



# 空港旅客ターミナルにおけるアナウンスに対する暗騒音の音響特性

大西, 豊  
森本, 政之  
佐藤, 逸人

---

## (Citation)

神戸大学大学院工学研究科・システム情報学研究科紀要, 2:20-27

## (Issue Date)

2010

## (Resource Type)

departmental bulletin paper

## (Version)

Version of Record

## (URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/81002727>



## 空港旅客ターミナルにおけるアナウンスに対する暗騒音の音響特性

大西 豊<sup>1\*</sup>・森本 政之<sup>2</sup>・佐藤 逸人<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 工学研究科建築学専攻／長谷エコーポレーション

<sup>2</sup> 工学研究科建築学専攻

(受付:September 13, 2010 受理:December 3, 2010 公開:December 6, 2010)

キーワード: 公共空間, 空港, アナウンス, 暗騒音, 利用者数

本論文では、空港の旅客ターミナルにおけるアナウンスによる情報伝達を妨げる要因の一つである暗騒音の音響特性( $L_{Aeq}$ , 周波数特性, 両耳間相関度)を、実測調査により明らかにした。調査は国内の主要3空港で行った。利用形態の違いから、ロビーと搭乗口の2通りで調査した。その結果、ロビーの暗騒音の音響特性は、1) 各空港の平均  $L_{Aeq}$  は利用者数に伴い増減するが、60 から 65dB 程度、2) 周波数特性は 500Hz 付近に緩いピークを持ち、1kHz 以上で 5dB/oct.減衰する、3) 両耳間相関度は利用者数に関わらず拡散音場における2点間相関の理論値に近いことを示した。また、搭乗口の暗騒音の音響特性は、4) 各空港の搭乗前及び搭乗中の平均  $L_{Aeq}$  は、55 から 65dB 程度であるが、周囲に利用者が居なくなる搭乗後はこれより  $L_{Aeq}$  が低い、5) 周波数特性は 500Hz 付近に緩いピークを持ち、1kHz 以上で 5dB/oct.減衰する特性であるが、 $L_{Aeq}$  が 60dB 以下の場合ピークを持たない、6) 両耳間相関度は利用者数に関わらず拡散音場における2点間相関の理論値に近いことを示した。

### はじめに

公共空間とは、不特定多数の人々が利用する空間であり、アナウンスによる情報伝達は非常に重要である。アナウンスは、できるだけ多くの人々に対して正確にかつ聞き取りやすく伝達されなければならない。アナウンスの聞き取りは、暗騒音(アナウンス以外の全ての音)によるマスキングの影響を受けるため、聞き取りやすいアナウンスを設計するには、暗騒音の音響特性を把握することが不可欠である。

筆者ら<sup>1)</sup>は既に、公共空間の一つとして地下鉄駅構内を対象に、全国5都市の地下鉄駅20駅で実測調査を行い、その暗騒音の音響特性を求めた。その結果、電車音や利用者が発する音が  $L_{Aeq}$  や周波数特性に影響する主な音源であることを確認した。また、暗騒音の音響特性は、通行人数等を逐一計測しなくても、公表されている各駅の1日の乗降客数をパラメータとして大まかに推定可能であることを示した。

本研究では、先行研究<sup>1)</sup>と同じく公共交通機関でも、空間の大きさや利用形態が地下鉄とは大きく異なる空港の旅客ターミナルを対象とし、その暗騒音の音響特性を明らかにする。空港の旅客ターミナルでは、飛行機の発着を告げるアナウンス等が頻繁に放送されている。また、その内容は便名、行き先、出発時間、搭乗手続きの案内等、非常に重要であり、聞き取りやすいアナウンスに対する要求は非常に高い。

空港の旅客ターミナルの騒音測定を行った研究として、

横山ら<sup>2)</sup>による鉄道駅や地下商店街、空港ロビーなど計11ヶ所における環境音の実測調査がある。しかし、調査対象となった環境音にアナウンスが含まれていたかどうかは明記されておらず、本研究の目的である暗騒音、つまりアナウンス以外の全ての音の音響特性は調査されていない。また、マスキングに寄与する暗騒音の空間特性についても、空港の旅客ターミナルで調査された事例は見当たらない。

本研究では、国内の主要3空港で実測調査を行い、アナウンスを除いた暗騒音の騒音レベル、周波数特性、空間特性を明らかにする。

### 1. 測定

系統的な調査を行うため、暗騒音の特性に影響すると想定されるファクターを予め抽出して、測定条件を決定した。主なものを挙げると、利用者数、測定する場所、時期、時間帯などである。この中で利用者数は、先行研究の地下鉄駅構内における調査<sup>1)</sup>で、騒音レベルに対する影響が大きかったファクターであるため、特に考慮に入れて測定条件を設定した。

