



最適室内音響環境に関する研究(2):  
規則的断続音のやかましさに関するパイロットスタ  
ディ

メタデータ	言語: jpn 出版者: 室蘭工業大学 公開日: 2014-07-18 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 泉, 清人 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10258/3590">http://hdl.handle.net/10258/3590</a>

# 最適室内音響環境に関する研究 (II)

規則的断続音のやかましさに関する  
パイロットスタディ

泉 清 人

## A Study on the Optimum Acoustical Environment (II)

A Pilot Study on the Perceived Noisiness  
of Periodically Interrupted Sounds

Kiyoto Izumi

### Abstract

The noisiness evaluation of periodically interrupted sounds as frequently experienced in industrial and construction fields has been considered as an urgent target of research. I. Pollack and R. M. Garrett have proposed the evaluation methods on energy basis. After describing three series of psycho-acoustical experiments, the author discusses the perceived noisiness of periodically interrupted sounds to be evaluated with careful considerations for the Startle Effect. The author proposes Noisiness Models 73-C, 73-A, and 73-PN, which are constructed as a certain function of 1) total energy of sound, 2) repetition rate, 3) rise-time, and 4) interval between bursts. The validity of the models is psycho-acoustically tested and is proved to be considerably better than other generally accepted methods.

## 1. 序 章

### 1.1 研究の背景と目的

騒音による環境破壊の進行を背景として、騒音の心理的不快感—やかましき—の評価がはじめて研究課題とされて以来既に30年となる。この間、音圧レベルが一定で周波数特性も単純な定常音のラウドネス及びノイジネスに関しては E. Zwicker, S. S. Stevens, K. D. Kryter の評価法が確立しているし、又、なだらかなレベル変動をする騒音や純音成分を含む特殊な周波数特性をもつ騒音の評価法に関しても J. W. Little, K. S. Pearsons はじめ多くの研究者の成果があることは、既に第I編で見た通りである<sup>1)</sup>。しかし、現実の環境騒音の大部分を占める激しいレベル変動をする騒音(変動音)や衝撃性断続性の騒音(断続音)の評価法は未だ確立していない。これらの非定常音については、やかましき反応にかかわる各種の要因(後述)の個々の効果についての先駆的研究があるのみである。

断続音のラウドネスについては、I. Pollack<sup>2)</sup>の周期的に断続をする白色雑音の評価法が

あり、更にこれを発展させた R. M. Garrett<sup>3)</sup>の方法があるが、共にラウドネスをエネルギー加算で捉え、これに実験による補正を加えたものであり、エネルギー以外の要因について考慮を払っていない。

この研究は、これら先人の研究に示唆を受けつつ、断続音によるやかましき反応の複雑なメカニズムをより明らかにするための実験を行い、これにもとづいてやかましき反応の構造モデルを作成し、断続音の心理的不快感の評価法を得んとするものである。

## 1.2 環境騒音実験室について

### 1.2.1 実験室設置の目的

騒音のやかましきに関する一連の実験的研究のために室蘭工業大学建築工学科環境騒音実験室を設置した。設置の目的を以下に述べる。

一般の生理心理的現象と同様に人間のやかましき反応は、騒音が刺激(S)として聴覚器官に物理的に入力された場合、観測不可能な生理心理的過程をへた後に反応(R)として外部に現われるもので、この反応(R)は独立変数である刺激(S)の従属変数であるから、

$$R = f(S)$$

と表示することが出来る。しかしこの式は、騒音の物理的情報的特性、発生し感知される時と所、及び感知する人間の性別、年齢、性格等のために非常に複雑な函数形を示すことになるであろう。この函数を形成する因子も未だ完全に解明されてはいないが、現時点でこれを整理すれば、以下のやかましき反応の構造モデルが出来る(図-1)。

人間のやかましき反応の構造をこのようにモデル化し、各因子を自由に統制することにより、人間のやかましき反応を支配する法則を明確に把握しようとするのがこの一連の実験的研究の目的である。

しかるに、上記の反応構造モデルの因子のうち、刺激にかかわる因子は物理的特性も情報的特性も物理的に統制・再現が可能であり、人間にかかわる因子も、行動・環境条件を除いて、

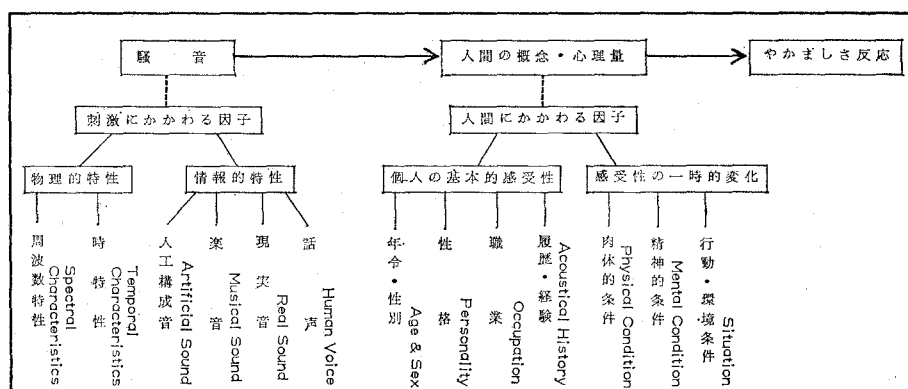


図-1 やかましき反応の構造モデル

被験者を選択することにより統制が可能である。したがって、残る唯一の条件である行動・環境条件を統制し、且つその他の上記因子を自由に設定・再現することがこの環境騒音実験室設置の目的である。

1.2.2 実験室の計画

この一連の研究においては、主として日常生活における人間のやかましさを把握しようとしているために、実験室は音響条件以外の条件を出来得る限り日常の状態に保持し、特殊な環境条件にもとづく反応の誤差を除去することを目標とした。したがってこの実験室は一般的な事務室・居室を再現することに努力を払い、音響条件のみを自由に統制することが出来るようにした。

大学が閑静な郊外地に立地していることは幸運であったが、更に校舎の中でも一番伝達される騒音の少ない位置を考慮して、最上階(3階)の建築工学科図書室書庫と暗室との間に実験室を配置した。屋上の歩行者は皆無である。

図-2は実験室の平面図である。既設のコンクリート壁体の間に外部開口部に近接して木造軸組 plaster ボード下地モルタルゾラコートの間仕切壁を新設し、外壁との間隙には吸音処理を施した。気密アルミサッシのすべり出し窓2面を設け、窓廻り、壁体接合部はコーキング処理をした。廊下側には同様の間仕切壁によりコントロールルームを新設し、ハーフミラーガラスを使用した防音のぞき窓とピンチブロックを廻した扉を設けた。又、実験室内部との電気的連絡のために、吸音材を充填した接続ボックスを2個設置してある。機器の一般的なレイアウトは図-3の通りである。

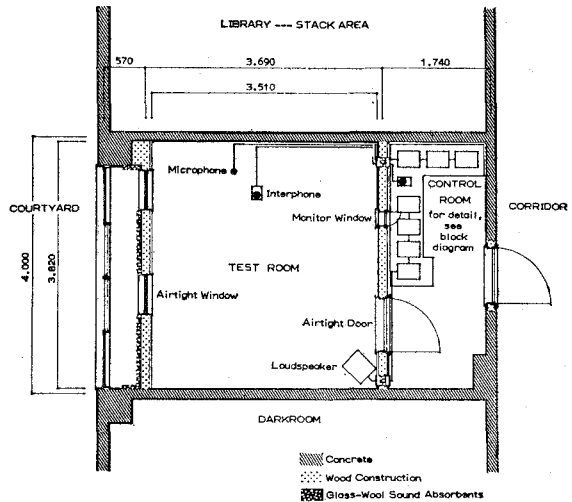


図-2 環境騒音実験室平面図

1.2.3 実験室の音響特性

a) 残響特性 表-1は実験室の実測残響時間である。図-4のキープラン表示の位置において床上1.2mにマイクロフォンを固定し、コントロールルームからの操作によりノイズフィールドゼネレータ (RION SF-04) でピンクノイズの断

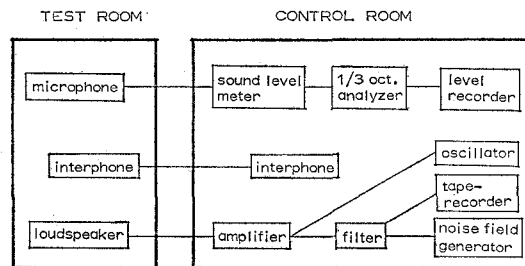


図-3 実験室主要機器ブロックダイアグラム

続音を発生させ、実験室内のスピーカから流して測定した。全音域にわたり0.5秒前後の比較的均一な残響時間が得られており、一般的な事務室・居室空間を再現しようとする目標を達成している。

