

# 室内における環境騒音評価指標に関する実験的検討 - 在来鉄道騒音の時間変動性の影響について -

Experimental study on the criteria for environmental noise transmitted into the rooms  
On the influence of time variance of railway noise

学籍番号 46810  
氏名 飯島 直樹(Iijima, Naoki)  
指導教官 佐久間 哲哉 助教授

## 1 研究の背景・目的

現在、「騒音に係る環境基準」では、1998年の改定を経て、室内における基準値が等価騒音レベル LAeq で定められている。LAeq は騒音に対する居住者反応との相関が良いものの、検討の余地が残されている。具体的には、室内騒音に対する居住者の主観評価が、時間変動性に影響されることが示唆されており[1]、クレームの原因となることも少なくない。LAeq は騒音エネルギーの時間平均であり、短時間に大きく変動する音を反映できない性質をもつことから、国内の住宅供給者は、経験に基づいて時間率騒音レベル Lx (騒音レベル累積度数分布の上位 x%の値)などの変動性を捉えられる指標を、遮音設計目標値として独自に用いている[2]。また、海外では室内騒音基準として用いられている例もみられる[3]が、等LAeq の条件下で Lx が変化した場合、どの程度主観評価に違いが出るのかは明らかにされていないのが現状である。

以上を踏まえ、本研究は L5, L10 に焦点をあて、実験室実験を通して、Lx が変化した場合の評価の違いを明らかにし、遮音設計、規準策定などへの参考となる知見を得ることを目的とする。さらに既往研究との比較を通して、変動性を伴う環境騒音の物理特性と主観評価との関係を整理する。音源については、Lx の影響を最も抽出しやすい環境騒音として在来鉄道騒音を対象とする。

## 2 実験概要

表 1 に各実験の統制要因を示す。実験 1 では LAeq を 2 水準(35, 45dBA)設定し、L5, L10の値の違いが評価に与える影響を 10 分間の統制条件下で検討する。実験 2 では LAeq 40dBA, 評価指標を L5 に限定し、鉄道の通過頻度を 2 水準設け、その主観評価

表 1 各実験の統制要因

	要因	水準
実験 1	LAeq	35, 45dBA
	Lx	L5(+5, +10), L10(+5)
	頻度	2分毎
	呈示時間	10分
	被験者状態	読書, 場所固定
実験 2	LAeq	40dBA
	Lx	L5(+5, +10)
	頻度	2分毎, 5分毎
	呈示時間	30分
	被験者状態	自由に行動(読書, PC作業等)
実験室	残響のある現実の居室	

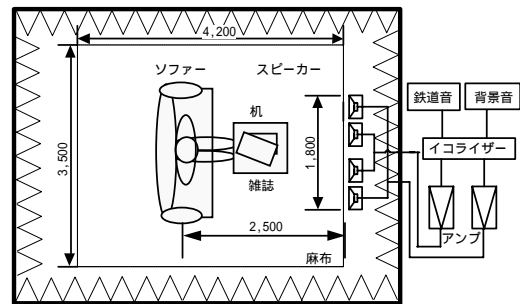


図 1 実験システム(実験 1)

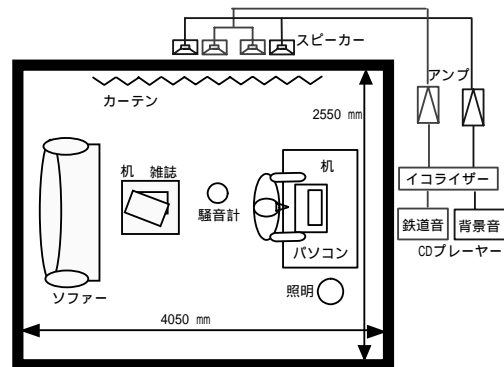


図 2 実験システム(実験 2)

に与える影響を検討する。また、実験 2 は呈示時間を 30 分間とし、より現実的な音場で実験を行う。さらに実験 1 と 2 において呈示時間の違いを検討する。被験者はそれぞれ 20 代の日本人男女 14 名, 18 名である。

