

5 . 航空機騒音の評価方法に関する検討

5.1 平成 17 年度の検証作業の考え方

平成 16 年度の調査では、第 2 章で述べたように、成田空港の周辺で観測される航空機騒音の評価における逆転および乖離の問題について、長期間にわたる観測データに基づく試算を行い、逆転現象の発生状況について確認するとともにこれを解決する方策について検討した。すなわち、W 値を算定する手順の修正案 6 通り（～）を考え、逆転解消に係る効果を検証するとともにそれらの方法を採用した場合の問題点について検討をした。その結果、修正案、
、
、
のいずれかであれば逆転は解消されることが確認された。そして逆転の改善に係る状況に大きな違いがないことから環境基準式からの変化が少ない修正手順（または）がよいと報告書に記した。

しかし、これらの方法で算定される W 値は、現行の環境基準方式の W 値に比べて若干ではあるが値が増減し（-0.7～+1.4dB）、A 滑走路側では値が増大し、暫定平行滑走路側の地域では減少する傾向にあり、地域差のある変化が新たに生じることになる。そのため、平成 16 年度の報告書では「逆転の程度が年平均で 0.1 dB 未満（環境基準の基本である週平均で最大 0.5 dB）であり、乖離の程度も年平均で過小（-0.2 dB）～過大（+0.1～+0.7 dB）の範囲に収まっており、様々な要因による測定の不確かさを考えれば W 値の有効性を直ちに否定するものではない」として、「国際動向に鑑みれば、早晚、本格的な環境基準の改訂作業が行われることになるのも十分予想されるところであり、等価騒音レベルの考え方を軸とする環境基準の改訂に向けた検討に早急に着手するよう要望することとし、当面の間、W 値の不確かさの存在に留意しつつ現行の環境基準式をそのまま用いることが過渡的な手順を限定的に適用することに伴う混乱を回避する上で適切な対応手段であると提案することも結論の一つとしてあるのではないか」という意見があった」と付記されている。

その趣旨を説明するため、逆転現象の原因について振り返ってみると、逆転現象は WECPNL の ICAO の定義式から環境基準式を導出する際の近似に起因するものであった。すなわち ICAO の定義式を最大騒音レベルの時間帯別パワー平均を用いて表すようにした近似式（平成 16 年度報告書の(2.5.8)式）、

$$\text{WECPNL}_I \sim 10 \log_{10} \left[N_d \cdot 10^{\overline{L_{A,Smax,d}}/10} + N_e \cdot 10^{(\overline{L_{A,Smax,e}}+5)/10} + N_n \cdot 10^{(\overline{L_{A,Smax,n}}+10)/10} \right] - 27 \quad (5.1)$$

あるいはこれを一日のパワー平均 $\overline{L_{A,Smax}}$ を使って書き直した式（平成 16 年度(2.5.9)式）、

$$\text{WECPNL}_I = \overline{L_{A,Smax}} + 10 \cdot \log_{10} \left[\gamma_d \cdot N_d + \gamma_e \cdot N_e \cdot 10^{5/10} + \gamma_n \cdot N_n \cdot 10^{10/10} \right] - 27 \quad (5.2)$$

（ γ_d 、 γ_e 、 γ_n は一日のパワー平均値と時間帯別のパワー平均値のエネルギー比）

から、時間帯別パワー平均が一日のパワー平均と等しい、あるいは、 $\gamma_d = \gamma_e = \gamma_n = 1$ として、

次式（平成 16 年度(2.5.10)式）へと

$$WECPNL_J = \overline{L_{A,Smax}} + 10 \cdot \log_{10} \left[N_d + N_e \cdot 10^{5/10} + N_n \cdot 10^{10/10} \right] - 27 \quad (5.3)$$

