型騒音計とⅡ型騒音計の両方を使用しているため7機関となっている。

### 6.3.1.4 暗騒音の補正

$L_{A,Smax}$ と暗騒音との差が10~15dBの場合の暗騒音補正を6機関すべてで行っていた。

### 6.3.1.5 地上音の評価

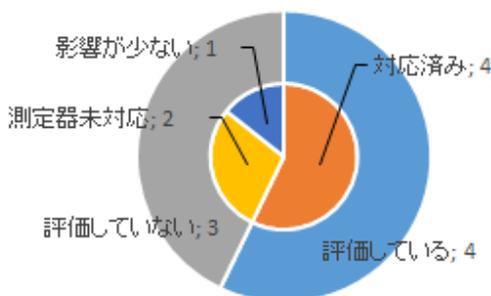
5機関では地上音の評価を行っているが、1機関(千葉県)では空港から遠く離れており影響が少ないことから評価をしていない。

### 6.3.1.6 準定常音の評価

評価しているのは4機関であり、評価していないのは3機関であった。評価していない理由としては、測定機器が未対応である2機関(新潟市, 愛知県), 空港から遠く

影響が少ない1機関(千葉県)であった。

準定常音の評価



※新潟市では、測定機器が準定常音に対応している機器と対応していない機器が混在しているために評価について両方に計上している。

### 6.3.1.7 妨害音の除外処理

対象6機関全てで妨害音の除外処理を行っていた。除外処理方法は実音聴取による方法が4機関で最も多く、データとレーダーの航跡情報及び実音聴取を組み合わせているのが1機関(共生財団), フライトスケジュールとデータの軌跡などの情報を基にしているのが1機関(宮城県)であった。

### 6.3.1.8 気象情報

全ての機関で風向・風速などの気象観測をしていなかったが、気象台のアメダスデータや大気観測局のデータを活用して風向・風速を確認しているのは4機関であり、2機関(新潟市, 愛知県)については気象情報の把握をしていない状況であった。

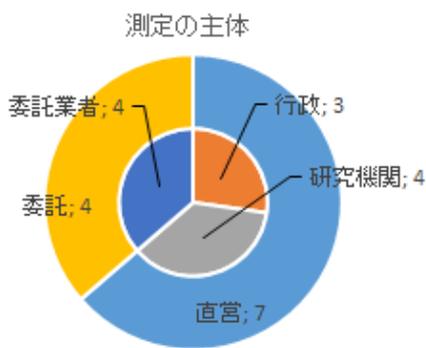
### 6.3.2 短期測定地点

東京国際空港と下総飛行場については、測定と集計方法が異なるため、この2項目については千葉県を2機関として集計したため11機関となっている。

#### 6.3.2.1 測定及び集計の主体

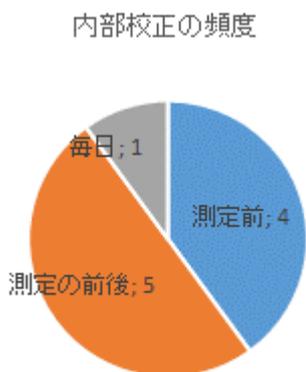
測定は、直営が7機関、委託が4機関であり、直営の場合の測定主体は、行政が3機関、研究機関が4機関であった。

測定結果は直営の研究機関で行っているのが5機関であり、測定主体より1機関増加していた。これは、測定のみ委託で結果の集計を研究機関で行っているためであり、その他の1機関（静岡県）は委託業者と研究機関の双方で集計している。



#### 6.3.2.2 騒音計の内部校正

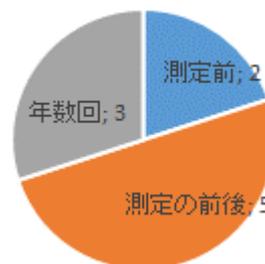
短期測定における騒音計の内部校正は、全ての機関で実施しており、その頻度は測定前後が最も多い4機関、次いで測定前のみが4機関で行っており、毎日行っている機関が1機関であった。毎日実施している1機関は、通年測定と同じ機関（秋田県）であった。



#### 6.3.2.3 ピストンホンなどによる騒音計の動作確認

全ての機関において、騒音計のマイクロホンを含めた動作確認をピストンホン等により実施しており、その頻度は、測定の前後で5機関、測定前に2機関が実施している。また、3機関（秋田県、福島県、新潟市）では、年に1回から8回実施している。

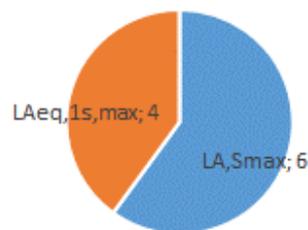
ピストンホンによる動作確認



#### 6.3.2.4 $L_{AE}$ の算出方法

$L_{AE}$ の算出方法は、6機関ではI型騒音計の騒音レベルのデジタル記録から求める方法（ $(L_{A,Smax} - 10)$  dB以上の時間範囲）であり、4機関ではII型騒音計の1秒間平均騒音レベルのデジタル記録から求める方法（ $(L_{Aeq,1s,max} - 10)$  dB以上の時間範囲）であった。