**b) 拡散特性** 表-2は実験室の定常状態における平均音圧分布の実測値である。測定は残響実測と同様にノイズフィールドゼネレータによるピンクノイズを音源として実施した。測定点及びスピーカは実験の状態を想定してキイプラン図示の位置とした。全音域及び中高周波数帯域における分布が比較的に様であるのに対して、低周波数帯域における分布の偏りを明らかに示している。実験にあたっては被験者をスピーカから遠い位置にスピーカ軸に対称して配置することになるが、この状態において中高周波数帯域の分布は均等に近いが、低周波数帯域にあっては偏りがあり、同一出力においても被験者の位置により若干の感知レベルの相違が予想される。したがって実験の種類によっては、被験者の位置による感知音圧レベルの補正が必要となろう。

**c) 固有振動特性** 図-6はこの実験室の日中及び夜間における暗騒音レベルの分析結果を示すものである。50 Hz、100 Hz、250 Hzに目立った音圧が記録されているが、これはこの室の固有振動によるものである。固有振動数計算値と1/3オクターブ分析切断周波数の関係は図-5の如くなり、必ずしも分布は偏っているわけではないが、室の南北壁のみが音響的に露出して対面しているために、この壁面間に卓越した固有振動が生じている。実験の性質によってはこの点に留意して適当な処置が必要となるであろう。

表-1 実験室内残響時間実測平均値

(秒)

測定位置	1/3 オクターブ中心周波数 (Hz)								125~4000 平均
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
C-1	0.54	0.45	0.48	0.47	0.42	0.47	0.50	0.49	0.47

表-2 実験室内音圧分布実測値

(dB)

I オクターブバンド中心周波数 (Hz)	測 定 位 置						
	A-4	A-3	A-2	A-1	B-1	C-1	D-1
全音域	68.0	69.5	69.5	70.0	69.5	68.0	68.0
63	60.0	60.0	67.0	70.0	66.0	58.0	67.0
125	73.0	71.0	66.0	70.0	72.0	74.5	72.0
250	71.0	70.5	69.0	70.0	69.0	70.0	72.0
500	68.0	69.5	71.5	70.0	70.5	66.5	64.5
1000	68.5	69.0	67.5	70.0	68.0	70.0	70.0
2000	67.5	69.0	68.5	70.0	68.0	68.0	68.0
4000	68.5	68.5	69.0	70.0	69.5	69.5	69.5
8000	68.0	69.0	69.0	70.0	69.5	69.5	68.5

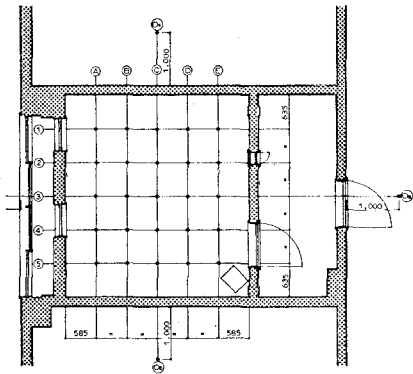


図-4 実験室音響測定キイプラン

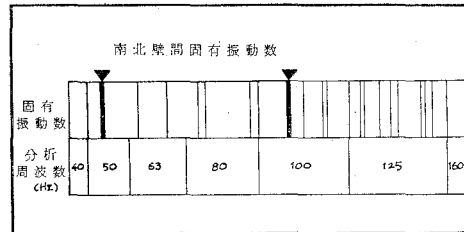


図-5 実験室の固有振動数と分析周波数

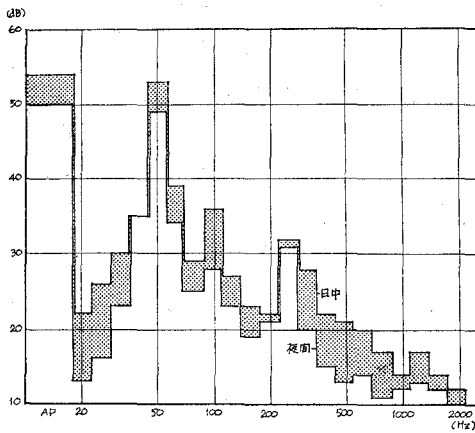


図-6 実験室内暗騒音レベル

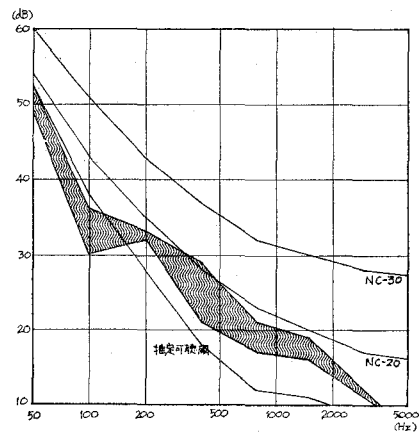


図-7 実験室暗騒音と NC-曲線

d) **暗騒音レベル** やかましさの実験に最も肝要な音響条件は、実験音場を自由に統制することであり、したがって暗騒音が十分に低くおさえられていることが必要となる。図-6に見る如く暗騒音レベルの分析結果は良好であるが、これは閑静な立地条件に負う所が大きい。図-7は日中及び夜間の暗騒音レベルを ASA 規格レベルに換算し、NC-曲線と対比させたものである。日中における暗騒音レベルは NC-20 をおおむね下廻っており、又、夜間における暗騒音レベルは NC-20 を十分に下廻るばかりでなく、低周波数帯域においては可聴閾をも下廻っている。

以上 4 点にわたりこの実験室の音響特性を検討した。低周波数帯域に関する音響性状に若干の問題点を残しているが、その他は概して良好な結果を得ている。実験の性質によって低音域に対する適切な配慮をすることにより、この実験室は騒音のやかましさの実験に十分有効に使用出来ると結論することが出来よう。

## 2. 予備実験——被験者の層別による反応の偏差の検討

### 2.1 実験の目的

環境心理実験において如何なる被験者を選定するかは重要な問題である。特に調整法等の精度の良い実験にはかなりの時間を必要とするから、いきおい多数の被験者を使用することは不可能となる。したがって、選定した少数の被験者が母集団である人間一般を正しく代表する標本であるか否かの判断が是非とも必要となる。

このパイロットスタディの本実験においては、音響の基礎知識と実験方法についての完全な理解をもつ数名の学生を被験者として、長期間にわたる実験を予定している。そこでこの予備実験においては同年代の多数学生を被験者として、「性別」「感受性」「音経験」の三つのカテゴリーに関する層別化を行い、これら各層の断続者のやかましき反応に有意の差が存在するか否かを検討したい。即ち、この予備実験の目的は断続者のやかましき反応に関する被験者の層別偏差を検証することであり、断続音のやかましきの性状そのものは後に予定するより精度の高い本実験の結果にまつこととする。

### 2.2 実験の方法

図-8は実験音のスペクトルである。ノイズフィールドゼネレータによって作成されたピンクノイズをほぼ完全に平坦レベルに録音したテープにもとづくものであるが、実験室と実験装置の音響特性により低・高音域のレベルが低下している。実験室内のソファに坐した被験者にこれを聞かせ、図-9の教示にしたがって一対比較法によるやかましき判断を求めた。基準音を10秒連続の定常音に定め、比較音はすべて断続比 (on-time/on+off-time) を0.50とし、on, off それぞれ0.125, 0.25, 0.50, 1.00秒の4つのタイムパターンに設定した。基準音の全音域音圧レベルは67 dBに一定し、比較音のレベルはこれに対して3 dBきざみで5段階とした。更に、基準音と比較音の恒常時間誤差を消去するために呈示順序を前後2系列設けたので、比較対の数は4パターン×5レベル×2系列=40対となった。これを乱数表により無作為配列し被験者に呈示した。

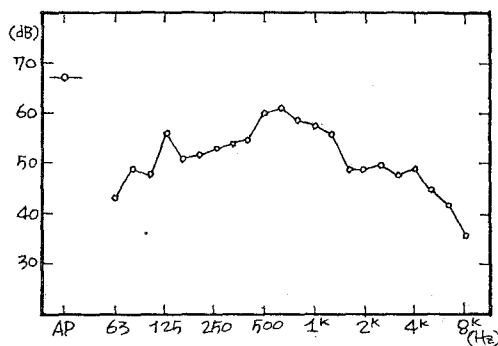


図-8 予備実験の実験音スペクトル

### 2.3 被験者とその層別化

予備実験の被験者には男子学生27名、女子学生25名の2グループを選定した。選定の理由は、1. 聴覚の最も鋭敏な18~25歳の成人であること、2. 実験の教示に対する理解度が良好且つ一様であること、3. 性別による反応の差異を検証出来ること、である。表-3は各因子条件の一覧表である。

やかましさに関するテスト (3)

7203 \_\_\_\_\_

氏名 \_\_\_\_\_

番号のアナウンスのあとに続き一対の連続音と断続音が聞こえてきます。初めの音が10秒間流れ、それから2秒間休止があつて、あとの音が10秒間流れます。この2つの音のどちらがやかましいかを判断して下さい。そして下の表にやかましいと思つた方に○印をつけて下さい。断続音の方はその断続の1つ1つではなく全体として評価して下さい。2つの音が同じ程度にやかましいと思つても必ずどちらかを選んで下さい。2つの音が両方ともやかましいと思つたり、又両方ともやかましくないと思つたりするかも知れませんが、両方をくらべてどちらがやかましいかを決めて下さい。このテストは全部で42対あり約25分位かかります。

