

会議空間の吸音対策に関する実験的検討 — 会話印象に及ぼす影響について —

Experimental study on acoustic absorption measures for meeting rooms

— Influence of speech communication impressions —

学籍番号 47-116809

氏名 郭 静 (Guo, Jing)

指導教員 佐久間哲哉 准教授

1. はじめに

会議室におけるコミュニケーションの効率や質を高める上で、音環境は重要な要因となりえる。会議室のより良い音環境としては、基本的な音声伝達性能の確保に加えて、疲労が生じにくい音質や気分を活性化する雰囲気が求められるであろう。一般に、会議室の音環境向上に吸音対策は不可欠であり、吸音対策により、会話の明瞭度が向上するとともに、空間や会議の印象が変化することも考えられる。しかし、吸音材の分量、配置、周波数特性など、対策の程度と心理効果との関係は必ずしも明確とはいえない。本研究では、吸音不足となりがちな中小会議室を対象として、周波数特性と配置の異なる吸音対策を施し、室内音響測定および心理実験を通して空間・会話・響きの印象への影響を検証する。

2. 吸音対策が会話印象に及ぼす影響

(1) 室内音響測定

a. 会議室の実験条件

同寸法の小会議室 4 室を組として、模擬会議と残響比較の 2 種類の心理実験を行う。室内の基本条件として、壁はスチール製間仕切 3 面・石膏ボード張り 1 面、床はビニルシート、天井は岩綿吸音板の仕上げである (図 1)。

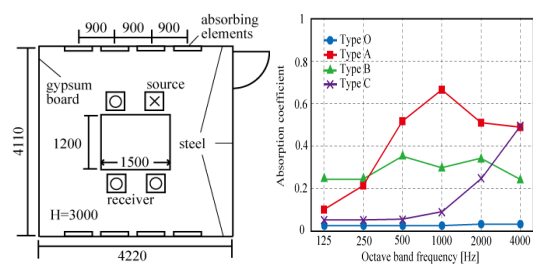


図 1 部屋のレイアウト

図 2 吸音材の吸音率

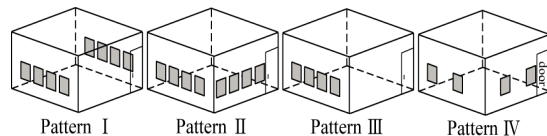


図 3 残響比較実験の配置パターン

模擬会議実験では、基本条件の室に加えて、3 種類の周波数特性の吸音材 (図 2) を設置した室を用意し、計 4 条件とした。吸音材の配置は共通とし、図 1 のように 8 枚を取り付けた。

残響比較実験では、上記の組に加えて別の組として、タイプ A 吸音材の分量と配置の異なる 4 条件を設定した (図 3)。

b. 室内音響特性の測定方法

12 面体スピーカを特定の座席位置 ($h=1.3\text{m}$) に、受音点を他の 3 つの座席位置 ($h=1.2\text{m}$) に設置して、インパルス応答測定を行った。得られた応答から残響時間 (T_{30})、STI を算出し、3 点の平均値を求めた。

c. 測定結果と考察

図 4 に基本条件と 3 種類の吸音材を設置

した場合の残響時間と STI を示す。図 5 にタイプ A 吸音材の分量と配置を変化させた場合の結果を示す。二面平行のパターン I に対して、二面直交のパターン II では残響時間の減少が高音域で見られる。