近似したときに，その仮定が成り立たないために逆転現象が起きたものであり，W 値算定手順の修正案 W_{JP1} ， W_{JP2} はこの近似をやめることで逆転現象の発生を回避するものである。それは騒音のエネルギー加算を定義通り行うことにほかならない。言い換えると，PNL ベースの評価であるが等価平均レベルを求める処理を定義どおり行えば逆転現象は起こらないのである。そうであれば，PNL ベースでなく， L_A ベースであっても同じことであり L_{den} であれ L_{dn} であれ，エネルギー加算を定義どおり行えば逆転現象は起こらないが，夕方や夜間の騒音に対する時間帯補正を行う際に時間帯重み付きの回数補正を加える形の近似表現にすると逆転等が起きるのである。

さて，以上の考察に基づき，平成 17 年度の検討としては，まず平成 14, 15 年度の観測データに基づく平成 16 年度の検討結果を踏まえ，平成 16 年度の観測データでも逆転等の状況には変りがなく，かつそれらが (W_{JP1}) や (W_{JP2}) の修正案で解消されることを確認するが，それと併せて，等価騒音レベルの考え方によれば逆転等が起こらないことを観測データに基づいて検証し， $WECPNL$ 評価と等価騒音レベルに基づく騒音評価の関係についても考察することとした。

5.2 WECPNL と時間帯補正等価騒音レベル等の関係

ここでは(5.1)式による $WECPNL_I$, (5.3)式による $WECPNL_J$ と L_{den} 等との関係を導いておく。時間帯区分はいずれの場合も同じとする。

L_{den} は時間帯補正等価騒音レベル（昼夕夜騒音レベル）であり，航空機騒音の単発騒音暴露レベル L_{AE}^i を用いて次式で表される。

$$L_{den} = 10 \log_{10} \left\{ \frac{T_0}{T} \sum_{i=1}^N 10^{(L_{AE}^i + \Delta_i)/10} \right\} \quad (5.4)$$

$\Delta_i = 0$ dB（日中；7-19時），5 dB（夕方；19-22時），10 dB（深夜；22-7時）

$T = 86400$ s（1日）， $T_0 = 1$ s

ここで，騒音レベルの時間変化を三角形状に近似できるとすれば，

$$L_{AE} \sim L_{A,Smax} + 10 \log_{10} (T_{dur} / 2) = L_{A,Smax} + 10 \log_{10} (T_{dur} / 20) + 10 \quad (5.5)$$

T_{dur} ; 航空機騒音の継続時間

結局， L_{den} は次式のように表すことができる。

$$L_{den} \sim 10 \log_{10} \left[N_d \cdot 10^{\overline{L_{A,Smax,d} + 10 \log_{10} (T_{dur} / 20)}/10} + N_e \cdot 10^{\overline{(L_{A,Smax,e} + 10 \log_{10} (T_{dur} / 20) + 5)}/10} + N_n \cdot 10^{\overline{(L_{A,Smax,n} + 10 \log_{10} (T_{dur} / 20) + 10)}/10} \right] - 39.4 \quad (5.6)$$

一方，(5.1)式は $PNL \sim L_A + 13$ ， $T_{dur} = 20$ s を仮定して導いたものであるが，継続時間補正を元に戻し，さらに定数の丸めをせず，元の 26.4 に戻せば $WECPNL_I$ の式は次式となる。

$$WECPNL_I \sim 10 \log_{10} \left[N_d \cdot 10^{\overline{L_{A,Smax,d} + 10 \log_{10} (T_{dur} / 2)}/10} + N_e \cdot 10^{\overline{(L_{A,Smax,e} + 10 \log_{10} (T_{dur} / 2) + 5)}/10} + N_n \cdot 10^{\overline{(L_{A,Smax,n} + 10 \log_{10} (T_{dur} / 2) + 10)}/10} \right] - 26.4 \quad (5.7)$$

したがって， L_{den} と $WECPNL_I$ は次式の関係にあることが分かる。

$$L_{den} \sim WECPNL_I - 13 \quad (5.8)$$

L_{den} と $WECPNL_I$ の双方について，時間帯別のパワー平均が一日のパワー平均と等しい，あるいは $\gamma_d = \gamma_e = \gamma_n = 1$ と仮定し，さらに継続時間補正 $T_{dur} = 20$ s を仮定すれば次式となる。

$$L_{den}^J \sim WECPNL_J - 13 \quad (5.9)$$

ここに， L_{den}^J は， $WECPNL$ の環境基準式に準じた近似表現を意味している。

要するに， $WECPNL$ と L_{den} の間には， $PNL \sim L_A + 13$ および(5.5)が成り立つ限り，ほぼ，直線的な関係式が成り立つことになる。その妥当性については 5.4 節で検証する。