#### 1.1 測定対象空港と測定点

現在国内には99の旅客空港がある(2010年4月現在)。本研究では、利用者が比較的多いと考えられる5つの第一種空港の中から、3空港を選び調査した。

空港の旅客ターミナルの特徴として、窓口や店舗などが多く利用者の移動が多いロビーと、搭乗前に多くの利

用者がイスに座って待ち合わせする搭乗口とでは、利用形態が大きく異なることから、暗騒音の特性が異なる可能性があるため、それぞれ調査した。

Table 1に調査した空港の測定点数と1日の推定利用者数を示す。1日の推定利用者数は、空港や航空会社が公表している測定月の総旅客数を日平均した。各空港とも、ロビーは出発ロビーと到着ロビーのフロアが分かれており、それぞれのフロアで3から5ヶ所の測定点を設定した。また、搭乗口は、各空港とも国内線と国際線のものがあるが、全て国内線の搭乗口である。出発便の搭乗口は当日確定するため、利用者が比較的多いと予想された便を2から3便予め選んだ上で、その搭乗手続きが行われる搭乗口を測定点とした。測定点数は合わせて、ロビーが24ヶ所、搭乗口が7ヶ所である。

ロビーの測定点は、出発口、到着口や案内所付近等の動線の要となる地点を選んだ。搭乗口の測定点は、改札機付近とした。いずれも、通行の妨げとならないように、柱や壁の前とした。

なお、全ての測定点は屋内であり、飛行機の離着陸の音はほとんど聞こえなかった。

## 1. 2 測定日

空港は、繁忙期と閑散期で利用者数の差が大きい、本調査では、利用者数が多いと考えられる日を対象とした。空港Aでは夏休みの週末を、空港Bと空港Cでは、ゴールデンウィーク中に実施した。空港Bでは、出発ラッシュと到着ラッシュとなると予想された日のそれぞれの日に、同一の測定を実施した。他の2空港は1日ずつ測定した。

## 1. 3 測定時間と時間長

1日の中でも、時間帯によって利用者数が変化するため、全ての測定点で、3回ずつ測定した。ただし、ロビーと搭乗口では、測定時間帯の設定が異なる。

ロビーでは、発着便数の多少に伴い利用者数が変動すると仮定し、事前に公表されている時刻表をもとに、出発便が多い時間帯、到着便が多い時間帯、出発便も到着便も少ない時間帯を選定した。したがって、空港により測定時間帯は異なる。1回の測定時間長は、10分間とした。

搭乗口では、搭乗手続きに伴い短時間で利用者の動きが変化するため、搭乗前、搭乗中、搭乗後の3回とした。1回目の搭乗前の測定は、対象便の出発時刻の30分から40分前に開始した。測定時の印象であるが、搭乗客が集まり始める時間帯にあたる。2回目の搭乗中の測定は、ビジネスクラスの利用者等を先に案内する、優先搭乗案内の開始を合図に開始した。これは最も搭乗客の動きのある時間帯である。3回目の搭乗後の測定は、搭乗客がいなくなって改札口が閉じられた後で開始した。1回の測定時間長は、10分間としたが、搭乗手続きの進捗等により、これより短い場合がある。

## 1. 4 測定方法

モノラル録音とバイノーラル録音の、2通りの録音を行った。モノラル録音は、騒音計(RION, NL-32)を用いて WAVE レコーダ(ROLAND, R-1)に録音した。マイクは、柱や壁を背にした測定者が利用者の妨げとなら

Table 1. Measuring points and number of passengers per day.

空港	測定点数		1日の推定利用者数 (千人)
	ロビー	搭乗口	
A	7	2	73
B	9	2	44
C	8	3	32

ない範囲で体から離して手に持ち、高さは約1.2mとした。バイノーラル録音は、直立した測定者の両耳にバイノーラルマイク(B&K, Type4101)を装着し、プリアンプ(B&K, NEXUS-Type2690)を通して DAT レコーダ(SONY, TCD-D100)に録音した。測定者の両耳には、外耳道共振の影響を防ぐため、耳栓を装着した<sup>3)</sup>。

モノラル録音は、全ての測定、つまり全測定点、全時間帯で行った。バイノーラル録音は、ロビーの各フロアで最も混雑すると考えられる点、及び搭乗口の全ての測定点において、全時間帯で行った。

## 2. 分析

### 2. 1 音源の同定

測定したデータには暗騒音だけでなく、アナウンスも含まれているので、分析に先立ち、分析対象の暗騒音を分離すると同時に、暗騒音を構成している音源を把握するために、全ての測定において録音されている音源の種類を同定した。

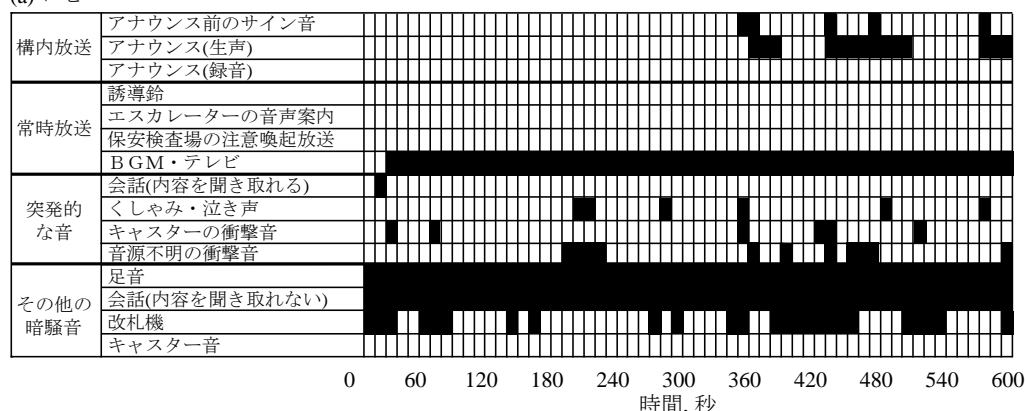
同定方法は先行研究<sup>1)</sup>に倣った。まず全ての測定データを10秒間ごとに分割した。次に、防音室内で、ヘッドホンを通してモノラル録音を聞き、10秒間ごとに聞こえた音源の種類を同定した。実験者は聞こえる音の全ての音源を同定できるまで録音を繰り返し聞き、聞こえたあらゆる音源の種類を同定した。

