

平成 2 1 年度 東京国際空港（羽田空港）

騒音影響の実態及び予測調査

平成 2 2 年 3 月

浦安市

目 次

1	調査実施の背景	2
2	調査目的	2
3	調査概要	3
	3 - 1 調査手法とフロー	3
	3 - 2 調査地点及び調査期間	8
4	調査方法及び調査結果	10
	4 - 1 航空機騒音調査	10
	4 - 2 航空機航跡調査	13
	4 - 3 航空機騒音予測・現状予測	30
	4 - 4 航空機騒音予測・将来予測と睡眠妨害の覚醒リスク評価	33
5	まとめ	45

1 調査実施の背景

東京国際空港（羽田空港）においては、国際航空機能拡充プランが国土交通省から示されるなど、再拡張後（平成 22 年 10 月末）における完全 24 時間や国際機能拡充に向けた動きが鮮明になってきている。しかしながら、国土交通省からの深夜早朝時間帯（23 時から 6 時まで）の飛行ルートの提示や協議の進展はなく、深夜早朝時間帯の騒音問題が置き去りに進められている状況にある。特に、深夜早朝時間帯に発生する航空機騒音は、市民生活への影響が懸念されることから、航空機騒音の低減に向けた市の取り組みに活用するため浦安市独自で調査を実施することとした。

（平成 21 年 5 月現在）

2 調査目的

浦安市（以下「市」という。）における、東京国際空港を離着陸する航空機の騒音の実態を把握するとともに、現状および将来（D 滑走路供用開始後）における航空機騒音の予測を実施した。

現状は、再拡張前の運用が年間で実施される最終年度（平成 21 年度）における航空機騒音の状況を把握することを目的とした。一方、将来については、これまでの国土交通省の説明から推定される深夜早朝時間帯の飛行ルートを前提としていたが、本調査中に国土交通省から平成 21 年 9 月 4 日及び平成 22 年 2 月 1 日に飛行ルートの提案があったことから、それぞれの飛行ルートについての航空機騒音予測を実施した。また、航空機騒音予測結果及び既知の知見と住民への質問票調査で得られた睡眠妨害等の影響を対応させ地域ごとに検証することにより、D 滑走路供用開始後の市内における睡眠妨害等の影響を予測すること等も目的とした。

本調査においては、航空機騒音の評価と睡眠妨害等の影響における研究に精通している京都大学大学院 平松幸三教授ならびに京都大学大学院 松井利仁准教授の助言・指導により作業を進行した。

3 調査概要

3 - 1 調査手法とフロー

調査目的である、航空機騒音の実態把握と現状および将来（D滑走路供用開始後）における航空機騒音の予測は、実測調査とこれを基礎データとして作成する計算モデルを用いた騒音予測により行った。騒音予測の基本的手法を図3 - 1 - 1に示す。

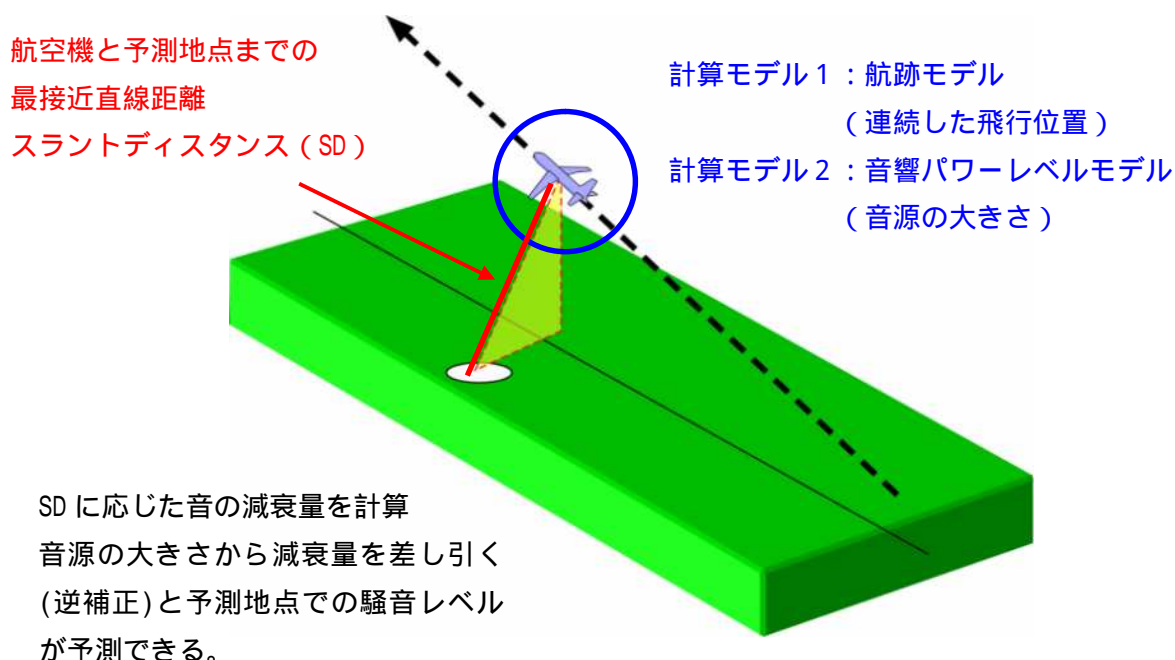


図3 - 1 - 1 騒音予測の基本的手法

騒音予測の基本的手法は以下の通りである。

航空機の連続した飛行位置（計算モデル1：航跡モデル）から予測地点までの最接近直線距離（図中赤線で示すもの。スラントディスタンスという。以降、「SD」と表記する。）を算出する。

SD に応じた音の減衰量を計算し、航空機の音源の大きさ（計算モデル2：音響パワーレベルモデル）からこの減衰量を差し引くことにより予測地点での騒音レベルを算出する。

次に SD 及び音の減衰量の計算方法を示す。

(1) SD

連続した航空機の飛行位置を示す航跡座標 (X1、 Y1、 Z1) と予測地点座標 (X2、 Y2、 Z2) の SD を以下の式により算出する。

$$SD = \sqrt{(X1 - X2)^2 + (Y1 - Y2)^2 + (Z1 - Z2)^2}$$

この式からもわかるとおり、騒音予測に用いる航跡モデルは航空機の飛行位置を示す、連続した航跡座標データである。

(2) 音の減衰量

音の減衰量の計算は距離減衰と超過減衰それぞれについて行う。

距離減衰量

航空機騒音を点音源と仮定して距離減衰量を以下の式により算出する。

$$Lp = Lw - 20 \log r - 11$$

音源を無指向性の点音源と仮定した場合、図 4 - 1 - 2 のように音源から放射された音波は球面状に広がって伝搬し、音源から遠ざかる音の波面の面積が広がるため、それに反比例して音の強さは小さくなる。この減衰量は距離が倍になると 6dB ずつ減衰する。

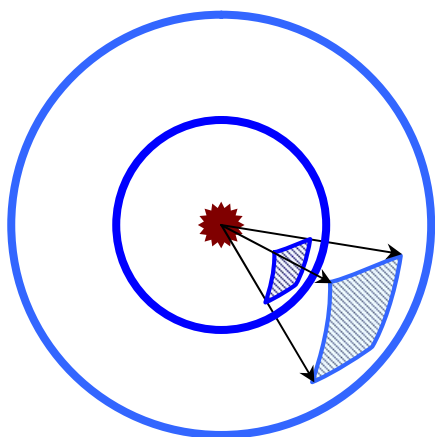


図 3 - 1 - 2 距離減衰のイメージ

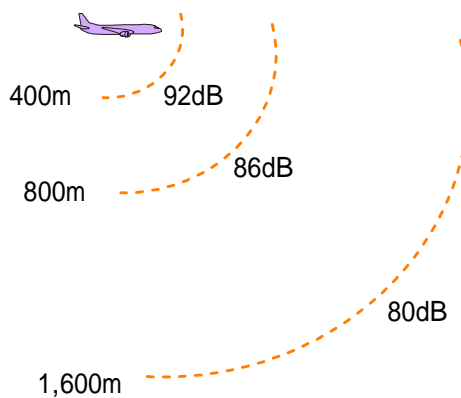


図 3 - 1 - 3 SD による音圧レベルの変化

超過減衰量

遠距離の音の減衰については空気吸収による減衰を考慮する必要がある。空気吸収は音の周波数により減衰量が異なり、周波数が高いほど空気吸収量が大きいため減衰量が大きくなる傾向がある。今回は JIS Z 8738:1999 (ISO9613-1:1993) 屋外の音の伝搬における空気吸収の計算に基づき、周波数、気温、相対湿度をパラメータとして減衰量を算出した。例として周波数別に距離に応じた空気吸収量(気温 16.4℃、相対湿度 61%)を図 3 - 1 - 4 に示す。

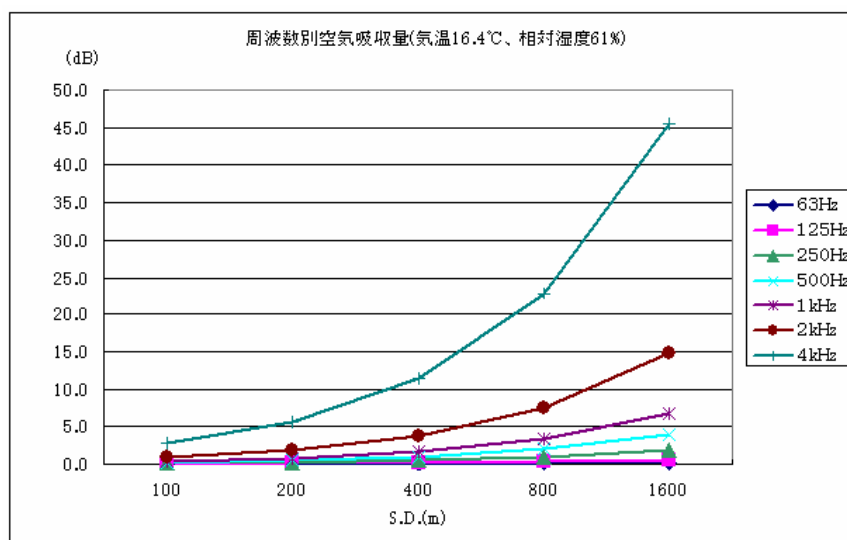


図3 - 1 - 4 周波数別の空気吸収量

これらの計算方法からわかるように、騒音予測に用いる音響パワーレベルモデルは、航空機が持つ周波数別の音源の大きさを示すデータである。

次に騒音予測の計算フローを図3 - 1 - 5 に示す。

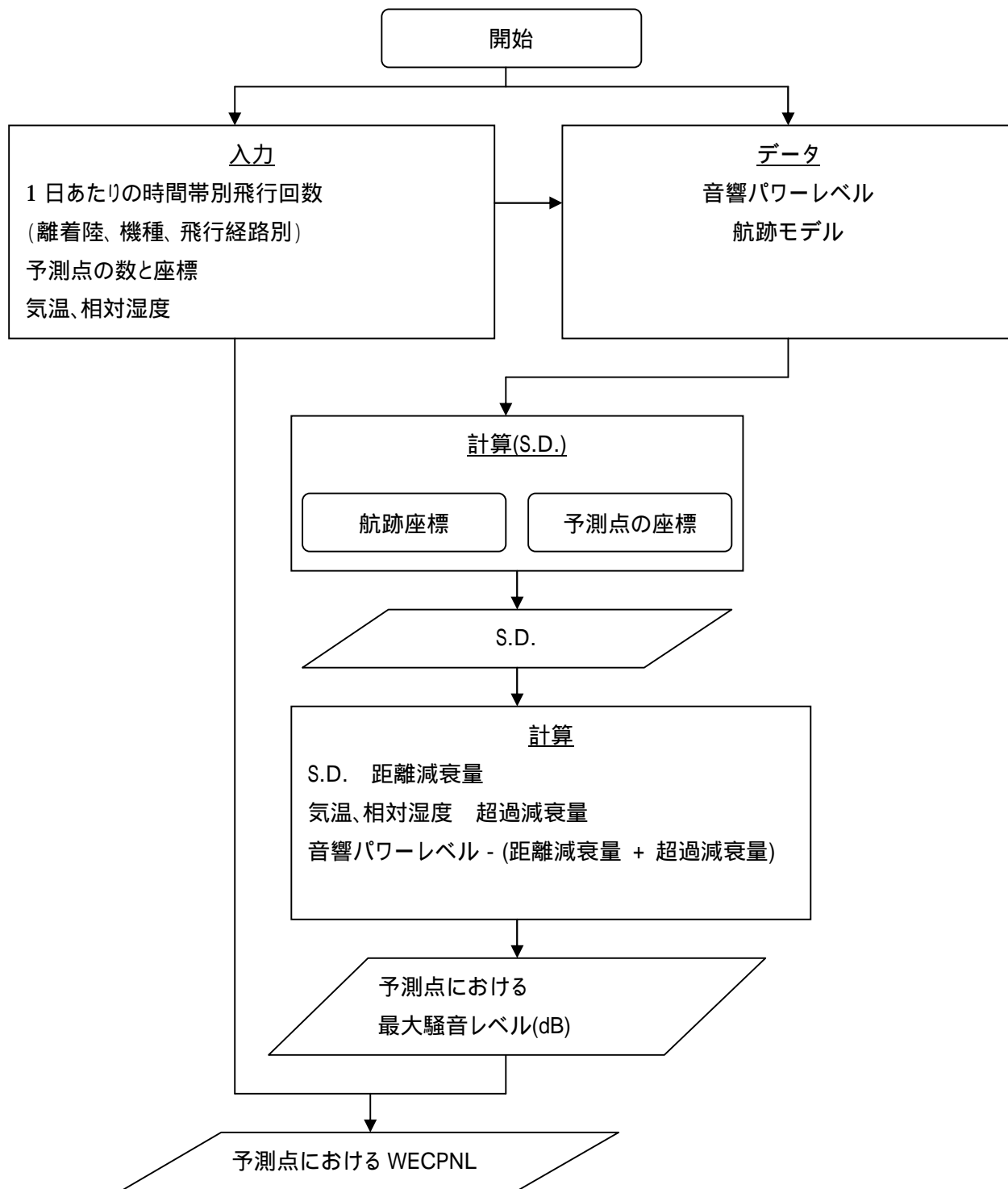


図3 - 1 - 5 騒音予測計算フロー

騒音予測に必要なデータとして、2つの計算モデル、すなわち航空機の飛行位置を示す航跡モデルと航空機が持つ周波数別の音源の大きさを示す音響パワーレベルモデルがある。また計算モデルとは別に、計算パラメータとして気温と相対湿度が必要であり、WECPNLなどの評価値を求めるには1日あたりの飛行回数も必要となる。本調査ではこれら計算モデルと計算パラメータを実測調査により得ることとした。調査全体の概要フローを図3 - 1 - 6に示す。