$L_{AE}$ の算出方法



### 6.3.2.5 暗騒音の補正

7機関では暗騒音の補正を行っているが、3機関では暗騒音との差が15dB以上あるために測定値にほとんど影響しないことから補正を行っていない。

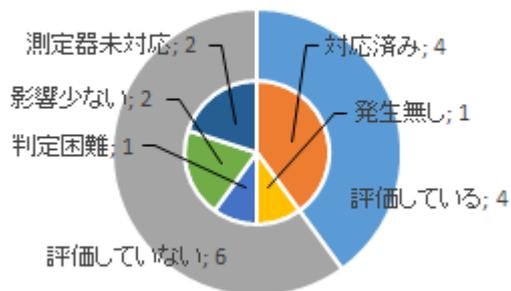
### 6.3.2.6 地上音の評価

9機関では地上音の評価を行っているが、1機関（千葉県）では空港から遠く離れており影響が少ない理由で評価をしていない。

### 6.3.2.7 準定常音の評価

評価しているのは4機関、評価していないのは6機関であった。評価していない理由としては、測定機器が未対応である2機関（愛知県，新潟市），空港から遠いなどで影響が少ない2機関（福島県，千葉県），自動判定では評価が困難1機関（青森県），準定常音の測定実績がない1機関（静岡県）であった。

準定常音の評価



### 6.3.2.8 妨害音の処理

対象10機関中1機関（長野県）は処理対象の暗騒音の影響が小さいとしている。除外処理を行っている9機関では、実音聴取による方法が7機関で最も多く、フライトスケジュールとデータの軌跡などの情報を基にしているのが1機関（宮城県），最大騒音レベルが航空機騒音以外の場合が1機関（浜松市）であった。

### 6.3.2.9 気象情報

全ての機関で風向・風速などの気象観測をしていなかったが、気象台のアメダスデータなどによって風向・風速を確認しているのは7機関であり、3機関については気象情報の把握をしていない状況であった。

6.4 マニュアル全体についての疑問点や問題点

項目	ページ	内容	解説等
1. 測定機器	p9 参1	① 一つの飛行場の調査で、I型騒音計とII型騒音計が混在した場合測定結果に差が生じるケースはないか。	I型騒音計とII型騒音計の測定方法が異なることから、両方の騒音計で同一の航空機騒音を測定しても同じ値になるとは限らず、若干の差は生じうる。
	p9 p15	② マニュアルでは騒音計のクラスは指定されていないが、動作確認時に指定された値と±0.7dB以上の差がある騒音計は使用できない。そのため、使用する騒音計はクラスIの騒音計と同等の性能が要求されることになる。クラスIの性能を要求するのであればマニュアルに使用できる騒音計をクラスIと記載すべきではないのだろうか。	計量法の検定公差は、クラス1(精密級)騒音計で±0.7dB、クラス2(普通級)騒音計で±1.5dBとなっている。騒音計が示す値が検定公差以内であれば合格となり、計量器として使用できることになる。 一方、マニュアルでは、ピストンホン等の音響校正器により騒音計の感度確認を行い、基準の値±0.7dB以上となった騒音計は測定に使用できないことになっている。±0.7dBという値はメーカーによる経験的な値であり、騒音計の故障の目安とされる。この目安は計量法の検定公差とは異なるため、音響校正器による確認の結果が±0.6dBに収まれば、クラス2の騒音計でも測定に使用可能である。 ただし、この±0.7dBという値については、その根拠となるデータが示されていないこと、音響校正器のばらつきが考慮されていないことなど、議論の残るものである。マニュアルの見直し作業において、詳しい説明を求める必要があると言える。 特に、±0.7dB以上となった騒音計を使用するには検定の再取得を要するため、場合によっては年度内の測定ができなくなること、音響校正器側に問題がある場合でも当面は騒音計が使用できなくなることなどは、実務上の問題となりうる。
2. 測定地点の選定方法や問題点	p11 参8	① 測定地点決定にあたり、現地踏査や予備調査においてどの程度の調査を行うべきか。当所の事例では、予備調査で騒音測定を勤務時間内で行ったが、航空機騒音としてどの程度のデータがあれば妥当なレベルと言えるのかなど何らかの目安があれば良い。	航空機騒音と暗騒音の関係を把握し、航空機騒音を適切に捉える条件設定を目的としているのであれば、飛行場を使用している主な航空機から発生する騒音レベルを複数機把握すれば良いと考えられる。また、航空機からの距離と騒音レベルは強い関係があるので、他地点との比較を行うことも判断基準になる
	p11 参8	② 「航空機の飛行経路の主要な部分が見渡せる場所を選定し」とあるが、対象となる騒音は飛行騒音のみではなく地上騒音も含まれているため、地上騒音の影響が大きい地点であれば、飛行経路が見渡せる場所である必要はないのではないか。	航空機騒音から発生する地上騒音の影響が大きいといえども、離着陸時の騒音が全く聞こえないわけではないと思われることから、周辺の反射物や遮蔽物の影響が小さく、飛行経路の主要な部分が見渡せる場所を選定することが望ましいが、航空機騒音が特に問題とされる地点を選定する場合もある。