## 2.1 実験システム

(1)実験1 図1に示す簡易無響室で行った。被験者には見えないように被験者正面に窓面を模してスピーカーを配置し、鉄道騒音と屋外の背景音を各々2chずつ、計4chで与えた。なお、窓を想定した周波数特性を合成し、背景音がある状態で被験者の頭部位置でLAeqを調整した。

(2)実験2 図2に示す居室において、部屋の外にスピーカーを配置し、壁を透過させ音を流した。他の条件は実験1同様とした。

## 2.2 呈示音の作成

鉄道騒音を線路近傍で録音し、ピーク時間(通過時間)を調整し音源を作成した。

(1)実験1 呈示音を表2に示す。LxとLAeqの差(以下、上昇幅)はL5に対しては+5,+10dBの2水準、L10に対しては+5dBの1水準とし、定常音を含めた計8種類(変動パターン4種類×LAeq2水準)の音源を作成した。頻度は2分毎とした。LAeqが等しい条件下のため、L5が5,10dB上昇すると背景音レベルはそれぞれ0.8,4.1dB下がり、L10が5dB上昇すると1.7dB下がる特性となる。(図3参照)

(2)実験2 呈示音を表3に示す。LAeqを1水準(40dB), 上昇幅は+5,+10dBの2水準、頻度は5分毎、2分毎の2水準設定し、定常音を含めた計5種類の音源を作成した。

## 2.3 実験手続き

両実験において、被験者には、窓から鉄道の音が聞こえてくる状況を想定するよう指示した。実験1ではソファに座り雑誌等を読んでいる状態に固定し、実験2では、部屋の中に雑誌、パソコンを用意し、自由行動を許した。評価語は