5.3 成田国際空港における平成 16 年度の逆転発生状況

平成 16 年度の調査では、成田空港周辺地域共生財団から提供を受けた全 102 局の騒音監視装置による平成 14, 15 年度の観測データにより逆転現象の実態を把握するとともに、問題解決を図ることを意図して W 値の算定手順を修正する案について検討した。逆転現象は、環境基準の *WECPNL* の計算式を ICAO の定義から導出した際の近似に端を発する誤差によるもので、W 値算定の不確かさの一端とみるべきものであるが、102 局のうちで逆転現象が生じた局は年平均ではわずかに 1~2 局、逆転の程度も 0.1 dB 未満であった。しかし、月平均、週平均、日別と期間が短くなるにつれ、逆転が起きる局が増え逆転の程度も大きくなることが判った(逆転の最大値は週平均で 0.5 dB、日別では 1.6 dB であった)。

平成 17 年度の調査では、成田空港周辺地域共生財団が公表している結果に加え、成田国際空港株式会社が設置、運用する 33 局の航空機騒音監視装置の平成 16 年度分の観測データを新たに提供していただき、逆転、乖離の発生状況を調べ、平成 14, 15 年度からの推移をチェックすることとした。その結果を表 5.3.1 に示す。

表よりわかるように、成田空港周辺地域共生財団の公表データは騒音値の丸めをしない状態で *WECPNL* を算定し集計した結果で、平成 16 年度には年間平均で全 102 局中 19 局 (18.6%) で逆転が発生している。平成 16 年度の報告書から転載した監視局の配置を図 5.3.1、平成 16 年度の逆転の発生状況を昨年度と同様の形に図示した結果を図 5.3.2 に示す。平成 16 年度報告書の図 4.1.2 より平成 15 年度の逆転の発生は 102 局中 20 局 (19.6%) であったので、状況は概ね変わっていない。なお、平成 14 年度の逆転発生は 101 局中 6 局しかないが、これは対象外とされた監視局が 26 局と多いためである。これはどちらか片方の滑走路の騒音しかないために逆転を検証できなかったことを意味しており、監視局から離れた滑走路のレベルの小さな騒音を測定対象外として記録しなかったためではないかと考えられるので、15, 16 年度に比べて 14 年度の状況が異なっていたとみるべきものではない。

一方、成田国際空港株式会社の 33 局の結果について眺めると、年間平均での逆転発生は平成 15 年度には 1 局あったが、16 年度には全くなかった。週別の集計結果を見ると、平成 15 年度には 17 局で逆転が発生していたが(発生率 3.2%)、平成 16 年度では 20 局で発生し、発生率は 3.1% であった(逆転の最大値は 0.8dB であった)。週別集計については、昨年同様、元日から 1 週間、2 日からの 1 週間という具合に、1 日ずつずらした 7 日間を週とみなして週平均 W 値を算出し逆転等の発生を調べているため、1 局あたりのべ 359 週、全体で 33 局×359 週分の W 値がある中での逆転等の発生数などを集計したものである。図 5.3.3 はその週別の逆転の最大値を記したものである。日別の結果では、平成 16 年度は 27 局において 1 年間のうちいずれかの日でも逆転が観測され、その発生率は 9.1% であった(平成 15 年度は 28 局で 9.3% であった)。これらの逆転発生の状況は、年間平均・週別・

日別ともに平成 15 年度と大きく変わっていないといえる。

表 5.3.2 には W 値算定式修正案 W_{JP1} , W_{JP2} による逆転等の発生状況を調べた結果も記載しており , 14, 15 年度と同様 , 修正案により逆転等の問題が解消されることがわかる。