ロビーの場合の同定結果の例を Figure 1(a)、搭乗口の場合の同定結果の例を Figure 1(b)に示す。各10秒間に聞こえた音源の種類を黒く塗りつぶした。暗騒音の分析を行うため、聞こえた音源の種類を、以下の4種類に分類した。構内アナウンス、常時放送、突発的な音、その他の暗騒音である。

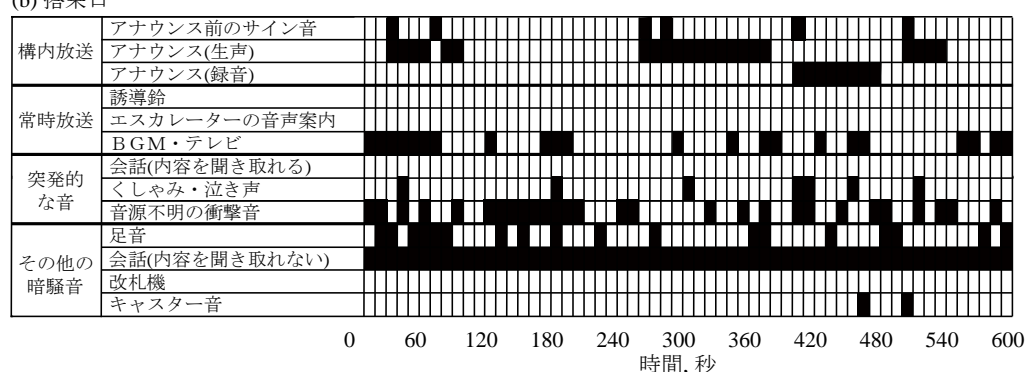
構内アナウンスは、フライトの運行状況や搭乗時間の案内に加え、各種の啓発などが断続的に流れるものである。あらかじめ録音された音声放送される場合と、リアルタイムに生声で放送される場合がある。また、アナウンスの前に流れるピンポンパンポンという注意喚起のサイン音も、こちらに含めた。いずれも、天井等に設置された多数のスピーカから、広い空間に一斉に流れるものである。聞こえる頻度は、測定点や時間帯によって異なった。

常時放送は、構内放送とは異なり、場所によって局所的に放送されているもので、途切れることなく連続的に流れている。具体的には、誘導鈴、エスカレータの音声案内、店舗のBGM、待合所のテレビ等である。また、ロビーの場合のみ、保安検査場で放送される機内持ち込みの手荷物に対する制限等を案内する音声案内も聞こえた。

(a) ロビー



(b) 搭乗口



**Fig.1** Examples of time history of sound source at airports. Filled cells represent identified sound sources. Panels (a) and (b) indicate results at lobbies and at boarding gates, respectively.

突発的な音は、偶発的な時間長が短い音で、騒音レベルを一時的に上昇させるものとした。具体的には、キャリーケースが点字ブロックなどの段差を乗り越える時に生ずる音や、物が衝突する時に生ずる衝撃音である。時折聞こえる、くしゃみや幼児の泣き声、また利用者の会話についても、会話の内容が聞き取れるほどのものは、便宜上こちらに含めた。いずれもロビーと搭乗口共に聞こえたが、キャリーケースの音は搭乗口ではほとんど聞こえなかった。これは、搭乗口はキャリーケースを預けた後に利用する人が多いためである。

その他の暗騒音は、利用者の会話や足音などで、これらは場所や時間を問わず頻繁に聞こえた。さらに、ロビーではキャリーケースを転がす音が頻繁に聞こえた。これは、空港ターミナルの大きな特徴であると考えられる。ただし、床がタイルカーペット仕上げとなっている場所では、この音はほとんど聞こえなかった。また、搭乗口では搭乗中に限り、改札機が搭乗券を処理する機械音が聞こえた。

## 2. 2 分析対象

本研究の目的であるアナウンスに対する暗騒音を分析するには、暗騒音の明確な区別が必要である。本研究では、構内放送と突発的な音以外を暗騒音とした。したがって、先の音源の同定結果をもとに、これらが含まれていない区間を分析対象とした。測定データ中に含まれる構内放送や突発的な音の長さは、測定点や時間帯ごとに

**Table 2.** Number of measurements and statistics of duration of background noise obtained from each measurement.

場所	測定数	暗騒音の時間長	
		平均値(秒)	標準偏差(秒)
ロビー	99	180	90
搭乗口	26	142	120

それぞれ異なるため、分析対象の区間は異なる長さとなる。各空港の測定データにおける、分析対象の区間長さの平均値と標準偏差を Table 2 に示す。なお、搭乗口の測定は、空港 C において 1 回の欠測がある。