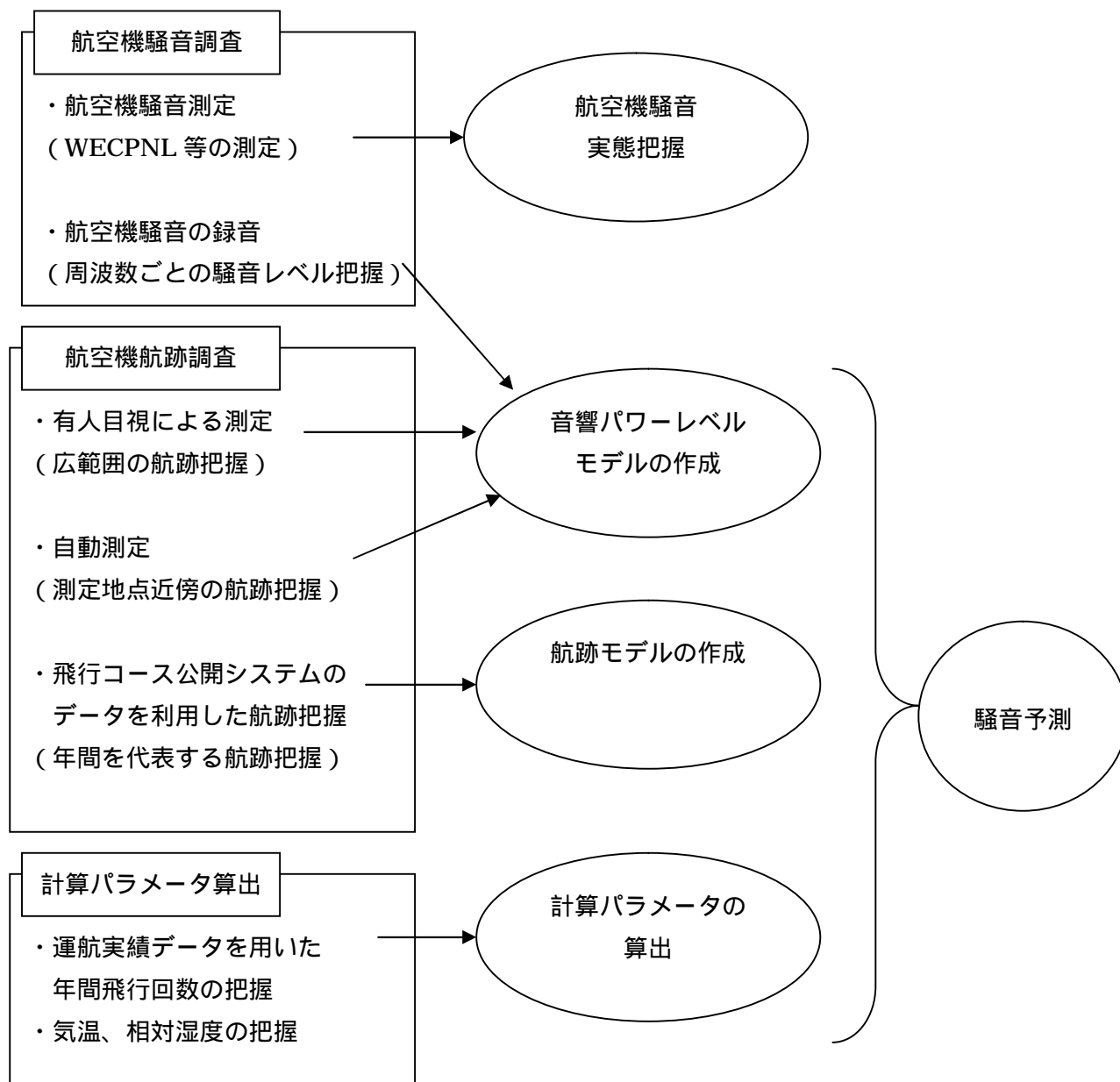


図3 - 1 - 6 調査全体の概要フロー

なお本調査における航空機航跡調査は3つの手法を用いて測定を行った。それぞれの手法及び目的については4 - 2 航空機航跡調査の項目に記載する。

3 - 2 調査地点及び調査期間

調査を行った地点と期間を、航空機騒音調査においては表3 - 2 - 1に、航空機航跡調査においては表3 - 2 - 2に示す。また調査地点位置を図3 - 2 - 1に示す。

表3 - 2 - 1 航空機騒音調査地点一覧

調査目的	調査地点名	施設名称	調査期間	備考
航空機騒音 調査	浦安市日の出	墓地公園	6月10日～7月12日	移動測定局
	浦安市高洲	浦安南高校	6月10日～7月12日	千葉県固定局
	浦安市千鳥	ビーナスプラザ (クリーンセンター)	6月10日～9月01日	移動測定器
	浦安市今川	今川記念館	6月10日～7月12日	移動測定器
	浦安市当代島	当代島公民館	6月10日～7月12日	千葉県固定局
	江戸川区春江町	一之江第二小学校	6月10日～7月12日	移動測定器
	江戸川区清新町	コーシャハイム	6月10日～7月12日	移動測定器

表3 - 2 - 2 航空機航跡調査地点一覧

調査目的	調査地点名	施設名称	調査期間	備考
航空機航跡 調査	浦安市日の出	墓地公園	6月10日～6月26日	有人測定調査
	浦安市当代島	当代島公民館	6月10日～6月26日	有人測定調査
	江戸川区清新町	コーシャハイム	6月10日～6月26日	有人測定調査
			6月10日～7月12日	自動測定調査
	江戸川区春江町	一之江第二小学校	6月10日～7月12日	自動測定調査
浦安市千鳥	ビーナスプラザ (クリーンセンター)	7月15日～9月01日	自動測定調査	

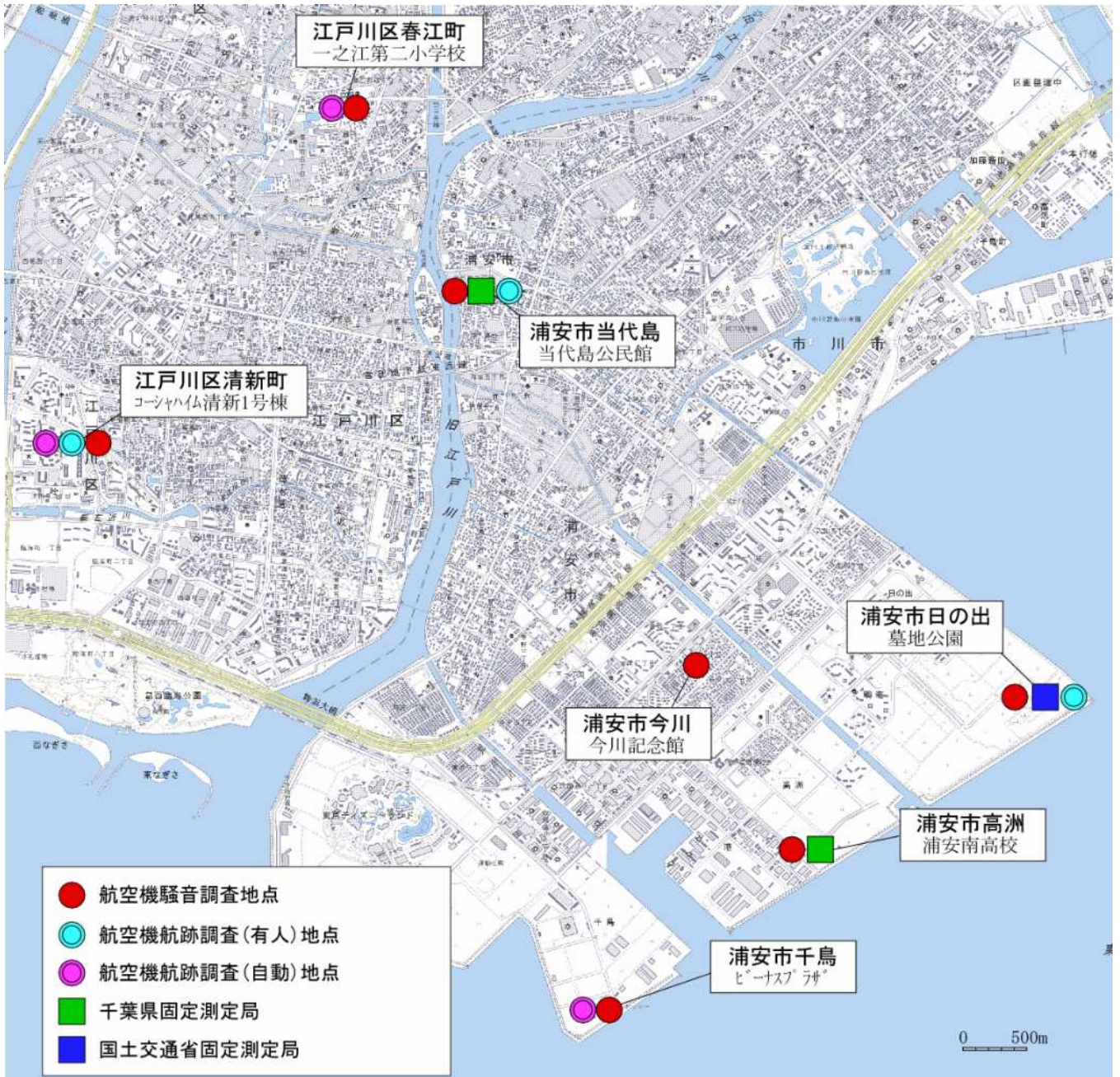


図 3 - 2 - 1 調査地点位置図

4 調査方法及び調査結果

4 - 1 航空機騒音調査

(1) 調査方法

航空機騒音調査は航空機通過時に発生した騒音の最大騒音レベル及び発生時刻や単発騒音曝露レベルなどを収集すると共に、航空機通過時の騒音を22kHzサンプリング間隔でデジタル変換してコンピュータに記録した。調査に用いた測定器と調査状況を写真4 - 1 - 1及び4 - 1 - 2に示す。



写真4 - 1 - 1 航空機騒音測定器(今川記念館)



写真4 - 1 - 2 航空機騒音測定状況(今川記念館)

(2) 調査結果(航空機騒音測定)

航空機騒音測定結果一覧表を表4 - 1 - 1に示す。

表4 - 1 - 1 航空機騒音測定結果一覧表

調査地点	騒音発生回数(週合計)				加重回数	パワー平均 dB(A)	週平均 WECPNL	最大騒音 レベル dB(A)
	N1	N2	N3	N4				
浦安市千鳥	5	588	179	40	1,575	70.4	67.2	80.5
浦安市日の出	14	390	55	6	755	62.2	55.6	71.6
浦安市今川	1	214	23	0	293	59.7	49.0	67.7
浦安市高洲	15	504	109	17	1,151	62.9	58.1	72.5
浦安市当代島	0	80	1	0	83	68.6	52.2	77.9
江戸川区春江町	0	157	0	0	157	71.3	57.8	81.3
江戸川区清新町	0	163	0	0	163	74.5	61.2	82.3

なお、詳細は別紙報告書「平成21年度東京国際空港(羽田空港)航空機騒音実態調査結果(夏季)」及び「平成21年度東京国際空港(羽田空港)航空機騒音実態調査結果(冬季)」に記載した。

(3) 調査結果(音響パワーレベル)

各調査地点で記録された航空機騒音のうち、航空機航跡調査によりSDを取得できたデータの中から、暗騒音+10dBを超える最大騒音レベルを記録した航空機騒音データに対して周波数分析を行い周波数別の騒音レベルを求めた。さらに調査期間中の運航実績と時間で照合して運用、離着陸、機種別に分類・整理した。調査地点別の離着陸・運用方向別データ数を表4-1-2に示す。また周波数別騒音レベルの代表例を図4-1-1及び図4-1-2に示す。

表4-1-2 周波数分析データ数

調査地点 運用 離着陸	日の出	高洲	千鳥	今川	当代島	春江町	清新町	合計
22VOR/DME 着陸	18	82	849	0	0	0	0	949
22ILS 着陸	0	0	0	0	78	104	842	1,024
16L 離陸	0	0	17	0	2	0	0	19
16R 離陸	30	35	92	13	0	0	0	170
34R 離陸	10	18	826	12	0	0	0	866
合計	58	135	1,784	25	80	104	842	3,028

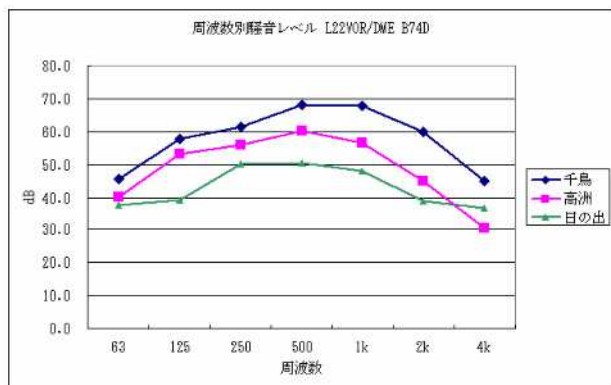


図4-1-1 22VOR/DME 着陸 B747-400

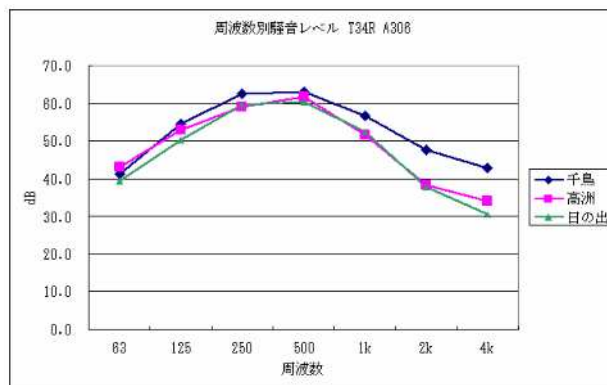


図4-1-2 34R 離陸 A300-600

また同時に行った航空機航跡調査により得た航跡データから、航空機騒音調査地点までのSDを求め、SDに応じた音の減衰量を算出して逆補正し各航空機騒音の音響パワーレベルを算出した後に、運用、離着陸、機種別に分類・整理して、そのパワー平均値を求めた。これを分類ごとに精査・検証して音響パワーレベルモデルを作成した。この音響パワーレベルモデルを用いて音響パワーレベルと距離の関係図を作成した。代表例として22VOR/DME着陸のB767-300、B777-200、A300-600、B747-400Dについて図4-1-3から図4-1-6に示す。

