

オフィスの音環境が作業ディスタートバンスに及ぼす影響 - 音声およびノイズの音圧レベルと音声の両耳間相関度の影響 - *

☆坂口慎治 (千葉工大院・工学研), △熊谷直登 (千葉工大・工),
竹林健一, 矢入幹記 (鹿島技研), 飯田一博 (千葉工大・工)

1 はじめに

近年, オフィスや教室の音環境と知的生産性や学習効率の関係について研究が行われ, 妨害音の種類やレベル, SN 比の影響が報告されている[1,2]. しかし, これらの研究は妨害音の空間的特性には注目していない.

我々は, 妨害音の空間的特性と知的作業のしにくさの関係を把握することにより, 最終的には得られた知見を室内音響設計に反映することを目指している. 建築音響的に制御可能なパラメータとしては, 妨害音のレベルや到来方向, 反射音構造等が挙げられる.

本稿では, 妨害音として音声とノイズを用い, 音声レベル, ノイズレベル, および音声の両耳間相関度(ICC)をパラメータとして被験者実験を行い, これらと作業のしにくさとの関係を検討した.

2 実験方法

実験は無響室で行った. 音声には「ハリー・ポッターと賢者の石」の朗読に実測したオフィスのインパルス応答を畳み込んだものを用いた. この信号を被験者の正面のスピーカ(直接音)および方位角 $\pm 45^\circ$ のスピーカ(反射音)から提示した(Fig. 1). 2つの反射音にはそれぞれ 25 および 45 ms の遅延を加えた. 直接音に対する 2つの反射音の相対レベルは等しく, ICC(DICC[3])が 0.6 および 0.9 となるよう -2 および -12 dB の 2種類とした. 呈示音圧レベルは被験者の頭部中心位置で 30, 40, 50, 60 dBA の 4種類である.

さらに, 互いにインコヒーレントな Hoth ノイズ[4]を正面から $\pm 135^\circ$ まで 45° 間隔で設置した 7つのスピーカから提示した(Fig. 1). 呈示音圧レベルは頭部中心位置で 40, 50 dBA の 2種類で, ICC は 0.2 とした.

このようなパラメータを組み合わせて, 無音状態を含む 15 音場を設定した(Table 1). なお, SN 比は -10, 0, +10 dBA の 3種類である.

被験者は, タスクとして 2桁 \times 2桁の筆算を 150 秒間行ない, その後に「作業のしにくさ」を Table 2 に示す 4段階で評価した. ただし, 被験者が音声とノイズに過度に注目することを避けるため, 音声とノイズの存在については一切教示しなかった.

各被験者は 15 種類の音場についてランダムな順に 1回ずつ試行を行った. 被験者は成人学生 20名(男性 19名, 女性 1名)である.

Table 1 実験に用いた音場

音場	音声 レベル (dBA)	音声の ICC	ノイズ レベル (dBA)	ノイズの ICC
1	30			
2	40	0.6		
3	50			
4	30		40	
5	40	0.9		
6	50			
7	-	-		0.2
8	40			
9	50	0.6		
10	60			
11	40		50	
12	50	0.9		
13	60			
14	-	-		
15	-	-	-	-

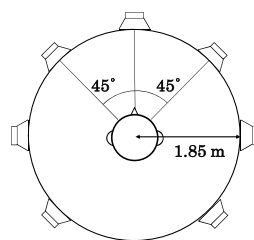


Fig. 1 スピーカ配置

Table 2 作業のしにくさのスケール

1. 作業がしにくい
2. 少し 作業がしにくい
3. かなり 作業がしにくい
4. 非常に 作業がしにくい

3 実験結果

作業のしにくさ, 回答数, および正答数について分析を行った. ただし, 紙面の関係で, 本稿では作業のしにくさの回答結果を中心に述べる.

* Effects of acoustical environment of offices on degree of disturbance of intellectual work - Effects of sound pressure level of voice and noise, and degree of interaural cross correlation of voice -, by SAKAGUCHI, Shinji, KUMAGAI, Naoto (Chiba Institute of Technology), K. Takebayashi, M. Yairi (Kajima Tech. Res. Inst.), and IIDA, Kazuhiro (Chiba Institute of Technology).