## 2. 3 分析方法

分析項目は、先行研究に倣って設定した。騒音レベルと周波数特性は時間変動するため、物理量としてそれぞれ  $L_{Aeq}$  と、1/1 オクターブごとの  $L_{eq}$  を用いた。空間特性を表す物理量は、両耳間相関度<sup>3)-5)</sup>を用いた。両耳間相関度は聴感印象の一つである空間印象に対応する物理指標であり、またマスキングにも影響することが知られている<sup>5)</sup>。

分析手順は、以下の通りである。まず、全測定データ(ロビー33ヶ所×3回の99個、搭乗口9ヶ所×3回の欠測1個を除く26個)について、10秒間のサンプルごとに各物理量を算出した。次に、音源の同定結果より、暗騒音のみのサンプルを抽出した。これらから、各測定データの

物理量の代表値として、 $L_{Aeq}$  および  $L_{eq}$  のエネルギー平均と、両耳間相関度の算術平均を求めた。

### 3. 分析結果

#### 3. 1 騒音レベル

##### a. ロビー

ロビーの測定における結果を Figure 2 に示す。全体的に約 55dB から 70dB の間で分布している。この中で、測定点や時間帯の違いによる影響の有無を分析するため、空港ごとに、繰り返しのない 2 要因分散分析を行った。空港 B は、1 日目と 2 日目を別々に分析した。有意水準は 5% とした。結果を Table 3 に示す。分散分析の結果、空港 A と空港 B の 1 日目でのみ、測定点が  $L_{Aeq}$  に及ぼす影響が有意であるという結果が得られた。つまり、全ての空港において、時間帯の違いによる有意差は見られな

った。また、空港 C では測定点と時間帯共に有意差は見られなかった。

分散分析で有意差が見られた条件について、Tukey の HSD 検定を行った。結果を Table 4 に示す。

まず、空港 A の場合、測定点 2 及び 4 と 7 の 2 組でのみ有意差が見られた。当該測定の 3 回の測定の  $L_{Aeq}$  の平均値を比較すると、その差は約 5dB である。

次に、空港 B の 1 日目の場合、測定点 5 と 6 及び 9、測定点 1 と 9 の 3 組で有意差が見られた。同じく当該測定の 3 回の測定の  $L_{Aeq}$  の平均値を比較すると、その差は最大でも約 5dB である。

以上より、有意差が見られた条件についても、その差は概ね 5dB 以下と小さいことから、同一の空港内のロビーの  $L_{Aeq}$  は、時間帯や測定点の違いによる影響は小さいといえる。

さらに、空港の違いによる影響を検討するため、空港

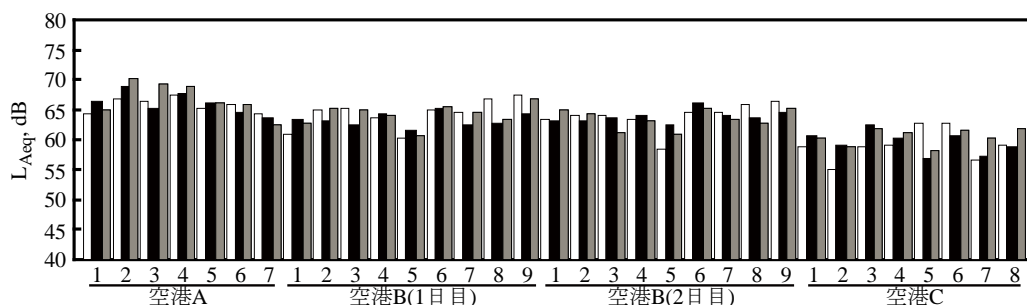


Fig. 2  $L_{Aeq}$  of background noise for each measuring point at lobbies. Open, closed and shaded bars represent  $L_{Aeq}$  for the 1st, the 2nd and the 3rd measurements on the day, respectively.

Table 3. Results of analysis of variance of  $L_{Aeq}$  at lobbies.

(a) 空港A				
要因	平方和	自由度	平均平方	F値
測定点	54.9	6	9.1	6.1*
時間帯	4.6	2	2.3	1.5
残差	17.9	12	1.5	
全体	77.4	20		

\* $p < .05$

(b) 空港B(1日目)				
要因	平方和	自由度	平均平方	F値
測定点	59.6	8	7.4	4.5*
時間帯	5.9	2	2.9	1.8
残差	26.8	16	1.7	
全体	92.2	26		

\* $p < .05$

(c) 空港B(2日目)				
要因	平方和	自由度	平均平方	F値
測定点	46.8	8	5.8	3.5
時間帯	1.2	2	0.6	0.4
残差	26.4	16	1.7	
全体	74.4	26		

\* $p < .05$

(d) 空港C				
要因	平方和	自由度	平均平方	F値
測定点	38.8	7	5.5	1.4
時間帯	7.8	2	3.9	1.0
残差	53.9	14	3.8	
全体	100.5	23		

\* $p < .05$

Table 4. Results of multiple comparison of  $L_{Aeq}$  at lobbies.