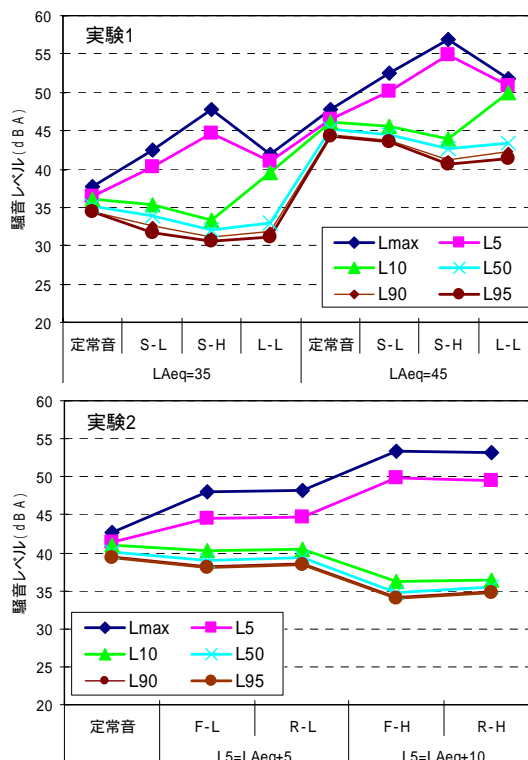


図3 呈示音レベル統計量

表2 実験1呈示音

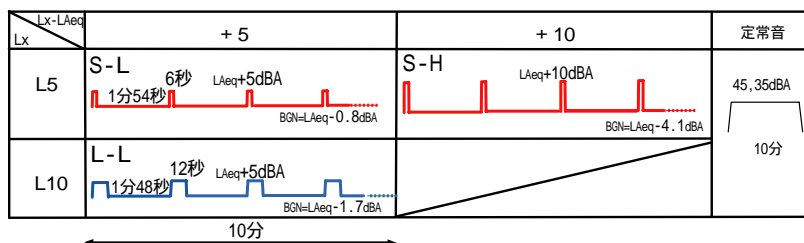


表3 実験2呈示音

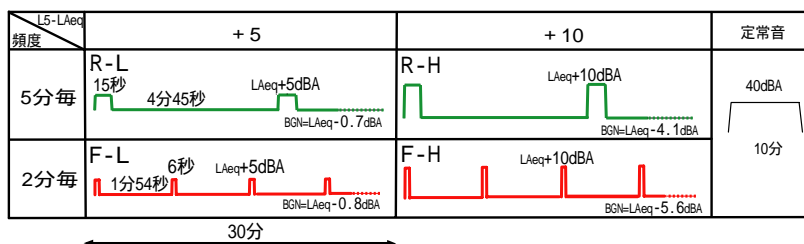


表4 実験1分散分析結果 (表内数値はF値 \*\*1%有意,\*5%有意)

要因	自由度	うるさい	落ち着く	邪魔になる	気になる
LAeq	1	53.54 **	12.13 **	45.83 **	31.74 **
変動パターン	3	1.90	1.49	6.13 **	3.57 *
LAeq × 変動パターン	3	0.80	0.17	0.12	0.23
被験者	13	5.91 **	5.95 **	9.53 **	6.18 **
被験者 × LAeq	13	0.97	1.92	1.78	1.24
被験者 × 変動パターン	39	1.31	1.09	1.81 *	1.25
寄与率		0.84	0.81	0.88	0.83

聴感として「うるさい」「落ち着く」を、妨害感として「邪魔になる」「気になる」を単極SD法9段階尺度で設定した。

### 3 実験1結果

3元配置分散分析を行った結果を表4に示す。当然ながら LAeq の主効果が見られたことに加え、変動パターンでも一部で主効果が見られた。聴感では変動パターン間に有意な差が無かったが、妨害感では定常音と S-H, L-L の間に有意差

がみられ(図4参照)、妨害感の方がよりピーク値に影響されることが示唆された。S-L と L-L を比較すると、全体の傾向として L10 の方が不快側の評価になる傾向がみられた。以下、LAeq ごとに考察する。

#### 3.1 LAeq ごとに見た上昇幅の影響

定常音及び S-L, S-H を比較すると、LAeq 45dBA では、上昇幅が大きくなるにつれて不快側の評価になるのに対し、35dBA では S-L と S-H に系統的な差は見られなかった。LAeq 45dBA はピーク値の大きさが支配的になり、LAeq 35dBA では背景音の低下が影響したと推測される。LAeq 2 水準の評価得点の差を元に、変動パターン間の評価得点差を LAeq の変化に換算すると、L5, L10 が 5dBA 上昇すると、各評価語平均でそれぞれ約 LAeq 3.4, 5.6dBA 相当、10dBA 上昇すると平均約 6.6dBA 相当となる。