<p>3. 測定時期と 周辺条件</p>	<p>p11</p>	<p>① 測定地点に関しては暗騒音を考慮する旨の記載があるが、測定時期に関しては暗騒音を考慮する旨の記述が無い。夏季のセミなど暗騒音に大きく影響する場合もあるので、マニュアルに測定時期の選定には暗騒音も考慮する旨の記載があったほうが良い。</p>	<p>測定時期に関しては、年間を通じて平均的な航空機騒音の暴露状況を呈する時期を選定するとしており、ある一時期に自然音によって暗騒音が増し、測定に影響を与えることが予め分かっているのであれば、その時期を避けて測定する必要があると思われる。</p>
<p>4. 測定・評価</p>	<p>p12</p>	<p>① 測定評価の対象は当該飛行場において離陸し、又は着陸する航空機による騒音とされているが、周辺を通過する航空機も少なからず存在する。マニュアルの注記では記録に留めておく事が望ましいと記載されているが、実際には上空通過か旋回等による測定対象騒音なのか判別に悩む場合が多々ある。</p>	<p>有人測定であれば判別可能であるが、無人測定では判別は難しい。予め上空を通過する航空機の最大騒音レベルが予測できるのであれば、航空機騒音を捉えるための条件設定（閾値など）で、ある程度除外することは可能である。測定装置によってはトランスポンダ応答信号の飛行高度情報を受信できるものや、騒音到来角を識別できるものがあるため、こうした情報を用いて除外する方法もある。</p>
	<p>p12 参16</p>	<p>② 地上音のうち準定常音による評価量の影響が無視できる場合とは0.5dB未満と解しているのか。</p>	<p>予め当該地点において、単発騒音と準定常騒音から算出した測定日毎の<math>L_{den}</math>と単発騒音のみから算出した測定日ごとの<math>L_{den}</math>のレベル差が整数値で1dBに至らないもの（目安として0.5dB未満）であれば、準定常騒音は測定・評価から除外してもよいことになっている。</p>
	<p>p14 参17</p>	<p>③ 短期測定でマイクロホンの位置を地上4m以上とすることは望ましくないのかと理解しているのか。</p>	<p>短期測定の場合、マイクロホンは地上1.2～1.5mが原則とされている。ただし、設置場所の制約があるため、現実には難しい状況も多いと思われる。なお、通年測定では、地上に設置する場合は地上面から4m以上が望ましいとされている。</p>
	<p>P16 参31～ 参34</p>	<p>④ 機器の不調等による欠測への対応などの記述はあるが、欠航をどのように扱えばいいかがマニュアルでは読み取れない。台風等で日単位の欠測に関する記述はあるが、例えば欠航で3割の便数減があった場合には日単位で欠測とすべきかなど、実事例は無いが測定を行っていて疑問を感じている。</p>	<p>一般に、通年測定においては、測定装置の故障や台風などの影響により欠航になる場合を除いては、測定値をそのまま使用している状況と思われる（観測機数に変動があった場合には、知りうる範囲でコメントを付けるなどを行っている）。しかし、限られた期間で測定を行っている短期測定の場合には、一日ごとの測定値が評価値に大きな影響を及ぼすことから、マニュアルの参考では、1日の測定データ<math>L_{AE}</math>の欠測率によって<math>L_{den}</math>への影響が1dBを超える場合は、評価値への影響が無視できないことから欠測日として扱うこととしており、改めて測定を行うか、測定期間を延長することにより測定日数を確保する必要があると思われる。なお、この考え方は、日によって大きく変動する防衛施設の飛行場には適用が難しいと思われる。</p>

4. 測定・評価	P16 参30	⑤ 準定常騒音の検出方法で、無人測定の場合、自動監視装置等の機能を用いて識別することが望ましいとあるが、長時間にわたる騒音のため、妨害音が含まれる可能性が高く、妨害音の重畳区間を除外することは難しいと思われる。	
	P17 参22 参23	⑥ 参22, 23に「積分範囲の拡大による測定日ごとの $L_{den}$ への影響を検証することが望ましい」とあるが、 $L_{den}$ への影響があった場合どのようにすればよいか、書かれていない。	マニュアルには、具体的な手法が書かれていないまま言及されているものがいくつかあるため、そうした部分についての記述の追加が求められる。
	P17 参27 参28	⑦ 使用している自動測定器（リオン NA - 37）では、妨害音と重なった場合に積分範囲の調整をすることができないため欠測となる。	
5. その他	P11 p14 参8 参17	① 測定地点やマイクロホンの設置場所等マニュアルでは、細かに示されているが、現場では、物理的制限の他、施設管理上の制限等もあり、マニュアルどおりにはできないケースがある。	
	P11 参8	② 測定器の電源確保が必要となるが、周辺条件などから公共施設以外で選定する場合、民家等の協力が得られないと実施できず、測定地点の選定に苦慮する。	
	P11 参8	③ 施設の改修等、施設側の事情で測定地点を移動させなくてはならない場合、同等の測定地点を選定するのに困難なことがある。	
	付16	④平成26年度の定期調査では、WECPNLと $L_{den}$ の差は14～17で、全地点で13より大きかった。	航空機騒音の継続時間（ $(L_{A,Smax} - 10)$ dBの区間）を20秒と仮定し、WECPNLと $L_{den}$ の関係を求めた結果13の差が生じた。この差は継続時間と密接な関係があり、14～17の差が生じたのは継続時間が20秒よりも小さかったためと思われる。