(a) 空港A							
測定点	1	2	3	4	5	6	7
1	-	3.4	1.7	2.8	0.7	0.2	1.7
2		-	1.6	0.6	2.7	3.1	5.1*
3			-	1.0	1.1	1.5	3.4
4				-	2.1	2.5	4.5*
5					-	0.4	0.4
6						-	1.9
7							-

(b) 空港B(1日目)								
測定点	1	2	3	4	5	6	7	8
1	-	2.1	1.9	1.6	1.6	2.9	1.5	1.9
2		-	0.2	0.5	3.7	0.8	0.6	0.1
3			-	0.3	3.6	0.9	0.4	0.0
4				-	3.3	1.2	0.1	0.3
5					-	4.5*	3.1	3.6
6						-	1.4	0.9
7							-	0.5
8								-
9								



ごとに全ての測定について算術平均した値である平均  $L_{Aeq}$  を用いて比較分析した。空港 B については、測定日の違いによる影響が最大でも 3dB 以内と小さかったため、両日の結果をまとめて算出した。

分析結果を Figure 3 に示す。先行研究<sup>1)</sup>より、1日あたりの利用者数の違いが影響すると考えられたため、平均  $L_{Aeq}$  を左目盛の棒グラフで、各空港の1日の推定利用者数を右目盛の折れ線グラフで示した。結果として、1日の推定利用者数が多い空港ほど平均  $L_{Aeq}$  が高い。この傾向は、利用者数が多いほど人通りが増え、会話や足音が多くなり、暗騒音レベルが高くなると説明が可能であり、また先行研究<sup>1)</sup>の結果とも一致する。

#### b. 搭乗口

搭乗口の測定における結果を Figure 4 に示す。なお、空港 C の測定点 a の搭乗開始前は欠測値である。全体的に約 50dB から 65dB の間に分布している。

まず、時間帯の違いによる影響を検討する。搭乗開始前と搭乗中の差は 3dB 以内と小さい。両者の違いは、利用者の多くが座っているか、動きがあるかの違いであるが、その違いは小さい。一方、搭乗後は全体的に  $L_{Aeq}$  が低い。これは、搭乗後は周囲に利用者が居なくなることで、その分会話や足音などが無くなるのが原因である。詳しくみると、搭乗後と搭乗開始前及び搭乗中の  $L_{Aeq}$  の差は測定点により若干異なる。これは、保安検査場や、隣の搭乗口に近いか否かなど、他の便の利用者が周囲にいるかどうかに関係していると考えられる。中には、空港 C の便 a のようにその差が約 7dB のものもあり、無視できない。しかし、本研究の目的である、アナウンスに対する暗騒音という観点では、付近に利用者が存在する場合、かつ  $L_{Aeq}$  が高い場合（安全側）であることを踏まえ、搭乗開始前や搭乗中の結果を用いて設計すれば差し支えないと言える。

次に、同一空港内での測定点の違いによる影響を検討する。先述の時間帯の分析より、搭乗開始前及び搭乗中と、搭乗後は分けて検討する。

搭乗開始前及び搭乗中は、最も差が大きい空港 B でもその差は 5dB 以内と小さいことから、全体的に差が小さい。これは、搭乗口の利用者数は当該便の定員と搭乗率で決定されるが、極端に定員が多い便が存在しないことが原因の1つと考えられる。一方、搭乗後も、最も差が大きい空港 C においてもその差は 5dB 以内と小さいこと

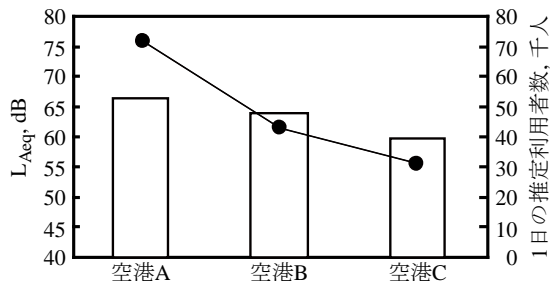


Fig. 3 Relation between  $L_{Aeq}$  at lobbies and the number of passengers per day. Open bar: averaged  $L_{Aeq}$ , left scale; closed circle: estimated number of passengers per day, right scale.

から、全体的に差が小さい。

さらに、空港の違いによる影響を検討するため、ロビーの分析と同様に、空港ごとに全ての測定について算術平均した値である平均  $L_{Aeq}$  を用いて比較分析した。ただし、先述のように実際のアナウンスの設計を想定して、周囲に利用者が居なくなると  $L_{Aeq}$  が低くなる搭乗後の測定データは除き、搭乗開始前と搭乗中の測定データのみを用いた。空港 B については、測定日の違いによる影響が最大でも 3dB 以内と小さかったため、両日の結果をまとめて算出した。

分析結果を Figure 5 に示す。空港 A 及び空港 B は約 62dB、空港 C は約 57dB となった。ここで、空港 C が他よりも低くなった原因を検討する。測定対象の便は全て搭乗者数の多い便を選定しており、測定時の目視による印象ではあるが、利用者数に大きな差は見られなかった。また、音源の同定分析より、会話の頻度は空港 C と他の空港で差が無く、絶えず聞こえていた。後述する周波数特性の違いを踏まえると、空港 C では暗騒音に対する会話音声の寄与が小さいと考えられるが、利用者数や会話の頻度に差がないとすると、それぞれの会話の音圧レベルが空港 C で低かった可能性がある。ただし、今回の分析では、それぞれの会話の音圧レベルを確認することはできなかった。