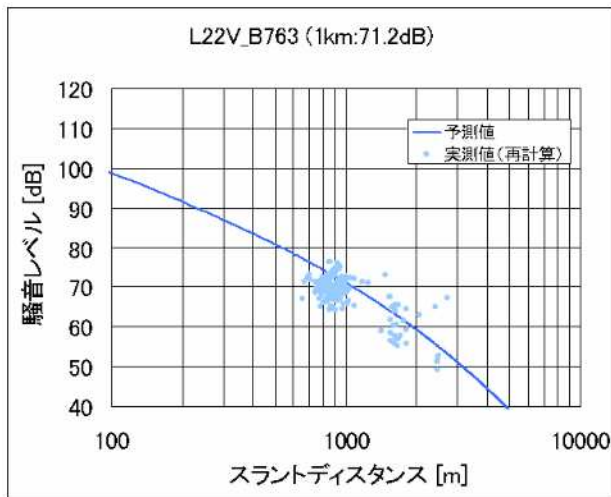


図4-1-3 22VOR/DME 着陸 B767-300

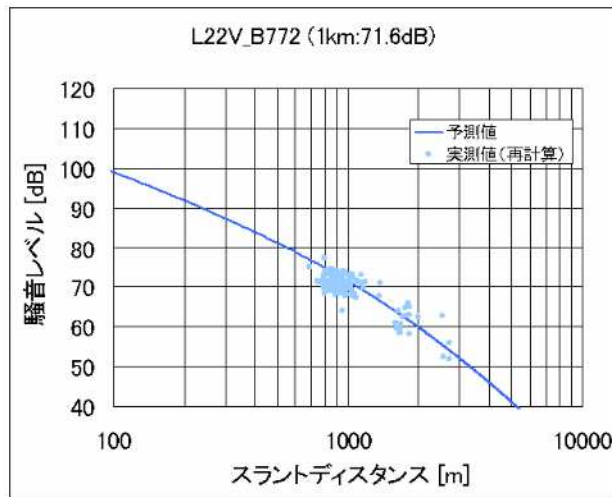


図4-1-4 22VOR/DME 着陸 B777-200

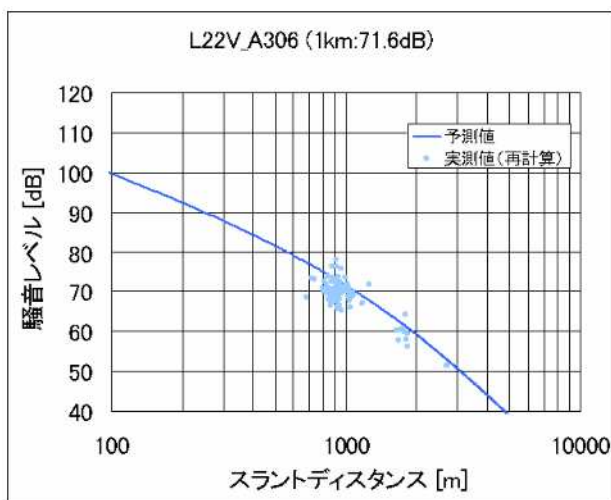


図4-1-5 22VOR/DME 着陸 A300-600

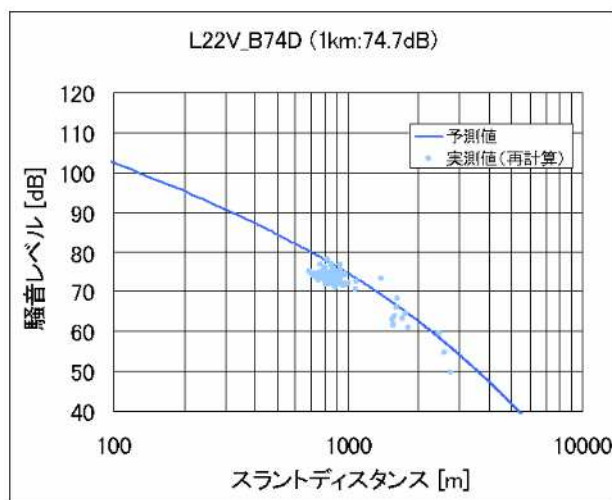


図4-1-6 22VOR/DME 着陸 B747-400D

4 - 2 航空機航跡調査

航空機航跡調査は有人目視による測定、自動測定、飛行コース公開システムのデータを利用した航跡調査に分類される。それぞれの調査方法及び調査結果を(1)から(3)までに記載する。また調査期間中に国土交通省より深夜早朝時間帯飛行ルートの特案があったため、急遽特案に沿った航跡モデルの作成を行った。この内容については(4)に記載する。

(1) 有人目視による測定

調査方法

簡易経緯儀を用いて2地点から同時に航空機を追尾し、その方位角と仰角を0.1度の分解能で、測定時刻(0.1秒単位)とともにコンピュータに取り込み記録した。後日、2地点のデータを、時刻を基に照合し三角測量の原理で時々刻々の座標を算出し航跡データを作成した。測定手法のイメージ図を図4-2-1に、調査状況の写真を写真4-2-1及び写真4-2-2に示す。

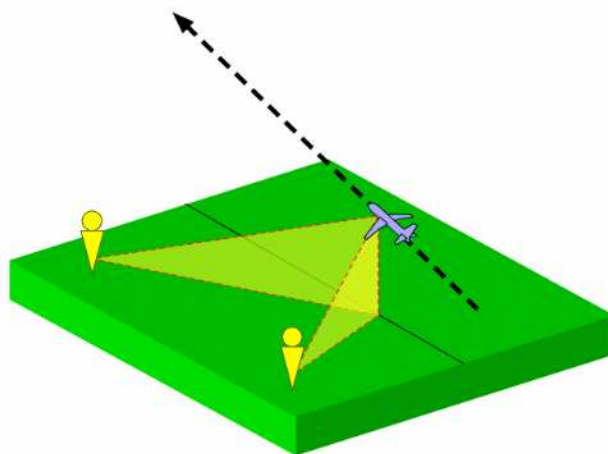


図4-2-1 有人目視測定イメージ図



写真4-2-1 有人目視測定状況



写真4-2-2 有人目視測定状況

調査結果

有人目視測定により取得したデータ数を表4 - 2 - 1 に示す。また運用、離着陸別の航跡データを図4 - 2 - 2 から図4 - 2 - 5 に示す。

表4 - 2 - 1 日別測定機数一覧表

	離陸		着陸		小計
	16R	34R	22D	22I	
6月10日(水)	0	0	83	0	83
6月12日(金)	61	42	0	0	103
6月15日(月)	3	15	0	0	18
6月16日(火)	0	0	0	0	0
6月17日(水)	13	29	0	0	42
6月18日(木)	0	0	0	0	0
6月19日(金)	0	1	0	5	6
6月22日(月)	0	0	0	0	0
6月23日(火)	129	0	0	0	129
6月25日(木)	2	32	0	0	34
6月26日(金)	121	0	259	0	380
合計	329	119	342	5	795

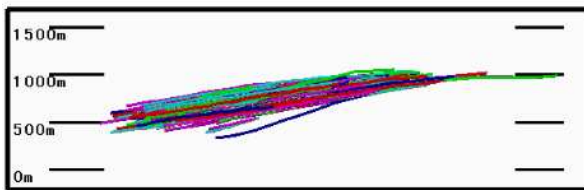
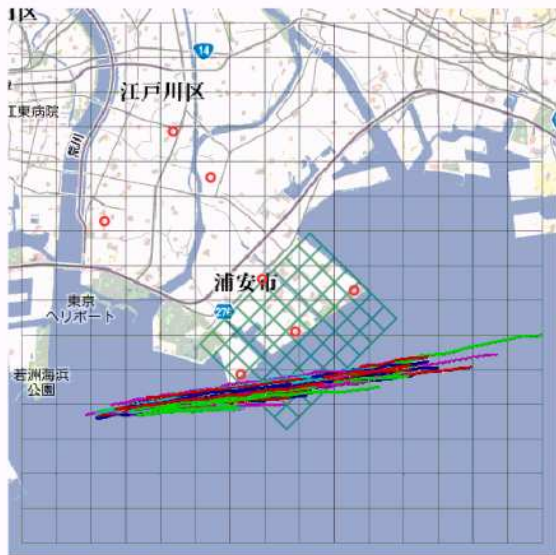


図 4 - 2 - 2 22VOR/DME 着陸機



図 4 - 2 - 3 22ILS 着陸機

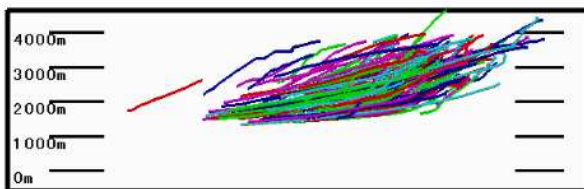
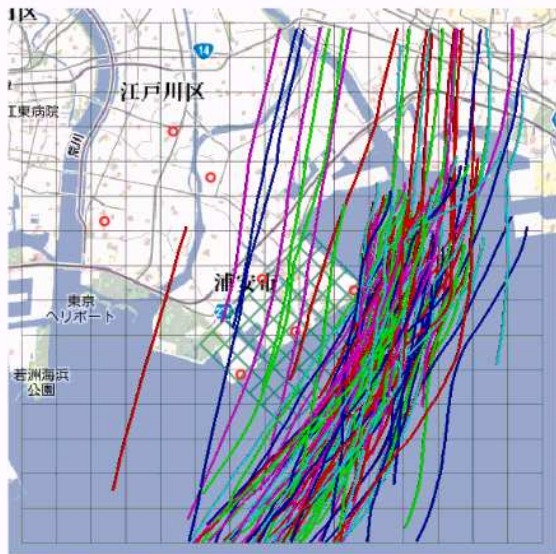


図 4 - 2 - 4 16R 離陸機

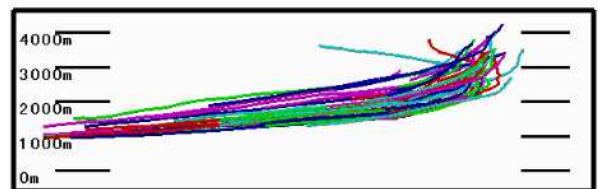
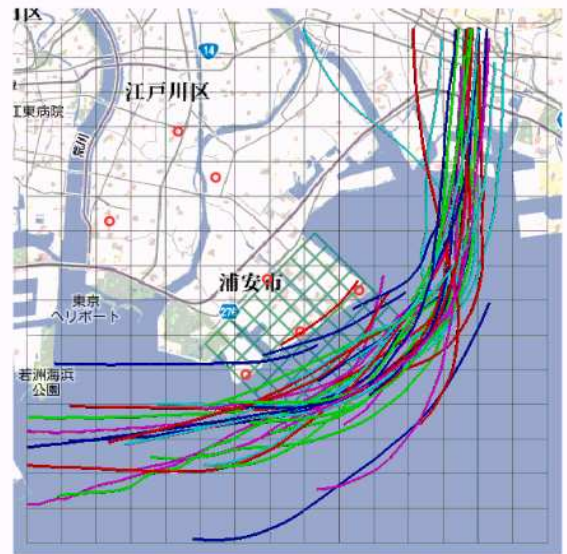


図 4 - 2 - 5 34R 離陸機

この有人による目視測定で得られた航空機 1 機ごとの航跡から、騒音調査地点までのSDを算出し、航空機騒音調査で得られた当該データの周波数別騒音レベルから、SDに応じた距離減衰量を算出して逆補正することにより、航空機 1 機ごとの音響パワーレベルを得た。

(2) 自動測定

調査方法

4本のマイクロホンを用いて、暗騒音より10dB以上卓越した航空機騒音の音源到来方向を示す音響ベクトルデータを連続して算出するとともに、航空機の発するトランスポンダ応答信号を受信して航空機1機ごとの航空機識別情報を取得した。これらのデータ(方位、仰角及び飛行高度)を時間で照合して、三角測量の原理で時々刻々の座標を算出し航跡データを作成した。自動測定は有人の目視調査に比べると航跡捕捉範囲が狭い欠点がある一方、測定地点周辺の航跡の取得だけに目的を絞れば、長期間の測定が可能で、より多くのデータを得ることができる。今回は出現頻度の少ない22ILS着陸の取得を目的として、江戸川区清新町及び江戸川区一之江にて自動測定を行った。また調査後半では22VOR/DME着陸や離陸機データをより多く取得することを目的として、浦安市千鳥でも自動測定を行った。測定手法のイメージ図を図4-2-6に、調査状況の写真を写真4-2-3及び写真4-2-4に示す。

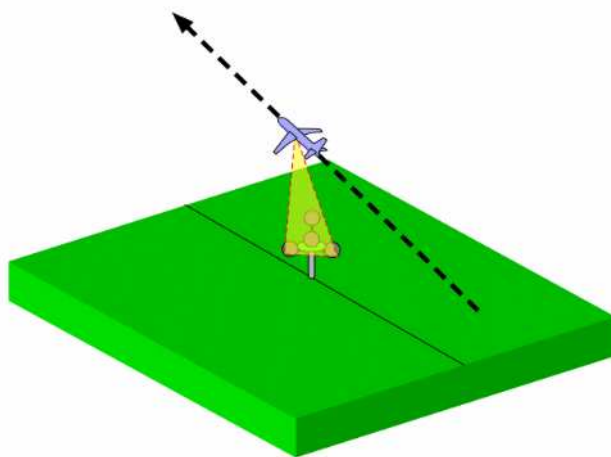


図4-2-6 自動測定のイメージ図

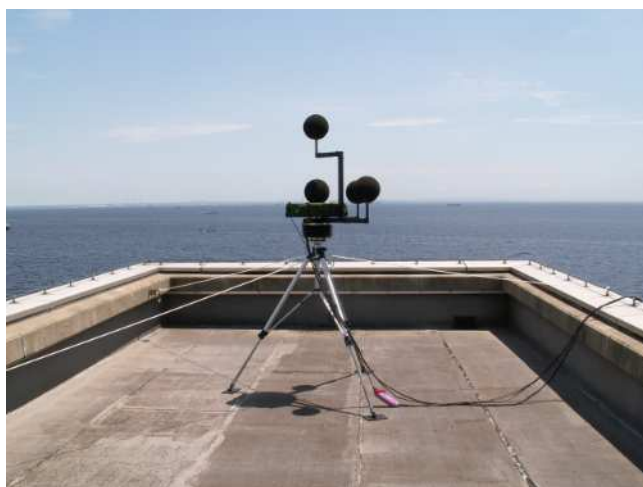


写真4-2-3 自動測定状況



写真4-2-4 自動測定状況

調査結果

春江町及び清新町において自動測定により取得したデータ数を表4 - 2 - 2に示す。また千鳥において自動測定により取得したデータ数を表4 - 2 - 3に示す。また運用、離着陸別の航跡データを図4 - 2 - 7から図4 - 2 - 11に示す。

表4 - 2 - 2 日別測定機数一覧表

	春江町	清新町	合計
6月11日	58	55	113
6月14日	21	31	52
6月19日	37	35	72
6月21日	293	300	593
6月22日	218	209	427
6月24日	72	70	142
7月6日	133	145	278
7月12日	33	43	76
合計	865	888	1,753

*離着陸・運用は全て22ILS着陸

表4 - 2 - 3 日別測定機数一覧表(千鳥)

	離陸			着陸	小計
	16R	16L	34R	22D	
7月15日	0	0	0	184	184
7月16日	8	0	23	0	31
7月17日	2	0	25	0	27
7月18日	12	0	22	4	38
7月19日	2	3	0	171	176
7月20日	13	0	38	3	54
7月21日	0	0	35	2	37
7月22日	2	1	25	51	79
7月23日	2	0	21	28	51
7月24日	1	2	0	42	45
7月25日	0	1	0	66	67
7月26日	5	0	0	4	9
7月27日	11	5	7	15	38
7月28日	15	0	0	71	86
7月29日	11	3	0	59	73
7月30日	7	1	4	3	15
7月31日	0	0	52	0	52
8月1日	4	0	43	0	47
8月2日	0	0	75	0	75
8月3日	0	0	56	0	56
8月4日	0	0	35	0	35
8月5日	6	0	37	2	45
8月6日	6	0	35	11	52
8月7日	9	0	2	14	25
8月8日	8	0	63	0	71
8月9日	0	0	45	0	45
8月10日	0	0	0	0	0
8月11日	0	0	0	0	0
8月12日	0	0	0	0	0
8月13日	4	1	4	0	9
8月14日	0	0	62	0	62
8月15日	0	0	49	0	49
8月16日	0	0	51	0	51
8月17日	0	0	52	0	52
8月18日	9	0	13	0	22
8月19日	8	0	12	1	21