例	前 . 後	14	前 . 後	29	前 . 後
		15	前 . 後	30	前 . 後
1	前 . 後	16	前 . 後	31	前 . 後
2	前 . 後	17	前 . 後	32	前 . 後
3	前 . 後	18	前 . 後	33	前 . 後

図-9 予備実験 (一対比較法) の教示

表-3 予備実験の因子条件一覧表

因	子	条 件
刺激因子	周波数特性	ピンクノイズ
	時 特 性	{ 基準音: 10秒定常音 比較音: 1/8, 1/4, 1/2, 1秒の断続音を断続比50%で10秒
	情報的特性	人工構成音
被験者因子	年齢・性別	男20~24歳, 女18~22歳
	性 格	“感受性テスト”で層別化
	職 業	大 学 生
	履 歴・経 験	アンケートで層別化
	肉体的条件	健 全
	精神的条件	健 全
	行動・環境条件	実験室でソファにくつろいで坐す

一般にやかましさを判断実験にあたっては、被験者の「性格」、なかんづく音に対する鋭敏さの差異が反応に影響を与えることが予想される。そこで、音に対する感受性によって被験者を層別化するために感受性テストを作成した。これは、H. Cason の Annoyance に関する古典的研究にもとづいて、J. M. Bowsher, D. R. Johnson and D. W. Robinson<sup>4)</sup> が航空機騒音のやかましさを判断実験で作成、使用した感受性テスト Susceptibility Test を参考にして作成



したものである。まず予備テストとして Bowsher らの質問群を和訳したものを男子6名、女子4名の成人群に回答せしめた。この結果、設問が日本の現状に即していないと判断されたもの(2問)を同様の趣旨をもち、且つ日本の現状に適合している質問に置換して、図-10の40問を得た。Bowsher らの例にならい、40問中10問は一般的な Annoyance に関する質問で構成してある。

このような手続きで作成した感受性テストを全被験者に回答せしめた結果にもとづき、「感受性」に関して被験者を敏感層(+)と鈍感層(-)の2層に層別化した。又、やかましき判断に影響を及ぼす可能性のあるもう一つの条件である被験者の「履歴・経験」については、現在及び出身地の住居周辺の騒音環境をランクオーダーさせて、閑静地居住層(+)と喧騒地居住層(-)の2層に層別化した。

「肉体的条件」・「精神的条件」については特にテストを用意せず観察によるのみ判断したが、外見上は全員健全であり層別化は行なわなかった。又、「行動・環境条件」については、すべての被験者を同様の条件で実験室内のソファにくつろいで坐せしめて統制を試みた。

2.4 実験結果とその考察

一対比較法により比較判断を求めた結果、比較音が基準音よりやかましいという判断のなされ

表-4 予備実験の結果一覧表  
等やかましきの断続音レベル—連続音レベル (dB)

被 験 者		実験音のタイムパターン (秒)				
層 別	人数	0.125	0.25	0.50	1.00	
男女学生計	52	-4.8	-3.2	0.0	+0.1	
性別	男子学生	27	-4.4	-2.8	-0.2	-0.3
	女子学生	25	-5.6	-4.0	+0.4	+0.3
感受性	敏感層	25	-5.0	-3.7	+0.6	+0.2
	鈍感層	27	-4.7	-3.0	-0.3	-0.6
音経験	閑静地居住層	23	-4.7	-3.4	+0.3	-0.1
	喧騒地居住層	25	-4.9	-2.9	-0.2	+0.2

(註) 音経験の層別化にあたっては中間層4名を除外した。

例	車を運転しているとき、運転の仕方をとやかく言われること
1	女性が静つばらつているのを見たとき
2	蛇口から水のぼたぼた落ちる音が聞こえること
3	筋の聴えない演説を聞かされること
4	あざけり笑われること
5	汚れた服の人を見たとき
6	満りのテレビやステレオの音が大きいとき
7	しつこいセールスマン
8	話をひとりじめにする人
9	黒板でチョークがキーと音をたてること
10	口に物をいつぱい含んだままじやべる人
11	口臭の強い人
12	自分の病気のことをくどくどといつまでも話す人
13	間に合いそうなバスに乗り遅れること
14	家のそばをひっきりなしに通る自動車の音
15	歩道一杯にわたって歩いてくる人達のために車道に降りなければならぬこと
16	風通しの悪い部屋にいること
17	寝つこうとするときの犬やねこの鳴き声
18	きたない洗面器
19	顔の回りをとびまわるはえ
20	自分が通んで着ている服袋の趣味をとやかく言われること
21	約束の時間になつても来ない人を待つこと
22	頭上を低く飛んでいくジェット機の音
23	鼻をたらしめている子供を見たとき
24	他人のいびきを聞くこと
25	並んで順番を待っているのに割り込む人
26	ぼろぼろ髪やぶしうりげの人
27	店であいそ悪くされること
28	誰か他人の赤ん坊が泣き止まないこと
29	汚ない部屋を見たとき
30	コーヒーをスプーンですすつている大人
31	まちの人混みの中で押されること
32	家の外から建設工事の騒音が聞こえるとき
33	いい年の人が子供をておらにしているのを見たとき
34	新聞や雑誌を読んでいるとき、原ごしにのぞく人
35	食べているものにちよつとゴミがついていたとき
36	話の途中で電話を切られるとき
37	電話がいつまでも鳴つているとき
38	自分の持物をいつも借りようとする人
39	話をしているとき、横やりを入れられること
40	テレビやラジオが電波妨害のためよく入らないとき

図-10 感受性テスト(評定尺度法)の設問

た対には+, 基準音が比較音よりやかましいという判断のなされた対には-を与え, +判断が50%になるレベルを等ノイズレベルとした。恒常時間誤差によりこの等ノイズレベルには, 各タイムパターンにつきS-C(基準音が先で比較音が後)とC-Sの2系列が出来るので, 最後にこれを平均してそのタイムパターンによる等ノイズレベルを決定した。表-4はこの結果を各層別に整理した一覧表である。

この平均値の一様性の検定のために一元配置法による分散分析を行った。各タイムパターンについて被験者毎の等ノイズレベルを求め, 全体の平均値からの分散を算出し, これにもとづいてF検定を行ったわけである。表-5はこの分散分析表である。

表-5 予備実験結果の被験者層別偏差に関する分散分析表

SV		$S_b$	$df_b$	$MS_b$	$S_w$	$df_w$	$MS_w$	F	Prob.	
性 別	S-C	0.125	4.74	1	4.74	46.03	50	0.92	5.15	*
		0.25	4.60	1	4.60	53.63	50	1.07	4.29	*
		0.50	0.29	1	0.29	31.63	50	0.63	0.47	—
		1.00	0.01	1	0.01	21.23	50	0.43	0.01	—
	C-S	0.125	1.53	1	1.53	55.39	50	1.11	1.38	—
		0.25	3.12	1	3.12	44.94	50	0.90	3.47	—
		0.50	1.43	1	1.43	61.65	50	1.23	1.16	—
		1.00	4.72	1	4.72	50.72	50	1.02	4.65	*
感 受 性	S-C	0.125	1.14	1	1.14	49.63	50	0.99	1.15	—
		0.25	4.01	1	4.01	56.67	50	1.13	3.54	—
		0.50	0.71	1	0.71	31.21	50	0.62	1.14	—
		1.00	0.01	1	0.01	20.23	50	0.41	0.15	—
	C-S	0.125	0.47	1	0.47	56.45	50	1.13	0.36	—
		0.25	4.18	1	4.18	43.88	50	0.88	4.76	*
		0.50	0.13	1	0.13	62.95	50	1.26	0.11	—
		1.00	2.62	1	2.62	52.83	50	1.06	2.47	—
音 経 験	S-C	0.125	0.10	1	0.10	47.21	46	0.10	0.10	—
		0.25	0.01	1	0.01	52.70	46	0.01	0.01	—
		0.50	0.17	1	0.17	30.64	46	0.17	0.26	—
		1.00	0.43	1	0.43	18.05	46	0.43	1.10	—
	C-S	0.125	1.35	1	1.35	48.63	46	1.35	1.28	—
		0.25	0.03	1	0.03	44.79	46	0.03	0.03	—
		0.50	4.36	1	4.36	71.12	46	4.34	2.82	—
		1.00	0.23	1	0.23	69.44	46	0.23	0.15	—

(凡例) \*\* 1% 水準で有意差あり \* 5% 水準で有意差あり  
— 5% 水準で有意差なし

この分散分析の結果、1%水準で有意差を示した要因は皆無である。又、5%水準で有意差を示した要因は24項目中4項目に過ぎない。しかも、同じタイムパターンの実験音のS-C、C-S両系列共に有意差を示したものはない。「性別」について見ると、女性が男性より若干、断続音のやかましさに鋭敏である傾向を示しているが、全般にわたって有意差を生ずるにはいたっていない。又、「感受性」「音経験」について見れば、層間に有意差はないと結論出来よう。