#### c. 常時放送の影響

暗騒音の音源のうち、常時放送に着目し、暗騒音の  $L_{Aeq}$  に及ぼす影響について分析した。分析方法は、以下の通りである。まず、先の音源の同定結果より常時放送と突

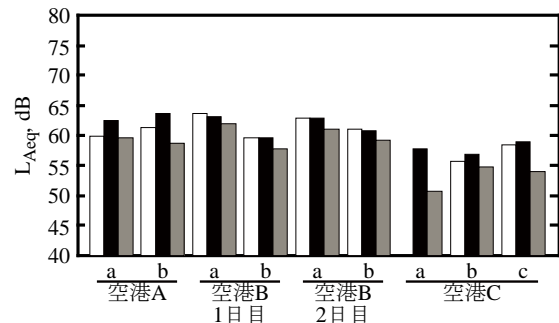


Fig. 4  $L_{Aeq}$  of background noise for each measuring point at boarding gates. Open, closed and shaded bars represent  $L_{Aeq}$  for the measurements before, while and after boarding procedures, respectively.

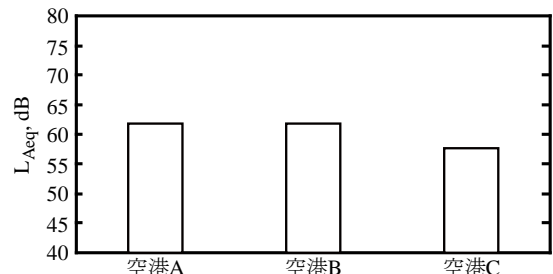


Fig. 5 Averaged  $L_{Aeq}$  at boarding gates.  $L_{Aeq}$  after boarding procedures is omitted

発的な音が含まれる区間を再び防音室で聞き返し、0.2秒毎に常時放送や突発的な音が聞こえない区間を抽出した。これに、先の音源の同定結果より常時放送と突発的な音を含まない区間を加えて  $L_{Aeq}$  を算出し、比較した。

分析結果を Figure 6 に示す。各々の測定における  $L_{Aeq}$  の差を 1dB ステップの度数分布で表している。ロビー、搭乗口共にその差は小さく、 $\pm 3\text{dB}$  以内にほぼ全てが含まれる。差が  $\pm 3\text{dB}$  を超えるものは、全て空港 B ロビーの保安検査場付近の測定点のもので、機内持ち込みの手荷物に対する制限等を案内するアナウンスが、近くで流されていたことが、この差が大きくなった原因である。したがって、一部の例外を除いて、常時放送が暗騒音の  $L_{Aeq}$  に与える影響は小さいと言える。

この結果から、暗騒音の  $L_{Aeq}$  に対して、常時放送よりも利用者の会話が支配的な音源であることが確かめられた。

### 3. 2 周波数特性

125Hz から 8kHz まで、1/1 オクターブバンドの  $L_{eq}$  を算出した。空港別に、ロビーの結果を Figure 7, 搭乗口の結果を Figure 8 に示す。1本の折れ線は、10分間の測定データを示し、全ての結果を表している。空港 B の場合、測定日の違いによる差は見られなかったため、ロビーと搭乗口共に 2 日間の測定結果の全てを示した。

ロビーの場合 (Figure 7), 全ての空港で同一空港内の周波数特性はよく似ており、測定点や時間帯の違いによる影響は小さいといえる。3つの空港の特性を比較すると、いずれも 500Hz 付近にピークを持ち、1kHz 以上で約 5dB/oct. 減衰する、よく似た特性であることが分かる。この周波数特性は話声のスペクトル<sup>9)</sup>に近い。この結果は周波数特性に対して、利用者の会話が支配的な音源であることを示唆している。また、利用者数に伴い  $L_{Aeq}$  が変動することを裏付けている。

搭乗口の場合 (Figure 8), 搭乗後の測定データは  $L_{Aeq}$  が低くなる傾向が見られたため、全て点線で示した。搭乗開始前及び搭乗中の結果、即ち実線のものに着目すると、同一空港内の周波数特性はよく似ている。3つの空港の特性を比較すると、空港 A と空港 B はよく似ており、500Hz 付近に緩いピークを持ち、1kHz 以上で約 5dB/oct. 減衰する特性である。この結果もロビーと同様、話声のスペクトル<sup>9)</sup>に近いといえる。一方、空港 C はピークを

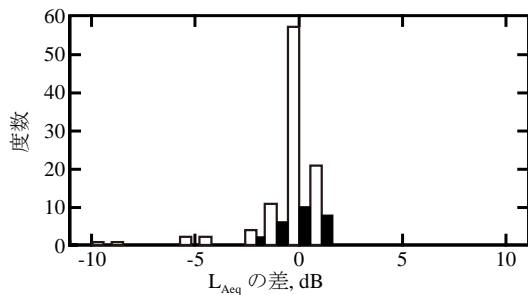


Fig. 6 Distribution of difference between  $L_{Aeq}$  of background noise in the presence and the absence of locally-restricted acoustic information. Open bar: lobbies; closed bar: boarding gates.