8月20日	13	0	0	30	43
8月21日	7	0	3	54	64
8月22日	9	0	11	0	20
8月23日	3	0	21	9	33
8月24日	5	0	13	1	19
8月25日	7	0	15	0	22
8月26日	3	0	21	0	24
8月27日	5	0	17	0	22
8月28日	4	0	0	27	31
8月29日	8	0	5	1	14
8月30日	0	0	9	0	9
8月31日	0	0	5	0	5
9月1日	3	0	33	0	36
合計	212	17	1039	853	2121

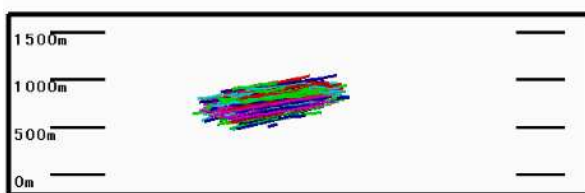


図 4 - 2 - 7 22VOR/DME 着陸機

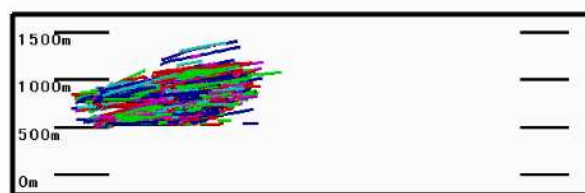
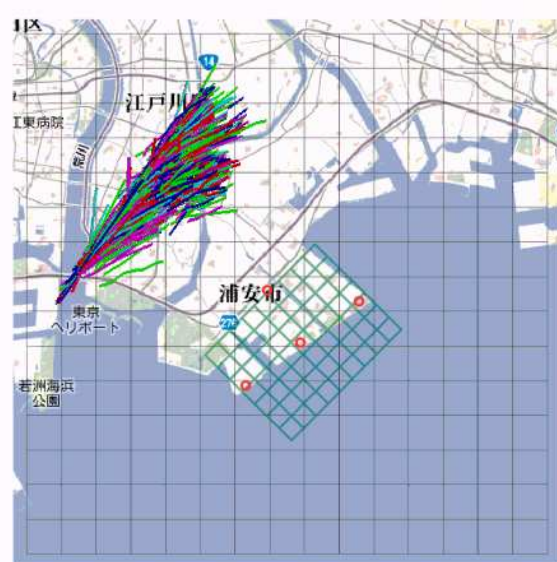


図 4 - 2 - 8 22ILS 着陸機

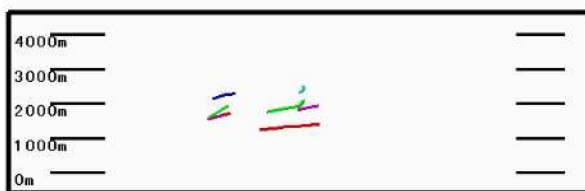


図 4 - 2 - 9 16L 離陸機

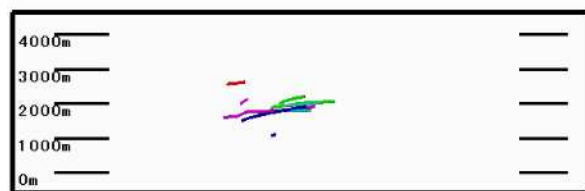


図 4 - 2 - 10 16R 離陸機

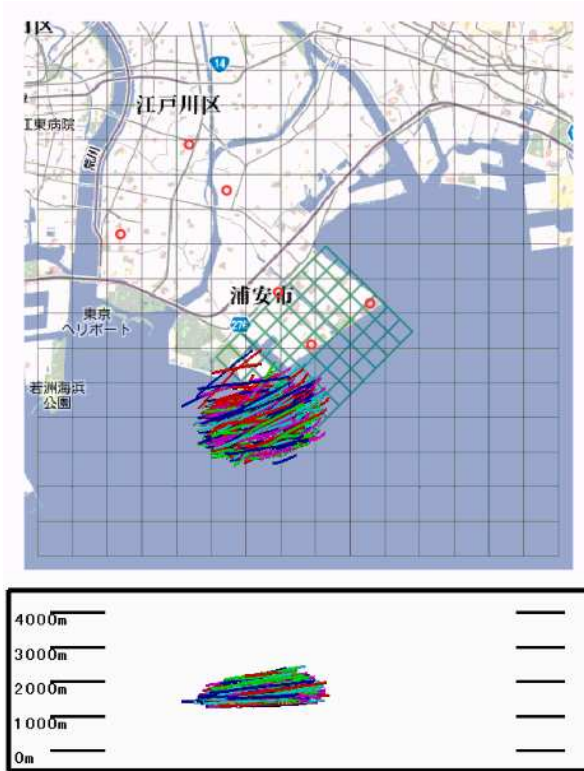


図 4 - 2 - 11 34R 離陸機

この自動測定で得られた航空機 1 機ごとの航跡から、騒音調査地点までのSDを算出し、航空機騒音調査で得られた当該データの周波数別騒音レベルから、SDに応じた距離減衰量を算出して逆補正することにより、航空機 1 機ごとの音響パワーレベルを得た。

(3) 飛行コース公開システムのデータを利用した航跡把握
調査方法

国土交通省航空局の飛行コース公開システムでは、羽田空港を離着陸する航空機の航跡情報をインターネットで公開している。

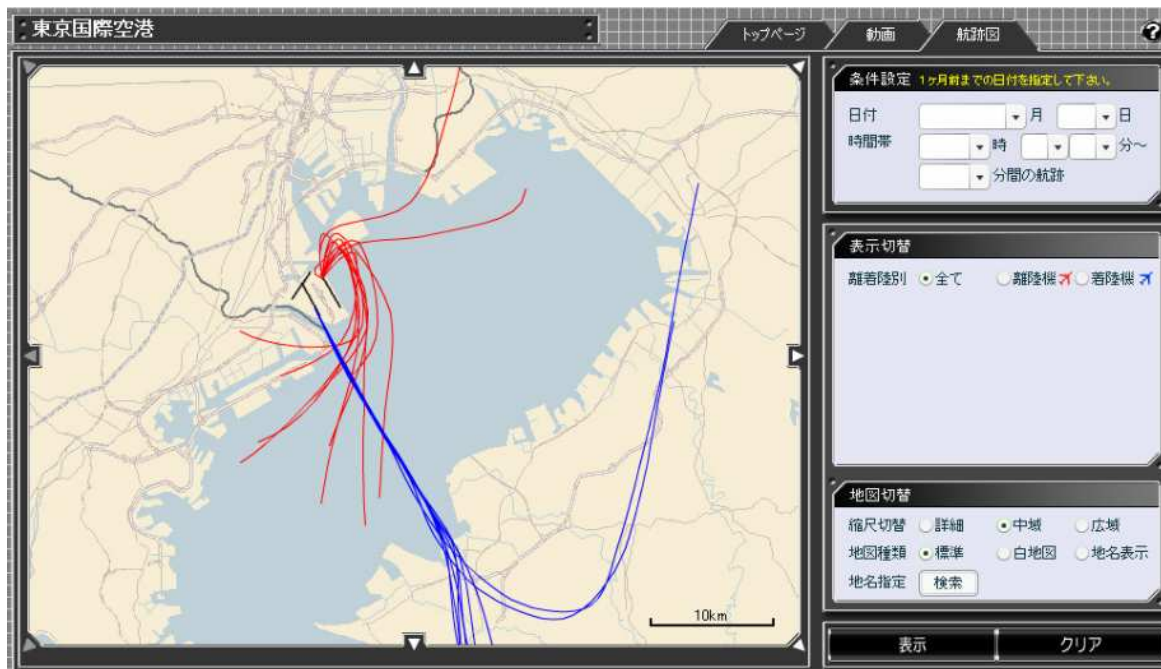


図4 - 2 - 12 飛行コース公開システムの画面(参考)

今回はこの飛行コース公開システムの設計元である財団法人航空保安研究センターと共同で研究・開発を進め、航跡モデルを作成するために必要なデータの抽出と変換を行った。このデータを平成20年10月1日から平成21年9月30日までの1年間分を集約し、機種や飛行コース別に整理することによって年間を代表する航跡モデルを作成した。

なお羽田空港では平成20年9月に横田空域返還による航路の変更が行われ、現在に至っている。今回の調査では現状の飛行コースを把握することが目的であったため、入手する期間を航路変更後の平成20年10月1日からとした。

また航跡モデルを作成するための元データは航空機の位置を示す座標データが望ましいが、この座標データは情報量が膨大で飛行コース公開システムのデータベースから抽出する術がなかった。そのため離陸機と着陸機それぞれにおける任意の断面位置を定め、この断面を通過する位置情報から航跡モデルを作成することとした。離陸機及び着陸機それぞれの任意断面を図4 - 2 - 13及び図4 - 2 - 14に示す。

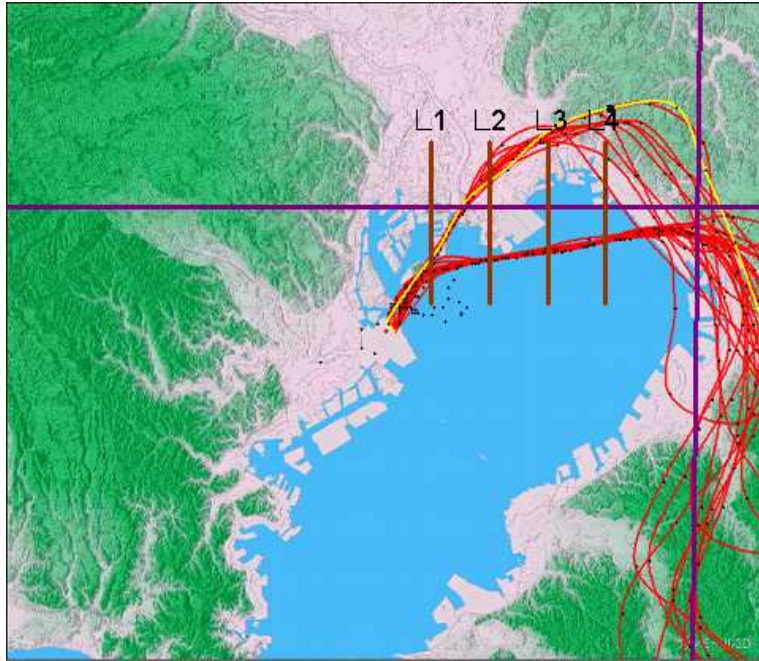


図 4 - 2 - 13 着陸機の任意断面位置

図中の茶線で示した4断面が着陸機における任意断面である。着陸機の航跡データは、ここを通過した航空機1機ごとの通過位置座標を分類整理して算出した。なお図中赤線で示されているのは着陸機の航跡を示すサンプルである。

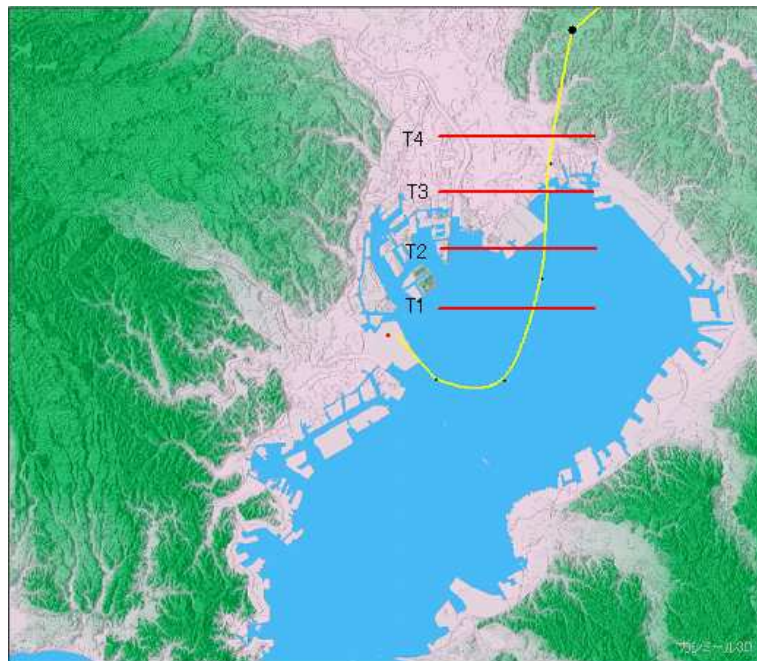


図 4 - 2 - 14 離陸機の任意断面位置

図中の赤線で示した4断面が離陸機における任意断面である。離陸機の航跡モデルは、ここを通過した航空機1機ごとの通過位置座標を分類整理して算出した。なお図中黄線で示されているのは離陸機の航跡を示すサンプルである。

調査結果(航跡モデル作成)

飛行コース公開システムより得た航跡データ(断面通過位置)から運用別、離着陸別の航跡モデルを作成した。1年分の各断面位置から分類ごとの飛行範囲を推定し、その範囲に7本の航跡モデルを設定した。7本の航跡モデルに対してはばらつきが正規分布するものと仮定して、予測計算時は図4-2-15及び表4-2-4に示す飛行回数割合を設定することとした。

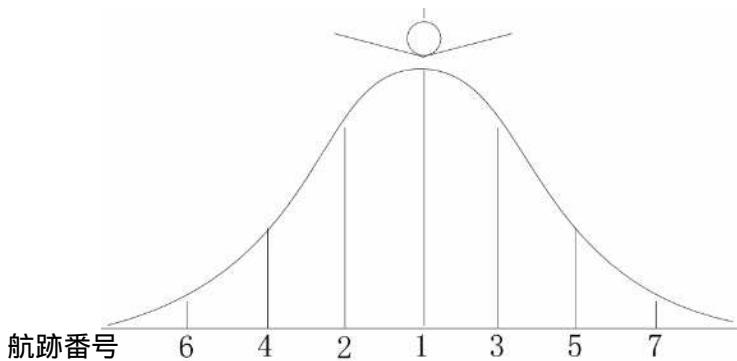


図4-2-15 推定航跡モデル飛行回数割合(7本)