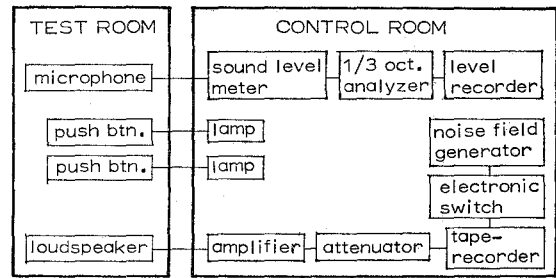
以上の結果、学生層を被験者とした場合、断続音のやかましさに対する反応には「性別」「感受性」「音経験」について明らかな層別有意差はないことが判る。わずかに性別による反応の差が予見されるのみであり、本実験の被験者の選定にあたってはこの点に留意する必要がある。なお、この予備実験に使用した被験者は学生という一つの世代に限られているし、その出身地も東北・北海道に限られているので、以上の結論を人間一般に適用出来ないことは言うをまたない。

### 3. 本 実 験

#### 3.1 実験の方法

本実験は評価法の既に確立している定常音を基準音とし、研究対象の規則的断続音を比較音とする調整法による matching test である。実験音にはピンクノイズのみを採用したが、これは、既往の研究により異なる周波数間 (cross-spectral) のやかましきの比較が可能であるならば、この実験の結果をあらゆる周波数特性の騒音に適用出来るという前提にもとづいている。

図-11はこの実験のブロックダイアグラムである。実験音は基準音(20秒)―休止(2秒)―比較音(20秒)―休止(3秒)のタイムパターンであらかじめ録音したテープによっている。基準音は雑音発生器から発生させたピンクノイズをそのまま録音し、比較音はこれを電子スイッチを用いて規則的に断続させて録音した。断続音は on-time; 125, 250, 500, 1000, off-time; 125, 250, 500, 1000 (msec) の on, off すべての組み合わせ16種であり、



sound level meter : JEIC SLP-21  
 1/3 Oct. analyzer : RION SA-56B  
 level recorder : RION LR-01E  
 noise field generator : RION SF-04  
 electronic switch : IWASAKI ES-02  
 tape-recorder : NAGRA IV-D

図-11 本実験機器ブロックダイアグラム

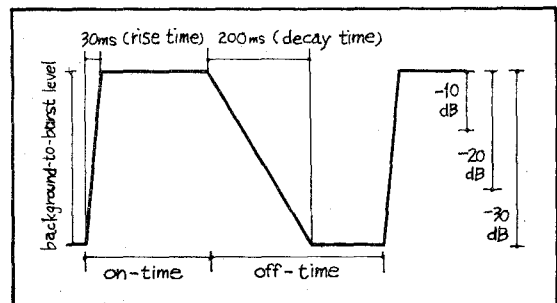


図-12 実験音の時特性

表-6 被験者・基準音レベル別実験結果一覧表  
 [等ギかましさの断続音レベル-連続音レベル]の平均値 dB (A)

on-time	off-time	実験音		被験者 A			被験者 B			被験者 C			被験者 D			被験者 E			全員の平均			
		断続比	IPNL/IPNL <sub>0</sub>	反復回数	60	70	80	60	70	80	60	70	80	60	70	80	60	70	80	60	70	80
125	125	0.50	0.68	4.00	-1.3	-1.0	-1.5	-5.5	-5.5	-4.5	-2.3	-4.0	-3.0	-2.8	-2.0	-3.0	-3.0	-3.5	-4.5	-3.0	-3.2	-3.3
	250	0.33	0.46	2.67	-1.0	-3.0	-2.0	-5.5	-4.0	-4.0	-2.5	-3.5	-3.5	-3.5	-2.5	-2.0	-2.0	-4.5	-3.0	-4.5	-3.4	-3.2
	500	0.20	0.27	1.60	1.5	1.0	0.5	-3.0	-1.5	-2.0	-2.3	-2.5	-2.5	-1.5	1.0	-1.0	-1.0	0.0	-2.0	-1.4	-0.4	-1.4
	1000	0.11	0.15	0.89	2.0	2.3	2.5	-2.0	0.5	0.5	1.3	4.0	1.0	-0.3	2.5	1.5	1.5	2.0	1.0	0.7	2.3	1.5
250	125	0.67	0.79	2.67	-3.0	-3.0	-3.0	-6.0	-3.5	-4.5	-2.8	-3.0	-3.0	-5.5	-4.0	-5.0	-4.5	-4.0	-5.0	-4.4	-3.5	-4.1
	250	0.50	0.59	2.00	-3.5	-3.0	-4.0	-5.0	-4.0	-4.5	-4.0	-3.5	-4.5	-4.0	-3.0	-2.5	-3.0	-3.5	-5.0	-3.8	-3.4	-4.1
	500	0.33	0.39	1.33	-1.3	-2.0	-2.0	-5.0	-3.5	-3.5	-1.0	-2.5	-5.5	-3.5	-1.5	-1.5	-1.5	-3.0	-2.5	-2.8	-2.4	-3.0
	1000	0.20	0.24	0.80	0.0	-1.5	-1.5	-2.5	-2.5	-3.0	0.8	1.0	-3.5	-2.0	-1.5	-0.5	-0.5	-1.0	-1.5	-0.9	-1.6	-2.2
500	125	0.80	0.87	1.60	-3.3	-3.5	-3.5	-7.5	-4.5	-4.0	-1.5	-2.5	-2.0	-3.5	-4.0	-3.0	-3.0	-4.0	-3.5	-3.9	-3.7	-3.2
	250	0.67	0.73	1.33	-3.0	-3.5	-4.0	-6.0	-4.5	-5.0	-2.5	-3.0	-3.5	-4.0	-3.5	-4.0	-4.0	-4.5	-5.0	-4.0	-3.7	-4.3
	500	0.50	0.55	1.00	-1.5	-2.5	-3.0	-4.5	-3.5	-3.5	-2.0	-2.0	-4.5	-4.0	-3.0	-4.0	-4.0	-4.0	-4.0	-3.2	-3.0	-3.8
	1000	0.33	0.36	0.67	-1.3	-2.0	-2.0	-2.0	-2.0	-2.5	-3.0	-2.5	-0.5	-1.5	-2.5	-3.0	-3.0	-1.5	-1.5	-2.0	-1.8	-2.4
1000	125	0.89	0.93	0.89	-5.3	-3.0	-3.0	-6.0	-4.0	-3.5	-2.5	-0.5	-1.3	-3.5	-3.0	-4.5	-3.0	-3.0	-2.5	-4.1	-2.7	-3.0
	250	0.80	0.84	0.80	-2.8	-2.8	-3.5	-5.3	-3.5	-3.5	-2.0	-1.5	-3.0	-3.5	-3.5	-3.5	-3.5	-3.5	-4.0	-3.4	-3.0	-3.5
	500	0.67	0.70	0.67	-2.8	-2.5	-4.0	-5.5	-3.5	-3.5	-1.8	-3.5	-3.5	-3.5	-4.0	-2.0	-3.5	-3.0	-4.5	-3.4	-3.3	-3.5
	1000	0.50	0.52	0.50	-2.5	-2.0	-2.5	-4.5	-3.5	-3.0	-0.5	-1.5	-3.0	-3.5	-1.5	-3.5	-3.5	-2.5	-4.0	-2.7	-2.3	-3.2

(註) IPNL/IPNL<sub>0</sub> はビーク値-20 dB(A) 以上における連続音と断続音の IPNL の比を表わす。

rise-decay time はすべて 10 (msec) とした。しかし、音場の残響特性とスピーカの過渡特性のため被験者に供された断続音は図-12 の通りになった。基準音・比較音とも同一レベルで録音してあるが、コントロールルームのアッテネータにより実験音のレベル操作が可能である。被験者には時間を限らず基準音・比較音のやかましさを比較させ、比較音レベルの上下を手許の押しボタンにより実験者に指示せしめ、完全な matching にいたるまで試験を続けさせた。被験者のすぐ頭上にマイクロフォンを吊り下げ、コントロールルームで実験音の音響特性と被験者の反応をレベルレコーダ用紙上に記録した。

被験者は 20~30 歳台の男女計 5 名で、実験に精通しており、且つ、JIS 基準のオーディオメータにより健全な聴力を確認している。

### 3.2 実験結果とその検証

一連の予備テストの後に、前述の 16 種の時特性をもつ断続音のすべてにつき、基準音のレベルを 60, 70, 80 dB(A) の 3 段階にとり各 2 回合計 96 回の matching を 5 人の被験者全員に行なわしめた。被験者の体調や気分による誤差を極力除去するために、試聴時間の配分や時間帯の設定に留意し、予備実験を含めて約 2 カ月の期間で実験を完了した。

表-6 はその結果の一覧表である。数値は matching の完了した時点での〔比較音(断続音)のレベル-基準音(連続音)のレベル〕を表わしたものである。したがって、負数のものは同一レベルの場合断続音がよりやかましいことを意味している。以下にこの実験値の検証を 3 段階にわけて記述する。