持たず、125Hz 以上で直線的に減衰する特性となっている。この空港 C は  $L_{Aeq}$  も他の空港に比べて低い値であったが、利用者の会話の音圧レベルが低かったと仮定すると、 $L_{Aeq}$  が低いことと、500Hz 付近のレベルが低い特性であることの両方の説明が可能である。また、点線で示した搭乗後の結果は、 $L_{Aeq}$  が低い値のものであるが、空港 A 及び B においてもピークが緩やかな場合が多く、同様に会話の音圧レベルが低かった結果であると考えられる。

全体的な傾向として、 $L_{Aeq}$  が概ね 60dB 以下の場合に、ピークを持たずに単調減少する特性となる傾向が見られた。以上を踏まえ、利用者の会話は、 $L_{Aeq}$  と周波数特性の 500Hz 付近のピークの有無に大きく影響していることが確かめられた。なお、地下鉄駅構内における先行研究<sup>1)</sup>においても同様の傾向が確認されている。

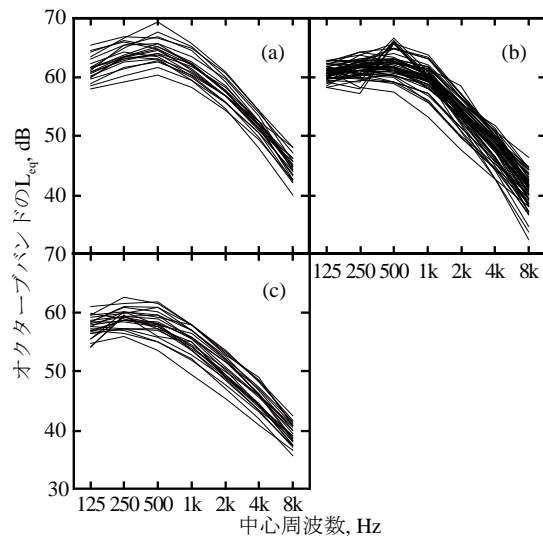


Fig. 7 Octave band spectrum for each measurement at lobbies. (a): airport A; (b): airport B; (c): airport C.

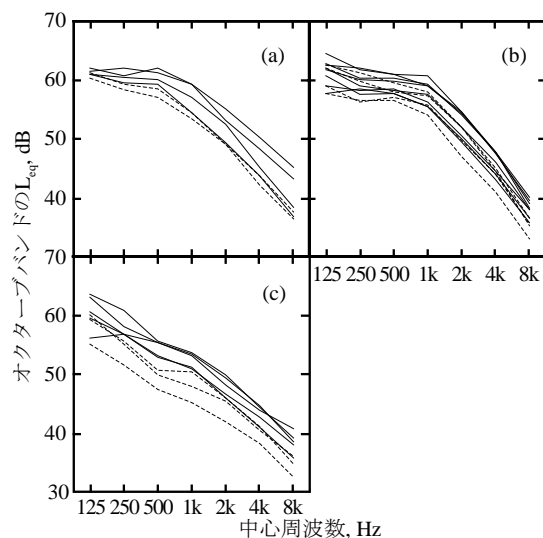


Fig. 8 Octave band spectrum for each measurement at boarding gates. (a): airport A; (b): airport B; (c): airport C.

### 3. 3 両耳間相関度

1/3 オクターブバンド分析<sup>4)</sup>と広帯域の分析を行った。広帯域の分析は、100Hz から 10kHz に帯域制限し、A 特性なし<sup>3)</sup>で算出した。

各条件とも、空港や時間帯の違いによる影響が見られなかったため、全測定の実測値と 95%信頼区間を求めた。結果を Figure 9 に示す。ロビー、搭乗口共によく似た値となった。また、xは拡散音場における 2 点間相関の理論値<sup>7)</sup>を絶対値で表したものである。2 点間の距離  $r$  は、耳の音響中心<sup>8)</sup>の影響を考慮して 0.30m とした。ロビー、搭乗口共に、その値に近いことがわかる。なお、地下鉄駅構内における先行研究<sup>1)</sup>においても同様の傾向が確認されている。

#### まとめ

空港ターミナルにおけるアナウンスに対する暗騒音をロビーと搭乗口について測定及び分析を行い、以下のことを明らかにした。また、これらを Table 5 にまとめた。

#### ロビー

##### ・ $L_{Aeq}$

利用者数の増減に伴い変動するが、同一空港内では測定点や時間帯の違いによる差は小さく、空港ごとの平均  $L_{Aeq}$  は 60 から 65dB 程度の範囲に収まる。

##### ・ 周波数特性

500Hz 付近に緩いピークを持ち、約 5dB/oct 減衰する特性となる。

##### ・ 両耳間相関度

拡散音場における 2 点間相関の理論値に近い値となる。

#### 搭乗口

##### ・ $L_{Aeq}$

搭乗前及び搭乗中の空港ごとの平均  $L_{Aeq}$  は 55 から 65dB 程度であり、ロビーと比較して全体的にやや低い。周囲に利用者が居なくなる搭乗後の  $L_{Aeq}$  は最大で約 7dB 低くなる。

##### ・ 周波数特性

500Hz 付近に緩いピークを持ち、約 5dB/oct 減衰する特性となる。ただし、 $L_{Aeq}$  が 60dB 以下の場合、ピークを持たない。

##### ・ 両耳間相関度

拡散音場における 2 点間相関の理論値に近い値となる。

[謝辞] 神戸大学大学院自然科学研究科博士前期課程の学生であった高橋杏子さん(2008 年 3 月卒業)には、本研究を進めるに当たり多くの協力をいただいた。また、測定及び分析にご協力頂いた方々に感謝する。なお、この研究の一部は平成 15 年度(財)国土技術センター研究開発助成金(助成番号 03011)、平成 16-18 年度科学研究費補助金基盤研究 B2(課題番号 16360292)及び、21 世紀 COE プログラム「安全と共生のための都市空間デザイン戦略」の補助を受けて行ったものである。