さて , 5.1 節の最後に記したように平成 17 年度の検討として等価騒音レベルの考え方によれば逆転等の現象が起こらないことを確かめるための検討作業も行った。成田国際空港株式会社の 33 局の監視局は航空機騒音集計記録の一部として単発騒音暴露レベル L_{AE} (騒音レベルが最大騒音レベルより 10dB 低いレベルを超えている区間のエネルギー積分により算定した $L_{AE,10dBdown}$) を算定し , 記録している。これを用いて A 滑走路を離着陸する航空機騒音のみでの時間帯補正等価騒音レベル $L_{den}(A)$, 同じく暫定平行滑走路のみの $L_{den}(B)$, そして , 2 本の滑走路のすべての騒音による $L_{den}(A+B)$ を算定し相互の関係を調べた。その結果は , 表 5.1.2 に示すとおり , L_{den} の算定を定義通りエネルギー加算して行ったので , 当然ながら , 逆転等の発生は皆無であった。

表5.3.1 成田空港におけるWECPNLの「逆転」等発生状況総括（平成15～16年度）

平成15年度

期間	対象測定局	項目	小数点以下 の取扱	逆転				乖離(過小)			乖離(過大)		
				発生局数 (局)	のべ発生数 (局)	比率 (%)	最大 (dB)	のべ発生数 (局)	比率 (%)	最大 (dB)	のべ発生数 (局)	比率 (%)	最大 (dB)
年間	空港周辺 102 局 NAA33 局	環境基準方式の WECPNL 1	まるめなし	20 局	20 局年	19.6	-0.047						
		環境基準方式の WECPNL	1 位	1	1	1.0	-0.1	3	9.1	-0.1	15	45.5	+0.6
		WECPNL 算定手順修正案 (W _{JP1} 2)	1 位		0	0.0	---	0	0.0	---	0	0.0	---
		WECPNL 算定手順修正案 (W _{JP2} 3)	1 位		0	0.0	---	0	0.0	---	0	0.0	---
週別	NAA33 局	環境基準方式の WECPNL	1 位	17 局	382 局週	3.2	-0.5	2070	17.4	-0.8	4257	35.8	+1.6
		WECPNL 算定手順修正案 (W _{JP1} 2)	1 位		0	0.0	---	0	0.0	---	0	0.0	---
		WECPNL 算定手順修正案 (W _{JP2} 3)	1 位		0	0.0	---	0	0.0	---	0	0.0	---
日別	NAA33 局	環境基準方式の WECPNL	1 位	28 局	1,121 局日	9.3	-1.6	2953	24.5	-1.7	3772	31.2	+2.9
		WECPNL 算定手順修正案 (W _{JP1} 2)	1 位		0	0.0	---	0	0.0	---	0	0.0	---
		WECPNL 算定手順修正案 (W _{JP2} 3)	1 位		0	0.0	---	0	0.0	---	0	0.0	---

平成16年度

期間	対象測定局	項目	小数点以下 の取扱	逆転				乖離(過小)			乖離(過大)		
				発生局数 (局)	のべ発生数 (局)	比率 (%)	最大 (dB)	のべ発生数 (局)	比率 (%)	最大 (dB)	のべ発生数 (局)	比率 (%)	最大 (dB)
年間	空港周辺 102 局 NAA33 局	環境基準方式の WECPNL 1	まるめなし	19 局	19 局年	18.6	-0.037						
		環境基準方式の WECPNL	1 位	0 局	0	0.0	---	2	6.1	-0.2	12	36.4	+0.5
		WECPNL 算定手順修正案 (W _{JP1} 2)	1 位		0	0.0	---	0	0.0	---	0	0.0	---
		WECPNL 算定手順修正案 (W _{JP2} 3)	1 位		0	0.0	---	0	0.0	---	0	0.0	---
週別	NAA33 局	環境基準方式の WECPNL	1 位	20 局	365 局週	3.1	-0.8	2042	17.2	-1.0	4196	35.4	+1.8
		WECPNL 算定手順修正案 (W _{JP1} 2)	1 位		0	0.0	---	0	0.0	---	0	0.0	---
		WECPNL 算定手順修正案 (W _{JP2} 3)	1 位		0	0.0	---	0	0.0	---	0	0.0	---
日別	NAA33 局	環境基準方式の WECPNL	1 位	27 局	1,091 局日	9.1	-0.8	2842	23.6	-1.4	3794	31.5	+2.9
		WECPNL 算定手順修正案 (W _{JP1} 2)	1 位		0	0.0	---	0	0.0	---	0	0.0	---
		WECPNL 算定手順修正案 (W _{JP2} 3)	1 位		0	0.0	---	0	0.0	---	0	0.0	---