#### a) 個人における反応の再現性

被験者各人の同一音についてのやかましき反応の再現性は大変良好であった。同一時特性同一レベルの実験音について各人 2 回の反復試聴を行ったが、その結果二者の誤差は各被験者とも 2.0 dB(A) をこえるものはなく、平均 0.4 dB(A) にすぎなかった。更に、後述する如く、基準音のレベル 60, 70, 80 dB(A) の相違により反応に有意差が認められなかったために、同一時特性の計 6 個の実験値を一括してその標準偏差を算出した結果が表-7 である。標準偏差は概ね 1.0 前後であり、各被験者毎の平均値はすべて 0.7~1.0 dB(A) の範囲に入り、総平均は 0.84 dB(A) にすぎない。又、図-13 は被験者毎に実験値のレンジと平均値を図示したものである。以上の分析結果から見て、この実験の範囲において断続音に対するやかましき反応は個人において良好な再現性を示すと言えよう。

#### b) 基準音のレベルによる偏差

同一時特性の断続音もそのレベルの大小で断続によるやかましき効果に変化する可能性がある。連続音と断続音のラウドネス比較に関して、北村・飯田<sup>5)</sup> は 60~80 dB(A) の範囲においてレベル差にもとづく若干の変化を認めているが、Vigran ら<sup>6)</sup> は 70~100 dB(C) の範囲において組織的な変化を認めていない。ラウドネスでなくノイジネスに関する研究でこの点に着

表-7 実験値の被験者別標準偏差一覧表

dB (A)

実 験 音		被 験 者				
on	off	A	B	C	D	E
125	125	0.56	0.69	1.02	0.73	0.75
	250	1.15	0.76	0.69	0.75	1.00
	500	0.58	0.90	0.45	1.26	1.07
	1000	0.56	1.25	1.54	1.22	0.81
250	125	0.00	1.11	0.19	0.90	0.50
	250	0.50	0.50	0.58	0.64	1.37
	500	0.69	1.00	1.91	1.07	0.75
	1000	1.00	0.47	1.87	0.75	0.94
500	125	0.61	1.77	0.58	0.76	0.75
	250	0.58	0.69	1.00	0.37	0.96
	500	0.94	0.69	1.21	0.75	0.58
	1000	1.15	0.50	0.96	0.47	0.69
1000	125	1.15	1.26	0.93	0.75	0.37
	250	0.50	0.91	0.69	0.50	0.47
	500	0.73	0.95	1.02	0.90	0.75
	1000	0.69	0.75	1.11	1.07	0.90
被 験 者 別 平 均		0.71	0.89	0.98	0.81	0.79
総 平 均		0.84				

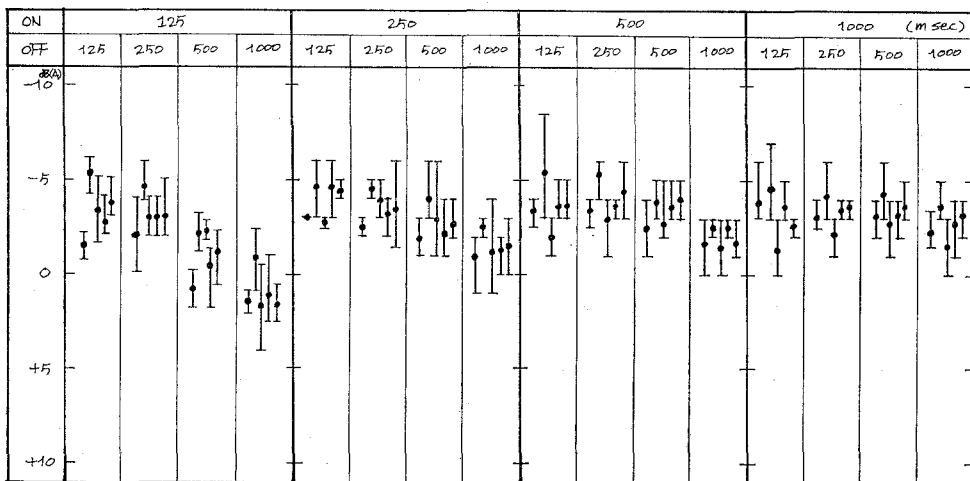


図-13 実験値の被験者別レンジと平均値

表-8 実験値の基準音レベル間分散分析表

on-time	off-time	$S_b$	$df_b$	$MS_b$	$S_{ro}$	$df_{ro}$	$MS_{ro}$	$F$	Prob.
125	125	0.64	2	0.32	66.42	27	2.46	0.13	—
	250	0.26	2	0.13	47.60	27	1.76	0.07	—
	500	6.34	2	3.17	63.82	27	2.36	1.34	—
	1000	12.95	2	6.47	51.24	27	1.89	3.41	*
250	125	3.81	2	1.90	31.42	27	1.16	1.63	—
	250	2.44	2	1.22	22.92	27	0.84	1.44	—
	500	1.81	2	0.90	57.02	27	2.11	0.43	—
	1000	7.81	2	3.90	39.22	27	1.45	2.69	—
500	125	2.31	2	1.15	61.22	27	2.26	0.51	—
	250	1.79	2	0.89	32.70	27	1.21	0.74	—
	500	3.46	2	1.73	31.20	27	1.15	1.50	—
	1000	1.96	2	0.97	23.20	27	0.86	1.13	—
1000	125	10.34	2	5.15	49.55	27	1.83	2.81	—
	250	1.71	2	0.85	24.62	27	0.91	0.94	—
	500	0.19	2	0.09	30.50	27	1.12	0.08	—
	1000	4.06	2	2.03	35.30	27	1.30	1.55	—

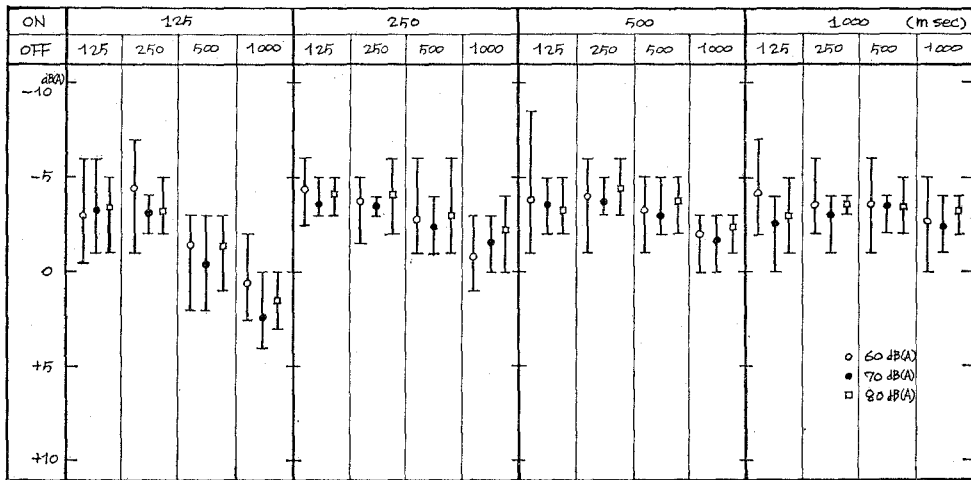


図-14 実験値の基準音レベル別レンジと平均値

目したものは見当らない。筆者は各時特性について60, 70, 80 dB(A)の3段階の基準音を用いたが、このレベル毎に5人の被験者各2回計10回の実験結果をまとめて、反応のレンジと平均値を表わしたのが図-14である。レベル差により組織的変化のないことが明らかであるが、これを分散分析法により検定した結果、16時特性中15まで5%水準でレベル差による有意差のないことを確認した。表-8がこの分散分析表である。有意差の出た断続音は断続比が最小で被験者間で最大の反応の偏差を出したものである。これらの点から見て、この実験の範囲で

は、連続音と断続音のやかましき効果にレベルの大小による偏差はないと結論することが出来よう。勿論、60~80 dB(A)の範囲を外れた場合については別途の検討が必要となる。

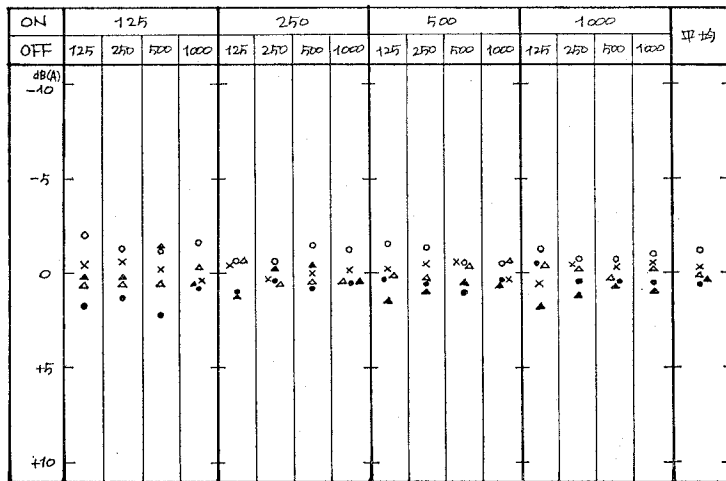
c) 個人間の偏差

今までの筆者らの実験を含めて、既往の騒音のラウドネス及びノイジネスに関する多くの実験において、個人間の反応の偏差が大きいことが繰り返し報告されている。今回の実験についてもこの点に着目して結果の検討を行なった。基準音のレベル毎に各被験者のすべての反応をまとめて、群として分散分析を行なったが、その結果は60, 70, 80 dB(A) 3段階についてすべて1%水準における個人間の有意差が認められた。表-9はこの分散分析表である。