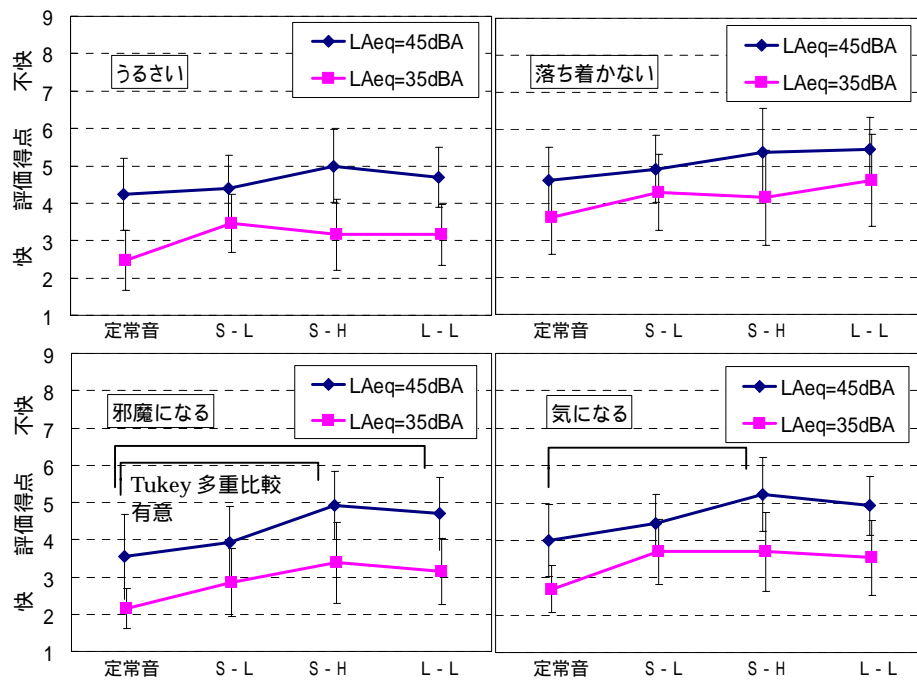


図4 実験1 各音源平均値(図中の誤差範囲は平均の95%信頼区間)

表5 実験2 分散分析結果 (表内数値はF値 \*\*1%有意, \*5%有意)

要因	自由度	うるさい	落ち着く	邪魔になる	気になる
頻度	1	6.37 *	1.83	7.25 *	4.68 *
上昇幅	1	0.01	0.31	0.70	0.01
頻度×上昇幅	1	0.06	0.01	0.22	0.14
被験者	17	1.99	2.61 *	3.76 **	2.07
被験者×上昇幅	17	1.14	1.44	1.23	1.01
被験者×頻度	17	0.99	0.87	1.57	0.99
寄与率		0.82	0.83	0.88	0.81

### 4 実験2結果

定常音を除く4音源で頻度、変動幅の2要因と被験者を含めた3元配置分散分析を行った結果を表4に示す。「うるさい」「邪魔になる」「気になる」の3評価語で頻度に主効果がみられた。全体として、上昇幅が変化しても評価に大きな差は見られなかった。以下に、定常音との比較も含め詳細に考察する。

#### 4.1 頻度ごとに見た上昇幅の影響

定常音も含め、5音源間で多重比較を行った結果、「うるさい」「邪魔になる」「気になる」で定常音と F-L, F-H の間に有意な差が見られた。図5にその結果を示す。頻度との関係では、2分毎の音源の方が不快側になった(R-Lと定常音の差で平均約 LAeq 4.9dBA 相当 F-Lと定常音との差で11.3dBA 相当の評価の差となった)。変動1回当たり

のピーク時間の長さがそれぞれ 6 秒と 15 秒の差に対し、背景音のみが流れている時間はおよそ 2 分と 5 分であり、その長さが静寂な印象を強めた結果、ピーク値上昇による不快感の増加を緩和したと思われる。

#### 4.2 各実験の比較

実験 1 と実験 2 で頻度、上昇幅が等しい音源を比較してみると、実験 2 の方が定常音と変動音の差は大きい、+5 から+10 の上昇幅の影響が小さい。これは 30 分という時間の長さがピーク値に慣れをもたらしたと推測される。

#### 5 実験結果まとめ

鉄道騒音を音源に用い、等 LAeq の下 Lx の差に着目し統制実験を行った。

- ・ L5, L10 の上昇幅に従い、特に妨害感において不快側の評価が顕著となった。ピーク値に印象が支配される傾向があるが、LAeq によっては傾向が異なる。

- ・ 頻度の違いをみると、低頻度の音源の方が快側の評価になった。背景音時間の長さが背景音の静寂な印象を強め、ピーク値上昇による不快感を緩和したと思われる。

- ・ 呈示時間の違いをみると、評価の傾向が異なり、呈示時間の長さが主観評価に影響をもたらすことが推測された。

#### 6 変動要因と評価の関係に関する考察

本研究と既往研究との比較を通して、変動騒音を形成する要因を整理し、主観評価に与える影響を考察する。変動を形成する要因を大きく 4 つ(ピーク値と背景音レベルという音量に関連する 2 要因、時間率と頻度という変動性関連 2 要因)に分類し、各要因の条件によって評価の傾向を整理した