表4-2-4 推定航跡モデル飛行回数

データ数 航跡番号	7
6 / 7	3.1%
4 / 5	10.6%
2 / 3	22.2%
1	28.2%

このようにして作成した航跡モデルを図4-2-16から図4-2-19に示す。

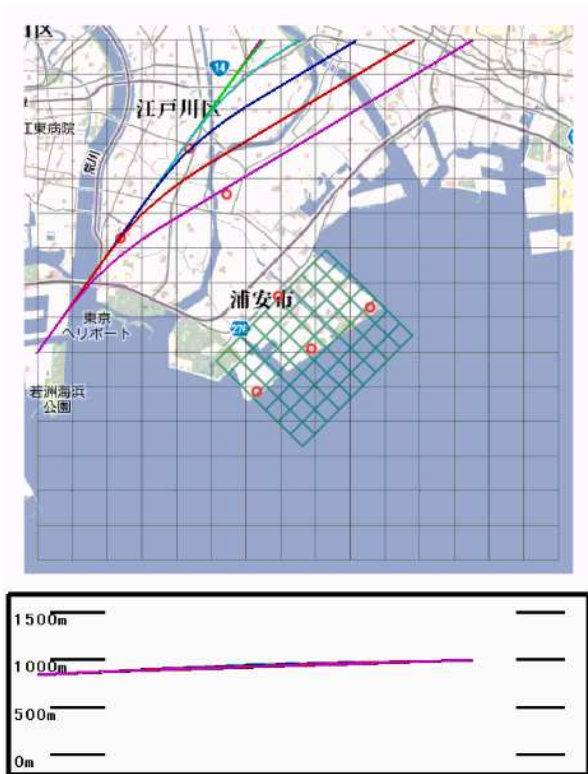


図4-2-16 航跡モデル 22ILS 着陸

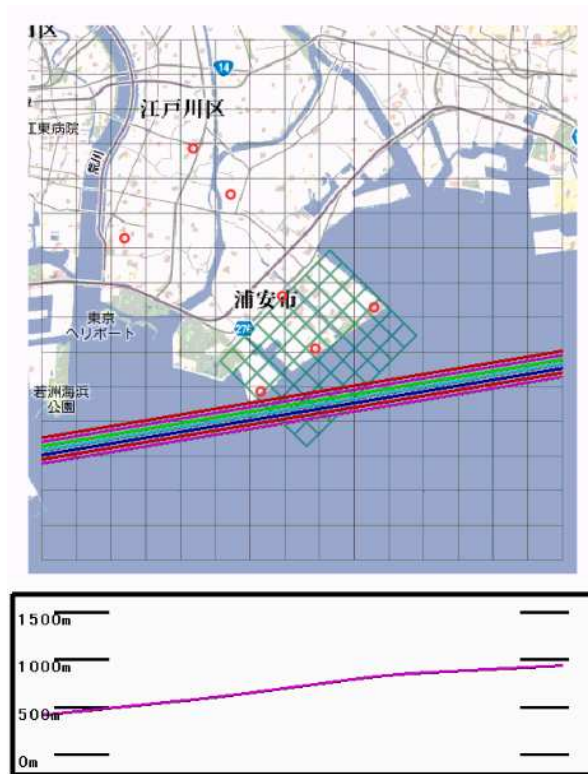


図4-2-17 航跡モデル 22VOR/DME 着陸

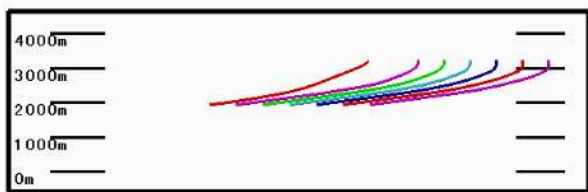
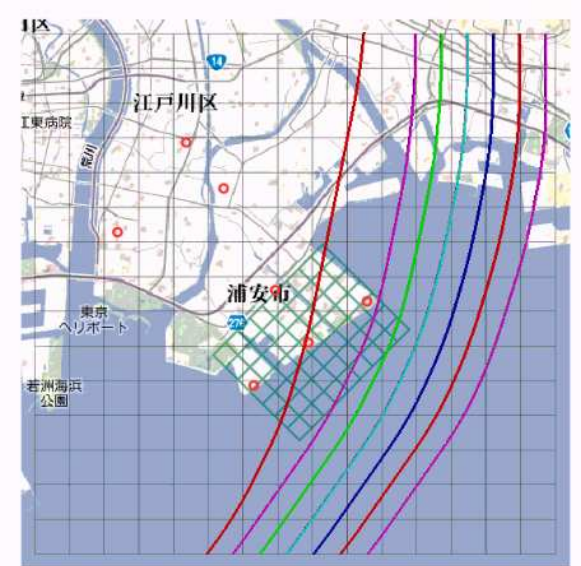


図4 - 2 - 18 航跡モデル 16 離陸

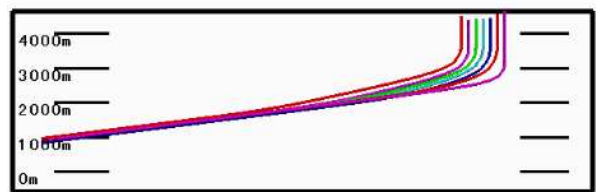
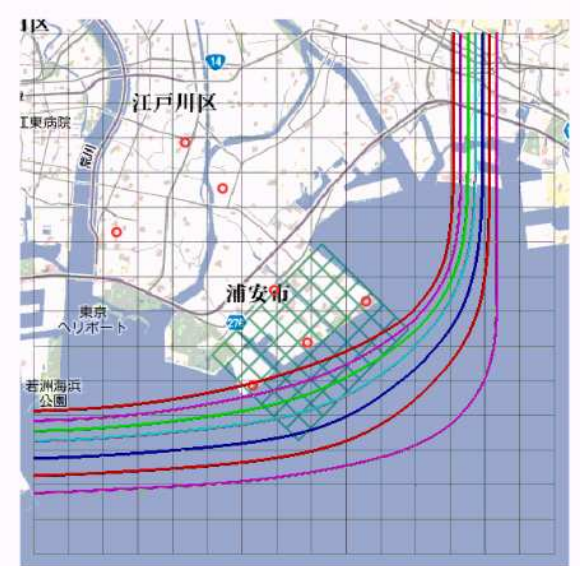


図4 - 2 - 19 航跡モデル 34R 離陸

調査結果(北行離陸機陸域進入頻度及び飛行高度)

飛行コース公開システムより得た航跡データ(断面通過位置)を用いて、市内陸域に進入する離陸機について機数及び飛行高度を調査した。これは例年行っている航空機騒音実態調査の北行離陸機陸域進入高度調査に変わるものである。例年の調査では短時間の目視調査で行っていたが、本調査では年間の航跡データを用いて行う事とした。

ここでの航跡データは前述の通り、任意断面の通過位置である。今回は離陸機の任意断面位置2の通過位置から市内陸域に進入したか推定した。

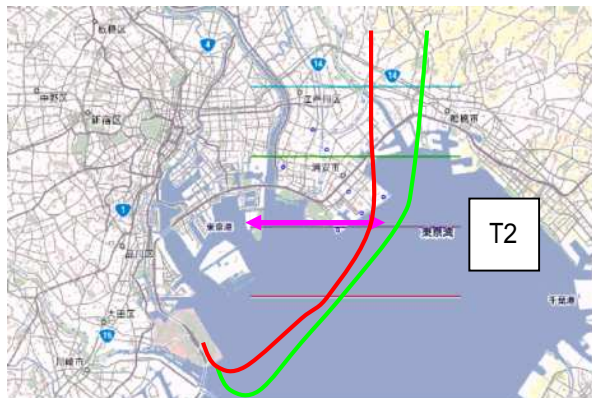


図4 - 2 - 20 16 離陸の飛行コース例



図4 - 2 - 21 34 離陸の飛行コース例

市内陸域に進入する飛行コースは離陸機の運用方向により変化する。16離陸の飛行コース例を図4 - 2 - 20に示す。16離陸は南に離陸した後、北向きに旋回して北上する。そこで今回は離陸任意断面2(図上のT2と記された紫線による断面)の西端と、離陸任意断面2の中心点より2km東までの範囲(図上ピンク矢印の範囲)を通過したものを陸域進入と推定し、それ以外のは陸域進入しなかったものとした。図上の例では、赤線による航跡が陸域進入の飛行コース例であり、緑線による航跡が陸域に進入しない飛行コース例である。

また34離陸の飛行コースの例を図4 - 2 - 21に示す。34離陸は北に離陸した後、東に進路を変えてしばらく東進する。その後、北向きに旋回するが、多くの場合が離陸任意断面2の南を東進して浦安市内を左手に見ながら進行し、海上で離陸任意断面2を越つつ陸域をかすめるようにして通過しその後北上する。そのため16離陸時と同じ断面通過位置の範囲で陸域進入とすると実際には進入していないとおもわれるデータが陸域進入と誤認してしまうことが多かった。そのため、34離陸時の推定は離陸任意断面2の西端から離陸任意断面2の中心点まで(図上のピンク矢印の範囲)を通過したものとした。

34離陸及び16離陸別の北行離陸機陸域進入と推定された年間機数を表4 - 2 - 5に示す。

表4 - 2 - 5 北行離陸機陸域進入と推定された年間機数と割合及び飛行高度

運用	離陸断面2を通過した機数	陸域進入と推定された機数	陸域進入割合	最低高度	最高高度	平均高度
16離陸	11,202	2,663	23.8%	1,278m	4,233m	2,496m
34離陸	27,977	1,158	4.1%	677m	2,702m	1,775m
合計	39,179	3,821	9.8%			

16離陸では離陸断面2を通過した航空機11,202機中、2,663機が陸域進入と推定した。また陸域進入と推定したデータの離陸断面2通過時の高度は1,278mから4,233mの範囲にあり、平均高度は2,496mであった。

一方、34離陸では27,977機中1,158機が陸域進入と推定され、高度は677mから2,702mであり、平均すると1,775mであった。

次に断面通過位置を500mステップで集計し頻度分布図をまとめた。その結果を図4 - 2 - 22に示す。

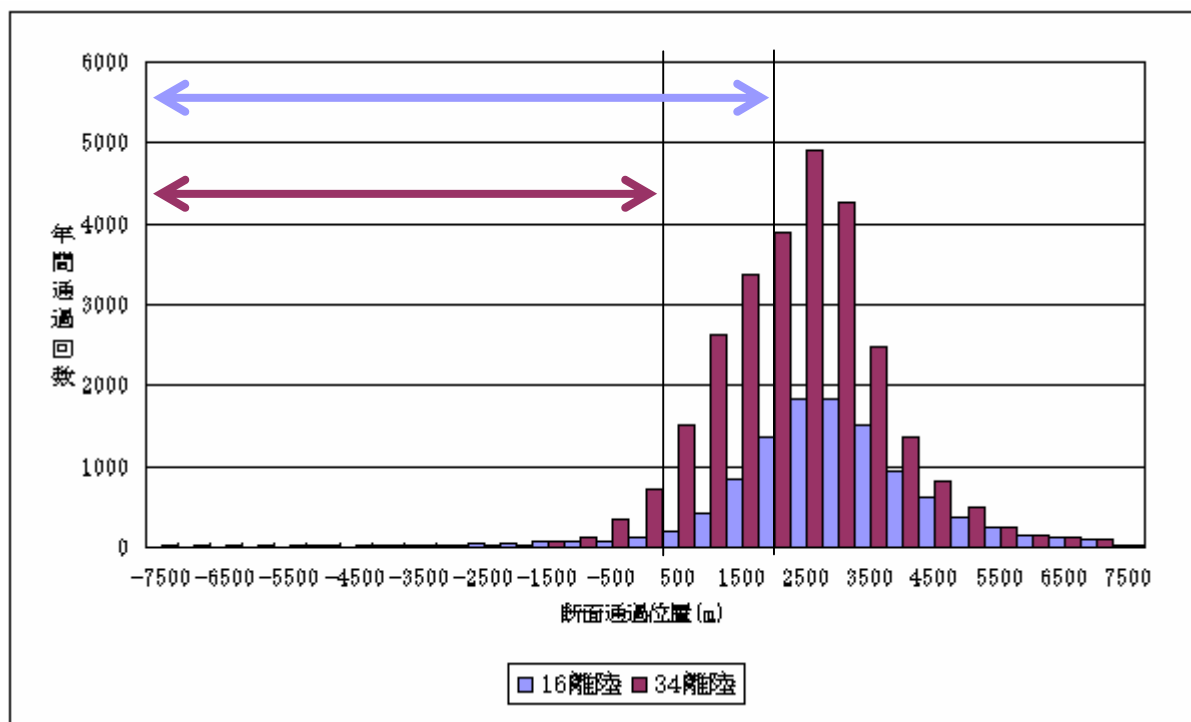


図4 - 2 - 22 断面通過位置の頻度分布図

次に断面通過位置別の飛行高度をまとめた。16離陸を図4 - 2 - 23に、34離陸を図4 - 2 - 24に示す。

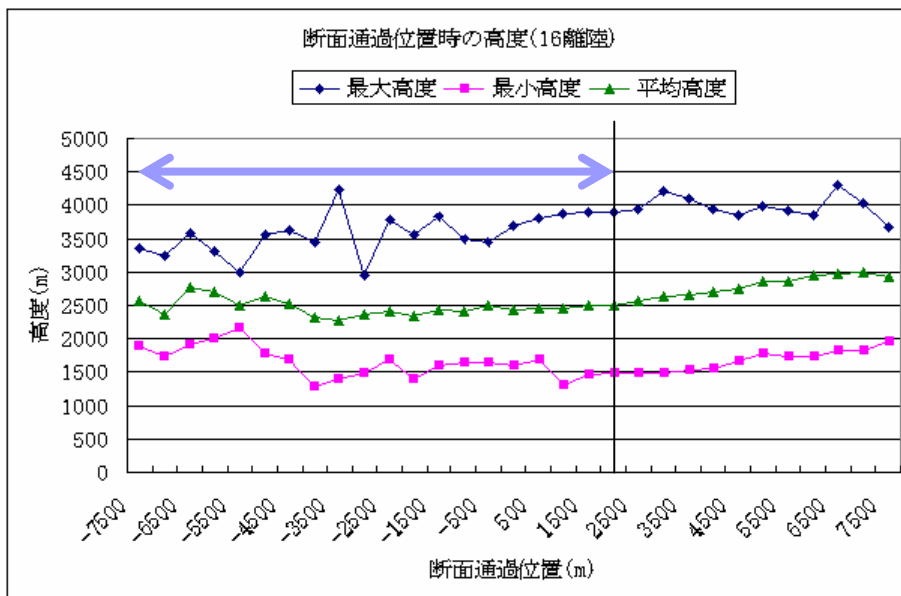


図4 - 2 - 23 断面通過位置別の飛行高度(16 離陸)

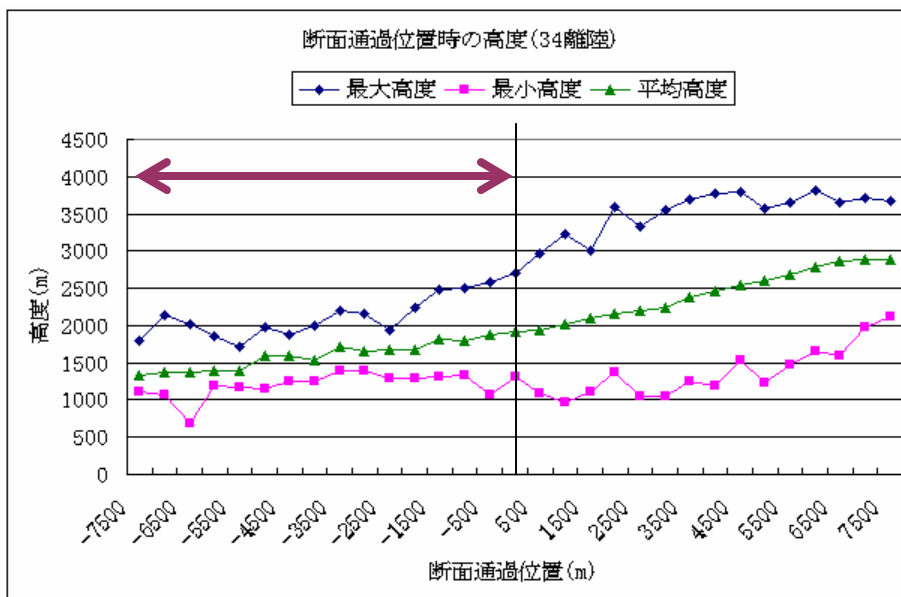


図4 - 2 - 24 断面通過位置別の飛行高度(34 離陸)