## 6.5 マニュアル以外について

— 実務でどのように考えるか、又はどのように対処しているか。 —

### 6.5.1 航空機騒音の苦情対応

- ・飛行場や関係機関に連絡し、対応を依頼し、必要があれば測定を実施する。（同意見5機関）
- ・飛行場や関係機関に連絡している。また、羽田空港については、周辺市とともに連絡協議会を設置しており、国土交通省に苦情件数・内容を伝える機会があるので、その集計に加えることを苦情者に伝えている。
- ・測定をしないで最寄りの常時監視データ等で対応する。

### 6.5.2 苦情対応の場合、苦情者への説明

- ・本庁で対応することになるが、対応はケースバイケースである。
- ・苦情対応は基本的に行政が行っているが、当所に直接苦情が申し立てられた場合は、苦情者に対して、飛行場や関係機関に連絡することを説明する。
- ・苦情者がうさく感じているということを受け止め、そのように感じている住民がいることを、飛行場を管轄する部署に伝える旨、回答する。調査結果を持ち出すかどうかはケースバイケースと考える。
- ・飛行場や関係機関に連絡している。また、国際空港については、周辺市とともに連絡協議会を設置しており、国土交通省に苦情件数・内容を伝える機会があるので、その集計に加えることを苦情者に伝えている。
- ・これまでに苦情等が寄せられた事実は確認されないが、類型当てはめしている飛行場は、測定データと環境基準とを比較し、類型当てはめしていない飛行場は、環境基準を参考に測定データと比較して説明することが望ましいと考える。
- ・環境基準に照らして説明する。騒防法に関係する場合は、空港管理者又は市関係課を紹介する。
- ・定期的に周辺の代表地点で測定を行っている旨を伝える。関係機関に連絡する旨を伝え、納得してもらうように話す。
- ・苦情者宅に向いて、説明するのが一番よい。その際、測定データや調査結果については、専門的な用語等をできるだけ省き、この時間に飛行した航空機についてはこれだけの騒音レベルだったという形でわかりやすく説明できるような資料を作っておくとよいのではないかと。

### 6.5.3 $L_{den}$ が57dBを大幅に下回る場合の測定

- ・通常の測定

- ・測定地点の選定にあたっては、それぞれの飛行場の地域特性等が考慮されていると思われるので、環境基準を大幅に下回ったとしても簡単には中止することができないことから、地域の実情に合わせて測定を行うのがいいのではないかと。
- ・代表地点において継続的な調査を行なっていく。 $L_{den}$ の値が低い状態が続けば、離着陸数が増えるなどの騒音レベルの増加が見込まれない限り、測定を隔年にするなど頻度を落としていくことも考えるべきと思うが、どんなにレベルが低くても測定を行なわないというのはあまり良くないと考える。
- ・ $L_{den}$ が57dBを大幅に下回る飛行場については、飛行場周辺を中心に測定を行うと考えられる。飛行場周辺では地上騒音の寄与も大きくなるため、地上騒音とそれ以外の騒音の識別ができるような方法で行うべき。
- ・苦情との対応がとれるような調査が必要かと思えます。
- ・測定地点の再検討を行う。（同意見2機関）
- ・現行マニュアルで対応

### 6.5.4 $L_{den}$ が57dBを大幅に下回る場合の測定に有効な測定項目

- ・騒音の発生回数や日ごとの最大騒音レベル
- ・最大値（最大値と暗騒音の差）、70dB以上の回数（一定時間内）など。
- ・70dB以上の回数、総合騒音に占める航空機騒音の寄与率などの確認を行う。
- ・航空機の種類（ジェット機、ヘリ等）による寄与の大きさの違い、航空機の経路
- ・現行マニュアルで対応

### 6.5.5 航空機騒音と他の騒音が重なった場合

- ・欠測として対応
- ・セミの鳴き声や人の声など、除外できない場合がほとんどで欠測となってしまうことが多い。
- ・継続時間が長く、航空機騒音の区間の相当広い範囲を占める場合、欠測とする。
- ・騒音レベルの軌跡や位置情報から判断して、航空機騒音と同等又は大きいと判断した場合は欠測とする。
- ・実音聴取
- ・救急車等が重なった場合は実音聴取により、除外している。

### 6.5.6 セミなどの対応

- ・測定時期を調整して対応（同意見3機関）
- ・継続時間が長く、航空機騒音の区間の相当広い範囲を占める場合、欠測とする。

- ・騒音の軌跡やトランスポンダ、仰角などを参考にしながら削除している。
- ・音響識別と実音確認で除外する。
- ・実音聴取により判断している。(同意見2機関)