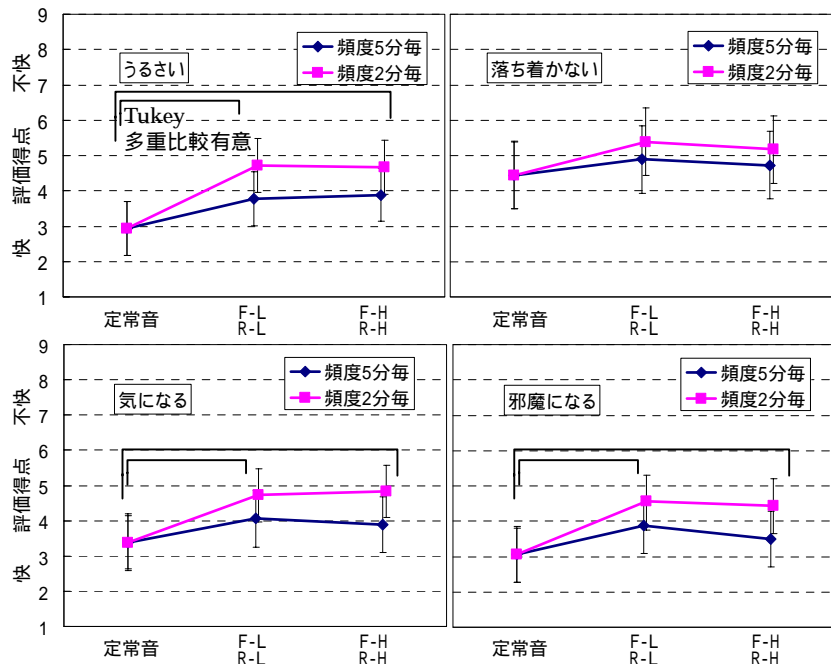


図5 実験2各音源評価値(図中誤差範囲は平均の95%信頼区間を示す)

表6 等 LAeq 条件下における変動要因と評価の関係

	要因(互いに従属)			評価	参考	
	ピーク値	ピーク時間率	背景音レベル			
頻度	増	上昇(下降)	短(長)	固定	不快(快)	[1],[4]
		上昇(下降)	固定	下降(上昇)	不快(快)	本実験
		固定	長(短)	下降(上昇)	不快(快)	本実験
	減	固定	固定	固定	不快	[4],本実験
		上昇(下降)	短(長)	固定	変動間隔による	[1],[4]
		上昇(下降)	固定	下降(上昇)	変動間隔による	本実験
	固定	長(短)	下降(上昇)	未	未	
	固定	固定	固定	快	[4],本実験	

結果を表 6 に示す。本実験で LAeq を固定した中で変動の要因が変化すると、各条件によってその傾向が異なることが示されたが、既往研究[4]においても、ピーク値が上昇しても、頻度が減少し背景音時間が長くなると、不快側の評価にならないという共通点が見られた。[1]でも同様の結果が示唆されており、ある程度各要因の条件で評価の傾向を把握できたと言える。しかしこれらはある程度限定的な実験状況下で得た知見であり、より現実的な条件での主観評価の傾向については今後の課題とする。

#### 参考文献

- [1] T. sakuma *et al.*, Effect of traffic time-variance on the subjective evaluation of fluctuating road traffic noise transmitted into rooms, Proc. Inter-Noise 2004 (Prague), No.567, 6p., 2004.
- [2] 村石他, 室内における外部騒音評価方法の現状 ASJ 建築音響研究会資料, AA2000-40, 2000.
- [3] Building Bulletin 93: Acoustic Design of schools, Dept. for Education and Skills, UK, 2003.
- [4] 佐久間他, 時間変動を伴う純音性設備騒音の入眠時における主観評価に関する実験的検討, 日本建築学会学術講演集, D-1, pp135-136, 2005.