16離陸に比べて、34離陸のほうが比較的低高度を飛行することがわかる。また16離陸は進入位置による飛行高度の差は小さいが、34離陸の場合、東に寄るにつれて飛行高度が高くなることがわかる。

(4) 国土交通省の提案するD滑走路供用後の飛行ルートに沿った航跡モデルの作成

調査期間中の平成21年9月4日及び平成22年2月1日にD滑走路供用後の深夜早朝時間帯の飛行ルートについて、提案がなされたため、急遽この飛行ルートに沿った航跡モデルの作成を行った。この飛行ルートの提案は具体的な座標での提示ではなく、書面上の図面によるものであったため、その図面をコンピュータ上に落とし、地図上の位置関係等から飛行位置を推測して航跡モデルを作成した。図4-2-25に平成21年9月4日提案の飛行ルートに沿った航跡モデルを、図4-2-26に平成22年2月1日提案の飛行ルートに沿った航跡モデルを示す。

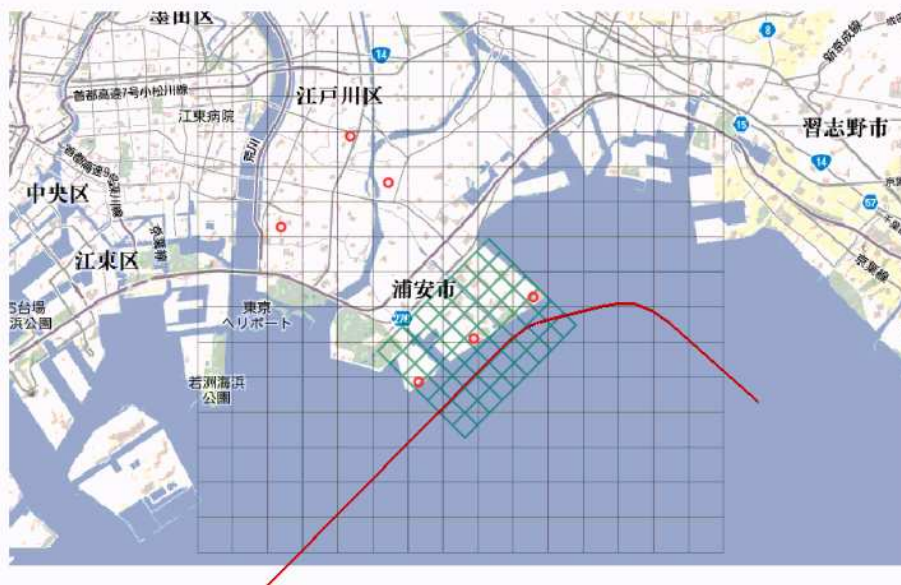


図4-2-25 航跡モデル 平成21年9月提案 深夜早朝時間帯

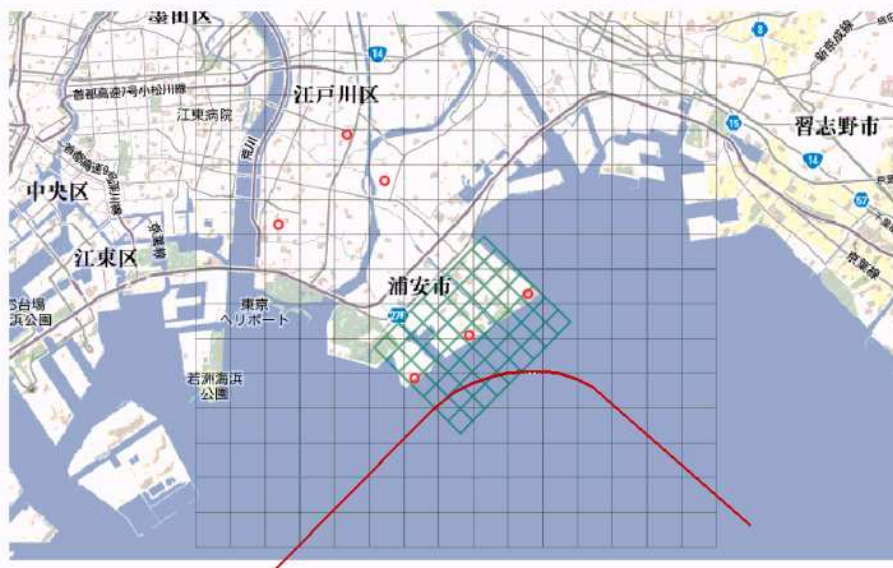


図4-2-26 航跡モデル 平成22年2月提案 深夜早朝時間帯

4 - 3 航空機騒音予測・現状予測

(1) 予測計算条件

これまでの調査で得られた音響パワーレベルモデル及び航跡モデルを計算モデルとして、現状の騒音予測を行った。現状予測では、再拡張前の運用が年間で実施される最終年度における航空機騒音の状況把握を目的としたため、予測する数値は年間のWECPNLとした。

騒音予測では、計算パラメータとなる分類項目ごとの年間飛行回数が必要である。今回は平成20年10月から平成21年9月までの運航実績を運用、離着陸、機種別に分類・整理して分類項目を決定した。分類項目の1つである機種の分類は、年間飛行回数が多い上位16機種と、それ以外の機種(その他)とした。機種分類別の離着陸を合わせた全運用方向の年間飛行回数を表4-3-1に示す。

表4-3-1 機種グループと年間飛行回数

	機種	年間飛行回数		機種	年間飛行回数
1	B767-300	68,629	10	MD90	9,084
2	B777-200	55,662	11	MD81	5,170
3	A300-600	39,238	12	B747-400	3,845
4	B737-800	38,655	13	A330-300	2,103
5	A320	29,247	14	B747-300	1,716
6	B747-400D	23,917	15	B737	1,600
7	B777-300	20,622	16	B767-200	955
8	B737-400	17,732	17	その他	6,620
9	B737-500	11,392		合計	336,187

さらに機種分類別、運用、離着陸別の年間飛行回数を求めた。着陸機の運用方向は浦安市内に影響を与える22ILS及び22VOR/DMEとした。また離陸機において浦安市内に影響を与えるのは目的地(行先)が北海道などの北日本方面に限られるため、運航実績に含まれる目的地コードの先頭3文字が北日本方面行きと考えられる、RJC、RJE、RJSのものに限って飛行回数を求めた。運用方向・離着陸別の時間帯別年間飛行回数及び1日あたりの飛行回数(全機種合計)を表4-3-2に示す。

表4-3-2 運用・離着陸別・時間帯別年間飛行回数及び1日あたりの飛行回数

運用・離着陸	年間飛行回数				1日あたり 合計
	N2	N3	N1+N4	合計	
22ILS着陸	2,096	469	221	2,786	7.63
22VOR/DME着陸	7,859	4,051	1,724	13,634	37.35
16L離陸(北行)	2,799	362	173	3,334	9.13
16R離陸(北行)	7,072	854	114	8,040	22.03
34R離陸(北行)	24,360	3,105	1,000	28,465	77.99
合計	44,186	8,841	3,232	56,259	154.13

N1...0時から7時 N2...7時から19時

N3...19時から21時 N4...22時から24時

次に騒音予測に必要なパラメータに気温と相対湿度がある。これは前述のとおり、音の減推量の計算に気温と相対湿度が必要であるためである。この値については気象庁が公開している東京気象台の平成20年10月から平成21年9月までの月平均値から算出した年間平均値(気温16.8、相対湿度59.7%)を用いた。

現状予測に用いた計算条件を以下にまとめる。

分類項目

機種項目：主要機種16機種及びその他、合計17項目

運用・離着陸：22VOR/DME、22ILS着陸、16L、16R、34R離陸の5項目

計算モデル

航跡モデル：飛行コース公開システムのデータから作成した航跡モデル5種

音響パワーレベルモデル：本調査で作成した音響パワーレベルモデル

予測項目

市内全域を150m間隔のメッシュ上に区切った10,000地点(海拔高度1.5m)における年間WECPNL

計算パラメータ

年間飛行回数：平成20年10月から平成21年9月までの年間運航実績から算出

気温：平成20年10月から平成21年9月までの平均気温(東京気象台：16.8)

相対湿度：平成20年10月から平成21年9月までの平均相対湿度(東京気象台：59.7%)

(2) 予測計算結果

これらの計算条件により騒音予測を行い、浦安市内全域を150m間隔のメッシュ上に区切った10,000地点での年間WECPNL予測値を算出した。その結果を地図上に重ねてプロットした年間WECPNLコンター図を図4-3-1に示す。

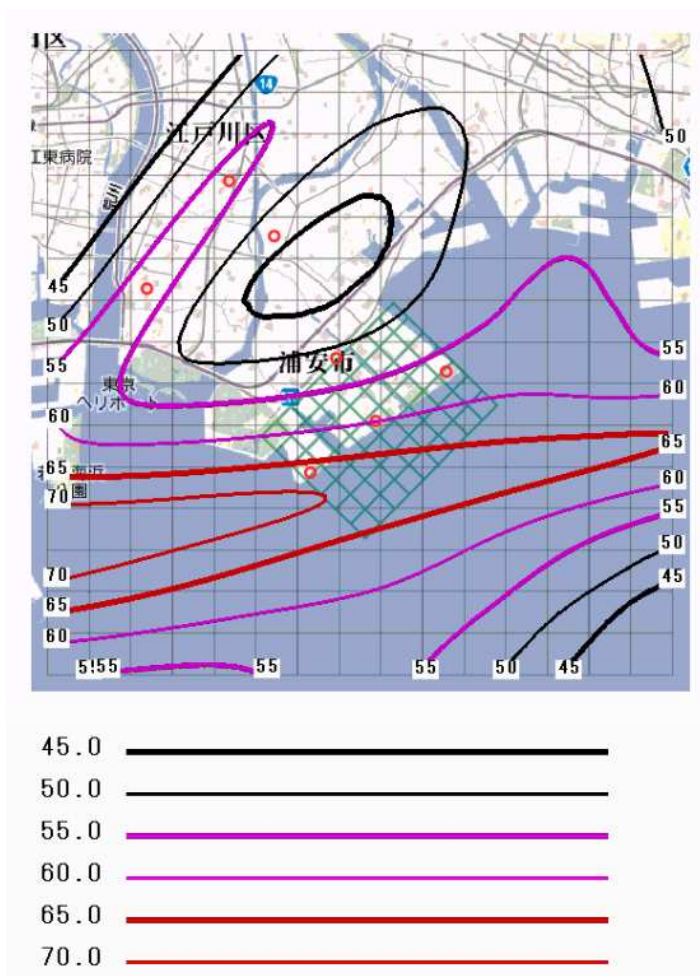


図4-3-1 現状の騒音予測結果(WECPNL コンター図)

浦安市内全域を見ると運用により飛行コースが大きく異なるため、騒音分布状況が1ヶ所に集約することなく複数に存在することがわかる。主に千鳥、高洲、日の出などの地域に見られるコンターは22VOR/DME着陸に影響を受けたものであり、当代島地域に見られるコンターは22ILS着陸に影響を受けたものと考えられる。

4 - 4 航空機騒音予測・将来予測と睡眠妨害の覚醒リスク評価

(1) 予測計算条件

将来予測はD滑走路供用後の深夜早朝時間帯悪天候時の飛行コースについて、住民に対する睡眠妨害の影響を含めて調査することとした。本調査開始段階では深夜早朝時間帯悪天候時の具体的な飛行ルートは示されていないため、これまでなされてきた国土交通省の説明から推定される飛行コースによる予測を前提としていたが、平成21年9月4日及び平成22年2月1日に国土交通省から深夜早朝時間帯悪天候時の飛行ルートが提案されたため、急遽提案された飛行コースに沿った航跡モデルを作成し騒音予測を行った。

将来予測の目的は、住民に対する睡眠妨害の影響を把握することもあったため、ここで求めた数値は機種別の最大騒音レベルである。また事態が急展開し本調査による音響パワーレベルモデルの完成より前に騒音予測を行う必要があったため、将来予測では平成16年度の調査で得られた音響パワーレベルモデルを用いた。

将来予測に用いた計算条件を以下に示す。

分類項目

機種項目：主要機種7機種（B767-300、B777-200、A300-600、B737、A320、B747-400D、MD90）

運用・離着陸：深夜早朝時間帯悪天候時の飛行コースの1項目

計算モデル

航跡モデル：国土交通省が提案した飛行コースから作成した航跡モデル2種

音響パワーレベルモデル：平成16年度調査で作成した音響パワーレベルモデル

予測項目

平成16年度調査における予測地点と同地点(海拔高度1.5m)における機種別の最大騒音レベル

計算パラメータ

気 温：平成15年度年間平均値(浦安市猫実一般環境大気測定局の観測データ：15.9)

相対湿度：平成15年度年間平均値(浦安市猫実一般環境大気測定局の観測データ：73.0%)



図4 - 4 - 1 将来予測の予測地点図

次に平成22年2月に国土交通省から2回目の飛行コース提案がなされたため、これによる将来予測を行った。この予測の代表例としてB747-400Dの結果を図4 - 4 - 3に示す。

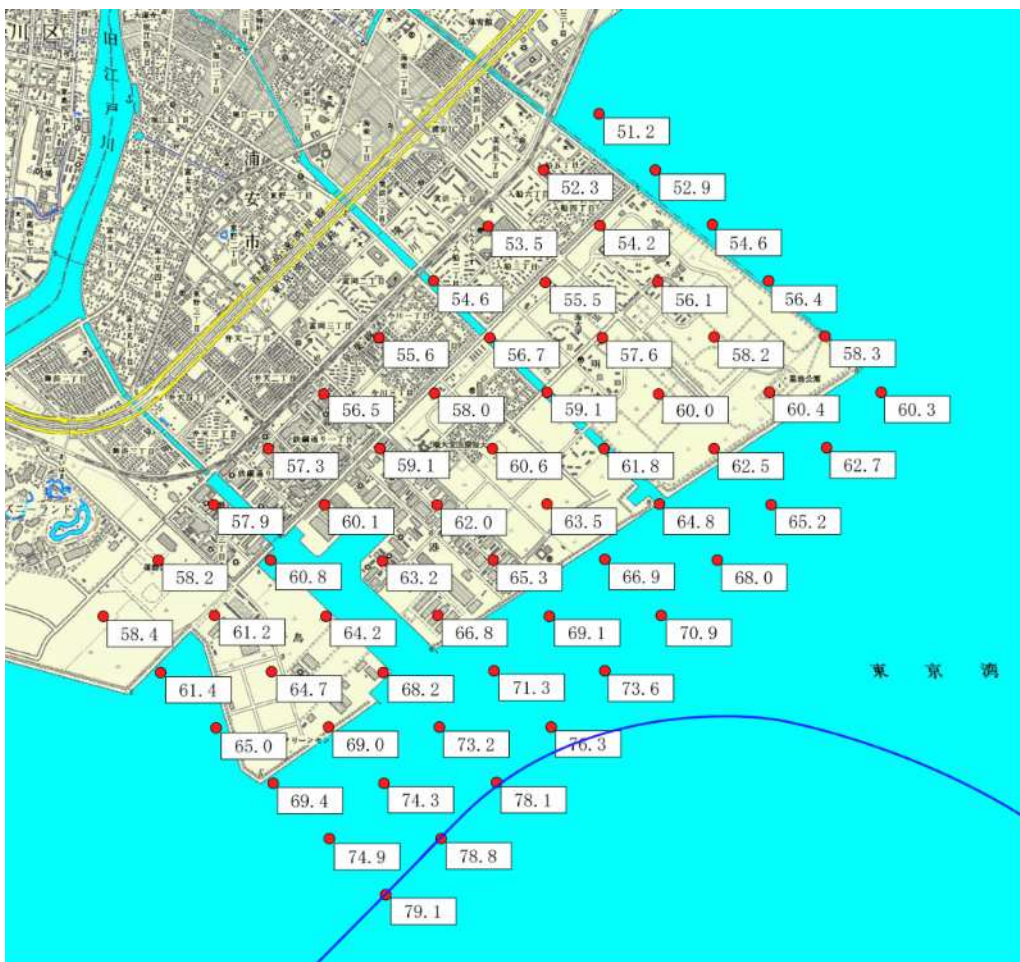


図4 - 4 - 3 平成22年2月提案の飛行コースによる最大騒音レベル(B74D)