有意差の出た最大の原因は、前述の如く、被験者個人の反応の再現性が極めて良好であったことにある。予備実験でたしかめた通り、被験者の「性別」「感受性」「音経験」による反応に有意の偏差は存在しないと判断出来るから、この個人間の偏差は一般に考えられる上記カテゴリー等と異なり、より属人的 personal な反応の偏差であろう。このことは、この種の実験においては被験者の人数が多くなければならないことを示唆しており、これは後述する如く今後の実験の重要な課題と考えている。

表-9 実験値の被験者個人分散分析表

基準音レベル	$S_b$	$df_b$	$MS_b$	$S_w$	$df_w$	$MS_w$	$F$	Prob.
60 dB (A)	192.00	4	48.00	146.83	155	0.94	50.67	**
70	42.65	4	10.66	123.64	155	0.79	13.36	**
80	32.58	4	8.14	130.56	155	0.84	9.67	**



被験者 A・B・C・D・E ×

図-15 実験値の被験者別平均偏差

— 個人の平均値—全体の平均値—



表-10 実験結果一覧表

実験音		尺 度			実験音		尺 度		
on-time	off-time	dB (C)	dB (A)	PNdB	on-time	off-time	dB (C)	dB (A)	PNdB
125	125	-2.8	-3.2	-3.1	500	125	-3.1	-3.6	-3.5
	250	-2.8	-3.3	-3.2		250	-3.4	-4.0	-3.9
	500	-0.9	-1.1	-1.1		500	-3.0	-3.3	-3.3
	1000	+1.4	+1.4	+1.8		1000	-1.8	-2.1	-2.1
250	125	-3.4	-4.0	-3.9	1000	125	-2.7	-3.3	-3.3
	250	-3.3	-3.8	-3.7		250	-2.9	-3.3	-3.3
	500	-2.4	-2.7	-2.7		500	-3.0	-3.4	-3.4
	1000	-1.5	-1.6	-1.6		1000	-2.4	-2.7	-2.7

しかしながら、図-15に見る如く、この実験における全被験者の反応の偏差は比較的小さく、16時特性それぞれについての5人の被験者各人の平均偏差は、最小0.1、最大1.1 dB (A)にすぎない。既往の多くの研究者の実験結果と比しむしろ良好であると判断出来る。

以上3段階にわたって実験値の検討を行なった。即ち、個人における反応の再現性の良好なことにより実験結果の信頼性が確かめられ、基準音のレベル差によって反応に有意差がなく、且つ、個人間の反応に有意差があるものの、その平均偏差が小さいことから、このパイロットスタディの段階においては、これを一括して考慮出来ることが確かめられた。したがって、今回はすべての実験結果を表-10の型に集計要約し、次章以下の断続音のやかましさをモデル化への基礎数表とする。

#### 4. 規則的断続音のやかましきモデル

##### 4.1 やかましきモデル 73-C, 73-A, 73-PN

筆者は規則的断続音のやかましさを決定する物理的要因は、1. 騒音のエネルギーの総量、

及び、2. 断続による驚がく効果 startle

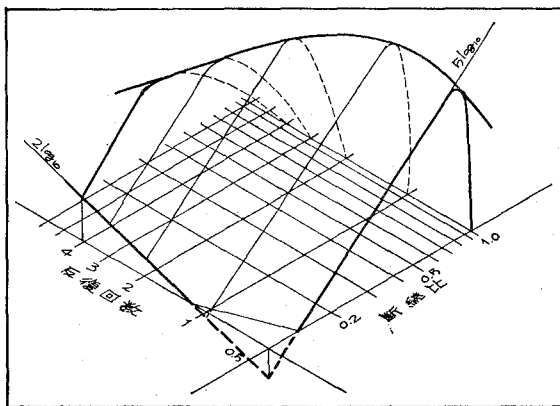


図-16 実験結果の立体モデル

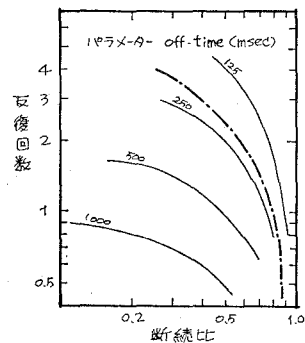


図-17 ピーク値の投影

effect であると考え。更に驚く効果は a. 反復回数 repetition rate, b. 立ち上り時間 rise-time, c. 立ち上りレベル background-to-burst level, d. ピークレベル peak level, level of standard signal, e. 休止時間 off-time, interval betweenbursts の何らかの函数であると考え。これらの要因と実験値との関係を解析した結果、今回の実験の範囲で明白な函数関係の求められたものは、1. エネルギー量、即ち、断続音の場合は断続比 (on-time/on+off-time, なお PNL については IPNL 比)、2. 反復回数、及び、3. 休止時間の3者であった。前述の通り、調整法による matching の完了した時点における[断続音のレベル—連続音のレベル]を断続音のやかましさをの指標とした場合、これら3者とやかましさの関係は図-16の通りとなった。即ち、断続比及び反復回数はある範囲においてやかましさと対数関係をなし、休止時間はこの対数関係の成立する範囲の上限を定めている(図-17)。これらの相互関係を dB(C), dB(A), PNdB の三つの尺度により表現したのが図-18でありこれを規則的断続音のやかましさモデル 73-C, 73-A, 73-PN と呼ぶこととした。

提案のモデルを一つの尺度に定めず三つの尺度にした理由は、断続音のやかましさと断続音の spectral summation の関係が明らかでないからである。もし断続音における spectral summation が定常音と同じであるならば、第I編で詳説した通り、dB(C)よりdB(A)が優り、dB(A)よりPNdBが優ることが明らかである。しかし現

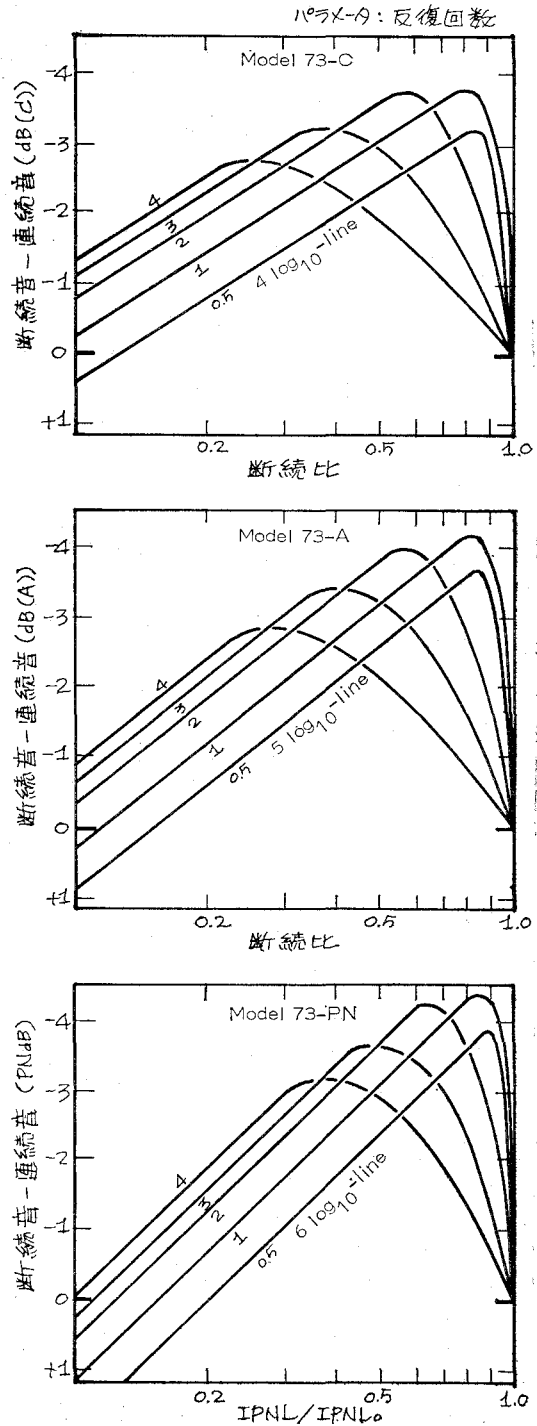


図-18 規則的断続音のやかましさモデル

在の段階ではこの類推は尚早であり、断続音のやかましさを spectral summation に関する実験をへて最終的に提案をまとめたい。なお、複雑な現実音には PNL 尺度がもっとも良く対応することが予想されるが、現場での評価の便から見れば dB(A) 尺度がより有効となることが考えられる。