1 成田空港周辺地域共生財団の資料（平成16年度騒音調査年報）による。小数点以下のまるめはしないで算出した結果。

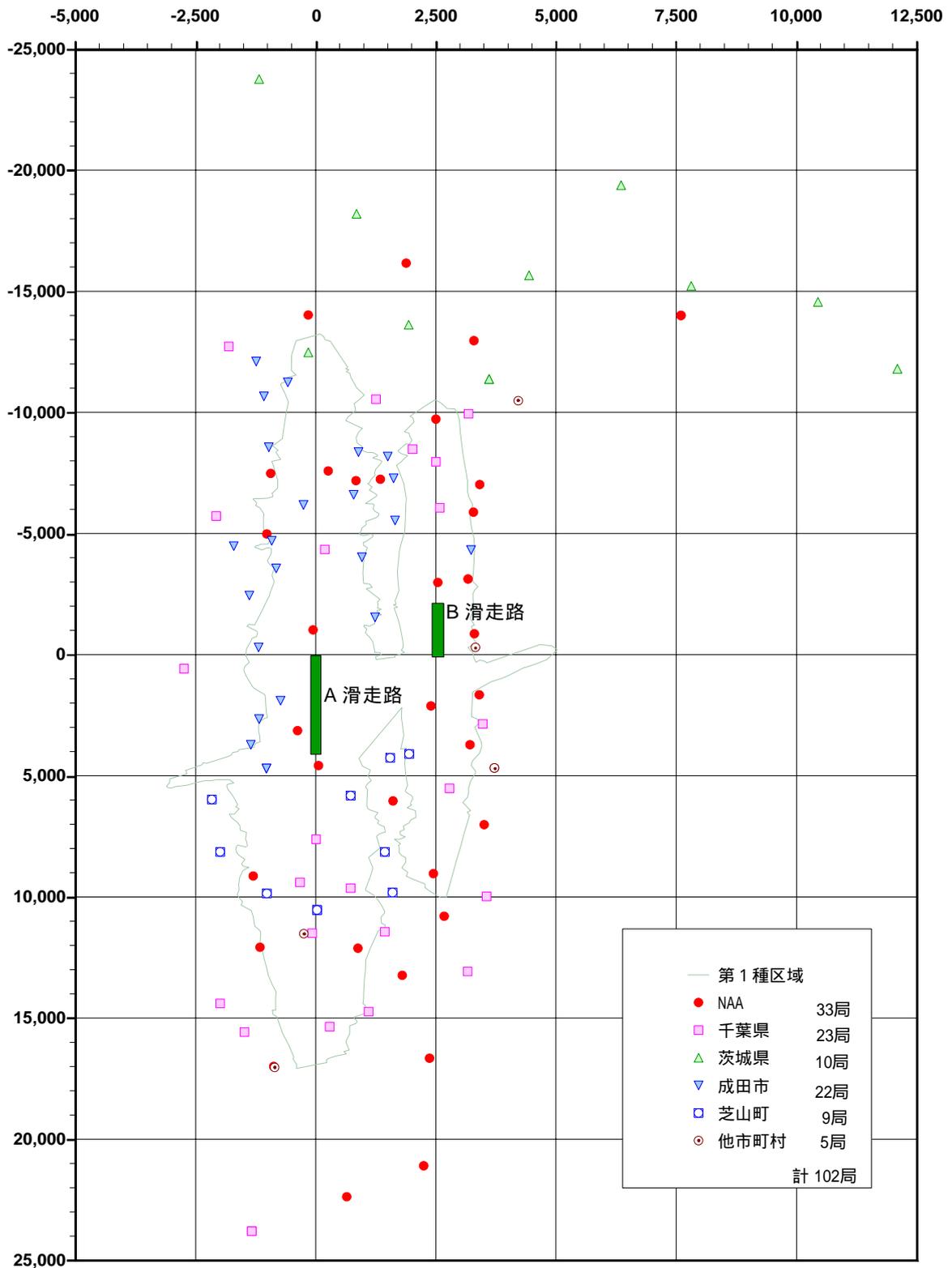
年間の「逆転」についてのみ集計し、過小・過大の乖離や週別・日別値については算出していない。

