

窓開口が室内空間の聴感印象に与える影響について

090083 篠本 快

研究の背景と目的

窓開口が室内空間の印象に与える影響については、これまでも様々な研究が行われている。然しそうした研究において、窓開口は常に視覚的な側面から捉えられてきた。そこで本研究では、屋外の音を内部空間に取り込むという窓開口のもう一つの機能に着目し、窓開口が室内空間の印象に及ぼす影響について、音環境の観点から分析を行う。

研究方針

実験室において開口面積・吸音などの条件を変化させながら、アイマスクを着用した被験者による室内空間の印象評価を行う。さらに被験者の測定位置を様々に変化させ、開口部との位置関係で空間印象がどのような変化を見せるか、と云う事についても分析を行う。

実験概要

実験要綱：被験者は椅子に座ってアイマスクを着用した状態で印象評価を行う。被験者は実験前に予め質問項目に目を通していき、実験者の質問に対し口頭で解答する形式を取った。なお解答は全て数値により行った。

表1に評価項目を示す。「屋外との連続感」「空間の圧迫感」「音の残響感」「音の明瞭性」の4項目に対して単極尺度の5段階SD法、「空間の大きさ感」「音の大きさ」の2項目に両極尺度の5段階SD法を使用した。また、「開口部からの距離」「開口部の幅」の2項目に関しては、それぞれm、cm単位で具体的な数値を解答する形式とした。

実験室：図1に示す2つの実験室はいずれも大学キャンパス内の比較的大規模な空地に面する建物の6階に位置し、安定した屋外騒音が得られる環境にある。

実験室Aは間口 5.4m、奥行 7.2mの小さな部屋である。開口部は室内壁のほぼ中央に位置しており、最大開放幅 60cm程度の片引き窓となっている。特別な吸音措置がなされておらず、その為かなり残響感の強い室である。

室Bは間口が室Aの2倍あり、また室内の吸音措置としては、床面がカーペット仕上げ、天井面が吸音ボード張りとなっているなど、室Aに比べるとかなりしっかりと吸音措置がなされていると云える。

表2 提示条件の4因子

因子番号	F1	F2	F3	F4
因子内容	室	開口からの距離	開口の幅	身体の向き
水準数	2	3	3	3
水準1	実験室A	1.2m	0cm	正面
水準2	実験室B	2.4m	5cm	側面
水準3		4.8m	50cm	背面

表1 評価項目

A.空間の情緒的印象	
A1. 屋外との連続感	連続感がある ⇔ 連続感がない
A2. 空間の圧迫感	圧迫感がある ⇔ 圧迫感がない
B.空間の客観的印象	
B1. 空間の大きさ感	大きい ⇔ 小さい
B2. 開口部からの距離	数値で解答 (m) …「わからない」も可
B3. 開口部の幅	数値で解答 (cm) …「わからない」も可
C.屋外音の客観的印象	
C1. 音の大きさ	大きい ⇔ 小さい
C2. 音の残響感	残響感がある ⇔ 残響感がない
C3. 音の明瞭性	明瞭性がある ⇔ 明瞭性がない

表3 タイムテーブル

間隔	概要
30sec.	移動+準備時間 (ヘッドホン着用)
30sec.	順応時間
60sec.	評価時間
30sec.	移動+準備時間 (ヘッドホン着用)
30sec.	順応時間
60sec.	評価時間
	以降繰り返し

表4 相関係数行列

	連続感	圧迫感	室大きさ感	距離	幅	音大きさ	音残響感	音明瞭性
連続感	1							
圧迫感	-0.7074	1						
室大きさ感	0.402	-0.4879	1					
距離	-0.4142	0.3162	0.0603	1				
幅	0.6863	-0.5218	0.321	-0.3036	1			
音大きさ	0.8278	-0.6299	0.3755	-0.3723	0.6766	1		
音残響感	0.3333	-0.3827	0.3456	-0.1272	0.318	0.4669	1	
音明瞭性	0.6067	-0.5682	0.4068	-0.1324	0.4775	0.7047	0.5473	1

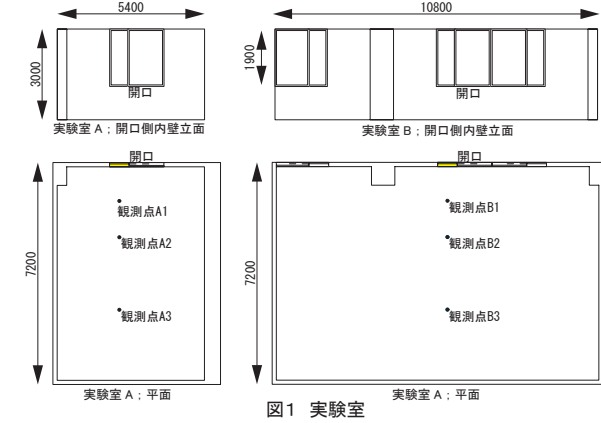


図1 実験室

因子：実験を室内空間の印象を決定する要因として比較的容易に変化させることが出来、またある程度の普遍性を持つと思われるものとして表2に示す4因子を選定した。

実験手順：被験者は最初に実験室の外で実験についての説明を受けた後、その場で椅子に着座し、アイマスクを着用して実験者により室内部に移動される。

観測点の間の移動はすべて実験者が行った（移動をスムーズに行う為、被験者は脚輪付きの椅子に座った状態で実験を行った）。被験者の移動および開口部の調整の間、被験者はヘッドホンを着用しピンクノイズを聴くことで外部音による評価への影響を低減することとした。タイムテーブルは表3に示す。被験者は20歳代の男女8名である。