### 6.5.7 ユニークな事例

- ・短期測定で工場の外部電源を借りて測定を行っていたが、装置異常が頻発する事例があった。原因を検討したところ、工場の外灯が照度センサ式で日没や日出時に外灯が点灯・消灯する際に機器に異常が起こることを確認した。外灯が何らかの原因でノイズ電流を発生させているようだったので、測定期間中に地権者の了解を得て外灯のセンサを切ったところ機器の異常が起らなくなった。

### 6.5.8 空港管理者への要請

- ・新潟空港に対し、調査結果を説明し環境基準達成の推進について要望を行っている。その際、苦情対応などについて情報交換を行っている。
- ・成田空港、下総飛行場については、文書により要請している。
- ・本庁が文書で要請

### 6.5.9 共同調査

- ・下総飛行場については周辺市と同時に実施し、併せて環境基準の達成状況を評価している。
- ・平成26年度までは県と共同調査
- ・空港管理者(県が空港管理者であり、空港管理担当部局と共同で調査を行なった)

### 6.5.10 測定・評価の失敗例

- ・地面を這わせたケーブルをネズミがかじり断線したため、データが取れなかった。
- ・通年測定で、住宅周辺の植栽の刈り込み作業によるマイクロホン延長ケーブルの断線により欠測した。また、マイクロホンの損傷が判明するまで測定を続けたことにより、損傷前の点検からマイクロホン修繕まで長期間欠測となった。
- ・学校の部活室を借用し短期測定を行っていたが電源の遮断が頻繁に発生したため、測定機器のコンセントを引き抜かない旨の表示とコンセントを分岐して再測定を行った。
- ・常時監視局において、測定機器の更新にあたり、マイクロホンの設置場所を数メートル変更したところ、騒音レベルが増加し、更新の前後で別の測定局とみなさなければならなくなった。結果的に、更新前の測定期

間が10カ月未満であり、通年測定の欠測率が20%を超えたため、マニュアルに従い、同局における測定結果は参考値の扱いとした。

- ・委託業者とのダブルチェックのため、生データを基にエクセルファイル上で一から集計を行っているが、最初にエクセルファイルを作ったときに業者の報告書と全く合わない数字になってしまった。確認した結果、エクセル上で重み付けのための時間区分の条件付け関数の記述を間違えていた。生データの $L_{AE}$ から集計をする際のテンプレートなど持っている方がいたら、ご教示いただきたい。

### 6.5.11 その他

- ・マニュアルは、監視測定を目的としたものであるため、苦情調査には活用しにくいことから苦情対応用のマニュアルも必要と思われる。
- ・各自治体では、地点数や測定頻度についてどのような基準や理由で決めているのか。

## 7. おわりに

全国環境研協議会企画部会の騒音小委員会に参加している試験研究機関及び航空機騒音を測定している関係行政機関の協力により、当研究には多くのデータが集まることとなり、他の研究では見られない様々な知見を得ることができた。このように、全国のデータが共有され情報交換がなされることは、全国環境研協議会としての技術水準の向上のみならず、騒音監視行政の観点からも意義深いものがある。

今回の共同研究は大きく2つの研究テーマから成っている。ひとつは測定データに基づく解析及び実態把握、もうひとつはアンケート調査に基づく測定技術及び問題点等の情報共有である。航空機騒音の監視測定においては両者ともが重要であり、関心事であることから、共同研究は実質的な2本立てとなった。

当研究で得られた知見はテーマ別におよそ以下のとおりであった。

### 【航空機騒音の実態把握】

- ・全国19飛行場、152地点のデータを基にWECPNL及び $L_{den}$ について比較した。
- ・WECPNLと $L_{den}$ は広い範囲にわたって良好な直線関係にあるが、直線の傾きが1を下回っており、WECPNLが大きい地点ほど指標差が大きい傾向があると考えられた。
- ・回帰式から、WECPNL=70.0、75.0に対応する $L_{den}$ はそれぞれ55.7、60.3であり、そのときの指標差は14.3及び14.7と見積もられた。

- ・飛行場タイプ別では、タイプ2飛行場（自衛隊等専用）において指標差が大きい傾向が見られた。タイプ1飛行場（民間）は、飛行場ごとの違いが大きかった。
- ・指標差と相関関係が認められた項目は、 $L_{Amax}$ （正の相関）、継続時間（負の相関）、水平距離（負の相関）であった。つまり、航空機の音が大きいほど、すばやく通り過ぎるほど、飛行場に近いほど、それぞれ指標差が拡大する傾向にあった。
- ・指標差には、 $L_{AE}$ の求め方の違いによる寄与（三角形近似差）のほか、時間帯重み付け方法の違い（残差要因）も少なからず寄与していた。