2 時間帯別にパワー平均値を求め、時間帯加重つきでパワー合成する方法 W_{JP1}

3 時間帯別にパワー平均値を求め、夕方及び夜間の値に時間帯補正を加える方法 W_{JP2}

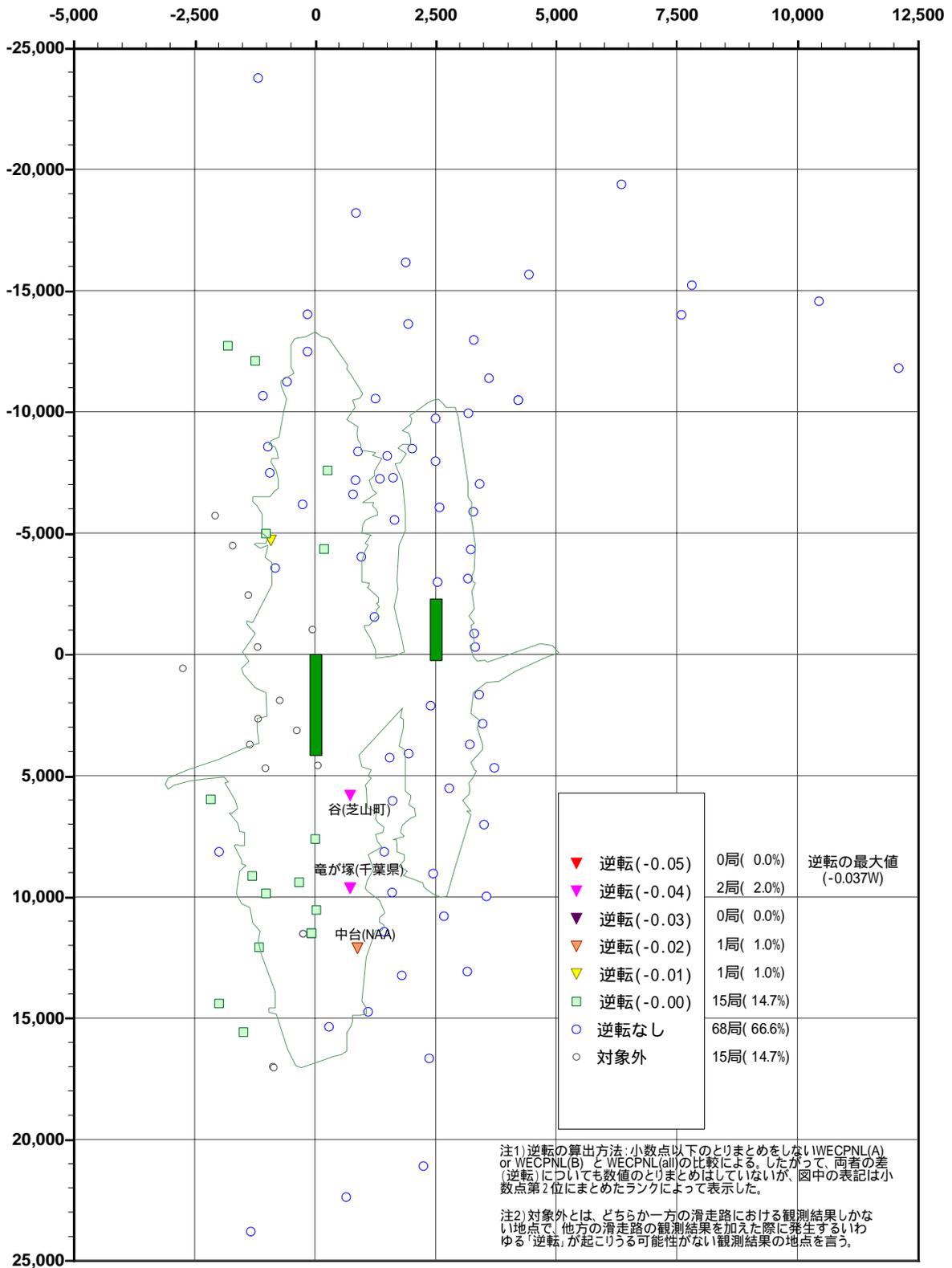
表5.3.2 成田空港における L_{den} による平成16年度逆転等の発生

期間	対象測定局	項目	小数点以下の取扱	逆転			乖離(過小)			乖離(過大)		
				発生数(局)	比率(%)	最大(dB)	発生数(局)	比率(%)	最大(dB)	発生数(局)	比率(%)	最大(dB)