分析計画：実験全体を効率よく行う為、実験結果の分析を2つの軸に沿って行う事にした。これをそれぞれセクション1、セクション2と呼ぶ。

セクション1においては開口に対する被験者の「身体の向き」を正面に固定した状態を仮定し、他の3要因による分散分析を行う。

セクション2においては「開口の幅」を5cmに固定し、これに対し他の3要因による分散分析を行う。

この分析計画によって絞り込んだ実験条件を室ごとに分け、それぞれの条件をランダム化することによって順序効果による誤差を除く。さらに室の順序決定でもランダム化を行った。

結果と考察

分析計画に従い、2通りの分析を行った。表4に全てのデータによる評価項目の相関係数を示す。ここから、「屋外との連続感」「空間の圧迫感」の各項目における「開口の幅」「音の大きさ」「音の明瞭性」との強い相関が読み取れる。更に「開口の幅」と「音の大きさ」の間にも相関が見られる。一方で「室の大きさ感」「開口との距離」は他項目との相関が弱い。

表5 分散分析表 (セクション1)

要因	連続感		圧迫感		室の大きさ		開口からの距離		開口の幅		音の大きさ		音の残響感		音の明瞭性	
	F値	p値(Prob>F)	F値	p値(Prob>F)	F値	p値(Prob>F)	F値	p値(Prob>F)	F値	p値(Prob>F)	F値	p値(Prob>F)	F値	p値(Prob>F)	F値	p値(Prob>F)
被験者	3.0739	0.0065*	1.1757	0.3263	3.3499	0.0035*	9.3656	<0.001*	4.3724	0.0004*	3.8401	0.0012*	4.9201	0.0001*	2.8755	0.0100*
室	0.017	0.8965	0.0857	0.7704	0.0167	0.8975	0.0017	0.9675	0.1573	0.6927	0	1	1.398	0.2406	0.0289	0.8655
距離	6.5422	0.0023**	1.0716	0.3474	0.7015	0.4989	11.5355	<0.001**	3.4044	0.0382*	2.5099	0.0877	0.7862	0.4591	0.1797	0.8358
開口	11.4999	0.0011**	6.4297	0.0132*	0.8017	0.3733	1.1714	0.2824	9.2981	0.0031**	16.7792	0.0001**	6.4291	0.0132*	13.9027	0.0004**
室*距離	0.2044	0.8155	0.5787	0.563	0.3507	0.7053	0.3053	0.7378	0.3043	0.7385	0.3873	0.6801	0.2409	0.7865	0.3209	0.7264
室*開口	0.017	0.8965	0.3429	0.5598	4.2757	0.0419*	0.2484	0.6196	3.1679	0.0789	1.255	0.266	1.826	0.1805	0.4621	0.4986
距離*開口	0.2044	0.8155	0.0214	0.9788	0.0167	0.9834	0.693	0.5031	1.1554	0.3202	0.6042	0.549	0.7735	0.4649	0.7317	0.4843

表6 分散分析表 (セクション2)

要因	連続感		圧迫感		室の大きさ		開口からの距離		開口の幅		音の大きさ		音の残響感		音の明瞭性	
	F値	p値(Prob>F)	F値	p値(Prob>F)	F値	p値(Prob>F)	F値	p値(Prob>F)	F値	p値(Prob>F)	F値	p値(Prob>F)	F値	p値(Prob>F)	F値	p値(Prob>F)
被験者	3.7227	0.0011*	1.8489	0.0838	2.71	0.0120*	16.8153	<0.001*	2.5728	0.0165*	7.7001	<0.001*	11.1832	<0.001*	7.3855	<0.001*
室	0	1	0.3015	0.5839	3.5217	0.0629	0.0001	0.9927	0.4634	0.4973	0.5329	0.4668	1.3393	0.2494	0	1
距離	16.207	<0.001**	5.2595	0.0064**	0.8922	0.4124	16.9689	<0.001**	4.1398	0.0182*	7.072	0.0012**	0.7198	0.4889	1.417	0.2464
向き	5.2047	0.0068**	1.2395	0.2931	0.6691	0.514	3.9632	0.0215*	1.836	0.1638	3.0309	0.0519	0.8473	0.431	3.899	0.0228*
室*距離	1.071	0.3458	1.6415	0.1979	1.3148	0.2723	2.2853	0.1061	3.3845	0.0371*	3.808	0.0249*	2.4873	0.0873	0.1895	0.8276
室*向き	0.5665	0.569	0.2345	0.7913	1.0682	0.3468	0.4899	0.6139	0.8322	0.4375	0.4774	0.6215	1.1753	0.3122	1.0018	0.3702
距離*向き	1.2304	0.3015	1.139	0.3414	0.628	0.6434	1.3833	0.2436	0.618	0.6505	2.4425	0.0502	1.3211	0.2659	1.3087	0.2705