### 【航空機騒音に係るアンケート調査】

- ・新環境基準に基づく類型あてはめについては、実態調査を行った機関は少なく、ほとんどの機関ではこれまでの類型あてはめをそのまま引き継いでいた。  
（通年測定）
- ・測定はほとんどの機関において直営で行っており、騒音計の内部校正は月1回以上、ピストンホンによる動作確認は年1回以上実施していた。
- ・ $L_{AE}$ の算出方法はⅠ型及びⅡ型騒音計のデジタル記録から算出している機関がほぼ半々であり、暗騒音の補正、地上音の評価はほとんどの機関で行っていた。
- ・準定常音の評価は約半分の機関、妨害音の処理は6割の機関で実施し、実音聴取による方法が最も多い。
- ・気象情報は、全ての機関で観測していなかったが、約7割の機関では測定地点に近い气象台などのデータで風向・風速を確認していた。  
（短期測定）
- ・約6割の機関が直営で測定しており、騒音計の内部校正は全ての機関で実施し、ピストンホンによる動作確認は半数の機関が測定前後に行っていたが、3割の機関では年数回であった。
- ・妨害音の処理はほとんどの機関で実施し、実音聴取が最も多く、 $L_{AE}$ の算出方法、暗騒音の補正、地上音の評価、気象情報については通年測定と同じであった。

### 附録 1 水平距離と継続時間の関係

本編5.9における水平距離，継続時間及び $L_{Amax}$ の因果関係は，以下の考えに基づいている。（距離と $L_{Amax}$ の因果関係については明らかである。）

図27は受音点と航空機の位置関係を簡略化して表したものである。図において，航空機は左から右方向に地点A → B → Cの順で受音点Mの近傍を通過するものとする。このとき，航空機の音響パワーと通過速度は一定とし，音の伝達は点音源の距離減衰のみを考える。なお，受音点では距離減衰に応じた騒音レベルを正しく測定できるものとする。

このとき，騒音レベルが最も大きくなるのは航空機が受音点Mに最も近づく地点，すなわち地点Bに達したときである。よって，地点Bの騒音レベルは $L_{Amax}$ である。

このとき，

$$\text{最接近距離} BM = d$$

とする。

その後，航空機がC方向に向かって移動していくと距離減衰により騒音レベルは低下し，やがて $L_{Amax}$ より10dB小さい地点（地点C）に達する。地点Cと受音点Mとの距離CMは，騒音レベルが $L_{Amax}$ から10dB減衰する距離なので，

$$CM = \sqrt{10} \cdot d \quad (\text{点音源の場合})$$

となる。従って，地点Bと地点Cの距離BCは，

$$(BC)^2 = (\sqrt{10} \cdot d)^2 - d^2 \text{より，}$$

$$BC = 3d$$

である。同様に，距離ABは以下のようになる。

$$AB = 3d$$

このとき，継続時間の定義（騒音レベルが $L_{Amax} - 10\text{dB}$ 以上の時間）から，継続時間は航空機が地点AC間を移動する時間となる。距離 $AC = 6d$ であるので，移動速度を $v$ とすると，継続時間（AC間の通過にかかる時間）は

$$\text{継続時間} = 6d/v$$

と表される。よって，継続時間は最接近距離 $d$ （≒水平距離）に依存すると考えられる。

実際の測定では様々な要因が作用するため，今回のモデルがそのまま適用できるものではないが，水平距離と継続時間の関係についての基本的な考え方はこのとおりである。

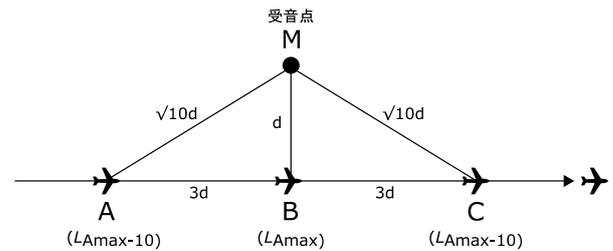


図 27 受音点と航空機との距離と継続時間（騒音レベル）の関係

**附録 2 指標差と残差要因（時間帯重み付け）について**

ここでは、指標差と残差要因の関係について解説する。  
 WECPNLの計算式は、午前7時から午後7時までの時間帯の観測機数を $N_d$ 、午後7時から午後10時までの時間帯の観測機数を $N_e$ 、午前0時から午前7時まで及び午後10時から午後12時までの時間帯の観測機数を $N_n$ とすれば、以下のように書き表せる。

$$WECPNL = \overline{L_{Amax}} + 10 \log_{10}(N_d + 3N_e + 10N_n) - 27 \quad (4)$$

ここで、 $\overline{L_{Amax}}$ は $L_{Amax}$ のパワー平均値を表す。  
 一方、 $L_{den}$ の計算式は、総和 = 平均値×観測機数より、以下のように表せる。

$$L_{den} = 10 \log_{10} \left[ \left( N_d 10^{\frac{\overline{L_{AE,d}}}{10}} + N_e 10^{\frac{\overline{L_{AE,e}+5}}{10}} + N_n 10^{\frac{\overline{L_{AE,n}+10}}{10}} \right) \right] - 49.37 \quad (5)$$