(2)心理実験概要

a.模擬会議実験の手順

小会議室 4 室（基本条件：タイプ O）のうち 3 室にタイプ A, B, C の吸音材を各々設置した。被験者は男女別に 4 人組の各 2 組（20~50 才代の計 16 名）とし、一組ごとに各室に入室・着席させ、毎回異なる話題を与えて 10 分間自由討論をさせた。討論終了直後に各自アンケートに回答し、その後別室で 10 分間以上の休憩を取った。各組は一連の作業を 5 回行い、1 回目はダミー条件として、2 回目以降に 4 条件をタイプ O~C の順または逆順で経験する。なお、話題の順は室条件に対して被験者の組ごとに異なるようにした。

b.残響比較実験の手順

上記実験の後、シェッフェの対比較法に基づき、残響の聞き比べ実験を行った。上記 4 室の他に、図 3 のように吸音材の分量と配置の異なる 4 室（パターン I~IV）を設定し、各々の室条件群で 6 対の比較をさせた。被験者 16 名は男女別に 2 人組で入室し、発声したり手を叩いたり、1 分間自由に響きを感じた後、もう一室に移動して同様の体験を経て、その室でアンケートに回答する。アンケートでは、二室目に対して一室目の相違を響きに関する 3 項目（表 1 の B2, C1, C2）について 5 段階尺度で評価させた。なお、比較対の経験順は、被験者の組ごとに異なるようにした。

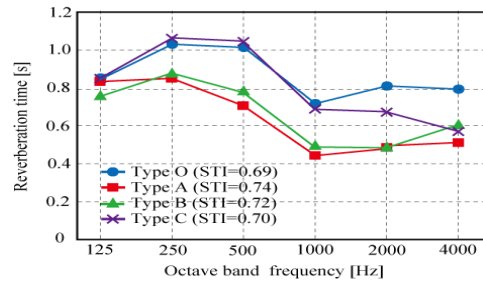


図 4 タイプ O,A,B,C の T30 と STI 値

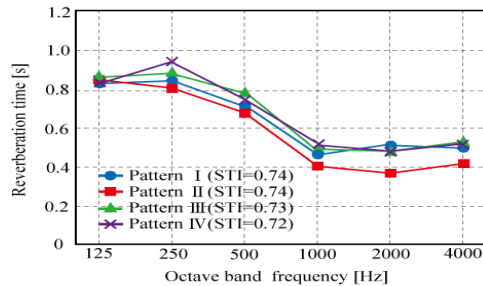


図 5 パターン I, II, III, IV の T30 と STI 値

表 1 模擬会議実験の評価項目

		評価尺度							
		-3	-2	-1	0	1	2	3	
区分	番号	非常に	かなり	少し	いえない	どちらとも	少し	かなり	非常に
室内の全体的な印象	A1*	不快な				⇔			快適な
	A2	リラックスできない				⇔			リラックスできる
	A3	集中できない				⇔			集中できる
	A4*	閉鎖的な				⇔			開放的な
	A5	長居しにくい				⇔			長居しやすい
	A6	高級感がない				⇔			高級感がある
室内の音の印象	B1*	うるさい				⇔			静かな
	B2	部屋が響く				⇔			部屋が響かない
	B3	不自然な				⇔			自然な
話声の印象	C1*	こもった				⇔			すっきりした
	C2*	まろやかな				⇔			金属的な
	C3	相手の声が小さい				⇔			相手の声が大きい
	C4	相手の声が聞き取れにくい				⇔			相手の声が聞き取りやすい
	C5	自分の声を伝えにくい				⇔			自分の声を伝えやすい
コミュニケーションの印象	D1	盛り上がらない				⇔			盛り上がる
	D2*	気まずい				⇔			打ち解けた
	D3	テンポが悪い				⇔			テンポがよい
	D4	会話しにくい				⇔			会話しやすい
	D5	疲れる				⇔			疲れにくい
	D6*	眠くなる				⇔			目が覚める

*両極尺度

c.結果と考察

①模擬会議実験の結果

アンケートの各評価項目について、室条件毎の被験者平均点を図 6 に示す。残響が最も短いタイプ A では全体的にポジティブ側の評価を得ているのに対して、タイプ O では響きの印象のみならず、空間の全体印象で最も低い評価となっている。

性別と室条件の 2 元配置分散分析の結果を表 2 に示す。多重比較した結果、室条件の主効果は、全体印象として快適性では見られないものの、長居感ではタイプ O に対して A は高評価となっている。この傾向は響きの印象や話声の音色の印象と対応しており、音響が長居しやすさの評価に影響したものと解釈できる。