4.2 討 論

前述の通り規則的断続音の評価モデルは I. Pollack<sup>2)</sup> と R. M. Garrett<sup>3)</sup> のラウドネスに関するものがある。図-19 はこれらの要点を示すものであるが、共にラウドネスをエネルギーの単純な加算 ( $10 \log_{10}$ -basis) で説明している。しかし、ラウドネスがエネルギーの加算できまるならば、明らかにその函数関係は図中の参考線の如くなるべきであり、これとの組織的なへだたりについての説明はない。更に、断続比が 0.1~1.0 の範囲における函数関係の変化についても、実験値との照合によるのみで、有効な説明が与えられていない。

筆者のモデルについての考え方は以下の通りである。断続音のやかましさは基本的には音響エネルギーの総和によるので、やかましさを函数は断続比 1.0 (即ち、連続音) で 0 となる  $a \log_{10}$ -line に基礎付けられる (図-20 の line-A)。これに断続することの驚がく効果が加算され line-B となる。このへだたりは、1. 立ち上がり時間、2. 立ち上がりレベル、によって決定される。更に、驚がく効果は休止時間があまり短かいと、前刺激の残留効果によって減殺され、休止時間が 0 に近づく (連続音に近づく) につれて急激に減少し、結局、総合された函数関係は line-C となる。一方、同一の断続比、立ち上がり時間、立ち上がりレベルの断続音の反復回数のみを変化させれば驚がく効果は当然変化し、図-21 の通り  $b \log_{10}$ -line が決定される。

さて、エネルギーが完全に linear に加算されてやかましさが惹起されるとすれば、上述の  $a \log_{10}$ -line、 $b \log_{10}$ -line における定数 a, b は共に 10 となるべきである。Pollack と Garrett

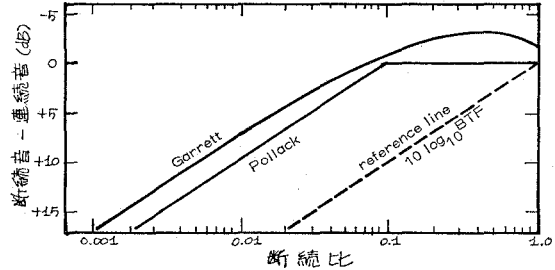


図-19 ラウドネスと断続比

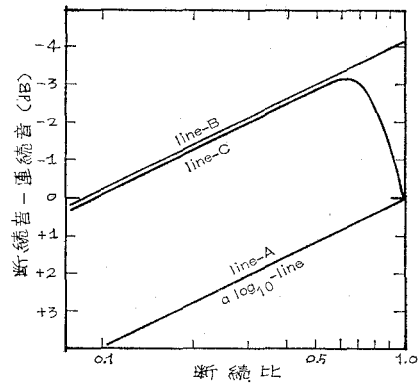


図-20 モデルの概念—やかましさと断続比

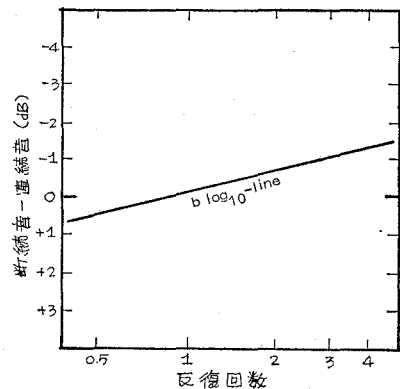


図-21 モデルの概念—やかましさと反復回数

は断続比の小さな場合にラウドネスでこれを検証している。しかし、すべての範囲で linear summation が成立しないことは、Kryter, Pearsons, Bennett, Little, Mabry らの騒音の継続時間の効果に関する実験でも明らかである<sup>1)</sup>。筆者らはこの実験で  $a=4$ ,  $b=2$  dB(C) を得ている。

立ち上り時間、立ち上りレベルの効果について見れば、今回の実験では実験音の種類の関係で明らかに出来ていない。しかし、これらの効果は I. Pollack<sup>2)</sup>, E. Vigran<sup>6)</sup> 及び、安田ら<sup>7)</sup> の研究から見て、この実験の範囲においてはほとんど一定と考えられる。即ち、Pollack によれば、立ち上りレベルが 0~30 dB の範囲において、断続音のラウドネスは立ち上りレベルの増加につれてほぼ直線的に増加するが、30 dB にいたるとおおむね一定値に収束する。この実験においては立ち上りレベルはおおむね 30 dB をこえており、したがって立ち上りレベルの効果はほとんど一定と考えられる。又、Vigran ら及び安田らは立ち上り時間とラウドネスの関係をある程度明らかにしたが、これを総括すれば、立ち上り時間が 1.0 秒程度になるまでは驚がく効果が存在し、且つ、その大きさは立ち上り時間によって一義的に決定されると言える。この実験においては立ち上り時間は常に 30 msec の一定値としているので、立ち上り時間による驚がく効果は常に一定の大きさで存在すると考えることが出来る。

以上の二点を考慮して、今回のやかましきモデルの作成にあたっては、立ち上りレベル、立ち上り時間の効果を一定値と考えた。したがって、立ち上りレベルの非常に小さい断続音や立ち上り時間の非常に長い断続音にはこのモデルを適用することは出来ないが、現実の断続音、例えば杭打音、リベット音、打撃性機械騒音等は一般に本実験に近い時特性をもっており、現実音への適用には問題が少ないと考えられる。しかし、やかましきモデルの完成のためには、適用可能な立ち上りレベル、立ち上り時間の範囲、或いはこれら二者の変化にともなうモデルの補正法を明らかにしなければならないと考える。

## 5. 検証実験——やかましきモデルの検証

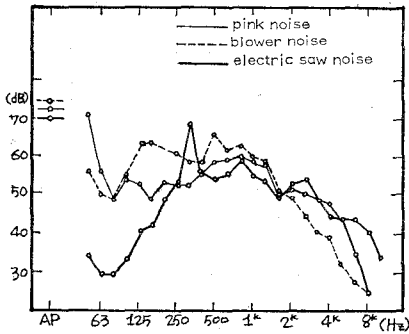
### 5.1 実験の方法と結果

規則的断続音のやかましきモデル 73-C, 73-A, 73-PN を検証するために、一対比較法と調整法による実験を行なった。表-11 はこの実験に使用した実験音のリストである。ピンクノイズ (No. 1, No. 2) は同じ実験音を本実験において調整法で実験しているのので、ここでは一対比較法を適用した。更に、現実音としてブロー騒音 (No. 3, No. 4) 及び電動のこぎり騒音 (No. 5, No. 6) をもとに電子スイッチで作成した断続音を使用し、これらには調整法を適用した。各実験音の周波数特性は図-22 の通りである。

一対比較法においては、比較音を 2 dB(A) ステップ 10 レベルとし、本実験の結果を参考にして基準音を中心にレベル配置を行なった。実験音はあらかじめ、番号アナウンス—休止

表—11 検証実験の実験音

No.	比 較 音							基 準 音	実験方法
	種 類	周 波 数 特 性	on-time	off-time	断続比	$\frac{IPNL}{IPNL_0}$	反 復 回 数		
1	ピンクノイズ	平 坦	500	250	0.67	0.73	1.33	ピンクノイズ	一対比較法
2	ピンクノイズ	平 坦	250	500	0.33	0.39	1.33	ピンクノイズ	一対比較法
3	ブロー音	低周波	125	250	0.33	0.46	2.67	ブロー音	調整法
4	ブロー音	低周波	500	1000	0.33	0.36	0.67	ブロー音	調整法
5	電動のこぎり音	純音成分	250	125	0.67	0.79	2.67	電動のこぎり音	調整法
6	電動のこぎり音	純音成分	1000	500	0.67	0.70	0.67	電動のこぎり音	調整法



図—22 検証実験の実験音スペクトル

表—12 検証実験の結果一覧表

等やかましさを断続音レベル—連続音レベル dB(A)

No.	実 験 音			実験値の 総 平 均
	種 類	on	off	
1	ピンクノイズ	500	250	-4.8
2	ピンクノイズ	250	500	-2.8
3	ブロー音	125	250	-2.5
4	ブロー音	500	1000	-2.6
5	電動のこぎり音	250	125	-5.4
6	電動のこぎり音	1000	500	-4.4

(1秒間)—第1音(15秒間)—休止(2秒間)—第2音(15秒間)—休止(4秒間)の時間配列で録音したテープを使用し、各対の後で被験者にどちらがやかましかったかを回答用紙上に記入せしめた。本実験と同じ5人の被験者各人に、S-C、C-S両系列各3回計6回の試験を行なわしめた結果を集計し、累積度数グラフの50%値をもって等やかましきレベルとした。

調整法についてはすべて本実験と同様の方法により5人の被験者各人に同一実験音を2回づつ時間を限らず matching せしめ、全員の実験値の平均値をもって等やかましきレベルとした。なお基準音のレベルはすべて80 dB(A)としている。表-12は以上の実験結果の一覧表である。