ここで、 $\overline{L_{AE}}$ は $L_{AE}$ のパワー平均値を表し、添え字 d, e, nは騒音の発生時間帯(観測時間帯)を表している。

WECPNLと $L_{den}$ の両指標で観測された航空機騒音が同一の騒音イベントであるとする、指標差は、式(4)及び式(5)より以下ようになる。

$$WECPNL - L_{den} = \overline{L_{Amax}} + 10 \log_{10} \left[ \frac{(N_d + 3N_e + 10N_n)}{\left( N_d 10^{\frac{\overline{L_{AE,d}}}{10}} + N_e 10^{\frac{\overline{L_{AE,e}+5}}{10}} + N_n 10^{\frac{\overline{L_{AE,n}+10}}{10}} \right)} \right] + 22.37 \quad (6)$$

式(6) (8)は更に以下のように書き直すことができる。

$$WECPNL - L_{den} = \{ (\overline{L_{Amax}} + 10) - \overline{L_{AE}} \} + 10 \log_{10} \left[ \frac{(N_d + 3N_e + 10N_n) \cdot 10^{\frac{\overline{L_{AE}}}{10}}}{\left( N_d 10^{\frac{\overline{L_{AE,d}}}{10}} + N_e 10^{\frac{\overline{L_{AE,e}+5}}{10}} + N_n 10^{\frac{\overline{L_{AE,n}+10}}{10}} \right)} \right] + 12.37 \quad (7)$$

式(7)の右辺第一項は、本編の式(1)に等しいことからわかるように、三角形近似差を表している。また、右辺第三項の 12.37 はそのまま本編式(2)の定数差である。従って、右辺第二項が残差要因の項となる。

残差要因であるところの式(7)右辺第二項は、時間帯重み付け方法の違いを明確に表している。その真数部( [ ] 内)の分母は $L_{den}$ における時間帯重み付けの計算式であり、分子はWECPNLにおける時間帯重み付けの計算式に相当している。つまり、これらは両指標の時間帯重み付け計算方法の比となっている。

ここで、総観測機数 $N$ に対する $N_d$ 、 $N_e$ 、 $N_n$ それぞれの割合を $p_d$ 、 $p_e$ 、 $p_n$ とすると、

$$N_d = N \cdot p_d, \quad N_e = N \cdot p_e, \quad N_n = N \cdot p_n \quad (8)$$

よって、式(7)は、

$$WECPNL - L_{den} = \{ (\overline{L_{Amax}} + 10) - \overline{L_{AE}} \} + 10 \log_{10} \left[ \frac{(p_d + 3p_e + 10p_n) \cdot 10^{\frac{\overline{L_{AE}}}{10}}}{\left( p_d 10^{\frac{\overline{L_{AE,d}}}{10}} + p_e 10^{\frac{\overline{L_{AE,e}+5}}{10}} + p_n 10^{\frac{\overline{L_{AE,n}+10}}{10}} \right)} \right] + 12.37 \quad (9)$$

のように整理される。式(9)右辺第二項より、残差要因は時間帯別の観測機数の割合により決定され、機数の大小は(直接的には)影響しないことがわかる。

また、式(9)は、+5dB=3.16倍≒3倍と簡略化して、以下のように表すことができる。

$$WECPNL - L_{den} \approx \{ (\overline{L_{Amax}} + 10) - \overline{L_{AE}} \} + 10 \log_{10} \left[ \frac{p_d 10^{\frac{\overline{L_{AE,d}}}{10}} + 3p_e 10^{\frac{\overline{L_{AE,e}}}{10}} + 10p_n 10^{\frac{\overline{L_{AE,n}}}{10}}}{p_d 10^{\frac{\overline{L_{AE,d}}}{10}} + 3p_e 10^{\frac{\overline{L_{AE,e}}}{10}} + 10p_n 10^{\frac{\overline{L_{AE,n}}}{10}}} \right] + 12.37 \quad (10)$$

式(10)の右辺第二項真数部の分子分母は非常によく似た形である。両者の違いは $L_{AE}$ パワー平均値が時間帯別か全数かのみである。このことから、残差要因を決定する因子は、時間帯別 $L_{AE}$ パワー平均値及びその係数である時間帯別観測機数割合 $p$ のみであることが確認される。

また、式(10)の残差要因項の分子分母から、残差要因に対する時間帯別観測機数割合 $p$ 及び $L_{AE}$ パワー平均値との関係性を次のように読み取ることが可能である。

すなわち、時間帯別 $L_{AE}$ パワー平均値がそれぞれ等しい( $\overline{L_{AE,d}} = \overline{L_{AE,e}} = \overline{L_{AE,n}}$ ) 場合には、時間帯別観測機数割合 $p$ の如何を問わず分子分母が等しくなるため、残差要因は0となるが、 $\overline{L_{AE,e}}$ または $\overline{L_{AE,n}}$ が $\overline{L_{AE,d}}$ より大きい場合には、残差要因は負の値(分母>分子)に、 $\overline{L_{AE,e}}$ または $\overline{L_{AE,n}}$ が $\overline{L_{AE,d}}$ より小さい場合には、残差要因は正の値(分母<分子)となる。