②残響比較実験の結果

響きの聞き比べに関して、3 つの評価項目の結果を図 7 に示す。上記実験の 4 室では、模擬会議実験よりも明確な違いとして認識された。なお、すっきり感については、模擬会議実験と若干異なり、残響時間の周波数特性に対応する結果となった。もう一組の室条件群では、吸音材の分量が異なるパターン I, II と III, IV で響きと金属性に有意差は認められたが、配置の影響に有意差は認められなかった。

3. 吸音対策が聴取と発話に及ぼす影響

(1)室内音響測定

a.会議室の実験条件

音声評価実験は中型会議室で行い、室内の基本条件として、壁は石膏ボード、床はビニールシート、天井は岩綿吸音板の仕上げであり、室中央に「口」字型の机および椅子 4 脚を配置する (図 8)。タイプ A 吸音材の分量と配置の異なる 12 条件を設定し

た (図 9)。

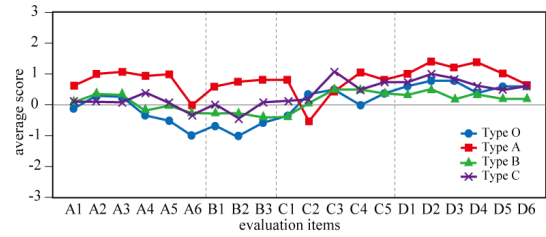


図 6 各環境条件下評価項目の平均得点

表 2 性別と室条件の 2 元配置分散分析

(* : $p < 0.05$, ** : $p < 0.01$).

	A3	A4	A5	B1	B2	B3	C1	C2	C3	C5	D1	D2	D3	D4	
性別	*	*	*							*	*	**	**	**	**
室	*	**	*	*	**	**	*	*						*	
性別×室	**							*				*			

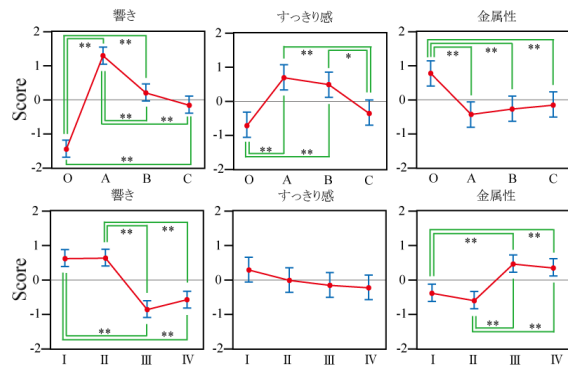


図 7 残響比較実験の結果

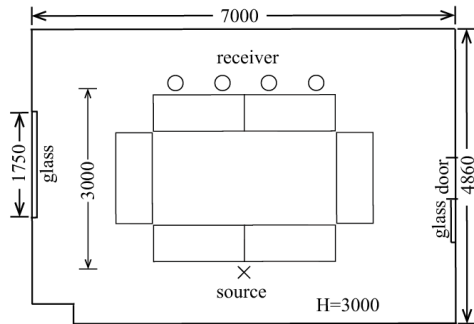


図 8 部屋の平面図

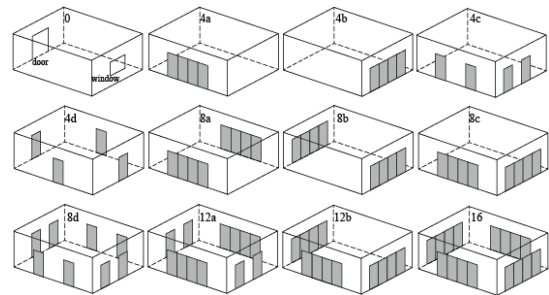


図 9 12 種の配置パターン

b.室内音響特性の測定方法

測定に関しては前回の実験とほぼ同じ、椅子の対面側の中央に 12 面体スピーカを設置し、測定信号を流す。

c.測定結果と考察

図 11 に全パターンの残響時間を示す。吸音材の増加とともに全体的な減少傾向が見られるが、パターン 4c と 8c の短辺配置の場合、高音域の抑制効果が顕著に損なわれることが認められる。