3.1 作業のしにくさに及ぼす影響

まず、15音場における作業のしにくさの回答の平均値を Fig. 2 に示す。これより以下のことがわかる。

作業のしにくさの平均値は、音場 15 で最小(1.15)、音場 13 で最大(2.6)となり、その差は約 1.5 であった。音場 15 は無音状態であり、音場 13 は音声レベル、ノイズレベルとも 15 音場で最大で、ICC が 0.9 の音場である。なお、最大値 2.6 は「少し作業がしにくい」と「かなり作業がしにくい」の中間である。

音声レベルが大きくなると作業のしにくさが増加する。しかし、ノイズレベルに関しては、音場 8,11 と音場 2,5、および音場 9,12 と音場 3,6 をそれぞれ比較すると、音声レベルが一定であれば、ノイズレベルが大きくなると作業のしにくさが減少する傾向がある。ノイズレベルの増加による音声のマスクング量の増加が作業のしにくさを軽減したものと推測される。さらに、音声レベルとノイズレベルが一定であれば、ICC が高い、つまり ASW (Auditory Source Width) が小さくなると作業のしにくさは増加する。

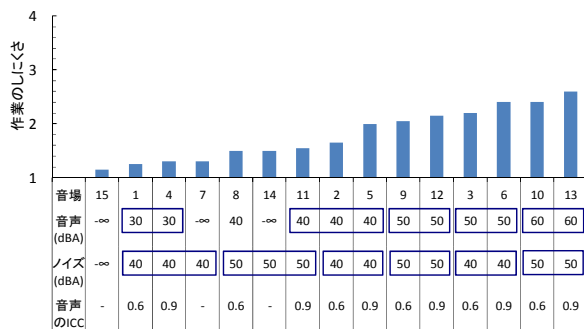


Fig. 2 作業のしにくさの回答の平均値

次に、8音場(2,3,5,6,8,9,11,12)を対象として、音声レベル、ノイズレベル、音声の ICC を要因とした 3 元配置の分散分析を行った。その結果、音声レベルが有意水準 1% で、ノイズレベルおよび ICC が有意水準 5% で、それぞれ主効果が認められた。要因間の交互作用は認められなかった。ただし、前述したように、音声レベルおよび ICC は値が大きい方が作業のしにくさが増加するのに対し、ノイズレベルは逆の効果がみられる。

さらに、Tukey の多重比較検定を行い、以下の結果を得た。ノイズレベル 40 dBA の音場と 50 dBA の音場、また ICC0.6 の音場およ

び 0.9 の音場において、音声レベル 40 dBA と 50 dBA 間に有意水準 1% で差があった。

音声レベル 40 dBA の音場および ICC0.9 の音場において、ノイズレベル 40 dBA と 50 dBA 間にそれぞれ有意水準 5% および 1% で差があった (ノイズレベル 50 dBA のほうが作業のしにくさが小さい)。

音声レベル 40 dBA の音場とノイズレベル 40 dBA の音場において、ICC0.6 と 0.9 間にそれぞれ有意水準 5% および 1% で差があった。

3.2 回答数に及ぼす影響

作業のしにくさと同様に 8 音場を対象として、回答数について 3 元配置の分散分析を行った。その結果、音声レベルおよびノイズレベルに有意水準 5% で主効果が認められた。また、音声レベル*ノイズレベル*ICC に 1% で交互作用が認められた。

3.3 正答数に及ぼす影響

正答数についても 3 元配置の分散分析を行った。その結果、いずれの要因にも主効果は認められなかった。しかし、音声レベル*ノイズレベル*ICC には有意水準 5% で交互作用が認められた。正答数で主効果が認められなかった理由の 1 つとして、被験者に課したタスクの時間が短かったことが考えられる。

4 おわりに

音声レベル、ノイズレベル、および音声の ICC をパラメータとして被験者実験を行い、以下の結論を得た。

- 1) これら 3 つの要因はいずれも作業のしにくさに影響を及ぼす。
- 2) 音声レベルが大きくなると作業のしにくさは増加する。
- 3) 音声が存在する場合は、ノイズレベルが大きくなると作業のしにくさは減少する。
- 4) 音声の ICC が高く (ASW が小さく) になると作業のしにくさは増加する。

参考文献

- [1] 佐久間, 上猶, 建築音響研究会資料, AA2009-38, 2009
- [2] 辻村, 上野, 日本建築学会環境系論文集, vol. 75, No.653, 561-568, 2010
- [3] 飯田, 森本, 空間音響学, コロナ社, 2010.
- [4] D.F. Hoth, *J. Acoust. Soc. Am.*, 12, 499-504, 1941.