### 5.2 モデルの検証

前節に記した実験結果を用いて断続音のやかましきモデル73-C、73-A、73-PNの検証を行ない、同時に既往の騒音評価法にもこの実験結果を適用して上記モデルとの有効性の比較を行なう。前節の実験において一対比較法及び調整法にもとづく連続音と断続音の等やかましきレベルが算出されたので、各種の評価法にもとづきこの連続音と断続音のおのおののやかましき評価値を計算し、この両者の誤差を算出することにより評価法の有効性を検証しようとするものである。

対象とする評価法は、a) 断続音のピーク値をそのまま使用するもの (Peak C, Peak A, Peak PNL), b) 衝撃性補正を行なった NR 数 (NRNi), c) 断続音のラウドネス評価法 (Pollack, Garrett), 及び、d) やかましきモデル 73-C, 73-A, 73-PN である。表-13 はこれら評価法による計算値の一覧表であり、図-23 は誤差の分布と平均値を図示したものである。誤差のレンジが小さく、且つ、平均値が 0 に近いものが評価法としてすぐれているものであり、この点から見て以下の事項が明らかになる。

1. ピーク値をそのまま使用する Peak C, Peak A, Peak PN は誤差が大きく、騒音の過小評価につながるおそれ大きい。
2. NR 数の衝撃性補正は断続音の物理的特性にかかわらず一率であり、補正の結果は

表-13 各種評価法の比較表  
等やかましきの断続音と連続音の評価計算値の誤差

No.	実 験 音		ピーク dB (C)	ピーク dB (A)	ピーク PNdB	NRNi	Pol- lack	Gar- rett	モデル 73-C	モデル 73-A	モデル 73-PN	
	種 類	on										off
1	ピンクノイズ	500	250	-4.5	-4.8	-5.0	1.0	-4.5	-1.5	-0.7	-0.6	-0.6
2	ピンクノイズ	250	500	-3.0	-2.8	-4.0	2.0	-3.0	0.0	-0.5	-0.2	-1.3
3	ブロー音	125	250	-2.0	-2.5	-2.0	-2.0	-2.0	1.0	1.1	0.7	1.6
4	ブロー音	500	1000	-2.0	-2.6	-2.0	-2.0	-2.0	1.0	-0.1	-0.6	-0.1
5	電動のこぎり音	250	125	-6.5	-5.4	-6.0*	-6.0	-6.5	-3.5	-3.7	-2.2	-3.4
6	電動のこぎり音	1000	500	-5.5	-4.4	-6.0*	-5.0	-5.5	-2.5	-2.4	-0.9	-1.4
誤 差 の 平 均				-3.91	-3.75	-4.0	-2.0	-3.91	-0.92	-1.05	-0.63	-0.87

\* 純音成分が含まれているので純音補正を行ない、PNdBt をとっている。

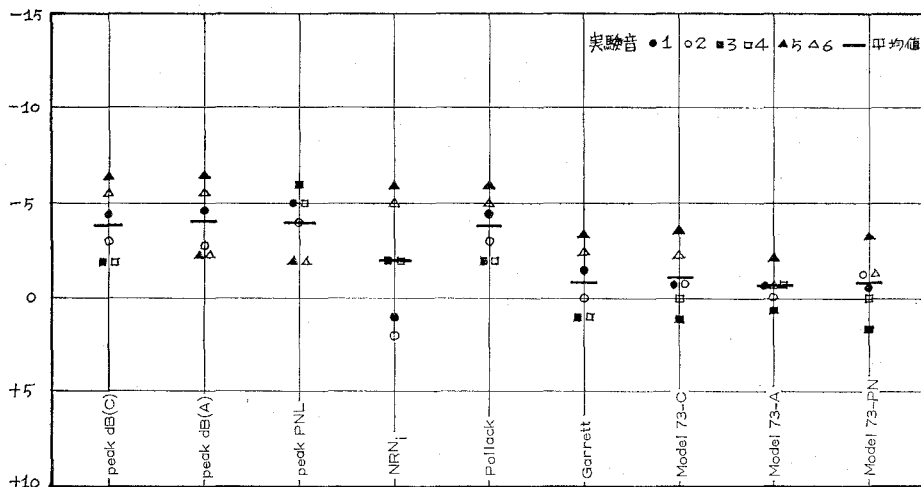


図-23 各種評価法の検証

—等やかましきの断続音計算値—連続音計算値—

ピーク値によるものよりすぐれているとはいうものの、誤差の分布が大きい。

3. 断続音のラウドネス評価法をやかましさに準用した場合、Pollackの方法より、Garrettの方法がすぐれている。

4. やかましきモデル73-C, 73-A, 73-PNは既往の方法より一般にすぐれている。特に73-Aは極めて良好な結果を示している。

以上、モデル73-C, 73-A, 73-PNの有効性を他の評価法との比較において明らかにした。この有効性は、勿論、検証実験に使用した実験音の範囲に限ってのものであることは言うをまたない。

### お わ り に

騒音の評価をエネルギーベースのみで考えることが一般となっている中で、特に断続音については驚く効果に注目しなければならないという視点からやかましきモデルを提案した。モデルの数値的部分についてはより精度の高い実験を繰り返して再検討をし、モデルの完成を期したい。又、モデルの適用範囲を拡大するためには、断続比、反復回数の幅をひろげることが必要である。更にこの実験では基準音・比較音とも20秒の断続時間としたが、双方の継続時間が長くなった場合、energy summationもstartle effectも、fatigueとhabituationの相違によりかなりの変容をする可能性があり、この点についての研究が必要と考える。

この一連の実験にあたっては、京都大学教授堀江悟郎先生のご指導とご激励をいただいた。又、実験と結果の分析にあたっては、梅沢昭吾、近藤清隆、矢萩正輝、木村典明、佐藤哲身、柳沼宏宗、黒島敏枝の諸氏にご協力をいただいた。ここに記して深く感謝の意を表します。

(昭和49年5月17日受理)

### 参 考 文 献

- 1) 泉 清人：最適室内音響環境に関する研究 (I) — 単位騒音のやかましきの評価法に関する研究動向の考察と評価法の適用についての試案，室工大研報，7 (3)，871 (1972)。
- 2) Irwin Pollack: Loudness of Periodically Interrupted White Noise, Journal of Acoustical Society of America, 30 (3), 871 (1958).
- 3) R. M. Garrett: Determination of the Loudness of Repeated Pulses of Noise, Journal of Sound and Vibration, 2 (1), 42 (1965).
- 4) J. M. Bowsher, D. R. Johnson and D. W. Robinson: A Further Experiment on Judging the Noisiness of Aircraft in Flight, Acustica, 17 (5), 245 (1966).
- 5) 北村音一・飯田茂隆：断続音のラウドネスについて，日本音響学会講演論文集，183 (昭和36年10月)。
- 6) Erik Vigran, Kjell Gjaevenes and Gunnar Arnesen: Two Experiments concerning Rise Time and Loudness, Journal of Acoustical Society of America, 36 (8), 1468 (1964).
- 7) 安田園子・難波精一郎・加藤 徹：音の立ち上り時間ときこえの大きさの関係，日本心理学会講演論文集，656 (昭和48年10月)。
- 8) 泉 清人：騒音のやかましきに関する研究 (I) — 単位騒音のやかましきに関する研究動向の展望，日本建築学会北海道支部第39回研究発表会論文集，101 (昭和48年3月)。

- 9) 泉 清人: 騒音のやかましさに関する研究(2)—単位騒音のやかましさを評価法の比較と適用についての試案, 日本建築学会北海道支部第39回研究発表論文集, 105 (昭和48年3月).
- 10) 泉 清人: 騒音のやかましさに関する研究(3)—室蘭工業大学環境騒音実験室の計画と音響性状について, 同上, 109 (昭和48年3月).
- 11) 泉 清人・近藤清隆: 騒音のやかましさに関する研究(4)—騒音閾に関する実験(1)—極限法—, 同上, 113 (昭和48年3月).
- 12) 泉 清人・梅沢昭吾: 騒音のやかましさに関する研究(5)—騒音閾に関する研究(2)—対比較法—, 同上, 117 (昭和48年3月).
- 13) 泉 清人・矢萩正輝: 騒音のやかましさに関する研究(6)—騒音の断続特性のやかましき効果に関する実験—対比較法—, 同上, 121 (昭和48年3月).
- 14) 泉 清人: 規則的断続音のやかましきモデル試案—騒音のやかましさに関する研究(7), 日本建築学会北海道支部第41回研究発表会論文集, 125 (昭和49年3月).
- 15) 境 久雄・井上恒夫: 連続断続音の大きさについて, 日本音響学会講演論文集, 189 (昭和38年10月).
- 16) 北村音一: 衝撃音の大きさとうるささについて, 日本心理学会講演論文集, 658 (昭和48年10月).
- 17) 難波精一郎・桑野園子・加藤 徹: 音の立ち上がり時間と大きさについて—エネルギー値との関係—, 日本音響学会誌, 30 (4), 144 (1974).
- 18) 印東太郎: 心理物理実験における被験者の応答, 日本音響学会誌, 30 (4), 181 (1974).