(2)心理実験概要

a.音声評価実験の手順

20 才代の被験者 16 人は 4 人 1 組で部屋に入り、着席した後アイマスクを着用し、20 秒間アナウンサーの CD を聞く。20 秒終わったら、アンケートを回答してもらい、またアイマスクをかけ、一人ずつ自己紹介を行う。その後は、アンケートで自分の声に対して評価する。終わったらスタッフが部屋のレイアウトを変える間、被験者たちにアイマスクをかけて持参した音楽をイヤホンにより聴き 2 分間くらい休憩をとり、後は最初から繰り返し行う。

b.結果と考察

図 11 は聞き取りやすさ・話しやすさの得点比率で、吸音材の増加により聞き取りやすくなった傾向が少し現れたが、話しやすくなった傾向があまりなかった。また、主成分分析で残響・音色と関わる 2 つの成分を抽出し、心理量と物理量の対応関係が明らかとなり、各パターンの部屋の 2 軸での位置づけも明確になった (図 12)。横軸は残響の長さ、縦軸は金属性と解釈でき、高音域において残響時間の長い 8c の金属性が明確に認識された。また、「話す」場合は「聴く」と大体同じ結果であった。

4. までに

本研究では小会議室の吸音対策に関して、吸音材の分量、配置、周波数特性が及ぼす室内音響指標上の効果を検証した。また心理実験を通じて、会議室吸音による空間・会話・響きの印象への影響を調べた。残響比較では響きの違いが明確に認識されるのに対して、模擬会議中でも響きや音色の変化が認識され、長居しやすさへの影響が認められた。また、音声評価実験では、話す時は聴く時より部屋の響きを感じやすいことを確認した。主成分分析で、2 軸で部屋の会話しやすさを評価する可能性も示唆された。

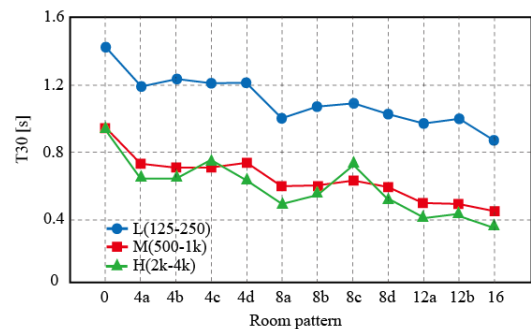


図 10 12 パターンの残響時間

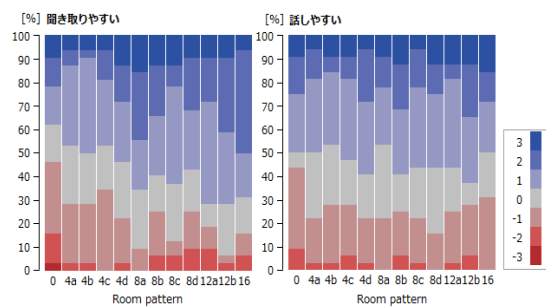


図 11 会話コミュニケーションしやすさの得点比率

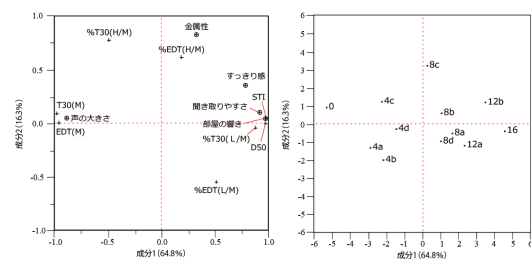


図 12 主成分分析の結果プロット (聴く)