これによると陸域で70dBを超える予測地点はなくなった。平成21年9月提案の飛行コースに比べ、平成22年2月提案の飛行コースは市内陸域から海側へ離れたため、最大騒音レベルの予測値は場所により10dB以上小さくなった。平成21年9月案と平成22年2月案の最大騒音レベルの分布図の代表例を図4 - 4 - 4及び図4 - 4 - 5に示す。

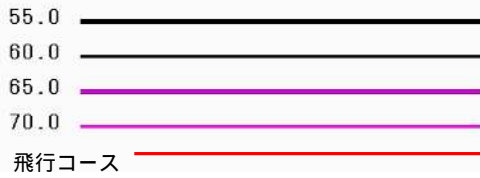
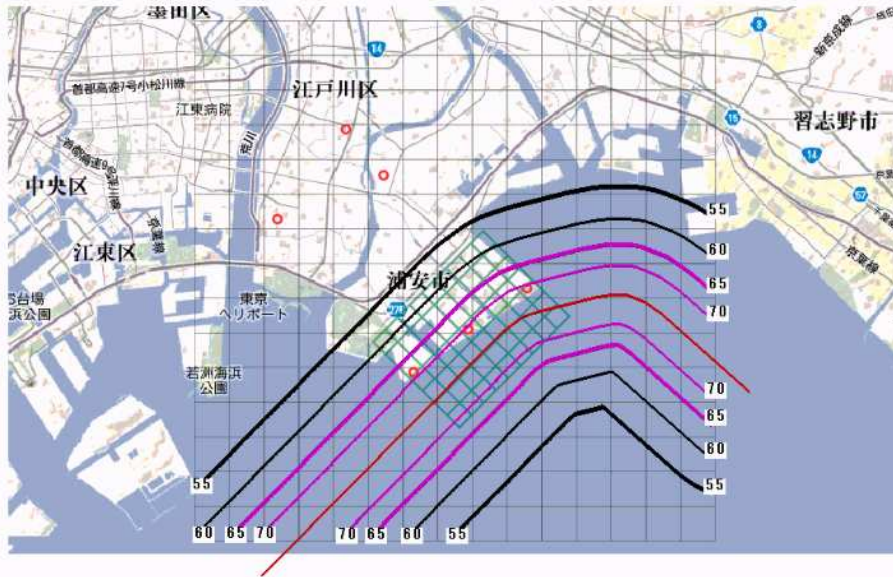


図4 - 4 - 4 平成 21 年 9 月案による最大騒音レベルコンター図 (B747-400D)

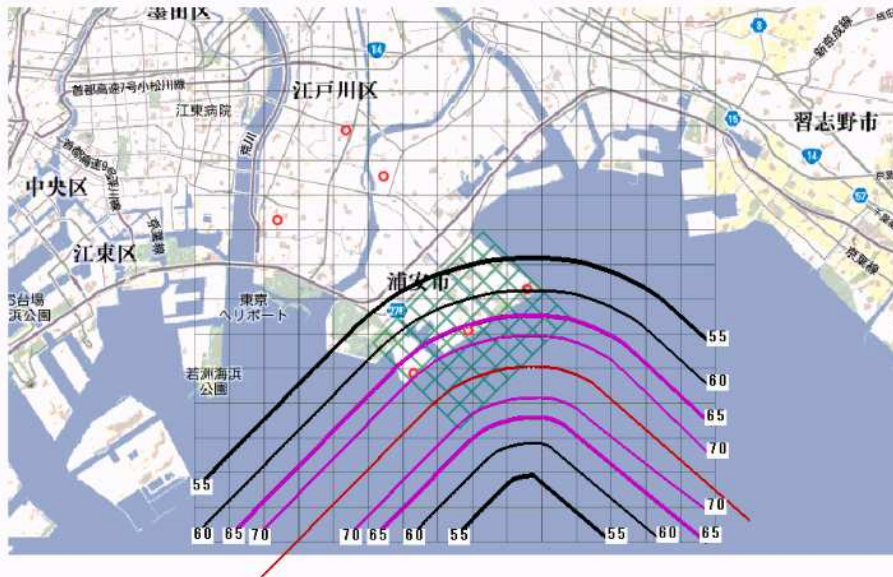


図4 - 4 - 5 平成 22 年 2 月案による最大騒音レベルコンター図 (B747-400D)

(3) 睡眠妨害と覚醒リスクの評価

浦安市では、平成22年2月提案の飛行コースによる騒音予測の結果が、平成21年9月案に比べて減少したことを受けて、両案による騒音予測結果を用いて浦安市民における睡眠妨害の覚醒リスクについて評価を行い、それぞれを比較することとした。

なお、この睡眠妨害の覚醒リスクの評価に先立ち、浦安市民約3,000人を対象とした質問票調査(アンケート調査)を実施した。これは睡眠妨害の覚醒リスクを評価するうえで、実際の市民の生活時間帯や航空機騒音に対する感受性を踏まえて、実態に即した睡眠妨害の覚醒リスクを評価するためのものである。質問票調査の概要を以下に示す。また質問票の配布地域を図4-4-6に示す。

質問票調査の概要

調査期間：平成21年8月31日から9月18日

調査対象：浦安市に居住する20歳以上(1年以上在住)

調査対象地域：浦安市湾岸部(騒音影響を受けると考えられる図5-4-6に示す地域)

抽出方法：住民基本台帳から図5-4-6に示したエリア別に層化無作為抽出

抽出人数：3,200人

配布回収方法：郵送法 記名式

配布数：3,017通(3,200通中、不在等により返送された183通を除外)

有効回答数：1,947(記名のあった回答)

有効回答率：64.5%

分析対象数：1,924(対象年齢20から79歳)



図4-4-6 質問票配布地域図

今回の将来予測により求めた機種別の最大騒音レベル(予測値)と質問票調査で得られた浦安市民の生活時間帯や騒音影響の許容限度のデータを用いて、浦安市民における睡眠妨害の覚醒リスクについて評価を行った。騒音レベルと覚醒率の関係については欧州WHO夜間騒音ガイドラインで採用された推定式を利用した。この推定式による単発騒音曝露レベル(L_{AE})と覚醒率の関係を図4-4-7に示す。

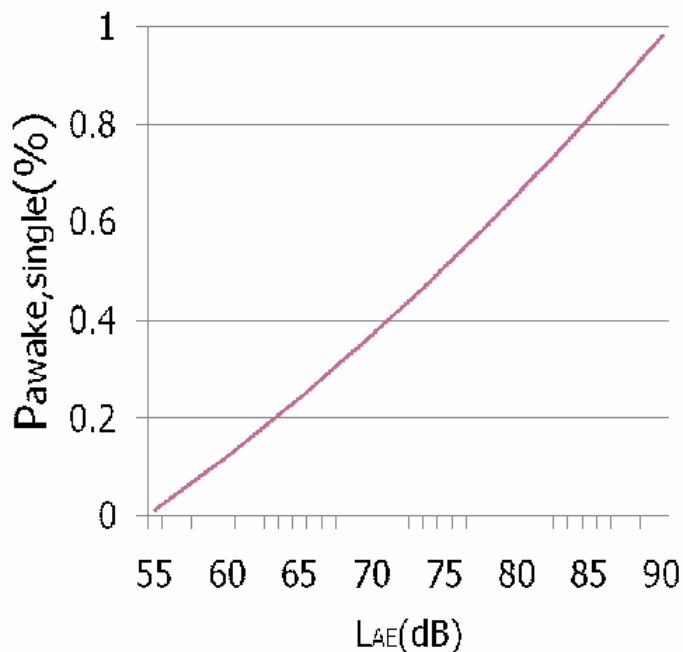


図4-4-7 睡眠覚醒の推定式による単発騒音曝露レベルと覚醒率

この推定式で用いる航空機騒音の騒音レベルは、WECPNLの計算に用いる最大騒音レベルではなく、単発騒音曝露レベル(L_{AE})と呼ばれるものである。最大騒音レベルと単発騒音曝露レベルの違いについて図4-4-8に示す。

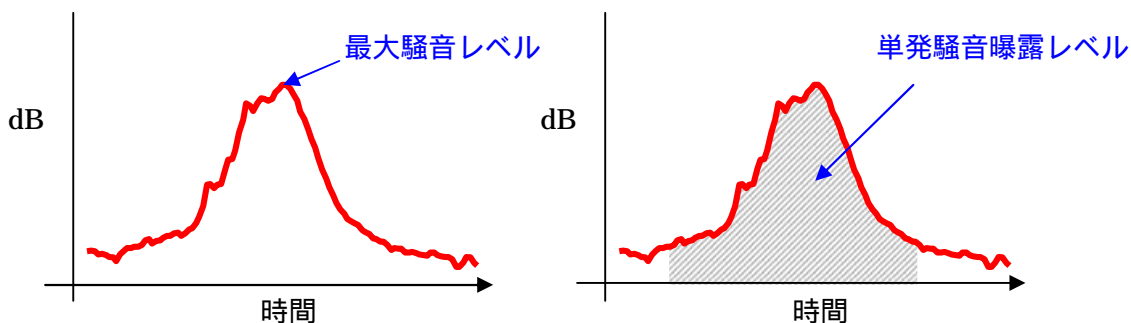


図4-4-8 最大騒音レベルと単発騒音レベル

最大騒音レベル(上記左図)は航空機が通過した際の最も大きい騒音レベルであるのに対して、単発騒音曝露レベル(上記右図)は航空機が通過した際に発生する騒音の全エネルギー値(図に斜線で示す範囲)である。今回は航空機騒音調査の実測値を用いて浦安市内における最大騒音レベルと単発騒音レベルの差を検討した。その結果、機種間に顕著な差が認められなかったことから、全実測値を用いて最大騒音レベルと単発騒音レベルの差の算術平均を求め、騒音予測により算出した最大

騒音レベルに、一律10.8dBを加算することにより単発騒音レベルに換算した。

次に質問票調査で得られた回答を分析・整理して浦安市民の生活時間帯から就眠率を得た。浦安市民の時刻別就眠率を図4 - 4 - 9に示す。

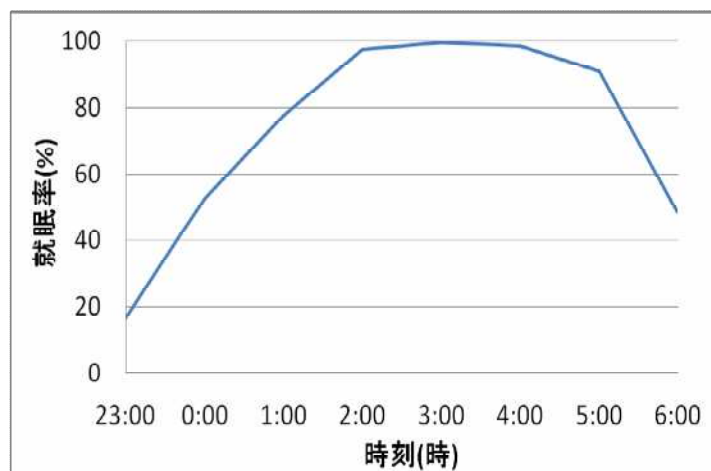


図4 - 4 - 9 時刻別就眠率

なお、質問紙調査では、航空機騒音に対する不安感や、騒音影響の受容限度や慣れになどについて質問している。この中から、航空機騒音に対する不安感に関する質問に対する回答集計結果の例を図4 - 4 - 10に示す。これは「夜間に航空機騒音がうるさくならないか不安ですか。」という質問に対する回答の割合であり、夜間騒音に不安を感じている方が59%を占めている。

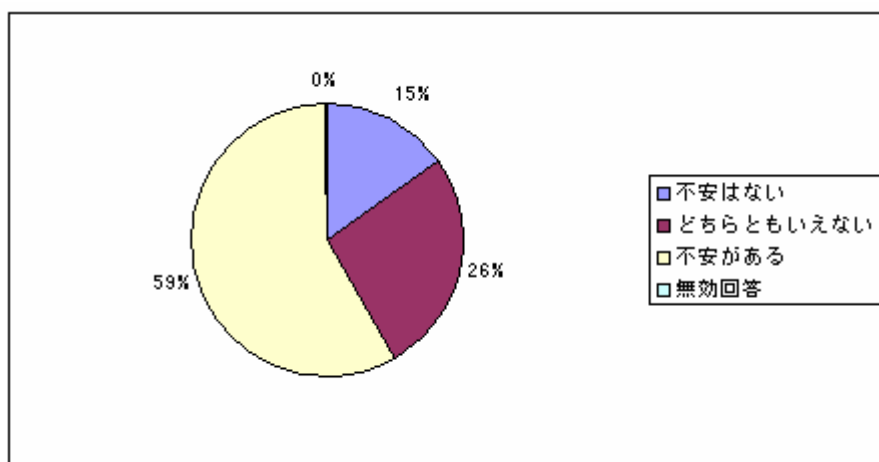


図4 - 4 - 10 質問票調査による回答例

次に騒音予測による騒音曝露量と質問紙調査による生活時間帯と騒音影響を受けると考えられる地域内の人口(42,390人)から、浦安市民における騒音影響による睡眠妨害の覚醒リスクを3つの項目について、覚醒人口を推計することにより評価した。

評価1：航空機1機あたりの覚醒人口の推計

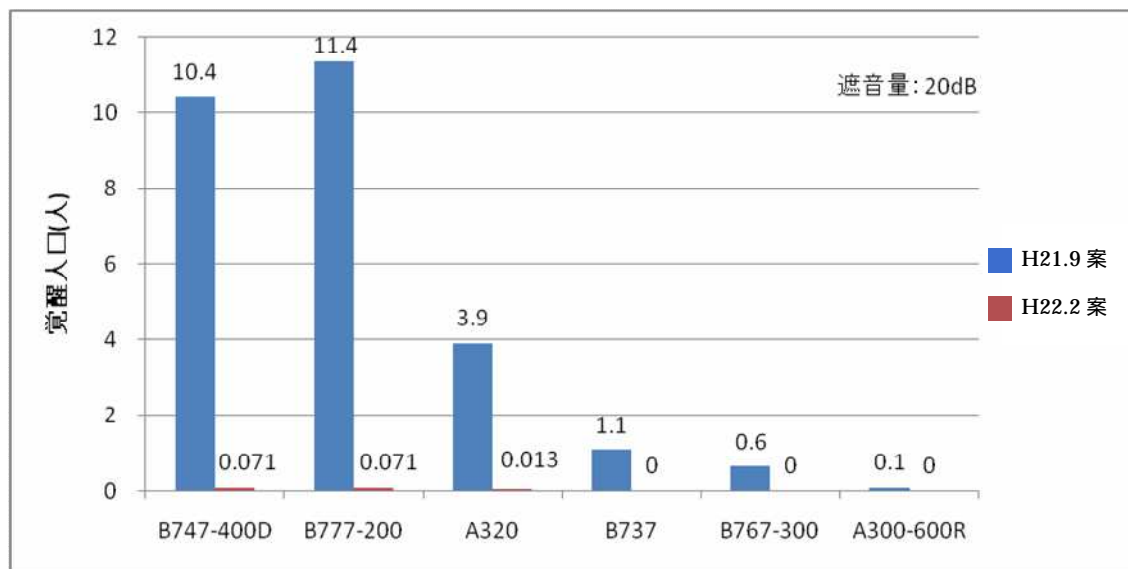


図4 - 4 - 11 航空機1機あたりの覚醒人口(機種別:家屋遮音量 20dB)