セクション1

「連続感」「圧迫感」において主効果が見られた「開口からの距離」と「開口の幅」による最小二乗平均プロットを図2に示す。ここに見られる様に、「開口からの距離」による評価値の減衰に比べて「開口の幅」が因子として圧倒的に「連続感」「圧迫感」といった空間印象に与える影響が強い。

さらに図3において水準間の差に着目する。「圧迫感」においては「開口の幅」0cm-5cmの間で有意差が見られるのに対し、5-50cmの間では有意差が見られなかった。この事は「空間の圧迫感」を評価するに当たって、例えば5cmだけでも窓を開けることが持つ意味の大きさを示している。「連続感」では、「開口の幅」による有意差は全ての水準間に見られるものの、「開口の幅」0cmではその95%信頼区間が中間値以下に収まっているのに対し5cmでは信頼区間が逆に3よりも上に集まっていることが分かる。5cm窓を開ける事によって「連続感」がない、という評価が「連続感」がある、という評価に変化したと言える。

セクション2

ここで注目すべきは窓開口に対する「身体の向き」の影響であり、「音の明瞭性」において「側面」と他の2水準との間に有意差が認められたほか、「開口からの距離」「屋外との連続感」においてそれぞれ「側面」と「背面」の間に有意差が見られた。

さらにセクション2で興味深いのは「室」による効果が2つの項目において確認されたことである。「開口からの距離」に対する実測値と評価値の比較を図4-6に参照する。ここにおいて「正面」でのプロットが室A、室Bとも形状・数値の上で比較的同じような結果を示すのに対し、「背面」や「側面」における室Aと室Bのプロットはかなりの差異を示しており、いずれの水準においても室Aの方が室Bに比べ、開口からの距離を短く感じる傾向があることが分かる。

これは「背面」や「側面」においては、窓開口からの直接音に対する反射音の影響が強いからではないかと推測され、その為室の形状や吸音といった要素がより印象評価に大きな影響を及ぼしたと考えられる。

総括

研究を通して、今回の実験室程度のスケールの空間においては「開口からの距離」や「身体の向き」よりも「開口の幅」の方が「連続感」「圧迫感」に対して大きな因子として働いてくること、さらに幅5cmの小さな窓開口を持つ、室内空間の印象における影響の大きさが示された。また開口に正対していない場合、室内の音響特性が窓開口による空間印象に影響し易くなる可能性が示された。

図2 セクション1

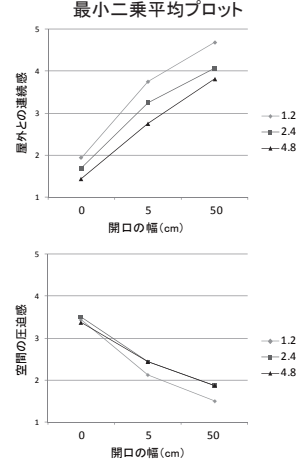


図3 セクション1

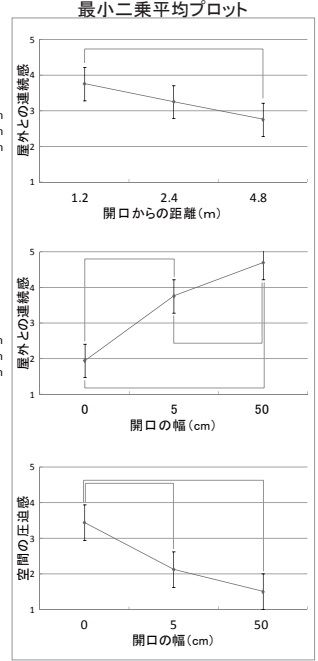


図4 セクション2

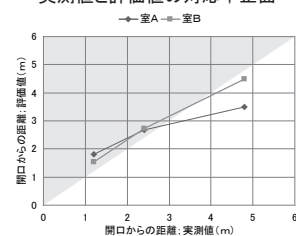


図5 セクション2

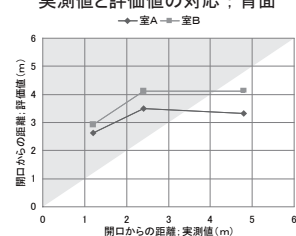


図6 セクション2

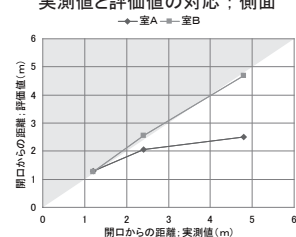


図7 セクション2