年間	NAA33局	L_{den}	1位	0	0.0	---	0	0.0	---	0	0.0	---
週別	NAA33局	L_{den}	1位	0	0.0	---	0	0.0	---	0	0.0	---
日別	NAA33局	L_{den}	1位	0	0.0	---	0	0.0	---	0	0.0	---



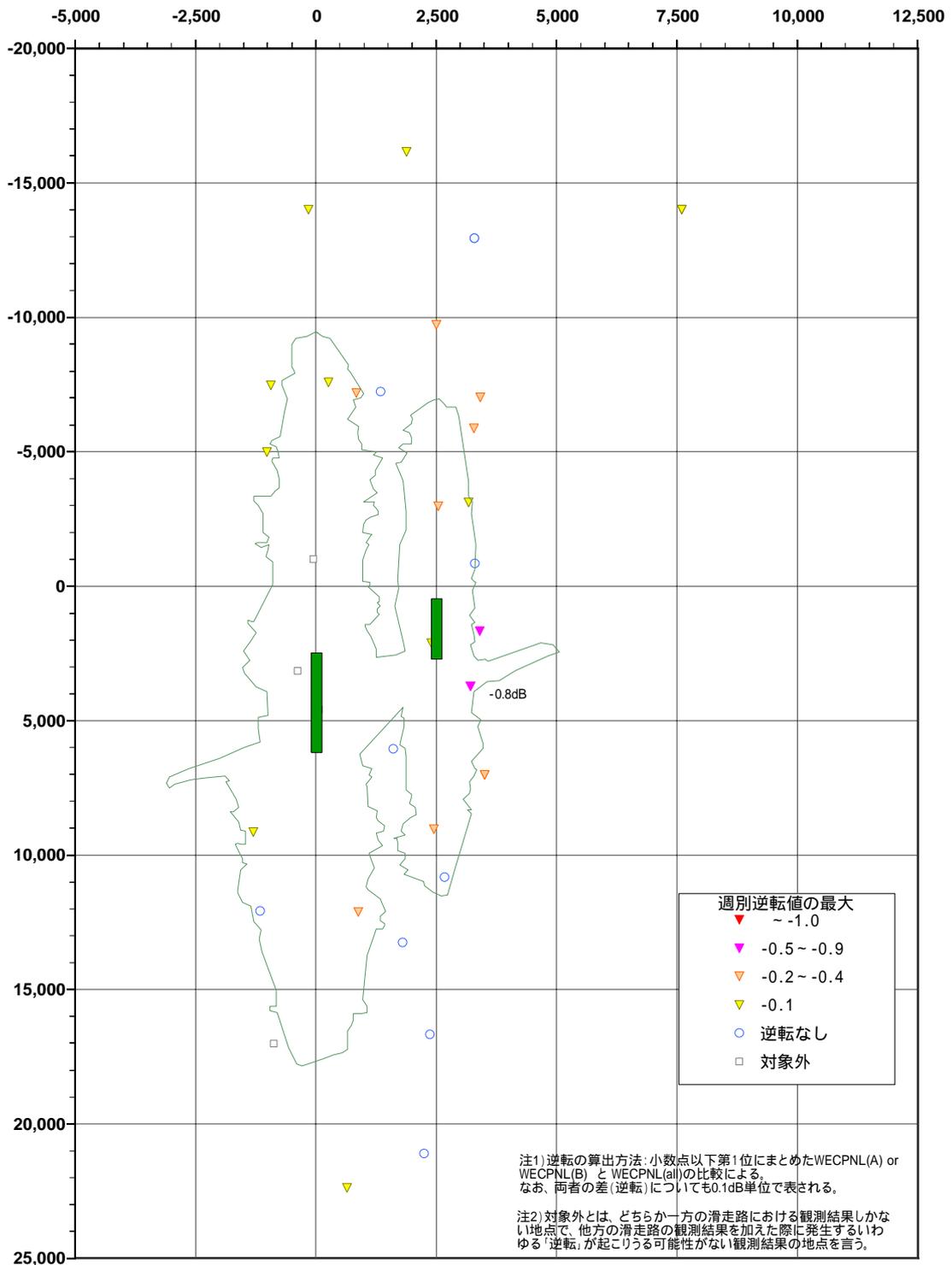
注) 1. 図の原点はA滑走路の北端で、A滑走路の方向に縦軸を設けている。
 2. 横軸と縦軸の単位はmである。縦横比は異なる(横長に表示)。