図4 - 4 - 11は航空機1機あたりの覚醒人数を機種別に示したものである。平成21年9月案では、B747-400Dが深夜早朝時間帯(23時から6時)に1機飛行すると、浦安市全住民が就眠中と仮定した場合に、騒音影響を受けると考えられる地域内に居住する42,930人の中のうち、10.4人が覚醒すると推計された。またB777-200では11.4人であった。

これに対し、平成22年2月案では同じ条件による覚醒人口はB747-400D、B777-200とも0.071人まで減少した。

なお、この予測では家屋の遮音量を20dBと仮定して行った。これはいわゆるマンションで、全ての扉や窓を閉じた状態を想定している。

次に家屋の遮音量を10dBとした場合の覚醒リスクを算出した。

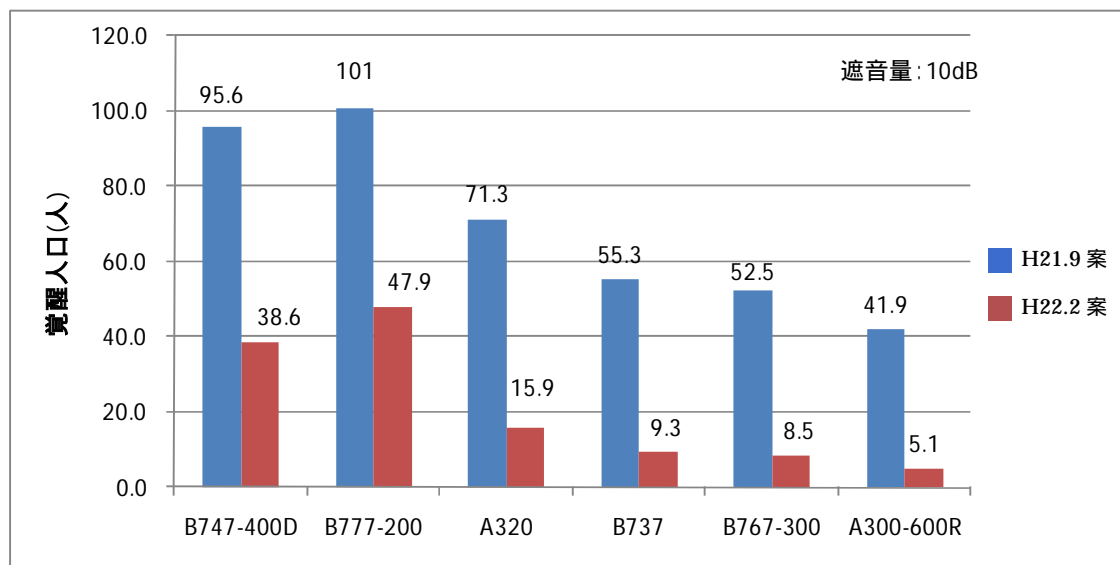


図4 - 4 - 12 航空機 1 機あたりの覚醒人口(機種別:家屋遮音量 10dB)

家屋の遮音量を10dBとした場合、平成21年9月案による覚醒人口の推定値はB747-400Dで95.6人、B777-200で101人に対し、平成22年2月案では38.6人と47.9人であった。

なお家屋の遮音量10dBはいわゆるマンションで、少し窓を開けた状態、又は木造住宅で窓を閉じた状態を想定している。

評価2：飛行コースずれによる覚醒人口増加の推計

深夜早朝時間帯悪天候時の飛行コースはRNAV航法と呼ばれる方式により飛行するため、飛行コースがずれることは少ないとされている。しかし航空機は安全のため予定された飛行コースからずれて飛行することは当然であり、また実際にこれまでもよく見られてきたことである。そこで平成22年2月案について、飛行コースのずれによる覚醒人口を推計した。

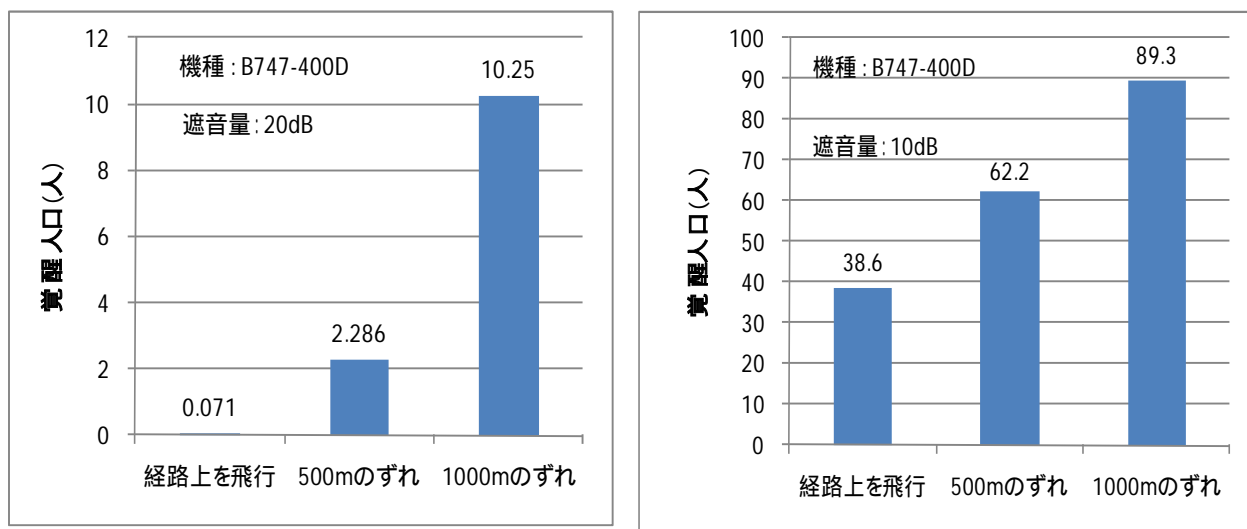


図4 - 4 - 13 コースずれによる覚醒人口(B747-400D:家屋遮音量左図 20dB 右図 10dB)

飛行コースが陸域側(北西側)にずれた場合の覚醒人口を、500mのずれ及び1,000mのずれにおいて、遮音量を20dB及び10dBでそれぞれ推計した。遮音量20dBでB747-400Dが1機飛行した場合、経路上を飛行している場合の覚醒人口推定値0.071人に対し、500mのずれでは2.286人、1,000mのずれでは10.25人であった。また遮音量10dBでは経路上で38.6人に対し、500mでは62.2人、1,000mでは89.3人であった。

評価3：最大限の飛行回数を仮定した場合の覚醒人口の推計

次に深夜早朝時間帯に飛行可能である最大の飛行回数が発生した場合を想定して、覚醒人口の推計を行った。

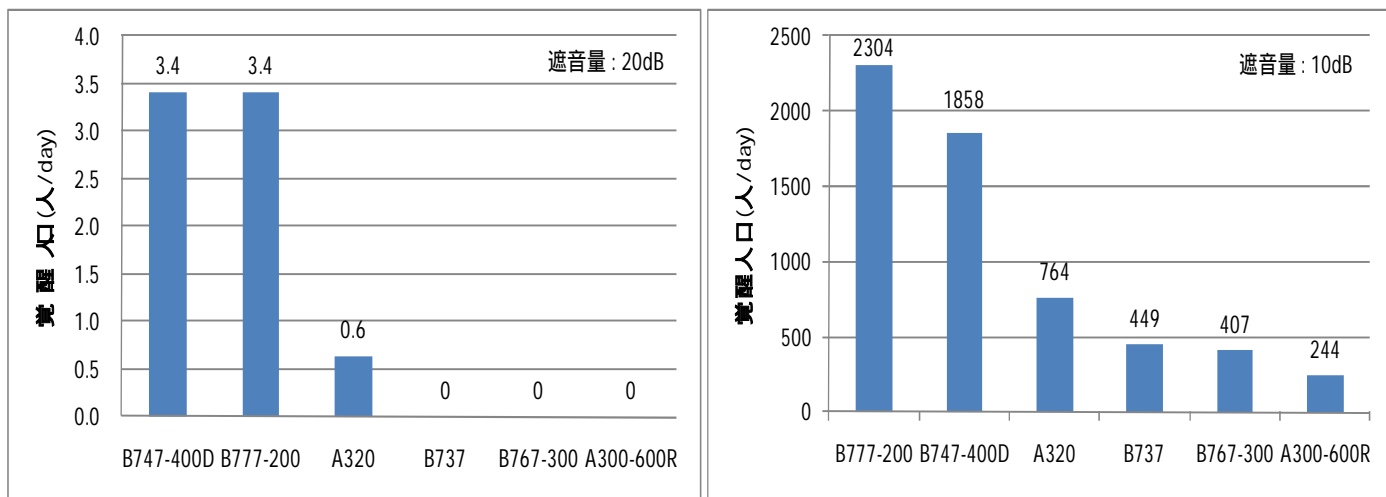


図4 - 4 - 14 最大限の飛行回数を仮定した場合の覚醒人口(機種別:家屋遮音量左図 20dB 右図 10dB)

国土交通省からの発表によると深夜早朝の時間帯における最大限の飛行回数は1時間あたり8回とされている。これを1日あたりにすると23時から6時までの7時間で合計56回である。ここでは1日あたり同じ機種が56回飛行した場合の覚醒人口を推定した。すなわち、1回の飛行で覚醒する人口を単純に56倍している。

これも平成22年2月案を用いて家屋の遮音量を20dBと10dBのそれぞれで行った。

その結果、家屋の遮音量が20dBの場合、B747-400D、B777-200で3.4人が覚醒すると推計され、遮音量10dBではB777-200で2,304人、B747-400Dで1,858人と推定された。この数値は、のべ覚醒人口であり、覚醒リスクは高齢者や妊婦、交代制勤務者などの高感受性群や、家屋遮音量の低い家屋住民に集中することに注意が必要である。

(4) 睡眠妨害の覚醒リスクのまとめと深夜早朝時間帯における有効な対策

平成21年度9月案と平成22年度2月案それぞれによる睡眠妨害の覚醒リスクを覚醒人口により評価した。その結果、平成22年度2月案は平成21年度9月案に比べ、航空機1機あたりの覚醒人口が10.4人から0.071人と大きく減少した（機種がB747-400Dで家屋の遮音量が20dBの場合）。この結果を見る限り、平成22年2月案では覚醒人口が大きく減少しており、航空機騒音による睡眠妨害の覚醒リスクは減少するものと推測される。

ただし平成22年度2月案において、「飛行コースのずれ」及び「最大限可能な飛行回数」を仮定して推定した覚醒人口をみると、飛行コースのずれや飛行回数により覚醒リスクが増加することも明らかになった。

深夜早朝時間帯における有効な対策

機種別に評価することにより、特に大きな騒音源であるB747-400Dと、比較的低い周波数成分が卓越するB777-200で最大騒音レベルが大きくなり、騒音影響が高めに出ることが明らかになった。深夜早朝時間帯に飛行する機種をB747-400DとB777-200以外とすることにより、騒音による覚醒の影響の減少させることができると考えられる。

また飛行コースが陸域にずれることにより騒音レベルが上昇し、騒音影響が上昇することは明らかのため、官制の徹底やペナルティの設定などを提言することも効果があると考えられる。

今回の覚醒リスクおよび覚醒人口の推測では、欧州WHO夜間騒音ガイドラインで採用された推定式を用いている。この推定式は、現時点で最も信頼の高い知見と考えられるが、就眠後の経過時刻の影響や覚醒に関する個人差などが考慮されていない。睡眠深度が浅くなる傾向のある早朝において覚醒リスクが高いことは公知の事実であり、この時間帯の対策は有効である。また、今回の推測では、浦安市全体での覚醒人口を推定したが、公衆衛生的視点からは高感受性群や遮音量の低い住宅に注目した覚醒リスクの推定や対策がより重要である。

さらに、今回は、23時から6時までの飛行のみを対象として覚醒リスクの推測を行ったが、6時以降は浦安市により近い飛行経路を通過して着陸することが計画されている。本調査によれば、6時時点での就眠率は約5割であり、休日などではより多くの住民が就眠中であると考えられる。早朝の覚醒リスクが深夜よりも高い事実に鑑みれば、6時以降の時間帯での覚醒リスクの推定が急務と考えられる。同様に、23時以前の覚醒リスクについても検討が必要と考えられる。

5 まとめ

本調査の航空機騒音調査により、調査地点による騒音の実態を把握することができた。これについてはこれまで継続してきた実態調査の結果も合わせ、今後も継続して実態把握に努める所存であり、またD滑走路供用後の騒音影響の変化を把握する上でも貴重なデータとなると考えている。

また騒音予測については実態調査により得た音響パワーレベルモデル及び航跡モデルを作成することにより、これを用いた現状の騒音予測を行って市内全域の騒音影響のコンター図を得ることができた。これらのデータはD滑走路供用後の騒音分布の把握にも用いることができる貴重なデータである。さらに将来予測として、D滑走路供用後の深夜早朝時間帯における最大騒音レベルの予測を行い、その結果に基づいて住民における睡眠妨害の覚醒リスクを推計することができた。

今回の調査では、環境基準の達成度から騒音影響の有無を評価するのではなく、実測データに基づく騒音曝露値と実際の住民の生活様式や睡眠妨害の覚醒リスクにおける最新の知見に基づいて、夜間の航空機騒音の影響を評価した。調査期間中に国土交通省から深夜早朝時間帯の飛行ルート提案が2回あり、そのたびに提案された飛行コースに沿った騒音予測を行い、覚醒人口という誰にでも理解しやすい数値とこれを算出するに至る科学的な根拠を持って意見したことにより、国土交通省が環境基準を達成している地域にもかかわらず事前対策を行い、最終的に飛行ルートの改善がなされた。騒音に関してベスト追求型の環境アセスメントが行われた極めて希な例であり、このことは何よりの成果であったと考える。

国土交通省より最終的に提案された飛行コースによる騒音影響は、本調査前に想定していた飛行コースや平成21年9月に提案された飛行コースによる騒音影響に比べれば減少したといえる。ただし飛行コースのずれ、飛行回数の増加、使用する機種など、騒音影響が増大する要因は残されているだけでなく、6時から23時までの深夜早朝時間帯以外の飛行については引き続き騒音の監視が必要である。