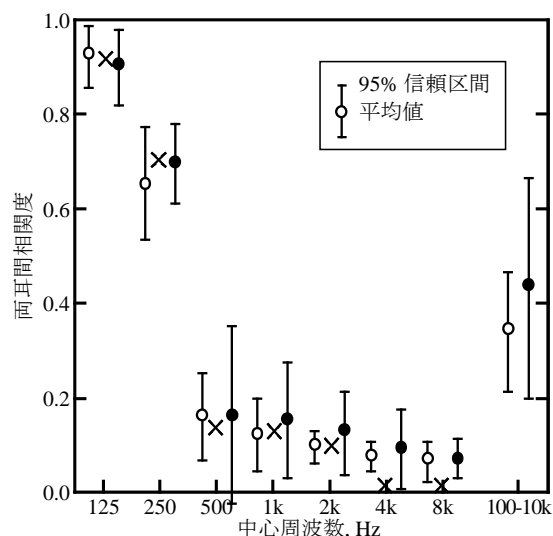


Fig. 9 Frequency characteristics of the degree of interaural cross-correlation. Open circle: at lobbies; closed circle: at boarding gates; x: theoretical values in a diffuse sound field,  $r=0.30m$ .

Table 5. Summary of acoustic characteristics of background noise against the announcement at airport.

場所	$L_{Aeq}$	周波数特性	両耳間相関度
ロビー	60 dB - 65 dB	500Hz付近に緩いピークを持ち約5dB/oct減衰する(搭乗口で $L_{Aeq}$ が60dB以下の場合、ピークを持たない)	拡散音場における2点間相関の理論値( $r=0.30m$ )
搭乗口	55 dB - 65 dB (搭乗後はこれより低い)		

#### Literature Cited

- 1) 大西豊, 森本政之, 佐藤逸人, “地下鉄駅構内におけるアナウンスに対する暗騒音の音響特性,” 神戸大学大学院工学研究科紀要, 1, 29-35 (2009).
- 2) 横山栄, 向井ひかり, 橘秀樹, “公共空間の音環境に関する実測調査例,” 騒音制御, 23, 228-231 (1999).
- 3) M. Morimoto and K. Iida, “A practical evaluation method of auditory source width in concert halls,” J. Acoust. Soc. Jpn. (E), 16, 59-69 (1995).
- 4) M. Morimoto and K. Iida, “Appropriate frequency bandwidth in measuring interaural cross-correlation as a physical measure of auditory source width,” Acoust. Sci. & Tech., 26, 179-184 (2005).
- 5) J. Blauert, Spatial Hearing, (MIT press, Cambridge, Mass., 1996), pp. 257-271.
- 6) 前川純一, 森本政之, 阪上公博, 建築・環境音響学, (共立出版, 東京, 2000), pp.20-21.
- 7) H. Kuttruf, Room Acoustics, (Elsevier, New York, 1991) pp. 243-248.
- 8) 森本政之, 安藤四一, 前川純一, “耳の音響中心について,” 日本音響学会講演論文集, pp.365-366 (1972.10).



## Acoustic characteristics of background noise against announcement at airport terminal

Yutaka OHNISHI<sup>1</sup>, Masayuki MORIMOTO<sup>2</sup>, Hayato SATO<sup>2</sup>,

<sup>1</sup>*Graduate School of Engineering, Department of Architecture/ HASEKO Corporation*

<sup>2</sup>*Graduate School of Engineering, Department of Architecture*

**Key words:** Public spaces, Airport, Announcement, Background noise, Number of passengers

In public spaces, announcement is one of most important methods for transmitting information to people. However, listening to the announcement is often disturbed by background noise. In the present study, acoustic characteristics as  $L_{Aeq}$ , frequency characteristics, and the degree of interaural cross-correlation of background noise at airport terminals were measured at three first-class airports in Japan. Measurements and analyses were performed at lobbies and boarding gates. The results at lobbies represent that 1) averaged  $L_{Aeq}$  for each airport falls within around 60 to 65dB, though it depends on the number of passengers, 2) frequency characteristics have a moderate peak at around 500Hz and an attenuation of 5dB/oct. above 1kHz, 3) the degree of interaural cross-correlation is close to the theoretical value of 2-point cross-correlation coefficient in a diffuse sound field, independent of the number of passengers. The results at boarding gates represent that 4) averaged  $L_{Aeq}$  before and while boarding procedures for each airport ranges from around 55 to 65dB, and  $L_{Aeq}$  after boarding procedures is lower than the range because of the absence of passengers, 5) frequency characteristics have a moderate peak at around 500Hz and an attenuation of 5dB/oct. above 1kHz, but the peak disappears when  $L_{Aeq}$  is less than 60dB, 6) the degree of interaural cross-correlation is close to the theoretical value of 2-point cross-correlation coefficient in a diffuse sound field, independent of the number of passengers.