整理すると、夕～夜間早朝の騒音レベルが大きいほど残差要因が負に寄与して指標差が縮小し、逆に昼間の騒音レベルが大きいほど残差要因が正に寄与して指標差が拡大することとなる。

以上のことを視覚的にわかるよう図で表す。図28は、昼の $L_{AE}$ パワー平均値と他時間帯の $L_{AE}$ パワー平均値(時間帯重み付けを行っていない)との差を段階的に変え、横軸に昼の観測機数割合を、縦軸に時間帯重み付けによる指標差への寄与(=残差要因)の計算値をプロットしたものである。「昼と夕のみの場合」は夜間早朝時間帯の機数を0とした場合、「昼と夜のみの場合」は夕の機数

を0とした場合である。「夕と夜が同数の場合」は、観測機数及び時間帯別 $L_{AE}$ パワー平均値が夕方と夜間早朝とにおいて等しい（昼とは異なる）とした場合である。

図より、昼間の $L_{AE}$ パワー平均値が他の時間帯より大きい場合には残差要因は必ず正（指標差拡大方向）であること、反対に昼間の $L_{AE}$ が小さい場合には必ず負（指標差縮小方向）であることが確認できる。昼間と他時間帯との $L_{AE}$ パワー平均値の差が±20dBのものに着目すると、正の寄与が最も大きくなるのは昼の観測機数割合が15～24%程度と小さい場合、負の寄与が最も大きくなるのは昼の観測機数割合が94～97%程度の場合である。ただし、 $L_{AE}$ パワー平均値の差が縮小するに従って、正の寄与では

ピーク位置が右方向（昼の観測機数割合が大きい方向）へ、負の寄与ではピークが左方向（昼の観測機数割合が大きい方向）へ、それぞれシフトする傾向が見られている。

なお、図28において、「昼と夜のみの場合」を除き、 $L_{AE}$ パワー平均値の差が0である場合であっても、寄与がわずかに負となっている。これは、WECPNLでは夕方の時間帯重みを「+5dB=3.16倍≒3倍」として計算していることに起因する。つまり、式(10)において「+5dB≒3倍」と簡略化しなかった場合に生じる違いである。

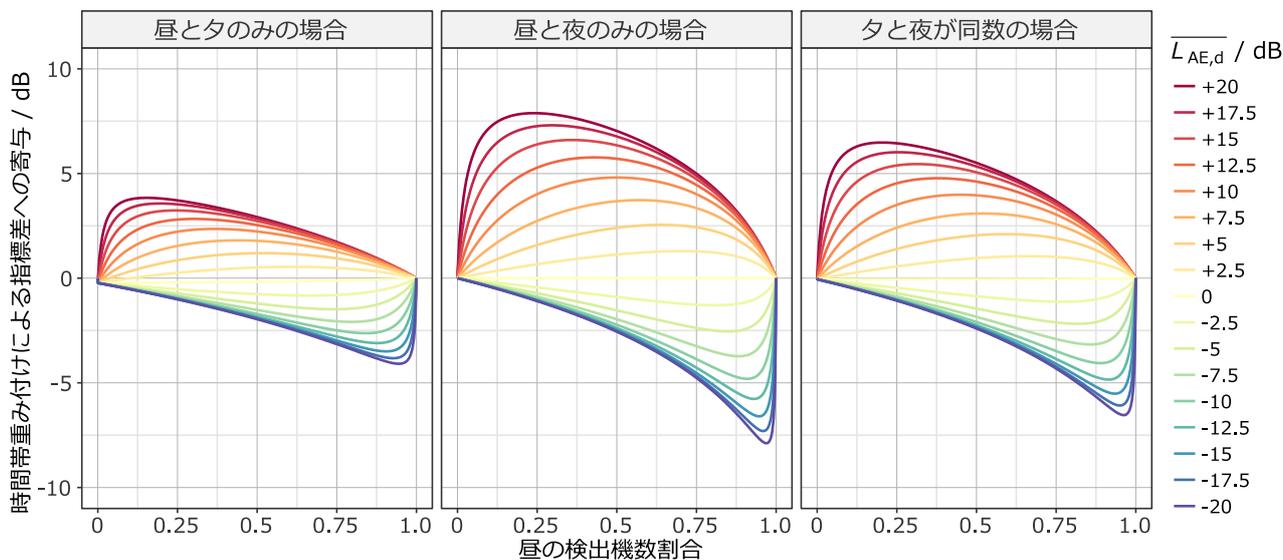


図 28 昼の観測機数割合と時間帯重み付けによる指標差への寄与（残差要因）の関係

（昼間と他の時間帯との $L_{AE}$ パワー平均値の差を変えて示した。）

- ▼残差要因は、 $L_{AE}$ パワー平均値の差と各時間帯の観測機数割合とにより決定される。
- ▼昼の $L_{AE}$ パワー平均値が他の時間より大きい場合に正の寄与、小さい場合に負の寄与となる。