図 5.3.1 航空機騒音常時監視局の位置



WECPNL「逆転」の発生地点(平成16年度年間値:全102局)
(小数点以下のまどめをしない場合)

図 5.3.2 平成 16 年度の年平均 W_j における逆転の発生状況 (全 102 局)



週別WECPNL「逆転」の発生状況(平成16年度週別逆転値の最大値)
 (レベル値:小数点第1位でまとめ)

図5.3.3 平成16年度の週別平均W値の逆転発生状況
 (成田国際空港株式会社が設置する常時監視局 全33局)
 (伊丹空港 常時監視局 11局, 日別測定値)

5.4 実測に基づく WECPNL と時間帯補正等価騒音レベル等の関係

騒音のエネルギー加算を定義通りに行えば、WECPNL でも時間帯補正等価騒音レベル L_{den} でも逆転現象が起こらないことを前節において確かめたが、騒音評価方法がそうした等価騒音レベルの考え方を基本とするものに次第に変わりつつある状況に鑑み、それと WECPNL による騒音評価の関係がどうか、それらを算定する基本評価量である単発騒音暴露レベル L_{AE} と最大騒音レベル $L_{A,Smax}$ の関係がどうかについて、実測データに基づいて物理的な観点から考察した結果を述べる。

本節の検討では環境基準式により算定される $WECPNL_J$ を用いて検討する。逆転現象による $WECPNL_J$ の誤差が年間平均では 0.1 dB 未満、週平均で最大 0.5 dB、日別でも最大 1.6 dB であったため W 値算定手順修正案を用いても用いなくても違いは小さいと推測されるからである。なお、 L_{den} を算出する際の時間帯区分は WECPNL と同じ区切りとし、日中 7～19 時、夕方 19～22 時、夜間は 22 時～翌朝 7 時とした。検討に用いた観測データは環境省を通じて成田国際空港株式会社、国土交通省航空局、千葉県、富山県、その他の地方公共団体から入手したものである。入手した観測データを一覧リスト表 5.4.1 として示しておく。

表 5.4.1 地方公共団体から入手した観測データの内容の一覧リスト

	空港名	測定点数	測定時期	測定日数	機種照合	飛行形態	$L_{A,Smax}$	L_{AE}	継続時間	WECPNL	L_{Aeq}	備考
1	富山	4	四季	7×4								
2	大阪国際空港(兵庫県)	5	一年	365								WECPNL除いてpdf
3	岡山	5(3)	5,8,11,2月	14×4								
4	広島	5	一年	365								トランスポンダー識別
5	長崎(大村市) A滑走路	6	2月	7								L_{AE} データが不足しているため計算不能
	B滑走路	4	11月	7								L_{AE} データが不足しているため計算不能
6	長崎(諫早市) A滑走路	5	8月	7								
7	成田(千葉県)	14	一年	365								